

中央空调设备 选型手册

周邦宁 主编 吴元炜 主审


中国建筑工业出版社

前 言

近年来, 在新兴的城市建筑物 (尤其是高层建筑) 中普遍要求采用设备能耗低、符合环境保护要求和智能化操作的中央空调系统。中央空调系统的设计与配套设备 (如制冷机、空调机组、系统末端装置以及风机、水泵、冷却塔等) 的优化选择是密不可分、相辅相成的。

由于社会文明的进步, 广大使用者对空调制冷设备的性能、运行可靠性、节能、经济性、环境保护指标及服务等方面提出了更高更严更科学的要求。面对广阔的中央空调市场, 作为空调制冷工作者负有向社会向市场正确推荐和科学导向的责任和义务。

我国空调制冷设备工业的蓬勃发展, 给广大使用者和设计者提供了广泛而多样化的产品选择良机, 并在设备选型比较方面, 也积累了丰富又切实可行的经验。我们希望在总结实际使用经验的基础上, 对设备的各项技术经济指标予以剖析, 对设备选型工作中应遵循的基本选型原则予以阐述, 对经过多年实际使用的物美质优的产品予以列举, 提供一些正确的思路及科学分析方法, 从而达到优化选型的目的。

“节约能源、保护环境和趋向自然的舒适环境”, 而设备、系统、运行管理的节能, 今后仍将是促进空调制冷业发展的核心。清华大学彦启森教授指出的上述空调发展的总体构思, 我们认为同样适用于设备优化选型的原则。

空调制冷技术的进步, 促进了各类制冷机、空调设备及其他辅助设备的自我完善和更新换代。反过来, 也促进了智能空调、绿色空调的发展及付诸实践。正确、科学地设备选型, 又是实现中央空调系统优化的关键环节之一。

目前我国的空调制冷设备, 型式完善, 品种繁多, 功能大同小异, 在设计选型比较过程中, 应结合当地具体使用条件和要求, 具体分析, 择优取之。

在本手册的选题酝酿过程中, 曾得到吴元炜教授、彦启森教授、田胜元教授、汪训昌研究员、陈涛教授、陆耀庆教授级高工、刘朝贤教授级高工等的指点和帮助; 在编写的个别章节内容中, 曾得到龙惟定教授、张家平教授级高工等的指点和帮助; 在列举生产厂家过程中, 得到中国制冷空调工业协会宋国强秘书长、何永恒高工、周瑞民高工的指点和帮助, 谨此向他们表示衷心的感谢。

许多生产厂家及时为本手册提供了最新的产品样本资料, 谨此表示诚挚的谢意。

本手册由周邦宁担任主编, 吴元炜担任主审, 姚荣华担任责任编辑。

由于我们所掌握的资料及水平有限, 敬请各界批评指正。

目 录

第 1 章 中央空调系统的基本知识

1.1 概述	1
1.1.1 舒适性环境条件	1
1. 人体与周围环境的热交换	1
2. 人体散热	2
3. 影响舒适性的因素	3
4. 舒适性标准(条件)	6
1.1.2 不同功能建筑物对空调的要求	8
1. 民用建筑室内空调采暖设计参数要求	8
2. 工业建筑室内温湿度参数要求	9
1.2 中央空调系统	14
1.2.1 概述	14
1.2.2 中央空调系统的分类和选择	14
1. 中央空调系统的分类	14
2. 中央空调系统的选择	16
1.2.3 集中式空调系统的组合分类	19
1. 系统概述	19
2. 集中式空调系统的设备组成	22
3. 集中式空调系统的划区原则	24
1.2.4 中央空调负荷的概算指标	25
1. 国内部分建筑空调冷负荷概算指标	25
2. 国内部分建筑采暖热负荷概算指标	26
3. 日本公布的空调冷负荷概算指标	26
4. 英国公布的空调冷负荷概算指标	26
5. 台湾地区公布的空调冷负荷概算指标	26
1.2.5 中央空调房间送风量和送风状态的确定	28
1. 空调房间的换气次数	28
2. 空调房间内每人所需新风量	28
3. 送风量及送风状态的确定	29
1.2.6 中央空调房间的气流组织	30
1. 概述	30
2. 气流组织的基本要求	31
3. 气流组织的基本形式	32
4. 气流送风口型式和使用特点	33
5. 各种送风口最合适的送风量	37
6. 各种送风口颈部最大允许风速	37
7. 回风口的布置和吸气风速	37

8. 高大建筑物中分层空调房间的气流组织	38
1.3 中央热泵采暖系统	40
1.3.1 中央采暖系统概述	40
1. 采暖系统中热媒的选择范围	40
2. 中央采暖系统的分类型式及应用	40
1.3.2 中央热泵采暖系统及其使用特点	42
1.3.3 中央采暖系统建筑物热负荷的概算方法	49

第2章 中央空调用冷(热)水机组的选用特点

2.1 概述	51
2.1.1 中央空调用冷(热)水机组的分类	51
2.1.2 中央空调用冷(热)水机组的循环和工作过程	52
2.2 制冷剂、载冷剂与润滑油	57
2.2.1 制冷剂	57
1. 制冷剂的定义和代号	57
2. 制冷剂的一般分类及应用范围	58
3. 制冷剂应具备的一般性质	58
4. 中央空调常用制冷剂的综合性比较	64
5. 关于研究 R22 制冷剂的代用问题	64
2.2.2 吸收式制冷机的工质对	65
1. 对吸收式制冷机工质的要求	65
2. 溴化锂水溶液	66
3. 氨水溶液	75
2.2.3 润滑油	77
1. 润滑油在制冷压缩机中的作用	77
2. 制冷机对润滑油的主要要求	78
3. 制冷机油的规格和指标	79
2.3 活塞式冷(热)水机组的选用特点	61
2.3.1 活塞式冷(热)水机组的部件组成及其作用	83
1. 活塞式制冷压缩机	83
2. 冷凝器	105
3. 蒸发器	123
4. 热力膨胀阀(节流机构)	140
2.3.2 普通型活塞式冷水机组的产品型式及生产厂家	146
1. 普通型活塞式冷水机组分类型式及国内生产厂家	147
2. 国内部分生产厂家的普通型活塞式冷水机组产品选型资料介绍	148
2.3.3 模块化活塞式冷水机组的产品型式及生产厂家	175
1. 模块化活塞式冷水机组分类型式及国内生产厂家	175
2. 国内部分生产厂家的模块化活塞式冷水机组产品选型资料介绍	176
2.3.4 风冷式活塞式冷热水机组的产品型式及生产厂家	177
1. 风冷式活塞式冷热水机组分类型式	178
2. 普通型风冷式活塞式冷热水机组部分生产厂家及产品选型资料介绍	179
3. 部分生产厂家的模块化风冷式活塞式冷热水机组产品选型资料介绍	198
2.4 螺杆式冷(热)水机组的选用特点	205

2.4.1 中央空调用螺杆式制冷压缩机的基本特性	206
1. 中央空调用螺杆式制冷压缩机与活塞式制冷压缩机两种机型及使用特点比较	206
2. 双螺杆式制冷压缩机的总体结构组成及作用	207
3. 螺杆式制冷压缩机及机组的型号表示方法	211
4. 螺杆式制冷压缩机及机组的基本参数和名义工况	211
5. 螺杆式制冷压缩机的输气量、制冷量、功率和性能曲线	216
2.4.2 螺杆式冷(热)水机组的系统、部件及自动控制特点	223
1. 螺杆式冷水机组的外形、系统流程及其自动保护装置	224
2. 螺杆式冷热水机组的系统流程、部件特点及自动控制特点	226
2.4.3 螺杆式冷水机组及冷热水机组的产品型式及生产厂家	228
1. 螺杆式冷水机组及冷热水机组分类型式及部分生产厂家	228
2. 国内部分生产厂家的螺杆式冷水机组及冷热水机组产品选型资料介绍	231
2.5 离心式冷水机组的选用特点	267
2.5.1 概述	267
1. 离心式冷水机组与活塞式、螺杆式冷水机组特点比较	267
2. 离心式冷水机组的工作循环系统	268
3. 离心式冷水机组的名义工况及使用工况	271
4. 离心式冷水机组的型号表示方法	272
2.5.2 离心式冷水机组循环系统的热平衡和热力参数计算	273
1. 离心式冷水机组单级循环系统的热平衡概念	273
2. 离心式冷水机组单级和双级循环热力参数计算程序	275
3. 国内外离心式冷水机组的性能系数 EER (或 COP)	277
2.5.3 离心式冷水机组的部件组成、结构特点及作用	279
1. 离心式冷水机组的总体结构型式分类及特点	279
2. 空调用离心式制冷压缩机的结构特点及作用	280
3. 离心式冷水机组的润滑油系统	293
4. 离心式冷水机组的换热设备特点	299
5. 离心式冷水机组的抽气回收装置系统组成	299
6. 离心式冷水机组的泵出系统	306
7. 离心式冷水机组的主电动机	308
2.5.4 离心式冷水机组产品型式及生产厂家	309
1. 离心式冷水机组分类型式及部分生产厂家	309
2. 国内部分生产厂家的离心式冷水机组产品选型资料介绍	310
2.6 溴化锂吸收式冷水机组的选用特点	334
2.6.1 溴化锂吸收式冷水机组形式、基本参数和名义工况	334
1. 溴化锂吸收式冷水机组形式和基本参数	334
2. 机组名义工况和性能	335
3. 技术要求	335
2.6.2 溴化锂吸收式冷水机组的工作循环和热平衡	335
1. 双效溴化锂吸收式冷水机组的工作循环和热平衡	336
2. 两级溴化锂吸收式冷水机组的工作循环	345
2.6.3 双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的总体布置和主要部件结构型式	346
1. 双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的总体布置及其特点	346
2. 双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组主要部件的结构型式	348
2.6.4 蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的产品型式及生产厂家	351

1. 蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组分类型式及部分生产厂家	351
2. 国内部分生产厂家的蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组产品选型资料介绍	352
2.7 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的选用特点	373
2.7.1 直燃型溴式锂吸收式冷热水机组与蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的热力特性比较	373
2.7.2 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组型式、工况及性能规定	373
1. 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的型式和基本参数	373
2. 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的变工况范围和部分负荷性能规定	375
2.7.3 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的工作循环	376
2.7.4 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的主要部件结构型式	384
2.7.5 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的节能措施	390
1. 降低直燃型冷热水机组的能源消耗量	390
2. 直燃型冷热水机组排气余热的利用	391
2.7.6 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的产品型式及生产厂家	391
1. 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组分类型式及部分生产厂家	391
2. 国内部分生产厂家的直燃型溴化锂吸收式冷热水机组产品选型资料介绍	393
2.8 中央空调用冷(热)水机组选型条件	435
2.8.1 能源条件和能耗(效)指标	435
1. 能源条件	435
2. 产品的能耗(效)指标	436
2.8.2 产品使用寿命及可靠性	440
1. 产品质量、可靠性和操作维护保养对使用寿命的影响	440
2. 产品型式进步的阶段性对产品使用寿命的影响	442
2.8.3 产品的投资和运行费用	443
1. 产品的投资费用	444
2. 产品的运行费用示例	449
2.8.4 环境保护要求	450
1. 限制和防止臭氧层破坏问题	450
2. 温室效应(地球暖化)问题	453
3. 结论	456
第3章 空气处理设备的使用特点和选用	
3.1 组合式空气调节机组的使用特点和选用	458
3.1.1 组合式空气调节机组的工作原理和分类型式	458
1. 组合式空气调节机组的工作原理	458
2. 组合式空气调节机组的类型	459
3. 组合式空气调节机组的型号	459
4. 组合式空气调节机组的名义工况和一般技术要求	459
3.1.2 组合式空气调节机组分段结构和工作特点	463
1. 箱体	463
2. 表面式空气加热器和表面式空气冷却器	463
3. 电加热器	475
4. 加湿器(段)	476
5. 喷水室(段)	481
6. 过滤器(段)	487
7. 通风机(段)	491

8. 新风、回风的混合段	497
9. 消声器 (段)	497
3.1.3 组合式空气调节机组选用的注意事项	502
3.1.4 组合式空气调节机组生产厂家及产品选型资料	503
1. 组合式空气调节机组部分生产厂家名录	503
2. 部分生产厂家的组合式空气调节机组产品选型资料介绍	504
3.2 风机盘管机组的使用特点和选用	516
3.2.1 风机盘管空调系统特点	516
1. 风机盘管空调系统与诱导式 (器) 空调系统的特点比较	516
2. 风机盘管机组的新风供给方式	517
3. 风机盘管冷媒水系统的使用特点	517
3.2.2 风机盘管机组的工作原理和分类型式	518
1. 风机盘管机组的工作原理	518
2. 风机盘管机组的类型	519
3. 风机盘管机组的型号	520
4. 风机盘管机组的基本参数和一般技术要求	520
3.2.3 风机盘管机组的结构及构件特点	522
1. 风机盘管机组的结构型式	522
2. 风机盘管机组的构件特点	524
3.2.4 风机盘管机组的特性曲线和选用	525
1. 风机盘管机组的特性曲线	525
2. 风机盘管机组的选用注意事项	526
3.2.5 其他非独立型的空气调节机组	526
1. 大型风机盘管机组	526
2. 新风空调机组 (柜式空气处理机组)	527
3.2.6 风机盘管机组生产厂家及产品选型资料	528
1. 风机盘管机组部分生产厂家名录	528
2. 风机盘管机组部分生产厂家产品选型资料介绍	531
3.2.7 柜式空气处理机组 (大型风机盘管机组、新风空调机组) 生产厂家及产品选型资料	546
1. 柜式空气处理机组部分生产厂家名录	546
2. 柜式空气处理机组部分生产厂家产品选型资料介绍	547
3.3 变风量末端装置的使用特点和选用	576
3.3.1 变风量中央空调系统	576
3.3.2 变风量末端装置的使用特点	576
1. 变风量末端装置的作用	576
2. 变风量末端装置的分类	577
3. 采用静压调节器的节流型变风量末端装置	580
3.4 除湿机	580
3.4.1 典型除湿方法的对比	580
3.4.2 蒸汽压缩式除湿机	581
1. 冷冻除湿机 (去湿机、减湿机、降温机)	581
2. 调温除湿机	583
3. 三用空调机	584
4. 冷冻除湿机等选用和使用注意事项	586
3.4.3 氯化锂转轮除湿机	587

1. 固体吸湿性材料种类	587
2. 氯化锂转轮除湿机的结构组成和工作原理	587
3. 氯化锂转轮除湿机的性能参数	588
4. 氯化锂转轮除湿机的使用特点和适用范围	591
3.4.4 三甘醇液体除湿机	591
1. 三甘醇液体除湿机的结构组成和工作原理	592
2. 三甘醇液体除湿机的主要技术性能	593
3. 三甘醇液体除湿机的使用特点和适用范围	593
3.5 空气幕	594
3.5.1 空气幕的送风形式和分类	594
1. 空气幕的送风形式	594
2. 空气幕分类和技术参数	595
3.5.2 空气幕的结构尺寸和技术性能	596
1. FM 系列贯流式空气幕	596
2. RM _M ^L -S 系列热空气幕	597
3.5.3 空气幕的选用原则	599
1. 空气幕的设计参数	599
2. 非加热空气幕（等温空气幕）适用范围	599
3. 热空气幕的适用范围	599

第4章 中央空调的管道系统

4.1 通风管道	600
4.1.1 通风管道的规格和形状	600
1. 风管常用材料	600
2. 风管的统一规格	600
4.1.2 通风管道的连接形式	609
1. 风管的弯头、三通、四通等连接形式	609
2. 风管与通风机的连接形式	610
3. 通风管道的各种风口形式	612
4.1.3 通风管道内的阻力损失	612
1. 摩擦阻力损失	612
2. 局部阻力损失	616
3. 风管系统的总阻力损失	617
4.1.4 送、回风口的技术性能参数	618
1. 常用空气分布器的性能选用简表	618
2. 回风口的性能选用简表	626
4.1.5 通风管道附件	631
1. 调节活门	631
2. 风闸板	631
3. 导流叶片	631
4. 防雨格栅	632
4.1.6 通风管道系统的设计方法	632
1. 一般设计方法	632
2. 估算法	634
4.2 水管系统及其设备	634

4.2.1 水管系统的类型和使用特点	634
4.2.2 水管系统的主要设备和附件的选用特点	637
1. 水泵	637
2. 分水器和集水器	650
3. 膨胀水箱	651
4. 集气罐	652
5. 排污器	653
6. 冷却塔	654
(1) 逆流引风式玻璃钢冷却塔	654
(2) 横流式玻璃钢冷却塔	659
(3) LFCM 无风扇冷却塔	663
4.2.3 水管系统的管材和管件	666
1. 水管系统的管材	666
2. 水管系统的管道连接	668
3. 水管系统的管道阀门	680
4.3 管道保温及防腐处理	681
1. 管道保温	681
2. 管道防腐处理	691
第 5 章 空气净化处理及其设备	
5.1 概述	697
5.2 空气净化标准	698
5.2.1 一般空气净化处理标准	698
5.2.2 生物洁净室洁净标准	700
5.2.3 各种房间(洁净室)对洁净度级别的要求	701
5.3 洁净室	702
5.3.1 概述	702
5.3.2 洁净室的结构型式及其配套设备	704
1. 装配式洁净室的结构型式和技术参数	704
2. 局部净化设备的结构型式和技术参数	709
3. 洁净隧道	716
5.4 空气过滤器	718
5.4.1 亚高效和高效空气过滤器的过滤材料	718
1. 国产玻璃纤维纸的纤维直径	718
2. 滤料的特性	718
3. 滤纸效率和风速及粒径的关系	720
5.4.2 亚高效和高效空气过滤器的结构型式和技术参数	720
1. 亚高效空气过滤器的结构型式和技术参数	720
2. 高效空气过滤器的结构型式和技术参数	722
中央空调用空调与制冷设备生产厂家一览表	725
附表 1 中央空调用冷(热)水机组产品类	725
附表 2 空气处理、净化及消声减振设备类	736
附表 3 阀门、热交换器、保温材料制品及水系统设备类	756
主要参考文献	771

第 1 章 中央空调系统的基本知识

在各类建筑物中，大量采用由先进设备和手段配套而成的中央空气调节系统、中央采暖系统、通风净化系统等现代化设施，已成为现代化社会及科学技术进步的重要标志之一。

中央空调系统是指在同一建筑物（群）中，以集中或半集中方式对空气进行净化（或纯化）、冷却（或加热）、加湿（或除湿）等处理、输送和分配的空调系统。而每个房间的空气处理分别由各自的整体式空调器（如单元、窗式、分体式等空调器）承担的，称为全分散系统。中央空调的作用就是创造一个标准温度、标准湿度、标准洁净度和新鲜度的室内空气环境，以满足生活舒适性或生产工艺性的空气调节要求。

中央采暖系统亦然。

通风净化系统与中央空调系统密不可分，但有其更广泛的使用范围。通风净化系统的作用是向某一建筑空间提供室外的新鲜空气或将室外的新鲜空气经过设备的处理（粗滤、中滤、精滤、加热、冷却等）后送入室内，并使室内的有害气体经消毒、除害后排至室外，达到一定的标准规定。因此，通风净化系统除用于一般民用建筑物外；更多的使用于生产和特殊设施的建筑物内（如医疗室、生物洁净室、医药工业、实验室等）。

为适应中央空调设备选型的需要，有必要了解中央空调系统的全貌、特点和具备一定的基本知识，了解各种空调及采暖设备在全系统中的作用和地位，这就是编写本章的目的。

1.1 概 述

1.1.1 舒适性环境条件

人的舒适性是人的身心对周围环境的一种感觉概念，是人的主观感觉起支配作用的，因此难以统一在同一个标准定义内。对不同的人，即使处于相同的环境条件下，其感觉也不尽相同。

人的舒适性，还受到许多因素的影响，如衣着、饮食、性别、年龄、体质、健康、工作类别、温湿度、空气流速和噪声等，还包括人的心理因素。

1. 人体与周围环境的热交换

人体受热有两种来源：一种是人体内的新陈代谢产热；另一种是外界环境传输给人体。人体通过对流、传导、辐射、蒸发等方式途径与周围环境进行热交换。

人体与周围环境之间的热交换式如下：

$$M \pm C \pm R - E = S \quad (1.1-1)$$

式中 M ——新陈代谢产热量；

C ——传导和对流热量（人体与周围空气）；

R ——辐射热量（人体与周围围护结构）；

E ——蒸发散热量；

S ——人体蓄热量；

±——人体吸热为+，反之为一。

当人体产热与散热相等时，人体的蓄热量 $S=0$ ，导致体温平衡；

当人体产热大于散热时，人体的蓄热量 $S>0$ ，导致体温升高；

当人体产热小于散热时，人体的蓄热量 $S<0$ ，导致体温下降。

人体的生物物理数据见表 1.1-1。

人体的平均生物物理数据 表 1.1-1

质量 60~70kg	呼吸次数 16次/min
体积 60L	吸入空气量 0.5m ³ /h
表面积 1.7~1.9m ²	皮肤平均温度 32~33℃
体温 37℃	维持量 85W
脉搏 70~80次/min	二氧化碳呼出量(静止) 10~20L/h
基本热量 ^① (静止时) 80W	

①是指在舒适状态下完全处于静止的每人每小时所需的最小的热量。

人体内部热代谢有关的各种复杂生理过程。调节体温的最高中枢是大脑皮层。

人的舒适性与人体表面的散热状况有密切关系。散热的目的在于调节体内正常温度。

当人体产热大于散热时，也就是式(1.1-1)中的 $(M \pm C \pm R) > E$ (即 $S > 0$)，也就是人体的活动量增加(新陈代谢产热量 M 增加)；或者是空气温度高于人体皮肤温度，人体吸收热量(C 为“+”值)；或者是周围围护结构的表面温度高于人体皮肤温度，人体吸收热量(R 为“+”值)。上述三种因素均导致人体总蓄热量增加。为使体内的散热排出，仅靠对流和蒸发方式已不够，于是就自动通过皮肤的汗腺排汗。蒸发 1L 的汗水，排出热量为 2400kJ。若靠大量排汗仍不足以散热时，就会导致不适，如头疼、疲乏，甚至中暑。高温环境中工作时，尤易发生此状。

人体表面的散热和散湿量平均值见表 1.1-2。

人体表面的平均散热和散湿量

表 1.1-2

空气温度 (℃)	对流与辐射 排出的显热 (W)	蒸发排出的 潜热 (W)	全散热 (W)	散湿量 (g/h)
10	136	21	157	30
12	126	21	147	30
14	115	21	136	30
16	106	21	127	30
18	98	23	121	33
20	92	27	119	38
22	85	33	118	47
24	77	41	118	58
26	69	49	118	70
28	58	59	117	85
30	47	69	116	98
32	33	81	114	116

注：静止空气、相对湿度 30%~70%、轻度劳动、正常衣著、坐着的人。

表 1.1-3 中所列数据可用于一般的空调技术计算。

人的散热和散湿量 (按 VDI2078—1997)

表 1.1-3

空气温度 (°C)	18	20	22	23	24	25	26
非体力劳动: 对流与辐射排出显热 (W)	100	95	90	85	75	75	70
蒸发排出潜热 (W)	25	25	30	35	40	40	45
全散热 (W)	125	120	120	120	115	115	115
散湿量 (g/h)	35	35	40	50	60	60	65
中等体力劳动: 全散热 (W)	270	270	270	270	270	270	270
对流与辐射排出显热 (W)	155	140	120	115	110	105	95

表 1.1-4 给出了各种状态的人的总散热量, 其中主要是经皮肤的蒸发排热。

出汗所排出热量按下式计算:

$$S = 0.42F \left[\frac{Q}{F} \left(\frac{1}{1-\eta} \right) - 58 \right] \quad (\text{W}) \quad (1.1-2)$$

式中 F ——人体表面积, m^2 ;

Q ——人体散热量, W ;

η ——效率, 通常取 $0 \sim 20\%$, 大多数体力劳动 $\eta=0$ 。

对舒适状况静止的人, $S=0$ 。

各种状态的人的总散热量 (按 ISO7730)

表 1.1-4

人的 (工作) 状态	劳动强度	新陈代谢率—散热量		
		W/m^2	$\text{met}^{\text{①}}$	W
静止	I	46	0.8	80
坐着, 放松	I	58	1.0	100
站立, 放松	I	70	1.2	125
坐着, 轻劳动 (办公室、住所、学校、实验室)	I	70	1.2	125
站立, 轻度劳动 (购物、实验室、轻工业)	II	93	1.6	170
中等体力劳动 (家务劳动、工业劳动)	III	116	2.0	200
重体力劳动 (重工业)	IV	165	2.8	300

① $1\text{met}=58\text{W}/\text{m}^2$ 。

3. 影响舒适性的因素

影响人的舒适性的因素很多, 主要的有空气温度、空气湿度、气流速度、衣着等方面。

(1) 空气温度

气温 (指平均值) 对人体的热调节起着主要作用。

按我国《采暖通风与空气调节设计规范》规定, 冬季室内温度为 $18 \sim 22^\circ\text{C}$, 夏季为 $24 \sim 28^\circ\text{C}$ 。为维持人体热量的排出, 环境温度应低于人体表面温度, 才使人体感到舒适。劳动强度越大, 舒适性温度越低。如:

铸造和锻造车间为 $10 \sim 12^\circ\text{C}$;

装配车间为 $12 \sim 15^\circ\text{C}$;

机械加工车间为 $16 \sim 18^\circ\text{C}$ 。

室内温度场的均匀性很重要, 因此空调及采暖房间的密闭性很必要, 且可减少冷 (热) 损失。

前面已谈到, 人体与空气的对流换热以及人体与周围围护结构 (墙壁等) 的辐射换热, 对人体散热有主要影响, 故人体的散热量可由下式计算:

$$Q = (\alpha_k + \alpha_s)F(t_o - t_i) \quad (W) \quad (1.1-3)$$

式中 α_k ——对流换热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;
 α_s ——辐射换热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;
 t_o ——正常衣着人体表面平均温度, $t_o \approx 26^\circ C$;
 t_i ——空气温度, $^\circ C$;
 F ——室内墙、窗、加热器等面积, m^2 。

室内墙壁温度对人的舒适性和散热有重要影响, 因此采用平均辐射温度 t_w 的概念。

$$t_w = \frac{\sum(Ft)}{\sum F} \quad (^\circ C) \quad (1.1-4)$$

式中 F ——室内各表面积 (墙、窗、加热器等), m^2 ;
 t ——各表面温度, $^\circ C$ 。

图 1.1-1 表示当室外温度 $t_o = -10^\circ C$, 感觉温度 (壁温与空气温度的平均温度) $t_s = 19 \sim 23^\circ C$ 的舒适温度范围内的室内空气温度 t_i 与壁温 t_w 之间的关系。 t_w 与 t_i 之间差值应 $\leq 3^\circ C$ 。

(2) 空气湿度

人体的散热, 一部分是由皮肤表面的蒸发而产生的, 故空气的湿度影响到舒适性。

影响人体舒适性的主要是相对湿度。在空调技术中, 相对湿度控制在 $35\% \sim 70\%$ 之间。当温度适中时, 空气相对湿度的变化对人体影响比较小。在不同的环境温度下, 人的体温随相对湿度的增加而增高, 如图 1.1-2 所示。

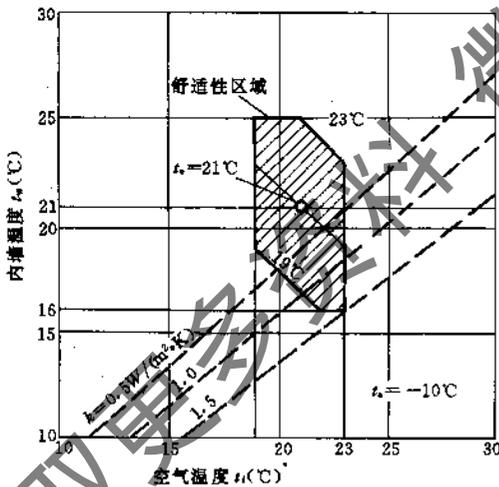


图 1.1-1 舒适性区域与壁温的关系

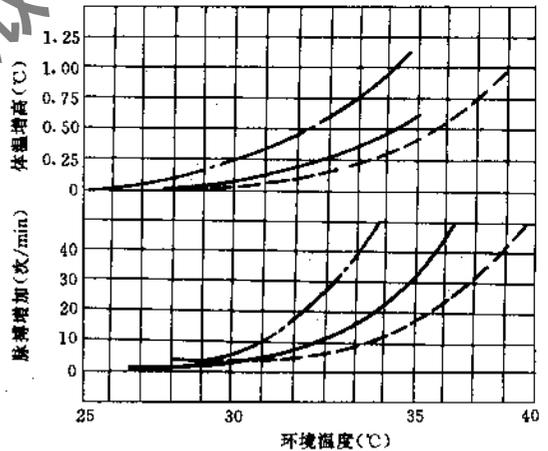


图 1.1-2 相对湿度对体温和脉搏的影响
 --- $\phi = 60\%$ — $\phi = 75\%$ - · - · - $\phi = 90\%$

当室内温度较高时, 相对湿度对人体的热平衡和温热感有很大作用, 会强烈影响到皮肤的蒸发。从图 1.1-3 中可以看出, 空气相对湿度为 60% 时, $25^\circ C$ 会出汗 (闷热曲线); 若相对湿度降至 40% 时, 则出汗温度可提高到 $32^\circ C$ 。

为保持人体舒适性, 当空气温度为 $20 \sim 22^\circ C$ 时, 相对湿度宜保持在 $35\% \sim 65\%$; 当空气温度为 $26^\circ C$ 时, 相对湿度应在 55% 左右为宜。

(3) 气流速度

空气的流动促进人体表面的蒸发和散热,在夏季使人感到舒适。当空气环境温度在 20~22℃时,允许的风速为 0.15~0.2m/s。Fanger 提出坐着穿薄衣服的人,空气速度与人体舒适感的关系如表 1.1-5。

空气速度与舒适感 表 1.1-5

空气速度 (m/s)	0.1	0.2	
干球温度 (℃)	25	26.8	
空气速度 (m/s)	0.25	0.3	0.35
干球温度 (℃)	26.9	27.1	27.2

(4) 衣着

衣着对舒适性有很大影响。人体温度在冷或热的环境中要靠衣着的热阻来调剂。不同类型的衣着有不同的衣着热阻,热阻单位为 clo, 1clo=0.155m²·K/W。某些服装的热阻值 R_y 列于表 1.1-6 (ISO7730 标准)。

人体服装的热阻值 R_y,也可以根据各部分衣着的热阻 r_y(表 1.1-7)按下列公式求出:

$$R_y = 0.82 \sum r_y \quad (1.1-5)$$

式中 r_y——各种衣着的热阻, m²·K/W。

某些服装的热阻值 R_y

表 1.1-6

服装形式	R _y	
	m ² ·K/W	clo
裸体	0	0
短裤	0.015	0.1
典型的炎热季服装: 短袖开领衫、短裤、薄短袜和凉鞋	0.047	0.3
一般的夏季服装: 短裤、薄长裤、短袖开领衫、薄短袜和鞋子	0.08	0.5
薄型工作服: 薄内衣、长袖棉工作衬衣、工作裤、羊毛袜和鞋子	0.11	0.7
典型的冬季室内服装: 内衣、长袖衬衫、裤子、茄克衫或长袖毛衣、厚袜和鞋子	0.16	1.0
厚型传统欧洲服装: 长袖棉内衣、衬衫、背带裤、茄克套装、羊毛袜和厚鞋子	0.23	1.5

1clo 代表男人普通著衣的情况,对于妇女可能是 0.7clo。因此在有混合人群的空调房间内,要达到使每人都满意的舒适条件是不容易的。有人提出,著衣的个人舒适感,相当于著衣每增加 0.1clo,周围温度减少约 0.5℃。

影响人的舒适性的因素,除上述主要因素外尚有:

1) 噪声。影响人的精力、心力、睡眠、呼吸和新陈代谢。对脑力劳动,环境噪声值应低于 55dB (A);对一般办公室,应低于 70dB (A)。在中央空调设备选型时,必需考虑到这个因素。

2) 有害气体和有害气味。如二氧化碳、氨气、烟草味、硫化物等。应采取通风净化手段解决。

3) 含尘空气。易引起呼吸道疾病。

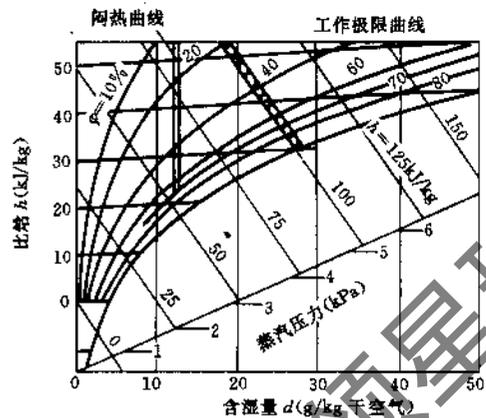


图 1.1-3 当活动强度 I=100W 时焜热曲线和工作极限曲线在 h-d 图上表示

各种衣著的热阻值 r_y

表 1.1-7

衣著	r_y		衣著	r_y	
	$m^2 \cdot K/W$	clo		$m^2 \cdot K/W$	clo
短袜: 薄	0.005	0.03	外衣: 薄	0.026	0.17
厚	0.006	0.04	厚	0.098	0.63
内衣: 紧身短衬衫	0.008	0.05	毛衣: 薄、短袖	0.026	0.17
半套	0.020	0.13	厚、长袖	0.057	0.37
全套	0.029	0.19	茄克: 厚	0.076	0.49
短裤	0.008	0.05	裤子: 薄	0.040	0.26
汗衫	0.009	0.06	中等厚薄	0.050	0.32
衬衫: T恤衫	0.014	0.09	厚	0.068	0.44
薄短袖衬衫	0.031	0.20	鞋: 薄	0.006	0.04
薄长袖衬衫	0.043	0.28			
厚短袖衬衫	0.039	0.25			
裙子	0.034	0.22			

4. 舒适性标准 (条件)

(1) ASHRAE (美国供暖、制冷、空调工程师学会) 舒适标准 55-74 中所建议的新舒适区如图 1.1-4 所示。

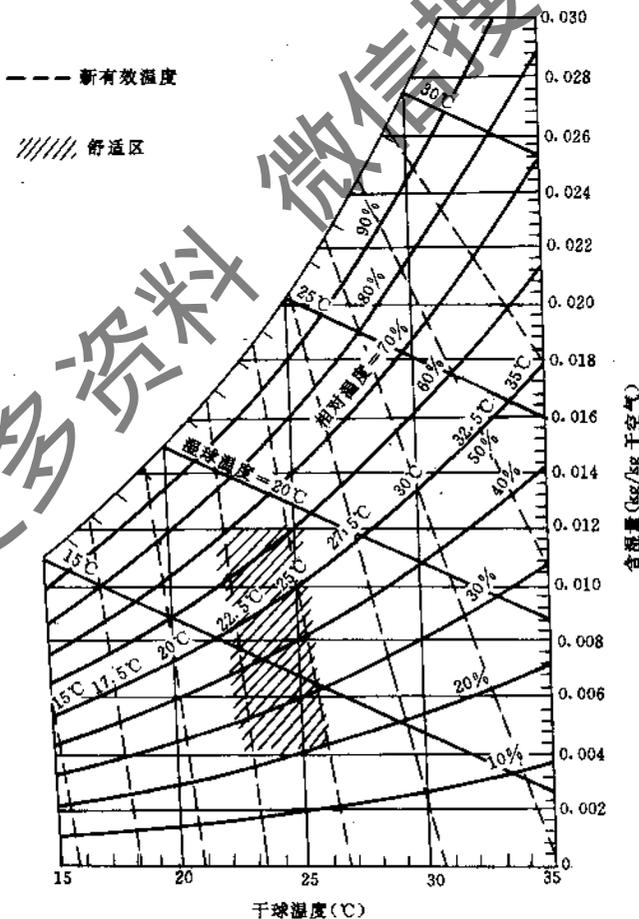


图 1.1-4 ASHRAE 新舒适区及新有效温度

ASHRAE 新舒适区 (上图 1.1-4 中阴影区域) 的条件是:

干球温度: 近似等于平均辐射温度 (MRT);

空气流速: 小于 0.23m/s;

衣着: $clo=0.5\sim 0.7$ (clo ——保暖程度的单位, 其物理量值为 $0.155 [m^2 \cdot K] / W$);

工作性质: 坐着工作;

停留时间: 1 小时左右;

新有效温度: 图中新有效温度线 (虚线) 与相对湿度 50% 的曲线的交点;

ASHRAE 新舒适区域: 新有效温度线 $23\sim 25^{\circ}C$ 和相对湿度 20%~60% 之间所包围的阴影面积。

例如, 通过干球温度 $t=23.9^{\circ}C$ 与 $\varphi=50\%$ 的交点的新有效温度线 $23.9^{\circ}C$ 上各点所对应的干球温度 t 均不相同, 相对湿度也不同, 但在该虚线上的各点空气状态给人体的冷热感觉都是相同的。

(2) ISO7730 标准的热环境评价指标

在 ISO7730 标准中, 以 PMV (平均舒适反应) -PPD (对热舒适环境不满意的百分数) 指标来描述和评价热环境、热舒适指标。如下表 1.1-8。

表 1.1-8

PMV	+3	+2	+1	+0.5	0	-0.5	-1	-2	-3
感觉	热	暖和	微暖	适中舒适		微凉	凉快	冷	
PPD	90%	75%	25%	10%	5%	10%	25%	75%	90%

ISO7730 对 PMV-PPD 指标的推荐值为:

$$PPD < 10\%$$

所以, PMV 的要求为:

$$-0.5 < PMV < +0.5 \quad (1.1-6)$$

ISO7730 标准对从事轻的、主要是坐着的活动 (如办公室工作), 提出了如下建议:

冬季

工作温度: $20\sim 24^{\circ}C$;

地面以上 0.1~1.1m 间的垂直温度差应小于 $3^{\circ}C$;

地表面温度: $19\sim 26^{\circ}C$ (地板辐射供暖可按 $29^{\circ}C$ 设计);

室内平均风速: $< 0.15m/s$;

窗或其他冷垂直面与地面 0.6m 以上垂直平面间的辐射温度不对称性: $< 10^{\circ}C$;

平顶与地面 0.6m 以上水平平面间的辐射温度不对称性: $< 5^{\circ}C$ 。

夏季

工作温度: $23\sim 26^{\circ}C$;

室内平均风速: 不小于 $0.25m/s$;

地面以上 0.1~1.1m 间的垂直空气温度差, 不小于 $3^{\circ}C$ 。

(3) 国家标准规定的空调至适温度

国标 GB5701—85《室内空调至适温度》中规定的至适温度 (以室内呼吸带高度的干球温度为指标) 为:

夏季 $24\sim 28^{\circ}C$

冬季 19~22℃

注：适用条件为：

- 1) 室内清洁度符合常规卫生要求；
- 2) 室内工作人员体力劳动强度在《体力劳动分级》(GB3869—93)规定的Ⅰ级以下(不含Ⅱ级)；
- 3) 劳动强度超过Ⅰ级时，每增加半级应降低气温1.5~2.0℃；
- 4) 室内风速，夏季不大于0.6m/s；冬季不大于0.15m/s；
- 5) 工作地点呼吸带高度的温度与地面0.1m高度的垂直温差应小于3℃；
- 6) 工作人员服装的隔热估算值：夏季为0.25~0.55clo；冬季为1.2~1.8clo。

1.1.2 不同功能建筑物对空调的要求

根据人的舒适性条件，可以提供室内空调采暖的温度、相对湿度、风速以及空气中含尘量的要求范围。而针对不同功能的建筑物(如旅馆、宾馆、商厦、医院等)以及不同功能的室内空间(如客房、餐厅、办公室、娱乐厅、会议室等)，其舒适性热环境指标因功能不同而各异。而民用建筑与工业建筑因空调采暖的具体目的不同，其热环境指标亦不尽相同。

满足室内温湿度参数要求是中央空调采暖系统设计的主要任务。由于我国对室内温湿度等要求尚未做出明确的规定，因此所提供的数据带有经验性质，仅作为空调采暖设计和设备选型时的参考。

1. 民用建筑室内空调采暖设计参数要求(见表1.1-9)

民用建筑室内空调采暖设计参数要求(推荐值)

表 1.1-9

建筑类型(房间功能)			夏季			冬季			新风量 (m ³ /h)	噪声声级 NC (dB)	空气中 含尘量 (mg/m ³)		
			w	φ	t	w	φ	t					
			m/s	%	℃	m/s	%	℃					
客房	一级	0.25	0.15	55	24	0.15	40	24	100	30	0.15		
	二级			60	25			23	80	35	0.30		
	三级			65	25			22	60	35	0.30		
	四级			70	26			—	30	50			
餐厅、宴会厅	一级	0.25	0.15	65	24	0.15	40	23		35	0.30		
	二级							25	40m ³ /(h·人)	40	0.30		
	三级							25	21	25m ³ /(h·人)	40	0.30	
	四级							26	20	18m ³ /(h·人)	50		
会议室、办公室、接待室	一级	0.25	0.15	65	25	0.15	40	24		30	0.15		
	二级							26	40	23	50m ³ /(h·人)	35	
	三级							27	30	22	30m ³ /(h·人)	40	0.30
	四级							70	27	—	22	40	
商店、服务机构	一级	0.25	0.15	65	24	0.15	40	23	18m ³ /(h·人)	50	0.30		
	二级							25				21	
	三级							26				20	
	四级							27				20	

续表

建筑类型 (房间功能)		夏季			冬季			新风量 (m ³ /h)	噪声声级 NC (dB)	空气中 含尘量 (mg/m ³)	
		w	φ	t	w	φ	t				
		m/s	%	℃	m/s	%	℃				
旅游 旅馆	美容、理发室	0.15	60	26	0.15	50	23	30m ³ (h·/人)	35	0.15	
	健身房	0.25	60	24	0.25	40	19	80m ³ (h·/人)	40	0.15	
	保龄球房	0.25	60	25	0.25	40	21	40m ³ (h·/人)	40	0.30	
	室内游泳池	0.15	65	26	0.15	50	24	30m ³ (h·/人)	40	0.15	
	弹子房	0.25	60	27	0.25	40	22	30m ³ (h·/人)	40	0.15	
	餐厅、酒吧	非跳舞时	0.15	60	26	0.15	40	23	18m ³ (h·/人)	40	0.30
		跳舞时	0.15	65	23	0.15	50	18	40m ³ (h·/人)		
	餐厅、宴会厅 (非用餐时间)		0.15	60	25	0.15	40	21	18m ³ (h·/人)	40	0.30
客房 (晚间睡眠时)		0.15	60	26	0.15	50	22	分别减少 20m ³ (h·/人)	30	0.30	
公寓	卧室	高级	0.25	60	25	0.15	40	23	30m ³ (h·/人)	30	0.30
		一般	0.25	70	26	0.15	—	22	20m ³ (h·/人)	35	0.30
	起居室	高级	0.25	60	25	0.15	40	23	90m ³ (h·/人)	35	0.30
		一般	0.25	70	26	0.15	—	22	70m ³ (h·/人)	40	
医院	高级病房、CT 诊断		0.25	60	25	0.15	40	23	20m ³ (h·/人)	35	0.30
	手术室		0.15	60	25	0.15	50	25	20m ³ (h·/人)	25	
大会堂、体育馆、展览厅		0.25	65	26	0.20	40	20	10m ³ (h·/人)	50		
办公大楼、银行		0.25	65	26	0.15	40	20	20m ³ (h·/人)	40		
商业中心、百货大楼、商场		0.25	70	27	0.25	35	18	10m ³ (h·/人)	55		
影剧院、候机厅		0.25	65	26	0.15	40	20	15m ³ (h·/人)	40		

2. 工业建筑室内温湿度参数要求

(1) 机械工业: 见表 1.1-10。

机械工业室内温湿度参数要求

表 1.1-10

加工及其建筑类别		空气温度 (℃)		空气相对湿度 (%)
		夏季	冬季	
机械加 工车间	I 级坐标镗床、大型高精度分度滚齿机、量具半精研及手工研磨、加工 IV 级精度磨床、万能螺丝磨床、普通螺丝磨床等	20±1	20±1	40~65
	II 级坐标镗床、精密丝杠车床、精密滚齿机、精密轴承装配、分析天平高精度精密丝杠车床、高精度精密滚齿机等	23±1	17±1	40~65
	精密轴承精加工、一般刃、量具的加工	16~27		40~65
	高精度外圆磨床、高精度平面磨床	16~24		
	高精度刻线机 (机械刻划法)	20±0.1~0.2		
	高精度刻线机 (光电瞄准并联机械刻划法)	18~22		
光学量仪装配、机械、电动、气动量仪装配及调整		17~23		

续表

加工及其建筑类别		空气温度 (°C)		空气相对湿度 (%)
		夏季	冬季	
热学计量室	标准热电偶	20±1~2		<70
	压力计、真空表	20±2~5		
力学计量室	检定1~3级天平, 一等砝码	17~23±0.5		50~60
	检定4~6级天平, 二等砝码	17~23±2		
电学计量室	检定一、二等标准电池	20±2		<70
	检定直流高阻、低阻电位计、检定0.01~0.02级电桥	20±1		
	检定0.01级直流电位计、0.02级电阻箱、0.05级电桥	20±1		
长度计量室	检定一等量块	20±0.2		50~60
	检定三等量块	20±1		
	检定五等量块	20±4		
	检定一级精度千分尺式内卡规	20±2		
	检定二级精度千分尺式内卡规	20±3		

(2) 电子工业: 见表 1.1-11。

电子工业室内温湿度参数要求

表 1.1-11

加工及其建筑设备类型		空气温度 (°C)		空气相对湿度 (%)
		夏季	冬季	
无线电元件工厂	电解电容器车间	≥26~28	16~18	40~60 (含湿度控制)
	薄膜电容器车间			
仓库	密封性成品	≥28	≤5	≥70
	非密封性成品			
无线电整机工厂	部装车间的密封焊接间	25 ⁺³ ₋₈	16~18	50±10
	部装车间的精密部件装配间	20±5	16~18	50±10
	总装车间的测试间	20±5	16~18	60±10
	成品包装间	23 ⁺³ ₋₈	16~18	60±10
	精密铸造的制模及涂料间	18~25	18~25	50±10
工厂仪器室	仪器校准室	20±2	20±2	50±10
	仪器储存室	25 ⁺³ ₋₈	16~18	
	电气测量实验室	20±1		
半导体器件工厂 (有很高的空气 净化要求)	精缩间	22±1	22±1	50~60
	翻版间	22±1	22±1	50~60
	光刻间	22±1	22±1	50~60
	扩散间	23±5	23±5	60~70
	蒸发、钝化处理	23±5	23±5	60~70
	外延	23±5	23±5	60~70
电真空器件工厂	黑白显象管涂屏间	25±1	25±1	60~70
	装架间	24±2	22±2	60~70
	热操作间	<30		<70
	阴极、热丝涂覆	24±2	22±2	50~60

(3) 电信工业：见表 1.1-12。

电信工业室内温湿度参数要求

表 1.1-12

机房建筑名称	建议范围		允许范围	
	温度 (°C)	相对湿度 (%)	温度 (°C)	相对湿度 (%)
程控交换机室	15~25	40~65	5~30 35	20~80 20~65
控制室 (装有磁带机)	15~25	40~65	D 同左 或 2) 同上	
电池室	15~25	20~70	10~30	10~80
电力室	10~30	40~65	5~30	20~80
			35	20~70
			45	20~50
总配线架室	5~26	40~65	5~30	20~80
			35	20~65
			45	20~40
贮藏室 (贮藏备件、未建维护中心时)	15~25	40~65	1) 一般备及耗料时, 同上 2) 贮藏磁带, 同左	

(4) 光学仪器工业，见表 1.1-13。

光学仪器工业室内温湿度要求

表 1.1-13

工作间名称	空气温度 (°C)	空气相对湿度 (%)	备注
抛光间、细磨间、镀膜 (或镀银) 间、胶合间、照明复制间、光学系统装配和调整间	22~24±2 (夏季)	<65	室内空气有较高的净化要求
精密刻划间	20±0.1~0.5		

(5) 纺织工业，见表 1.1-14。

纺织工业室内温湿度参数要求

表 1.1-14

生产建筑类别		夏季		冬季	
		温度 (°C)	相对湿度 (%)	温度 (°C)	相对湿度 (%)
棉纺织工业	清 棉	29~31	60~65	20~22	60~65
	梳 棉	29~31	55~60	22~25	55~60
	并 粗	29~31	60~65	22~24	60~65
	细 纺	30~32	55~60	24~27	50~60
	拈 线	30~32	60~65	24~26	60~65
	织布准备	29~31	65~70	20~23	65~70
	织 布	28~30	70~75	23~26	70~75
	整 理	28~30	60~65	22~24	60~65

续表

生产建筑类别		夏季		冬季		
		温度(℃)	相对湿度(%)	温度(℃)	相对湿度(%)	
涤棉混纺织工业	清 棉	28~30	60~65	20~22	60~65	
	梳 棉	28~30	55~60	21~23	55~60	
	并 粗	28~30	55~60	21~23	55~60	
	细 纺	30~32	50~55	23~25	50~55	
	拈 线	30~32	55~60	23~25	55~60	
	织布准备	27~30	55~60	20~22	55~60	
	织 布	27~30	70~75	23~25	70~75	
	整 理	27~30	55~60	20~22	55~60	
人造纤维工业	黄 化	<32	>70	>18	>70	
	熟成、过滤	20~24	—	20~24	—	
	粘胶准备	20~24	—	20~24	—	
	长丝纺丝	<31	>80	>20	>80	
	长丝帘子线	<31	60~70	>24	60~70	
合成纤维工业	涤纶长丝	侧吹风	19~20	60~80	19~20	60~80
		卷 绕	22.5±0.5	71±1	22.5±0.5	71±1
		纺 丝	30~32	50~60	30~32	50~60
		试验室	23±1	65±2	23±1	65±2
		牵 伸	25±1	65±2	23±1	65±2
		倍 拈	25±1	65±2	23±1	65±2
		络 筒	23±1	65±2	23±1	65±2
涤纶长丝	涤纶长丝	卷 丝	27±1	70±5	27±1.5	70±5
		纺 丝	<35	—	<22	—
		环 吹	30±2	75±5	30±2	75±5
		平 衡	25±2	80±5	23±2	80±5
		牵 伸	25±1.5	70±10	23±1.5	70±10
		弹力丝	26±3	70±5	26±3	70±5
		物理试验	21±0.5	65±2	21±0.5	65±2
维纶	维纶	原 液	自 然	自 然	—	—
		纺 丝	34	—	32	—
		热处理	38±3	—	38±3	—
		冷却切断	~34	~50	~20	~50
腈纶	腈纶	纺 丝	<33	—	>18	—
		聚 合	<33	—	>18	—
		毛 条	28±1	65±5	22±1	65±5
		试验室	20±1	65±2	20±1	65±2

(6) 医药工业：见表 1.1-15。

医药工业室内温湿度参数要求

表 1.1-15

车间类别	空气温度 (°C)		空气相对湿度 (%)	备注
	夏季	冬季		
抗菌素无菌分装车间, 青霉素、链霉素分装, 菌落试验、无菌鉴定, 无菌更衣室等房间	≥22 (盖瓶塞工艺) ≥25 (灌装安瓶等发热量较大的)		≥55	空气温度主要是满足人的舒适要求。夏季穿两套无菌工作服, 冬季无菌工作服内不能穿毛衣等内衣
针剂及大输液车间调配、灌装等属于半无菌操作房间	25	18	≥65	穿一件无菌工作服
青霉素片剂车间	一般	一般	≥55	

(7) 造纸工业：见表 1.1-16。

造纸工业室内温湿度参数要求

表 1.1-16

车间类别	空气温度 (°C)		空气相对湿度 (%)		备注
	夏季	冬季	夏季	冬季	
薄型纸完成 (分切) 工段	25±1	20±1	65±5		
高级纸完成工段	26±2		65±5		
物理性能检验室	20±0.5~2		60~65±2~3		
薄型纸的打浆、抄纸、复卷、湿润等工段	≥30	18	≥70	≥75	打浆工段冬季要求一般为 20°C

(8) 电子计算机房：见表 1.1-17。

电子计算机房内温湿度参数要求

表 1.1-17

机房名称	空气温度 (°C)		空气相对湿度 (%)	备注
	夏季	冬季		
电子计算机房	20~23±1~2 26±1~2	20~22±1~2	50±10	磁盘、磁鼓机室对净化有较高要求
辅助间 卡片、磁带、纸带贮存	18~24	18 左右	40~60	
穿孔机室	23~16	21~23		
磁鼓磁带室	10~32			

(9) 橡胶工业：见表 1.1-18。

橡胶工业室内温湿度参数要求

表 1.1-18

车间名称	空气温度 (°C)	空气相对湿度 (%)	车间名称	空气温度 (°C)	空气相对湿度 (%)
钢丝旋子室	25±1	<40	实验室 (部分)	20±1	~60
高压胶管钢丝编织室	23±2	62.5±2.5	中心控制室	22±1	~60
成型车间	18~28	~70	混炼胶 (丁腈胶) 存放	20±3	

1.2 中央空调系统

1.2.1 概述

在建筑物中采用空调系统的目的是建立和保持空调房间或空间为人体舒适性或生产工艺过程所需要的人工环境。

一般的空调系统包括有：被空调对象、空气处理设备、空气输送设备、空气分配设备、冷（热）源设备及控制部分组成。

被空调对象：系指各类建筑物中不同功能和作用的房间和空间以及人（群），例如商场、客房、娱乐厅、餐饮厅、候机厅、写字楼、手术室等。

空气处理设备：是完成对空气进行降温、加热、加湿和除湿以及过滤等处理过程（系统）所采用相应设备的组合。例如表面式换热器、喷水室、过滤器等。

空气输送和分配设备：由引入室外新风、输送处理过的空气通风管、各类送风口和通风机等组成。

冷（热）源设备：提供需要的冷（热）水源，经过热交换器，向空调房间或空间提供冷（热）通风。例如螺杆式冷水机组、离心式冷水机组、活塞式冷（热）水机组、直燃型溴化锂吸收式冷温水机组。采暖热源以锅炉产生的热水或蒸汽为主，燃料是煤、石油、天然气。有条件时也可利用余热或废热。直接利用电能转换成热能电热设备作为热源是不经济的，也是不可取的。仅在小型空调器中使用。

控制系统：根据应调节的参数，如室内温湿度的实际值与室内空调基数的给定值相比较，控制各参数的偏差在空调精度范围之内，调节方式可以是人工的或自动的。控制手段包括敏感元件、调节器、执行机构和调节机构。

空气调节系统按空气处理设备的设置情况来分类，有集中式、半集中式和全分散三类空调系统。对集中式、半集中式空气调节系统，一般统称为中央空气调节系统。

1.2.2 中央空调系统的分类和选择

1. 中央空调系统的分类

见表 1.2-1。

中央空调系统的分类

表 1.2-1

分类	空调系统	系统特征	系统应用
按空气处理设备的设置情况分类	集中系统	集中进行空气的处理、输送和分配	单风管系统 双风管系统 变风量系统
	半集中系统	有集中的中央空调器，并在各个空调房间内还分别有处理空气的“末端装置”	末端再热式系统 风机盘管机组系统 诱导器系统
	全分散系统	每个房间的空气处理分别由各自的整体式空调器承担	单元式空调系统 窗式空调器系统 分体式空调器系统 半导体空调器系统

续表

分类	空调系统	系统特征	系统应用
按负荷所用的介质来分类 按负担室内空调负荷	全空气系统	全部由处理过的空气和水共同负担室内空调负荷	一次回风式系统 一、二次回风式系统
	空气-水系统	由处理过的空气和水共同负担室内空调负荷	再热系统和诱导器系统并用 全新风系统和风机盘管系统并用
	全水系统	全部由水负担室内空调负荷，一般不单独使用	风机盘管系统
	冷剂系统	制冷系统蒸发器直接放室内吸收余热余湿	单元式空调器系统 窗式空调器系统 分体式空调器系统
按集中系统处理的空气来源分类	封闭式系统	全部为再循环空气，无新风	再循环空气系统
	直流式系统	全部用新风，不使用回风	全新风系统
	混合式系统	部分新风，部分回风	一次回风系统； 一、二次回风系统
按风管中空	低速系统	考虑节能与消声要求的矩形风管系统，风管截面较大	民用建筑主风管风速低于10m/s； 工业建筑主风管风速低于15m/s；
	高速系统	考虑缩小管径的圆形风管系统，耗能多，噪声大	民用建筑主风管风速高于12m/s； 工业建筑主风管风速高于15m/s；

按负担室内空调（热、湿）负荷所用的介质分类的空调系统，见图 1.2-1。

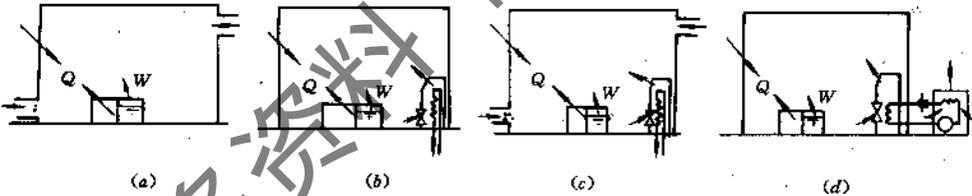


图 1.2-1 按负担室内空调（热、湿）负荷所用的介质分类的空调系统

(a) 全空气系统；(b) 全水系统；(c) 空气-水系统；(d) 制冷剂系统

Q—热负荷；W—湿负荷

按集中系统处理的空气来源分类的空调系统，见图 1.2-2。

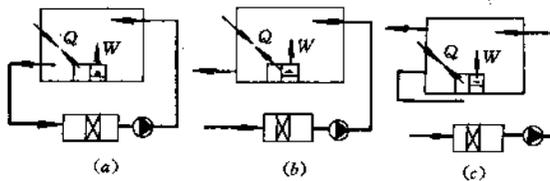


图 1.2-2 按集中系统处理的空气来源分类的空调系统

(a) 封闭式；(b) 直流式；(c) 混合式

Q—热负荷；W—湿负荷

2. 中央空调系统的选择

(1) 各类空调系统使用指标概括比较 见表 1.2-2。

各类空调系统使用指标概括比较

表 1.2-2

系统分类 比较分级	集中式系统		半集中式系统		分散式系统
	单风管定风量	变风量	风机盘管	诱导器	单元式或房间空调器
初投资	B	C	B	C	A
节能效果与运行费用	A	A	B	C	B
施工安装	C	C	B	B	A
使用寿命	A	A	B	A	C
使用灵活性	C	C	B	B	A
机房面积	C	C	B	B	A
恒温控制	A	B	B	C	B
恒湿控制	A	C	C	C	C
消声	A	A	B	C	C
隔振	A	A	B	A	C
房间清洁度	A	A	C	C	C
风管系统	C	C	B	B	A
维护管理	A	B	B	B	C
防火、防爆、房间串气	C	C	B	A	A

注：表中 A—较好，B—一般，C—较差。

从表 1.2-2 可以看出，集中式系统的单风管、定风量空调系统在节能效果和运行费用、使用寿命、恒温恒湿控制、消声、房间清洁度及维护管理等主要选择使用指标方面，均优于其他系统；缺点是初投资略高于分散式系统，施工安装及风管系统较复杂。因此，在高层民用建筑物中，目前大部采用此类空调系统加部分风机盘管空调系统。

(2) 各类空调系统适用条件及使用特点 见表 1.2-3。

各类空调系统适用条件及使用特点

表 1.2-3

空调系统	适用条件	空调装置	
		装置类别	使用特点
集中式系统	1. 空调房间面积大或多层、多室，且冷（热）湿负荷变化情况类似 2. 新风量变化大 3. 室内温度、湿度、洁净度、噪声、振动等指标要求严格； 4. 全年多工况适应和节能； 5. 可采用天然冷源； 6. 维护、操作、管理方便； 7. 运行费用较低	单风管定风量直流式	房间内产生有害物质，不允许空气再循环使用
		单风管定风量一次回风式	仅作夏季降温或室内相对湿度波动范围要求严格，且湿负荷变化较大
		单风管定风量一、二次回风式	室内散湿量较小，且不允许选用较大送风温差
		变风量	室温允许波动范围 $\geq \pm 1^\circ\text{C}$ ，显热负荷变化较大
		冷却器	要求水系统简单，但室内相对湿度要求不严格
		喷水室	1. 采用循环喷水蒸发冷却或天然冷源 2. 室内相对湿度要求较严或相对湿度要求较大而又有较大发热量者 3. 喷水室兼作辅助净化措施

续表

空调系统	适用条件	空调装置	
		装置类别	使用特点
半集中式系统	1. 空调房间面积大, 但风管不易布置 2. 多层多室, 层高较低, 热湿负荷不一致或参数要求不同 3. 室内温湿度要求 $t \geq \pm 1^\circ\text{C}$, $\varphi \geq \pm 10\%$ 4. 要求各室空气不要串通 5. 要求调节风量	风机盘管	1. 空调房间较多, 空间较小, 且各房间要求单独调节 2. 建筑物面积较大但主风管敷设困难
		诱导器	多房间层高低, 且同时使用, 空气不允许互相串通, 室内要求防爆
分散式系统	1. 各房间工作班次和参数要求不同且面积较小 2. 空调房间布置分散 3. 工艺变更可能性较大或改建房屋的层高较低, 且无集中冷源	冷风降温机组	仅用于夏季降温去湿
		恒温恒湿机组	房间全年要求恒温恒湿

集中式空调系统与半集中式空调系统的冷(热)源设备均采用冷水机组或热泵机组, 集中供应冷(热)媒水。

风机盘管空调系统属于半集中式空调系统。在集中的空调机房内设置冷水(或热水)机组, 提供冷(热)媒水, 由水泵加压后, 用水管送入各个空调房间内的末端装置——风机盘管机组, 在风机盘管内进行热交换, 向空调房间送出冷风(或热风)。冷媒水吸收房间内空气余热量后水温升高, 再返回冷水机组进行降温处理, 尔后再循环送入系统。如此, 由冷(热)媒水承担房间内的负荷, 又称全水系统。该系统广泛用于宾馆、办公楼、公寓、医院等多层多房间建筑物。但由于其存在污染环境的致命弱点, 国外已开始对其使用范围有所限制。

(3) 常用空调系统的使用特点比较 见表 1.2-4。

常用空调系统的使用特点比较

表 1.2-4

比较项目	集中式空调系统	风机盘管空调系统	单元式空调器
设备布置与机房	1. 空调与制冷设备可以集中布置在机房 2. 机房面积较大 3. 有时可以布置在屋顶上或安装在车间柱间平台上	1. 只需要新风空调机房面积 2. 风机盘管可以安装在空调房间内 3. 分散布管, 敷设各种管线较麻烦	1. 设备成套、紧凑, 可以放入房间也可安装在空调机房内 2. 机房面积小, 只需集中式系统的 50%, 机房层高较低 3. 机组分散布置, 敷设各种管线较麻烦
风管系统	1. 空调送回风管系统复杂, 布置困难 2. 支风管和风口较多时不易均衡调节风量	1. 放室内时, 不接送、回风管 2. 当和新风系统联合使用时, 新风管较小	1. 系统小, 风管短, 各个风口风量的调节比较容易达到均匀 2. 直接放室内时, 可不接送风管, 亦没有回风管 3. 小型机组余压小, 有时难于满足风管布置和必须的新风量

续表

比较项目	集中式空调系统	风机盘管空调系统	单元式空调器
节能与经济性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可以根据室外气象参数的变化和室内负荷变化, 实现全年多工况节能运行调节, 充分利用室外新风, 减少与避免冷热抵消, 减少冷冻机运行时间 2. 对于热湿负荷变化不一致或室内参数不同的多房间, 不经济 3. 部分房间停止空调, 但整个系统仍需运行, 不经济 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 灵活性大, 节能效果好, 各房间自行调节需求 2. 盘管可冬夏兼用, 内壁容易结垢, 降低传热效率 3. 无法实现全年多工况节能运行调节 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 灵活性大, 各房间可自行调节需求 2. 无法实现全年多工况节能运行调节, 过渡季不能用全新风, 大多用电加热, 耗能大
使用寿命	使用寿命长	使用寿命较长	使用寿命较短
安装	设备与风管安装工作量大, 周期长	安装投产较快, 介于集中式与单元式二者之间	<ol style="list-style-type: none"> 1. 安装投产快 2. 对旧建筑改造和工业变更的适应性强
维护运行管理	空调与制冷设备集中安设在机房, 便于管理和维修	布置分散, 维护管理不方便, 水系统复杂, 易漏水	机组易积灰与油垢, 清理比较麻烦, 使用二、三年后, 风量、冷量将减少; 难以做到快速加热(冬天)与快速冷却(夏天)。分散管理与维修较麻烦
温湿度控制	可以严格地控制室内温度和相对湿度	对室内温湿度要求较严时, 难于满足	对要求全年须保证室内相对湿度允许波动范围 $< \pm 5\%$ 或要求室内相对湿度较大时, 较难满足。多数机组按 $17 \sim 21 \text{ kJ/kg}$ 的最大焓降设计, 对室内温度要求较低、室外湿球温度较高、新风量要求较多时, 较难满足
空气过滤与净化	可以采用粗效、中效和高效过滤器, 满足室内洁净度的不同要求。采用喷水室时, 水与空气直接接触, 易受污染, 须常换水	过滤性能差, 室内清洁度要求较高时难以满足	过滤性能差, 室内清洁度要求较高时难以满足
消声与隔振	可以有效地采取消声和隔振措施	必须采用低噪声通风机, 才能保证室内要求	机组安放在空调房间内, 因此噪声、振动不好处理
风管互相串通	空调房间之间有风管相连, 使各房间互相污染。当发生火灾时会通过风管迅速蔓延	各空调房间之间不会互相污染	各空调房间之间不会互相污染、串声。发生火灾时也不会通过风管蔓延

在城市新兴的民用建筑物(尤其是各类高层建筑)中, 由于其使用功能和作用常常是综合性质的(例如商场、写字楼、客房、餐饮、娱乐间等合成于同一大厦内), 因此在空调系统的选用方面, 往往是兼而含之, 按分区(层)采用集中式空调系统和部分风机盘管空调系统, 显得比较合理。

以下将侧重介绍集中式空调系统的一般知识。

1.2.3 集中式空调系统的组合分类

集中式空气调节系统的分类组合(见表1.2-1)有许多种。但就其设备的组成而言,各系统之间大同小异。因此,在这里以一般常用的、有代表性的低风速、单风管、混合式(一次回风和二次回风系统)、集中式空调系统为典型例子,加以阐述。

无论何种空调系统,均配置有一套冷媒水循环系统,以便向空调系统(设备)输送冷(热)媒水,才能构成完整的空调系统体系。

1. 系统概述

(1) 低风速、单风管、一次回风的集中式空调系统(见图1.2-3和图1.2-4)

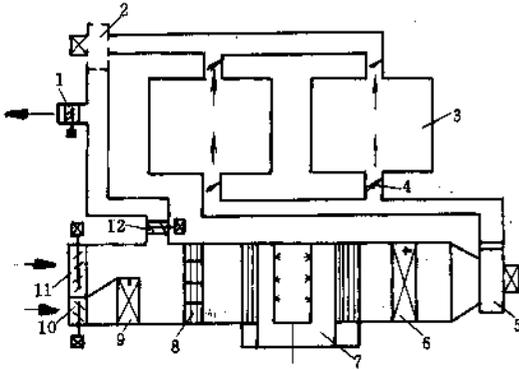


图 1.2-3 一次回风的喷水式系统

- 1—排风阀; 2—回风机; 3—空调房间; 4—调节阀门; 5—送风机; 6—第二次加热器; 7—喷水室; 8—过滤器; 9—预热器(第一次加热器); 10—最小新风阀; 11—最大新风阀; 12—一次回风阀

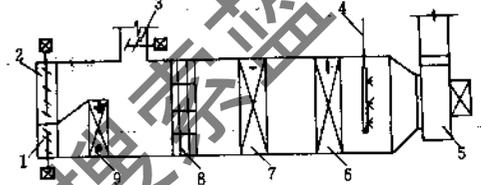


图 1.2-4 一次回风的表冷式系统

- 1—最小新风阀; 2—最大新风阀; 3—一次回风阀; 4—加湿器; 5—送风机; 6—第二次加热器; 7—表面式冷却器; 8—过滤器; 9—预热器(第一次加热器)

上图1.2-3是一次回风喷水式系统,属混合式系统。其工作原理是:10和11是新风阀,用来控制新风量大小,12是一次回风阀,用来调节回风量;新、回风成一定的比例进到组合式空气调节箱,混合和处理到所要求的送风状态,进入空调房间了;吸收室内余热量和余湿量之后排出房间;排风中一部分作为回风加以利用以节约能量。由于卫生要求,补充了部分新风,因此要有一部分室内的排风通过排风阀1排向大气,以维持系统空气量的平衡。在满足一定新风量的前提下,尽可能多的利用回风,以提高系统的经济性。

图1.2-4是一次回风表冷式系统。与图1.2-3中的喷水式系统相比,其区别仅在于以表面式空气冷却器替代了喷水室。喷水室可对空气进行多种处理,而空气冷却器内通以冷媒,仅作为夏季时对空气进行降温或降温除湿处理。若需加湿则需另添加湿器。若加热空气,则可通以热媒,即称空气加热器。

直流式系统可看作一次回风系统在回风量为零时的特例。如放射性实验室、防细菌交叉感染的医院手术室等处便采用直流式系统。

(2) 低风速、单风管、二次回风的集中式空调系统见图1.2-5和图1.2-6。

该二次回风系统就是回风使用两次。在冷却减湿段前与新风混合为一次回风;在冷却减湿段后与新风混合为二次回风。二次回风的作用,是夏季可以代替再热器,冬季可以部

分代替再热器（图中13为二次回风阀）。

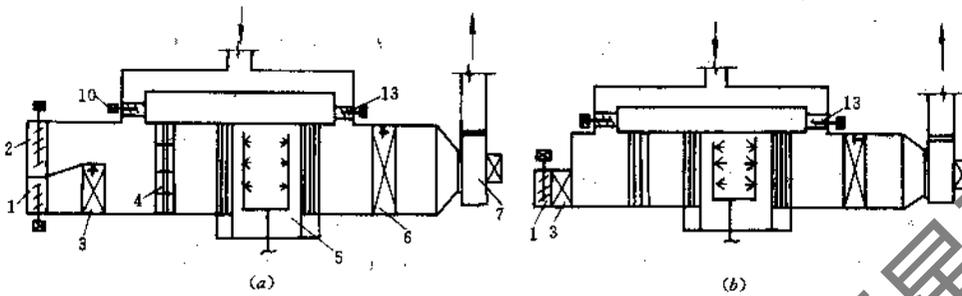


图 1.2-5 一、二次回风的喷水式系统

(a) 新风可变的；(b) 新风不变的

(3) 一次回风系统与一、二次回风系统的选用条件，见表 1.2-5。

一次回风系统与一、二次回风系统的选用条件

表 1.2-5

一次回风系统	一、二次回风系统
1. 仅用在夏季降温（送冷）的集中式空调系统，送风温差可取较大值时 2. 室内散湿量较大时	1. 室内散湿量较小，且不允许选用较大送风温差时 2. 在 1. 的前提下，室温允许波动范围较小或送风相对湿度小于某一值，宜采用固定比例的一、二次回风 3. 室内散湿量较小，且全年使用的集中式系统或室内温湿度允许波动范围较大，可以采用可能的最大送风温差时，宜用变动的一、二次回风比或采用旁通的可能性

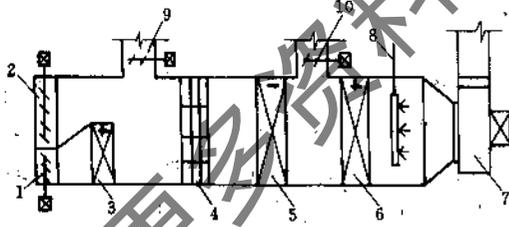


图 1.2-6 一、二次回风的表冷式系统

(4) 半集中式（风机盘管）空调系统的冷媒水系统

风机盘管空调系统工作时，空调房间内的冷（热）负荷全部由冷（热）水承担，故又称全水系统。该系统夏季供冷媒水，冬季采暖供热媒水。该水系统一般有双水管系统如图 1.2-7、三水管系统如图 1.2-8、四水管系统如图 1.2-9。

双水管风机盘管水系统的优点是：系统简单，投资节省，占用建筑空间少。缺点是：在过渡季节，需部分供冷和部分供热的，无法同时满足。

三水管风机盘管水系统（图 1.2-8），一根供热水，另一根供冷媒水，回水共用一根管路。供冷或供热，由温度调节器自动控制水阀转换通路。缺点是回水管中既有冷水又有热水，导致冷（热）量损失，故工程中极少采用。

四水管风机盘管水系统图 1.2-9 的优点是全年可同时供应冷水和热水，运行经济性好，调节温度效果好，且灵活性大。缺点是初投资较高，占用建筑空间多。对舒适性要求很高的建筑物中才采用。

(5) 集中式空调系统中的冷媒水系统 [图 1.2-10 中 (a) (b) 和 (c)]

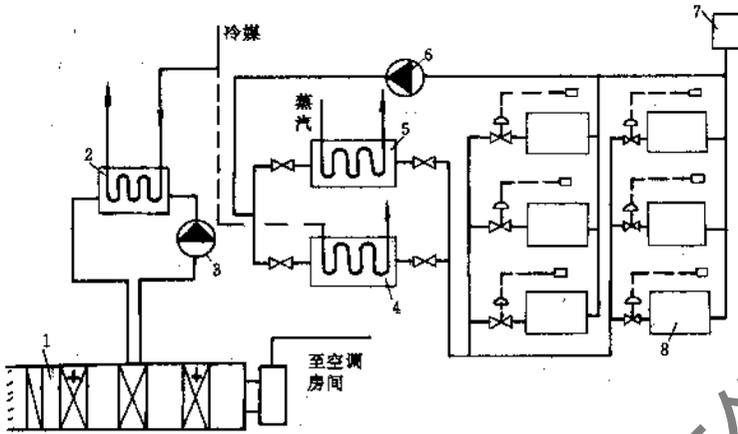


图 1.2-7 双水管风机盘管水系统（单独新风）

1—组合式空气调节箱（器）的表冷器；2、4—制冷机的蒸发器；3、5—水泵；
5—蒸汽-水换热器；7—膨胀水箱；8—风机盘管

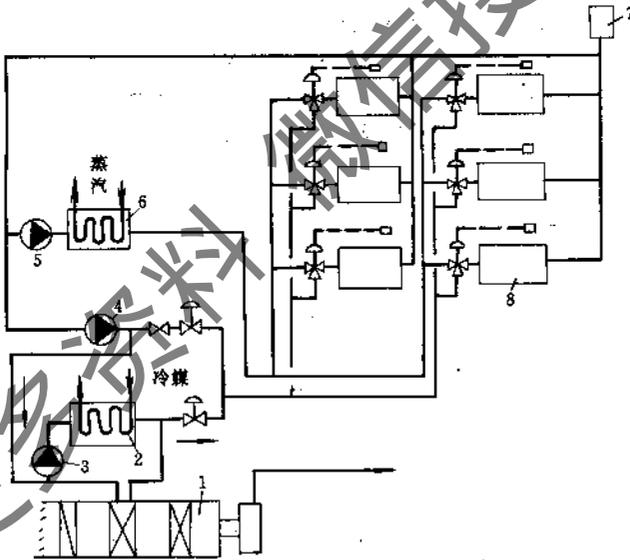


图 1.2-8 三水管风机盘管水系统（单独新风）

1—组合式空气调节箱（器）的表冷器；2—制冷机的蒸发器；3、4、5—水泵；6—蒸汽-水换热器；
7—膨胀水箱；8—风机盘管

水循环系统可分为开式系统和闭式系统。如图 1.2-10 所示。开式系统设有水箱，与大气相通，系统 (b) 冷媒水在水泵作用下，打入冷水箱，再由水泵送到空调箱中的表冷器或喷水室。换热后的水回到回水箱再行处理后加以利用。该系统的特点是：系统水容量大，运行稳定，易于控制。其水泵能耗大，包括有压力损失、提升高度和水箱水池无效能耗。

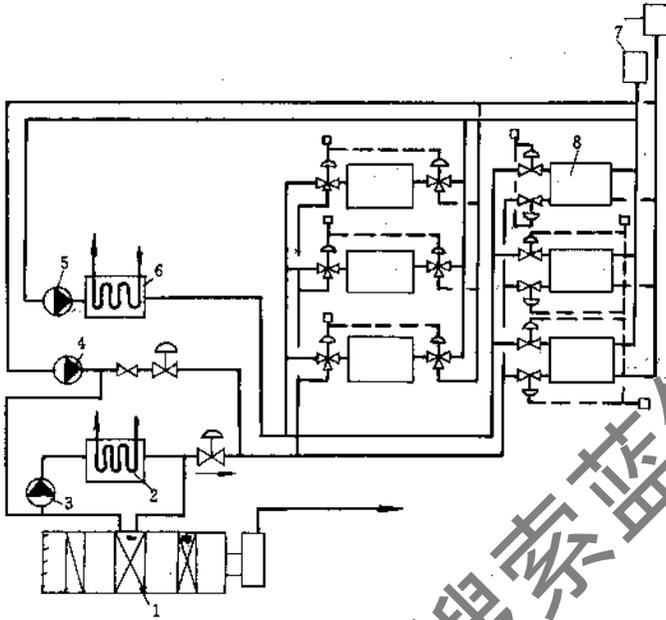


图 1.2-9 四水管风机盘管水系统（单独新风）
 1—组合式空气调节箱（器）的表冷器；2—制冷机的蒸发器；3、4、5—水泵；6—蒸汽-水换热器；
 7—膨胀水箱；8—风机盘管

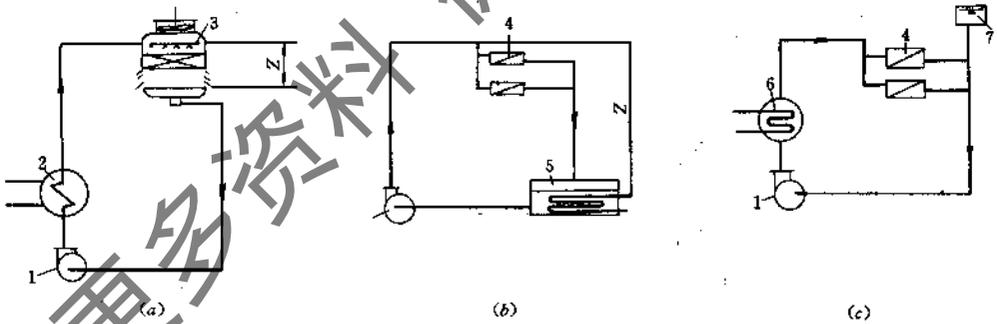


图 1.2-10 集中式空调系统的冷媒水系统

(a) 和 (b) 开式系统；(c) 闭式系统

1—水泵；2—冷凝器；3—冷却塔；4—空调设备或机组；
 5—水池；6—蒸发器；7—膨胀水箱

闭式系统(c)则与大气不相通,冷媒水在水泵输送下,到空调箱,换热后再进行处理。但考虑到系统内水温变化引起体积胀缩,以及补给水需要,需要系统高处位设置一膨胀水箱。

(6) 典型集中式空调系统示例 (图 1.2-11)

图 1.2-11 表示用于一个影剧院的典型集中式空调系统。

2. 集中式空调系统的设备组成

集中式空调系统的设备组成及其作用见表 1.2-6。

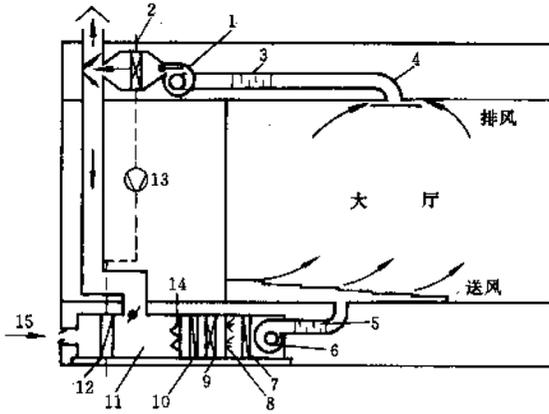


图 1.2-11 一个影剧院的典型集中式空调系统

- 1—回风机；2、12—热回收装置；3、5—消声器；4—排风管；
 6—送风机；7—第二次加热器；8—加湿器；9—表冷器；
 10—预热器（第一次加热器）；11—混合室；13—泵；
 14—过滤器；15—新风网

集中空调系统的设备组成及其作用

表 1.2-6

阶段名称	采用的设备和设施	功能和作用
进风	1. 新风、一次回风混合段箱体 2. 对开式多叶调节阀（框架、导风叶片、传动机构等），用于新风口及一次回风口	1. 连接新风口、一次回风口与管道 2. 新风与一次回风按一定比例混合后进入过滤段
过滤	1. 粗效过滤器（用于新风） 2. 中效过滤器 3. 亚高效过滤器 4. 高效过滤器	使送风空气中悬浮着的尘粒被挡住粘在滤料上，达到净化要求 标准计数效率（粒径 0.3μm 尘粒）： 粗效 < 20% 亚高效 90%~99% 中效 20%~90% 高效 99.91%
加热、冷却、除湿	1. 表面式冷却器（加热器）：冷媒为冷冻水、制冷剂；热媒为热水或蒸汽 2. 电加热器（裸线式和管式） 3. 喷水室：冷媒为冷冻水；热媒为热水	使进风在热交换装置中与冷（热）媒进行热交换，对送风空气进行冷却、加热（一、二次）、除湿减湿等多种处理
加湿	1. 蒸汽加湿喷管 2. 干蒸汽加湿器：卧式或立式 3. 电加湿器：电热式或电极式 4. 喷雾加湿 5. 超声波加湿器 6. 红外线加湿器	确保空调房间内保持一定的相对湿度和相对湿度小于±3%波动范围的要求；等温加湿或等焓加湿

续表

阶段名称	采用的设备和设施	功能和作用
送风	1. 通风机: 离心式 (如 4-72-11NO6C) 轴流式 2. 通风管道 3. 消声器 4. 基础减振装置: 弹簧减振器、橡胶减振垫	提供空调系统送风的动力源, 促使新风和一次、二次回风的连续稳定循环流动, 且能实现风量调节
供水系统	1. 冷(热)水泵 2. 冷却水泵 3. 冷却塔 4. 水量调节阀	1. 由冷(热)水泵将冷(热)媒水输送至表面式换热器(冷却或加热送风)或各空调房间中的末端装置(风机盘管、诱导器等), 吸热后回到制冷机蒸发器, 构成循环 2. 由冷却水泵将冷却水输送至冷却塔, 向大气释热后, 回到制冷机冷凝器, 构成循环
热回收		在进风与排风之间进行热交换, 以回收排风中的余热和余冷
冷源	1. 冷水机组(离心式、螺杆式、活塞式、吸收式、涡旋式) 2. 冷(热)水机组(螺杆式、活塞式、吸收式、离心式)	为送风空气降温, 向空调系统连续提供所需的冷媒水, 构成循环
热源	1. 热水锅炉 2. 蒸汽锅炉 3. 太阳能 4. 地热 5. 电热锅炉 6. 热水机组	提供热能, 用以加热送风空气至采暖温度

3. 集中式空调系统的划区原则 (见表 1.2-7)

对于多个空调房间, 集中式空调系统划区原则可按室内空调温度波动范围、相对湿度波动范围、恒温间温度范围、清洁度、噪声、空调面积等项目来考虑。

集中式空调系统的划区原则

表 1.2-7

项 目	空调系统合并的原则	空调系统分开的原则
空调温度波动 $\geq \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 相对湿度波动 $\geq \pm 5\%$	1. 各室邻近, 且室内温湿度基数、单位送风量的热湿扰量、使用班次和运行时间接近时 2. 单位送风量的热湿扰量虽不同, 但有空湿调节加热器的再热系统	1. 房间分散 2. 室内温湿度基数、单位送风量的热湿扰量、使用班次和运行时间差异较大时
恒温波动 $\pm 0.1 \sim 0.2^{\circ}\text{C}$	恒温面积较小且附近有温湿度基数和使用班次相同的恒温房间时	恒温面积较大且附近恒温房间温湿度基数和使用班次不同时
清洁度	1. 产生同类有害物质的多个空调房间 2. 个别房间产生有害物质, 但可用局部排风较好地排除, 而回风不致影响其他要求干净的房间时	1. 个别产生有害物质的房间不宜与其他要求干净的房间合为一个系统时 2. 有洁净室等级要求的房间不宜和一般空调房间合并为一个系统
噪声标准	1. 各室噪声标准相近时 2. 各室噪声标准不同, 但可作局部消声处理	各室噪声标准差异较大, 而且难于作局部消声处理时
大面积空调	1. 室内温湿度精度要求不严且各区热湿扰量相差不大时 2. 室内温湿度精度要求较严且各区热湿扰量相差较大时, 可用按区分别设置再热系统的分区空调	1. 按热湿扰量的不同, 分系统分别控制 2. 负荷特性相差较大的内区与周边区, 以及同一时间内须分别进行加热和冷却的房间, 宜分区设置空调系统

附 1: 一般空调系统划分的基本原则 见表 1.2-8。

一般空调系统划分的基本原则

表 1.2-8

划分依据	划分的基本原则
负荷特性	1. 按不同朝向划分为不同的系统 2. 根据室内发热量的大小分成不同的区域, 分别设置系统 3. 根据室内热湿比大小, 将相同或相近的房间划分为一个系统
使用时间与功能	1. 按使用时间的不同进行划分, 将使用时间相同或接近的对象划分为一个系统 2. 按房间的功能、用途、性质、将基本相同的划为一个区域或组成一个系统
建筑平面位置	将临外墙的房间和不临外墙的房间区分为“外区”与“内区”, 分别配置空调系统
建筑层数	在高层建筑中, 根据设备、管道、配件等的承压能力, 沿建筑高度方向上划分为低区、中区、高区、分别配置空调系统 有时, 为了使用灵活, 也可按高度方向将若干层组合成一个系统, 分别设置空调系统
设计基数	将室内温、湿度基数, 洁净度和噪声等要求相同或相近的房间划为一个系统
空调精度	根据空调控制精度, 将室内温、湿度允许波动范围相同或相近者划分为一个系统; 室温允许波动范围为 $\pm 0.1 \sim 0.2^\circ\text{C}$ 的房间, 宜设单独系统

注: 室内有消声要求的房间, 不宜和产生噪声的房间划分为同一系统。

附 2: 空调建筑物内技术层的设置划分和层高 见表 1.2-9。

技术层内的空调设备、水管、风管、电线电缆等, 宜由下而上顺序布置。对机房技术层一般参考以下原则划分:

离地 $h \leq 2.0\text{m}$ 布置空调设备、水泵等;

$h = 2.0 \sim 3.0\text{m}$ 布置冷水管;

$h = 3.6 \sim 4.6\text{m}$ 布置通风、空调管道;

$h > 4.6\text{m}$ 布置电线电缆。

设备技术层层高估算表

表 1.2-9

建筑面积 (m^2)	技术层(含制冷机、 锅炉)层高 (m)	泵房、水池、变配 电、发电机室 (m)	建筑面积 (m^2)	技术层(含制冷机、 锅炉)层高 (m)	泵房、水池、变配 电、发电机室 (m)
1000	4.0	4.0	15000	5.5	6.0
3000	4.5	4.5	20000	6.0	6.0
5000	4.5	4.5	25000	6.0	6.0
10000	5.0	5.0	30000	6.5	6.5

注: 若设备技术层内无锅炉和制冷机, 层高一般可降为 2.2m。

1.2.4 中央空调负荷的概算指标

1. 国内部分建筑空调冷负荷概算指标 (见表 1.2-10)

表 1.2-10

顺序	建筑类型及房间名称	冷负荷指标 (W/m ²)	顺序	建筑类型及房间名称	冷负荷指标 (W/m ²)
1	旅游旅馆：客房（标准层）	80~110	17	医院：一般手术室	100~150
2	酒吧、咖啡	100~180	18	洁净手术室	300~500
3	西餐厅	160~200	19	X光、CT、B超诊断	120~150
4	中餐厅、宴会厅	180~350	20	商场、百货大楼营业室	150~250
5	商店、小卖部	100~160	21	影剧院：观众席	180~350
6	中庭、接待	90~120	22	休息厅（允许吸烟）	300~400
7	小会议室（允许少量吸烟）	200~300	23	化妆室	90~120
8	大会议室（不许吸烟）	180~280	24	体育馆：比赛馆	120~250
9	理发、美容	120~180	25	观众休息厅（允许吸烟）	300~400
10	健身房、保龄球	100~200	26	贵宾室	100~120
11	弹子房	90~120	27	展览厅、陈列室	130~200
12	室内游泳池	200~350	28	会堂、报告厅	150~200
13	舞厅（交谊舞）	200~250	29	图书阅览室	75~100
14	舞厅（迪斯科）	250~350	30	科研、办公	90~140
15	办公	90~120	31	公寓、住宅	80~90
16	医院：高级病房	80~110	32	餐馆	200~250

2. 国内部分建筑采暖热负荷概算指标（见表 1.2-11）

表 1.2-11

顺序	建筑类型及房间名称	热负荷指标 (W/m ²)	顺序	建筑类型及房间名称	热负荷指标 (W/m ²)
1	办公楼、学校	58~80	5	图书馆	46~76
2	住宅楼	46~70	6	商店	64~87
3	医院、幼儿园	64~80	7	单层住宅	85~105
4	旅馆	58~70	8	食堂餐厅	116~140
			9	影剧院	93~116

3. 日本公布的空调冷负荷概算指标（见表 1.2-12）

4. 英国公布的空调冷负荷概算指标（见表 1.2-13）

5. 台湾地区公布的空调冷负荷概算指标（见表 1.2-14）

日本公布的空调冷负荷概算指标

表 1.2-12

建筑类型	冷负荷概算指标 (W/m ²)		建筑类型	冷负荷概算指标 (W/m ²)	
	一般系统	节能系统		一般系统	节能系统
一般办公楼: 整体	93~116	70~93	商店: 整体	209~244	175~198
顶层	116~151	105~128	一层	279~314	233~256
标准层	99~128	76~93	二层以上	186~233	151~186
高层办公楼	105~145	81~128	医院	112~140	84~112
旅馆、饭店	70~93	52~70	计算中心	233~291	209~267
			剧场(观众席)	233~349	175~233

注: 本资料引自日本《空调设备实务知识》改订第三版(1986年)。

英国公布的空调冷负荷概算指标

表 1.2-13

建筑类型	冷负荷指标 (W/m ²)	送风量指标 [(m ³ / (m ² ·h)]	建筑类型	冷负荷指标 (W/m ²)	送风量指标 [(m ³ / (m ² ·h)]
内区	133.64	18~32	百货大楼 (二层或以上)	95~134	27~36
	151.21	18~32	商店	151	27~36
	84.41	15~18	银行大厅	134~169	36
会议室	151~190		剧院、会堂	176W/人	34m ³ /人
计算机房	190~380	36~72	超级市场	95~134	
旅馆: 单人卧室	每间 1759W	每间 85~120	公寓和套间	77.4~195	
双人卧室	每间 2462W	每间 120~200	保龄球馆	每条球道 3520~5280	
公用室	112.5~190	27~45			
餐厅	151~264	45~63			

台湾省公布的空调冷负荷概算指标

表 1.2-14

(室外空气的干球温度 $t_w = 34^\circ\text{C}$)

建筑类型与房间名称		冷负荷指标 (W/m ²)	换气次数	窗面积/地面积 (%)	每人占地面积 (m ² /人)	照明 (W/m ²)
一般办公室:	无窗 顶层	158	1	0	5	20
	中间层	116				
	北向 顶层	179	1	20	5	20
	中间层	127				
	西向 顶层	257	1	20	5	20
	中间层	186				
一般商店:	人流较多	197	2	40	3	40
	人流较少	176	1			
饭店客房或	南向	127	1	20	10	20
医院病房:	西向	186				

续表

建筑类型与房间名称	冷负荷指标 (W/m ²)	换气次数	窗面积 地面积 (%)	每人占地面积 (m ² /人)	照明 (W/m ²)
茶室、咖啡室：无排风	257	1	10	1.7	10
有排风	330	4			
餐厅：南向（窗户小）	288	4	10	1.7	20
（窗户大）	317	4	40	1.7	20
西向（窗户小）	317	4	10	1.7	20
（窗户大）	404	4	40	1.7	20
酒吧：无排风	211	1	10	1.7	10
有排风	281	4			
美容	317	1	20	5	20
理发	257	1	20	5	20
照相	127	1	10	5	20
住宅：楼房 顶层	204	1	30	33	10
中间层	158				
日式平房南向	243	1.5	40	33	0
北向	179	1.5	20	33	10
洋房 南向	207	1	30	33	0
西向	257				

1.2.5 中央空调房间送风量和送风状态的确定

在已知空调房间冷（热）湿负荷的基础上，即可确定为消除室内的余热、余湿、维持空调房间所要求的空气参数所必须的送风量和送风状态。

1. 空调房间的换气次数

空调房间的换气次数，是空调工程中用以确定送风量的一个重要指标。表示为

$$n = \frac{L}{V} \quad (\text{次/h}) \quad (1.2-1)$$

式中 L ——房间送风量，m³/h；

V ——房间体积，m³；

n ——房间的换气次数，次/h。

换气次数 n 不仅与空调房间的功能有关，也与房间的体积、高度、位置、送风方式以及室内空气变差的程度等许多因素有关，是一个经验系数。表 1.2-15 为德国标准对换气次数的推荐值。

2. 空调房间内每人所需新风量

在通风和空调工程中，常根据每人所需新风量来确定送风量（新风加回风），见表 1.2-16。

德国标准对民用建筑推荐的每人每小时新风量，见表 1.2-17。

德国标准对空调房间换气次数的推荐值

表 1.2-15

空调房间类型	换气次数 (次/h)	空调房间类型	换气次数 (次/h)	空调房间类型	换气次数 (次/h)
浴室	4~6	商店	6~8	洗衣坊	10~15
淋浴室	20~30	大型购物中心	4~6	染坊	5~15
办公室	3~6	会议室	5~10	酸洗车间	5~15
图书馆	3~5	允许抽烟的影剧院	4~6	油漆间	20~50
病房	20~30	不允许抽烟的影剧院	5~8	实验室	8~15
食堂	6~8	手术室	15~20	库房	3~6
厕所	4~6	游泳馆	3~4	旅馆客房	5~10
衣帽间	3~6	游泳馆的更衣室	6~8	蓄电池室	4~6
教室	8~10	学校阶梯教室	8~10		

我国对民用建筑推荐的每人每小时新风量

表 1.2-16

空调房间类型	每人每小时新风量 [m ³ / (h·人)]	备注	空调房间类型	每人每小时新风量 [m ³ / (h·人)]	备注
影剧院	8.5	不吸烟	餐厅	20.0	少量吸烟
体育馆	8.0	不吸烟	办公室	25.0	不吸烟
百货商店	8.5	不吸烟	会议室	50.0	大量吸烟
高级客房	30.0	少量吸烟	一般病房	17.0	不吸烟

表 1.2-17

空调房间类型	所需新风量 [m ³ / (h·人)]
1. 影剧院、音乐厅、阅览室、博览会大厅、博物馆、体育馆、购物中心	20
2. 单间办公室、休息室、会议室、教室	30
3. 饭店	40
4. 大办公室	60

3. 送风量及送风状态的确定

送风量的大小直接关系到处理和输送空气设备的投资及运行费用的大小，还影响到房间内温度分布的均匀性和稳定性，应慎重选取。

根据空调房间的热湿平衡方程，可得送风量为：

$$G = \frac{Q}{h_N - h_0} = \frac{W}{d_N - d_0} \quad (\text{kg/s}) \quad (1.2-2)$$

$$\frac{h_N - h_0}{d_N - d_0} = \frac{Q}{W} = \epsilon \quad (1.2-3)$$

式中 Q ——空调房间的冷负荷， W ；

W ——空调房间的湿负荷， kg/s ；

G ——送风量， kg/s ；

h_0 ——送风的比焓， J/kg ；

h_N ——排风的比焓, J/kg;
 d_O ——送风的含湿量, kg/kg 干空气;
 d_N ——排风的含湿量, kg/kg 干空气;
 ϵ ——热湿比。

送风量 G 的大小与送风的初始状态点 O (h_O 或 d_O 、 t_O) 的选择有关。工程上常用送风温度差 $\Delta t_O = t_N - t_O$ (t_N 排风温度、 t_O 送风温度) 来考虑初始状态点 O 的选定。

我国暖通规范建议的夏季送风温差 Δt_O 值, 见表 1.2-18。

按室温允许波动范围建议的送风温差 Δt_O

表 1.2-18

室温允许波动值 (°C)	送风温差 Δt_O (°C)	室温允许波动值 (°C)	送风温差 Δt_O (°C)
$\pm 0.1 \sim \pm 0.2$	2~3	± 1.0	6~10
± 0.5	3~6	$\pm \Delta t_O > 0$	≤ 15

按风口形式建议的送风温差 Δt_O

表 1.2-19

进风口的安装高度 (m)	3	4	5	6	进风口的安装高度 (m)	3	4	5	6
散流器: 圆形	16.5	17.5	18.0	18.0	普通侧送风口, 风量次	9.5	10.0	12.0	14.0
方形	14.5	15.5	16.0	16.0	风量小	11.0	13.0	15.0	16.5

选定送风温差 Δt_O 后, 按以下步骤求送风状态和送风量:

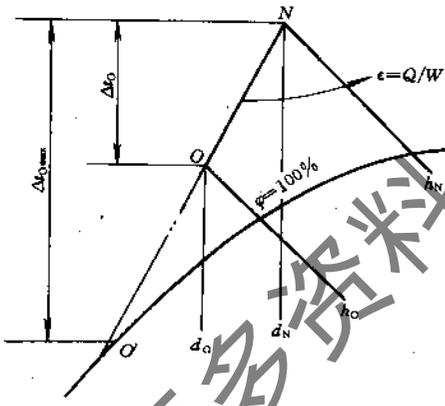


图 1.2-12 室内送风状态在 $h-d$ 图上的变化过程

- (1) 在 $h-d$ 图上找出空调房间内空气状态点 N ; 见图 1.2-12;
- (2) 由已知的空调房间冷负荷 Q 、湿负荷 W 求出热湿比 ϵ ;
- (3) 在 $h-d$ 图上过 N 点作过程线 ϵ ;
- (4) 由选定的 Δt_O , 算出送风温度 $t_O = t_N - \Delta t_O$;
- (5) 由等温线 t_O 与过程线 ϵ 的交点, 确定送风的初始状态点 O 的 h_O 和含湿量 d_O ;
- (6) 由式 (1.2-2) 求出送风量 G ;
- (7) 将送风量 G 折合成空调房间的换气次数 n , 对照看是否满足该类型空调房间的换气要求, 否则调整送风温差 Δt_O 后, 再计算。

有时候也根据空调房间内的卫生条件要求, 先选定一送风量, 再决定送风应有的状态参数。

1.2.6 中央空调房间的气流组织

1. 概述

中央空调房间内气流的速度场往往是其他场 (如温度场、湿度场和浓度场) 存在的基础和前提, 所以不同恒温精度、洁净度和不同使用要求的空调房间, 往往要求不同形式的气流流型和速度场。

空调房间气流组织的任务就是采用不同型式、送风参数 (送风温差和送风速度)、安装位置、扰动方式的空气分布器, 通过各种不同的气流组织方式, 使室内气流合理地流动和

均匀分布，以达到使空调房间的温度、湿度、气流速度、洁净度都能满足舒适性条件和工艺性要求。

空调房间气流组织的两个基本原则是：

(1) 挤压原则：即送风进入房间，将室内的热湿空气从回风口挤压出去。此时，所需的主流方向上气流只有很小的横向流动，气流分布均匀，换气效果好，多用于洁净室、手术室、特殊生化实验室、喷漆车间等对气流组织要求很高的场合图 1.2-13 (a)。

(2) 稀释原则：即送风进入房间，使室内的热湿空气不断稀释。稀释有切线式送风和扩散式送风两种方式图 1.2-13 (b) 和 (c)。此时，多利用气流的诱导作用，使送入房间的射流，不断吸入射流周围的空气，形成旋转的涡流。在旋转的涡流区中，热质交换较充分，温度场、湿度场也比较均匀。但在室内墙角处则容易形成死角。

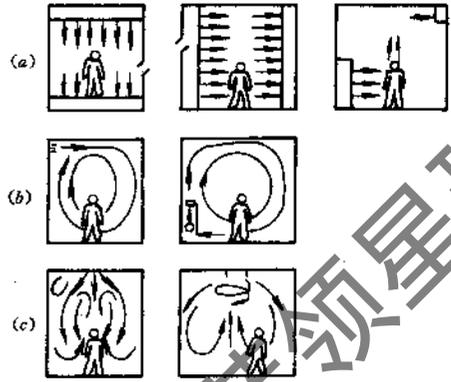


图 1.2-13 空调房间气流组织的原则
(a) 挤压原则；(b) 稀释原则（切线式送风）；(c) 稀释原则（扩散式送风）

无论采用何种原则进行房间内的气流组织，其中送风参数和送风口的位置仍然是影响气流组织的主要因素。

2. 气流组织的基本要求（见表 1.2-20）

气流组织的基本要求

表 1.2-20

空调类型	室内温湿度参数	送风温差 (°C)	每小时换气次数	风速 (m/s)		可能采取的送风方式	备注
				送风出口	工作区		
舒适性空调	冬季: 18~22°C 夏季: 24~28°C $\phi=40\% \sim 60\%$	送风高度 $h \leq 5m$ 时, 不宜大于 10°C; $h > 5m$ 时, 不宜大于 15°C	不宜小于 5 次, 高大房间按其冷负荷通过计算确定	与送风方式、送风口类型、安装高度、室内允许风速、噪声标准等因素有关, 详见表 1.2-21。消音要求较高时, 采用 2~5	冬季不应大于 0.2, 夏季不大于 0.3	1. 侧面送风 2. 散流器平送 3. 孔板下送 4. 条缝口下送 5. 喷口或旋流风口送风	
工艺性空调	温湿度差数要根据工艺需要和卫生条件确定。室温允许波动范围: (1) 大于等于 $\pm 1^\circ C$	6~10	不小于 5 次 (高大房间除外)		0.2~0.5	1. 侧送宜贴附 2. 散流器平送	
	(2) 小于等于 $\pm 0.5^\circ C$	3~6	不小于 8 次			1. 侧送应贴附 2. 孔板下送不稳定流型	
	(3) 小于等于 $\pm 0.1 \sim 0.2^\circ C$	2~3	不小于 12 次 (工作时间内不送风的除外)				

3. 气流组织的基本形式 (见表 1.2-21)

气流组织的基本形式

表 1.2-21

送风方式	常见气流组织型式	建议出口风速 (m/s)	工作区气流流型	技术要求及适用范围	备注
侧面送风	1. 单侧上送下回或走廊回风 2. 单侧上送上回 3. 双侧上送下回	2~5 (送风口位置高时取较大值)	回流	1. 温度场、速度场均匀, 混合层高度 0.3~0.5m 2. 贴附侧送风口宜贴顶布置, 宜采用可调双层百叶风口。回风口宜设在送风口同侧 3. 用于一般空调, 室温允许波动范围为 $\pm 1^\circ\text{C}$, 和小于或等于 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 的工艺空调	可调双层百叶风口 配对开多叶调节阀
散流器送风	1. 散流器平送, 下部回风 2. 散流器下送, 下部回风 3. 送吸式散流器, 上送上回	2~5	回流直流	1. 温度场、速度场均匀, 混合层高度 0.5~1.0m 2. 需设置吊顶或技术夹层。散流器平送时应对称布置, 其轴线与侧墙距离不小于 1m 3. 散流器平送用于一般空调, 室温允许波动范围为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 和小于或等于 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 的工艺性空调 4. 散流器下送密集布置用于净化空调	
孔板送风	1. 全面孔板下送, 下部回风 2. 局部孔板下送, 下部回风	2~5	直流或不稳定流	1. 温度场、速度场均匀, 混合层高度 0.2~0.3m 2. 需设置吊顶或技术夹层, 静压箱高度不小于 0.3m 3. 用于层高较低或净空较小建筑的一般空调, 室温允许波动范围为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 或小于或等于 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 的工艺空调。当单位面积送风量较大, 工作区要求风速较小, 或区域温差要求严格时, 采用孔板下送不稳定流型	孔板宜选用镀锌钢板、不锈钢板、铝板 and 硬质塑料板
喷口送风	上送下回, 送回风口布置在同侧	4~10	回流	1. 送风速度快, 射程长, 工作区新鲜空气、温度场和速度场分布均匀 2. 对工作已有一定倾斜度的建筑物, 喷口与水平面保持一个向下倾角 β 。对冷射流 $\beta=0\sim 12^\circ$; 对热射流 $\beta>15^\circ$ 3. 用于空间较大的公共建筑和室温允许波动范围大于或等于高大厂房的一般空调	送风口直径宜取 0.2~0.8m, 送风温度宜取 8~12 $^\circ\text{C}$ 对高大公共建筑送风高度为 6~10m
条缝送风	条缝型风口下送, 下部回风	2~4	回流	1. 送风温差、速度衰减较快, 工作区温度速度分布均匀。混合层高度 0.3~0.5m 2. 用于民用建筑和工业厂房的一般空调 (纺织厂), 在高级公共建筑中还可以与灯具配合布置	
旋流风口送风	上送下回	3~8	回流	1. 送风速度、温差衰减快, 工作区风速、温度分布均匀 2. 可用大风口作大风量送风, 也可用大温差送风, 简化送风系统, 节约投资 3. 可直接向工作区或工作地点送风 4. 用于空间较大的公共建筑和室温允许波动范围大于或等于 1 $^\circ\text{C}$ 的高大厂房	

气流组织基本形式的图示如下 (图 1.2-14 至图 1.2-17);

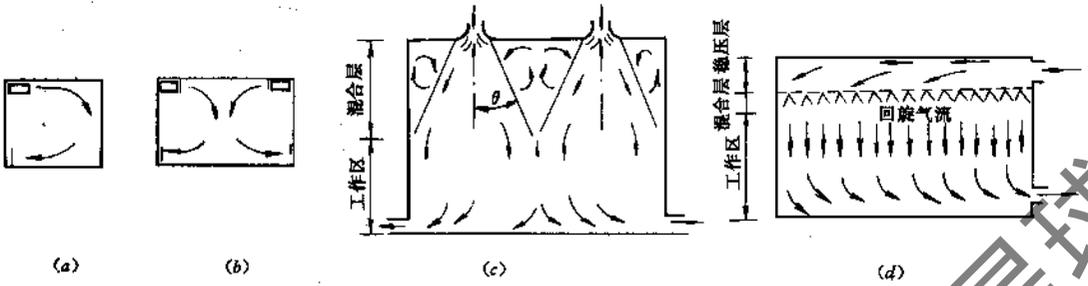


图 1.2-14 上送风下回风

- (a) 单侧上送风、单侧下回风; (b) 双侧上送风、双侧下回风
 (c) 顶部散流器送风、双侧下回风; (d) 顶棚孔板送风、单侧下回风

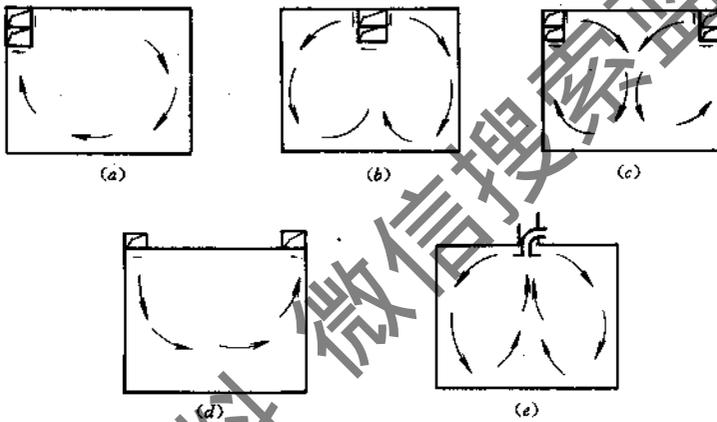


图 1.2-15 上送风上回风

- (a) 单侧上送上回; (b) 双侧外送上回; (c) 双侧内送上回
 (d) 风口装于吊顶, 一侧送一侧回; (e) 暗装的吸送式散流器

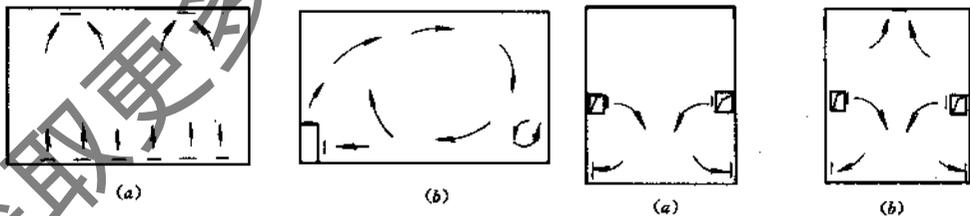


图 1.2-16 下送风

- (a) 下送上回; (b) 上送下回

图 1.2-17 中送风

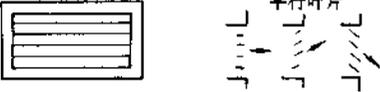
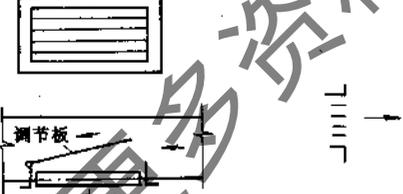
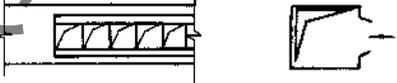
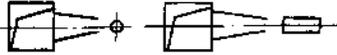
- (a) 双侧中部送风、双侧下部回风;
 (b) 中部送风、下部回风、顶部排风

4. 气流送风口型式和使用特点

(1) 空调工程用各种侧墙送风口 (见表 1.2-22)

空调工程用各种侧墙送风口

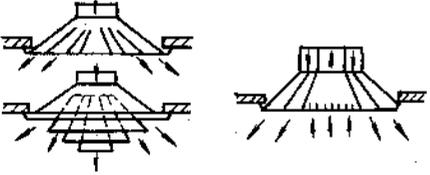
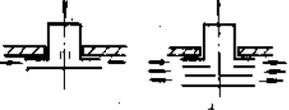
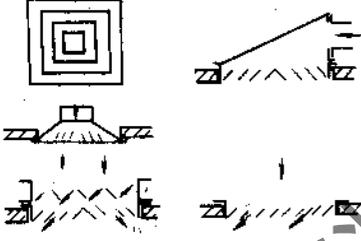
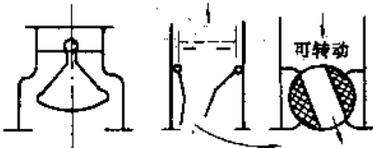
表 1.2-22

送风口图示	型式	气流类型及调节性能	适用范围
<p>① 格栅送风口</p> 	<p>叶片固定和叶片可调两种, 不带风量调节阀</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 属圆射流; 2. 叶片可调格栅, 可根据需要调节上、下倾角或扩散角; 3. 不能调节风口风量 	<p>要求不高的一般空调工程</p>
<p>② 单层百叶送风口</p> 	<p>叶片横装为H型, 竖装为V型, 均带有对开式风量调节阀</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 属圆射流; 2. H型可调节竖向仰角或俯角, V型可调节水平扩散角; 3. 能调节风口风量 	<p>用于一般精度的空调工程</p>
<p>③ 双层百叶送风口</p> 	<p>外层叶片横装, 内层叶片竖装为HV型; 外层叶片竖装, 内层叶片横装为VH型, 两种型式均带有对开式风量调节阀, 也可装配可调式导流片</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 属圆射流; 2. 外层叶片可调, 可根据需要调节竖向仰角或俯角, 以及调节水平扩散角; 3. 能调节风口风量 	<p>用于公共建筑的舒适性空调, 以及精度较高的工艺性空调</p>
<p>④ 三层百叶送风口</p> 	<p>外层叶片竖装, 中层叶片横装; 内层叶片为对开式叶片, 可调</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 属圆射流; 2. 内层对开式叶片可调风量; 3. 外、中层叶片可调上、下倾角和射流扩散角 	<p>用于高精度的净化空调工程</p>
<p>⑤ 带调节板活动百叶送风口</p> 	<p>平行叶片横装, 内层装有流量调节板</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 属圆射流; 2. 内层调节板可调整风量; 3. 外层叶片可调竖向仰角或俯角 	<p>用于较高精度的空调工程</p>
<p>⑥ 带出口隔板的条缝形风口</p> 	<p>长宽比大于10, 叶片横装可调的格栅风口</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 属平面射流; 2. 可调上下倾角; 3. 必要时也可调节风量 	<p>可做风机盘管出风口, 也可用于一般的空调工程</p>
<p>⑦ 喷嘴送风口</p> 	<p>有渐缩的圆柱形或矩形喷嘴</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 属圆射流; 2. 圆形、矩形喷嘴不能调节方向, 与转动球体连接可调节方向和流量 	<p>用于公共建筑和高大厂房的一般空调工程</p>

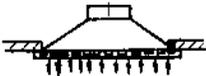
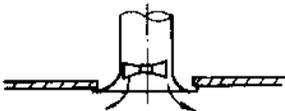
(2) 空调工程用各种顶棚送风口 (见表 1.2-23)

空调工程用各种顶棚送风口

表 1.2-23

送风口图示	型 式	气流类型及调节性能	适用范围
<p>①圆锥形送风口</p> 	<p>扩散圈为三层锥形面, 拆装方便。可与单开阀板式或双开阀板式风量调节阀配套使用。带或不带排气孔</p>	<p>1. 扩散圈挂在上面一档呈下送流型, 挂在下面一档呈平送贴附流型; 2. 能调节送风量</p>	<p>用于公共建筑的舒适性空调和工艺性空调</p>
<p>②圆盘型散流器</p> 	<p>圆盘呈倒蘑菇形, 拆装方便。可与单开或双开阀板式风量调节阀配套使用 挡板上可贴吸声材料</p>	<p>1. 圆盘挂在上面一档时呈下送流型, 挂在下面一档呈平送贴附流型; 2. 能调节送风量</p>	<p>同上 (同于层高较低的房间)</p>
<p>③方(矩)形散流器</p> 	<p>扩散圈的型式有 10 多种, 可形成 1~4 个不同的送风方向, 可与对开式多叶调节阀, 或单开阀板式风量调节阀配套使用, 拆装方便</p>	<p>1. 平送贴附流型; 2. 能调节送风量</p>	<p>用于公共建筑舒适性空调</p>
<p>④条缝形(线形)散流器</p> 	<p>长宽比很大, 叶片单向倾斜为一面送风; 叶片双向倾斜为两面送风</p>	<p>气流呈平送贴附流型</p>	<p>用于公共建筑舒适性空调</p>
<p>⑤活叶条形散流器</p> 	<p>长宽比大, 在槽内采用两个可调叶片来控制气流方向, 有单一段、中间段、尾段和角形段等形式, 有单组型和多组型</p>	<p>1. 可调成平送贴附流型, 也可调成垂直下送流型; 使气流一侧或两侧送出; 2. 能关闭送风口</p>	<p>用于公共建筑舒适性空调</p>

续表

送风口图示	型式	气流类型及调节性能	适用范围
③扩散孔板送风口 	由铝合金孔板 和高效过滤器组 成的高效过滤送 风口	乱流流型	用于乱流洁 净室末端送风 口；也可用作净 化系统的送风 口
⑦旋流送风口 	由风口壳体和 无芯管起旋器组 成，带风量调节 阀	向下吹出流型	用于公共建 筑和工业厂房 的一般空调

(3) 空调工程用其他特定送风口

1) 座椅送风口 (图 1.2-18), 该送风口类似于诱导器, 在座椅的中空靠背内或座椅下, 装有静压箱和喷嘴。在采用下送风时, 由于一次风与室内空气充分混合, 送风温度接近于室温, 不会有吹冷风的感觉。多用影剧院或会堂的座椅, 能取得较好的节能效果。

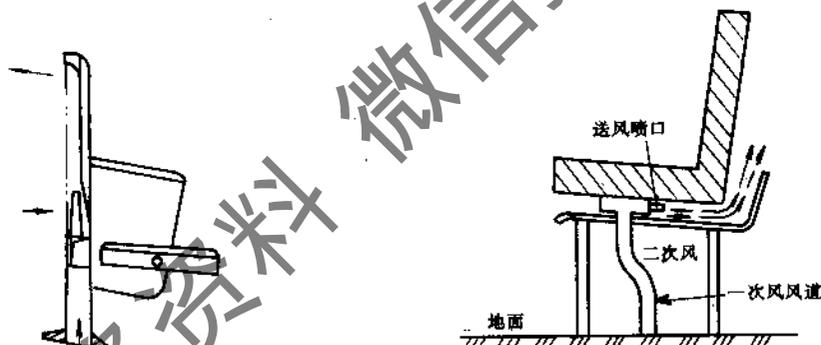


图 1.2-18 座椅送风口

注: 送风喷嘴 6 个, 口径 11mm。一次风风量 $25\text{m}^3/\text{h}$; 二次风风量 $50\text{m}^3/\text{h}$ 。

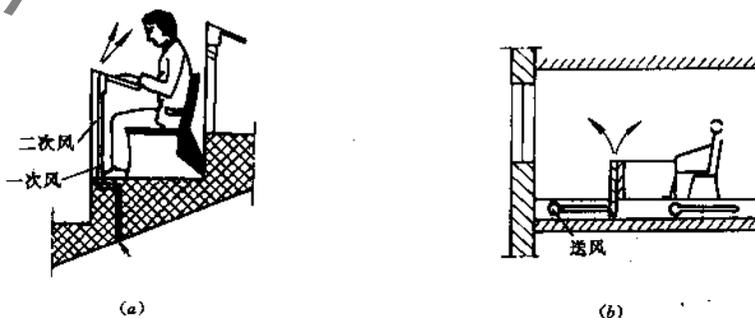


图 1.2-19 台式送风口

(a) 阶梯教室座位; (b) 家具

2) 台式送风口 (图 1.2-19), 该送风口的一次风从地板进入讲台前的一次风口, 诱导二次风后, 混合风从讲台前缘的台式送风口送出。通常用于阶梯教室的座位和讲台。

5. 各种送风口最合适的送风量 (见表 1.2-24)

不论采用何种送风口, 为适应人的舒适性感觉, 送风量应随送风口形式的不同而不同。

各种送风口最合适的送风量

表 1.2-24

进风口种类	单位地板面积的风量 [m ³ / (m ² · h)]	顶棚 3m 高的最大 换气次数	进风口种类	单位地板面积的风量 [m ³ / (m ² · h)]	顶棚 3m 高的最大 换气次数
格栅型	19~38	7	顶棚散流器	32~160	30
条缝型	25~63	12	顶棚全孔板	32~310	60
多孔板	32~95	18			

6. 各种送风口颈部最大允许风速 (见表 1.2-25)

控制送风口颈部最大风速, 目的是降噪。

各种送风口颈部最大允许风速

表 1.2-25

使用场所	颈部最大 风速 (m/s)	使用场所	颈部最大 风速 (m/s)
播音室	3~3.5	剧场、教室、音乐厅、食堂、图书馆、游 艺厅、办公室	5~6
医院门诊室、病房、客房、接待房、居室、 计算机房	4~5	商店、旅馆、大剧场、饭店	6~7.5

7. 回风口的布置和吸气风速

(1) 回风口的布置方式

回风口结构对空调房间的气流组织影响不大, 故构造简单。例如, 仅在回风口上装金属网, 以防杂物吸入。常用的是在矩形回风口上装与建筑装饰相适应的各种图案的格栅; 也可做成活动蓖板式回风口: 在双层蓖板上开长条形孔, 内蓖板可左右移动, 借以调节回风量。

回风口的布置方式要求:

1) 回风口不设在射流区和人员长时间停留地点;

2) 室温允许波动范围 $\Delta t_x = \pm 0.1 \sim 0.2^\circ\text{C}$ 的空调房间, 宜采用双侧多风口均匀回风; $\Delta t_x = \pm 0.5 \sim 1^\circ\text{C}$ 的空调房间, 回风口可布置在房间同一侧; $\Delta t_x > \pm 1^\circ\text{C}$, 且室内参数相同或相近的多房间空调系统, 多采用走廊回风见图 1.2-20。

3) 采用侧送时, 回风口宜设在送风口的同侧; 采用孔板或散流器下送风时, 回风口宜设在下部; 采用顶棚回风时, 回风口宜与照明灯具组合成一体。

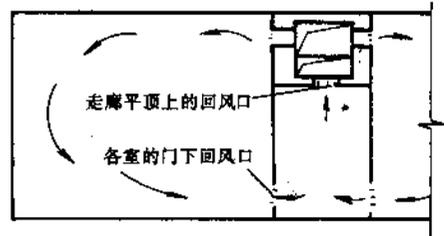


图 1.2-20 走廊回风示意图

4) 回风口的回风量应能调节,可采用带有对开式多叶调节阀的回风口;也可采用设在回风支管上的调节阀。

(2) 回风口的吸气风速(见表 1.2-26)。

回风口的尺寸大小可根据回风量和回风口风速确定。

回风口的吸气风速推荐

表 1.2-26

回风口的位置		吸气风速 (m/s)
房间上部		4.0~5.0
房间下部	不靠近人经常停留的地点时	3.0~4.0
	靠近人经常停留的地点时	1.5~2.0
	用于走廊回风时	1.0~1.5

8. 高大建筑物中分层空调房间的气流组织

(1) 高大建筑物分层空调的概念

分层空调是指仅对高大建筑物下部区域进行空调,而对上部不空调的一种特殊空调方式。与全室空调相比,夏季可节省冷量 30%左右,故节省初投资及进行能耗,但冬季空调并不节能。

分层空调适用条件:

建筑物高度 $H \geq 10\text{m}$,

建筑物体积 $V > 10^4\text{m}^3$,

空调区高度与建筑物高度之比

$(h_1/H) \leq \frac{1}{2}$ 时,才经济合理。

分层空调分层方式:

一般以送风口中心作为分层面,在垂直方向分为二个区域,分层面以下空间为空调区,以上空间为非空调区。空调区一般为设备高度。作为舒适性空调,一般可取 2m 高,如图 1.2-21 所示。

在满足使用要求前提下,分层高度 h_1 越低越节能,由下式确定:

$$h_1 = h + y + h_a \quad (1.2-4)$$

式中 h ——工作区高度, m;

y ——射流垂直落差, m;

h_a ——安全值,对恒温车间取 0.3m,一般舒适性空调不考虑。

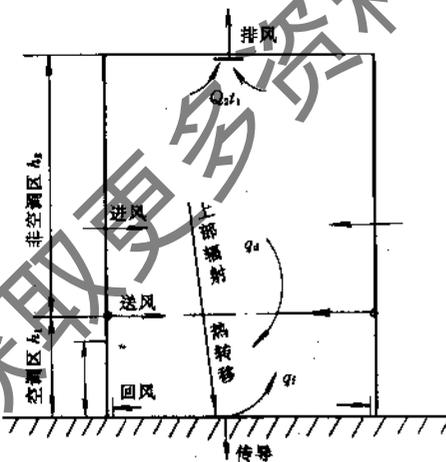
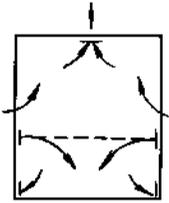
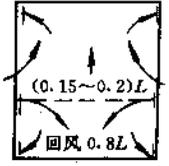
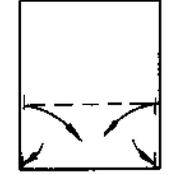
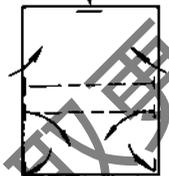


图 1.2-21 分层空调示意图

(2) 高大建筑物分层空调气流组织形式(见表 1.2-27)

高大建筑物分层空调气流组织形式

表 1.2-27

分层空调气流组织形式			优点	缺点	实例
示意图	空调区	非空调区			
	空调机组或集中系统送风，下部100%回风	上部散热量较大时，由高侧窗自然进风，屋顶机械排风，以排除上部热量。冬季停止运行	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上部非空调的排风，不需要利用空调排风的冷量 2. 气流没有交叉 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如室内飘逸有害气体和烟尘，容易使工作区污染 2. 上部进风量较大 3. 如果采用屋顶排风器，数量多、投资大、密封差 	南京汽轮发电机厂 ^① 美国格林维尔汽轮机厂 美国维尔明顿反应堆后处理厂
	集中空调系统送风，下部80%回风	高侧窗自然进风并辅以20%空调排风进入非空调区，屋顶机械排风，以排除上部热量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 气流组织形式简单，设备费较便宜 2. 充分利用空调排风冷量，排除上部热量 3. 有害气体、烟尘向上排走，减少对工作区污染 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 冬季会加大温度梯度，耗热量增加 2. 气流交叉 	天津第一机床厂 ^② 美国什里夫波特变压器配电厂
	集中系统或空调机组送风，下部100%回风	非空调区散热量 $q_2 < 2W/m^3$ 可不设进排风装置	系统简单	建筑物不很高或上部围护结构做得很差时，向下转移量较大	上海展览馆中央大厅 ^③
	集中系统送风，下部回风	空气幕为水平送风，仅在采暖季节采用，可以部分阻止热气流上升，适应于有害物质和烟尘少的场合，其效果取决于空气幕的风量，风速和温度	<ol style="list-style-type: none"> 1. 冬季可以部分阻止热气流上升，防止过大的温度梯度 2. 如夏季也使用，可以减少上部热空气混入送风射流中 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 增加设备费、管道费和能量消耗 2. 风口风速高，有一定噪声 3. 有时管道不好布置 	日本大型精密机械加工场 ^④ 葛洲坝二江电机发电机房 ^⑤

- ① 空调区采用 LN-12 机组喷口送风，下部 100% 回风，非空调区高侧窗自然进风，屋顶排风器机械排风。
- ② 空调区集中系统百叶格送风，15% 冷风上升至非空调区排除上部热量，5% 的风量形成室内正压，80% 的风量为回风。冬季时上部排风管变成向下吹风，使热气流不致上浮。
- ③ 空调区空调机组百叶格送风，下部回风，非空调区设新风口将新风送入空调器。
- ④ 空调区集中空调系统用诱导送风口，向下 15° 送往工作区，65° 斜角送风用以消除侧窗热负荷。下部回风。非空调区水平送风形成空气幕。
- ⑤ 厂房高度为 26m，跨度为 26m，单侧送回风，空气幕设在 12.8m 高度处，送风口设在 6.8m 高度处，回风口设在 5.7m 高度处。上部自然进风机械排风。

1.3 中央热泵采暖系统

1.3.1 中央采暖系统概述

一般采暖系统的采暖方式有：

(1) 局部采暖：每套采暖住房均有一个热源。

(2) 集中采暖：建筑物内所有采暖房间共用一个热源。其热源设备有锅炉、热风炉、热泵、太阳能采暖装置等

(3) 集中供热：由一个供热中心向建筑群区域供热，称为热力网供热系统。供热中心通常为热电厂或大型锅炉房。其任务是供采暖、生活和生产用热。

我们称建筑物（群）的集中采暖系统为中央采暖系统，亦是本章阐述的主要内容。

按采暖系统中采用的热媒不同，采暖系统又可分为：热水采暖系统、蒸汽采暖系统及热风采暖系统。另有热泵采暖系统、太阳能采暖系统、核能采暖系统，本节中将介绍中央热泵采暖系统。

1. 采暖系统中热媒的选择范围

不同类型的采暖建筑物，适宜选用不同的热媒，见表 1.3-1。

采暖系统热媒的选择范围

表 1.3-1

建筑类型		适宜采用热媒	允许采用热媒
民用及公共建筑	居住建筑、医院、幼儿园、托儿所等	不超过 95℃ 的热水	• 低压蒸汽 • 不超过 110℃ 的热水
	办公楼、学校、展览馆等	不超过 95℃ 的热水 • 低压蒸汽	不超过 110℃ 的热水
	车站、食堂、商业建筑等	• 不超过 110℃ 的热水 • 低压蒸汽	高压蒸汽
	一般俱乐部、影剧院等	• 不超过 110℃ 的热水 • 低压蒸汽	不超过 130℃ 的热水
工业建筑	不散发粉尘或散发非燃烧性和非爆炸性粉尘的生产车间	• 低压或高压蒸汽 • 不超过 110℃ 的热水 • 热风	不超过 130℃ 的热水
	散发非燃烧性和非爆炸性有机无毒升华粉尘的生产车间	• 低压蒸汽 • 不超过 110℃ 的热水 • 热风	不超过 130℃ 的热水
	散发非燃烧性和非爆炸性的易升华有毒粉尘、气体及蒸汽的生产车间	与卫生部门协商确定	
	散发燃烧性或爆炸性有毒气体、蒸汽及粉尘的生产车间	根据各部和主管部门的专门指标确定	
	任何体积的辅助建筑	• 不超过 110℃ 的热水 • 低压蒸汽	高压蒸汽
	设在单独建筑内的门诊所、药房、托儿所及保健站等	不超过 95℃ 的热水	• 低压蒸汽 • 不超过 110℃ 的热水

2. 中央采暖系统的分类型式及应用

中央采暖系统的分类方式，从不同角度有不同的划分方法。此处，主要是按不同热媒

来划分不同采暖系统，兼而考虑到不同热源设备的因素，目的是尽量反映出目前实际使用的状况。见表 1.3-2。

中央采暖系统的分类型式及应用

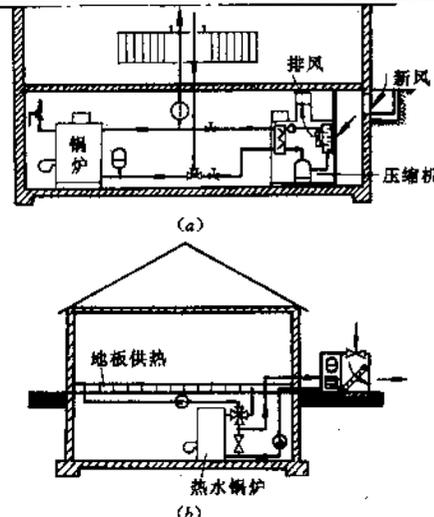
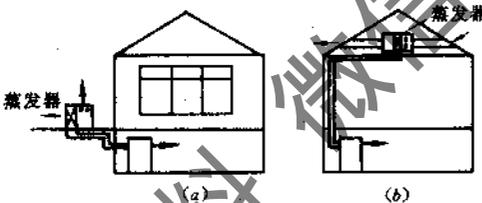
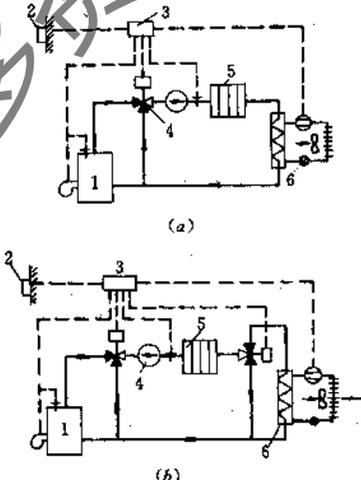
表 1.3-2

系统分类	系统或设备型式	热源设备	适用范围
1. 热水集中采暖系统	(1) 重力循环系统	热水锅炉、散热器 串联	供热半径 $\leq 50\text{m}$ 的三层以下建筑 供水温度: $50\sim 90^\circ\text{C}$
	(2) 机械循环系统	热水锅炉、散热器 并联	室温有调节要求的四层以下或多层建筑 供水温度: $50\sim 90^\circ\text{C}$
2. 热水集中供热系统	(1) 中温热水系统	热水锅炉、低压蒸汽锅炉	适用生活、生产、采暖供热, 供水温度 $< 120^\circ\text{C}$
	(2) 高温热水系统	蒸汽锅炉、热水锅炉	供水温度 $> 120^\circ\text{C}$
	(3) 低温热水系统	热水锅炉	供水温度 $25\sim 35^\circ\text{C}$
3. 蒸汽集中采暖系统	(1) 低压蒸汽系统	低压蒸汽锅炉	供热半径 $< 200\text{m}$ 供汽压力 $< 0.5\times 10^5\text{kPa}$
	(2) 高压蒸汽系统	高压蒸汽锅炉、背压式汽轮机、抽气式汽轮机	供汽压力 $\geq 0.5\times 10^5\text{Pa}$
4. 热风集中采暖系统	(1) 大厅热风采暖 (2) 多房间热风采暖	各类热风炉、锅炉、 冷暖机空调冷暖机组、 各类热风炉	工业车间、展厅、会馆、商场、教堂、住宅、办公楼、学校、写字楼
5. 热泵采暖系统	(1) 压缩式电动热泵单元	能源: 电能 低温热源: 空气、井水、土壤等	住宅 (1~2 户); 游泳池
	(2) 太阳能吸收器热泵	能源: 电能、太阳能 低温热源: 空气	住宅; 游泳池
	(3) 压缩式热泵机组 (活塞式、螺杆式、涡旋式、离心式等)	能源: 电能 低温热源: 地下水或河水	办公楼、住宅群、宾馆、市场、商厦、娱乐中心、工业建筑、体育馆、候机(车)厅等
	(4) 吸收式热泵机组 ① 双效蒸汽型溴化锂吸收式热泵机组 ② 双效直燃型溴化锂吸收式热泵机组	能源: 城市煤气、天然气、 $0^\#$ 柴油、燃油、煤等 低温热源: 空气、地下水	同上
	(5) 燃气轮机热泵	能源设备: 燃气轮机或柴油机	游泳馆; 体育中心; 建筑物冷热兼供: 商店、超级市场、肉类加工场等
6. 太阳能采暖系统	(1) 主动式装置 (2) 被动式装置 (3) 太阳能与热泵联合系统 (4) 太阳能与锅炉加热系统 (5) 太阳能与吸收式制冷机联合系统	热源: 太阳能 设备: 集热器; ① 平板式 ② 蜂窝式 ③ 方形管道 ④ 聚光型	住宅 ($500\text{kJ}/\text{m}^2\cdot\text{年}$) 生活热水 游泳池 采暖与制冷兼供
7. 核能采暖系统	供热堆采暖系统	能源: 核能	向城市和热用户供热、采暖

1.3.2 中央热泵采暖系统及其使用特点 (见表 1.3-3)

中央热泵采暖系统及其使用特点

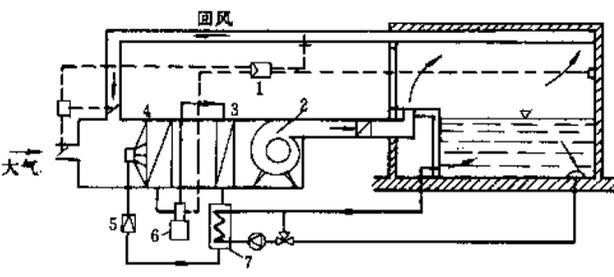
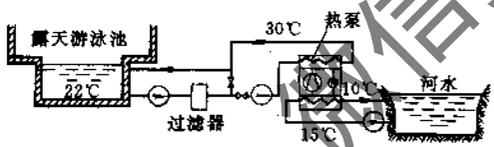
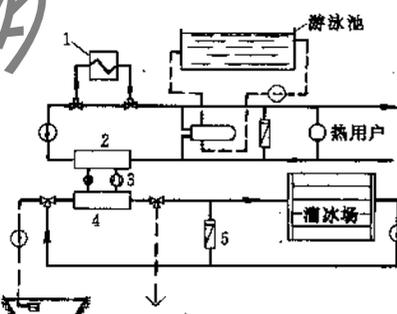
表 1.3-3

采暖型式	图式	适用范围	使用特点
<p>1. 压缩式电动热泵单元</p> <p>(1)用于住宅采暖的空气-水电动热泵单元</p> <p>1) 紧凑型</p>	 <p>图 1.3-1</p> <p>(a) 内置紧凑型; (b) 外置紧凑型</p>	<p>住宅(1~2户)采暖</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源: 空气 2. 应用时室外温度不低於 3~5℃ 3. 水加热温度: 40~50℃ 4. 紧凑型热泵安置在室内或室外
<p>2) 分离(体)式</p>	 <p>图 1.3-2</p> <p>(a) 蒸发器在室外; (b) 蒸发器在室内</p>	<p>住宅(1~2户)采暖</p>	<p>分离式热泵的蒸发器和风机置于户外或屋顶</p> <p>其余同上</p>
<p>3) 锅炉和热泵串联或并联系统</p>	 <p>图 1.3-3</p> <p>(a) 串联; (b) 并联</p> <p>1—锅炉; 2—调节阀; 3—混合阀; 4—散热器; 5—热泵; 6—换向阀</p>	<p>住宅(1~2户)采暖</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 锅炉串联时,热泵的回水输入锅炉再加热,回水温度不得超过 70℃ 2. 冷凝器无结冰危险

续表

采暖型式	图 式	适用范围	使用特点
(2)用于住宅采暖的空气-盐-水-水热泵系统(吸收式)	<p>图 1.3-4</p> <p>1—屋顶吸收器；2—蒸发器；3—冷凝器 4—热泵；5—锅炉；6—散热器</p>	住宅(1~2户)采暖	<ol style="list-style-type: none"> 1. 为防腐蚀,吸收器采用塑料或非金属材料 2. 如果吸收器表面首晒,供热热量下降 3. 吸收器布置在屋顶
(3)用于住宅采暖的水-水热泵系统	<p>图 1.3-5</p> <p>1—盐水管道；2—热泵；3—调节阀； 4—换向阀；5—锅炉；6—地板加热器</p>	住宅(1~2户)采暖	带太阳能吸收器的热泵系统
(4)用于住宅采暖的土壤-水热泵系统	<p>图 1.3-6</p> <p>1—蓄热器；2—供水井；3—对流散热器； 4—热泵；5—渗水井；6—地板加热器</p>	住宅(1~2户)采暖	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源:水(常用8~12℃井水) 2. 每1m³/h的水供热6~7kW 3. 对水质要求高,应用受限
(4)用于住宅采暖的土壤-水热泵系统	<p>图 1.3-7</p> <p>1—地板加热器；2—热泵；3—土壤中的盘管</p>	住宅(1~2户)采暖	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源:0.8~1.5m深的土壤层 2. 冬季平均吸热量为20~30W/m² 3. 土壤面积应为采暖面积的2~3倍,难达到 4. 设备投资费用高

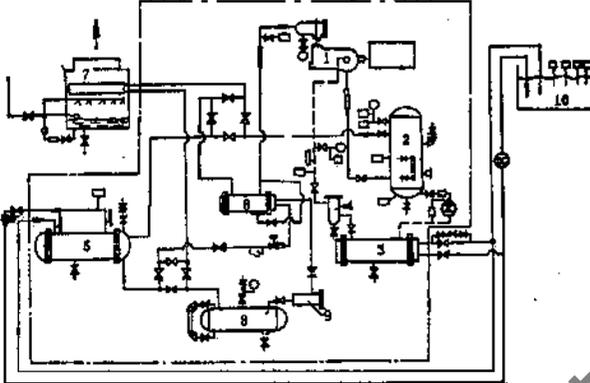
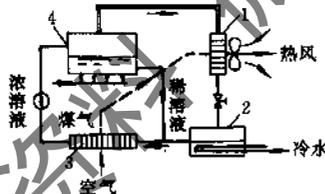
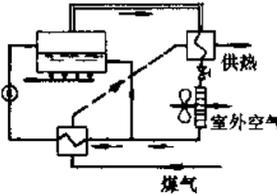
续表

采暖型式	图式	适用范围	使用特点
<p>(5) 用于游泳馆去湿和通风的热泵系统</p>	 <p>图 1.3-8</p> <p>1—调节器；2—通风机；3—冷凝器；4—蒸发器； 5—膨胀阀；6—压缩机；7—水冷凝器</p>	<p>游泳馆</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：馆内潮湿的热空气（回风） 2. 压缩机吸取回风的湿、热量，通过后面冷凝器释放出来用于加热进风、池水和淋浴水 3. 室外新风量为 $20\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{h})$
<p>(6) 用于露天游泳池的热泵系统</p>	 <p>图 1.3-9</p>	<p>露天游泳池</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：河水或地下水 2. 池水温度：22°C（池水在冷凝器中加热） 3. 经济性好
<p>(7) 用于体育馆的制冷与热泵联合系统</p>	 <p>图 1.3-10</p> <p>1—辅助加热器；2—冷凝器；3—热泵； 4—蒸发器；5—空气冷却器</p>	<p>体育馆内兼有游泳池与人工溜冰场时</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：河水或地下水 2. 同时供热和制冷，经济性极高

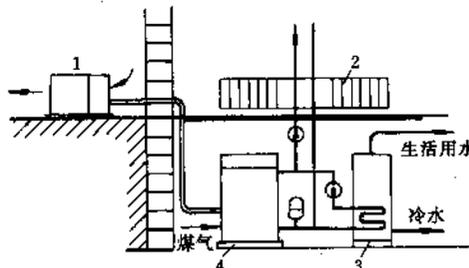
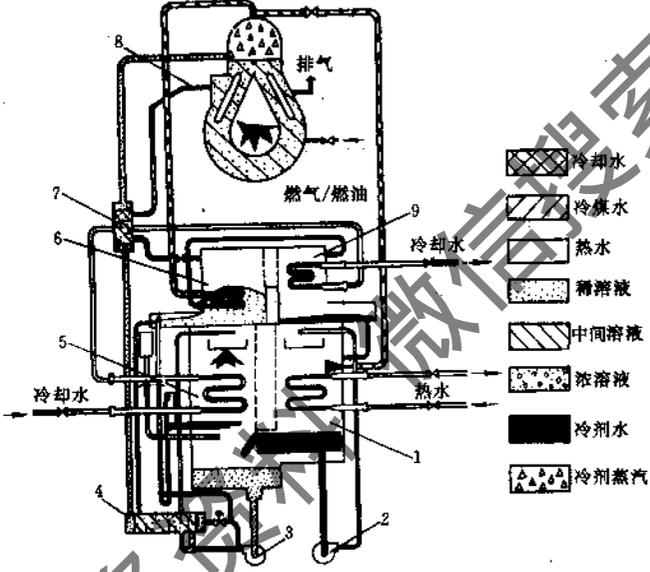
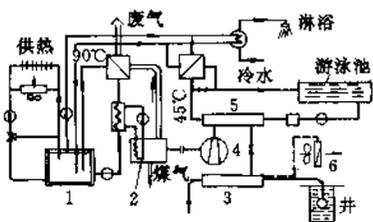
续表

采暖型式	图式	适用范围	使用特点
<p>(8)带辅助锅炉的供热与空调用热泵系统</p>	<p>图 1.3-11</p> <p>1—锅炉；2—冷凝器；3—蒸发器； 4—河流中的热交换器</p>	<p>需夏供冷、冬供热的建筑物</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：河水或地下水 2. 辅助加热器：锅炉 3. 属水-水热泵系统
<p>2. 压缩电动式中央热泵系统</p> <p>(1)离心式中央热泵系统</p> <p>1) 冷热兼供式</p>	<p>图 1.3-12</p>	<p>多层或高层民用建筑物 部分工业性建筑物</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：河水或温泉水 2. 属水-水热泵系统 3. 采用离心式制冷压缩机 4. 能源：电能
<p>2) 冷热分供式</p>	<p>图 1.3-13 离心式热泵-制冷装置系统</p> <p>1—蒸发器；2—离心式热泵压缩机；3—采暖冷凝器； 4—离心式制冷压缩机；5—制冷冷凝器；6—热水贮存池； 7—采暖用户；8—冷水贮存池；9—冷量用户； 10—河水热交换器</p>	<p>多层或高层民用建筑物 部分工业性建筑物</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：河水 2. 属水-水热泵系统 3. 采用离心式热泵压缩机和离心式制冷压缩机 4. 能源：电能 5. 河水温度要求 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 6. 热水温度：低温辐射壁板式：$50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 散热器式：$85\sim 90^{\circ}\text{C}$ 7. 最大用途：采暖空调系统

续表

采暖型式	图 式	适用范围	使用特点
<p>(2) 螺杆式中央热泵系统 空气热源蓄热式螺杆式热泵系统</p>	 <p>图 1.3-14</p> <p>1—螺杆式热泵压缩机；2—油分离器；3—油冷却器； 4—油过滤器；5—水热交换器；6—液过冷器；7—空气 制冷剂热交换器；8—贮液筒；9—干燥箱；10—蓄热器</p>	<p>多层或高 层建筑物</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：空气 2. 空气-水热泵系统 3. 可同时供冷、温水： 冷水：5℃ 温水：45℃ 也可分开供应（夏供冷、冬供暖） 4. 蒸发温度：-20>+5
<p>3. 吸收式热泵系统 (1) 水-空气小型吸收式热泵系统</p>	 <p>图 1.3-15</p> <p>1—冷凝器；2—发生器；3—吸收器 4—发生器</p>	<p>小型住宅</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：水 2. 能源：城市煤气、天然气、油等 3. 节约电能；噪声小，维修费用低 4. 设备投资费用高
<p>(2) 空气-水小型吸收式热泵系统</p>	 <p>图 1.3-16</p>	<p>小型住宅</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：空气 2. 能源：城市煤气、天然气、油等 3. 节约电能，噪声小，维修费用低 4. 设备投资费用高

续表

采暖型式	图式	适用范围	使用特点
<p>(3)用于住宅的小型分离式吸收式热泵系统</p>	 <p>图 1.3-17 用于住宅采暖的分离式吸收式热泵</p> <p>1—蒸发器 2—散热器 3—生活用水储存器 4—热泵</p>	<p>小型住宅采暖</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：空气、水 2. 能源：城市煤气、天然气、油等 3. 节电，噪声小，维修费用低 4. 设备投资费用高
<p>(4)热泵型直燃式溴化锂吸收式冷热水机系统</p>	 <p>图 1.3-18 直燃式冷热水机组的热源循环</p> <p>▲ 阀关 ⊗ 阀开</p> <p>1—蒸发器；2—冷剂泵；3—溶液泵；4—低温热交换器；5—吸收器；6—低压发生器；7—高温热交换器；8—高压发生器；9—冷凝器</p>	<p>多层或高层民用建筑物部分工业建筑物</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：废热水、地下温泉水 2. 能源：城市煤气、天然气、0#柴油等
<p>(5)燃气轮机热泵系统</p> <p>1) 游泳馆燃气轮机热泵系统</p>	 <p>图 1.3-19</p> <p>1—蓄热器；2—燃气轮机；3—蒸发器；4—压缩机；5—冷却器；6—空气冷却器</p>	<p>游泳馆</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：地下水、室外大气、空调机排出的湿空气 2. 燃气轮机驱动压缩机，功率>100kW 3. 燃气轮机燃料：煤气；排出废气温度500°C

续表

采暖型式	图式	适用范围	使用特点
<p>2) 体育中心燃气轮机热泵系统</p>	<p>图 1.3-20 既用于游泳池又用于溜冰场的燃气轮机热泵</p> <p>1—冷却水热交换器；2—废气热交换器；3—热水锅炉； 4—生活用水储存器；5—预热器；6—冷凝器；7—热泵；8—蒸发器；9—煤气发动机</p>	<p>游泳池与溜冰场兼用的热泵系统</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 低温热源：地下水、室外大气或空调机排出的湿空气 2. 同时供热和制冷 3. 热泵由燃气轮机驱动，节省电能 4. 燃气轮机燃料：煤气 5. 充分利用燃气轮机的废气热，提供采暖、生活用热水和游泳池热水，达到较高水温 6. 运行噪声大，投资及维修费用高，废气污染环境
<p>3) 用于建筑物的采暖空调的燃气轮机热泵系统</p>	<p>图 1.3-21</p> <p>1—排风热交换器；2—冷却器；3—冷却器； 4—冷凝器；5—热泵；6—蒸发器；7—燃气轮机； 8—废气热交换器</p>	<p>各种民用建筑物和工业建筑的采暖、空调场所；供热量大于200kW的场所</p>	<p>同上</p>

1.3.3 中央采暖系统建筑物热负荷的概算方法

在前1.2.4-2节表1.2-11中,提到国内部分建筑采暖热负荷概算指标,称之为面积热指标 q_f (W/m^2)。若已知建筑物的面积热指标 q_f 值,则建筑物的采暖热负荷的概算值为:

$$Q = Fq_f \quad (W) \quad (1.3-1)$$

式中 F ——建筑面积, m^2 。

若已知建筑物的比热特性热指标 q_v [$W/(m^3 \cdot ^\circ C)$],则建筑物的采暖热负荷的概算值为:

$$Q = \alpha q_v V(t_n - t_w) \quad (W) \quad (1.3-2)$$

式中 α ——修正系数,见表1.3-13;

q_v ——建筑比热特性热指标,定义为:建筑物在室内外温差为 $1^\circ C$ 时单位体积的采暖热负荷, $W/(m^3 \cdot ^\circ C)$,见表1.3-4和表1.3-5;

V ——建筑物外轮廓体积, m^3 ;

t_n ——室内采暖平均计算空气温度, $^\circ C$,见表1.1-9~18;

t_w ——室外冬季计算温度, $^\circ C$ 。

民用建筑采暖的比热特性热指标 q_v 表 1.3-4

建筑名称	外轮廓体积 V ($10^3 m^3$)	q_v [$W/(m^3 \cdot ^\circ C)$]	t_n ($^\circ C$)	建筑名称	外轮廓体积 V ($10^3 m^3$)	q_v [$W/(m^3 \cdot ^\circ C)$]	t_n ($^\circ C$)
行政建筑 办公楼	≤ 5	0.50	18	学校	≤ 5	0.45	16
	5~10	0.44			5~10	0.41	
	10~15	0.41			>10	0.38	
	>15	0.37					
俱乐部	≤ 5	0.43	16	医院	≤ 5	0.47	20
	5~10	0.38			5~10	0.42	
	>10	0.35			10~15	0.37	
电影院	≤ 5	0.42	14	浴室	≤ 5	0.33	25
	5~10	0.37			5~10	0.29	
	>10	0.35			>10	0.27	
剧院	≤ 10	0.34	15	洗衣房	≤ 5	0.44	15
	10~15	0.31			5~10	0.38	
	15~20	0.26			>10	0.36	
	20~30	0.23		公共饮食 餐厅 食品厂	≤ 5	0.41	16
>30	0.21	5~10	0.38				
商店	≤ 5	0.44	15	试验室	≤ 5	0.43	16
	5~10	0.38			5~10	0.41	
	>10	0.36			>10	0.38	
托儿所 幼儿园	≤ 5	0.44	20	消防车库	≤ 2	0.56	15
	>5	0.40			2~5	0.53	
					>5	0.52	
				汽车库	≤ 2	0.81	10
			2~3		0.70		
			3~5		0.64		
				>5	0.58		

工业建筑采暖的比热特性热指标 q_v

表 1.3-5

建筑名称	外轮廓体积 V (10^3m^3)	q_v [W/ ($\text{m}^3 \cdot \text{C}$)]	t_n ($^{\circ}\text{C}$)	建筑名称	外轮廓体积 V (10^3m^3)	q_v [W/ ($\text{m}^3 \cdot \text{C}$)]	t_n ($^{\circ}\text{C}$)
铸铁车间	10~15	0.35~0.29	12	金属结构 车间	50~100	0.44~0.41	13
	50~100	0.29~0.26			100~150	0.41~0.35	
	100~150	0.26~0.21					
铸钢车间	5~10	0.47~0.41	14	修理车间	5~10	0.7~0.58	15
	10~20	0.41~0.29			10~20	0.58~0.52	
	20~30	0.30~0.23					
热处理车间	<10	0.47~0.35	14	水泵房	<0.5	1.22	10
	10~30	0.35~0.29			1.5~1.0	1.16	
	30~75	0.29~0.23			1~2	0.70	
					2~3	0.58	
锻造车间	<10	0.47~0.35	8	空压机房	<0.5	2.23~0.81	12
	10~50	0.35~0.29			0.5~1.0	0.81~0.7	
	50~100	0.29~0.17			1~2	0.7~0.52	
					2~5	0.52~0.47	
					5~10	0.47~0.41	
机加车间	5~10	0.64~0.52	15	生活及 辅助间	0.5~1	0.7~0.52	18
	10~15	0.52~0.47			1~2	0.52~0.47	
	50~100	0.47~0.44			2~5	0.47~0.38	
	100~200	0.44~0.41			5~10	0.38~0.35	
木工车间	<5	0.7~0.64	16	单身宿舍	5~10	0.44~0.38	18
	5~10	0.64~0.52			10~15	0.38~0.36	
	10~50	0.52~0.47					
电镀车间	<2	0.76~0.7			5~10	0.44~0.38	
	2~5	0.7~0.64			10~15	0.38~0.36	
	5~10	0.64~0.52					

修正系数 α 值

表 1.3-6

采暖室外计算温度 ($^{\circ}\text{C}$)	α	采暖室外计算温度 ($^{\circ}\text{C}$)	α
0	2.05	-25	1.08
-5	1.67	-30	1.00
-10	1.45	-35	0.95
-15	1.29	-40	0.90
-20	1.17		

第 2 章 中央空调用冷(热)水机组的选用特点

2.1 概 述

广泛用于中央空调采暖系统的各类冷(热)水机组,近年来在技术性能、结构可靠性、智能控制系统、节能、能源形式多样化、系统完善、制冷剂替换、经济指标等多方面,都获得了长足的进步,全方位、多层次、多品种地适应了中央空调采暖市场的迫切需要。

因此,有必要从使用的实际出发(主要是国内市场),分别介绍对各类型的冷(热)水机组选型时所必需掌握的技术经济知识和使用特点进行比较。同时,着力介绍和推荐经使用验证、确有实力的产品生产厂家及其产品系列,供各界参考和借鉴。

2.1.1 中央空调用冷(热)水机组的分类(表 2.1-1)

中央空调用冷(热)水机组的分类

表 2.1-1

制冷循环类别	机组类别	单机制冷(热)量范围(kW)	冷(热)媒水温度(°C)	采用能源形式	制冷剂	应用	
压缩式 蒸气制 冷循环	活 塞 式 机 组	开启式冷水机组	114~456	7	电 力	R22	中央空调
		水冷半封闭冷水机组	116~930				中央空调
		风冷半封闭冷水机组	48~610				空调柜机
		风冷半封闭冷(热)水	53~524(冷)				45
		机组	58~584(热)	空调柜机			
		水冷全封闭冷水机组	10~100	7			中央空调、采暖空
		风冷全封闭冷(热)水	16~302(冷)	45			调柜机
	机组	20~358(热)	中央空调				
	船用冷水机组	151~290	7	中央空调			
	水冷开启式(半封闭)	115~2200		45			空调柜机
	冷水机组	230~693					
	风冷式半封闭冷水机组	112~693(冷)		7			
	风冷半封闭冷(热)水	132~808(热)	空调柜机				
	涡 旋 式 机 组	水冷冷水机组	56~169	7			电 力
风冷冷水机组		53~162	空调柜机				
水冷冷水机组		130(单元模块)	45		空调柜机		
风冷冷水机组		110(单元模块)					

续表

制冷循环类别	机组类别		单机制冷(热)量范围(kW)	冷(热)媒水温度(°C)	采用能源形式	制冷剂	应用
压缩式蒸气制冷循环	模块化	风冷冷(热)水机组	30~966(冷)	7	电力	R22	中央空调 空调柜机
			32~1028(热)	45			中央采暖、空调柜机
	离心式	R22冷水机组	1055~2100	7		R22	中央空调
		R123冷水机组	703~4222			R123	
		R134a冷水机组	1407~4503		R134a		
吸收式制冷循环	单效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组		170~7000	7 (热水温度, 60°C)	热源: 蒸汽表压: 0.2MPa以下 高温水: 105~140°C 中温水: 80~105°C	水 (吸收剂: 溴化锂)	中央空调
	双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组		170~7000		蒸汽表压: 0.25MPa以上 高温水: 150~200°C		
	直燃型溴化锂吸收式冷热水机组		170~7000		燃气 重油 轻油	中央空调及生活热水	
	两级热水型溴化锂吸收式冷水机组		115~3500		中温水: 70~80°C		中央空调
	单效(或双效)小型直燃型溴化锂吸收式冷热水机组		24~170		燃气 重油 轻油		家用或小型建筑供冷热水

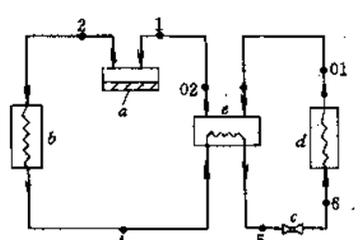
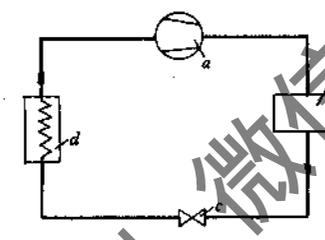
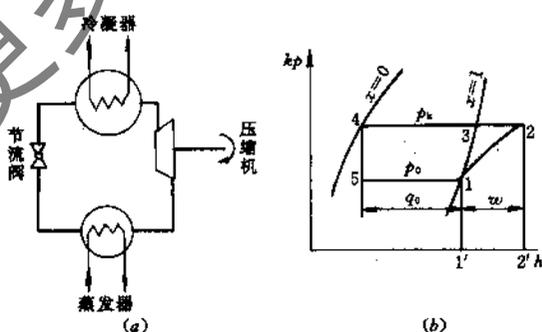
2.1.2 中央空调用冷(热)水机组的循环和工作过程(见表 2.1-2)

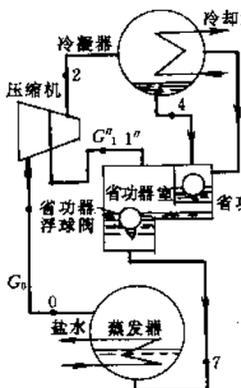
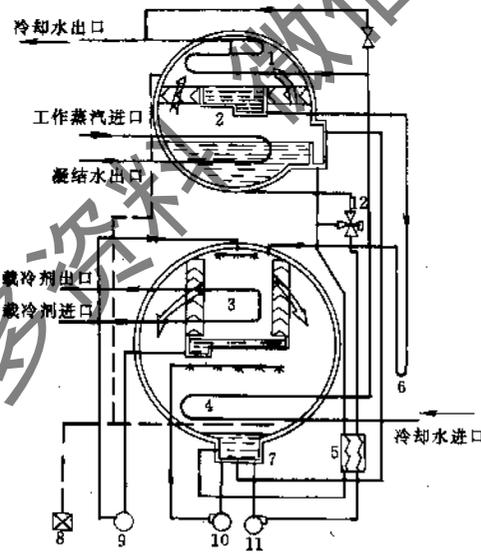
中央空调用冷(热)水机组的循环和工作过程

表 2.1-2

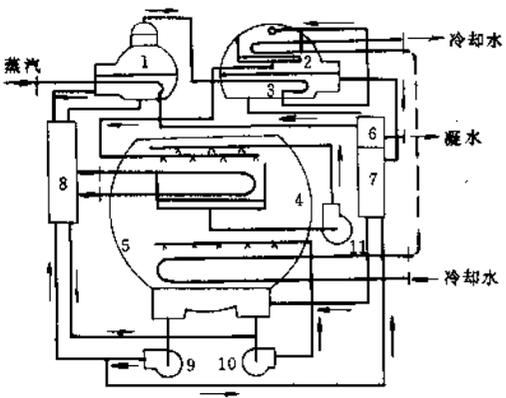
机组类型	循环原理图	工作过程和作用
活塞式 单级活塞式冷水机组 (无回热过程)	<p>图 2.1-1 单级活塞式制冷循环流程图</p>	<p>由单级活塞式制冷压缩机→冷凝器→节流阀→蒸发器四个工作过程依次形成一个封闭系统。压缩机过程：将蒸发器内产生的低压(低温)制冷剂蒸气吸入，经压缩后压力(温度)升高至稍大于冷凝压力，排入冷凝器。</p> <p>冷凝器过程：高压(湿)制冷剂蒸气与冷却水(空气)进行热交换，而凝结成液体。冷凝热量由冷却水(空气)排走。</p> <p>节流阀过程：将制冷剂液体降压(温)后进入蒸发器。</p> <p>蒸发器过程：制冷剂液体在低压(温)下吸收冷水热量而气化，使冷水出水温度降为7°C，达到制冷的目的。蒸发器内的制冷剂蒸气又被压缩机吸走，如此反复循环下去。</p>

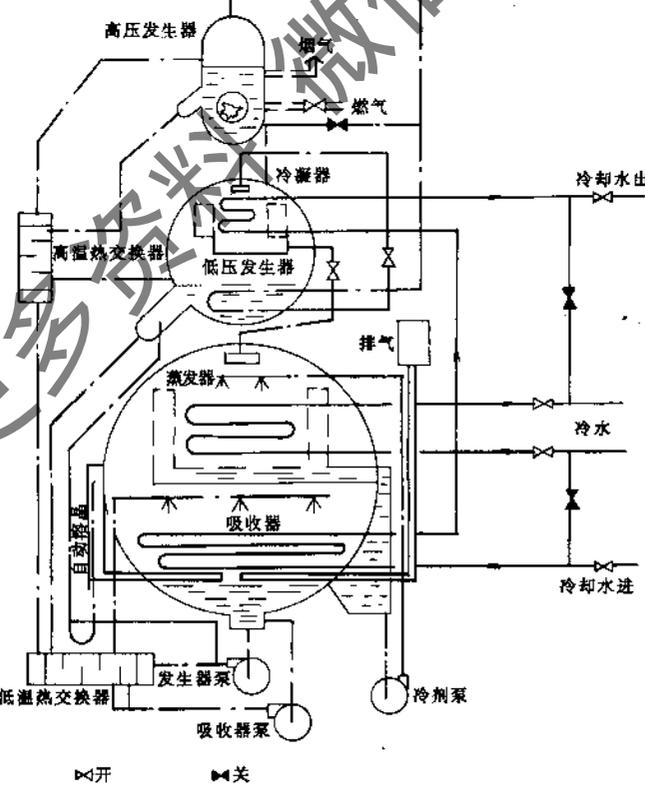
续表

机组类型	循环原理图	工作过程和作用
<p>活塞式</p> <p>单级活塞式冷水机组 (带回热过程)</p>	 <p>图 2.1-2</p> <p>a—单级活塞式压缩机; b—冷凝器; c—节流阀; d—蒸发器; e—气-液热交换器</p>	<p>该循环与上述不同之处, 仅在于采用了回热过程。回热过程的作用:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 使蒸发器出口的制冷剂蒸气加热, 使压缩机吸气有一定的过热度, 以免出现湿压缩程, 甚至出现冲缸事故; 且使吸气中油滴内溶解的 R22 气化 2) 使冷凝器流出的制冷剂液体在回热过程中过冷, 减少节流后产生的蒸气量, 进而提高制冷剂的单位制冷量 (蒸发气化潜热)
<p>螺杆式</p> <p>单级螺杆式冷水机组</p>	 <p>图 2.1-3</p> <p>a—单级螺杆式制冷压缩机; b—冷凝器; c—节流阀; d—蒸发器</p>	<p>该循环同为单级蒸气压缩式制冷循环, 不同之处在于采用了单级螺杆式制冷压缩机。单级螺杆式制冷压缩机工作原理: 属于容积型压缩机。由于螺旋状的阴阳转子转向一左一右的旋转, 阴齿与阳齿相互啮合, 基元容积被逐渐推移, 容积逐渐缩小, 气体被压缩。全工作过程为吸气—压缩—排气的循环过程</p>
<p>离心式</p> <p>单级离心式冷水机组</p>	 <p>图 2.1-4 蒸气压缩式单级理论制冷循环</p> <p>(a) 循环流程图; (b) $\lg p-h$</p>	<p>该循环同为单级蒸气压缩式制冷循环, 不同之处在于采用了单级离心式制冷压缩机</p> <p>单级离心式制冷压缩机工作原理: 制冷剂蒸气在离心式叶轮中, 由于受高速旋转离心力和叶轮流通中的扩压流动的作用, 使其压力 (温度) 升高后, 而排入冷凝器</p> <p>因此, 叶轮是该压缩机中使制冷剂蒸气能量提高的唯一元件。其他元件有吸气室、进口导叶、无叶扩压器、蜗室、排气管等组合而成</p>

机组类型	循环原理图	工作过程和作用
离心式 双级离心式冷水机组	 <p style="text-align: center;">图 2.1-5</p>	<p>该循环同为蒸气压缩式制冷循环，不同之处在于采用了双级离心式制冷压缩机。双级离心式制冷压缩机的作用：该压缩机为两个叶轮串联、同一转速运行，目的是确保压缩比和增大气体流量，故一般用于大流量(制冷量)的离心式制冷机。在两级叶轮之间采用中间省功器，提高了第二级叶轮的单位质量制冷量，这是由于节流后进入第二级叶轮的混合蒸气温度降低，可节省能耗10%~15%。其他元件增加了两级叶轮之间的弯道和回流器。其余元件与单级离心式制冷压缩机同</p>
吸收式 单效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组	 <p style="text-align: center;">图 2.1-6</p> <p>1—冷凝器；2—发生器；3—蒸发器；4—吸收器；5—换热器； 6—U形管；7—防结晶管(“J”形管)；8—抽气装置；9—蒸发器泵；10—吸收器回流泵；11—发生器泵； 12—溶液三通阀</p>	<p>单效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组为达到提供空调用7℃冷水的目的，其工作过程由两个循环组成：</p> <p>一是制冷剂水循环，由发生器泵11送来溴化锂稀溶液经溶液热交换器5加热进入发生器2内，被管簇中的工作蒸汽加热沸腾，汽化成制冷剂水蒸气(不含溴化锂)。制冷剂水蒸气进入冷凝器1，被管簇内冷却水冷却并凝结成制冷剂水，然后经U形管6节流后进入蒸发器3中吸热，蒸发成制冷剂蒸气，带走冷媒水中热量，达到制冷目的。制冷剂蒸气进入吸收器4中，被由吸收器回流泵10送来喷淋的中间溶液所吸收</p> <p>二是溴化锂溶液循环：溴化锂稀溶液由发生器泵11送至发生器2中加热后，制冷剂水逸出，成为浓溶液，经溶液热交换器5放热后进入吸收器4，在吸收器4中吸收制冷剂蒸气而变成溴化锂稀溶液。溴化锂溶液以其浓度变化，带动制冷循环，其作用相当于压缩式制冷机中的压缩机</p>

续表

机组类型	循环原理图	工作过程和作用
吸收式 双效蒸汽型 溴化锂吸收式冷水机组	 <p style="text-align: center;">图 2.1-7</p> <p>1—高压发生器；2—冷凝器；3—低压发生器；4—蒸发器；5—吸收器；6—凝水回热器；7—低温热交换器；8—高温热交换器；9—发生器泵；10—吸收器泵；11—蒸发器泵</p>	<p>该循环与上述单效循环不同之处在于装有高、低压发生器，高温与低温溶液热交换器</p> <p>工作过程：吸收器5的稀溶液由发生器泵9送经溶液热交换器7和8升温进入高压发生器1，被工作蒸汽加热产生制冷剂蒸气，溶液温度和浓度升高，由高压发生器1出来的浓溶液经高温热交换器8放热降温，进入低压发生器3，被管内来自高压发生器1的制冷剂蒸气加热，再次产生制冷剂蒸气，溶液浓度升高，高压发生器1中制冷剂蒸气加热低压发生器后放热，凝结成冷却水与低压发生器3产生的制冷剂蒸气一起进入冷凝器2，冷却成冷却水，经节流进入蒸发器4。经蒸发器泵11送往喷淋，在管簇上的冷却水吸收冷媒热的热量而蒸发，达到制冷目的</p>

直燃型溴化锂 吸收式冷热水机组	 <p style="text-align: center;">图 2.1-8 制冷循环</p>	<p>双效直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的制冷循环与双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的制冷循环相同，如上所述</p> <p>注意几点：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 该机中高压发生器实际是一个火管锅炉，不另设锅炉（热源），亦可采暖和提供生活卫生热水 2. 高压发生器燃烧装置中热效率约为0.8左右，与双效蒸汽型冷水机组热效率相近 3. 制冷循环向中央空调系统提供7℃冷媒水
--------------------	--	--

续表

机组类型	循环原理图	工作过程和作用
<p>直燃型溴化锂吸收式冷热热水机组</p>	<p style="text-align: center;">图 2.1-9 采暖循环</p>	<p>是一种制冷与采暖交换使用的循环系统。进行采暖循环时，相对于制冷循环进行如下切换：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 关闭冷却水进出口阀，停止供应冷却水 2. 开启高压发生器和蒸发器之间的连通阀，使高压发生器中产生的制冷剂水蒸气进入蒸发器 3. 停止制冷剂泵运转 <p>通过燃料（油、气）燃烧加热高压发生器中的稀溶液，使溶液变浓并产生蒸气。制冷剂蒸气直通蒸发器加热管内热水，升温后供采暖用。此时蒸发器相当于高压发生器的冷凝器。制冷剂蒸气放热后凝结成制冷剂水，积于蒸发器底部，并溢流至吸收器中。高压发生器中流出的浓溶液经高温热交换器、低压发生器和低温热交换器进入吸收器，与来自蒸发器的制冷剂水混合。混合后的稀溶液由溶液泵经高、低温热交换器送入高压发生器，如此重复循环，连续采暖</p> <p>在采暖循环中，该冷热热水机组中的吸收器、冷凝器与低压发生器均不起作用</p>

续表

机组类型	循环原理图	工作过程和作用
<p style="text-align: center;">吸 收 式</p> <p style="text-align: center;">两级热水 型溴化锂吸 收式冷水机 组</p>	<p style="text-align: center;">图 2.1-10</p> <p>1—高压发生器；2—冷凝器；3—低压发生器；4—高压吸收器；5—高温溶液热交换器；6—发生器泵（I）；7—吸收器泵（I）；8—低温溶液热交换器；9—蒸发器；10—冷剂泵；11—低压吸收器；12—吸收器泵（II）；13—发生器泵（II）</p>	<p>一种利用低势热源（如 70~80℃中温水）的节能性制冷设备。其热力系数约为单效机组的 55%（单效机组约为 0.7），冷却水耗量约为其两倍，故该机组经济性较低。</p> <p>工作过程：低压吸收器 11 和高压吸收器 4 吸收终了的稀溶液由发生器泵（I 和 II）加压后，通过低温和高温溶液热交换器（8 和 5）升温，送入低压发生器 3 和高压发生器 1，并被浓缩产生制冷剂蒸汽。发生终了的浓溶液经低温和高温溶液热交换器（8 和 5）降温后，流至低压吸收器 11 和高压吸收器 4，吸收来自蒸发器 9 和低压发生器 3 的制冷剂蒸汽。</p> <p>高压发生器 1 产生的制冷剂蒸汽，在冷凝器 2 中冷却并凝结成冷却水，经节流机构进入蒸发器 9，在蒸发器 9 中吸取管内冷媒水的热量而气化，产生制冷效果。</p> <p>热水型单效机组分为中温型和低温型。中温型制取 10℃的冷媒水；低温型制取 7℃的冷媒水。热水型双效机组国内目前尚无产品问世。</p>

2.2 制冷剂、载冷剂与润滑油

2.2.1 制冷剂

1. 制冷剂的定义和代号

在制冷机的蒸发器内蒸发，并从被冷却物质（如空调用的循环冷媒水）中吸取热量而气化，然后在冷凝器内将热量传递给另一种介质（如空调用的循环冷却水）而本身液化的工作物质称为制冷剂，或制冷工质。

各类制冷机借助于制冷剂循环中状态的变化（液态 \rightleftharpoons 气态），达到制冷的目的。

例如在中央空调系统的制冷（热）设备中采用的 R22、R134a、R123、R12、R11、R717、R718、R500、R502 等均为制冷剂。

各类制冷剂的代号，国际上都采用“R”字母来表示。“R”是英语“Refrigerant”（制冷剂）的第一个字母。

按我国国家标准 GB7778—87 规定的制冷剂的简单表示方法，分述如下：

(1) 对无机化合物的制冷剂：主要有氨、水、二氧化碳等。规定为：R（700+分子量整数）。例如氨，分子式为 NH_3 ，分子量的整数为 17，故其制冷剂编号为 R717；又如水，分

子式为 H_2O ，分子量的整数为 18，故其制冷剂编号为 R718；二氧化碳的制冷剂编号为 R744 等等。

(2) 对氟利昂 (Freon) 制冷剂：主要有 R11、R12、R22、R123、R134a 等，其制冷剂编号表示如表 2.2-1。

氟利昂制冷剂编号表示方法

表 2.2-1

制冷剂名称	化学分子式	编号表示方法
三氟二氯乙烷	$C_2HCl_2F_3$	R123 ($m-1=1, n+1=2, p=3$)
二氟一氯甲烷	CHF_2Cl	R22 ($m-1=0, n+1=2, p=2$)
四氟乙烷	$C_2H_2F_4$	R134a ($m-1=1, n+1=3, p=4$)
一氟三氯甲烷	$CFCl_3$	R11 ($m-1=0, n+1=1, p=1$)
二氟二氯甲烷	CF_2Cl_2	R12 ($m-1=0, n+1=1, p=2$)

注：1. R 后面第一位数：分子式中碳原子数目 m 减去 1 (即 $m-1$)。若 $m-1=0$ ，可不写。

2. R 后面第二位数：分子式中氢原子数目 n 加上 1 (即 $n+1$)。

3. R 后面第三位数：分子式中氟原子数目 p 。

(3) 对混合制冷剂：例如 R500、R502 等共沸混合制冷剂。对这类共沸混合制冷剂规定为：按已经商品化的应用次序、在 500 序号中顺次规定其编号。如已命名的 R500—R12/R152a (73.8/26.2 质量%)、R502—48.8/51.2 (48.8/51.2 质量%)。

(4) 对氢碳化合物的制冷剂：主要有甲烷、乙烷、乙烯、丙烯等。其编号方法与氟利昂制冷剂相同。如 R50 (甲烷) 等。

2. 制冷剂的一般分类及应用范围

通常按其使用条件来分类。按照制冷剂在标准大气压下的饱和温度 (简称标准蒸发温度或沸点) t_s 和常温下的冷凝压力 p_K 的高低及适用温度范围分为三大类：

(1) 低压高温制冷剂：

常温下冷凝压力： $p_K \leq 0.3 \text{ MPa}$ ；

标准蒸发温度： $t_s > 0^\circ\text{C}$

例如：R11、R123 等。

(2) 中压中温制冷剂：

常温下冷凝压力： $p_K = 0.3 \sim 2 \text{ MPa}$ ；

标准蒸发温度： $t_s = 0 \sim -60^\circ\text{C}$

例如：R12、R134a、R717 等。

(3) 高压低温制冷剂：

常温下冷凝压力： $p_K = 2 \sim 4 \text{ MPa}$ ；

标准蒸发温度： $t_s < -70^\circ\text{C}$

例如：R22、乙烯、乙烷等。

几种主要制冷剂的应用范围见表 2.2-2。

3. 制冷剂应具备的一般性质

所谓“一般性质”，是指作为制冷机的制冷剂所应具备的一般共性。通常可以从化学性质、热力学性质、热物理性质、介电性能、爆炸性、热稳定性、对食品的作用等方面来考虑。

几种主要制冷剂的应用范围

表 2-2-2

制冷剂	使用温度(压力)范围	制冷机类型	用途	备注
R11	高温(低压)	离心式	空调	高温: 10~0℃
R12	高、中、低温(中压)	活塞式、回转式、离心式	冷藏、空调	中温: 0~-21℃
R123	高温(低压)	离心式	空调	低温: -20~-60℃
R134a	高、中温(中压)	离心式	空调	超低温: -60~120℃
R22	高、中、低温(高压)	离心式、活塞式、回转式	空调、冷藏	低压: ≤0.3MPa
R717(氨)	中、低温(高、中压)	离心式、回转式	冷藏	中压: 0.3~2MPa
R718(水)	高温(中、低压)	溴化锂吸收式	空调	高压: 2~4MPa
R500	高、中温(中压)	活塞式、回转式、离心式	空调、冷藏	
R502	高、中、低温(高压)	活塞式、回转式	空调、冷藏、低温	

(1) 化学性质

1) 无毒性、无刺激性臭味、对人体健康无损害。这是选择制冷剂的十分重要的使用条件之一。

根据常规的豚鼠在制冷剂作用下的试验,一般对制冷剂的毒性分为六个等级(见表 2-2-3)。其间又细划分为 a、b、c 级,毒性依次递减。对部分制冷剂的毒性等级比较见表 2-2-4。

制冷剂的毒性等级

表 2-2-3

毒性等级	试验条件		危害程度
	制冷剂气体的体积百分数(%)	作用时间(min)	
1	0.5~1	5	致死
2	0.5~1	30	致死
3	2~2.5	60	开始死亡或重创
4	2~2.5	120	开始死亡或重创
5	20	120	有一定危害
5	20	120	不发生危害

部分制冷剂的毒性等级比较

表 2-2-4

制冷剂	毒性等级	对生物有重大危险的接触时间和体积百分数	
		接触时间(h)	体积百分数(%)
R11	5a	2	10.0
R12	6	2	28.5~30.4
R21	4~5	1/2	10.2
R22	5a	2	9.5~11.7
R113	4~5	1	4.8~5.2
R114	6	2	20.1~21.5
R500	5a	2	19.4~20.3
R502	5a	—	—
R40	4	2	2~2.5
R30	4~5	1/2	5.1~5.3
R717	2	1/2	0.5~0.6
R764	1	1/2	0.7
R744	5a	1/2~1	29~30
R170	5b	2	37.5~51.7
R290	5b	2	37.5~51.7

某些制冷剂虽然无毒,但其在空气中浓度过高亦会引起缺氧性窒息。另如R11、R12、R22、R113、R114等制冷剂若遇明火,会分解出剧毒的光气。

美国杜邦公司公布的制冷剂毒性试验结果^①

表 2.2-5

试验内容	R11	R12	R22	R114	R123	R134a
ALC/LC50(4h) ^②	26,000	760,000	>300,000	>600,000 (2h)	32,000	>500,000
诱发心脏病的允许浓度极限	5,000	50,000	50,000	45,000	20,000	75,000
麻醉效应的允许浓度 ^③	35,000 (10min)	254,000 (10min)	140,000 (10min)	250,000 (10min)	40,000 (10min)	205,000 (4h)
次慢性作用浓度 ^④ NOEL/NOAEL	10,000	10,000	10,000	10,000	<300	50,000
慢性作用浓度	不致癌 1,000 5,000	不致癌 1,000 5,000	轻微致癌 ^⑤ 1,000 10,000 50,000	不致癌 ^⑥	出现良性肿瘤 ^⑦ 300 1,000 5,000	出现良性肿瘤 ^⑧ 2,500 10,000 50,000
允许暴露浓度 ^⑨ AEL/TLV	1,000 (极限)	1,000	1,000	1,000	10 ^⑩ 1,000(1h) 2,500(1min)	1,000 ^⑪ (WEEL-1000)

① 表中浓度单位为 mg/L;

② 在所示浓度下,经 4 小时出现麻醉征兆;

③ 在所示浓度下产生麻醉作用;

④ 经过 90 天呼吸所示浓度的空气时,没有发现有什么征兆反映或副作用的征兆反映;

⑤ 只有在 50,000mg/L 时,公鼠中出现涎液腺肿瘤;

⑥ 采用 R113、R11、R12 和 R114 四种混合制冷剂,每种占 25%;

⑦ 胰脏、肝和睾丸上出现良性肿瘤;

⑧ 50,000mg/L 时,出现睾丸良性肿瘤;

⑨ 允许暴露浓度(在 45 年内,每周 5 天,每天 8h);

⑩ 杜邦公司规定的紧急状态下的允许暴露浓度极限,近又放宽至 30~50mg/L;

⑪ WELL—工作区域内的允许暴露浓度极限。

2) 具有化学稳定性。尽可能是不活泼的物质。不燃烧,在使用温度范围内应不分解;也不应因复合而形成高沸点物质。

(2) 热力学性质(见表 2.2-6 及有关手册)

常用制冷剂的热力学性质

表 2.2-6

类别	名称	代号	分子式	分子量 M	标准沸点 t_s (°C)	凝固温度 t_f (°C)	临界温度 t_c (°C)	临界压力 p_c (MPa)	绝热指数 $k(20^\circ\text{C}, 103.25\text{ kPa})$
氟利昂	三氟二氯乙烷	R123	$\text{C}_2\text{HF}_3\text{Cl}_2$	152.9	27.9	-107	183.8	3.67	1.09
	四氟乙烷	R134a	$\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_4$	102.0	-26.2	-101.0	101.1	4.06	1.11
	一氟三氯甲烷	R11	CFCl_3	137.39	23.7	-111.0	198.0	4.37	1.135
	二氟二氯甲烷	R12	CF_2Cl_2	120.92	-29.8	-155.0	112.04	4.12	1.138
	二氟四氯甲烷	R22	CHF_2Cl	86.48	-40.84	-160.0	96.13	4.986	1.194 (10°C)

续表

类别	名称	代号	分子式	分子量 M	标准沸点 t_s (°C)	凝固温度 t_f (°C)	临界温度 t_c (°C)	临界压力 p_c (MPa)	绝热指数 k (20°C、 103.25 kPa)
无机化合物	氨	R717	NH ₃	17.03	-33.35	-77.7	132.4	11.52	1.32
	水	R718	H ₂ O	18.02	100.0	0.0	374.12	21.2	1.33 (0°C)
	二氧化碳	R744	CO ₂	44.01	-78.52	-56.6	31.0	7.38	1.295
非饱和碳氢化合物	乙烯	R1150	C ₂ H ₄	28.05	-103.7	-169.5	9.5	5.06	1.22 (15.6°C)
	丙烯	R1270	C ₃ H ₆	42.08	-47.7	-185.0	91.4	46.0	1.15 (15.6°C)
共沸混合物	R12 与 R152a	R500	CF ₂ Cl ₂ /C ₂ H ₄ F ₂ 73.8/26.2	99.3	-33.3	-158.9	105.5	4.30	1.127 (30°C)
	R22 与 R115	R502	CHF ₂ Cl/C ₂ F ₃ Cl 48.8/51.2	111.64	-45.6	—	96.0	42.66	1.133 (30°C)

注：上述制冷剂除 R717 外，其余均不存在可燃性。

制冷剂的热力学性质条件：

- 1) 在大气压力下制冷剂的正常蒸发温度要低，这是一个必要条件；
- 2) 制冷剂的正常蒸发温度所对应的压力不要过低，最好相近或稍高于大气压力，减少外部空气向蒸发器内的渗漏度，以免降低制冷能力。冷凝温度所对应的冷凝压力不要过高，以提高冷凝器的安全性、密封性。几种氟利昂制冷剂的蒸发压力和冷凝压力见表 2.2-7；

几种制冷剂的饱和蒸发压力和饱和冷凝压力

表 2.2-7

制冷剂	蒸发温度 (°C)	饱和蒸发压力 (kPa, 绝对)	冷凝温度 (°C)	饱和冷凝压力 (kPa, 绝对)
R123	2	35.906	40	154.42
	5	40.957	45	181.68
R134a	2	314.62	40	1016.4
	5	349.63	45	1159.7
R22	2	530.83	40	1533.5
	5	583.78	45	1729.0
R11	2	43.734	40	173.46
	5	49.535	45	202.28
R12	2	329.40	40	960.66
	5	362.55	45	1084.3

3) 在循环给定的工作条件下，对应的冷凝压力与蒸发压力之差值要小，即其比值要小，以减少压缩机的压缩比和尺寸，简化压缩机结构；

4) 制冷剂的单位容积量 q_v 要尽可能大。这在一定制冷量下，可减少制冷剂的循环流量，缩小机组尺寸、质量和金属消耗量；

5) 制冷系数要大，节约能耗；

6) 凝固温度要低于工作温度范围，便于制取低的蒸发温度；临界温度要高，最好高于环境温度，便于用一般冷却水进行冷凝，见表 2.2-6。

(3) 热物理性质 (详见有关手册资料)

1) 密度

容积式 (活塞式、螺杆式等) 制冷压缩机中，制冷剂蒸气压缩比与蒸气的密度成反比；

而在离心式制冷压缩机中,正好相反。故离心式机组应采用高密度的制冷剂蒸气,对工作有利。

2) 粘度

制冷剂液态与气态的粘度小,可减少液体管路及吸气管路中的阻力损失,且可提高蒸发器和冷凝器中的导热系数。

3) 导热系数

这是制冷剂的一个重要性质。氟利昂等制冷剂中含有氯元素,能改善换热表面的润湿,增大制冷剂与传热面的接触,增大导热系数。但氟利昂制冷剂分子含氯元素,导致臭氧层破坏,于环保要求不利。

4) 潜热

制冷剂的汽化潜热越大,则所需的循环量就越小,节省能耗。

(4) 溶解性与腐蚀性

氨易溶于水,氟利昂和烃类难溶于水。氟利昂分子中氟原子数越多,其在水中的溶解度就越小。

水在制冷剂中的溶解度要严格控制,不能含有超标准的水分(水分 $\leq 25\text{mg/L}$)。

水溶于制冷剂后会发生水解,形成酸性产物。尽管水解作用进行缓慢,但对金属材料的腐蚀和降低制冷剂的电气绝缘性能却较严重。

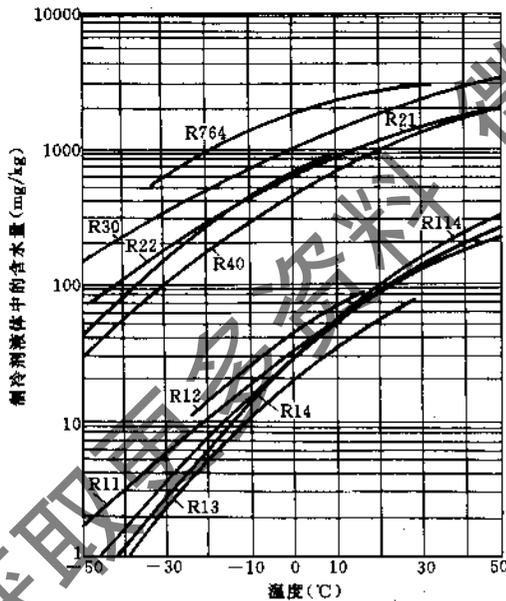


图 2.2-1 水在某些制冷剂中的溶解度

某些制冷剂的水溶性见图 2.2-1。

氨与水可以相互溶解, 1m^3 的水能溶解 900m^3 的氨气,形成氨水溶液。在任何低温下,氨与水也不会分解。氨液中含有水会导致其蒸发温度上升,降低润滑油的润滑作用,制冷量下降。因此,以氨为制冷剂时,氨液中的含水量应不超过 0.12%。

R22 中含水量超过图 2.2-1 中溶解度时,且温度在 0°C 以下时,会析出水而结冰,堵塞制冷剂的流通截面,称为冰塞现象。以 R22 为制冷剂时,其含水量不得超过 0.0025% (质量)。其他制冷剂,如 R12 等的水溶性与 R22 相同。

制冷剂与润滑油的互溶性:氨(R717)基本上不溶于润滑油,共存时有明显的分层,油很易分离出来。R11、R12、R123 与润滑油完全溶解,形成均匀溶液,无分层现象。

R134a 不含氯,亲油性差,与现用冷冻机油不相溶(如 R12 所用矿物润滑油),相互间要发生化学反应,必须另换适合的人工合成润滑油。R22、R502 等在高温时能与润滑油完全溶解,低温时混合液分为两层,一层含油较多,一层含油较少。

制冷剂与润滑油互溶性的作用:互溶时,在换热管表面不会形成油膜,避免了对传热不利的影

滑油后，使润滑油的粘度和凝固点下降，于低温装置有利。制冷剂大量溶入润滑油后，将导致轴承（特别是推力轴承）油膜太薄或破坏，酿成压缩机事故。油与制冷剂不互溶时，优点是制冷剂蒸发温度比较稳定，不影响制冷能力，且在制冷设备中，易于使其分离；缺点是在蒸发器和冷凝器传热表面上形成很难消除的油垢层，影响换热效果。

制冷剂对非金属的作用：R11、R12、R22 等一般氟利昂制冷剂属于一种良好的有机溶剂，很易溶解天然橡胶和树脂材料；对高分子化合物材料虽不溶解，但能使其变软、膨胀、起泡。故制冷机中的密封材料和封闭式电动机（采用制冷剂冷却的电动机）的电器绝缘材料，不宜选用天然橡胶和树脂化合物，而应采用耐腐蚀的氯丁烯、氯丁橡胶、尼龙、塑料等材料。R123、R134a 等制冷剂无法适应现在采用的橡胶、绝缘漆和干燥剂，必须全部更换。

制冷剂对金属的作用：R717（氨）对钢铁无腐蚀作用。氟利昂制冷剂对几乎所有金属都无腐蚀作用。但 R134a 对铜材有腐蚀。碳氢化合物（甲烷、乙烷、丙烷、乙烯、丙烯等）的制冷剂对金属无腐蚀作用。

(5) 电绝缘性

在封闭式制冷压缩机中，电动机的线圈与制冷剂直接接触，要求制冷剂应有较好的电绝缘性能。R123 代替 R11 时，R123 与原用于冷却电动机线圈的绝缘漆有化学反应，需采用适于 R123 制冷剂的新型线圈绝缘漆。

电击穿强度是代表制冷剂电绝缘性能的一个指标。一些制冷剂气体在压力为 $1 \times 10^5 \text{Pa}$ 、温度为 0°C 时的电击穿强度见表 2.2-8。

部分制冷剂气体的电击穿强度

表 2.2-8

制冷剂	R11	R12	R13	R14	R22	R113	R717
电击穿强度 (kV/cm)	108	148	53	38	170	170	31

微量杂质如灰尘存在，会使制冷剂的电绝缘性能下降。

(6) 可燃性和爆炸性

制冷剂的燃烧性用燃点表示。它是制冷剂蒸气与空气混合后，能产生闪火并继续燃烧的最低温度。

R11、R12、R22、R123、R134a、R718、R500、R502 等制冷剂均不具可燃性。

制冷剂蒸气在空气中含量达到一定比例时，会与空气构成爆炸性混合气体，遇火源时即能发生爆炸。制冷剂在空气中构成爆炸性混合物时，在空气中所占一定比例的范围就称爆炸极限（见表 2.2-9）。

制冷剂的燃点和爆炸极限

表 2.2-9

制冷剂	燃点 ($^\circ\text{C}$)	爆炸极限		爆炸时的最高压力 (10^5Pa)	达到最高压力的时间 (s)
		体积百分数 (%)	氨的含量 (g/m^3)		
R717	1171	15.5~27	110~192	4.42	0.175
R50	645	5~15	33.4~100	—	0.018
R170	530	3.22~12.45	39.2~156.5	8.43	—
R1150	540	3.05~28.6	35~334	—	—
R290	510	2.37~9.5	43.6~175	8.13	0.02
R1270	455	2.0~11.1	35~194.5	—	—
R600	490	1.86~8.41	45~203.5	—	0.024

续表

制冷剂	燃点(°C)	爆炸极限		爆炸时的最高压力 (10 ⁵ Pa)	达到最高压力的时间 (s)
		体积百分数(%)	氯的含量(g/m ³)		
R600a	—	1.8~8.44	43.5~204	—	—
R40	632	8.1~18.6	170~390	5.72	0.11
R142b	—	10.6~15.1	463~660	—	—

4. 中央空调常用制冷剂的综合特性比较

从目前国内外中央空调系统设备中所实际使用的制冷剂状况出发,对其环境保护等综合特性作一比较,见表2.2-10,目的在于有助于对它们的全面了解。

中央空调常用制冷剂的综合特性比较表

表 2.2-10

序号	环境保护等综合特性	R11 (CFC-11)	R12 (CFC-12)	R134a (HFC-134a)	R123 (HCFC-123)	R22 (HCFC-22)
1	臭氧层破坏指数(ODP)	1.0	0.9~1.0	0	0.013~0.022	0.04~0.06
2	温室效应系数(GWP)	1.0	2.8~3.4	0.24~0.29	0.017~0.02	0.32~0.37
3	在大气中存在寿命(年)	70	144	20	1.9	19
4	冷媒泄漏率(以R123为基数)	1.0	>10	>10	1.0	>10
5	冷媒泄漏(或空气渗入)的影响	冷凝压力高	冷量下降	冷量下降	冷凝压力高	冷量下降
6	生物安全性(慢性毒性反应)	不致癌	不致癌	出现 良性肿瘤	出现 良性肿瘤	轻微致癌
7	可燃性	否	否	否	否	否
8	工作压力等级(制冷剂)	低(负)压	中压	中压	低(负)压	高压
9	理论制冷效率(以R11为基数)	基数	-8.0%	-7.0%	-1.5%	-7.5%
10	发展中国家国际禁用年限	2010年	2010年	无	2040年	2040年
11	完成生物毒性试验后	完成	完成	完成	完成	完成
12	制冷剂受控或过渡	受控	受控	不受控	过渡	过渡

5. 关于研究R22制冷剂的代用问题

R22(HCFC-22)制冷剂广泛用于中央空调采暖系统、冷冻冷藏关键设备、空调柜机、电冰箱(柜)、家用窗式及分体式空调器、车辆空调器等处,国际上《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》和我国《国家方案》均宣布R22为一种过渡性物质(还包括R123等),对我国允许使用期限为2040年。

但由于R22的ODP值及GWP值均较R123偏高,其慢性毒性反应呈“轻微致癌”作用,故近年来欧洲各国及美国官方环保组织要求提前禁止生产和使用R22的呼声日益紧迫。例如德国环保局要求2000年1月禁止生产R22;美国杜邦公司决定2004年停止生产R22;美国环保局(EPA)要求2005年禁用R22;美国国家资源防卫局(NRDC)要求1999年禁用R22;而欧洲法、意、英等国更要求1996年禁用R22。

鉴于R22已面临着限制和提前禁用的严峻形势,因此,寻找制冷剂R22的代用物,正成为各国制冷剂研究工作的共同目标和方向。我们看到,新的共沸混合物的研究,为寻找新的较理想的代用制冷剂开辟了新的途径。在表2.2-11中列出某些不含氯元素的混合型制冷剂,其中R32/R125/R134a的混合制冷剂已用于小冷量的小型制冷机中。

某些代用 R22 的混合型制冷剂

表 2.2-11

混合型制冷剂组成	组成的重量百分数 (%)	混合型制冷剂组成	组成的重量百分数 (%)
R32/R125	60/40	R32/R125/R134a/R290	20/55/20/5
R32/R134a	30/70	R32/R125/R134a	30/10/60
R32/R134a	25/75	R32/R227	35/65
R32/R125/R134a	10/70/20		

我国制冷剂研究工作者亦积极探索研究 R22 制冷剂的代用混合型制冷剂,并陆续取得了一些可喜的试验成果。这些二相或三相新共沸混合型代替 R22 制冷剂时,将涉及制冷机结构、零部件、材质的更换和重新进行产品的气动热力学设计程序,不可能简单的替换。寻求 R22 制冷剂的代用制冷剂,关系到 50% 以上的空调制冷产品的使用问题,任务十分紧迫。

另一类不含氟元素的 HFC 类物质 (HFCs),如 R134a (HFC-134a) 和 R152a (HFC-152a),对大气臭氧层的破坏系数为零,颇受注意。目前国内外均有以 R134a 为制冷剂的制冷机投入市场,且能部分替代 R22 制冷剂。尤其是进行 HFC 类混合型制冷剂的研究 (表 2.2-24),希望不久能取得更大的进展。

在纯制冷剂的替代研究中,人们对氨 (R717) 和烷烃类等制冷剂的作用又重新予以重视,考虑如何扩大此类制冷剂的应用范围。并希望通过研制有良好密封装置的制冷压缩机产品,解决其可燃可爆等重大缺陷。

目前使用较多的共沸混合物是 R502 (由质量百分数为 48.8% 的 R22 和 51.2% 的 R115 组成),比较 R22 和 R115 纯制冷剂具有更好的低温热力学性能。R502 不燃烧、不爆炸、无毒性,对金属无腐蚀作用,对橡胶和塑料的浸蚀性也很小,它的标准蒸发温度为 -45.6°C ,正常工作压力与 R22 相近。在相同工况下,R502 的单位容积制冷量比 R22 大,是一种良好的中温制冷剂 ($0\sim-20^{\circ}\text{C}$),以替代 R22 在中温段的使用。而对于高温段使用的中央空调采暖系统中的 R22,极少以 R502 混合型制冷剂替代。

2.2.2 吸收式制冷机的工质对

1. 对吸收式制冷机工质的要求

吸收式制冷机中采用的循环工质通常是一种二元溶液,由沸点不同的两种物质所组成。其中,低沸点组分 (易挥发组分) 用作制冷剂,高沸点组分 (难挥发组分) 用作吸收剂。

目前在吸收式制冷机中采用的二元溶液工质对只有氨水溶液和溴化锂水种两种 (见表 2.2-12)。

吸收式制冷机的二元溶液工质对

表 2.2-12

吸收剂 制冷剂	H ₂ O	LiBr	NaSCN	E181	LiNO ₃	DMF
NH ₃	○		△		△	
H ₂ O		○				
CH ₃ NH ₂	△					
CH ₃ OH	△	□		△		△
R22				□		△

注: ○—已使用;

□—试用;

△—方案。

对吸收式制冷机制冷剂的主要要求和压缩式制冷机基本相同,如蒸发潜热大,工作压力适中,对金属材料的腐蚀性小,成本低,毒性小,不可燃,不爆炸,安全可靠等。

对吸收式制冷机吸收剂要求具有下列一些特性:

- (1) 在相同压力下,它的沸点比制冷剂高,且相差越大越好;
- (2) 具有强烈地吸收制冷剂的能力;
- (3) 无臭、无毒、不爆炸、不可燃、安全可靠;
- (4) 价格低廉,容易获得;
- (5) 粘度小、比热容小、化学稳定性好;
- (6) 对金属材料的腐蚀性小。

2. 溴化锂水溶液

(1) 一般性质

锂(Li)和溴(Br)在化学元素周期表中分别属于碱金属族和卤素族。

溴化锂(LiBr)的化学性质大体上与食盐(氯化钠)相似。无水溴化锂是白色块状晶体,无毒,是一种稳定的物质,在大气中不会变质,也不会分解和挥发,主要性质如表2.2-13。

无水溴化锂的性质 表 2.2-13

化学式	外观	分子量	质量分数(%)		比重 (25℃)	熔点 (℃)	沸点 (℃)
			Li	Br			
LiBr	无色结晶块	86.856	7.99	92.01	3.464	549	1265

水作为制冷剂具有蒸发潜热大(约为R22的10倍)、传热系数高、无毒、无味、容易获得等优点。缺点是常压下沸点高、质量体积大,无法获得0℃以下的低温。

溴化锂水溶液的制取:通常由氢溴酸(HBr)和氢氧化锂(LiOH)通过中和反应来制取。



另外,溴素(Br₂)与碳酸锂(Li₂CO₃)也可用来制取溴化锂溶液。

溴化锂溶液为无色透明液体,没有毒性,入口有咸味,溅在皮肤上微痒。市售的溴化锂溶液已加入缓蚀剂铬酸锂(Li₂CrO₄),呈淡黄色,且有轻微毒性。使用过程中要特别防止溅入眼内,以防止眼睛受伤。由于溶液呈碱性,会在空气中吸收二氧化碳而析出碳酸锂沉淀,因而需密封贮存。

溴化锂溶液中溴化锂含量常用质量百分数来表示,即以100g的溴化锂溶液中所含的无水溴化锂的质量来表示。机组中使用的溴化锂溶液,应符合表2.2-14的要求。

吸收式制冷机用溴化锂溶液的要求

表 2.2-14

成分	规格	M 系列	C 系列
		LiBr 水溶液 ^①	质量百分数
Li ₂ CrO ₄	(%)	—	0.10~0.30
Li ₂ MoO ₄		0.05~0.20	—

续表

规格		M 系列	C 系列
成分			
NH ₃	质量百分数 (%)		0.0001
Ca			0.001
Mg			0.001
SO ₄ ²⁻			0.02
Cl ⁻¹			0.05
Ba			0.001
Fe			0.0001
Cu			0.0001
BrO ₃ ⁻¹			无反应

注：1. M 系列以钼酸锂 (Li₂MoO₄) 作缓蚀剂。C 系列以铬酸锂 (Li₂CrO₄) 作缓蚀剂。
 2. LiBr 水溶液、Li₂CrO₄、Li₂MoO₄ 及碱度指标可根据需要调整。
 溶液碱度 pH=9~10.5，该项指标可根据需要调整。

进口吸收式制冷机组配用的溴化锂溶液，其溴化锂的质量百分数为：单效机 53%；双效机 55%。

(2) 物理性质

1) 溶解度：溴化锂极易溶解于水，常温下饱和溶液的浓度可达 60% 左右。

图 2.2-2 所示为溴化锂溶液的结晶曲线，也称溶解度曲线。图中，纵轴表示结晶温度，横轴表示溶液的浓度。曲线上任一点均表示溶液处于饱和状态。它的左上方为液相区，溶液不会有结晶体出现；右下方为固相区，溶液在该区域内任何一点，都会有结晶体析出。溴化锂溶液是否有晶体析出，取决于温度和浓度两个状态参数。作为制冷机工质，溴化锂溶液应始终处于液态，无论运行或停机期间，均不允许有晶体析出。

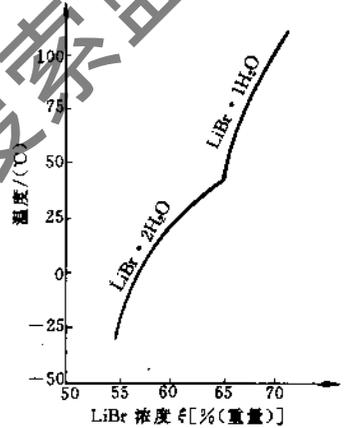


图 2.2-2 溴化锂溶液的结晶曲线

2) 密度：密度的意义是单位体积的物质所具有的质量，以符号 ρ 表示，其单位是 kg/m³。密度的倒数称为比容 $\nu = \frac{1}{\rho}$ ，单位为 m³/kg。

图 2.2-3 和图 2.2-4 表示溴化溶液的密度曲线。

只要用比重计和温度计同时测出溶液的相对密度和温度，就能从图 2.2-3 或图 2.2-4 中查得溶液的浓度。

3) 比热容：即在压力不变的条件下，单位质量溶液温度升高（或降低）1℃ 时，所吸收（或放出）的热量，以符合 C 表示。比热容的单位为 kJ/(kg · K)。

$$1\text{kcal}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) = 4.19\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

图 2.2-5 所示是溴化锂溶液的比热容曲线。图中可知，溴化锂溶液的比热容随着温度的升高而增大，随浓度的升高而减小，且比水的比热容小得多。溶液比热容小，有利于提高机组的效率。

4) 粘度：粘度是用于表示流体粘流动性大小的物理参数。有动力粘度和运动粘度之分。动力粘度用符号 μ 表示，运动粘度用 ν 表示。其间的关系是

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

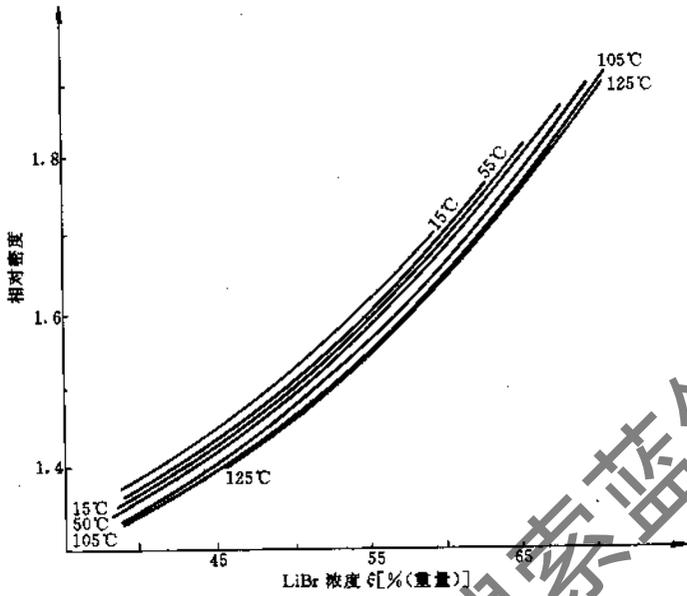


图 2.2-3 溴化锂溶液的密度 (等温线)

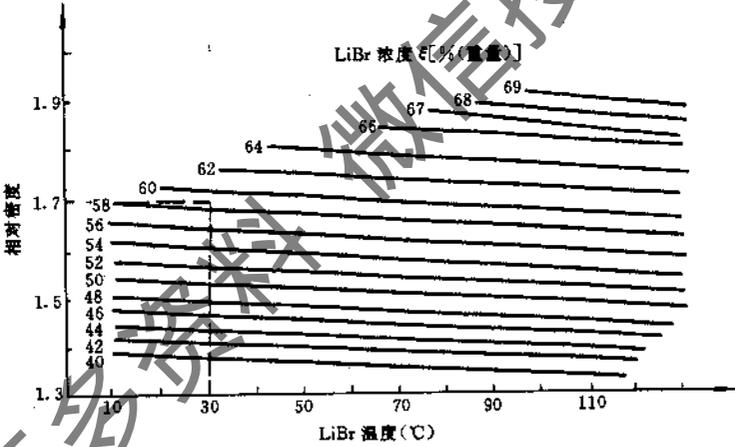


图 2.2-4 溴化锂溶液的密度 (等浓度线)

式中 ρ ——密度, kg/m^3 ;

μ 的工程单位是 $\text{kgf} \cdot \text{s}/\text{m}^2$, 法定计量单位是 $\text{Pa} \cdot \text{s}$, 两者换算关系为: $1\text{kgf} \cdot \text{s}/\text{m}^2 = 9.80665\text{Pa} \cdot \text{s}$

ν 的工程单位和法定计量单位都是 m^2/s 。

图 2.2-6 是溴化锂溶液的动力粘度曲线。

图中的曲线为等温线。由图可知, 在一定的温度下, 随浓度的增加, 粘度急剧增大; 在一定的浓度下, 随温度降低, 粘度增大。粘度的大小对溶液的流动状态有很大影响。

5) 表面张力: 表面张力以符号 σ 表示, 法定单位为 N/m , 工程单位为 kgf/m 。 $1\text{kgf} = 9.81\text{N}$ 。

图 2.2-7 为溴化锂溶液的表面张力曲线。

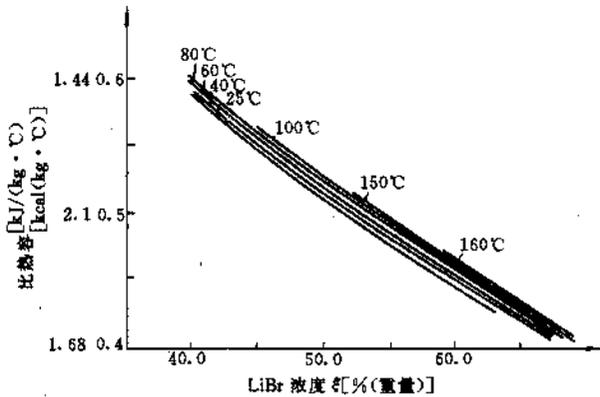


图 2.2-5 溴化锂溶液的比热容曲线

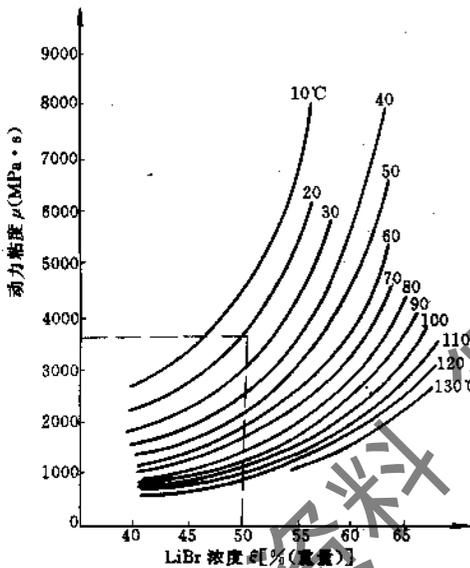


图 2.2-6 溴化锂溶液的动力粘度曲线

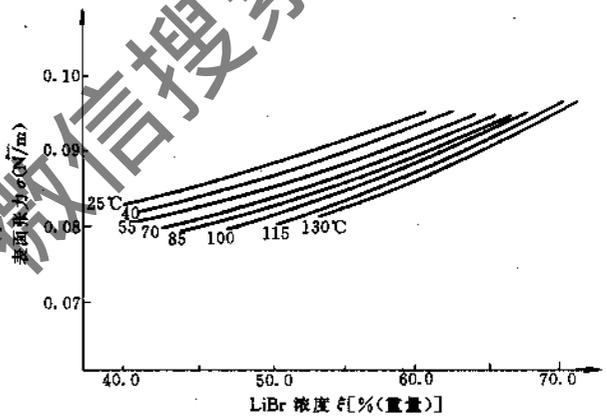


图 2.2-7 溴化锂溶液的表面张力曲线

溶液的表面张力与温度及浓度有关。浓度不变时，随温度升高而降低；温度不变时，随浓度增加而增大。机组中喷淋在吸收器管簇上的溴化锂溶液，为了增加与冷剂蒸汽的接触，希望在管簇上尽可能呈薄膜状，这就要求溶液的表面张力越小越好。

在溶液中添加辛醇等能量增强剂，可提高传热与传质效果，机理之一就是降低溴化锂溶液的表面张力。

6) 热导率(导热系数)：图 2.2-8 表示温度为 40°C 时溴化锂溶液的热导率 λ ，法定单位为 $\text{kW}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，与工程单位之间换算关系：

$$1 \text{ kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}) = 1.163 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

溴化锂溶液的热导率与温度、浓度有关：在一定温度下，随浓度升高而降低；在

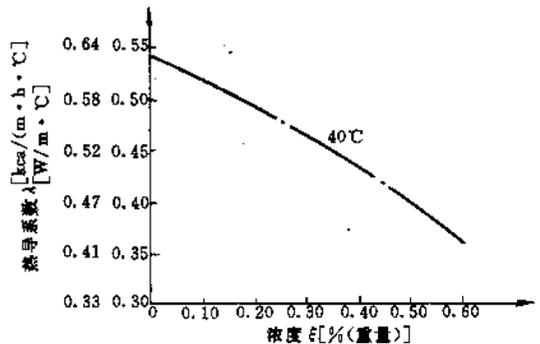


图 2.2-8 溴化锂溶液的热导率

一定浓度下, 随温度的升高而增大。

溴化锂溶液的热导率见表 2.2-15。

7) 饱和蒸汽压: 图 2.2-9 表示了溴化锂溶液的饱和蒸汽压。

溴化锂溶液的热导率 $[kJ/(m \cdot h \cdot ^\circ C)]$

表 2.2-15

温度($^\circ C$) 浓度 (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
5	1.9614 (0.467)	2.0538 (0.489)	2.1252 (0.520)	2.1840 (0.520)	2.2386 (0.533)	2.2764 (0.542)	2.3100 (0.550)	2.3436 (0.558)	2.3688 (0.564)	2.3940 (0.570)	2.415 (0.575)
10	1.9110 (0.455)	2.0034 (0.477)	2.0748 (0.494)	2.1294 (0.507)	2.1840 (0.520)	2.2260 (0.530)	2.2512 (0.536)	2.2890 (0.545)	2.310 (0.550)	2.3310 (0.555)	2.3478 (0.559)
15	1.8564 (0.442)	1.9446 (0.463)	2.0160 (0.480)	2.0664 (0.492)	2.1210 (0.505)	2.1588 (0.514)	2.1924 (0.522)	2.2218 (0.529)	2.2470 (0.535)	2.2680 (0.540)	2.2806 (0.543)
20	1.8018 (0.429)	1.8900 (0.450)	1.9572 (0.466)	2.0076 (0.478)	2.0580 (0.490)	2.0958 (0.499)	2.1210 (0.505)	2.1546 (0.513)	2.1840 (0.520)	2.2050 (0.525)	2.2176 (0.528)
25	1.7430 (0.415)	1.8270 (0.435)	1.8984 (0.452)	1.9404 (0.462)	1.9950 (0.475)	2.0286 (0.483)	2.0538 (0.489)	2.0874 (0.497)	2.1210 (0.505)	2.1378 (0.509)	2.1546 (0.513)
30	1.6926 (0.403)	1.7682 (0.421)	1.8312 (0.436)	1.8774 (0.447)	1.9320 (0.460)	1.9572 (0.466)	1.9866 (0.473)	2.0202 (0.481)	2.0328 (0.484)	2.0748 (0.494)	2.0916 (0.498)
35	1.6338 (0.389)	1.7094 (0.407)	1.7724 (0.422)	1.8144 (0.432)	1.8648 (0.444)	1.8984 (0.452)	1.9194 (0.457)	1.9488 (0.464)	1.9824 (0.472)	1.9192 (0.476)	2.0202 (0.481)
40	1.5792 (0.376)	1.6464 (0.392)	1.7094 (0.407)	1.7514 (0.417)	1.8018 (0.429)	1.8270 (0.435)	1.8564 (0.442)	1.8816 (0.448)	1.9110 (0.455)	1.9320 (0.460)	1.9530 (0.465)
45	1.5246 (0.363)	1.5918 (0.379)	1.6464 (0.392)	1.6884 (0.402)	1.7346 (0.413)	1.7682 (0.421)	1.7892 (0.426)	1.8144 (0.432)	1.8438 (0.439)	1.8648 (0.444)	1.8858 (0.449)
50	1.4700 (0.350)	1.5288 (0.364)	1.5834 (0.377)	1.6254 (0.387)	1.6674 (0.397)	1.7010 (0.405)	1.7220 (0.410)	1.7472 (0.416)	1.7766 (0.423)	1.7934 (0.427)	1.8228 (0.434)
55	1.4154 (0.337)	1.4700 (0.350)	1.5246 (0.363)	1.5624 (0.372)	1.5876 (0.378)	1.6338 (0.389)	1.6548 (0.394)	1.6800 (0.400)	1.7052 (0.406)	1.7304 (0.412)	1.7514 (0.417)
60	1.3566 (0.323)	1.4112 (0.336)	1.4658 (0.349)	1.4994 (0.357)	1.5414 (0.367)	1.5666 (0.373)	1.5876 (0.378)	1.6170 (0.385)	1.6380 (0.390)	1.6632 (0.396)	1.6842 (0.401)
65	1.2978 (0.309)	1.3482 (0.321)	1.4028 (0.334)	1.4364 (0.342)	1.4616 (0.348)	1.4894 (0.357)	1.5204 (0.362)	1.5414 (0.367)	1.5708 (0.374)	1.6002 (0.381)	1.6212 (0.386)

注: 表中括号里的导热系数单位是 $kcal/(m \cdot h \cdot ^\circ C)$ 。

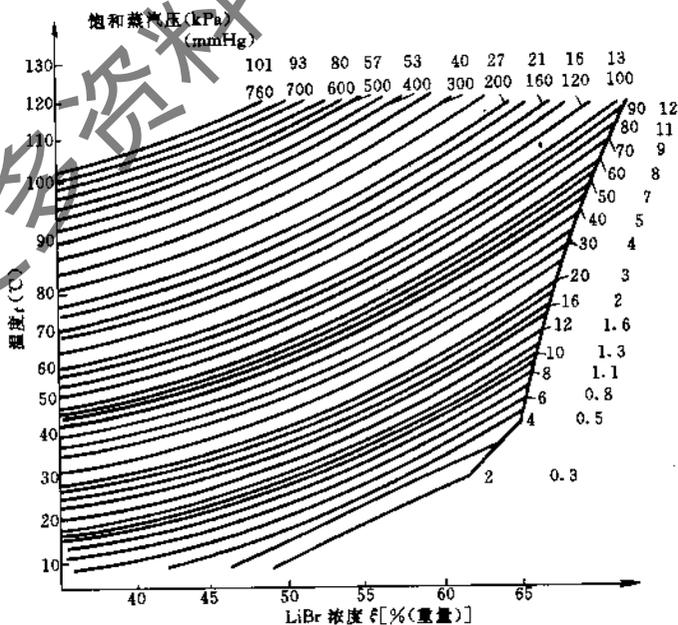


图 2.2-9 溴化锂溶液的饱和蒸汽压

注: $1\text{mmHg}=133\text{Pa}$

采用溴化锂溶液作为吸收剂的一个重要原因是溶液的水蒸汽分压小，换言之，吸湿性很强。

溴化锂溶液的饱和蒸汽压随浓度的增加、温度的降低而降低。

(3) 热力学性质及热力状态图

溴化锂溶液的热力性质可通过它的热力状态图来说明。溴化锂溶液的热力状态图是设计溴化锂吸收式冷水机组必不可少的线图，也是使用过程中分析、校核机组性能的辅助工具。

① $p-t$ 图

这是最基本的热力状态图。只要知道压力、温度和质量百分数（浓度）三个状态参数中的任意两个，另一个就可以确定。

图 2.2-10 为溴化锂溶液的 $p-t$ 图。

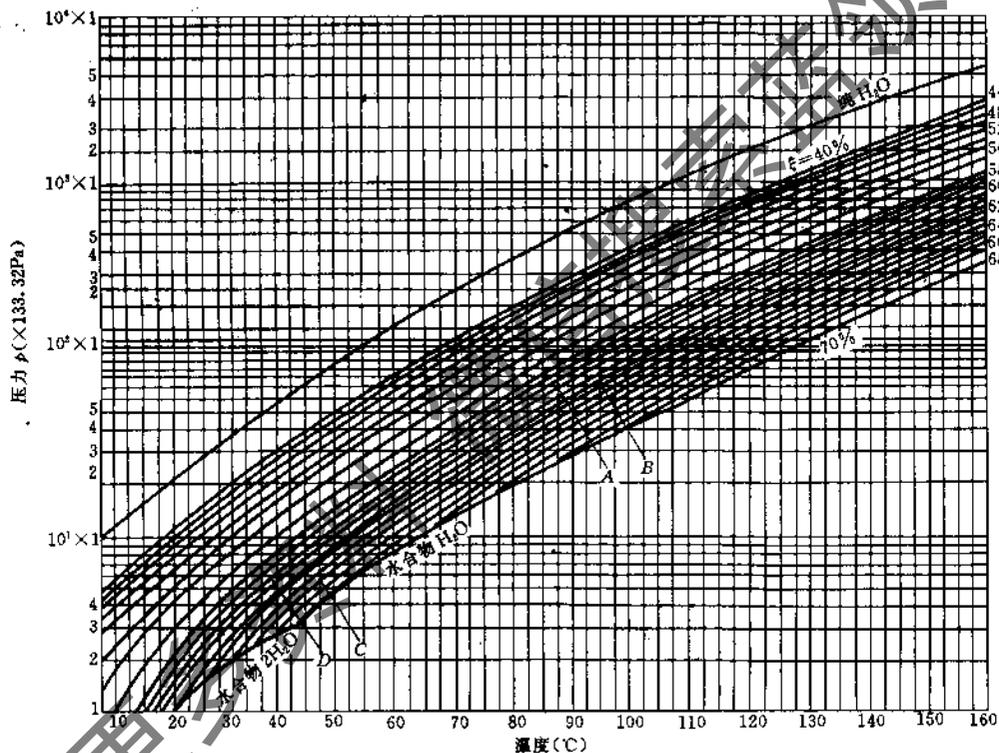


图 2.2-10 溴化锂溶液的 $p-t$ 图

② $h-\xi$ 图

溴化锂溶液的 $h-\xi$ 图主要描述了溴化锂溶液的压力、温度、质量百分数（浓度）和比焓四个参数之间的相互关系。利用它不仅可求得溶液的状态参数，而且可将制冷机中的溶液的热力过程、热量传递清晰地表示出来。

如图 2.2-11a 所示，它的横轴表示浓度，纵轴表示焓值，该图为气相图，只有等压线簇。图 2.2-11b 为液相图，由等温线簇和等压线簇组成网络线。

③ $s-\xi$ 图

溴化锂溶液的 $s-\xi$ 图见图 2.2-12 与 $h-\xi$ 图相似，亦包括有气相图和液相图两部分。图中的液相部分由等温线簇和等压线簇组成网络线；气相部分仅有等压线簇。 $s-\xi$ 图上的气相等

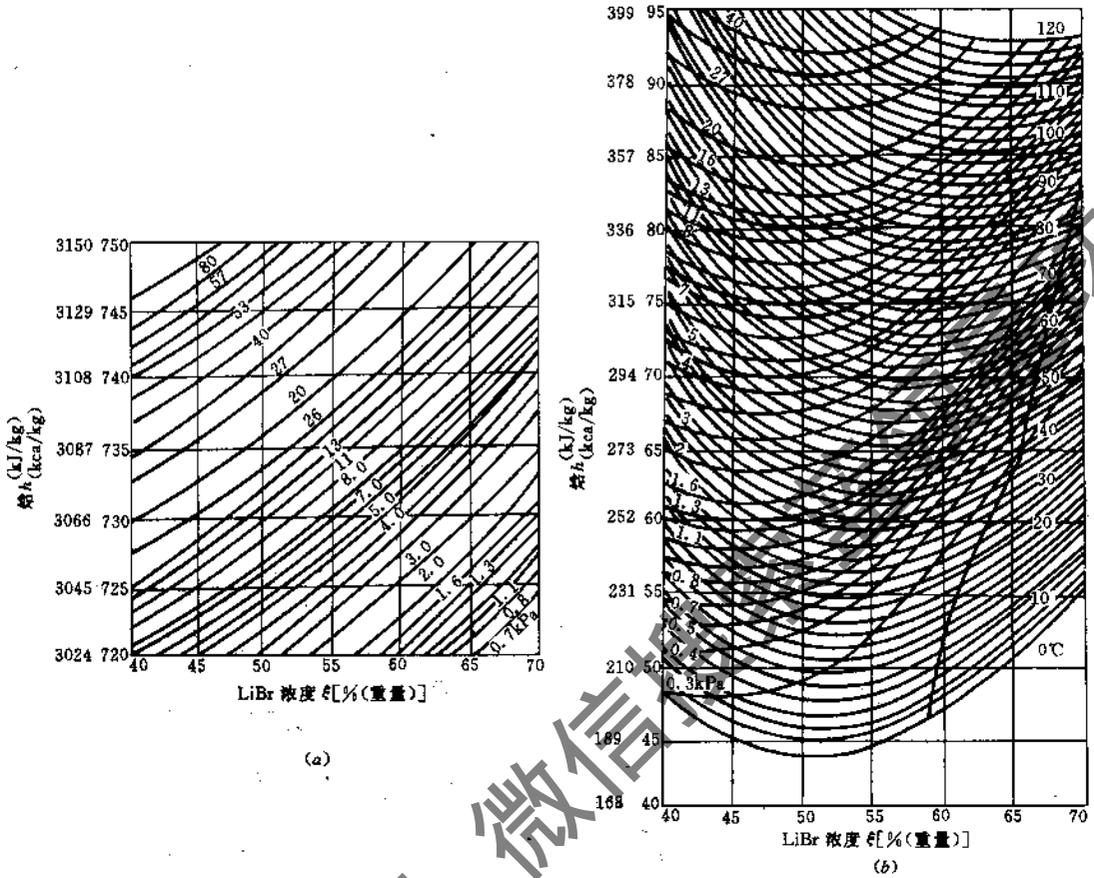


图 2-2-11 溴化锂溶液的 $h-\xi$ 图

(a) 气相图; (b) 液相图

压线，只是辅助线，仅表示过热蒸汽的焓，不表示水蒸气的浓度。

利用 $s-\xi$ 图可以说明溶液状态变化过程中熵的变化情况，并由此判断热力过程的完善程度。

(4) 腐蚀与防腐

1) 溴化锂溶液对金属的腐蚀：溴化锂溶液对金属的腐蚀性小于盐水，但仍是一种较强的腐蚀介质。溴化锂溶液对金属的腐蚀，不仅大大缩短了机组的使用寿命，而且腐蚀产生的氢气和铁锈等杂物，直接影响机组的性能和正常运行。根据研究结果，在未添加缓蚀剂的质量百分数为 60% 的溴化锂溶液中，碳钢、纯铜和镍铜的腐蚀量与溶液温度和碱度的关系见图 2.2-13 和图 2.2-14。

溴化锂溶液中添加缓蚀剂铬酸锂后，在真空状态下对钢与铜的腐蚀试验结果（见表 2.2-16）。

2) 影响腐蚀的主要因素

a) 氧的影响

凡与氧气接触的部位，腐蚀特别严重。因而隔绝氧气是最根本最有效的防腐措施；

b) 溶液浓度的影响

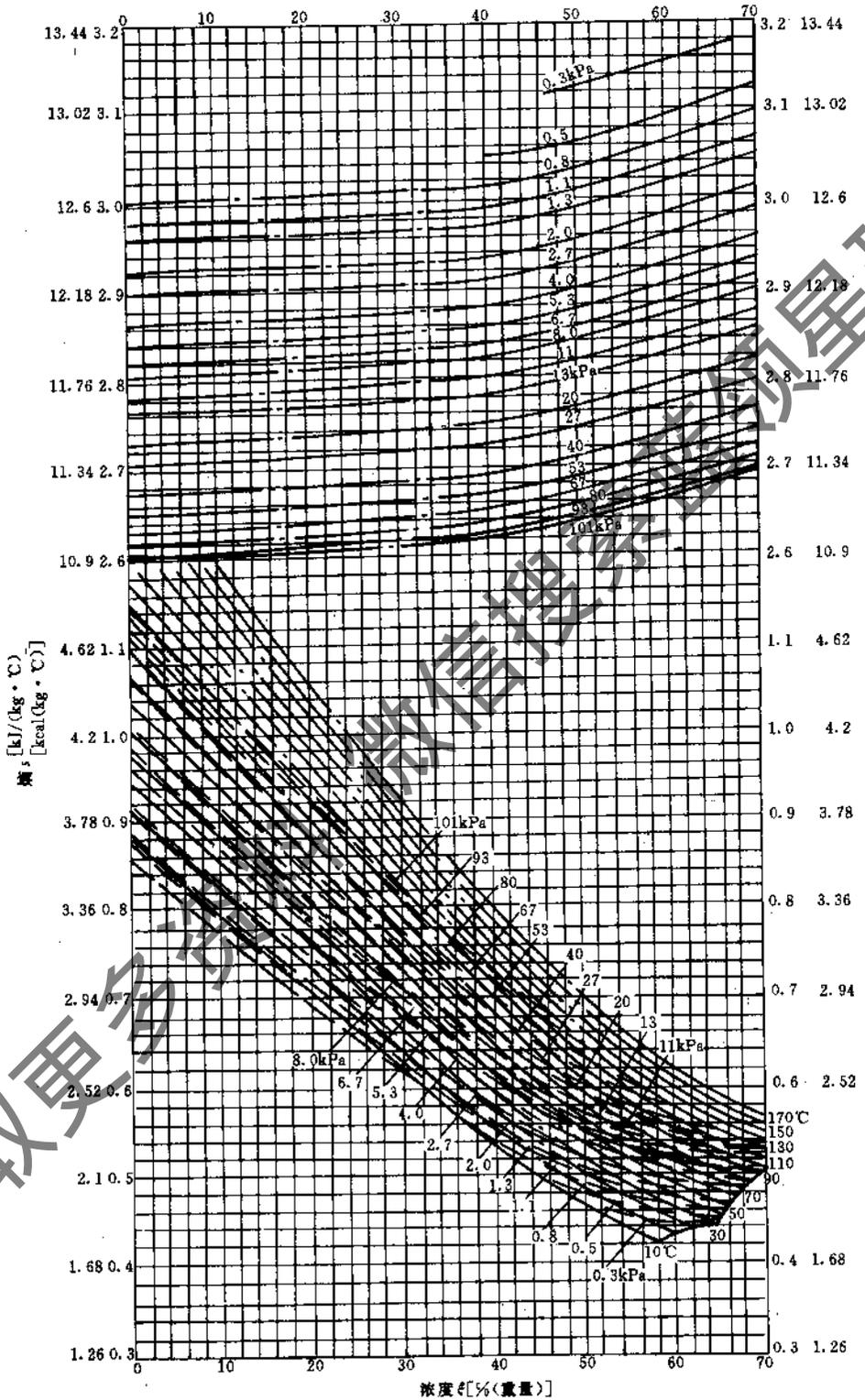


图 2.2-12 溴化锂溶液的 s - ϕ 图

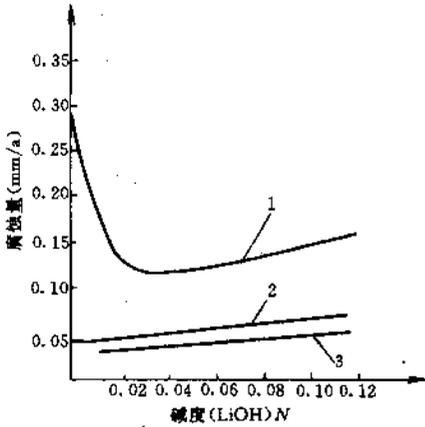


图 2.2-13 钢在溴化锂水溶液中的腐蚀量和碱度的关系 (表面积 30cm^2 , 溶液量 500cm^3)
1—185°C; 2—165°C; 3—145°C

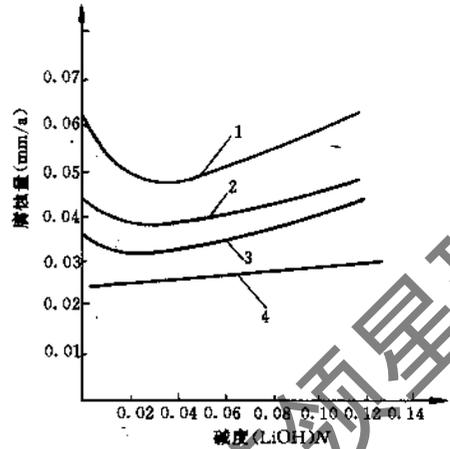


图 2.2-14 铜在溴化锂水溶液中的腐蚀量和碱度的关系 (表面积 30cm^2 , 溶液量 500cm^3)
1—纯铜 185°C; 2—90-10 镍铜 185°C;
3—纯铜 165°C; 4—纯铜 145°C

溴化锂溶液对钢与铜的腐蚀

表 2.2-16

铬酸锂质量百分数 (%)	溶液 pH 值 (试验前)	加热天数 (每天加热 8h)	腐蚀率 ($\mu\text{m/a}$)	
			Q235 钢	纯 铜
0	10.4	21	0.2	0.1
0.05	10.2	10	0.1	0.1
0.1	10.2	10	0.2	0.2
0.32	10.2	10	0.2	0.1

在常压下, 随着溴化锂溶液浓度的降低, 腐蚀加剧。因为稀溶液中氧的溶解度要比浓溶液大。在低压下, 氧含量极少, 金属材料的腐蚀率与溶液的浓度几乎无关;

c) 溶液温度的影响

由图 2.2-12 和图 2.2-13 中可以看出, 腐蚀率随溶液温度的升高而增大。当溶液温度超过 165°C 时, 钢与铜的腐蚀率急剧增大;

d) 溶液碱度的影响

试验表明, 溴化锂溶液的碱度在 pH 值处于 9.5~10.5 的范围内 (相当于 $\text{LiOH}0.02\sim 0.04\text{N}$), 对金属的缓蚀较为有利。碱度过大, 反导致腐蚀率上升。pH 值小于 7 时, 溶液呈酸性, 腐蚀性十分严重。

3) 缓蚀剂。

用作缓蚀剂的有铬酸盐、钼酸盐、硝酸盐以及铋、铅、砷的化合物等。各种缓蚀剂在溴化锂溶液中对金属材料的缓蚀效果如图 2.2-15。

溶液中添加缓蚀剂能有效地抑制腐蚀的发生, 是因为缓蚀剂能在金属表面形成细密的保护膜, 使金属表面不受或少受氧的作用。试验证明, 溶液中铬酸锂的质量百分数在 0.1%~0.3% 的范围内都有良好的缓蚀效果。但铬为有害元素, 因而也有用钼酸锂作缓蚀的溶液。

(5) 能量增强剂

通常称为表面活性剂, 能强烈地降低溶液表面张力, 提高热交换设备的质、热交换效

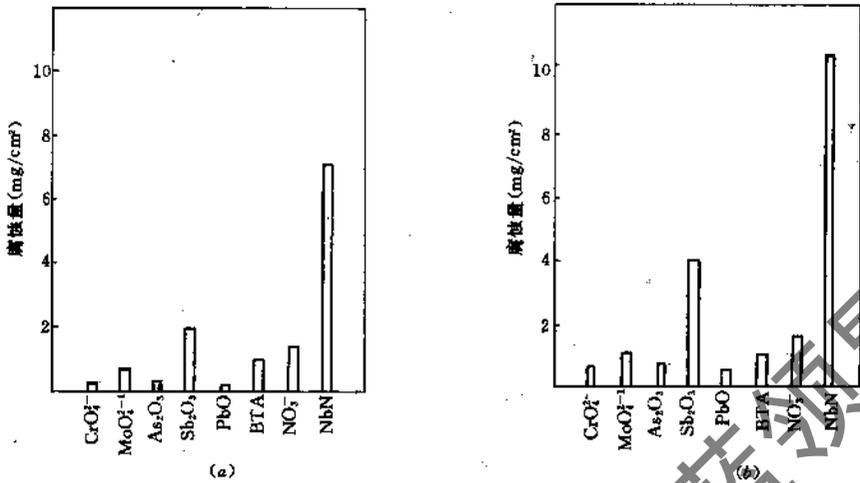


图 2.2-15 各种缓蚀剂对钢的缓蚀效果 (试验面积 25cm², 溶液量 500cm³)
(a) 溶液温度 165°C; (b) 溶液温度 185°C

果。常用的表面活性剂是辛醇。辛醇添加量通常为溴化锂溶液与冷剂水添加总量的 0.1~0.3。添加辛醇后, 表面张力与蒸汽压的变化如图 2.2-16 和图 2.2-17。

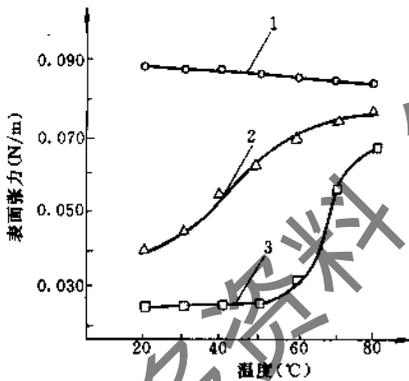


图 2.2-16 添加辛醇后的表面张力
(溴化锂溶液的质量百分数为 50%)

1—辛醇添加质量百分数 (%) 0; 2—辛醇添加质量百分数 (%) 0.05; 3—辛醇添加质量百分数 (%) 0.1

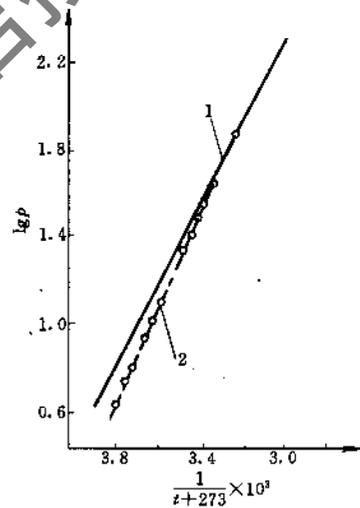


图 2.2-17 添加辛醇后溴化锂溶液分压
1—未添加辛醇; 2—添加辛醇

3. 氨水溶液

氨水是吸收式制冷机最早使用的一种传统工质对, 至今仍广泛应用。

氨 (R717) 极易溶于水。常温下, 一份体积的水可溶解 700 倍体积的氨, 因而氨水溶液是一种理想的吸收剂。氨水溶液呈弱碱性, 许多性质与氨相同, 如无色、带有特殊刺激性臭味、对钢无腐蚀、但腐蚀铜及铜合金 (磷青铜除外) 等。

(1) 物理性质

氨水溶液与溴化锂水溶液相同, 氨的含量常以质量百分数 (浓度) 来表示 (ξ)。

氨水溶液的密度 (ρ)、比热容 (c_p)、动力粘度 (μ)、热导率 (λ) 等物理特性与其质量百分数 (浓度 ξ) 的关系表示在图 2.2-18、图 2.2-19、图 2.2-20、图 2.2-21 之中。

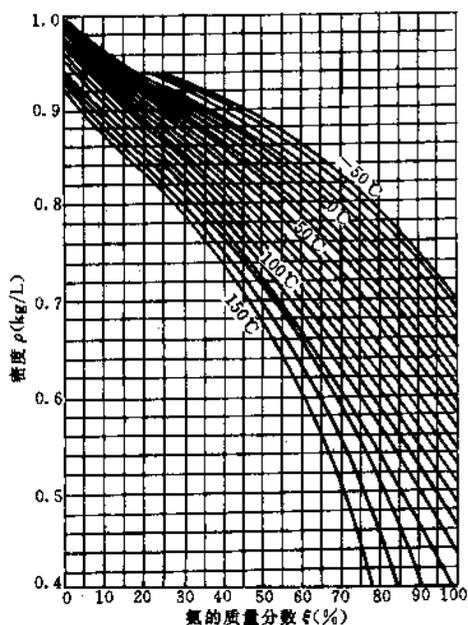


图 2.2-18 氨水溶液的质量百分数与密度关系曲线

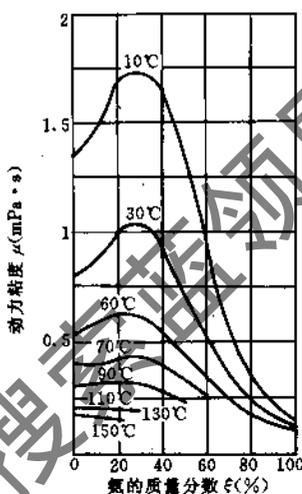


图 2.2-20 氨水溶液的 ξ - μ 图

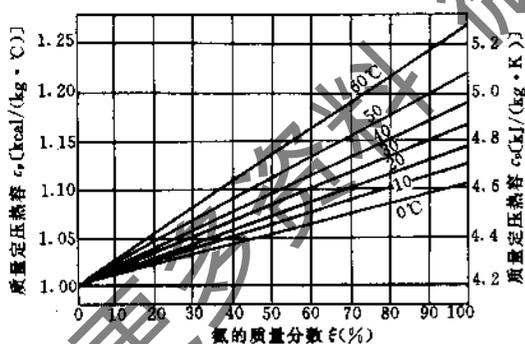


图 2.2-19 氨水溶液的 ξ - c_p 图

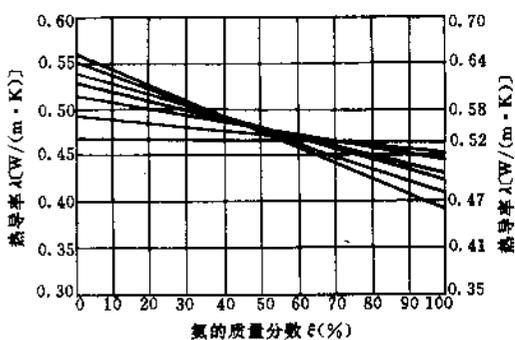


图 2.2-21 氨水溶液的 ξ - λ 图

(2) 氨水溶液的热力状态图

1) p - t 图

表示在图 2.2-22 中。由图可见，同一温度下纯氨的蒸气压比氨水溶液的蒸气压大得多，因而氨水溶液具有强烈吸收氨的能力。

2) h - ξ 图

图 2.2-23 表示了氨水溶液 h - ξ 图上基本线段与辅助线段的示意图。溶液饱和线 4 和蒸气饱和线 1 之间的区域是湿蒸气区。点 A 为一定压力、质量百分数下的溶液饱和线上的点，点 C 为从该溶液中蒸发的饱和蒸气线上的点。可见溶液中蒸发出的蒸气中氨的质量百分

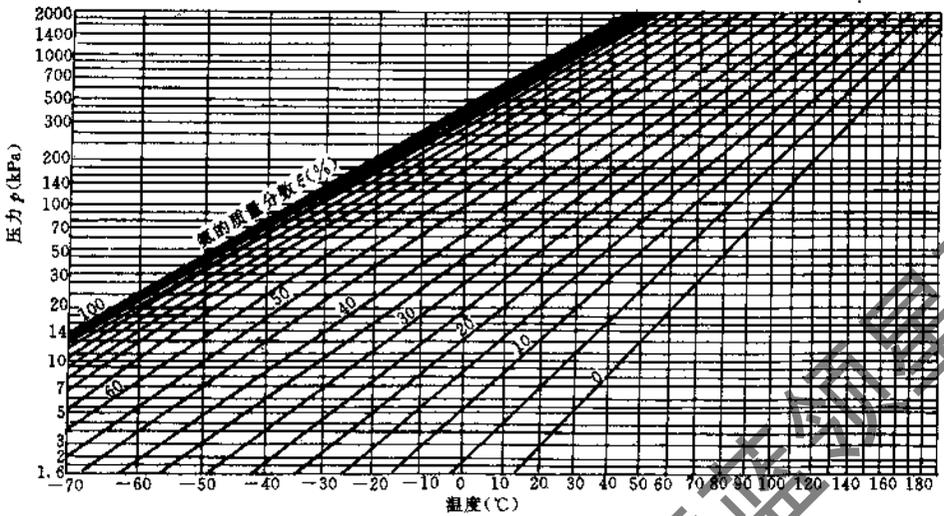


图 2.2-22 氨水溶液的 $p-t$ 图

数, 要比溶液中的氨质量百分数高。曲线 3 为辅助线, 由点 A 通过辅助线求点 C。直线 AC 表示湿蒸气的等温线。溶液的等温线 5 在下部。因此, 只要知道质量百分数、压力、温度中的任意两个参数, 点 A 就可确定, 其他参数可由图中求得。

2.2.3 润滑油

在中央空调采暖系统中采用蒸气压缩式制冷设备时, 诸如活塞式、螺杆式、离心式、涡旋式等制冷压缩机中, 润滑油起着润滑和冷却各个运动部件的重要作用, 与设备使用的可靠性和寿命密切相关。

1. 润滑油在制冷压缩机中的作用

(1) 润滑作用

带有一定压力的润滑油输送到各运动部件的摩擦面, 形成一层油膜, 降低摩擦功, 减少磨损量, 提高制冷压缩机运行的可靠性和使用寿命。

(2) 冷却作用

润滑油对机械零件进行润滑的同时, 在流动循环中不断带走摩擦热量及气体在压缩过程中所产生的部分热量 (如螺杆式制冷压缩机), 使摩擦零件的温度 (如轴承) 保持在允许范围之内。同时也可降低排气温度, 确保机器正常运行, 并提高机器效率。

(3) 密封作用

在润滑零件的同时, 对零件之间的间隙起着密封作用, 防止或减少制冷压缩机内气体的泄漏, 确保制冷机的制冷能力。

(4) 消声作用

润滑油能阻挡声音的传递, 降低机器运行中的机械噪声和气动噪声, 于环境保护有利。

(5) 防锈作用

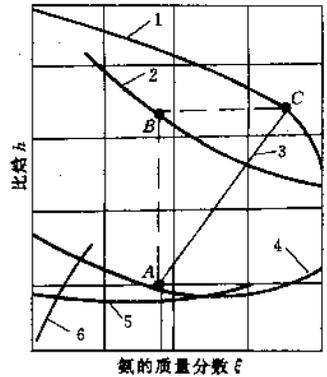


图 2.2-23 $h-\epsilon$ 图上的基本线段与辅助线段

1—一定压力下蒸气饱和线; 2—决定饱和蒸气的辅助线; 3—湿蒸气的等温线; 4—一定压力下溶液饱和线; 5—溶液的等温线; 6—与溶液成平衡状态的蒸气质量百分数

润滑油流经各摩擦面时,可带走各种机械杂质和油污,起到防锈和清洗作用。

(6) 卸载作用

在多缸制冷压缩机中,润滑系统的压力油可作为卸载机构的液压动力,控制气缸投入运行的数量,节省一部分能量消耗。

2. 制冷机对润滑油的主要要求

(1) 透明度好

质量合格的各种润滑油,应清澈透明,无色或淡黄色。若浑浊变色变暗,则表明油已经变质。这时油中悬浮着有机酸、聚合物、酯和金属盐等腐蚀产物,必须更换新油。

(2) 粘度适当

润滑油粘度过大,要增加压缩机功耗,过小在摩擦面间不能形成具有一定刚度的油膜,会加快机械磨损甚至酿成事故。

不同的制冷剂所要求润滑油的粘度也不相同,这是由于制冷剂与润滑油的互溶性的原因。常用制冷剂及其要求润滑油粘度见表 2.2-17。

常用制冷剂及其要求润滑油粘度范围

表 2.2-17

制冷剂	R717 (氨)	R11、R12、R123	R22	R134a
润滑油 粘度 (37.8℃) (mm ² /s)	32~65	60~70	60~65	25~35

氟利昂制冷剂易溶于油,采用低粘度油将使润滑不良。氨制冷剂难溶于油,油的粘度与制冷剂无关,故油的粘度可低些。

制冷压缩机用润滑油按 40℃ 时的运动粘度 $10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 表示为 N15、N22、N32、N46 和 N68 五个粘度等级。均可用于氨制冷剂的压缩机;除 N22 以外,其他可用于氟利昂制冷剂的压缩机中。

当润滑油的粘度下降 15%, 其颜色显著变深, 应予更换。

(3) 闪点要高

加热润滑油,直到产生的油蒸气与明火接触能发生闪火的最低温度称为闪点。制冷压缩机的排气温度可高达 150℃ 左右,因此要求制冷机润滑油的闪点要比制冷压缩机的最高工作温度高出 15~30℃ 左右,闪点最低不得低于 160℃。国产冷冻机油一般闪点为 150~180℃。

(4) 浊点要低

润滑油温度下降到某一温度值时,油中开始析出石蜡,而变得混浊,该温度称为浊点。析出石蜡会沉积在节流阀孔或毛细管内壁,使制冷剂流量减少而影响制冷性能。对电冰箱压缩机而言,应不高于 -28℃。

(5) 凝固点低

润滑油的流动性随温度下降而降低,在试验条件下冷却到流动停止的温度,称之为凝固点。凝固点太高会堵塞膨胀阀阀孔,或凝结在蒸发器内,影响传热效果。用于冷冻冷藏设备的机组,润滑油的凝固点不得高于 -40℃。

(6) 粘温性好

要求制冷机润滑油的温度变化时,其粘度变化小,才能保证油在不同的温度时,具有良好的润滑性能,即粘温性能。

(7) 化学稳定性和对系统中材料的相容性

润滑油希望能长期使用而不变质。在高温与金属催化下,不会引起分解、聚合和氧化反应。对电机绝缘材料无腐蚀。对接触到的合成橡胶、金属、塑料等不引起它们的化学变化和变质。

(8) 不含水分

制冷压缩机要求润滑性只能允许含极微量的水分,最好不含水分。选用润滑油时含水量应低于 15mg/kg。更要防止油长时间与空气接触,1kg 润滑油可从空气中吸收 10g 的水分。规定润滑油中的机械杂质的质量百分数不得超过 0.01%,即油中不含溶胶。

油中水分、机械杂质的主要危害是腐蚀材料、加速零件磨损和堵塞通道,还有“镀铜”现象。

(9) 击穿电压

封闭式压缩机中或油浸式油泵中,油与电机绕组直接接触。若油中含水分、杂质时,其绝缘性降低。一般要求击穿电压(25℃)在 25kV 以上。

(10) 抗腐蚀性

避免机器零件因受腐蚀而损坏,因此对润滑油中的酸度值有一定要求。

(11) 含灰极低且不含机械杂质

润滑油中混有灰分和机械杂质时,将使绝缘电阻显著下降,使漏电量增加,减少零部件寿命等。

3. 制冷机油的规格和指标

制冷压缩机中润滑油的选择,主要取决于所使用的制冷剂、压缩机型式和运转工况(蒸发温度、冷凝温度等)。

(1) 制冷压缩机中不同制冷剂所用润滑油规格见表 2.2-18 和表 2.2-19。其适宜的制冷剂分别有 R11、R12、R22 等;其适宜的制冷压缩机类型有活塞式、螺杆式(离心式除外)。

国产润滑油的规格 (ZBE34003-86)

表 2.2-18

项 目	质 量 指 标					试验方法
	N15	N22	N32	N46	N68	
粘度等级	N15	N22	N32	N46	N68	GB3141
运动粘度(40℃)(mm ² /s)	13.5~16.5	19.8~24.2	28.8~35.2	41.4~50.6	61.2~74.8	GB265
闪点(开口)(℃) 不低于	150	160	160	170	180	GB267
凝点(℃) 不高于	-40				-35	GB510
倾点(℃)	报告					GB3535
酸值(mgKOH/g) 不大于	0.02		0.03		0.05	GB264
水溶性酸或碱	无					GB259
腐蚀(T3 铜片,100℃,3h),级 不大于	1					GB5096

续表

项 目	质 量 指 标				试验方法
氧化安定性:					
氧化后酸值(mgKOH/g)不大于	0.05	0.2	0.05	0.10	SY2652
氧化后沉淀物(%) 不大于	0.005	0.02	0.005	0.02	
机械杂质	无				GB511
水分	无				GB260
水分	报告		—	报告	SY2122
颜色,号	报告				GB6540
油点(与氟氯烷的混合液)	—		-28	—	SY2666
(℃) 不高于					
灰分(%) 不大于	0.005	0.01	0.005	0.01	GB508

加德士(caltex)WP系列润滑油规格

表 2.2-19

牌 号		32	132	46	68	100
粘 度	ISO 粘度级数	32	132	46	68	100
	cSt(40℃)	29.8	29.4	46.0	64.6	97.0
	cSt(10℃)	4.58	4.57	5.75	7.00	8.33
	粘度指数	39	42	43	46	24
其 他	凝固点(℃)	-48	-45	-42	-36	-33
	闪点(℃)	200	204	208	213	229
腐 蚀 试 验 (100℃,24h)	密度(g/mL)(15℃)	0.897	0.845	0.899	0.902	0.916
	酸值(mg KOH/g)	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
	纯铜片 黄铜片 45 钢片 铸铁片 铝 片 镀锌板	通 过				

(2) 离心式制冷压缩机不同制冷剂所用润滑油规格和指标见表 2.2-20、表 2.2-21、表 2.2-22、表 2.2-23、表 2.2-24 及表 2.2-25。

用于 R11 离心式制冷压缩机的润滑油规格

表 2.2-20

项 目	质 量 指 标	项 目	质 量 指 标
运动粘度 (40℃时)	不小于 40mm ² /s	水分	无
闪点 (开口)	不小于 100℃	杂质	不大于 0.007%
凝固点	不大于 -10℃		

注: 该表适用于上海第一冷冻机厂生产的 PC-FLZ 离心式制冷机组系列。

用于 R11、R123 离心式制冷压缩机的润滑油规格

表 2.2-21

项 目	质 量 指 标	项 目	质 量 指 标
粘度等级	N68 (矿物型油)	水分	无
运动粘度 (40℃) (mm ² /s)	不小于 68	机械杂质	无
开口闪点 (℃)	不小于 180	水溶性酸或碱	无
凝固点 (℃)	不大于 -40	腐蚀试验(钢片、铜片、100℃、3h)	合格
含酸值 (mg KOH/g)	不大于 0.1	纯度 (质量分数)	不小于 99%
灰分	0		

注: 该表适用于重庆通用工业(集团)公司生产的 LSBLXR123 (R11) 离心式制冷机组系列。

用于 R11 离心式制冷压缩机的润滑油规格

表 2.2-22

项 目	质 量 指 标	项 目	质 量 指 标
运动粘度(38℃) (mm ² /s)	59.2~70.1	最高流动点(℃) 最低闪发点(℃)	21 204
(99℃) (mm ² /s)	7.3~8.8		
最小粘度指数	95		

防锈特性必须通过 ASTM (美国材料试验协会) 标准第 D665 号最新版的锈蚀试验, 依照该标准的步骤 A 的方法试验 24h

注: 该表适用于上海合众一开利公司生产的 19DK/DM 离心式制冷机组系列。

用于 R22 离心式制冷压缩机的

润滑油规格 表 2.2-23

项 目	质 量 指 标
润滑油类别	烷基苯基合成压缩机油
ISO 粘度等级	86
牌号	美国 Shrieve 化学品公司 Zerol 400CA

注: 该表适用于上海合众一开利公司生产的 19XL 离心式制冷机组系列。

用于 R134a 离心式制冷压缩机的

润滑油规格 表 2.2-24

项 目	质 量 指 标
润滑油类别	多元醇基质合成压缩机油
ISO 粘度等级	68
牌号	按美国试验标准 ASTM D2422

注: 该表用于 R134a 离心式制冷机组系列。当润滑油齿轮传动时, 要求油中含有抗磨损和耐超高压力的添加剂, 可使齿轮在传动过程中不发生磨损, 并要求润滑油有优良的防锈、防氧化和低泡沫特性。

用于 R134a 制冷压缩机的润滑油规格

表 2.2-25

牌 号		R-N15	R-N22	R-N32	R-N46	R-N68	R-N100
成 分	A 基合成脂	10	15	30	50	10	10
	B 基合成脂	87	82	67	47	87	80
	C 基合成脂	—	—	—	—	—	7
	多作用化合物添加物	3	3	3	3	3	3
	抗泡沫剂 (10 ⁻⁵)	10	10	10	10	10	10
粘 度	mm ² /s (40℃)	13.6	21.2	33	47	73	105
	mm ² /s (100℃)	3.4	4.2	6.5	6.8	97	10.4
	mm ² /s (-20℃)	—	—	2350	3643	7235	11834
	粘度指数	—	—	133	109	117	—
其 它	凝固点(℃)	-43	-40	-38	-32	-30	-28
	闪点(℃)	201	204	206	236	231	238
	密度(g/mL) (20℃)	0.9542	0.9546	0.9608	0.9673	0.9726	0.9809
	酸值(mg KOH/g)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
腐蚀试验 (100℃, 24h)	纯铜片 黄铜片 45 钢片 铸铁片 铝片 镀锌板	通 过					

2.3 活塞式冷(热)水机组的选用特点

用于中央空调采暖系统的活塞式冷(热)水机组, 是由老牌的活塞式制冷压缩机系列经多年发展和完善起来的, 有较强生命力的空调制冷设备之一。

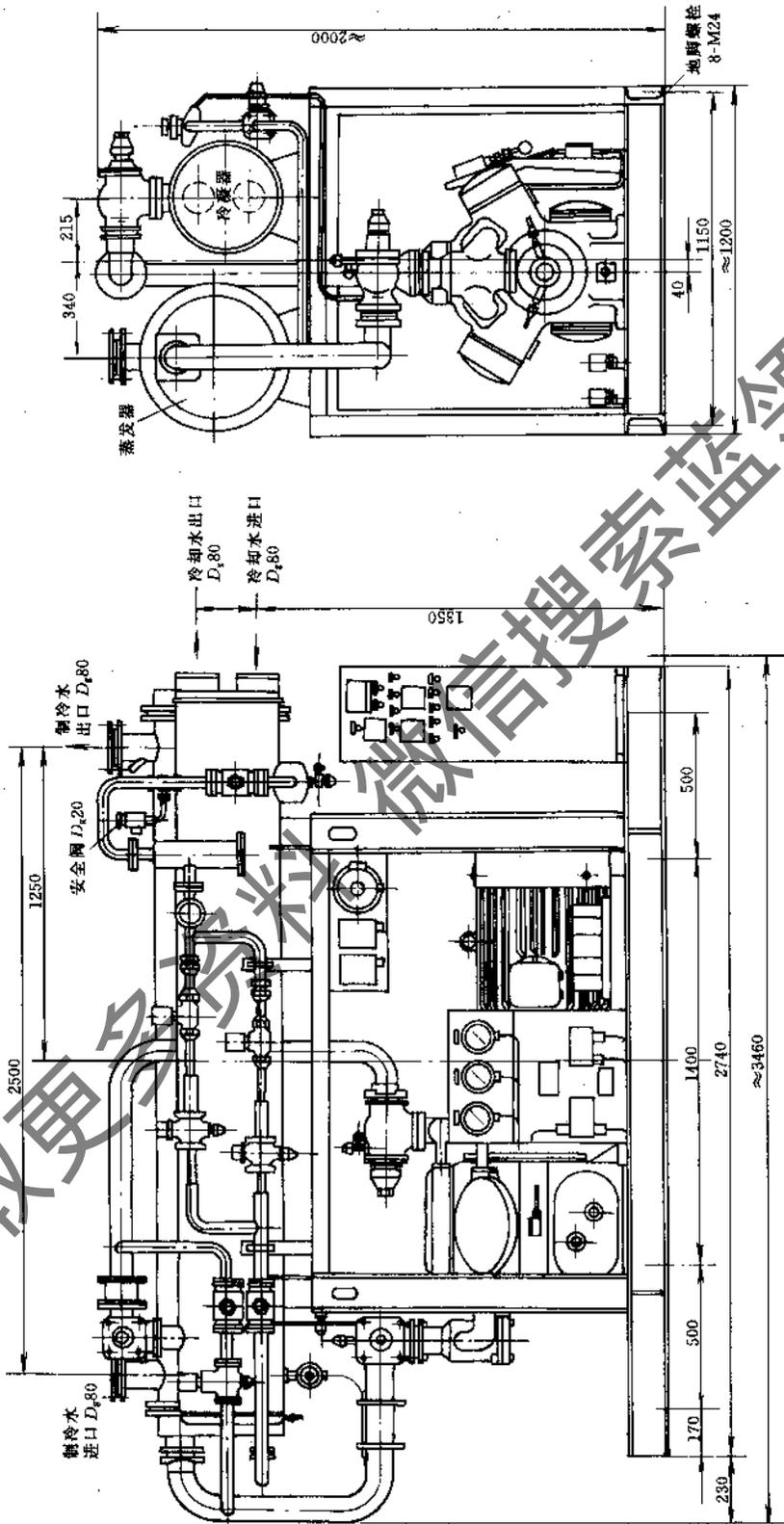


图 2.3-1 活塞式冷水机组外形图

近年来,为适应市场的需要,迅速发展了风冷式及模块化冷(热)水机组,在中、小冷(热)量段(110~580kW),极大地满足了建筑物夏供冷、冬采暖对一机两用功能的急需,尤对长江流域及其南方地区,填补了市场的空白,提供了更多的选择机会。

有关活塞式冷(热)水机组的分类、应用、制冷循环及工作过程,已在前面2.1.1(表2.1-1)和2.1.2(表2.1-2)中介绍,本节着重阐述其使用特点及其有关技术知识。

2.3.1 活塞式冷(热)水机组的部件组成及其作用

中央空调采暖系统中采用的活塞式冷水机组由一台或多台活塞式制冷压缩机、电动机、蒸发器、冷凝器、热力膨胀阀、干燥过滤器、电控柜、油分离器等部件组成一体,共用底座见图2.3-1,其系统图见图2.3-2。

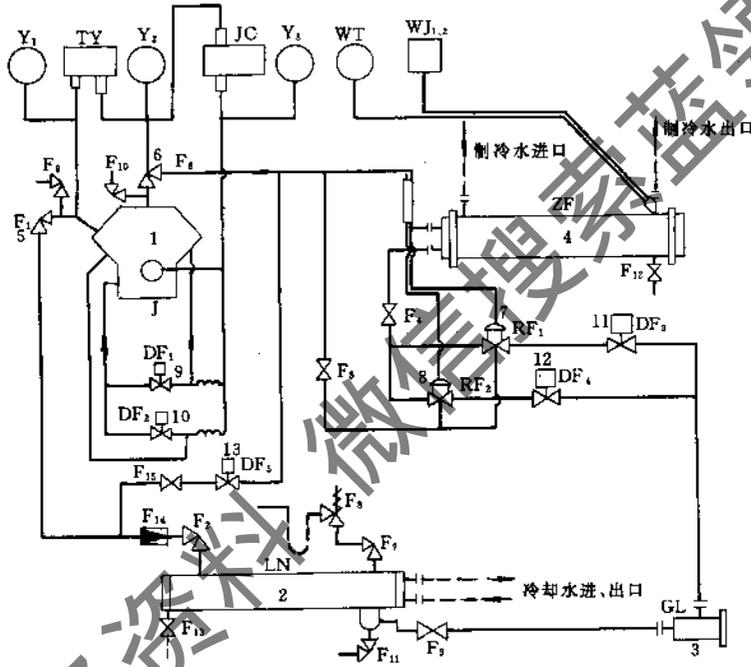


图 2.3-2 LS-250 活塞式冷水机组制冷、控制系统图

(冷水出水温度 7℃, 制冷量 290kW, 制冷剂 R22)

- 1—R22 半封闭活塞式制冷压缩机; 2—冷凝器; 3—干燥过滤器; 4—蒸发器;
5—排气阀; 6—吸气阀; 7、8—热力膨胀阀; 9、10—电磁阀(能量调节用);
11、12—电磁阀(供水用); 13—空载旁通电磁阀

我们知道,构成活塞式压缩式蒸气制冷循环的主要部件是活塞式制冷压缩机(压缩过程)、冷凝器(冷凝过程)、热力膨胀阀(节流过程)和蒸发器(蒸发过程)四大件。现分别简要介绍如下。

1. 活塞式制冷压缩机

(1) 中、小型活塞式单级制冷压缩机的基本参数见表 2.3-1~3 和分类见表 2.3-4。

(2) 活塞式制冷压缩机的型号表示方法

按我国国家标准分别对单级(半封闭式、开启式)、全封闭式、单机双级活塞式制冷压缩机和压缩机组的型号表示方法做出了明确规定,这些标准是:

中型活塞式单级制冷压缩机的基本参数

表 2.3-1

类别	缸径 (mm)	行程	转速范围 (r/min)	缸数	容积排量(8缸)			
					最高转速 (r/min)	排量 (m ³ /h)	最低转速 (r/min)	排量 (m ³ /h)
半封闭式	70	70	1800~1000	2、3、4、6、8	1800	232.6	1000	129.2
		55				182.6		101.5
开启式	100	100	1500~750	2、4、6、8	1500	565.2	750	282.6
		80				452.2		226.1
	125	110	1200~600		1200	777.2	600	388.6
		100				706.5		353.3
	170	140	1000~500		1000	1524.5	500	762.3

注:表 2.3-1~均按(GB10871~10876)—89。

小型活塞式单级制冷压缩机的基本参数

表 2.3-2

类别	缸径 (mm)	转速范围 (r/min)
半封闭式	30、40、50、60	600~1500
开启式	50、60	

全封闭活塞式制冷压缩机的基本参数

表 2.3-3

制冷量 (W)	单位输入功率的制冷量 (W/W)			
	高温用		低温用	
	单相	三相	单相	三相
≤2500	2.2	—	2.2	—
>2500~5000	2.3	2.5	2.3	2.5
>5000~7000	2.3	2.5	2.3	2.5
>7000~14000	—	2.7	—	2.7
>14000~32000	—	2.7	—	—

活塞式制冷压缩机的分类

表 2.3-4

按制冷量大小分 (kW)			按蒸发温度范围分 (°C)			按压缩级数分				
大型	中型	小型	高温	中温	低温	单级	双级			
>550	550~25	<25	-10 ~10	-20 ~-10	-45 ~-20	一次压缩	二次压缩 (单台)			
按密封方式分			按气缸布置分			按气阀布置分		按转速分 (r/min)		
开启式	半封闭式	全封闭式	卧式	立式	角度式	顺流式	逆流式	高速	中速	低速
电机在 机体之外	机体和 端盖可拆	机壳 不可拆	见图 2.3-3			见图 2.3-4		>1000	1000 ~300	<300

中型活塞式制冷压缩机的气缸布置形式

表 2.3-5

气缸直径 mm	缸数				
	2	3	4	6	8
70	V形角度式 或直立式	W形角度式	扇形或 V形角度式	W形角度式	扇形角度式
100		V形角度式			
125			V形角度式		
170					

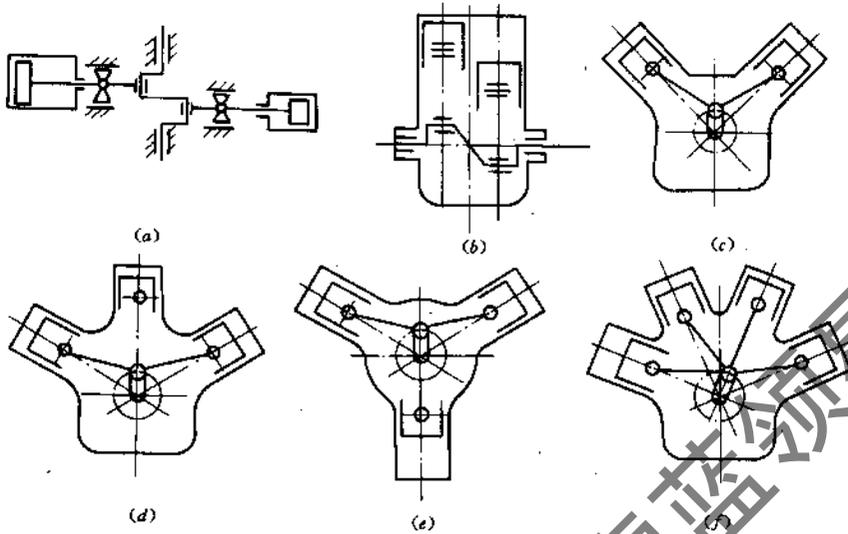


图 2.3-3 活塞式制冷压缩机气缸的不同布置方式
(a) 卧式；(b) 立式；(c) V形；(d) W形；(e) Y形；(f) S形

小型活塞式制冷压缩机的气缸布置形式

表 3.2-6

缸数	2	3	4
型式	直立式	直立式 W形角度式	V形角度式

全封闭活塞式制冷压缩机的气缸布置形式

表 3.2-7

缸数	2	3	4
型式	V形角度式或并列式	Y形角度式	X或V形角度式

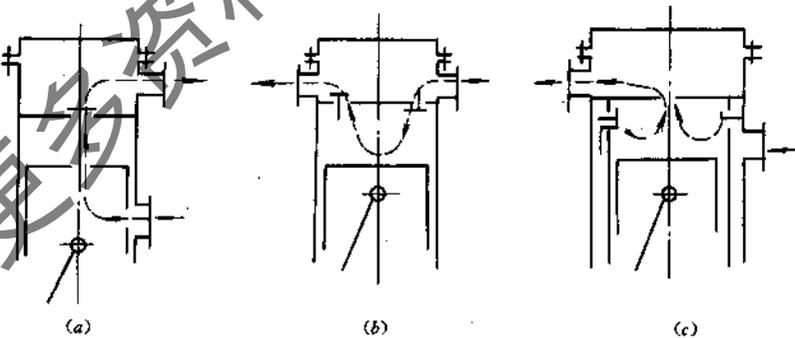


图 2.3-4 进出气缸不同流向的压缩机型式

(a) 顺流式；(b)、(c) 逆流式

1) GB10871—89：适用电动机功率不小于 0.37kW，气缸直径小于 70mm 的活塞式单级制冷压缩机组。

2) GB10874—89：适用气缸直径为 70~170mm 的半封闭式压缩机组。

3) GB10079—88：适用全封闭式制冷压缩机组。

归纳为表 2.3-8。

表 2-3-8

活塞式制冷压缩机(组)的型号表示方法

标 准 型 号 规 定	标 记 符 号 含 义 示 例	压缩机类别				压缩机型号				折 (波 号)	配用电动机功率			使用温度范围(°C)			
		全封 闭式	半封 闭式	开 启 式	单 机 双 级	缸 数	缸 直 径 (cm)	制 冷 剂			活 塞 行 程 (mm)	理 论 排 气 量 (cm ³ /r)	W	马 力 (微)	高 温	中 温	低 温
								R12, R22, R502 (氟)	R717 (氨)								
GB10871-89: 配用电动机功率 不小于0.37kW、气 缸直径小于70mm 的活塞式单级制冷 压缩机组	示例 1: B25F44-3.7G 示例 2: 25F44	Q	B	B	S	2	5	F	A	44			(kW)	G	Z	D	
GB10874-89: 气缸直径为70~ 170mm的单级压缩 机和半封闭式压缩 机组	示例 1: B47-13Z 示例 2: 812-5ACG		B			4	7	(半封闭式机 组的制冷剂 不表示)		长 C 短		13			Z		
GB10079-86: 全封闭式制冷压缩 机	示例 1: Q9-180D 示例 2: Q9-1/4D	Q				8	12.5	A	A	C				G		D	
JB/T5445-5446- 91: 中型活塞式制冷 压缩机的单机双级 型	示例: S612-5FC	Q			S	6	12.5	F		C			1/4			D	

(3) 活塞式制冷压缩机的性能参数和工况

1) 活塞式制冷压缩机的输气系数

由于压缩机内存在余隙容积、吸气和排气压力损失、气体与吸气腔及气缸壁之间热量交换以及泄漏等因素的影响,压缩机的实际输气量 q_{vr} 总是小于其理论输气量 q_{vh} , 而 q_{vr} 与 q_{vh} 之比值称为压缩机的输气系数或容积效率 λ :

$$\lambda = \frac{q_{vr}}{q_{vh}} \quad (2.3-1)$$

输气系数 λ 代表压缩机气缸工作容积的有效利用率。 λ 越大,代表气缸的容积损失越小。

压缩机的理论输气量 q_{vh} 为

$$q_{vh} = 47.12insD^2 \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2.3-2)$$

- 式中 i ——气缸数;
- n ——转速, r/min;
- s ——活塞行程, m;
- D ——缸径, m。

压缩机的制冷剂质量流量 q_m 为

$$q_m = \frac{\lambda q_{vh}}{V_1} \quad (\text{kg}/\text{h}) \quad (2.3-3)$$

式中 V_1 ——吸气状态比容, m^3/kg 。

求解压缩机的输气系数 λ , 可用解析法, 也可由实验曲线求出。在生产实践中, 常用查图法 (见图 2.3-5~8)。

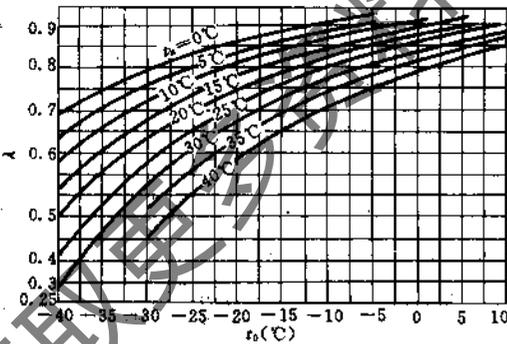


图 2.3-5 氨单级制冷压缩机的输气系数 λ 值

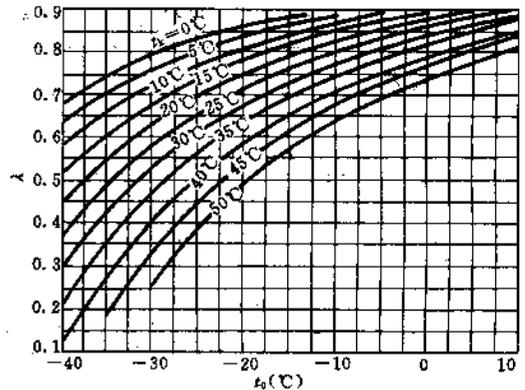


图 2.3-6 R12 单级制冷压缩机的输气系数 λ 值

2) 活塞式制冷压缩机的制冷量、功率和效率

前面介绍的压缩机输气系数, 并不能直接反映压缩机在中央空调系统中的使用价值。而压缩机的制冷量大小, 却体现出压缩机的实际工作能力, 是压缩机极其重要的使用特性之一。

一台压缩机在不同运行工况下, 每小时的制冷量是不相同的。

通常在出厂压缩机的铭牌上标出的, 是指的该机在标准名义工况下的名义制冷量。

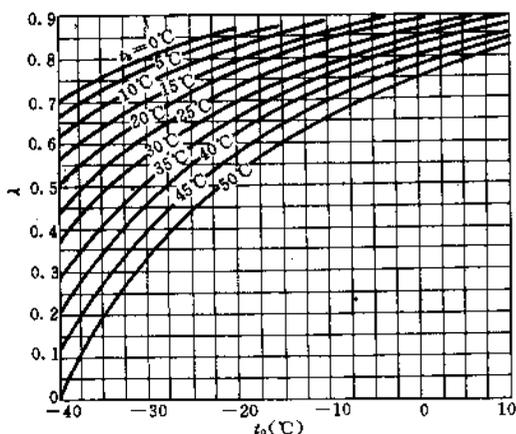


图 2.3-7 R22 单级制冷压缩机的
输气系数 λ 值

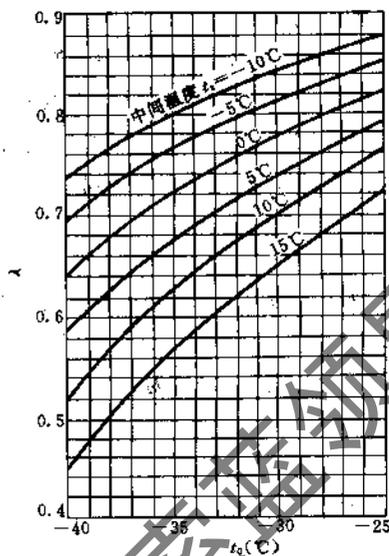


图 2.3-8 氨双级制冷压缩机的
输气系数 λ 值

因此,我们必须首先明确各类活塞式制冷压缩机的名义制冷量工况规定。

小型活塞式单级半封闭式和开启式制冷压缩机的名义工况(GB10087—89)见表 2.3-9。

小型全封闭式制冷压缩机的名义工况(GB10079—88)见表 2.3-10。

中型活塞式单级制冷压缩机的名义工况(GB10874—89)见表 2.3-11。

小型活塞式单级半封闭式和开启式制冷压缩机的名义工况(GB10087—88) 表 2.3-9

使用温度范围	制 冷 剂	吸入压力 饱和温度 (°C)	吸入温度 (°C)	排出压力 饱和温度 (°C)	制冷剂液体温度 (°C)
高温	R12、R22	7	18	49	44
中温	R12、R22	-7	18	43	38
低温	R12、R22、R502	-23	5	43	38

小型全封闭式制冷压缩机的名义工况(GB10079—89)

表 2.3-10

使用温度范围	制 冷 剂	吸入压力 饱和温度 (°C)	吸入温度 (°C)	排出压力 饱和温度 (°C)	制冷剂液体温度 (°C)
高温	R12、R22	7.2	35	54.4	46.1
低温	R12、R22、R502	-15	15	30	25
冰 箱	R12	-23	32.2	54.4	32.2

活塞式制冷压缩机的制冷量:

在给定工况下的制冷量计算公式为

$$Q_0 = \frac{q_m q_0}{3.6 \times 10^3} = \frac{\lambda q_{vh} q_v}{3.6 \times 10^3} \quad (\text{kW}) \quad (2.3-4)$$

- 式中 q_m ——压缩机的质量输气量, kg/h;
 q_0 ——制冷压缩机在给定工况下的单位质量制冷量, kJ/kg;
 λ ——压缩机的输气系数;
 q_{v0} ——压缩机的理论容积输气量, m³/h;
 q_v ——压缩机在给定工况下的单位容积制冷量, kJ/m³。

中型活塞式单级制冷压缩机名义工况 (GB10874—89)

表 2.3-11

使用温度范围	制冷剂	吸入压力饱和温度 (°C)	吸入温度 (°C)	排出压力饱和温度 (°C)		制冷剂液体温度 (°C)			
				低冷凝压力时	高冷凝压力时	低冷凝压力时	高冷凝压力时		
高温	R12 R22	7	18	43	55	38	50		
中温	R12 R22	-7	18	35	55	30	50		
	R717		1					—	—
低温	R12 R22 R502	-23	5	35	55	30	50		
	R717		-15					—	—

注: 1990年以前的活塞式制冷压缩机制冷量名义工况按一机部标准 JB955—67 规定。

当制冷剂和转速一定时, 对同一台制冷压缩机, 不同工况下的制冷量换算公式为

$$\theta_{0A} = \theta_{0B} \frac{\lambda_A q_{vA}}{\lambda_B q_{vB}} \quad (\text{kW}) \quad (2.3-5)$$

- 式中 θ_{0A} 、 θ_{0B} ——A、B 工况下的制冷量, kW;
 λ_A 、 λ_B ——A、B 工况下的输气系数;
 q_{vA} 、 q_{vB} ——A、B 工况下的单位容积制冷量, kJ/m³。

对于单机双级压缩机, 其制冷量按低压级的制冷量计算:

$$\theta_{0S} = \frac{q_m q_{0L}}{3.6 \times 10^3} = \frac{\lambda_L q_{vL} q_{0L}}{3.6 \times 10^3} \quad (\text{kW}) \quad (2.3-6)$$

每一种型号的制冷压缩机都有一定的性能曲线(如 Q_0-t_0 曲线), 故压缩机在不同工况下的制冷量也可从性能曲线中直接查得。

活塞式制冷压缩机的功率和效率:

由电动机传递到压缩机曲轴上的功率称为轴功率 (N_e)。它由直接用于压缩机制冷剂气的指示功率 (N_i) 和克服机械摩擦的摩擦功率 (N_m) 两部分组成。

$$N_e = N_i + N_m \quad (\text{kW}) \quad (2.3-7)$$

$$N_i = \frac{q_m (h_2 - h_1)}{3.6 \times 10^3 \eta_i} \quad (\text{kW}) \quad (2.3-8)$$

- 式中 N_e ——压缩机轴功率, kW;
 N_i ——指示功率, kW;
 N_m ——摩擦功率, kW;
 h_1 、 h_2 ——压缩机吸气、排气处制冷剂蒸气的静焓, kJ/kg;
 η_i ——压缩机指示效率, kW。

制冷压缩机的指示效率 η_i ，是从动力经济性角度来评价压缩机气缸内部热力过程的完善程度。指示效率 η_i 的经验计算公式为

$$\eta_i = \frac{T_o}{T_k} + bt_o \quad (2.3-9)$$

式中 T_o ——蒸发温度，K；

T_k ——冷凝温度，K；

t_o ——蒸发温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

b ——系数，立式氨压缩机 $b=0.001$ ，立式氟利昂压缩机 $b=0.0025$ 。

对小型氟利昂压缩机， $\eta_i=0.65\sim 0.8$ ；

对家用全封闭式压缩机， $\eta_i=0.6\sim 0.85$ 。

压力比 τ 值大时， η_i 较低。

制冷压缩机的指示效率 (η_i) 也可由图 2.3-9、图 2.3-10 上查出。

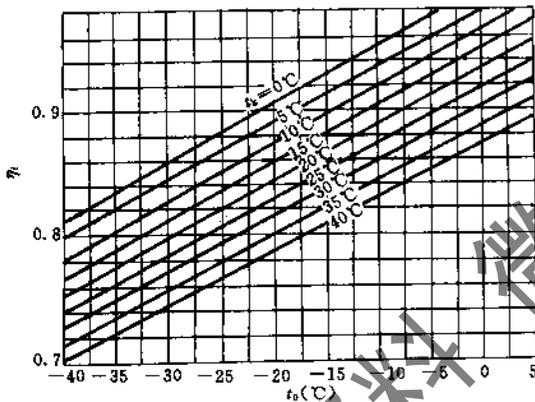


图 2.3-9 氨压缩机的指示效率 η_i 值

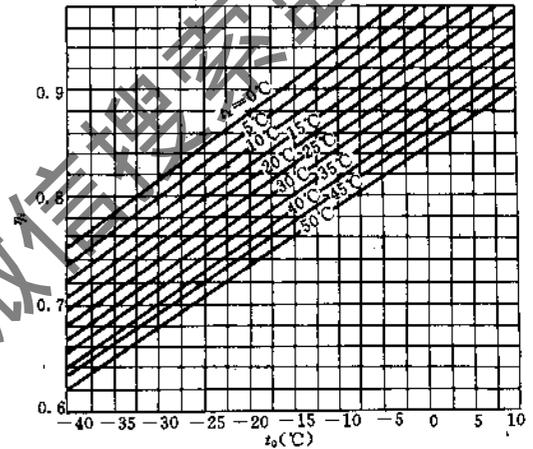


图 2.3-10 R12 和 R22 压缩机的指示效率 η_i 值

摩擦功率 N_m ：用以克服曲柄连杆机构运动等的摩擦所消耗功率，称为摩擦功率。当压缩机转速一定时，摩擦功率与压缩机运行工况无关。摩擦功率 N_m 的计算公式为

$$N_m = 1.309iD^2snp_m \times 10^{-5} \quad (\text{kW}) \quad (2.3-10)$$

式中 N_m ——作用于活塞上的平均摩擦压力，氨压缩机 $N_m=50\sim 70\text{kPa}$ ；氟利昂压缩机 $N_m=35\sim 65\text{kPa}$ 。

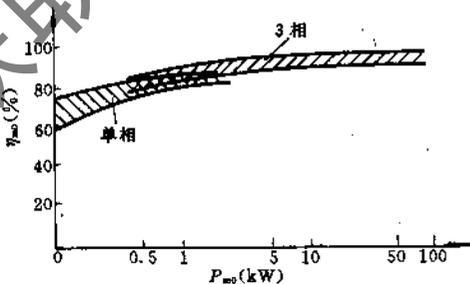


图 2.3-11 电动机效率 η_{mo} 与电动机名义功率 N_{mo} 关系

电动机功率 N_{ei} 的计算公式为

$$N_{ei} = \frac{N_c}{\eta_{mo}} \quad (\text{kW}) \quad (2.3-11)$$

式中 η_{mo} ——电动机效率，制冷压缩机电机效率一般在 $0.60\sim 0.95$ 之间。见图 2.3-11。

电动机通过三角带或平带来传递时，电动机的功率按下式计算：

$$N_{ei} = \frac{N_c}{\eta_{mo}\eta_t} \quad (\text{kW}) \quad (2.3-12)$$

式中 η_s ——传动效率, 三角带传动 $\eta_s=0.97\sim 0.98$, 平带传动 $\eta_s=0.96$ 。

考虑增加 10%~15% 的储备功率, 故配用电动机功率为

$$N = (1.1 \sim 1.15)N_d \quad (\text{kW}) \quad (2.3-13)$$

开启式、半封闭式、全封闭式活塞式制冷压缩机的最大轴功率工况见表 2.3-12、表 2.3-13。

中小型活塞式制冷压缩机最大轴功率工况(GB10873—89、GB10876—89) 表 2.3-12

制冷剂	冷凝压力类别	使用温度范围	最大轴功率工况		
			吸入压力饱和温度 (°C)	吸入温度 (°C)	排出压力饱和温度 (°C)
R717 ^①	低冷凝压力	中温	5	13	46
		低温	-10	-2	46
R12	高冷凝压力	高温	10	18	60
		中温	0	18	60
		低温	-10	18	60
	低冷凝压力 ^①	中温	0	18	49
		低温	-10	18	49
R22	高冷凝压力	高温	10	18	60
		中温	0	18	55
	低冷凝压力	高温 ^①	10	18	49
		中温 ^①	0	18	49
		低温	-10	18	49
R502	低冷凝压力	低温	-10	18	49

① 仅适用于中型活塞式制冷压缩机

全封闭式活塞式制冷压缩机最大轴功率工况(GB10079—88) 表 2.3-13

制冷剂	使用温度范围	最大轴功率工况		
		吸入压力饱和温度 (°C)	吸入温度 (°C)	排出压力饱和温度 (°C)
R22	高温	10	15	60
	低温	-5	15	50
R12	低温	-5	15	60
R502	低温	-5	15	50

制冷压缩机所需轴功率应根据用于空调工况或常用工况而定, 避免造成电动机效率低下和电力容量上的浪费。例如 12.5 系列的压缩机其两档工况具有两 不同的轴功率, 见表 2.3-14。

12.5 系列压缩机电动机功率 表 2.3-14

蒸发温度 t_0 (°C)	8AS12.5	6AW12.5	4AV12.5
	电动机功率 N (kW)		
≥ -5	115	95	55
< -5	95	75	55

活塞式制冷压缩机的能耗指标:

为了评价活塞式制冷压缩机和机组的能耗状况,通常采用两个指标:一是压缩机的单位轴功率制冷量 K_c 。(又称制冷系数,或性能系数 COP,单位是 kW/kW);二是压缩机的能效比 EER (Energy Efficiency Ratio) 值,即电动机的输入功率制冷量(单位是 kW/kW)。分别以公式表示如下:

$$K_c = \frac{Q_0}{N_c} \quad (\text{kW/kW}) \quad (2.3-14)$$

$$\text{EER} = \frac{Q_0}{N_{ei}} \quad (\text{kW/kW}) \quad (2.3-15)$$

将式(2.3-13)代入式(2.3-15),得

$$\text{EER} = \frac{Q_0}{N_{ei}} = \frac{Q_0}{N_c} \eta_{mo} \cdot \eta_s = K_c \cdot \eta_{mo} \cdot \eta_s \quad (\text{kW/kW}) \quad (2.3-16)$$

式中 η_{mo} ——电动机效率;

η_s ——传动效率。

式(2.3-16)反映出上述两个能耗指标 K_c 与 EER 之间的关系。

K_c 值是压缩机热力性能的重要指标,直接反映制冷压缩机在某一工况下运行时的能耗指标,其大小与制冷压缩机的构造、转速、制冷剂类别及运行工况有关。例如,应用于空调工况的活塞式制冷压缩机和机组,即活塞式冷水机组在额定工况下的性能系数 COP (K_c 值)应满足表 2.3-15 要求。

额定工况下活塞式制冷压缩机的性能系数 COP (K_c 值) 一般要求 表 2.3-15

制冷机类别	单机额定工况下制冷量 (kW)	性能系数 COP ^① (kW/kW)	额定工况参数值 (标准空调工况)
活塞式制冷压缩机和机组	<116	≥3.5	蒸发器出水温度: 7℃, 冷凝器进水温度: 32℃, 蒸发器单位制冷量冷却水量: 0.172m ³ /kW, 冷凝器单位制冷量冷却水量: 0.258m ³ /kW, 冷水、冷却水侧污垢系数: 0.086m ² ·℃/kW
	116~349	≥3.8	
	349~582	≥3.9	

① 实际工程中压缩机轴功率 (P_c) 很难测定,故常用电动机输入功率 (P_{ei}) 来代替,即采用 EER 值代替 COP 值 (K_c 值)。

如国产 FJZ 系列活塞式制冷压缩机和机组的性能系数 COP 值见表 2.3-16。

国产 FJZ 系列活塞式制冷压缩机和机组的性能系数 COP 值 表 2.3-16

制冷机型号	制冷剂	制冷量 (kW)	性能系数 COP (kW/kW)	额定工况类别	生产厂家
FJZ-175	R22	175	4.34	标准空调工况	上海第一冷冻机厂
FJZ-230		230	4.32		
FJZ-350		340	4.24		
FJZ-450		455	4.20		

制冷压缩机和机组的性能系数 COP (K_e 值) 值是进行各类制冷机选型时的重要比较指标之一, 必须予以足够重视。

3) 活塞式制冷压缩机的考核工况、性能曲线和使用条件

上述 2) 中介绍的活塞式制冷压缩机名义工况 (表 2.3-9~11) 仅仅是铭牌工况, 便于不同类型的活塞式制冷压缩机和机组性能的比较, 同时便于制造厂标定制冷压缩机的名义制冷量和功率。而具体到每一台制冷压缩机的产品性能指标, 就是它的考核工况。在考核工况条件下, 按规定条件 (转速、电压、频率等) 进行试验而得出的产品性能, 是我们对产品进行性能比较和选型的基准。

中、小型活塞式制冷压缩机的考核工况见表 2.3-17~18, 考核工况性能值见表 2.3-19~23。

中型活塞式制冷压缩机的考核工况 表 2.3-17

使用温度范围	制冷剂	吸入压力饱和温度 (°C)	吸入温度 (°C)	排出压力饱和温度		制冷剂液体温度	
				低冷凝压力时 (°C)	高冷凝压力时 (°C)	低冷凝压力时 (°C)	高冷凝压力时 (°C)
高温	R12、R22	5	15	40	50	35	45
中低温	R12、R22	-15		30	—	25	
	R520		—	—	—		
		R717	-10				

小型活塞式制冷压缩机的考核工况 表 2.3-18

使用温度范围	制冷剂	吸入压力饱和温度 (°C)	吸入温度 (°C)	排出压力饱和温度 (°C)	制冷剂液体温度 (°C)
高温	R12	5		40	35
	R22				
中温	R12	-15	15	30	25
	R22				
低温	R12	-15	15	30	25
	R502				

活塞式制冷压缩机的性能曲线:

制造厂对其生产的各类制冷压缩机都要在某种已定的制冷剂和在工作转速下, 测出不同蒸发温度 (t_0)、不同冷凝温度 (t_k) 下的制冷量 (Q_0) 和轴功率 (或电动机功率) 等性能曲线, 并随出厂产品提供给使用者, 做为该机运行操作的考核依据。

图 2.3-12 至图 2.3-15 示出几种型号活塞式制冷压缩机的性能曲线。

活塞式制冷压缩机的使用条件:

活塞式制冷压缩机的使用工况条件尽管允许随实际要求而改变, 但必须限定在经济安全的条件范围之内, 这就是规定的极限工作条件。各类活塞式制冷压缩机的极限工作条件见表 2.3-24、表 2.3-25。

表 2.3-19

中型开启式活塞式制冷压缩机组考核工况性能值

冷却压力	使用温度范围	缸径(mm)	行程	缸数	R717				R12				R22			
					转速(r/min)	考核工况制冷量(kW)	单位输入功率(kW/kW)	单位制冷量(kg/kW)	转速(r/min)	考核工况制冷量(kW)	单位输入功率(kW/kW)	单位制冷量(kg/kW)	转速(r/min)	考核工况制冷量(kW)	单位输入功率(kW/kW)	单位制冷量(kg/kW)
低 冷 凝 压 力	高 温	70	8	4	1440	39.2	3.47	6.0	9.5	23.7	3.07	9.5	75.4	5.02	3.2	
						78.6		3.8	6.4	47.2		6.4	150.6		2.1	
		100	8	4	1440	30.6	3.43	6.9	11.4	18.4	3.12	11.4	58.8	5.0	3.6	
						61.2		4.6	7.7	36.8		7.7	117.5		2.4	
		125	8	4	1440	231.5	3.47	3.3	7.0	112	2.33	7.0	359	5.10	2.2	
						185.5	3.43	4.0	11.6	161	3.14	11.6	179.4	3.43	4.1	
	170	140	8	960	324	3.49	4.3	8.7	161	3.23	8.7	258	3.43	5.2		
					295.5		4.6	9.2	146.5		9.2	235		5.7		
	中 低 温	100	8	4	960	582	3.60	5.5	11.6	307	3.28	11.6	1027	5.27	3.6	
						170	140	3.60	5.5	11.6	307	3.28	11.6	493	3.55	7.1
		125	8	4	960	324	3.49	4.3	8.7	161	3.23	8.7	258	3.43	5.2	
						295.5		4.6	9.2	146.5		9.2	235		5.7	
170		140	8	960	582	3.60	5.5	11.6	307	3.28	11.6	1027	5.27	3.6		
					170	140	3.60	5.5	11.6	307	3.28	11.6	493	3.55	7.1	

续表

冷凝压力	使用温度范围	缸径 (mm)	行程	缸数	R717				R12				R22						
					转速 (r/min)	考核工况制冷量 (kW)	单位轴功率 (kW/kW)	单位制冷量 (kg/kW)	转速 (r/min)	考核工况制冷量 (kW)	单位轴功率 (kW/kW)	单位制冷量 (kg/kW)	转速 (r/min)	考核工况制冷量 (kW)	单位轴功率 (kW/kW)	单位制冷量 (kg/kW)			
高 冷 凝 压 力	高 温	70	70	4	42.6	3.66	5.6	67.6	4.07	67.6	3.5	1440	85	3.6	3.6	135.5	4.07	135.5	2.3
				4	33.2	3.56	6.3	53	3.97	53	4.0								
		55	70	4	66.2	4.3	105.5	2.7	105.5	2.7									
				8	208.5	3.68	3.8	323	4.12	323	2.4								
	中 低 温	100	80	8	207.5	3.60	3.8	320	3.95	320	2.4	1440	110	4.7	4.7	464	4.12	464	3.0
				8	299.5	3.88	5.1	423	3.3	423	3.3								
		70	70	4	16.4	1.98	14.1	26	2.15	26	9.1	1440	125	8.9	8.9	52.2	2.15	52.2	5.7
				8	32.6	1.98	8.9	52.2	2.15	52.2	5.7								
	中 低 温	70	55	4	12.8	1.92	16.0	20.5	2.12	20.5	10.3	1160	100	9.2	9.2	124	2.15	124	6.0
				8	25.5	1.92	10.8	41.2	2.08	41.2	6.9								
		100	80	8	80.2	2.03	9.2	123	2.15	123	6.0	1440	110	11.7	11.7	178	2.21	178	7.6
				8	79.8	1.92	12.1	162	2.21	162	7.8								
100	80	8	115	2.05	11.7	178	2.21	178	7.6	960	125	12.1	12.1	162	2.21	162	7.8		
		8	105	2.05	12.1	162	2.21	162	7.8										

表 2.3-20

中型半封闭式活塞式制冷压缩机考核工况性能值

冷凝压力	使用温度范围	缸径 (mm)	行程 (mm)	缸数	转速 (r/min)	R12			R22			R502				
						考核工况制冷量 (kW)	单位输入功率 (kW/kW)	单位制冷量 (kg/kW)	考核工况制冷量 (kW)	单位输入功率 (kW/kW)	单位制冷量 (kg/kW)	考核工况制冷量 (kW)	单位输入功率 (kW/kW)	单位制冷量 (kg/kW)		
低 冷 凝 压 力	高 温	70	4	8	1440	75	2.83	13.4	4.19	5.0	38	3.13	8.7			
														150	3.6	3.6
		55	4	8		56.7	3.09	4.3	75.8	3.08	10.4					
						113.5						9.1	3.08	7.3		
	中 低 温	70	4	8		1440	22.9	2.79	9.4	3.06	9.1	3.06	29.9	3.08	10.4	
																45.8
		55	4	8			18	2.79	11.3	28.4	3.06	7.7	3.06	59.8	3.08	7.3
							36									
高 冷 凝 压 力	高 温	70	4	8	1440		41	2.67	8.9	2.79	6.2	66.4	3.13	8.7		
															82	4.4
		55	4	8			32.4	2.67	10.7	50.4	2.79	7.5	5.2	14.1	3.08	10.4
							64.6									
	中 低 温	70	4	8		1440	14.8	1.63	20.8	1.74	14.1	1.74	23.3	1.74	11.9	
																29.5
		55	4	8			11.6	1.59	25	18.3	1.71	16.9	1.71	18.3	1.71	7.3
							23.3									

小型半封闭式活塞式制冷压缩机考核工况性能值

表 2.3-21

配用电动机 功率 (kW)	R12				R22				R502	
	中、低温		高 温		中、低温		高 温		中、低温	
	制冷量 (kW)	单位功率 制冷量 (kW/kW)								
0.37	0.87	2.33	—	—	0.92	2.38	—	—	0.97	2.41
0.55	1.29	2.49	1.87	3.45	1.35	2.55	2.13	3.49	1.41	2.60
0.75	1.82	2.62	2.59	3.67	1.87	2.69	2.91	3.77	1.97	2.73
1.10	2.54	2.69	3.78	3.78	2.69	2.77	4.35	3.88	2.87	2.80
1.50	3.45	2.73	5.10	3.78	3.70	2.77	5.88	3.88	3.90	2.80
2.20	4.51	2.78	7.51	2.86	5.44	2.83	8.75	3.96	5.84	2.85
3.00	6.87	2.81	10.23	3.92	7.38	2.86	11.88	4.01	7.69	2.92
3.70	8.75	2.84	12.75	3.96	9.16	2.88	14.00	4.04	9.75	2.94
4.00	9.24	2.84	13.54	3.96	9.88	2.88	15.62	4.04	10.39	2.94
4.50	10.40	2.84	15.35	3.97	10.93	2.88	17.71	4.04	11.57	2.94
5.50	12.75	2.87	18.75	4.00	13.29	2.93	21.41	4.07	13.87	2.96
7.50	16.88	2.93	25.81	4.05	18.44	2.94	28.75	4.14	23.11	2.99
9.00	—	—	30.75	4.05	21.88	2.94	36.24	4.14	23.11	3.00
11.0	—	—	—	—	26.77	2.98	43.23	4.16	27.63	3.02
13.0	—	—	—	—	—	—	51.08	4.16	—	—
15.0	—	—	—	—	—	—	58.06	4.20	—	—

