

冷库 制冷设计手册

商业部设计院 编著



农业出版社

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

冷库制冷设计手册

商业部设计院编著

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

农业出版社

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

冷库制冷设计手册

商业部设计院编著

* * *

责任编辑 陈力行

农业出版社出版（北京朝阳区枣营路）

新华书店北京发行所发行 兰州新华印刷厂印刷

850×1168横32开本 21.75印张 3插页 519千字

1991年10月第1版 1991年10月甘肃第1次印刷

印数 1—4,850册 定价 13.90元

ISBN 7-109-01116-X, T11·66

前 言

本手册是第一本按国家法定计量单位编写的制冷设计手册，国家法定计量单位规定在1990年全面施行，本手册可及时提供设计便利。为了帮助读者使用，手册中既给出了新旧单位换算，又在必要处用括号加注旧单位（如： kcal/h 、 kgf/cm^2 ）作为过渡，以便查阅时能和以往概念联系。

为贯彻实施国家标准GBJ72-84《冷库设计规范》，手册内有关部分均按照规范要求编写。

本手册内容包括：冷库库容量和制冷负荷的计算，氨、氟系统机器设备的选择计算和管道设计，小型冷库的制冷计算，冷库制冷系统的安装、验

收、冷藏易腐食品参考资料，常用资料 and 材料等。本手册较以往版本着重增添了以下一些计算资料，如：有关氨泵供液的两相流管径负荷计算图表，并举例说明如何应用；氟利昂冷库的机器设备计算和管道设计，特别是根据美国《ASHRAE手册1986年应用篇》补充了R12、R22、R502的管径计算图表，向读者提供最新资料；以及包括装配式冷库在内的小型冷库设计资料等。

本手册可供从事冷库制冷设计的技术人员、冷库技术管理人员、各行业制冷工程技术人员，以及有关院校师生参考。

本手册第一、三、八、九章由程刚编写，第二、四、六章由胡大卫编写，第五、七、十章由叶尉南编写，全书由郭孝礼负责编审。

在编写过程中得到中国制冷学会、上海水产大学、上海市第二商业局、上海市食品公司、上海市水产供销公司、广东省食品公司、深圳市食品公司

等单位热情协助，表示感谢。

由于水平和条件所限，书中难免存在缺点错误，恳切希望读者批评指正。

商业部设计院

一九八八年三月

目 录

第一章 常用资料

一、单位换算	1	12. 压力单位换算表	21
1. 常用计量单位符号表	1	13. 功、能和热量单位换算表	22
2. 用于构成十进倍数和分数单位的词头	14	14. 功率单位换算表	22
3. 长度、面积、体积单位换算表	15	15. 制冷量单位换算表	23
4. 质量单位换算表	17	16. 传热系数(放热系数)单位换算表	24
5. 各种温度单位换算表	18	17. 热导率(导热系数)单位换算表	24
6. 各种温度的热力学零度、水冰点、水三相点及水沸点温 度值	18	18. 热阻率单位换算表	25
7. 密度单位换算表	19	19. 热流量密度单位换算表	25
8. 比容单位换算表	19	20. 散热率单位换算表	26
9. 速度单位换算表	20	21. 比热容单位换算表	26
10. 体积流速单位换算表	20	22. 比内能单位换算表	27
11. 力单位换算表	21	23. 动力粘度单位换算表	27
		24. 运动粘度单位换算表	28
		25. 单位阻力单位换算表	28
		26. 水的硬度单位换算表	29

27. 蒸汽渗透系数单位换算表	29
28. 蒸汽渗透率单位换算表	30
29. 蒸汽渗透阻单位换算系数	30
30. 毫米与英寸对照表	31
31. 立方米与立方英尺对照表	32
32. 摄氏温度与华氏温度对照表	33
33. 运动粘度(厘斯)与恩氏粘度($^{\circ}$ E)对照表	41
34. 千克力/厘米 ² 与磅力/英寸 ² 对照表	42
35. 常用线规号码与线径(毫米、英寸)对照表	46
36. 千克力数化为牛顿数的换算表	49
37. 千米/时数化为米/秒数的换算表	50
38. 千克力/厘米 ² 数化为帕斯卡数的换算表	51
39. 毫米汞柱数或托数化为牛顿/米 ² 数的换算表	52
40. 瓦特·小时数化为焦耳数的换算表	53
41. 卡(千卡)数化为焦耳(千焦)数的换算表	54
42. 千卡/时数化为瓦数的换算表	55
43. 磅力/英寸 ² 数化为帕斯卡数的换算表	56
44. 英热单位数化为焦耳数的换算表	57
45. 英热单位/磅数化为焦耳/千克数的换算表	58
46. 英热单位/(英尺 ³ ·时)数化为瓦/米 ³ 数的换算表	59
47. 英热单位/(英尺·时· $^{\circ}$ F)数化为瓦/(米·开)数的换算表	60

48. 英热单位/(英尺 ² ·时· $^{\circ}$ F)数化为瓦/(米 ² ·开)数的换算表	61
49. 英热单位数化为千卡数的换算表	62
50. 英热单位/磅数化为千卡/千克数的换算表	63
51. 英热单位/(英尺 ³ ·时)数化为千卡/(米 ³ ·时)数的换算表	64
52. 英热单位/(英尺·时· $^{\circ}$ F)数化为千卡/(米·时· $^{\circ}$ C)数的换算表	65
53. 英热单位/(英尺 ² ·时· $^{\circ}$ F)数化为千卡/(米 ² ·时· $^{\circ}$ C)数的换算表	66

二、数学数值67

1. 平面图形的面积	67
2. 多面体的体积和表面积	69
3. 贮罐内液体的体积计算	71
4. 贮罐外保温层材料的体积计算	73
5. 对数平均温差计算图(顺流或逆流时)	74

三、物理数值75

1. 干空气在压力为101.325千帕时对传热有影响的物理参数	75
2. 空气的含热量值h(-20—40 $^{\circ}$ C)	76
3. 饱和空气的含湿量图	81

4. 相对湿度下的露点温度 $^{\circ}\text{C}$	82
5. 湿空气的h—d图(80—-40 $^{\circ}\text{C}$)	83
6. 湿空气的h—d图(0—-75 $^{\circ}\text{C}$)	83
7. 饱和水蒸汽压力图	84
8. 水对传热有影响的物理参数	85
四、制图图例及其它	86
1. 制冷常用管线、管阀及小件设备图例	86
2. 单线式管线图例	89
3. 建筑图例	90
4. 全国主要城市地震基本烈度	95
5. 全国主要城市地面下3.2米深处历年最低两个月的土壤平均温度	97

第二章 常用制冷剂、载冷剂和制冷

压缩机用冷冻机油

一、常用制冷剂	98
(一) 制冷剂的毒性	100
(二) 氨的燃烧性和爆炸性	101
(三) 制冷剂的热稳定性	101
(四) 制冷剂对材料的作用	102

(五) 制冷剂与水的作用	102
(六) 制冷剂与冷冻机油的作用	102
二、载冷剂	103
三、冷冻机油	118
(一) 国产冷冻机油	118
(二) 美、英、联邦德国、日、苏五个国家的冷冻机油规格	120

第三章 冷库库容量、制冷负荷计算及

易腐食品冷藏方面参考资料

一、食品冷库的概述	127
(一) 食品冷库的分类	127
(二) 食品生产的工艺流程	128
(三) 食品冷库制冷的基础资料	133
(四) 冷库各冷间生产能力和容量	136
1. 冷却间、冻结间生产能力计算	138
2. 冷却物冷藏间、冻结物冷藏间及贮冰间的容量计算	139
3. 冷间内货垛距建筑物、设备尺寸	141
二、冷库冷间负荷计算	142
(一) 室外计算参数的确定	142

(二) 冷间设计温度和相对湿度	166
(三) 冷间冷却设备负荷计算	167
1. 围护结构传热量 Q_1 的计算	167
2. 货物热量 Q_2 的计算	184
3. 通风换气热量 Q_3 的计算	195
4. 电动机运转热量 Q_4 的计算	195
5. 操作热量 Q_5 的计算	196
(四) 冷间机械负荷计算	197
(五) 冷库各类冷加工间、冷藏间等单位制冷负荷	201
1. 肉类冷冻加工单位制冷负荷	201
2. 冷藏间、制冰等单位制冷负荷	202
3. 冻结物冷藏间每吨需用冷却面积	202
4. 冷库冷间净面积与冷却设备表面积之比	203
三、易腐食品冷藏方面参考资料	206
(一) 易腐食品的主要物理性质	207
(二) 食品的干耗(即水分蒸发)	216
(三) 食品冻结时间	220
(四) 食品在冷库内的贮藏期	224
(五) 冻结肉类、禽类的融化程度	226
(六) 冷间的消毒、灭鼠与除异味	226

第四章 氨系统机器设备的选择计算

一、氨压缩机的计算	228
(一) 一般原则	228
(二) 几个参数的确定	229
1. 蒸发温度	229
2. 冷凝温度	230
3. 过冷温度	230
4. 中间冷却温度	230
5. 吸气温度	230
6. 排气温度	231
7. 氨热力性质和压焓图	231
8. 国产氨制冷压缩机基本参数	231
(三) 氨压缩机制冷量和功率计算	242
1. 氨单级活塞式压缩机制冷量和功率计算	242
2. 氨螺杆式压缩机制冷量和功率计算	246
3. 氨双级压缩机制冷量和功率计算	247
二、冷凝器	257
(一) 冷凝器型式的选择	257
(二) 冷凝器负荷的计算	257
1. 单级压缩机	257
2. 双级压缩机	258

(三) 冷凝器面积计算	258
(四) 冷却水用量	260
(五) 卧式冷凝器冷却水水程计算	261
(六) 卧式冷凝器阻力计算	261
(七) 冷却水水温和水质要求	262
三、蒸发器	263
(一) 蒸发器面积计算	263
(二) 盐水泵	264
(三) 搅拌器选择计算	265
四、其他辅助设备	268
(一) 贮液器容积计算	268
(二) 排液桶容积计算	268
(三) 油分离器直径计算	269
(四) 中间冷却器的选择	269
(五) 低压循环桶的选择	270
(六) 氨液分离器直径的计算	272
(七) 低压贮液器的选择	272
(八) 氨泵的选择	273
(九) 空气分离器的选择	274
(十) 集油器的选择	274

(十一) 盐水膨胀箱容积计算	275
五、冷间冷却设备	275
(一) 一般原则	275
(二) 顶排管和墙排管	280
1. 顶、墙排管面积的计算	280
2. 顶、墙排管K值计算	280
3. 部分顶、墙排管规格尺寸	286
(1) 光滑U形直式顶排管 (286)	
(2) 光滑U型斜式顶排管	
(289)	
(3) 光滑蛇形顶排管 (296)	
(4) 光滑蛇形墙	
排管 (302)	
(三) 冷风机	308
1. 冷风机的简介和规格	308
2. 干式冷风机计算	312
(1) 冷风机冷却面积A (m ²) 的计算 (312)	
(2) 传热	
系数K值(312)	
(3) 冷间空气温度与制冷剂温度差 Δt	
(312)	
(4) 冷风机风量计算(315)	
(5) 冷风机断面	
净面积计算(315)	
(6) 冷风机断面积计算(315)	
(7) 通风机全风压计算(315)	
(8) 通风机功率计算(316)	
(9) 融霜水量计算(317)	
(四) 均匀送风道	317
1. 冷间配风系统的一般原则	317
2. 带圆形喷风口的均匀送风道	318

3. 带条缝送风口的均匀送风道	319
4. 带百页窗口的均匀送风道	321
六、盐水制冰	325
(一) 盐水的要求	325
(二) 水的物理性质	326
(三) 冰桶规格及冻结时间	326
(四) 盐水制冰冷负荷 $\Sigma Q [W]$ 的计算	328
(五) 盐水制冰蒸发器面积计算	330
(六) 盐水搅拌器流量	330
七、氨压缩机及辅助设备的布置	331
(一) 机房内设备布置的原则	331
(二) 压缩机的布置	331
(三) 中间冷却器的布置	331
(四) 油分离器的布置	332
(五) 冷凝器的布置	332
(六) 贮液器的布置	333
(七) 排液桶的布置	334
(八) 机房氨液分离器的布置	334
(九) 低压贮液器的布置	334
(十) 低压循环桶的布置	334

八、冷间冷却设备的布置	335
(一) 冻结物冷藏间	335
(二) 冷却物冷藏间	335
(三) 储冰间	336
(四) 冻结间	336

第五章 氨系统管道设计

一、氨系统制冷管道的管径计算	338
(一) 氨单相流吸气管负荷量 (kW)	339
(二) 氨单相流吸气管、排气管和液体管负荷量 (kW) (适用单级或高压级)	343
(三) 管长小于30m氨管管径计算	345
(四) 蒸发温度 -15°C 氨单相流吸气管管径计算	346
(五) 蒸发温度 -28°C 氨单相流吸气管管径计算	348
(六) 蒸发温度 -33°C 氨单相流吸气管管径计算	349
(七) 蒸发温度 -40°C 氨单相流吸气管管径计算	350
(八) 氨两相流吸气管负荷量 (kW)	352
(九) 蒸发温度 -10°C 氨两相流吸气管管径计算	353
(十) 蒸发温度 -15°C 氨两相流吸气管管径计算	354
(十一) 蒸发温度 -28°C 氨两相流吸气管管径计算	355

（十二）蒸发温度 - 33℃氨两相流吸气管管径计算...	357	二、国产系列活塞式氟压缩机的基本参数	407
（十三）蒸发温度 - 40℃氨两相流吸气管管径 计算	358	（一）JB955-67开启式单级制冷压缩机基本 参数	407
（十四）蒸发温度 - 45℃氨两相流吸气管管径 计算	359	（二）JB955-67半封闭式单级制冷压缩机基 本参数	409
（十五）氨排气管管径计算	361	三、R12、R22、R502热力性质表和压-焓图	410
（十六）冷凝器到贮氨器之间氨液管管径计算	362	（一）R12热力性质和压焓图	410
（十七）贮氨器到分配站之间氨液管管径计算	363	（二）R22热力性质和压焓图	420
（十八）盐水管管径计算	364	（三）R502热力性质和压焓图	430
（十九）在不同工况条件下的修正	365	四、几个参数的确定	431
二、制冷设备安全阀口径的选择	368	五、氟压缩机制冷量和功率计算	431
三、系统管道坡度方向	369	（一）采用回热循环时，氟单级活塞式压缩机 制冷量和功率计算	431
四、管道伸缩弯的计算	369	（二）氟双级压缩机制冷量和功率计算	448
五、工作时的管道重量	372	六、冷凝器	452
六、管道加固和管道穿楼板穿墙	375	（一）冷凝器面积计算	452
七、管道和设备的保温	377	（二）冷却水用量	453
八、氨管道设计注意事项	381	（三）空冷式冷凝器风量计算	453
第六章 氟利昂系统机器设备的选择计算		七、蒸发器	453
一、氟压缩机选择的一般规定	406	八、其他辅助设备	454

(一) 贮液器容积计算.....	454
(二) 油分离器.....	455
(三) 回热式热交换器.....	455
(四) 中间冷却器.....	457
(五) 热力膨胀阀的选择.....	457
(六) 分液器.....	463
(七) 过滤器.....	463
(八) 干燥器.....	467
九、制冷压缩机及其辅助设备的布置.....	467
十、冷间冷却设备.....	467
(一) 墙排管和顶排管.....	467
(二) 冷风机.....	470

第七章 氟利昂系统管道设计

一、氟利昂系统管道的管径计算.....	479
(一) 吸气管.....	479
(二) 排气管.....	506
(三) 液体管.....	508
二、氟利昂系统管道设计.....	520
(一) 氟利昂制冷系统与氨制冷系统的不同点.....	520

同点.....	520
(二) 氟利昂管道设计要求.....	520
(三) 吸气管.....	522
(四) 排气管.....	525
(五) 高压供液管.....	527
(六) 低压供液管.....	532

第八章 小型冷库库容量、制冷负荷计算

一、概述.....	533
二、冷库库容量计算.....	533
(一) 冷却间、冻结间的生产能力计算.....	533
(二) 冷藏间容量计算.....	534
三、制冷负荷计算.....	534
(一) 室外计算参数及冷间设计温湿度的确定.....	534
(二) 冷间冷却设备负荷计算.....	534
(三) 冷间机械负荷计算.....	537
(四) 制冷负荷估算图表.....	537

第九章 冷库制冷系统安装和验收

一、氨制冷系统安装和验收.....	553
-------------------	-----

（一）氨压缩机	553
（二）辅助设备	554
（三）冷间冷却设备	555
（四）测量仪表	556
（五）阀门	557
（六）系统管道	558
（七）系统试压、排污、检漏、抽真空	560
（八）设备和管道保温	562
（九）管道油漆	563
（十）系统灌氨	564
（十一）试运转	565
（十二）验收投产	565
二、氟制冷系统安装和验收	565
（一）机房设备安装	565
（二）冷间冷却设备	567
（三）测量仪表	568
（四）阀门	568
（五）系统管道	569
（六）系统排污、试压、检漏	572
（七）抽真空试验	574

（八）设备和管道的保温和油漆	575
（九）充注氟利昂制冷剂	576
（十）试运转	576
（十一）验收投产	577

第十章 常用材料

一、型钢	578
1. 热轧圆钢 (GB702-86)	578
2. 热轧扁钢 (GB704-88)	579
3. 热轧等边角钢 (GB9787-88)	582
4. 热轧不等边角钢 (GB9788-88)	586
5. 热轧工字钢 (GB706-88) (YB163-63)	588
6. 热轧槽钢 (GB707-88) (YB164-36)	590
二、钢板及钢带	592
1. 钢板每平方米面积理论重量表	592
2. 各种尺寸钢板面积表	593
3. 热轧厚钢板品种 (GB709-88)	594
4. 轧制薄钢板品种 (GB708-88)	596
5. 镀锌用原板和酸洗薄钢板 (YB181-65)	599
(1) 镀锌用原板和酸洗薄钢板品种 (599) (2) 镀锌用原板 和酸洗薄钢板的每张理论重量表 (601)	

6. 低碳钢冷轧钢带 (YB209-63)	602
三、管材	603
1. 无缝钢管 (GB8163-87)	603
2. 异形无缝钢管 (GB3094-82, YB435-64)	607
(1) D-1 方形钢管 (607) (2) D-2 矩形钢管 (608)	
(3) 半圆形钢管 (611)	
3. 低压流体输送用焊接钢管 (GB3092-82) 镀锌焊接钢管 (GB3091-82)	612
4. 紫铜 (YB447-70) 及黄铜 (YB448-71) 拉制管	613
四、管件	618
1. 钢管 45°、90° 弯头	618
2. 钢管异径同心接头	622
3. 钢管等径三通接头	625
4. 钢管异径三通接头	626
5. 铜管套管接头	629
6. 铜管异径接头	630
7. 铜管等径三通接头	632
8. 铜管异径三通接头	633
9. 铜管 45° 弯头	635
10. 铜管 90° 弯头	636
11. 铜管 180° 弯头	637
12. 灰铸铁法兰 (光滑密封面, JB78-59)	638

13. 灰铸铁法兰 (光滑密封面, JB79-59)	639
14. 灰铸铁法兰 (凹凸密封面, JB79-59)	640
15. 灰铸铁凸法兰 (榫槽密封面)	641
16. 灰铸铁凹法兰 (榫槽密封面)	642
17. 铜管喇叭口	643
18. 铜接头螺母	644
19. 英制铜接头螺母	645
20. 铜接头	646
21. 英制铜接头	646
22. 铜对称接头	647
23. 铜三通接头	648
24. 铜瓶铜接头	649
25. 铜六角螺塞	650
26. 快速接头 (两端开闭式)	651

五、金属胀锚螺栓	655
(一) 用途特点	655
(二) 使用规定	655
(三) 构造及技术参数	656
1. 规格	657
2. 技术参数	657

六、金属丝网	658
---------------------	------------

1. 铜丝网	659
2. 黑低碳钢丝网	660
3. 不锈钢丝网	661
4. 机织热镀锌六角形钢丝网 (沪Q/J427-63)	663
5. 镀锌低碳钢丝网	664
6. 尼龙丝网	665
七、建筑材料	665
八、水产品冻结盘 (GB4602-84)	673

1. 标记示例	673
2. 技术要求	675
九、橡胶板	675
十、油毡	676
十一、冷库常用防潮、隔汽材料的热物理系数	678
十二、氟利昂水分指示器	678

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

第一章 常用资料

一、单位换算

1. 常用计量单位符号表

表 1-1

量的名称	量的符号	单位中文符号	单位外文符号
		一、时间和空间	
长	$l, (L)$	米, 毫米, 海里	$m, mm, n\text{mile}$
宽	b	米, 毫米	m, mm
高	h	米, 毫米	m, mm
厚	$\delta, (d, t)$	毫米	mm
半	r, R	毫米	mm
直	d, D	毫米	mm

(续)

量的名称	量的符号	单位中文符号	单位外文符号
距离、程长	s	米, 毫米	m, mm
面积	A, (S)	米 ² , 厘米 ²	m ² , cm ²
体积、容积	V	米 ³ , 厘米 ³ , 升	m ³ , cm ³ , L(l)
[平面]角	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$	弧度, 度, 分, 秒	rad, (°), (′), (″)
立体角	Ω	球面度	sr
时间	t	天(日), [小]时, 分, 秒	d, h, min, s
角速度	ω	弧度/秒 度/秒	rad/s, (°)/s
角加速度	a	弧度/秒 ²	rad/s ²
速度	u, v, w, c	米/秒, 节	m/s, kn
加速度	a	米/秒 ²	m/s ²
重力加速度, 自由落体加速度	g	米/秒 ²	m/s ²
二、周期及有关现象			
周期	T	日, 时, 分, 秒	d, h, min, s
时间常数	$\tau, (T)$	秒	S
频率	f, (v)	赫[兹]	Hz
转速, 旋转频率	n	转/分 转/分 秒 ⁻¹	r/min, s ⁻¹
角频率, 圆频率	ω	弧度/秒, 秒 ⁻¹	rad/s, s ⁻¹

(续)

量的名称	量的符号	单位 中文符号	单位 外文符号
波 长	λ	米	m
阻尼系数	δ	秒 ⁻¹ , 分贝/秒	S ⁻¹ , dB/S
衰减系数	α	米 ⁻¹	m ⁻¹
相位系数	β	米 ⁻¹	m ⁻¹
传播系数	γ	米 ⁻¹	m ⁻¹
级 差		分贝	dB
三、力 学			
质量、重量	m	千克(公斤), 吨	kg, t
密 度	ρ	千克/米 ³ , 千克/升	kg/m ³ , kg/L
相对密度	d		
比 容	v	米 ³ /千克	m ³ /kg
线 密 度	ρ_s	千克/米, 特克斯	kg/m, tex
面 密 度	ρ_A	千克/米 ²	kg/m ²
动 量	p	千克·米/秒	kg·m/s
力	F	牛[顿]	N
重 力	W(P, G)	牛[顿]	N
力 矩	M	牛[顿]米	N·m
转矩, 力偶矩	T	牛[顿]米	N·m

(续)

量的名称	量的符号	单位中文符号	单位外文符号
压力, 压强	p	帕〔斯卡〕	Pa
正应力	σ	帕〔斯卡〕	Pa
切应力(剪应力)	τ	帕〔斯卡〕	Pa
弹性模量	E	帕〔斯卡〕	Pa
压缩系数	κ	帕〔斯卡〕 ⁻¹	Pa ⁻¹
截面惯性矩	$I_a, (I)$	米 ⁴	m ⁴
截面系数	W, Z	米 ³	m ³
摩擦系数	$\mu, (f)$		
动力粘度	$\eta, (\mu)$	帕〔斯卡〕·秒	Pa·s
运动粘度	ν	米 ² /秒	m ² /s
表面张力	γ, σ	牛〔顿〕/米	N/m
功	$W, (A)$	焦〔耳〕, 瓦〔特〕小时	J, W·h
能〔量〕	E	焦〔耳〕, 瓦〔特〕小时	J, W·h
势能, 位能	$E_p (V)$	焦〔耳〕, 瓦〔特〕小时	J, W·h
动能	$E_k (T)$	焦〔耳〕, 瓦〔特〕小时	J, W·h
功率	P	瓦〔特〕	W
效率	η		%
硬度	H		
布氏硬度	H_B		

(续)

量的名称	量的符号	单位中文符号	单位外文符号
质量流量	q_m	千克/秒, 千克/时	kg/s, kg/h
体积流量	q_v	米 ³ /秒, 米 ³ /时	m ³ /s, m ³ /h
四、热 学			
热力学温度	T, Θ	开〔尔文〕	K
摄氏温度	t, θ	摄氏度, $^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
压力系数	β	帕〔斯卡〕/开	Pa/K
压缩率	κ	帕〔斯卡〕 ⁻¹	Pa ⁻¹
热, 热量	Q	焦〔耳〕	J
热流量	Φ	瓦〔特〕	W
热流量密度	q, φ	瓦〔特〕/米 ²	W/m ²
热导率	λ, k	瓦〔特〕/(米·开)	W(m·K)
传热系数	h, α	瓦〔特〕/(米 ² ·开)	W(m ² ·K)
〔总〕传热系数	k, K	瓦〔特〕/(米 ² ·开)	W(m ² ·K)
热阻	R	开/瓦〔特〕	K/W
热扩散率	$a, (\alpha, \kappa)$	米 ² /秒	m ² /s
热绝缘系数	M	米 ² ·开/瓦〔特〕	m ² ·K/W
热阻率		米·开/瓦〔特〕	m·K/W

(续)

量的名称	量的符号	单位中文符号	单位外文符号
热 容	C	焦〔耳〕/开	J/K
比 热 容	c	焦〔耳〕/(千克·开)	J/(kg·K)
定压比热容	c_p	焦〔耳〕/(千克·开)	J/(kg·K)
定容比热容	c_v	焦〔耳〕/(千克·开)	J/(kg·K)
饱和比热容	c_{sat}	焦〔耳〕/(千克·开)	J/(kg·K)
熵	S	焦〔耳〕/开	J/K
焓	H, (I)	焦〔耳〕	J
内能	U, (E)	焦〔耳〕	J
比焓	s	焦〔耳〕/(千克·开)	J/(kg·K)
比焓	h, (i)	焦〔耳〕/千克	J/kg
比内能	u, (e)	焦〔耳〕/千克	J/kg
线膨胀系数	α_l	开 ⁻¹	K ⁻¹
体膨胀系数	α_v, γ	开 ⁻¹	K ⁻¹
相对压力系数	α_p	开 ⁻¹	K ⁻¹
潜 热	L	焦〔耳〕/千克	J/kg
汽化热	r	焦〔耳〕/千克	J/kg
制冷量	Q _c	瓦〔特〕, 千焦〔耳〕/时	W, kJ/h

(续)

量的名称	量的符号	单位中文符号	单位外文符号
五、电学、磁学			
电 流	I	安〔培〕	A
电 荷〔量〕	Q	库〔仑〕	C
电 场 强 度	E, (K)	伏〔特〕/米	V/m
电 位	V, φ	伏〔特〕	V
电 动 势	E	伏〔特〕	V
电 压	U	伏〔特〕	V
电 阻	R	欧〔姆〕	Ω
电 容	C	法〔拉〕	F
自 感	L	亨〔利〕	H
互 感	M, L_{12}	亨〔利〕	H
阻 抗	Z	欧〔姆〕	Ω
电 抗	X	欧〔姆〕	Ω
功 率	P	瓦〔特〕	W
电 能 量	W	焦〔耳〕	J
电 流 密 度	J(S, δ)	安〔培〕/米 ²	A/m ²
磁 导 率	μ	亨〔利〕/米	H/m
电 导 率	γ, σ, κ	西〔门子〕/米	S/m
电 阻 率	ρ	欧〔姆〕米	$\Omega \cdot m$
磁 导	$A, (\mu)$	亨〔利〕	H

(续)

量的名称	量的符号	单位中文符号	单位外文符号
电 导	G	西〔西门子〕	S
磁 通 量	Φ	韦〔伯〕	Wb
磁通密度	B	特〔斯拉〕	T
磁场强度	H	安〔培〕/米	A/m
六、光及有关电磁辐射			
光 速	C, C_0	米/秒	m/s
发光强度	I, (Iv)	坎〔德拉〕	cd
光 通 量	Φ , (Φ_v)	流〔明〕	lm
〔光〕照度	E, (E_v)	勒〔克斯〕	lx
光 量	Q, (Q_v)	流〔明〕秒	lm·s
〔光〕亮度	L, (L_v)	坎〔德拉〕/米 ²	cd/m ²
光出射度	M, (M_v)	流〔明〕/米 ²	lm/m ²
曝 光 量	H	勒〔克斯〕秒	lx·s
光谱吸收比	$\alpha(\lambda)$		
光谱反射比	$\rho(\lambda)$		
光谱透射比	$\tau(\lambda)$		
光谱辐(射)亮 度 系 数	$\beta(\lambda)$		
折 射 率	n		

(续)

量的名称	量的符号	单位中文符号	单位外文符号
七、其 它			
室内温度	t_n	摄氏度	°C
室外温度	t_w	摄氏度	°C
湿球温度	t_s	摄氏度	°C
露点温度	t_{ld}	摄氏度	°C
冷凝温度	t_{cl}	摄氏度	°C
蒸发温度	t_z	摄氏度	°C
过冷温度	t_g	摄氏度	°C
过热温度	t_{gr}	摄氏度	°C
中间冷却温度	t_{zj}	摄氏度	°C
吸气温度	t_q	摄氏度	°C
排气温度	t_p	摄氏度	°C
进风温度	t_{if}	摄氏度	°C
排风温度	t_{pf}	摄氏度	°C
温度差	Δt	摄氏度	°C
对数平均温差	Δt_m	摄氏度	°C
冷凝压力	p_l	千帕	kPa
蒸发压力	p_z	千帕	kPa
中间压力	p_{zj}	千帕	kPa
吸气压力	p_q	千帕	kPa

(续)

量的名称	量的符号	单位中文符号	单位外文符号
排气压力	P_p	千帕	kPa
平均指示压力	P_{pi}	千帕	kPa
单位摩擦压力	p_m	千帕	kPa
压力差	Δp	千帕	kPa
轴功率	P_z	千瓦	kW
指示功率	P_i	千瓦	kW
摩擦功率	P_m	千瓦	kW
有效功率	P_y	千瓦	kW
吸气体积	V	米 ³ /时	m ³ /h
理论排气量	V_p	米 ³ /时	m ³ /h
供给系数	λ_g		
容积系数	λ_v		
输气系数	λ_q		
冷量	Q	焦〔耳〕	J
制冷量	Q_c	瓦〔特〕, 焦〔耳〕/时	W, J/h
单位容积冷量	q_v	焦〔耳〕/米 ³	J/m ³
单位轴功率制冷量	q_w	瓦〔特〕/千瓦	W/kW
单位面积热量	q_A	瓦〔特〕/米 ²	W/m ²
理论制冷系数	e		

(续)

量的名称	量的符号	单位中文符号	单位外文符号
实际制冷系数	ε_s		
风量	V	米 ³ /时	m ³ /h
风压	p	帕〔斯卡〕	Pa
水汽比	μ	千克/千克	kg/kg
含湿量	d	克/千克	g/kg
相对湿度	φ		%
蒸汽渗透系数	M	克/(米 ² ·时·帕)	g/(m ² ·h·Pa)
蒸汽渗透率	μ	克/(米·时·帕)	g/(m·h·Pa)
蒸汽渗透阻	H	米 ² ·时·帕/克	m ² ·h·Pa/g
热惰性	D		
热渗透系数	b	焦〔耳〕/(米 ² ·时 ^{$\frac{1}{2}$} ·开)	J/(m ² ·h ^{$\frac{1}{2}$} ·K)
蓄热系数	S	瓦〔特〕/(米 ² ·开)	W/(m ² ·K)
修正系数	ψ		
局部阻力系数	ζ		
摩擦阻力系数	H_m	帕〔斯卡〕/米	Pa/m
公称直径	D_g	毫米	mm

获取更多资料

(续)

八、无量纲参数

参数名称	参数符号	定 义	备 注
傅里叶数	Fo	$Fo = \frac{\lambda t}{C_p \rho l^2} = \frac{at}{l^2}$	
贝克来数	Pe	$Pe = \frac{\rho C_p v l}{\lambda} = \frac{v l}{a}$	Pe = Re · Pr
瑞利数	Ra	$Ra = \frac{l^3 g \rho \Delta T}{\nu a}$	Ra = Gr · Pr
努塞耳数	Nu	$Nu = \frac{hl}{\lambda}$	
斯坦顿数	St	$St = \frac{h}{\rho v C_p}$	St = Nu/Pe
普朗特数	Pr	$Pr = \frac{\eta C_p}{\lambda} = \frac{\nu}{a}$	
施密特数	Sc	$Sc = \frac{\eta}{\rho D} = \frac{\nu}{D}$	
路易斯数	Le	$Le = \frac{\lambda}{\rho C_p D} = \frac{a}{D}$	Le = Sc/Pr
雷诺数	Re	$Re = \frac{\rho v l}{\eta} = \frac{v l}{\nu}$	

(续)

参数名称	参数符号	定 义	备 注
欧拉数	Eu	$Eu = \frac{\Delta p}{\rho v^2}$	
弗劳维数	Fr	$Fr = \frac{v}{\sqrt{lg}}$	
格拉晓夫数	Gr	$Gr = \frac{l^3 g \gamma \Delta \theta}{\nu^2}$	$-\frac{\Delta p}{\rho} = \gamma \Delta \theta$
韦伯数	We	$We = \frac{\rho v^2 l}{\sigma}$	
马赫数	Ma	$Ma = \frac{v}{C}$	
克努森数	Kn	$Kn = \frac{\lambda}{l}$	
斯特劳哈尔数	Sr	$Sr = \frac{lf}{v}$	
毕奥数	Bi		

注：1.周、月、年为一般常用时间单位，年的符号为a。

2.〔 〕内的字，是在不致混淆的情况下，可以省略的字。

3.()内的字为前者的同义语。

4.角度单位度、分、秒的符号不处于数字后时，用括号。

5.升的符号中，小写字母l为备用符号。

6.γ为“转”的符号。

(续)

7. 速度单位节 (kn) 只用于航行 $1 \text{ kn} = 1 \text{ n mile/h} = (1852/3600) \text{ m/s}$

8. 原子质量单位 (u) $1 \text{ u} \approx 1.6605655 \times 10^{-27} \text{ kg}$

9. 能的单位也可用电子伏 (eV), $1 \text{ eV} \approx 1.6021892 \times 10^{-19} \text{ J}$

10. 热力学温度的每个刻度和摄氏温度的每个刻度是完全一致的, 即 $1 \text{ K} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

11. 无量纲参数所用符号的说明:

λ 热导率(导热系数) t 时间 c_p 定压比热容 ρ 密度 l 长度 a 热扩散率 $\lambda/\rho c_p$
 v 速度 g 重力加速度 γ 体(膨)胀系数 $-\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial \theta} \right)_p$ $\Delta\theta$ 温度差 η (动力)粘度 ν 运动粘度
 h 传热系数 θ 温度 D 扩散系数 Δp 压力差 σ 表面张力 λ 平均自由程(克努森数中应用)

2. 用于构成十进倍数和分数单位的词头

表 1-2

所表示的因数	词头名称	词头符号	所表示的因数	词头名称	词头符号
10^{18}	艾[可萨]	E	10^{-1}	分	d
10^{15}	拍[它]	P	10^{-2}	厘	c
10^{12}	太[拉]	T	10^{-3}	毫	m
10^9	吉[咖]	G	10^{-6}	微	μ
10^6	兆	M	10^{-9}	纳[诺]	n
10^3	千	k	10^{-12}	皮[可]	p
10^2	百	h	10^{-15}	飞[母托]	f
10	十	da	10^{-18}	阿[托]	a

注: $10^5 \text{ Pa} = 0.1 \text{ MPa} = 100 \text{ kPa}$, $10^{-5} \text{ m} = 10 \mu\text{m} = 10^{-2} \text{ mm}$

3. 长度、面积、体积单位换算表

长度单位换算表(1)

表 1—3

千米(km)	市里	英里(mile)	海里(n mile)	日里
1	2	0.6214	0.5400	0.2546
0.5000	1	0.3107	0.2700	0.1273
1.6093	3.2187	1	0.869	0.4098
1.8520	3.704	1.1508	1	0.4716
3.9273	7.8545	2.4403	2.1207	1

长度单位换算表(3)

厘米(cm)	市寸	英寸(in)	日寸
1	3.3333	0.3937	0.3300
3.3333	1	1.3123	1.1600
2.5400	0.7620	1	0.8332
3.0303	0.9091	1.1930	1

长度单位换算表(2)

米(m)	市尺	码(yd)	英尺(ft)	日尺
1	3	1.0936	3.2808	3.3000
0.3333	1	0.3645	1.0936	1.1000
0.9144	2.7432	1	3	3.0175
0.9048	0.9144	0.3333	1	1.0058
0.3030	0.9091	0.3313	0.9939	1

面积单位换算表(1)

表 1—4

平方公里(km ²)	公顷(ha)	市亩	英亩(acre)	平方英里(mile ²)
1	100	1500.00	247.105	0.3861
0.01	1	15.00	2.4711	0.0039
0.0007	0.0667	1	0.1647	0.0003
0.0040	0.4047	6.0716	1	0.0016
2.5900	259.00	3885.00	640.00	1

面积单位换算表(2)

平方米(m ²)	平方市尺	平方码	平方英尺(ft ²)	平方日尺
1	9	1.1960	10.7636	10.89
0.1111	1	0.1329	1.1960	1.21
0.8361	7.5251	1	9	9.1075
0.0929	0.8361	0.1111	1	1.0120
0.0918	0.8264	0.1098	0.9881	1

体积单位换算表(1)

表 1-5

立方米(m ³)	立方市尺	立方英尺(ft ³)	立方日尺
1	27.00	35.3147	35.937
0.0370	1	1.3079	1.331
0.0283	0.7646	1	1.018
0.0278	0.7513	0.9827	1

面积单位换算表(3)

平方厘米(cm ²)	平方市寸	平方英寸(in ²)	平方日寸
1	0.0900	0.1550	0.1089
11.1110	1	1.7222	1.2100
6.4516	0.5806	1	0.7026
9.1827	0.8265	1.2333	1

体积单位换算表(2)

升L(l)	英制加仑(UK gal)	美制加仑(US gal)	日升
1	0.2200	0.2642	0.5544
4.5461	1	1.2010	2.5202
3.7854	0.8327	1	2.0985
1.8039	0.3968	0.4765	1

体积单位换算表 (3)

立方厘米 (cm ³)	立 方 市 寸	立 方 英 寸	立 方 日 寸
1	0.0270	0.0610	0.0359
37.0370	1	2.2604	1.3311
16.3934	0.4426	1	0.5889
27.8265	0.7513	1.6982	1

4. 质量单位换算表

表 1—6

千克(kg)	吨 (t)	英吨(UK ton)	美吨(US ton)	磅(lb)	盎司(oz)	市 斤
1	1×10^{-3}	9.84207×10^{-4}	1.10231×10^{-3}	2.20462	35.274	2
1×10^3	1	0.984207	1.10231	2204.62	95274.0	2×10^3
1016.05	1.01605	1	1.12	2240	35840	2032.114
907.185	0.907185	0.892857	1	2000	32000	1814.387
0.45359237	4.5359237×10^{-4}	4.46429×10^{-4}	5×10^{-4}	1	16	0.90719
0.0283495	2.83495×10^{-2}	2.79018×10^{-2}	3.125×10^{-2}	6.25×10^{-2}	1	5.66996×10^{-2}
0.5	0.5×10^{-3}	4.92104×10^{-4}	5.511565×10^{-4}	1.1023	17.6368	1

金 刚 钻 粉 土 品 牌

获取资料 微信搜索 蓝领星球

5. 各种温度单位换算表

表 1—7

关系式 所求温度	已知温度	热力学温度 (K)	摄氏温度 (°C)	华氏温度 (°F)	兰氏温度* (°R)	列氏温度* (°Reaumur)
热力学温度 t K		1	$t^{\circ}\text{C} + 273.15$	$\frac{5}{9}(t^{\circ}\text{F} + 459.67)$	$\frac{5}{9}t^{\circ}\text{R}$	$\frac{5}{4}t^{\circ}\text{R} + 273.15$
摄氏温度 t °C		$t\text{K} - 273.15$	1	$\frac{5}{9}(t^{\circ}\text{F} - 32)$	$\frac{5}{9}t^{\circ}\text{R} - 273.15$	$\frac{5}{4}t^{\circ}\text{R}$
华氏温度 t °F		$\frac{9}{5}t\text{K} - 459.67$	$\frac{9}{5}t^{\circ}\text{C} + 32$	1	$t^{\circ}\text{R} - 459.67$	$\frac{9}{4}t^{\circ}\text{R}$
兰氏温度 t °R		$\frac{9}{5}t\text{K}$	$\frac{9}{5}t^{\circ}\text{C} + 491.67$	$t^{\circ}\text{F} + 459.67$	1	$\frac{9}{4}t^{\circ}\text{R} + 32$
列氏温度 t °R		$\frac{4}{5}t\text{K} - 218.52$	$\frac{4}{5}t^{\circ}\text{C}$	$\frac{4}{9}(t^{\circ}\text{F} - 32)$	$\frac{4}{9}t^{\circ}\text{R} - 218.52$	$\frac{9}{4}t^{\circ}\text{R} - 491.67$

* 兰氏温度与列氏温度往往混用符号“°R”，所以使用时要注意单位的一致性，以免出错。在华氏温度为 0 °F 时，兰氏温度为 459.67 °R。摄氏温度为 0 °C 时，兰氏温度为 491.67 °R。热力学温度为 0 K 时，兰氏温度为 0 °R。

6. 各种温度的热力学零度、水冰点、水三相点及水沸点温度值

表 1—8

	热力学温度(K)	摄氏温度(°C)	华氏温度(°F)	兰氏温度* (°R)	列氏温度* (°Reaumur)
热力学零度	0	-273.15	-459.67	0	-218.52
水冰点	273.15	0	32	491.67	0
水三相点	273.16	0.01	32.018	491.688	0.008
水沸点	373.15	100	212	671.67	80

* 1. 见表 1—7 2. 热力学温度的每个刻度和摄氏温度的每个刻度是完全一致的。即 1 K = 1 °C。

7. 密度单位换算表

表 1—9

千克/米 ³ (kg/m ³)	千克/升(kg/l)	磅/英尺 ³ (lb/ft ³)	英吨/立方码 (UK ton/yd ³)	磅/英加仑 (lb/UKgal)
1	0.001	6.24280×10^{-2}	7.52482×10^{-4}	1.002246×10^{-2}
1000	1	62.4280	0.752482	10.02246
16.0185	0.0160185	1	0.0120636	0.160544
1328.94	1.32894	82.9630	1	13.3192
99.7763	0.0997763	6.22883	0.0750797	1

8. 比容单位换算表

表 1—10

米 ³ /千克(m ³ /kg)	升/千克(l/kg)	英尺 ³ /磅(ft ³ /lb)	米 ³ /吨(m ³ /t)	英尺 ³ /英吨(ft ³ /UK ton)	英加仑/磅(UK gal/lb)
1	1000	16.0184	1000	33333.33	100.78
0.001	1	0.016	1	33.3330	0.0997
0.062428	62.428	1	62.428	2083.3333	6.2344
0.001	1	0.016	1	33.3330	0.0997
0.00009	0.090	0.00048	0.030	1	0.003
0.01002	10.0313	0.01605	10.0313	334.376	1

9. 速度单位换算表

表 1—11

千米/时(km/h)	米/秒(m/s)	英尺/分(ft/min)	英尺/秒(ft/s)	英里/时(mile/h)	海里/时(nmile/h)
1	0.277778	54.6807	0.911344	0.621371	0.539957
3.6	1	196.85	3.28084	2.23694	1.94384
0.018288	0.00508	1	0.0166667	0.0113636	9.87473×10^{-3}
1.09728	0.3048	60	1	0.681818	0.592484
1.609344	0.44704	88	1.46667	1	0.868976
1.852	0.514444	101.269	1.68781	1.15078	1

10. 体积流速单位换算表

表 1—12

米 ³ /时(m ³ /h)	米 ³ /秒(m ³ /s)	升/秒(l/s)	英尺 ³ /秒(ft ³ /s)	英加仑/秒(UK gal/s)	美加仑/秒(USgal/s)
1	2.77778×10^{-4}	0.277778	9.80963×10^{-3}	61.1025×10^{-3}	73.381×10^{-3}
3600	1	1000	35.3147	219.969	264.172
3.6	0.001	1	0.0353147	0.219969	0.264172
101.941	0.0283168	28.3168	1	6.22883	7.48051
16.3659	4.54609×10^{-3}	4.54609	0.160544	1	1.20095
13.6275	3.78541×10^{-3}	3.78541	0.133681	0.832674	1

11. 力单位换算表

表 1—13

牛顿 [N(kg·m/s ²)]	千克力(kgf)	达因 [dyne (g·cm/s ²)]	磅力 [lbf (lb·ft/s ²)]
1	0.10197	10 ⁵	0.2248
9.80665	1	9.80665 × 10 ⁵	2.2046
10 ⁻⁵	1.0197 × 10 ⁻⁶	1	2.248 × 10 ⁻⁶
4.44822	0.45359	4.44822 × 10 ⁵	1

12. 压力单位换算表

表 1—14

帕 (Pa)	牛顿/米 ² (N/m ²)	千克力/厘米 ² (kgf/cm ²)	磅力/英寸 ² (lbf/in ²)	巴 (bar)	毫米汞柱 (mmHg)	毫米水柱 (mmH ₂ O)	米水柱 (mH ₂ O)	英寸水柱 (inH ₂ O)	标准大气压* (atm)
1	1	1.01972 × 10 ⁻⁵	0.145038 × 10 ⁻³	10 ⁻⁵	7.5006 × 10 ⁻³	0.1019715	0.1019715 × 10 ⁻³	4.01463 × 10 ⁻³	0.986925 × 10 ⁻⁵
98.0665 × 10 ³	98.0665	1	14.2233	0.980665	735.559	10 ⁴	10.0	392.2756	0.967841
5894.72	5894.72	0.070305	1	0.068947	51.7155	703.06986	0.7030699	27.5797	0.0680462
10 ⁵	10 ⁵	1.01972	14.5038	1	750.06	1.019715 × 10 ⁴	10.19715	401.463	0.98693
133.322	133.322	1.35951 × 10 ⁻³	0.01934	1.3332 × 10 ⁻³	1	13.5949	0.0135949	0.53524	1.3158 × 10 ⁻³
9.80665	9.80665	10 ⁻⁴	14.2233 × 10 ⁻⁴	9.80665 × 10 ⁻⁵	73.5567 × 10 ⁻³	1	10 ⁻³	3.937 × 10 ⁻²	9.68 × 10 ⁻³
9.80665 × 10 ³	9.80665 × 10 ³	0.1	1.42233	0.09807	73.5567	1000	1	39.2276	0.0964
249.989	249.989	0.002549	0.03626	2.4999 × 10 ⁻³	1.86832	25.4923	0.02549	1	0.002458
1.01325 × 10 ⁵	1.01325 × 10 ⁵	1.03323	14.6959	1.01325	760.0	10332.477	10.33248	0.40678 × 10 ³	1

* 1工程大气压用at表示, 它等于 1千克力/厘米² 即 1 at = 1 kgf/cm² = 98066.5 Pa = 0.980665 bar

13. 功、能和热量单位换算表

表 1—15

焦耳(J)	千克力米(kgf·m)	千瓦小时(kW·h)	马力小时	英马力小时	千卡(kcal)	英热单位(Btu)	磅力英尺(lbf·ft)
1	0.10197	2.778×10^{-7}	3.777×10^{-7}	3.723×10^{-7}	2.389×10^{-4}	9.48×10^{-4}	0.7376
9.80665	1	2.724×10^{-6}	3.704×10^{-6}	3.653×10^{-6}	2.342×10^{-3}	9.295×10^{-3}	7.233
3.6×10^4	3.6709×10^5	1	1.3596	1.34	859.84	3.4121×10^3	2.655×10^6
2.648×10^6	2.7002×10^5	0.7355	1	0.9858	632.4	2.510×10^3	1.9531×10^6
2.68452×10^6	2.7374×10^5	0.7457	1.014	1	641.6	2.546×10^3	1.98×10^6
4.1868×10^3	4.2693×10^2	1.163×10^{-3}	1.581×10^{-3}	1.558×10^{-3}	1	3.9683	3.088×10^3
1.055×10^3	1.076×10^2	2.931×10^{-4}	3.984×10^{-4}	3.927×10^{-4}	0.252	1	7.7818×10^2
1.3558	0.1383	3.766×10^{-7}	5.12×10^{-7}	5.05×10^{-7}	3.24×10^{-4}	1.29×10^{-3}	1

14. 功率单位换算表

表 1—16

瓦(W)	千瓦(kW)	马 力	英制马力	牛顿·米/秒(N·m/s)	千克力·米/秒(kgf·m/s)	磅力·英尺/秒(lbf·ft/s)	千卡/秒(kcal/s)	英热单位/秒(Btu/s)
1	0.001	0.00136	0.00134	1	0.102	0.7375	0.238×10^{-3}	0.9478×10^{-3}
1000	1	1.36	1.34	1000	102	737.5	0.238	0.9478
735.5	0.7355	1	0.985	735.5	75	542.4	0.175	0.697
745.7	0.7457	1.014	1	745.7	76	550	0.178	0.707
1	0.001	0.00136	0.00134	1	0.102	0.7375	0.238×10^{-3}	0.9478×10^{-3}

(续)

瓦(W)	千瓦(kW)	马 力	英制马力	牛顿·米/秒 (N·m/s)	千克力·米/秒 (kgf·m/s)	磅力·英尺/秒 (lbf·ft/s)	千卡/秒 (kcal/s)	英热单位/秒 (Btu/s)
9.80665	9.80665×10^{-3}	0.0133	0.0131	9.80665	1	7.232	0.00234	0.0093
1.3558	1.3558×10^{-3}	0.00184	0.00182	1.3558	0.138	1	0.324×10^{-3}	1.29×10^{-3}
4186.8	4.1868	5.7	5.61	4186.8	427	3088	1	3.968
1055	1.055	1.4345	1.415	1055	107.6	778.07	0.252	1

15. 制冷量单位换算表

表 1—17

瓦(W)	千焦/时(kJ/h)	千卡/时(kcal/h)	美国冷吨	日本冷吨	新英国冷吨	英热单位/时 (Btu/h)
1	3.6	0.85985	2.843×10^{-4}	2.5899×10^{-4}	2.395×10^{-4}	3.4119
0.2778	1	0.23885	7.8983×10^{-5}	7.1942×10^{-5}	6.6542×10^{-5}	0.9478
1.163	4.1868	1	3.3069×10^{-4}	3.012×10^{-4}	2.786×10^{-4}	3.9684
3516.9	12660.9	3024	1	0.91084	0.84246	1.2×10^4
3861.1	13900.2	3320	1.09788	1	0.92495	1.3175×10^4
4174.5	15028.1	3589.4	1.187	1.08117	1	1.4244×10^4
0.29307	1.05507	0.252	8.33×10^{-5}	7.59×10^{-5}	7.02034×10^{-5}	1

16. 传热系数 (放热系数) 单位换算表

表 1-18

瓦/(米 ² ·℃) W/(m ² ·℃)	瓦/(厘米 ² ·℃) W/(cm ² ·℃)	卡/(厘米 ² ·秒·℃) cal/(cm ² ·s·℃)	千卡/(米 ² ·时·℃) kcal/(m ² ·h·℃)	英热单位/(英尺 ² ·时·°F) Btu/(ft ² ·h·°F)
1	1 × 10 ⁻⁴	0.238846 × 10 ⁻⁴	0.859845	0.176110
1 × 10 ⁴	1	0.238846	0.859845 × 10 ⁴	0.176110 × 10 ⁴
41868	4.1868	1	3600	7373.38
1.163	1.163 × 10 ⁻⁴	2.77778 × 10 ⁻⁵	1	0.204816
5.67827	5.67827 × 10 ⁻⁴	1.35623 × 10 ⁻⁴	4.88243	1