小型开启式活塞式制冷压缩机考核工况性能值

表 2.3-22

配用电动机 功率 (kW)	折 算 系 数	R12				R22				R502	
		中、低温		高 温		中、低温		高 温		中、低温	
		制冷量 (kW)	单位功率 制冷量 (kW/kW)								
0.55	1.40	1.15	2.46	—	—	1.29	2.50	—	—	1.01	2.56
0.75	1.37	1.67	2.60	3.01	3.76	1.82	2.67	—	—	1.42	2.74
1.10	1.31	2.42	2.74	4.24	3.83	2.65	2.76	4.21	3.89	2.00	2.79
1.50	1.29	3.34	2.77	5.73	3.91	3.82	2.83	5.82	3.97	2.93	2.85
2.20	1.26	4.93	2.88	8.77	4.04	5.41	2.91	8.36	4.08	3.96	2.95
3.00	1.24	6.61	2.93	11.79	4.11	7.29	2.95	11.69	4.16	5.94	3.00
4.00	1.21	9.55	2.98	15.72	4.20	9.87	3.01	15.89	4.27	8.01	3.06
5.50	1.19	12.42	3.05	21.32	4.32	13.60	3.11	22.44	4.39	10.82	3.17
7.50	1.17	16.31	3.12	28.59	4.35	18.60	3.15	28.85	4.42	14.92	3.19
11.0	1.16	—	—	—	—	27.21	3.20	43.01	4.49	20.45	3.24
15.0	1.15	—	—	—	—	—	—	50.98	4.53	—	—

注：1. 表中单位功率制冷量指直联电动机传动值，当为带传动时，传动效率按 96.5% 计算。

2. 开启式和半封闭式压缩机均按电动机输入功率计算。试验时应测定带配套电动机的输入功率，在需要对开启式压缩机单独进行考核时，允许将表中的单位功率制冷量乘以折算系数，作为单位轴功率制冷量指标进行考核。

中型活塞式制冷压缩机考核性能值修正系数

表 2.3-23

缸数	制冷量 (kW)	单位轴功率制冷量 (kW/kW)		单位制冷量的机组重量 (kg/kW)
		开启式	半封闭式	
8	1	1	1	不做规定
6	0.66	0.995	0.99	
4	0.49	0.99	0.98	
3	0.32	0.98	0.97	
2	0.24	0.98	0.96	

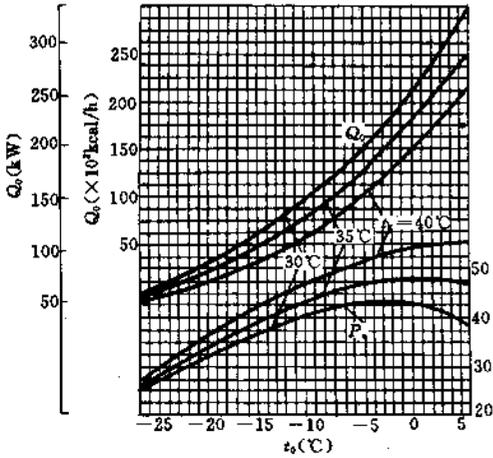


图 2.3-12 8AS10 型压缩机性能曲线
(制冷工质 R717, 转速 960r/min)

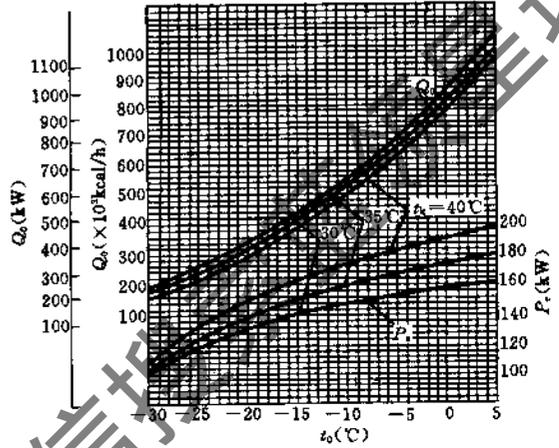


图 2.3-13 8AS17 型压缩机性能曲线
(制冷工质 R717, 转速 720r/min)

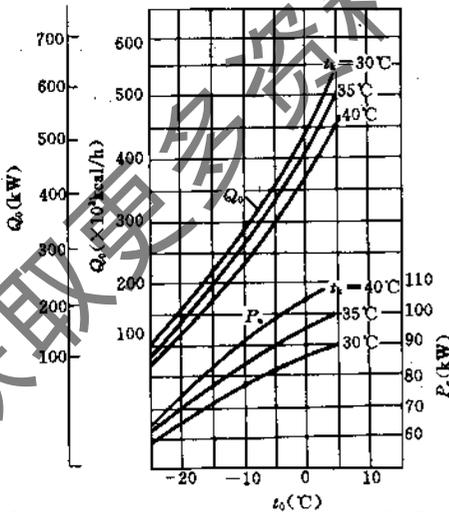


图 2.3-14 8AS12.5 型压缩机性能曲线

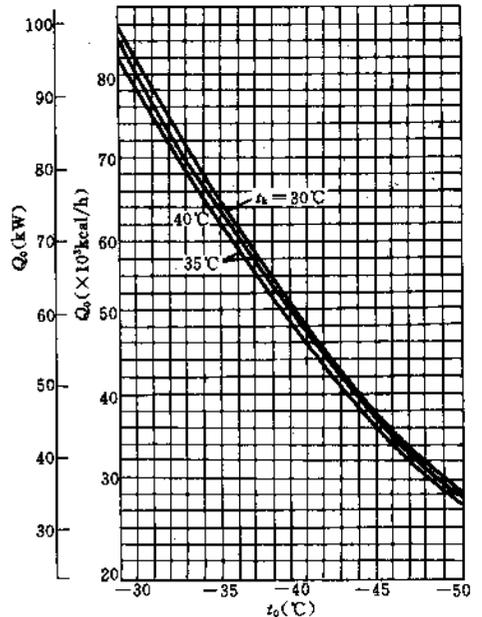


图 2.3-15 S8-12.5A 型单机双级氮
压缩机性能曲线
(制冷工质 R717, 转速 960r/min,
高低缸容积比 1:3)

中小型活塞式制冷压缩机使用条件 (GB10872—89 和 GB10875—89) 表 2.3-24

制冷剂	R717 ^①	R12		R22		R502
		高冷凝压力	低冷凝压力	高冷凝压力	低冷凝压力	
最高排出压力饱和温度 (°C)	46	60	49	60 ^②	49	
最大压差 (MPa)	1.6	1.4		1.8	1.6	1.8
最高吸入压力饱和温度 (°C)	5	10				-10
最高排出温度 (°C)	150	125		145		
使用温度范围 (°C)	高温	10~-10				
	中温	5~-15	0~-20			
	低温	-10~-30		-	-10~-35	-10~-40

① 仅适用于中型活塞式制冷压缩机。

② 当使用于中温时为 55°C, 当使用于低温时为 49°C。

活塞式全封闭式制冷压缩机使用条件 (GB10079—88) 表 2.3-25

制冷剂		R12	R22	R502
最高排出压力饱和温度 (°C)	高温	-	60	-
	低温	60	50	
最大压力差 (MPa)	高温	2.0		-
	低温	1.2	1.6	
最高排气温度 (°C)		130	150	
蒸发温度 (°C)	高温	-	-15~10	-
	低温	-30~-5		-45~-5
最高环境温度 (°C)		43		

(4) 活塞式制冷压缩机的结构组成及其作用

活塞式制冷压缩机按其不同的密封型式(或称其与电动机不同的连接型式)分为开启式、半封闭式和全封闭式三种常用的总体结构型式。该三种结构型式的特点及应用范围见表 2.3-26。

开启式、半封闭式和全封闭式活塞式制冷压缩机的结构特点及应用范围 表 2.3-26

结构型式	比较内容	连接方式区别	特点比较		应用范围	采用制冷剂
			优点	缺点		
开启式		曲轴的功率输入端伸出机体, 通过传动装置与电动机连接; 伸出端有防泄漏的轴封装置	1) 拆卸、维修最方便 2) 电动机冷却不消耗制冷循环冷负荷	1) 制冷剂易外泄 2) 外界空气易渗入机内	冷冻、冷藏设备; 中央空调热泵	R12、R22、R502、R717 (R717 仅用于开启式)
半封闭式		压缩机机体与电动机外壳铸成一体; 电动机与压缩机共一根主轴; 不用轴封装置; 机体与端盖用螺栓连接	1) 拆卸、维修较方便 2) 密封性较好, 减少渗漏	1) 仍存在较少渗漏 2) 电动机冷却消耗制冷循环冷负荷	冷冻、冷藏设备; 中央空调热泵	R12、R22、R502

续表

结构型式	比较内容	特点比较		应用范围	采用制冷剂
		优点	缺点		
全封闭式	压缩机与电动机共一根主轴、且装在同一密闭壳体之内,壳体两部分在装配后焊封	1) 密封性最好,无任何渗漏 2) 不需拆卸,仅定期更换润滑油	1) 无法拆卸,维修,使用寿命为一定(保证10年~20年) 2) 电动机冷却消耗制冷循环冷负荷	冷冻、冷藏设备 车辆空调 小型空调 中央空调 热泵	R12、R22、R502

开启式活塞式制冷压缩机结构见图 2.3-16。

半封闭式活塞式制冷压缩机结构见图 2.3-17。

全封闭式活塞式制冷压缩机结构见图 2.3-18。

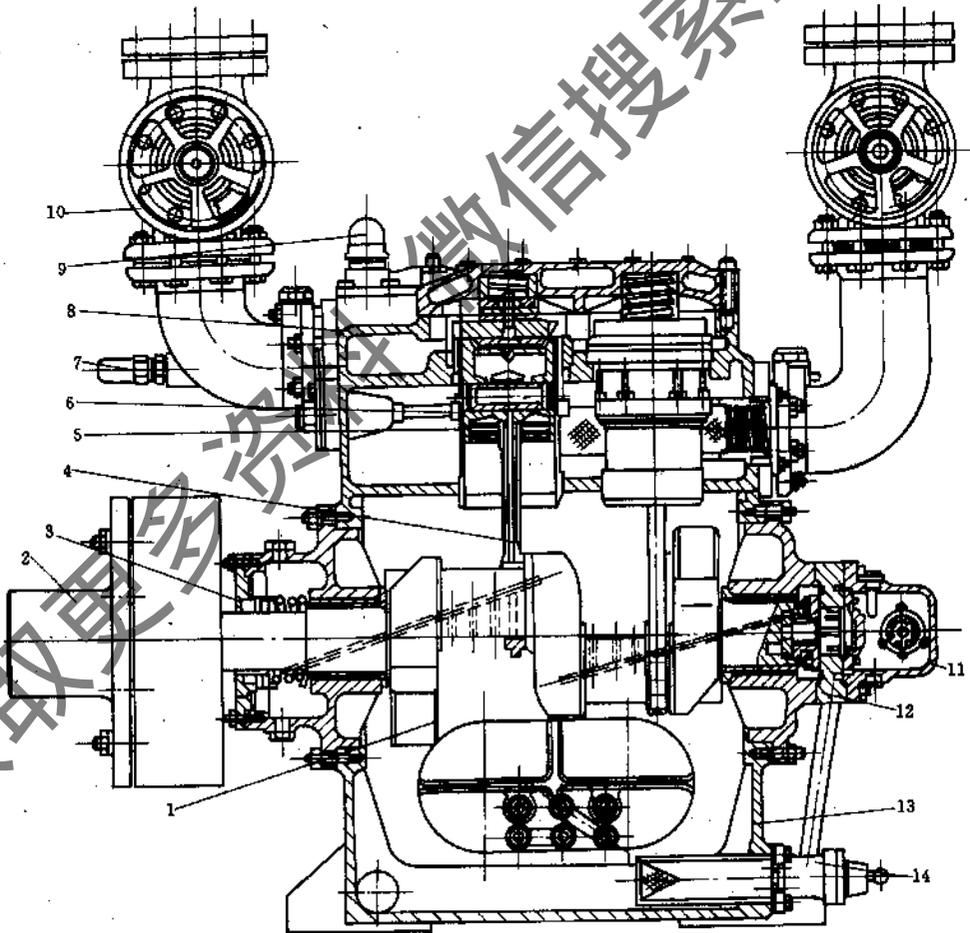


图 2.3-16 812.5A 型开启式活塞式制冷压缩机结构图

- 1—曲轴; 2—联轴器; 3—轴封; 4—连杆; 5—活塞; 6—能量调节装置; 7—放空阀;
8—气阀; 9—安全阀; 10—截止阀; 11—滤油器; 12—油泵; 13—机体; 14—三通阀

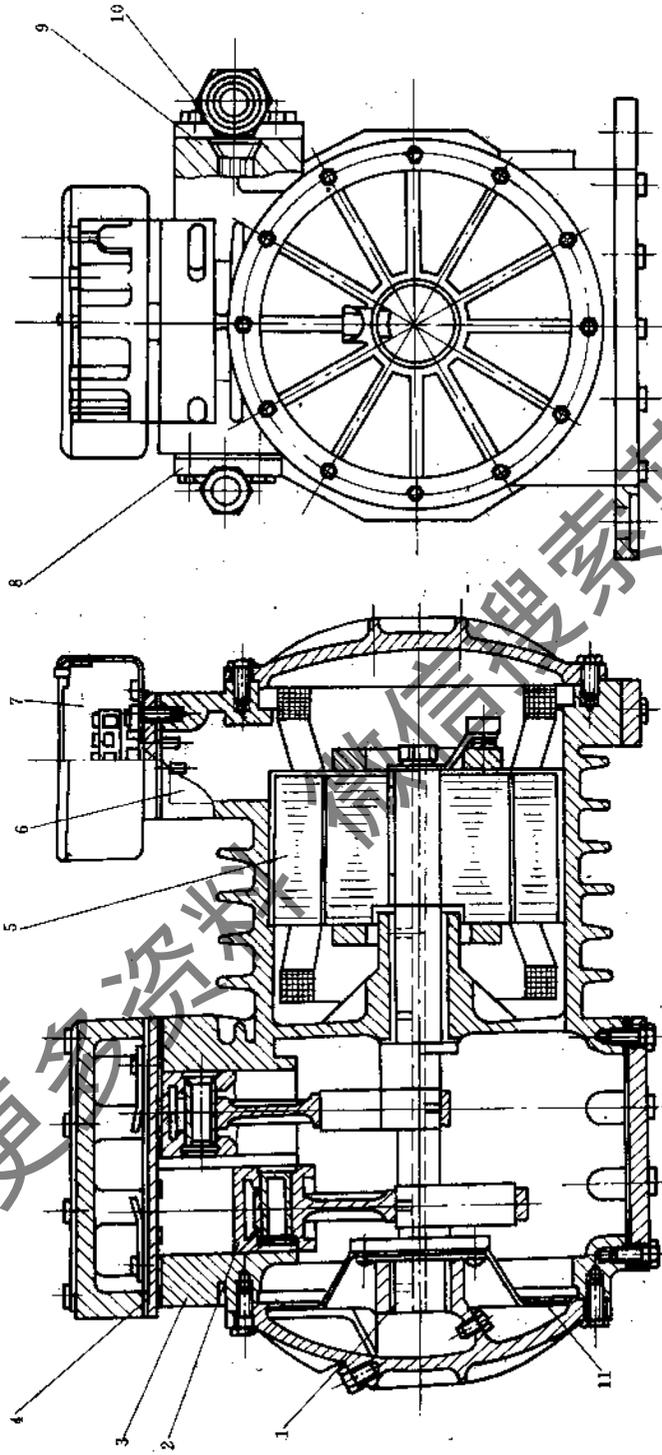


图 2-3-17 B25F44A 型半封闭式活塞式制冷压缩机组图

1—偏心轴;2—活塞连杆组;3—气缸体;4—阀板组;5—内置电动机;6—接轴杆;
7—接轴盒;8—排气截止阀;9—吸气截止阀;10—吸气滤网;11—甩油盘

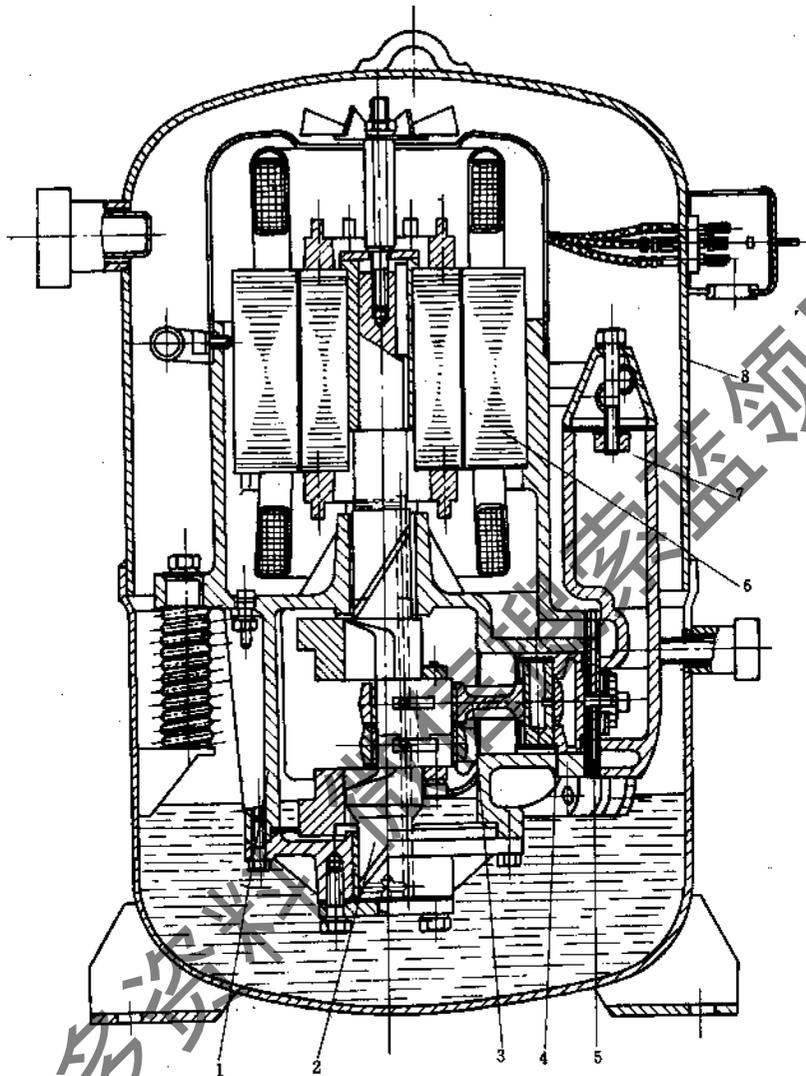


图 2.3-18 S2FV5QD 型全封闭式活塞式制冷压缩机结构图

- 1—机体；2—曲轴；3—连杆；4—活塞；5—气阀；
6—电动机；7—排气消声部件；8—机壳

开启式、半封闭式和全封闭式三种类型的活塞式制冷压缩机结构，除轴封与电动机连接型式有显著区别外，其他部件基本上相同或相似。我们以 812.5A 型开启式活塞式制冷压缩机为例，其主要组成零部件及作用见表 2.3-27。

812.5A 型开启式活塞式制冷压缩机主要零部件及其作用

表 2.3-27

主要部件名称		材 质	主要偏差配合要求	作 用
机 体 (见图 2.3-19)	机 身	优质灰铸铁: HT200 或 HT250	主要部位形位偏差应符合 ZBJ73017 规定, 前后主轴承座孔同轴度允差不大于 0.01/100; 缸套座孔轴线与主轴承座孔轴线的垂直度允差不大于 0.02/100	1. 支承压缩机零件, 保持准确相对位置 2. 形成高、压腔、气路、油路通道, 作为润滑油的容器 3. 承受气体力和不平衡外力, 传给基础
	气缸盖 侧盖	35、45 钢		

续表

主要部件名称	材 质	主要偏差配合要求	作 用
曲 轴 (见图 2.3-20)	铸成一体, 常用材料为 QT500-7 或 40.45 优质碳素钢 (球墨铸铁 QT600-3 的硬度 197~269HB, 45 钢铸造硬度 50~63HRC)	按 ZBJ73016 规定, 曲轴圆柱度允差不大于 IT6 级直径偏差之半; 主轴颈轴线与曲柄销轴线平行度允差不大于 $100:0.02$; 主轴颈和曲柄销表面粗糙度应不大于 $Ra0.40\mu m$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将电动机的有效功率输入, 以实现气体压缩和输送 2. 非电机端带动油泵并输送压力润滑油, 电机端伸出曲轴箱与联轴器相连 3. 每个曲柄销上装配四个连杆, 将曲轴的旋转运动变成连杆活塞的往复运动 4. 油孔确保轴颈、曲柄销、主轴颈、连杆轴承的润滑
剖分式连杆 (见图 2.3-21)	大、小头 连杆体	可锻铸铁 KTH370-12, 球墨铸铁 QT450-10, 35、45 钢	<ol style="list-style-type: none"> 1. 连杆是连接曲轴和活塞的强受力件, 将曲轴的旋转运动转换成活塞的往复运动, 将电动机输入功率传给活塞组件 2. 连杆小头润滑方式: 连杆体内油孔的压力润滑和飞溅润滑 3. 连杆螺栓是承受交变载荷、受力最严重的零件, 其破坏会酿成压缩机重大事故
	大头盖	35、45 钢	
	连杆螺栓	38Cr、40Cr、30GMo, 螺母 35、45 钢	
	大头轴瓦	浇注锡基轴承合金, 厚度 $0.3\sim 1mm$	
活塞组件 (见图 2.3-22)	活塞体	铸 铁: HT200 或 HT250; 铝合金: ZL108、ZL109 等	活塞与气缸之间配合间隙: <ol style="list-style-type: none"> 1) 铝合金活塞: 其间隙 $C = (0.0015 \sim 0.0035) D$, ($D$ 为气缸直径) 2) 铸铁活塞: 配合间隙 $H6/h5$; 活塞销孔轴线对活塞轴线的垂直度允差 $100:0.035$ 销孔中心至活塞顶面的余隙高度 $0.5\sim 1mm$
	活塞销	材料: 20 钢或 20Cr (表面硬度 $55\sim 60HRC$) 45 钢 (表面硬度 $50\sim 58HRC$)	外圆柱的圆柱度允差不大于 IT6 级直径偏差之半; 活塞销和销座孔配合取 $H6/h5$
	活塞环	加入少量合金元素的合金铸铁	装配要求是检查环的外圆柱与气缸壁的贴合良好

续表

主要部件名称	材 质	主要偏差配合要求	作 用	
气阀缸套组件 (见图 2.3-24)	气 阀 (吸气、排气)	阀片材料: 4Cr13Mo 或 30CrMnSiA 合金钢	812.5A 型制冷压缩机的 吸气阀片行程: 2.4 ~ 2.6mm, 吸气阀片平面度, 不大于 0.18mm; 排气阀片 行程: 1.4~1.55mm, 排气 阀片平面度: 不大于 0.12mm; 气阀组装后要进 行密封试验。检修更换阀片 时, 要重新研磨阀座的密封 线, 密封线低于 0.5mm 时应 更换阀座	气阀起着控制压缩机进行吸 气、压缩、排气和膨胀四个工 作过程的作用, 其开启和关闭 是靠吸气阀片、排气阀片两面 的压差来实现的。吸气阀和排 气阀主要由阀座、阀片、弹簧 和升程限制器 4 个主要零件组 成 国产缸径 20mm 以上的中小 型活塞式制冷压缩机均采用环 片阀, 以顶开吸气阀调节输气 量大小, 排气阀兼作安全盖
	气缸套		气缸套内表面圆柱度允差 不大于 IT7 级直径偏差之半 气缸套内直径磨损量达到 直径的 5% 时, 应更换气缸 套	1) 气缸套的上部法兰兼作吸 气阀座, 法兰上有两圈凸起的 密封线 (与吸气阀片配合) 2) 密封面之间的环形凹槽中 有若干均布的圆形孔与吸气腔 连通, 直径较小的圆孔作安装 顶开吸气阀片的顶杆用。顶开 吸气阀片的机构安装在转动环 上
轴 封	摩擦环 式轴封 (见 图 2.3-25)	摩擦副固定环与动摩擦 环, 15Cr(20Cr)—磷青铜, 灰铸铁—磷青铜,	摩擦环摩擦表面的表面粗 糙度要求: $Ra0.1\mu\text{m}$, 维修装 配时, 摩擦副的摩擦面要互 相研磨至紧密贴合为止	在开启式制冷压缩机中, 采 用各种轴封型式, 防止制冷剂 及润滑油向外泄漏和外界空气 渗入压缩机内部 国内在高速多缸压缩机中, 采用端面摩擦式轴封; 在小型 开启式压缩机中采用波纹管式 轴封
	摩擦环 式轴封 (见 图 2.3-26)	钢环表面硬度: 58 ~ 65HRC。铸铁摩擦环表面 硬度: 300 ~ 350HBS		
	波纹 管式 轴封 (见 图 2.3-27)			

表 2.3-27 中主要部件结构图见图 2.3-19~27。

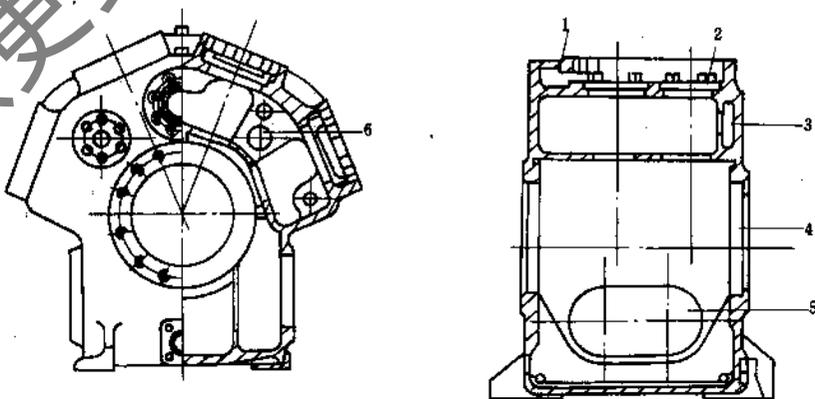


图 2.3-19 812.5A 型开启式制冷压缩机机体结构

1—排气腔; 2—气缸套座孔; 3—吸气腔; 4—主轴承孔; 5—侧盖孔; 6—吸气孔

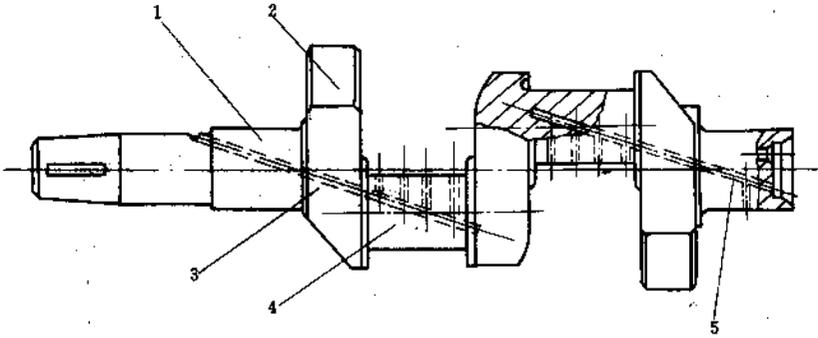


图 2.3-20 812.5A 型开启式制冷压缩机曲轴结构

1—主轴颈；2—平衡块；3—曲柄；4—曲柄销；5—油孔

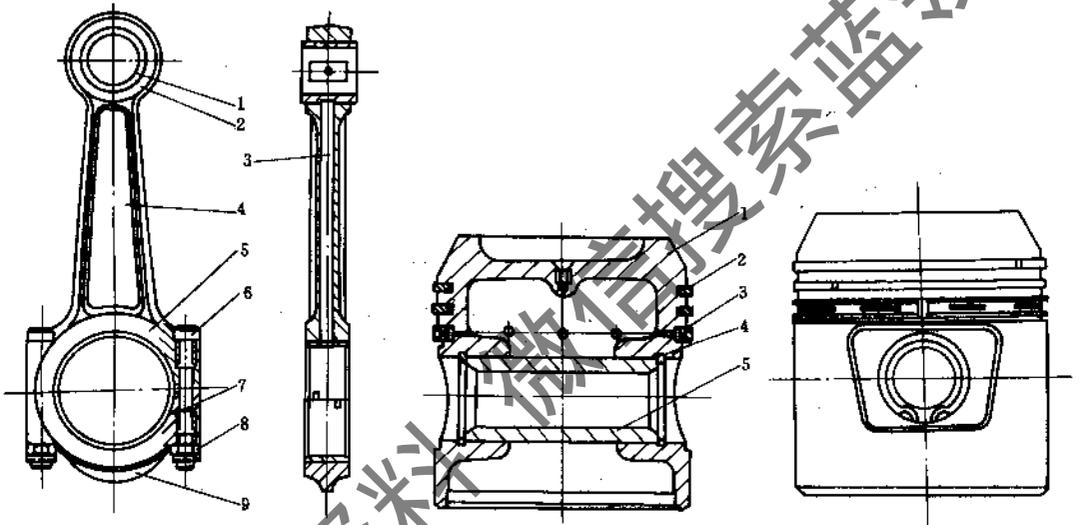


图 2.3-21 812.5A 型开启式制冷压缩机剖分式连杆结构

1—小头衬套；2—连杆小头；3—油孔；
4—连杆体；5—连杆大头；6—连杆螺栓；
7—大头轴瓦；8—连杆螺母；9—大头盖

图 2.3-22 812.5A 型开启式制冷压缩机活塞组件

1—活塞体；2—气环；3—刮油环；
4—弹簧挡圈；5—活塞销

2. 冷凝器

冷凝器是构成活塞式冷（热）水机组的必不可少的换热设备之一，是完成压缩式蒸气制冷循环的四大部件之一。

冷凝器的作用是将制冷压缩机排出的高温制冷剂过热蒸气冷却并冷凝成液体制冷剂（或过冷液体），制冷剂在冷凝器中由气相转换成液相时，所放出的冷凝热量由冷却介质（水或空气）带走，排向大气。

带走冷凝热量的冷却介质为水时，该机组称为水冷式活塞式冷水机组（标准空调工况）；带走冷凝热量的冷却介质为空气时，该机组称为风冷式活塞式冷水机组（标准空调工况）。

中央空调系统中使用的冷凝器工况为：

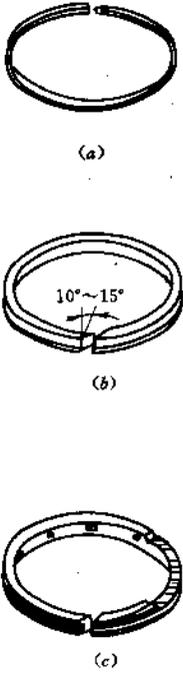


图 2.3-23 活塞环的结构型式
(a) 气环; (b)、(c) 刮油环

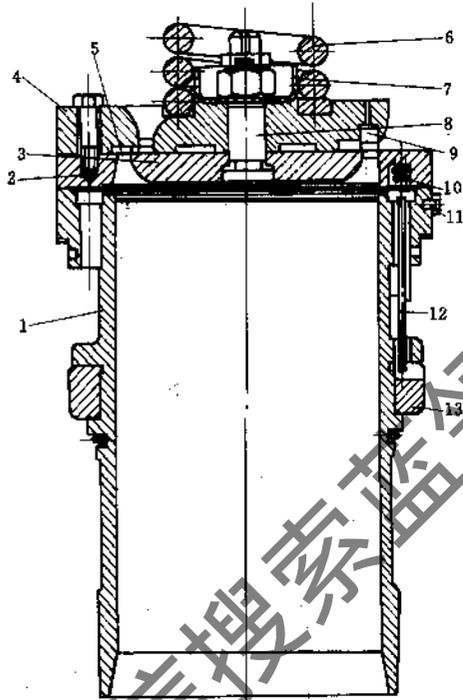


图 2.3-24 812.5A 型开启式制冷压缩机的气阀缸套组件
1—气缸套; 2—外阀座; 3—内阀座; 4—阀盖; 5—排气阀片; 6—安全弹簧; 7—衬垫; 8—气阀螺栓; 9—排气阀弹簧; 10—吸气阀弹簧; 11—吸气阀片; 12—顶杆; 13—转动环

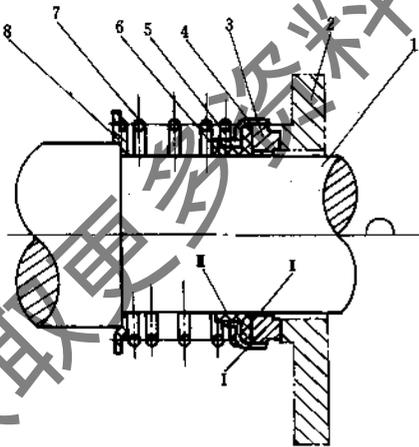


图 2.3-25 摩擦环式轴封结构
1—曲轴; 2—压板; 3—动摩擦环; 4—钢壳;
5—紧箍圈; 6—轴封橡胶圈; 7—弹簧; 8—托板

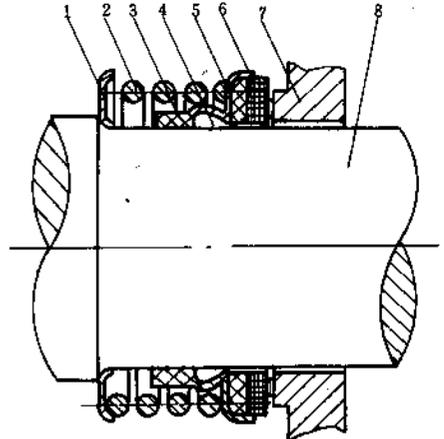


图 2.3-26 810AC 型制冷压缩机轴封结构
1—托板; 2—弹簧; 3—紧箍圈; 4—波形橡胶圈;
5—压紧环; 6—动摩擦环; 7—压板; 8—曲轴

冷却水进入冷凝器的进水温度 $t_{w1}=32^{\circ}\text{C}$;
冷却水流出冷凝器的出水温度 $t_{w2}=37^{\circ}\text{C}$;
冷凝器中制冷剂的冷凝温度 $t_k=40^{\circ}\text{C}$ 。

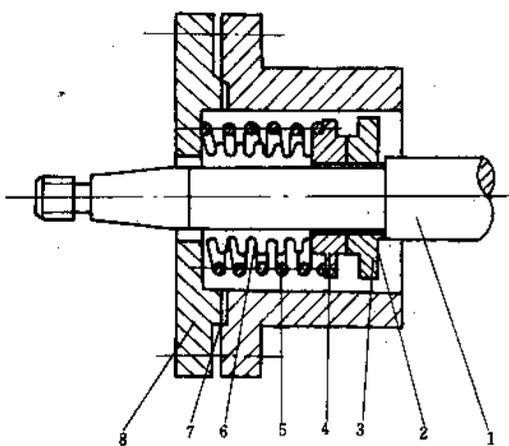
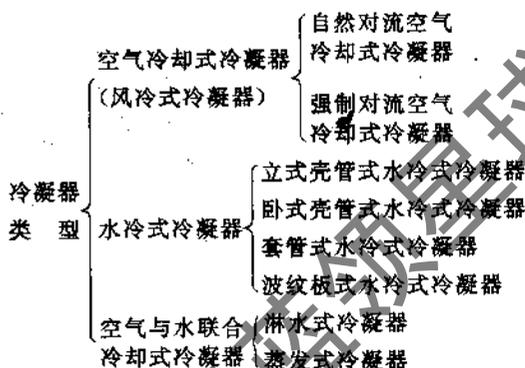


图 2.3-27: 波纹管制轴封结构

1—曲轴; 2—橡胶密封圈; 3—动摩擦环; 4—固定环;
5—弹簧; 6—波纹管; 7—垫片; 8—压板

(1) 冷凝器的类型、结构和使用特点
按冷凝器中的冷却方式(水冷、风冷及水与空气联合冷却三种方式), 目前用于活塞式制冷装置中常用的冷凝器类型如下:



在上述三种冷凝器类型中, 除水冷式冷凝器中, 制冷剂在冷凝传热管外冷凝之外, 其余两种类型中, 制冷剂均在冷凝传热管内冷凝。

冷凝器的类型、换热方式、结构特点及使用特点见表 2.3-28。

立式壳管式冷凝器结构图见图 2.3-28。

立式壳管式冷凝器的型号与结构参数见表 2.3-29~32。

冷凝器的类型、换热方式、结构特点及使用特点比较表 表 2.3-28

冷凝器类型	换热方式	结构特点	使用特点		适用范围
			优点	缺点	
立式壳管式水冷式冷凝器 (见图 2.3-28)	在冷凝器中, 制冷剂放出的热量由管内的冷却水带走, 制冷剂在管外冷凝。冷却水一般为循环使用, 需配置冷却塔或水池	由钢板卷焊而成的圆柱筒体垂直安放, 筒体两端焊有管板, 管子 ($\phi 51 \times 3.5$ 或 $\phi 38 \times 3$ 无缝钢管) 两端用焊接或胀管法与管板紧固。筒体顶部装有配水箱, 水从水箱中通过多孔筛板进入每根管子顶部的水分配器, 再进入管内。升温后的冷却水由冷却水泵送入冷却塔, 再返回冷凝器循环使用。现多采用盖式水分配器	1) 可露天安装, 节省机房面积 2) 清除水垢方便, 对水质要求低 3) 冷却水靠重力一次流过, 流动阻力小; 4) 漏氨易发现	1) 冷却水一次流过, 温升小, 循环水量要大 2) 传热系数比卧式壳管式的低 3) 体积比卧式壳管式大 4) 需设较高的操作台, 操作不太方便 5) 无法使制冷剂液体在冷凝器内过冷	仅用于大中型氨制冷系统

续表

冷凝器类型	换热方式	结构特点	使用特点		适用范围	
			优点	缺点		
水冷式 冷凝器	卧式壳管式(见图 2.3-29)	在冷凝器中,制冷剂放出的热量由管内的冷却水带走,制冷剂在管外冷凝。冷却水一般为循环使用,需配置冷却塔或水池	亦由筒体、管板、传热管等组成;由于水平安置,故在筒体两端设有端盖(或称水室)。冷却水流程数一般做成偶数,使冷却水进、出口在同一端,便于接管安装。氟卧式壳管式中传热管采用 $\phi 32 \times 3$ 或 $\phi 25 \times 2.5$ 的无缝钢管	<ol style="list-style-type: none"> 1) 结构紧凑,体积小比立式壳管式小 2) 传热系数比立式壳管式大 3) 冷却水进、出口温差大,耗水量小 4) 室内布置、操作较方便 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 对水质要求高 2) 必须停运时方可清洗,清洗不方便 3) 冷却水流动阻力大 4) 制冷剂泄漏不易发现 	大、中、小型氟和氟利昂制冷装置
	套管式(见图 2.3-30)	在较大的无缝钢管内套有一根或数根直径较小的铜管(光管或低肋管),然后绕成螺旋管型式。制冷剂蒸气从上部进入套管空间;冷却水由下部进入铜管,与制冷剂蒸气逆向流动,强化传热。流速 $1 \sim 2 \text{ m/s}$,进出水温差 $6 \sim 10 \text{ }^\circ\text{C}$ 。	<ol style="list-style-type: none"> 1) 结构紧凑,制造简单,价格便宜 2) 制冷剂液体过冷度较大 3) 冷却水耗量少 4) 传热系数较高 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 水侧流动阻力大 2) 清除水垢困难,对水质要求较高 3) 制冷剂侧压力损失较大 4) 金属材料消耗量较多 5) 贮液性能差 	小型氟利昂制冷装置(制冷量小于 40 kW 的小型柜式空调机)	
	波纹板式(见图 2.3-31~32)	由若干波纹板片组合而成,相邻板片的波纹方向相反。两种热交换介质在相邻的流道中反向流过,形成强扰动。由传热板片、压紧板、垫片、轴、接管、压紧螺栓、支架等组成	<ol style="list-style-type: none"> 1) 结构紧凑,同样换热面积,比壳管式体积小60% 2) 传热系数高 3) 流阻损失小 4) 适应小温差传热,可降低冷凝温度,节能 5) 制冷剂充灌量少 6) 组合灵活,热损失小 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 对板片的冲压模具精度要求高,制造困难 2) 换热器价格较高 3) 整体浇焊型清洗困难,对水质要求较高 	广泛用于模块式冷(热)水机组	
空气冷却式冷凝器(风冷式冷凝器)	空气自然对流式(见图 2.3-33~35)	该冷凝器有线管式和板管式、百页窗式。线管式由两面焊有铜丝的蛇形管组成	<ol style="list-style-type: none"> 1) 不需要冷却水,节省水 2) 可露天布置,节约机房面积 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 传热系数低 2) 气温高时,冷凝压力较高 3) 有翅片,清洗不便 	缺水、干燥地区。广泛用于家庭冰箱等	
		板管式是将蛇形管组胶合在板壁面上(如电冰箱箱体壁面上)	<ol style="list-style-type: none"> 1) 箱体外表面平整 2) 冰箱两侧可散热,增加了散热面积 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 冷凝器散热性能较差 2) 冰箱冷损较大 		

续表

冷凝器类型	换热方式	结构特点	使用特点		适用范围	
			优点	缺点		
空气冷却式冷凝器(风冷式冷凝器)	空气强制对流式(见图 2.3-36)	采用轴流风机横向吹过翅片管,制冷剂蒸气走管程放热冷凝。制冷剂为 R12、R22、R502 等	由一组或几组管外套有翅片的蛇形管组成,翅片多用铝套片,与管子间用液压机械胀管法保证其紧密接触。制冷剂蒸气从上部的分配集管进入每根蛇管,冷凝液体由下部液体集管排出。与压缩机一起构成室外机组	1) 节约冷却水 2) 由于强制风冷,传热效果较好 3) 在冷(热)水机组中节约冷却塔、冷却水泵,节约机房面积(置于裙楼顶上) 4) 可夏供冷、冬采暖两用	1) 电能消耗较大 2) 风机噪声大 3 采暖能力稍差 4) 管外有翅片,清洗、修理不便 5) 由于上裙楼顶,机组不能太重	中、小型风冷式冷(热)水机组或半封闭压缩冷凝机组(如 40 系列产品)
空气与水联合冷却式冷凝器	淋水式冷凝器(见图 2.3-37)	制冷剂在蛇形管内冷凝放热,冷却水在管外表面呈膜状流下,冷凝热量经管壁传水膜,水膜传给自然对流的空气将热量带走,少部分热量由水的蒸发吸热带走	由一组或几组蛇形盘管组成,传热管为光滑钢管。冷却水从上部配水箱经水槽流到蛇形管外表面,最后流入水池,再经冷却塔冷却后循环使用	1) 制造方便 2) 清洗、维修方便 3) 漏氨易发现 4) 用于室外,节省机房面积 5) 对水质要求低	1) 金属耗量大 2) 占地面积较大 3) 传热效果比卧式壳管式差	大、中型氨制冷装置
	蒸发式冷凝器(见图 2.3-38)	水在管外表面蒸发吸热,使管内高温制冷剂蒸气冷凝成液体	制冷剂上进下出,放出热量使喷淋在管表面的水膜蒸发吸热,上有挡水板,下有水池。轴流风机置于箱体顶部,吸风口在下侧,称为吸风式	1) 耗水量少 2) 室外布置,节约机房面积 3) 冷凝温度比风冷式、水冷式低,运行经济性好	1) 造价高; 2) 清洗、维修较困难,喷嘴易堵塞 3) 风机噪声大。 4) 冷却水循环使用,故冷却水温较高	中、小型氨制冷装置和中型氟利昂制冷装置

立式壳管式冷凝器的型号与结构参数(一)

表 2.3-29

产品型号	冷凝面积 (m ²)	外径 (mm)	高度 (mm)	φ51 无缝钢管根数	接管口径 (mm)						质量 (kg)
					进气	出液	放空气	安全阀	压力平衡	压力表	
LN-25	26	516	4800	37	70	20	20	25	6	20	1196
LN-50	51.5	670		73	50						1992
LN-75	76.7	780		107	80						2850
LN-100	100.7	924		143	70						3768
LN-125	126	1024		179	125	80	32	6	20	4465	
LN-150	148.5	1080		211						5147	
LN-175	175.3	1228		249						6596	
LN-200	199.2	1260		283						7127	
LN-250	252.9	1432	361							9110	

注:引自上海第一冷冻机厂的产品。

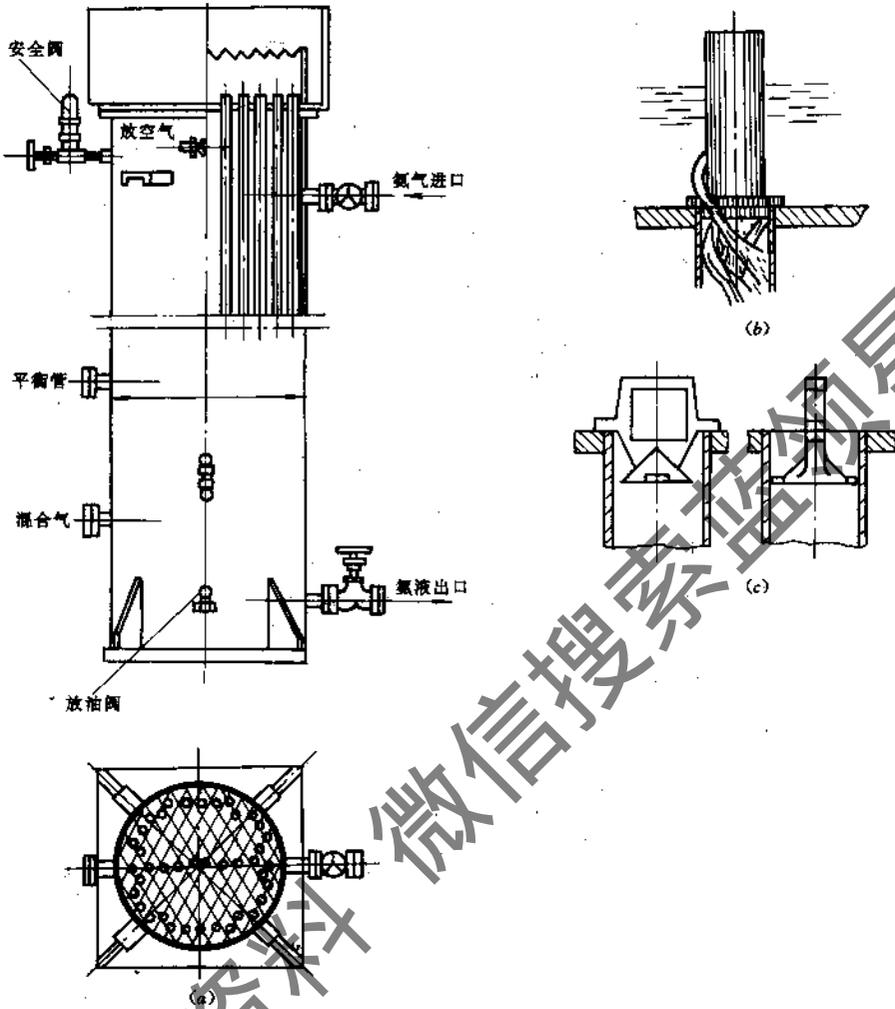


图 2.3-28 立式壳管式冷凝器结构图

(a) 立式壳管式冷凝器; (b) 斜槽式水分配器; (c) 立式水分配器

立式壳管式冷凝器的型号与结构参数 (二)

表 2.3-30

产品型号	冷凝面积 (m ²)	外径 (mm)	高度 (mm)	φ51 无缝 钢管根数	接管 通 径 (mm)						质量 (kg)
					进气	出液	放空气	安全阀	压力平衡	混合气出口	
LN-50	50	700	5400	74	70	32	10	20	25	15	2577
LN-75	70	800		108	80	50					3030
LN-100	100	900		140	100						4200
LN-125	125	1100		180							4560
LN-150	150			211							5800

注: 引自洛阳制冷机械厂的产品。

立式壳管式冷凝器的型号与结构参数 (三)

表 2.3-31

产品型号	冷凝面积 (m ²)	外径 (mm)	高度 (mm)	无缝钢管根数	接管口径 (mm)						质量 (kg)
					进气	出液	放空气	安全阀	压力平衡	混合气体出口	
LN-30	29	450		51				15			1135
LN-35	34.8	500		61	65	32					1425
LN-55	53.5	600		92							1980
LN-75	74.3	650		130	80	40					2550
LN-100	100	750		173							3420
LN-120	119.5	800		209							3990
LN-150	149	900	5180	261	100	50	10		25	15	4915
LN-150B ^①	151	1000		198							5415
LN-200	197	1100		345				25			6675
LN-250	242	1200		425	125	65					8195
LN-310	308	1350		539							10380
LN-370B	370	1600		485		80			32		13355
LN-450B	450	1700		595	200						15580

① 型号后面带“B”字的传热管为 $\phi 51\text{mm} \times 3.5\text{mm}$, 其余为 $\phi 38\text{mm} \times 3\text{mm}$ 。

注: 引自大连冰山集团的产品。

立式壳管式冷凝器的型号与结构参数 (四)

表 2.3-32

产品型号	冷凝面积 (m ²)	外径 (mm)	高度 (mm)	无缝钢管根数	接管口径 (mm)						质量 (kg)
					进气	出液	放空气	安全阀	压力平衡	混合气体出口	
LN-25	25	432		44							953
LN-40	40	512		71	65	32					1335
LN-54	54	616	5185	93							1913
LN-70	70	666		123			15	20	20		2319
LN-80	80	716		140	80	40					2571
LN-100	100	816		175							3124
LN-120	120	816	5235	210						15	3540
LN-160	160	1020		279	100	50					4917
LN-200	197	1100		345				25			5660
LN-250	242	1200		437	125	65			25		5900
LN-310	308	1350	5195	539			10				8500
LN-370B ^①	370	1600		485	200	80			32		13500

① 型号后带“B”字的传热管为 $\phi 51\text{mm} \times 3.5\text{mm}$, 其余为 $\phi 38\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ 。

注: 引自烟台冰轮集团的产品。

氨用卧式壳管式冷凝器结构图见图 2.3-29。

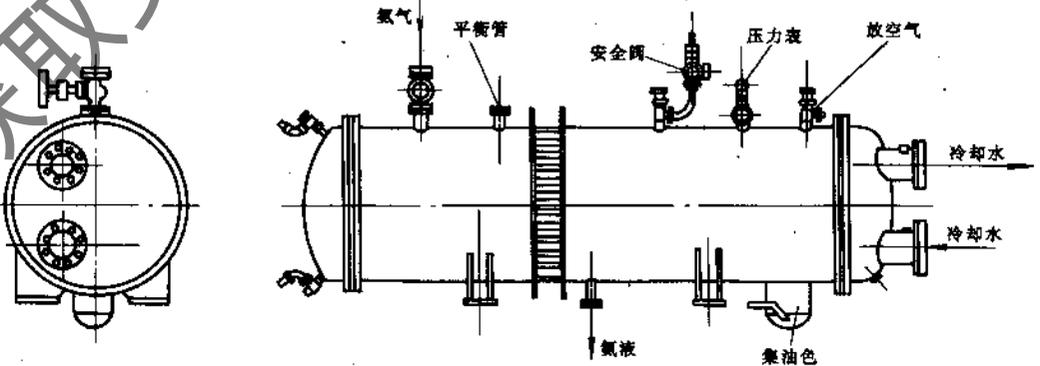


图 2.3-29 氨用卧式壳管式冷凝器结构图

氨用及氟利昂用卧式壳管式冷凝器的型号与结构参数见表 2.3-33~37。

氨用卧式壳管式冷凝器的型号与结构参数 (一)

表 2.3-33

产品型号	冷凝面积 (m ²)	外径 (mm)	长度 (mm)	流程数	接管口径 (mm)						质量 (kg)			
					进气	出液	压力平衡	安全阀	压力表	放空气		进、出水		
WN-25	25	600	3523	8	50	32	25	15	4	10	65	1425		
WN-32	32		4523									1745		
WN-50	50	700	5523		65	40					20	125	250	2515
WN-65	65				80									3020
WN-90	90	900	4673		80	50					25	32	300	4015
WN-110	110		5673		4785									
WN-150	150	1200	4710		100	65	25	32	300	6685				
WN-180	180		5710							7985				
WN-200	200	1400	6210		125	80	25	32	300	8630				
WN-250	250		5719							10905				
WN-300	300	1600	6719		150	100	25	32	300	12670				
WN-360	360		6125							15280				
WN-420	420	6925	6925	150	100	25	32	300	17265					

注：引自大连冰山集团的产品。

氨用卧式壳管式冷凝器的型号与结构参数 (二)

表 2.3-34

产品型号	冷凝面积 (m ²)	外径 (mm)	长度 (mm)	流程数	接管口径 (mm)						质量 (kg)			
					进气	出液	压力平衡	安全阀	压力表	进、出水				
WN-25	25	500	3310	8	50	32	20	20	6	70	973			
WN-30	30		3900								1131			
WN-40	40	580	5100		70	50				20	20	6	100	1444
WN-58	58		5295		1884									
WN-78	78	670	5210		80	50				20	20	6	100	2600
WN-90	90		4480											2960
WN-110	110	820	5380		100	70	20	20	6	100	3663			
WN-140	140		5400								4598			
WN-180	180	900	6810		125	70	20	20	6	150	5460			

注：引自上海第一冷冻机厂的产品。

氨用卧式壳管式冷凝器的型号与结构参数 (三)

表 2.3-35

产品型号	冷凝面积 (m ²)	外径 (mm)	长度 (mm)	高度 (mm)	接管口径 (mm)						质量 (kg)					
					进气	出液	压力平衡	安全阀	压力表	放空气		进、出水				
WN-30	30	516	2990	1117	65	32	20	20	4	10	70	1120				
WN-56	56	616	3765	1254								80	40	1844		
WN-80	80	716	3848	1377	80	40					25	25	4	10	100	2454
WN-120	120	816	4290	1520												125
WN-160	160	920	4390	1620	100	50					25	25	4	10	150	4610
WN-200	200	1330	6390	2171												65
WN-250	250	1560	6020	2443	125	80	25	25	4	10	250	10120				
WN-300	300		7020									11870				
WN-360	360	1760	6355	2839	150	100	25	25	4	10	300	13350				

注：引自烟台冰轮集团的产品。

氟用卧式壳管式冷凝器的型号与结构参数(四)

表 2.3-36

产品型号	冷凝面积 (m ²)	外径 (mm)	长度 (mm)	无缝钢 管根数 ^①	接管 通 径 (mm)						质量 (kg)
					进气	出液	压力平衡	安全阀	压力表	进、出水	
WN-23	23	520	3360	120	50	32	25	20	4	65	1159
WN-25	25		3485	84							1160
WN-40	40	620	4000	120	100	50	20	20	4	80	1400
WN-50	50		4990	180							1600
WN-80	80	720	4662	180	100	50	20			100	2887

① WN-23 无缝钢管尺寸为 $\phi 25\text{mm} \times 2.5\text{mm}$ 。

WN-25~WN-80 无缝钢管尺寸为 $\phi 32\text{mm} \times 3\text{mm}$ 。

注：引自洛阳制冷机械厂的产品。

氟里昂用卧式壳管式冷凝器的型号与结构参数

表 2.3-37

产品型号	冷凝面积 (m ²)	外径 (mm)	长度 (mm)	高 度 (mm)	接管 通 径 (mm)						质量 (kg)
					进气	出液	压力平衡	安全阀	放空气	进、出水	
WNF-20/4	4.10	219	1600	720	32	25	15	15	10	25	150
WNF-25/5	5.12			775							32
WNF-40/8	8.19	273	2500	952	65	32	20	20	10	40	215
WNF-45/9	9.21										775
WNF-50/10	10.24	325	2500	952	65	32	20	20	10	50	220
WNF-63/13	12.90										775
WNF-80/16	16.38	377	3000	1129	80	40	20	20	10	65	260
WNF-100/22	21.50										775
WNF-125/27	26.88	480	3000	1179	80	40	20	20	10	80	360
WNF-160/34	34.40										775
WNF-180/39	38.70	530	3000	1179	80	40	20	20	10	100	475
WNF-200/43	43.00										775
WNF-224/48	48.15	530	3000	1179	80	40	20	20	10	100	610
WNF-250/54	53.75										775
WNF-280/57	57.33	530	3000	1179	80	40	20	20	10	100	710
WNF-315/65	64.50										775
WNF-355/73	72.69	530	3000	1179	80	40	20	20	10	100	770
WNF-400/82	81.90										775
WNF-450/92	92.14	530	3000	1179	80	40	20	20	10	100	1005
WNF-500/100	102.38										775
WNF-560/115	114.67	530	3000	1179	80	40	20	20	10	100	1180
WNF-630/120	129.0										775
WNF-710/145	145.38	530	3000	1179	80	40	20	20	10	100	1315

注：引自大连冰山集团的产品

套管式水冷式冷凝器见图 2.3-30。

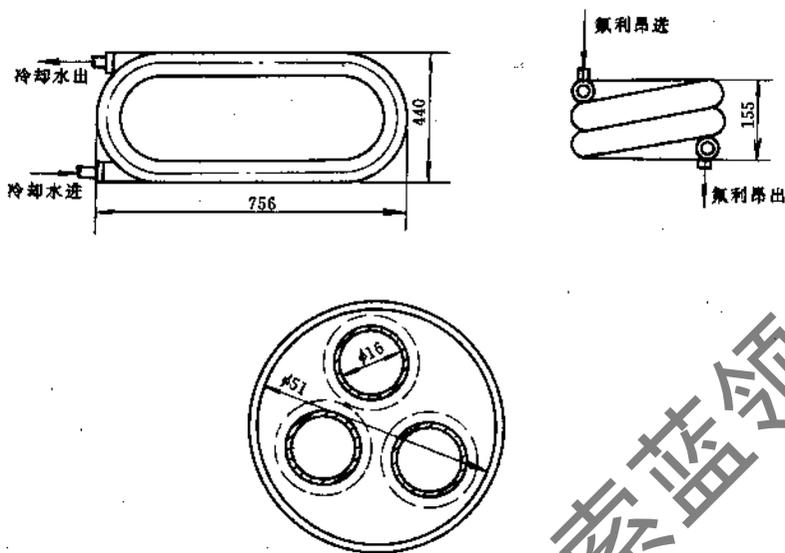


图 2.3-30 套管式水冷式冷凝器

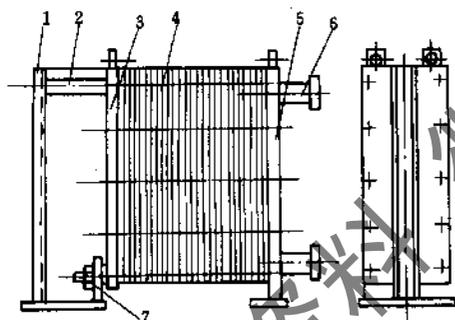


图 2.3-31 波纹板式水冷式冷凝器

- 1—支架；2—轴；3—活动压紧板；
- 4—波纹板片；5—固定压紧板；
- 6—接管；7—压紧螺栓

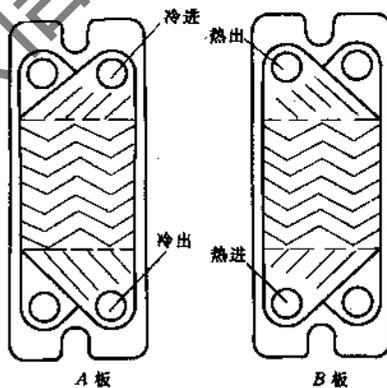


图 2.3-32 斜波纹板片结构

波纹板式水冷式冷凝器见图 2.3-31~32。

波纹板式水冷式冷凝器的型号与技术参数见表 2.3-38。

波纹板式水冷式冷凝器的型号与技术参数

表 2.3-38

型 号		BR01	BR03	BR06	BR08	BR10	BR13
项 目							
单片换热面积	(m ²)	0.1	0.35	0.655	0.84	1.07	1.32
板片尺寸	(mm)	230×600	370×1188	481×1660	650×1820	710×1980	849×2122
板片厚度	(mm)	0.6、0.7、0.8					
角孔直径	(mm)	50	100	140	180	227	274
可组合的最大流率	(m ³ /h)	30	80	250	350	650	1000

续表

项 目 \ 型 号	BR01	BR03	BR06	BR08	BR10	BR13
当量直径 (mm)	6.5	7.2				
流通截面积 (m ²)	0.00054	0.0012	0.0016	0.0022	0.0024	0.0028
最大操作压力 (MPa)	≤1.0	≤2.5				
最高操作温度 (°C)	橡胶垫 120~180, 石棉垫 200					
波纹形状	钝角人字纹	双锐角人字纹 (W) 和双钝角人字纹 (H)				

注: 引自总后西安板式换热器厂的产品。

空气自然对流式风冷式冷凝器示意图见图 2.3-33~35。

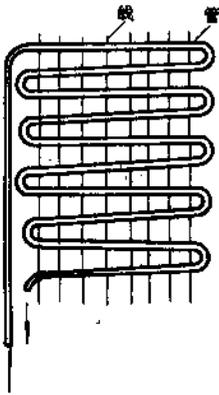


图 2.3-33 线管式
冷凝器示意图

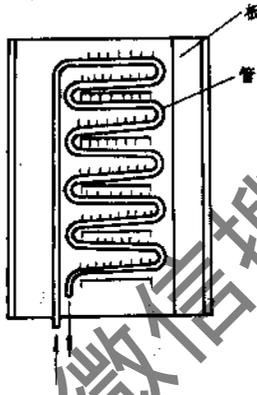


图 2.3-34 板管式
冷凝器示意图

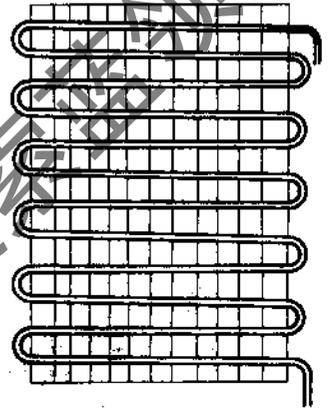


图 2.3-35 百叶窗式
冷凝器示意图

空气强制对流式风冷式冷凝器见图 2.3-36。

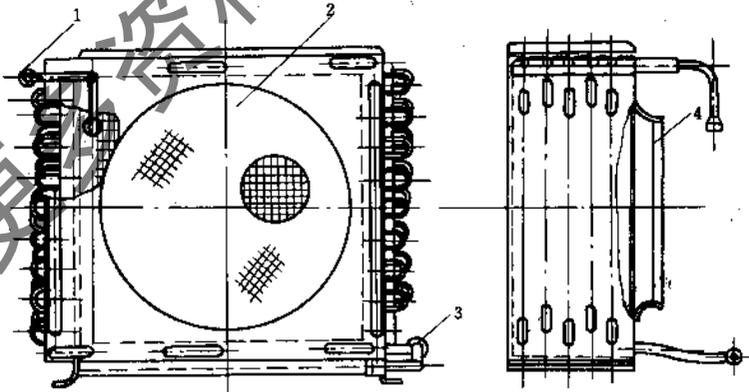


图 2.3-36 空气强制对流式风冷式冷凝器

1—制冷剂蒸气集管; 2—翅片管组; 3—制冷剂液体集管; 4—风机扩散器

空气强制对流式风冷式冷凝器的型号与技术规格见表 2.3-39~40。

淋水式冷凝器结构图见图 2.3-37。

蒸发式冷凝器结构示意图见图 2.3-3。

蒸发式冷凝器的型号与结构参数见表 2.3-41~43。

空气强制对流式风冷式冷凝器的型号与技术规格 (一)

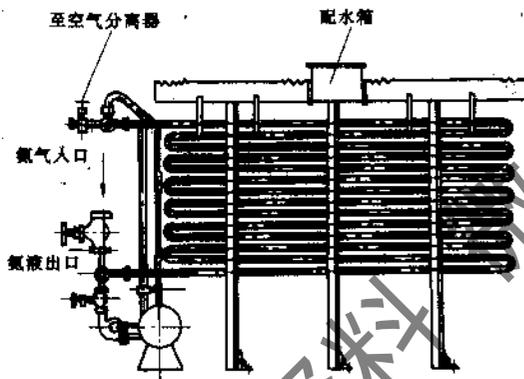
表 2.3-39

型 号		FL12-2/5.6	FL12-3/8.5	FL12-5/14	FL12-5/22	FL12-5/35
制冷剂		R12、R22	R12、R22	R12、R22	R12、R22	R12、R22
冷凝面积 (m ²)		5.72	8.58	14.0	22.6	37.8
最大热负荷 (kW)		1.75	2.79	4.08	6.40	12.79
配用风机	风量 (m ³ /h)	1830	1830	1830	1830	2×1830
	功率 (kW)	0.05	0.05	0.05	0.05	2×0.05
进气管径 (mm)		φ12×1	φ12×1	φ18×1.5	φ18×1.5	φ18×1.5
出液管径 (mm)		φ12×1	φ12×1	φ12×1	φ12×1	φ12×1
最高工作压力 (MPa)		2	2	2	2	2
最高工作温度 (°C)		150	150	150	150	150
冷凝管型式		蛇形翅片	蛇形翅片	蛇形翅片	蛇形翅片	蛇形翅片
外形尺寸 (mm)	长	422	452	452	640	452
	宽	300	325	420	420	840
	高	570	570	590	590	570
质量 (kg)		20	22	30.8	37.5	60

注：引自重庆通用工业 [集团] 公司的产品。

风冷式冷凝器的型号

与技术规格 (二) 表 2.3-40



产品型号	冷凝面积 (m ²)	外形尺寸 (mm)			接管直径 (mm)		质量 (kg)
		长	宽	高	进气	出液	
LN-F15	15	630	230	482	16	10	25
LN-F20	20	630	230	506	16	10	40

注：引自上海冷气机厂的产品。

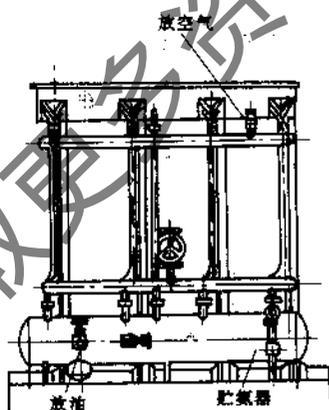


图 2.3-37 淋水式冷凝器结构图

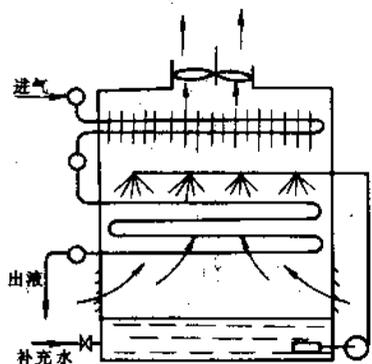


图 2.3-38 蒸发式冷凝器结构示意图

(2) 冷凝器的名义工况及选型核算

1) 冷凝器的名义工况

冷凝器的名义工况即铭牌工况。在测定冷凝器的排热量或传热系统时，需在有关技术标准规定的各类冷凝器各自的标准名义工况下进行。

蒸发式冷凝器的型号与结构参数 (一)

表 2.3-41

产品型号	冷凝面积 (m ²)	冷凝管组数	箱体外形尺寸 (mm)	接管口径 (mm)					轴流风机		配用水泵		质量 (kg)
				进气	出液	补充水	放水	溢水	台数	总风量 (m ³ /h)	型号	功率 (kW)	
ZNS-62.5	62.5	1×62.5	1058×2712×2845	50	40				2	16000	1 1/2 BA-6	1.7	2620
ZNS-125	125	2×62.5	1981×2712×2845			20	20	20	4	32000			
ZNS-187	187	3×62.5	2904×2712×2845	100	70				6	48000	2BA-6	2.8	6720
ZNS-250	250	4×62.5	3807×2712×2845						8	64000			

注: 引自上海第一冷冻机厂的产品。

蒸发式冷凝器的型号与结构参数 (二)

表 2.3-42

产品型号	冷凝面积 (m ²)	外形尺寸 (mm)	接管口径 (mm)					轴流风机		配用水泵		质量 (kg)	
			进气	出液	补充水	放水	溢水	台数	总风量 (m ³ /h)	功率 (kW)	型号		功率 (kW)
ZNS-60	60	1110×2500×3260	65	32				1	20200	1.5×1	1 1/2 B-17A	1.1	—
ZNS-120	120	2190×2500×3260	80	40	25	50	50	2	40400	1.5×2	2B-19B	1.5	3800
ZNS-180	180	3270×2500×3260						3	60600	1.5×3	3B-13B	2.2	—
ZNS-240	240	4350×2500×3260	100	50				4	80800	1.5×4	2BA-13B		7170

注: 引自武汉新世界制冷工业公司的产品。

蒸发式冷凝器的型号与结构参数 (三)

表 2.3-43

产品型号	冷凝面积 (m ²)	外形尺寸 (mm)	接管口径 (mm)					轴流风机		配用水泵		质量 (kg)		
			进气	出液	补充水	放水	溢水	台数	总风量 (m ³ /h)	功率 (kW)	型号		功率 (kW)	
ZNS-40	40	912×3400×3120		80	32				2	15400	2×1.5	1 1/2 B-17	1.5	1500
ZNS-80	80	1920×3400×3120							4	30800	4×1.5	2B-19	2.2	2000
ZNS-120	120	2828×3400×3120							6	46200	6×1.5	2B-31A	3	3800
ZNS-160	160	3736×3400×3120			20	38	20		8	61600	8×1.5	2B-31	4	4600
ZNS-200	200	4644×3400×3120						10	87000	10×1.5				5500
ZNS-240	240	5552×3400×3120			150				12	102000	12×1.5	3B-33A	5.5	7000

注: 引自烟台冰轮集团的产品。

冷凝器的名义工况值随制冷剂种类、冷凝器类型及冷却方式而不同。

JB464—86 标准规定的氨用立式壳管式冷凝器的名义工况见表 2.3-44。

氨用立式壳管式冷凝器的名义工况 (JB464—86)

表 2.3-44

项 目	参 数	项 目	参 数
冷凝温度 t_k (°C)	40	污垢系数 r [m ² ·K/W]	氨侧
进水温度 t_{w1} (°C)	32		
冷却水量 q_c [m ³ /(h·kW)]	≤0.35		水侧(钢)

JB465—86 标准规定的氨用卧式壳管式冷凝器的名义工况见表 2.3-45。

氟用卧式壳管式冷凝器的名义工况(JB465—86)

表 2.3-45

项 目	参 数	项 目	参 数	
冷凝温度 t_k (°C)	40	污垢系数 r [$m^2 \cdot K/W$]	氨侧	0
进水温度 t_{w1} (°C)	32		水侧(钢)	0.00017
冷却水流速 w (m/s)	1			
水压损失 Δp (MPa)	≤ 0.1			

THJ7318—85 标准规定的氟利昂用卧式壳管式及套管式水冷式冷凝器的名义工况见表 2.3-46。

氟利昂用卧式壳管式及套管式水冷式冷凝器的名义工况(THJ7318—85) 表 2.3-46

项 目	参 数	项 目	参 数		
冷凝温度 t_k (°C)	40	污垢系数 r [$m^2 \cdot K/W$]	制冷剂侧	0.0000	
进水温度 t_{w1} (°C)	32		水侧	钢管	0.00017
进出水温差 Δt (°C)	4			铜管	0.00008
水压损失 Δp (MPa)	< 0.098				

THJ7320—85 标准规定的氟利昂用风冷式冷凝器的名义工况见表 2.3-47。

氟利昂用风冷式冷凝器的名义工况(THJ7320—85)

表 2.3-47

项 目	参 数	项 目	参 数
冷凝温度 t_k (°C)	50	进出风温差 $t_2 - t_1$ (°C)	10
进风温度 t_1 (°C)	35	迎面风速 w_f (m/s)	3
过冷度 Δt (°C)	≥ 3		

JB/T5444—91 标准规定的单元式空气调节机组用水冷式冷凝器的名义工况见表 2.3-48。

单元式空气调节机组用水冷式冷凝器的名义工况(JB/T5444—91)

表 2.3-48

项 目	参 数	项 目	参 数	
进水温度 t_{w1} (°C)	30	水速 w (m/s)	套管式	壳管式
进出水温差 Δt_w (°C)	5		2.5	2.0
冷凝温度 t_k (°C)	40	污垢系数 r (水侧) [$m^2 \cdot K/W$]	铜管	0.000172
出口过冷度 Δt_o (°C)	5		钢管	0.000344
进口温差 $t_k - t_{w1}$ (°C)	≥ 10			

JB/T5444—91 标准规定的单元式空气调节机组用风冷式冷凝器的名义工况见表 2.3-49。

单元式空气调节机组用风冷式冷凝器的名义工况(JB/T5444—91)

表 2.3-49

项 目	参 数	项 目	参 数
进风温度 t_1 (°C)	干球 35 湿球 24 ^①	进出风温差 Δt (°C)	≥ 8
冷凝温度 t_k (°C)	50	进口温差 $t_k - t_1$ (°C)	15
出口过冷度 Δt_o (°C)	5	迎面风速 w_f (m/s)	2.5

注：① 湿球温度适用于当冷凝器起散热作用的冷却空气流中，有利用水潜热影响时。

2) 冷凝器的选型核算

冷凝器的选型主要考虑装置大小(冷凝传热面积大小或冷凝器热负荷大小)、制冷剂种类、使用地区水源、水质、水温、环境气象条件、机房面积等主要因素。各种类型冷凝器适用的场合见表 2.3-50。

各类型冷凝器所适用的场合

表 2.3-50

冷凝器类型	装置大小	制冷剂	要求水源	要求水质	要求水温	要求机房面积	气象条件
立式壳管式冷凝器	大、中型	氨	丰富	较差	较高	室外布置	
卧式壳管式冷凝器	大、中、小型	氨、氟	不充分	好	较低	大	
套管式冷凝器	小型	氨、氟	不充分	好	较低	小	
波纹板式冷凝器	中、小型	氨、氟	不充分	好	较高	小	
蒸发式冷凝器	大、中型	氨、氟	不足	好		室外布置	
风冷式冷凝器	中、小型	氟	无				气候干燥

根据上表的原则选出合适的冷凝器型式后,还应通过传热计算以校核冷凝器的传热面积及冷却介质的流量等。

冷凝器传热面积下的确定:

$$F = \frac{Q_k}{K \cdot \theta_m} = \frac{Q_k}{q_F} \quad (\text{m}^2) \quad (2.3-17)$$

式中 Q_k ——冷凝器热负荷, W;

K ——冷凝器传热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{C})$;

θ_m ——冷凝器内平均传热温差, C ;

q_F ——冷凝器的单位传热面积热负荷, W/m^2 。

冷凝器热负荷 Q_k 的确定:

可按照循环热力计算来确定 Q_k , 即

$$Q_k = q_m(h_2 - h_3) \quad (\text{kW}) \quad (2.3-18)$$

式中 q_m ——制冷剂循环流量, kg/s ;

h_2 ——进冷凝器的制冷剂蒸气比焓值, kJ/kg ;

h_3 ——出冷凝器的制冷剂蒸气比焓值, kJ/kg 。

另外,也可按照下面的近似公式计算:

$$Q_k = \psi Q_0 \quad (\text{kW}) \quad (2.3-19)$$

式中 Q_0 ——制冷量, kW ;

ψ ——负荷系数。其值与制冷剂种类及运行工况有关。具体数值可查图 2.3-39~40。

冷凝器内平均传热温差 θ_m 的确定:

$$\theta_m = \frac{t_2 - t_1}{\ln \frac{t_k - t_1}{t_k - t_2}} \quad (\text{C}) \quad (2.3-20)$$

式中 t_1 ——冷却介质进口温度, C ;

t_2 ——冷却介质出口温度, C ;

t_k ——冷凝温度, C 。

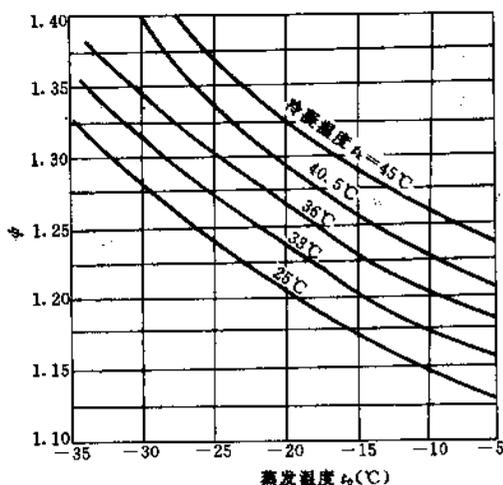


图 2.3-39 氟系统中 ϕ 与 t_c 、 t_e 的关系曲线

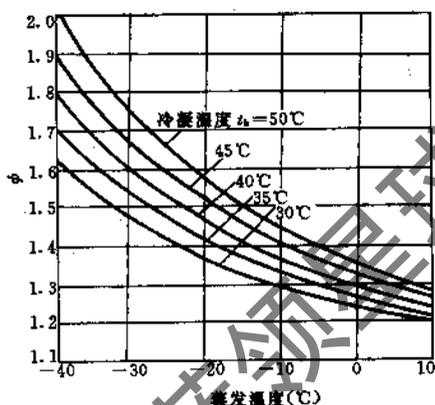


图 2.3-40 氟利昂系统中 ϕ 与 t_c 、 t_e 的关系曲线

一般采用表 2.3-51 所列的 θ_m 推荐值取定。

传热系数 K 的确定：

可按热力学公式计算；也可按表 2.3-52 的经验数据选取。

冷凝器内平均传热温差 θ_m 推荐值

表 2.3-51

冷凝器类型		平均传热温差 θ_m (°C)	冷却介质温升 ($t_2 - t_1$) (°C)
水冷式	氟立式	4~6	2~3
	氟卧式	4~6	4~6
	氟利昂卧式	4~7	4~6
风冷式		8~12	8~10
淋水式		4~6	2~4
蒸发式		2~3	2~4

各类冷凝器的 K 值和 q_F 值

表 2.3-52

制冷剂	冷凝器型式	传热系数 K [W/(m ² ·°C)]	单位面积热负荷 q_F (W/m ²)	相应条件
氟	立式壳管式	700~800	3500~4000	1. 冷却水温升 2~3°C 2. 传热温差 4~6°C 3. 单位面积冷却水耗量 1~1.7m ³ /(m ² ·h) 4. 光钢管 5. 冷却水温度较高时,取较小值
	卧式壳管式	800~1000	4000~5000	1. 冷却水温升 4~6°C 2. 传热温差 4~6°C 3. 单位面积冷却水耗量 0.5~0.9m ³ /(m ² ·h) 4. 水速 0.6~1.0m/s 5. 冷却水温度较高时,取较小值
	淋水式	600~700	2900~3500	1. 单位面积冷却水耗量 0.8~1.0m ³ /(m ² ·h) 2. 补充水量为循环水量的 10%~12% 3. 光钢管 4. 湿度较大地区取较小值

续表

制冷剂	冷凝器型式	传热系数 K [W/(m ² ·°C)]	单位面积热负荷 q_p (W/m ²)	相应条件
氨	蒸发式	600~750	1800~2500	1. 单位面积冷却水耗量 0.12~0.16m ³ /(m ² ·h) 2. 补充水量为循环水量的 5%~10% 3. 光钢管 4. 湿度较大地区取较小值
氟利昂	卧式壳管式	1200~1500 (R22)		1. 冷却水温 4~6°C 2. 传热温差 7~9°C 3. 流速 1.5~2.5m/s 4. 单位面积冷却水量 0.5~0.9m ³ /(m ² ·h) 5. 低肋螺纹铜管
	风冷式	25~30	250~300	1. 空气流速 2~3m/s 2. 传热温差 8~12°C 3. 空气温升 2~10°C, 一般为 8°C
	蒸发式	500~700	1500~2200	1. 单位面积冷却水耗量 0.12~0.16m ³ /(m ² ·h) 2. 补充水量为循环水量的 5%~10% 3. 传热温差 2~3°C 4. 光钢管 5. 湿度较大地区取较小值

注: 1. 水冷式冷凝器的 K 、 q_p 值是对一般水温 (32°C) 和水质 (污垢系数淡水为 0.000086m²·°C/W, 海水为 0.000172m²·°C/W 而言)。

2. K 、 q_p 值均按传热管外面积计算。

小结: 根据公式 (2.3-17)、表 2.3-51、表 2.3-52 求出 (查出) 冷凝器热负荷 Q_k 、冷凝器内平均传热温差 θ_m 、冷凝器传热系数 K (或冷凝器的单位面积热负荷 q_p)，即可代入公式 (2.3-15) 以确定冷凝器的传热面积 F ，作为冷凝器选型的重要参数之一。下一步尚需确定各类冷凝器冷却介质的流量 (体积流量) V 。

a. 水冷式冷凝器的冷却水流量 V 的确定:

$$V = \frac{3.6Q_k}{\rho C_p \Delta t} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2.3-21)$$

式中 Q_k ——冷凝器热负荷, W;

ρ ——冷却水密度, kg/m³, 取 $\rho=1000\text{kg}/\text{m}^3$;

C_p ——冷却水定压比热容, kJ/(kg·°C), 取 $C_p=4.187\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$;

Δt ——冷却水进、出口温差, °C, 取值见表 2.3-52。

b. 风冷式冷凝器的风量 V' 的确定:

$$V' = \frac{3.6Q_k}{\rho C_p \Delta t} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2.3-22)$$

式中 Q_k ——冷凝器热负荷, W;

ρ ——空气密度, kg/m³; 取 $\rho=1.189\text{kg}/\text{m}^3$ (30°C时);

C_p ——空气定压比热容, kJ/(kg·°C), 取 $C_p=1.0056\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ (30°C时);

Δt ——空气进、出冷凝器温升 (干球), °C, 取值见表 2.3-52。

c. 淋水式冷凝器的冷却水量 V 的确定:

其冷却水循环流量 V_1 按 $0.8 \sim 1.0 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 计; 补充水量 V_2 按循环流量 V_1 的 $10\% \sim 12\%$ 计。

d. 蒸发式冷凝器的冷却水量 V 和通风量 V' 的确定:

(氨或氟利昂) 的蒸发冷凝器的冷却水循环流量 V_1 按 $0.12 \sim 0.16 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 计或按 $0.05 \sim 0.07 \text{ m}^3 / (\text{kW} \cdot \text{h})$ 计; 补充水量 V_2 按 V_1 ($5\% \sim 10\%$) 计。

蒸发式冷凝器的通风量一般是按 $300 \sim 340 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 计或 $85 \sim 160 \text{ m}^3 / (\text{kW} \cdot \text{h})$ 计。

冷凝器中冷却介质流动阻力 Δp 的确定:

计算冷凝器(主要是指卧式壳管式冷凝器)中冷却介质(冷却水)流动阻力 Δp 的目的, 是为了选配冷却水泵扬程(冷却水流量 V 已由前确定)或风机压头提供必要数据。

立式壳管式、淋水式的冷却水是从冷凝器顶部靠重力沿管内壁流下的, 故不需要进行流动阻力计算。

风冷式、蒸发式所需的风机、循环水泵已由生产厂准备好, 在工程设计中不需另行选配。

需要在工程设计中进行选配的是卧式壳管式冷凝器的冷却水泵。其冷却水侧的流动阻力 Δp 按下式计算:

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 \quad (\text{Pa}) \quad (2.3-23)$$

式中 Δp_1 ——冷却水在管内的摩擦阻力;

$$\Delta p_1 = 9.8z \cdot l \cdot \frac{\lambda}{d_n} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2g} \quad (\text{Pa}) \quad (2.3-24)$$

z ——冷凝器中冷却水流程数, 由产品样本查得;

l ——冷凝器传热管长度, m , 由产品样本查得;

λ ——摩擦阻力系数, 见表 2.3-53;

d_n ——传热管内径, m ;

ρ ——水的密度, kg/m^3 , 取 $\rho = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$;

w ——冷却水在管内流速;

$$w = \frac{V}{3.6 \times 10^3 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_n^2 \cdot n} \quad (\text{m/s}) \quad (2.3-25)$$

V ——冷却水循环流量, m^3/h ;

π ——圆周率;

n ——每一流程的传热管子数;

$$n = \frac{N}{Z} \quad (2.3-26)$$

N ——冷凝器传热管总数, 由产品样本查得;

g ——重力加速度, m/s^2 ;

Δp_2 ——冷却水在封头盖(或称水室)内的局部阻力;

$$\Delta p_2 = Z \cdot I \quad (\text{Pa}) \quad (2.3-27)$$

I ——封头盖(水室)每一流程的局部阻力, Pa , 由图 2.3-41 查得。

卧式冷凝器冷却水侧摩擦阻力系数

表 2.3-53

管径 (mm)	流速 w (m/s)	摩擦阻力系数 λ									
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
$\phi 18 \times 2$			0.0509	0.0483	0.0467	0.0457	0.0450	0.0455	0.0440	0.0437	0.0434
$\phi 25 \times 2$		0.0537	0.0476	0.0437	0.0437	0.0427	0.0420	0.0415	0.0412	0.0408	0.0406
$\phi 32 \times 3$		0.0503	0.0457	0.0414	0.0414	0.0405	0.0398	0.0394	0.0390	0.0387	0.0384
$\phi 38 \times 3$		0.0471	0.0423	0.0388	0.0388	0.0379	0.0374	0.0369	0.0366	0.0363	0.0361
$\phi 45 \times 3.5$		0.0458	0.0410	0.0376	0.0376	0.0368	0.0362	0.0358	0.0355	0.0352	0.0350
$\phi 57 \times 3.5$		0.0432	0.0387	0.0355	0.0355	0.0347	0.0342	0.0338	0.0335	0.0331	0.0330

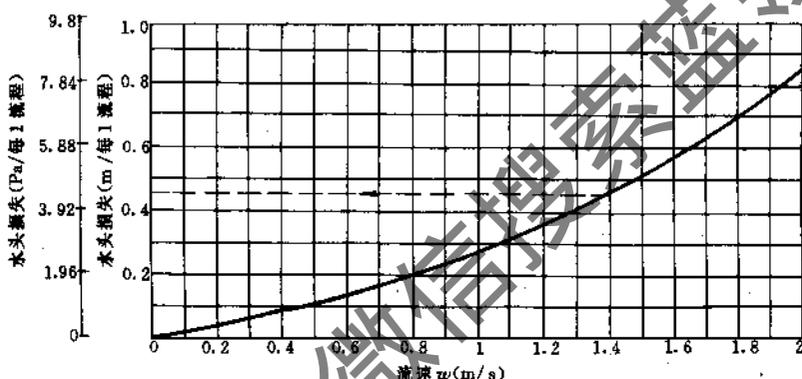


图 2.3-41 卧式壳管式冷凝器封头盖(水室)局部阻力

3. 蒸发器

蒸发器是构成活塞式冷(热)水机组的必不可少的换热设备之一,是完成压缩式蒸气制冷循环的四大部件之一。

蒸发器的作用是使节流后流入蒸发器的低压制冷剂液体吸收被冷却介质(水、空气或其他气体)的热量(汽化潜热量)而沸腾汽化。被冷却介质冷却到所需的低温(空调工况或其他制冷工况),达到制冷的目的。

蒸发器中被冷却介质为水时,称为冷水机组(标准空调工况);被冷却介质为盐水时称为盐水机组(提供 $-10 \sim -30^{\circ}\text{C}$ 的低温 CaCl_2 水溶液、 NaCl 水溶液、乙二醇水溶液、乙醇水溶液等);被冷却介质为空气时,习惯上称为冷却排管(广泛用于冷库、低温试验箱和冰箱)和冷风机(广泛用于冷库、低温试验装置和空调器)。

中央空调系统中使用的蒸发器工况为:

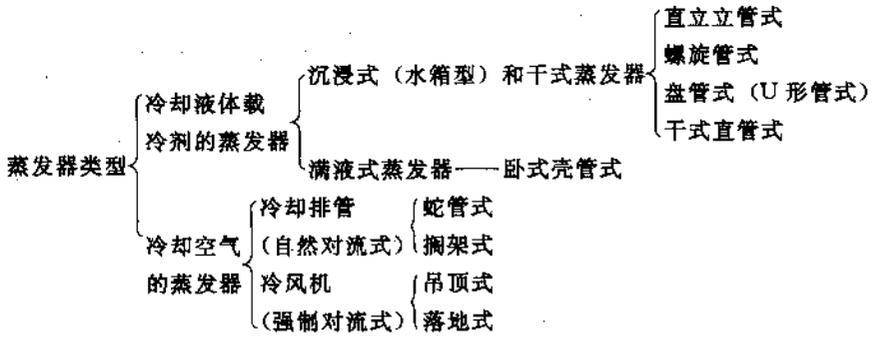
冷水进入蒸发器的进水温度 $t_{s1} = 12^{\circ}\text{C}$;

冷水流出蒸发器的出水温度 $t_{s2} = 7^{\circ}\text{C}$;

蒸发器中制冷剂的蒸发温度 $t_0 = 2 \sim 5^{\circ}\text{C}$ 。

(1) 蒸发器的类型、结构和使用特点

与冷凝器不同,蒸发器是按被冷却方式(冷却水、冷却空气或其他气体)分为两种类型。目前,空调用的活塞式制冷装置中常用的蒸发器类型如下:



在上述两大类型、九种蒸发器品种中，除满液式（卧式壳管式）蒸发器一种型式的制冷剂在蒸发传热管外气化之外，其余类型、品种的蒸发器中，制冷剂均在蒸发传热管内沸腾气化。

蒸发器的类型、换热方式、结构特点及使用特点见表 2.3-54。

蒸发器的类型、换热方式、结构特点及使用特点比较表

表 2.3-54

蒸发器类型	换热方式	结构特点	使用特点		适用范围
			优点	缺点	
冷却液载体冷剂的蒸发器	沉浸式和干式蒸发器 (1) 直立式管式 (见图 2.3-42)。冷却的载冷剂有盐水和 水。制冷剂氨由下而上进入蒸发器的立管中，吸收管外水箱中的盐水或水的热量而气化，盐水和 水被冷却至 10~40℃ 之间。载冷剂为开式循环	蒸发器每一立管管组上、下有两个水平集管，气化后的制冷剂(氨)从上集管引出，被压缩机吸入。下集管汇集分离下来的液滴，继续参与气化。蒸发器中液位由浮子调节阀控制。集油器与下集管一端相连，以便排油。蒸发器沉浸在载冷剂的水箱中，水箱中设有搅拌器和隔板，以提高载冷剂流速。载冷剂从水箱顶部流入，下部流出，水箱材料：钢板，外侧敷设绝热保温层	1) 制冷剂蒸气脱离快，传热效果好 2) 结构简单，操作方便 3) 载冷剂热容量大，不易冻结 4) 有一定蓄冷能力	1) 管子数多，焊接工作量大 2) 金属消耗量大 3) 只能采用非挥发性物质作载冷剂，制取低温受限制 4) 盐水对管子腐蚀严重；盐水吸湿性强，浓度逐渐下降 5) 体积大，占地面积大 6) 容易积油	大、中型氨制冷装置的冷水箱
	(2) 螺旋管式 (见图 2.3-43) 立管改为螺旋管式后，液氨的气化呈螺旋线上升，增加扰动。其他换热方式与直立式管式相同	将立管式中的立管改成双头螺旋管组成。外螺旋管： $\phi 38 \times 3.5$ 无缝钢管绕制成；内螺旋管： $\phi 27 \times 3$ 无缝钢管绕制成。其他结构及载冷流动情况与直立式管式相同	1~4, 同上立管式 5) 蒸发面积相同时，外形尺寸、加工量、金属耗量减少 6) 传热系数比直立式高	1~6, 同上直立式管式内容 7) 维修比直立式麻烦	

续表

蒸发器类型	换热方式	结构特点	使用特点		适用范围	
			优点	缺点		
冷却液 体载冷剂 的蒸发器	沉浸式 和干式蒸 发器	<p>(3) 盘管(U形管)式(见图 2.3-44)</p> <p>制冷剂液体进入 U 形传热管内沸腾气化, 由于吸热而使管外走壳程的载冷剂(水)降温达到制冷目的。制冷剂为氟利昂</p>	<p>这种干式蒸发器的传热管采用 U 形管, 装在同一端管板上, 消除了管子冷缩热胀的热应力, 在外装配好后装入壳体, 制冷剂始终在同一根管子内流动、沸腾、气化, 不会出现多流程的气、液分层现象。每根传热管弯曲半径不同, 需采用不同的加工模具, 不能采用内翅片管</p>	<p>1) 结构简单, 操作方便</p> <p>2) 载冷剂热容量大, 不易冻结</p> <p>3) 有一定蓄冷能力</p> <p>4) 制冷剂充灌量少, 仅为满液式的 1/3 左右</p> <p>5) 制冷剂在管内沸腾, 不受舰船摇摆影响, 非常适合船用</p> <p>6) 可用热力膨胀阀供液, 比用浮球简单、可靠</p>	<p>1) 折流板与外壳间、折流板与传热管之间有一定间隙, 故有载冷剂旁通泄漏问题, 影响载冷剂换热效果</p> <p>2) 传热管穿过多块折流板, 安装有一定困难</p> <p>3)~6) 与前直立管式相同</p> <p>7) 水侧污垢清除较困难</p>	小型氟利昂制冷设备中
		<p>(4) 干式直管式(见图 2.3-45)</p> <p>制冷剂液体从一侧端盖下部进入传热管(直管)内吸取管外壳体内载冷剂(水)热量而沸腾、气化, 由同一侧端盖的上部出来, 被压缩机吸走。载冷剂走壳程, 这侧进, 另侧出</p>	<p>传热管为直管形有轧制而成的内肋铜管或铝心铜管, (见图 2.3-46)。壳体为卧式水平放置, 壳体内有十多块到数十块折流板。折流板的数目取决于载冷剂流速(横向过管簇时速度为 0.7~1.2m/s)。折流板用拉杆固定</p> <p>采用了 DAE 内梯齿形传热管和螺旋槽管等, 前者传热效果与铝心铜管式相当, 但减少了制冷剂侧流动阻力, 降低成本</p>	<p>1)~6) 与盘管(U形管)相同</p>	<p>1) 多流程干式充管式中, 在端盖(水室)转弯处转向时会出现气、液分层现象</p> <p>2) 折流板多, 安装有一定困难, 有泄漏</p> <p>3)~6) 与前直立管式相同</p> <p>7) 水侧污垢清除较困难</p>	中央空调用大、中型氟利昂制冷设备中(除离心式、螺杆式外)
冷却液 体载冷剂 的蒸发器	滴液式 蒸发器	<p>卧式壳管式见图 2.3-47 制冷剂采用氨、氟利昂。制冷剂走壳程, 载冷剂走管程。液氨(或氟利昂)通过浮球(或节流装置), 由壳体下部进入蒸发器, 吸收管内载冷剂热量而在管外沸腾、气化, 由压缩机吸走。载冷剂</p>	<p>这是一种满液式蒸发器。载冷剂(盐水或水)在传热管内流动, 一般为双流程, 载冷剂在壳体的同一端进出, 便于安装、检修。壳体下部焊有集油器, 用以排油或排污。为避免压缩机吸入液滴制冷剂, 蒸发器顶部设有集气室或滤网, 将液滴挡回</p>	<p>1) 结构简单, 紧凑, 重量轻, 占地少</p> <p>2) 载冷剂可采用闭式循环, 腐蚀的可能性小</p> <p>3) 可以使用易挥发的载冷剂</p> <p>4) 传热系数较高</p>	<p>1) 加工复杂, 焊接质量要求高</p> <p>2) 无蓄冷能力</p> <p>3) 载冷剂易发生冻结(水)</p> <p>4) 制冷剂充灌大</p> <p>5) 制冷剂液位高壳体内存液柱影响大</p>	大、中型氟利昂装置及离心式、螺杆式氟利昂冷水机组中

续表

蒸发器类型	换热方式	结构特点	使用特点		适用范围
			优点	缺点	
冷却液载体冷剂的蒸发器	满液式蒸发器	壳体下侧装有液位指示计。传热管一般采用 $\phi 25 \times 3$ 或 $\phi 32 \times 3$ 无缝钢管(对氨)。氟利昂卧式壳管式不带集油包(油漂浮在氟利昂液面上),且为了强化沸腾传热采用机械加工成型的多孔蒸发传热管,提高传热效果			
冷却空气的蒸发器	冷却排管(空气自然对流)	为强化管外侧空气换热,往往采用铜管套铝翅片、钢管套铜翅片,往往使用机械胀管法。钢管上绕铜翅片采用热镀锌法。翅片形式有圆形、矩形、整体形等多种 家用电冰箱中采用板面式蒸发器,两块模压成型的板焊接而成氟利昂沿板间通道流动,冷却板外的空气	1)氨由下向上流动,换热效果较好 2)氟利昂液体由上向下流动,有利于润滑油返回压缩机 3)结构简单,管理方便	1)氨由下向上流动,下面几排蒸发气体不易排出 2)氟利昂液体由上向下流动,换热效果较差 3)翅片管管外污垢不易清除	冷库、低温试验箱和冰箱等设备之中
冷却空气的蒸发器	冷却排管(空气自然对流)	该冷却排管多采用光管(铜管式钢管)。由于有搁架空间,在冷库中用于堆置被冻物	1)~3)与蛇管式冷却排管相同 4)制作简单,不需维修	1)~2)与蛇管式冷却排管相同 3)钢材消耗量大	冷库设备中
	强制对流式空气冷却器	冷风机主要用于冷库,上部为排风帽,内装轴流风机;中部设有蒸发管组和冲霜用淋水管;下部为主体钢架和盛水盘。有落地式、吊顶式。采用翅片蒸发管。制冷剂为氨时用钢管套铜翅片;制冷剂为氟利昂时,用铜管套铝翅片。多用胀管法,基本上不用绕片式	1)结构紧凑,体积小 2)强制对流后,换热效果好 3)安装方便 4)金属消耗量较少 5)传热温差小,库温均匀,易于调温	1)~3)与蛇管式冷却排管相同 4)风机电耗大,并增加库的热负荷 5)风机噪声大 6)风速较大,库内食品干耗增加	冷库设备中
	(2)蛇形管式空气冷却器	蛇形蒸发传热管为铜管外套整体式铝翅片,用机械胀管法胀紧。翅片形式有平板形、波纹形、冲缝形等多种	1)~4)与冷风机相同 5)传热温差小,易于调温	1)要考虑风机的噪声指标 2)电耗较大 3)翅片管管外污垢不易清除	中央空调系统中的空气调节箱的直冷器;各种家用空调器等

直立立管式蒸发器结构图见图 2.3-42。

直立立管式蒸发器的型号与结构参数见表 2.3-55~56。

直立立管式蒸发器的型号与结构参数(一)

表 2.3-55

产品型号	蒸发面积 (m ²)	蒸发管 组数	水箱尺寸(mm)			接管直径(mm)						搅拌器			质量 (kg)
			长	宽	高	进液	回气	放油	出水	溢水	放水	型号	电动机 型号	功率 (kW)	
LN-20	20	2×10	3510	805	1350	15	65	15	90	90	90	LJ-250	JO2-32-6	2.2	1970
LN-30	30	3×10		845		20							80		2375
LN-40	40	4×10	4810	1065	1330	25	100	110	110	90	LJ-300	JO2-41-6	3	2850	
LN-60	60	4×15		1330		32	125					3340			
LN-75	75	5×15	1595	1595	1595	32	125	110	110	90	LJ-340	JO2-42-6	4	3955	
LN-90	90	6×15										1595		125	110

注：摘自大连冰山集团产品样本。

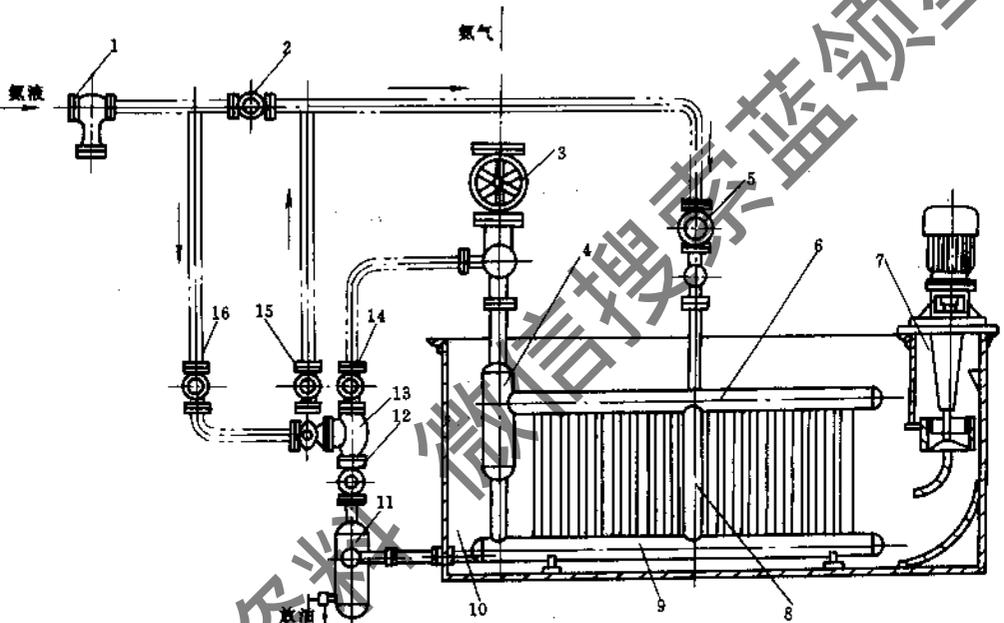


图 2.3-42 直立立管式蒸发器结构图

1—液体过滤器；2—节流阀；3、5、12、14、15、16—截止阀；4—气液分离器；6—上集管；
7—搅拌器；8—立管；9—下集管；10—水箱；11—集油器；13—浮子调节阀

直立立管式蒸发器的型号与结构参数(二)

表 2.3-56

产品 型号	蒸发 面积 (m ²)	蒸发管 组数	水箱尺寸(mm)			接管直径(mm)						水箱 容积 (m ³)	搅拌器			质量 (kg)
			长	宽	高	进液	回气	放油	出水	溢水	放水		型号	电动机 型号	功率 (kW)	
LN-20	20	2×10	3210	790	1350	15	65	15	100	80	80	3	LJ-250	Y122M-6T2	2.2	1700
LN-30	30	3×10				20										80
LN-40	40	4×10	3480	1040	1350	25	80	15	125	100	80	3.7	LJ-300	Y132S-6T2	3	2800
LN-60	60	4×15				100	125									3700
LN-90	90	6×15	5800	1595	1595	32	150	150	150	100	7.3	LJ-350	Y132M-6T2	4	5200	
LN-120	120	6×20													40	200
LN-160	160	8×20	2145	40	40	40	200	200	125	12.9	ZXLJ-300	Y132S-6T2	2×3	8500		

注：摘自重庆通用工业(集团)公司产品样本。

螺旋管式蒸发器结构图见图 2.3-43。

螺旋管式蒸发器的型号与结构参数见表 2.3-57~60。

螺旋管式蒸发器的型号与结构参数 (一)

表 2.3-57

产品 型号	蒸发面积 (m ²)	蒸发管 组数	水箱尺寸(mm)			接管直径(mm)						搅 拌 器			质量 (kg)
			长	宽	高	进液	回气	放油	出水	溢水	放水	型 号	电动机 型 号	功率 (kW)	
XZ-120	120	3×40	6000	1570	1350	32	150	15	110	110	90	LJ-340	Y132M-6	4	4700
XZ-160	160	4×40		2045			2×125					135	135	ZXLJ-300	Y132S-6
XZ-200	200	5×40	2560	50	2×150	135	135	90	ZXLJ-300	Y132S-6	3×2	8000			
XZ-240	240	6×40	5964									3075	2×150	135	135
XZ-320	320	8×40	4105												13000

注：摘自大连冰山集团产品样本。

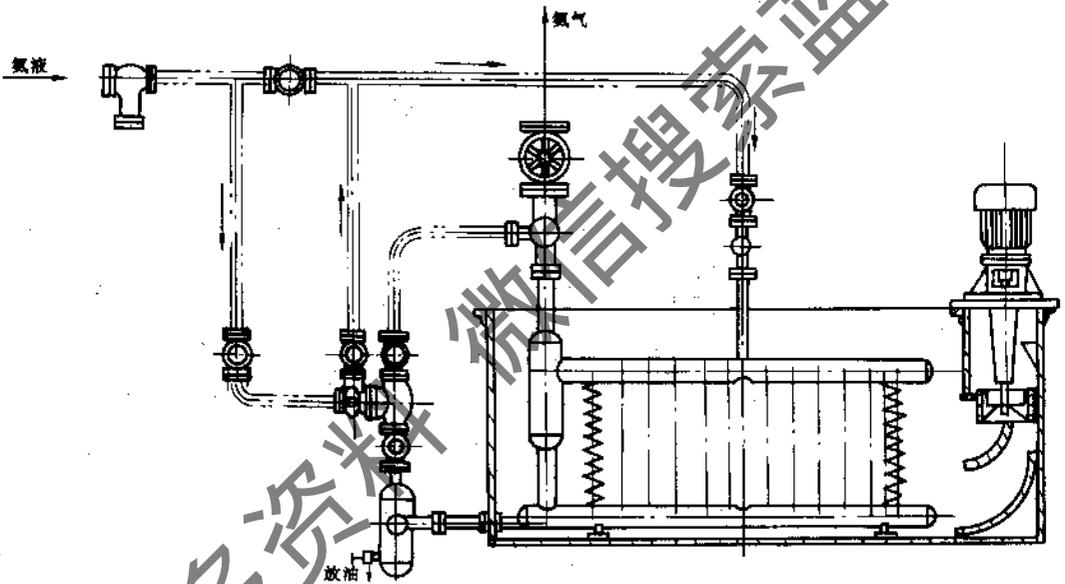


图 2.3-43 螺旋管式蒸发器结构图

螺旋管式蒸发器的型号与结构参数 (二)

表 2.3-58

产品 型号	蒸发 面积 (m ²)	蒸发管 组数	水箱尺寸(mm)			接管直径(mm)						水箱 容积 (m ³)	搅 拌 器			质量 (kg)
			长	宽	高	进液	回气	放油	出水	溢水	放水		型 号	电动机 型 号	功率 (kW)	
XZ-30	30	2×15	1910	1100	1261	25	100	25	50	50	50	2.44	LJ-250	Y112M6-B5	2.2	1558
XZ-50	48	2×24	2630						80	80		3.35			2.2	2093
XZ-70	72	2×36	3590	1100	1261	25	100	25	80	80	50	4.58	LJ-300	Y112M6-B5	3	2853
XZ-90	90	2×45	4350						80	80		5.55	LJ-350		4	3448
XZ-145	144	4×36	3590	2100	1261	25	125	100	100	100	50	8.75	ZXLJ-300	Y112M6-B5	2×3	5150
XZ-180	180	4×45	4350						100	100		10.60	ZXLJ-350		2×4	6318

注：摘自上海第一冷冻机厂产品样本。

螺旋管式蒸发器的型号与结构参数 (三)

表 2.3-59

产品 型号	蒸发 面积 (m ²)	蒸发器 组数	水箱尺寸(mm)			接管直径(mm)						水箱 容积 (m ³)	搅 拌 器		质量 (kg)	
			长	宽	高	进液	回气	放油	出水	溢水	放水		型 号	功率 (kW)		
XZ-15B ^①	15	2×7.5				15	40	15				25	3.0	WJ-250B		1070
XZ-30B	30	2×15				20	75	20				20	6.2	WJ-250B×2		2270
XZ-30	30	2×15	3000				65	15	125	125		80	4.2	LJ-300	3	1870
XZ-60	60	2×30		1050			100						6.8		3	3160
XZ-90	90	3×30	4800	1554	1350		125						10.0	LJ-350	4	4400
XZ-120	120	4×30		2070						150	150		13.6		4	5420
XZ-160	160	4×40		2040				20				100	16.8	LJ-300×2	2×3	7330
XZ-200	200	5×40	6100	2586									21.0		2×4	8870
XZ-240	240	6×40		3100			40				200	200	25.3	LJ-350×2	2×4	10250
XZ-320	320	8×40					2×40	2×150			250	250	33.9		2×4	13200

① 带B字母者用来做雪糕, 不带B字母者用以提供工艺用冷水、盐水等。

注: 摘自烟台冰轮集团产品样本。

螺旋管式蒸发器的型号与结构参数 (四)

表 2.3-60

产品 型号	蒸发 面积 (m ²)	蒸发器 组数	水箱尺寸(mm)			接管直径(mm)						水箱 容积 (m ³)	搅 拌 器			质量 (kg)	
			长	宽	高	进液	回气	放油	出水	溢水	放水		型 号	电动机型号	功率 (kW)		
XZ-30	30	2×15	2900				75		100	100			3.1	LJ-250	Y122M-6T2	2.2	2100
XZ-40	40	2×20	3700	1090		25	80						3.8				2800
XZ-60	60	3×20			1350		100	15	125	125		70	5.1	LJ-300	Y132S-6T2	3	3700
XZ-90	90	3×20	5000	1565									7.6				5200
XZ-120	120	4×30		2080		32	150				200	200	9.7	LJ-350	Y132M-6T2	4	6300

注: 摘自重庆通用工业集团公司产品样本。

盘管(U形管)干式蒸发器示意图见

图 2.3-44。

干式直管式蒸发器结构图见图 2.3-

45。

干式直管式蒸发器的型号与结构参数见表 2.3-61。

干式直管式蒸发器直管内翅片剖面图见图 2.3-46。

满液式卧式壳管式蒸发器结构示意图见图 2.3-47。

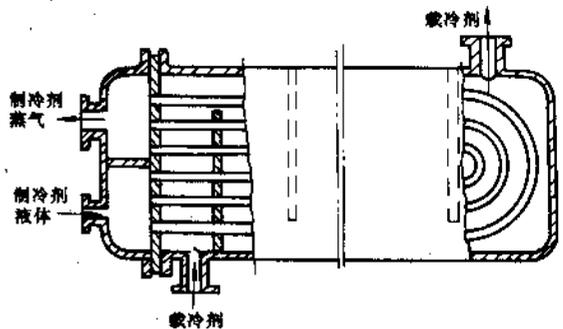


图 2.3-44 盘管(U形管)干式蒸发器示意图

满液式卧式壳管式蒸发器的型号与结构参数见表 2.3-62~64。

自然对流式蛇管式冷却排管示意图见图 2.3-48。

自然对流式搁架式冷却排管示意图见图 2.3-49。

强制对流式落地式冷风机结构图见图 2.3-50。

强制对流式落地式冷风机的型号与结构参数见表 2.3-65~67。

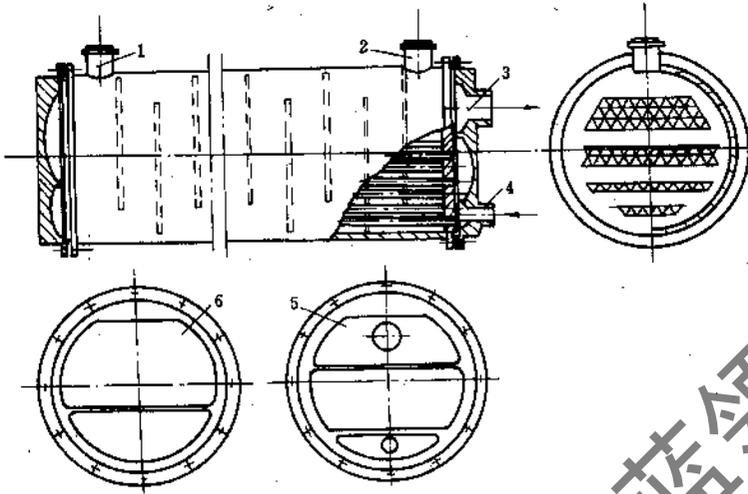


图 2.3-45 干式直管式蒸发器结构图

1—载冷剂出口管；2—载冷剂进口管；3—制冷剂出口管；4—制冷剂进口管；5—前端盖；6—后端盖

干式直管式蒸发器的型号与结构参数

表 2.3-61

产品型号	蒸发面积 (m ²)	壳体 (mm)		接管直径 (mm)			质量 (kg)	生产厂
		直径	长度	进液	出气	载冷剂进、出		
WZ22/11.6	11.6	325	1590	25	50	50	395	大连
WZ22/32	32	570	2075	32	80	80	1165	上海冷气机厂
WZ22/40	40	570	2515	32	80	80	1475	上海冷气机厂

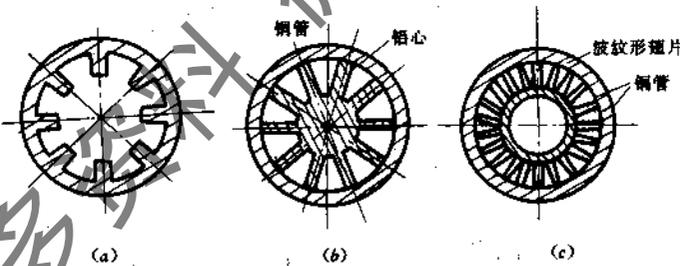


图 2.3-46 干式直管式蒸发器直管内翅片剖面图

(a) 整体式；(b) 铝心内肋式；(c) 波纹式

满液式卧式壳管式蒸发器的型号与结构参数 (一)

表 2.3-62

产品型号	蒸发面积 (m ²)	外径 (mm)	长度 (mm)	水通 路数	接管通径 (mm)					质量 (kg)				
					进液	回气	进、出水	放油	压力表		安全阀			
WZ-25	25	600	3520	8	20	65	65	15	4	15	1470			
WZ-32	32		4520				80				1760			
WZ-50	50	700	5520		25	80	80				2550			
WZ-65	65		5710		100	3010								
WZ-90	90	900	4670		32	125	125				15	4	20	4110
WZ-110	110		5670											4840
WZ-150	150	1200	4710		32	150	200				15	4	20	6440
WZ-180	180		5710											7610
WZ-200	200		6210	8185										

续表

产品型号	蒸发面积 (m ²)	外径 (mm)	长度 (mm)	水通 路数	接管口径 (mm)						质量 (kg)
					进液	回气	进、出水	放油	压力表	安全阀	
WZ-250	250	1400	5718	8	50	200	250	15	4	25	10170
WZ-300	300		6718				11550				
WZ-360	360	1600	6125				14275				
WZ-420	420		6925				15986				

注:摘自大连冰山集团的产品样本。

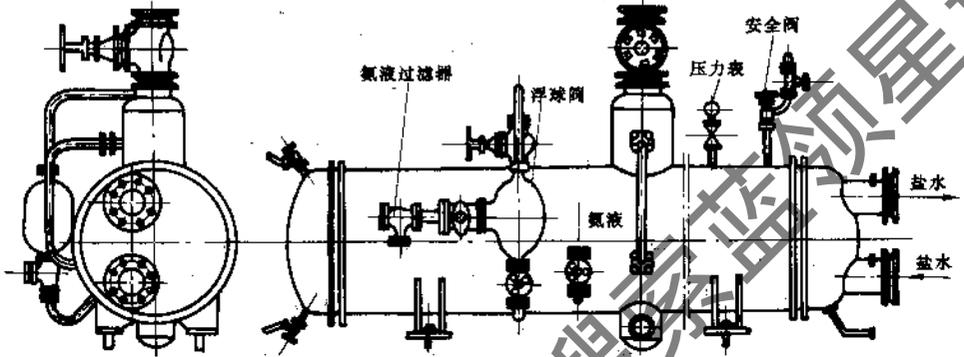


图 2.3-47 满液式卧式壳管式蒸发器结构示意图

满液式卧式壳管式蒸发器的型号与结构参数 (二)

表 2.3-63

产品型号	蒸发面积 (m ²)	外径 (mm)	长度 (mm)	水通 路数	接管口径 (mm)						质量 (kg)
					进液	回气	进、出水	放油	压力表	安全阀	
WZ-25	25	500	3310	8	25	65	70	15	6	20	1200
WZ-30	30		3910			1268					
WZ-40	40	5110	1392								
WZ-58	58	580	5170			2055					
WZ-78	78	670	5210			2470					
WZ-90	90	815	4475			3149					
WZ-110	110	815	5375			3223					
WZ-140	140	896	5404			4628					
WZ-180	178	904	6814	6251							

注:摘自上海第一冷冻机厂产品样本。

满液式卧式壳管式蒸发器的型号与结构参数 (三)

表 2.3-64

产品型号	蒸发面积 (m ²)	外径 (mm)	长度 (mm)	水通 路数	接管口径 (mm)						质量 (kg)	
					进液	回气	进、出水	放油	压力表	安全阀		
WZ-30	30	512	2990	8	20	65	70	15	4	20	1040	
WZ-56	56	612	3765			80	80				1780	
WZ-90	90	716	4248			100	100				2655	
WZ-120	120	816	4290			125	125				3450	
WZ-160	160	916	4390		150	150	4400					
WZ-200	200	1200	6390		150	200	7276					
WZ-250	250	1400	6020		50	200	250			250	25	10200
WZ-300	300		7020				12640					
WZ-360	360	1600	6346	300			13070					
WZ-420	420		7146	14460								

注:摘自烟台冰轮集团产品样本。

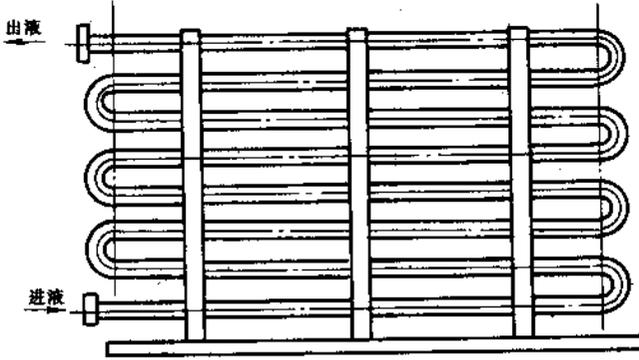


图 2.3-48 自然对流式蛇管式冷却排管示意图

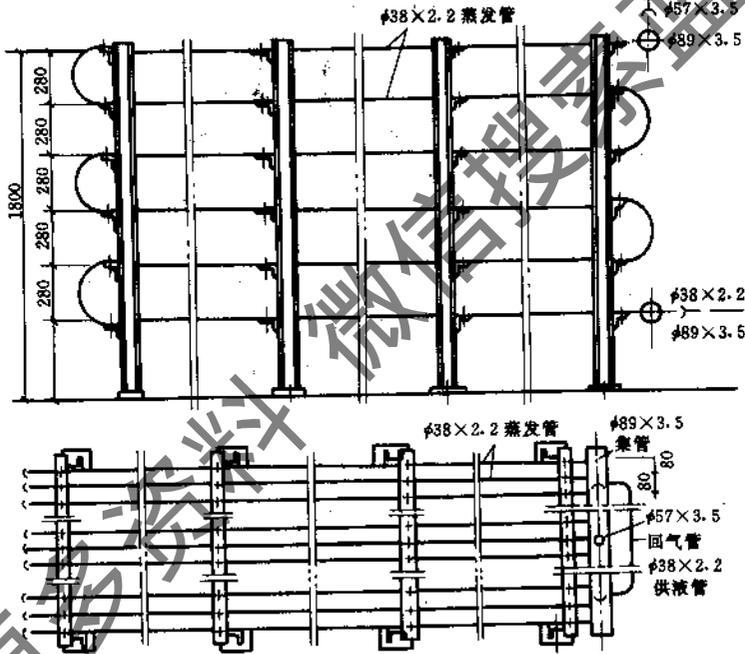


图 2.3-49 自然对流式搁架式冷却排管示意图

强制对流式落地式冷风机的型号与结构参数 (一)

表 2.3-65

产品 型号	冷却 面积 (m^2)	冲霜 水量 (t/h)	通 风 机			电 动 机			外形尺寸(mm)			接管直径(mm)			质量 (kg)		
			型 号	台 数	风量(m^3/h)		全压 (Pa)	型 号	功率(kW)		长	宽	高	进液		回气	进水
					每台	共计			每台	共计							
LD-150	155	6	T40-11	1	12900	12900	206	Y90S-4	1.2	1990	1180	2262	38	57	50	1115	
LD-250	258	10		9990	19980	204	1.1		3010								
LD-300	300	12		2	12900	25800	206		2.2	2950	1330						
LD-350	344	14		13900	27800	219	Y90L-4		1.5	3.0	3010						1480

续表

产品 型号	冷却 面积 (m ²)	冲霜 水量 (t/h)	通 风 机				电 动 机				外形尺寸(mm)			接管直径(mm)			质量 (kg)
			型 号	台 数	风量(m ³ /h)		全压 (Pa)	型 号	功率(kW)		长	宽	高	进液	回气	进水	
					每台	共计			每台	共计							
LL-150	155	6	T40-11	2	9870	19560	560	Y90L-2	2.2	4.4	1990	1180	2262	38	57	50	1073
LL-250	258	10									3010						1478
LL-350	344	14		3	29340	206	Y90S-4	1.1	2.2	2950	1330	38	76	1478			
LJ-250	258	10		2	12900	38700	272	100L1-4	2.2	6.6	4430	1180	57	85	2540		
LJ-350	344	14		3	15700	47100	272	100L1-4	2.2	6.6	4430	1180	57	85	2540		
LJ-400	400	16		3	15700	47100	272	100L1-4	2.2	6.6	4430	1180	57	85	2540		

注：摘自大连冰山集团产品样本。

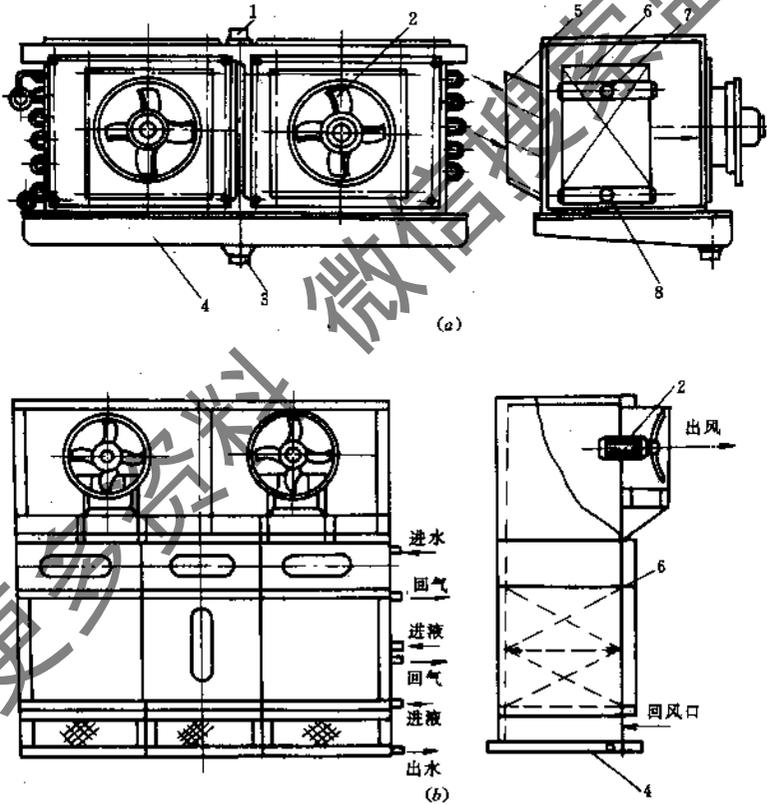


图 2.3-50 强制对流式冷风机结构图

(a) 吊顶式; (b) 落地式

- 1—进水管; 2—轴流风机; 3—下水管; 4—水盘; 5—进口导风板;
6—蒸发盘管; 7—回气管; 8—供液管

强制对流式吊顶式冷风机结构图见图 2.3-50a。

强制对流式吊顶式冷风机的型号与结构参数见表 2.3-68~69。

强制对流式落地式冷风机的型号与结构参数(二)

表 2.3-66

产品 型号	冷却 面积 (m ²)	冲霜 水量 (t/h)	通 风 机				电 动 机			外形尺寸(mm)			接管直径(mm)			质量 (kg)		
			型号	台 数	风量(m ³ /h)		全压 (Pa)	型号	功率(kW)		长	宽	高	进液	回气		进水	
					每台	共计			每台	共计								
LL-100					8000	8000	550	YT60L-2	2.2	2.2								
LD-100	101	4		1	9000	9000	195	YSF-8024	0.75	0.75	1930	1630						
LJ-100					11000	11000		YT90S-4	1.1	1.1								
LL-150				2	8000	16000	550	YT90L-2	2.2	4.4								
LD-150	153	6		1	13500	13500	195	YT90S-4	1.1	1.1								
LJ-150					16500	16500		YT90L-4	1.5	1.5								
LL-200					8000	16000	550	YT90L-2	2.2	4.4								
LD-200	204	8	FT-35		9000	18000	195	YSF-8024	0.75	1.5	2350	2050	2622	38				
LJ-200				2	11000	22000			YT90S-4	1.1	2.2							
LL-250					10000	20000	550	YT90L-2	2.2	4.4								
LD-250	256	10			11000	22000	195	YT90S-4	1.1	2.2								
LJ-250					13500	27000			YT90S-4	1.1								
LL-300					8000	24000	550	YT90L-2	2.2	6.6	2950	2650						
LD-300	301	12		3	9000	27000	195	YSF-8024	0.75	2.25								
LJ-300					11000	33000			YT90S-4	1.1	3.3							

强制对流式落地式冷风机的型号与结构参数(三)

表 2.3-67

产品 型号	冷却 面积 (m ²)	冲霜 水量 (t/h)	通 风 机				电 动 机			外形尺寸(mm)			接管直径(mm)			质量 (kg)		
			型号	台 数	风量(m ³ /h)		全压 (Pa)	型 号	功率(kW)		长	宽	高	进液	回气		进水	
					每台	共计			每台	共计								
LL-150	155	6		2						1990								1392
LL-250	258	10								4.4				32	50		50	2033
LL-350	344	14		3	9780	29340	550	Y90L-2	2.2	6.6				57	76			2561
LL-500	530	18												32×2	50×2			2950
LL-700	703	24		5		48900				11.0	4430			50×2	70×2		60	3598
LD-100	100	4		1		9990				1.1								1307
LD-200	200	8	T40		9990		200		1.1									1727
LD-250	258	10	-11			19800			2.2									2008
LD-350	344	14		2	13900	27800	215		1.5	3.0	3010	1180	2262	32	50		50	2578
LJ-150	150	6						Y90S-4						50	70			1327
LJ-200	200	8			9990	19800	196		1.1	2.2	2410							1778
LJ-250	258	10															60	2163
LJ-350	344	14			12900	38700	202		2.2	3.3	3010	1180	2262					2551
LJ-400	400	16		3	15700	47100	266			6.6	4430			57	76		76	3123

注:摘自上海第一冷冻机厂产品样本。

强制对流式吊顶式冷风机的型号与结构参数(一)

表 2.3-68

产品 型号	冷却 面积 (m ²)	冲霜 水量 (t/h)	通 风 机				电 动 机		外形尺寸(mm)			接管直径(mm)			质量 (kg)				
			型号	台数	风量(m ³ /h)		全压 (Pa)	型 号	功率(kW)		长	宽	高						
					每台	共计			每台	共计									
DD-75	76	3	T40 -11	1	9990	9990	204	YT90S-4	1.1	1860	1270	1102	35	57	50	662			
DD-100	100	4			12900	12900	206				1900					1147	1008		
DD-160	162	6.5		2		19980					2.2	2748				1340	1177	1314	
DD-170	172	7			9990		204					2800					1087	1437	
DJ-75	76	3				9990						1860				1270	1102	662	
DJ-100	100	4		1	12900	12900	206				1.1	1900					1147	1008	
DJ-160	162	6.5			9990	19980	204					2748				1340	1177	1314	
DJ-170	172	7		2							2.2	2800					1087	1437	
DJ-200	196	8			12900	25800	206					2408				2218	2408	2×38 2×57 2×50	1778

注:摘自洛阳制冷机械厂产品样本。

强制对流式吊顶式冷风机的型号与结构参数(二)

表 2.3-69

产品 型号	冷却 面积 (m ²)	冲霜 水量 (t/h)	通 风 机				电 动 机		外形尺寸(mm)			接管直径(mm)			质量 (kg)			
			型号	台数	风量(m ³ /h)		全压 (Pa)	型 号	功率(kW)		长	宽	高	进液		回气	进水	
					每台	共计			每台	共计								
DD-75	76	3	T40 -11	1	9990	9990	204	Y90S-4	1.1	1660	1270	1180	38	57	50	648		
DD-100	100	4			12900	12900	206									1860	1270	1010
DD-150	153	6		2		19980	204									2460	1350	1326
DD-170	172	7			9990	19980	204									2880	1270	1450
DD-200	204	9									2.2						1350	1585
DL-75	76	3		1		9780										1660	1270	648
DL-100	100	4														1860		1010
DL-150	153	6			9780		560			Y90L-2	2.2					2460	1350	1326
DL-170	172	7		2		19560										2880	1270	1450
DL-200	204	8															1350	1585
DJ-75	76	3		1	9990	9990	204	Y90S-4	1.1	1660	1290	1180	38	57	50	648		
DJ-100	100	4		12900	12900	206					1860						1010	
DJ-150	153	6									2460					1350	1326	
DJ-170	170	7	2	9990	19980	204										1270	1450	
DJ-200	204	8									2880					1350	1585	

注:摘自大连冰山集团产品样本。

(2) 蒸发器的名义工况及选型核算

1) 蒸发器的名义工况

蒸发器的名义工况即铭牌工况。在测定蒸发器的冷负荷或传热系数时,需在有关技术标准规定的各类蒸发器各自的标准名义工况下进行。

蒸发器的名义工况值随制冷剂种类、蒸发器类型及被冷却方式而不同。

JB468—86 和 JB4352—86 标准规定的氨用直立管式及螺旋式蒸发器的名义工况见表 2.3-70。

氨用直立管式及螺旋式蒸发器的名义工况 (JB468—86、JB4352—86) 表 2.3-70

项 目		参 数	项 目		参 数
蒸发温度 t_0 (°C)	盐 水	-15	水 速 w (m/s)		0.4
	水	0	污垢系数 r ($m^2 \cdot K/W$)	氨 侧	0.0000
传热温差 θ_m (°C)		5		水侧 (钢管)	0.00017

JB467—86 标准规定的氨用卧式壳管式蒸发器的名义工况见表 2.3-71。

JB4353—86、JB4354—86 标准规定的氨用吊顶式和落地式空气冷却器的名义工况见表 2.3-72。

THJ7319—85 标准规定氟利昂用吊顶式空气冷却器的名义工况见表 2.3-73。

氨用卧式壳管式蒸发器的名义工况 (JB467—86) 表 2.3-71

项 目		参 数	项 目		参 数
蒸发温度 t_0 (°C)	盐 水	-15	水压损失 Δp (MPa)		≤ 0.1
	水	0	污垢系数 r ($m^2 \cdot K/W$)	氨 侧	0.0000
传热温差 θ_m (°C)		7		水侧 (钢管)	0.00017
水 速 w (m/s)		1			

氨用吊顶式和落地式空气冷却器的名义工况 (JB4353—86、JB4354—86) 表 2.3-72

项 目		参 数	项 目		参 数
蒸发温度 t_0 (°C)	冷却物冷藏间	-10	库房空气温度与氨蒸发温度之差 Δt (°C)		10
	冻结物冷藏间	-28	霜层厚度 δ (mm)		1
	冻 结 间	-33	空气流速 w (m/s)		≥ 3

氟利昂用吊顶式空气冷却器的名义工况 (THJ7319—85) 表 2.3-73

项 目		参 数	项 目		参 数
蒸发温度 t_0 (°C)	冷却物冷藏间	-10	温差 (进风温度与蒸发温度之差) Δt (°C)		10
	冻结物冷藏间	-28	相对湿度 φ (%)		85

对于单元式空气调节机组用蒸发器的名义工况由标准 JB/T2796—91 规定, 见表 2.3-74。

单元式空气调节机组用蒸发器名义工况 (JB/T2796—86) 表 2.3-74

项 目		参 数	项 目		参 数
干球温度 t_1 (°C)		27	出口过热度 Δt (°C)		5
湿球温度 t_{w1} (°C)		19.5	迎面风速 w_t (m/s)		2.5
蒸发温度 t_0 (°C)		5			

2) 蒸发器的选型核算

蒸发器的选型主要考虑装置大小(蒸发传热面积大小或蒸发器冷负荷大小)、制冷剂种

类、使用地区水源、水质、水温、环境气象条件、机房面积等主要因素来确定。

蒸发器的选型要点如下:

- a. 沉浸式(水箱型)蒸发器适用不挥发性载冷剂(如盐水和冰)的开式循环系统(水箱型),例如集中喷雾式空气调节冷水系统;
- b. 对具有挥发性的载冷剂循环系统或采用闭式循环的中央空调冷水系统,必须选用满液式的卧式壳管式蒸发器;
- c. 自带冷源的空气调节机组均采用直接蒸发式表冷器;
- d. 采用沉浸式或壳管式蒸发器时,载冷剂的工作温度宜比制冷剂蒸发温度高5℃左右,而载冷剂的凝固点应比制冷剂蒸发温度低5~8℃(对沉浸式蒸发器取5~6℃,对壳管式蒸发器取6~8℃)。

选出合适的蒸发器型式后,应对蒸发器的传热面积及载冷剂的流量进行核算。

蒸发器传热面积 F 的确定:

$$F = \frac{Q_0}{K \cdot \theta_m} = \frac{Q_0}{q_f} \quad (\text{m}^2) \quad (2.3-28)$$

式中 Q_0 ——蒸发器制冷量, W;

K ——蒸发器传热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{C})$;

θ_m ——蒸发器内平均传热温差, C ;

q_f ——蒸发器的单位传热面积热负荷, W/m^2 。

上式中蒸发器制冷量 Q_0 的确定:

制冷量 Q_0 可根据中央空调工程或生产工艺流程要进行计算,或进行给定。

上式中传热系数 K 和单位传热面积热负荷 q_f 的确定:

一般是采用经过实际验证符合通常使用条件的推荐值(应注意,由于近年来出现不少强化沸腾传热的新型高效传热管型式,其传热系数 K 等大有提高。因此处提供的经验推荐值的基础仍是一般内外肋的传统传热管型式,仅供参考)。

上式蒸发器传热系数 K 和单位传热面积热负荷 q_f 推荐值见表 2.3-75。

常用蒸发器传热系数 K 和单位传热面积热负荷 q_f 的推荐值 表 2.3-75

蒸发器类型	$K[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{C})]$	$q_f(\text{W}/\text{m}^2)$	相应条件
立管式蒸发器 螺旋管式蒸发器 螺旋管式蒸发器	氨-盐水 523~698 氨-盐水 465~582	2326~2908 2908~3489 2326~2908	$\Delta t_m = 5\text{C}$, 盐水流速 0.3~0.75m/s
盘管式蒸发器 盘管式蒸发器 盘管式蒸发器	氟利昂-水 175 氟利昂-盐水 116	1745~2326	有搅拌装置 箱内载冷剂很少流动 箱内载冷剂很少流动
干式壳管式蒸发器	氟利昂-水	454~907	大值相应的 Δt_m 在 7C 以上, 流速高的情况 小值相应的 Δt_m 在 4C 以下, 流速低的情况
	氟利昂-水	337~791	
	氟利昂-水 (铝芯内肋管)	1628~1745 (以外表面计)	R22, 8肋内肋管, 水速 1.1m/s

续表

蒸发器类型		$K[W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$	$q_F(W/m^2)$	相应条件
满液式蒸发器	氨-水	582~756	2908~4071	$\Delta t_m = 4 \sim 6^\circ C$, 水速 1~1.5m/s
	氨-盐水	465~582	2326~2908	$\Delta t_m = 4 \sim 6^\circ C$, 水速 1~1.5m/s
	氟利昂-盐水	523~756		$\Delta t_m = 4 \sim 8^\circ C$, 水速 1~1.5m/s, 光管 $\phi 15.9mm$
	氟利昂-盐水 (以外表面计)	465~523		$\Delta t_m = 4 \sim 6^\circ C$, 水速 1~1.5m/s, 低肋 管
冷却排管	氨-空气	见表 2.3-77		光管, 空气自然对流
	氟利昂-空气			光管, 空气自然对流
冷风机	氨-空气	18.6~20.9		高温库 $\Delta t = 10^\circ C$, $\phi 25$ 管绕肋片, 片距 12.5mm
	氨-空气	11.6~14.0		低温库 $\Delta t = 10^\circ C$, $\phi 25$ 管绕肋片, 片距 15mm
	R12-空气	37.2		蒸发管组 3~4 排, 迎面风速 2~ 2.5m/s
	R22-空气	43.0		蒸发管组 6~8 排, 迎面风速 2.5~ 3m/s

上式中蒸发器平均传热温差 θ_m 在缺乏计算资料情况下, 一般可按表 2.3-76 中所推荐值采用。

另外, 表 2.3-75 中冷却排管中的传热系数 K 可按表 2.3-77 中推荐值采用。

蒸发器中平均传热温差 θ_m 推荐值

表 2.3-76

蒸发器类型	平均传热温差 θ_m ($^\circ C$)	说 明	
沉浸式(水箱型) 蒸发器	4~6	1. 载冷剂的温降根据生产工艺或空气调节要求确定。一般, 当载冷剂为淡水时取 (4~6) $^\circ C$; 为盐水时, 取 (2~3) $^\circ C$ 。对氟利昂蒸发器可取较大值 2. 载冷剂出口温度与蒸发温度之差, 一般取 (2~5) $^\circ C$ 。蒸发温度较低时取较小值	
卧式壳管式 蒸发器	氨		4~6
	氟利昂		6~8
直接蒸发式 空气冷却器	8~12	1. 室内温度与蒸发温度之差一般取 $10^\circ C$ 左右 2. 强制送风系统的送风温度与室内温度之差, 按室内温度波动要求确定。一般取值如下: 室温允许波动 ($\pm 0.1 \sim \pm 0.2$) $^\circ C$ 时为 (2~3) $^\circ C$ 室温允许波动 $\pm 0.5^\circ C$ 时为 (3~6) $^\circ C$ 室温允许波动 $\pm 1^\circ C$ 时为 (6~10) $^\circ C$	

小结: 根据空调工程或生产工况要求计算确定的制冷量 Q_0 、表 2.3-75、表 2.3-76 和表 2.3-77 查出的蒸发器内平均传热温差 θ_m 、蒸发器传热系数 K (或单位传热面积热负荷 q_F), 即可代入公式 (2.3-26) 以确定蒸发器传热面积 F 。下一步尚需确定各类蒸发器载冷剂的流量 (容积流量) V 。

冷库用冷却排管的传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$

表 2.3-77

蒸发温度 t_0 (°C)	直接蒸发式	-30($t_n - t_0 = 7$)				-24($t_n - t_0 = 9$)				-17.5($t_n - t_0 = 11.5$)				-14($t_n - t_0 = 14$)			
	盐水冷却式	-34				-27				-20				-17			
库温 t_n (°C)		-20 以下				-10 ~ -20				-2 ~ -10				10 ~ -2			
排管类型		光管		肋片管		光管		肋片管		光管		肋片管		光管		肋片管	
制冷剂		氨		R12/R22		氨		R12/R22		氨		R12/R22		氨		R12/R22	
空气自然对流	重力供液	12.8	6.98	7.63	4.19	14.0	8.14	8.37	4.89	15.1	10.5	9.07	6.28	15.7	15.1	9.30	9.07
	液泵供液	15.4	8.37	9.07	5.00	16.8	9.77	10.0	5.23	18.1	12.6	11.5	7.56	18.8	18.1	11.2	10.9
空气强迫对流	重力供液																
	风速 1(m/s)	25.6	14.0	15.4	8.37	27.9	16.3	16.8	9.77	30.2	20.9	18.1	12.6	31.4	30.2	18.6	18.1
	风速 2(m/s)	32.0	17.5	19.2	10.5	34.9	20.4	20.9	12.2	37.8	26.3	22.7	15.7	29.3	37.8	23.3	22.7
	风速 3(m/s)	38.4	20.9	23.0	12.2	41.9	24.4	25.1	14.7	45.4	31.4	37.7	18.8	47.1	45.4	27.9	27.2
	液泵供液																
	风速 1(m/s)	30.7	16.7	18.1	10.0	33.5	19.5	20.0	11.6	36.3	25.1	21.9	15.1	37.7	36.3	22.3	21.9
风速 2(m/s)	38.4	20.9	22.7	12.5	41.9	24.4	25.0	14.5	45.4	31.4	27.3	18.9	44.1	45.4	27.9	27.3	
风速 3(m/s)	40.5	25.1	27.2	15.0	50.2	30.0	30.0	17.5	54.4	37.7	32.8	22.7	56.5	54.4	33.5	32.8	

蒸发器中载冷剂流量 V 的确定:

$$V = \frac{(3.6) \times Q_0}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta t} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2.3-29)$$

式中 Q_0 ——制冷量, kW;

ρ ——载冷剂密度, kg/m^3 , 查有关热物理性质表;

C_p ——载冷剂比热, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, 查有关热物理性质表;

Δt ——载冷剂在蒸发器中温降, $^\circ\text{C}$ 。

沉浸式蒸发器内载冷剂的流动阻力 Δp 的确定:

$$\Delta p = 9.8 [2(5.4 + 3.4n)] Re^{-2.8} w^2 \cdot \rho / 2g \quad (\text{Pa}) \quad (2.3-30)$$

式中 n ——载冷剂流动方向每列管子的数目, 由厂家产品样本查得;

ρ ——载冷剂密度, kg/m^3 , 查有关热物理性质表;

w ——载冷剂的流速, m/s , 一般取 $w = 0.3 \sim 0.7 \text{m}/\text{s}$;

Re ——雷诺数, $Re = w \cdot d_w / \nu$;

d_w ——蒸发器传热管外径, m ;

ν ——载冷剂运动粘度, m^2/s , 查有关热物理性质表;

g ——重力加速度, m/s^2 , 取 $g = 9.8 \text{m}/\text{s}^2$ 。

卧式壳管式蒸发器内载冷剂流动阻力 Δp 的确定:

对满液式壳管式蒸发器, 其载冷剂侧的流动阻力为

$$\Delta p = 9.8 \frac{\rho \cdot w^2}{2g} \left[\frac{\lambda \cdot z \cdot l}{d_n} + 1.5(z + 1) \right] \quad (\text{Pa}) \quad (2.3-31)$$

式中 ρ ——载冷剂密度, kg/m^3 , 查有关热物理性质表;

l ——蒸发器传热管长度, m , 由产品样本查得;

d_n ——传热管内径, m , 由产品样本查得;

w ——载冷剂流速, m/s , 计算式同式 (2.3-25);

λ ——摩擦阻力系数;

$$\lambda = \frac{0.3614}{Re^{0.25}} \quad (2.3-32)$$

式中 Re ——雷诺数, $Re = w \cdot d_n / \nu$ 。

沉浸式(水箱型)蒸发器搅拌器的选择计算:

a) 搅拌器的流量 V 为

$$V = 3600(bh - f)w \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2.3-33)$$

式中 b ——流经蒸发器隔板壁的宽度, m;

h ——箱底至液面高度, m;

f ——蒸发器所占横断面积, m^2 ;

w ——载冷剂流速, m/s, 取 $w = 0.5 \text{ m/s}$ 。

b) 搅拌器轴功率 Pe 为

$$Pe = \frac{V \cdot \Delta p}{3.6 \times 10^6 \cdot \eta} \quad (\text{kW}) \quad (2.3-34)$$

式中 V ——搅拌器流量, m^3/h ;

Δp ——载冷剂在蒸发器内流动阻力, Pa;

η ——搅拌器效率, 取 $\eta = 0.5 \sim 0.6$ 。

4. 热力膨胀阀(节流机构)

中央空调采暖系统中采用的活塞式冷水机组和活塞式冷热水机组(供冷/采暖两用)通常采用热力膨胀阀作为其中的节流机构。节流机构—热力膨胀阀是构成活塞式蒸气压缩式制冷装置中的重要部件,称为制冷系统中的四大部件(另有活塞式制冷压缩机、冷凝器、蒸发器)之一。

节流机构—热力膨胀阀位于冷凝器与蒸发器之间,从冷凝器来的高压制冷剂液体在流经节流机构—热力膨胀阀过程中,除完成等焓膨胀及节流降压效果外,尚起着对蒸发器的供液量进行控制以适应冷负荷变化的作用。

制冷剂液体流经热力膨胀阀后,变为湿蒸气,其中制冷剂蒸气量约占制冷剂总质量的10%~30%。

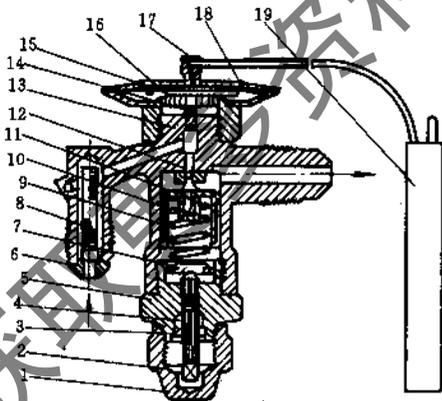


图 2.3-51 内平衡式热力膨胀阀结构图

- 1—密封盖; 2—调节杆; 3—垫料螺帽; 4—密封垫料; 5—调节座; 6—喇叭接头; 7—调节垫块; 8—过滤网; 9—弹簧; 10—阀针座; 11—阀针; 12—阀孔座; 13—阀体; 14—顶杆; 15—垫块; 16—动力室; 17—毛细管; 18—薄膜片; 19—感温包

热力膨胀阀是以蒸气过热度来进行调节的节流机构,目前有两种形式:传统的热力膨胀阀和新型的电子膨胀阀。以下内容中均做一介绍。

(1) 热力膨胀阀的类型、结构和使用特点

在活塞式冷(热)水机组中采用的热力膨胀阀型式有:

- 内平衡式热力膨胀阀;
- 外平衡式热力膨胀阀;
- 电磁式电子膨胀阀;
- 电动式电子膨胀阀;
- 热膨胀阀。

上述各种型式的膨胀阀的结构、工作和使用特点见表 2.3-78。

内平衡式热力膨胀阀结构图见图 2.3-51。

RF 系列内平衡式热力膨胀阀型号、规格及主要技术性能参数见表 2.3-79。

热力膨胀阀的型式、结构、工作和使用特点

表 2.3-78

型 式	结 构	工作和使用特点	适用范围	
热力膨 胀 阀	内平衡 式热力 膨胀阀	见图 2.3-51 主要有薄膜片、感温包、制冷剂液进、出口接头(阀体)、调节杆、阀针、弹簧、顶杆等元件组成	其工作原理是:根据流出蒸发器的制冷剂(R22)温度和压力信号自动调节进入蒸发器的氟利昂流量,感温包与蒸发器出口管表面紧密接触,感温包连接的毛细管与薄膜片上部接通。薄膜片下部作用着制冷剂的蒸发压力 p_0 ,指向薄膜片和关闭膨胀阀孔;弹簧的等效压缩力 p_w ,也指向关闭膨胀阀孔;感温包内制冷剂气体压力(蒸发器出口处制冷剂温度对应的饱和压力) p_g ,指向打开膨胀阀孔; $p_g = p_0 + p_w$ 。蒸发器减负荷时, p_g 下降,膨胀阀向关闭方向动作,制冷剂流量减少;反之亦然(见图 2.3-52)	干式壳管式蒸发器、冷却排管、冷风机等其中的小型氟利昂制冷系统
	外平衡 式热力 膨胀阀	见图 2.3-53 与内平衡式的主要差别是增加了一根外接平衡管,将蒸发器出口与薄膜片下面阀体上接头相连接。其他结构与内平衡式相同	薄膜片下部的制冷剂蒸发压力成为蒸发器的出口压力 p'_0 。(见图 2.3-54),故 $p_g = p'_0 + p_w$ (力平衡式)。制冷剂在蒸发器管内沸腾气化 弹簧的等效压缩力 p_w 是蒸发器出口的过热度对应的饱和压力 当 $p_g > (p'_0 + p_w)$ 时,薄膜片向下运动,膨胀阀向打开阀孔方向动作,故制冷剂流量增加,膨胀阀薄膜片在新的平衡点上工作。采用制冷剂 R22	干式壳管式蒸发器、冷却排管、冷风机中的蒸发器阻力较大的制冷系统
电子膨 胀 阀	电磁式 电子膨胀 阀	见图 2.3-55 由线圈、柱塞、柱塞弹簧、阀针、阀杆、阀座(进、出口)等组成	由控制器(微电脑)测出蒸发器前、后制冷剂的过热度($S_2 - S_1$)值(见图 2.3-56),将此值与贮存在控制器内的过热度设定值进行比较运算。如果测量值大于设定值,控制器指令膨胀阀加大开启度,增加制冷剂流量。反之亦然 电磁线圈通电前,针阀全开。通电后,柱塞上升,针阀开度变小,由施加在线圈上的控制电压来控制。特点:结构简单,动作响应快。工作过程需不断提供控制电压。 其负荷调节范围宽:10%~100%间调节; 适应温度范围宽:10℃~~70℃; 工作过热度选定范围宽:2℃~18℃; 流向可逆,可简化控制系统	同热力膨胀阀
	电动式 电子膨 胀 阀	(1)直动型电动式电子膨胀阀见图 2.3-57a 由转子、线圈、阀杆、针阀、阀座(进、出口)等组成 采用四相脉冲电动机直接驱动针阀	动作原理:膨胀阀的脉冲电动机由微电脑控制,微电脑按一定的逻辑关系发出脉冲指令,在电动机定子绕组上施加脉冲电压,驱动转子动作。指令信号序列相反时,电动机反向转动。因此脉冲信号可以控制电动机的正、反向转动,从而带动阀杆上、下移动,改变针阀开度,实现流量调节。其工作原理系统图见图 2.3-56。其主要特性与电磁式电子膨胀阀相同	同热力膨胀阀
	(2)减速型电动式电子膨胀阀见图 2.3-57b 在直动型上增加有减速齿轮一对,电动机通过减速齿轮组带动针阀动作	其动作原理与直动型相同。其工作原理系统图见图 2.3-56		
热电膨胀 阀	由感温元件和阀体两部分组成。由制冷剂蒸气的温度通过热敏电阻来控制电流大小,再由电流大小来控制阀孔开度,调节液体制冷剂流量	控制原理见图 2.3-58:用一个电阻系数为负值(温度上升时阻值下降)的热敏电阻插入蒸发器出口管道中,用以感受制冷剂蒸气温度。热敏电阻与阀内的电加热器串接在同一电路中,电路电压不变时;当蒸发器出口制冷剂蒸气温度上升,热敏电阻值下降,通过电加热器电流增大,电加热功率上升,感应系统中液体被加热而膨胀,迫使膜片向下,阀孔开度增大,制冷剂流量增多,实现供液量控制和节流	同热力膨胀阀	

RF系列内平衡式热力膨胀阀型号、规格及主要技术性能参数

表 2.3-79

型号	公称直径 (mm)	使用工质	适用温度范围 (°C)	可调节关闭过热度 (°C)	制冷量 (kW)		连接螺纹 (mm)		接管规格 (mm)		外形尺寸 (长×宽×高) (mm)	质量 (kg)
					标准	空调	进口	出口	进口	出口		
RF0.8	0.8	R12	10~-30	2~8	1.0	1.9	M16×1.5	M18×1.5	φ10×1	φ12×1	108×55×150	1.4
		R22	10~-70		1.6							
RF1	1	R12	10~-30		1.2	1.1						
		R22	10~-70		2.0							
RF1.2	1.2	R12	10~-30		1.5	1.3						
		R22	10~-70		2.5							
RF1.5	1.5	R12	10~-30		1.9	1.7						
		R22	10~-70		3.1							
RF2	2	R12	10~-30		2.5	2.2						
		R22	10~-70		4.1							
RF3	3	R12	10~-30		5.0	4.6						
		R22	10~-30		8.6							
RF4	4	R12	10~-30		9.0	8.0						
		R22	10~-70		15.0							
RF5	5	R12	10~-30	11.3	10.0	M16×1.5	M22×1.5	φ10×1	φ16×1.2	108×55×150	1.4	
		R22	10~-70	18.5								
RF13	13	R12	10~-30		72.0							
		R22	10~-70		123.0							
RF15	15	R12	10~-30		105.0	法兰连接	法兰连接	φ32×3.5	φ32×3.5	110×100×190	3.8	
		R22	10~-70		180.0							
RF17	17	R12	10~-30		145.0							
		R22	10~-70		250.0							

注：1. 订货时，如无特殊要求，RF0.8~RF5毛细管长度为1.5mm，RF13~RF17毛细管长度为3m。
2. 摘自上海恒温控制器厂产品样本。

内平衡式热力膨胀阀受力系统图见图 2.3-52。

外平衡式热力膨胀阀结构图见图 2.3-53。

RF系列外平衡式热力膨胀阀型号、规格及主要技术性能参数见表 2.3-80。

T系列、HC系列热力膨胀阀型号、规格及技术参数见表 2.3-81~82。

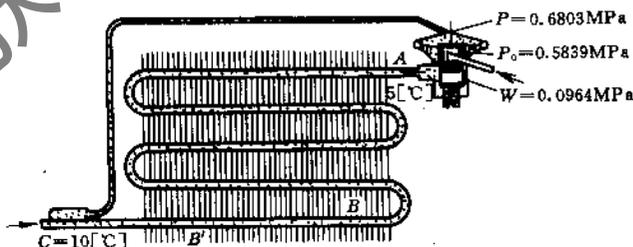


图 2.3-52 内平衡式热力膨胀阀受力系统图

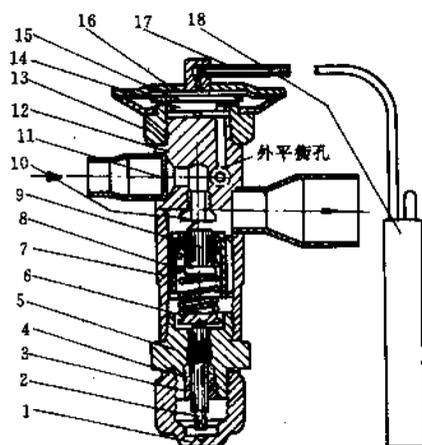


图 2.3-53 外平衡式热力膨胀阀结构图

- 1—密封盖；2—调节杆；3—填料螺母；
- 4—密封填料；5—调节垫；6—调节垫块；
- 7—弹簧；8—阀针座；9—阀针；10—阀孔座；
- 11—过滤网；12—阀体；13—动力孔座；
- 14—顶杆；15—垫块；16—薄膜片；
- 17—毛细管；18—感温包

RF 系列外平衡式热力膨胀阀型号、规格及主要技术性能参数 表 2.3-80

型号	公称直径 (mm)	使用工质	制冷量		连接螺纹 (mm)		接管规格 (mm)			外形尺寸 (长×宽×高) (mm)	质量 (kg)
			(冷吨) (美国)	(kW)	进口	出口	进口	出口	外平衡管		
RF12W5-3	φ5	R12	3.0	9.0	M16×1.5	M22×1.5	φ10×1	φ16×1.5		130×80×130	1.3
RF22W5-4.5		R22	4.5	13.5							
RF12W6-5	φ6	R12	5.0	15.0	M18×1.5	M22×1.5	φ12×1	φ16×1.5			
RF22W6-7.5		R22	7.5	22.5							
RF12W7-7	φ7	R12	7.0	21.0	M18×1.5	M22×1.5	φ12×1	φ16×1.5			
RF22W7-10.5		R22	10.5	31.5							
RF12W8-9	φ8	R12	9	27.0	M22×1.5	M27×2	φ16×1.5	φ19×1.5	φ6×1		
RF22W8-13.5		R22	13.5	40.5							
RF12W9-11	φ9	R12	11.0	33.0	M27×2	M27×2	φ19×1.5	φ19×1.5			
RF22W9-16.5		R22	16.5	49.5							
RF12W10-13	φ10	R12	13.0	39.0	M27×2	M27×2	φ19×1.5	φ19×1.5			
RF22W10-19.5		R22	19.5	58.5							
RF12W11-15	φ11	R12	15.0	45.0	M27×2	M30×2	φ19×1.5	φ22×1.5			
RF22W11-22.5		R22	22.5	67.5							
RF12W12-18	φ12	R12	18.0	54.0	M27×2	M30×2	φ19×1.5	φ22×1.5			
RF22W12-27		R22	27.0	81.0							

注: 1. 定货时, 如无特殊要求, 毛细管长度为 1.5m。
2. 摘自上海恒温控制器厂产品样本。

T 系列热力膨胀阀型号、规格及技术参数 表 2.3-81

R22		R502		平衡方式	毛细管长度 (m)	接管规格 (mm)			重量 (kg)	
型号	容量 (kW) ($\Delta p = 0.72\text{MPa}$)	型号	容量 (kW) ($\Delta p = 0.72\text{MPa}$)			进口	出口	平衡管	直角式	直通式
TCL(E)1/2HW	1.76	TCL(E)1/4RW	0.88	TCL 为内平衡, TCL (E) 为外平衡	标准长度 1.5, 其他长度特殊订货		φ6 喇叭口 (焊接或喇叭口弯头特殊订货)	1.1	1.5	
TCL(E)1HW	3.52	TCL(E)1/2RW	1.76							
TCL(E)2HW	7.03	TCL(E)1RW	3.52							
TCL(E)3HW	10.55	TCL(E)2RW	7.03							
TCL(E)5HW	17.58	TCL(E)3RW	10.55							
TCL(E)7 1/2HW	26.37	TCL(E)4 1/2RW	15.82							
TCL(E)10HW	35.16	TCL(E)7RW	24.61							
TCL(E)12HW	42.19	TCL(E)8RW	28.13							
TRF14HW	49.22	TRF9RW	31.64	外平衡式	同上		φ6 喇叭口	1.8		
TRF18HW	63.29	TRF12RW	42.19							
TRF22HW	77.35	TRF14RW	49.22		标准长度 3, 其他长度特殊订货		φ6 喇叭口	2.0		
TRF26HW	91.42	TRF16RW	56.26							
TRF35HW	123.06	TRF21RW	73.84							
TRF45HW	158.22	TRF27RW	94.93							
TRF55HW	193.38	TRF37RW	130.09							
TRF75HW	163.70	TRF48RW	168.77							
TRF100HW	351.60	TRF60RW	210.96							

注: 1. 本表容量为基于蒸发温度为 4.4℃, 液体进口温度为 38℃ 时的名义容量。
2. 摘自上海恒温控制器厂产品样本。

HC系列热力膨胀阀型号、规格及技术参数

表 2.3-82

R22		R502		平衡方式	毛细管长度 (m)	接管规格 (mm)			重量 (kg)
型号	容量 (kW) ($\Delta p=0.72\text{MPa}$)	型号	容量 (kW) ($\Delta p=0.72\text{MPa}$)			进口	出口	平衡管	
HC $\frac{1}{2}$ H HCE $\frac{1}{2}$ F	1.76	HC $\frac{1}{4}$ R HCE $\frac{1}{4}$ R	0.88	内 外	1.5	$\phi 6 \times 1$ 或 $\phi 10 \times 1$ 喇叭口	$\phi 12 \times 1$ 喇叭口	$\phi 6 \times 1$	0.6
HC1H HCE1H	3.52	HC $\frac{1}{2}$ R HCE $\frac{1}{2}$ R	1.76	内 外				$\phi 6 \times 1$	
HC1 $\frac{1}{2}$ H HCE1 $\frac{1}{2}$ H	5.27	HC1R HCE1R	3.52	内 外				$\phi 6 \times 1$	
HC2H HCE2H	7.03	HC1 $\frac{1}{2}$ R HCE1 $\frac{1}{2}$ R	5.25	内 外				$\phi 6 \times 1$	
HC3H HCE3H	10.55	HC2R HCE2R	7.03	内 外				$\phi 6 \times 1$	
HC5H HCE5H	17.58	HC3R HCE3R	10.55	内 外				$\phi 6 \times 1$	

注: 1. 本表中的容量为基于蒸发温度为 4.4℃, 液体进口温度为 38℃ 时的名义容量。

2. 摘自上海恒温控制器厂产品样本。

外平衡式热力膨胀阀受力系统图见图 2.3-54。

电磁式电子膨胀阀结构示意图见图 2.3-55。

电子膨胀阀工作原理系统图见图 2.3-56。

直动型电动式电子膨胀阀结构示意图见图 2.3-57a。

减速型电动式电子膨胀阀结构示意图见图 2.3-57b。

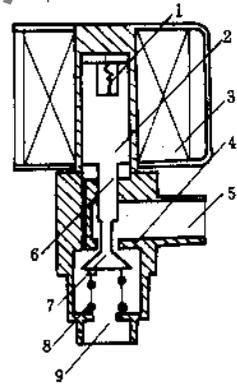


图 2.3-55 电磁式电子膨胀阀结构示意图

1—柱塞弹簧; 2—柱塞; 3—线圈; 4—阀座; 5—入口; 6—阀杆; 7—阀针; 8—弹簧; 9—出口

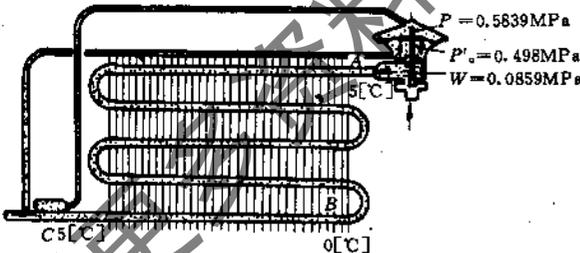


图 2.3-54 外平衡热力膨胀阀与蒸发器的连接

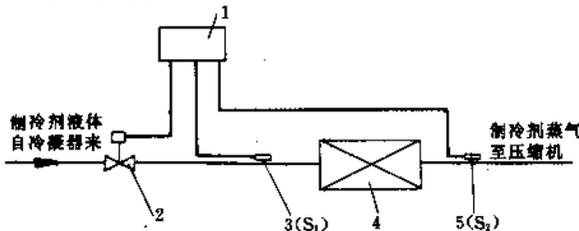


图 2.3-56 电子膨胀阀工作原理系统图

1—控制器(微电脑); 2—膨胀阀; 3—温度传感器 S_1 ; 4—温度传感器 S_2 ; 5—蒸发器

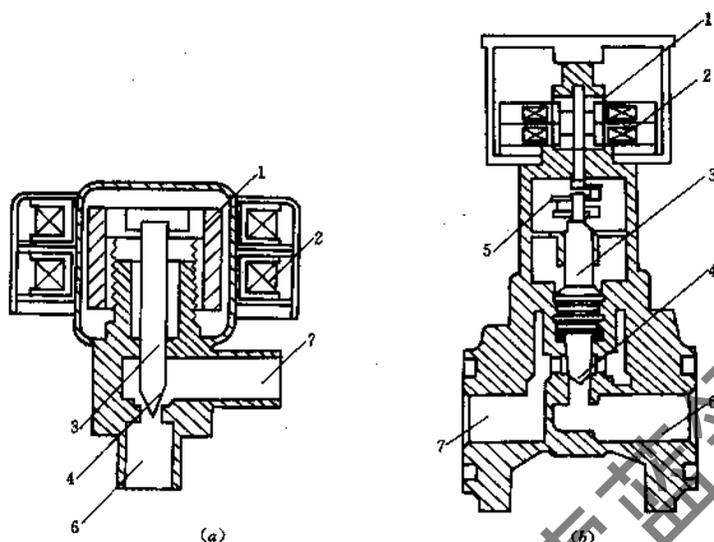


图 2.3-57 电动式电子膨胀阀结构示意图

(a) 直动型; (b) 减速型

1—转子; 2—线圈; 3—阀杆; 4—针阀;

5—减速齿轮; 6—入口; 7—出口

热膨胀阀控制原理见图 2.3-58。

(2) 热力膨胀阀的名义工况及选择

1) 热力膨胀阀的名义工况

热力膨胀阀的容量(制冷能力)是随系统的工况条件而变的。为了在一个共同的标准下比较热力膨胀阀的性能,规定了热力膨胀阀的名义工况。

我国《制冷用 R22、R502 热力膨胀阀》(ZBJ73)中规定的热力膨胀阀名义工况见表 2.3-83。

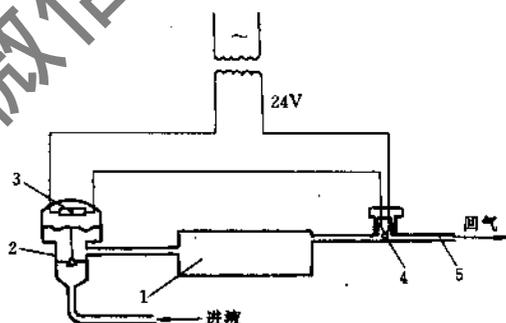


图 2.3-58 热膨胀阀控制原理

1—蒸发器; 2—热膨胀阀; 3—电加热器; 4—热敏电阻; 5—吸气管

热力膨胀阀名义工况

表 2.3-83

项目	制冷剂		项目	制冷剂	
	R22	R502		R22	R502
冷凝温度 (°C)	40	40	膨胀阀静过热度 (°C)	3.5	3.5
进入膨胀阀液体温度 (°C)	38	38	膨胀阀过热度变化 (°C)	4	4
蒸发温度 (°C)	5	5	通过膨胀阀的压力损失 (MPa)	0.69	0.69
蒸发压力 (MPa)	0.58	0.67			

注: 1. 膨胀阀过热度: 对内平衡式是指感温包温度与膨胀阀出口处制冷剂压力相对应的饱和温度之差; 对外平衡式是指感温包温度与外平衡管连接处回气管内制冷剂压力相对应的饱和温度之差。

2. 静过热度: 是指膨胀阀从关闭到开启不超过 0.5mm 时所需要的过热度, 在蒸发温度为 5°C 时调定。

3. 过热度变化: 是指从开始开启到某一开度时所需要的过热度。

4. 通过膨胀阀的压力损失: 是指阀进、出口压力差。。

2) 热力膨胀阀的选择

热力膨胀阀内、外平衡方式的选择:可按表 2.3~84 中规定的压力损失值来确定。当压力损失小于规定值时采用内平衡式;反之,采用外平衡式。

热力膨胀阀容量的选择:膨胀阀的容量是随工况而变的,因此选择时应考虑蒸发温度、膨胀阀进口液体温度和膨胀阀前后压差等因素对容量的影响。

当膨胀阀进口液体温度不是 38℃ 时,应按表 2.3~85 中的系数加以修正。

内、外平衡方式选择表 表 2.3-84

应用场合	蒸发温度范围(℃)	压力损失(MPa)
空调	+10~+2	0.022
商业	-1~-18	0.015
低温	-18以下	0.007

T 及 HC 系列热力膨胀阀进口液体温度修正系数 表 2.3-85

进口液体温度(℃)	修正系数		进口液体温度(℃)	修正系数	
	R22	R502		R22	R502
16	1.221	1.319	43	0.986	0.919
21	1.166	1.240	49	0.886	0.838
27	1.111	1.160	55	0.828	0.756
32	1.056	1.080	60	0.768	0.678

另外,选配的热力膨胀阀必须比蒸发器的实际负荷大 20%~30%;

对不设冷却水量调节阀或冬季冷却水温度较低的制冷系统,膨胀阀的容量应比蒸发器的负荷大 70%~80%,最大不超过蒸发器负荷的 2 倍。

热力膨胀阀前、后的压力差可按下式进行计算:

$$\Delta P = (P_k - P_0) - \Delta P_d - \Delta P_h - \Delta P_a \quad (\text{MPa}) \quad (2.3-35)$$

式中 P_k ——冷凝压力,MPa;

P_0 ——蒸发压力,MPa;

ΔP_d ——膨胀阀后分液器和分液管的压力损失,MPa。一般取 $\Delta P_d = 0.01 \text{MPa}$,当膨胀阀后不设分液器和分液管时, $\Delta P_d = 0$;

ΔP_h ——膨胀阀前液体管路的压力损失,MPa;

ΔP_k ——冷凝器或贮液器出液口至膨胀阀入口之间的液柱压力,MPa。

2.3.2 普通型活塞式冷水机组的产品型式及生产厂家

由前面 2.3.1 节中所介绍的活塞式制冷压缩机、冷凝器、蒸发器、热力膨胀阀等四大件及控制柜、安全保护装置、能量调节机构、其他辅助设备所组成的、向中央空调系统提供 5~15℃ 冷水的整体式制冷装置(冷源),称为活塞式冷水机组。

活塞式冷水机组也可用于注塑机械、造纸机械、化工设备、钢铁冶金设备、电缆生产设备以及电镀槽等的工艺性冷水冷却。

活塞式冷水机组中常用的制冷剂为 R22,也有采用 R717(氨)。

按冷凝器冷却方式分为水冷式和风冷式冷水机组;按机组的组装结构形式分为普通型和模块型冷水机组。

目前我国用于中央空调系统的大多数为普通型水冷式活塞式冷水机组。近年来,风冷式活塞式冷水机组在节约水源、节约机房面积、省去冷却塔、冷却水泵等方面,也具有一定的选型优势,但多用于冷、热两用的冷(热)水机组上。

1. 普通型活塞式冷水机组分类型式及国内生产厂家

(1) 普通型活塞式冷水机组分类型式见表 2.3-86。

中央空调用普通型活塞式冷水机组分类型式

表 2.3-86

部件型式及生产厂家	水冷式活塞式冷水机组		风冷式活塞式冷水机组
	开启式活塞式制冷压缩机	半封闭式活塞式制冷压缩机	全封闭式活塞式制冷压缩机
制冷压缩机系列	100、125 机标系列	70 机标系列	进口全封闭式系列
制冷剂	R22、R717 (氨)	R22	R22
标准空调工况	1) 冷水出水温度: 7℃ (冷水进、出水温差为 5℃) 2) 冷却水进水温度: 32℃ (冷却水进、出水温差为 5℃)		1) 冷水出水温度: 7℃ 2) 冷凝器室外进风温度: 35℃
机组使用范围	1) 冷水出水温度: 5~12℃ 2) 冷却水出水温度: ≤37℃ 3) 使用水质应符合表 2.3-112 规定		1) 冷水出水温度: 5~12℃ 2) 室外进风温度: ≤40℃
冷凝器型式	R717 (氨)	水冷式立式冷凝器	淋水式 (空气与水联合冷却)
	R22	水冷式卧式壳管式冷凝器	风冷式冷凝器 (空气强制对流)
蒸发器型式	R717 (氨)	沉浸式和干式蒸发器 (直管式或螺旋管式)	
	R22	干式直管式或卧式壳管式蒸发器 (满液式)	
过滤器	R717 (氨)	氨液过滤器 (直通式或直角式)	
	R22	氟利昂干燥过滤器 (直通式或直角式)	
热力膨胀阀	外平衡式膨胀阀、电子膨胀阀		
单机制冷量 (kW)	见表 2.1-1		

(2) 普通型活塞式冷水机组部分生产厂家名录见表 2.3-87

中央空调用普通型活塞式冷水机组部分生产厂家名录

表 2.3-87

序号	生产厂家(公司)名称	产品型号	主要规格	生产厂家(公司)地址
1)	上海合众一开利空调设备有限公司	30HK-036~30HK-115 系列 30HR-161~30HR-280 系列 30HRZ-161 ~ 30HRZ-280 系列 (水冷式、半封闭式)	单机冷量: 116~930kW 制冷剂: R22	上海市双阳支路 24 号
		30GH-120~30GH-245 系列 (风冷式、半封闭式)	单机冷量: 399~817kW 制冷剂: R22	
2)	成都华本电脑空调冷冻工程公司	RWM0201~RWM3204	单机冷量: 53~924kW, 制冷剂: R22	四川省成都市新华大道玉沙路 133 号
3)	重庆通用工业(集团)有限责任公司	LSF140~LSF700 LSG180~LSG350 (开启式)	单机冷量: 140~700kW 制冷剂: R22、G2006	重庆市江北区玉带山 1 号
		LSB232~LSB465 (半封闭式)	单机冷量: 232~465kW 制冷剂: R22	
		LSQ58~LSQ115 (全封闭式)	单机冷量: 58~115kW 制冷剂: R22	

2. 国内部分生产厂家的普通型活塞式冷水机组产品选型资料介绍

1) 上海合众—开利空调设备有限公司

30HK、HR 系列, 单机制冷量 116~930kW

30HRZ 系列, 单机制冷量 464~930kW

30GH 系列, 单机制冷量 399~817kW

30HK、HR 系列、30HRZ 系列和 30GH 系列产品选型资料目录表 (上海合众—开利)

表 2.3-88

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号
水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组	30HK、HR 系列	a)	机组技术性能表	表 2.3-89
		b)	机组电气数据表	表 2.3-90
		c)	机组外形尺寸图	图 2.3-69 至图 2.3-66
		d)	机组基础参考尺寸图	图 2.3-67
		e)	机组典型接线和管路图	图 2.3-68
		f)	机组电控原理图	图 2.3-69 至图 2.3-70
	30HRZ 系列	g)	机组技术性能表	表 2.3-91
		h)	机组电气数据表	表 2.3-92
		i)	机组外形尺寸图	图 2.3-71 至图 2.3-75
		j)	机组基础参考尺寸图	图 2.3-76
		k)	机组典型接线和管路图	图 2.3-77
		风冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组	30GH 系列	l)
m)	机组电气数据表			表 2.3-94
n)	压缩机电气数据表			表 2.3-95
o)	机组外形尺寸图			图 2.3-78 至图 2.3-80
p)	机组基础参考尺寸图			图 2.3-81

30HK、HR 系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组技术性能表 表 2.3-89

机组型号		30HK-036	30HK-065	30HK-115	30HR-161	30HR-195	30HR-225	30HR-250	30HR-280
名义制冷量	kW	116	232	348	464	580	698	813	930
	10 ⁴ kcal/h	10	20	30	40	50	60	70	80
工质		R22	R22	R22	R22	R22	R22	R22	R22
压缩机台数及型号*	第一回路	1台 06E7	1台 06E6	1台 06EF 2台 06E6	2台 06E6	2台 06EF	3台 06EF	4台 06EF	4台 06EF
	第二回路		1台 06E6		2台 06EF	3台 06EF	3台 06EF	3台 06EF	4台 06EF
冷量调节范围	%	30/66/ 100	33/50/ 83/100	22/33/ 66/100	16/25/41/ 50/67/75/ 91/100	20/40/60/ 80/100	16/33/ 50/67/ 83/100	14/28/ 43/57/ 71/86/100	12/25/ 37/50/62/ 75/87/100
压缩机总加油量	L	9	18	27	36	45	54	63	72
电源 (V-Ph-Hz)	380-3-50								
运行控制方式	全 自 动								
安全保护装置	高低压、冷水断水、冷水低温、油加热及排温控制								
额定工况下 机组输入功率	kW	30	60	90	120	150	180	210	240
电机冷却方式	氟利昂气体冷却								

续表

机组型号		30HK-036	30HK-065	30HK-115	30HR-161	30HR-195	30HR-225	30HR-250	30HR-280	
重量	R22加入量	kg	23	37	63	78	110	126	126	136
	机组重量	kg	940	1400	1920	2770	3710	3930	4675	4995
	机组运行重量	kg	1000	1530	2154	3120	4175	4440	5260	5620
冷水	进水温度	°C	12	12	12	12	12	12	12	12
	出水温度	°C	7	7	7	7	7	7	7	7
	流量	m ³ /h	20	40	60	80	100	120	140	169
	压头损失	kPa	44	44	21	30	36	51	63	80
水	污垢系数	m ² °C/kW	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
	进出口径		ZG2"管 牙(内)	DN80 法兰	DN125 法兰	DN150 法兰	DN175 法兰	DN175 法兰	DN175 法兰	DN175 法兰
冷却水	进水温度	°C	32	32	32	32	32	32	32	32
	出水温度	°C	37	37	37	37	37	37	37	37
	流量	m ³ /h	25	50	75	100	125	150	175	200
	压头损失	kPa	26	26	93	38	93	93	100	100
水	污垢系数	m ² °C/kW	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
	进出口径		ZG2"管 牙(内)	ZG2"管 牙(内)	DN70 法兰	DN70 法兰	DN70 法兰	DN70 法兰	DN100 法兰	DN100 法兰
外形尺寸	长度	mm	2580	2470	3200	3125	4255	4255	4070	4070
	宽度	mm	910	885	1020	940	912	912	1275	1275
	高度	mm	1205	1470	1630	1929	1956	1956	2000	2000

注: * 压缩机型号中6表示有一只卸载,7表示有二只卸载;F表示无卸载。

30HK、HR系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组电气数据表

表 2.3-90

标称电压 (V-Ph-Hz)		400-3-50			标称电压 (V-Ph-Hz)		400-3-50		
电网电压范围 (V)		342-457			电网电压范围 (V)		342-457		
机组型号	kW (Max)	WSA	ICF	ICI	机组型号	kW (Max)	WSA	ICF	ICI
30HK-036	45	96	207	207	30HR-195	225	404	653	345
30HK-065	90	173	422	345	30HR-225	270	481	730	345
30HK-115	135	250	499	345	30HR-250	315	558	807	345
30HR-161	180	327	576	345	30HR-280	360	635	884	345

注: 上表符号说明:

ICF—瞬间电流—启动时最大瞬间电流,任何时候此值都等于压缩机启动时的堵转电流与其它正在运转的压缩机的满载电流之和。

ICI—最大的压缩机的堵转电流。

WSA—电线额定电流,这是最大的压缩机的满载电流的125%加上电路里的其它电机的满载电流。

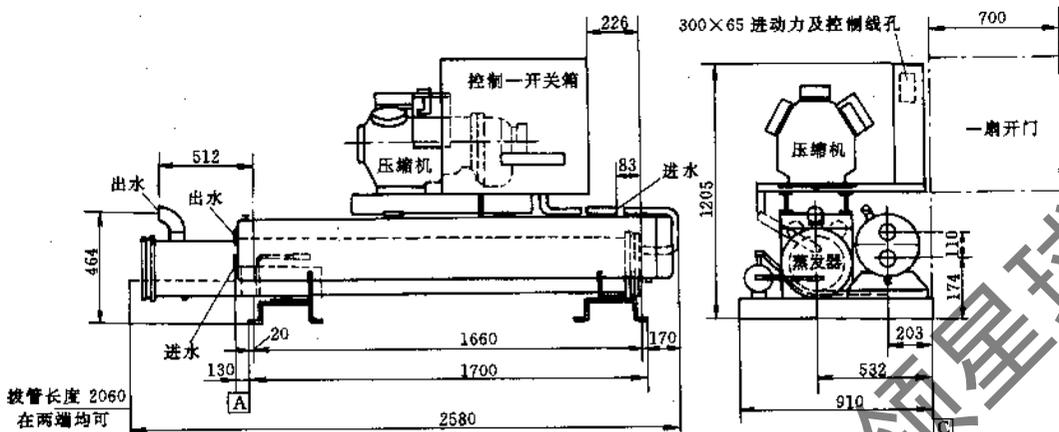


图 2.3-59 30HK-036 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

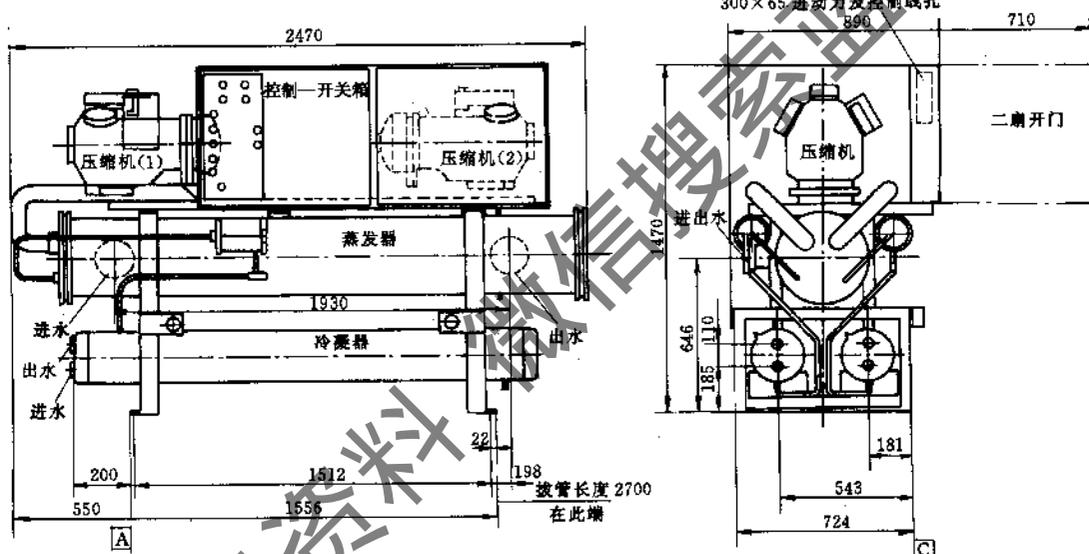


图 2.3-60 30HK-065 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

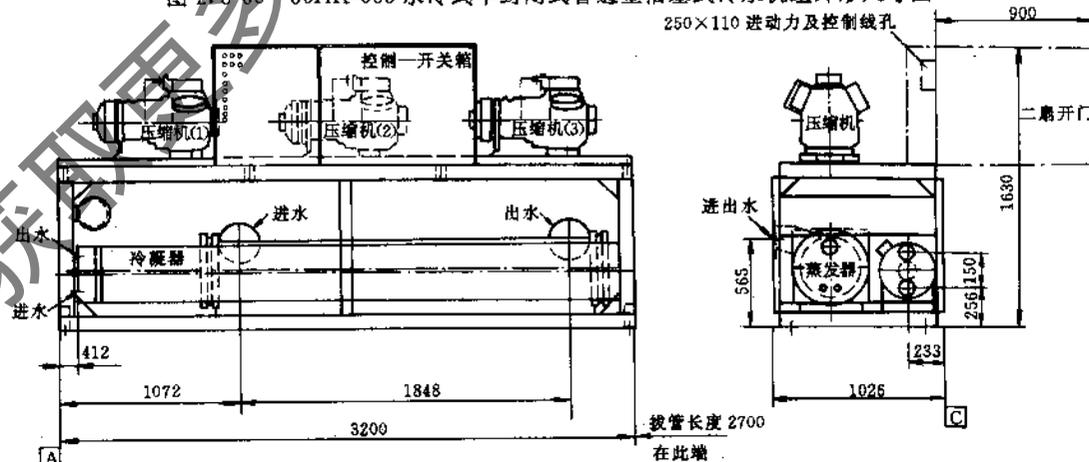


图 2.3-61 30HK-115 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

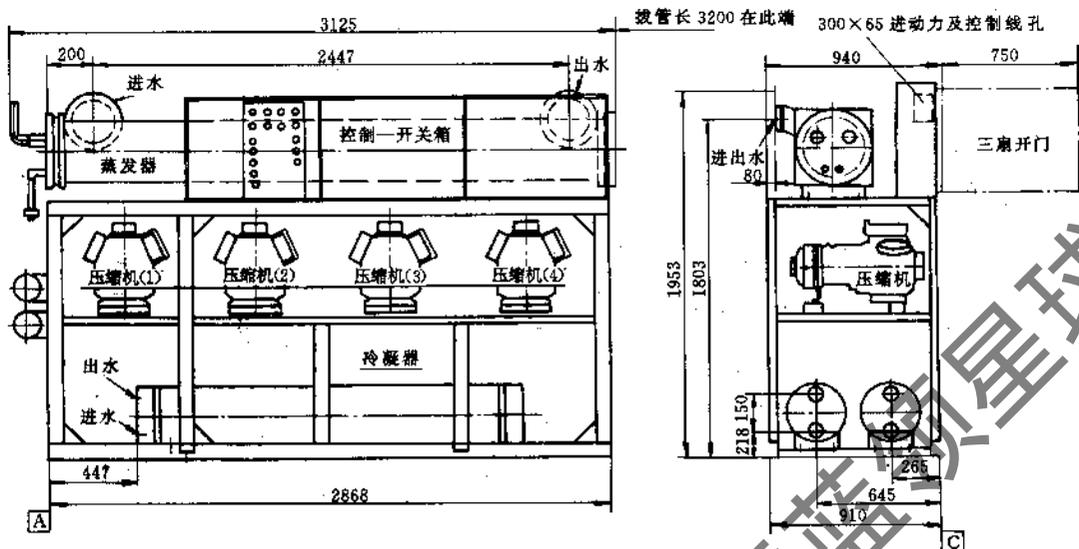


图 2.3-62 30HR-161 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

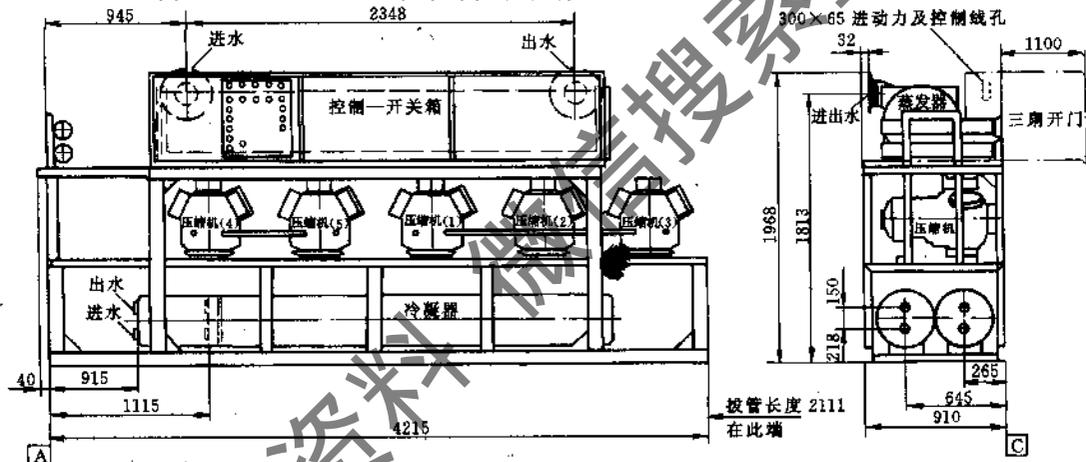


图 2.3-63 30HR-195 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

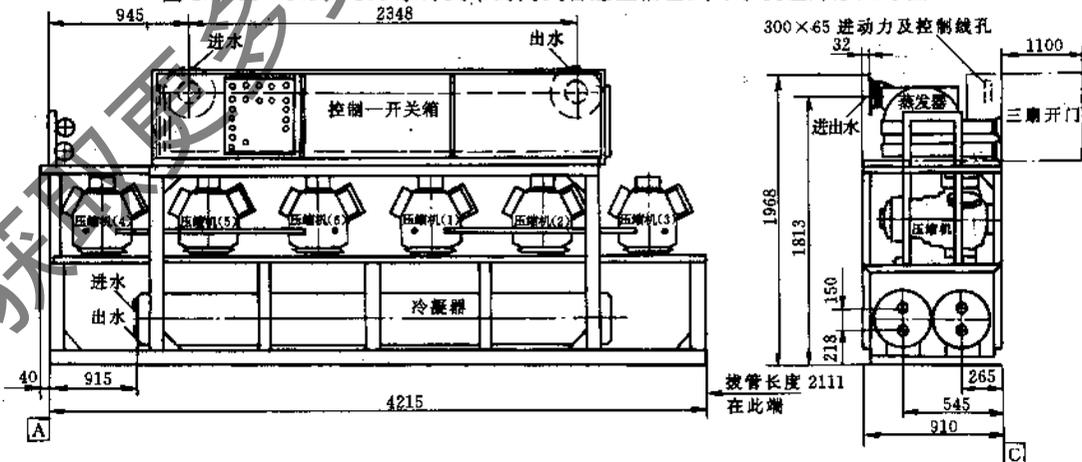


图 2.3-64 30HR-225 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

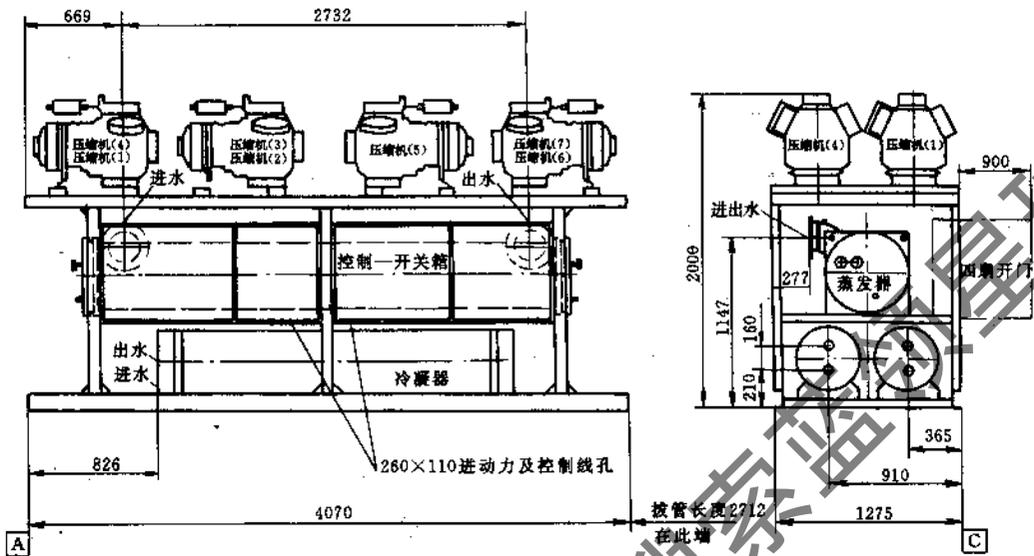


图 2.3-65 30HR-250 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

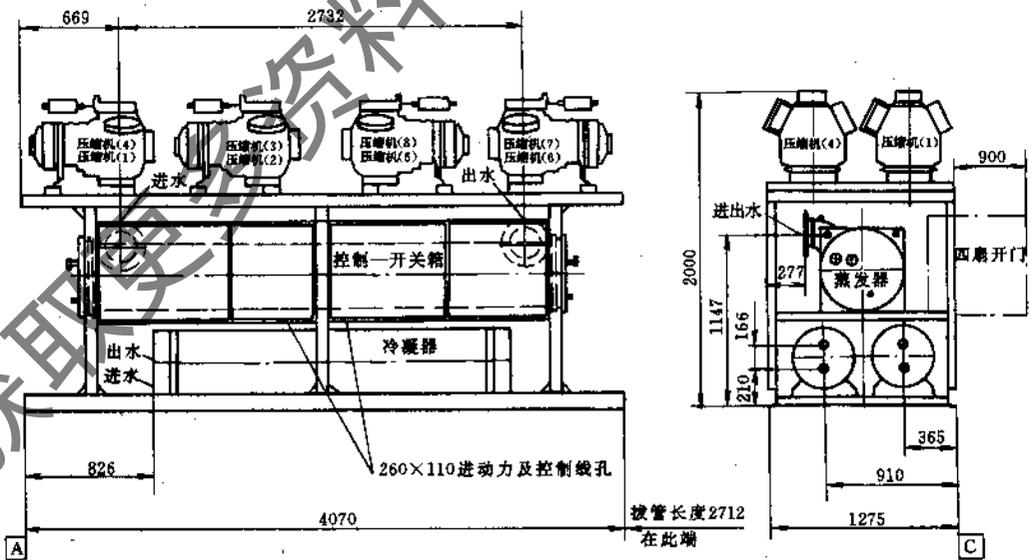
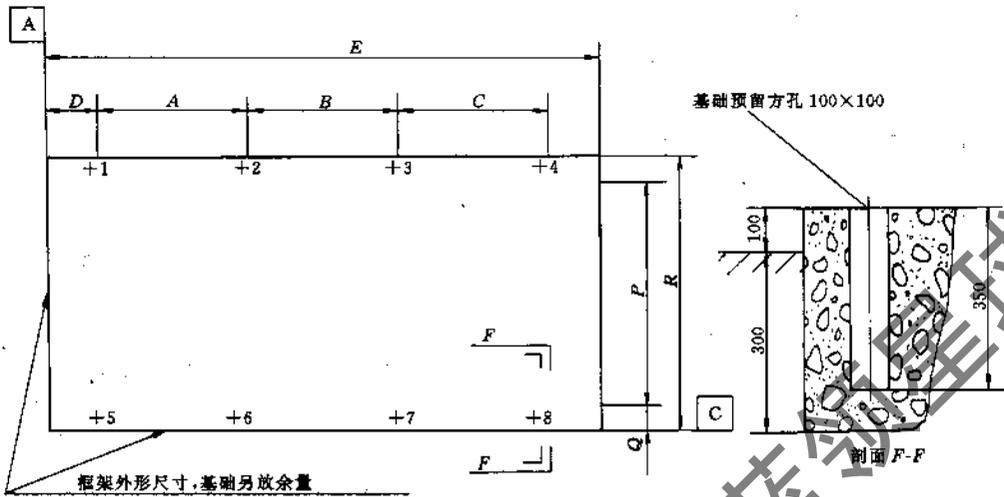


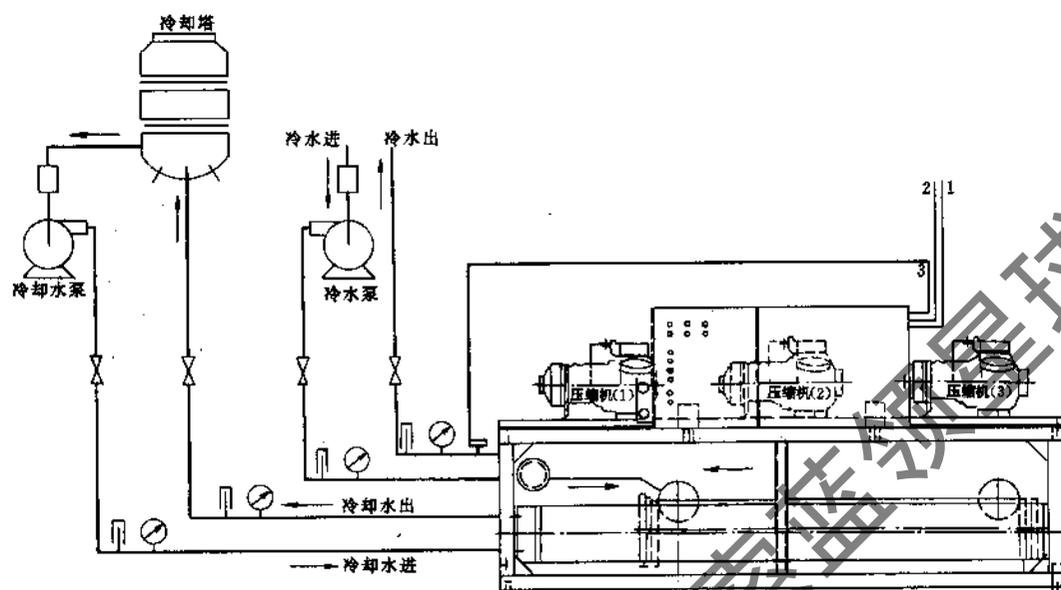
图 2.3-66 30HR-280 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图



位置尺寸	A	B	C	D	E	P	Q	R
机组型号								
30HK-036		1660			1700	510	200	910
30HK-065		1512			1556	508	108	724
30HK-115	888	1384	888	20	3200	730	148	1026
30HK-161	717	1384	717	25	2868	700	105	910
30HR-195 (225)	1384	1384	1397	25	4215	700	105	910
30HR-250 (280)	1318	1384	1318	25	4070	1065	105	1275
负荷(kg) 受力点	1	2	3	4	5	6	7	8
机组型号								
30HK-036		260	270			230	240	
30HK-065		391	391			374	374	
30HK-115	335	335	380	380	302	302	343	343
30HR-161	365	365	375	375	405	405	415	415
30HR-195	390	700	700	460	380	660	660	450
30HR-225	485	700	700	460	485	700	700	460
30HR-250	670	670	645	645	670	670	645	645
30HR-280	657.5	748	748	657.5	657.5	747	747	657.5

注: 除 30HK-036, 30HK-065 地脚螺栓 4 只, 其余机组均为 8 只, 规格均为 M16×300, 随机出厂。

图 2.3-67 30HK、HR 系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组基础参考尺寸图



符号说明表

线号	用途及建议规格
1	低配提供的主电源三相四线(380V)(电线电流参见机组电气数据表)
2	控制电路电源2根1.5mm ² (220V)
3	流量开关信号线,四芯护套线(随机附带)
符号	名称及建议规格、安装位置
	水流开关(随机附带)安装在出水管上离弯头、阀门3-5倍管径距离处。加装1"管牙接头
	温度计(0-50℃)范围
	压力表(0-1MPa)安装在进水管阀门与连接法兰之间
	阀门
	水过滤器

注:1. 电源线的长度为从低压配电柜到机器控制开关箱再留有一定的余量。

2. 建设单位须将全部电线电缆敷设到位,并作出线头标识符号。

图 2.3-68 30HK、HR 系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组典型接线和管路图

30HK-036
230/220-1-50

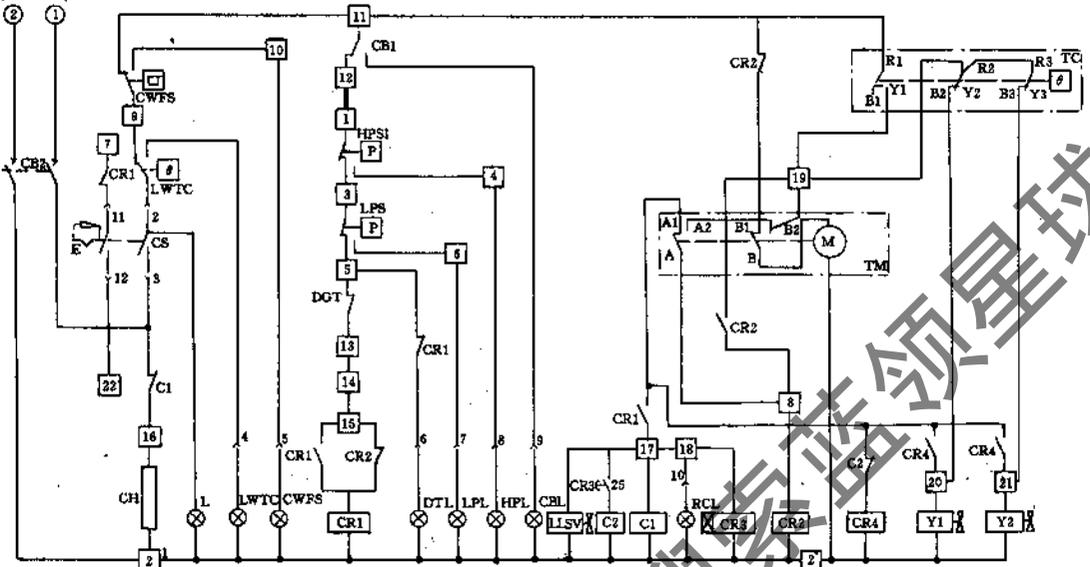


图 2.3-69 30HK-036 水冷式半封式普通型活塞式冷水机组电控原理图

30HR--280

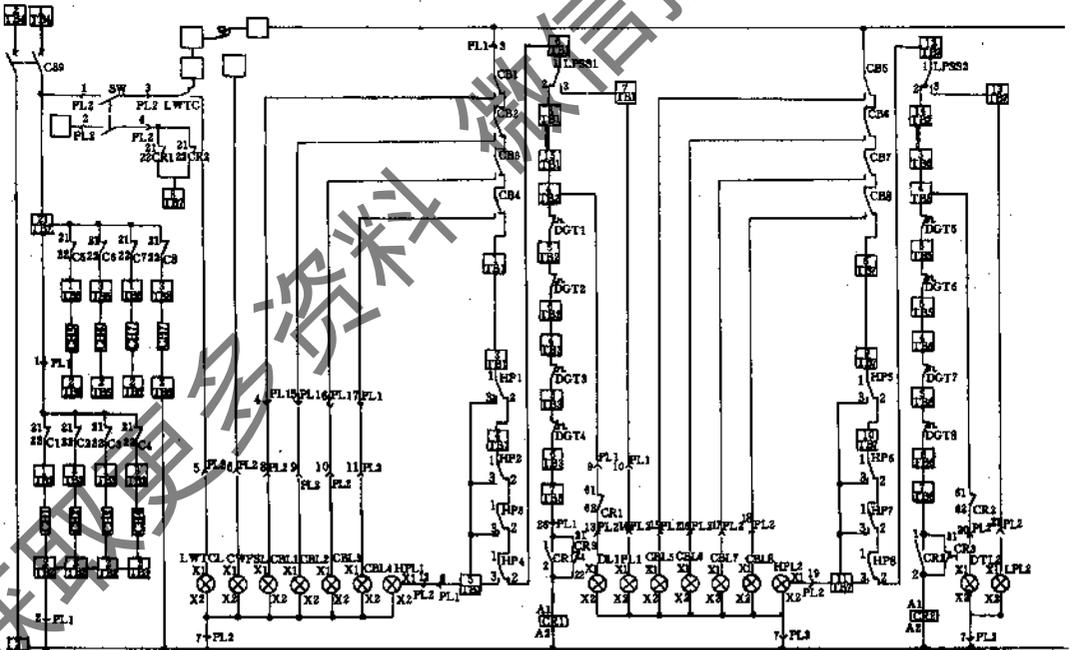


图 2.3-70 30HR-280 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组电控原理图（一）

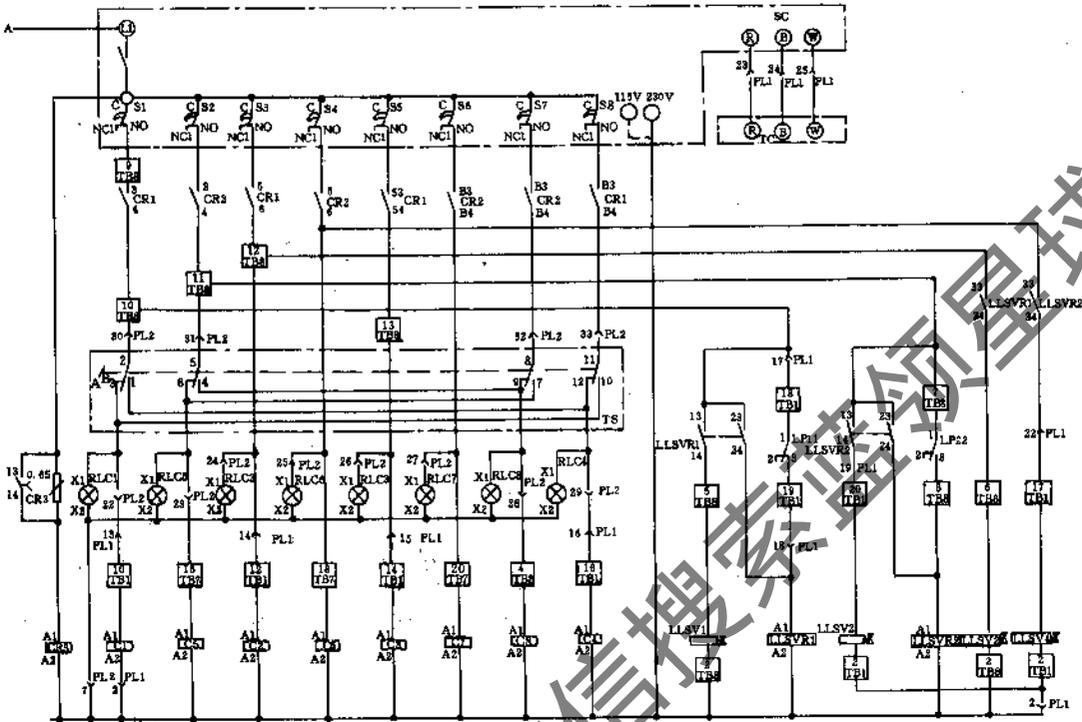


图 2.3-70 30HR-280 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组电控原理图 (二)

30HRZ 系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组技术性能表

表 2.3-91

机组型号	30HRZ-101	30HRZ-195	30HRZ-225	30HRZ-250	30HRZ-280	
名义制冷量	kW	464	580	698	813	930
	10 ⁴ kcal/h	40	50	60	70	80
制冷剂	R22					
压缩机台数及型号*	第一回路	1台 06EF 1台 06E6	2台 06EF	3台 06EF	4台 06EF	4台 06EF
	第二回路	1台 06EF 1台 06E6	3台 06EF	3台 06EF	3台 06EF	3台 06EF
冷量调节范围	%	16/25/41/50/ 67/75/91/100	20/40/60/ 80/100	16/33/50/ 67/83/100	14/28/43/ 57/71/86/100	12/25/37/50/ 62/73/87/100
压缩机总加油量	L	36	45	54	63	72
电源 (V-Ph-Hz)	380-3-50					
运行控制方式	基于可编程控制器的 SUPER-DIALOG 全自动控制					
安全保护装置	高低压、冷水断水、冷水低温、油加热和排气高温等					
额定工况下 机组输入功率	kW	120	150	180	210	240
电机冷却方式	氟利昂气体冷却					
R22 加入量 (kg)	第一回路	39	47	63	68	68
	第二回路	39	63	63	58	68
机组重量	kg	2770	3710	3930	4675	4995
机组运行重量	kg	3120	4175	4440	5260	5620
进水温度	℃	12	12	12	12	12
出水温度	℃	7	7	7	7	7
流量	m ³ /h	80	100	120	140	160
压头损失	kPa	30	36	51	63	80
污垢系数	m ² ℃/kW	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
进出口径		DN150 法兰	DN175 法兰	DN175 法兰	DN175 法兰	DN175 法兰

续表

机组型号		30HRZ-161	30HRZ-195	30HRZ-225	30HRZ-250	30HRZ-280	
冷却水	进水温度	℃	32	32	32	32	
	出水温度	℃	37	37	37	37	
	流量	m ³ /h	100	125	150	175	200
	压头损失	kPa	38	93	93	100	100
	污垢系数	m ² ℃/kW	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
	进出口径		DN70 法兰	DN70 法兰	DN70 法兰	DN100 法兰	DN100 法兰
外形尺寸	长度	mm	3125	4225	4225	4070	4070
	宽度	mm	940	912	912	1275	1275
	高度	mm	1929	1956	1956	2000	2000

注: 1. * 压缩机型号中: 6 表示有一只卸载; 7 表示有二只卸载; F 表示无卸载。

2. 标准机组水侧设计压力为 1MPa, 如需提高, 可另行联系。

30HRZ 系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组电气数据表

表 2.3-92

标称电压 (V-Ph-Hz)	400-3-50		
电网电压范围 (V)	342-457		
机组型号	机组最大功率 (kW)	WSA (A)	机组启动电流 (A)
30HRZ-161	180	327	576
30HRZ-195	225	404	653
30HRZ-225	270	481	730
30HRZ-250	315	558	807
30HRZ-280	360	635	884

注: WSA, 机组电线额定电流。是机组最大一台压缩机的满载电流的 125% 加上电路里其它电机的满载电流。

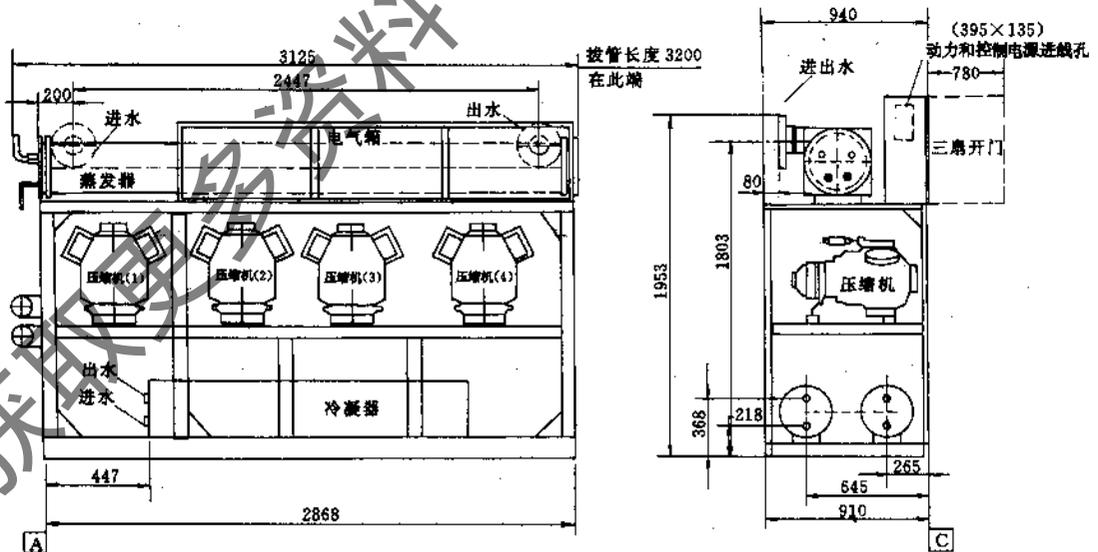


图 2.3-71 30HRZ-161 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

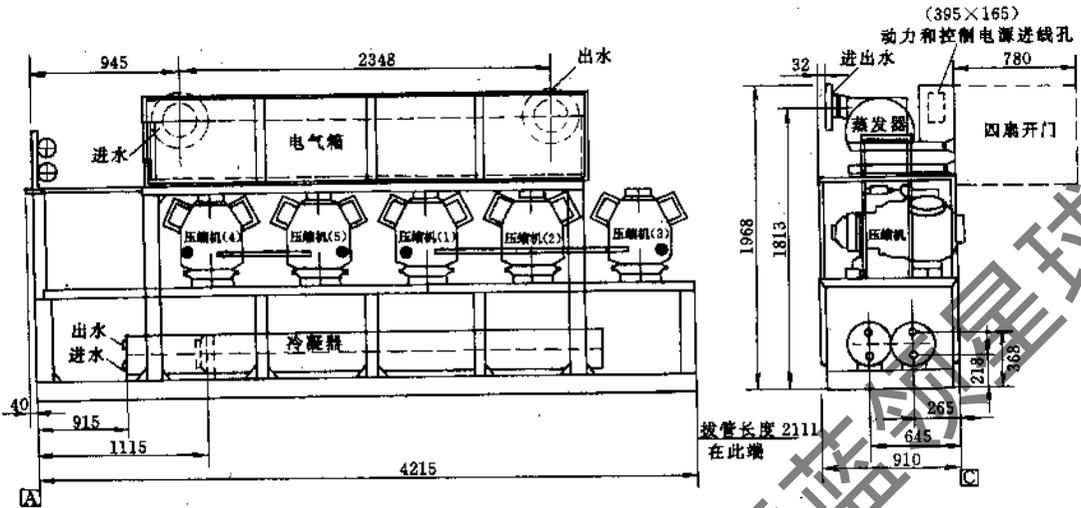


图 2.3-72 30HRZ-195 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

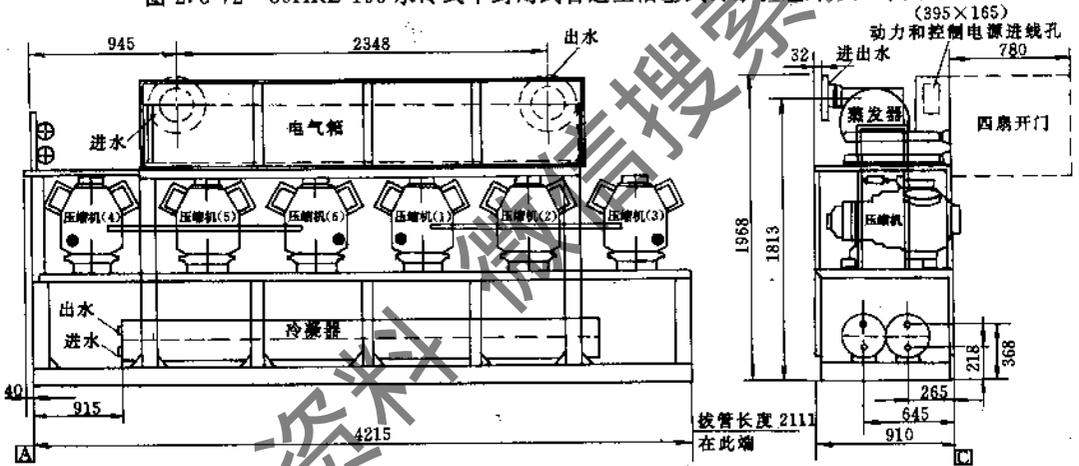


图 2.3-73 30HRZ-225 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

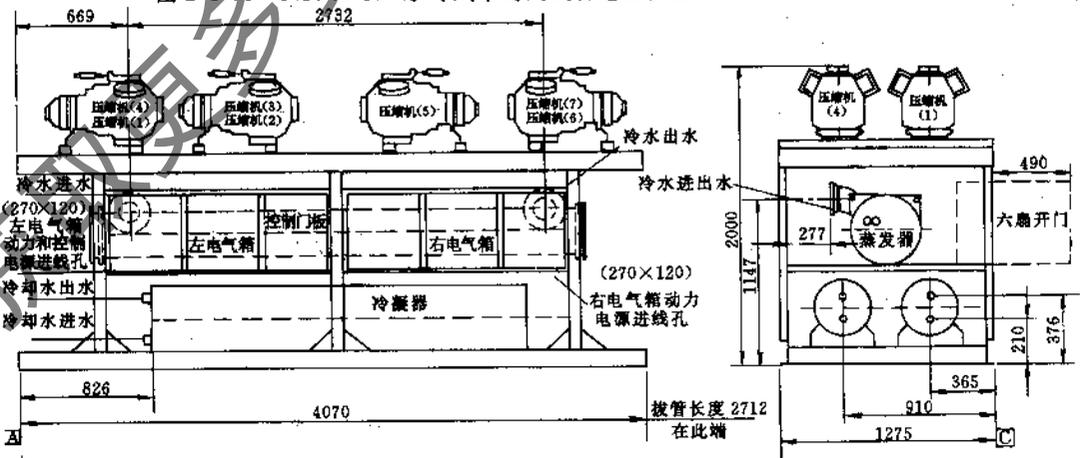


图 2.3-74 30HRZ-250 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

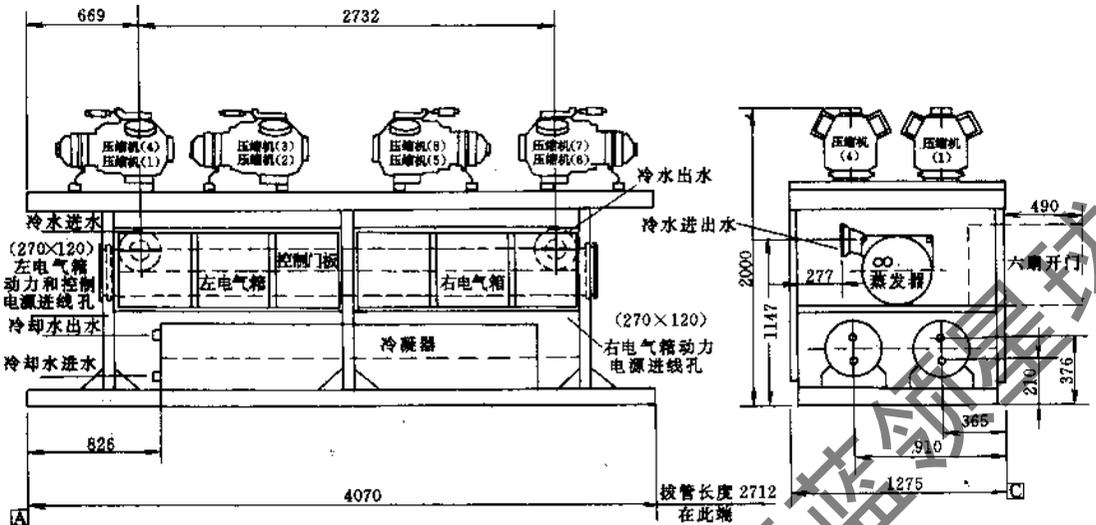
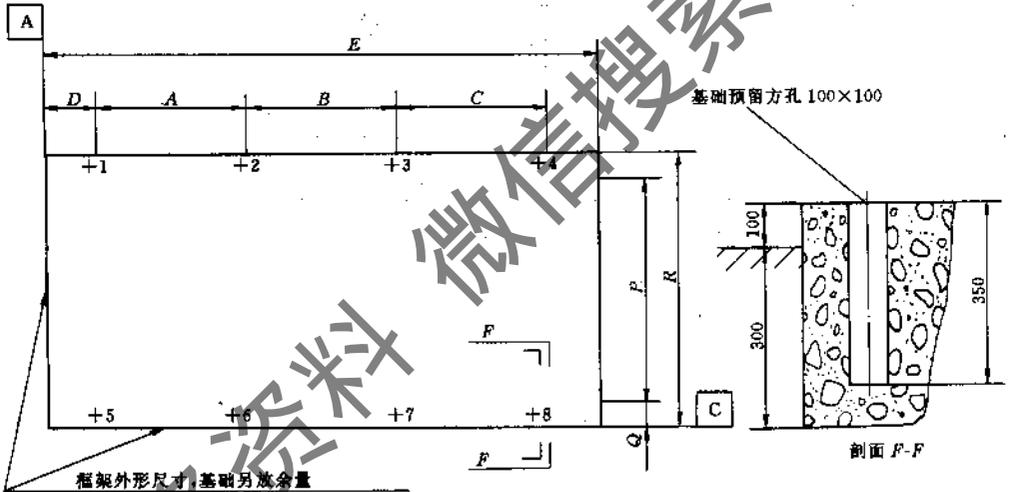


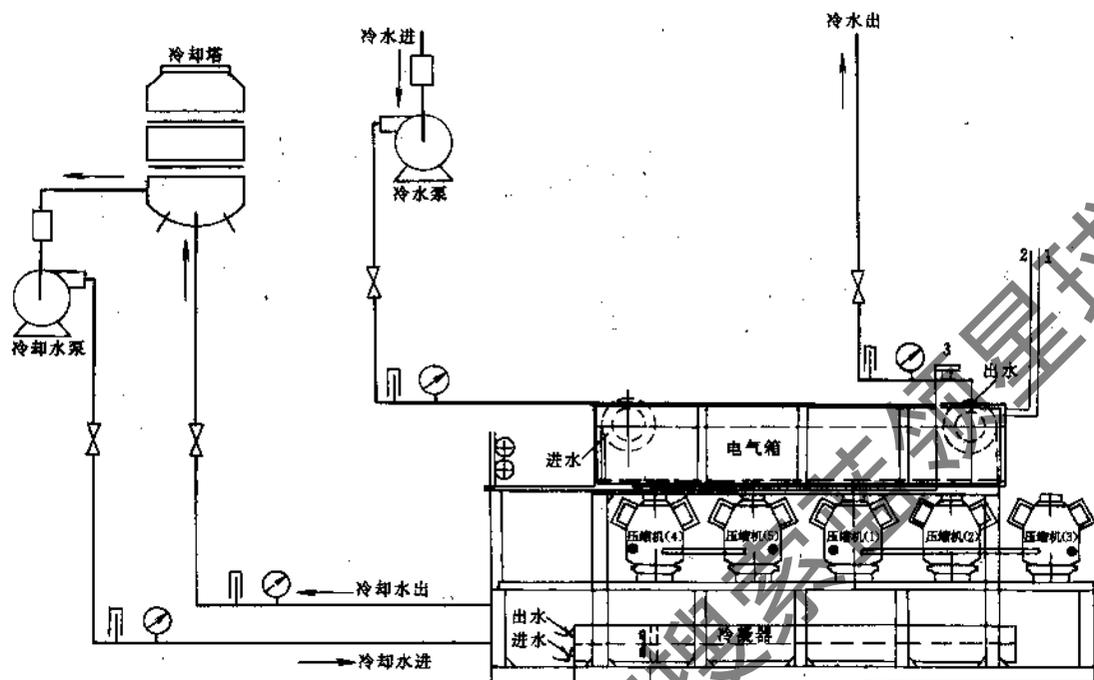
图 2.3-75 30HRZ-280 水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图



机组型号	位置尺寸	A	B	C	D	E	P	Q	R
30HRZ-161		717	1384	717	25	2868	700	105	910
30HRZ-195		1384	1384	1397	25	4215	700	105	910
30HRZ-225		1384	1384	1397	25	4215	700	105	910
30HRZ-250		1318	1384	1318	25	4070	1065	105	1275
30HRZ-280		1318	1384	1318	25	4070	1065	105	1275
机组型号	受力点								
	负荷 kg	1	2	3	4	5	6	7	8
30HRZ-161		365	365	375	375	405	405	415	415
30HRZ-195		390	700	700	460	380	660	660	450
30HRZ-225		485	700	700	460	485	700	700	460
30HRZ-250		670	670	645	645	670	670	645	645
30HRZ-280		657.5	748	748	657.5	657.5	747	747	657.5

注：机组地脚螺栓 8 只，规格为 M6×300，随机出厂。

图 2.3-76 30HRZ 系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组基础参考尺寸图



线号	用途及建议规格
1	低配提供的主电源三相 (380V) (电线电流参见机组电气数据表), 接地线一根。
2	控制电路电源 2根 1.5mm ² (220V)
3	流量开关信号线, 四芯护套线 (随机附带)
符号	名称及建议规格、安装位置
	水流开关 (随机附带) 安装在出水管上离弯头、阀门 3~5 倍管径距离处, 加装“1”管牙接头
	温度计 (0~50℃) 范围
	压力表 (0~1MPa) 安装在进出水管阀门与连接法兰之间
	阀门
	水过滤器

注: 1. 电源线的长度为从低压配电柜到机器控制开关箱再留有一定的余量。

2. 建设单位须将全部电线电缆敷设到位, 并作出线头标识符号。

图 2.3-77 30HRZ 系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组典型接线和管路图

30GH 系列风冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组技术性能表 表 2.3-93

30GH		120	160	190	245
名义制冷量 ^①	kW	399	520	637	817
压缩机输入功率	kW	138	181	231	281
运行重量	kg	3884	5172	6442	7992
R22 总充注量	kg	78	113	123	142
压缩机 ^② 06E 半封闭活塞式					
数量 型号	环路 1	2...F299	3...F299	1...F275 3...F299	4...F299
	环路 2	2...F299	2...F299	1...F275 2...F299	4...F299
冷量控制级数		4	5	7	8
最小级冷量百分比	%	25.0	20.0	12.0	12.5
冷凝器		铜管铝翅片			
冷凝器风机		封闭轴流式			
数量		8	10	12	16
直径	mm	787	787	787	787
总风量	l/s	39777	49722	59666	79555
蒸发器		单件,壳管式(干式)			
型号 10HA		105	200	200	200
制冷环路数		2	2	2	2
净水容积	l	154	242	242	242
最大工作压力(水侧)	kPa	1000	1000	1000	1000
水管接头		NPE29203 平面法兰连接			
进出口	in	5	6	6	6
排水(FPT)	in	1/2	1/2	1/2	1/2

① 制冷工况为:出水 7.0℃, 室外 35℃, 温升 5.0℃;

② F 表示无卸载。

30GH 系列风冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组电气数据表 表 2.3-94

标称电压 (V-Ph-Hz)		400-3-50					
电压使用范围 (V)		342-440					
30GH	机 组		风机 kW	电加热 W	机 组		ICF
	kW (max.)	kW (nom.)			I max.	I nom.	
120	189	146	9	1240	332	278	612
160	237	190	12	1560	415	367	695
190	304	234	14	1960	529	433	809
245	379	296	19	2160	664	568	944

符号说明: 机组 kWmax...在性能表中给定的最大运行工况下压缩机、风机和控制电路所消耗的最大功率 (kW);
 机组 kW nom. ...在名义工况下压缩机、风机和控制电路所耗的功率 (kW);
 风机 kW...风机总功率;
 电加热 W...压缩机曲轴箱和蒸发器加热器的功率;
 I max.机组在最大负载下的最大电流;
 I nom.机组在名义工况上的运行电流;
 ICF...最大瞬间电流。任何时候此值都等于压缩机启动时的堵转电流与其它正在运转的压缩机的满载电流之和。

注: 1. 电源电压不能低于规定的最低允许电压。

2. 表中给出的所有的电流值都是标称电压下的数值。

3. 30GH-120, 30GH-160 是单个电源连接端, 30GH-190, 30GH-245 是双电源连接端。

4. 30GH 所有型号的机组都需单独的单相 220V/50Hz 电源提供给压缩机曲轴箱加热器和蒸发器加热器。

30GH系列风冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组中压缩机电气数据表

表 2.3-95

标称电压 (V-Ph-Hz)	400-3-50				
电网电压范围 (V)	342-457				
压缩机	kW max.	I max.	MTA	LRA (xI)	LRA (pw)
06E 275	32.6	54	72	253	152
06E 299	45	77	102	345	207

符号说明: kW max.在 SST 为 10°C, SDT 为 68.3°C 时压缩机所耗最大功率 (kW);

I max.在 SST 为 10°C, SDT 为 68.3°C 时压缩机最大电流 (A);

LRA堵转电流 (A);

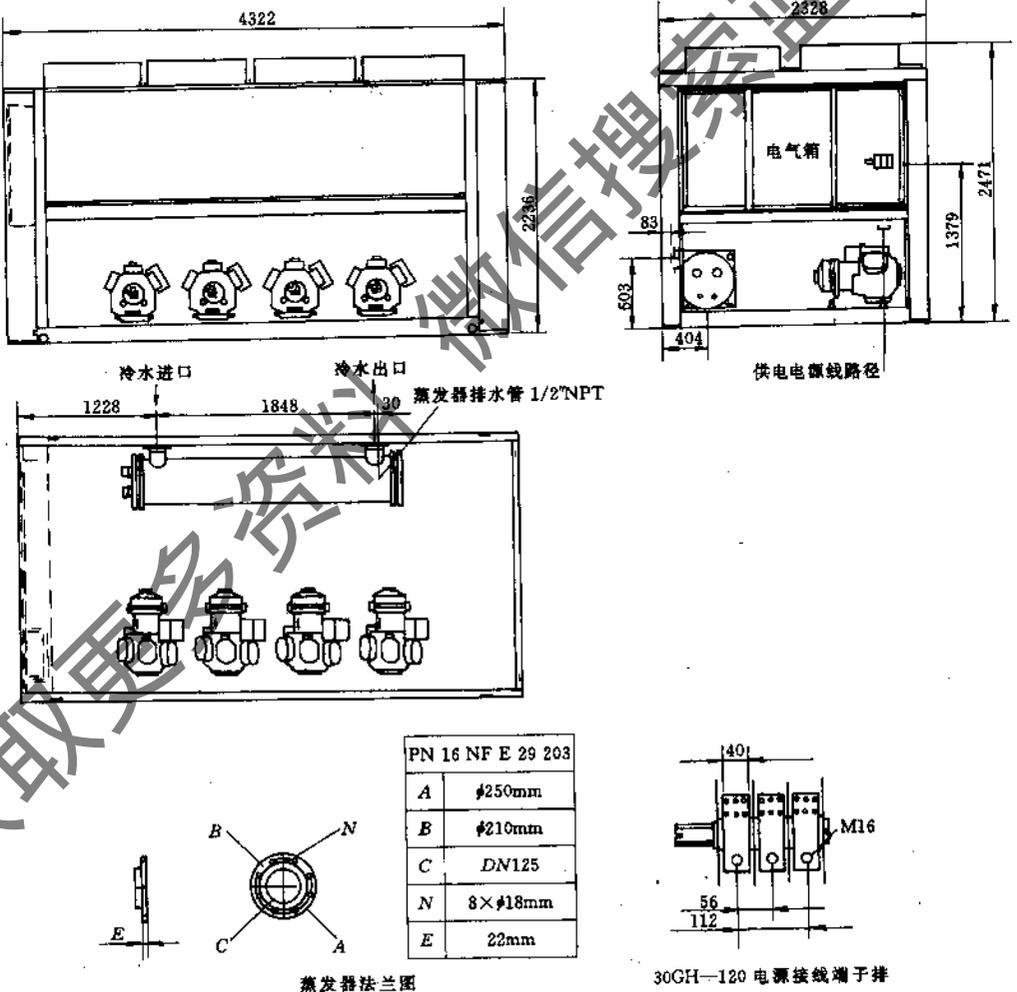
MTA跳闸电流 (A);

xI直接启动;

pw部分绕组启动;

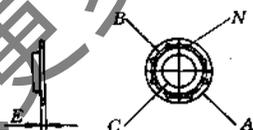
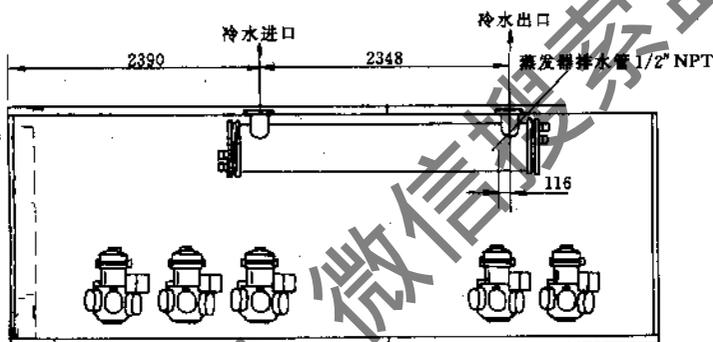
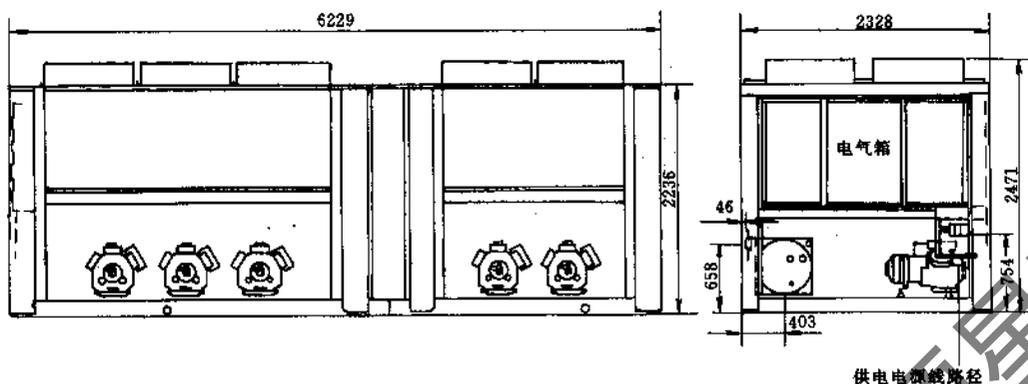
SST饱和吸气温度;

SDT饱和排气温度。



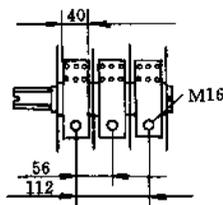
说明: 重量 (kg) 和尺寸 (mm) 是指标准机组的尺寸, 误差为 ±10mm

图 2.3-78 30GH-120 风冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图



蒸发器法兰图

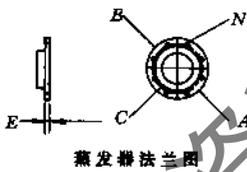
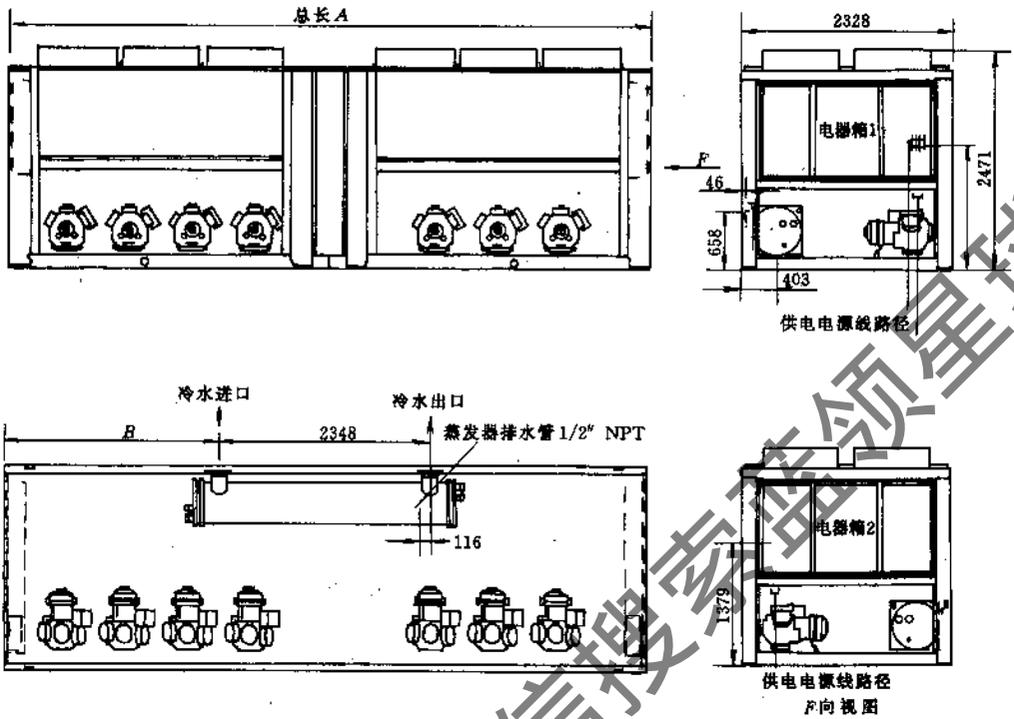
PN 16 NF E 29 203	
A	φ285mm
B	φ240mm
C	DN 150
N	8×φ22mm
E	22mm



30GH-160 电源接线端子排

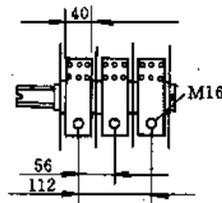
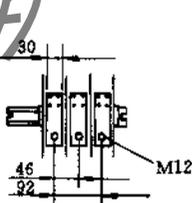
说明：重量 (kg) 和尺寸 (mm) 是指标准机组的尺寸，误差为±10mm

图 2.3-79 30GH-160 风冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图



PN 16 NF E 29 203		
A	φ285mm	
B	φ240mm	
C	DN 150	
N	8×φ22mm	
E	22mm	

	30GH-190	30GH-245
A	7147	8982
B	2390	3308



30GH-190 电源接线端子排 30GH-245 电源接线端子排

图 2.3-80 30GH-190、30GH-245 风冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

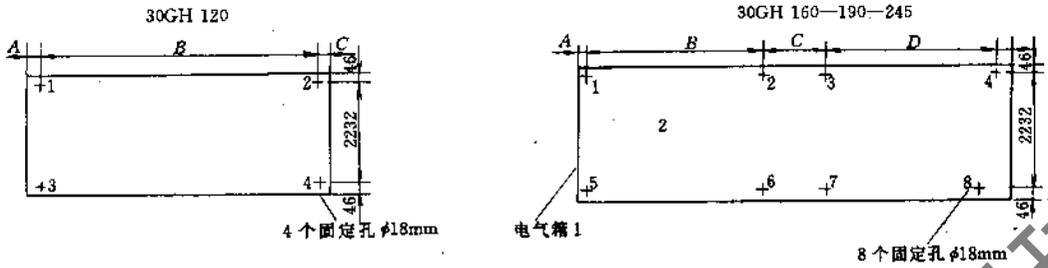
表 2-3-96

RMW 系列水冷式全封闭式普通型活瓣式冷水机组技术性能表

RWM	0201		0251		0301		0351		0401		0402		0501		0502		0601		0602	
	2pass.	4pass.																		
制冷量 (1) (kW)	53	57	66	70	78	84	94	101	113	121	105	113	137	147	132	141	164	176	155	166
压缩机功率 (2) (kW)	12	11	16	15	19	18	25	23	29	27	25	23	35	32	29	42	38	39	36	36
冷凝器水流量 (m ³ /h)	12	6	13	6	15	8	17	9	21	11	24	12	26	13	25	13	34	15	30	15
噪声 (3) (dB (A))	60	66	69	66	68	65	65	65	68	68	63	63	70	70	69	69	71	71	71	71
长度 (mm)	1900	1920	1920	1920	2120	2120	2120	2120	2270	2270	2100	2100	2300	2300	2135	2135	2605	2605	2435	2435
宽度 (mm)	675	675	680	680	680	680	680	680	710	710	1050	1050	685	685	1050	719	719	1050	1050	
高度 (mm)	1230	1260	1260	1260	1260	1260	1260	1260	1260	1260	1330	1330	1285	1285	1360	1285	1285	1360	1360	
重量 (kg)	465	510	545	545	545	545	545	545	600	600	785	785	710	710	850	725	725	825	825	
RWM	0702		0802		0902		1002		1102		1202		1302		1402		1502		1502	
制冷量 (1) (kW)	188	201	225	242	248	266	273	293	298	320	326	351	345	372	365	396	394	425	425	425
压缩机功率 (2) (kW)	50	45	59	54	64	58	69	63	76	70	83	76	84	77	85	78	93	86	86	
冷凝器水流量 (m ³ /h)	33	17	42	22	48	24	51	27	59	30	67	29	72	31	62	34	69	37	37	
噪声 (3) (dB (A))	68.1	71.3	72.3	72.3	72.3	72.3	72.3	72.3	74.1	74.1	74.9	74.9	74.9	74.9	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	
长度 (mm)	2635	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2940	2940	2974	2974	2974	2974	2974	2974	2974	2974	2974	
宽度 (mm)	1100	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	
高度 (mm)	1160	1190	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1360	1360	1360	1360	1430	1430	1430	1430	1430	
重量 (kg)	1000	1090	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1270	1270	1376	1376	1376	1376	1510	1700	1700	1720	1720	
RWM	1602		1803		2004		2204		2404		2604		2804		3004		3204		3204	
制冷量 (1) (kW)	427	459	492	528	548	589	599	643	653	701	691	745	738	800	795	858	860	924	924	
压缩机功率 (2) (kW)	102	93	125	115	139	126	152	140	166	159	168	154	171	157	187	172	204	187	187	
冷凝器水流量 (m ³ /h)	70	36	101	44	103	53	118	60	134	59	145	63	125	68	139	74	142	73	73	
噪声 (3) (dB (A))	75.0	76.7	76.7	76.2	76.2	76.2	77.1	77.1	77.9	77.9	77.9	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	
长度 (mm)	2974	3100	3100	3080	3080	3080	3100	3100	3100	3100	3150	3150	3150	3160	3160	3160	3160	3160	3160	
宽度 (mm)	1150	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	1560	
高度 (mm)	1430	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1705	1705	1705	1705	1705	1705	
重量 (kg)	1760	2255	2715	2715	2715	2715	2730	2730	2730	2730	3035	3035	3035	3550	3550	3585	3585	3655	3655	

(1) 指标准工况时的制冷量, 即在冷水出水温度为 7°C; 水温差为 5°C; 2passages 指: 冷凝温度为 40°C 且进入冷凝器的冷却水温度为 30°C; 4passage 指: 冷凝温度为 35°C 且进入冷凝器的冷却水温度为 20°C.

(2) 在上述工况 (1) 下的压缩机功率;



注意：为均衡各支撑点承重支承板最小尺寸为 300mm×300mm

	A	B	C	D	E
30GH-120	222	3859	222	—	—
30GH-160	222	2915	973	1758	342
30GH-190	222	2915	853	2915	222
30GH-245	222	3859	801	3859	222

铝翅片铜管换热器的机组重量分布 (约重, kg)

	1	2	3	4	5	6	7	8	运行重量
30GH-120	997	942	1000	945	—	—	—	—	3884
30GH-160	692	820	652	454	673	803	635	443	5172
30GH-190	695	990	805	653	734	1030	845	690	6442
30GH-245	783	1143	1142	783	8555	1215	1216	855	7992

图 2.3-81 30GH 系列风冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组基础参考尺寸和机组重量分布图

2) 成都华本电脑空调冷冻工程公司

RWM 系列, 单机制冷量 53~924kW (见表 2.3-96)

3) 重庆通用工业 (集团) 有限责任公司

LSF (G) 系列, 单机制冷量 140~339kW

LSB 系列, 单机制冷量 232~465kW

LSQ 系列, 单机制冷量 58~115kW

LSF (G)、LSB、LSQ 系列产品选型资料目录表 (重庆通用)

表 2.3-97

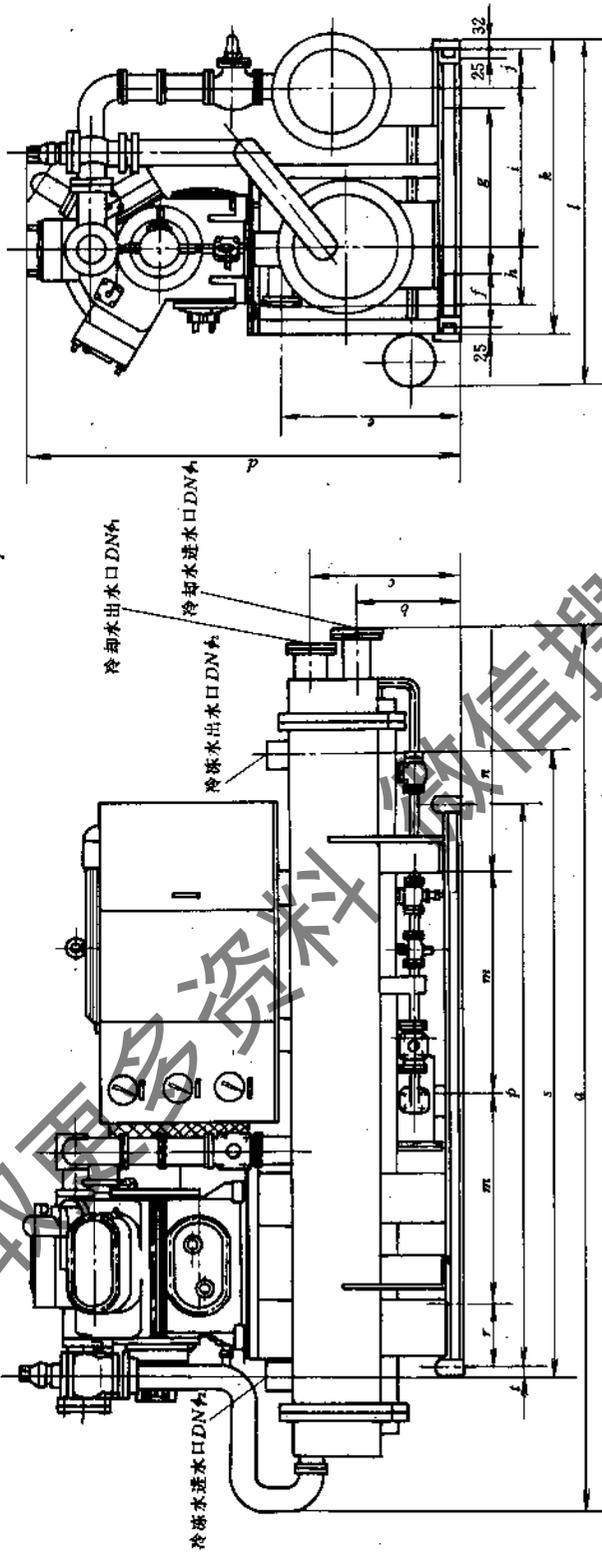
产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图 (表) 号
水冷式开启式普通型活塞式冷水机组	LSF (G) 系列	a)	机组技术性能表	表 2.3-98
		b)	LSF140~LSF290 外形尺寸图 LSG180~LSG350	图 2.3-82
		c)	LSF580~LSF700 外形尺寸图	图 2.3-83
		d)	LSG 系列变工况性能曲线图	图 2.3-84
		e)	LSF 系列变工况性能曲线图	图 2.3-85

续表

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号
水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组	LSB系列	f)	机组技术性能表	表 2-3-99
		g)	232型机组外形尺寸图	图 2-3-86
		h)	465型机组外形尺寸图	图 2-3-87
		i)	机组电气数据表	表 2-3-100
		j)	机组基础位置参考尺寸图	图 2-3-88
水冷式全封闭式普通型活塞式冷水机组	LSQ系列	k)	机组技术性能表	表 2-3-101
		l)	机组外形尺寸图	图 2-3-89

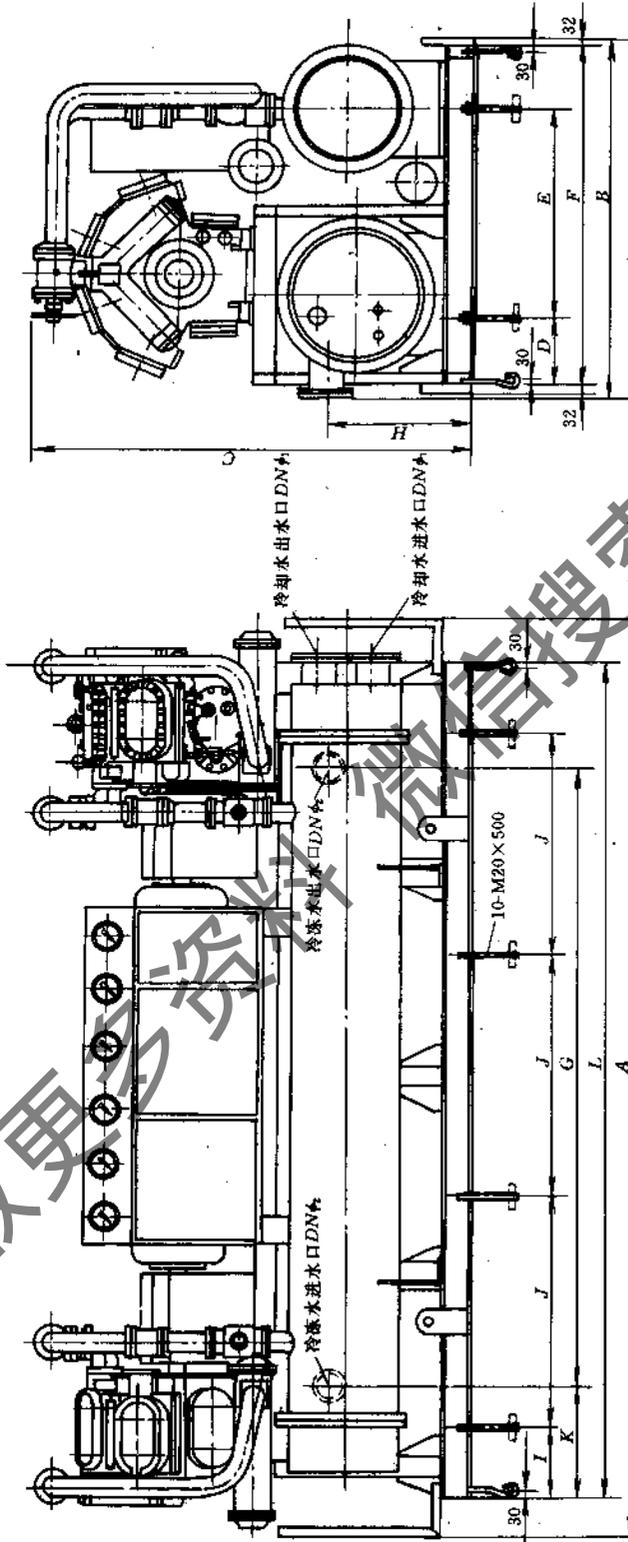
LSF、LSG系列水冷式开启式普通型活塞式冷水机组技术性能表 表 2-3-98

型号		LSF140	LSF200	LSF290	LSF580	LSF700	LSG180	LSG230	LSG350	
制冷量	kW	140	200	290	580	700	177	232	339	
	10 ⁴ kcal/h	12	17	25	50	60	15	20	29	
制冷剂		R22							G2006	
制冷剂充灌量	kg	30	50	70	120	140	80	90	115	
压缩机数量及型号		1台 6FW10	1台 8FS10	1台 8FS10G	2台 8FS10G	2台 8ES10 (I)	1台 6GW10K	1台 8GS10K	1台 8GS10KG	
电机功率	kW	37	55	75	75×2	90×2	37	55	75	
能量调节范围	%	33/66/100	0/50/75/100				33/66/100	0/50/75/100		
电 源 (V-Ph-Hz)		380-3-50								
运行控制方式		全 自 动								
安全保护		高压、低压、欠油压、断水、结冰								
冷 冻 水	出水温度及范围		7 (5~12)							
	循环量	m ³ /h	30	40	50	100	120	40	45	60
	最高承压	MPa	0.98							
	水头损失	kPa	62	64	67	70	71	88	90	94
	进出口口径	mm	70	80	80	150	150	70	80	80
冷 却 水	水温度及范围/℃		32 (20~33)							
	循环量	m ³ /h	45	60	90	160	180	50	65	90
	最高承压	MPa	0.588							
	水头损失	kPa	20	24	19	22	24	29	35	27
	进出口口径	mm	80	80	100	150	150	80	80	100
外 形 尺 寸	长	mm	2714	2900	2937	4400	4564	2714	2900	2937
	宽	mm	1057	1125	1200	1600	1607	1057	1125	1200
	高	mm	1500	1500	1590	1700	2077	1500	1500	1590
重 量	kg	~2100	~2500	~2700	~5400	~8000	~2100	~2500	~2700	



型号	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	p	r	s	t	φ ₁	φ ₂	地脚 N-φ×L
LSF140 LSG180	2714	326	468	1500	495	116	600	300	447	168	914	1057	530	876	1690	315	2044	55	80 法兰	70 法兰	8-M20×500
LSF200 LSG230	2900	300	500	1500	650	450	0	300	475	200	985	1125	500	882	1650	325	1980	165	100 法兰	80 法兰	8-M20×500
LSF290 LSG350	2937	351	551	1590	433	119	362	324	413	342	1042	1200	410	773	1636	416	2044	108	100 法兰	80 法兰	10-M20×500

图 2-3-82 LSF140~LSF290、LSG180~LSG350 系列水冷式开启式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图



型号	位置尺寸											ϕ_1	ϕ_2	
LSF580, LSG700	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	ϕ_1	ϕ_2
	4700	1550	1750	300	860	1460	2930	610	300	1090	470	3870	150	法兰

图 2.3-83 LSF580、LSF700 型水冷式开启式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

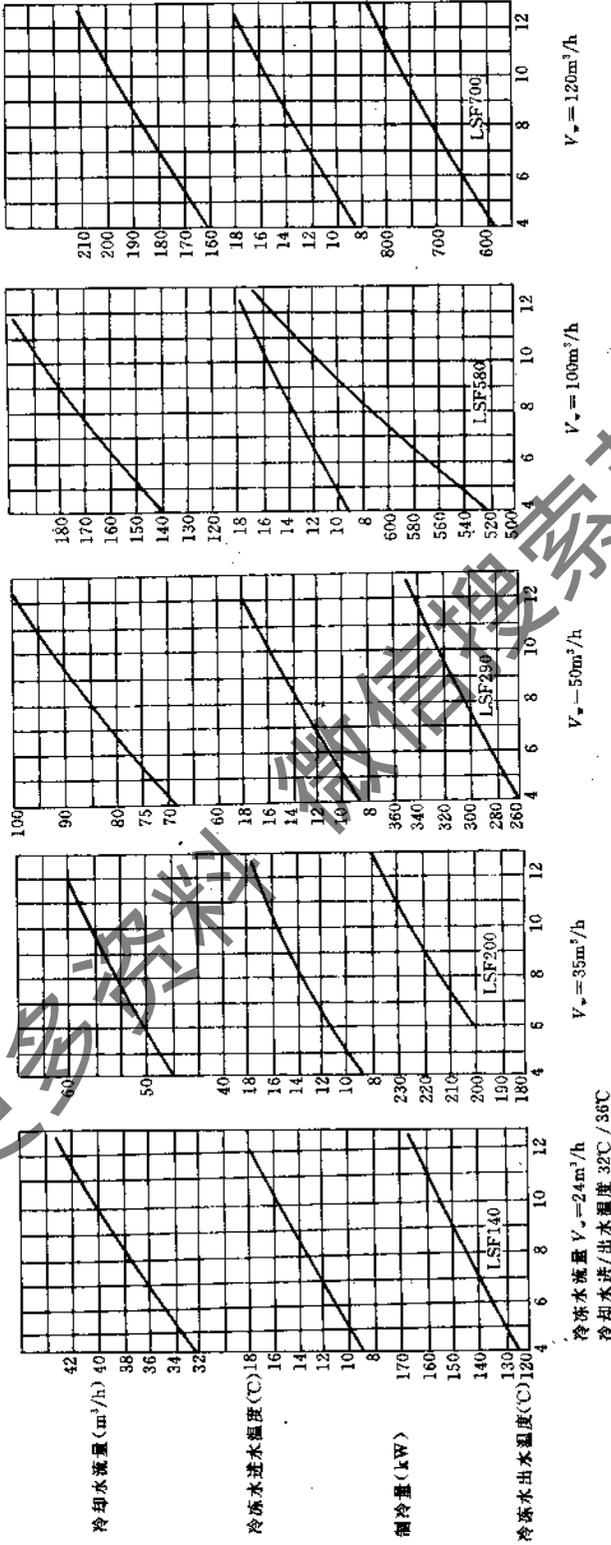


图 2.3-84 LSF140~LSF700 型水冷式开启式普通型离心机冷水机组变工况性能曲线图

获取更多资料 访问 蓝领星球

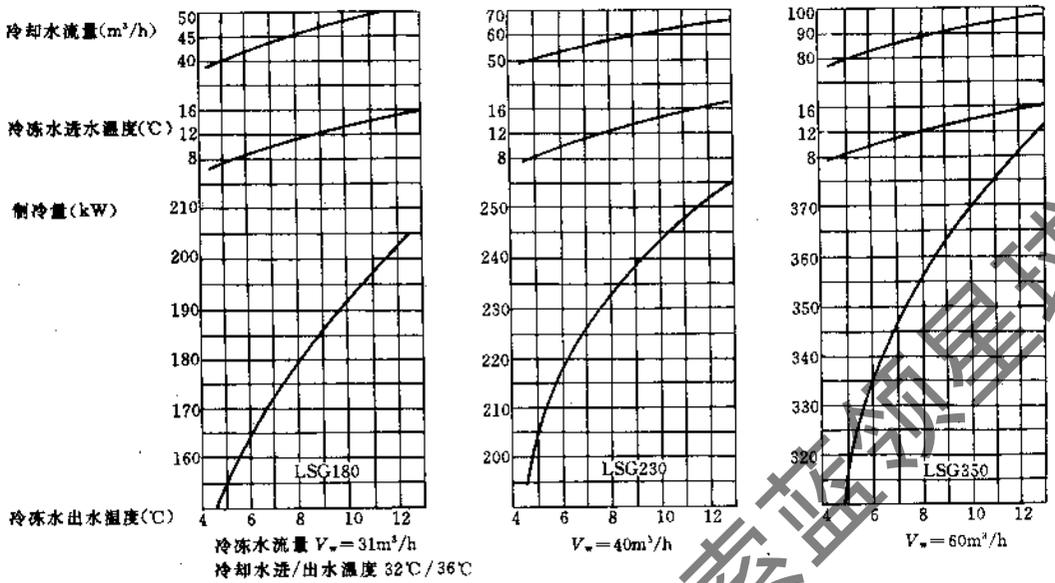


图 2.3-85 LSG180~LSG350 型水冷式开启式普通型活塞式冷水机组变工况性能曲线图

LSB 系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组技术性能表

表 2.3-99

型 号		LSB232	LSB465	
名义制冷量	kcal/h	200000	400000	
	W	232000	465000	
	Btu/h	792000	1587000	
压缩机型号		6DS3-4000	6DS3-4000	
额定功率×台数	HP	40×2	40×4	
	kW	30×2	30×4	
使用电制 (V-Ph-Hz)		380-3-50		
能量控制	%	100/83/50/33/0		
制冷剂		R22		
制冷剂填充量		kg	40 80	
冷冻水	流量	m ³ /h	40 80	
	最高承压	MPa	0.98	
	进出口口径	mm	DN80 法兰	DN125 法兰
冷却水	流量	m ³ /h	DN80 120	
	最高承压	MPa	0.588	
	进出口口径	mm	G3	DN80 法兰
水压降		kPa	<100	
外形尺寸	高	mm	1520	2030
	宽	mm	2800	3000
	深	mm	950	950
重 量		kg	2000	3500

注：1. 名义制冷量按如下工况确定

冷冻水进口温度 12.2°C；冷冻水出口温度 7.2°C
 冷却水进口温度 29.4°C；冷却水出口温度 35.0°C

2. 工作范围

冷却水出口温度 22°C~37°C；冷却水进出温差 3.5°C~10°C
 冷冻水出口温度 5°C~20°C；冷冻水进出温差 2.5°C~10°C

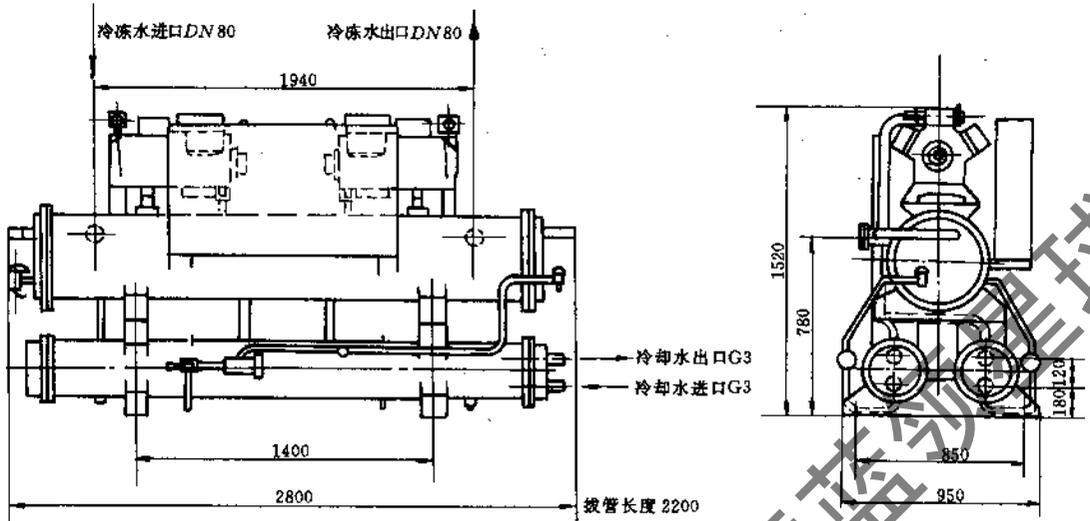


图 2.3-86 LSB232 型水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

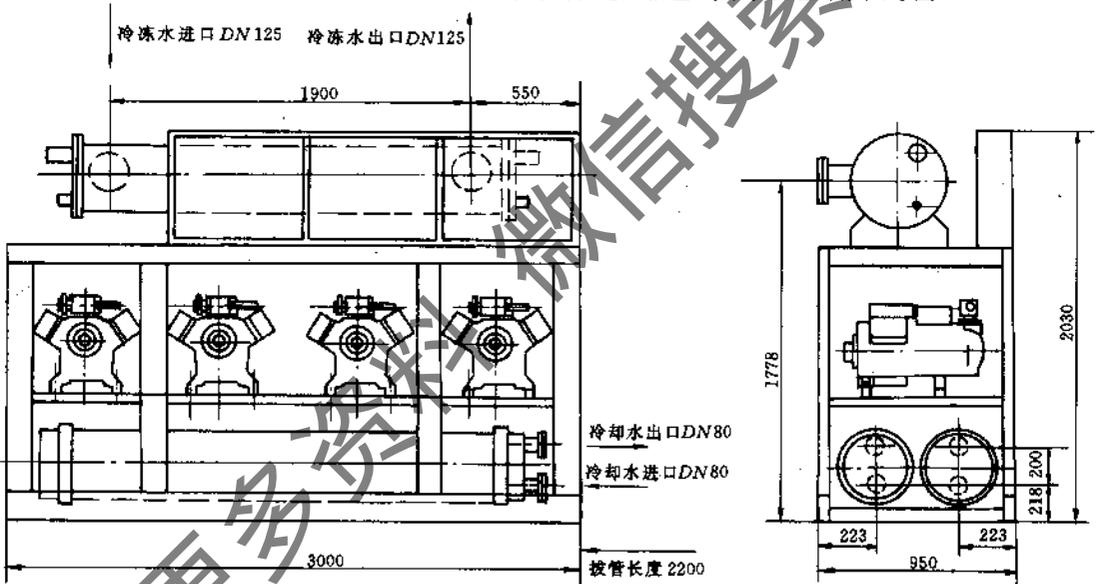


图 2.3-87 LSB465 型水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

LSB 系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组电气数据表

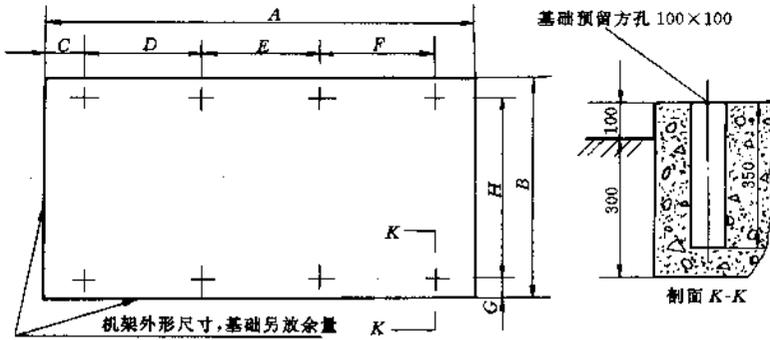
表 2.3-100

使用电制 (V-Ph-Hz)		380-3-50		
电网电压范围		342~457		
机组型号	额定功率 (kW)	WSA	ICF	ICI
LSB232	60	158	385	315
LSB465	120	298	525	315

符号说明: WSA—电线额定电流, 这是最大的压缩机的满载电流的 125% 加上电路里的其它电机的载电流。

ICF—瞬间电流—启动时最大瞬间电流。任何时候此值都等于压缩机启动时的堵转电流与其它正在运转的压缩机的满载电流之和。

ICI—最大的压缩机的堵转电流。



尺寸表

位置尺寸	A	B	C	D	E	F	G	H
机组型号								
LSB232	2800	950	700	0	1400	0	50	850
LSB465	3000	950	410	1090	1090	0	17	916

图 2.3-88 LSB 系列水冷式半封闭式普通型活塞式冷水机组基础位置参考尺寸图

LSQ 系列水冷式全封闭式普通型活塞式冷水机组技术性能表

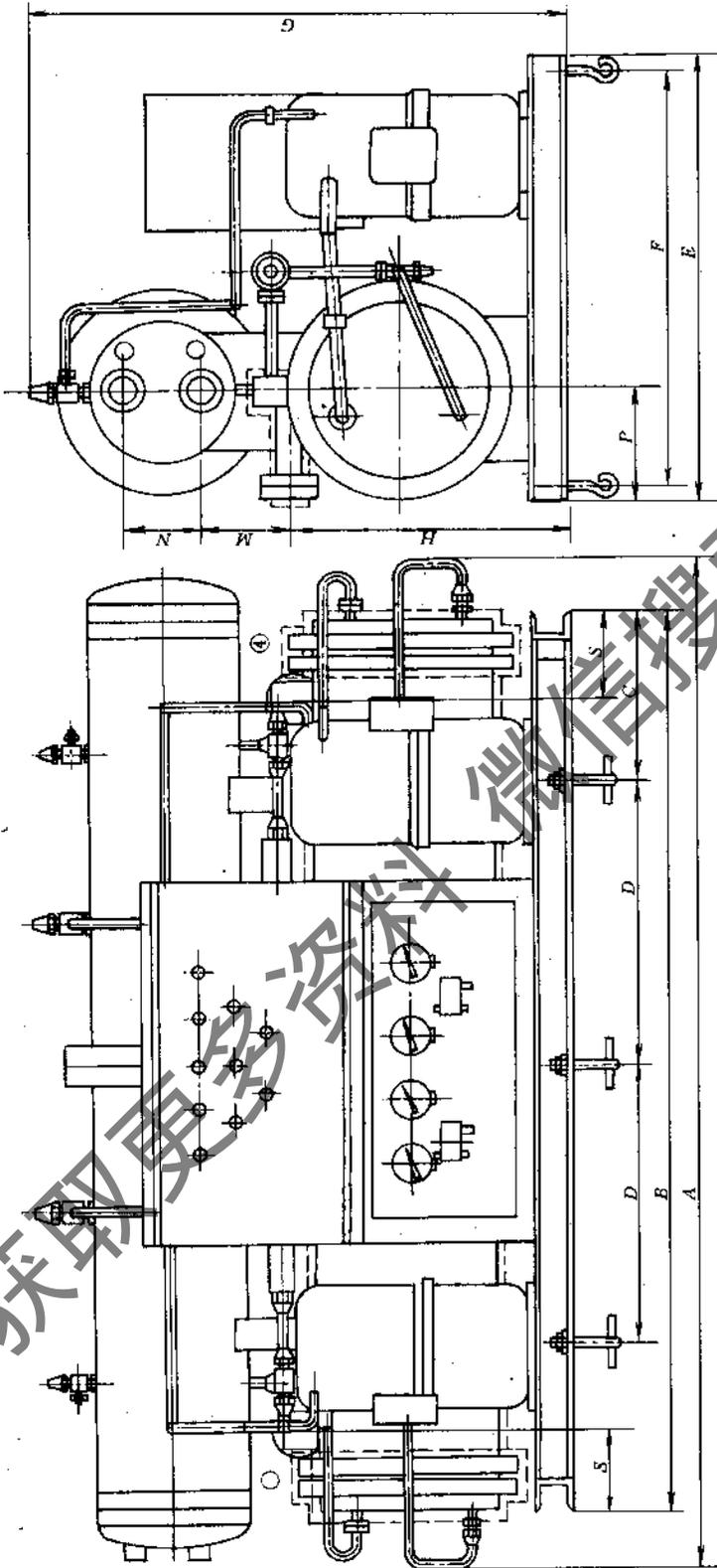
表 2.3-101

项 目		LSQ58	LSQ90	LSQ115
使用电制	主回路(V-Ph-Hz)	380-3-50		
	控制回路(V-Ph-Hz)	220-1-50		
名义工况制冷量(kW)		58	90	115
使用制冷剂		R22		
能量调节范围/运行方式		100;50;0/手动+自动		
温度调节范围及精度℃		7~12±1.0		
安全保护		超压、断水、过载、防冻、延时起动		
压 缩 机	型号×(2台)	AN5612H	H2NG204DRE	H2NG244DRE
	电机输入功率(kW)2台	10×2(20HP)	15×2(34HP)	17.5×2(40HP)
	电机输入电流(A)×台数	17.8×2	30.0×2	36.5×2
	电机额定转速(r/min)	2880		
起动方式		直接起动		
冷 凝 器	型式	卧式壳管式		
	冷却水进水温度及范围(℃)	32(20-32)		
	冷却水循环量(m³/h)	14	24	32
	冷却水进出口通径(in)	R _p 1 1/2	R _p 2 1/2	R _p 2 1/2
水侧最高工作压力(MPa)		0.59(6kgf/cm²)		
蒸 发 器	型式	卧式壳管式(干式蒸发器)		
	冷冻水出水温度及范围(℃)	7(7~12)		
	冷冻水循环量(m³/h)	10	16	20
	冷冻水进出口通径(in)	Dg50	Dg65	Dg65
水侧最高承压(MPa)		0.98(10kgf/cm²)		
噪声 dB(A)		≤60		
外形尺寸(长×宽×高)(mm)		1900×800×1000	2000×1000×1167	2000×1000×12500
机组净重(kg)		950	1100	1200

名义工况:冷冻水出水温度 7℃

冷却水进水温度 32℃

冷却水进水温度 12℃

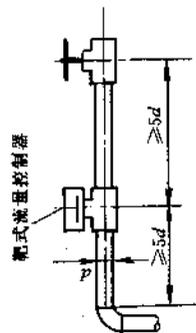


尺寸	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	S
型号	1900	1700	200	630	800	760	1004	516	124	190	180	180					
LSQ58																	
LSQ90	2000	1700	200	650	1000	960	1167	624	166	190	180	180					
LSQ115	2000	1700	200	650	1000	960	1250	660	145	170	260	180					

靶式流量计在机组外进水管(冷却水、冷冻水)管道上的安装图

图 2-3-89 LSQ 系列水冷全封闭普通型活塞式冷水机组外形尺寸图

①冷却水进水口 ②冷却水出水口 ③冷水进水口 ④冷水出水口
注: 机组蒸发器、冷凝器两端或一端应留有 1.5m 抽管空间或留孔以备万一检修换热管之用。



2.3.3 模块化活塞式冷水机组的产品型式及生产厂家

近年发展起来的、由多台小型活塞式冷水机组单元并联组合而成的新型冷水机组称为模块化活塞式冷水机组。每个模块单元由一台或多台(常用两台)全封闭型活塞式制冷压缩机、蒸发器、水冷或风冷式冷凝器、微电脑控制器等各自独立的制冷系统组合而成见图 2.3-90。该机组可提供 5~8℃工业或建筑物空调用的冷水。

模块化活塞式冷水机的技术经济特点:

1) 运行的智能化程度高。机组内的电脑检测和控制系统对需要投入运行的压缩机台数随外界负荷变化而随时调整(开或停),使机组制冷量与外界热负荷同步增减达到最佳匹配,机组始终在最高效率下运行,节约电力,其年运行费用可比常规活塞式冷水机组节约 20%~25%。

2) 运行的可靠性高。每个模块单元一般有两台全封闭型活塞式制冷压缩机和两个独立的制冷回路见图 2.3-91,电脑控制可自动地使各个制冷回路按步进方式顺序运行,启用后备制冷系统并进行局部维修,因而提高了整个机组运行的可靠性。

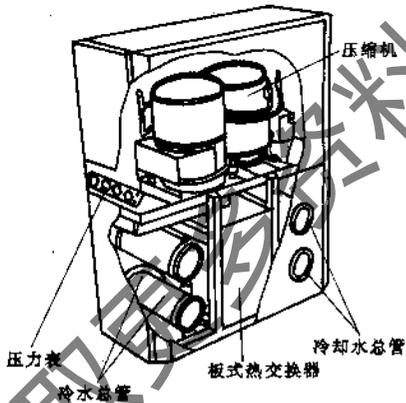


图 2.3-91 水冷式模块单元内部组件示意图

3) 结构紧凑,外形尺寸小。每个模块单元的重量约为同容量普通型活塞式冷水机组的 1/3。所需机房空间只有普通型机组的 40%左右,占地面积只有普通型机组的 50%。节省安装费用。安装位置可室内(走廊)、可露天,特适宜于改建工程。

4) 维护保养简单。由于该产品结构、系统简单,减少最初维修费用投资。由于机组寿命较长(比较普通型机组),其维护保养费较普通型机组少 60%左右。

5) 起动电流小,起动方便。该机组为逐台(模块单元)起动,起动电流对周围电网的冲击影响小。配电设备容量小。

6) 传热效果好。采用板式换热器(蒸发器和冷凝器),传热温差小,传热效率高,因而机组循环效率高。

7) 噪声低。压缩机为全封闭型,机组外壳内壁均衬有隔音材料,机组噪声低,不超过 65~75dB(A)。

8) 使用电力。在各类电制冷冷水机组中,电耗指标较高,电力增容较大。设备一次性投资费用较高。

1. 模块化活塞式冷水机组分类型式及国内生产厂家

(1) 模块化活塞式冷水机组分类型式见表 2.3-102。

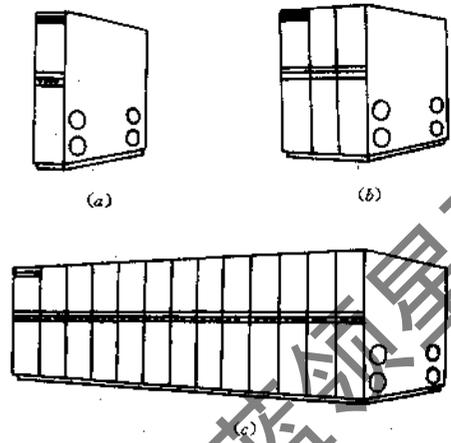


图 2.3-90 模块化活塞式冷水机组单元组合示意图
(a) 一个模块单元; (b) 三单元模块机组; (c) 多单元模块机组

中央空调用模块化活塞式冷水机组分类型式

表 2.3-102

部件型式及生产厂家	模块化水冷式活塞式冷水机组	模块化风冷式活塞式冷水机组
制冷压缩机型式	全封闭式活塞式制冷压缩机	
制冷剂	R22	
使用制冷量范围 (kW)	130~1690 (每单元模块, 130kW)	55~1932 (每单元模块, 55kW)
标准设计工况	①冷水出水温度: 7℃ (冷水进、出水温差为 5.6℃) ②冷却水出水温度: 35℃ (冷却水进、出水温差为 5.6℃) ③使用水质应符合规定。	①冷水出水温度: 7℃ (冷水进、出水温差为 5.6℃); ②室外进风温度: 35℃
机组使用工况	①冷水出水温度: 5~8℃ ②冷却水出水温度: 34~40℃	①冷水出水温度: 5~8℃ ②室外进风温度: ≤40℃
冷凝器型式	水冷式不锈钢板式热交换器	风冷式翅片V型热交换器
蒸发器型式	不锈钢板式热交换器	不锈钢板式热交换器
单元壳体面板组成	电源接线箱、仪表盘、电脑操作键、V型管接头单元外壳等	同左

(2) 模块化活塞式冷水机组部分生产厂家名录见表 2.3-103。

中央空调用模块化活塞式冷水机组部分生产厂家名录

表 2.3-103

序号	生产厂家(公司)名称	产品型号	主要规格	生产厂家(公司)地址	邮编、电话
①	无锡申达空调设备有限公司	LSQF60M ~ LSQF600M 系列 (风冷式)	单机冷量: 61~610kW 制冷剂: R22	无锡市西漳锡澄南路 208 号	邮编: 214171 电话: (0510) 3102688 传真: (0510) 3751552
②	重庆通用工业(集团)有限责任公司	LSQFM-55 ~ LSQFM-660 系列 (风冷式)	单机冷量: 55~660kW 制冷剂: R22	重庆市江北区玉带山 1 号	邮编: 400021 电话: (023) 67658325 传真: (023) 67658325
③	香港捷丰集团中国总部	RC130-1~RC130-13 系列 (水冷式)	单机冷量: 130~1690kW 制冷剂: R22	广州市建设六马路 38 号宜安广场 19 楼 1905—1909 室	邮编: 510060 电话: (020) 83801480 传真: (020) 83801342
		RCA280C-0.5~RCA280C-7 系列 (风冷式)	单机冷量: 276~1932kW 制冷剂: R22		
④	烟台冰轮(集团)股份有限公司	DZW-65、DZW-130 型单元 (水冷式)	单元冷量: 65、130kW 制冷剂: R22	烟台市芝罘区西山路 60 号	邮编: 264000 电话: (0535) 6243451 传真: (0535) 6252302

2. 国内部分生产厂家的模块化活塞式冷水机组产品选型资料介绍

1) 无锡申达空调设备有限公司

LSQFM 系列, 单机制冷量 61~610kW)

LSQFM 系列产品选型资料目录表(无锡申达)

表 2.3-104

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号	本书页次
模块化风冷式 全封闭式活塞式 冷水机组	LSQFM 系列	a)	机组技术性能表	同 LSQRFM 系列(冷热水机 组)	
		b)	机组制冷/制热工况性能表		
		c)	机组电气数据表		
		d)	机组外形及空间尺寸图		
		e)	机组电控配线图		
		f)	机组接线和管路图		

2) 重庆通用工业(集团)有限责任公司

LSQFM 系列, 单机制冷量 55~660kW

LSQFM 系列产品选型资料目录表(重庆通用)

表 2.3-105

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号	本书页次
模块化风冷式 全封闭式活塞式 冷水机组	LSQFM 系列	a)	机组技术性能表	同 LSQRFM 系列(冷热水机 组)	
		b)	单元模块外形尺寸图		
		c)	单元模块变工况制冷性能表		
		d)	单元模块变工况制热性能表		
		e)	单元模块冷水水头损失曲线图		
		f)	单元模块及机组电气数据		

2.3.4 风冷式活塞式冷热水机组的产品型式及生产厂家

在前面 2.3.2 节中介绍了夏季单供冷的活塞式冷水机组(普通型和模块化)。风冷式活塞式冷热水机组,是一种夏季提供空调用的 5~8℃冷水、冬季提供采暖用的 45~50℃热水、以空气做为热源的两用型热泵式冷水机组。

在城市现代化生活中,对冷、热源日益要求齐备的新兴建筑物,此种产品因运而生,极大地满足了市场的迫切愿望,具有广阔的发展前景。

该产品仅采用风冷式换热器(冷凝器),在节约水源、占地空间(可露天放置)、节省冷却水泵及冷却塔等方面,有明显的使用价值。

风冷式活塞式冷热水机组以机组组合方式来划分,亦分为普通型和模块化两种;若以制冷压缩机密封结构型式来划分,有半封闭式和全封闭式两种。

该产品的总体结构与单供冷的风冷式活塞式冷水机组一样,所不同的是在该产品的制冷剂(R22)管路系统中设置有一个特制的四通阀,依靠四通阀的切换来改变该循环系统中制冷剂的流向,以实现其夏供冷、冬供热的两种功能。

风冷式全封闭活塞式冷热水机组的系统原理和流向交换图见图 2.3-92。

由图 2.3-92 中流程看出:

夏季供冷运行时:压缩机→四通换向阀→风冷式换热器→单向阀→高压贮液器→干燥过滤器→视镜→膨胀阀→单向阀→水冷式换热器→低压气液分离器→四通换向阀→高低压力开关→压缩机。

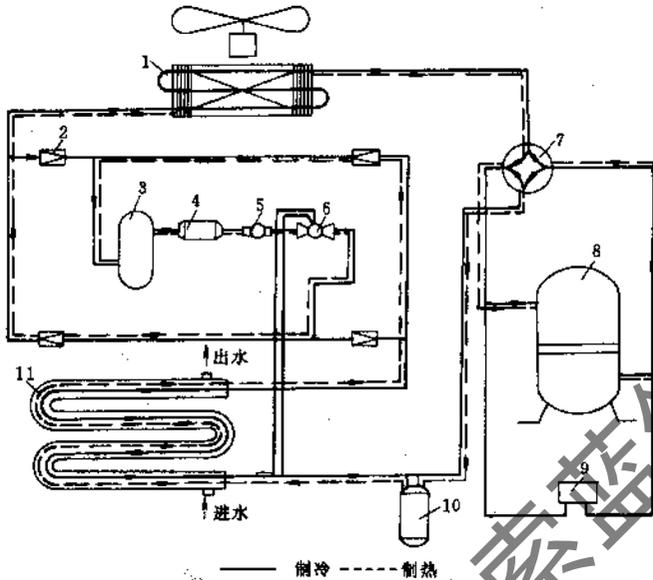


图 2.3-92 风冷式全封闭活塞式冷、热水机组的系统原理和流向交换图

- 1—风冷式换热器；2—单向阀；3—高压贮液器；4—干燥过滤器；5—视镜；
6—膨胀阀；7—四通换向阀；8—全封闭活塞式压缩机；9—高低压力开关；
10—低压气液分离器；11—水冷式换热器

冬季供热运行时：压缩机→四通换向阀→低压气液分离器→水冷式换热器（作冷凝器）→单向阀→高压贮液器→干燥过滤器→视镜→膨胀阀→单向阀→风冷式换热器（作蒸发器）→四通换向阀→压缩机。

风冷式活塞式冷热水机组的使用特点：

- 1) 机组各组件组成金属壳体的长方整体。可设置在楼顶或露天，利用空气冷却和换热。不用冷却水水泵、冷却塔，安装简便，土建工程投资少；
- 2) 机组夏季供冷、冬季供热均共用同一个中央空气处理机、风管及末端装置，做到一个系统、两种功能；
- 3) 多台制冷压缩机组合成冷热水机组时，并设有多个制冷回路，运行可靠性高，便于容量调节，节能显著；
- 4) 风冷式换热器采用低噪声轴流风机，运行噪声较低。压缩机配减振装置，振动小；
- 5) 机组设有高低压、吸排气高低温、水温过低及断水等自动保护装置，电脑可实现机组的全自动运行，确保最佳运行状态。

1. 风冷式活塞式冷热水机组分类型式（见表 2.3-106）

中央空调用风冷式活塞式冷热水机组分类型式

表 2.3-106

机组组合方式分类	普通型风冷式活塞式冷热水机组	模块化风冷式活塞式冷热水机组
工况及生产厂家		
制冷压缩机型式	半封闭、全封闭活塞式	全封闭活塞式
制冷剂	R22	

续表

机组组合方式分类		普通型风冷式活塞式冷热水机组	模块化风冷式活塞式冷热水机组
工况及生产厂家			
单机制冷量范围(kW)	半封闭式	供冷: 53~524; 供热: 58~584	
	全封闭式	供冷: 16~302; 供热: 20~358	供冷: 30~966; 供热: 32~1028
标准设计工况		①制冷工况: 冷水出水温度: 7℃ 室外环境温度: 35℃ (30GQ系列为30℃) ②制热工况: 热水出水温度: 45℃ 室外环境温度: 7℃	
机组使用工况		①制冷工况: 冷水出水温度: 5~15℃ 室外环境温度: 25~45℃ (夏季) ②制热工况: 热水出水温度: 35~55℃ 室外环境温度: -10~15℃ (冬季)	
冷凝器型式		夏季制冷时: 风冷式换热器(铜管串套高效铝翅片) 冬季制热时: 水冷式换热器(套管式)	
蒸发器型式		夏季制冷时: 水冷式换热器(套管式) 冬季制热时: 风冷式换热器(铜管串套高效铝翅片)	
节流装置		热力膨胀阀	
冬、夏季换向装置		四通换向阀	

2. 普通型风冷式活塞式冷热水机组部分生产厂家及产品选型资料介绍

(1) 普通型风冷式活塞式冷热水机组部分生产厂家名录(见表2.3-107)

中央空调用普通型风冷式活塞式冷热水机组部分生产厂家名录 表 2.3-107

序号	生产厂家(公司)名称	产品型号	主要规格	生产厂家(公司)地址
1)	上海合众-开利空调设备有限公司	30DQ-026~30DQ-060系列(半封闭式)	单机冷量: 61.2~147.2kW 单机热量: 67.6~145.7kW 制冷剂: R22	上海市双阳支路24号
		30GQ-080~30GQ-120系列(半封闭式)	单机冷量: 223.3~335kW 单机热量: 232.6~349kW 制冷剂: R22	
		30AQA240~30AQA480系列(半封闭式)	单机冷量: 620~1240kW 单机热量: 680~1360kW 制冷剂: R22	
2)	无锡申达空调设备有限公司	WTF1.2H~WTF24H系列(全封闭、半封闭式、冷热风机组)	单机冷量: 12~240kW 单机热量: 12.4~244kW 制冷剂: R22	无锡市西漳锡澄南路208号
3)	广东省吉荣空调设备公司	LRSF27Z~LRSF110Z系列(全、半封闭式) LSF27Z~LSF110Z(单冷式)	单机冷量: 26.2~109.6kW 单机热量: 29~117.4kW 制冷剂: R22	广东省揭阳市榕城区
4)	成都华本电脑空调冷冻工程公司	RAM401~RAM3004系列(半封闭式、涡旋式)	单机冷量: 86.6~633kW 单机热量: 95.2~683.6kW 制冷剂: R22	成都市星辉中路3号附16-18号

续表

序号	生产厂家(公司)名称	产品型号	主要规格	生产厂家(公司)地址
5)	上海冷气机厂	LSQFR-65~LSQFR-750系列(全封闭式) LSQF-65~LSQF-750系列(单冷式、全封闭式)	单机冷量: 64.3~749.2kW 单机热量: 65.3~760kW 制冷剂: R22	上海市共和新路1301号
		LSQFR(H)-65~LSQFR(H)-325系列(全封闭式、热回收式)	单机冷量: 64.3~321.5kW 单机热量: 65.6~328kW 制冷剂: R22	
6)	上海新晃制冷机械有限公司	SAL-070H~SAL-160H系列(半封闭式)	单机冷量: 188~444kW 单机热量: 187~442kW 制冷剂: R22	上海市闵行区莘庄七莘路东闸路886号
7)	北京万众空调制冷设备有限公司	MID-05DH~MID-200SH系列(全封闭式、涡旋式)	单机冷量: 15.7~696kW 单机热量: 17.3~766kW 制冷剂: R22	北京市海淀区花园北路35号
8)	福建扬帆集团	LSBRF130~LSBRF938系列(半封闭式) LSBF130~LSBF938系列(单冷式、半封闭式)	单机冷量: 130.3~938.4kW 单机热量: 143~1035kW 制冷剂: R22	福州市晋安区鼓山福兴投资区

(2) 国内部分生产厂家的普通型风冷式活塞式冷热水机组产品选型资料介绍

1) 上海合众-开利空调设备有限公司

30DQ系列, 单机制冷量 61.2~147.2kW

单机制热量 67.6~145.7kW

30GQ系列, 单机制冷量 223.3~335kW

单机制热量 232.6~349kW

30AQA系列, 单机制冷量 620~1240kW

单机制热量 680~1360kW

30DQ、30GQ、30AQA系列产品选型资料目录表(上海合众-开利) 表 2.3-108

		产品选型资料目录		图(表)号
普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组	30DQ系列	a)	机组技术性能表	表 2.3-109
		b)	机组变工况制冷性能表	表 2.3-110
		c)	机组变工况制热性能表	表 2.3-111
		d)	机组电气数据表	表 2.3-112
		e)	机组冷水流量-水压降曲线图	图 2.3-93
		f)	026.036型机组外形尺寸及安装图	图 2.3-94
		g)	060型机组外形尺寸及安装图	图 2.3-95
	30GQ系列	h)	机组技术性能表	表 2.3-113
		i)	机组变工况制冷性能表	表 2.3-114
		j)	机组变工况制热性能表	表 2.3-115
		k)	机组电气数据表	表 2.3-116
		l)	机组水接管、电线接线孔尺寸图	图 2.3-96
		m)	机组基础位置参考尺寸图	图 2.3-97
		n)	机组典型接线(管)图	图 2.3-98

续表

		产品选型资料目录		图(表)号
普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组	30AQA 系列	o)	机组数据资料表	表 2.3-117
		p)	机组变工况制冷性能表	表 2.3-118
		q)	机组变工况制热性能表	表 2.3-119
		r)	机组电气数据表	表 2.3-120
		s)	240 型机组外形尺寸图	图 2.3-99
		t)	机组冷水流量—水压降曲线图	图 2.3-100
		u)	机组噪声数据表	表 2.3-121
		v)	机组运行条件限制	表 2.3-122
		w)	机组典型接线(管)图	图 2.3-101

30DQ 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组技术性能表 表 2.3-109

30DQ	026	036	060
名义制冷量(1)(kW)	61.2	93.7	147.2
名义制热量(2)(kW)	67.6	100.4	145.7
运行重量(kg)	870	1020	1830
外形尺寸(L)	2168	2168	2900
(I)	1388	1388	2156
(h)	1805	2262	2005
制冷剂充填量(总)(kg)	18.5	23.0	30
环路数	1		2
压缩机类型	半封闭		半封闭
	06E	06E	2×06E
	265	299	275
油充填量	9.0	9.0	9.0
冷(热)量控制级数	2	2	4
最小冷(热)量控制级(%)	66	66	33
直接驱动风机	闭式轴流风机		
数量	2	2	4
直径(mm)	787	787	787
风量(L/S)	7800	9400	18800
室外盘管	铝翅片铜管		
换热器	套管式		壳管式
净水量(L)	21.7	32.7	63
水侧最大压力	1000kPa	1000kPa	
水接头	FPT 21/2	FPT 21/2	DN80 法兰
放水塞	3/4NPT	3/4NPT	3/4NPT

注: 1. 工况为: 冷水出水温度 7℃, 室外空气温度 35℃。

2. 工况为: 热水出水温度 45℃, 室外空气温度 7℃。

30DQ 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组变工况制冷性能表 表 2.3-110

30DQ	室外空气温度(℃)	出水温度(℃)									
		5.0		7.0		9.0		12.0		15.0	
		CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW
026	25.0	64.9	17.8	69.0	18.3	73.0	18.8	79.2	19.6	85.5	20.2
	30.0	61.2	18.9	65.0	19.5	69.0	20.0	74.9	20.8	81.1	21.7
	35.0	57.5	19.9	61.2	20.6	64.8	21.2	70.7	22.1	76.4	23.1
	40.0	53.9	20.8	57.4	21.6	61.0	22.3	66.4	23.3	72.0	24.4
	45.0	50.3	21.7	53.7	22.5	57.0	23.3	62.2	24.4	67.4	25.6

续表

30DQ	室外空气 温度(°C)	出 水 温 度 (°C)									
		5.0		7.0		9.0		12.0		15.0	
		CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW
036	25.0	99.0	28.8	104.6	29.7	110.3	30.5	119.1	31.8	128.0	33.2
	30.0	93.8	30.2	99.2	31.2	104.5	32.2	113.0	33.7	121.3	35.2
	35.5	88.6	31.5	93.7	32.6	99.0	33.8	106.8	35.4	114.8	37.0
	40.0	83.5	32.8	88.4	34.0	93.2	35.2	100.8	37.0	108.3	39.1
	45.0	78.4	33.9	82.9	35.2	87.6	36.5	94.5	38.5	101.8	40.5
060	25.0	156.5	46.0	166.1	43.6	175.8	45.2	190.3	47.6	204.8	50.0
	30.0	147.0	45.0	156.7	46.6	166.3	48.2	180.8	50.6	195.3	53.0
	35.0	137.6	47.5	147.2	49.1	156.9	50.7	171.4	53.1	185.9	55.5
	40.0	127.1	49.5	136.7	51.1	146.4	52.7	160.9	55.1	175.4	57.5
	45.0	117.6	51.0	127.3	52.6	136.9	54.2	151.4	56.6	165.9	59.0

符号说明: CAP——制冷量(kW); kW——压缩机功耗;
冷水进出口温差为5°C。

30DQ系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热机组变工况制热性能表

表 2.3-111

30DQ	室外空气 温度(°C)	热 水 出 口 温 度 (°C)									
		35		40		45		50		55	
		CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW
026	15	91.2	18.5	88.7	19.6	85.0	20.9	83.2	22.0	80.3	23.9
	7	72.2	17.2	70.0	18.2	67.6	19.1	65.2	20.0	62.6	20.7
	4	64.9	16.7	62.8	17.6	60.6	18.4	58.3	19.4	55.8	19.7
	0	52.5	16.0	50.6	16.7	48.8	17.3	46.9	17.9	44.9	18.5
	-5	43.5	14.9	41.8	15.4	40.2	16.0	38.4	16.4	36.6	16.8
	-10	36.8	13.9	35.4	14.3	33.7	14.7	32.6	15.3	31.2	15.9
036	15	131.8	28.9	129.0	30.6	126.0	32.2	122.8	33.7	119.4	35.2
	7	105.4	26.3	103.2	27.7	100.4	28.9	97.8	30.1	94.9	31.2
	4	95.7	25.4	93.3	26.6	90.8	27.7	88.3	28.7	85.5	29.6
	0	77.9	24.2	75.8	25.2	73.6	26.1	71.3	26.9	68.7	27.7
	-5	65.6	22.5	63.5	23.2	61.7	23.9	59.5	24.4	57.5	25.1
	-10	56.0	20.8	54.4	21.3	53.0	22.0	51.5	23.0	49.7	24.2
060	15	175.6	39.3	172.2	42.0	168.8	44.8	165.4	47.5	162.0	50.3
	7	152.5	36.3	149.1	39.0	145.7	41.8	142.3	44.5	138.9	47.3
	4	131.5	35.3	128.1	38.0	124.7	40.8	121.3	43.5	117.9	46.3
	0	117.9	33.3	114.5	36.0	111.0	38.8	107.6	41.5	104.2	44.3
	-5	100.0	31.3	96.6	34.0	93.2	36.8	89.8	39.5	86.4	42.3
	-10	81.1	29.3	77.7	32.0	74.3	34.8	69.7	37.2	65.8	40.1

注: CAP——制热量(kW); kW——压缩机功耗;
热水进出口温差为5°C, 空气相对湿度85%。

30DQ 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组电气数据表 表 2.3-112

标称电压 (V-pH-Hz)		440-3-50						
电压使用范围 (V)		342-440						
300DQ	机 组		控制和加热回路 (kW)	风机输入功率 (kW)	风机电源相数	电 流 (A)		
	kW max.	kW nom.				I max.	I nom.	ICF
026	30.3	20.6	0.4	2.3	3	54.0	35.0	140.0
036	47.3	32.6	0.4	2.3	3	83.0	55.4	213.0
060	69.8	49.1	0.8	4.6	3	120.0	83.4	218.0

注：机组 kW max-压缩机、风机和控制电路所消耗的最大功率 (kW)；
 机组 kW nom-在名义工况下压缩机、风机和控制电路所耗的功率 (kW)；
 控制和加热回路 kW-控制回路功率和曲轴箱加热器功率；
 I max.-机组在最大负载下的最大电流；
 I nom.-机组在名义工况下的运行电流；
 ICF-最大瞬间电流，任何时候此值都等于压缩机启动时的堵转电流与其它正在运转的压缩机的满载电流之和。

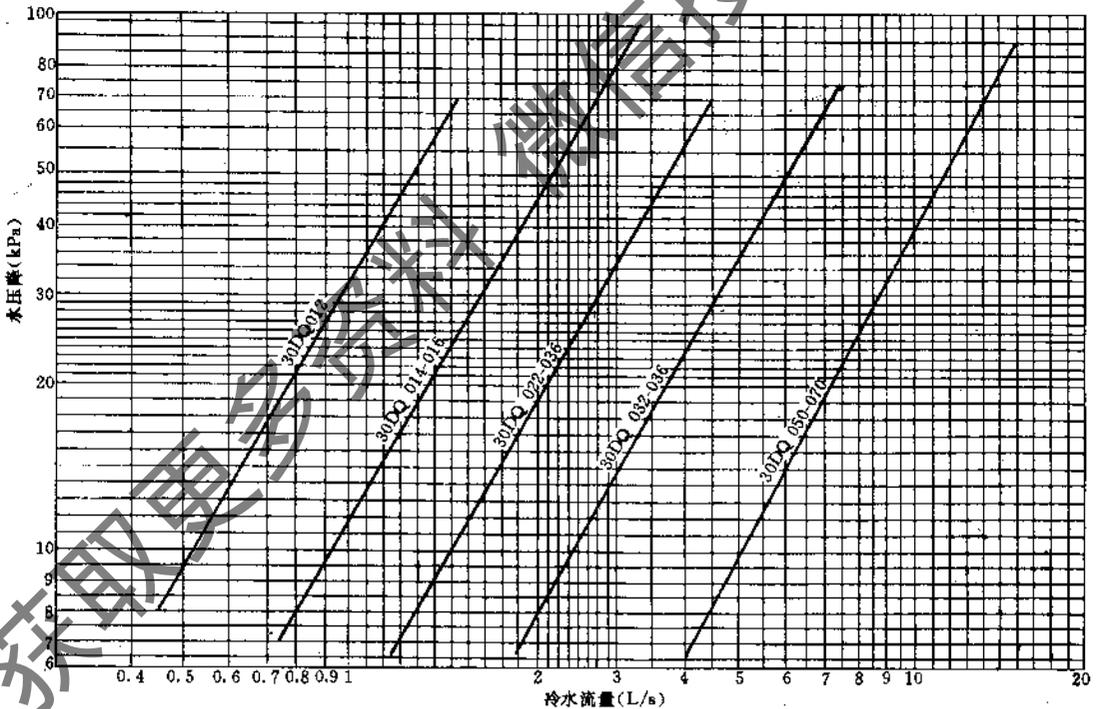


图 2.3-93 30DQ 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组冷水流量-水压降曲线图

30DQ	运行重量 约(kg)	水管连接			重心 G			水管连接位置±40mm					
		A/B	入口	出口	X	Y	Z	K	L	M	N	P	R
026	870	2 1/2"	A	B	550	660	1200	248	904	112	248	272	272
036	1020	2 1/2"	B	A	550	860	1190	152	312	312	1210	238	150