注：由于热力学温度的每个刻度和摄氏温度的每个刻度是完全一致的，即 1 K = 1 °C，故表中 W/(m²·K) 均写成 W/(m²·℃)。

17. 热导率 (导热系数) 单位换算表

表 1-19

瓦/(米·℃) W/(m·℃)	千卡/(米·时·℃) kcal/(m·h·℃)	卡/(厘米·秒·℃) cal/(cm·s·℃)	英热单位/(英尺·时·°F) Btu/(ft·h·°F)	英热单位·英寸/(英尺 ² ·时·°F) °F)(Btu·in)/(ft ² ·h·°F)
1	0.859845	0.238846 × 10 ⁻³	0.577789	8.93347
1.163	1	2.77778 × 10 ⁻³	0.671969	8.06363
418.68	360	1	241.909	2902.91
1.73074	1.48816	4.13379 × 10 ⁻³	1	12
0.144228	0.124014	3.44482 × 10 ⁻⁴	0.0833333	1

18. 热阻率单位换算表

表 1—20

米·℃/瓦 (m·℃/W)	米·℃/千瓦 (m·℃/kW)	米·时·℃/千卡 (m·h·℃/kcal)	厘米·秒·℃/卡 (cm·s·℃/cal)	英尺·时·°F/英热单位 (ft·h·°F/Btu)	英寸·时·°F/英热单位 (in·h·°F/Btu)
1	1×10^3	1.163	418.68	1.730735	20.7688
1×10^{-3}	1	0.1163×10^{-2}	0.41868	1.730735×10^{-3}	0.0207688
0.859845	0.859845×10^3	1	360	1.48816	17.8580
0.238846×10^{-2}	2.38846	2.77778×10^{-3}	1	4.13379×10^{-3}	0.0496054
0.577789	577.789	0.671969	241.809	1	12
0.0481491	48.1491	0.0559974	20.1591	0.0833333	1

19. 热流量密度单位换算表

表 1—21

瓦/米 ² (W/m ²)	瓦/厘米 ² (W/cm ²)	卡/(厘米 ² ·秒) cal/(cm ² ·s)	千卡/(米 ² ·时) kcal/(m ² ·h)	英热单位/(英尺 ² ·时) Btu/(ft ² ·h)
1	10^{-4}	0.238846×10^{-4}	0.859845	0.316998
10^4	1	0.238846	0.859845×10^4	0.316998×10^4
41868	4.1868	1	36000	13272.1
1.163	1.163×10^{-4}	2.77778×10^{-5}	1	0.368669
9.15459	9.15459×10^{-4}	7.53461×10^{-5}	2.71246	1

20. 散热率单位换算表

表 1—22

瓦/米 ³ (W/m ³)	瓦/厘米 ³ W/(cm ³)	卡/(厘米 ³ ·秒) cal/(cm ³ ·s)	千卡/(米 ³ ·时) kcal/(m ³ ·h)	英热单位/(英尺 ³ ·时) Btu/(ft ³ ·h)
1	1 × 10 ⁻⁶	0.238846 × 10 ⁻⁶	0.859845	9.66211 × 10 ⁻²
1 × 10 ⁶	1	0.238846	0.859845 × 10 ⁶	9.66211 × 10 ⁴
4.1868 × 10 ⁶	4.1868	1	3.6 × 10 ⁶	4.04533 × 10 ³
1.163	1.163 × 10 ⁻⁶	2.77778 × 10 ⁻⁷	1	0.112370
10.3497	1.03497 × 10 ⁻⁵	2.47199 × 10 ⁻⁶	8.89915	1

21. 比热容单位换算表

表 1—23

焦/(千克·℃) J/(kg·℃)	尔格/(克·℃) erg/(g·℃)	千卡/(千克·℃) kcal/(kg·℃)	英热单位/(磅·°F) Btu/(lb·°F)	千克力·米/(千克·℃) kgf·m/(kg·℃)
1	1 × 10 ⁴	0.238846 × 10 ⁻³	0.238846 × 10 ⁻³	0.101972
1 × 10 ⁻⁴	1	0.238846 × 10 ⁻⁷	0.238846 × 10 ⁻⁷	0.101972 × 10 ⁻⁴
4186.8	4.1868 × 10 ⁷	1	1	426.935
4186.8	4.1868 × 10 ⁷	1	1	426.935
9.80665	9.80665 × 10 ⁴	2.34228 × 10 ⁻³	2.34228 × 10 ⁻³	1

22. 比内能单位换算表

表 1—24

焦/千克 (J/kg)	尔格/千克 (erg/kg)	千卡/千克 (kcal/kg)	英尺·磅力/磅 (ft·lbf/lb)	千克力·米/千克 (kgf·m/kg)	英热单位/磅 (Btu/lb)
1	1×10^7	0.238846×10^{-3}	0.334553	0.101972	0.429923×10^{-3}
1×10^{-7}	1	0.238846×10^{-10}	0.334553×10^{-3}	0.101972×10^{-7}	0.429923×10^{-10}
4186.8	4.1868×10^{10}	1	1400.70	426.935	1.8
2.98907	2.98907×10^7	7.13926×10^{-4}	1	0.3048	1.28507×10^{-3}
9.80665	9.80665×10^7	2.34228×10^{-3}	3.28084	1	4.21610×10^{-3}
2326	2.326×10^{10}	0.555556	778.169	237.186	1

23. 动力粘度单位换算表

表 1—25

帕·秒*(Pa·s)	泊**(P)	厘泊(cP)	千克力·秒/米 ² (kgf·s/m ²)	磅力·秒/英尺 ² (lbf·s/ft ²)	克/(厘米·秒) g/(cm·s)
1	10	1×10^3	0.10197	0.020886	10
0.1	1	100	0.010197	2.0885×10^{-3}	1
1×10^{-3}	0.01	1	1.0197×10^{-4}	2.0885×10^{-5}	0.01
9.80665	98.0665	9806.65	1	0.204816	98.0665
47.8803	478.803	4.78803×10^4	4.88243	1	478.803
0.1	1	100	0.010197	2.0886×10^{-3}	1

* $1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 1 \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2 = 1 \text{ kg}/\text{m} \cdot \text{s}$

** $1 \text{ P} = 1 \text{ dyne} \cdot \text{s}/\text{cm}^2 = 0.1 \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2 = 0.1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$

24. 运动粘度单位换算表

表 1—26

米 ² /秒(m ² /s)	米 ² /时(m ² /h)	斯托克斯*(St)	厘 斯 (cSt)	英尺 ² /秒(ft ² /s)	英尺 ² /时(ft ² /h)
1	3600	1 × 10 ⁴	1 × 10 ⁶	10.7639	3.87501 × 10 ⁴
2.77778 × 10 ⁻⁴	1	2.77778	277.778	2.98998 × 10 ⁻³	10.7639
1 × 10 ⁻⁴	0.36	1	10 ²	1.07639 × 10 ⁻³	3.87501
1 × 10 ⁻⁶	0.0036	10 ⁻²	1	1.07639 × 10 ⁻⁵	3.87501 × 10 ⁻²
9.29030 × 10 ⁻²	334.451	929.030	92903.0	1	3600
2.58064 × 10 ⁻⁵	0.0929030	0.258064	25.8064	2.77778 × 10 ⁻⁴	1

* 1 St = 1 cm²/s = 1 × 10⁻⁴m²/s.

25. 单位阻力单位换算表

表 1—27

帕/米(Pa/m)	毫米水柱/米 (mmH ₂ O/m)	英寸水柱/100英尺 (inH ₂ O/100ft)	磅力/英尺 ² ·100英尺 (lbf/ft ² ·100ft)	毫米汞柱/100米 (mmHg/100m)
1	0.1019716	0.12237	0.004419	0.7495
9.80665	1	1.2	0.04334	7.35
8.17188	0.8333	1	0.03612	6.124
226.2394	23.07	27.684	1	169.6
1.334685	0.1361	0.1633	0.005896	1

26. 水的硬度单位换算表

表 1—28

毫克当量/升	德 国 度	法 国 度	英 国 度	美 国 度
1	2.804	5.005	3.5110	50.045
0.35663	1	1.7848	1.2521	17.847
1.9982	0.5603	1	0.7015	10
0.28483	0.7987	1.4285	1	14.285
0.01898	0.0560	0.1	0.0702	1

- 注：1. 德国度：1 度相当于 1 升水中含有 10 毫克 CaO。
 2. 法国度：1 度相当于 1 升水中含有 10 毫克 CaCO₃。
 3. 英国度：1 度相当于 0.7 升水中含有 10 毫克 CaCO₃。
 4. 美国度：1 度相当于 1 升水中含有 1 毫克 CaCO₃。

27. 蒸汽渗透系数单位换算表

表 1—29

克/(米 ² ·时·帕) g/(m ² ·h·Pa)	克/(米 ² ·秒·帕) g/(m ² ·s·Pa)	克/(米 ² ·时·毫米汞柱) g/(m ² ·h·mmHg)	格令/(英尺 ² ·时·英寸汞柱) gr/(ft ² ·h·inHg)	千克/(米 ² ·时·千克力/米 ²) kg/(m ² ·h·kgf/m ²)
1	2.77778 × 10 ⁻⁴	133.322	4.85523 × 10 ³	9.80665 × 10 ⁻³
3600	1	4.79959 × 10 ⁵	1.748 × 10 ⁷	35.30379
7.5006 × 10 ⁻³	2.08351 × 10 ⁻⁶	1	36.42	0.73556 × 10 ⁻⁴
2.0599 × 10 ⁻⁴	5.722 × 10 ⁻⁸	2.746 × 10 ⁻²	1	2.01981 × 10 ⁻⁶
101.9716	2.83256 × 10 ⁻²	1.35951 × 10 ⁴	4.95095 × 10 ³	1

28. 蒸汽渗透率单位换算表

表 1—30

克/(米·时·帕) g/(m·h·Pa)	克/(米·秒·帕) g/(m·s·Pa)	克/(米·时·毫米汞柱) g/(m·h·mmHg)	格令·英寸/(英尺 ² ·时·毫米汞柱) gr·in/(ft ² ·h·mmHg)	千克/(米·时·千克力/米 ²) kg/(m·h·kgf/m ²)/kg
1	2.77778×10^{-4}	133.322	1.91146×10^3	9.80665×10^{-3}
3600	1	4.79959×10^3	6.88124×10^3	35.30379
7.5006×10^{-3}	2.08351×10^{-6}	1	1.43371×10^3	0.73556×10^{-4}
5.23162×10^{-4}	1.45323×10^{-9}	0.69749×10^{-3}	1	0.613044×10^{-3}
101.9716	2.83256×10^{-2}	1.35951×10^4	1.94915×10^3	1

注：1 格令 = 0.06479891 克，1 克 = 15.43235835 格令。

29. 蒸汽渗透阻单位换算系数

表 1—31

米 ² ·时·帕/克 (m ² ·h·Pa/g)	米 ² ·秒·帕/克 (m ² ·s·Pa/g)	米 ² ·时·毫米汞柱/克 (m ² ·h·mmHg/g)	英尺 ² ·时·英寸汞柱/格令 (ft ² ·h·inHg/gr)	(米 ² ·时·千克力/米 ²)/千克 [(m ² ·h·kgf/m ²)/kg]
1	3600	7.5006×10^{-3}	2.0599×10^{-4}	0.101972×10^3
2.77778×10^{-4}	1	2.08351×10^{-6}	0.5722×10^{-7}	2.83256×10^{-2}
133.322	4.79959×10^3	1	2.746×10^{-2}	1.35951×10^4
4.85523×10^3	1.248×10^7	36.42	1	4.95096×10^5
9.80665×10^{-3}	35.30379	0.73556×10^{-4}	2.01981×10^{-6}	1

30. 毫米与英寸对照表

表 1—32

毫米	英寸	毫米	英寸	毫米	英寸	毫米	英寸	毫米	英寸
0.3969	1/64	7.1438	9/32	14.2875	9/16	21.4312	27/32	0.1524	6
		7.5406	19/64	14.6844	37/64	21.8281	55/64	0.1778	7
0.7938	1/32	7.9375	5/16	15.0812	19/32	22.2250	7/8	0.2032	8
1.1906	3/64	8.3344	21/64	15.4781	39/64	22.6219	57/64	0.2286	9
1.5875	1/16	8.7312	11/32	15.8750	5/8	23.0188	29/32	0.2540	10
1.9844	5/64	9.1281	23/64	16.2719	41/64	23.4156	59/64	0.3556	14
2.3812	3/32	9.5250	3/8	16.6688	21/32	23.8125	15/16	0.4572	18
2.7781	7/64	9.9219	25/64	17.0656	43/64	24.2094	61/64	0.5588	22
3.1750	1/8	10.3188	13/32	17.4625	11/16	24.6062	31/32	0.6096	24
3.5719	9/64	10.7156	27/64	17.8594	45/64	25.0031	63/64	0.6604	26
3.9688	5/32	11.1125	7/16	18.2562	23/32			0.7112	28
4.3656	11/64	11.5094	29/64	18.6531	47/64	25.4	1	0.9144	36
4.7625	3/16	11.9062	15/32	19.0500	3/4	50.8	2		
5.1594	13/64	12.3031	31/64	19.4469	49/64				
5.5562	7/32	12.7000	1/2	19.8438	25/32	76.2	3		

(续)

毫米	英寸	毫米	英寸	毫米	英寸	毫米	英寸	米	英寸
5.9531	15/64	13.0969	33/64	20.2406	51/64	101.6	4	1.2192	48
6.3500	1/4	13.4938	17/32	20.6375	13/16				
6.7469	17/64	13.8906	35/64	21.0344	53/64	127.0	5	1.5240	60

31. 立方米与立方英尺对照表

表 1—33

米 ³	↓	英尺 ³	米 ³	↓	英尺 ³	米 ³	↓	英尺 ³
0.028	1	35.3	0.42	15	529.5	1.84	65	2299.1
0.056	2	70.6	0.56	20	706.3	1.98	70	2472.0
0.085	3	105.9	0.70	25	882.9	2.12	75	2648.6
0.113	4	141.2	0.84	30	1059.4	2.26	80	2825.2
0.142	5	176.6	0.99	35	1236.0	2.40	85	3001.7
0.170	6	211.9	1.13	40	1412.6	2.54	90	3178.3
0.198	7	247.2	1.27	45	1589.2	2.69	95	3354.9
0.227	8	282.5	1.41	50	1765.7	2.83	100	3531.4
0.253	9	317.8	1.55	55	1944.3			
0.28	10	353.1	1.69	60	2118.9			

已知米³或英尺³需要换算的先在↓字所指的一行中找，然后需要得出米³，读左面的，需要英尺³读右面的。

32. 摄氏温度与华氏温度对照表

(1) 在箭头字栏找出已知温度值。

(2) 在该温度值左侧即为需换算的摄氏温度, 右侧为华氏温度数。

(3) 例:

16°F (找箭头字栏) = -8.9°C (查箭头字栏16左侧)。

16°C (找箭头字栏) = 60.8°F (查箭头字栏16右侧)。

表 1—34

°C	↓	°F	°C	↓	°F	°C	↓	°F
-273	-459		-207	-340		-146	-230	-382
-268	-450		-201	-330		-140	-220	-364
-262	-440		-196	-320		-134	-210	-346
-257	-430		-190	-310		-129	-200	-328
-251	-420		-184	-300		-123	-190	-310
-246	-410		-179	-290		-118	-180	-292
-240	-400		-173	-280		-112	-170	-274
-234	-390		-169	-273	-459.4	-107	-160	-256
-229	-380		-168	-270	-454	-101	-150	-238
-223	-370		-162	-260	-436	-95.6	-140	-220
-218	-360		-157	-250	-418	-90.0	-130	-202
-212	-350		-151	-240	-400	-84.4	-120	-184

(续)

℃	↓	°F	℃	↓	°F	℃	↓	°F
-78.9	-110	-166	-38.3	-37	-34.6	-27.8	-18	-0.4
-73.3	-100	-148	-37.8	-36	-32.8	-27.2	-17	1.4
-67.8	-90	-130	-37.2	-35	-31.0	-26.7	-16	3.2
-62.2	-80	-112	-36.7	-34	-29.2	-26.1	-15	5.0
-56.7	-70	-94	-36.1	-33	-27.4	-25.6	-14	6.8
-51.1	-60	-76	-35.6	-32	-25.6	-25.0	-13	8.6
-45.6	-50	-58.0	-35.0	-31	-23.8	-24.4	-12	10.4
-45.0	-49	-56.2	-34.4	-30	-22.0	-23.9	-11	12.2
-44.4	-48	-54.4	-33.9	-29	-20.2	-23.3	-10	14.0
-43.9	-47	-52.6	-33.3	-28	-18.4	-22.8	-9	15.8
-43.3	-46	-50.8	-32.8	-27	-16.6	-22.2	-8	17.6
-42.8	-45	-49.0	-32.2	-26	-14.8	-21.7	-7	19.4
-42.2	-44	-47.2	-31.7	-25	-13.0	-21.1	-6	21.2
-41.7	-43	-45.4	-31.1	-24	-11.2	-20.6	-5	23.0
-41.1	-42	-43.6	-30.6	-23	-9.4	-20.0	-4	24.8
-40.6	-41	-41.8	-30.0	-22	-7.6	-19.4	-3	26.6
-40.0	-40	-40.0	-29.4	-21	-5.8	-18.9	-2	28.4
-39.4	-39	-38.2	-28.9	-20	-4.0	-18.3	-1	30.2
-38.9	-38	-36.4	-28.3	-19	-2.2	-17.8	0	32.0

(续)

℃	↓	°F	℃	↓	°F	℃	↓	°F
-17.2	1	33.8	-6.7	20	68.0	3.9	39	102.2
-16.7	2	35.6	-6.1	21	69.8	4.4	40	104.0
-16.1	3	37.4	-5.6	22	71.6	5.0	41	105.8
-15.6	4	39.2	-5.0	23	73.4	5.6	42	107.6
-15.0	5	41.0	-4.4	24	75.2	6.1	43	109.4
-14.4	6	42.8	-3.9	25	77.0	6.7	44	111.2
-13.9	7	44.6	-3.3	26	78.8	7.2	45	113.0
-13.3	8	46.4	-2.8	27	80.6	7.8	46	114.8
-12.8	9	48.2	-2.2	28	82.4	8.3	47	116.6
-12.2	10	50.0	-1.7	29	84.2	8.9	48	118.4
-11.7	11	51.8	-1.1	30	86.0	9.4	49	120.2
-11.1	12	53.6	-0.6	31	87.8	10.0	50	122.0
-10.6	13	55.4	0	32	89.6	10.6	51	123.8
-10.0	14	57.2	0.6	33	91.4	11.1	52	125.6
-9.4	15	59.0	1.1	34	93.2	11.7	53	127.4
-8.9	16	60.8	1.7	35	95.0	12.2	54	129.2
-8.3	17	62.6	2.2	36	96.8	12.8	55	131.0
-7.8	18	64.4	2.8	37	98.6	13.3	56	132.8
-7.2	19	66.2	3.3	38	100.4	13.9	57	134.6

(续)

℃	↓	°F	℃	↓	°F	℃	↓	°F
14.4	58	136.4	25.0	77	170.6	35.6	96	204.8
15.0	59	138.2	25.6	78	172.4	36.1	97	206.6
15.6	60	140.0	26.1	79	174.2	36.7	98	208.4
15.1	61	141.8	26.7	80	176.0	37.2	99	210.2
16.7	62	143.6	27.2	81	177.8	37.8	100	212.0
17.2	63	145.4	27.8	82	179.6	38.3	101	213.8
17.8	64	147.2	28.3	83	181.4	38.9	102	215.6
18.3	65	149.0	28.9	84	183.2	39.4	103	217.4
18.9	66	150.8	29.4	85	185.0	40.0	104	219.2
19.4	67	152.6	30.0	86	186.8	40.6	105	221.0
20.0	68	154.4	30.6	87	188.6	41.1	106	222.8
20.6	69	156.2	31.1	88	190.4	41.7	107	224.0
21.1	70	158.0	31.7	89	192.2	42.2	108	226.4
21.7	71	159.8	32.2	90	194.0	42.8	109	228.2
22.2	72	161.6	32.8	91	195.8	43.3	110	230.0
22.8	73	163.4	33.3	92	197.6	43.9	111	231.8
23.3	74	165.2	33.9	93	199.4	44.4	112	233.6
23.9	75	167.0	34.4	94	201.2	45.0	113	235.4
24.4	76	168.8	35.0	95	203.0	45.6	114	237.2

(续)

℃	↓	°F	℃	↓	°F	℃	↓	°F
46.1	115	239.0	56.7	134	273.2	67.2	153	307.4
46.7	116	240.8	57.2	135	275.0	67.8	154	309.2
47.2	117	242.6	57.8	136	276.8	68.3	155	311.0
47.8	118	244.4	58.3	137	278.6	68.9	156	312.8
48.3	119	246.2	58.9	138	280.4	69.4	157	314.6
48.9	120	248.0	59.4	139	282.2	70.0	158	316.4
49.4	121	249.8	60.0	140	284.0	70.6	159	318.2
50.0	122	251.6	60.6	141	285.8	71.1	160	320.0
50.6	123	253.4	61.1	142	287.6	71.7	161	321.8
51.1	124	255.2	61.7	143	289.4	72.2	162	323.6
51.7	125	257.0	62.2	144	291.2	72.8	163	325.4
52.2	126	258.8	62.8	145	293.0	73.3	164	327.2
52.8	127	260.6	63.3	146	294.8	73.9	165	329.0
53.3	128	262.4	63.9	147	296.6	74.4	166	330.8
53.9	129	264.2	64.4	148	298.4	75.0	167	332.6
54.4	130	266.0	65.0	149	300.2	75.6	168	334.4
55.0	131	267.8	65.6	150	302.0	76.1	169	336.2
55.6	132	269.6	66.1	151	303.8	76.7	170	338.0
56.1	133	271.4	66.7	152	305.6	77.2	171	339.8

(续)

℃	↓	°F	℃	↓	°F	℃	↓	°F
77.8	172	341.6	88.3	191	375.8	98.9	210	410.0
78.3	173	343.4	88.9	192	377.6	99.4	211	411.8
78.9	174	345.2	89.4	193	379.4	100.0	212	413.6
79.4	175	347.0	90.0	194	381.2	100.6	213	415.4
80.0	176	348.8	90.6	195	383.0	101.1	214	417.2
80.6	177	350.6	91.1	196	384.8	101.7	215	419.0
81.1	178	352.4	91.7	197	386.6	102.2	216	420.8
81.7	179	354.2	92.2	198	388.4	102.8	217	422.6
82.2	180	356.0	92.8	199	390.2	103.3	218	424.4
82.8	181	357.8	93.3	200	392.0	103.9	219	426.2
83.3	182	359.6	93.9	201	393.8	104.4	220	428.0
83.9	183	361.4	94.4	202	395.6	105.0	221	429.8
84.4	184	363.2	95.0	203	397.4	105.6	222	431.6
85.0	185	365.0	95.6	204	399.2	106.1	223	433.4
85.6	186	366.8	96.1	205	401.0	106.7	224	435.2
86.1	187	368.6	96.7	206	402.8	107.2	225	437.0
86.7	188	370.4	97.2	207	404.6	107.8	226	438.8
87.2	189	372.2	97.8	208	406.4	108.3	227	440.6
87.8	190	374.0	98.3	209	408.2	108.9	228	442.4

(续)

℃	↓	°F	℃	↓	°F	℃	↓	°F
109.4	229	444.2	120.0	248	478.4	216	420	788
110.0	230	446.0	120.6	249	480.2	221	430	806
110.6	231	447.8	121	250	482	227	440	824
111.1	232	449.6	127	260	500	232	450	842
111.7	233	451.4	132	270	518	238	460	860
112.2	234	453.2	138	280	536	243	470	878
112.8	235	455.0	143	290	554	249	480	898
113.3	236	456.8	149	300	572	254	490	914
113.9	237	458.6	154	310	590	260	500	
114.4	238	460.4	160	320	608	266	510	
115.0	239	462.2	166	330	626	271	520	
115.6	240	464.0	171	340	644	277	530	
116.1	241	465.8	177	350	662	282	540	
116.7	242	467.6	182	360	680	288	550	
117.2	243	469.4	188	370	698	293	560	
117.8	244	471.2	193	380	716	299	570	
118.3	245	473.0	199	390	734	304	580	
118.9	246	474.8	204	400	752	310	590	
119.4	247	476.6	210	410	770	316	600	

(续)

℃	↓	°F	℃	↓	°F	℃	↓	°F
321	610		427	800		每 度 差 值		
327	620		432	810		℃	↓	°F
332	630		438	820		0.56	1	1.8
338	640		443	830		1.11	2	3.6
343	650		449	840		1.67	3	5.4
349	660		454	850		2.22	4	7.2
354	670		460	860		2.78	5	9.0
360	680		466	870		3.33	6	10.8
366	690		471	880		3.89	7	12.6
371	700		477	890		4.44	8	14.4
377	710		482	900		5.00	9	16.2
382	720							
388	730							
393	740							
399	750							
404	760							
410	770							
416	780							
421	790							

33. 运动粘度 (厘斯) 与恩氏粘度 (°E) 对照表

表 1—35

运动粘度 (厘斯)	恩氏粘度 (°E)	运动粘度 (厘斯)	恩氏粘度 (°E)	运动粘度 (厘斯)	恩氏粘度 (°E)	运动粘度 (厘斯)	恩氏粘度 (°E)	运动粘度 (厘斯)	恩氏粘度 (°E)
1	1.00	16	2.48	31	4.33	46	6.28	61	8.26
2	1.10	17	2.60	32	4.46	47	6.42	62	8.40
3	1.20	18	2.72	33	4.59	48	6.55	63	8.53
4	1.29	19	2.83	34	4.72	49	6.68	64	8.66
5	1.39	20	2.95	35	4.85	50	6.81	65	8.80
6	1.48	21	3.07	36	4.98	51	6.94	66	8.93
7	1.57	22	3.19	37	5.11	52	7.07	67	9.06
8	1.67	23	3.31	38	5.24	53	7.20	68	9.20
9	1.76	24	3.43	39	5.37	54	7.33	69	9.34
10	1.86	25	3.56	40	5.50	55	7.47	70	9.48
11	1.96	26	3.68	41	5.63	56	7.60	71	9.61
12	2.05	27	3.81	42	5.76	57	7.73	72	9.75
13	2.15	28	3.95	43	5.89	58	7.86	73	9.88
14	2.26	29	4.07	44	6.02	59	8.00	74	10.01
15	2.37	30	4.20	45	6.16	60	8.13	75	10.15