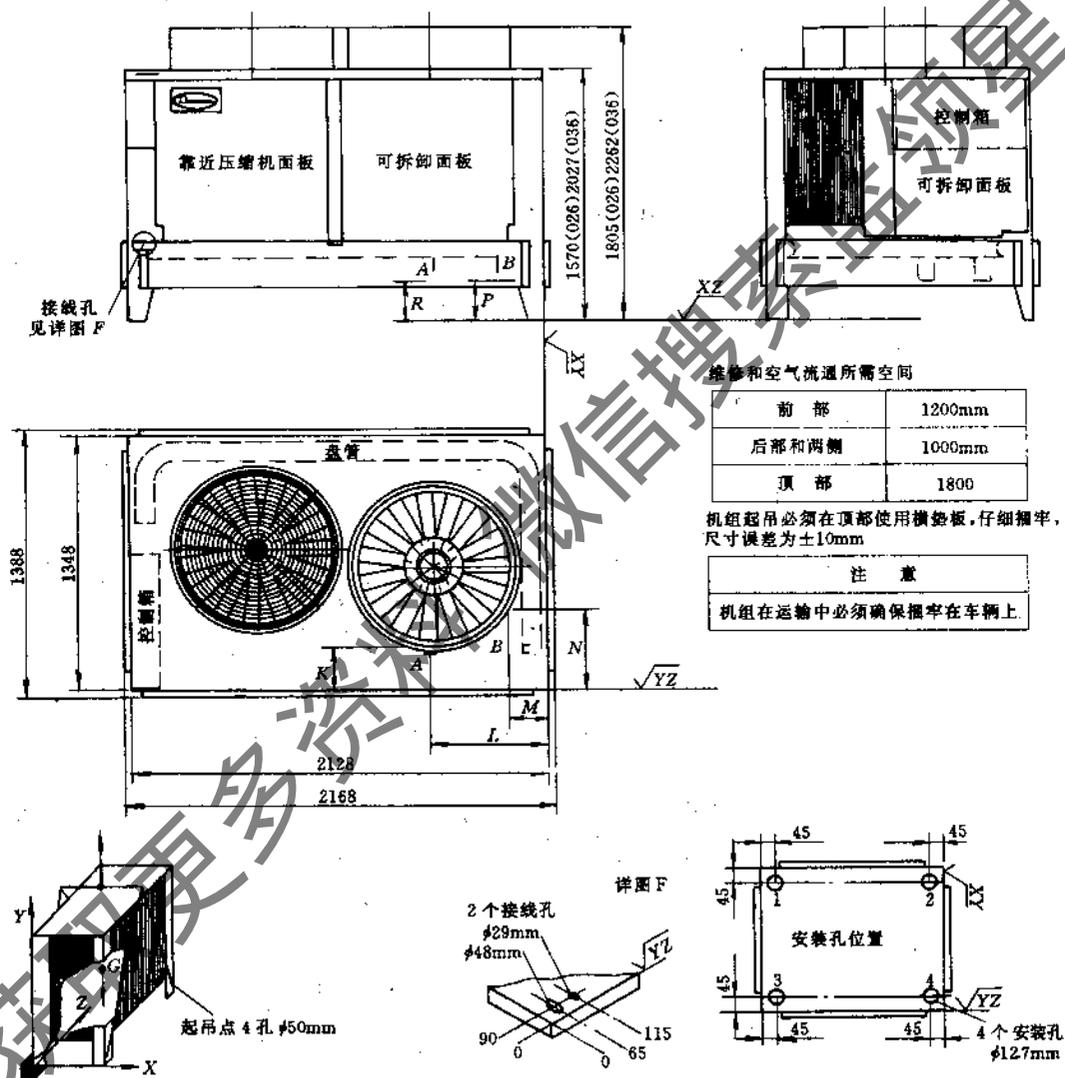
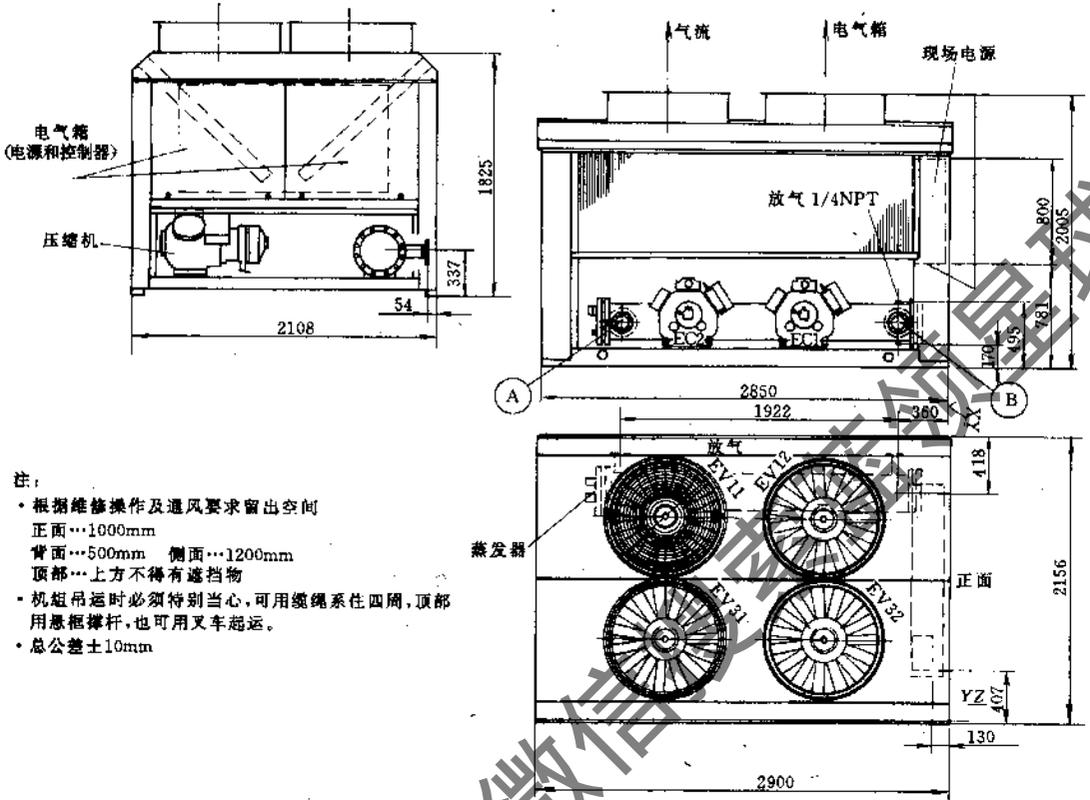


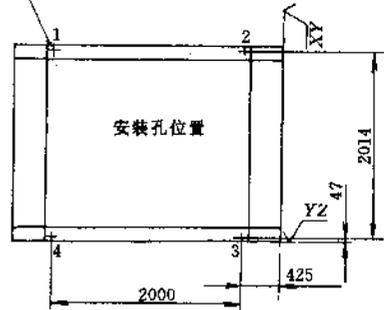
图 2-3-94 30DQ026、30DQ036 型机组外形尺寸及安装位置参考尺寸图



- 注：
- 根据维修操作及通风要求留出空间
正面...1000mm
背面...500mm 侧面...1200mm
顶部...上方不得有遮挡物
 - 机组吊运时必须特别当心,可用缆绳系住四周,顶部用悬框撑杆,也可用叉车吊运。
 - 总公差±10mm

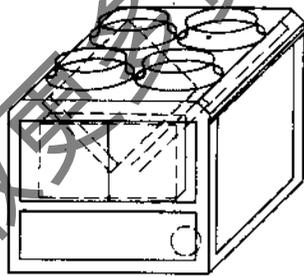
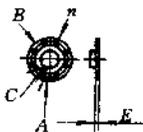
机组	大致 操作重量	水接头	重心	重量分布点
		A/B 进水出水	X Z	1 2 3 4
30DQ060	1830kg	A B	1010 1370	424 446 492 468

4 只安装孔 $\phi 18$



PN 16 NFE28 223

A	$\phi 200\text{mm}$
B	$\phi 160\text{mm}$
C	ON 80
D	$8 \times \phi 18\text{mm}$
E	20mm



注意
装运时必须把机组扎紧在车上。

图 2.3-95 30DQ060 型机组外形尺寸及安装位置参考尺寸图

30GQ系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组技术性能表

表 2.3-113

机组型号		30GQ-080	30GQ-100	30GQ-120	
名义制冷量	kW	223.3	279	335	
机组输入功率	kW	71.6	86.6	107	
名义制热量	kW	232.6	285	349	
机组输入功率	kW	68.7	83.2	103	
工 质		R22	R22	R22	
压缩机台数及型号	第一回路	1台 06E 6299	1台 06EF 6299	1台 06EF 6299	
	第二回路	1台 06E 6299	1台 06EF 275	1台 06EF 299	
	第三回路		1台 06EF 275	1台 06EF 299	
能量控制级数		4	4	4	
压缩机总加油量	L	18	27	27	
电源 (V-PH-Hz)		380-3-50			
运行控制方式		全自动调节			
安全保护装置		系统高低压, 排气高温, 机组低水温, 高水温及断水			
电机冷却方式		氟利昂气体冷却			
重量	R22充入量	kg	25+25	26+25+24	26+29+29
	机组重量	kg	3300	4050	4300
	机组运行重量	kg	3500	4250	4500
盘管	排数...翅片/in		3...15	3...15	3...15
	表面积	m ²	10.6	13.8	15.8
风机	数量...直径 (in)		6...30	10...26	6...30
	数量...转速 (r/s)		6...11.8	10...15.5	6...14.3
	风量	L/s	17500	24000	27080
	电动机数量...功率 (kW)		6...0.75	10...0.55	6...0.75
热水交 换器	数量		1	1	1
	水容量	L	74	107	116
	水流量	L/s	6.67~15	8.33~20	10.0~25
	最大工作压力	氟利昂侧 水侧		2.75MPa 0.98MPa	
	进出水管接口		4"法兰	4"法兰	5"法兰
机组 尺寸	长 度	mm	3580	4700	5200
	宽 度	mm	2000	2000	2000
	高 度	mm	2350	2350	2350

注: 制冷量工况为出水7℃、室外30℃; 制热量工况为出水45℃、室外7℃。

30GQ系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组变工况制冷性能表

表 2.3-114

室外 气温 (°C)	出 水 温 度 (°C)										
	5		7		9		12		15		
	冷量 (kW)	机组输入 功率 (kW)	冷量 (kW)	机组输入 功率 (kW)	冷量 (kW)	机组输入 功率 (kW)	冷量 (kW)	机组输入 功率 (kW)	冷量 (kW)	机组输入 功率 (kW)	
080	25	223.3	64.1	238.4	67.2	252.3	70.7	274.4	76.5	294.2	83.0
	30	209.3	68.6	223.3	71.6	236.0	75.7	257.0	81.6	276.7	88.3
	35	196.5	72.6	209.3	76.1	222.1	80.2	240.7	86.7	258.1	93.7
	40	182.6	76.8	195.4	80.6	205.8	84.9	224.4	91.7	239.5	99.3
	45	169.8	97.5	180.3	85.0	190.7	89.6	207.0	96.8	222.1	105.0

续表

型号 30GQ	室外 气温 (°C)	出水温度 (°C)									
		5		7		9		12		15	
		冷量 (kW)	机组输入 功率 (kW)								
100	25	279	77.7	298	81.4	315	85.5	343	92.4	367	100
	30	262	83.0	279	86.6	295	91.2	321	98.4	347	106
	35	245	87.8	262	91.9	278	96.8	301	104	323	113
	40	228	92.7	244	97.2	257	102	280	110	300	119
	45	213	97.5	226	102	238	108	259	116	278	126
120	25	335	96.0	358	101	379	106	412	115	442	125
	30	314	103	335	107	355	113	386	122	415	132
	35	295	109	314	114	334	120	362	130	387	141
	40	274	115	293	121	309	127	337	138	359	149
	45	255	121	271	128	286	134	310	146	334	158

30GQ 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组变工况制热性能表

表 2.3-115

型号 30GQ	室外 气温 (°C)	出水温度 (°C)									
		35		40		45		50		55	
		热量 (kW)	机组输入 功率 (kW)								
080	15	281.4	65.4	279.1	70.4	276.7	75.8	273.3	81.6	270.9	87.8
	7	238.4	60.7	236.0	64.8	232.6	68.7	229.1	73.2	226.7	77.9
	4	223.3	59.4	219.8	62.8	217.4	66.5	213.9	70.2	210.5	74.7
	0	204.7	58.2	201.2	60.7	197.7	63.6	194.2	66.9	190.7	70.3
	-5	183.7	57.3	179.1	58.8	175.6	60.8	172.1	62.9	167.4	65.4
	-10	165.1	57.0	160.6	57.6	158.1	58.6	151.2	59.7	146.5	61.0
	-15	148.8	56.9	143.0	57.2	138.4	57.4	132.6	57.5	127.9	57.6
100	15	344	79.3	342	85.2	340	91.6	335	98.5	331	106
	7	292	73.7	290	78.6	285	83.2	280	88.5	278	94.1
	4	273	72.2	270	76.2	266	80.6	262	85.0	258	90.3
	0	251	70.8	247	73.7	242	77.2	238	78.1	234	85.1
	-5	226	69.7	220	71.5	215	73.8	210	76.3	205	79.3
	-10	202	69.3	197	70.1	194	71.2	185	72.5	179	74.1
	-15	183	70.1	176	69.6	170	69.3	163	69.5	157	69.7
120	15	422	98.1	419	106	415	114	410	122	407	132
	7	358	81.1	355	97.2	349	103	344	110	341	117
	4	335	89.1	330	94.2	327	99.8	321	105	316	112
	0	307	87.3	302	91.1	297	95.4	292	100	286	105
	-5	276	86.0	269	88.2	264	91.2	258	94.4	251	98.1
	-10	248	85.5	241	86.4	237	87.9	227	89.6	220	91.5
	-15	223	86.4	215	85.8	208	85.5	199	85.7	192	86.0

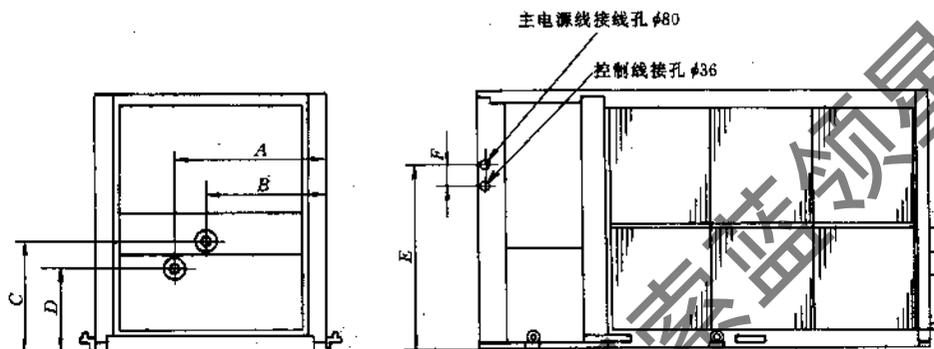
注: 1. 冷量会因水流量不同而稍异, 在最高流量时, 实行冷量比额定值低 1%, 在最低流量时, 实行冷量则比额定值高 3%。

2. 长期热量之修正系数为:

室外气温 (°C)	15	7	4	0	-5	-10	-15
修正系数	1.00	1.00	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97

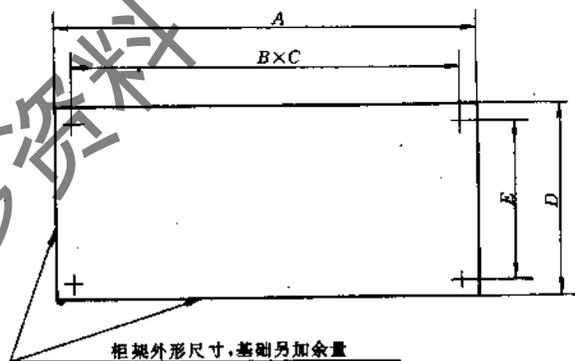
30GQ系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组电气数据表 表 2.3-116

标称电压 (V-pH-Hz)		400-3-50		
电网电压范围 (V)		342~440		
机组型号	kW (max)	最小配电电流 (A)	最大熔断电流 (A)	最大瞬间电流 (A)
30GQ-080	94.5	180	200	378
30GQ-100	115.7	218	275	416
30GQ-120	141.7	263	300	461



机组型号	A	B	C	D	E	F
30GQ-080	1275	1000	993	778	1800	120
30GQ-100	1400	1400	1133	728	2035	300
30GQ-120	1400	1400	1133	728	2035	300

图 2.3-96 30GQ 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组水接管、电线接线孔尺寸图

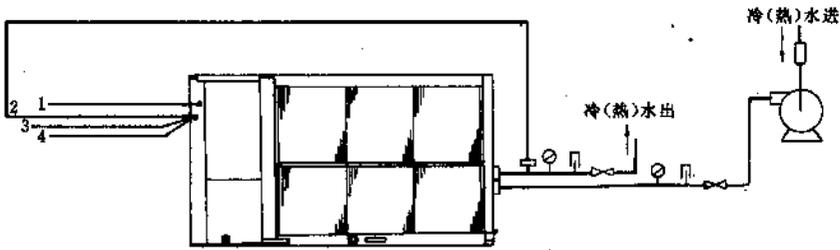


机组型号	A	B	C	D	E
30GQ-80	3580	4	870	2000	1940
30GQ-100	4700	5	920	2000	1940
30GQ-120	5200	5	1020	2000	1940

注: 底脚螺孔均为 $\phi 20$ 。

地基高于地面 300mm 以上, 在机组下面安放 10~20mm 厚的隔振垫。

图 2.3-97 30GQ 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组基础位置参考尺寸图



线号	用途
1	低配提供的主电源 交流 380V 三相四线 (电线电流参见机组电气数据表)
2	控制箱至水流开关 交流 220V 控制线 2 根
3	控制箱至水泵起动器连锁 交流 220V 控制线 2 根 (供用户选用的控制线, 也可不用)
4	控制箱至远距离操纵箱 交流 24V 控制线 7 根 (供用户选用的控制线, 也可不用)
符号	名称及建议规格 安装位置
	水流开关安装在出水管上离弯头 阀门 3-5 倍管径距离处, 加装 1" 管牙接头
	温度计 (0-100℃) 范围
	压力表 (0-10kg/cm²) 安装在进出水管阀门与连接法兰之间
	阀门
	水过滤器

注: 1. 电源线的长度为从低压配电柜到机器控制开关箱再留有一定的余量。

2. 建设单位须将全部电线电缆敷设到位并作出线头标识符号。

图 2.3-98 30GQ 系列机组典型接线(管)

30AQA 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组数据资料表

表 2.3-117

型号 30AQA	240	480		
系统结构组合	—	机组-A	机组-B	总和
运行重量 (kg)	6,700	6,700	6,700	13,550
制冷剂	R-22			
回路数	2	2	2	
充注量 (kg)	65×2	65×2	65×2	
压缩机	活塞往复式半封闭			
06E (数量) 回路 1	(3) F299	(3) F299	(3) F299	
06E (数量) 回路 2	(3) F299	(3) F299	(3) F299	
启动类型	直接启动 (XL)			
压缩机注油量 (L)	9.0	9.0	9.0	
负荷控制分级	5	5	5	
最小分级负荷 (%)	33	33	33	
室外盘管	铜管铝翅片			
排数…肋间距 (mm)	3…1.69	3…1.69	3…1.69	
迎风面积 (m²)	22.9	22.9	22.9	

续表

型号 30AQA		240		480				
室外风扇		带护罩轴流风扇, 直接驱动						
数量...直径 (mm)		305~762		305~762		305~762		
总流量 (L/s)		60, 000		60, 000		60, 000		
数量...电机输出 (kW)		12...0.9		12...0.9		12...0.9		
水换热器		直接蒸发, 壳管式						
制冷剂回路数		2		2		2		
水容量 (L)		178		178		178		
最大工作压力		制冷剂侧 2.75MPa 水侧 0.98MPa						
水的接管 (进和出)		6"法兰		6"法兰		6"法兰		
放气管 (阴螺纹)		1/2"		1/2"		1/2"		
放水管 (阴螺纹)		1"		1"		1"		
尺寸 (mm)	长 宽 高	5, 750		5, 750		5, 750		12, 100
		2, 150		2, 150		2, 150		2, 150
		2, 400		2, 400		2, 400		2, 400

30AQA 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组变工况制冷性能表

表 2.3-118

30AQA 系列	OAT (°C)	冷冻水出水温度 (°C)									
		5		7		9		12		15	
		CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW	CAP	kW
240	25	650	179	688	185	728	191	790	200	819	204
	30	617	190	655	196	692	203	752	212	775	217
	35	583	201	620	207	657	213	712	224	733	229
	40	548	210	584	218	619	225	669	237	689	240
	43	528	216	562	224	596	231	643	243	661	248
480	25	1, 300	358	1, 376	370	1, 456	382	1, 580	400	1, 638	408
	30	1, 234	380	1, 310	392	1, 384	406	1, 504	424	1, 550	434
	35	1, 166	402	1, 240	414	1, 314	426	1, 424	448	1, 466	458
	40	1, 096	420	1, 168	436	1, 238	450	1, 338	474	1, 378	480
	43	1, 056	432	1, 124	448	1, 192	462	1, 286	486	1, 322	496

30AQA 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组变工况制热性能表

表 2.3-119

30AQA 系列	室外 气温 (°C)	热水出水温度 (°C)									
		35		40		45		50		55	
		冷量或 热量	机组输入 功率 (kW)	冷量或 热量	机组输入 功率 (kW)	冷量或 热量	机组输入 功率 (kW)	冷量或 热量	机组输入 功率 (kW)	冷量或 热量	机组输入 功率 (kW)
240	15	857	199	845	211	832	224	818	236	797	248
	7	703	180	692	190	680	200	667	210	654	219
	4	645	172	634	182	623	190	613	199	597	207
	0	574	163	564	171	555	178	539	186	526	192
	-5	495	151	485	157	472	163	462	169	449	174
	-10	497	140	417	145	406	149	396	153	383	156
	-15	368	129	357	132	346	135	—	—	—	—

续表

30AQA 系列	室外 气温 (°C)	热水出水温度(°C)									
		35		40		45		50		55	
		冷量或 热量	机组输 入功率 (kW)	冷量或 热量	机组输 入功率 (kW)	冷量或 热量	机组输 入功率 (kW)	冷量或 热量	机组输 入功率 (kW)	冷量或 热量	机组输 入功率 (kW)
480	15	1,714	398	1,690	422	1,664	448	1,636	472	1,594	496
	7	1,406	360	1,384	380	1,360	400	1,334	420	1,308	438
	4	1,290	344	1,268	364	1,246	380	1,226	398	1,194	414
	0	1,148	326	1,128	342	1,110	356	1,078	372	1,052	384
	-5	990	302	970	314	944	326	924	338	898	348
	-10	854	280	834	290	812	298	792	306	766	312
	-15	736	258	714	264	692	270	—	—	—	—

注: 1. 所有标定是基于

- 制冷剂 R-22
- 水侧污垢系数为 0.086m²·°C/kW
- 冷水流量为 30.0L/s

2. 供热量的标定是根据进入室外盘管的空气相对湿度为 85%。在相对湿度低于 85% 时, 供热量有一点降低。

3. 水温升可用下式计算,

$$\text{温升} (°C) = \frac{\text{容量} (kW)}{4.187 \times \text{水流量} (L/s)}$$

4. 容量随水流量有一些变化。在最大流量下, 容量比标定流量条件下的容量减小 1%。在最小流量下, 容量比标定流量条件下的容量增加 3%。

5. 供热性能数据代表瞬时容量。对总容量的修正系数为:

室外空气温度(°C)	15	7	0	-5	-10	-15
系数	1.00	1.00	0.98	0.94	0.96	0.97

30AQA 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组电气数据表 表 2.3-120

型号	机 组							压 缩 机			风 扇 电 机				
	标称电压 V-pH-Hz	电压范围 (V)	MCA (A)	MFA (A)	RFA (A)	ICF (A)	型号× no.	RLA (ea) (A)	LRA (ea) (A)	MTA (ea) (A)	风扇数	电压	相	FLA (ea) (A)	输出 (ea) (kW)
30AQA240 30AQA480 机组(A)和(B)	380-3-50	342-418	525	600	500	733	06EF299 ×6	79	307	118	12	380	3	2.6	0.9

注: FLA—全负荷电流(风扇电机);

ICF—在启动期间最大瞬时电流(在启动顺序中启动压缩机的 LRA 加上所有运转压缩机的总 RLA 加上所有运转风扇机的总 FLA 是最大的点);

LRA—堵转电流;

MCA—最小配线电流;

MFA—最大熔断电流;

MTA—必须跳闸电流(回路断路器);

Pb—相;

RFA—推荐的熔断电流;

RLA—额定负载(压缩机)。

供电注意事项:

1. 所有机组有唯一的接电点, 以简化现场电源接线。主电源必须由一现场提供的熔断器供电。

2. 到控制回路的电源必须通过一现场提供的熔断器从分开的电源供电。

3. 曲轴箱加热器已接入控制电路, 所以控制电路之电源不得被截断, 在安全保护装置启动, 或主机开/关关闭时, 加热器仍可保持加热。

4. 控制电路所需之安培数如下:

机组电源	控制电压	安培
380/3/50	220/1/50	15

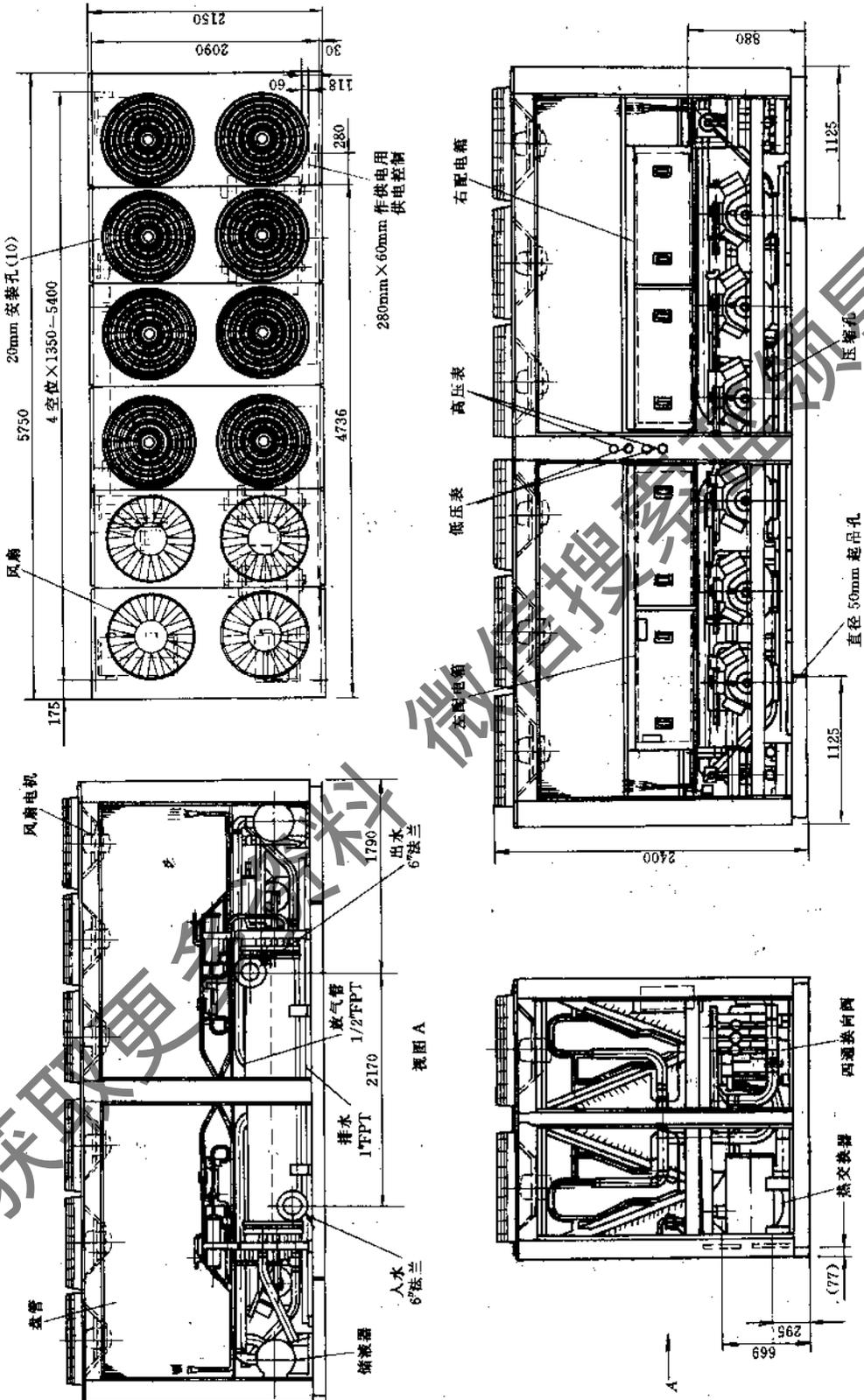


图 2.3-99 30AQA240 普通型风冷式半封闭式活塞式冷水机组外形尺寸图
注：30AQA480 机组由 2 台 30AQA240 机组组合而成。

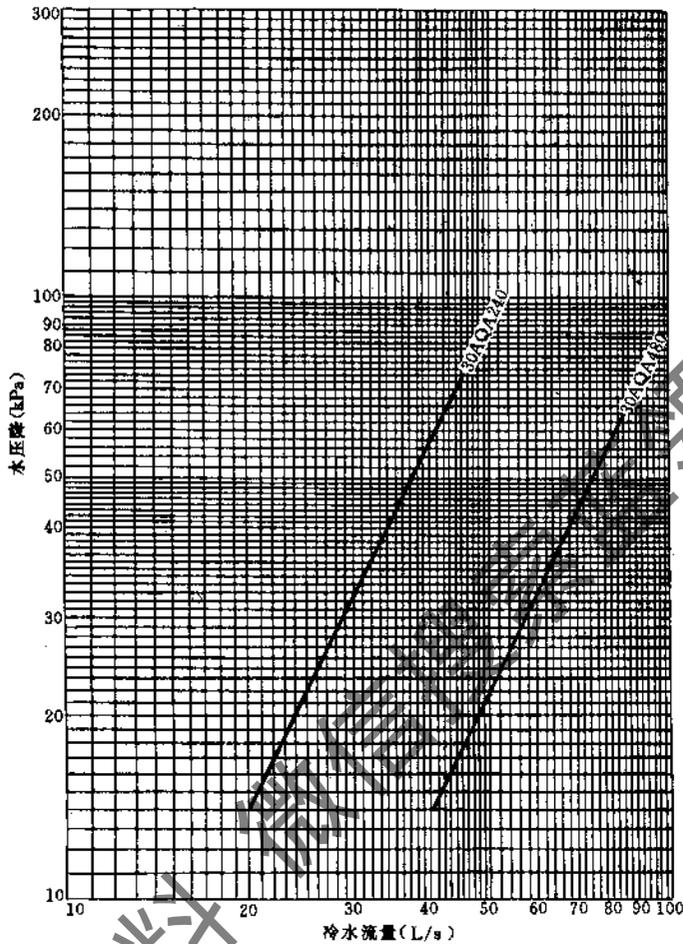


图 2.3-100 30AQA 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组冷水流量-水压降曲线图

30AQA 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组噪声数据表 dB(A)

表 2.3-121

机 组	倍 频 程 中 间 频 率							
	64	125	250	500	1000	2000	4000	8000
30AQA240	43.3	57.9	63.6	71.6	76.5	78.3	68.8	70.3
30AQA480	45.3	60.9	66.6	74.6	79.5	81.3	71.8	73.3

依据: 1. 话筒位置距机组前方 1m, 离地面高 1.5m。

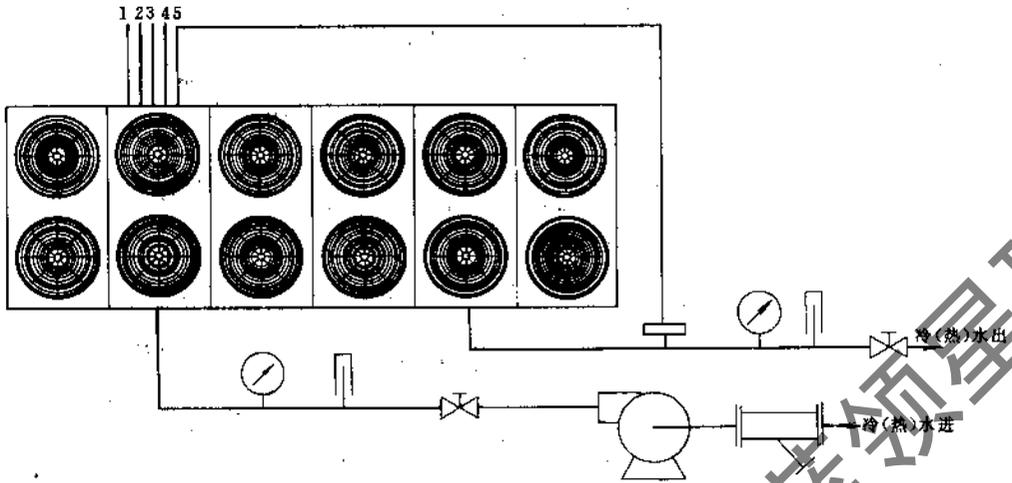
2. 声级测量的运行条件: 冷水出水温度 7℃, 室外空气温度 35℃, 机组在全负荷中运行。

30AQA 系列机组运行条件限制

表 2.3-122

型 号	30AQA240, 30AQA480(A)&(B)	
运行方式	供 冷	供 热
室外空气温度(OAT)	10 到 43℃干球	-15 到 24℃干球 18.5℃湿球
出水温度(LWT)	冷冻水 5 到 15℃	热水 35 到 55℃
水流量范围	20-45L/s	

注: 在室外空气温度为 -15℃ 时, 最高热水出水温度为 45℃。



线号	用途	
1	主电源	交流 380V 三相电源加接地线 1 根(电线电流参见机组电气数据)
2	控制电源	交流 220V 控制线 2 根
3	控制箱至远距离遥控开关	交流 24V 控制线 7 根(供用户选用的控制线,也可不用)
4	控制箱至水泵启动器连锁	交流 24V 控制线 2 根
5	控制箱至水流开关	交流 24V 控制线 2 根
符号	名称及建议规格、安装位置	
	水流开关安装在出水管上离弯头、阀门 3-5 倍管径距离处的水平直管段上,加装 1"管牙接头	
	温度计(0-100℃)范围	
	压力表安装在进水管阀门与连接法兰之间	
	阀门	
	水过滤器	

注:1. 电源线的长度为从低压配电柜到机器控制开关箱再留有一定的余量。

2. 建设单位须将全部电线电缆敷设到位并作出线头标识符号。

图 2.3-101 30AQA 系列普通型风冷式半封闭式活塞式冷热水机组典型接线和管路图

2) 无锡申达空调设备有限公司

WTF(H)系列,单机制冷量 12~240kW

单机制热量 12.4~244kW

WTF(H)系列产品选型资料目录表(无锡申达)

表 2.3-123

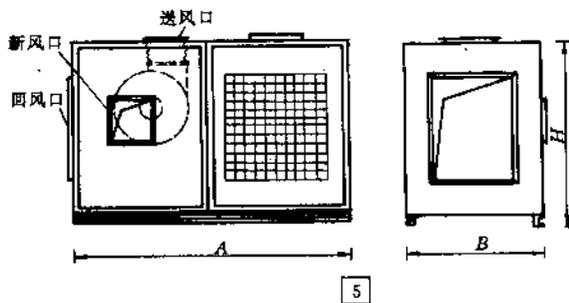
产品名称	产品型号	产品选型资料目录	图(表)号
普通型风冷式活塞式冷热水机组	WTF(H)系列	a) 机组技术性能表	表 2.3-124
		b) 机组外形尺寸图	图 2.3-102
		c) 机组电控主电路图	图 2.3-103
		d) 机组电控原理图	图 2.3-104

表 2.3-124

WTF (H) 系列普通型风冷式活塞式冷热风机组技术性能表

型号	WTF1.2	WTF2.4	WTF3.6	WTF4.8	WTF7.2	WTF9.6	WTF12	WTF16	WTF19.2	WTF24	
	WTF1.2H	WTF2.4H	WTF3.6H	WTF4.8H	WTF7.2H	WTF9.6H	WTF12H	WTF16H	WTF19.2H	WTF24H	
制冷量 (W)	12000	24000	36000	48000	72000	96000	120000	160000	192000	240000	
制热量 (W)	12400	24800	36200	48600	72400	96500	125000	165000	197000	244000	
风量 (m³/h)	2500	5000	7500	10000	15000	20000	25000	35000	40000	50000	
余压 (Pa)	190~220	200~500	220~500	320~600	350~700	500~700	500~700	500~800	500~900	600~900	
电源 三相四线 380V 50Hz											
整机功率 (kW)	4.7	10.5	15.2	21.5	32.0	44.8	47.0	63.0	89.6	105.0	
进口全封闭、半封闭											
压缩机	R-22										
制冷剂	膨胀网										
控制形式	高效铜管铝片换热器										
注入量 (kg)	3.8	7.6	11.4	16.5	24.2	32.5	38	50	65	78	
蒸发器	高效铜管铝片换热器										
冷凝器	高效离心式送风机										
四通换向阀											
送风系统	类型	送风系统									
送风系统	风量 (m³/h)	2500	5000	7500	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000
	功率 (kW)	0.45	0.90	1.50	3.00	3.80	6.00	8.00	9.00	12.00	15.00
加热系统	冷热处理装置	电片电热式									
加热系统	形式	电片电热式									
	功率 (kW)	2.4	4.8	7.2	9.6	14.4	19.2	24	28.8	38.4	48

注: 1. 空调机制冷量标定工况: 回风干球温度 27°C, 湿球温度 19.5°C, 冷凝器进风干球温度 35°C, 湿球温度 24°C。
2. 无 H 为制冷型, H 为热泵型。



尺寸表

(mm)

型号	1.2	2.4	3.6	4.8	7.2	9.6	12	14.4	16	19.2	24
长度 A											
宽度 B	1100	1280	1280	1280	1560	1660	1800	1950	2250	2250	2800
高度 H	1200	1440	1440	1440	1550	1750	1900	2000	2200	2200	2400
风量(m ³ /h)	2500	5000	7500	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	5000

图 2.3-102 WTF(H)系列普通型风冷式活塞式冷热风机组外形尺寸图

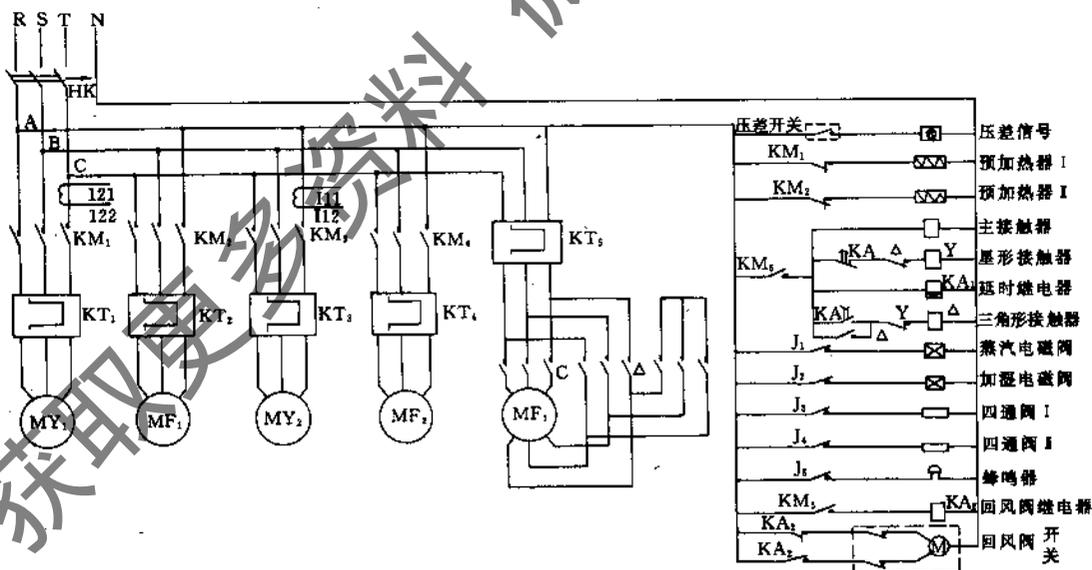


图 2.3-103 WTF(H)系列普通型风冷式活塞式冷热风机组电控主电路图

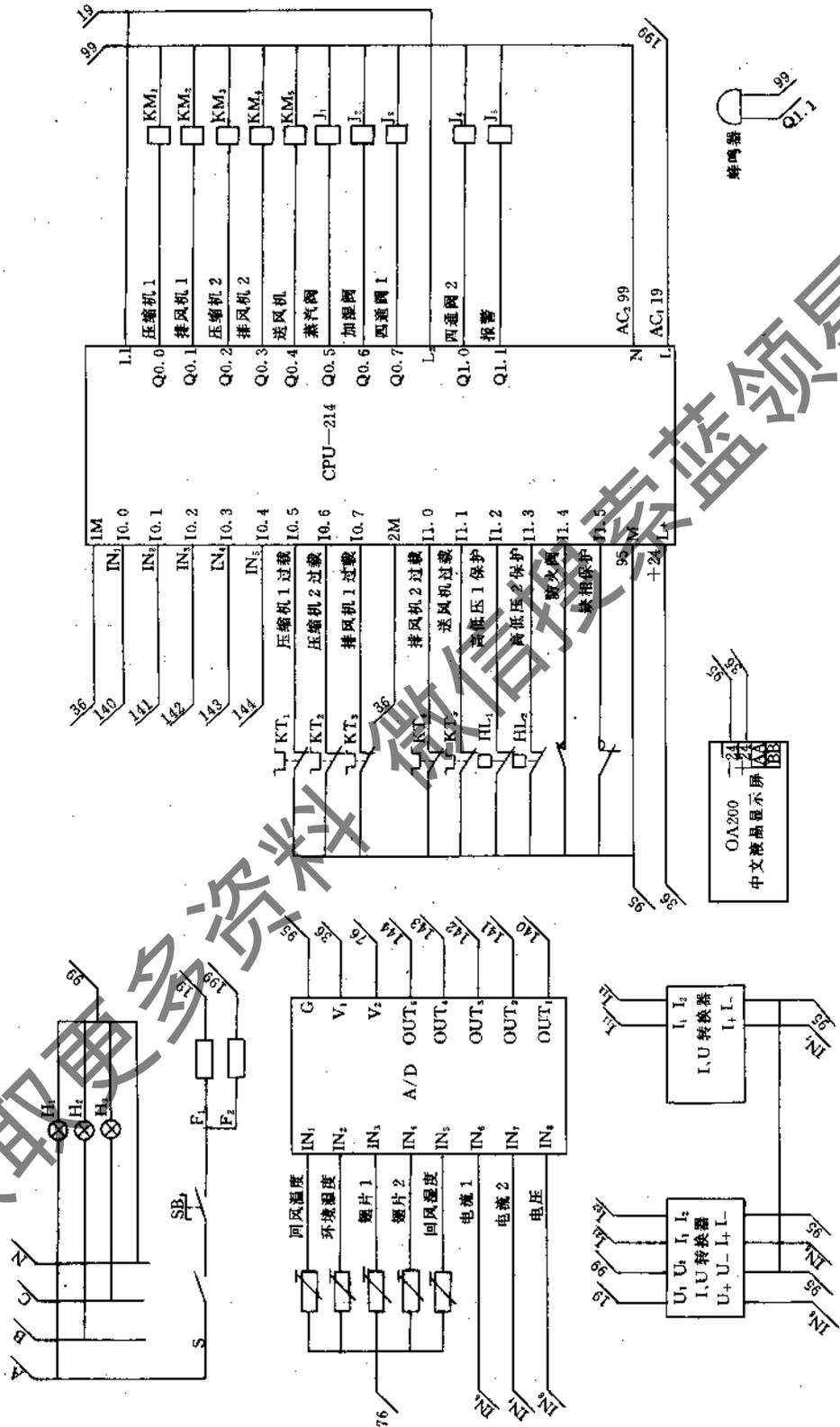


图 2.3-104 WTF (H) 系列普通型风冷式活塞式冷热风机组电控原理图

3. 部分生产厂家的模块化风冷式活塞式冷热水机组产品选型资料介绍

(1) 模块化风冷式活塞式冷热水机组部分生产厂家(见表 2.3-125)

中央空调用模块化风冷式活塞式冷热水机组

表 2.3-125

序号	生产厂家(公司)名称	产品型号	主要规格	生产厂家(公司)地址
1)	无锡申达空调设备有限公司	LSQRF60M~LSQRF600M 系列(全封闭式)	单机冷量: 61~610.5kW 单机热量: 67~617.5kW 制冷剂: R22	无锡市西漳锡澄南路 208 号
2)	重庆通用工业(集团)有限责任公司	LSRQFM-55~LSRQFM-660 系列(全封闭式)	单机冷量: 55~660kW 单机热量: 58~696kW 制冷剂: R22	重庆市江北区玉带山 1 号
3)	捷丰集团	RCA115H 单元模块系列(全封闭式) RCA115C 单元模块系列(单冷、全封闭式)	单机冷量: 110~770kW 单机热量: 103~721kW 制冷剂: R22	广州市建设六马路 33 号 宜安广场 19 楼 1905—1909 室
4)	广东省吉荣空调设备公司	LRSF96M 单元模块系列(半封闭式) LSF96M 单元模块系列(单冷、半封闭式)	单机冷量: 96~576kW 单机热量: 102.2~613.2kW 制冷剂: R22	广东省揭阳市榕城区

(2) 国内部分生产厂家的模块化风冷式活塞式冷热水机组产品选型资料

1) 无锡申达空调设备有限公司

LSQRFM (LSQFM) 系列, 单机制冷量 61~610.5kW

单机制热量 67~617.5kW

LSQRFM (LSQFM) 系列产品选型资料目录表(无锡申达)

表 2.3-126

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号	本书页次
模块化风冷式全封闭式活塞式冷热水机组	LSQRFM (LSQFM) 系列	a)	机组技术性能表	表 2.3-127	
		b)	机组变工况制冷性能表	表 2.3-128	
		c)	机组变工况制热性能表	表 2.3-129	
		d)	机组电源、电气数据表	表 2.3-130 至 表 2.3-132	
		e)	机组外形尺寸图	图 2.3-105	
		f)	机组电配线图	图 2.3-106	
		g)	机组接线和管路图	图 2.3-107	

LSQRFM (LSQFM) 系列模块化风冷式全封闭式活塞式

冷热水机组技术性能表

表 2.3-127

型号	LSQFM	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
	项目	LSQRFM	60	120	180	240	300	360	420	480	540
制冷量	kW	61.05	122.10	183.15	244.20	305.25	366.30	427.35	488.40	549.05	610.50
	kcal/h	52500	105000	157050	210000	262050	315000	367050	420000	472050	525000

续表

型号	LSQFM	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	
	LSQRFM	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	
项目	制热量	kW	67.15	134.30	201.45	268.60	335.75	402.90	470.05	537.20	604.35	671.50
		kcal/h	57075	115050	173025	231000	288075	346050	404025	462000	519075	577050
机组总功率	kW	21.10	42.20	63.30	84.40	105.50	126.60	147.70	168.80	189.90	211.00	
运转电流	A	45	90	135	180	225	270	315	360	405	450	
压缩机	型式	进口全封闭压缩机										
	功率/kW	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	
空气侧热交换器	铜管铝片高性能翅片											
制冷剂流量控制	膨胀阀											
制冷剂	种类	R22										
	充入量/kg	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	
风机	型式	大叶片低噪音声轴流式										
	电机功率/kW	2×0.75	4×0.75	6×0.75	8×0.75	10×0.75	12×0.75	14×0.75	16×0.75	18×0.75	20×0.75	
水侧热交换器	钎焊板式换热器											
最大工作压力	制冷剂侧(MPa)	2.99										
	水侧(MPa)	2.00										
水压降(MPa)	<0.05											
污垢系数(m ² ·K/kW)	蒸发器 0.09											
总流量	m ³ /h	10.5	21.0	31.5	42.0	52.5	63.0	73.5	84.0	94.5	105.5	
控制运转	运转开关	手动或遥控										
	温度控制	微电脑自动控制										
	指示	运行状态显示,异常状态显示										
安全装置	温度开关,延时继电器,高低压开关,防冻结开关,过电流保护开关,压缩机过热保护开关。											
冷暖切换装置	四通换向阀											
冷热水配管	Φ(mm)	80	80	100	125	125	125	125	125	150	150	
电源	三相四线,380V 50Hz											
整机重量(kg)		980	1960	2940	3920	4900	5880	6860	7840	8820	9800	
运行重量(kg)		1030	2060	3090	4120	5150	6180	7210	8240	9270	10300	
外形尺寸	宽 A	1000	2000	3000	400	5000	6000	7000	8000	9000	10000	
	深 B	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	
	高 C	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	
噪声	dB	<68										
辅助加热	用户选配											
功率(kW)		12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	
环境温度	-8℃~43℃											

注:制冷量工况为:冷水进口温度 12℃,出口温度 7℃,室外温度 35℃,制热量工况为:热水进口温度 40℃,出口温度 45℃,室外干球温度 7℃,湿球温度 6℃。本表格内参数如因设计变更,恕不另行通知,敬请原谅。

LSQRFM(LSQFM)系列模块化风冷式全封闭式活塞式冷
热水机组变工况制冷性能修正系数

表 2.3-128

		制 冷 量										
		冷冻水出水温度(℃)										
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
环境 温度 (℃)	25	1.070	1.105	1.140	1.170	1.200	1.237	1.273	1.310	1.343	1.377	1.410
	30	1.000	1.035	1.070	1.100	1.130	1.163	1.197	1.230	1.260	1.290	1.320
	35	0.940	0.970	1.000	1.030	1.060	1.090	1.120	1.150	1.177	1.203	1.230
	40	0.870	0.901	0.930	0.955	0.980	1.010	1.040	1.070	1.093	1.117	1.140
	45	0.810	0.835	0.860	0.885	0.910	0.937	0.963	0.990	1.013	1.036	1.060

LSQRFM 系列模块化风冷式全封闭式活塞式冷
水机组变工况制热性能修正系数

表 2.3-129

		制 热 量				
		热水出水温度(℃)				
		30	35	40	45	50
环境 温度 (℃)	15	1.230	1.210	1.200	1.190	1.170
	7	1.030	1.020	1.010	1.000	0.980
	4	0.980	0.960	0.950	0.930	0.920
	0	0.890	0.880	0.870	0.850	0.840
	-5	0.810	0.790	0.770	0.750	0.740
	-10	0.730	0.710	0.690	0.680	0.650
	-15	0.660	0.640	0.620	0.600	0.570

注:用此系数换算出的机组制热量为每小时实际制热量。

LSQRFM(LSQFM)系列机组电源数据

表 2.3-130

标准电压	三相四线、380V~50Hz
用户电网 电压范围	342~418V
相电压不平衡率	<2.5%

LSQRFM(LSQFM)系列机组压缩机电流表

表 2.3-131

最大额定电流(MRC)	21.4A
堵转电流(LRA)	113A

LSQRFM(LSQFM)系列机组电气数据表

表 2.3-132

型号	LSQF M	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
	LSQRF M	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
机组总功率(kW)		21.10	42.20	63.30	84.40	105.50	126.60	147.70	168.80	189.90	211.00
运转电流(A)		45	90	135	180	225	270	315	360	405	450

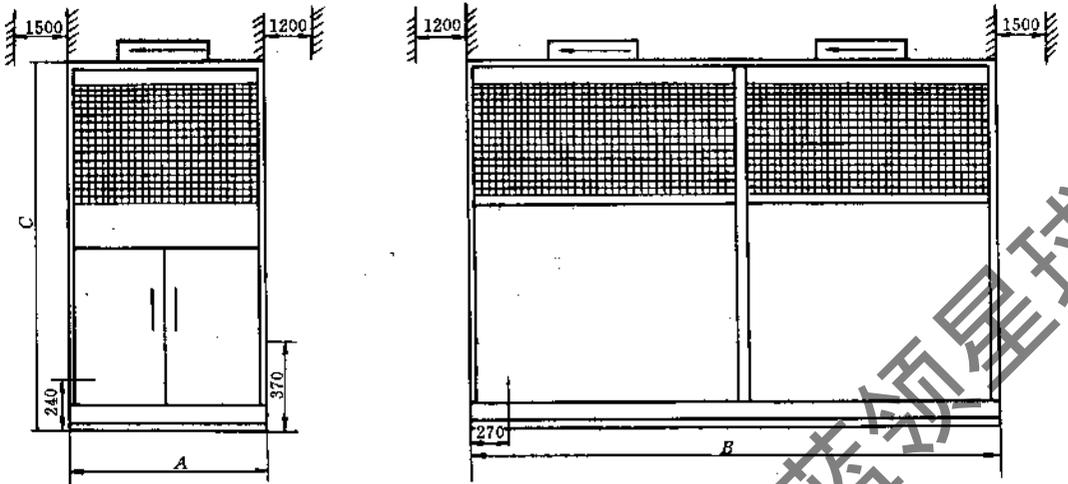


图 2.3-105 LSQRFM(LSQFM)系列模块化风冷式全封闭式活塞式冷热水机组外形尺寸图
注:尺寸 A、B、C 见表 2.3-117。

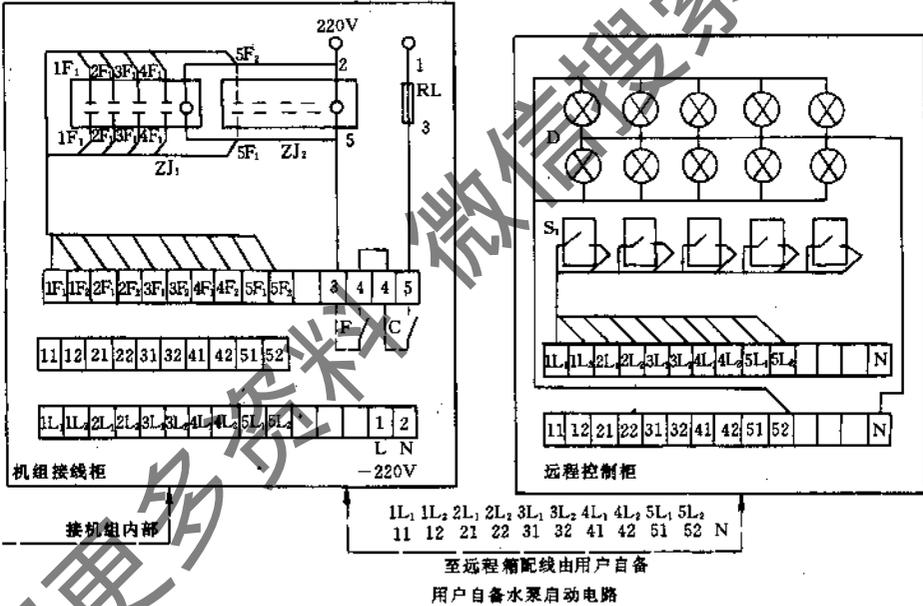


图 2.3-106 LSQRFM(LSQFM)系列模块化风冷式全封闭式活塞式冷热水机组电气配线图

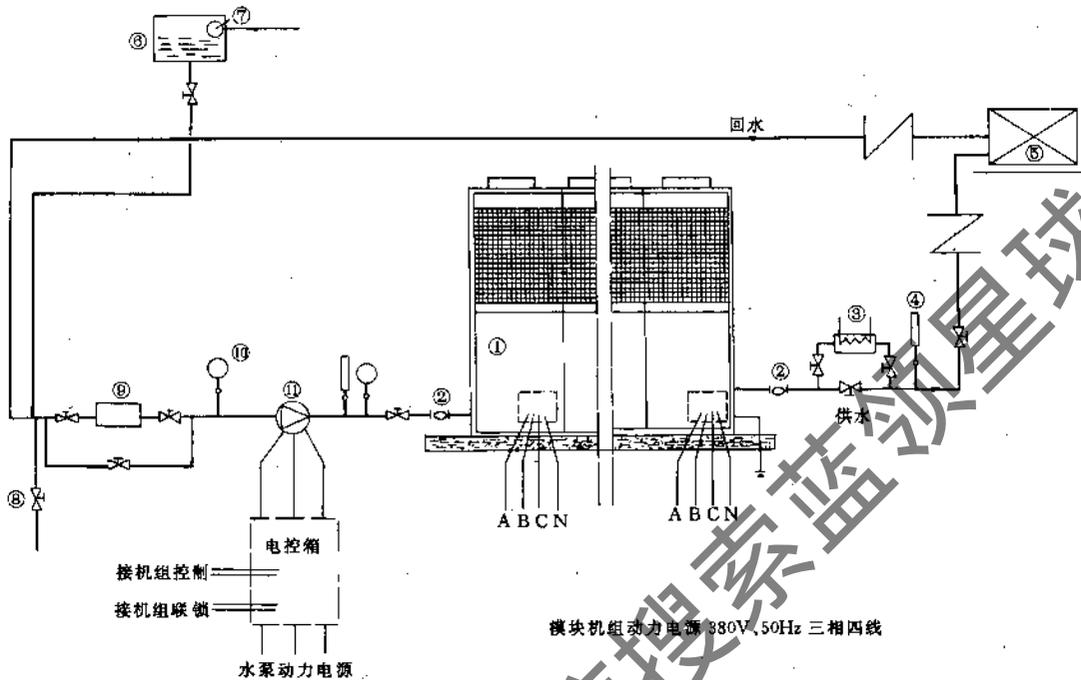


图 2.3-107 LSQRFM (LSQFM) 系列模块化风冷式全封闭式活塞式冷热水机组接线和管路图

1—主机; 2—防振软管; 3—辅助加热; 4—温度计; 5—风机盘管; 6—膨胀水箱; 7—浮球阀; 8—排水阀; 9—过滤器; 10—压力计; 11—水泵

2) 重庆通用工业(集团)有限责任公司

LSRQFM (LSQFM) 系列, 单机制冷量 55~660kW

单机制热量 58~696kW

LSRQFM (LSQFM) 系列产品选型资料目录表(重庆通用)

表 2.3-133

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号
模块化风冷式全封闭式活塞式冷热水机组	LSRQFM (LSQFM) 系列	a)	机组技术性能表	表 2.3-134
		b)	单元模块 A 和 B 外形尺寸图	图 2.3-108
		c)	55 型机组变工况制冷性能表	表 2.3-135
		d)	55 型机组变工况制热性能表	表 2.3-136
		e)	单元模块 A 冷水水量-水头损失曲线图	图 2.3-108
		f)	机组最大工作电流表	表 2.3-137
		g)	机组电源接线位置表	表 2.3-138

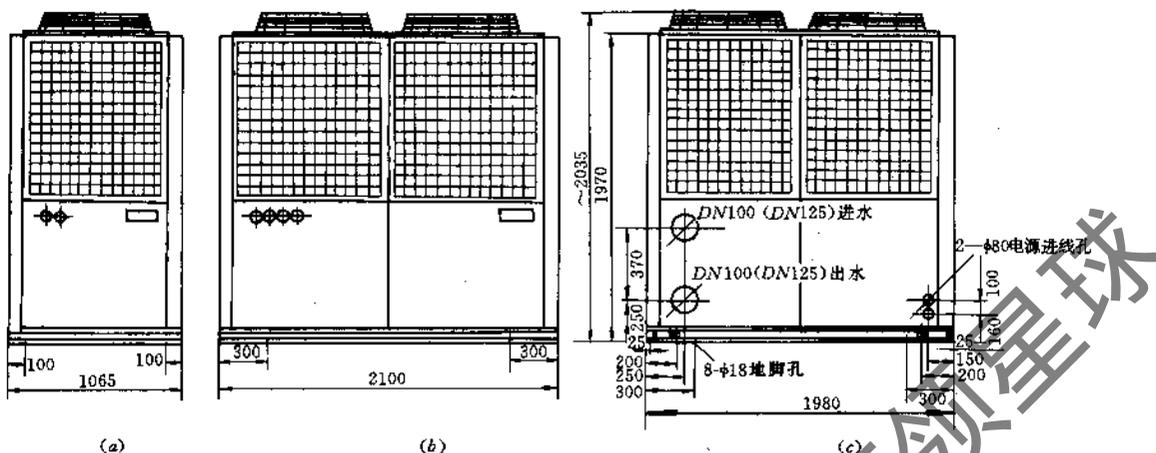


图 2.3-108 LSRQFM(LSQFM)系列模块化风冷式全封闭式活塞式冷热水机组单元模块 A 和 B 的外形尺寸图

(a)模块 A 正面;(b)模块 B 正面;(c)模块 A、B 侧面

LSRQFM(LSQFM)系列模块化风冷式全封闭式活塞式冷热水机组技术性能表

表 2.3-134

型 号		LS(R) QFM -55	LS(R) QFM -110	LS(R) QFM -165	LS(R) QFM -220	LS(R) QFM -275	LS(R) QFM -330	LS(R) QFM -385	LS(R) QFM -440	LS(R) -495	LS(R) QFM -550	LS(R) QFM -605	LS(R) QFM -660	
使用电制	主回路/控制回路	3N~50Hz 380V/~50Hz 220V												
名义制冷量	kW	55	110	165	220	275	330	385	440	495	550	605	660	
	×10 ³ kcal/h	47.3	94.6	141.9	189.2	236.5	283.8	331.1	378.4	425.7	473	520.3	567.6	
名义制热量	kW	58	116	174	232	290	348	406	464	522	580	638	696	
	×10 ³ kcal/h	49.88	99.76	149.64	199.52	249.4	299.28	349.46	399.04	448.92	498.8	548.68	600.28	
制冷工质		R22												
安全保护		高, 低压, 失压, 断水, 断路, 缺相, 过载, 欠电压, 防冻, 压缩内埋温度保护												
运行方式		自动												
模块组合		A	B	A+B	2B	A+2B	3B	A+3B	4B	A+4B	5B	A+5B	6B	
压缩机	型式	进口全封闭												
	数 量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	输入功率	kW	17	34	51	68	85	102	119	136	153	170	187	204
	油充注量	L	7.6	15.2	22.8	30.4	38	45.6	53.2	60.8	68.4	76	83.6	91.2
	出水温度	°C	5~15 (LSQFM); 5~15 (制冷), 35~50 (采暖) (LSROFM)											
板式换热器	额定水流量	m ³ /h	9.5	19	28.5	38	47.5	57	66.5	76	85.5	95	104.5	114
	水头损失	MPa	<0.06											
	最高承压	MPa	3.0											
	进出水管径	DN	100						125					
翅片式换热器	风机型式	轴流式												
	功 率	kW	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0
	总风量	m ³ /h	24950	49990	74850	99800	124750	149700	174650	199600	224550	249500	274450	299300

续表

型 号		LS(R)												
		QFM												
		-55	-110	-165	-220	-275	-330	-385	-440	-495	-550	-605	-660	
外形尺寸	高	mm											2035	
	宽	mm											1980	
	长	mm	1065	2100	3165	4200	5265	6300	7365	8400	9465	10500	11565	12600
重 量		kg	~515	~1030	~1545	~2060	~2565	~3090	~3605	~4120	~4635	~5150	~5665	~6180

- 注: 1. 型号中带 R 者为热泵型, 无 R 者为单冷型。
 2. 名义制冷量系指冷水入口温度 12℃, 出口温度 7℃, 空气侧入口干球温度 35℃ 时的制冷量。
 3. 名义制热量系指热水入口温度 40℃, 出口温度 45℃, 空气侧入口温度干球温度 7℃ 的制热量。
 4. 机组功率中不包括水泵电机。

LSRQFM (LSQFM) 系列模块化风冷式全封闭式活塞式冷热水机组模块 A (LSRQFM55) 变工况制冷性能表 表 2.3-135

室外进风温度 (℃)	冷水出水温度 (℃)									
	5		7		9		12		15	
	冷量 (kW)	功耗 (kW)	冷量 (kW)	功耗 (kW)	冷量 (kW)	功耗 (kW)	冷量 (kW)	功耗 (kW)	冷量 (kW)	功耗 (kW)
25	58.1	17.1	62.8	17.6	66.4	18.1	78.2	18.9	79.7	19.5
30	54.2	17.8	58.3	18.4	62.4	19.0	69.0	19.9	74.1	20.8
35	51.2	18.5	55.0	19.1	59.1	19.8	65.1	20.9	69.7	21.8
40	46.7	19.8	50.6	19.8	54.2	20.6	60.2	21.9	64.3	22.9

LSRQFM (LSQFM) 系列模块化风冷式全封闭式活塞式冷热水机组模块 A 变工况制热性能表 表 2.3-136

室外进风温度 (℃)	出水温度 (℃)							
	35		40		45		50	
	冷量 (kW)	功耗 (kW)	冷量 (kW)	功耗 (kW)	冷量 (kW)	功耗 (kW)	冷量 (kW)	功耗 (kW)
15	76.4	17.2	74.9	18.4	73.2	18.8	71.0	20.1
7	61.2	15.9	59.5	17.0	58.0	17.8	56.0	18.4
4	52.0	15.5	50.5	16.5	49.2	17.0	47.5	17.6
0	47.7	15.1	46.3	15.8	45.2	16.5	40.9	16.9
-5	39.7	14.3	38.5	14.7	37.6	15.3	36.3	15.7
-10	34.2	13.2	32.0	13.7	31.5	14.1	30.2	14.5

注: 其它模块化机组的冷量、瞬时热量、功耗, 只要将其机组的名义制冷量除以 55 所得倍数再乘以上表格中相应数据即可。

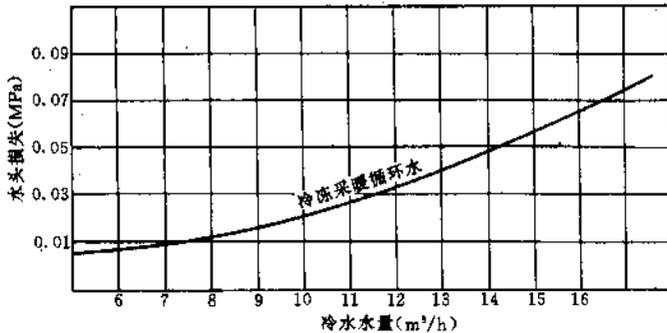


图 2.3-109 LSRQFM (LSQFM) 55 型 (模块 A) 及机组冷水流量—水头损失曲线图

LSRQFM (LSQFM) 系列模块化风冷式全封闭式活塞式

冷热水机组最大工作电流表

表 2.3-137

模块型号、数量	最大工作电流	组合型号、数量	最大工作电流
LS(R)QFM55-1	40.5A	LS(R)QFM110-1	81A
LS(R)QFM110-1 LS(R)QFM55-1	121.6A	LS(R)QFM110-2	162A
LS(R)QFM110-2 LS(R)QFM55-1	202.5A	LS(R)QFM110-3	243A
LS(R)QFM110-3 LS(R)QFM55-1	283.5A	LS(R)QFM110-4	324A
LS(R)QFM110-4 LS(R)QFM55-1	364.5A	LS(R)QFM110-5	405A
LS(R)QFM110-5 LS(R)QFM55-1	445.5A	LS(R)QFM110-6	486A

注: 1. 供电电压: $380 \pm 10\%$ V, 三相 50Hz。堵转电流: 208A。

2. 单台压缩机额定电流: 36.5A。

3. 风机电流: LSRQFM55; 4.0A; LSRQFM110; 8.0A。

4. 最大工作电流: LSRQFM55; 40.5A; LSRQFM110; 81A。

LSRQFM (LSQFM) 系列模块化风冷式全封闭式活塞式

冷热水机组电源接线位置表

表 2.3-138

机组型号	压缩机台数	接线位置	接线方式
LS(R)QFM	1,2	模块机组电控箱	与电源接线板连接
LS(R)QFM165~ LS(R)QFM220	3,4	模块机组 1 号机 3 号机电控箱	两副电源线分别与两个电控箱中接线板连接,最大可接 35mm ² 导线
LS(R)QFM275~ LS(R)QFM330	5,6	1 个配电箱 1 副电源	与电源接线板连接每相最大可连接 1 根 150mm ² 线缆
LS(R)QFM385~ LS(R)QFM660	7,12	1 个配电箱 2 副独立电源	与电源接线板连接,每相最大可连接 1 根 150mm ² 线缆

2.4 螺杆式冷(热)水机组的选用特点

用于中央空调系统的螺杆式冷水机组和螺杆式冷热水(或称热泵)机组,其系统循环属于蒸气压缩式制冷循环。其中制冷剂蒸气(R22或R717)的压缩过程由螺杆式制冷压缩机完成。

螺杆式制冷压缩机属于工作容积作回转运动的容积式压缩机(区别于工作容积作往复运动的活塞式压缩机)。

1963年荷兰一家肉类冷藏库首先使用世界上第一台双螺杆式制冷压缩机以来,至今仍广泛用于冷冻工业和中央空调系统之中。70年代以后,法国、英国、美国、日本、荷兰等国开发和新型的单螺杆式制冷压缩机,其结构大为简化,极大地提高了运行可靠性。

我国用于中央空调系统主要是双螺杆式制冷压缩机产品。按压缩机的密封结构型式分为开启式、半封闭式和全封闭式;按冷凝器冷却方式分为水冷式和风冷式(空气强制冷却);按空调功能分为单冷型和热泵型;按采用制冷剂不同分为R717(氨)和R22两种。

目前,中央空调采暖系统中采用的螺杆式冷(热)水机组,是由双螺杆式制冷压缩机(开启式和半封闭式)、冷凝器(水冷式和风冷式)、蒸发器(干式壳管式和满液式壳管式)、热力膨胀阀、油分离器、油冷却器、干燥过滤器、油泵、感温元件及能量调节机构、安全防护装置及电控系统等,组成一个完整的制冷装置,共用底座。

有关螺杆式冷(热)水机组的循环原理、分类等已在2.1节中简要介绍;构成螺杆式冷(热)水机组的冷凝器、蒸发器、热力膨胀阀、油分离器、干燥过滤器等部件已在2.3.1节中详细介绍,本节中不再赘述。

为便于产品选型需要,本节将具体结合生产厂家的产品型式、规格、技术性能和结构特点予以介绍。

2.4.1 中央空调用螺杆式制冷压缩机的基本特性

1. 中央空调用螺杆式制冷压缩机与活塞式制冷压缩机两种机型及使用特点比较(见表2.4-1)

中央空调用螺杆式制冷压缩机与活塞式制冷
压缩机两种机型及使用特点比较

表 2.4-1

压缩机型式		螺杆式制冷压缩机	活塞式制冷压缩机
比较项目			
1)	制冷循环类别	蒸气压缩式制冷循环	蒸气压缩式制冷循环
2)	压缩原理	回转容积式	往复容积式
3)	驱动能源	电 力	电 力
4)	采用制冷剂	R22、R717、R134a	R22、R717
5)	单机制冷量范围(kW)	≤ 2736	< 580
6)	最大单位输入功率制冷量(kW/kW)	4.0	3.4 (模块化达3.6)
7)	最大单级压缩比	20	10
8)	转动件转速范围(r/min)	阳转子: ≥ 2960	曲轴: ≤ 1800
9)	最高容积效率(输气系数 λ)	0.92	0.80

续表

比较项目		压缩机型式	螺杆式制冷压缩机	活塞式制冷压缩机
		方 式	滑阀机构	改变工作气缸数
10)	能量调节	范 围	(15~100)%无级调节	33%、66%、100%分档调节
		部分负荷特性	60%以下, COP下降快	更 差
11)	转子轴径 (mm)		100、125、160、200、250	
12)	转子材料		35 钢、45 钢、40Cr 钢、球墨铸铁 QT600-3 (阳转子)	QT500-7、40 钢、45 钢 (曲轴)
13)	主要件啮合间隙 (mm)		0.005~0.008 (阴阳转子间)	(0.0015~0.0035) D D 为气缸直径 (活塞与气缸间)
14)	易损件数量比较		$\frac{1}{6} \sim \frac{1}{10}$	1
15)	主要加工设备		螺杆转子专用精密铣床及检测机床	普通机床
16)	加工成本		较 高	较 低
17)	机组振动振幅值比较		1/5	1
18)	机组噪声		在冷水机组中较高	在冷水机组中较高
19)	对湿冲程反应		允许少量制冷剂液滴入缸内, 无液击危险	反应敏感, 不允许缸内带液工作
20)	油系统及耗油量		庞大、复杂, 耗油量大	较简单, 耗油量较小
21)	无故障运行周期比值		2~4	1
22)	内容积比		固定 (由滑阀调节)	不固定 (活塞位置变化)

如上表各项目比较, 螺杆式制冷压缩机在使用特点方面, 较明显的优于活塞式制冷压缩机。近年来, 用于中央空调系统的水冷式和风冷式半封闭螺杆式冷水机组以及风冷式半封闭螺杆式冷(热)水机组中, 较多地采用进口原装的半封闭式螺杆式制冷压缩机, 可靠性及使用寿命有较大提高, 但设备购置费亦较高。

2. 双螺杆式制冷压缩机的总体结构组成及作用

常用于中央空调系统的开启式、半封闭式两种类型的双螺杆式制冷压缩机结构, 除轴封、与电动机连接型式有显著区别外, 其他部件基本上相同或类似。

仅以 LG20CA 型开启式氨双螺杆式制冷压缩机为例说明其总体结构组成见图 2.4-1。

常用的双螺杆式制冷压缩机一般由阳转子(主动)、阴转子(从动)、平衡活塞、滑动轴承、向心推力球轴承、轴封、吸气端座、排气端座、滑阀、油活塞、卸荷油缸、机体、联

轴器等零部件组成。电动机通过联轴器与阳转子连接,并由阳转子带动阴转子,互相啮合并旋向相反地同步旋转。

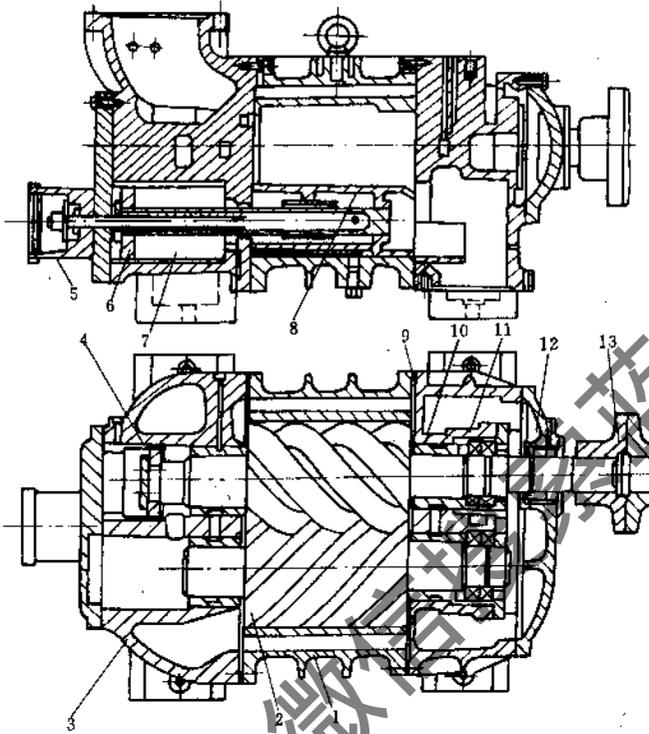


图 2.4-1 LG20CA 开启式双螺杆式制冷压缩机剖面图

- 1--机体; 2--阴、阳转子; 3--吸气端座; 4--平衡活塞; 5--能量显示器; 6--油活塞; 7--卸荷油缸;
8--滑阀; 9--排气端座; 10--滑动轴承; 11--向心推力球轴承; 12--轴封; 13--联轴器

双螺杆式制冷压缩机仅以开启式为例,介绍其主要零部件的结构特点及其作用见表 2.4-2,半封闭式、全封闭式亦类同。

开启式双螺杆式制冷压缩机主要零部件的结构特点及作用

表 2.4-2

主要零部件名称	结构特点	作用
机壳	参阅图 2.4-2	
	<p>吸气端座上部铸有吸气腔,与其内侧的轴向吸气孔口连通。轴向吸气口的位置和形状大小保证阴阳转子啮合间的基元容积最大限度地充气,并能使阴螺杆齿开始侵入阳螺杆齿槽时,基元容积与吸气孔口断开,其间的气体被压缩</p> <p>吸气端座中部有安置后主轴承的轴承座孔和油压平衡活塞座孔,下部设有能量调节用的油缸,其外侧面与吸气端盖连接</p>	<p>1) 确保压缩机吸气量及吸气畅通</p> <p>2) 确保阳、阴转子啮合开始时(压缩开始),使基元容积与吸气孔口断开</p>

续表

主要零部件名称	结构特点	作用
机 壳 2. 机体	机体内腔断面呈“∞”字形,靠吸气端有径向吸气孔口,依照螺杆的螺旋形状铸成。装配时,径向吸气孔口与吸气腔吻合连通,为扩大吸气孔口面积,机体内腔下部置有安装移动滑阀的结构,还铸有能量调节旁通口。机体的外壁铸有筋板,以提高机体的强度和刚度,加强散热作用。液压和气密试验按 ZBJ73002--87、ZBJ73030—89 标准执行	1) 支承阳、阴螺杆转子和调节滑阀机构,保持部件之间的准确配合位置 2) 形成高低压力腔、气路、油路通道和作为润滑油容器,组织制冷剂合理流动,保证压缩机润滑和冷却需要 3) 承受气体压力 4) 确保压缩机内密封,不让制冷剂泄漏或空气渗入
3. 排气端座	排气端座中部有安置阴、阳螺杆的前主轴承及推力角接触球轴承孔座,下部铸有排气腔,与其内侧的轴向排气孔口连通。轴向排气孔口的位置和形状,应使压缩机所要求的排气压力完全由内压缩达到,同时,排气孔口应使齿间容积中的压缩气体能够全部排到排气管道。轴向排气孔口面积越小,则获得的内容积比(内压力比)越大。装配时,排气端座的外侧面与排气端盖连接	1) 支承阴、阳螺杆转子的前主轴承(滑动轴承)和推力角接触球轴承座等 2) 确保排气压力完全由压缩机内压缩达到并排入排气管道
螺 杆 阴螺杆转子与阳 螺杆转子(图 2.4-3)	1) 齿形:单边不对称摆线圆弧齿形图 2.4-4 2) 阳转子与阴转子的齿数配置为 $m_1 : m_2 = 4 : 6$ 3) 扭角:阳螺杆扭角为 270°、300°,相对应,阴螺杆扭角为 180°、200° 4) 长径比:螺杆轴向长度 L 与螺杆公称直径 D_0 之比,即 $L/D_0 = 1.0 \text{ (短导程)}$ $= 1.5 \text{ (长导程)}$ 5) 螺杆外径尺寸公差等级: IT6 螺杆长度尺寸公差等级: IT8 螺杆外圆表面粗糙度: $<Ra1.6\mu m$ 螺杆型面粗糙度: $<Ra6.3\mu m$ 螺杆轴颈表面粗糙度: $<Ra0.8\mu m$ 6) 材料: 35 钢、45 钢、40Cr 钢、QT600-3	利用容积式压缩原理,制冷剂气体在阴、阳螺杆相互啮合又旋向相反的同步旋转中,完成基元容积的吸气、压缩、排气连续过程见图 2.4-5: 1) 吸气:转子对啮合旋转时,齿面彼此脱离的一侧,基元容积扩大,形成低压区,与吸气孔口连通,则吸气 2) 压缩:基元容积与吸气孔口断开转子对继续旋转,基元容积向排出方向逐渐缩小,气体压力上升,即压缩过程 3) 排气:气体被压缩到规定压力,基元容积与排气孔口连通,即排气至基元容积值为零,排气过程结束。由于基元容积中空间接触线的分隔,排气同时,基元容积在吸气端再次吸气,如此循环,完成螺杆式制冷压缩机的工作循环
轴 承 阴、阳螺杆的主轴承	主轴承四副,采用供油压力比排气压力高 0.1~0.3MPa 的压力润滑的滑动轴承,即径向支撑轴承,见图 2.4-1	阴、阳螺杆啮合旋转时,滑动轴承与轴颈间形成油膜,支撑螺杆对
阴、阳螺杆的副轴承	副轴承二副,采用角接触球轴承支撑螺杆转子,见图 2.4-1	角接触球轴承除与滑动轴承同样承受转子对径向力外,还承受一定的轴向力 阳螺杆轴向力远大于阴螺杆,故在吸气端的阳螺杆上还设有油压方向指向排气端的油压平衡活塞,见图 2.4-1 及图 2.4-6

主要零部件名称	结构特点	作用
能量调节机构 滑阀机构	滑阀左右移动,靠吸气端下部的油缸平衡活塞的移动来调节其位置 滑阀位置位于排气端,靠近排气孔的滑阀边缘开有径向排气孔口,见图2.4-6。以手动、液压传动或电动方式,使滑阀在滑阀导轨上往复运动 与螺杆外径相贴合的滑阀上部开有喷油小孔,其开口方向与气体泄漏方向相反	1) 旁通口图2.4-6;当滑阀向排气端移动时,滑阀与固定端脱离,减少了螺杆的有效工作长度,吸入气流经旁通口回流,使压缩机输气量减少,达到能量调节目的图2.4-7 2) 径向排气孔口;滑阀未移动时正常排气孔口 3) 喷油小孔;压力油经喷油管进入滑阀,经滑阀上喷油小孔以射流形式喷射到基元容积中受压缩的气体上,其作用是冷却、降噪,在机体内壁形成油膜,起密封和润滑作用

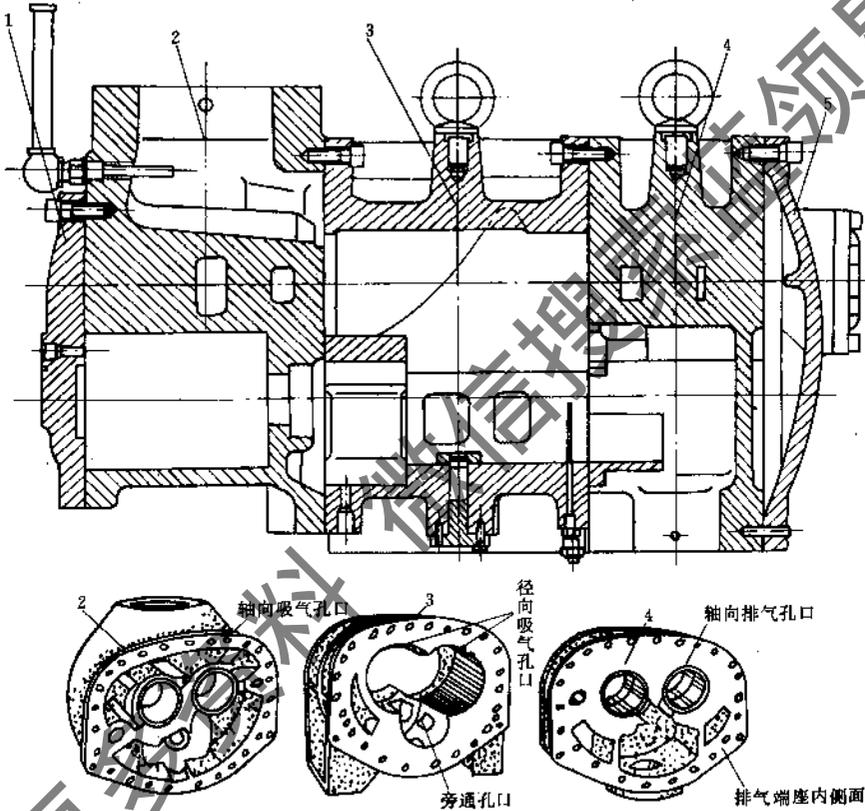


图 2.4-2 开启式双螺杆式制冷压缩机机壳部件图

1-吸气端盖; 2-吸气端座; 3-机体; 4-排气端座; 5-排气端盖

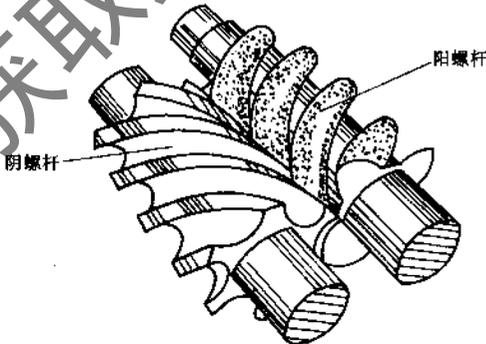


图 2.4-3 阴阳螺杆

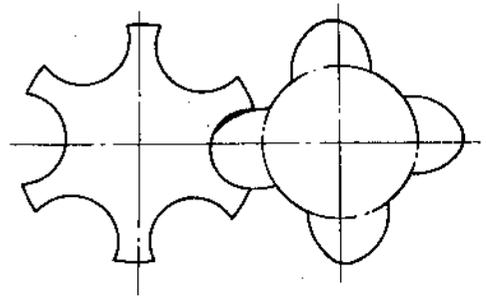


图 2.4-4 单边不对称摆线圆弧齿形

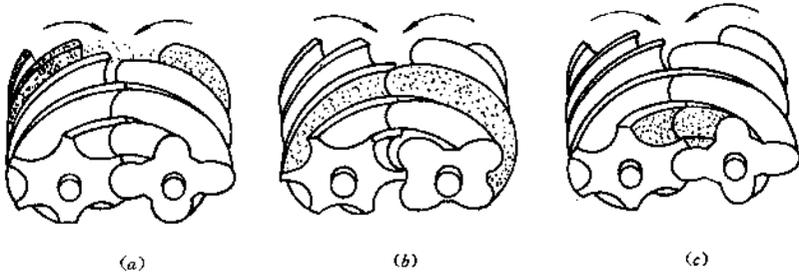


图 2.4-5 阴阳转子啮合齿间的基元容积变化过程
(a) 吸气; (b) 压缩; (c) 排气

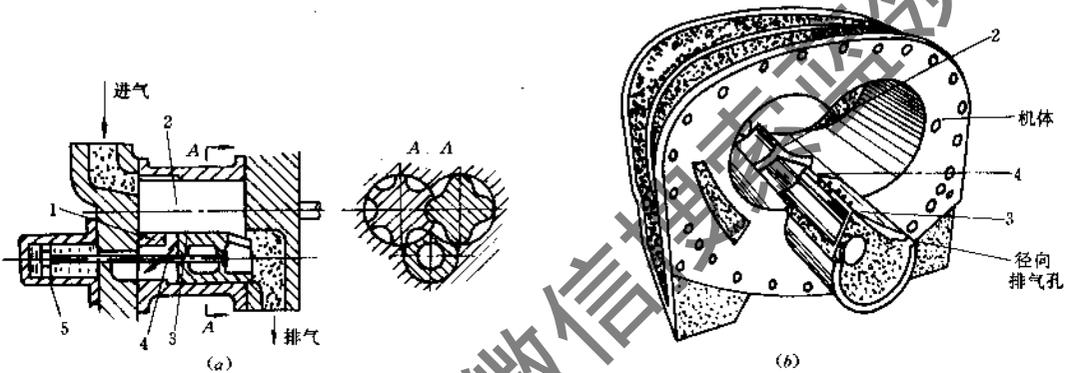


图 2.4-6 滑阀式能量调节机构

1—滑阀固定端; 2—阴阳螺杆; 3—可移动能量调节滑阀; 4—喷油小孔; 5—旁通口

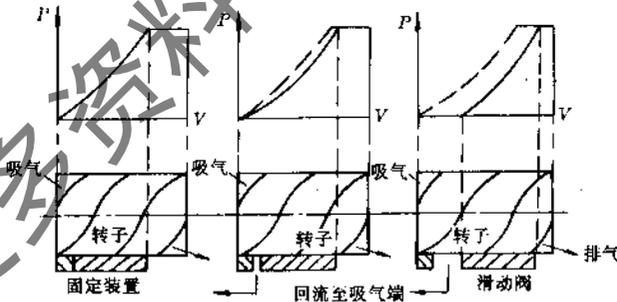


图 2.4-7 滑阀位置与负荷关系图

3. 螺杆式制冷压缩机及机组的型号表示方法

根据我国国家专业标准 ZB173080—89、机械工业部标准 JB2780—79 规定, 现归纳如下表 2.4-3 和表 2.4-4。

4. 螺杆式制冷压缩机及机组的基本参数和名义工况

在中央空调系统中采用的螺杆式制冷压缩机组工况均属高温工况(吸入压力的饱和温度为 7°C), 采用制冷剂 R22 居多。

我国国家专业标准 ZB173030—89 对喷油螺杆式单级制冷压缩机组的基本参数与工况作了相应规定, 见表 2.4-3 至表 2.4-11。

表 2.4-3

螺杆式制冷压缩机及机组的型号表示方法

型号 标准依据	标记符号含义		压缩机型式		转子参数		制冷剂		(开 启式 机组 不表 示)	功率与制冷量 (kW)		名义工况种类			改型编号													
	经济器 开启式	半封 闭式	名义 直径	转子异程			R717	R22		半封 闭式	输入 功率	开启式	高温	中温		低温												
				D (短)	C (长)	T (特长)			名义工况 制冷量																			
	J	LG	BLG	cm				A	F	—			G	Z	D	(第一次设计 不表示)	用数字 表示											
示例 1: BLG10D2 氟利昂半封闭式 双螺杆单级制冷压 缩机			BLG	10	D			A									2											
示例 2: LG20CA 氨开启式双螺杆 单级制冷压缩机		LG		20	C			A																				
示例 3: BLG16-60D 氟利昂半封闭式 双螺杆单级制冷压 缩机组			BLG	16							60				D													
示例 4: JLG12.5F-55-2 经济器氟利昂开 启式双螺杆单级制 冷压缩机	J	LG		12.5														55	—	—	—	—		—				

ZB173080—89

ZB173030—89

JB2780—79

螺杆式热泵机组的型号表示方法

表 2.4-4

型 号 标 记 示 例	标记符号含义	热泵机组型式		室内冷凝器和室外盘管热交换方式				制冷剂种类		名义工况制冷量	名义工况制热量	改型 编号
		开启式	半封 闭式	风式	蒸发式	复合式	水式	R22	半封 闭式	用数字 表示	用数字 表示	
		RBLG	RBBLG	F	Z	H	不表示	F	不表示	kW	kW	
ZB173030 —89	示例： RBBLGF200/ 150 氟利昂半封闭 式双螺杆式热 泵机组		RBBLG	F						200	150	

水冷开启式 R22 螺杆式制冷压缩机基本参数

表 2.4-5

阳转子转速 (r/min)	阳转子名 义直径 (mm)	长径比	R22					
			名义工况制冷量 Q_0 (kW)			名义工况制冷压缩 机性能系数		
			G	Z	D	G	Z	D
4400	100	1	126.35	74.250	43.640	4.647	3.567	2.029
		1.5	191.78	112.69	66.230	4.647	3.567	2.029
	125	1	254.95	149.82	88.050	4.784	3.672	2.098
		1.5	385.81	226.72	133.24	4.794	3.680	2.093
2960	125	1	166.96	98.110	57.660	4.646	3.566	2.028
		1.5	254.95	149.82	88.050	4.700	3.608	2.052
	160	1	358.74	210.81	123.89	4.791	3.678	2.092
		1.5	541.49	318.20	187.01	4.809	3.691	2.100
2360	200	1	719.73	422.94	248.57	4.837	3.713	2.112
		1.5	1085.2	637.72	374.80	4.954	3.803	2.163
	250	1	1419.2	833.94	490.12	5.001	3.842	2.186
		1.5	2163.7	1271.5	747.26	5.070	3.892	2.214
315	1	2893.5	1694.4	995.83	5.027	3.859	2.194	
	1.5	4336.5	2548.2	1497.6	5.120	3.930	2.235	

注：G—高温；Z—中温；D—低温。

水冷开启式 R717 螺杆式制冷压缩机基本参数

表 2.4-6

阳转子转速 (r/min)	阳转子名义直径 (mm)	长径比	R717			
			名义工况制冷量 Q_0 (kW)		名义工况制冷压缩 机性能系数	
			Z	D	Z	D
4400	100	1	90.570	44.600	3.790	2.132
		1.5	138.16	68.040	3.793	2.134
	125	1	181.15	89.200	3.803	2.139
		1.5	271.72	133.80	3.810	2.143
2960	125	1	118.21	58.210	3.770	2.120
		1.5	181.15	89.200	3.814	2.145
	160	1	253.30	124.73	3.797	2.136
		1.5	382.25	188.23	3.964	2.230
	200	1	508.14	250.22	3.912	2.200
		1.5	766.04	377.22	4.014	2.258
	250	1	1002.5	493.64	4.022	2.263
		1.5	1529.0	752.93	4.089	2.300
	315	1	2043.3	1006.17	4.102	2.307
		1.5	3093.4	1523.24	4.141	2.329

水冷半封闭式 R22 螺杆式制冷压缩机组的基本参数

表 2.4-7

阳转子转速 (r/min)	阳转子名义直径 (mm)	长径比	R22					
			名义工况制冷量 Q_0 (kW)			名义工况制冷压缩 机性能系数		
			G	Z	D	G	Z	D
4400	100	1	124.09	72.920	42.860	4.004	3.073	1.738
		1.5	189.52	111.37	65.450	4.038	3.099	1.573
	125	1	252.70	148.49	87.270	4.180	3.208	1.814
		1.5	381.30	224.06	131.69	4.210	3.224	1.824
2960	125	1	164.70	96.780	56.880	4.025	3.089	1.747
		1.5	250.44	147.17	86.490	4.051	3.109	1.758
	160	1	354.23	208.15	122.34	4.175	3.204	1.183
		1.5	536.98	315.55	185.45	4.205	3.227	1.826

注: 制冷压缩机性能系数中的输入功率不包括单独驱动的油泵功率。

风冷开启式 R22 螺杆式制冷压缩机的基本参数

表 2.4-8

阳转子转速 (r/min)	阳转子名义直径 (mm)	长径比	R22					
			名义工况制冷量 Q_0 (kW)			名义工况制冷压缩机性能系数		
			G	Z	D	G	Z	D
4400	100	1	113.72	51.232	30.112	2.974	2.283	1.299
		1.5	172.60	77.756	45.699	2.974	2.283	1.299
	125	1	229.46	103.38	60.755	3.062	2.350	1.343
		1.5	347.23	156.44	91.936	3.068	2.355	1.340
2960	125	1	150.26	67.696	39.785	2.973	2.282	1.298
		1.5	229.06	103.38	60.755	3.008	2.309	1.313
	160	1	222.87	145.46	85.484	3.066	2.354	1.339
		1.5	487.34	219.56	129.04	3.078	2.362	1.334
	200	1	647.76	291.83	171.51	3.096	2.376	1.352
		1.5	976.68	440.03	258.61	3.171	2.434	1.384

注：制冷压缩机性能系数中的输入功率不包括单独驱动的油泵功率和风机功率。

风冷半封闭式 R22 螺杆式制冷压缩机的基本参数

表 2.4-9

阳转子转速 (r/min)	阳转子名义直径 (mm)	长径比	R22					
			名义工况制冷量 Q_0 (kW)			名义工况制冷压缩机性能系数		
			G	Z	D	G	Z	D
4400	100	1	110.44	47.398	27.856	2.683	1.721	0.973
		1.5	168.67	72.391	42.543	2.705	1.735	0.881
	125	1	224.90	96.519	56.726	2.801	1.796	1.016
		1.5	339.36	145.64	85.599	2.821	1.805	1.021
2960	125	1	146.58	62.910	36.972	2.697	1.730	0.978
		1.5	222.89	96.661	56.219	2.714	1.741	0.984
	160	1	315.20	135.30	79.521	2.797	1.794	1.015
		1.5	477.91	205.11	120.54	2.817	1.807	1.023

注：制冷压缩机性能系数中的输入功率不包括单独驱动的油泵功率和风机功率。

螺杆式制冷压缩机及机组的名义工况

表 2.4-10

名义工况	制冷剂	吸入压力饱和温度 ($^{\circ}\text{C}$)	吸入温度 ($^{\circ}\text{C}$)	排出压力饱和温度 ($^{\circ}\text{C}$)		制冷剂液体温度 ($^{\circ}\text{C}$)	
				水冷式	风冷式	水冷式	风冷式
高温	R22	7	18	43	55	38	50
中温	R22	-7					
低温	R717	-23	1	35	—	30	—
	R22		5				—
	R717		-15				

螺杆式制冷压缩机设计及使用条件

表 2.4-11

设计和使用条件	制 冷 剂		
	R22		R717
	水 冷 式	风 冷 式	
最高排出压力饱和温度(℃)	49	60	46
最低吸入压力饱和温度(℃)	-40	-20	-40
最高吸入压力饱和温度(℃)	10		5
最高排气温度(℃)	105		

注：排出压力为油分离器前的压力。

螺杆式制冷压缩机组的制冷量按国标 GB5773 规定进行试验。实测制冷量和设计制冷量的偏差分别为：

$$Q_0 \leq 120\text{kW 时, } -7\%;$$

$$Q_0 > 120\text{kW 时, } -5\%。$$

5. 螺杆式制冷压缩机的输气量、制冷量、功率和性能曲线

螺杆式制冷压缩机的输气量 q_v 、制冷量 Q_0 、和功率 N 是进行产品选型设计的最重要的性能参数。不同使用工况下的制冷量和轴功率的关系，在产品试验台上测得不同的产品性能曲线，供选型时采用。

(1) 双螺杆式制冷压缩机的输气量

理论输气量由下式计算

$$q_{v0} = 60C_{n1}C_p n_1 L D_1^3 \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2.4-1)$$

式中 C_{n1} ——面积利用系数，见表 2.4-12；

C_p ——扭角系数，不同的螺杆扭角有不同的扭角系数，见表 2.4-13；

n_1 ——阳转子转速，r/min；

L ——螺杆长度，m；

D_1 ——螺杆阳转子外径，m。

表 2.4-14 为单边非对称齿形在不同参数下计算出的各种理论输气量。

齿形标准齿(4/6)时的面积利用系数

表 2.4-12

螺 杆 齿 型	面 积 利 用 系 数		备 注
	$C_{n1}^{\text{①}}$	$C_{n0}^{\text{②}}$	
对称圆弧齿形	0.471	0.471	$r=0.18D$ $r_0=0.018D$ $h=0.002D$
单边不对称摆线-销齿圆弧齿形	0.468	0.515	$r=0.205D_0$ $e=0.005D_0$ (直线倒棱)
单边不对称摆线-包络圆弧齿形	0.464	0.502	$r=0.205D_0$ $e=0.02D_0$ 偏心距

续表

螺 杆 齿 型	面 积 利 用 系 数		备 注
	$C_{n1}^{(1)}$	$C_{n0}^{(2)}$	
双边不对称摆线-包络圆弧齿形	0.48	0.48	$r=0.18D_0$ $2\varphi=20^\circ$ $r_0=0.02D_0$

$$\textcircled{1} C_{n1} = \frac{m_r(A_{01} + A_{02})}{D_1^2} \quad D_1 \text{—— 阳螺杆外径。}$$

$$\textcircled{2} C_{n0} = \frac{m_1(A_{01} + A_{02})}{D_0^2} \quad D_0 \text{—— 螺杆公称直径。}$$

双螺杆式制冷压缩机的扭角系数值 C_φ 表 2.4-13

阴螺杆扭转角 τ_{1x}	理论扭角系数 C_φ	阴螺杆扭转角 τ_{1x}	理论扭角系数 C_φ	阴螺杆扭转角 τ_{1x}	理论扭角系数 C_φ
240°	0.999	270°	0.989	300°	0.971

单边非对称齿形在不同参数下的理论输气量 表 2.4-14

公称直径 D_0 (mm)	阳转子转速		理论容积输气量 (m^3/min)	
	(m/s)	(r/min)	$\lambda=1.0$	$\lambda=1.5$
63	14.64	4440	0.5616	0.8425
	20	6063	0.7669	1.150
	25	7570	0.9587	1.438
80	18.6	4440	1.150	1.725
	25	5968	1.546	2.319
100	15.5	2960	1.497	2.246
	23.25	4440	2.245	3.369
125	19.37	2960	2.925	4.387
	29.06	4440	4.387	6.581
160	24.8	2960	6.134	9.2
	37.2	4440	9.20	13.8
200	23.09	2205	8.924	13.39
	31.0	2960	11.98	17.97
250	19.24	1470	11.62	17.43
	38.75	2960	23.61	35.10
315	24.25	1470	23.24	34.87

考虑到容积效率, 则实际输气量 q_{vr} 为

$$q_{vr} = \eta_v \cdot q_{vb} = 60\eta_v C_{n1} C_\varphi n_1 L D_1^3 \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (2.4-2)$$

式中 η_v ——容积效率, 螺杆齿形不同, 容积效率就不同。在 0.70~0.92 范围内取值, 小输气量高压比取下限, 大输气量低压比取上限。

如果产品资料中给出了 η_v - τ 曲线, 则查图得到不同制冷剂在不同压力比 τ 时的 η_v 值。也可用经验公式计算:

$$\eta_v = 0.95 - 0.0235\tau \quad (2.4-3)$$

式中 τ ——压力比。

(2) 双螺杆式制冷压缩机的制冷量

在给定工况下,双螺杆式制冷压缩机的制冷量 Q_0 由下式计算:

$$Q_0 = \frac{q_m q_0}{3600} = \frac{\eta_v q_{v0} q_v}{3600} \quad (\text{kW}) \quad (2.4-4)$$

式中 q_m ——质量输气量, kg/h;
 q_0 ——单位质量制冷量, kJ/kg;
 q_{v0} ——理论容积输气量, m³/h;
 η_v ——容积效率;
 q_v ——单位容积制冷量, kJ/m³。

(3) 双螺杆式制冷压缩机所需的功率

在给定工况下,双螺杆制冷压缩机所需的轴功率 N_c 由下式计算:

$$N_c = q_m \frac{h_2 - h_1}{3600 \eta_{ad}} \quad (\text{kW}) \quad (2.4-5)$$

式中 h_2 ——压缩终了制冷剂气体比焓, kJ/kg;
 h_1 ——吸气终了制冷剂气体比焓, kJ/kg;
 η_{ad} ——压缩机等熵效率, 取值 0.72~0.85。

压缩机所需的电动机功率 N_d 由下式计算:

$$N_d = \frac{N_c}{\eta_{mo}} \quad (\text{kW}) \quad (2.4-6)$$

式中 N_c ——轴功率, 按最大轴功率工况计算值, 可参阅表 2.3-12、表 2.3-13 所列工况;
 η_{mo} ——电动机效率, 其范围一般在 0.85~0.95 之间, 可参阅图 2.3-11, 对大功率电动机取上限, 对小功率电动机取下限。

选配电动机功率的原则:

- 1) 压缩机有卸载滑阀机构时, 轴功率以常用工况决定。
- 2) 压缩机无卸载滑阀机构时, 轴功率以最大轴功率工况决定。
- 3) 然后考虑到电网电压的变化和非正常工况等因素的影响。

电动机通常要有 10%~15% 的储备功率, 故选配电动机的功率 N_{mo} 为

$$N_{mo} = (1.1 \sim 1.15) N_d \quad (\text{kW}) \quad (2.4-7)$$

(4) 带经济器的双螺杆式制冷压缩机的输气量、制冷量和功率

带经济器的双螺杆式制冷压缩机主要用于低温工况机组中, 它利用压缩机吸气、压缩、排气为单向进行的特点, 在机壳或端盖的适当位置开设补气口, 当转子的基元容积在某一转角范围内与补气口相通时, 系统中增设的中间容器(称为经济器)内的闪发气体, 通过补气口进入基元容积, 以改善螺杆式制冷压缩机在低温工况运行中效率下降的状况, 达到节能效果。图 2.4-8 为带经济器的螺杆一级节流制冷循环流程图。

- 1) 输气量 q_{ve} 按式 (2.4-1)、式 (2.4-2) 计算。
- 2) 制冷量 Q_0 按下式计算:

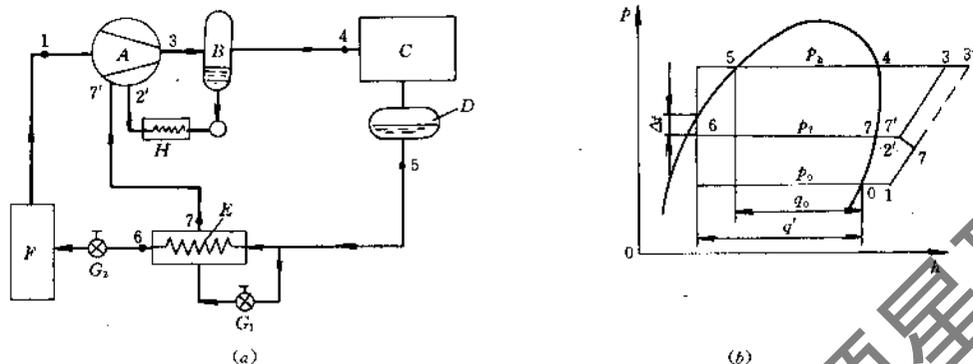


图 2.4-8 带经济器的一级节流制冷循环系统图

(a) 系统图; (b) $p-h$ 图

A—压缩机; B—油分离器; C—冷凝器; D—储液器; E—经济器;

F—蒸发器; G_1 、 G_2 —节流阀; H—油冷却器

$$Q_0 = \frac{q_{mc} q_{oc}}{3600} = \frac{\eta_{vc} q_{vhc} q_{vc}}{3600} \quad (\text{kW}) \quad (2.4-8)$$

式中 q_{mc} ——质量输气量, kg/h ;

q_{oc} ——单位质量制冷量, kJ/kg , 图 2.4-8 中, $q_{oc} = (h_1 - h_6)$; h_6 为制冷剂液体从离开经济器后, 在节流阀 3 前过冷状态比焓值;

q_{vhc} ——理论容积输气量, m^3/h ;

η_{vc} ——容积效率;

q_{vc} ——单位容积制冷量, kJ/m^3 。

轴功率 N_{ec} 按下式计算:

$$N_{ec} = N_{ie} / \eta_m \quad (\text{kW}) \quad (2.4-9)$$

$$N_{ie} = W_{ie} q_{mc} \xi_N$$

式中 N_{ie} ——总指示功率, kW ;

η_m ——机械效率, 取值范围为 $0.95 \sim 0.98$;

W_{ie} ——总指示功, kJ/kg , $W_{ie} = h_3 - h_1$;

ξ_N ——吸、排气阻力损失系数, 其值范围为 $1.03 \sim 1.2$;

h_3 ——制冷剂在压缩机排气状态比焓值, kJ/kg 。

(5) 双螺杆式制冷压缩机性能曲线

压缩机的制冷量和轴功率在使用工况条件下具有经济性和可靠性, 因而使用压缩机时应注意不能超出限定的条件如表 2.4-11 所示。

若系国外产品, 应按技术文件要求, 最好进行工况试验考核后使用。

当制冷剂和转速不变时, 对同一台制冷压缩机, 在不同工况下的制冷量, 可参照式 (2.3-5) 计算。

在一定转速下, 使用某一制冷剂, 在不同的工况下测得其制冷量 Q_0 与轴功率 N_e 的关系曲线, 称为压缩机的性能曲线图 2.4-9 至图 2.4-10。

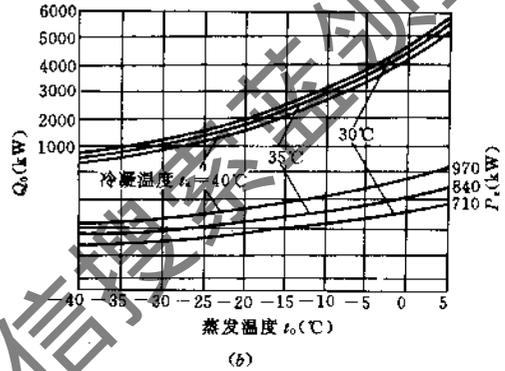
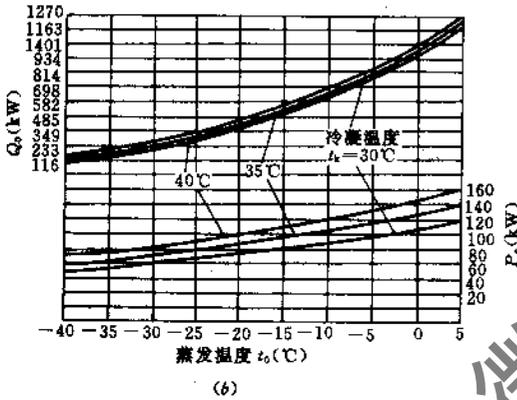
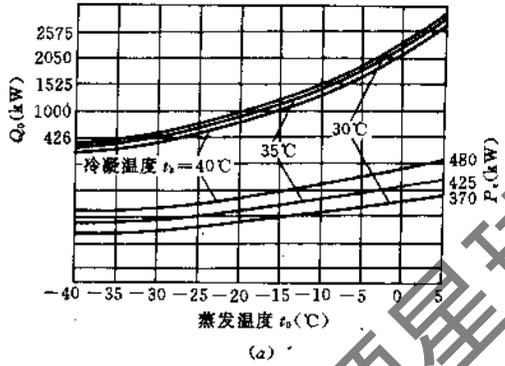
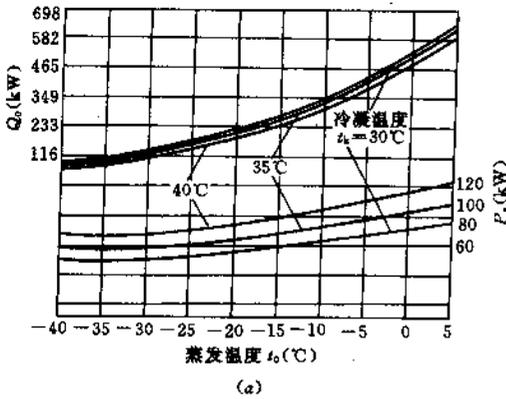


图 2.4-9 双螺杆式压缩机性能曲线
(a) JZKA16C型; (b) JZKA20C型

图 2.4-10 双螺杆式压缩机性能曲线
(a) JZKA25C型; (b) JZKA31.5C型

(6) 国外某些公司厂家的双螺杆式制冷压缩机技术参数(表 2.4-15 至表 2.4-22)。

日本三菱-约克株式会社螺杆制冷压缩机技术参数

表 2.4-15

型号	频率 (Hz)	转速 (r/min)	R717		R22		R12	
			制冷量 (kW)	功率 (kW)	制冷量 (kW)	功率 (kW)	制冷量 (kW)	功率 (kW)
MSR60	60	3550	234.8	69	237.2	43	143	69
	50	2950	197.7	57	193	36	116.2	57.5
MSR100	60	3550	372.1	109	383.7	68	223.3	109
	50	2950	309.3	90	309.3	56.5	187.2	90
MSR120	60	3550	470.1	132	479	81.5	290.6	134
	50	2950	395.3	110	388.4	68	232.2	109
MSR180	60	3550	750	207	750	128	453.5	208
	50	2950	616.3	172	574.4	106	377.9	170
MSR240	60	3550	947.7	257	953.5	164	540.6	264
	50	2950	790.7	213.5	784.9	136	482.6	218
MSR380	60	3550	1488.4	403.5	1500	258	914	416
	50	2950	1232.6	335	1232.6	214	761.6	340

日本日立制作所双螺杆制冷压缩机技术参数

表 2.4-16

型号	频率 (Hz)	转速 (r/min)	R22		型号	频率 (Hz)	转速 (r/min)	R22	
			制冷量 (kW)	功率 (kW)				制冷量 (kW)	功率 (kW)
RS-16L	50	2950	295.3	92	RS-27S	50	2950	945.3	270
	60	3540	362.8	113		60	3540	1137.2	324
RS-21S	50	2950	417.4	125	RS-30S	50	2950	1230.2	351
	60	3540	514	154		60	3540	1476.9	422
RS-23S	50	2950	575.6	169	RS-27L	50	2950	1501.2	426
	60	3540	711.6	208		60	3540	1779	505
RS-25S	50	2950	745.4	215	RS-30L	50	2950	1947.7	553
	60	3540	897.7	256		60	3540	2304.7	653

注：蒸发温度-15℃，冷凝温度30℃，节流前液体温度25℃，吸气温度-10℃。

澳大利亚豪登公司双螺杆制冷压缩机技术参数

表 2.4-17

型号	制冷剂	蒸发温度 (℃)							
		3		-5		-10		-25	
		Q ₀ (kW)	P _e (kW)						
WKV163/1.1	R717	680.2	175	494.2	160	389.5	150	203.5	125
	R22	804.7	165	476.7	155	360.5	150	184.9	130
WKV204/1.65	R717	1220.9	305	872.1	295	726.7	280	362.8	240
	R22	1087.2	285	843	280	668.6	270	337.2	250
WKV255/1.65	R717	2418.6	590	1744.2	575	1395.3	560	726.7	480
	R22	2209.3	560	1651.2	555	1360.5	550	697.7	490
WKV321/1.65	R717	4767.4	1150	3488.4	1120	2848.4	1100	139.5	950
	R22	4360.5	1100	3348.8	1080	2720.9	1060	1453.5	1000

注：1. 冷凝温度 t_c = 35℃，转速 2960r/min，采用三级油分离器，能量调节范围 15%~100%。

2. Q₀ 为制冷量 (kW)，P_e 为轴功率 (kW)。

日本前川制作所双螺杆制冷压缩机技术参数

表 2.2-18

型号	直径 D (mm)	长度 L (mm)	L/D	转速 (r/min)	R717		R12		R22	
					Q ₀ (kW)	P _e (kW)	Q ₀ (kW)	P _e (kW)	Q ₀ (kW)	P _e (kW)
500L	500	800	1.6	1450	4941.9	1360	3048.5	865	4860	1371
500S	500	570	1.14	1450	3302.3	907	2034.9	578	3267.4	919
400L	400	640	1.6	1450	2511.6	696	1546.5	443	2465.1	701
400S	400	450	1.14	2950	1680	465	1029	393	1662.8	471
300L	300	480	1.6	2950	2500	683	1558.1	435	2511.6	690
300S	300	342	1.14	2950	1720.9	454	1038.4	250	1674.4	459
250L	250	400	1.6	2950	1209.3	341	767.4	218	1232.6	344

续表

型号	直径 D (mm)	长度 L (mm)	L/D	转速 (r/min)	R717		R12		R22	
					Q_0 (kW)	P_e (kW)	Q_0 (kW)	P_e (kW)	Q_0 (kW)	P_e (kW)
250S	250	285	1.14	2950	818.6	228	512.8	146	825.6	230
200L	200	320	1.6	2950	579	167	266.3	107	590.7	170
200S	200	228	1.14	2950	384.9	122.5	246.5	70.8	394.2	112
160L	160	256	1.6	2950	240.5	89.7	190.7	57.1	308.1	90.6
160S	160	183	1.14	2950	202.3	54.8	129.1	38	205.8	60.5
125L	125	200	1.6	4000	187.2	57.7	116	36.8	190.7	58.4
125S	125	142	1.14	4000	125.6	38.5	77.9	24.6	126.7	38.8
100L	100	160	1.6	4000	94.2	30.4	67.4	18.7	100	30.4
100S	100	114	1.14	4000	61.6	19.6	42.2	12.6	62.8	20
80L	80	120	1.6	4000	47.4	15.9	39.3	9.21	48.3	15.9
80S	80	91	1.14	4000	30.7	10.2	18.1	6.51	30.6	10.2

注: 蒸发温度 -15°C , 冷凝温度 30°C , Q_0 为制冷量, P_e 为轴功率。

俄罗斯喀山机械厂双螺杆制冷压缩机技术参数

表 2.2-19

型号	螺杆直径 D (mm)	长径比 L/D	制冷量 (kW)
5BX-350	200	1.35	407
6BX-700	250	1.35	814
7BX-1400	315	1.35	1628

注: 制冷剂为 R717。

瑞典阿特拉斯厂双螺杆制冷压缩机技术参数

表 2.2-20

型号	输气量 (m^3/h)	转速 (r/min)	R717		R12		R22	
			制冷量 (kW)	功率 (kW)	制冷量 (kW)	功率 (kW)	制冷量 (kW)	功率 (kW)
50LR	9698	1750	5327.2	1463	3272.8	933	5267.4	1484
31LR	4932	3550	2675.9	744	1657.5	477	2553	777
31SR	3287	3550	1773.4	495	1102.7	318	1703.1	517
25LR	2438	3550	1316.9	372	825.2	234	1323.9	378
25SR	1664.6	3550	870.9	246	574.8	156	881.4	252
20LX	1451	3550	751.5	217	474.1	136	762	223
16LX	1045	5000	544.3	158	344.8	102.5	554.8	163
	741	3850	375	112.5	237.4	68.5	382.8	116
12LX	603	6060	317.8	89	191.4	57.9	306.2	101
	517	5190	273.6	76.2	163.3	48.4	261.3	84
	394	3980	205.4	57.8	123.3	35.7	204.9	62.9
10LX	331	7000	177.3	52	104.3	31.4	166.5	53.2
	280	5900	151.4	42.9	87	25.9	140.1	44.1
	235	4970	125	35.4	71.6	21.1	115.9	37.4

注: 冷凝温度 35°C , 蒸发温度 -15°C , 过冷温度 29.44°C , 吸气温度 -15°C 。

日本日立制作所半封闭螺杆制冷压缩机技术参数

表 2.2-21

型 号		3002SC-H	4002SC-H	5002SC-H	6002SC-H
螺杆数(对)		1	1	1	1
转速 (r/min)	50Hz	2880	2880	2880	2880
	60Hz	3470	3470	3470	3470
输气量 (m ³ /h)	50Hz	113.1	137.4	169.5	208.7
	60Hz	136.3	165.6	204.2	251.5
能量控制 (%)		100、75、50、0	100、75、50、0	100、75、50、0	100、75、50、0
承受最高气压 (kPa)	排气压力	2850	2850	2850	2850
	吸气压力	1380	1380	1380	1380
电动机型式		耐氟三相电动机			
电动机起动方法		Y-Δ启动			
电动机电极数		2	2	2	2
电动机绝缘系数		E	E	E	E
油型		SR30	SR30	SR30	SR30
油充注量 (L)		6	6	7	7

美国邓布什半封闭双螺杆制冷压缩机技术参数

表 2.2-22

型 号		1010BHF	1072BHF	1015BHF	1210BHF	1212BHF	1215BHF
螺杆数(对)		1					
转速 (r/min)		3500					
输气量 (m ³ /h)		162.7	209.3	244	317.1	397.1	476.5
能量控制范围		15%~100%					
承受最高气压 (kPa)	排气压力	2580					
	吸气压力	1380					
电动机型式		耐氟三相电动机					
电动机电极数		2					
电压 (V)		200, 230, 460					
频率 (Hz)		60					
注油量 (L)		27	26.4	28.91	42	41.3	40.5
制冷剂		R22					

2.4.2 螺杆式冷(热)水机组的系统、部件及自动控制特点

目前,用于中央空调系统中、小冷量段采用的螺杆式冷水机组,以其结构紧凑、尺寸小、运行可靠性高、易损零件较少、技术性能稳定、管理维护简单等优势,在中央空调系统的冷水机组产品选型比较方面,倍受重视。据粗略统计,国内用于舒适性空调和工业性空调工况的螺杆式冷水机组产品产量约占螺杆式制冷机组产品总产量的20%~30%。

近年,采用进口原装半封闭式螺杆式制冷压缩机配套而成的水冷式和风冷式半封闭式螺杆式冷水机组以及冷热水机组投入市场后,以其高可靠性、高性能系数(EER)、先进的

电脑控制系统和紧凑美观的组装外形,成为中央空调产品中的一枝新秀。

目前在螺杆式冷水机组中常用的螺杆转子名义直径为100、125、160、200、250mm五种,高温空调工况的制冷量范围为116~2326kW,制冷剂用R22。

1. 螺杆式冷水机组的外形、系统流程及其自动保护装置

以国产LSLGF200水冷式开启式双螺杆式冷水机组为例,介绍其机组外形见图2.4-11、系统流程见图2.4-12。

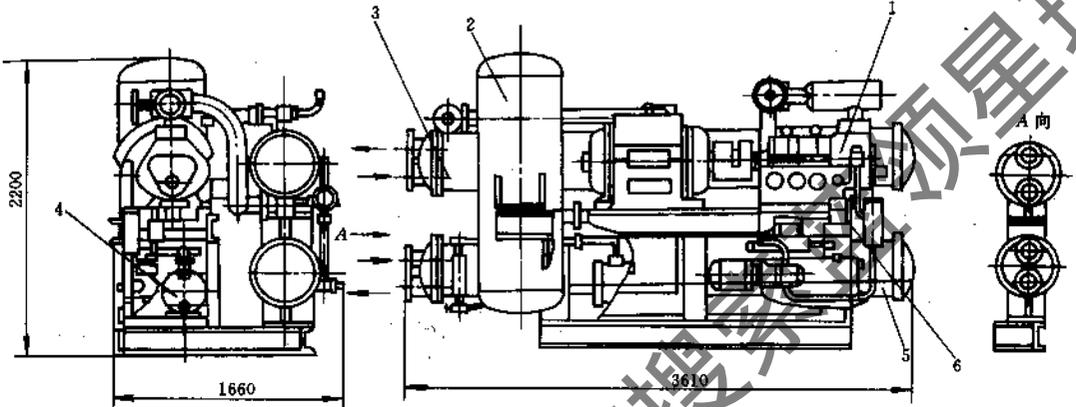


图 2.4-11 LSLGF200 水冷式开启式双螺杆式冷水机组外形图

1—双螺杆式制冷压缩机; 2—油分离器; 3—冷凝器; 4—油冷却器;
5—蒸发器; 6—热力膨胀阀

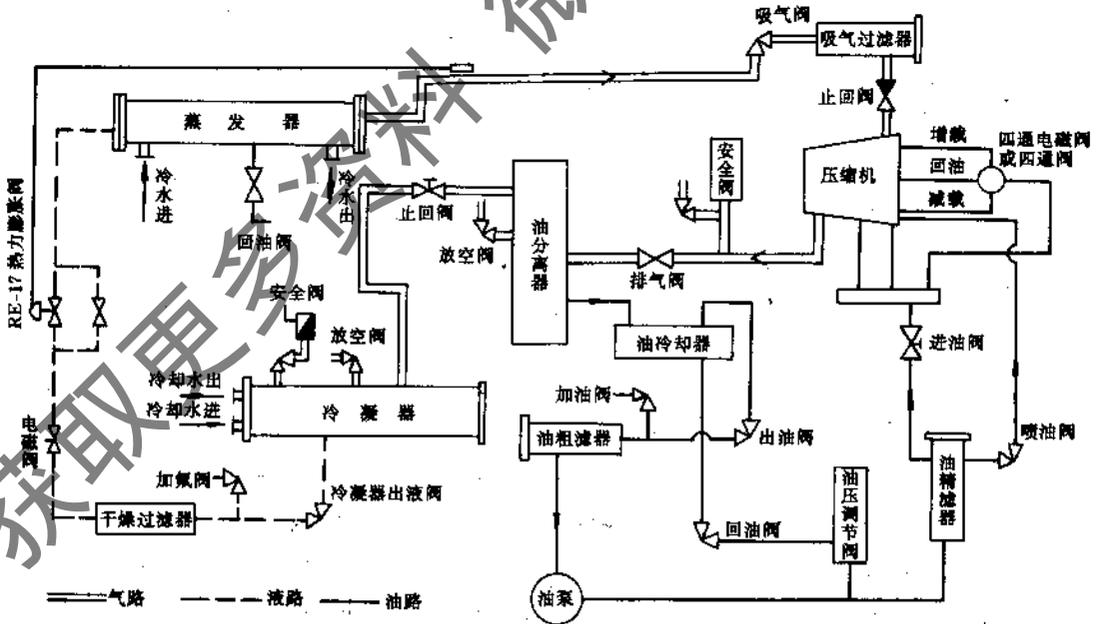


图 2.4-12 LSLGF200 水冷式开启式双螺杆冷水机组系统流程图

图 2.4-11 表示了双螺杆式冷水机组的主要组成部件,各部件的型式、结构和使用特点等内容已在 2.3.1 节和 2.4.1 节中分别介绍。

图 2.4-12 表示出该机组的气路、液路和油路系统组成。由于喷油螺杆式制冷压缩机的制冷剂中含油量较大（一般喷油量为排气量的 2% 左右），油要从排气中分离出来，故设置有高效油分离器，油的分离率可达 99.99%。分离后的制冷剂（R22）进入冷凝器冷凝，分离出的润滑油经油冷却器冷却、油粗滤器初滤后进入油泵，提高压力后，经油精滤器分两路：一路，经喷油阀润滑压缩腔；另一路经进油阀分配至主轴承和能量调节装置。润滑压缩机后的油又与制冷剂气体一起排入油分离器，完成油路的一个循环。

双螺杆式冷水机组的自动保护装置有以下几种控制器：

- 1) 高压控制器和低压控制器：由一个高低压控制器来执行；
- 2) 油温控制器：油温高低影响油的粘度和油的分离效果，因此要控制油的温度。一般油温设定值为 65℃，超过即报警停机；
- 3) 油压差控制器：控制油压与排气压力之差，一般设定值为 0.2~0.3MPa。即油压高于排气压力的设定值时，压缩机才能起动；低于设定值时，压缩机停机；
- 4) 油精滤器压差控制器：压差设定值定为 0.1MPa。当精滤器出口压差大于此值时，压缩机应停机拆洗油精滤器；
- 5) 冷水出水温度控制器：冷水出水温度一般整定为 2℃，冷水温度 0℃ 以下会使传热管冻裂；
- 6) 安全阀：当系统压力上升到 1.77MPa 时，若高压控制器失灵，则安全阀自动开启，将高压侧制冷剂排入低压侧，以免发生事故。

2. 螺杆式冷热水机组的系统流程、部件特点及自动控制特点

以国产 LSBLGRF350 风冷式半封闭式双螺杆式冷热水机组为例，介绍如下。

(1) 系统循环与组成见图 2.4-13

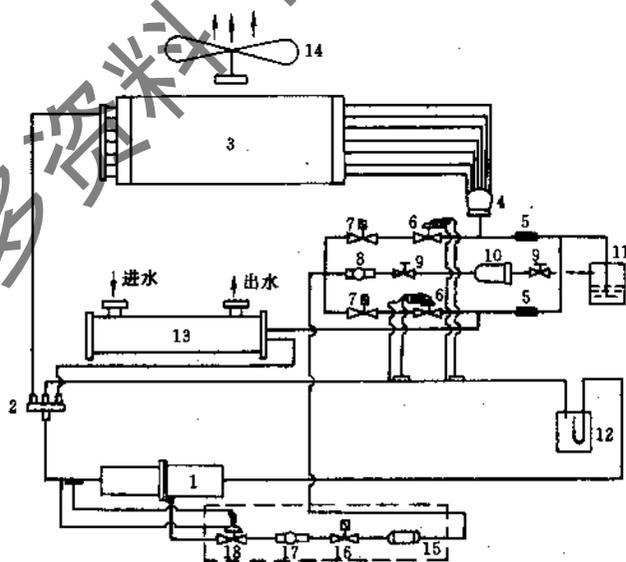


图 2.4-13 LSBLGRF350 风冷式半封闭式双螺杆式冷热水机组系统流程图

注：虚线方框内为液喷射系统。

- 1—半封闭双螺杆制冷压缩机；2—四通换向阀；3—空气热交换器；4—液体分配器；5—单向阀；6—热力膨胀阀；7—电磁阀；8—视镜；9—截止阀；10—干燥过滤器；11—高压贮液器；12—气液分离器；13—干式壳管式换热器；14—轴流风机；15—干燥过滤器；16—电磁阀；17—视镜；18—热力膨胀阀

1) 夏季单供冷, 制冷剂(R22)循环路线:

半封闭双螺杆制冷压缩机(1) → 四通换向阀(2) → 空气热交换器(3) → 液体分配器(4) → 单向阀(5) → 高压贮液器(11) → 截止阀(9) → 干燥过滤器(10) → 截止阀(9) → 视镜(8) → 电磁阀(7) → 热力膨胀阀(6) → 干式壳管式换热器(13) → 四通换向阀(2) → 气液分离器(12) → 半封闭双螺杆制冷压缩机(1)

2) 冬季单供热, 制冷剂(R22)循环路线:

半封闭双螺杆制冷压缩机(1) → 四通换向阀(2) → 干式壳管式换热器(13) → 单向阀(5) → 高压贮液器(11) → 截止阀(9) → 干燥过滤器(10) → 截止阀(9) → 视镜(8) → 电磁阀(7) → 热力膨胀阀(6) → 液体分配器(4) → 空气热交换器(3) → 四通换向阀(2) → 气液分离器(12) → 半封闭双螺杆制冷压缩机(1)

系统组成部件的特点:

1) 压缩机: 采用进口原装的高品质半封闭双螺杆制冷压缩机, 带有卸载及容量自动调节的滑阀机构(图 2.4-14), 容量调节档次为 100%、75%、50%、25%。有关滑阀能量调节机构的介绍参见表 2.4-2。特殊设计的液喷射系统, 使机组在 -10°C 特殊工况下仍能高效可靠地工作。

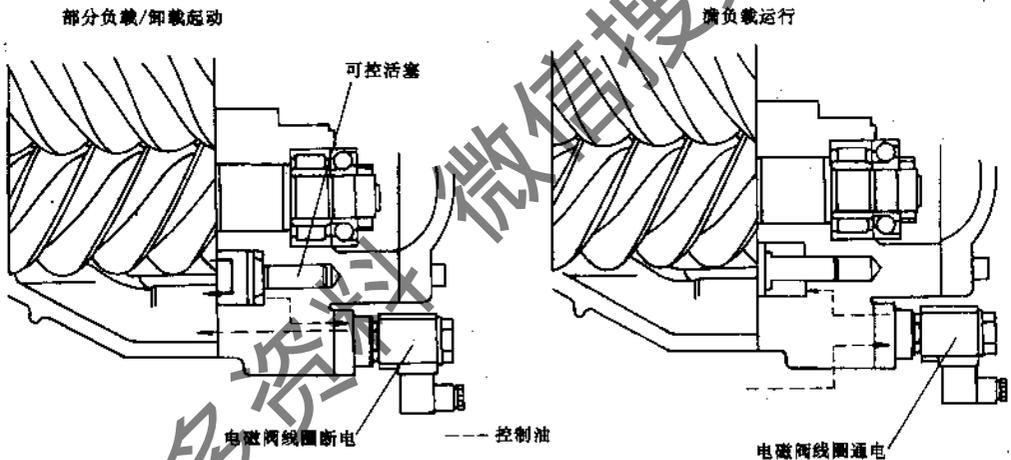


图 2.4-14 LSBLGRF350 螺杆冷热水机组压缩机容量调节机构图

半封闭式双螺杆制冷压缩机剖面图见图 2.4-15。

2) 干式壳管式换热器: 为 R22-水干式换热器。筒体为经特殊镀膜处理之无缝钢管, 内部胀有 DAE-I 型高效传热管, 双侧强化换热, 换热效率较高。该换热器夏季供冷时作为蒸发器, 冬季供热时作为冷凝器。

3) 制冷剂-空气换热器: 采用铜管铝翅片蛇管型式, 制冷剂(R22)气体在管内冷凝(夏季供冷)或蒸发(冬季供热), 换热率高、流动阻力小。管排分液均匀、回油良好。

通风机系低噪声轴流风机, 在进气温度变化时按冷凝压力(或蒸发压力)变频调速调节风量, 适应压缩机的启动、卸载及不同环境温度、不同冷(热)负荷下的冷凝(蒸发)量的变化, 达到能量调节之目的。

4) 机组保护装置: 压缩机本身具有以下保护及监控项目:

a. 电动机绕组温度;

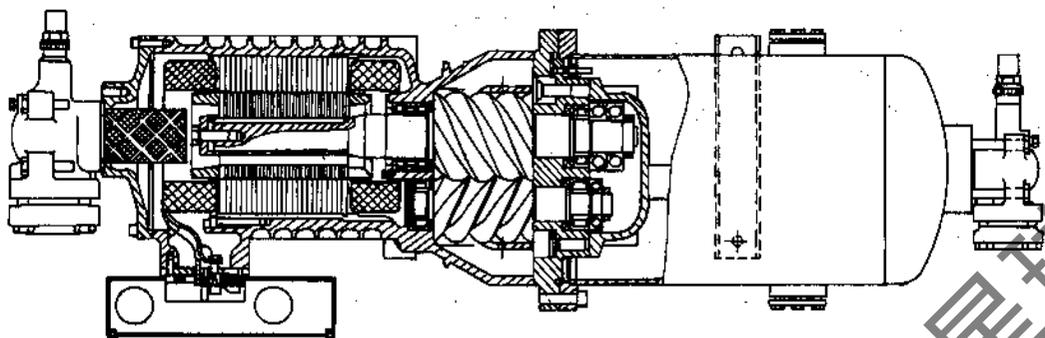


图 2.4-15 半封闭式双螺杆式制冷压缩机 (R22) 剖面图

- b. 压缩机排气温度；
- c. 电动机转向/相序；
- d. 电动机断路和短路；
- e. 油温自动调节系统。

机组自动控制系统中的自动保护项目：

- a. 压缩机的电动机及风机电动机过电流保护；
- b. 压缩机排气压力过高保护；
- c. 压缩机吸气压力过低保护；
- d. 压缩机油压过低保护；
- e. 压缩机油温过低保护；
- f. 冷（热）水断水保护；
- g. 冷（热）水出口温度过低保护；
- h. 环境温度过低保护。

(2) 自动控制特点

该机组的自动控制以 PLC（可编程控制器）为核心，对机组全面控制，并具有自动加载、卸载、故障自动保护及自动声光报警等功能。

1) 运行方式选择：

运行方式	— { 制热 — 制冷	— { 自动 — 手动	— 近操作（近控）
			— 远操作（远控）

运行方式选择的说明：

- a. “自动”方式运行时，能自动加载、自动卸载、容量自动调节、风机变频调速、故障自动保护及报警。
- b. 在“手动”运行方式时，只自动加载、自动卸载、容量自动调节。
- c. 近控：在“自动”运行方式时，机组的起停就地操作。
- d. 远控：在“自动”运行方式时，机组的起停可在控制室内操作，并有“运行”和“故障”指示灯指示。

2) 自动加载、自动卸载控制过程：

半封闭螺杆式制冷压缩机 $\xrightarrow{\text{测定冷凝压力(制冷)}}$ $\xrightarrow{\text{蒸发压力(制热)}}$ 传感元件 \rightarrow PLC \rightarrow 变频器 \rightarrow 风机

通过以上方式使风量匹配压缩机负载,使机组在最佳之工作状态下达最大限度之节约能耗,在极端工况及负荷减少时保证主机运行的高效。

2.4.3 螺杆式冷水机组及冷热水机组的产品型式及生产厂家

1. 螺杆式冷水机组及冷热水机组分类型式及部分生产厂家

(1) 螺杆式冷水机组及冷热水机组分类型式(见表2.4-23)

螺杆式冷水机组及冷热水机组分类型式

表 2.4-23

冷凝器冷却方式 压缩机密封方式 部件型式及生产厂家	水冷式螺杆式冷水机组		风冷式螺杆式冷水机组	风冷式螺杆式冷热水机组
	开启式螺杆式制冷压缩机	半封闭式螺杆式制冷压缩机	半封闭式螺杆式制冷压缩机	
螺杆转子名义直径(mm)	100、125、160、200、250(国产)		进口半封闭螺杆式压缩机	
制冷剂	R22			
单机制冷(热)量范围(kW)	单供冷: 115~2200		单供冷: 230~693	供冷: 112~693 供热: 132~808
标准设计工况	单供冷工况: <ul style="list-style-type: none"> 冷水出水温度: 7℃ 冷水进水温度: 12℃ 冷却水进水温度: 32℃ 冷却水出水温度: 37℃ 		单供冷工况: <ul style="list-style-type: none"> 冷水出水温度: 7℃ 环境进风温度: 35℃ 	供冷: 冷水出水温度: 7℃ 环境进风温度: 35℃ 供热: 热水出水温度: 45℃ 环境温度: 7℃
机组使用工况	单供冷: <ul style="list-style-type: none"> 冷水出水温度: 5~12℃ 冷却水出水温度: 22~37℃ 		单供冷: <ul style="list-style-type: none"> 冷水出水温度: 5~12℃ 室外环境温度: ≤40℃ 	供冷: 冷水出水温度: 5~12℃; 室外环境温度: ≤40℃; 供热: 热水出水温度: ≤45℃ 室外环境温度: -10~15℃
冷凝器型式	水冷式卧式壳管式		风冷式热交换器(铜管套铝翅片)	
蒸发器型式	满液式卧式壳管式	干式壳管式	干式壳管式	
热力膨胀阀	外平衡式热力膨胀阀			
干燥过滤器	氟利昂干燥过滤器(直通式或直角式)			
容量调节范围(%)	15~100	100、75、50、25	100、75、50、25	

(2) 螺杆式冷水机组及冷热水机组部分生产厂家名录,见表2.4-24。

中央空调用螺杆式冷水机组及冷热水机组部分生产厂家名录

表 2.4-24

序号	生产厂家(公司)名称	产品型号	主要规格	生产厂家(公司)地址
1)	重庆嘉陵制冷空调设备有限公司	LSBLG175 ~ LSBLG-2736 系列(单冷、半封闭式)	单机冷量: 175~2736kW 制冷剂: R22	重庆市沙坪坝区上桥5号
		LSF180~LSF360 系列(风冷、半封闭式)	单机冷量: 180~360kW	
		LSRF180~LSRF360 系列(风冷热泵、半封闭式)	单机热量: 183~366kW 制冷剂: R22	
2)	无锡申达空调设备有限公司	LSBLGRF350Z ~ LS-BLGRF580Z 系列(风冷热泵、半封闭式)	单机冷量: 355~584kW 单机热量: 387~642kW 制冷剂: R22	无锡市西漳锡澄南路208号
3)	江苏特灵电制冷机有限公司	RTHB130 ~ RTHB450 系列(单冷、半封闭式)	单机冷量: 390~1340kW 制冷剂: R123	江苏省江阴市利港镇
4)	重庆通用工业(集团)有限责任公司	LSBLG215 ~ LSBLG860 系列(单冷、半封闭式、水冷式)	单机冷量: 215~860kW 制冷剂: R22	重庆市江北区玉带山1号
		LSBLGR112~LSBLGR-350 系列(风冷热泵、半封闭式)	单机冷量: 112~350kW 单机热量: 132~416kW 制冷剂: R22	
5)	上海一冷开利空调设备有限公司	23×L150~23×L290 系列(单冷、半封闭式、水冷式)	单机冷量: 530~1320kW 制冷剂: R22, 134a	上海市江浦路1200号
6)	广东省吉荣空调设备有限公司	LRSF140Z ~ LRSF540Z 系列(普通型、风冷热泵) LSF140Z ~ LSF540Z 系列(普通型、单冷式)	单机冷量: 139.2~533.7kW 单机热量: 146.2~560.4kW 制冷剂: R22	广东省揭阳市榕城区
		LRSF140M ~ LRSF-1080M 系列(模块化、风冷热泵) LSF140M ~ LSF1080M 系列(模块化、单冷式)	单机冷量: 139.2~1065.6kW 单机热量: 146.2~1119kW 制冷剂: R22	

续表

序号	生产厂家(公司)名称	产品型号	主要规格	生产厂家(公司)地址
7)	上海冷气机厂	LSQLG-440~LSQLG-1880系列(水冷式、立式、全封闭式、单冷式)	单机冷量: 440.7~1874.2kW 制冷剂: R22	上海市共和新路1301号
8)	山东日照华冷制冷设备有限公司	LSLGF-100~LSLGF-2000系列(水冷式、开启式、单冷式)	单机冷量: 133~1890kW 制冷剂: R22	山东省日照市海曲西路125号
		LSBLG-95~LSBLG-760系列(水冷式、半封闭式、单冷式)	单机冷量: 95~760kW 制冷剂: R22	
9)	北京万众空凋制冷设备公司	MLSB45~MLSB90系列(水冷式、半封闭式单冷式)	单机冷量: 523.4~1046.7kW 制冷剂: R22	北京市海淀区花园北路35号
10)	武汉麦克维尔空凋制冷有限公司	PES-2024~PES-2035系列(水冷式、单螺杆式、单冷式)	单机冷量(R22): 956.9~2812.6kW 单机冷量(R134a): 617.8~1814.2kW 制冷剂: R22、R134a	武汉市汉阳大道365号
11)	武汉新世界制冷工业有限公司	LSLGF1000~LSLGF-2000系列(单冷、开启式)	单机冷量: 945~1890kW 制冷剂: R22	湖北省武汉市汉阳大道365号
		W-LSLGF500 I~W-LSLGF2000 I系列(单冷、开启式)	单机冷量: 490~1890kW 制冷剂: R22	
12)	大连冷冻机股份有限公司(冰山集团)	LSBLG11C30~LSBL-G13.6C4系列(单冷、半封闭式、水冷式)	单机冷量: 140~1000kW 制冷剂: R22	大连市沙河口区西南路888号
		LSLGF ₂ 350、LSKF ₂ 12.5~LSKF ₂ 25系列(单冷、开启式、水冷式)	单机冷量: 250~2200kW 制冷剂: R22	
13)	上海新晃制冷机械有限公司	SWS-050S~SWS-120S系列(单冷、半封闭式、水冷式、单机头)	单机冷量: 175~419kW 制冷剂: R22	上海市闵行区莘庄七莘路东南路886号
		SWS-160D~SWS-400D系列(单冷、半封闭式、水冷式、双机头)	单机冷量: 558~1395kW 制冷剂: R22	

2. 国内部分生产厂家的螺杆式冷水机组及冷热水机组产品选型资料介绍

1) 重庆嘉陵制冷空调设备有限公司

LSBLG 系列, 单机制冷量 175~2736kW

LSF 系列, 单机制冷量 180~360kW

LSRF 系列, 单机制冷量 180~360kW

单机制热量 183~366kW

LSBLG、LS(R)F 系列产品选型资料目录表 (重庆嘉陵)

表 2.4-25

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号
水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组	LSBLG 系列	a)	机组技术性能表	表 2.4-26
		b)	机组变工况性能表	表 2.4-27
		c)	机组水头损失表	表 2.4-28
		d)	175、350 型外形尺寸图	图 2.4-16
		e)	247 型外形尺寸图	图 2.4-17
		f)	525 型外形尺寸图	图 2.4-18
		g)	494、617、740 型外形尺寸图	图 2.4-19
		h)	700 型外形尺寸图	图 2.4-20
		i)	1368 型外形尺寸图	图 2.4-21
		j)	844~1480 型外形尺寸图	图 2.4-22
		k)	1688、2052 型外形尺寸图	图 2.4-23
		l)	2736 型外形尺寸图	图 2.4-24
		m)	247 型基础尺寸图	图 2.4-25
		n)	175、350、2052 型基础尺寸图	图 2.4-26
		风冷式半封闭式双螺杆式冷(热)水机组	LSF 系列 LSRF 系列	o)
p)	机组水系统管路安装图			图 2.4-28
q)	MCS 微电脑端子接线图			图 2.4-29
r)	机组控制柜流程图			图 2.4-30
s)	机组技术性能表			表 2.4-29
t)	机组外形尺寸图			图 2.4-31
u)	机组基础尺寸图			图 2.4-32

LSBLG 系列水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组技术性能表

表 2.4-26

型 号	LSBLG	LSBLG	LSBLG	LSBLG	LSBLG	LSBLG	LSBLG	LSBLG	LSBLG	
	175	247	350	494	525	617	700	740	844	
名义制冷量	kcal/h	150000	212420	301000	424040	451500	530600	602000	636400	725840
	W	175000	247000	350000	494000	525000	617000	700000	740000	844000
	U.S. RT	50	70	100	140	150	175	200	210	240

续表

型 号		LSBLG 175	LSBLG 247	LSBLG 350	LSBLG 494	LSBLG 525	LSBLG 617	LSBLG 700	LSBLG 740	LSBLG 844
压 缩 机	型 式	半 封 闭 螺 杆 式								
	数 量	1	1	2	2	3	2	4	2	4
	配机功率 kW	45	60	90	120	135	150	180	180	210
	名义工况功率 kW	36	51	72	102	108	127	144	152	174
	润滑油规格	N56								
	加 油 量 kg	18×1	25×1	18×2	25×2	18×3	25×2	18×4	25×2	(18+25)×2
	油加热器 W	120×1	120×1	120×2	120×2	120×3	120×2	120×4	120×2	120×4
	启动方式	Y-YY或Y-Δ								
使用制冷剂	R22									
制冷剂填充量 kg	45×1	65×1	45×2	65×2	45×3	65+90	45×4	90×2	(45+65) ×2	
安 全 保 护	高/低压开关、断水、结冻、可熔栓、安全阀、电机反转、压缩机过热等									
冷 凝 器	型 式	卧 式 壳 管 式								
	水侧承压 MPa	1.0								
	水压降 kPa	<100								
	水流量 m ³ /h	38	53	75	106	113	133	151	159	182
	管 径 mm	DN80	DN100	2-DN80	DN125	DX125	DN150	2-DN100	DN150	2-DN125
蒸 发 器	型 式	卧 式 壳 管 式								
	水侧承压 MPa	1.0								
	水压降 kPa	<100								
	水流量 m ³ /h	30	42	60	85	90	106	120	127	145
	管 径 mm	DN80	DN100	DN100	DN150	DN150	DN150	2-DN125	DN150	2-DN125
外 形 尺 寸	长 mm	2400	2500	3700	3800	3700	3800	3700	3800	3800
	宽 mm	890	1290	1000	1365	1500	1425	1400	1425	1900
	高 mm	1685	1400	1700	1870	1600	1990	1750	1990	1850
机组重量 kg	1600	1700	2950	3300	4400	4000	5950	5000	5700	
运转重量 kg	1900	2000	3900	3900	5000	4800	6700	5500	6450	
包 装 箱 尺 寸	长 mm	2800	2800	4200	4300	4200	4300	4200	4300	4300
	宽 mm	1100	1500	1300	1600	1750	1750	1800	1750	2300
	高 mm	1970	1800	2100	2300	2200	2400	2200	2400	2400
运输重量 kg	1800	1900	3100	2800	4300	4500	6400	5300	6050	

续表

型 号		LSBLG 988	LSBLG 1090	LSBLG 1234	LSBLG 1480	LSBLG 1368	LSBLG 1668	LSBLG 2052	LSBLG 2736
名义制冷量	kcal/h	849600	937400	1061200	1272800	1176480	1434480	1764720	2352960
	W	988000	1090000	1234000	1480000	1368000	1668000	2052000	2736000
	U.S.RT	281	310	351	421	389	474	584	778
型 式		半 封 闭 螺 杆 式							
压	数 量	4	4	4	4	2	3	3	4
	配机功率 kW	240	270	300	360	332	432	498	664
缩	名义工况功率 kW	203	224	254	304	281	343	422	563
	润滑油规格	N56							
机	加 油 量 kg	25×4	(18+25) ×2	25×4	25×4	28×2	28×3	28×3	28×4
	油加热器 W	120×4	120×4	120×4	120×4	100×2	100×3	100×3	100×4
启动方式		Y-YY 或 Y-Δ							
使用制冷剂		R22							
制冷剂充量	kg	65×4	(45+90) ×2	(65+90) ×2	90×4	100×2	104×3	190×3	190×4
安全保护		高/低压开关、断水、结冻、可燃性、安全阀、电机反转、压缩机过热等							
型 式		卧 式 壳 管 式							
冷 凝 器	水侧承压 MPa	1.0							
	水压降 kPa	<100							
	水流量 m ³ /h	212	235	265	318	294	359	441	588
	管 径 mm	2-DN125	2-DN125	2-DN150	2-DN150	DN200	DN250	DN250	2-DN200
型 式		卧 式 壳 管 式							
蒸 发 器	水侧承压 MPa	1.0							
	水压降 kPa	<100							
	水流量 m ³ /h	170	188	212	255	235	287	353	471
	管 径 mm	2-DN150	2-DN150	2-DN150	2-DN150	DN200	DN250	DN250	2-DN200
外 形 尺 寸	长 mm	3800	3800	3800	3800	5000	4000	4000	5000
	宽 mm	1950	2100	2165	2165	1300	2200	2265	2793
	高 mm	1850	2100	2100	2100	2622	2016	2116	2622
机组重量	kg	6500	7400	8000	10000	8000	10000	12000	16000
运转重量	kg	7300	8200	8800	11000	10000	12300	15000	20000
包 装 箱 尺 寸	长 mm	4300	4300	4300	4300	5500	4500	4500	5500
	宽 mm	2400	2300	2500	2500	1750	2600	2600	1750×2
	高 mm	2400	2600	2600	2600	3100	2500	2500	3100
运输重量	kg	7000	7900	8600	10600	8800	11000	13200	8800×2

注：① 名义制冷量按如下工况确定：

冷冻水进口温度：12℃

冷冻水出口温度：7℃

冷却水进口温度：32℃

冷却水出口温度：37℃

② 工作范围

冷却水出口温度：22~37℃

冷却水进出温差：3.5~10℃

冷冻水出口温度：5~20℃

冷冻水进出温差：2.5~10℃

LSBLG 系列水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组变工况性能表

表 2-4-27

机组型号	冷凝器 进水 温度 ℃	冷冻水出水温度 (°C)											
		5		7		9		11		13		15	
		制冷量	功率	制冷量	功率	制冷量	功率	制冷量	功率	制冷量	功率	制冷量	功率
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW
LSBLG175	25	184.5	33.5	189.6	33.8	194.0	34.4	200.2	35.6	206.6	36.3	214.0	37.2
	28	181.3	35.4	184.6	35.8	189.8	36.3	195.1	37.2	202.2	38.2	208.7	40.1
	30	177.1	39.1	180.2	39.7	185.6	40.1	190.8	40.5	197.1	41.1	204.5	42.1
	32	172.9	41.5	175.0	42.0	180.4	42.5	187.6	42.9	192.9	43.4	200.3	44.0
LSBLG247	25	260.4	47.2	267.6	47.8	273.8	48.5	282.5	50.1	291.6	51.3	302.1	52.5
	28	255.9	49.9	260.6	50.5	267.9	51.3	275.3	52.5	285.7	53.8	294.6	56.6
	30	250.0	55.2	254.4	55.9	261.9	56.6	269.3	57.2	278.2	57.9	288.7	59.3
	32	244.0	58.7	247.0	59.3	254.6	59.9	264.8	60.6	272.3	61.3	282.7	62.0
LSBLG350	25	369.0	66.9	379.2	67.8	388.0	68.8	400.3	71.1	413.2	72.7	428.1	74.4
	28	362.6	70.7	369.3	71.6	379.6	72.7	390.1	74.4	404.8	76.3	417.4	80.2
	30	354.3	78.3	360.5	79.3	371.1	80.2	381.6	81.1	394.2	82.1	409.1	84.1
	32	345.7	83.2	350.0	84.0	360.8	84.9	375.2	86.0	385.9	86.8	400.6	87.9
LSBLG494	25	520.8	94.2	535.7	95.6	547.6	96.8	565.4	99.5	583.3	102.2	604.1	105.0
	28	511.9	99.5	521.1	100.9	536.6	102.2	550.5	105.0	571.4	107.7	589.2	113.0
	30	500.0	110.4	508.9	111.6	525.8	113.0	538.6	114.3	556.5	115.7	577.3	119.3
	32	488.0	117.0	494.0	118.4	509.5	119.8	529.7	121.1	544.6	122.5	566.6	123.8
LSBLG525	25	553.5	100.3	568.8	101.6	582.0	103.1	600.5	106.6	619.8	109.0	642.1	111.4
	28	543.9	106.1	553.9	107.3	569.4	109.0	585.2	111.5	607.3	114.5	626.2	120.3
	30	531.4	117.4	540.7	118.1	556.7	120.3	572.4	121.6	591.3	123.1	613.6	126.2
	32	518.6	124.7	525.0	126.0	541.2	127.3	562.8	128.9	578.8	130.2	600.9	131.8
LSBLG617	25	650.5	117.8	669.0	119.4	683.9	121.1	706.2	125.4	728.5	127.8	754.5	131.2
	28	639.3	124.4	651.2	126.2	670.2	127.8	687.6	131.2	713.6	134.6	735.9	141.2
	30	624.4	137.9	635.6	139.6	654.2	141.2	672.8	142.9	695.1	144.7	721.1	148.1
	32	609.6	146.3	617.0	148.0	636.3	149.7	661.6	151.3	680.2	153.1	707.7	154.8
LSBLG700	25	738.0	133.7	758.4	135.5	776.0	137.6	800.6	142.1	826.4	145.3	856.2	148.8
	28	725.2	141.4	738.5	143.2	759.2	145.3	780.2	148.8	809.7	152.6	834.9	160.3
	30	708.5	156.5	721.0	158.6	742.2	160.3	763.2	162.1	788.4	164.2	818.2	168.2
	32	691.5	166.3	700.0	168.0	721.5	169.8	750.4	171.9	771.7	173.6	801.2	175.7
LSBLG740	25	780.1	141.2	802.4	143.3	820.2	145.3	847.0	150.6	873.7	153.4	904.9	157.4
	28	766.7	149.4	781.0	151.3	803.7	153.4	824.7	157.4	855.9	161.4	882.7	169.6
	30	748.9	165.5	762.3	167.5	784.6	169.6	806.9	171.6	833.6	173.5	864.8	178.8
	32	731.1	175.6	740.0	177.6	763.2	179.6	793.5	181.7	815.8	183.6	848.8	185.6

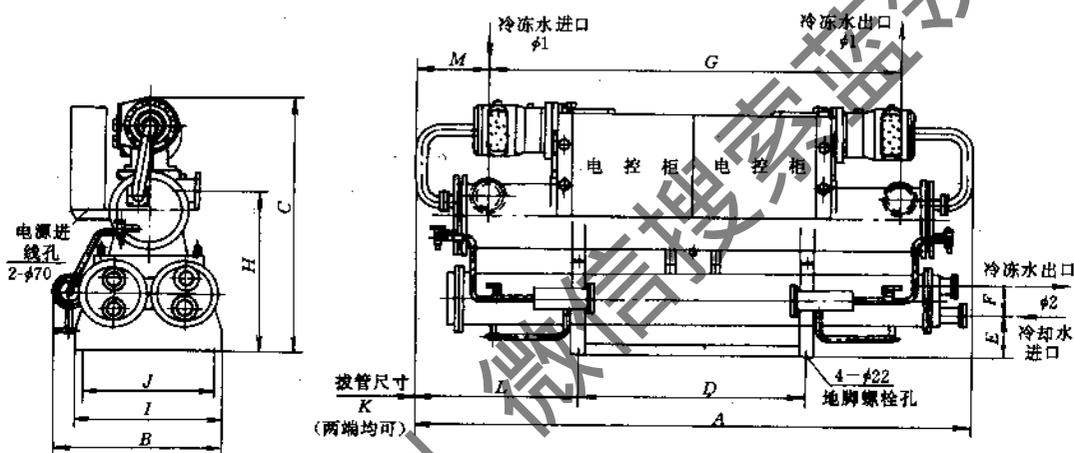
续表

机组型号	冷凝器 进水 温度	冷冻水出水温度 (°C)											
		5		7		9		11		13		15	
		制冷量	功率	制冷量	功率	制冷量	功率	制冷量	功率	制冷量	功率	制冷量	功率
		°C	kW	kW	kW								
LSBLG844	25	889.8	161.1	914.9	163.4	935.6	165.6	965.7	170.6	996.5	174.9	1032.2	179.4
	28	874.5	170.2	890.4	172.5	916.2	174.9	940.6	179.4	976.2	184.0	1006.6	193.2
	30	854.3	188.7	869.4	180.9	894.9	193.2	920.2	195.4	950.7	192.8	986.4	203.4
	32	833.7	200.2	844.0	202.4	870.3	204.7	904.9	207.1	930.5	209.3	967.2	211.7
LSBLG988	25	1041.6	188.3	1071.3	191.0	1095.1	193.8	1130.8	200.8	1166.6	204.5	1208.2	209.9
	28	1023.7	199.2	1042.8	201.8	1073.1	204.5	1101.1	209.9	1142.7	216.2	1178.5	226.1
	30	999.9	220.6	1017.8	223.4	1047.5	226.1	1077.3	228.8	1113.0	231.4	1154.7	238.4
	32	976.1	234.1	988.0	236.8	1018.9	239.5	1059.4	242.2	1089.2	244.8	1133.2	247.5
LSBLG1090	25	1149.1	208.1	1181.6	211.1	1208.2	214.1	1247.3	221.7	1286.9	226.1	1333.0	231.8
	28	1129.3	220.1	1150.3	222.9	1183.3	226.1	1214.8	231.8	1206.7	237.7	1300.1	249.8
	30	1103.2	243.8	1122.8	246.8	1155.7	249.8	1188.5	252.7	1227.8	255.6	1273.9	262.9
	32	1076.8	258.8	1090.0	261.6	1124.0	264.5	1168.7	267.7	1208.9	270.4	1249.4	273.5
LSBLG1234	25	1300.9	235.5	1338.1	238.8	1367.8	242.2	1412.4	251.0	1457.0	255.7	1509.0	262.3
	28	1278.6	248.9	1302.4	252.2	1340.3	255.7	1375.2	262.3	1427.3	269.1	1471.9	282.6
	30	1248.9	275.8	1271.2	279.2	1308.3	282.6	1345.5	285.9	1390.1	289.2	1442.1	298.0
	32	1219.1	292.7	1234.0	296.0	1272.7	299.3	1323.2	302.8	1360.4	306.1	1415.4	309.4
LSBLG1368	25	1442.1	248.1	1483.4	251.7	1516.3	255.3	1565.8	264.6	1615.2	269.5	1672.8	276.5
	28	1417.4	262.5	1448.8	265.8	1485.8	269.5	1524.6	276.5	1582.3	283.5	1631.8	297.9
	30	1384.5	280.7	1409.2	294.3	1450.4	297.9	1491.7	301.5	1541.0	304.8	1598.7	314.1
	32	1351.5	308.5	1368.0	312.0	1410.9	315.5	1466.9	319.2	1508.1	322.5	1569.1	326.1
LSBLG1480	25	1560.2	282.6	1604.8	286.6	1640.5	290.6	1694.0	301.1	1747.5	306.7	1809.9	314.9
	28	1533.5	298.7	1562.0	302.8	1607.5	306.7	1649.4	314.9	1711.8	322.9	1756.3	339.0
	30	1497.8	331.0	1524.6	335.0	1569.2	339.0	1613.7	343.1	1667.2	347.2	1729.6	357.7
	32	1462.2	351.1	1480.0	355.2	1526.4	359.3	1587.0	363.2	1631.6	367.3	1697.5	371.4
LSBLG1668	25	1758.5	327.1	1808.1	331.8	1849.0	336.3	1908.5	346.4	1969.4	355.2	2039.9	364.3
	28	1728.3	345.6	1759.7	350.3	1810.7	355.2	1858.9	364.3	1929.3	373.6	1989.3	392.3
	30	1668.4	383.2	1718.2	367.3	1768.6	392.3	1818.6	396.8	1878.9	391.5	1949.4	413.0
	32	1647.6	406.5	1668.0	411.0	1720.0	415.7	1788.4	420.5	1839.0	413.6	1911.5	429.9
LSBLG2052	25	2163.3	372.1	2225.0	377.5	2274.4	383.0	2348.6	396.9	2422.9	404.2	2509.3	414.8
	28	2126.1	393.7	2165.8	398.8	2228.7	404.2	2286.9	414.8	2373.3	425.3	2447.7	446.9
	30	2076.7	436.0	2133.9	441.5	2175.6	446.9	2237.5	452.2	2311.6	457.3	2398.2	471.2
	32	2027.3	462.7	2052.0	468.0	2116.2	473.3	2200.3	483.8	2262.2	483.8	2353.6	489.1

续表

机组型号	冷凝器		冷冻水出水温度 (°C)										
	进水温度	5		7		9		11		13		15	
		°C	制冷量 kW	功率 kW	制冷量 kW	功率 kW	制冷量 kW	功率 kW	制冷量 kW	功率 kW	制冷量 kW	功率 kW	制冷量 kW
LSBLG2736	25	2884.3	496.4	2965.9	503.5	3032.7	510.7	3130.8	528.8	3230.2	539.3	3346.0	552.9
	28	2834.6	525.0	2887.4	531.7	2970.2	539.3	3049.3	552.9	3028.9	567.0	3263.4	595.9
	30	2769.1	581.5	2818.3	588.7	2900.9	595.9	2983.2	602.8	3081.9	609.7	3197.6	627.1
	32	2702.9	617.3	2736.0	624.0	2821.3	630.9	2933.5	638.6	3034.4	645.0	3136.1	652.4

注：表中功率为机组输入功率。



机组型号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	φ1	φ2
LSBLG175	2400	890	1685	1200	350	200	1700	990	650	550	1750	600	350	DN80	DN80
LSBLG350	3700	1000	1700	1500	320	160	2700	946	660	560	2750	1100	500	DN100	DN100

图 2.4-16 LSBLG175、LSBLG350 型机组外形尺寸图

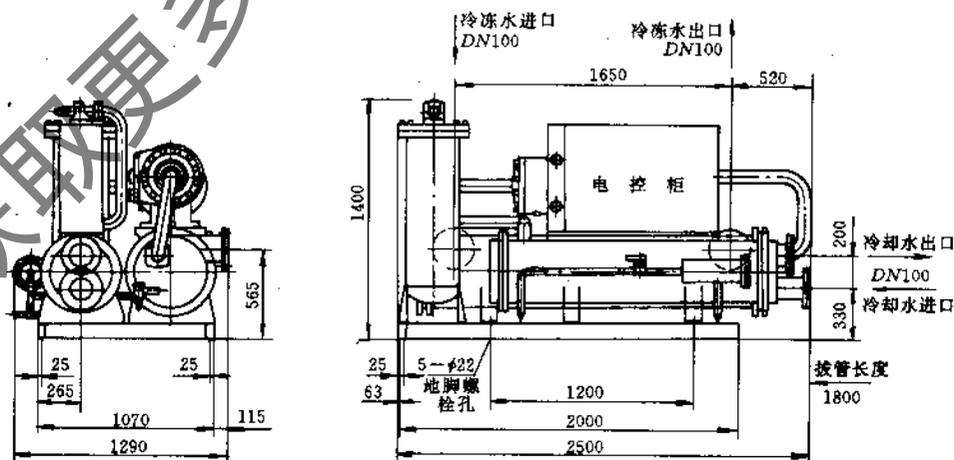


图 2.4-17 LSBLG247 型机组外形尺寸图

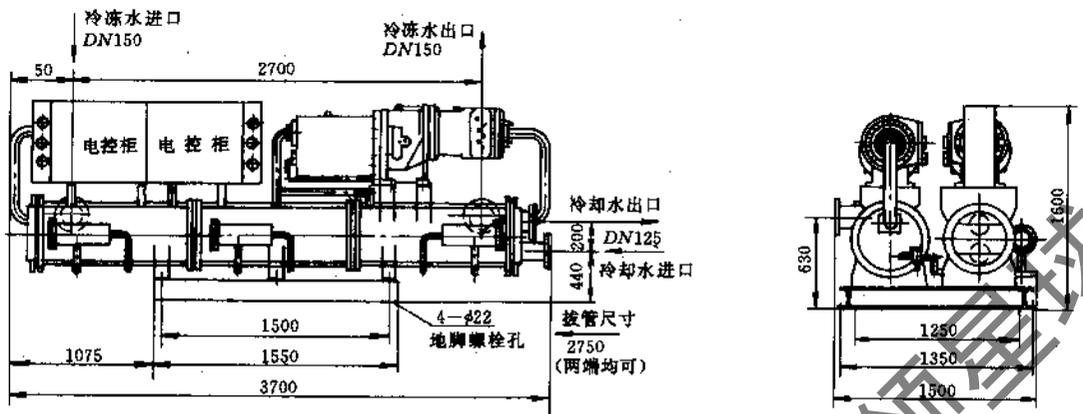
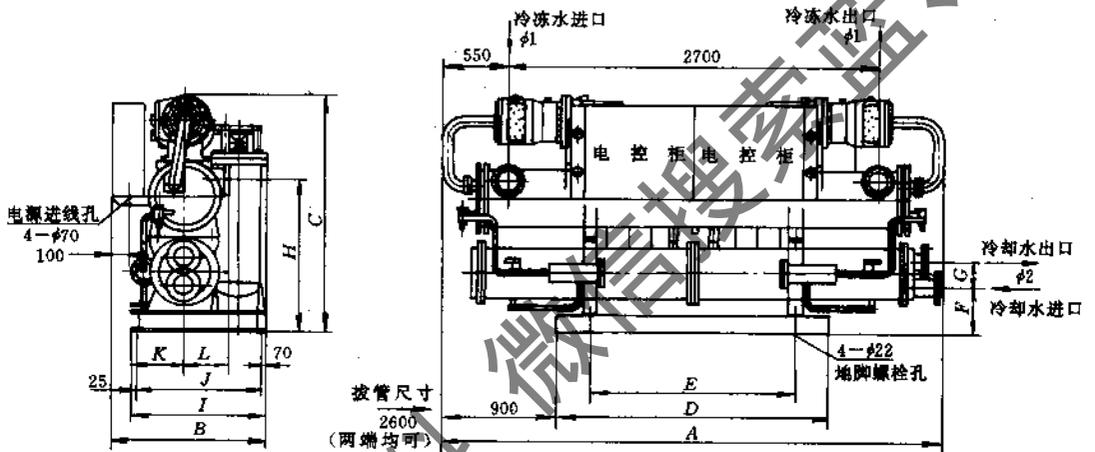


图 2.4-18 LSBLG525 型机组外形尺寸图



494
图 2.4-19 LSBLG617 型机组外形尺寸图
740

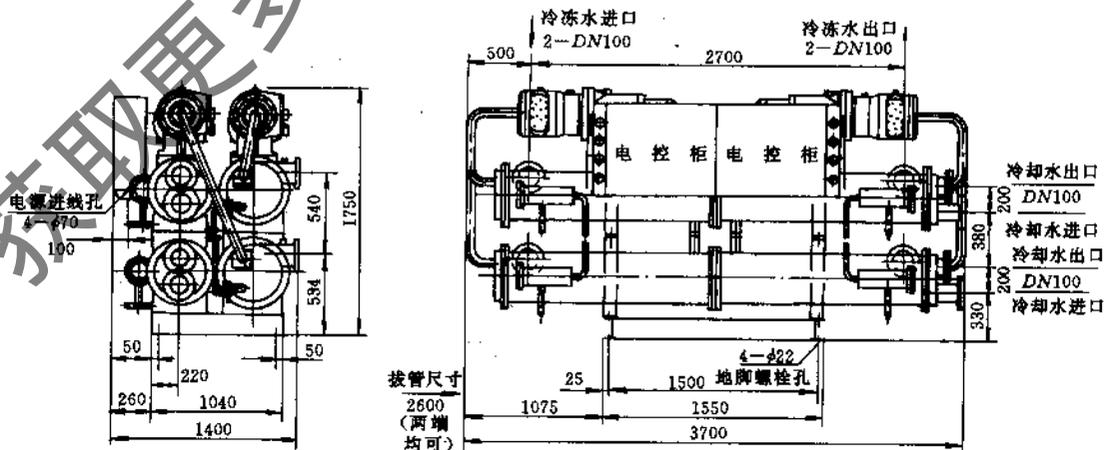


图 2.4-20 LSBLG700 型机组外形尺寸图

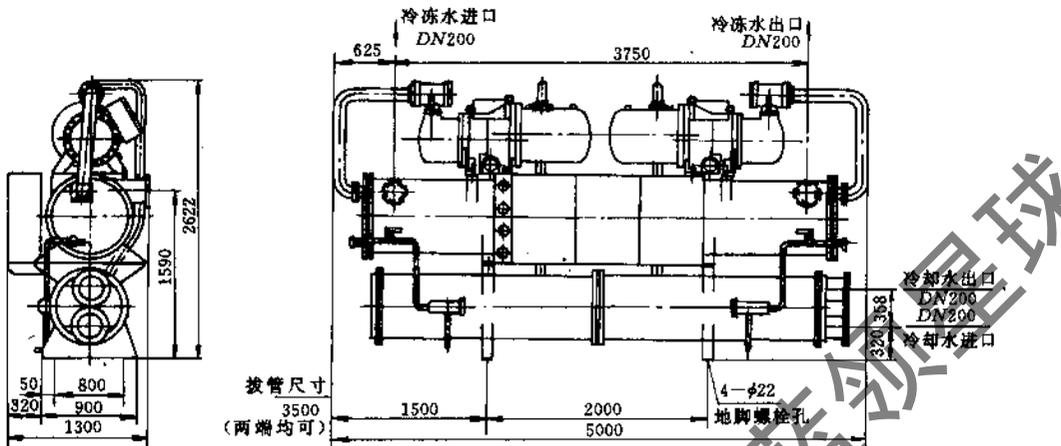


图 2.4-21 LSBLG1368 型机组外形尺寸图

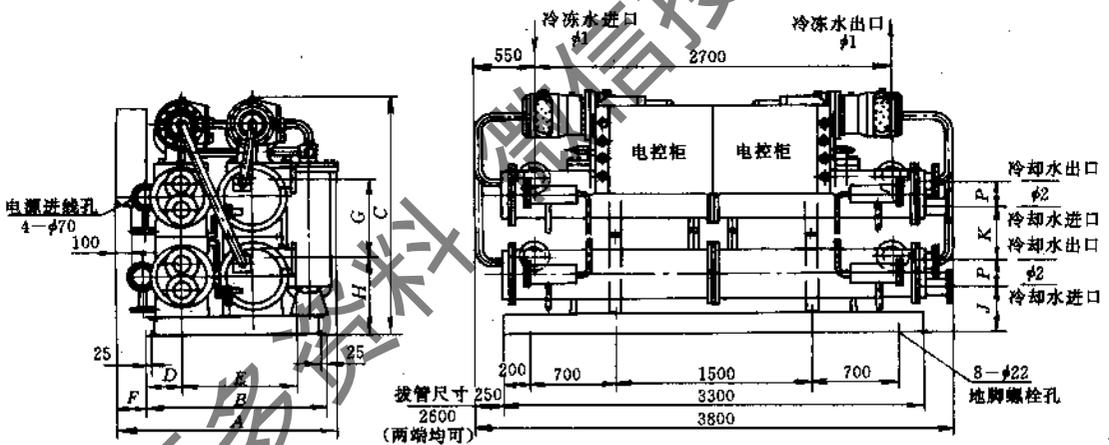


图 2.4-22 LSBLG844~LSBLG1480 型机组外形尺寸图

机组型号	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	P	φ1	φ2
LSBLG844	1900	1450	1850	270	923	300	580	554	343	365	215	2-DN125	2-DN125
LSBLG988	1960	1450	1850	270	923	300	580	554	343	365	215	2-DN150	2-DN125
LSBLG1090	2100	1600	2100	295	973	355	620	570	363	405	215	2-DN150	2-DN125
LSBLG1234	2165	1600	2100	295	1038	355	620	570	363	405	215	2-DN150	2-DN150
LSBLG1480	2165	1600	2100	295	1038	355	650	630	377	435	215	2-DN150	2-DN150

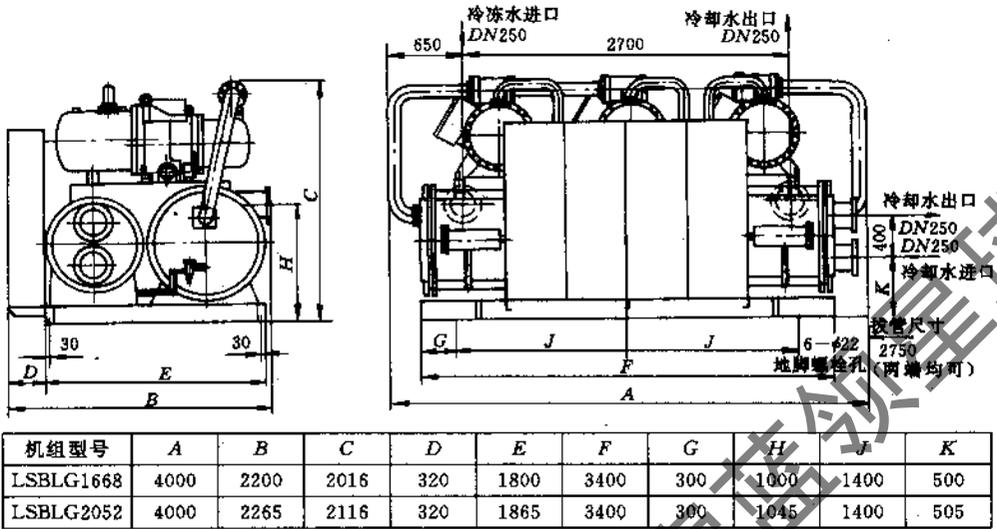


图 2.4-23 LSBLG1668、LSBLG2052 型机组外形尺寸图

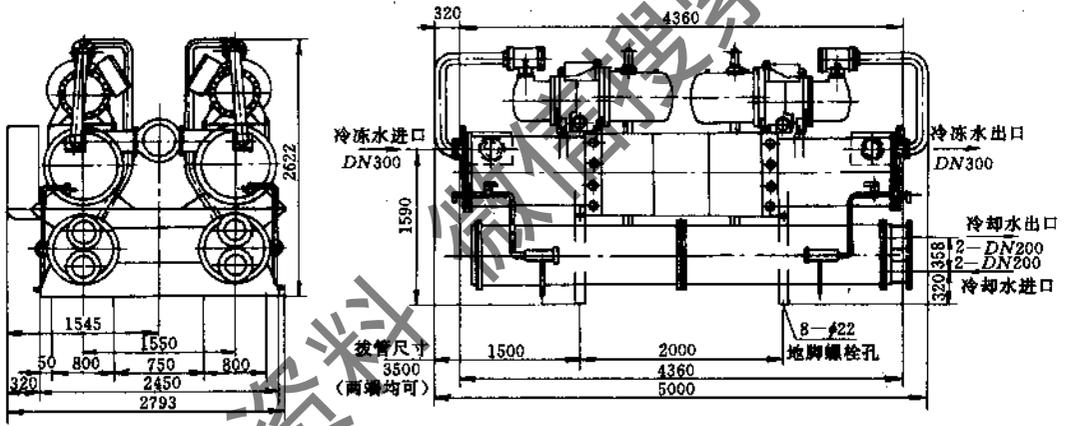


图 2.4-24 LSBLG2736 型机组外形尺寸图

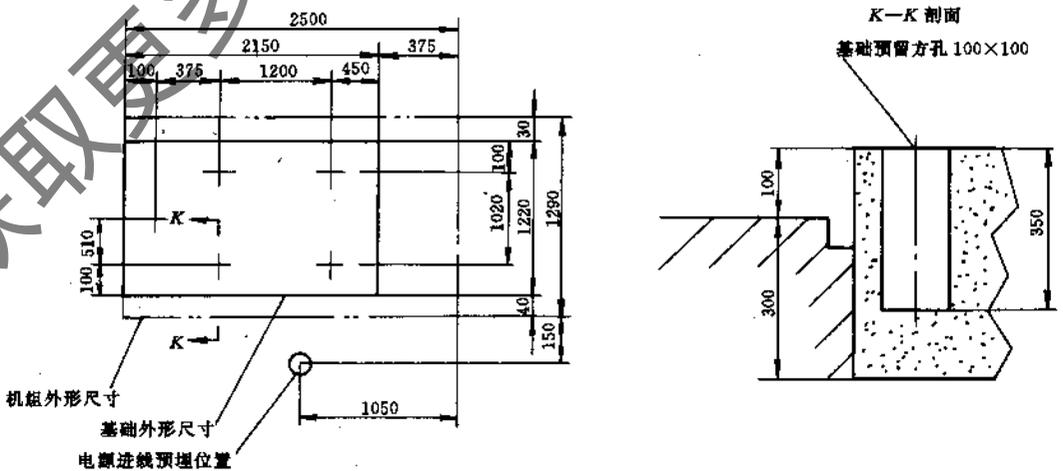
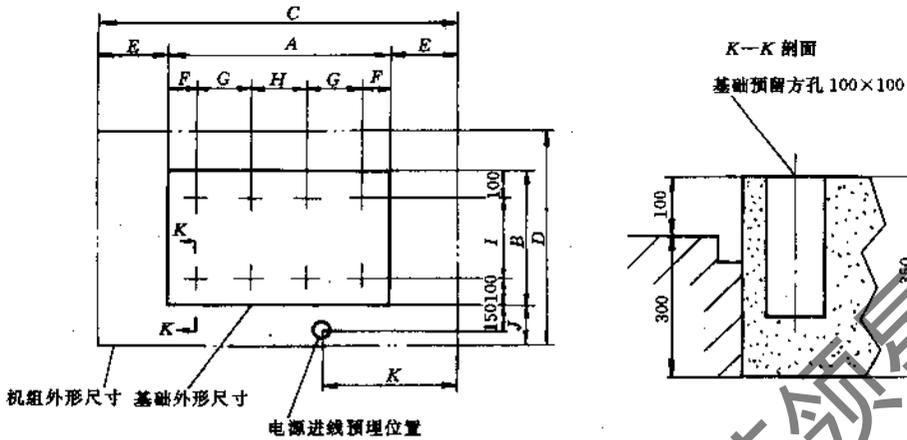


图 2.4-25 LSBLG247 型机组基础参考尺寸图



机组型号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
LSBLG175	1400	1000	2400	890	500	100	0	1200	530	190	1200
LSBLG350	1700	1100	3700	1000	1000	100	0	1500	560	190	1850
LSBLG494	1700	1065	3800	2365	850	100	0	1500	865	355	1900
LSBLG525	1700	1450	3700	1500	1000	100	0	1500	1250	0	2850
LSBLG617	1700	1115	3800	1425	850	100	0	1500	915	365	1900
LSBLG700	1700	1140	3700	1500	1000	100	0	1500	940	210	1850
LSBLG740	1700	1115	3800	1425	850	100	0	1500	915	365	1900
LSBLG844	3300	1600	3800	1900	250	200	700	1500	1400	225	1900
LSBLG988	3300	1600	3800	1960	250	200	700	1500	1400	225	1900
LSBLG1090	3300	1750	3800	2100	250	200	700	1500	1550	280	1900
LSBLG1234	3300	1750	3800	2165	250	200	700	1500	1550	280	1900
LSBLG1368	2800	1000	5000	1300	1100	400	0	2000	800	270	2500
LSBLG1480	3300	1750	3800	2165	250	200	700	1500	1550	280	1900
LSBLG1668	3600	4000	1940	2200	200	400	1400	0	1740	250	2000
LSBLG2052	3600	4000	2000	2265	200	400	1400	0	1800	250	2000

图 2.4-26 LSBLG175、LSBLG350~LSBLG2052 型机组基础参考尺寸图

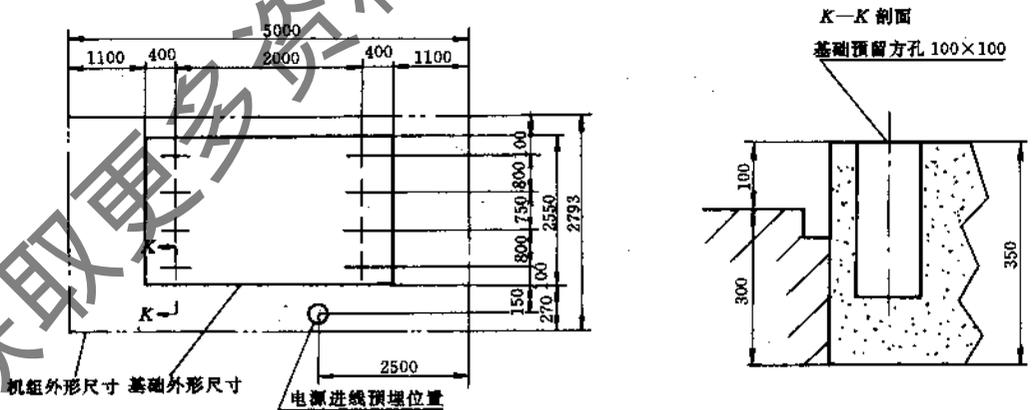
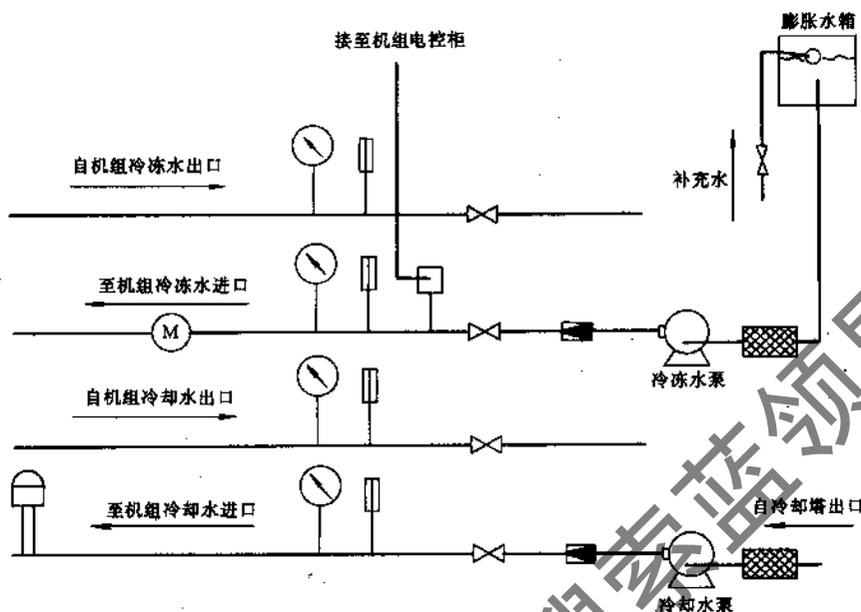


图 2.4-27 LSBLG2736 型机组基础参考尺寸图

水系统管路安装说明:

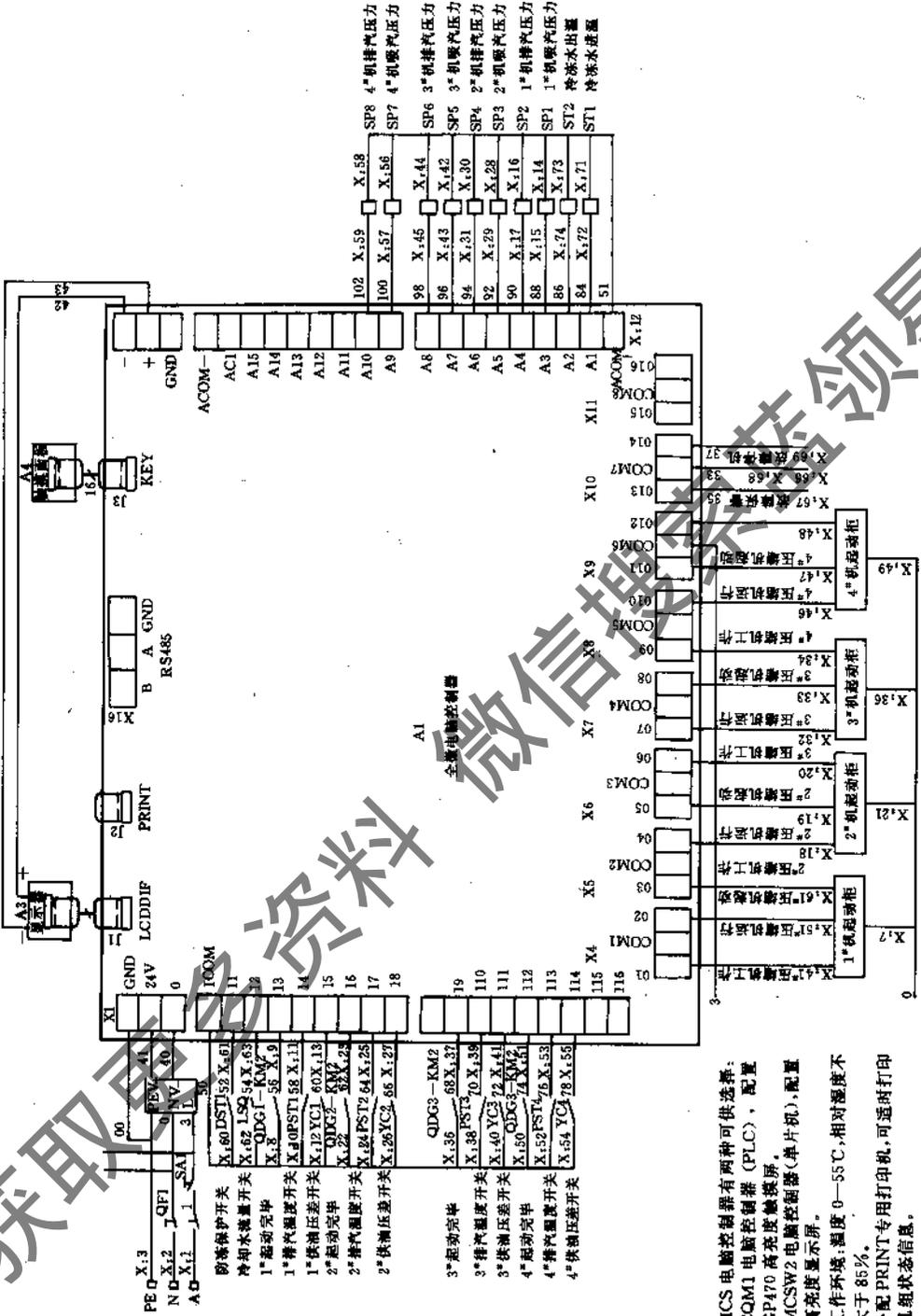
1. 机组四周应留有至少 1 米的维护空间和行走通道, 机组正面的操作空间应大于 1.2 米。建议机组间距不小于 1.5 米。
2. 机组之基础必须坚实, 需能支撑机组运行重量之 1.5 倍以上。



符号	名称及建议规格	安装位置
	水流开关	安装在进水总管上高弯头, 阀门 3~5 倍管径处
	温度计	(0~50℃)
	水压表	(0~1.0MPa) 安装在进出口水管阀门与连接法兰之间
	水流量计	
	水截止阀	
	电子除垢仪	
	止回阀	
	水过滤器	至少 15 目(水质较差时应采用两级过滤)

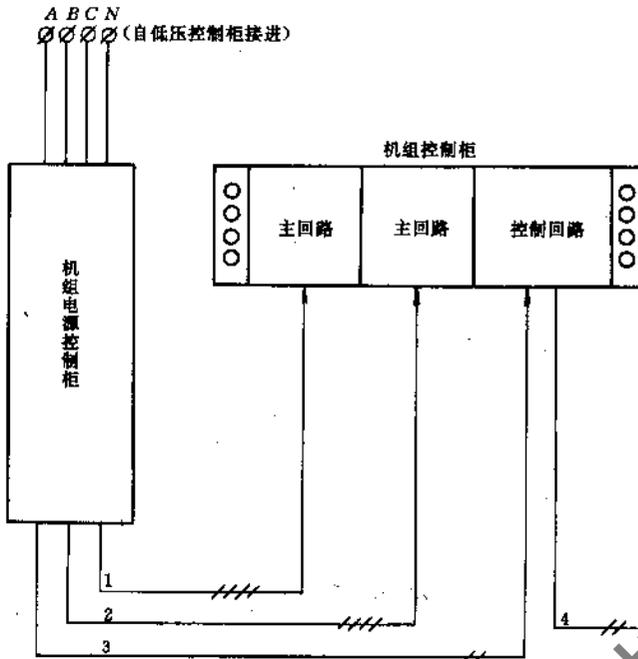
图 2-4-28 LSBLG 系列机组水系统管路安装参考图

- 基础与建筑物墙角或支柱之距离一般应不小于 500mm, 以便接管及安装、操作、维护人员通行。在有条件的情况下, 左边或右边可考虑预留 3.05m 的拔管空间(或窗孔、墙洞等)。任何情况下, 基础与建筑物或支柱之距离应不小于 250mm, 以使震动传递减至最小。
- 机组之配管应符合当地管路工程法规要求, 不应由机组本身承受管路的重量。
- 多台冷水机组并列运行时, 应确保冷冻水、冷却水之平衡, 避免偏流。
- 冷冻水、冷却水进出口应配耐高压之减震接头, 并装设温度计和压力表。
- 管路规格应按水泵之有效压头而定, 而不依机组之接头规格。
- 井水和河水含有很多固态物质和有机质, 所以当用这些水作为冷冻水和冷却水时, 必须过滤和软化。否则, 将在冷凝和蒸发器中形成较多污垢, 降低传热效果, 且在冷冻水中的泥沙将沉积在蒸发器中, 限制水流量, 造成冻结事故。因此系统应采用电子水处理仪对水进行有效处理。
- 所有机外接线必须符合当地技术规范及国家有关法规。
- 客户应在机组外设置总配电柜, 其中至少应包括空气开关、电流表、电压表等。
- 对多机头冷水机组, 每台压缩机之电源线应分别接入机组电控柜。



说明: MCS 电脑控制器有两种可供选择:
 COM1 电脑控制器 (PLC); 配置
 GP470 高亮度触摸屏。
 MCSW2 电脑控制器 (单片机), 配置
 高亮度显示屏。
 工作环境: 温度 0~55°C, 相对湿度不
 大于 85%。
 外配 PRINT 专用打印机, 可随打印
 机组状态信息。
 备有 RS485 标准通讯接口, 加装相应配件, 可实现电脑连续监控及定时起机、停机功能。
 完善的保护, 准确的配合当时的负载状况, 真正控制主机的节能运转。
 操作时, 只需轻轻一按, 你和电脑控制系统的对话即开始……

图 2-4-29 MCS 微电脑控制系统端子接线图



使用电制 380V-3Ph-50Hz		
机组型号	最大功率 kW	最大运转电流 A
LSBLG175	45	85
LSBLG247	65	120
LSBLG350	90	170
LSBLG494	130	240
LSBLG525	135	255
LSBLG617	160	300
LSBLG700	180	340
LSBLG740	190	360
LSBLG844	220	410
LSBLG988	260	480
LSBLG1090	280	530
LSBLG1234	320	600
LSBLG1480	380	720
LSBLG1368	350	660
LSBLG1668	460	800
LSBLG2052	525	990
LSBLG2736	700	1320

注：机组配电功率应不小于表中最大功率的90%。

电源进线规格

线号	用途及建议规格
1	主回路电(三相四线 380V) 建议用线参见电气数据及进线规格表
2	主回路电源(三相四线 380V) 建议用线参见电气数据及进线规格表
3	控制回路电源线两根 1.5mm ² (220V)
4	水流开关控制线

注：1. 每一回路对应机组中一个压缩机 2. 电源柜靠近机组安装

电缆线规格 芯数× 截面积 (mm ²)	3×35+	3×50+	3×35+ 1×10	3×35+ 1×10	3×50+ 1×16	3×50+ 1×25	3×70+ 1×25	3×185 连地	3×240 连地
机组型号 (单机)	LSBLG 175	LSBLG 247							
组数	1组	1组							
机组型号 (双机)	LSBLG 350	LSBLG 494			LSBLG 617	LSBLG 740			LSBLG 1368
组数	2组	2组			各1组	2组			2组
机组型号 (叁机)	LSBLG 525							LSBLG 1668	LSBLG 2052
组数	3组							3组	3组
机组型号 (肆机)	LSBLG 700	LSBLG 988	LSBLG 844	LSBLG 1090	LSBLG 1234	LSBLG 1480			LSBLG 2736
组数	4组	4组	各2组	各2组	各2组	4组			4组

注：1. 规格栏内1×截面积系指中性线。

2. 电缆线为铜芯护套电缆线。

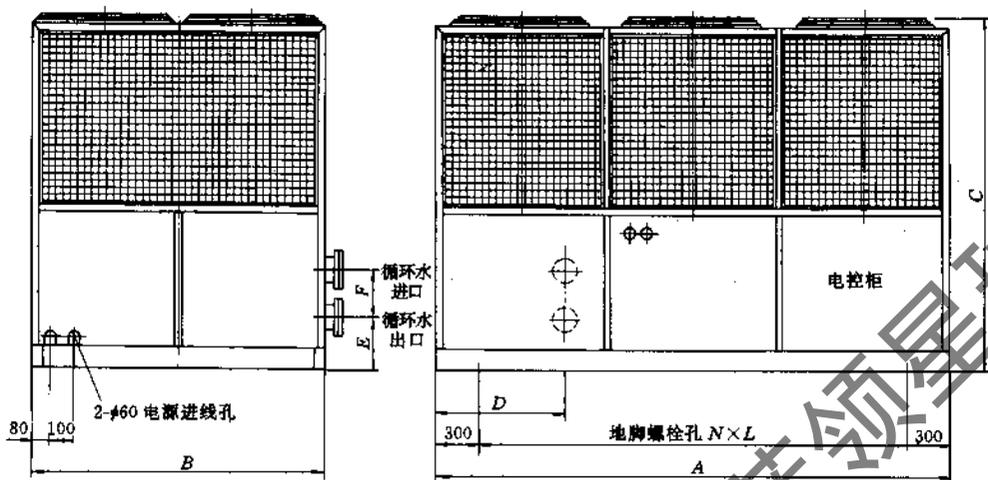
图 2.4-30 机组控制柜流程及主要电气数据

LS(R)F 系列风冷式半封闭式双螺杆式冷(热)水机组技术性能表 表 2.4-29

机组型号		LSF180	LSRF180	LSF236	LSRF236	LSF290	LSRF290	LSF360	LSRF360	
制冷量	kcal/h	154800	154800	202960	202960	249400	249400	309000	309600	
	W	180000	180000	236000	236000	290000	290000	360000	360000	
制热量	kcal/h		157900		207090		254500		315800	
	W		183000		240800		295900		366000	
能量控制	%	100-75-50-0								
使用电源		380V-3Ph-50Hz								
制冷剂		R22								
制冷剂填充量	kg	50	50	70	70	80	80	100	100	
压缩机	型式	半封闭螺杆式								
	数量	1	1	2	2	2	2	2	2	
	功率	kW	59	59	76.6	76.6	96.1	96.1	118	118
	润滑油规格		SUNISO 4 GS							
	加油量	kg	14	14	7×2	7×2	8×2	8×2	14×2	14×2
	油加热器	W	100	100	100×2	100×2	100×2	100×2	100×2	100×2
起励方式		Y-Δ								
安全保护		高/低压开关, 断水, 结冻, 可熔栓, 安全阀, 电机反转, 线圈过热等								
循环水	出口温度	冷 °C	5~12							
		热 °C	40~45		40~45		40~45		40~45	
	水侧承压	MPa	3.0							
	水头损失	MPa	≤0.10							
	水流量	m ³ /h	31	31	41	41	50	50	62	62
管径	mm	DN80	DN80	DN100	DN100	DN100	DN100	DN125	DN125	
风机外形尺寸	型式	进口轴流风机								
	功率	kW	3×4	3×4	2.2×6	2.2×6	3×6	3×6	3×8	3×8
	长	mm	2400	2400	3300	3300	3600	3600	4800	4800
	宽	mm	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
高	mm	2400	2400	2300	2300	2400	2400	2400	2400	
机组重量	kg	2100	2300	2500	2750	2700	3000	3980	4150	

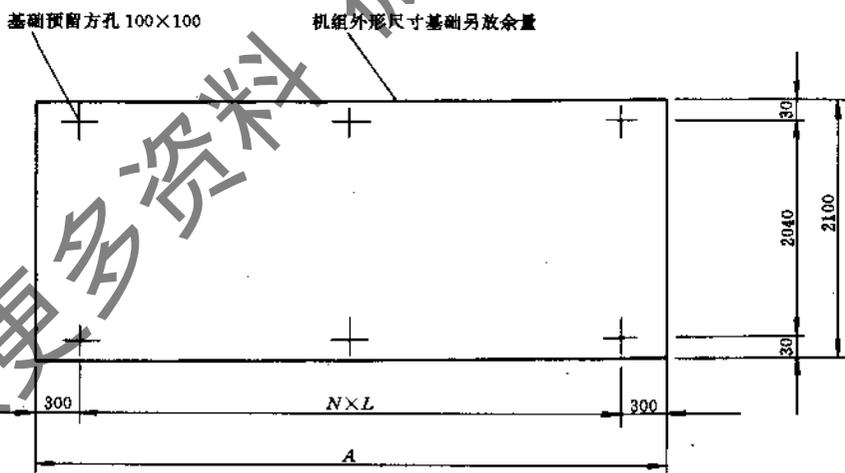
注: 制冷量系指环境温度 35℃, 冷水出水温度 7℃ 时之制冷量;

制热量系指环境温度 7℃, 热水出水温度 45℃ 时之制热量。



机组	型号	A	B	C	D	E	F	L	N	地脚螺栓
LSF180	LSRF180	2400	2100	2400	1000	300	480	1800	1	4-M20
LSF236	LSRF236	3300	2100	2300	900	300	480	1350	2	6-M20
LSF290	LSRF290	3600	2100	2400	1000	300	480	1500	2	6-M20
LSF360	LSRF360	4800	2100	2400	1000	300	480	1400	3	8-M20

图 2.4-31 LSF、LSRF 系列机组外形尺寸图



尺寸表

机组	型号	A	L	N	地脚螺栓
LSF180	LSRF180	2400	1800	1	4-M20
LSF236	LSRF236	3300	1350	2	6-M20
LSF290	LSRF290	3600	1500	2	6-M20
LSF360	LSRF360	4800	1400	3	8-M20

图 2.4-32 LSF、LSRF 系列机组基础参考尺寸图

2) 无锡申达空调设备有限公司

LSBLGRF-Z 系列, 单机制冷量 355~584kW

单机制热量 387~642kW

LSBLGRF-Z 系列产品选型资料目录表 (无锡申达)

表 2.4-30

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号	本书页次
风冷式半封闭式双螺杆式冷水机组	LSBLGRF-Z 系列	a)	机组技术性能表	表 2.4-31	
		b)	S 型螺杆式压缩机性能参数	表 2.4-32	
		c)	制冷(热)量修正系数	表 2.4-33	
		d)	机组外形尺寸图	图 2.4-33	
		e)	S182 型压缩机性能曲线图	图 2.4-34	
		f)	S252 型压缩机性能曲线图	图 2.4-35	
		g)	S302 型压缩机性能曲线图	图 2.4-36	
		h)	机组电气控制线路图	图 2.4-37	
		i)	压缩机电气控制主电路图	图 2.4-38	
		j)	风机电气控制主电路图	图 2.4-39	
		k)	机组现场安装示意图	图 2.4-40	

LSBLGRF-Z 系列风冷式半封闭式双螺杆式冷(热)水机组技术性能表 表 2.4-31

型号 项目	LSBLGRF		350Z	480Z	580Z
	制冷量	kW	355	483	584
	kcal/h	302600	415730	502000	
制热量	kW	387	532	642	
	kcal/h	332860	4572970	552200	
机组总功率	kW	115	167	201	
额定电流	A	256	354	392	
压缩机	型 式	半封闭双螺杆机 S182×2 台	半封闭双螺杆机 S252×2 台	半封闭双螺杆机 S302×2 台	
	输入功率(kW)	51.45×2	73.5×2	88.2×2	
空气侧热交换器		铜管高性能铝翅片			
制冷剂流量控制		自动膨胀阀			
制冷剂	种 类	R22			
	充入量	kg	90	118	140
风 机	型 式	大叶片低噪音轴流式			
	电机功率	kW	1.5×8 台	2.5×8 台	3×8 台
水侧热交换器		进口壳管式高效换热器			
最大工 作压力	制冷剂侧 MPa	2.9			
	水 侧 MPa	2.0			

续表

型号 项目	LSBLGRF	350Z	480Z	580Z
水压降	MPa	标准 0.044; 最大 0.062	标准 0.044, 最大 0.062	标准 0.044; 最大 0.062
总流量	m ³ /h	标准 63, 最大 75	标准 94.8, 最大 114	标准 109, 最大 126
控制运转	运转开关	手动或遥控		
	温度控制	微电脑自动控制		
	指 示	运行状态显示, 异常状态显示		
安全装置	温度控制、延时继电器、缺相断路、防冻保护、过电流保护、压缩机过热保护			
冷暖切换装置	进口四通换向阀			
蒸发器配管	Φ (mm)	Φ133	Φ159	Φ219
电 源	三相四线、380V 50Hz			
整机重量 (kg)		3700	4100	4500
运行重量 (kg)		4000	4800	5400
外形尺寸	宽 A	4935	5150	5350
	深 B	2150	2250	2250
	高 C	2300	2300	2300

注: 制冷量工况为: 冷水进口温度 12℃, 出口温度 7℃, 室外温度 35℃。

制热量工况为: 热水进口温度 40℃, 出口温度 45℃, 室外干球温度 7℃, 湿球温度 6℃。

S 型半封闭式双螺杆式压缩机性能参数表

表 2.4-32

类型	蒸发温度 (°C)	冷 凝 温 度 (°C)											
		30		35		40		45		50		55	
		P.F.	P.A.	P.F.	P.A.	P.F.	P.A.	P.F.	P.A.	P.F.	P.A.	P.F.	P.A.
S-182	-16	107.0	33.5	101.7	37.1	95.7	41.4						
	-14	115.2	33.6	108.9	37.2	102.0	41.5	94.4	46.5				
	-12	124.2	33.8	117.0	37.4	109.2	41.7	100.7	46.6				
	-10	134.0	34.0	126.0	37.6	117.2	41.8	107.9	46.8	97.9	52.5		
	-8	144.8	34.2	135.8	37.8	126.2	42.1	116.0	47.0	105.1	52.7		
	-6	166.4	34.4	146.6	38.0	136.1	42.3	125.0	47.3	113.2	52.9		
	-4	169.0	34.7	158.2	38.3	146.9	42.6	134.9	47.5	122.3	53.2	109.0	59.5
	-2	182.4	35.0	170.8	38.6	158.6	42.9	145.7	47.8	132.2	53.5	118.1	59.8
	0	196.6	35.3	184.2	38.9	171.1	43.2	157.4	48.2	143.1	53.8	128.1	60.1
	2	211.8	35.7	198.5	39.3	184.6	43.6	170.1	48.5	154.9	54.2	139.1	60.5
	4			213.7	39.7	199.0	43.9	183.6	48.9	167.6	54.5	151.0	60.9
	6			229.8	40.1	214.3	44.3	198.1	49.3	181.3	55.0	163.8	61.3
8			246.8	40.5	230.5	44.8	213.5	49.7	195.8	55.4	177.6	61.7	
10					247.6	45.2	229.7	50.2	211.3	55.9	192.3	62.2	

续表

类型	蒸发温度 (°C)	冷 凝 温 度 (°C)											
		30		35		40		45		50		55	
		P.F.	P.A.	P.F.	P.A.	P.F.	P.A.	P.F.	P.A.	P.F.	P.A.	P.F.	P.A.
S-252	-16	135.9	46.8	126.9	51.5	119.6	57.1						
	-14	148.7	46.8	138.0	51.4	129.1	57.0	121.9	63.6				
	-12	163.2	46.8	150.7	51.5	140.0	57.1	131.0	63.6				
	-10	179.1	47.0	164.8	51.6	152.3	57.2	141.5	63.8	132.5	71.3		
	-8	196.7	47.2	180.5	51.9	156.0	57.5	153.3	64.0	142.4	71.5		
	-6	215.8	47.6	197.6	52.2	181.8	57.8	166.4	64.4	153.5	71.9		
	-4	236.5	48.0	216.2	52.7	197.7	58.3	180.9	64.8	165.9	72.3	152.6	80.9
	-2	258.7	48.6	236.3	53.2	215.6	58.8	196.7	65.4	179.6	72.9	164.2	81.3
	0	282.6	49.2	257.9	53.9	235.0	59.5	213.9	66.0	194.5	73.5	176.9	82.0
	2	308.0	50.0	281.0	54.6	255.8	60.2	232.3	66.8	210.7	74.3	190.8	82.7
	4			305.8	55.5	278.0	61.1	252.2	67.3	228.1	75.1	205.9	83.6
	6			331.6	56.4	301.6	62.0	273.4	68.6	246.9	76.1	222.2	84.5
	8			359.2	57.4	326.7	63.0	295.9	69.6	266.9	77.1	239.6	85.5
10					353.1	64.2	319.7	70.7	288.1	78.2	258.3	86.7	
S-302	-16	160.9	55.4	150.3	61.0	141.7	67.6						
	-14	176.1	55.4	163.5	60.9	152.9	67.5	144.4	75.3				
	-12	193.2	55.5	178.5	61.0	165.8	67.6	155.2	75.4				
	-10	212.1	55.6	195.2	61.1	180.3	67.8	167.6	75.5	156.9	84.4		
	-8	232.9	55.9	213.7	61.4	196.6	68.1	181.5	75.8	168.6	84.7		
	-6	255.6	56.3	234.0	61.8	214.5	68.5	197.1	76.2	181.8	85.1		
	-4	280.1	56.9	256.0	62.4	234.1	69.0	214.2	76.8	196.4	85.7	180.8	95.7
	-2	306.4	57.5	279.8	63.0	255.3	69.7	232.9	77.4	212.6	86.3	194.4	96.3
	0	334.6	58.3	305.4	63.8	278.3	70.4	253.3	78.2	230.3	87.1	209.5	97.1
	2	364.7	59.2	332.7	64.7	302.9	71.3	275.2	79.1	249.5	88.0	225.9	98.0
	4			361.9	65.7	329.2	72.3	298.6	80.1	270.2	89.0	243.8	99.0
	6			392.7	66.8	357.2	73.4	323.7	81.2	292.4	90.1	263.1	100.1
	8			425.4	68.0	386.3	74.7	350.4	82.4	313.0	91.3	283.8	101.3
10					413.2	76.0	378.6	83.8	341.2	92.7	305.9	102.7	

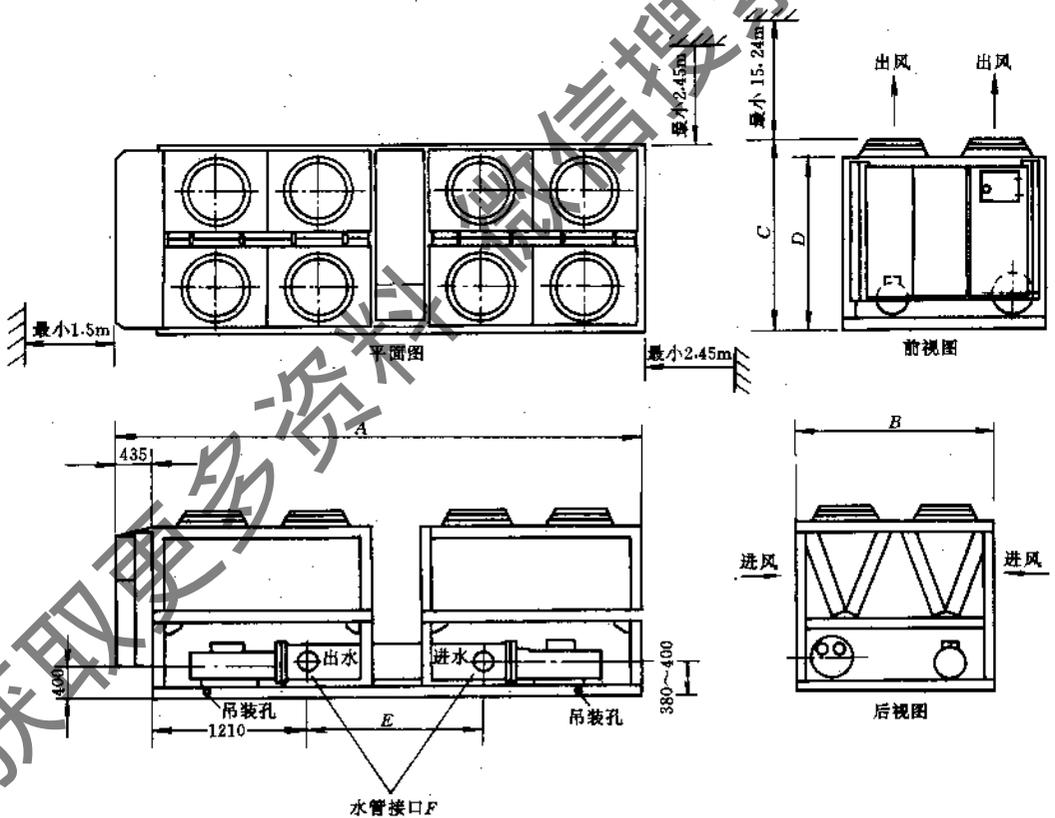
说明: R.F.—制冷量, kW; P.A.—输入功率, kW; 制冷剂: R22, 频率: 50Hz, 过冷: 5°C, 过热: 10°C。

LSBLGRF-Z 系列风冷式半封闭式双螺杆式冷热
水机组制冷(热)量修正系数表

表 2.4-33

		制 冷 量										
		冷冻水出水温度(°C)										
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
环境 温度 (°C)	25	1.070	1.105	1.140	1.170	1.200	1.237	1.273	1.310	1.343	1.377	1.410
	30	1.000	1.035	1.070	1.100	1.130	1.163	1.197	1.230	1.260	1.290	1.320
	35	0.940	0.970	1.000	1.030	1.060	1.090	1.120	1.150	1.177	1.203	1.230
	40	0.870	0.901	0.930	0.955	0.980	1.010	1.040	1.070	1.093	1.117	1.140
	45	0.810	0.835	0.860	0.885	0.910	0.937	0.963	0.990	1.013	1.036	1.060
		制 热 量										
		热水出水温度(°C)										
		30	35	40	45	50						
环境 温度 (°C)	15	1.230	1.210	1.200	1.190	1.170						
	7	1.030	1.020	1.010	1.000	0.980						
	4	0.980	0.960	0.950	0.930	0.920						
	0	0.890	0.880	0.870	0.850	0.840						
	-5	0.810	0.790	0.770	0.750	0.740						
	-10	0.730	0.710	0.690	0.680	0.650						
-15	0.660	0.640	0.620	0.600	0.570							

注：用此系数换算出的机组制冷(热)量为每小时实际制冷(热)量



尺 寸 表

编号	350Z	480Z	580Z	编号	350Z	480Z	580Z
A	4950	5150	5350	D	2110	2160	2250
B	2150	2250	2250	E	2280	2250	2200
C	2300	2360	2450	F	Φ133	Φ159	Φ219

图 2.4-33 LSBLGRF-Z 系列风冷式半封闭式双螺杆式冷热水机组外形尺寸图

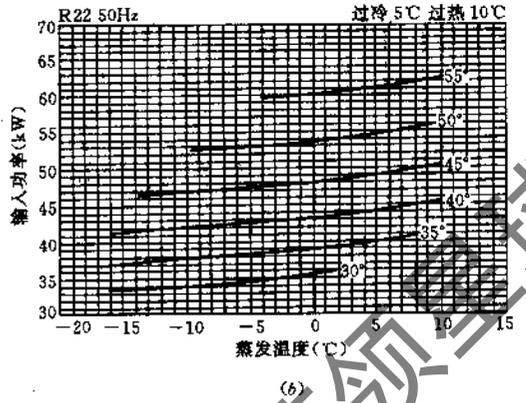
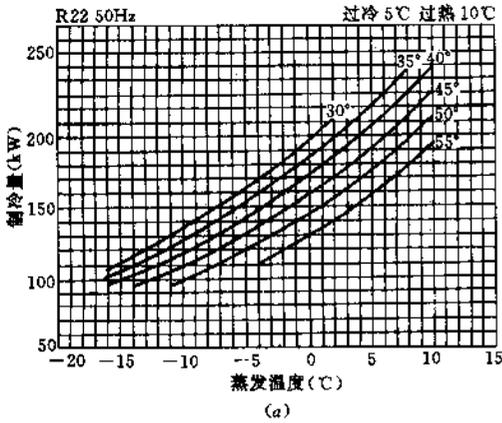


图 2.4-34 S182 型半封闭式双螺杆式制冷压缩机性能曲线图

(a) 制冷量曲线; (b) 输入功率曲线

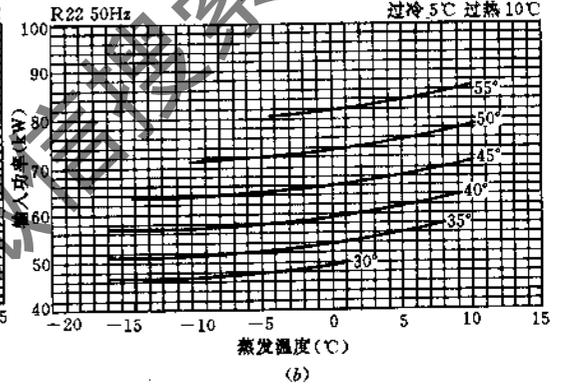
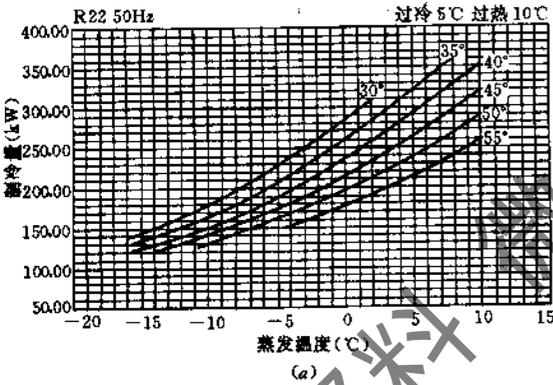


图 2.4-35 S252 型半封闭式双螺杆式制冷压缩机性能曲线图

(a) 制冷量曲线; (b) 输入功率曲线

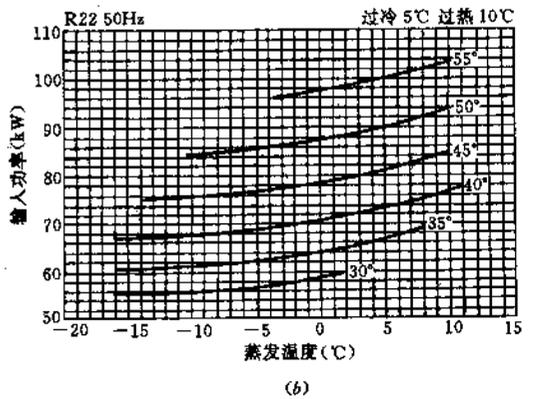
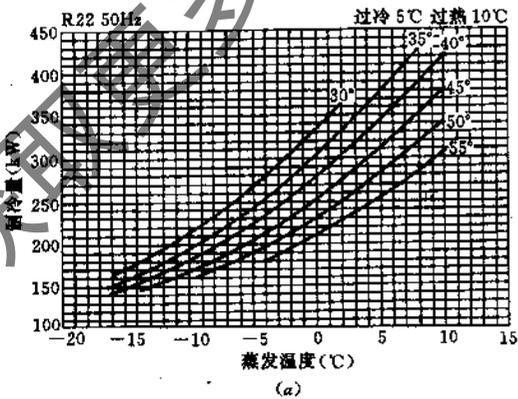


图 2.4-36 S302 型半封闭式双螺杆式制冷压缩机性能曲线图

(a) 制冷量曲线; (b) 输入功率曲线

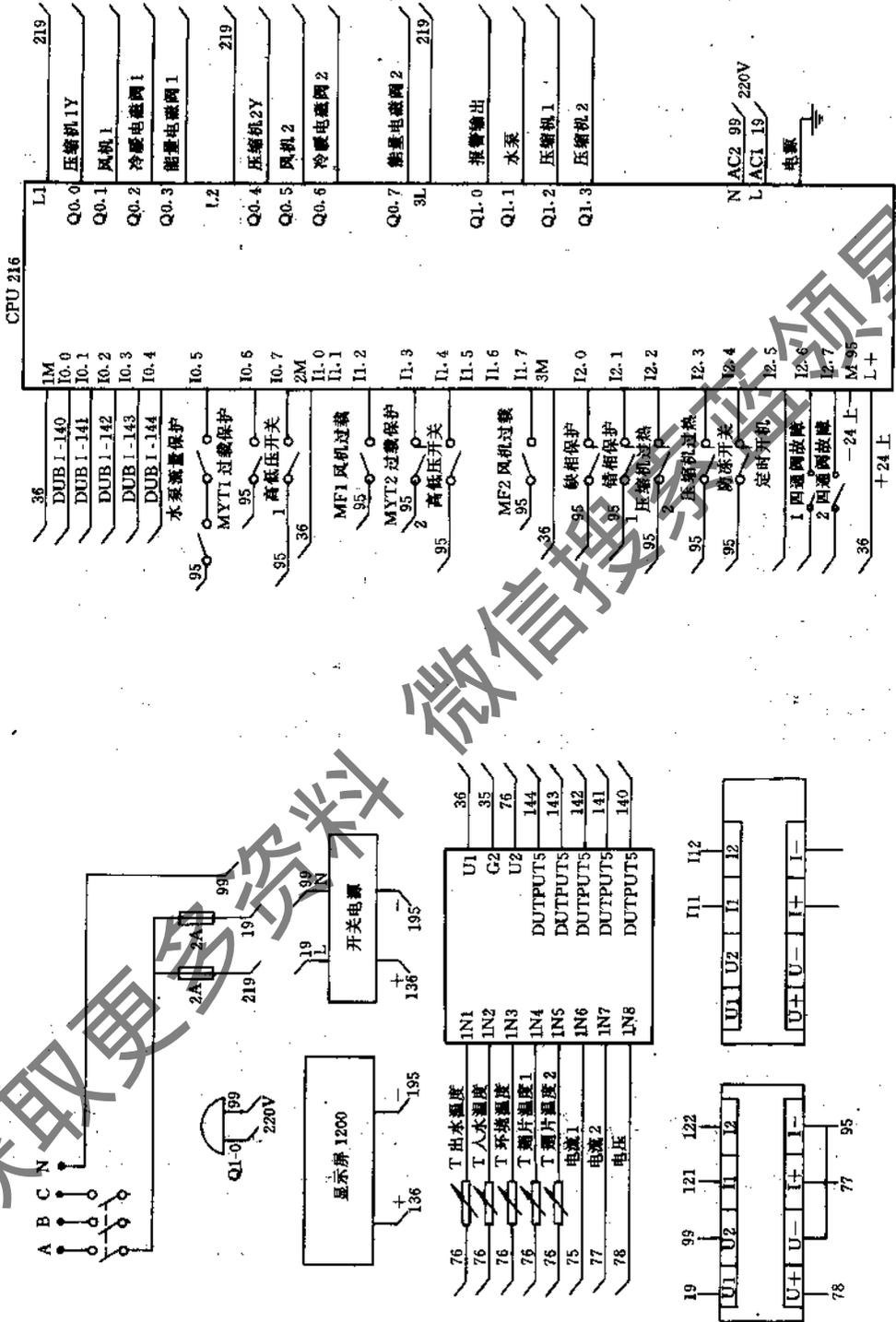


图 2.4-37 LSBLGRF-Z 系列风冷式双螺杆式半封闭风冷式冷水机组电气线路控制图

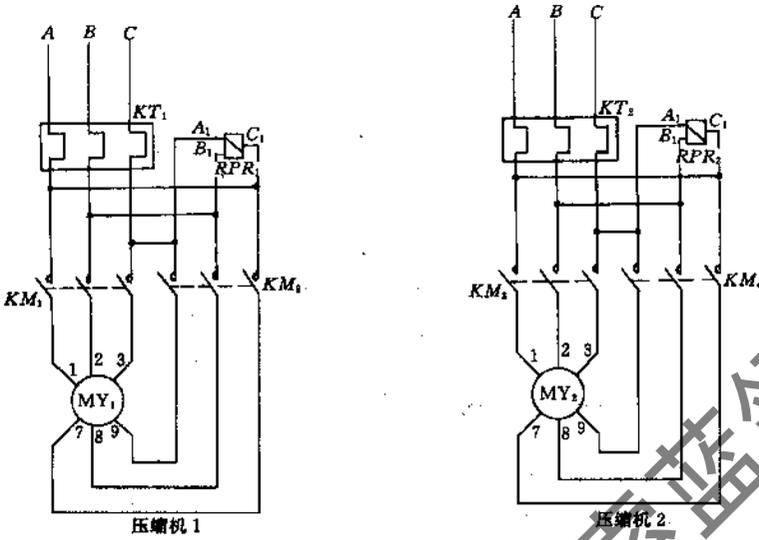


图 2.4-38 LSBLGRF-Z 系列半封闭式双螺杆式制冷压缩机电气控制主电路图

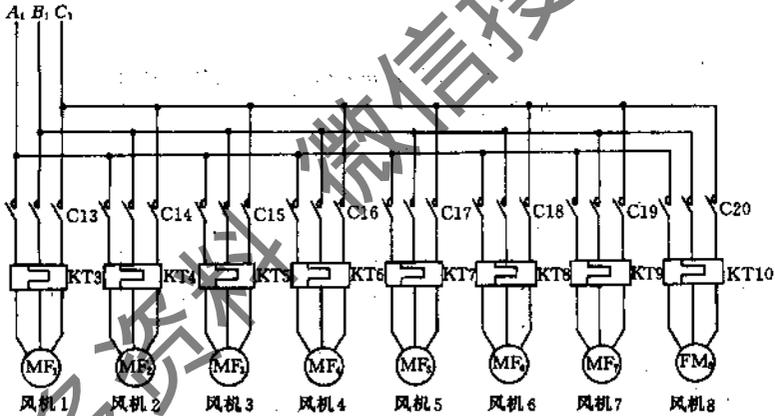


图 2.4-39 LSBLGRF-Z 系列机组风机电气控制主电路图

3) 江苏特灵电制冷机有限公司

RTHB 系列，单机制冷量 390~1340kW

RTHB 系列产品选型资料目录表（江苏特灵）

表 2.4-34

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号	本书页次
水冷式半封闭式 双螺杆式冷水机组	RTHB 系列	a)	机组剖视图	图 2.4-41	
		b)	机组技术性能表	表 2.4-35	
		c)	130/150 机组外形尺寸图	图 2.4-42	
		d)	180/215 机组外形尺寸图	图 2.4-43	
		e)	255/300 机组外形尺寸图	图 2.4-44	
		f)	380/450 机组外形尺寸图	图 2.4-45	
		g)	冷媒填充量对机组效能影响	图 2.4-46	

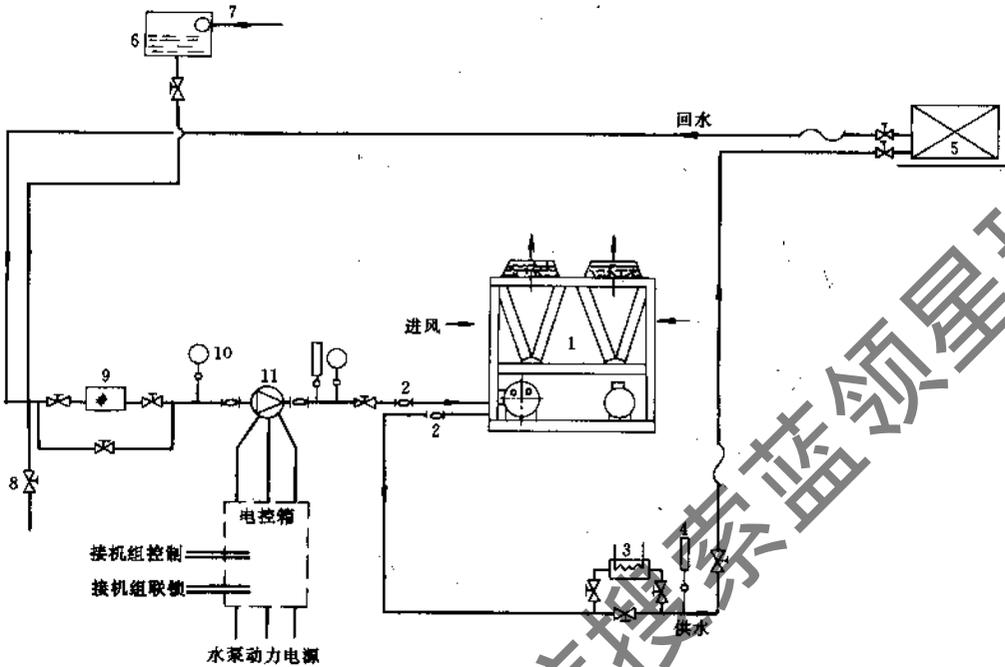


图 2.4-40 LSBLGRF-Z 系列机组现场安装示意图

- 1—主机；2—防震软管；3—辅助加热；4—温度计；5—风机盘管；6—膨胀水箱；7—浮球阀；
8—排水阀；9—过滤器；10—压力计；11—水泵

RTHB 系列水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组技术性能表

表 2.4-35

型 号	RTHB130	RTHB150	RTHB180	RTHB215	RTHB255	RTHB300	RTHB380	RTHB450	
	加长型	加长型	加长型	加长型	加长型	加长型	加长型	加长型	
制冷量 (kW)	390	465	560	628	826	930	1198	1340	
制冷量 (RT)	111	133	158	179	234	263	341	382	
输入功率 (kW)	80	91	114	126	160	175	235	259	
kW/t	0.72	0.69	0.72	0.7	0.68	0.67	0.69	0.68	
电源	380V/50Hz								
电机功率 (kW)	108	108	146	146	194	194	276	276	
运转电流 A	135	154	193	213	266	291	397	441	
起动电流 A	591	591	870	870	1156	1156	2167	2167	
压缩机	螺 杆 压 缩 机								
	容量控制								
	容量 (RT)	130	150	180	215	255	300	380	450
蒸发器	1								
	型式/回程								
	水量 (m ³ /h)	67.00	80.62	96.06	108.55	141.71	159.20	206.66	231.41
	压降 (kPa)	54.91	60.69	54.91	54.91	60.69	63.58	63.58	63.58
配管尺寸	4"	4"	5"	5"	5"	5"	6"	6"	
冷凝器	壳管式/2								
	型式/回程								
	水量 (m ³ /h)	80.62	96.29	115.59	130.36	169.19	186.92	247.08	275.93
	压降 (kPa)	49.13	54.91	49.13	49.13	54.91	52.03	54.91	52.03
配管尺寸	4"	4"	5"	5"	6"	6"	6"	6"	
制冷剂	R-22								
	型式								
	充填量 (kg)	173	173	239	239	275	275	439	439
控制方式	电子膨胀阀/多孔限流板 (固定式)								

续表

型 号	RTHB130	RTHB150	RTHB180	RTHB215	RTHB255	RTHB300	RTHB380	RTHB450
	加长型							
尺 寸	L (mm)	3477	3477	3534	3534	3553	3553	3723
	W (mm)	864	864	1083	1083	1200	1200	1520
	H (mm)	1632	1632	1784	1784	1926	1926	2032
运输重量 (kg)		2691	2691	3499	3499	4980	4980	7237
运行重量 (kg)		2886	2886	3783	3783	5408	5408	7829

注: 1. 主机容量系依据冷水入口温度 12℃, 冷水出口温度 7℃, 冷却水入口温度 32℃, 冷却水出口温度 37℃, 及污垢系数 $0.044\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{kW}$ 。(3-回程的蒸发器及 2-回程的冷凝器)。

2. 对产品不断研究和改良, 为本公司一贯政策, 因此各项规格若有变更, 恕不另行通知, 敬请见谅。

3. 所需规格若与上述条件不同, 敬请与本公司联络。

* 以上规格依据标准工况而定, 实际性能应以 ARI 认可的电脑报表为准。

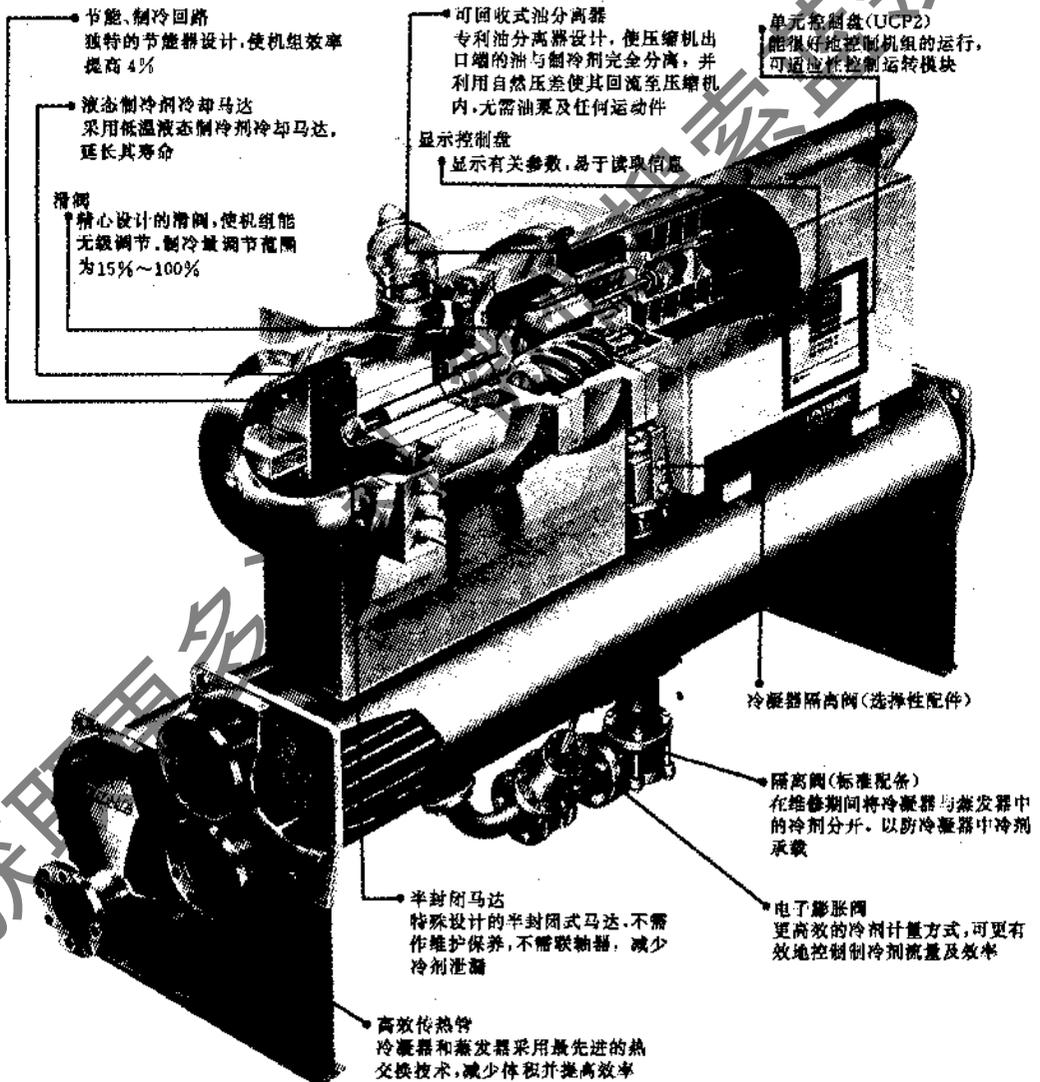
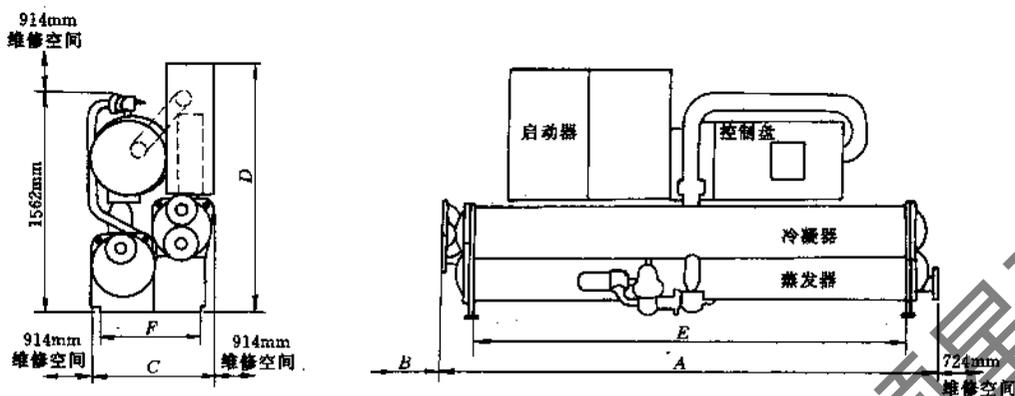


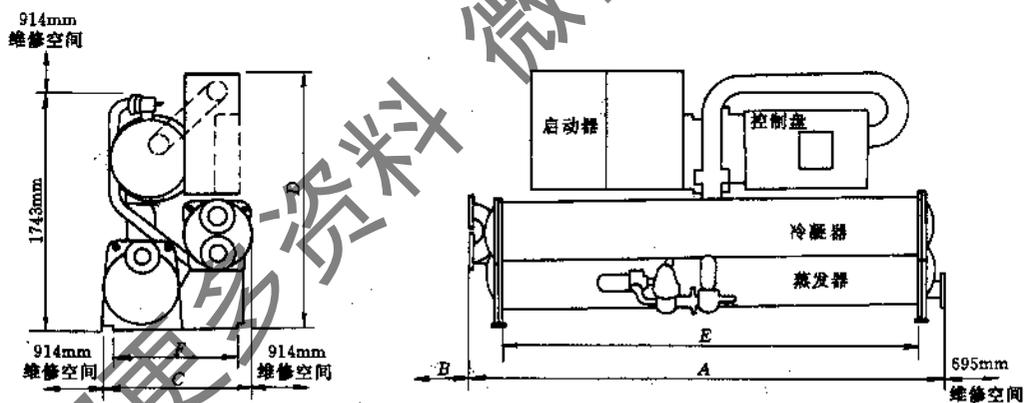
图 2.4-41 RTHB 系列水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组剖视图



尺寸表

设备型号	A	B	C	D	E	F
130/150 加长型	3477mm	3099mm	864mm	1632mm	3096mm	782mm

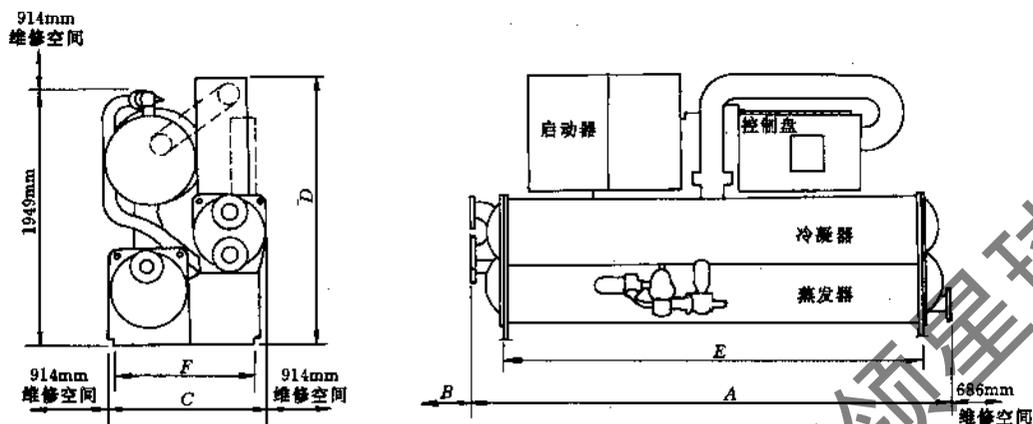
图 2.4-42 RTHB130/150 水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组外形尺寸图



尺寸表

设备型号	A	B	C	D	E	F
180/215 加长型	3534mm	3099mm	1083mm	1784mm	3096mm	975mm

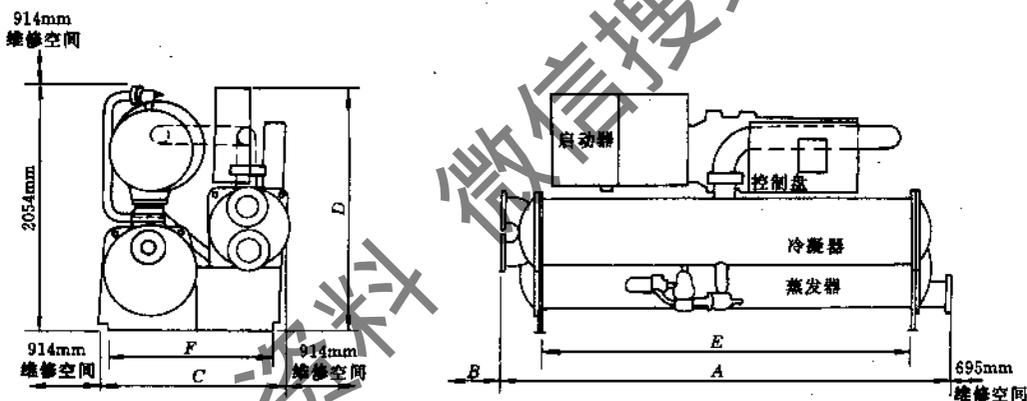
图 2.4-43 RTHB180/215 水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组外形尺寸图



尺寸表

设备型号	A	B	C	D	E	F
255/300 加长型	3553mm	3099mm	1200mm	1926mm	3092mm	1098mm

图 2.4-44 RTHB255/300 水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组外形尺寸图



尺寸表

设备型号	A	B	C	D	E	F
380/450 加长型	3723mm	3099mm	1518mm	2032mm	3092mm	1416mm

图 2.4-45 RTHB380/450 水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组外形尺寸图

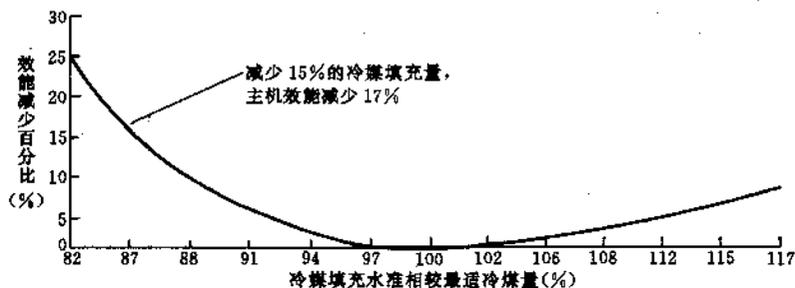


图 2.4-46 RTHB 系列机组的冷媒 (R123) 填充量对机组效能的影响

4) 重庆通用工业(集团)有限责任公司

LSBLG 系列, 单机制冷量 215~860kW

LSBLGR 系列, 单机制冷量 112~350kW

单机制热量 132~416kW

LSBLG 及 LSBLGR 系列产品选型资料目录表 (重庆通用)

表 2.4-36

产品名称	产品型号	产品选型资料目录表		图(表)号
水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组	LSBLG 系列	a)	机组技术性能表	表 2.4-37
		b)	机组电气数据表	表 2.4-38
		c)	机组电源进线规格表	表 2.4-39
		d)	215 型机组外形尺寸图	图 2.4-47
		e)	430 型机组外形尺寸图	图 2.4-48
		f)	645 型机组外形尺寸图	图 2.4-49
		g)	860 型机组外形尺寸图	图 2.4-50
		h)	机组基础位置尺寸图	图 2.4-51
		i)	机组性能曲线图	图 2.4-52
		j)	215 型机组电控线路图	图 2.4-53
风冷式半封闭式双螺杆式热泵机组	LSBLGR 系列	k)	机组技术性能表	表 2.4-40
		l)	110、130 型机组外形尺寸图	图 2.4-54
		m)	175 型机组外形尺寸图	图 2.4-55
		n)	110 型机组性能曲线图	图 2.4-56
		o)	130 型机组性能曲线图	图 2.4-57
		p)	170 型机组性能曲线图	图 2.4-58
		q)	机组控制保护原理图	图 2.4-59

LSBLG 系列水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组技术性能表

表 2.4-37

机组型号		LSBLG215	LSBLG430	LSBLG645	LSBLG860
名义制冷量	kW	215	430	645	860
	10 ⁴ kcal/h	18.5	37	55.5	74
工质		R22			
压缩机数量	台	1	2	3	4
容量调节范围	%	50, 75, 100	50, 75, 100	33, 66, 100	25, 50, 75, 100
电源 (V-pH-Hz)		380-3-50			
运行控制方式		自动+手动			
安全保护装置		电机相序、缺相、过载、高低压、冷冻水断水、冷却水断水、防冻、排湿			
电机功率	kW	51	102	153	204
转速	r/min	2900			
电机冷却方式		氟利昂气体冷却			

续表

机组型号		LSBLG215	LSBLG430	LSBLG645	LSBLG860
冷冻水	进水温度(°C)	12			
	出水温度(°C)	7			
	流量(m ³ /h)	38	76	114	76×2
	压头损失(kPa)	80	44	80	44
	污垢系数(m ² °C/kW)	0.086			
	进出口径	DN80	DN100	DN150	DN100
冷却水	进水温度(°C)	32			
	出水温度(°C)	37			
	流量(m ³ /h)	48	96	144	96×2
	压头损失(kPa)	30	30	30	30
	污垢系数(m ² °C/kW)	0.086			
	进出口径	DN100	DN125	DN150	DN125
外形尺寸	长度(mm)	3390	3500	3680	3780
	宽度(mm)	690	795	1320	1320
	高度(mm)	1390	1570	1120	1620
	机组重量 kg	1400	2600	3600	5200

注: 1. 名义制冷量按如下工况确定:

冷冻水进口温度: 12°C

冷冻水出口温度: 7°C

冷却水进口温度: 32°C

冷却水出口温度: 37°C

2. 工作范围:

冷冻水出口温度: 5~15°C

冷冻水进出温差: 2.5~10°C

冷却水出口温度: 22~37°C

冷却水进出温差: 3.5~10°C

LSBLG 系列水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组电气数据表

表 2.4-38

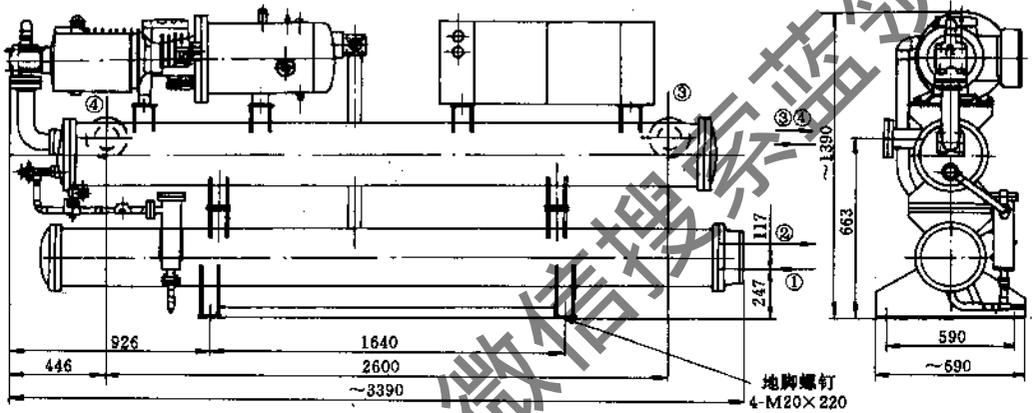
电制	380V-3Ph-50Hz		
电压范围	342~457 (V)		
机组型号	最大功率 kW	最大工作电流 A	起动电流 Y/YA
LSBLG185	45	85	223/374
LSBLG215	51	99	259/433
LSBLG240	58	106	277/463
LSBLG370	90	170	289/481
LSBLG430	102	198	336/560
LSBLG480	116	212	360/600
LSBLG555	135	255	382/612
LSBLG645	153	297	416/689
LSBLG720	174	318	455/738
LSBLG740	180	340	448/748
LSBLG860	204	396	491/819
LSBLG960	232	424	526/878

LSBLG 系列水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组电源进线规格表

表 2.4-39

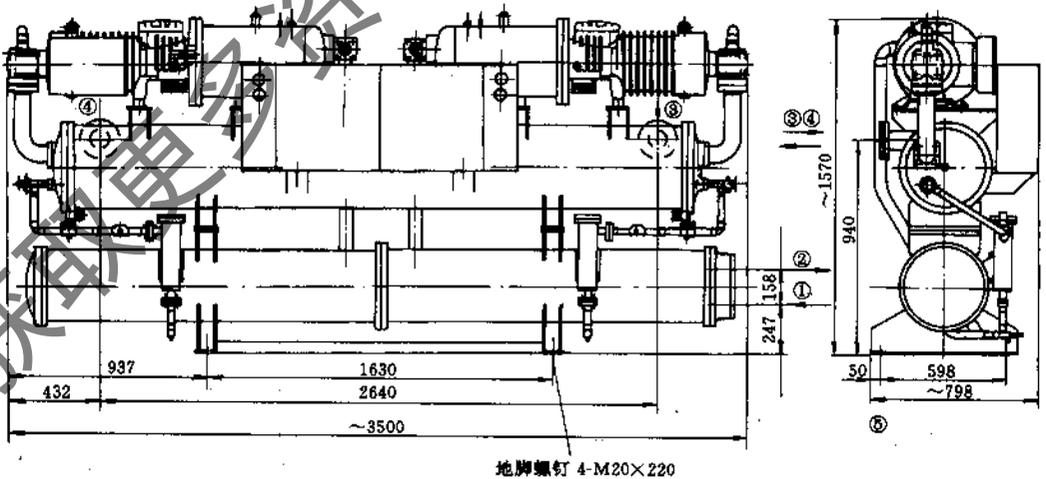
电电缆规格 芯数×截面积 (mm ²)	3×25+1×10*	3×35+1×10*	3×35+1×10*
机组型号(一机头) 组数	LSBLG185 1组	LSBLG215 1组	LSBLG240 1组
机组型号(二机头) 组数	LSBLG370 2组	LSBLG430 2组	LSBLG480 2组
机组型号(三机头) 组数	LSBLG555 3组	LSBLG465 3组	LSBLG720 3组
机组型号(四机头) 组数	LSBLG740 4组	LSBLG860 4组	LSBLG960 4组

注: 1. 规格表中*截面积系指中性线。
2. 电电缆为VV电电缆。
3. 导线长期允许工作温度65℃, 环境温度25℃。



①冷却水进水口 DN100 异型法兰	②冷却水出水口 DN100 异型法兰	③冷冻水进水口 DN80 法兰	④冷冻水出水口 DN80 法兰
-----------------------	-----------------------	--------------------	--------------------

图 2.4-47 LSBLG215 型水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组外形尺寸图



①冷却水进水口 DN125 异型法兰	②冷却水出水口 DN125 异型法兰	③冷冻水进水口 DN100 法兰	④冷冻水出水口 DN100 法兰
-----------------------	-----------------------	---------------------	---------------------

图 2.4-48 LSBLG430 型水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组外形尺寸图

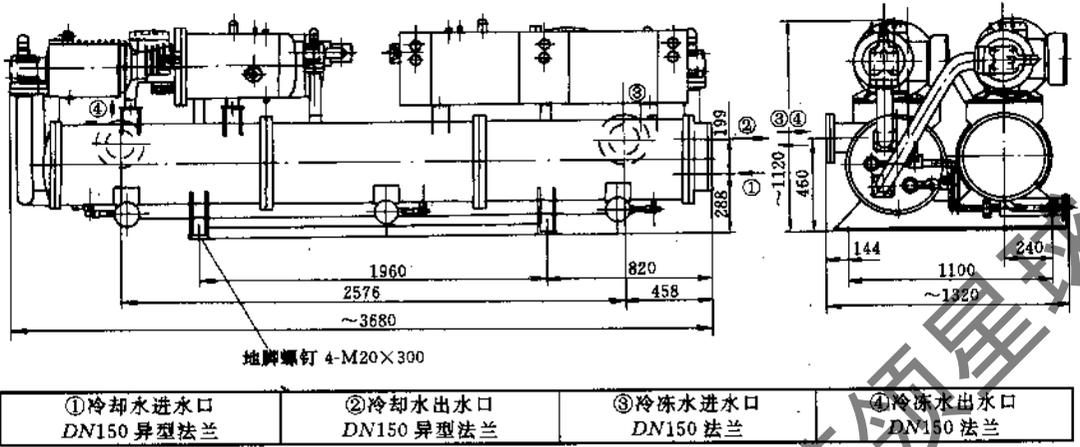


图 2.4-49 LSBLG645 型水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组外形尺寸图

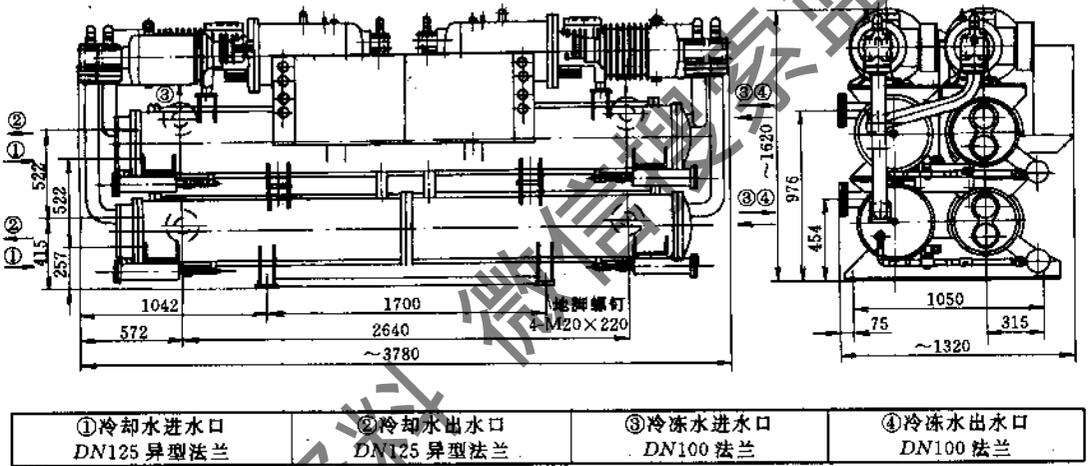
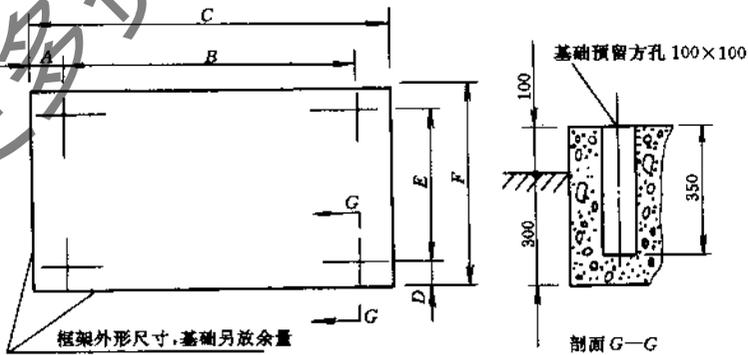


图 2.4-50 LSBLG860 型水冷式半封闭式双螺杆式冷水机组外形尺寸图



机组型号	尺寸	A	B	C	D	E	F
LSBLG215		70	1640	1780	50	590	690
LSBLG430		70	1630	1770	50	598	698
LSBLG645		70	1960	2100	80	1100	1230
LSBLG860		70	1700	1840	80	1050	1180

图 2.4-51 LSBLG 系列机组基础位置参考尺寸图

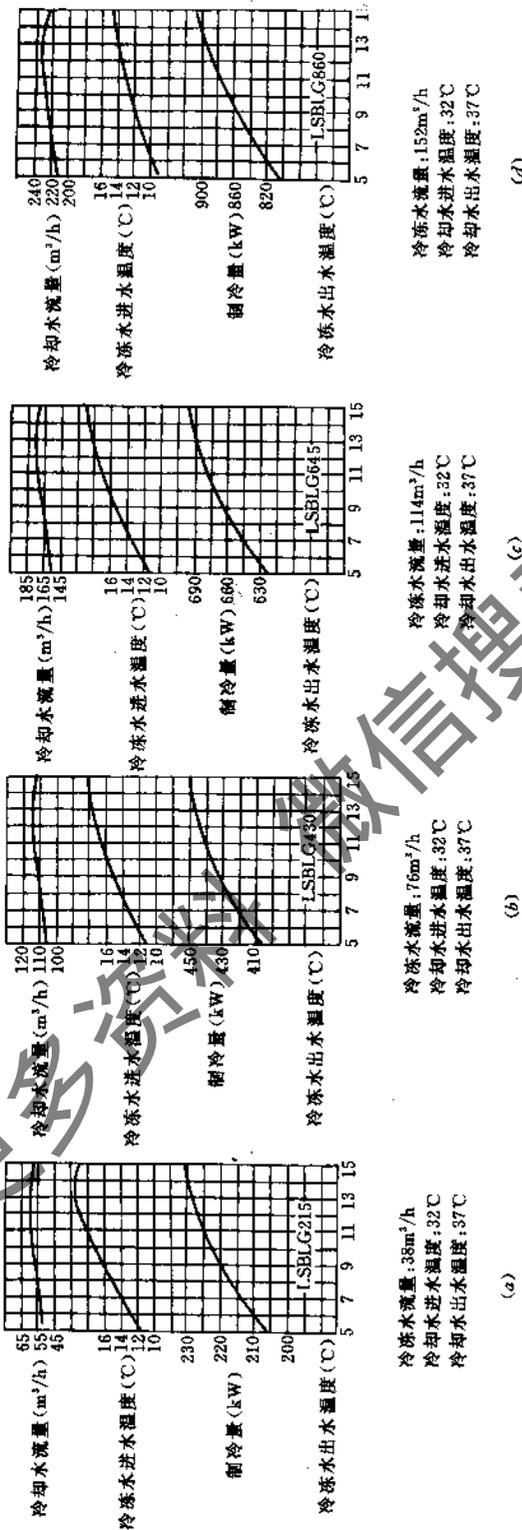


图 2.4-52 LSBLG 系列水冷式半封闭双螺杆式冷水机组性能曲线图
(a)LSBLG215 型机组; (b)LSBLG430 型机组; (c)LSBLG645 型机组; (d)LSBLG860 型机组

获取更多精彩资讯，请搜索“蓝领星球”

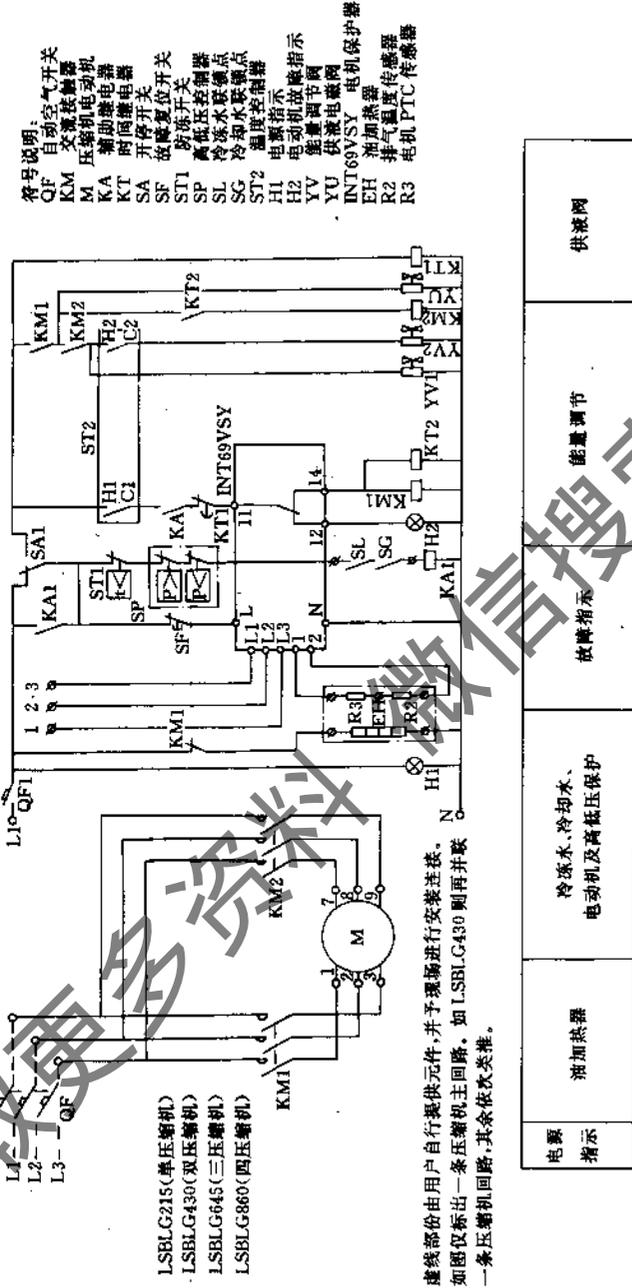


图 2.4-53 LSBLG215 型机组半封闭式双螺杆式制冷压缩机电控线路图
 注:其他LSBLG430、LSBLG645、LSBLG860型机组电控线路图分别为单机(LSBLG215)的2台、3台、4台线路并联图。

LSBLGR 系列风冷式半封闭式双螺杆式冷热水机组技术性能表 表 2.4-40

参数名称		机组型号	LSBLGR 110	LSBLGR 130	LSBLGR 170	LSBLGR 220	LSBLGR 350
制 冷	制冷量	kW	112	132	175	223	350
		10 ⁴ kcal/h	9.6	11.3	14.9	19.2	29.8
	输入功率	kW	32	32	43	64	86
制 热	制热量	kW	132	155	208	263	416
		10 ⁴ kcal/h	11.8	14.0	17.8	22.6	35.6
	输入功率	kW	41	47.5	56	82	112
压缩机	型号	RSKC	6451-50	6451-60	7451-70	6451-50	7451-70
	数量	台	1	1	1	2	2
	能量控制	%	100、75、50、0				
制冷剂			R22				
启动方式			部分绕组启动				
风冷冷凝器	风机数量	台	2	2	4	4	8
	转速	RPM	940	940	940	940	940
	单台风机功率	kW	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
蒸发器	水量	m ³ /h	24	28	37	46	75
	水阻损失	MPa	0.049	0.051	0.052	0.054	0.061
	接管直径	DN	80	80	80	80	80
电 源	电 压	V	380				
	频 率	Hz	50				
机组尺寸	长	mm	2500	2500	2840	2840	2840
	宽	mm	1600	1600	2300	3200	4600
	高	mm	2400	2400	2630	2400	2630
运行重量		kg	2010	2060	2400	4020	4800

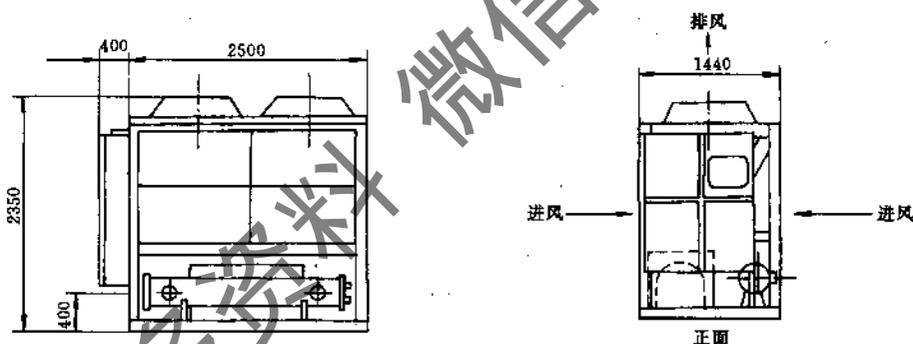


图 2.4-54 LSBLGR110、130 型风冷式半封闭式双螺杆式冷热水机组外形尺寸图

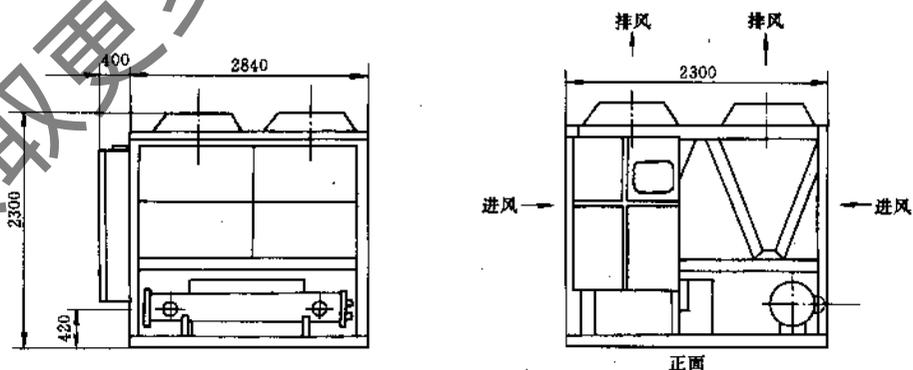


图 2.4-55 LSBLG175 型风冷式半封闭式双螺杆式冷热水机组外形尺寸图

注:为防止空气回流及机组运行效果不佳,要求机组各侧面与墙面或其它建筑物的最小净距如下:
 机组正面距离 1.5m; 机组两侧面距墙 2.5m; 机组后面距墙 1.5m; 机组顶面净空 15m; 相邻
 机组间距离 4m

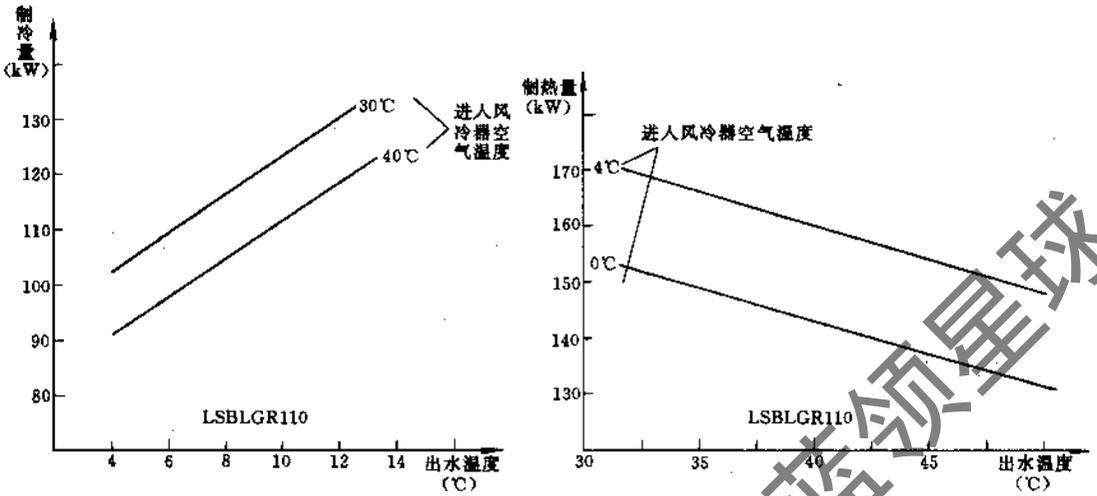


图 2.4-56 LSBLGR110 型风冷式半封闭双螺杆式冷热水机组性能曲线图

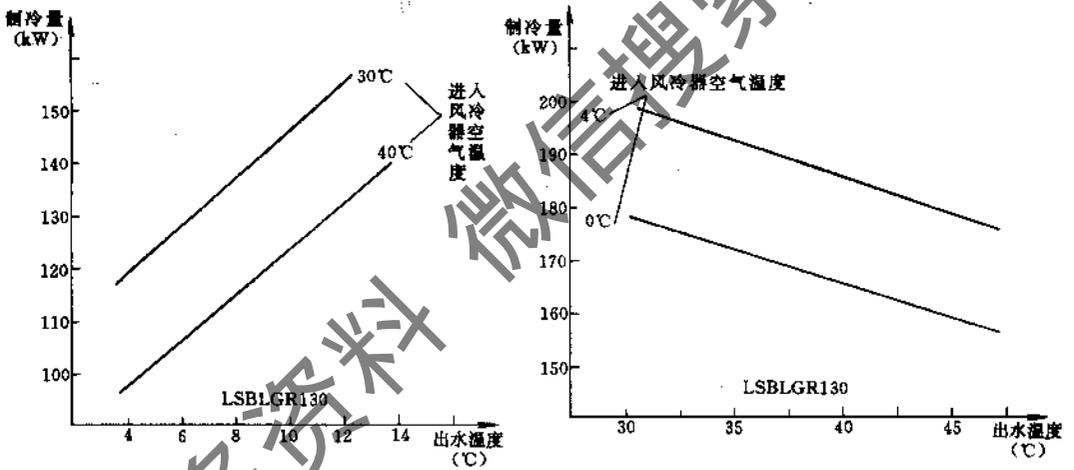


图 2.4-57 LSBLGR130 型风冷式半封闭双螺杆式冷热水机组性能曲线图

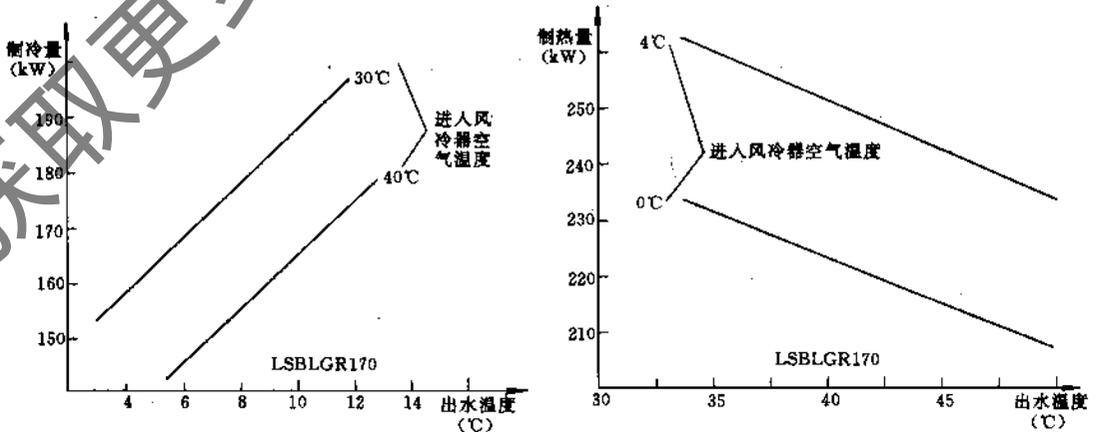
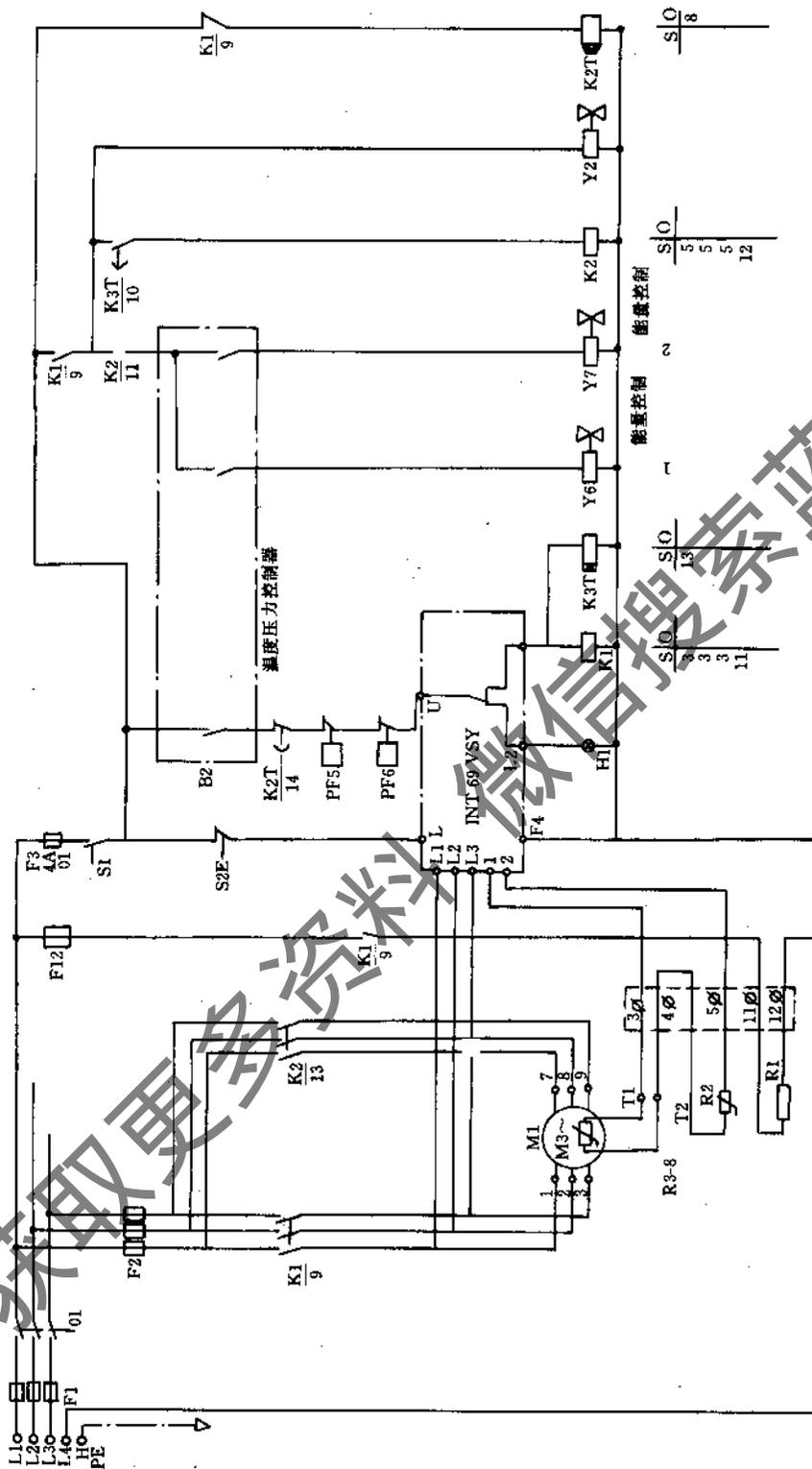


图 2.4-58 LSBLGR170 型风冷式半封闭双螺杆式冷热水机组性能曲线图



- B1: 温度调节器
- F1: 主熔断器
- F12: 电机熔断器
- F13: 控制回路熔断器
- Y2: 液体回路开关
- F14: 保护装置
- F15: 高压关断
- F16: 低压关断
- F1: 电机故障指示
- Y6: 能量控制开关
- K1, K2: 接触器
- K3T: 延时
- M1: 电机
- Q1: 主开关
- Y7: 能量控制开关
- R1: 加热器
- R2: 排气温度传感器
- R3-8: 热敏电阻传感器
- S1: 分/断开关
- S2: 复位

图 2.4-59 LSLBG 系列风冷式半封闭双螺杆制冷压缩机控制保护原理图

2.5 离心式冷水机组的选用特点

目前,用于中央空调的离心式冷水机组,是由离心式制冷压缩机-主电动机(开启式和半封闭式)、蒸发器(满液式卧式壳管式)、冷凝器(水冷式满液式卧式壳管式)、节流(孔)装置、压缩机入口能量调节机构、抽气回收装置、润滑油系统、安全保护装置、主电动机喷液蒸发冷却系统、油回收装置及微电脑控制系统等组成一个完整的制冷装置,并共用底座。

中央空调用国产离心式冷水机组的单机制冷量范围为703~4222kW。

中央空调用离心式冷水机组与各种类型的冷(热)水机组制冷效果相比较,以其最大的单机制冷量(单机可达28000kW)、最低的能耗指标(最高的能效比EER和OEEER值)、最长的使用寿命和最宽阔的冷量调节范围(10%~100%)等技术经济优势,在大、中型高层建筑和厂房的中央空调系统采用制冷设备的选型中,占有突出的重要地位。

离心式冷水机组中的离心式制冷压缩机属于技术密集型的高转速叶轮机械,对材质、加工精度、动平衡、轴承和装配质量等要求严格,因此生产制造过程的质量控制和检测十分重要。与活塞式、螺杆式机组相同,靠电力驱动压缩机。

2.5.1 概述

1. 离心式冷水机组与活塞式、螺杆式冷水机组特点比较

长期用于中央空调系统的活塞式、螺杆式、离心式三种电制冷冷水机组,随着市场需要和技术进步,目前均更加成熟和完善,并在市场竞争中确立了各自的产品优势和地位。现仅定性地、相对地并立足于国产产品作一初步比较见表2.5-1,仅供参考。

离心式冷水机组与活塞式冷水机组、螺杆式冷水机组特点比较表 表 2.5-1

指标类别	冷水机组类型				
	比较项目	离心式冷水机组	螺杆式冷水机组	活塞式冷水机组	
标准 工况与循 环类别	执行的国家行业标准	JB/T3355—1998	JB/T4329—1997	JB/T4329—1997	
	标准(名义)工况	夏供冷	冷水出水温度:7℃,环境温度:35℃		
		冬供热	热水出水温度:45℃,环境温度:7℃		
	制冷循环类别	蒸气压缩式制冷循环			
压缩机使用能源	电 力				
机组特 性指标	压缩原理	回转离心式	回转容积式	往复容积式	
	采用制冷剂	R22、R123、R134a	R22、R717	R22、R717	
	国产单机制冷量范围(kW)	703~4222	115~2200	116~930	
	转动件转速范围(r/min)	4800~8490	2960	≤1800	
	机组噪声和振动	较 低	较 高	最 高	
	冷量调节方式(压缩机)	进口导叶及扩压器宽度	滑阀机构	改变工作缸数	
	变工况适应能力	较 好	最 好	较 好	

续表

指标类别	冷水机组类型		离心式冷水机组	螺杆式冷水机组	活塞式冷水机组
	比较项目				
生产制造和运行指标	加工精度和加工成本		最高	较高	较低
	对加工设备要求		较高	最高(专用)	较低
	压缩机带(制冷剂)液工作		不允许	少量允许	不允许
	制冷剂中带油(有无分离器)		不允许(有)	允许(有)	不允许(有)
	油中带制冷剂		不允许	少量允许	允许
	对润滑油质要求		最高	较高	较高
	制冷剂泄漏方式及制冷剂压力等级		R22 高压, 漏出	R22: 高压, 漏出	R22: 高压, 漏出
			R123 低压, 空气渗入		
			R134a 中压, 漏出		
	机组易损件多少		最少	较少	较多
机组维护管理难易		较易	最易	较易	
产品选型技术经济指标	最佳使用制冷量范围(kW)		≥580	≤1160	<580
	一次能源能效比(OEER) ^①		1.26(最佳)	1.16(较佳)	1.12(较差)
	二次能源能效比(EER) ^② (kW/kW)		4.4(最佳)	4.0(较佳)	3.4(较差)
	冷/热供应方式		热回收离心式	螺杆式热泵	活塞式热泵
	一次能源热泵性能系数(cop) ^③		1.8(最佳)	1.1(较差)	1.4(较佳)
	机组运行可靠性统计		较高	较高	较低
	无故障运行周期		最长	较长	较短
	机组使用寿命 ^④		最长	较长	较短
	国产产品单价比 ^⑤ (元/kW)		较低	较高(进口压缩机)	较高(进口压缩机)
	运行费用 ^⑥ (年, 月计)		较低	较高	较高

①数据取自井上宇市《空气调节手册》。

②数据参照陆耀庆主编《实用供热空调设计手册》。

③数据取自井上宇市《空气调节手册》。

④“机组使用寿命”的定义是：用户所使用的产品在更换主要零(部)件条件下，能够确保正常运行，并确保使用性能指标要求，所能维持的最长使用周期。产品的正常检修在允许之列。

⑤产品单价为出厂价，统计至1997年底。

⑥年供冷运行周期统计为3000h。

2. 离心式冷水机组的工作循环系统

同活塞式、螺杆式冷水机组类似，构成离心式冷水机组的单级循环见图2.5-1和图2.5-2和双级循环见图2.5-3系统，其循环原理仍然是由蒸发、压缩、冷凝和节流四个热力状态过程所组成的单级和双级蒸气压缩式制冷循环；其工作系统仍然是由蒸发器、离心式制冷压缩机(单级和双级)、冷凝器和节流机构(装置)四大部件所组成的封闭式工作系统。在满液式卧式壳管式蒸发器中，制冷剂液体在较低的饱和温度(2~5℃)和对应的饱和压力(对R22为0.53083~0.58378MPa[绝压]；对R134a为0.31462~0.34963MPa[绝压]；对

R123 为 0.035906~0.040957MPa [绝压] 状态下吸收进入蒸发器传热管内冷水的热量 (气化潜热) 而沸腾气化 (液态→气态), 相对的使管内冷水出水温度下降为 7℃ (标准工况), 提供给中央空调系统中的气-水热交换器 (空气调节箱中的表冷器和风机盘管) 冷却送风, 通过管道输送给空调对象——建筑物内部的厅、室等, 使其内部气温维持在规定的 26℃ ±2℃ (标准空调工况) 人体舒适感范围之内, 或其他工作室所要求的非标准空调工况范围之内, 达到中央空调的目的。

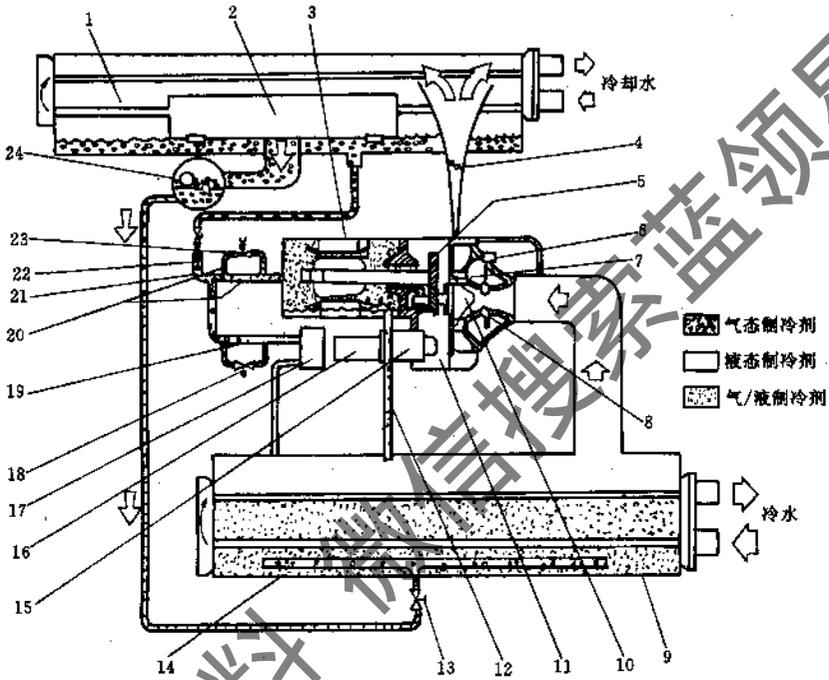


图 2.5-1 19XL 单级离心式冷水机组工作循环图 (上海合众-开利)

- 1—冷凝器; 2—过冷室; 3—电动机; 4—冷凝器隔离阀; 5—齿轮对; 6—导叶电动机; 7—扩压器; 8—进口导叶; 9—蒸发器; 10—叶轮; 11—油箱; 12、19、20—孔板; 13—蒸发器隔离阀; 14—均液管; 15—油泵; 16—油过滤器; 17—油冷却器; 18—热力膨胀阀; 21—制冷剂视镜玻璃; 22—干燥过滤器; 23—冷却电磁阀; 24—线性浮阀室

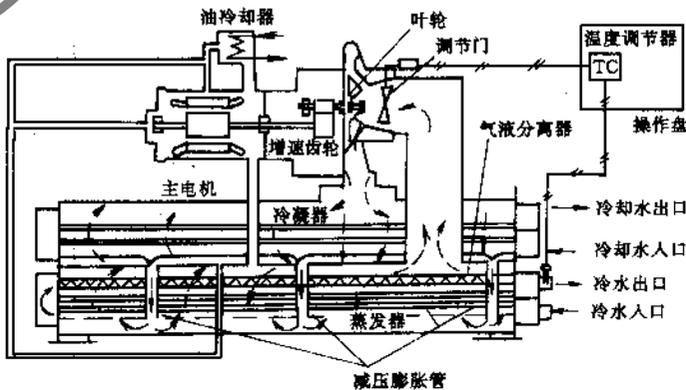


图 2.5-2 LSBSXR123 (R11) 单级离心式冷水机组工作循环图 (重通集团)

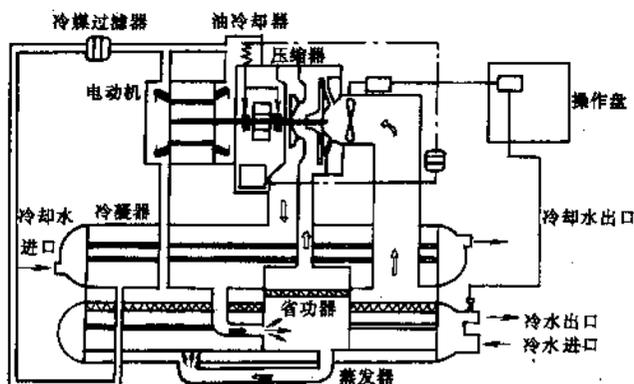


图 2.5-3 LSBSXR123 (R11) 双级离心式冷水机组工作循环图 (重通集团)

在离心式冷水机组中无论采用高压 (R22) 制冷剂、中压 (R134a) 制冷剂和低压 (R123) 制冷剂, 其制冷剂在工作循环的全过程中, 存在气态、液态、气/液混合态三种物理状态。制冷剂的气液相变主要发生在冷凝器 (气→液) 和蒸发器 (液→气) 之中。在压缩机中制冷剂呈过热蒸气状态, 在减压膨胀阀或线性浮球阀室中, 呈液态 (少量气态), 如图 2.5-1。单级离心式冷水机组实际循环的热力状态图如图 2.5-4 所示。

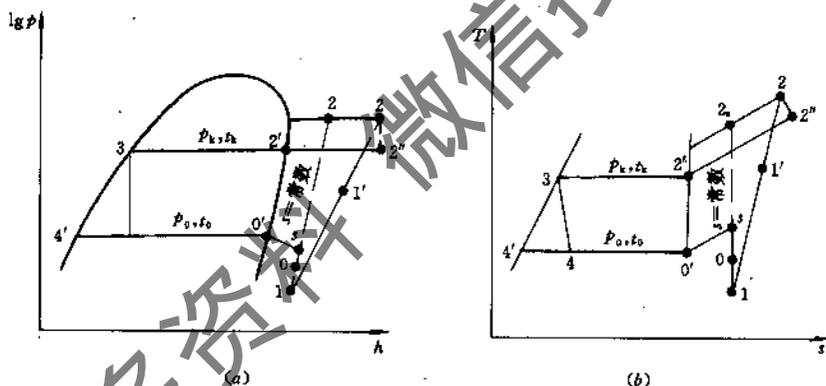


图 2.5-4 单级离心式冷水机组实际循环的热力状态图

(a) $\lg p-h$ 图; (b) $T-s$ 图

如图 2.5-4, 单级循环 $0's011'22'2'340'$ 由如下各个过程组成: (p_0, t_0 —蒸发压力和蒸发温度; p_k, t_k —冷凝压力和冷凝温度)

$0'-s$ 制冷剂蒸气由蒸发器流至进口导叶前, 经过进气管时的压力损失转化为热量以及由于环境传热, 致制冷剂蒸气升温, 此过程称为进口气体过热过程。

$s-0$ 气体经过进口导叶, 速度增加, 压力降低, 为等熵膨胀过程。

$0-1$ 叶轮进口至叶片进口段, 气体速度再增, 压力降低, 亦为等熵膨胀过程。

$1-1'$ 高速旋转的离心式叶轮叶片的工作面 (压力面) 把能量传递给叶轮流通中流动的气体, 使气体压力、温度均升高。

$1'-2$ 在固定元件 (无叶扩压器、蜗壳) 中, 把叶轮出口气体的速度能转换成压力能, 使其压力、温度继续增加。

2-2'' 蜗壳流出的制冷剂过热蒸气经排气管进入冷凝器上部,析流后有压力损失,使气体压力和温度有所降低。

2''-2'-3 进入冷凝器的过热蒸气,被传热管内的冷却水冷却后,由气态变为液态。

3-4 冷凝器底部的制冷剂液体(或过冷后)流经节流装置(线性浮阀室或减压膨胀管)降压后进入气液两相区的蒸发器。

4-0 制冷剂液体在蒸发器中吸取管内冷水的热量而沸腾气化,完成一个制冷循环。

图 2.5-4 中,1-2 以多变过程计算的多变压缩过程(压缩机中);1-2s 以等熵过程计算的等熵压缩过程(压缩机中)。

双级离心式冷水机组的工作循环图如图 2.5-3 所示。双级离心式冷水机组实际循环的热力状态图如图 2.5-5 所示。

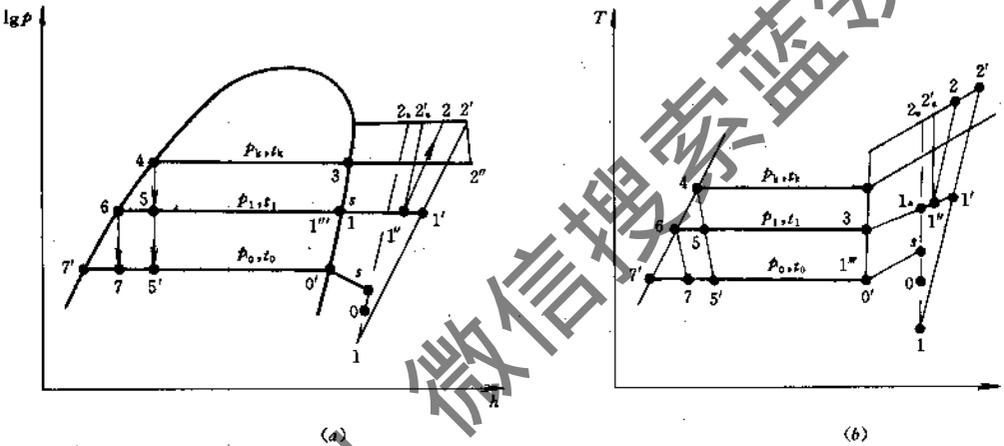


图 2.5-5 双级离心式冷水机组实际循环的热力状态图

(a) $\lg p-h$ 图; (b) $T-s$ 图

如图 2.5-5, 冷凝器 4 流出的制冷剂液体经第一级省功器 6 节流后,产生的蒸气被压缩机 3 的第二级叶轮入口吸入补充气体量 G_{m1} 。其余液体量 G_{m0} 再经第二次节流装置 7 节流后,经蒸发器进入第一级叶轮。因此第二级叶轮的气体流量为 $G_{m2} = G_{m1} + G_{m0}$ 。这时单位质量制冷量由一级节流后的 $q_0 = h'_0 - h'_5$ 见图 2.5-5 增加到 $q'_0 = h'_0 - h_7$ 。而多变压缩功减少了 ΔW (面积 $1-1''-2-2'-1'$), 见图 2.5-5。这是由于第一次节流后的蒸气被引入到第二级叶轮进口时,使混合蒸气的温度降低,从而可以节省能耗提高制冷系数 (COP)。

3. 离心式冷水机组的名义工况及使用工况

机械行业标准 JB/T3355—1998 规定了离心式冷水机组的名义工况及使用工况条件(表 2.5-2 和表 2.5-3)。

离心式冷水机组名义工况的其他规定:

- 1) 水侧污垢系数为 $0.086\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{kW}$;
空气侧污垢系数为 $0.043\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{kW}$;
制冷剂侧为 $0.000\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{kW}$ 。

2) 压缩机用电动机电源为三相交流,额定电压分别为 380V、6000V 和 10000V,额定频率为 50Hz。

离心式冷水机组的名义工况规定条件

表 2.5-2

名称	蒸发器侧		冷凝器侧					
	冷水		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
	出口温度 (°C)	水量 [m ³ / (h·kW)]	进口温度 (°C)	水量 [m ³ / (h·kW)]	进口干 球温度 (°C)	进口湿 球温度 (°C)	进口干 球温度 (°C)	进口湿 球温度 (°C)
标准名义工况 ^①	7	0.172	30	0.224	35	—	—	24
应用名义工况 ^②	6.7	0.155	29.4	0.195	35	—	—	28.9

①标准名义工况——指以 JB/T 7666—95《制冷和空调设备名义工况一般规定》为基础，其中水冷式中冷却水进口温度取 30°C (JB/T 7666—95 标准中为 32°C)，主要原因是靠近 ARI550—92 标准中规定的 29.4°C。否则，我国同型机组将比国外进口机组的制冷量少 15% 左右。

②应用名义工况——指以 ARI550—92 标准为准，主要原因是为了比较衡量引进技术的机组性能。

3) 大气压力为 101kPa。

离心式冷水机组名义工况下的性能偏差：

- 1) 制冷量不应小于名义值的 95%；
- 2) 消耗总电功率不应大于机组名义值的 105%；
- 3) 机组名义工况性能系数和应用部分负荷性能系数不应小于表 2.8-2 规定值；
- 4) 风冷式和蒸发冷却式机组的冷凝器风机和喷淋泵的输入功率不应大于名义规定值的 110%；
- 5) 冷水、冷却水的压力损失不应大于名义规定值的 110%；
- 6) 机组的噪声声压级和振幅值应在产品样本中提供。

离心式冷水机组的使用工况规定条件

表 2.5-3

名称	蒸发器侧		冷凝器侧					
	冷水		水冷式		风冷式		蒸发冷却式	
	出口温度 (°C)	水量 [m ³ / (h·kW)]	进口温度 (°C)	水量 [m ³ / (h·kW)]	进口干 球温度 (°C)	进口湿 球温度 (°C)	进口干 球温度 (°C)	进口湿 球温度 (°C)
标准名义工况	5~9	0.172	15.5~35	0.224	21~43	—	—	15.5~27 ^①
应用名义工况	4.4~8.9	0.155	15.6~40.6	0.195	12.8~51.7	—	—	10.0~ 26.7 ^②

①补充水温度 30±1°C。

②补充水温度 29.4±0.5°C。

4. 离心式冷水机组的型号表示方法 (见表 2.5-4)

离心式冷水机组的型号表示方法

表 2.5-4

型号表示方法	冷水机组	压缩机型式代号		离心式压缩机	冷凝侧热交换方式			制冷剂编号			制冷量 (kW)	附加代号 (厂家定)
		开启式	封闭式		LX	水冷式	风冷式					
机组示例	LS	—	B	LX	—	F	Z	R123	R22	R134a	—	—
示例 1: LSBLXR123-2800	LS	—	B	LX	—	—	—	R123	—	—	—	2800

续表

型号表示方法 机组示例	冷水机组 LS	压缩机型式代号		离心式压缩机 LX	冷凝侧热交换方式			制冷剂编号 R123 R22 R134a			制冷量 (kW)	附加代号 (厂家定)	
		开启式	封闭式		水冷式	风冷式	蒸发冷却式						
	—	B	—	F	Z								
示例 2: LSLXR22-3500	LS			LX					R22		—	3500	
示例 3: LSBLXFR134a-700	LS		B	LX		F				R134a		700	

2.5.2 离心式冷水机组循环系统的热平衡和热力参数计算

1. 离心式冷水机组单级循环系统的热平衡概念

对某一封闭制冷系统而言,其总输入热量与总输出热量之间总是平衡的,符合热力学第一定律的原理。

影响一个循环系统热量平衡的实际因素是多方面的。例如,系统与外界(环境)的热辐射、热对流、机械摩擦、油冷却、抽气回收装置冷却等热损失或热增量,与系统总输入(出)热量相比,数值很小,因此在总的热平衡中可以忽略不计。不同型式的机组,其热平衡有不同的描写形式。

(1) 半封闭式的单级离心式冷水机组的热平衡式

$$Q_0 + N_e = Q_k \quad (\text{kW}) \quad (2.5-1)$$

式中 Q_0 ——蒸发器中制冷剂的净制冷量, kW;

N_e ——主电动机输入功率, kW;

Q_k ——冷凝器中制冷剂总放热量, kW。

所采用液态制冷剂喷射冷却的主电动机,其冷却热负荷已包括在冷凝器总热负荷 Q_k 之中。

(2) 开启式的单级离心式冷水机组的热平衡式

$$Q_0 + N_1 = Q_k \quad (\text{kW}) \quad (2.5-2)$$

式中 Q_0 ——蒸发器中制冷剂的净制冷量, kW;

$$N_1 = N_e - N_G;$$

N_e ——离心式制冷压缩机的轴功率, kW;

N_G ——齿轮箱内机械摩擦损失, kW;

N_1 ——离心式制冷压缩机的内功率, kW;

Q_k ——冷凝器中制冷剂总放热量, kW。

(3) 实用热平衡式的表示形式

以式(2.5-1)为例。

蒸发器中制冷剂的净制冷量

$$Q_0 = G_s C_p (t_{s1} - t_{s2}) \quad (\text{kW}) \quad (2.5-3)$$

式中 G_s ——冷水质量流量, kg/s;

C_p ——冷水的定压比热, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

t_{s1} ——冷水进水温度, K ;

t_{s2} ——冷水出水温度, K ;

冷凝器中制冷剂总放热量

$$Q_k = G_w C_p (t_{w2} - t_{w1}) \quad (\text{kW}) \quad (2.5-4)$$

式中 G_w ——冷却水质量流量, kg/s ;

C_p ——冷却水的定压比热, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

t_{w1} ——冷却水进水温度, K ;

t_{w2} ——冷却水出水温度, K 。

主电动机输入功率和输出功率为

$$N_{ei} = \sqrt{3} V I \cos \phi \quad (\text{kW}) \quad (2.5-5)$$

$$N_e = N_{ei} \eta_{mo} \quad (\text{kW}) \quad (2.5-6)$$

式中 V ——电压, V ;

I ——电流, A ;

$\cos \phi$ ——功率因数, %;

η_{mo} ——主电动机效率, %。

其中 $\cos \phi$ 与 η_{mo} 由主电动机的出厂性能试验曲线上查取。

将式(2.5-3)、(2.5-4)、(2.5-5)代入(2.5-1)得

$$G_s C_p (t_{s1} - t_{s2}) + \sqrt{3} V I \cos \phi = G_w C_p (t_{w2} - t_{w1}) \quad (2.5-7)$$

上式(2.5-7)即为半封闭式的单级离心式冷水机组制冷循环系统的实用热平衡方程式。它可以很方便地用于机组的试车实测数据可靠性的验证。其式两端的热量相对误差,一般应小于5%时的工况才认为是稳定的。

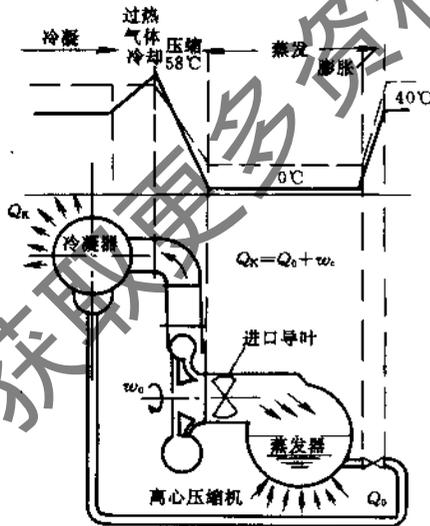


图 2.5-6 单级离心式冷水机组制冷循环系统热平衡示意图

上面所述的热平衡式是针对离心式冷水机组内制冷剂的封闭式循环系统而言,其示意图如图 2.5-6 所示。

上述热平衡式中,该循环系统的总放热量 Q_k 是由冷凝器中传给管内的冷却水带走。在中央空调系统中,冷却水循环系统是由冷凝器(水冷式)、玻璃钢冷却塔、水泵、水管等组成,该系统中冷却水吸收冷凝器总热负荷 Q_k ,使冷却水水温升高(如由 32°C 升至 37°C),再输送至玻璃钢冷却塔,由轴流风扇将总热量 Q_k 排放至大气中,完成中央空调系统中冷却水循环系统(图 2.5-7)的吸热、排热的热平衡过程(对采用空气-水换热器的风冷式冷水机组,亦同理)。

对中央空调系统中的封闭式冷水循环系统的热平衡式,冷水在蒸发器内放出热量 Q_0 ,因而使冷水出水温度下降(如由 12°C 降至 7°C)后,送至空

气调节箱中的空气表面冷却器或风机盘管，冷水从空调对象（建筑物内）吸收热负荷 Q_c 。而升温，再回到蒸发器冷水入口，完成中央空调系统中冷水循环系统的吸热、排热的热平衡过程（图 2.5-7）。冷水机组提供冷水的制冷量 Q_0 。必须与外界空调对象的热负荷 Q_c 相平衡，即 $Q_0 = Q_c$ 。若 $Q_0 > Q_c$ 或 $Q_0 < Q_c$ ，冷水机组的冷量都必须自行调节，满足 $Q_0 = Q_c$ 的热平衡条件，否则就不可能维持冷水机组的正常运行，这对冷水机组的选型是十分重要的。

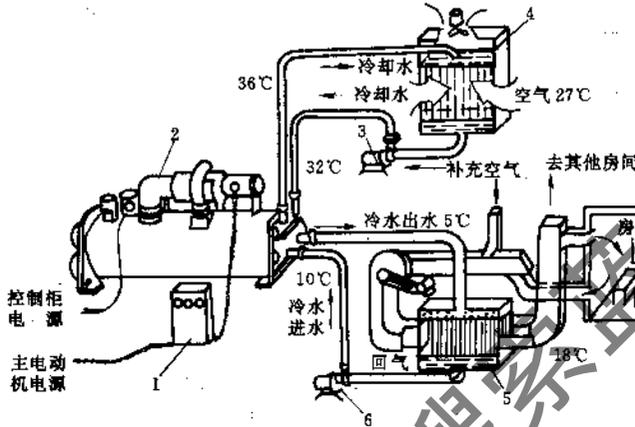


图 2.5-7 中央空调系统中冷水系统和冷却水系统流程示意图
1—起动柜；2—离心式制冷机；3、6—水泵；4—冷却塔；5—空调机

2. 离心式冷水机组单级和双级循环热力参数计算程序

其计算目的是求出在空调工况条件下冷水机组的制冷量、轴功率以及性能系数 (COP)。

- (1) 离心式冷水机组单级循环热力参数计算程序见表 2.5-5 和图 2.5-4。
- (2) 离心式冷水机组双级循环热力参数计算程序见表 2.5-6 和图 2.5-5。

离心式冷水机组单级循环热力参数计算程序

表 2.5-5

序号	项目名称	公式	单位	备注
1)	压缩机进口 S 点参数	$p_s = p_0 - 0.01 p_0$ $t_s = t_0 + \Delta t$	MPa ℃	进气管压力损失系数取 0.01 过热度 $\Delta t = 2 \sim 5$ ℃
2)	叶轮进口 1 点的参数	$h_1 = h_s - \Delta h_1$ $= h_s - \frac{C_1^2}{2} \times 10^3$	kJ/kg	$C_1 = (0.3 \sim 0.4) a_1$ C_1 为叶轮进口速度 a_1 为进口音速 其他参数 p_1, v_1, t_1, s_1 由图表查出
3)	压缩机出口压力 p_2	$p_2 = p_k + 0.05 p_k$	MPa	压缩机出口至冷凝器损失取 $0.05 p_k$
4)	压缩机出口比焓 h_2	$h_2 = h_1 + \frac{\Delta h_2}{\eta_p} - \frac{C_2^2 - C_1^2}{2} \times 10^3$	kJ/kg	多变效率 η_p 可取 0.8 压缩机的 C_2 与 C_1 相近，可省略
5)	多变功 Δh_p	$\Delta h_p = (h_{2s} - h_1) \frac{\eta_p}{\eta_s}$	kJ/kg	η_s 为等熵效率 $\eta_s = (0.97 \sim 0.99) \eta_p$

续表

序号	项目名称	公式	单位	备注
6)	单位质量制冷量	$q_0 = h_{0'} - h_4$	kJ/kg	
7)	单位容积制冷量	$q_v = q_0/v_1$	kJ/m ³	
8)	制冷剂容积流量	$q_v = Q_0/q_v = q_{m1}v_1$	m ³ /s	按叶轮进口状态计算
9)	制冷剂质量流量	$q_{m1} = Q_0/q_0$	kg/s	整个循环 q_{m1} 不变
10)	等熵压缩功率	$N_s = q_{m1}(h_{2s} - h_1)$	kW	
11)	冷凝过程的单位质量放热量	$q_k = h_{2'} - h_4$ $= h_{2'} - h_3$	kJ/kg	
12)	冷凝器的放热量	$Q_k = q_{m1}q_k = q_{m1}(h_{2'} - h_4)$	kW	
13)	理论制冷循环的制冷系数	$\epsilon_{th} = \frac{q_0}{W_s} = \frac{Q_0}{N_s} = \frac{h_1 - h_4}{h_{2s} - h_1}$	kW/kW	单位压缩功率制冷量
14)	轴总功率	$N_k = \frac{N_s}{\eta_s \eta_m}$	kW	压缩机械效率 $\eta_m = 0.95 \sim 0.98$
15)	实际循环的制冷系数	$\epsilon_a = \epsilon_{th} \eta_{em} = COP$	kW/kW	单位轴功率制冷量, 总 $\eta_{em} = \eta_s \cdot \eta_m$

离心式冷水机组双级循环热力参数计算程序

表 2.5-6

序号	项目名称	公式	单位	备注
1)	压缩机进口 s 点的参数	$p_s = p_0 - 0.01 p_0$ $t_s = t_0 + \Delta t$ 图中可查得 h_s 、 v_2 等参数	MPa ℃	同单级循环
2)	第一级叶轮进口处 1 点的参数	$h_1 = h_s - \frac{\Delta h_1}{2}$ $= h_s - \frac{C_1^2}{2} \times 10^3$ 其他参数 p_1 、 v_1 、 t_1 等查图	kJ/kg	同单级循环
3)	压缩机出口处 2s 点的参数	$p_{2s} = p_k = 0.05 p_k$ $p_2 = p_{2s}$	MPa	同单级循环
4)	第一级叶轮出口处比焓 $h_{1'}$	$h_{1'} = h_1 + \frac{\Delta h p_1}{\eta_p} - \frac{C_1^2 - C_1'^2}{2 \times 10^3}$	kJ/kg	C_1' 为第一级出口速度 多变效率 η_p 取 0.8
5)	第一级叶轮多变功 W_{p1}	$W_{p1} = (h_{1s} - h_1) \eta_p / \eta_s$	kJ/kg	等熵效率 $\eta_s = (0.97 \sim 0.99) \eta_p$
6)	第二级叶轮出口处比焓 h_2	$h_2 = h_{1'} + \frac{W_{p2}}{\eta_p} - \frac{C_1'^2 - C_1^2}{2 \times 10^3}$	kJ/kg	C_1' 为第二级叶轮进口速度, 与 C_1 值接近
7)	第二级叶轮多变功 W_{p2}	$W_{p2} = (h_{2s} - h_{1'}) \eta_p / \eta_s$	kJ/kg	
8)	第一级叶轮吸入的制冷剂质量流量	$q_{m0} = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{Q_0}{h_{0'} - h_4}$	kg/s	

续表

序号	项目名称	公式	单位	备注
9)	中间吸入第二级叶轮入口的蒸气流量	$q_{m1} = \frac{h_4 - h_6}{h_1^* - h_4} q_{m0}$ $= \frac{(h_4 - h_6) Q_0}{(h_1^* - h_4)(h_{0'} - h_6)}$	kg/s	按热平衡式得 $(q_{m0} + q_{m1})h_4 = q_{m1}h_1^* + q_{m0}h_6$
10)	第二级叶轮入口总的流量	$q_{m2} = q_{m0} + q_{m1}^*$ $= \frac{(h_1^* - h_6) Q_0}{(h_1^* - h_4)(h_{0'} - h_6)}$	kg/s	
11)	第二级叶轮进口处的参数 h_1^*	$h_1^* = h_1 + \frac{(h_1^* - h_4)(h_1 - h_1^*)}{h_1 - h_6}$	kJ/kg	按热平衡式得 $q_{m0}h_1 + q_{m1}h_1^* = (q_{m0} + q_{m1})h_1^*$
12)	两级叶轮多变压缩总功率	$N_p = q_{m0}(h_{1'} - h_1) + (q_{m0} + q_{m1}^*)(h_2 - h_{1'})$	kW	$N_s = N_p + N_p'$
13)	冷凝器热负荷	$Q_k = (q_{m0} + q_{m1}^*)(h_2 - h_4)$	kW	
14)	具有一级中间省功器循环的理论制冷系数	$\epsilon_{th} = \frac{h_0 - h_6}{(h_{1'} - h_1) \frac{(h_1^* - h_6)(h_2 - h_1^*)}{(h_1^* - h_4)\eta_p}}$		按 $\epsilon_{th} = \frac{Q_0}{W_s}$ 定义推导而得 W_s —等焓功
15)	压缩机消耗的轴功率	$N_e = \frac{N_s}{\eta_s \eta_m}$	kW	N_s 为等焓功率, η_m 为压缩机机械效率
16)	循环热平衡方程式 总吸热量=总放热量	$Q_0 + N_e + \Delta Q = Q_k$ <p>其中 $\Delta Q = q_{m0}(h_1 - h_{0'})$</p>	kW	ΔQ 为吸气管热损失
17)	实际循环的制冷系数	$\epsilon_s = \epsilon_{th} \eta_{cm}$	kW/kW	$\eta_{cm} = \eta_s \eta_m$

3. 国内外离心式冷水机组的性能系数 EER (或 COP)

现将国内外部分厂家生产的中央空调用离心式冷水机组的性能系数 EER (或 COP) 统计如下表。

国内外离心式冷水机组性能系数 EER (或 COP) 参照表

表 2.5-7

产品名称、型号	产品类型	制冷剂	制冷量 (kW)	性能系数 EER (或 COP)	备注 (产地)	
开利 19XL 系列 离心式冷水机组	19XL300	半封闭式 双筒式	R22	1055	5.00	上海合众-开利
	19XL350			1231	5.08	
	19XL400			1407	5.12	
	19XL450			1583	5.09	
	19XL500			1758	4.86	
	19XL600			2100	5.28	

续表

产品名称、型号		产品型式	制冷剂	制冷量 (kW)	性能系数 EER (或 COP)	备注 (产地)
开利 19XR 系列 离心式冷水机组	19XR600	半封闭式 双筒式	R134a	2110	5.17	上海合众-开利
	19XR650			2286	5.10	
	19XR700			2460	5.07	
	19XR750			2637	5.14	
	19XR800			2813	5.17	
LSBLXR 系列离 心式冷水机组	LSBLXR-700	半封闭式 单筒式	R123, R11	704	4.69	重庆通用集团
	LSBLXR-900			878	4.87	
	LSBLXR-1050			1055	5.27	
	LSBLXR-1200			1268	5.39	
	LSBLXR-1400			1407	5.41	
	LSBLXR-1750			1756	5.49	
	LSBLXR-2100			2111	5.48	
	LSBLXR-2450			2460	5.41	
	LSBLXR-2800			2814	5.46	
	LSBLXR-3300			3338	5.56	
	LSBLXR-3700			3727	5.56	
LSBLXR-4200	4222	5.56				
特灵 CVHE 系列 离心式冷水机组 (三级压缩)	CVHE300	半封闭式 双筒式	R123	880~1230	5.42~4.68	美国特灵公司 (美国或澳大利亚)
	CVHE330			1050~1400	5.38~4.67	
	CVHE370			1160~1580	5.58~4.81	
	CVHE420			1230~1750	5.58~4.79	
	CVHE470			1400~1930	5.74~4.94	
	CVHE530			1580~2100	5.76~4.93	
	CVHE590			1750~2460	5.74~4.95	
	CVHE660			2100~3000	5.93~4.97	
特灵 CVHG 系列 离心式冷水机组 (三级压缩)	CVHG670	半封闭式 双筒式	R123	1930~2810	5.75~4.95	美国特灵公司 (美国或澳大利亚)
	CVHG670			2100~3000	5.93~5.12	
	CVHG780			2100~3160	5.93~5.24	
	CVHG780			2460~3520	5.96~5.25	
	CVHG920			2810~4220	6.16~5.25	
	CVHG920			3160~4220	5.95~5.41	
	CVHG1067			3160~4400	6.16~5.25	
	CVHG1067			3520~4750	5.97~5.10	
特灵 CVGD 系列 离心式冷水机组 (两级压缩)	CVGD230	半封闭式 双筒式	R134a	880~1230	5.03~4.39	美国特灵公司 (法国)
	CVGD260			880~1230	5.42~4.69	
	CVGD300			1050~1400	5.56~4.67	
	CVGD340			1230~1580	5.67~4.88	
	CVGD390			1400~1750	5.83~5.00	
	CVGD450			1580~2100	5.64~5.00	
	CVGD470			1750~2280	5.83~5.01	
	CVGD500			1930~2460	5.85~5.02	
	CVGD560			2100~2640	5.83~5.03	
	CVGD630			2460~2990	5.86~5.03	
	CVGD710			2810~3340	5.66~4.88	
	CVGD800			3160~3690	5.57~4.81	
	CVGD800			3520~3870	5.50~4.75	

2.5.3 离心式冷水机组的部件组成、结构特点及作用

由前图 2.5-1、图 2.5-2 离心式冷水机组的工作循环图可以看出，构成离心式冷水机组的部件中，区别于活塞式、螺杆式冷水机组的主要部件是其中的离心式制冷压缩机，这也是本节中所要介绍的重点部件。

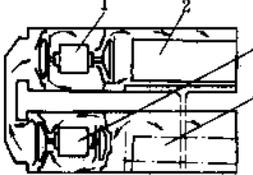
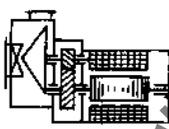
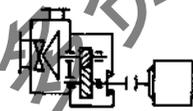
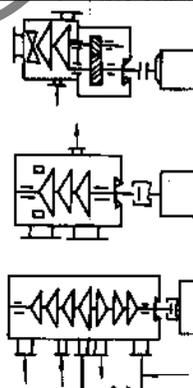
构成离心式冷水机组的其他主要辅助设备，诸如换热设备（冷凝器、蒸发器）、润滑油系统、抽气回收装置（R123）、泵出系统（R22、R134a）、节流机构等均有自己特点，是完成离心式冷水机组工作循环和正常运行的必不可少的组成部分，亦摘要介绍。

1. 离心式冷水机组的总体结构型式分类及特点

按总体结构型式分为开启式、半封闭式和全封闭式三种型式，见表 2.5-8。

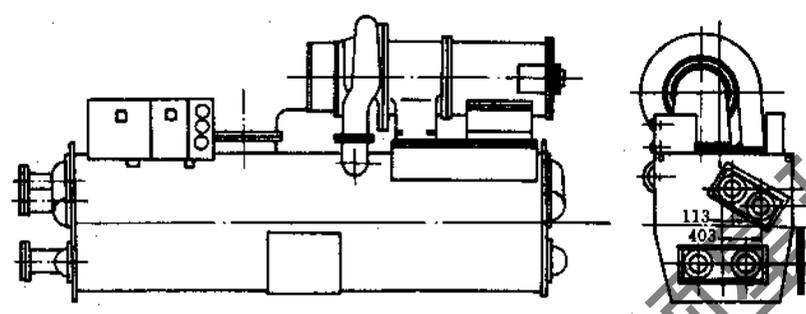
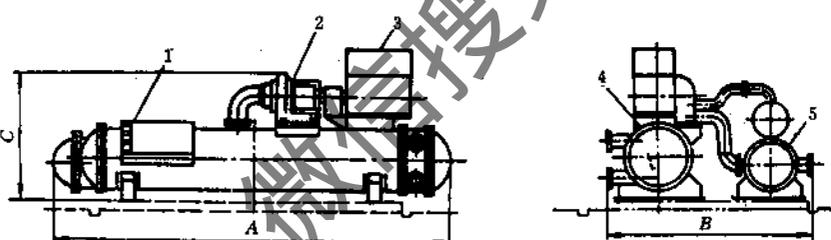
按换热器筒体结构型式分为单筒式、双筒式两种型式，见表 2.5-9。

全封闭式、半封闭式和开启式离心式冷水机组结构简图及特点 表 2.5-8

种类	结构简图	特点
全封闭式	 <p>1、3—电动机 2—蒸发器 4—冷凝器</p>	<p>它把所有的制冷设备封闭在同一机壳内。一般用于飞机机舱或船只内的空调，具有制冷量小、气密性好、电动机在制冷剂中得到充分冷却，不会使电流过载。采用四级叶轮，由电动机直联，取消了增速装置，使结构简单、噪声低、振动小。有些机组采用气体膨胀机高速传动，结构更简单</p>
半封闭式		<p>压缩机组封闭在一起，无泄漏。各部件机壳用法兰面联接，稍有泄漏。采用单级或多级悬臂叶轮，有的不用增速器。多级机组采用省功器以节省能源。电动机需专门制造，采用制冷剂冷却并要考虑耐腐蚀。润滑油系统为整体组合件，埋藏在占据冷凝器一端的油泵室中。蒸发器和冷凝器一般为单筒式，抽气回收装置放在其上部，浮球阀室则放在两筒体之间。启动和控制设备另设在机组一侧</p>
开启式	<p>空调用开启式</p>  <p>低温用开启式</p> 	<p>开启式是指压缩机或增速器出轴端装有可靠的密封，电动机放在机组外面利用空气冷却，可节省能耗 3%~6%。若机组改换制冷剂运行时，可以按工况要求的功率大小更换电动机</p> <p>采用单位容积制冷量大的制冷剂以减小机组尺寸。往往采用多级制冷循环提高经济性。用流程中产品直接作制冷剂。零部件和一般离心式压缩机通用。在采用汽轮机拖动时，还可用汽轮机的抽出蒸气作为吸收式制冷机的热源。压缩机机壳有水平中分面，轴端用机械或其他密封，制冷剂易泄漏并往往有毒易爆</p>

单筒式和双筒式离心式冷水机组结构简图及特点

表 2.5-9

<p>单筒式</p>	<p>结构</p> 
<p>特点</p>	<p>把蒸发器和冷凝器布置在同一筒体内称单筒式蒸发-冷凝器。冷凝器位于上方,蒸发器位于下方,其间用圆弧板分开。浮球阀室(或固定的复式孔口节流装置)位于纵向中部下方。单筒式在冷水机组中已占绝大部分</p>
<p>双筒式</p>	<p>结构</p>  <p>1—控制柜; 2—压缩机; 3—主电动机; 4—蒸发器; 5—冷凝器</p>
<p>特点</p>	<p>当机组制冷量太小时,由于工艺制造上的原因,常做成双筒式。蒸发器和冷凝器各一个筒体,采取上下或横排的安放方式。在低温机组中得到广泛应用</p>

2. 空调用离心式制冷压缩机的结构特点及作用

目前用于中央空调系统的离心式制冷压缩机型式有单级叶轮、双级叶轮、三级叶轮等结构型式。不同的生产厂家采用的离心式制冷压缩机型式大同小异。在确保技术性能指标和运行可靠性的基础上,各生产厂家的产品又各具特色。

离心式压缩机(又称透平压缩机)是用于多种工质(如空气、氮气、氢气、氦气、二氧化碳、甲醇、燃气、氧气、氟利昂制冷剂)的增压、输送、用途极其广泛的一种高速叶轮机械。用于中央空调工况的离心式制冷压缩机是采用特定的氟利昂制冷剂(如R22、R123、R134a、R717、R500、R502等)为工质的一种特殊用途的离心式压缩机,以其结构紧凑、可靠、使用寿命长、能耗低、调节灵活、尺寸小容量大等突出优点,在中央空调用众多冷水机组型式中占有重要的一席之地。

典型的空调用单级离心式制冷压缩机结构如图2.5-8所示。

典型的空调用单级离心式制冷压缩机结构主要由进口(导叶)能量调节机构、叶轮转子、无叶扩压器、蜗壳、增速齿轮、压缩机壳体、轴承、封闭式主电动机等部件组成。

空调用双级（或三级）离心式制冷压缩机的结构是在单级结构基础上，增加中间级的弯道回流器图 2.5-9。为便于压缩机结构紧凑和布置需要，单级或多级（二、三级）叶轮转子均采用主轴（高速轴）上悬臂依级装配，称为悬臂式；其他用途时尚有双支承转子结构，图 2.5-10。

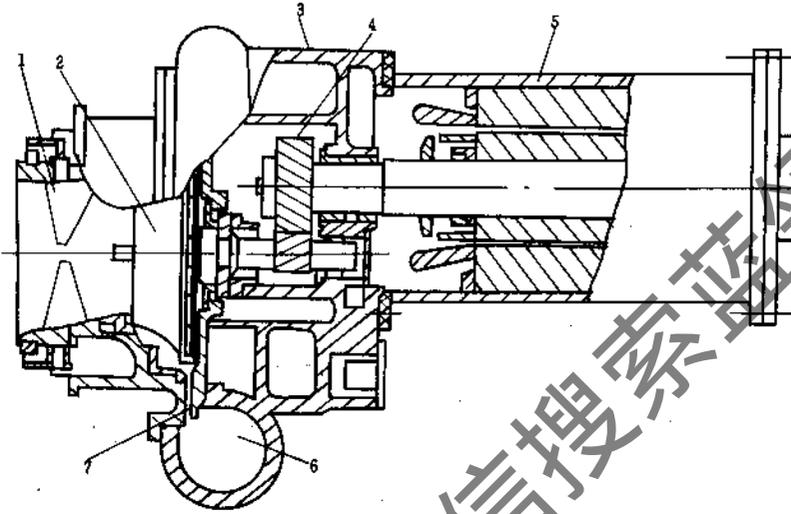


图 2.5-8 空调用单级离心式制冷压缩机纵剖面图

1—进口导叶；2—叶轮（单级）；3—压缩机壳体；4—增速齿轮；
5—电动机；6—凝室；7—无叶扩压器

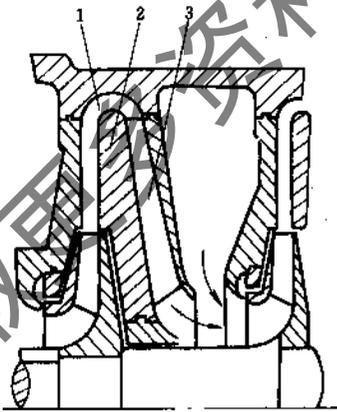


图 2.5-9 多级离心式制冷压缩机的中间级结构示意图

1—弯道；2—回流器隔板；3—回流器叶片

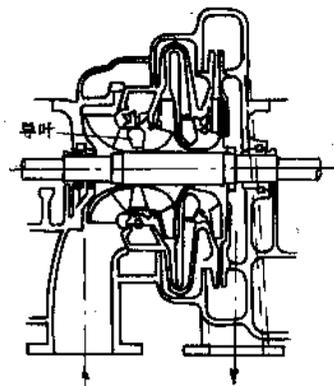


图 2.5-10 多级离心式制冷压缩机的双支承结构示意图

其各种组成元件的结构特点及作用见表 2.5-10。

空调用离心式制冷机各组成元件的结构特点及作用

表 2.5-10

部件名称	型式分类 或元件名称	元件结构型式和特点	作用
叶轮 转子 件	① 单级 悬臂转子 件 (图 2.5-11)	(1) 叶轮两种型式 a) 带轮盖的后弯叶片型三元叶轮(图 2.5-12); 由轮盖、叶片、轮盘三部分组成。材质: 特殊铸铝合金(国产牌号: ZLS9-1.5) 高精度动平衡; 允许质心偏移量 $\leq (2.7 \sim 8) \mu\text{m}$; 超转速试验: 不低于工作转速的 120%、不少于 3min b) 无轮盖的后弯叶片型三元叶轮(图 2.5-13); 由叶片、轮盘组成 优点: 旋转离心力小, 便于制造检查, 节省模具 缺点: 叶轮内漏气损失大, 冷量调节范围窄	主电动机通过增速齿轮带动叶轮转子转速达 4300~8490r/min 其作用是: (1) 是完成该制冷循环中压缩过程的关键零件 (2) 由于受旋转离心力和流通中气流扩压作用, 使制冷剂蒸气的压力、速度升高。是机组中使蒸气能量提高的唯一动力元件
		(2) 小齿轮轴(主轴)(图 2.5-14); 主轴与小齿轮为一体。材质: 35CrNi3MoA 叶轮、小齿轮的连接方式: 有花键连接方式和锥面摩擦连接方式(图 2.5-15) 小(大)齿轮型式: 渐开线齿型的圆柱斜螺旋齿轮	小齿轮轴称为主轴, 又称为高速轴、从动轴, 其作用是: (1) 支撑叶轮, 并将主电动机旋转能量传递给叶轮 (2) 与大齿轮配合成增速装置, 将主电动机同步转速提高为压缩机转子高转速
		(3) 齿式联轴器(图 2.5-16); 由二个外齿圈和一个内齿圈组成, 传递扭矩较大。对电动机轴与被传动轴的对中要求低, 需喷油润滑	用于开启式离心式冷水机组的压缩机与主电动机的连接上。其作用是: (1) 传递主电动机扭矩; (2) 保证连接件之间的对中、平稳运行
	② 双级 悬臂转子 件	与“单级悬臂转子件”的不同之处仅在于级间设有弯道和回流器(固定件)。与主电动机连接有两种方式: (1) 中间有增速装置; (2) 中间无增速装置, 主电动机轴与叶轮转子直联	同“单级悬臂转子件”
固定 元件	机壳	空调用离心式冷水机组中, 机壳大都与增速箱构成一体(图 2.5-8), 且采用垂直剖分。增速箱的壳体下部为油槽, 轴承、齿轮、主电动机油泵的回油均集中在同一油槽。油槽外侧装有油位视镜、温度计, 监视润滑油液位和温度。油槽底部装有电加热器, 以自动调节油温。机壳与增速箱体分开型式见图 2.5-17 机壳顶部有压缩机的平衡管 4, 与进气室相通。机壳上部空间压力降低, 有利于增大润滑油通过轴承的总油压差, 改善润滑和冷却。材质: 加有少量稀土元素的高强度灰铸铁	(1) 支撑叶轮转子和 大齿轮轴的轴承 (2) 集中回油油槽 (3) 连接进气室与主电动机外壳 (4) 多层结构降低机组噪声 (5) 平衡与压缩机入口压力, 提高轴承进、回油的总油压差
	进气室	悬臂式离心式制冷压缩机的进气室总是做成轴向进气型式(图 2.5-18), 其进口截面面积大于出口截面面积, 呈收敛管型式 进气室前的进气管道中应装有允许自由膨胀伸延的膨胀节 材质: 加有少量稀土元素的高强度灰铸铁	(1) 连接压缩机进气管与进口导叶(能量调节)机构 (2) 由于截面收敛, 使气流速度增加, 提高气流进入进口导叶的均匀性

续表

部件名称	型式分类 或元件名称	元件结构型式和特点	作用
固 定 元 件	无叶扩压器	<p>无叶扩压器是指由蜗壳平壁与进口端盖之间组成的环形平行流通空间(图 2.5-19)</p> <p>在部分空调用离心式制冷压缩机中,采用无叶扩压器入口宽度可调结构(图 2.5-20)并与进口导叶调节联锁,在变工况条件下,扩大冷水机组的冷量调节范围</p>	<p>(1) 将叶轮出口气流的速度继续转化为压力</p> <p>(2) 确保气流沿周向均匀进入环形蜗室</p> <p>(3) 采用无叶扩压器,其特性曲线平缓,以扩大机组的变工况调节范围</p>
	蜗壳	<p>蜗壳内部为蜗牛壳形状的环形流道,从0°至360°其周向横截面面积渐增,直至出口与排气管相连接。在空调用悬臂式离心式压缩机中,其蜗室型线常采用偏蜗型式的形状(图 2.5-21),其蜗壳型线,总是偏向叶轮的进气方向一面,结构紧凑,但气动性能稍差。蜗壳底部有泄油孔,水平位置有油引射器的引压孔</p> <p>材质:采用加入少量稀土元素的高强度灰铸铁</p>	<p>(1) 将无叶扩压器出口的周向气流汇集在环形流道内,沿周向引向排气管和冷凝器中</p> <p>(2) 主要作用是集气、导流,也有微小的扩压作用</p>
	弯道和回流器	<p>仅出现在双级以上离心式制冷压缩机中。</p> <p>弯道是一个弯曲的环形空间,气流经管道引入回流器。回流器内装有导流叶片(图 2.5-9),克服气流绕叶轮的旋绕运动,确保下一级入口轴向进气</p> <p>多级叶轮压缩机的中间级加气,也在回流器中引入(图 2.5-22)</p> <p>材料:回流器隔板采用加入少量稀土元素的高强度灰铸铁。</p>	<p>(1) 改变气流方向,以便轴向、均匀流入下一级叶轮</p> <p>(2) 提供中间级加气位置,达到省功目的</p>
件	密封	<p>(1) 迷宫型密封型式:由梳齿隔开的许多小空腔组成(图 2.5-23)。又分成镶嵌曲折型、整体平滑型、台阶型等多种。密封片材料均用铝、铜和巴氏合金等。密封片与轴的径向间隙见表 2.5-11。密封片与固定件的装配方式见图 2.5-24</p>	<p>(1) 在压缩机内部防止级间、主电动机与增速箱体、进气口与叶轮出口等位置的气体内漏</p> <p>(2) 采用充气腔密封,在旋转轴上形成“气环”,防止油漏入压缩机流通与蒸发器之中</p> <p>充气密封的封油型式见图 2.5-25</p>
		<p>(2) 机械密封:图 2.5-26 为两个静环和一个动环组成的双端面型机械密封。弹簧工作作用在静环座 4 上,把动环 6 和静环 5 压紧。O 型圈 3 和 7 防止气体从间隙泄漏。密封腔中通入高于气体压力约 $(0.5 \sim 1) \times 10^5 \text{ Pa}$ 的压力油,将动环 6 两侧的静环推开形成油膜,以免动、静环之间干摩擦,并通过油带走热量</p> <p>优点是密封性能好,且结构紧凑。不足之处是易于磨损,寿命短,线速度不能太高</p> <p>动环材料:钢环堆焊碳化钨,镍铬钢堆焊硬质合金,陶瓷,硅铁等</p> <p>静环材料:浸树脂石墨,浸金属石墨等</p>	<p>(1) 防止压缩机内部气体漏出机外</p> <p>(2) 多级离心式制冷压缩机和开启式离心式冷水机组中使用</p>

续表

部件名称	型式分类 或元件名称	元件结构型式和特点	作用
轴	径向轴承	<p>(1) 圆瓦轴承: 有水平剖分式(图 2.5-27)、垂直剖分式和整体式。水平剖分式最为普遍, 上下半瓦, 用销钉定位、螺钉连接。轴瓦体为 45 号钢, 内腔浇铸巴氏合金。轴承孔与轴颈间的径向直径间隙随轴颈增大而增大(表 2.5-12)</p> <p>垂直剖分式径向轴承的轴瓦背面与轴承座有一段球面配合, 轴瓦有轻微可倾性, 自动调位, 适应齿轮对的啮合调整</p> <p>整体式的轴瓦为一圆柱整体, 整体加工到位, 材质可用特殊铝合金</p> <p>(2) 椭圆及轴承: 其轴瓦内表面呈椭圆形, 轴承的侧隙等于或大于顶隙。一般顶隙为 $(1 \sim 1.5)d/1000$, 侧隙为 $(1 \sim 3)d/1000$ (d 为轴颈直径)。轴颈在旋转中形成上下两部分油膜(图 2.5-28), 两部分油膜压力的合力与外载荷平衡</p> <p>优点: 比圆瓦轴承稳定性好。油流量大, 散热好, 轴承温度低</p> <p>缺点: 承载能力比圆瓦轴承低, 功率消耗大, 水平方向抗振性差</p>	<p>(1) 在轴旋转中, 在轴颈与轴承孔间形成油膜, 油膜举力使转子浮起并自动调整旋转中心</p> <p>(2) 采用压力油进行润滑, 选择适当径向间隙, 通过油带走热量</p>
承	推力轴承	<p>(1) 圆环状推力轴承(图 2.5-29):</p> <p>在转子轴向推力较小时采用。周向为扇形连块, 连块间开出斜面油楔沟。旋转时, 在推力环与推力盘之间形成楔形油膜</p> <p>优点: 加工制造和装配简单</p> <p>缺点: 可倾性差</p> <p>(2) 多瓦块推力轴承:</p> <p>见图 2.5-30。沿周边布置的推力块背面相间处, 装有与推力块数目相同的下水准垫块, 相互搭叠成具有一定挠性能力的环带, 来适应转子的倾斜、振动。实践证明, 该轴承的可倾性能良好, 应用是很成功的。但制造工艺、装配要求严格</p>	<p>(1) 承受压缩机叶轮转子剩余的轴向推力, 确保叶轮出口流道与无叶扩压器流道的对中位置和转子定位</p> <p>(2) 利用转子旋转时推力环面与推力盘之间形成的楔形油膜, 使推力盘与推力环分开</p>
增 速 装 置	渐开线 齿型与双 圆弧齿型	<p>(1) 渐开线齿形增速箱: 是指采用渐开线齿形的圆柱斜螺旋齿轮。由一对大小平行齿轮构成的增速比一般为 $2 \sim 4$ (最大不超过 7)</p> <p>齿轮对的布置方式(图 2.5-31)有水平位置和垂直布置两种。大小齿轮啮合面处均有喷油嘴(孔), 保证其润滑和冷却。大小齿轮材质: 35CrNi3MoA, 六级精度加工制造</p> <p>增速箱体材质: 加有少量稀土元素的高强度灰铸铁, 常与机壳铸成一体</p>	<p>(1) 连接压缩机与主电动机</p> <p>(2) 传递主电动机轴的旋转扭矩</p> <p>(3) 将三相异步电动机的低转速传动为压缩机主轴(小齿轮轴)的高转速</p> <p>(4) 有的双级、三级悬臂式压缩机中, 采用直接传动的低转速, 取消增速装置, 使结构简化且安全可靠</p>

续表

部件名称	型式分类 或元件名称	元件结构型式和特点	作用
增速装置	渐开线齿型与双圆弧齿型	<p>(2) 双圆弧齿型的齿轮对: 在国内大、中型机组中, 也曾采用过此种齿型, 其优点是有较高的啮合接触强度, 承载能力高于渐开线齿型的 1.5~2.5 倍, 其磨损小, 效率高 ($\eta \approx 0.99 \sim 0.995$), 寿命长, 有良好的跑合性能</p> <p>缺点是对传动的中心距及切齿深度的精度 (公差) 要求高, 加工较困难。总体尺寸大, 占有空间大</p>	<p>(1) 连接压缩机与主电动机</p> <p>(2) 传递主电动机轴的旋转扭矩</p> <p>(3) 将三相异步电机的低转速传动为压缩机主轴 (小齿轮轴) 的高转速</p> <p>(4) 有的双级、三级悬臂式压缩机中, 采用直接传动为低转速, 取消增速装置, 使结构简化且安全可靠</p>
压缩机进口能量调节机构	不同传动型式	<p>(1) 钢丝绳传动型式 (图 2.5-32): 由主动齿轮、从动齿轮、过渡轮、进口导叶、钢丝绳等组成。轴向进口导流叶片型式有对称与非对称型式 (图 2.5-33)</p> <p>导流叶片材质: 铸铝合金或铸造黄铜</p> <p>(2) 齿轮齿圈传动型式 (图 2.5-34): 主要由小齿轮、齿圈、杠杆、连杆、手轮、进口导流叶片、连杆、伺服电动机 (执行机构) 等组成, 有电动和手动两种操作方式</p> <p>导流叶片材质: 铸铝合金或铸造黄铜</p>	<p>(1) 悬臂式转子采用轴向进口导叶型式, 气流为轴向进气</p> <p>(2) 改变进口导叶角度 ($0^\circ \rightarrow 90^\circ$), 调节机组制冷量大小</p> <p>(3) 周向导流叶片必须同步旋动, 确保进口气流均匀、平稳</p>

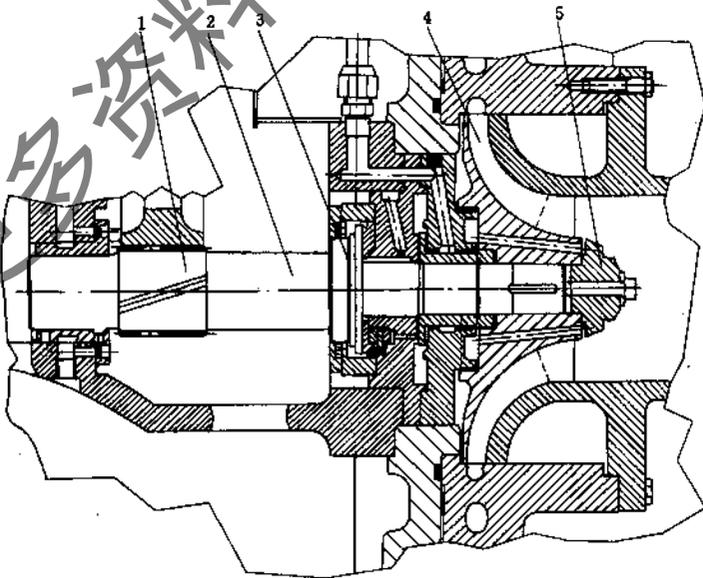


图 2.5-11 单级悬臂式离心式制冷压缩机转子结构图

1—小齿轮; 2—主轴; 3—推力盘; 4—叶轮; 5—整流罩

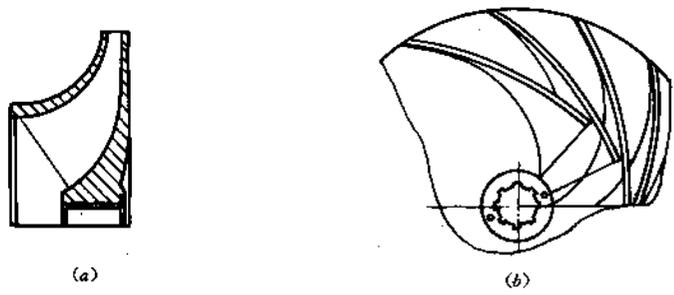


图 2.5-12 带轮盖的后弯叶片型三元叶轮示意图
(a) 纵剖面图; (b) 轴向平面图

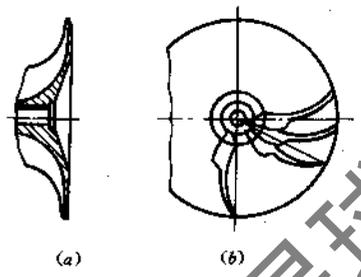


图 2.5-13 无轮盖的
后弯叶片型三元叶轮示意图
(a) 纵剖面图; (b) 轴向平面图

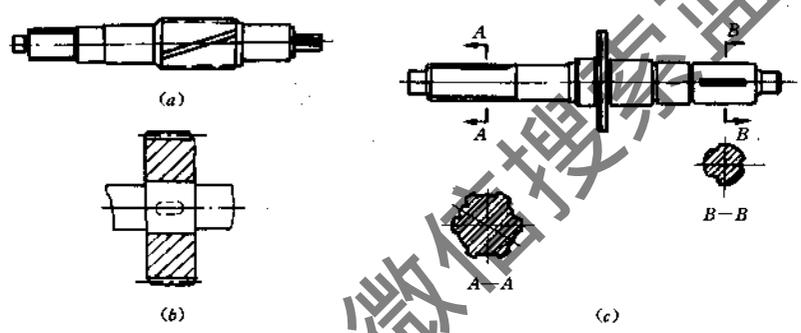


图 2.5-14 压缩机转子的主轴(小齿轮轴)图
(a) “整体式”主轴; (b) “套装式”主轴; (c) “花键式”主轴

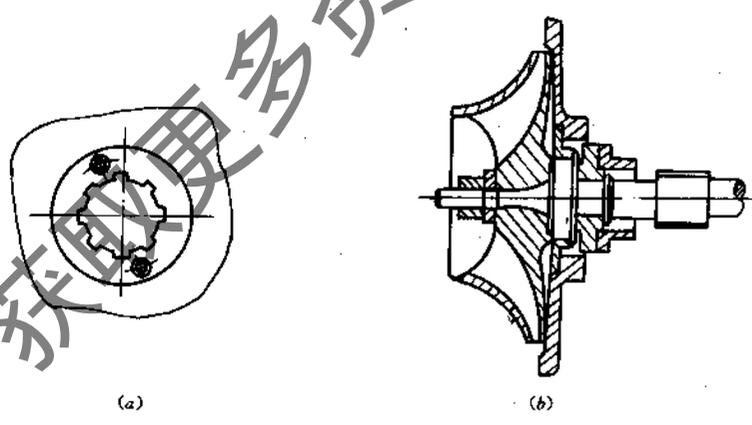


图 2.5-15 叶轮与主轴的联接方式
(a) 花键连接; (b) 锥面摩擦连接

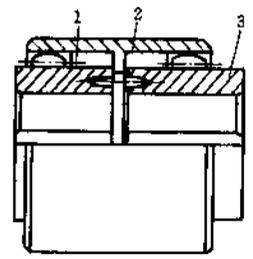


图 2.5-16 齿式联轴器
1、3—外齿圈; 2—内齿圈

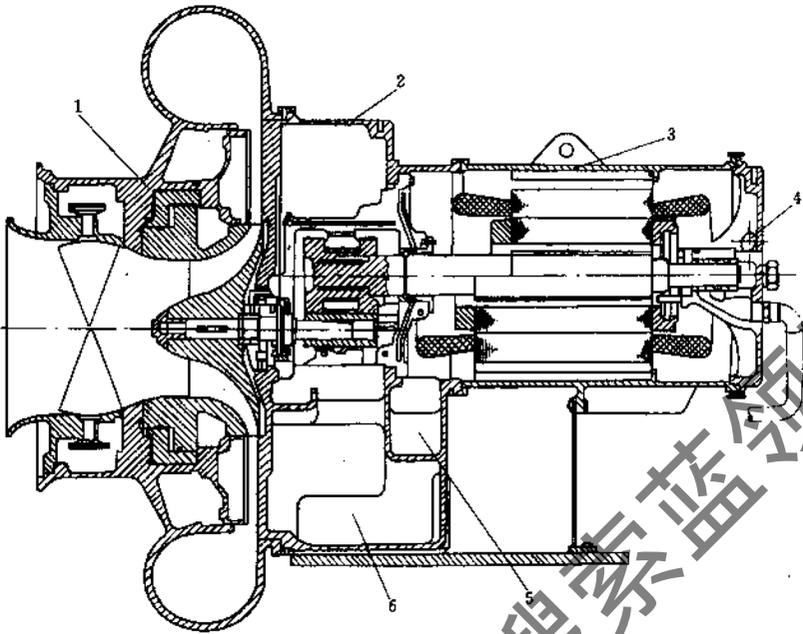


图 2.5-17 压缩机机壳与增速箱体分开型的单级离心式制冷压缩机
1—压缩机机壳；2—增速箱（体）；3—主电动机外壳；4—平衡管；5—回气槽；6—油槽

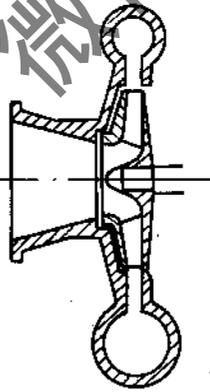


图 2.5-18 单级悬臂式离心式制冷压缩机轴向进气室示意图

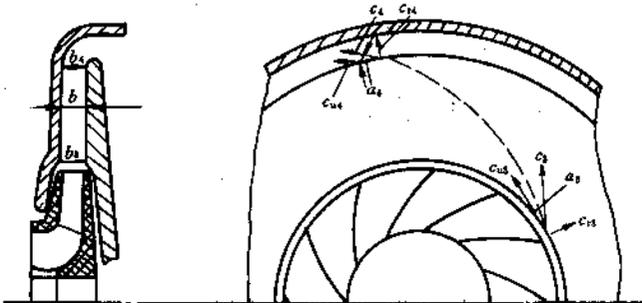


图 2.5-19 离心式制冷压缩机无叶扩压器示意图

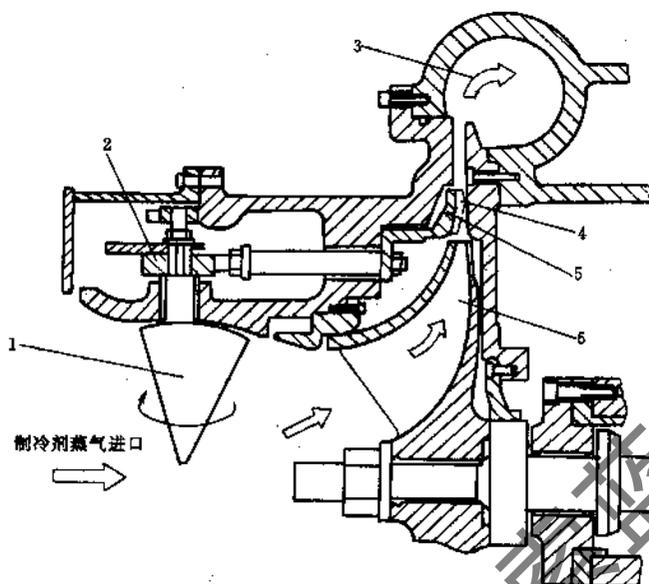


图 2.5-20 无叶扩压器入口宽度与进口导叶联锁调节机构

1—进口可转导叶；2—凸轮；3—蜗室；4—无叶扩压器；5—调节无叶扩压器入口宽度的隔板；6—叶轮



图 2.5-21 单级悬臂离心式制冷压缩机偏蜗型示意图

(a) 蜗壳径向平面；(b) 偏蜗型式

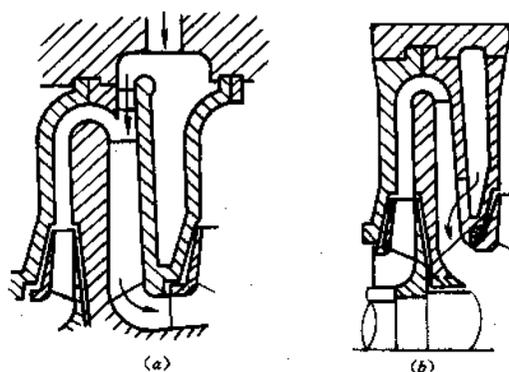


图 2.5-22 多级离心式制冷压缩机中间级间加气形式

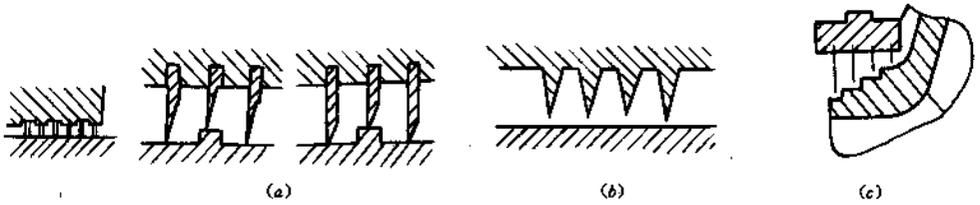


图 2.5-23 迷宫型密封型式
(a) 镶嵌曲折形密封; (b) 整体平滑形密封; (c) 台阶形密封

迷宫型密封间隙选用参照表

表 2.5-11

轴径 (mm)	径向间隙 ($10^2\mu\text{m}$)	轴径 (mm)	径向间隙 ($10^2\mu\text{m}$)	轴径 (mm)	径向间隙 ($10^2\mu\text{m}$)
>50~80	10.5~19.5	>180~260	19~32.2	>500~650	30~50
>80~120	12~23	>260~360	23~38	>650~800	33~56
>120~180	16~27.6	>360~500	27~43.5	>800	35~60

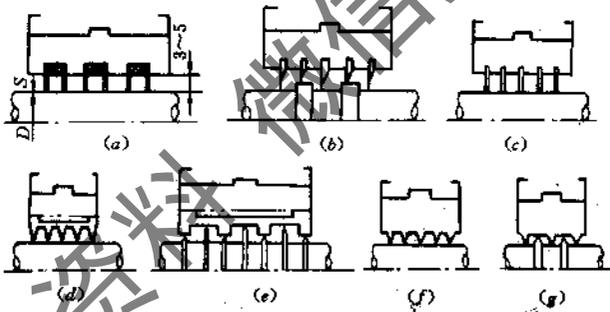


图 2.5-24 密封片与固定件的装配方式
(a)、(b)、(c) 嵌片式; (d)、(e)、(f)、(g) 衬环式

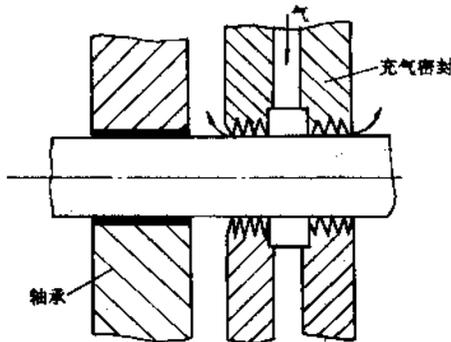


图 2.5-25 压缩机内部充气密封的封油型式

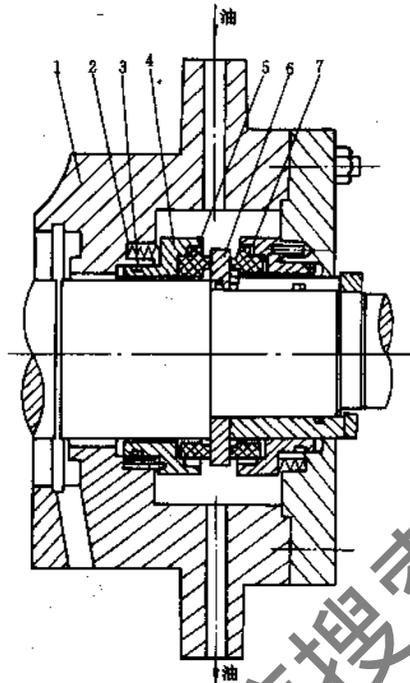


图 2.5-26 防止气体外泄漏的压缩机内机械密封型式(开启式机组)
 1—轴封壳体; 2—弹簧; 3—O形圈; 4—静环座; 5—静环; 6—轴封动环; 7—O形圈

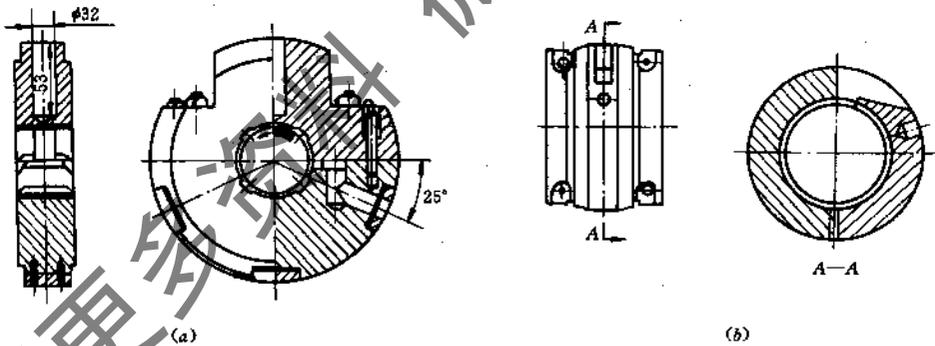


图 2.5-27 水平剖分式和垂直剖分式径向轴承
 (a) 水平剖分式; (b) 垂直剖分式

径向轴承的径向直径配合间隙参考表

表 2.5-12

轴承位轴颈直径 (mm)	径向直径间隙 (mm)		轴承位轴颈直径 (mm)	径向直径间隙 (mm)	
	下 限	上 限		下 限	上 限
65	0.15	0.21	150	0.38	0.50
80	0.20	0.30	175	0.50	0.65
100	0.25	0.35	200	0.50	0.65
115	0.25	0.35	225	0.50	0.65
125	0.25	0.35	250	0.50	0.65

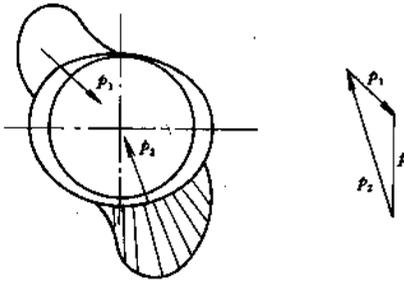


图 2.5-28 椭圆瓦轴承油膜压力示意图

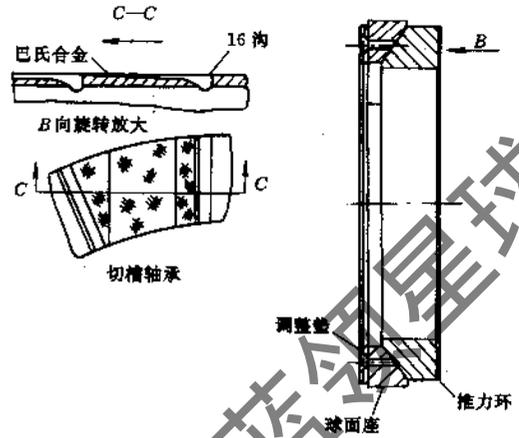


图 2.5-29 圆环状推力轴承结构图

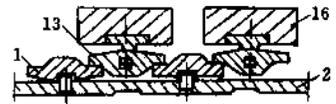
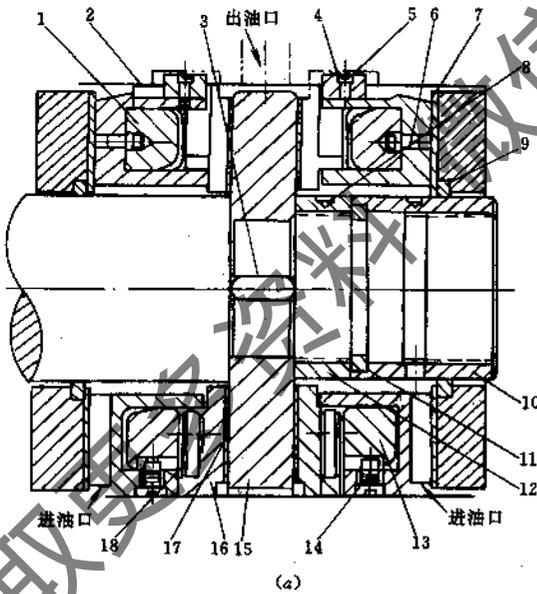


图 2.5-30 多瓦块推力轴承

(a) 整体结构; (b) 止推瓦块结构

- 1—下水准块; 2—基环; 3—止推盘键; 4—基环键; 5—基环螺钉; 6—水准块定位销; 7—垫片;
 8—内防松螺母; 9—护圈; 10—外防松螺母; 11—扣环 (两半); 12—推力轴承圈; 13—上水准块;
 14—水准块定位螺钉; 15—止推盘; 16—推力瓦块; 17—巴氏合金; 18—瓦块支架

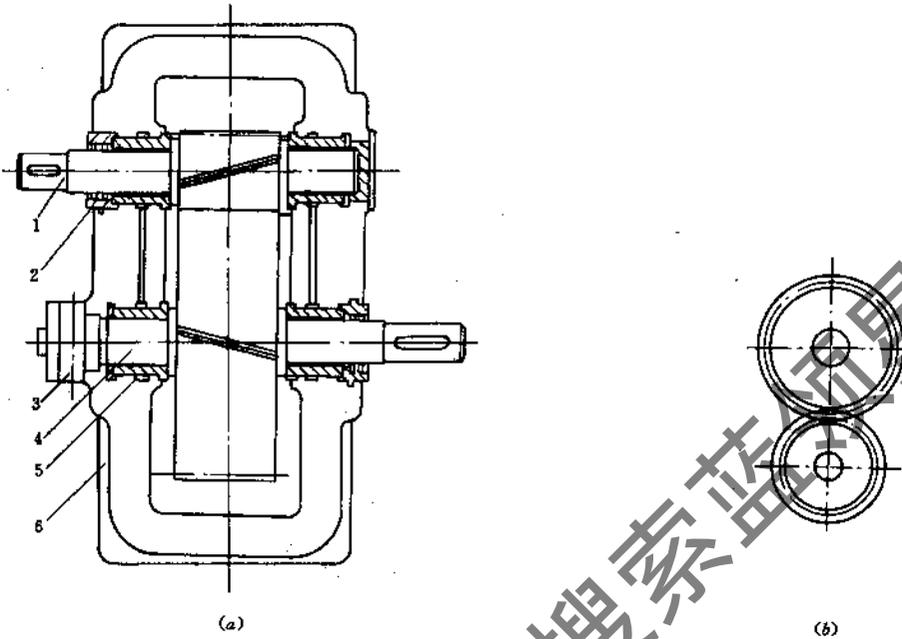


图 2.5-31 单级齿轮对的布置方式

(a) 水平布置 (俯视图); (b) 垂直布置 (侧视图)

1—高速轴; 2—轴封; 3—齿轮油泵; 4—低速轴及大齿轮; 5—轴承; 6—箱体

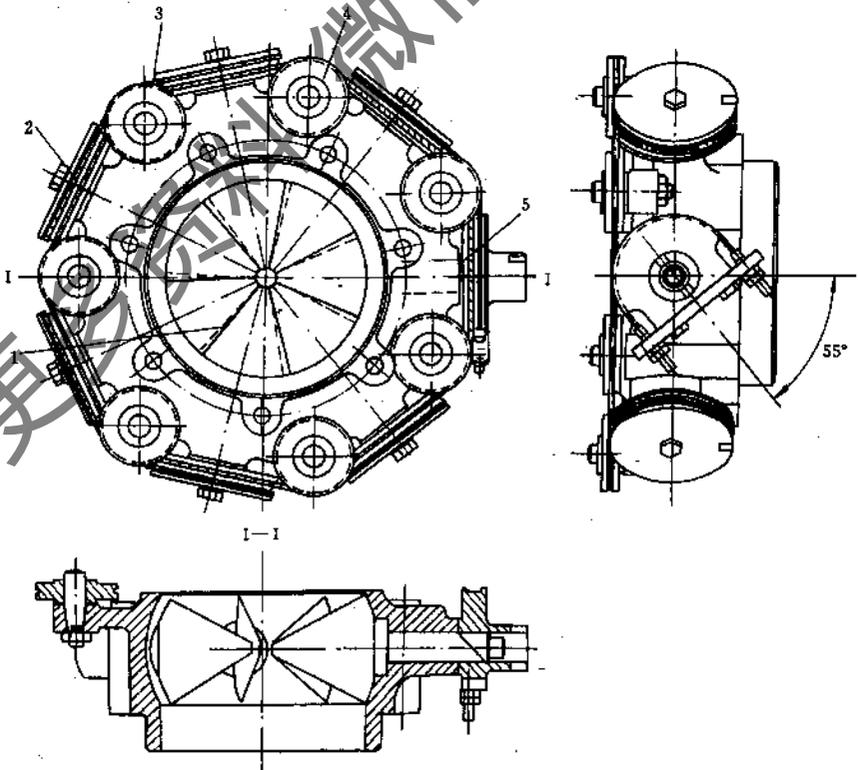


图 2.5-32 钢丝绳传动型式的压缩机进口可转导叶机构

1—进口导叶; 2—从动齿轮; 3—钢丝绳; 4—过渡轮; 5—主动齿轮

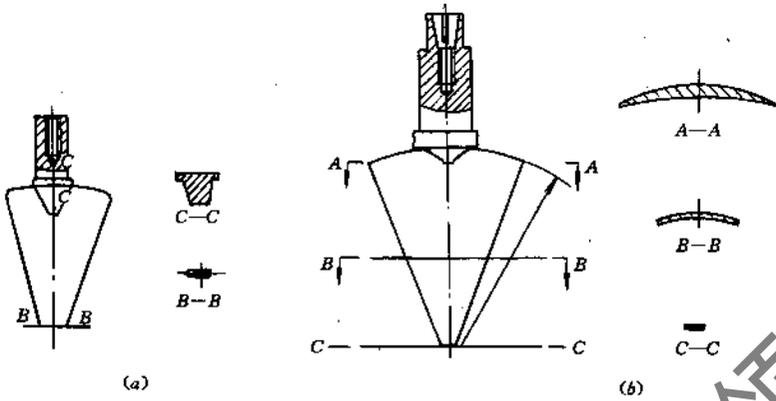


图 2.5-33 轴向进口导流叶片型式

(a) 非对称机翼型进口导叶；(b) 对称机翼型进口导叶

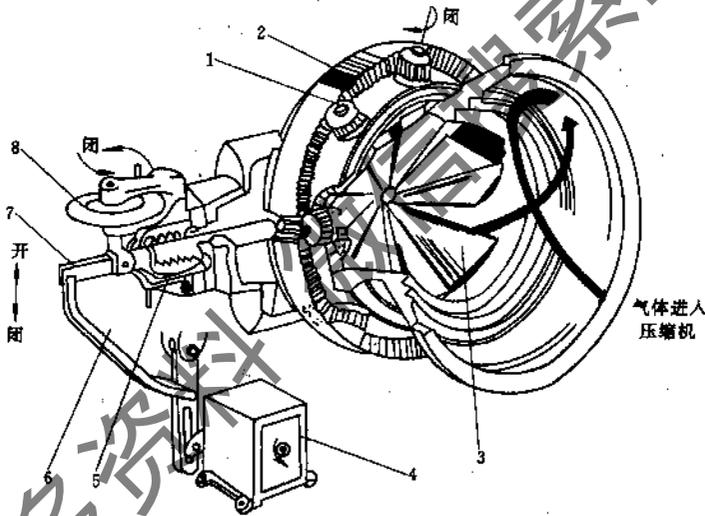


图 2.5-34 齿轮齿圈传动型式的压缩机进口可转导叶机构

1—小齿轮；2—齿圈；3—进口可转导叶；4—伺服电动机；5—波纹管；6—连杆；7—杠杆；8—手轮

3. 离心式冷水机组的润滑油系统

(1) 离心式冷水机组的润滑油系统组成

为了适应结构紧凑和机组一体化的发展趋势，目前空调用离心式冷水机组的润滑油系统已全部采用“组装式”系统。即组成润滑油系统的油泵、油泵电动机、油冷却器、油过滤器以及调节系统等组装在一起，全部密封在蒸发器一端的油槽内或压缩机机壳的底部，大大简化了机组总体尺寸和油路系统。

润滑油系统提供一定压力的压力油，经油过滤器和油冷却器后，向主电动机轴承、大小齿轮轴轴承、大小齿轮油喷嘴等提供油润滑和冷却，确保压缩机、主电动机旋转件的连续平稳运行。

由于空调用离心式制冷压缩机具有不同的结构型式，因而润滑油系统的供油、回油管

路的布置走向各不相同,但系统的主要零部件的组成是完全一致的。对润滑油质量的要求及不同机组的润滑油规格见“2.2.4 润滑油”一节。

现将国内离心式冷水机组上常用的几种润滑油系统及其零部件组成列于表 2.5-13。

离心式冷水机组中常用的润滑油系统组成及其特点

表 2.5-13

润滑油系统类别	循环线路及零部件组成	特 点
R11 离心式冷水机组润滑油系统	<p>(1) 供油线路走向如下(图 2.5-35);叶片式油泵(14)→油泵电动机(15)→水冷盘管式油冷却器(16)→油过滤器(18)→(经油压调整阀 17 调至规定油压)</p> <p>油站出口 $\xrightarrow{\phi 10 \times 1 \text{ 油管}}$ 电机尾端径向滑动轴承(21)</p> <p>油站出口 $\xrightarrow{\phi 25 \times 2.5 \text{ 油管}}$ 高位油罐→</p> <p>(进入机壳) $\left\{ \begin{array}{l} \text{大小齿轮啮合喷嘴孔} \\ \text{大小齿轮推力轴承、径向滑动轴承} \\ \text{叶轮主轴轴承(6、7)} \\ \text{花键、联轴器(如果有)} \end{array} \right.$</p> <p>(2) 回油线路走向如下(图 2.5-35);</p> <p>各轴承回油→油箱 $\xrightarrow{\text{电加热}}$ 总回油管(12)→油箱</p>	<p>(1) 润滑油系统中的油浸型叶片式油泵—油泵电动机(14、15)、油冷却器(16)、油过滤器(18)、油压调节阀(17)等均组合在一起,称为“组装式”润滑油系统</p> <p>(2) 对大小齿轮轴承、叶轮主轴轴承、大小齿轮啮合处进油的支管均利用机壳和增速箱体铸造而成,不占有外部空间,结构十分紧凑</p> <p>(3) 该润滑油系统正常的运行规范:</p> <p>a) 供油压力,正常运行(导叶开度 60%以上)时: 0.15~0.19MPa</p> <p>b) 机壳下方油槽油温: 55~65℃,不得低于 38℃</p> <p>c) 轴承供油温度: 35~50℃</p> <p>d) 轴承温度: $\leq 70^\circ\text{C}$</p> <p>e) 油槽视镜油位: 水平中线下上下 5mm 内</p>
R22 离心式冷水机组润滑油系统	<p>(1) 供油路线走向如下(图 2.5-36):油泵和电动机(19)→油过滤器隔离阀(26)→油过滤器(26)→制冷剂冷却的油冷却器(23)→油过滤器隔离阀(20)→油压变送器(21)→热膨胀阀温包(22)→</p> <p>(进入压缩机壳体) $\left\{ \begin{array}{l} \text{大小齿轮啮合处喷嘴(5)} \\ \text{叶轮主轴推力轴承(6)} \\ \text{叶轮主轴径向滑动轴承} \\ \text{后电动机轴承(1)} \\ \text{前电动机轴承(2)} \\ \text{后小齿轮轴承(3)} \end{array} \right.$</p> <p>(2) 回油线路走向如下(图 2.5-36);各轴承回油→机壳下部油槽→油箱(油泵和电动机)</p> <p>(3) 辅助回油线路走向如下(图 2.5-36);</p> <p>蒸发器回油管线(14) } →油过滤器(15)→油喷射器(16)→机壳下部油槽</p> <p>进口导叶回油管线(11)</p> <p>(4) 机壳下部油槽配置部件:</p> <p>a) 上、下二只圆形视镜;正常油位在上视镜(7)水平中线与下面视镜的顶部之间</p> <p>b) 油温电加热器(8)</p> <p>c) 油压释放阀(18)</p> <p>d) 充油/放油阀(17)</p>	<p>(1)、(2) 同 R11 离心式冷水机组润滑油系统特点(油冷却器为制冷剂冷却)。</p> <p>(3) 润滑油回收系统特点:主要回收导叶罩壳底部和蒸发器制冷剂液面上部的润滑油部分,因而采用油引射器喷嘴(图 2.5-37)。当机组荷载较小,引射器引入的制冷剂压缩蒸气速度尚不足以引射导叶罩壳中油的回收,也没有足够的压差把回收油抽回油箱。这时,回收管路上的两只电磁阀进行转换,使油引射器直接从蒸发器中抽出油和制冷剂,而将该混合液引射回到油箱</p> <p>(4) 该润滑油系统正常运行规范:</p> <p>a) 供油压力,正常运行时为 0.103~0.172MPa</p> <p>b) 机壳下部油槽油温: 60~65℃</p> <p>c) 轴承供油温度: 43~49℃</p> <p>d) 轴承温度: 60~74℃,停机温度: 83℃</p> <p>e) 油槽视镜油位: 上视镜水平中线与下视镜顶部之间,至少有一视镜可见油位</p>

续表

润滑油系统类别	循环线路及零部件组成	特点
R123/ R11 离心式冷水机组润滑油系统	(1) 供油路线走向如下(图 2.5-38); 内浸式齿轮油泵(1)→制冷剂冷却的板式油冷却器(2)→纸质过滤器(3)→油压调节阀(4) { 主电动机组合轴承 压缩机侧主电动机组合轴承 大齿轮轴径向滑动轴承及喷油 小齿轮轴径向滑动轴承及喷油 叶轮主轴主推力及径向滑动轴承	(1) 该润滑油系统的油泵、油泵电动机、油冷却器、油过滤器等均置于压缩机壳体内, 缩小管通尺寸, 结构紧凑, 拆装修修方便 (2) 油冷却器为铝合金的板式换热器型式, 采用制冷剂冷却, 冷却效果显著, 结构小巧 (3) 该润滑油系统正常运行规范: a) 供油压力: 正常运行时为 1.5~1.9MPa b) 轴承供油温度: 35~50℃ c) 轴承温度: ≤70℃ d) 机壳下部油槽油温: 53~65℃ e) 油槽视镜油位: 水平中线上下 5mm 内
	(2) 回油线路走向如下; 各轴承回油→油槽→油箱(油泵和油泵电动机)	
	(3) 机壳下部油槽配置部件(图 2.5-38); a) 油位计视镜(5) b) 充油阀(7) c) 油温电加热器(6) d) 油压调节阀(4) e) 制冷剂冷却的板式油冷却器前制冷剂管路上有冷媒水份显示器(10)、油温调节阀(8)	

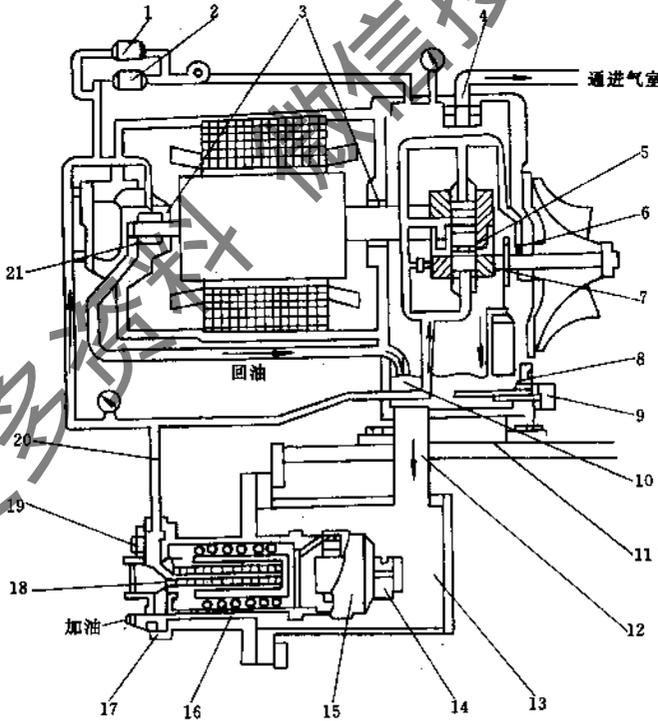


图 2.5-35 离心式制冷机的“组装式”润滑油系统流程

- 1—导叶开关联锁低压开关; 2—低压开关; 3—迷宫密封; 4—滤网; 5—小齿轮轴承;
 6—主轴承; 7—推力轴承; 8—视镜; 9—油加热器; 10—油槽; 11—蒸发器筒体;
 12—总回油管; 13—油箱; 14—油泵; 15—电动机; 16—管式油冷却器; 17—油压调节器;
 18—油过滤器; 19—磁性塞头; 20—供油管; 21—电动机轴承

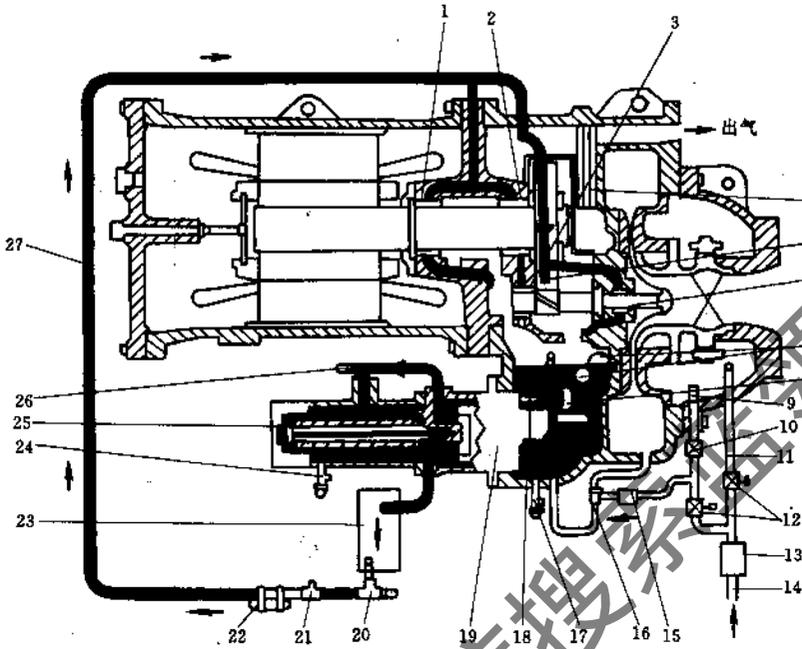


图 2.5-36 R22 离心式冷水机组润滑油系统流程图

1—后电动机轴承；2—前电动机轴承；3—后小齿轮轴承；4—去雾器；5—油喷嘴；6—高速轴推力轴承；7—油位视镜；8—油温电加热器；9—油滤网；10—单向阀；11—导叶回油管线；12—电磁阀；13—过滤器；14—蒸发器回油管线；15—滤网；16—油引射器；17—油充注阀；18—油压释放阀；19—油泵和电动机；20—油过滤器隔离阀；21—油压变送器；22—热力膨胀阀温包；23—油冷却器；24—放油阀；25—油过滤器；26—油过滤器隔离阀；27—油管

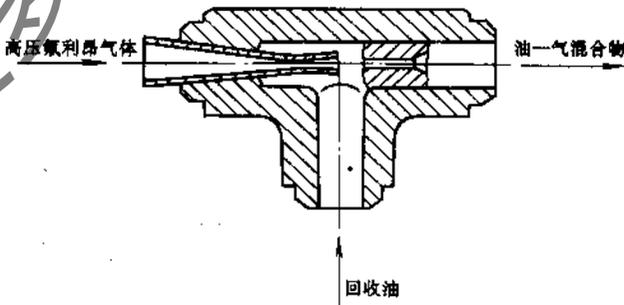


图 2.5-37 油引射喷嘴型式

(2) 离心式冷水机组润滑油系统主要零部件的结构特点 (见表 2.5-14)

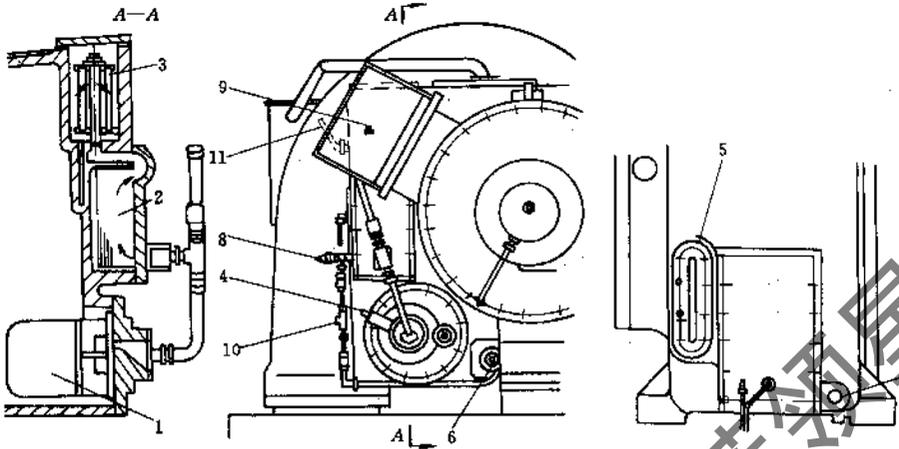


图 2.5-38 R123/R11 离心式冷水机组润滑油系统装置图

1—油泵；2—油冷却器；3—油过滤器；4—油压调节阀；5—油位计；6—油加热器；
7—充油阀；8—油温调节器；9—放油阀；10—冷煤水分显示器；11—供油温度计

离心式冷水机组润滑油系统主要零部件的结构特点

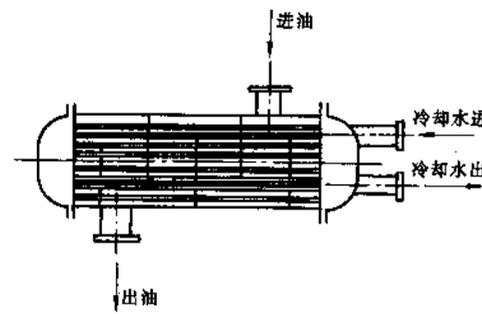
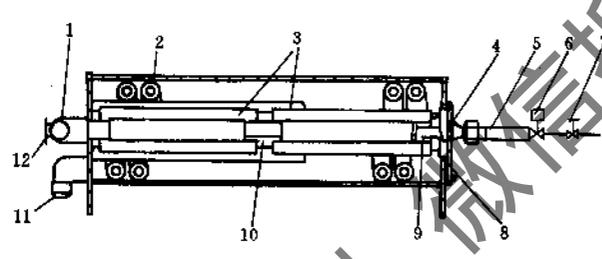
表 2.5-14

名称	结构简图	结构特点
油泵		<p>(1) 油泵壳体内装有一对啮合齿轮，人口处形成局部真空，吸入高度$\leq 0.5m$油柱。主动齿轮由油泵电动机驱动。油泵与电动机均浸入油箱中，称为“油浸型”油泵，其规格见表 2.5-15</p> <p>(2) 齿轮和壳体工作表面粗糙度 $R_a 1.60\mu m$，轴颈表面粗糙度 $R_a 0.40\mu m$</p> <p>(3) 装配间隙：壳体中齿轮端部间隙取 $0.1 \sim 0.3mm$，利用泵体和泵盖间的垫片来调节；齿轮间的啮合间隙取 $0.1 \sim 0.25mm$；齿轮与壳体之间的径向间隙取 $0.1 \sim 0.3mm$（该间隙值应大于油泵轴承间隙）；油泵轴承的径向间隙取 $0.001 \sim 0.002$ 的轴颈直径</p>
		<p>(1) 其转子的旋转轴线与油泵壳体孔存在偏心，周向叶片可沿转子径向槽中滑动，利用转子与壳体之间的容积变化空间，使油压上升，从出口排出压力油</p> <p>(2) 叶片式油泵转子与电动机共用转轴，浸于油箱中。该油泵吸入口径大，不发生气蚀现象，但对油中混入制冷剂所产生的起泡现象较敏感，易引起悬臂式叶片的振动，而造成供油压力波动</p> <p>(3) 其结构紧凑，加工简单，拆修方便</p>

图 2.5-39 齿轮式油泵

图 2.5-40 叶片式油泵

续表

名称	结构简图	结构特点
油冷却器	 <p>图 2.5-41 水冷直管式油冷却器</p>	<p>(1) 采用水冷的直管式油冷却器是最常见的型式。冷却水走管程，润滑油走壳程。</p> <p>(2) 一般回油温度为 55~65℃，供油温度为 35~50℃，油冷却器使油温下降 15~20℃。</p> <p>(3) 机组启动过程和停机过程，应关闭油冷却器的供水阀，确保油温不致太低而造成制冷剂大量溶入油中，破坏轴承油膜，引起事故。</p>
过滤器	 <p>图 2.5-42 油冷却过滤器</p> <p>1—油出口；2—冷却盘管；3—过滤器；4—弹簧； 5—冷却水入口；6—电磁阀；7—阀；8—盖子； 9—旁通阀；10—过滤器；11—油入口； 12—冷却水出口</p>	<p>(1) 该过滤器或置于冷却器中(如图 2.5-42)或置于冷却器外。过滤器一般有双筒并联，便于拆换清洗；</p> <p>(2) 过滤芯子采用 31 目/cm² 钢丝布或铜丝网。若过滤器前后压差达 70~80kPa 时，表明已被脏物堵塞，应切换成另一过滤器。</p> <p>(3) 出口有一旁通油路，与机壳下部油槽相通，该管路上装有油压调节阀(其整定值见表 2.5-16)以调节轴承的供油压力至 1.5~1.9MPa(表压)。</p> <p>(4) 过滤芯子不得用水清洗，应采用干净润滑油清洗。</p>

离心式冷水机组用油浸型内齿轮油泵的规格

表 2.5-15

部件	产品型号 规格项目	LSBLXR123 (R11) -700 ^① ~LSBLXR123 (R11) -2100	LSBLXR123 (R11) -2450 LSBLXR123 (R11) -2800
油泵	排出流量 扬程	50L/min 0.39MPa	78L/min 0.29MPa
电动机	输出功率 额定电源 极数	1.1kW AC380V/50Hz 4P	1.1kW AC380V/50Hz 4P

①系重庆通用工业(集团)公司产品。

离心式冷水机组用油压调节阀的整定压力值

表 2.5-16

产品型号	LSBLXR123 (R11) -700 ^① ~LSBLXR123 (R11) -2100	LSBLXR123 (R11) -2450 LSBLXR123 (R11) -2800
整定压力值		
(阀) 开启压力	0.314±0.02MPa	0.235±0.02MPa
(阀) 关闭压力	0.196MPa	0.147MPa

①系重庆通用工业(集团)公司产品。

4. 离心式冷水机组的换热设备特点

目前在空调用离心式冷水机组中所采用的换热设备——冷凝器和蒸发器的类型、换热方式、结构特点及使用特点已在表 2.3-28 和表 2.3-54 中分别列表介绍,不再重复。

离心式冷水机组的冷凝器和蒸发器有单筒式和双筒式两种(见表 2.5-7)。冷凝器型式常采用水冷式卧式壳管式型式;蒸发器型式常采用满液式卧式壳管式型式(见图 2.5-43、图 2.5-44)。

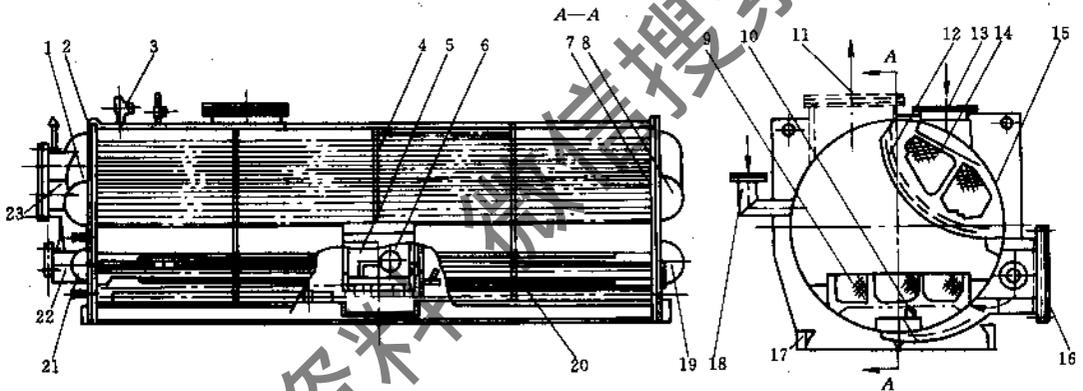


图 2.5-43 传统单筒式蒸发器-冷凝器总体结构剖视图

1—冷凝器左水室; 2、7—管板; 3—冷凝器制冷剂引压阀; 4—冷凝器管束支撑板; 5—浮球室; 6—浮球阀部; 8—冷凝器右水室; 9—蒸发器管束; 10—制冷剂分配喷嘴; 11—蒸发器出口接管法兰; 12—隔热板; 13—冷凝器进口接管法兰; 14—冷凝器管束; 15—单筒壳体; 16—浮球室过滤网; 17—底座; 18—主电动机回液(气)管; 19—蒸发器右水室; 20—蒸发器管束支撑板; 21—蒸发器左水室; 22—蒸发器水室接管; 23—冷凝器水室接管

单筒式蒸发器-冷凝器主要零部件的结构特点及作用列表介绍如下(表 2.5-17)。

5. 离心式冷水机组的抽气回收装置系统组成

采用低压制冷剂(如 R123、R11 等)的空调用离心式冷水机组,其压缩机进气段和蒸发器内均处于负压(低于外界大气压力)状态,当充注制冷剂液、机组运行、局部检修和停机阶段,均不可避免地有外界的空气、水分或其他不凝气体等渗漏进入机组内部制冷系统。机组内存在过量的空气和不凝气体时,会引起系统中高压部分(压缩机排气段至冷凝器内上部)制冷剂压力急剧增高,影响机组的安全运行和额定制冷量;又由于空气及其他不凝气体在冷凝器内占据一部分热交换面积,使压缩机在高压比(冷凝压力与蒸发压力之比)范围运行,因而机组耗功增加,运转成本(电费)增加;若加大冷却水流量,又使水

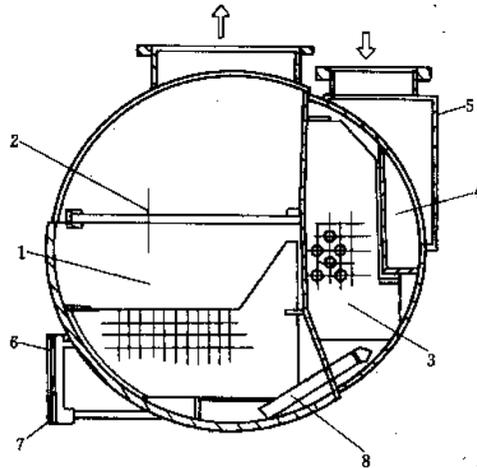


图 2.5-44 LSBLXR 系列单筒式蒸发器-冷凝器总体结构剖视图

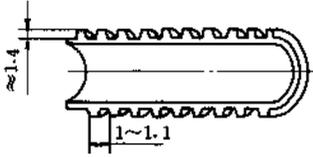
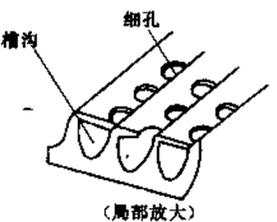
1—蒸发器；2—汽液分离器；3—冷凝器；4—压缩机排气缓冲板；5—压缩机排气导管；
6—蒸发器内制冷剂液位计；7—制冷剂充入阀；8—膨胀节流管

单筒式蒸发器-冷凝器主要零部件的结构特点及作用

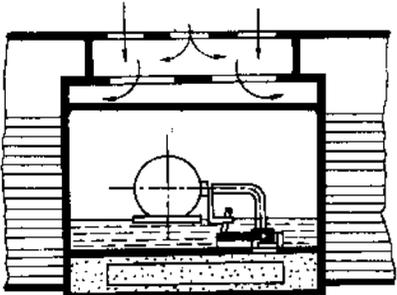
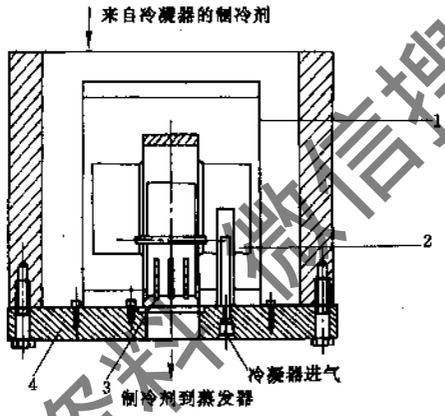
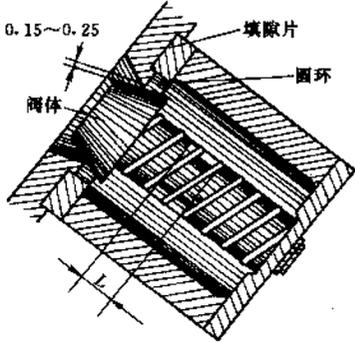
表 2.5-17

零部件名称	结构型式特点	作用
单筒式筒体	<p>(1) 由低碳钢(Q235或20号钢)钢板卷焊而成的圆柱形壳体,组合后经0.2MPa(表压)气压试验</p> <p>(2) 壳体以横断面为直板式图2.5-44或圆弧形图2.5-43夹层的隔热板分隔为冷凝器(右或右上侧)和蒸发器(左下侧)两部分;隔热板采用Q235钢板,表面涂以防腐剂</p> <p>(3) 壳体中部前下侧设有浮球阀或孔板节流装置(图2.5-44中“膨胀节流管”)</p> <p>(4) 压缩机排气进入冷凝器内设置有缓冲板,蒸发器内上部设有汽液分离器,图2.5-43</p> <p>(5) 冷凝器上部有制冷剂进口接管法兰(或称压缩机排气导管);蒸发器上部有制冷剂出口接管法兰</p> <p>(6) 壳体纵向两端有支撑传热管束和壳体的管板;两端管板焊在纵向工字钢组成的底座上</p> <p>(7) 管板外侧设有蒸发器左、右水室,冷凝器左、右水室(冷水和冷却水的流程),与循环水系统以法兰连接</p> <p>(8) 壳体内横向焊有圆弧形支撑板(多块)以支承传热管束</p>	<p>壳体的进、出接管法兰分别与压缩机排气管、压缩机进气管段管路连通。在单筒式筒体中完成制冷循环的冷凝、膨胀节流和蒸发三个过程</p> <p>(1) 冷凝过程:压缩机排出的制冷剂过热蒸气经缓冲板(或称折流板)降低制冷剂过热蒸气压力,在冷凝器壳程流程中排放给冷却水(管程)热量,制冷剂由气态变为液态,沉积在冷凝器下部</p> <p>(2) 膨胀节流过程:通过浮球阀(阀)或孔板节流管,降低制冷剂压力,提高流速,进入蒸发器底部,完成节流过程</p> <p>(3) 蒸发过程:进入蒸发器底部的制冷剂气液,吸收蒸发器内冷水(管程)热量而沸腾气化,通过蒸发器上部气液分离器,气体进入压缩机吸气管路(段)</p>

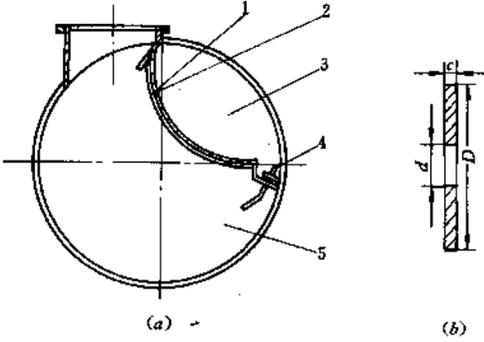
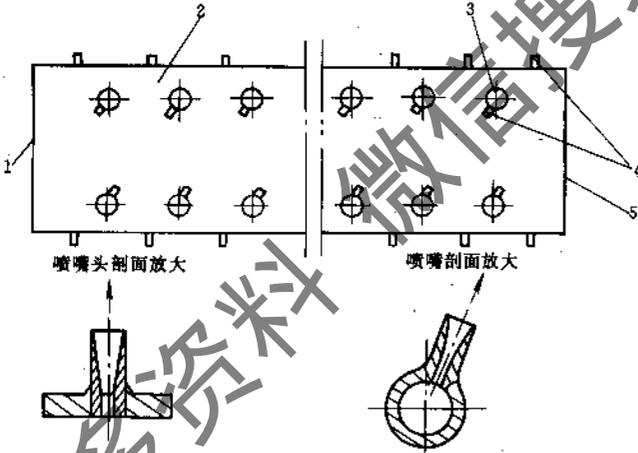
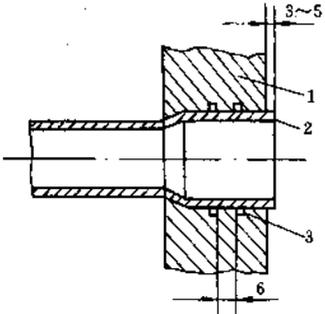
续表

零部件名称	结构型式特点	作用
冷 凝 器 传 热 管 型 式	<p>(1) 传统螺纹形低肋片, 传热管 (图 2.5-45)</p>  <p>管径 $\phi 19 \times (1.0 \sim 1.5)$, 单边肋高: 1.4mm</p> <p>图 2.5-45 螺纹形低肋片传热管型式</p>	<p>提高冷凝器传热系数 K 值主要是从两方面:</p> <p>(1) 水侧表面换热系数 α_1 与流速 c 成正比, 过高的流速 c 会加大管阻损失和泵的能耗, 故推荐管内冷却水流速 $c = 1 \sim 2.5 \text{ m/s}$</p> <p>(2) 提高管束外表面 (制冷剂侧) 的冷凝表面换热系数 α_0 的主要因素是:</p> <p>a. 减薄冷凝表面冷凝液膜的厚度</p> <p>b. 使层流动状态的冷凝液膜从冷凝管表面迅速脱离排去</p>
	<p>(2) 高效齿形冷凝传热管图 2.5-46</p>  <p>图 2.5-46 高效齿形冷凝传热管型式</p> <p>(a) 侧面示意图; (b) 局部放大图</p>	<p>图 2.5-47 所示齿形冷凝传热管型式由于尖利的齿形朝下时, 靠自重脱离冷凝管表面的冷凝液膜在每个尖齿下部均形成液滴, 因而液膜脱离的机会增多, 而尖齿两侧成一定角度。同一齿高时, 其横截面尖齿夹角越小, 其液膜脱离的距离越短, 因而表面换热系数 α_0 比低肋管提高 $20\% \sim 30\%$</p>
蒸 发 器 传 热 管 型 式	<p>(1) 传统螺纹形低肋片传热管与图 2.5-46 同</p> <p>(2) 高效多孔蒸发传热管图 2.5-48</p>  <p>图 2.5-47 高效多孔蒸发传热管型式</p>	<p>高效多孔蒸发传热管有利于强化沸腾的原因是:</p> <p>(1) 微小细孔多, 气化核心多</p> <p>(2) 金属壁与气泡之间的液膜具有最小厚度</p> <p>(3) 气泡在细孔穴上形成, 由于沟槽的泵吸作用, 使制冷剂液来回迅速流动, 具有很强的去污能力</p> <p>与低肋片蒸发传热管比较, 其表面换热系数 α_0 可提高 30%; 若 α_0 不变, 可节省管材 30%, 二者必居其一</p>

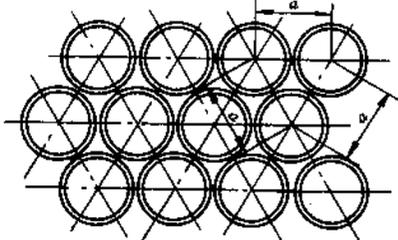
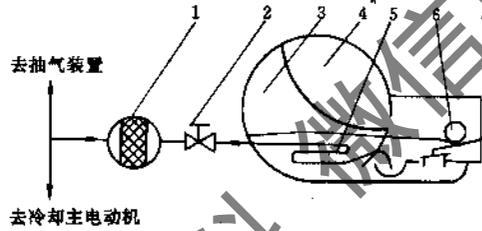
续表

零部件名称	结构型式特点	作用
传统浮球阀室	 <p>图 2.5-48 传统浮球阀室</p>	<p>(1) 从冷凝器底部流出的制冷剂液体, 节流到接近于蒸发器内压力</p> <p>(2) 浮球受浮力, 自动调整液面, 以控制流入蒸发器的制冷剂流量</p>
节流机构	 <p>图 2.5-49 线性浮阀 (19XL)</p> <p>1—滤网; 2—浮腔; 3—长圆形孔; 4—盖</p>	<p>机组启动时, 通过连接冷凝器顶部的钢管, 将高压高温制冷剂气体直接引入并抬升浮阀的浮腔, 液封在浮腔内。</p> <p>浮腔通过销与内衬筒连接, 浮动的内衬筒调节下部长圆形孔的开度, 达到调节制冷量、控制液位的目的。停机时, 浮腔在最低处也保持着最小开度。其调节性能好, 不易被卡。</p>
提升阀	 <p>图 2.5-50 提升阀</p> <p>L—阀的行程</p>	<p>停机时, 阀体与圆环之间的最小间隙为 0.15~0.25mm。开机后, 冷凝压力升高, 阀体被下压, 圆环与阀体间隙随压力增大而扩大。最高压力时, 阀体被下压至 L 行程的下止点, 此时节流流量最大。冷凝流量减少时, 阀体受弹簧恢复力作用而上移, 间隙减少, 以达到调节流量的目的。</p>

续表

零部件名称	结构型式特点	作用
<p>节流机构</p> <p>节流膨胀孔板</p>	 <p>图 2.5-51 节流孔板与孔板管道</p> <p>(a) 节流孔板所在位置; (b) 孔板</p> <p>1—隔板; 2—隔热板; 3—冷凝器; 4—孔板管道; 5—蒸发器; D—孔板直径; d—孔口直径; c—孔板厚度</p>	<p>这种简单的节流孔板和孔板管道加工方便,可在冷凝器下部设置一个或多个,使冷凝器中的制冷剂液体节流降压后分布均匀地进入蒸发器</p> <p>节流孔口直径d的确定:根据额定的蒸发压力和冷凝压力的40%压差时制冷剂的循环量,或按115%额定制冷剂的流量计算而定</p> <p>不同冷量的机组配有不同孔径d的节流孔板和孔板管道</p>
<p>蒸发器扰动喷嘴</p>	 <p>图 2.5-52 蒸发器底部扰动喷嘴型式</p> <p>1. 5—封板; 2—槽板; 3—喷嘴座; 4—喷嘴头</p>	<p>节流后的制冷剂液体,通过喷嘴,增加扰动,令液体均匀喷射向蒸发器传热管束表面,可以有强化沸腾放热的作用</p> <p>喷嘴出口为20°圆锥孔,材料采用不锈钢1Cr18Ni9Ti</p> <p>使用中注意防止喷嘴孔被堵和锈蚀</p> <p>有的机组不采用此种喷嘴方式,但采用一种均液管</p>
<p>传热管与管板的胀管方式</p>	 <p>图 2.5-53 传热管与管板的胀管连接</p> <p>1—管板; 2—传热管; 3—环形槽</p>	<p>传热管与管板的胀管连接方式应用较为普遍</p> <p>管板上管孔内径比传热管外径大$0.2\sim 0.4\text{mm}$,管孔内表面粗糙度$R_a12.5\sim 6.3\mu\text{m}$。管孔内两道环形槽宽$3\text{mm}$,深$0.5\sim 0.8\text{mm}$,间距$6\text{mm}$</p> <p>管子胀管端要进行热处理,内外表面打磨光泽,不得涂油</p> <p>管子胀管端外表面在胀管前涂以密封胶,保证连接牢固,不渗漏</p>

续表

零部件名称	结构型式特点	作用
<p>传热管束排列方式</p>	 <p>图 2.5-54 传热管束排列方式</p>	<p>采用上下错开、相邻管子中心连线构成等边三角形的管束排列方式,对沸腾和冷凝表面较为有利切不可使上下管束对位</p>
<p>制冷剂冷却液的过冷方式</p>	 <p>图 2.5-55 制冷剂冷却液的一种过冷方式示意</p> <p>1—制冷剂过滤器; 2—波纹管阀; 3—蒸发器; 4—冷凝器; 5—过冷段; 6—浮球室</p>	<p>冷却主电动机、抽气回收装置中回收冷凝器、油冷却器等制冷剂冷却液,由节流孔板(或浮球阀)前抽出,在蒸发器底部过冷后,以提高冷却的效果</p> <p>冷却用的制冷剂液体不参与机组的制冷循环,因此在设计选型时应加大这部分制冷量</p>

泵耗电增加;冷凝器内冷凝压力升高而达到整定的报警停机值时,导致压力控制器自动动作,使压缩机自动停转。

为及时排除机组内有害气体和水分,防止设备内腐蚀和制冷效果下降,在采用低压制冷剂的空调用离心式冷水机组中均采用抽气回收装置。

抽气回收装置的作用是:及时排出机组内空气、水分和不凝气体;同时回收制冷剂。

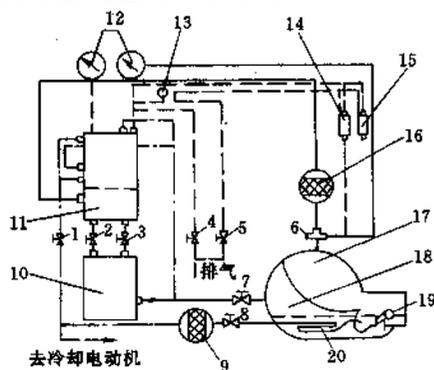
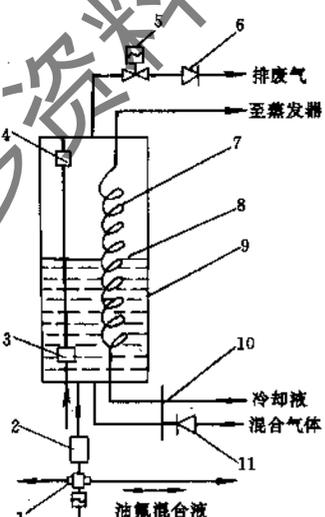
空调用离心式冷水机组上的抽气回收装置单独为一系统,与冷凝器和蒸发器相通,以随时排出机组内有害气体。

目前抽气回收装置多采用无泵型式(取消抽气泵)。现对无泵型式的系统组成和零部件使用特点,概述如下。

常见的无泵抽气回收装置以差压式和油压式为代表说明,见表 2.5-18。

无泵抽气回收装置的型式、系统组成和使用特点

表 2.5-18

装置型式	系 统 组 成	使 用 特 点
<p>差压式(一) 无泵抽气回收装置</p>	<p>该系统的部件组成图 2.5-56; 主要有回收冷凝器、干燥器、过滤器、差压控制器、压力控制器及若干操作阀等组成。是利用回收冷凝器(高压)和蒸发器的压力之差来实现抽气回收的</p>  <p>图 2.5-56 差压式(一)无泵抽气回收装置系统 1~8—波纹管阀; 9、16—过滤器; 10—干燥器; 11—回收冷凝器; 12—压力表; 13—电磁阀; 14—差压继电器; 15—压力继电器; 17—冷凝器; 18—蒸发器; 19—浮球阀; 20—过冷段</p>	<p>该系统的循环线路如下(图 2.5-56):</p> <p>(1) 混合气体(制冷剂与空气、不凝气体)线路: 冷凝器上部(17)→波纹管阀(6)→过滤器(16)→回收冷凝器(11)→</p> <p>被冷凝液化的制冷剂→波纹管阀(2)→干燥器(10)→波纹管阀(7)→蒸发器(18)→废气→波纹管阀(4)→排向大气</p> <p>(2) 制冷剂冷却液线路: 浮球阀前(19)或节流孔板前→过冷段(20)→波纹管阀(8)→过滤器(9)→</p> <p>冷主电动机波纹管阀(1)→二路进入回收冷凝器(11)中双层盘管→制冷剂回到蒸发器(18)</p>
<p>油压式无泵抽气回收装置</p>	<p>该系统的部件组成(图 2.5-57); 主要有回收冷凝器、上下浮球阀、排气电磁阀、单向阀、节流口、干燥过滤器、三通电磁阀、冷却盘管等组成。是利用制冷剂溶于油而有害气体不溶于油的物理性质, 使油位上升挤压有害气体使其压力升高而排向大气来实现抽气回收的</p>  <p>图 2.5-57 油压式无泵抽气回收装置系统 1—三通电磁阀; 2—干燥过滤器; 3—下浮球阀; 4—上浮球阀; 5—排气电磁阀; 6、11—单向阀(止回阀); 7—冷却盘管; 8—润滑油油位; 9—回收冷凝器; 10—节流口</p>	<p>该系统的循环线路如下(图 2.5-57);</p> <p>(1) 充注润滑油及排气线路: 压缩机高位油槽→三通电磁阀(1)→干燥过滤器(2)→回收冷凝器(9)→油位上升至上浮球阀位(4)→压缩有害气体→排气电磁阀(5)→单向阀(6)→排向大气</p> <p>(2) 混合气体(制冷剂与空气、不凝气体)线路: 冷凝器上部→单向阀(11)→节流口(10)</p> <p>有害气体冒出油面→回收冷凝器(9)上部→排出一部分制冷剂直接溶入油中另一部分制冷剂被冷却盘管(7)冷却后溶入油中</p> <p>(3) 制冷剂冷却液线路: 冷凝器内过冷的制冷剂冷却液→节流口(10)→回收冷凝器内冷却盘管(7)→吸热气化后回到蒸发器</p>

续表

装置型式	系 统 组 成	使 用 特 点
差压式(二)无泵抽气回收装置		<p>该系统的循环线路如下(图 2.5-58):</p> <p>(1) 混合气体(制冷剂与空气、不凝气体)线路: 冷凝器上部→⑥内槽筒体⑤→分两部分</p> <p>被冷却的制冷剂液一流向浮球室⑩→阀①→排至冷凝器蒸发器有气气体聚集内槽筒体⑤上部→单向阀⑨→过滤器④→电磁阀⑦→排往大气</p> <p>(2) 制冷剂冷却液线路: 冷凝器节流孔板前→过滤器②→外槽④→吸热气化后回到蒸发器</p>

6. 离心式冷水机组的泵出系统

在采用高压制冷剂 (R22) 和中压制冷剂 (R134a) 的空调用离心式冷水机组中, 采用泵出系统, 来解决制冷剂的充注和排出。

在半封闭式离心式冷水机组和开启式离心式冷水机组中, 采用不同形式的制冷剂泵出系统, 分别介绍。

(1) 半封闭式离心式冷水机组的泵出系统 (图 2.5-59)

上图泵出系统是由一台 06D 半封闭式活塞式压缩机及小型冷凝器等组成的水冷式冷凝机组。它有以下使用功能:

- 1) 将蒸发器内制冷剂液体压入冷凝器;
- 2) 将冷凝器内制冷剂液体压入蒸发器;
- 3) 开机前向机组蒸发器内充注制冷剂;
- 4) 对机组进行抽真空。

如图 2.5-59 所示, 为完成上述几种使用功能, 主要靠泵出系统中转换阀 11、阀 b、阀 c、阀 d、转换阀 12、组成的闭合管路上各阀的开或关, 通过泵出系统压缩机与蒸发器、冷凝器连接的管路来完成, 以达到制冷剂输送的目的。其具体操作程序等参见《19XL 离心式冷水机组开机、操作及维护说明书》(上海合众一开利)。

(2) 开启式离心式冷水机组的泵出系统 (图 2.5-61)

该泵出系统主要由小型活塞式压缩机、冷却器、贮液筒、除湿器以及阀 A~阀 B 等组成。其使用功能有:

- 1) 从外部向机组加入制冷剂液体;
- 2) 把机组内制冷剂液体和气体送入贮液筒或反向进行;
- 3) 抽出机组内制冷剂气体。

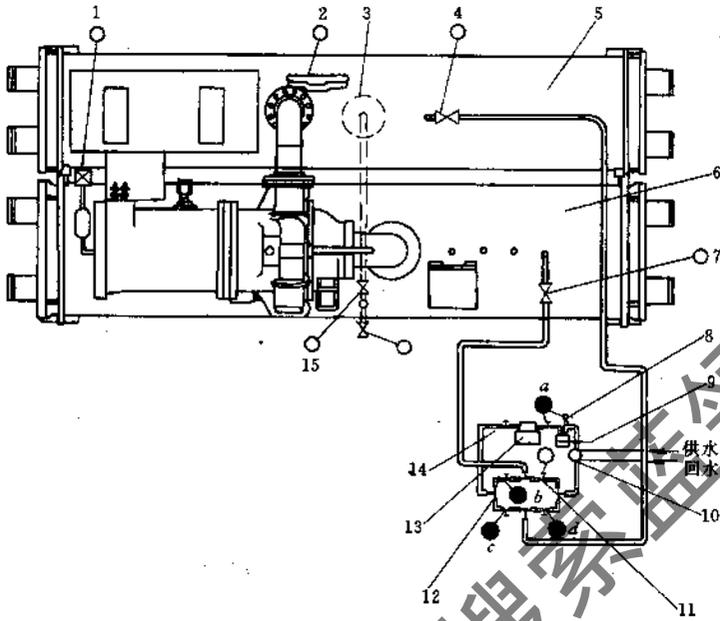


图 2.5-59 半封闭式离心式冷水机组 (19XL) 的泵出系统接管图 (不带贮液筒)

- 1—制冷剂冷却阀；2—冷凝器隔离阀；3—线性浮阀；4—冷凝器输送阀；
5—冷凝器；6—蒸发器；7—蒸发器输送阀；8—压缩机排气阀；9—油分离器；
10—泵出系统冷凝器；11、12—转换阀；13—泵出系统压缩机；
14—压缩机吸气阀；15—蒸发器隔离阀

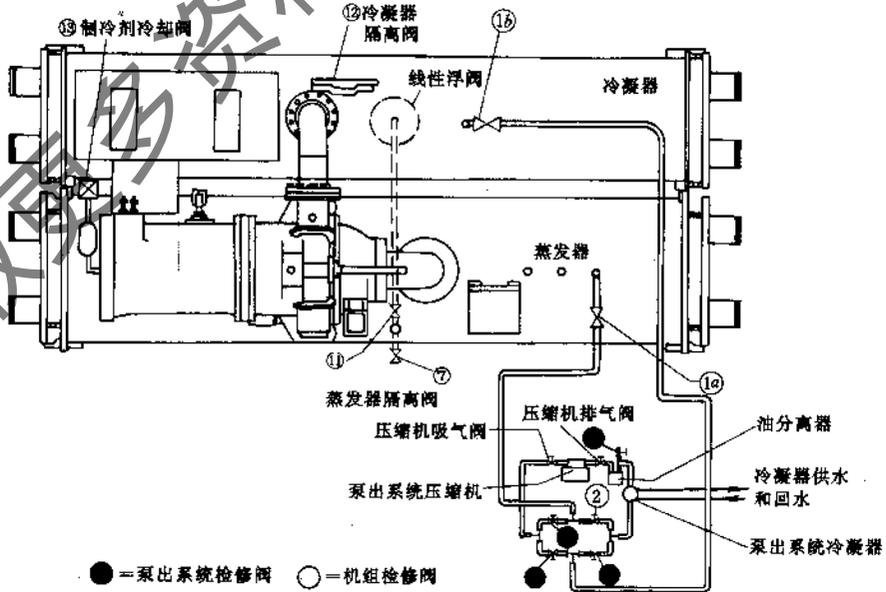


图 2.5-60 半封闭式离心式冷水机组 (19XL) 的泵出系统接线图 (不带贮液筒)

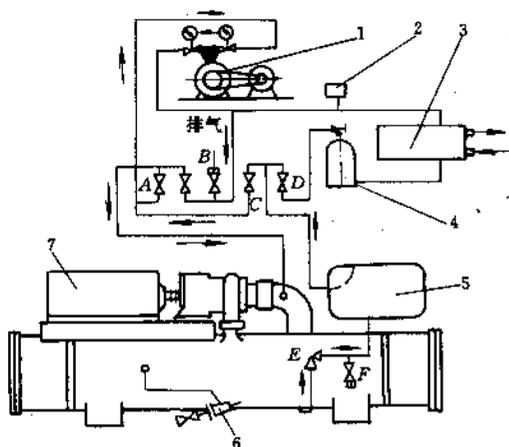


图 2.5-61 开启式离心式冷水机组的泵出系统

1—小型活塞式压缩机；2—压力开关；3—冷却器；4—除湿器；5—贮液筒；6—过滤干燥器；7—主电动机

圈端部→回收箱(13)。

图 2.5-1 所示采用制冷剂冷却的 19XL 系列离心式冷水机组主电动机，其制冷剂冷却液的流程是：

冷凝器(1)→孔板(20)→[当主电动机绕组温度高于 51℃ 时开启冷却电磁阀(23)]→喷淋嘴喷射到主电动机绕组和转子上→孔板(12)→蒸发器(9)。

7. 离心式冷水机组的主电动机

图 2.5-62 所示采用制冷剂液冷却的封闭式电动机成功地用于 LSBLXR123 系列离心式冷水机组上。其冷却系统的结构由端盖、内盖、导流筒、转子后压圈、转子铁心轴以及径向通道、管形孔板、定子径向通道等组成。

制冷剂冷却液的流程是：

从冷凝器底部→进液箱(11)→径向及轴向混合通道(6)→集液室(9)→梳齿密封(8)→受离心力作用导入转子轴向引液孔→转子径向通道上的管形孔板(10)→均匀地抛洒在气隙和定子通道内，制冷剂液体气化吸热以冷却转子、定子的铁心和线圈，气体吹拂定子铁心与机壳之间夹层表面和线

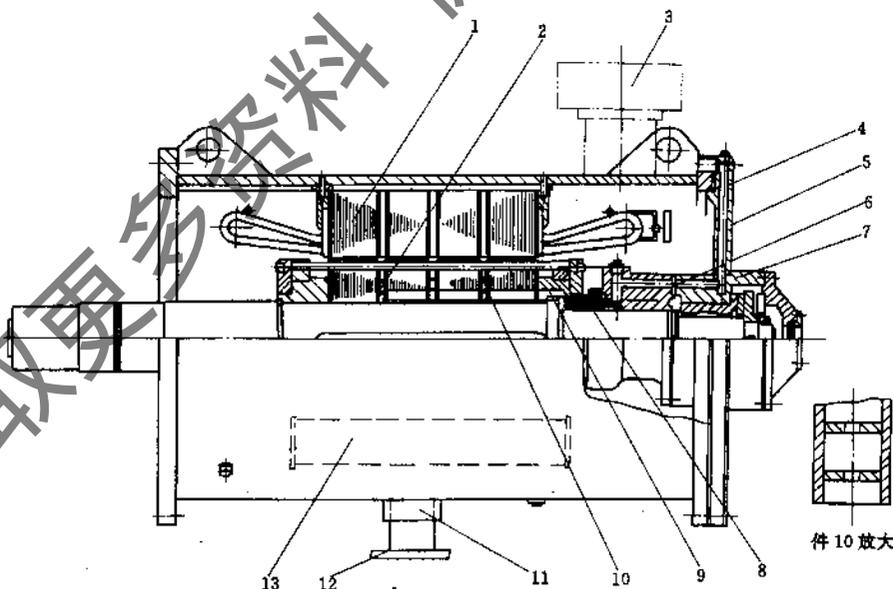


图 2.5-62 离心式冷水机组 (LSBLXR) 的主电动机结构图

1—定子；2—转子；3—接线盒；4—端盖；5—端盖壁上的通道；6—轴向及径向通道；7—内盖；8—梳齿密封；9—集液室；10—管形孔板；11—进液箱；12—回气管；13—制冷剂回收箱

2.5.4 离心式冷水机组产品型式及生产厂家

1. 离心式冷水机组分类型式及部分生产厂家

(1) 离心式冷水机组分类型式, 见表 2.5-19

离心式冷水机组分类型式

表 2.5-19

产品型式	R134a 离心式冷水机组		R22 离心式冷水机组	R123 离心式冷水机组	
部件型式及参数	R134a 离心式冷水机组		R22 离心式冷水机组	R123 离心式冷水机组	
系列型号	19XR 系列		19XL 系列	LSBLXR 系列	CVHE(G) 系列
制冷剂	R134a		R22	R123	
制冷剂压力等级	中 压		高 压	低 压	
单机制冷量范围 (kW)	19XR	2100~2813	1055~2100	703~4222	1407~2638
	PEH	1407~4503			
冷量调节范围 (%)				20~100	10~100
压缩机 (叶轮) 级数	1		1	1 或 2	3
标准设计工况	单供冷工况: 冷水出水温度: 7℃, 冷水进水温度: 12℃ 冷却水进水温度: 32℃, 冷却水出水温度: 37℃				
机组使用工况	单供冷工况: 冷水出水温度: 5~9℃, 冷却水进水温度: 26~32℃				
压缩机密封型式	半封闭式				
换热设备总体型式	双筒式		双筒式	单筒式	
蒸发器型式	满液式卧式壳管式				
冷凝器型式	水冷式卧式壳管式				

(2) 离心式冷水机组部分生产厂家名录, 见表 2.5-20。

中央空调用离心式冷水机组部分生产厂家名录

表 2.5-20

序号	生产厂家 (公司) 名称	产 品 型 号	主 要 规 格	生产厂家 (公司) 地址
1)	上海台众一开利空调设备有限公司	19XL300~19XL600 系列 (单冷、半封闭式)	单机冷量: 1055~2100kW 制冷剂: R22	上海市双阳支路 24 号
		19XR600~19XR800 系列 (单冷、半封闭式)	单机冷量: 2100~2813kW 制冷剂: R134a	
2)	重庆通用工业 (集团) 有限责任公司	LSBLXR123 (R11) -700~LS-BLXR123 (R11) -4200 系列 (单冷、半封闭式)	单机冷量: 704~4222kW 制冷剂: R123 (R11)	重庆市江北区玉带山 1 号
3)	江苏特灵电机冷机有限公司	CVHE-420~CVHG-670 系列 (单冷、半封闭式、标准型) CVHE-420~CVHG-670 (单冷、半封闭式、加长型)	单机冷量: 1407~2638kW 制冷剂: R123	江苏省江阴市利港

续表

序号	生产厂家(公司)名称	产品型号	主要规格	生产厂家(公司)地址
4)	武汉麦克维尔 空调制冷有限公司	PEH048~PEH126系列(单冷、单 压缩机、半封闭式)	单机制冷量: 1407~4503kW(400~1300t)制冷 剂: R134a	武汉市汉阳大道 267号365号
		PFH048~PFH126系列(单冷、双 压缩机、半封闭式)	单机制冷量: 1407~9146kW(400~2600t) 制冷剂: R134a	

2. 国内部分生产厂家的离心式冷水机组产品选型资料介绍

1) 上海合众一开利空调设备有限公司

19XL系列, 单机制冷量 1055~2100kW

19XR系列, 单机制冷量 2100~2613kW

19XL、19XR系列产品选型资料目录表(上海合众一开利)

表 2.5-21

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号
半封闭式离心 式冷水机组	19XL系列 (R22)	a)	技术性能表	表 2.5-22
		b)	外形尺寸图	图 2.5-63
		c)	基础及减震形式图	图 2.5-64
		d)	接线和管路图	图 2.5-65
	e)	电控原理图	图 2.5-66	
	19XR系列 (R134a)	a)	技术性能表	表 2.5-23
		b)	外形尺寸图	图 2.5-67
		c)	接线和管路图	图 2.5-68

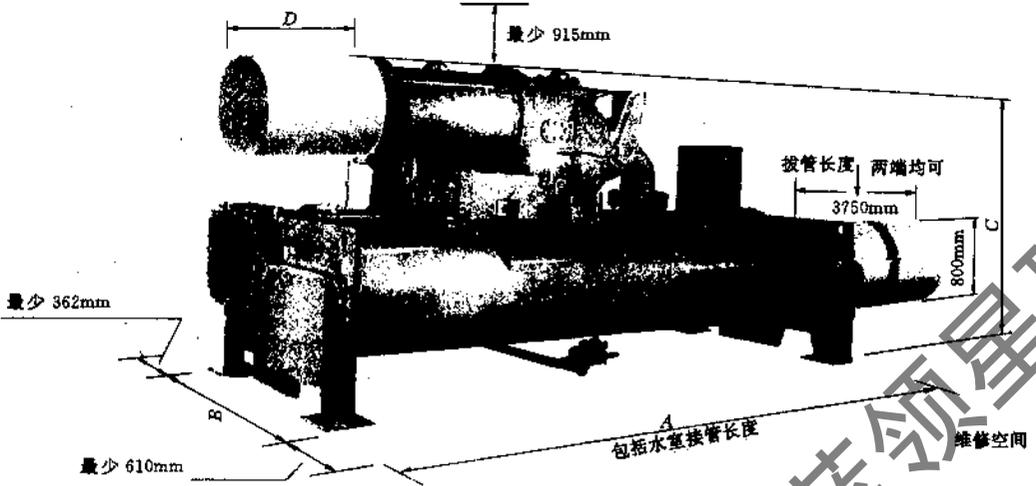
19XL系列半封闭式R22离心式冷水机组技术性能表

表 2.5-22

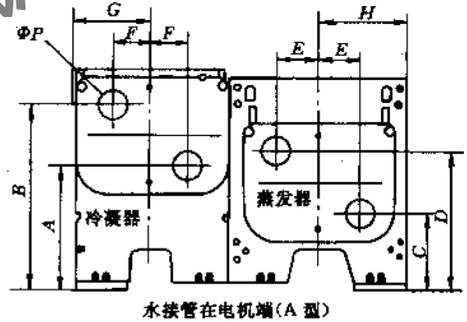
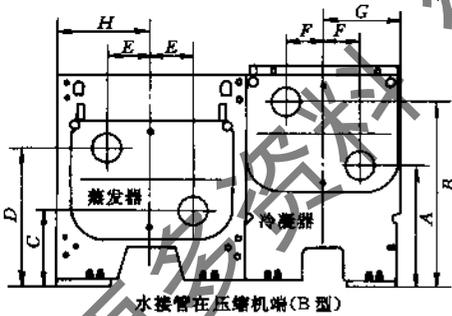
机组简称	19XL300	19XL350	19XL400	19XL450	19XL500	19XL600	
机组型号	19XL4142416CN	19XL4243424CN	19XL4343435CP	19XL5051445CQ	19XL5252457CR	19XL5353466CR	
蒸发器规格	41	42	43	50	52	53	
冷凝器规格	42	43	43	51	52	53	
压缩机型号	416	424	435	445	457	466	
电机型号	CN	CN	CP	CQ	CR	CR	
名义制冷量	kW	1055	1231	1407	1583	1758	2100
	10 ⁴ kcal/h	(90)	(105)	(120)	(135)	(150)	(180)

续表

机组简称			19XL300	19XL350	19XL400	19XL450	19XL500	19XL600
机组型号			19XL4142416CN	19XL4243424CN	19XL4343435CP	19XL5051445CQ	19XL5252457CR	19XL5353466CR
冷水	进水温度	℃	12					
	出水温度	℃	7					
	流量	m ³ /h	181	212	242	272	302	361
	流程数		2					
	进出口径	mm	Dg200					
	压头损失	kPa	67	72	76	83	70	83
	污垢系数	m ² C/kW	0.086					
冷却水	进水温度	℃	32					
	出水温度	℃	37					
	流量	m ³ /h	219	255	291	328	367	433
	流程数		2					
	进出口径	mm	Dg200					
	压头损失	kPa	57	62	79	73	77	90
	污垢系数	m ² C/kW	0.086					
电机	电机功率	kW	211	242	275	311	362	398
	电源	V-Pb-Hz	380-3-50					
	额定工况电流	A	374	425	466	521	609	667
	星形堵转电流	A	851	851	904	904	1100	1100
	三角形堵转电流	A	2660	2660	2825	2825	3438	3438
	冷却方式		直接喷氟利昂液体冷却					
重量	R22充入量	kg	522	567	613	681	795	839
	润滑油充入量	L	28					
	机组吊装重量	kg	7172	7350	7474	8755	9149	9391
	机组运行重量	kg	7648	7876	8025	9402	9893	10203
机组尺寸	长度	mm	4160			4170		
	宽度	mm	1670			1840		
	高度	mm	2200			2340		

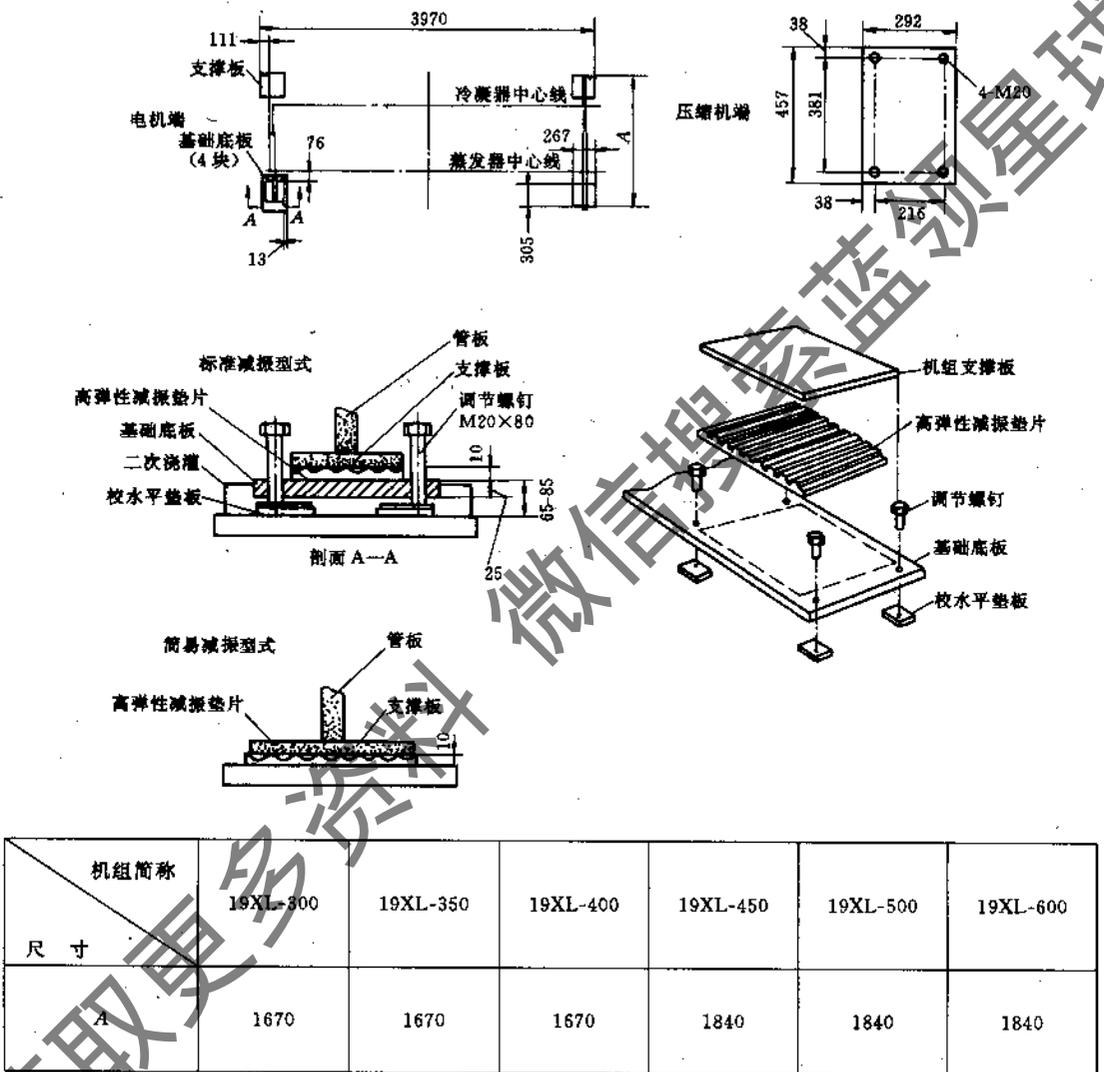


机组简称	尺寸 A	尺寸 B	尺寸 C	尺寸 D
19XL-300	4160	1670	2050	1219
19XL-350	4160	1670	2050	1219
19XL-400	4160	1670	2050	1219
19XL-450	4170	1840	2200	1219
19XL-500	4170	1840	2200	1219
19XL-600	4170	1840	2200	1219



机组简称	尺寸									
	A	B	C	D	E	F	G	H	P	
19XL-300	625	885	393	663	212	152	381	454	Dg200	
19XL-350	625	885	393	663	212	152	381	454	Dg200	
19XL-400	625	885	393	663	212	152	381	454	Dg200	
19XL-450	668	976	385	719	254	209	425	492	Dg200	
19XL-500	668	976	385	719	254	209	425	492	Dg200	
19XL-600	668	976	385	719	254	209	425	492	Dg200	

图 2.5-63 19XL 系列半封闭式 R22 离心式冷水机组外形尺寸图

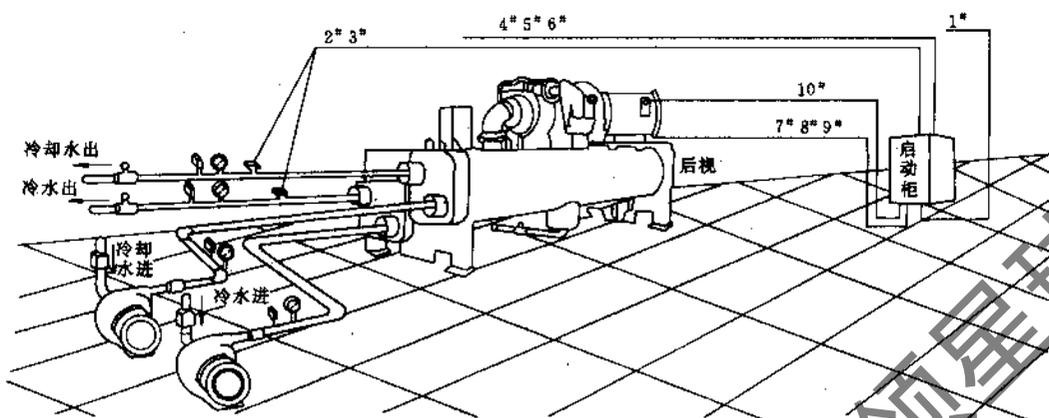


注：1. 调节螺钉待二次浇灌后可拆下。

2. 根据机组水平调整的需要，二次浇灌水泥层的厚度可在 65-85mm 范围内变化。

3. 为便于机组维护保养，要求机组四角的支撑板比机组下基础面高 120~150mm。

图 2.5-64 19XL 系列半封闭式 R22 离心式冷水机组基础及减振形式图



典型接线和管路的说明

线号	用途	规格
1	总电源进启动柜	交流 380V 三相, 中性线一根, 接地线一根
2	启动柜至冷却水流量开关	控制线 2 根
3	启动柜至冷水流量开关	控制线 2 根
4	启动柜至冷却塔风机启动器	控制线 2 根 (供用户选用, 也可不用)
5	启动柜至冷却水泵启动器	控制线 2 根 (供用户选用, 也可不用)
6	启动柜至冷水泵启动器	控制线 2 根 (供用户选用, 也可不用)
7	启动柜至油加热器接触器	交流 220V 电源线 2 根 10A, 接地线 1 根
8	启动柜至油泵接触器	交流 380V 电源线, 三相, 5A
9	启动柜至润滑系统动力箱	控制屏蔽线 8 根, 600V, 80℃, 在启动柜内接地
10	启动柜至主电机	交流 380V 电机引线 6 根 (最小载流量为 0.721 倍额定工况电流), 接地线 2 根

名称	建议规格及安装位置
水流开关	安装在出水管上离弯头、阀门 3~5 倍管径距离处的水平直管段上
温度计	(0~50℃) 范围
压力表	(0~1MPa 或 2MPa) 安装在进、出水管阀门与连接法兰之间
阀门	
水过滤器	

注: 1. 建设单位须将全部电线电缆敷设到位, 并作出线头标识符号。

- 19XL 非机载启动柜外形尺寸为 800mm×600mm×2000mm (长×宽×高), 从启动柜的底部进出线。
- 建议建设单位用钢管 (外径 34mm, 壁厚 3.5mm) 将安全阀出气口 (Z1-1/4", 内螺纹) 接至室外。

图 2.5-65 19XL 系列半封闭式 R22 离心式冷水机组接线和管路图

19XR 系列半封闭式 R134a 离心式冷水机组技术性能表

表 2.5-23

机组简称		19XR600	19XR650	19XR700	19XR750	19XR800		
机组型号		19XR6061447DFS	19XR5555447DGS	19XR6565457DHS	19XR6666467DJS	19XR6767467DJS		
蒸发器规格		60	55	65	66	67		
冷凝器规格		61	55	65	66	67		
压缩机型号		447	447	457	467	467		
电机型号		DFS	DGS	DHS	DJS	DJS		
名 义 制 冷 量	kW	2110	2286	2460	2637	2813		
	10 ⁴ kcal/h	(180)	(195)	(210)	(225)	(240)		
冷 水	进水温度	℃					12	
	出水温度	℃					7	
	流 量	m ³ /h	363	393	423	454	484	
	流程数						2	
	进出口径	mm	Dg250	Dg200	Dg250	Dg250	Dg250	
	压头损失	kPa	48	103	71	71	73	
	污垢系数	m ² ·°C/kW						0.086
冷 却 水	进水温度	℃					32	
	出水温度	℃					37	
	流 量	m ³ /h	437	474	511	547	583	
	流程数						2	
	进出口径	mm						Dg250
	压头损失	kPa	46	85	66	67	69	
	污垢系数	m ² ·°C/kW						0.086
电 机	额定工况功率	kW	408	448	485	513	544	
	电 源	V-Ph-Hz						380-3-50
	额定工况电流	A	701	769	831	892	949	
	星型堵转电流	A	1089	1151	1252	1474	1474	
	三角形堵转电流	A	3402	3598	3912	4607	4607	
	冷却方式	直接喷氟利昂液体冷却						
	R134a 充入量	kg	617	617	694	712	726	
重 量	润滑油充放量	L						38
	机组吊装重量	kg	10955	10526	11812	12122	12316	
	机组运行重量	kg	12103	11541	13086	13470	13732	
	机 组 尺 寸	长度 (A)	mm	4261	4769	4782	4782	4782
宽度 (B)		mm	2096	1994	2096	2096	2096	
高度 (C)		mm	2257	2207	2257	2257	2257	

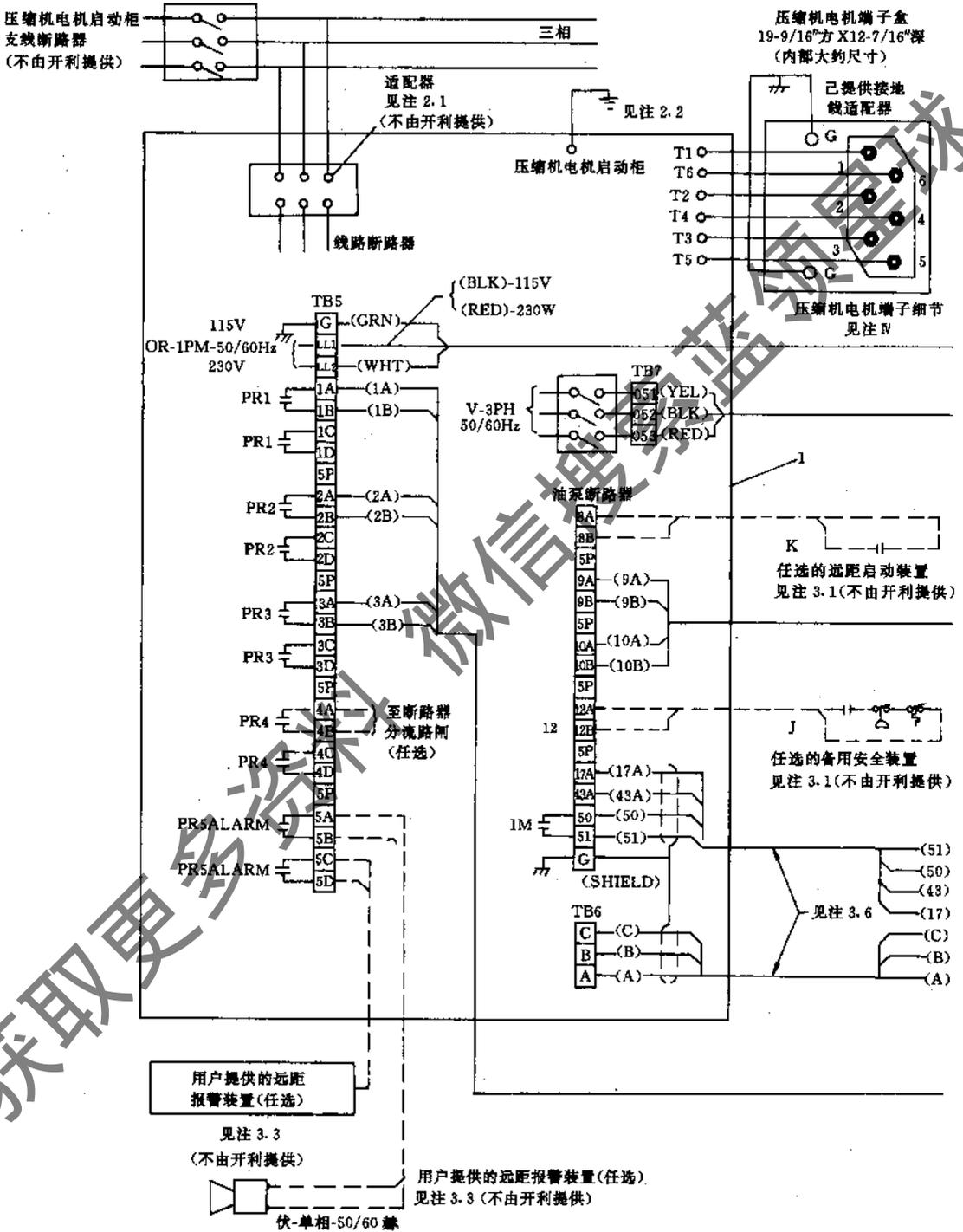
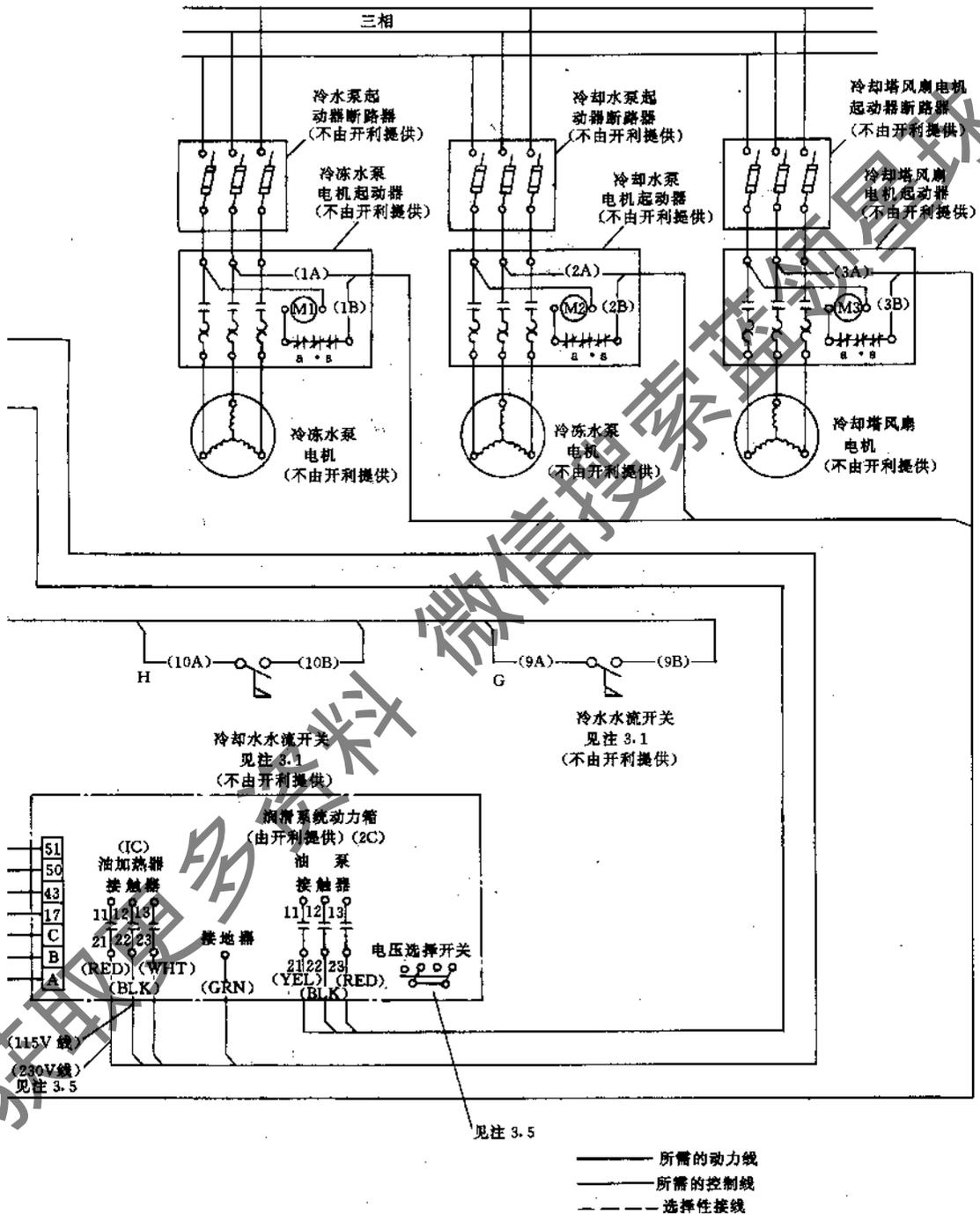
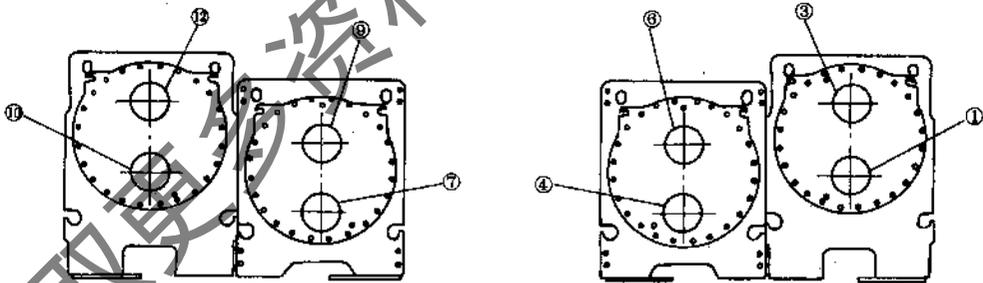
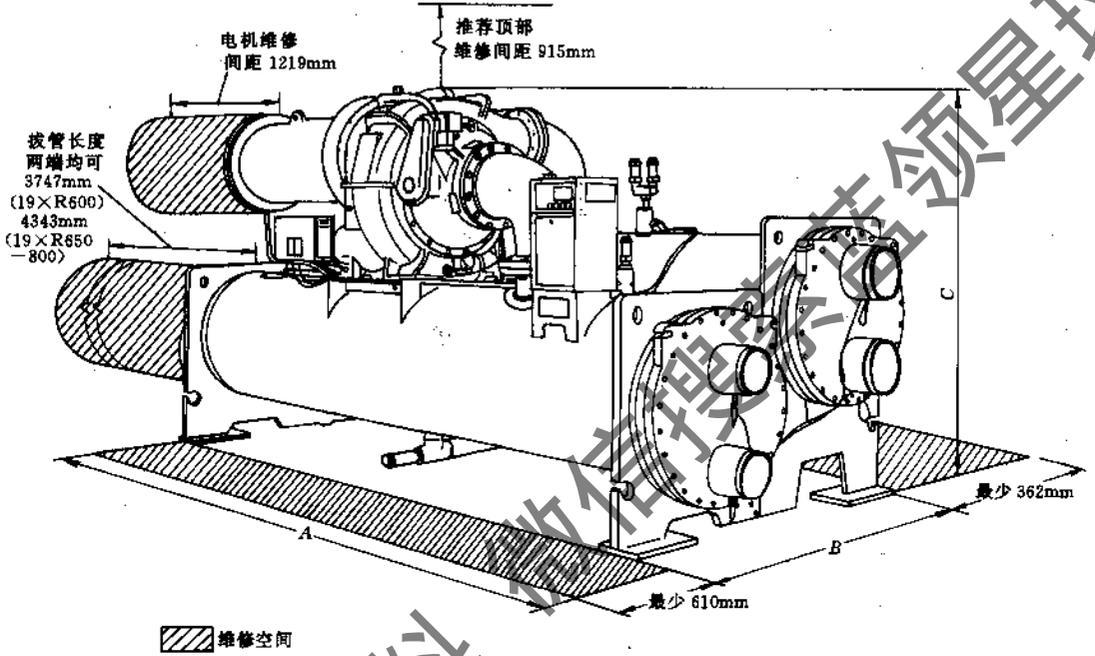


图 2.5-66 19XL 系列半封闭式 R22



离心式冷水机组电控原理图



水接管在电机端

蒸发器水室 C 型布置: (7) 进水, (9) 出水

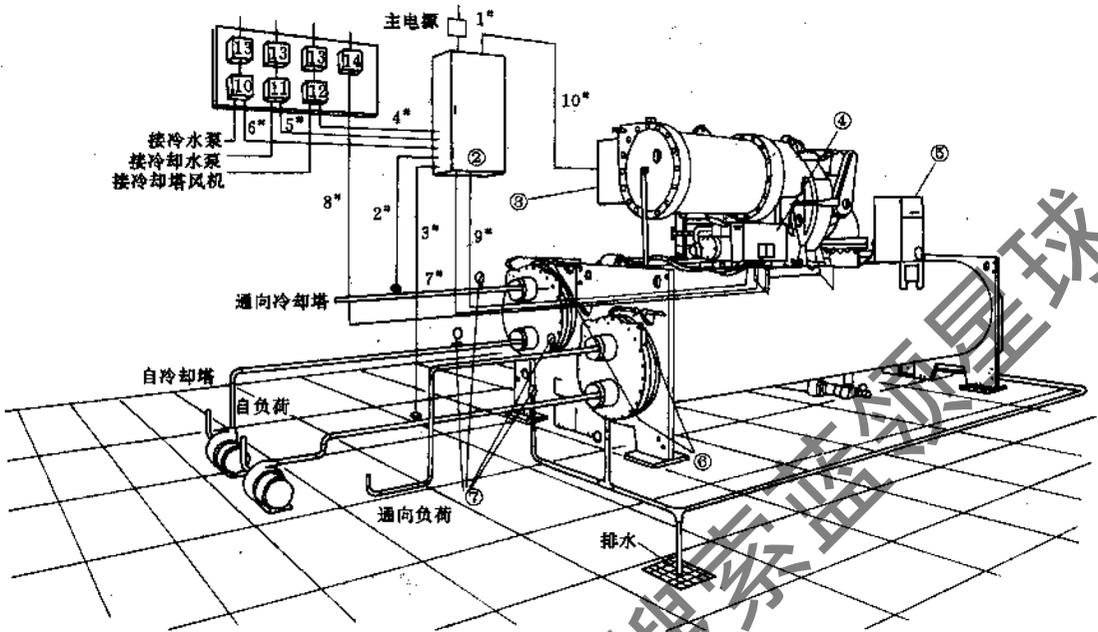
冷凝器水室 R 型布置: (10) 进水, (12) 出水

水接管在压缩机端

蒸发器水室 D 型布置: (4) 进水, (6) 出水

冷凝器水室 S 型布置: (1) 进水, (3) 出水

图 2.5-67 19XR 系列半封闭式 R134a 离心式冷水机组外形尺寸图



典型接线和管路的说明

线号	用途	规格
1 [#]	总电源进启动柜	交流 380V 三相, 中性线一根, 接地线一根
2 [#]	启动柜至冷却水流量开关	控制线 2 根
3 [#]	启动柜至冷水流量开关	控制线 2 根
4 [#]	启动柜至冷却塔风机启动器	控制线 2 根 (供用户选用, 也可不用)
5 [#]	启动柜至冷却水泵启动器	控制线 2 根 (供用户选用, 也可不用)
6 [#]	启动柜至冷水泵启动器	控制线 2 根 (供用户选用, 也可不用)
7 [#]	启动柜至油加热器接触器	交流 220V 电源线 2 根 10A, 接地线 1 根
8 [#]	启动柜至油泵接触器或独立油泵空气开关	交流 380V 电源线, 三相, 5A
9 [#]	启动柜至润滑系统动力箱	控制屏蔽线 8 根, 600V, 80℃, 在启动柜内接地
10 [#]	启动柜至主电机	交流 380V 电机引线 6 根 (最小载流量为 0.721 倍额定工况电流), 接地线 2 根

1—空气开关; 2—非机载启动柜; 3—压缩机电机端子盒; 4—油泵动力箱; 5—控制箱; 6—空气排放口; 7—压力表; 8—冷水泵; 9—冷却水泵; 10—冷水泵启动器; 11—冷却水泵启动器; 12—冷却塔风机启动器; 13—空气开关; 14—油泵空气开关

接线和管路要求:

1. 建设单位须将全部电缆铺设到位, 并作出线头标识符号。
2. 在冷水和冷却水管路系统中必须加装过滤网。
3. 在出水管高弯头、阀门 3~5 倍管径距离的水平直管段上安装水流开关, 加装 1" 管牙接头。
4. 在进出水管上安装温度计 (0~50℃) 和压力表 (0~1MPa 或 2MPa)。
5. 建议建设单位用钢管 (外径 42mm, 壁厚 4mm) 将安全阀出气口 (Z1-1/4", 内螺纹) 接至室外。
6. 为保证人身安全和健康, 建议机房中安装含氧量监测器, 当氧气被部分消耗或置换而造成含氧量低于 19.5% 时需报警。

图 2.5-68 19XR 系列半封闭式 134a 离心式冷水机组接线和管路图

2) 重庆通用工业(集团)有限责任公司

LSBLXR 系列, 单机制冷量 704~4222kW

LSBLXR 系列产品选型资料目录表(重庆通用)

表 2.5-24

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号
离心式冷水机组	LSBLXR 系列 (R123/R11)	a)	机组技术性能表	表 2.5-25
		b)	700/900/1050 型外形尺寸图	图 2.5-69
		c)	1200/1400 型外形尺寸图	图 2.5-70
		d)	1750/2100 型外形尺寸图	图 2.5-71
		e)	2450/2800 型外形尺寸图	图 2.5-72
		f)	3300/3700/4200 型外形尺寸图	图 2.5-73
		g)	700~4200 型基础图	图 2.5-74~图 2.5-78
		h)	700~4200 型水接管位置尺寸图	图 2.5-79~图 2.5-83
		i)	水管通径与联接法兰尺寸表	表 2.5-26
		j)	700~2800 型防震底座图	图 2.5-84
		k)	PC-LXZ-C 控制接线图	图 2.5-85
		l)	典型接管与接线图	图 2.5-86

LSBLXR 系列 R123 (R11) 离心式冷水机组技术性能表

表 2.5-25

参数名称		机组型号	LSBLXR123 (R11)					
			700	900	1050	1200	1400	1750
制冷量 (制冷剂为 R11 时)	kW	704	878	1055	1268	1407	1756	
	RT	200	250	300	360	400	500	
	10 ⁴ kcal/h	60.5	75.5	90.7	109	121	151	
冷水	进水温度	°C	12					
	出水温度	°C	7					
	流量	m ³ /h	121	151	181.4	218	242	302
	流程		4			3		
	接管通径	mm	150			200		250
	污垢系数	m ² ·°C/kW	0.086					
	水阻损失	MPa	0.145	0.151	0.153	0.152		
	进水温度	°C	32					
冷却水	出水温度	°C	37					
	流量	m ³ /h	150	188	226	272	302	378
	流程		3			2		
	接管通径	mm	150			200		250
	污垢系数	m ² ·°C/kW	0.086					
	水阻损失	MPa	0.076	0.083		0.057		

续表

参数名称		机组型号	LSBLXR123 (R11)					
			700	900	1050	1200	1400	1750
电机	输出功率	kW	150	180	200	235	260	320
	电 压	V	380/6000					
R11 充入量		kg	560			750		930
润滑油加入量		kg	35					
机组吊装质量		t	7			8.6	8.9	10
机组运行质量		t	8.3	8.5	8.7	9.8	10.1	11.7
机组尺寸	长 (A)	mm	3860			4952		5020
	宽 (B)	mm	1580			1579		1890
	高 (C)	mm	2381			2381		2716
参数名称		机组型号	LSBLXR123 (R11)					
			2100	2450	2800	3300	3700	4200
制冷量 (制冷剂为 R11 时)		kW	2111	2460	2814	3338	3727	4222
		RT	600	700	800	950	1060	1200
		10 ⁴ kcal/h	181.5	211.5	242	287	320.5	363
冷水	进水温度	°C	12					
	出水温度	°C	7					
	流 量	m ³ /h	363	423	484	574	641	726
	流 程		3	2				
	接管通径	mm	250	300				
	污垢系数	m ² ·°C/kW	0.086					
	水阻损失	MPa	0.155	0.091		0.115		
冷却水	进水温度	°C	32					
	出水温度	°C	37					
	流 量	m ³ /h	453	529	604	696	779	881
	流 程		2					
	接管通径	mm	250	300		350		
	污垢系数	m ² ·°C/kW	0.086					
	水阻损失	MPa	0.057	0.115		0.0953	0.0953	0.098

续表

参数名称			LSBLXR123 (R11)					
			2100	2450	2800	3300	3700	4200
电机	输出功率	kW	385	455	515	600	670	760
	电压	V	6000					
R11 充入量		kg	930	1150		1700	1900	2100
润滑油加入量		kg	35		70			
机组吊装质量		t	11.0	13.4	13.8	18.0	20.9	22.0
机组运行质量		t	13.0	15.4	16.0	22.0	25.0	26.0
机组尺寸	长 (A)	mm	5020	6160			6703	
	宽 (B)	mm	1890		1780			2506
	高 (C)	mm	2716		2900			3250

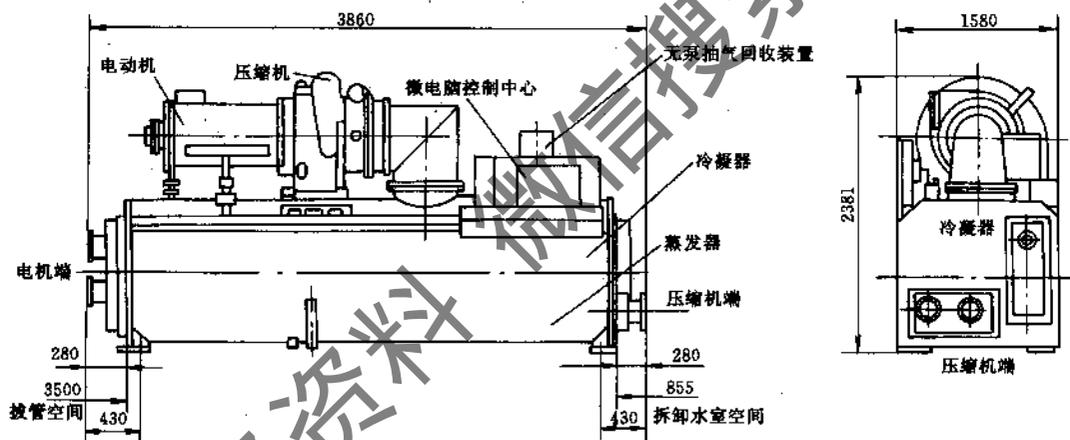


图 2.5-69 LSBLXR 系列 700/900/1050 型离心式冷水机组外形尺寸图

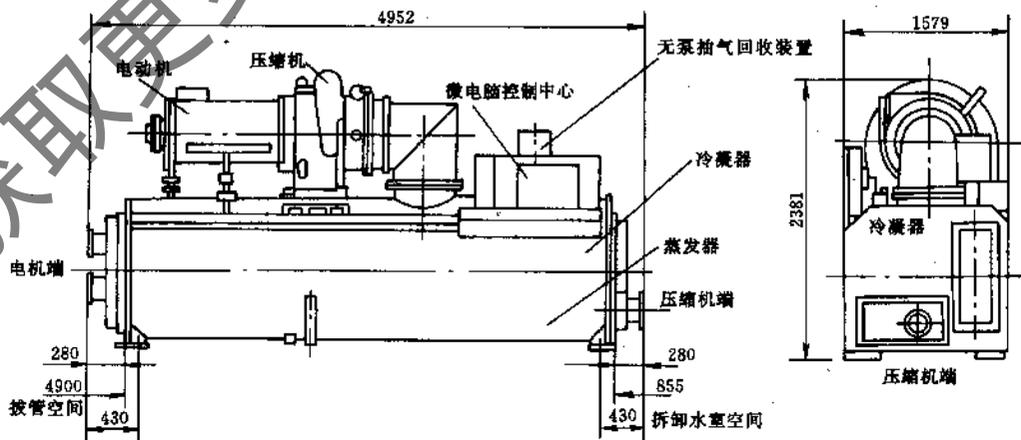


图 2.5-70 LSBLXR 系列 1200/1400 型离心式冷水机组外形尺寸图

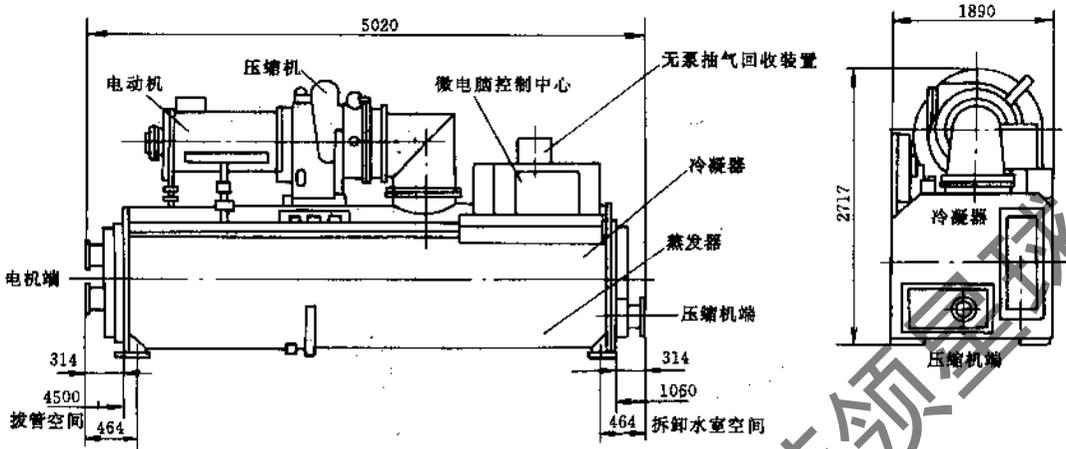


图 2.5-71 LSBLXR 系列 1750/2100 型离心式冷水机组外形尺寸图

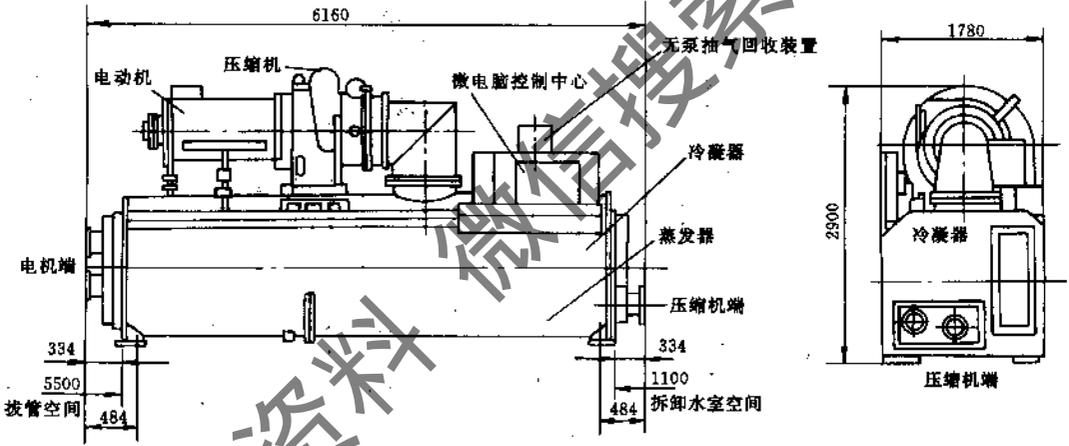


图 2.5-72 LSBLXR 系列 2450/2800 型离心式冷水机组外形尺寸图

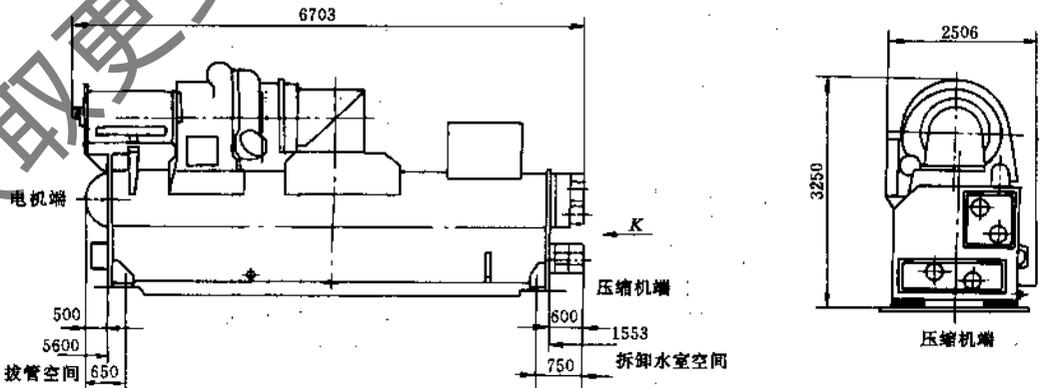


图 2.5-73 LSBLXR 系列 3300/3700/4200 型离心式冷水机组外形尺寸图

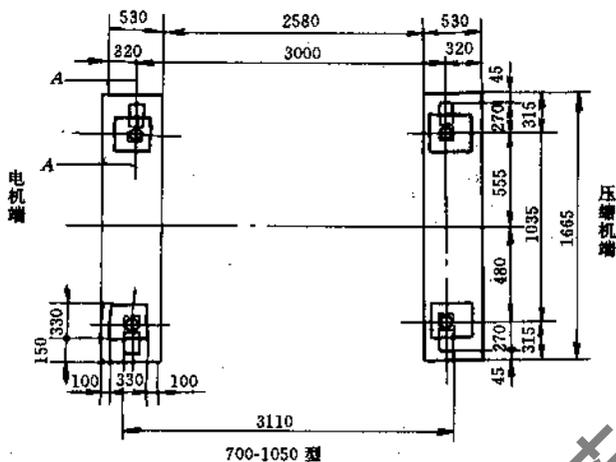


图 2.5-74 LSBLXR 系列 700~1050 型机组基础图

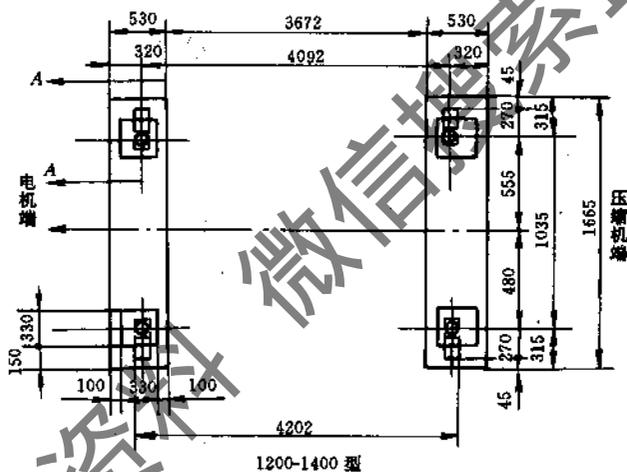


图 2.5-75 LSBLXR 系列 1200~1400 型机组基础图

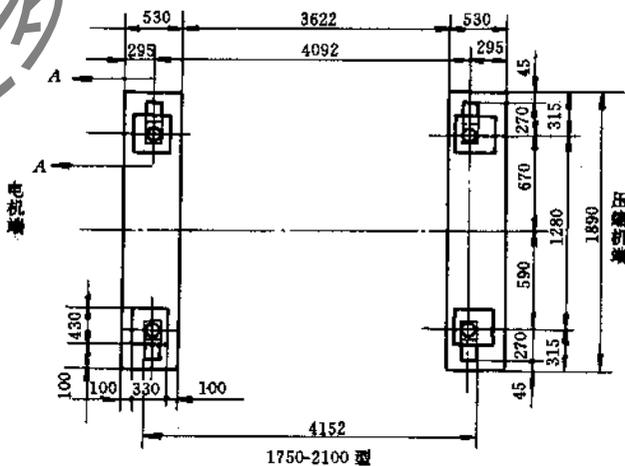


图 2.5-76 LSBLXR 系列 1750~2100 型机组基础图

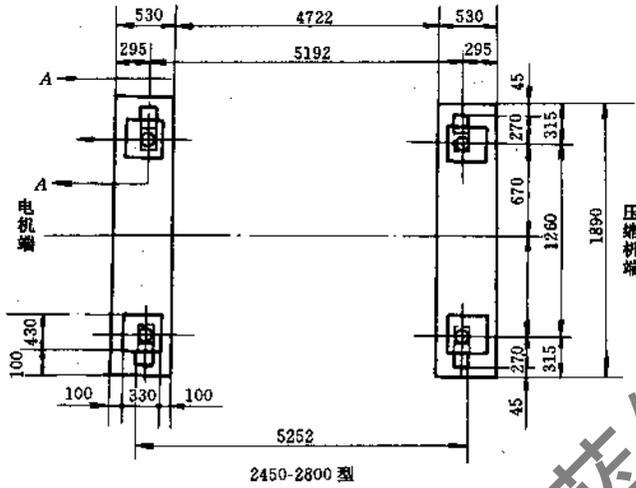


图 2.5-77 LSBLXR 系列 2450~2800 型机组基础图

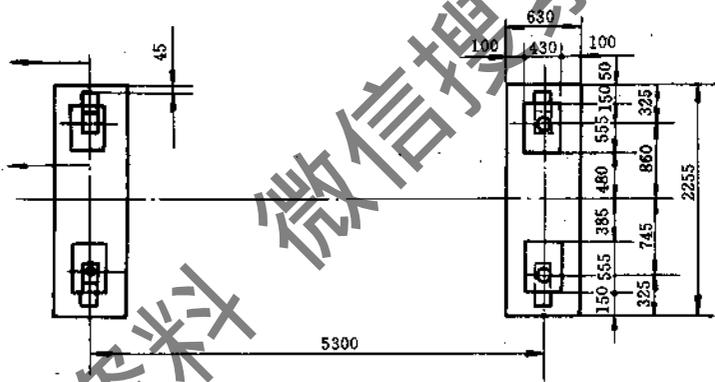


图 2.5-78 LSBLXR 系列 3300/3700/4200 型机组基础图

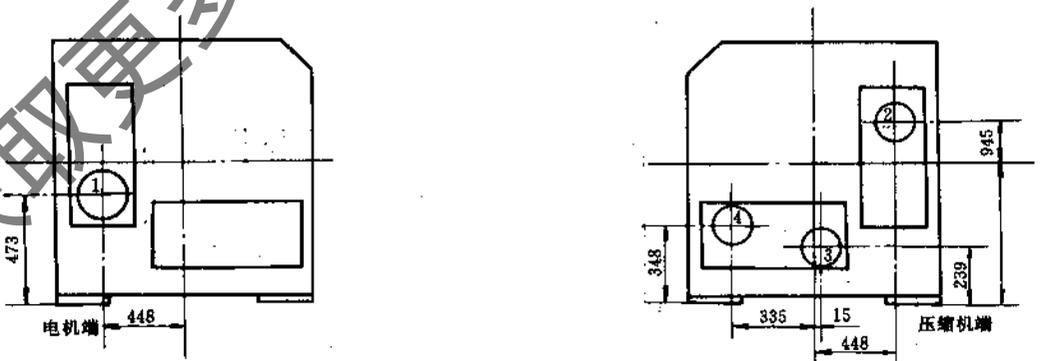


图 2.5-79 LSBLXR 系列 700/900/1050 型水接管位置尺寸图

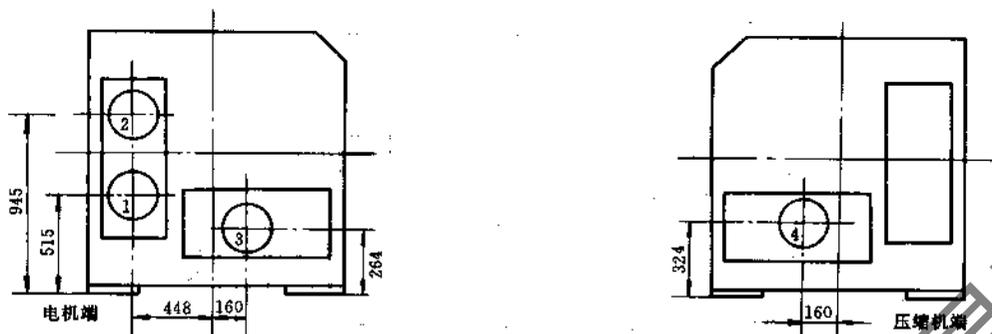


图 2.5-80 LSBLXR 系列 1200/1400 型水接管位置尺寸图

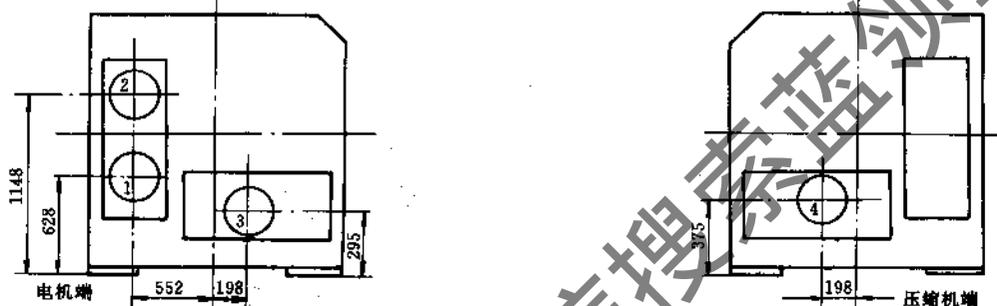


图 2.5-81 LSBLXR 系列 1750/2100 型水接管位置尺寸图

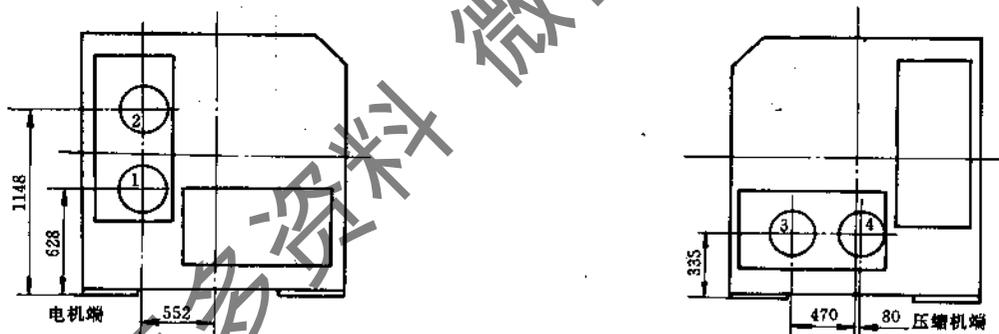


图 2.5-82 LSBLXR 系列 2450/2800 型水接管位置尺寸图

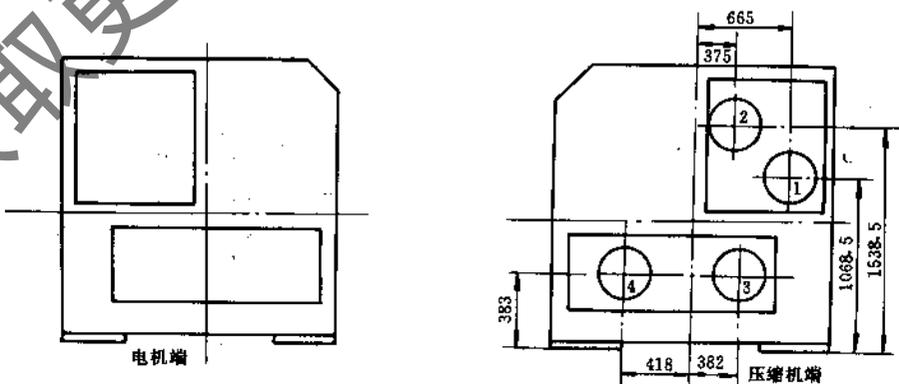
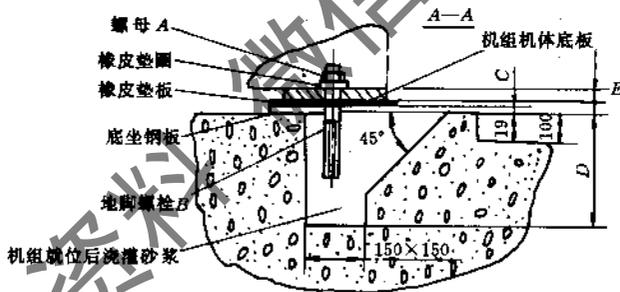


图 2.5-83 LSBLXR 系列 3300/3700/4200 型水接管位置尺寸图

LSBLXR 系列 700~4200 型水管通径与联接法兰尺寸表 表 2.5-26

机组型号	1 冷却水进水	2 冷却水出水	3 冷水进水	4 冷水出水
700 900 1050	JB/T81-94 PN1.0			DN150
1200 1400	JB/T81-94 PN1.0			DN200
1750 2100	JB/T81-94 PN1.0			DN250
2450 2800	JB/T81-94 PN1.0			DN300
3300 3700 4200	JB/T81-94 PN1.0 DN350		JB/T81-94 PN10	DN300



尺寸表

机组型号 LSBLXR123 (R11)	A	B	C	D	E
700~1400	M20 GB52-76	M20×315 GB799-76	9	250	20
1750~2800	M24 GB52-76	M24×400 GB799-76	10	350	25

图 2.5-84 LSBLXR 系列 700-2800 型机组防振底座图

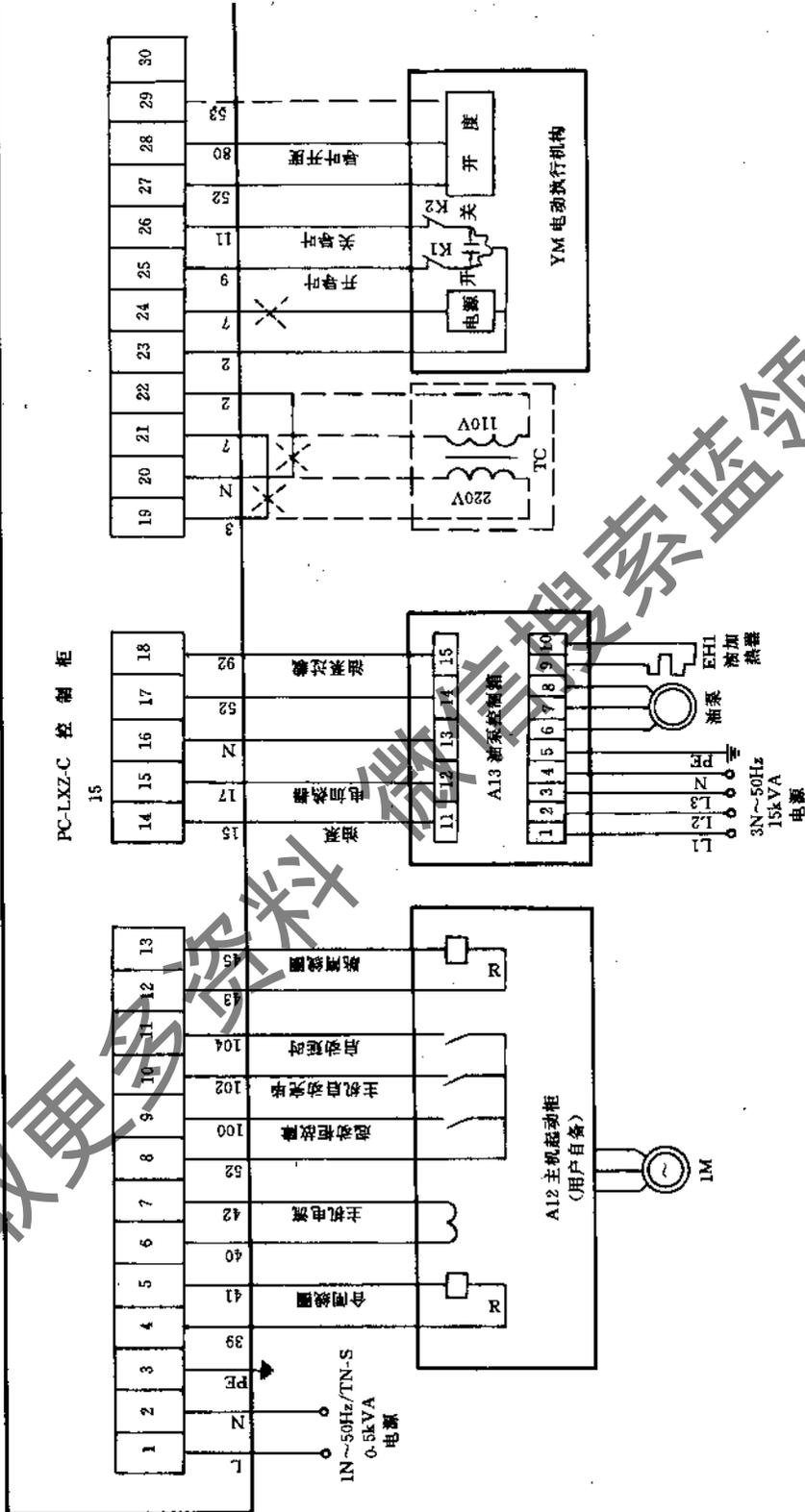
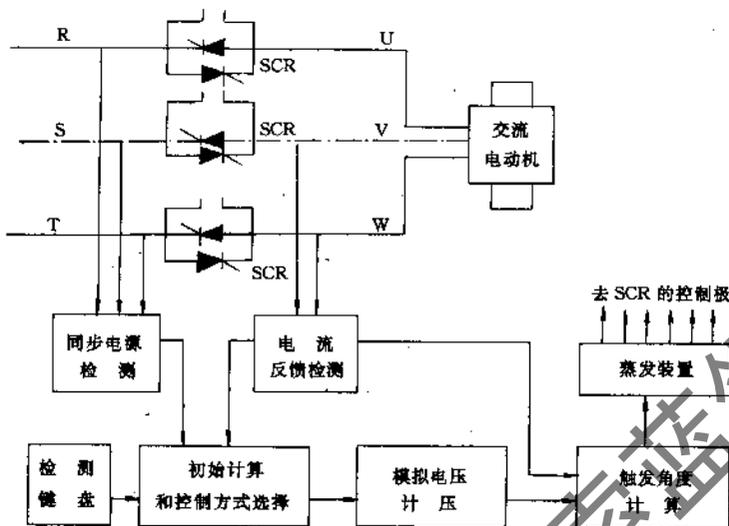
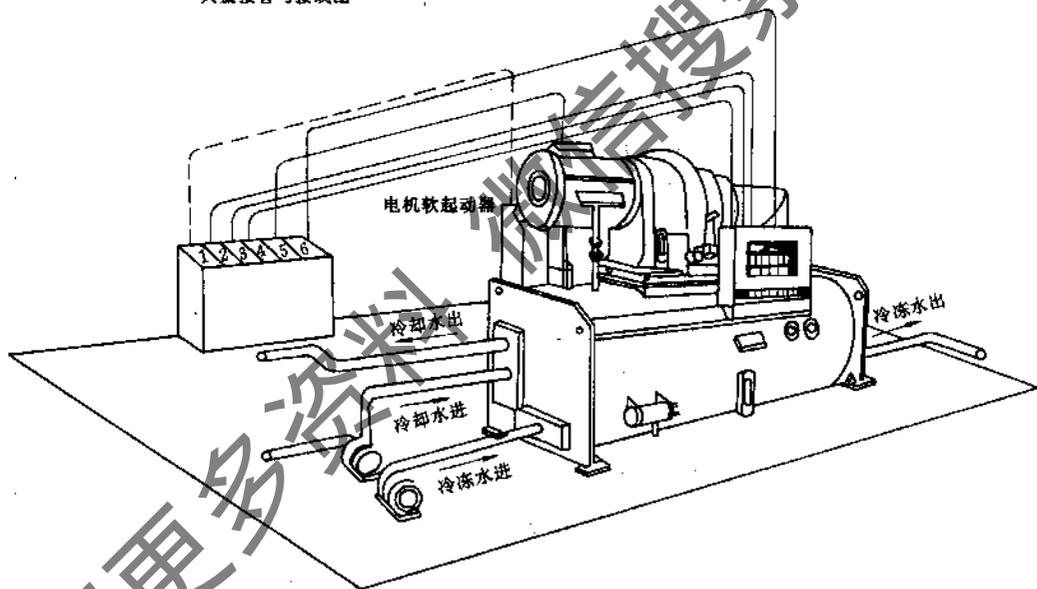


图 2.5-85 L-SBLXR 系列 PC-LXZ-C(微机)控制系统接线图(一)



典型接管与接线图



- 1 电源柜：3线，接电机软起动柜
- 2 冷却塔：2线，接电机软起动柜
- 3 冷却水泵：2线，接电机软起动柜

- 4 冷冻水泵：2线，接电机软起动柜
- 5Y-△起动柜：6线，接电机软起动柜
- 6 电源开关：三相4线，接油泵及控制电源

注：A. 用户决定用Y-△起动柜或软起动柜 B. 6号柜可取消不用，如6号柜不用，接在6号柜的线应接到5号柜

图 2-5-86 LSBLXR 系列机组典型接管与接线图

3) 江苏特灵电制冷机有限公司

CVHE (G) 系列，单机制冷量 1407~2638kW

CVHE/CVHG 系列产品选型资料目录表 (江苏特灵)

表 2.5-27

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图.(表)号
半封闭式离心式冷水机组	CVHE/CVHG 系列 (三级压缩机)	a)	机组剖视图	图 2.5-87
		b)	机组技术性能表	表 2.5-28
		c)	机组外形及连接管尺寸图	图 2.5-88
		d)	机组重量及重量分布表	表 2.5-29

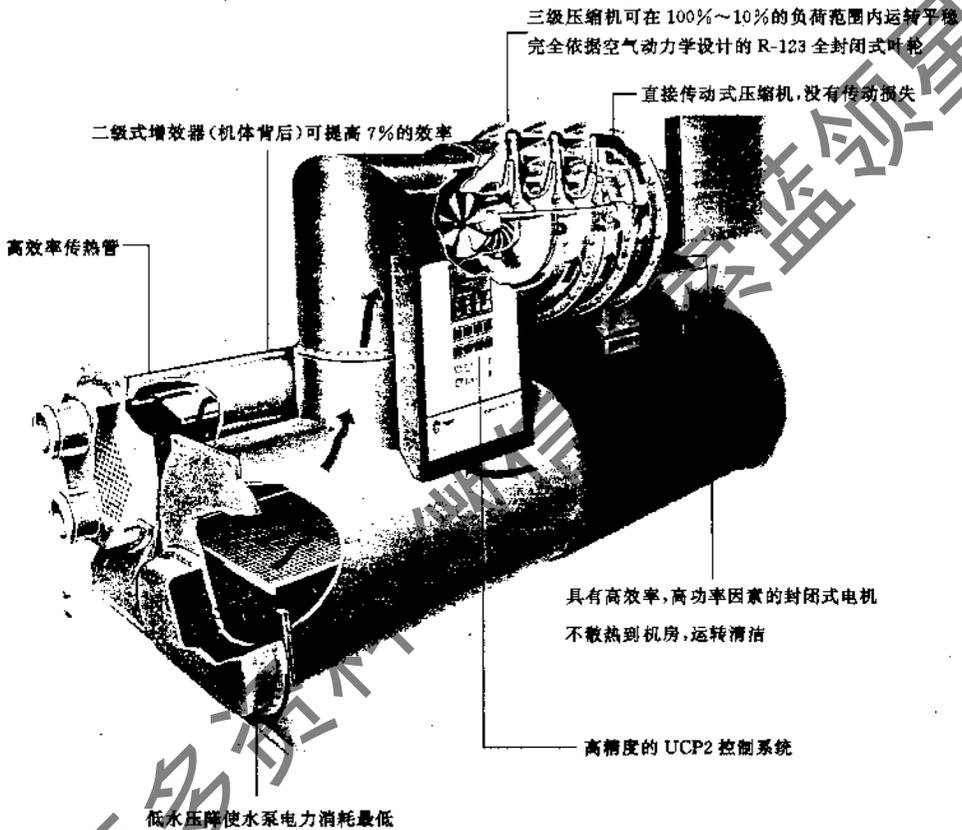


图 2.5-87 CVHE/CVHG 系列半封闭式离心式冷水机组 (三级压缩) 剖视图

CVHE、CVHG 系列半封闭式 R123 离心式冷水机组技术性能表

表 2.5-28

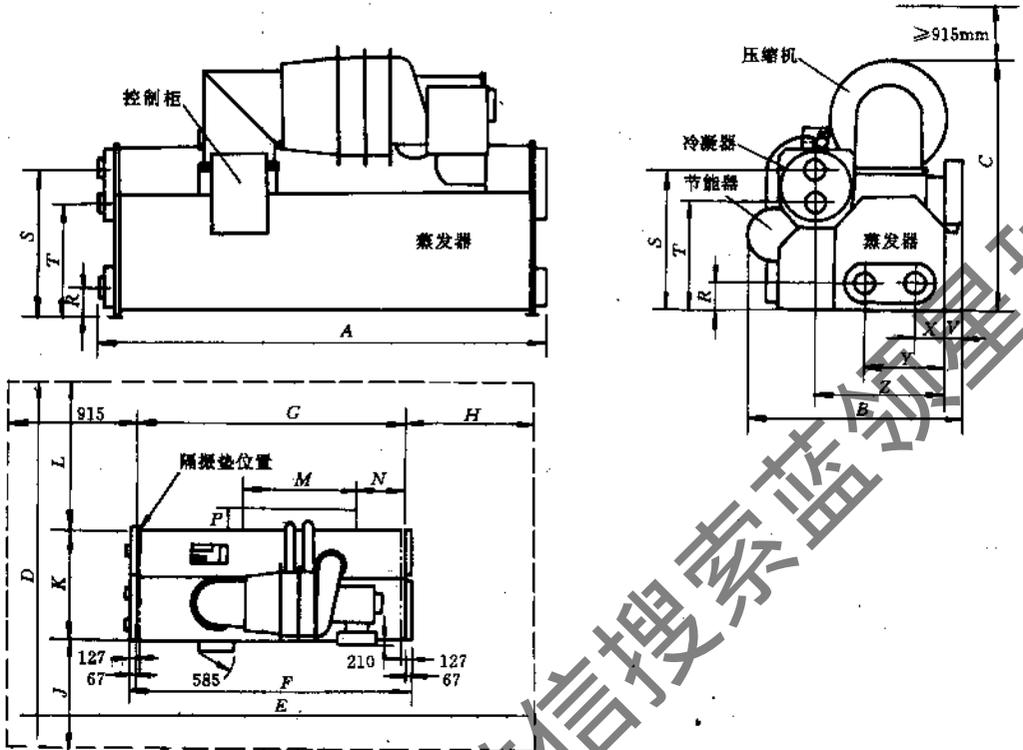
型 号	CVHE-420	CVHE-420	CVHE-420	CVHE-420	CVHG-670	CVHG-670	CVHG-670	CVHG-670
	标准型	标准型	加长型	加长型	标准型	标准型	加长型	加长型
电动机功率 (kW)	379	379	379	379	433	433	433	548
蒸发器	050S-550	050S-550	050L-550	050L-550	080S-890	080S-890	080L-890	080L-890
冷凝器	050S-500	050S-500	050L-500	050L-500	080S-800	080S-800	080L-800	080L-800
制冷量 (kW)	140	1583	1640	1758	1990	2146	2343	263
制冷量 (RT)	400	450	466	500	566	610	666	750
输入功率 (kW)	268	312	309	340	348	385	405	475

续表

型 号	CVHE-420	CVHE-420	CVHE-420	CVHE-420	CVHG-670	CVHG-670	CVHG-670	CVHG-670
	标准型	标准型	加长型	加长型	标准型	标准型	加长型	加长型
kW/T	0.67	0.693	0.663	0.68	0.615	0.631	0.608	0.633
电 源	380V/50Hz							
运转电流 (A)	453	528	523	575	583	646	679	791
起动电流 (A)	2921	2921	2921	2921	3239	3239	3239	4787
压 缩 机	型 式	离心式三级直接传动式压缩机						
	容量控制方式	导 叶 片						
	容 量	420	420	420	420	670	670	670
	台 数	1						
蒸 发 器	型式/回程	壳管式/2						
	水量 (m ³ /h)	242	273	282	303	343	369	403
	压降 (kPa)	46.99	57.92	79.86	90.44	137.09	42.35	64.08
	配管尺寸 (mm)	200	200	200	200	250	250	250
冷 凝 器	型式/回程	壳管式/2						
	水量 (m ³ /h)	292	330	339	366	404	437	475
	压降 (kPa)	39.36	49.11	66.29	75.68	31.20	35.90	53.53
	配管尺寸 (mm)	200	200	200	200	250	250	250
制 冷 剂	型 式	HCFC-123						
	充填量 (kg)	341	341	450	450	523	523	682
	控制方式	多孔限流板(固定式)						
尺 寸	L (mm)	3895	3895	5045	5045	3702	3702	5156
	W (mm)	2026	2026	2026	2026	2419	2419	2419
	H (mm)	2422	2422	2422	2422	2915	2915	2915
运行重量 (kg)	8118	8118	9031	9031	12125	12125	13627	13627
运输重量 (kg)	7196	7196	7861	7861	10652	10652	11771	11771

注: 1. 主机容量系依据冷水入口温度 12℃, 冷水出口温度 7℃, 冷却水入口温度 32℃, 冷却水出口温度 37℃, 及污垢系数 $0.044\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{kW}$ 。(2-回程的蒸发器及 2-回程的冷凝器)。

2. 对产品不断研究和改良为本公司一贯政策, 因此各项规格若有变更, 恕不另行通知, 敬请谅解。
3. 所需规格若与上述条件不同, 敬请与本公司联络。
4. 以上规格依据标准而定, 具体情况经 ARI 认可的电脑报表为准。



* 连接管位置和尺寸 (双回程) (mm)

型号	R	S	T	X	Y	Z	V	蒸发器	冷凝器
050S (L)	299	1042	674	226	702	1226	40	DN200	DN200
080S (L)	368	1596	1178	322	938	1468	180	DN250	DN250

* CVHE/CVHG 机组尺寸 (mm)

压缩机 型号	筒体组合	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P
420	050 SS	3924	2026	2418	3396	7925	3564	3430	3581	954	1575	867	1543	654	438
420	050 LL	5072	2026	2418	3396	10218	4712	4578	4725	954	1575	867	1543	975	438
670	080 SS	3929	2540	2914	3791	7925	3564	3430	3581	1094	1924	773	1937	543	378
670	080 LL	5077	2540	2914	3791	10217	4712	4578	4724	1111	1924	773	1937	543	378

注：座地式起动机尺寸 (380V) mm×1423 (L) mm×429 (W) ×2210 (H) mm。

·注1. 尺寸C、R、S、T未计入隔振垫厚度；2. 尺寸A指蒸发器总长（包括水室尺寸）；3. 尺寸G为两管板外端之间的距离；4. 推荐的尺寸是为了便于维修；5. 样本所列的尺寸应以最新的出厂图为准。

图 2.5-88 CVHE/CVHG 系列半封闭式离心式冷水机组外形及连接管尺寸图

CVHE/CVHG 系列半封闭式离心式冷水机组重量及重量分布表

表 2.5-29

压缩机型号	筒体组合		运输重量 (kg)	运行重量 (kg)	隔振垫重量分布(面对控制柜)	
					左边	右边
420	050	SS	~7196	~8118	~3572	~4546
420	050	LL	~7861	~9031	~4064	~4967
670	080	SS	~10652	~12125	~7275	~4850
670	080	LL	~11771	~13627	~5996	~7631

2.6 溴化锂吸收式冷水机组的选用特点

有关吸收式制冷循环及其机组(单效、双效蒸汽型冷水机组、双效直燃型冷热水机组和两级热水型冷水机组)的循环原理、工作过程和作用等内容已在前 2.1.1 节中简要介绍,关于吸收式制冷机的工质对的内容已在前 2.2.2 节中详述。本节中将着重介绍有关产品的部件组成、结构型式、技术性能指标、使用特点以及国内部分生产厂家的产品选型资料。

2.6.1 溴化锂吸收式冷水机组形式、基本参数和名义工况(摘自 JB/T7247—94)

1. 溴化锂吸收式冷水机组形式和基本参数

(1) 形式

机组分单效机组(XZ)、双效机组(SXZ)、热水机组(RXZ)三种形式。机组型号编制见表 2.6-1。

溴化锂吸收式冷水机组的型号编制

表 2.6-1

型号示例	机组形式			加热源代号 见表 2.6-2	名义制冷量 (X10kW)	冷水出水温度(°C)代号				设计序号 A(省略)、 B……
	XZ (单效)	SXZ (双效)	RXZ (热水)			D-7	Z-10	G-13	T-15	
示例(1): SXZ4-175D		SXZ		4	175	D				
示例(2): RXZ(95/85)- 115ZB			RXZ	(95/85)	115		Z			B
示例(3): XZ-5	XZ				5					

(2) 基本参数

机组加热源参数见表 2.6-2。

加 热 源 参 数 表 2.6-2

型 式	加热源类型	加热源参数	代 号
XZ	蒸汽 MPa (表压)	0.1	不表示
SXZ		0.25	2.5
		0.4	4
		0.6	6
		0.8	8
RXZ	热水 (°C)	t_1 (进口) / t_2 (出口)	(t_1/t_2)

名义工况制冷量按下列参数制造, 单位为 kW:

125 160 200 250 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 2000 2500
3150 4000 4500 5000 5600 6300

2. 机组名义工况和性能

名义工况和性能按表 2.6-3 的规定。

名 义 工 况 和 性 能 表 2.6-3

名 义 工 况						性能指标	
形 式	加 热 源		冷 水 出口温度	冷 却 水 进口温度	名义制冷量 范围 (kW)	单位制冷量 冷却水流量 (m ³ /kW)	单位制冷量 蒸汽耗量 (kg/kW)
	蒸汽压力(表) (MPa)	加热水 出口 出口	°C				
XZ	0.10	—	7	32	125~6300	0.285	2.35
SXZ	0.25		13				1.45
	0.40		7				1.35
			10				
	0.60		7				1.30
			10				
0.80	7						
RXZ	—	t_1 t_2	—	—	—	—	

3. 技术要求

机组性能的最大偏差应不超过以下规定:

- (1) 制冷量不应小于名义制冷量的 95%;
- (2) 单位制冷量热源耗量不大于名义值的 105%;
- (3) 单位制冷量冷却水流量不大于名义值的 105%;
- (4) 冷水、冷却水压力损失不大于规定值的 110%。

2.6.2 溴化锂吸收式冷水机组的工作循环和热平衡

溴化锂吸收式冷水机组的工作循环原理是基于溴化锂水溶液具有在常温下强烈地吸收水蒸气, 而在高温下则又能将其所吸收的水分释放出来。同时, 水在真空 (例如 800Pa 绝对压力) 状态下, 其沸腾温度在 7°C 以下, 蒸发时具有较低的蒸发温度, 因而可以采用水作为制冷剂, 称为冷剂水。

为了让水在压力很低的蒸发器中连续地蒸发吸热制出低温水, 必须要不断地补充被蒸发掉的水。同时, 为了维持蒸发器具有一定的压力, 就要不断地取走蒸发时形成的水蒸气。因此, 利用溴化锂水溶液吸收水蒸气的特性, 便让它在吸收器中将蒸发器中形成的水蒸气吸收掉; 因吸收了水蒸气而变稀的溴化锂溶液, 在发生器中受到高温工作蒸气 (或其他形

式的热源)的加热,并由于水的沸点较溴化锂沸点低得多,故溶液中的水份再度汽化出来。在冷凝器中通过冷却水的冷却,水蒸气放出冷凝潜热而凝结成水。如此形成的制冷剂水,从冷凝器流出来经过节流装置,又进入蒸发器中,再蒸发吸热。如此,周而复始,从而达到连续制冷的目的。

对封闭的溴化锂吸收式制冷循环系统而言,从外界加入的热量(例如发生器、蒸发器)与系统排出的热量(例如冷凝器、吸收器),在稳定工况下,应该相等,即达到热平衡。根据机组工作过程的热平衡参数,可引出机组的热力系数(机组获得的制冷量 Q_0 与消耗的热量 Q_s 之比),作为衡量机组的主要经济指标。所得出的机组的热源单耗(机组消耗的热源质量 G_0 与获得的制冷量 Q_0 之比),直接反映出机组的能耗指标。这两项机组指标,是进行溴化锂吸收式冷(热)水机组选型比较的重要依据。

为便于各类制冷机(包括电制冷机组和热制冷机组)产品能耗指标的比较,常将其单位制冷量(每1kW)所消耗的电能和热耗,折合成标煤耗(即一次能源消耗),这样有助于认识各类制冷机的综合经济特性,从而找到改进和完善产品性能的方向。

有时,也采用一种能效比指标的概念,是指各类制冷机组获得的制冷量与其能耗(电能耗或热能耗)之比,称为性能系数(COP或EER)。若将机组能耗全部转化为所消耗的燃料的发热量,即一次能源消耗,称为一次能源性能系数(EEER)。

表2.6-4取自井上宇市所著《空气调节手册》(中国建筑工业出版社,1986年),供参考。

1. 双效溴化锂吸收式冷水机组的工作循环和热平衡

(1) 双效溴化锂吸收式冷水机组的工作循环

各类制冷机产品的能耗和能效指标

表 2-6-4

机组类型	机组名称	容量 (kW)	能源消耗 (kW/kW) 或 (kg/kW·h)	能效比 (COP)		
				二次能 (EER)	一次能 (EEER)	
电动式	供冷用	活塞式	69.8~139.5	0.315	3.2	1.12
		螺杆式	348.9~1744.2	0.307	3.3	1.16
		离心式	697.7~1744.2	0.281	3.6	1.26
	热泵	离心式(热回收)	697.7~1744.2	0.287(冷)/0.247(暖)	3.5(冷)/5.1(暖)	1.2(冷)/1.8(暖)
		风冷热泵活塞式	69.8~139.5	0.353(冷)/0.333(暖)	2.84/4.0	1.0/1.4
		风冷热泵螺杆式	348.9~3489	0.301(冷)/0.533(暖)	3.33/3.1	1.2/1.1
吸收式	单效型	348.9~3489	2.35(kg/kW·h)	0.58	0.50	
	双效型	348.9~3489	1.38(kg/kW·h)	1.30	1.11	
	直燃冷热水机组	348.9~3489	0.18(kg/kW·h)	0.97	0.83	

注:1. 冷水温度:电动式7/12℃,吸收式8/13℃。

2. 冷却水温度:进口均为32℃;热泵热水温度为40/45℃。

3. 表中COP(能耗比)均为满载条件下数据。

4. 所谓“一次能”是指石化燃料(重油、煤油、天然气等)消耗量换算的能。考虑电厂效率为0.39,输配电效率为0.9,总效率为0.351。即一度电在发电厂消耗的燃料的热量为:

$$860 \times 4.1868 \div 0.351 = 10258 \text{ kJ} / (\text{kW} \cdot \text{h})$$

所谓“二次能”,对电力而言,就是电功率1度电按发热量为3600kJ计的能。

双效溴化锂吸收式冷水机组与单效溴化锂吸收式冷水机组不同之处是装有高压与低压两个发生器,高温与低温两个溶液热交换器和凝水换热器。高压发生器用0.25~0.8MPa

(表) 饱和蒸汽、150~200℃ 高温水加热, 称为蒸汽双效、热水双效。由于热源温度高, 可在高压发生器中产生压力较高的制冷剂蒸汽, 再用作低压发生器的热源, 有双重节省能源的效果。根据计算和实测表明: 双效机组加热量约为单效机组的 1/2~2/3, 冷凝器的热负荷约为 1/2, 热力系数可提高到 1~1.2 (单效机组约 0.7 左右)。

双效机组中重要的是维持高压发生器中的压力在大气压下运转, 以确保机组的安全。因此, 所需的冷却水量较单效机组大。此外, 双效机组造价高, 溴化锂溶液充注量大, 初始投资增加。但由于热效率高、运转费低, 近年来在国内外均发展较快。

其工作循环系统见图 2.6-1 (吸收器流出的稀溶液在低温热交换器前分流的并联流程)。

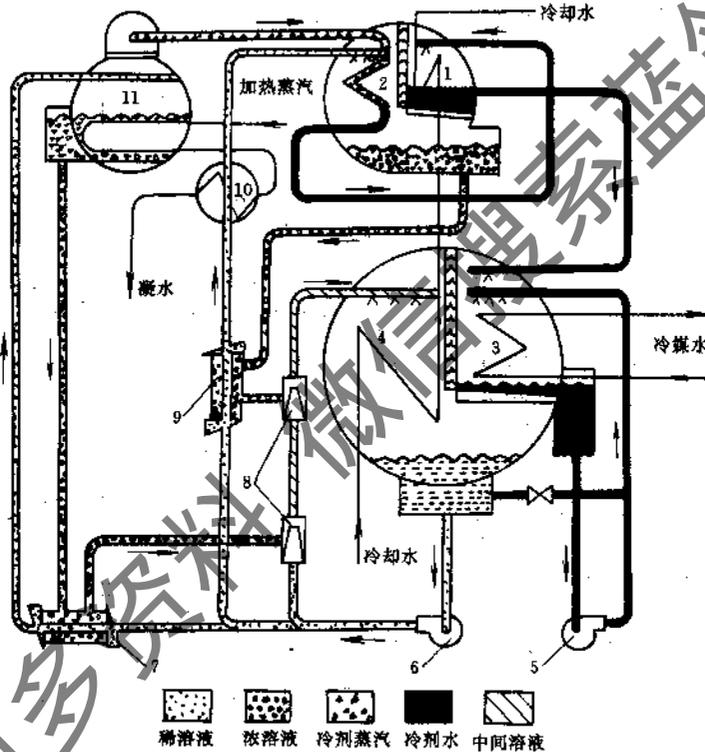


图 2.6-1 双效蒸汽型溴化锂冷水机组工作循环系统

1—冷凝器; 2—低压发生器; 3—蒸发器; 4—吸收器; 5—制冷剂泵; 6—溶液泵; 7—高温热交换器; 8—引射器; 9—低温热交换器; 10—凝水换热器; 11—高压发生器

a. 稀溶液在低温热交换器前分流的并联流程见图 2.6-1 和图 2.6-2

点 2 状态的稀溶液出吸收器后, 由发生泵输送, 一部分经高温热交换器进入高压发生器, 另一部分经低温热交换器和凝水回热器进入低压发生器。

2-10 过程: 稀溶液在高温热交换器中的被加热过程, 溶液浓度不变, 而温度由 t_2 升高至 t_{10} 。

10-11 过程: 稀溶液在高压发生器中的预热过程。溶液浓度不变, 温度由 t_{10} 升高到工作压力 p_1 下饱和溶液状态点 11 的温度。

11-12 过程: 高压发生器的发生过程。产生点 3' 状态的制冷剂蒸汽, 过程终了为点 12 状

态：浓溶液温度 t_{12} ，质量分数 ξ_{11} 。

12-13 过程：高压发生器出口浓溶液在高温热交换器中的冷却过程。溶液的浓度 ξ_{11} 不变，而温度由 t_{12} 降低至 t_{13} 。

2-7 过程：稀溶液在低温热交换器中的被加热过程。溶液浓度不变，温度由 t_2 升高至 t_7 。

7-7' 过程：点 7 状态的稀溶液在凝水换热器中进一步被加热，浓度不变，温度由 t_7 升高至 t'_7 。相对于冷凝压力 p_k ，点 7' 状态的稀溶液处于过热状态。

7'-5' 过程：点 7' 状态的稀溶液在低压发生器中的闪发过程。闪发出一部分冷剂蒸汽后，溶液的温度降低至 t'_5 ，浓度略有升高。

5'-4 过程：稀溶液在低压发生器中的发生过程，点 5' 状态的稀溶液被来自高压发生器的点 3'' 状态的冷剂蒸汽加热，产生点 3'' 状态的冷剂蒸汽，过程终了浓溶液温度 t_4 ，质量分数 ξ_{12} 。

4-8 过程：低压发生器出来的浓溶液在低温热交换器中的冷却过程。浓溶液的质量分数 ξ_{12} 不变，温度由 t_4 降低至 t_8 。

13-8-9-2 过程：点 13 和点 8 状态的浓溶液，在吸收器中与点 2 状态的稀溶液的混合过程。过程终了为点 9 状态，即温度 t_9 ，浓度 ξ_m 。

9-9' 过程：混合溶液在吸收器中的闪发过程。相对于蒸发压力 p_0 ，点 9 处于过热状态，经吸收器泵输送，出喷淋装置后，部分冷剂闪发出来，使溶液温度降低，浓度略有升高。

9'-2 过程：混合溶液在吸收器中的冷却、吸收过程（吸收来自蒸发器点 1' 状态的冷剂蒸汽）。溶液的温度和浓度分别降至 t_2 、 ξ_1 。

3''-3''' 过程：高压发生器产生的冷剂蒸汽在低压发生器传热管内的凝结过程。过程终了

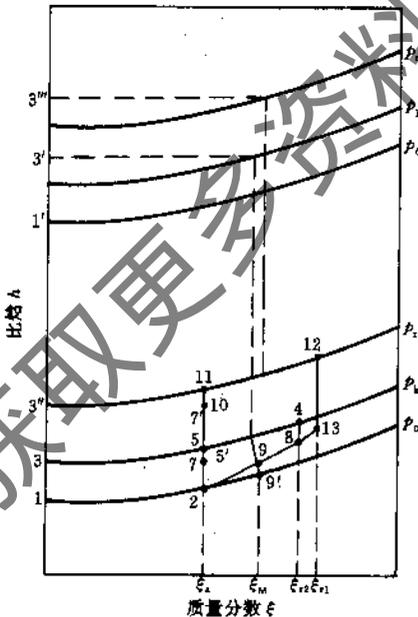


图 2.6-2 双效机组的制冷循环
(稀溶液在低温热交换器前分流的
并联流程)

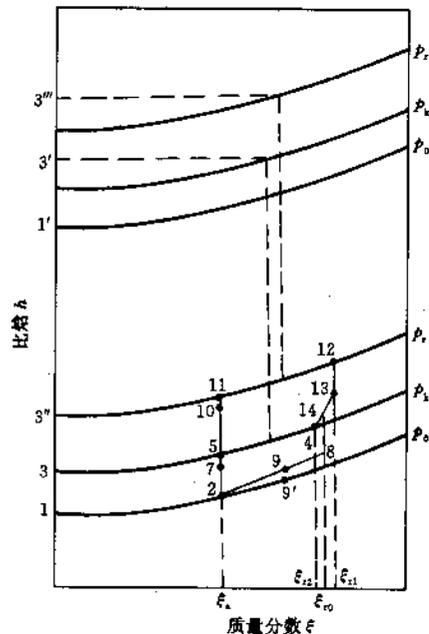


图 2.6-3 稀溶液在低温热交换器
后分流的并联流程 (双效机组)

为点 3'' 状态 (压力 p_r) 的冷剂水。

3'-3 过程: 低压发生器的冷剂蒸汽在冷凝器中的冷凝过程, 过程终了为点 3 状态, 压力 p_k (冷凝压力) 的冷剂水。

3''-3 过程: 低压发生器管内冷剂水进入冷凝器的节流与冷却过程, 压力由 p_r 降为 p_k , 温度由 t''_3 降至 t_3 。

3-1 过程: 冷凝器中的冷剂水经节流进入蒸发器, 压力由 p_k 降低至 p_0 , 温度由 t_3 降至 t_1 。

1-1' 过程: 冷剂水在蒸发器中的蒸发过程, 冷剂水吸取管内冷媒水的热量而蒸发成点 1' 状态的冷剂蒸汽。

b. 稀溶液在低温热交换器后分流的并联流程见图 2.6-3 和图 2.6-4。

稀溶液在低温热交换器后分流的并联流程大体与低温热交换器前分流的并联流程相同, 所不同的只是下述几个过程。

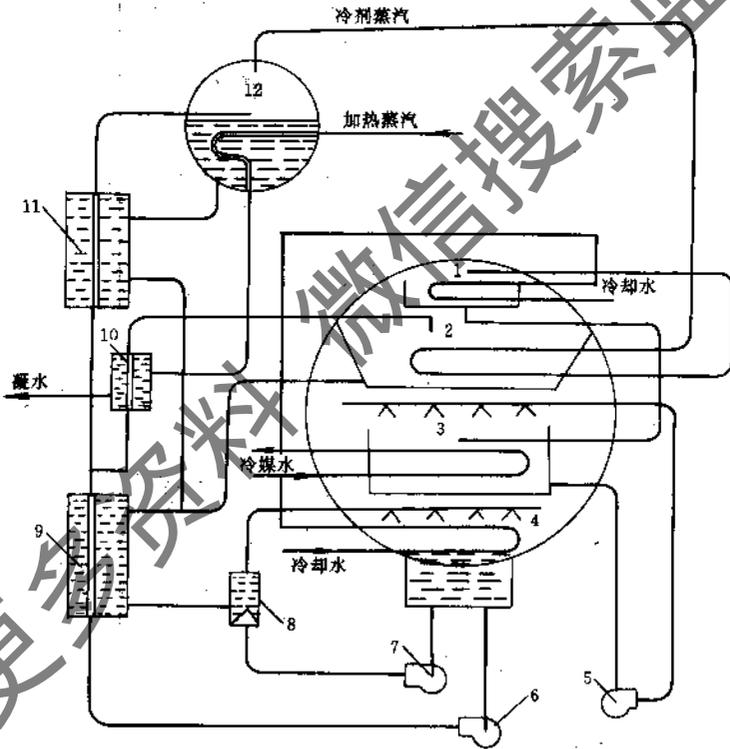


图 2.6-4 稀溶液在低温热交换器后分流的并联流程 (双效机组)

1—冷凝器; 2—低压发生器; 3—蒸发器; 4—吸收器; 5—冷剂泵;
6—溶液泵 (I); 7—溶液泵 (II); 8—引射器; 9—低温热交换器;
10—凝水换热器; 11—高温热交换器; 12—高压发生器

2-7 过程: 发生器泵输送的稀溶液, 全部在低温热交换器中被加热过程。

7-10 过程: 送往高压发生器部分的稀溶液在高温热交换器中的被加热过程。稀溶液的温度由 t_7 升高至 t_{10} 。

13-4-14 过程: 高温热交换器出口点 13 状态的浓溶液, 与低压发生器出口点 4 状态浓

溶液的混合过程。混合后为点 14 状态，即温度为 t_{14} ，浓度为 ξ_{10} 。

14-8 过程：点 14 状态浓溶液在低温热交换器中的冷却过程，过程终了为点 8 状态，质量分数 ξ_8 ，温度 t_8 的浓溶液。

8-2-9 过程：点 8 状态的浓溶液与点 2 状态稀溶液的混合过程。混合后为点 9 状态的中间溶液。

上述并联流程的两种分流方式，各有所长。前一种高、低压发生器出的浓溶液分别经高、低温热交换器流入吸收器，不需要引射装置，结构较简单。后一种高温热交换器出口的浓溶液温度较高，可避免高压发生器浓度升高出现结晶的危险。

c. 稀溶液先进高压发生器的串联流程见图 2.6-5 和图 2.6-6

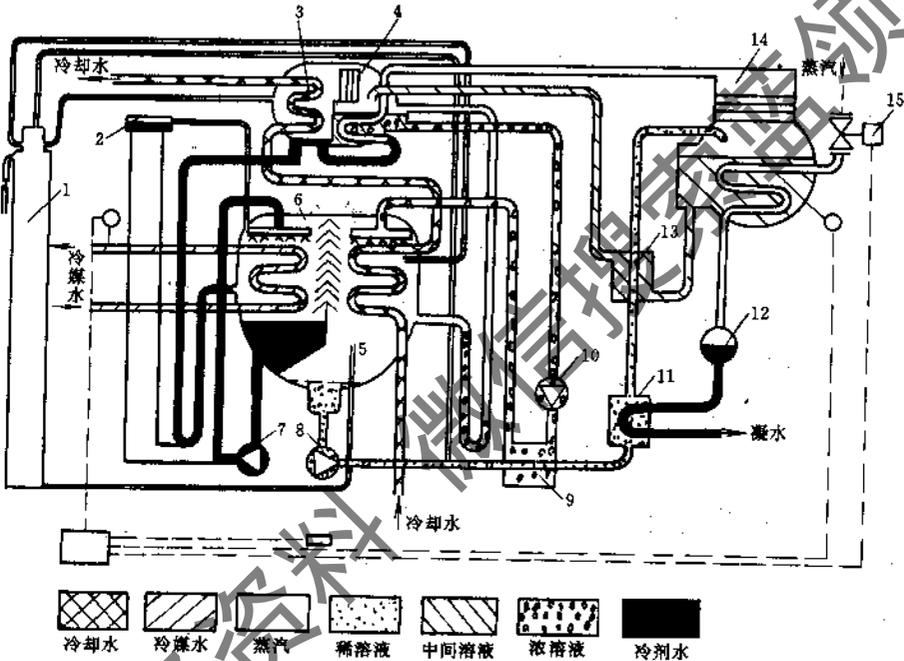


图 2.6-5 稀溶液先进高压发生器的串联流程 (双效机组)

1—抽气装置；2—冷剂储箱；3—冷凝器；4—低压发生器；5—吸收器；6—蒸发器；
7—冷剂泵；8—溶液泵 (I)；9—低温热交换器；10—溶液泵 (II)；11—凝水换热器；
12—疏水器；13—高温热交换器；14—高压发生器；15—蒸汽调节阀

国外多数双效溴化锂吸收式冷水机组中均采用此流程。

2-7-7'-10 过程：稀溶液在低温热交换器、凝水换热器和高温热交换器中的加热过程。溶液浓度不变，出低温热交换器时的温度 t_7 ，出凝水换热器时的温度 t'_7 ，出高温热交换器时的温度 t_{10} 。

10-11-12 过程：稀溶液在高压发生器中的发生过程。10-11 为预热过程，质量分数不变；11-12 为发生过程，产生 3'' 状态的冷剂蒸汽，质量分数由 ξ_1 上升至 ξ_0 。

12-13 过程：高压发生器出口中间溶液在高温热交换器中的冷却过程，溶液的质量分数 ξ_0 不变，温度由 t_{12} 降至 t_{13} 。

13-5-4 过程：中间溶液在低压发生器中的发生过程，产生 3' 状态的冷剂蒸汽，质量分

数由 ξ_0 上升至 ξ_r 。

4-8 过程：低压发生器出口浓溶液在低温热交换器中的冷却过程，溶液的质量分数 ξ 不变，温度由 t_4 降至 t_8 。

8-2-9 过程：点 8 状态的浓溶液与点 2 状态的稀溶液混合，混合溶液为点 9。

9-9'-2 过程：混合溶液在吸收器中的闪发与吸收过程。9-9' 为闪发过程，闪发后温度降低，质量分数略有升高。9'-2 为喷淋溶液的冷却与吸收过程，吸收终了的稀溶液，温度降至 t_2 ，质量分数降至 ξ_0 。

冷剂循环与前述并联流程相同。

d. 稀溶液先进低压发生器的串联流程见图

2.6-7 和图 2.6-8

吸收器出口的稀溶液由溶液泵输送，经低温热交换器、凝水换热器加热后，温度升至 t_7 与 t'_7 ，

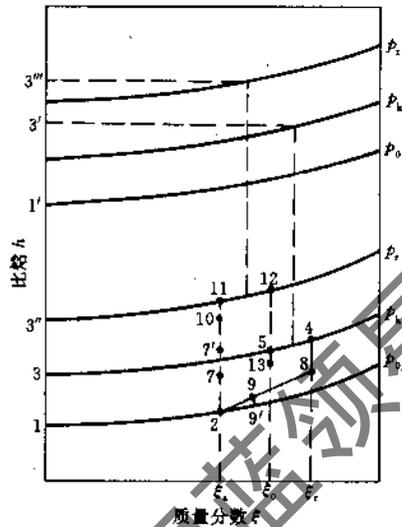


图 2.6-6 稀溶液先进高压发生器的串联流程的 $h-\xi$ 图

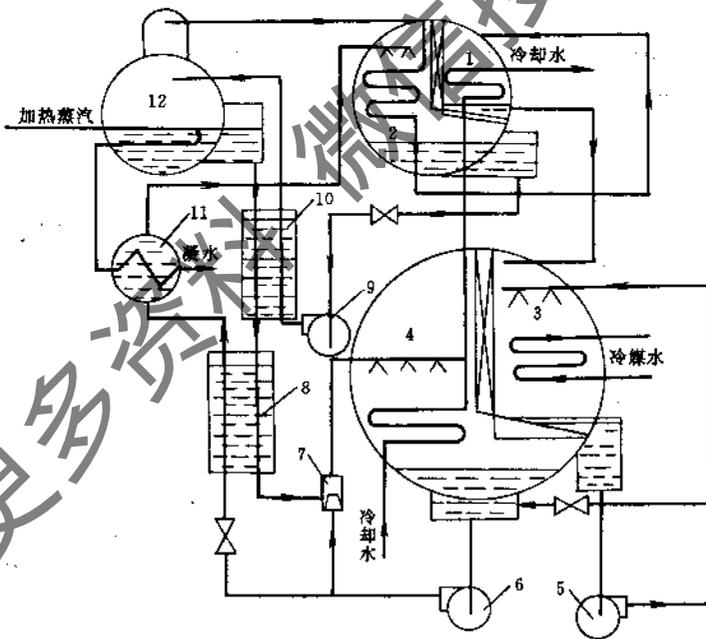


图 2.6-7 稀溶液先进低压发生器的串联流程（双效机组）

- 1—冷凝器；2—低压发生器；3—蒸发器；4—吸收器；5—冷剂泵；6—溶液泵；7—引射器；8—低温热交换器；9—高温溶液泵；10—高温热交换器；11—凝水换热器；12—高压发生器

再进入低压发生器。

过程线 5'-4 表示低压发生器的发生过程。过程终了状态点 4，质量分数升高至 ξ_0 ，温度升高至 t_4 。

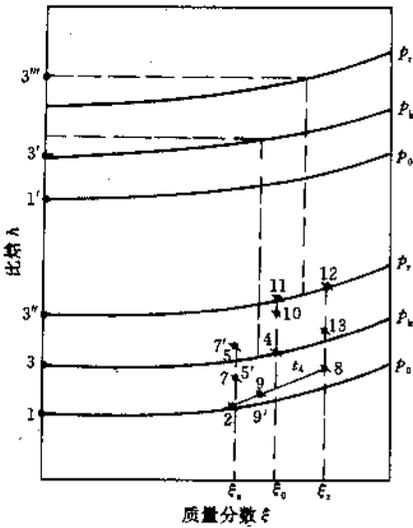


图 2.6-8 稀溶液先进低压发生器的串联流程的 $h-\epsilon$ 图

外使用此流程者尚不多。

e. 串并联流程见图 2.6-9 和图 2.6-10。

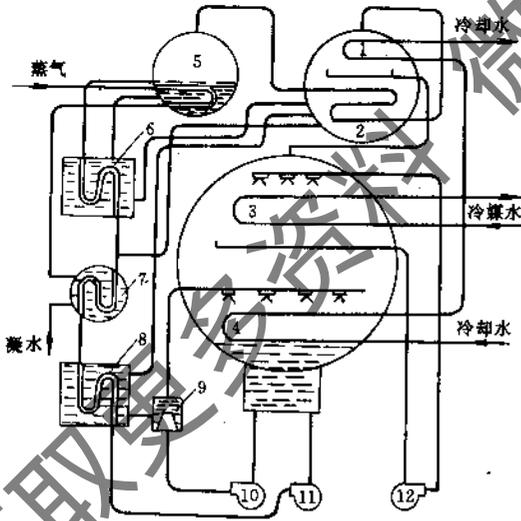


图 2.6-9 串并联流程 (双效机组)
 1—冷凝器; 2—低压发生器; 3—蒸发器;
 4—吸收器; 5—高压发生器; 6—高温热
 交换器; 7—凝水换热器; 8—低温热交
 换器; 9—引射器; 10—溶液泵 (I); 11—溶
 液泵 (II); 12—制冷剂泵

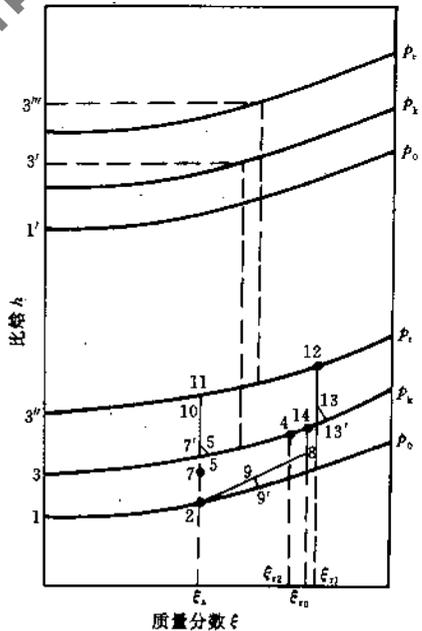


图 2.6-10 串并联流程的 $h-\epsilon$ 图

串并联流程在溶液进液方式与并联流程相同,即通过低温热交换器后的稀溶液分别进入高、低压发生器;而浓溶液的出液方式与串联流程相同,即高温热交换器出来的浓溶液,先进入低压发生器,闪发并逸出制冷剂蒸汽后,与低压发生器出来的浓溶液一起流入低温热

低压发生器出口的中间溶液由另一高温溶液泵输送,经高温热交换器温度升高至 t_{10} 后进入高压发生器。

过程线 11-12 表示高压发生器中的发生过程。

高压发生器出口的点 12 状态的浓溶液(质量分等为 ϵ_2 , 温度为 t_{12}), 流经高温热交换器与低温热交换器, 温度降至 t_{13} 与 t_8 后, 与稀溶液混合喷淋在吸收器管簇上, 吸收来自蒸发器的制冷剂蒸汽。

与稀溶液先进高压发生器的串联流程相比,该循环的优点是,低压发生器中溶液的浓度较低,有利于发生过程的进行。缺点是为将低压发生器出来的中间溶液送入高压发生器,必须设置一台高温溶液泵。此外,高压发生器中温度提高,对金属材料的腐蚀加剧。为此,目前国内

交换器。

上述三种流程各有所长。按热效率排列，串并联流程最高，并联流程其次。但串联流程的机组使用、操作、维护较简便，目前仍普遍使用。

在双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组中普遍采用凝水回热器。凝水回热器一般安置在高、低温热交换器之间。串联流程加热送往高压发生器的稀溶液；并联流程加热送往低压发生器的稀溶液。

(2) 双效溴化锂吸收式冷水机组的热力参数和热平衡

了解机组的热力参数和热平衡是深入掌握产品性能和进行选型的必要基本技术知识。

a. 双效机组热力参数的确定见表 2.6-5

双效机组与单效机组的热力计算基本相同，只是目前尚无高温区溴化锂溶液的 h - ξ 图，因而状态点的确定，除借助现有的 h - ξ 图外，还须应用溶液的 p - t 图、比热容数据和焓值计算方法。

双效机组热力参数的确定

表 2.6-5

参数名称		单位	确定值	确定依据
高压发生器压力 p_i		kPa	80~95	(1) p_i 高，有利于提高热效率，减小传热面积； p_i 过高，溶液温度过高（超过 160℃），加剧金属材料腐蚀 (2) 控制在一定范围
放气范围	高压发生器	%	4~5	(1) 要求高压发生器产生的制冷剂蒸汽潜热略大于低压发生器的热负荷 (2) 高压发生器放气范围略高于低压发生器
	低压发生器	%	3.2~4.5	
总冷却水温差 Δt_w		℃	5.5~6	双效机组的冷却水耗量高于单效机组，故其冷却水温差取值低于单效机组（单效机组一般 $\Delta t_w = 8$ ℃）
其中：吸收器 Δt_{w1}		℃	3.8~4	
冷凝器 Δt_{w2}		℃	1.8~2	
$\Delta t_{w1}/\Delta t_{w2}$			≈ 2	
国内	加热蒸汽压力	MPa	0.25~0.8 (表)	(1) 加热蒸汽压力愈高，热效率愈高，减小机组体积、重量 (2) 加热蒸汽压力愈高，溶液浓度和温度愈高，腐蚀金属，甚至产生结晶现象 (3) 通常，加热蒸汽压力控制在 0.8MPa (表) 以下。
	其中：低压双效机组	MPa	0.25~0.4 (表)	
	冷媒水出水温度	℃	7、10、13	
国外	加热蒸汽压力	MPa	0.8 (表)	(1) 加热蒸汽压力愈高，热效率愈高，减小机组体积、重量 (2) 加热蒸汽压力愈高，溶液浓度和温度愈高，腐蚀金属，甚至产生结晶现象 (3) 通常，加热蒸汽压力控制在 0.8MPa (表) 以下。
	其中：低压双效机组	MPa	0.5 (表)	
	冷媒水出水温度	℃	7	

b. 双效机组的热平衡

双效机组工作循环中各点状态参数

(稀溶液在低温热交换器前分流的并联流程)

表 2.6-6

状态点	状态名称	温度 (℃)	压力 (kPa)	质量分数 (%)	比焓 (kJ/kg)	备注
1	蒸发器制冷剂 (蒸发温度)	t_1	p_0		h_1	参见表 2.6-4
1'	蒸发器出口制冷剂水蒸汽	t'_1	p_0		h'_1	
2	吸收器出口稀溶液	t_2	p_a	ξ_a	h_2	
3	冷凝器制冷剂水 (冷凝温度)	t_3	p_k		h_3	
3'	低压发生器出口制冷剂水蒸汽	t'_3	p_k		h'_3	
4	低压发生器出口浓溶液	t_4	p_k	ξ_{r2}	h_4	

续表

状态点	状态名称	温度 (°C)	压力 (kPa)	质量分数 (%)	焓 (kJ/kg)	备注
5	低压发生器开始沸腾稀溶液	t_5	p_k	ξ_5	h_5	
7	低温热交换器出口稀溶液	t_7		ξ_7	h_7	
7'	凝水换热器出口稀溶液	t'_7		ξ_7	h'_7	①
8	低温热交换器出口浓溶液	t_8		ξ_{12}	h_8	参见表 2.6-4
10	高温热交换器出口稀溶液	t_{10}		ξ_5	h_{10}	②
11	高温发生器开始沸腾稀溶液	t_{11}	p_r	ξ_5	h_{11}	③
12	高温发生器出口浓溶液	t_{12}	p_r	ξ_{11}	h_{12}	④
13	高温热交换器出口浓溶液	t_{13}		ξ_{11}	h_{13}	⑤
3''	低压发生器加热蒸汽凝水	t''_3	p_r		h''_3	—
3'''	高压发生器出口冷剂水蒸气	t'''_3	p_r		h'''_3	—
9	吸收器喷淋溶液	t_9		ξ_0	h_9	⑥

① 设定凝水换热器中凝水出口温度, 根据热平衡式求得稀溶液出口温度。在 $h-\xi$ 图中查得 h'_7 。

$$\textcircled{2} \quad t_{10} = \frac{h_{10} - h_5}{C_{p10}} + 70$$

$$h_{10} = h_2 + \frac{a_1 - 1}{a_1} (h_{12} - h_{13})$$

式中 $a_1 = \frac{\xi_{11} - \xi_5}{\xi_{11} - \xi_5}$ —— 高压发生器溶液循环倍数。

③ 由 ξ_5 与 p_r 查 $p-t$ 图, 得 t_{11}

$$h_{11} = h_{\xi_5}^{11} = h_{\xi_5}^{70} + C_p^{11} (t_{11} - 70)$$

④ 由 ξ_{11} 与 p_r 查 $p-t$ 图, 得 t_{12}

$$h_{12} = h_{\xi_{11}}^{12} = h_{\xi_{11}}^{70} + C_p^{12} (t_{12} - 70)$$

⑤ 取 t_{13} (约 60°C 左右), 在 $h-\xi$ 图中查得 h_{13} 。

$$\textcircled{6} \quad h_9 = \frac{f_a h_2 + (a_1 - 1) h_{13} + (a_2 - 1) h_8}{f_a + a_1 + a_2 - 2}$$

$$\xi_9 = \frac{f_a \xi_5 + (a_1 - 1) \xi_{11} + (a_2 - 1) \xi_{12}}{f_a + a_1 + a_2 - 2}$$

式中 $a_2 = \frac{\xi_{12} - \xi_5}{\xi_{12} - \xi_5}$ —— 低压发生器溶液循环倍数;

f_a —— 吸收器的再循环倍数, 若浓溶液直接喷淋则 $f_a = 0$ 。

双效机组中各设备的热负荷计算式见表 2.6-7。

双效机组的热平衡: 在该双效制冷循环中, 加入机组的热量为高压发生器、凝水换热器和蒸发器热负荷之和: $(Q_{g1} + Q_{13} + Q_0)$; 带出机组的热量为吸收器与冷凝器热负荷之和: $(Q_a + Q_k)$ 。两者应相等。偏差应在规定范围之内。

对于设计计算:

$$\frac{2|(Q_{g1} + Q_0 + Q_{13}) - (Q_a + Q_k)|}{Q_{g1} + Q_0 + Q_{13} + Q_a + Q_k} \leq 1\% \quad (2.6-1)$$

对于运行、测试:

$$\frac{2|(Q_{g1} + Q_0 + Q_{13}) - (Q_a + Q_k)|}{Q_{g1} + Q_0 + Q_{13} + Q_a + Q_k} \leq 7.5\% \quad (2.6-2)$$

c. 双效机组的热力系数与热源单耗

双效机组中各设备的热负荷计算式

表 2.6-7

设备名称	单位热负荷 (kJ/kg)	总热负荷 (kW)
蒸发器	$q_0 = h'_1 - h_3$	$Q_0 = Dq_0$
高压发生器	$q_{g1} = (a_1 - 1) h_{12} - a_1 h_{10} + h''_3$	$Q_{g1} = D_1 q_{g1}$
低压发生器	$q_{g2} = (a_2 - 1) h_4 - a_2 h'_7 + h'_3$	$Q_{g2} = D_2 q_{g2}$
冷凝器	$Q_k = D_1 (h''_3 - h_3) + D_2 (h'_3 - h_3) - Q_{g2}$	
吸收器	$Q_a = Dh'_1 + D_1 (a_1 - 1) h_{13} + D_2 (a_2 - 1) h_6 - (D_1 a_1 + D_2 a_2) h_2$	
高温热交换器	$q_{t1} = a_1 (h_{10} - h_2)$	$Q_{t1} = D_1 \cdot q_{t1}$
低温热交换器	$q_{t2} = a_2 (h_7 - h_2)$	$Q_{t2} = D_2 \cdot q_{t2}$
凝水热交换器	$q_{t3} = a_2 (h'_7 - h_7)$	$Q_{t3} = D_2 \cdot q_{t3}$

注: $D = Q_0 / q_0$

$$D_1 = \frac{(\xi_{r1} - \xi_a) \cdot D}{(\xi_{r1} - \xi_a) + (\xi_{r2} - \xi_a)}$$

$$D_2 = \frac{(\xi_{r2} - \xi_a) \cdot D}{(\xi_{r1} - \xi_a) + (\xi_{r2} - \xi_a)}; D_1 (h''_3 - h'_3) \approx Q_{g2}$$

双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的热力系数为

$$\zeta = \frac{Q_0}{Q_{g1} + Q_{g2}} \quad (2.6-3)$$

考核双效溴化锂吸收式冷水机组的运行经济指标, 使用多的是热源单耗(蒸汽单耗或热水单耗)。其定义是机组制取单位制冷量时所消耗的热源量。

$$\text{热源单耗} = \frac{G_h}{Q_0} \quad (2.6-4)$$

式中 G_h ——热源耗量, kg/h。

双效机组的热力系数 $\zeta > 1$, 蒸汽单耗为 1.38kg/(kW·h) 左右。

试验证明: 尽可能增大高、低压发生器的放气范围, 是提高机组热力系数 ζ 的有效途径。为此, 操作运转中应注意对送往高、低压发生器溶液循环量的调节。

2. 两级溴化锂吸收式冷水机组的工作循环

两级溴化锂吸收式冷水机组是一种利用低势热源的设备。所谓低势热源, 是指 70~80℃ 的中温水等。

该机组的热力系数约为单效机组的 55% (单效机组热力系数约为 0.7), 冷却水量为其两倍, 故经济性较低, 但在有废热、余热场合有一定的使用前景。其工作循环见图 2.6-11。

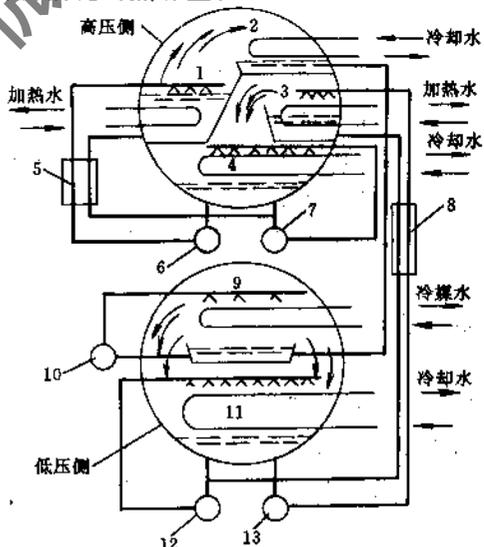


图 2.6-11 两级溴化锂吸收式冷水机组工作循环图

- 1—高压发生器; 2—冷凝器; 3—低压发生器;
- 4—高压吸收器; 5—高温溶液热交换器; 6—发生器泵 (I); 7—吸收器泵 (I); 8—低温溶液热交换器; 9—蒸发器; 10—蒸发器泵 (冷剂泵);
- 11—低压吸收器; 12—吸收器泵 (II);
- 13—发生器泵 (II)

两级机组由高压发生器、低压发生器、高压吸收器、低压吸收器、蒸发器、冷凝器、高温与低温溶液热交换器,以及发生器泵、吸收器泵(溶液泵)与蒸发器泵(冷剂泵)等部件组成。

由高压发生器、冷凝器、低压发生器、高压吸收器等组成上筒体,并由隔板分隔为高压与中压两部分;蒸发器与低压吸收器组成下筒体,称低压部分。

双级机组与单效机组相比:多一只高压发生器、一只高压吸收器以及一只溶液热交换器。

双级机组与双效机组相比:多一只高压吸收器。

图 2.6-12 为两级机组工作循环的 $h-\xi$ 图。图中有高压、中压和低压三条压力线,将循环分成高压部分和低压部分。有四条浓度线,高压部分为 ξ_{1a} 、 ξ_{2a} , 低压部分为 ξ_1 、 ξ_2 , 且存在

$$\xi_1 > \xi_2 > \xi_{1a} > \xi_{2a}$$

其工作循环过程为:

6-2 过程:低压吸收器中的吸收过程,吸收終了为点 2 状态、 ξ_2 的稀溶液。

2-7 过程:稀溶液在低温热交换器中的升温过程。

7-5-4 过程:低压发生器中的发生过程。

7-5 预热到饱和温度,5-4 发生冷剂蒸汽,发生終了为点 4 状态、 ξ_1 的浓溶液。

4-8 过程:浓溶液在低温热交换器中的降温过程。

6a-2a 过程:高压吸收器中的吸收过程,吸收低压发生器发生的冷剂蒸汽,吸收終了为点 2a 状态、 ξ_{2a} 的稀溶液。

2a-7a 过程:稀溶液在高温热交换器中的升温过程。

7a-5a-4a 过程:高压发生器中的发生过程,7a-5a 预热到饱和状态,5a-4a 发生冷剂蒸汽,发生終了为点 4a 状态、 ξ_{1a} 的浓溶液。

4a-8a 过程:浓溶液在高温热交换器中的降温过程。

其他过程与单效机组相同。

在两级溴化锂吸收式冷水机组中,加热源并联流入高压与低压发生器,冷却水并联流入高、低压吸收器与冷凝器,这种提高加热源温度与降低冷却水温度的作法,对提高机组热效率有十分重要的意义。

2.6.3 双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的总体布置和主要部件结构型式

1. 双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的总体布置及其特点

双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组(简称双效机组),是在单效机组的基础上发展起来的。其部件组成是在单效机组上增加一个高压发生器、高温热交换器和凝水换热器,便构成了双效机组。

双效机组的溶液循环方式主要分为串联、并联和串并联流程。

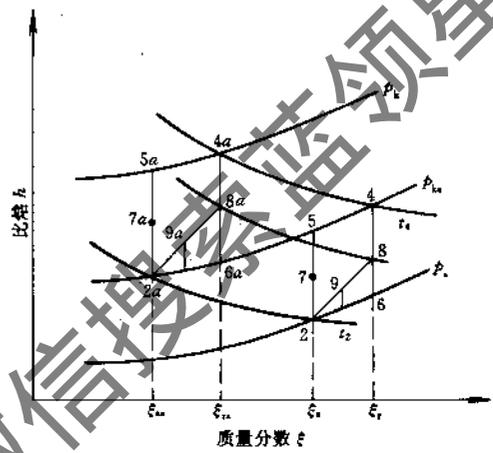


图 2.6-12 两级机组工作循环的 $h-\xi$ 图

双效机组的筒体布置方式有二筒型和三筒型两种主要型式。

(1) 双效机组中二筒型和三筒型的布置方式 见表 2.6-8

二筒型双效机组由高压发生器和由低压发生器、冷凝器、蒸发器、吸收器组成的主筒体所组成，一般上下布置。为降低机组总高度，也有将高压发生器置于主筒体左上侧。

三筒型双效机组的高压发生器与低压发生器—冷凝器筒体并列放在蒸发器—吸收器筒体上。中、小型机组适宜采用二筒型。

(2) 双效机组中二筒型和三筒型的产品型式

结合产品示例，介绍 SXZ8-230D 二筒型双效机组与 SXZ-175D 三筒型双效机组的主要特点、流程和技术参数，见表 2.6-9。

双效机组二筒型和三筒型布置方式

表 2.6-8

筒体型式	二筒型 式	三筒型 式
布置方式		

图 2.6-13 二筒型双效机组布置方式

A—吸收器；C—冷凝器；E—蒸发器；
HG、LG—高、低压发生器

图 2.6-14 三筒型双效机组布置方式

A—吸收器；C—冷凝器；E—蒸发器；
HG、LG—高、低压发生器

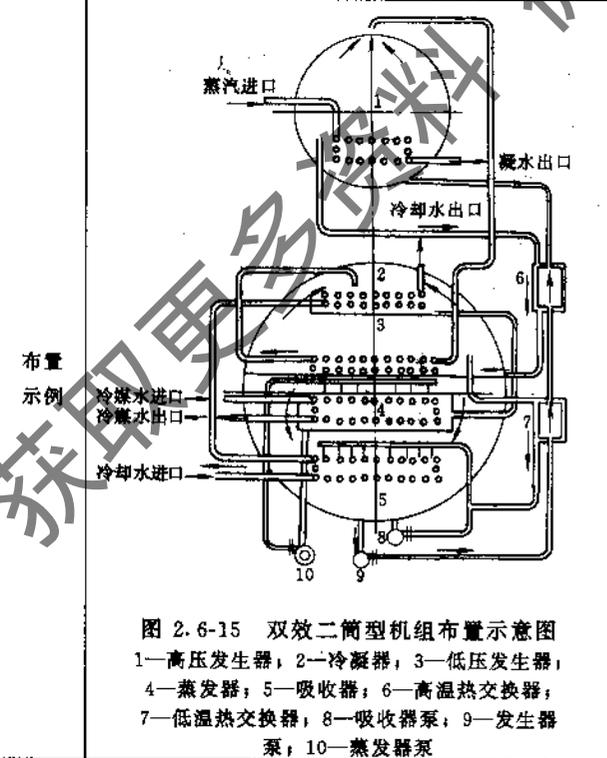


图 2.6-15 双效二筒型机组布置示意图

1—高压发生器；2—冷凝器；3—低压发生器；
4—蒸发器；5—吸收器；6—高温热交换器；
7—低温热交换器；8—吸收器泵；9—发生器
泵；10—蒸发器泵

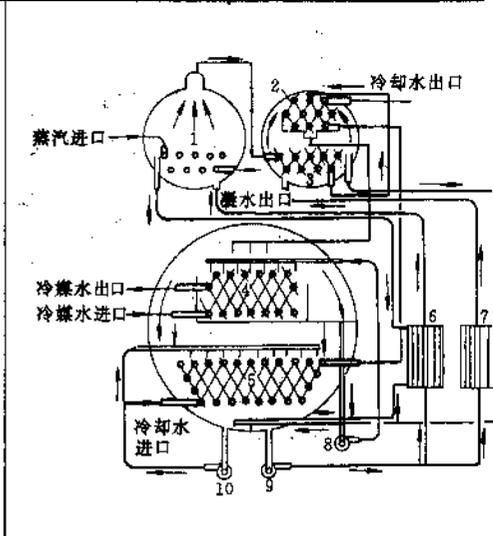


图 2.6-16 双效三筒型机组布置示意图

1—高压发生器；2—冷凝器；3—低压发生器；
4—蒸发器；5—吸收器；6—高温热交换器；
7—低温热交换器；8—蒸发器泵；9—发生器
泵；10—吸收器泵

双效机组中二筒型和三筒型的产品形式

表 2.6-9

产品型号	SXZ8-230D (二筒型式)		SXZ-175D (三筒型式)	
型式特点				
主要技术参数	冷媒水出口温度	7℃	7℃	
	冷却水出口温度	32℃	32℃	
	加热蒸汽气压	0.8MPa	0.6MPa	
	制冷量	2300kW	1750kW	
筒体布置方式	图 2.6-13c) 布置方式		图 2.6-14c) 布置方式	
机组流程	<p>机组流程见图 2.6-17。 溶液泵 6 排出稀溶液经低温热交换器 9、凝水换热器 10 和高温热交换器 11, 升温后进入高压发生器 12。浓溶液经高温热交换器 11 温度降低, 进入低压发生器 2 水盘左侧, 被管内加热蒸汽加热后而闪蒸, 再度被浓缩。溶液泵 7 排出稀溶液分二路, 一路去引射器 8, 另一路经低温热交换器 9 升温后进入水盘右侧沉浸式低压发生器 2, 发生后浓溶液与上述浓溶液在水盘中混合后, 进入低温热交换器 9, 通过引射器 8 进入吸收器 4 喷淋。</p>		<p>机组流程见图 2.6-50。 溶液泵 8 排出的稀溶液分二路去高压发生器 1 和低压发生器 3, 浓缩后的浓溶液分别经高、低温热交换器 11 和 5, 直接进入左、右吸收器 9, 由淋板把浓溶液均匀地喷淋在传热管簇上。淋板为重力型, 便于从管板端抽出检修或更换。采用溶液直接喷淋, 屏蔽泵功率减少, 故溶液泵 8 和制冷剂泵 7 均为 PN 型屏蔽泵。蒸发器 10 的制冷剂水由水盘汇集后, 流入液囊的右底脚, 增大了蓄水量, 利于机组变工况运行。冷却水由一总管分成三路, 后汇集成总管排出。</p>	

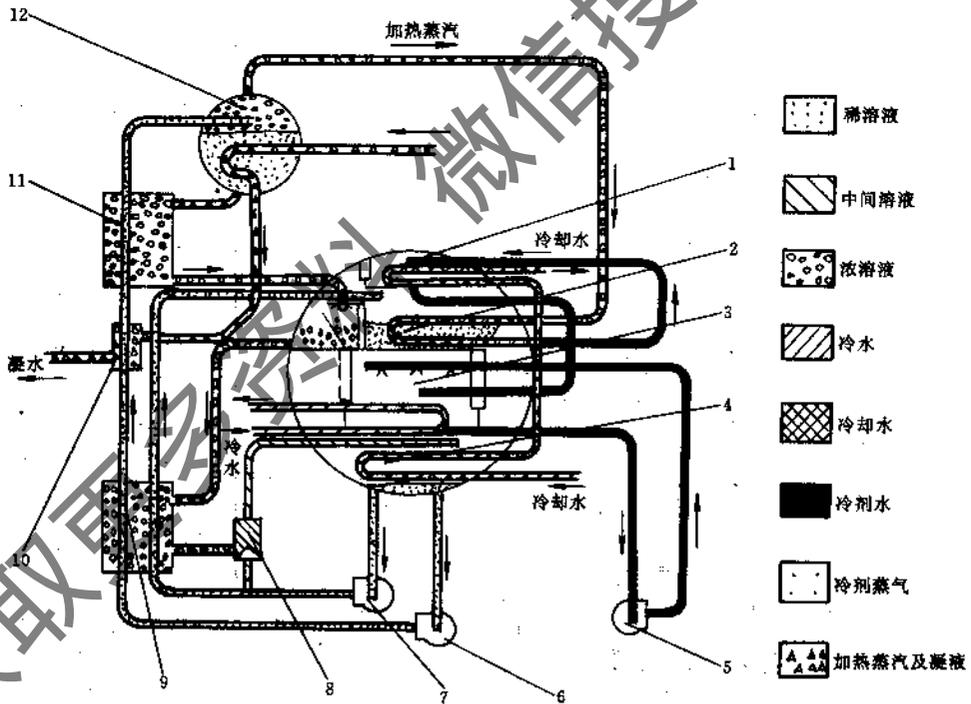


图 2.6-17 SXZ8-230D 二筒型双效机组流程图

1—冷凝器; 2—低压发生器; 3—蒸发器; 4—吸收器; 5—制冷剂泵; 6—溶液泵 (I); 7—溶液泵 (II);
 8—引射器; 9—低温热交换器; 10—凝水换热器; 11—高温热交换器; 12—高压发生器

2. 双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组主要部件的结构型式
 在此介绍双效机组的主要部件结构见表 2.6-10。

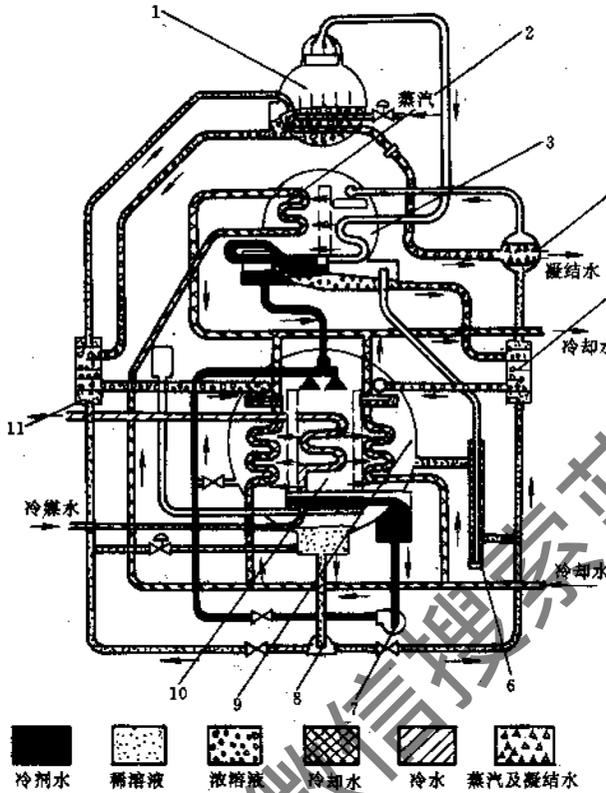


图 2.6-18 SXZ6-175D 双效机组流程图

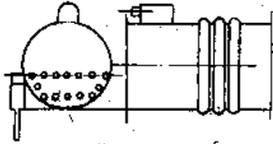
- 1—高压发生器；2—冷凝器；3—低压发生器；4—凝水换热器；5—低温热交换器；6—自动溶晶管；
7—制冷剂泵；8—溶液泵；9—吸收器；10—蒸发器；11—高温热交换器

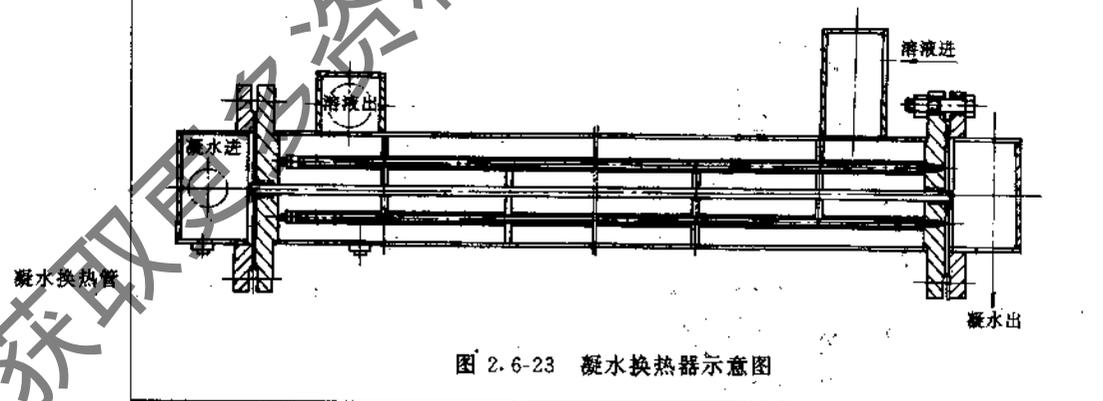
双效机组的主要部件结构

表 2.6-10

部件名称	结构型式	特点与作用
高压发生器	<p>图 2.6-19 高压发生器示意图</p> <p>1—筒体；2—汽罩；3—挡液板；4—平衡孔；5—探棒式液位传感器；6—液囊；7—堰板；8—出液孔</p>	<p>工作蒸汽表压：0.25~0.8MPa 饱和温度：138~175℃ 壳程制冷剂蒸汽压力：80~95kPa 作用：浓缩稀溶液，产生用作低压发生器热源的制冷剂蒸汽</p>
换热器型式	卧式壳管式	
筒体	碳钢钢板	
传热管	镍铜光管或高效管	
传热管与管板连接	胀接法	
折流板上管孔处	镶嵌铜套	防止与管子磨损

续表

部件名称	结构型式	特点与作用
膨胀节	 <p>图 2.6-20 膨胀节结构示意图</p>	<p>由于传热管线胀系数大于筒体,膨胀节结构的伸缩性补偿了筒体难以伸长部分,降低传热管所受压应力,消除了管子弯曲变形现象</p>
高压发生器	 <p>图 2.6-21 浮头结构示意图</p>	<p>浮动管板、浮头室及下面的滑动棒组成可自由滑动的浮动封头,使管子在受热时可自由伸长,消除了温差热应力,管子与管板间一旦泄漏,检修很不方便</p>
U形管型式	 <p>图 2.6-22 U形管型式示意图</p>	<p>传热管进口、出口两端均胀接在同一管板上,受热时可自由伸长,不受筒体约束</p>
液囊	<p>设置在高压发生器出口,内设堰板(隔板)</p>	<p>维持容器内溶液一定的液位</p>
汽包	<p>设置在浓溶液出口侧的顶部,汽包内有挡液板,水平安装,常用双折人字形挡液板型式</p>	<p>分离夹带在制冷剂蒸汽中的溶液液滴</p>



特点:是一种壳管式换热器。截面形状大多是圆形,也有长方形的。
 作用:其传热管内走蒸汽凝水,管外(壳程)流稀溶液。由于高压发生器排出的蒸汽凝水有较高的温度,为了回收这部分热量,故采用凝水换热器(或称凝水回热器),加热稀溶液进入低压发生器内闪蒸(三筒型双效机组)

2.6.4 蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的产品型式及生产厂家

1. 蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组分类型式及部分生产厂家

(1) 蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组分类型式见表 2.6-11

中央空调用蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组分类型式

表 2.6-11

产品型式		单效蒸汽型机组	双效蒸汽型机组
特性及部件			
产品系列型号		XZ 系列	SXZ 系列
工质对	制冷剂	水	水
	吸收剂	溴化锂溶液 (浓度 50%)	溴化锂溶液 (浓度 50%)
机组加热源	热工质	蒸汽	蒸汽
	蒸汽表压 (MPa)	0.1	0.4、0.6
	饱和温度 (°C)	80~140	138~175
机组设计工况	冷媒水出口温度 (°C)	7	10、7
	冷却水进口温度 (°C)	32	32
单机制冷量范围 (kW)		170~7000	170~7000
蒸汽单耗 [kg/(kW·h)]		2.58	1.38
热力系数 ϵ		0.7	≥ 1.0
换热设备布置方式		单筒型、双筒型	双筒型、三筒型
高压发生器型式			卧式壳管式
低压发生器型式			
蒸发器型式		卧式壳管式	
冷凝器型式			卧式壳管式
节流机构		U 形管或孔板节流装置	U 形管或孔板节流装置

(2) 蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组部分生产厂家名录见表 2.6-12。

中央空调用蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组部分生产厂家名录

表 2.6-12

序号	生产厂家(公司)名称	产品型号	主要规格	生产厂家(公司)地址
1)	江苏双良特灵溴化锂制冷机有限公司	SXZ4-23D~SXZ4-465D 系列 (双效型、单冷式)	单机冷量: 230~4650kW 工作蒸汽压力 (表压): 0.04MPa 工质对: 水-溴化锂	江苏省江阴市利港镇
		SXZ6-23D~SXZ6-523D 系列 (双效型、单冷式)	单机冷量: 230~5230kW 工作蒸汽压力 (表压): 0.6MPa 工质对: 水-溴化锂	
		SXZ8-58D~SXZ8-465D 系列 (双效型、单冷式)	单机冷量: 580~4650kW 工作蒸汽压力 (表压): 0.8MPa 工质对: 水-溴化锂	
2)	四川希望集团深蓝空调制造有限公司	SXZ-35L.M.H.~SXZ-350L.M.H. 系列 (双效型、单冷式)	单机冷量: 350~4100kW 工作蒸汽压力 (表压): 0.25MPa、0.40MPa、 0.60MPa。 工质对: 水-溴化锂	四川省 成都市机场路 181 号或成都市一环路南三段 15 号华侨大厦 12F
		RXZ-23Z~RXZ-175 系列 (热水型)	单相冷量: 230~1750kW 工质对: 水-溴化锂	

续表

序号	生产厂家(公司)名称	产品型号	主要规格	生产厂家(公司)地址
3)	大连三洋制冷有限公司	SCC-11~SCC-82系列(双效型、单冷式)	单机冷量: 281~4220kW 工作蒸汽压力(表压): 0.6MPa 工质对:水-溴化锂	大连市经济技术开发区31号区
		NCC-11~NCC-82系列(双效型、单冷式)	单机冷量: 352~5270kW 工作蒸汽压力(表压): 0.8MPa 工质对:水-溴化锂	
4)	上海一冷开利空调设备有限公司	16JT810~16JT880、 16JT080-16JT150L系列(双效型、单冷式)	单机冷量: 352~5980kW 工作蒸汽压力(表压): 0.8MPa 工质对:水-溴化锂	上海市浦东源深路1099号
		16JT610~16JT680、 16JT6080~16JT6150L系列(双效型、单冷式)	单机冷量: 352~5815kW 工作蒸汽压力(表压): 0.6MPa 工质对:水-溴化锂	
		16JT416~16JT473、 16JT4080~16JT4120L系列(双效型、单冷式)	单机冷量: 430~4220kW 工作蒸汽压力(表压): 0.4MPa 工质对:水-溴化锂	
5)	顺德市广容空调实业有限公司	SXZ6-35D~SXZ6-465D、 SXZ4-35Z~SXZ4-465Z、 SXZ2.5-35G~SXZ2.5-465G系列(双效型、单冷式)	单机冷量: 350~4650kW 工作蒸汽压力(表压): 0.6MPa、0.4MPa、0.25MPa 冷水出口温度:7℃、10℃、13℃ 工质对:水-溴化锂	广东省顺德市容奇成业路39号
		SXZ4-35D~SXZ4-410D系列(双效型、单冷式)	单机冷量: 350~4100kW 工作蒸汽压力(表压): 0.4MPa 冷水出口温度:7℃ 工质对:水-溴化锂	
6)	河南开通制冷空调集团公司	SXZ6-24D~SXZ6-410D系列(双效型、单冷式)	单机冷量: 240~4100kW 工作蒸汽压力(表压): 0.6MPa	河南省开封市大梁路168号
		SXZ4-24Z~SXZ4-410Z系列(双效型、单冷式)	单机冷量: 240~4100kW 工作蒸汽压力(表压): 0.4MPa	
		SXZ2.5-24G~SXZ2.5-410G系列(双效型、单冷式)	单机冷量: 240~4100kW 工作蒸汽压力(表压): 0.25MPa	

2. 国内部分生产厂家的蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组产品选型资料介绍

(1) 江苏双良特灵溴化锂制冷机有限公司

SXZ4系列, 单机制冷量 230~4650 kW

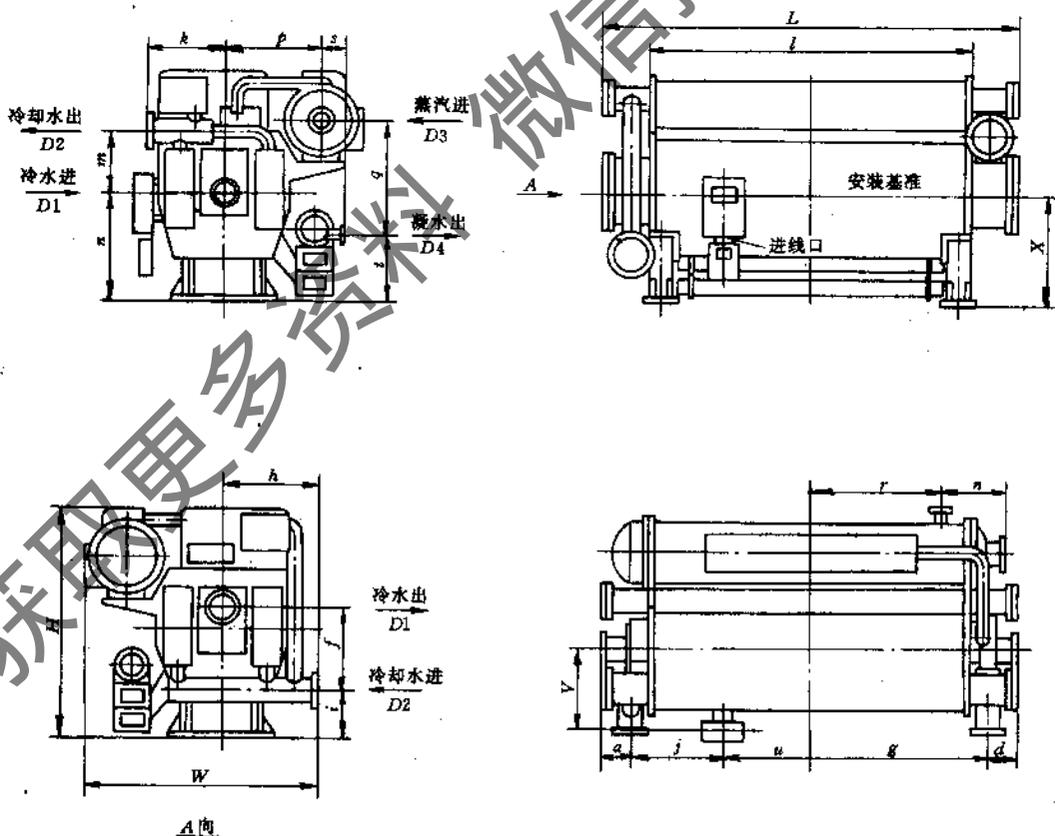
SXZ6 系列, 单机制冷量 230~5230 kW

SXZ8 系列, 单机制冷量 580~4650 kW

SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列产品选型资料目录表 (江苏双良特灵)

表 2.6-13

产品名称	产品型号	产品选型资料目录	图(表)号	产品名称	产品型号	产品选型资料目录	图(表)号
双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组	SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列	a) SXZ8 系列机组技术性能表	表 2.6-14	双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组	SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列	l) 机组水系统配管图及设计要点	图 2.6-50
		b) SXZ6 系列机组技术性能表	表 2.6-15			m) 贮液罐尺寸图	图 2.6-51
		c) SXZ4 系列机组技术性能表	表 2.6-16			n) 机组控制系统图	图 2.6-52
		d) 部分机组外形尺寸图	图 2.6-43			o) 外部联动及控制信号配线图	图 2.6-53
		e) 部分机组外形尺寸图	图 2.6-44			p) 手动机组控制流程图	图 2.6-54
		f) 外形及接管尺寸表	表 2.6-17			q) 手动机组电气原理图	图 2.6-55
		g) 机组性能曲线(一)	图 2.6-45			r) 机房电气系统配置示意图	图 2.6-56
		h) 机组性能曲线(二)	图 2.6-46			s) 补水、冷却水水质基本要求	表 2.6-18
		i) 机组性能曲线(三)	图 2.6-47			t) 溴化锂溶液技术要求	表 2.6-19
		j) 机组安装基础图	图 2.6-48			u) 成套供货范围表	表 2.6-20
		k) 机组保温保冷图及要点	图 2.6-49				



A 图

图 2.6-43 SXZ8-58D/70D/116D~465D
 SXZ6-47D/58D/105D~523D 双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组外形尺寸图 (见表 2.6-17)
 SXZ4-35D/47D/93D~465D

表 2.6-14

SXZ8 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组技术性能表

型 号	SXZ8															
	58D	70D	81D	93D	105D	116D	145D	174D	204D	233D	262D	291D	349D	407D	465D	
制 冷	量															
	kW															
10 ³ kcal/h																
进 出 口 温 度	°C															
	12→7															
流 量	m ³ /h															
	MPa															
压 力 降	mm															
	接 管 直 径 (DN)															
进 出 口 温 度	°C															
	32→38															
流 量	m ³ /h															
	MPa															
压 力 降	mm															
	接 管 直 径 (DN)															
耗 电 量	kg/h															
	°C															
凝 水 温 度	MPa															
	mm															
汽 管 直 径 (DN)	mm															
	mm															
电 源	3×380V-50Hz															
	A															
总 电 流	kW															
	kW															
功 率 容 量	mm															
	mm															
溶 液 泵	mm															
	mm															
冷 剂 泵	mm															
	mm															
真 空 泵	mm															
	mm															
长 度	mm															
	mm															
宽 度	mm															
	mm															
高 度	mm															
	mm															
溶 液 量 (浓 度 为 50%)	mm															
	mm															
运 行 重 量	mm															
	mm															
运 输 重 量	mm															
	mm															

注: 1. 技术参数表中各外部条件... 蒸汽、冷水、冷却水均为名义工况值, 实际运行时可适当调整。
 2. 蒸汽压力 0.8MPa(表), 冷水允许出口温度降低 5°C, 冷却水允许进口温度最低 18°C。
 3. 制冷剂调节范围为 20~100%, 冷水和冷却水流量调节范围为 60~120%。
 4. 冷水、冷却水侧污垢系数 0.086m²K/kw(0.0001m²·h·°C/kcal)。
 5. 冷水、冷却水室最高承压 0.8MPa。
 6. 机组运输架高度为 1800mm, 自 SXZ8-262D 及其以上的运输架为下沉式, 运输架高度增加 60mm。
 7. 如机组在本公司进行测试, 则机体内有溶液的重量约为注入重量的 60%。

表 2.6-15

SXZ6 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组技术性能表

型 号	12→7																				
	SXZ6	23D	35D	47D	58D	70D	81D	93D	105D	116D	145D	174D	204D	233D	262D	291D	349D	407D	465D	523D	
制 冷 量	kW	230	350	470	580	700	810	930	1050	1160	1450	1740	2040	2330	2620	2910	3490	4070	4650	5230	
	10 ³ kcal/h	20	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	
进 出 口 温 度	℃	12→7																			
流 量	m ³ /h	40	60	80	100	120	140	160	180	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	
压 力 降	MPa	0.06	0.06	0.08	0.08	0.11	0.1	0.1	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08	0.1	0.1	0.1	0.07	0.07	
接 管 直 径 (DN)	mm	80	100	125	125	125	120	150	150	200	200	200	250	250	250	300	300	300	350	400	
进 出 口 温 度	℃	32→38																			
流 量	m ³ /h	62	93	124	155	186	217	248	279	310	388	465	543	620	698	775	930	1085	1240	1395	
压 力 降	MPa	0.09	0.09	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.09	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.11	0.11	0.13	0.13	
接 管 直 径 (DN)	mm	100	125	150	150	150	150	200	200	200	250	250	300	300	300	350	350	400	400	450	
耗 量	kg/h	302	453	604	755	906	1057	1208	1359	1510	1888	2265	2643	3020	3398	3775	4530	5285	6040	6795	
进 出 口 温 度	℃	≤90																			
凝 水 温 度	℃	≤60.05																			
凝 水 管 压	MPa																				
汽 管 直 径 (DN)	mm	40	50	50	65	65	65	80	80	80	80	100	100	125	125	125	150	150	150	150	
凝 水 管 直 径 (DN)	mm	25	25	25	25	25	25	40	40	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50	
电 源		380V-50Hz																			
总 电 流	A	12	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	19.6	19.6	19.6	34.3	35.9	36.4	36.4	36.4	36.4	36.4	66.8	66.8	
功 率 容 量	kW	2.75	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	5.75	5.75	5.75	9.05	9.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	20.1	20.1	
溶 液 泵		1-1	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	2-2	3-3	3-3	3-3	5-5	5-5	7-5	7-5	7-5	7-5	7-5	15	15	
冷 剂 泵		1-1	1-1	1-1	1-1	1-1	1-1	1-1	2-2	2-2	2-2	3-3	3-3	3-3	3-3	3-3	3-3	3-3	4-4	4-4	
真 空 泵		0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
长 度	mm	3100	3150	3700	3730	3830	4330	4400	4800	4800	4800	5880	5880	5880	6400	6500	6560	7390	7450	8250	
宽 度	mm	1860	2010	1950	2050	2225	2225	2225	2450	2430	2650	2700	2750	2850	3120	3030	3235	3240	3415	3415	
高 度	mm	2000	2150	2227	2270	2335	2335	2460	2340	2475	2655	2910	2920	3230	3369	3345	3385	3780	3890	3890	
溶 液 量 (浓 度 为 50%)	t	1	1.2	1.3	1.6	1.8	2.7	3	3.2	3.5	4.1	4.9	5.8	6.8	7.2	7.5	8.6	10	12.8	15.5	
运 行 重 量		5.8	7.2	8.4	10.2	11.2	12.9	14.2	17	18.9	20.3	25	26.3	33.4	38.8	43.2	47.6	52.4	59.5	64.3	
运 输 重 量		4.4	5.5	6.5	7.8	8.5	9.2	10	12.5	14	16	18	20.5	24	28.3	32	35	39	42	43.8	

注: 1. 技术参数字表中各外部条件——蒸汽、冷水、冷却水均为名义工况值, 实际运行时可适当调整。
 2. 蒸汽压力 0.6MPa(表), 冷水允许出口温度最低 5℃, 冷却水允许进口温度最低 18℃。
 3. 制冷剂调节范围为 20~100%, 冷水和冷却水流量调节范围为 60~120%。
 4. 冷水、冷却水侧污垢系数 0.086m²/kw(0.0001m²·h·°C/kcal)。
 5. 冷水、冷却水室最高承压 0.8MPa。
 6. 机组运输架高度为 180mm。自 SXZ6-233D 及其以上的运输架为下沉式, 运输高度增加 60mm。
 7. 如机组在本公司进行测试, 则机内保有溶液的重量约为注入重量的 60%。

SXZ4系列双效蒸汽型氯化锂吸收式冷水机组技术性能表

表 2.6-16

型 号	SXZ4—																	
	23D	35D	47D	58D	70D	81D	93D	105D	116D	145D	174D	204D	233D	262D	291D	349D	407D	465D
制 冷 量	230	350	470	580	700	810	930	1050	1160	1450	1740	2040	2330	2620	2910	3490	4070	4650
	10kcal/h																	
进出口温度	12→7																	
流 量	40	60	80	100	120	140	160	180	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
压 力 降	0.03	0.05	0.05	0.08	0.07	0.07	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.11	0.07
接管直径(DN)	100	125	125	150	125	150	150	150	200	200	250	250	250	300	300	300	350	350
进出口温度	32→38																	
流 量	64	96	128	160	192	224	256	288	320	400	480	560	640	720	800	960	1120	1280
压 力 降	0.04	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09	0.06	0.07	0.06	0.05	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13
接管直径(DN)	125	150	150	150	150	200	200	200	250	250	300	300	350	350	350	400	400	400
耗 量	320	480	645	805	965	1130	1290	1450	1610	2015	2415	2820	3220	3625	4030	4835	5640	6450
凝水温度	≤85																	
凝水背压	≤0.05																	
汽管直径(DN)	50	50	65	65	65	65	80	80	80	80	100	100	125	125	125	150	150	150
凝水管直径(DN)	25	25	25	25	25	25	40	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50
电 源	3φ-380V-50Hz																	
总 电 流	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	19.6	19.6	19.6	34.3	35.9	36.4	36.4	36.4	36.4	44.4	44.4	44.4
功 率 容 量	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	5.75	5.75	5.75	9.05	9.6	11.6	11.6	11.6	11.6	14.1	14.1	14.1
溶 液 泵	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3	3	3	5.5	5.5	7.5	7.5	7.5	7.5	9	9	9
冷 剂 泵	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2	3	3	3	3	3	3	4	4	4
真 空 泵	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
长 度	3150	3700	3730	3830	4330	4400	4800	4800	4800	5880	5880	5820	6500	6560	6560	7390	8590	8650
宽 度	2010	1950	2050	2225	2225	2225	2430	2430	2590	2700	2750	2850	3030	3235	3235	3240	3240	3415
高 度	2150	2227	2270	2335	2335	2460	2475	2475	2865	2910	2920	3230	3345	3385	3385	3780	3780	3890
溶 液 量(浓度为50%)	1.2	1.3	1.6	1.8	2.7	3	3.5	3.5	4.1	4.9	5.8	6.8	7.5	8.6	8.6	10	13	15
运 行 重 量	7.2	8.4	10.2	11.2	12.9	14.2	18.9	18.9	20.9	23.1	24.3	33.4	42.8	47.6	47.6	53.4	60.5	67
运 输 重 量	5.5	6.5	7.8	8.5	9.2	10	14	14	16	18	20.5	24	32	35	35	39	43	47

注: 1. 技术参数表中各外部条件——蒸汽、冷水、冷却水均为名义工况值, 实际运行时可适当调整。
 2. 蒸汽压力 0.4MPa(表), 冷水允许出口温度最低 5℃, 冷却水允许进口温度最低 18℃。
 3. 制冷量调节范围为 20~100%, 冷水和冷却水流量调节范围为 60~120%。
 4. 冷水、冷却水侧污垢系数 0.086m²K/kw(0.0001m²·h·°C/kcal)。
 5. 冷水、冷却水室最高承压 0.8MPa。
 6. 机组运输高度为 180mm, 自 SXZ4-204D 及以上运输重量约为注入重量的 60%。
 7. 如机组在本公司进行测试, 测试机内所有溶液重量约为注入重量的 60%。

表 2.6-17

图 2.6-43 和图 2.6-44 所示机组外形尺寸表

机 组	SXZ8-	—	58D	79D	81D	93D	105D	116D	145D	174D	204D	233D	262D	291D	349D	407D	465D	—	—	—	
	SXZ6-	23D	35D	47D	58D	70D	81D	93D	105D	116D	145D	174D	204D	233D	262D	291D	349D	407D	—	465D	523D
	SXZ4-	—	23D	35D	47D	58D	70D	81D	93D/ 105D	116D	145D	174D	204D	—	233D	262D/ 291D	349D	407D	465D	—	—
机 组	L	3100	3150	3700	3730	3830	3830	3400	4800	4800	5380	5880	5820	6400	6500	6560	7390	8590	8650	7450	8250
	W	1860	2010	1950	2050	2225	2225	2225	2450	2430	2700	2750	2850	3120	3030	3235	3240	3240	3415	3415	3415
	H	2000	2150	2227	2270	2335	2335	2460	2440	2475	2655	2910	2920	3230	3369	3385	3780	3780	3890	3890	3890
冷 水	I	2600	2600	3200	3200	3200	3700	3200	4200	4200	4600	5000	5000	5600	5600	5600	6300	7500	7500	6300	7100
	a	1535	1560	1850	1860	1900	2150	2200	2400	2375	2380	2600	2940	2900	3200	3250	3280	4230	43000	3700	4100
	b	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
冷 水	c	825	830	875	840	875	875	884	975	1045	993	1175	1195	1325	1285	1288	1413	1413	1608	1608	1608
	a	1535	1560	1850	1860	1900	2150	2200	2400	2375	2380	2600	2880	2900	3200	3250	3280	4230	4300	3700	4100
	e	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
冷 水	f	1250	1375	1421	1390	1350	1350	1430	1425	1505	1557	1725	1745	1860	1975	1935	1988	2213	2388	2388	2388
	DI	80	100	125	125	125	125	150	150	150	200	200	250	250	250	300	300	300	350	350	400
	g	1435	1460	1710	1710	1780	2030	2050	2240	2240	2240	2500	2700	2700	3000	3000	3020	4016	4015	3415	3815
冷 却 水	h	600	615	645	695	750	750	780	840	860	900	985	1180	1045	1070	1130	1235	1400	1530	1530	1530
	i	530	500	500	520	500	500	500	570	600	600	600	600	600	650	700	700	640	700	700	700
	g	1435	1460	1710	1710	1780	2030	2050	2240	2240	2240	2500	2750	2720	3000	3000	3020	4070	4070	3470	3870
冷 却 水	k	250	250	640	685	250	250	250	800	800	880	1000	1000	1000	1000	1040	1150	1180	1485	1485	1485
	m	1820	2029	1643	1650	2044	2044	2165	1735	1847	1940	2130	2140	2350	2425	2382	2465	2786	2811	2811	2811
	D2	100	125	150	150	150	150	200	200	200	250	250	300	300	300	350	350	400	400	400	450

续表

蒸 汽	n	1500	1505	1805	1850	1835	2085	2070	2240	2335	2366	2566	2766	2850	3080	3095	3110	3460	4060	4060	3460	3860
	p	835	840	800	850	925	925	925	1020	1040	1100	1150	1170	1250	1360	1290	1420	1315	1240	1315	1240	1240
	q	1460	1593	1677	1700	1755	1755	1876	1760	1875	2025	2260	2270	2500	2530	2640	2660	2960	3090	2960	3090	3090
	D3	40	50	50	65	65	65	65	80	80	80	100	100	125	125	125	125	150	150	150	150	150
凝 水	r	1190	1190	1510	1510	1490	1770	1750	1865	2090	2010	2150	2345	2350	2510	2670	2510	2945	3545	3570	2970	3370
	s	1070	1128	1083	1100	1228	1205	1200	1300	1320	1435	1500	1499	1625	1750	1680	1835	1605	1620	1605	1620	1620
	t	370	374	384	408	464	464	530	500	525	595	645	645	678	678	678	745	752	752	802	802	802
	D4	25	25	25	25	25	25	25	40	40	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50
电 控 柜	u	950	950	1200	1200	1200	1450	1450	1700	1700	1900	2100	2100	2400	2400	2400	2750	3350	3350	2750	3150	3150
	v	700	700	550	600	700	700	700	840	800	980	1000	1050	1050	1050	1050	1300	1300	1300	1300	1330	1330
安 装 基 准	x	950	990	960	990	1050	1050	1020	1150	1200	1250	1400	1410	1400	1400	1510	1550	1500	1935	1935	1935	1935

*注: D1、D2、D3、D4 为 DN, 公称直径。

外形接管图说明

(1) 在安装基准高度两端管板上各有两小孔, 以此为基准机组水平应在 1/1000 以内。

(2) 在机组轴向任一侧应留出接管空间。

(3) 机组四周应留出最小作业空间(但应具备必要的吊装运输空间和高度。)

轴向 1.0m 上部 0.2m

电控柜侧 1.2m 其它 0.8m

(4) 以上内容仅供参考, 实际尺寸以送审图为准。

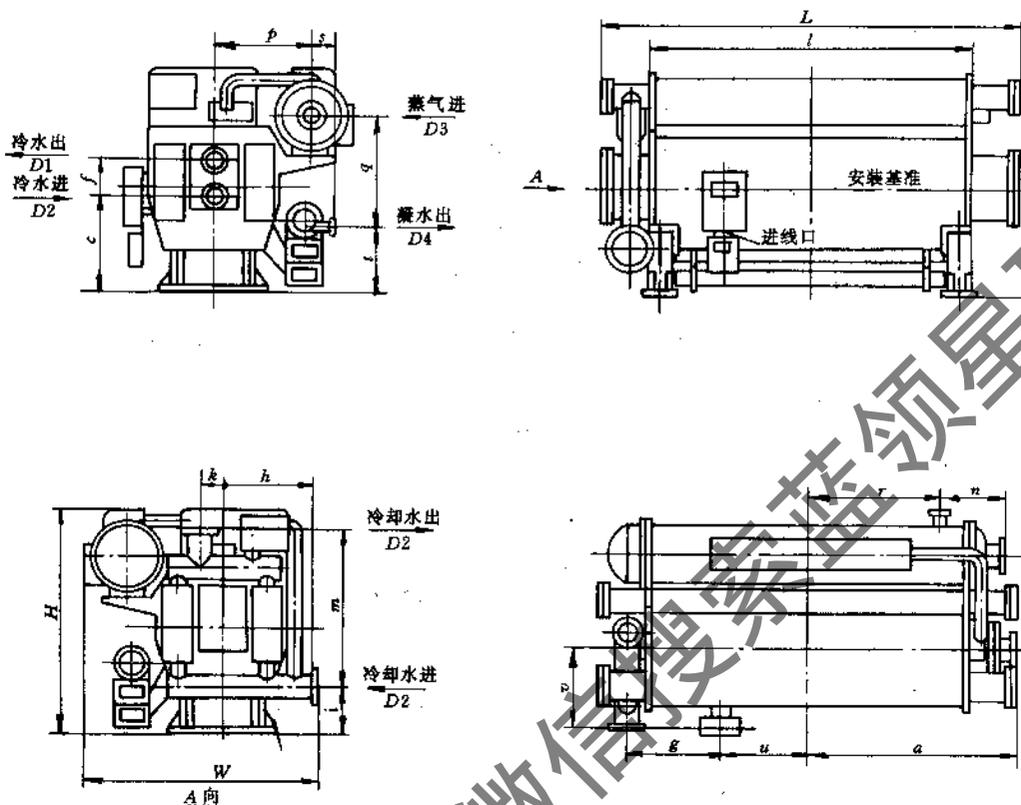
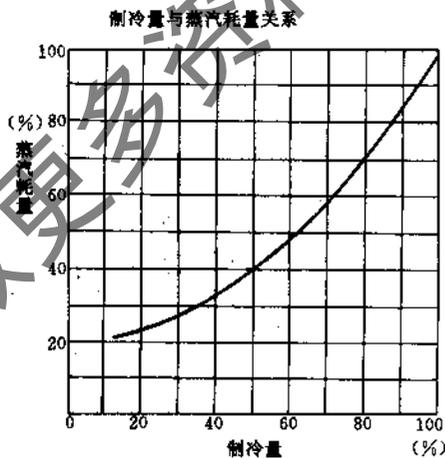


图 2.6-44 SXZ6-23D/35D/70D/81D/93D 双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组外形尺寸图 (见表 2.6-17)
SXZ4-23D/58D~81D

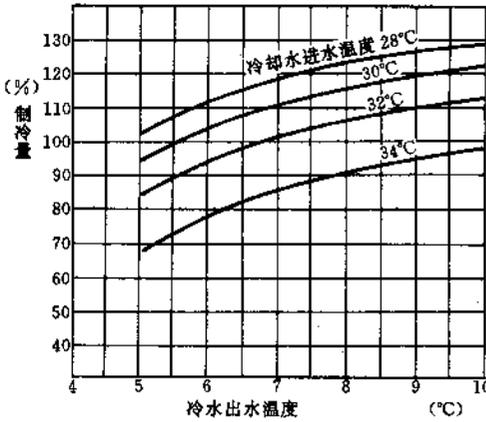


条件:

- 冷水出水温度 7℃
- 冷水流量 100%
- 冷却水进水温度 (随负荷呈线性变化)
- 100%负荷时 32℃
- 80%负荷时 30℃
- 60%负荷时 28℃
- 40%负荷时 26℃
- 20%负荷时 24℃
- 冷却水流量 100%
- 污垢系数 $0.086\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{kW}$

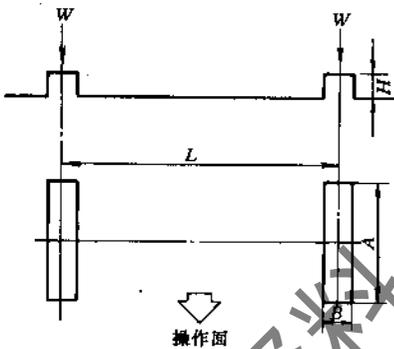
图 2.6-45 SXZ8、SX6、SXZ4 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组制冷量与蒸汽耗量关系性能曲线 (一)

制冷量与冷水出水温度、冷却水进水温度关系



条件:
 加热蒸汽压力 0.6MPa (表)
 冷水流量 100%
 冷却水流量 100%
 污垢系数 0.086m²·K/kW

图 2.6-46 SXZ6 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组制冷量与冷水出水温度、冷却水进水温度关系性能曲线 (二)



- 注:
1. 基础承重以静载荷计。
 2. W 为主机运行重量的一半值 (t)
 3. 机组四周需设排水沟, 其上宜铺铸铁孔板。
 4. 基础与机组接触部位的水平应在 2/1000 以内。
 5. 尺寸单位为 mm。

型号			A	B	H	L	W	
SXZ8-	SXZ6-	SXZ4-						
	23D	—	1200	440	100	2460	2.9	
	35D	23D	1400	440	100	2460	3.6	
	58D	47D	1400	440	100	3020	4.2	
	70D	58D	1400	440	100	3020	5.1	
	81D	70D	1400	440	100	3020	5.6	
	93D	81D	1400	440	100	3520	6.5	
	105D	93D	1400	440	100	3520	7.1	
	116D	105D	1500	440	100	4020	8.5	
	145D	116D	93D/105D	1580	440	100	4020	9.5
	174D	145D	116D	1600	440	100	4020	10.2
	204D	174D	145D	1680	440	100	4420	12.5
	233D	204D	174D	1800	440	100	4820	13.2
	262D	233D	204D	1780	440	100	4820	16.7
	291D	262D	—	1800	440	100	5380	19.4
	349D	291D	233D	1800	440	100	5380	21.6
	407D	349D	262D/291D	1980	440	100	5380	23.8
	465D	407D	349D	2200	500	100	6080	26.2
	—	—	407D	2200	500	100	7280	30.3
	—	—	465D	2300	500	100	7280	33.5
	—	465D	—	2300	500	100	6080	29.8
	—	523D	—	2300	500	100	6820	32.2

图 2.6-47 SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组安装基础尺寸图

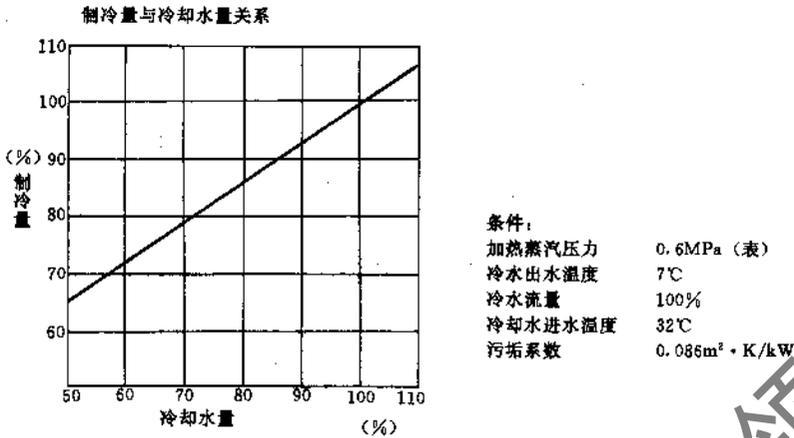
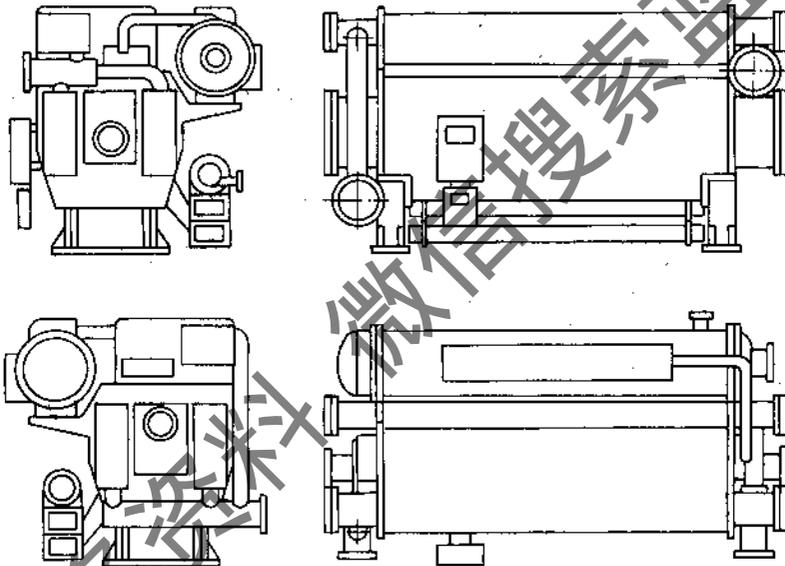


图 2.6-48 SXZ6 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组制冷量与冷却水量关系性能曲线 (三)



说明:

1. 保温部位: 高压发生器 (~160℃)、高温换热器 (~160℃)、低压发生器 (~90℃)、低温换热器 (~90℃) 和凝水换热器 (~90℃) 及其相关管道。
保冷部位: 蒸发器水囊、蒸发器水室、冷剂泵前后相关管道。
2. 保温材料: 超细玻璃纤维毡、石棉毡。
保冷材料: 聚乙烯泡沫塑料
3. 保温层厚度: 表面温度 160℃ 的部位保温材料厚度 70mm, 表面温度 90℃ 的部位 40mm。保冷部位温度 7℃, 保温材料厚度 30mm。
4. 保温保冷施工, 不宜在机组上施焊, 不应损伤电器线路, 不应遮盖视镜、测温管、门、排污塞等。
5. 保冷材料应具有不吸水性、不透气性, 接口处使用胶带封住。

机组型号			保温		保冷
SXZ8-	SXZ6-	SXZ4-	~160℃	~90℃	~70℃
—	23D	—	3.6	4.7	2.0
—	35D	23D	4.0	5.1	2.5
58D	47D	35D	4.4	5.3	3.0
70D	58D	47D	5.2	6.3	3.5
81D	70D	58D	6.0	7.1	3.5
93D	81D	70D	6.4	7.3	4.0
105D	93D	81D	6.8	7.8	4.0
116D	105D	—	7.6	8.9	4.5
145D	116D	93D/105D	8.0	9.5	5.0
174D	145D	116D	8.8	10.5	6.0
204D	174D	145D	10.4	12.6	6.5
233D	204D	174D	11.2	13.6	7.5
262D	233D	204D	12.0	14.7	8.5
291D	262D	—	13.2	15.7	9.0
349D	291G	233D	14.4	16.8	10.0
407D	349D	262D/291D	16.8	18.9	11.0
465D	407D	349D	18.4	20.0	12.0
—	—	407D	22.0	24.0	14.4
—	—	465D	24.0	26.5	16.8
—	465D	—	20.0	22.1	14.0
—	523D	—	21.6	24.1	15.0

图 2.6-49 SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组保温保冷图及说明要点

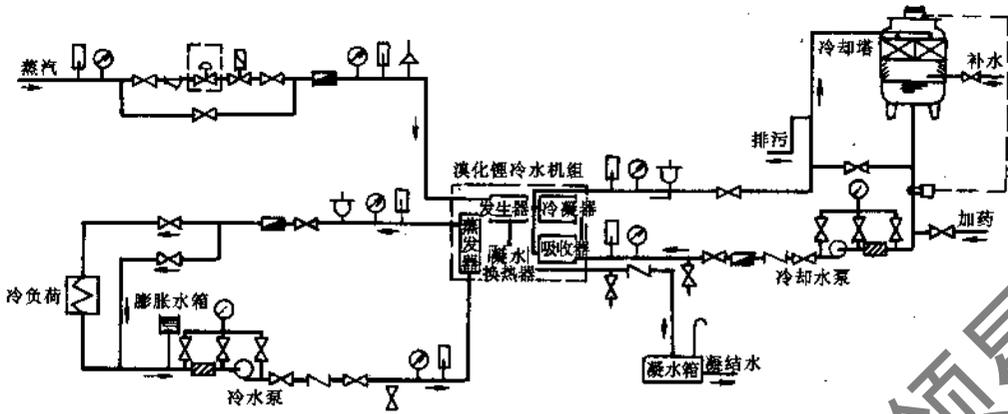


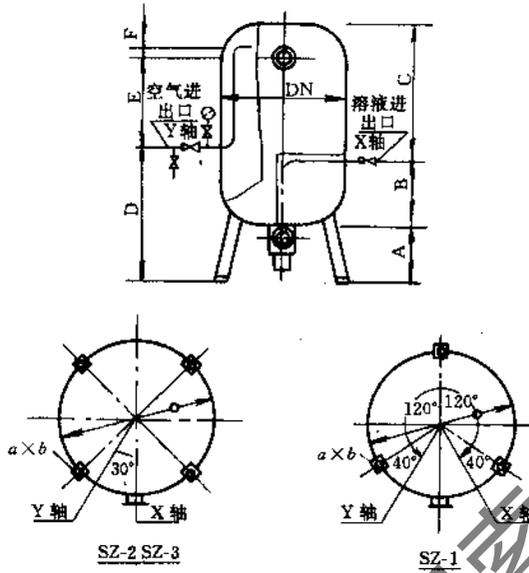
图 例

	压力计		温控器		闸门		安全阀
	温度计		过滤器		逆止阀		电磁阀
	流量计		自动放气阀		电磁阀		

机组管线设施设计要点

- 机组虚线方框以外的管线用户自行配置。如非自动控制，蒸汽管线上虚线内电磁阀，不在供应之列。
- 工作蒸汽
 - 电磁阀前后压差 $\Delta P = 0.05 \sim 0.1 \text{MPa}$ 。环境温度 $t \leq 50^\circ\text{C}$ ，并且二端需配用异径法兰短管。
 - 进入机组压力 $P > 0.8 \text{MPa}$ （表压-饱和），需在电磁阀前设置减压阀等成套装置。
 - 过热蒸汽最高温度不得超过 190°C ，如汽温过高与当地办事处联系。
- 在进机组蒸汽管附近须设置：
 - 压力计、温度计和流量计；
 - 过滤器和疏水器；
 - 调节阀和旁通阀；
 - 开放式安全阀其排气管应通向室外。
- 凝结水管
 - 背压不得大于 0.05MPa ；
 - 出口处应设逆止阀，并在其前方设一放空阀。
 - 在冷水、冷却水的出入口管道附近设阀门外，并设：
 - 压力计、温度计；
 - 在最低位置设排水阀并将排水引至排水沟；
 - 在各联管的最高处设自动排气阀。
- 在冷水、冷却水泵入口侧应设过滤器，清除时应保证系统运转不得中断。
- 每台制冷机宜设冷水、冷却水系统的适量流量计，且其直管段长度应符合流量计的要求。
- 冷水系统为闭式循环时，其定压装置应符合恒压要求。水系统压力较高时水泵入口宜与机组相连。
- 在冷水系统中，可在冷负荷前后设旁通阀。
- 过滤器及水泵前后处加设压力计，与并联管（加阀）相连。
- 机组高、低温部位宜进行隔热保温。
- 机组水、汽系统在进出口处宜放短管。管道重量不得加于机组。
- 系统管道安装完毕，必须进行彻底清洁。管道中杂物不允许进入机组。
- 冷却塔的选择和设置需考虑：
 - 水量和热工性能与机组相匹配；
 - 周围热源、尘源、通风、噪声和飘水等因素；
 - 如无贮水池，冷却塔应选用有集水槽型的。
- 为了有效地控制冷却塔循环水质、补水和排污管上宜设调节阀和瞬时流量计。
- 为防止冷却水水温过低
 - 冷却塔出水管上设恒温器控制风机的启闭；
 - 冷却塔进出口管间可加旁通阀。
- 其他
 - 机房与水泵房不宜同置一室；
 - 使用蒸汽非稳定设备不宜与本机组供水汽管相连；
 - 贮液器与机组间使用时一般用真空橡胶管相连。

图 2.6-50 SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组系统配管图及设计要点



尺寸表

型号	DN	A	B	C	D	E	F	ϕ	$n-d$	$a \times b$	$V (m^3)$	$V (50\%-t)$
SZ-1	1200	400	850	2500	1000	2270	2400	1200	3- $\phi 20$	100×100	2	3
SZ-2	1500	500	1150	3460	1350	2930	3250	1500	4- $\phi 26$	100×100	4	6
SZ-3	1500	700	1350	4760	1500	4050	4530	1500	4- $\phi 26$	100×100	6	9

图 2.6-51 SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列机组配套贮液罐尺寸图

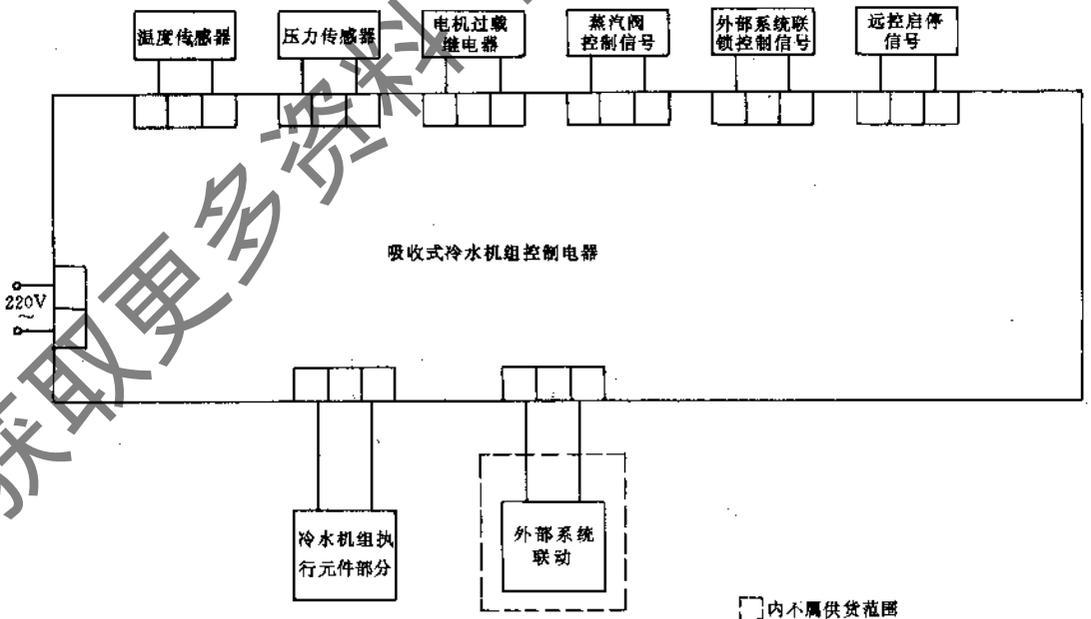


图 2.6-52 SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列双效蒸汽型
溴化锂吸收式冷水机组控制系统图 (一)

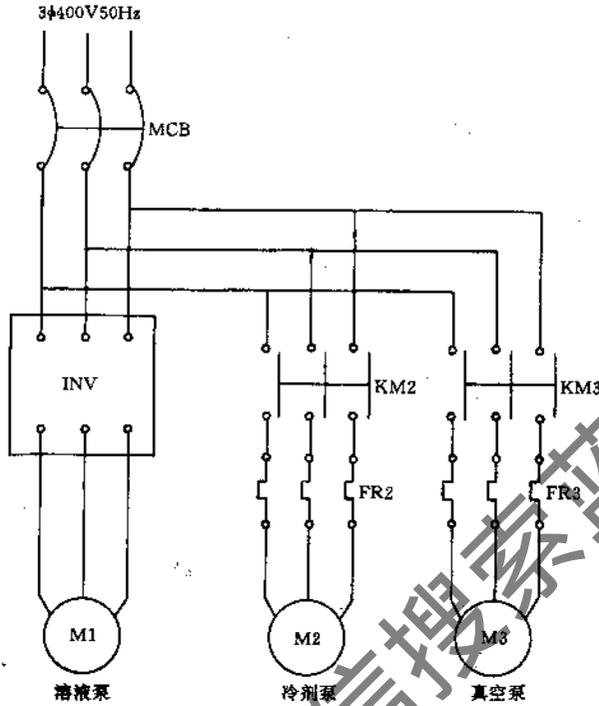


图 2.6-52 SXZ8, SXZ6, SXZ4 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组控制系统图 (二)

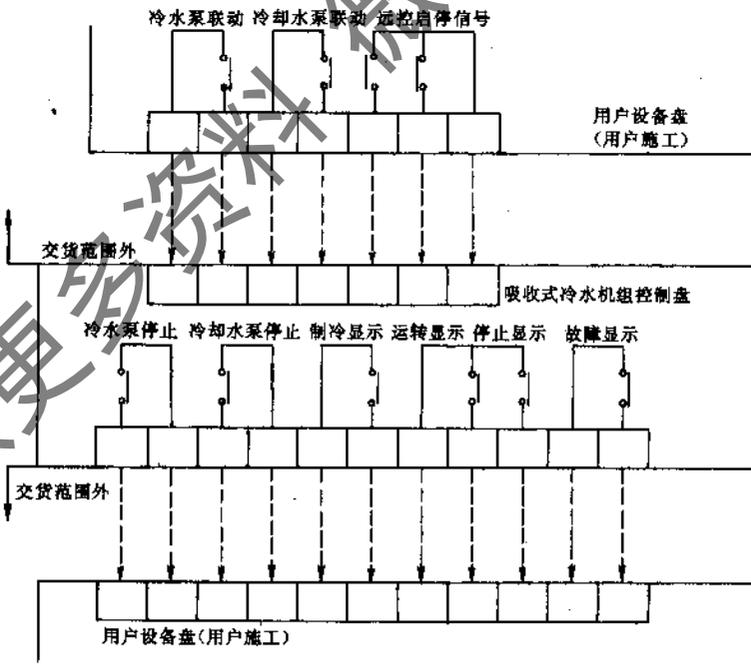


图 2.6-53 SXZ8, SXZ6, SXZ4 系列机组外部联动及控制信号配线图
 注：1. 冷水泵、冷却水泵联动为用户接触器无源常开触点，启动后闭合。
 2. 远控启停信号为用户备的启动停止按钮开关，无源常开触点。
 3. 控制盘下部端子为输出端子，各接点的额定电流为 250V, 0.5A。

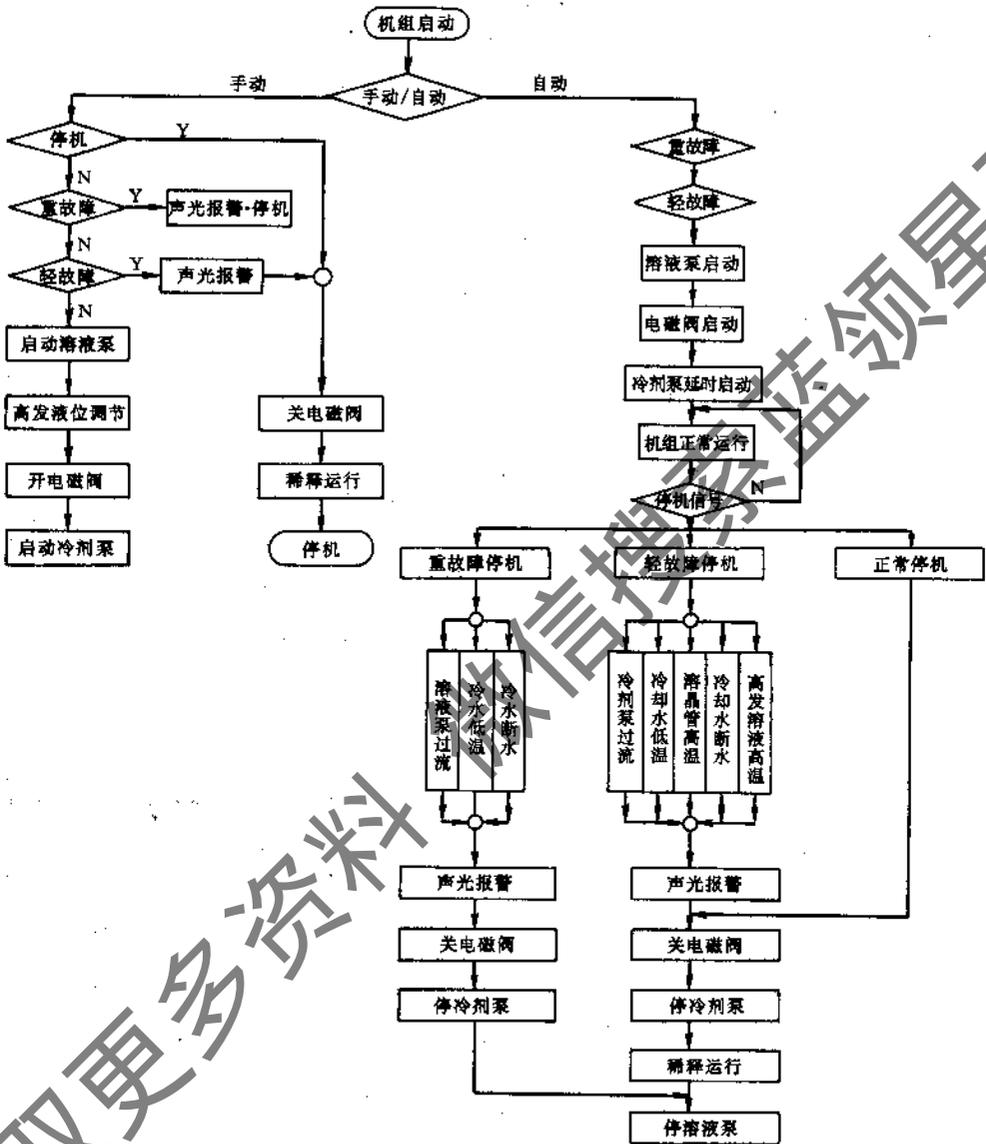


图 2.6-54 SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组手动控制流程图

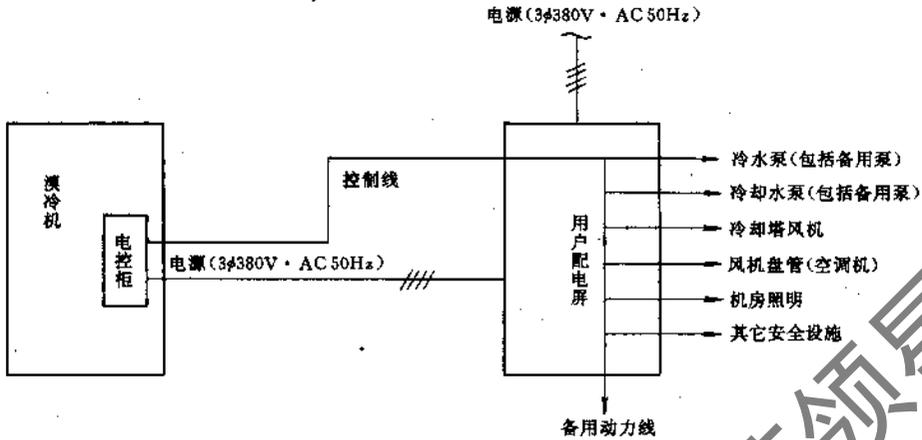


图 2.6-56 SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组机房电气系统配置示意图

SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组补水、冷却水水质基本要求

表 2.6-18

项 目	单 位	补 充 水	冷 却 水	倾 向		
				腐 蚀	结 垢	
基本项目	pH 值 (25℃)		6.5~8.0	6.5~8.0	✓	✓
	电导率 (25℃)	μs/cm	<200	<800	✓	✓
	氯离子 Cl ⁻	mgCl ⁻ /L	<50	<200	✓	
	硫酸根离子 SO ₄ ²⁻	mgSO ₄ ²⁻ /L	<50	<200	✓	
	酸消耗量 (pH4.8)	mgCaCO ₃ /L	<50	<100		✓
	全硬度	mgCaCO ₃ /L	<50	<200		✓
参考项目	铁 Fe	mgFe/L	<0.3	<1.0	✓	✓
	硫离子 S ²⁻	mgS ²⁻ /L	检验不出	检验不出	✓	
	铵离子 NH ₄ ⁺	mgNH ₄ ⁺ /L	<0.2	<1.0	✓	
	二氧化硅 SiO ₂	mgSiO ₂ /L	<30	<50		✓