注：更高的运动粘度 v_2 可用下式换算成恩氏粘度 $°E_2$ 。

$$°E_2 = 0.135v_2 \quad v_2 = 7.41°E_2$$

34. 千克力/厘米²与磅力/英寸²对照表

表 1—36

真			空			度		
cmHg	↓	inHg	cmHg	↓	inHg	cmHg	↓	inHg
0	0	0		34	13.39		68	26.77
5.080	2	0.787		36	14.17		70	27.56
10.16	4	1.575		38	14.96		72	28.35
15.24	6	2.362		40	15.75		74	29.13
20.32	8	3.150		42	16.54		76	29.92
25.40	10	3.937		44	17.32			
30.48	12	4.724		46	18.11			
35.56	14	5.512		48	18.90			
40.64	16	6.300		50	19.69			
45.72	18	7.087		52	20.47			
50.80	20	7.874		54	21.26			
55.88	22	8.661		56	22.05			
60.96	24	9.449		58	22.84			
66.04	26	10.24		60	23.62			
71.12	28	11.02		62	24.41			
(76.20)	30	11.81		64	25.20			
	32	12.60		66	25.98			

(续)

压			力			力		
kgf/cm ²	↓	lbf/in ²	kgf/cm ²	↓	lbf/in ²	kgf/cm ²	↓	lbf/in ²
0	0	0	0.6328	9	128.01	1.8983	27	384.03
	0.1	1.422	0.7031	10	142.23	1.9686	28	398.25
	0.2	2.845	0.7734	11	156.46	2.0389	29	412.48
	0.3	4.267	0.8437	12	170.68	2.1092	30	426.70
	0.4	5.689	0.9140	13	184.90	2.1795	31	440.92
	0.5	7.112	0.9843	14	199.13	2.2498	32	455.15
	0.6	8.534	1.0546	15	213.35	2.3201	33	469.37
	0.7	9.956	1.1249	16	227.57	2.3904	34	483.59
	0.8	11.38	1.1952	17	241.80	2.4608	35	497.82
	0.9	12.80	1.2655	18	256.02	2.5311	36	512.04
0.0703	1	14.223	1.3358	19	270.24	2.6014	37	526.26
0.1406	2	28.447	1.4061	20	284.47	2.6717	38	540.49
0.2109	3	42.670	1.4765	21	298.69	2.7420	39	554.71
0.2812	4	56.893	1.5468	22	312.91	2.8123	40	568.93
0.3515	5	71.117	1.6171	23	327.14	2.8826	41	583.16
0.4218	6	85.340	1.6874	24	341.36	2.9529	42	597.38
0.4922	7	99.563	1.7577	25	355.58	3.0232	43	611.60
0.5625	8	113.79	1.8280	26	369.81	3.0935	44	625.83

(续)

压			力			力		
kgf/cm ²	↓	lbf/in ²	kgf/cm ²	↓	lbf/in ²	kgf/cm ²	↓	lbf/in ²
3.1638	45	640.05	4.4294	63	896.07	5.6949	81	1151.1
3.2341	46	654.27	4.4997	64	910.29	5.7652	82	1166.3
3.3044	47	668.50	4.5700	65	924.52	5.8355	83	1180.5
3.3747	48	682.72	4.6402	66	938.74	5.9058	84	1194.8
3.4451	49	696.94	4.7106	67	952.96	5.9761	85	1209.0
3.5154	50	711.17	4.7809	68	967.19	6.0464	86	1223.2
3.5857	51	725.39	4.8512	69	981.41	6.1167	87	1237.4
3.6560	52	739.61	4.9215	70	995.63	6.1870	88	1251.7
3.7263	53	753.84	4.9918	71	1009.9	6.2573	89	1265.9
3.7966	54	768.06	5.0621	72	1024.1	6.3276	90	1280.1
3.8669	55	782.28	5.1324	73	1038.3	6.3980	91	
3.9372	56	796.51	5.2027	74	1052.5	6.4683	92	
4.0075	57	810.73	5.2730	75	1066.8	6.5386	93	
4.0778	58	824.95	5.3433	76	1081.0	6.6089	94	
4.1481	59	839.18	5.4137	77	1095.2	6.6792	95	
4.2184	60	853.40	5.4840	78	1109.4	6.7495	96	
4.2887	61	867.62	5.5543	79	1123.6	6.8198	97	
4.3590	62	881.85	5.6246	80	1137.9	6.8901	98	

(续)

压			力					
kgf/cm ²	↓	lbf/in ²	kgf/cm ²	↓	lbf/in ²	kgf/cm ²	↓	lbf/in ²
6.9604	99		18.983	270		31.638	450	
7.0307	100		19.686	280		32.341	460	
7.7338	110		20.389	290		33.044	470	
8.4369	120		21.092	300		33.747	480	
9.1399	130		21.795	310		34.451	490	
9.8430	140		22.498	320		35.154	500	
10.546	150		23.201	330				
11.249	160		23.904	340				
11.952	170		24.608	350				
12.655	180		25.311	360				
13.358	190		26.014	370				
14.061	200		26.717	380				
14.765	210		27.420	390				
15.468	220		28.123	400				
16.171	230		28.826	410				
16.874	240		29.529	420				
17.577	250		30.232	430				
18.280	260		30.935	440				

35. 常用线规号码与线径 (毫米、英寸) 对照表

表 1—37

线规	中国线规 CWG 线 径		英国线规 SWG 线 径		美国线规 AWG 线 径		线规	中国线规 CWG 线 径		英国线规 SWG 线 径		美国线规 AWG 线 径	
	号 码	毫 米	英 寸	毫 米	英 寸	毫 米		号 码	毫 米	英 寸	毫 米	英 寸	毫 米
0000			0.400	10.160	0.4600	11.684	7	4.50	0.176	4.470	0.1443	3.665	
000			0.372	9.449	0.4096	10.404	8	4.00	0.160	4.064	0.1285	3.264	
00			0.348	8.839	0.3648	9.266	9		0.144	3.658	0.1144	2.906	
0	8.00		0.324	8.230	0.3249	8.252	10	3.55	0.128	3.251	0.1019	2.588	
1			0.300	7.620	0.2893	7.348	11	3.15 2.80	0.110	2.946	0.0907	2.305	
2	7.10		0.276	7.010	0.2576	6.544	12	2.50	0.104	2.612	0.0808	2.053	
3	6.30		0.252	6.401	0.2294	5.827	13	2.24	0.092	2.337	0.0720	1.828	
4			0.232	5.893	0.2043	5.189	14	2.00	0.080	2.032	0.0641	1.628	
5	5.60 5.90		0.212	5.385	0.1819	4.621	15	1.80	0.072	1.829	0.0571	1.450	
6	4.50		0.192	4.877	0.1620	4.115	16	1.60	0.064	1.626	0.0508	1.291	

(续)

线规	中国线规 CWG 线 径		英国线规 SWG 线 径		美国线规 AWG 线 径		线规	中国线规 CWG 线 径		英国线规 SWG 线 径		美国线规 AWG 线 径	
	毫米	英 寸	毫 米	英 寸	毫 米	英 寸		毫米	英 寸	毫 米	英 寸	毫 米	英 寸
17	1.60	0.056	1.422	0.0453	1.150		23	0.71 0.63	0.0240	0.619	0.0236	0.573	
—	1.40	—	—	—	—		24	0.56	0.0220	0.559	0.0201	0.511	
—	1.25	—	—	—	—		25	0.50	0.0200	0.508	0.0179	0.455	
18	1.12	0.048	1.219	0.0403	1.024	26	0.0180		0.457	0.0159	0.405		
19	1.00	0.040	1.016	0.0359	0.912	27	0.450 0.400	0.0164	0.417	0.0142	0.361		
20		0.036	0.914	0.0320	0.812	28	0.335	0.0148	0.376	0.0126	0.321		
21	0.90	0.032	0.813	0.0285	0.723	29		0.0136	0.345	0.0113	0.286		
22	0.80	0.0280	0.711	0.0253	0.644	30	0.315	0.0124	0.315	0.0100	0.255		

(续)

线规	中国线规 CWG		英国线规 SWG		美国线规 AWG		线规	中国线规 CWG		英国线规 SWG		美国线规 AWG	
	线 径	毫米	英 寸	毫米	英 寸	毫米		线 径	毫米	英 寸	毫米	英 寸	毫米
31	0.315		0.0116	0.295	0.0089	0.227	39	0.140 0.125		0.0052	0.132	0.0035	0.089
32	0.280		0.0108	0.274	0.0080	0.202	40			0.0048	0.122	0.0031	0.079
33	0.250		0.0100	0.254	0.0071	0.180	41	—		0.0044	0.112	0.0028	0.071
34			0.0092	0.234	0.0063	0.160	42	—		0.0040	0.102	0.0025	0.064
35	0.224 0.200		0.0084	0.213	0.0056	0.143	43	—		0.0036	0.091	0.0022	0.056
36	0.180		0.0076	0.193	0.0050	0.127	44	—		0.0032	0.081	0.00193	0.050
37			0.0068	0.173	0.0045	0.114	45	—		0.0028	0.071	0.00176	0.045
38	0.160		0.0060	0.152	0.0040	0.102	46	—		0.0024	0.061	0.00157	0.040

36. 千克力数化为牛顿数的换算表

表 1—38

千克力(kgf) 千克力·米(kgf·m) 千克力/米 ² ($\frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$) 千克力/米 ³ ($\frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$)	千克力(kgf), 千克力·米(kgf·m), 千克力/米 ² (kgf/m ²), 千克力/米 ³ (kgf/m ³)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	牛顿(N) 牛顿·米(N·m) 牛顿/米 ² (N/m ²) 牛顿/米 ³ (N/m ³)									
0		9.80665	19.6133	29.4200	39.2265	49.0332	58.8399	68.6466	78.4532	88.2598
10	98.0665	107.873	117.680	127.485	137.293	147.100	156.906	166.713	176.520	186.326
20	196.133	205.940	215.746	225.553	235.360	245.166	254.973	264.780	274.586	284.393
30	294.200	304.006	313.813	323.619	333.426	343.233	353.039	362.846	372.653	382.459
40	392.266	402.073	411.879	421.686	431.493	441.299	451.106	460.913	470.719	480.526
50	490.332	500.139	509.946	519.752	529.559	539.366	549.172	558.979	568.786	578.592
60	588.399	598.206	608.012	617.819	627.626	637.432	647.239	657.046	666.852	676.659
70	686.466	696.272	706.079	715.885	725.692	735.499	745.305	755.112	764.919	774.725
80	784.532	794.339	804.145	813.952	823.759	833.565	843.372	853.179	862.985	872.792
90	882.598	892.405	902.212	912.018	921.825	931.632	941.438	951.245	961.052	970.858

注：1 千克力 ≈ 9.80665 牛顿，1 千克力·米 = 9.80665 牛顿·米，1 千克力/米² = 9.80665 牛顿/米²，1 千克力/米³ = 9.80665 牛顿/米³。

37. 千米/时数化为米/秒数的换算表

表 1—39

千米/时 (km/h)	千米/时(km/h) 吨/时(t/h)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
吨/时 (t/h)	米/秒(m/s) 千克/秒(kg/s)									
0	0	0.277778	0.555556	0.833333	1.111111	1.388889	1.666667	1.944444	2.222222	2.500000
10	2.77778	3.05556	3.33333	3.61111	3.88889	4.16667	4.44444	4.72222	5.00000	5.27778
20	5.55556	5.83333	6.11111	6.38889	6.66667	6.94444	7.22222	7.50000	7.77778	8.05556
30	8.33333	8.61111	8.88889	9.16667	9.44444	9.72222	10.0000	10.2778	10.5556	10.8333
40	11.1111	11.3889	11.6667	11.9444	12.2222	12.5000	12.7778	13.0556	13.3333	13.6111
50	13.8889	14.1667	14.4444	14.7222	15.0000	15.2778	15.5556	15.8333	16.1111	16.3889
60	16.6667	16.9444	17.2222	17.5000	17.7778	18.0556	18.3333	18.6111	18.8889	19.1667
70	19.4444	19.7222	20.0000	20.2778	20.5556	20.8333	21.1111	21.3889	21.6667	21.9444
80	22.2222	22.5000	22.7778	23.0556	23.3333	23.6111	23.8889	24.1667	24.4444	24.7222
90	25.0000	25.2778	25.5556	25.8333	26.1111	26.3889	26.6667	26.9444	27.2222	27.5000

注: 1 千米/小时 = $1/3.6 = 0.2777\dots$ 米/秒, 1 吨/小时 = $1/3.6 = 0.2777\dots$ 千克/秒。

38. 千克力/厘米²数化为帕斯卡数的换算表

表 1—40

千克力 厘米 ²	千克力/厘米 ² (kgf/cm ²)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
($\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$)	帕斯卡(Pa) × 10 ⁻⁶ 牛顿/米 ² (N/m ²) × 10 ⁻⁶									
0	0	0.0980665	0.196133	0.294200	0.392266	0.490332	0.588399	0.686466	0.784532	0.882598
10	0.980665	1.07873	1.17680	1.27486	1.37293	1.47100	1.56906	1.66713	1.76520	1.86326
20	1.96133	2.05940	2.15746	2.25553	2.35360	2.45166	2.54973	2.64780	2.74586	2.84393
30	2.94200	3.04006	3.13813	3.23619	3.33426	3.43233	3.53039	3.62846	3.72653	3.82459
40	3.92260	4.02073	4.11879	4.21686	4.31493	4.41299	4.51106	4.60913	4.70719	4.80526
50	4.90332	5.00139	5.09946	5.19752	5.29559	5.39366	5.49172	5.58979	5.68786	5.78592
60	5.88399	5.98206	6.08012	6.17819	6.27626	6.37432	6.47239	6.57046	6.66852	6.76659
70	6.86466	6.96272	7.06079	7.15885	7.25692	7.35499	7.45305	7.55112	7.64919	7.74725
80	7.84532	7.94339	8.04145	8.13952	8.23759	8.33565	8.43372	8.53179	8.62985	8.72792
90	8.82598	8.92405	9.02212	9.12018	9.21825	9.31632	9.41438	9.51245	9.61052	9.70858

注：1 工程气压 $(\frac{\text{千克力}}{\text{厘米}^2}) = 98066.5 \text{ 帕斯卡 } (\frac{\text{牛顿}}{\text{米}^2})$ ，表中数据乘 10^{-6} 得到以牛顿/米²表示的压力。

39. 毫米汞柱数或托数化为牛顿/米²数的换算表

表 1—41

毫米汞柱 (mmHg) 或 托	毫米汞柱(mmHg)或托									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	牛顿/米 ² (N/m ²)									
0	0	133.322	266.644	399.966	533.288	666.610	799.932	933.254	1066.58	1199.90
10	1333.22	1466.54	1599.86	1733.19	1866.51	1999.83	2133.15	2266.47	2399.80	2533.12
20	2666.44	2799.76	2933.08	3066.41	3199.73	3333.05	3466.37	3599.69	3733.02	3866.34
30	3999.66	4132.98	4266.30	4399.63	4532.95	4666.27	4799.59	4932.91	5066.24	5199.56
40	5332.88	5466.20	5599.52	5732.85	5866.17	5999.49	6132.81	6266.13	6399.46	6532.78
50	6666.10	6799.42	6932.74	7066.07	7199.39	7332.71	7466.03	7599.35	7732.68	7866.00
60	7999.32	8132.64	8265.96	8399.29	8532.61	8665.93	8799.25	8932.57	9065.90	9199.22
70	9332.54	9465.86	9599.18	9732.51	9865.83	9999.15	10132.5	10265.8	10399.1	10532.4
80	10665.8	10799.1	10932.4	11065.7	11199.0	11332.4	11465.7	11599.0	11732.3	11865.7
90	11999.0	12132.3	12265.6	12398.9	12532.3	12665.6	12798.6	12932.2	13065.6	13198.9

注: 1 毫米汞柱 = 133.322 牛顿/米²。

40. 瓦特·小时数化为焦耳数的换算表

表 1—42

千瓦·小时 (kW·h)	千瓦·小时(kW·h)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	焦耳(J) × 10 ⁻⁶									
0	0	3.6	7.2	10.8	14.4	18.0	21.6	25.2	28.8	32.4
10	36.0	39.6	43.2	46.8	50.4	54.0	57.6	61.2	64.8	68.4
20	72.0	75.6	79.2	82.8	86.4	90.0	93.6	97.2	100.8	104.4
30	108.0	111.6	115.2	118.8	122.4	126.0	129.6	133.2	136.8	140.4
40	144.0	147.6	151.2	154.8	158.4	162.0	165.6	169.2	172.8	176.4
50	180.0	183.6	187.2	190.8	194.4	198.0	201.6	205.2	208.8	212.4
60	216.0	219.6	223.2	226.8	230.4	234.0	237.6	241.2	244.8	248.4
70	252.0	255.6	259.2	262.8	266.4	270.0	273.6	277.2	280.8	284.4
80	288.0	291.6	295.2	298.8	302.4	306.0	309.6	313.2	316.8	320.4
90	324.0	327.6	331.2	334.8	338.4	342.0	345.6	349.2	352.8	356.4

注: 1 千瓦·小时 = 3.6×10^6 焦耳, 表中数据乘 10^6 得到功、能的焦耳数。

41. 卡(千卡)数化为焦耳(千焦)数的换算表

表 1—43

卡 (cal)	卡(cal)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	焦耳(J)									
0	0	4.1868	8.3736	12.5604	16.7472	20.9340	25.1208	29.3076	33.4944	37.6812
10	41.8680	46.0548	50.2416	54.4284	58.6152	62.8020	66.9888	71.1756	75.3624	79.5492
20	83.7360	87.9228	92.1096	96.2964	100.483	104.670	108.857	113.044	117.230	121.417
30	125.604	129.791	133.978	138.164	142.351	146.538	150.725	154.912	159.098	163.285
40	167.472	171.659	175.846	180.032	184.219	188.406	192.593	196.780	200.966	205.153
50	209.340	213.527	217.714	221.900	226.087	230.274	234.461	238.648	242.834	247.021
60	251.208	255.395	259.582	263.768	267.955	272.142	276.329	280.516	284.702	288.889
70	293.076	297.263	301.450	305.636	309.823	314.010	318.197	322.384	326.570	330.757
80	334.944	339.131	343.318	347.504	351.691	355.878	360.065	364.252	368.438	372.625
90	376.812	380.999	385.186	389.372	393.559	397.746	401.933	406.120	410.306	414.493

注: 1卡 = 4.1868焦耳, 1千卡/千克 = 4.1868千焦/千克, 1千卡/千克·度 = 4.1868千焦/千克·开, 1千卡/度 = 4.1868千焦/开。

42. 千卡/时化为瓦数的换算表

表 1-44

千卡 小时 ($\frac{\text{kcal}}{\text{h}}$)	千卡/小时(kcal/h)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	瓦(W)									
0	0	1.163	2.326	3.489	4.652	5.815	6.978	8.141	9.304	10.467
10	11.630	12.793	13.956	15.119	16.282	17.445	18.608	19.771	20.934	22.097
20	23.260	24.423	25.586	26.749	27.912	29.075	30.238	31.401	32.564	33.727
30	34.890	36.053	37.216	38.379	39.542	40.705	41.868	43.031	44.194	45.357
40	46.520	47.683	48.846	50.009	51.172	52.335	53.498	54.661	55.824	56.987
50	58.150	59.313	60.476	61.639	62.802	63.965	65.128	66.291	67.454	68.617
60	69.780	70.943	72.106	73.269	74.432	75.595	76.758	77.921	79.084	80.247
70	81.410	82.573	83.736	84.899	86.062	87.225	88.388	89.551	90.714	91.877
80	93.040	94.203	95.366	96.529	97.692	98.855	100.018	101.181	102.344	103.507
90	104.670	105.833	106.996	108.159	109.322	110.485	111.648	112.811	113.974	115.137

注: 1 千卡/小时 = 1.163 瓦, 1 千卡/(米²·时) = 1.163 瓦/米², 1 千卡/(米·时·度) = 1.163 瓦/(米·开), 1 千卡/(米²·时·度) = 1.163 瓦/(米²·开)。

43. 磅力/英寸²数化为帕斯卡数的换算表

表 1—45

磅力 英寸 ² ($\frac{\text{lb}_f}{\text{in}^2}$)	磅力/英寸 ² (lb_f/in^2)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	帕斯卡(Pa) $\times 10^{-5}$ 牛顿/米 ² (N/m^2) $\times 10^{-5}$									
0	0	0.06895	0.13790	0.20684	0.27579	0.34474	0.41369	0.48263	0.55158	0.62053
10	0.68948	0.75842	0.82737	0.89632	0.96527	1.03421	1.10316	1.17211	1.24106	1.31000
20	1.37895	1.44790	1.51685	1.58579	1.65474	1.72369	1.79264	1.86159	1.93053	1.99948
30	2.06843	2.13738	2.20632	2.27527	2.34422	2.41317	2.48211	2.55106	2.62001	2.68896
40	2.75790	2.82685	2.89580	2.96475	3.03369	3.10264	3.17159	3.24054	3.30948	3.37843
50	3.44738	3.51633	3.58528	3.65422	3.72317	3.79212	3.86107	3.93001	3.99896	4.06791
60	4.13686	4.20580	4.27475	4.34370	4.41265	4.48159	4.55054	4.61949	4.68844	4.75738
70	4.82633	4.89528	4.96423	5.03317	5.10212	5.17107	5.24002	5.30897	5.37791	5.44686
80	5.51581	5.58476	5.65370	5.72265	5.79160	5.86055	5.92949	5.99844	6.06739	6.13634
90	6.20528	6.27423	6.34318	6.41213	6.48107	6.55002	6.61897	6.68792	6.75686	6.82581

注：表中数据乘 10^{-5} 得到压力的帕斯卡（牛顿/米²）数。

44. 英热单位数化为焦耳数的换算表

表 1—48

英热单位 (Btu)	英热单位(Btu)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	焦耳(J)									
0	0	1055.06	2110.12	3165.18	4220.24	5275.30	6330.36	7385.42	8440.48	9495.54
10	10550.60	11605.66	12660.72	13715.78	14770.84	15825.90	16880.96	17936.02	18991.08	20046.14
20	21101.20	22156.26	23211.32	24266.38	25321.44	26376.50	27431.56	28486.62	29541.68	30596.74
30	31651.80	32706.86	33761.92	34816.98	35872.04	36927.10	37982.16	39037.22	40092.28	41147.34
40	42202.40	43257.46	44312.52	45367.58	46422.64	47477.70	48532.76	49587.82	50642.88	51697.94
50	52753.00	53808.06	54863.12	55918.18	56973.24	58028.30	59083.36	60138.42	61193.48	62248.54
60	63303.60	64358.66	65413.72	66468.78	67523.84	68578.90	69633.96	70689.02	71744.08	72799.14
70	73854.20	74909.26	75964.32	77019.38	78074.44	79129.50	80184.56	81239.62	82294.68	83349.74
80	84404.80	85459.86	86514.92	87569.98	88625.04	89680.10	90735.16	91790.22	92845.28	93900.34
90	94955.40	96010.46	97065.52	98120.58	99175.64	100230.70	101285.76	102340.82	103395.88	104450.94

注：1 英热单位 = 1055.06 焦耳（准确值）。

45. 英热单位/磅数化为焦耳/千克数的换算表

表 1—47

英热单位 磅 ($\frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$)	英热单位/磅(Btu/lb)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	焦耳/千克(J/kg)									
0	0	2326	4652	6978	9304	11630	13956	16282	18608	20934
10	23260	25586	27912	30238	32564	34890	37216	39542	41868	44194
20	46520	48846	51172	53498	55824	58150	60476	62802	65128	67454
30	69780	72106	74432	76758	79084	81410	83736	86062	88388	90714
40	93040	95366	97692	100018	102344	104670	106996	109322	111648	113974
50	116300	118626	120952	123278	125604	127930	130256	132582	134908	137234
60	139560	141886	144212	146538	148864	151190	153516	155842	158168	160494
70	162820	165146	167472	169798	172124	174450	176776	179102	181428	183754
80	186080	188406	190732	193058	195384	197710	200036	202362	204688	207014
90	209340	211666	213992	216318	218644	220970	223296	225622	227948	230274

注: 1 Btu/lb = 2326J/kg (准确值)。

46. 英热单位/(英尺³·时) 数化为瓦/米³ 数的换算表

表1—48

英热单位 英尺 ³ ·时 ($\frac{\text{Btu}}{\text{ft}^3 \cdot \text{h}}$)	英热单位/(英尺 ³ ·时) Btu/(ft ³ ·h)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	瓦/米 ³ (W/m ³)									
0	0	10.3497	20.6994	31.0491	41.3988	51.7485	62.0982	72.4479	82.7976	93.1473
10	103.497	113.847	124.196	134.546	144.896	155.246	165.595	175.945	186.295	196.644
20	206.994	217.344	227.693	238.043	248.393	258.743	269.092	279.442	289.792	300.141
30	310.491	320.841	331.190	341.540	351.890	362.240	372.589	382.939	393.289	403.638
40	413.988	424.338	434.687	445.037	455.387	465.737	476.086	486.436	496.786	507.135
50	517.485	527.835	538.184	548.534	558.884	569.234	579.583	589.933	600.283	610.632
60	620.982	631.332	641.681	652.031	662.381	672.731	683.080	693.430	703.780	714.129
70	724.479	734.829	745.178	755.528	765.878	776.228	786.577	796.927	807.277	817.626
80	827.976	838.326	848.675	859.025	869.375	879.725	890.074	900.424	910.774	921.123
90	931.473	941.823	952.172	962.522	972.872	983.222	993.571	1003.921	1014.27	1024.62

47. 英热单位/(英尺·时·°F) 数化为瓦/(米·开) 数的换算表

表 1—49

英热单位 英尺·时·°F	英热单位/(英尺·时·°F) Btu/(ft·h·°F)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
($\frac{\text{Btu}}{\text{ft}\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{F}}$)	瓦/(米·开) W/(m·K)									
0	0	1.73074	3.46148	5.19222	6.92296	8.65370	10.3844	12.1152	13.8459	15.5767
10	17.3074	19.0381	20.7689	22.4996	24.2304	25.9611	27.6918	29.4226	31.1533	32.8841
20	34.6148	36.3455	38.0763	39.8070	41.5378	43.2685	44.9992	46.7300	48.4607	50.1915
30	51.9222	53.6529	55.3837	57.1144	58.8452	60.5759	62.3066	64.0374	65.7681	67.4989
40	69.2296	70.9603	72.6911	74.4218	76.1526	77.8833	79.6140	81.3448	83.0755	84.8063
50	86.5370	88.2677	89.9985	91.7292	93.4600	95.1907	96.9214	98.6522	100.383	102.114
60	103.844	105.575	107.306	109.037	110.767	112.498	114.229	115.960	117.690	119.421
70	121.152	122.883	124.613	126.344	128.075	129.806	131.536	133.267	134.998	136.728
80	138.459	140.190	141.921	143.651	145.382	147.113	148.844	150.574	152.305	154.036
90	155.767	157.497	159.228	160.959	162.690	164.420	166.151	167.882	169.613	171.343

获取更多资料 访问 蓝领星球

48. 英热单位/(英尺²·时·°F)数化为瓦/(米²·开)数的换算表

表1-50

英热单位 英尺 ² ·时·°F ($\frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{F}}$)	英热单位/(英尺 ² ·时·°F) Btu/(ft ² ·h·°F)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	瓦/(米 ² ·开) W/(m ² ·K)									
0	0	5.67827	11.3565	17.0348	22.7131	28.3914	34.0696	39.7479	45.4262	51.1044
10	56.7827	62.4610	68.1392	73.8175	79.4958	85.1741	90.8523	96.5306	102.209	107.887
20	113.565	119.244	124.922	130.600	136.278	141.957	147.635	153.313	158.992	164.670
30	170.348	176.026	181.705	187.383	193.061	198.739	204.418	210.096	215.774	221.453
40	227.131	232.809	238.487	244.166	249.844	255.522	261.200	266.879	272.557	278.235
50	283.914	289.592	295.270	300.948	306.627	312.305	317.983	323.661	329.340	335.018
60	340.696	346.374	352.053	357.731	363.409	369.088	374.766	380.444	386.122	391.801
70	397.479	403.157	408.835	414.514	420.192	425.870	431.549	437.227	442.905	448.583
80	454.262	459.940	465.618	471.296	476.975	482.653	488.331	494.009	499.688	505.366
90	511.044	516.723	522.401	528.079	533.757	539.436	545.114	550.792	556.470	562.149

49. 英热单位数化为千卡数的换算表

表 1—51

英热单位 (Btu)	英热单位(Btu)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	千卡(kcal)									
0	0	0.252	0.504	0.756	1.008	1.260	1.512	1.764	2.016	2.268
10	2.520	2.772	3.024	3.276	3.528	3.780	4.032	4.284	4.536	4.788
20	5.040	5.292	5.544	5.796	6.048	6.300	6.552	6.804	7.056	7.308
30	7.560	7.812	8.064	8.316	8.568	8.820	9.072	9.324	9.576	9.828
40	10.080	10.332	10.584	10.836	11.088	11.340	11.592	11.844	12.096	12.348
50	12.600	12.852	13.104	13.356	13.608	13.860	14.112	14.364	14.616	14.868
60	15.120	15.372	15.624	15.876	16.128	16.380	16.632	16.884	17.136	17.388
70	17.640	17.892	18.144	18.396	18.648	18.900	19.152	19.404	19.656	19.908
80	20.160	20.412	20.664	20.916	21.168	21.420	21.672	21.924	22.176	22.428
90	22.680	22.932	23.184	23.436	23.688	23.940	24.192	24.444	24.696	24.948

50. 英热单位/磅数化为千卡/千克数的换算表

表 1—52

英热单位 磅 ($\frac{\text{Btu}}{\text{lb}}$)	英热单位/磅(Btu/lb)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	千卡/千克(kcal/kg)									
0	0	0.55556	1.11111	1.66667	2.22222	2.77778	3.33333	3.88889	4.44444	5.00000
10	5.55556	6.11111	6.66667	7.22222	7.77778	8.33333	8.88889	9.44445	10.0000	10.5556
20	11.1111	11.6667	12.2222	12.7778	13.3333	13.8889	14.4444	15.0000	15.5556	16.1111
30	16.6667	17.2222	17.7778	18.3333	18.8889	19.4444	20.0000	20.5556	21.1111	21.6667
40	22.2222	22.7778	23.3333	23.8889	24.4444	25.0000	25.5556	26.1111	26.6667	27.2222
50	27.7778	28.3333	28.8889	29.4444	30.0000	30.5556	31.1111	31.6667	32.2222	32.7778
60	33.3333	33.8889	34.4444	35.0000	35.5556	36.1111	36.6667	37.2222	37.7778	38.3333
70	38.8889	39.4444	40.0000	40.5556	41.1111	41.6667	42.2222	42.7778	43.3333	43.8889
80	44.4444	45.0000	45.5556	46.1111	46.6667	47.2222	47.7773	48.3333	48.8889	49.4444
90	50.0000	50.5556	51.1111	51.6667	52.2222	52.7778	53.3333	53.8889	54.4444	55.0000

51. 英热单位/(英尺³·时)数化为千卡/(米³·时)数的换算表

表 1—53

英热单位 英尺 ³ ·时 ($\frac{\text{Btu}}{\text{ft}^3 \cdot \text{h}}$)	英热单位/(英尺 ³ ·时)Btu/(ft ³ ·h)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	千卡/(米 ³ ·时)kcal/(m ³ ·h)									
0	0	8.89915	17.7983	26.6974	35.5965	44.4957	53.3948	62.2939	71.1930	80.0922
10	88.9915	97.8904	106.790	115.689	124.588	133.487	142.386	151.285	160.184	169.083
20	177.983	186.882	195.781	204.680	213.579	222.478	231.377	240.277	249.176	258.075
30	266.974	275.873	284.772	293.671	302.570	311.470	320.369	329.268	338.167	347.066
40	355.965	364.864	373.763	382.663	391.562	400.461	409.360	418.259	427.158	436.057
50	444.957	453.856	462.755	471.654	480.553	489.452	498.351	507.250	516.150	525.049
60	533.948	542.847	551.746	560.645	569.544	578.443	587.343	596.242	605.141	614.040
70	622.939	631.838	640.737	649.636	658.536	667.435	676.334	685.233	694.132	703.031
80	711.930	720.830	729.729	738.628	747.527	756.426	765.325	774.224	783.123	792.023
90	800.922	809.821	818.720	827.619	836.518	845.417	854.316	863.216	872.115	881.014

52. 英热单位/(英尺·时·°F) 数化为千卡/(米·时·°C) 数的换算表

表 1-54

英热单位 英尺·时·°F ($\frac{\text{Btu}}{\text{ft}\cdot\text{h}\cdot\text{°F}}$)	英热单位/(英尺·时·°F) Btu/(ft·h·°F)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	千卡/(米·时·°C) kcal/(m·h·°C)									
0	0	1.488	2.976	4.465	5.953	7.441	8.929	10.417	11.905	13.394
10	14.882	16.370	17.858	19.346	20.834	22.323	23.811	25.299	26.787	28.275
20	29.763	31.252	32.740	34.228	35.716	37.204	38.692	40.181	41.669	43.157
30	44.645	46.133	47.621	49.110	50.598	52.086	53.574	55.062	56.550	58.039
40	59.527	61.015	62.503	63.991	65.479	66.968	68.456	69.944	71.432	72.920
50	74.409	75.897	77.385	78.873	80.361	81.849	83.338	84.826	86.314	87.802
60	89.290	90.778	92.267	93.755	95.243	96.731	98.219	99.707	101.196	102.684
70	104.172	105.660	107.148	108.636	110.125	111.613	113.101	114.589	116.077	117.565
80	119.054	120.542	122.030	123.518	125.006	126.494	127.983	129.471	130.959	132.447
90	133.935	135.423	136.912	138.400	139.888	141.376	142.864	144.352	145.841	147.329

53. 英热单位/(英尺²·时·°F)数化为千卡/(米²·时·°C)数的换算表


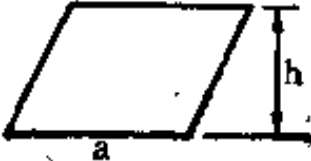
表 1-55

英热单位 英尺 ² ·时·°F ($\frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{F}}$)	英热单位/(英尺 ² ·时·°F) Btu/(ft ² ·h·°F)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	千卡/(米 ² ·时·°C) kcal/(m ² ·h·°C)									
0	0	4.88243	9.76486	14.6473	19.5297	24.4122	29.2946	34.1770	39.0594	43.9419
10	48.8243	53.7067	58.5892	63.4716	68.3540	73.2365	78.1189	83.0013	87.8837	92.7662
20	97.6486	102.531	107.413	112.296	117.178	122.061	126.943	131.826	136.708	141.590
30	146.473	151.355	156.238	161.120	166.003	170.885	175.767	180.650	185.532	190.413
40	195.297	200.180	205.062	209.944	214.827	219.709	224.592	229.474	234.357	239.239
50	244.122	249.004	253.886	258.769	263.651	268.534	273.416	278.299	283.181	288.063
60	292.946	297.828	302.711	307.593	312.476	317.358	322.240	327.123	332.005	336.888
70	341.770	346.653	351.535	356.417	361.300	366.182	371.065	375.947	380.830	385.712
80	390.594	395.477	400.359	405.242	410.124	415.007	419.889	424.771	429.654	434.536
90	439.419	444.301	449.184	454.066	458.948	463.831	468.713	473.596	478.478	483.361

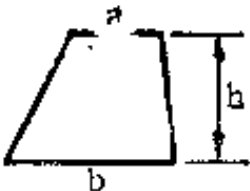
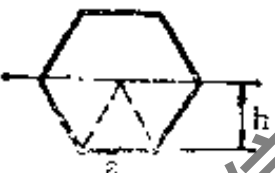

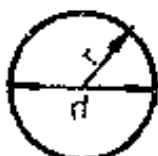
二、数学数值

1. 平面图形的面积

表 1—56

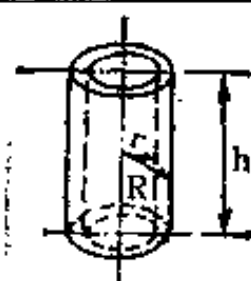


名 称	简 图	计 算 公 式
三 角 形		$A = \frac{1}{2} ch$
平 行 四 边 形		$A = a \times h$

(续)

名称	简图	计算公式
梯形		$A = \frac{a+b}{2} \times h$
正多(n)边形		$A = n \times \frac{a \times h}{2}$
扇形		$A = \frac{1}{2} r l = 0.008727 \alpha r^2$
圆		$A = \pi r^2 = 0.785 d^2$

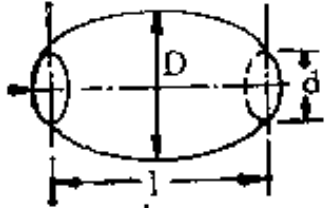
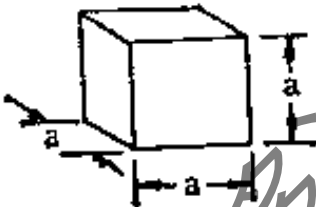
2. 多面体的体积和表面积

表 1—57

名 称	简 图	表 面 积 S 侧 面 积	体 积 V
空心圆柱(管)		$S = \text{内侧面面积} + \text{外侧面面积}$ $= 2\pi h(R + r)$	$V = \pi h(R^2 - r^2)$
球		$S = 4\pi r^2 = \pi d^2$	$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{\pi d^3}{6}$
截头圆锥		$S = \pi l(r + r_1)$	$V = (r^2 + r_1^2 + rr_1) \frac{\pi h}{3}$

获取资料 微信搜索 蓝领星球

(续)

名称	简图	表面积 侧面积 积 S	体 积 V
桶形			对于抛物线形桶板： $V = \frac{\pi l}{15} (2D^2 + Dd + \frac{3}{4}d^2)$ 对于圆形桶板： $V = \frac{1}{12} \pi l (2D^2 + d^2)$
立方体		$S = 6a^2$	$V = a^3$

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

3. 貯罐内液体的体积计算



貯罐内液体在圆柱部分的体积:

$$V_1 = \frac{\pi d^2}{4} L k$$

貯罐内液体在二端碟形部分的体积:

$$V_2 = 0.2155 h^2 (1.5d - h)$$

貯罐内液体总体积:

$$V = V_1 + V_2$$

式中: L ——圆柱体长度。

d ——圆柱体内径。

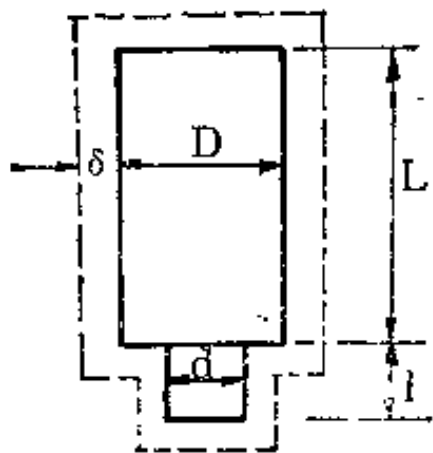
k ——系数, 决定于 h 和 d 的比例, 见表 (1—58)。

h ——貯罐内液体高度。

表 1—58

h/d	k	h/d	k	h/d	k	h/d	k
0.02	0.005	0.28	0.229	0.54	0.531	0.80	0.838
0.04	0.013	0.30	0.252	0.56	0.576	0.82	0.878
0.06	0.025	0.32	0.276	0.58	0.601	0.84	0.907
0.08	0.038	0.34	0.300	0.60	0.627	0.86	0.914
0.10	0.052	0.36	0.321	0.62	0.651	0.88	0.932
0.12	0.069	0.38	0.349	0.64	0.676	0.90	0.948
0.14	0.085	0.40	0.374	0.66	0.700	0.92	0.963
0.16	0.103	0.42	0.399	0.68	0.724	0.94	0.976
0.18	0.122	0.44	0.424	0.70	0.748	0.96	0.987
0.20	0.142	0.46	0.449	0.72	0.771	0.98	0.995
0.22	0.163	0.48	0.475	0.74	0.793	1.00	1.000
0.24	0.185	0.50	0.500	0.76	0.816		
0.26	0.207	0.52	0.526	0.78	0.837		

4. 贮罐外保温层材料的体积计算



$$V = \pi \delta \left[\frac{1}{2}(D + 2\delta)^2 + LD + \delta(L + l) + ld \right] \quad (1-1)$$

无油包时可化简为如下

$$V_i = \pi \delta \left[\frac{1}{2}(D + 2\delta)^2 + L(D + \delta) \right] \quad (1-2)$$

式中：V——保温层的体积（m³）。

L——贮罐的长度（m）。

D——贮罐的外径（m）。

l——油包的长度（m）。

d——油包的外径（m）。

delta——保温层的厚度（m）。

5. 对数平均温差计算图 (顺流或逆流时)

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{1.4 - \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}}$$

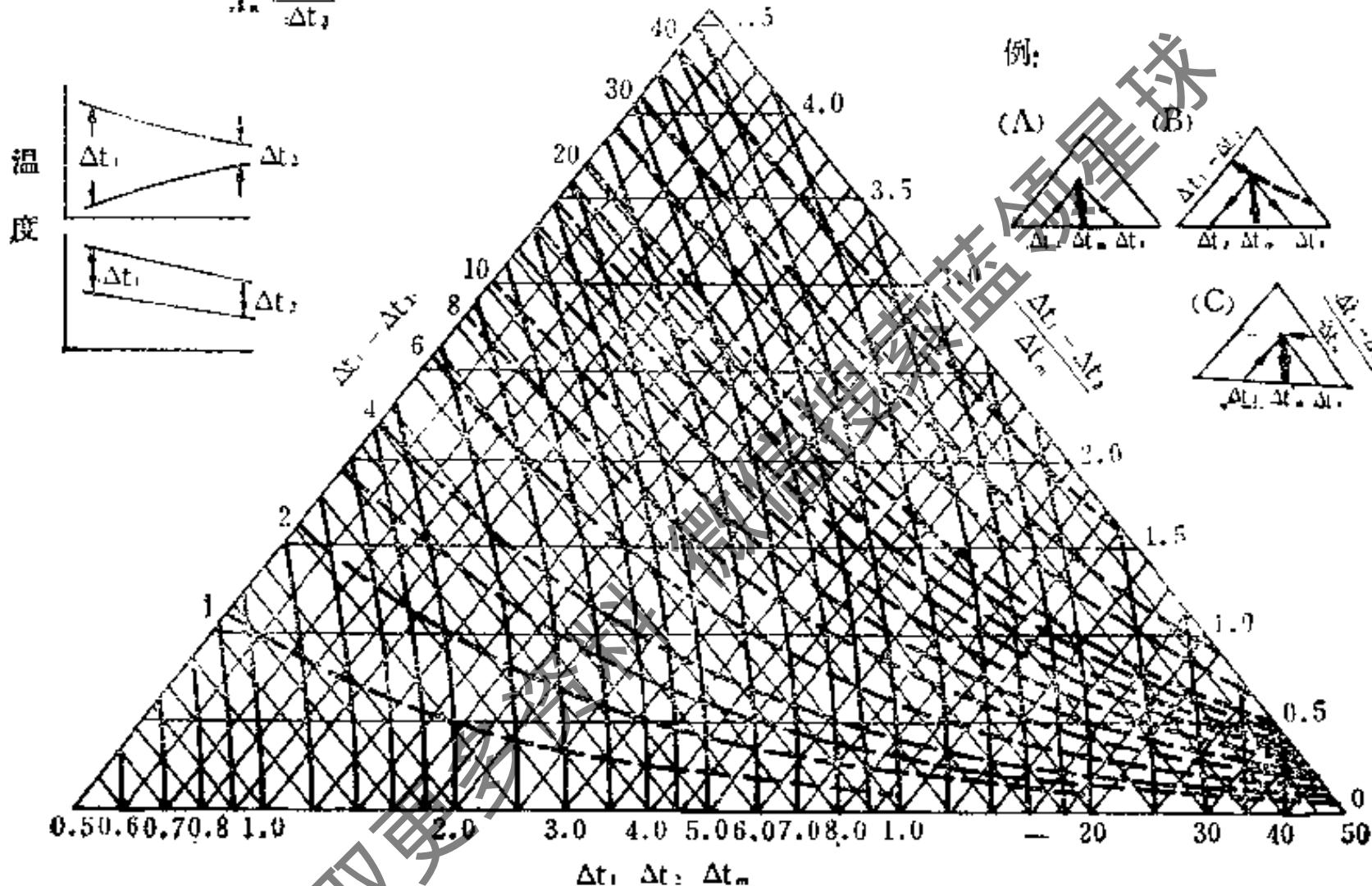


图 1—1 对数平均温差计算图

三、物理数值

1. 干空气在压力为101.325千帕时对传热有影响的物理参数

干空气在压力为101.325千帕时对传热有影响的物理参数

表1—59

温 度 t 度 ($^{\circ}\text{C}$)	密 度 ρ 千克/米 ³ (kg/m^3)	比 热 容 C_p 千焦/(千克·度) $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$	热 导 率 $\lambda\cdot 10^2$ 瓦/(米·度) $\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$	热 扩 散 率 $a\cdot 10^6$ 米 ² /时 (m^2/h)	动力粘度 $\eta\cdot 10^5$ 帕·秒 ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu\cdot 10^5$ 米 ² /秒 (m^2/s)	普朗特数 Pr
-50	1.584	1.0132	2.035	4.57	1.4612	0.923	0.728
-40	1.515	1.0132	2.117	4.96	1.5200	1.004	0.728
-30	1.453	1.0132	2.198	5.37	1.5691	1.080	0.723
-20	1.395	1.0090	2.280	5.83	1.6181	1.279	0.716
-10	1.342	1.0090	2.361	6.28	1.6671	1.243	0.712
0	1.293	1.0048	2.442	6.77	1.7162	1.328	0.707
10	1.247	1.0048	2.512	7.22	1.7652	1.416	0.705
20	1.205	1.0048	2.594	7.71	1.8142	1.506	0.703
30	1.165	1.0048	2.675	8.23	1.8633	1.600	0.700
40	1.128	1.0048	2.756	8.75	1.9123	1.696	0.699
50	1.093	1.0048	2.837	9.26	1.9613	1.795	0.698

2. 空气的含热量值 h (-20—40℃)

空气的含热量值 h (压力为 101.325kPa)

表 1—60

t ℃	含 热 量 h 千焦/千克(kJ/kg)										
	相 对 湿 度 φ (%)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
-20	-20.047	-19.929	-19.720	-19.511	-19.313	-19.176	-18.966	-18.757	-18.529	-18.380	-18.213
-19	-18.841	-18.883	-18.673	-18.464	-18.255	-18.015	-17.878	-17.668	-17.479	-17.203	-17.010
-18	-17.987	-17.878	-17.626	-17.417	-17.208	-16.928	-16.747	-16.538	-16.297	-16.077	-15.868
-17	-17.082	-16.831	-16.580	-16.370	-16.161	-15.880	-15.617	-15.389	-15.144	-14.905	-14.654
-16	-16.077	-15.826	-15.533	-15.282	-15.031	-14.738	-14.486	-14.235	-13.942	-13.691	-13.449
-15	-15.073	-14.779	-14.486	-14.193	-13.816	-13.610	-13.356	-13.163	-12.770	-12.477	-12.184
-14	-14.068	-13.775	-13.410	-13.117	-12.812	-12.519	-12.184	-11.891	-11.556	-11.263	-10.928
-13	-13.063	-12.728	-12.393	-12.060	-11.723	-11.346	-11.011	-10.676	-10.341	-10.007	-9.672
-12	-12.058	-11.581	-11.304	-10.969	-10.593	-10.216	-9.839	-9.462	-9.085	-8.750	-8.374
-11	-11.053	-10.535	-10.253	-9.839	-9.462	-9.044	-8.667	-8.248	-7.829	-7.453	-7.034
-10	-10.048	-9.672	-9.253	-8.876	-8.457	-8.031	-7.704	-7.285	-6.903	-6.490	-6.113
-9	-9.044	-8.525	-8.164	-7.746	-7.327	-6.908	-6.448	-6.029	-5.610	-5.150	-4.731

(续)

t ℃	含 热 量 h千焦/千克(kJ/kg)										
	相 对 湿 度 φ (%)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
-8	-8.039	-7.578	-7.118	-6.615	-6.155	-5.694	-5.254	-4.731	-4.271	-3.810	-3.308
-7	-7.034	-6.531	-6.029	-5.485	-4.982	-4.480	-3.936	-3.433	-2.931	-2.387	-1.884
-6	-6.029	-5.485	-4.899	-4.354	-3.768	-3.224	-2.680	-2.093	-1.549	-0.963	-0.419
-5	-5.024	-4.396	-3.810	-3.182	-2.596	-1.968	-1.340	-0.754	-0.126	0.502	1.130
-4	-4.019	-3.349	-2.680	-2.010	-1.340	-0.670	0.000	0.670	1.340	2.010	2.680
-3	-3.015	-2.303	-1.549	-0.837	-0.126	0.623	1.340	2.093	2.805	3.559	4.271
-2	-2.010	-1.214	-0.419	0.377	1.172	1.968	2.763	3.559	4.354	5.150	5.945
-1	-1.005	-0.126	0.712	1.591	2.428	3.308	4.187	5.024	5.903	6.783	7.620
0	0.000	0.921	1.884	2.805	3.726	4.689	5.610	6.573	7.494	8.457	9.378
1	1.005	1.884	3.015	4.019	5.024	6.029	7.076	8.081	9.085	10.132	11.137
2	2.010	3.098	4.187	5.275	6.364	7.453	8.541	9.630	10.718	11.807	12.895
3	3.015	4.187	5.359	6.490	7.622	8.834	10.007	11.179	12.351	13.565	14.738
4	4.019	5.275	6.531	7.788	9.044	10.300	11.556	12.812	14.068	15.324	16.580

(续)

t	含 热 量 h千焦/千克(kJ/kg)										
	相 对 湿 度 φ (%)										
℃	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
5	5.021	6.364	7.704	9.044	10.383	11.765	13.105	14.445	15.826	17.166	18.548
6	6.029	7.453	8.918	10.341	11.807	13.230	14.606	16.161	17.585	19.050	20.515
7	7.034	8.583	10.132	11.681	13.230	14.779	16.329	17.878	19.469	21.018	22.567
8	8.039	9.713	11.346	13.021	14.696	16.329	18.003	19.678	21.352	23.069	24.744
9	9.044	10.802	12.602	14.381	16.161	17.920	19.723	21.523	23.321	25.121	26.921
10	10.048	11.932	13.816	15.742	17.668	19.552	21.478	23.404	25.330	27.256	29.224
11	11.053	13.063	15.114	17.166	19.176	21.227	23.279	25.330	27.424	29.475	31.569
12	12.058	14.235	16.412	18.539	20.767	22.944	25.163	27.342	29.550	31.778	33.997
13	13.063	15.366	17.710	20.013	22.358	24.702	27.047	29.391	31.778	34.164	36.551
14	14.068	16.538	19.050	21.520	24.032	26.502	29.015	31.527	34.081	36.635	39.147
15	15.073	17.710	20.348	23.027	25.707	28.387	31.066	33.746	36.425	39.147	41.868
16	16.077	18.883	21.730	24.577	27.424	30.271	33.159	36.048	38.895	41.784	44.799
17	17.082	20.097	23.111	26.126	29.182	32.238	35.295	38.393	41.491	44.380	47.730

(续)

t	含 热 量 h千焦/千克(kJ/kg)										
	相 对 湿 度 φ (%)										
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
18	18.087	21.311	24.493	27.717	30.982	34.248	37.556	40.863	44.380	47.311	50.660
19	19.092	22.525	25.958	29.391	32.866	36.341	39.817	43.543	46.892	50.242	54.010
20	20.100	23.739	27.382	31.066	34.750	38.477	42.287	46.055	49.823	53.591	57.359
21	21.102	24.953	28.889	32.783	36.718	40.554	44.799	48.567	52.754	56.522	60.709
22	22.106	26.251	30.396	34.541	38.728	43.124	47.311	51.498	55.684	59.871	64.477
23	23.111	27.507	31.903	36.341	40.821	45.217	49.823	54.428	59.034	63.639	68.245
24	24.116	28.763	33.453	38.184	43.124	47.730	52.335	57.359	62.380	66.989	72.013
25	25.121	30.061	35.044	40.068	45.217	50.242	55.266	60.290	65.733	70.757	76.200
26	26.126	31.401	36.676	41.888	47.311	52.754	58.197	63.639	69.082	74.944	80.387
27	27.131	32.741	38.351	43.951	49.823	55.684	61.127	66.989	72.850	78.712	84.992
28	28.135	34.081	40.068	46.055	52.335	58.197	64.477	70.757	77.037	83.317	89.598
29	29.140	35.420	41.784	48.148	54.428	61.127	67.826	74.106	80.805	87.504	94.203
30	30.145	36.802	43.543	50.242	57.353	64.058	71.176	77.875	84.992	92.110	99.646