双良特灵公司对溴化锂溶液的内控技术要求

表 2.6-19

规格		行业标准	公司内 控标准	规格		行业标准	公司内 控标准
成 分				成 分			
溴化锂 (LiBr)	%	50~55	50±0.5	硫酸盐 (SO ₄ ²⁻)	%	≤0.02	
铬酸锂 (Li ₂ CrO ₄)		0.05~0.2	0.2±0.05	氯化物 (Cl ⁻)		≤0.05	≤0.04
碱度	N	0.01~0.20	(pH=9~10.5)	钡 (Ba)		≤0.001	≤0.0005
氨 (NH ₃)		≤0.0001		铁 (Fe)		≤0.0001	
钙 (Ca)		≤0.0001	≤0.0005	铜 (Cu)		≤0.0001	
镁 (Mg)		≤0.0001	≤0.0005	溴酸盐 (BrO ₃ ⁻)			无 反 应

SXZ8、SXZ6、SXZ4 系列双效蒸汽型溴化锂

吸收式冷水机组成套供货范围表

表 2.6-20

序号	名称	数量	自控机组	手动机组
1	主机	1台	高压发生器、低压发生器、冷凝器、蒸发器、吸收器、热交换器等	高压发生器、低压发生器、冷凝器、蒸发器、吸收器、热交换器等
2	屏蔽泵	2台	配备	配备
3	真空泵	1台	配备	配备
4	变频器	1台	配备	不供
5	电控柜	1台	配备	配备
6	检测元件	1套	温度、压力、液位和流量等传感器和控制器	温度、压力、压差和液位等传感器(控制器)
7	随机备件	1套	见装箱单	见装箱单
8	随机文件	1套	合格证书、保修单、装箱单、信息反馈单、调试用品选购件清单、调试条件确认书、机组、自控系统、蒸汽电控阀、蒸汽电磁阀、变频器、真空泵、屏蔽泵以及液位等各种传感器使用说明书	合格证书、保修单、装箱单、信息反馈单、调试用品选购件清单、调试条件确认书、机组、蒸汽电磁阀、真空泵、屏蔽泵以及各种传感器等使用说明书

(2) 四川希望集团深蓝空调制造有限公司

SXZ-L. M. H. 系列 单机制冷量 350~4100kW

RXZ-Z. T. 系列 单机制冷量 230~1750kW

SXZ、RXZ 系列产品选型资料目录表(四川希望深蓝)

表 2.6-21

产品名称	产品型号	产品选型资料目录	图(表)号
双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组	SXZ-L. M. H 系列	a) 机组主要特点	表 2.6-22
		b) 机组技术性能表	表 2.6-23
		c) 机组主要流程图	图 2.6-57
		d) 机组外形及安装接管尺寸图	图 2.6-58
		e) 机组供货范围表	表 2.6-24
热水型溴化锂吸收式制冷机组	RXZ-L. M. H 系列	f) 机组主要特点	表 2.6-25
		g) 机组技术性能表	表 2.6-26
		h) 机组主要流程图	图 2.6-59
		i) 机组供货范围表	表 2.6-27

SXZ-L. M. H. 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组主要特点

表 2.6-22

项目	特点
标准化、系列化	蒸汽型和直燃型机组在相同规格之间, 主体部分可互换。从而为机组维护提供方便, 也方便用户和设计单位的选型。
控制系统	机组采用 AI 智能控制系统, 具有良好的人机界面, 操作自如。
体积	优化了传热管及结构的排列方式, 机组体积大为缩小。
高效热交换器	采用有扰动装置的高效热交换器, 大幅增强了换热效果。即使在盛夏, 也不会因浓溶液温度偏高而影响吸收效果, 能源利用率高。
独创的溶液循环系统	采用新型溶液循环系统专利技术(专利申请号 9611779.9, 96224043.5), 使吸收更充分, 进一步提高机组效率。
高真空保持系统	利用流体引射原理设计的全自动抽气装置, 能够在运行过程中自动抽去机组内的不凝性气体, 免去了日常保持真空之麻烦, 确保高真空度。
独特防结晶装置	根据不同的工况, 自动调节浓溶液浓度和制冷剂水量, 使系统运行时不易产生结晶。
运行费用低	除都市型机组外, 与本行业其他冷水机组相比运行费用较低。
充分利用能源	以热能为动力, 大幅度省电。其使用的蒸汽压力几乎不受限制。

SXZ-L. M. H. 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组技术性能表 表 2.6-23

型 号		SXZ-	35L. M. H	60L. M. H	115L. M. H.	175L. M. H	230L. M. H.	290L. M. H.	350L. M. H	410L. M. H	
制 冷 量		10 ⁴ kcal/h	30	50	100	150	200	250	300	350	
		kW	350	580	1160	1750	2320	2900	3500	4100	
冷 媒 水	流 量	m ³ /h	60	100	200	300	400	500	600	700	
	压力损失	MPa	0.08	0.08	0.10	0.10	0.12	0.12	0.12	0.14	
	接管直径	DN	100	125	150	200	250	250	300	300	
	进出口温度	℃	32→38								
冷 却 水	流 量	m ³ /h	95	165	310	470	620	750	900	1100	
	压力损失	MPa	0.10	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.13	0.14	
	接管直径	DN	125	150	200	250	300	350	350	350	
	耗 量	kg/h	470	780	1550	2340	3110	3890	4680	5450	
工 作 蒸 汽	汽管直径	DN	50	65	80	100	125	125	150	150	
	凝水管直径	DN	25	25	40	50	50	50	50	65	
	凝水温度	℃	≤90								
	凝水背压	MPa	≤0.05								
电 机 功 率	发生泵	kW	1.1	2.2	3	5.5	7.5	7.5	7.5	5.5+7.5	
	制冷剂泵	kW	1.1	1.1	2.2	3	3	3	3	4	
	真空泵	kW	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
外 形	长 度	mm	3600	4600	5740	6850	7500	8550	8590	9500	
	宽 度	mm	1820	2050	2210	2380	2560	2610	2660	3200	
	高 度	mm	2670	2950	3300	3650	3870	3870	3880	4500	
浓度 50%溶液重量		t	0.8	1.1	1.6	3.5	4.4	6.5	7.5	8.4	
运 行 重 量		t	7	7.4	10.1	16.7	21.8	32.6	42	46	
运 输 重 量		t	5	5	7.8	12.5	16.2	24.0	32	35	

- 注：1. 蒸汽、冷水和冷却水各参数值均为标准工况，可在变工况下运行。
 2. 工作蒸汽压力（表压）：L：0.35MPa，M：0.40MPa，H：0.60MPa
 3. 冷媒水进出口温度为L：18~13℃，M：15~10℃，H：12~7℃。
 4. 冷却水允许运转入口温度：24~38℃，冷却水允许最低入口温度：14℃。
 5. 制冷量调节范围为20%~100%。
 6. 冷媒水和冷却水的污垢系数均为：0.086m²·℃/kW（0.0001m²·h·℃/kcal）。
 7. 冷媒水和冷却水的压力限制：0.8MPa。
 8. 使用三相电源：3φ380V/50Hz 3φ380V/60Hz。

SXZ-L. M. H. 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组供货范围表 表 2.6-24

序 号	名 称	数 量	备 注
1	主 机	1 台	高压发生器、低压发生器、冷凝器、吸收器、蒸发器、溶液热交换器、自动抽气装置等
2	屏蔽泵	2 台	制冷剂泵和发生泵
3	真空泵	1 台	含电磁阀
4	电控柜	1 套	含控制系统硬件及软件、电气设备控制和保护装置
5	变频器	1 台	
6	检测元件	1 套	含液位、压力、温度、流量等传感器（控制器）
7	随机备件	1 套	含全套易损件（能满足5年维护保养的需要）
8	随机文件	1 套	含出厂合格证、保修单、质检文件、《用户手册》、各辅机辅件使用说明书
9	随机工具	1 套	

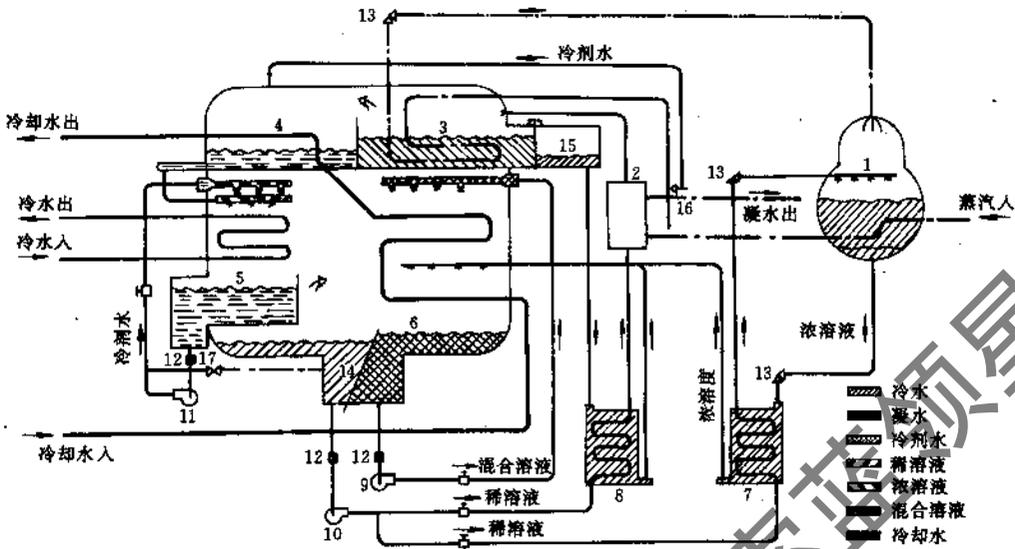
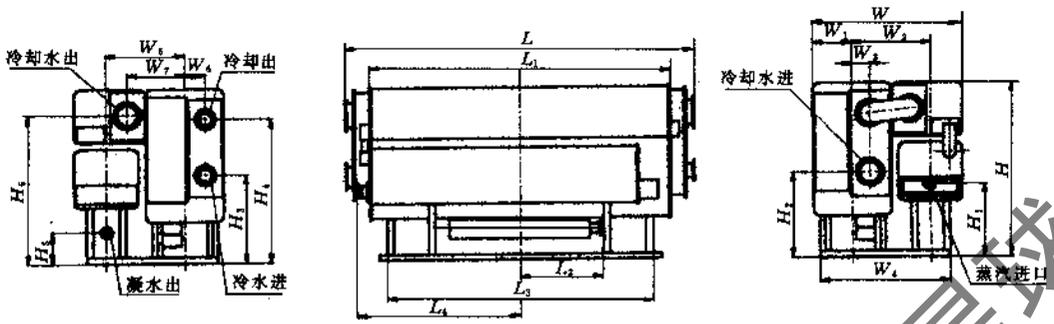


图 2.6-57 SXZ-L.M.H. 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组主要流程图
 1—高压发生器；2—凝水换热器；3—低压发生器；4—冷凝器；5—蒸发器；6—吸收器；
 7—高温热交换器；8—低温热交换器；9—吸收泵；10—发生泵；11—制冷剂；12—过滤器；
 13—角阀；14—浓度调节器；15—液位调节器；16—针形阀；17—制冷剂旁通阀

RXZ-Z.T. 系列热水型溴化锂吸收式制冷机组主要特点

表 2.6-25

项 目	特 点
控制系统	机组采用了 AI 智能控制系统，具有良好的人机界面，让您操作更加轻松自如。
体积	优化了传热管及结构的排列方式，使机组体积大为缩小。
高效热交换器	加有扰动装置的高效热交换器，大幅度地增强了换热效果，即使在盛夏季节，也不会导致因浓溶液温度偏高而影响吸收效果，能源利用率更高。
独创的溶液循环系统	采用专利技术的新型溶液循环系统(专利申请号 96117779.9, 96224043.5)，使吸收更充分，进一步提高了机组效率。
高真空保持系统	利用流体引射原理设计的全自动抽气装置，能够在运行过程中自动抽去机组内的不凝性气体，免去日常保持真空之麻烦，确保机组的高真空度。
独特的防结晶装置	根据不同的工况，自动调节浓溶液浓度和制冷剂水量，使系统运行时不易结晶。
克服冷量衰减措施	采用独特的雾化喷嘴及整机过滤装置，喷嘴水不堵塞，克服了冷量衰减，延长了机组寿命。
采用无级发生器	由于采用了专门研制的无级发生器，使整机效率大幅度提高，能充分利用低品位热水，节约能源。



尺寸表

型号			25	35	45	60	95	115	145	175	205	230	290	350
管子 连接 直径	冷水进出 DN	mm	80	100	125	125	150	150	200	200	250	250	250	300
	冷却水进出 DN	mm	100	125	150	150	200	200	250	260	300	300	350	350
	蒸汽进 DN	mm	40	50	50	65	65	80	80	100	100	125	125	150
	凝水出 DN	mm	25	25	25	25	25	40	40	50	50	50	50	50
接管 方位 尺寸	L_1	mm	2500	2500	3000	3000	3500	4100	4600	4600	5000	5500	5500	6000
	L_2	mm	740	740	925	950	1200	1255	1520	1520	1520	1705	1700	1855
	L_3	mm	2300	2300	2800	2800	3300	3920	4400	4400	4750	5300	5300	5800
	L_4	mm	1230	1265	1525	1540	1810	2155	2425	2425	2610	2760	2760	2945
	W_1	mm	385	435	455	475	445	565	515	570	655	685	800	845
	W_2	mm	760	875	905	960	960	1100	1105	1260	1320	1460	1795	1815
	W_3	mm	180	215	225	235	225	280	275	300	330	345	435	420
	W_4	mm	1290	1500	1600	1700	1600	2050	1900	2140	2320	2500	2900	3050
	W_5	mm	760	875	905	960	960	1100	1105	1260	1320	1460	1795	1815
	W_6	mm	205	235	245	245	210	285	260	270	305	370	475	500
	W_7	mm	600	670	700	725	695	700	650	810	885	940	1625	1685
	H_1	mm	830	885	950	880	855	900	870	960	945	980	975	985
	H_2	mm	980	985	1205	1195	1190	1195	1225	1230	1265	1345	1350	1310
	H_3	mm	1420	1585	1625	1625	1645	1980	1900	2035	2130	2265	3000	2750
H_4	mm	1080	1105	1295	1250	1290	1305	1295	1345	1380	1388	1395	1420	
H_5	mm	345	345	360	380	380	375	355	395	380	425	400	400	
H_6	mm	1300	1520	1560	1580	1570	1890	1840	1965	2130	2330	2980	2845	
尺寸	总长 L	mm	3060	3060	3550	3550	4000	4600	5000	5000	5400	6200	6200	6615
	总宽 W	mm	1520	1735	1795	1910	1810	2270	2105	2310	2540	2700	3160	3280
	总高 H	mm	1615	1805	1850	1930	1920	2310	2280	2430	2660	2800	3580	3415

图 2.6-58 SXZ-L.M.H. 系列双效蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组外形及安装接管尺寸图

RXZ-Z. T. 系列热水型溴化锂吸收式制冷机组技术性能表

表 2.6-26

型 号		RXZ-					RXZ-					
规 格		23Z	35Z	60Z	115Z	175Z	23T	35T	60T	115T	175T	
制 冷 量	10 ⁴ kcal/h	20	30	50	100	150	20	30	50	100	150	
	kW	230	350	600	1150	1750	230	350	600	1150	1750	
冷 媒 水	进出口温度	15→10					20→15					
	流 量	m ³ /h	40	60	100	200	300	40	60	100	200	300
	压力损失	MPa	0.08	0.08	0.1	0.1	0.12	0.08	0.08	0.1	0.1	0.12
	接管直径	DN (mm)	80	100	125	150	200	80	100	125	150	200
冷 却 水	进出口温度	32→37										
	流 量	m ³ /h	82	130	210	420	630	82	130	210	420	630
	压力损失	MPa	0.1	0.1	0.12	0.12	0.12	0.1	0.1	0.12	0.12	0.12
	接管直径	DN	125	150	200	250	300	125	150	200	250	300
工 作 热 水 电 机 功 率	进出口温度	95→85					85→75					
	耗 量	m ³ /h	27	40	70	140	210	27	40	70	140	210
	压力损失	MPa	0.08	0.08	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	接管直径	DN	70	80	100	150	200	70	80	100	150	200
	发生泵	kW	1.1	1.1	2.2	2.2	4	1.1	1.1	2.2	2.2	4
	冷剂泵	kW	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2
外 形	真 空 泵	kW	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2
	长 度	mm	3430	3600	5040	5800	7000	3430	3600	5040	5800	7000
	宽 度	mm	1375	1550	1850	2120	2340	1375	1550	1850	2120	2340
浓 度 50% 溶 液 重 量	高 度	mm	2670	2770	2960	3270	3330	2670	2770	2960	3270	3330
	运 行 重 量	t	0.8	1.1	1.6	2.9	3.4	0.8	1.1	1.6	2.9	3.4
	运 输 重 量	t	7	7.7	10.1	16.4	19.9	7	7.7	10.1	16.4	19.9
	运 输 重 量	t	5	6	7.8	11	13.2	5	6	7.8	11	13.2

注: 1. 热水、冷媒水和冷却水各参数值均为标准工况, 可在变工况下运行。

2. 冷媒水允许最低入口温度为 5℃。

3. 冷却水允许运转入口温度: 24~38℃, 冷却水允许最低入口温度: 14℃。

4. 制冷量调节范围为 20%~100%。

5. 冷媒水、热水和冷却水的污垢系数均为: 0.086m²·℃/kW (0.0001m²·h·℃/kcal)。

6. 冷媒水、热水和冷却水的压力限制: 0.8MPa。

7. 使用三相电源: 3φ380V/50Hz, 3φ380V/60Hz。

RXZ-Z. T. 系列热水型溴化锂吸收式制冷机组供货范围表

表 2.6-27

序 号	名 称	数 量	备 注
1	主 机	1 台	发生器、冷凝器、吸收器、蒸发器、溶液热交换器、自动抽气装置等
2	屏蔽泵	2 台	
3	真空泵	1 台	含电磁阀
4	电控柜	1 套	含控制系统硬件及软件、电气设备控制和保护装置
5	变频器	1 台	
6	检测元件	1 套	含液位、压力、温度、流量等传感器(控制器)
7	随机备件	1 套	含全套易损件(能满足 5 年维护保养的需要)
8	随机文件	1 套	含出厂合格证、保修单、质检文件、《用户手册》、各辅机辅件使用说明书
9	随机工具	1 套	

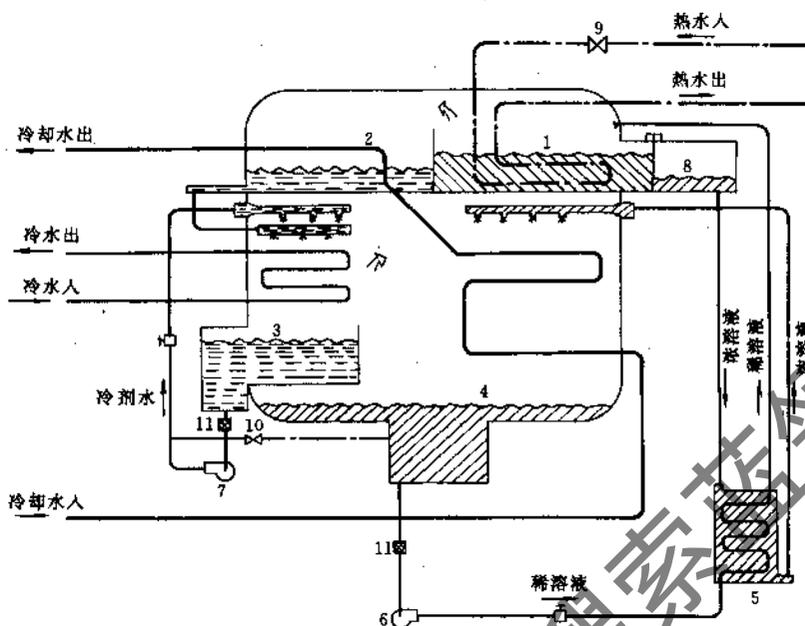


图 2.6-59 RXZ-Z.T. 系列热水型溴化锂吸收式制冷机组主要流程图

1—发生器；2—冷凝器；3—蒸发器；4—吸收器；5—热交换器；6—发生泵；
7—制冷剂泵；8—液位调节器；9—热水阀；10—制冷剂旁通阀；11—过滤器

2.7 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的选用特点

2.7.1 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组与蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组的热力特性比较 (见表 2.7-1)

在蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组基础上发展起来的直燃型溴化锂吸收式冷热水机组，以燃油或燃气为能源取代燃煤，以火管锅炉（自带）取代蒸汽锅炉，以直燃方式取代间接供热方式等“三个取代”，完成了溴化锂吸收式制冷机组一次质的飞跃，在中央空调制冷设备的广阔市场上形成了自己产品的独特优势。

直燃型机组仍然以水—溴化锂为工质对，实现了吸收式制冷循环和采暖循环的交替，达到“一机两用”的目的。

发展直燃型机组，有利于多种能源的使用和补充，有利于减缓部分地区电力的暂时紧张状态，有利于减少供热的中间环节，提高机组效率（热力系数），有利于节省单独的锅炉房设置，给中央空调设备选型提供了新的选择对象。

2.7.2 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组型式、工况及性能规定

按 JB/T8055—96《直燃型溴化锂吸收式冷、热水机组》机械行业标准规定如下。

1. 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的型式和基本参数

(1) 型式

按燃料不同分为燃油和燃气两种型式。

直燃型机组与蒸汽型机组的热力特性比较

表 2.7-1

比较指标和项目		单 位	直燃型吸收式冷热水机组	蒸汽型吸收式冷水机组	
				双 效	单 效
能源特点	燃料名称		0 [#] 柴油、燃气	燃 煤	燃 煤
	设备名称		火管锅炉(机组自有)	锅炉或热网	锅炉或热网
	设备热效率	%	0.85	0.7	0.7
	耗汽(热)指标	kg/(kW·h)	1.1	1.2~1.5	2.4~2.6
热力系数 (能效比)	二次能(COP)	kW/kW	不低于1.098(0 [#] 柴油)	1.15	0.6
	一次能(OEER)	kW/kW	不低于1.098(0 [#] 柴油)	0.93	0.5
耗冷却水指标	kg/(kW·h)		290 ($\Delta t=5.5^{\circ}\text{C}$)	260~280 ($\Delta t=6^{\circ}\text{C}$)	239~258 ($\Delta t=9^{\circ}\text{C}$)
冷却负荷/制冷量	kW/kW		1.84	1.8~2.0	2.45~2.7
空调功能			交替供冷与采暖	单供冷	单供冷
燃烧后排放物			(油、气)烟气,污染较少	(煤)烟气,污染较大	
负荷调节方式			控制燃料和空气量大小,简单	控制加热蒸汽量、溶液量大小,复杂	
容器安全性			不属压力容器,安全性好	蒸汽锅炉属压力容器,安全性差	
能源利用的合理性			燃烧高品位燃料,不甚合理	可利用余热、废热,合理	

(2) 机组使用的燃料要求

- 燃油 { 轻柴油应符合 GB252 标准规定;
重油应符合 GB445 或 SH0356 标准规定;
- 燃气 { 人工煤气应符合 GB13612 标准规定;
天然气应符合 SY7514 标准规定。

(3) 机组型号

其表示方法如表 2.7-2。

表 2.7-2

表示方法	型 式		—	名义制冷量 (X10kW)	改型编号
	燃油型 ZXY	燃气型 ZXQ			
型号示例					
示例 1: ZXY-174	ZXY		—	174	
示例 2: ZXQ-116A		ZXQ	—	116	A

(4) 机组基本参数

1) 机组名义工况制冷量按下列参数分档:

230, 350, 470, 580, 700, 810, 930, 1050, 1160, 1450, 1740, 2040, 2330, 2620, 2910, 3490, 4070, 4650, 5230, 5810 (单位: kW)。

2) 机组名义工况和性能规定 (见表 2.7-3)

机组名义工况和性能规定

表 2.7-3

项 目		制 冷	供 热	
冷(热)水出口温度	℃	7	—	
冷水进、出口温差		5		
冷却水进口温度		32		
单位制冷量冷却水流量 $m^3/(h \cdot kW)$		0.260		
冷(热)水、冷却水测污垢系数 $m^2 \cdot ^\circ C/kW$		0.086		
单位制冷(供热) 量燃料耗量	轻柴油	$kg/(h \cdot kW)$	0.077	0.093
	重油		0.079	0.095
	人工煤气	$Nm^3/(h \cdot kW)$	0.221	0.271
	天然气		0.091	0.112

注：1. 本标准中标准状态(101.325kPa, 0℃)下的体积单位以 Nm^3 (标立方米)表示。

2. 单位制冷(供热)量的燃料耗量是下列热值下的数值：

轻柴油低热值：42.9MJ/kg；

重油低热值：41.9MJ/kg；

人工煤气高热值：16.3MJ/ Nm^3 ；

天然气高热值：39.5MJ/ Nm^3 。

(5) 机组性能偏差规定

— 制冷量不小于名义值的95%；

— 供热量不小于名义值的95%；

— 单位制冷(供热)量燃料耗量不大于名义值的105%；

— 冷(热)水、冷却水压力损失不大于规定值的110%；

— 单位制冷量冷却水流量不大于名义值的105%。

2. 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的变工况范围和部分负荷性能规定

(1) 变工况工作范围规定

机组应能在表 2.7-4 规定的工况范围内正常工作，并参照间隔值进行测试。

机组变工况工作范围规定

表 2.7-4

项 目		制 冷		供 热	
		变化范围	间隔值	变化范围	间隔值
冷(热)水出口温度	℃	5~10	1	45~65	5
冷却水进口温度		24~34	2		
冷(热)水、冷却水流量(%)		80~120	10		

(2) 机组部分负荷性能规定：

机组制冷(供热)量调节范围规定：

100%~30% (燃油机组)；

100%~25% (燃气机组)。

机组部分负荷性能测试规定

表 2.7-5

项 目	制 冷	供 热
冷(热)水出口温度(℃)	7	60
冷(热)水流量	名义工况时流量	

续表

项 目	制 冷	供热
冷却水进口温度	随负荷呈线性变化,从名义工况100%负荷时的32℃减少到负荷为零时的22℃(二点以上,包括最小负荷点)	—
冷却水流量	名义工况时流量	
冷(热)水、冷却水侧污垢系数 ($m^2 \cdot ^\circ C/kW$)	0.086	

注:污垢系数的影响见表2.7-6。

污垢系数对制冷量、供热量的影响 (%)

表 2.7-6

污垢系数 ($m^2 \cdot ^\circ C/kW$)		0.043	0.086	0.172	0.258	0.344
制 冷 量	冷却水侧	104	100	92	85	79
	冷水侧	103		94		
供 热 量	热水侧					

性能数据应以名义工况燃料耗量的百分数与名义工况制冷(供热)量的百分数来表示。

2.7.3 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的工作循环

直燃型溴化锂吸收式冷热水机组按不同的工作循环(主要是指采暖循环)方式构成不同的机组型式:

- 1) 制冷与采暖交替型的直燃型吸收式冷热水机组;
- 2) 同时制冷与采暖型的直燃型吸收式冷热水机组;
- 3) 总装式与组合式直燃型吸收式冷热水机组。

直燃型吸收式冷热水机组的制冷循环与双效吸收式制冷循环相同,参见前2.6.2节。所不同的是在于采暖循环。

在采暖循环中,直燃型吸收式冷热水机组的工作循环应进行如下切换:

- 1) 关闭冷却水进出口角,停止供应冷却水;
- 2) 开启高压发生器和蒸发器之间的连通阀,使高压发生器中产生的冷剂水蒸汽进入蒸发器;
- 3) 停止冷剂泵运转。

由此可知,在采暖循环中,由于停止了冷却水的供应,该机组中的吸收器、冷凝器与低压发生器均不起作用。

不同机组型式所采用的不同的采暖循环回路列于表2.7-7。

直燃型冷热水机组型式及其采暖循环回路

表 2.7-7

机组型式	回路方式	采暖循环工作过程	采暖循环图
供冷与采暖交替型机组	(1) 冷媒水回路切换成热水回路	<p>在h-s图(图2.7-1)上表示的工作过程:</p> <p>2-7 稀溶液在低温热交换器4中加热,质量分数不变</p> <p>7-10 稀溶液在高温热交换器7中加热,质量分数不变</p> <p>10-11-12 稀溶液在高压发生器8中加热、沸腾,产生状态3''的冷剂蒸汽,溶液质量分数由ξ_2浓缩至ξ_3</p> <p>12-13 浓溶液在高温,热交换器7中冷却,质量分数不变</p> <p>13-8 浓溶液在低温热交换器4中冷却,质量分数不变</p> <p>8(2)-9 点8状态的浓溶液和点2状态的稀溶液混合,混合溶液处于点9状态,其质量分数为ξ_M</p> <p>9-9' 点9状态的中间溶液进入吸收器5</p> <p>9'(1)-2 点9'状态的中间溶液与点1状态的冷剂水混合。混合溶液处于点2状态,质量分数为ξ_2</p> <p>3''-1 点3''状态的冷剂蒸汽在蒸发器1中冷凝,凝结成点1状态的冷剂水</p>	<p>见图 2.7-2b</p> <p>~图 2.7-5b</p>

续表

机组型式	回路方式	采暖循环工作过程	采暖循环图
供冷与采暖交替型机组	(2) 冷却水回路切换成热水回路	<p>在 $h-s$ 图 (图 2.7-6) 上表示的工作过程:</p> <p>11-12 高压发生器中的发生过程, 此处产生的制冷剂蒸汽再压缩低压发生器中的溶液</p> <p>12-13 浓溶液在高温热交换器中降温</p> <p>13-6 低压发生器中浓溶液的闪发过程, 溶液温度下降, 质量分数略有上升 (图未示出)</p> <p>6(3)-5 点 6 状态下进入低压发生器的浓缩液与点 3 状态下从冷凝器流出的制冷剂水相混, 形成点 5 状态的中间溶液</p> <p>5-4 点 5 状态的中间溶液在低压发生器中浓缩成点 4 状态的溶液, 此时产生的蒸汽加热流经冷凝器管内的热水</p> <p>4-8 溶液在低温热交换器中的降温过程</p> <p>8-2 溶液质量分数不变, 其显热用于加热流经吸收器管内的热水</p> <p>2-7 溶液在低温热交换器内升温</p> <p>7-10 溶液在高温热交换器内升温</p> <p>10-11 溶液在高压发生器中的预热过程</p>	图 2.7-7b
	(3) 专门设置热水器的热水回路	<p>专门设置热水器的直燃型冷热水机组的制冷循环示于图 2.7-8a, 与一般的并联流程双效吸收式冷水机组相同</p> <p>其采暖循环工作过程 (见图 2.7-8b): 切换阀 A、B、C 关闭, 高压发生器 1 即与由蒸发器 8、吸收器 2、低压发生器 10 及冷凝器 9 构成的制冷部分隔离。高压发生器 1 中产生的制冷剂蒸汽进入热水器 11 中, 加热采暖用水和卫生热水, 凝结成的制冷剂水重新回到高压发生器 1 中</p> <p>切换阀 F、G 关闭, 隔绝机内的冷却水回路。切换阀 H、I 开启后, 热水回路与热水器接通, 从而供应采暖用水。热水器 11 中制冷剂蒸汽还可加热卫生热水</p>	图 2.7-8b
同时供冷与采暖型机组	同时供冷与采暖的冷热水回路	<p>此机型的高压发生器 1 中产生的制冷剂蒸汽, 分别供入低压发生器 3 与热水器 2 中, 加热低压发生器 3 中的溶液和热水器 2 中的热水。热水器 2 中产生的凝水供入冷凝器 4 中, 该凝水也参与制冷, 从而减少了制冷工况所需的制冷剂水量, 达到了节约燃料的目的。因此, 又称之为经济型冷热水机组。同普通型机组比较, 所需燃料量可节约 30% 左右</p>	图 2.7-9
总装式与组合式机组	总装式冷热水机组	<p>特点: (1) 冷却塔与冷热水机组组装成一体</p> <p>(2) 尤适宜于 400~3000m² 的中小型建筑物</p> <p>构成该机型有直燃型双效吸收式冷热水机组、冷却塔 11 和水柜 10 (见图 2.7-10)</p> <p>工作过程, 高压发生器 9 中产生的制冷剂蒸汽, 经低压发生器 1 进入冷凝器 2, 随后凝结成制冷剂水而在蒸发器 3 中制冷。冷凝器 2 和吸收器 8 所需要的冷却水则由冷却水泵 7 供给。冷却水从制冷机中流出后, 温度上升, 随后进入冷却塔 11 中冷却。该机型结构十分紧凑, 适用于缺乏电源而有燃油或燃气供应的场所。该机组的外形图见图 2.7-11。可露天安装使用</p>	图 2.7-10
	组合式 (模块式) 冷热水机组	<p>图 2.7-12 为组合式 (模块式) 冷热水机组的工作循环图, 图 2.7-12b 为其采暖循环图</p> <p>该机组采暖循环工作过程: 将切换阀 A 开启, 高压发生器 2 中加热的溶液, 由分离器 1 经阀 A 进入蒸发器 9, 对蒸发器管内的热水进行加热。同时制冷剂汽由分离器 1 经低压发生器 11 和冷凝器 10, 击穿 U 形管中的水封而进入蒸发器 9, 对其管内热水进行加热, 而制冷剂蒸汽则凝结成水。制冷剂水和溶液混合后, 溢入吸收器 6 中, 再由溶液泵 7 送入高压发生器 2 中加热, 即完成采暖循环</p> <p>图 2.7-13 为组合式冷热水机组与冷却塔组合后的管路系统图。方框内左边为冷却塔, 右边为组合式冷热水机组, 其间冷却水管路已经接通 (供货时)</p>	图 2.7-12

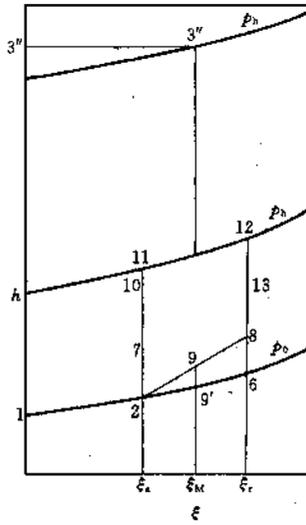


图 2.7-1 冷媒水回路切换成热水回路的采暖循环在 $p-h$ 图上的表示

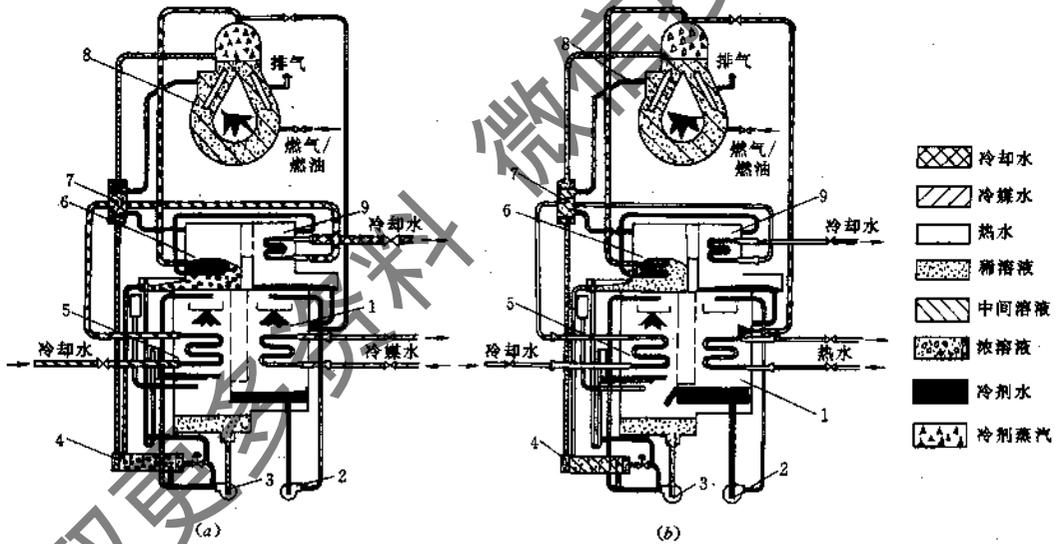


图 2.7-2 直燃型冷热水机组的工作循环 (冷媒水回路切换成热水回路)

(a) 制冷循环; (b) 采暖循环

◀ 阀关 ▶ 阀开

- 1—蒸发器; 2—冷剂泵; 3—溶液泵; 4—低温热交换器; 5—吸收器;
6—低压发生器; 7—高温热交换器; 8—高压发生器; 9—冷凝器

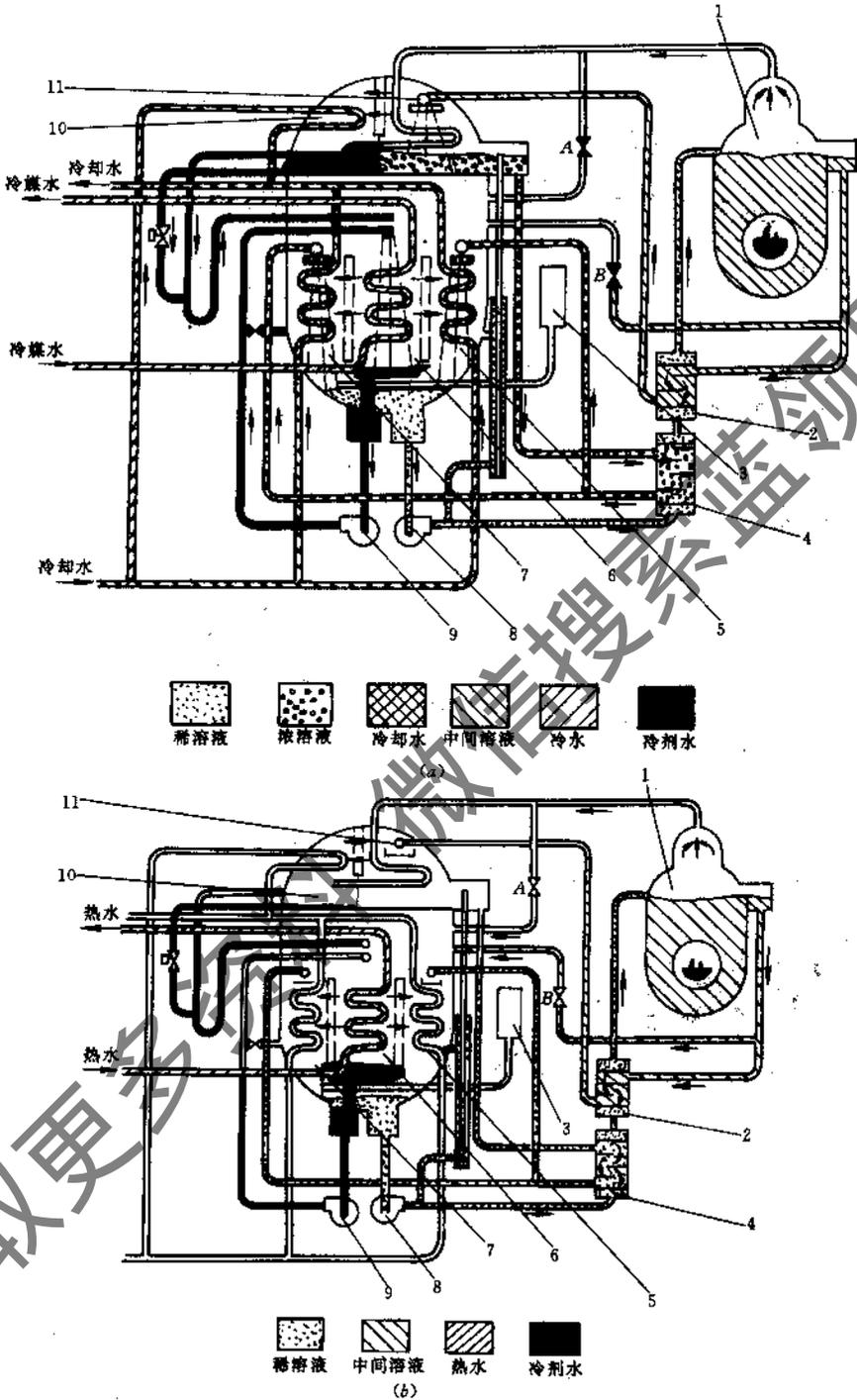


图 2.7-3 冷媒水和热水回路可切换的直燃型冷热水机组之一

(a) 制冷循环; (b) 采暖循环

△ 阀开; ▽ 阀关

- 1—高压发生器; 2—高温热交换器; 3—集气室; 4—低温热交换器; 5、7—吸收器;
6—蒸发器; 8—溶液泵; 9—冷剂泵; 10—冷凝器; 11—低压发生器
A、B—切换阀

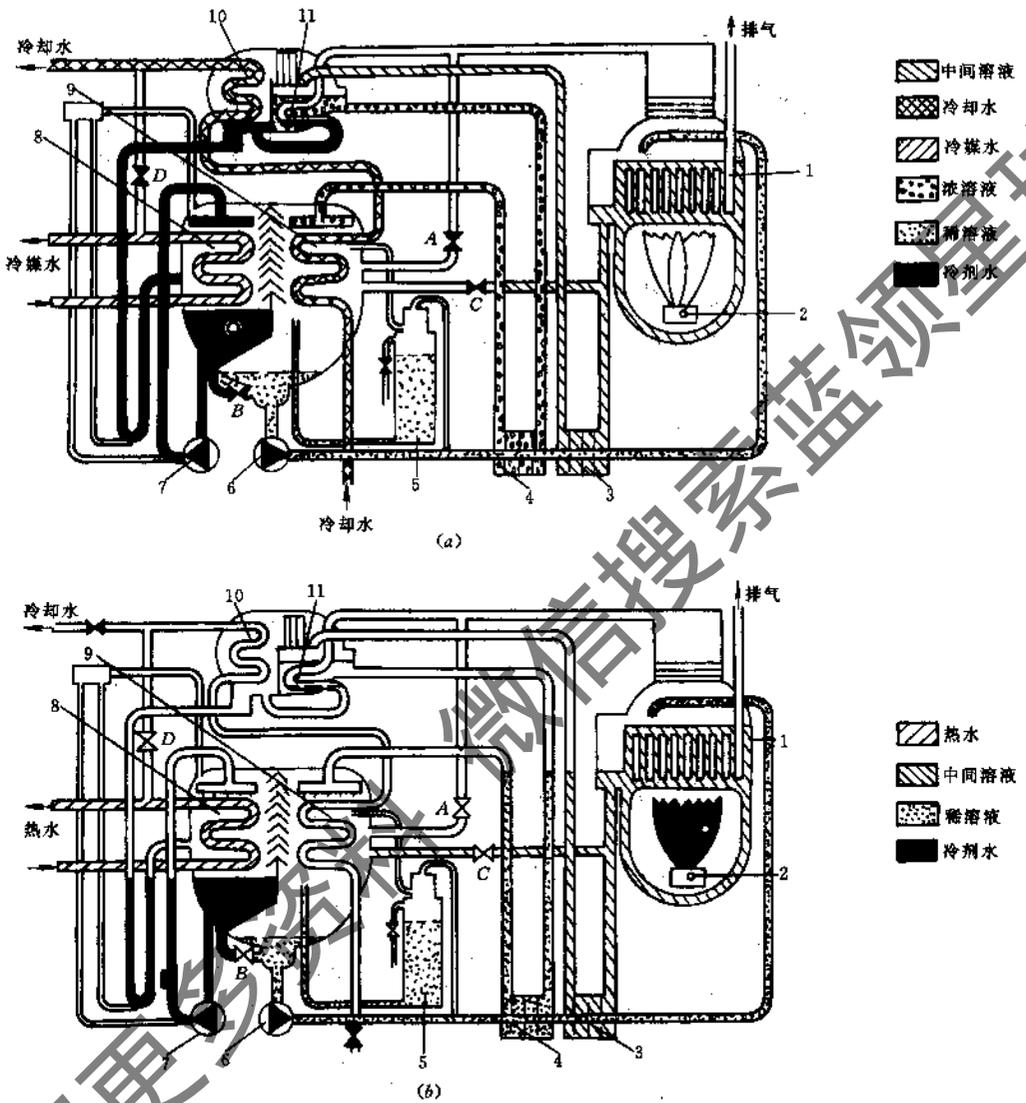
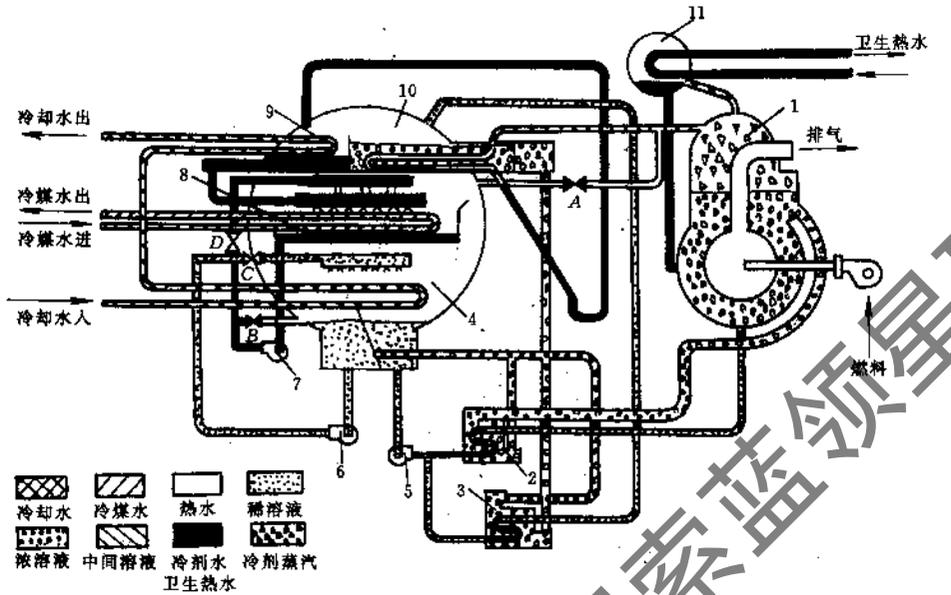


图 2.7-4 冷媒水和热水回路可切换的直燃型冷热水机型之二

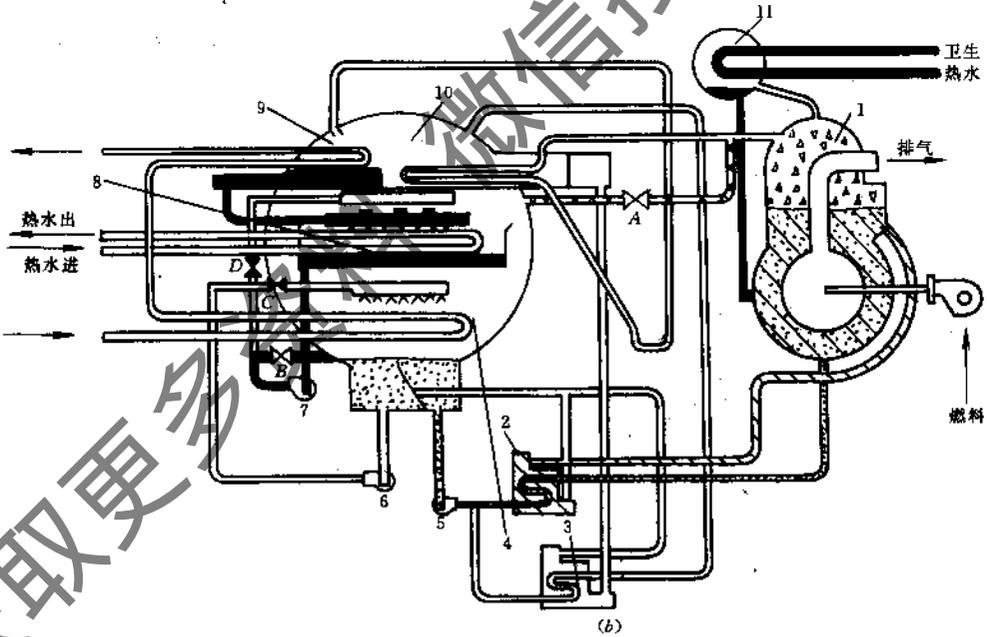
(a) 制冷循环; (b) 采暖循环

☒ 阀开; ☒ 阀关

- 1—高压发生器; 2—燃烧器; 3—高温热交换器; 4—低温热交换器; 5—抽气装置;
 6—溶液泵; 7—制冷剂泵; 8—蒸发器; 9—吸收器; 10—冷凝器; 11—低压发生器;
 A、B、C、D—切换阀



(a)



(b)

图 2.7-5 冷媒水和热水回路可切换的直燃型冷热水机型之三

(a) 制冷循环; (b) 采暖循环

☒ 阀开; ☒ 阀关

- 1—高压发生器; 2—高温热交换器; 3—低温热交换器; 4—吸收器; 5—发生器泵;
- 6—吸收器泵; 7—冷剂泵; 8—蒸发器; 9—冷凝器; 10—低压发生器; 11—热水器;
- A、B、C、D—切换阀

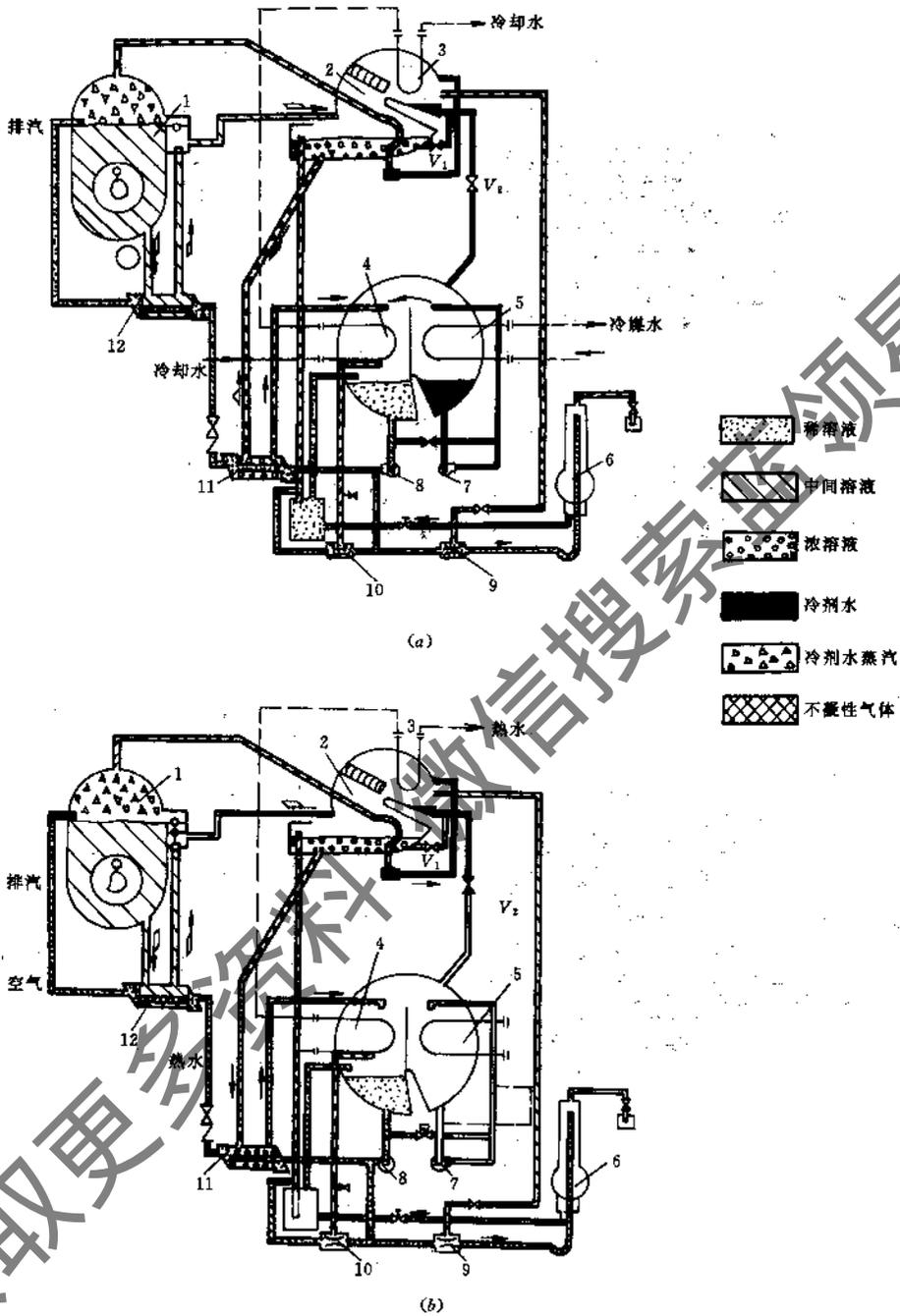


图 2.7-6 冷却水回路切换成热水回路的直燃型冷热水机型之一

(a) 制冷循环; (b) 采暖循环

☒ 阀开; ☒ 阀关

1—高压发生器; 2—低压发生器; 3—冷凝器; 4—吸收器; 5—蒸发器; 6—抽气装置; 7—制冷剂泵; 8—溶液泵; 9—1号引射器; 10—2号引射器; 11—低温热交换器; 12—高温热交换器

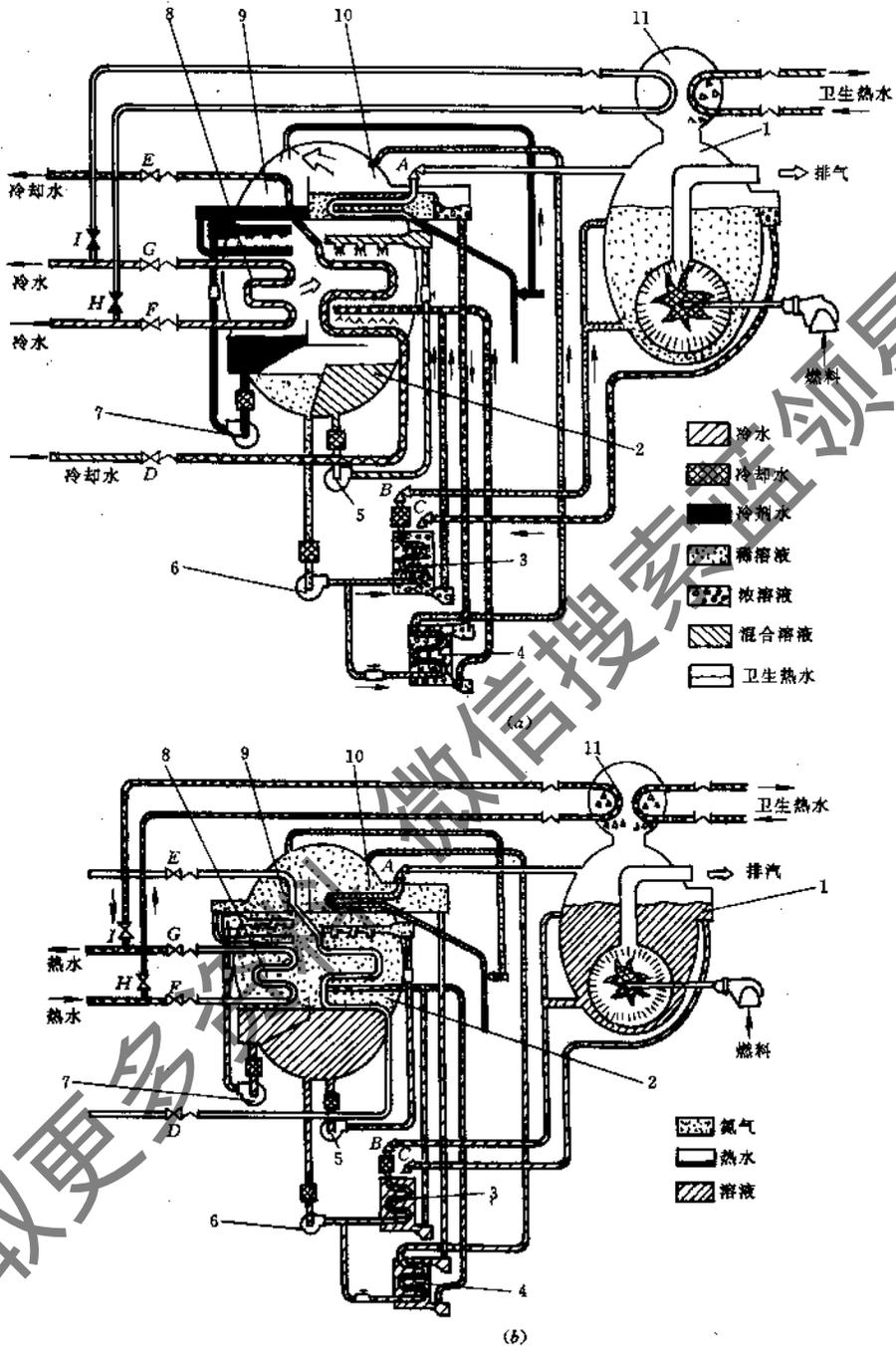


图 2.7-7 专门设置热水器的直燃型冷热水机组

(a) 制冷循环; (b) 采暖循环

▷ 阀开; ◁ 阀关

1—高压发生器; 2—吸收器; 3—高温热交换器; 4—低温热交换器; 5—溶液泵 [I] (吸收器泵); 6—溶液泵 [II] (发生器泵); 7—冷剂泵; 8—蒸发器; 9—冷凝器; 10—低压发生器; 11—热水器; A、B、C、D、E、F、G、H、I—切换阀

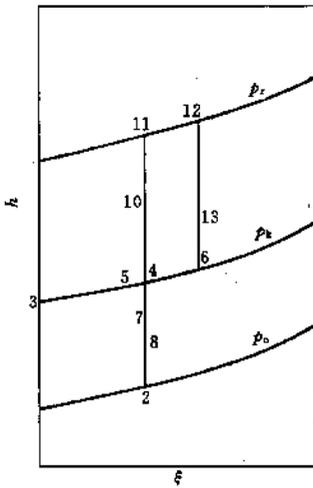


图 2.7-8 冷却回路切换到热水回路的采暖循环在 $h-\xi$ 图上的表示

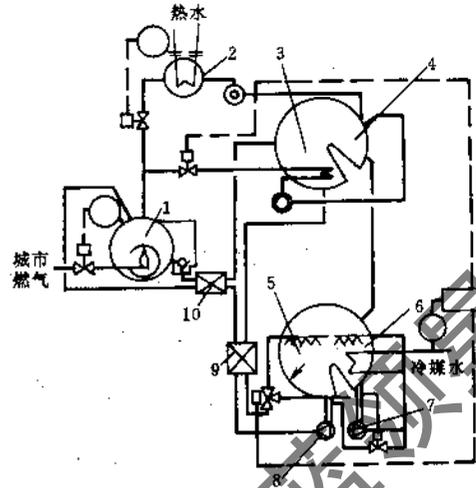


图 2.7-9 同时制冷与采暖型的直燃型冷热水机组工作循环
1—高压发生器；2—热水器；3—低压发生器；4—冷凝器；5—吸收器；6—蒸发器；7—冷剂泵；8—溶液泵；9—低温热交换器；10—高温热交换器

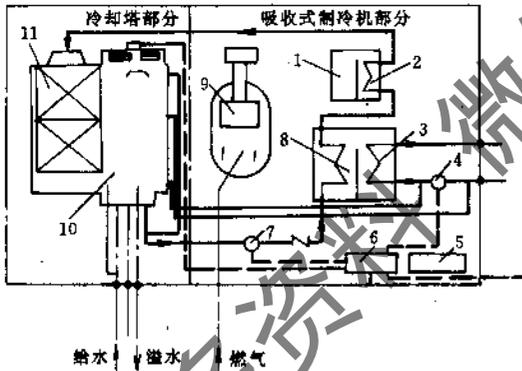


图 2.7-10 总装式直燃型冷热水机组流程图

- 1—低压发生器；2—冷凝器；3—蒸发器；4—冷热水泵；
5—控制板；6—电源板；7—冷却水泵；8—吸收器；9—
高压发生器；10—水箱；11—冷却塔

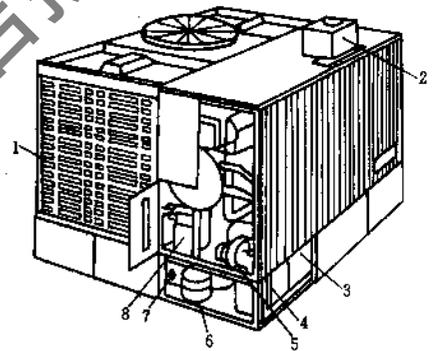


图 2.7-11 总装式直燃型冷热水机组外形示意图

- 1—冷却塔；2—烟囱；3—冷却塔风机温控器；
4—辅机控制盘；5—燃烧器；6—封闭式膨胀水箱；
7—冷热水自动排气阀；8—控制盘

2.7.4 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的主要部件结构型式

直燃型溴化锂吸收式冷热水机组是由直接燃烧（燃料）而加热的高压发生器和单效吸收式制冷机组合而成。其制冷循环与普通双效吸收式冷水机组相同；其采暖循环是利用高压发生器产生的冷剂蒸汽，再通过各种措施，从蒸发器、或冷却水系统、或另专设的热水器得到热水（60~65℃）。

其主要部件结构型式和特点见表 2.7-8。

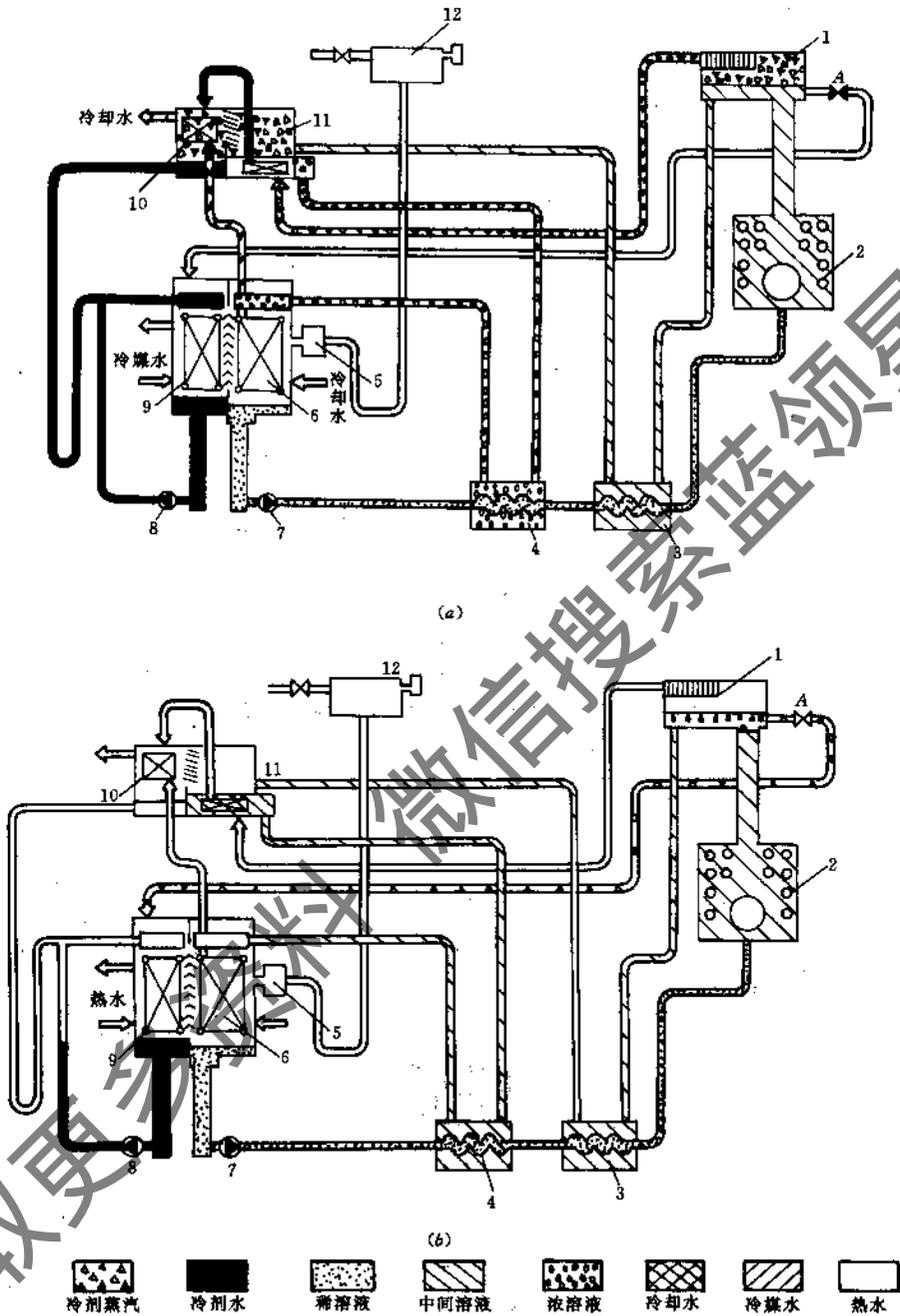


图 2.7-12 组合式(模块式)直燃型冷热水机组的工作循环

(a) 制冷循环; (b) 采暖循环

◁ 阀开; ▷ 阀关

1—分离器; 2—高压发生器; 3—高温热交换器; 4—低温热交换器; 5—抽气装置;
6—吸收器; 7—溶液泵; 8—制冷剂泵; 9—蒸发器; 10—冷凝器; 11—低压发生器;
12—靶抽气腔; A—切换阀

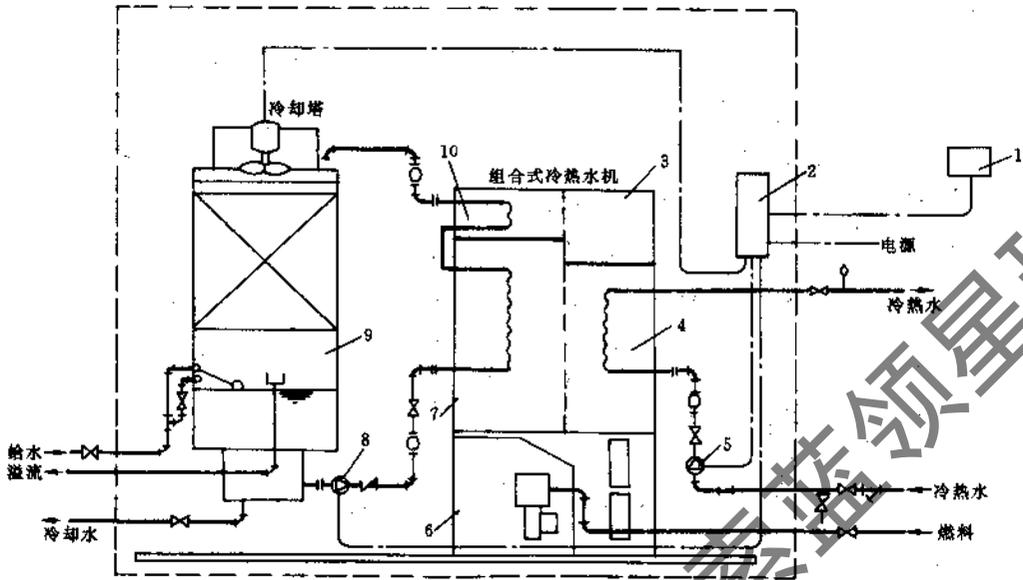


图 2.7-13 组合式(模块式)直燃型冷热水机组与冷却塔的管路系统图

- 1—遥控箱; 2—机外控制箱; 3—低压发生器; 4—蒸发器; 5—冷热水泵;
6—高压发生器; 7—吸收器; 8—冷却水泵; 9—冷却塔; 10—冷凝器

直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的主要部件结构型式和特点

表 2.7-8

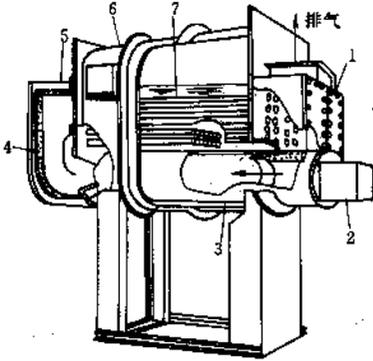
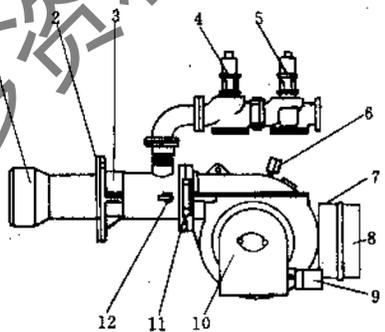
部件名称	结构型式	特点与作用
高压发生器 (1) 水管式高压发生器		燃烧器中的燃料和空气混合的燃烧气体冲刷直立布置的管群, 加热管群内的溴化锂溶液。图 2.7-14 中水管前 3 排为光管, 后 3 排为肋片管。炉筒中的火焰穿过 6 排垂直管向外排出 特点: 1) 结构紧凑 2) 排烟温度低, 热损失小 3) 热效率高
		由图 2.7-15, 燃烧器 1 布置在一侧, 形成的火焰在炉筒 2 内燃烧后流向对面的烟室, 并经排烟道 4 排出

图 2.7-14 水管式高压发生器示意图

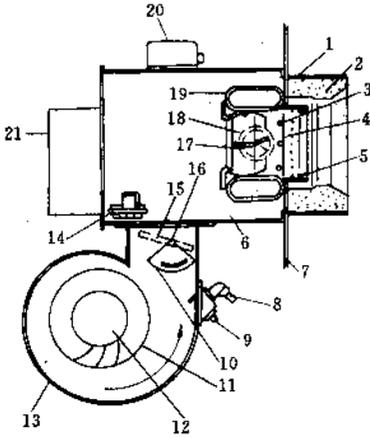
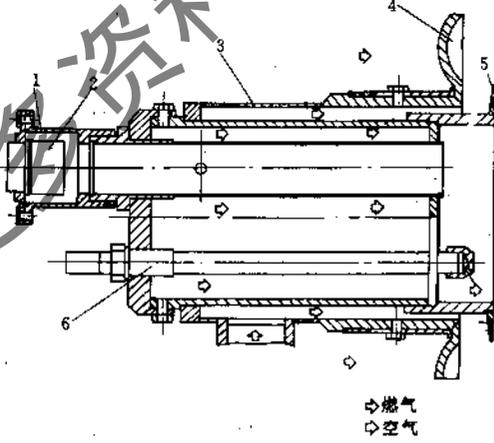
图 2.7-15 水管式高压发生器外形图

- 1—燃烧器; 2—炉筒; 3—烟室; 4—排烟道

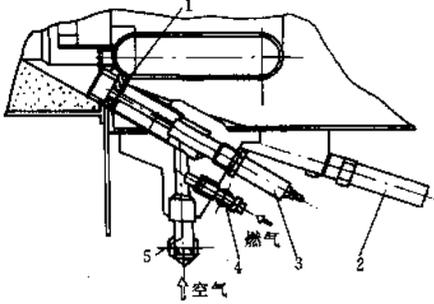
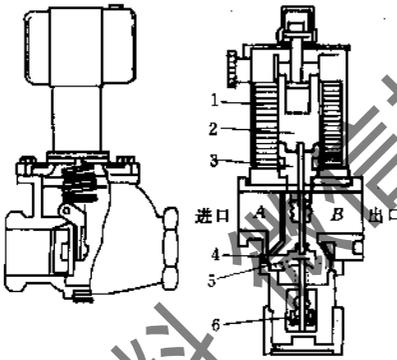
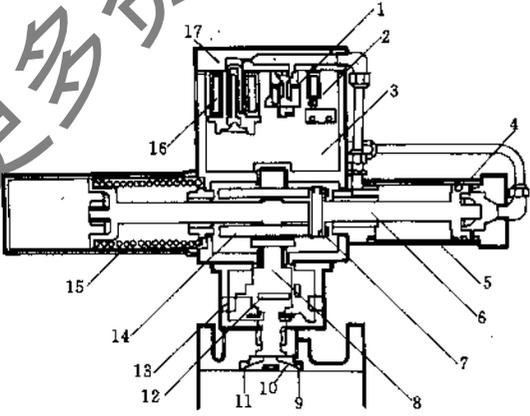
续表

部件名称	结构型式	特点与作用
高压发生器	<p>(2) 干燃烧室型高压发生器</p>  <p>图 2.7-16 干燃烧室型高压发生器</p> <p>1—前烟室；2—燃烧器；3—炉筒；4—耐火隔热材料；5—后烟室；6—筒体；7—烟管</p>	<p>由燃烧器 2 送入的燃料与空气混合的燃烧气体穿出炉筒 3，经前烟室 5 转入烟管 7 内，通过烟管 7 与溶液进行热交换，然后从前烟室 1 排入烟道内。由于烟室不与溶液接触，因此面向火焰部分应铺设耐火隔热材料 4。</p>
	<p>(3) 湿燃烧室型高压发生器</p>  <p>图 2.7-17 湿燃烧室型高压发生器</p>	<p>其高压发生器的炉筒底部浸在溶液中，炉筒四周也充满了溶液。主火焰在炉筒中心部形成后，经与溶液作热交换，然后再返回炉筒前侧，形成回焰，再流经烟管排出。特点是：结构简单，加工方便，炉膛温度均匀，溶液不易结晶。</p>
燃气燃烧器	<p>(1) 燃气燃烧器型式之一</p>  <p>图 2.7-18 燃气燃烧器型式之一</p> <p>1—燃烧头；2—垫片；3—燃烧器安装法兰；4—操作阀；5—安全阀；6—空气压力开关；7—阀密封性控制开关；8—电控板；9—空气控制伺服电机；10—电动风机；11—铰链；12—空气控制钮</p>	<p>这里指的燃气包括城市煤气、天然气等。</p> <p>风机 10 送入燃烧所需的空气。燃气经安全阀 5 和操作阀 4 引入，在燃烧器内形成混合均匀的可燃气空气混合气体，经燃烧头 1 燃烧送入炉筒内。燃烧器借助于安装法兰 3 安装在炉壁上。</p> <p>电动风机 10 旋转先对炉筒预扫气，不供燃气。预扫气后供燃气同时点火，3s 以后，主操作阀 4 和安全阀 5 开，燃烧器有火焰存在时，点火变压器断开，点火结束。此后开启风机同时观察火焰，调节风门实现正常燃烧。</p> <p>若遇熄火，则操作阀在 2s 内自动关闭，实行安全切断。</p>

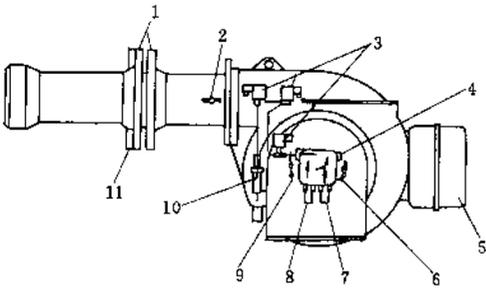
续表

部件名称	结构型式	特点与作用
燃气燃烧器	<p>(2) 燃气燃烧器型式之二</p>  <p>图 2.7-19 燃气燃烧器型式之二</p> <p>1—燃烧头；2—砖衬；3—燃气孔；4—阻焰孔；5—阻焰环；6—燃烧器风道；7—安装用法兰；8—点火用空气引出口；9—风压开关引出口；10—风门开度指示板；11—风机；12—电动机；13—风机机壳；14—风压开关；15—风门；16—风门轴；17—燃气进口；18—旋转叶片；19—燃气管；20—点火用变压器；21—接线匣</p>	<p>该燃烧器由风机、风门、风道、燃气管及燃烧头等组成。</p> <p>风机送风量由风门15调节，以便与燃气量保持匹配。</p> <p>此种燃烧器为预混混合型。燃气和空气混合后在燃烧器中燃烧。其中可燃气体的一部分，经阻焰孔，进入主火焰周围空间内燃烧，可提高主火焰区的燃烧速度，在防止吹灭主火焰的同时，可及时完成高负荷的燃烧。</p> <p>可燃气体燃烧时呈紊流状态。</p>
	<p>(3) 燃气燃烧器型式之三</p>  <p>图 2.7-20 燃气燃烧器型式之三</p> <p>1—探测器座套；2—紫外线火焰探测器；3—分流器；4—后焰板；5—前焰板；6—点火装置</p>	<p>该型式由点火装置、紫外线火焰探测器、前焰板和后焰板等组成。</p> <p>通过调节前后两焰板之间的距离，调整燃气和空气的混合比，以适应不同性质的燃气，既保证高压燃气不回火，又保证低压燃气不熄火。火焰探测器2采用内置式紫外线管，并由助燃空气冷却，提高了探测系统工作的可靠性。</p>

续表

部件名称	结构型式	特点与作用
	 <p>图 2.7-21 点火装置型式</p> <p>1—点火板；2—火焰监视器；3—火花塞； 4—针阀；5—点火空气调节器</p>	<p>燃气经针阀 4 引入，空气由点火空气调节器 5 引进，按适当比例经点火板 1 喷出。在点火板 1 和火花塞 3 之间加上 6000V 的高压电，以电火花引燃可燃气体。火焰监视器 2 采用紫外线光电管以确定火焰的存在。一旦火焰熄灭，火焰监视器 2 即发出信号。</p>
燃气燃烧器	<p>(4) 燃气阀件：包括安全截止阀和电动球阀等。</p>  <p>图 2.7-22 燃气安全截止阀</p> <p>1—线圈；2—衔铁；3—铁芯；4—阀；5—弹簧；6—阻尼装置</p>	<p>燃气安全截止阀（见图 2.7-22）是一种电磁阀。线圈 1 通电，衔铁 2 被固定铁心 3 吸引，阀 4 开启，阻尼装置 6 缓冲作用，延缓了阀 4 的开启。一旦线圈断电，阀 4 受弹簧 5 作用下移，阀关闭。</p>
	 <p>图 2.7-23 燃气电动球阀</p> <p>1—安全阀；2—压力开关；3—工作油缸；4—活塞；5—液缸； 6—活塞杆；7—凸轮反馈机构；8—驱动轴；9—球阀座；10—球阀； 11—阀体；12—联轴器；13—阀的开关指示；14—曲柄机构； 15—复位弹簧；16—电磁泵；17—集管</p>	<p>用于控制室内切断远距离的燃气供应，设置在燃气主管道上。当接到开启信号；电磁泵 16 运行，将油由工作油缸 3 沿集管 17 送往活塞 4 的一侧，推动活塞 4 向着压紧弹簧 15 的方向移动。同时，驱动轴 8 带动球阀 10 转动，直到球阀 10 开启，燃气通过。</p> <p>关闭电动球阀，只要切断电源，阀就在复位弹簧 15 作用下转动到全关位置，将燃气切断。</p>

续表

部件名称	结构型式	特点与作用
燃油燃烧器	 <p data-bbox="334 545 652 572">图 2.7-24 燃烧轻油的燃烧器</p> <p data-bbox="186 578 800 668">1—法兰; 2—燃烧头调节钮; 3—常闭电磁阀; 4—泵压力调节器; 5—控制箱; 6—真空试验点; 7—回油口; 8—进油口; 9—压力试验点; 10—风门控制杆(第二级火焰); 11—垫片</p>	<p data-bbox="824 218 1125 304">以燃油为燃料的燃烧器(图 2.7-24)与燃气燃烧器有很大不同。通常采用喷雾式燃油燃烧器。</p> <p data-bbox="824 310 1125 628">电动风机预扫气时,燃油泵运转。预扫气结束后,电磁阀 3 开启,燃油在 1.2MPa 压力下到达一级火焰喷嘴而最终雾化。第一级火焰点燃时,风门在预定位置。正常后且已超过控制箱设定的安全时间,电磁阀 3 开启,轻油在 1.2MPa 压力下进入二级火焰喷嘴,喷油量达到最大值。第二级火焰正常后,点火变压器断开。</p> <p data-bbox="824 633 1125 683">上述为油滴雾化的油压型,其他尚有雾化型和回转(转杯式)型</p>

2.7.5 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的节能措施

直燃型冷热水机组的节能方向有二个方面,一是降低机组本身的能源消耗量;二是尽可能利用机组本身的余热。

这里只介绍节能的方向和途径等。

1. 降低直燃型冷热水机组的能源消耗量

主要有以下几方面措施:

(1) 提高溶液热交换器的温升

增加低温热交换器稀溶液侧的流程数→提高传热系数(K)→提高稀溶液的出口温升(同时也提高了高温热交换器稀溶液的出口温度)→降低了燃料消耗量。

(2) 调节溶液循环量适应负荷变化

在低负荷时,可增大单位溶液流量的热交换面积→提高热交换效率→同时减少溶液循环量→节约了燃料消耗量。

例如,50%负荷时,溶液循环量比100%负荷时减少25%。

溶液循环量的调节,可由设置高压发生器的液位开关来控制溶液泵的输送流量;或设置其他型式的流量无级调节装置。

减小机组尺寸、减少溶液充灌量,即在不致造成带液条件下,尽可能做到:

- 1) 减小吸收器和蒸发器的内空间尺寸;
- 2) 采用高效传热管,减少换热面积;
- 3) 在吸收器、蒸发器、低压发生器中增加流程数;
- 4) 筒体采用椭圆形等。

(3) 确保低温冷却水安全运转

为提高制冷机的热力系数(机组单位热耗量的制冷量),可降低冷却水进口温度。但此时蒸发器水盘可能缺水,而使冷剂泵运行中发生“气蚀”。可通过加大蒸发器液囊的容积,并以蒸发器水位作为溶液质量分数(浓度)的标志进行结晶保护。这样,即使在冷却水温度为15℃时,仍能保证机组稳定运转和维持较高的热力系数,因而降低了热耗。

2. 直燃型冷热水机组排气余热的利用

直燃型冷热水机组中燃烧筒体的烟气排气温度可达 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ ，因而对排气余热的利用，其节能效果是显著的。一般有如下方式措施：

(1) 在高压发生器出口安装排气回热器，用以加热：1) 进入燃烧室的空气；2) 进入高压发生器的稀溶液。达到节能目的。

(2) 在冬季采暖循环时，将排气引入空调系统的全热热交换器中，补充加热送往室内的暖风见图 2.7-25

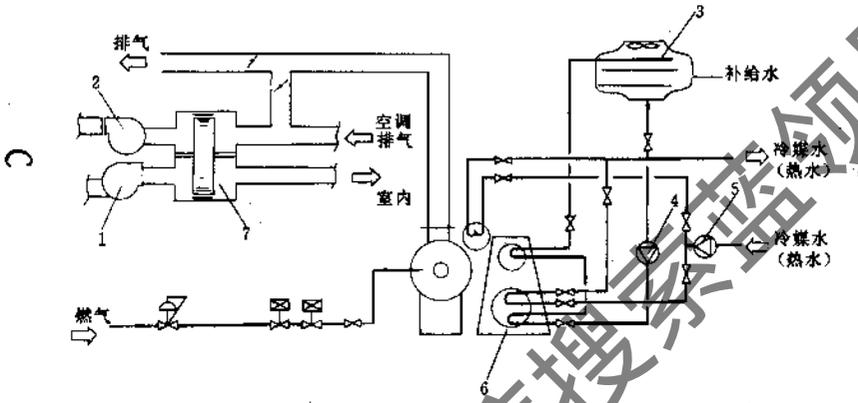


图 2.7-25 直燃型冷热水机组排气热量的利用

- 1—新风风机；2—排风风机；3—冷却塔；4—冷却水泵；5—冷热水泵；
6—燃气型冷热水机组；7—全热热交换器

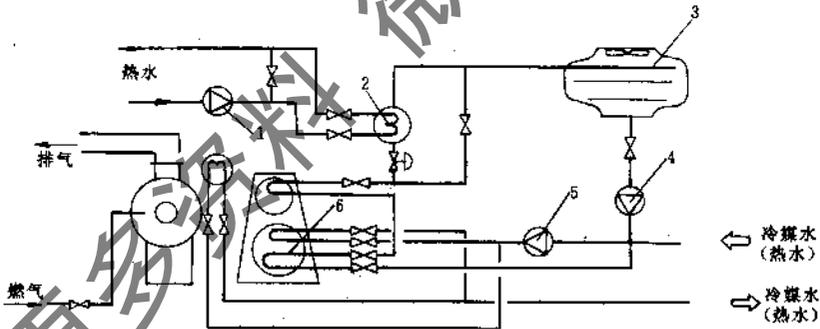


图 2.7-26 直燃型冷热水机组冷却水热量的利用

- 1—热水泵；2—冷却水热交换器；3—冷却塔；4—冷却水泵；
5—冷热水泵；6—直燃型冷热水机组

(3) 回收冷却水的余热 (见图 2.7-26)

在该机型中的冷却水系统上设置了冷却水热交换器 2，对需要的水进行加热，回收热量。冷却水在该热交换器中冷却后，再送往冷却塔中。

2.7.6 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组的产品型式及生产厂家

1. 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组分类型式及部分生产厂家

(1) 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组分类型式 (见表 2.7-9)

中央空调用直燃型溴化锂吸收式冷热水机组分类型式

表 2.7-9

产品型式		直燃型冷热水机组制冷循环		直燃型冷热水机组采暖循环	
特性及生产厂家					
产品系列型号		BZ-W、ZXLR、ZX系列			
工质对	制冷剂	水			
	吸收剂	溴化锂溶液(浓度50%、55%)			
机组额定工况	冷(热)水出口温度(°C)	冷媒水出口温度(°C)	7	热水出口温度(°C)	60、(65)、(55)
	冷(热)水进口温度(°C)	冷媒水进口温度(°C)	12	热水进口温度(°C)	55.8、(57)、(50.2)
	冷却水进口温度(°C)	32			
	冷却水出口温度(°C)	37.5			
单机制冷(热)量范围(kW)		106~9302		92~7456	
机组负荷调节范围(%)		冷量:20~100		热量:80~100	
调节燃料调节范围(%)		30~100		30~100	
额定排烟(气)温度(°C)		220±22		180±18	
冷水、冷却水、热水压力限制(MPa)		≤0.8(TZ系列0.5)			
机组热源	燃料品种	城市煤气	天然气	轻油	
	燃料热值	16300kJ/m ³	39500kJ/m ³	42900kJ/kg	
	燃气(油)压力(MPa)	0.0012~0.015(>0.015需有减压装置)			1.2
高压发生器型式		水管式、干燃烧室型、湿燃烧室型			
低压发生器型式					
蒸发器型式		卧式壳管式			
冷凝器型式					
节流机构		U形管节流装置或孔板节流装置			

(2) 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组部分生产厂家名录见表 2.7-10。

中央空调用直燃型溴化锂吸收式冷热水机组部分生产厂家名录

表 2.7-10

序号	生产厂家(公司)名称	产品型号	主要规格	生产厂家(公司)地址
1)	长沙远大空调有限公司	BZ30VI~BZ800VI系列(燃油、燃气、标准型)	单机冷量: 349~9302kW 单机热量: 279~7443kW	长沙市远大城
		BZ30VI·H~BZ400VI·H系列(燃油、燃气、高发加大型)	单机热量: 335~4466kW(加大供热能力,其他与标准型相同)	
2)	四川希望集团深蓝空调制造有限公司	ZXLR-35~ZXLR-350系列(燃油、燃气、标准型、高发加大型等)	单机冷量: 349~3489kW 单机热量: 278~2784kW	成都市机场路181号或成都市一环路南三段15号华侨大厦12F
		XW-100Y~XW-300Y(燃油型、都市型) XW-100Q~XW-300Q(燃气型、都市型) XW-100S~XW-300S(油、气两用品、都市型)	单机冷量: 1160~3500kW	
3)	江苏双良特灵溴化锂制冷机有限公司	ZX-23~ZX-523系列(燃油、燃气) ZXY——燃油型 ZXQ——燃气型	单机冷量: 233~5234kW 单机热量: 200~4396kW	江苏省江阴市

续表

序号	生产厂家 (公司) 名称	产品型号	主要规格	生产厂家 (公司) 地址
4)	上海一冷开利 空调设备有限公司	16DF013~16DF100 系列 (燃油、燃气、标准型)	单机冷量: 475~3516kW 单机热量: 385~2830kW	上海市浦东源深路 1099号
		16DF013H1~16DF090H1 系列 (燃气、燃油、加大1型)	单机热量: 425~2830kW (加大供热能力, 其余与标准型相同)	
		16DF013H2~16DF080H2 系列 (燃油、燃气、加大2型)	单机热量: 510~2830kW (加大供热能力, 其余与标准型相同)	
5)	大连三洋制冷 有限公司	DCC-11G~DCC-82G (燃气型) 系列 DCC-11K~DCC-82K (燃油型) 系列	单机冷量: 352~5274kW 单机热量: 294~4414kW	大连市经济技术开 发区 31 号区
		MCC-20G~MCC-240G 系列 (燃气、模块式)	单机冷量: 70.3~843.9kW 单机热量: 57.9~694.7kW	
		MCC-50K~MCC-240K 系列 (燃油、模块式)	单机冷量: 175.8~843.9kW 单机热量: 144.7~694.7kW	
6)	河南开通制冷 空调集团公司	SXZY (Q) -12~SXZY (Q) - 520 系列 (燃气、燃油型)	单机冷量: 116~5234kW 单机热量: 98.6~4397kW	河南省开封市大梁 路 8 号

2. 国内部分生产厂家的直燃型溴化锂吸收式冷热水机组产品选型资料介绍

1) 长沙远大空调有限公司

BZ-VI 系列, 单机制冷量 349~9302 kW

单机制热量 279~7443kW

BZ-VI·H 系列, 单机制热量 335~4466 kW

BZ-VI、BZ-VI·H 系列产品选型资料目录表 (长沙远大)

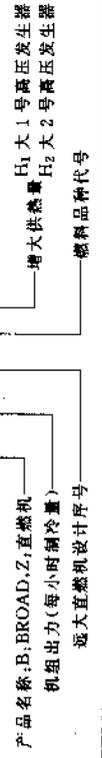
表 2.7-11

产品名称	产品型号	产品选型资料目录	图(表)号	产品名称	产品型号	产品选型资料目录	图(表)号
直燃型 溴化锂 吸收式 冷、热 水机组	BZ-VI 系列 BZ-VI ·H 系列 (加大型)	a) 机组额定性能及通用参数表	表 2.7-12	直燃 型溴 化锂 吸收 式冷 热 水 机 组	BZ-VI 系列 BZ-VI ·H 系列 (加大型)	i) 加大型机组外形尺寸图	图 2.7-35
		b) 机组型式分类一览表	表 2.7-13			j) 机组性能曲线图	图 2.7-36
		c) 机组外形尺寸图	图 2.7-27 至 图 2.7-30			k) 机组水系统实例图	图 2.7-37
		d) 机组基础尺寸图	图 2.7-31			l) 机组排气系统实例图	图 2.7-38
		e) 机组周围空间尺寸图	图 2.7-32			m) 机组燃油系统图	图 2.7-39
		f) 机组运输尺寸图	图 2.7-33			h) 机组燃气系统图	图 2.7-40
		g) 机组就位水平及机脚垫层图	图 2.7-34			o) 机组燃气管路管径计算图	图 2.7-41
		h) 机组额定性能表	表 2.7-14			p) 机房电气系统配置例图	图 2.7-42

表 2-7-12 BZ-VI 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组额定性能及通用参数表

系 列	中 型 系 列															大 型 系 列				
	30	40	50	65	75	85	100	123	150	200	250	300	400	500	600	800	400	500	600	800
制 冷	10 ⁴ kcal/h	30	40	50	65	75	85	100	123	150	200	250	300	400	500	600	400	500	600	800
	kW	349	465	581	756	872	988	1163	1453	1744	2328	2907	3488	4651	5814	6977	4651	5814	6977	9302
供 热	USRt	100	133	165	215	248	281	330	413	496	661	827	992	1323	1653	1984	1323	1653	1984	2646
	10 ⁴ kcal/h	24	32	40	52	60	68	80	100	120	160	200	240	320	400	480	320	400	480	640
冷 水	流量	60	80	100	130	150	170	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	800	1000	1200	1600
	压力损失	0.09	0.09	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.08	0.08	0.09	0.09
	接管口径	DN	100	125	150	200	200	200	250	250	300	350	350	400	450	500	350	400	450	600
冷 却 水	流量	98	130	163	212	248	278	327	410	490	654	820	980	1308	1640	1960	980	1200	1400	1800
	压力损失	0.09	0.09	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14	0.08	0.08	0.09	0.09
	接管口径	DN	125	150	150	200	200	200	250	250	300	350	350	400	450	500	350	400	450	600
湿 水	流量	30	40	50	65	75	85	100	125	150	200	250	300	400	500	600	400	500	600	800
	压力损失	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.09	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
	接管口径	DN	70	80	100	100	125	125	150	150	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250
卫 生 热 水	流量	15	20	25	32.5	42.5	50	62.5	75	100	125	150	200	250	300	400	250	300	400	500
	压力损失	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	接管口径	DN	70	80	100	100	125	125	150	150	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250
最 大 燃 料 量	轻 油	28	37	45	59	70	77	88	111	131	172	222	265	352	440	528	528	672	816	1008
	城市煤气	77	101	123	161	192	211	241	304	359	471	606	728	964	1205	1446	1446	1824	2208	2796
	天然气	27	35	43	56	66	73	83	105	124	163	210	252	330	416	500	500	632	764	950
溶 液 量	t	2.2	2.4	2.8	3.0	3.6	3.8	4.3	5.5	6.0	7.2	8.3	9.6	11.0	12.3	16.0	16.0	19.0	22.0	28.0
配 电 量	kW	6.0	7.1	7.1	7.7	7.7	11.4	11.4	14.7	14.7	18.7	22.5	24.5	27.7	31.3	34.0	34.0	37.3	40.6	51.9
整 机 (大 件) 运 输 重 量	t	6.2	7.5	8.8	10.1	10.8	12.3	13.5	16.9	19.0	23.5	27.5	29.0	33.0	36.0	42.0	42.0	45.0	48.0	60.0
运 转 重 量 (估)	t	9.2	10.8	12.7	14.2	15.6	17.5	19.5	24	28	34	39.8	46	54	65	73	73	92	110	138
整 机 (大 件) 长 宽 高	mm	3320	3380	4380	3920	4420	3940	4440	5520	5520	5580	6580	(6580)	(7640)	(7640)	(8700)	(8700)	(8700)	(8700)	(8700)
	mm	1860	2200	2200	2470	2470	2690	2690	2700	2890	3200	3250	(2280)	(2400)	(2400)	(2630)	(2630)	(2630)	(2630)	(2630)
	mm	1890	2000	2000	2250	2250	2570	2570	2630	2830	2970	2970	(3100)	(3300)	(3300)	(4000)	(4000)	(4000)	(4000)	(4000)

▲ 远大直燃机型号编制规则



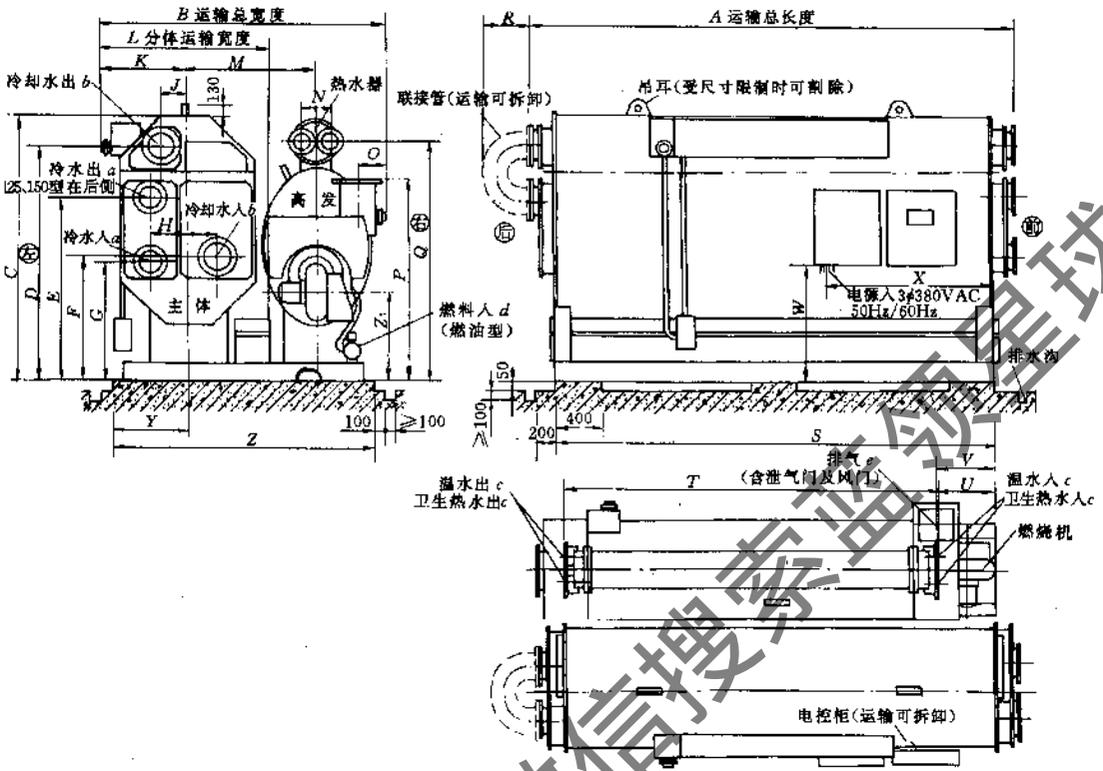
注: 燃料品种代号

- A 重油
- B 轻油
- C 燃气: 热值 > 37.92MJ/m³
- D 燃气: 热值 20.4~37.92MJ/m³

1. 冷水额定出口/入口温度: 7℃/12℃
2. 冷却水额定出口/入口温度: 37.5℃/32℃
3. 温水额定出口/入口温度: 65℃/57℃
4. 卫生热水额定出口/入口温度: 60℃/44℃
5. 冷水允许最低出口/入口温度: 5℃ (特殊订货例外)
6. 温水、卫生热水允许最高出口温度: 95℃ (特殊大气压力条件时)
7. 温水、卫生热水允许最低入口温度: 5℃
8. 冷却水允许初始最低入口温度: 14℃
9. 冷却水允许运转入口温度: 24℃~38℃
10. 冷水、冷却水、温水、卫生热水压力限制: 0.8MPa
11. 冷水、冷却水、温水、卫生热水污垢系数: 0.86m²·k/(kW·0.0001m²·h·℃/kcal)
12. 使用电源: 三相 380V/50Hz 或 380V/60Hz (表列配电量系指燃油及燃气轮机机组配电量。当需用重油时, 配电须增加。)
13. 表列溶液量系指溴化锂含量 55% 之溶液
14. 表列轻油系以 0# 柴油计算, 低位热值: 43.472MJ/kg
15. 表列城市煤气按低位热值 15.884MJ/Nm³ 计算
16. 表列天然气按低位热值 45.98MJ/m³ 计算
- 注: ① 当使用其他品种燃料时, 可将其热值与上述燃料热值进行对比, 求出耗量。② 列实际运行中, 燃料消耗随负荷变化而变化, 详见“性能曲线图”。
17. 制冷额定排气温度: 180℃±10%
18. 供热额定排气温度: 160℃±10%
19. 排气余压: 1~10mmHgO (随负荷变化)
20. 机房环境温度: 温度 5~43℃; 湿度 ≤ 80%
21. 冷水允许流量调节范围: 50%~120%
22. 温水允许流量调节范围: 30%~120%
23. 卫生热水允许流量调节范围: 50%~150%
24. 卫生热水允许流量调节范围: 80%~240%
25. 制冷的同时制止卫生热水则制冷量相降低 (除非加大高压发生器)
26. 供热量是指温水热量与卫生热水热量之和或二者之和 (二者均可单独达到额定供热量)

BZ-VI、BZ-VI·H 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组型式分类一览表 表 2.7-13

类型	型式	特性	型号例
功能	标准型	可分别或同时实现 3 种功能:制冷、采暖、卫生热水。	BZ100VIB
	空调型	可分别或同时实现 2 种功能:制冷、采暖(代号:k)	BZ100VI(k)B
	单冷型	只可制冷。如果用户有特殊要求,可在停止制冷时提供 $\leq 45^{\circ}\text{C}$ 的采暖热水(代号:d)	BZ100VI(d)B
燃料	轻油型	燃用 $10^{\#} \sim 10^{\#}$ 柴油,热值: $\geq 37.92\text{MJ/kg}$ 。(代号:B)	BZ100VIB
	重油型	燃用重油、原油、渣油、混合油(亦可燃轻油)。热值: $\geq 37.92\text{MJ/kg}$,恩氏粘度 $\leq 15.5\text{E}/80^{\circ}\text{C}(100^{\#})$ 。订货时说明粘度。(代号:A)	BZ100VIA
	燃气型	燃用各种天然气、煤气、液化气、油制气,热值 $\geq 14.63\text{MJ/m}^3$,压力 $\geq 500\text{mmH}_2\text{O}$ 。订货时说明热值及压力。(代号C、D为天然气,代号E为煤气)	BZ100VIC
	双燃料型	可一机分别燃用 2 种燃料。分为两大类,轻油/燃气型、重油/燃气型(代号,BC,AC)	BZ100VIBC
特殊 订货	高发加大型	可提高供热能力。每加大 1 号,供热能力增加 20%(代号:H)	BZ100VIB·H ₂
	特殊尺寸型	受用户机房或通道的尺寸限制,可适当改变机组外形尺寸或改变产品出厂构件,进行现场组合	
	分体运输型	受运输条件限制,大型机(≥ 300 型)必须采取分体运输,如果受进入用户机房尺寸限制,中型机(30~250型)亦可分体运输。凡分体运输一般分为 2 体:主体和高发。必要时,可侧倒机组运入机房。设备进入机房就位后,由远大负责联接 2 体间的管道	
	高压型	能承受空调系统水柱静压为 0.81MPa~1.20MPa	
	超高压型	承压高于 1.20MPa。	订货时说明
	低品位燃气型	适用于燃用热值较低或压力较低的燃气,如热值低于 4.63MJ/m^3 或压力低于 $500\text{mmH}_2\text{O}$	
	低温型	出水温度可低至 $3\sim 4^{\circ}\text{C}$;满足特殊工艺要求(如发电厂冷却系统)	
	多种温水型	可提供 3 种及以上不同温度、压力的采暖热水或卫生热水	
	海水型	可用海水作冷却水,适用于船舶空调及海水淡化工厂	



尺寸表

单位: mm

机型	30	40	50	65	75	85	100	125	150
A	3320	3380	4380	3920	4420	3940	4440	5520	5520
B	1860	2200	2200	2470	2470	2690	2690	2700	2890
C	1890	2000	2000	2250	2250	2570	2570	2630	2830
D	1640	1670	1670	1955	1955	2260	2260	2230	2200
E	1320	1330	1330	1475	1475	1810	1810	1780	1750
F	920	945	945	1100	1100	1280	1280	1200	1200
G	890	910	910	1070	1080	1200	1200	1200	1190
H	240	245	245	320	310	300	300	300	350
I	200	220	220	250	250	263	263	260	275
J	180	190	190	245	245	240	240	240	283
K	580	625	625	730	730	800	800	800	850
L	1120	1330	1330	1580	1580	1650	1650	1650	1800
M	795	915	915	1050	1050	1150	1150	1250	1220
N	180	190	210	210	230	260	260	285	285
O	160	200	200	240	255	240	240	280	300
P	1300	1350	1350	1520	1520	1890	1890	1990	2020
Q	1590	1680	1680	1940	1940	2200	2200	2340	2320
R	220	250	250	330	330	340	340	400	400
S	3000	3000	4000	3500	4000	3500	4000	5000	5000
T	2400	2500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
U	560	560	750	250	610	0	560	1600	1600
V	655	640	830	305	650	120	590	1050	1030
W	—	—	1000	1100	1100	1200	1200	1200	1200
X	—	—	1200	1100	1200	1100	1200	1500	1500
Y	600	650	650	780	780	870	870	820	870
Z	1920	2300	2300	2500	2500	2800	2800	2900	3000
Z1	560	800	800	820	820	840	840	900	1020
a	DN100	DN125	DN125	DN150	DN150	DN150	DN150	DN200	DN200
b	DN125	DN150	DN150	DN200	DN200	DN200	DN200	DN250	DN250
c	DN70	DN80	DN100	DN100	DN125	DN125	DN125	DN150	DN150
d	φ20	φ20	φ20	φ20	φ20	φ25	φ25	φ32	φ32
e	220×220	250×250	250×250	290×290	320×320	320×320	350×350	400×400	440×440

注: 30、40型机组电控柜不设于机组上, 设于距机组 5m 范围内(出厂时已配足电缆并配有支座)。

图 2.7-27 BZ30VI~BZ150VI 型直燃型溴化锂吸收式冷热水机组外形尺寸图

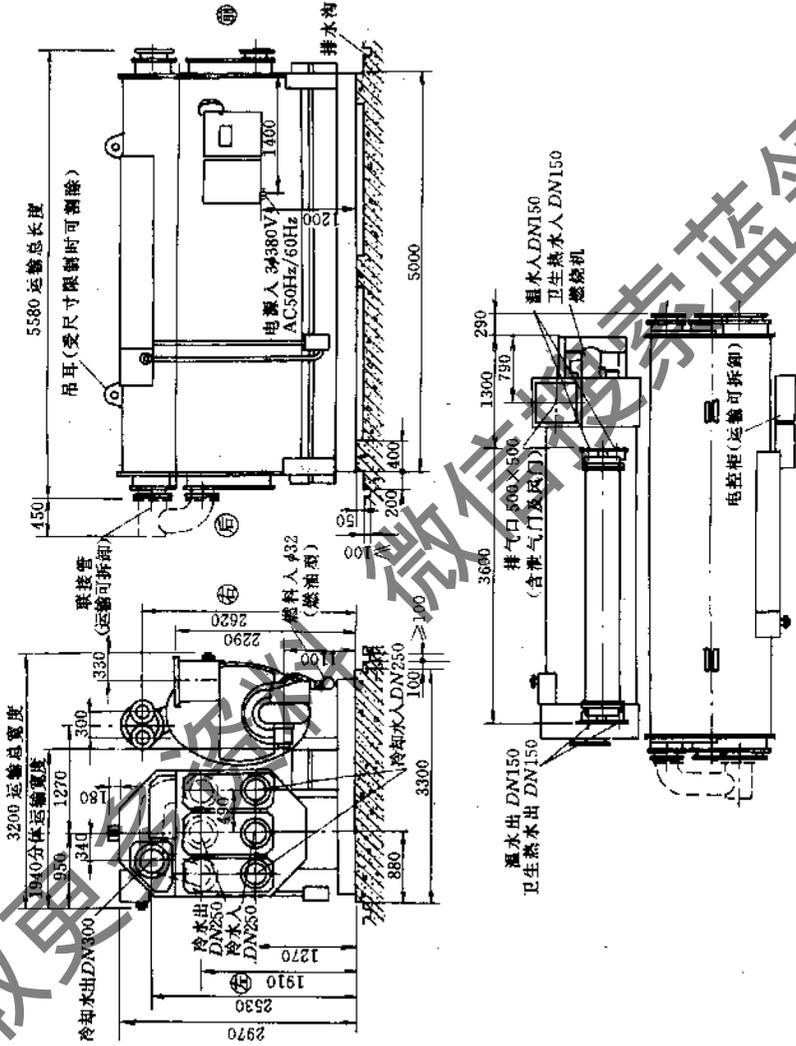
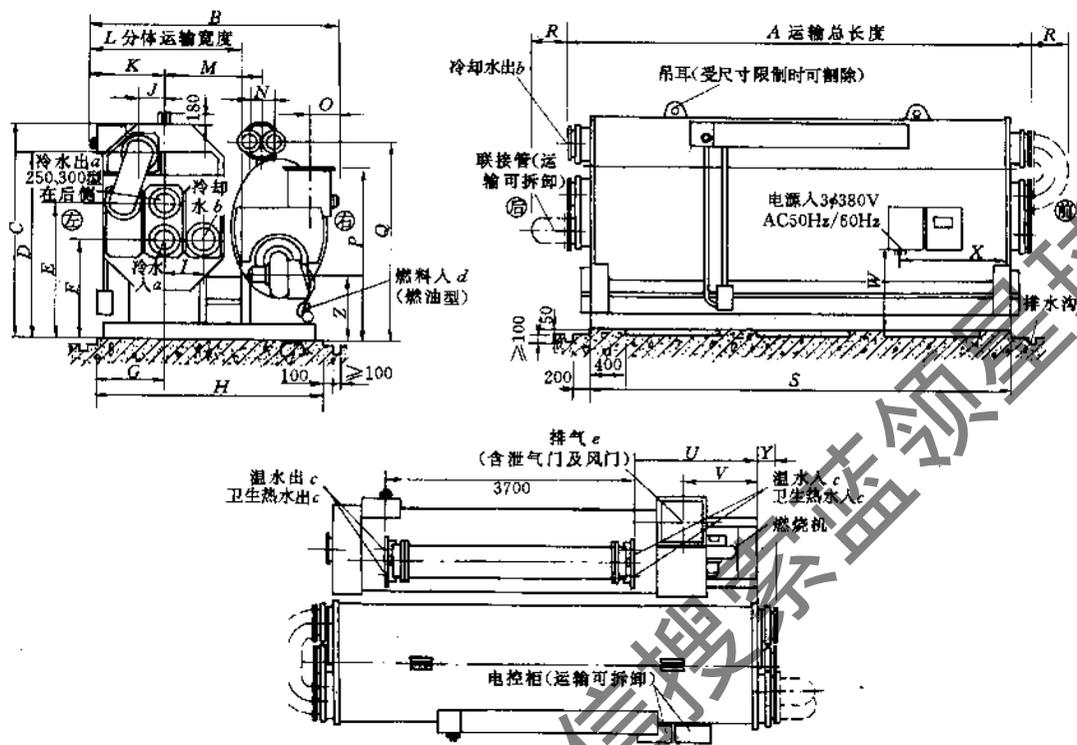


图 2.7-28 EZ200VI 型直燃型溴化锂吸收式冷热水机组外形尺寸图

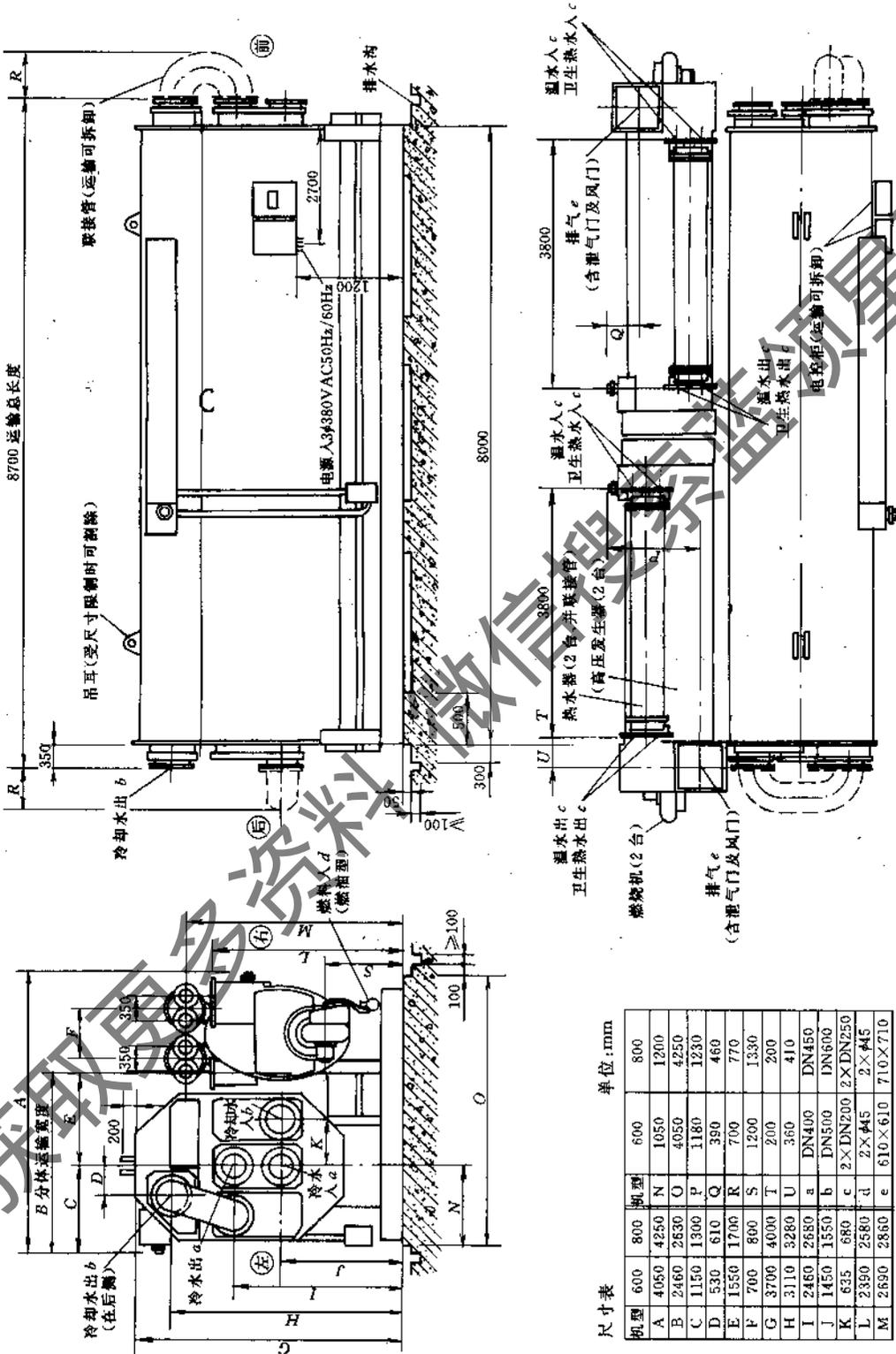


尺寸表

单位: mm

机 型	250	300	400	500	机 型	250	300	400	500
A	6580	6580	7640	7640	P	2320	2390	2580	2900
B	3250	3600	3780	3900	Q	2600	2690	2860	3220
C	2970	3100	3300	3700	R	550	550	640	710
D	2530	2550	2830	3150	S	6000	6000	7000	7000
E	1910	2000	2120	2330	T	1150	1200	1330	1380
F	1270	1290	1340	1370	U	2300	2200	3250	3000
G	880	950	950	1000	V	1100	1025	1975	1650
H	3350	3700	3800	4000	W	1200	1200	1200	1200
I	490	550	550	600	X	1800	1800	2300	2300
J	340	390	390	480	Y	290	290	320	320
K	950	1050	1050	1100	Z	1120	1120	1300	1350
L	2050	2200	2280	2400	a	DN250	DN300	DN300	DN350
M	1350	1430	1420	1400	b	DN350	DN350	DN400	DN450
N	300	350	350	400	c	DN200	DN200	DN250	DN250
O	350	380	430	470	d	φ32	φ45	φ45	φ45
					e	560×560	610×610	710×710	790×790

图 2.7-29 BZ250VI~BZ500VI 型直燃型溴化锂吸收式冷热水机组外形尺寸图

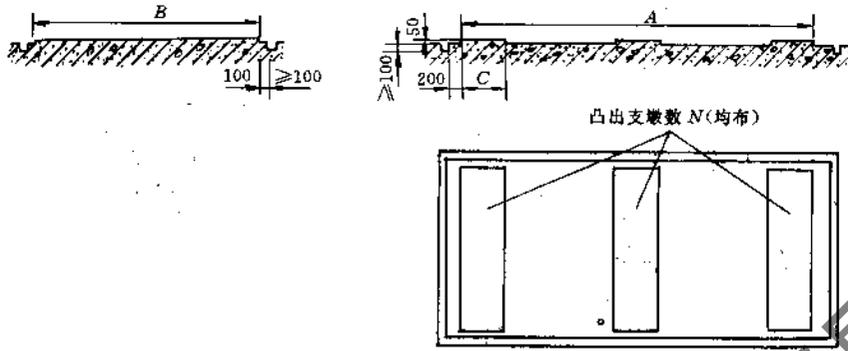


尺寸表

单位: mm

机型	600	800	机型	600	800
A	4050	4250	N	1050	1200
B	2460	2630	O	4050	4250
C	1150	1300	P	1180	1230
D	530	610	Q	350	460
E	1550	1700	R	700	770
F	700	800	S	1200	1330
G	3700	4000	T	200	200
H	3110	3280	U	360	410
I	2460	2680	a	DN400	DN450
J	1450	1550	b	DN500	DN600
K	635	680	c	2×DN200	2×DN250
L	2390	2580	d	2×Φ45	2×Φ45
M	2690	2860	e	610×610	710×710

图 2.7-30 BZ600VI~BZ800VI 型直燃型溴化锂吸收式冷热水机组外形尺寸图

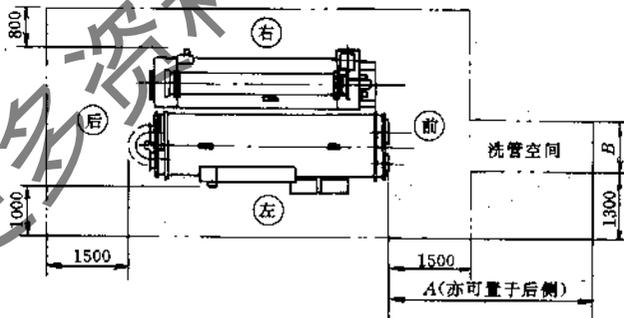


尺寸表

单位: mm

系列	C	中型系列										大型系列					
参数	BZ-VI	30	40	50	65	75	85	100	125	150	200	250	300	400	500	600	800
A	mm	3000	3000	4000	3500	4000	3500	4000	5000	5000	5000	6000	6000	7000	7000	8000	8000
B	mm	1920	2300	2300	2500	2500	2800	2800	2900	3000	3300	3350	3700	3800	4000	4050	4250
C	mm	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	500	500
N	个	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
机组运转重量	t	10	12	13.5	16	17.4	19	21	24	28	34	38	46	54	63	73	92

图 2.7-31 BZ-VI 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组基础尺寸图



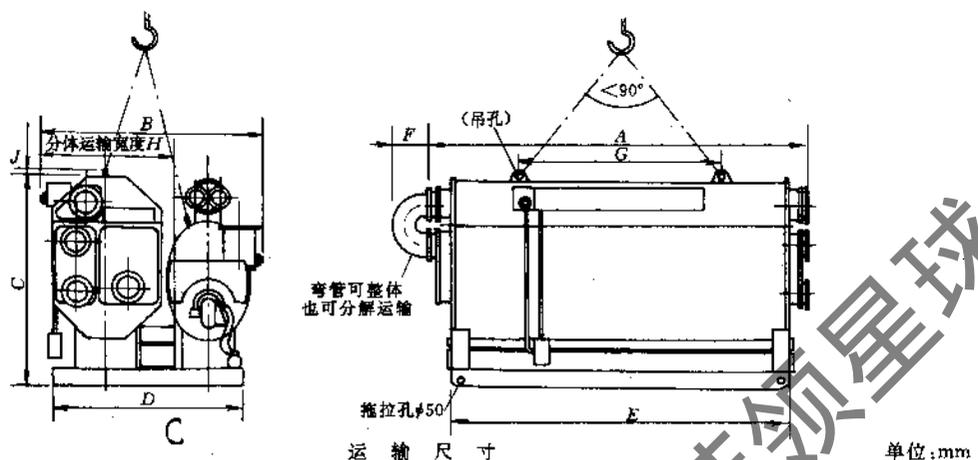
尺寸表

单位: mm

机型	30	40	50	65	75	85	100	125	150	200	250	300	400	500	600	800
A	2700	2700	3700	3200	3700	3200	3700	4500	4500	4500	5500	5500	6500	6500	7500	7500
B	700	750	750	900	900	900	1000	1000	1250	1400	1400	1600	1600	1700	1800	200

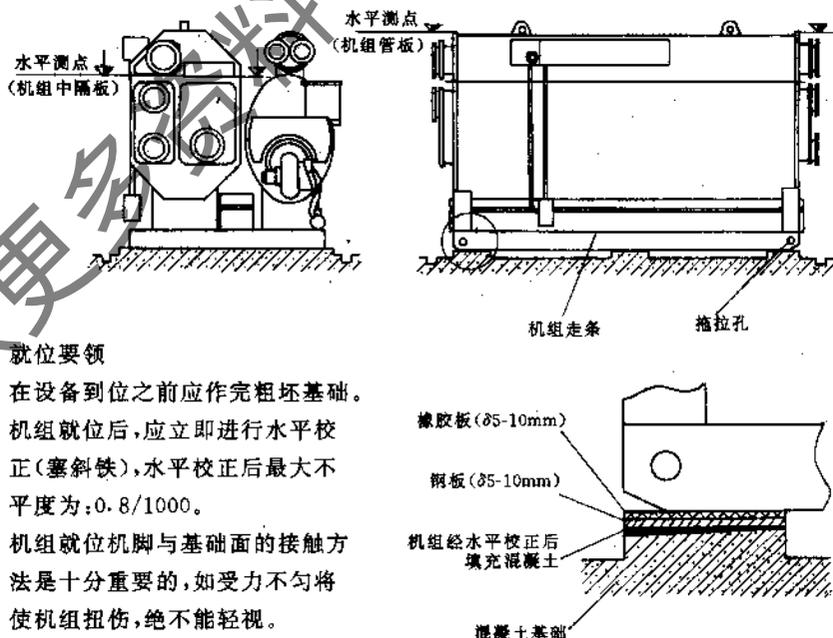
注: 如机房小于上述尺寸, 请与远大联系, 共同研究解决方案

图 2.7-32 BZ-VI 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组周围空间尺寸图



系列		中型系列										大型系列					
参数	BZ-VI	30	40	50	65	75	85	100	125	150	200	250	300	400	500	600	800
A	mm	3320	3380	4380	3920	4420	3940	4440	5520	5520	5580	6580	6880	7640	7640	8700	8700
B	mm	1860	2200	2200	2470	2470	2690	2690	2700	2890	3200	3250					
C	mm	1890	2000	2000	2250	2250	2570	2570	2630	2630	2970	2970	3100	3300	3700	3700	4000
D	mm	1790	2080	2080	2170	2180	2330	2330	2450	2610	2980	3020					
E	mm	3000	3000	4000	3500	4000	3500	4000	5000	5000	5000	6000	6000	7000	7000	8000	8000
F	mm	220	250	250	330	330	340	340	400	400	450	550	550	640	710	710	770
G	mm	1950	1950	2550	2450	2550	2450	2550	3550	3550	2950	3950	3950	4950	4950	6000	6000
H	mm	1120	1330	1330	1580	1580	1650	1650	1650	1800	1940	2050	2200	2280	2400	2460	2630
I	mm	φ50	φ60	φ60	φ70	φ70	φ80	φ80	φ90								
J	mm	130	130	130	130	130	130	130	180	180	180	180	180	180	180	180	180
主体运输重量	t	4.3	5.0	6.0	7.1	7.4	8.5	9.2	11.6	13.2	17.2	20.0	23.0	29.5	36.0	42.0	53.0
整机运输重量	t	6.2	7.5	8.8	10.1	10.8	12.3	13.5	16.9	19.0	23.5	27.5					

图 2.7-33 BZ-VI 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组运输尺寸图

**就位要领**

在设备到位之前应作完粗坯基础。机组就位后,应立即进行水平校正(塞斜铁),水平校正后最大不平度为:0.8/1000。

机组就位机脚与基础面的接触方法是十分重要的,如受力不均将使机组扭伤,绝不能轻视。

图 2.7-34 BZ-VI 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组就位水平测量及机脚垫层示意图

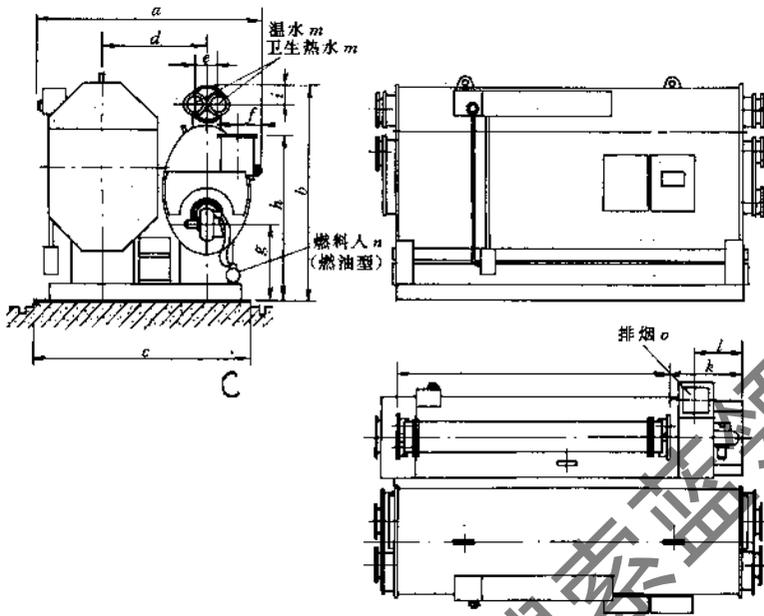
表 2.7-14

BZ-VI·H(高发加大型)系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组额定性能表

型 号	30						40						50						65						
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	H ₆	
供热量	385	391	447	502	558	423	521	595	670	744	558	651	744	837	930	726	847	967	1088	1209	726	847	967	1088	1209
温水流流量	36	42	48	54	60	48	56	64	72	80	60	70	80	90	100	78	91	104	117	130	78	91	104	117	130
卫生热水流量	18	21	24	27	30	24	28	32	36	40	30	35	40	45	50	39	46	52	58	65	39	46	52	58	65
溶液量	2.3	2.3	2.4	2.6	2.7	2.5	2.5	2.6	2.8	3.0	2.9	3.0	3.3	3.5	3.8	3.1	3.3	3.5	3.8	4.0	3.1	3.3	3.5	3.8	4.0
配电量	6.0	6.0	6.0	6.7	6.7	6.7	7.1	7.1	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
整机(大件)运输重量	6.3	6.4	6.6	6.8	7.0	7.6	7.7	7.9	8.2	8.5	9.0	9.2	9.4	9.6	9.9	10.3	10.5	10.7	10.9	11.2	10.3	10.5	10.7	10.9	11.2
运转重量(估)	9.4	9.5	9.8	10.4	10.8	11.0	11.1	11.4	11.9	12.5	12.9	13.3	13.8	14.2	14.7	14.5	14.7	15.1	15.8	16.1	14.5	14.7	15.1	15.8	16.1
长	3520	3520	3520	3520	3520	3580	3580	3580	3580	3580	3580	3580	4560	4560	4560	4120	4120	4120	4120	4120	4120	4120	4120	4120	4120
宽	1980	2000	2000	2050	2100	2400	2400	2400	2480	2480	2450	2450	2500	2500	2530	2570	2570	2600	2600	2650	2570	2570	2600	2600	2650
高	1980	1980	2020	2080	2040	2200	2250	2250	2300	2300	2200	2200	2250	2300	2350	2340	2360	2400	2400	2450	2340	2360	2400	2400	2450
型 号	75						85						100						125						
供热量	837	977	1116	1256	1395	949	1107	1267	1430	1581	1116	1302	1488	1674	1744	1895	1628	1860	2093	2326	1116	1302	1488	1674	1895
温水流流量	90	105	120	135	150	102	119	136	153	170	120	140	160	180	200	150	175	200	225	250	120	140	160	180	200
卫生热水流量	45	53	60	68	75	51	60	68	77	85	60	70	80	90	100	75	88	100	113	125	60	70	80	90	100
溶液量	3.7	3.8	4.0	4.5	4.7	4.0	4.2	4.5	4.9	5.3	4.6	5.1	5.3	5.8	6.0	5.8	5.9	6.2	7.2	7.5	4.6	5.1	5.3	5.8	6.0
配电量	7.7	10.3	10.3	10.3	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
整机(大件)运输重量	11.1	11.3	11.5	11.9	12.2	12.6	13.0	13.7	14.2	14.6	14.0	14.4	15.1	16.0	16.4	17.6	18.0	18.4	19.2	20.0	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
运转重量(估)	15.8	16.0	16.5	17.2	17.8	18.0	18.7	19.7	20.6	21.5	20.3	21.2	22.1	23.5	24.1	24.5	25.9	26.6	28.4	29.8	21.2	22.1	23.5	24.1	24.5
长	4620	4620	4620	4620	4620	4120	4120	4120	4120	4120	4640	4640	4640	4640	4640	5700	5700	5700	5700	5700	4640	4640	4640	4640	5700
宽	2570	2600	2630	2650	2700	2750	2780	2810	2850	2880	2780	2810	2850	2880	2880	2880	2880	2880	2920	2980	2780	2810	2850	2880	2920
高	2340	2360	2400	2420	2450	2600	2630	2650	2650	2670	2600	2630	2650	2680	2700	2830	2830	2850	2850	2900	2630	2650	2680	2700	2850
型 号	150						200						250						300						
供热量	1874	1953	2233	2512	2791	2233	2605	2977	3349	3721	2791	3256	3721	4186	4651	3349	3907	4465	5023	4465	2791	3256	3721	4186	4651
温水流流量	180	210	240	270	300	240	280	320	360	400	300	350	4000	450	500	360	420	480	540	480	300	350	400	450	500
卫生热水流量	90	105	120	135	150	120	140	160	180	200	150	175	200	225	250	180	210	240	270	240	150	175	200	225	250
溶液量	6.3	6.8	7.5	8.4	8.9	7.5	8.0	9.0	9.4	9.9	8.7	9.4	9.8	10.4	10.8	9.6	11.0	12.2	13.5	11.5	9.4	9.8	10.4	10.8	11.0
配电量	14.7	14.7	14.7	17.2	17.2	18.7	18.7	18.7	18.7	19.7	19.7	23.5	23.5	23.5	23.5	22.5	22.5	22.5	22.5	24.5	23.5	23.5	23.5	23.5	22.5
整机(大件)运输重量	19.4	20.0	20.8	22.5	23.0	23.9	25.0	25.8	(17.0)	(17.0)	28.2	29.5	(14.9)	(14.9)	(19.5)	(23.0)	(23.0)	(23.0)	(23.0)	(24.5)	28.2	29.5	31.0	32.5	33.0
运转重量(估)	29.0	29.8	31.3	33.8	34.5	35.0	36.6	38.2	39.0	39.5	41.3	43.8	46.3	47.6	48.8	47.5	49.0	51.0	54.0	58.0	41.3	43.8	46.3	47.6	48.8
长	5700	5700	5700	5700	5700	5720	5720	5720	5720	5720	6720	6720	6720	6720	6720	6760	6760	6760	6760	7780	6720	6720	6720	6720	6760
宽	3060	3060	3100	3160	3180	3300	3300	3350	(2050)	(2050)	3300	3350	(2050)	(2050)	(2050)	(2200)	(2200)	(2200)	(2200)	(2280)	3350	(2050)	(2050)	(2200)	(2200)
高	2930	2960	2980	3000	3040	3050	3100	3150	3200	3200	3050	3100	3150	3200	3200	3150	3200	3150	3200	3250	3100	3150	3200	3150	3200

注:1.最大燃料量以每万大卡(10⁴kcal)供热量计算。

2.未列数据见“技术指标”。



尺寸表

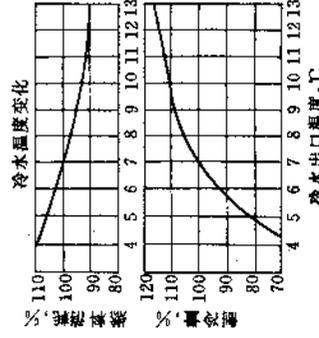
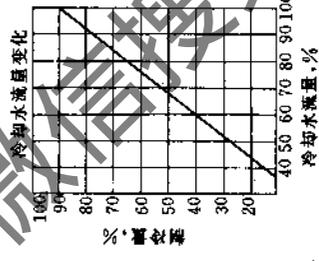
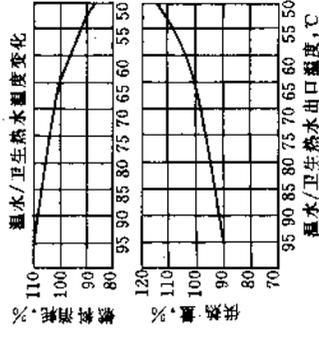
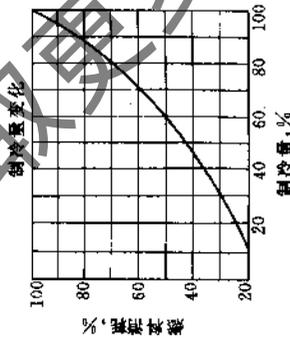
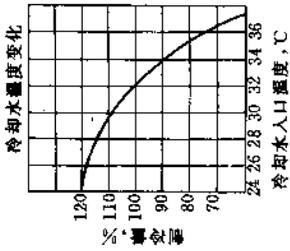
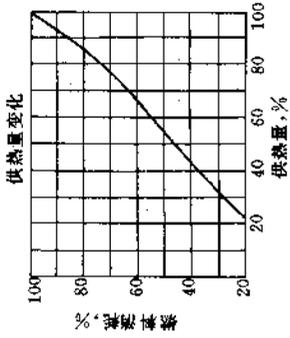
单位: mm

机型		a	b	c	d	e	f	g	h	k	l	m	n	o		
30	H ₂	1930	1890	2000	830	180	170	620	1260	155	2500	560	640	DN70	φ20	220×220
	H ₃	1930	1940	2100	850	190	200	700	1250	185	2500	560	640	DN80	φ20	250×250
	H ₄	1990	1940	2100	890	210	200	700	1250	185	3500	50	140	DN100	φ20	250×250
40	H ₂	2200	2050	2300	915	190	200	800	1350	185	2500	560	640	DN80	φ20	250×250
	H ₃	2200	2050	2300	915	210	200	800	1350	185	3500	50	140	DN100	φ20	250×250
	H ₄	2250	2170	2350	985	210	240	770	1450	185	3500	50	140	DN100	φ20	290×290
50	H ₂	2250	2170	2350	985	210	240	770	1450	185	3500	750	800	DN100	φ20	290×290
	H ₃	2250	2200	2350	985	230	255	770	1450	210	3500	610	350	DN125	φ20	320×320
	H ₄	2290	2300	2450	1020	260	240	680	1690	210	3500	610	950	DN125	φ25	320×320
65	H ₂	2470	2270	2500	1050	230	255	820	1520	210	3500	50	140	DN125	φ20	320×320
	H ₃	2520	2340	2630	1120	260	240	690	1740	210	3500	250	780	DN125	φ25	320×320
	H ₄	2520	2340	2630	1120	260	240	690	1740	210	3500	250	380	DN125	φ25	350×350
75	H ₂	2520	2340	2630	1120	260	240	690	1740	210	3500	750	1050	DN125	φ25	320×320
	H ₃	2520	2340	2630	1120	260	240	690	1740	210	3500	560	590	DN125	φ25	350×350
	H ₄	2580	2410	2700	1170	285	280	770	1870	235	3500	560	140	DN150	φ32	400×400
85	H ₂	2690	2500	2800	1150	260	240	840	1890	210	3500	250	250	DN125	φ25	350×350
	H ₃	2730	2520	2850	1200	285	280	840	1940	235	3500	50	50	DN150	φ32	400×400
	H ₄	2800	2600	2900	1250	285	300	920	1940	235	3500	50	50	DN150	φ32	440×440
100	H ₂	2730	2520	2850	1200	285	280	840	1940	235	3500	750	250	DN15	φ32	400×400
	H ₃	2800	2600	2900	1250	285	300	920	1940	235	3500	750	250	DN150	φ32	440×440
	H ₄	2850	2760	2950	1250	300	330	950	2140	260	3600	700	200	DN150	φ32	500×500
125	H ₂	2850	2680	2950	1220	285	300	950	1970	235	3500	1600	1050	DN150	φ32	440×440
	H ₃	2940	2820	3100	1250	300	330	1000	2190	260	3600	1600	1050	DN150	φ32	500×500
	H ₄	2940	2850	3100	1250	300	350	1000	2190	285	3600	1030	450	DN200	φ32	560×560
150	H ₂	2980	2910	3200	1350	300	330	1050	2240	260	3600	1600	1050	DN150	φ32	500×500
	H ₃	2980	2940	3200	1350	300	350	1050	2270	285	3600	1030	450	DN200	φ32	560×560
	H ₄	3050	3150	3300	1350	350	380	1080	2350	310	3700	1000	400	DN200	φ45	610×610
200	H ₂	3250	2990	3350	1350	300	350	1100	2290	285	3700	1300	450	DN200	φ32	560×560
	H ₃	3400	3180	3500	1400	350	380	1120	2390	310	3700	1300	400	DN200	φ45	610×610
	H ₄	3400	3200	3500	1400	350	380	1120	2390	310	3700	1300	400	DN250	φ45	610×610
250	H ₂	3400	3180	3500	1400	350	380	1120	2390	310	3700	2200	1100	DN200	φ45	610×610
	H ₃	3470	3200	3600	1430	350	430	1250	2490	345	3700	2150	1050	DN250	φ45	710×710
	H ₄	3470	3250	3600	1430	400	430	1250	2490	370	3700	2150	1050	DN250	φ45	710×710
300	H ₂	3670	3250	3750	1420	350	430	1250	2490	345	3700	2150	1050	DN250	φ45	710×710

图 2.7-35 BZ-VI·H(高发加大型)直燃型溴化锂吸收式冷热水机组外形尺寸图

说明

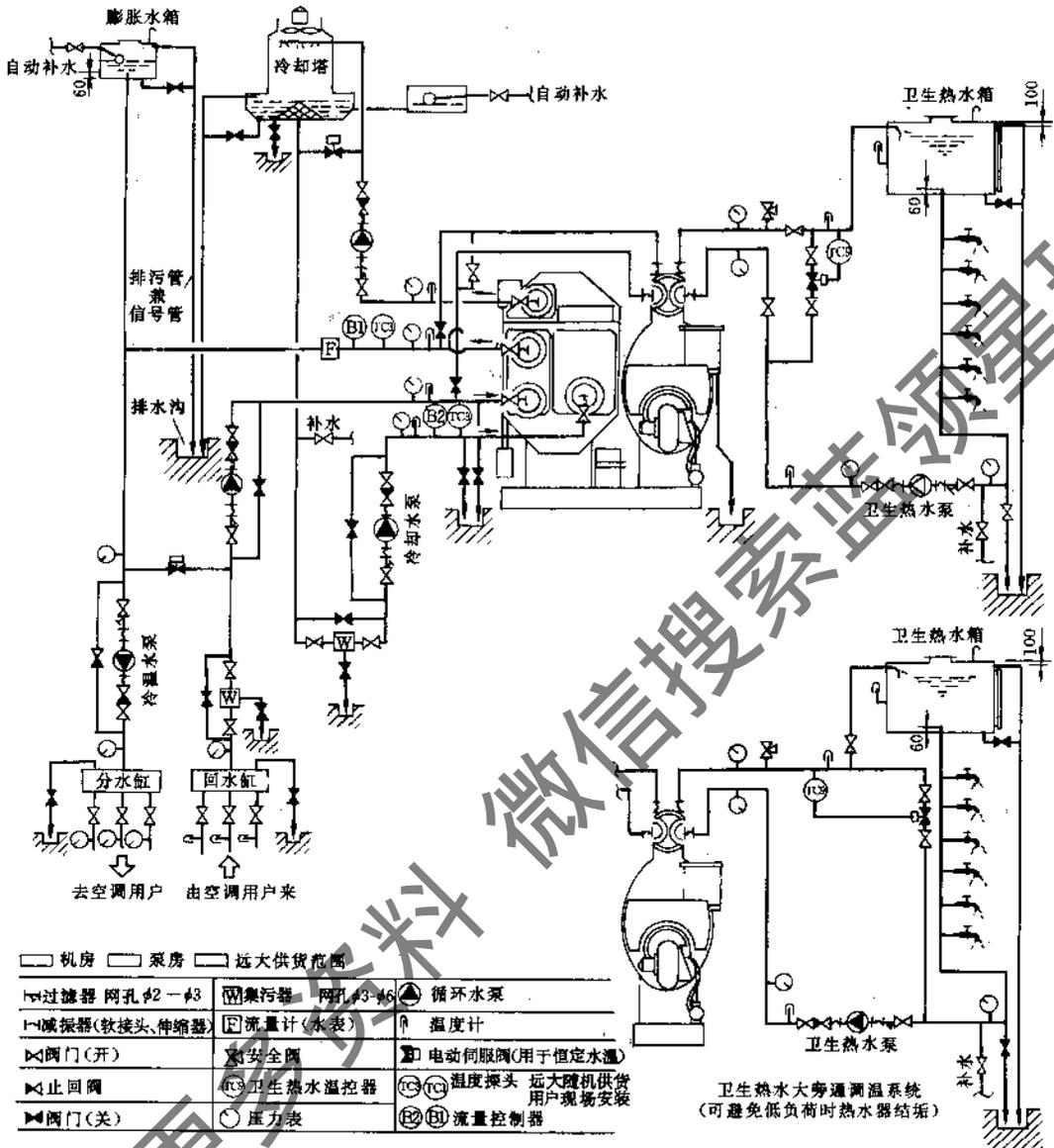
1. 本图中未标注尺寸均按标准型机组外形尺寸。
2. 高发加大1号尺寸同标准型机组尺寸。
3. BZ300VI·H₂~H₄以及BZ400~BZ800的高发加大型是在相应的标准型机组外增加1台高发。该高发距主机可近可远,安装位置较灵活。
4. 燃气型机组之燃气入口口径,根据燃气热值和压力另行确定。



注:性能曲线因机型不同而稍有差别。

图 2.7-36 BZ-VI、BZ-VI·H 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组性能曲线图

微信搜索 蓝领星球

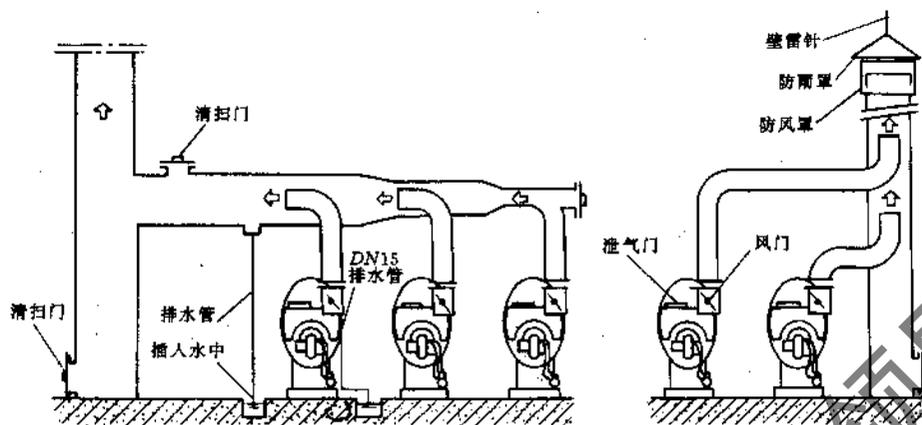


水系统说明:

1. 机组冷温水、冷却水、卫生热水出口和入口必须设置减振器,各水泵进、出口必须设置减振器(橡胶软接头、橡胶软管、金属软管均可)。
2. 水系统静压高于 0.245MPa 时建议将泵置于机组出口段,以减小机组承压。对高于 0.784MPa 的系统,宜用中间技术层(二次换热)方式或选购高压型机组。
3. 管路的设置方位应考虑,机组前、后管道可拆卸,不阻碍揭开水盖清洗换热管必需的空间,不要从机组上部穿过,以免管路施工、维修时伤及机组。
4. 冷却塔设置场所应远离热源、尘源,尤其应远离烟囱,烟囱的热气会影响冷却效果。
5. 卫生热水出口或入口管道上必须设安全阀(常规锅炉安全阀),以便在其进口或出口阀门关闭后又忘记开泄水阀时,能将由机组加热引起的压力消除。安全阀启动值为该管道工作压力之 120%。
6. 所有机外管路的重力应该由支架或吊钩承受,绝不允许由机组承受。机组受重或受震将影响寿命,严重时可能造成损毁。
7. 冷却水可采取 2 泵串联(机组入口段、出口段各设 1 泵),低负荷时只开 1 台泵,亦可加设变频器。可实现全年平均节电 40%~70%。允许低流量运行是远大直燃机区别于同类产品的一项重大特长。
8. 远大在随机备件中向用户提供二套温度探头及丝座和二套靶式流量控制器及丝座。请用户将丝座焊于冷温水出口及冷却水入口管道上,其前后直段应 $\geq 1m$ 。安装探头和联线由远大现场完成。
9. 本章所示管路系统图仅作参考,空调设计师可根据经验自行设计。

注意:机组正上方不允许安装阀门,以免阀门漏水损坏机组!

图 2.7-37 BZ-VI、BZ-VI·H 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组水系统实例图



排气系统说明:

1. 烟道、烟囱截面尺寸

- 1) 机组排气压 $10\sim 100\text{Pa}$ (随负荷变化)。
- 2) 机组排气量: 由输入燃料热量决定, 每输入 40.18MJ 热量, 排出 18Nm^3 气体 (即 $18\text{Nm}^3/40.18\text{MJ}$)。
- 3) 建议烟道、烟囱内烟气流速 $3\sim 3\text{m/s}$ 。
- 4) 有经验的设计师可按上述数据自行决定烟道和烟囱的截面尺寸。

2. 共用烟道

- 1) 可与同种燃料的直燃机、锅炉共用烟道, 但不能与非同种燃料或其他类型设备 (如发电机) 共用烟道。
- 2) 共用烟道截面取各烟道之和。(如非备用机)
- 3) 必须采取插入式联接共用烟道以减少烟气相互干扰。

3. 烟道重量应由支架或吊钩承受, 绝不许由机组承受。

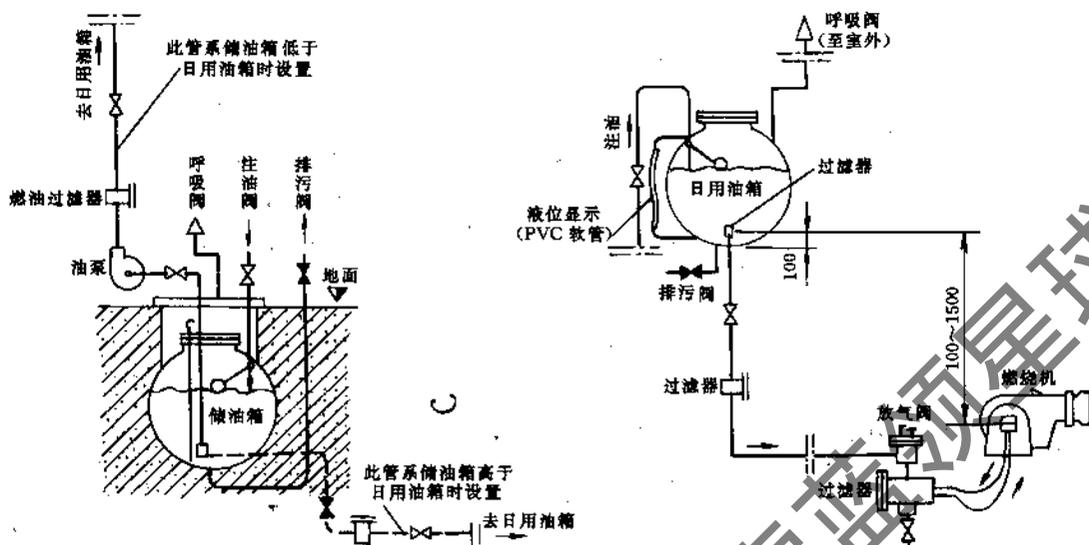
4. 排气口设置方位除特种重油型机组应进行环保控制外, 其他机组排气均能符合中国一类地区环保要求。因而排气口方位选择较灵活。但在居住区应考虑二氧化碳及热量对环境的影响, 排气口方位选择还应考虑下述问题:

- 1) 距冷却塔 12m 以上或高于塔顶 2m 以上。
- 2) 尽可能让机房人员方便观看, 以便及时发现冒烟事故。
- 3) 务必高于周围 1m 内建筑 0.6m 以上。

5. 消防

机组额定排气温度 $180\pm 18^\circ\text{C}$ 。为符合消防规范, 务必按 400°C 选择保温材料并按 400°C 设计周围防火隔离区; 在烟道周围 0.5m 以内不允许有可燃物; 烟道绝不许从油库房及有易燃气体的房屋中穿过; 排气口水平距离 6m 以内, 不允许堆放易燃品。有关消防法规请向当地消防部门咨询。

图 2.7-38 BZ-VI、BZ-VI·H 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组排气系统实例图



燃油系统说明:

1. 过滤器的选型和设置位置是至关重要的!如碰物流入燃烧机,将导致燃烧恶化、爆燃、熄火,会很快使燃烧机油泵、电磁阀损坏。
2. 务必至少设2级过滤器,油箱出口设“中燃油过滤器”(9.3目/cm²),燃烧机入口处设“细燃油过滤器”(21.7目/cm²)。
3. 油输送管路宜采用无缝钢管焊接,施工前应彻底清除管内锈渣,安装后应进行0.8MPa试验,确保不漏。
4. 油位应高于燃烧机。
5. 油罐、油箱及管路系统漏油是十分危险的,安装及使用时应密切关注。
6. 重油管路需设加热装置,请按照有关规范进行。在气候不寒冷的地区,可向重油中混入20%~40%轻油而免设加热装置。

图 2.7-39 BZ-VI、BZ-VI·H 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组燃油系统图

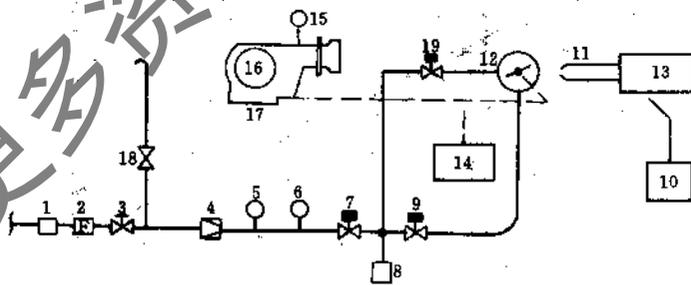


图 2.7-40 BZ-VI、BZ-VI·H 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组燃气系统图

- 1—气体过滤器;2—气体流量计;3—球阀;4—调压器;5—燃气上限压力开关;
- 6—燃气下限压力开关;7—主电磁阀;8—泄漏检测器;9—工作电磁阀;10—离子火焰检测器;11—打火电极;12—燃气蝶阀;13—点火变压器;14—风门伺服器;
- 15—空气压力开关;16—风机;17—风机风门;18—放散阀;19—点火电磁阀(≥1340kW 燃烧机配)

燃气系统说明:

- (1)安全:远大所配燃烧机均符合CE标准,有多级可靠安全装置。请严格按照燃烧机说明书进行管路、阀门、仪表安装。机房内务必安装燃气泄漏检测报警器,并与机房强力排风扇联动。
- (2)所有联接管路应进行气密性试验,充入 $\geq 0.4\text{MPa}$ 气压,施皂液检漏。机房应保持24小时通风良好。
- (3)热值:低于 12.54MJ/m^3 的燃气不适宜使用。燃气热值分为C、D、E三类,热值愈高,设备成本及运转成本愈低。
- (4)压力:燃气进入机房的压力不宜低于 2940Pa ,低于此值,将视情况特别对待。在 $4900\sim 14700\text{Pa}$ 范围内,可满足要求,高于 14700Pa 应设减压装置。
- (5)流量:流量与燃气压力和输送管道口径有关,应要求燃气供应单位认真计算,以确保机组所需燃气体量。
- (6)管路最低处应设泄水阀。
- (7)管路进入机房后,在距机组 $2\sim 3\text{m}$ 处应设放散管、压力计、球阀、过滤器、流量计。

用户应尽早将燃气品种、热值、压力向远大提供,以便远大及时、准确地选配相应的燃烧机。

远大在选定燃烧机后,会及时将燃气进入机房管道所需口径反馈给用户,用户或煤气公司依此安装管道、阀门、过滤器、流量计。

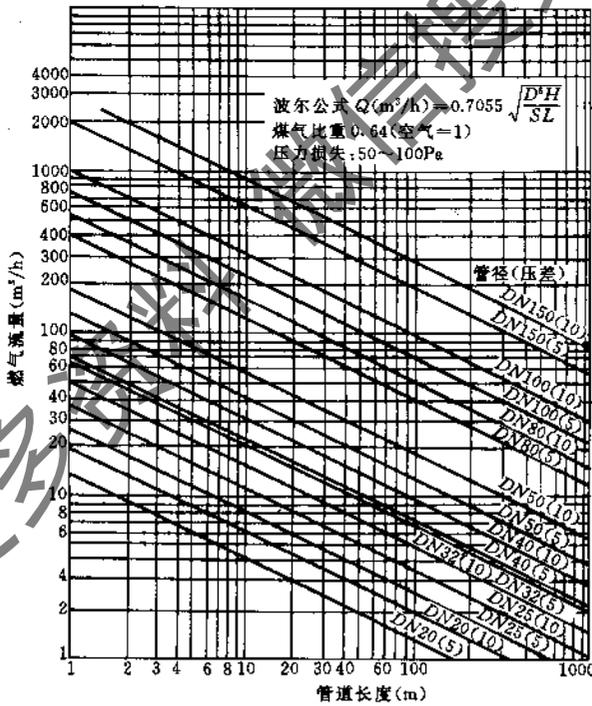
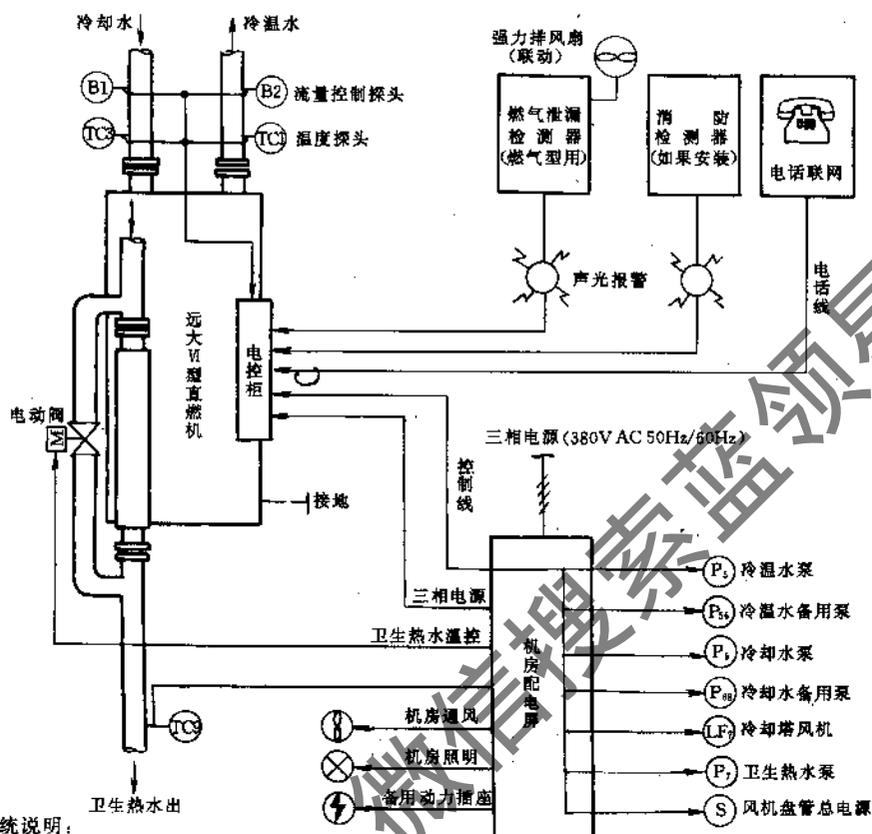


图 2.7-41 BZ-VI、BZ-VI·H 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组燃气管路管径计算图



机房电气系统说明:

1. 冷却水泵、冷温水泵、冷却塔风机配电屏内需另设起动、停止控制接线端及手动/自动转换开关,用于直燃机与上述设备的联动控制。由用户敷设线径为 0.75mm^2 的导线(每台电机4根线),并作好标记。
2. 若装设燃气泄漏检测装置和消防检测装置,由用户将该装置的输出继电器的的一组触点预留给机组进行电气控制,且需各敷设两根 0.5mm^2 的导线并作好标记。
3. 送至机组的动力线及控制线必须分管敷设,由用户引线至机组电控柜下方,柜内接线由远大负责。
4. 冷温水、冷却水温控探头和靶式流量控制器及其接头底座由用户负责现场安装(从随机工具箱中取出),远大负责接线。
5. 用于控制卫生热水恒温的电动伺服阀组由用户负责。
6. 机组及所有电动设备均应有可靠接地,电阻 $\leq 10\Omega$ 。
7. 建议:如系统水泵、风机配置变频器,将实现大幅度节电,并对电机及管路系统有保护作用。由于全年约70%以上时间是低负荷运行,因而,系统节电率可高达50%以上。请认真对变频器购置费用与节省电力开支进行比较,以作出最佳投资方案。

图 2.7-42 BZ-VI、BZ-VI·H 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组机房电气系统配置例图

2) 四川希望集团深蓝空调制造有限公司

ZXLR 系列 单机制冷量 349~3489kW

XW-Y.Q.S. 系列 单机制冷量 1160~3500kW

ZXLR、XW-Y、Q、S系列选型资料目录表(四川希望深蓝)

表 2.7-15

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号
直燃型溴化锂吸收式冷热水机组	ZXLR 系列	a)	机组型式一览表	表 2.7-16
		b)	机组主要特点	表 2.7-17
		c)	机组技术性能表	表 2.7-18
		d)	机组外形及接管尺寸图	图 2.7-43
		e)	机组性能曲线图	图 2.7-44
		f)	机组主要流程图	图 2.7-45
		g)	机组水系统流程图	图 2.7-46
		h)	机房电气系统配置例图	图 2.7-47
		i)	机组排烟系统图	图 2.7-48
		j)	机组轻油系统图	图 2.7-49
		k)	机组燃气系统图	图 2.7-50
都市型中央空调机组	XW-Y、Q、S 系列	l)	机组供货范围表	表 2.7-19
		m)	机组主要特点	表 2.7-20
		n)	机组技术性能表	表 2.7-21

ZXLR 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组型式一览表

表 2.7-16

类别	型式	概要	备注
功能	标准型	同时或分别提供制冷、采暖、卫生热水	
	空调型	同时或分别提供制冷、采暖	
	单冷型	单独制冷	
燃料	轻油型	使用 $10\sim 10^4$ 柴油,热值: $\geq 37.62\text{MJ/kg}$	
	重油型	使用轻油、重油、原油、渣油、混合油,热值: $\geq 36.62\text{MJ/kg}$,恩式粘度 $\leq 15.5\text{E}/80^\circ\text{C}$ 。订货时请说明粘度	
	燃气型	使用各种天然气、液化气、煤气、油制气,热值: $\geq 14.63\text{MJ/m}^3$,压力 $\geq 5\text{kPa}$ 。订货时请说明热值及压力	
	轻油燃气型	可分别燃用轻油和燃气	
	重油燃气型	可分别燃用重油和燃气	
特殊定货	高发加大型	可提高供热能力	
	高压型	可承受空调系统水柱静压:0.81~1.20MPa	
	低品位燃气型	可使用热值较低或压力较低的燃气	
	船用型	适用于轻微摇晃场合运转,可用海水作冷却水	
	分体运输型	大型机($\geq 348.9\text{kW}$)必须采取分体搬运,中型机亦可按用户要求实行分体搬运	

ZXLR 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组主要特点

表 2.7-17

项目	特点
标准化、系列化	蒸汽型和直燃型机组在相同规格之间,主体部分可对换,从而既方便了用户对机组的维护,又方便了用户和设计单位对机组的选型
结构	全新的内部结构型式,使整机体积缩小,安装高度降低,无论是安装于地下室或其它任何场所,均可降低机房高度,减小安装空间,节省机房的建设费
高效热交换器	加有扰动装置的高效热交换器,大幅度地增强了换热效果,即使在盛夏季节,也不会导致因浓溶液温度偏高而影响吸收效果,能源利用率更高
独创的溶液循环系统	采用专利技术的新型溶液循环系统(专利申请号 96117779.9,96224043.5),使吸收更充分,进一步提高了机组效率
高真空保护系统	利用流体射引原理设计的全自动抽气装置,能够在运行过程中自动抽除机组内的不凝性气体,免去了日常保持真空之麻烦,确保机组的真空度
计算机控制系统	具有中文显示的微电脑控制系统,能够同时监测多个状态点(温度、压力和流量等),并能根据负荷和状态的变化,自动进行变频无级调节,使得机组始终处于最经济的运行状态
运行	由于采用了新的循环系统,使该系统的热效率得以提高
运输	按用户要求,可实行分体运输

ZXLR 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组技术性能表 表 2.7-18

型 号	ZXLR-	25	35	45	60	95	115	145	175	205	230	290	350	
制 冷 量	10 ⁴ kcal/h	20	30	40	50	80	100	125	150	175	200	250	300	
	kW	232	349	465	582	930	1163	1454	1745	2035	2326	2908	3489	
供 热 量	10 ⁴ kcal/h	16	24	32	40	64	80	100	120	140	160	200	240	
冷 水	进出口温度	℃	12→7											
	流 量	m ³ /h	40	60	80	100	160	200	250	300	350	400	500	600
	压力损失	kPa	70	83	73	83	88	88	85	82	79	76	76	79
	接管直径	DN(mm)	80	100	125	125	150	150	200	200	250	250	250	300
冷 却 水	进出口温度	℃	32→37.8											
	流 量	m ³ /h	60	90	122	151	240	301	378	452	527	603	753	905
	压力损失	kPa	76	82	82	83	79	88	88	82	82	79	76	72
	接管直径	DN(mm)	100	125	150	150	200	200	250	250	300	300	350	350
热 水	进出口温度	℃	52→60											
	流 量	m ³ /h	20	30	40	50	80	100	125	150	175	200	250	300
	压力损失	kPa	22	27	25	27	30	30	28	28	25	24	24	25
	接管直径	DN(mm)	80	100	125	125	150	150	200	200	250	250	250	300
燃 料	轻 油	kg/h	16.3	24.5	32.5	40.5	64.8	81	101	121.5	142	163	202.5	244
	城市煤气	Nm ³ /h	43	68	86	109	182	216	274	323	374	423	546	654
	天然气	Nm ³ /h	15	24	30	38	63	74	93	112	129	146	189	228
配 电 量	kW	5.16	5.16	6	6	6.6	10.7	10.7	12.9	14.1	16.1	17.6	23	
外 形	长 度	mm	3060	3060	3550	3550	4000	4600	5000	5000	5400	6200	6200	6615
	宽 度	mm	1520	1735	1795	1910	1810	2270	2105	2310	2540	2700	3160	3280
	高 度	mm	1615	1805	1850	1930	1920	2310	2280	2430	2660	2800	3580	3415
浓度 50%溶液重量	t	1.1	1.6	2.1	2.6	3.2	3.5	4.7	5.1	5.9	7.5	9.9	11	
运行重量	t	7	8	10	11.1	17	18.7	23.1	26.9	29.9	34	42	47.5	
运输重量	t	5.2	5.8	7	7.3	10.9	11.3	15.2	17.6	20.1	22.5	27	31.2	

注：1. 燃油、燃气、冷水和冷却水各参数值均为标准工况，可在变工况下运行。

2. 表列轻油系按 0# 柴油计算，低位热值：43054kJ/kg (10300kcal/kg)，表列城市煤气系按高位热值：15900kJ/Nm³；表列天然气按高位热值：46000kJ/Nm³(11000kcal/Nm³)。

3. 冷水允许最低出口温度为 6℃。

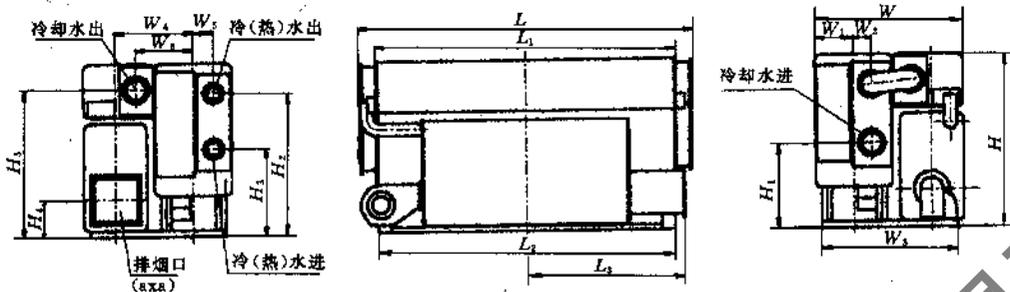
4. 冷却水允许运转入口温度：24~38℃，冷却水允许最低入口温度：14℃。

5. 制冷量调节范围为 30~100%。

6. 冷水、热水和冷却水的污垢系数均为：0.086m²·℃/kW(0.0001m²·h·℃/kcal)。

7. 冷水、热水和冷却水的压力限制：0.8MPa。

8. 使用三相电源，3φ380V/50Hz，3φ380V/60Hz。



尺寸表

型 号			25	35	45	60	95	115	145	175	205	230	290	350
管子 连接 直径	冷热水 DN	mm	80	100	125	125	150	150	200	200	250	250	250	300
	冷却水 DN	mm	100	125	150	150	200	200	250	250	300	300	350	350
	进油 DN	mm	15	15	15	15	20	20	20	20	25	25	25	25
	油平衡管 DN	mm	15	15	15	15	20	20	20	20	25	25	25	25
	烟气 a	mm	400	400	505	505	500	500	565	590	590	590	700	750
接管 方位 尺寸	L ₁	mm	2500	2500	3000	3000	3500	4100	4600	4600	5000	5500	5500	6000
	L ₂	mm	2300	2300	2800	2800	3300	3920	4400	4400	4750	5300	5300	5800
	L ₃	mm	1300	1300	1520	1600	1805	2010	2270	2310	2600	2850	2970	3160
	W ₁	mm	385	435	455	475	445	565	515	570	655	685	800	845
	W ₂	mm	180	215	225	235	225	280	275	300	330	345	435	420
	W ₃	mm	1290	1500	1600	1700	1800	2050	1900	2140	2320	2500	2900	3050
	W ₄	mm	760	875	905	960	960	1100	1105	1260	1320	1460	1795	1815
	W ₅	mm	205	235	245	245	210	285	260	270	305	370	475	500
	W ₆	mm	600	670	700	725	695	700	650	810	885	940	1625	1685
	H ₁	mm	980	985	1205	1195	1190	1195	1225	1230	1265	1345	1350	1310
	H ₂	mm	1420	1585	1625	1645	1980	1900	2035	2130	2130	2265	3000	2750
	H ₃	mm	1080	1105	1295	1250	1290	1305	1295	1345	1380	1388	1395	1420
H ₄	mm	370	410	430	450	425	495	490	510	550	600	765	730	
H ₅	mm	1300	1520	1560	1580	1570	1890	1840	1965	2130	2330	2980	2845	
尺寸	总长 L	mm	3060	3060	3550	3550	4000	4600	5000	5000	5400	6200	6200	6615
	总宽 W	mm	1520	1735	1795	1910	1810	2270	2105	2310	2540	2700	3160	3280
	总高 H	mm	1615	1805	1850	1930	1920	2310	2280	2430	2660	2800	3580	3415

图 2.7-43 ZXLR 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组外形及安装接管尺寸图

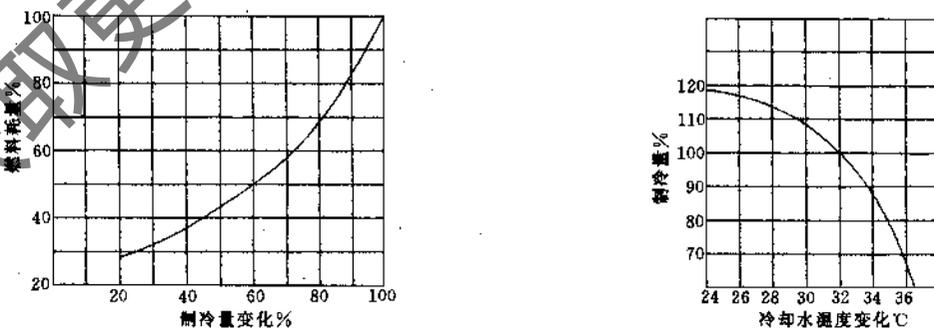


图 2.7-44 ZXLR 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组性能曲线图(一)

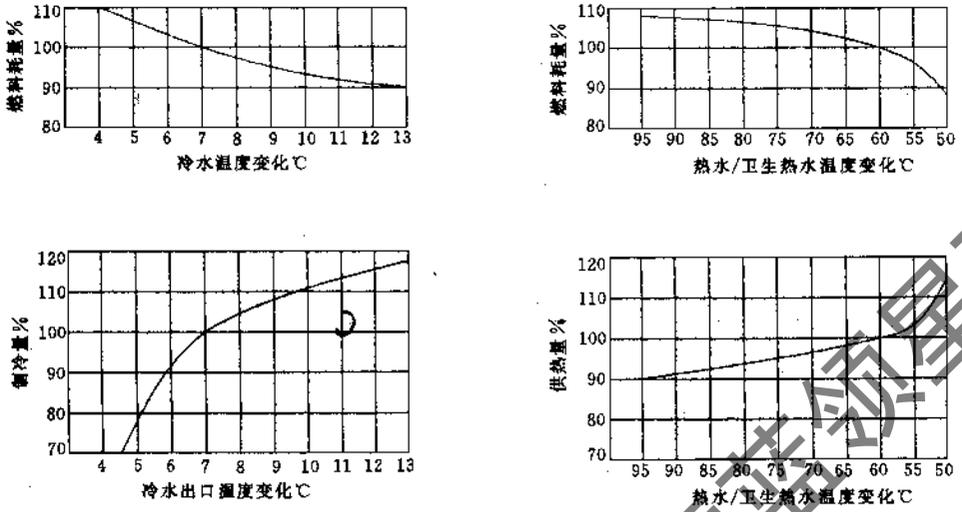


图 2.7-44 ZXL 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组性能曲线图(二)

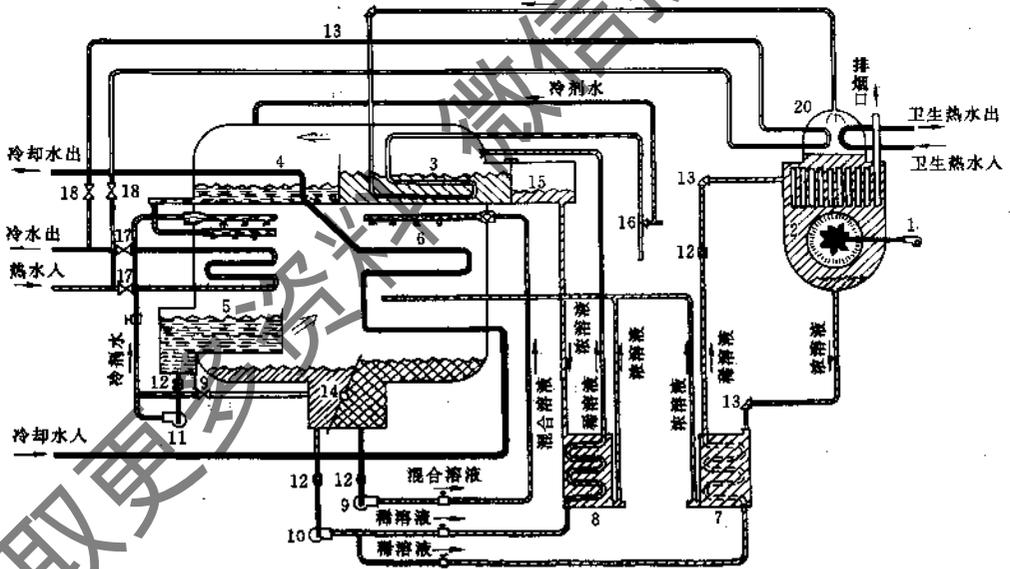


图 2.7-45 ZXL 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组主要流程图

1—燃烧机；2—高压发生器；3—低压发生器；4—冷凝器；5—蒸发器；6—吸收器；
7—高温热交换器；8—低温热交换器；9—吸收泵；10—发生泵；11—冷剂泵；12—过
滤器；13—角阀；14—浓度调节器；15—液位调节器；16—针形阀；17—冷水阀；18—
温水阀；19—冷剂房通阀；20—热水器

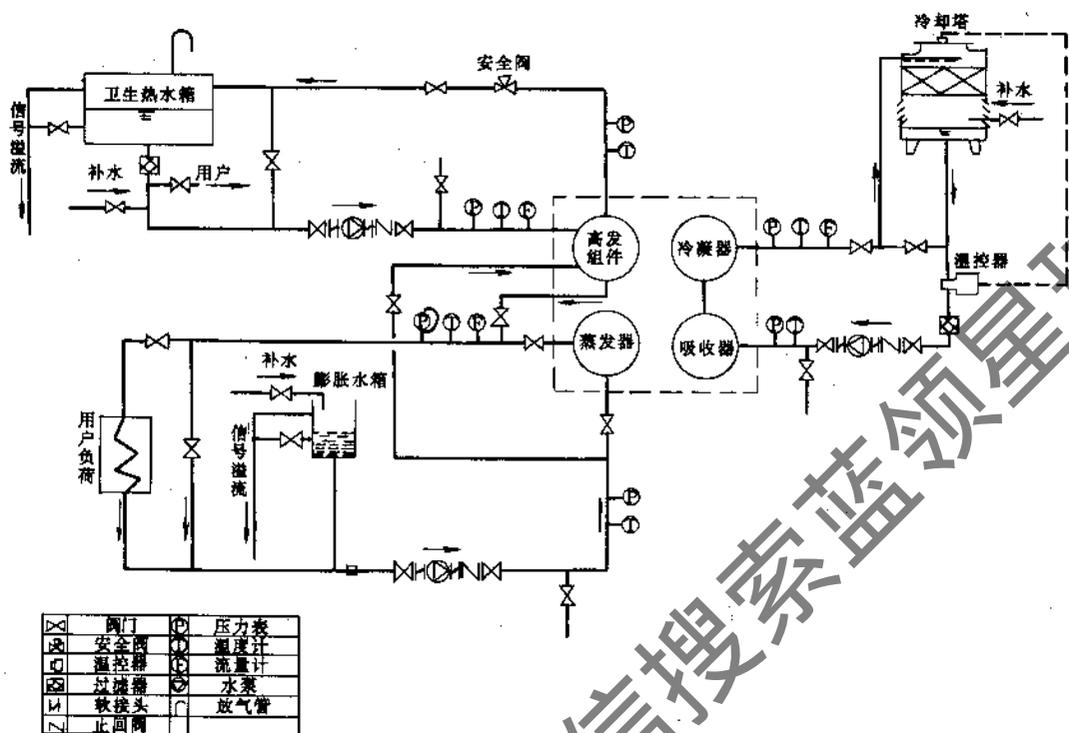


图 2.7-46 ZXL R 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组水系统流程图

注：水系统设计要求详见《产品样本》。

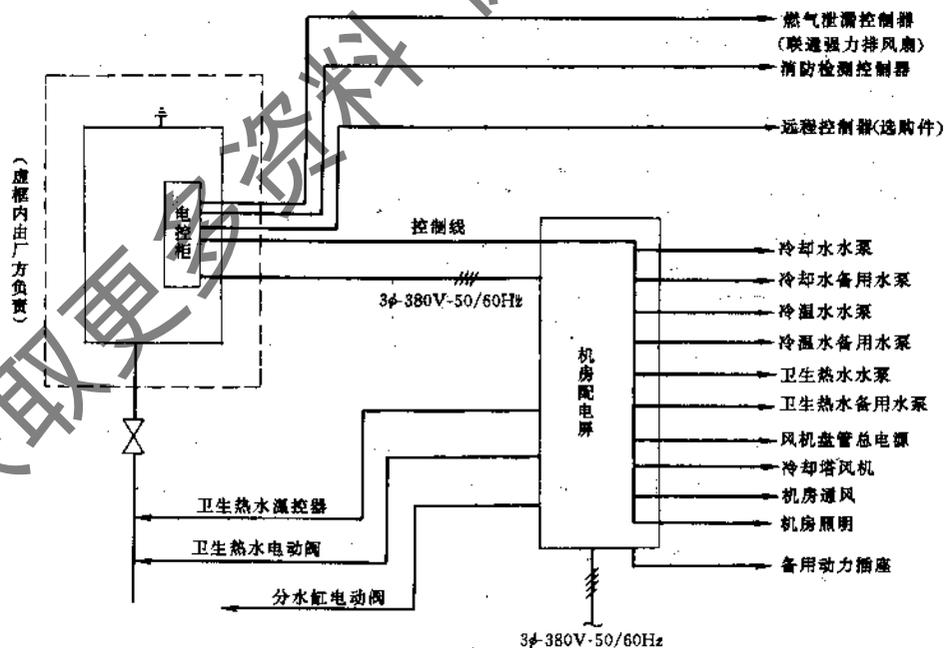


图 2.7-47 ZXL R 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组机房电气系统配置例图

注：机房电气系统设计要求详见《产品样本》。

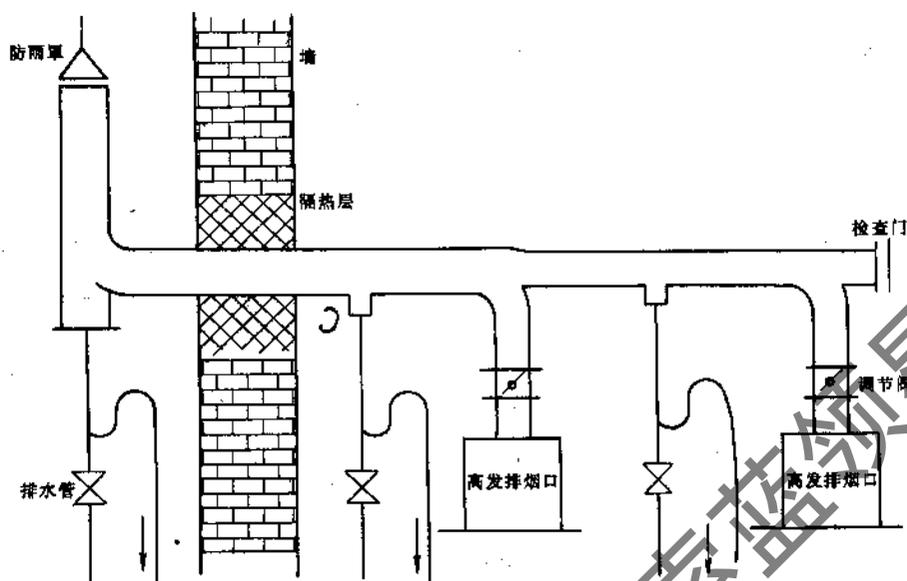


图 2.7-48 ZXLr 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组排烟系统图

注：机房排烟系统设计要求

1. 直燃型、都市型机组的烟气系统参照燃油、燃气锅炉排气系统的国家规范设计。
2. 烟囱宜采用砖和混凝土制作；采用钢结构时，厚度不小于 4mm。
3. 烟道需进行保温，保温材料应能耐 350℃。
4. 排烟口应便于观察排烟情况。
5. 直燃机的烟道设计如下图所示，都市型机组可参照设计。

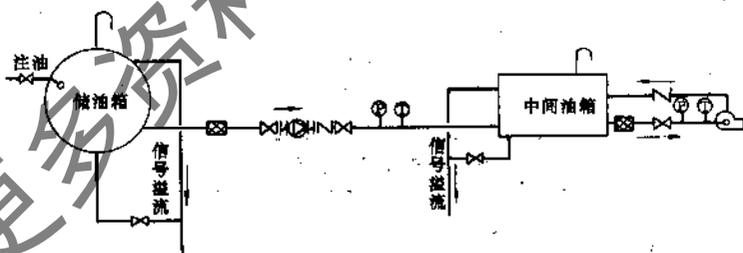
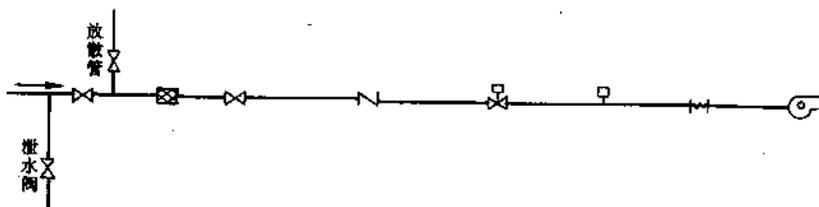


图 2.7-49 ZXLr 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组轻油系统图

注：燃油系统设计要点

1. 直燃机的供油系统可按常规的燃油系统，参照国家的有关规范进行设计。
2. 直燃机的燃油系统如下图所示，都市型机组的燃油系统可参照设计。
3. 按国家标准 CR312.2、CR312.3 在进入机组前必须装设过滤器。
4. 油管采用铜管，并用 0.2MPa 的压力检漏，管内流速不大于 0.2m/s。
5. 油箱参照国家有关消防规范进行设计。



	阀门		压力表
	球阀		温度计
	检漏仪		电磁阀
	过滤器		燃烧机
	减压阀		放气管
	止回阀		减压阀

图 2.7-50 ZXL R 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组燃气系统图

注：燃气系统设计要求

1. 按《城市燃气设计规范》和《工业企业燃气安全规程》对燃气系统进行设计、施工。
2. 直燃机的燃气系统如上图所示，都市型机组的燃气系统可参照设计。
3. 所有连接管道必须按 0.1MPa 压力进行气密性试验。
4. 尽量减少管道压降。
5. 燃气热值小于 12.54MJ/m³，务必通知我公司。
6. 燃气压力大于 9800Pa，务必加设减压阀。
7. 机房内务必设置燃气泄漏报警装置。

ZXL R 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组供货范围表

表 2.7-19

序号	名称	数量	备注
1	主机	1台	低压发生器、冷凝器、蒸发器、吸收器、溶液热交换器、自动抽气装置等
2	高压发生器	1台	
3	燃烧机	1台	含油管或燃气管路装置
4	热水器	1台	可同时提供采暖热水和卫生热水
5	屏蔽泵	3台	发生泵、制冷剂泵、溶液泵
6	真空泵	1台	含电磁阀
7	电控柜	1套	含控制系统硬件及软件、电气设备控制和保护装置
8	变频器	1台	
9	检测元件	1套	含液位、压力、温度、流量等传感器(控制器)
10	随机备件	1套	含全套易损件(能满足5年维护保养的需要)
11	随机文件	1套	含出厂合格证、保修单、质检文件、《用户手册》、各辅机辅件使用说明书
12	随机工具	1套	

XW-Y.Q.S 系列都市型中央空调机组主要特点

表 2.7-20

项目	特点
多功能组合	采取模块式结构，根据用户的需要，可进行不同运行方式的组合
高效节能	能源实行了最合理、最充分的梯级利用，大幅度提高了能源的利用率，降低了运行成本
低运行成本	常规直燃型溴冷机的运行费用高出本系列机组的 40%~80%
燃料适应性强	可提供燃油(柴油)、燃气(天然气、城市煤气)，油、气两用等不同形式的机组，以适应不同用户的要求
全新能量调节方式	新型调节系统，保证机组始终处于高效率状态下运行
自动控制	微电脑自动化运行管理，液晶屏幕显示，故障自动诊断，最大限度地简化了运行管理
节省投资	采用本系统，无须电力扩容，可节省数十万至数百万元的电力扩容及设备投资，特别是新建设施，可实现内部封闭式运行，不受外电网停电或用电指标限制的影响
社会效益显著	使用一次能源，可节省大量电力和电力建设的投资

XW-Y.Q.S. 系列都市型中央空调机组技术性能表

表 2.7-21

型号		XW-	100Y	150Y	300Y	100Q	150Q	300Q	100S	150S	300S
燃料		燃油型			燃气型(天然气)			油、气两用型			
制冷量		kW	1160	1750	3500	1160	1750	3500	1160	1750	3500
		10 ⁴ kcal/h		100	150	300	100	150	300	100	150
燃料	轻油	kg/h	55.4	83.1	166.2				10.6	15.9	31.8
	天然气	m ³ /h				67	100.5	201	49.6	74.4	148.8
冷媒水	进出口温度	℃	12→7								
	流量	m ³ /h	200	300	600	200	300	600	200	300	600
	压力损失	MPa	0.12	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10
	接管直径	DN	150	200	300	150	200	300	150	200	300
冷却水	进出口温度	℃	32→37								
	流量	m ³ /h	270	405	810	290	435	870	280	420	840
	压力损失	MPa	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12
	接管直径	DN	200	250	350	200	250	350	200	250	350
电力消耗			—			—			—		

- 注: 1. 燃油、燃气、冷水和冷却水各参数值均为标准工况, 可在变工况下运行。
 2. 表列轻油系按 0# 柴油计算, 低位热值: 43054kJ/kg (10300kcal/kg); 表列天然气按高位热值: 46000kJ/Nm³ (11000kcal/Nm³)。
 3. 冷媒水允许最低入口温度为 6℃。
 4. 冷却水允许运转入口温度: 24~38℃, 冷却水允许最低入口温度: 14℃。
 5. 制冷量调节范围为 20%~100%。
 6. 冷媒水、温水和冷却水的污垢系数均为: 0.086m²·℃/kW (0.0001m²·h·℃/kcal)。
 7. 冷媒水、温水和冷却水的压力限制: 0.8MPa。

3) 江苏双良特灵溴化锂制冷机有限公司

ZX 系列, 单机制冷量 233~5234kW

单机制热量 200~4396kW

ZX 系列产品选型资料目录表 (江苏双良特灵)

表 2.7-22

产品名称	产品型号	产品选型资料目录	图(表)号
直燃型溴化锂吸收式冷热水机组	ZX 系列	a) 机组技术性能表	表 2.7-23
		b) 35~105 型机组外形尺寸图	图 2.7-51
		c) 23/116~407 型机组外形尺寸图	图 2.7-52
		d) 465/523 型机组外形尺寸图	图 2.7-53
		e) 机组外形尺寸数据表	表 2.7-24
		f) 制冷量与燃料耗量关系曲线	图 2.7-54
		g) 制冷量与冷水、冷却水温度关系曲线	图 2.7-55
		h) 制冷量与冷却水量关系曲线	图 2.7-56
		i) 供热量与燃料耗量关系曲线	图 2.7-57
		j) 供热量与热水出水温度关系曲线	图 2.7-58
		k) 机组安装基础尺寸图	图 2.7-59
		l) 机组保温保冷图及其要点	图 2.7-60
		m) 机组烟道系统及其要点	图 2.7-61
		n) 机组燃油系统图及其要点	图 2.7-62
		o) 机组燃气系统图及其要点	图 2.7-63
		p) 燃气流量等与压力降关系图	图 2.7-64
		q) 机组水管系统图及要点	图 2.7-65
		r) 贮液罐尺寸图	图 2.7-66
		s) 机组控制系统图	图 2.7-67
		t) 外部联动及控制信号配线图	图 2.7-68
u) 补水、冷却水水质基本要求	表 2.7-25		
v) 溴化锂溶液技术要求	表 2.7-26		
w) 机组选型一览表	表 2.7-27		
x) 成套供货范围表	表 2.7-28		

续表

型号	ZX-	174	204	233	262	291	349	407	465	523	
制冷量	kW	1745	2035	2326	2617	2908	3489	4071	4652	5234	
		10kcal/h	150	175	200	225	250	300	350	400	450
供热量	kW	1467	1712	1954	2198	2442	2930	3420	3907	4396	
		m ³ /h	300	350	400	450	500	600	700	800	900
冷热水	压力降	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.1	0.05	0.05	
		接管直径(DN)	200	250	250	250	250	300	350	350	350
冷却水	流量	455	530	606	682	758	909	1061	1212	1364	
		压力降	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.11	0.13	0.13
轻油 (10300kcal/kg)	接管直径(DN)	250	300	300	300	350	350	400	400	400	
		耗量	133.4	155.6	177.8	200.1	222.2	266.7	311.3	355.7	400.2
重油 (10600kcal/kg)	接管直径	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
		耗量	137.4	160.3	183.2	206.1	229	274.8	320.6	366.4	412.2
燃料	人工煤气 (3500kcal/Nm ³ 相对密度=0.62)	接管直径	391.5	456.8	522	587.3	652.5	783	913.5	1044	1174.5
			耗量	80	100	100	100	100	125	125	125
	天然气 (10000kcal/Nm ³ 相对密度=0.64)	接管直径	137.4	160.3	183.2	206.1	229	274.8	320.6	366.4	412.2
			耗量	65	80	80	80	80	100	100	100
燃用空气量(30℃)	接管直径	2000	2330	2670	3000	3330	4000	4670	5330	6000	

续表

型号	ZX-	23	35	47	58	70	81	93	105	116	145	
170±10%												
3×380V/50Hz												
排烟	排烟温度	℃										
	排烟量	430	640	850	1060	1280	1490	1700	1910	2170	2710	
接口外圈尺寸		140×250	170×250	170×250	200×300	200×300	250×360	250×360	250×450	250×450	250×500	
电气	电 源											
	总 电 流	轻 油	14.8	14.8	14.8	18.3	19.7	19.7	19.7	25.2	25.2	25.2
		重 油	17.5	21.6	21.6	25.1	26.5	26.5	26.5	45.3	45.3	45.3
		气	14.8	14.8	14.8	19.7	19.7	21.9	21.9	25.2	25.2	27.5
	电 功 率	轻 油	4.06	4.06	4.06	5.76	6.4	6.4	6.4	8.7	8.7	8.7
		重 油	5.86	8.56	8.56	9.76	10.9	10.9	10.9	21.9	21.9	21.9
		气	4.06	4.06	4.06	6.4	6.4	7.6	7.6	8.7	8.7	10.1
	溶液泵		1.8	1.8	1.8	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	冷却泵		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	2.2
	真空泵		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	燃 烧 器	轻 油	0.76	0.76	0.76	0.76	1.4	1.4	1.4	2.6	2.6	2.6
		重 油	2.56	5.26	5.26	5.26	5.9	5.9	5.9	15.8	15.8	15.8
气		0.76	0.76	0.76	1.4	1.4	2.6	2.6	2.6	2.6	4	
外形	长 度	3070	3140	3155	3790	3785	3805	4315	4300	4800	4860	
	宽 度	1844	2096	2272	2301	2403	2551	2532	2665	2621	2878	
	高 度	1913	2000	2077	2072	2207	2225	2215	2430	2362	2570	
溶液量(浓度为50%)		1.2	1.5	1.8	2.2	2.6	3.2	3.4	3.8	4.3	4.8	
运行重量		6.4	8	9.5	11.2	12.8	14.6	16.9	18.2	19.5	23.2	
运输重量		4.9	6	7.2	8.3	9.4	10.5	12.5	13.3	14	17	

续表

170±10%										
174	204	283	262	291	349	407	465	523		
3260	3800	4340	4890	5430	6510	7600	8680	9770		
300×500	360×550	360×550	400×600	400×600	420×700	420×700	550×750	550×750		
34380V/50Hz										
32	34	34	44.1	44.1	55.6	61.6	66.1	66.1		
52.6	54.1	54.1	64.2	64.2	75.7	95.6	100.1	100.1		
32	36.7	36.7	44.1	44.1	61.6	61.6	66.1	66.1		
11.8	12.3	12.3	15.4	15.4	22.2	25.4	27.9	27.9		
25	25.5	25.5	28.6	28.6	35.6	47.8	50.3	50.3		
11.8	14.3	14.3	15.4	15.4	25.4	25.4	27.9	27.9		
5.2	5.2	5.2	5.5	5.5	10	10	10	10		
2.2	2.2	2.2	3	3	3	3	4	4		
0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4		
4	4.5	4.5	6.5	6.5	9	12	13.5	13.5		
17.2	17.7	17.7	19.7	19.7	22.2	34.4	35.9	35.9		
4	6.5	6.5	6.5	6.5	12	12	13.5	13.5		
4860	5310	5820	5820	6480	6600	6625	7325	7325		
2955	3052	3397	3188	3256	3820	3926	4110	4350		
2706	2870	2970	3229	3164	3390	3738	3848	3848		
5.2	6	7.4	8	9.8	10.8	12	14.4	14.8		
26.8	30	34.8	37.6	42.2	48	53	61.5	69		
20	22	25	27	31	34	38	44	50		

注:1. 冷水进/出口温度 12℃/7℃;允许最低出口温度 5℃。

2. 热水进/出口温度 55.8℃/60℃。

3. 冷却水进/出口温度 32℃/38℃;进口温度允许变化范围 18~34℃。

4. 冷/热水流量调节范围为 60%~120%。

5. 冷却水流量调节范围为 60%~120%。

6. 冷/热水、冷却水侧污垢系数: 0.086m²K/kW (0.0001m²·h·℃/kcal)。

7. 负荷可调节范围: 燃油 30%~105%, 燃气 25%~105%。

8. 冷水、冷却水室最高承压 0.8MPa。

9. 表列热值为低位热值。

10. 非表列热值的燃料耗量 = $\frac{\text{表列低位热值}}{\text{燃料低位热值}} \times \text{表列耗量}$ 。

11. 表列燃气进口压力是指进入手动球阀前的压力。

12. 燃气相对密度 = 燃气密度/空气密度。

13. 机组运输架高度为 180。自 ZX-260 及其以上的运输架为下沉式,不影响运输高度。

14. 如机组在本公司进行调试,则机内保有溶液的重量约为注入重量的 60%。

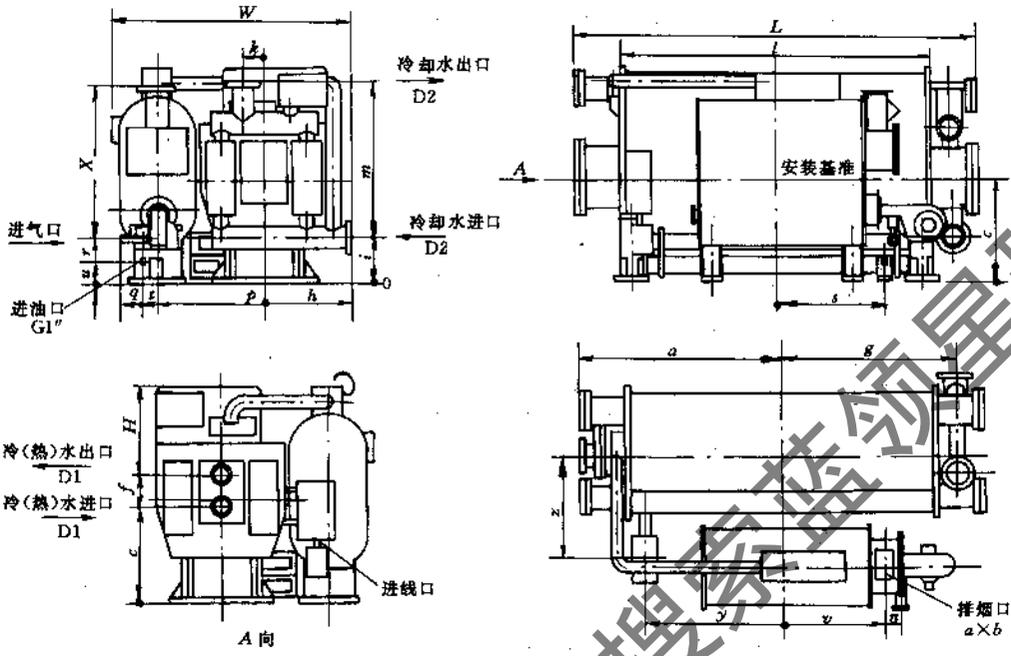


图 2.7-51 ZX-35~ZX-105 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组外形尺寸图
注：尺寸表见表 2.7-24。

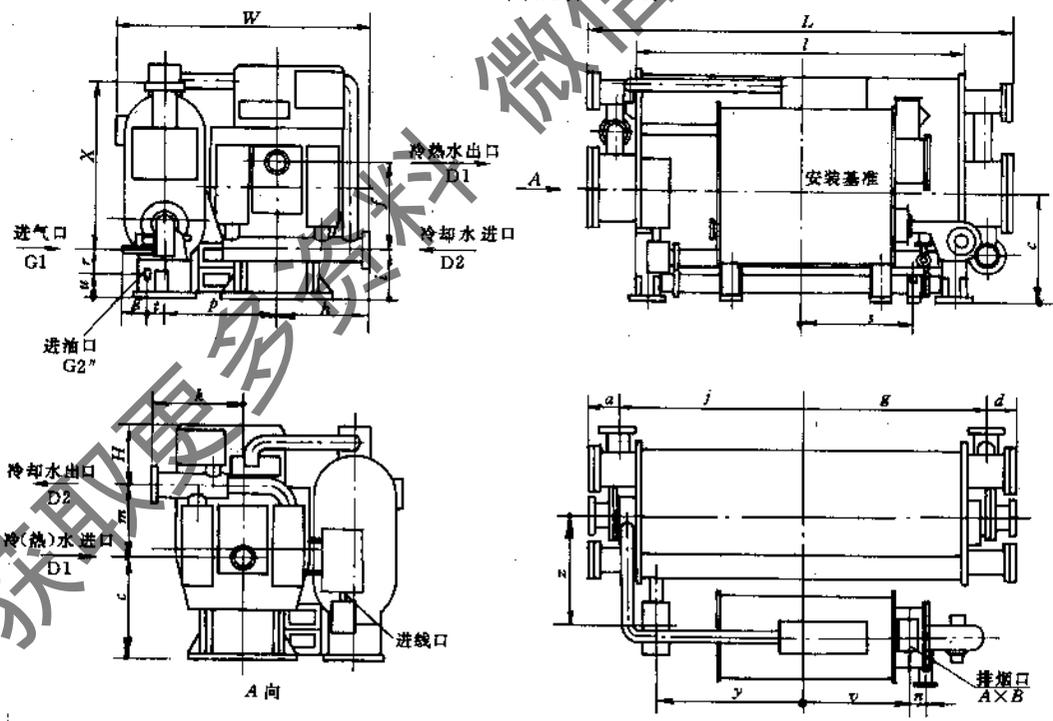


图 2.7-52 ZX-23、ZX-116~ZX-407 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组外形尺寸图
注：尺寸表见表 2.7-24。

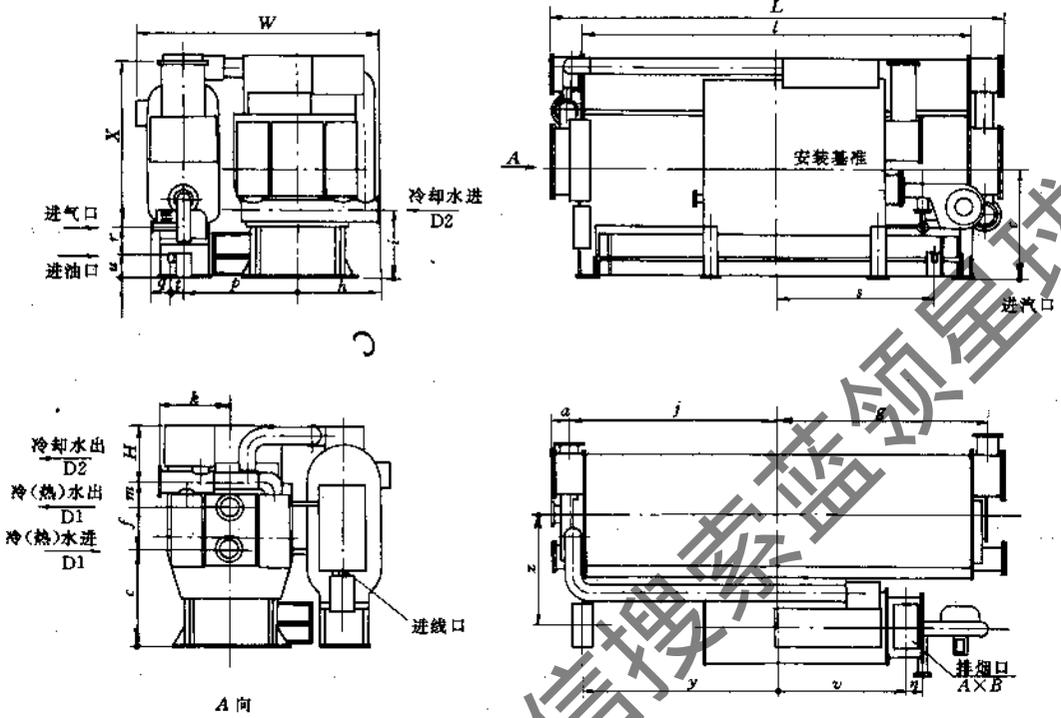
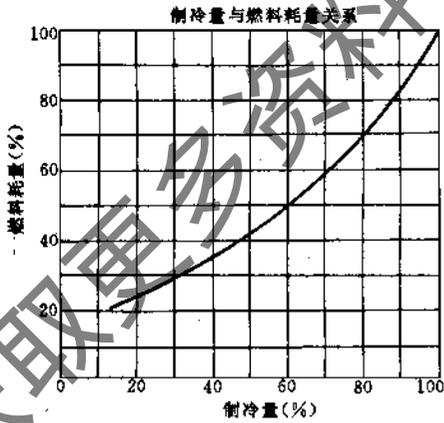


图 2.7-53 ZX-465、ZX-523 直燃型溴化锂吸收式冷热水机组外形尺寸图

注：尺寸表见表 2.7-17。



条件：

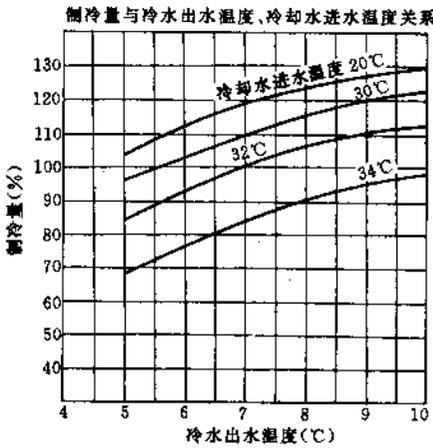
冷水出水温度	7℃
冷水流量	100%
冷却水进水温度 (随负荷呈线性变化)	
100% 负荷时	32℃
80% 负荷时	30℃
60% 负荷时	28℃
40% 负荷时	26℃
20% 负荷时	24℃
冷却水流量	100%
污垢系数	$0.086\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{kW}$

图 2.7-54 ZX 系列机组制冷量与燃料耗量关系曲线图

续表

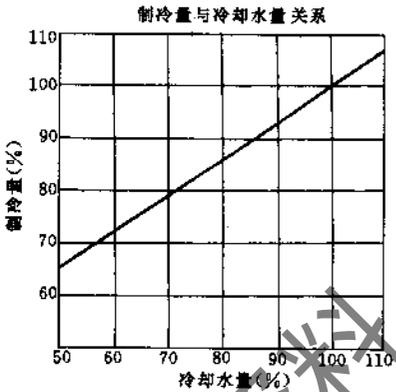
型	号	23	35	47	58	70	81	93	105	116	145	174	204	233	262	291	349	407	465	523
	n	670	875	965	1040	1106	1247	1221	1247	1447	1575	1540	1824	1855	1831	1939	2197	2175	2420	2520
	p	800	960	1050	1075	1140	1190	1160	1300	1230	1350	1400	1420	1580	1461	1510	1770	1875	1940	2060
	q	1222	1440	1550	1500	1650	1680	1690	1900	1740	1880	1880	1950	2230	2150	2200	2470	2660	2750	2840
	r	378	451	451	348	404	413	383	398	418	408	398	538	460	743	613	578	800	920	950
25																				
燃烧器																				
	G1																			
	s	520	720	820	972	1071	1215	1189	1215	1445	1528	1503	1927	1963	2039	2152	2389	2315	2560	2660
	t	1040	1200	1290	1315	1380	1430	1400	1540	1470	1590	1640	1660	1820	1701	1750	2010	2115	2180	2300
	u	250	250	250	240	250	250	240	250	230	250	250	240	240	240	240	240	240	240	240
25																				
	G2																			
	v	570	815	895	1032	1071	1260	1254	1210	1432	1513	1503	1787	1823	1819	1932	2139	1945	2250	2350
	p	800	960	1050	1075	1140	1190	1160	1300	1230	1350	1400	1420	1580	1461	1510	1770	1875	1940	2060
	x	1750	1835	1921	1916	2026	2085	2051	2136	2160	2276	2385	2531	2568	2651	2815	2936	3280	3360	3360
	A	140	170	170	200	200	250	250	250	250	250	300	360	360	400	400	420	420	550	550
	B	250	250	250	300	300	360	360	450	450	500	500	550	550	600	600	700	700	750	750
	y	1300	1280	1300	1533	1600	1600	1783	1850	2000	1900	1900	2300	2500	2500	2800	2600	2600	3150	3150
	z	740	1070	1070	1100	1400	1100	1200	1300	1300	1370	1300	1400	1560	1360	1460	1770	1750	1715	1800
	C	975	950	980	980	990	1050	1050	1040	1150	1250	1270	1400	1410	1407	1430	1580	1510	1510	1510

注: D1、D2、G1、G2 为 DN, 其余均为 mm



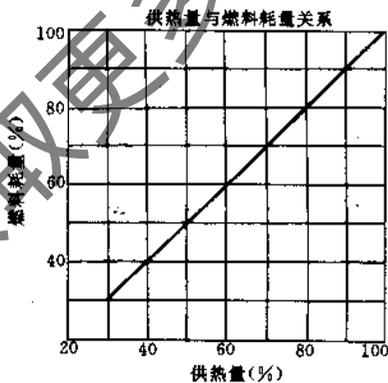
条件:
 冷水流量 100%
 冷却水流量 100%
 污垢系数 $0.086\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{kW}$

图 2.7-55 ZX系列机组制冷量与冷水出水温度、冷却水进水温度关系曲线图



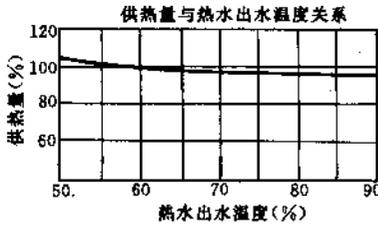
条件:
 冷水出水温度 7°C
 冷水流量 100%
 冷却水进水温度 32°C
 污垢系数 $0.086\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{kW}$

图 2.7-56 ZX系列机组制冷量与冷却水水量关系曲线图



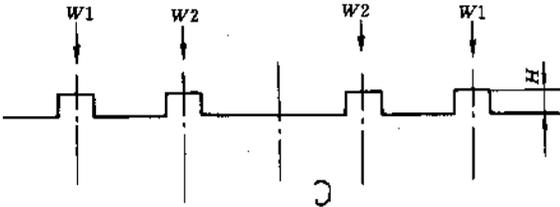
条件:
 热水出水温度 60°C
 热水流量 100%

图 2.7-57 ZX系列机组供热量与燃料耗量关系曲线图

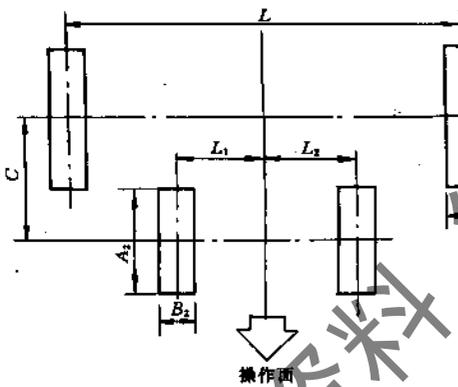


条件：
热水流量 100%

图 2.7-58 ZX 系列机组供热量与热水出水温度关系曲线图



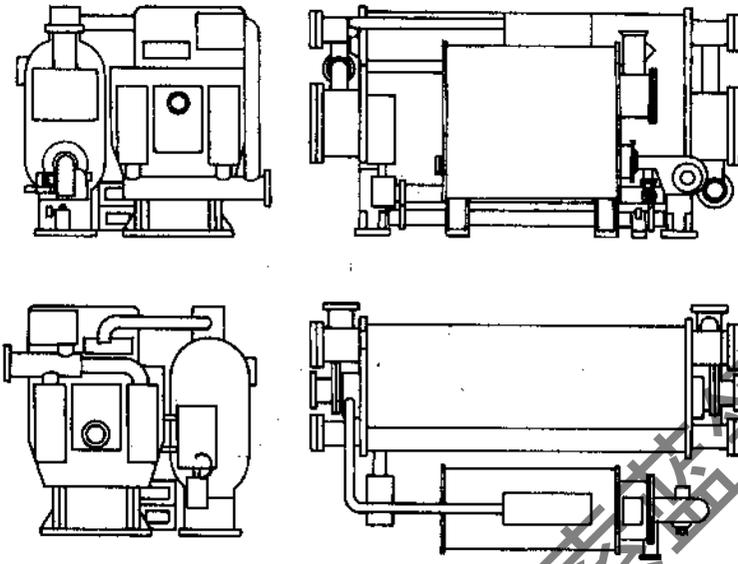
- 注：
(一)基础承重以静载荷计。
(二)W1、W2 分别为主机、高压发生器运行重量的一半值(t)
(三)机组四周需设排水沟，其上宜铺铸铁孔板。
(四)基础与机组接触部位的水平应在 2/1000 以内。



尺寸表

型号	A1	B1	A2	B2	H	L	L ₁	L ₂	C	W ₁	W ₂
ZX-23	1080	400	660	350	100	2460	540	340	800	2.54	0.66
ZX-35	1060	400	650	350	100	2460	360	560	960	3.09	0.91
ZX-47	1340	400	680	350	100	2460	450	650	1050	3.69	1.06
ZX-58	1340	420	780	420	100	3020	472	772	1075	4.42	1.18
ZX-70	1360	430	750	380	100	3020	611	811	1140	5	1.4
ZX-81	1360	420	820	420	100	3020	515	955	1190	5.64	1.66
ZX-93	1360	420	820	420	100	3520	649	949	1160	6.64	1.81
ZX-105	1500	420	800	420	100	3520	785	905	1300	7.08	2.02
ZX-116	1500	440	800	390	100	4020	605	1105	1230	7.64	2.11
ZX-145	1600	420	870	420	100	4020	718	1218	1350	9.01	2.59
ZX-174	1600	420	845	420	100	4020	953	1153	1400	10.7	2.7
ZX-204	1800	440	1020	390	100	4420	927	1427	1420	11.8	3.2
ZX-233	1900	420	1100	420	100	4820	963	1463	1580	13.53	3.87
ZX-262	1900	420	1030	420	100	4820	1119	1419	1461	14.75	4.05
ZX-291	1900	440	1030	430	100	5380	1132	1532	1510	16.36	4.74
ZX-349	2000	440	1050	440	1000	5380	1329	1729	1770	18.44	5.56
ZX-407	2300	440	1100	430	100	5380	1785	1485	1875	20.24	6.26
ZX-465	2200	440	1100	440	100	6080	1730	1730	1940	23.6	7.15
ZX-523	2300	440	1200	440	100	6080	1830	1830	2060	26.41	8.09

图 2.7-59 ZX 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组安装基础尺寸图



隔热型式 隔热层 表面 面积 m ² 表面 温度 机组型号	保温		保冷	隔热型式 隔热层 表面 面积 m ² 表面 温度 机组型号	保温		保冷
	~160℃	~90℃	7℃		~160℃	~90℃	7℃
ZX-23	4.5	4.5	2.0	ZX-174	13.0	12.0	6.5
ZX-35	5.0	4.8	2.5	ZX-204	14.0	13.0	7.5
ZX-47	5.5	5.0	3.0	ZX-233	15.0	14.0	8.5
ZX-58	6.5	6.0	3.5	ZX-262	16.5	15.0	9.0
ZX-70	7.5	6.8	3.5	ZX-291	18.0	16.0	10.0
ZX-81	8.0	7.0	4.0	ZX-349	21.0	18.0	11.0
ZX-93	8.5	7.5	4.0	ZX-407	23.0	19.0	12.0
ZX-105	9.5	8.5	4.5	ZX-465	25.0	21.0	14.0
ZX-116	10.0	9.0	5.0	ZX-523	27.0	23.0	15.0
ZX-145	11.0	10.0	6.0				

说明:

1. 保温部位: 高压发生器 (~160℃)、高温换热器 (~160℃)、低压发生器 (~90℃)、低温换热器 (~90℃), 相关管道。
保冷部位: 蒸发器水囊、蒸发器水盖、制冷剂泵前部及相关管道。
2. 保温材料: 超细玻璃纤维毡、石棉毡。
保冷材料: 聚乙烯泡沫塑料
3. 保温层厚度: 表面温度 160℃ 的部位保温材料厚度 70mm。表面温度 90℃ 的部位 40mm。保冷部位温度 7℃, 保温材料厚度 30mm。
4. 保温保冷施工, 不宜在机组上施焊, 不应损伤电器线路, 不应遮盖视镜、测温管、阀门、排污塞等。
5. 保冷材料应具有不吸水性、不透水性, 接口处使用胶布封住。
6. 保温、保冷面积一览表: 见上表。

图 2.7-60 ZX 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组保温保冷图及其说明要点

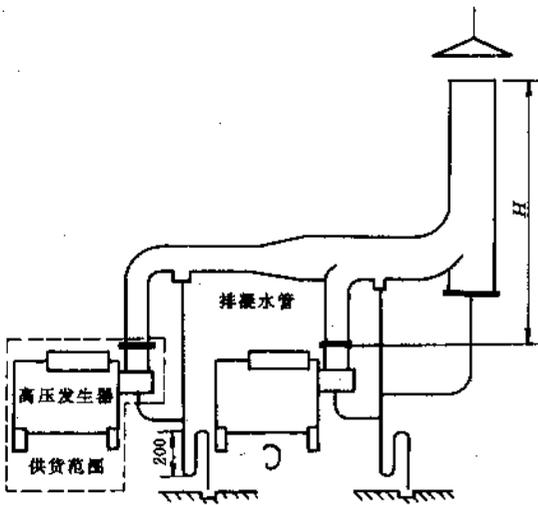


图 2.7-61 ZX 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组烟道系统图及其设计施工要点

烟道系统设计施工要点

1. 烟道和烟囱的设计应考虑使机组排烟口处压力保持 $0 \sim 50\text{Pa}$ 之间。烟道的流通截面不宜小于机组排烟口。多台机组（含双良燃油、燃气热水器）共用烟道的截面不宜小于各分烟道之和；应优先采用圆形截面烟道；烟道转弯处必须采用圆弧结构；汇合处宜采用图示结构；截面改变处宜采用渐扩或渐缩式结构。烟囱高度以 $(0.6L + 1.2N)\text{m}$ 为宜，[式中 L 为烟道水平方向长度（m）， N 为 90° 圆弧转弯的个数]。
2. 烟囱宜采用砖和混凝土制作，以避免腐蚀。也可采用钢结构，但厚度不应小于 4mm 。
3. 烟道受热后有较大膨胀。直段较长处应设置伸缩节，穿墙处和法兰面上应垫软质耐热材料。
4. 烟道最低处和高压发生器烟箱底部都应安装凝水排放管道，采用水封式结构。
5. 排烟口的位置应便于机房人员观察排烟状况。
6. 确定烟道密封良好后再进行保温。保温材料按工作温度 350°C 选取（例如，岩棉毡、水泥珍珠岩板）。

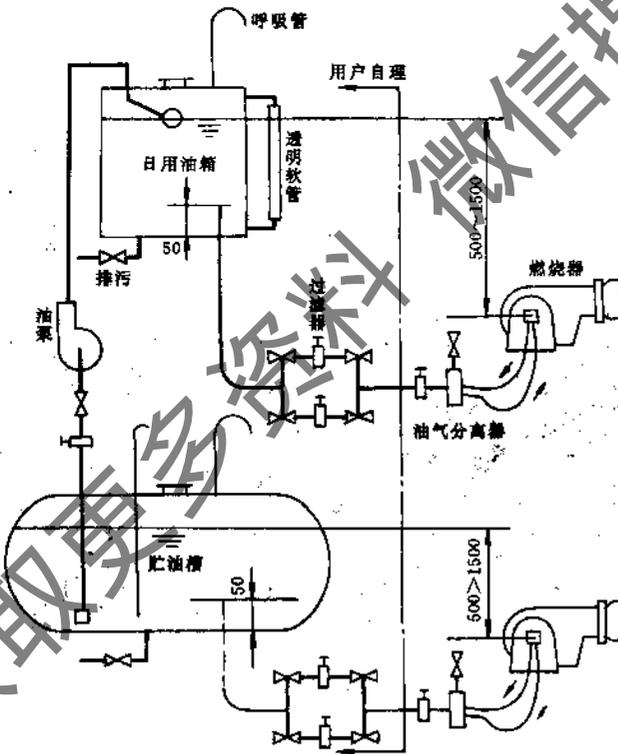
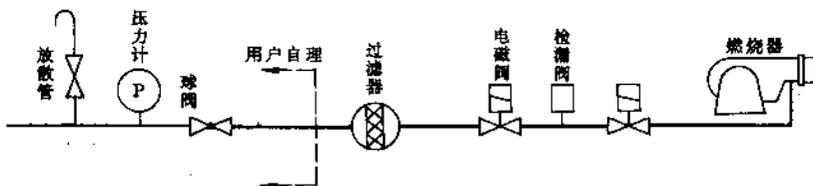


图 2.7-62 ZX 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组燃油系统图及其设计施工要点

燃油系统设计施工要点

1. 图示燃油系统适用于燃用轻柴油、重柴油和 20 号重油（标准 SH0356-92）。60 号以上重油需采用双管循环供油系统，并且需要预热。
2. 当贮油箱高于燃烧器不到 0.5m 时，应设置日用油箱，用油泵将油抽到日用油箱。日用油箱应高于燃烧器 0.5m 至 15m 。若贮油箱已经比燃烧器高出 $0.5 \sim 15\text{m}$ ，可以不设置日用油箱。
3. 油中渣物会损坏油泵、电磁阀和喷嘴。应在机组前并联两个过滤器（ 9.3 目/ cm^2 ，石油配件商店有售），以便在机组运行时能够清理过滤器。
4. 油管应优先采用铜管，并进行 0.2MPa 压力检漏试验，确保不漏。施工前应清除管内锈迹。
5. 管内油流速应小于 0.2m/s 。
6. 油箱的设置请参照有关消防规范，并符合当地消防部门的要求。



燃气系统设计施工要点

1. 燃气系统设计施工考虑的重点是安全和燃气压力(或流量)。机组配套的燃烧器具有多级可靠的安全保护装置。燃气系统的设计、施工应符合现行国家标准《城市燃气设计规范》和《工业企业燃气安全规程》。
2. 机房内应安装燃气泄漏检测报警器,并与机房强力排风扇和燃气快速切断阀联动。
3. 所有连接管道应进行气密性试验(试验压力为1.5倍工作压力),确保不漏。
4. 技术参数表中所列燃气进口压力是按表中燃气热值和密度从燃烧器使用说明书上查表而得(已考虑炉膛压力),仅作参考。额定工况下所需燃气进口压力随热值和密度而改变,可在机组调试时作调整。
5. 为了确保机组燃气量,应尽力减小管道的压降。人工煤气管道至少比燃烧器接口通径大两个规格,天然气管道至少大一个规格。参考燃气流量-压力降关系图选定管道直径(图2.7-64)。
6. 当燃气热值低于 $12.54\text{MJ}/\text{m}^3$ 或压力低于表列数值时,需选配接管口径更大的燃烧器,请提前告知本公司。燃气压力高于表列数值的1.3倍时应增设减压阀。

图 2.7-63 ZX 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组燃气系统图及其设计施工要点

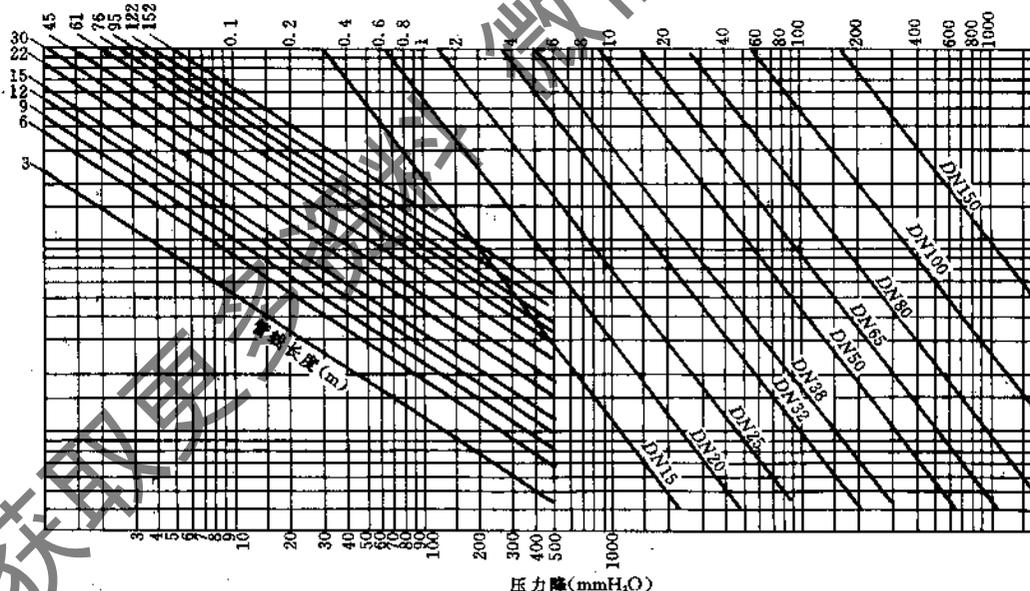
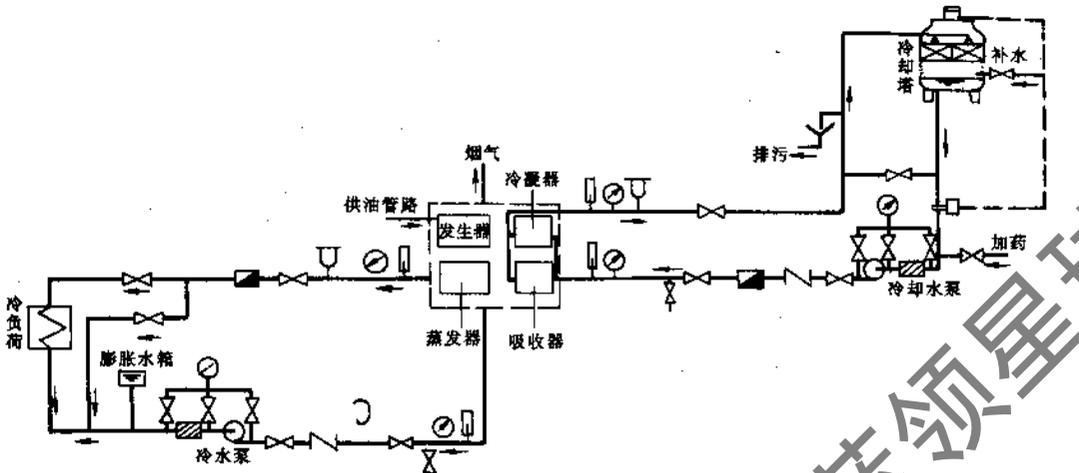


图 2.7-64 ZX 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组
燃气流量-管线长度-管径-压力降关系图

注:若空气比重=1,燃气比重=0.6



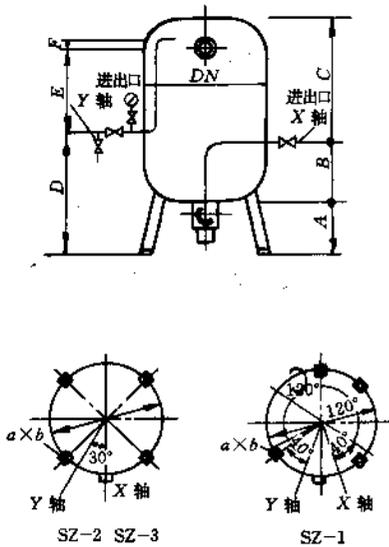
图例

	压力计		流量计		粗过滤器		阀门		自动排气阀
	温度计		过滤器		水泵		逆止阀		

水系统管线设计要点

- 机组虚线方框以外的管线由用户自行配置。
- 冷水系统为闭式循环时，其定压装置应符合恒压要求。水系统压力较高时水泵入口宜与机组相连。
- 在冷水、冷却水的出入口管道附近设阀门外（在制冷站内），并设：
 - 压力计、温度计；
 - 在最低位置设排水阀并将排水引至排水沟；
 - 在各联管的最高处设自动排气阀；
 - 在冷水出口管上设置一段长度不小于 10 倍管径的直管，在其上安装流量开关（随机发货）；
 - 在冷水进出管与机组相连处均设置长度约为 0.8m 的短管。
- 在冷水泵、冷却水泵入口侧应设过滤器，清除时应保证系统运转不得中断。
- 每台制冷机宜设冷水、冷却水系统的适当流量计，且其直管段和长度应符合流量计的要求。
- 过滤器及水泵前后处加设压力计，与并联管（加阀）相连。
- 冷水系统中，在机组进出口间可设旁通阀。
- 机组进出口处宜设短管，便于维修，并注意管道的吊挂、支承，不得将其重量加于机组。
- 机组高，低温部位宜进行隔热保温。
- 水系统管道安装完毕，必须进行彻底清洁。管道中杂物不允许进入机组。
- 冷却塔的选型和设置需考虑：
 - 水量和热工性能与机组相匹配；
 - 周围热源、尘源、通风、噪声和飘水等因素；
 - 如无贮水池，应选用有集水槽型的冷却塔。
- 为了有效地控制冷却塔循环水水质、补水和排污管上宜设调节阀和瞬时流量计。
- 为使冷却水温度稳定，防止温度过低：
 - 冷却塔出水管上宜设恒温器控制风机的启闭；
 - 冷却塔进出口管间可加旁通阀。
- 其他
 - 机房与水泵房不宜同置一室；
 - 贮液器与机组间使用时一般用真空橡胶管相连。

图 2.7-65 ZX 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组水管系统图及其设计要点



尺寸表

型号	DN	A	B	C	D	E	F
SZ-1	1200	400	850	2500	1000	2270	2400
SZ-2	1500	500	1150	3460	1350	2930	3250
SZ-3	1500	700	1350	4760	1500	4050	4550

型号	φ	n-d	a×b	V (m ³)	W (50%~1)
SZ-1	1200	3-φ20	100×100	2	3
SZ-2	1500	4-φ26	100×100	4	6
SZ-3	1500	4-φ26	100×100	6	9

图 2.7-66 ZX 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组配套贮液罐尺寸图

ZX 系列机组补水、冷却水水质基本要求

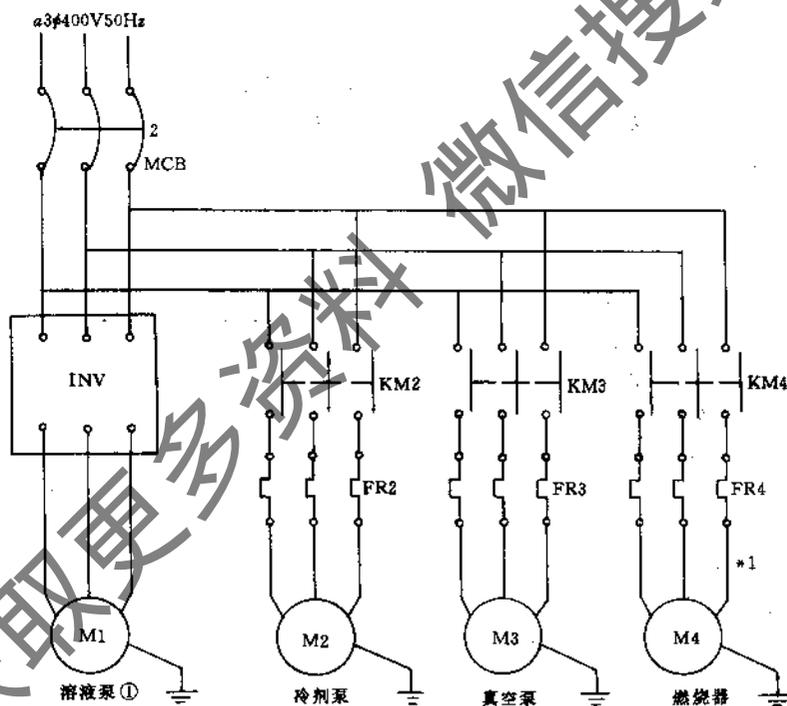
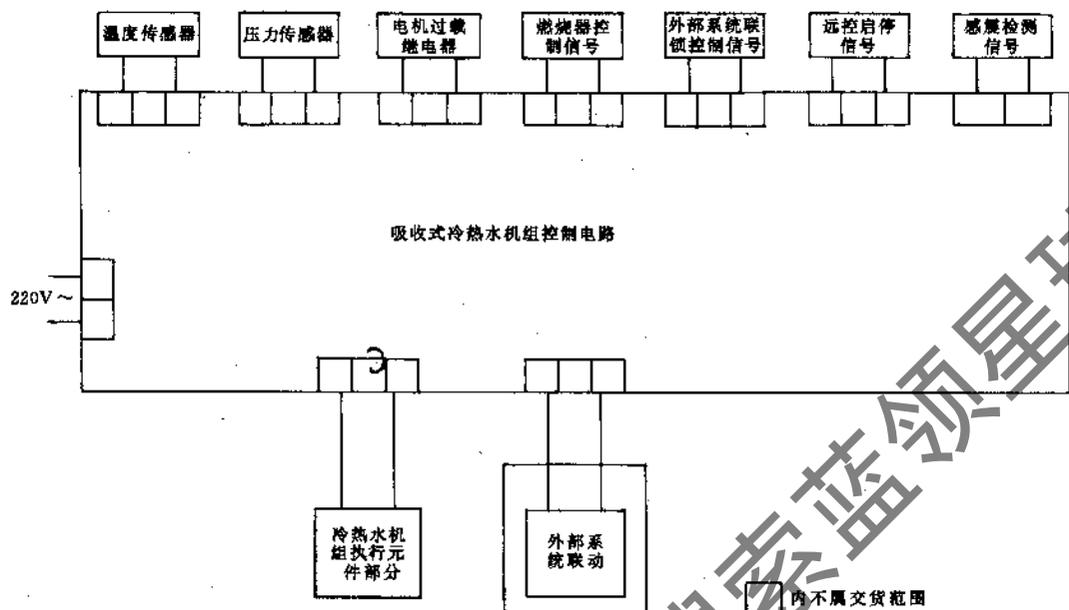
表 2.7-25

项 目	单 位	补充水	冷却水	倾 向		
				腐蚀	结垢	
基本项目	pH 值 (25℃)		6.5~8.0	6.5~8.0	✓	✓
	电导率 (25℃)	μs/cm	<200	<800	✓	✓
	氯离子 Cl ⁻	mgCl ⁻ /L	<50	<200	✓	
	硫酸根离子 SO ₄ ²⁻	mgSO ₄ ²⁻ /L	<50	<200	✓	
	酸消耗量 (pH4.8)	mgCaCO ₃ /L	<50	<100		✓
	全硬度	mgCaCO ₃ /L	<50	<200		✓
参考项目	铁 Fe	mgFe/L	<0.3	<1.0	✓	✓
	硫离子 S ²⁻	mgS ²⁻ /L	检验不出	检验不出	✓	
	铵离子 NH ₄ ⁺	mgNH ₄ ⁺ /L	<0.2	<1.0	✓	
	氧化硅 SiO ₂	mgSiO ₂ /L	<30	<50		✓

ZX 系列机组用溴化锂溶液公司内控技术要求

表 2.7-26

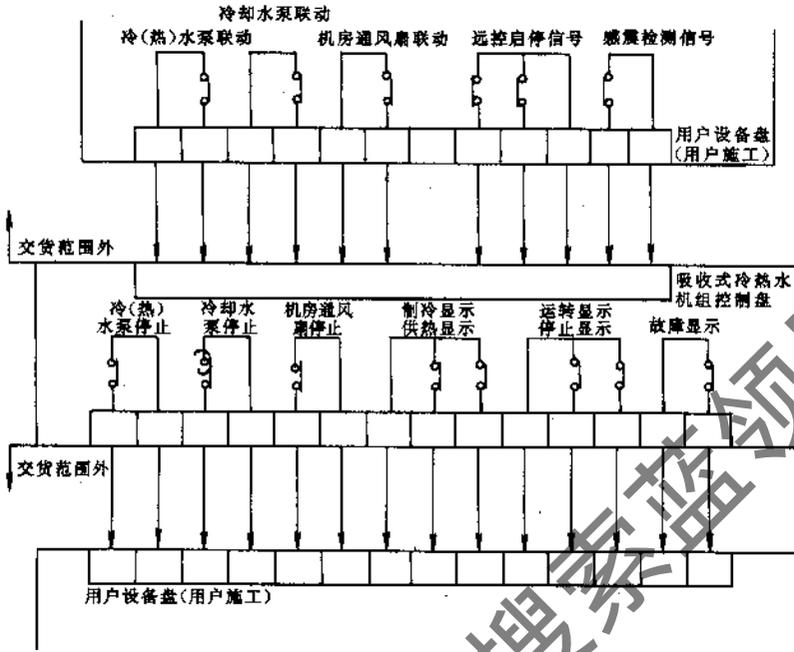
成 分	规格	行业标准	公司内控标准
溴化锂 (LiBr)	%	50~55	50±0.5
铬酸锂 (Li ₂ CrO ₄)	%	0.05~0.2	0.2±0.05
碱度	N	0.01~0.20 (pH=9~10.5)	
氨 (NH ₃)		≤0.0001	
钙 (Ca)		≤0.0001	≤0.00005
镁 (Mg)		≤0.0001	≤0.00005
硫酸盐 (SO ₄ ²⁻)		≤0.02	
氯化物 (Cl ⁻)	%	≤0.05	≤0.04
钡 (Ba)		≤0.001	≤0.0005
铁 (Fe)		≤0.0001	
铜 (Cu)		≤0.0001	
溴酸盐 (BrO ₃ ⁻)		无反应	



①大型机组用燃烧器具有 Y/△型启动线路，此处不包括。

②包括欠电压，过电压保护。

图 2.7-67 ZX 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组控制系统图



- 注：1. 冷(热)水泵、冷却水泵联动、通风机联动为用户接触器无源常开触点，启动后闭合。
 2. 远控启停信号为用户备的启动停止按钮开关，无源常开触点。
 3. 控制盘下部端子为输出端子，各接点的额定电流为 250V, 0.5A。

图 2.7-68 ZX 系列机组外部联动及控制信号配线图

ZX 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组选型一览表

表 2.7-27

类别	型式	特点
功能	标准型	“技术参数表”所示，可单独制冷与采暖
	单冷型	比标准型少二个采暖切换阀，只能制冷
	采暖增大型	加大高压发生器，每加大一号，采暖量向本系列上靠一档。一般允许加大三号
燃料	轻油型	燃用-35~10#轻柴油
	重油型	燃用重柴油、重油(渣油)
	燃气型	燃用人工煤气、天然气、液化石油气
	气油两用型	燃气或燃油
水室承压	普通型	承压 $P \leq 0.8\text{MPa}$
	高压型	承压 $0.8\text{MPa} < P \leq 1.6\text{MPa}$
	超高压型	承压 $P > 1.6\text{MPa}$

注：请用户尽量按技术参数表选用，如需同时提供卫生热水，本公司将满足要求。

ZX 系列直燃型溴化锂吸收式冷热水机组成套供货范围表

表 2.7-28

序号	名称	数量	备注
1	主机	1台	高压发生器、低压发生器、冷凝器、蒸发器、吸收器、热交换器等
2	屏蔽泵	2台	
3	真空泵	1台	带放气真空电磁阀
4	变频器	1台	
5	电控柜	1台	
6	检测元件	1套	温度、压力、液位和流量等传感器、控制器
7	燃烧器	1台	含控制系统一套,油管、过滤器或燃气管路装置
8	随机备件	1套	见装箱清单
9	随机文件	1套	合格证书,装箱清单和调试条件确认书、保修单、信息反馈单、调试用品选购件清单和机组、自控系统、燃烧器、变频器、真空泵、屏蔽泵及传感器等使用说明书

2.8 中央空调用冷(热)水机组选型条件

2.8.1 能源条件和能耗(效)指标

能源问题,是当今社会普遍关注的焦点之一,也是空调制冷产品选型的重要前题条件。没有能源,就没有空调制冷产品。城市现代化建筑物中,采用中央空调系统的约占90%以上而空调制冷产品的能耗约占建筑物能耗的60%以上,因此,常被称为“耗能大户”。努力开发和推广适应各地区能源条件的能耗低、能效高的节能型空调制冷产品具有广泛的现实意义,也是对众多空调制冷产品进行“择优汰劣”选型的重要依据之一。

1. 能源条件

国际上往往以能源人均占有率、能源构成、能源使用效率和对环境的影响,来衡量一个国家的现代化程度。我国1996年生产的一次能源,包括原煤、原油、天然气、水电(不包括农家用的沼气、风力、水力、薪柴等类能源)折合成标准煤为12.6亿吨,居世界前列。但按我国人口平均每人每年消耗的能源折合成标准煤为1.14吨,低于世界平均水平。能源利用的效率不高,我国生产的锅炉热效率,除电站锅炉热效率达90%以上外,工业及采暖锅炉(蒸汽或热水)热效率标准在70%左右(烟煤,5t/h以上蒸发量),采用无烟煤时,锅炉热效率仅达60%左右。因此,热制冷(热)机组的能耗与电制冷(热)机组的能耗折合成标准煤指标比较,热制冷(热)机组的能耗要高出甚多。

煤炭工业是我国的基础产业,我国70%以上的能源来自煤炭。其中,发电厂是煤炭的最大用户。火电建设相对于水电建设,投资省,建设周期短,占总发电量的75%以上。目前国内电力工业的装机容量已达2.3亿千瓦以上,居世界第二位。但在某些地区,电力供应仍然不足,十分不平衡;也有少部分地区,出现了电力供大于求的暂时现象。随着我国水电站、核电站的大力发展(如三峡水电站、二滩水电站、秦山60万千瓦核电站二期工程等),每年新增装机容量将达到1600万千瓦左右。发展坑口电站,变输煤为输电,是一重要举措。无疑,大力发展电力,仍是今后的主要方针。因此,提高电力在终端能耗中的比重,是工农业生产和生活现代化的重要标志,也是节能的重要措施和途径。利用发电厂的余热、废热,是发展热制冷(热)机组产品的方向。这种热电联产,将进一步降低煤耗。降低电制冷(热)机组的电耗,也是电制冷(热)机组适应国情、自身完善的重要内容。

从已探明的储量看,我国的石油和天然气资源相对不足。1996年我国原油产量达到

1.58亿吨,天然气产量达到201亿立方米。石油是多种高级油脂和化工材料的原料,因此,燃烧用油是极不经济的。目前,国家已压缩用油2亿吨。以煤或以天然气代替油,是方向。目前全国还有4000万吨烧油量,必须受限。我国天然气储量,累计重庆、陕北、新疆三个新气区,计有1.3万亿立方米。用天然气代替汽油、柴油做汽车的燃料,技术上已较为成熟,以气代油正在推广利用。这是我们选择采用燃油型冷热水机组产品时,必须注意到的。

以煤炭为燃料的工业锅炉和采暖锅炉是大气中产生二氧化碳(CO₂)、排放烟尘的主要来源。

固然,在具备电力条件地区,选用电制冷(热)机组是很合理的;在具备城市煤气、天然气条件地区,选用热制冷(热)机组亦是相对合理的。在部分大城市中,具备集中供热网(0.6~0.8MPa蒸汽)条件时,也有采用蒸汽型溴化锂吸收式冷水机组产品的可能性,尤其是处于黄河流域以北的产煤丰富地区。但从能耗经济指标角度看,其总热耗系数(率)将因热损失大而上升,不利于节能。

2. 产品的能耗(效)指标

在电制冷(热)机组(活塞式、螺杆式、离心式、涡旋式)中,常以制冷系数(或称性能系数)Ke值,来衡量某一台制冷(热)机组的制冷效果,也称之为能效比指标,其定义为:在额定工况条件下,机组额定制冷量(Q₀)与其对应消耗的轴功率(N_e)(或电动机输入功率N_{e1})的比值,即

$$Ke = \frac{Q_0}{N_e} \quad (\text{kW/kW}) \quad (2.8-1)$$

制冷系数Ke值愈高,代表该产品的制冷效果愈好。式(2.8-1)仅对单制冷的冷水机组而言。

对于热制冷(热)水机组(吸收式)产品,则采用在额定工况条件下,机组额定制冷量(Q₀)与其对应消耗的总热量(Q_{g1}+Q_{g3})的比值,即该产品的热力系数ζ。

$$\zeta = \frac{Q_0}{Q_{g1} + Q_{g3}} \quad (\text{kW/kW}) \quad (2.8-2)$$

式中 Q_{g1}——双效蒸汽型机组中高压发生器消耗的热量, kW;

Q_{g3}——双效蒸汽型机组中凝水换热器消耗的热量, kW。

制冷系数Ke,在有些场合又称之为性能系数(COP),或能效比(EER),所反映的是机组的二次能源的能效指标(对电力而言,是将每1度电——kW·h按3600kJ计所换算成的能量;对热制冷而言,其热力系数ζ所反映的即是该产品的二次能源的能效指标)。实际上,二次能源的能效指标仅考虑了各类机组(活塞式、螺杆式、吸收式、涡旋式、蒸喷式等)自身的能量消耗,而未计及发电厂和配电效率(电力能源机组)、供热锅炉和热交换器效率(热量能源机组),因而为便于综合比较,引出一级能源的能效指标概念。

所谓一次能,是指各类燃料(如煤炭、煤气、天然气、重油、轻油等)的消耗量所换算成的能量(发热量),因而,就相应产生各类机组的一次能源的能效指标(OEER)。

各类制冷机产品的一、二次能源的能耗和能效指标参见表2.6-7。由于制冷机技术的迅速发展,对各类制冷机的能耗和能效指标所统计的时间不同,其数值有一定出入,仅可作为一般性参考。针对某一中央空调工程项目作产品选型工作时,还应针对产品具体计算分析比较,不能一概而论。

能耗指标与能效指标是两个相对不同的概念,其数值上互为倒数,即

$$\text{二次能耗系数} \quad \zeta_1 = \frac{1}{\text{COP}} = \frac{1}{K_e} = \frac{1}{\text{EER}} \quad (2.8-3)$$

$$\text{一次能耗系数} \quad \zeta_1 = \frac{1}{\text{OEER}} \quad (2.8-4)$$

在表明各类制冷机组或热泵机组的能效(耗)指标值时,必须指出其额定工况条件(即冷[热]水出口温度、冷却水进口温度、机组额定制冷量和供热量、冷水侧和冷却水侧污垢系数等)为衡量基准。

将各类制冷机组的二次能耗率折合成标准煤耗进行比较(见表2.8-1)。

各类制冷产品二次能耗率及折合标准煤耗指标比较

表 2.8-1

产品型式	离心式		螺杆式	活塞式	吸收式	涡旋式
	R123、R22	R134a				
能耗及标煤耗指标						
二次能耗率范围 (kW/kW)	0.20~0.24	0.20~0.24	0.24~0.27	0.24~0.30		0.29~0.31
电耗量 (kW)	355	373	445	500	14	543
电耗折合成标煤耗 (kg/h)	151.6	159.6	190	213.5	5.98	231.9
热耗折合成标煤耗 (kg/h)					224.5	
合计标煤耗 (kg/h)	151.6	159.6	190	213.5	230.5	231.9

- 注: 1. 比较制冷量为 1756kW (单台或多台);
 2. 我国电耗折成标煤耗系数为 0.427kg/(kW·h);
 3. 热耗的锅炉效率取 70%;
 4. “二次能耗率”是指产品系列范围内,机组单位额定制冷量所耗的电量 (kW/kW);
 5. 此表中比较时,均不计冷却水泵和冷却塔电耗;
 6. 表中数值取自国内外产品指标的综合;
 7. 机组名义工况 (离心式、螺杆式、活塞式):
 冷水出水温度 7℃;
 冷却水进水温度 30℃ (美国采暖、通风、空调和制冷协会标准 ARI550-92 规定为 29.4℃);
 水侧污垢系数 0.086m²·℃/kW;
 风冷式进口干球温度 35℃;
 蒸发冷却式进口湿球温度 24℃;
 空气侧污垢系数 0.043m²·℃/kW;
 制冷剂侧污垢系数 0m²·℃/kW;
 大气压力 101kPa
 机组名义工况 (吸收式):
 冷水出水温度 7℃
 冷却水进水温度 32℃
 热水出水温度 60℃
 冷(热)水、冷却水侧污垢系数 0.086m²·℃/kW

机械行业标准 JB/T3355—1998《离心式冷水机组》和 JB/T4329—1997《容积式冷水(热泵)机组》规定的名义工况性能系数 COP 见表 2.8-2 和表 2.8-3。

离心式冷水机组的名义工况性能系数规定值

表 2.8-2

名 称		制冷量 (kW)		
		≤527	>527~1163	>1163
水冷式	名义工况性能系数 (COP 和 COP')	3800	4200	4700
	应用部分负荷性能系数 (APLV)	3900	4500	4800
风冷式或 蒸发冷却式	名义工况性能系数 (COP 和 COP')	2650	2400	
	应用部分负荷性能系数 (APLV)	2750	2500	

- 注: 1. COP: 无论半封、开启式均以输入总功率为准,即该名义工况下制冷量除以机组的输入总电功率(kW/kW);
 2. COP': 以 ARI550 标准中名义工况为准的性能系数。
 3. APLV: 与 ARI550 标准中名义工况和其他条件相应下的部分负荷性能(即 ARI550 标准中的 IPLV)。

活塞式、螺杆式冷水机组的名义工况性能系数规定值

表 2.8-3

压缩机类型	活 塞 式			螺杆式及其他旋转容积式		
	机组制冷量 (kW)	≤45	>45~116	>116	≤116	>116~230
水冷式	3400	3500	3600	3650	3750	3850
风冷式和蒸发冷却式	2390	2480	2570	2460	2550	2640

在中央空调系统的全年(制冷或采暖)运行过程中,其机组的制冷(供热)量随外界环境和室内负荷条件而变化,因此,在对机组进行选型和全年能耗量测算时,必须考虑机组的部分负荷性能系数(APLV或IPLV)的变化。

美国暖通、制冷协会标准ARI550-92、ARI560-92《吸收式冷水和热水机组》、ARI500-92规定了机组部分负荷性能系数IPLV的计算公式:

$$IPLV = 0.17A + 0.39B + 0.33C + 0.11D \quad (\text{W/kW}) \quad (2.8-5)$$

式中 A——100%制冷量时的性能系数COP(或EER), W/kW;

B——75%制冷量时的性能系数COP(或EER), W/kW;

C——50%制冷量时的性能系数COP(或EER), W/kW;

D——25%制冷量时的性能系数COP(或EER), W/kW。

ARI550-92标准还规定了机组部分负荷能耗系数,即在名义工况条件下,机组输入功率除以机组制冷量(kW/kW)使用下列方程:

$$IPLV = \frac{1}{\frac{0.17}{A} + \frac{0.39}{B} + \frac{0.33}{C} + \frac{0.11}{D}} \quad (\text{kW/kW}) \quad (2.8-6)$$

式中 A——100%制冷量时的能耗量, kW/kW;

B——75%制冷量时的能耗量, kW/kW;

C——50%制冷量时的能耗量, kW/kW;

D——25%制冷量时的能耗量, kW/kW。

关于上述式(2.8-5)和式(2.8-6)中的常数的确定:

方程式中的常数0.17、0.39、0.33、0.11是按亚特兰大城的典型办公类建筑物得出的。为减少机器的数据测点,将制冷量范围分为四个区段:

区段	制冷量范围
1	100%~75%
2	75%~50%
3	50%~25%
4	25%~0%

采用机械制冷的运行时数和冷水机组在各区段内的平均性能,即可用下式(2.8-7)计算出该部分负荷的加水额定性能:

$$IPLV = 0.3421 \times \frac{(A+B)}{2} + 0.4311 \times \frac{(B+C)}{2} + 0.2266 \times \frac{(C+D)}{2} + 0.000 \times (D) \quad (2.8-7)$$

上式简化得:

$$IPLV = 0.17A + 0.39B + 0.33C + 0.11D$$

计算示例:以能耗系数(kW/kW)为计算基础进行计算。

先列出冷水机组性能数据

表 2.8-4

负荷率	制冷量 (kW)	输入功率 (kW)	负荷率	制冷量 (kW)	输入功率 (kW)
100%	1407	280	50%	703	120
75%	1055	186	33%	352	95

计算部分负荷时的能耗率

表 2.8-5

点代号	负荷率	制冷量 (kW)	输入功率 (kW)	能耗率 (kW/kW)
A	100%	1407	280	0.199
B	75%	1055	186	0.176
C	50%	703	120	0.171
D	25%	352	132	0.375

$$\text{全年平均能耗率 IPLV} = \frac{1}{\frac{0.17}{0.199} + \frac{0.39}{0.176} + \frac{0.33}{0.171} + \frac{0.11}{0.375}} = 0.1889 \approx 0.19 \text{ (kW/kW)}$$

该机组满负荷制冷量 $Q_0 = 1407 \text{ kW}$, 全年机械制冷时间 T 为 2125h。故其全年耗电量为

$$M = (\text{IPLV}) \cdot Q_0 \cdot T = 0.19 \times 1407 \times 2125 = 5.68 \times 10^5 \text{ (kW} \cdot \text{h)}$$

由式 (2.8-6) 可得出在名义工况下, 机组全年能耗公式为

$$M = \frac{Q_0 \cdot T}{\frac{0.17}{A} + \frac{0.39}{B} + \frac{0.33}{C} + \frac{0.11}{D}} \text{ (kW} \cdot \text{h)} \quad (2.8-8)$$

上式中各个部分制冷量时的能耗值 A 、 B 、 C 、 D 应由生产厂家提供的机组特性曲线上查得或在生产现场实际测出。

机组部分负荷性能试验方法: 机组的部分负荷试验应按照表 2.8-6 规定的“部分负荷工况条件”和表 2.8-7 规定的“温度偏差值”进行。

机组部分负荷工况条件 (°C)

表 2.8-6

名 称		蒸发器侧		冷凝器侧		
		冷水	水 冷 式	风 冷 式	蒸发冷却式	
		出口温度	进口温度	进口干球温度	进口湿球温度	
综合部分负荷规定工况 (IPLV)	100% 负荷	7.0	30.0	35.0	24.0	
	0% 负荷	7.0	15.5	21.0	15.5	
应用部分负荷规定工况 (APLV)	100% 负荷	6.7	29.4	35.0	23.9	
	% 负荷	6.7	15.0	12.8	10.0	

机组的水温及空气干、湿球温度与规定值的偏差

表 2.8-7

名 称	蒸发器侧		冷 凝 器					
	冷 水		水 冷 式		风 冷 式		蒸发冷却式	
	出口温度	水量	进口温度	水量	进口干球 温度	进口湿球 温度	进口干球 温度	进口湿球 温度
	(°C)	[m³/(h·kW)]	(°C)	[m³/(h·kW)]	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
标准名义工况	7±0.3	0.172±5%	30.0±0.3	0.224±5%	35.0±1.0			24.0±0.5 ^①
应用名义工况	6.7±0.3	0.155±5%	29.4±0.3	0.195±5%	35.0±0.3			23.9±0.3 ^②

① 补充水温度 (30±1)°C。

② 补充水温度 (29.4±0.5)°C。

计算部分负荷性能系数:按机械行业标准 JB/T3355—1998 中 6.3.3.1 测得制冷量 Q_n (W) 和消耗总电功率 N_0 (kW) 后,按式 (2.8-9) 计算:

$$\text{COP} = Q_n / N_0 \quad (\text{W/kW}) \quad (2.8-9)$$

为验证试验的稳定性(工况),必须校核试验热平衡偏差,按式 (2.8-10) 计算:

$$\Delta = (Q_n + N_0) / Q_n \times 100\% \quad (2.8-10)$$

上式计算结果应符合表 2.8-8 的偏差规定。

机组部分负荷时的热平衡偏差 (%)

表 2.8-8

负荷率	100	75	50	25
热平衡偏差	±5.0	±7.25	±10.0	±14.75

上述计算出的 IPLV 和 APLV 应符合表 2.8-2 的规定。部分负荷性能数据(制冷量—消耗总电功率)应分别以名义工况时满负荷性能数据的比率 (%) 表示在曲线图上。

2.8.2 产品使用寿命及可靠性

产品使用寿命是一个较为广泛的综合性概念。为便于产品选型时的比较,我们定义的产品使用寿命是指:用户所使用的产品在不拆换主要构(部)件条件下,能够确保正常运行并确保使用性能和效果要求,所能维持的最长使用时间,产品的正常检修在允许之列。

产品使用寿命体现了产品的使用价值,与使用者的长远经济利益息息相关。在克服“短期行为”之后,产品的使用寿命往往上升为产品选型中进行多项技术经济指标比较时的带否定性的指标之一。

多年运行及使用经验表明,中央空调系统中采用的各种冷水机组和冷热水机组的使用寿命,取决于三种主要因素(排除人力不可抗拒因素):

- 1) 产品质量和可靠性(设计、制造);
- 2) 操作维护保养经验;
- 3) 产品型式进步的阶段性。

1. 产品质量、可靠性和操作维护保养对使用寿命的影响

产品的质量和可靠性应该包括产品性能指标和结构、系统的可靠性两个主要方面。机械行业标准 JB/T4329—1997《容积式冷水(热泵)机组》、JB/T3355—1998《离心式冷水机组》、JB/T7247—94《溴化锂吸收式冷水机组》以及 JB/T8055—96《直燃型溴化锂吸收式冷、热水机组》中规定了活塞式、螺杆式、涡旋式、离心式、冷水(热泵)机组、蒸汽型和热水型溴化锂吸收式冷水机组以及直燃型溴化锂吸收式冷热水机组等产品在名义工况条件下的性能指标和能效(耗)指标的最低(或最高)限定值,分别见表

产品的性能指标和能效(耗)指标一般在制造厂家内进行的产品型式试验中即可确定,并由制造厂家提供相关产品的性能数据和性能试验曲线,作为产品选型的重要依据之一。

产品的结构和系统的可靠性的考核工作,必须通过产品长期运行和使用,才能得到严格的验证和结论。

我国自行研制和生产的中央空调用的各类冷水(热泵)机组,其中大多数品种系列均具有三十余年的生产和发展历史,经历了性能、结构、系统方面的突破性重大改进和完善过程,达到了相当先进的技术和可靠性水平。但与近年来通过各种渠道和形式进入中国广阔的空调制冷产品市场的国外名家名牌产品相比较,仍不同程度上存在着一定的差距和不

足,特别是产品生产制造质量和使用可靠性方面。

各类中央空调用冷水(热泵)机组的产品质量、可靠性、操作维护等因素对产品使用寿命的影响程度见表 2.8-9。

中央空调用冷(热)水机组的产品质量、可靠性和操作维护等因素对产品使用寿命的影响程度(%)

表 2.8-9

影响因素类别	机组型式 影响使用寿命因素		活塞式	螺杆式	离心式	溴化锂吸收式		平均百分率
						蒸汽型冷水机	直燃型冷热水机	
产品质量及可靠性	a	零部件质量、水、油、毛、液等不合格因素	10	7	17	15	7	11.2
	b	配套电器、线路、电动机质量和可靠性因素	10	14	20	16	30	18
	c	产品装配质量因素	30	17	28	9	6	18
	d	机组内及各管路内部清洁度、真空度因素	10	12	12	16	17	12.6
操作维护及其他	e	正确与熟练的操作素质、维护保养影响因素	27	33	18	40	34	31.2
	f	机械磨损及材质老化而失效因素	13	17	5	4	6	9
共 计			100	100	100	100	100	100

注:1. 上表中“影响使用寿命因素”是根据各类机型产品多年运行使用中所总结出影响产品使用寿命的故障分析而得出的统计分类,仅供参考。

2. 所统计的各类机型产品的故障项目数如下:

活塞式机组: 176 项;
 螺杆式机组: 42 项;
 离心式机组: 251 项;
 蒸汽型吸收式机组: 87 项;
 直燃型吸收式机组: 66 项。

3. 影响产品使用寿命的设计质量及工艺方法合理性等因素均包括在上表中的 a、b、c 三项影响因素之中,未单列其项。

4. 上表 2.8-9 仅统计出各种故障和不可靠性因素对产品使用寿命影响的百分率,而未计及各种故障和不可靠性项目在某一统计运行周期内所发生的次数频率。若要计及产品使用中影响使用寿命的各项因素发生的次数频率,应采用以下统计公式:

$$\text{“a”类影响因素所占百分率 } \varphi_a = \frac{\sum a_i}{\sum a_i + \sum b_i + \sum c_i + \sum d_i + \sum e_i + \sum f_i} \times 100\% \quad (2.8-11)$$

式中 $\sum a_i$ ——上表中“a”类影响因素中各项在统计时间内所发生次数之和; b_i, c_i, \dots, f_i 其余各类影响因素以此类推,则有其他各类 (b~f) 影响因素所占百分率 $\varphi_b, \varphi_c, \varphi_d, \varphi_e, \varphi_f$ 。

分析表 2.8-9 所示,可以得出以下几点:

(1) 表中影响因素 a+b+c+d 之和所占百分率:

活塞式: 60%

螺杆式: 50%

离心式：77%
 蒸汽型吸收式：52%
 直燃型吸收式：60%
 平均百分率：59.8%

因此产品的质量和可靠性对产品使用寿命的影响因素所占百分率($a+b+c+d$)最高。而产品质量(设计、制造)和可靠性因素主要取决于制造厂家。

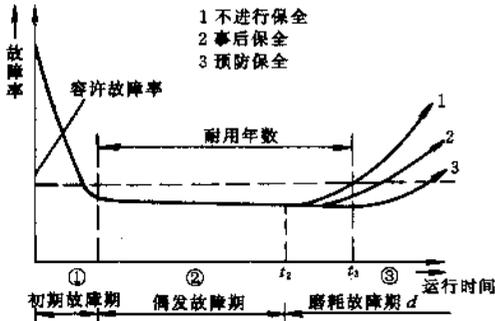


图 2.8-1 典型产品故障曲线

图 2.8-1 中的 1, 2, 3 三条曲线分别代表三种不同的产品保养方式：

- 1——只使用不保养；
- 2——故障后保养；
- 3——预防性保养。

如果对产品采取上述 3——预防性保养，可以大大延长机组的使用寿命。

(3) 在电力机组(活塞式、螺杆式、离心式等)中，其“产品装配质量因素”的“c”类所占百分率亦较高(平均百分率 25%)，而吸收式的“c”类所占百分率却很低(平均百分率 7.5%)。足见机械加工件为主、且加工技术复杂的电力机组的装配质量之重要。

(4) 对吸收式机型产品而言，其各种容器和循环系统内的真空度和清洁度影响因素所占百分率亦较高(平均百分率 16.5%)，这也正是吸收式机型产品防止制冷量衰减或延缓制冷量衰减的关键技术所在，表 2.8-9 中的统计百分率也证明了此点。

(5) 表 2.8-9 中“b”类“配套电器、线路、电动机质量和可靠性因素”的百分率亦不算低。目前，各厂家产品大多采用新一代的微机控制系统，在运行参数的自动控制、调节的精度、灵敏度和可靠性方面，都有极大的进步，但在确保配套元件质量和提高抗外界干扰能力等等方面，都应不懈努力。

(6) 表 2.8-9 中在通常条件下得出的统计数据，不能囊括每台机组的特殊条件和具体技术状态。在进行产品选型时，还应进行有针对性的比较分析，不能一概而论。

2. 产品型式进步的阶段性对产品使用寿命的影响

各种型式的中央空调用冷水(热泵)机组产品都有自己技术进步和完善的发展过程。国外和国内均是如此。从产品发展的阶段性来看，我国的中央空调用冷水(热泵)机组发展大致经历了三大阶段：

(1) 50 年代及其以前的仿制阶段：最早发展的活塞式机组主要是仿苏、仿日产品，(以

(2) 各类机型产品的各类影响因素中，“e”类影响因素所占百分率较高(平均百分率 31.2%)，即“正确与熟练的操作素质、维护保养影响因素”有较大影响。这充分说明，对机组操作、管理人员的技术培训和运行中积累使用经验的重要性和必要性。其中对溴化锂吸收式机组(蒸汽型和直燃型)使用和维护保养的技术培训以及运行经验的积累尤为突出。

各类产品型式从使用开始到报废，其故障率大小呈“浴槽曲线”变化规律(图 2.8-1)

氨为制冷剂)以及一部分的仿美产品(如2F6.3、2F4.8等,以氟利昂为制冷剂),生产厂家以大连冷冻机厂和上海合众冷冻机厂为代表。1958年我国第一台用于中央空调的离心式冷水机组仿制产品诞生于上海。

(2)六七十年代的起步阶段:活塞式机组在60年代初期步入全面自行设计、制造时期,以8AS17型(大连冷冻机厂)、8AS12.5型(上海第一冷冻机厂)为代表;离心式机组于60年代初步入全面自行设计、制造时期,以中央空调用的FTL120-11型(重庆通用机器厂)为代表;螺杆式机组于70年代初步入自行设计、制造时期,以KA20C型(武汉冷冻机厂、烟台冷冻机厂等)为代表。之后,相继研制成功的25CF型(上海第一冷冻机厂)、ASL-7b型(大连冷冻机厂)、KF12.5-11.3型(武汉冷冻机厂)等产品,在热力技术指标上都代表着当时国内先进水平。

上述产品的无故障运行周期均能达到8000h或以上的水平。但在产品使用寿命方面,尚待长期运行中考核。

我国单效吸收式产品最早于1966年诞生在上海(上海第一冷冻机厂),进入起步阶段。

(3)80年代以来的长足进步阶段:由于引进和借鉴国外同类产品的先进技术,由于现代化社会的进一步需求,中央空调用冷水(热泵)机组在技术性能指标、质量和可靠性指标、经济指标等方面获得长足发展和进步。在产品的无故障运行周期和使用寿命方面,也有新的突破。

根据前述产品使用寿命的定义概念,对国内各类型式部分产品的统计使用寿命列于表2.8-10。

各类型式部分产品的统计使用寿命

表 2.8-10

产品型式 指 标	离心式机组	螺杆式机组	活塞式机组	单、双效吸收式
统计使用寿命(年)	20~40	8~14	5~10	≤10

离心式机组的装配质量因素对产品使用寿命的影响比重较大,采用先进和成熟的滑动径向轴承和推力轴承结构,提高加工精度和装配的互换性,以适应叶轮转子轴向推力可能导致的故障因素,是提高离心式机组使用寿命的重要保证之一。

近年涌现的风冷式活塞式热泵机组和半封闭式螺杆式冷水机组,大多采用进口原装的全封闭式活塞式压缩机或半封闭式螺杆式压缩机,其可靠性较高,产品使用寿命又有新的突破。

采用国外先进技术生产的蒸汽型和直燃型溴化锂吸收式机组,在确保容器焊接质量及容器真空度、清洁度方面,又上了新的台阶;对防止制冷量衰减和内部腐蚀方面,做了多项有效的改进,对延长产品使用寿命是有力的推动,也有待于长期运行使用的进一步考核。

综上所述,影响产品使用寿命的关键依然是产品的设计、制造质量和可靠性,这是毋庸置疑的。

2.8.3 产品的投资和运行费用

产品的投资(价格)和运行费用,是产品经济性评价的主要内容,也是使用者对产品选型的重要依据之一。

1. 产品的投资费用

产品的出厂价格及其相关费用是一种不定因素,但又是使用者关注的重要因素。

在针对具体的工程项目招标时,产品的报价往往成为市场竞争的重要手段。尤其是国产产品与进口产品之间,国产产品的优势往往在于优质、低价和及时服务等方面,较为突出。

产品的投资费用,不仅仅取决于产品的单价,与各个工程项目的具体环境和资源条件有密切关系,譬如能源增容费、配套设施费、热网入网费、机房(或锅炉房)建设费、安全环保规范必须的附加投资等,应有针对性的做出综合分析,才有产品选型比较的共同基础。

对于不同地区、不同使用背景,产品选型的投资预算指标、预算项目和方法,也不尽相同,很难有一个统一的规范。

在此,仅提供部分统计性市场资料,供商家一般性参考。

(1) 单制冷产品出厂价格比较(见表 2.8-11)

表 2.8-11

产品型式 比 价	引进技术 离心式	国产蒸汽 型吸收式	进口压缩 机螺杆式	引进全部 件离心式	国产直燃 型吸收式	国产风冷 模块式	进口原装风 冷活塞式
产品冷量比价 (元/kW)	590	714	726	812~854	908	1623~1708	2050~2135
冷却水泵和冷却塔冷 量比价(元/kW)	115	122	115	115	122	0	0
总冷量比价(元/kW)	705	836	841	927~969	1030	1623~1708	2050~2135
总冷量比价的百分比 (%)	84.3	100	100.5	110.9~115.9	123.2	194.1~204.3	245.2~255.4

- 注: 1. 比较制冷量为 1756kW (单台或多台);
 2. 产品冷量比价: 指单位制冷量所需的产品出厂价格 (元/kW);
 3. 表中的产品出厂价格=机组出厂价+自控装置价+冷媒价+冷却水泵价+冷却塔价;
 4. 各类产品价格的上下浮动部分未计;
 5. 比价百分比以国产蒸汽型吸收式产品为比较基准;
 6. 产品出厂价格统计日期: 1997 年底。

(2) 冷暖产品出厂相对价格比较(见表 2.8-12)

冷暖产品出厂相对价格比较

表 2.8-12

产品型式 比较项目	直燃型吸收式	离心式+ 热水锅炉	双效蒸汽 型吸收式	风冷式活塞 式热泵机	风冷模块式 热泵机	进口风冷式 热泵机
相对价格比率 (%)	67~72	80~87	100	110~115	120~125	160~165
能 源	燃油	电力+燃油	燃煤	电力	电力	电力

- 注: 1. 比较制冷量为 1756kW (单台或多台);
 2. 出厂相对价格: 指各类型式产品相对于双效蒸汽型吸收式产品出厂价格的比率 (%);
 3. 产品出厂价格=机组出厂价+电力增容费+锅炉价+热交换站费+冷媒价+冷却水泵价+冷却塔价;
 4. 若采用“离心式+电热锅炉”时,其电力增容费将增加 50%~60%。若采用集中供热网方案,则直燃型吸收式、离心式与蒸汽型吸收式冷暖产品的相对价格比率约为 5.6:8:10 (热力网入网费以 100 元/m² 计)。

由表 2.8-12 可知,直燃型吸收式产品自带燃烧室、热交换器,且实现冷、热分供,其设备相对投资率最低;离心式产品为单制冷产品,供暖时必须附加锅炉(燃油、燃气或电热)、热交换器,且电力增容费、配电设备费用等较高,故其相对投资介于蒸汽型与直燃型吸收式产品之间;各类风冷式热泵机组能源均取自电力,机组价亦高,因而其相对投资最高。

冷暖产品应用于具体工程项目的例示:

【例 1】 某大厦中央空调冷热源设备经济性选型方案介绍。

工程概况:总建筑面积 $6 \times 10^4 \text{m}^2$ 的综合性商务办公大楼。夏季空调冷负荷约 6000kW,冬季空调热负荷约 5400kW,生活用热水负荷约 2652kW。

选型方案比较:见表 2.8-13。

某大厦中央空调冷热源设备经济性选型方案比较 表 2.8-13

经济指标	单位	直燃型吸收式 +燃油锅炉	离心式冷水机 +汽-水热交换器(热网)	蒸汽型吸收式 +汽-水热交换器(热网)
设备型号		DCC-52K+WNS ₄ -1.0Y	19XL+SFP-K	FCC-63+SFP-K
数量	台	3+1	3+4	3+4
单台冷/热量	kW	2215/1854	2040/2302	2286/2302
单台耗电量	kW	16.35	396	8.1
单台供汽量	t/h	4	2.37	3.12+2.37
单台价格	万元	232.7+42.44	130.84+8.758	243.6+8.758
合计(主机3台等)	万元	740.5	427.55	765.8
冷水、冷却水总耗电量	kW	495	390	495
热水泵总耗电量	kW	75	75	75
最大小时耗电量	kW	557.05	1578	519.3
年运行费	万元	667	412.5	442.3
电力增容费	万元	52.9	149.9	49.3
热力入网费(100元/m ²)	万元	—	600	600
工程初投资(设备费+电 热入网费)	万元	793.5	1142.7	1414.1
初投资占百分率	%	56.1	80.8	100

注:1. 电力增容费以 950 元/kW 计;

2. 集中供热网入网费以 600 元/m² 计;

3. 电费:0.6 元/kW·h; 蒸汽费:90 元/t。

方案分析:

a. 主要设备年运行费由高至低顺序:

直燃型吸收式→蒸汽型吸收式→离心式冷水机;

b. 主要设备一次投资由高至低顺序:

蒸汽型吸收式→直燃型吸收式→离心式冷水机;

c. 主要设备电(热)增容费由高至低顺序:

离心式冷水机→蒸汽型吸收式→直燃型吸收式;

d. 工程初投资由高至低顺序:

蒸汽型吸收式→离心式冷水机→直燃型吸收式。

【例2】某办公大楼中央空调冷(热)设备经济性选型方案比较。

工程概况:总建筑面积 20500m² (其中住宅面积 3500m²)。夏季空调冷负荷 2800kW, 冬季空调热负荷约 2200kW, 生活用热蒸汽 1t/h。

选型方案比较:见表 2.8-14。

某办公大楼中央空调冷热设备经济性选型方案比较

单位:万元 表 2.8-14

方 案	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6	
	煤锅炉 +电制冷	煤锅炉 +热力制冷	油锅炉 +电制冷	油锅炉 +热力制冷	直燃型吸收 式+油锅炉	风冷式热泵 +油锅炉	
4t/h 蒸汽锅炉 (1台)	30	30	45	45			
2t/h 蒸汽锅炉 (1台)	20	20	30	30			
1t/h 蒸汽锅炉 (1台)					13	13	
1400kW 离心式冷水机 (2台)	140 (国产) 24 万美元 (进口)		140 (国产) 24 万美元 (进口)				
1163kW 蒸汽型吸收式冷水机 (1台)		50 (国产) 19 万美元 (进口)		50 (国产) 19 万美元 (进口)			
1745kW 蒸汽型吸收式冷水机 (1台)		71 (国产) 23 万美元 (进口)		71 (国产) 23 万美元 (进口)			
1400kW 直燃型吸收式 (2台)					68 万美元 (进口)		
350kW 风冷式热泵机组 (8台)						336 (国产) 64 万美元 (进口)	
400t/h 玻璃钢冷却塔	20 (2台)	10 (1台)	20 (2台)	10 (1台)	20 (2台)		
500t/h 玻璃钢冷却塔		14 (1台)		14 (1台)			
300t/h 冷冻水泵 (3台)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	
冷却水泵 (2台)	2 (400t/h)	2.4 (500t/h)	2 (400t/h)	2.4 (500t/h)	2 (400t/h)	—	
2500kW 热交换器 (1台)	4	4	4	4	4	—	
设备材料费	国产主机	349	326	389	366	—	404
	进口主机	425	583	465	623	849	584
电力增容费	国产主机	54	0	49	—	—	85
	进口主机	54	0	49	—	—	85

单位: 万元 续表

方 案		方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6
		煤锅炉 +电制冷	煤锅炉 +热力制冷	油锅炉 +电制冷	油锅炉 +热力制冷	直燃型吸收 式+油锅炉	风冷式热泵 +油锅炉
地下锅炉房、油库 建设费	国产主机	28	28	24	24	—	—
	进口主机	28	28	24	24	—	—
建筑场占用或建设 费	国产主机	29	32	22	25	—	8
	进口主机	29	32	22	25	33	8
总初投资	国产主机	431	354	462	390	—	489
	进口主机	606	611	514	647	849	665
主要设备运行费		112	80	246	286	270	204
可行性结论		安全、环保 原因,不易实 现	安全、环保 原因,不易实 现	需另建锅 炉房、油库等	需另建锅 炉房、油库等	需另建油 库	可行,需电 力增容

表 2.8-14 说明:

1. 初投资包括 3 部分: a) 系统设备材料及施工费; b) 电力增容费; c) 建筑面积及场地占用、建设费;
2. 上述设备材料费按主要设备费折算, 即设备材料费 = $K \times$ 主要设备费。方案 1~4, 取 $K=1.6$; 方案 5, 取 $K=1.3$; 方案 6, 取 $K=1.15$;
3. 美元与人民币汇率按 9:1 计算;
4. 电力增容费按 1500 元/kW 计, 空调总功率超出原容量 400kW 以上部分计取电力增容费;
5. 建筑面积按 800 元/m² 计取; 纳入总初投资; 地下锅炉房、油库等构筑物要计入总初投资;
6. 建设单位最终选定方案 5, 主要原因是考虑安全、环保、节约附加建设费等因素, 但进口设备费用以及电力增容费较高。

(3) 其他投资费用

估算工程项目的工程初投资时, 在某种情况下, 还应综合考虑以下方面的投资费用:

- 1) 采用电制冷(热)机组时, 应计入因电力增容而增设的变压器、配电设备等费用;
- 2) 采用锅炉房提供热源时, 应计入锅炉房征地费、土建费、锅炉及管路附件费等费用;
- 3) 采用城市煤气、天然气等能源时, 应计入其增容费及配套设施费等费用;
- 4) 采用燃油时, 应计入油库、贮油罐、燃油系统及安全防护设施等设备、建设费用;
- 5) 制冷(热)设备机房占地及征地费;
- 6) 制冷(热)设备辅料(高压氮气、润滑油、水、制冷剂)及备品备件更换费用;
- 7) 制冷设备拆装专用工具费;
- 8) 制冷(热)站中多台机组的电脑联控或集中空调系统的电脑联控装置费用。

(4) 寿命周期成本 (LCC)

这是新近提出的一种 LCC (Life Cycle Cost) 设计概念, 是指产品或系统从诞生至报废的整个期间所需费用的总和, 其往往是设备购置费的数倍以上。将设备和系统在其寿命周

期内的全部开支加在一起,再折现换算成等价均匀的全年费用 EUAC,即

$$EUAC = \frac{\text{产品或系统寿命周期内的全部费用}}{\text{产品使用寿命}} = \frac{LCC}{L} \quad (\text{元/年}) \quad (2.8-12)$$

式中 LCC——产品或系统寿命周期内的全部费用(折算成初投资现值),即“寿命周期成本”,元;

L——产品使用寿命,年。

最大限度地降低 EUAC 值,物业设施管理取得的经济效益越高。产品和系统在使用运行中的节约能耗和投资回收措施,均可大大降低每年的 EUAC 值。在设计选型工作中,不只为降低产品和系统的初投资负责,更要为降低产品系统寿命周期内的全部成本着想,最终使业主受益,这就是“寿命周期成本”(LCC)设计的含义。

LCC 设计概念具有以下特点:

- 1) LCC 的费用并非初投资时期发生的,而是在整个寿命周期内按时间序列逐步发生的。
- 2) 为便于与初投资或其他方案比较,应将各个时间阶段发生的费用统一折算成初投资时期的现值,因此必须考虑折现率即利率因素。
- 3) 为降低每年发生的 EUAC,途径就是对设备和系统实施节能技术措施或加强物业管理。

现提供 LCC 设计的主要构成费用要素,见表 2.8-15。

LCC 的主要构成费用要素

表 2.8-15

费用类别	费用项目	费用序列	费用内容	费用类别	费用项目	费用序列	费用内容
初投入费用		规划方案费	预备调查 工程规划 概算计划 资金计划 LCC 计划	初投入费用		设备及工程费	机械设备 水、电、气系统 机房或附加建筑、管道井工程费(相当的房间的建设费)
		现场调查费	测量 自然环境调查 电波或其他障害调查			工程监理费	现场管理 工程监督
		设计费	方案和基本设计 LCC 预算 施工设计 工程预算			检查费	施工检查 中间检查 竣工验收
		工程附加费	外部设计 不可预见费			取得支援费	资料收集、调研 技术研究、开发 环保对策 财物整理
		合同费	设计文件制作 招标费用			维持费用	使用费用

续表

费用类别	费用项目	费用序列	费用内容	费用类别	费用项目	费用序列	费用内容
维持费用	使用费用	设备 保养费	润滑油、氮气、水 日常检测 设备保养	维持费用	保全费用	保全 支援费	仪器管理 备件管理 财产台帐事务 技术研究、研修
		能源费	电力 燃油、燃气、燃煤				
		使用 支援费	仪器管理 技术培训				
	保全费用	检查费	短期检查 长期检查 检查中所需材料	废弃费用	租税费用	租税 (地方 附加税)	固定资产税 不动产所得税 电气税 保险
		修缮费用	短期修缮 长期修缮 临时修缮 特别修缮 修缮中所需材料				

2. 产品的运行费用示例

产品的运行费用应包括平均电费(或平均燃料费)、平均维修费等比较常用的费用,见表 2.8-16。

各产品型式机组的运行费用(以月计)

表 2.8-16

产品型式 运行费用(月)	蒸汽型吸收式 (SXZ9-175D)	离心式 (LSBL×R123)	直燃型吸收式 (SXZY-175)	风冷活塞式 (600.S ₄ ×3)	风冷模块式 (FS-L-360×5)
平均电费(万元)	3.36(120kW)	12.9(461kW)	3.36(120kW)	16.18(578kW)	22.51(804kW)
平均燃料费(万元)	5.0	—	10.66	—	—
平均维修费(万元)	1.2	1.0	1.2	1.5	1.0
月运行费(万元)	9.56	13.9	15.22	17.68	23.51

注: 1. 比较制冷量为 1756kW(单台或多台);

2. 月运行时间按 400h 计;

3. 电费=机组耗电电费+冷却水泵耗电电费+冷却塔耗电电费;

4. 计费标准: 工业电价 0.7 元/kW·h;

0# 柴油价 2050 元/t;

蒸汽价 53.4 元/t。

产品运行费用是一项硬经济指标,是使用者经常性开支,是产品选型方案比较时不容忽视的经济预算内容。

各地区电价、燃料价(指 0# 柴油、城市煤气、天然气等)、集中供热蒸汽价区别较大,针对工程项目做方案比较时,应结合当地实际情况考虑。

2.8.4 环境保护要求

众所周知,地球上的环境保护问题已十分突出。在选择比较各种空调制冷设备时,必须对可能造成公害的制冷剂选用以及燃烧排放物予以高度重视。

当今,世界公认的影响地球大气的三大环保问题:臭氧层破坏、温室效应(全球变暖)和酸雨等,均与中央空调中各类制冷(热)设备的各种排放物质有关系。

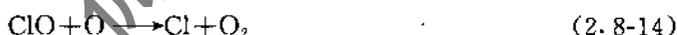
将制冷空调技术发展的主体思路(或称为“总体构思”)定位在“节约能源、保护环境和趋向自然的舒适环境”上,是符合人类对制冷空调装备所需求的客观规律的,也是制冷空调的供需双方需要共同不懈努力的奋斗目标。

采用制冷空调的目的在于提供人类生活和工作所需求的一种舒适、净化、高效、利于人体健康和生存的人工环境保护。这种人工的环境保护与人类赖以生存的地球大自然环境保护是紧密相关、浑然一体的。我们不会允许称为“绿色空调系统”,又向大自然环境排放危害人类生存的“黑色”污染物,那能算是“绿色空调”吗?

1. 限制和防止臭氧层破坏问题

(1) 大气层中臭氧层破坏对人类的危害性

臭氧层存在于地球上空 25 公里至 40 公里的大气平流层中,其密集的臭氧(O_3)气体,能阻止过量的紫外线到达地球表面,使阳光对人类没有危害。当 CFCs(氟氯烷烃)或哈龙(Halons, 溴氟烷烃)物质排出进入大气,上升至平流层中,在强烈的紫外线照射下,会发生分解。由 CFCs 中分解出的氯原子(Cl)及哈龙中分解出的溴原子(Br)均与臭氧(O_3)有亲和作用,例如 CFCs 分解出的氯原子(Cl)反复分解臭氧分子:



如此循环的化学反应,使一个 CFCs(氟氯烷烃)分子可以消耗掉成千上万个臭氧分子,使臭氧层中臭氧的浓度急骤减小。而臭氧层的臭氧浓度越小,导致穿过平流层的中、短波长的紫外线(如紫外线 B 和 C)辐射量大幅度增加;而紫外线的波长越短,对人类和生态环境危害就越大。

哈龙(溴氟烷烃)分子也以类似的机理产生溴原子而消耗臭氧。

研究表明,平流层的臭氧分子减少 1%,紫外线对地球表面的辐射量将增加 2%。1985 年英国南极考察队在南极(南纬 60 度),观测站发现臭氧“空洞”,并被雨云 7 号卫星所证实。该臭氧“空洞”面积几乎相当于美国国土的面积,之后的每一年的春夏之交,“空洞”均周期性出现。1989 年,北极上空也发现“空洞”,面积约为南极的一半。

CFCs 物质从 1930 年发现至今,广泛用作制冷剂(如 R11、R12 等)、气溶胶喷射剂(如 R11、R12)、聚氨酯泡沫材料的发泡剂(R11、R12、R113)、精密仪器制造中的洗涤剂(R113)等。

哈龙(Halon)主要用作灌制灭火器具(如 Halon-1211、Halon-1301)。

据统计,冷冻、空调和热泵占控制 CFCs 全球消耗量的 25%~30%;电子、精密仪器、金属和干洗使用的 CFC-113 清洗剂占控制 CFCs 全球消耗量的 16%;泡沫塑料生产使用的发泡剂占控制 CFCs 全球消耗量的 20%~25%;喷雾剂占控制 CFCs 全球消耗量的 19.7%;灭火剂占控制 CFCs 全球消耗量的 2%;其他溶剂等占控制 CFCs 全球消耗量的 8%~10%。

按 CFCs 物质的品种划分,CFC-11(R11)占全球 CFCs 消耗量的 37.3%;CFC-12

(R12) 占全球 CFCs 消耗量的 43.0%; CFC-113 (R113) 占全球 CFCs 消耗量的 16.2% (以上仅为 1986 年的统计资料)。

我国用作制冷剂的 CFCs 占全国总耗量的 44.3%; 用作发泡剂的 CFCs 占全国总耗量的 42.5%; 用作清洗剂、喷雾剂及其他溶剂的 CFCs 占全国总耗量的 13%。

CFCs 物质造成大气臭氧层破坏, 所带来的严重恶果是:

1) 影响人类健康。据统计, 臭氧层的臭氧 (O_3) 下降 1%, 紫外线-B 辐射量增加 2%, 皮肤癌率将增加 4%~6%, 白内障眼疾患者上升 0.2%~0.6%。若臭氧层继续破坏, 延至 2007 年, 全世界皮肤癌患者将达 1.5 亿人, 白内障眼疾患者可达 1800 万人。

2) 影响海洋浮游生物、植物和农作物生长。目前南极海洋植物生产量已下降约 30%; 若臭氧 (O_3) 下降 25%, 大豆将减产 20%; 据预测, 若照此下去, 至 2075 年, 农作物产量将下降约 7.5%, 水产品将损失 25%。

3) 腐蚀聚合物。增强辐射地球的紫外线可加速各类聚合物 (如塑料类等) 的老化 (变黄、分裂、扩散)。

4) 加剧地球气候变暖 (温室效应)。平流层臭氧减少会使接近地面的臭氧增多, 臭氧 (淡蓝色、强嗅气味) 形成近地烟雾; CFCs 的大量排放, 长年 (如 CFC-11 在大气中寿命为 47~80 年; CFC-12 为 95~150 年; CFC-113 为 96~117 年) 聚集地面上空, 使地球表面平均温度升高 (预算到 2030 年, 可能上升 2~4.5°C), 海平面增高 200~1400mm, 许多大城市 (如威尼斯、香港、旧金山、阿姆斯特丹等) 将变成水域一片。CFCs 对全球温室效应的影响约占 20%。

(2) 破坏大气臭氧层的受控物质及过渡性物质

于 1992 年 1 月 1 日起生效的《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》修正中, 对发展中国家的特殊情况作出了新的条款规定, 并在附件 A、附件 B 和附件 C 中公布了原有及补充后的“控质物质”(附件 A 和附件 B) 和“过渡性物质”(附件 C)。现列表如下。

《议定书》附件 A 的控制物质见表 2.8-17。

《议定书》附件 B 的控制物质见表 2.8-18。

《议定书》附件 C 的过渡性物质见表 2.8-19。

常见受控物质及过渡性物质特性见表 2.8-20。

《议定书》附件 A 的控制物质

表 2.8-17

类 别	物 质	消耗臭氧潜能值	类 别	物 质	消耗臭氧潜能值
第一类:			C_2F_5Cl	(CFC-115)	0.6
$CFCCL_3$	(CFC-11)	1.0	第二类:		
CF_2Cl_2	(CFC-12)	1.0	CF_2BrCl	(Halon-1211)	3.0
$C_2F_3Cl_3$	(CFC-113)	0.8	CF_3Br	(Halon-1301)	10.0
$C_2F_4Cl_2$	(CFC-114)	1.0	$C_2F_4Br_2$	(Halon-2402)	6.0

《议定书》附件 B 的控制物质

表 2.8-18

类 别	物 质	消耗臭氧潜能值	类 别	物 质	消耗臭氧潜能值
第一类:			C_2FCl_5	(CFC-111)	1.0
CF_3Cl	(CFC-13)	1.0	$C_2F_2Cl_4$	(CFC-112)	1.0

续表

类别	物质	消耗臭氧潜能值	类别	物质	消耗臭氧潜能值
第一类:			$C_3F_5Cl_2$	(CFC-216)	1.0
C_3F_7Cl	(CFC-211)	1.0	C_3F_7Cl	(CFC-217)	1.0
$C_3F_5Cl_6$	(CFC-212)	1.0	第二类:		
$C_3F_3Cl_5$	(CFC-213)	1.0	CCl_4	四氯化碳	1.1
$C_3F_4Cl_4$	(CFC-214)	1.0	第三类:		
$C_3F_5Cl_3$	(CFC-215)	1.0	$C_2H_3Cl_3^*$	1, 1, 1-三氯乙烷 (甲基氯仿)	0.1

* 本分子式并不指 1, 1, 2-三氯乙烷。

《议定书》附件 C 的过渡性物质

表 2-8-19

类别	物质	消耗臭氧潜能值	类别	物质	消耗臭氧潜能值
第一类:			$C_3HF_5Cl_2$	(HCFC-225)	
$CHFCl_2$	(HCFC-21)		$C_3HF_5Cl_1$	(HCFC-226)	
CHF_2Cl	(HCFC-22)		$C_3H_2FCl_3$	(HCFC-231)	
CH_2FCl	(HCFC-31)		$C_3H_2F_2Cl_2$	(HCFC-232)	
$C_2HF_2Cl_4$	(HCFC-121)		$C_3H_2F_3Cl_3$	(HCFC-233)	
$C_2HF_2Cl_3$	(HCFC-122)		$C_3H_2F_4Cl_2$	(HCFC-234)	
$C_2HF_3Cl_2$	(HCFC-123)		$C_3H_2F_5Cl$	(HCFC-235)	
C_2HF_4Cl	(HCFC-124)		$C_3H_3FCl_4$	(HCFC-241)	
$C_2H_2FCl_3$	(HCFC-131)		$C_3H_3F_2Cl_3$	(HCFC-242)	
$C_2H_2F_2Cl_2$	(HCFC-132)		$C_3H_3F_3Cl_2$	(HCFC-243)	
$C_2H_2F_3Cl$	(HCFC-133)		$C_3H_3F_4Cl$	(HCFC-244)	
$C_2H_3FCl_2$	(HCFC-141)		$C_3H_4FCl_3$	(HCFC-251)	
$C_2H_3F_2Cl$	(HCFC-142)		$C_3H_4F_2Cl_2$	(HCFC-252)	
C_2H_4FCl	(HCFC-151)		$C_3H_4F_3Cl$	(HCFC-253)	
C_3HFCl_5	(HCFC-221)		$C_3H_5FCl_2$	(HCFC-261)	
$C_3HF_2Cl_4$	(HCFC-222)		$C_3H_5F_2Cl$	(HCFC-262)	
$C_3HF_3Cl_3$	(HCFC-223)		C_3H_6FCl	(HCFC-271)	
$C_3HF_4Cl_2$	(HCFC-224)				

常见受控物质及过渡性物质特性

表 2-8-20

编号	分类	分子式	大气压下沸点 (°C)	臭氧耗减潜能 ODP (R11=1)	全球变暖潜能 GWP (CO ₂ =1)	受控物 质与否	可燃否	完成毒 性试验
R11	CFC	CCl_3F	23.82	1	1500	是	否	是
R12	CFC	CCl_2F_2	-28.79	1	4500	是	否	是
R22	HCFC	$CHClF_2$	-40.78	0.05	510	(否)	否	是
R32	HFC	CH_2F_2	-58.81	0		否	否	是
R113	CFC	$C_2Cl_3F_3$	47.57	0.8	2100	是	否	是

续表

编号	分类	分子式	大气压下沸点 (°C)	臭氧耗减潜能 ODP (R11=1)	全球变暖潜能 GWP (CO ₂ =1)	受控物 质与否	可燃否	无毒性 试验
R114	CFC	C ₂ Cl ₂ F ₄	3.81	1.0	5500	是	否	是
R115	CFC	C ₂ ClF ₅	-39.11	0.8	7400	(否)	否	是
R123	HCFC	C ₂ HCl ₂ F ₃	27.81	0.02	29	(否)	否	1992/3
R124	HCFC	C ₂ HClF ₄	-12.00	0.02	150	否	否	1994/5
R125	HFC	C ₂ HF ₅	-48.50	0	860	否	否	1994/5
R134a	HFC	C ₂ H ₂ F ₄	-28.5	0	420	(否)	否	1992/3
R141b	HCFC	C ₂ H ₃ Cl ₂ F	32.00	0.08	150	(否)	轻微	1992/3
R142b	HCFC	C ₂ H ₃ ClF ₂	-9.78	0.08	640	否	轻微	是
R143a	HFC	C ₂ H ₃ F ₃	-47.71	0	1800	是	轻微	是
R152a	HFC	C ₂ H ₄ F ₂	-25.00	0	47	否	中等	是
R500	CFC/CFC	R12/R152a	-33.50	0.74	3333	是	否	是
R502	HCFC/CFC	R22/R115	-45.44	0.33	4038	是	否	是
H1211	哈龙	CClF ₂ Br		3.0	7	是	否	是
H1301	哈龙	CF ₃ Br		10.0	5800	是	否	是
H2402	哈龙	C ₂ F ₄ Br ₂		6.0	7	是	否	是

注：(否)为过渡性物质，2020年和2040年之间受限。

2. 温室效应(地球暖化)问题

据科学测算，当前大气中二氧化碳(CO₂)与CFC(Halon)物质对温室效应的影响，分别为70%和30%。表2.8-20中列出了常用制冷剂R12、R502、R11、R22、R134a、R134a、R123的“全球变暖潜能”(GWP)值依次为4500、4038、1500、510、420和29。以上GWP是以CO₂=1比较得出的。可见，作为氯氟烷烃(CFC_s)物质，由于在大气中存在时间长，尽管其浓度比CO₂小得多，但其产生的温室效应却强烈得多。

目前空调系统运行中的冷热源、冷媒等年间所排放的CO₂量，约占整个空调系统的CO₂排放量的80%。这就是一个严重的问题。

多种文献指出：对于全球变暖(温室效应)，煤炭燃烧后向大气排放CO₂的影响要占50%左右的比重。我国的煤炭储藏量和生产量均居世界首位，因此，我国能源工业结构中，以煤为燃料的火力发电量占总发电量的80%左右。1997年我国发电量已居世界第二，故我国的温室气体(如CO₂、CFC_s、NO_x和CH₄等)排放量仅次于美国而居世界第二位。1997年12月，联合国气候变化框架公约缔约方第三次大会在日本京都通过了《京都议定书》。该《议定书》确定了各缔约方到2010年所承担的包括二氧化碳CO₂在内的六种温室气体的减排量，见表2.8-21。

《京都议定书》规定的各国温室气体减排量

表 2.8-21

国 家	与 1990 年相比的温室气体减排量
澳大利亚	增加 8%
奥地利, 比利时, 保加利亚, 捷克, 丹麦, 爱沙尼亚, 欧盟, 芬兰, 法国, 德国, 希腊, 爱尔兰, 意大利, 拉脱维亚, 列支敦士登, 立陶宛, 卢森堡, 摩洛哥, 荷兰, 葡萄牙, 罗马尼亚, 斯洛文尼亚, 西班牙, 瑞典, 瑞士, 英国	8%
美国	7%
匈牙利, 加拿大, 波兰	6%
克罗地亚	5%
新西兰, 俄罗斯, 乌克兰	0
挪威	增排 1%
冰岛	增排 10%
发展中国家	自愿减排

继保护地球臭氧层问题之后, 世界以及各国环保组织已将防止全球温室效应问题提到十分突出和紧迫的议事日程上来。有学者提出建立谓之“寿命周期二氧化碳排放量评价指标 (LCCO₂)”的概念, 显然, 这是从寿命周期成本 (LCC) 设计概念中引伸出来又充分体现“绿色空调”本质要素的一种新设计观念, 对当前扼制和减少地球温室效应无疑是有积极意义的。这种 LCCO₂ 设计概念, 主要是指在建筑设备的寿命周期内, 所使用的机器设备、消耗原料和能源排放出的温室效应气体 (如 CO₂、CFC_s 等), 包括从设备、材料的原材料和能源的开采运输、加工制作、安装、调试、运行, 直至最终解体全过程中排放量的控制。LCCO₂ 的单位是以 CO₂ 中所含碳 C 元素的质量来表示, 称为 CO₂ 的原单位 (12/44 × CO₂ 的排放量)。尽可能低的 LCCO₂ 的建筑物, 就意味着其具有优良的环境保护特性, 以及能耗特性, 将建筑节能与地球环保结合于共有的评价指标之中。减少 LCCO₂ 的关键, 依然是提高空调系统中材料和能源的使用效率。

实现和发展“节约能源、保护环境和趋向自然的舒适环境”的“绿色空调”, 其核心依然是能源品种的选择和如何提高能源利用率问题。因为要将占空调系统二氧化碳总排放量约 54% 的空调冷热源设备的有害排放物指标压下去, 如何降低占整个建筑 50% 左右的空调能耗指标, 也是问题的关键之一。

各种能源品种 (诸如煤、燃油、燃气和电力等), 其废气的排放系数定义为: 能源消耗 (燃料燃烧) 时获得的单位热量所排放的污染物的重量。各种能源的污染物排放系数见表 2.8-22。

由表 2.8-22 看出, 电力能源的各种污染物排放系数最高, 这是因为火力发电的汽轮机绝对效率仅 30% 左右, 其废气排放系数为煤的 3 倍。表中所示, 天然气的废气排放系数最低, 是一种较为清洁的能源形式。

各种能源的污染物排放系数

表 2.8-22

能源种类 \ 废气成分	CO ₂ (kg/GJ)	CH ₄ (g/GJ)	SO ₂ (kg/GJ)	NO ₂ (kg/GJ)	VOC (g/GJ)	CO (g/GJ)
煤	98.5	35.4	1.06	0.191	2.74	162.7
燃油	82.4	20.2	0.99	0.193	1.59	14.7
天然气	56.4	19.1	0.005	0.111	1.51	3.1
电力	232.6	73.0	2.57	0.47	6.3	346.7

将表 2.8-22 中数据,按燃料热值和燃烧设备的热效率可转化为单位能耗下的废气排放系数,因而得出各种制冷机组的废气排放量,见表 2.8-23。

各种制冷机组的废气排放量

表 2.8-23

机组型式 \ 废气成分	CO ₂ (kg/h)	CH ₄ (g/h)	SO ₂ (kg/h)	NO ₂ (kg/h)	VOC (g/h)	CO (g/h)
离心式	196.8	61.8	2.17	0.40	5.33	293.3
风冷式热泵	319.2	100.2	3.53	0.64	8.65	475.8
蒸汽吸收式(煤)	629.6	225.4	6.76	1.22	17.50	1036.7
蒸汽吸收式(燃油)	440.0	109.2	5.27	1.02	8.65	104.6
直燃型吸收式(燃油)	337.8	84.3	4.04	0.78	6.68	88.8
直燃型吸收式(天然气)	255.1	66.9	0.25	0.50	6.83	44.0

注:比较基准:制冷量为 1163kW 的制冷机组。

电制冷机组的废气和烟尘排放发生在电厂及其附近,而不在制冷机组使用地点。

由表 2.8-22 看出,由于离心式冷水机组的一次能耗最低,因而废气污染物的排放量是最低的。烧重油的直燃型吸收式机组的 CO₂ 排放量约为离心式电制冷机组的 2 倍。

而烟尘的排放量以发电用煤居多,见表 2.8-24。

各种制冷机组的烟尘排放量

表 2.8-24

机组型式 \ 排尘类别	烟尘 (kg/h)	机组型式 \ 排尘类别	烟尘 (kg/h)
离心式冷水机组	1.56	蒸汽吸收式(燃油)	0.53
风冷式热泵	2.56	直燃型吸收式(燃油)	0.41
蒸汽吸收式(煤)	5.17	直燃型吸收式(天然气)	0.4

注:1. 我国发电用煤平均灰份:28% (1994 年统计);

2. 工业锅炉用煤的平均灰份:30%; 平均热值:19385KJ/kg;

3. 发电厂除尘器效率:95%; 飞灰份额:0.75 (煤粉炉);

4. 普通锅炉除尘器效率:75%; 飞灰份额:0.2;

5. 燃油排量:约 2.75kg/m³; 燃气的排尘忽略不计。

对上海地区 100 余幢高层建筑空调冷源方式调查统计如表 2.8-25。

上海地区高层建筑空调冷源方式统计

表 2.8-25

统计项目 驱动能源	冷源方式	空调项目数量	占有比例
电力	单冷制冷机组	45.5	80.8%
	空气热源热泵	26.5	
	变制冷剂系统与分体式空调	1.5	
油	燃油锅炉→蒸汽型吸收式	6	12.1%
	集中供热→蒸汽型吸收式	1.5	
	直燃型吸收式	2.5	
	热电联产	1	
燃气	直燃型吸收式	6	7.1%
	热电联产	0.5	

注：有的空调项目采用两种能源方式（如电动式和直燃型吸收式搭配），则分项数量取0.5。

3. 结论

(1) 将单冷式的电制冷机组（如离心式、螺杆式、活塞式）与热制冷机组（蒸汽型吸收式、直燃型吸收式）相比较，按折合标煤耗指标，单制冷的电制冷机组均低于热制冷机组。故单制冷的电制冷机组的温室效应气体排放量低于热制冷机组的排放量，因而对防止地球表面上的温室效应较为有利。

(2) 各类电制冷机组（单制冷、风冷热泵、水冷热泵等）由于采用火电厂电力能源居多，因而其产生的温室效应气体排放量的多少，取决于其电能消耗的多少，也就是说，取决于该机组的性能系数 COP 的高低。机组性能系数 COP 越高，其产生的温室效应气体排放量就越少。因而，从环境保护角度，研制和发展“绿色电制冷机组”的核心，仍然是如何提用能源利用率问题，仍然是产品的节能问题。

(3) 从防止和减少温室效应影响的角度，限制电制冷机组中温室效应系数（GWP）较高的受限制冷剂（如 R11、R12、R113、R114、R502 等）的用量和排放量，仍然是一个严峻的紧迫问题。随着最后禁用 CFCs 物质的时间——2010 年的接近，对我国旧有仍在使用的 CFCs 制冷剂电制冷机组的工质替换改造问题，就日益突出和繁重。这也是形成“绿色空调”链的系统中刻不容缓的重要的一环。

在目前新建建筑物采用的电制冷机组中，主要采用了 R22、R123、R134a 等低公害制冷剂，但其对温室效应的影响仍然不同程度的存在。因此，如何降低机组在使用过程中的泄漏率以及对机房泄漏工质浓度的监测措施，是不容忽视的。而目前在这方面的实施基本上还是一片空白。

(4) 在热制冷机组中，从温室效应影响角度，以煤为燃料的蒸汽型吸收式机组的二氧化碳气体和烟尘排放量均高踞首位；以天然气为燃料的直燃型吸收式机组的二氧化碳气体和烟尘的排放量最少，对环境保护比较有利。若采用热电冷三联供系统时，按热电比、供电效率可计算出热电冷三联供时供电的节煤量约占系统标煤耗量的 60% 左右，因此该系统的最终能耗（标煤量）将低于分散锅炉房和电制冷机组（离心式、螺杆式）的折合标煤耗量，在这种情况下，采用大于 6MW 的热制冷机组具有节能效益。多种评价方法表明，结论基本一致。

(5) 风冷式热泵机组采用电力能耗，但折合成标煤耗量高于离心式和直燃型吸收式

(油或天然气燃料)的折合标煤耗,仅低于燃煤或燃油的蒸汽型吸收式,其温室效应气体排放量排位也大致如此。但风冷式热泵机组在使用地点采用电力,属于清洁能源,符合当地环境保护要求。风冷式热泵机组能做到夏供冷、冬供暖两用,且置于室外建筑物顶,节省占地面积,又省去冷却水系统和冷却塔,在我国长江流域及以南、西南、东南地区气候条件下,有较大的市场地位。近几年实践证明,风冷式热泵机组在电力供应较缓和地区,其市场占有率约有25%左右,高于燃气的直燃型吸收式机组占有率。而且随着电力供应的趋于缓解,有较广阔的应用前景。

(6) 采用燃气轮机为驱动能源的离心式、吸收式联合运行装置,具有较高的能源利用率和热效率,其温室效应气体排放量(CO_2 等)均较火力电厂或燃煤锅炉为低,具有较好的环保特性和节电节能的综合性优点,目前国内尚极少使用。

(7) 根据国际和我国有关环境保护法规的规定,对空调制冷系统及其配套设备的温室效应气体排放系数或排放量应该统一制订有关的标准规定,并应成为中央空调设备比较、选型和使用中否定性的一票。

获取更多资料 微信搜索 蓝盾网

第3章 空气处理设备的使用特点和选用

集中式空调系统一般包括有：*a* 空气处理设备；*b* 空气输送和分配设施（设备）；*c* 冷、热源；*d* 控制部分。

空气处理设备是完成对空气进行降温、加热、加湿和除湿以及过滤等处理所用设备的组合，主要有组合式空气调节机组。

空气输送和分配设施（设备）是由引入室外空气的新风进口和引入通道、输送处理过的空气的通风管道、各种不同类型的送风口和通风机等组成。

冷、热源主要是指各类制冷（热）机组、锅炉等设备。

控制部分主要是指控制室内温、湿度偏差范围的测量元件、调节器、执行机构和调节机构等。

风机盘管空调系统（又称全水系统）属于半集中式空调系统，由冷（热）水机组提供规定工况的冷（热）水，通过水泵加压，以管道送至各个空调房间内的末端装置——风机盘管机组（简称风机盘管），在风机盘管内进行冷热交换，对空气进行处理（降温或升温）。空调房间的热（冷）负荷释放给冷（热）水，余湿量凝结成水滴滴下，以维持空间房间内所要求的温、湿度基数和空调精度，达到空气调节的目的。实际上，风机盘管也是一种利用冷（热）水和通风机对空气进行处理的空气处理设备，只是构成系统的方式不同而已，本章将阐述此部分内容。

3.1 组合式空气调节机组的使用特点和选用

3.1.1 组合式空气调节机组的工作原理和分类型式

1. 组合式空气调节机组的工作原理

组合式空气调节机组又常称做组合式空气调节器（箱），其自身不带冷、热源，是以冷、热水或蒸汽为媒质，用以完成对空气的过滤、加热、冷却、加湿、减湿、消声、热回收、新风处理和回风混合等功能的箱体组合式机组。现以一台装设在一个二次回风系统中的组装式空气调节机组为例，说明其使用特点见图 3.1-1。

由图 3.1-1，新风通过新风阀 1 进入空调机箱，与室内来的一次回风在回风段 4 中混合。然后，经过过滤器 5，滤去尘埃和杂物，再经一次加热器 8 加热后进入喷水室 10。在喷水室 10 中进行热湿处理，降温除湿后，接着与二次回风进行混合。混合后的空气经二次加热器 14 加热到规定的送风状态点。由送风机经设置在送风管道内的消声器降噪，最后送入室内。

由室内排出的空气经回风管道和回风管道内设置的消声器降噪，由回风机将一部分空气排出系统。其余部分作为回风加以利用。一次回风量和二次回风量的多少由回风阀 3 和 12 的开度来控制。

其过程状态在空气焓湿图见图 3.1-2 上表示为：

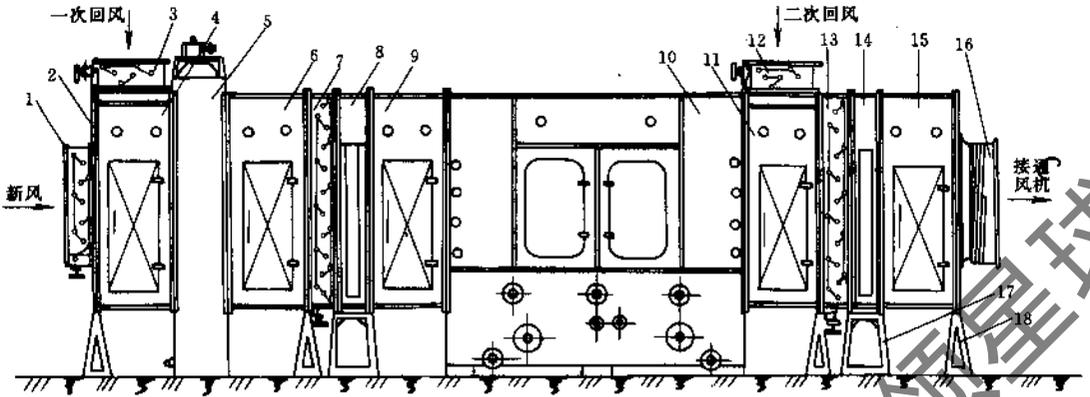


图 3.1-1 JW 型组合式空气调节机组（二次回风式）

1—新风阀；2—混合室法兰盖；3、12—回风阀；4、11—混合室；5—过滤器；6、9、15—中间室；7、13—混合阀；8—一次加热器；10—喷水室；14—二次加热器；16—风机接管；17—加热器支架；18—三角支架

夏季室外空气状态为 W ，回风空气状态为 N ，这两股风混合后的状态为 C_1 。然后，通过加热器等湿加热到 H 点进入喷水室，降温除湿后达到机器露点 L ，再与回风混合，混合后的空气状态点为 C_2 点。经二次加热器加热到 O 点，即送风状态。这时，送风温差为 Δt_0 ，简单表示为

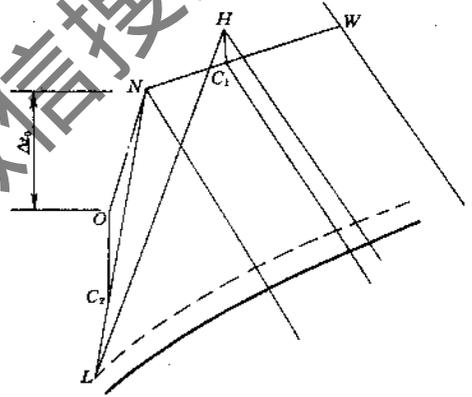
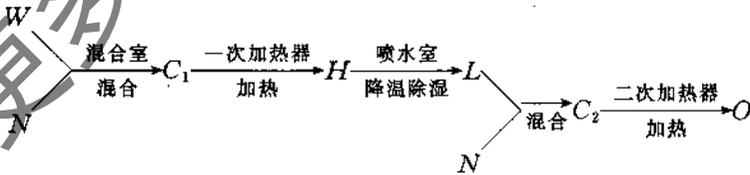


图 3.1-2 二次回风系统在空气焓湿图上的表示



2. 组合式空气调节机组的类型（见表 3.1-1）

3. 组合式空气调节机组的型号

组合式空气调节机组的型号由大写汉语拼音字母和阿拉伯数字组成。其表示方法见表 3.1-2。

4. 组合式空气调节机组的名义工况和一般技术要求

(1) 名义工况参数的定义

a. 名义风量 指机组在规定的运行工况下每小时所处理的空气量，一般应以标准状态的空气体积流量表示 (m^3/h)。

组合式空气调节机组的类型

表 3.1-1

项目	类 型		特 点
箱 体 材 料	金 属	钢板 镀锌、复合钢板 合金铝板 不锈钢板	1. 体积小、重量轻 2. 设计施工安装方便, 容易保证装配质量和施工进度 3. 易批量生产, 有利于提高产品质量和降低生产成本 4. 箱体、喷水室不易漏气、漏水 5. 移动方便 6. 合金铝板与不锈钢板造价昂贵, 特殊需要才采用 7. 镀锌、复合钢板有利于防腐 8. 一般碳素钢板存在腐蚀问题
		非 金 属	玻璃钢
	砖或钢筋 混凝土		1. 节省钢材, 造价低廉, 体积大, 重量大 2. 施工安装周期长, 不易保证质量, 喷水室易漏水 3. 不能移动; 仅适于大风量空调机组
安 装 型 式	卧 式		1. 安装、使用、维护方便 2. 适用于大风量空调机组
	立 式		1. 节省占地面积 2. 安装、使用、维护不及卧式方便 3. 仅适用于较小风量机组
外 形	矩 形		1. 制造、安装、维护方便 2. 造价比圆形低 3. 安置在地面稳固性好
	圆 形		1. 结构紧凑, 阻力小 2. 喷水室内热湿交换均匀 3. 制造困难, 造价较高 4. 安装在支架上稳固性差 5. 仅适用于较小风量机组
结 构	框架式结构		1. 型钢框架与钢板壁体组合而成, 以功能段为单元, 组成拼装式的整体框架, 各段法兰以紧固螺栓连接, 也有采用内法兰方式, 外形更整齐美观, 但装配、维护不方便 2. 法兰间用橡胶条密封, 内、外层的夹层中填充聚氨酯泡沫塑料或聚苯乙烯泡沫塑料, 有阻燃性。近来采用内、外蒙皮与上述塑料一次复合而成整板夹层结构, 其保温性能更佳。表面采用喷漆或塑料喷涂工艺, 利于防腐和美观 3. 整体性与刚性较好 4. 非标准构件规格多, 生产、安装、运输不便, 使成本增加
	板式结构		1. 断面尺寸和长度均采用模数制和组合构件标准化生产, 利于充分利用板材、批量生产、安装、运输, 降低成本 2. 用板件搭接组合成无框架式箱体, 外观平整光滑, 但整体性与刚性比框架结构差

续表

项目	类型	特点
系 统	直流式	1. 处理的空气全部来自室外 2. 适用于散发大量有害物而不能利用再循环空气的空调房间 3. 宜采用热回收装置回收排风中的冷热量来加热或冷却新风
	封闭循环式	1. 处理的空气全部来自空调房间本身, 无新风 2. 冷热耗量最省, 卫生条件最差 3. 适用于很少有人进出的场所
	混合式	1. 部分回风与部分新风混合, 满足卫生要求, 经济合理 2. 适用于绝大部分空调房间 3. 根据不同要求, 可选用一次回风或一、二次回风系统

组合式空气调节机组型号表示方法

表 3.1-2

标记符号含义	组合式 空调机 组代号	名义风量 $\times 10^3 \text{m}^3/\text{h}$	结构型式			进风方位			进出水方位			特征差异			功能段 段数
			吸顶	立式	卧式	水平	垂直	左侧	右侧	双边	变风量 机组	全新风 机组	非金属箱 体机组		
型号示例	ZK	数字 $\times 10^3 \text{m}^3/\text{h}$	D	L	W	P	C	Z	Y	S	—	B	X	F	1, 2, 3 4……
型号示例 1: ZK10-LCY-X5	ZK	10		L			C		Y		—		X		5
型号示例 2: ZK50-PZ-B8	ZK	50				P		Z			—	B			8

b. 名义供冷量 指机组在规定的运行工况下的总除热量, 其中包括显热除热量和潜热除热量 (W 或 kW)。

c. 名义供热量 指机组在规定的运行工况下供给的总显热量 (W 或 kW)。

d. 机组余压 指机组克服自身阻力后在出风口处的余压值 (Pa)。

e. 水阻力 指进入和离开机组的水静压差 (Pa)。

(2) 运行工况的规定

a. 设定条件如下:

冷(热)盘管的排数为 4 排;

冷盘管的进、出水温升为 5°C ;

热盘管的进水温度为 60°C ;

蒸汽盘管的进汽压力为 70kPa , 温度为 112°C ;

通过盘管的迎面风速为 2.5m/s ; 若设有喷水段, 则为单级二排喷嘴。

b. 测定机组名义风量, 机组出口余压和输入功率时, 其规定的运行工况如表 3.1-3。

c. 测定机组名义供热量、名义供冷量时, 其规定运行工况见表 3.1-4。

测定机组名义风量、机组出口余压和输入功率时的规定运行工况 表 3-1-3

项 目	规 定 工 况	项 目	规 定 工 况	
机组进口空气干球温度	14~27℃	机组供水状况	干工况	不供水
风机转数	额定转数		湿工况	供水

d. 对机组性能考核要求 机组的风量、余压、供冷量和供热量的实测值应大于或等于其名义值的 93%。机组的水阻力和输入功率的实测值不得大于其名义值的 110%。

测定名义供冷(热)量时规定的运行工况 表 3-1-4

项 目		名义供冷工况		名义供热工况		蒸汽供热工况	
		新回风机组	全新风机组				
干球温度	℃	27±1	34±1	21±1			
		19.5±0.5	28±0.5			进口蒸汽压力	70kPa
进水温度	℃	7±0.2		60 冷热 兼用盘管	130 热 盘管	进口蒸汽 温度	112
出水温度		12±0.2					
供水量				与供冷工况相同			
风 量				名 义 风 量			
机组出口余压				设计余压±20Pa			

(3) 组合式空气调节机组一般技术要求

基本参数应符合下列规定:

- 机组风量实测值不低于额定值的 95%，全压实测值不低于额定值的 88%。
- 机组额定供冷量的空气焓降应不小于 17kJ/kg；新风机组的空气焓降应不小于 34kJ/kg。
- 机组供热量的空气温升至少应不小于
蒸汽加热时 温升 20℃；
热水加热时 温升 15℃。

机组在 85% 的额定电压下应能正常启动和工作。

机组的盘管及其管路在下列相应条件下应能长期正常运行，且无渗漏：

- 冷水盘管在 980kPa 压力下，或通热水使用时，在 980kPa 压力、60℃ 的热水条件下；
- 热水盘管在 980kPa 压力、130℃ 的热水条件下；
- 蒸汽盘管在 70kPa 压力、112℃ 的蒸汽条件下。

机组箱内的隔热、隔声材料应具有无毒、无异味、自熄性和不吸水性能。不应使用裸露的含石棉或玻璃纤维的材料。隔热、隔声材料与面板之间应粘贴牢固、平整、无缝隙，保证在运行时箱体外表面无凝露。

机组应有凝结水处理装置，在运行中箱体外不应有渗漏水，箱体内不应有积水，排水应通畅。

箱体和检查门应具有良好的气密性，机组的漏风率应不大于 5%。检查门锁紧性能要好，防止因内、外压差而自行开闭。

盘管的迎面风、风速超过 2.5m/s 时，应加设挡水板。喷水段进、出风侧应有挡水板。机组箱体应具有足够的刚度，在运行中不应产生变形。机组采用黑色金属材料制成的构件，其表面均应作防腐处理。

3.1.2 组合式空气调节机组分段结构和工作特点

1. 箱体

见前表 3.1-1。箱体按其制造材料分为金属空调箱和非金属空调箱两类。

箱体作用是支撑和固定各种功能器件（如加热器、表面冷却器、过滤器、喷水室等），并使之相互联结成一整体，以完成空气处理的功能。

对箱体的要求，除满足通常强度、刚度等力学性能之外，还有以下特殊要求。

(1) 气密性

如果箱体密封不严，将因风量的渗入或漏出，而造成冷（热）量的损耗。按规定，其漏风率不许超过 5%。

(2) 隔热性

一方面是从冷（热）量损失考虑，另一方面防止夏季供冷时箱体外表面结露，有水滴下，这也是不允许的。

(3) 防漏水

喷水室中有水循环和水池，表冷器对空气处理时，表面也有凝结水产生。这些水不允许任意流至外面，只能由导管导出。

(4) 美观性

外形整体要美观。

2. 表面式空气加热器和表面式空气冷却器

(1) 表面式空气加热器的结构和主要结构

常用于中央空调系统中的表面式空气加热器目前大多采用翅片管式（极少采用光管式）。现介绍其类型和结构特点。

翅片管式又分为单翅片管型和整体串片型两大类。

a. 结构和类型

表面式翅片管式空气加热器由管束、联箱和护板组成。热媒（热水或蒸汽）进入联箱后，均匀地在管束内流动，空气则横掠管束外表面被加热。其外观形状见图 3.1-3。

表面式空气加热器结构及类型见表 3.1-5。

b. 主要型号和结构参数见表 3.1-6。

(2) 表面式空气加热器主要性能指标和运行特性曲线

a. 传热系数

表面式空气加热器的传热系数反映其传热能力，是表面式空气加热器最重要的性能指标。传热系数与空气加热器的型式、结构、翅片效率、空气的质量流速、管内热媒的性质等诸多因素有关，通常由实验确定其经验公式。

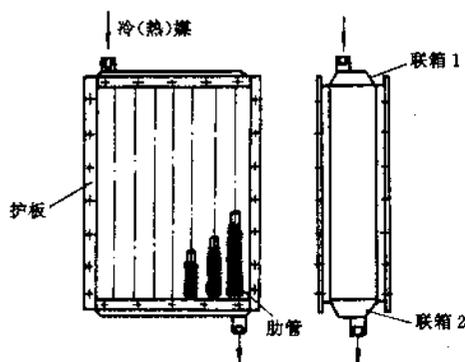
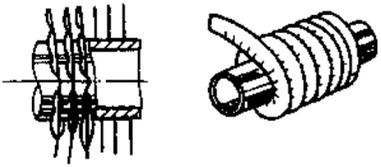
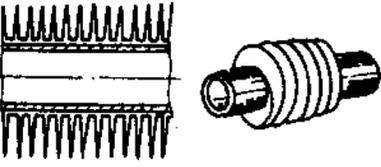
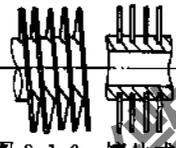
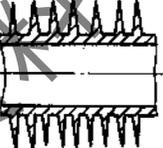
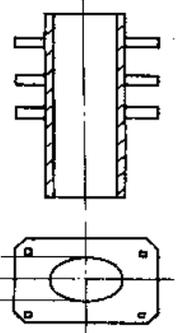


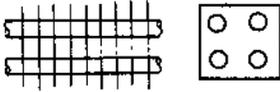
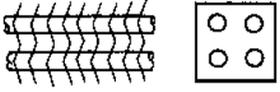
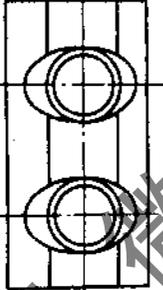
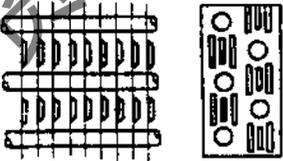
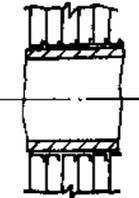
图 3.1-3 表面式翅片管型空气加热器

表面式空气加热器结构及类型

表 3.1-5

结构和特点 类别	结构图形	特点
圆管绕片	 <p>图 3.1-4 皱折式绕片管</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 构成：将皱折或L形的薄金属带在专用绕片机上利用张力作缠绕在光管（基管）上而形成 2. 将翅片管进行热浸锡或热浸锌，消除肋片与管之间间隙，改善了传热性能，增加了翅片的抗腐蚀能力 3. 计有钢管铜片、钢管铝片、铝管铝片、铜管铜片、铜管铝片等多种材料
	 <p>图 3.1-5 光滑片绕片管</p>	
单翅片管型 圆管镶片	 <p>图 3.1-6 镶片式</p>	<p>先在圆管上轧螺旋槽，再将金属带绕在螺旋槽内，经挤压，使金属带紧密地镶嵌在槽内</p>
圆管轧片	 <p>图 3.1-7 轧片式</p>	<p>将厚壁金属管经粗轧、成型、精整三道工序轧成圆形翅片管。其传热性好，结构强度高，耐热耐振。管材用铜、铝等</p>
椭圆套矩形翅片	 <p>图 3.1-8 椭圆套矩形翅片</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 椭圆管为基管，在上面套矩形翅片 2. 再热浸锡或浸锌 3. 传热周边比圆管大，单位体积的传热量大大高于圆管 4. 材料：钢管铜片、紫铜管兼铜片、黄铜管黄铜片

续表

结构和特点 类别	结构图形	特点
平肋片	 <p>图 3.1-9 平肋片</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 材料：铜管铝片，铝管铝片 2. 将铝箔在高速冲片机上冲孔和下料 3. 肋片与管子接触面积增加，不易胀裂
波纹肋片	 <p>图 3.1-10 波纹肋片</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 肋片做成波纹状，可强化换热效果，一是增加气流扰动，二是破坏肋片上的流动边界层，但流动阻力也增加 2. 其余与平肋片相同
整体串片型 皱折片	 <p>图 3.1-11 皱折片</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 结构紧凑 2. 在相同换热容量下，比圆形肋片管的体积要小得多 3. 空气阻力也较低 4. 加工效率高，节省金属原材料
开缝肋片	 <p>图 3.1-12 开缝肋片</p>	<ol style="list-style-type: none"> 5. 当应用于表面式空气冷却器上，空气中部分水汽在肋片表面凝结，呈湿工况下换热，提高了换热效果。但若肋片间距过小，肋片上凝结水聚集形成“水桥”，使换热面积减少，因此，要在肋片上采用亲水膜技术，凝结水落在亲水膜上马上化开，顺肋片流下，阻止“水桥”形成，不足的是空气侧阻力增加，根部积灰难以清除
二次翻边	 <p>图 3.1-13 二次翻边</p>	

国产表面式空气换热器型号和结构参数

表 3.1-6

型号及名称		JW 型 表面冷却器	U 型 表面 换热器	GL 型 表面 换热器	SXL-B 型表面 换热器	KL-2 型 表面 冷却器	CR 型 表面 换热器	GTK 型 表面 换热器
肋片特性	形式	光滑绕片	皱折绕片	皱折绕片	镶片	轧片	整体穿片	矩形翅片套片
	材料	铝	紫铜	钢	铝	铝	铝	钢
	平均片厚 (mm)	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.5
	片高 (mm)	8	10	10	16	9		矩形 26×55
	片矩 (mm)	3.0	3.2	3.2	2.32	2.5	3.2	4
管子特性	材料	钢	紫铜	钢	钢	铝	紫铜	钢
	外径 (mm)	16	16	18	25	20	16	椭圆形 长轴 37×短轴 14
	内径 (mm)	12	14	14	19	16	15	34×11
	内截面积 (cm ²)	1.13	1.54	1.54	2.83	2.01	1.77	2.94
每米肋管表 面积 (m ² /m)	总外表面积 F_w	0.453	0.55	0.64	1.825	0.775		0.58
	内表面积 F_n	0.038	0.044	0.044	0.060	0.0503	0.047	0.087
肋化系数 F_w/F_n		11.9	12.3	14.56	30.4	15.4		6.66
肋通系数 a		12.52	15.8	15.8	28.5	19.3		

注: 1. 肋通系数 a = 每排肋管外表面积/迎风面积;

2. 管簇排列方式均为叉排;

3. 肋管总外表面积, 即每米管长的散热面积。

当热媒为热水时

$$K = A(v_p)^n w^p \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (3.1-1)$$

当热媒为蒸汽时

$$K = B(v_p)^m \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (3.1-2)$$

式中 K ——表面式空气加热器传热系数, $W/(m^2 \cdot K)$;
 v_p ——管外空气的质量流速, $kg/(m^2 \cdot s)$;
 w ——管内水的流速, m/s ;
 A, B, m, n, p ——与表面式空气加热器型式和结构有关的实验系数和指数。
 空气质量流速可由下式计算:

$$v_p = G/f \quad [kg/(m^2 \cdot s)] \quad (3.1-3)$$

式中 G ——空气的质量流量, kg/s ;
 f ——表面式空气加热器通风的有效面积, m^2 。

在空调工程设计中, 空气的质量流速通常取为

$$v_p = 6 \sim 10 \quad kg/(m^2 \cdot s) \quad (3.1-4)$$

国产部分表面式空气加热器的传热系数经验公式见表 3.1-7。

国产部分表面式空气加热器的传热系数和阻力的经验公式

表 3.1-7

加热器型号	传热系数 K [$W/(m^2 \cdot K)$]		空气阻力 Δp (Pa)	热水阻力 ΔH (kPa)
	蒸 汽	热 水		
5、6、10D	$13.6 (v_p)^{0.49}$		$1.76 (v_p)^{1.998}$	D 型, 15.2 $w^{1.96}$ Z、X 型, 19.3 $w^{1.83}$
5、6、10Z	$13.6 (v_p)^{0.49}$		$1.47 (v_p)^{1.98}$	
SRZ 型 5、6、10X	$14.5 (v_p)^{0.632}$		$0.88 (v_p)^{2.12}$	
7D	$14.3 (v_p)^{0.61}$		$2.06 (v_p)^{1.17}$	
7Z	$14.3 (v_p)^{0.61}$		$2.94 (v_p)^{1.52}$	
7X	$15.1 (v_p)^{0.571}$		$1.37 (v_p)^{1.917}$	
SRL 型 B×A/2 B×A/3	$15.2 (v_p)^{0.40}$	$16.5 (v_p)^{0.24}$	$1.71 (v_p)^{1.07}$	
	$15.1 (v_p)^{0.43}$	$14.5 (v_p)^{0.29}$	$3.03 (v_p)^{1.62}$	
SYA 型 D Z X	$15.4 (v_p)^{0.297}$	$16.6 (v_p)^{0.38w^{0.226}}$	$0.86 (v_p)^{1.06}$	
	$15.4 (v_p)^{0.297}$	$16.6 (v_p)^{0.38w^{0.226}}$	$0.82 (v_p)^{1.94}$	
	$15.4 (v_p)^{0.297}$	$16.6 (v_p)^{0.38w^{0.226}}$	$0.78 (v_p)^{1.87}$	
I 型 2C IC	$25.7 (v_p)^{0.373}$		$0.80 (v_p)^{1.985}$	
	$26.3 (v_p)^{0.423}$		$0.40 (v_p)^{1.985}$	
GL 或 GL-I 型	$19.8 (v_p)^{0.608}$	$31.9 (v_p)^{0.48w^{0.5}}$	$0.84 (v_p)^{1.802N}$	$10.8w^{1.854} \times N$
B、U 型或 U-I 型	$19.8 (v_p)^{0.608}$	$25.5 (v_p)^{0.55w^{0.0115}}$	$0.84 (v_p)^{1.802N}$	$10.8w^{1.854} \times N$
GTK 型	$35.47 (v_p)^{0.34}$	$9757 (v_p)^{0.36w^{0.8}}$	$7.355 (v_p)^{1.51} \times N$	$1.1 \times 10^4 w^{1.854} \times N$
		$40.58 (v_p)^{0.36} + 357.8w^{0.8}$		

b. 空气流动阻力

空气侧的空气流动阻力 Δp 也是表面式空气加热器的重要热工指标。空气流动阻力与表面式空气加热器的型式、结构和空气质量流速等因素有关，通常亦由实验确定其经验公式。

$$\Delta p = C(v_p)^y \quad (\text{Pa}) \quad (3.1-5)$$

式中 C 、 y ——分别为与表面式空气加热器结构有关的实验数据。

国产部分表面式空气加热器的空气流动阻力 Δp 的经验公式见表 3.1-7。

c. 热媒阻力

在进行表面式空气加热器选型时，必须考虑管内热媒（热水，蒸汽等）的阻力。

当热媒为蒸汽时：

表面式空气加热器入口处的蒸汽压力应保持不小于 30kPa 的余压，用以克服表面式空气加热器管内阻力和使凝结水管中保持一定的余压。

当热媒为热水时：管内热水的流动阻力 Δh 按经验公式计算。

$$\Delta h = Dw^8 \quad (\text{Pa}) \quad (3.1-6)$$

式中 w ——管内热水流速, m/s;

D 、 s ——分别为与表面式空气加热器型式和结构有关的实验数据。

国产部分表面式空气加热器热水侧的阻力计算公式见表 3.1-7。为安全起见, 所计算的阻力应增加 20% 作为保险值。

对管内热水流速 w 应慎重选取。一般对低温热水可取 $w=0.6\sim 1.8\text{m/s}$; 对高温热水, 由于温降大, 可取小些。

德国推荐管内水的流动阻力 Δh 计算公式为

$$\Delta h = Dw^2L \quad (\text{Pa}) \quad (3.1-7)$$

式中 w ——水的流速, m/s;

L ——管长, m;

D ——系数, 对冷水 $D=1500\sim 2000$, 对热水 $D=1000\sim 1500$ 。

上式 (3.1-7) 中阻力包括了联箱和转弯处的阻力。热水自然循环时, 流速 $w=0.05\sim 0.25\text{m/s}$; 热水强迫循环时, 流速 $w=0.5\sim 2\text{m/s}$ 。

d. 表面式空气加热器的运行特性曲线

针对某一型号的表面式空气加热器, 运行中进风温度和风量变化时的特性, 可以通过特性曲线表示, 横坐标为迎面空气速度 v , 纵坐标为运行的热强度 ϕ , 即

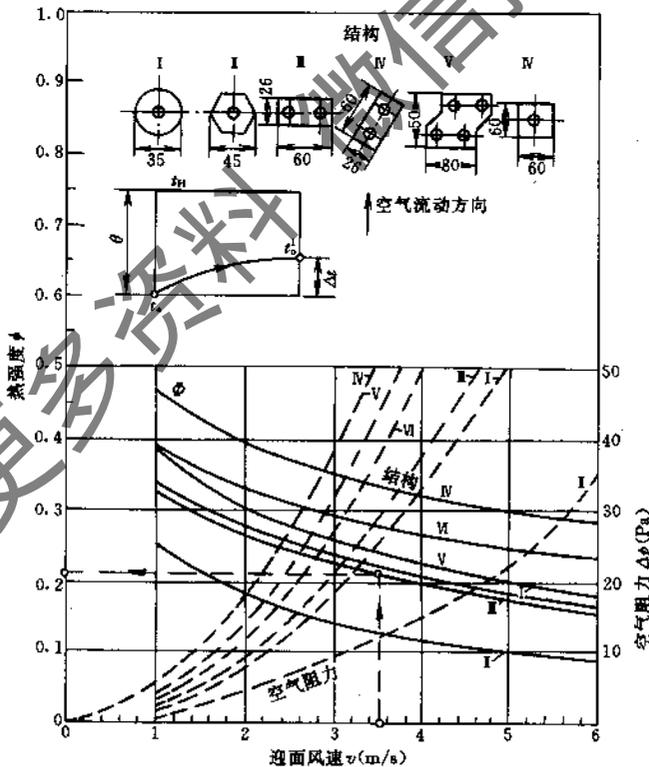


图 3.1-14 热媒为蒸汽时 6 种表面式空气加热器第一排管的特性曲线

$$\phi = \frac{\Delta t}{\theta} = \frac{t_a - t_e}{t_H - t_e} \quad (3.1-8)$$

式中 t_c ——空气进口温度, $^{\circ}\text{C}$;
 t_s ——空气出口温度, $^{\circ}\text{C}$;
 t_H ——热媒平均温度, $^{\circ}\text{C}$;
 Δt ——空气加热温差, $^{\circ}\text{C}$;
 θ ——热媒和空气的初始温差, $^{\circ}\text{C}$ 。

图 3.1-14 是热媒为蒸汽时 6 种不同结构型式的表面式空气加热器第一排管的特性曲线。针对某一种结构型式, 生产厂家可给出该产品的特性曲线, 见图 3.1-15、图 3.1-16。该特性曲线图上直接反映了换热管排数的影响。

热水与空气流动方向为交叉流情况时, 某结构型式的特性曲线见图 3.1-16。

e. 表面式空气加热器与热媒管路的连接方式见图 3.1-17。

(3) 表面式空气冷却器的特点和性能指标

空调工程中的空气冷却装置, 主要有表面式空气冷却器和喷水室。

表面式空气冷却器 (简称表冷器) 在结构型式上与表面式空气加热器完全相同。在中央空调系统的组合式空气调节机组中, 热媒为热水的表面式空气加热器与冷媒为冷水或制冷剂 (直接蒸发式) 的表面式空气冷却器通用, 完成夏供冷、冬供热的功能。

表冷器可分为水冷式和直接蒸发式两大类。中央空调用的组合式空气调节机组中, 绝大多数采用水冷式表冷器; 直接蒸发式表冷器大多用于空调机组 (带制冷机) 中。

表冷器中管内冷水与管外空气之间的温差, 比加热器中空气与热水之间的温差小得多。表冷器的冷水出口温度与空气出口温度之差值仅 6°C 左右。因此, 为提高传热效果, 表冷器中冷水的流速通常高于加热器中热水的流速。在结构上也采用冷水多流程, 空气与水为交叉一逆流的流动方式见图 3.1-18。

表冷器对空气的冷却过程视表面温度高于或低于露点温度, 可分为等湿冷却或减湿冷却。后者表面温度低于露点, 外表面有水析出, 又称之为湿式冷却, 此时, 在表冷器下部务必设有滴水盘和排水装置见图 3.1-19。

空气侧的表冷器可以并联, 也可以串联或并串联。

表冷器在组合式空气调节机组中的典型布置方式如图 3.1-20 所示。空气经过滤器 2 后, 由左向右流动, 冷水则在表冷器中从右向左流动, 形成交叉一逆流式。

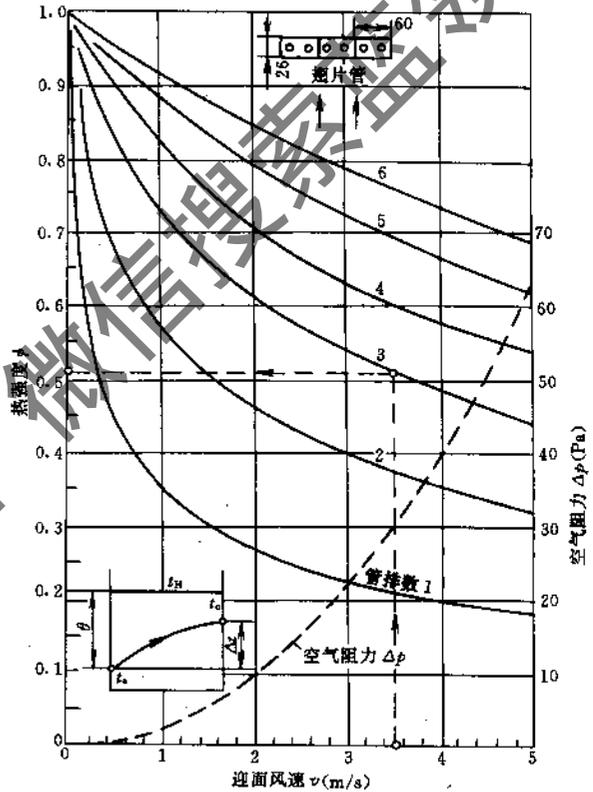


图 3.1-15 热媒为蒸汽 II 型空气加热器特性曲线

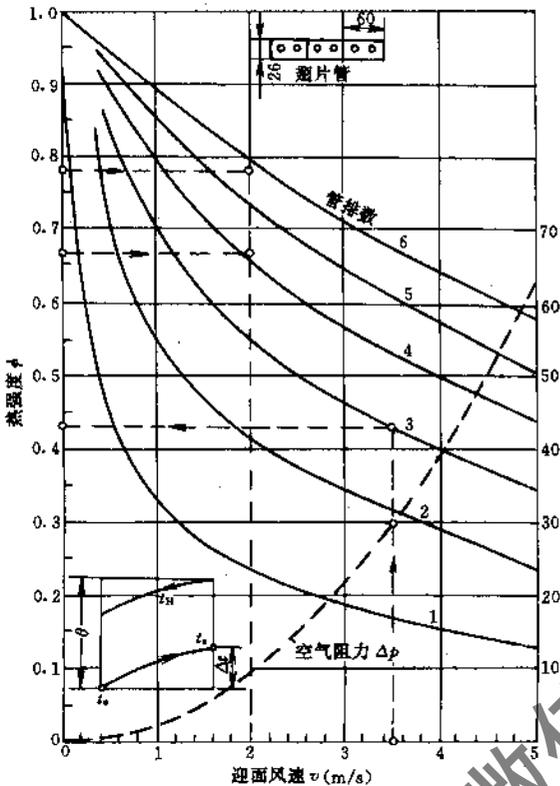


图 3.1-16 热媒为热水交叉流时 II 型空气加热器特性曲线

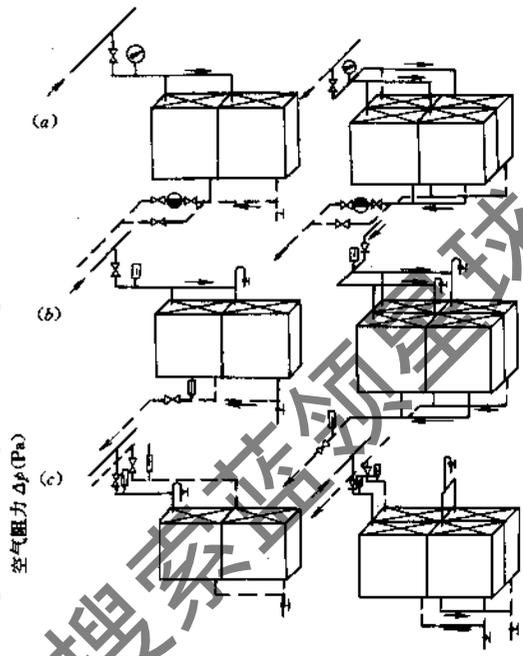


图 3.1-17 表面式空气加热器与热媒管路的连接方式
(a) 蒸汽管路并联; (b) 热水管路并联; (c) 热水管路串联

表冷器的冷水流速一般取 $0.6 \sim 1.8 \text{ m/s}$ ，空气质量流速为 $2.5 \sim 3.5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。冷水的进口温度应比空气出口的干球温度至少低 3.5°C ，冷水的温升通常为 $2.5 \sim 6.5^\circ\text{C}$ 。

表冷器在减湿冷却时有水析出，因而涉及到湿空气的双参数问题，故表冷器的热工指标除了传热系数 K 外，还有热效率 ϕ 和接触系数 ϵ 。

a. 传热系数 K

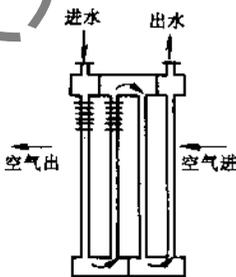


图 3.1-18 表冷器中空气—水常用的水流方式

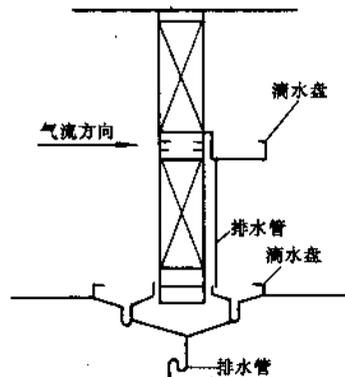


图 3.1-19 湿式冷却的滴水盘和排水管

表冷器的等湿冷却（干式冷却）过程中，其传热机理和空气加热器完全相同。可从表 3.1-7 或生产厂家提供的产品样本上查得其传热系数。

但在减湿冷却（湿式冷却）过程中，由于表面上有水分析出，既有显热交换，又有质交换所引起的潜热交换，此时，热交换的强度显然高于干式冷却。将湿式冷却时的总热交换量（显热与潜热之和）与显热交换量之比，称为析湿系数或换热扩大系数，以符号 ξ 表示，即

$$\xi = \frac{h_1 - h_2}{C_p(t_1 - t_2)} \quad (3.1-9)$$

式中 h_1, t_1 ——分别为空气在初状态 1 下的比焓和温度；

h_2, t_2 ——分别为空气在终状态 2 下的比焓和温度；

C_p ——空气的定压比热容。

ξ 越大，析出的水分越多，传热量增大得也越多。对于干式冷却， $\xi=1$ 。

图 3.1-21 表示一多排管表冷器（冷水温度为 6/12℃）在减湿冷却时在 $h-d$ 图上空气状态的变化曲线。

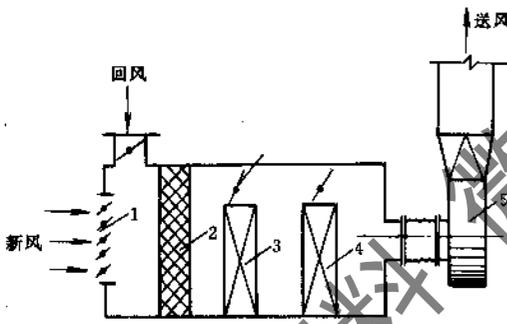


图 3.1-20 表冷器在空气调节箱中的布置方式

1—百叶窗；2—过滤器；3—表冷器；
4—加热器；5—风机

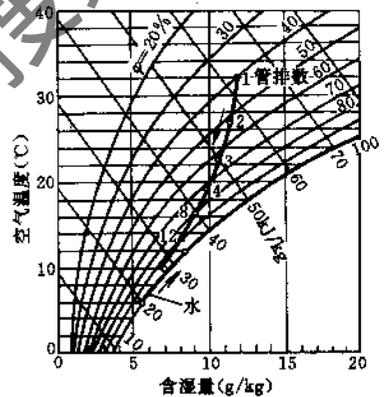


图 3.1-21 多排管表冷器减湿冷却时空气状态变化的 $h-d$ 图

对结构一定的表冷器的传热系数均由实验确定其经验公式：

$$K = \left[\frac{1}{Av_y^{m,p}} + \frac{1}{Bw^n} \right] [W/(m^2 \cdot K)] \quad (3.1-10)$$

式中

K ——表冷器的传热系数， $W/(m^2 \cdot K)$ ；

v_y ——表冷器的迎面风速， m/s ；

w ——管内冷水流速， m/s ；

A, B, m, p, n ——分别为实验得到的系数和指数。

国产部分表冷器的传热系数 K 的经验公式见表 3.1-8。表中还给出了该型号的表冷器用作空气加热器时的传热系数公式。对等湿冷却过程，也可采用表 3.1-8 的经验公式，但此时应取 $\xi=1$ 。

国产部分水冷式制冷器的传热系数 K 和阻力 ΔH 的经验公式

表 3.1-8

型号	排数	作为冷却用之传热系数 K [W/(m ² ·K)]	干冷时空气阻力 ΔH_g 和湿冷时空气阻力 ΔH_s (Pa)	水阻力 (kPa)	作为热水加热用之传热系数 K [W/(m ² ·K)]
B 或 U-I 型	2	$K = \left[\frac{1}{34.3V_y^{0.781} \xi^{1.03}} + \frac{1}{207w^{0.8}} \right]^{-1}$	$\Delta H_g = 20.97V_y^{0.39}$		
B 或 U-I 型	6	$K = \left[\frac{1}{31.4V_y^{0.857} \xi^{0.87}} + \frac{1}{281.7w^{0.8}} \right]^{-1}$	$\Delta H_g = 29.75V_y^{0.98}$ $\Delta H_s = 38.93V_y^{0.84}$	$\Delta h = 64.68w^{1.854}$	
GL 或 GL-I 型	6	$K = \left[\frac{1}{21.1V_y^{0.845} \xi^{1.15}} + \frac{1}{216.6w^{0.8}} \right]^{-1}$	$\Delta H_g = 19.99V_y^{0.862}$ $\Delta H_s = 32.05V_y^{0.695}$	$\Delta h = 64.68w^{1.654}$	
JW	2	$K = \left[\frac{1}{42.1V_y^{0.52} \xi^{1.03}} + \frac{1}{332.6w^{0.8}} \right]^{-1}$	$\Delta H_g = 5.68V_y^{0.89}$ $\Delta H_s = 25.28V_y^{0.696}$	$\Delta h = 8.18w^{0.98}$	$H = 34.77V_y^{0.4} w^{0.079}$
JW	4	$K = \left[\frac{1}{39.7V_y^{0.52} \xi^{1.03}} + \frac{1}{332.6w^{0.8}} \right]^{-1}$	$\Delta H_g = 11.96V_y^{0.72}$ $\Delta H_s = 42.8V_y^{0.992}$	$\Delta h = 12.54w^{1.83}$	$K = 31.87V_y^{0.48} w^{0.08}$
JW	6	$K = \left[\frac{1}{41.5V_y^{0.52} \xi^{1.02}} + \frac{1}{325.6w^{0.8}} \right]^{-1}$	$\Delta H_g = 16.66V_y^{0.75}$ $\Delta H_s = 62.23V_y^{0.1}$	$\Delta h = 14.5w^{1.93}$	$K = 30.7V_y^{0.485} w^{0.08}$
JW	8	$K = \left[\frac{1}{35.5V_y^{0.58} \xi^{1.0}} + \frac{1}{353.6w^{0.8}} \right]^{-1}$	$\Delta H_g = 23.8V_y^{0.74}$ $\Delta H_s = 70.56V_y^{0.21}$	$\Delta h = 20.19w^{1.93}$	$K = 27.3V_y^{0.58} w^{0.076}$
SXL-B	2	$K = \left[\frac{1}{27V_y^{0.423} \xi^{0.74}} + \frac{1}{157w^{0.8}} \right]^{-1}$	$\Delta H_g = 17.35V_y^{0.54}$ $\Delta H_s = 35.28V_y^{0.4} \xi^{0.163}$	$\Delta h = 15.48w^{1.97}$	$K = \left[\frac{1}{21.5V_y^{0.528}} + \frac{1}{319.8w^{0.8}} \right]^{-1}$
KL-1	4	$K = \left[\frac{1}{32.6V_y^{0.57} \xi^{0.987}} + \frac{1}{350.1w^{0.8}} \right]^{-1}$	$\Delta H_g = 24.21V_y^{0.828}$ $\Delta H_s = 24.01V_y^{0.913}$	$\Delta h = 18.03w^{2.1}$	$K = \left[\frac{1}{28.6V_y^{0.655}} + \frac{1}{286.1w^{0.8}} \right]^{-1}$
KL-2	4	$K = \left[\frac{1}{29V_y^{0.622} \xi^{0.758}} + \frac{1}{385w^{0.8}} \right]^{-1}$	$\Delta H_g = 27V_y^{0.43}$ $\Delta H_s = 42.2V_y^{0.2} \xi^{0.18}$	$\Delta h = 22.5w^{1.8}$	$K = 11.16V_y + 15.54w^{0.278}$
KL-3	6	$K = \left[\frac{1}{27.5V_y^{0.778} \xi^{0.843}} + \frac{1}{460.5w^{0.8}} \right]^{-1}$	$\Delta H_g = 26.3V_y^{0.76}$ $\Delta H_s = 63.3V_y^{0.2} \xi^{0.15}$	$\Delta h = 27.9w^{1.61}$	$K = 12.97V_y + 15.08w^{0.13}$

b. 热效率 ϕ 和接触系数 ϵ

表冷器的热效率 ϕ 定义：空气通过表冷器的温度降低值与空气和冷水的最大温差之比值。即

$$\phi = (t_1 - t_2) / (t_1 - t_{w1}) \quad (3.1-11)$$

表冷器的接触系数 ϵ 定义：空气在表冷器中的实际温度降与空气冷却到饱和状态时的温度降之比。即

$$\epsilon = (t_1 - t_2) / (t_1 - t_3) = (d_1 - d_2) / (d_1 - d_3) \quad (3.1-12)$$

上两式中 t_1 、 t_2 、 d_1 、 d_2 ——分别为空气的初、终状态的温度和含湿量；

t_{w1} ——冷水的初温；

t_3 ——表冷器在理想条件下（空气接触时间充分长）空气的终状态温度，即饱和温度。见图 3.1-22。

由 ϕ 和 ϵ 的定义可知，热效率 ϕ 同时考虑了空气和水的状态变化，而接触系数 ϵ 只考虑了空气的状态变化。

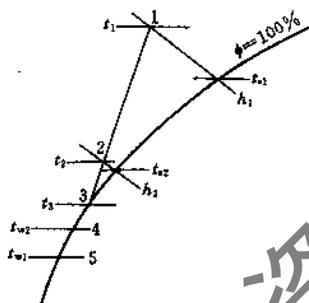


图 3.1-22 空气通过表冷器参数变化的 $h-d$ 图

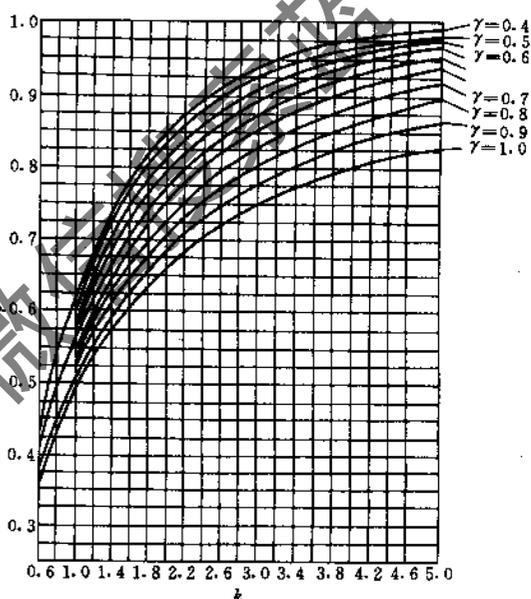


图 3.1-23 排数大于 4 排的交叉一逆流式表冷器 ϕ 的线算图

上图中纵坐标为 ϕ ，横坐标为热量特性参数 $k = kF / \xi G_{cp}$ 。 k 为传热单元数； γ 为空气与冷水的热容量之比， $\gamma = \xi G_{cp} / W_c$ 。

图 3.1-23 上的线算图也可用下述公式表示，即

$$\phi = \frac{1 - e^{-k(1-\gamma)}}{1 - \gamma e^{-k(1-\gamma)}} \quad (3.1-13)$$

接触系数 ϵ 从空气侧反映了实际的空气处理过程与理想过程的接近程度。

$$\epsilon = 1 - e^{-\alpha_w F / F_y v_y \rho_c} \quad (3.1-14)$$

式中 α_w ——表冷器外表面的换热系数， $W / (m^2 \cdot K)$ ；

F ——表冷器外表面的传热面积， m^2 ；

F_y ——表冷器的迎风面积， m^2 ；

v_y ——空气侧的迎面风速, m/s;

ρ ——空气密度, kg/m³;

c_p ——空气定压比热容, J/(kg·K)。

接触系数 ε 主要取决于 α_w 和 v_y , 不同结构型式的表冷器有不同的 α_w 值, 故通常 ε 也由实验确定表 3.1-9。

部分国产水冷式表冷器的接触系数 ε

表 3.1-9

冷却器型号	排数	迎面风速 v_y (m/s)			
		1.5	2.0	2.5	3.0
B 或 U-I 型 GL 或 GL-I 型	2	0.543	0.518	0.499	0.484
	4	0.791	0.767	0.748	0.733
	6	0.905	0.887	0.875	0.863
	8	0.957	0.946	0.937	0.930
JW 型	2	0.590	0.545	0.515	0.490
	4	0.841	0.797	0.768	0.740
	6	0.940	0.911	0.888	0.872
	8	0.977	0.964	0.954	0.945
SXL-B 型	2	0.826	0.440	0.423	0.408
	4	0.97	0.686	0.665	0.649
	6	0.995	0.800	0.806	0.792
	8	0.999	0.824	0.887	0.877
KL-1 型	2	0.466	0.440	0.423	0.408
	4	0.715	0.686	0.665	0.649
	6	0.848	0.800	0.806	0.792
	8	0.917	0.824	0.887	0.877
KL-2 型	2	0.553	0.530	0.511	0.493
	4	0.800	0.780	0.762	0.743
	6	0.909	0.896	0.886	0.870
KL-3 型	2	0.450	0.439	0.429	0.416
	4	0.700	0.685	0.672	0.660
	6	0.834	0.823	0.813	0.802
GR 型	2	0.732	0.696	0.661	0.625
	4	0.879	0.868	0.857	0.846
	6	0.949	0.940	0.936	0.932
	8	0.962	0.959	0.957	0.956

c. 表冷器的空气侧阻力和水侧阻力

表冷器空气侧的阻力 ΔH , 与表冷器的型式和空气流速有关, 通常根据实验确定。计算表冷器的空气阻力 ΔH 时, 应区分于湿工况而采用不同的由实验得到的经验公式。

干工况 (等湿冷却) 时

$$\Delta H_g = A' v_y^m \quad (3.1-15)$$

湿工况 (减湿冷却) 时

$$\Delta H_s = B' v_y^{n'} \xi \quad (3.1-16)$$

上2式中 v_y ——表冷器的迎面风速, m/s;
 ξ ——表冷器析湿系数;

A' 、 B' 、 m' 、 n' 、 p' ——由实验确定的系数和指数。

国产部分表冷器空气侧阻力的计算公式与表冷器水侧阻力计算公式参看表 3.1-8。

除上述水冷式表冷器外,其他尚有直接蒸发式表冷器、喷水式表冷器,基于种种原因,目前中央空调设备市场上已极少采用,但在局部空调机(器)上仍然采用。

3. 电加热器

除用热水或蒸汽通过空气加热器加热空气外,还可用电加热器来处理空气。

电加热器的基本结构型式:裸线式和管式两种。

电加热器特点:加热均匀、热量稳定、效率高、体积小、调节方便,但电耗较大。在单元空调机(器)中仍有广泛应用。在中央空调系统中,有时也在各送风支管中或水管外安装电加热器,以补偿热量或实现温度的分区控制。

裸线式电加热器如图 3.1-24,其特点:由于空气与电阻线直接接触,结构简单、热惰性小、加热迅速;但安全性差,电阻丝表面温度高,粘附其上的杂质分解后会产生异味,影响空气质量。

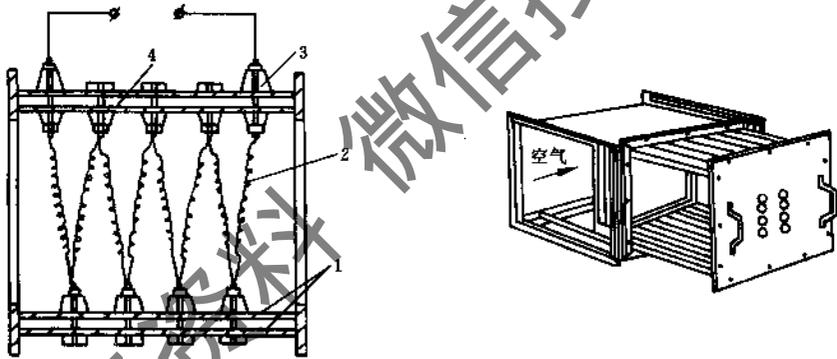


图 3.1-24 裸线式电加热器

1—钢板; 2—电阻丝; 3—瓷绝缘子; 4—隔热层

管式电加热器见图 3.1-25,将电阻丝封装在特制的金属套管内,中间填充导热性好并绝缘的结晶氧化镁。型式有棒形、蛇形和螺旋形等多种形式,甚至还有带螺旋翅片的电加热管。

管式电加热器特点:加热均匀、热量稳定、安全性好;缺点是热惰性大、结构复杂。

电加热器的功率 N 计算:

$$N = Q/\eta \quad (\text{kW}) \quad (3.1-17)$$

式中 Q ——加热空气所需热量, kW;

η ——电加热器效率,通常取 $\eta = 0.86$ 。

通过电加热器的风速应为 8~12

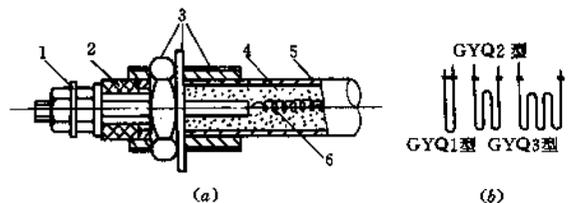


图 3.1-25 管状电加热元件

1—接线端子; 2—瓷绝缘子; 3—紧固装置;
 4—结晶氧化镁; 5—金属套管; 6—电热丝;

m/s,不宜过低。电加热器与通风机之间要有启闭联锁装置,只有通风机运转时,电加热器才能接通。有时电加热器出口处还装有过温器,在空气温度超过某一规定值时即切断加热器。

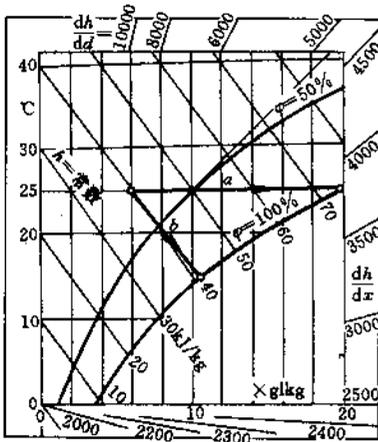


图 3.1-26 加湿过程中空气在 $h-d$ 图上的状态变化
a—等温加湿, b—等焓加湿

4. 加湿器(段)

在组合式空气调节机组中,表冷器不具备加湿功能,为增加空气的含湿量以确保规定的相对湿度指标时,就需要对空气进行加湿处理,采用各种型式的加湿装置,构成组合式空气调节机组的加湿段。

空气加湿的方法,一般有喷蒸汽加湿、喷水加湿、水表面的自然蒸发加湿、电加湿、超声波加湿等。

空气加湿过程在 $h-d$ 图上如图 3.1-26 所示

等温加湿——利用外界热源产生蒸汽,然后再将蒸汽混入空气中进行加湿,如直接喷蒸汽加湿、电极式加湿器、电热式加湿器等。

等焓加湿——是水吸收空气中的显热而蒸发成蒸汽,又以潜热的形式将热量传给空气。如压缩空气喷水加湿器、电动喷雾加湿器。

空气加湿可以在两个地方进行,在空气处理室或

送风管道内对进入空调房的空气进行加湿,也有对干空气进行局部补充加湿。

(1) 喷蒸汽加湿(等温加湿)

空调工程中目前广泛使用干蒸汽加湿器。

其工作流程是:蒸汽由接管 1 进入套管夹层 2,对喷管 3 内的蒸汽加热、保温,防止喷管 3 内的蒸汽凝结。外套管处于被处理的空气中,向空气放热而使部分蒸汽在套管夹层中凝结成水,与蒸汽一起进入分离室 4,凝结水滴撞到分离板 5 附着其上面并向下流。干蒸汽向上到分离室顶部,经节流阀 6 节流降压后进入干燥室 8 并折转 180° ,在离心力作用下二次脱水并吸热汽化。干蒸汽继续通过金属消音材料 7 进入喷管 3,由喷管上小孔 9 喷出。分离室 4 下部的凝结水经加湿器壳体底部流至疏水器排出。

干蒸汽加湿器有整体式、组装式和散装式,按结构特征来划分。上面图 3.1-27 为组装式。

根据空调系统需要,也可做成立式干蒸汽加湿器见图 3.1-28、29。

QZS-2 型干蒸汽加湿器的性能见图 3.1-29,其静态噪声值见表 3.1-10。

QZS-2 型干蒸汽加湿器的特点是加湿迅速、均匀、稳定,不带水滴,加湿效果好,动力用电少,运行费用低,可满足相对湿度波动范围小于 $\pm 3\%$ 的要求。但需有蒸汽源。缺点是结构复杂,金属耗量大,适用于湿度波动要求严格以及低噪声的空调系统。

对噪声和蒸汽干燥度要求不高时,可采用结构较简单、造价较便宜的 LZS-D 型或 ZKZ 型干蒸汽加湿器。

(2) 电加湿器(等温加湿) 在没有蒸汽源的场合,采用电能使水汽化的加湿设备为电加湿器。按产生蒸汽的不同的电加热元件,可分为电热式加湿器和电极式加湿器两种。

a. 电热式加湿器 有开式见图 3.1-30 和闭式图 3.1-31 形式。

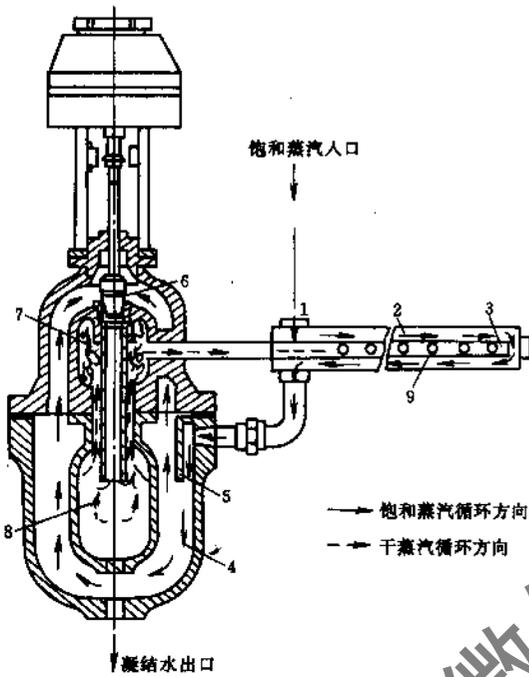


图 3.1-27 卧式干蒸汽加湿器

- 1—接蒸汽管；2—套管；3—喷嘴；4—分离室；5—分离板；
6—节流阀；7—消音材料；8—干燥室；9—小孔

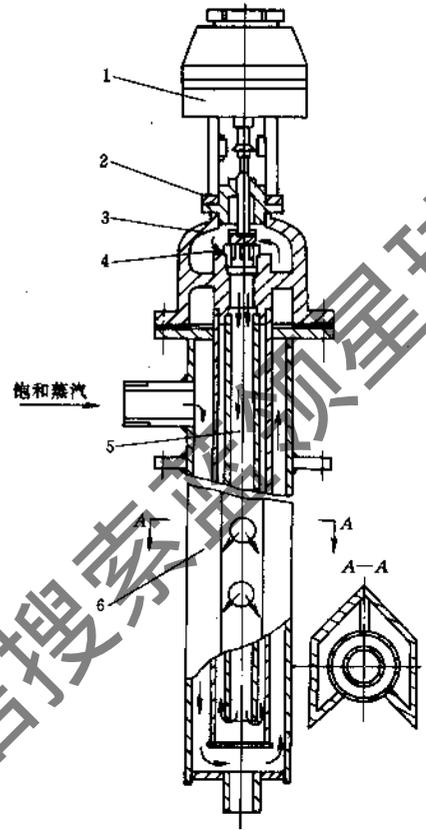


图 3.1-28 立式干蒸汽加湿器

- 1—ZAZ 电动执行器；2—阀体；3—上盖；
4—阀芯；5—导管；6—套管

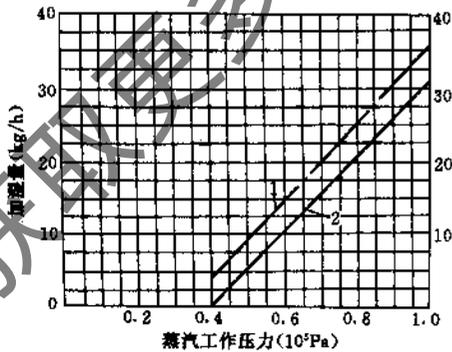


图 3.1-29 QZS-2 型干蒸汽加湿器的性能

- 1—蒸汽压力 $2 \times 10^5 \text{ Pa}$ ；
2—蒸汽压力 $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$

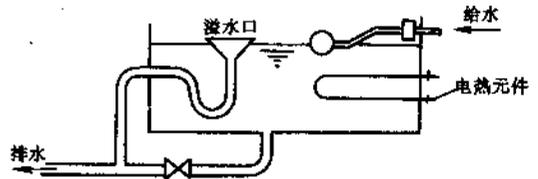


图 3.1-30 开口式电热加湿器

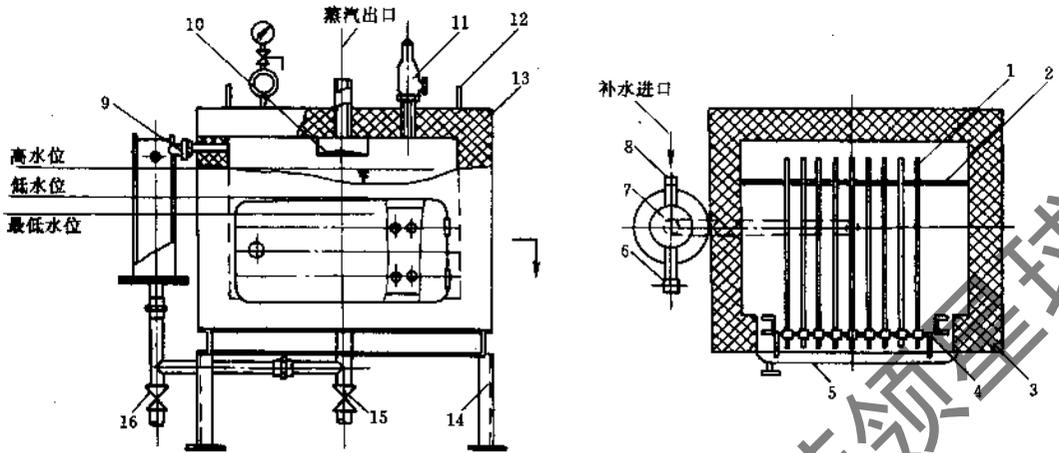


图 3.1-31 箱形闭式电热加湿器

- 1—管状电热元件；2—元件支撑；3—保温壳体；4—可装卸侧盖；
 5—检查门；6—水位计；7—闭式补水罐；8—补水接管；9—均压管；
 10—挡水锥盖；11—微启式安全阀；12—把手；13—保温密封顶盖；
 14—座架；15—排污闸阀；16—放水闸阀

在水槽内置入管状电热元件，通电将水加热成蒸汽。补水方法有自力式和电动式两种。自力式是用浮球阀维持水位稳定在某一水平，该方式结构简单，但一旦阀关闭不严，水可能溢出水槽，因此可靠性差；可设置溢水口，水过量时，通过溢水口排放到排水管。

QZS-2型干蒸汽加湿器静态噪声值

表 3.1-10

饱和蒸汽压力 (kPa)	压缩空气压力 (kPa)	测点位置	噪 声 (dB)			
			L 线性	A 档	B 档	C 档
150	40	I	75.0	65.0	70.0	75.0
		II	75.0	71.0	70.5	74.0
		III	77.0	64.0	70.0	75.0
	60	I	76.5	66.0	70.0	75.0
		II	79.0	74.5	73.5	75.0
		III	76.0	69.0	69.0	73.0
	80	I	80.0	78.0	77.0	70.0
		II	85.0	84.0	83.0	84.0
		III	78.0	76.0	75.0	77.0
100	I	82.0	80.0	80.5	84.0	
	II	85.5	83.5	82.0	83.0	
	III	84.5	84.5	83.0	75.5	
100	室外 (即本底)	77.5	64.5	72.0	75.5	

- 注：1. 静态噪声系指只启用加湿器，风机未投用时的噪声；
 2. 位置 I—吸风段加湿器前 3.5m 处风管内，且面对加湿器喷口；
 位置 II—吸风段加湿器前 1.2m 处风管内，且面对加湿器喷口；
 位置 III—吸风段加湿器后 4.5m 处风管内，但背着加湿器喷口。

电动式是在水槽外旁侧接上一连通补水罐，其中设置水位高限和低限的水位敏感元件与液位继电器，控制补水管上的电磁阀的启闭，增强了运行可靠性。

图 3.1-31 实质上就是一台小型的电热蒸汽发生器。它不与大气接通，蒸汽压力高于大气压力。由电接点压力表上设定的高、低压值直接控制电热元件的导通与关断，使容器内经常充满 10~30kPa 的低压蒸汽。只要蒸汽输送管道上的电动调节阀一开，蒸汽立即就可通入与空气混合加湿。

电热式加湿器其特点与干蒸汽加湿器相同，但耗电量较大。

电加湿器（电热和电极式）所需的功率 N 按下式计算：

$$N = W(h_q - Ct_w)K \quad (\text{kW}) \quad (3.1-18)$$

式中 W ——产生的蒸汽量，kg/s；

h_q ——蒸汽的比焓，kJ/kg；

t_w ——进水温度，℃；

C ——进水的比热容，kJ/(kg·K)；

K ——考虑电加热元件结垢影响的安全系数（采用蒸馏水 $K=1.05$ ，采用低硬度的水 $K=1.10$ ，采用较高硬度的水 $K=1.20$ ）。

b. 电极式加湿器 电极式加湿器的结构如图 3.1-32 所示。

电极式加湿器可以满足中、小型空调系统加湿的需要，国产电极式加湿器的功率有 5kW、10kW 和 20kW 等多种规格，其相应的最大加湿量为 6kg/h、12kg/h 和 24kg/h。

它是利用三根不锈钢棒或镀铬的铜棒做电极，将其插入盛水的容器中，水作电阻，金属容器接地。接通三相电源后，水被加热产生蒸汽，蒸汽经排出管道送到待加湿的空气中。水位越高、导电面积越大，通过的电流越强，产生的蒸汽也越多。因此可以通过改变溢流管的高低，来调节水位高低，从而调节加湿量。

电极式加湿器的优点是：加湿快，加湿量可调节，加湿蒸汽清洁，不含水垢、粉尘，无菌，无臭，安全可靠，维修方便。

其缺点是：电极上易积水垢和产生腐蚀。在加湿器下方应设置放水排污管，经常排除沉积在容器底部因水不断蒸发而浓缩的杂质，以减轻对电极和器壁的腐蚀，同时要定期清除污垢。

(3) 喷雾加湿器（等焓加湿）

喷雾加湿器是将常温水喷成水雾直接混入空气中，水雾吸收空气中的热量，蒸发成水蒸汽来加湿空气。

喷雾加湿器的使用特点：

用于空调房间余热量大而余湿量小，房间对相对湿度要求高的场合。对水温无特殊要求，水雾蒸发吸收汽化热，可节省为了排除余热所需的风量。其缺点是室内空气状态不均匀，不能用于相对湿度要求较低的场合。

a. 压缩空气喷雾加湿器

压缩空气喷雾加湿器是利用高速喷出的压缩空气引射水滴，并使之雾化而对空气进行加湿。常用工作压力为 0.03MPa，有固定式和移动式两种。其系统见图 3.1-33。

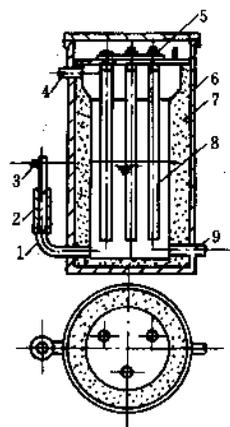


图 3.1-32 电极式加湿器
1—溢水管；2—橡皮短管；3—溢水嘴；4—蒸汽出口；5—接线柱；6—外壳；7—保温层；8—电极；9—进水管

如图 3.1-33, 调节阀的作用就是控制空气压力, 喷射工作压力越高, 所携带的水滴也越多, 由于压缩空气和水强烈混合, 使水变成雾滴喷出。加湿器中常用的喷嘴结构如图 3.1-34 所示。

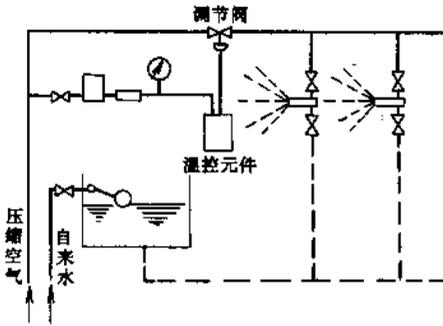


图 3.1-33 压缩空气喷雾加湿器系统图

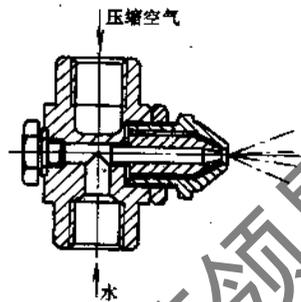


图 3.1-34 压缩空气喷雾加湿器的喷嘴

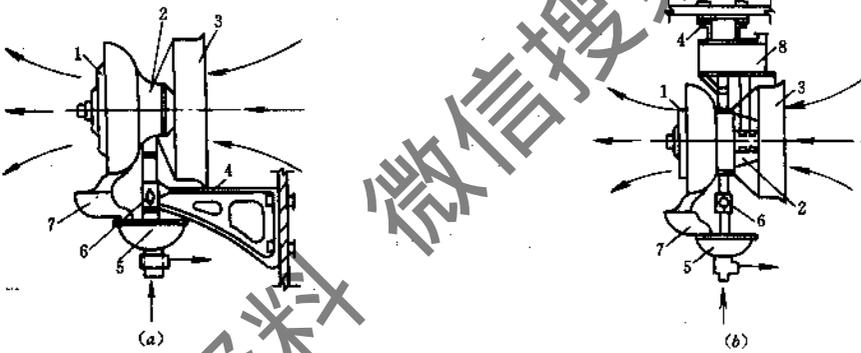


图 3.1-35 电动喷雾加湿器
(a) 固定式; (b) 移动式

1—转动圆盘; 2—电动机; 3—风机; 4—固定架; 5—回水盆;
6—喷水量调节阀; 7—回水漏斗; 8—转动机构

b. 电动喷雾加湿器 利用风机把水甩成雾滴, 它也有固定式和移动式两种型式见图 3.1-35。

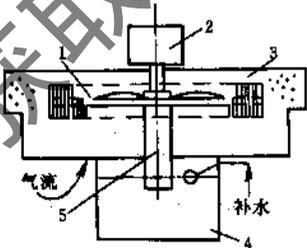


图 3.1-36 离心式加湿器

1—转动圆盘; 2—电动机; 3—固定式破碎梳; 4—贮水器; 5—水泵

电动喷雾加湿器由电动机、风机、转动圆盘和供水管组成。由风机 3 高速旋转, 带动转动圆盘 1, 把从中心供入的水甩成水滴。水滴在空气吹送下形成雾, 而后喷入空气中。水量由喷水调节阀 6 控制。

c. 离心式加湿器 如图 3.1-36 所示。

(4) 超声波加湿器 水处在一个超声振动的膜片上 (频率大于 20kHz), 它将产生一个自由液滴的频谱, 从而使水滴雾化。液滴的直径与频率的关系如图 3.1-37 所示。

超声波雾化的水滴细小, 雾化所消耗的能量也较小。对

小流量的超声波加湿器 (0.4kg/h、1kg/h) 的水量所消耗的能量为 100W; 对于大流量的超声波加湿器 (150kg/h), 加湿量 1kg/h 所消耗的能量仅 1kW。

图 3.1-38 是德国产的带锥形弯曲共振器的超声波加湿器的示意图。

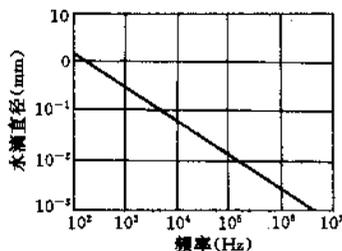


图 3.1-37 水滴直径与超声波频率之间的关系

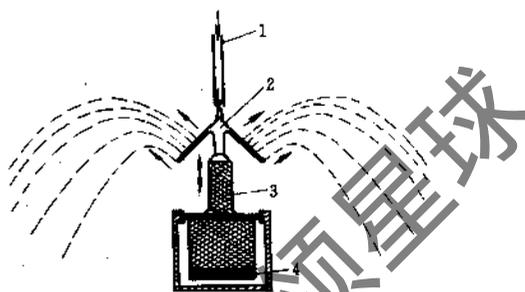


图 3.1-38 带锥形弯曲共振器的超声波加湿器

1—进水管；2—弯曲共振器；
3—分频变压器；4—压电陶瓷

5. 喷水室 (段)

喷水室与表面式空气加热器和表冷器不同，它是一种直接接触式的热湿处理设备。喷水室不仅能实现对空气的加热、冷却、加湿和减湿等多种处理，而且还具有空气净化能力。

喷水室的优点是：加工简单、金属消耗少。由于喷水室底池中水的热惰性，要比表面式换热器中水的热惰性大，所以从喷水室出来的空气状态比较稳定。

其缺点是：与表面式换热器相比，其体积庞大，占地面积大，水系统复杂，水质卫生要求高，对设备腐蚀性大，运行维修费用高，效率低。

喷水室的用途范围：在一般民用建筑中已不常用，或仅作加湿器用；但在某些工业部门，如纺织厂、卷烟厂中仍较广泛应用。

喷水室的型式：见表 3.1-11。

喷水室的型式类别

表 3.1-11

划分原则	型式	使用特点
按空气流动方向	卧式喷水室	处理大空气量
	立式喷水室	占地面积较小，热湿效果好，处理空气量小
按喷水室有无填料	一般喷水室	
	有填料喷水室	
按喷水室的风速	低速喷水室	风速 2~3m/s
	高速喷水室	风速 3.5~6.5m/s
按喷水室的外壳材料	金属喷水室	采用钢板
	非金属喷水室	采用玻璃钢，钢筋混凝土，砖砌
按喷水室的级数	单级喷水室	
	双级喷水室	处理空气的焓差较大，节约天然冷源

(1) 喷水室的构造及使用特点

单级的卧式和立式喷水室的构造如图 3.1-39。

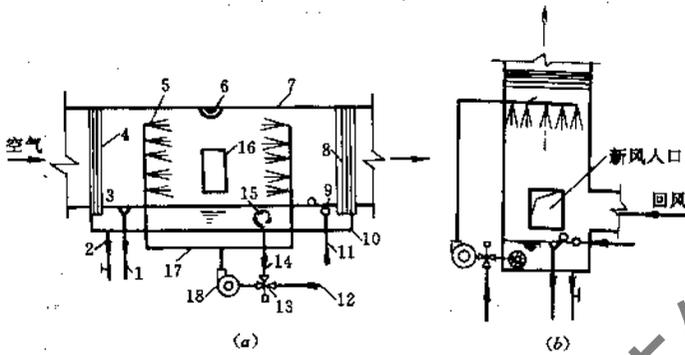


图 3.1-39 单级卧式和立式喷水室的构造

(a) 卧式; (b) 立式

- 1—溢水管; 2—泄水管; 3—溢水管; 4—前挡水板; 5—喷嘴与排管; 6—防水灯; 7—外壳; 8—后挡水板; 9—浮球阀; 10—底池; 11—补水管; 12—冷水管; 13—三通混合阀; 14—循环水管; 15—过滤器; 16—检查门; 17—供水管; 18—水泵

单级喷水室的工作原理: 冷(热)水经过三通阀 13 与由循环水管 14 来的循环水相混合。然后, 经水泵 18 压送到喷嘴排管 5, 最后通过喷嘴喷出。而空气经过前挡水板 4 后进入喷水空间, 与喷嘴喷出的水直接接触, 进行热湿交换。处理的空气经过后挡水板 8 挡掉空气中带的水滴。空气离开喷水室时, 基本上无水滴, 水滴沿挡水板顺流下来落入底部水池 10 中。

双级喷水室如图 3.1-40 所示。

空气经前挡水板先进入第 I 级喷水室, 然后进入第 II 级喷水室。而水则先进入第 I 级

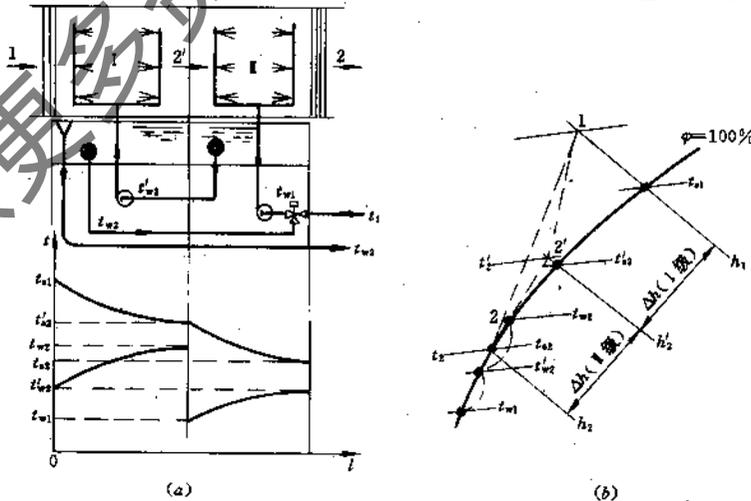


图 3.1-40 双级喷水室及空气与水的状态变化

喷水室，再由第 I 级喷水室的底池抽出送入第 I 级喷水室。空气在第 I 级喷水室中与较高水温的水相接触，主要起降温降焓作用，进入第 I 级喷水室中的空气接触到的是温度较低的水，主要进行降焓除湿处理。其优点是空气的焓降和温降较大，其终态一般能达到饱和，而水的温降也较大，可以节省水量。

这种方式适合于使用天然水源，如地下水等，既可节约水量，又可增加效果。

喷水室的水系统：分为自流回水式和压力回水式。自流回水式喷水室水系统的先决条件是蒸发水箱的位置低于喷水室底见图 3.1-41。

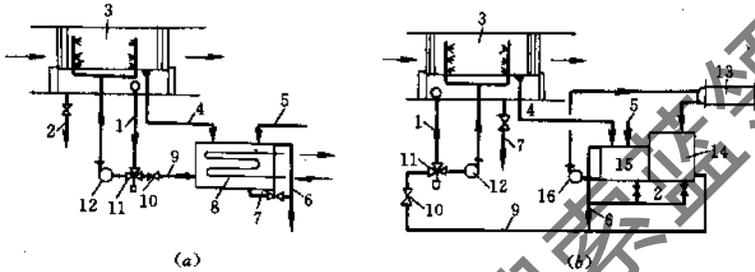


图 3.1-41 自流回水式喷水室水系统

- 1—循环水管；2、7—泄水管；3—喷水室；4、6—溢水管；5—补水水管；8—蒸发水箱；9—冷水管；10—止回阀；11—三通阀；12—喷水室；13—亮管式蒸发器；14—冷水箱；15—回水箱；16—冷媒水泵

压力回水式喷水室水系统如图 3.1-42 所示。

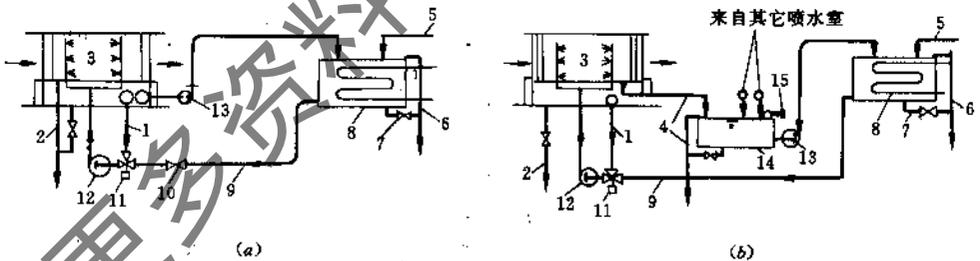


图 3.1-42 压力回水式的喷水室水系统

- 1~12—同图 3.1-41；13—回水泵；14—集水箱；15—浮球开关

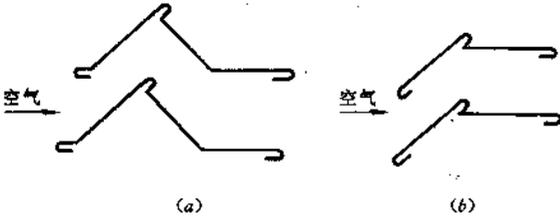
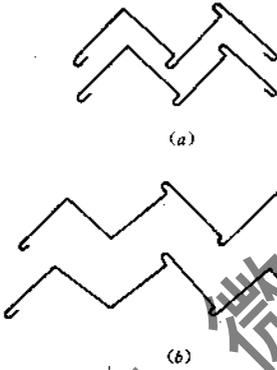
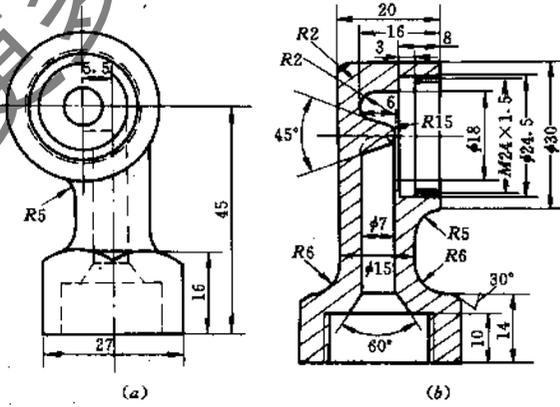
喷水室主要构件有前、后挡水板，喷嘴和喷水管，外壳，底池等，其构造和使用特点见表 3.1-12。

(2) 高速喷水室

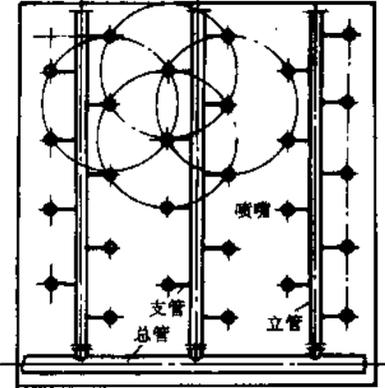
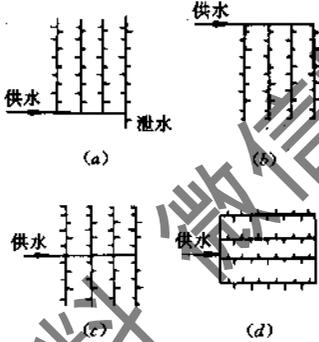
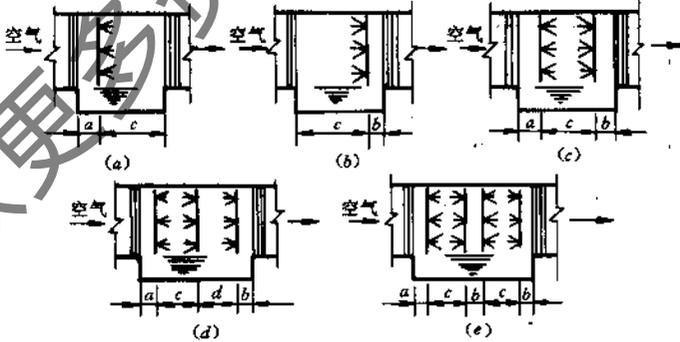
高速喷水室风速高（比普通喷水室高一倍左右），喷水室的断面积可明显缩小，但带来的问题是：空气与水接触时间少，空气流动阻力增加，挡水板过水量增大。国内目前普遍采用的高速喷水室有如下结构特点见图 3.1-51。

喷水室主要构件的结构和使用特点

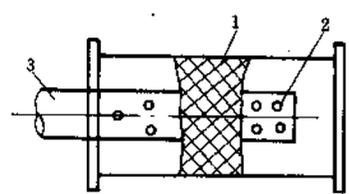
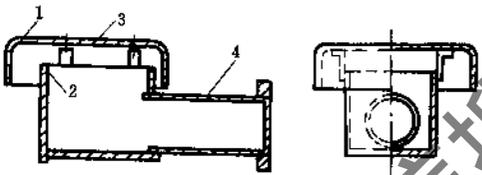
表 3.1-12

构件名称	结构	使用特点
前挡水板	 <p style="text-align: center;">图 3.1-43 前挡水板 (a) 三折前挡水板; (b) 二折前挡水板</p>	<p>前挡水板(分风板)作用:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)使进入喷水室的空气均匀,增加热湿交换效果 2)挡住可能溅出来的水滴 <p>材料: 一般为厚 0.75mm 左右的镀锌钢板 也有采用厚 5~7mm 的玻璃条;还有采用玻璃钢作成蛇形和波形的,一次成型</p>
后挡水板	 <p style="text-align: center;">图 3.1-44 后挡水板 (a) 四折后挡水板; (b) 六折后挡水板</p>	<p>后挡水板的作用: 使处理后空气中夹带的水滴,通过后挡水板时能沿挡水折板流到水池中,防止这部分水滴带到后面增大送风的含湿量,而使房间内的相对湿度加大</p> <p>其挡水效果与折角大小、折数多少、挡板间距和通过挡水板的风速大小有关</p> <p>挡水效果以过水量或空气带水量多少来衡量</p> <p>材料:与前挡水板相同</p>
喷嘴	 <p style="text-align: center;">图 3.1-45 Y-1 型离心喷嘴的结构</p>	<p>图 3.1-45 所示为我国空调工程中较常用的 Y-1 型离心喷嘴。其特点是:喷射扩散面大,喷射均匀,水滴细小;材料耐腐蚀、耐磨损(以黄铜喷嘴为佳)</p> <p>其喷水压力一般取 98~294kPa,不得低于 45kPa</p> <p>当喷嘴直径 $d \leq 5.5\text{mm}$ 时,建议每排喷嘴密度取 13~24 个/m^2,常用 18~24 个/m^2。喷嘴排列方式可采用梅花形布置,如图 3.1-46,喷嘴排管与供水干管连接方式见图 3.1-47</p>

续表

构件名称	结 构	使用特点
喷嘴排管	 <p>图 3.1-46 喷嘴（排）布置形式</p>	<p>喷嘴排列如左图上梅花形 对单级喷水室：采用2~3排； 采用2排时，第1排顺喷，第2排逆喷的对喷方式 采用3排时：第1排顺喷，第2、3排逆喷</p>
	 <p>图 3.1-47 喷嘴排管的连结方式 (a) 下分式；(b) 上分式；(c) 中分式；(d) 环式</p>	<p>喷嘴排管与供水干管的连结方式，一般采用上分式和下分式，若喷水室截面较大时可采用中分式或环式 水管最低点应设置泄水阀或泄水丝堵，用以泄水，以防冬季管子冻裂</p>
喷水室长度	 <p>图 3.1-48 喷水室的长度 a—单排顺喷；b—单排逆喷；c—双排对喷； d—三排一顺二逆；e—双级对喷 a=150mm；b=250mm；c=600~1050mm； d=300~600mm；e=c+150mm</p>	<p>喷水室长度与喷嘴排数和喷水方向有关。对不同喷水方向，喷水室长度的推荐值见图 3.1-48 喷水室外壳材料：常用有钢板、玻璃钢和混凝土结构。四壁应保温</p>

续表

构件名称	结 构	使用特点
底池及连接管路	<p>底池是喷水室的容水设备，又称水槽（见图 3.1-41、图 3.1-42），其容积按喷水量的 3%~5% 设计，深度取 0.4~0.7m，材料采用：钢板（1.5~2mm）； 混凝土或砖砌； 玻璃钢内嵌保温材料夹层结构一次成型的整体水箱。</p>  <p>图 3.1-49 滤水器 1—滤网；2—多孔均流管；3—循环水管</p>  <p>图 3.1-50 溢水器和溢水管 1—水封罩；2—溢水口；3—通气孔；4—溢水管</p>	<p>与底池相连接的有四根管路：</p> <p>①循环水管（见图 3.1-41）；落入底池中的水经滤水器（见图 3.1-49）后进入循环水管，循环喷水使用 滤水器的滤网材料：铜丝网或尼龙网</p> <p>②溢水器和溢水管：见图 3.1-50 底池通过溢水器与溢水管相连。其喇叭口上有水封罩，将喷水室内外空气隔绝，并使底池的水面维持一定的高度。水封罩的水封高度，应大于喷水室内的运行压力。溢水口周边长度通常按 $8.33\text{kg}/(\text{s}\cdot\text{m})$ 设计。溢水管用于排除水池内多余的水</p> <p>③补水管：是为了补充由于加湿蒸发和通过挡水板带走的水滴，以维持底池内一定的水位 补水多少由浮球阀自动控制开关。补水管的补水量按喷水量的 2%~4% 设计</p> <p>④泄水管：是为了清洗水池，冬天防冻，检修，而在底池底部设置泄水管</p>

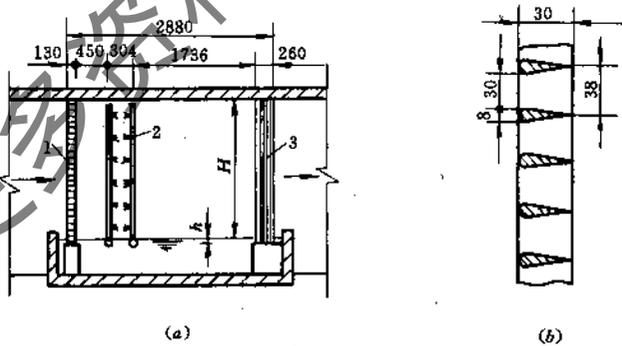


图 3.1-51 国内常用的高速喷水室结构

(a) 喷水室结构；(b) 前挡水板

1—前挡水板；2—喷嘴及排管；3—后挡水板

a. 前挡水板为机翼形图 3.1-51b，可使气流均匀稳定；后挡水板为双波纹形时，空气阻力小，挡水效果好。当风速为 6m/s 时的阻力，和 $\rho v = 3\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的低速喷水室的阻力差不多，都是 130Pa 左右；

- b. 末排喷嘴到后挡水板的间距增长, 以增加空气和水的接触时间;
 c. 使用喷射角大, 喷水量小, 雾化效果好的供高速喷水室用的离心喷嘴, 其性能见表 3.1-13。

高速喷水室用离心喷嘴的喷水量 (kg/s)

表 3.1-13

喷水压力 (表压) (Pa)		98.1	147.1	196.1	245.2
喷嘴孔径 (mm)	2.5	0.021	0.025	0.031	0.034
	3.0	0.027	0.033	0.038	0.040
	4.0	0.036	0.042	0.049	0.054

d. 喷水室的喷水系数小 ($\mu=0.6$), 喷嘴密度大 ($n=38\sim41$ 个/ m^2 ·排), 喷水压力较低, 可以较少的喷水量处理较多空气量, 节约水泵能耗。

$$\text{喷水系数 } \mu = W/G \quad [\text{kg(水)/kg(空气)}] \quad (3.1-19)$$

式中 μ ——喷水系数, 即每公斤被处理空气所用的水量, kg/kg;

W ——喷水室的喷水量, kg/s;

G ——通过喷水室的空气质量流量, kg/s。

(3) 带填料层的淋水室

带填料层的淋水室如图 3.1-52。

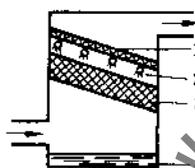
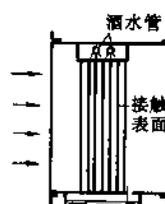


图 3.1-52 带填料层的淋水室

- 1—水滴分离器; 2—雾化喷嘴;
3—填料层; 4—水池

图 3.1-53 带洒水表面
的淋水室

通过喷嘴 2 雾化后的冷水, 从上至下通过一垂直的、水平的或倾斜的填料层 3, 与由下而上的空气进行热湿交换。填料的形状有拉希环, 鞍形体或塑料管等。处理后的空气通过水滴分离器 1 后排出。空气流速约为 0.5~1.0m/s。这种淋水器的特点是耗水量极少, 喷水系数约为 0.07。

另一种带填料层的淋水室如图 3.1-53 所示。由玻璃纤维、铝板或塑料板组成多层垂直壁面, 水从上而下洒下, 形成多层洒水表面, 空气从侧面流过, 与洒水表面接触进行热湿交换。迎面风速为 2.5m/s 时, 空气相对湿度可达 85%~90%。

6. 过滤器 (段)

在组合式空气调节机组中往往要采用过滤段, 对室外引入的部分新鲜空气中的尘埃和室内出来的回风中的污染物进行过滤净化, 因此采用过滤器。

在空调工程中, 普遍采用各种干式空气过滤器, 按其过滤效率分为粗效、中效、亚高效、高效四种类型, 见表 3.1-14。

空气过滤器的分类

表 3.1-14

过滤器名称	计数效率 (%) (对粒径为 $0.3\mu\text{m}$ 的尘粒)	阻力 (Pa)	过滤器名称	计数效率 (%) (对粒径为 $0.3\mu\text{m}$ 的尘粒)	阻力 (Pa)
粗效过滤器	<20	≤ 29.5	亚高效过滤器	90~99.9	≤ 127.5
中效过滤器	20~90	≤ 98	高效过滤器	≥ 99.91	≤ 245

根据空调房间对洁净度要求不同,将空气净化标准分为一般净化、中等净化和超净化三种。

大多数中央空调工程(民用和工业建筑)都只要求一般净化,因此只采用粗效过滤器。少数空调房间对含尘量有一定要求时,通常规定含尘量为 $0.15\sim 0.25\text{mg}/\text{m}^3$,并滤掉大于或等于 $10\mu\text{m}$ 的尘粒,此时应采用粗效和中效过滤器。

亚高效和高效过滤器通常用于对空气洁净度要求非常高的洁净室。

本节中仅介绍组合式空气调节机组中常用的粗效过滤器及中效过滤器。

(1) 粗效过滤器

- 过滤对象: $10\sim 100\mu\text{m}$ 的大颗粒尘埃。
- 型式: 平板式、折叠式和袋式。
- 过滤材料: 金属丝网、铁屑、瓷环、玻璃纤维(直径 $20\mu\text{m}$ 左右),粗、中孔聚氨酯泡沫塑料和各种人造纤维等。
- 国产系列、型号: YP 型、YX 型、CWA 型、CWB 型、M 型、ML 型、DWY 型、HDQCB 型、HDQCC 型、HDQCK 型、CL 系列以及 TJ-3 型自动卷绕式空气过滤器。
- 结构: 见图 3.1-54 卷绕型的粗效过滤器。
- 技术数据: CL 系列粗效过滤器的技术参数见表 3.1-15。

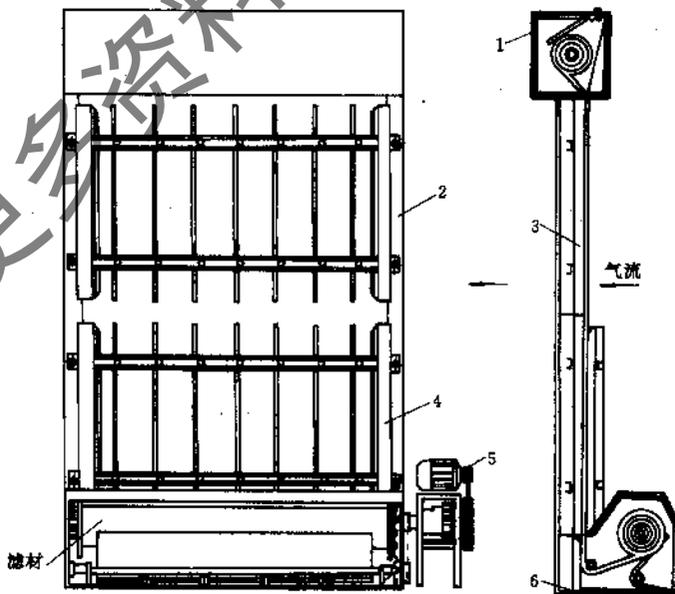


图 3.1-54 TJ-3 型自动卷绕式空气过滤器结构示意图

1—上箱; 2—立柱; 3—挡料栏; 4—压料栏; 5—传动机构; 6—下箱

CL 系列粗效过滤器的技术参数

表 3.1-15

型号	外形尺寸 (mm)	额定风量 (m ³ /h)	初阻力 (Pa)	大气尘计数效率 ≥10μm (%)
CL-P-10	500×500×25	1000	50	>70
CL-P-15	600×600×25	2000	50	>70
CL-P-30	800×800×25	3000	50	>70
CL-Z-10	500×500×120	1000	40	>70
CL-Z-15	600×600×120	2000	40	>70
CL-D-20	500×500×610	2000	40	>70
CL-D-21	520×520×610	2100	40	>70

注：表上“型号”中 P 是平板式，Z 是折叠式，D 是袋式。

TJ-3 型自动卷绕式空气过滤器的技术数据见表 3.1-16。

TJ-3 型自动卷绕式空气过滤器的技术数据

表 3.1-16

技术参数	参数值	技术数据	参数值
过滤面积 (m ²)	12.6	设备总重 (kg)	890
使用风速 (m/s)	2~2.5	占地面积 (m ²)	3.2
初阻力 (Pa)	<50	过滤效率 (%) (计重法)	45
使用风量 (m ³ /h)	80000	大气尘 人工尘	71~72
滤料卷直径 (mm)	350	容尘量 (g/m ²)	>1000
每卷料长度 (m)	20	每卷滤材使用期限 (月)	≈2
驱动电动机功率 (kW)	0.6	卷轴转速 (r/min)	1.2

(2) 中效过滤器

- a. 过滤对象：1~10μm 的尘粒。
- b. 型式：平板式、袋式、分隔板式（框式和楔形结构）等。
- c. 过滤材料：无纺布、中、细孔泡沫塑料、玻璃纤维等。
- d. 国产系列、型号：ZKL 型、ZW 型、SZX-W 系列、SJ-ZX 系列、YB 型、M-A 型、DWZ 型、ZKD 系列、ZL 型和 HDQZD 型等。

e. 结构：ZKD 系列中效过滤器见图 3.1-55 采用新型复合无纺布作为滤料，具有容尘量大、阻力小和能重复清洗使用的特点。框架为钢制，边框内有圆钢将五只滤料袋隔开，使气流均匀通过滤料袋。其密封性可靠，滤料袋更换方便。

f. 技术数据

ZKD 系列中效过滤器的技术参（数）见表 3.1-17。

ZKD 系列中效过滤器的技术参数

表 3.1-17

型号	外形尺寸 A×B×C (mm)	过滤面积 (m ²)	额定风量 (m ³ /h)	初阻力 (Pa)	人工尘效率 (%)	容尘量 (g)
ZKD-20A	500×500×600	3	2000	34.33	85	720
ZKD-20B	570×570×600	3.5	2000	32.37	85	850
		3.5	2000	32.37	85	850

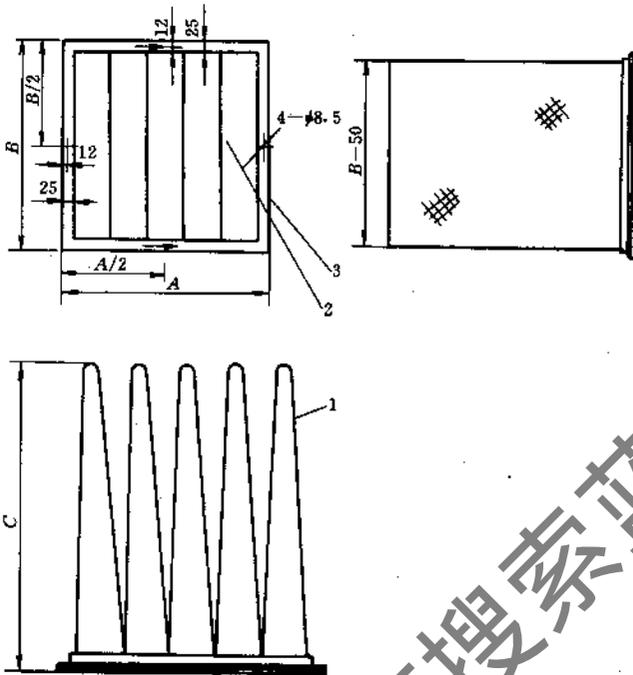


图 3.1-55 ZKD 型中效空气过滤器结构示意图

1—滤袋；2—圆钢；3—框架

(3) 国产部分空气过滤器的主要性能见表 3.1-18。

国产部分粗效、中效空气过滤器的主要性能

表 3.1-18

类别	系列	型号	滤料种类	外形尺寸 (宽×高×深) (mm)	额定风量 (m ³ /h)	过滤效率		初阻力 (Pa)	终阻力 (Pa)	容尘量 (g)	适用条件	
						测试方法	(%)					
粗效过滤器	自动卷绕式	ZJK-I-1	DVF 化纤 组合毡	1124×1574×700	8000~12000	工业 尘计 重法	99~ 99.5	90	220	1500	-40~55℃, φ=80%, 配 T706-5	
		ZJK-I-2		1624×1574×700	12000~18000						-40~55℃, φ=80%, 配 T706-6	
		ZJK-I-3		1624×1574×700	18000~24000						-40~55℃, φ=80%, 配 T706-7	
		ZJK-I-4		1624×2084×700	24000~34000						-40~55℃, φ=80%, 配 T706-8	
		ZJK-I-5		2154×2084×700	34000~44000						-40~55℃, φ=80%, 配 T706-9	
中效过滤器	YP	YP-X	泡沫塑料	496×477×110	200	大 气 尘 计 重	≥40	65	130	>50	用于温度 -30~80℃, 常湿、含微量酸、碱的空气净化过滤	
		YP-D		496×807×110	200			50	100	>90		
		YP-D		496×807×110	300			90	180	>90		
	M	M-I		520×520×610	2000			55	100	200	1400	

续表

类别	系列	型号	滤料种类	外形尺寸 (宽×高×深) (mm)	额定风量 (m³/h)	过滤效率		初阻力 (Pa)	终阻力 (Pa)	容尘量 (g)	适用条件
						测试方法	(%)				
中效过滤器	YB	YB-X	玻璃纤维	496×477×110	200	大气尘计重	≥60	90	180	50	用于常温、常湿及含有微量酸碱有机溶剂的空气净化过滤
		YB-D		496×807×110	200			60	120	90	
		YB-D		496×807×110	300			105	210	90	
	M	M-I M-II M-N	泡沫塑料	520×520×610	2000	大气尘计重	≥70	40	200	800	同 YP 系列
ZX	ZX-1	470×440×700 470×440×500		2000 1600	500						
高效过滤器	W	WV WZ-1 WD-1	涤纶无纺布	500×500×500	2000	人工尘计重法	80	40	200	450	常温、常湿，一般酸、碱及有机溶剂气体
				500×500×500	2000			38		575	
				500×500×500	2000					690	

7. 通风机 (段)

在组合式空气调节机组中采用的风机类型有离心式风机和轴流式风机。离心式风机用得最多，轴流式风机多用于纺织厂的空调系统。

通风机是空调系统的动力源，是主要耗能设备及噪声主要来源。通风机的节能和降噪是空调系统的两大课题。

组合式空气调节机组中有只装一台送风机的送风段，也有采用送风机段和回风机段的双风机系统。单风机系统占用面积少，一次投资省，耗电量较少；但要求风压高，噪声增大。

(1) 离心式通风机结构 其结构示意图如图 3.1-56。

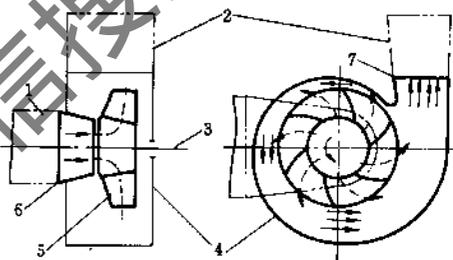


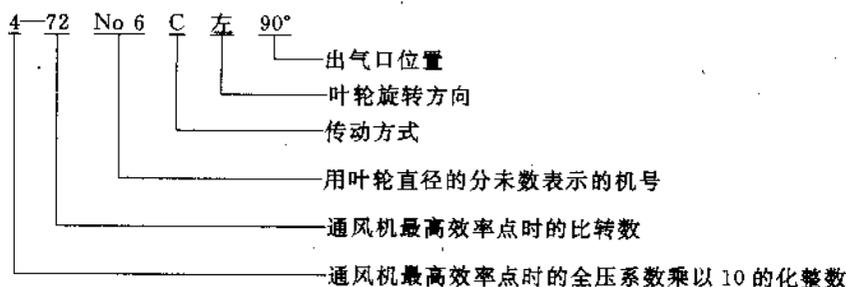
图 3.1-56 离心式通风机结构示意图

- 1—进气管；2—出口扩压器；
- 3—主轴；4—蜗壳；5—叶轮；
- 6—进气口；7—出气口

(2) 离心式通风机的型号

a. 离心式通风机的型号规定

以 4-72No6C 左 90°离心式通风机为例。



叶轮旋转方向：从电动机位置看，叶轮顺时针旋转方向时称“右”，逆时针旋转方向时称“左”。

传动方式：其代号有

A—叶轮装在电动机轴上；

B—叶轮悬臂，带轮在两轴承中间；

C—叶轮悬臂，带轮悬臂；

D—叶轮悬臂，联轴器直联传动；

E—叶轮在两轴承中间，带轮悬臂传动；

F—叶轮在两轴承中间，联轴器直联传动。

b. 空调工程中常用离心式通风机型号

我国空调工程中常用的离心式通风机型号见表 3.1-19。

我国空调工程中常用的离心式通风机型号 表 3.1-19

型号	结构特点	机号系列	说明
4-68 型	单吸入式 旋转方向：左旋和右旋 风机出口位置：“左”、“右”两种 出口角度：6种，0°，45°，90°，135°，180°，225° 传动方式：A、B、C、D	12种：2.8, 3.15, 3.55, 4, 4.5, 5.6, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20	机号：2.8, 3.15, 3.5, 4, 5.6, 传动方式为 A 机号：6.3, 8, 10, 12.5, 传动方式有 C 和 D 机号：16, 20, 传动方式为 B
4-72 型	风量范围：850~408000m ³ /h 风压范围：180~3200Pa 配用电动机功率：0.75~310kW	14种：3, 3.5, 4, 4.5, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20	机号：10, 12, 14, 16, 18, 20 有双吸入型
11-62 型	变转速、低噪声、双吸入 风量范围：1310~8600m ³ /h 风压范围：78~637Pa 配用电动机功率：0.5~2.2kW 噪声范围：54~71dB (A)	3种：2.5, 3.5, 4	配用三相无级变速电动机

比转数 n_s 是衡量不同类型风机主要性能参数之间的综合特性。在进口状态相同，均为标准状态时，比转数定义为

$$n_s = n \frac{Q^{0.5}}{p^{0.75}} \quad (3.1-20)$$

式中 n ——转数，r/min；

Q ——流量，又称风量，m³/s；

p ——压力升高值，通风机进、出口处空气压力之差，Pa。

一般是将全压效率最高点的比转数作为该通风机的比转数大小。

全压系数 ψ ：

$$\psi = \frac{p}{\rho u_2^2} \quad (3.1-21)$$

式中 ρ ——气体密度，kg/m³；

u_2 ——叶轮叶片外缘的圆周速度, m/s。

全压系数是无量纲量, 用以衡量各种不同类型风机的特性值之一。

通风机效率 η : 指单位时间内空气从通风机中所获得的总能量 (N_y) 与输入通风机的轴功率 (N) 之比, 即

$$\eta = N_y / N \quad (3.1-22)$$

η 又称为通风机的全压效率或空气效率。

流量系数 ϕ : 表示同一类通风机性能特性的无因次参数, 即

$$\phi = Q / \left(\frac{\pi}{4} d_2^2 u_2 \right) \quad (3.1-23)$$

式中 Q ——风量, m^3/s ;

d_2 ——叶轮外径, m;

u_2 ——叶轮圆周速度, m/s。

功率系数 λ : 表示同一类通风机性能特性的无因次参数, 即

$$\lambda = \frac{N}{\frac{\pi}{4} d_2^2 \rho u_2^3 \eta} = \frac{\phi \phi}{\eta} \quad (3.1-24)$$

式中 N ——通风机的轴功率, W。

(3) 离心式通风机的性能换算见表 3.1-20。

离心式通风机制造厂家提供的通风机性能, 是指标准状态下的性能。由于使用条件不同, 对制造厂家提供的通风机性能必须进行换算。

离心式通风机性能换算公式一览表

表 3.1-20

使用条件	换算公式
通风机转数由 n_1 变到 n_2	$Q_2 = Q_1 (n_2/n_1)$ $p_2 = p_1 (n_2/n_1)^2$ $N_2 = N_1 (n_2/n_1)^3$ $\eta_2 = \eta_1$
通风机叶轮直径由 d_1 变为 d_2	$Q_2 = Q_1 (d_2/d_1)^3$ $p_2 = p_1 (d_2/d_1)^2$ $N_2 = N_1 (d_2/d_1)^5$ $\eta_2 = \eta_1$
输送气体密度由 ρ_1 变为 ρ_2	$Q_2 = Q_1$ $p_2 = p_1 (\rho_2/\rho_1)$ $N_2 = N_1 (\rho_2/\rho_1)$ $\eta_2 = \eta_1$
转速由 n_1 变为 n_2 , 气体密度由 ρ_1 变为 ρ_2 , 叶轮直径由 d_1 变为 d_2	$Q_2 = Q_1 (n_2/n_1) (d_2/d_1)^3$ $p_2 = p_1 (n_2/n_1)^2 (\rho_2/\rho_1) (d_2/d_1)^2$ $N_2 = N_1 (n_2/n_1)^3 (\rho_2/\rho_1) (d_2/d_1)^5$ $\eta_2 = \eta_1$

注: 当气体密度、温度或大气压力发生变化时, 通风机的风量 Q 和风压 p , 管网系统的阻力同时都不予修正, 只修正通风机所需的功率。

(4) 离心式通风机的特性曲线

风机铭牌上所示的性能参数是指在最高效率时的，但风机工作时不一定都在最高效率点运行。风机在各种工况下，风量、风压、效率和功率消耗之间的关系曲线称为风机的特性曲线。

风机的特性曲线是评价风机性能的基础，同时，又是使用单位选型的依据。

在转速一定，没有流动损失时，在风压和风量坐标图上，理论的 $p-Q$ 特性曲线应为一 条直线，即随着风量 Q 增加，风压 p 呈直线规律减少。由于实际流动中存在各种损失，因而使通风机的特性曲线呈带拐点的抛物线性质见图 3.1-57、58。一定型号的通风机，每一转速下均有对应的一条 $p-Q$ 曲线，该曲线一般由实测来确定。

典型的离心式通风机特性曲线由图 3.1-58 所示。

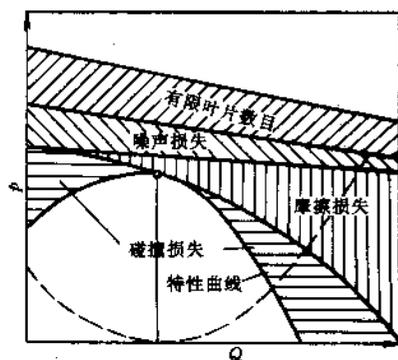


图 3.1-57 各种压力损失对理论 $p-Q$ 特性曲线的影响

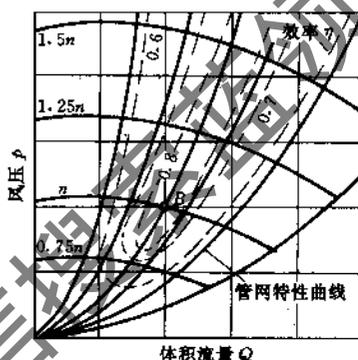


图 3.1-58 离心式通风机的特性曲线和管网特性曲线

因为管网特性曲线和效率特性曲线都具有抛物线性质，为实用方便，常将通风机的特性曲线绘成双对数坐标图见图 3.1-59。于是，管网特性曲线和效率特性曲线在图上都成了直线。通风机的一切重要参数，如风量、转速、静压和动压、吸入速度、圆周速度，甚至噪声水平均可由图上读出，十分方便。

同类型通风机具有几何相似、运动相似和动力相似的特性，因此常用无因次参数 ϕ 、 ψ 和 λ 等来表示同一类型风机的特性曲线图 3.1-60。

通风机生产厂家都在其产品样本（目录）中提供了该类型通风机的无因次特性曲线，是空调工程设计时选择通风机的最好依据。

(5) 离心式通风机的运行工作点

安装在组合式空气调节机组中的通风机是空气调节系统的重要组成部分。空气在空调系统中流动时存在着阻力，称为管网阻力。通风机的运行工作点必须与管网系统特性协调工作。管网系统的阻力随通风机风量变化而变化，可近似表示为

$$p' = p_0 + kQ' \quad (3.1-25)$$

式中 p' ——管网系统阻力，Pa；

p_0 ——排气空间和吸气空间的压力差，Pa（若大气中吸入空气，最后又排入空气时， $p_0=0$ ）；

k ——管网的阻力系统， $\text{Pa} \cdot \text{s}^2/\text{m}^6$ ；

Q' ——通过管网的风量， m^3/s 。

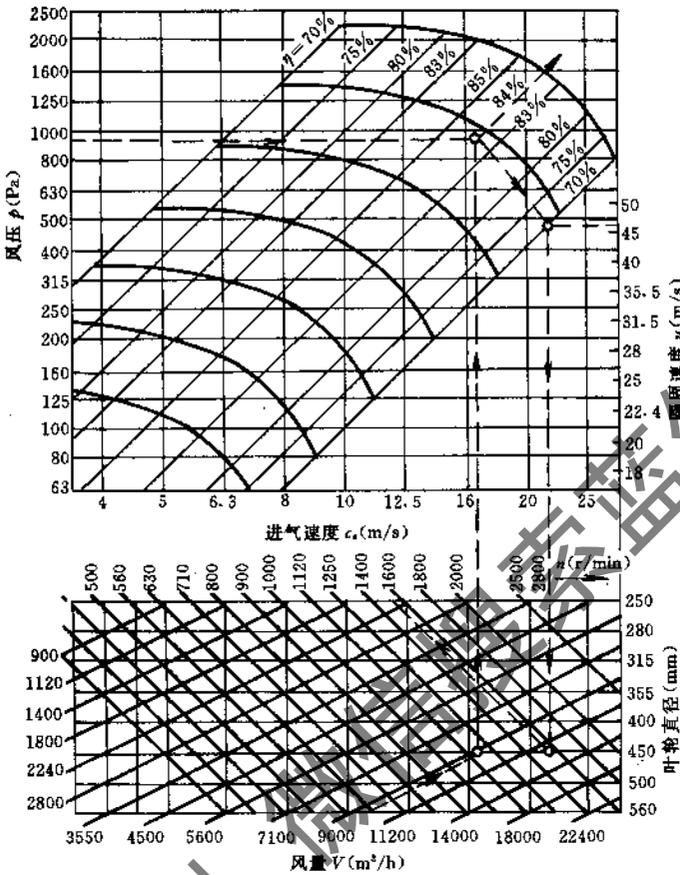


图 3.1-59 在双对数坐标图上后倾叶片的离心式通风机的特性曲线

离心式通风机工作时，其风压 $p = p'$ ，风量 $Q = Q'$ 。因此，通风机的特性曲线与管网的阻力曲线的交点，即为该通风机运行的工作点（图 3.1-58 中的 B 点）。

当风机风压达不到设计值，或者管网系统的阻力高于或低于设计值时，通风机运行的工作点就会偏离设计的工作点。例如，当管网阻力高于设计值时（设计时选用阻力系数 k 偏小，或施工质量造成管网阻力增加），通风机运行的工作点就会偏离设计的工作点。为满足设计的送风量，必须对通风机的调整点进行工作点调整见图 3.1-60。

管网阻力 p' 高于设计值时，图 3.1-61 上实际的工作点是 C 点。为满足空调系统的送风量，可采取措施减小管网的阻力，使管网的阻力特性曲线 3 变为曲线 1；或提高通风机的转速（更换皮带轮或主电动机），由 n_1 到 n_2 。A 即为该通风机的运行工作点。

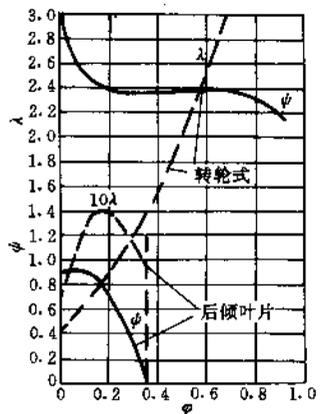


图 3.1-60 离心式通风机典型的无因次特性曲线

反之，若管网阻力 p' 低于设计值时，可在管网中加设挡板，提高管网阻力，曲线 2 变为曲线 1；或降低转速，由 n_1 降至 n_2 ，风量就由 Q_B 减小到 Q_A 。

(6) 离心式通风机的风量调节方法

考虑到节能并采用变风量空调系统以来，通风机风量的调节方法日益受到重视。离心式通风机常用的风量调节方法有

a. 改变风管阀门开度以改变管网特性曲线，离心式通风机的运行工作点移动，如图 3.1-62。

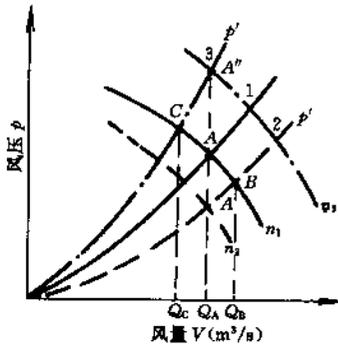


图 3.1-61 通风机运行工作点的调整

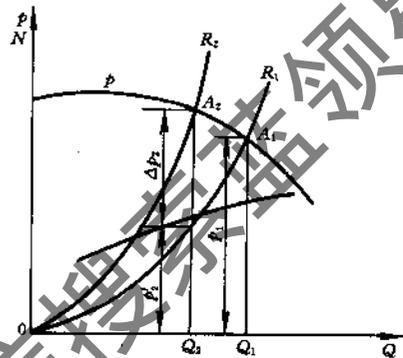


图 3.1-62 改变管网特性曲线的调节

b. 改变转速以改变通风机特性曲线

在转数变化范围不大时 ($\pm 20\%$)，通风机效率基本不变。改变转数的调节方法见图 3.1-63，运行经济性好。改变转速方法有：用调速交流电机、液力耦合器，改变皮带轮传动比，采用变频技术等。

c. 采用风机叶栅（动叶）变节距方法

这种风机叶栅调节方法，在一定转速条件下，可以全面调节风机的风量、能头和出口参数，并确保风机在调节范围内的高效率区域运行。其特点是：可调节范围宽、特性线变化平坦、风机流道损失较小；但缺点是机构复杂，同步可靠性要求高，因而初投资高，国内实际使用较少。

d. 改变风机入口导流叶片的角度调节，使气流

进入叶轮叶片前产生一种旋绕（正旋绕或负旋绕），改变气流入口方向，达到调节风机各特性参数（风量、风压和能量头）的目的。这种调节方法的能量损失、特性平稳性、调节范围等效果均优于管道阀门调节，但机构可靠性较差、结构较复杂、风机成本增高。

风机风量调节和负荷调节的上述 4 种方法中，仍以风机转速调节的运行经济性最好。其综合性指标的比较见表 3.1-21。

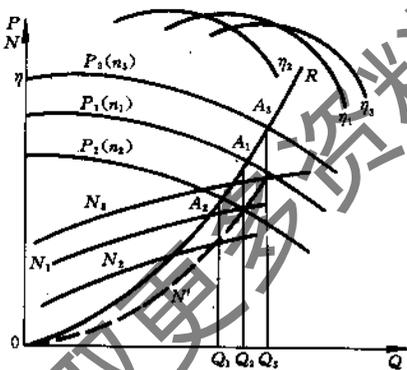


图 3.1-63 改变通风机转速的调节

风机不同变风量调节方式比较

表 3.1-21

比较项目 \ 调节方式	风机变频量的调节方式				
	管道阀门	人口导叶	变速电机	动叶自动可调	动叶手动可调
运行费用	D	C	A	A	B
调节范围	D	C	A	A	A
反应性	A	A	A	A	D
精确度	C	C	A	A	B
能 耗	D	C	A	B	B
结构简易性	A	B	C	D	D
维护保养	A	B	A	C	C
可靠性	A	A	A	B	B
噪声程度	D	C	A	B	B
设备费用	A	B	D	D	C
操作难易	B	B	A	A	C

注：按有利至不利顺序排列为 A、B、C、D。

风机风量与轴功率关系见图 3.1-64。

风机风量与功率消耗关系见图 3.1-65。

风机总效率与风量大小关系见图 3.1-66。

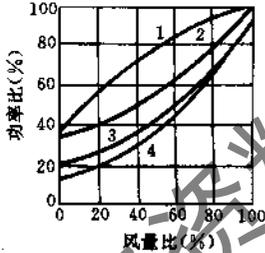


图 3.1-64 风机风量与轴功率关系

1—管道阀门；2—风机入口导叶；
3—动叶可调；4—变转速

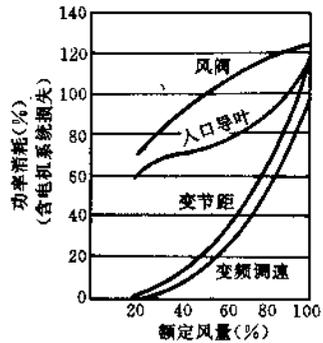


图 3.1-65 风机风量与功率消耗关系

8. 新风、回风的混合段

组合式空气调节机组中的新风、回风混合段用来连接新风进口和回风管道，使新风、回风在该段中均匀混合，其结构见图 3.1-67。

在新风口和回风口上装有调节阀，用来调节新风量、回风量的比例。调节阀有手动、电动或气动执行机构进行控制。调节阀宜采用对开式多叶调节阀，其构造见图 3.1-68。它由框架、导风叶片和传动机构等构成。叶片的边缘镶有橡皮条，阀门能全关或全开，且关闭时严密。橡皮条有利于消除开启时叶尖空气噪声。采用对开方式使空气流过阀时气流均匀，可以不改变方向。

9. 消声器（段）

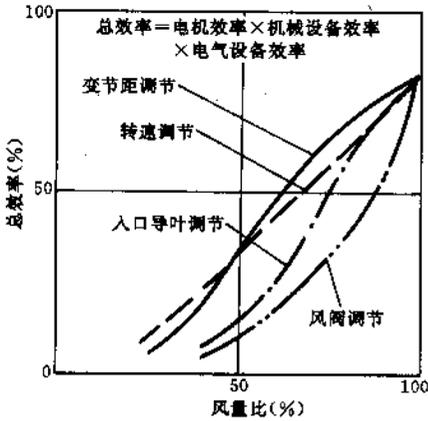


图 3.1-66 各种风量调节方式的总效率关系

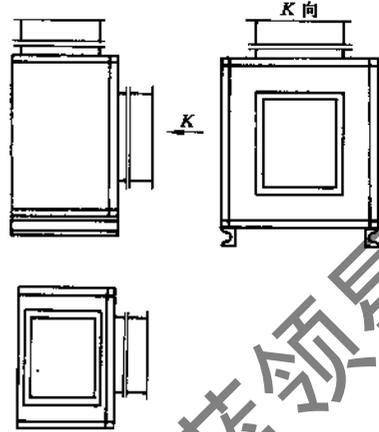


图 3.1-67 新风、回风段结构图

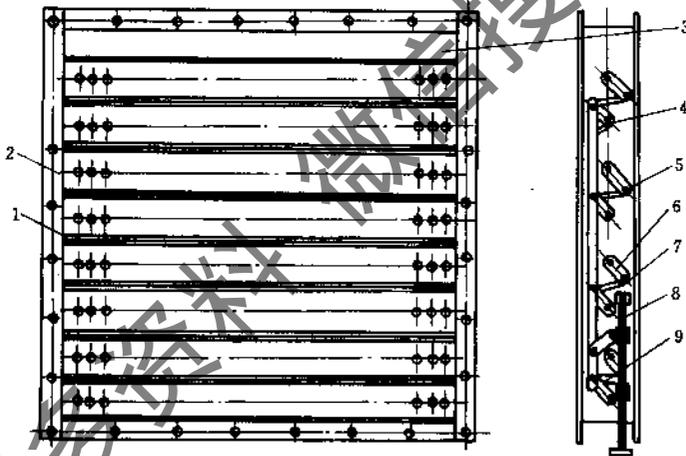


图 3.1-68 对开式多叶调节阀

- 1—导风叶片；2—风阀框架；3—挡板；4—开口销；5—连杆杆；6—传动杆；7—连杆轴；8—传动机构；9—拉杆

组合式空气调节机组的噪声源主要来自通风机。通风机的噪声产生原因有空气动力噪声、机械振动噪声以及两者相互作用所产生的混合噪声。此外，还有由于电动机的空气隙中交变力相互作用而产生的电磁噪声。

选型时宜采用低噪声型通风机，相对单风机系统而言，双风机系统噪声要小些。

据资料分析，通风机噪声频谱特性，基本上都处于1000Hz以下的中低频范围，且有明显的峰值出现，频率多在500Hz以下。

组合式空气调节机组的声功率级噪声值 [dB (A)] 应小于表 3.1-22 的规定。

组合式空气调节机组的噪声极限值 [dB (A)] 表 3.1-22

风量 (m ³ /h)	全压 (Pa)	带回风机机组	净化机组	新风机组	带喷淋的机组
<10000	400	68	73	65	70
10000~20000	600	78	80	75	77
25000~50000	800	85	90	85	85
60000~100000	1000	90	93	90	90
120000~160000	1200	95	98	95	95

通风机的总声功率级 L_w [dB (A)] 为

$$L_w = L_{wc} + 10\lg(QP^2) - 20 \quad (3.1-26)$$

式中 L_{wc} ——通风机的比声功率级, dB (A);

Q ——通风机的风量, m³/h;

P ——通风机的全压, Pa。

一般中低压离心式通风机的比声功率级值在最佳工况点时可取 24dB (A)。

国产几种离心式通风机的比声功率级值见表 3.1-23。

国产几种离心式通风机的比声功率级值 表 3.1-23

T4-72 型			4-79 型			4-72-11 型			4-62 型			4-68 型		
ϕ	L_{wc}	η	ϕ	L_{wc}	η	ϕ	L_{wc}	η	ϕ	L_{wc}	η	ϕ	L_{wc}	η
0.10	27	0.68	0.12	35	0.78	0.05	40	0.60	0.05	34	0.50	0.14	2	0.65
0.14	23	0.78	0.16	34	0.82	0.10	32	0.70	0.10	24	0.68	0.17	1	0.79
0.18	22	0.84	0.20	26	0.85	0.15	23	0.81	0.14	23	0.73	0.20	1	0.88
0.20	22	0.86	0.25	21	0.87	0.20	19	0.91	0.18	25	0.72	0.23	2	0.87
0.24	23	0.86	0.30	23	0.85	0.25	21	0.87	0.22	28	0.65	0.25	6	0.81
0.28	28	0.75	0.35	28	0.74	0.30	27	0.76	0.26	35	0.50	0.27	9	0.66

注: ϕ —流量系数; η —全压效率; L_{wc} —比 A 声功率级。

离心式与轴流式通风机的典型噪声频谱特性如图 3.1-69。

通风机各倍频带的声功率级 L_{wi} [dB (A)]:

$$L_{wi} = L_w + \Delta L_w \quad (3.1-27)$$

式中 ΔL_w ——通风机各倍频带的声功率级修正值, dB (A) 见表 3.1-24

通风机倍频带声功率级修正值 表 3.1-24

通风机类型	频率	倍频带中心频率 (Hz)							
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
离心式通风机 (叶片前弯)		-2	-7	-12	-17	-22	-27	-32	-37
离心式通风机 (叶片后弯)		-5	-6	-7	-12	-17	-22	-26	-33
轴流式通风机		-9	-8	-7	-7	-8	-10	-14	-18

注: T4-72 型为强后倾弯叶片式; 4-79 型为后倾弯叶片式;

4-72 型为后倾机翼叶片式; 4-62 型为后倾平板式。

中央空调系统中常用消声器介绍:

(1) 阻性消声器

使用特点:

- a. 对中高频噪声有较好的消声效果;
- b. 其消声性能主要决定于吸声材料的种类、吸声层厚度及密度、气流通道断面形状及大小、气流速度及消声器长度等因素;

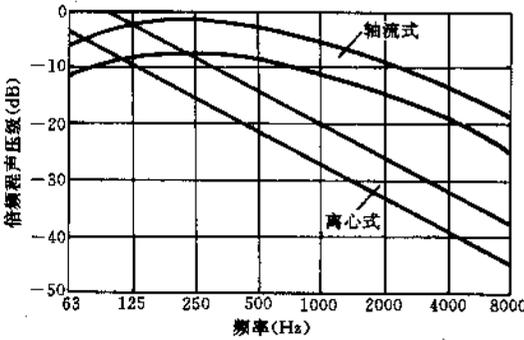


图 3.1-69 典型通风机噪声频谱特性

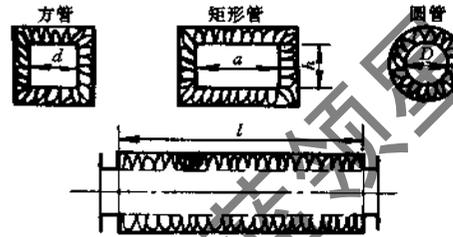


图 3.1-70 不同截面形状的阻性直管消声器

c. 其断面形状有矩形、方形、圆形、扁矩形等，见图 3.1-70。

矩形直管消声器的消声量 ΔL [dB (A)]:

$$\Delta L = 1.1\varphi(\alpha_0) \frac{P}{F} l \quad (3.1-28)$$

式中 $\varphi(\alpha_0)$ —— 与吸声材料的正入射吸声系数有关的消声系数 (查表 3.1-25);

P —— 消声器通道截面周长, m;

F —— 消声器通道截面积, m^2 ;

l —— 消声器的有效长度, m。

$\varphi(\alpha_0)$ 与 α_0 的关系表

表 3.1-25

正入射吸声系数 α_0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7~1.0
消声系数 $\varphi(\alpha_0)$	0.11	0.24	0.39	0.55	0.75	0.9	1.0~1.5

不同截面形状的阻性直管消声器的周长截面比 $\left(\frac{P}{F}\right)$ 见表 3.1-26 及图 3.1-70 所示。

不同管式消声器的周长截面比值表

表 3.1-26

消声器截面形状	特征长度	通道截面积 F	通道截面周长 P	周长截面比 P/F
圆管	直径 D	$\pi D^2/4$	πD	$4/D$
方管	边长 d	d^2	$4d$	$4/d$
矩形管	宽 a 高 h	ah	$2(a+h)$	$2(a+h)/ah$
扁矩形管	宽 a 高 h	ah	$\approx 2a$	$\approx 2/h$

圆管消声器的消声量 ΔL [dB (A)]:

$$\Delta L = 4.4\varphi(\alpha_0) \frac{l}{D} \quad (3.1-29)$$

式中 l ——消声器有效长度, m;

D ——消声器通道直径, m, 一般使 $D \leq 0.3\text{m}$ 。

片式消声器的消声量 ΔL [dB (A)]:

$$\Delta L = 2.2\varphi(\alpha_0) \frac{l}{h} \quad (3.1-30)$$

式中 h ——消声片的片间距, m; 一般取 $h=10\sim 20\text{cm}$, 消声片厚度取 $5\sim 10\text{cm}$ 。

小室式消声器的单室消声量 ΔL [dB (A)]: 见图 3.1-71。

$$\Delta L = -10 \lg F_D \left(\frac{\cos\theta}{2\pi d^2} + \frac{1}{R} \right) \quad (3.1-31)$$

式中 F_D ——小室开口截面积, m^2 ;

θ ——小室进出风口对角线与出风口截面法线之夹角;

d ——小室进出风口对角线距离, m;

R ——小室内的房间常数, m^2 ,

$$R = \frac{F\bar{\alpha}}{1-\bar{\alpha}};$$

式中 F ——房间内总表面积, m^2 ;

$\bar{\alpha}$ ——房间内平均吸声系数。



图 3.1-71 小室式消声器的基本形式

注: 小室内气流速度宜 $\leq 5\text{m/s}$

(2) 抗性消声器 (扩张式)

使用特点:

- 主要用于消除以低频、低中频噪声为主的设备声源, 通风机属低中频噪声源;
- 其消声性能主要取决于扩张比 m 和扩张室长度 l 。

扩张式抗性消声器有多种结构型式, 其示意图见图 3.1-72。

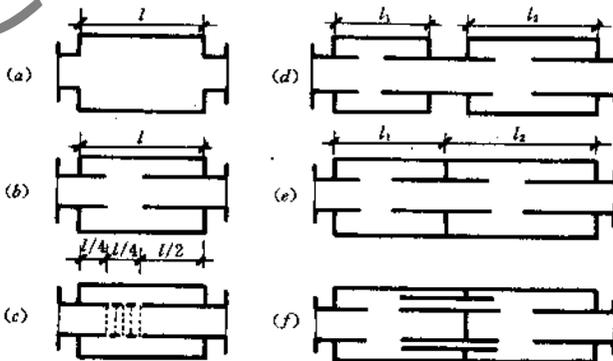


图 3.1-72 扩张式抗性消声器的几种

基本形式示意图

单室抗性消声器的消声量 ΔL [dB (A)] 由下式计算或由图 3.1-73 查得:

$$\Delta L = 10 \lg \left[1 + \frac{1}{4} \left(m - \frac{1}{m} \right)^2 \sin^2 kl \right] \quad (3.1-32)$$

式中 m ——扩张比, $m = \frac{F_2}{F_1}$ (常取 $m = 4 \sim 10$);

k ——波数, $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi f}{C}$;

l ——扩张室长度, m;

λ ——波长, m;

f ——频率, Hz.

当 $m \geq 5$ 时, 消声量 ΔL_{\max} [dB (A)] 近似为:

$$\Delta L_{\max} = 20 \lg m - 6 \quad (3.1-33)$$

3.1.3 组合式空气调节机组选用的注意事项

目前, 在各类综合性功能高层建筑中央空调系统中, 往往对所需温度、湿度、新风量、冷(热)负荷的空气气流组织, 采用分层或分区进行集中处理, 其优点是便于建筑物内的物业管理和使用中的节能。组合式空气调节机组的特点是以功能段为组合单元, 用户可根据空气调节和空气处理的需要, 任选所需各段进行自由排列组合, 有极大的自由度和灵活性。

考虑到运行和检修方便、气流均匀等因素, 应适当设置中间段。

选型时必须注意到以下几点:

1. 向制造厂家提供组合式空气调节机组所需功能段的组合示意图。示意图上应注明所选机组型号、规格、段号、功能段长度、排列先后次序及左右式方位等基本要求。

2. 组合式空气调节机组的操作面规定为:

- (1) 送、回风机有传动皮带的一侧;
- (2) 袋式过滤器能装卸过滤袋的一侧;
- (3) 自动卷绕式过滤器设有控制箱的一侧;
- (4) 冷(热)媒进、出口的一侧, 有排水管一侧;
- (5) 喷水室(段)喷水管接水管的一侧。

当人面对机组操作面时, 气流向右吹为右式, 反之则为左式, 选型订货时需说明所需机组的左、右式。

3. 选用表冷器、加热器和消声器前, 必须设置过滤器(段), 以保护换热器和消声器表面清洁度, 防止堵塞孔、缝, 并应设置中间段。

4. 喷水段、表冷段等, 除已有排水管接至空调机组之外, 还应考虑排水的水封装置。

5. 选用喷水室段时, 应说明几级几排。

6. 选用表冷器、加热器(段)时, 应注明型式和排数, 使用的冷(热)媒性质、温度和压力等。机组用蒸汽供热时, 空气温升不小于 20°C ; 以热水加热时, 空气温升不小于 15°C 。

7. 选用干蒸汽加湿器要说明加湿量、供汽压力和控制方法(手动、电动或气动)。

8. 选用风机段要说明风机的型号、规格、安装形式、出风口位置, 风机段前应设置中

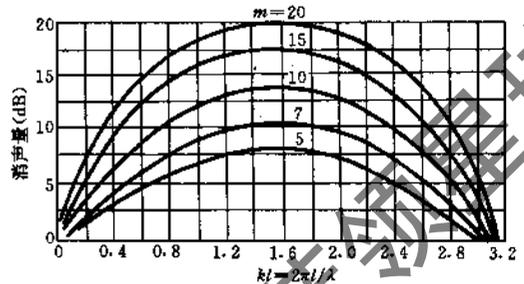


图 3.1-73 抗性消声器的消声量与扩张比及长度的关系

间段, 保证气流均匀。新风机组的空气焓降应不小于 34kJ/kg 。

9. 注明各风口接口的位置、方向和尺寸, 送、回风阀的型式、规格, 采用的控制方式(手动、电动或气动)。风机出口应有柔性短管, 风机底座应有减振装置。

10. 需要留出的观察孔及仪表安装孔位置和个数, 风机供电的引线位置走向。

11. 机组的基础应高于室内地平面, 基础四周应设有排水沟或地漏, 以便排除冷凝水和放空设备底部存水。

12. 机组四周或机组与机组(多台时)布置时应留出足够的操作和检修空间。

13. 考虑机组防腐性能, 箱体材料宜选用镀锌钢板、玻璃钢或特殊铝合金。对于黑色金属制作的构件表面应作过防腐处理; 对于玻璃钢箱体应采用氧指数不小于 30 的阻燃树脂制作。

14. 机组漏风率标准:

(1) 机组内静压保持 700Pa 时, 机组漏风率不大于 3%;

(2) 净化空调系统的机组内静压保持 1000Pa 、洁净度低于 1000 级时, 机组漏风率不大于 2%; 洁净度高于或等于 1000 级时, 机组漏风率不大于 1%。

3.1.4 组合式空气调节机组生产厂家及产品选型资料

1. 组合式空气调节机组部分生产厂家名录 (见表 3.1-27)

组合式空气调节机组部分生产厂家名录

表 3.1-27

序号	生产厂家(公司)名称	组合式空调机组 产品型号	组合式空调机组 主要规格	生产厂家(公司) 地址
1)	无锡申达空调设备有限公司	ZKS-1 ~ ZKS-12 系列共 13 个品种	额定风量: $10^4 \sim 12 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$; 表冷段额定冷量: $58 \sim 1240\text{kW}$; 加热段额定热量: $82 \sim 1524\text{kW}$	江苏省无锡市西漳锡澄南路 208 号
2)	广东省吉莱空调设备有限公司	ZK06 ~ ZK160 系 列共 16 个品种	额定风量: $(0.6 \sim 16) \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$; 表冷段额定冷量: $29.5 \sim 1290\text{kW}$; 加热段额定热量: $60 \sim 2263\text{kW}$ (热水); $75 \sim 2800\text{kW}$ (蒸汽)	广东省揭阳市榕城区
3)	重庆通用工业(集团)有限责任公司	ZK10 ~ ZK160 系 列共 12 个品种	额定风量: $(1 \sim 16) \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$; 表冷段额定冷量: $63.2 \sim 1413\text{kW}$; 加热段额定热量: $50.7 \sim 1441\text{kW}$ (热水); $76 \sim 1155\text{kW}$ (蒸汽)	重庆市江北区玉带山 1 号

续表

序号	生产厂家(公司)名称	组合式空调机组 产品型号	组合式空调机组 主要规格	生产厂家(公司) 地址
4)	北京青云航空仪表公司	ZK03~ZK80 系列 共 16 个品种	额定风量: 3000~8×10 ⁴ m ³ /h 额定冷量: 25.54~722.3kW 额定热量: 23.31~693.3kW	北京市北三环西路 43 号
5)	北京同力制冷设备公司	ZK3~ZK60 系列 共 15 个品种	额定风量: 300~6×10 ⁴ m ³ /h 额定冷量: 20.93~418.6kW 额定热量: 20.93~418.6kW	北京市朝阳区立水桥甲 8 号
6)	山东高密发达冷冻机空调器总厂	ZK1~ZK8 系列 共 8 个品种	额定风量: 6000~6×10 ⁴ m ³ /h 额定冷量: 35~350kW 额定热量: 41.9~419.7kW	山东省高密市平月路科技园内
7)	福建扬帆集团	AH03~AH90 系列 共 20 个品种	额定风量: 1800~5.4×10 ⁴ m ³ /h 额定冷量: 9.5~847.7kW 额定热量: 13.8~508.6kW	福州市晋安区鼓山福兴投资区
		GK03~GK60 系列 共 21 个品种	额定风量: 2000~6×10 ⁴ m ³ /h 额定冷量: 11.2~847.7kW 额定热量: 15.3~565.1kW	

2. 部分生产厂家的组合式空气调节机组产品选型资料介绍

无锡申达空调设备有限公司

ZKS 系列, 额定风量 10⁴~12×10⁴m³/h。

ZKS 系列产品选型资料目录表(无锡申达)

表 3.1-28

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号	本书页次
组合式空气 调节机组	ZKS 系列	a)	机组技术性能表	表 3.1-29	
		b)	表冷段技术性能表	表 3.1-30	
		c)	蒸汽加热段技术性能表	表 3.1-31	
		d)	各功能段组合示意图	图 3.1-74	
		e)	表冷段外形尺寸图	图 3.1-75	

续表

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号	本书页次
组合式空气 调节机组	ZKS 系列	f)	蒸汽加热段外形尺寸图	图 3.1-76	
		g)	风机装箱段外形尺寸图	图 3.1-77	
		h)	新、回风混合段外形尺寸图	图 3.1-78	
		i)	初中效过滤段外形尺寸图	图 3.1-79	
		j)	中间、二次回风等段外形尺寸图	图 3.1-80	
		k)	一级二排对喷淋水段外形尺寸图	图 3.1-81	
		l)	干蒸汽加湿段外形尺寸图	图 3.1-82	
		m)	均流段外形尺寸图	图 3.1-83	

ZKS 系列组合式空气调节机组技术性能表

表 3.1-29

型号 ZKS	额定风量 (万 m ³ /h)	外壁 B (mm)	外壁 H (mm)	表冷器迎面 风速 (m/S)	选用风量 范围 (万 m ³ /h)	机组功率 参考范围 (kW)	额定冷量 (kW)			额定热量 (热水加热) (kW)		
							4排	6排	8排	4排	6排	8排
-1	1	1280	1430	2.5~3.0	0.8~1.2	3~5.5	50	69	94	70	97	108
-1.5	1.5	1560	1550	2.5~3.0	1.3~1.8	7.5~11	74	104	134	105	145	163
-2	2	1660	1750	2.5~3.0	1.7~2.4	7.5~11	99	139	187	140	194	216
-2.5	2.5	1800	1900	2.5~3.0	2.2~3.0	11~15	123	173	227	175	242	270
-3	3	1950	2000	2.5~3.0	2.5~3.6	11~12	148	207	267	210	290	324
-3.5	3.5	2250	2200	2.5~3.0	3.0~4.2	11~22	173	242	320	244	340	380
-4	4	2250	2200	2.5~3.2	3.5~4.8	15~37	195	276	355	279	388	432
-4.5	4.5	2800	2400	2.5~3.2	3.9~5.4	15~30	222	311	414	314	436	486
-5	5	2800	2400	2.5~3.2	4.4~6.0	22~37	246	346	446	348	485	540
-6	6	3200	2500	2.8~3.5	5.3~7.2	30~45	297	415	533	519	573	647
-8	8	3400	2700	2.8~3.5	7.0~9.0	30~55	380	537	695	444	736	863
-10	10	3600	3000	2.8~3.5	9.0~11.5	55~75	474	671	867	662	918	1080
-12	12	4000	3400	2.8~3.5	10.7~13.7	75~90	563	806	1054	824	1088	1300

注：上表中风速是指额定风量下的风速。额定热量和额定冷量是指在额定风速下，空气和冷热水参数在一定情况下（夏季：冷媒水进、出口温度 7℃~12℃，进风干球温度 27℃，湿球温度 19.5℃，析湿系数 $\xi \approx 1.8$ ，冬季：进风干球温度 20℃，热水供回水温度 60℃~50℃）。

ZKS 系列组合式空气调节机组表冷段技术性能表

表 3.1-30

ZKS	额定风量 (m ³ /h)	表冷器 并联 (台)	排数	总冷却 面积 (m ²)	表冷器湿 冷却空气 阻力 (Pa)	挡水 板阻 力 (Pa)	冷媒 水量 (t/h)	冷凝 水管 (DN)	进出 水管 接头 (DN)	段参考 总重 kg	表冷器中 水阻力 kPa	额定 冷量 kW	额定 热量 kW
1	10000	1	4	85.4	135	60	10	25	50	640	28	58	82
			6	128.1	176		14	40	50	670	17	81	114
			8	170.8	212		18	40	70	700	20	110	127

续表

ZKS	额定风量 (m ³ /h)	表冷器 并联 (台)	排数	总冷却 面积 (m ²)	表冷器湿 冷却空气 阻力 (Pa)	挡水 板阻力 (Pa)	冷煤 水量 (t/h)	冷凝 水管 (DN)	进出 水管 接头 (DN)	段参考 总重 kg	表冷器中 水阻力 kPa	额定 冷量 kW	额定 热量 kW
1.5	15000	1	4	125.6	135	60	15	25	50	750	35	87	123
			6	188.4	176		21	40	50	800	20	122	171
			8	251.2	212		27	40	70	850	40	157	191
2	20000	1	4	170.8	135	60	20	40	50	850	45	116	164
			6	256.2	176		28	40	50	910	25	163	228
			8	341.6	212		36	40	70	970	40	220	254
2.5	25000	1	4	212.0	135	60	25	40	50	920	14	145	206
			6	319.0	176		35	40	50	980	38	203	286
			8	424.0	212		45	40	70	1050	14	267	318
3	30000	1	4	256.2	135	60	30	40	50	1070	17	174	246
			6	384.3	176		42	40	70	1150	34	244	342
			8	512.4	212		54	40	70	1230	16	314	381
3.5	35000	2	4	296.4	135	60	35	40	50	1160	10	203	287
			6	444.6	176		48	50	70	1250	19	285	399
			8	592.8	212		65	50	70	1340	10	377	445
4	40000	2	4	341.6	135	60	40	40	70	1250	22	230	328
			6	512.4	176		56	50	70	1360	46	325	456
			8	683.2	212		72	50	80	1470	18	418	508
4.5	45000	2	4	381.6	135	60	45	40	70	1350	20	261	369
			6	572.7	176		63	50	80	1450	18	366	513
			8	763.6	212		84	50	80	1550	25	487	572
5	50000	2	4	422.0	135	60	50	40	70	1470	30	290	410
			6	633.0	176		70	50	80	1590	18	407	570
			8	844.0	212		90	50	80	1710	25	524	635
6	60000	3	4	512.4	135	60	60	40	70	2090	12	350	611
			6	768.6	176		84	50	70	2250	25	488	674
			8	1024.8	212		108	50	80	2410	40	627	762
8	80000	3	4	610.0	160	80	76.8	40	70	2380	13	446	523
			6	915.0	210		108.4	50	70	2570	38	632	866
			8	1220.0	260		140.8	50	80	2760	13	818	1016
10	100000	4	4	753.6	160	80	96	50	70	2860	13	558	779
			6	1130.4	210		133.6	50	70	3070	30	790	1080
			8	1507.2	260		176.6	50	80	3280	13	1020	1270
12	120000	4	4	915.0	160	80	96	50	70	3500	17	662	969
			6	1372.5	210		163.2	50	80	3800	39	948	1280
			8	1830.4	155		301.2	50	80	4100	17	1240	1524

注：计算条件为：冷煤水进、回温度7℃~12℃，进风干球温度27℃，湿球温度19.5℃；表冷器作加热器用时，热水进回水温度60~50℃，进风温度20℃。

ZKS 系列组合式空气调节机组蒸汽加热段技术性能表 表 3.1-31

型 号		-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5	-6	-8	-10	-12
额定风量 (m ³ /h)		10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	60000	80000	100000	120000
总加热 面积 (m ²)	1 排	13.7	20.6	27.4	34.3	41.2	48.0	54.8	61.7	68.6	82.4	109.6	137.2	164.8
	2 排	27.4	41.2	54.8	68.6	82.4	96.0	109.6	123.4	137.2	164.8	219.2	274.4	329.6
空气 阻力 (Pa)	1 排	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	2 排	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	70	70	70
进出 管径 (DN)	1 排	40	40	50	50	50	50	50	70	70	70	70	70	70
	2 排	40	40	50	70	70	70	70	80	80	80	80	80	80
蒸汽 量 (t/h)	1 排	0.086	0.139	0.172	0.215	0.258	0.301	0.344	0.387	0.430	0.516	0.653	0.86	0.978
	2 排	0.159	0.238	0.318	0.397	0.477	0.556	0.636	0.715	0.795	0.954	1.21	1.52	1.82
额定 热量 (kW)	1 排	54	81	108	135	162	189	216	243	270	324	410	513	615
	2 排	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	760	950	1140

注：1. 此表以进风为 20℃，加热器入口处蒸汽相对压力（表压）为 0.15MPa 时的数据，当 1 排时加热器出口温度为 ~38℃；

当 2 排时加热器出口温度为 ~50℃，本加热器蒸汽压力可至 0.4MPa，但要控制加热器出口温度 > 50℃。

2. 本换热器按 GL1 计算，也可采用其它换热器。

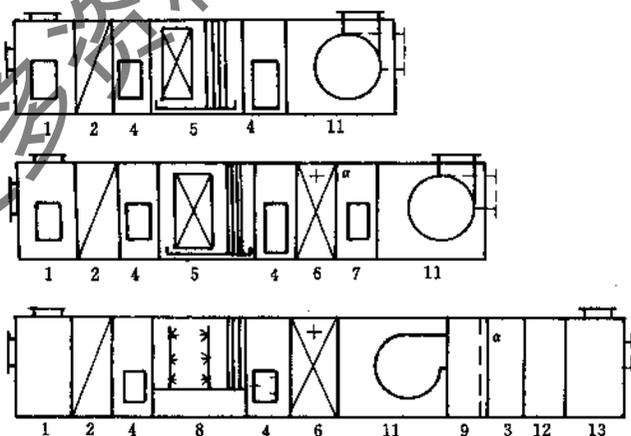


图 3.1-74 ZKS 系列组合式空气调节机组各功能段组合示意图

- 1—混合段；2—初效过滤段；3—中效过滤段；4—中间段；5—表冷、挡水段；6—蒸汽加热段；7—蒸汽加湿段；8—喷淋段；9—均流段；10—二次回风段；11—风机装箱段；12—消声段；13—风机接管段

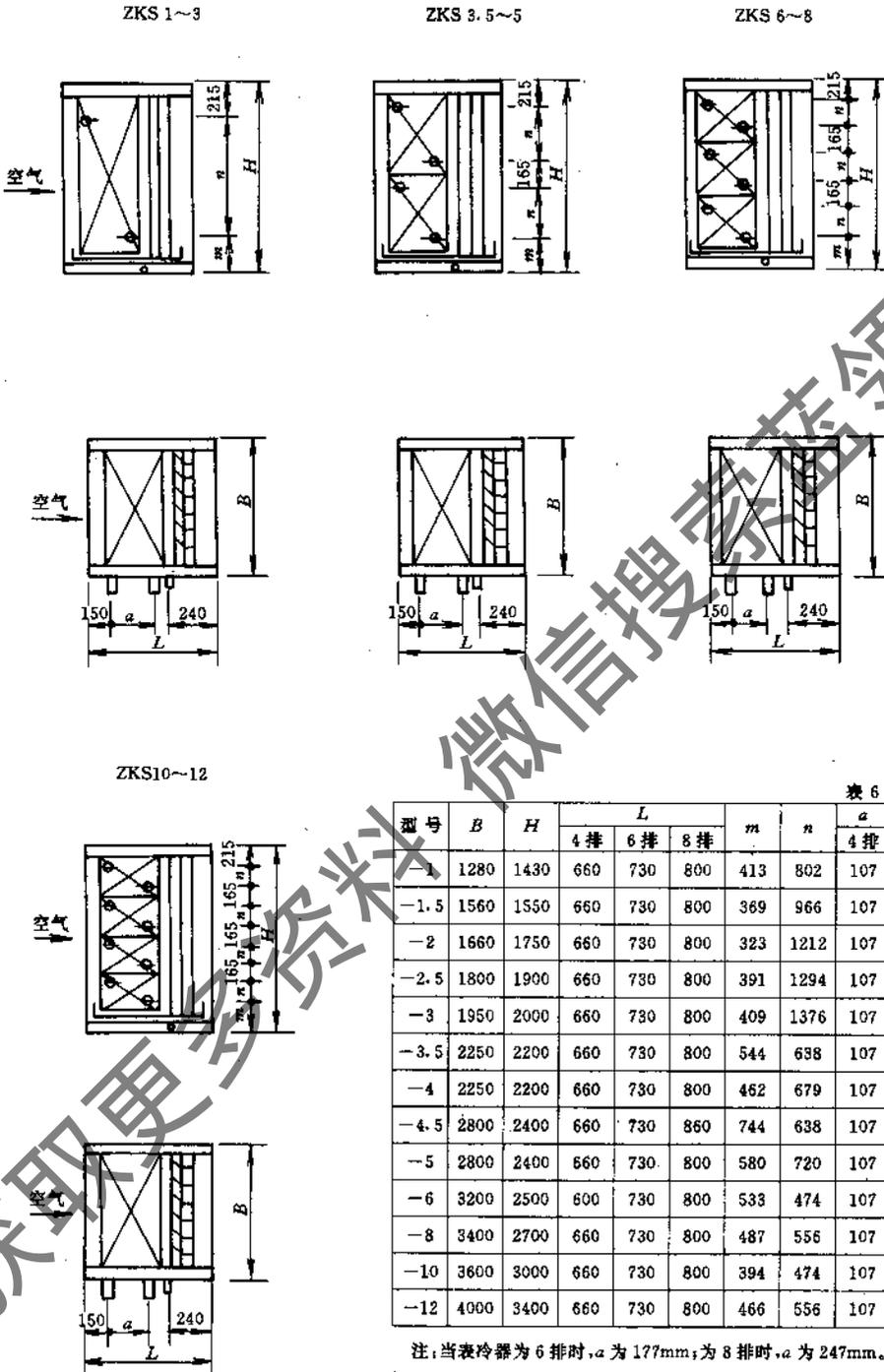


图 3.1-75 ZKS 系列组合式空气调节机组表冷段外形尺寸图

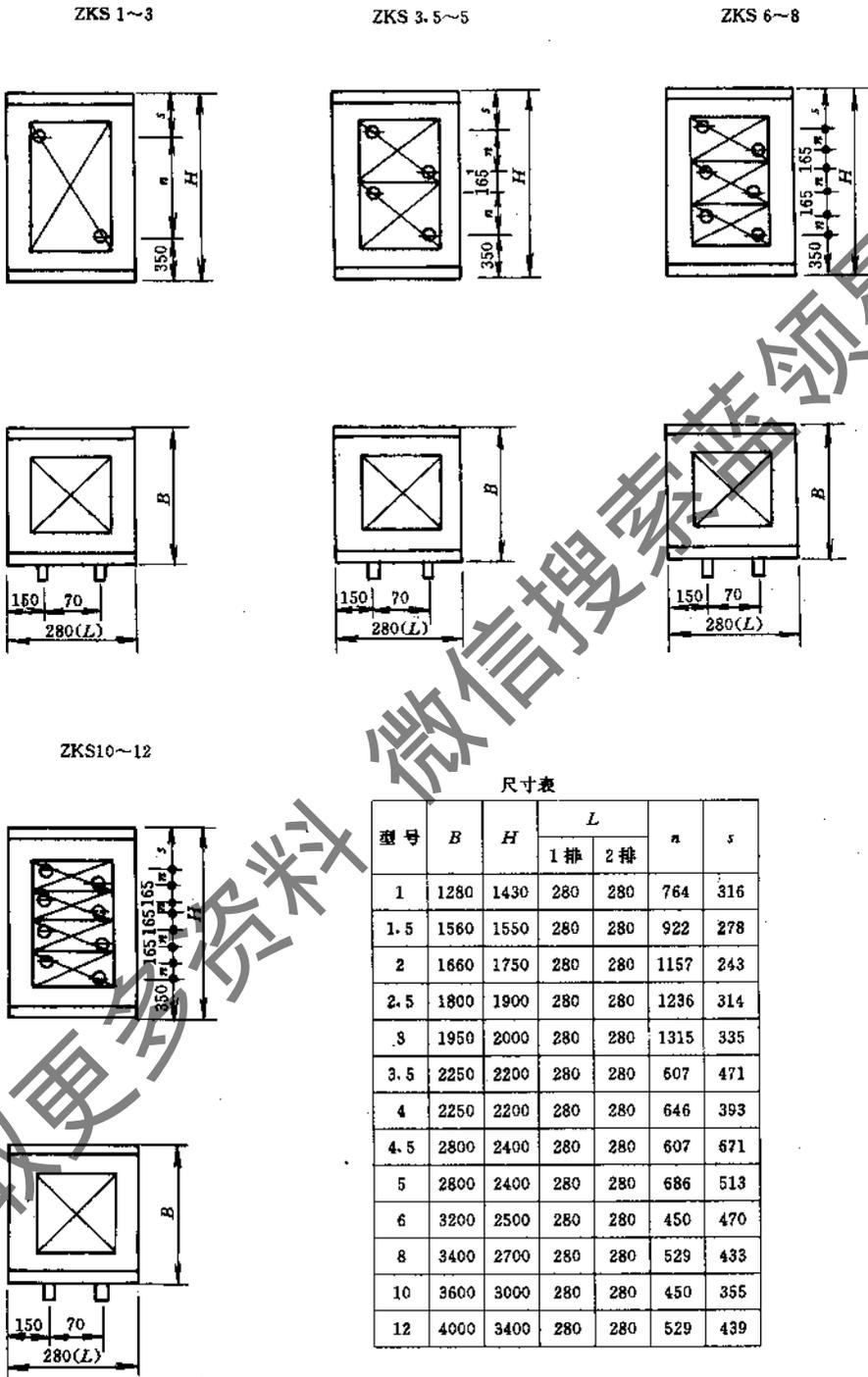
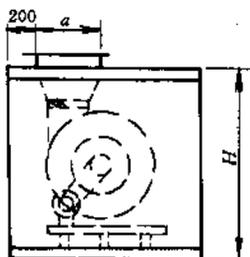
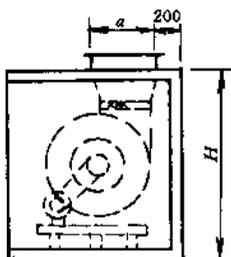
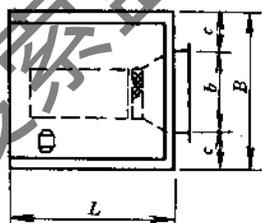
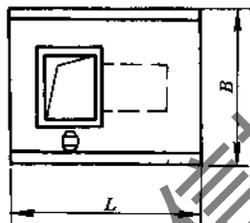
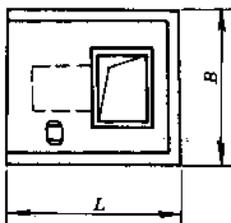
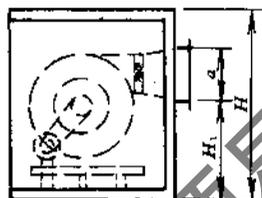


图 3.1-76 ZKS 系列组合式空气调节机组蒸汽加热段外形尺寸图

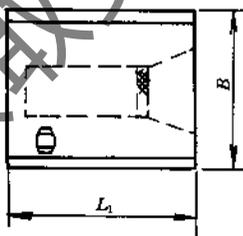
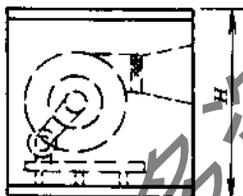
ZKS 机组风机装箱段(末端上出口式)



ZKS 机组风机装箱段
(末端水平出口式)



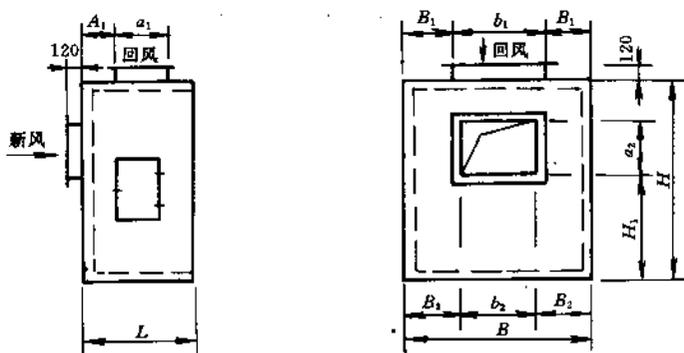
ZKS 机组风机装箱段
(中间式)



尺寸表

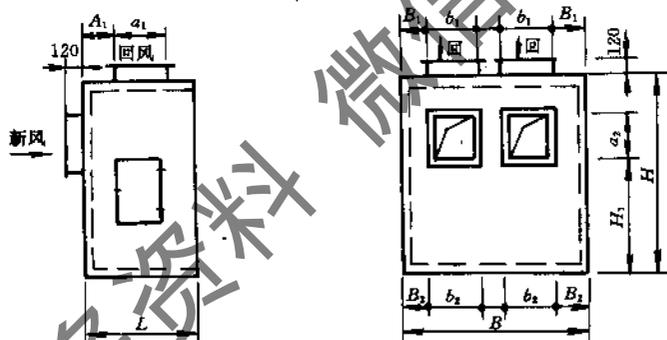
型号	B(mm)	H(mm)	L(mm)	L ₁ (mm)	a(mm)	b(mm)	c(mm)
-1	1280	1430	2000	2300	630	630	325
-1.5	1560	1550	2050	2300	630	630	465
-2	1660	1750	2200	2400	800	800	430
-2.5	1800	1900	2450	2600	800	800	500
-3	1950	2000	2800	2800	1000	1000	475
-3.5	2250	2200	3000	3000	1000	1000	625
-4	2250	2200	3000	3000	1000	1000	625
-4.5	2800	2400	3200	3100	1250	1250	775
-5	2800	2400	3200	3100	1250	1250	775
-6	3200	2500	3800	3700	1250	1250	975
-8	3400	2700	3800	3700	1500	1500	950
-10	3600	3000	4200	3900	1500	1500	1050
-12	4000	3400	4200	3900	1600	1600	1200

图 3.1-77 ZKS 系列组合式空气调节机组风机装箱段外形尺寸图



尺寸表 单位: mm

型号 ZKS	B	H	L	回风口		新风口		A ₁	B ₁	B ₂	H ₁
				a ₁	b ₁	a ₂	b ₂				
-1	1280	1430	680	500	500	320	400	90	390	440	730
-1.5	1560	1550	680	500	800	320	630	90	380	465	980
-2	1660	1750	680	500	1250	320	800	90	205	430	1200
-2.5	1800	1900	680	500	1250	320	1000	90	275	400	1280
-3	1950	2000	810	630	1250	400	1000	90	350	475	1350



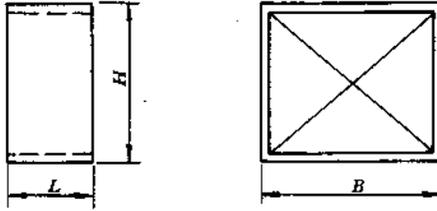
尺寸表

单位: mm

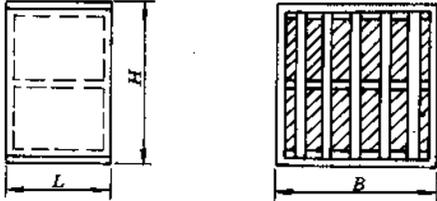
型号 ZKS	B	H	L	回风口		新风口		A ₁	B ₁	B ₂	H ₁
				a ₁	b ₁	a ₂	b ₂				
-3.5	2250	2200	810	630	630	400	500	90	380	450	1400
-4	2250	2200	810	630	800	400	630	90	200	300	1550
4.5	2800	2400	810	630	1000	500	630	90	200	570	1650
-5	2800	2400	810	630	1000	500	630	90	200	570	1650
-6	3200	2500	810	630	1250	500	800	90	150	600	1700
-8	3400	2700	980	800	1250	630	800	90	250	700	1800
-10	3600	3000	1180	1000	1250	630	1000	90	350	600	1900
-12	4000	3400	1200	1000	1600	800	1000	100	200	700	2000

图 3.1-78 ZKS 系列组合式空气调节机组新、回风混合段外形尺寸图

ZKS 机组初中效过滤段



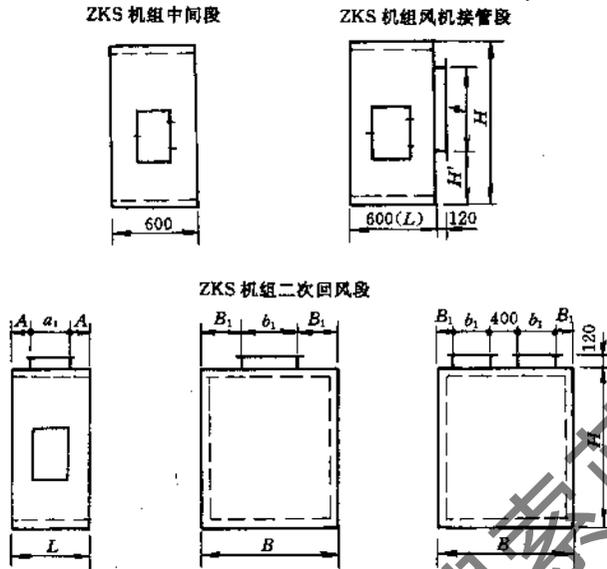
ZKS 机组消声段



尺寸和特性表

型号 ZKS		-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5	-6	-8	-10	-12
B (mm)		1280	1560	1660	1800	1950	2250	2250	2800	2800	3200	3400	3600	4000
H (mm)		1430	1550	1750	1900	2000	2200	2200	2400	2400	2500	2700	3000	3400
初效板式过滤器段	L (mm)	320												
	初阻力	$V_f = 2.5\text{m/s}$ 时 $\sim 30\text{Pa}$												
	终阻力	$\sim 100\text{Pa}$												
	大气计尘率	$> 35\%$												
参考段重 (kg)		112	134	163	180	197	221	245	290	313	380	403	490	607
中效袋式过滤器段	L	600												
	初阻力	$V_f = 2.5\text{m/s}$ 时 $\sim 50\text{Pa}$												
	终阻力	$\sim 150\text{Pa}$												
	大气计尘率	$> 50\%$												
参考段重 (kg)		116	138	169	190	208	234	255	291	326	395	425	520	640
消声段	L (mm)	1000												
	阻力	$30 \sim 50\text{Pa}$												
	消音	$10 \sim 12\text{dB (A)}$												
	参考段重 (kg)		160	200	270	313	360	432	500	587	635	770	1080	1440

图 3.1-79 ZKS 系列组合式空气调节机组初中效过滤段和消声段外形尺寸图

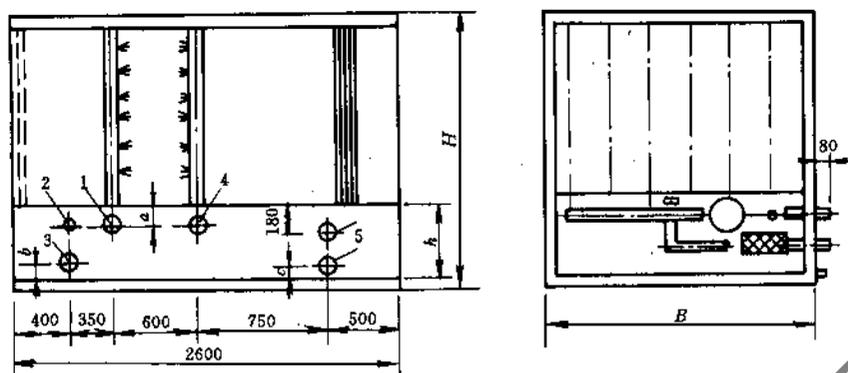


尺寸表

型号 ZKS		-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5	-6	-8	-10	12
B (mm)		1280	1560	1660	1800	1950	2250	2250	2800	2800	3200	3400	3600	4000
H (mm)		1430	1550	1750	1900	2000	2200	2200	2400	2400	2500	2700	3000	3400
二次回风段	a_1 (mm)	320	320	320	320	400	400	400	400	400	500	500	630	630
	b_1 (mm)	400	630	800	800	1000	1000	1250	1250	1250	1000	1000	1250	1250
	A	140	140	140	140	100	100	100	100	100	100	100	85	85
	B_1	440	465	430	500	475	625	500	775	775	400	500	350	550
	L	600	600	600	600	600	600	600	600	600	700	700	800	800
	段重 (kg)	79	94	102	113	122	130	138	143	152	166	190	210	252
中间段	段重 (kg)	66	79	87	96	102	109	115	121	128	139	159	175	190
风机接管段	Φ (mm)	630	630	800	800	1000	1000	1000	1250	1250	1250	1500	1500	1600
	H' (mm)	400	520	550	550	550	700	700	750	750	800	800	900	1000
	L (mm)	(680)	(680)	(680)	(680)	(810)	(810)	(810)	(810)	(810)	(810)	980	(1180)	(1200)
	段重 (kg)	72	87	96	104	112	119	126	133	140	153	175	193	209

注：括号内数字为顶出风和侧出风长度，600mm为端出风长度。侧送、顶送孔大小由设计者定。

图 3.1-80 ZKS 系列组合式空气调节机组中间段、风机接管段、二次回风段外形尺寸图

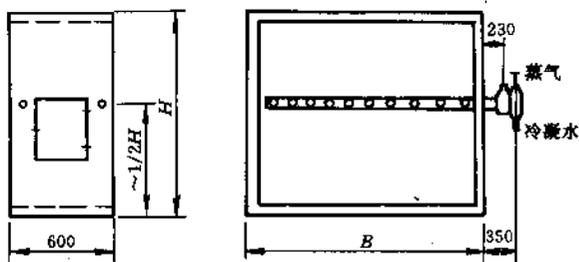


尺寸表

型号 ZKS	-1	-1.5	-2	-2.5	-3	-3.5	-4	-4.5	-5	-6	-8	-10	-12
外壁宽 B (mm)	1280	1560	1660	1800	1950	2250	2250	2800	2800	3200	3400	3600	4000
外壁高 H (mm)	1430	1550	1750	1900	2000	2200	2200	2400	2400	2500	2700	3000	3400
水箱高 h (mm)	400	400	500	500	500	500	500	500	600	600	600	600	600
1. 喷淋进水管 (DN)	40	50	50	50	70	70	70	70	80	80	80	100	100
2. 补给水管 (DN)	15	20	25	25	25	25	32	32	32	32	40	40	50
3. 吸水管 (DN)	70	70	80	80	80	80	100	100	100	100	125	150	150
4. 溢水管 (冷水循环) (DN)	40	50	70	70	70	70	80	80	80	80	100	100	100
溢流管 (冷水直放) (DN)	100	100	125	125	125	125	150	150	150	150	200	200	250
5. 放水管 (DN)	40	40	50	50	50	50	70	70	70	70	80	80	80
a. (mm)	40	50	50	50	70	70	70	70	70	80	80	100	100
b. (mm)	120	120	120	120	120	120	150	150	150	150	150	150	150
c. (mm)	20	20	25	25	25	25	40	40	40	40	40	40	40
二排喷嘴总数 (只)	20	34	42	54	66	74	80	90	102	120	150	204	234
二排总喷水量 (t/h)	10	17	21	27	33	36	40	46	51	60	75	102	117
包括水在内的参考总重 (kg)	2600	2700	3250	3620	4000	4270	4540	4960	5390	6250	7000	7700	8300

注：此喷水量水压在 0.1MPa 时，PY-1 喷嘴直径为 $\Phi 8\text{mm}$ ，喷嘴密度为 10~12 只/米 2 排时的数据。

图 3.1-81 ZKS 系列组合式空气调节机组一级二排对喷淋水段外形尺寸图



注: 根据要求, 可安装
1~2 只加湿器, 型
号和喷嘴直径由设
计人员按表计算选
择。要留有保险系
数。

干蒸汽加湿器加湿量表 (kg/h)

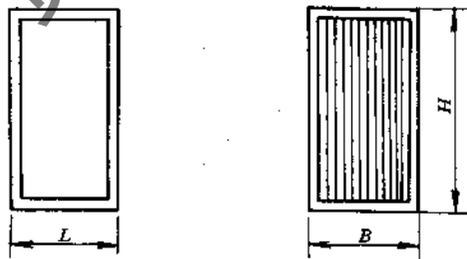
型号 喷嘴直径φ	SZS QZS-1 DZS		SZS QZS-2 DZS			SZS QZS-3 DZS		SZS QZS-4 DZS		SZS QZS-5 DZS		
	4	6	8	9	10.5	9	12	9	14	16	18	22
供给蒸汽 压力 (MP)												
0.02	3	6	8	15	25	42	50	95	98	120	160	180
0.1	5	9	23	27	35	58	94	186	165	250	258	262
0.2	9	12	35	42	80	75	130	200	266	380	390	430
0.3	13	16	41	57	115	125	210	242	320	424	440	460
0.4	18	20	50	97	150	250	300	320	420	580	620	650

加湿器蒸汽和冷凝水接管直径表

	SZS QZS-1 DZS	SZS QZS-1 DZS	SZS QZS-2 DZS	SZS QZS-3 DZS	SZS QZS-3 DZS	SZS QZS-3 DZS
蒸汽管直径 (DN)	15	20	25	32	50	
凝水管直径 (DN)	15	20	20	25	40	

- 注: 1. SZS—手动 QZS—气动 DZS—电动
 2. 设计人员无特殊表明时, 本设备一般采用手动。
 3. 有关电动和气动条件, 干蒸汽加湿器安装要求等见产品厂家样本。
 4. 建议使用蒸汽压力不超过 2kg/cm², 汽源超过压力时, 可装减压阀。
 5. 必要时, 也可采用高压喷雾加湿或超声波加湿。

图 3.1-82 ZKS 系列组合式空气调节机组干蒸汽加湿段外形尺寸图



尺寸表

单位 mm

代号	型号	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	8	10	12
B		1280	1560	1660	1800	1950	2250	2250	2800	2800	3200	3400	3600	4000
H		1430	1550	1750	1900	2000	2200	2200	2400	2400	2500	2700	3000	3400
L		600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600

图 3.1-83 ZKS 系列组合式空气调节机组均流段外形尺寸图

3.2 风机盘管机组的使用特点和选用

3.2.1 风机盘管空调系统特点

风机盘管空调系统与诱导式(器)空调系统在中央空调系统中分类同属半集中式空调系统,并均作为该系统的末端装置,分设在各个空调房间之中。

在前面1.2节中,已阐述过各类空调系统使用的指标、特点比较以及风机盘管空调系统冷媒水系统组成。风机盘管空调系统以其布置灵活、调节方便、节约回风管道、工作压力较低和标准化程度高的突出优点,目前已广泛用于宾馆、写字楼、商厦、公寓、医院等高层多室的中央空调系统中。

1. 风机盘管空调系统与诱导式(器)空调系统的特点比较(见表3.2-1)

风机盘管空调系统与诱导式(器)空调系统的特点比较 表 3.2-1

系统项目	风机盘管空调系统	诱导式(器)空调系统
系统热交换介质	“全水”空调系统或“空气—水”空调系统(配新风系统时)	“空气—水”空调系统或“全空气”空调系统(不带热交换器时)
新风(一次风)来源	1) 门、窗缝隙自然渗入 2) 穿墙孔洞吸入 3) 独立新风系统供给	集中供给处理过的新风
新风(一次风)输送方式	1) 直接送入房间 2) 通过风机盘管预冷(热)后送入房间	通过诱导器预冷(热)后与一次风混合送入房间
室内回风(二次风)输送方式	自带风机吸入室内空气工作压力:	靠自带喷嘴喷射一次风诱导吸入室内空气 工作压力:100~500Pa
系统动力源	自带风机	一次风的诱导动力
新风(一次风)量	取决于室内人数和卫生标准,由于是风机带动的独立室内空气循环系统,因而比较诱导器节约新风量	除卫生标准外,还取决于诱导二次风的“动力”大小,否则室内空气循环量不足。因而要求新风量较大
外形尺寸	相同负荷条件下,外形尺寸比较小,因 1) 盘管3~4排,空气温差较大,相同负荷下风量等级可较小 2) 空气流动靠风机,易克服盘管阻力,故面速可取大至1~1.5m/s,因而传热系数大(水的初温可降得较低),减少盘管尺寸	相同负荷条件下,外形尺寸比较大,因 1) 盘管1~2排,靠一次风诱导力,面风速仅0.6~0.8m/s,换热效果较差 2) 为减少喷嘴阻力和噪声,必须使静压箱保持一定尺寸
过滤器	因采用风机动力,可采用效率较高的过滤器	只能用粗孔网状过滤器,过滤器受阻后气流的诱导作用下降
转动部件	采用密闭型无油润滑式风机电机,事故率较低	无回转部件,但若用旁通风门控制时,也有执行机构电机的故障问题
设置方式	立式、卧式选用灵活	因与一次风风管布置有关,卧式、立式选用受到一定限制
控制性能	1) 风机电机三速变档,可挡制水量,故调节冷(热)量容易 2) 风机随时起停,新风系统独立调节	有旁通风门和水量控制二种调节,旁通风门不及电机变速方便。一次风不能随意停止
噪声水平	取决于制造质量。但能多档变速,噪声水平有可选择性;噪声频率主要是低频(风机)	取决于设备优劣,无可选择性 噪声频率较高(喷嘴出声)
运转费用	新风系统有电,但风机电机耗电,由于调节灵活,经常费用较低	系统动力消耗大
其他	风道材料耗量大,因新风机压头小,消声处理容易	风管内高速高压,管壁较厚,风机必须消声处理好

综上所述,目前中央空调系统设备中已较少采用诱导器,而代之以比较优越的风机

盘管机组。

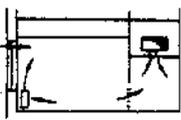
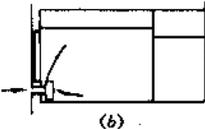
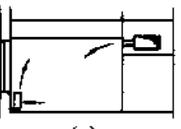
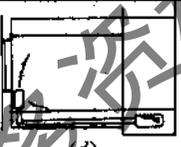
风机盘管机组的缺点：

- 1) 对机组制造质量要求较高，否则维修工作量大；
- 2) 机组噪声要求低。当噪声受限时，机组剩余压头小，因而室内气流分布均匀受到限制，只能适应于进深小于 6m 的空调房间，或用多台；
- 3) 水盘内容易繁殖细菌，对环境污染，有所受限。

2. 风机盘管机组的新风供给方式 (见表 3.2-2)

风机盘管机组的新风供给方式

表 3.2-2

新风供给方式	供风示意图	特 点	适 用 范 围
1) 房间缝隙自然渗入		1) 无规律渗透风，室温不均匀 2) 简单、方便 3) 卫生条件差 4) 初投资与运用费用低 5) 机组承担新风负荷，长时间在湿工况下工作	1) 人少，无正压要求，清洁度要求不高的空调房间 2) 要求节省投资与运行费用的房间 3) 新风系统布置有困难或旧有建筑改造
2) 机组背面墙洞引入新风		1) 新风口可调节，冬、夏季最小新风量；过渡季大新风量 2) 随新风负荷变化，室内直接受影响 3) 初投资与运行费节省 4) 须作好防尘、防噪声、防雨、防冻措施 5) 机组长时间在湿工况下工作	同上 房高为 5m 以下的建筑物
3) 单设新风系统，独立供给室内	 焓湿图见图 11.6-22	1) 单设新风机组，可随室外气象变化进行调节，保证室内湿度与新风量要求 2) 投资大 3) 占有空间多 4) 新风口尽量紧靠风机盘管，为佳	要求卫生条件严格和舒适的房间，目前最常采用此方式
4) 单设新风系统供给风机盘管	 焓湿图见图 11.6-23	1) 单设新风机组，可随室外气象变化进行调节，保证室内湿度与新风量要求 2) 投资大 3) 新风接至风机盘管，与回风混合后进入室内，加大了风机风量，增加噪声	要求卫生条件严格的房间，目前较少采用此种方式

3. 风机盘管冷媒水系统的使用特点 (见表 3.2-3)

风机盘管冷媒水系统的使用特点

表 3.2-3

冷媒水系统方式	特 点	使 用 范 围
二管系统 (见图 1.2-5)	供、回水管各一根，夏季供冷水，冬季供热水； 简便；投资省；冷热水量相差较大	用于全年运行的空调系统，仅要求按季节进行冷却或加热转换，目前使用最多
三管系统 (见图 1.2-6)	盘管进口处设有三通阀，由室内温度控制装置控制，按需要供应冷水或热水 使用同一根回水管，存在冷热量混合损失；初投资较高	用于全年空调且建筑物内负荷差别很大的场合；过渡季节有些房间要求供冷、有些房间要求供热，目前较少使用
四管系统 (见图 1.2-7)	占用空间大；比三管方式运用费用低；在三管制基础上加一回水管或采用冷却、加热两组盘管，供水系统完全独立；初投资较高	用于全年运行空调系统，建筑物内负荷差别很大的场合；过渡季节有些房间要求供冷、有些房间要求供热，或冷却和加热工况交替频繁时

注：风机盘管的冷水入口温度：7~10℃；
 冷水温升：5℃左右；
 风机盘管的热水入口温度：50~60℃。

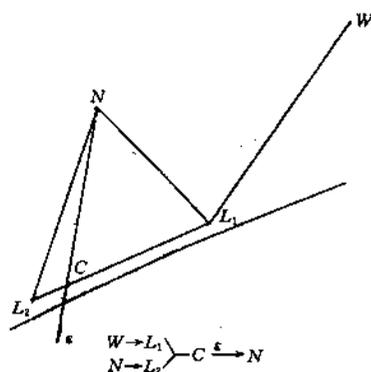


图 3.2-1 单设新风系统、独立供给室内的焓湿图

W —室外空气参数； N —室内空气参数； ϵ —热湿比线； L_1 —新风经新风机组后的冷却减湿参数； L_2 —回风经风机盘管后的冷却减湿参数； C —新风与回风在送风口处混合后的参数

风机盘管冷媒水系统的使用注意事项：

(1) 该冷媒水系统一般采用两管制、闭式系统；对于全年运行系统的技术经济指标比较合理时，才采用四管制闭式系统。

(2) 该冷媒水系统的竖向分区，应根据设备和管道及附件的承压能力确定；两管制系统应按建筑物朝向分区布置。为使用水量分配比较均匀，对压差悬殊的环路应设置平衡阀。

(3) 风机盘管用于高层建筑时，其冷媒水系统应采用闭式循环，膨胀管应接在回水管上。

(4) 对冷热两用的冷媒水系统，循环水和补给水宜采用锅炉软化水。

(5) 水平管段和盘管接管的最高点处应设排气装置，最低点应设排污泄水阀。

(6) 为了防止盘管、水泵和水管堵塞，应在水泵入口和风机盘管供水管道上装设过滤器；在冲洗冷媒水系统干管时，污水不准通过盘管。

(7) 为了对风机盘管进行检修和对系统水量进行初调平衡，应在每一水平环路的供回水干管、垂直供回水主管的两端、机组供回水支管上装设调节阀门。

3.2.2 风机盘管机组的工作原理和分类型式

1. 风机盘管机组的工作原理

(1) 风机盘管机组的组成及作用

风机盘管机组简称风机盘管，它主要由风机、盘管（换热器）组成，其他尚有凝水盘、空气过滤器、进风口、回风口和箱体等，见图 3.2-4~7。

风机 由单向多速低噪声感应电动机带动，通过调节输入电压改变风机转速，使风机风量分为高、中、低三档，由电器开关控制，相应调节风机盘管的供冷（热）量。风机是输送空气的动力源，又是强化空气侧对流换热（盘管外表面）的扰动源，与电动机一起又是机组的主要噪声源。

盘管 是一种采用肋片管制成的空气—水热交换器。冷媒水（热水）在管内流动，因冷媒水温度低于空气的露点温度，所以管外表面有凝结水，呈现湿工况下的换热，兼有

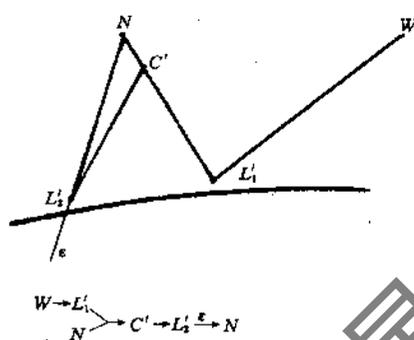


图 3.2-2 单设新风系统、供给风机盘管的焓湿图

W —室外空气参数； N —室内空气参数； ϵ —热湿比线； L_1 —新风经新风机组后的冷却减湿参数； L_2 —新风与回风混合后经风机盘管冷却减湿参数； C' —新风与回风混合后的参数

热交换和质交换，提高了换热效果。盘管承担房间空调负荷的大部或全部，管排一般为3~4排。

凝水盘 与泄水接管置于盘管底下，作用是接纳盘管上不断凝结出来的水滴，由泄水接管排出室外。

空气过滤器 主要起滤尘作用，防止灰尘阻塞盘管而使传热恶化。

送、回风口 起着改变室内空气组织的作用。送风口可做成上下左右活动形式，增强舒适感。

(2) 风机盘管机组的工作原理

风机盘管机组可分为水路和气路。水路由集中冷(热)源设备(如制冷机)供给冷(热)媒水，在水泵作用下，输送到盘管管内循环流动。气路是空气由风机经回风口吸入室内，然后横掠过盘管，与盘管内的冷(热)媒水换热后，降温除湿，再由送风口送入室内。如此反复循环，使室内温、湿度得以调节。

风机盘管机组的室温控制见图 3.2-3。

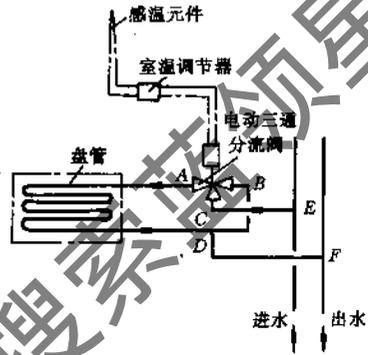


图 3.2-3 风机盘管机组的室温控制

供水时: E-C-A-D-F、
断水时: E-C-B-D-F

2. 风机盘管机组的类型

风机盘管空调机组自身不带冷(热)源，风量为250~2500m³/h。

(1) 风机盘管机组的型式分类:

按结构型式分类: 有立式、卧式、吊顶式和卡式等。

按安装方式分类: 有明装、暗装。

按出风方式分类: 有上出风、斜出风、前出风和下出风四种。

按进水方式分类: 有左进、右进和后进水。

(2) 风机盘管机组的类型和使用范围 见表 3.2-4。

风机盘管机组的类型和使用范围

表 3.2-4

分类	型式	特点	使用范围
风机类型	离心式风机	前向多翼型，效率较高。每台机组的风机单独控制，采用单相电容调速低噪声电机，转速、风量有高、中、低三档	宾馆客房、办公楼、写字楼等
	贯流式风机	前向多翼型，端面封闭，全压系数较大，效率较低($\eta=30\% \sim 50\%$)，进、出风口易与建筑物相配合，调节方法同上	为配合建筑布置时用
结构型式	立式 L	暗装可安在窗台下方，出风口向上或向前；明装可安设在地面上，出风口向上、向前或向斜上方。可省去吊顶	要求地面安装或全玻璃结构的建筑物和一些公共场所以及工业建筑。北方冬季停开风机作散热器用
	卧式 W	节省建筑面积，可与室内建筑装饰布置相协调，须用吊顶和通道间	宾馆客房、办公楼、商业建筑等
	立柱式 Z	占地面积小；安装、维修、管理方便；冬季可靠机组自然对流散热；可节省管道间与吊顶。造价较贵	宾馆客房、医院等。北方冬季停开风机作散热器用
	顶棚式 D	节省建筑面积，可与室内建筑装饰相协调。维护方便	办公室、商业建筑等

续表

分类	型式	特点	使用范围
安装型式	明装 M	维护方便, 卧式明装机组吊在顶棚下, 可做为建筑物装饰品; 立式明装安装简便, 不美观, 可加装饰面板成为立式半明装	卧式明装用于客房、酒吧、商业建筑要求美观场合; 立式明装用于旧建筑改造或要求有投资, 施工快的场合
	暗装 A	维护麻烦, 卧式机组暗装在顶棚内, 送风口在前部或下部, 回风口在下部或后部。立式机组暗装在窗台下, 较美观, 占地多	要求整齐美观的房间

3. 风机盘管机组的型号

风机盘管机组的型号表示方法见表 3.2-5。

风机盘管机组型号表示方法

表 3.2-5

产品 示例	型号表示方法	风机盘管 空调机组		名义风量		结构型式		安装方式		出风方向		
		FP	数字×100 (m ³ /h)	立式 L	卧式 W	明装 M	暗装 A	上出风 S	斜出风 X	前出风 Q		
示例 1: FP-6.3LM 表示名义风量为 630m ³ /h、立式、明装、斜出风、右 进水的风机盘管机组		FP	6.3	L	M							(省略)
示例 2: FP-5LA-QZ 表示名义风量为 500m ³ /h、立式、暗装、前出风、左 进水的风机盘管机组		FP	5	L			A					Q
产品 示例	型号表示方法	进水方向			特殊要求							
		左进水 Z	右进水 Y	后进水 H	带旁通新风 P	改型 A	带电加热器 R	船用 C				
示例 1: FP-6.3LM 表示名义风量为 630m ³ /h、立式、明装、斜出风、右 进水的风机盘管机组												
示例 2: FP-5LA-QZ 表示名义风量为 500m ³ /h、立式、暗装、前出风、左 进水的风机盘管机组		Z										

注: 1) 进水方向规定为: 对上出风以面对正向为基准, 对斜出风和前出风以面对出风口为基准。

2) 右进水代号 Y 和斜出风代号 X 在型号表示时可以省略。

4. 风机盘管机组的基本参数和一般技术要求

(1) 名义工况参数的定义

a. 名义风量 指在装上风机盘管原有的空气过滤器和空气进、出口格栅, 带有的旁通风门关闭, 进口空气状态为干球温度 14~17℃, 不供水的条件下, 风机在额定最高转速下运行时, 单位时间内通过风机盘管的空气体积 (容积流量) (m³/h)。

b. 名义供冷量 指风机盘管在进口空气状态为干球温度 27.0℃, 湿球温度 19.5℃, 进口水温度为 7℃, 出口水温升 5℃的条件下, 风机在额定最高转速下运行时, 单位时间内提

供的冷量 (W)。

c. 名义供热量 指风机盘管在进口空气状态为 21°C , 进水温度为 60°C , 供水量按供冷时的供水量条件下, 风机在额定最高转速下运行时, 单位时间提供的热量 (W)。

d. 名义输入功率 指在名义风量相同的条件下的输入功率 (W)。

e. 噪声 风机盘管安装在消声室、半消声室或混响室中, 按名义风量条件下, 测量 63、125、250、500、1000、2000、4000、8000Hz 8 个倍频程的声功率级和 A 声级。

(2) 风机盘管机组的基本参数与允许噪声 见表 3.2-6。

风机盘管机组的基本参数与允许噪声

表 3.2-6

代 号	基本 参数 (m^3/h)	名义供冷量		名义供热量	单位风机功率制冷量 (W)	水压力损失 (kPa)	允许声级 \leq dB (A)
		(W)					
FP-2.5	250	1400	2100	40	15	35	
FP-3.5	350	2000	3000	45	20	37	
FP-5	500	2800	4200	50	24	39	
FP-6.3	630	3500	5250	55	30	40	
FP-7.1	710	4000	6000	52	40	42	
FP-8	800	4500	6750	50	44	45	
FP-10	1000	5300	7950	45	54	46	
FP-12.5	1250	6600	9900	47	34	47	
FP-14	1400	7400	11100	45	38	48	
FP-16	1600	8500	12750	45	40	50	
FP-20	2000	10600	15900	40	50	54	
FP-25	2500	13300	19950	—	—	58	

(3) 风机盘管机组的试验工况条件

各项试验工况条件按表 3.2-7 的规定。

风机盘管的试验工况条件

表 3.2-7

项 目	进口空气状态		供水状态		供水量	风机转速	被测风机盘管出口与 测试室的空气静压差 (kPa)
	干球温度	湿球温度	进口水温	水温升			
风量试验	14~27	—	—	—	不供水	额定最高转速	0
供冷量试验	27.0	19.5	7.0	5.0	—		
供热量试验	21	—	60	—	与供冷时同量		
凝结水试验	27	24	6	3	—		
凝露试验						最低风速	

注: 名义输入功率工况参数与风量试验相同。

(4) 主要技术参数的允许偏差

a. 风机盘管的实测风量的允许偏差值不大于 8% 名义风量;

b. 风机盘管的实测供冷量的允许偏差值不大于 8% 名义供冷量;

- c. 风机盘管的实测供热量的允许偏差值不大于8%名义供热量；
- d. 风机盘管的实测功率的允许偏差值不大于15%名义输入功率；
- e. 风机盘管在消声室内，在额定最高转速下进行声功率级和声压级的噪声测量，其噪声的A声级值应符合表3.2-6规定。

(5) 风机盘管机组的其他技术规定

- a. 风机盘管的管道应能在980kPa压力下正常运行，且无渗漏；
- b. 风机盘管在电源电压偏差为额定值的±10%时，在各档转速下都应能正常启动工作；
- c. 风机盘管在热水温度65℃以下应能长期正常运行；
- d. 风机盘管的隔热材料应具有无异味、自熄性及不吸水性能。在运行中箱体表面无凝露滴下；
- e. 风机盘管应有凝结水处理措施，运行中不应有凝结水外滴，排风不应带水滴；
- f. 风机盘管应符合有关电器使用安全规定。

3.2.3 风机盘管机组的结构及构件特点

1. 风机盘管机组的结构型式

前表3.2-4中已指出风机盘管机组按结构型式分主要有立式、卧式、吊顶式等型式，现结合产品做一介绍。

(1) 卧式暗装风机盘管 见图3.2-4。

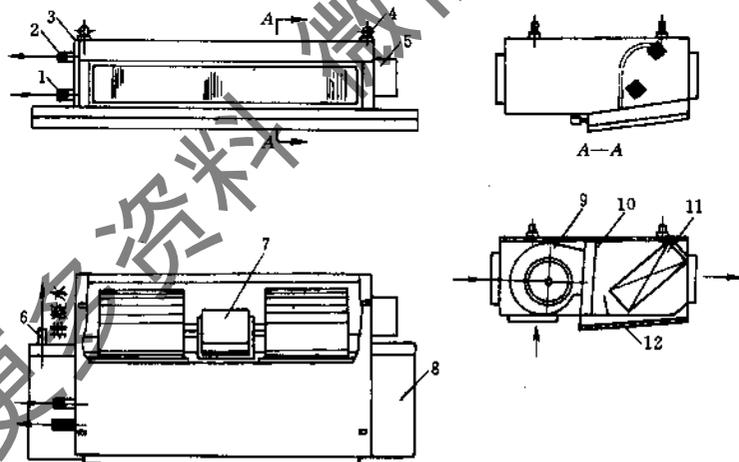


图3.2-4 卧式暗装(FP-XAWZ)风机盘管

- 1—进水管；2—出水管；3—手动跑风阀；4—吊环；5—变压器；6—排凝水管；
7—电动机；8—凝水盘；9—通风机；10—箱体；11—盘管；12—保温层

卧式暗装机组特点：

- a. 风机和盘管并列放置，凝水盘置于盘管正下方。
- b. 回风从风机下方开口吸入，通过盘管之后由水平方向吹出。
- c. 进、出水管安排在风机盘管的侧面，通常采用下进上出排列。

(2) 立式暗装风机盘管 见图3.2-5。

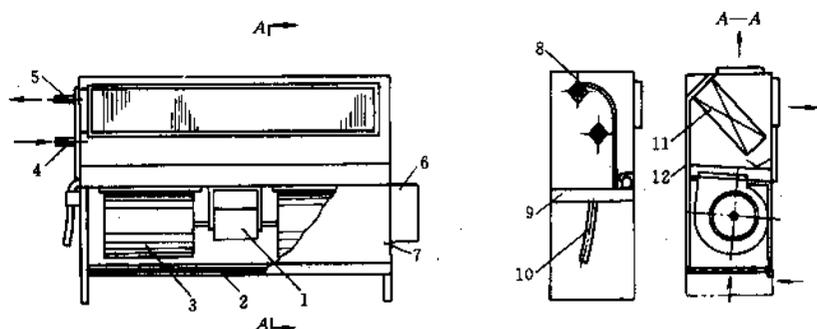


图 3.2-5 立式暗装 (FP-XALZ) 风机盘管

1—电动机；2—过滤器；3—通风机；4—进水管；5—出水管；6—变压器；7—机体。
8—手动跑风阀；9—凝水槽；10—排凝水槽；11—盘管；12—保温层

立式暗装机组特点：

- a. 风机与盘管竖向排列；
- b. 为保持足够换热面与缩小盘管体积，盘管在机组中为斜置；
- c. 凝水槽紧靠盘管下方放置；
- d. 盘管上方最高点处，设手动跑风阀（放气阀），供放空气用；
- e. 回风由底部进入机组，也有安排在面板的下半部；
- f. 排风口可向上或侧面开口，以改变出风方向。

(3) 立式明装风机盘管 见图 3.2-6。

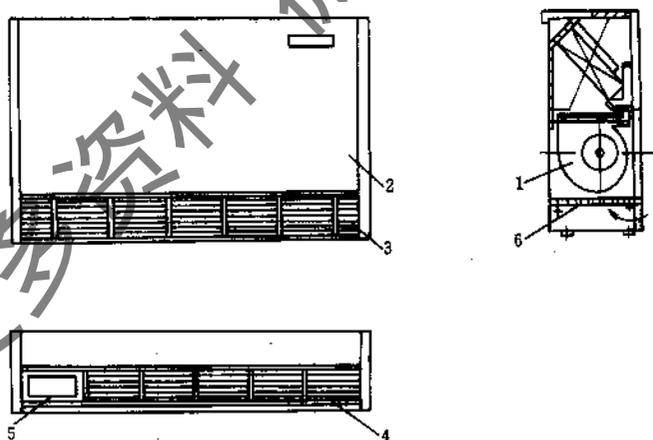


图 3.2-6 立式明装风机盘管

1—风机；2—箱体；3—排风口；4—格栅；5—控制盒；6—过滤网

立式明装机组特点：

- a. 对外观质量要求较高，机组面板用喷漆或塑料喷漆装饰，美观、大方，与房间内装饰相协调；
- b. 由面板的下半部进风，斜出口排风，避免了出风未被利用就被回风吸走的“短路现象”。

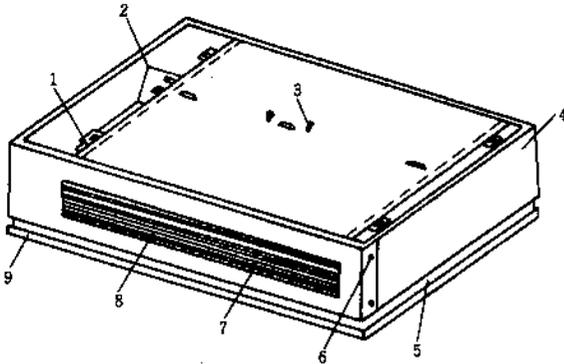


图 3.2-7 吊顶明装风机盘管

1—吊耳；2—水斗；3—加油环；4—外侧板；5—固定螺钉；
6—螺钉；7—出风口面板；8—出风格栅；9—活动底面板

(4) 吊顶明装风机盘管 见图

3.2-7。

吊顶装机组特点：

a. 机组悬吊在顶棚上，壳体上有4个吊耳作安装用；

b. 为少占据空间高度，要求机组做成超薄型，电动机则采用盘式。

2. 风机盘管机组的构件特点

关于风机盘管机组的盘管（换热器）、空气过滤器、风机电动机、箱体等组成构件已在前面3.2.2节中介绍，这里仅就风机的特点说明如下。

目前在风机盘管机组中采用的风

机型式有多叶片离心式通风机和贯流式通风机两种。

(1) 多叶片离心式通风机 见图

3.2-8。

多叶片离心式通风机的特点：

a. 叶轮轮径比 D_1/D_2 大，叶片数多，相对宽度 b/D_2 大，多采用前向叶片。对同样流体能量转换时，机组尺寸可以做小，结构紧凑；

b. 采用多叶片结构对降低风机噪声有显著作用；

c. 采用两端出轴的电动机，每端轴上装一个双面进风的多叶片离心式通风机，加大送风量；

d. 风机的叶轮和蜗壳材料：有金属板或采用工程塑料 ABS 注塑成型。

(2) 贯流式通风机（横流式通风机） 见图 3.2-9。

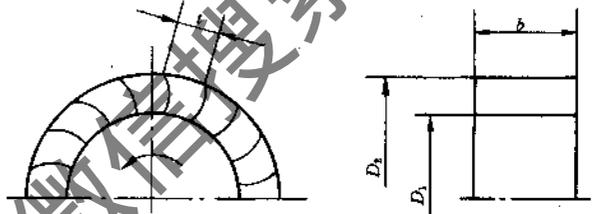


图 3.2-8 多叶片离心式通风机叶轮示意图

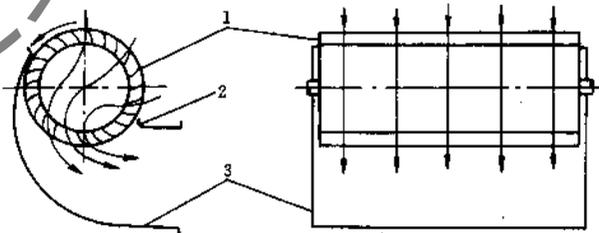


图 3.2-9 贯流式通风机结构简图

1—叶轮；2—蜗舌；3—蜗壳

贯流式通风机的特点：

a. 工作原理与离心式风机迥异。气流沿转子轴线相垂直的方向，从转子一侧进入叶

轮, 穿过叶轮转子的内部从转子另一侧流出叶轮。气流获得能量的原理与轴流式风机相似;

b. 结构简单, 出口截面薄而长, 与扁平出风口正相匹配;

c. 空气流动不改变方向, 气流不乱, 出口动压(速度)较高, 输送距离长;

d. 转子分成多段, 由工程塑料注塑成型, 再采用超声波塑料组焊成一个长筒状的叶轮。也有用铝合金制作;

e. 转子细而长, 对中较困难, 故两端支承轴承用带橡皮的支座, 确保对中性能, 且减小振动。

3.2.4 风机盘管机组的特性曲线和选用

风机盘管机组的性能曲线, 即风机盘管在非名义工况下(也包括名义工况)工作时的性能。生产厂家提供该组曲线给用户作为选择设备的依据。该组特性曲线有加热冷却能力曲线、水流量与水阻力曲线和噪声曲线等。

1. 风机盘管机组的特性曲线

(1) 加热冷却能力曲线 是指在水流量一定的条件下, 进入空气状态为定值时, 不同风量不同进水温度与加热和冷却能力的关系。

图 3.2-10、11 表示不同水温时机组的加热和冷却能力。

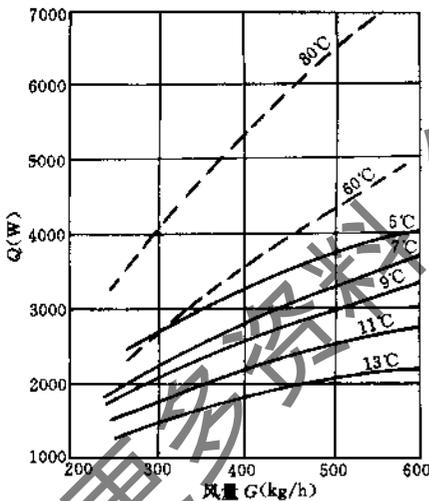


图 3.2-10 不同水温时机组的加热和冷却能力

试验条件: 冷却时(实线): 水量 500kg/h, 室温: 干球 27°C, 湿球 21.2°C; 加热时(虚线): 水量 500kg/h, 室温 20°C, 高档风量水量为 520kg/h, 中档为 420kg/h, 低档为 320kg/h

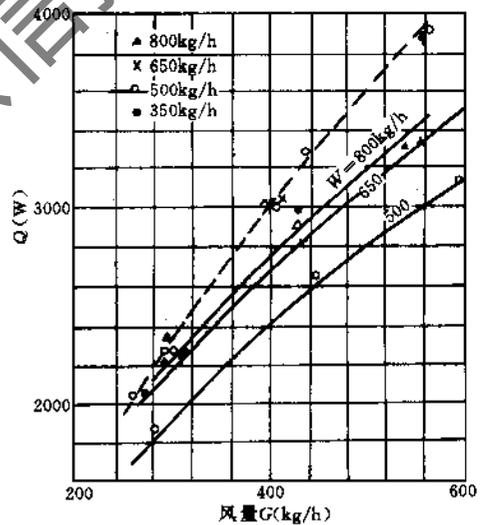


图 3.2-11 机组风量与冷、热量的关系
实线为冷量曲线, 室温为干球 27°C, 湿球为 21.2°C, 冷水温度为 7°C; 虚线为热量曲线, 室温为 22°C, 热水温度为 60°C

(2) 水流量与水阻力曲线 是指盘中水流量大小与水阻力之间的关系, 见图 3.2-12。该曲线呈抛物线状, 当水流量增加时, 水阻力增加很快。该曲线对设计水管道系统和选择水泵是十分重要的。

(3) 噪声曲线 通常应由生产厂家提供给使用单位, 见图 3.2-13。

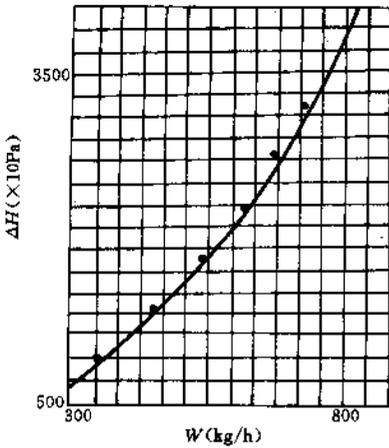


图 3.2-12 盘管中水流量与水阻力的关系

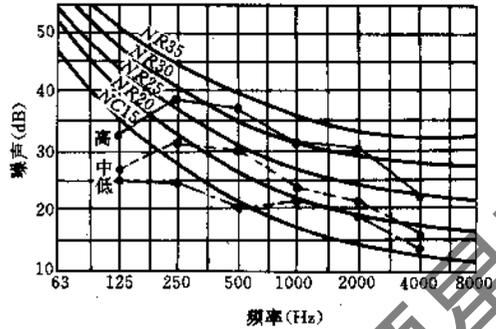


图 3.2-13 机组噪声曲线

机组噪声在混响室中用声频谱仪测定，
传声器距机组 1.5m，距地高 1m 处放置

图 3.2-13 中的风机盘管噪声曲线能较细致地评价各倍频程的噪声。

在噪声控制中常用的倍频程为 63、125、250、500、1000、2000、4000、8000Hz 八个倍频程，基本上包括了耳闻声音的频率范围。

机组的噪声曲线以频率为横坐标，以声压级为纵坐标，画出噪声的折线图，即为噪声的频谱。在频谱图上还画有若干条等噪声评价数 NR 线。该线是由国际标准化组织提出和推荐的，在 NR 等值线上各点都等于中心频率为 1000Hz 的倍频程声压级的分贝整数，或称等响曲线。

通常规定在保证噪声频谱不超出评价曲线的条件下，以最靠近噪声频谱的评价曲线来决定该噪声的噪声评价数。

2. 风机盘管机组的选用注意事项

- (1) 明确所选用机组的型式、规格、风口位置等要求。
- (2) 明确所选用机组的接水管左出或右出方向（与管道布置等有关）。
- (3) 明确风机电动机轴承是否采用含油或不含油轴承。若选用不含油轴承，使用中应按规定期加油。
- (4) 注意出水管的保温措施，以免夏季使用时产生凝露，污损室内建筑物。
- (5) 冬季通热水，水温一般不超过 60℃，可减少结垢，同时减轻冷热交替作用使胀管胀紧力减弱，影响传热。
- (6) 机组盘管最高处设置放气阀。

3.2.5 其他非独立型的空气调节机组

1. 大型风机盘管机组（见图 3.2-14）

大型风机盘管机组的特点：

- (1) 其构成与房间风机盘管机组相同，大多做成柜式型式。
- (2) 通过大型风机盘管机组处理后的空气通过管道分送到房间，故通风机应留有足够的余压。
- (3) 该机组适用范围：

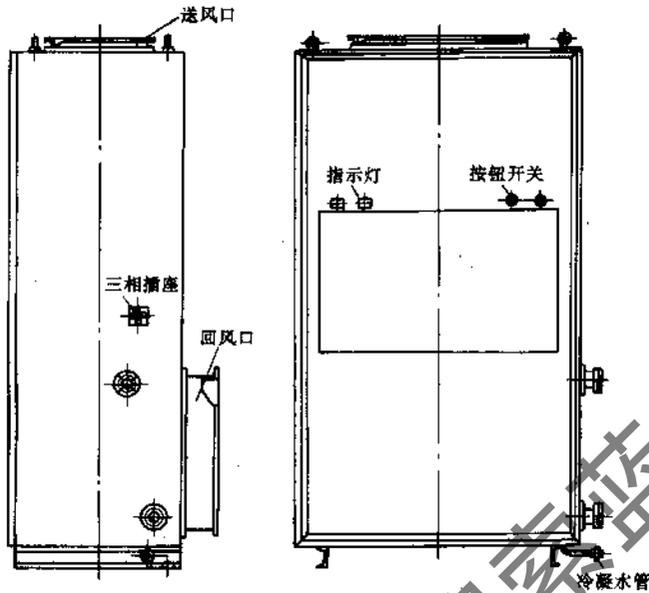


图 3.2-14 大型风机盘管机组

该机组适用于工业空调、高层宾馆建筑空调等。在该机组中增设初、中效空气过滤器，还可用于电子、仪表、精密制造、医药卫生等部门。

2. 新风空调机组（柜式空气处理机组）

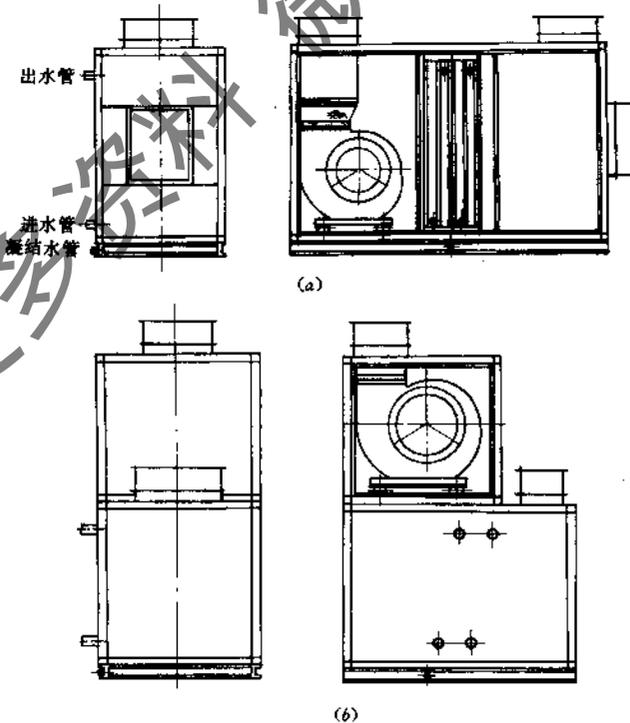


图 3.2-15 新风空调机组（又称柜式空气处理机组）

(a) 卧式；(b) 立式

新风空调机组是组合式空气调节机组的派生系列,适用于各种新风系统及风机盘管的新风系统。

新风空调机组见图 3.2-15。

新风空调机组自身不带冷、热源设备,由空气过滤器、热交换器、风机和保温外壳等组成。

新风空调机组的工作特点:

- a. 可处理 全新风,因此设计时适当降低迎面风速,加大排深,以增大处理空气的焓差;
- b. 该机组中一般采用 8 排管,比其他机型多;
- c. 机组余压充裕,可增加调速控制,改变风量,满足各种气候条件下的降温、除湿和升温的要求,有节能效果。

3.2.6 风机盘管机组生产厂家及产品选型资料

1. 风机盘管机组部分生产厂家名录 (见表 3.2-8)

风机盘管机组部分生产厂家名录

表 3.2-8

序号	生产厂家(公司)名称	风机盘管机组产品型号	风机盘管机组主要规格	生产厂家(公司)地址
1)	无锡申达空调设备有限公司	FP-3.5~FP-20 系列 (塑料风轮)	额定风量 (m ³ /h): 高: 350~2000 中: 260~1740 低: 210~1420	江苏省无锡市西漳 锡澄南路 208 号
		FP-3.5~FP-20 系列 (四管制、铝合金风轮)	额定风量 (m ³ /h): 高: 420~2380 中: 320~2110 低: 260~1730	
2)	重庆嘉陵制冷空调设备有限公司	FP-3.5~FP-20 系列 (金属或塑料风轮)	额定风量 (m ³ /h): 高: 350~2000 中: 300~1700 低: 260~1340	重庆市沙坪坝区 上桥 5 号
3)	上海新昆空调设备有限公司	SCR 系列 (卧式)	额定风量 (m ³ /h): 高: 350~1600 中: 260~1060 低: 150~670	上海市政立路 518 号
		ECR 系列 (卧式)	额定风量 (m ³ /h): 高: 450~2100 中: 300~1070 低: 190~650	
		CP 系列 (卡式、半暗装式)	额定风量 (m ³ /h): 高: 360~1700 低: 180~830	
		SL 系列 (低矮立式、明装)	额定风量 (m ³ /h): 高: 310~1310 低: 170~525	
		SLR 系列 (低矮立式、暗装)	额定风量 (m ³ /h): 高: 310~1310 低: 170~525	

续表

序号	生产厂家(公司)名称	风机盘管机组产品型号	风机盘管机组主要规格	生产厂家(公司)地址
4)	重庆通用工业(集团)有限责任公司	FP-WA-200~FP-WA-1200系列 (卧式、暗装)	额定风量: 340~2404m ³ /h 冷量范围: 192~1047kW	重庆市江北区玉带山1号
		FP-LM-300~FP-LM-800系列 (立式、明装)	额定风量: 510~1360m ³ /h 冷量范围: 2.79~7.68kW	
		FP-LZ-400~FP-LZ-800系列 (立柱式、明装)	额定风量: 510~1360m ³ /h 冷量范围: 2.79~7.68kW	
		FP-MBC-200~FP-MBC-500系列 (壁挂式、明装)	额定风量: 340~850m ³ /h 冷量: 1.92~4.535m ³ /h	
		FP-DP-300~FP-DP-600系列 (顶蓬式、暗装)	额定风量: 510~1020m ³ /h 冷量: 2.79~5.23kN	
		FP-WM-300~FP-WM-600系列 (卧式、明装)	额定风量: 510~1020m ³ /h 冷量: 2.79~5.23kW	
5)	上海冷气机厂	FP-3.5~FP-16系列(卧式暗装、卧式明装、立式暗装、立式明装、带回风风帽的卧式暗装)	额定风量: 260~1060m ³ /h 额定冷量: 2.184~9.282kW 额定热量: 2.99~14.094kW	上海市共和新路1301号
6)	北京万众空调制冷设备有限公司	FP-2.5~FP-20系列(卧式暗装、立式暗装、立式明装、卧式明装)	额定风量: 180~1400m ³ /h 额定冷量: 1.34~10.27kW 额定热量: 1.94~14.37kW	北京市海淀区花园北路35号
7)	顺德市广容空调实业有限公司	FP-3.5~FP-14系列 (卧式暗装)	额定风量: 270~1150m ³ /h 额定冷量: 1.65~6.67kW 额定热量: 2.48~10kW	广东省顺德市容奇大桥南成业路39号
		FP-3.5~FP-7ZMQ系列 (卧式明装、立式、卡式、立柱式)	额定风量: 240~550m ³ /h 额定冷量: 1.67~3.3kW	

续表

序号	生产厂家(公司)名称	风机盘管机组产品型号	风机盘管机组主要规格	生产厂家(公司)地址
8)	北京青云航空仪表公司	FP-02WA-Ⅲ~FP-12WA-Ⅱ系列 (卧式暗装) FP-03LA~FP-12LA系列 (立式暗装) FP-03WM~FP-12WM系列 (卧式明装) FP-02LM~FP-12LM系列 (立式明装) FP-03DB~FP-06DB系列 (顶蓬式、半明装) FP-03JA~FP-06系列 (卡式暗装) FP-03JM~FP-12JM系列 (卡式明装)	额定风量: 250~1520m ³ /h(中) 170~1020m ³ /h(低) 340~2040m ³ /h(高) 额定冷量: 1.73~7.35kW 额定热量: 2.77~11.49kW	北京市北三环西路43号
9)	福建扬帆集团	FB-02S~FB-06S系列 (壁挂式明装)	额定风量(m ³ /h): 380~800(高) 额定冷量(kW): 2.1~4.5(高) 额定热量(kW): 3.15~6.75(高)	福州市晋安区鼓山福兴投资区
		F-02S(H)~F-14S(H)系列 (卧式暗装、立式暗装、卧式明装、立式明装、顶蓬式暗装)	额定风量(m ³ /h): 340~2380(高) 额定冷量(kW): 1.975~13.2(高) 额定热量(kW): 3.34~20.2(高)	
10)	北京市同力制冷设备公司	FP-3AW~FP-14AW系列 (暗装卧式) FP-4AL~FP-14AL系列 (暗装立式) FP-4ML~FP-14ML系列 (明装立式) FP-4MW~FP-14MW系列 (明装卧式) FP-4XD~FP-10XD系列 (卡式) FP-6MLZ (明装立柱式)	额定风量(m ³ /h): 300~1400(高) 额定冷量(kW): 1.5~7.0(高) 额定热量(kW): 2.4~11.2(高)	北京市朝阳区立水桥甲8号
11)	大连冰山空调设备有限公司	CSR、CSR D、HSR、HSR D-21N~124N系列(卧式暗装)	额定风量: 330~1920m ³ /h 额定冷量: 2.015~11.51kW 额定热量: 3.71~18.105kW	大连市沙河口区西路888号
		CS、CF、CFR、CSR-CX-21N~124N系列(卧式明装、立式明装、立式暗装、卡式)	额定风量: 318~2040m ³ /h 额定冷量: 1.745~9.965kW 额定热量: 3.265~15.835kW	

2. 风机盘管机组部分生产厂家产品选型资料介绍

1) 无锡申达空调设备有限公司

FP 系列	额定风量	高: 350~2000m ³ /h
		中: 260~1740m ³ /h
		低: 210~1420m ³ /h
FP 系列 (SG 四管制)	额定风量	高: 420~2380m ³ /h
		中: 320~2110m ³ /h
		低: 260~1730m ³ /h

FP 系列产品选型资料目录表 (无锡申达)

表 3.2-9

产品名称	产品型号	产品选型资料目录	图(表)号
风机盘管空调机组	FP 系列 (塑料叶轮)	a) 机组技术性能表	表 3.2-10
		b) 卧式暗装外形尺寸图	图 3.2-16
		c) 卧式暗装回风箱外形尺寸图	图 3.2-17
		d) 立式明装外形尺寸图	图 3.2-18
		e) 卧式明装外形尺寸图	图 3.2-19
		f) 立式暗装外形尺寸图	图 3.2-20
		g) 吸顶式外形尺寸图	图 3.2-21
		h) 壁挂式外形尺寸图	图 3.2-22
		i) 暗装下出风外形尺寸图	图 3.2-23
		j) 不同水温时机组供冷能力图	图 3.2-24
		k) 不同水温时机组供热能力图	图 3.2-25
		l) 额定水量时水阻力表	表 3.2-11
		m) 电控开关与接线图	图 3.2-26
FP (四管) 系列 (铝合金叶轮)	n) 机组技术性能表	表 3.2-12	
	o) 卧式暗装 (四管) 外形尺寸图	图 3.2-27	

FP 系列风机盘管机组技术性能表

表 3.2-10

项目	型号	FP-3.5	FP-5	FP-6.3	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20	
	风量 (m ³ /h)	高	350	500	630	710	800	1000	1250	1400	1600	2000
中		260	370	470	560	685	870	930	1100	1370	1740	
低		210	265	335	450	585	660	710	880	1170	1420	
冷量 (W)	高	2000	2800	3500	4000	4500	5300	6600	7400	8500	10000	
	中	1485	2070	2610	3200	3850	4610	4910	5920	7270	9000	
	低	1200	1480	1860	2600	3290	3480	3760	4810	6210	7000	
热量 (W)	高	3000	4200	5250	6000	6750	7950	9900	11160	12750	15000	
	中	2230	3100	3920	4800	5780	6920	7360	8880	11000	12000	
	低	1800	2230	2800	3900	5000	5230	5650	7220	9400	10000	
冷水供回水温度	7℃-12℃											
热水供回水温度	60℃-50℃											
电 源	单相交流, 220V, 50Hz											
换 热 式	型 式	铜管套铝片, 片距 2.2mm										
	三排供水量 (kg/h)	344	482	602	688	774	912	1135	1273	1462	1720	
	工作压力	1.0MPa										

续表

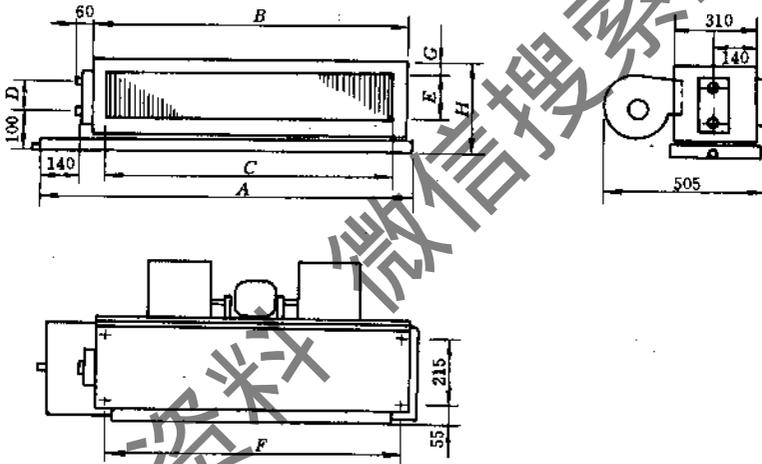
项目 \ 型号		FP-3.5	FP-5	FP-6.3	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20
无余压 机组	电机功率 (W)	10	16	16	20	25	40	16×2	20×2	25×2	40×2
	输入功率 (W)	30	36	40	45	50	64	80	90	100	128
余压 机组	电机功率 (W)	16	20	20	25	40	60	20×2	25×2	40×2	60×2
	输入功率 (W)	36	45	45	50	64	90	90	100	128	180
风机台数		1	2	2	2	2	2	4	4	4	4
噪声 dB (A)		≤35	≤36	≤37	≤39	≤40	≤43	≤44	≤47	≤50	≤50
接管	进出水管 (DN)	20									
	凝结水管	外径 φ19									

注：1. 余压机组是指卧式暗装机组，余压为 20Pa~30Pa；

2. 名义工况冷量测定：室温干球 $t_1=27^{\circ}\text{C}$ ，湿球温度 $t_2=19.5^{\circ}\text{C}$ 。

3. 名义工况热量测定：室温干球 $t=21^{\circ}\text{C}$ ，供水温度 $t_w=60^{\circ}\text{C}$ ，供水量与名义冷工况时的流量相同；

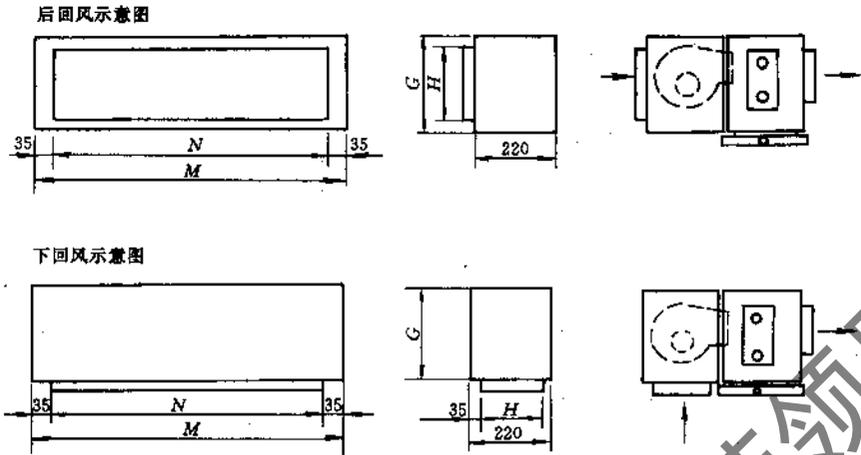
4. 输入功率是指高档风量时的输入功率。



FP-WA 卧式暗装外形尺寸 (mm)

代号 \ 型号	FP-3.5	FP-5	FP-6.3		FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20
			A 型	B 型							
A	700	850	950	840	1030	1130	1300	1450	1550	1720	2250
B	510	660	760	650	840	940	1110	1260	1360	1530	2060
C	440	590	690	580	770	870	1040	1190	1290	1460	1990
D	90	90	90	140	90	90	90	90	90	90	90
E	120	120	120	140	120	120	120	120	120	120	120
F	480	630	730	620	810	910	1080	1230	1330	1500	2030
H	250	250	250	300	250	250	250	250	250	250	250
G	25	25	25	40	25	25	25	25	25	25	25
重量 (kg)	15	18	20	20	21	22	25	32	35	38	41

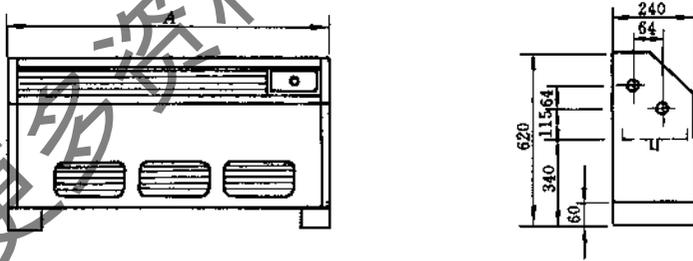
图 3.2-16 FP-WA 系列 (卧式、暗装) 风机盘管外形尺寸图



FP-WA 回风箱外形尺寸 (mm)

代号 \ 型号	FP-3.5	FP-5	FP-6.3		FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20
			A 型	B 型							
M	510	660	760	650	840	940	1110	1260	1360	1530	2060
N	440	590	690	580	770	870	1040	1190	1290	1460	1990
G	210	210	210	260	210	210	210	210	210	210	210
H	140	140	140	160	140	140	140	140	140	140	140

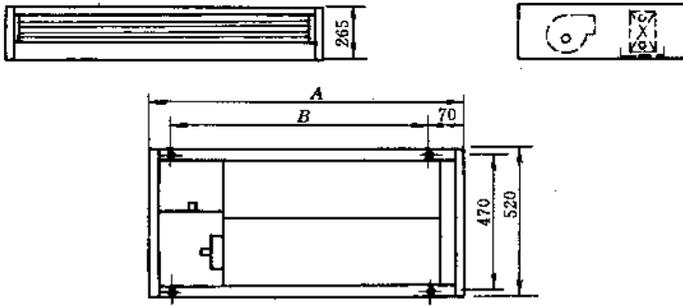
图 3.2-17 FP-WA 系列 (卧式、暗装) 回风箱风机盘管外形尺寸图



FP-LM 立式明装外形尺寸 (mm)

代号 \ 型号	FP-3.5	FP-5	FP-6.3	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16
重量 (kg)	35	40	45	48	50	55	60	64	68

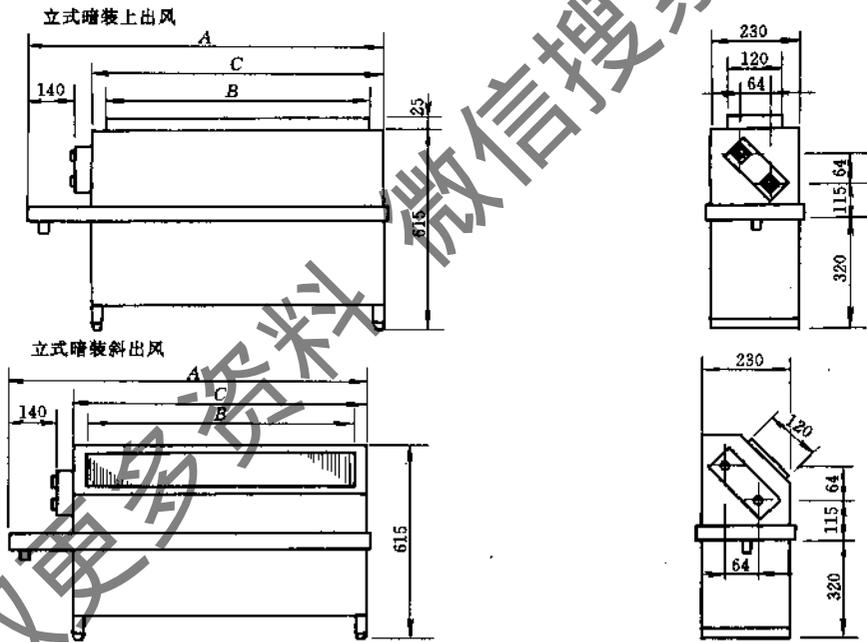
图 3.2-18 FP-LM 系列 (立式、明装) 风机盘管外形尺寸图



FP-WM 卧式明装外形尺寸 (mm)

代号 \ 型号	FP-3.5	FP-5	FP-6.3	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20
A	790	940	1040	1120	1220	1390	1540	1640	1810	2340
B	650	800	900	980	1080	1250	1400	1500	1670	2200
重量 (kg)	22.5	27	30	33	35	40	44	48	51	54

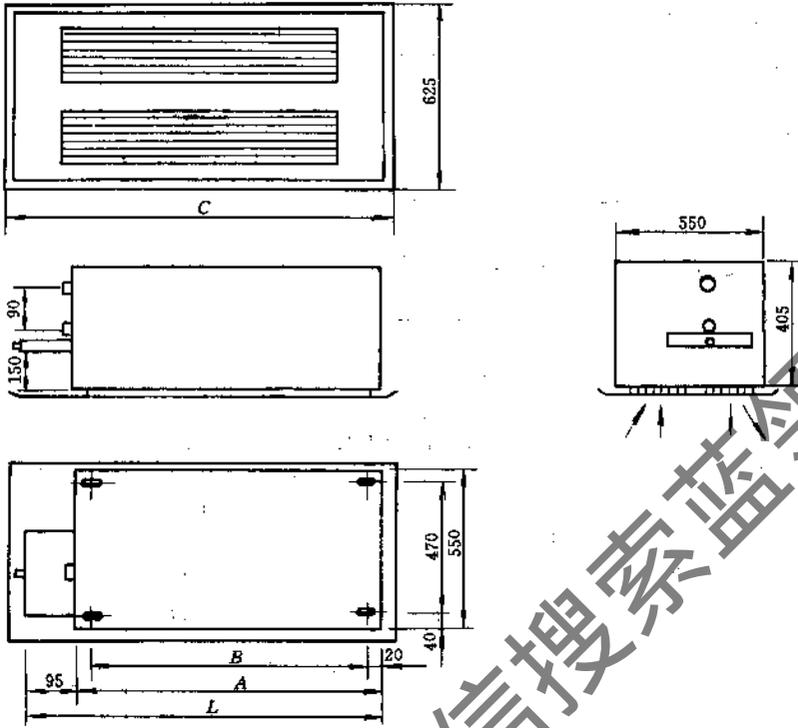
图 3.2-19 FP-WM 系列 (卧式、明装) 风机盘管外形尺寸图



FP-LA 立式暗装外形尺寸 (mm)

代号 \ 型号	FP-3.5	FP-5	FP-6.3	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20
A	630	830	930	1010	1110	1280	1430	1530	1700	2230
B	440	590	690	770	870	1040	1190	1290	1460	1990
C	495	645	745	825	925	1095	1245	1345	1515	2045
重量 (kg)	18	20	23	24	25	28	33	36	39	42

图 3.2-20 FP-LA 系列 (立式、暗装) 风机盘管外形尺寸图

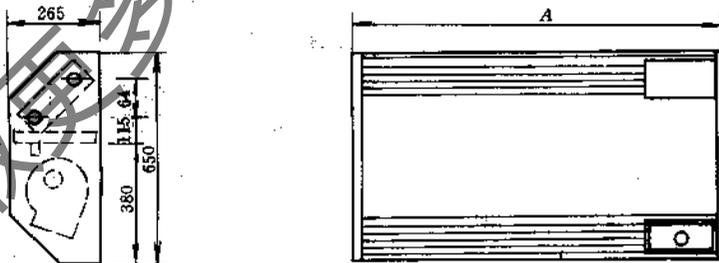


FP-KM 吸顶式外形尺寸 (mm)

代号 \ 型号	FP-3.5	FP-5	FP-6.3	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20
L	660	810	910	990	1090	1260	1410	1510	1680	2210
A	565	715	815	895	995	1165	1315	1415	1585	2115
B	525	675	775	855	955	1125	1275	1375	1545	2075
C	800	950	1050	1130	1230	1400	1550	1650	1820	2350
重量 (kg)	22	27	30	33	35	40	44	48	51	54

图 3.2-21 FP-KM 系列 (吸顶式) 风机盘管外形尺寸图

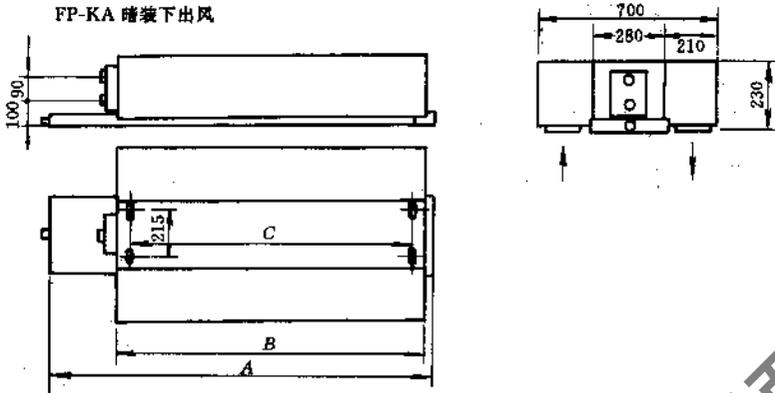
FP-BG 壁挂式



FP-BG 壁挂式外形尺寸 (mm)

代号 \ 型号	FP-3.5	FP-5	FP-6.3	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16
A	740	890	990	1070	1170	1340	1490	1590	1760
重量 (kg)	35	40	45	48	50	55	60	64	68

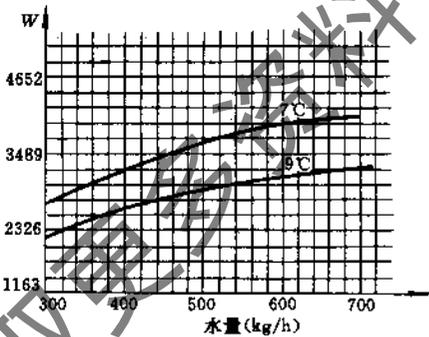
图 3.2-22 FP-BG 系列 (壁挂式) 风机盘管外形尺寸图 (无锡申达)



FP-KA 暗装下出风外形尺寸 (mm)

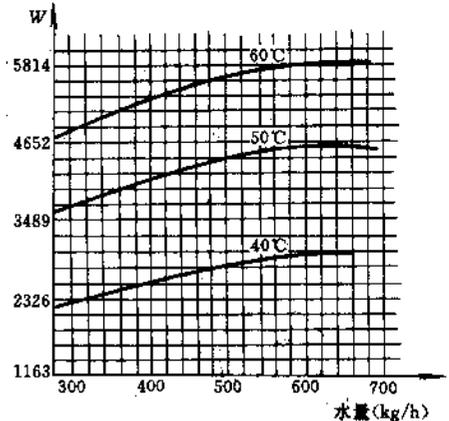
代号 \ 型号	FP-3.5	FP-5	FP-6.3	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20
A	720	870	970	1050	1150	1320	1470	1570	1740	2270
B	515	665	765	845	945	1115	1265	1365	1535	2065
C	485	635	735	815	915	1085	1235	1335	1505	2035
重量 (kg)	17	20	22	23	28	28	32	35	42	45

图 3.2-23 FP-KA 系列 (暗装, 下出风) 风机盘管外形尺寸图



注: 其它规格风机盘管也可据上表冷热量增降比例推算

图 3.2-24 FP-6.3 风机盘管不同水温时机组的供冷能力曲线图



注: 其它规格风机盘管也可据上表冷热量增降比例推算

图 3.2-25 FP-6.3 风机盘管不同水温时机组的供热能力曲线图

FP 系列风机盘管机组在额定水流量时的水阻力表

表 3.2-11

型 号	-3.5	-5	-6.3	-7.1	-8	-10	-12.5	-14	-16	-20
额定流量 (kg/h)	344	482	602	688	774	912	1135	1273	1462	1720
水阻力 (kPa)	10	20	25	32	40	54	34	38	40	42

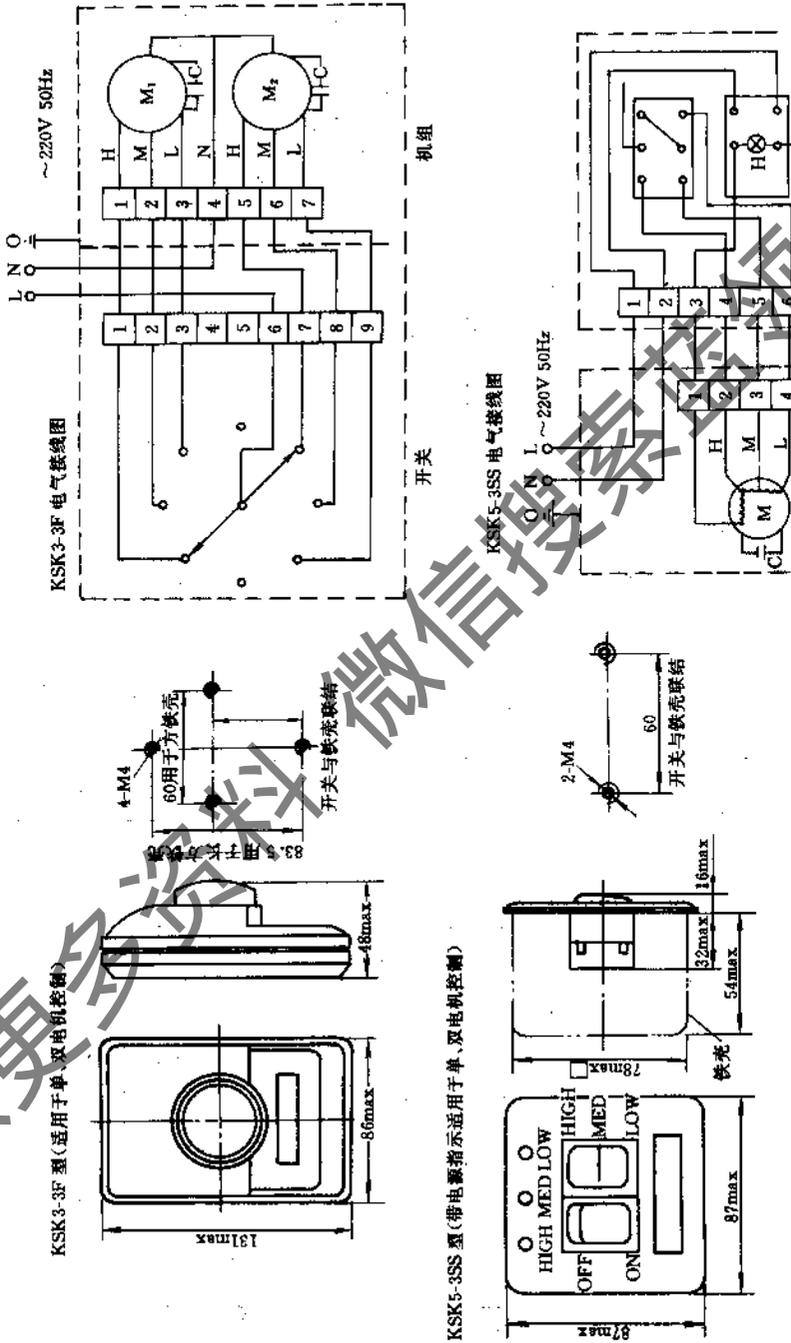


图 3-2-26 FP 系列风机盘管电气控制开关与接线图

FP系列(四管制)风机盘管机组技术性能表

表 3.2-12

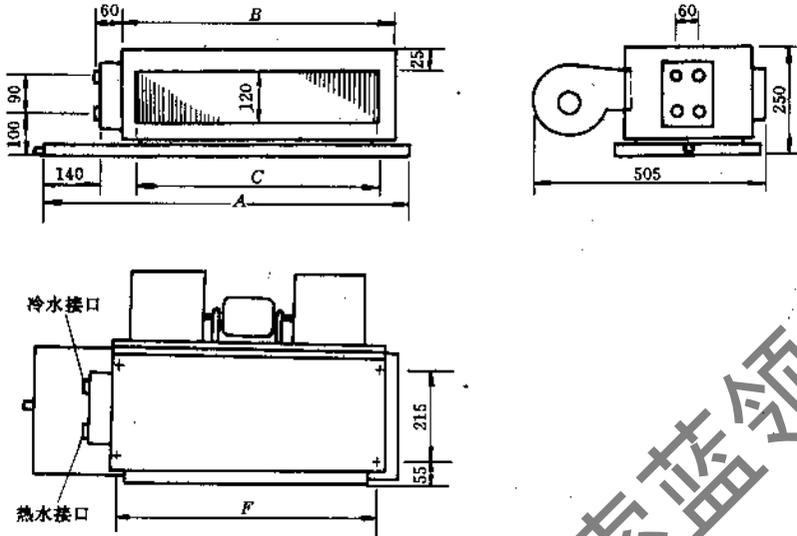
项目		型号	FP-3.5	FP-5	FP-6.3	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20
风量 (m ³ /h)	高		420	600	750	850	950	1190	1490	1670	1900	2380
	中		320	440	570	680	830	1050	1130	1330	1660	2110
	低		260	320	410	550	710	810	870	1070	1430	1730
三排冷量 (W)	高		2380	3330	4170	4760	5360	6310	7900	8810	10120	11900
	中		1800	2500	3160	3870	4660	5580	5940	7160	8800	10890
	低		1460	1810	2270	3170	4010	4250	4590	5870	7580	8540
一排热量 (W)	高		1790	2500	2990	3570	3990	4700	5890	6550	7500	9280
	中		1360	1900	2270	2720	3040	3580	4490	4990	5710	7160
	低		1100	1540	1830	2200	2450	2890	3620	4030	4610	5710
冷水供回水温度			7℃~12℃									
热水供回水温度			60℃~50℃									
电 源			单相交流 220V, 50Hz									
换 热 式	型 式		铜管套铝片, 片距 2.2mm									
	三排冷水供水量 (kg/h)		344	482	602	688	774	912	1135	1273	1462	1720
	一排热水供水量 (kg/h)		258	362	432	516	576	680	852	946	1084	1342
	工作压力		1.0MPa									
无余压机组	电机功率 (W)		10	16	16	20	25	40	16×2	20×2	25×2	40×2
	输入功率 (W)		35	42	47	53	59	75	94	106	118	150
余压机组	电机功率 (W)		16	20	20	25	40	60	20×2	25×2	40×2	60×2
	输入功率 (W)		42	53	53	59	75	90	106	118	150	180
风机台数			1	2	2	2	2	2	4	4	4	4
噪声 dB (A)			≤35	≤36	≤37	≤39	≤40	≤43	≤44	≤47	≤50	≤50
接管	进出水管 (DN)		20									
	凝结水管		外径 φ19									

注: 1. 余压机组是指卧式暗装机组, 余压为 20Pa~30Pa;

2. 名义工况冷量测定: 室温干球 $t_1=27^\circ\text{C}$, 湿球温度 $t_2=19.5^\circ\text{C}$;

3. 名义工况热量测定: 室温干球 $t=21^\circ\text{C}$, 供水温度 $t_w=60^\circ\text{C}$, 供水量与名义冷工况时的流量相同;

4. 输入功率是指高档风量时的输入功率。



FP-WASG 外形尺寸 (mm)

代号	型号	FP-3.5	FP-5	FP-6.3	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20
A		700	850	950	1030	1130	1300	1450	1550	1720	2250
B		510	660	760	840	940	1110	1260	1360	1530	2060
C		440	590	690	770	870	1040	1190	1290	1460	1990
F		480	630	730	810	910	1080	1230	1330	1500	2030
重量 (kg)		16	20	22	24	26	28	34	38	42	45

图 3.2-27 FP-WASG 系列 (四管制) 风机盘管外形尺寸图 (无锡申达)

2) 重庆嘉陵制冷空调设备有限公司

FP 系列 额定风量

- 高: 350~2000m³/h
- 中: 300~1700m³/h
- 低: 260~1340m³/h

FP 系列产品选型资料目录表 (重庆嘉陵)

表 3.2-13

产品名称	产品型号	产品选型目录	图(表)号
FP 系列	a)	机组技术性能表	表 3.2-14
	b)	机组外形尺寸图	图 3.2-28
	c)	机组水阻曲线图	图 3.2-29
	d)	FP-3.5~FP-12.5 电控接线图	图 3.2-30
	e)	FP-14~FP-20 电控接线图	图 3.2-31

FP 系列风机盘管机组技术性能表

表 3.2-14

		FP-3.5	FP-5	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20
风量 (m ³ /h)	高速	350	500	710	800	1000	1250	1400	1600	2000
	中速	300	375	550	670	830	920	1250	1350	1700
	低速	260	280	410	480	600	655	850	1100	1340
供冷量 (W)	高速	2000	2890	4000	4540	5500	6900	7600	8570	11000
	中速	1700	2550	3600	4000	5000	6300	7100	7500	9600
	低速	1300	2000	2800	3200	4100	5500	5800	6300	8500
供热量 (W)	高速	3070	4300	6000	6800	9000	9900	11560	12780	16000
	中速	2500	3800	4800	6000	7800	9000	10000	11050	14500
	低速	1900	3100	4200	5400	6950	8400	9100	9550	13000

续表

		FP-3.5	FP-5	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20	
噪音	dB (A)	35	38	42	43	44	45	47	49	52	
风机	型式	双进气、前风叶片离心式风机									
	数量	1	1	2	2	2	2	4	4	4	
电机	电源及型式	~220V/50Hz 低噪音永久电容式电机									
	数量	1	1	1	1	1	1	2	2	2	
	输入功率 (W)	标准	30	35	38	55	75	85	76	110	150
		高静压	38	70	80	105	120	130	160	210	240
工作压力	MPa	≤1.5									
水阻	kPa	19	24	39	42	54	32	36	38	48	

注：1. 上表中FP-3.5, FP-5.0型所选电机为单伸轴空调用单相电机。其余型号所选电机为双伸轴空调用单相电机。

2. 上表按标准工况测试：

冷量测定工况：

室温干球 $DB=27^{\circ}C$

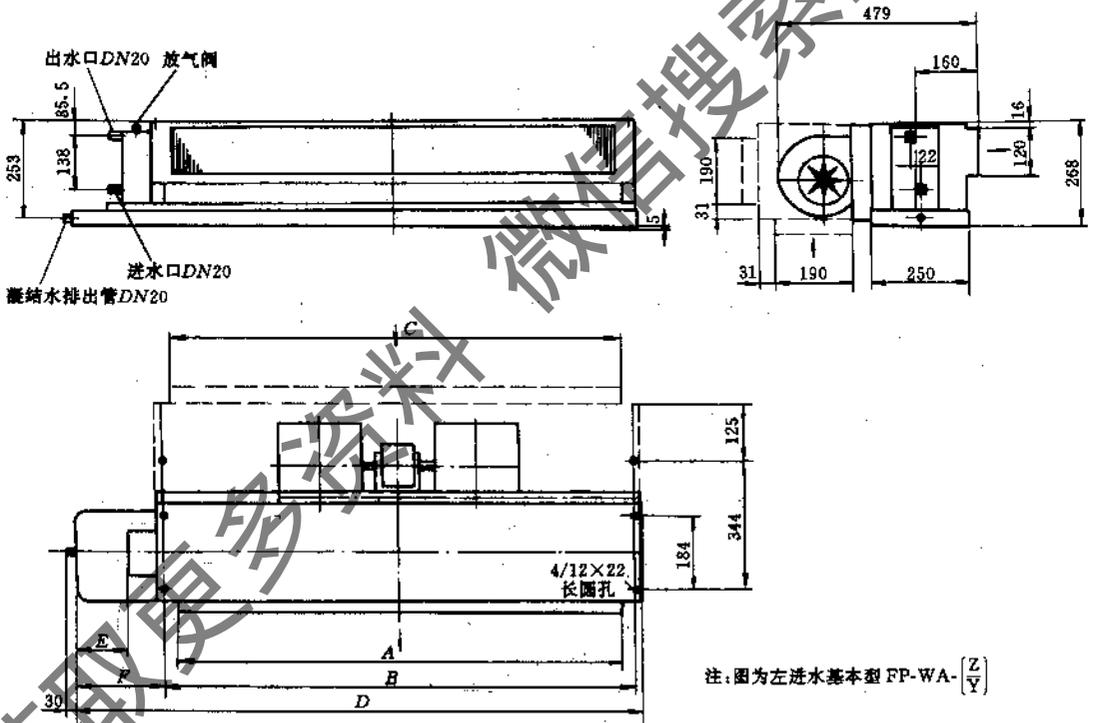
室温湿球 $WB=19.5^{\circ}C$

进水温度： $t_w=7^{\circ}C$

热量测定工况：

室温干球 $DB=21^{\circ}C$

进水温度 $t_w=60^{\circ}C$



尺寸 (mm)	FP-35	FP-5	FP-7.1	FP-8	FP-10	FP-12.5	FP-14	FP-16	FP-20
A	318	368	548	648	768	888	1158	1278	1398
B	390	440	620	720	840	960	1230	1350	1470
C	360	410	590	690	810	930	1200	1320	1440
D	620	670	860	950	1110	1250	1510	1670	1720
E	100	100	110	100	140	110	150	140	100
F	190	190	200	190	230	200	240	230	190
重量 (kg)	17	19	22	23	25	27	30	32	34

图 3.2-28 FP-WA-(Z/Y) 系列 (卧式、暗装) 风机盘管外形尺寸图

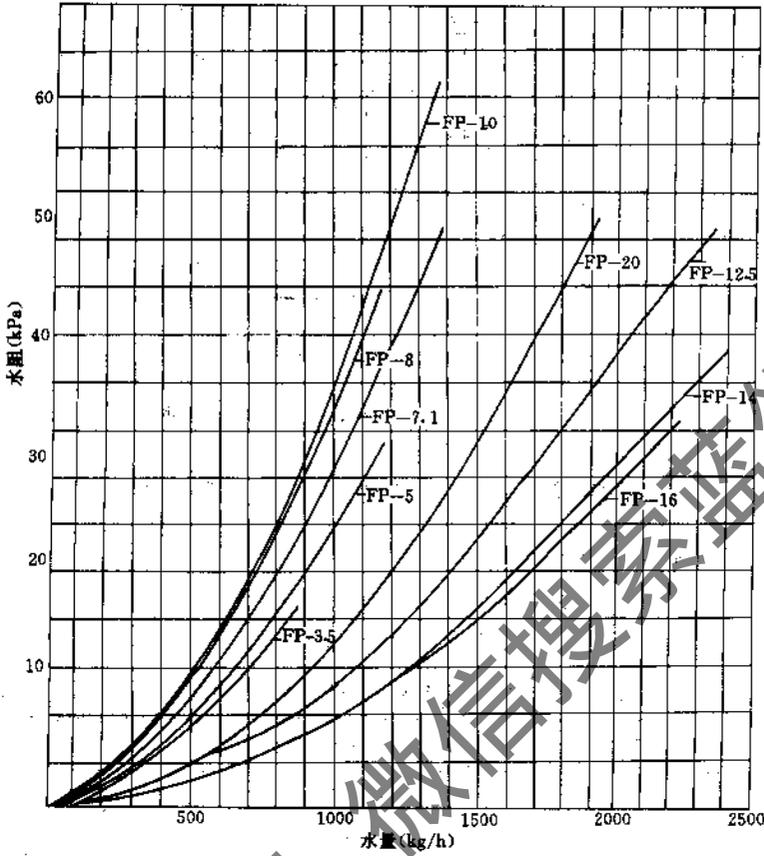
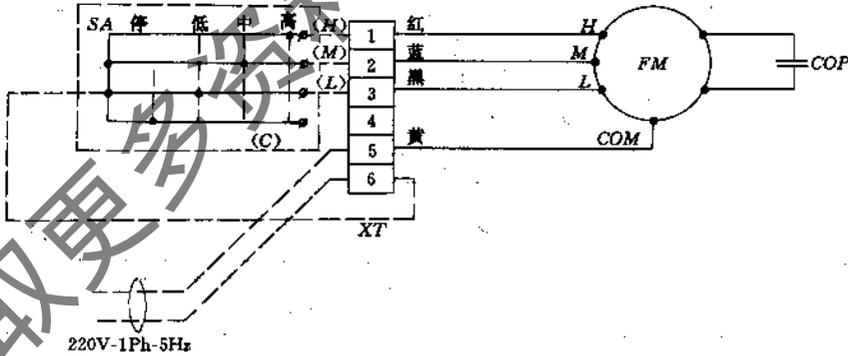


图 3.2-29 FP 系列风机盘管水阻曲线图



代号	名称	型号	规格	备注
-----	产品现场接线			
-----	产品内接线			
XT	接线板		20A 600V	
SA	三速开关			另可配无级温控调速开关
FM	风机电机	参见总图	220V 50Hz	
COP	电容器			450V 25uF

图 3.2-30 FP-3.5~FP-12.5 系列风机盘管电控接线图

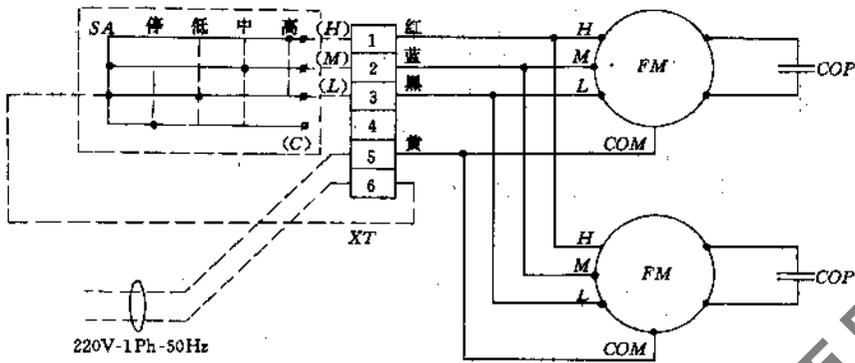


图 3.2-31 FP-14~FP-20 系列风机盘管电控接线图

3) 重庆通用工业 (集团) 有限责任公司

FP 系列, 额定风量 340~2040m³/h

额定冷量 1.92~10.47kW

额定热量 3.26~17.45kW

FP 系列产品选型资料目录表 (重庆通用)

表 3.2-15

产品名称	产品型号	产品选型资料目录	图 (表) 号
风机盘管空调机组	FP 系列	a) 机组技术性能表	表 3.2-16
		b) FP-WA 系列外形尺寸图	图 3.2-32
		c) FP-LM 系列外形尺寸图	图 3.2-33
		d) FP-LZ 系列外形尺寸图	图 3.2-34
		e) FP-MBG 系列外形尺寸图	图 3.2-35
		f) FP-DP 系列外形尺寸图	图 3.2-36
		g) FP-WM 系列外形尺寸图	图 3.2-37
		h) 机组安装图例	图 3.2-38

FP 系列风机盘管空调机组技术性能表

表 3.2-16

参数	型号	200	300	400	500	600	700	800	1000	1200
		(FP-3.5)	(FP-5)	(FP-7.1)	(FP-8)	(FP-10)	(FP-12.5)	(FP-14)	(FP-16)	(FP-20)
风量 (m ³ /h)		340	510	680	850	1020	1190	1360	1700	2040
供冷量	kCal/h	1651	2399	3302	3899	4497	5550	6604	7803	9003
	W	1920	2790	3840	4535	5230	6455	7680	9075	10470
供热量	kCal/h	2803	3998	5512	6505	7498	9248	10997	13001	15004
	W	3260	4650	6410	7565	8720	10755	12790	15120	17450
出口余压 (Pa)		15					25			
噪声 dB (A)		≤37	≤40	≤42	≤42	≤42	≤43	≤45	≤46	≤48

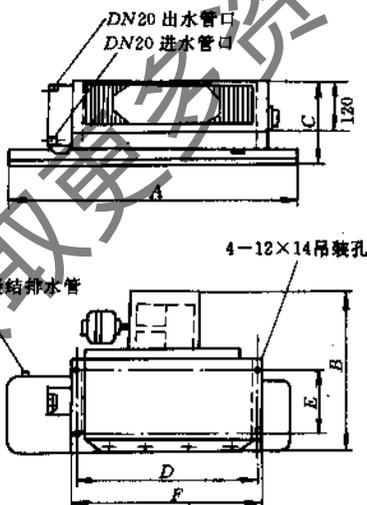
续表

参数	型号	200 (FP-3.5)	300 (FP-5)	400 (FP-7.1)	500 (FP-8)	600 (FP-10)	700 (FP-12.5)	800 (FP-14)	1000 (FP-16)	1200 (FP-20)
盘管	型式	钢管、双曲波纹片胀管组合式盘管								
	工作压力 MPa	1.5								
	水量 kg/h	350	500	700	800	1000	1200	1400	1800	2100
	水阻力 Pa	70	12	13	15	20	24	24	35	45
风机	型式	前曲叶片低噪声离心式								
	数量	1	1	2	2	2	4	4	4	4
电机	型式	低噪声、永久分列式电容电机								
	数量	1	1	1	1	1	2	2	2	2
	电源	220V±10V 50Hz								
	标准型输入功率 W	31	51	50	75	87	89	100	150	174
	高静压型输入功率 W	51	77	87	125	134	145	174	258	268
	控制方式	三速开关(高、中、低)								
配管	进水管(DN)	20								
	出水管(DN)	20								
	凝结排水管(DN)	20、15、外径φ16、φ20(详见结构图)								

说明: 1. 上表中冷量值是在室内干球温度 $DB=27^{\circ}\text{C}$ 、湿球温度 $WB=19.5^{\circ}\text{C}$ 、盘管进水温度 $=7^{\circ}\text{C}$ 、进回水温差 $=5^{\circ}\text{C}$ 条件下的测定值。

2. 表中热量值是在室内干球温度 $DB=21^{\circ}\text{C}$ 、盘管进水温度 60°C 条件下的测定值。

3. 上表中、高档为100%；中档为70%；低档为50%。



尺寸表

型号	尺寸(mm)					
	A	B	C	D	E	F
200	660	479	261	357	184	324
300	740	479	261	437	184	374
400	840	479	261	537	184	554
500	950	479	261	647	184	654
600	1050	479	261	747	184	774
700	1180	479	261	877	184	894
800	1300	479	261	997	184	1164
1000	1500	479	261	1197	184	1284
1200	1700	479	261	1397	184	1404

图 3.2-32 FP-WA 系列卧式暗装型风机盘管机组外形尺寸图

尺寸表

型号	尺寸 (mm)		
	A	B	C
300	880	253	680
400	990	253	680
500	1130	253	680
600	1260	253	680
700	1360	253	680
800	1460	253	680

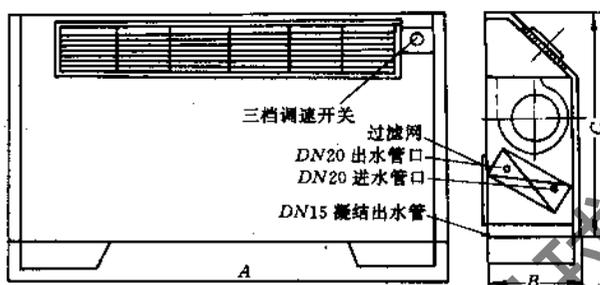


图 3.2-33 FP-LM 系列立式明装型风机盘管机组外形尺寸图

尺寸表

型号	尺寸 (mm)					
	A	B	C	D	E	F
400	600	400	1650	300	400	30
500	600	400	1650	300	400	30
600	600	400	1650	300	400	30
700	650	500	1650	300	400	30
800	650	500	1650	300	400	30

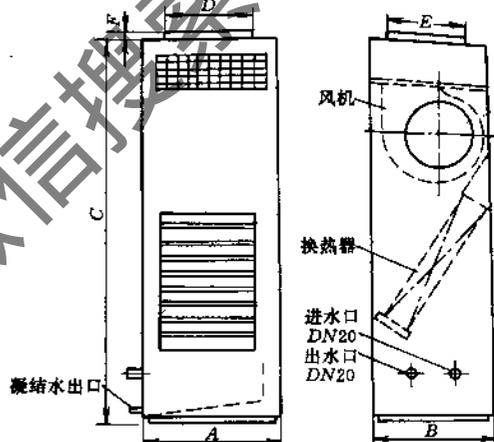


图 3.2-34 FP-LZ 系列立柱式明装型风机盘管机组外形尺寸图

尺寸表

型号	尺寸 (mm)		
	A	B	C
200	600	360	170
300	800	360	170
400	1040	360	170
500	1300	360	170

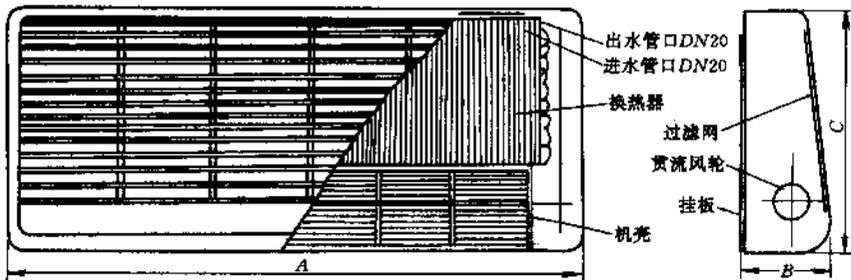


图 3.2-35 FP-MBG 系列壁挂式明装型风机盘管机组外形尺寸图

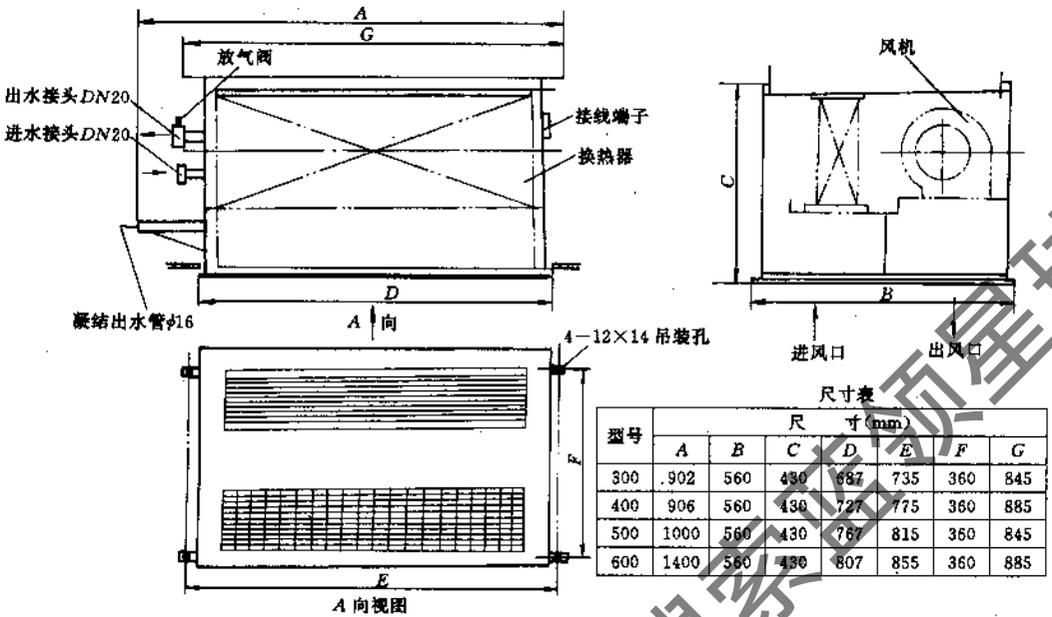


图 3.2-36 FP-DP 系列顶蓬式暗装型风机盘管机组外形尺寸图

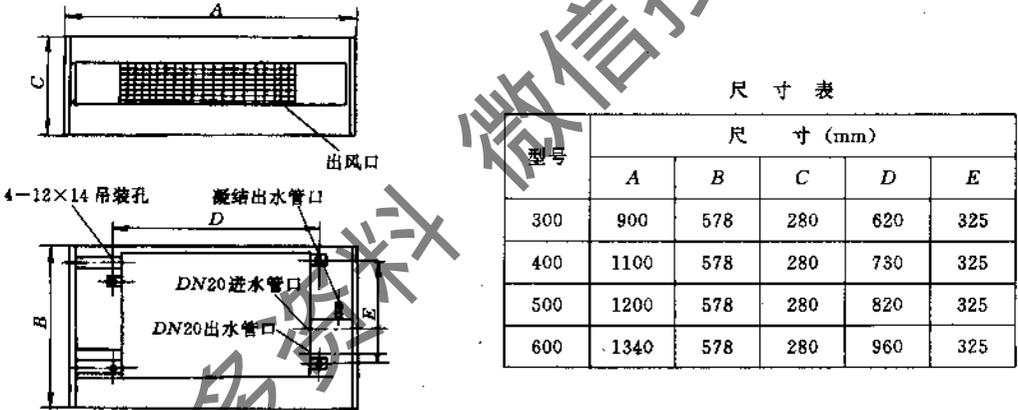
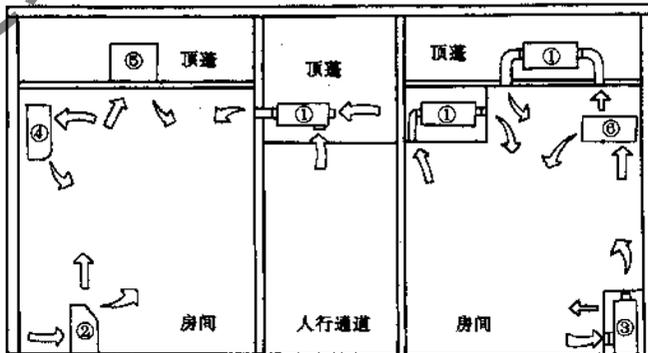


图 3.2-37 FP-WM 系列卧式明装型风机盘管机组外形尺寸图



注:①FP-WA型;②FP-LM型(后进风45°斜出风,后进风顶出风);③FP-LZ型(前进风顶出风,前进风前出风);④FP-MBG型;⑤FP-DP型;⑥FP-WM型

图 3.2-38 FP 系列风机盘管空调机组安装图例

3.2.7 柜式空气处理机组(大型风机盘管机组、新风空调机组)生产厂家及产品选型资料

1. 柜式空气处理机组部分生产厂家名录 (见表 3.2-17)

柜式空气处理机组部分生产厂家名录

表 3.2-17

序号	生产厂家(公司)名称	柜式空气处理机组产品型号	柜式空气处理机组额定风量 (m ³ /h)	生产厂家(公司)地址
1)	无锡申达空调设备有限公司	ZK 系列 (卧式、立式)	2000~6×10 ⁴	无锡西漳锡澄南路 208 号
		ZKD 系列 (吊顶式)	1000~1.5×10 ⁴	
		ZKDB 系列 (吊顶式、超薄型)	1000~6000	
		ZKJA 系列 (洁净型)	2000~6×10 ⁴	
		ZKJT 系列 (洁净型)	2000~3×10 ⁴	
		ZKFW 系列 (风机箱)	2000~4.5×10 ⁴	
2)	重庆嘉陵制冷空调设备有限公司 重庆欣雨制冷设备有限公司	BFW 系列 (卧式)	3000~4.5×10 ⁴	重庆市沙坪坝区上桥 5 号
		BFL 系列 (立式)	3000~3.75×10 ⁴	
		BFD 系列 (吊顶式)	1000~1.2×10 ⁴	
3)	广东省吉荣空调设备有限公司	GX 系列 (新风型、立柜式)	3000~22000	广东省揭阳市榕城区
		KCW 系列 (标准型、卧式)	2000~4×10 ⁴	
		KCWX 系列 (新风型、卧式)	2000~4×10 ⁴	
4)	上海新晃空调设备有限公司	D (DV、DH) 系列 (垂直立式、水平卧式)	2950~8.4×10 ⁴	上海市政立路 518 号
		SDK 系列 (卧式、立式)	2000~3.6×10 ⁴	
		SDK 系列 (吊顶式)	1500~1.2×10 ⁴	
5)	北京青云航空仪表公司	KG03LA~KG15LA 系列 (立式小型化)	3000~1.5×10 ⁴	北京市北三环西路 43 号
		KG03WA~KG15WA 系列 (卧式小型化)		
		KG02D~KG08D 系列 (吊顶式)	2000~8000	
		KG03L~KG40L 系列 (立式普通型)	3000~4×10 ⁴	
KG03W~KG40W 系列 (卧式、普通型)				
6)	重庆通用工业(集团)有限责任公司	BFPX03~BFPX30 系列 (立式、卧式、吊式、变风量新风机组)	3000~4×10 ⁴	重庆市江北区玉带山 1 号

续表

序号	生产厂家(公司)名称	柜式空气处理机组 产品型号	柜式空气处理机组 额定风量 (m ³ /h)	生产厂家(公司) 地址
7)	上海冷气机厂	G-3XW~G-15XW 系列 (卧式、立式、变风量新风机组)	3000~1.5×10 ⁴	上海市共和新路 1301号
8)	顺德市广容空调 实业有限公司	GKT4~GKT40 系列 (卧式、立式、变风量新风机组)	4000~4×10 ⁴	广东省顺德市容 奇大桥南成业路39 号
9)	大连冰山空调设 备有限公司	UCHG010E~UCHG100E 系列 (吊装式)	1000~1×10 ⁴	大连市沙河口区 西南路888号
		UCHA020E~UCHA60E 系列 (吊装超薄式)	2000~6000	
		CVG030E~CVG300E 系列 (立式带加湿式) CVA030E~CVA300E 系列 (立式薄型)	3000~3×10 ⁴	

2. 柜式空气处理机组部分生产厂家产品选型资料介绍

1) 无锡申达空调设备有限公司

ZK 系列, 额定风量: 1000~6×10⁴ m³/hZKJ 系列, 额定风量: 2000~6×10⁴ m³/h

ZK 系列产品选型资料目录表(无锡申达)

表 3.2-18

产品名称	产品型号	产品选型资料目录	图(表)号
柜式空气处理机组	ZK 系列 (卧式、立式)	a) (4排) 机组技术性能表	表 3.2-19
		b) (6排) 机组技术性能表	表 3.2-20
		c) (8排) 机组技术性能表	表 3.2-21
		d) 立式明装机组技术性能表	表 3.2-22
		e) 暗装机组外形尺寸图	图 3.2-39
		f) 立式明装机组外形尺寸图	图 3.2-40
	ZKD 系列 (吊顶式)	g) (4、6排) 机组技术性能表	表 3.2-23
		h) (4、6排) 机组外形尺寸图	图 3.2-41
	ZKDB 系列 (吊顶式、超薄型)	i) (4、6排) 机组技术性能表	表 3.2-24
		j) (4、6排) 机组外形尺寸图	图 3.2-42
	ZKJA 系列 (洁净型)	k) (洁净型) 机组技术性能表	表 3.2-25
		l) (洁净型) 机组外形尺寸图	图 3.2-43
	ZKJT 系列 (洁净型、袋式过滤)	m) (洁净型、袋式过滤) 机组技术性能表	表 3.2-26
		n) (洁净型、袋式过滤) 机组外形尺寸图	图 3.2-44
	ZKFW 系列 (风机箱)	o) (风机箱) 技术性能及尺寸表	表 3.2-27
		p) (风机箱) 外形图	图 3.2-45
电控箱原理及外形示意图			图 3.2-46
ZK、ZKJ 系列柜式空气处理机组噪声近似值表			表 3.2-28

ZK 系列 (卧式、立式、暗装、4排) 柜式空气处理机组技术性能表 表 3.2-19

型号 ZK _L ^W	额定 风量 (m ³ /h)	机组余压 (Pa)		额定冷量 (kW)		额定热量 (kW)		风机额定功率 (kW)		冷媒水量 (m ³ /h)		冷媒水阻力 (kPa)		换热器 换热量 (m ²)	机组 重约 (kg)
		I 型	I 型	一般空 调干球 温度 27℃ 湿球温 度 21℃	全新风 干球温 度 34℃ 湿球温 度 28℃	一般空 调干球 温度 20℃	全新风 干球温 度 -4℃	I 型	I 型	一般 空调	全新 风	一般 空调	全新 风		
2	2000	200	150	12.1	22.4	15.8	27.0	0.32	0.25	2.0	3.8	15	31.8	22.1	188
2×2	4000	200	150	22.8	44.9	31.6	54.0	0.32×2	0.25×2	3.9	7.7	36.2	18.8	44.2	238
2.5	2500	240	180	13.3	27.1	18.3	30.6	0.45	0.32	2.3	4.6	20.2	46.8	24.2	206
2.5×2	5000	240	180	27.0	54.2	36.6	61.2	0.45×2	0.32×2	4.6	9.3	48.0	28.8	48.4	273
3	3000	260	200	16.9	34.6	23.0	40.7	0.45	0.32	2.9	5.9	16.9	37.0	31.2	235
3×2	6000	260	200	34.0	64.8	46.0	81.4	0.45×2	0.32×2	5.8	11.1	44.0	21.0	62.4	358
3.5	3500	300	240	18.0	37.8	26.8	44.5	0.8	0.55	3.1	6.5	15.2	40.1	34.1	245
3.5×2	7000	300	240	42.8	75.6	53.6	89.0	0.8×2	0.55×2	7.3	13.0	45.1	21.1	68.2	413
4	4000	320	260	20.5	43.2	28.8	48.0	0.8	0.8	3.5	7.4	17.2	45.9	37.8	250
4×2	8000	320	260	47.2	84.0	57.6	96.0	0.8×2	0.8×2	8.1	14.4	46.2	27.9	75.6	448
4×3	12000	320	260	63.4	118.6	86.5	144.0	0.8×3	0.8×3	10.9	20.4	22.5	10.8	113.4	620
4.5	4500	350	280	22.4	46.8	31.7	53.0	1.1	0.8	3.8	8.0	16.4	53.8	41.0	258
4.5×2	9000	350	280	51.0	93.7	63.4	106.0	1.1×2	0.8×2	8.7	16.1	48.5	33.8	82.0	492
4.5×3	13500	350	280	71.4	132.3	95.1	159.0	1.1×3	0.8×3	12.2	27.7	48.0	11.5	117.0	647
5	5000	500	350	26.1	52.5	36.7	62.0	1.5	1.1	4.4	9.0	23.1	51.6	45.1	278
5×2	10000	500	350	52.3	107.1	73.4	124.0	1.5×2	1.1×2	9.0	18.4	17.2	39.2	90.2	497
5×3	15000	500	350	85.7	156.4	101.1	186.0	1.5×3	1.1×3	14.7	26.9	31.7	13.8	128.6	681
6	6000	500	350	32.5	58.8	44.5	75.0	1.5	1.5	5.1	10.1	30.8	12.4	59.0	317
6×2	12000	500	350	65.1	118.6	89.0	150.0	1.5×2	1.5×2	11.2	20.4	18.8	10.6	118.0	515
6×3	18000	500	350	98.7	176.4	133.5	225.0	1.5×3	1.5×3	16.3	30.5	39.2	24.0	167.0	713
7	7000	500	350	37.8	69.3	50.4	84.5	1.8	1.5	6.5	11.9	40.1	15.8	66.0	322
7×2	14000	500	350	75.6	138.0	108.0	169.0	1.8×2	1.5×2	13.0	23.7	27.1	11.0	132.0	590
7×3	21000	500	350	115.3	207.5	158.4	253.5	1.8×3	1.5×3	19.5	34.7	42.0	28.0	180.0	776
8	8000	540	410	44.3	81.9	58.0	97.5	2.2	1.8	7.6	14.1	32.8	23.0	76.5	375
8×2	16000	540	410	86.7	158.8	110.0	185.0	2.2×2	1.8×2	14.8	27.3	48.5	10.0	140.0	607
8×3	24000	540	410	128.4	231.2	168.0	282.5	2.2×3	1.8×3	22.0	38.9	48.0	32.0	216.0	839
9	9000	570	410	54.6	98.7	67.4	113.0	2.2	1.8	9.3	17.0	31.8	32.8	90.3	432
9×2	18000	570	410	102.6	172.2	125.0	212.0	2.2×2	1.8×2	17.7	29.6	56.6	10.0	163.7	640
9×3	27000	570	410	153.5	258.3	187.5	318.0	2.2×3	1.8×3	26.4	44.4	46.0	26.0	254.0	848
10	10000	700	450	60.9	109.2	73.5	123.0	3.0	2.2	10.4	18.8	23.0	41.0	97.2	461
10×2	20000	700	450	115.0	190.6	137.0	229.0	3.0×2	2.2×2	17.9	31.0	43.0	26.1	175.0	718

续表

型号 ZK _L	额定 风量 (m ³ /h)	机组余压 (Pa)		额定冷量 (kW)		额定热量 (kW)		风机额定功率 (kW)		冷媒水量 (m ³ /h)		冷媒水阻力 (kPa)		换热器 换热面积 (m ²)	机组 重约 (kg)
		I型	II型	一般空 调干球 温 度 27℃ 湿球温 度 21℃	全新风 干球温 度 34℃ 湿球温 度 28℃	一般 空调 干球 温 度 20℃	全新 风干 球温 度 -4℃	I型	II型	一般 空调	全新 风	一般 空调	全新风		
10×3	30000	700	450	187.5	290.9	205.5	343.5	3.0×3	2.2×3	27.1	46.6	64.5	46.0	272.0	975
12.5	12500	700	620	67.2	123.9	92.0	154.0	4.0	3.0	11.5	21.1	33.8	9.0	121.0	514
12.5×2	25000	700	620	129.5	237.3	169.0	285.0	4.0×2	3.0×2	22.2	40.8	21.8	11.5	215.0	903
12.5×3	37500	700	620	194.3	356.0	253.5	427.5	4.0×3	3.0×3	33.4	61.2	47.0	26.0	337.0	1292
15	15000	680	640	77.5	139.5	114.0	184.8	5.5	4.0	13.3	24.0	43.0	13.0	145.0	616
15×2	30000	680	640	150.0	270.0	202.8	342.0	5.5×2	4.0×2	25.0	46.5	30.0	18.0	258.0	1080
15×3	45000	680	640	225.0	405.0	304.0	364.8	5.5×3	4.0×3	37.6	52.4	56.0	38.0	404.0	1551
20	20000	830		101.0	181.0	115.0	189.0	7.5		17.4	38.2	25.0	12.0	175.0	730
20×2	40000	830		194.0	350.0	222.0	316.0	7.5×2		33.4	70.0	49.0	38.0	350.0	1300
20×3	60000	830		290.0	520.0	330.0	544.0	7.5×3		50.0	104.0	30.0	45.0	525.0	1750

ZK 系列 (卧式、立式、暗装、6排) 柜式空气处理机组技术性能表 表 3.2-20

型号 ZK _L	额定 风量 (m ³ /h)	机组余压 (Pa)		额定冷量 (kW)		额定热量 (kW)		风机额定功率 (kW)		冷媒水量 (m ³ /h)		冷媒水阻力 (kPa)		换热器 换热面积 (m ²)	机组 重约 (kg)
		I型	II型	一般空 调干球 温 度 27℃ 湿球温 度 21℃	全新风 干球温 度 34℃ 湿球温 度 28℃	一般 空调 干球 温 度 20℃	全新 风干 球温 度 -4℃	I型	II型	一般 空调	全新 风	一般 空调	全新风		
2	2000	160	110	17.0	28.3	19.9	33.5	0.32	0.25	2.9	4.9	25.2	10.0	33.1	197
2×2	4000	160	110	34.1	59.9	39.8	67.0	0.32×2	0.25×2	5.8	10.1	16.2	23.8	66.3	255
2.5	2500	210	150	18.8	34.9	23.2	39.0	0.45	0.32	3.2	6.0	30.4	14.4	36.3	214
2.5×2	5000	210	150	39.3	71.9	46.4	78.0	0.45×2	0.32×2	6.7	12.3	25.0	47.0	72.6	302
3	3000	230	170	26.2	45.0	28.9	50.0	0.45	0.32	4.5	7.7	30.4	11.8	46.8	247
3×2	6000	230	170	50.7	88.6	57.9	100.0	0.45×2	0.32×2	8.7	15.2	19.4	43.0	93.6	378
3.5	3500	270	210	27.3	46.5	33.8	57.0	0.8	0.55	4.6	8.0	37.2	12.4	51.2	261
3.5×2	7000	270	210	54.6	103.9	67.6	114.0	0.8×2	0.55×2	9.3	17.9	26.2	50.3	102.4	440
4	4000	290	230	30.0	51.8	36.5	61.5	0.8	0.8	5.1	8.9	34.8	12.6	56.7	275
4×2	8000	290	230	59.8	113.9	73.0	123.0	0.8×2	0.8×2	10.0	19.1	22.8	51.4	113.4	498
4×3	12000	290	230	95.7	155.4	120.9	184.5	0.8×3	0.8×3	16.4	26.6	45.0	7.0	170.1	650
4.5	4500	320	250	33.6	58.2	40.4	68.0	1.1	0.8	5.8	10.0	35.0	16.5	61.5	274
4.5×2	9000	320	250	60.3	104.0	80.8	136.0	1.1×2	0.8×2	10.3	17.9	28.2	48.7	123.0	520
4.5×3	13500	320	250	106.0	173.2	121.2	204.0	1.1×3	0.8×3	18.2	29.8	48.0	8.0	175.3	680
5	5000	470	320	38.0	68.0	46.5	78.5	1.5	1.1	6.5	11.7	44.6	19.6	67.7	299

续表

型号 ZKL	额定 风量 (m ³ /h)	机组余压 (Pa)		额定冷量 (kW)		额定热量 (kW)		风机额定功率 (kW)		冷媒水量 (m ³ /h)		冷媒水阻力 (kPa)		换热器 换热面 积 (m ²)	机组 重约 (kg)
		I型	II型	一般 空调 干球 温度 27℃ 湿球 温度 21℃	全新 风 干球 温度 34℃ 湿球 温度 28℃	一般 空调 干球 温度 20℃	全新 风 干球 温度 -4℃	I型	II型	一般 空调	全新 风	一般 空调	全新 风		
5×2	10000	470	320	78.1	125.6	93.0	157.0	1.5×2	1.1×2	13.4	21.6	32.8	11.4	135.4	538
5×3	15000	470	320	121.8	199.5	139.5	235.5	1.5×3	1.1×3	20.9	34.3	50.0	8.0	192.9	718
6	6000	470	320	48.3	81.9	56.2	95.0	1.5	1.5	8.3	14.0	48.5	29.0	88.5	338
6×2	12000	470	320	96.6	156.3	112.4	190.0	1.5×2	1.5×2	16.4	26.9	31.2	7.0	177.0	578
6×3	18000	470	320	144.0	238.0	168.6	285.0	1.5×3	1.5×3	24.7	40.9	53.3	25.0	265.5	730
7	7000	470	320	55.9	95.7	64.0	107.0	1.8	1.5	9.6	16.4	49.2	34.8	99.0	346
7×2	14000	470	320	113.3	183.7	128.0	214.0	1.8×2	1.5×2	18.4	31.6	56.3	8.0	198.0	650
7×3	21000	470	320	168.0	288.0	192.0	321.0	1.8×3	1.5×3	28.0	48.0	20	35.0	297.0	800
8	8000	520	370	65.1	113.3	73.8	124.0	2.2	1.8	11.2	19.1	58.6	45.0	114.7	435
8×2	16000	520	370	119.1	212.1	140.0	238.0	2.2×2	1.8×2	20.5	36.4	51.0	12.1	210.0	680
8×3	24000	520	370	185.0	325.0	213.8	362.0	2.2×3	1.8×3	32.5	55.5	30	40.0	324.7	870
9	9000	540	370	69.9	133.3	85.0	142.0	2.2	1.8	12.0	22.9	28.1	51.2	135.0	482
9×2	18000	540	370	136.5	228.0	161.0	270.0	2.2×2	1.8×2	23.5	39.2	31.8	7.0	245.0	720
9×3	27000	540	370	204.8	342.0	241.5	405.0	2.2×3	1.8×3	35.2	58.8	60.0	18	380.0	958
10	10000	670	410	77.7	148.0	93.0	156.0	3.0	2.2	13.3	25.4	34.6	45.0	145.0	561
10×2	20000	670	410	155.5	249.9	176.0	295.0	3.0×2	2.2×2	26.8	43.0	52.0	9.7	262.0	806
10×3	30000	670	410	233.3	374.9	264.0	442.5	3.0×3	2.2×3	40.1	64.5	50.0	20	408.0	1096
12.5	12500	670	590	102.9	162.7	116.0	195.0	4.0	3.0	17.7	27.8	38.0	15.1	181.5	594
12.5×2	25000	670	590	168.0	316.0	216.0	365.0	4.0×2	3.0×2	28.9	54.3	10.0	9.0	322.0	1008
12.5×3	37500	670	590	252.0	474.0	324.0	547.5	4.0×3	3.0×3	43.3	81.5	23.0	22	505.5	1602
15	15000	640	590	121.4	191.9	139.0	234.0	5.5	4.0	20.8	32.9	29.1	40.3	217.2	712
15×2	30000	640	590	198.2	372.0	259.0	438.0	5.5×2	4.0×2	39.6	64.1	44.6	75.5	386.4	1200
15×3	45000	640	590	297.2	559.0	388.8	688.0	5.5×3	4.0×3	59.4	96.3	77.6	111.7	606	1700
20	20000	790		156.0	281.0	177.0	323.0	7.5		26.8	56.2	48.0	17.0	262.0	826
20×2	40000	790		302.0	544.0	344.0	625.0	7.5×2		52.0	108.8	15.0	34.0	524.0	1650
20×3	60000	790		452.0	813.0	515.0	934.0	7.5×3		77.4	162.6	25.0	46.0	786.0	1840