(续)

t	含 热 量 上 千 焦 / 千 克 (kJ/kg)										
	相 对 湿 度 φ (%)										
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
31	31.150	38.226	45.298	52.754	59.871	66.989	74.525	82.061	89.598	97.134	104.670
32	32.155	39.649	47.311	54.847	62.383	70.338	78.293	86.248	94.203	102.158	110.532
33	33.160	41.073	48.986	57.359	65.314	73.688	82.061	90.435	98.809	107.008	116.393
34	34.164	42.705	51.079	59.453	68.215	77.037	85.829	94.622	103.833	113.044	122.255
35	35.169	43.961	53.172	61.865	71.176	80.805	90.016	99.646	109.276	118.905	128.535
36	36.174	45.636	55.266	64.895	74.525	84.155	94.203	101.251	114.718	124.767	135.234
37	37.179	47.311	57.359	67.408	77.456	87.922	98.809	109.276	120.161	131.047	142.351
38	38.184	48.567	59.453	69.920	80.805	92.110	103.414	114.718	125.023	137.746	149.469
39	39.189	50.242	61.516	72.850	84.573	96.296	108.019	120.161	132.722	144.863	157.424
40	40.193	51.916	63.639	75.781	88.312	100.48	113.044	126.023	139.002	152.340	165.797

3. 饱和空气的含湿量图

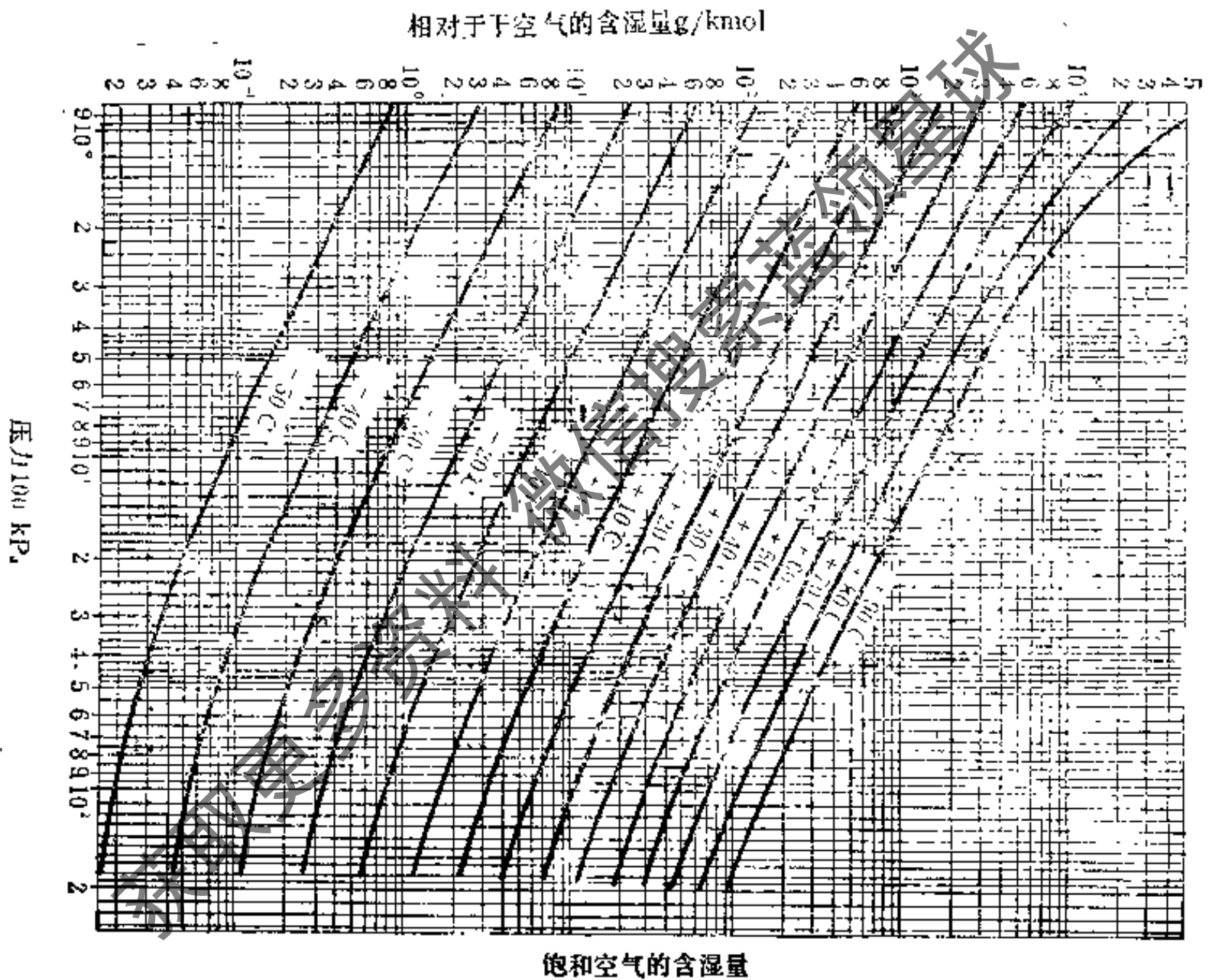


图 1—2 饱和空气的含湿量图

注: * 1 摩尔 (mol) 空气具有质量 28.964g。

4. 相对湿度下的露点温度°C

表 1—61

空气温度 (°C)	露点空气的相对湿度 (%)								
	60	65	70	75	80	85	90	95	100
+30	+20.9	+22.3	+23.6	+24.8	+25.9	+27.0	+28.1	+29.1	+30.0
28	19	20.4	21.7	22.9	24.0	25.1	26.1	27.1	28.0
26	17.2	18.5	19.8	21.0	22.1	23.1	24.1	25.1	26.0
24	15.3	16.6	17.8	19.0	20.1	21.1	22.1	23.1	24.0
22	13.4	14.7	15.9	17.0	18.1	19.1	20.1	21.1	22.0
+20	11.5	12.8	14.0	15.1	16.2	17.2	18.2	19.1	20.0
18	9.9	10.9	12.1	13.2	14.2	15.2	16.2	17.1	18.0
16	7.7	9.0	10.2	11.3	12.3	13.3	14.3	15.2	16.0
14	5.8	7.0	8.2	9.3	10.3	11.3	12.3	13.2	14.0
12	3.9	5.1	6.3	7.4	8.4	9.4	10.3	11.2	12.0
+10	2.1	3.3	4.4	5.4	6.4	7.4	8.3	9.2	10.0
8	+ 0.3	+ 1.4	2.3	3.5	4.5	5.4	6.3	7.2	8.0
6	-1.5	- 0.4	+ 0.7	+ 1.7	2.7	3.6	4.4	5.2	6.0

(续)

空气温度(℃)	露点空气的相对湿度(%)								
	60	65	70	75	80	85	90	95	100
4	- 3.2	- 2.1	- 1.1	- 0.2	+ 0.7	+ 1.6	2.5	3.3	4.0
2	- 4.9	- 3.9	- 3.0	- 2.1	- 1.2	- 0.3	+ 0.5	+ 1.3	2.0
±0	- 6.5	- 5.5	- 4.6	- 3.7	- 2.9	- 2.1	- 1.3	- 0.6	± 0.0
-2	- 8.4	- 7.4	- 6.4	- 5.6	- 4.8	- 4.0	- 3.3	- 2.6	- 2.0
-4	-10.3	- 9.3	- 8.3	- 7.5	- 6.7	- 6.0	- 5.3	- 4.6	- 4.0
-6	-12.1	-11.2	-10.3	- 9.5	- 8.7	- 8.0	- 7.3	- 6.6	- 6.0
-8	-13.9	-13.9	-12.2	-11.4	-10.7	-10.0	- 9.3	- 8.6	- 8.0
-10	-15.4	-14.8	-14.1	-13.3	-12.6	-11.9	-11.2	-10.6	-10.0
-12	-17.7	-16.7	-15.9	-15.1	-14.4	-13.8	-13.2	-12.6	-12.0
-14	-19.8	-18.8	-17.9	-17.1	-15.4	-15.8	-15.2	-14.6	-14.0
-16	-21.9	-20.9	-20.0	-19.2	-18.5	-17.8	-17.1	-16.5	-16.0
-18	-24.1	-23.0	-22.2	-21.4	-20.9	-19.8	-19.1	-18.5	-18.0
-20	-26.2	-25.2	-24.2	-23.4	-22.6	-21.6	-21.1	-20.5	-20.0

5. 湿空气的h—d图(80—40℃)(图1—3)见后。

6. 湿空气的h—d图(0—75℃)(图1—4)见后。

7. 饱和水蒸汽压力图

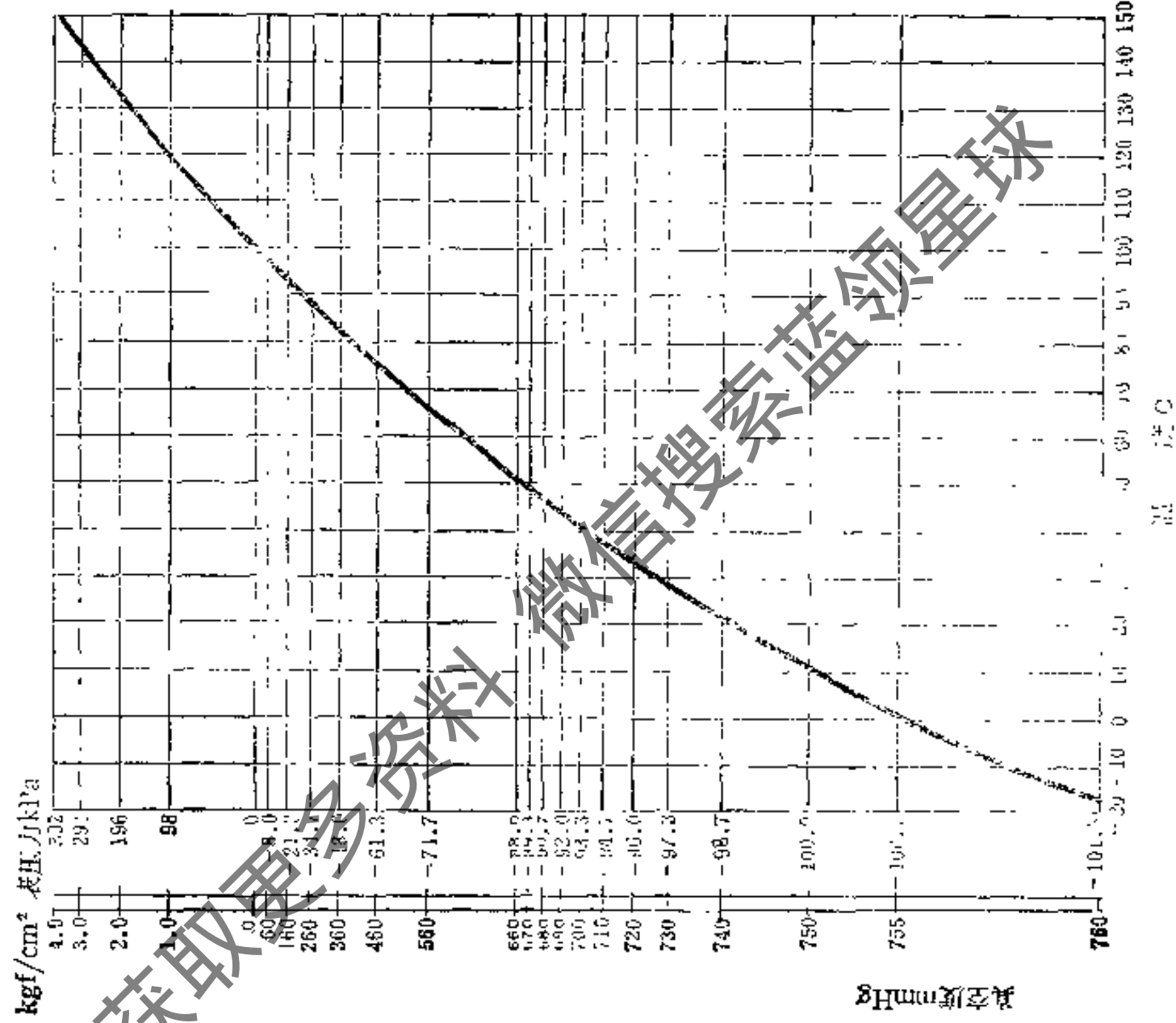


图 1—3 饱和水蒸汽压力图

8. 水对传热有影响的物理参数

表 1—62

温度 t 度 (°C)	压力 p 千帕 (kPa)	密度 ρ 千克/米 ³ (kg/m ³)	比焓 h 千焦/千克 (kJ/kg)	比热容 c_p 千焦/(千克·度) kJ/(kg·°C)	热导率 $\lambda \cdot 10^2$ 瓦/(米·度) W/(m·°C)	热扩散率 $a \cdot 10^4$ 米 ² /秒 (m ² /s)	动力粘度 $\eta \cdot 10^5$ 帕·秒 (Pa·s)	运动粘度 $\nu \cdot 10^5$ 米 ² /秒 (m ² /s)	体积膨胀 系数 $\alpha_v \cdot 10^4$ 1/度 (1/°C)	表面张力 $\sigma \cdot 10^4$ 牛/米 (N/m)	普朗特数 Pr
0	101.325	999.9	0.009	4.212	55.126	4.71	178.775	1.789	-0.63	766.1	13.67
10	101.325	999.7	42.035	4.191	57.452	4.94	130.527	1.306	0.70	741.4	9.52
20	101.325	998.2	83.904	4.183	59.895	5.16	100.420	1.006	1.82	726.7	7.02
30	101.325	995.7	125.858	4.174	61.755	5.35	80.129	0.805	3.21	712.0	5.42
40	101.325	992.2	167.514	4.174	63.384	5.51	65.312	0.659	3.87	696.3	4.31
50	101.325	988.1	209.298	4.174	64.779	5.65	54.917	0.556	4.49	676.7	3.54

获取更多资料

四、制图图例及其它




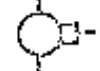

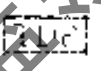
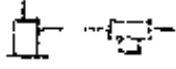

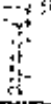









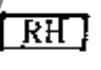
1. 制冷常用管线、管阀及小件设备图例

表 1—63

序号	符号	名称	序号	符号	名称	序号	符号	名称
1		吸入管或回汽管	9		热水进管	17		止回电磁阀
2		排气管或热氨管	10		盐水回管	18		直通式截止阀
3		液管	11		变径	19		节流阀
4		排液管	12		变径三通	20		直角式截止阀
5		放空气管	13		伸缩弯	21		电磁阀
6		放油管	14		吊点	22		主阀 (液用常闭型)
7		安全管	15		安全阀	23		主阀 (气用常闭型)
8		均压管	16		三通电磁阀	24		主阀 (气用常开型)

(续)

序号	符号	名称	序号	符号	名称	序号	符号	名称
25		电磁主阀 (液用常闭型)	33		正恒主阀 (气用常开型)	41		电磁双恒主阀 (气用常闭型)
26		电磁主阀 (气用常闭型)	34		反恒主阀 (液用常闭型)	42		温度调节阀(内平衡式热力膨胀阀)
27		电磁主阀 (气用常开型)	35		反恒主阀 (气用常闭型)	43		温度调节阀(外平衡式热力膨胀阀)
28		恒压阀 (正恒A型)	36		电磁恒压主阀 (气用常闭型)	44		止回阀
29		恒压阀 (正恒B型)	37		电磁恒压主阀 (气用常闭型)	45		止回阀(差压式)
30		恒压阀 (反恒C型)	38		电磁恒压主阀 (气用常闭型)	46		旁通阀
31		恒压阀 (反恒D型)	39		电磁恒压主阀 (气用常开型)	47		浮球液位控制器
32		正恒主阀 (气用常闭型)	40		电磁双恒主阀 (气用常闭型)	48		液位指示及控制器

序号	符号	名称	序号	符号	名称	序号	符号	名称
49		玻璃管液位指示器	57		压力螺旋式温度控制器	55		时间程序控制器
50		浮球阀	58		温度调节器	56		分级步进调节器
51		过滤器	59		温度指示仪	57		电容式液位控制器
52		压力表	60		高/低压压力控制器	说明: 1. 制冷剂管道图注管径一律以外径D表示, 不注管壁厚度, 仅在材料表中注明壁厚。 2. 载冷剂管道管径图上和材料表中均以公称直径Dg表示, 不注外径和壁厚。 3. 阀门均以公称直径D _g 表示, 图上不注角度, 仅在材料表中注明直通式或直角式, 或以180°、90°表示。 4. 所有管线须绘出表示流向的箭头。		
53		观察孔	61		压力控制器			
54		温度计套管	62		电感压力变送器			
55		铂电阻	63		差压控制器			
56		压力棒式温度控制器	64		电阻式湿度计			

2. 单线式管纹图例

表 1—64

透视								
立面								
平面								
透视								
立面								
平面								
透视								
立面								
平面								

3. 建筑图例

表 1—65

序号	名称	图例	说明	序号	名称	图例	说明
1	自然土壤		包括各种自然土壤	10.	混凝土		1. 本图例仅适用于能承重的 混凝土及钢筋混凝土 2. 包括各种标号、骨料、 添加剂的混凝土 3. 在剖面图上画出钢筋时， 不画图例线 4. 断面较窄，不易画出图例 线时，可涂黑
2	夯实土壤			11	钢筋混凝土		
3	砂、灰土		靠近轮廓线点较密的点	12	焦渣、矿渣		包括与水泥、石灰等 混合而成的材料
4	砂砾石、 碎砖三合土			13	多孔材料		包括水泥石珠岩、石膏 珍珠岩、泡沫混凝土、 非承重加气混凝土、 泡沫塑料、软木等
5	天然石材		包括岩层、砌体、 铺地、贴面等材料	14	纤维材料		包括麻丝、玻璃棉、 矿渣棉、木丝板、 纤维板等
6	毛石			15	松散材料		包括木屑、石灰木屑、 稻壳等
7	普通砖		1. 包括砌体、砌块 2. 断面较窄，不易画出 图例线时，可涂红	16	木材		1. 上图为横断面， 左上图为垫木， 木砖、木龙骨 2. 下图为纵断面
8	耐火砖		包括耐酸砖等	17	胶合板		应注明×层胶合板
9	空心砖		包括各种多孔砖	18	饰面砖		包括铺地砖、马赛克、 陶瓷锦砖、人造大理 石等

(续)

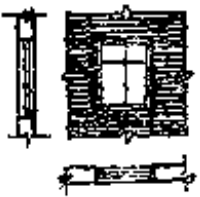
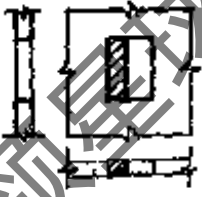

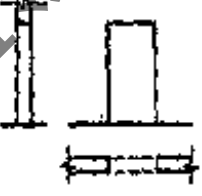
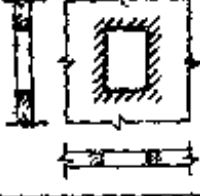
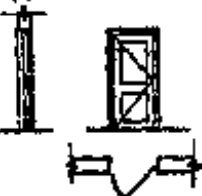
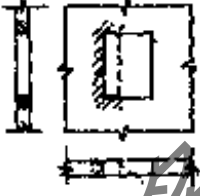
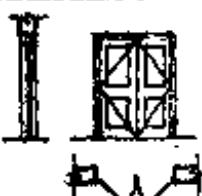
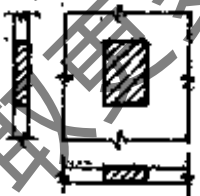

序号	名称	图例	说明	序号	名称	图例	说明
19	石膏板			28	检查孔		左图为可见检查孔 右图为不可见检查孔
20	金属		1. 包括各种金属 2. 图形小时, 可涂黑	29	孔洞		
21	网状材料		1. 包括金属, 塑料 等网状材料 2. 注明材料	30	坑槽		
22	液体		注明液体名称	31	墙预留洞		
23	玻璃		包括平板玻璃、磨砂玻璃、夹丝玻璃、钢化玻璃等	32	墙预留槽		
24	橡胶			33	烟道		
25	塑料		包括各种软、硬塑料及有机玻璃等	34	通风道		
26	防水材料		构造层次多或比例较大时, 采用上面图例	35	土墙		包括土筑墙、土坯墙、三合土墙等
27	粉刷		本图例点以较稀的点	36	隔断		1. 包括板条抹灰、木制、石膏板、金属材料等隔断 2. 适用于剖视与不到顶隔断
				37	栏杆		上图为非金属扶手 下图为金属扶手

注: 序号1, 2, 5, 7, 8, 11, 13, 17, 20, 24, 25图例中的斜线、短斜线交叉斜线等一律为45°。

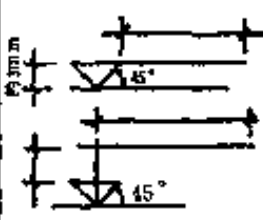
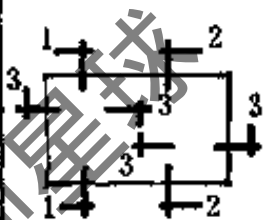
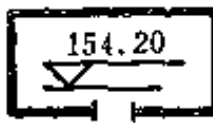
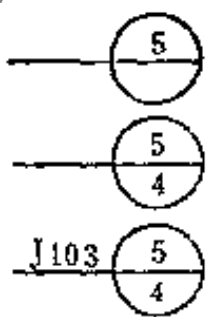
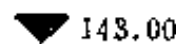
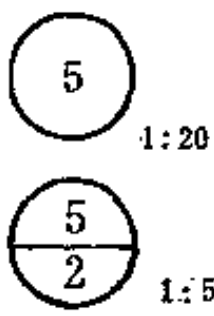

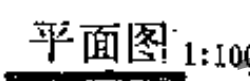

(续)

序号	名称	图例	说明	序号	名称	图例	说明
38	铁路		本图例适用于标准轨及窄轨铁路, 使用本图例时应注明轨距	43	电梯		1. 电梯应注明类型 2. 门和平衡锤的位置应按实际情况绘制
39	起重机轨道			44	坡道		
40	电动葫芦		1. 上图表示立面(或剖面), 下图表示平面 2. 起重机的图例应按比例绘制 3. 有无操纵室, 应按实际情况绘制 4. 需要时, 可注明起重机的名称, 行驶的轴线范围及工作级别 5. 本图例的符号说明: G—起重机的起重量, 以吨计算 S—起重机的跨度或臂长, 以米计算	45	楼梯		1. 上图为底层楼梯平面, 中图为中间层楼梯平面, 下图为顶层楼梯平面 2. 楼梯的形式及步数应按实际情况绘制
41	梁式起重机			46	厕所		1. 在比例较小的图中, 隔断可用单线表示 2. 卫生用具及门的开关方向, 应按设计的实际情况绘制
42	桥式起重机						

(续)

序号	名称	图例	说明	序号	名称	图例	说明
47	新建的墙和窗		本图为砖墙图例, 若用其它材料, 应按所用材料的图例绘制	52	在原有墙或楼板上局部填塞的洞		
48	改建时保留的原有墙和窗			53	空门洞		
49	在原有墙或楼板上新开的洞			54	单扇门 (包括平开或单面弹簧)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 门的名称代号用 M 表示 2. 剖面图上左为外, 右为内, 平面图上下为外, 上为内 3. 立面图上开启方向线变角的一侧为安装合页的一侧, 实线为外开, 虚线为内开 4. 平面图上的开启弧线及立面图上的开启方向线, 在一般设计图上不需表示, 仅在制作图上表示 5. 立面形式应按实际情况绘制
50	在原有洞旁放大的洞			55	双扇门 (包括平开或单面弹簧)		
51	在原有墙或楼板上全部填塞的洞			56	对开折叠门		

(续)

序号	名称	图例	说明	序号	名称	图例	说明
57	标高符号		1. 注写标高数字的长度 h 高度, 视需要而定 标高数字以m为单位, 正数标高, 如3.000, 0.500; 负数标高, 如 -1.500, -0.500	63	剖面剖切符号		剖切位置及剖视方向线以粗实线绘制, 需要转折的剖切位置线在转折处如与其它图线发生混淆应在转角的外侧加注与该符号相同的编号
58	室内标高			64	索引符号		索引符号以细实线绘制, 直径10mm, 图中数字5表示详图的编号 —表示详图在本图纸上。数字4表示详图所在的图纸编号, J103表示标准图册的编号
59	室外标高			65	详图标注		图中数字5表示详图的编号, 数字2为被索引的详图所在的图纸编号, 比例应写于详图符号的右下角
60	轨顶标高		"G.D" 为轨顶的代号				
61	图名标注		图名一般放在图形的下面, 并在图名的下面画粗线一道, 比例写在图名右下角				
62	详图符号		详图符号以粗实线绘制, 直径为14mm				

4. 全国主要城市地震基本烈度

(1) 国家重点抗震城市及烈度

表 1—66

城市名称	基本烈度	城市名称	基本烈度	城市名称	基本烈度
北天唐秦邵张太大呼包旅锦丹安三鱼南	8 8 8 7 7 7 8 8 8 8 7 7 7 8 8 7	银石渡成自西徐厦连烟本德合淮肆昆东	8 8 7 7 9 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 9	川山口都贡昌州门港台庄州肥南埠明川	9 8 8 7 8 8 7 8 7 7 7 7 7

(2) 特殊六度区城市及烈度

城市名称	基本烈度	城市名称	基本烈度
淮 北	6	常 州	6
芜 湖	6	深 圳	6
铜 陵	6	郑 州	6
马 鞍山	6	洛 阳	6
宜 兴	6	济 南	6

注：1. 根据城建部（84）城抗字第267号文规定基本烈度为六度地区的省会和市区人口在百万以上的城市，七层及七层以上的砖混建筑和十层以上的钢筋混凝土建筑、30m以上的砖烟囱应按七度设防，一般冷库按六度设防，当冷库地面以上高度达30m以上时相当于十层以上的钢筋混凝土建筑应按七度设防。

2. 表列特殊六度区的十个城市3000t及3000t以上的大型冷库、六层及六层以上的砖混建筑应按七度设防。

5. 全国主要城市地面下3.2米深处历年最低两个月的土壤平均温度

表 1—67

城市名称	3.2米深处地温(℃)					城市名称	3.2米深处地温(℃)				
	月份	温度值	月份	温度值	平均值		月份	温度值	月份	温度值	平均值
北 京	3	9.4	4	9.4	9.4	南 昌	3	16.0	4	15.7	15.9
上 海	3	14.8	4	14.5	14.7	武 汉	4	15.6	5	15.8	15.7
天 津	3	10.6	4	10.2	10.4	长 沙	3	16.6	4	16.4	16.5
哈 尔 滨	4	2.4	5	2.1	2.3	南 宁	3	22.0	4	22.0	22.0
长 春	4	3.8	5	3.4	3.6	广 州	3	21.9	4	22.0	22.0
沈 阳	4	5.4	5	5.7	5.6	昆 明	4	15.1	5	15.1	15.1
乌 兰 浩 特	3	2.4	4	2.2	2.3	拉 萨	2	7.6	3	7.6	7.6
呼 和 浩 特	4	4.6	5	4.6	4.6	成 都	3	15.4	4	15.8	15.6
兰 州	3	8.6	4	8.8	8.7	贵 阳	3	15.3	4	15.4	15.4
西 宁	3	5.9	4	6.2	6.1	南 京	3	14.0	4	13.7	13.9
银 川	4	6.7	5	7.0	6.9	合 肥	4	15.0	5	15.5	15.3
西 安	3	11.9	4	12.0	12.0	杭 州	3	15.6	4	15.2	15.4
太 原	3	8.4	4	7.9	8.2	济 南	3	13.8	4	13.6	13.7
石 家 庄	3	11.2	4	11.4	11.3	蚌 埠	3	14.1	4	14.0	14.1
郑 州	3	12.3	4	12.5	12.4	齐 齐 哈 尔	4	2.7	5	2.5	2.6
乌 鲁 木 齐	3	6.5	4	6.6	6.5	海 拉 尔	6	0.5	7	0.4	0.5

第二章 常用制冷剂、载冷剂和制冷压缩机用冷冻机油

一、常用制冷剂

可作为制冷剂的物质有几十种，用于冷库和空调制冷的仅十几种。常用制冷剂的特性和应用范围见表 2—1 和表 2—2。

常用制冷剂特性表

表 2—1

化学名称	符号	分子式	分子量	在0.1013 MPa下的 沸腾温度 (°C)	临界温度 (°C)	临界压力 (绝对) (MPa)	临界比容 (L/kg)	凝固温度 (°C)	绝热指数 (20°C, 0.1013 MPa时)	汽化热 (0.1013 MPa时) (kJ/kg)
氨	R717	NH ₃	17.031	-33.4	132.4	11.297	4.130	-77.7	1.32	1368.2
三氟一氟甲烷	R11	CFCl ₃	137.39	23.7	197.78	4.373	1.805	-111.0	1.136	182.2

(续)

化学名称	符号	分子式	分子量	在0.1013 MPa下的 沸腾温度 ($^{\circ}\text{C}$)	临界温度 ($^{\circ}\text{C}$)	临界压力 (绝对) (MPa)	临界比容 (L/kg)	凝固温度 ($^{\circ}\text{C}$)	绝热指数 (20 $^{\circ}\text{C}$, 0.1013MPa 时)	汽化热 (0.1013 MPa时) (kJ/kg)
二氟二氯甲烷	R 12	CF_2Cl_2	120.92	-29.8	112.04	4.115	1.793	-155.0	1.138	167.2
一氟三氯甲烷	R 13	CF_3Cl	104.47	-81.5	28.78	3.868	1.721	-180.0	1.150 (10 $^{\circ}\text{C}$)	149.9
二氟一氯甲烷	R21	CHFCl_2	102.92	8.9	178.5	5.166	1.915	-135.0	1.12	
一氟二氯甲烷	R22	CHF_2Cl	86.48	-40.8	96.0	5.936	1.905	-160.0	1.194 (10 $^{\circ}\text{C}$)	234.7
三氟三氯乙烷	R113	$\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$	187.39	47.68	214.1	3.415	1.735	-36.6	1.08 (60 $^{\circ}\text{C}$)	144.6
二氟四氯乙烷	R114	$\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$	170.91	3.5	145.8	3.275	1.715	-94.0	1.092 (10 $^{\circ}\text{C}$)	137.3
一氟五氯乙烷	R115	$\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$	154.48	-38.0	80.0	3.236	1.680	-106.0	1.091 (30 $^{\circ}\text{C}$)	
水	R718	H_2O	18.016	100.0	374.15	22.129	3.26	0	1.33 (0 $^{\circ}\text{C}$)	
73.8% R12和 26.2% R152 的共沸混合物	R500		99.29	-33.3		4.354	2.01	-158.9	1.127 (30 $^{\circ}\text{C}$)	202.5
48.8% R22和 51.2% R115 的共沸混合物	R502		111.64	-45.6	90.1	4.129	1.79		1.133 (30 $^{\circ}\text{C}$)	172.9

常用制冷剂的应用范围 表 2—2

制冷剂	压缩机型式	使用温度范围(°C)	用途
R717	活塞式、螺杆式、回转式	10—-60	冷藏、制冰
R11	离心式	10—-5	空调
R12	活塞式、螺杆式、离心式	10—-60	冷藏、空调
R21	活塞式、离心式	10—-20	空调
R22	活塞式、螺杆式、离心式	0—-80	冷藏、空调
R113	离心式	10—0	空调
R502	活塞式、回转式	0—-80	冷藏
R718	蒸汽喷射	10—0	空调

制冷剂毒性等级的划分 表 2—3

级别	试验条件		产生的结果
	制冷剂蒸汽容积含量(%)	作用时间(min)	
1	0.5—1	5	致死
2	0.5—1	60	致死
3	2—2.5	60	开始死亡或患严重疾病
4	2—2.5	120	产生危害作用
5	20	120	不发生有害作用
6	20	120	不发生有害作用

常用制冷剂的毒性比较 表 2—4

制冷剂	毒性等级	发生危害的条件	
		制冷剂蒸汽的容积含量(%)	作用时间(h)
R717	2	0.5—0.6	0.5
R11	5	10	2
R12	6	28.8—30.4	2
R21	5a	10.2	0.5
R22	5	9.5—11.7	2
R502	4b	—	—

(一) 制冷剂的毒性

制冷剂蒸汽对人的危险程度，决定于人在含毒气体的环境中停留时间的长短。制冷剂的毒性分六级，见表 2—3。一级毒性最大，六级最小。常用制冷剂的毒性等级见表 2—4。

一些氟利昂制冷剂蒸汽如 R11、R12、R21、R22、R502 等接触明火时会分解成有毒气体——光气，对人有危害。

(二) 氨的燃烧性和爆炸性

当氨蒸汽在空气中的含量达到一定的比例时，就与空气构成爆炸性混合气体，这种混合气体遇到明火时会发生爆炸。制冷剂在空气中构成爆炸性混合气体所占的比例是有一定范围的，在这个范围以

氨的燃点和爆炸极限

表 2—5

制冷剂	燃点 ($^{\circ}\text{C}$)	爆炸极限		爆炸时的 最高压力 (kPa)	达到最 高压力的 时间 (s)
		容积比 (%)	重量浓度 (g/m^3)		
R717	1171	15.5—27	110—192	442	0.175

外，即使有明火，也不发生爆炸。但在超过上限的混合气体，遇明火时可以燃烧。氨的燃点和爆炸极限见表 2—5。

(三) 制冷剂的热稳定性

制冷剂是在制冷系统中连续不断地蒸发和冷凝，尤其在压缩后温度较高的情况下，不产生分解作用，所以要求热稳定性好。

在普通制冷技术的温度范围内，制冷剂是热稳定的，制冷剂的分解温度都高于制冷剂的工作温度，尤其氟利昂制冷剂。但在有金属催化剂存在或与冷冻机油、水、空气等接触时，氟利昂制冷剂的分解温度就要降低。下面列出一些氟利昂制冷剂在有油、钢铁、铜存在时，长时间使用的最高温度，见表 2—6。

一些氟利昂制冷剂在有油、钢铁、铜
存在时长时间使用的最高温度表 表 2—6

制 冷 剂	R11	R12	R22	R502
最高使用温度(℃)	165	120	130—150	130—150

(四) 制冷剂对材料的作用

1. 对金属材料的作用 氨对钢和铁没有腐蚀作用，纯氨对黄铜或相类似的合金有轻微的腐蚀作用。如果氨中有水分，对铜及其合金（除锡、磷、青铜等少数铜合金外）就有强烈的腐蚀作用。

氟利昂制冷剂在通常使用条件下，对几乎所有的金属都无腐蚀作用，只对镁和含镁2%以上的铝合金例外。但在有水存在时，对金属产生腐蚀作用。

2. 对非金属材料的作用 氟利昂制冷剂是一种良好的有机溶剂，天然橡胶和树脂很容易溶解于氟

利昂制冷剂中。因此，不能采用普通橡胶、脂肪化合物等作氟利昂制冷剂的管道连接处的垫片或密封填料。氯醇和氯丁橡胶受氟利昂制冷剂的影响较小，尼龙和氟塑料不受影响。

(五) 制冷剂与水的作用

氨易溶于水，氟利昂制冷剂难溶于水。溶解于制冷剂中的水，在低温时析出后结冰，堵塞节流阀通道，所以在制冷系统中，尤其是氟利昂系统更不应有水分存在。

(六) 制冷剂与冷冻机油的作用

制冷剂与冷冻机油的溶解性因制冷剂的不同而有所差别。大致可分为三种情况：

1. 制冷剂难溶于冷冻机油。如R717、R13等，在制冷设备中，制冷剂与冷冻机油是分成两层的。因此，易于分离。

2. 制冷剂与冷冻机油完全溶解。如R11、R12、R21等，在制冷设备中，制冷剂与冷冻机油形成均匀的溶液而不分层。

3. 介于前面两种情况之间，在一定的温度范围内完全溶解。如R22、R502等，它们在高温时与冷冻机油无限溶解，当低于某一临界温度时，溶液就分成两层。

二、载冷剂

可以作载冷剂的物质是很多的，目前在工程中

实际使用的有水、氯化钠水溶液、氯化钙水溶液、丙三醇（甘油）水溶液、乙二醇水溶液、甲醇、乙醇等几种。

蒸发温度在 5°C 以上的载冷剂系统，一般都采用水作载冷剂。蒸发温度在 $5\text{--}50^{\circ}\text{C}$ 的范围内，常采用氯化钠水溶液、氯化钙水溶液、乙二醇水溶液等作载冷剂。这几种载冷剂的热物理性质见表2-7、2-8、2-9、2-10。

氯化钠水溶液的热物理性质

表 2—7

浓 度 ξ (重量%)	凝固点 t_b ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温 度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
7	-4.4	1050	20	3.843	0.593	10.737	1.03	5.51	6.9
			10	3.835	0.576	11.122	1.31	5.16	9.4
			0	3.817	0.559	18.731	1.78	5.02	12.7
			-4	3.818	0.556	21.575	1.90	5.00	14.8
11	-7.5	1080	10	3.691	0.593	11.474	1.06	5.33	7.2
			10	3.681	0.570	15.200	1.31	5.15	9.9
			0	3.676	0.556	20.202	1.87	5.03	13.4
			-5	3.672	0.549	24.419	2.26	4.98	16.4
			-7.5	3.672	0.545	26.478	2.45	4.96	17.8
13.6	-9.8	1100	20	3.619	0.593	12.258	1.12	5.40	7.4
			10	3.601	0.568	16.181	1.47	5.15	10.3
			0	3.588	0.551	21.477	1.95	5.07	13.9
			-5	3.584	0.547	26.086	2.37	5.00	17.1
			-9.8	3.580	0.540	34.323	3.13	4.94	22.9
16.2	-12.2	1120	20	3.534	0.573	13.141	1.20	5.21	8.3
			10	3.525	0.569	17.260	1.57	5.18	10.9
			-5	3.509	0.544	28.341	2.58	5.00	18.6

(续)

浓度 ξ (重量%)	凝固点 t_b ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
18.8	-15.1	1140	-10	3.504	0.535	34.912	3.18	4.93	23.2
			-12.2	3.500	0.533	42.169	3.84	4.90	28.3
			20	3.462	0.582	14.318	1.26	5.32	8.5
			10	3.454	0.566	18.535	1.63	5.17	11.4
			0	3.442	0.550	25.595	2.25	5.05	16.1
			-5	3.433	0.542	31.185	2.74	5.00	19.8
			-10	3.429	0.533	38.736	3.40	4.92	24.8
21.2	-18.2	1160	-15	3.425	0.525	47.758	4.19	4.86	31.0
			20	3.395	0.579	15.495	1.33	5.27	9.1
			10	3.383	0.563	20.104	1.73	5.17	12.1
			0	3.375	0.547	28.243	2.44	5.03	17.5
			-5	3.366	0.538	34.421	2.96	4.96	21.5
			-10	3.362	0.530	43.051	3.70	4.90	27.1
			-15	3.358	0.522	52.760	4.55	4.85	33.9
23.1	-21.1	1175	-18	3.358	0.518	60.801	5.24	4.80	39.4
			20	3.345	0.565	16.671	1.42	5.30	9.6
			10	3.333	0.549	21.575	1.84	5.05	13.1

(续)

浓 度 c (重量%)	凝固点 t_b ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温 度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
			0	3.324	0.544	30.401	2.59	5.02	18.6
			-5	3.320	0.536	37.461	3.20	4.95	23.3
			-10	3.312	0.528	47.072	4.02	4.89	29.3
			-15	3.308	0.520	57.467	4.90	4.83	36.5
			-21	3.303	0.514	77.473	6.60	4.77	50.0

氯化钙水溶液的热物理性质

表 2—8

浓 度 c (重量%)	凝固点 t_b ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温 度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
9.4	-5.2	1080	20	3.643	0.584	12.356	1.15	5.35	7.8
			10	3.634	0.570	15.495	1.44	5.23	9.9
			0	3.626	0.556	21.575	2.00	5.11	14.1
			-5	3.601	0.549	25.497	2.36	5.08	16.7
14.7	-10.2	1130	10	3.362	0.576	14.906	1.32	5.46	8.7
			20	3.349	0.563	18.633	1.64	5.35	11.0

(续)

浓度 ξ (重量%)	凝固点 t_b ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
18.9	-15.7	1170	0	3.329	0.549	25.595	2.27	5.26	15.6
			-5	3.316	0.542	30.401	2.70	5.20	18.7
			-10	3.308	0.534	40.600	3.60	6.15	25.3
			20	3.148	0.572	18.044	1.54	5.60	9.9
			10	3.140	0.558	22.359	1.91	5.47	12.6
			0	3.128	0.544	29.910	2.56	5.37	17.2
			-5	3.098	0.537	34.323	2.94	5.34	19.8
			-10	3.086	0.529	46.680	4.00	5.29	27.3
20.9	-19.2	1190	-15	3.065	0.523	61.488	5.27	5.28	35.9
			20	3.077	0.569	20.006	1.68	5.59	19.9
			10	3.056	0.555	24.517	2.06	5.50	13.4
			0	3.044	0.542	32.754	2.76	5.38	18.5
			-5	3.014	0.535	38.246	3.22	5.38	21.5
			-10	3.014	0.527	50.700	4.25	5.30	28.9
23.8	-25.7	1220	-15	3.014	0.521	65.901	5.53	5.23	38.2
			20	2.973	0.565	23.536	1.94	5.62	12.5
			10	2.952	0.551	28.733	2.35	5.50	15.4

(续)

浓 度 ζ (重量%)	凝固点 t_b ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温 度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^6$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
25.7	-31.2	1240	0	2.931	0.538	37.265	3.13	5.43	20.8
			-5	2.910	0.530	44.130	3.63	5.38	24.4
			-10	2.910	0.523	59.232	4.87	5.32	33.0
			-15	2.910	0.518	75.511	6.20	5.27	42.5
			-20	2.889	0.511	94.732	7.77	5.20	53.8
			-25	2.889	0.504	115.718	9.48	5.15	66.5
			20	2.889	0.562	26.282	2.12	5.66	13.5
			10	2.889	0.548	32.166	2.51	5.50	16.5
			0	2.868	0.535	42.561	3.43	5.43	22.7
			-10	2.847	0.521	66.783	5.40	5.32	36.6
			-15	2.847	0.514	83.651	6.75	5.25	46.3
27.5	-38.6	1260	-20	2.805	0.508	105.618	8.52	5.25	58.5
			-25	2.805	0.501	129.056	10.40	5.20	72.0
			-30	2.763	0.494	148.080	12.00	5.21	83.0
			20	2.847	0.558	29.322	2.33	5.63	14.9
			10	2.826	0.545	36.088	2.87	5.50	18.8
			0	2.809	0.531	48.053	3.81	5.41	25.3

(续)

浓度 ξ (重量%)	凝固点 t_s ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
28.5	-43.6	1270	-10	2.784	0.519	75.217	5.97	5.33	40.3
			-20	2.763	0.506	118.660	9.45	5.24	65.0
			-25	2.742	0.489	147.100	11.70	5.20	80.7
			-30	2.742	0.492	171.616	13.60	5.12	95.5
			-35	2.721	0.486	215.746	17.10	5.12	120.0
			20	2.805	0.557	31.381	2.47	5.62	15.8
			0	2.780	0.529	51.191	4.02	5.40	26.7
			-10	2.763	0.518	80.218	6.32	5.31	42.7
			-20	2.721	0.505	126.506	10.00	5.25	68.8
			-25	2.721	0.498	159.848	12.60	5.18	87.5
29.4	-50.1	1280	-30	2.700	0.491	188.288	14.90	5.16	103.5
			-35	2.700	0.484	245.166	19.30	5.10	136.5
			-40	2.680	0.478	304.006	24.00	5.07	171.0
			20	2.805	0.555	33.343	2.65	5.57	17.2
			0	2.755	0.528	54.917	4.30	5.40	28.7
			-10	2.721	0.516	86.299	6.75	5.35	45.4
			-15	2.721	0.516	86.299	6.75	5.35	45.4
			-20	2.680	0.504	138.274	10.80	5.28	73.4

(续)

浓度 c (重量%)	凝固点 t_s ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
29.9	-55	1286	-30	2.659	0.490	212.804	16.60	5.19	115.0
			-35	2.638	0.483	254.973	19.90	5.15	139.0
			-40	2.638	0.477	323.619	25.30	5.10	179.0
			-45	2.617	0.470	402.073	31.40	5.06	223.0
			-50	2.617	0.464	490.333	38.30	4.68	295.0
			20	2.784	0.554	35.108	2.75	5.58	17.8
			0	2.738	0.528	56.879	4.43	5.40	29.5
			-10	2.700	0.515	90.417	7.04	5.34	47.5
			-20	2.680	0.502	144.158	11.23	5.25	77.0
			-30	2.659	0.488	225.553	17.60	5.16	123.0
			-35	2.638	0.483	284.393	22.10	5.10	156.5
			-40	2.638	0.476	353.039	27.50	5.06	196.0
			-45	2.617	0.470	431.493	33.50	5.02	240.0
			-50	2.617	0.463	509.946	39.70	4.96	290.0
			-55	2.596	0.456	647.239	50.20	4.91	368.0

乙二醇水溶液的热物理性质

表 2-9

浓 度 ζ (重量%)	凝固点 t_b ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温 度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
4.6	-2	1005	50	4.145	0.616	5.884	0.586	5.33	3.96
			20	4.145	0.582	10.787	1.070	5.00	7.70
			10	4.124	0.570	13.729	1.365	4.95	9.90
			0	4.103	0.558	19.613	1.950	4.85	14.40
8.4	-4	1010	50	4.103	0.593	6.865	0.680	5.15	4.75
			20	4.061	0.570	11.768	1.170	5.00	8.40
			10	4.061	0.558	15.691	1.550	4.90	11.40
			0	4.061	0.547	22.555	2.230	4.80	16.70
12.2	-5	1015	50	4.061	0.582	6.865	0.677	5.08	4.80
			20	4.019	0.547	13.729	1.350	4.80	10.10
			10	3.998	0.541	18.633	1.840	4.80	13.80
			0	3.977	0.535	25.497	2.510	4.77	18.90
16.0	-7	1020	50	4.019	0.558	7.845	0.770	4.90	5.65
			20	3.936	0.535	14.710	1.450	4.80	10.80
			10	3.915	0.523	20.594	2.020	4.72	15.40
			0	3.894	0.512	28.439	2.790	4.63	21.60
			-5	3.894	0.500	34.323	3.370	4.55	26.60

(续)

浓 度 c (重量%)	凝固点 t_b ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温 度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
19.8	-10	1025	50	3.977	0.547	7.845	0.760	4.80	5.70
			20	3.894	0.523	16.671	1.630	4.70	12.50
			10	3.873	0.512	22.555	2.200	4.65	17.00
			0	3.852	0.500	31.381	3.060	4.55	24.20
			-5	3.852	0.488	38.246	3.730	4.49	30.00
23.6	-13	1030	50	3.935	0.523	8.826	0.858	4.66	6.60
			20	3.852	0.500	17.652	1.720	4.53	13.70
			10	3.810	0.494	25.497	2.480	4.53	19.60
			0	3.768	0.488	35.304	3.440	4.53	27.40
			-10	3.768	0.488	50.995	4.950	4.53	39.40
27.4	-15	1035	50	3.852	0.512	8.826	0.855	4.62	6.70
			20	3.768	0.488	19.613	1.900	4.50	15.20
			0	3.726	0.477	39.227	3.800	4.45	31.00
			-10	3.684	0.477	56.879	5.500	4.50	44.00
			-15	3.663	0.471	70.608	6.830	4.47	55.00
31.2	-17	1040	50	3.810	0.500	9.807	0.940	4.55	7.50
			20	3.726	0.477	21.575	2.070	4.45	16.80

(续)

浓度 ζ (重量%)	凝固点 t_b ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
35	-21	1045	0	3.643	0.465	44.130	4.250	4.45	31.50
			-10	3.643	0.465	66.685	6.450	4.45	52.00
			-15	3.622	0.459	82.376	7.900	4.40	65.00
			50	3.726	0.477	10.787	1.030	4.40	8.40
			20	3.643	0.465	24.517	2.350	4.40	19.20
			0	3.559	0.466	49.033	4.700	4.50	37.70
			-10	3.559	0.454	76.492	7.350	4.40	60.00
			-15	3.539	0.454	93.163	8.900	4.40	73.00
38.8	-26	1050	-20	3.517	0.454	117.680	11.300	4.45	92.00
			50	3.684	0.465	11.768	1.120	4.35	9.30
			20	3.559	0.454	27.459	2.630	4.35	21.60
			0	3.517	0.454	55.898	5.320	4.40	44.00
			-10	3.475	0.454	86.293	8.250	4.45	67.00
			-15	3.454	0.454	107.873	10.300	4.50	82.00
			-20	3.433	0.454	142.196	13.500	4.55	107.00
			-25	3.412	0.454	186.326	17.800	4.55	144.00

(续)

浓度 ξ (重量%)	凝固点 t_b ($^{\circ}\text{C}$)	15 $^{\circ}\text{C}$ 时的 密度 ρ_{15} (kg/m^3)	温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	普朗特准数 Pr
42.6	-29	1055	50	3.601	0.442	13.729	1.300	4.18	11.20
			20	3.475	0.442	29.320	2.780	4.35	23.00
			0	3.433	0.442	61.732	5.850	4.40	47.50
			-10	3.391	0.442	96.105	9.100	4.45	73.00
			-15	3.370	0.442	122.583	11.700	4.50	93.00
			-20	3.319	0.442	160.829	15.200	4.50	122.00
			-25	3.329	0.442	215.746	20.500	4.55	162.00
46.4	-33	1060	50	3.517	0.430	15.691	1.480	4.15	12.80
			20	3.391	0.430	34.323	3.240	4.30	27.00
			0	3.319	0.430	68.647	6.280	4.40	51.50
			-10	3.308	0.430	107.873	10.20	4.40	84.00
			-15	3.287	0.430	137.293	13.00	4.45	105.00
			-20	3.266	0.430	181.423	17.20	4.45	140.00
			-25	3.245	0.430	240.263	22.60	4.50	180.00
			-30	3.221	0.430	323.619	30.50	4.55	242.00

水的热物理性质

表 2—10

温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	压力 p ($\text{k}\cdot\text{Pa}$)	密度 ρ (kg/m^3)	焓 h (kJ/kg)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	热扩散率 $a\times 10^4$ (m^2/h)	动力粘度 $\eta\times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu\times 10^6$ (m^2/s)	体膨胀系数 $\gamma\times 10^4$ ($1/\text{K}$)	表面张力 $\sigma\times 10^4$ (N/m)	普朗特 准数 Pr
0	101.01	999.87		4.208	0.551	4.71	17.897	1.789	-0.63	756.1	13.67
1			4.229								
2		999.97	8.415								
3			12.644								
4		1000.00	16.831								
5			21.060		0.563		15.132				
6		999.97	25.246								
7			29.433								
8		999.88	33.662								
9			37.849								
10	101.01	999.73	42.035	4.191	0.575	4.94	13.043	1.306	0.70	741.4	9.52
11			46.222								
12		999.52	50.409								
13			54.596								
14		999.27	58.783								
15			62.969		0.587		11.425				

(续)

温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	压力 p ($\text{k}\cdot\text{Pa}$)	密度 ρ (kg/m^3)	焓 h (kJ/kg)	比热容 c $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^4$ (m^2/s)	体膨胀系数 $\gamma \times 10^4$ ($1/\text{K}$)	表面张力 $\sigma \times 10^4$ (N/m)	普朗特 准数 Pr
16		998.97	67.156								
17			71.343								
18		998.62	75.530								
19			79.717								
20	101.01	998.23	83.903	4.183	0.599	5.16	10.003	1.006	1.82	726.7	7.02
21			88.090								
22		997.80	92.277								
23			96.464								
24		997.32	100.609								
25			104.796		0.608		8.885				
26		996.81	108.982								
27			113.169								
28		996.21	117.356								
29			121.501								
30	101.01	995.67	125.688	4.178	0.618	5.35	8.012	0.805	3.21	712.0	5.42

(续)