ZK 系列 (卧式、立式、暗装、8排) 柜式空气处理机组技术性能表 表 3.2-21

型号 ZK _L ^W	额定 风量 (m ³ /h)	机组余压 (Pa)		额定冷量 (kW)		额定热量 (kW)		风机额定功率 (kW)		冷媒水量 (m ³ /h)		冷媒水阻力 (kPa)		换热器 换热面积 (m ²)	机组重 约 (kg)
		I型	II型	一般空 调干球温 度 27℃ 湿球温 度 21℃	全新风 干球温 度 34℃ 湿球温 度 28℃	一般 空调 干球温 度 20℃	全新 风干 球温 度 -4℃	I型	II型	一般 空调	全新 风	一般 空调	全新 风		
2	2000	140	90	20.0	32.0	23.2	39.2	0.32	0.25	3.4	5.5	13	32	44.2	206
2×2	4000	140	90	39.8	66.6	46.4	78.4	0.32×2	0.25×2	6.9	11.0	20	42	88.4	275
2.5	2500	180	120	21.9	39.7	26.9	45.6	0.45	0.32	3.8	6.8	18	40	48.4	298
2.5×2	5000	180	120	45.9	84.1	53.8	88.9	0.45×2	0.32×2	7.6	13.6	10	24	96.8	331
3	3000	200	140	30.6	50.8	33.5	58.5	0.45	0.32	5.2	8.7	24	56	62.4	259
3×2	6000	200	140	59.3	100.1	67.3	117.0	0.45×2	0.32×2	10.4	17.4	12	25	124.8	398
3.5	3500	240	180	31.9	52.5	39.5	66.6	0.8	0.55	5.5	9.3	38	16	68.2	277
3.5×2	7000	240	180	63.8	116.5	79.0	133.4	0.8×2	0.55×2	11.0	18.6	21	52	136.4	467
4	4000	260	200	35.7	58.5	42.7	71.9	0.8	0.8	6.1	10.1	18.7	13.2	75.6	300
4×2	8000	260	200	69.9	128.7	85.4	143.9	0.8×2	0.8×2	12.2	20.2	25.2	15.8	151.2	548
4×3	12000	260	200	112.0	175.6	140.4	215.8	0.8×3	0.8×3	18.3	30.3	39.8	16	226.8	680
4.5	4500	290	220	39.3	65.7	47.3	79.5	1.1	0.8	6.8	10.8	22.4	15.9	82.0	290
4.5×2	9000	290	220	70.5	117.5	94.5	159	1.1×2	0.8×2	13.6	24.6	30.2	19.0	164.0	548
4.5×3	13500	290	220	124.0	195.5	141.5	238	1.1×3	0.8×3	20.4	31.4	47.0	19.2	246.0	713
5	5000	440	290	44.0	76.8	54.4	91.2	1.5	1.1	7.6	13.2	26.8	19.0	90.2	320
5×2	10000	440	290	91.3	141.9	106.2	183.7	1.5×2	1.1×2	15.2	26.4	36.2	23.0	180.4	579
5×3	15000	440	290	132.0	225.4	163.2	275.5	1.5×3	1.1×3	22.8	39.6	54.0	28	270.6	755
6	6000	440	290	56.5	93.5	65.5	110.0	1.5	1.5	9.6	16.0	32	23	118.0	359
6×2	12000	440	290	113.0	176.2	131.5	222.3	1.5×2	1.5×2	19.2	32.0	43	28	236.0	641
6×3	18000	440	290	166.0	253.0	185.0	320	1.5×3	1.5×3	28.8	48.0	20	34	35.4	800
7	7000	440	280	63.1	108.1	74.8	125.0	1.8	1.5	10.8	18.5	40	28	132.0	370
7×2	14000	440	280	132.5	207.0	149.7	250.0	1.8×2	1.5×2	21.6	37.0	52	35	264.0	710
7×3	21000	440	280	194.0	289.0	210.0	370.0	1.8×3	1.5×3	32.4	55.0	26	42	386	860
8	8000	490	330	76.1	128.0	84.1	145.0	2.2	1.8	13.1	22.0	48	34	153.0	495
8×2	16000	490	330	139.2	239.6	163.8	271.3	2.2×2	1.8×2	26.2	44.0	23	42	280.0	753
8×3	24000	490	330	217.0	346.0	240.0	410.0	2.2×3	1.8×3	37.4	59.6	34	30	433	920
9	9000	510	330	81.7	150.6	99.4	166.1	2.2	1.8	14.1	25.9	18	40	180.6	532
9×2	18000	510	330	162.4	257.6	188.3	307.8	2.2×2	1.8×2	28.2	44.2	40	18	327.4	800
9×3	27000	510	330	239.6	386.4	281.0	473.8	2.2×3	1.8×3	42.3	80.0	27	35	589.4	1068
10	10000	630	370	90.9	167.2	108.8	182.5	3.0	2.2	15.4	28.2	27	46	194.4	661

续表

型号 ZK _L	额定风量 (m ³ /h)	机组余压 (Pa)		额定冷量 (kW)		额定热量 (kW)		风机额定功率 (kW)		冷媒水量 (m ³ /h)		冷媒水阻力 (kPa)		换热器 换热面积 (m ²)	机组重 量约 (kg)
		I型	I型	一般空 调干球 温度 27℃ 湿球温 度 21℃	全新风 干球温 度 34℃ 湿球温 度 28℃	一般空 调干球 温度 20℃	全新风 干球温 度 -4℃	I型	I型	一般 空调	全新 风	一般 空调	全新 风		
10×2	20000	630	370	181.9	298.9	205.9	345.0	3.0×2	2.2×2	30.8	46.3	47	29	350.0	894
10×3	30000	630	370	273.0	453.6	308.8	517.0	3.0×3	2.2×3	46.2	72.8	32	43	524.0	1217
12.5	12500	630	550	120.4	183.8	135.7	228.1	4.0	3.0	20.7	31.6	37	14	242.0	674
12.5×2	25000	630	550	196.5	357.0	252.7	427.0	4.0×2	3.0×2	33.7	61.4	25	17	430.0	1113
12.5×3	37500	630	550	294.0	535.0	379.0	640.0	4.0×3	3.0×3	54.4	93.0	42	51	672.0	1912
15	15000	600	550	142.0	216.8	162.0	273.0	5.5	4.0	24.4	37.3	44	18	290.0	808
15×2	30000	600	550	231.8	421.3	302.0	512.0	5.5×2	4.0×2	39.8	72.5	30	25	516	1454
15×3	45000	600	550	346.9	631.0	454.0	768.0	5.5×3	4.0×3	59.8	108.0	45	48	806.0	2100
20	20000	750		182.0	328.0	207.0	372.0	7.5		31.3	65.6	34	46	350.0	900
20×2	40000	750		353.0	636.0	402.0	723.0	7.5×2		60.7	127.2	40	24	700.0	1950
20×3	60000	750		519.0	951.0	591.0	1063.0	7.5×3		89.2	190.2	18	38	1050.0	2500

ZK 系列 (立式、明装、4排、6排) 柜式空气处理机组技术性能表 表 3-2-22

型号	额定风量 (m ³ /h)	额定冷量 (kW) 干球温度 27℃ 湿球温度 21℃	额定热量 (kW) 干球温度 20℃	风机额 定功率 (kW)	冷媒水量 (m ³ /h)	热媒水量 (m ³ /h)	冷媒水 阻力 (kPa)	换热器 换热面积 (m ²)	机组 重量约 (kg)
1.5-Lm4	1500	7.8	11.2	0.25	1.4	1.9	28.0	15.1	143
1.5×2	3000	15.8	22.5	0.25×2	2.7	3.8	14.0	30.2	156
2	2000	12.1	15.8	0.25	2.0	1.3	15.0	22.1	150
2×2	4000	22.8	31.6	0.25×2	3.9	2.7	36.2	44.2	200
2.5	2500	13.3	18.3	0.25	2.3	1.5	20.2	24.2	160
2.5×2	5000	27.0	36.6	0.25×2	4.6	3.1	48.0	48.4	220
3	3000	15.9	23.0	0.32	2.9	1.9	16.9	31.2	170
3×2	6000	34.0	46.0	0.32×2	5.8	3.9	44.0	62.4	230
3×3	9000	50.7	69.0	0.32×3	8.7	5.7	52.0	93.6	320
1.5-Lm6	1500	11.4	14.2	0.25	1.9	2.4	40.0	22.6	152
1.5×2	3000	23.0	28.4	0.25×2	3.9	4.9	33.0	45.3	165
2	2000	17.1	19.9	0.25	2.9	1.7	25.2	33.1	165
2×2	4000	34.1	39.8	0.25×2	5.8	3.4	16.2	66.3	220
2.5	2500	18.8	23.2	0.25	3.2	1.9	30.4	37.2	175
2.5×2	5000	39.3	46.4	0.25×2	6.7	3.9	25.0	74.4	270
3	3000	26.2	28.9	0.32	4.5	2.4	30.4	46.8	190
3×2	6000	50.7	57.9	0.32×2	8.7	4.5	19.4	93.6	260
3×3	9000	78.5	86.7	0.32×3	13.2	7.1	50.0	140.4	350

注：1. 立式明装只作一般空调用，其进风状态参数见说明。

2. 风量大于 6000m³/h 的机组噪声相应较大，一般用于对噪声要求不严的场所。

ZK、ZKJ 系列机组技术性能表说明

1. 技术性能表是以大气压为 0.1MPa 情况下计算的(第一类地区)。当低于此大气压的其它地区使用时,冷量随大气压的下降而稍增加,因此采用本样本数据较为安全。

2. 一般空调是指:供冷时,进风干球温度为 27℃,进风湿球温度为 21℃。供热时,进风干球温度为 20℃。

3. 全新风是指:供冷时,进风干球温度为 34℃,进风湿球温度为 28℃。供热时,进风干球温度为 -4℃。

4. 冷水计算温度为:供水 7℃,回水 12℃;热水计算温度为:55℃,回水 45℃。

5. 当符合上述计算数据时,各种不同机组冷却出风参考温度为:

- 1) 由四排换热器机组作一般空调时为 16℃左右
- 2) 由四排换热器机组作全新风处理时为 20.5℃左右
- 3) 由六排换热器机组作一般空调时为 13℃左右
- 4) 由六排换热器机组作全新风处理时为 16.5℃左右
- 5) 由八排换热器机组作一般空调时为 12℃左右
- 6) 由八排换热器机组作全新风时为 15℃左右

(如果换热器有污染,冷量要减少,出风温度要偏高。机组风压较大时,出风温度相应偏高。)

6. 当进风空气参数、大气压、水温、水量和换热器迎面风速等变化时,冷量均起变化,以进水温度和进气湿球温度变化最大,而且遇到这方面情况也最多。

7. 经常遇到冷媒水温变化,影响冷量很大,当符合计算状态时,而冷媒给水温度 t_{w1} 变化时的修正值 α 为:

t_{w1}	5℃	6℃	7℃	8℃	9℃	10℃	11℃	12℃	13℃
α	1.15	1.075	1	0.925	0.85	0.775	0.70	0.625	0.55

8. 当进风湿球温度 t_{s1} 改变时,冷量修正值 β 为:

t_{s1}	17℃	18℃	19℃	20℃	21℃	22℃	23℃
β	0.64	0.73	0.82	0.91	1.00	1.10	1.21

9. 机组作加热时,当进风干球温度为 15℃时,其额定热量为 20℃时额定热量的 1.14 倍。当进风干球温度为 -12℃时,其额定热量也为 -4℃时的 1.14 倍。上述误差一般不超过 $\pm 1.5\%$ 。

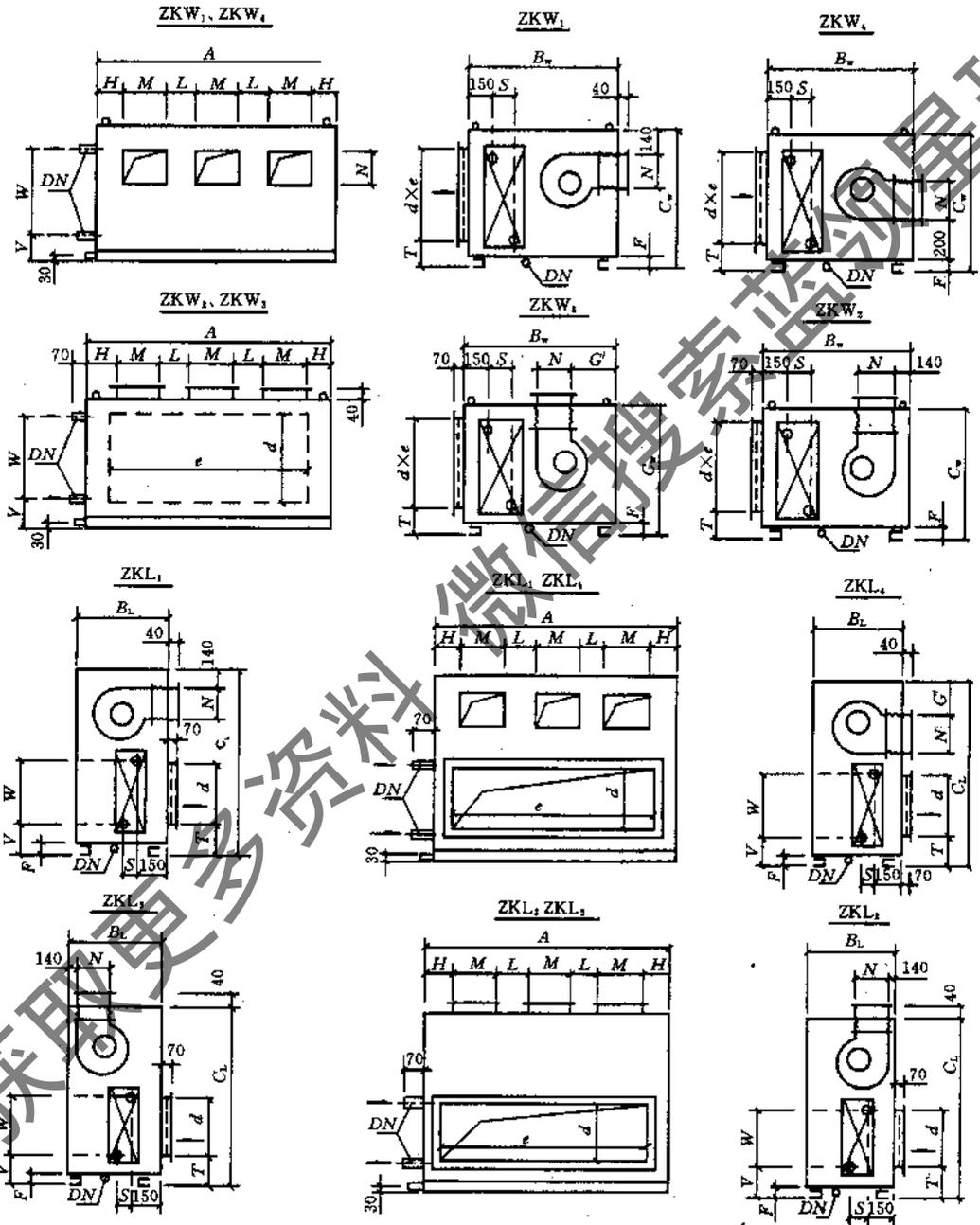


图 3.2-39 ZK 系列（暗装）柜式空气处理机组外形尺寸图
注：尺寸见附表

图 3.2-39 附表 1:

ZK 卧式、立式暗装四排 I 型余压机组尺寸表 (对照图 3.2-39)

ZKJA 卧式、立式暗装四排机组尺寸表 (对照图 3.2-43)

单位: mm

型号	A	B _w	B _L	C _w	C _L	S	d	e	H	L	M	N	T	t	W	V	G'	F	DN	DN (凝水)
2	720	1040	600	790	1400	107	600	570	190	—	340	190	160	130	422	230	250	40	40	20(25)
2×2	1150	1040	600	790	1400	107	600	1000	130	210	340	190	160	130	422	230	260	40	40(50)	20(25)
2.5	820	1040	600	790	1400	107	600	670	240	—	340	190	160	130	422	230	250	40	40	25(32)
2.5×2	1300	1040	600	800	1400	107	600	1150	165	290	340	190	170	140	422	240	250	50	40(50)	20(25)
3	850	1040	600	890	1470	107	700	700	255	—	340	190	160	130	504	230	250	40	40(50)	20(25)
3×2	1300	1040	600	900	1480	107	700	1150	165	290	340	190	170	140	504	240	250	50	40(50)	25(32)
3.5	850	1140	670	970	1670	107	750	670	235	—	380	240	160	140	586	230	350	40	40(50)	20(25)
3.5×2	1420	1140	670	970	1680	107	740	1240	179	302	380	240	170	150	586	240	350	50	50(70)	25(32)
4	880	1200	730	1050	1740	107	820	700	230	—	420	240	160	150	668	230	350	50	40(50)	20(25)
4×2	1420	1200	730	1050	1750	107	820	1240	159	263	420	240	170	150	668	240	350	50	50(70)	25(32)
4×3	2000	1200	730	1050	1750	107	820	1820	140	230	420	240	170	150	668	240	350	50	70(80)	25(32)
4.5	930	1200	800	1050	1750	107	820	750	235	—	460	240	170	150	668	230	350	50	40(50)	20(25)
4.5×2	1550	1200	800	1050	1750	107	820	1370	170	290	460	240	170	150	668	240	350	50	50(70)	25(32)
4.5×3	2100	1200	800	1050	1750	107	820	1920	138	222	460	240	170	150	668	240	350	50	70(80)	25(32)
5	1000	1290	880	1050	1820	107	820	820	315	—	370	240	170	150	668	240	400	50	40(50)	25(32)
5×2	1650	1290	880	1050	1900	107	820	1470	241	428	370	240	170	150	668	240	400	50	50(70)	25(32)
5×3	2000	1290	880	1150	1900	107	920	1820	165	280	370	240	170	150	720	240	400	50	70(80)	25(32)
6	1100	1290	880	1050	1820	107	820	920	365	—	370	280	170	150	638	240	400	50	50(70)	25(32)
6×2	1880	1290	880	1050	1820	107	820	1700	299	542	370	280	170	150	638	240	400	50	70(80)	25(32)
6×3	2450	1290	880	1150	1900	107	920	2270	242	428	370	280	170	150	720	240	400	50	70(80)	25(32)
7	1150	1290	880	1150	1900	107	920	970	350	—	450	280	170	150	720	240	400	50	50(70)	25(32)
7×2	1900	1290	880	1150	1900	107	920	1720	264	472	450	280	170	150	720	240	400	50	70(80)	25(32)
7×3	2750	1290	880	1150	1900	107	920	2570	252	448	450	280	170	150	720	240	400	50	70(80)	25(32)
8	1300	1400	930	1150	1900	107	920	1120	412.5	—	475	280	170	150	720	240	400	50	50(70)	25(32)
8×2	1900	1400	930	1300	2070	107	1070	1720	251	448	475	280	170	150	884	240	400	50	70(80)	25(32)
8×3	2550	1400	930	1300	2070	107	1070	2370	206	356.5	475	280	170	150	884	240	400	50	70(80)	25(32)
9	1350	1400	950	1150	2000	107	920	1170	425	—	500	280	170	150	720	240	400	50	50(70)	25(32)
9×2	2000	1400	950	1300	2200	107	1070	1820	262	474	500	280	170	150	884	240	400	50	70(80)	25(32)
9×3	3000	1400	950	1360	2210	107	1120	2820	267	483	500	280	170	160	884	250	400	60	80	32(40)
10	1520	1430	980	1150	2020	107	920	1340	510	—	500	280	170	150	720	240	450	50	50(70)	25(32)
10×2	2000	1430	980	1400	2280	107	1170	1820	263	474	500	280	170	150	966	240	450	50	80	25(32)
10×3	3100	1430	980	1410	2280	107	1170	2920	285	515	500	280	170	160	925	250	450	60	80	32(40)
12.5	1700	1430	1020	1220	2150	107	990	1520	585	—	530	300	170	150	802	240	450	50	70	25(32)

续表

型号	A	B _w	B _L	C _w	C _L	S	d	e	H	L	M	N	T	t	W	V	G'	F	DN	DN (凝水)
12.5×2	2100	1430	1020	1570	2490	107	1340	1920	274	492	530	300	170	150	1130	240	450	50	80	25(32)
12.5×3	3200	1430	1020	1580	2500	107	1340	3020	287	518	530	300	170	160	1130	250	450	60	80	32(40)
15	1700	1500	1020	1400	2350	107	1170	1520	585	—	530	300	170	150	966	240	500	50	80	25(32)
15×2	2000	1500	1020	1900	2850	107	1660	1820	249	442	530	300	180	160	1458	250	500	60	80	32(40)
15×3	2500	1500	1020	2180	3130	107	1920	2320	170	285	530	300	200	180	1704	270	500	80	80	40
20	1750	1650		1550		107	1340	1570	555	—	640	440	180	160	1130	250	750	60	80	32
20×2	2300	1650		2170		107	1910	2120	269	482	640	440	200	180	1704	270		80	80	40
20×3	3400	1650		2170		107	1910	3220	265	475	640	440	200	180	1704	270		80	80	40

注: 1. 当卧式机组为6排换热器时, B_w增加70mm, S增加70mm; 8排换热器时, B_w增加140mm, S增加140mm。

2. DN括号内的规格为作全新风和8排换热器时一般机组的数值, 非括号内的规格为作一般机组时的数值(不论是四排或六排), DN为丝接。

图 3.2-39 附表 2:

ZK 卧式、立式暗装四排 II 型余压机组尺寸表 (对照图 3.2-39)

单位: mm

型号	A	B _w	B _L	C _w	C _L	S	d	e	H	L	M	N	T	t	W	V	G'	F	DN	DN (凝水)
2	720	1040	600	790	1400	107	600	570	190	—	340	190	160	130	422	230	250	40	40	20(25)
2×2	1150	1040	600	790	1400	107	600	1000	130	210	340	190	160	130	422	230	250	40	40(50)	20(25)
2.5	820	1040	600	790	1400	107	600	670	240	—	340	190	160	130	422	230	250	40	40	25(32)
2.5×2	1300	1040	600	800	1400	107	600	1150	165	290	340	190	170	140	422	240	250	50	40(50)	20(25)
3	850	1040	600	890	1470	107	700	700	255	—	340	190	160	130	504	230	250	40	40(50)	20(25)
3×2	1300	1040	600	900	1480	107	700	1150	165	290	340	190	170	140	504	240	250	50	40(50)	25(32)
3.5	850	1140	670	970	1670	107	750	670	272.5	—	305	250	160	140	586	230	350	40	40(50)	20(25)
3.5×2	1420	1300	670	970	1680	107	740	1240	215	380	305	250	170	150	586	240	350	50	50(70)	25(32)
4	880	1200	830	1050	1850	107	820	700	282	—	316	354	160	150	668	230	350	50	40(50)	20(25)
4×2	1420	1200	830	1050	1850	107	820	1240	211	366	316	354	170	150	668	240	350	50	50(70)	25(32)
4×3	2000	1200	830	1050	1850	107	820	1820	194	332	316	354	170	150	668	240	350	50	70(80)	25(32)
4.5	930	1200	900	1050	1850	107	820	750	307	—	316	354	170	150	668	230	350	50	40(50)	20(25)
4.5×2	1550	1200	900	1050	1850	107	820	1370	243	432	316	354	170	150	668	240	350	50	50(70)	25(32)
4.5×3	2100	1200	900	1050	1850	107	820	1920	210	366	316	354	170	150	668	240	350	50	70(80)	25(32)
5	1000	1290	980	1050	1920	107	820	820	342	—	316	354	170	150	668	240	400	50	40(50)	25(32)
5×2	1650	1290	980	1050	1920	107	820	1470	268	482	316	354	170	150	668	240	400	50	50(70)	25(32)
5×3	2000	1290	980	1150	2000	107	920	1820	194	332	316	354	170	150	720	240	400	50	70(80)	25(32)
6	1100	1290	980	1050	1920	107	820	920	392	—	316	354	170	150	638	240	400	50	50(70)	25(32)
6×2	1880	1290	980	1050	1920	107	820	1700	326	596	316	354	170	150	638	240	400	50	70(80)	25(32)
6×3	2450	1290	980	1150	2000	107	920	2270	269	482	316	354	170	150	720	240	400	50	70(80)	25(32)
7	1150	1290	980	1150	2000	107	920	970	417	—	316	354	170	150	720	240	400	50	50(70)	25(32)
7×2	1900	1290	980	1150	2000	107	920	1720	331	606	316	354	170	150	720	240	400	50	70(80)	25(32)

续表

型号 ZK	A	B _w	B _L	C _w	C _L	S	d	e	H	L	M	N	T	t	W	V	G'	F	DN	DN (凝水)
7×3	2750	1290	980	1150	2000	107	920	2570	319	582	316	354	170	150	720	240	400	50	70(80)	25(32)
8	1300	1400	1030	1150	2000	107	920	1120	433	—	434	387	170	150	720	240	400	50	50(70)	25(32)
8×2	1900	1400	1030	1300	2170	107	1070	1720	272	488	434	387	170	150	884	240	400	50	70(80)	25(32)
8×3	2550	1400	1030	1300	2170	107	1070	2370	225	399	434	387	170	150	884	240	400	50	70(80)	25(32)
9	1350	1400	1050	1150	2100	107	920	1170	458	—	434	387	170	150	720	240	400	50	50(70)	25(32)
9×2	2000	1400	1050	1300	2300	107	1070	1820	297	538	434	387	170	150	884	240	400	50	70(80)	25(32)
9×3	3000	1400	1050	1360	2310	107	1120	2820	301	548	434	387	170	160	884	250	400	60	80	32(40)
10	1520	1430	1080	1150	2120	107	920	1340	543	—	434	387	170	150	720	240	450	50	50(70)	25(32)
10×2	2000	1430	1080	1400	2380	107	1170	1820	297	538	434	387	170	150	766	240	450	50	70(80)	25(32)
10×3	3100	1430	1080	1410	2380	107	1170	2920	318	581	434	387	170	160	925	250	450	60	80	32(40)
12.5	1700	1430	1120	1220	2250	107	990	1520	611	—	478	426	170	150	802	240	450	50	70	25(32)
12.5×2	2100	1430	1120	1570	2590	107	1340	1920	300	544	478	426	170	150	1130	240	450	50	80	25(32)
12.5×3	3200	1430	1120	1580	2600	107	1340	3020	313	570	478	426	170	160	1130	250	450	60	80	32(40)
15	1700	1500	1120	1400	2450	107	1170	1520	611	—	478	426	170	150		240	500	50	80	25(32)
15×2	2000	1500	1120	1900	2950	107	1660	1820	275	494	478	426	180	160		250	500	60	80	32(40)
15×3	2500	1500	1120	2180	3230	107	1920	2320	196	637	478	426	200	180		270	500	80	80	40

注:1. 当卧式机组为6排换热器时, B_w增加70mm; S增加70mm; 8排换热器时, B_w增加140mm, S增加140mm。

2. DN括号内的规格为作全新风和8排换热器时一般机组的数值, 非括号内的规格为作一般机组时的数值(不论是四排或六排), DN为丝接。

单位: mm

型号	A	B	C	S	W	DN	DN (凝水)
ZK1.5Lm	600	475	2000	-53	90	40	20
1.5×2	1050	475	2000	-53	90	40	20
2	690	475	2000	-53	90	40	20
2×2	1100	475	2000	-53	90	40	20
2.5	780	475	2000	-53	90	40	20
2.5×2	1100	475	2000	-53	90	40	20
3	800	475	2000	-53	90	40	20
3×2	1150	475	2000	-53	90	50	25
3×3	1600	820	2320	-53	90	70	25

注:1. 明装机组用于一般性空调, 当换热器为六排时, S增加30mm左右, W增加70mm, 其它相同, DN, dN为丝接。

2. 若需要机组背面下面加新风口, 订货合同上要注明。

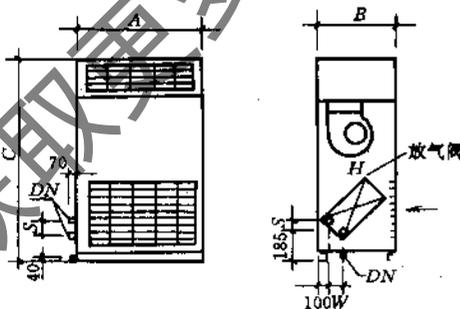
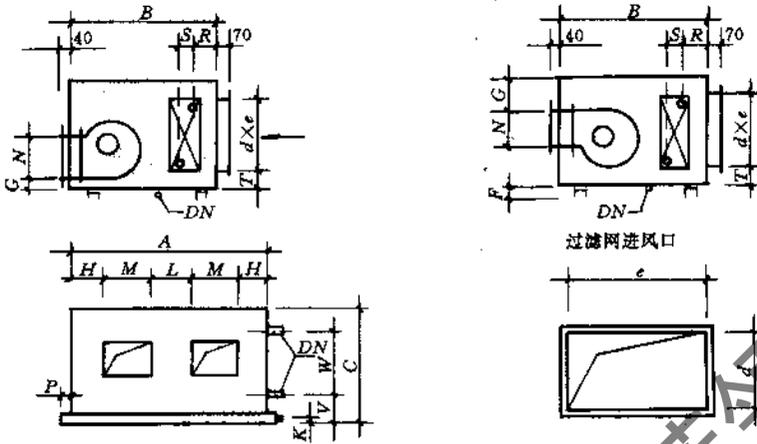


图 3.2-40 ZK 系列 (立式明装) 柜式空气处理机组外形尺寸图

ZKD系列(吊顶式、暗装、4排、6排)柜式空气处理机组技术性能表 表 3.2-23

型号 ZKD	额定 风量 (m ³ / h)	机组余压 (Pa)		额定冷量 (kW)		额定热量 (kW)		风机额定功率 (kW)		冷媒水量 (m ³ /h)		冷媒水阻力 (kPa)		换热器 换热面 积(m ²)	机组 重约 (kg)
		I型	II型	一般空 调干球 温度 27℃ 湿球温 度 21℃	全新风 干球温 度 34℃ 湿球温 度 28℃	一般 空调 干球温 度 20℃	全新 风干 球温 度 -4℃	I型	II型	一般 空调	全新 风	一般 空调	全新 风		
1-D4	1000	130	60	5.1	10.9	7.6	12.9	0.25	0.25	0.88	1.87	24	39.0	10.4	102
1×2	2000	130	60	10.3	21.9	15.2	25.8	0.25×2	0.25×2	1.78	3.76	14	22.0	20.8	177
1.5	1500	160	60	7.8	15.6	11.2	19.0	0.25	0.25	1.35	2.68	28	39.0	15.1	143
1.5×2	3000	160	60	15.8	32.7	22.5	38.0	0.25×2	0.25×2	2.72	5.63	14	22.0	30.2	186
2	2000	210	160	10.8	19.7	15.0	25.5	0.32	0.25	1.86	3.40	35	18.0	20.2	162
2×2	4000	210	160	21.8	45.1	30.0	51.0	0.32×2	0.25×2	3.73	7.77	20	38.0	40.4	230
2.5	2500	270	180	13.1	24.1	17.8	30.0	0.32	0.25	2.27	4.22	38	18.0	23.5	180
2.5×2	5000	270	180	26.3	48.5	35.6	60.0	0.32×2	0.25×2	4.54	8.36	26	10.0	47.0	271
3	3000	290	210	16.9	30.4	22.1	37.0	0.45	0.32	2.91	5.24	38	24.0	29.4	215
3×2	6000	290	210	33.9	60.7	44.2	74.0	0.45×2	0.32×2	5.82	10.46	26	12.0	58.8	340
3.5	3500	290	250	16.2	34.0	24.5	40.5	0.55	0.55	2.79	5.85	30	21.0	30.1	240
3.5×2	7000	290	250	32.4	68.0	49.0	81.0	0.55×2	0.55×2	5.58	11.70	27	12.0	60.2	310
4	4000	320	280	18.5	38.0	26.5	43.8	0.8	0.8	3.18	6.54	10	23.5	35.8	250
4×2	8000	320	280	40.0	76.0	51.8	89.4	0.8×2	0.8×2	6.88	13.07	28.5	13.0	71.6	336
4×3	12000	320	280	58.5	114.0	78.3	132.8	0.8×3	0.8×3	10.06	19.61	24	9.0	107.4	456
4.5	4500	350	300	21.1	42.1	28.5	48.0	0.8	0.8	3.63	7.24	17	31.5	39.0	261
4.5×2	9000	350	300	46.0	84.3	57.0	95.4	0.8×2	0.8×2	7.91	14.50	28	19.5	78.0	355
4.5×3	13500	350	300	68.0	126.0	85.5	143.6	0.8×3	0.8×3	11.7	21.70	30.5	9.5	117.0	452
5	5000	380	320	23.5	47.2	33.0	55.8	1.1	1.1	4.04	8.12	18.5	32.5	42.1	275
5×2	10000	380	320	47.0	96.3	66.0	111.6	1.1×2	1.1×2	8.09	16.56	13.5	24.0	84.2	435
5×3	15000	380	320	78.5	144.4	99.0	167.4	1.1×3	1.1×3	13.5	24.15	17	11.5	126.3	541
1-D6	1000	100	36	7.8	13.2	9.6	16.3	0.25	0.25	1.36	2.78	40	25.0	15.6	105
1×2	2000	100	36	15.7	26.6	19.3	32.6	0.25×2	0.25×2	2.72	5.09	33	50.0	31.2	186
1.5	1500	130	36	11.4	19.8	14.2	24.0	0.25	0.25	1.96	3.41	40	26.0	22.6	152
1.5×2	3000	130	36	23.0	44.1	28.4	48.0	0.25×2	0.25×2	3.96	7.55	33	52.0	45.3	195
2	2000	180	120	14.1	27.3	19.0	32.0	0.32	0.25	2.96	4.70	20	48.0	30.3	170
2×2	4000	180	120	33.0	52.5	38.0	64.0	0.32×2	0.25×2	5.67	9.04	40	12.0	60.6	242
2.5	2500	240	150	17.6	33.9	22.8	38.5	0.32	0.25	3.04	5.83	24	45.0	35.2	187
2.5×2	5000	240	150	38.9	64.0	45.6	77.0	0.32×2	0.25×2	6.70	11.00	45	12.0	70.4	282
3	3000	255	175	22.0	41.6	28.0	47.0	0.45	0.32	3.79	7.17	26	46.0	44.1	198
3×2	6000	255	175	49.1	79.8	56.0	94.0	0.45×2	0.32×2	8.45	13.70	45	12.0	88.2	370
3.5	3500	260	220	25.0	41.8	30.5	51.3	0.55	0.55	4.30	7.19	48	13.0	46.2	245
3.5×2	7000	260	220	50.0	83.6	61.0	102.6	0.55×2	0.55×2	8.60	14.38	50	24.5	92.4	390
4	4000	280	240	28.2	51.2	32.9	55.4	0.8	0.8	12.9	21.57	58	9.5	51.5	275
4×2	8000	280	240	56.4	103.0	65.7	110.7	0.8×2	0.8×2	9.25	17.72	41	22.5	103.0	481
4×3	12000	280	240	84.6	150.4	98.7	166.2	0.8×3	0.8×3	22.15	39.28	57	5.0	154.5	642
4.5	4500	310	270	30.2	55.3	36.4	61.2	0.8	0.8	5.19	9.00	59.5	9.5	57.8	296
4.5×2	9000	310	270	58.0	108.0	72.2	122.0	0.8×2	0.8×2	9.32	16.10	43.5	20.5	115.6	527
4.5×3	13500	310	270	95.4	156.0	109.0	184.0	0.8×3	0.8×3	16.41	26.83	50.5	7.0	173.4	685
5	5000	320	280	34.2	61.2	41.8	70.6	1.1	1.1	5.89	10.53	54	13.0	65.6	325
5×2	10000	320	280	70.2	113.0	83.7	141.0	1.1×2	1.1×2	12.07	19.44	57.5	8.0	131.2	557
5×3	15000	320	280	107.2	180.0	125.0	211.0	1.1×3	1.1×3	18.4	30.96	58.5	11.0	196.8	712



单位: mm

型号 ZKD	A	B	C	e	d	H	L	M	N	V	W	T	G	S	R	F	K	P	DN	DN (凝水)
1	720	1040	590	570	400	210	—	300	150	190	166	73	110	107	130	40	25	40	32	20
1×2	1150	1040	590	1000	400	147.5	255	300	150	190	166	73	110	107	130	40	25	40	32(40)	20
1.5	800	1040	620	650	430	250	—	300	150	190	248	73	110	107	130	40	25	40	32	20
1.5×2	1250	1040	620	1100	430	172.5	305	300	150	190	248	73	110	107	130	40	25	40	32(40)	20
2	900	1040	620	750	430	300	—	300	150	190	248	73	110	107	130	40	25	40	32(40)	20
2×2	1600	1040	620	1450	430	260	480	300	150	190	248	73	110	107	130	40	25	40	40(50)	20
2.5	1050	1040	620	900	430	375	—	300	150	190	248	73	110	107	130	40	25	40	32(40)	20
2.5×2	1800	1040	670	1650	480	310	580	300	150	190	248	73	110	107	130	40	25	40	40(50)	25
3	1200	1040	670	1050	480	450	—	300	150	190	248	73	110	107	130	40	25	40	32(40)	20
3×2	2080	1040	670	1930	480	380	720	300	150	190	248	73	110	107	130	40	25	40	40(50)	25
3.5	1000	1140	800	820	580	330	—	340	220	230	392	88.5	120	107	150	40	25	50	40(50)	25
3.5×2	1700	1140	800	1520	580	269	482	340	220	240	392	88.5	120	107	150	40	25	50	50(70)	25
4	1000	1200	890	820	660	315	—	370	240	230	474	88.5	120	107	150	50	35	50	40(50)	25
4×2	1700	1200	890	1520	660	254	452	370	240	240	474	88.5	120	107	150	50	35	50	50(70)	25
4×3	2050	1200	890	1870	660	175	295	370	240	240	474	88.5	120	107	150	50	35	50	70(80)	25
4.5	1050	1200	890	870	660	320	—	410	240	230	474	88.5	120	107	150	50	35	50	40(50)	25
4.5×2	1800	1200	890	1620	660	259	462	410	240	240	474	88.5	120	107	150	50	35	50	50(70)	25
4.5×3	2450	1200	890	2270	660	221	389	410	240	240	474	88.5	120	107	150	50	35	50	70(80)	25
5	1150	1200	890	970	660	350	—	450	240	240	474	88.5	120	107	150	50	35	50	40(50)	25
5×2	1950	1200	890	1770	660	276	498	450	240	240	474	88.5	120	107	150	50	35	50	50(70)	25
5×3	2350	1200	970	2170	740	185	315	450	240	240	474	88.5	120	107	150	50	35	50	70(80)	25

注: 1. 当换热器为六排时, S 增加 70mm, B 增加 70mm, 其它相同。

2. DN 括号内规格为作全新风时的数值, 非括号内的规格为作一般空调时的数值 (不论是四排或六排)。

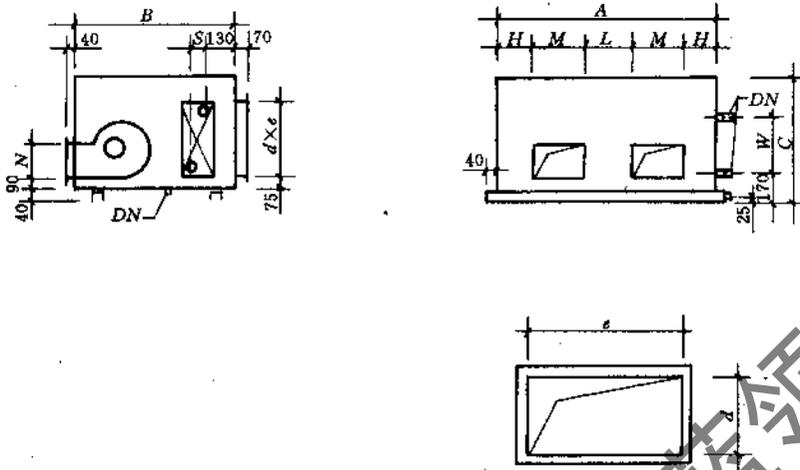
3. DN 为丝接。

图 3.2-41 ZKD 系列 (吊顶式、暗装、4 排、6 排) 柜式空气处理机组外形尺寸图

ZKDB 系列(超薄型吊顶式、暗装、4排、6排)柜式空气处理机组技术性能表

表 3.2-24

型号 ZK-DB	额定 风量 (m ³ / h)	余压 (Pa)		额定冷量 (kW)		额定热量 (kW)		风机额定功率 (kW)		冷媒水量 (m ³ /h)		冷媒水阻力 (m ³ /h)		换热器 面积 (m ²)	机组 重约 (kg)
		I型	II型	一般空 调干球 温度 27℃ 湿球温 度 21℃	全新风 干球温 度 34℃ 湿球温 度 28℃	一般 空调 干球 温度 20℃	全新 风干 球温 度 -4℃	I型	II型	一般 空调	全新 风	一般 空调	全新 风		
1-DB4	1000	120	55	4.9	10.4	7.3	12.3	0.25	0.25	0.88	1.87	24	39	10.4	97
1×2	2000	120	55	9.8	21.0	14.5	25.0	0.25×2	0.25×2	1.78	3.76	14	22	20.8	168
1.5	1500	150	55	7.5	15.0	10.7	18.2	0.25	0.25	1.35	2.68	28	39	15.1	136
1.5×2	3000	150	55	15.1	31.3	21.5	36.3	0.25×2	0.25×2	2.72	5.63	14	22	30.2	148
2	2000	195	150	10.3	19.0	14.4	24.4	0.32	0.32	1.86	3.40	35	18	20.2	154
2×2	4000	195	150	21.0	43.2	28.7	48.8	0.32×2	0.32×2	3.73	7.77	20	38	40.4	218
2.5	2500	250	170	12.5	23.0	17.0	29.0	0.32	0.32	2.27	4.22	38	18	23.5	171
2.5×2	5000	250	170	25.2	46.4	34.0	57.4	0.32×2	0.32×2	4.54	8.35	26	10	47.0	257
3	3000	270	195	16.2	29.1	21.2	35.5	0.45	0.32	2.91	5.24	38	24	29.4	160
3×2	6000	270	195	32.5	58.0	42.3	71.0	0.45×2	0.32×2	5.82	10.46	26	12	58.8	323
1-DB6	1000	90	33	7.5	12.6	9.2	15.6	0.25	0.25	1.36	2.78	40	25	15.6	100
1×2	2000	90	33	15.0	28.3	18.5	31.2	0.25×2	0.25×2	2.72	5.09	33	50	31.2	177
1.5	1500	120	33	10.9	19.0	13.6	23.0	0.25	0.25	1.96	3.41	40	26	22.6	145
1.5×2	3000	120	33	22.0	42.2	27.2	46.0	0.25×2	0.25×2	3.96	7.55	33	52	45.3	157
2	2000	170	110	13.5	26.1	18.2	30.6	0.32	0.32	2.96	4.70	20	48	30.3	161
2×2	4000	170	110	31.6	50.1	30.4	61.2	0.32×2	0.32×2	5.67	9.04	40	12	60.6	230
2.5	2500	220	140	16.8	32.4	21.8	36.8	0.45	0.32	3.04	5.83	24	45	35.2	178
2.5×2	5000	220	140	37.2	61.2	42.7	73.6	0.45×2	0.32×2	6.70	11.0	45	12	70.4	268
3	3000	235	160	21.1	40.1	26.8	45.0	0.45	0.32	3.79	7.17	26	46	44.1	170
3×2	6000	235	160	47.0	76.3	53.6	90.0	0.45×2	0.32×2	8.45	13.70	45	12	88.2	352



单位: mm

型号 ZKDB	A	B	C	e	d	H	L	M	N	W	S	DN	DN (凝水)
1	720	1040	540	570	350	210	—	300	125	146	107	32	20
1×2	1150	1040	540	1000	350	147.5	255	300	125	146	107	32(40)	20
1.5	800	1040	540	650	350	250	—	300	125	187	107	32	20
1.5×2	1300	1040	540	1150	350	185	330	300	125	187	107	32(40)	20
2	950	1040	540	800	350	325	—	300	125	187	107	32(40)	20
2×2	1650	1040	540	1500	350	272.5	505	300	125	187	107	40(50)	20
2.5	1150	1040	540	1000	350	425	—	300	125	187	107	32(40)	20
2.5×2	1950	1040	540	1800	350	347.5	655	300	125	187	107	40(50)	25
3	1300	1040	540	1150	350	500	—	300	125	187	107	32(40)	20
3×2	2080	1040	540	1930	350	380	720	300	125	187	107	40(50)	25

注: 1. 当换热器为6排时, S增加70mm, B增加70mm, 其它相同。

2. DN 括号内规格为作全新风时的数值, 非括号内的规格为作一般空调时的数值(不论是四排或六排)。

3. DN 为丝接。

图 3.2-42 ZKDB 系列(超薄型吊顶式、暗装、4排、6排)柜式空气处理机组外形尺寸图

ZKJA 系列(洁净型、暗装)柜式空气处理机组技术性能表

表 3.2-25

型号 ZKJA	风量 (m ³ /h)	余压(Pa)			功率 (kW)	初效过 滤效率 (%)	型号 ZKJA	风量 (m ³ /h)	余压(Pa)			功率 (kW)	初效过 滤效率 (%)
		四排	六排	八排					四排	六排	八排		
2	2000	120	80	60	0.32	73.6	4×3	12000	240	210	180	0.8×3	73.6
2×2	4000	120	80	60	0.32×2	73.6	4.5	4500	270	240	210	1.1	73.6
2.5	2500	160	130	100	0.45	73.6	4.5×2	9000	270	240	210	1.1×2	73.6
2.5×2	5000	160	130	100	0.45×2	73.6	4.5×3	13500	270	240	210	1.1×3	73.6
3	3000	180	150	120	0.45	73.6	5	5000	420	390	360	1.5	73.6
3×2	6000	180	150	120	0.45×2	73.6	5×2	10000	420	390	360	1.5×2	73.6
3.5	3500	220	190	160	0.8	73.6	5×3	15000	420	390	360	1.5×3	73.6
3.5×2	7000	220	190	160	0.8×2	73.6	6	6000	420	390	360	1.5	73.6
4	4000	240	210	180	0.8	73.6	6×2	12000	420	390	360	1.5×2	73.6
4×2	8000	240	210	180	0.8×2	73.6	6×3	18000	420	390	360	1.5×3	73.6

续表

型号 ZKJA	风量 (m ³ /h)	余压(Pa)			功率 (kW)	初效过 滤效率 (%)	型号 ZKJA	风量 (m ³ /h)	余压(Pa)			功率 (kW)	初效过 滤效率 (%)
		四排	六排	八排					四排	六排	八排		
7	7000	420	390	360	1.8	73.6	10×3	30000	620	590	550	3.0×3	73.6
7×2	14000	420	390	360	1.8×2	73.6	12.5	12500	620	590	550	4.0	73.6
7×3	21000	420	390	360	1.8×3	73.6	12.5×2	25000	620	590	550	4.0×2	73.6
8	8000	460	440	410	2.2	73.6	12.5×3	37500	620	590	550	4.0×3	73.6
8×2	16000	460	440	410	2.2×2	73.6	15	15000	600	560	520	5.5	73.6
8×3	24000	460	440	410	2.2×3	73.6	15×2	30000	600	560	520	5.5×2	73.6
9	9000	490	460	430	2.2	73.6	15×3	45000	600	560	520	5.5×3	73.6
9×2	18000	490	460	430	2.2×2	73.6	20	20000	750	710	670	7.5	73.6
9×3	27000	490	460	430	2.2×3	73.6	20×2	40000	750	710	670	7.5×2	73.6
10	10000	620	590	550	3.0	73.6	20×3	60000	750	710	670	7.5×3	73.6
10×2	20000	620	590	550	3.0×2	73.6							

注:1. ZKJA 卧式,立式暗装机组,带锦纶网板式初效过滤器。

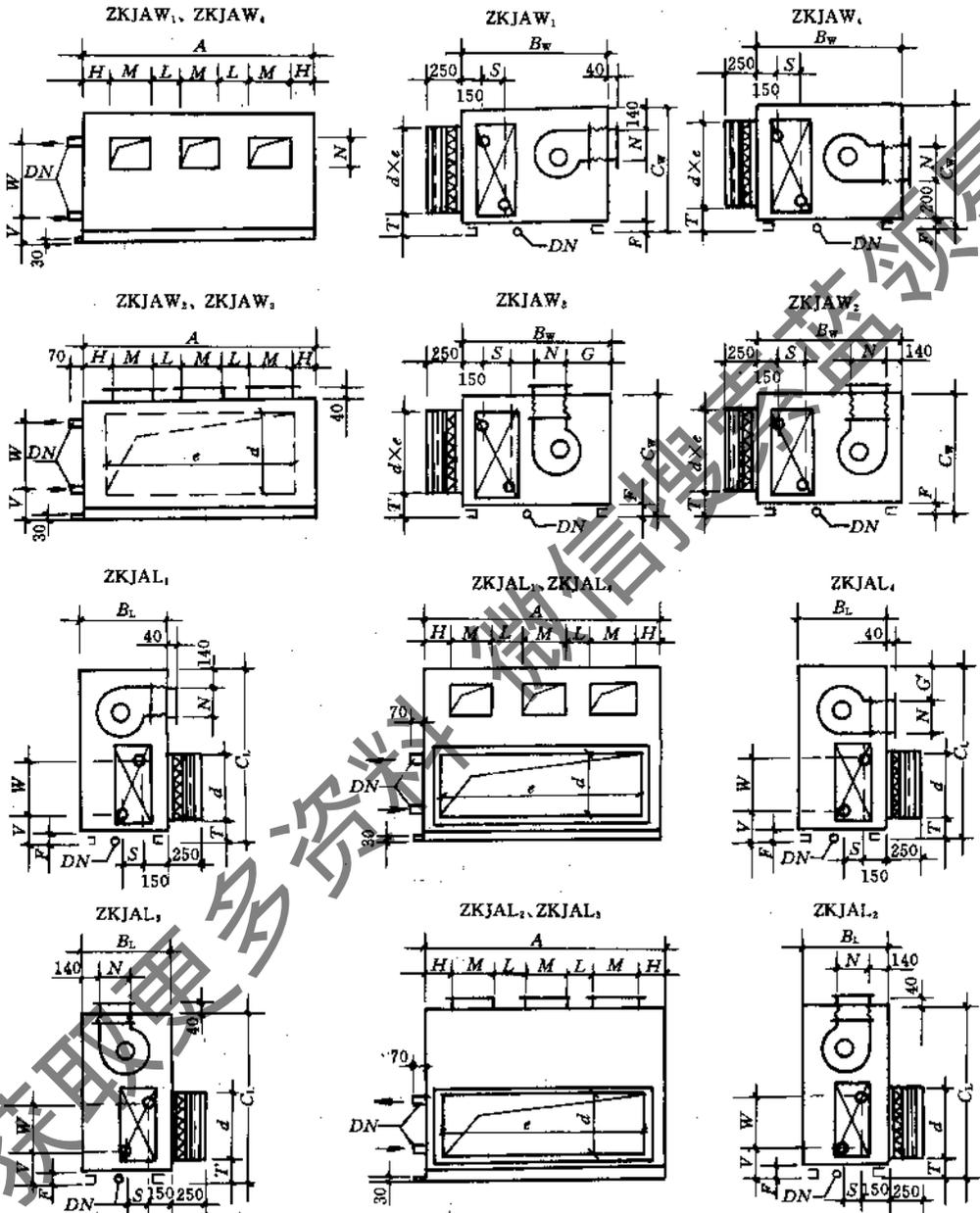
2. 其冷热量参照表 2,表 3,表 4。

ZKJT 系列(洁净型、袋式中效过滤)柜式空气处理机组技术性能表 表 3.2-26

型号 ZKJT	风量 (m ³ /h)	余压(Pa)			功率 (kW)	初效过滤效率 (%)	中效过滤效率 (%)
		四排	六排	八排			
2	2000	160	120	100	0.32×2	73.6	90.7
2×2	4000	160	120	100	0.32×4	73.6	90.7
2.5	2500	175	135	115	0.45×2	73.6	90.7
2.5×2	5000	175	135	115	0.45×4	73.6	90.7
3	3000	180	140	120	0.45×2	73.6	90.7
3×2	6000	180	140	120	0.45×4	73.6	90.7
3.5	3500	250	210	190	0.8×2	73.6	90.7
3.5×2	7000	250	210	190	0.8×4	73.6	90.7
4	4000	280	240	220	0.8×2	73.6	90.7
4×2	8000	280	240	220	0.8×4	73.6	90.7
4.5	4500	300	260	240	1.1×2	73.6	90.7
4.5×2	9000	300	260	240	1.1×4	73.6	90.7
5	5000	450	410	390	1.5×2	73.6	90.7
5×2	10000	450	410	390	1.5×4	73.6	90.7
6	6000	450	410	390	1.5×2	73.6	90.7
6×2	12000	450	410	390	1.5×4	73.6	90.7
7	7000	450	410	390	1.8×2	73.6	90.7
7×2	14000	450	410	390	1.8×4	73.6	90.7
8	8000	490	450	430	2.2×2	73.6	90.7
8×2	16000	490	450	430	2.2×4	73.6	90.7
9	9000	500	460	440	2.2×2	73.6	90.7
9×2	18000	500	460	440	2.2×4	73.6	90.7
10	10000	650	610	590	3.0×2	73.6	90.7
10×2	20000	650	610	590	3.0×4	73.6	90.7
12.5	12500	650	610	590	4.0×2	73.6	90.7
12.5×2	25000	650	610	590	4.0×4	73.6	90.7
15	15000	650	610	590	5.5×2	73.6	90.7
15×2	30000	650	610	590	5.5×4	73.6	90.7

注:1. ZKJT 带板式初效过滤器,中效过滤器机组。

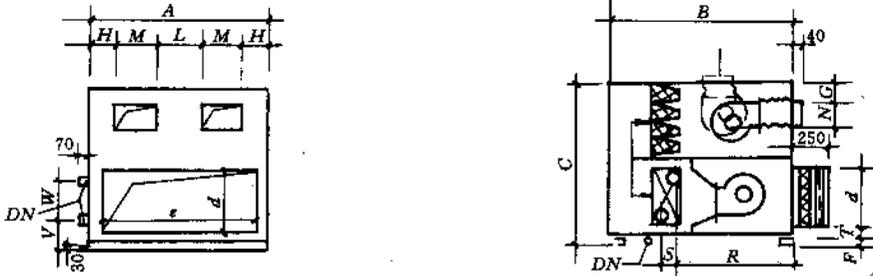
2. 其冷热量参照表 2,表 3,表 4。



说明, ZKJA 外形尺寸见表 5、表 6。

图 3.2-43 ZKJA 系列(洁净型、暗装)柜式空气处理机组外形尺寸图

注: 尺寸数值见附表 1。



单位: mm

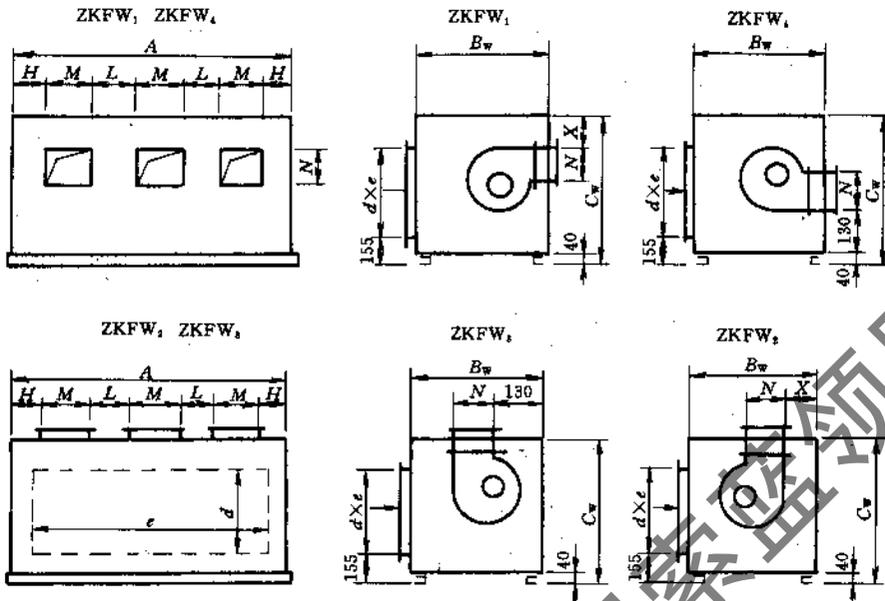
型号 ZKJT	风量 (m ³ / h)	A	B	C	e	d	H	L	M	N	V	W	T	G	R	F	S	DN	DN (凝水)	重量 约 (kg)	
2	2000	900	1200	1240	750	430	300	—	300	150	190	248	73	110	750	40	107	32(40)	20	366	
2×2	4000	1600	1300	1240	1450	430	260	480	300	150	190	248	73	110	750	40	107	40(50)	20	622	
2.5	2500	1050	1300	1240	900	430	375	—	300	150	190	248	73	110	750	40	107	32(40)	20	412	
2.5×2	5000	1800	1300	1240	1650	480	310	580	300	150	190	248	73	110	750	20	107	40(50)	25	700	
3	3000	1200	1300	1240	1050	480	450	—	300	150	190	248	73	110	750	40	107	32(40)	20	335	
3×2	6000	2080	1300	1240	1930	480	380	720	300	150	190	248	73	110	750	40	107	40(50)	25	569	
3.5	3500	1000	1400	1600	820	580	310	—	380	220	230	392	88.5	120	820	40	107	40(50)	25	490	
3.5×2	7000	1700	1400	1600	1520	580	249	442	380	220	240	392	88.5	120	820	40	107	50(70)	25	735	
4	4000	1000	1600	1780	820	660	345	—	310	240	240	230	474	88.5	120	1030	50	107	40(50)	25	500
4×2	8000	1700	1600	1780	1520	660	284	512	310	240	240	474	88.5	120	1030	50	107	50(70)	25	850	
4.5	4500	1050	1600	1780	870	660	297.5	—	355	240	230	474	88.5	120	1030	50	107	40(50)	25	516	
4.5×2	9000	1800	1600	1780	1620	660	236	418	355	240	240	474	88.5	120	1030	50	107	50(70)	25	877	
5	5000	1150	1700	1780	970	660	390	—	370	240	240	474	88.5	120	1030	50	107	40(50)	25	556	
5×2	10000	1950	1700	1780	1770	660	316	578	370	240	240	474	88.5	120	1030	50	107	50(70)	25	945	
6	6000	1100	1700	2050	920	820	365	—	370	280	240	638	88.5	140	1030	50	107	50(70)	25	634	
6×2	12000	1880	1700	2050	1700	820	295	542	370	280	240	638	88.5	140	1030	50	107	70(80)	25	1077	
7	7000	1150	1700	2250	970	820	350	—	450	280	240	720	88.5	140	1030	50	107	50(70)	25	644	
7×2	14000	1900	1700	2250	1720	820	264	472	450	280	240	720	88.5	140	1030	50	107	70(80)	25	1094	
8	8000	1300	1950	2250	1120	920	412.5	—	475	280	240	720	88.5	140	1030	50	107	50(70)	25	700	
8×2	16000	1900	1950	2250	1720	1070	251	448	475	280	240	884	88.5	140	1030	50	107	70(80)	25	1190	
9	9000	1350	1950	2250	1170	920	425	—	500	280	240	720	88.5	140	1030	50	107	50(70)	25	864	
9×2	18000	2000	1950	2250	1820	1070	264	472	500	280	240	884	88.5	140	1030	50	107	70(80)	25	1460	
10	10000	1520	2100	2250	1340	920	510	—	500	280	240	720	88.5	140	1030	50	107	50(70)	25	922	
10×2	20000	2100	2100	2250	1920	1120	289	522	500	280	240	884	88.5	140	1170	50	107	70(80)	25	1567	
12.5	12500	1700	2100	2400	1520	990	585	—	530	300	240	720	88.5	140	1170	50	107	50(70)	25	1030	
12.5×2	25000	2300	2100	2850	2120	1220	324	592	530	300	240	884	88.5	140	1170	50	107	70(80)	25	1750	
15	15000	1800	2100	2600	1620	1095	635	—	530	300	240	884	88.5	140	1170	50	107	70(80)	25	1100	
15×2	30000	2500	2100	2800	2320	1195	374	692	530	300	240	884	88.5	140	1170	50	107	70(80)	25	1870	

注: 1. ZKJT, 带板式初效过滤器, 中效过滤器机组。(图 6)

2. 当六排换热器时, B 增加 70mm, S 增加 70mm; 8 排换热器时, B 增加 140mm, S 增加 140mm。

3. DN 括号内的规格为作全新风和 8 排换热器时一般机组的数值, 非括号内的规格为作一般机组时的数值(不论是四排或六排)DN 为丝接。

图 3.2-44 ZKJT 系列(洁净型、袋式中效过滤、4 排)柜式空气处理机组外形尺寸图



- 注:1. 如低于样本余压, C_w 增加-100mm, B_w 增加-100mm, 进风口尺寸相应加大。
2. 电源接线端左、右式判定: 面对回风口, 接线端子在左面为左式, 在右面为右式。

图 3.2-45 ZKFW 系列风机箱外形尺寸图

注: 尺寸数值见表 3.2-27。

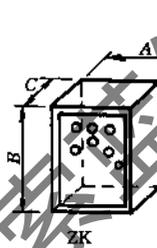
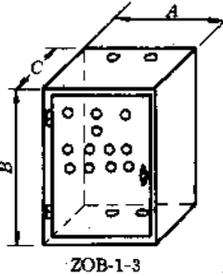
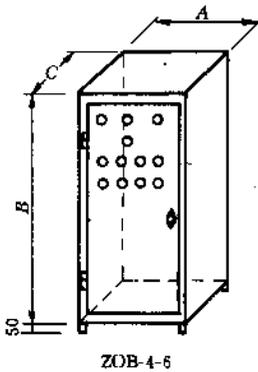
ZKFW 系列风机箱技术性能及尺寸表 单位: mm

表 3.2-27

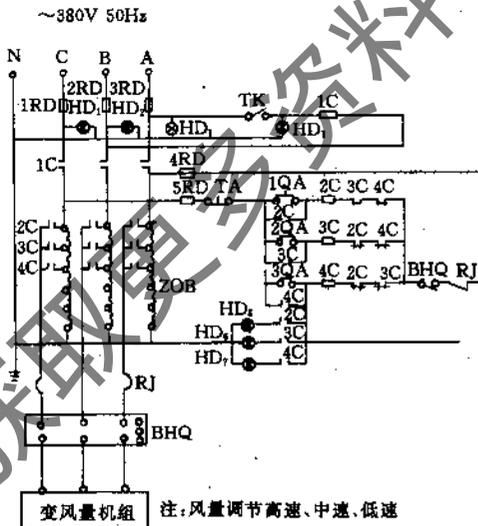
ZKFW	余压 (Pa)	功率 (kW)	A	B_w	C_w	d	e	H	L	M	N	X
2	290	0.32	600	600	620	403	423	150	—	300	150	80
2×2	290	0.32×2	1150	600	620	403	973	150	250	300	150	80
2.5	290	0.32	700	600	620	403	523	200	—	300	150	80
2.5×2	290	0.32×2	1300	600	620	403	1123	185	330	300	150	80
3	370	0.45	700	600	620	403	523	200	—	300	150	80
3×2	370	0.45×2	1300	600	620	403	1123	185	330	300	150	80
3.5	425	0.8	800	730	850	633	623	237.5	—	325	205	140
3.5×2	425	0.8×2	1420	730	860	633	1243	206	358	325	205	140
4	445	0.8	880	730	850	633	703	252.5	—	375	205	140
4×2	445	0.8×2	1420	730	850	633	1243	180	310	375	205	140
4×3	445	0.8×3	2000	730	850	633	1823	162.5	275	375	205	140
4.5	445	1.1	930	730	850	633	753	257.5	—	415	205	140
4.5×2	445	1.1×2	1550	730	850	633	1373	192.5	335	415	205	140
4.5×3	445	1.1×3	2000	730	850	633	1823	142.5	235	415	205	140
5	605	1.5	850	810	920	703	673	260	—	330	205	180
5×2	605	1.5×2	1400	810	920	703	1223	199	342	330	205	180
5×3	605	1.5×3	1800	810	920	703	1623	152	253	330	205	180
6	605	1.5	850	810	920	703	673	260	—	330	240	180
6×2	605	1.5×2	1400	810	920	703	1223	199	342	330	240	180
6×3	605	1.5×3	1800	810	920	703	1623	152	253	330	240	180
7	605	1.8	1000	810	920	703	823	295	—	410	240	180
7×2	605	1.8×2	1600	810	920	703	1423	207.5	365	410	240	180
7×3	605	1.8×3	2100	810	920	703	1923	162	273	410	240	180
8	605	2.2	1000	810	920	703	823	282.5	—	435	240	180
8×2	605	2.2×2	1650	810	920	703	1473	207.5	365	435	240	180
8×3	605	2.2×3	2200	810	920	703	2023	165.8	281.7	435	240	180
9	665	2.2	1100	880	990	773	923	320	—	460	240	140

续表

ZKFW	余压 (Pa)	功率 (kW)	A	B _w	C _w	d	e	H	L	M	N	X
9×2	665	2.2×2	1700	880	990	773	1523	207.5	365	460	240	140
9×3	665	2.2×3	2300	880	990	773	2123	170	290	460	240	140
10	675	0.3	1100	880	990	773	923	320	—	460	240	140
10×2	675	0.3×2	1700	880	990	773	1523	207.5	365	460	240	140
10×3	675	0.3×3	2300	880	990	773	2123	170	290	460	240	140
12.5	695	4.0	1200	920	1040	823	1023	355	—	490	260	150
12.5×2	695	4.0×2	1800	920	1040	823	1623	217.5	385	490	260	150
12.5×3	695	4.0×3	2400	920	1040	823	2223	171.6	293.5	490	260	150
15	805	5.5	1200	920	1040	823	1023	355	—	490	260	150
15×2	805	5.5×2	1800	920	1040	823	1623	217.5	385	490	260	150
15×3	805	5.5×3	2400	920	1040	823	2223	171.6	293.4	490	260	150

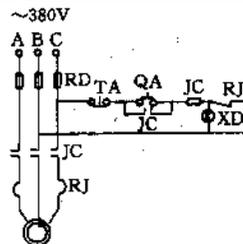


说明：本厂生产的电气控制箱为空调机组专用变风量调速控制箱，具有断相、短路、过流等保护功能，输入电压交流380V，频率50Hz，进线为三相四线制，外壳须可靠接地。



ZOB-1-6 变风量机组按钮式手动调速装置电器原理图

名称	型号	外形尺寸 (mm)			适用功率 (kW)
		A	B	C	
按钮式手动调速控制箱	ZOB-1	480	700	240	3.0
	ZOB-2	550	750	240	4.5
	ZOB-3	550	800	240	6.0
	ZOB-4	450	1150	280	8.0
	ZOB-5	500	1250	300	9.0
	ZOB-6	550	1300	350	12.0
按钮式非手动调速控制箱	ZK-1	350	480	180	0.25-0.8
	ZK-2				0.8-1.5
	ZK-3	400	600	180	1.5-2.2
	ZK-4				2.2-3.0
	ZK-5	450	650	200	3-4.5
	ZK-6				4.5-6
	ZK-7				6-8
	ZK-8	500	700	200	8-9
	ZK-9				9-12



ZK-1-9 电气控制原理图

图 3.2-46 电控箱原理及外形尺寸图

ZK, ZKJ 系列柜式空气处理机组噪声近似值表

表 3.2-28

型号规格	距离空调器外壁 1m 处 dB(A)		出风口风管内 的噪声 dB(A)		回风口处风管内 的噪声 dB(A)		型号规格	距离空调器外壁 1m 处 dB(A)		出风口风管内 的噪声 dB(A)		回风口处风管内 的噪声 dB(A)	
	I 类	II 类	I 类	II 类	I 类	II 类		I 类	II 类	I 类	II 类	I 类	II 类
1	54	52	60	58	59	55	6×3	68	65	80	78	78	75
1×2	57	55	62	60	61	57	7	66	62	77	75	75	73
1.5	55	53	62	60	61	57	7×2	68	65	79	77	77	75
1.5×2	58	56	65	63	63	60	7×3	69	66	80	78	78	76
2	56	54	65	63	63	60	8	67	64	78	76	76	74
2×2	59	57	68	66	66	63	8×2	69	66	80	78	78	76
2.5	57	55	66	64	64	61	8×3	70	67	81	79	79	77
2.5×2	60	58	68	67	67	64	9	67	65	79	77	77	75
3	58	55	70	68	68	65	9×2	69	67	81	79	79	77
3×2	60	58	72	70	70	67	9×3	70	68	82	80	80	78
3.5	60	56	72	70	70	67	10	69	65	82	74	80	76
3.5×2	62	59	74	72	72	69	10×2	71	67	84	76	82	77
4	61	57	73	71	71	68	10×3	72	68	85	77	83	78
4×2	63	60	75	73	73	70	12.5	70	67	84		82	
4×3	64	61	76	74	74	71	12.5×2	72	69	86		84	
5	64	60	76	74	74	71	12.5×3	73	70	87		85	
5×2	66	63	78	76	76	73	15	72		85		84	
5×3	67	64	79	77	77	74	15×2	74		88		86	
6	65	61	77	75	75	72	15×3	75		89		87	
6×2	67	64	79	77	77	74							

噪声值表说明:

1. 上表包括立式、卧式和吊顶式暗装机组,为接风管型机组。
2. 明装无风管,距机组 1m 处噪声与表中 II 类基本相同。
3. 表中噪声近似值是根据所用低噪声风机提供的噪声值计算得来,有的为实测。
4. 是风机在最高效率点的噪声值。
5. 距机组外壁 1m 处的噪声值是当机组放在室外,周围除地面外无屏障的数据;如放在无吸声措施的小房间内,要增加 3~5dB(A)。
6. 机房外噪声与机房围护结构的隔声措施有关,隔声门和窗一般可隔 25dB(A)左右。一砖实心墙可隔 dB(A)左右。
7. 由于风管材料本身隔声,出风口风管外噪声也明显降低,出风口、回风口风管内噪声资料是供空调系统末端使用场合噪声设计校核用。

2) 重庆嘉陵制冷空调设备有限公司

重庆欣雨制冷设备有限公司

BFW 系列,额定风量 $3000 \sim 4.5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ BFL 系列,额定风量 $3000 \sim 3.75 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ BFD 系列,额定风量 $1000 \sim 1.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$

BF(W,L,D)系列产品选型资料目录表(重庆嘉陵)

表 3.2-29

产品名称	产品型号	产品选型资料目录		图(表)号	
柜式空气处理机组 (变风量)	BFW系列 (卧式)	a)	BFW(4排)机组技术性能表	表 3.2-30	
		b)	BFWX(6排)机组技术性能表	表 3.2-31	
		c)	BFWT(8排)机组技术性能表	表 3.2-32	
		d)	BFW(4,6,8排)机组外形尺寸图	图 3.2-47	
	BFL系列 (立式)	e)	BFL(4排)机组技术性能表	表 3.2-33	
		f)	BFLX(6排)机组技术性能表	表 3.2-34	
		g)	BFLT(8排)机组技术性能表	表 3.2-35	
		h)	BFL(4,6,8排)机组外形尺寸图	图 3.2-48	
	BFD系列 (吊顶式)	i)	BFD(4排)机组技术性能表	表 3.2-36	
		j)	BFDX(6排)机组技术性能表	表 3.2-37	
		k)	BFDT(8排)机组技术性能表	表 3.2-38	
		l)	BFD(4,6,8排)机组外形尺寸图	图 3.2-49	
	BF(W,L,D)系列	m)	风机电气控制原理图		图 3.2-50
		n)	BFPD风机三档调速控制原理图		图 3.2-51
		o)	电控箱尺寸图		图 3.2-52

BFW系列(卧式,4排)柜式空气处理机组技术性能表

表 3.2-30

型号	风量 (m ³ /h)	冷量(kW)		热量(kW)		全压 (Pa)	电机功率 (kW×台)	噪声 [dB(A)]	水阻(kPa)		水量(m ³ /h)		机组 重量 (kg)
		回风 工况	新风 工况	回风 工况	新风 工况				回风 工况	新风 工况	回风 工况	新风 工况	
BFW3	3000	17.6	30.5	24.9	33.1	440	0.8×1	58	3.4	9.5	3.0	5.3	162
BFW4	4000	23.5	40.7	34.1	45.4	580	1.0×1	60	4.1	11.5	4.0	7.0	193
BFW5	5000	29.5	51.1	44.3	58.9	460	1.1×1	60	4.5	13.5	5.0	8.8	231
BFW6	6000	35.5	61.5	52.3	69.6	440	0.8×2	62	5.1	14.3	6.0	10.6	275
BFW8	8000	47.2	81.7	70.8	94.2	580	1.0×2	63	6.2	17.4	8.1	14.0	329
BFW10	10000	61.1	105.7	93.5	124.4	460	1.1×2	64	7.9	22.3	10.5	18.2	402
BFW12	12000	70.3	121.6	106.7	141.9	610	1.8×2	66	10.2	29.0	12.1	20.1	486
BFW15	15000	87.8	151.9	130.0	172.9	615	2.2×2	66	12.4	32.2	15.1	26.1	576
BFW20	20000	116.2	201.0	172.2	229.0	610	2.2×2	68	18.5	43.5	20.0	34.6	640
BFW25	25000	146.4	253.3	219.6	292.1	810	4.0×2	70	25.6	52.3	25.2	43.5	874
BFW30	30000	167.3	289.4	254.3	338.2	610	2.2×3	72	35.8	71.4	28.7	50.0	877
BFW37.5	37500	209.1	361.7	324.1	431.1	810	4.0×3	74	46.7	90.8	36.0	62.2	1143
BFW45	45000	263.5	455.9	402.4	535.2	820	5.5×3	79	53.6	115.0	45.3	78.4	1245

BFWX 系列(卧式、6排)柜式空气处理机组技术性能表

表 3.2-31

参数 型号	风量 (m ³ /h)	冷量(kW)		热量(kW)		全压 (Pa)	电机功率 (kW×台)	噪声 [dB(A)]	水阻(kPa)		水量(m ³ /h)		机组 重量 (kg)
		回风	新风	回风	新风				回风	新风	回风	新风	
		工况	工况	工况	工况				工况	工况	工况	工况	
BFWX3	3000	23.5	44.4	29.1	48.9	440	0.8×1	58	4.0	12.0	4.0	7.6	179
BFWX4	4000	32.3	59.5	38.5	63.5	580	1.0×1	60	5.4	16.2	5.5	10.2	220
BFWX5	5000	40.1	75.1	52.7	82.0	460	1.1×1	60	6.6	19.8	6.9	12.9	258
BFWX6	6000	47.0	88.2	65.8	94.5	440	0.8×2	62	7.2	21.6	8.1	15.2	297
BFWX8	8000	62.2	115.8	78.5	126.1	580	1.0×2	63	8.2	24.6	10.7	20.0	376
BFWX10	10000	80.5	150.9	101.4	158.6	460	1.1×2	64	9.9	31.1	13.8	26.0	460
BFWX12	12000	92.8	172.8	124.2	184.2	610	1.8×2	66	12.6	38.4	16.0	29.7	554
BFWX15	15000	112.6	205.1	158.4	231.0	615	2.2×2	66	16.3	48.9	19.4	35.3	663
BFWX20	20000	148.2	263.5	210.7	304.2	610	2.2×2	68	20.6	62.3	25.5	45.3	746
BFWX25	25000	187.9	328.4	268.2	386.2	810	4.0×2	70	31.2	70.5	32.3	56.5	1005
BFWX30	30000	224.8	388.7	302.5	446.2	610	2.2×3	72	45.6	109.3	38.7	66.8	1024
BFWX37.5	37500	279.0	458.0	391.4	566.9	810	4.0×3	74	62.3	130.0	49.7	78.8	1300
BFWX45	45000	337.8	592.3	511.1	702.3	820	5.5×3	79	76.2	145.9	58.1	101.8	1410

BFWT 系列(卧式、8排)柜式空气处理机组技术性能表

表 3.2-32

参数 型号	风量 (m ³ /h)	冷量(kW)		热量(kW)		全压 (Pa)	电机功率 (kW×台)	噪声 [dB(A)]	水阻(kPa)		水量(m ³ /h)		机组 重量 (kg)
		回风	新风	回风	新风				回风	新风	回风	新风	
		工况	工况	工况	工况				工况	工况	工况	工况	
BFWT3	3000	25.9	48.1	41.5	52.8	440	0.8×1	58	7.0	18.2	4.5	8.3	192
BFWT4	4000	35.5	64.9	54.9	68.6	580	1.0×1	60	8.5	22.1	6.1	11.2	238
BFWT5	5000	44.1	81.9	69.7	89.4	460	1.1×1	60	10.5	27.3	7.6	14.1	270
BFWT6	6000	51.7	96.1	81.3	102.1	440	0.8×2	62	12.8	32.7	8.9	16.5	312
BFWT8	8000	68.4	126.2	108.2	136.2	580	1.0×2	63	16.3	42.0	11.8	21.7	405
BFWT10	10000	88.6	164.5	141.1	171.3	460	1.1×2	64	22.4	58.0	15.2	28.3	513
BFWT12	12000	102.1	188.4	160.1	198.9	610	1.8×2	66	26.7	69.4	17.6	32.4	610
BFWT15	15000	123.9	225.6	193.3	249.5	615	2.2×2	66	31.5	73.5	21.3	38.8	726
BFWT20	20000	163.0	289.9	255.1	328.5	610	2.2×2	68	36.4	79.3	28.0	49.8	820
BFWT25	25000	206.7	361.3	323.8	417.1	810	4.0×2	70	37.9	85.4	35.6	62.2	1108
BFWT30	30000	247.3	423.7	374.1	481.9	610	2.2×3	72	52.3	91.2	42.5	72.9	1136
BFWT37.5	37500	306.9	499.2	475.3	612.3	810	4.0×3	74	72.1	122.0	52.8	85.9	1438
BFWT45	45000	371.6	645.6	588.8	758.5	820	5.5×3	79	86.4	164.2	63.9	111.0	1594

回风工况	干球温度	湿球温度	进水温度	水温差
供冷工况	27℃	19.5℃	7℃	5℃
供热工况	21℃	—	60℃	—

新风工况	干球温度	湿球温度	进水温度	水温差
供冷工况	34℃	28℃	7℃	5℃
供热工况	21℃	—	60℃	—

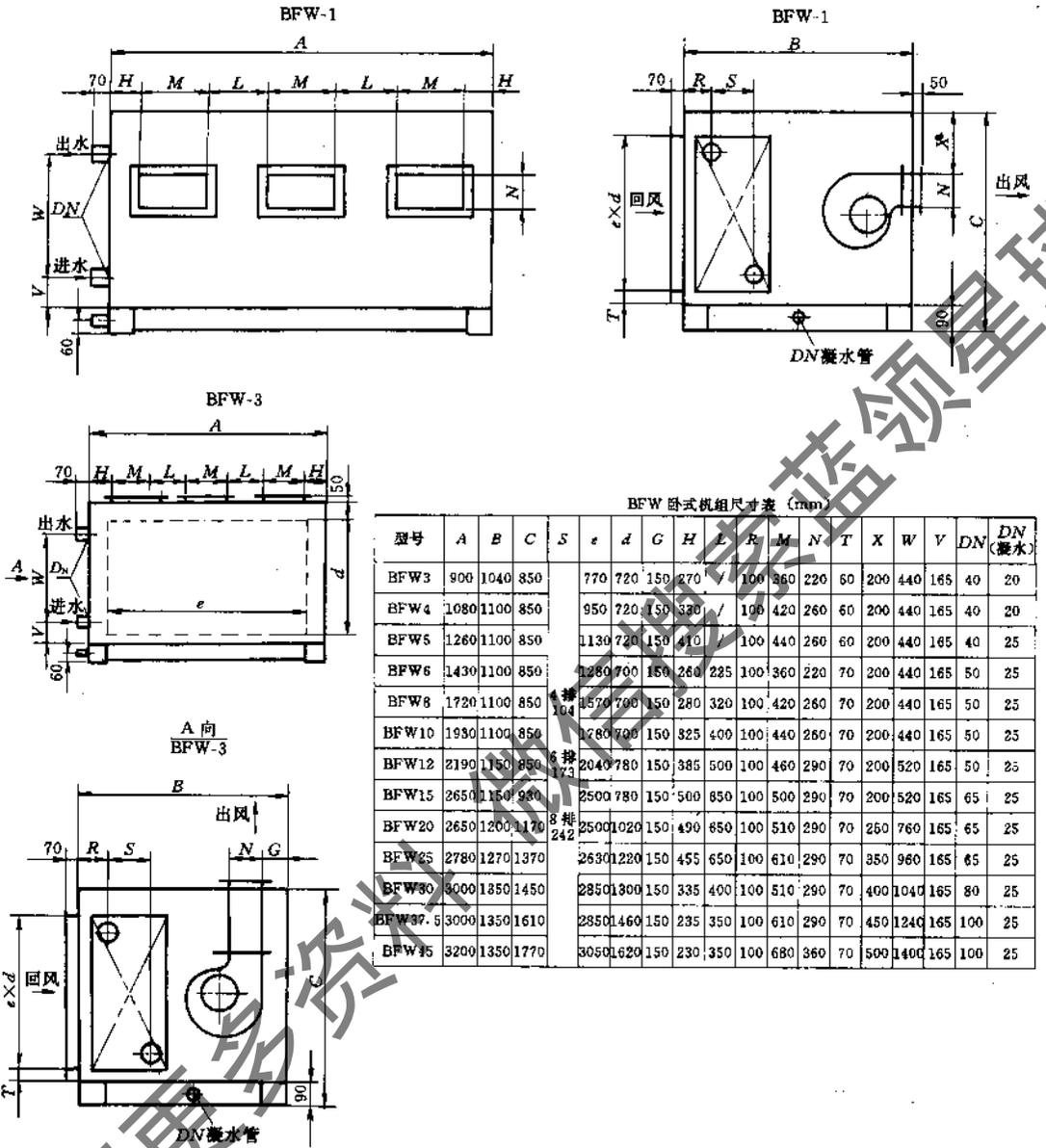


图 3.2-47 BFW 系列(4排、6排、8排)柜式空气处理机组外形尺寸图

BFL 系列(立式、4排)柜式空气处理机组技术性能表

表 3.2-33

参数 型号	风量 (m³/h)	冷量(kW)		热量(kW)		全压 (Pa)	电机功率 (kW×台)	噪声 [dB(A)]	水阻(kPa)		水量(m³/h)		机组 重量 (kg)
		回风	新风	回风	新风				回风	新风	回风	新风	
		工况	工况	工况	工况				工况	工况	工况	工况	
BFL3	3000	17.6	30.5	24.9	33.1	440	0.8×1	58	3.4	9.5	3.0	5.3	167
BFL4	4000	23.5	40.7	34.1	45.4	580	1.0×1	60	4.1	11.5	4.0	7.0	199
BFL5	5000	29.5	51.1	44.3	58.9	460	1.1×1	60	4.5	13.5	5.0	8.8	239
BFL6	6000	35.5	61.5	52.3	69.6	440	0.8×2	62	5.1	14.3	6.0	10.6	283

续表

型号	风量 (m ³ /h)	冷量(kW)		热量(kW)		全压 (Pa)	电机功率 (kW×台)	噪声 [dB(A)]	水阻(kPa)		水量(m ³ /h)		机组 重量 (kg)
		回风	新风	回风	新风				回风	新风	回风	新风	
		工况	工况	工况	工况				工况	工况	工况	工况	
BFL8	8000	47.2	81.7	70.8	94.2	580	1.0×2	63	6.2	17.4	8.1	14.0	339
BFL10	10000	61.1	105.7	93.5	124.4	460	1.1×2	64	7.9	22.3	10.5	18.2	413
BFL12	12000	70.3	121.6	106.7	141.9	610	1.8×2	66	10.2	29.0	12.1	20.1	498
BFL15	15000	87.8	151.9	130.0	172.9	615	2.2×2	66	12.4	32.2	15.1	26.1	590
BFL20	20000	116.2	201.0	172.2	229.0	610	2.2×2	68	18.5	43.5	20.0	34.6	652
BFL25	25000	146.4	253.3	219.6	292.1	810	4.0×2	70	25.6	52.3	25.2	43.5	886
BFL30	30000	167.3	289.4	254.3	338.2	610	2.2×3	72	35.8	71.4	28.7	50.0	889
BFL37.5	37500	209.1	361.7	324.1	431.1	810	4.0×3	74	46.7	90.8	36.0	62.2	1154

BFLX 系列(立式、6排)柜式空气处理机组技术性能表

表 3.2-34

型号	风量 (m ³ /h)	冷量(kW)		热量(kW)		全压 (Pa)	电机功率 (kW×台)	噪声 [dB(A)]	水阻(kPa)		水量(m ³ /h)		机组 重量 (kg)
		回风	新风	回风	新风				回风	新风	回风	新风	
		工况	工况	工况	工况				工况	工况	工况	工况	
BFLX3	3000	23.5	44.4	29.1	48.9	440	0.8×1	58	4.0	12.0	4.0	7.6	186
BFLX4	4000	32.3	59.5	38.5	63.5	580	1.0×1	60	5.4	16.2	5.5	10.2	226
BFLX5	5000	40.1	75.1	52.7	82.0	460	1.1×1	60	6.6	19.8	6.9	12.9	265
BFLX6	6000	47.0	88.2	65.8	94.5	440	0.8×2	62	7.2	21.6	8.1	15.2	308
BFLX8	8000	62.2	115.8	78.5	126.1	580	1.0×2	63	8.2	24.6	10.7	20.0	383
BFLX10	10000	80.5	150.9	101.4	158.6	460	1.1×2	64	9.9	31.1	13.8	26.0	466
BFLX12	12000	92.8	172.8	124.2	184.2	610	1.8×2	66	12.6	38.4	16.0	29.7	565
BFLX15	15000	112.6	205.1	158.3	231.0	615	2.2×2	66	16.3	48.9	19.4	35.3	672
BFLX20	20000	148.2	263.5	210.7	304.2	810	2.2×2	68	20.6	52.3	25.5	45.3	756
BFLX25	25000	187.9	328.4	268.2	386.2	810	4.0×2	70	31.2	70.5	32.3	56.5	1018
BFLX30	30000	224.8	388.7	302.5	446.2	610	2.2×3	72	45.6	109.3	38.7	66.8	1033
BFLX37.5	37500	279.0	458.0	391.4	566.9	810	4.0×3	74	62.3	130.0	49.7	78.8	1317

BFLT 系列(立式、8排)柜式空气处理机组技术性能表

表 3.2-35

型号	风量 (m ³ /h)	冷量(kW)		热量(kW)		全压 (Pa)	电机功率 (kW×台)	噪声 [dB(A)]	水阻(kPa)		水量(m ³ /h)		机组 重量 (kg)
		回风	新风	回风	新风				回风	新风	回风	新风	
		工况	工况	工况	工况				工况	工况	工况	工况	
BFLT3	3000	25.9	48.4	41.5	52.8	440	0.8×1	58	7.0	18.2	4.5	8.3	200
BFLT4	4000	35.5	64.9	54.9	68.6	580	1.0×1	60	8.5	22.1	6.1	11.2	250
BFLT5	5000	44.1	81.9	69.7	89.4	460	1.1×1	60	10.5	27.3	7.6	14.1	285
BFLT6	6000	51.7	96.1	81.3	102.1	440	0.8×2	62	12.8	32.7	8.9	16.5	328
BFLT8	8000	68.4	126.2	108.2	136.2	580	1.0×2	63	16.3	42.0	11.8	21.7	422
BFLT10	10000	88.6	164.5	141.1	171.3	460	1.1×2	64	22.4	58.0	15.2	28.3	526
BFLT12	12000	102.1	188.4	160.1	198.9	610	1.8×2	66	26.7	69.4	17.6	32.4	621
BFLT15	15000	123.9	225.6	193.3	249.5	615	2.2×2	66	31.5	73.5	21.3	38.8	735
BFLT20	20000	163.0	289.9	255.1	328.5	610	2.2×2	68	36.4	79.3	28.0	49.8	836
BFLT25	25000	206.7	361.3	323.8	417.1	810	4.0×2	70	37.9	85.4	35.6	62.2	1120
BFLT30	30000	247.3	423.7	374.1	481.9	610	2.2×3	72	52.3	91.2	42.5	72.9	1150
BFLT37.5	37500	306.9	499.2	475.3	612.3	810	4.0×3	74	72.1	122.0	42.8	85.9	1445

回风工况	干球温度	湿球温度	进水温度	水温差
供冷工况	27℃	19.5℃	7℃	5℃
供热工况	21℃	—	60℃	—

新风工况	干球温度	湿球温度	进水温度	水温差
供冷工况	34℃	28℃	7℃	5℃
供热工况	21℃	—	60℃	—

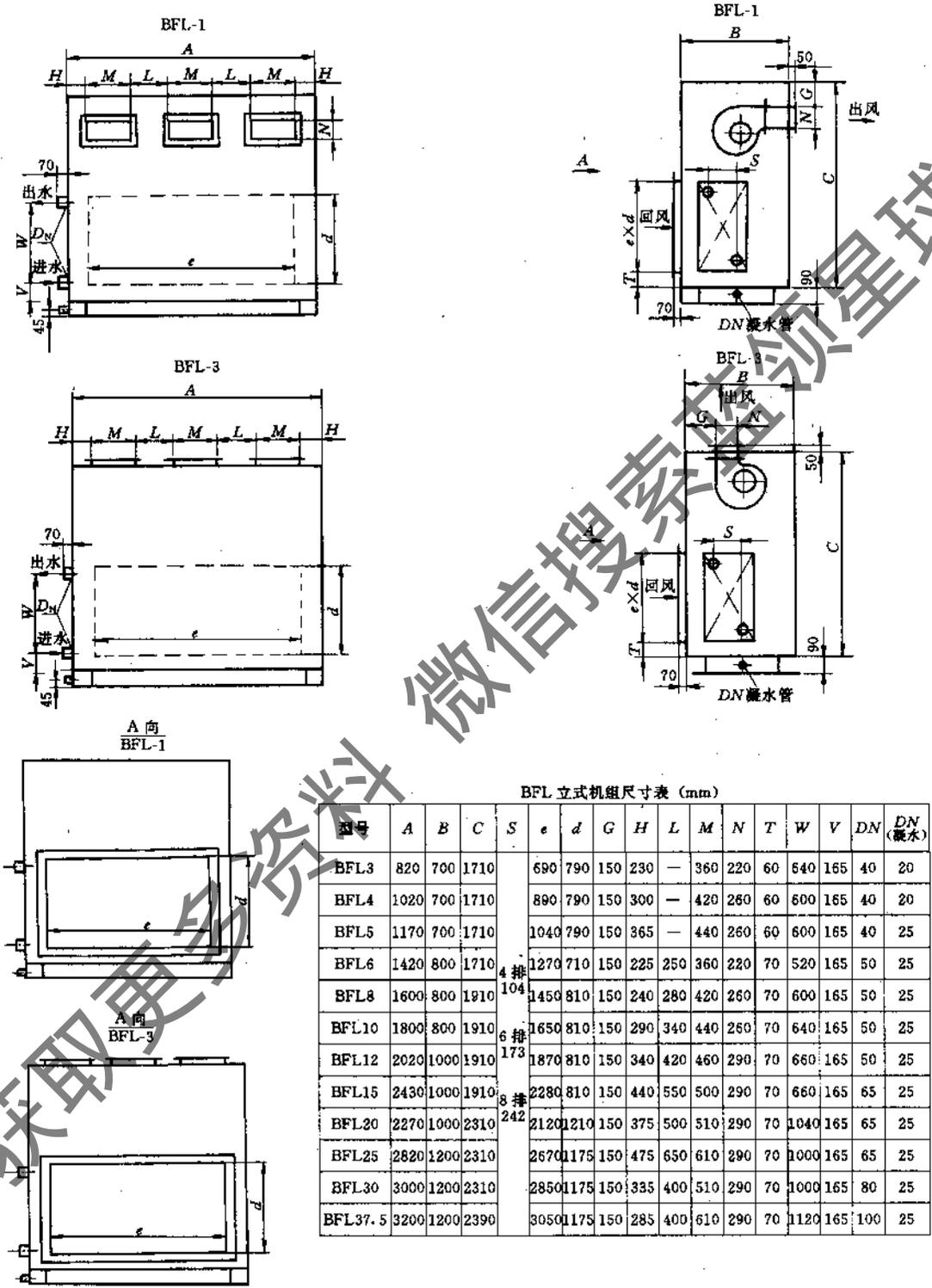


图 3.2-48 BFL 系列(4排、6排、8排)柜式空气处理机组外形尺寸图

BFD 系列(吊顶式、4排)柜式空气处理机组技术性能表

表 3.2-36

参数 型号	风量 (m ³ /h)	冷量(kW)		热量(kW)		全压 (Pa)	电机功率 (kW×台)	噪声 [dB(A)]	水阻(kPa)		水量(m ³ /h)		机组 重量 (kg)
		回风	新风	回风	新风				回风	新风	回风	新风	
		工况	工况	工况	工况				工况	工况	工况	工况	
BFD1	1000	5.9	10.2	8.7	11.6	280	0.25×1	46	1.3	3.7	1.0	1.75	76
BFD1.5	1500	8.8	15.3	12.8	17.0	280	0.25×1	50	1.8	5.1	1.5	2.6	95
BFD2	2000	11.7	20.3	17.0	22.6	370	0.37×1	57	2.5	7.0	2.0	3.5	103
BFD3	3000	17.6	30.5	24.9	33.1	440	0.25×2	58	3.4	9.5	3.0	5.3	146
BFD4	4000	23.5	40.7	34.1	45.4	370	0.37×2	60	4.1	11.5	4.0	7.0	188
BFD5	5000	29.5	51.1	44.3	58.9	450	0.45×2	60	4.5	13.5	5.0	8.8	211
BFD6	6000	35.5	61.5	52.3	69.6	440	0.8×2	62	5.1	14.3	6.0	10.6	268
BFD8	8000	47.2	81.7	70.8	94.2	580	1.0×2	63	6.2	17.4	8.1	14.0	313
BFD10	10000	61.1	105.7	93.5	124.4	460	1.1×2	64	7.9	22.3	10.5	18.2	382
BFD12	12000	70.3	121.6	106.7	141.9	580	1.0×3	66	10.2	29.0	12.1	20.1	415

BFDX 系列(吊顶式、6排)柜式空气处理机组技术性能表

表 3.2-37

参数 型号	风量 (m ³ /h)	冷量(kW)		热量(kW)		全压 (Pa)	电机功率 (kW×台)	噪声 [dB(A)]	水阻(kPa)		水量(m ³ /h)		机组 重量 (kg)
		回风	新风	回风	新风				回风	新风	回风	新风	
		工况	工况	工况	工况				工况	工况	工况	工况	
BFDX1	1000	8.0	14.8	10.9	15.0	280	0.25×1	46	2.1	6.3	1.4	2.5	88
BFDX1.5	1500	11.9	22.6	16.0	22.1	280	0.25×1	50	2.8	8.6	2.0	3.9	102
BFDX2	2000	15.6	29.3	19.8	32.4	370	0.37×1	57	3.4	10.3	2.7	5.0	120
BFDX3	3000	23.5	44.4	29.1	48.9	440	0.25×2	58	4.0	12.0	4.0	7.6	160
BFDX4	4000	32.3	59.5	38.5	63.5	370	0.37×2	60	5.4	16.2	5.5	10.2	204
BFDX5	5000	40.1	75.1	52.7	82.0	450	0.45×2	60	6.6	19.8	6.9	12.9	232
BFDX6	6000	47.0	88.2	65.8	94.5	440	0.8×2	62	7.2	21.6	8.1	15.2	320
BFDX8	8000	62.2	115.8	78.5	126.1	580	1.0×2	63	8.2	24.6	10.7	20.0	346
BFDX10	10000	80.5	150.9	101.4	158.6	460	1.1×2	64	9.9	31.1	13.8	26.0	417
BFDX12	12000	92.8	172.8	124.2	184.2	580	1.0×3	66	12.6	38.4	16.0	29.7	453

BFDT 系列(吊顶式、8排)柜式空气处理机组技术性能表

表 3.2-38

参数 型号	风量 (m ³ /h)	冷量(kW)		热量(kW)		全压 (Pa)	电机功率 (kW×台)	噪声 [dB(A)]	水阻(kPa)		水量(m ³ /h)		机组 重量 (kg)
		回风	新风	回风	新风				回风	新风	回风	新风	
		工况	工况	工况	工况				工况	工况	工况	工况	
BFDT1	1000	8.8	16.1	12.1	19.1	280	0.25×1	46	2.6	6.8	1.5	2.8	105
BFDT1.5	1500	13.1	24.6	17.9	23.9	280	0.25×1	50	4.1	10.6	2.3	4.2	111
BFDT2	2000	17.2	31.9	24.7	35.5	370	0.37×1	57	5.6	14.6	2.9	5.5	140
BFDT3	3000	25.9	48.4	41.5	52.8	440	0.25×2	58	7.0	18.2	4.5	8.3	175
BFDT4	4000	35.5	64.9	54.9	68.6	370	0.37×2	60	8.5	22.1	6.1	11.2	220
BFDT5	5000	44.1	81.9	69.7	89.4	450	0.45×2	60	10.5	27.3	7.6	14.1	255
BFDT6	6000	51.7	96.1	81.3	102.1	440	0.8×2	62	12.8	32.7	8.9	16.5	370
BFDT8	8000	68.4	126.2	108.2	136.2	580	1.0×2	63	16.3	42.0	11.8	21.7	380
BFDT10	10000	88.6	164.5	141.1	171.3	460	1.1×2	64	22.4	58.0	15.2	28.3	452
BFDT12	12000	102.1	188.4	160.1	198.9	580	1.0×3	66	26.7	69.4	17.6	32.4	490

回风工况	干球温度	湿球温度	进水温度	水温差
供冷工况	27℃	19.5℃	7℃	5℃
供热工况	21℃	—	60℃	—

新风工况	干球温度	湿球温度	进水温度	水温差
供冷工况	34℃	28℃	7℃	5℃
供热工况	21℃	—	60℃	—

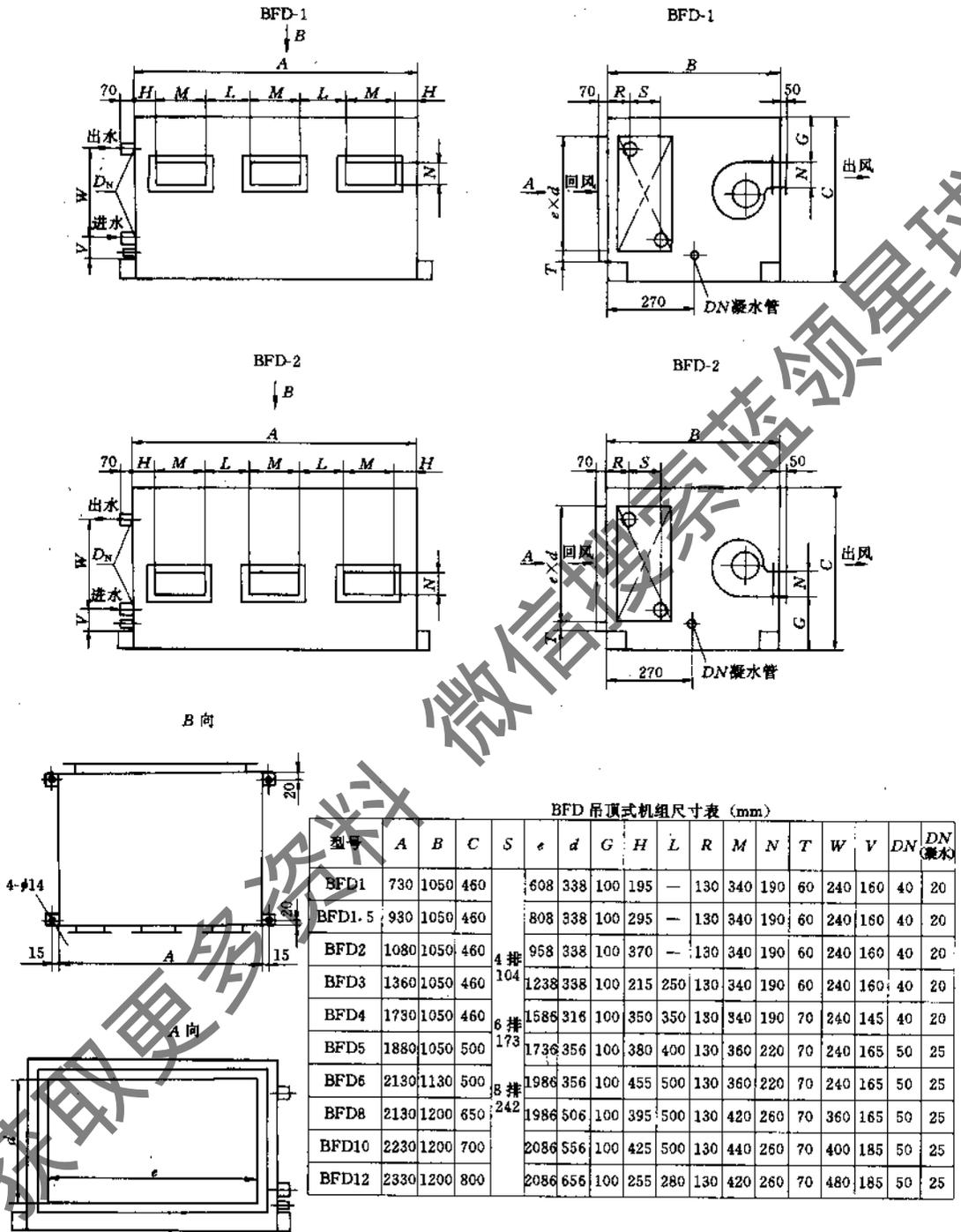


图 3.2-49 BFD 系列(4排、6排、8排)柜式空气处理机组外形尺寸图

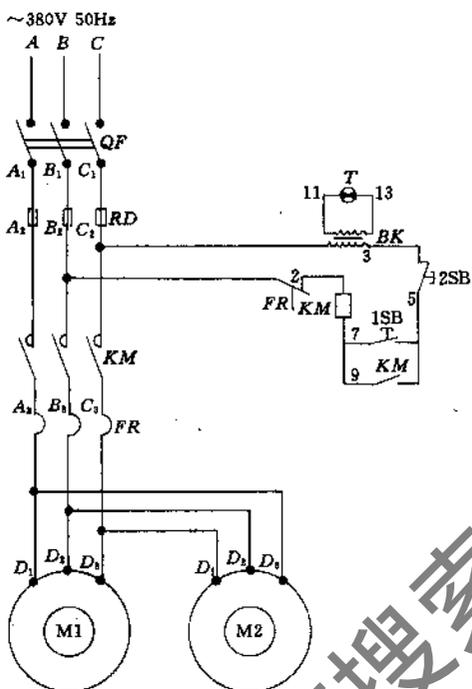
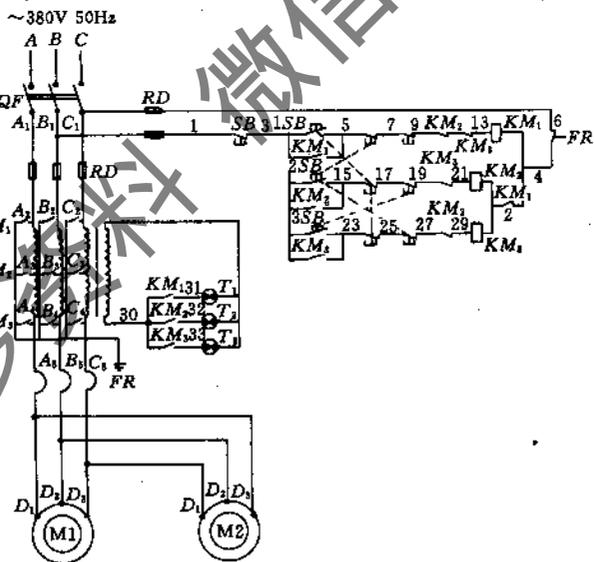
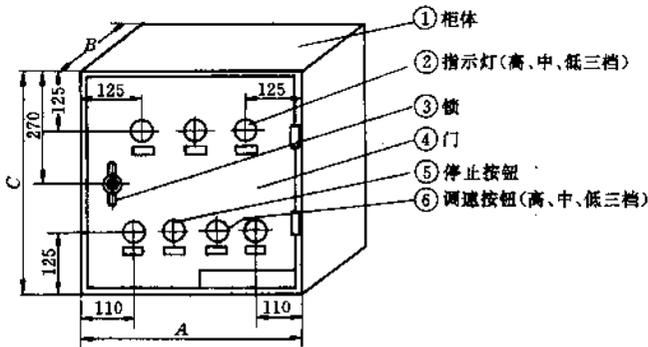


图 3.2-50 BF(W,L,D)系列风机电气控制原理图



序号	符 号	名 称	数 量	型 号 规 格	单 件 重 量	总 计 重 量	备 注
9	FR	热继电器	1				电流由电机定
8	RD	熔断器	5				电流由电机定
7	T1-T3	三档指示灯	3	XD11-6-3V			红黄绿
6	1SB-3SB	启动按钮	3	LA18-22			红色
5	SB	停止按钮	1	LA18-22			红色
4	KM1-KM3	交流接触器	3	CJ10-10-380V			
3	M	低噪声电动机	2				功率由风量定
2	ZOD	多插头自耦压器	1				功率由电机定
1	QF	组合开关	1				

图 3.2-51 BFPD 风机三档调速控制原理图



电控箱尺寸表

数据 型号	A (mm)	B (mm)	C (mm)	功率 (kW)	重量 (kg)	数据 型号	A (mm)	B (mm)	C (mm)	功率 (kW)	重量 (kg)
BF1	420	270	540	0.25	25	BF10	420	270	540	2.2	36
BF1.5	420	270	540	0.25	25	BF12	420	270	540	3.6	40
BF2	420	270	540	0.37	33	BF15	420	270	540	4.4	40
BF3	420	270	540	0.8	33	BF20	420	270	680	4.4	55
BF4	420	270	540	1.0	36	BF25	480	300	680	8.0	55
BF5	420	270	540	1.1	36	BF30	480	300	680	6.6	55
BF6	420	270	540	1.6	36	BF37.5	480	300	680	12	60
BF8	420	270	540	2.0	36	BF45	480	300	680	16.5	70

图 3.2-52 BF(W, L, D)系列电控箱尺寸图

3.3 变风量末端装置的使用特点和选用

在某些负荷变化率较大的中央空调系统中,采用定温度、变风量的空调方式,使室内送风量随负荷的增减而增减;与定风量、改变送风温差调节负荷的空调方式相比,有着显著的运行经济性和节能效果,全年可节约总能耗 30%~50%。

实现变风量中央空调系统,主要靠系统末端的变风量装置和风机的风量调节来完成的。实践证明,最合理和最经济的办法是利用静压调节器控制风机转速和风机入口导叶(又称导流器)实现风量的调节(见 3.1.2 节中“通风机”部分)。

本节主要介绍常见的变风量末端调节装置的特点和选用要求。

3.3.1 变风量中央空调系统

变风量中央空调系统的使用特点见(表 3.3-1)

3.3.2 变风量末端装置的使用特点

1. 变风量末端装置的作用

(1)根据室温变化,接受温度传感器发出的指令,由气动或电动执行机构自动调节送风量。

变风量中央空调系统的使用特点

表 3.3-1

特 征	优 点	缺 点
1) 改变风量, 运行参数不变, 来平衡负荷变化 2) 保证最小新风量, 并能保持气流组织设计的流型	(1) 节省空调设备的初投资, 1) 考虑到全年部分负荷运行率, 进行空调设备容量的组合。选择设备时, 不必取各种负荷的峰值叠加, 一般允许取灯光、人体、太阳辐射和设备的同时使用系数为 0.7 2) 不必将各种水管引入房间, 节省风机、水泵、制冷机、管道及保温的投资。所节约下来的投资额, 一般大于所增加的变风量末端装置和控制装置费用 (2) 节省设备的运行费用, 选用的设备小、安装功率小, 且长期在低负荷下工作, 无人工作区域, 能自动关断 (3) 调节灵活、方便、节能: 1) 每个房间温度自动控制, 灵活调节所需冷热负荷 2) 借助风道压力或速度变化自动调节, 无需外加能量 (4) 系统风量易平衡, 根据室内各房间温度自行调节风量, 不必对风量平衡进行预测 (5) 易于对原系统进行改扩建, 改建后总负荷不超过原设计峰值 (6) 运行风量小于额定值, 减少吹风感, 噪声小 (7) 变风量的中央空调设备不要求分区	(1) 增加变风量末端装置及新风量; 最大、最小风量的控制环节, 技术复杂 (2) 对室内相对湿度控制的质量(准确性)不如定风量再热系统。尤在最大风量控制时, 易出现较高的相对湿度 (3) 最小风量时, 为维持室内温度, 需采取周边供暖等室内负荷补偿措施(如室内照明热量) (4) 不像其他系统那样始终能保证室内的换气次数、气流组织和新风量

(2) 当系统压力升高时, 自动保持房间的送风量不超过设计的最大风量。

(3) 送风量变化时, 仍能保持气流组织设计的流型。

(4) 房间负荷减小时, 能控制最小风量, 以满足最小新风量的要求。

(5) 有一定消声能力。

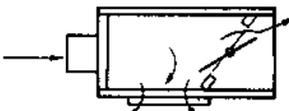
(6) 必要时能够完全关闭。

2. 变风量末端装置的分类

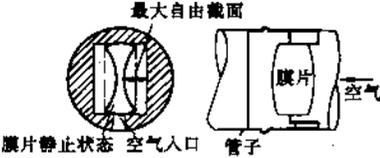
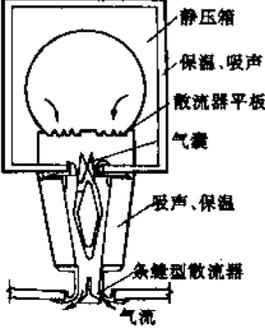
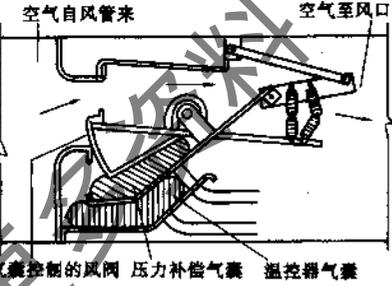
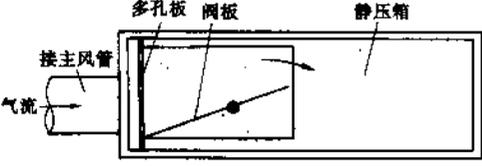
从实际使用状况看, 中央空调系统中的变风量末端装置品种不一, 一般可分为节流型、旁通型及诱导型三种类型, 分述如下表 3.3-2。

变风量末端装置分类型式和特点

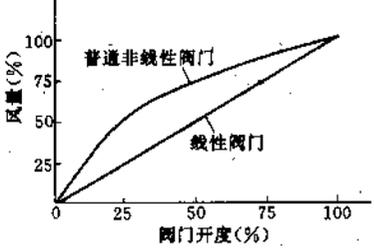
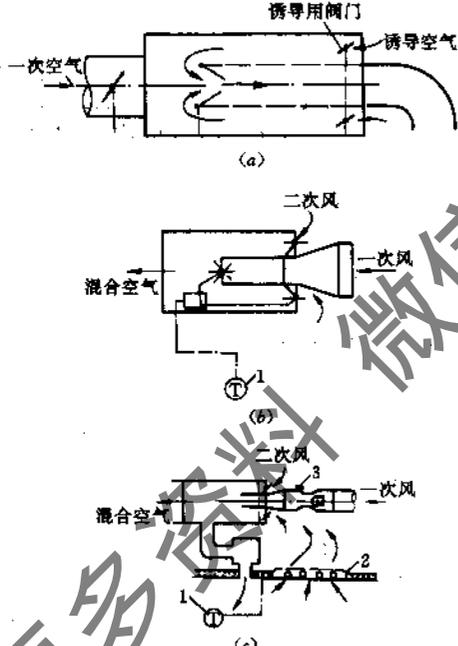
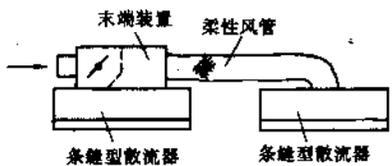
表 3.3-2

分类型式	结 构 示 意 图	特 点
旁通型	 <p>图 3.3-1 旁通型末端装置示意图</p>	1) 系统总风量不变(送风机风量) 2) 根据室内负荷变化, 部分空气分流, 旁通回到吊顶上或回风管道内, 送室内风量是可变的、可调的 3) 噪声比节流型小 4) 调节风量的执行机构由每个室内恒温器控制 5) 风机动力不能节约

续表

分类型式	结构示意图	特 点
气 囊 型 节 流 型	<p>① 小风量膜片式</p>  <p>图 3.3-2 小风量膜片式自动调节末端装置</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1)膜片由氯丁二烯橡胶制成 2)空气由小孔进入气囊。膜片前后侧的压力差增高时,膜片被吹胀,流道截面积变小,风量随之减小
	<p>② 气囊式风口</p>  <p>图 3.3-3 气囊式风口末端装置</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1)由温控器给信号,控制气囊的胀缩,直接调节送风口的风量 2)保持室内温度恒定 3)用于顶棚送风效果好
气 囊 型 节 流 型	<p>③ 气囊式阀板</p>  <p>图 3.3-4 气囊式阀板末端装置</p>	<p>与气囊式风口末端装置不同的是先调节风量再送至各个出风口</p>
	<p>④ 阀板式</p>  <p>图 3.3-5 阀板式末端装置</p>	

续表

分类型式	结构示意图	特 点
节流型 阀 板 型	 <p>图 3.3-6 阀板调节特性</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 可带一个或多个送风口，全由一个阀板控制其送风量 2) 由温控器给出信号，通过一个可正反转的电机(或用两个旋转方向相反的电机)以调节阀板的位置，调节送往各个风口的风量 3) 该阀板调节可做到线性关系(图 3.3-6) 4) 阀门有菱形或阀板两种
诱导型	 <p>图 3.3-7 诱导型变风量末端装置</p> <p>1—室内温度控制器；2—灯光罩；3—风量装置</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 利用一次风高速诱导从室内进入顶棚的二次风，调节一次风与二次风的混合比例后送入室内(图 3.3-7a) 2) 为调节方便，一次风口上装定风量装置，随着室内负荷减小，仅逐渐开大二次风门，从而提高送风温度 3) 为降低噪声，一次风风口处的静压不大于 500Pa 4) 诱导型的最大优点是可将诱导型风口与照明灯具结合，可利用室内的照明热量作再热，因此节约能量(图 3.3-7a 和 b) 5) 吊平顶的二次风未经过滤处理 6) 其初投资和运行费用比节流型高
送风口与变风量末端装置的连接方式	 <p>图 3.3-8 送风口与变风量末端装置的连接方式</p>	送风口与变风量末端装置间的连接多采用软管型式(图 3.3-8)

3. 采用静压调节器的节流型变风量末端装置

在送风管道末端采用节流型变风量装置时,系统的管道阻力特性因调节活门的开度变化而发生变化。此时若负荷减小,通风机工作点向小流量、高压头区域偏移,因而送风管内的静压增加,对节约风机功率不利;另外,静压增加会引起噪声增加,甚至导致通风机工作不稳定,漏风量上升等。为克服上述缺点,可在风管内安装静压调节器,根据管内静压的变化信号,以控制风机转速或调节风机进口导叶角度,来调整总风量。

静压调节器(传感器)在风管中设置的位置不同时,风机出口压力与年动力消耗量也随之变化,详见表 3.3-3。

静压调节器在不同位置时风机出口压力与年动力消耗量的比较 表 3.3-3

静压调节器的安装位置	风机出口压力(Pa)			年动力消耗(MWh/a)	
	风量 0%	50%	100%	变风量方式	定风量方式
风管末端	134	302	806	46.5	87.8
风管中部	112	285	806	—	—
风机出口	217	364	806	54.2	87.8

注:计算依据:风管的比摩阻 $R=1\text{Pa}$, VAV 末端的压力损失为 75Pa , 最小开度为 30% , 最大风量为 $77460\text{m}^3/\text{h}$, 采用人口导叶调节。

3.4 除 湿 机

在前 3.1 节中已介绍过采用喷水室或表面式空气冷却器(加热器)对空气进行除湿处理,但对相对湿度要求不很高的场合,如某些生产工艺和产品贮存以及高湿地区等,采用空调降温除湿方式,经济性较差,若用冷冻除湿、固体除湿、液体除湿等方式,显得更为合理。本节将重点介绍。

3.4.1 典型除湿方法的对比(见表 3.4-1)

典型除湿方法的对比 表 3.4-1

除湿方法	机 理	优 点	缺 点	备 注
升温除湿	通过显热交换,在湿度 d 不变的条件下,使温度升高,使相对湿度相应降低	简单易行,投资和运行费用低	空气温度升高,空气不新鲜	适用于对室温无要求的场合
通风除湿	向潮湿空间输入含湿量小的室外空气,同时排出等量潮湿空气	经济、简单	保证率较低	适用于室外空气较干燥地区
冷冻除湿	让湿空气流经低温表面,空气温度降至露点温度以下,湿空气中的水汽冷凝而析出	性能稳定,工作可靠,能连续工作,操作简单,方便	设备费和运行较高,有噪声	适用于空气的露点温度高于 4C 的场合
液体除湿	空气通过与蒸气分压力低,不易结晶、粘性小、无毒、无臭的溶液接触,依靠水汽的分压差吸收空气中的水分	除湿效果好,能连续工作,兼有清洁空气的功能	设备复杂,初投资高;需要有湿热源;冷却水耗量大	适用室内显热比小于 60% , 空气出口露点温度低于 5C 且除湿量较大的系统

续表

除湿方法	机 理	优 点	缺 点	备 注
固体除湿	利用某些固体物质表面的毛细管作用或相变时的蒸气分压力差,吸附或吸收空气中的水分	设备较简单,投资与运行费较低	减湿性能不太稳定,并随使用时间的加长而下降,需再生	适用于除湿量小,要求露点温度低于4℃的场合
干式除湿	湿空气通过含吸湿剂的纤维纸制的蜂窝状体(如转轮),在水蒸气分压力差的作用下,水分被吸收剂吸收或吸附	湿度可调,且能连续除湿,单位除湿量大,可以自动工作	设备较复杂,需加热再生	特适用于低湿、低温状态应用
综合除湿	综合以上除湿方法中的某几种而组成			

3.4.2 蒸汽压缩式除湿机

包括有:

- a. 冷冻除湿机
- b. 调温除湿机
- c. 三用空调机(除湿、制冷和制热)

1. 冷冻除湿机(去湿机、减湿机、降温机)

(1)组成

冷冻除湿机是靠机械制冷方法进行除湿的,包含制冷系统和通风系统两部分见图 3.4-1,装在同一个箱体中。

制冷系统组成:压缩机、冷凝器、蒸发器、膨胀阀和其他辅助设备。

送风系统组成:送风机、空气过滤器等。

(2)工作原理见图 3.4-2

湿空气在送风机作用下,通过空气过滤网进入蒸发器。进入时空气状态点为 M ,由于蒸发器表面温度低于空气的露点温度,空气与蒸发器表面进行热交换。同时,空气中水蒸气部分地冷凝而析出,空气中含湿量减少,温度降低,相对湿度增加,达到 O 点状态。凝结水滴下流入接水盘内,通过水盘下接管排入下水道。而 O 点状态的冷空气经过冷凝器吸收热量,温度升高,相对湿度降低,但含湿量不变,为等湿加热处理过程。至此,取得所要的干燥空气,达到除湿的目的。

经过冷凝器后空气状态 K 点的空气温度和焓值均比空气初状态 M 点增高,因为冷凝器放出的是蒸发器潜热与压缩机功率转化热量之和。

若空气温度低于 15℃ 时,可在进入蒸发器处装一电加热器,这样便可消除除湿机在低温环境下除湿性能差的不足。

(3)安装型式

冷冻除湿机按排列方式分,有卧式箱体图 3.4-1 和竖式箱体图 3.4-3 两种。有的竖式箱可拆为上下两部分,便于运输和进洞。

按通风机安装方式分,又可分为可装在箱体之内,或机外配置两种。如果敷设管道很长,

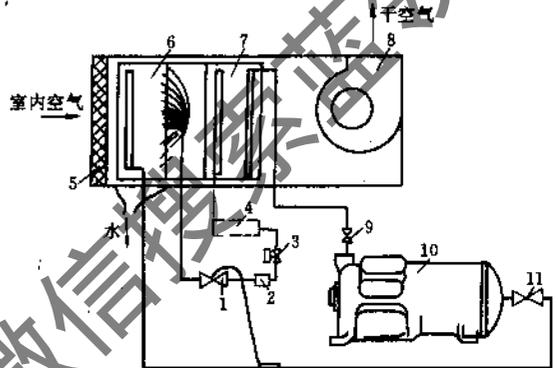


图 3.4-1 除湿机流程示意图

- 1—热力膨胀阀;2—干燥器;3—电磁阀;4—贮液器;5—空气过滤器;6—蒸发器;7—冷凝器;8—通风机;9、11—截止阀;10—压缩机

即便是整机组,也需增设一台加压风机。

机组有固定安装方式,也有可移动式(图 3.4-4)和牵引式图 3.4-5

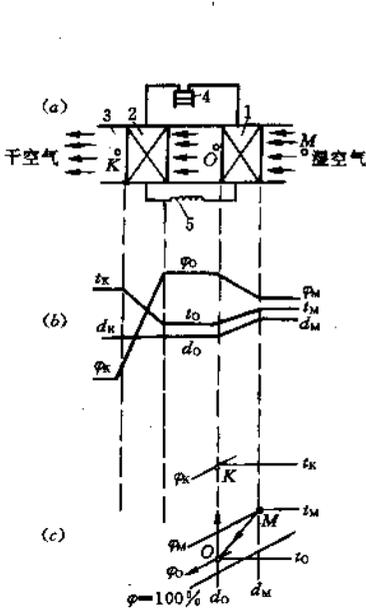


图 3.4-2 除湿原理图

a) 制冷系统

1—蒸发器;2—风冷冷凝器;3—通风机;4—压缩机;5—膨胀阀

b) 空气状态变化情况

M—湿空气状态点;O—露点温度以下的空气状态点;K—等湿加热后的空气状态点(送风状态点)

c) 空气状态变化在 h-d 图中的表示;
d—空气含湿量(g/kg);t—空气干球温度(°C);φ—空气相对湿度(%)

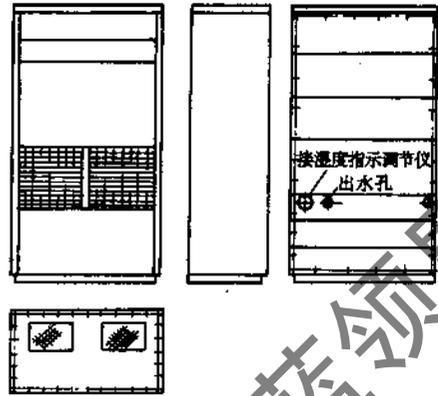


图 3.4-3 竖式排列除湿机

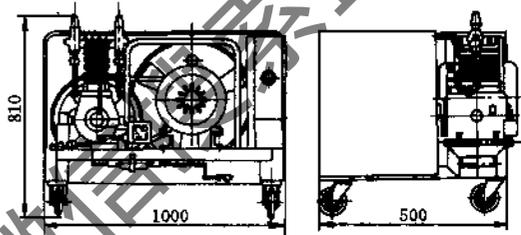


图 3.4-4 可移动式除湿机

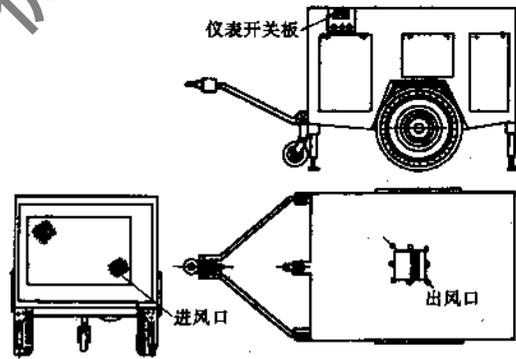


图 3.4-5 牵引式除湿机

某些除湿场所对卫生条件有要求,则可在除湿机上设置新风口,补充新鲜空气到室内。

(4) 性能曲线

除湿机的主要性能指标就是除湿量 (kg/h)。

除湿量大小与进口空气的温度和相对湿度,以及除湿机的风量有关。除湿机的生产厂家向用户提供该产品的除湿性能图。如不同进口空气参数与除湿量关系图 3.4-6,图中可以看出:

- 1) 进口空气相对湿度相同时,随进口空气温度的降低,除湿量减小,除湿性能下降;
- 2) 进口空气温度相同时,随进口空气相对湿度的增加,除湿量相应增大。

除湿机出口空气温度与进口空气状态的关系图 3.4-7 图中可以看出:

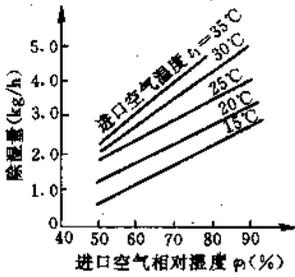


图 3.4-6 不同进出口参数时的除湿量

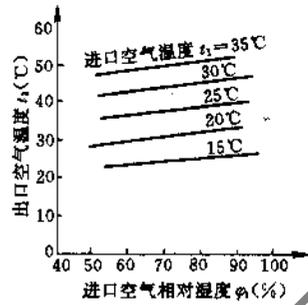


图 3.4-7 不同进口空气参数时的出口空气参数

- 1) 出口空气温度 (t_3) 总是大于进口空气温度 (t_1);
- 2) 相同进口空气温度 (t_1) 下, 相对湿度 (φ_1) 越大, 则出口空气温度 (t_3) 越高。

除湿机除湿量与风量关系图 3.4-8 图中可以看出:

- 1) 该曲线测量工况是: 进风温度 18°C, 相对湿度 70%;
- 2) 风量增加时, 除湿量也不断增加, 到达某一送风量时达到最大, 如果继续加大风量, 除湿量反而逐渐减小 (图 3.4-8 上曲线所示)。原因是过大的风量并不能促成热湿交换的充分进行。因此应该选用最佳风量求得最佳除湿效果。

(5) 适用范围

- 1) 空气进口温度 $t_1 = 15 \sim 35^\circ\text{C}$;
- 2) 进口空气相对湿度 $\varphi \leq 90\%$;
- 3) 适用场所: 气候潮湿地区、地下建筑物、对湿度有要求的车间、仓库等处。

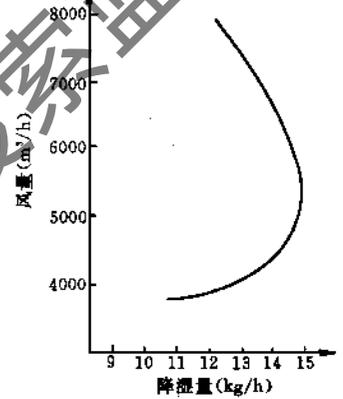


图 3.4-8 除湿量与风量关系

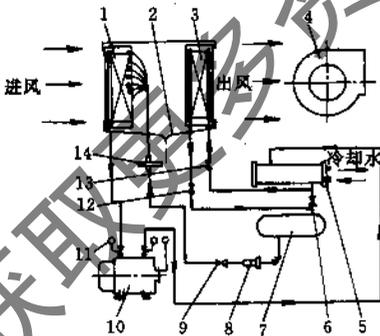


图 3.4-9 调温除湿机
工作原理图

- 1—蒸发器; 2—凝结水盘; 3—风冷冷凝器; 4—离心通风机; 5—水冷冷凝器; 6、12、13—直通截止阀; 7—贮液器; 8—干燥过滤器; 9—电磁阀; 10—制冷压缩机; 11—压力表; 14—膨胀阀

2. 调温除湿机

满足既有除湿要求、又有温度要求的场合, 克服冷冻除湿机出风温度高但又无法调节之不足, 可采用调温除湿机。

在构造上与冷冻除湿机不同之处, 是增设一个水冷冷凝器。水冷冷凝器可串联或单独使用, 采用壳管式或套管式换热器。

(1) 工作原理 如图 3.4-9 所示。

调温是靠控制几个直通截止阀的开闭实现的。如图 3.4-9, 关闭阀 6, 打开阀门 12、13, 并向水冷冷凝器 5 供应冷却水。热负荷由风冷冷凝器 3 和水冷冷凝器 5 共同负担。根据所要求的温度不同, 其分担比例也不同。靠调节水量 (或水温) 大小来改变水冷冷凝器 5 承担的负荷量, 也就控制了风冷冷凝器 3 的负荷量大小, 使由蒸发器 1 流过来的干冷空气, 在经过风冷凝

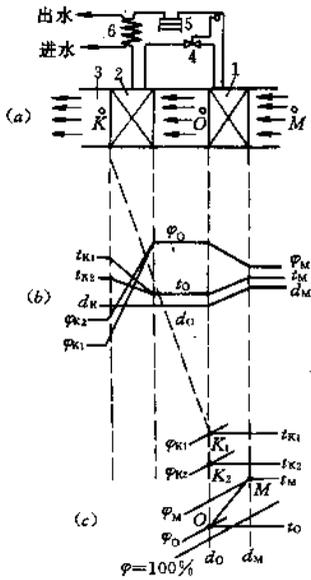


图 3.4-10 调温除湿状态过程图
a) 制冷系统

1—蒸发器；2—风冷冷凝器；3—通风机；4—膨胀阀；5—压缩机；6—水冷冷凝器

b) 空气状态变化情况

M—湿空气状态点；O—露点温度以下的空气状态点；K—等湿加热后相对湿度降低，温度升高状态点(进风状态点)

c) 空气状态变化在 h-d 图中的表示

d—含湿量(g/kg)；t—温度(°C)；φ—相对湿度(%)；角标“1”—没调温只降温；角标“2”—有调温有降温

器 3 时只吸收部分凝结热，从而达到出风温度所需要的加热量。

图 3.4-10 表示了调温(包括升温或降温)除湿的空气状态变化及其在空气焓湿图上的过程。图中 M 点表示进口的湿空气状态，下标表示相应点的状态参数(φ_M 、 t_M 、 d_M)。通过蒸发器后的空气状态为 O 点，已经过降温除湿处理。当进入风冷冷凝器后，由于冷凝器中制冷剂释放出来的凝结热不同，出风冷冷凝器的空气状态各不相同。对降温除湿，若风冷冷凝器完全没有热量释放，故出风状态即蒸发器出来的空气状态(O 点)；对升温除湿，热负荷全部由风冷冷凝器承担，并释放给了空气，则冷凝器出来的空气状态为 K_1 点(相对于 O 点，温度增加，焓值增大，相对湿度减小，而含湿量并不变)；对调温降温，风冷冷凝器承担部分热负荷。根据两冷凝器对热负荷负担的比例不同，出风温度也不相同，介于 O 点和 K_1 点之间的 K_2 点(图 3.4-10c)，其状态与 K_1 点相似，只是程度上不同而已。

(2) 性能曲线

升温除湿性能曲线与前图 3.4-6 和图 3.4-7 相同。调温和降温除湿在不同冷却水温和水量下，除湿量与出风温度变化的关系，见图 3.4-11。图中可以看出：

- 1) 当冷却水量增加时，出风温度、除湿量和功率均将降低；
- 2) 在相同冷却水量下，冷却水温越低，其下降程度更剧烈。

调温和降温除湿时，不同冷却水温、水量下，出水温度、阻力、冷凝压力、蒸发压力的变化如图 3.4-12 所示。图中可以看出：

- 1) 当冷却水量增加时，蒸发压力、冷凝压力和冷却水出水温度呈下降趋势，而冷却水的阻力则呈上升趋势。冷却水温越低，则这种趋势越加明显；
- 2) 冷却水温对阻力没有影响。

3) 适用范围

- 1) 空气进口温度 $t_M = 15 \sim 35^\circ\text{C}$ ；
- 2) 空气进口相对湿度 $\varphi \leq 90\%$ ；
- 3) 适用场所：坑道、洞库及地下工程的除湿。

3. 三用空调机

三用空调机可实现除湿、制冷和供热三种循环(功能)。在构造上，是在调温除湿机系统上增设一个四通换向阀，以一个手动三通阀协助工作。

冬季切换后，控制热(热泵)循环，以加热空气。热泵式三用空调机系统图见图 3.4-13。

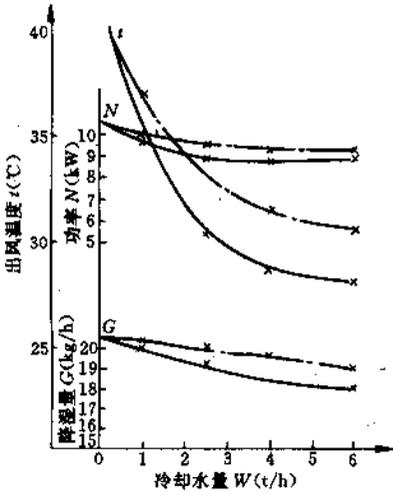


图 3.4-11 不同冷却水温、水量下，除湿量与出风温度变化图
 进风参数： $t_e=27^{\circ}C$ $t_s=23^{\circ}C$ $\varphi=70\%$
 风量： $L=5000m^3/h$
 冷却水进水温度： $28^{\circ}C\sim 32^{\circ}C$

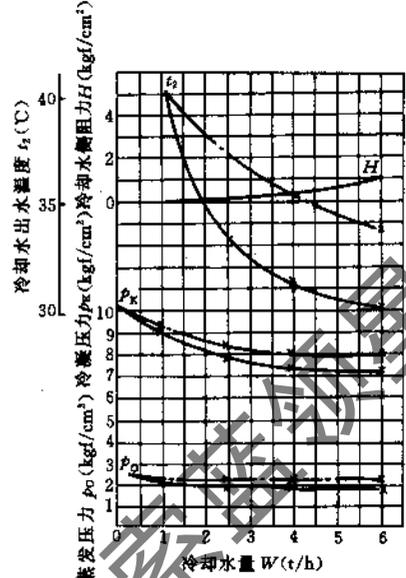


图 3.4-12 不同冷却水温、水量下，出水温度、阻力、冷凝压力、蒸发压力的变化图
 进风参数： $t_e=27^{\circ}C$ $t_s=23^{\circ}C$ $\varphi=70\%$
 风量： $L=5000m^3/h$
 冷却水进水温度： $28^{\circ}C\sim 32^{\circ}C$

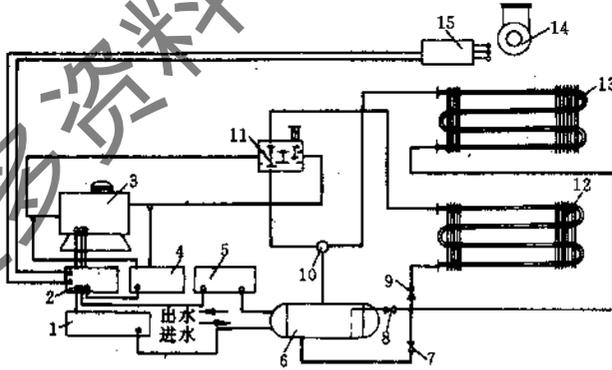


图 3.4-13 热泵式三用空调机系统图
 1—断水继电器；2—压缩机磁力启动器；3—压缩机；4—压力继电器；5—水温控制器；
 6—水热交换器；7—出液阀；8—进液阀；9—双向节流阀；10—三通阀；11—四通换向
 阀；12—空气换热器 I；13—空气换热器 II；14—通风机；15—通风机磁力启动器

(1) 主要部件作用：空气换热器 I（室内换热器）起蒸发器作用。空气换热器 I（室外换热器）起冷凝器作用。空气经蒸发器降温除湿，然后在冷凝器中等湿吸热，达到降温目的；也可利用风冷冷凝器与水热交换器（起水冷冷凝器作用）串联使用，实现调温除

湿。

(2) 三用空调机的三种循环系统图

a. 除湿循环 见图 3.4-14

b. 制冷循环 见图 3.4-15

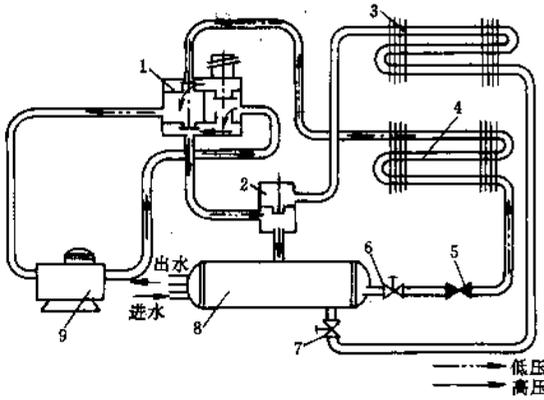


图 3.4-14 三用空调机的除湿循环

1—四通换向阀；2—三通阀；3—空气换热器Ⅱ；
4—空气换热器Ⅰ；5—双向节流阀；6—出液阀；
7—进液阀；8—水换热器；9—压缩机

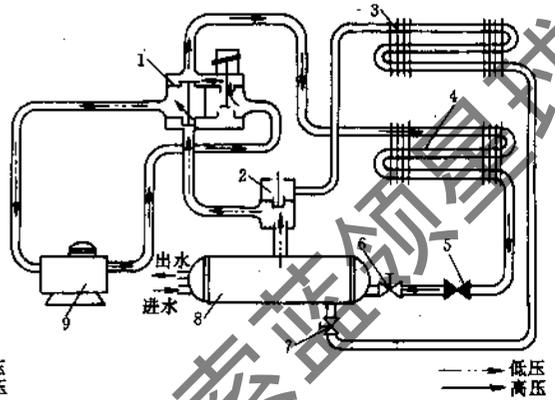


图 3.4-15 三用空调机的制冷循环

1—四通换向阀；2—三通阀；3—空气换热器Ⅱ；
4—空气换热器Ⅰ；5—双向节流阀；6—出液阀；
7—进液阀；8—水换热器；9—压缩机

制冷时利用空气热交换器Ⅰ和水热交换器分别承担蒸发器和冷凝器的功能。释放出来的凝结热由冷却水带走。空气热交换器Ⅱ中没有制冷剂流动，与空气没有热量交换。

c. 供热循环 见图 3.4-16

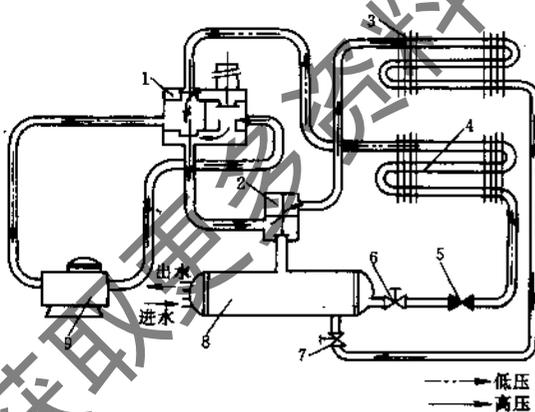


图 3.4-16 三用空调机的供热循环

1—四通换向阀；2—三通阀；3—空气换热器Ⅱ；
4—空气换热器Ⅰ；5—双向节流阀；6—出液阀；
7—进液阀；8—水换热器；9—压缩机

使四通阀反向，即变成热泵循环。空气热交换器Ⅰ起冷凝器作用。水热交换器为蒸发器。制冷剂从水中吸收热量，然后通过空气热交换器Ⅰ，把热量释放出来以加热空气。

4. 冷冻除湿机等选用和使用注意事项

(1) 除湿机应安装在避免阳光直射、远离发热设备的地方，且应通风良好。

(2) 不带通风机的除湿机，生产厂家提出推荐的风量范围，由用户按系统管道配用通风机。

(3) 通风管道应连接严密不透风，且有保温措施。

(4) 除湿机的凝结水应通过接管排入下水道。

(5) 除湿机应专线供电，电源电压保证为 $380V \pm 10\%$ ，机组应可靠接地。

(6) 对调温除湿机，如将全水冷转为全风冷循环时，应将水冷冷凝器中存有的冷却水

放掉后,再投入运行。如将全风冷转为全水冷循环时,则应将风冷冷凝器中的制冷剂回收到贮液器里以后,再投入使用。冬季设备停用时,应将冷凝器中的水放净,以防冻裂。

(7) 对三用空调机,当冷热换向时必须停机,待高、低压平衡后方可换向,时间大约10min左右。

3.4.3 氯化锂转轮除湿机

氯化锂转轮除湿机是利用某些固体吸湿材料(氯化锂)的吸湿性进行工作的,有别于冷冻除湿原理。

1. 固体吸湿性材料种类

固体吸湿性材料就其吸湿原理区别,分为两类:

(1) 吸附式固体吸湿剂 主要有硅胶(SiO_2)、分子筛、活性炭等,其表面大量微孔(孔隙率75%)中的水蒸气分压力远小于周围空气中的水蒸气分压力,因此能从空气中吸附水分,而自身化学性质没有变化,其吸湿过程纯属物理吸附。

硅胶(SiO_2)无毒、无臭、无腐蚀性,呈多孔结晶状,吸湿率约为其重量的30%;吸附1kg水份放出吸附热约为3276kJ/kg;吸湿后可经150~180℃热空气干燥再生。还原水份需热约为13000~17000kJ/kg。生产的吸湿设备有抽屉式硅胶吸湿装置、固定转换式硅胶吸湿装置、电加热转筒式硅胶吸湿机等。

(2) 吸收式固体吸湿剂 主要有氯化钙(CaCl_2)、五氧化二磷(又称磷酸酐, P_2O_5)、氢氧化钠(NaOH ,又称苛性钠)、硫酸铜(又称蓝矾, CuSO_4)、及氯化锂(LiCl)等,也是靠其表面水蒸气分压力与同温度下空气的水蒸气分压力之差进行吸湿,吸收水分后,其自身化学结构发生变化,其吸湿过程属物理化学作用。

常用的氯化钙(CaCl_2)为白色多孔结晶,有苦咸味;吸湿率约为其自重的100%(工业纯氯化钙);纯度70%;比重2.15;熔点772℃;吸收水分时放出的熔解热为680kJ/kg,其吸湿设备有抽屉式氯化钙吸湿装置、氯化钙通风吸湿箱等。

氯化锂(LiCl)是一种优良的吸收式固体吸湿剂,是一种吸水性极强的白色无机盐。温度越低、浓度越高,其吸湿能力越强。

与采用氯化锂溶液的液体除湿装置不同,氯化锂转轮除湿机是一种干式除湿装置,下面做一介绍。

2. 氯化锂转轮除湿机的结构组成和工作原理

图3.4-17为氯化锂转轮除湿机外形图。

(1) 氯化锂转轮除湿机的结构组成

它由除湿转轮、传动机械、外壳、风机和电加热器所组成见图3.4-18。

转轮由平板状和压制成的波纹状石棉纸交替叠放,卷成圆筒状的纸芯,把吸湿剂(氯化锂和氯化锰共晶体)和保护加强剂(无机胶料聚合铝)的混合物通过浸渍式涂布均匀地固嵌在吸湿载体(石棉纸)的表面,石棉纸之间形成许多密集的直径约1.5mm的蜂窝状通道,构成很大的吸湿面积。

转轮分为吸湿区(占转轮的3/4箱体)和再生区(占转轮1/4箱体),转轮两端用高性能硅氟弹性材料的密封装置把两个区分隔开,避免二者中的空气互相串通,影响除湿性能,其结构特性见表3.4-2。

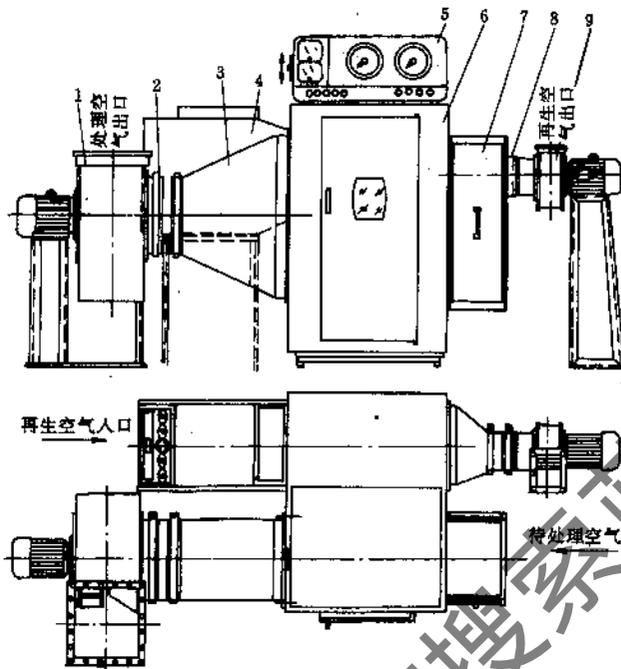


图 3.4-17 氯化锂转轮除湿机外形图

- 1—处理空气通风机；2—处理风机出口抱箍；3—处理空气出口接头；
4—电加热器；5—电器控制箱；6—机体；7—进口过滤器；8—再生
通风机出口抱箍；9—再生空气通风机

(2) 氯化锂转轮除湿机的工作原理

转轮由电动机驱动，通过减速传动，以每小时 8~9 转的低速稳定而缓慢地旋转。待处理的湿空气经空气过滤器后，进入四分之三转轮区内的蜂窝状通道，空气中水分被石棉吸湿纸的氯化锂晶体吸收，并保存在石棉吸湿纸上，出来的干燥空气，由通风机送入室内。

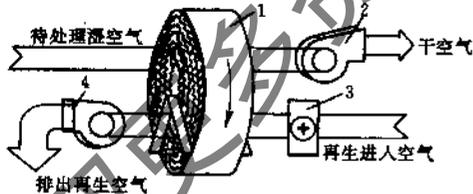


图 3.4-18 氯化锂转轮除湿机工作原理图

- 1—转轮纸芯；2—处理通风机；3—再生加热器；4—再生通风机

吸收了水分的转轮进入四分之一的再生区，与再生空气相遇，再生空气是经过空气过滤器后被加热器加热到再生温度后进入转轮的。此时氯化锂吸湿剂表面的水蒸气分压力高于空气中水蒸气分压力，于是就脱附放出氯化锂结晶中的水分，通过再生风机把含有大量水分的湿空气排出转轮。两个过程在不同的区间内同时进行，以获得所需的干燥空气状态。

3. 氯化锂转轮除湿机的性能参数

(1) 机组的除湿量 除湿量反映该机组除湿能力的大小。除湿量大小与处理空气量、含湿量、相对湿度、再生空气量、再生温度、转轮转速和转轮的吸湿面积均有关系，并随之变化。

CS 型氯化锂转轮除湿机的结构特性表

表 3.4-2

结构参数	单位	CS-1000型	CS-500型
风量	m ³ /h	3000	1000
除湿量 (t _干 =27℃、φ=70%)	kg/h	20	6.6
箱体外形尺寸	mm	1190×780×1300	720×650×800
转轮直径	mm	φ1000	φ500
转轮转速	r/h	8	8
转轮电动机功率	kW	0.18	0.09
处理空气过滤器外形尺寸	mm	290×470×860	160×300×550
处理空气过滤器滤料		聚氨酯泡沫塑料	聚氨酯泡沫塑料
再生空气过滤器外形尺寸	mm	190×460×570	200×275×570
再生空气过滤器滤料		聚氨酯泡沫塑料	聚氨酯泡沫塑料
再生空气电加热器外形尺寸	mm	500×460×680	380×275×680
再生空气电加热器功率 N ₁	kW	27	14.5
再生空气电加热器功率 N ₂	kW	9	3.5
再生空气风机风量	m ³ /h	1660	735
再生空气风机风压	Pa	883	883
再生空气风机功率	kW	1.5	1.5
再生空气风机转速	r/min	2900	2900
处理空气风机风量	m ³ /h	2860~5280	1330~2450
处理空气风机风压	Pa	638~422	952~589
处理空气风机功率	kW	1.7	1.5

单位除湿量 Δd ——在不同的处理前空气参数下，除湿机每公斤空气的除湿量 (g/kg)。图 3.4-19 给出 CS-1000 型除湿机的单位除湿量关系曲线图。该图的试验条件是：

- 1) 处理风量与再生风量的比例为 3:1;
- 2) 再生空气温度为 120℃;
- 3) 转轮有效直径为 960mm, 厚度为 350mm;
- 4) 转轮转速为 6r/h。

转轮除湿机的除湿量 (W) 由下式求得：

$$W = L\gamma \frac{\Delta d}{1000} \quad (\text{kg/h}) \quad (3.4-1)$$

式中 Δd ——单位除湿量, g/kg, 由图 3.4-19 查出;

γ ——进气状态的空气重度, kg/m³;

L ——被处理的空气量, m³/h。

(2) 机组的除湿效率 转轮除湿机

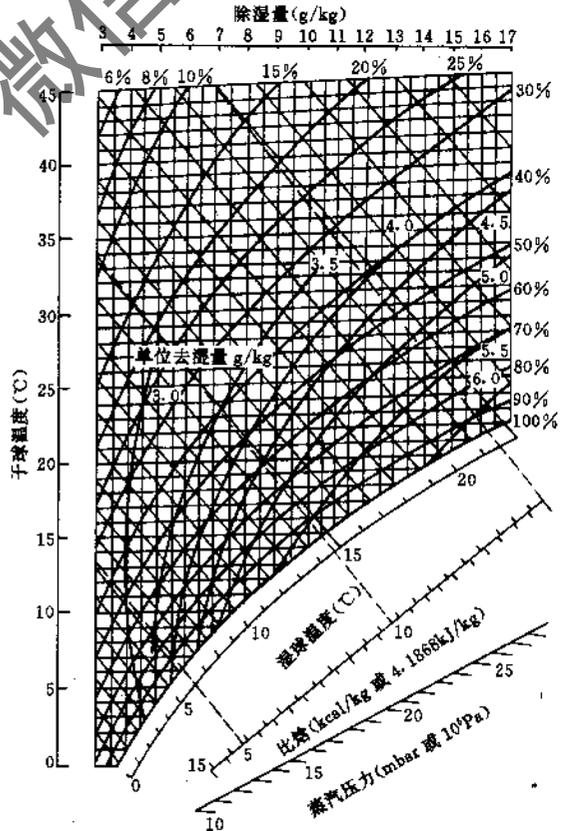


图 3.4-19 氯化锂转轮除湿机除湿量计算图

的除湿效率 ϵ 用下式表示：

$$\epsilon = \frac{\Delta d}{d_{\text{进}}} \times 100\% \quad (3.4-2)$$

式中 Δd ——单位空气除湿量，g/kg；
 $d_{\text{进}}$ ——被处理空气进气状态的含湿量，g/kg。

机组的除湿效率反映被处理空气经过转轮后的脱水程度， ϵ 值愈高，机组的经济性愈好。

当进口空气干球温度 $t_{\text{干}}$ 一定时，被处理空气含湿量 $d_{\text{进}}$ 与除湿效率 ϵ 的关系曲线见图 3.4-20。

图中可以看出：

- 1) 除湿效率 ϵ 在某一含湿量 $d_{\text{进}}$ 附近总是存在一个最大值，对本台 CS-1000 型机组约在 6.26g/kg 处，见图 3.4-20；
- 2) 为了达到经济运行目的，尽量降低进入转轮的被处理空气温度见图 3.4-21；
- 3) 为了避免影响纸芯的寿命，又不允许进入转轮的空气相对湿度高于 85%，最好办法是先用冷冻除湿机处理后，再转入转轮除湿机，发挥其低温除湿的优点。

(3) 转轮阻力 图 3.4-22 给出转轮除湿机的风量与阻力的关系曲线图，图中可以看出：

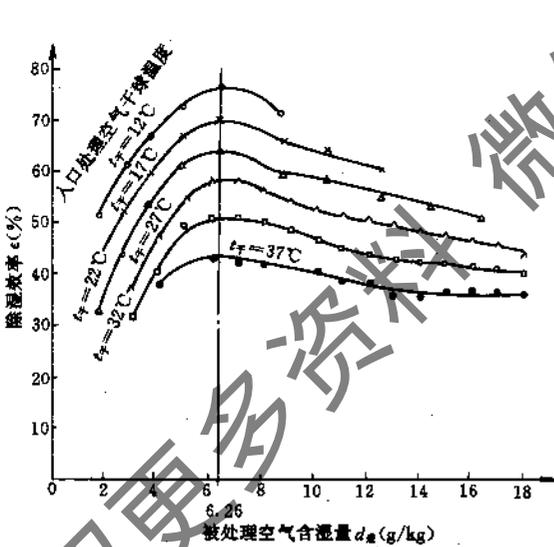


图 3.4-20 被处理空气含湿量与除湿效率的关系曲线图

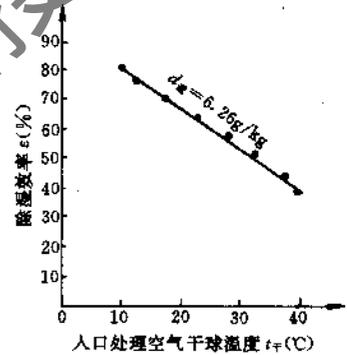


图 3.4-21 被处理空气温度与除湿效率的关系曲线图

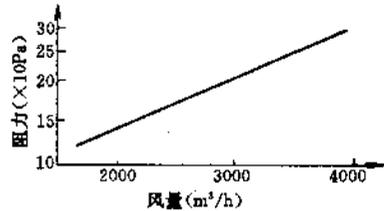


图 3.4-22 机组风量与阻力的关系曲线图

- 1) 阻力随风量增加而增加；
- 2) 再生侧的空气阻力，因再生空气温度高，所以在相同的转轮面风速下，其阻力比处理侧大。当再生空气温度为 120℃ 时，再生侧的空气阻力可为处理侧的 1.2 倍；
- 3) 知道转轮的阻力，加上风道阻力，便可选择适合的通风机。
- 4) 被处理空气的温升与单位空气除湿量的关系曲线见图 3.4-23，图中可以看出：

1) 由于被处理空气经转轮除湿后, 潜热转化为显热, 加之再生时转轮的蓄热, 故处理后的空气温度有较大升高, 其升值大小与单位除湿量和再生温度有关;

2) 随单位除湿量增加, 温升增长愈来愈大。

(5) 再生温度对除湿量的影响

由图 3.4-24 可以看出:

1) 单位除湿量随再生温度的升高呈线性增加;

2) 含湿量不同, 其线性关系不变;

3) 使用者可根据需要来选择合适的再生温度。

(6) 改变处理风量或进风参数对除湿量的影响

试验表明:

1) 改变处理风量对其单位风量的除湿量没有影响;

2) 当进风空气干球温度相同时, 随转轮前空气含湿量的增加, 除湿量就加大;

3) 若进口空气含湿量相同时, 进风温度增加, 则除湿量下降。

4. 氯化锂转轮除湿机的使用特点和适用范围

(1) 使用特点

1) 构造简单, 重量轻, 操作和维护管理方便;

2) 转动件少, 转速低, 故噪声低;

3) 转轮内纸芯为无机材料制成, 不老化, 使用寿命长。吸湿剂(氯化锂和氯化锰共晶体)不会逸出, 能持续恒定除湿;

4) 转轮纸芯呈蜂窝状小通道, 单位体积的吸附表面大, 单位吸湿量高, 再生容易;

5) 在低温低湿下的除湿效果显著, 能获得低露点干燥空气。当温度低于 0°C 时, 吸湿纸仍不会结冰, 并还能对空气进行除湿, 此点乃冷冻除湿所不及;

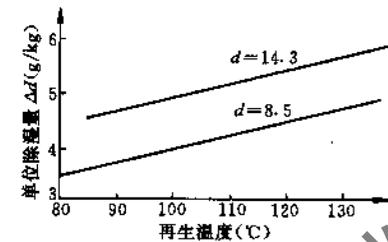


图 3.4-24 再生温度与单位除湿量的关系图

6) 通过转轮的迎面风速在 $1.5\sim 4\text{m/s}$ 范围内变化时, 单位除湿量保持不变, 可通过调节被处理空气的进风量, 方便地达到要求的总除湿量。改变再生温度, 除湿能力随之变化, 故可用来控制干燥空气的湿度;

7) 氯化锂具有强烈的杀菌能力, 使用时有消毒空气作用。

(2) 适用范围 该机组是一种比较理想的除湿装置, 其适用范围十分广泛。

1) 地下建筑的空气调节, 制药工业、食品加工、无菌室和手术室的通风除湿;

2) 尿素、砂糖的脱水干燥工艺等;

3) 某些低温低湿工程, 可先由冷冻预冷后, 再用氯化锂转轮除湿机, 可获得 -30°C 以下的低露点干燥空气。

3.4.4 三甘醇液体除湿机

有别于前述的冷冻除湿装置和转轮除湿机, 三甘醇液体除湿机是一种利用液体吸湿原理降湿的设备。空气调节工程中常用的液体吸湿剂有氯化钙、氯化锂和三甘醇等。

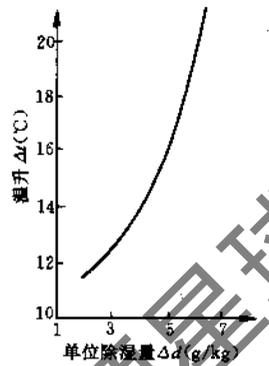


图 3.4-23 被处理空气的温升与单位除湿量的关系曲线图

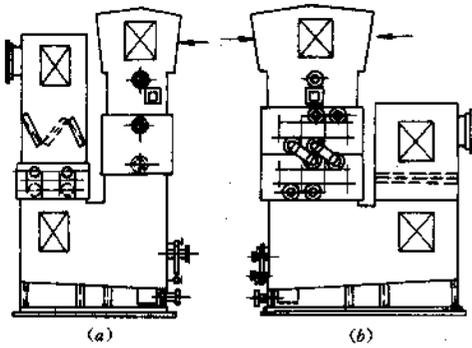


图 3.4-25 三甘醇液体除湿机总图
(a) 再生装置；(b) 吸湿装置

氯化钙溶液对金属有较强的腐蚀作用，但其价格低廉，有时也可采用。

氯化锂溶液对金属有一定的腐蚀作用，但其吸湿性较强，使用较多。

三甘醇溶液没有腐蚀性，吸湿能力很强，是一种广泛采用的较理想的液体吸湿剂。

1. 三甘醇液体除湿机的结构组成和工作原理

(1) 结构组成

如图 3.4-25 所示，三甘醇液体除湿机由喷淋式的吸湿装置和再生装置两大部分，以及溶液循环泵、冷热交换器等附属设备和电控系统

组成，吸湿和再生同时进行，连续工作。

吸湿装置分过滤喷淋段、冷却接触段、贮液底箱段和除雾段，包括进风百叶窗、滤尘器、喷嘴、冷却接触器、贮液底箱和除雾器等组件。

再生装置由过滤喷淋段、加热接触段、贮液底箱段、除雾冷却段和再生空气的排风机等五个部件组成。包括有进风百叶窗、空气过滤器、喷嘴、加热器和填料层、除雾冷却器和除雾器等组件。

(2) 工作原理

1) 吸湿工作过程 见图 3.4-26 右侧。被处理的空气经进风百叶窗 1 和空气过滤器 2 进

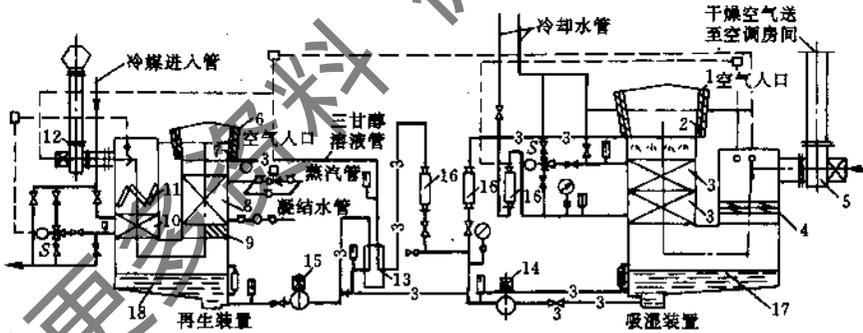


图 3.4-26 SC 型三甘醇液体除湿机基本流程原理图

- 1、6—进风百叶窗；2、7—过滤器；3—冷却接触器；4、11—除雾器；5、12—通风机；
8—加热接触器；9—瓷环或波纹板；10—除雾冷却器；13—螺旋板式换热器；14—循环液泵；15—回液泵；16—转子流量计；17、18—贮液箱

入装置内，与喷嘴喷射出来的三甘醇溶液液滴直接接触，并流入冷却器 3，溶液在冷却器 3 的肋片表面上形成液膜，空气与液膜表面接触，上述两次接触过程中，空气与溶液进行充分地热湿交换，溶液温度低、表层水蒸气分压力远低于空气中水蒸气分压力，不断吸收空气中水分。空气中水蒸气相变成水，释放出潜热，由冷却器中的冷却水带走，以维持溶液较低温度和除湿效果。另外，干燥后的空气经除雾器 4，除去空气中夹带的雾滴，干燥空气由通风机 5 送入空调房间。被稀释的三甘醇溶液落入贮液底箱 17，再通过循环溶液泵 14，

将稀溶液送入再生装置中进行浓缩，浓缩液再回到吸湿装置工作。

2) 再生工作过程 见图 3.4-26 左侧所示。由循环溶液泵 14 送来的三甘醇稀溶液，经螺旋板换热器 13 加热，溶液温度升高。然后，通过喷嘴均匀地喷洒在加热接触器 8 上，与经过百叶窗 6 和过滤器 7 来的再生空气相接触，此时溶液温度已受热升温，溶液的水蒸气分压力已明显地高于空气的水蒸气分压力，水蒸气则从溶液中反向移到空气中，溶液因而得到浓缩，这就是再生过程。溶液蒸发时吸收的汽化潜热由加热器提供。

吸收了水分的潮湿空气经除雾冷却器 10 和除雾器 11 除去少量三甘醇蒸气和雾滴后，在通风机 12 的作用下，排入大气。

浓缩后的溶液下滴集中到贮液底箱 18，然后用回液泵 15 加压，经螺旋板式换热器 13 冷却后，送回到吸湿装置的贮液底箱 17，循环使用。

集中在贮液底箱的溶液，无论是吸湿还是再生装置的，均需用泵加压送到装置上部的喷嘴喷淋下来，又回落到贮液底箱，是又一循环路线。

此外，尚有冷却水系统、蒸气供应系统分别提供冷、热媒，支持装置正常运行。

2. 三甘醇液体除湿机的主要技术性能

该除湿机的性能主要指除湿能力，即每小时的除湿量 (kg/h)。除湿能力的大小与溶液的温度、浓度有关，溶液的温度又取决于冷却水温度，冷却水温度越低，则溶液浓度越高，除湿能力也就越强。

SC 型三甘醇液体吸湿剂除湿系统的技术性能参数见表 3.4-3。

SC 型三甘醇液体除湿机的技术性能表

表 3.4-3

技术参数	单位	SC-1 型			SC-2 型			SC-3 型		
吸 湿 装 置 ^①										
进风设计参数: $t=32^{\circ}\text{C}$, $\phi=65\%$										
风量	m^3/h	10000			20000			30000		
冷却水初温	$^{\circ}\text{C}$	10	20	30	10	20	30	10	20	30
溶液终浓度	%	93	93	94	93	93	94	93	93	94
溶液初浓度	%	94.1	93.9	94.8	94.1	93.9	94.8	94.1	93.9	94.8
除湿量	kg/h	160	140	120	320	280	240	480	420	360
冷却水耗量	t/h	30	25	20	60	50	40	90	75	60
溶液喷淋量	t/h	14	14	14	28	28	28	42	42	42
空气阻力	Pa	850			850			850		
再 生 装 置										
风量	m^3/h	3400			6700			10000		
溶液喷淋量	t/h	6			12			18		
再生终浓度	%	96.6	96.2	96.7	96.6	96.2	96.7	96.6	96.2	96.7
再生终温度	$^{\circ}\text{C}$	87	85	84	87	85	84	87	85	84
再生能力	kg/h	160	140	120	320	280	240	480	420	360
蒸汽耗量 ^②	kg/h	410 (520)	340 (440)	300 (390)	820 (1040)	680 (880)	600 (780)	1230 (1560)	1020 (1320)	900 (1170)
空气阻力	Pa	750			750			750		

① 表中数据是以除湿为主的空调工程范围，除湿机出口空气温度比冷却水初温高 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，除湿机出口空气的水蒸气分压力比溶液终态平衡水蒸气分压力高 $(1.33\sim 2.67)\times 10^2\text{Pa}$ ；

② 蒸汽耗量一栏中不带括号的数字指除雾冷却器冷媒用三甘醇溶液时的数据，带括号的数字指用冷却水作冷媒时的数据。

3. 三甘醇液体除湿机的使用特点和适用范围

(1) 使用特点

- 1) 除湿量大，特别适合处理大风量、产湿量大而产热量小的场合；
- 2) 低温情况下也有较好的除湿效果，能获得低露点、低含湿量的空气；
- 3) 无腐蚀性，无毒，又能消除霉气，且有很强的杀菌能力；
- 4) 除泵、风机外，没有转动部件，故障少，运转平稳，维护方便；
- 5) 需电源，冷源和热源；
- 6) 再生温度高时，吸湿剂有少量蒸发损失；
- 7) 冷却水量大，冷却水温对除湿有较大的影响。

(2) 适用范围 适用于大面积、大风量的除湿场所，如地下建筑、新风干燥、消毒及要求低温低湿的特种工艺。

如果在低温低湿特殊场合选用时，需另行计算。

3.5 空气幕

空气幕是利用条形空气分布器喷出一定速度和温度的幕状气流，借以封闭建筑物的大门、门厅、通道、门洞、柜台等的特殊通风系统和设备，其作用是：

- 1) 减少或隔绝外界气流的侵入，以维持室内或工作区域的封闭环境条件，具有隔热、隔冷作用；
- 2) 阻挡外界尘埃、有害气体及昆虫等的进入室内，具有隔尘、隔害作用。

由于空气幕具有以上特性，故近年来已广泛用于中央空调和通风系统的局部封闭场所，以维持室内舒适性和洁净性环境条件，并减少系统的冷（热）能耗。

3.5.1 空气幕的送风形式和分类

空气幕是由空气处理设备、通风机、风管系统及空气分布器组合而成的一种产品。曾称之为风幕机、风幕等，现根据我国专业标准 ZBJ72028—89《空气幕》，统一称为空气幕。

1. 空气幕的送风形式

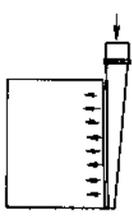
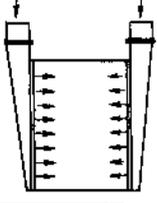
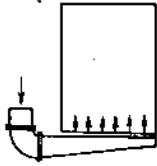
空气幕的送风形式，一般常用的有上送式、侧送式和下送式三种送风形式，其形式和使用特点见表 3.5-1。

空气幕的送风形式及使用特点

表 3.5-1

形式名称	简 图	使 用 特 点
上送式空气幕		<p>左图为设有回风口的上送式空气幕。大门上方为吹风口，下方为回风口。回风经设在地面下的空气处理设备过滤、加热等处理后，循环使用。为了人受吹风的舒适感，送风速度控制在 4~6m/s 范围之内</p> <p>通常不设回风口，让射流与地面接触后自由向室外扩散，这种大门空气幕称为简易空气幕</p>

续表

形式名称	简 图	使 用 特 点
侧送式 单侧空气幕		<p>左图的单侧空气幕, 适用于宽度小于 4m 的门洞和车辆通过门洞时间较短的工业厂房。工业建筑的门洞高度较高时常常采用此种形式。</p> <p>缺点是: 1) 需占用一定的建筑面积 2) 为了不阻挡气流, 侧送式空气幕的大门严禁向内开启 3) 挡风效率不及下送式空气幕</p>
侧送式 双侧空气幕		<p>左图的双侧空气幕, 适用于门洞宽度大于 4m 的工业建筑, 其卫生条件较下送式为好。缺点与单侧空气幕相同</p>
下送式 空气幕		<p>左图的下送式空气幕, 安装于地下。下送式其射流最强区贴近地面, 冬季抵挡冷风从门洞下部侵入的挡风效率最好, 且不受大门开启方向的影响。由于送风口在地面下, 易被脏物堵塞; 下面送风易扬起衣裙, 不受欢迎, 故目前已较少使用</p>

2. 空气幕分类和技术参数

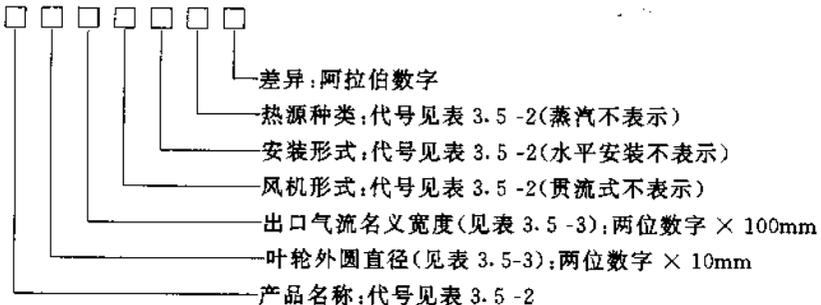
(1) 空气幕形式及代号 见表 3.5-2。

空气幕形式及代号

表 3.5-2

项 目			代 号		
空气幕名称	非加热空气幕	FM	热源种类	蒸汽	—
	热空气幕	RM		电	D
安装型式	水平安装	—	风机型式	贯流式	—
	垂直安装	C		离心式	L
热源种类	热 水	S	轴流式	Z	

(2) 空气幕型号表示方法



空气幕型号示例如下:

FM-1509-C 即叶轮名义直径 150mm, 出口气流名义宽度为 900mm, 用贯流风机装置, 垂直安装的非加热空气幕。

RM-1512L-S 即叶轮直径 150mm, 出口气流名义宽度为 1200mm, 用离心通风机装配, 水平安装, 以热水为热源的热空气幕。

(3) 空气幕的技术参数 如表 3.5-3 所示。

空气幕的技术参数

表 3.5-3

型 式	叶轮名义直径 (mm)	出口气流名义宽度 (mm)	名义风量 (m ³ /h)	相应供热量 (kW)
贯流式	90	600, 900, 1200	350~900	2.3~12.1
	150	600, 900, 1200	720~2500	4.8~33.4
	200	1200	1800~5000	12.1~70.0
轴流式	250	1200, 1500, 1800	1000~1600	(冷库用)
离心式	250	900, 1200, 1500, 1800, 2100	1500~9000	10~120.6
	350	1800, 2100, 2400, 2700, 3000, 3300, 3600, 3900, 4200, 4500	7000~12000	46.9~255.0
	450	3000, 3300, 3600, 3900, 4200, 4500	17500~52000	117.2~338.0

3.5.2 空气幕的结构尺寸和技术性能

近年来, 已有贯流式空气幕(非加热空气幕)和整体装配式空气幕(热空气幕)的定型系列产品。采用定型系列产品, 使设计简化, 安装使用方便, 也能确保规格质量。现选择介绍如下, 供选用参考。

1. FM 系列贯流式空气幕

该系列产品由单相电机驱动, 形成分布均匀的幕状气流。其使用特点是:

- 1) 风速适当、风量分布均匀;
- 2) 体积小、结构简单、安装使用方便;
- 3) 适宜于民用建筑、工业厂房、冷库等场所。

FM 系列贯流式空气幕(非加热空气幕)的结构尺寸见图 3.5-1 和表 3.5-4。

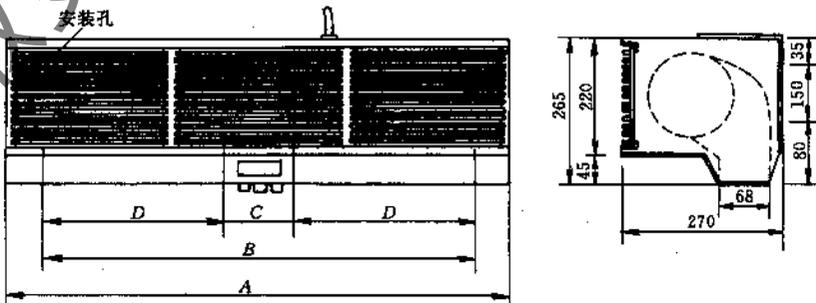


图 3.5-1 FM 系列贯流式空气幕外形图

FM 系列贯流式空气幕尺寸表

表 3.5-4

产品型号	A	B	C	D
FM1506	600	500	—	—
FM1509	900	800	160	320
FM1512	1200	1100	160	470

FM 系列贯流式空气幕的技术性能

表 3.5-5

产品型号	机长 (cm)	电源	功率 (kW)	电流 (A)	轮径 (mm)	最大风速 (m/s)		空气流量 (m ³ /h)		平均声压级 [dB(A)]	重量 (kg)
						高档	低档	高档	低档		
FM1506	60	单相 50Hz	120	0.55	150	≥9	≥8	720	600	52	18.5
FM1509	90	单相 50Hz	120	0.55	150	≥9	≥8	1250	1000	52	23
FM1512	120	单相 50Hz	180	0.82	150	≥10	≥8	2300	1950	62	34

2. RM_W^L-S 系列热空气幕

RML-S 系列(立式)和 RMW-S(卧式)系列均由空气加热器、低噪声离心式通风机、导向节流罩等主要部件组成。风机电机 1 型为单相电容电机; 2 型为三相交流电机。其使用特点是:

- 1) 以 70℃~130℃ 热水为热媒, 热水为单回转式循环, 加热器采用钢管铝翅片散热;
- 2) 传热效率高, 节约热能, 耗电量小;
- 3) 空气射流稳定, 送风噪声低;
- 4) 安装简便。

RML-S 系列和 RMW-S 系列(热空气幕)的结构尺寸见图 3.5-2 和图 3.5-3、表 3.5-6 和表 3.5-7。

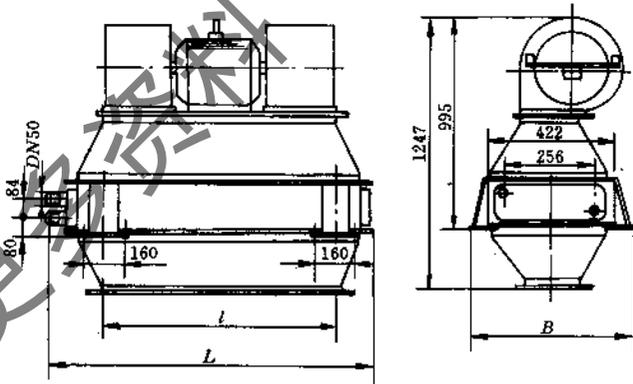


图 3.5-2 RML-S 系列(立式)热空气幕的外形尺寸图

RML-S 系列(立式)热空气幕的规格尺寸表 (mm)

表 3.5-6

型号	规格	L	l	B	重量 (kg)
RML-S-2-50	1×15/4	1660	1000	495	218
RML-S-2-50	1×12/4	1360	1300	495	179.6
RML-S-2	1×15/4	1660	1100	562	228
RML-S-2	1×12/4	1360	800	562	196.7
RML-S-1	1×10/4	1160	800	562	140.1
RML-S-1	1×8/4	960	600	562	121.6

注: 其规格 1×15/4 是指出口口的截面积为 100mm×1500mm 加热器, 管子是 4 排。

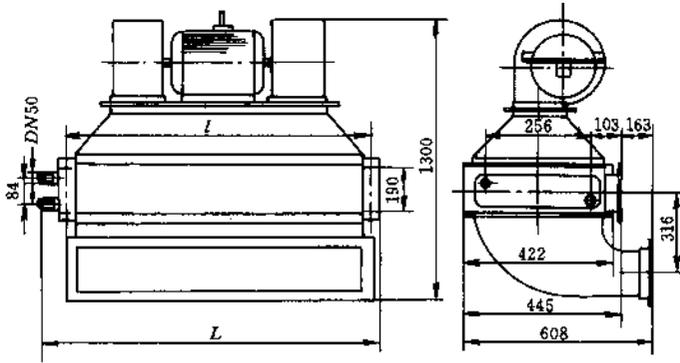


图 3.5-3 RMW-S 系列 (卧式) 热空气幕的外形尺寸图

RMW-S 系列 (卧式) 热空气幕的规格尺寸表 (mm) 表 3.5-7

型 号	规 格	L	l	重 量 (kg)
RMW-S-2-50	1×15/4	1675	1568	231
RMW-S-2	1×12/4	1360	1268	209.7
RMW-S-2-50	1×12/4	1375	1268	206
RMW-S-2	1×15/4	1660	1568	241
RMW-S-1	1×10/4	1164	1068	1503
RMW-S-1	1×8/4	964	868	133.3

RMW-S 系列热空气幕的热工性能表 表 3.5-8

型 号	规 格	电机功率 (kW)	出口风速 (m/s)	风 量 (m ³ /h)	进风温度 (°C)	供水温度 (°C)	水流量 (kg/h)	出风温度 (°C)	水阻力 (Pa)
RM _w ^L -S-2-50	1×15/4	1.5	10.2	5508	15	90	1600	43	549
							2300	46	1079
							3000	52	1472
							4200	54	2482
RM _w ^L -S-2-50	1×12/4	1.5	11.9	5170	15	90	1600	42	491
							2300	46	1020
							3000	51	1403
							4200	56	2403
RM _w ^L -S-2	1×15/4	1.1	9.9	5346	15	90	1600	46	549
							2300	50	1079
							3000	55	1472
							4200	61	2482

续表

型号	规格	电机功率 (kW)	出口风速 (m/s)	风量 (m ³ /h)	进风温度 (°C)	供水温度 (°C)	水流量 (kg/h)	出风温度 (°C)	水阻力 (Pa)
RM _w ^L -S-2	1×12/4	1.1	11.7	5060	15	90	1600	47	491
							2300	52	1020
							3000	60	1403
							4200	64	2403
RM _w ^L -S-1	1×10/4	0.55	6.89	2480	15	90	1600	52	441
							2300	57	971
							3000	62	1373
							4200	65	2668
RM _w ^L -S-1	1×8/4	0.55	8	2304	15	90	1600	47	402
							2300	51	932
							3000	54	1334
							4200	56	2001

3.5.3 空气幕的选用原则

1. 空气幕的设计参数

1) 热空气幕的送风速度

一般由计算确定。对于公共建筑和生产厂房的外门，其空气幕的送风温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ ；对高大的外门，送风温度 $\leq 70^{\circ}\text{C}$ 。

2) 空气幕的出口风速

一般由计算确定。对于民用及商业建筑，其出口风速可采用 $4\sim 9\text{m/s}$ ；对于工业建筑，出口风速可采用 $8\sim 24\text{m/s}$ ，不宜大于 25m/s 。

2. 非加热空气幕（等温空气幕）适用范围

- 1) 设有空气调节系统的民用建筑大门的门厅和门斗里；
- 2) 要求较高的商业建筑的营业柜台；
- 3) 某些散发油雾、异味、臭气的房间门口；
- 4) 散发毒气和尘埃的工艺设备开口处。

3. 热空气幕的适用范围

- 1) 采暖时室外计算温度等于或低于 -20°C 的地区，当车间主要通道大门开启频繁，不能设置门斗或前室，且每班时间超过 40min 时；
- 2) 不论采暖室外计算温度高低和大门开启时间长短，当生产要求不允许降低室内温度而又不能设置门斗或前室时；
- 3) 采暖室外计算温度高于 -20°C 的地区，技术经济指标比较合理时；
- 4) 在大量散湿的房间里或临近外门有固定工作岗位的民用和工业建筑大门的门厅和门斗里。

第4章 中央空调的管道系统

4.1 通风管道

4.1.1 通风管道的规格和形状

1. 风管常用材料

通风管道担负着输送空气的任务，其对材料要求内部光滑、摩擦阻力小、不吸湿、不可燃、耐腐蚀、刚度好、强度可靠、重量轻、气密性好、不积灰、易清洗等。

用于通风管道的材料，主要有两大类：

(1) 金属薄板

金属薄板是制作风管及其部件的主要材料，通常有：

1) 普通薄钢板 具有良好的加工性能和结构强度，为防止表面生锈，应刷油漆或其他防腐涂料。

2) 镀锌钢板 钢板表面镀锌，具有良好的防锈性能，大量用于中央空调系统的风管系统中。

3) 铝及铝合金板 加工性能好、耐腐蚀，摩擦时不易产生火花，常用于通风工程的防爆系统。

4) 不锈钢板 防锈、耐酸，常用于化工环境中需耐腐蚀的通风工程。

5) 塑料复合钢板 在普通薄钢板表面喷上一层0.2~0.4mm厚的塑料层。常用于防尘要求较高的空调系统和-10~70℃温度下耐腐蚀系统的风管。

6) 铝箔金属软管 其柔性、耐压性均好，目前最大直径已达400mm，长度达30m，不可燃，既简化了安装工作，又有着减震作用。国外应用已十分广泛。

(2) 非金属材料

1) 硬聚氯乙烯塑料板 具有耐腐蚀、表面光滑、制作方便等优点，但不耐高温、不耐寒，只适用于0~60℃的空气环境，用于有酸性气体腐蚀的通风系统。

2) 玻璃钢 无机玻璃钢风管是以中碱玻璃纤维作为增强材料，用10余种无机材料科学地配成粘结剂作为基体，通过一定的成型工艺制成。具有质轻、高强度、不燃、耐腐蚀、耐高温、抗冷融等特性。

保温玻璃钢风管可将管壁制成夹层，夹心材料可采用聚苯乙烯、聚氨脂泡沫塑料、蜂窝纸等。

玻璃钢风管与配件的壁厚应符合表4.1-1的规定

2. 风管的统一规格

(1) 通风管道的断面形状

目前广泛用于中央空调和通风工程中的通风管道断面形状主要有圆形和矩形两种。其他尚有螺旋形圆形风管、椭圆形风管以及铝箔伸缩软管等。

玻璃钢风管与配件的壁厚 (mm)

表 4.1-1

圆形风管直径或矩形 风管长边尺寸	壁 厚	圆形风管直径或矩形 风管长边尺寸	壁 厚
≤200	1.0~1.5	800~1000	2.5~3.0
250~400	1.5~2.0	1250~2000	3.0~3.5
500~630	2.0~2.5		

在相同断面积下, 圆形风管周长最短, 最为经济; 矩形风管四角存在局部涡流, 在同样风量下, 矩形风管的压力损失要比圆形风管大。一般除尘风管多采用圆形风管, 但在建筑物的中央空调的风管系统中, 为适应建筑分层的层高布置, 常采用矩形风管, 但其宽高比小于6, 最大不超过10。

(2) 一般通风管道的规格表

圆形通风管道的统一规格表见表 4.1-2。

圆形通风管道的统一规格表

表 4.1-2

序号	风管直径 (mm)	风管壁厚 (mm)	法兰用料 规 格	螺栓规格	螺孔直径 (mm)	螺栓数量	铆钉规格	铆钉孔径 (mm)	铆钉数量
1	φ100	δ=0.5	-20×4	M6×20	φ7.5	6			
2	φ120	δ=0.5	-20×4	M6×20	φ7.5	6			
3	φ140	δ=0.5	-20×4	M6×20	φ7.5	6			
4	φ160	δ=0.5	-20×4	M6×20	φ7.5	8			
5	φ180	δ=0.5	-20×4	M6×20	φ7.5	8			
6	φ200	δ=0.5	-20×4	M6×20	φ7.5	8			
7	φ220	δ=0.75	-25×4	M6×20	φ7.5	8			
8	φ250	δ=0.75	-25×4	M6×20	φ7.5	8			
9	φ280	δ=0.75	L25×4	M6×20	φ7.5	8	φ5×14	φ5.3	8
10	φ320	δ=0.75	L25×4	M6×20	φ7.5	10	φ5×14	φ5.3	10
11	φ360	δ=0.75	L25×4	M6×20	φ7.5	10	φ5×14	φ5.3	10
12	φ400	δ=0.75	L25×4	M6×20	φ7.5	12	φ5×14	φ5.3	12
13	φ450	δ=0.75	L25×4	M6×20	φ7.5	12	φ5×14	φ5.3	12
14	φ500	δ=0.75	L25×4	M6×20	φ7.5	12	φ5×14	φ5.3	14
15	φ560	δ=1.0	L30×4	M8×25	φ9.5	14	φ5×14	φ5.3	16
16	φ630	δ=1.0	L30×4	M8×25	φ9.5	16	φ5×14	φ5.3	18
17	φ700	δ=1.0	L30×4	M8×25	φ9.5	18	φ5×14	φ5.3	18
18	φ800	δ=1.0	L30×4	M8×25	φ9.5	20	φ5×14	φ5.3	20
19	φ900	δ=1.0	L30×4	M8×25	φ9.5	22	φ5×14	φ5.3	22
20	φ1000	δ=1.0	L40×4	M8×25	φ9.5	24	φ5×14	φ5.3	24
21	φ1120	δ=1~1.5	L40×4	M8×25	φ9.5	26	φ5×14	φ5.3	26
22	φ1250	δ=1~1.5	L40×4	M8×25	φ9.5	28	φ5×14	φ5.3	30
23	φ1400	δ=1~1.5	L40×4	M8×25	φ9.5	32	φ5×14	φ5.3	32
24	φ1600	δ=1~1.5	L50×5	M10×25	φ12	36	φ6×16	φ6.1	36
25	φ1800	δ=1~1.5	L50×5	M10×25	φ12	40	φ6×16	φ6.1	40
26	φ2000	δ=1~1.5	L50×5	M10×25	φ12	44	φ6×16	φ6.1	44

矩形通风管道的统一规格表见表 4.1-3。

矩形通风管道的统一规格表

表 4.1-3

风管规格 $a \times b$ (mm)	法兰用 料规格	风管壁厚 δ (mm)	螺栓规格	螺栓数量	螺孔直径 (mm)	铆钉规格	铆钉孔径 (mm)	铆钉数量
120×120	L25×4	0.5	M6×20	6	φ7.5	φ5×14	φ5.3	8
160×120	L25×4	0.5	M6×20	6	φ7.5	φ5×14	φ5.3	8
160×160	L25×4	0.5	M6×20	8	φ7.5	φ5×14	φ5.3	8
200×120	L25×4	0.5	M6×20	8	φ7.5	φ5×14	φ5.3	8
200×160	L25×4	0.5	M6×20	8	φ7.5	φ5×14	φ5.3	8
200×200	L25×4	0.5	M6×20	8	φ7.5	φ5×14	φ5.3	8
250×120	L25×4	0.75	M6×20	8	φ7.5	φ5×14	φ5.3	8
250×160	L25×4	0.75	M6×20	8	φ7.5	φ5×14	φ5.3	8
250×200	L25×4	0.75	M6×20	8	φ7.5	φ5×14	φ5.3	8
250×250	L25×4	0.75	M6×20	8	φ7.5	φ5×14	φ5.3	8
320×160	L25×4	0.75	M6×20	10	φ7.5	φ5×14	φ5.3	10
320×200	L25×4	0.75	M6×20	10	φ7.5	φ5×14	φ5.3	10
320×250	L25×4	0.75	M6×20	10	φ7.5	φ5×14	φ5.3	10
320×320	L25×4	0.75	M6×20	12	φ7.5	φ5×14	φ5.3	12
400×200	L25×4	0.75	M6×20	10	φ7.5	φ5×14	φ5.3	10
400×250	L25×4	0.75	M6×20	10	φ7.5	φ5×14	φ5.3	10
400×320	L25×4	0.75	M6×20	12	φ7.5	φ5×14	φ5.3	12
400×400	L25×4	0.75	M6×20	12	φ7.5	φ5×14	φ5.3	12
500×200	L25×4	0.75	M6×20	12	φ7.5	φ5×14	φ5.3	12
500×250	L25×4	0.75	M6×20	12	φ7.5	φ5×14	φ5.3	12
500×320	L25×4	0.75	M6×20	14	φ7.5	φ5×14	φ5.3	14
500×400	L25×4	0.75	M6×20	16	φ7.5	φ5×14	φ5.3	16
500×500	L25×4	0.75	M6×20	16	φ7.5	φ5×14	φ5.3	16
630×250	L30×4	0.75	M8×25	16	φ9.5	φ5×14	φ5.3	16
630×320	L30×4	0.75	M8×25	16	φ9.5	φ5×14	φ5.3	16
630×400	L30×4	0.75	M8×25	16	φ9.5	φ5×14	φ5.3	16
630×500	L30×4	0.75	M8×25	18	φ9.5	φ5×14	φ5.3	18
630×630	L30×4	0.75	M8×25	18	φ9.5	φ5×14	φ5.3	18
800×320	L30×4	1.0	M8×25	18	φ9.5	φ5×14	φ5.3	18
800×400	L30×4	1.0	M8×25	18	φ9.5	φ5×14	φ5.3	18
800×500	L30×4	1.0	M8×25	20	φ9.5	φ5×14	φ5.3	20
800×630	L30×4	1.0	M8×25	22	φ9.5	φ5×14	φ5.3	22
800×800	L30×4	1.0	M8×25	24	φ9.5	φ5×14	φ5.3	24
1000×320	L40×4	1.0	M8×25	20	φ9.5	φ5×14	φ5.3	20
1000×400	L40×4	1.0	M8×25	20	φ9.5	φ5×14	φ5.3	20
1000×500	L40×4	1.0	M8×25	22	φ9.5	φ5×14	φ5.3	22
1000×630	L40×4	1.0	M8×25	24	φ9.5	φ5×14	φ5.3	24
1000×800	L40×4	1.0	M8×25	26	φ9.5	φ5×14	φ5.3	26
1000×1000	L40×4	1.0	M8×25	28	φ9.5	φ5×14	φ5.3	28
1250×400	L40×4	1.0	M8×25	26	φ9.5	φ5×14	φ5.3	26
1250×500	L40×4	1.0	M8×25	26	φ9.5	φ5×14	φ5.3	26
1250×630	L40×4	1.0	M8×25	28	φ9.5	φ5×14	φ5.3	28
1250×800	L40×4	1.0	M8×25	28	φ9.5	φ5×14	φ5.3	28
1250×1000	L40×4	1.0	M8×25	30	φ9.5	φ5×14	φ5.3	30
1600×500	L40×4	1.2	M8×25	30	φ9.5	φ5×14	φ5.3	30
1600×630	L40×4	1.2	M8×25	32	φ9.5	φ5×14	φ5.3	32
1600×800	L40×4	1.2	M8×25	34	φ9.5	φ5×14	φ5.3	34
1600×1000	L40×4	1.2	M8×25	36	φ9.5	φ5×14	φ5.3	36
1600×1250	L40×4	1.2	M8×25	38	φ9.5	φ5×14	φ5.3	38
2000×800	L50×4	1.2	M10×30	40	φ11.5	φ6×16	φ6.1	40
2000×1000	L50×4	1.2	M10×30	44	φ11.5	φ6×16	φ6.1	44
200×1250	L50×4	1.2	M10×30	48	φ11.5	φ6×16	φ6.1	48

德国标准规定的薄钢板风管的壁厚见表 4.1-4。

德国标准规定的薄钢板风管的壁厚 (mm)

表 4.1-4

公称尺寸	折边风管表压力		焊接风管表压力	
	1000Pa	2500Pa	2500Pa	6300Pa
100~250	0.6	0.7	1.5	1.5
265~530	0.6	0.7	1.5	2.0
560~1000	0.8	0.9	1.5	2.0
1060~2000	1.0	1.1	2.0	3.0
2120~4000	1.1	1.2	3.0	4.0
4250~8000	—	—	4.0	5.0

德国标准规定的空调用钢管的厚度见表 4.1-5。

德国标准规定的空调用钢管的厚度 (mm)

表 4.1-5

公称尺寸	DIN24151			DIN24152			DIN24153		
	焊接管			折边管			卷边管		
	使用等级			使用等级			使用等级		
	2	3	4	0	1	1	2	3	4
63~125	0.88	1	2	0.63	0.75	0.75	0.88	1	2
140~250	1	1.25	2.5	0.75	0.88	0.88	1	1.25	2.5
280~500	1.13	1.5	3	0.88	1	1	1.13	1.5	3
560~1000	1.25	2	4	1	1.13	1.13	1.25	2	4
1120~2000	1.5	2.5	4	1.13	1.25	1.25	1.5	2.5	4

注：0、1和2级主要用于通风；3级主要用于抽吸和除尘；4级主要用于防尘和气密管。

日本标准规定的低速风管的壁厚见表 4.1-6。

日本标准规定的低速风管的壁厚 (mm)

表 4.1-6

矩形风管长边	壁厚	圆形风管直径	壁厚	螺旋风管直径	壁厚
450以下	0.5	500以下	0.5	200以下	0.5
460~750	0.6	510~700	0.6	210~600	0.6
760~1500	0.8	710~1000	0.8	610~800	0.8
1510~2200	1.0	1010~1200	1.0	810~1000	1.0
2210~	1.2	1210~	1.2		

(3) 异形通风管道的规格表

1) 螺旋形圆形风管

螺旋形圆形风管，是一种以金属带料绕制而成的新型管道。其材料以镀锌钢带为主，同时也可用不锈钢、铜、铝和微孔板材制造，用于不同场合。

螺旋形圆形风管的优点是：

- a. 锁缝严密，无泄漏；
- b. 结构强度高、刚性好，避免噪声产生；

c. 有较长的连续长度，一般为4m，特殊可制成6m，接头少，因而减少了摩擦损失和渗漏，降低安装费用。

螺旋形圆形风管有SR平滑管和SR2C外波纹管形式，其规格见表4.1-7。

SR型和SR2C型螺旋形圆形风管规格

表 4.1-7

材 料	镀 锌 钢 板										不 锈 钢 板					
	料厚 (mm)		0.6		0.8		1.0		1.2		1.5		0.5		0.7	
型 号	SR	SR2C	SR	SR2C	SR	SR2C	SR	SR2C	SR	SR2C	SR	SR2C	SR	SR2C	SR	SR2C
风管名义直径 (mm) (in)																
75 3	●												●			
100 4	●		●		●								●	●	●	●
125 5	●		●		●								●	●	●	●
150 6	●		●		●								●	●	●	●
160 6 $\frac{3}{8}$	●		●		●								●	●	●	●
180 7	●		●		●								●	●	●	●
200	●	●	●	●	●	●	▲						●	●	●	●
205 8	●	●	●	●	●	●	▲						●	●	●	●
230 9	▲	▲	●	●	●	●							▲	▲	●	●
250 9 $\frac{7}{8}$	▲	▲	●	●	●	●	▲						▲	▲	●	●
255 10	▲	▲	●	●	●	●	▲	▲					▲	▲	●	●
280 11	▲	▲	●	●	●	●	▲	▲					▲	▲	●	●
305 12	▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲			▲	▲	●	●
315 12 $\frac{3}{8}$	▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
355 14	▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
380 15	▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
400	▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
405 16	▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
450 17 $\frac{3}{4}$	▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
455 18	▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
500 20	▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
550 21 $\frac{3}{4}$			●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
560 22			●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
610 24			●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
630 24 $\frac{7}{8}$			●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
660 26			●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
710 28			●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
760 30			●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
800 31 $\frac{1}{2}$			▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
815 32			▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	▲	●	●
850			▲	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲			●	●
860 33 $\frac{3}{4}$					●	●	●	●	▲	▲						
915 36					●	●	●	●	▲	▲						

续表

料厚 mm	椭圆形风管公称高度 H (mm)														
	76	102	127	152	178	203	228	254	305	355	406	457	508	609	
0.8	315	301	286	272	257	243									
	350	336	321	307	292	278									
	355	341	326	312	297	283	268								
	395	381	366	352	337	322	308	294							
	435	421	406	392	377	362	348	334							
		436	421	407	392	377	363	349							
		500	486	471	457	442	428	414							
			526	511	497	482	468	453							
				541	527	512	498	483	454						
				551	537	522	508	493	464						
				621	606	592	578	563	534						
				631	616	602	588	573	544						
				711	696	682	667	653	624						
	1.0			780	766	752	737	723	694	665					
				790	776	761	747	733	704	675	646				
				870	856	841	827	812	783	754	725	696			
			905	891	876	862	847	818	789	760	731				
			950	935	921	907	892	863	834	805	776	747			
			1030	1015	1001	986	972	943	914	885	856	827			
			1109	1095	1081	1066	1052	1023	994	965	936	907			
				1155	1140	1126	1111	1082	1053	1024	995	966			
				1175	1160	1146	1131	1102	1073	1044	1015	987	929		
				1233	1219	1204	1190	1161	1132	1103	1074	1045	987		
				1249	1234	1220	1205	1176	1147	1119	1090	1061	1003		
				1334	1320	1305	1291	1262	1233	1204	1175	1146	1088		
				1494	1479	1465	1450	1421	1392	1363	1335	1306	1248		
				1653	1639	1624	1610	1581	1552	1523	1494	1465	1407		
1.2				1813	1798	1784	1769	1740	1711	1682	1654	1625	1567		
				1972	1958	1943	1929	1900	1871	1842	1813	1784	1726		
								2059	2030	2002	1973	1944	1886		
													2045		

注：深圳中航大记制品公司生产。

螺旋形风管的流量为准的当量直径见表 4.1-9。

螺旋形风管的流量为淮的当量直径

320 → 扁管名义宽度 W (mm)
 $\phi 150$ → 以流量为淮等摩擦压力损失的圆管当量直径 (mm)

表 4.1-9

扁管的名义高度 H (mm)

75	100	125	150	200	250	300	350	450	500	500
320										
$\phi 150$										
360	350	330	320							
$\phi 165$	$\phi 190$	$\phi 210$	$\phi 230$							
400	390	370	360							
$\phi 170$	$\phi 200$	$\phi 225$	$\phi 240$							
440	430	410	400							
$\phi 180$	$\phi 210$	$\phi 235$	$\phi 255$							
	440	430	410							
	$\phi 220$	$\phi 500$	$\phi 270$							
	505	490	480							
	$\phi 230$	$\phi 255$	$\phi 280$							
		530	520							
		$\phi 270$	$\phi 3$							
		555	525							
		$\phi 305$	$\phi 345$							
		635	605	580						
		$\phi 320$	$\phi 370$	$\phi 395$						
		715	690	660	630					
		$\phi 330$	$\phi 380$	$\phi 430$	$\phi 455$					
		800	770	740	710	685	655			
		$\phi 345$	$\phi 405$	$\phi 445$	$\phi 485$	$\phi 510$	$\phi 535$			
		880	845	825	790	765	735	705		
		$\phi 370$	$\phi 420$	$\phi 470$	$\phi 510$	$\phi 545$	$\phi 575$	$\phi 585$		
		960	930	900	875	845	815	785	755	
		$\phi 380$	$\phi 445$	$\phi 495$	$\phi 535$	$\phi 570$	$\phi 600$	$\phi 625$	$\phi 635$	
		1040	1010	985	955	925	895	865	835	
		$\phi 395$	$\phi 460$	$\phi 510$	$\phi 560$	$\phi 600$	$\phi 625$	$\phi 660$	$\phi 675$	
		1120	1090	1065	1035	1005	975	945	915	
		$\phi 405$	$\phi 470$	$\phi 535$	$\phi 570$	$\phi 625$	$\phi 660$	$\phi 685$	$\phi 710$	
		1170	1145	1115	1085	1055	1025	1000		
			$\phi 485$	$\phi 545$	$\phi 600$	$\phi 650$	$\phi 690$	$\phi 710$	$\phi 740$	
			1335	1305	1275	1245	1215	1190	1160	
			$\phi 510$	$\phi 570$	$\phi 635$	$\phi 690$	$\phi 725$	$\phi 765$	$\phi 800$	
				1465	1435	1405	1375	1350	1320	
				$\phi 610$	$\phi 675$	$\phi 725$	$\phi 775$	$\phi 815$	$\phi 850$	
				1625	1595	1570	1540	1510	1480	
				$\phi 635$	$\phi 700$	$\phi 760$	$\phi 815$	$\phi 850$	$\phi 900$	
				1785	1760	1730	1700	1670	1640	
				$\phi 660$	$\phi 725$	$\phi 790$	$\phi 850$	$\phi 900$	$\phi 945$	
				1945	1920	1895	1855	1830	1805	
				$\phi 690$	$\phi 760$	$\phi 825$	$\phi 875$	$\phi 930$	$\phi 980$	

3) 铝箔伸缩软管

铝箔伸缩软管是在柔性的优质铝箔软管内用高弹性螺旋形镀铜（或镀锌）钢丝贴绕而成的。广泛用于空调、通风工程。它具有以下优点：

- a. 柔性好，可任意弯曲、伸展；质量轻（ $\phi 150\text{mm}$ 的软管每根仅为1.5kg）；安装方便；
- b. 长度长，接头少；每根软管的伸展长度为10m，压缩后单层管每根仅为0.6m，保温管为1.4m，运输方便；
- c. 金属结构不可燃，符合防火要求，使用温度为 $-30^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ ；
- d. 易切割、连接，易于和其他管件或设备组配。

由上海南隆金属塑胶公司生产的铝箔伸缩软管有三种类型：

a. 普通型伸缩软管

直径范围 102~508mm

最大工作压力 2500Pa

最大空气流速 25m/s

标准长度 每根10m

b. 保温软管 是以标准的铝箔伸缩软管为芯，外包玻璃纤维保温层，外覆的防潮层采用防火的加强铝箔。

保温层厚度 25mm

玻璃纤维密度 $20\text{kg}/\text{m}^3$

c. 消声软管 是用标准的微孔铝箔伸缩软管为芯，外包玻璃纤维保温层，集消声与保温于一体。具体规格与保温软管相同。

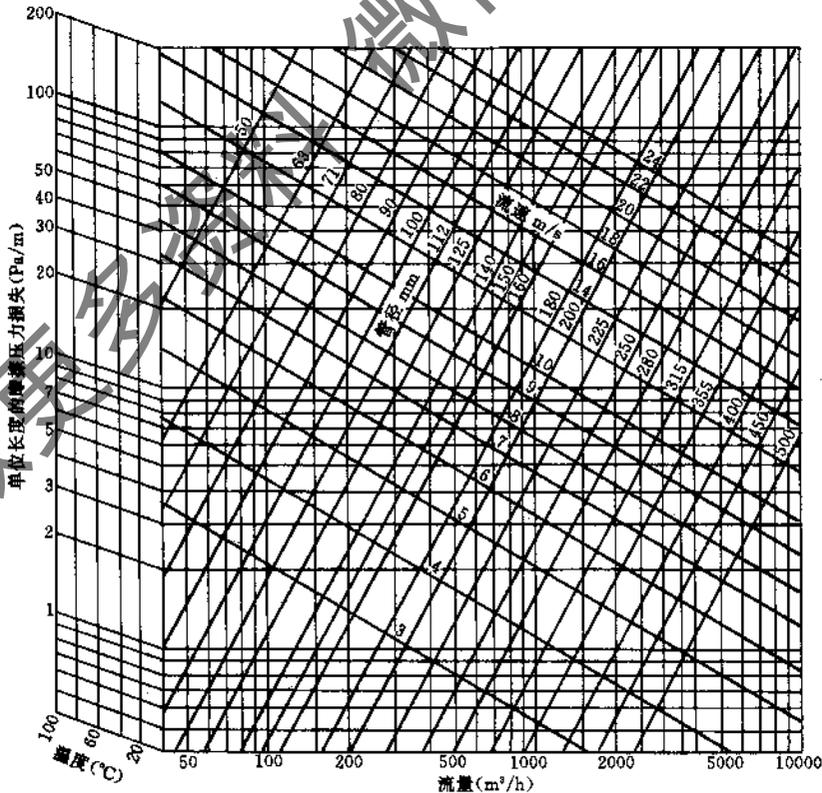


图 4.1-2 铝箔伸缩软管摩擦压力损失线算图

铝箔伸缩软管的摩擦压力损失可按图 4.1-2 规定。

4.1.2 通风管道的连接形式

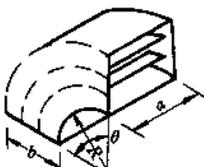
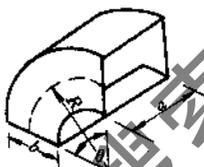
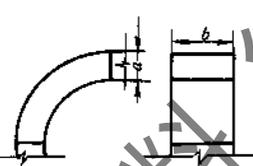
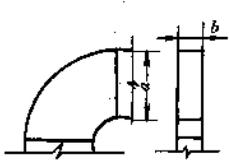
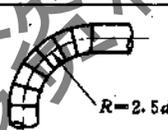
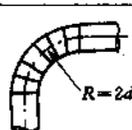
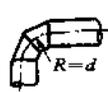
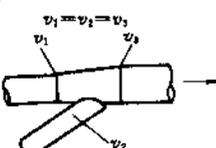
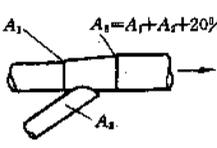
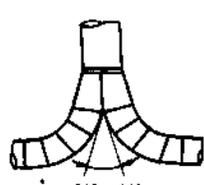
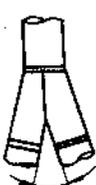
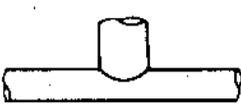
在中央空调系统中，通风管道中的压力损失在系统的总压力损失中占有很大比重，因此，通风管道系统的布置、连接、安装方式，应以尽量减少空气流动中的压力损失为原则，节约能耗和设备（通风机）投资。

1. 风管的弯头、三通、四通等连接形式

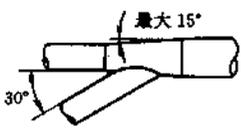
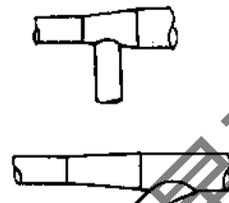
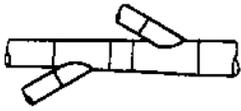
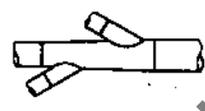
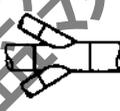
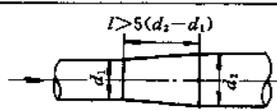
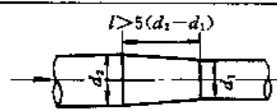
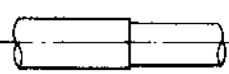
现将风管中的弯头（矩形和圆形）、三通、四通、渐扩（缩）管等部件的连接形式示意于表 4.1-10。

风管部件（弯头、三通等）的连接形式

表 4.1-10

等级 部件名称	优	良	差
矩形管弯头	 <p>带导流叶片的弧形弯头 ($R < \frac{3}{2}b$)</p>	 <p>弧形弯头 (标准曲率半径 $R = \frac{3}{2}b$)</p>	
			
圆形管弯头	 <p>$R = 2.5d$</p>	 <p>$R = 2d$</p>	 <p>$R = d$</p>
	 <p>$v_1 = v_2 = v_3$</p>		 <p>$A_1 = A_1 + A_1 + 20\%$</p>
三通管	 <p>$30^\circ \sim 60^\circ$</p>	 <p>$30^\circ \sim 60^\circ$</p>	

续表

等级 部件名称	优	良	差
三通管			
四通管			
渐扩(缩)管			
			

注：“优”为推荐形式；“差”为不合格形式。

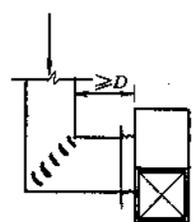
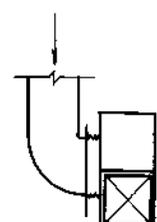
2. 风管与通风机的连接形式

风管与通风机进、出口的正确连接，直接关系到通风机的运行性能保证。通风机进、出口接管的不正确连接形式将改变管网阻力特性，而使通风机的运行点偏离额定工况（风量、风压和效率、功率等），并影响到中央空调中风管系统的正常运行，必须特别引起重视。

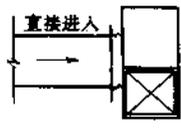
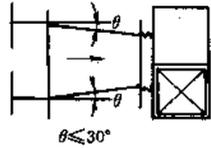
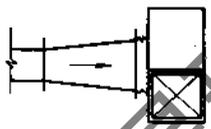
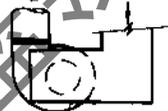
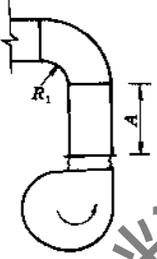
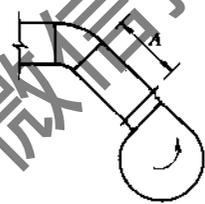
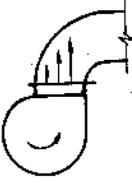
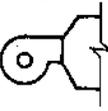
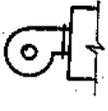
风管与通风机（离心式）进、出口的不同连接形式的优劣状况示意于表 4.1-11。

风管与通风机（离心式）进、出口连接形式比较

表 4.1-11

比较 进口与出口	优	良	差
风管与通风机 进口连接形式			

续表

比较 进口与出口	优	良	差
风管与通风机 进口连接形式			
			
风管与通风机 出口连接形式			   

注：1. D 为通风机入口直径；
 2. $A \geq 3D$ ；
 3. $R_1 \geq 2d$ (d 为出风管直径)。

3. 通风管道的各种咬口形式

对采用薄钢板的圆形或矩形风管，大都采用各种咬口连接形式见图 4.1-3。

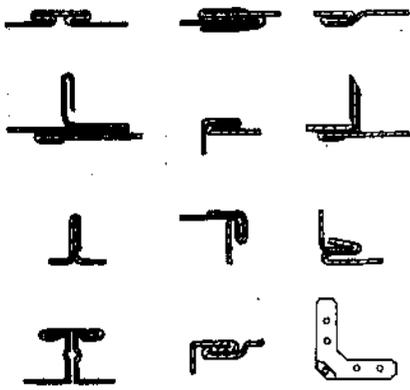


图 4.1-3 薄钢板风管的各种咬口连接形式

对壁厚 ($\delta \geq 1.0\text{mm}$) 风管多采用法兰连接或焊接形式。

对薄钢板的矩形风管，为加强管道刚度，需在管壁外侧采用加强筋形式加固见图 4.1-4。

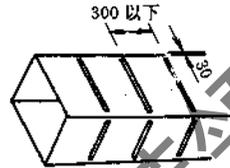


图 4.1-4 薄钢板风管的加强筋

为方便安装，风管常采用分段（每段风管长度约 1.8~3.6m）制作。连接法兰间应加厚度 $\delta \geq 3\text{mm}$ 的石棉垫片，防止漏气。目前还普遍使用密封胶和胶带纸，对接头部分进行密封。

4.1.3 通风管道内的阻力损失

空气在风管内流动时的阻力损失有两种形式：摩擦阻力损失和局部阻力损失。

1. 摩擦阻力损失

空气在管内流动时，单位长度（m）管道的摩擦阻力损失按下式计算：

$$R_m = \frac{\lambda}{d} \frac{v^2}{2} \rho = 6.25 \times 10^{-4} \frac{G^2}{d^5} \quad (\text{Pa/m}) \quad (4.1-1)$$

式中 R_m ——风管单位长度的摩擦阻力损失（比摩阻），Pa/m；

λ ——摩擦阻力系数；

v ——风管内空气平均流速，m/s；

ρ ——风管内空气平均密度，kg/m³；

G ——风管中空气流量，kg/h；

d ——风管的水力当量直径，m。

对圆形风管，其直径 $D=d$ ；

对矩形风管，以流速为准的当量直径

$$d = 2ab/(a + b) \quad (4.1-2)$$

式中 a 、 b ——矩形的边长，m。

摩擦阻力系数 λ 与空气流动的雷诺数 Re 和管壁的粗糙度 k 有关。在通风管道内空气的流动状态大多处于水力过渡区，因此推荐按下式计算 λ 值。

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{k}{3.71d} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad (4.1-3)$$

式中 Re ——风管中空气流动的雷诺数；

k ——管壁的绝对粗糙度，mm。

在进行通风系统设计时，为避免繁琐的计算，工程上常用图 4.1-5 所示的线算图来直接查取 λ 。

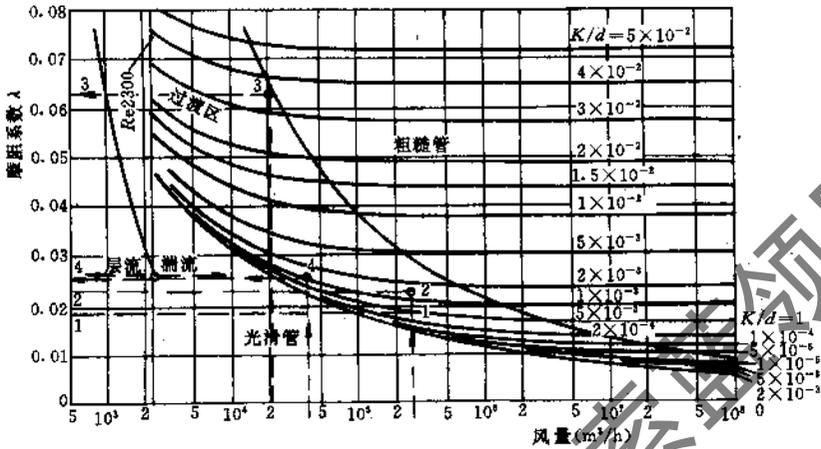


图 4.1-5 计算摩擦阻力系数 λ 的线算图

也可使用根据公式 (4.1-1)、(4.1-3) 绘制的图 4.1-6 所示的线算图。该图的绘制条件是：

- 大气压力 $B_0 = 101.3 \text{ kPa}$ ；
- 空气温度 $t_0 = 20^\circ\text{C}$ ；
- 空气密度 $\rho_0 = 1.204 \text{ kg/m}^3$ ；
- 运动粘度 $\nu_0 = 15.06 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ；
- 风管道壁绝对粗糙度 $k = 0.15 \text{ mm}$ ；
- 风管截面形式：圆形。

只要已知流量、管径、流速和单位长度沿程摩擦阻力损失 (R_m) 四个参数中任意两个，即可利用图 4.1-6 求得其他两个参数。

常用的管道内表面摩擦阻力系数 λ 见表 4.1-12。

常用管道的摩擦阻力系数 λ

表 4.1-12

管道类型	λ	管道类型	λ	管道类型	λ
薄钢板管和光滑水泥管	0.1~0.2	橡皮软管	0.01~0.03	水泥胶砂砖砌管	0.045~0.2
用水泥胶砂抹的管道	0.05~0.1	胶合板管	0.06~0.08		
污秽钢管	0.75~0.9	木板管	0.09~0.1	混凝土涵管	0.045~0.2

常用管材的绝对粗糙度 k 见表 4.1-13。

常用管材的绝对粗糙度 k (mm)

表 4.1-13

管道材料	k	管道材料	k	管道材料	k	管道材料	k
薄钢板	0.15~0.18	矿渣石膏板	1.0	胶合板	1.0	混凝土管道	1~3
塑料板	0.01~0.05	矿渣混凝土板	1.5	砖管道	3~6	木板	0.2~1.0

当实际使用条件与图 4.1-6 条件不符时应进行如下修正。

(1) 密度和粘度的修正

$$R_{ms} = R_{m0}(\rho_a/\rho_0)^{0.91}(\nu_a/\nu_0)^{0.10} \quad (4.1-4)$$

式中 R_{ms} ——实际的单位长度摩擦阻力损失, Pa/m;

R_{m0} ——由图 4.1-6 查出的单位长度摩擦阻力损失, Pa/m;

ρ_a ——实际的空气密度, kg/m^3 ;

ν_a ——实际的空气运动粘度, $10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 。

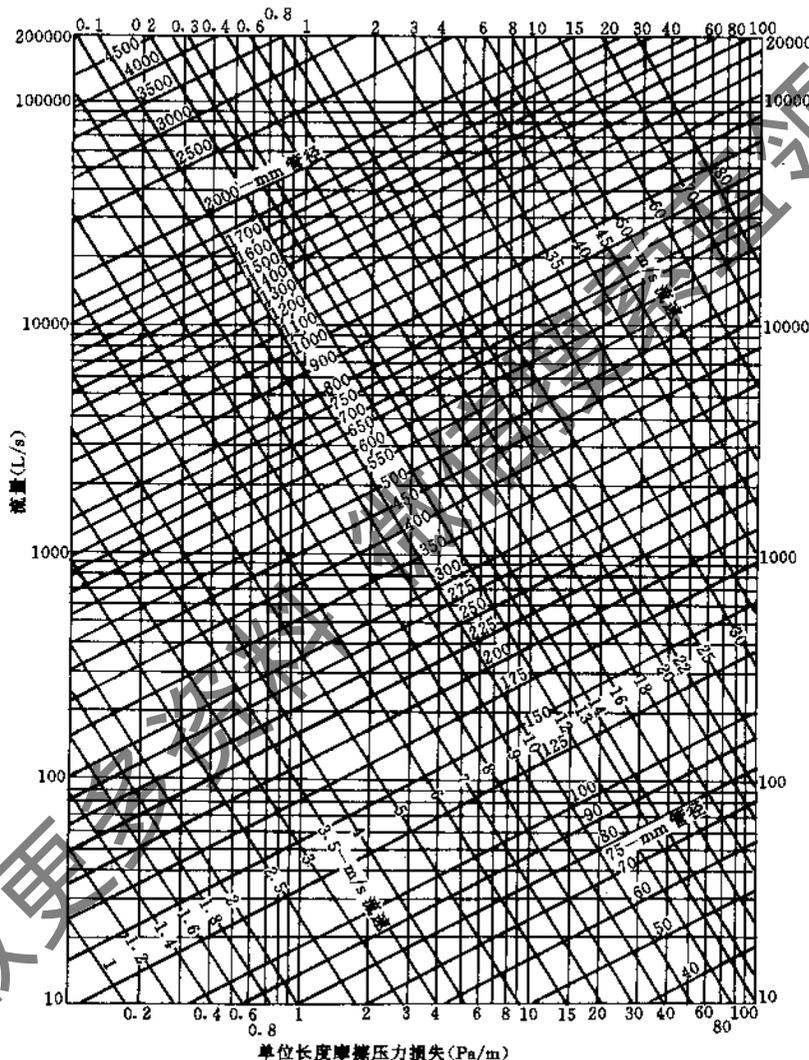


图 4.1-6 圆形风管沿程摩擦阻力损失线算图

(2) 空气温度和大气压力的修正

$$R_{ms} = K_t K_B R_{m0} \quad (\text{Pa}/\text{m}) \quad (4.1-5)$$

式中 K_t ——温度修正系数;

K_B ——大气压力修正系数。

$$K_t = \left(\frac{273 + 20}{273 + t_a} \right)^{0.825} \quad (4.1-6)$$

式中 t_a ——实际的空气温度, $^{\circ}\text{C}$ 。

$$K_B = (B_a/101.3)^{0.9} \quad (4.1-7)$$

式中 B_a ——实际的大气压力, kPa 。

另, K_t 、 K_B 也可由图 4.1-7 直接查出。

(3) 矩形风管的摩擦阻力损失计算

1) 流速当量直径定义: 设某一圆形风管中的空气流速与矩形风管内的空气流速相同, 并且两者有相同的单位长度摩擦阻力损失, 就称该圆形风管的直径为该矩形风管以流速为准的当量直径, 以 D_v 表示。根据公式 (4.1-2)

$$D_v = \frac{2ab}{(a+b)} \quad (\text{m}) \quad (4.1-8)$$

2) 流量当量直径

定义: 设某一圆形风管中的空气流量与矩形风管中的空气流量相等, 并且两者有相同的单位长度摩擦阻力损失, 就称该圆形风管的直径为该矩形风管以流量为准的当量直径, 以 D_L 表示。

$$D_L = 1.30 \frac{(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}} \quad (\text{m}) \quad (4.1-9)$$

利用 D_v 或 D_L 计算矩形风管的摩擦阻力损失 R_m 时, 应注意 D_v-v 、 D_L-L [流量 (L/s)] 的对应关系:

采用 D_v , 必须由 D_v 和 v 由图 4.1-6 查出 R_m ;

采用 D_L , 必须由 D_L 和 L 由图 4.1-6 查出 R_m 。

【例 1】 已知薄钢板矩形风管尺寸 $a \times b = 200 \times 150 \text{mm}$ 、风量 $Q = 1500 \text{m}^3/\text{h}$ 、 $B_a = 101.3 \text{kPa}$ 、 $t_a = 20^{\circ}\text{C}$, 试计算该风管的 R_m 。

【解】 风管内流速 v 为

$$v = \frac{1500}{3600 \times 0.2 \times 0.15} = 13.9 \quad (\text{m/s})$$

以流速为准的当量直径 D_v 为

$$D_v = \frac{2ab}{(a+b)} = \frac{2 \times 0.2 \times 0.15}{(0.2 + 0.15)} = 0.170 (\text{m})$$

以流量为准的当量直径 D_L 为

$$D_L = 1.3 \frac{(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}} = 1.3 \times \frac{(0.2 \times 0.15)^{0.625}}{(0.2 + 0.15)^{0.25}} = 0.186 (\text{m})$$

根据 $D_v = 170 \text{mm}$ 、 $v = 13.9 \text{m/s}$, 由图 4.1-6 查得 $R_m = 15 \text{Pa/m}$ 。

根据 $D_L = 186 \text{mm}$ 、 $L = 1500 \text{m}^3/\text{h}$ ($0.416 \text{m}^3/\text{s}$), 由图 4.1-6 查得 $R_m = 15 \text{Pa}$ 。

(4) 管壁粗糙度的修正

图 4.1-6 是按粗糙度 $k = 0.15 \text{mm}$ 的钢板风管绘制的, 当实际的风管粗糙度 k 不同时,

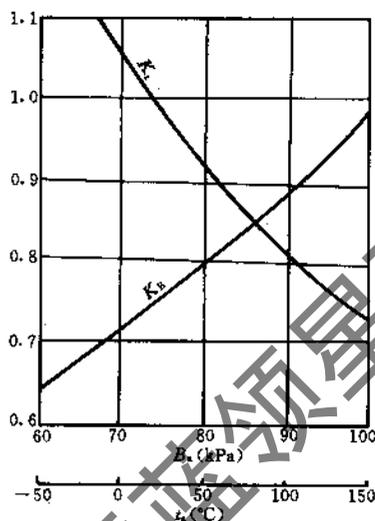


图 4.1-7 温度和大气压力的修正曲线

应对图 4.1-6 查出的 R_{m0} 进行修正。

$$R_{ma} = k_r R_{m0} \quad (\text{Pa/m}) \quad (4.1-10)$$

式中 k_r ——粗糙度修正系数, 见表 4.1-14。

对内表面比较粗糙的钢板风管 $K_r = 1.05$;

$$\text{取 } R_{ma} = 1.05 R_{m0} \quad (4.1-11)$$

2. 局部阻力损失

(1) 一般计算公式

管件(如弯头、三通等)的局部阻力损失一般计算式如下:

$$\Delta P = \xi \frac{\rho v^2}{2} \quad (\text{Pa}) \quad (4.1-12)$$

式中 ξ ——管件的局部阻力系数;

v ——风管内该阻力损失发生处的空气流速, m/s;

ρ ——空气密度, kg/m^3 。

管件的局部阻力系数 ξ 通常由实验确定。一些常用的主要管件的局部阻力系数 ξ 可由《实用供热空调手册》(陆夫天庆主编)等查出。选用时要注意管件形状和试验条件, 特别注意 ξ 值对应的是何处的动压值 (v)。

(2) 进风口、出风口、弯头、变径管全压损失 ΔP (表 4.1-17)

$$\Delta P = \xi_0 \frac{\rho v_0^2}{2} \quad (\text{Pa}) \quad (4.1-13)$$

式中 v_0 ——指计算局部阻力损失处的断面风速。

(3) 合流或分流的三通见图 4.1-8 的局部阻力损失如表 4.1-17

$$\text{主通道 } \Delta P = \xi_{12} \frac{v_1^2}{2} \rho$$

$$\text{交通道 } \Delta P = \xi_{13} \frac{v_1^2}{2} \rho$$



图 4.1-8 三通局部阻力损失

注意: 动压头 v_1 均指总管 1 处的动压头。

合流三通内主、支管流速相差较大时, 会发生引射现象。为减少其压力损失, 设计时应使支管和主管的流速尽量接近。

对于按图 4.1-9 和图 4.1-10 制作的三通, 可采用表 4.1-15 中所列局部阻力系数 ξ 。

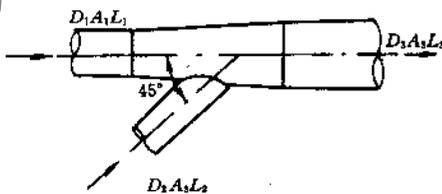
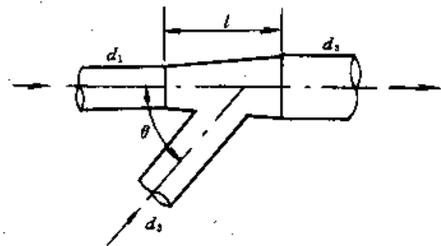


图 4.1-9 合流三通



$$l \geq 5(d_2 - d_1) \theta \leq 45^\circ$$

图 4.1-10 合流三通

合流三通局部阻力系数 ξ

表 4.1-15

θ	局部阻力系数		θ	局部阻力系数	
	ξ_{23}	ξ_{13}		ξ_{23}	ξ_{13}
10°	0.06	0.20	40°	0.25	0.20
15°	0.09		45°	0.28	
20°	0.12		50°	0.32	
25°	0.15		60°	0.44	0.20
30°	0.18		90°	1.0	
35°	0.21				

(4) 对查出的数据进行修正

1) 不等于 90° 的弯头的修正系数 ϵ_0 乘以查出的数据, 见表 4.1-16。

不等于 90° 的弯头修正系数 ϵ_0

表 4.1-16

θ (°)	0	20	30	45	60	75	90	110	130	150	180
ϵ_0	0	0.31	0.45	0.60	0.78	0.90	1.0	1.13	1.20	1.28	1.40

2) 对于带有网格的管件, 其网格处的局部阻力系数按下式计算。

$$\zeta_0 = \zeta'_0 + \frac{\zeta_g}{(A_1/A_0)^2} \quad (4.1-14)$$

式中 ζ_0 ——断面 0 处管件和网格的综合局部阻力系数;

ζ'_0 ——断面 0 处的管件的局部阻力系数;

ζ_g ——网格的局部阻力系数, 见有关《手册》中 G-8 管件;

A_1 ——网格所在断面 1 处的面积, m^2 ;

A_0 ——断面 0 处的面积, m^2 。

对相等断面的管件, 即 $A_1 = A_0$, 则式 (4.1-14) 改写成

$$\zeta_0 = \zeta'_0 + \zeta_g \quad (4.1-15)$$

3) 雷诺数较小时的修正 见表 4.1-17。

雷诺数较小时修正值

表 4.1-17

$Re \times 10^4$	1	2	3	4	6	8	10	>14
ϵ_{Re}	1.40	1.26	1.19	1.14	1.09	1.06	1.04	1.0

雷诺数

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad (4.1-16)$$

式中 ν ——空气的运动粘度, $10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 。

3. 风管系统的总阻力损失

风管系统的总阻力损失应为各段风管的沿程阻力损失和系统中所有管件(弯头、三通、四通等)的局部阻力损失之和,即

$$\Delta P = \Sigma R_{mi} l_i + \Sigma \Delta p_i \quad (\text{Pa}) \quad (4.1-17)$$

式中 ΔP ——风管系统的总阻力损失, Pa;

R_{mi} ——第 i 段风管的单位长度的摩擦阻力损失, Pa/m, 见式 (4.1-1);

l_i ——第 i 段风管的管长, m;

Δp_i ——第 i 个管件的局部阻力损失, Pa。

风管系统的总阻力损失, 是进行风管系统设计的计算基础, 是确定通风机的型号、规格和动力消耗的主要依据之一。

计算风管系统的总阻力损失应注意到以下几个方面。

(1) 使用条件下, 密度和粘度、空气温度和大气压力(海拔高度)、管壁粗糙度等的修正:

见前述第 4.1.3 节中“1”内容。

(2) 空调设备中的表冷器、表面式加热器、过滤器、除湿设备、热回收装置等的局部阻力损失或局部阻力系数, 其值一般查阅生产厂家提供的该产品的产品目录或有关手册。

(3) 计算风道截面发生变化或风量发生变化的各种管件的局部阻力时, 一定要注意采用局部阻力系数对应的计算速度。

(4) 由于局部阻力在管网的总阻力中常占主要部分, 因此必须尽量减少其局部阻力。尽量简化风管系统; 减少弯头, 增加弯头的曲率半径; 在矩形风管的弯头中加装导流叶片或在圆形弯头中增加弯头节数; 减少三通的夹角; 使三通中三个风速尽量相同或接近。

4.1.4 送、回风口的技术性能参数

有关中央空调房间的气流组织和送、回风口的各种型式特点, 已在前第一章的“1.2.6”节中介绍过。本节中从选用需要出发, 主要介绍常用的空气分布器(送风口)和回风口的技术性能参数, 供选用参考。

1. 常用空气分布器的性能选用简表

(1) FK-10 方形散流器规格及性能参数 见表 4.1-18。

(2) FK-1, FK-19 双层百叶风口规格及性能参数 见表 4.1-19。

(3) FK-39, FK-8 圆形(多层锥面型)散流器性能参数 见表 4.1-20。

(4) 盘式散流器性能参数 见表 4.1-21。

(5) 圆形直片式散流器性能参数 见表 4.1-22。

(6) 球形旋转风口性能参数 见表 4.1-23。

(7) 无芯管旋流风口的性能计算表 见表 4.1-24。

1) 顶送冷风吹出型性能表 见表 4.1-25;

2) 顶送冷风散流型性能表 见表 4.1-26;

3) 顶送冷风贴附型性能表 见表 4.1-27;

4) 顶送热风吹出型性能表 见表 4.1-28。

FK-10 方形散流器规格及性能参数

表 4.1-18

颈部风速 (m/s)	2		3		4		5		6	
静压损失 Pa	7.3		16.4		29.1		45.4		65.6	
全压损失 kPa	9.7		21.9		38.9		60.7		87.7	
规格尺寸 (mm)	风量 (m ³ /h)	射程 (m)								
120×120	105	0.74	155	1.01	210	1.31	260	1.54	310	1.73
180×180	235	1.12	350	1.52	470	1.97	585	2.31	700	2.6
240×240	415	1.49	625	2.03	830	2.63	1040	3.09	1245	3.47
300×300	650	1.86	975	2.54	1300	3.29	1620	3.86	1945	4.34
360×360	935	2.23	1400	3.05	19870	3.94	2335	4.63	2800	5.2
420×420	1270	2.61	1905	3.56	2540	4.6	3175	5.4	3810	6.07
480×480	1660	2.98	2490	4.07	3320	5.26	4150	6.18	4980	6.94
540×540	2100	3.35	3150	4.57	4200	5.91	5250	6.94	6300	7.8
600×600	2595	3.72	3890	5.08	5185	6.57	6480	7.72	7780	8.67

注：送风射程为末端风速为 0.5m/s 时的数据。

FK-1、FK-19 双层百叶风口规格及性能参数

表 4.1-19

规格尺寸 (mm)			100×100		100×150		100×200 150×150		100×250		100×300 150×200		100×400 200×200		
颈部 风速 (m/s)	吹出 角度	全压 损失 Pa	静压 损失 Pa	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)
1	A	1.3	0.7	36	1.01	55	1.23	70	1.42	90	1.59	110	1.74	125	2.01
	B	1.9	1.3		0.73		0.90		1.04		1.16		1.27		1.47
	C	2.2	1.6		0.58		0.70		0.82		0.91		0.99		1.15
	D	3	2.3		0.4		0.48		0.56		0.62		0.68		0.79
2	A	5.3	2.8	72	1.71	110	2.08	140	2.42	180	2.69	220	2.94	250	3.41
	B	7.5	5		1.19		1.45		1.68		1.87		2.05		2.37
	C	9	6.6		0.95		1.16		1.34		1.50		1.64		1.90
	D	11.9	9.4		0.71		0.87		1.01		1.12		1.23		1.42
3	A	11.8	6.3	108	2.23	165	2.82	210	3.26	270	3.63	330	3.98	375	4.61
	B	16.8	11.3		1.66		2.03		2.36		2.62		2.87		3.32
	C	20.3	14.8		1.32		1.61		1.87		2.08		2.28		2.64
	D	26.7	21.2		0.98		1.20		1.39		1.55		1.70		1.97
4	A	21.1	11.3	144	2.63	220	3.22	280	3.73	360	4.15	440	4.45	500	5.27
	B	29.9	20.1		2.03		2.48		2.88		3.20		3.51		4.07
	C	36.1	26.3		1.58		1.93		2.24		2.49		2.73		3.16
	D	47.4	27.6		1.16		1.42		1.65		1.83		2.02		2.33
5	A	32.9	17.6	180	2.83	275	3.45	350	4.00	450	4.45	550	4.88	625	5.65
	B	46.7	31.4		2.28		2.79		3.23		3.60		3.94		4.57
	C	56.5	41		1.76		2.15		2.50		2.78		3.04		3.53
	D	74.1	58.8		1.30		1.59		1.84		1.84		2.24		2.60

续表

规格尺寸 (mm)		100×350		100×450		100×500 100×550 150×350 200×250		100×600 100×650 150×400 200×300 250×250		100×700 100×750 150×450 150×500 200×350 250×300		100×800 150×550 200×400 250×350			
颈部 风速 (m/s)	吹出 角度	全压 损失 Pa	静压 损失 Pa	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)
1	A	1.3	0.7	145	1.88	160	2.13	190	2.31	215	2.46	270	2.71	290	2.88
	B	1.9	1.3		1.37		1.55		1.68		1.79		1.98		2.11
	C	2.2	1.6		1.08		1.22		1.32		1.41		1.55		1.65
	D	3	2.3		0.74		0.84		0.91		0.97		1.06		1.13
2	A	5.3	2.8	290	3.19	320	3.61	380	3.91	430	4.17	540	4.59	580	4.89
	B	7.5	5		2.22		2.51		2.72		2.90		3.19		3.40
	C	9	6.6		1.77		2.01		2.18		2.32		2.55		2.72
	D	11.9	9.4		1.33		1.51		1.63		1.74		1.92		2.04
3	A	11.8	6.3	435	4.30	480	4.88	570	5.28	645	5.63	810	6.20	870	6.61
	B	16.8	11.3		3.10		3.51		3.81		4.05		4.47		4.76
	C	20.3	14.8		2.47		2.80		3.05		3.23		3.56		3.79
	D	26.7	21.2		1.84		2.08		2.25		2.40		2.64		2.82
4	A	21.1	11.3	580	4.92	640	5.57	760	6.03	850	6.43	1080	7.08	1160	7.55
	B	29.9	20.1		3.80		4.30		4.66		4.97		5.47		5.83
	C	36.1	26.3		2.95		3.35		3.63		3.86		4.26		4.54
	D	47.4	37.6		2.17		2.46		2.67		2.84		3.13		3.34
5	A	32.9	17.6	725	5.28	800	5.98	950	6.48	1075	6.90	1350	7.60	1450	8.10
	B	46.7	31.4		4.26		4.83		5.23		5.58		6.14		6.54
	C	56.5	41		3.29		3.73		4.04		4.31		4.74		5.05
	D	74.1	58.8		2.43		2.75		2.98		3.17		3.50		3.73
规格尺寸 (mm)		100×850 100×900 150×600 200×450 300×300		100×1000 150×650 150×700 200×500 250×400 300×350		150×750 150×800 200×550 200×600 250×450 300×400		150×850 150×900 200×650 250×500 250×550 300×450		150×1000 200×700 200×750 250×600 300×500		200×800 200×850 250×650 300×550			
颈部 风速 (m/s)	吹出 角度	全压 损失 Pa	静压 损失 Pa	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)
1	A	1.3	7	325	3.02	360	3.26	430	3.48	480	3.69	540	3.89	600	4.08
	B	1.9	1.3		2.20		2.38		2.54		2.70		2.84		2.98
	C	2.2	1.6		1.73		1.99		2.12		2.23		2.34		
	D	3	2.3		1.19	1.87	1.28		1.37		1.45		1.53		1.60
2	A	5.3	2.8	650	5.12	720	5.53	860	5.90	960	6.27	1080	6.60	1200	6.92
	B	7.5	5		3.56		3.84		4.11		4.36		4.59		4.81
	C	9	6.6		2.35		3.07		3.28		3.49		3.67		3.85
	D	11.9	9.4		2.14		2.31		2.46		2.61		2.75		2.88
3	A	11.8	6.3	975	6.92	1080	7.47	1290	7.98	1440	8.48	1620	8.91	1800	9.34
	B	16.8	11.3		4.98		5.38		5.75		6.10		6.42		6.73
	C	20.3	14.8		3.97		4.28		4.57		4.86		5.11		5.36
	D	26.7	21.2		2.95		3.18		3.40		3.61		3.80		3.98

续表

规格尺寸		100×850 100×900 150×600 200×450 300×300		100×1000 150×650 150×700 200×500 250×400 300×350		150×750 150×800 200×550 200×600 250×450 300×400		150×850 150×900 200×650 250×500 250×550 300×450		150×1000 200×700 200×750 250×600 300×500		200×800 200×850 250×650 300×550			
(mm)															
颈部 风速 (m/s)	吹出 角度	全压 损失 Pa	静压 损失 Pa	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)
4	A	21.1	11.3	1300	7.90	1440	8.53	1720	9.11	1920	9.67	2160	10.18	2400	10.67
	B	29.9	20.1		6.10		6.59		7.04		7.47		7.87		8.24
	C	36.1	26.3		4.75		5.12		5.47		5.81		6.12		6.41
	D	47.4	37.6		6.49		3.77		4.03		4.27		4.50		4.72
5	A	32.9	17.6	1625	8.48	1800	9.15	2150	9.78	2400	10.36	2700	10.93	3000	11.45
	B	46.7	31.4		6.85		7.39		7.90		8.38		8.83		9.25
	C	56.5	41		5.29		5.71		6.10		6.47		6.82		7.14
	D	74.1	58.8		3.90		4.21		4.50		4.77		5.03		5.27
规格尺寸		200×900 250×700 250×750 300×600 300×650		200×1000 250×800 300×700		250×850 250×900 300×750 300×800		250×1000 300×850		300×900		300×1000			
(mm)															
颈部 风速 (m/s)	吹出 角度	全压 损失 Pa	静压 损失 Pa	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)
1	A	1.3	7	650	4.35	750	4.49	800	4.76	900	5.02	1000	5.22	1100	5.50
	B	1.9	1.3		3.18		3.28		3.48		3.67		3.81		4.02
	C	2.2	1.6		2.49		2.58		2.73		2.88		2.99		3.15
	D	3	2.3		1.71		1.77		1.87		1.97		2.05		2.16
2	A	5.3	2.8	1300	7.83	1500	7.63	1600	8.08	1800	8.52	2000	8.85	2200	9.33
	B	7.5	5		5.13		5.30		5.62		5.92		6.15		6.49
	C	9	6.6		4.11		4.24		4.49		4.74		4.92		5.19
	D	11.9	9.4		3.18		3.18		3.37		3.55		3.69		3.89
3	A	11.8	6.3	1950	9.98	2250	10.30	2400	10.90	2700	11.51	3000	11.95	3300	12.61
	B	16.8	11.3		7.19		7.42		7.86		8.29		8.61		9.08
	C	20.3	14.8		5.72		5.91		6.26		6.60		6.86		7.28
	D	26.7	21.2		4.25		4.39		4.45		4.91		6.10		5.38
4	A	21.1	11.3	2600	11.39	3000	11.77	3200	12.47	3600	13.41	4000	14.40		
	B	29.9	20.1		8.80		9.09		9.63		10.15		10.55		11.12
	C	36.1	26.3		6.85		7.07		7.49		7.90		8.20		8.65
	D	47.4	37.6		5.04		5.20		5.51		5.81		6.04		6.37
5	A	32.9	17.6	3250	12.23	3750	12.63	4000	13.38	4500	14.10	5000	14.65	5500	15.45
	B	46.7	31.4		9.88		10.20		10.81		11.39		11.84		12.48
	C	56.5	41		7.63		7.88		8.35		8.80		9.14		9.64
	D	74.1	58.8		5.62		5.81		6.15		6.49		6.74		7.11

圆形(多层锥面型)散流器性能参数

表 4.1-20

颈部风速(m/s)	2		3		4		5		6		7	
动 压(Pa)	2.41		5.42		9.63		15.05		21.67		29.50	
全压损失(Pa)	7.28		16.37		28.27		45.45		65.44		89.09	
颈部名义直径 D (mm)	风量 射程											
	L_0 (m ³ /h)	x (m)										
120	90	0.58	140	0.81	190	1.17	240	1.46	280	1.73	330	1.88
150	130	0.69	200	0.97	270	1.40	340	1.74	400	2.06	470	2.25
200	240	0.92	360	1.29	480	1.87	590	2.32	710	2.75	830	2.99
250	370	1.16	560	1.62	750	2.34	930	2.90	1120	3.44	1310	3.75
300	540	1.39	800	1.94	1070	2.80	1340	3.48	1610	4.13	1880	4.50
350	720	1.60	1080	2.24	1430	3.24	1790	4.02	2150	4.77	2510	5.20
400	930	1.83	1400	2.56	1860	3.69	2330	4.59	2800	5.44	3260	5.93
450	1180	2.06	1770	2.88	2360	4.16	2950	5.16	3540	6.12	4130	6.67
500	1460	2.29	2190	3.20	2920	4.62	3650	5.72	4380	6.81	5110	7.42

盘式散流器性能参数

表 4.1-21

喉部直径 d_0 (mm)	射程 性能	1.5m(间距 3m)				2m(间距 4m)				2.5m(间距 5m)			
		v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$	v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$	v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$
150	5	315	35	0.07									
	4	255	28	0.07									
	3	190	21	0.07									
200	4	450	50	0.10	5	565	36	0.07					
	3	340	38	0.10	4	450	28	0.07					
	2	225	25	0.10	3	340	21	0.07					
250					4	705	44	0.09	5	880	35	0.07	
					3	530	33	0.09	4	705	28	0.07	
					2.5	440	27	0.09	3	530	21	0.07	
300					3.5	890	56	0.11	4	1010	44	0.08	
					3	765	48	0.11	3	765	31	0.08	
					2.5	635	40	0.11	2.5	635	25	0.08	
350									4	1380	55	0.10	
									3	1040	42	0.10	
									2	690	28	0.10	
300	5	1270	35	0.07									
	4	1020	28	0.07									
	3	765	21	0.07									
350	4	1380	38	0.08									
	3	1040	29	0.08									
	2.5	865	24	0.08									
400	4	1820	51	0.09	5	2275	36	0.07					
	3	1365	38	0.09	4	1820	28	0.07					
	2	910	25	0.09	3	1365	21	0.07					
500					4	2830	44	0.09	5	3525	35	0.07	
					3	2120	33	0.09	4	2820	28	0.07	

续表

喉部直径 d_0 (mm)	射程 性能	1.5m(间距 3m)				2m(间距 4m)				2.5m(间距 5m)			
		v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$	v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$	v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$
600					2	1410	22	0.09	3	2115	21	0.07	
					3.5	3550	56	0.11	4	4040	40	0.08	
					3	3030	47	0.11	3	3030	30	0.08	
700					2	2020	32	0.11	2	2020	20	0.08	
									4	5520	55	0.10	
									3	4160	42	0.10	
									2	2760	28	0.10	

圆形直片式散流器性能参数 表 4.1-22

喉部直径 d_0 (mm)	射程 性能	1.25m(间距 2.5m)				1.5m(间距 3m)				1.75m(间距 3.5m)			
		v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$	v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$	v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$
110		5	170	27	0.05								
		4	135	21	0.05								
140		5	280	45	0.07								
		4	225	36	0.07	5	280	31	0.05				
170		3	170	28	0.07	4	220	25	0.05				
		3	240	41	0.10	5	395	45	0.07				
200		2.5	205	34	0.10	4	315	36	0.07				
		2	160	27	0.10	3	240	27	0.07	5	410	38	0.05
240						3	340	38	0.10	4	380	27	0.05
						2.5	280	32	0.10	5	570	47	0.07
						2	230	25	0.10	4	460	38	0.07
									3	340	28	0.08	
									3	480	39	0.10	
									2.5	390	32	0.10	
									2	315	25	0.10	

喉部直径 d_0 (mm)	射程 性能	2m(间距 4m)				2.5m(间距 5m)				3m(间距 6m)			
		v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$	v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$	v_0 (m/s)	V_0 (m ³ /h)	V'_0 m ³ / (m ² ·h)	$\frac{v_x}{v_0}$ 或 $\frac{\Delta T_x}{\Delta T_0}$
200		5	570	35	0.05								
		4	400	28	0.05								
240		4.5	720	45	0.08								
		4	640	40	0.08								
260		3	480	30	0.08								
		3	570	36	0.10								
320		2.5	475	30	0.10	5	960	39	0.05				
		2	380	24	0.10	4	760	31	0.05				
355						4.5	1210	49	0.08				
						4	1070	43	0.08				
						3	805	32	0.08				
						3	1050	42	0.12	1.5	580	44	0.08
						2.5	880	35	0.12	4	1440	39	0.08
					2	705	28	0.12	3	1050	29	0.08	
									3	1700	31	0.10	
									2.5	915	25	0.10	
									2	730	20	0.10	

球形旋转风口性能参数

表 4.1-23

型 号		14		22		32		40	
出风口直径(mm)		65		110		160		200	
连接风管直径(mm)		140		220		320		400	
出风口速度 (m/s)	全压损失 (Pa)	风量 (m ³ /h)	射程 (m)						
2.0	5.25	24	0.73	68	3.24	145	4.71	226	5.88
3.0	11.81	36	2.03	103	4.48	217	6.52	339	8.15
4.0	21.00	48	2.95	137	5.37	290	7.81	452	9.76
5.0	32.81	60	3.68	171	6.06	362	8.81	565	11.01
6.0	47.24	72	4.25	205	6.62	434	9.62	679	12.03
7.0	64.31	84	4.74	239	7.09	507	10.31	792	12.89
8.0	83.99	96	5.17	274	7.50	579	10.91	905	13.64
9.0	106.30	108	5.55	308	7.86	650	11.44	1018	14.30
10.0	131.24	119	5.88	342	8.19	724	11.91	1130	14.89

无芯管旋流风口的性能计算表

表 4.1-24

流 型	最大风速衰减规律	最大送风射程	最大温差衰减规律
顶送冷风吹出型	$v_x^{\max} = 1.36v_0 \left(\frac{x}{\sqrt{F_0}} \right)^{-0.815}$	$x_{\max} = 1.36 \sqrt{F_0} \left(\frac{v_0}{0.5} \right)^{1.23}$	$\Delta t_x^{\max} = \Delta t_s \left(\frac{x_{\max}}{\sqrt{F_0}} \right)^{-1.27}$
顶送冷风散流型	$v_x^{\max} = 0.34v_0 \left(\frac{x}{\sqrt{F_0}} \right)^{-0.525}$	$x_{\max} = 0.128 \sqrt{F_0} \left(\frac{v_0}{0.5} \right)^{1.90}$	$\Delta t_x^{\max} = 0.45\Delta t_s \left(\frac{x}{\sqrt{F_0}} \right)^{-1.08}$
顶送冷风贴附型	$v_x^{\max} = 0.75v_0 \left(\frac{x}{\sqrt{F_0}} \right)^{-0.816}$	$x_{\max} = 0.703 \sqrt{F_0} \left(\frac{v_0}{0.5} \right)^{1.23}$	
顶送热风吹出型		$x_{\max} = 3.64 \sqrt{F_0} (\Delta t_s)^{-0.325}$ $x_{\max} = 1.733v_0^{0.65} T_n^{0.325}$ $F_0^{0.337} \Delta t_s^{-0.325}$	

符号说明： F_0 —送风口颈部截面积； Δt_s —送风温差； v_0 —送风口颈部平均风速； x —从风口平面到计算断面的距离； T_n —工作区的温度，(t_n+273)。

顶送冷风吹出型性能表

表 4.1-25

D_0 (mm)	$\sqrt{F_0}$ (m)	颈部风速 v_0 (m/s)								
		3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	
		动 压 (Pa)	5.42	7.37	9.63	12.19	15.05	21.67	29.50	38.53
		全压损失 (Pa)	13.27	18.07	23.60	29.87	36.87	53.10	72.27	94.39
250	0.221	风量 L_v (m ³ /h)	530	618	707	795	883	1060	1236	1413
		射程 x (m)	2.91	3.52	4.15	4.79	5.45	6.82	8.24	9.71
320	0.283	风量 L_v (m ³ /h)	868	1013	1158	1302	1447	1736	2026	2315
		射程 x (m)	3.73	4.51	5.31	6.13	6.98	8.73	10.55	12.43

续表

D_0 (mm)	$\sqrt{F_0}$ (m)	颈部风速 v_0 (m/s)		3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	
		动压 (Pa)		5.42	7.37	9.63	12.19	15.05	21.67	29.50	38.53	
		全压损失 (Pa)		13.27	18.07	23.60	29.87	36.87	53.10	72.27	94.39	
400	0.354	风量 L_s (m ³ /h)		1356	1583	1809	2035	2260	2713	3165	3617	
		射程 x (m)		4.66	5.63	6.64	7.67	8.73	10.91	13.19	15.53	
500	0.443	风量 L_s (m ³ /h)		2119	2473	2826	3179	3533	4239	4946	5652	
		射程 x (m)		5.83	7.04	8.30	9.59	10.91	13.64	16.48	19.42	
射程 x 处的最大温差 $\Delta t_x^{\max} = t_n - t_x^{\max}$		送风温差 Δt_s (°C)		6	0.23	0.18	0.15	0.12	0.10	0.07	0.06	0.05
				7	0.27	0.21	0.17	0.14	0.12	0.09	0.07	0.06
				8	0.30	0.24	0.19	0.16	0.14	0.10	0.08	0.07
				9	0.34	0.27	0.22	0.18	0.15	0.12	0.09	0.07
				10	0.38	0.30	0.24	0.20	0.17	0.13	0.10	0.08
				11	0.42	0.33	0.27	0.22	0.19	0.14	0.11	0.09
				12	0.45	0.36	0.29	0.24	0.21	0.15	0.12	0.09

顶送冷风散流型性能表

表 4.1-26

D_0 (mm)	$\sqrt{F_0}$ (m)	颈部风速 v_0 (m/s)		3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	
		动压 (Pa)		5.42	7.37	9.63	12.19	15.05	21.67	29.50	38.53	
		全压损失 (Pa)		14.09	19.17	25.04	31.70	39.13	56.35	76.69	100.17	
250	0.221	风量 L_s (m ³ /h)		530	618	707	795	883	1060	1236	1413	
		射程 x (m)		0.85	1.14	1.47	1.84	2.25	3.18	4.27	5.50	
320	0.283	风量 L_s (m ³ /h)		868	1013	1158	1302	1447	1736	2026	2315	
		射程 x (m)		1.09	1.46	1.89	2.36	2.88	4.08	5.46	7.04	
400	0.354	风量 L_s (m ³ /h)		1356	1583	1809	2035	2260	2713	3165	3617	
		射程 x (m)		1.37	1.83	2.36	2.95	3.60	5.10	6.83	8.80	
500	0.443	风量 L_s (m ³ /h)		2119	2473	2826	3179	3533	4239	4946	5652	
		射程 x (m)		1.71	2.29	2.95	3.69	4.50	6.37	8.54	11.00	
射程 x 处的最大温差 $\Delta t_x^{\max} = t_n - t_x^{\max}$		送风温差 Δt_s (°C)		6	0.65	0.47	0.36	0.29	0.23	0.16	0.12	0.09
				7	0.75	0.55	0.42	0.33	0.27	0.19	0.14	0.10
				8	0.86	0.63	0.48	0.38	0.31	0.21	0.16	0.12
				9	0.97	0.71	0.54	0.43	0.35	0.24	0.18	0.13
				10	1.08	0.79	0.60	0.48	0.39	0.27	0.20	0.15
				11	1.19	0.87	0.66	0.52	0.42	0.29	0.22	0.16
				12	1.29	0.95	0.72	0.57	0.46	0.32	0.23	0.18

顶送冷风贴附型性能表

表 4.1-27

D_0 (mm)	$\sqrt{F_0}$ (m)	颈部风速 v_0 (m/s)	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0
		动 压 (Pa)	5.42	7.37	9.63	12.19	15.05	21.67	29.50	38.53
		全压损失 (Pa)	14.09	19.17	25.04	31.70	39.13	56.35	76.69	100.17
250	0.221	风量 L_s (m^3/h)	530	618	707	795	883	1060	1236	1413
		射程 x (m)	1.40	1.70	2.00	2.31	2.63	3.28	3.97	4.68
320	0.283	风量 L_s (m^3/h)	868	1013	1158	1302	1447	1736	2026	2315
		射程 x (m)	1.80	2.17	2.56	2.95	3.36	4.20	5.08	5.98
400	0.354	风量 L_s (m^3/h)	1356	1583	1809	2035	2260	2713	3165	3617
		射程 x (m)	2.25	2.71	3.20	3.69	4.20	5.26	6.35	7.48
500	0.443	风量 L_s (m^3/h)	2119	2473	2826	3179	3533	4239	4946	5652
		射程 x (m)	2.81	3.39	3.99	4.62	5.25	6.57	7.94	9.35

顶送热风吹出型性能表

表 4.1-28

D_0 (mm)	$\sqrt{F_0}$ (m)	颈部风速 v_0 (m/s)	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0	
		动 压 (Pa)	5.42	7.37	9.63	12.19	15.05	21.67	29.50	38.53	
		全压损失 (Pa)	13.27	18.07	23.60	29.87	36.47	53.10	72.27	94.39	
250	0.221	风量 L_s (m^3/h)	530	618	707	795	883	1060	1236	1413	
		最大射程 x (m)	$t_n = 16^\circ\text{C}$	3.82	4.23	4.61	4.98	5.33	6.00	6.63	7.24
			$t_n = 18^\circ\text{C}$	3.83	4.24	4.62	4.99	5.34	6.01	6.65	7.25
			$t_n = 20^\circ\text{C}$	3.84	4.25	4.63	5.00	5.35	6.03	6.66	7.27
			$t_n = 22^\circ\text{C}$	3.85	4.26	4.64	5.01	5.37	6.04	6.68	7.28
320	0.283	风量 L_s (m^3/h)	868	1013	1158	1302	1447	1736	2026	2315	
		最大射程 x (m)	$t_n = 16^\circ\text{C}$	4.52	4.99	5.45	5.88	6.30	7.09	7.83	8.55
			$t_n = 18^\circ\text{C}$	4.53	5.00	5.46	5.89	6.31	7.10	7.85	8.56
			$t_n = 20^\circ\text{C}$	4.54	5.02	5.47	5.91	6.32	7.12	7.87	8.58
			$t_n = 22^\circ\text{C}$	4.55	5.03	5.48	5.92	6.34	7.14	7.89	8.60
400	0.354	风量 L_s (m^3/h)	1356	1583	1809	2035	2260	2713	3165	3617	
		最大射程 x (m)	$t_n = 16^\circ\text{C}$	5.25	5.80	6.33	6.83	7.32	8.24	9.11	9.93
			$t_n = 18^\circ\text{C}$	5.26	5.82	6.34	6.85	7.33	8.26	9.13	9.95
			$t_n = 20^\circ\text{C}$	5.27	5.83	6.36	6.86	7.35	8.27	9.15	9.98
			$t_n = 22^\circ\text{C}$	5.29	5.84	6.37	6.88	7.37	8.29	9.17	10.00
500	0.443	风量 L_s (m^3/h)	2119	2473	2826	3179	3533	4239	4946	5652	
		最大射程 x (m)	$t_n = 16^\circ\text{C}$	6.10	6.75	7.36	7.94	8.50	9.57	10.58	11.54
			$t_n = 18^\circ\text{C}$	6.12	6.76	7.37	7.96	8.52	9.60	10.61	11.57
			$t_n = 20^\circ\text{C}$	6.13	6.78	7.39	7.98	8.54	9.62	10.63	11.60
			$t_n = 22^\circ\text{C}$	6.14	6.79	7.41	8.00	8.56	9.64	10.65	11.62

说明:本性能表是按送风温差 $\Delta t_s = 10^\circ\text{C}$ 编制的。若送风温差不同时,表内查出的射程应乘以修正系数:

Δt_s	8	10	12	14
修正系数	1.07	1.0	0.94	0.89

2. 回风口的性能选用简表

- (1) FK-2、FK-20 单层百叶送风、回风口规格及性能参数 见表 4.1-29。
- (2) 篦孔、孔板、网板回风口规格和风量表 见表 4.1-30。
- (3) 篦孔、孔板、网板回风口全压损失表 见表 4.1-31。

表 4.1-29

FK-2, FK-20 单层百叶送风、回风口规格及性能参数

颈部风速 (m/s)	吹出角度	规格尺寸 (mm)				100×100		100×150		100×200 150×150		100×250		100×300 150×200		100×400 200×200	
		送风		回风		风量 (m ³ /h)	到达距离 (m)										
		全压损失 (×10kPa)	静压损失 (×10kPa)	全压损失 (×10kPa)	静压损失 (×10kPa)												
1	A	0.11	0.05	0.07	0.13	36	1.05	1.28	70	1.49	1.66	110	1.81	125	1.96		
	B	0.17	0.11		0.87		0.87	1.06		1.23	1.37		1.50		1.62		
	C	0.21	0.15		0.67		0.67	0.81		0.94	1.05		1.15		1.24		
	D	0.28	0.22		0.42		0.42	0.51		0.59	0.64		0.72		0.78		
2	A	0.44	0.20	0.29	0.54	72	1.77	2.17	140	2.51	2.79	220	3.06	250	3.31		
	B	0.67	0.43		1.47		1.47	1.79		2.08	2.30		2.54		2.74		
	C	0.85	0.61		1.20		1.20	1.46		1.70	1.89		2.07		2.24		
	D	1.11	0.87		0.72		0.72	0.88		1.02	1.14		1.25		1.35		
3	A	0.99	0.44	0.67	1.22	108	2.34	2.86	210	3.31	3.68	330	4.04	375	4.37		
	B	1.52	0.97		1.86		1.86	2.28		2.64	2.94		3.22		3.48		
	C	1.9	1.35		1.60		1.60	1.96		2.27	2.53		2.77		3.00		
	D	2.49	1.94		0.98		0.98	1.20		1.39	1.55		1.70		1.84		
4	A	1.76	0.78	1.18	2.16	144	2.69	3.28	280	3.81	4.26	440	4.64	500	5.02		
	B	2.70	1.72		2.20		2.20	2.69		3.12	3.47		3.80		4.11		
	C	3.38	2.40		1.83		1.83	2.24		2.59	2.88		3.16		3.42		
	D	4.43	3.45		1.18		1.18	1.44		1.66	1.85		2.03		2.19		
5	A	2.75	1.22	1.85	3.38	180	2.94	3.59	350	4.16	4.63	550	5.07	625	5.49		
	B	4.21	2.68		2.54		2.54	3.11		3.60	4.01		4.39		4.75		
	C	5.28	3.75		2.03		2.03	2.48		2.88	3.20		3.51		3.80		
	D	6.92	5.39		1.33		1.33	1.63		1.89	2.10		2.30		2.49		

续表

须部 风速 (m/s)	吹出 角度	送风		回风		规格尺寸 (mm)	100×350		100×450		100×500		100×600		100×700		100×800		
		全压损失 (×10kPa)	静压损失 (×10kPa)	全压损失 (×10kPa)	静压损失 (×10kPa)		风量 (m ³ /h)	到达 距离 (m)	风量 (m ³ /h)										
1	A	0.11	0.05	0.07	0.13	100×350 150×250	145	2.10	160	2.22	190	2.41	215	2.57	270	2.83	290	3.01	
	B	0.17	0.11		1.74		184	1.84		1.99		2.13				2.34		2.49	
	C	0.21	0.15		1.33		141	1.41		1.53		1.63				1.79		1.91	
	D	0.28	0.22		0.84		84	0.84		0.96		1.02				1.12		1.20	
2	A	0.44	0.20	0.29	0.54	100×450 150×300	290	3.55	380	3.75	380	4.07	430	4.33	540	4.47	580	5.09	
	B	0.67	0.43		2.94		311	3.11		3.37		3.59			3.95		4.21		
	C	0.85	0.61		2.40		253	2.53		2.75		2.93			3.22		3.43		
	D	1.11	0.87		1.45		153	1.53		1.66		1.77			1.95		2.07		
3	A	0.99	0.44	0.67	1.22	100×500 150×350	435	4.58	480	4.95	570	5.36	645	5.71	810	6.29	870	6.71	
	B	1.52	0.97		3.73		394	3.94		4.27		4.55			5.02		5.35		
	C	1.9	1.35		3.21		339	3.39		3.68		3.92			4.32		4.60		
	D	2.49	1.94		1.97		208	2.08		2.25		2.40			2.64		2.82		
4	A	1.76	0.78	1.18	2.16	100×600 150×400	580	5.38	640	5.69	760	6.16	860	6.57	1080	7.24	1160	7.71	
	B	2.70	1.72		4.41		466	4.66		5.05		5.38			5.93		6.32		
	C	3.38	2.40		3.66		420	4.20		4.47		4.77			4.92		5.25		
	D	4.43	3.45		2.35		249	2.49		2.69		2.87			3.16		3.37		
5	A	2.75	1.22	1.85	3.38	100×700 150×500	725	5.88	800	6.21	950	6.73	1075	7.18	1350	7.90	1450	8.42	
	B	4.21	2.68		5.09		538	5.38		5.83		6.21			6.84		7.29		
	C	5.28	3.75		4.07		430	4.30		4.66		4.97			5.47		5.83		
	D	6.92	5.39		2.67		282	2.82		3.06		3.26			3.29		3.82		

续表

风道 风速 (m/s)	吹出 角度	送风		回风		风量		到达距离		风量		到达距离		风量		到达距离	
		全压损失 ($\times 10\text{kPa}$)	静压损失 ($\times 10\text{kPa}$)	全压损失 ($\times 10\text{kPa}$)	静压损失 ($\times 10\text{kPa}$)	风量 (m^3/h)	到达 距离 (m)										
1	A	0.11	0.05	0.07	0.13	325	3.15	360	3.40	430	480	3.86	540	4.06	600	4.26	
	B	0.17	0.11		2.61		2.82		3.01		3.20		3.36		3.53		
	C	0.21	0.15		2.00		2.16		2.31		2.45		2.58		2.70		
	D	0.28	0.22		1.25		1.35		1.45		1.54		1.62		1.69		
2	A	0.44	0.20	0.29	0.54	650	5.32	1080	5.75	860	960	6.52	1080	6.86	1200	7.19	
	B	0.67	0.43		4.41		4.76		5.08		5.40		5.68		5.95		
	C	0.85	0.61		3.59		3.88		4.14		4.40		4.63		4.85		
	D	1.11	0.87		2.17		2.43		2.50		2.66		2.80		2.93		
3	A	0.99	0.44	0.67	1.22	975	7.02	1080	7.58	1290	1440	8.59	1620	9.05	1800	9.48	
	B	1.52	0.97		5.59		6.04		6.45		6.85		7.21		7.56		
	C	1.90	1.35		4.81		5.20		5.85		5.89		6.21		6.50		
	D	2.49	1.94		2.95		3.18		3.40		3.61		3.80		3.97		
4	A	1.76	0.78	1.18	2.16	1300	8.07	1440	8.71	1720	1920	9.88	2160	10.40	2400	10.90	
	B	2.70	1.72		6.61		7.14		7.52		8.09		8.52		8.93		
	C	3.38	2.40		5.49		5.93		6.33		6.72		7.08		7.42		
	D	4.43	3.45		3.53		3.81		4.07		4.32		4.54		4.76		
5	A	2.75	1.22	1.85	3.38	1625	8.81	1800	9.52	2150	2400	10.79	2700	11.36	3000	11.91	
	B	4.21	2.68		7.63		8.24		8.80		9.34		9.83		10.31		
	C	5.28	3.75		6.10		6.59		7.07		7.47		7.87		8.24		
	D	6.92	5.39		4.00		4.32		4.61		4.9		5.16		5.40		

圆孔、孔板和网板回风口规格和风量表

表 4.1-30

风口规格 (mm)	200×200	250×200	250×250	400×200	500×200 400×250	500×250 630×200
连接风管速度 (m/s)	风 量 (m ³ /h)					
1.0	144	180	225	288	360	450
1.5	216	270	338	432	540	675
2.0	288	360	450	576	720	900
2.5	360	450	563	720	900	1125
3.0	432	540	675	864	1080	1350
3.5	504	630	788	1008	1260	1575
4.0	576	720	900	1152	1440	1800
4.5	648	810	1013	1296	1620	2025
5.0	720	900	1125	1440	1800	2250
风口规格 (mm)	630×250 400×400 800×200	500×400 800×250 1000×200	500×500 1000×250 630×400	1250×250 630×500 800×400	630×630 800×500 1000×400 1600×250	1000×500 1250×400
连接风管速度 (m/s)	风 量 (m ³ /h)					
1.0	568	720	900	1135	1440	1800
1.5	850	1080	1350	1700	2160	2700
2.0	1135	1440	1800	2270	2880	3600
2.5	1420	1800	2250	2835	3600	4500
3.0	1700	2160	2700	3400	4320	5400
3.5	1985	2520	3150	3970	5040	6300
4.0	2270	2880	3600	4540	5760	7200
4.5	2550	3240	4050	5105	6480	8100
5.0	2835	3600	4500	5670	7200	9000

圆孔、孔板、网板回风口全压损失表

表 4.1-31

风口名称	圆孔回风口		孔板回风口		网板回风口	
	多叶阀全开	不装多叶阀	多叶阀全开	不装多叶阀	多叶阀全开	不装多叶阀
局部阻力 系数	8.41	8.20	10.84	10.61	4.31	3.96
连接风管速度 (m/s)	全 压 损 失 (Pa)					
1.0	5.06	4.94	6.53	6.39	2.59	2.38
1.5	11.39	11.11	14.68	14.37	5.84	5.36
2.0	20.25	19.75	26.10	25.55	10.38	9.54
2.5	31.64	30.85	40.79	39.92	16.22	14.90
3.0	45.57	44.43	58.73	57.48	23.35	21.46

续表

风口名称	篦孔回风口		孔板回风口		网板回风口	
	多叶阀全开	不装多叶阀	多叶阀全开	不装多叶阀	多叶阀全开	不装多叶阀
局部阻力系数	8.41	8.20	10.84	10.61	4.31	3.96
连接风管速度 (m/s)	全压损失 (Pa)					
3.5	62.02	60.47	79.94	78.24	31.78	29.20
4.0	81.01	78.98	104.41	102.20	41.51	38.14
4.5	102.52	99.96	132.15	129.34	52.54	48.27
5.0	126.57	123.41	163.14	159.68	64.87	59.60

4.1.5 通风管道附件

风管附件主要有各种调节活门、闸板、异流叶片和防雨格栅等。

1. 调节活门

调节活门又称调节风扇。它置于风管内，作用是切断或调节风量。

常用的调节活门见图 4.1-11。

图中 a) 为单叶活门，又称蝶阀，多用在小风管上。对于大风管，因为叶片大，开关困难，故采用缩短叶片尺寸的多叶活门，可用在风口或风管中。它有两种型式：平行翼型图 4.1-11b 的右图；对开翼型图 4.1-11b 的左图。从调节风量性能看，对开翼型多叶活门较好。

图 4.1-11c 的拉杆活门多装在风管的分支点上，用于调节分支风管的流量。

漏风量：制作精细的多叶活门，漏风量约为总风量的 1%~5%；制作较差者，漏风量可达 10%~20%，不利于节约能量。

2. 风闸板

风管系统中常设置闸板见图 4.1-12，其作用是切断风源。切断时的严密性优于活门。

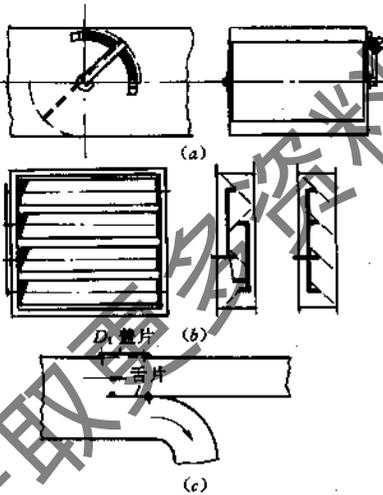


图 4.1-11 各种调节活门

(a) 单叶活门；(b) 多叶活门；(c) 拉杆活门

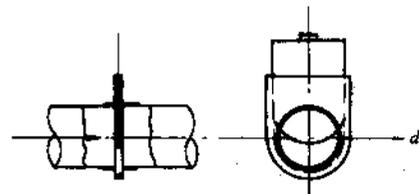


图 4.1-12 风闸板

3. 导流叶片

当风管曲率半径小于矩形风管长边的 1.5 倍时，在风管的弯管部分应安装导流叶片。其作用是将弯管的气流细分，以减少涡流产生，从而降低弯管的局部阻力。考虑到气流转弯时离心力的作用，导流叶片的间隔应内密外疏。

图 4.1-13 示出各种情况下的导流叶片。

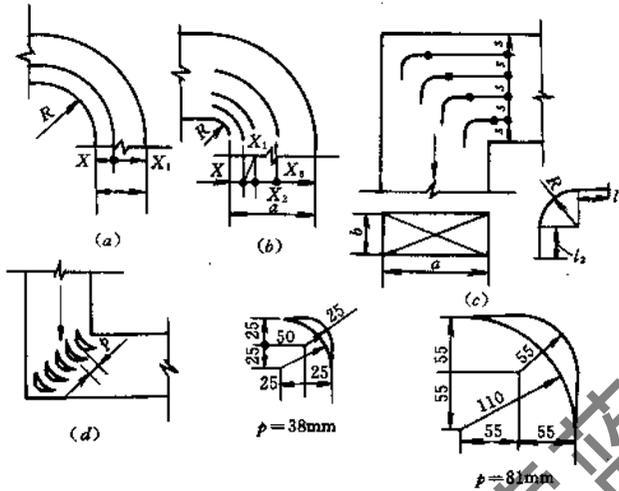


图 4.1-13 各种不同情况下的导流叶片

图中 (a)、(b) 两种情况的导流叶片数目和间隔见表 4.1-33。

导流叶片的数目和间隔 表 4.1-32

R/a	叶片数	X	X_1	X_2	X_3
0.35~0.70	1	0.35a	0.65a		
0.14~0.30	2	0.2a	0.3a	0.5a	
0.067~0.14	3	0.1a	0.15a	0.25a	0.5a

图 4.1-13 中 (3) 所示的直角弯管, 设 s 为导流叶片之间的间距, 则叶片的尺寸分别为

$$R = 1.4s, l_1 = 0.7s, l_2 = 1.0s$$

图 4.1-13 中 (4) 为在直角弯管中采用的一种有一定厚度的导流叶片。设该导流叶片的间距为 p , 则当 $p=38\text{mm}$ 、 $p=81\text{mm}$ 时, 厚导流叶片的尺寸形状如图 4.1-13 所示。



图 4.1-14 防雨格栅

4. 防雨格栅

其外形如图 4.1-14 所示。

防雨格栅一般用于进、出风口上, 作用是防止雨雪侵入。

4.1.6 通风管道系统的设计方法

本节仅做简要介绍。

1. 一般设计方法

风管的水力计算方法较多, 主要有静压复得法 (用于高速送风系统)、流速控制法和压损平均法 (用于低速送风系统)。

(1) 流速控制法

流速控制法 (又称为假定速度法) 的特点是: 以风管内的风速作为控制指标, 即根据噪声、风管强度以及运行费用来选定风管的流速, 再根据风管的风量来确定风管的截面尺寸和阻力损失。

风管的沿程阻力与风速关系很大, 表 4.1-33 给出一般建筑中常用的风道的风速。

风管和设备内的风速

表 4.1-33

位 置	推 荐 值 (m/s)			最 大 值 (m/s)		
	住 宅	公共建筑	工 厂	住 宅	公共建筑	工 厂
风机吸入口	3.5	4.0	5.0	4.5	5.0	7.0
风机出口	5~8	6.5~10	8~12	8.5	7.5~11	8.5~14
干 管	3.5~4.5	5~6.5	6~9	4~6	5.5~8	6.5~11
支 管	3	3~4.5	4~5	3.5~5	4~6.5	5~9
支管上接出的风管	2.5	3~3.5	4	3.25~4	4~6	5~8

表 4.1-34 给出高速风管中的容许风速。

高速风管中的容许风速

表 4.1-34

风量 (m ³ /h)	最大容许风速 (m/s)	风量 (m ³ /h)	最大容许风速 (m/s)
5000~10000	12.5	25000~40000	22.5
10000~17000	17.5	40000~70000	25.0
17000~25000	20.0	70000~100000	30.0

表 4.1-36 给出中央空调工程中常用风速。

中央空调工程中常用风速

表 4.1-35

(2) 压损平均法

风管类别	风 速 (m/s)		风机附近的 极限流速
	自然通风	机械通风	
吸入空气的百叶窗	0~1.0	2~4	10~12
吸风管	1~2	2~6	
支管和垂直风管	0.5~1.5	2~5	
水平总风管	0.5~1.0	5~8	
接近地面的进风口	0.2~0.5	0.2~0.5	
接近顶棚的进风口	0.5~1.0	1~2	
接近顶棚的排风口	0.5~1.0	1~2	
排风塔	1~1.5	3~6	

压损平均法 (又称为等压损法或当量阻力法) 的特点是: 在已知通风机总作用压头的情况下, 将总作用压头值按风管的长度平均分配给风管的各部分; 再根据各部分的风量和分配到的作用压头, 计算风管的截面尺寸。

它主要适用于通风机压头已定, 以及进行支管压损平衡的情况。

(3) 静压复得法

当风管截面发生变化或风量发生变化时, 会引起动压和静压之间的相互转化。故静压复得法是利用风管分支处复得的静压来克服该管段的阻力, 并以此来计算风管的截面尺寸。如图 4.1-15 所示。

采用静压复得法对高速风管进行计算时, 常利用如下经验公式:

$$0.8 \left(\frac{\rho v_1^2}{2} - \frac{\rho v_2^2}{2} \right) = 0.18 K v_2^{2.45} \quad (4.1-18)$$

$$\text{及 } K = \frac{l + l_d}{V_2^{0.62}} \quad (4.1-19)$$

式中 v_1 ——截面 1 处的风速, m/s;
 v_2 ——截面 2 处的风速, m/s;
 V_2 ——截面 2 处的风量, m³/h;

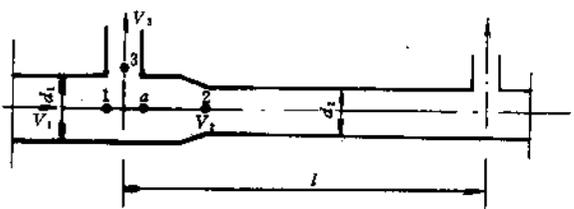


图 4.1-15 风管分支处的静压复得

l ——管段的管长, m;

l_d ——当量长度, m。

当量长度的定义: 管件的局部阻力等于该当量长度下的沿程摩擦阻力。即

$$l_d = \frac{\zeta}{\lambda/d} \quad (4.1-20)$$

式中 l_d ——管件的当量长度, m;

ζ ——管件的局部阻力系数;

λ ——摩擦系数;

d ——管径, m。

2. 估算法

(1) 对一般通风系统, 风管的阻力损失值 ΔP (Pa) 按下式估算

$$\Delta P = P_m \cdot l(1 + K) \quad (4.1-21)$$

式中 P_m ——单位长度风管的摩擦阻力损失, Pa/m;

l ——到最远送风口的送风管总长度加上到最远回风口的回风口总长度, m;

K ——局部阻力损失与摩擦阻力损失的比值。

弯头三通少时, 取 $K=1.0$

~2.0;

弯头三通多的场合, 可取到

$K=3.0 \sim 5.0$ 。

(2) 对于空调系统

要考虑到空气通过过滤器、喷水室(或表冷器)、加热器等空调设备的阻力损失之和。表 4.1-36 给出推荐的风机静压值。

推荐的送风机的静压值 表 4.1-36

种 类		风机静压值 (Pa)
通风设备	小型系统	100~250
	一般	300~400
空调装置	小型 (空调面积 300m ² 以内)	400~500
	中型 (空调面积 2000m ² 以内)	600~750
	大型 (空调面积大于 2000m ²)	650~1100
	高速系统 (中型)	1000~1500
	高速系统 (大型)	1500~2500

4.2 水管系统及其设备

中央空调工程中的水系统包括冷水系统和冷却水系统, 均来自冷(热)源设备, 通过水泵增压后, 向各种空气处理设备和空调末端装置输送冷、热水, 再通过水冷式(或风冷式)散热(或吸热)设备, 组成水管系统的循环回路。

一般, 在中央空调工程中对其水管系统的原则要求是:

1) 具有足够的冷(热)负荷交换能力和输送能力, 以满足空调系统对冷(热)负荷的要求。

2) 具有良好的水力工况稳定性。

3) 水量调节灵活, 能适应空调工况变化的调节要求。

4) 投资省、能耗低、运行经济, 并便于操作和维护管理。

4.2.1 水管系统的类型和使用特点

常用的水管系统的类型和使用特点见表 4.2-1。

常用的水管系统的类型和使用特点

表 4.2-1

系统类型	图 示	系 统 特 征	使 用 特 点
开式	<p>图 4.2-1 开式水管系统示意 (a) 带冷却塔; (b) 带水池 1—水泵; 2—冷凝器; 3—冷却塔; 4—空调设备或机组; 5—水池</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 管路系统与大气相通 2) 带冷却塔、敞开式水箱或水池 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 与蓄热水池连接比较简单 2) 循环水中含氧量高, 易腐蚀管路及设备 3) 水泵压头除克服管网阻力外, 还需把水提升到某一高度 (如图 4.2-1 中的乙), 故水泵耗能较大 4) 灰尘、细菌、可溶性气体溶于水, 形成生物污泥, 造成管道堵塞或产生水击现象 5) 中央空调工程的冷水系统已几乎不采用开式水管系统
闭式	<p>图 4.2-2 闭式水管系统示意 1—水泵; 2—蒸发器; 3—空调设备或机组; 4—膨胀水箱</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 管路系统与大气隔绝 2) 系统最高处设用膨胀水箱 (位建筑屋顶) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 管道与设备内腐蚀机会少 2) 水泵耗能较少 3) 系统的设施较简单 4) 与蓄热水池连接比较复杂
同程式	<p>图 4.2-3 同程式回水系统</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 供、回水管上的水流方向相同 2) 经过每一并联环路的管长基本相等 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 水量分配均衡, 调节方便 2) 系统水力稳定性好 3) 需设回程管, 管道长度增加, 水阻耗能增加 4) 初投资稍高
异程式	<p>图 4.2-4 异程式回水系统</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 供、回水管上的水流方向相反 2) 经过每一并联环路的管长不相等 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 水量分配、调节较困难 2) 水力平衡较麻烦 3) 解决办法: 在各并联支管上安装流量调节装置

系统类型	图 示	系统特征	使用特点
单式泵	<p>图 4.2-5 单式水泵供水系统示意 1—热源设备；2—冷源设备；3—旁通调节阀；4—空调设备或盘管机组；5—水泵</p>	<p>冷(热)源侧与负荷侧合用一组循环水泵</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 系统简单, 初投资省 2) 不能调节水泵流量 3) 难以节约输送能耗 4) 多用小型建筑物的空调, 不能适应供水半径相差、悬殊的大型建筑物空调系统 5) 供、回水干管间应设旁通(阀)回路
复式泵	<p>图 4.2-6 复式水泵供水系统示意 1—冷源设备；2—旁通调节阀；3—二次泵；4—空调设备或风机盘管机组；5—一次泵</p>	<p>冷(热)源侧与负荷侧分别配备循环水泵</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 可实现水泵变流量(冷、热源侧设置定流量, 负荷侧设置二次水泵, 可调节流量), 节约输送能耗 2) 能适应空调分区负荷变化 3) 系统总压力低
三管制	<p>图 4.2-7 三管制水系统示意 1—冷源设备；2—冷水泵；3—热源设备；4—热水泵；5—三通换向阀；6—空调设备或风机盘管机组；7—膨胀水箱</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 分别设置供冷管路、供热管路、换热设备管路三管供水管 2) 冷水与热水回水管共用 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 能满足同时供冷与供热要求 2) 管路系统较四管制简单 3) 存在冷、热回水混合损失 4) 投资高于两管制 5) 管路布置较复杂

续表

系统类型	图 示	系 统 特 征	使 用 特 点
定流量	供、回水系统可采用上述任一种类型	1) 系统中循环水量保持定值 2) 改变供、回水温度来适应负荷变化	1) 系统操作方便 2) 不需要复杂的自控设备 3) 配管设计时,不能考虑同时使用系数 4) 输送能耗始终处于设计的最大值
变流量		1) 系统中供、回水温度保持定值 2) 改变供水量来适应负荷变化	1) 输送能耗随负荷减少而降低 2) 配管设计时,可以考虑同时使用系数,管径相应减小 3) 水泵容量、电耗相应减少 4) 系统较复杂 5) 必须配备自控设备

4.2.2 水管系统的主要设备和附件的选用特点

水管系统的主要设备,这里归纳为水泵、集水器和分水器、膨胀水箱、除污器和水过滤器、冷却塔、水管和阀门等,下面予以简要介绍。

1. 水泵

水泵是中央空调及采暖系统的主要动力设备之一。常用的水泵有单级单吸清水离心水泵和管道泵两种。当流量较大时,也采用单级双吸离心水泵;当高扬程、小流量时(如锅炉给水泵),常采用多级离心水泵。

(1) IS 型单级单吸清水离心水泵

IS 型单级单吸清水离心泵,是根据国际标准 ISO2825 所规定的性能和尺寸设计的,本系列共 29 个品种,其性能参数与 BA 型或 B 型老产品可比的有 14 种,其效率平均提高 3.67%。

1) 适用范围

IS 型单级单吸清水离心泵适用于输送清水或物理、化学性质类似于清水的其他液体,其介质

温度范围:不高于 80℃;

流量范围:6.3~400m³/h;

扬程范围:0.049~1.225MPa。

2) 型号含义

例:IS80-65-160

IS——国际标准单级单吸清水离心泵;

80——泵入口直径,mm;

65——泵出口直径,mm;

160——泵叶轮名义直径,mm。

3) 结构组成

IS型单级单吸清水离心泵由蜗壳、叶轮、主轴、轴承、填料函、联轴器部件组成,如图4.2-8所示。

水泵常用电动机驱动,为调节水泵转速,常用的方法有机械或水力调速和电气调速。

机械调速:常采用液力耦合调速器,可以实现无级调速及自动控制方式,其使用寿命长,传动效率较高,维修简便。

电气调速:最理想的是变频调速系统,其自动控制方式造价低,运行可靠性高,调速性能良好。

以上两种调速方式在我国离心泵产品上已获得了广泛的应用。

4) 性能及性能曲线

水泵的性能参数主要有流量(Q)、扬程(H)、轴功率(N_z)、效率(η)及转速(n)等。水泵的轴功率 N_z 为

$$N_z = Q \cdot H / \eta \quad (\text{kW}) \quad (4.2-1)$$

式中 Q ——水泵流量, m^3/s ;

H ——水泵的扬程, kPa ;

η ——水泵在工作点的总效率,对小型泵 $\eta_{\max} = 0.4 \sim 0.6$, 中型泵 $\eta_{\max} = 0.6 \sim 0.75$, 大型泵 $\eta_{\max} = 0.75 \sim 0.85$ 。

水泵所需的电动机额定功率 N 为

$$N = K_A \cdot N_z \quad (\text{kW}) \quad (4.2-2)$$

式中 N_z ——水泵的轴功率, kW ;

K_A ——电机容量安全系数,其值见表4.2-2。

电机容量安全系数

表 4.2-2

水泵轴功率 (kW)	<1.0	1~2	2~5	5~10	10~25	25~60	60~100	>100
K_A	1.7	1.7~1.5	1.5~1.3	1.3~1.25	1.25~1.15	1.15~1.10	1.10~1.08	1.08~1.05

在空调运行中,水泵的功耗约占电动式制冷机的功耗的三分之一,必须重视非峰值空调负荷时水泵的运行工作点,使水泵尽量处于最高效率范围内工作。

IS型单级单吸清水离心泵的性能参数列于表4.2-3中。

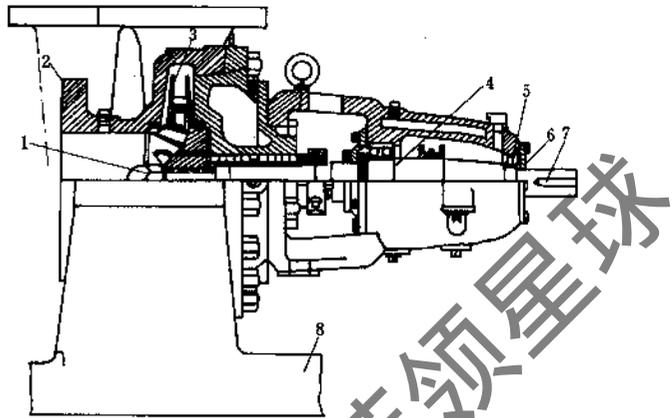


图 4.2-8 IS型离心泵结构

1—叶轮螺母; 2—泵壳; 3—叶轮; 4—轴;
5—轴承; 6—轴承端盖; 7—联轴键; 8—底座

IS 型單級單吸清水離心泵性能參數

表 4.2-3

型 号	轉速 n (r/min)	流 量 Q		揚程 H (MPa)	效率 η (%)	功 率 (kW)		必須汽蝕 余量 (NPSH) r (m)	泵重量 (kg)
		(m ³ /h)	(L/s)			軸功率	電機 功率		
IS50-32-125	2900	7.5	2.08	0.216	47	0.96		2.0	44.5
		12.5	3.47	0.196	60	1.13	2.2	2.0	
		15	4.17	0.18	60	1.26		2.5	
	1450	3.75	1.04	0.053	43	0.13		2.0	
		6.3	1.74	0.098	54	0.16	0.55	2.0	
		7.5	2.08	0.045	55	0.17		2.5	
IS50-32-160	2900	7.5	2.08	0.336	44	1.59		2.0	46
		12.5	3.47	0.314	54	2.02		2.0	
		15	4.17	0.29	56	2.16		2.5	
	1450	3.75	1.04	0.083	35	0.25		2.0	
		6.3	1.74	0.078	48	0.29	0.55	2.0	
		7.5	2.8	0.074	49	0.31		2.5	
IS50-32-200	2900	7.5	2.08	0.515	38	2.82		2.0	39.5
		12.5	3.47	0.49	48	3.54	5.5	2.0	
		15	4.17	0.47	51	3.95		2.5	
	1450	3.75	1.04	0.128	33	0.41		2.0	
		6.3	1.74	0.123	42	0.51	0.75	2.0	
		7.5	2.08	0.118	44	0.56		2.5	
IS50-32-250	2900	7.5	2.08	0.804	28.5	5.87		2.0	
		12.5	3.47	0.784	38	7.16	11	2.0	
		15	4.17	0.77	41	7.83		2.5	
	1450	3.75	1.04	0.20	23	0.91		2.0	
		6.3	1.74	0.196	32	1.07	1.5	2.0	
		7.5	2.08	0.191	35	1.14		2.5	
IS65-50-125	2900	15	4.17	0.214	58	1.54		2.0	
		25	6.94	0.196	69	1.97	3	2.5	
		30	8.33	0.181	68	2.22		3.0	
	1450	7.5	2.08	0.052	53	0.21		2.0	
		12.5	3.47	0.049	64	0.27	0.55	2.0	
		15	4.17	0.046	65	0.30		2.5	

续表

型 号	转速 n (r/min)	流 量 Q		扬程 H (MPa)	效率 η (%)	功 率 (kW)		必须汽蚀 余量 (NPSH) r (m)	泵重量 (kg)
		(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	电机 功率		
IS65-50-160	2900	15	4.17	0.343	54	2.65	5.5	2.0	37
		25	6.94	0.314	65	3.35		2.0	
		30	8.33	0.294	66	3.71		2.5	
	1450	7.5	2.08	0.086	50	0.36	0.75	2.0	
		12.5	3.47	0.078	60	0.45		2.0	
		15	4.17	0.071	60	0.49		2.5	
IS65-40-200	2900	15	4.17	0.529	49	4.42	7.5	2.0	48
		25	6.94	0.49	60	5.67		2.0	
		30	8.33	0.461	61	6.29		2.5	
	1450	7.5	2.08	0.129	43	0.63	1.1	2.0	
		12.5	3.47	0.123	55	0.77		2.0	
		15	4.17	0.145	57	0.85		2.5	
IS65-40-250	2900	15	4.17	0.803	37	9.05	15	2.0	
		25	6.91	0.784	50	10.39		2.0	
		30	8.33	0.764	53	12.02		2.5	
	1450	7.5	2.08	0.206	35	1.23	2.2	2.0	
		12.5	3.47	0.196	46	1.48		2.0	
		15	4.17	0.190	48	1.65		2.5	
IS65-40-315	2900	15	4.17	1.245	28	18.5	30	2.5	
		25	6.94	1.225	40	21.3		2.5	
		30	8.33	1.205	44	22.8		3.0	
	1450	7.5	2.08	0.317	25	2.63	4	2.5	
		12.5	3.47	0.314	37	2.94		2.5	
		15	4.17	0.311	41	3.16		3.0	
IS80-65-125	2900	30	8.33	0.221	64	2.87	5.5	3.0	
		50	13.9	0.196	75	3.63		3.0	
		60	16.7	0.176	74	3.98		3.5	
	1450	15	4.17	0.035	55	0.42	0.75	2.5	
		25	6.94	0.049	71	0.48		2.5	
		30	8.33	0.044	72	0.51		3.0	
IS80-65-160	2900	30	8.33	0.353	61	4.82	7.5	2.5	41
		50	13.9	0.314	73	5.97		2.5	
		60	16.7	0.284	72	6.59		3.0	
	1450	15	4.17	0.088	55	0.67	1.5	2.5	
		25	6.94	0.078	69	0.79		2.5	
		30	8.33	0.071	68	0.86		3.0	

续表

型 号	转速 n (r/min)	流 量 Q		扬程 H (MPa)	效率 η (%)	功率 (kW)		必须汽蚀 余量 (NPSH) r (m)	泵重量 (kg)
		(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	电机 功率		
IS80-50-200	2900	30	8.33	0.519	55	7.87		2.5	51
		50	13.9	0.49	69	9.87	15	2.5	
		60	16.7	0.461	71	10.8		3.0	
	1450	15	4.17	0.129	51	1.06		2.5	
		25	6.94	0.123	65	1.31	2.2	2.5	
		30	8.33	0.116	67	1.44		3.0	
IS80-50-250	2900	30	8.33	0.823	52	13.2		2.5	87
		50	13.9	0.784	63	17.3	22	2.5	
		60	16.7	0.375	64	19.2		3.0	
	1450	15	4.17	0.206	49	1.75		2.5	
		25	6.94	0.196	60	2.27	3	2.5	
		30	8.33	0.184	61	2.62		3.0	
IS80-50-315	2900	30	8.33	1.254	41	25.5		2.5	
		50	13.9	1.225	54	31.5	37	2.5	
		60	16.7	1.205	57	35.3		3.0	
	1450	15	4.17	0.319	39	3.4		2.5	
		25	6.94	0.314	52	4.19	5.5	2.5	
		30	8.33	0.309	56	4.6		3.0	
IS100-80-125	2900	60	16.7	0.235	67	5.86		4.0	50
		100	27.8	0.196	78	7.00	11	4.5	
		120	33.3	0.162	74	7.28		5.0	
	1450	30	8.33	0.059	64	0.77		2.5	
		50	13.9	0.049	75	0.91	1.5	2.5	
		60	16.7	0.039	71	0.92		3.0	
IS100-80-160	2900	60	16.7	0.353	70	8.42		3.5	82.5
		100	27.8	0.314	78	11.2	15	4.0	
		120	33.3	0.274	75	12.2		5.0	
	1450	30	8.33	0.090	67	1.12		2.0	
		50	13.9	0.078	75	1.45	2.2	2.5	
		60	16.7	0.067	71	1.57		3.5	
IS100-65-200	2900	60	16.7	0.529	65	13.6		3.0	83
		100	27.8	0.49	76	17.9	22	3.6	
		120	33.3	0.461	77	19.9		4.8	
	1450	30	8.33	0.132	60	1.84		2.0	
		50	13.9	0.123	73	2.33	4	2.0	
		60	16.7	0.116	74	2.61		2.5	

续表

型 号	转速 n (r/min)	流 量 Q		扬程 H (MPa)	效率 η (%)	功 率 (kW)		必须汽蚀 余量 (NPSH) r (m)	泵重量 (kg)
		(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	电机 功率		
IS100-65-250	2900	60	16.7	0.853	61	23.4		3.5	108
		100	27.8	0.784	72	30.3	37	3.8	
		120	33.3	0.727	73	33.3		4.8	
	1450	30	8.33	0.209	55	3.16		2.0	
		50	13.9	0.196	68	4.00	5.5	2.0	
		60	16.7	0.186	70	4.44		2.5	
IS100-65-315	2900	60	16.7	0.130	55	39.6		3.0	96
		100	27.8	0.123	66	51.6	75	3.6	
		120	33.3	0.116	67	57.5		4.2	
	1450	30	8.33	0.333	51	5.44		2.0	
		50	13.9	0.314	63	6.92	11	2.0	
		60	16.7	0.294	64	7.67		2.5	
IS125-100-200	2900	120	33.3	0.564	67	28.0		4.5	96
		200	55.5	0.490	81	33.6	45	4.5	
		240	66.7	0.436	80	36.4		5.0	
	1450	60	16.7	0.142	62	3.83		2.5	
		100	27.8	0.123	76	4.48	7.5	2.5	
		120	33.3	0.108	75	4.79		3.0	
IS125-100-250	2900	120	33.3	0.853	66	43.0		3.8	96
		200	55.6	0.784	78	55.9	75	4.2	
		240	66.7	0.706	75	62.8		5.0	
	1450	60	16.7	0.211	63	5.59		2.5	
		100	27.8	0.196	76	7.17	11	2.5	
		120	33.3	0.181	77	7.84		3.0	
IS125-100-315	2900	120	33.3	1.299	60	72.1		4.0	96
		200	55.6	1.225	75	90.8	110	4.5	
		240	66.7	1.176	77	101.9		5.0	
	1450	60	16.7	0.328	58	9.4		2.5	
		100	27.8	0.314	73	11.9	15	2.5	
		120	33.3	0.299	74	13.5		3.0	
IS125-100-400	1450	60	16.7	0.510	53	16.1		2.5	96
		100	27.8	0.490	65	21.0	30	2.5	
		120	33.3	0.475	67	23.6		3.0	

续表

型 号	转速 n (r/min)	流 量 Q		扬程 H (MPa)	效率 η (%)	功率 (kW)		必须汽蚀 余量 (NPSH) r (m)	泵重量 (kg)
		(m ³ /h)	(L/s)			轴功率	电机 功率		
IS150-125-250	1450	120	33.3	0.221	71	10.4	18.5	3.0	
		200	55.6	0.196	81	13.5		3.0	
		240	66.7	0.172	78	14.7		3.5	
IS150-125-315	1450	120	33.3	0.333	70	15.86	30	2.5	
		200	55.6	0.314	79	22.08		2.5	
		240	66.7	0.284	80	23.71		3.0	
IS150-125-400	1450	120	33.3	0.519	62	27.9	45	2.0	
		200	55.6	0.490	75	36.3		2.8	
		240	66.7	0.451	74	40.6		3.5	

对每一种型号的水泵，制造厂家均要根据实验结果，提供三条基本性能曲线：

流量-扬程 ($Q-H$) 曲线；

流量-功率 ($Q-N$) 曲线；

流量-效率 ($Q-\eta$) 曲线。

如图 4.2-9 所示，它反映着一定转速下， Q 、 H 、 N 及 η 之间的变化关系。

其中最主要的是流量-扬程 ($Q-H$) 曲线，而 $Q-H$ 曲线随水泵压头 (扬程) 和比转数 (n_s) 不同，有三种类型如图 4.2-10：平坦型、陡降型和驼峰型。在使用时，应注意流量变化时，避开压头出现忽大忽小的不稳定状况 (驼峰型)。

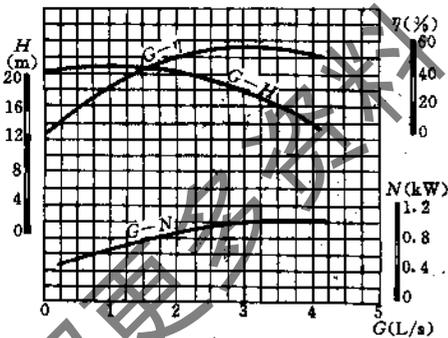


图 4.2-9 单级单吸离心泵性能曲线

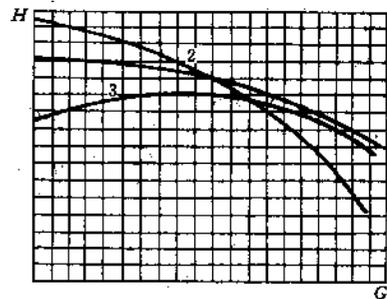


图 4.2-10 三种不同的 $Q-H$ 曲线

1—平坦型；2—陡降型；3—驼峰型

IS 型单级单吸清水离心泵系列的性能曲线如图 4.2-11 所示。

单级单吸离心水泵的比转数 n_s 定义为

$$n_s = 20.24n \frac{Q^{0.15}}{H^{0.75}} \quad (4.2-3)$$

式中 Q ——水泵流量，m³/s，水泵型式为双吸时，以 $Q/2$ 计；

H ——水泵扬程，kPa，对于多级泵，以 H/i 代入， i 为级数；

n ——水泵转速，r/min。

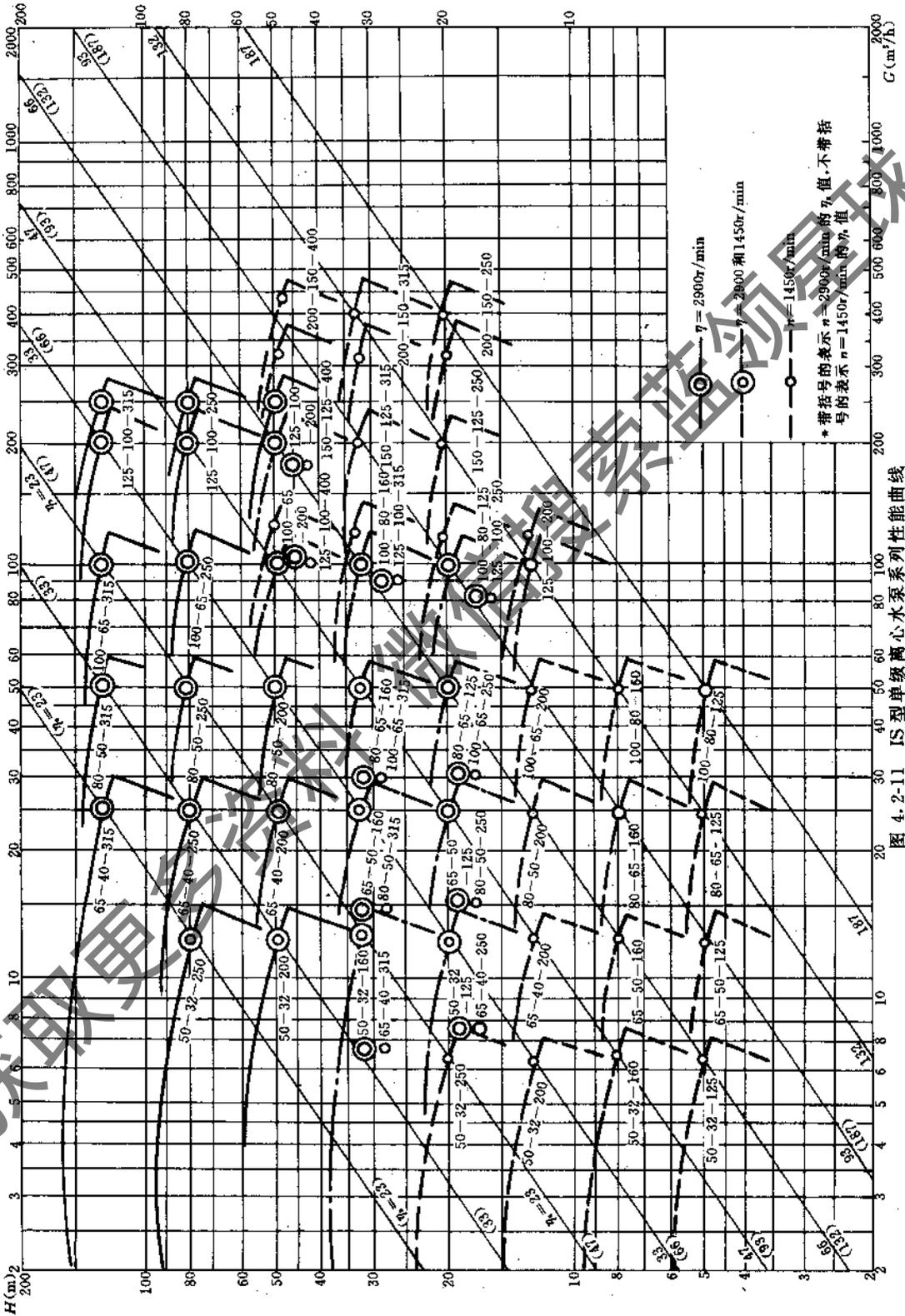


图 4.2-11 IS 型单级离心水泵系列性能曲线

注： n_s 以 m 制单位表示时，

$$n_s = 3.65n \frac{Q^{0.5}}{H^{0.75}} \quad (4.2-4)$$

式中 H ——水泵扬程，m 水柱，其余同式 (4.2-3) 单位。

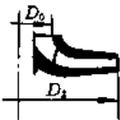
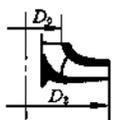
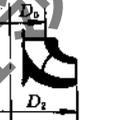
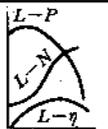
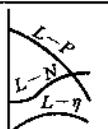
比转数 n_s 是一个无因次相似准则数，是叶片泵叶片的相似特性值，是表示水泵的性能参数 Q 、 H 和 n 之间关系的一个综合特性数据。

当 $Q=0.075\text{m}^3/\text{s}$ ， $H=1\text{m}$ 时，比转数 $n_s=n$ 。

在选用水泵时，可以根据计算的 n_s 值初步选定水泵的类型 (表 4.2-4)。

离心水泵的叶轮形状及其性能与比转数的关系

表 4.2-4

类别	低比转数	中比转数	高比转数
比转数 n_s	$30 < n_s < 80$	$80 < n_s < 150$	$150 < n_s < 300$
叶轮形状			
尺寸比 $\frac{D_2}{D_0}$	≈ 3	≈ 2.3	$\approx 1.8 \sim 1.4$
叶片形状	圆柱形叶片	入口处翘曲 出口处圆柱形	扭曲叶片
性能曲线形状			

5) 水泵运行的工作点

水泵运行必须与一定的管路相连接，因此，水泵运行的工作点应是管网性能曲线与水泵性能曲线的交点如图 4.2-12 上的 A 点。

不同的管网特性曲线与同一水泵特性曲线有不同的交点 (如图 4.2-12 上的 A' 点和 A 点)。水泵运行时，如果管网阻力因某种原因增加，那么水泵运行点将会由 A 变为 A' 点，系统的流量也相应由 Q_A 下降为 $Q_{A'}$ 。

两台同类型水泵并联运行的工作点如图 4.2-13 上的点 1。此时扬程 (压头) 不变， $H_1 = H_2$ ；流量却加倍， $Q_1 = 2Q_2$ 。

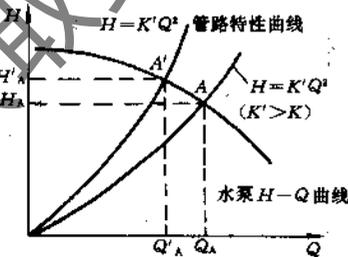


图 4.2-12 水泵运行的工作点

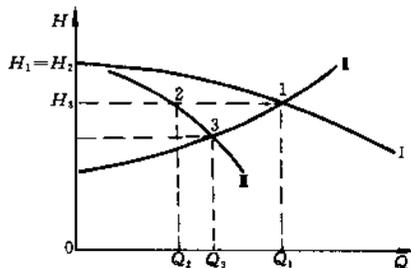


图 4.2-13 两台同类型水泵并联运行的工作点

6) 外形尺寸

IS 型单级单吸清水离心泵的外形尺寸见表 4.2-5。

7) 水泵的选择

选择水泵所依据的流量 Q 和压头 (扬程) H 按如下确定:

$$Q = \beta_1 Q_{\max} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (4.2-5)$$

式中 Q_{\max} ——按管网额定负荷设计的最大流量, m^3/s ;

β_1 ——流量储备系数, 对单台水泵工作时, $\beta_1=1.1$; 两台水泵并联工作时, $\beta_1=1.2$ 。

$$H = \beta_2 H_{\max} \quad (\text{kPa}) \quad (4.2-6)$$

式中 H_{\max} ——管网最大计算总阻力, kPa ;

β_2 ——扬程 (压头) 储备系数, $\beta_2=1.1\sim 1.2$ 。

已知 Q 、 H 值后, 就可以按水泵特性曲线选择水泵型号, 并从产品样本上查知其效率、功率和配套电机型号等。若需自行选配电机时, 其功率的确定方法见式 (4.2-2) 和表 4.2-2。

(2) BG 型单级管道式离心水泵

1) 使用特点

BG 型单级管道泵用于中央空调的水系统中, 有其特殊优点:

a. 泵的体积小, 重量轻, 进出水均在同一直线上, 可直接安装在回水干管上, 不需设置混凝土基础, 安装维修方便, 占地少。

b. 采用机械密封, 其性能好, 运行中不易泄漏;

c. 泵的效率, 耗电少, 噪声低。

2) 型号含义

例: BG50-20A

BG——单级管道式离心泵;

50——泵的出、入口直径, mm ;

20——泵设计点扬程值, m ;

A——泵叶轮直径经第一次切割。

3) 性能及性能曲线

BG 型单级管道泵的性能参数列于表 4.2-6 中。

BG 型单级管道泵性能参数表

表 4.2-6

泵型号	流量 Q		扬程 H (MPa)	转速 n (r/min)	功率 N		效率 η (%)	允许吸上 真空高度 H_s (mm)	汽蚀余量 Δh (m)	叶轮直径 D_2 (mm)	泵重量 W (kg)
	(m^3/h)	(L/s)			轴功率 (kW)	电机 功率 (kW)					
BG40-8	4.8	1.33	0.094	2800	0.26		46	5.3	—	92	
	6.0	1.67	0.091		0.29	0.37	52	6			
	7.2	2.00	0.086		0.33		55	3.0			
BG40-12	3.8	1.07	0.133	2800	0.38		38	7.6	—	108	
	6.0	1.67	0.123		0.47	0.75	44	7.0			
	7.7	2.14	0.102		0.51		42	7.0			

续表

泵型号	流量 Q		扬程 H (MPa)	转速 n (r/min)	功率 N		效率 η (%)	允许吸上 真空高度 H_s (mm)	汽蚀余量 Δh (m)	叶轮直径 D_2 (mm)	泵重量 W (kg)
	(m^3/h)	(L/s)			轴功率 (kW)	电机 功率 (kW)					
BG50-12	10	2.78	0.135	2830	0.66	1.1	57	7.3		112	14
	12.5	3.47	0.130		0.75		60	7.5			
	15	4.17	0.124		0.84		62	7.5			
BG50-20	10	2.78	0.225	2860	1.25	2.2	50	7.3		138	14
	12.5	3.47	0.221		1.39		55	7.3			
	15	4.17	0.206		1.48		58	7.0			
BG50-20A	9.6	2.67	0.179	2860	0.89	2.2	50	7.3		125	14
	12	3.33	0.173		1.05		55	7.3			
	14.5	4.03	0.163		1.13		58	7.0			
BG65-20	17.5	4.86	0.221	2880	1.85	3	58	8.0		140	22
	24.5	6.8	0.216		2.22		66	7.5			
	30	8.33	0.200		2.45		69	7.0			
BG65-20A	17.5	4.86	0.157	2880	1.53	2.2	58	8.0		125	22
	21.5	6.19			1.47		66	7.5			
	26.0	7.44			1.77		68	7.1			

常用的 BG 型单级管道泵的性能曲线见图 4.2-14。

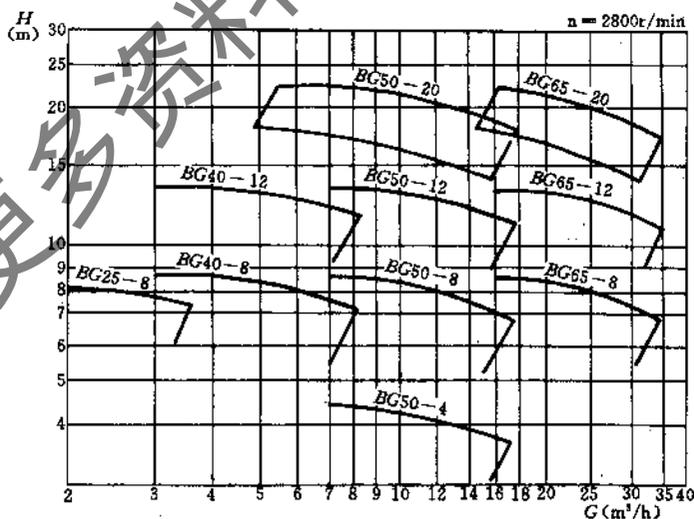


图 4.2-14 BG 型单级管道泵系列性能曲线

(3) LD-Z 型单级单吸立式离心水泵

LD-Z 型单级单吸立式离心水泵,是在 IS 型泵的基础上进行改进设计制造的,等效采用

IS 型泵的水力模型。

1) 使用范围

该产品适用于输送清水或物理、化学性质类似于清水的其他液体之用，其介质

温度范围：不高于 80℃；

流量范围：6.3~100m³/h；

扬程范围：0.196~0.784MPa；

进出口直径：40~100mm；

转速：2900r/min。

2) 型号含义

例：LD80-160Z

LD——立式单级单吸清水离心泵；

80——泵进出口直径，mm；

160——叶轮名义直径，mm；

Z——直联轴式。

3) 进出口方向选择

LD-Z 型系列立式单级单吸清水离心泵的进出口方向有 4 种不同的组合：同方向、反方向、左旋 90°、右旋 90°。根据使用需要可任意选择。

4) 性能参数

LD-Z 型系列立式单级单吸清水离心泵的性能参数见表 4.2-7。

LD-Z 型系列立式单级单吸清水离心泵性能参数表 (2900r/min)

表 4.2-7

型 号	流量 (m ³ /h)	扬程 (MPa)	功率 (kW)	效率 (%)	汽蚀余量 (m)
LD40-180Z	7.2	0.392	3	35.3	2.0
LD50-125Z	12.5	0.196	2.2	60	2.0
LD50-160Z	12.5	0.314	3	54	2.0
LD50-200Z	12.5	0.49	5.5	48	2.0
LD50-250Z	12.5	0.784	11	38	2.0
LD65-125Z	25	0.196	3	69	2.0
LD65-160Z	25	0.314	5.5	65	2.0
LD65-200Z	25	0.490	7.5	60	2.0
LD65-250Z	25	0.784	15	53	2.0
LD80-125Z	50	0.196	5.5	75	3.0
LD80-160Z	50	0.314	7.5	73	2.5
LD80-200Z	50	0.490	15	69	2.5
LD80-250Z	50	0.784	22	63	2.5
LD100-125Z	100	0.196	11	78	4.5
LD100-160Z	100	0.314	15	78	4.0
LD100-200Z	100	0.490	22	76	3.6
LD100-250Z	100	0.784	37	72	3.8

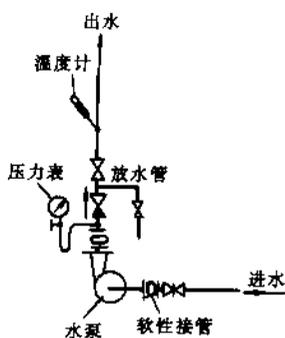


图 4.2-15 水泵的配管布置

(4) 水泵的配管布置见图 4.2-15。

进行水泵的配管布置时，应注意以下几点：

1) 安装软性接管：在连接水泵的吸入管和压出管上安装软性接管，有利于降低和减弱水泵的振动和噪声的传递；

2) 出口装止回阀：目的是为了防止水泵突然断电时水逆流，而使水泵叶轮受阻。对冷水系统，扬程不高，可采用旋启式或升降式的普通止回阀；也可采用防水击性能较好的缓闭式止回阀。对于冷却水系统，如果水箱设置在水泵标高以下，则采用缓闭式止回阀。水泵在闭式系统中应用时，其出口不需设置止回阀；

3) 水泵的吸入管和压出管上应分别设置进口阀和出口阀；目的是便于水泵不运行时能不排空系统内的存水而进行检修。进口阀通常是全开，常采用价廉、流动阻力小的闸阀，但绝对不允许作调节水量用，以防水泵产生气蚀。而出口阀宜采用有较好调节特性、结构稳定可靠的截止阀或蝶阀；

4) 安装在立管上的止回阀的下游应设有放水管（图 4.2-15 中所示），便于管道清洗和排污；

5) 水泵的出水管上应装有压力表和温度计，以利检测。如果水泵从低位水箱吸水，吸水管上还应有真空表；

6) 每台水泵宜单独设置吸水管，管内水流速一般为 $1.0 \sim 1.2 \text{ m/s}$ 。出水管内水流速一般为 $1.5 \sim 2.0 \text{ m/s}$ ；

7) 水泵的电机容量大于 20 kW 或水泵吸入口直径大于 100 mm 时，水泵机组的布置方式应符合《室外给水设计规范》；

8) 水泵基础高出地面的高度应不小于 0.1 m ，地面应设排水沟。

2. 分水器 and 集水器

在中央空调及采暖系统中，为利于各空调分区流量分配和调节灵活方便，常在水系统的供、回水干管上分别设置分水器（供水）和集水器（回水），再分别连接各空调分区的供水管和回水管。

(1) 分水器 and 集水器的构造见图 4.2-16

分水器 and 集水器实际上是一段大管径的管子，在其上按设计要求焊接上若干不同管径的管接头。

确定分水器 and 集水器管径的原则是使水量通过集管时的流速大致控制在 $0.5 \sim 0.8 \text{ m/s}$ 范围之内。分水器 and 集水器一般选用标准的无缝钢管（公称直径 $DN200 \sim DN500$ ）。

分水器 and 集水器上各配管的间距可参见表 4.2-8。

(2) 分水器 and 集水器的几何尺寸（见表 4.2-8）

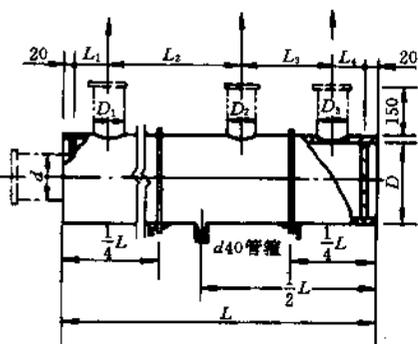


图 4.2-16 分水器 and 集水器的构造简图

分水器 and 集水器的几何尺寸 (mm)

表 4.2-8

公称、直径 DN	200	250	300	350	400	450
管壁厚	6	6	6	8	8	8
封头壁厚	10	12	14	16	18	20
支架 (角钢)	L50×5	L50×5	L60×5	L60×5	L60×5	L60×5
支架 (圆钢)	φ12	φ12	φ14	φ14	φ16	φ16
L_1	D_1+60					
L_2	D_1+D_2+120					
L_3	D_2+D_3+120					
L_4	D_3+60					

注：表中 D (接管外径)、 $L_1 \sim L_4$ 、 $D_1 \sim D_3$ 尺寸位置见图 4.2-16 中所示。

分水器 and 集水器的底部应设有排污管接口，一般选用 DN40。

3. 膨胀水箱

目前，由于中央空调水系统中极少采用回水池的开式循环系统，因而膨胀水箱已成为中央空调水系统中的主要部件之一，其作用是收容和补偿系统中的水量。膨胀水箱一般设置在系统的最高点处，通常接在循环水泵的吸水口附近的回水干管上。

(1) 膨胀水箱的构造

膨胀水箱是一个用钢板焊制的容器图 4.2-17，有各种不同的大小规格。膨胀水箱上的接管有以下几种：

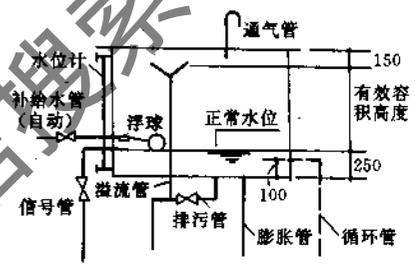


图 4.2-17 膨胀水箱的构造和配管简图

- a. 膨胀管 将系统中水因温度升高而引起体积增加转入膨胀水箱；
- b. 溢流管 用于排出水箱内超过规定水位的多余的水；
- c. 信号箱 用于监督水箱内的水位；
- d. 补给水管 用于补充系统水量，有手动和自控两种方式；
- e. 循环管 在水箱和膨胀管可能发生冻结时，用来使水正常循环；
- f. 排污管 用于排污。

箱体应保温并加盖板，盖板上连接的透气管一般可选用 DN100 的钢管制作。

(2) 膨胀水箱容积的确定

膨胀水箱的容积是由系统中水容量和最大的水温变化幅度决定的，可以用下式计算确定：

$$V_p = \alpha \Delta t V_s \quad (m^3) \quad (4.2-7)$$

式中 V_p ——膨胀水箱的有效容积 (即由信号管到溢流管之间高度差内的体积，见图 4.2-17)， m^3 ；

α ——水的体积膨胀系数， $\alpha = 0.0006$ ， $L/^\circ C$ ；

Δt ——最大的水温变化值， $^\circ C$ ；

V_s ——系统内的水容量， m^3 ，即水系统中管道和设备内存水量的总和。

系统内的水容量 (L/m^2 建筑面积) 表 4.2-9

	全空气方式	与机组结合使用的方式
供冷时	0.40~0.55	0.70~1.30
供暖时	1.20~2.00	1.20~1.90

注：与机组结合使用的方式是指诱导机组或风机盘管机组与全空气系统相结合的方式；表中供暖时的数值是指使用热水锅炉的情况，当使用热交换器时可以取供冷时的数值。

系统内的水容量 (V_s) 可在设计完成后, 从各管路和设备逐个计算求得, 也可参考表 4.2-9 中提供的数据来确定。

(3) 膨胀水箱的规格型号和配管尺寸

由上得出膨胀水箱的有效容积, 即可以从采暖通风标准图集 T905 (一)、(二) 进行配管管径选择, 从而决定膨胀水箱的规格型号。表 4.2-10 可供选用参考。

膨胀水箱的规格尺寸及配管的公称直径

表 4.2-10

水箱形式	型号	公称容积 [m ³]	有效容积 [m ³]	外形尺寸 [mm]		水箱配管的公称直径 DN					水箱自重 [kg]	采暖通风标准图集图号
				长×宽 (或内径)	高	溢流管	排水管	膨胀管	信号管	循环管		
				L×B (或 d ₀)	H							
方形	1	0.5	0.61	900×900	900	40	32	25	20	20	156.3	T905 (一)
	2	0.5	0.63	1200×700	900	40	32	25	20	20	164.4	
	3	1.0	1.15	1100×1100	1100	40	32	25	20	20	242.3	
	4	1.0	1.20	1400×900	1100	40	32	25	20	20	255.1	
圆形	1	0.3	0.35	900	700	40	32	25	20	20	127.0	T905 (二)
	2	0.3	0.33	800	800	40	32	25	20	20	119.4	
	3	0.5	0.54	900	1000	40	32	25	20	20	153.6	
	4	0.5	0.59	1000	900	40	32	25	20	20	163.4	
	5	0.8	0.83	1000	1200	50	32	32	20	25	193.0	
	6	0.8	0.81	1100	1000	50	32	32	20	25	193.8	
	7	1.0	1.10	1100	1300	50	32	32	20	25	238.4	
	8	1.0	1.20	1200	1200	50	32	32	20	25	253.1	

4. 集气罐

水系统中采用集气罐的目的是及时排出系统内的空气, 以保证水系统的正常运行。

(1) 集气罐的结构

集气罐一般由 DN100~DN250 钢管焊接制成, 有立式和卧式两种 (见图 4.2-18)。

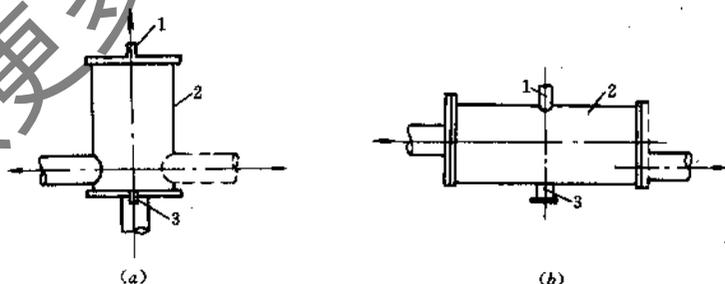


图 4.2-18 集气罐的构造简图

(a) 立式; (b) 卧式

1—排气管; 2—集气罐; 3—排污管

集气罐的排 (放) 气管可选用 DN15 的钢管, 其上面应装放气阀, 在系统充水或运行

时定期放气之用见图 4.2-19。

立式集气罐容纳的空气量比卧式的多，因此大多数情况下均选用立式集气罐；仅在干管距顶棚的距离很小不能设置立式集气罐时，才使用卧式集气罐。

(2) 集气罐的规格尺寸

集气罐的规格尺寸选用可参见表 4.2-11。

集气罐的规格尺寸 (mm) 表 4.2-11

尺寸	型 号			
	1	2	3	4
直径 (DN)	100	150	200	250
高 (或长)	300	300	320	430
筒壁厚	4.5	4.5	6	6
端部壁厚	4.5	4.5	6	8

(3) 集气罐的配管布置

集气罐的配管布置见图 4.2-19。值得注意的是集气罐在系统中的安装位置 (高度) 必须低于膨胀水箱，才能保证其排放空气的功能。

5. 排污器

排污器，又称脏物过滤器。排污器通常装在测量仪器或执行机构之前。其构造如图 4.2-20。

排污 常用的过滤器规格为 10 目、14 目或 20 目。

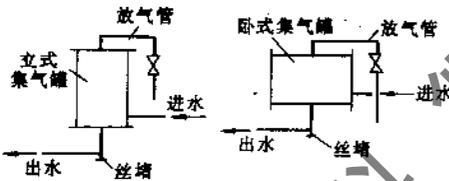


图 4.2-19 集气罐的配管示意图

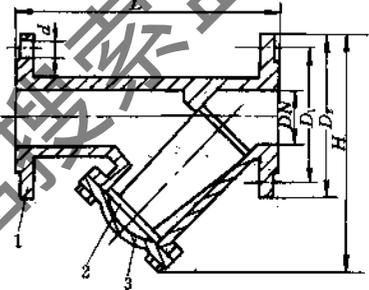


图 4.2-20 排污器的构造简图

1—壳体；2—过滤部件；3—盖

排污器只能安装在水平管道中，介质的流动方向必须与外壳上标明的箭头方向相一致。排污器离测量仪器或执行机构的距离一般为公称直径的 6~10 倍，并定期清洗。

排污器的规格尺寸见表 4.1-12。

排污器的规格尺寸 (mm)

表 4.2-12

型 号	公称直径 (DN)	L	H	d	D ₁	D ₂
Y-15	15	130	118	4×φ14	φ65	φ95
Y-20	20	150	128	4×φ14	φ75	φ105
Y-25	25	160	148	4×φ14	φ85	φ115
Y-32	32	180	177	4×φ18	φ100	φ140
Y-40	40	200	198	4×φ18	φ110	φ150
Y-50	50	220	222	4×φ18	φ125	φ165
Y-65	65	290	250	4×φ18	φ145	φ185
Y-80	80	310	300	8×φ18	φ160	φ200
Y-100	100	350	350	8×φ18	φ180	φ220
Y-125	125	400	400	8×φ18	φ210	φ250
Y-150	150	480	490	8×φ23	φ240	φ285

注：上表内尺寸符号标注见图 4.2-20 所示。

6. 冷却塔

中央空调工程中沿用的冷却塔型式，有自然通风喷水冷却塔和机械通风冷却塔两大类。由于自然通风型式主要受自然通风状态的影响，因而冷却效率和降温效果差，且体积和占地面积大，因此，目前应用较多的是机械通风式冷却塔。

机械通风冷却塔均采用通风机或鼓风机为动力，其又可分为湿式机械通风冷却塔、干式机械通风冷却塔及干-湿式机械通风冷却塔三种类型。干式机械通风冷却塔中循环水走管程，表冷器在通风机送风作用下，使管束内循环水冷却，热量排向大气。干式塔的最大优点是节约水资源，但空冷器体积较大，通风设备能耗较高，投资高。相比较而言，各种不同型式的湿式机械通风冷却塔在城市建筑物的中央空调工程开放式冷却水循环系统中使用较为普遍，其中尤以引风式的玻璃钢冷却塔为甚，本节将重点介绍。

(1) 逆流引风式玻璃钢冷却塔

1) 结构型式

按水和空气的流动方向，玻璃钢冷却塔分为逆流引风式、逆流鼓风式及横流式等三种见图 4.2-21。

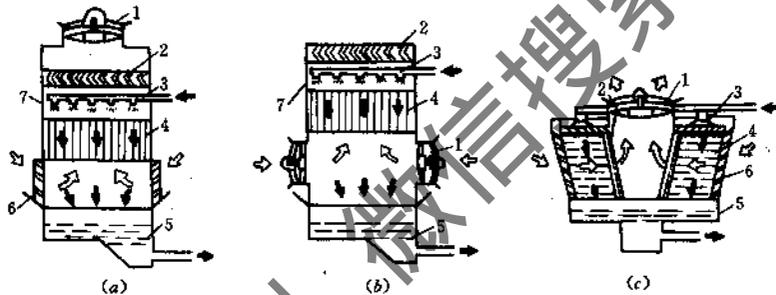


图 4.2-21 玻璃钢冷却塔不同结构型式示意图

(a) 逆流引风式；(b) 逆流鼓风式；(c) 横流式

1—风机；2—挡水板；3—洒水装置；4—填充层；5—下部水槽；6—百叶格；7—塔体

逆流鼓风式特点：结构简单，便于维护；但气流分布不均匀，压力损失大，且有热风再循环的可能，而使其冷却效果较差

逆流引风式，气流分布均匀，占地面积小，风筒对空气有一定的抽吸作用，可减少风机的动力消耗。

逆流引风式玻璃钢冷却塔使用得较多，其结构及组成见图 4.2-22。

由图 4.2-22 可知，逆流引风式玻璃钢冷却塔，主要由塔体、风机、淋水填料层、布水器、进出水管、支架及立柱等部件组成。

塔体（上、下壳体）由玻璃钢制成，重量轻、耐腐蚀；淋水填料层用 0.3~0.5mm 厚的硬质聚氯乙烯塑料片压制成双面凸凹的波纹形；配水系统是一种旋转式布水器，其各支管的侧面上有许多小孔，水从小孔喷出；轴流式通风机设置在塔顶，要求其风量大、风压小，减少水吹散损耗；下塔体可做贮水用，水量一般仅有 1~2 分钟流量，可带溢水管及排污管。

淋水填料层的结构组合见图 4.2-23。

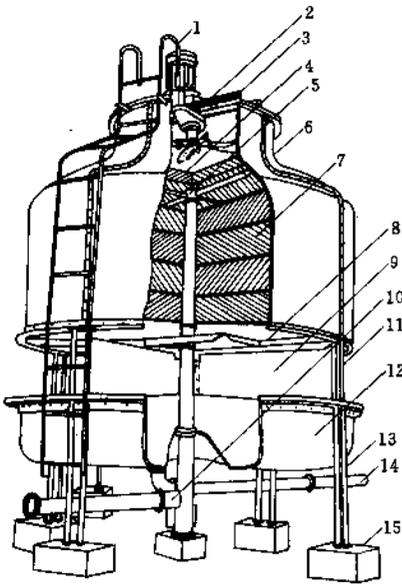


图 4.2-22 逆流引风式玻璃钢冷却塔的结构及组成

1—扶梯；2—风机；3—风机支架；
4—收水填料及支架；5—布水器；
6—上壳体；7—淋水填料；8—填
料支架；9—挡风板；10—进水管；
11—上立柱；12—下壳体；13—下
立柱；14—出水管；15—基础

2) 性能规格及基础尺寸

逆流式冷却塔按水的冷却温差，可分为低温差（5℃）及中温差（10℃）两种。中央空调用的各种电制冷设备（活塞式、螺杆式、离心式、涡旋式等），其冷凝器冷却水的进出水温差约为 5℃，故采用低温差（标准型）逆流式冷却塔；对热力制冷设备（溴化锂吸收式等），其冷凝器冷却水进出水温差约为 9℃ 左右，故采用中温差逆流式冷却塔，或采用两台低温差冷却塔分级冷却。

a. 低温差标准型逆流式冷却塔 以 LBCM-LN-250~900 型为例，其性能规格见表 4.2-13，外形尺寸见图 4.2-24；

LBCM-LN 系列低温差标准型逆流式冷却塔的性能规格（厦门良机） 表 4.2-13

机 型	标准水量 m ³ /h		外形尺寸 (mm)		送风装置		配管尺寸 (DN)					
			高度 H	外径 D	电机 kW	风叶 直径 D (mm)	温水入管	冷水出管	排水管	溢水管	补水水管×3	
	WB28℃	WB27℃									自动 (Ba)	手动 (Q)
LBCM-LN-3	3	3.5	1410	750	0.124	500	40	40	20	25	15	15
5	5	6	1690	860	0.124	500	40	40	25	25	15	15
10	10	11	1940	1170	0.187	670	50	50	25	25	15	15
15	15	18	2170	1380	0.56	770	50	50	25	25	15	15

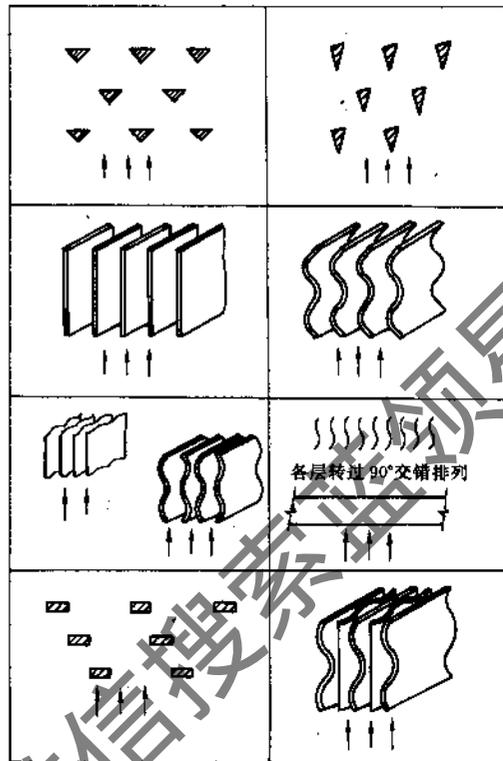


图 4.2-23 冷却塔中淋水填料层的结构组合示意图

续表

机 型	标准水量 m ³ /h		外形尺寸 (mm)		送风装置		配管尺寸 (DN)					
			高度 H	外径 D	电机 kW	风叶 直径 D (mm)	温水入管	冷水出管	排水管	溢水管	补给水管×3	
	WB28℃	WB27℃									自动 (Ba)	手动 (Q)
20	20	22	2205	1580	0.746	770	65	65	25	25	15	15
30	30	35	2410	2000	0.746	970	65	65	25	25	20	20
50	50	58	2565	2175	1.119	1170	100	100	25	25	20	25
65	65	72	2645	2650	1.492	1470	100	100	25	25	25	26
80	80	88	2780	3050	1.492	1470	125	125	25	50	25	25
100	100	115	3435	3220	3.73	2360	125	125	50	50	25	25
125	125	138	4140	3770	3.73	2360	125	125	50	50	32	32
150	150	172	4390	3770	5.6	2970	150	150	50	50	32	32
200	200	230	4750	4440	7.46	2970	200	200	50	50	32	32
250	250	285	5220	5180	11.2	3380	200	200	50	100	50	50
300	300	345	5310	5580	11.2	3380	200	200	50	100	50	50
400	400	460	5670	6600	14.92	3580	250	250	50	100	50	50
500	500	575	6210	7600	22.38	4270	250	250	80	100	50	50
600	600	690	6625	7600	22.38	4270	300	300	80	100	50	50
750	750	850	7050	8430	29.84	4270	300	300	80	100	65	65
900	900	1050	7350	8430	37.3	4270	300	300	80	100	65	65

注：1. 标准水量的设计条件：入口水温 37℃，出口水温 32℃，室外大气湿球温度 28℃。

2. 选择冷却水泵之扬程应以配管与冷水机组冷凝器的阻力损失之和加上冷却塔的塔体扬程。

3. 生产厂：厦门良机。

b. 中温差逆流式冷却塔——以 BNGD 圆形逆流式中温系列冷却塔为例，其主要技术规格见表 4.2-14，外形及基础尺寸见图 4.2-25。

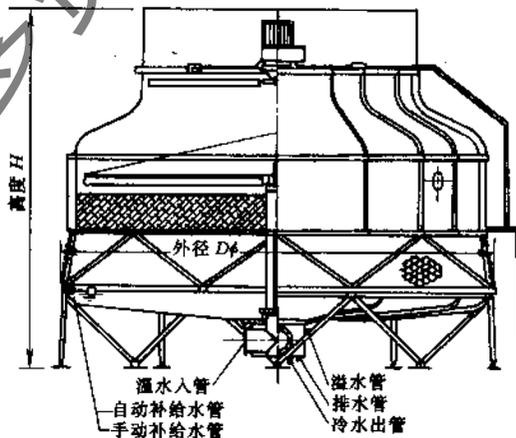


图 4.2-24 LBCM-LN-250~900 型低温差标准型
逆流式冷却塔外形尺寸图

注：生产厂厦门良机

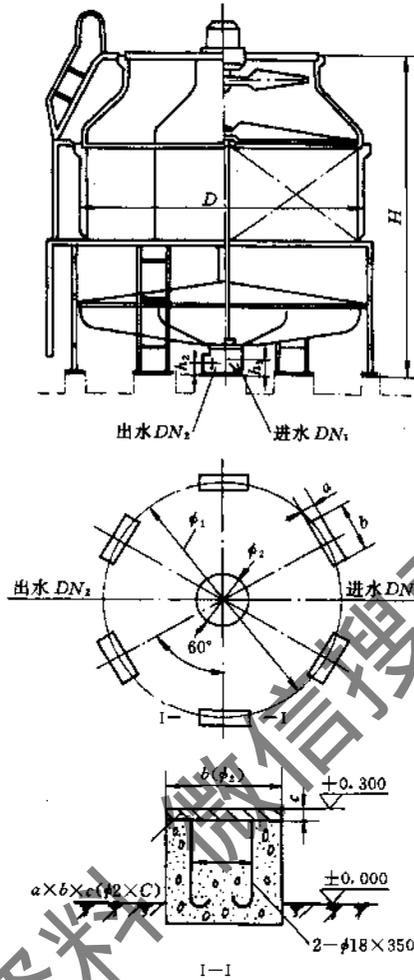
BNGD 圆形逆流式中温系列 (标准型、低噪声型、超低噪声型) 冷却塔主要技术规格 表 4.2-14

类型	参数	冷却水量 (m ³ /h)	风机风量 (m ³ /h)	风机直径 (mm)	电机功率 (kW)	自重 (kg)	运转重 (kg)	供水压力 (kPa)	噪声值 [dB (A)]
	型号								
中温系列	BNG-50	50	36000	1400	1.5	780	1480	30	65
	BNG-100	100	65000	2000	5.5	1400	2600	30	68
	BNG-150	150	90000	2000	5.5	1695	3800	35	69
	BNG-200	200	138000	2800	7.5	3000	4750	40	69.5
	BNG-250	250	169000	2800	7.5	3450	5480	40	70.5
	BNG-300	300	200000	3400	11	3860	7400	45	71
	BNG-400	400	240000	4400	11	4646	9300	50	72
	BNG-500	500	340000	4400	15	5768	10950	55	73
中温低噪声系列	BNGD-50	50	36000	1400	1.5	780	1480	30	59
	BNGD-100	100	65000	2000	5.5	1400	2600	30	60
	BNGD-150	150	90000	2000	5.5	1695	3800	35	61
	BNGD-200	200	138000	2800	7.5	3000	4750	40	64.5
	BNGD-250	250	169000	2800	7.5	3250	5480	40	65
	BNGD-300	300	200000	3400	11	3860	7400	45	66
	BNGD-400	400	240000	4400	11	4646	9300	50	68
	BNGD-500	500	340000	4400	15	5768	10950	55	69
中温超低噪声系列	BNGCD-50	50	36000	1400	1.5	780	1520	30	55
	BNGCD-100	100	65000	2000	5.5	1500	2750	30	56
	BNGCD-150	150	90000	2000	5.5	1785	3950	35	57
	BNGCD-200	200	138000	2800	7.5	3200	4950	40	58
	BNGCD-250	250	169000	2800	7.5	3650	5640	40	59
	BNGCD-300	300	200000	3400	11	3970	7650	45	61
	BNGCD-400	400	240000	4400	11	4840	10600	50	64
	BNGCD-500	500	340000	4400	15	5968	11300	55	66

注: 1. 中温系列工况: 进塔水温 $t_1=40^{\circ}\text{C}$, 出塔水温 $t_2=32^{\circ}\text{C}$, 水温差 $\Delta t=8^{\circ}\text{C}$ 。

2. 该中温系列冷却塔为溴化锂吸收式制冷机组配套专用。

3. 生产厂: 河南开通。



尺 寸 表

单位: mm

规 格	型 号	外形尺寸		管径/管中心高度		基 础 尺 寸		
		D	H	进水 DN ₁ /h ₁	出水 DN ₂ /h ₂	φ ₁	φ ₂	a×b×c
BN/BNG	15~20	1380	1940	65/250	75/170	1040	—	180×180×10
BN/BNG	30~40	1870	2280	70/290	120/185	1420	—	220×220×10
BN/BNG	100~150	3590	3614	150/230	200/220	3470	600	280×500×10
BN/BNG	200~250	4880	4870	200/300	250/280	4760	700	300×600×10
BN/BNG	300~350	5500	5070	250/300	300/300	5750	750	300×600×10
BN/BNG	400~500	6400	5250	250/300	300/300	6270	800	300×600×10

图 4.2-25 BN/BNG200~500 型中温系列 (标准型) 逆流式冷却塔外形和基础安装尺寸图

注: 生产厂: 河南开通

(2) 横流式玻璃钢冷却塔

1) 结构型式 见图 4.2-26 和图 4.2-27。

普通横流式玻璃钢冷却塔的引风机位于塔顶。冷却水由塔上端进入，自上而下流动。空气自进风百叶窗横向进入，同水的流向呈夹角交叉形式，其冷却效果比逆流式塔差，回气量也较大。但其配水系统简单，易于维护；且动力消耗低。其结构主要由塔体、风机、配水及淋水部分组成。

图 4.2-27 所示的角型横流式玻璃钢冷却塔有如下结构特点：

- 采用高效热交换充填材料（硬质聚乙烯树脂），设置面积下降，体积减小，运转重量下降。
- 采用特制的 FRP 制低噪声高效率轴流风机，有效降低运转噪声，节省电力；
- 采用耐腐蚀的合成树脂（塔体和水槽），对骨架等钢材部分进行热浸镀锌处理，防锈能力强；

d. 设计地震输入为：水平震度 1.0，垂直震度 0.5，完全符合建设部有关标准要求。

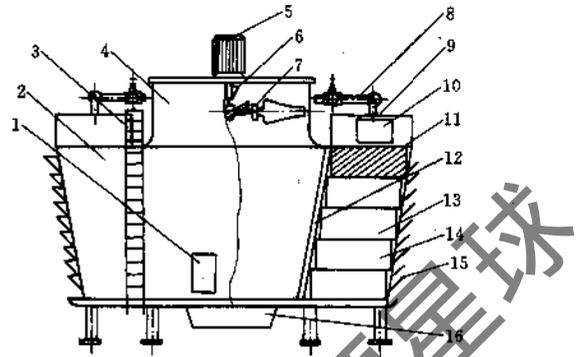


图 4.2-26 普通横流式玻璃钢冷却塔结构图

- 1-检修门；2-面板；3-扶梯；4-风筒；
- 5-电动机；6-齿轮箱或皮带减速；7-轴流风机；8-进水管；9-配水盘及盖板；
- 10-过滤稳压盘；11-溅水板；12-收水器；13-填料架；14-填料；15-进风百叶窗；16-底部集水盘

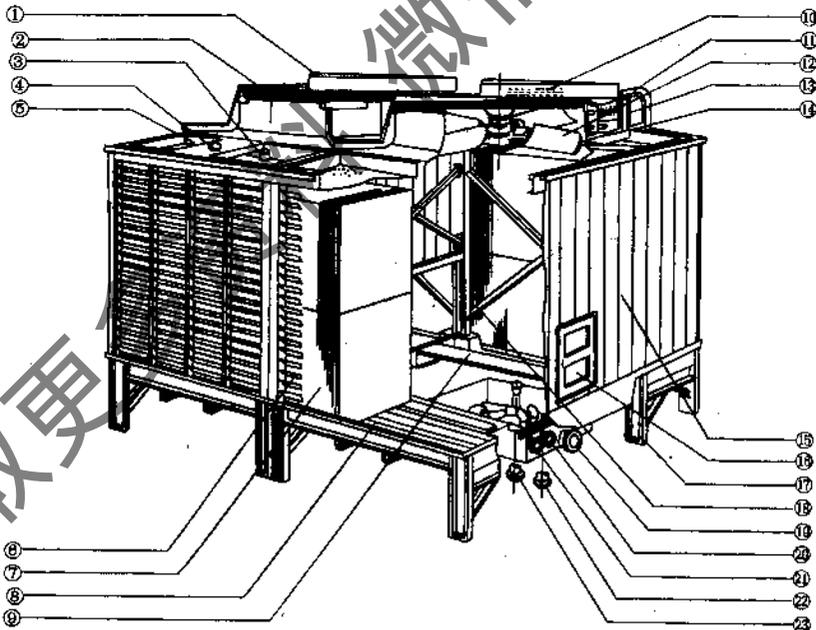


图 4.2-27 角型横流式玻璃钢冷却塔结构图

- 1-皮带防护盖；2-鼓风机导管；3-过流管；4-循环水输入口；5-散水槽；6-通风窗；
- 7-充填材料（硬质聚乙烯树脂）；8-水槽；9-内部踏板；10-V型皮带；11-钢梯；12-鼓风机叶片；13-电动机；14-鼓风机外壳；15-外板；16-检查口；17-台架；18-塔体骨架；
- 19-循环水输出口；20-手动供水管；21-自动控水管；22-排水管；23-溢流管

注：生产厂：大连冰山。

2) 性能规格

a. HBLCD、HBLD 系列节能型低噪声型横流式玻璃钢冷却塔的性能规格见表 4.2-15。

HBLCD、HBLD 系列节能型低超声型横流式玻璃钢冷却塔的性能规格及主要尺寸

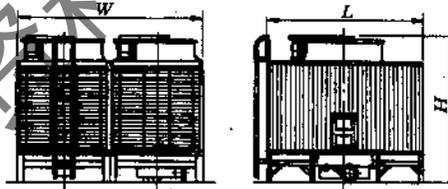
表 4.2-15

参数名 型号	$t=18^{\circ}\text{C}$ 冷却水量 (m^3/h)		$t=27^{\circ}\text{C}$ 冷却水量 (m^3/h)		主要尺寸 (mm)			风量 (m^3/h)	风机 叶片 直径 (mm)	电机 安装 容量 (kW)	重量 (t)		标准点 噪声 dB (A)
	$\Delta t=5^{\circ}\text{C}$	$\Delta t=8^{\circ}\text{C}$	$\Delta t=5^{\circ}\text{C}$	$\Delta t=8^{\circ}\text{C}$	长度	宽度	高度				自重	运转重	
HBLD-300	300	225	343	255	7250	3810	4514	167000	3400	7.5	5.85	13.38	59.0
HBLD-500	500	377	576	427	8033	4650	5230	260000	4200	11.0	9.20	17.24	61.5
HBLD-700	700	528	803	596	8930	6640	5319	370000	5000	18.5	12.95	26.05	62.6
HBLCD-300	300	225	343	255	10650	3810	6230	167000	3400	7.5	7.05	14.18	52.5
HBLCD-500	500	377	576	427	11640	4650	7030	260000	4200	11.0	10.80	18.84	53.7
HBLCD-700	700	528	803	596	12540	6640	7080	370000	5000	18.5	14.75	26.81	54.5

- 注：1. 噪声型产品噪声测量标准点，距塔壁 1m 距基础 1.5m 高处。
 2. 本系列标准设计工况为：湿球温度， $t=28^{\circ}\text{C}$ ，进水温度 $t_1=37^{\circ}\text{C}$ ，水温降 $\Delta t=5^{\circ}\text{C}$ ，逼近度 $t_2-t=4^{\circ}\text{C}$ 。
 3. 本表列出 $t=28^{\circ}\text{C}$ 时， $\Delta t=5^{\circ}\text{C}$ 及 8°C ， $t_2=32^{\circ}\text{C}$ 的冷却水量仅供选用时参考，其他参数时冷却水量，查热力学性能曲线。
 4. 进水压力系接管点处水压。

b. CTA 系列角型横流式玻璃钢冷却塔（超低噪声型）的标准规格见表 4.2-16~表 4.2-17。

CTA 系列角型横流式玻璃钢冷却塔（超低噪声型）的标准规格（大连冰山）表 4.2-16



机种	外形尺寸 (mm)			鼓风机 $\phi D \times$ 台数	电机 kW \times 台数	管道直径 A \times 个数				重量 (kg)	
	W	L	H			循环水 输入口	循环水 输出口	排水 溢流	自动供水 手动供水	自重	运转 重量
CTA-60UFWS	1,750	3,260	2,795	$\phi 1,300 \times 1$	1.5 \times 1	$\phi 145 \times 2$	125 \times 1	50/50 \times 1	25/25 \times 1	910	2,180
CTA-70UFWS	1,750	3,260	2,795	$\phi 1,500 \times 1$	1.5 \times 1	$\phi 145 \times 2$	125 \times 1	50/50 \times 1	25/25 \times 1	920	2,190
CTA-80UFWS	1,850	3,360	2,795	$\phi 1,600 \times 1$	2.2 \times 1	$\phi 145 \times 2$	150 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	1,000	2,370
CTA-90UFWS	1,850	3,360	2,795	$\phi 1,600 \times 1$	3.7 \times 1	$\phi 145 \times 2$	150 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	1,010	2,380
CTA-100UFWS	2,050	3,460	2,795	$\phi 1,700 \times 1$	3.7 \times 1	$\phi 145 \times 2$	150 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	1,040	2,570
CTA-110UFWS	2,050	3,460	2,795	$\phi 1,700 \times 1$	3.7 \times 1	$\phi 145 \times 2$	150 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	1,040	2,570

续表

机 种	外形尺寸(mm)			鼓风机 $\phi D \times$ 台数	电机 kW \times 台数	管道直径 A \times 个数				重量(kg)	
	W	L	H			循环水 输入口	循环水 输出口	排水 溢流	自动供水 手动供水	自重	运转 重量
CTA-120UFWS	2,050	3,460	3,295	$\phi 1,700 \times 1$	3.7 \times 1	$\phi 165 \times 2$	150 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	1,120	2,650
CTA-130UFWS	2,050	3,460	3,295	$\phi 1,700 \times 1$	5.5 \times 1	$\phi 165 \times 2$	150 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	1,140	2,670
CTA-140UFWS	2,250	3,660	3,295	$\phi 1,850 \times 1$	5.5 \times 1	$\phi 165 \times 2$	200 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	1,260	3,020
CTA-150UFWS	2,400	3,760	3,295	$\phi 2,000 \times 1$	5.5 \times 1	$\phi 165 \times 2$	200 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	1,330	3,260
CTA-160UFWS	2,400	3,760	3,295	$\phi 2,000 \times 1$	5.5 \times 1	$\phi 165 \times 2$	200 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	1,300	3,260
CTA-170UFWS	3,500	3,260	3,295	$\phi 1,500 \times 2$	2.2 \times 2	$\phi 145 \times 4$	200 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	1,920	4,160
CTA-180UFWS	3,500	3,260	3,295	$\phi 1,500 \times 2$	2.2 \times 2	$\phi 145 \times 4$	200 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	1,920	4,160
CTA-200UFWS	3,700	3,360	3,295	$\phi 1,600 \times 2$	3.7 \times 2	$\phi 145 \times 4$	200 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	2,100	4,540
CTA-225UFWS	3,700	3,360	3,295	$\phi 1,600 \times 2$	3.7 \times 2	$\phi 145 \times 4$	200 \times 1	65/65 \times 1	32/32 \times 1	2,100	4,540
CTA-250UFWS	4,100	3,460	3,295	$\phi 1,700 \times 2$	3.7 \times 2	$\phi 165 \times 4$	250 \times 1	80/80 \times 1	40/40 \times 1	2,190	4,960
CTA-265UFWS	4,100	3,460	3,295	$\phi 1,700 \times 2$	5.5 \times 2	$\phi 165 \times 4$	250 \times 1	80/80 \times 1	40/40 \times 1	2,210	4,980
CTA-280UFWS	4,500	3,660	3,295	$\phi 1,850 \times 2$	5.5 \times 2	$\phi 165 \times 4$	250 \times 1	80/80 \times 1	40/40 \times 1	2,420	5,610
CTA-300UFWS	4,800	3,760	3,295	$\phi 2,000 \times 2$	5.5 \times 2	$\phi 165 \times 4$	250 \times 1	80/80 \times 1	40/40 \times 1	2,570	6,100
CTA-320UFWS	4,800	3,760	3,295	$\phi 2,000 \times 2$	5.5 \times 2	$\phi 165 \times 4$	250 \times 1	80/80 \times 1	40/40 \times 1	2,570	6,100
CTA-340UFWS	5,550	3,360	3,295	$\phi 1,600 \times 3$	3.7 \times 3	$\phi 145 \times 6$	150 \times 2	65/65 \times 2	32/32 \times 2	3,170	6,960
CTA-360UFWS	6,150	3,460	3,295	$\phi 1,700 \times 3$	3.7 \times 3	$\phi 165 \times 6$	200 \times 2	65/65 \times 2	32/32 \times 2	3,320	7,590
CTA-375UFWS	6,150	3,460	3,295	$\phi 1,700 \times 3$	3.7 \times 3	$\phi 165 \times 6$	200 \times 2	65/65 \times 2	32/32 \times 2	3,320	7,590
CTA-405UFWS	6,750	3,660	3,295	$\phi 1,850 \times 3$	3.7 \times 3	$\phi 165 \times 6$	200 \times 2	65/65 \times 2	32/32 \times 2	3,630	8,570
CTA-420UFWS	6,750	3,660	3,295	$\phi 1,850 \times 3$	5.5 \times 3	$\phi 165 \times 6$	200 \times 2	65/65 \times 2	32/32 \times 2	3,670	8,610
CTA-450UFWS	7,200	3,760	3,295	$\phi 2,000 \times 3$	5.5 \times 3	$\phi 165 \times 6$	250 \times 2	80/80 \times 2	40/40 \times 2	3,950	9,420
CTA-480UFWS	7,200	3,760	3,295	$\phi 2,000 \times 3$	5.5 \times 3	$\phi 165 \times 6$	250 \times 2	80/80 \times 2	40/40 \times 2	3,950	9,420
CTA-510UFWS	8,200	3,460	3,295	$\phi 1,700 \times 4$	3.7 \times 4	$\phi 165 \times 8$	250 \times 2	80/80 \times 2	40/40 \times 2	4,360	9,900
CTA-540UFWS	9,000	3,660	3,295	$\phi 1,850 \times 4$	3.7 \times 4	$\phi 165 \times 8$	250 \times 2	80/80 \times 2	40/40 \times 2	4,780	11,160
CTA-560UFWS	9,000	3,660	3,295	$\phi 1,850 \times 4$	5.5 \times 4	$\phi 165 \times 8$	250 \times 2	80/80 \times 2	40/40 \times 2	4,830	11,210
CTA-600UFWS	9,600	3,760	3,295	$\phi 2,000 \times 4$	5.5 \times 4	$\phi 165 \times 8$	250 \times 2	80/80 \times 2	40/40 \times 2	5,200	12,260
CTA-640UFWS	9,600	3,760	3,295	$\phi 2,000 \times 4$	5.5 \times 4	$\phi 165 \times 8$	250 \times 2	80/80 \times 2	40/40 \times 2	5,200	12,260
CTA-680UFWS	11,250	3,660	3,295	$\phi 1,850 \times 5$	3.7 \times 5	$\phi 165 \times 10$	250 \times 3	80/80 \times 3	40/40 \times 3	6,020	14,170
CTA-720UFWS	11,250	3,660	3,295	$\phi 1,850 \times 5$	5.5 \times 5	$\phi 165 \times 10$	250 \times 3	80/80 \times 3	40/40 \times 3	6,070	14,220

注：输入管为 $\phi 145$ (100A) 和 $\phi 165$ (125A)

生产厂：大连冰山。

CTA 系列角型横流式玻璃钢冷却塔循环水流量及温度参数 (m³/h) 表 4-2-17

外部环境湿球温度 (°C)	27										
进口水温度 (°C)	35	37	38	37.5	37.6	37.7	38	39	40	42	45
出口水温度 (°C)	30	32	33	32	32	32	32	32	32	32	32
温度差 (°C)	5	5	5	5.5	5.6	5.7	6	7	8	10	13
CTA-60	42	65	76	61	60	60	58	52	48	42	36
CTA-70	49	76	88	71	70	70	67	61	56	48	43
CTA-80	56	87	101	81	80	80	77	70	64	56	49
CTA-90	63	97	114	91	91	90	87	79	72	64	55
CTA-100	70	108	126	102	101	100	96	87	81	71	61
CTA-110	77	119	139	112	111	110	106	96	89	78	67
CTA-120	85	130	152	122	121	120	116	105	97	85	73
CTA-130	92	141	164	132	131	130	125	114	105	92	80
CTA-140	99	152	177	142	141	140	135	123	113	99	86
CTA-150	106	163	190	153	151	150	145	131	121	106	92
CTA-160	113	174	202	163	161	160	154	140	129	113	98
CTA-170	120	184	215	173	171	170	164	149	137	121	104
CTA-180	127	195	228	183	182	180	174	158	145	128	111
CTA-200	141	217	253	204	202	200	193	175	162	142	123
CTA-225	159	244	285	229	227	225	217	197	182	160	138
CTA-250	177	271	317	255	252	250	241	219	202	178	154
CTA-265	187	288	336	270	267	265	256	232	214	188	163
CTA-280	198	304	355	285	283	280	271	246	226	199	172
CTA-300	212	325	380	306	303	300	290	263	243	213	184
CTA-320	226	348	405	326	323	320	309	281	259	227	197
CTA-340	240	369	431	346	343	340	329	298	275	242	209
CTA-360	255	391	456	367	364	360	348	316	291	256	221
CTA-375	265	407	475	382	379	375	362	329	303	267	231
CTA-405	286	440	513	413	409	405	391	355	328	288	249
CTA-420	297	456	532	428	424	420	406	369	340	299	258
CTA-450	318	489	570	459	455	450	435	395	364	320	277
CTA-480	340	522	608	489	485	480	464	421	388	341	295
CTA-510	361	554	646	520	515	510	493	448	413	363	314
CTA-540	382	587	684	550	546	540	522	474	437	384	332
CTA-560	396	609	710	571	566	560	542	492	453	398	345
CTA-600	425	652	760	612	606	600	580	527	486	427	369
CTA-640	453	696	811	652	646	640	619	562	518	455	394
CTA-680	481	739	862	693	687	680	658	597	550	484	419
CTA-720	510	783	913	734	728	720	696	632	583	512	443

3) 冷却塔的配管布置

示例：CTA 系列角型横流式玻璃钢冷却塔的配管布置见图 4.2-28。

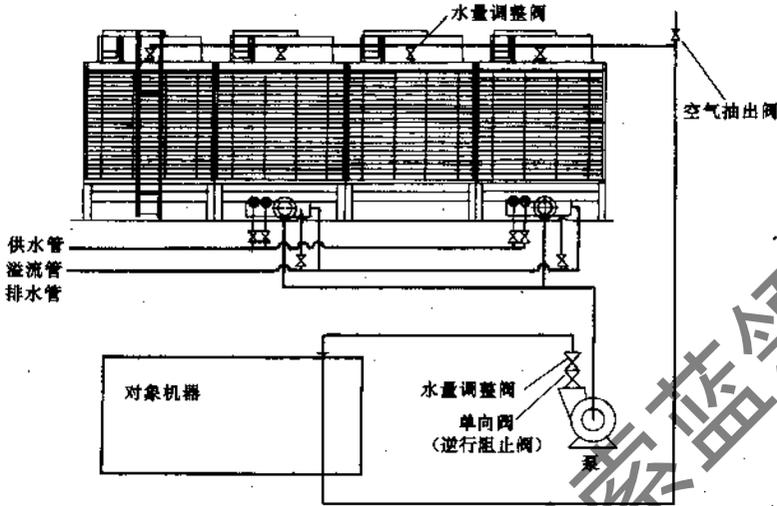


图 4.2-28 CTA 系列角型横流式玻璃钢冷却塔的配管布置

注：生产厂：大连冰山

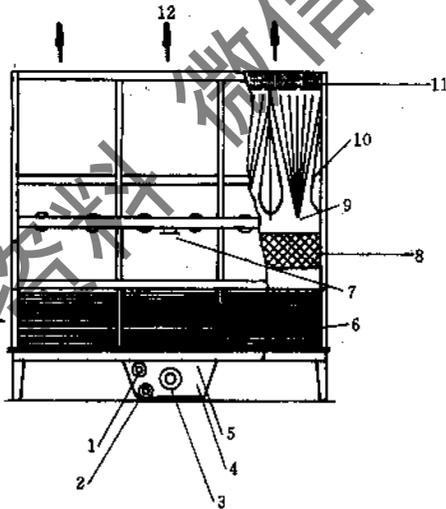


图 4.2-29 LFCM 无风扇冷却塔基本原理示意图

1—溢水口；2—排水口；3—冷水出口；4—手动补给水；5—自动补给水；6—进风口；
7—热水出口管；8—散热材填料；9—喷管；10—扩散器；11—挡水器；12—空气出口

注：生产厂：厦门良机。

(3) LFCM 无风扇冷却塔

1) 基本原理和特点 LFCM 无风扇冷却塔以喷射的高速水幕，诱导四周空气与循环冷却水混合并进行热交换。混合后的空气和水进入扩散器增压后，通过塔上端的挡水器进行气水分离。热气排出塔外，冷却水回落至填料层，与进入塔内的空气进行二次热交换，使冷却水进一步降温（见图 4.2-35）。

表 4.2-18

LFCM50~LFCM700 系列无风扇冷却塔外形尺寸及标准规格

项 目		50	65	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400	500	600	700
循环水量	机型 LFCM	50														
	W. B. A.28℃ ^①	m ³ /h	50	66	83	100	133	150	175	209	250	314	419	500	629	700
外形尺寸	W. B. A.27℃	m ³ /h	55	74	92	111	147	166	194	233	272	350	466	543	698	776
	宽度(W)	mm	2622	2622	2622	2622	2622	2622	2622	2622	2622	2622	2622	2622	2622	2622
水 槽 位 置	长度(L)	mm	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022
	高 度	mm														
配 管 尺 寸	入水口(H ₁)	mm	2002	2002	2002	2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182	2182
	(H)	mm	4411	4227	4227	4407	4407	4407	4407	4407	4407	4407	4407	4407	4407	4407
水 槽 位 置 (I)	mm	1200	1200	1800	1800	3000	4200	1800	1800	1800	3000	4200	3000	4200	4200	4200
	mm															
配 管 尺 寸	湿水入口(I)	100A	100A	125A	125A	150A	150A	150A	200A	200A	250A	250A	200A×2	200A×2	250A×2	250A×2
	冷水出管(C)	100A	100A	125A	125A	150A	150A	200A	200A	200A	200A	200A	200A×2	200A×2	250A×2	250A×2
补 给 水 管	排水管(D)	40A	40A	40A	40A	50A	50A×2	50A×2	50A×2	50A×2						
	湿水管(M)	40A	40A	40A	40A	50A	50A×2	50A×2	50A×2	50A×2						
制 品 略 重	自动(A)	25A	25A	25A	25A	40A	40A×2	40A×2	50A×2	50A×2						
	手动(M)	25A	25A	25A	25A	40A	40A×2	40A×2	50A×2	50A×2						
运 转 重 量	kg	710	875	1030	1210	1420	1730	1840	2130	2430	3000	3820	3910	4470	5720	6340
塔 体 水 头 扬 程 ^②	m	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15
运 转 重 量	kg	1250	1600	1890	2200	2670	3040	3360	3890	4430	6350	6130	7540	8600	10060	11820

①本型录系以循环水量入口水温 37℃,出水温度 32℃,外气湿球(W. B)28℃为标准设计条件。
 ②选泵水头扬程是以配管与冷凝器之阻力损失加上,冷却塔之塔体水头扬程,及入水口高度。
 ③冷却塔热水进口处须加 Y 型过滤器,在运转过程中,注意保持水质清洁。

2) LFCM 冷却塔外形尺寸及标准规格 (见表 4.2-18 及图 4.2-30~31)。

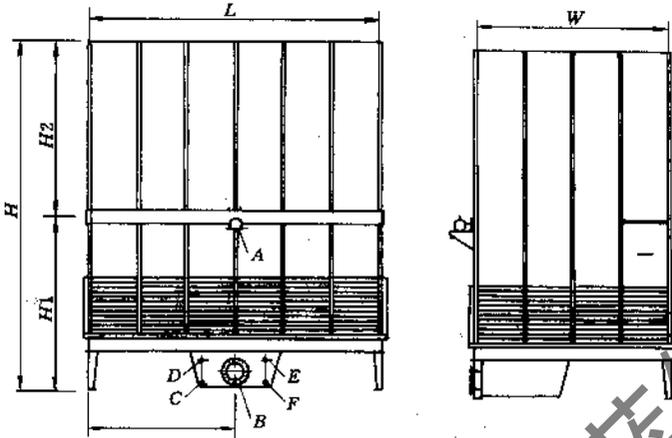


图 4.2-30 LFCM50~LFCM175 无风扇冷却塔外形图

注: 生产厂: 厦门良机

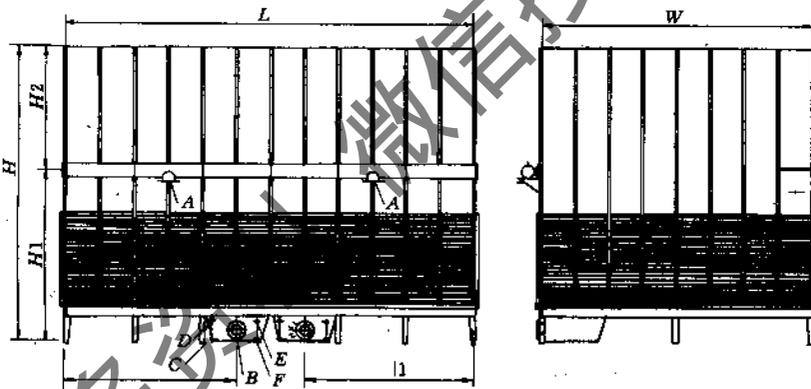


图 4.2-31 LFCM200~LFCM700 无风扇冷却塔外形图

注: 生产厂: 厦门良机

LFCM 无风扇冷却塔与传统式冷却塔比较

表 4.2-19

类别 项目	LFCM 无风机冷却塔	传统式有风机冷却塔
冷却方式	利用循环冷却水喷射时的负压吸入外界空气。水与空气在混合过程中发生动能转换, 并同时进入热交换。冷却水落至填料层后与进入塔内的空气进行二次热交换, 热力性能较好	以风机做为空气动力装置, 带动气流运动。使循环冷却水在填料层内与进入塔内的空气进行热交换

续表

类别 项目	LFCM 无风机冷却塔	传统式有风机冷却塔
噪声控制	无风机、电机和传动机构, 不产生空气动力噪声和机械噪声, 达到超低噪声型塔的标准	有风机、电机和传动机构, 难以避免噪声和振动的困扰
水飞溅损失	出口风速较低, 配合五折挡水器, 水的飞溅损失控制在 0.001%~0.009%, 比传统冷却塔低 90% 以上, 并可减少退伍军人的病菌传播机会	塔体出口采用减缩式设计, 排风速度快, 大量水滴被气流带出塔外, 因此水飞溅损失大, 并影响周边环境(下“毛毛雨”)
结构形式	采用单元模块化设计, 实现了高度的标准化生产, 使产品的性能和质量稳定可靠。除标准规格外, 根据现场条件还可做弹性排列组合。并可容易地拆解和重新组装, 或随意增加容量	受风机结构和尺寸的影响, 无法实现完全的模块化设计
耗电功率	为使喷管喷射出的水流具有足够的速度, 需提高循环水泵的扬程, 但由于免除了风机消耗的功率, 总耗电功率仍低于传统式冷却塔	塔本身所带的风机和循环冷却水泵均消耗功率
运行和维护	全塔均由静态部件组成, 无易损部件, 运行维护简单, 维护费用低	风机、电机和传动机构为易损部件, 需经常维修或更换, 维护费用高
安装地点	由于噪声超低, 无水滴飞溅, 并且无风机等运动部件, 安装地点可灵活选择, 居民楼前、马路边、绿地内均可不受限制地安装。	为了避免噪声和水滴飞溅对周边环境的影响, 并考虑风机运转可能对人身造成伤害, 一般将塔安装在楼顶或离建筑物较远的地方

4.2.3 水管系统的管材和管件

1. 水管系统的管材

中央空调水系统的管材, 常用焊接钢管(普通或加厚管)和无缝钢管; 对 $\phi 219 \times 6$ (mm) 以上的大管径, 则多采用螺旋焊缝钢管 (SYB/0004-63)。

焊接钢管用碳素钢制成, 它有镀锌管(百铁管)和不镀锌管(黑铁管)之分, 其管壁纵向有一条焊缝, 一般用炉焊法或高频电焊法焊成。普通焊接钢管适用公称压力 $P_g \leq 1.0 \text{MPa}$; 加厚焊接钢管适用于公称压力 $P_g \leq 1.6 \text{MPa}$ 。两种管的管端均可用手动工具或套丝机加工管螺纹, 便于螺纹连接。镀锌钢管比普通钢管的单位重量约重 (3~6)%。其公称直径以 DN 表示。

无缝钢管采用优质碳素钢、普通低合金钢或合金结构钢材料经热轧或冷拔(轧)制成。习惯以 D 表示管子外径, 乘壁厚表示管子规格, 如 $D219 \times 6$, 相当于公称直径 $DN200$ 。热轧管的最大公称直径为 $DN600$; 冷拔(轧)管的最大公称直径为 $DN200$ 。管径超过 $D57$ 时, 常选用热轧无缝钢管 (GB8163-87)。

上述常用管材的规格表见表 4.2-20。

常用管材(钢管)的规格表

表 4.2-20

公称直径		焊接钢管(普通) GB 3091-82		焊接钢管(加厚) GB 3092-82		无缝钢管(热轧) GB 8163-87		螺旋缝电焊钢管	
DN	(英寸)	DN≤1.0MPa		DN≤1.6MPa		DN≤2.5MPa		DN≤1.6MPa	
		D×δ	重量 (kg/m)	D×δ	重量 (kg/m)	D×δ	重量 (kg/m)	D×δ	重量 (kg/m)
15	1/2"	21.3×2.75	1.25	21.25×3.25	1.44	—	—	—	—
20	3/4"	26.8×2.75	1.63	26.8×3.5	2.01	—	—	—	—
25	1"	33.5×3.25	2.42	33.5×4	2.91	32×3.5	2.46	—	—
32	1 1/4"	42.3×3.25	3.13	42.3×4	3.77	38×3.5	2.98	—	—
40	1 1/2"	48×3.5	3.84	48×4.25	4.58	45×3.5	3.58	—	—
50	2"	60×3.5	4.88	60×4.5	6.16	57×3.5	4.62	—	—
65	2 1/2"	75.5×3.75	6.64	75.5×4.5	7.88	73×4	6.81	—	—
80	3"	88.5×4	8.34	88.5×4.75	9.81	89×4	8.38	—	—
100	4"	114×4	10.85	114×5	13.44	108×4	10.26	—	—
125	5"	140×4.5	15.04	140×4.5	18.24	133×4	12.72	—	—
150	6"	165×4.5	17.81	165×5.5	21.63	159×4.5	17.14	168×5	20.10
200	8"	—	—	—	—	219×6	31.52	219×6	31.52
250	10"	—	—	—	—	273×8	52.28	273×7	45.92
300	12"	—	—	—	—	325×8	62.54	325×7	54.90
350	—	—	—	—	—	377×9	81.67	377×7	63.87
400	—	—	—	—	—	426×9	92.55	426×7	72.33
450	—	—	—	—	—	480×9	104.53	478×7	81.31
500	—	—	—	—	—	530×9	115.62	529×7	90.11
600	—	—	—	—	—	630×9	137.82	630×7	107.50

注:黑框中数值为推荐采用规格

常用钢材的材料标准索引表见表 4.2-21。

常用钢材的材料标准索引表

表 4.2-21

序号	名称	标准	规格标准示例	材料	备注
1	平焊制管法兰	GB9119-88	DN100, DN1.0	Q235	适用于 0.25~1.6MPa
2	管法兰盖(平面、凸面)	GB9123-88	DN100, DN1.0	Q235	适用于 DN≤2.5, DN10~1000
3	法兰用软垫片	GB3985-83	DN100, DN1.0, δ=1.6	石棉橡胶板	适用于 DN≤2.5, DN10~1200 汽、水管道
4	圆钢	GB1499-84	φ16	Q195~Q235	
5	方钢	GB702-85、705-89	-20×20	Q195~Q235	

续表

序号	名称	标准	规格标准示例	材料	备注
6	扁钢	GB704—88	-30×4	Q195~Q235	
7	等边角钢	GB9787—88	L35×3	Q195~Q235	
8	不等边角钢	GB9787—88	L63×50×4	Q195~Q235	
9	槽钢	GB707—88	[16	Q195~Q235	
10	工字钢	GB 706—88	I20	Q195~Q235	
11	厚钢板	热轧 GB709—88、 冷轧 GB708—88	500×500×10	Q195~Q235	$\delta=4.5\sim 27$
12	薄钢板	热轧 GB709—88、 冷轧 GB708—88	500×500×1	Q195~Q235	$\delta=0.35\sim 4$
13	花纹钢板	GB3277—82	-600×4.5	Q195~Q235	菱形、扁豆花形
14	焊接钢管	GB3092—82	DN50, DN1.0	Q195~Q235	低压流体输送用
15	无缝钢管	GB8163—87	D219×7	钢 10, 20	
16	螺旋焊接钢管	SYB/0004—63	D529×7	Q235×Q275	
17	钢丝网		$\phi 1.5$, 孔 5×5		
18	螺栓	GB5780, 5781—86	M12×100	Q275	
19	螺帽	GB41—86, 6170—86	AM12	A ₃ Q235	
20	垫圈	GB848—85	垫圈 10	Q195~Q235	
21	开口销	GB91—86	8×60	Q235	先写直径后写长
22	开放式翼形螺母	GB62—88	M10	A ₃ Q235	
23	地脚螺栓	GB799—88	M20×400	Q235	

注：压力：DN (MPa)；管径：DN；板厚： δ (mm)

2. 水管系统的管道连接

(1) 螺纹连接

适用范围：

- 1) 低压流体输送用的焊接钢管之间；钢管与螺纹阀之间；
- 2) 工作压力： $\leq 0.8\text{MPa}$ ；
- 3) 工作温度： $\leq 175^\circ\text{C}$ ；
- 4) 管子公称直径： $DN \leq 40$ 。

管螺纹的连接方式及特点见表 4.2-22。

管螺纹的连接方式及特点

表 4.2-22

管螺纹连接方式		特 点	填 料
1)	圆柱形套入圆柱形	用于介质压力 $\leq 0.8\text{MPa}$ 的管道连接	1) 介质为水或压缩空气(温度 $< 100^\circ\text{C}$): 用在铅丹油或百铅油中浸过的麻线缠到管螺纹上以后, 沿管螺纹再抹铅油 2) 介质为蒸汽: 用涂抹黑铅油的石棉
2)	圆柱形套入圆锥形	用于介质压力 $\leq 0.8\text{MPa}$ 的带锥形螺纹阀件的连接	同上, 或不缠填料而抹矿物油
3)	圆锥形套入圆锥形	用于介质压力 $\leq 0.8\text{MPa}$ 的管道连接	不缠填料, 沿管螺纹抹矿物油

注: 铅丹油: 清油(植物油制成的天然干性油)拌铅丹;
白铅油: 清油拌铅百厚漆;
黑铅油: 清油拌石墨粉。

管螺纹丝接管件的技术参数见表 4.2-23。

管螺纹丝接管件的技术参数 表 4.2-23

技 术 参 数	可锻铸铁管件	普通铸铁管件
允许最高工作温度 ($^\circ\text{C}$)	≤ 175 (GB3287~ GB3289-82)	≤ 100
最高工作压力 (MPa)	1.6	≤ 0.8
试验压力 (MPa)	2.5	1.2
使用材料牌号	KT-33-8	灰铸铁

(2) 法兰连接

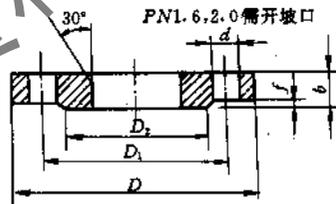
法兰连接拆装方便, 常用于管件阀门与管子之间的连接。

常用的法兰有光滑面平焊钢法兰和凹凸面平焊钢法兰。

公称压力 PN0.25MPa、PN0.6MPa 和 PN1.0MPa 的光滑面平焊钢法兰的规格见表 4.2-24 ~表 4.2-26。

PN0.25 光滑面平焊钢法兰 (mm)

表 4.2-24



公称直径 DN	管子		法 兰					螺 栓			法兰理论重量 (相对密度 7.85) (kg)
	外径 d_0	外径 D	螺栓孔中心圆直径 D_1	连接凸出部分直径 D_2	连接凸出部分高度 f	法兰厚度 b	螺栓孔直径 d	数量	单头 (直径 \times 长度)	双头 (直径 \times 长度)	
10	14	75	50	32	2	10	12	4	M10 \times 40	M10 \times 50	0.254
15	18	80	55	40	2	10	12	4	M10 \times 40	M10 \times 50	0.290
20	25	90	65	50	2	12	12	4	M10 \times 40	M10 \times 50	0.450
25	32	100	75	60	2	12	12	4	M10 \times 40	M10 \times 50	0.553
32	38	120	90	70	2	12	14	4	M12 \times 40	M12 \times 60	0.795
40	45	130	100	80	3	12	14	4	M12 \times 40	M12 \times 60	0.870
50	57	140	110	90	3	12	14	4	M12 \times 40	M12 \times 60	0.954

续表

公称直径 DN	管子		法 兰					螺 栓			法兰理论重量 (相对密度 7.85) (kg)
	外径 d_0	外径 D	螺栓孔中心圆直径 D_1	连接凸出部分直径 D_2	连接凸出部分高度 f	法兰厚度 b	螺栓孔直径 d	数量	单 头 (直径×长度)	双 头 (直径×长度)	
65	73	160	130	110	3	14	14	4	M12×50	M12×70	1.43
80	89	185	150	125	3	14	18	4	M16×50	M16×70	1.95
100	108	205	170	145	3	14	18	4	M16×50	M16×70	2.20
125	133	235	200	175	3	14	18	8	M16×50	M16×70	2.78
150	159	260	225	200	3	16	18	8	M16×50	M16×70	3.49
175	194	290	255	230	3	16	18	8	M16×50	M16×70	3.86
200	219	315	280	255	3	18	18	8	M16×60	M16×80	4.88
225	245	340	305	280	3	20	18	8	M16×60	M16×80	5.93
250	273	370	335	310	3	22	18	12	M16×70	M16×90	7.32
300	325	435	395	362	4	22	23	12	M20×70	M20×90	9.40
350	377	485	445	412	4	22	23	12	M20×70	M20×90	10.5
400	426	535	495	462	4	22	23	16	M20×70	M20×90	11.7
450	478	590	550	518	4	24	23	16	M20×80	M20×100	14.9
500	529	640	600	568	4	24	23	16	M20×80	M20×100	16.2
600	630	755	705	670	5	24	25	20	M22×80	M22×100	20.6
700	720	860	810	775	5	26	25	24	M22×80	M22×110	29.9
800	820	975	920	880	5	26	30	24	M27×90	M27×120	36.7
900	920	1075	1020	980	5	26	30	24	M27×90	M27×120	44.2
1000	1020	1175	1120	1080	5	30	30	28	M27×100	M27×120	52.7
1200	1220	1375	1320	1280	5	30	30	32	M27×100	M27×120	65.9
1400	1420	1575	1520	1480	5	32	30	36	M27×100	M27×130	78.3
1600	1620	1785	1730	1690	5	32	30	40	M27×100	M27×130	94.3

PN0.6 光滑面平焊钢法兰 (mm)

表 4.2-25

公称直径 DN	管子		法 兰					螺 栓			法兰理论重量 (相对密度 7.85) (kg)
	外径 d_0	外径 D	螺栓孔中心圆直径 D_1	连接凸出部分直径 D_2	连接凸出部分高度 f	法兰厚度 b	螺栓孔直径 d	数量	单 头 (直径×长度)	双 头 (直径×长度)	
10	14	75	50	32	2	12	12	4	M10×40	M10×50	0.313
15	18	80	65	40	2	12	12	4	M10×40	M10×50	0.335
20	25	90	65	50	2	14	12	4	M10×50	M10×60	0.536
25	32	100	75	60	2	14	12	4	M10×50	M10×60	0.641
32	38	120	90	70	2	16	14	4	M12×50	M12×70	1.097
40	45	130	100	80	3	16	14	4	M12×50	M12×70	1.219
50	57	140	110	90	3	16	14	4	M12×50	M12×70	1.348
65	73	160	130	110	3	16	14	4	M12×50	M12×70	1.67
80	89	185	150	125	3	18	18	4	M16×60	M16×80	2.48
100	108	205	170	145	3	18	18	4	M16×60	M16×80	2.89
125	133	235	200	175	3	20	18	8	M16×60	M16×80	3.94
150	159	260	225	200	3	20	18	8	M16×60	M16×80	4.47
175	194	290	255	230	3	22	18	8	M16×70	M16×80	5.54

续表

公称 直径 DN	管子		法 兰					螺 栓			法兰理 论重量 (相对密 度 7.85) (kg)
	外径 d_0	外径 D	螺栓孔中 心圆直径 D_1	连接凸出 部分直径 D_2	连接凸出部 分高度 f	法兰 厚度 b	螺栓孔 直径 d	数量	单头 (直径×长度)	双头 (直径×长度)	
200	219	315	280	255	3	22	18	8	M16×70	M16×80	6.07
225	245	340	305	280	3	22	18	8	M16×70	M16×80	6.6
250	273	370	335	310	3	24	18	12	M16×70	M16×90	8.03
300	325	435	395	362	4	24	23	12	M20×80	M20×100	10.3
350	377	485	445	412	4	26	23	12	M20×80	M20×100	12.59
400	426	535	495	462	4	28	23	16	M20×80	M20×100	15.2
450	478	590	550	518	4	28	23	16	M20×80	M20×100	17.59
500	529	640	600	568	4	30	23	16	M20×90	M20×110	20.67
600	630	755	705	670	5	30	25	20	M22×90	M22×110	26.57
700	720	860	810	775	5	32	25	24	M22×90	M22×120	37.1
800	820	975	920	880	5	32	30	24	M27×100	M27×120	46.2
900	920	1075	1020	980	5	34	30	24	M27×100	M27×130	55.1
1000	1020	1175	1120	1080	5	36	30	28	M27×110	M27×130	57.3

PN1.0 光滑面平焊钢法兰 (mm)

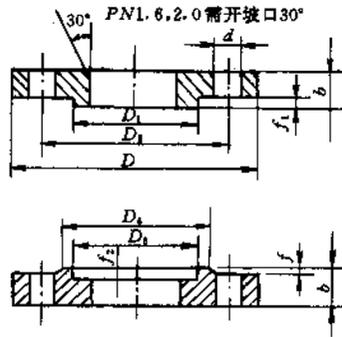
表 4.2-26

公称 直径 DN	管子		法 兰					螺 栓			法兰理 论重量 (相对密 度 7.85) (kg)
	外径 d_0	外径 D	螺栓孔中 心圆直径 D_1	连接凸出 部分直径 D_2	连接凸出部 分高度 f	法兰 厚度 b	螺栓孔 直径 d	数量	单头 (直径×长度)	双头 (直径×长度)	
10	14	90	60	40	2	12	14	4	M12×40	M12×60	0.458
15	18	95	65	45	2	12	14	4	M12×40	M12×60	0.511
20	25	105	75	55	2	14	14	4	M12×50	M12×60	0.748
25	32	115	85	65	2	14	14	4	M12×50	M12×60	0.89
32	38	135	100	78	2	16	18	4	M16×60	M16×70	1.40
40	45	145	110	85	3	18	18	4	M16×60	M16×80	1.71
50	57	160	125	100	3	18	18	4	M16×60	M16×80	2.09
65	73	180	145	120	3	20	18	4	M16×60	M16×80	2.84
80	89	195	160	135	3	20	18	4	M16×60	M16×80	3.24
100	108	215	180	155	3	22	18	8	M16×70	M16×90	4.01
125	133	245	210	185	3	24	18	8	M16×70	M16×90	5.40
150	159	280	240	210	3	24	23	8	M20×80	M20×100	6.12
175	194	310	270	240	3	24	23	8	M20×80	M20×100	7.44
200	219	335	295	265	3	24	23	8	M20×80	M20×100	8.24
225	245	365	325	295	3	24	23	8	M20×80	M20×100	9.30
250	273	390	350	320	3	26	23	12	M20×80	M20×100	10.7
300	325	440	400	368	4	28	23	12	M20×80	M20×100	12.9
350	377	500	460	428	4	28	23	16	M20×80	M20×100	15.9
400	426	565	515	482	4	30	25	16	M22×90	M22×110	21.8
450	478	615	565	532	4	30	25	20	M22×90	M22×110	24.4
500	529	670	620	585	4	32	25	20	M22×90	M22×120	27.7
600	630	780	725	685	5	36	30	20	M27×100	M27×130	30.4

公称压力 PN0.6 和 PN1.0 的凹凸面平焊钢法兰的规格见表 4.2-27~表 4.2-28。

PN0.6 凹凸面平焊钢法兰 (mm)

表 4.2-27



公称直径 DN	管子 d_0	法 兰						法兰重量 (kg)		螺 栓		橡胶石棉垫片		
		D	D_1	D_2	D_4	D_5	b	凸面	凹面	数量	直径×长度	外径	内径	厚度
20	25	90	65	50	42	43	14	0.564	0.506	4	M10×40	42	25	
25	32	100	75	60	51	52	14	0.680	0.600	4	M10×40	51	32	1.5
32	38	120	90	70	60	61	16	1.150	1.041	4	M12×50	60	38	
40	45	130	100	80	69	70	16	1.286	1.148	4	M12×50	69	45	
50	57	140	110	90	80	81	16	1.426	1.266	4	M12×50	80	57	1.5
70	76	160	130	110	99	100	16	1.769	1.566	4	M12×50	99	76	
80	89	185	150	128	116	117	18	2.616	2.337	4	M16×55	116	89	1.5
100	108	205	170	148	135	136	18	3.07	2.70	4	M16×55	135	108	2
125	133	235	200	178	164	165	20	4.20	3.68	8	M16×60	164	133	2
150	159	260	225	202	188	189	20	4.75	4.18	8	M16×60	188	159	2
200	219	315	280	258	245	246	22	6.40	5.72	8	M16×65	245	219	2
250	273	370	335	312	298	299	24	8.426	7.618	12	M16×70	298	273	2
300	325	435	395	365	353	354	24	10.83	9.73	12	M20×70	353	325	2
350	377	495	445	415	403	404	26	13.62	11.94	12	M20×75	403	377	2
400	425	535	495	465	453	454	28	15.9	14.44	16	M20×80	453	426	3
450	478	590	550	520	506	507	28	18.44	16.71	16	M20×80	506	478	3
500	529	640	600	570	557	558	30	21.61	19.70	16	M20×85	557	529	3
600	630	755	705	670	659	660	30	27.95	25.14	20	M22×85	659	630	3
700	720	860	810	775	762	763	32	39.4	34.7	24	M22×90	762	720	3
800	820	975	920	880	869	870	32	49.26	43.07	24	M22×95	869	820	3
900	920	1075	1020	980	969	970	34	58.5	51.6	24	M27×100	969	1020	3
1000	1020	1175	1120	1080	1069	1070	36	61.1	53.4	28	M27×105	1069	1120	3

PN1.0 凹凸面平焊钢法兰 (mm)

表 4.2-28

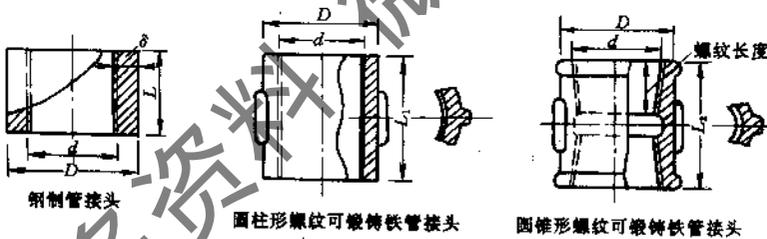
公称直径	管子	法 兰						法兰重量 (kg)		螺 栓		橡胶石棉垫片		
		DN	d_0	D	D_1	D_2	D_4	D_6	δ	凸面	凹面	数量	直径×长度	外径
25	32	115	85	68	57	58	14	0.945	0.832	4	M12×45	57	32	
32	38	135	100	78	65	66	16	1.469	1.320	4	M16×50	85	38	1.5
40	45	145	110	88	75	76	18	1.799	1.617	4	M16×55	75	45	
50	57	160	125	102	87	88	18	2.196	1.979	4	M16×55	87	57	
70	76	180	145	122	109	110	20	3.991	2.684	4	M16×60	109	76	1.5
80	89	195	160	138	120	121	20	3.40	3.074	4	M16×60	120	89	
100	108	215	180	158	149	150	22	4.30	3.71	8	M16×65	149	108	
125	133	245	210	188	175	176	24	5.76	5.03	8	M16×70	175	133	2
150	159	280	240	212	203	204	24	6.56	5.67	8	M20×70	203	159	
200	219	335	295	268	259	260	24	8.77	7.69	8	M20×70	259	219	
250	273	390	350	320	312	313	26	11.33	10.05	12	M20×75	312	273	2
300	325	440	400	370	363	364	28	13.6	12.15	12	M20×80	363	325	
350	377	500	460	430	421	422	28	16.98	14.79	16	M20×80	421	377	2
400	426	565	515	482	473	474	30	23.1	20.47	16	M22×85	473	426	3

(3) 管接头及弯头等

钢制及可锻铸铁制的管接头的规格见表 4.2-29。

管接头的规格

表 4.2-29

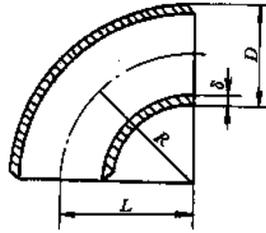


公称直径		钢制管接头			可锻铸铁接头				
		L	δ	重量	D	圆柱形螺纹		圆锥形螺纹	
						L_1	公称压力	L_2	公称压力
DN	(in)	(mm)	(mm)	(kg/个)	(mm)	(mm)	(MPa)	(mm)	(MPa)
15	1/2	35	5	0.066	27	34	1.6	38	1.6
20	3/4	40	5	0.11	35	38	1.6	42	1.6
25	1	45	6	0.21	42	42	1.6	48	1.6
32	1 1/4	50	6	0.27	54	43	1.6	52	1.6
40	1 1/2	50	7	0.45	57	52	1.6	56	1.6
50	2	60	7	0.63	70	56	1.0	60	1.0
70	2 1/2	65	8	1.1	88	64	1.0	66	1.0
80	3	70	8	1.3	101	70	1.0		
100	4	85	10	2.2	128	84	1.0		
120	5	90	10	3.2					
150	6	100	12	5.7					

90°压制弯头的规格见表 4.2-30。

90° 压制的弯头规格

表 4.2-30

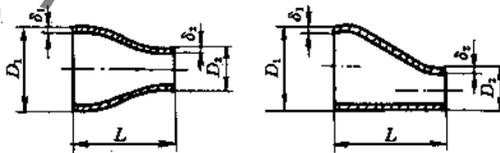


公称通径 DN	外 径 D	弯曲半径 R		结构长度 L		壁 厚 δ		
		R=1.5DN	R=1DN	R=1.5DN	R=1DN	DN4.0 级	DN6.4 级	DN10.0 级
25	32	38	25	38	25	3	—	4.5
32	38	48	32	48	32	3	—	4.5
40	45	60	40	60	40	3.5	—	5
50	57	75	50	75	50	3.5	—	5
65	76	100	65	100	65	4	—	6
80	89	120	80	120	80	4	—	6
100	108	150	100	150	100	4	6	8
125	133	190	125	190	125	4.5	7	10
150	159	225	150	225	150	5	8	12
200	219	300	200	300	200	7	10	14
250	273	375	250	375	250	8	11	16
300	325	450	300	450	300	9	12	20
350	377	525	350	525	350	10	14	22
400	426	600	400	600	400	11	16	—

压制的异径管的规格见表 4.2-31。

压制的异径管规格 (mm)

表 4.2-31



公称通径 DN ₁ ×DN ₂	外 径 D ₁ ×D ₂	壁 厚 $\delta_1 \times \delta_2$			结构长度 L
		PN4.0 级	PN4.6 级	PN10.0 级	
25×15	32×18	3×3	—	4.5×4.5	50
25×20	32×25	3×3	—	4.5×4.5	
32×15	38×18	3×3	—	4.5×4.5	50
32×20	38×25	3×3	—	4.5×4.5	
32×25	38×32	3×3	—	4.5×4.5	

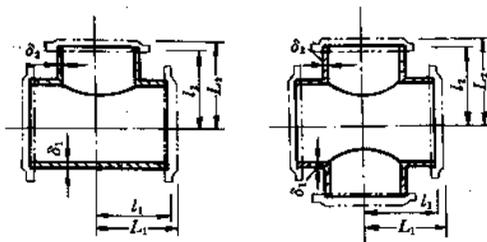
续表

公称通径 $DN_1 \times DN_2$	外 径 $D_1 \times D_2$	壁 厚 $\delta_1 \times \delta_2$			结构长度 L
		PN4.0 级	PN4.6 级	PN10.0 级	
40×20	45×25	3.5×3	—	5×4.5	65
40×25	45×32	3.5×3	—	5×4.5	
40×32	45×38	3.5×3	—	5×4.5	
50×25	57×32	3.5×3	—	5×4.5	75
50×32	57×38	3.5×3	—	5×4.5	
50×40	57×45	3.5×3.5	—	5×5	
65×32	76×38	4×3	—	6×4.5	90
65×40	76×45	4×3.5	—	6×5	
65×50	76×57	4×3.5	—	6×5	
80×40	89×45	4×3.5	—	6×5	90
80×50	89×57	4×3.5	—	6×5	
80×65	89×76	4×4	—	6×6	
100×50	108×57	4×3.5	6×4	8×5	100
100×65	108×76	4×4	6×5	8×6	
100×80	108×89	4×4	6×5	8×6	
125×65	133×76	4.5×4	7×5	10×6	130
125×80	133×89	4.5×4	7×5	10×6	
125×100	133×108	4.5×4	7×6	10×8	
150×80	159×89	5×4	8×5	12×6	140
150×100	159×108	5×4	8×6	12×8	
150×125	159×133	5×4.5	8×7	12×10	
200×100	219×108	7×4	10×6	14×8	150
200×125	219×133	7×4.5	10×7	14×10	
200×150	219×159	7×5	10×8	14×12	
250×125	273×133	8×4.5	11×7	16×10	180
250×150	273×159	8×5	11×8	16×12	
250×200	273×219	8×7	11×10	16×14	

焊接三通、四通规格见表 4.2-32。

焊接三通、四通规格 (mm)

表 4.2-32



DN_1	DN_2	δ_1	δ_2	l_1	L_1	l_2	L_2	重量 (kg/个)	
								三通	四通
50	50	3.5	3.5	145	150	145	150	2.34	3.12

续表

DN ₁	DN ₂	δ ₁	δ ₂	l ₁	L ₁	l ₂	L ₂	重量 (kg/个)	
								三通	四通
70	50	4	3.5	144	150	145	150	2.61	3.25
	70	4	4	144	150	145	150	2.97	3.96
80	50	4	3.5	144	150	145	150	3.15	3.93
	70	4	4	144	150	144	150	3.27	4.25
	80	4	4	144	150	144	150	3.57	4.74
100	60	4	3.5	194	200	145	150	4.76	5.54
	70	4	4	194	200	169	150	5.15	6.32
	80	4	4	194	200	169	175	5.37	6.76
	100	4	4	194	200	194	200	5.41	6.85
125	50	4	3.5	219	225	170	175	6.32	7.10
	80	4	4	219	225	169	175	6.91	8.74
	100	4	4	219	225	169	175	7.23	8.88
	125	4	4	219	225	219	225	7.52	9.46
150	50	4.5	3.5	244	250	195	200	9.21	10.10
	80	4.5	4	244	250	194	200	9.38	10.30
	100	4.5	4	244	250	194	200	9.54	10.71
	125	4.5	4	244	250	194	200	9.83	11.29
	150	4.5	4.5	244	250	244	250	11.19	14.81
200	100	6	4	292	300	219	225	19.52	20.64
	125	6	4	292	300	219	225	19.79	21.18
	150	6	4.5	292	300	219	225	20.28	22.16
	200	6	6	292	300	292	300	24.15	29.96
250	100	7	4	290	300	244	250	27.97	29.34
	125	7	4	290	300	244	250	28.45	30.39
	150	7	4.5	290	300	244	250	28.45	30.30
	200	7	6	290	300	267	275	31.71	34.82
	250	7	7	290	300	290	300	33.69	39.43
300	100	8	4	290	300	269	275	36.94	38.03
	125	8	4	290	300	269	275	37.21	38.57
	150	8	4.5	290	300	269	275	37.68	39.51
	200	8	6	290	300	292	300	39.93	44.01
	250	8	7	290	300	290	300	41.72	47.50
	300	8	8	290	300	290	300	43.20	51.55
350	100	9	4	289	300	294	300	46.58	47.66
	125	9	4	289	300	294	300	46.84	48.16
	150	9	4.5	289	300	294	300	47.31	49.12
	200	9	6	289	300	292	300	48.76	52.02
	250	9	7	314	325	315	325	55.16	61.06
	300	9	8	314	325	315	325	51.20	65.00
	350	9	9	339	350	339	350	65.15	77.00

(4) 焊接连接

中央空调采暖系统中,除安装配件处采用法兰或螺纹连接外,宜采用可靠性高的焊接连接。

1) 焊接方法

气焊:用于壁厚 $\delta \leq 2\text{mm}$ 、公称直径 $DN \leq 32$ 的管道上;

手工和自动电弧焊，用于壁厚 $\delta \geq 1.5\text{mm}$ 的管道上。

2) 管道焊接材料适用原则：

焊接接头应具有与母材基本相等的机械性能。碳素钢溶注金属的机械性能应符合表 4.2-33 的规定。常用钢材的焊条牌号见表 4.2-34。

碳素钢溶注金属的机械性能表

表 4.2-33

钢种类	焊接类别	机 械 性 能		
		抗拉强度 σ_b (MPa)	伸长率 (%)	冲击韧性值 (N·m/cm ²)
碳素钢	手工和自动电弧焊	不低于焊接母材的 抗拉强度下限值	18	80
	气 焊		16	40

常用钢材的焊条牌号表

表 4.2-34

钢 板	电 焊 条		气焊条或自动焊条	焊剂	电焊及自动焊施焊条件
	一般结构	厚板、受压 容器及管道			
10、15、20	E4303、E4301	E4315	H-08	431	一般不预热
20 _g 、25		E5015	H-08A、H-15		壁厚 > 38 时，600~650℃ 回火
A ₃	E4303、E4301 E4304	E4316	H-08	431	一般不预热
		E4315	H-12Mo、H-08A		厚度 > 38 时，600~650℃ 回火
		E5015			
12Mn、09Mn2 09Mn2Cu 05Mn2Si	E4303、E4301		H-08	431	一般不预热
		E4316、E4315	H-08MnA		厚度 > 28 时，600℃ 回火
16Mn、16MnCu	E5003、E5001 E5016、E5015		H-08	230 431	一般不预热
16Mn+Re			H-08MuA H-10MuA		厚度 > 32 时，590~680℃ 回火
15MnV、15MnTi	E5016、E5015 E5515-G		H-08MnA、H10MnSi	431 250 350	一般不预热或预热 150℃
15MnVCu			H-08MnSi、H10MnMo H-10Mn ₂		厚度 > 28 时，590~680℃ 回火
15MnVN 15MnVTi+Re 15MnVNCu	E5515-G E6016-D ₁ 、E6015-D ₁		H10Mn ₂	431	一般不预热或预热 150℃
			H-08MnMoA		厚度 > 28 时，590~680℃ 回火
18MnMoNb 14MnMoV	E6016-D ₁ 、E7015-D ₂		H-08Mn2MoA H-08Mn2MoVA	250	预热 200℃ 焊后进行 650℃ 回火

3) 各种结构型式的焊缝型式 见表 4.2-35~表 4.2-38。

手工电弧焊缝型式和尺寸 (GB324-88)

表 4.2-35

序号	焊缝型式	外形尺寸							
		S	4~9	10~13	14~19	20~26			
1		S	4~9	10~13	14~19	20~26			
		P	1	+1.0 -0.5	2±1				
		h	0+2		0+3				
2		S=20~30, S ₁ =2~30, k=0.8S-S ₁							
3		S	2~2.5	3~4.5	5~6	7~9	10~14	16~21	22~30
		S ₁	≥S						
		K	3	3	4	5	6	7	8

焊缝尺寸符号

表 4.2-36

焊缝尺寸符号	名称	焊缝尺寸符号	名称
δ	厚度	b	焊缝宽度
h	坡口高度	d	焊点直径
R	U形坡口圆弧半径	t	点焊或断续焊缝中心距
L	焊缝长度	a	焊点至板边的中心距
P	钝边高度	α	坡口角度
K	焊脚高度	n	焊缝的条(点、排)数
C	间隙	N	有关标准的焊缝序号

辅助符号

表 4.2-37

序号	名称、符号	使用举例	说明
1	带垫板 		在焊缝的底部带有垫板
2	铲平 		焊缝表面必须铲平,使焊缝与被焊零件的表面一致
3	同样焊缝 		在整张图样上,只出现一个符号时,表示全部焊缝的型式,剖面尺寸和辅助要求完全相同;出现几个符号时,表示有几组结构型式一样的焊缝型式,剖面尺寸和辅助要求完全相同的焊缝

续表

序号	名称、符号	使用举例	说明
4	装配焊缝 └		在工厂装配时所进行的焊缝
5	工地焊缝 ≡		在工地安装时所进行的焊缝
6	断续焊缝 (交错) ≡		双面断续交错分布焊缝, 应将两个图形符号对齐
7	断续焊缝 (断续或链状) /		①单面断续分布时, 用一个图形符号 ②双面链状分布时, 将两个图形符号对齐
8	熔透角焊 ●		角焊缝必须熔透
9	熔化焊 —		不用填充金属, 使母材熔化而成的焊缝

焊缝符号

表 4.2-38

3. 水管系统的管道阀门

阀门是重要的管道附件,其作用是接通、切断和调节水或其他液体的流量。中央空调采暖系统中常用的阀门型式有截止阀、闸阀、蝶阀、止回阀、调节阀等。

常用阀门型号及其应用范围见表 4.2-39。

常用管道阀门型号及其应用范围

表 4.2-39

阀门名称	型号	使用温度 (°C)	适用主要介质	直径范围 DN (mm)
内螺纹暗杆楔式闸阀	Z15T-10	120	水、蒸汽	15~70
	Z15W-10	100	煤气、油品	15~70
明杆楔式单闸板闸阀	Z41T-10	200	水、蒸汽	50~450
	Z41W-10	200	水、蒸汽	50~450
	Z41H-16C	400	水、蒸汽、油品	200~400
	Z41H-25	400	蒸汽、油品	70~400
	Z41H-25Q	350	水、蒸汽、油品	50~200
暗杆楔式单闸板闸阀	Z45T-10	200	水、蒸汽	50~700
	Z45W-10	100	煤气、油品	50~400
明杆平行式双闸板闸阀	Z44T-10	200	水、蒸汽	50~400
	Z44W-10	100	煤气、油品	50~400
内螺纹截止阀	J11X-10	60	水	15~70
	J11W-10	60	水	15~70
	J11T-16	200	水、蒸汽	15~70
	J11W-16	100	煤气、油品、水	15~70
法兰截止阀	J41X-10	60	水	25~70
	J41T-16	200	水、蒸汽、油品	15~150
	J41W-16	100	煤气、油品、水	15~150
	J41T-25	300	水、蒸汽	25~80
	J41H-25	300	水、蒸汽	25~80
内螺纹升降式止回阀	H11T-16	200	水、蒸汽	15~70
	H11W-16	100	油品	15~70
法兰旋启式止回阀	H44X-10	60	水	50~600
	H44T-10	200	水、蒸汽	50~600
	H44W-10	100	油品	50~800
	H44H-25	250	蒸汽、油品	200~500
法兰升降式止回阀	H41T-16	200	水、蒸汽	25~150
	H41W-16	100	油品	25~150
	H41H-25	300	蒸汽、油品	25~150
	H41H-25k	300	水、蒸汽	25~80
内螺纹旋塞	X13W-10	100	煤气、油品	15~50
	X13T-10	200	水、蒸汽、油品	15~50

续表

阀门名称	型号	使用温度 (°C)	适用主要介质	直径范围 DN (mm)
法兰旋塞	X43W-8	100	煤气、油品	100~150
	X43W-10	100	煤气、油品	25~150
	X43T-10	200	水、蒸汽、油品	25~150
法兰三通旋塞	X44W-6	100	煤气、油品	25~100
外螺纹弹簧式安全阀	A27W-10T	120	空气	15~20
外螺纹弹簧式带扳手安全阀	Z27H-10K	200	水、蒸汽、空气	10~40
弹簧式带扳手安全阀	A47H-16	200	水、蒸汽、空气	40~100
	A47H-16C	350	水、蒸汽、空气	40~80
	A47H-40	350	蒸汽、空气	40~80
外螺纹弹簧封闭式安全阀	A21H-16C	200	空气、氨、水、氢液	10~25
	Z21H-40	200	空气、氨、水、氢液	15~25
弹簧封闭式安全阀	A41H-40	300	空气、氨、水、油品	32~80
活塞式减压阀	Y43H-10	200	蒸汽、空气	40~50
	Y43H-16	300	蒸汽、空气	65~100
	Y43H-16Q	300	蒸汽、空气	20~200
	Y43H-25	450	蒸汽、空气	25~200
波纹管式减压阀	Y44T-10	200	蒸汽、空气、水	20~25
热动力式疏水器	S19H-10	200	凝结水	15~25
	S19H-16	200	凝结水	15~50
	S19H-25	200	凝结水	15~50
脉冲式疏水器	S18H-25	200	凝结水	15~50
倒吊桶式疏水器	S15H-16	200	凝结水	15~30
	S15H-16	200	凝结水	50~80
自由浮球式疏水器	S41H-16	200	凝结水	15~50

4.3 管道保温及防腐处理

1. 管道保温

为了减少管道的能量损失,防止空调管道表面结露及保证进入空调设备和末端空调机组的供水(气)温度,管道及其附件均应采取保温措施。对采暖系统管道保温尤其重要,一般具有良好保温措施的热网,其热损失约为总输热量的5%~8%,其保温措施费用约占管网成本的30~40%。因此,研制和选用价廉物美的保温材料是提高保温技术和经济指标的关键问题。

(1) 常用保温材料及其制品的技术特性

目前,中央空调工程中常用的保温材料及其制品的技术特性见表4.3-1。

常用保温材料及其制品的技术特性

表 4.3-1

材料名称	密度 (kg/m ³)	导热系数 [W/(m·K)]	适用温度 (°C)	抗压强度 (kPa)	备注
膨胀珍珠岩类: 散料: 一级 二级 三级 水泥珍珠岩板、管壳 水玻璃珍珠岩板、管壳 憎水珍珠岩制品	<80 80~150 150~250 250~400 200~300 200~300	<0.052 0.052~0.064 0.064~0.076 0.058~0.087 0.056~0.065 0.058	~200 ~800 ≤600 <650	500~1000 600~1200 >500	密度小、导热系数小、化学稳定性强、不燃、不腐蚀、无毒、无味、价廉、产量大、资源丰富、适用广泛
普通玻璃棉类: 中級纤维淀粉粘结制品 中級纤维酚醛树脂制品 玻璃棉沥青粘结制品	100~130 120~150 100~170	0.040~0.047 0.041~0.047 0.041~0.058	-35~300 -35~350 -20~250		耐酸、抗腐、不烂、不蛀、吸水率小、化学稳定性好、无毒无味、价廉、寿命长、导热系数小、施工方便、但刺激皮肤
超细玻璃棉类: 超细棉(原棉) 超细棉无脂毡和缝合垫 超细棉树脂制品 无碱超细棉	18~30 60~80 60~80 60~80	≤0.035 0.041 ≤0.035	-100~450 -120~400 -120~400 -120~600		密度小、导热系数低、特点同普通玻璃棉
微孔硅酸钙(管壳)	200~250	0.059~0.060	600	500~1000	耐高温
蛭石类: 膨蛭石 水泥蛭石管壳	80~280 430~500	0.052~0.070 0.093+0.00025 _p	-20~1000 <600	250	适于高温、强度大、价廉、施工方便
硅藻土类: 硅藻土保温管及板 石棉硅藻土胶泥	<550 <560	0.063+0.00014 _p 0.151+0.00014 _p	<900	500	密度小、强度高、耐高温、施工方便但尘土大
矿渣棉类: 普通矿渣棉 沥青矿渣棉毡 酚醛树脂矿渣棉管壳	110~130 100~125 150~180	0.043~0.052 0.037~0.049 0.042~0.049	<650 <250 <300		密度小、导热系数小、耐高温、价廉、货源广、填充后易沉降、施工时刺激皮肤且尘土大
泡沫混凝土类: 水泥泡沫混凝土 粉煤灰泡沫混凝土	<500 300~700	0.127+0.0003 _p 0.15~0.163	<300 <300	≥300	密度大、导热系数高、可现场自行制作
石棉类: 石棉绳 石棉碳酸镁管 硅藻土石棉灰 泡沫石棉	590~730 360~450 280~380 40~50	0.070~0.209 0.064+0.00033 _p 0.066+0.00015 _p 0.038+0.00023 _p	<500 <300 <900 500		耐火、耐酸碱、导热系数较小

续表

材料名称	密度 (kg/m ³)	导热系数 [W/(m·K)]	适用温度 (°C)	抗压强度 (kPa)	备注
岩棉类: 岩棉保温板(半硬质)	80~200	0.047~0.058	-268~500		密度小、导热系数小、适用温度范围广、施工简便但刺人
岩棉保温毡(毡)	90~195	0.047~0.052	-268~400		
岩棉保温带	100		200		
岩棉保温管壳	100~200	0.052~0.058	-268~350		
硅酸铝纤维类: 硅酸铝纤维板	150~200	0.047+0.00012 <i>t_p</i>	≤1000		密度小、导热系数小、耐高温但价贵
硅酸铝纤维毡	180	0.016~0.047	≤1000		
硅酸铝纤维管壳	300~380	0.047+0.00012 <i>t_p</i>	≤1000		
泡沫塑料类: 可发性聚苯乙烯塑料板	20~50	0.031~0.047	-80~75	>150	密度小、导热系数小、施工方便、不耐高温、适用于60°C以下的低温水管道保温
可发性聚苯乙烯塑料管壳	20~50	0.031~0.047	-80~75	>150	
硬质聚氨酯泡沫塑料制品	30~50	0.023~0.029	-80~100	≥250~500	
软质聚氨酯泡沫塑料制品	30~42	0.023	-50~100		
硬质聚氨酯泡沫塑料制品	40~50	≤0.043	-35~80	≥180	聚氨酯可现场发泡浇注成型、强度高、但成本也高。此类材料可燃,防火性差,分自熄型与非自熄型两种,应用时须注意
软质聚氨酯泡沫塑料制品	27	0.032	-60~60	500~1500	

注: *t_p* 为保温材料的平均温度(°C)。

不同的保温材料,有不同的使用温度范围,图 4.3-1 给出了一些常用保温材料的使用温度范围。

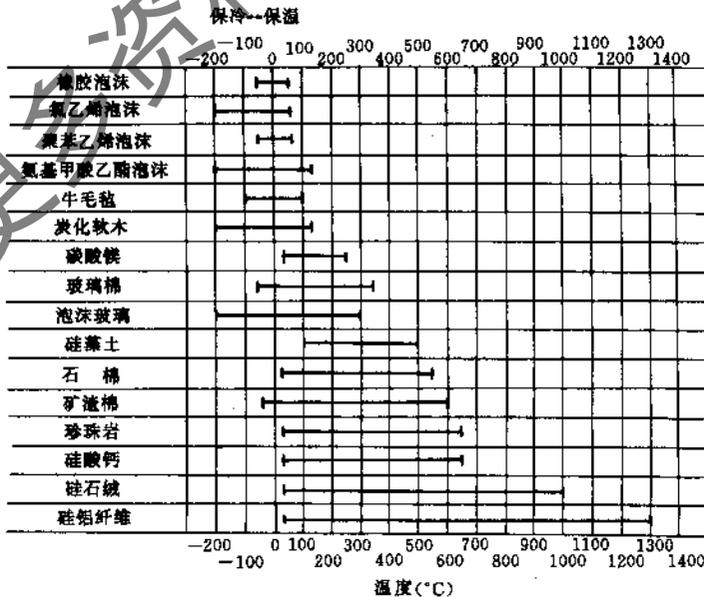


图 4.3-1 一些常用保温材料的使用温度范围

(2) 保温层厚度

众所周知,保温层的厚度与保温材料及设备使用状况等许多因素有关,要经过详细热力计算及汇集有关技术经济资料才能确定最经济实用的保温层厚度,如图 4.3-2。

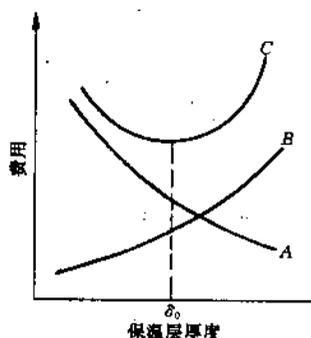


图 4.3-2 保温层的经济厚度示意

选定某一种保温材料后,随着保温层厚度增加,热损失费用下降(图 4.3-2 中曲线 A);但敷设保温层的费用却增加(图 4.3-2 中曲线 B)。两者费用相叠加,即得到图 4.3-2 中曲线 C。曲线 C 的最低点对应的厚度 δ_0 ,即是该保温材料保温层的经济厚度。

1) 最小保温层厚度

目前,管道保温常用材料中推荐采用水泥膨胀珍珠岩管壳和岩棉、矿棉及玻璃棉管壳。

当供热介质与周围空气的温差小于或等于 60°C 时,供暖供热管道的最小保温层厚度 δ_{\min} 值应按表 4.3-2 选取(见《民用建筑节能设计标准》)。

供暖供热管道最小保温层厚度 δ_{\min}

表 4.3-2

保温材料	管 径 (mm)		最小保温层厚度 δ_{\min} (mm)
	公称直径 DN	外径 D	
水泥膨胀珍珠岩管壳 $\lambda_m = 0.058 + 0.00026t_m$ $t_m = 70^{\circ}\text{C}$ 时, $\lambda_m = 0.0761\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$	25~65	32~73	40
	80~150	89~159	50
	200~300	219~325	60
岩棉管壳 $\lambda_m = 0.0314 + 0.0002t_m$ $t_m = 70^{\circ}\text{C}$ 时, $\lambda_m = 0.0452\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$	25~32	32~38	20
	40~200	45~219	30
	250~300	273~325	40

注: 1) t_m ——保温层的平均温度 ($^{\circ}\text{C}$), 取管道内热媒与管道周围空气的平均温度;

2) 当选用其他保温材料或其导热系数与表中值相差较大时, 最小厚度应按下式修正:

$$\delta'_{\min} = \lambda'_m \cdot \delta_{\min} / \lambda_m$$

式中 δ'_{\min} ——修正后的最小保温厚度, mm;

δ_{\min} ——表中的最小保温厚度, mm;

λ'_m ——实际选用的保温材料平均导热系数, $\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$;

λ_m ——表中保温材料的平均导热系数, $\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

3) 当实际热媒温度与管道周围空气之差大于 60°C 时, 最小保温厚度应按下式修正:

$$\delta'_{\min} = (t_w - t_a) \delta_{\min} / 60$$

式中 t_w ——实际供暖供热介质温度, $^{\circ}\text{C}$;

t_a ——管道周围空气温度, $^{\circ}\text{C}$;

其余符号同上式。

以岩棉制品为例, 将满足允许最大散热损失的最小保温厚度列于表 4.3-3、表 4.3-4。

满足允许最大散热损失的最小保温厚度表 (常年运行工况时) (mm) 表 4.3-3

内表面温度 (°C)		50			100			150			200			250			300			350		
允许最大散热损失 (W/m ²)		58			93			116			140			163			186			209		
公称直径 (DN)	管壳	棉板	保温带	管壳	棉板	保温带	管壳	棉板	保温带	管壳	棉板	保温带	管壳	棉板	保温带	管壳	棉板	保温带	管壳	棉板	保温带	
	15	17	—	—	24	—	—	32	—	—	38	—	—	43	—	—	48	—	—	52	—	—
20	17	—	—	26	—	—	34	—	—	41	—	—	45	—	—	51	—	—	55	—	—	
25	18	—	—	27	—	—	35	—	—	41	—	—	47	—	—	52	—	—	56	—	—	
32	19	—	—	28	—	—	36	—	—	44	—	—	49	—	—	54	—	—	59	—	—	
40	20	—	—	30	—	—	38	—	—	45	—	—	51	—	—	56	—	—	60	—	—	
50	20	—	—	31	—	—	40	—	—	48	—	—	54	—	—	59	—	—	65	—	—	
65	20	—	—	31	—	—	41	—	—	50	—	—	56	—	—	63	—	—	68	—	—	
80	20	—	—	33	—	—	43	—	—	52	—	—	59	—	—	65	—	—	71	—	—	
100	22	—	—	34	—	—	44	—	—	54	—	—	61	—	—	67	—	—	74	—	—	
125	23	—	—	34	—	—	46	—	—	55	—	—	64	—	—	71	—	—	77	—	—	
150	23	—	—	35	—	—	48	—	—	57	—	—	66	—	—	73	—	—	80	—	—	
200	23	—	—	36	—	—	50	—	—	59	—	—	69	—	—	77	—	—	84	—	—	
250	24	—	—	39	—	—	52	—	—	62	—	—	71	—	—	80	—	—	87	—	—	
300	24	—	27	39	—	44	52	—	60	62	—	71	73	—	81	81	—	90	—	—		
350	24	—	27	40	—	44	53	—	60	63	—	72	74	—	82	82	—	91	—	—		
400	—	—	27	—	—	44	—	—	60	—	—	73	—	—	83	—	—	—	—	—		
450	—	—	29	—	—	45	—	—	60	—	—	74	—	—	84	—	—	—	—	—		
500	—	—	30	—	—	45	—	—	62	—	—	74	—	—	85	—	—	—	—	—		
600	—	—	30	—	—	46	—	—	62	—	—	76	—	—	87	—	—	—	—	—		
700	—	—	30	—	—	46	—	—	62	—	—	76	—	—	88	—	—	—	—	—		
800	—	—	30	—	—	46	—	—	64	—	—	77	—	—	89	—	—	—	—	—		
900	—	—	30	—	—	46	—	—	64	—	—	78	—	—	90	—	—	—	—	—		
1000	—	—	30	—	—	47	—	—	65	—	—	78	—	—	90	—	—	—	—	—		
设备	—	26	30	—	42	50	—	61	68	—	76	84	—	90	98	—	103	—	115	—	—	

满足允许最大散热损失的最小保温厚度表 (季节运行工况时) (mm) 表 4.3-4

内表面温度 (°C)		50			100			150			200			250			300		
允许最大散热损失 (W/m ²)		116			163			203			244			279			308		
公称直径 (DN)	管壳	棉板	保温带	管壳	棉板														
	15	6	—	—	14	—	—	20	—	—	24	—	—	27	—	—	31	—	
20	7	—	—	15	—	—	21	—	—	25	—	—	28	—	—	33	—		
25	7	—	—	15	—	—	21	—	—	25	—	—	30	—	—	33	—		
32	7	—	—	16	—	—	22	—	—	26	—	—	30	—	—	35	—		
40	7	—	—	16	—	—	23	—	—	27	—	—	31	—	—	36	—		
50	7	—	—	17	—	—	23	—	—	28	—	—	33	—	—	38	—		
65	8	—	—	17	—	—	24	—	—	30	—	—	34	—	—	40	—		
80	8	—	—	18	—	—	24	—	—	30	—	—	35	—	—	41	—		
100	8	—	—	18	—	—	25	—	—	31	—	—	37	—	—	42	—		

续表

内表面温度 (°C)	50			100			150			200			250			300		
	管壳	棉板	保温带	管壳	棉板													
允许最大 散热损失 (W/m ²)	116			163			203			244			279			308		
公称直径 (DN)	管壳	棉板	保温带	管壳	棉板													
125	8	—	—	19	—	—	26	—	—	31	—	—	38	—	—	44	—	
150	8	—	—	19	—	—	27	—	—	33	—	—	40	—	—	45	—	
200	8	—	—	20	—	—	28	—	—	34	—	—	41	—	—	48	—	
250	9	—	—	19	—	—	27	—	—	34	—	—	41	—	—	49	—	
300	9	—	10	19	—	22	29	—	32	35	—	39	42	—	46	49	—	
350	9	—	10	19	—	23	30	—	32	36	—	40	42	—	48	51	—	
400	—	—	10	—	—	23	—	—	32	—	—	41	—	—	49	—	—	
450	—	—	10	—	—	23	—	—	32	—	—	41	—	—	49	—	—	
500	—	—	10	—	—	23	—	—	32	—	—	41	—	—	49	—	—	
600	—	—	10	—	—	23	—	—	33	—	—	41	—	—	50	—	—	
700	—	—	10	—	—	23	—	—	33	—	—	41	—	—	50	—	—	
800	—	—	10	—	—	23	—	—	34	—	—	41	—	—	51	—	—	
900	—	—	10	—	—	23	—	—	34	—	—	41	—	—	51	—	—	
1000	—	—	10	—	—	23	—	—	34	—	—	42	—	—	51	—	—	
设备	—	8	10	—	21	24	—	31	35	—	40	44	—	50	53	—	60	

2) 经济保温厚度

以岩棉制品为例, 将岩棉管壳、岩棉板及岩棉保温带的经济保温厚度列于表 4.3-5~表 4.3-11。

岩棉管壳、岩棉板经济保温厚度选用表 (冷介质)

表 4.3-5

内表面温度 (°C)	0		5		10		15		20	
	保厚度 (mm)	单位冷损失 (W/m ²)								
15	30	4.1	20	4.0	20	3.0	20	2.1	20	1.4
20	30	4.7	30	3.7	20	3.5	20	2.3	20	1.6
25	30	5.0	30	4.1	20	4.7	20	3.5	20	1.9
32	30	5.6	30	4.5	30	3.4	20	2.9	20	2.1
40	30	6.2	30	5.0	30	3.8	20	3.3	20	1.6
50	40	6.2	30	5.8	30	4.4	20	3.8	20	2.0
65	40	7.2	30	7.0	30	5.2	20	4.5	20	2.3
80	40	8.3	40	6.7	30	6.2	30	4.1	20	2.7
100	40	9.5	40	7.7	30	7.1	30	4.8	20	3.1
125	40	11.2	40	9.1	30	8.4	30	5.6	20	3.8
150	50	11.0	40	10.5	40	7.9	30	6.5	20	4.4
200	50	14.2	40	13.6	40	10.2	30	8.6	20	5.8
250	50	17.1	40	16.4	40	12.4	30	10.5	20	7.2
300	50	19.9	50	16.0	40	14.4	30	12.2	20	8.4
350	50	22.6	50	18.3	40	16.5	30	14.0	20	9.7
设备	100	9.0	90	8.0	80	6.9	60	6.0	40	4.4

表 4.3-6

岩棉管壳、岩棉板经济保温厚度选用表(热介质)(一)

内表面温度 (°C)	50		100		150		200		250		300		350	
	保温 厚度 (mm)	单位 热损失 (W/m) (W/m ²)												
公称 直径 (DN)														
15	20	8.5	30	17.6	40	26.1	40	38.3	50	47.1	60	56.4	60	70.2
20	20	9.8	30	20.1	40	29.5	50	39.1	50	52.9	60	62.9	70	73.5
25	20	10.7	30	21.7	40	31.9	50	41.9	60	52.1	60	67.2	70	78.1
32	20	12.0	30	24.1	40	35.1	50	45.8	60	56.9	60	73.3	70	85.0
40	20	13.6	40	22.9	50	34.4	50	50.5	60	62.2	70	74.3	70	92.6
50	20	16.2	40	26.5	50	39.7	60	52.4	60	71.2	70	84.5	80	98.4
65	30	14.9	40	31.4	50	46.4	60	61.0	70	75.7	80	90.7	80	113.0
80	30	17.3	40	36.0	50	53.0	60	69.3	70	85.6	80	102.1	90	119.0
100	30	20.1	40	41.6	60	54.0	70	71.6	70	97.1	80	115.3	90	134.0
125	30	23.8	40	48.8	60	62.6	70	82.7	80	102.7	90	122.9	100	143.5
150	30	27.7	50	47.9	60	71.4	70	94.0	80	116.3	90	138.7	100	161.5
200	30	36.5	50	62.0	60	91.6	80	108.6	90	135.5	100	162.3	100	202.2
250	30	44.4	50	74.5	70	97.3	80	129.0	90	160.1	100	191.3	120	209.3
300	30	52.1	50	86.6	70	112.3	80	148.5	90	183.8	100	219.0	120	238.5
350	30	59.7	50	98.6	70	127.3	80	167.8	100	191.0	100	246.4	120	267.4
设备	60	24.2	100	38.6	120	54.8	160	61.4	180	74.9	200	87.9	240	92.3

注:(W/m)为管道单位热损失;(W/m²)为设备单位热损失。

岩棉管壳、岩棉板经济保温厚度选用表(热介质)(二)

表 4.3-7

内表面温度 (°C)	50		100		150		200		250		300	
	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)
(DN)	(mm)	(W/m ²)										
15	20	12.9	30	21.3	30	33.5	40	41.6	40	55.2	50	63.8
20	20	15.0	30	24.3	30	38.4	40	47.1	50	56.4	50	71.7
25	20	16.4	30	26.3	40	35.8	40	50.7	50	60.3	50	76.9
32	20	18.4	30	29.2	40	39.5	40	55.8	50	66.2	60	77.1
40	20	20.7	30	32.6	40	43.7	50	54.8	50	72.8	60	84.3
50	30	19.1	30	38.3	40	50.7	50	63.1	60	75.8	60	96.4
65	30	22.8	40	37.9	40	59.9	50	73.8	60	88.0	70	102.7
80	30	26.4	40	43.7	50	59.7	50	84.4	60	100.0	70	116.0
100	30	30.8	40	50.3	50	68.4	60	85.9	60	114.1	70	131.6
125	30	36.4	40	59.2	50	79.8	60	99.5	70	119.3	70	151.9
150	30	42.3	40	68.3	50	91.5	60	113.6	70	135.6	80	157.7
200	30	55.7	40	89.1	60	103.0	70	130.1	70	172.8	80	199.7
250	30	67.8	50	90.2	60	123.4	70	155.1	80	186.2	90	217.2
300	30	79.4	50	104.8	60	142.9	70	179.0	80	214.3	90	249.2
350	30	91.0	50	119.4	60	162.3	70	202.8	80	242.2	90	281.2
设备	60	36.5	80	56.6	100	73.1	120	87.8	140	101.4	160	102.0

岩棉管壳、岩棉板经济保温厚度选用表(热介质)(三)

表 4.3-8

内表面温度 (°C)	50		100		150		200		250		300	
	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)	保 温 厚 度	单 位 热 损 失 (W/m)
(DN)	(mm)	(W/m ²)										
15	20	11.4	20	24.3	30	32.3	30	46.2	40	54.3	40	69.3
20	20	13.1	20	28.3	30	37.0	30	52.8	40	61.4	40	78.4
25	20	14.4	20	30.7	30	39.9	40	49.4	40	66.0	50	75.8
32	20	16.2	30	27.4	30	44.4	40	54.4	40	72.8	50	83.0
40	20	18.3	30	30.7	30	49.4	40	60.2	40	80.5	50	91.3
50	20	21.6	30	35.9	30	58.0	40	69.9	50	82.2	50	105.0
65	20	26.3	30	42.9	40	57.7	40	82.4	50	96.2	60	110.5
80	20	30.8	30	49.8	40	66.4	50	82.3	50	109.9	60	125.5
100	20	36.2	30	57.9	40	76.5	50	94.3	50	125.9	60	143.0
125	20	43.1	30	68.5	40	89.9	50	109.9	60	129.8	60	165.8
150	20	50.5	30	79.5	40	103.6	50	126.0	60	148.1	70	170.2
200	20	67.3	40	83.7	50	114.0	60	142.2	60	190.0	70	216.7
250	30	59.7	40	101.3	50	137.1	60	170.2	70	202.1	70	258.3
300	30	69.9	40	118.1	50	159.3	60	197.0	70	233.3	70	298.0
350	30	80.0	40	135.0	50	181.4	60	223.0	70	264.3	80	304.0
设备	50	38.3	70	60.6	90	78.0	100	102.1	120	115.6	140	128.4

岩棉保温带经济保温厚度选用表 (一)

表 4.3-9

内表面温度 (°C)	50		100		150		200		250	
	保温 厚度 (mm)	单位 热损失 (W/m)								
300	40	47.6	70	75.8	90	105	100	140.9	120	165.7
350	40	54.3	70	85.9	90	118.5	100	158.6	120	185.8
400	40	60.7	70	95.5	90	131.0	100	175.2	120	204.7
450	40	67.4	70	105.6	90	144.4	100	192.9	120	224.7
500	50	61.4	70	115.5	90	157.6	100	210.1	120	244.2
600	50	72.1	70	134.9	90	183.5	120	210.2	120	282.8
700	50	81.6	70	135.8	100	189.0	120	235.8	140	279.4
800	50	92.2	80	152.9	100	212.1	120	264.1	140	312.3
900	50	102.8	80	169.9	100	235.2	120	292.3	140	345.1
1000	50	113.4	80	186.9	100	258.4	120	320.6	140	377.9
>1000	50	33.6	80	54.0	120	61.5	140	77.1	160	91.2

岩棉保温带经济保温厚度选用表 (二)

表 4.3-10

内表面温度 (°C)	50		100		150		200		250	
	保温 厚度 (mm)	单位 热损失 (W/m)								
300	40	72.8	60	104.1	80	134.9	90	166.3	100	202.3
350	40	83.3	60	118.3	80	146.6	90	187.6	100	227.8
400	40	93.0	60	131.5	80	162.6	90	207.6	100	251.6
450	50	85.7	60	145.7	80	179.4	90	228.7	100	277.0
500	50	94.0	70	140.2	80	195.9	90	249.5	100	301.6
600	50	110.3	70	164.0	80	228.6	100	266.2	120	302.0
700	50	125.0	70	185.0	80	257.7	100	299.2	120	338.6
800	50	141.2	70	208.5	80	290.0	100	335.8	120	379.2
900	50	157.4	70	231.9	90	290.9	100	372.4	120	419.8
1000	50	173.6	70	255.3	90	319.8	100	409.1	120	460.3
>1000	50	51.5	70	65.6	90	91.5	120	97.4	140	110.7

岩棉保温带经济保温厚度选用表 (三)

表 4.3-11

内表面温度 (°C)	50		100		150		200		250	
	保温 厚度 (mm)	单位 热损失 (W/m)	保温 厚度 (mm)	单位 热损失 (W/m)	保温 厚度 (mm)	单位 热损失 (W/m)	保温 厚度 (mm)	单·位 热损失 (W/m)	保温 厚度 (mm)	单位 热损失 (W/m)
公称 直径 (DN)										
300	30	80.6	50	113.0	60	156.2	70	196.3	80	234.8
350	30	92.3	50	128.7	60	177.3	80	200.1	90	242.1
400	30	103.4	50	143.5	70	174.1	80	221.9	90	267.9
450	40	90.7	50	159.1	70	192.4	80	244.9	90	295.2
500	40	99.7	50	174.4	70	210.5	80	266.9	90	322.0
600	40	117.2	50	204.9	70	246.0	80	311.9	90	374.9
700	40	132.9	50	232.0	70	277.7	80	351.5	90	422.0
800	40	150.3	50	262.0	70	312.8	80	395.5	100	433.6
900	40	167.8	60	249.2	70	347.9	80	439.4	100	480.8
1000	40	185.3	60	274.5	70	383.1	80	483.4	100	528.0
>1000	40	55.5	60	80.7	80	98.4	90	124.9	100	149.8

3) 管道保温的极限厚度

管道保温层厚度不能超过表 4.3-12 规定的极限厚度, 以达到经济合理的目的。

管道保温层的极限厚度 (mm)

表 4.3-12

公称直径 DN	≤32	40	50	70	80	100	125	150	200	250
极限厚度 δ_{max}	45	55	65	80	95	110	115	120	125	130

(3) 管道保温层的保护层

空调工程中, 无论水管系统或风管系统, 必须采取保温结构。水管一般采用岩棉保温管壳、水泥膨胀珍珠岩管壳、玻璃棉管壳或酚醛树脂矿渣棉管壳等; 风管一般采用相应材料的保温板、带等制品。

为了长期保温可靠, 保温层外面都要加一层保护层。水管管壳外面采用油毡玻璃丝布保护层或涂抹石棉水泥保护层, 最后用 $\phi 1 \sim 1.6$ (mm) 的镀锌铁丝捆扎; 风管保温层外面常用复合铝箔或玻璃丝布等。

对保温层外保护层的要求是:

- 1) 具有良好的防水防潮性质;
- 2) 耐压强度不得低于 80MPa; 不易燃烧;
- 3) 50°C 时的导热系数不超过 0.33W/(m·°C);
- 4) 在温度变化或振动的情况下, 不易开裂或脱皮;
- 5) 含可燃性物质及有机物极少, 控制不大于 10%。

保护层及防潮层的选用表见表 4.3-13。

保护层及防潮层选用表

表 4.3-13

保护层类别	保护层材料名称	适用场合		
		室内	室外	地沟
金属保护层	镀锌铁皮: 0.3~0.5mm厚度的薄板(φ200mm直径以下管道宜采用0.3mm薄板)	0	0	
	铝合金板: 0.5~0.7mm厚度的薄板(φ200mm直径以下管道宜采用0.5mm薄板)	0	0	
复合保护层	玻璃丝布(中碱布)	0		
	复合铝箔(宜用玻璃纤维增强, 铝箔厚度为0.01~0.02mm, 或纸基铝箔粘胶带)	0		
	沥青玻璃丝布油毡		0	0
	玻璃丝布乳化沥青涂层(乳化沥青采用各种阴、阳离子型水乳化沥青冷涂料, 如JG型沥青防水涂料)		0	0
	玻璃纤维增强塑料(玻璃钢)		0	0

2. 管道防腐处理

(1) 一般常用的防腐涂料

常用的防腐涂料品种及其特性见表 4.3-14。

常用的防腐涂料品种及其特性

表 4.3-14

型号 标准号	涂料名称	特性和用途	备注
Y53-1 HG ₂ -581-74	红丹防锈漆	防锈性能好, 易涂刷, 涂膜有较好的坚韧性、防水性和附着力, 且能起阳极阻蚀剂作用。对表面处理要求不高。耐温 150℃ 以下。但干燥慢, 且有一定毒性, 易沉淀结块, 不便喷涂, 只能手工涂刷。现已逐渐被铁红酚醛底漆、铝粉铁红酚醛底漆等所代替。只适用于涂刷黑色金属, 不适用于涂刷铝、锌合金等表面	
Y 53-2 HG ₂ -780-74	铁红防锈漆	防锈性能仅次于红丹防锈漆, 附着力强。耐温 150℃ 以下, 可用于室内外要求不高的黑色金属表面防锈打底	
SRC-A	特种带锈防锈除锈底漆	该涂料能与铁锈直接反应, 使有害的铁锈转化为稳定的络合物, 并形成封闭式牢固的保护层。同时覆盖磷酸盐钝化膜(不断产生的)树脂膜达到除锈、防锈、防腐、防氧化的目的。因此该涂料可直接在带锈钢铁表面涂刷, 减免化学、机械或人工除锈工序。该涂料抗露天曝晒, 耐海水腐蚀, 耐稀酸、碱、油、耐高温 300℃, 在 -30℃ 的低温下可照常施工使用, 并能与任何涂料配套使用	

续表

型号 标准号	涂料名称	特性和用途	备注
Y53-4 企 标	铁黑防锈漆	涂刷方便,具有良好的耐晒性和一定的防锈性能。可用于室内外钢铁结构的防锈打底	
G06-4 HG ₂ -623-74	锌黄、铁红过氧 乙烯底漆	具有一定的防锈性及耐化学性,但附着力不强。如在 60~65℃ 温度下烘烤 2h 可增强附着力。涂刷前金属表面应除锈后先涂 X06-1 磷化底漆一层。耐温 60℃,适用于钢铁表面打底	与各种过氧乙烯面漆配套使用
G52-1 HG ₂ -625-74	各色过氧乙烯 防腐漆	具有优良的耐腐蚀性、耐酸碱性、防霉、防潮性。但附着力较差,如配套得好,可以弥补。在 60~65℃ 温度下烘烤 2h 可增强附着力。应与过氧乙烯底漆(G06-4)及过氧乙烯防腐清漆(G52-2)配套使用,喷涂在各种管道、风管等金属表面,以防酸碱等气体侵蚀	
G52-2 HG ₂ -626-74	过氧乙烯防腐 清 漆	干燥快,有良好的防化学腐蚀性能,耐无机酸、碱、盐类及煤油。单独使用时附着力差,要求配套使用。耐温 60℃,配套要求:喷 G06-4 一至二遍,再喷 G52-1 二至三遍,最后喷本漆三至四遍	
F53-4 HG ₂ -24-74	锌黄酚醛防锈漆	锌黄能使金属表面钝化,故有良好的保护性和防锈性。适用于铝及其它轻金属构件表面涂刷,作防锈打底用	
F 53-8	铝粉铁红酚 醛防锈漆	漆膜坚韧,附着力强,能受高温烘烤(如装配切割,电焊火工校正等),不会产生有毒气体,其防锈性能与 Y53-1 红丹防锈漆相同,并有干燥快速、施工方便等优点。但耐溶剂性较差,不耐酸碱。可作防锈底漆打底涂层和金属结构防锈用	
Y03-1 HG ₂ -567-74 T03-1 HG ₂ -731-74	各式油性调合漆 各式酚胶调合漆	耐候性较好,但干燥时间较长,漆膜较软。适用于室内外一般金属构配件表面的涂刷作保护和装饰用。T03-1 比 Y03-1 干燥快,硬度大	
F60-1	各式酚醛防火漆	漆膜中含有耐温颜料与防火剂,燃烧时漆膜内的防火剂受热产生烟气,能起延迟着火的作用	
X06-1 HG ₂ -27-74	乙烯磷化底漆 (磷化底漆)	作为有色及黑色金属底层的防锈涂料,可起到一定的磷化作用,可增加有机涂层和金属表面的附着力,防止锈蚀,增长有机涂料的使用寿命。但不能代替一般采用的底漆。可作金属表面涂刷打底	

续表

型号 标准号	涂料名称	特性和用途	备注
H06-2 HG ₂ -605-76	铁红、铁黑、锌黄环氧树脂底漆	漆膜坚硬耐久,附着力良好。如与磷化底漆配套使用,可提高漆膜的耐潮耐盐雾性能。铁红、铁黑环氧树脂底漆用于黑色金属表面打底;锌黄环氧树脂底漆用于有色金属表面打底	涂前去锈,去油后,先涂一层磷化底漆,再涂本漆
C53-1 HG ₂ -25-64	红丹醇酸防锈漆	防锈性能良好,比红丹防锈漆的附着力及干燥性好。漆膜坚韧,用于钢铁等黑色金属表面打底防锈	本底漆干燥后应及时涂面漆,自干
C53-3 企 标	锌黄醇酸防锈漆	有一定的防锈性,干燥较快。适用于铝金属及其它轻金属表面作防锈打底涂层。自干	
C06-1 HG ₂ -113-74	铁红醇酸底漆	有良好的附着力和防锈能力,它与硝基、醇酸等多种面漆的结合力好。适用于一切黑色金属表面作打底用,涂膜不宜过厚,涂后最好在 105±2℃ 下烘干	配套面漆:醇酸磁漆、氨基磁漆、硝基磁漆、沥青漆、过氯乙烯磁漆等
C06-12 企 业	铁红、锌黄醇酸底漆	对金属有较好的附着力,锌黄适用于铝、镁合金等轻金属表面打底防锈用;铁红适用于黑色金属表面,需烘干	
C04-2 HG ₂ -590-74	各式醇酸磁漆	有较好的光泽和机械强度,能常温干燥,耐候性比调合漆及酚醛漆好,适合室外使用。耐水性较差,如能在 60~70℃ 下烘烤后可提高耐水性。适宜涂刷金属表面。配套要求:先涂 C06-1 醇酸底漆 1~2 遍,并以 C07-1 醇酸腻子补平,再涂 C06-1 醇酸底漆 2 遍,最后涂本漆	
H52-3	各式环氧防腐漆	有一定的耐腐蚀和粘结能力。专用于要求涂刷耐腐蚀要求的金属、混凝土、贮槽等表面或用于粘结陶瓷、耐酸砖	
F50-1 企 标	各式酚醛耐热漆	有一定的耐稀酸性,对抗御酸性气体腐蚀较为适宜。但不宜浸渍在稀酸溶液内。只宜用于有酸性气体侵蚀的金属、木材表面作防腐用	
L50-1 HG ₂ -587-74	沥青耐酸漆	有一定的耐硫酸腐蚀性能,附着力良好。适用于防硫酸气体侵蚀的金属、木材表面	
F83-1	黑酚醛烟囱漆	用于钢板烟囱及锅炉等外部表面作防锈防腐用,耐温 300℃ 以下	
H61-1	环氧耐热漆	有较好的耐水性、耐汽油性及耐温变性。尤以耐化学腐蚀性为好。可常温干燥,供铝及镁合金等轻金属的防腐用	

续表

型号 标准号	涂料名称	特性和用途	备注
	环氧树脂漆 (有烘干型和自干型两种)	系由环氧树脂、溶剂、填料、增塑剂和颜料研磨而成。加胺固化剂后成为自干型。耐碱力强, 耐有机溶剂, 耐温寒、耐磨。但对苯、丙酮、乙醇、硝基苯、硝酸、硫酸等不耐蚀。有毒, 施工需注意	
	酚醛树脂漆	系酚醛树脂为主, 掺入不同材料配制而成, 有清漆和磁漆两种。能耐酸、碱及盐类腐蚀。且有一定耐稀酸性能, 能抗御酸性气体, 但不耐浓磷酸、硝酸。适用于涂刷钢材表面	
	环氧沥青漆	系由“601”高分子环氧树脂、煤焦油沥青、颜料、填料及溶剂等配制而成。在使用时加入一定量的胺固化剂。漆膜有很好的抗腐蚀气体性能, 坚牢度、柔韧性都突出, 能在常温和湿度较高环境下固化成膜。但透水、透蒸汽性能很低。适用于涂刷金属、木材、水泥和混凝土表面, 室内外均可用	
自配	生漆	耐酸力强, 但不耐碱, 耐温 $\leq 150^{\circ}\text{C}$, 并有耐水、耐油、耐磨等性能。粘度大, 与钢材结合强度不高, 涂刷不方便, 易中毒。稀释剂为一级汽油或95%纯度酒精等	
T-09-11	漆酚醛树脂漆 (改良生漆)	系用生漆提取漆酚缩聚, 用有机溶液稀释而成。它改善了生漆干燥慢、施工不便、易中毒等缺点, 而又保持了生漆的优良的耐腐蚀性能。目前有以下品种: 1001自干型—除具有生漆的耐化学稳定性、耐水、耐磨、耐久性外, 还具有干燥快、毒性低、不分层、不变质、粘度小、漆膜坚固、与钢铁附着力强、施工方便等优点。耐温 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$ 。1000自干型—提高了耐碱和耐氨水性能。6001自干型—其特点是毒性更小, 干燥迅速	

(2) 钢板风管的推荐涂料 (见表 4.3-15)

钢板风管的推荐涂料 表 4.3-15

序号	风管部位及所输送的气体介质	油漆类别		油漆遍数
		内表面	外表面	
1	不含有灰尘且输送空气温度不高于70℃时	内表面涂防锈底漆 外表面涂防锈底漆 外表面涂面漆(调合漆等)		2 1 2
2	不含有灰尘且输送空气温度高于70℃时	内外表面各涂耐热漆		2
3	含有粉尘或粉屑的空气	内表面涂防锈底漆 外表面涂防锈底漆 外表面涂面漆		1 1 2
4	含有腐蚀性介质的空气	内外表面涂耐酸底漆 内外表面涂耐酸面漆		2 2
5	空气洁净系统： 中效过滤器前的送风管及回风管(薄铁板)	内表面	醇酸类底漆 醇酸类面漆	2 2
		外表面	保温管—铁红底漆 铁红底漆 非保温管— 调合漆	2 1 2
6	空气洁净系统： 中效过滤器后和高效过滤器前的送风管	镀锌钢板：一般不涂漆		
		薄钢板内表面—醇酸类底漆 醇酸类面漆		2 2
		薄钢板外表面(保温)铁红底漆 铁红底漆		2 1
		薄钢板外表面(非保温)调合漆		2
7	空气洁净系统： 高效过滤器后的送风管	镀锌钢板内表面—磷化底漆 磷化底漆 锌黄醇酸类底漆 面漆		1 2 2
		镀锌钢板外表面：一般不涂漆		

(3) 风管用耐腐蚀塑料板

1) 硬聚氯乙烯塑料板 其耐腐蚀性能见表 4.3-16。

硬聚氯乙烯塑料板耐腐蚀性能 表 4.3-16

介 质		温 度 (℃)	耐 蚀 性	介 质		温 度 (℃)	耐 蚀 性
名 称	浓 度 (%)			名 称	浓 度 (%)		
硫酸	≤90	≤40	耐	盐 酸	—	70	耐
硫酸	>90	>40	不耐	次 氯 酸 钠	任何	65	较耐
亚 硫 酸	—	—	耐	磷 酸	100	60	耐
硫 酸 氢 钠	任何	—	耐	醋 酸	80~100	40	较耐
脂 肪 酸	—	—	不耐	柠 檬 酸	任何	60	耐
草 酸	任何	38	较耐	氟 硅 酸	<32	60	耐
亚 硫 酸	35	60	较耐	氢 氟 酸	60	38	耐
硫 酸 胺	任何	38	较耐	氢 氧 化 钠	<50	<50	耐
亚 硫 酸 氢 钠	—	70	耐	甲 醇	—	—	耐
硫 硝 酸 混 合 物	稀	65	较耐	甲 醛	40	60	耐
硝 酸	<35	<40	较耐	乙 醇	—	—	耐
硝 酸 钠	>35	20	不耐	乙 苯	—	—	不耐
硫 酸 氢 钠	任何	60	耐	乙 醚	100	20	不耐

2) 玻璃纤维增强塑料板 (玻璃钢)

玻璃纤维增强塑料板的耐腐蚀性能见表 4.3-17。

常用的几种玻璃钢的耐腐蚀性

表 4.3-17

种类		环氧玻璃纤维增强塑料	酚醛玻璃纤维增强塑料	呋喃玻璃纤维增强塑料	聚酯玻璃纤维增强塑料
比较项目					
特点		1. 机械强度高 2. 收缩率小 3. 耐腐蚀性好 4. 粘结力强 5. 成本较高 6. 耐温性较差	1. 耐酸性好 2. 成本较低 3. 机械强度较差	1. 耐酸碱性好 2. 耐温性较高 3. 成本较低, 原料来源广泛 4. 机械强度较差 5. 性脆, 与钢筋结合力差	1. 耐候性良好 2. 韧性好 3. 施工方便 (冷固化) 4. 耐温性差 5. 收缩率大
使用温度℃		90~100	<120	<180	<90
使用情况		使用广泛	使用一般	大部用改性呋喃玻璃纤维增强塑料	使用较多
耐 腐 蚀 性 能	介 质	浓度%			
	硫 酸	10	耐	耐	耐
		30	较耐	耐	耐
		70	不耐	耐	耐
	盐 酸	10	耐	耐	耐
		20	耐	耐	耐
		30	较耐	耐	较耐
	硝 酸	5	较耐	不耐	不耐
		10	不耐	不耐	不耐
	碳 酸 钠	50	较耐	不耐	耐
		10	耐	耐	耐
	醋 酸	30	较耐	耐	耐
		50	耐	耐	耐
	氢 氟 酸		不耐	不耐	不耐
	氢 硅 酸		不耐	不耐	不耐
稀 氢 氯 酸		耐	较耐	耐	
液 氨		耐	不耐	耐	
苯		不耐	耐	耐	
苯 胺		不耐	耐	耐	
甲 醇		耐	耐	耐	
氢 氧 化 钠	10	耐	不耐	耐	
	30	较耐	不耐	耐	
	50	不耐	不耐	耐	

第5章 空气净化处理及其设备

中央空调通风系统中,对空气的过滤净化处理,以保持建筑物内空气的洁净度标准,是该系统的主要任务之一。

在中央空气调节系统中,应进行过滤净化处理的空气主要来自该系统的新风和回风。空气过滤净化的目的是除去脏空气中的悬浮尘埃。有时尚需对空气进行杀菌、除臭和增添负离子,以进一步改善空气品质和确保人体的卫生条件。

在某些特殊的产品生产工艺和生物实验室中,需要保证其高洁净度及无菌无尘的工作环境,其标准要求远远高于人体从卫生角度提出的要求,称为工业洁净室、超净车间和生物洁净室等。在这样的室内空气净化空调工程中,是以空气净化处理为主要任务的空调工程。

本章主要介绍中央空调通风系统中的空气净化处理的一般知识和设备,以满足设备选型需要。

5.1 概 述

1. 空气的含尘浓度

空气的含尘浓度系指单位体积空气中所含的灰尘量,有三种表示法:

- 1) 质量浓度——单位体积空气中所含的灰尘质量 (kg/m^3);
- 2) 计数浓度——单位体积空气中所含的灰尘颗粒数 (粒/ m^3 或粒/L);
- 3) 粒径颗粒浓度——单位体积空气中所含的某一粒径范围内的灰尘颗粒数 (粒/ m^3 或粒/L)。

一般室内空气允许含尘标准采用质量浓度;而洁净室的洁净标准(洁净度)采用计数浓度(每一升空气中含有大于等于某一粒径的尘粒总数)。

大气尘埃是空气净化处理的直接处理对象,它包含有固态微粒(粉尘、烟尘、黑烟等)、液态微粒(水雾及烟雾、气溶胶、雨滴等)、气态微粒(蒸汽和气体)、有机粒子(细菌、花粉、真菌、病毒等)。

大气尘埃的浓度,随地区、季节、局部环境条件等有很大的变化。即使在同一地区,在不同时间(例如一天内)也可能有数量级的差异。此外,尚与风速、温湿度、绿化状况等因素有关,应通过测试确定。表 5.1-1 可做为参考。

2. 大气中典型的尘粒分布规律(见表 5.1-2)。

从表 5.1-2 中可以看出,大气尘埃中 $\leq 1.0\mu\text{m}$ 的尘粒的计数百分比很高(高达 98%),而所占的重量百分数却极低(约 3%),这就是在净化空调工程中应重视计数浓度的原因之一。

在空气洁净技术中,含尘浓度是指大气中粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的悬浮微粒(称飘尘)的浓度。

室外空气含尘浓度的参考值

表 5.1-1

地区	重量浓度 (mg/m ³)	计数浓度 (>0.5μm) (粒/L)	地区	重量浓度 (mg/m ³)	计数浓度 (>0.5μm) (粒/L)
农村或远郊	0.2~0.8	3×10 ⁴	市中心	0.8~1.5	12×10 ⁴
近郊	0.4~1.0	4×10 ⁴	轻工业区	1.0~1.8	18×10 ⁴
住宅区	0.3~1.0	3.5×10 ⁴	重工业区	1.5~3.0	25×10 ⁴
商业区	0.6~1.2	10×10 ⁴			

实测的大气尘埃的粒径分布

表 5.1-2

范围 (μm)	各粒径范围的比例 (%)		范围 (μm)	各粒径范围的比例 (%)	
	按重量计	按粒数计		按重量计	按粒数计
30~10	28	0.05	3~1	6	1.07
10~5	52	0.17	1~0.5	2	6.78
5~3	11	0.25	<0.5	1	91.68

根据大气尘埃的粒径分布规律, 当已知大于和等于某粒径的粒子总数后, 可采用如下关系式预测其他大于和等于任一粒径的粒子总数 (适于 0.3~10μm 的微粒):

$$\frac{N_{d_1}}{N_{d_2}} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^{-2.19}$$

$$N_{d_1} = N_{d_2} \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^{-2.19} \quad (5.1-1)$$

式中 N_{d_1} ——粒径 $\geq d_1 \mu\text{m}$ 的粒子总数;

N_{d_2} ——粒径 $\geq d_2 \mu\text{m}$ 的粒子总数。

为了把固态或液态的微粒从气溶胶中分离出来, 通常有 4 种分离方式:

- 1) 机械分离: 重力过滤器、惯性过滤器、旋风过滤器等;
- 2) 电力分离: 单级静电除尘器、双级静电除尘器;
- 3) 洗涤分离: 喷雾洗涤除尘器、水膜除尘器、文氏管除尘器等;
- 4) 过滤分离: 填充式过滤器、袋式过滤器。

一般民用和工业建筑, 室内允许含尘量通常用含尘的质量浓度 mg/m^3 来表示。

5.2 空气净化标准

5.2.1 一般空气净化处理标准

根据空调房间对洁净度的要求不同, 空气净化处理标准可分为三种。

1. 一般净化: 对以温湿度要求为主的中央空调系统, 对空气净化无具体要求, 一般只需采用粗效过滤器一次过滤见图 5.2-1。

房间的通风换气量 L (m^3/h):

$$L = L_x + L_n = L_x + R_L \quad (5.2-1)$$

而 $K(L_x C_x + R_L \cdot C) + M = C(RL + L_p)$

故
$$K = \frac{C(RL + L_p) - M}{L_x C_x + CRL} \quad (5.2-2)$$

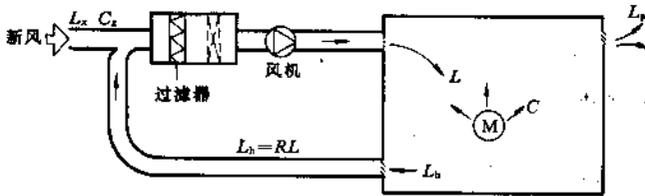


图 5.2-1 中央空调系统过滤净化示意图

- 式中 L_x ——新风量, m^3/h ;
 L_b ——回风量, m^3/h ;
 L_p ——排风量, m^3/h ;
 C_x ——新风的含尘浓度, mg/m^3 ;
 C ——室内空气的允许浓度, mg/m^3 ;
 R ——回风比率, %;
 M ——室内的发尘量, mg/h ;
 K ——穿透率, %。

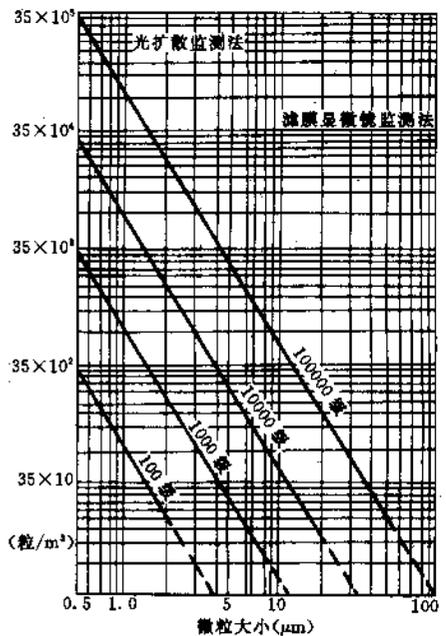
2. 中等净化: 对室内空气的含尘量有一定指标要求, 通常规定含尘量为 $0.15 \sim 0.25 mg/m^3$, 并应过滤除掉大于或等于 $10\mu m$ 的尘粒。应采用粗、中效过滤器。

3. 超净化: 由于尘粒对生产工艺的有害程度与尘粒大小和数量有关, 故均以计数浓度 (粒径颗粒浓度), 即粒/L 表示。

不同的超净化级别的标准, 我国《洁净厂房设计规范》(GBJ73—84) 规定为表 5.2-1。

空气洁净度等级 表 5.2-1

等级	每 m^3 (L) 空气中 $\geq 0.5\mu m$ 尘粒数	每 m^3 (L) 空气中 $\geq 5\mu m$ 尘粒数
100 级	$\leq 35 \times 100$ (3.5)	
1000 级	$\leq 35 \times 1000$ (35)	≤ 250 (0.25)
10000 级	$\leq 35 \times 10000$ (350)	≤ 2500 (2.5)
100000 级	$\leq 35 \times 100000$ (3500)	≤ 25000 (25)



对于空气洁净度为 100 级的洁净室内大于等于 $5\mu m$ 尘粒数的计数, 应进行多次采样。当其多次出现, 方可确认该测试数据为可靠。

若控制粒径不是以 $0.5\mu m$ 为计量标准的某些工艺, 可按要求的粒径和数量, 参考空气洁净度级别平均粒径分布曲线图见图 5.2-2。

我国的《药品生产管理规范》及《药品生产管理规范实施指南》中规定了洁净级别要求。我国卫生部于 1990 年对于核发《药品生产企业许可证》、《制剂许可证》验收标准中有关洁净区洁净级别的规定做了一些更正。

图 5.2-2 微粒大小分布曲线图

5.2.2 生物洁净室洁净标准

美国航空与宇宙航行局 (NASA) 于 1967 年公布了 NASA NHB5340-1.2 生物洁净室标准 (见表 5.2-2), 美国外科学会 (手术室环境委员会) 和国家研究总署于 1976 年公布了医院手术室洁净标准 (见表 5.2-3) 及 1988 年 6 月 15 日公布的美国联邦标准 209b 和 209D (见表 5.2-4 和表 5.2-5)。

NASA NHB5340-1.2 标准 (生物洁净室)

表 5.2-2

级 别	尘埃粒子最大值		生物粒子最大值			
	>0.5 μm	>5 μm	浮游菌		落下菌	
	个/L	个/L	个/L	个/m ²	个/m ² ·周	个/490h
100	3.5	—	0.0035	3.5	12900	0.49
10000	350	2.3	0.0176	17.6	64600	2.45
100000	3500	25	0.0884	88.4	323000	12.2

注: 1. $\phi 90\text{mm}$ 培养皿的面积按 0.0064m^2 计算。

2. 压力、温湿度、气流、照度等值均与美国联邦标准 FS-209b 相同。

医院手术室洁净标准

表 5.2-3

级 别	空气浮游菌数 (个/m ³)	使用场所
I 级	<35	清洁手术 (人工脏器移植)
II 级	<175	准清洁手术
III 级	<700	一般手术

美国联邦标准 209b 的洁净度级别和其他要求

表 5.2-4

洁净度级别	靠近工作位置空气中微粒的最大数量		不同级别相邻房间压差 (Pa)	温 度			湿度 (%)	风 速		照度 (lx)	新风比 (%)
	(μm)	(粒/L)		范围 (°C)	推荐值 °C	误差 °C		(m/s)	误差		
100	≥ 0.5	3.5	≥ 13	19.4~25	22.2	一般 ± 2.8	40 \pm 5	0.45	$\pm 20\%$	1076~1614	20
10000	≥ 0.5	350				精密 ± 0.14					
	≥ 5.0	2.5									
100000	≥ 0.5	3500									
	≥ 5.0	25									

美国联邦标准 209D 的洁净度级别

表 5.2-5

级 别	大于等于某粒径的粒子数 (个/L)				
	0.1 μm	0.2 μm	0.3 μm	0.5 μm	5.0 μm
1	1.2	0.27	0.11	0.035	不适用
10	12	2.7	1.1	0.35	不适用
100	不适用	27	11	3.5	不适用
1000	不适用	不适用	不适用	35	0.25
10000	不适用	不适用	不适用	350	2.5
100000	不适用	不适用	不适用	3500	25

生物洁净室与工业洁净室的主要区别见表 5.2-6。

生物洁净室与工业洁净室的主要区别

表 5.2-6

比较项目	生物洁净室	工业洁净室
装修材料	室内需定期消毒、灭菌,内装修材料及设备应能承受药物腐蚀	内装修及设备以不产生为原则,仅需经常擦拭以免积尘
人员处理	人员和设备需经消毒灭菌方可进入	人员和设备经吹淋或纯水冲洗后进入
测试	不可能当时测定空气的含菌浓度,需经 48 小时培养,不能得到瞬时值	室内空气含尘浓度可当时获知,可连续检测,自动记录
过滤效率	需除去的微生物粒径较大,可采用较低档次的过滤器,而保证所需的较高过滤效率(见表13.5-2)	需除去的是 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 的尘埃粒子
人的影响	室内污染源主要是人体发菌	室内污染源主要是人体发尘

5.2.3 各种房间(洁净室)对洁净度级别的要求

各种房间当工艺提不出洁净度等级要求时,可参照表 5.2-7 进行选择。

各种房间(洁净室)对洁净度级别的要求

表 5.2-7

洁净室类别	行业类别	房间名称	洁净度等级				备注
			100	1000	10000	100000	
工业洁净室	精密工业	精密陀螺、人造卫星		○			
		微型轴承清洗检查	○		○		
		微型轴承测试		○	○		
		微型轴承润滑油充填			○		
		电算机精密测定			○	○	
		电算机精密部件			○	○	
		电算机磁鼓磁带			○	○	
			微型接点	○	○		
	电子工业	光刻、照相制版	○	○		○	
		焊接、扩散	○	○	○		
		蒸发	○		○	○	
		点焊		○			
		清洗、加工			○	○	
		组装		○	○	○	
		印刷制版、复印			○	○	
		烧结、测定				○	
		扩散炉进料口	○				
		暗室、显影室	○	○			
胶片工业	镀膜			○	○		
	涂布		○	○			
	微型胶片	○	○				
	录象带涂敷压光切带检验	○		○			
生物洁净室	医疗	一般手术室			○	○	
		无菌手术室	○	○			
		无菌试验细菌试验	○	○			
		无菌病室(烧伤、器官移植、急性白血病)	○		○		
	动物试验	无菌动物饲养室(GF)	○				
	无特定病原体动物饲养室(SPF)			○			
	普通动物饲养室(CV)				○		

续表

洁净室类别	行业类别	房间名称	洁净度等级				备注
			100	1000	10000	100000	
生物洁净室	制药工业	更衣、填充封品			○	○	
		干燥、充填、装药			○		
		蒸馏水、锭剂、滴眼药制造			○		
		抗生素培养、充填、检查	○	○	○		
		安瓿瓶贮存			○		
	食品、养殖	肉食加工、乳制品			○		
		蛋、鱼养殖			○		
		酿造工业			○		

5.3 洁净室

5.3.1 概述

洁净室是指工作区具有一定的洁净度级别要求的房间。

洁净室按其控制对象分为两大类：

- 1) 工业洁净室：以控制非生物微粒的污染为主；
- 2) 生物洁净室：以控制生物微粒的污染为主。

洁净室按气流组织方式分为两大类：

- 1) 层流（或称平行流、单向流）洁净室：空气在室内流线平行、流向单一、具有一定的和均匀的断面速度；
- 2) 乱流洁净室：空气在室内从来流（送风口）到出流（出风口）之间的流动断面、流速和气流方向都是不断变化的。

洁净室按结构型式分为三大类：

- 1) 整体式（或称土建式）洁净室：采用土建式围护结构，构成一个或数个洁净室；
- 2) 装配式洁净室：顶棚墙面均为木板壁或钢板壁在现场拼装组成；
- 3) 局部净化洁净室：在一般空调房间内，对局部工作区或特定的局部空间实行空气净化。

在洁净室中，控制污染微粒的途径是：

- 1) 控制污染源，减少污染发生量；
- 2) 迅速有效地排除室内已经产生的污染；
- 3) 有效地阻止室外污染侵入室内。

因此，在洁净室技术中，较多采用初效、中效和高效三级过滤的净化系统。采用三级空气过滤器的洁净室的设计要求见表 5.3-1。

层流洁净室与乱流洁净室的技术经济指标比较见表 5.3-2。

采用三级空气过滤器的洁净室的设计要求 表 5.3-1

级别	推荐气流型式	推荐送风方式	推荐回风方式	通风量		备注
				按房间断面风速 (m/s)	换气次数 (h ⁻¹)	
100级	垂直平行流	1. 顶棚满布高效过滤器顶送 (高效过滤器占顶棚面积 $\geq 60\%$) 2. 侧布高效过滤器, 全孔板或阻尼层送风 3. 密集流线型散流器顶送	1. 格栅地板回风口 (满布或均匀分布) 2. 四周侧墙下部均匀布置回风口	≥ 0.25	300~500	1. 阻尼层材料有尼龙布、泡沫塑料等 2. 侧布高效过滤器一般安装数量较少, 可节约初投资, 但运转费用较大 3. 密集散流器适用于4m以上的车间
	水平平行流	1. 送风墙满布高效过滤器水平送风 2. 送风墙分布高效过滤器水平送风 (高效过滤器占送风墙面积 $\geq 40\%$)	1. 回风墙满布回风口 2. 回风墙局部回风口	≥ 0.35	300~500	1. 在第一工作区可达100级, 随着长度增加, 级别下降 2. 局部布置高效过滤器时, 局部地区有涡流
1000①级	乱流	1. 孔板顶送 2. 间隔布置高效过滤器风口顶送 3. 密集散流器送风	1. 相对两侧墙下部均匀布置回风口 2. 洁净室面积大时, 可用地板均匀布置回风口	—	50~80	1. 侧送管道布置简单, 有利于旧厂房的净化改造 2. 用走廊集中回风方式时, 回风口风速应小于4m/s
10000级	乱流	1. 侧送风 (同侧下回) 2. 局部孔板顶送	1. 单侧墙下部回风 2. 走廊集中回风口	—	20~40	3. 扩散孔板可减小风口下部风速, 并增加洁净气流的作用范围, 但间隙工作时, 板内可能积尘
100000级	乱流	1. 侧送 (同侧下回) 2. 带扩散板高效过滤器顶送	1. 单侧墙下部回风 2. 走廊集中回风口	—	10~20	

① 为插入的洁净度级别。

层流洁净室与乱流洁净室的技术经济指标比较

表 5.3-2

	层流洁净室	乱流洁净室
适用洁净级别	≤ 100 级	1000级~100000级
换气次数 (h ⁻¹)	500~250	80~15
气流组织	用高效过滤器满布 (满布率80%~60%) 垂直或水平平行流	普通空调送回风方式
送风量 (m ³ /h)	$L_r \ll L_j$ L_r —热湿处理的风量, L_j —净化要求风量	$L_r \leq L_j$
循环空气	两次回风+净化循环回风机	一次或两次回风方式
自净时间 (min)	2~5	20~30
噪声水平 (dB) A	60~65	55~60
造价 (元/m ²)	4500~7500	约1500~3000
运行能耗 (kW/m ²)	1.2~1.8	0.1~1.2

5.3.2 洁净室的结构型式及其配套设备

1. 装配式洁净室的结构型式和技术参数

装配式洁净室，一般由送、回风单元、空调机组、空气吹淋室、围护结构、传递窗和电气控制箱等组合而成。

按气流流型可分成层流式和乱流式；层流式又可分成水平层流式和垂直层流式；

按有无温、湿度控制可分成带或不带空调机组；

按围护结构可分成木结构和钢结构。

国内目前生产的装配式洁净室和配套设备的结构型式及其部分生产厂家见表 5.3-3。

装配式洁净室和配套设备的结构型式及其部分生产厂家

表 5.3-3

产品名称	系列型式	流型方式	工作特点	结构型式	技术参数	生产厂家
装配式 洁净室	SK 系列 (带空调机) S 系列 (不带 空调机)	水平层 流型	由净化送风单元将洁净空气送至工作区，再经过对面墙上的回风孔板，通过双层的回风顶棚回至机房，与新风及冷却（或加热）的部分空气混合，再经净化送风单元送出	图 5.3-1	表 5.3-4	上海金山 电子设备厂
	CXL 系列	垂直层 流型	洁净空气由侧面送风单元送出，通过送风夹道经手动多叶调节阀至顶棚静压箱，再经尼龙丝网阻尘层均匀地垂直向下送至工作区，经格栅地板回至净化送风单元下箱体与补充的新风混合，再经净化送风单元送出	图 5.3-2	表 5.3-5	
净化单元	SZX-DY 型	水平层 流型	净化单元是装配式洁净室的配套设备。通风将经过中效过滤器的空气送到静压箱，再经过高效过滤器过滤，由均匀孔板以层流状态送到工作区。净化单元出风口空气洁净度可达 100 级	图 5.3-3	表 5.3-6	上海整新 电子设备厂
	DY-1 型			图 5.3-4		上海金山 电子设备厂
空气 吹淋室	FLB 系列		空气吹淋室由通风机、初效过滤器和高效过滤器、喷嘴三部分组成。吹淋后的污染空气经空气过滤器净化后（或启动电加热器对空气加热），经静压室，最后从空气吹淋室的喷嘴高速喷出，喷嘴可调节角度。可有效地吹除人体或携带物品表面附着的尘埃，并防止室外空气污染洁净区	图 5.3-5	表 5.3-7	苏州净 化设备厂
	ZFB-1A 型 (自控式)			图 5.3-6	表 5.3-8	
	TCL-6 型 (通道式)		采用薄钢板折弯、螺钉连接、可拆卸的装配式结构。通道两侧和顶部装有 120 个喷嘴，可自由调整任何方向进行吹淋。风机送出的空气经高效过滤器后进入风口喷嘴，对人体喷淋，然后通过初效过滤器和下部风道进入风机，循环使用	图 5.3-7	表 5.3-9	常熟市无线电 专用设备厂

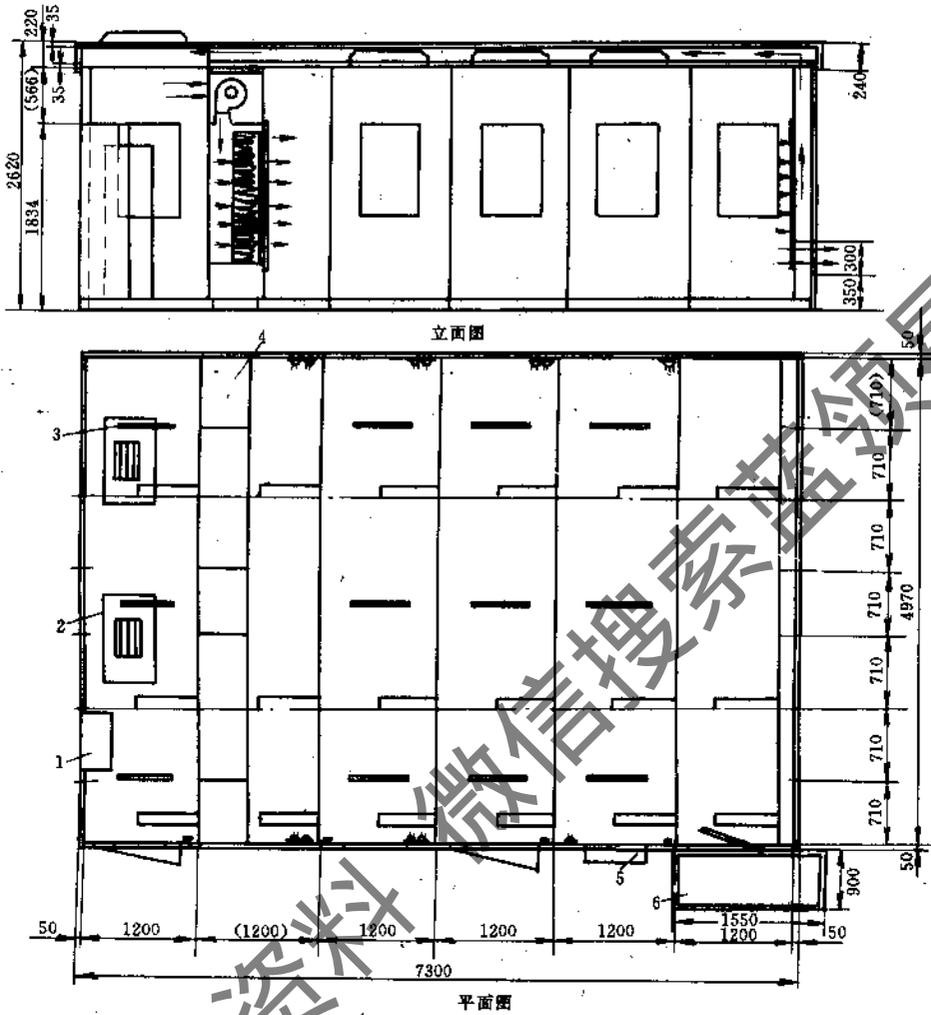


图 5.3-1 SXL-26K 型装配洁净室结构型式示意图 (上海金山电子设备厂)

1—电气控制箱, 2—空调机组, 3—照明灯具, 4—净化送风单元, 5—传递窗, 6—空气吹淋室

SK、S 系列装配式洁净室的技术参数

表 5.3-4

(上海金山电子设备厂)

型 号	-12	-14	-15	-17	-19	-20	-22	-23	-25	-26	-29	-30	-33	-37		
外形尺寸 (mm)	SK 系列 (带空 调机)	长	6100	6100	7300	6100	7300	6100	7300	6100	7300	6100	7300	7300	7300	
		宽	2940	3650	2940	4360	3650	5070	4360	5780	6490	5070	7200	5780	6490	7200
		高	2620	2620	2620	2620	2620	2620	2620	2620	2620	2620	2620	2620	2620	2620
	S 系列 (不带 空调机)	长	4900	4900	6100	4900	6100	4900	6100	4900	6100	4900	6100	6100	6100	
		宽	2940	3650	2940	4360	3650	5070	4360	5780	6490	5070	7200	5780	6490	7200
		高	2435	2435	2435	2435	2435	2435	2435	2435	2435	2435	2435	2435	2435	2435
二项相同技术参数	洁净度级别: 100级;							室内照度不小于 200lx								
有效使用面积 (m ²)	11.5	14.4	14.9	17.3	18.6	20.1	22.4	23	25.8	26	28.8	29.8	33.4	37.4		

续表

型 号	-12	-14	-15	-17	-19	-20	-22	-23	-25	-26	-29	-30	-33	-37
净化送风单元台数	4	5	4	6	5	7	6	8	9	7	10	8	9	10
断面风速	$\geq 0.35\text{m/s}$													
配空调机台	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2

注: 1. 洁净度级别: 100级 (国标 GBJ73-84《洁净厂房设计规范》)。

2. S、SK 系列水平平行流洁净室应另配风淋室一台。

CXL 系列装配式洁净室的技术参数

表 5-3-5

(上海金山电子设备厂)

型 号	CXL-7	CXL-10	CXL-14-1	CXL-14-2	CXL-20	CXL-28
外形尺寸	长 (mm)	3700	3700	3700	7300	7300
	宽 (mm)	2940	4360	5780	2940	4360
	高 (mm)	2835	2835	2835	2835	2835
有效净化面积 (m ²)	6.8	10.2	13.6	13.6	20.4	27.2
净化送风单元台数	4	6	8	8	12	16
断面风速	$\geq 0.25\text{m/s}$					
洁净度级别	100	100	100	100	100	100
照 明 (W)	30×8	30×12	30×16	30×16	30×24	30×42
振动 (垂直、水平方向) (μm)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
室内正压	Pa	>10	>10	>10	>10	>10
噪声 [dB (A)]:	65~70					

注: 洁净度级别: 100级 (国标 GBJ73-84)

SZX-DY 型、DY-1 型净化单元的技术参数

表 5-3-6

(上海整新、上海金山)

型 号	SZX-DY	DY-1
外形尺寸 (长×宽×高) (mm)	700×570×2360	705×500×2390
气流流型	水平平行流	水平平行流
洁净度级别①	100	100
高效过滤器 (mm)	630×630×220 二台	630×630×220 二台
中效过滤器 (mm)	595×395×100 一台	595×395×80 一台
气流速度 (m/s)	0.3~0.4	0.35~0.42
噪声 [dB (A)]	≤60	<60
振动 (μm)	≤0.5	<0.5
重量 (kg)	≈200	160
总电功率 (kW) 380V/50Hz	0.25	0.25
生产厂	上海整新电子设备厂	上海金山县电子设备厂

① 为美联邦标准 No. 209B 级别。

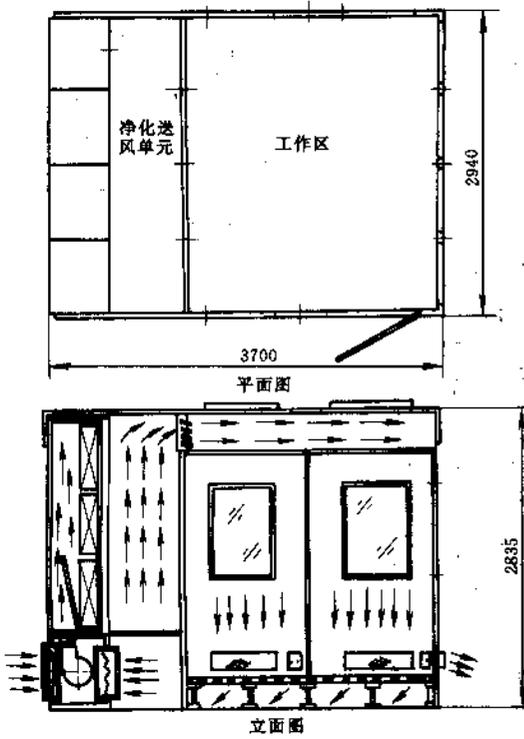


图 5.3-2 CXL-7 型装配式洁净室结构型式示意图
(上海金山电子设备厂)

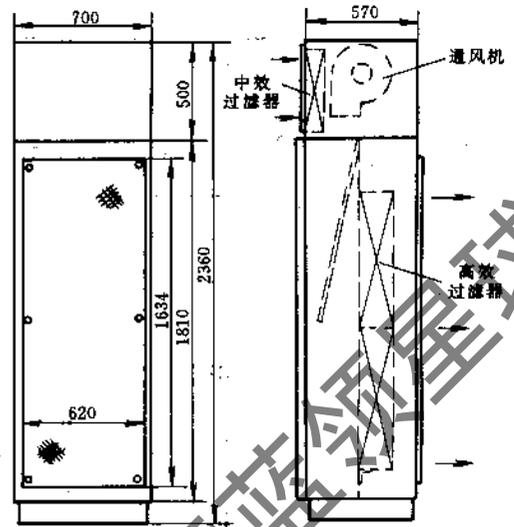


图 5.3-3 SZX-DY 型净化单元结构型式示意图
(上海整新电子设备厂)

FLB 系列空气吹淋室的技术参数

表 5.3-7

(苏州净化设备厂)

型 号	FLB-1A 型	FLB-1B 型	FLB-2A 型	FLB-3A 型	FLB-4A 型	FLB-6A 型
适用人数 (人)	1	1	2	3	4	通道式
风淋时间 (s)	0~99 (可调)	0~99 (可调)	0~99 (可调)	0~99 (可调)	0~99 (可调)	0~99 (可调)
喷嘴数 (喷嘴分布形式)	12 个 (两侧)	6 个 (单侧)	24 个 (两侧)	36 个 (两侧)	48 个 (两侧)	72 个 (两侧)
喷嘴口直径 (mm)	38	38	38	38	38	38
喷嘴口出口风速 (m/s)	>20	>20	>20	>20	>20	>20
过滤器效率	对于粒径 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 尘埃应 $\geq 99.99\%$ (钠焰法)					
风淋区尺寸 宽 \times 深 \times 高 (mm)	700 \times 850 \times 1900	870 \times 710 \times 1900	700 \times 1800 \times 1900	700 \times 2715 \times 1900	700 \times 3620 \times 1900	700 \times 4525 \times 1900
外形尺寸 宽 \times 深 \times 高 (mm)	1555 \times 955 \times 2050	1360 \times 805 \times 1955	1555 \times 1910 \times 2050	1555 \times 2815 \times 2050	1555 \times 3720 \times 2050	1555 \times 4625 \times 2050
电源	3Ph380V 50Hz	3Ph380V 50Hz	3Ph380V 50Hz	3Ph380V 50Hz	3Ph380V 50Hz	3Ph380V 50Hz
最大功耗 (W)	800	400	1600	2400	3200	4800

续表

型号	FLB-1A型	FLB-1B型	FLB-2A型	FLB-3A型	FLB-4A型	FLB-6A型
重量 (kg)	约 300	约 250	约 600	约 900	约 1200	约 1800
高效过滤器外形尺寸 (mm)	600×600×120 (2台)	600×600×120 (1台)	600×600×120 (4台)	600×600×120 (6台)	600×600×120 (8台)	600×600×120 (12台)

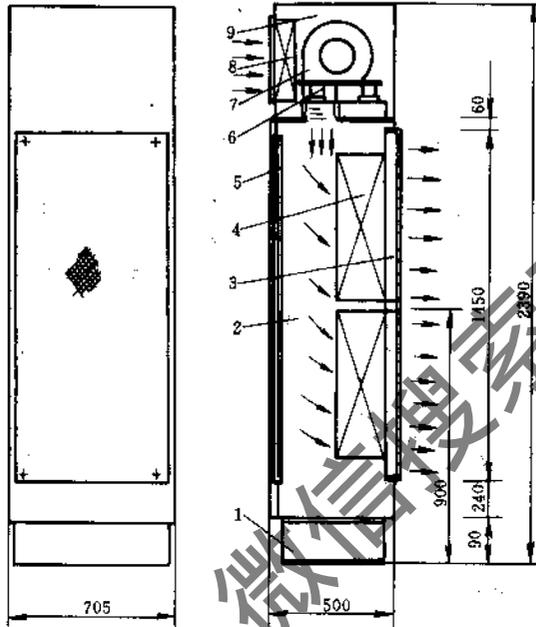


图 5.3-4 DY-1 型净化单元结构型式示意图

(上海金山电子设备厂)

- 1—单元座；2—静压箱（下箱体）；3—均流板；
4—高效空气过滤器；5—密封门；6—减振器；
7—通风机；8—中效空气过滤器；9—上箱体

ZFB-1A 型空气吹淋室的技术参数

表 5.3-8

(苏州净化设备厂)

型号	ZFB-1A 型		
适用人数 (人)	1	吹淋温度	可升温至 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ (室温低于 20°C 时)
吹淋时间	0~99s (可调)	吹淋区尺寸 宽×深×高 (mm)	700×850×1900
喷嘴数	12个 (两侧均布)	外形尺寸 宽×深×高 (mm)	1555×1050×2070
喷嘴直径	38mm	电源	3Ph 380V 50Hz
喷嘴口出风风速	$>28\text{m/s}$	最大功耗	4kW
过滤器效率	粒径 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 时, 尘埃应 $\geq 99.9\%$ (钠焰法)	重量	400kg

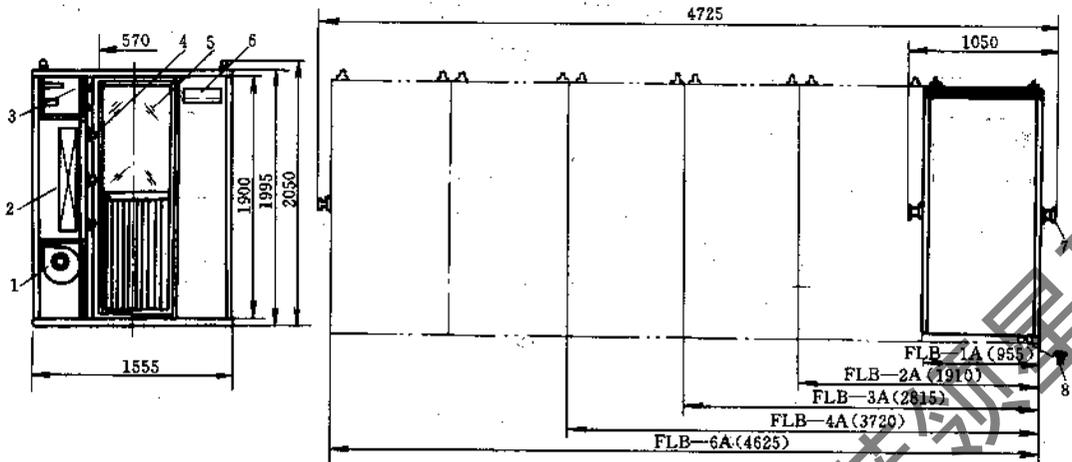


图 5.3-5 FLB 系列空气吹淋室结构型式示意图 (苏州净化设备厂)

1—风机; 2—高效空气过滤器; 3—电气箱; 4—喷嘴; 5—玻璃铝合金门; 6—产品铭牌; 7—门锁把手; 8—电源插头

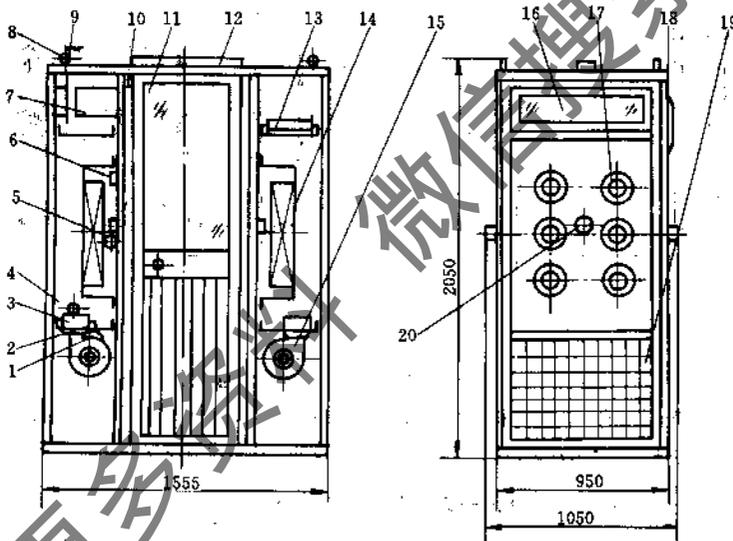


图 5.3-6 ZFB-1A 型空气吹淋室结构型式示意图 (苏州净化设备厂)

1—循环风机; 2—单向阀; 3—电加热器组; 4—热源温度传感器; 5—出风温度传感器; 6—风速传感器; 7—微机控制操作板; 8—吊环螺钉; 9—电气板; 10—干簧管; 11—门; 12—通用行线槽; 13—荧光灯; 14—高效空气过滤器; 15—吹淋风机; 16—灯罩; 17—喷嘴; 18—产品铭牌; 19—初效空气过滤器; 20—光电开关

2. 局部净化设备的结构型式和技术参数

用来进行局部净化的设备称为局部净化设备, 包括有洁净工作台、净化空调机组、空气自净器和净化干燥箱。

这里选择介绍国内目前生产的局部净化设备的结构型式及其部分生产厂家见表 5.3-10。

TCL-6型通道式空气吹淋室的技术参数
(常熟无线电专用设备厂)

表 5.3-9

型 号		TCL-6 型	
风口喷嘴直径	38mm	风机最大功耗	10kW
喷嘴数量	120个	电源电压	380V 50Hz
喷嘴出口平均风速	20~30m/s	自动门动作时间	≤2s
噪声	≤75dB (A)	传感元件工作电压	直流 12V
初效过滤器	36个	配用电机	直流伺服电机 123W 110V
高效过滤器	26个 (GB-01型)	风淋室通道尺寸 (mm)	6000×800×2000
风机风量	≥16000m ³ /h	外形尺寸 (mm)	6160×2720×2700

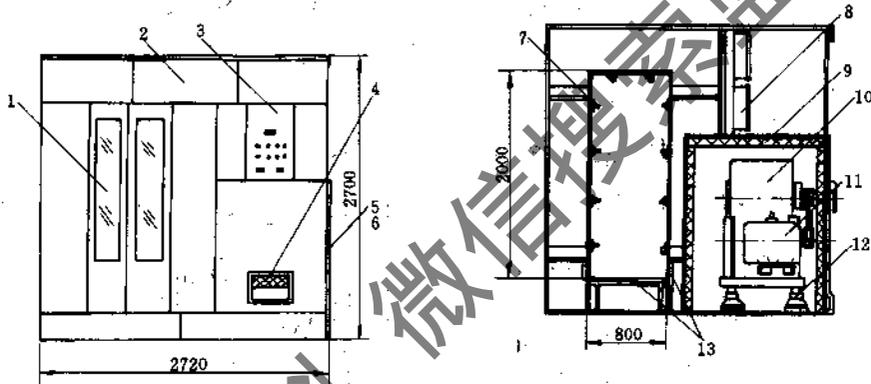


图 5.3-7 TCL-6型通道式空气吹淋室结构型式示意图 (常熟无专厂)

1—自动门；2—传动箱；3—自动门控制箱；4—风机电器网板；5—风机门；6—静压室密封门；7—吹淋喷嘴；8—高效空气过滤器；9—消音板；10—风机；11—电动机；12—弹簧减振器；13—初效空气过滤器

局部净化设备的结构型式及其部分生产厂家

表 5.3-10

产品名称	系列型式	流型方式	工作特点	结构型式	技术参数	生产厂家
净化工作台	SW-CJ系列 (标准型)	水平层流型	洁净工作台由箱体、通风机、过滤器三个主要部分组成。进风经预过滤后进入通风机加压，后经高效过滤器过滤后的洁净空气输送到工作区，然后排至室内或室外，或再循环。若采用可变风量风机系统，可保持理想风速	图 5.3-8	表 5.3-11	苏州净化设备厂
	SW-CJ-4D型	垂直层流型		图 5.3-9	表 5.3-12	
空气自净器	ZJ系列		空气自净器主要由初效过滤器、通风机、高效过滤器和静压箱组成。特点是：(1)型式有移动式、窗式、悬挂式和风口式等；(2)使用灵活，过滤效率高；(3)置于有灰尘或存在污染源密闭性房间内，如实验室、复印机室、粉剂包装间等。ZJ系列(耐湿型)特别适用于医院和药厂针剂生产的高湿度环境	图 5.3-10	表 5.3-13	
	移动式系列			图 5.3-11	表 5.3-14	

续表

产品名称	系列型式	流型方式	工 作 特 点	结构型式	技术参数	生产厂家
空气净化 空调机组	SJK 系列	水平层流型	净化空调机组是装有高、中效过滤器的空调机组。新风及循环风经预过滤器(和蒸发器)由风机送入均压箱内,经中、高效过滤器过滤净化后,以水平层流进入工作区	图 5.3-12	表 5.3-15	鸡西净化 空调设备厂
	JKD 系列				表 5.3-16 表 5.3-17	天津市医药 净化工程 设备公司
净化干燥箱	JH-0.2B 型		净化干燥箱(洁净烘箱)是一种提供高温环境的特种净化设备。JH-0.2B 型洁净烘箱由外箱体、内箱体、送风机组、耐高温高效空气过滤器、电加热器、微电脑控制仪等组成。确保工作室的温度($\leq 250^{\circ}\text{C}$)和洁净度。用于电子、机械、医药、化工及科研部门	图 5.3-13	表 5.3-18	

SW-CJ 系列标准型净化工作台的技术参数
(苏州净化设备厂)

表 5.3-11

型 号	SW-CJ-1B	SW-CJ-1C	SW-CJ-1D
洁净度	对于 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 尘埃 ≤ 3.5 颗/L (100级 FS209D)		
平均风速(可调)(m/s)	0.4~0.6		0.32~0.48
噪声 [dB (A)]	≤ 60	≤ 62	
振动 X、Y、Z 三个方向振幅半峰值 (μm)	1	3	1
照度 (lx)	≥ 300	≥ 300	≥ 300
净化工作区尺寸宽 \times 深 \times 高 (mm)	825 \times 480 \times 575	1680 \times 480 \times 600	820 \times 390 \times 575
外形尺寸宽 \times 深 \times 高 (mm)	920 \times 890 \times 1425	1765 \times 890 \times 1450	920 \times 800 \times 1425
电 源	~220V 50Hz		
最大功耗 (kW)	≤ 0.32	≤ 0.8	≤ 0.4
重量 (kg)	≈ 160	≈ 400	≈ 160
内配高效空气过滤器型号及数量	GK-12A 1台	GK-12A 2台	GK-12A 1台

SW-CJ-4D 型清洗净化工作台的技术参数 (苏州净化设备厂)

表 5.3-12

型 号	SW-CJ-4D 型		
净化工作区尺寸 宽 \times 深 \times 高 (mm)	680 \times 500 \times 600	电 源	50Hz 220V
外形尺寸 宽 \times 深 \times 高 (mm)	890 \times 773 \times 1820	最大功耗	300W
洁净度	对于 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 尘埃 ≤ 3.5 颗/L	平均风速	$\geq 0.3\text{m/s}$ (可调)
噪声	$\leq 62\text{dB (A)}$	重 量	400kg
振动振幅	$\leq 3\mu\text{m}$ (X、Y、Z 三个方向)	内配高效空气 过滤器尺寸 (mm)	420 \times 600 \times 200 1台

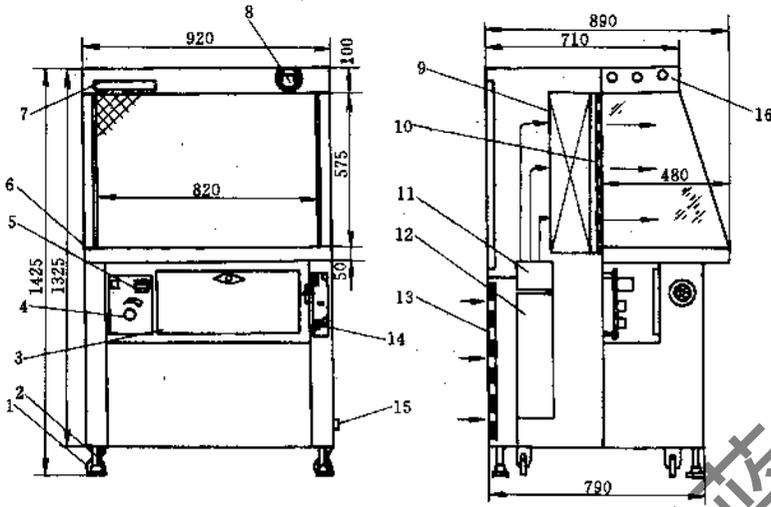


图 5.3-8 SW-CJ-1B 标准型净化工作台结构型式示意图 (苏州净化设备厂)

- 1—转动滚轮；2—固定支承座；3—电气箱；4—风机组调压器；5—电压指示；6—工作台面；7—产品铭牌；8—微压表；9—高效空气过滤器；10—网板；11—导流风口；12—风机组；13—初效空气过滤器；14—操纵面板；15—电源插座；16—日光灯

ZJ 系列空气自净器的技术参数
(苏州净化设备厂)

表 5.3-13

型 号	通 用 型				耐 湿 型			
	ZJ-600X	ZJ-600T	ZJ-800X	ZJ-800T	ZJ-600XA	ZJ-600TA	ZJ-800XA	ZJ-800TA
额定风量 (m ³ /h)	600±20%		800±20%		600±20%		800±20%	
平均风速 (m/s)	0.5±20%	0~0.5	0.5±20%	0~0.5	0.5±20%	0~0.5	0.5±20%	0~0.5
净化效率	≥99.95% (对于 ≥0.5μm 尘埃粒径)							
噪 音	≤65dB (A)							
振 动 (μm)	≤3							
功 率 (W)	≤400							
电 源	220V~50Hz							
外形尺寸 (L×B×H) (mm)	775×775×535		995×775×526		775×775×535		995×775×526	
吊式安装开孔尺寸 (L ₁ ×B ₁) (mm)	700×700		920×680		700×700		920×680	
窗式安装开孔尺寸 (L ₂ ×B ₂) (mm)	720×700		920×680		720×700		920×680	
重 量 (kg)	≈54		≈68		≈54		≈68	
高效过滤器尺寸 (mm)	610×610×150		820×600×150		610×610×150		820×610×150	

注：1. 型号说明：X 型风量不可调，T 型风量可调，XA 型耐湿风量不可调，TA 型耐湿风量可调。

2. 此外，仍可根据用户需求，加工可加热空气自净器。

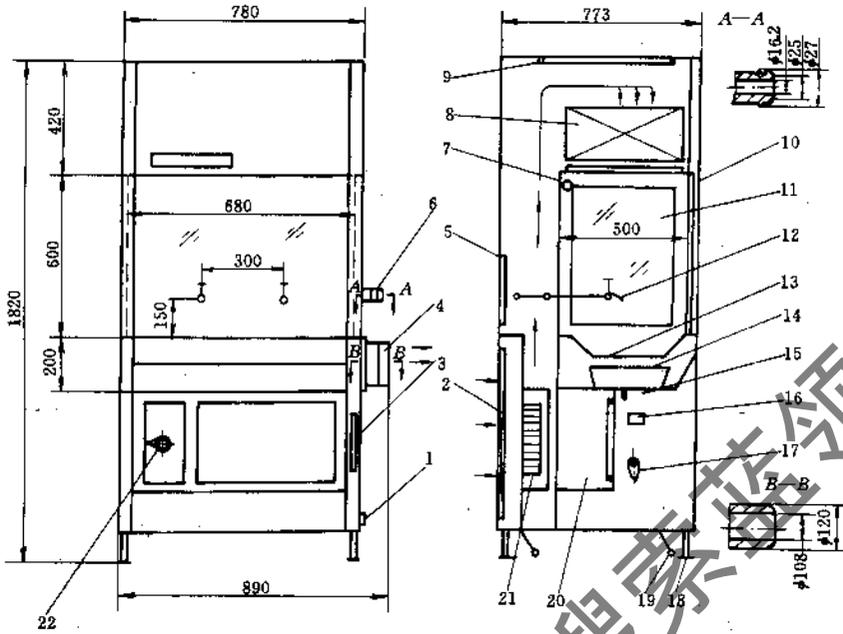


图 5.3-9 SW-CJ-4D 型清洗净化工作台结构型式示意图 (苏州净化设备厂)

- 1—电源插座；2—初效空气过滤器；3—操纵板；4—排气蝶阀；5—后盖板；6—进液接嘴；
7—照明灯；8—高效空气过滤器；9—顶板；10—有机玻璃移门；11—窗玻璃；12—清洗
水嘴；13—清洗槽；14—漏斗槽；15—下液接嘴；16—防尘插座；17—接地装置；
18—固定支承；19—脚轮；20—电气箱；21—风机组；22—风机调压器

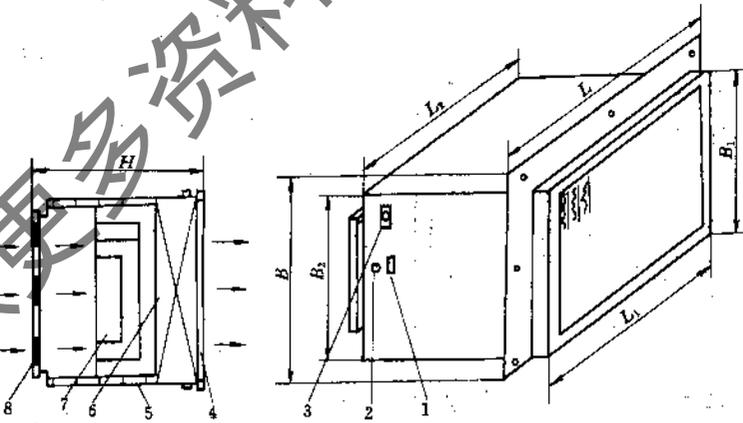


图 5.3-10 ZJ 系列空气自净器结构型式示意图 (苏州净化设备厂)

- 1—电源开关；2—熔断器；3—电源插座；4—压框；5—壳体；
6—高效空气过滤器；7—风机；8—初效空气过滤器

移动式空气自净器的技术参数
(苏州净化设备厂)

表 5.3-14

型 式	移 动 式		
额定风量	1000m ³ /h (可调)	最大功耗	350W
平均风速	1.4m/s (可调)	重量	75kg
出风口洁净度	≤3.5 颗/L (粒径≥0.5μm 的尘埃)	过滤器外形尺寸 (mm)	610×610×150 1台
噪声	≤65dB (A)	外形尺寸 宽×深×高 (mm)	710×490×1775
电源	50Hz 220V	—	—

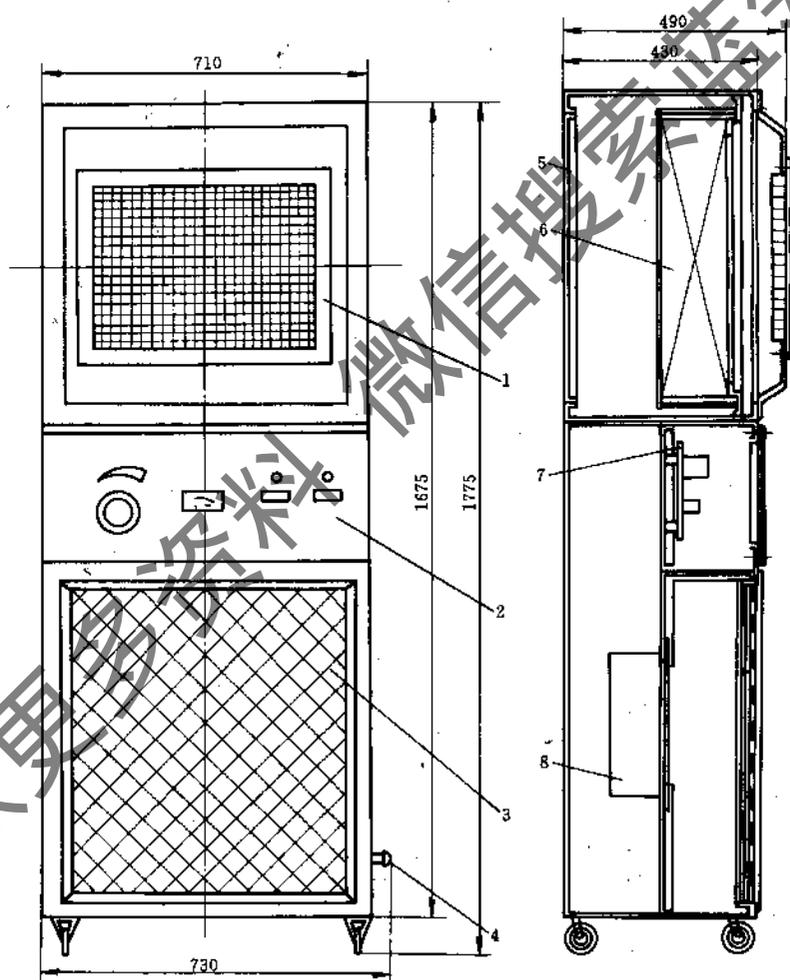


图 5.3-11 移动式空气自净器结构型式示意图 (苏州净化设备厂)

- 1—铝合金出风口；2—电过滤器板；3—初效空气过滤器；4—电源插座；
5—后盖；6—高效空气过滤器；7—电气安装板；8—风机组

SJK-1000/6000A 型净化空调机组的技术参数 (鸡西净化空调设备厂) 表 5.3-15

额定风量	3300m ³ /h	冷水温度	<10℃
平均风速	0.3~0.5m/s	耗水量	1000kg/h
净化效果	在工作区 (出风口至正前面 2m) 达到 1000 级 (美联邦 209B)	制冷量	6983W
噪声	≤62dB (A)	供热量	6983W
调温范围	18~28℃可调	外形尺寸 (mm)	2050×850×2130

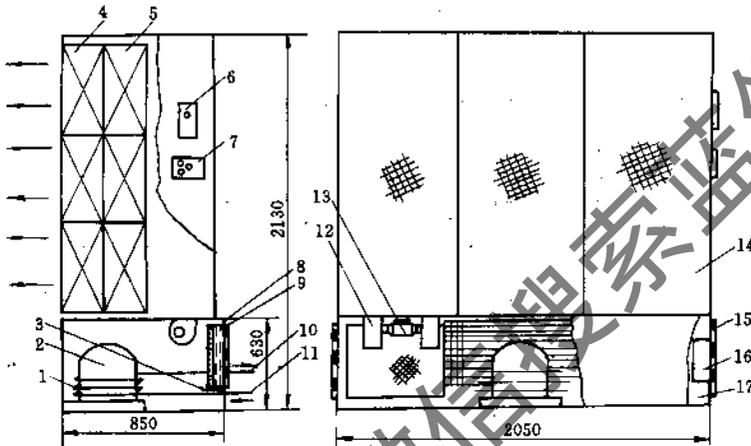


图 5.3-12 SJK-1000/6000A 型净化空调机组结构型式示意图 (鸡西净化空调设备厂)

- 1—冷凝器; 2—压缩机; 3—凝结水接盘; 4—高效空气过滤器; 5—中效空气过滤器;
6—控温仪; 7—控制板; 8—电加热器; 9—蒸发器; 10—出水管; 11—进水管;
12—通风机; 13—电动机; 14—上箱; 15—初效空气过滤器; 16—配电箱; 17—下箱

JKD 系列金属空调器的技术参数

表 5.3-16

(天津市医药净化工程设备公司)

型 号	额定风量 (m ³ /h)	选用风量范围 (m ³ /h)	外形断面尺寸 (mm)	型 号	额定风量 (m ³ /h)	选用风量范围 (m ³ /h)	外形断面尺寸 (mm)
JKD-10	10000	10000~15000	1200×1800	JKD-40	40000	38000~55000	2900×2250
JKD-15	15000	14000~20000	1200×2250	JKD-60	60000	53000~75000	3000×3000
JKD-20	20000	18000~27000	1500×2250	JKD-80	80000	74000~89000	3500×3000
JKD-30	30000	26000~40000	2350×2250				

JKD 系列金属空调器各功能段名称和型号

表 5.3-17

(天津市医药净化工程设备公司)

序号	功能段名称	型 号						
		JKD-10	JKD-15	JKD-20	JKD-30	JKD-40	JKD-60	JKD-80
1	新回风混合段 (I)	JKD-10-01	JKD-15-01	JKD-20-01	JKD-30-01	JKD-40-01	JKD-60-01	JKD-80-01
2	新回风混合段 (I)	JKD-10-02	JKD-15-02	JKD-20-02	JKD-30-02	JKD-40-02	JKD-60-02	JKD-80-02

续表

序号	功能段名称	型 号						
		JKD-10	JKD-15	JKD-20	JKD-30	JKD-40	JKD-60	JKD-80
3	二次回风混合段 (I)	JKD-10-03	JKD-15-03	JKD-20-03	JKD-30-03	JKD-40-03	JKD-60-03	JKD-80-03
4	二次回风混合段 (II)	JKD-10-04	JKD-15-04	JKD-20-04	JKD-30-04	JKD-40-04	JKD-60-04	JKD-80-04
5	旁直通风分流段	JKD-10-05	JKD-15-05	JKD-20-05	JKD-30-05	JKD-40-05	JKD-60-05	JKD-80-05
6	中间段	JKD-10-06	JKD-15-06	JKD-20-06	JKD-30-06	JKD-40-06	JKD-60-06	JKD-80-06
7	干蒸汽加湿段	JKD-10-07	JKD-15-07	JKD-20-07	JKD-30-07	JKD-40-07	JKD-60-07	JKD-80-07
8	空气加热段	JKD-10-08	JKD-15-08	JKD-20-08	JKD-30-08	JKD-40-08	JKD-60-08	JKD-80-08
9	菱形袋式过滤段 (粗中)	JKD-10-010	JKD-15-010	JKD-20-010	JKD-30-010	JKD-40-010	JKD-60-010	JKD-80-010
10	电加热段	JKD-10-014	JKD-15-014	JKD-20-014	JKD-30-014	JKD-40-014	JKD-60-014	JKD-80-014
11	水表冷段	JKD-10-015	JKD-15-015	JKD-20-015	JKD-30-015	JKD-40-015	JKD-60-015	JKD-80-015
12	直接蒸发表冷段	JKD-10-016	JKD-15-016	JKD-20-016	JKD-30-016	JKD-40-016	JKD-60-016	JKD-80-016
13	送风机段	JKD-10-017	JKD-15-017	JKD-20-017	JKD-30-017	JKD-40-017	JKD-60-017	JKD-80-017
14	回风机段	JKD-10-018	JKD-15-018	JKD-20-018	JKD-30-018	JKD-40-018	JKD-60-018	JKD-80-018

JH-0.2B型洁净烘箱的技术参数

表 5.3-18

型 号	JH-0.2B型		
洁净度	$>0.5\mu\text{m}$, 尘埃 ≤ 3.5 颗/L	噪声	$\leq 62\text{dB(A)}$
工作温度	室温 $\sim 220^\circ\text{C}$	振动振幅	$\leq 2\mu\text{m}$ (工作室中心 X、Y、Z 三方向)
最高温度	250°C (保持该温度不允许超过 2h)	工作室尺寸 宽 \times 深 \times 高(mm)	620 \times 470 \times 650
恒温时间	0 \sim 599min(可调)	外形尺寸 宽 \times 深 \times 高(mm)	790 \times 915 \times 1400
温度均匀度	满量程(250°C)的 $\pm 1\%$	电源	50Hz 220V
温度稳定度	在工作温度下 24h 内不大于 1.5%	最大功耗	3.3kW
循环风量	$>350\text{m}^3/\text{h}$	重量	220kg

3. 洁净隧道

洁净隧道是以两条层流工艺区和中间的乱流操作活动区组成的通道形的净化空调系统。这是一种全室净化与局部净化相结合的典型方式, 很值得推广。

(1) 洁净隧道的特点

1) 隧道内形成不同的洁净度, 满足不同工艺要求的洁净环境。工艺区连成一线, 人员活动也不会引起交叉污染;

2) 隧道内减少了层流面积, 基建、运行等费用比较全室净化的垂直层流洁净室节约1/3以上;

3) 技术夹道既可作回风道, 又可布置各种工业管道、安装工艺辅助设备, 利用率较高, 维修工作随时可进行;

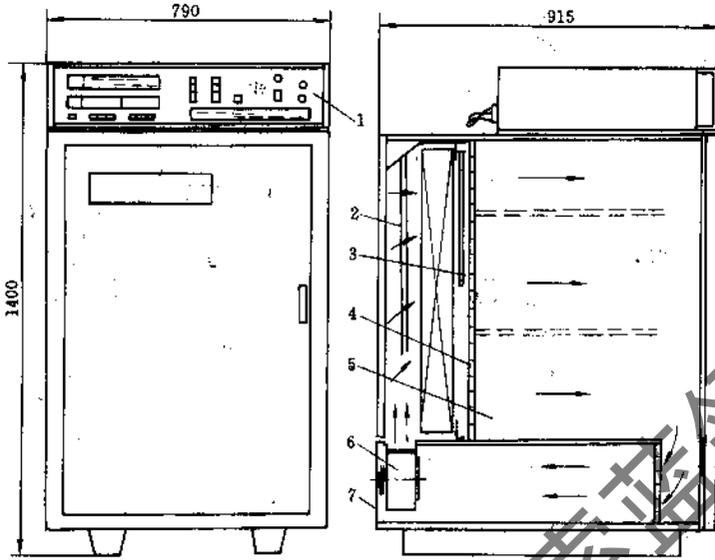


图 5.3-13 JH-0.2B 型洁净烘箱结构型式示意图

1—微电脑控制仪；2—电加热器；3—温度传感器；
4—出风网板；5—工作室；6—送风机组；7—下盖板

4) 洁净隧道所需的局部净化设备、顶棚、壁板、回风口及门窗等构件，可以标准化、模数化、商品化；同时，洁净隧道拆装迅速，为工艺变化提供了方便；

5) 洁净隧道配置的净化空调系统也可以通用化、系列化，便于设计和配套工作。

(2) 洁净隧道的结构型式

1) 台式洁净隧道 见图 5.3-14 和图 5.3-15；

2) 棚式洁净隧道 见图 5.3-16；

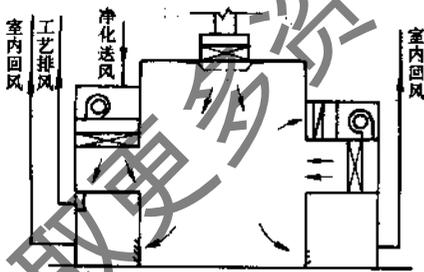


图 5.3-14 台式洁净隧道

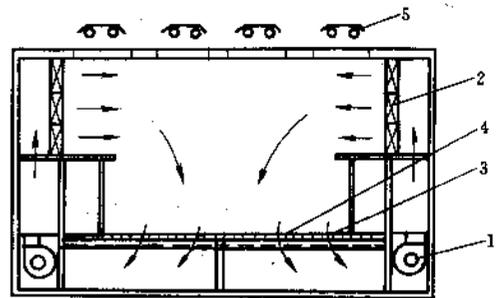


图 5.3-15 双侧送下回的洁净隧道

1—循环风机；2—高效空气过滤器；3—初效空气过滤器；4—地板格栅；5—灯具

3) 罩式洁净隧道 见图 5.3-17；

由于层流罩的进深比洁净棚小，只适于工艺设备较小的场所。空气循环方式与台式、棚式相同，是目前采用较多的一种洁净隧道；

4) 集中送风式洁净隧道 见图 5.3-18；

5) 通道式洁净隧道 见图 5.3-19。

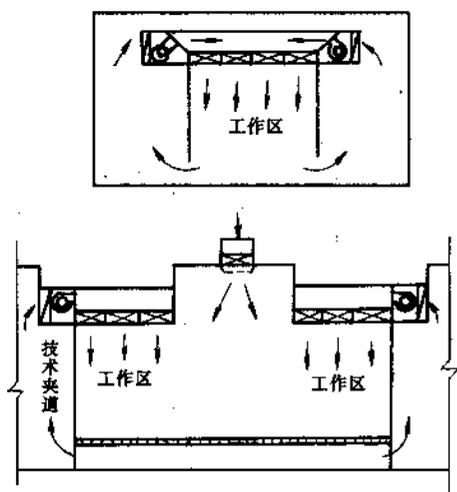


图 5.3-16 栅式洁净隧道

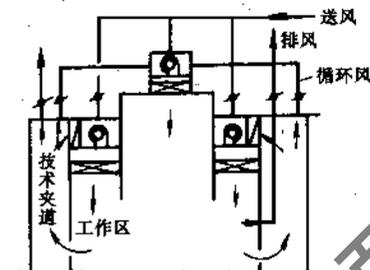


图 5.3-17 罩式洁净隧道

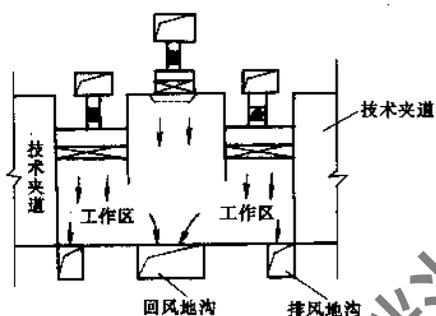


图 5.3-18 集中送风式洁净隧道

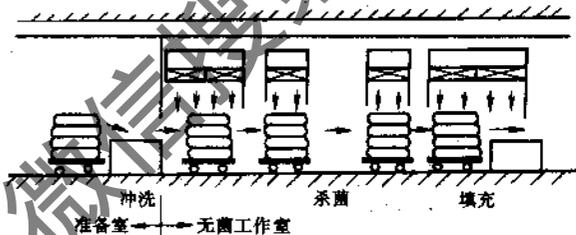


图 5.3-19 通道式洁净隧道

5.4 空气过滤器

用于各种空气净化设备的空气过滤器有初效、中效、亚高效及高效四种形式。其中初效和中效空气过滤器已在第三章 3.1.2 节的“6. 过滤器(段)”中介绍,本节仅介绍亚高效空气过滤器及高效空气过滤器的有关内容。

5.4-1 亚高效和高效空气过滤器的过滤材料

亚高效和高效过滤器中使用的过滤材料为超细玻璃纤维、超细石棉纤维和合成纤维等。滤料做成纸状,通常称为滤纸。玻璃纤维的直径大部分小于 $1\mu\text{m}$ 。

1. 国产玻璃纤维纸的纤维直径(其统计分布见图 5.4-1)
2. 滤料的特性(部分常用滤纸的特性见表 5.4-1)

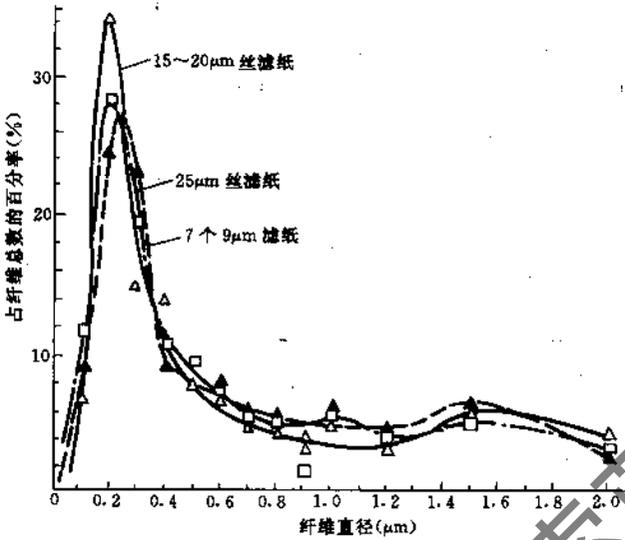


图 5.4-1 国产玻璃纤维纸纤维直径的统计分布

部分常用滤纸的特性

表 5.4-1

项 目	厚 度 (mm)	单位面积 平均重量 (g/m ²)	纤 维 填充率	纤维直径 (μm)	孔 径 (μm)	抗张强度① (g)	可燃物含量 (%)	金属含量 (μg/g)
一般范围	0.15~0.4	视材质而定	高效: 0.1 ~0.25 中效: ~0.1	高效: <1 中效: ~10	<1 (滤膜)	250~450	对防火过滤 器有要求: <5	视材质而定
举 例								
7个9玻璃纤维滤纸	0.44±0.03	130~140	0.118	0.5		≥645		
6个9玻璃纤维滤纸	0.36±0.02	110	0.113	0.5		>400		
洁净工作台用玻璃纤维滤纸	0.20±0.03	60~70	0.12	0.4		200		
一般高效过滤器用玻璃纤维滤纸(如6901纸)	0.23±0.02	70~80	0.12	0.4		>230		
日本GB-100玻璃纤维滤纸	0.41	148	0.138	0.3				
日本№228玻璃纤维滤纸	0.275	76	0.102	0.92				
3号石棉滤纸	0.5	170	0.09			约300		

① 按国内规定, 将宽15mm、长180mm的滤纸, 一端固定, 另一端用弹簧秤拉伸, 断裂时的读数即抗张强度。

3. 滤纸效率和风速及粒径的关系

滤纸经多次折叠,其过滤面积为迎风面积的50~60倍。为了减少阻力并增加对微粒的扩散效应,亚高效和高效空气过滤器必须采用较低的风速(或称滤速),以cm/s计。

纤维素滤纸效率和风速及粒径的关系见表5.4-2。

纤维素滤纸效率和风速及粒径的关系

表 5.4-2

滤速 (cm/s)	粒 径 (μm)				
	0.088	0.188	0.264	0.365	0.557
	效 率 (%)				
6	81.5	80.7	81.4	77.7	80.6
9.5	81.2	79.0	79.5	77.7	85.0
13	75.2	76.9	76.6	74.1	81.9
17	78.2	75.0	80.0	78.5	86.5
27	89.2	87.4	88.9	88.8	92.2
32.5	91.1	87.4	90.3	92.7	93.8
38.5	94.0	90.0	91.7	92.6	93.4
57.5	98.9	98.6	99.4	99.5	98.8

5.4.2 亚高效和高效空气过滤器的结构型式和技术参数

1. 亚高效空气过滤器的结构型式和技术参数

亚高效空气过滤器的过滤对象是颗粒直径为1~5 μm 的尘埃。其滤料一般为玻璃纤维纸、超细聚丙烯纤维纸等。其结构型式有薄板式、分隔板框式和形成楔形结构等多种。

国产亚高效空气过滤器的系列、型号有:Y GK系列、GZH系列、YL系列、HDQYB型、HDQYE型和HDQYK型。现举例介绍如下表5.4-3。

亚高效空气过滤器的结构型式和技术参数

表 5.4-3

产品名称	系列型式	滤 料	使 用 特 点	结构型式	技术参数
亚高效 空 气 过 滤 器	Y GK系列	玻 璃 纤 维 纸	用胶版纸作分隔板,与木框胶合而成。可作空气净化系统中的中间过滤器,亦可作十万级及其他洁净度要求不太高的洁净室的终端过滤装置	图 5.4-2	表 5.4-4
	YL系列 (低阻力)	超 细 聚 丙 烯 纤 维 纸	用 ABS 工程塑料注塑工艺的框架。经检测,对 $\geq 0.5\mu\text{m}$ 的尘粒的过滤效率为95%~98%,对大气菌的滤菌效率为100%。可用于空气净化,也可用作高效过滤器的预过滤		表 5.4-5

YGK 系列亚高效空气过滤器的技术参数

表 5.4-4

型 号	外形尺寸 (宽×高×深) (mm)	额定风量 (m ³ /h)	初阻力 (Pa)	过滤效率 (%) (钠焰法)	容尘量 (g)	重 量 (kg)
YGK-8A	600×600×150	800	直隔板结构 ≤176.58 (18mmH ₂ O)	95~99.9	500	≈8
YGK-10A	484×484×220	1000				
YGK-10B	420×600×200					
YGK-10C	610×610×150				600	≈9
YGK-10D	600×420×200				500	≈8
YGK-12A	820×600×150	1200			750	≈12
YGK-12B	560×600×200				800	≈13
YGK-13A	720×760×150	1300			900	≈15
YGK-15A	630×630×220	1500			750	
YGK-15B	726×484×220				850	
YGK-15C	915×610×150				1000	
YGK-15D	820×600×200				1200	≈16
YGK-20A	968×484×220	2000			1200	≈18
YGK-20B	1220×610×150				1400	
YGK-22A	945×630×220	2200			1800	≈20
YGK-30A	1260×630×220	3000				

YL 系列低阻力亚高效空气过滤器的技术参数

表 5.4-5

型 号	过滤单体组合	外形尺寸 (mm)	额定风量 (m ³ /h)	过滤效率 (%) (钠焰法)		初阻力 (Pa)	
				A 类	B 类	A 类	B 类
YL257-3	YL257 单体	257×257×160	300	98	95	90	60
YL257-6	YL257 2×1	544×287×185	600	98	95	90	60
YL257-12	YL257 2×2	544×550×185	1200	98	95	90	60
YL257-18	YL257 3×2	801×550×185	1800	98	95	90	60
YL257-27	YL257 3×3	801×813×185	2700	98	95	90	60
YL484-10	YL484 单体	484×484×220	1000	98	95	90	60
YL484-15	YL484 1.5×1	根据用户要求组合	1500	98	95	90	60
YL484-20	YL484 2×1	920×484×220	2000	98	95	90	60
YL300-4	YL300 单体	300×260×100	400	98	95	90	60
YL300-8	YL300 2×1	根据用户要求组合	800	98	95	90	60
YL300-12	YL300 3×1	根据用户要求组合	1200	98	95	90	60
YL300-16	YL300 2×2	根据用户要求组合	1600	98	95	90	60

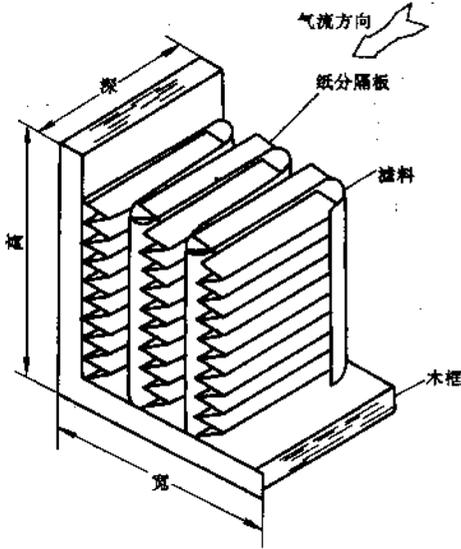


图 5.4-2 YGK 系列亚高效空气过滤器的结构型式示意图

2. 高效空气过滤器的结构型式和技术参数

高效空气过滤器的过滤对象是颗粒小于 $1\mu\text{m}$ 的微粒尘埃。也可滤掉空气中的细菌，其出风口气流中菌落数可接近零。

高效空气过滤器按其过滤效率和压力损失性能分类规定见表 5.4-6。

国产高效空气过滤器的系列、型号如下：

1) 采用超细玻璃纤维纸滤料的有：

GB 系列、GBJ 系列、GBW 系列、GNW 系列、SZX-GX 系列、GL 型、GK 系列、GKB 系列（无隔板）、GKA 系列（耐高湿）、GKW 系列（耐高温）、HDGB 型；

2) 采用超细石棉纤维纸滤料的有 JX-20 型；

3) 采用聚丙烯纤维滤料的有 HDQGK 型。

现举例介绍如下表 5.4-7。

高效空气过滤器按过滤效率和压力损失的分类规定

表 5.4-6

参 数 类 别	额 定 风 量 下		20% 的额定风量下	
	过滤效率	压力损失	过滤效率	压力损失
A 类	$\geq 99.9\%$	$\leq 190\text{Pa}$	—	—
B 类	$\geq 99.99\%$	$\leq 220\text{Pa}$	$\geq 99.99\%$	—
C 类	$\geq 99.999\%$	$\leq 250\text{Pa}$	$\geq 99.999\%$	—
D 类	$\geq 99.999\%$ ($\geq 0.1\mu\text{m}$ 粒子)	$\leq 280\text{Pa}$	$\geq 99.999\%$ ($\geq 0.1\mu\text{m}$ 粒子)	—

高效空气过滤器的结构型式和技术参数

表 5.4-7

产品名称	系列型式	滤 料	使 用 特 点	结构型式	技术参数
高效空气 过滤器	GK 系列	超细玻璃 纤维纸	用胶板纸作分隔板，与木框胶合而成。具有过滤效率高、阻力低、容尘量大的特点，广泛用于各种局部净化设备和洁净厂房在常压、常温、常湿条件下环境空气的净化	图 5.4-3	表 5.4-8
	GKB 系列 (无隔板)	超细玻璃 纤维纸	用胶绳作分隔物，可分别与铝合金框、木框或镀锌钢板框组合而成。具有降低建筑层数和缩小净化设备静压箱体体积等优点，尤其适用于需要高效过滤器复盖率高的净化厂房	图 5.4-4	表 5.4-9
	GKA 系列 (耐高湿)	超细玻璃 纤维纸	用胶板纸作分隔板，经特殊防潮处理后与木框胶合而成。特别适用于医药行业输液生产等高湿度环境的空气净化		表 5.4-10
	GKW 系列 (耐高温)	超细玻璃 纤维纸	用铝箔作分隔板，不锈钢作框架，与耐高温密封胶密封装配而成。适用于超净化烘箱等要求高温空气净化的设备与系统		表 5.4-11

续表

产品名称	系列型式	滤料	使用特点	结构型式	技术参数
高效空气过滤器	HDQGK型 (低阻力)	聚丙烯纤维滤料	用小插件相隔。滤材厚度0.5mm, 过滤面积为迎风面积的40倍。比玻璃纤维滤料效率略低(钠焰法99.9%), 但其阻力大大小于玻璃纤维滤料(在迎面风速1.2m/s时只有108Pa), 故广泛用于1000级以下洁净间的送风终端过滤。		

GK系列高效空气过滤器的技术参数

表 5.4-8

型号	外形尺寸 (宽×高×深)(mm)	额定风量 (m ³ /h)	初阻力 (Pa)	过滤效率 (%) (钠焰法)	容尘量 (g)
GK-8A	600×600×150	800	直隔板结构 ≤235.44 (24mmH ₂ O)	优等品 I类 ≥99.998 I类 ≥99.995 一等品 ≥99.99 二等品 99.95	500
GK-10A	484×484×220	1000			
GK-10B	420×600×200				
GK-10C	610×610×150				
GK-10D	600×420×200				600
GK-12A	820×600×150	1200			750
GK-12B	560×600×200				
GK-13A	720×760×150	1300			800
GK-15A	630×630×220				900
GK-15B	726×484×220	1500			750
GK-15C	915×610×150				850
GK-15D	820×600×200				1000
GK-20A	968×484×220	2000			1200
GK-20B	1220×610×150				1200
GK-22A	945×630×220	2200			1400
GK-30A	1260×630×220	3000			1800

GKB系列无隔板高效空气过滤器的技术参数

表 5.4-9

型号	外形尺寸 (宽×高×深)(mm)	额定风量 (m ³ /h)	初阻力 (Pa)	过滤效率 (%) (钠焰法)	容尘量 (g)	重量 (kg)
GKB-1G	202×600×23	100	≤235.4 (24.5mmH ₂ O)	≥99.99	≈80	≈1.5
GKB-5A	305×610×69	500			≈350	≈1.2
GKB-6W	305×610×90	600			≈400	≈2
GKB-10A	610×610×69	1000			≈700	≈2
GKB-13W	610×610×90	1300			≈800	≈4
GKB-15A	915×610×69	1500			≈1000	≈4
GKB-20W	915×610×90	2000			≈1400	≈6
GKB-20A	1220×610×69	2000			≈1400	≈5
GKB-25W	1220×610×90	2500			≈1600	≈8

注：型号中，G—镀锌钢板框；A—铝合金框；W—木框。

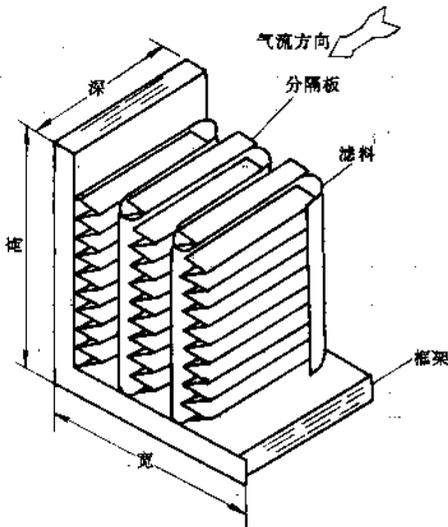


图 5.4-3 GK 系列高效空气过滤器的结构型式示意图

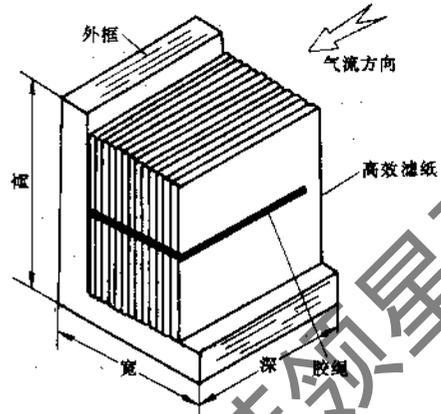


图 5.4-4 GKB 系列高效空气 GKA 系列高效空气 GKW 系列高效空气过滤器的结构型式示意图

GKA 系列耐高温高效空气过滤器的技术参数

表 5.4-10

型 号	GKA-3	GKA-5	GKA-8	GKA-12	GKA-15
外形尺寸 (宽×高×深)(mm)	305×610×150	460×610×150	610×610×150	820×610×150	915×610×150
额定风量 (m ³ /h)	350	550	850	1200	1500
初阻力	直隔板结构: ≤235.44Pa				
过滤效率(钠焰法)	≥99.99%				
容尘量(g)	300	450	600	750	850
允许空气含湿量	相对湿度≤100%				
重量(kg)	≈5	≈8	≈10	≈13	≈15

GKW 系列耐高温高效空气过滤器的技术参数

表 5.4-11

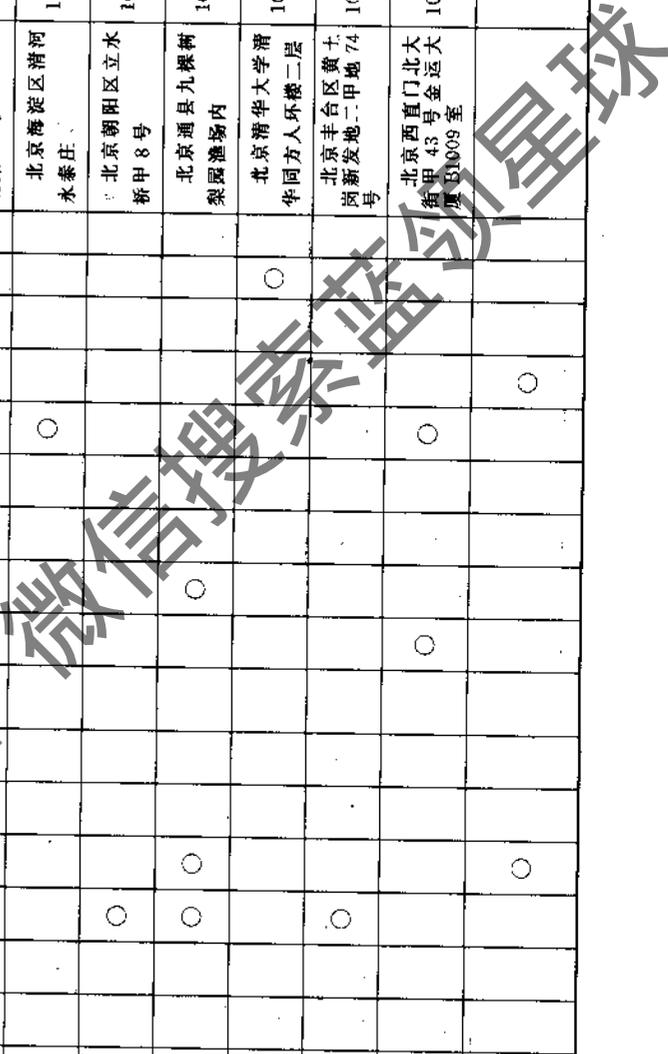
型 号	GKW-10	GKW-7
外形尺寸(宽×高×深)(mm)	610×610×150	610×457×150
额定风量(m ³ /h)	1000	750
初阻力	≤235.44Pa	
过滤效率	≥99.99% (250℃) ≥99.95% (300℃)	
使用温度	250℃ (可长期使用) 300℃ (1h 内使用)	300℃ (可长期使用)
容尘量(g)	600	450

中央空调用空调与制冷设备生产厂家一览表

(1) 中央空调用冷(热)水机组产品类

附表 1

省市	产品分类 生产厂家名称	冷水机组										热泵机组				生产厂(公司)地址	邮政编码	电话 电传 真	
		普通型					模块化					普通型		模块化					
		水冷式		风冷式			水冷式	风冷式	风冷式		风冷式		水冷式	风冷式	水冷式				风冷式
		活塞式	螺杆式	离心式	蒸汽型吸收式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	直燃型吸收式	离心式	活塞式	螺杆式				活塞式
北	北京冷冻机厂	○															101149	(010)69542895 (010)69544889	
	北京万众空调 制冷设备公司	○	○														100083	(010)62056275 (010)62041192	
	北京空调器厂																100085	(010)62912223 (010)62911652	
	北京市同力制 冷设备公司	○															100012	(010)64231003 (010)64231003	
京	北京合佳机电 有限公司																101101	(010)67228974	
	清华同方人工 环境设备公司																100084	(010)62782331 (010)62783709	
	扬子江制冷空 调集团公司	○															100071	(010)63825168	
	建联发展(国 际)有限公司(意 大利克莱门特)																100044	(010)62210183 (010)62232097	
	日立亚洲(香 港)有限公司北京 办事处	○																(010)65908111 (010)65908110	



续表

省市	产品分类 生产厂名称	冷水机组						热泵机组						生产厂家的地址	邮政编码	电话 电传
		普通型			模块化			普通型			模块化					
		水冷式		风冷式	水冷式		风冷式	水冷式		风冷式	水冷式		风冷式			
		活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式				
天津	天津康迪空调设备有限公司		○											300151	(022)24341650 (022)24341637	
	天津天山制冷设备有限公司	○												300110	(022)27648745 (022)27648745	
	天津裕年空调设备有限公司	○												300222	(022)28122974 (022)28123094	
上海	上海冷气机厂													200070	(021)56625030 (021)66639180	
	上海富田空调冷冻设备有限公司	○												201108	(021)64893536 (021)64893504	
	横汉·布什(中国)上海分公司	○													(021)64867991 (021)64867992	
上海	上海合众一开利空调设备有限公司	○												200090	(021)65430952 (021)65435404	
	上海一开利空调设备有限公司	○												200092	(021)65419929 (021)65129357	
	上海第一冷冻机厂四分厂	○												201714	(021)59248441 (021)59248465	
	上海冷气机厂三分厂	○												201812	(021)59529346 (021)59137446	

续表

省市	产品分类 生产厂名称	冷水机组						热泵机组						生产厂家(公司)地址	邮政编码	电话 电传 真
		普通型			模块化			普通型			模块化					
		水冷冷式		风冷冷式	水冷冷式		风冷冷式	水冷冷式		风冷冷式	水冷冷式		风冷冷式			
		螺杆式	离心式	蒸汽型吸收式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	离心式	螺杆式	活塞式	螺杆式	活塞式			
上海	上海新晃制冷机械有限公司	○												201100	(021)64880982 (021)64881360	
	上海浦东溴化锂制冷厂		○											201209	(021)58632138 (021)58633702	
	上海塔牌玛冷热设备有限公司													201206	(021)65127319 (021)65469427	
上海	上海华源前进制冷空调公司													290080	(021)65355518 (021)65371114	
	上海长江成套制冷设备厂	○												201209	(021)655351765 (021)58632965	
	上海环球冷冻机厂	○												201812	(021)59137125 (021)59138225	
重庆	上海扬帆空调设备有限公司	○												200070	(021)63178663 (021)59201379	
	重庆嘉陵制冷空调设备有限公司	○												400037	(023)65209984 (023)65209674	
重庆	重庆通用工业(集团)有限责任公司	○												400021	(023) (023)	

续表

省市	产品分类 生产厂名称	冷水机组						热泵机组						生产厂家的地址	邮政编码	电话 传真		
		普通型			模块化			普通型			模块化							
		水冷式	风冷式	风冷式	水冷式	风冷式	风冷式	水冷式	风冷式	风冷式	水冷式	风冷式	风冷式					
	南京五洲制冷 (集团)公司	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	210007	(025)4498265 (025)4499743
	无锡申达空调 设备有限公司	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	214171	(0510)3102688 (0510)3751552
	无锡市制冷设 备厂	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	214031	(0510)2723349
江	无锡三雄锅炉 冷设备制造公 司	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	214023	(0510)5754161 (0510)5755880
苏	江苏特灵电制 冷机有限公司	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	214444	(0510)6634588 (0510)6633601
	江苏双良特灵 溴化锂制冷有 限公司	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	214444	(0510)6818877 (0510)6818777
	苏州制冷设备 厂	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	215001	(0512)7275972 (0512)7271067
	常州西武暖通 设备有限公司	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	213111	(0519)8731276 (0519)8731162

续表

省市	产品分类 生产厂家的名称	冷水机组						热泵机组						生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 电真
		普通型			模块化			普通型			模块化					
		水冷式	风冷式	水冷却	水冷却	风冷式	风冷式	水冷却	风冷式	水冷却	风冷式	风冷式	水冷却			
江 苏	常州能源设备 总厂	活 塞 式	螺 杆 式	离 心 式	活 塞 式	螺 杆 式	活 塞 式	螺 杆 式	直 燃 型 吸 收 式	离 心 式	活 塞 式	活 塞 式	活 塞 式	螺 杆 式	213004	(0519)8650668 (0519)8825315
	无锡溴化锂制 冷机厂	活 塞 式	螺 杆 式	离 心 式	活 塞 式	螺 杆 式	活 塞 式	螺 杆 式	直 燃 型 吸 收 式	离 心 式	活 塞 式	活 塞 式	活 塞 式	螺 杆 式	214026	(0510)5211312 (0510)3215605
	昆山市溴化锂 制冷机厂	活 塞 式	螺 杆 式	离 心 式	活 塞 式	螺 杆 式	活 塞 式	螺 杆 式	直 燃 型 吸 收 式	离 心 式	活 塞 式	活 塞 式	活 塞 式	螺 杆 式	215314	(0520)7811152 (0520)7811151
	泰兴水升空凋 公司	活 塞 式	螺 杆 式	离 心 式	活 塞 式	螺 杆 式	活 塞 式	螺 杆 式	直 燃 型 吸 收 式	离 心 式	活 塞 式	活 塞 式	活 塞 式	螺 杆 式	225400	(0523)7681599 (0523)7681592
	苏北冷冻机厂	活 塞 式	螺 杆 式	离 心 式	活 塞 式	螺 杆 式	活 塞 式	螺 杆 式	直 燃 型 吸 收 式	离 心 式	活 塞 式	活 塞 式	活 塞 式	螺 杆 式	225500	(0523)8213989 (0523)8213992
浙 江	杭州溴化锂制 冷机厂	活 塞 式	螺 杆 式	离 心 式	活 塞 式	螺 杆 式	活 塞 式	螺 杆 式	直 燃 型 吸 收 式	离 心 式	活 塞 式	活 塞 式	活 塞 式	螺 杆 式	310016	(0571)6040197 (0571)6948500
	杭州精城溴化 锂空凋设备厂	活 塞 式	螺 杆 式	离 心 式	活 塞 式	螺 杆 式	活 塞 式	螺 杆 式	直 燃 型 吸 收 式	离 心 式	活 塞 式	活 塞 式	活 塞 式	螺 杆 式	310021	(0571)5148189 (0571)5148488
	杭州溴冷机有 限公司	活 塞 式	螺 杆 式	离 心 式	活 塞 式	螺 杆 式	活 塞 式	螺 杆 式	直 燃 型 吸 收 式	离 心 式	活 塞 式	活 塞 式	活 塞 式	螺 杆 式	310015	(0571)8823081 (0571)8093385
	浙江商业机械 厂	活 塞 式	螺 杆 式	离 心 式	活 塞 式	螺 杆 式	活 塞 式	螺 杆 式	直 燃 型 吸 收 式	离 心 式	活 塞 式	活 塞 式	活 塞 式	螺 杆 式	310012	(0571)8083503 (0571)

续表

省市	产品分类 生产厂名称	冷水机组						热泵机组						生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 传真
		普通型			模块化			普通型			模块化					
		水冷式		风冷式	水冷式		风冷式	水冷式		风冷式	水冷式		风冷式			
		螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	直燃型吸收式	离心式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式			
浙江	宁波冷冻机厂	○												宁波市东河区宿波33号	315040	(0574)7366385
	浙江吉佳机电设备有限公司	○					○							浙江安吉环城西路南端高新技术开发区	313300	(0572)5025304 (0572)5023644
	余姚捷华压缩机有限公司								○					余姚新建北路62号	315400	(0574)2633635 (0574)2633563
	浙江联丰集团制冷机厂	○												上海市百官镇曹墩联丰路24号	312300	(0575)2011745 (0575)2012725
	上海市白银制冷机厂													上海市百官镇大三角开发区	312300	(0575)2051989 (0575)2051888
	绍兴市冷冻机械工业总公司													上海市东关镇	312352	(0575)2050196 (0575)2051333
	浙江香晖集团公司													上海市百官镇	312300	(0575)2052179 (0575)2051888
	中国水利水电第十二局襄化锂制冷机厂													金华市白龙桥	321027	(0579)2211005 (0579)
	浙江义乌冷冻机总厂	○												义乌市城中中路57号	322000	(0579)5523456 (0579)

续表

省市	产品分类 生产厂家名称	冷水机组										热泵机组						生产厂家(公司)地址	邮政编码	电话 电传 真
		普通型					模块化					普通型			模块化					
		水冷式		风冷式			水冷式	风冷式	风冷式	风冷式	风冷式	风冷式	风冷式	风冷式	风冷式	风冷式	风冷式			
		螺杆式	离心式	活塞式	螺旋式	离心式	活塞式	螺旋式	离心式	螺旋式	离心式	螺旋式	离心式	螺旋式	离心式	螺旋式				
广东	广州冷冻机厂	○															广州南边路38号	510285	(020)8445065 (020)84415065	
	华南空调制冷实业有限公司	○		○													佛山市陈村镇南涌工业区	528313	(0765)3351133 (0765)3351491	
	广东吉荣空调设备有限公司	○		○													揭阳市榕城区	522000	(0663)8881965 (0663)8881916	
	广州恒星冷冻机械制造有限公司	○		○													广州经济技术开发区锦绣路明华三街5号	510730	(020)82215662 (020)82215663	
	捷丰集团							○									广州建设六马路38号恒安广场19楼1905-1909室	510060	(020)83801480 (020)83801342	
湖北	恩施市广蓉空调实业有限公司																恩施市蓉奇镇成业路39号	528303	(0765)6628823 (0765)6628623	
	武汉新世界制冷工业有限公司	○															武汉市汉阳大道365号	430050	(027)84828852 (027)84844923	
	武汉麦克维尔空调有限公司	○															武汉市汉阳大道365号	430050	(027)84829446 (027)84829441	
	武汉冷冻机厂	○															武汉市汉阳大道267号	430050	(027)84823441 (027)84823441	

续表

省市	产品分类 生产厂名称		冷水机组						热泵机组						生产厂家 (公司)地址	邮政编码	电话 电 传 真
			普通型			模块化			普通型			模块化					
			水冷式	风冷式	水冷冷式	风冷式	水冷冷式	风冷式	水冷冷式	风冷式	水冷冷式	风冷式	水冷冷式	风冷式			
山 东	山东日照华冷 制冷设备有限公司	制冷设备有限公 司	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	日照市梅村 西路125号	276800	(0633)8226632 (0633)8223755
			螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	济南市历城 区党家庄镇304 号信箱	250116	(0531)7993343 (0531)7997256
			螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	烟台芝罘 区西山路80 号	264000	(0535)6242713 (0535)6252302			
河 北	石家庄车辆厂 国铁制冷设备分 厂	制冷设备分 厂	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	石家庄西三 庄街24号	050071	(0311)7756254 (0311)7756322	
			螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	石家庄市联 进路11号	050031	(0311)5061014 (0311)5052437			
河 南	开通制冷空调 集团公司	制冷空调 集团公司	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	开封市大梁 路8号	475003	(0378)3851721 (0378)3872362-650
			螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	郑州市东 大街	455000	(0372)2923602 (0372)2924946
河 南	河南省焦作市 制冷设备厂	制冷设备 厂	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	焦作市市委 党校内	454152	(0391)2922551 (0391)2922079
			螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	螺杆式	离心式	活塞式	郑州市东 大街	455000	(0372)2923602 (0372)2924946

附表 2

(2) 空气净化及消声减振设备类

省市	产品分类 生产厂家名称	空气处理设备							空气净化设备			消声与减振设备		生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 电传
		组合式 空调机组	风机 盘管	风式 空气 处理设备	风量 调节器	空气 过滤器	空气 扩散器	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁 净 室	除 尘 器	消 声 器			
	北京冷冻机厂														101149	(010)69547427 (010)69544889
	北京青云航空仪表 公司	○	○	○											100086	(010)62524271 (010)62546409
	北京市同力制冷设 备公司	○	○	○											100012	(010)64231338 (010)64231003
	北京空调器厂	○	○	○								○			100085	(010)62912223 (010)62911556
北	北京富连京制冷机 电有限公司														100038	(010)63265955 (010)63265957
京	北京东方电子集团 股份公司制冷产业部	○	○	○											100016	(010)64371884 (010)64376852
	航天工业总公司第 31 研究所														100074	(010)68374062
	北京万众空调制冷 设备公司	○	○	○											100083	(010)62056275 (010)62041192
	北京格凌奥太制冷 空调设备公司		○	○											100075	(010)67613514
	北京台佳机电有限 公司	○	○	○											100101	(010)67228974 (010)67228979

续表

省市	产品分类 生产厂家名称	空气处理设备								空气净化设备			消声与减振设备		生产厂(公司)地址	邮政编码	电话 传真
		组合式 空调 机组	风机 盘管	柜式 空气 处理机	变风 量空 调器	空气 净化 器	空气 过滤器等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁 净 室	除 尘 器	消 声 器	减 振 器			
北	北京万博绿色科技 发展有限公司														北京西城区皇城根 南街11号	100032	(010)66039169 (010)66077838
	北京海淀区海地新 技术研究所			○(新 风机)											北京海淀区北三环 中路69号(1205)	100088	(010)62017588 (010)62042149
	北京西山除尘器厂										○				北京海淀区四季青 乡香石口路	100080	(010)_____
	清华同方人工环境 设备公司	○	○	○	○										北京清华大学智能 楼二层	100084	(010)62782331 (010)62783709
京	北京特义风机厂														北京丰台区周庄子 210号	100073	(010)68883884 (010)63833884
	北京长城松下精工 空调设备有限公司	○	○	○	○										北京天竺空港工业 区天柱路5号	101312	(010)64568335 (010)645689684
	北京闻思技术开发 公司			○(新 风机)											北京海淀区学院路 111号	100083	(010)62343742 (010)62313427
	北京埃士博建筑节能 有限公司														北京大兴区丰太街 16号	102600	(010)69239295 (010)69239353
	北京金宝润科贸中 心														北京海淀区阜成路 68号	100081	(010)62213031 (010)62213031

续表

省市	产品分类 生产厂名称	空气处理设备							空气净化设备			消声与减振设备		生产厂家(公司)地址	邮政编码	电话 传真
		组合式 空调 机组	风机 盘管	柜式 空气 处理 机	变频 空气 调节 器	空气 杀菌 器	空气 散流 器等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁 净 室	除 尘 器	消 声 器			
	上海通惠一开利空 调设备有限公司	○	○	○	○										201400	(021)62758833 (021)57420685
	上海嘉昆空调设备 有限公司	○	○												201208	(021)65425745 (021)58716255
	上海晨光风机厂														201417	(021)57456954 (021)57457228
	上海金山电子设备 厂		○												201514	(021)57313209
	上海中昆空调设备 有限公司	○	○	○	○										200001	(021)63611171 (021)63611172
	上海百富勤空调设 备有限公司	○	○	○	○										201400	(021)57189180 (021)57420489
	上海八一暖通(集 团)公司	○	○	○	○										201506	(021)57271408 (021)57271408
	上海威士文空调有 限公司														20	(021)_____ (021)_____
	上海富田空调冷冻 设备有限公司	○	○	○	○										201108	(021)64893536 (021)64893504

上海

续表

省市	产品分类 生产厂名称	空气处理设备							空气净化设备			消声与减振设备		生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 电传	
		组合式 空调 机组	风机 盘管	箱式 空气 处理 机	变风 量空 调	空 气 幕	空 气 散 流 器 等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁 净 室	除 尘 器	消 声 器				减 振 器
	百瑞空气工程(亚 洲)有限公司上海办 事处			○											上海虹桥路 808 号 加华商务中心 A 栋 8203 室	200030	(021)64868888-263 (021)648689791
	上海彭江机械厂														上海钱江路 600 号	200072	(021)56659016 (021)56658328
	上海金山朱行阀门 厂					○									上海金山朱行镇亭 朱元路 51 号	201506	(021)57270951 (021)57270953
上	奉贤食品饮料成套 设备总厂														上海奉贤县胡桥镇	201417	(021)57458958 (021)57457228
海	上海扬帆空调设备 有限公司														上海青浦镇青安路 90 号	200070	(021)63178663 (021)59201379
	上海松江橡胶制品 厂														上海松江县泗泾镇 松泾路 4 号	201601	(021)7829000
	上海泰山除尘设备 厂										○				上海徐汇区华泾路 200 号	200231	(021)
	上海除尘设备厂										○				上海闵行区莘庄西 环路 281 号	201100	(021)
	上海青浦县淀山湖 减振器厂														上海青浦县高塘镇	201719	(021)

续表

省市	产品分类 生产厂家名称	空气处理设备								空气净化设备			消声与减振设备		生产厂(公司)地址	邮政编码	电话 传真
		组合式 空调 机组	风机 盘管	箱式 空气 处理 机	变风量 空调 器	空气 过滤器	空气 散流 器等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁 净 室	除 尘 器	消 声 器	减 振 器			
上 海	同济大学电厂														上海四平路1239号	200092	(021)65455080
	上海冷气机厂														上海共和新路1301号	200070	(021)56625030 (021)66639180
	上海昇风空调设备厂	○	○	○											上海奉贤县胡桥镇西工业区	201417	(021)
重 庆	重庆通用工业(集团)有限责任公司	○	○												重庆江北区玉带山1号	400021	(023) (023)
	重庆无线电专用设备厂							○							重庆江北区红土地	400023	(023) (023)
	重庆嘉陵制冷空调设备有限公司		○												重庆沙坪坝区上新	400037	(023)65209984 (023)65209674
江 苏	南京五洲制冷(集团)公司														南京光华门外石门坎115号	210007	(025)4499407 (025)4499743
	南京晨光工业公司通用机械厂														南京光华门外土城头54号	210006	(025)2204997 (025)2204536
	南京纺织空调设备厂	○													南京江宁路21号	210006	(025)6623198 (025)4406484

续表

省市	产品分类 生产厂家的名称	空气处理设备								空气净化设备		消声与减振设备		生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 电传
		组合式空气调节机组	风机盘管	柜式空气处理机	变风量空调器	空气幕	空气散热器等	恒温恒湿设备	低噪声风机	高、中、初效空气过滤器	洁净室	除尘器	消声器			
江苏	江苏无锡西漳通风设备厂													无锡北门外西漳镇牌楼	214171	(0510)3752844
	江苏吴江除尘设备厂										○			江苏吴江市八桥镇	215222	(0512)3365888
	江苏姜堰市环保设备厂										○			江苏姜堰市蒋垛镇人民南路	225503	(05243)301032
	溧阳市正大空调设备厂	○	○	○										江苏溧阳市昆仑开发区银栢路银栢桥北侧	213300	(0519)7215050 (0519)7215050
	溧阳市空调设备厂	○	○	○										溧阳市湖桥镇湖边	213323	(0519)7872518 (0519)7872531
	溧阳净化空调设备有限公司		○											溧阳昆仑开发区银栢路	213300	(0519)7222861 (0519)7223065
	无锡溴化锂制冷机厂		○	○										无锡城南路3号	214026	(0510)5211312 (0510)5215605
	无锡申达空调设备有限公司	○	○	○										无锡锡澄南路208号	214171	(0510)3102688 (0510)3751552
苏州普兰空调器有限公司	○	○											苏州新区湖山路90号	215011	(0512)5332469 (0512)8251745	

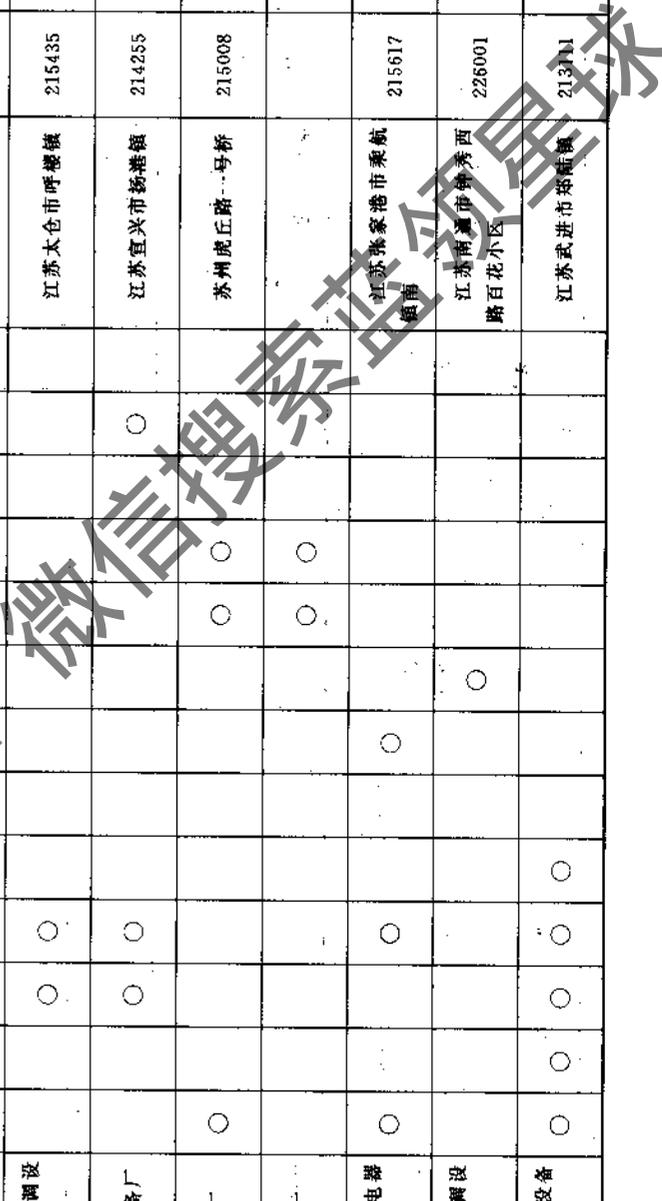
续表

省市	产品分类 生产厂家名称		空气处理设备							空气净化设备			消声与减振设备		生产厂家(公司)地址	邮政编码	电话 传真
			组合式 空调 机组	风机 盘管	柜式 空调 处理 机	变风 量空 调器	空气 幕	空气 扩散 器等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁净室	除尘器	消声器			
		徐州纺织空调设备厂	○	○											江苏新沂市青年路14号	221400	(0516)8922867 (0516)8923512
		春兰集团公司													江苏泰州市口泰路7号	225300	(0523)6226739 (0523)6226202
		泰兴永升空调公司	○	○											江苏泰兴市江平北路58号	225400	(0523)7681599 (0523)7681592
		苏北冷冻机厂	○	○	○										姜堰市人民路36号	225500	(0523)8213989 (0523)8213992
		靖江空调器械厂	○	○	○										靖江市孤山镇沿河路	214522	(0523)4560244 (0523)4560154
		南通昆仑空调工业公司	○	○	○										南通市钟秀东路26号	226008	(0513)3574062 (0513)3566605
		南通机床股份有限公司(集团)								○					南通市任港路23号	226006	(0513)5590061 (0513)5512271
		江苏凤神空调集团股份有限公司	○	○	○										江苏启东市城西北风神工业城	226224	(0513)3384888 (0513)3384377
		扬州市空调净化设备总厂	○										○		江苏靖江市孤山镇	214522	(05242)

江苏

续表

省市	产品分类 生产厂名称	空气处理设备						空气净化设备			消声与减振设备		生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 电传	
		组合式 空调机	风机 风管	柜式 空气 处理 机	空气 变风 量 调节 器	空气 过滤器 等	恒温 恒湿 设备	低 声 通 风 机	高、 中、 初效 空气 过滤器	洁 净 室	除 尘 器	消 声 器				减 振 器
	靖江市暖通器材厂													214500	(0523)	
	泰兴动力机械厂													225442	(0523)	
	太仓市采暖空调设 备厂													215435	(0520)	
	宜兴市空调设备厂													214255	(0510)7271523 (0510)7271522	
	苏州净化设备厂													215008	(0512)7232678	
	无锡净化设备厂														(0510)	
	张家港市空调电器 厂													215617		
	南通金通灵空调设 备有限公司													226001	(0513)5518949 (0513)5598073	
	常州西武暖通设备 有限公司													213111	(0519)8731276 (0519)8731162	



续表

省市	产品分类 生产厂名称	空气处理设备								空气净化设备			消声与减振设备		生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 传真
		组合式 空调 机组	风机 盘管	柜式 空气 处理 机	变风 量空 调器	空气 幕	空气 扩散 器等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁 净 室	除 尘 器	消 声 器	减 振 器			
	锡山市西泽除湿设 备厂														江苏无锡市锡澄路 3号林陆巷	214171	(0510)3756639 (0510)3109612
	盐城市华丰空调设 备厂	○		○											盐城市盐都县北龙 港龙潭东路88号	224033	(0515)8670971 (0515)8670480
	启东市空调设备公 司														江苏启东市长江路 665号	226200	(0513)3311490 (0513)3311490
	苏州林业机电厂														江苏苏州市虎丘虎 新路1号	215008	(0512)
	太仓船舶制冷设备 厂	○		○											江苏太仓市陆渡	215412	(0520)
	如皋市通风机械厂	○		○											江苏如皋市西来桥 桥东	226534	(0513)
	苏州东风空调设备 电器厂		○												江苏苏州市娄门外 东环路五村丙	215001	(0512)
	盐城沪港通风设备 厂	○	○	○											江苏盐城市郊区北 免港东首	224033	(0515) (0515)
	靖江市暖通设备二 厂	○													江苏靖江市一元新	214523	(0523)

江 苏

续表

省市	产品分类 生产厂家名称	空气处理设备								空气净化设备			消声与减振设备		生产厂(公司)地址	邮政编码	电话 电传
		组合式 风机组 风管	柜式 风处理 器	变频 风空 调器	空气 过滤器	空气 散流 器等	恒温 恒湿 设备	低 噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	沾 净 室	除 尘 器	消 声 器	减 振 器				
	扬州市空调净化设 备一厂	○													214522	(05242)	
	扬州市空调净化设 备三厂	○													214522	(05242)	
	常州市玻璃钢空调 器厂	○													213023	(0519)	
	靖江市江平空调器 厂	○													214500	(05242)	
	靖江市空调成套设 备厂	○													214500	(05242)	
	靖江市扬子空调器 厂														214500	(05242)	
	江阴燕通空调设备 制造有限公司	○													214426	(0510)6121199 (0510)6121800	
	无锡康宁防爆电器 有限公司														214174	(0510)3741143 (0510)3741204	
	南京除湿干燥厂														210029	(025)6524617 (025)6524175	

江 苏

续表

省市	产品分类 生产厂名称	空气处理设备									空气净化设备		消声与减振设备		生产厂家(公司)地址	邮政编码	电话 电传
		组合式 空调 机组	风机 盘管	单式 空气 处理 机	变风 量空 调器	空气 幕	空气 过滤器等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中 初效 空气 过滤器	洁净 室	除 尘 器	消 声 器	减 振 器			
	浙江省造纸研究所														浙江杭州市莫干山路祥符桥	310011	(0571)8171904 (0571)8173641
	富阳空调设备厂	○	○	○	○										富阳市富阳镇迎宾北路3号	311400	(0571)3322319 (0571)3322873
	余姚风机厂														浙江余姚市工业开发区B区长安路130号	315400	(0574)2820018 (0574)2820058
	余姚捷丰空调设备有限公司	○	○	○											浙江余姚市工业开发区B区玉立路57号	315400	(0574)2816786 (0574)2815155
	宁波惠康空调实业总公司	○	○	○											浙江慈溪市周巷镇开发大道68号	315324	(0574)3301249 (0574)3301631
	浙江湖州市马腰弹力减振器厂														浙江湖州市东郊马腰镇	313009	
	浙江上风集团公司														浙江上虞市	312351	(0575)2036259 (0575)2036328
	绍兴市冷冻机械工业总公司														浙江上虞市东关镇	312352	(0575)2050196 (0575)2051333
	诸暨市金海三尊空调网业有限公司														浙江诸暨市城西工业开发区	317200	(0575)7212635 (0575)7212807

浙江

续表

省市	产品分类 生产厂家名称	空气处理设备									空气净化设备		消声与减振设备		生产厂家的地址	邮政编码	电话 传真
		组合式 空调 机组	风机 盘管	柜式 空气 处理 机	变风 量空 调器	空气 幕	空气 扩散 器	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁 净 室	除 尘 器	消 声 器	减 振 器			
	台州市通力制冷元 件公司														浙江台州市路桥石 曲肖湖路30号	317406	(0576)4443396 (0576)4443004
	台州市路桥空调风 机厂														浙江台州市路桥区 横街洋屿机场南营门	317407	(0576)4655728 (0576)4655728
	浙江温岭市空调部 件厂														浙江温岭市泽国镇 水仓工业区后仓路	317523	(0576)6445188 (0576)6442260
	温州市制冷空调设 备公司														浙江温州市鹿城路 185弄21号	325005	(0577)8211657 (0577)8235348
	浙江海宁市除尘设 备实业总公司														浙江海宁市湖洲镇 金鸡路3号	314418	(0573)7855268
	余姚宏丰制冷设备 有限公司														浙江余姚市牟山镇	315456	(0574)2496699 (0574)2496978
	杭州环保机械设备 厂														浙江杭州市良山门 外绍兴路		(0571)

浙 江

续表

省市	产品分类 生产厂名称	空气处理设备								空气净化设备			消声与减振设备		生产厂(公司)地址	邮政编码	电话 传真
		组合式 空调 机组	风机 盘管	柜式 空气 处理 机	变风 量空 调器	空气 幕	空气 散流 器等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁 净室	除 尘器	消 声器	减 振器			
	广州市兴华环保通 用设备厂														广州市工业大道 889号之十	510280	(020)84343408
	广州方圆装修空调 配件厂														广州市海珠区南基 路255号	510280	(020)4429336
	广州市江南空调设 备厂														广州市江南大道南 南泰路25号	510260	(020)84446836 (020)84416836
	广州京广深空调设 备制造工程公司														广州市江南大道南 南泰路25号	510120	(020)84482313 (020)84487194
	华南空调制冷实业 有限公司														广东顺德市陈村镇	528313	(0765)3358555 (0765)3353300
	珠海斗门县金海实 业公司														珠海市斗门县井岸 镇桥东开发区三幢	519100	(0756)5501823 (0756)5502445
	广东省吉荣空调设 备公司														广东揭阳市榕城区	522000	(0663)8881965 (0663)8881916

厂 东

续表

省市	产品分类 生产厂家名称	空气处理设备						空气净化设备			消声与减振设备		生产厂地址	邮政编码	电话 传真
		组合式 空调 机组	风机 盘管	箱式 空气 处理 机	风量 调节 器	空气 幕	空气 散流 器等	恒温 恒湿 设备	低声 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁净室	除尘器			
	番禺雅士环保空调 设备有限公司	○	○	○					○					511434	(020)84755219 (020)84754612
	佛山康达空调设备 有限公司	○	○	○										528041	(0757)3810189 (0757)3810898
广	顺德市广谷空调实 业有限公司	○	○											528303	(0765)6628823 (0765)6628623
东	珠海格力电器股份 有限公司					○								519070	(0756)8614883 (0756)8614998
	深圳中航大记工程 制品有限公司					○								518040	(0755)3365321
	广州南华西中央空 调设备有限公司	○	○	○										510260	(020)84082313 (020)84087595
	武汉港龙实业有限 公司空调设备有限公司	○	○	○										430022	(027)85863972 (027)85833254
湖	华中理工大学制冷 设备厂			○										430074	(027)87803420
北	武汉建筑设计配件 厂					○						○		430015	(027) _____
	湖北除尘设备厂													433100	_____

省市	产品分类 生产厂家名称	空气处理设备								空气净化设备			消声与减振设备		生产厂家(公司)地址	邮政编码	电话 传真
		组合式 空调 机组	风机 盘管	柜式 空气 处理 机	变风 量 调节器	空气 幕	空气 扩散 器等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁 净 室	除 尘 器	消 声 器	减 振 器			
湖南	岳阳市恒立制冷集团 公司	○													湖南岳阳市金麟山 4号	414000	(0730)8223549 (0730)8221311
	长沙水泥机械厂									○					长沙市通泰街44 号	410005	(0731)4312100
	长沙市通产日用机 具厂					○						○			长沙市南区上六铺 街21号	410002	(0731)5552017
	长沙八达空调净化 新技术公司	○	○	○											长沙市劳动路175 号	410007	(0731)5550743
	长沙市湘桥风机厂							○							长沙市麓山南路 299号	410012	(0731)8824015
山东	烟台市净化设备厂														烟台市莱山区前七 乔	264001	(0535)6882128 (0535)6888310
	佳美(青岛)空调设 备有限公司			○											青岛高科技工业园 长沙路(中针镇)	266101	(0532)8701067 (0532)7615039
	山东高密发达冷冻 机空调器总厂	○	○	○											山东高密市平北路 科技园内	261500	(0536)2322871 (0536)2321398
	高密益佳冷藏设备 有限公司		○												高密市立新街西首	261500	(0536)2320678 (0536)2323216

续表

省市	产品分类 生产厂家名称	空气处理设备							空气净化设备		消声与减振设备		生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 传真
		组合式 空调 机组	风机 盘管	柜式 变风量 空气 处理机	空气 幕	空气 散流 器等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁 净室	除 尘器	消 声器			
山 东	枣庄市通用机械厂													277000	(0632)4411361 (0632)4412179
	淄博空调风机股份有限公司													255400	(0533)7180547
	山东高箭兴华采暖设备厂													261500	(0536) _____
	山东早春集团													256404	(0533)8550071 (0533)8550088
	山东德州市跃华玻璃厂													253024	_____
河 南	山东淄博市张店通风设备厂													255095	(0533) _____
	安阳市同春空调设备工业公司													455000	(0372)2923602 (0372)2924946
	河南焦作市制冷设备厂													454152	(0391)2922551 (0391)2922073
	河南三峡经济发展公司郑州通用设备厂													450004	(0371)6329169 (0371)6321227
	郑州纺织空调设备厂													450007	_____

续表

省市	产品分类 生产厂名称	空气处理设备								空气净化设备		消声与减振设备		生产厂地址	邮政编码	电话 传真
		组合式 空调 机组	风机 盘管	箱式 空气 处理 机	新风 量空 调器	空气 过滤器	空气 散流 器等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中 初效 空气 过滤器	洁净 室	除 尘 器	消 声 器			
辽 宁	沈阳第一冷冻机厂		○											沈阳铁西区保工街 北四中路26号	110026	(024)5872925 (024)5855069
	沈阳市通用技空 调设备厂		○											沈阳和平区泽南街 154号	110005	(024)3865316
	辽西空调净化设备 厂			○										辽宁朝阳市双塔区 南大街176号	122000	(0421)2815139
	沈阳市净化仪器厂						○							沈阳大东区小东路 二段生产里6号	110024	(024)
辽 宁	沈阳冷暖风机厂			○										沈阳东陵区南塔街 129巷14号	110015	(024)3893102
	沈阳市通用机械研 究所暖通空调设备厂			○										沈阳和平区玉屏二 路27号	110005	(024)
	大连科力脱碱除尘 研究所										○			大连甘井子区西北 路382号	116035	(0411)6682163
吉 林	锦西市空调设备厂		○											辽宁锦西市宁儿卜 镇	121513	(04261)
	四平换热器总厂													吉林四平市北大桥 153号	136001	(0432)

续表

省市	产品分类 生产厂家的名称	空气处理设备										空气净化设备		消声与减振设备		生产厂家(公司)地址	邮政编码	电话 传真
		组合式 空调 机组	风机 盘管	框式 盘管 处理 机	变风 量空 调器	空气 幕	空气 散流 器等	恒温 恒湿 设备	低噪 声通 风机	高、中、 初效 空气 过滤器	洁 净室	除 尘器	消 声器	减 振器				
安徽	蚌埠净化设备厂															233040	(0552)	
江	萍乡制冷设备厂	○	○													337000	(0799)321133 (0799)333804	
西	江西省南霸机械制 造有限公司	○	○	○												330004	(0791)3760187 (0791)3760090	
陕西	陕西秦岭航空电气 公司					○										713107	(0910)8822801 (0910)8822843	
四川	四川威达环境设备 制造有限公司	○	○	○	○											610051	(028)4446088 (028)4444977	
川	成都市蜀新通风净 化设备厂															610053	(028)	
川	大邑县玻璃制品 厂															611330		
川	成都市除尘净化设 备厂															610072	(028)7772556	
川	成都市飞龙空调净 化工业设备总厂	○	○													610041	(028)	
福	厦门国本空调冷冻 工业有限公司		○													361003	(0592)2028145 (0592)2028139	
建	福州富力达制冷设 备有限公司		○													350011	(0519)	

附表 3

(3) 阀门、热交换器、保温材料制品及水系统设备类

省市	产品分类型式		水系统设备		阀门			热交换器		保温材料制品 岩棉、矿棉、玻纤、 泡沫塑料(管壳、 板、带等)	生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 传真
	生产厂家名称	型式	冷却塔	清水泵	水泵	隔膜	气网	防火排 烟网	散热器				
北京	北京上佳机电有限公司								○		北京复兴门外北峰 高2号	100038	(010)63260260 (010)63260258
	北京弘大汽车空调 散热器有限公司										北京昌平西环路北 口	102200	(010)69742790 (010)69747920
	北京东方电子集团 股份有限公司制冷产 业部							○			北京朝阳区酒仙桥 路10号	100016	(010)64371884 (010)64376852
	北京京尚玻璃钢厂		○								北京朝阳区劲松西 口柴松31号	100021	(010)67712497
	北京市华都热设 备厂								○		北京海淀区永丰乡 六里屯北口	100094	(010)62581828
	清华同方人工环境 工程公司								○		北京清华大学清华 园方人环楼二层	100084	(010)62789363 (010)62770184
	北京青云航空仪表 公司						○				北京北三环西路43 号	100086	(010)62563355 (010)62546409
	北京丰台区万泉压 力容器厂										北京平安门外万泉 寺252号	100073	(010)63264312
	北京市桑普技术公 司										北京海淀区龙园路 3号	100083	(010)62018887 (010)62012880

续表

省市	产品分类型式 生产厂家名称	水系统设备			阀门			热交换器		保温材料制品 岩棉、矿棉、玻纤、 泡沫塑料(管壳、 板、带等)	生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 传真
		冷却塔	清水泵	水门	暖气	防火门	散热器	换热器 (表冷器)					
北京	北京密云翔云机械 厂										北京朝阳区呼家楼 第三小学内	100020	(010)65022427
	北京市朝阳区华海 换热器厂							○			北京朝阳区大柳树 路甲7号	100022	(010)67719931
	北京森德散热器有 限公司										北京通州区	101149	(010)69575690 (010)69575290
	北京瑞迪新型建筑 材料有限公司							○			北京西直门外上园 村甲5-1号	100044	(010)62257910 (010)62244844
	北京依索维尔玻璃 棉有限公司								○		北京朝阳区双桥路 甲一号	100024	(010)65758296 (010)65758240
	北京特高换热设备 有限公司								○		北京通州区土桥	101113	(010)69575820 (010)69575810
	北京海新板式换热 器厂								○		北京海淀区成府街 侍卫营39号	100080	(010)62565951 (010)
	北京天达京丰技术 开发有限公司										北京丰台区文体路 乙24号	100071	(010)63825840 (010)68888345
	科冲达北京一克莱 布斯销售服务中心										北京朝阳区朝外大 街1号金源大厦1610 室	100020	(010)65993662 (010)65993667
	北京金星热能技术 研究所										北京丰台区三营门 南苑东路东高地机电 厂	100076	(010)68750784 (010)68753475

续表

省市	产品分类 生产厂名称	水系统设备		阀门			热交换器		保温材料制品 岩棉、石棉、玻纤、 泡沫塑料(管壳、 板、带等)	生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 传真
		冷却塔	水泵 清水泵 暖水 阀门	气 阀	防火排 烟 阀	散热器	换热器 (表冷器)					
北	北京民和电气有限公司 (日本巴阀门)		○							北京安定门外西滨河路25号	100011	(010)64244852 (010)64226654
			○							北京海淀区三里河路39号	100037	(010)68348456 (010)68348667
京	北京市埃柯特机电技术公司									北京西站南广场中国电视大厦2008室	100055	(010)63462506 (010)63490437
										天津河北区白庙工业区南口支路5号	300232	(022)26340924 (022)26340924
天	天津市暖风机厂									天津南开区南丰路兴泰里37号	300193	(022)
津	天津跃进自动化消防设备厂									上海宝山区杨行镇杨泰路855号	201901	(021)65375646 (021)65375650
上	上海合众一益美高制冷设备有限公司	○								上海重庆北路212号	200003	(021)63272562 (021)63180022
										上海沪太路6240弄刁浜桥车站西首	201908	(021)56861683 (021)56861742
海	上海金山制冷配件厂									上海金山朱行镇亭朱元路51号	201506	(021)57270951
										上海小南门王家码头350号	200010	(021)63771751

续表

省市	生产厂家名称	产品分类式		水系统设备		阀门			热交换器		保温材料制品	生产厂家(公司)地址	邮政编码	电话 传真
		冷却塔	潜水泵	水阀	气阀	防火门	散热器	换热器(表冷器)	岩棉、矿棉、玻纤、泡沫塑料(管壳、板、带等)					
上海	上海市平板玻璃厂										○	上海浦东周浦镇新马路4号	201318	(021)58114848 (021)58113198
	上海金山电子设备厂										○	上海金山县张堰镇公园北首	201514	(021)57213209
	上海恒通空调节能设备厂										○	上海金山县张堰镇新德弄9号	201514	(021)57213716
	上海东方泵业制造公司		○									上海宝山区共康路726号	200436	(021)56400347 (021)56400344
	上海凯泉给水工程有限公司		○									上海汶水路857号	200436	(021)56680354 (021)56684853
江苏	上海八一暖通(集团)公司							○			○	上海金山县朱行镇东首	201516	(021)57271408 (021)57271408
	溧阳市空调设备厂											江苏溧阳市别桥镇别墅	213323	(0519)7872518 (0519)7872531
	江苏锡山市雪浪空调换热器厂										○	江苏锡山市雪浪镇长	214125	(0510)5180175 (0510)5181125
	苏北冷冻机厂											江苏姜堰市人民路36号	225500	(0523)8213989 (0523)8213992
	江都热工设备厂											江苏江都市新区上海路	225200	(0514)6881757 (0514)6881168

续表

省市	产品分类 生产厂名称	水系统设备		阀门			热交换器		保温材料制品	生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 传真
		冷却塔	清水泵	水门	气阀	防火门	散热器	换热器 (表冷器)				
	靖江空调器械厂							○		靖江市孤山镇清河路	214522	(0523)4560244 (0523)4560154
	南通环本制冷设备厂									江苏南通市环本镇	226336	(0513)2573122 (0513)2573020
	扬州市启达防火设备厂									江苏靖江市新建路通港路	214500	(0523)
	靖江市暖通器材厂									江苏靖江市车站路110号	214500	(0523)
	太仓市采暖空调设备厂							○		江苏太仓市叫楼镇	215435	(0520)
	江苏宜兴市铝材厂							○		江苏宜兴市扬巷镇	214255	(0510)
	溧阳市纺织空调设备厂	○								江苏溧阳市西门外场新镇	213365	(0519)
	靖江市空调表冷器厂							○		江苏靖江市靖城镇康宁路96-2号	214500	(0523)
	无锡市河埭水泵厂		○							江苏无锡市梁埭路乔巷105号	214061	(0510)
	无锡市庆华特种钢管厂							○		无锡市东埭镇生达路	214121	(0510)5064567 13003314288(手)

江 苏

续表

省市	产品分类 生产厂家名称	水系统设备		阀门			热交换器		保温材料制品 岩棉、矿棉、玻璃纤维、泡沫塑料(管壳、板、带等)	生产厂家(公司)地址	邮政编码	电话 传真
		冷却塔	清水泵	暖水阀	气阀	防火门	散热器	换热器 (表冷器)				
江苏	靖江市振华建筑防火器材厂									江苏靖江市人民北路北环路路口	214502	(0523)
	扬州市华振电子消防设备厂									江苏靖江市孤山镇	214522	(0523)
	无锡市散热器厂									无锡市雪浪镇陶墅村	214125	(0510)7720882
	盐城市华丰空调设备厂									江苏盐城市北龙港龙潭东路88号	224033	(0515)8670971 (0515)8670480
	南京航海仪器二厂									南京市江苏路西桥33号	210009	
	盐城市沪港通风设备厂									江苏盐城市北龙港东首	224033	(0515)
	格兰富水泵(苏州)有限公司									江苏苏州市金鸡湖路171号	215006	(0512)7617832 (0512)7618167
	靖江市高效换热器厂									江苏靖江市大觉镇	214512	(0523)
	常州西武暖通设备有限公司									江苏常州市东门郑陆镇	213111	(0519)8731162
	扬州市空调净化设备一厂									江苏靖江市孤山镇	214522	(0523)

续表

省市	产品分类 生产厂名称	水系统设备		阀门		热交换器		保温材料制品 岩棉、矿棉、玻纤、 泡沫塑料(管壳、 板、带等)	生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 电传
		冷却塔	清水泵	水门	暖气门	气阀	防火门				
江 苏	江苏如皋市通用机 械厂								江苏如皋市西来桥 桥东	226534	(0513)
	南通昆仑空调工业 公司								江苏南通市钟秀东 路26号	226008	(0513)3566098 (0513)3566605
	靖江市扬子空调器 厂								江苏靖江市真武河 北路56号	214500	(0523)
	扬州市空调净化设 备三厂								江苏靖江市孤山镇 东首	214522	(05242)
	江阴燕通空调设备 制造工程有限公司	○							江苏江阴市新桥镇 北路1号	214426	(0510)6121199 (0510)6121800
浙 江	浙江省鄞县电器 厂								宁波市鄞县鄞江镇 四明东路56号	315151	(0574)8431214 (0574)8432235
	浙江瑞安市水固节 能机电厂								浙江瑞安市小横山	325200	
	温州市龙湾出口工 业区管道阀门厂								浙江温州市龙湾白 楼下	325013	
	浙江临海市水暖设 备厂								浙江临海永中街中 街10号	325024	(0577)
	三花不二工机有限 公司								浙江新昌县城关镇 下礼泉	312513	(0575)6021675 (0575)6021475

续表

省市	产品分类 生产厂家的名称	水系统设备			阀门			热交换器		保温材料制品	生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 传真
		冷却塔	清水泵	水泵	气阀	防火排 烟阀	散热器	换热器 (表冷器)	岩棉、矿棉、玻纤、 泡沫塑料(管壳、 板、带等)				
江 苏	浙江三花集团公司										浙江新昌县城关镇	312500	(0575)6021768 (0575)6021855
	浙江春晖集团公司										浙江上虞市百官镇	312300	(0575)2052179 (0575)2051888
	台州市制冷空调网 门厂										浙江台州市路桥区 杭温西路	317406	(0576)4441808 (0576)4441079
	台州市路桥冷气机 配件厂										浙江台州市路桥区 下里街14号	317406	(0576)4441843 (0576)4441768
	台州市通力制冷元 件公司										浙江台州市路桥石 曲肖湖路30号	317406	(0576)4443396 (0576)4443004
	温岭市空调部件厂										浙江温岭市泽国镇 水仓工业区后仓路	317523	(0576)6445188 (0576)6442280
广 东	温州市状元水暖机 械厂										浙江温州市状元新 街龙麟路	325011	(0577)
	捷丰集团										广州建设六马路38 号 巨安广场19楼 1905-1909室	510060	(020)83801480 (020)83801342
	广州康明热冷设备 制造有限公司										广州白云区石井龙 湖	510110	(020)83393880 (020)86600476
	珠海斗门县金海实 业公司										珠海市斗门县非岸 镇桥东开发区三幢	519100	(0756)5501823 (0756)5502445

续表

省市	产品分类式 生产厂家名称	水系统设备			阀门			热交换器		保温材料制品 岩棉、矿棉、玻纤、 泡沫塑料(管壳、 板、带等)	生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 传真
		冷却塔	水泵 清水泵	水 泵 门	气 阀	防火排 烟	散热器	换热器 (表冷器)					
广东	顺德市广容空调实 业有限公司	○									顺德市容奇镇成业 路 39 号	528303	(0765)6623823 (0765)6628623
	深圳中航大记工程 制品有限公司										深圳市福田区中航 6 号楼 9 层	518040	(0755)3365321
	深圳黄庭冷气制品 工程有限公司				○						深圳市南山区南四 村工业区	518052	(0755)6640642
	广州明新玻璃纤维 工程有限公司	○									广州市广九马路 18-22 号	510100	(020)83836101 (020)83814365
	广州方园装修空调 配件厂										广州市海珠区南基 路 255 号	510280	(020)4429336
湖北	阿姆斯北隔热材料 (番禺)有限公司										广东番禺市石楼镇 官桥	511447	(020)83849066 (020)83843861
	武汉港龙实业有限 公司空调设备有限公司										武汉市友谊路 143 号	430022	(027)85863972 (027)85862502
	武汉专用汽车厂	○									武汉武昌区白沙洲 堤后街 53 号	430065	(027)88113628 (027)88114480
	武汉制冷自控仪表 厂										武汉汉口汉吉田四 路侧路 8 号	430034	(027)83833015 (027)83833781
	武汉建筑设备配件 厂										武汉汉口区新华下 路附 52 号	430015	(027)

续表

省 市	产 品 分 类 型 式 生 产 厂 家 名 称	水 系 统 设 备		阀 门			热 交 换 器		保 温 材 料 制 品	生 产 厂 家 (公 司) 地 址	邮 政 编 码	电 话 传 真
		冷 却 塔	消 水 泵	水 泵 门	气 阀	防 火 排 烟 阀	散 热 器	换 热 器 (表 冷 器)				
湖 南	长 沙 市 通 产 日 用 机 具 厂									长 沙 南 区 上 六 铺 街 21 号	410002	(0731)5552017
	长 沙 市 暖 通 设 备 厂							○		长 沙 市 枫 林 路	410006	(0731)
	长 沙 散 热 器 厂							○		长 沙 市 南 郊 冯 家 村	410005	(0731)
山 东	山 东 青 岛 市 疏 水 阀 厂									青 岛 市 崂 山 沙 子 口	266102	(0532)
	山 东 高 密 县 达 冷 冻 机 空 调 器 总 厂	○								山 东 高 密 市 平 日 路 科 技 园 内	261500	(0536)2322871 (0536)2312398
	高 密 益 佳 冷 藏 设 备 有 限 公 司								○	山 东 高 密 市 立 新 街 西 首	261500	(0536)2320678 (0536)2323216
	山 东 淄 博 市 张 店 通 风 设 备 厂							○		山 东 淄 博 市 张 店 西 郊 房 镇	255095	(0533)
	山 东 济 南 枫 叶 散 热 器 厂							○		山 东 济 南 市 美 雄 山 路 101 号	250002	(0531)
	济 南 市 压 力 容 器 厂							○		山 东 济 南 市 经 四 路 南	250022	(0531)
	烟 台 市 淄 山 散 热 器 厂						○			山 东 烟 台 市 福 山 区 西 大 街	265800	(0535)

续表

省市	产品分类 生产厂家名称	水系统设备			阀门		热交换器		保温材料制品 岩棉、矿棉、玻纤、 泡沫塑料(管壳、 板、带等)	生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 传真
		冷却塔	潜水泵	水阀(门)	气阀	防火门 烟阀	散热器	换热器 (表冷器)				
河北	河北省武强县暖气片厂									河北武强县冀新大街100号	053200	
	河北省枣强县水暖厂									河北枣强县马屯镇	053100	
	石家庄车辆厂国铁制冷设备分厂									石家庄市西三庄街24号	050071	(0311)7756254 (0311)7755322
	河北保定市太行特种泵厂		○							河北保定市三丰东路岩棉厂东侧	071000	(0312)
河南	廊坊市建筑机械厂									河北廊坊市金光道42号	102800	
	河北太行集团有限 责任公司		○							河北保定市太行路	071000	(0312)2110045 (0312)2110043
	河南开通报制空调 集团公司		○							河南开封市大梁路8号	475003	(0378)3851721 (0378)3872362-650
河南	河南沈丘县建筑材 料厂									河南沈丘县留福镇	466334	(0394)5531307 (0394)5531118
	河南开封市柳园水 暖器材厂									河南开封市北门外牛庄	475021	
	河南省郑州煤矿厂									郑州市荥阳县东郊	450100	

续表

省市	产品分类式		水系统设备		阀门			热交换器		保温材料制品	生产厂家(公司)地址	邮政编码	电话 传真
	生产	厂家名称	冷却塔	清水泵	水阀门	气阀门	防火排烟阀	散热器	换热器(表冷器)	岩棉、矿棉、玻纤、泡沫塑料(管壳、板、带等)			
河南		焦作市水暖器材厂						○			河南焦作市建设西路	454150	
		郑州市高山水暖器材厂			○						郑州市安阳	450135	
		河南中州机械厂						○			河南焦作市工业路22号	454159	(0391) (0391)
		河南沁阳市中兴玻璃厂	○						○		河南沁阳市西向镇	454591	
		郑州压力容器制造厂						○	○		郑州市中原区西郊	450065	
辽宁		沈阳市通用技术空调设备厂						○	○		沈阳市和平区舜南街154号	110005	(024)3865316 (024)3864582
		沈阳市蒸发器器材厂									沈阳市沈河区大南街大佛寺巷27号	110011	(024)
		沈阳市通用机械研究所暖通空调设备厂						○			沈阳市和平区玉屏路27号	110005	(024)
		大连庄河明阳阀门厂									辽宁庄河市明阳镇	116422	(0411)8614718
	锦西市空调设备厂							○		辽宁锦西市连山区寺儿卜镇	125021	(04261)	

续表

省市	产品分类 生产厂家的名称	水系统设备			阀门		热交换器		保温材料制品 岩棉、矿棉、玻纤、 泡沫塑料(管壳、 板、带等)	生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 电传
		冷却塔	潜水泵	水泵 阀门	暖气 阀门	防火排 烟阀	散热器	换热器 (表冷器)				
辽宁省	沈阳市良工阀门厂									沈阳大东区大北关街71号	110041	(024)
	沈阳市异型阀门厂			○						沈阳大东区东北大马路东第五巷四号	110044	(024)8892015 (024)8891269
	大连开发区海青通风管道制造厂					○				大连经济技术开发区金马大厦2305房间	116600	(0411)7615789 (0411)7623214
江西省	江西赣州水泵厂		○							江西省赣州市	341000	
陕西省	西安建华暖气设备厂						○			西安市劳动路太和庄1号	710082	(029)
	西安市长安消防设备厂							○		西安市星火路3号	710014	(029)
	西安市暖通器材厂							○		西安市万寿南路3号	710043	(029)
四川省	铜川市水暖器材厂									陕西铜川市北关	727007	(0919)
	西安市天源中试机械厂									西安碑文区北大街家桥	710077	(029)4241027
重庆市	重庆市玻璃纤维厂								○	重庆市大渡口区原家场	400082	(023)

续表

省市	产品分类 生产厂名称	水系统设备		阀门			热交换器		保温材料制品	生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 电传
		冷却塔	清水泵	水门	气门	防火门	散热器	换热器 (表冷器)				
重	重庆市水泵总厂	○									(023)	
庆	重庆蜀都非金属研 究所							○		重庆市九龙坡区楠 子溪陈家坝石棉村3 号	400082	(023)
四	四川金炜集团	○						○		成都市外西土桥	610036	(028)7513734 (028)7514177
川	成都市中和暖通设 备厂						○			成都市外东中和镇 新中街38号	610212	
	成都红光空调净化 设备制造公司				○	○				成都106信箱红光 净化公司		(028)
	厦门良机工业有限 公司	○								厦门市同安城南工 业区	361100	(0592)7025541 (0592)7021514
福	福建省长汀水泵厂									福建长汀县城关环 西路81号	366300	(05075)
建	江南冷却器厂						○	○		福建泉州市泉秀东 路宝洲路口	362000	(0595)2582185

续表

省市	产品分类式 生产厂家名称		水系统设备		阀门			热交换器		保温材料制品 岩棉、矿棉、玻纤、 泡沫塑料(管壳、 板、带等)	生产厂家(公司) 地址	邮政编码	电话 传真
			冷却塔	清水泵	水门	气阀	防火排 烟阀	散热器	换热器 (表冷器)				
吉林	四平换热器总厂							○	○		吉林四平市北大桥 153号	136001	(0432)
甘肃	兰州岩棉制品厂								○		甘肃兰州市安宁区 元台子408号	730079	
甘肃	甘肃省甘南换热器 厂							○	○		甘肃甘南州合作镇 人民东街13号	747102	
黑龙江	哈尔滨市暖风机厂							○	○		哈尔滨市道里区城 乡路金山堡	150070	(0451)
黑龙江	哈尔滨市第二水泵 厂			○							哈尔滨市太平区大 有坊街103号	150056	(0451)7681764 (0451)7608454
山西	太原市顺气水暖汇 社								○		太原理工大学(北 区)96号信箱	030024	(0351)6174851 (0351)4371647
山西	太原三通阀门总厂										太原金刚里小学西 侧	030009	(0351)3330077 (0351)3330213

主要参考文献

- [1] 陆耀庆主编. 实用供热空调设计手册. 北京. 中国建筑工业出版社, 1993
- [2] 孙一坚主编. 简明通风设计手册. 北京. 中国建筑工业出版社, 1997
- [3] 建筑工程常用数据系列手册编写组编. 暖通空调常用数据手册. 北京. 中国建筑工业出版社, 1997
- [4] 陈沛霖, 岳孝芳主编. 空调与制冷技术手册. 上海. 同济大学出版社, 1990
- [5] 郭庆堂, 吴进发主编. 简明空调用制冷设计手册. 北京. 中国建筑出版社, 1997
- [6] 黄素逸, 林秀诚, 叶志瑾编著. 采暖空调制冷手册. 北京. 机械工业出版社, 1997
- [7] 张祉祐主编. 制冷空调设备使用维修手册. 北京. 机械工业出版社, 1998
- [8] 蒋能照, 吴兆琳, 翁文兵编. 新制冷工质热力性质图和表. 上海. 上海交通大学出版社, 1992
- [9] 北京制冷学会编. 制冷与空调手册 (1). 北京. 国防工业出版社, 1982
- [10] 郭庆堂, 吴进发主编. 实用制冷工程设计手册. 北京. 中国建筑工业出版社, 1994
- [11] 制冷工程设计手册编写组编. 制冷工程设计手册. 北京. 中国建筑工业出版社, 1978
- [12] 彦启森主编. 空气调节用制冷技术. 北京. 中国建筑工业出版社, 1981
- [13] [日] 高田秋一著. 离心式制冷机. 耿惠彬译. 北京. 机械工业出版社, 1985
- [14] 周邦宁, 周颖, 刘宪英编著. 空调用离心式制冷机. 北京. 中国建筑工业出版社, 1988
- [15] 叶振邦, 常鸿寿编. 离心式制冷压缩机. 北京. 机械工业出版社, 1981
- [16] 戴永庆, 郑玉清编著. 溴化锂吸收式制冷机. 北京. 国防工业出版社, 1980
- [17] 茅以惠, 余国和编. 吸收式与蒸汽喷射式制冷机. 北京. 机械工业出版社, 1985
- [18] [日] 高田秋一著. 吸收式制冷机. 耿惠彬, 戴永庆, 郑玉清译. 北京. 机械工业出版社, 1987
- [19] 清华大学, 西安冶金建筑学院, 同济大学, 重庆建筑工程学院编. 空气调节. 北京. 中国建筑工业出版社, 1986
- [20] 薛殿华主编. 空气调节. 北京. 清华大学出版社, 1991
- [21] 杨磊编著. 制冷原理与技术. 北京. 科学出版社, 1988
- [22] 中国建筑技术发展研究中心编. 92暖通空调产品设计选用手册. 北京. 1992
- [23] 中国电子工程设计院编. 建筑工程常用材料设备产品大全. 北京. 中国建筑工业出版社, 1991
- [24] [日] 井上宇布著. 空气调节手册. 北京. 中国建筑工业出版社, 1986
- [25] 中华人民共和国国家标准. 采暖通风与空气调节设计规范 (GBJ19—87), 1989
- [26] 中华人民共和国机械行业标准. 容积式冷水 (热泵) 机组 (JB/T4329—1997), 1998
- [27] 中华人民共和国机械行业标准. 溴化锂吸收式冷水机组 (JB/T7247—94), 1995
- [28] 中华人民共和国机械行业标准. 直燃型溴化锂吸收式冷、热水机组 (JB/T8055—96), 1997
- [29] 中华人民共和国机械行业标准. 离心式冷水机组 (JB/T3355—1998), 1998
- [30] 中华人民共和国机械行业标准. 制冷和空调设备名义工况一般规定 (JB/T7666—95), 1995
- [31] 日本工业标准. 吸收式制冷机 (JISB8622—1991)
- [32] 日本冷冻空调工业协会标准. 燃气吸收式冷温水机组安全标准 (JRA4004)
- [33] 日本冷冻空调工业协会标准. 油吸收式冷温水机安全标准 (JRA4013)
- [34] 日本工业标准. 冷水机组 (JISB8613—86)
- [35] 日本工业标准. 离心式制冷机 (JISB8612—95)
- [36] 美国制冷学会标准. 活塞式冷水机组 (ARI590—81)
- [37] 美国制冷学会标准. 容积式冷水机组 (ARI590—92)

- [38] 美国制冷学会标准. 离心式与回转螺杆式冷水机组 (ARI550--92)
- [39] 吴宝志编. 螺杆式制冷压缩机. 北京. 机械工业出版社, 1985
- [40] 全国暖通空调技术信息网编. 第九届全国暖通空调技术信息网大会论文集, 1997
- [41] 彦启森. 空调技术的发展与展望. 全国暖通空调制冷 1998 年学术文集. 北京. 中国建筑工业出版社, 1998
- [42] 龙惟定. 试论建筑节能新概念. 全国暖通空调制冷 1998 年学术文集. 北京. 中国建筑工业出版社, 1998
- [43] 张强, 陈君燕. 区域冷热联供系统能耗估算方法研究. 全国暖通空调制冷 1998 年学术文集. 北京. 中国建筑工业出版社, 1998
- [44] 许雷, 范存养, 吴味隆. 冷水机组的能耗及其对环境影响的比较. 全国暖通空调制冷 1998 年学术年会论文集, 1998
- [45] 李先瑞. 吸收式热制冷系统节能评价方法的探讨. 全国暖通空调制冷 1998 年学术年会论文集, 1998
- [46] 戎卫国, 于国庆, 王传芝. 空调制冷方式的热经济学评价. 全国暖通空调制冷 1998 年论文集, 1998
- [47] 周邦宁. 集中空调用制冷 (热) 机组的选型原则. 暖通空调 (28), 1998-06, 6
- [48] 长沙远大空调有限公司, 四川希望集团深蓝空调制造有限公司, 江苏双良特灵溴化锂制冷机有限公司, 江苏特灵电制冷机有限公司、上海合众一开利空调设备有限公司, 无锡申达空调设备有限公司, 重庆嘉陵制冷空调设备有限公司, 重庆欣雨制冷设备有限公司, 重庆通用工业 (集团) 有限责任公司, 成都华本电脑空调冷冻工程公司等生产厂家产品样本资料

获取更多资料

微信搜索 暖通空调

责任编辑：姚采华
封面设计：蔡宏生

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

ISBN 7-112-03981-9



9 787112 039814 >

(9384)定价：67.00 元