温度 t ($^{\circ}\text{C}$)	压力 p ($\text{k}\cdot\text{Pa}$)	密度 ρ (kg/m^3)	焓 h (kJ/kg)	比热容 c ($\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$)	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	热扩散率 $a \times 10^4$ (m^2/h)	动力粘度 $\eta \times 10^4$ ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	运动粘度 $\nu \times 10^6$ (m^2/s)	体膨胀系数 $\gamma \times 10^4$ ($1/\text{K}$)	表面张力 $\sigma \times 10^4$ (N/m)	普朗特 准数 Pr
31			129.875								
32		995.05	134.061								
33			138.248								
34		994.40	142.435								
35			146.580		0.626		2.218				
36		993.71	150.767								
37			154.953								
38		992.99	159.140								
39			163.327								
40	101.01	992.24	167.514	4.178	0.634	5.51	6.531	0.659	3.87	696.3	4.31

获取更多资料
微信搜索 蓝领星球

三、冷冻机油

(一) 国产冷冻机油

国产冷冻机油，石油化学工业部标准规格有13号、18号、25号、30号和企业标准规格40号五种牌

号，其规格见表2—11。其中13号冷冻机油除生产凝点-40℃以外，还生产凝点-25℃的，供蒸发温度较高的冷藏、空调、小化肥等制冷系统使用，选用时应注意。

各种型号压缩机使用冷冻机油规格见表2—12。

国产冷冻机油规格

表2—11

质量标准	技术标准 油品牌号	SY1213-75				企业标准
		13	18	25	30	40
运动粘度50℃ cSt		11—15	18—22	25—29	30—35	不小于40
闪点(开口)(℃)不高于		160	160	170	180	190
凝点(℃)不高于		-40	-40	-40	-40	-40
浊点(与氟氯烷的混合液)(℃)不高于		—	-28	—	—	—
酸值, (mgKOH/g)不大于		0.1	0.03	0.05	0.1	0.1
灰分		0.01	—	0.01	0.01	—

(续)

质量标准	技术标准	SY1213-75				企业标准
	油品牌号	13	18	25	30	40
水溶性酸或碱	无	无	无	无	无	无
机械杂质	无	无	无	无	无	无
水分	无	无	无	无	无	无
氧化后酸值(mgKOH/g)不大于	—	—	0.05	—	—	—
氧化后沉淀物(%)不大于	—	—	0.005	—	—	—

注：由石油馏分制成的产品允许加入不大于0.3%的降凝剂，但18号冷冻机油，不得加入降凝剂。

各种型号压缩机使用冷冻机油参考

表 2-12

压缩机型号	蒸发温度 (℃)	冷凝温度 (℃)	冷冻机油牌号	
			使用制冷剂	
			R12、R22	R717
3FW-5B、6FW-5B、6FW-6、4FW-7B、 4FS-7B、6FW-7B、2F-4.8、2F-6.3、 2F-6.5、2F-10、4F-10	-15	30	18号	

(续)

压缩机型号	蒸发温度 (°C)	冷凝温度 (°C)	冷冻机油牌号	
			使用制冷剂	
			R12、R22	R717
8FS-7B、2FV-10、6FW-10 8FS-10、6W-12.5、8S-12.5	-15	30	18号、25号	
1/3F-10、2/6F-10	-70	30	18号、25号	
S4-12.5、S8-12.5	-70	40	25号、30号	25号、30号
4AV-7K、6AW-7K、8AS-7K	-15	30		13号、18号
6AW-10、8AS-10、4V-12.5 6W-12.5、8S-12.5	-15	30		18号、25号
4AV-17、6AW-17、8AS-17、8ASJ-17				25号、30号

机油的国家规格分别载于表 2—13、2—14、2—15、2—16、2—17。

(二) 美、英、联邦德国、日、苏

五个国家的冷冻机油规格

美国、英国、联邦德国、日本和苏联五国冷冻

美国冷冻机油规格VVL-825

表 2—13

项 目	质 量 指 标			
	I 类	I 类	I 类	IV 类
运动粘度 37.8℃ cSt	31.8—36.34	62.07—69.84	—	>31.8
100℃ cSt	—	—	21.29—26.06	—
闪点 (℃) 不低于	163	177	232	163
倾点 (℃) 不高于	-37	-32	-17.8	-37
凝点 (℃) 不高于	-37	-32	-17.8	-51
反 应	中性	中性	中性	中性
酸值(mgKOH/g)不大于	0.05	0.05	0.05	0.05
击穿电压(kV)不小于	25	25	25	25
残炭 (%) 不大于	0.1	0.3	1.25	0.2
灰分 (%) 不大于	0.005	0.005	0.005	0.005
适用范围	二氧化硫活塞式压缩机	R12、R717活塞式压缩机	特殊用途二级旋转式压缩机	R22压缩机

获取更多资料

英国冷冻机油规格BS2626-1955

表 2—14

质量指标	标准号	BS2626				DEF-2006
	牌号	A	B	C	D	OM-70
运动粘度 37.8℃ cSt		10—30	30—55	55—80	80—115	55—80
闭口闪点(宾马法)(℃)不低于		146	157	171	182	171
倾点(℃)不高于		-40	-28.9	-26	-23	-26
凝点(℃)不高于						-26
酸值(mgKOH/g)不大于		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
无机酸		无	无	无	无	无
皂化值(mgKOH/g)不大于		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
水分		通过爆声试验	通过爆声试验	通过爆声试验	通过爆声试验	通过爆声试验
沥青质含量		无	无	无	无	无
抗氧化安定性:						
酸值(mgKOH/g)不大于		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
沥青质(%)不大于		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
蜡含量(-40℃R12不溶物) % 不大于		0.3	0.3	0.3	0.3	—

联邦德国冷冻机油规格 (最低要求) DIN51503

表 2—15

项 目	质 量 指 标	
	A	C
运动粘度, cSt 最低	制冷机的蒸发温度在 -20—-30℃ 时: 20℃ 时为 33 50℃ 时为 10 制冷机的蒸发温度高于 -20℃ 时: 20℃ 时为 53 50℃ 时为 14	20℃ 时为 76 50℃ 时为 17
外 观	清 亮	清 亮
闪点, ℃ 不低于	160	160
中和值, mgKOH/g 最大	0.08 (不含无机酸和碱)	0.08 (不含无机酸和碱)
皂化值, mgKOH/g 最大	0.20	0.20
□形管中流动性, ℃ 等于或低于	制冷机蒸发温度为 -20—-30℃ 时为 -30℃ 制冷机蒸发温度高于 -20℃ 时为 -20℃	-25
水分 (交货时)	油槽车中的油, 放出 10 升应不含可沉出的水, 桶装的油, 在室温下应不含可沉出的水, 防水气的小桶中的油, 含水不超过 30 毫克/公斤	

(续)

项 目	质 量 指 标	
	A	C
用R12时的制冷剂性能, 小时最少	—	96
R12不溶物, % (重) 最高	—	0.05
适 用 范 围	用于氨和二氧化碳制冷机	用于氟利昂或氯的化合物的制冷机

日本国冷冻机油规格JISK2211-1963

表 2—16

项 目	质 量 指 标				
	1号	特2号	2号	特3号	3号
运动粘度, cSt					
30℃	16—26	32—42	32—42	69—79	69—79
50℃ 大于	9.0	13.5	13.5	22.0	22.0
闪点 (开口) (℃) 高于	145	155	155	165	165
凝点 (℃) 低于	-35	-27	-27	-27	-22
色度 (联合法) 小于	2	2.5	2.5	3	3

(续)

项 目	质 量 指 标				
	1号	特2号	2号	特3号	3号
反 应	中 性	中 性	中 性	中 性	中 性
抗乳化度 (s) 小于	150	200	200	200	200
绝缘强度 (kV) 大于	—	25	—	25	—
噪声试验	—	合 格	合 格	合 格	合 格

注：上述五种牌号与通常名称关系如下：1号——90号冷冻机油，特2号——150号电冰箱油，2号——150号冷冻机油，特3号——300号电冰箱油，3号——300号冷冻机油。

苏联冷冻机油规格ГОСТ5546-66

表 2—17

项 目	质 量 指 标					
	XA	XA-23	XA-30	XΦ12-18	XΦ22-24	XΦ22C-16
运动粘度, ν_{St}						
20℃不大于	—	110	150	—	—	—
50℃	11.5—14.5	22—24	28—32	不小于18.0	24.5—28.4	不小于16

(续)

项 目	质 量 指 标					
	XA	XA-23	XA-30	XΦ12-18	XΦ22-24	XΦ22C-16
闪点(开口)(℃)不低于	160	175	185	160	125	225
凝点(℃)不高于	-40	-38	-38	-40	-55	-58
浊点(与R-12混合)不高于	—	—	—	-28	—	—
酸值, mgKOH/g不大于	0.10	0.07	0.07	0.03	0.05	0.35
灰分(%)不大于	0.010	0.005	0.005	—	—	—
抗氧化安定性:						
氧化后沉淀(%)不大于	—	0.02	0.02	0.005	—	0.02
氧化后酸值, mg KOH/g不大于	—	0.6	0.6	0.05	—	0.4
腐蚀试验	合格	合格	合格	合格	合格	合格
水溶性酸或碱	无	无	无	无	无	无
机械杂质	无	无	无	无	无	无
水分	无	无	无	无	无	无
色度(无添加剂时2号玻璃片), 毫米不小于	—	—	—	40	—	—
酚含量	—	无	无	—	—	—
适用范围	用于NH ₃ 或CO ₂ 制冷压缩机			用于氟利昂制冷压缩机		

第三章 冷库库容量、制冷负荷计算及易腐食品冷藏方面参考资料

一、食品冷库的概述

(一) 食品冷库的分类

食品冷库按生产性质可分为三类：即生产性冷库、分配性冷库和零售性冷库。

1. 生产性冷库主要建在货源较集中的产区，作为肉、禽、蛋、鱼、水果、蔬菜加工厂的冷冻车间使用。食品在此进行冷冻加工并短期冷藏贮存后即

运往其它销售地区。它的特点是冷冻加工的能力较大，有一定容量的周转用冷库。

鱼类生产性冷库为了供应鱼船用冰，设有较大的制冰能力和贮冰间。

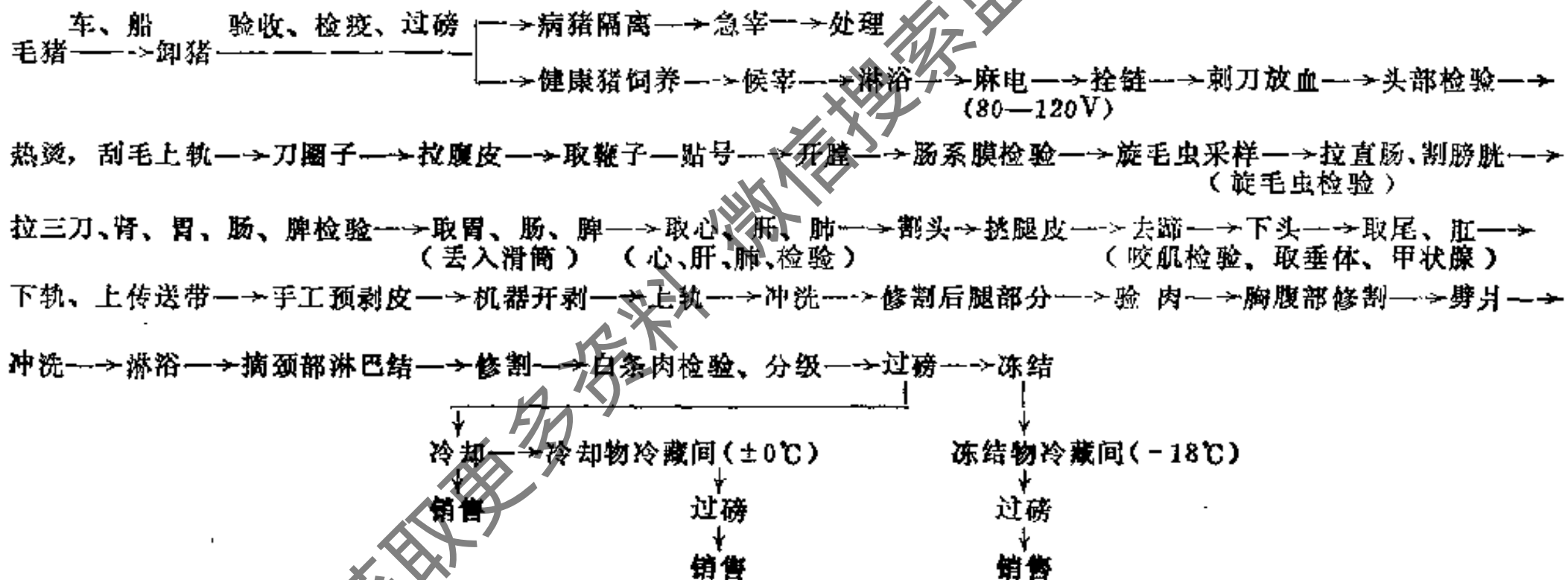
2. 分配性冷库一般是建在大中城市、水陆交通枢纽和人口较多的工矿区，作为市场供应、中转运输和贮存食品所用，其特点是冻结量小，冷藏量大，而且要考虑多种食品的贮存。由于冷藏量大，进出货比较集中，因此要求库内运输流畅，吞吐迅速。

3. 零售性冷库一般是建在城市的大型副食商店

内，供临时贮存零售食品之用。其特点是库容量小，贮存期短，库温则随使用要求不同而异。

(二) 食品生产的工艺流程

1. 白条肉生产工艺流程

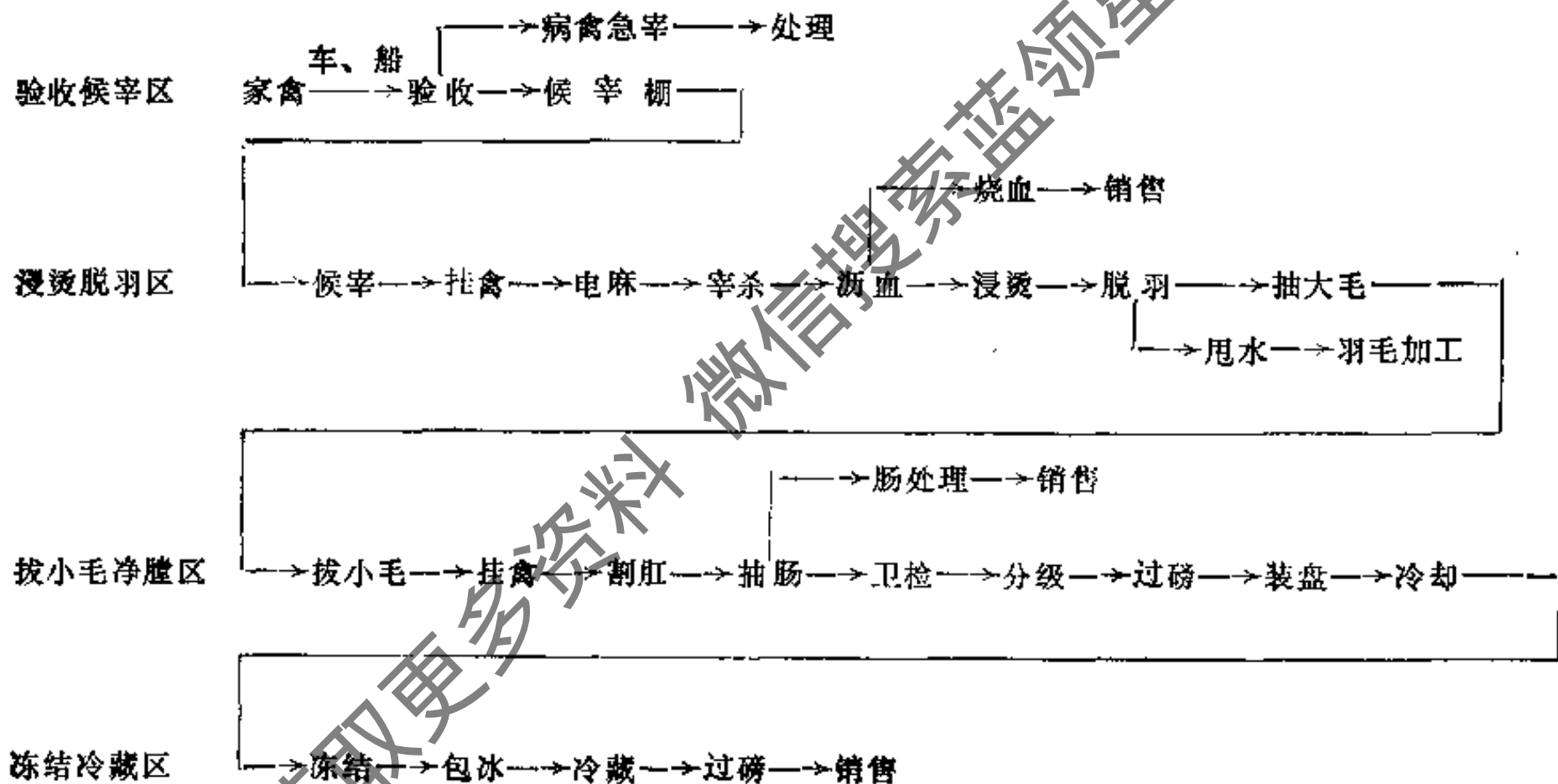


2. 鱼类生产工艺流程

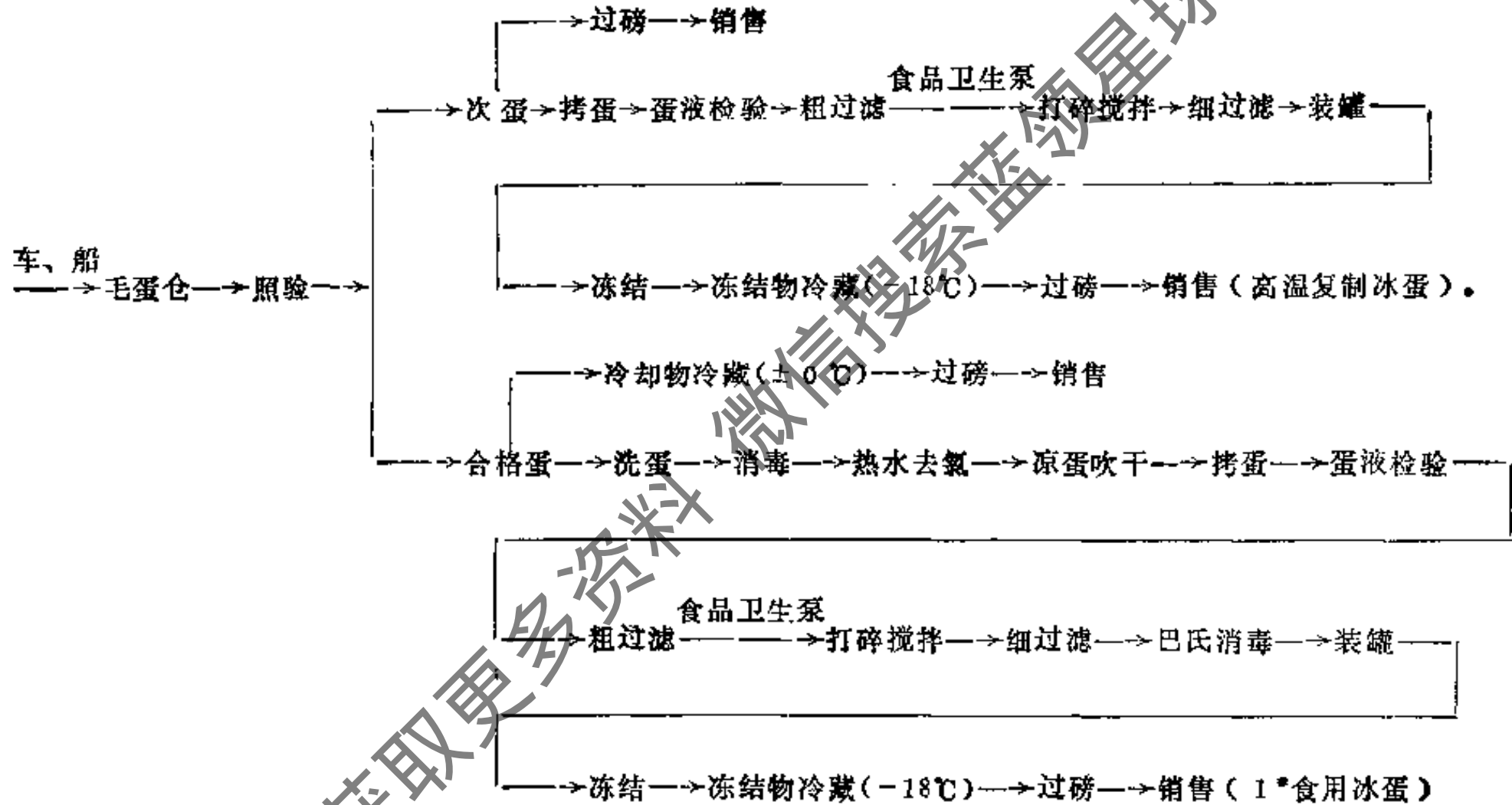
鲜鱼→挑选→整理→清洗→分级装盘→冻结→

脱盘→包冰衣→过磅→冻结物冷藏→过磅→销售。

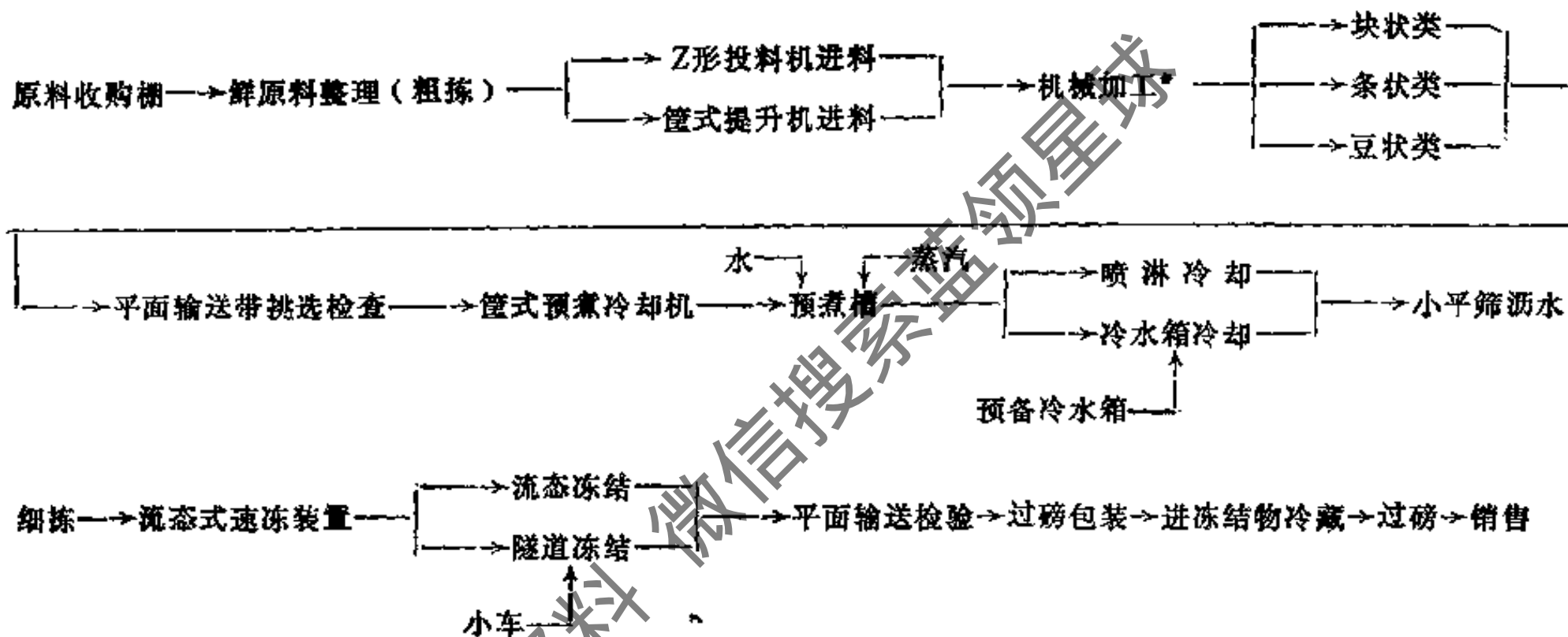
3. 家禽生产工艺流程



4. 蛋品生产工艺流程



5. 速冻蔬菜生产工艺流程



* 该工序对不同种蔬菜按不同要求,采用不同刀具达到去皮、剥壳、切块、切头、筛选。

6. 水果生产工艺流程

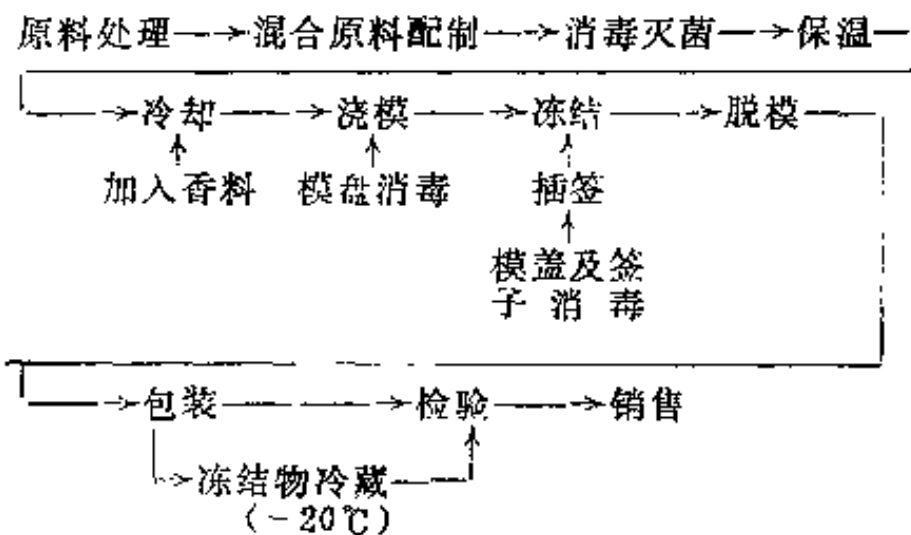
水果挑选、分级、过磅、装箱 → 冷却* → 冷却物

冷藏 → 过磅 → 销售。

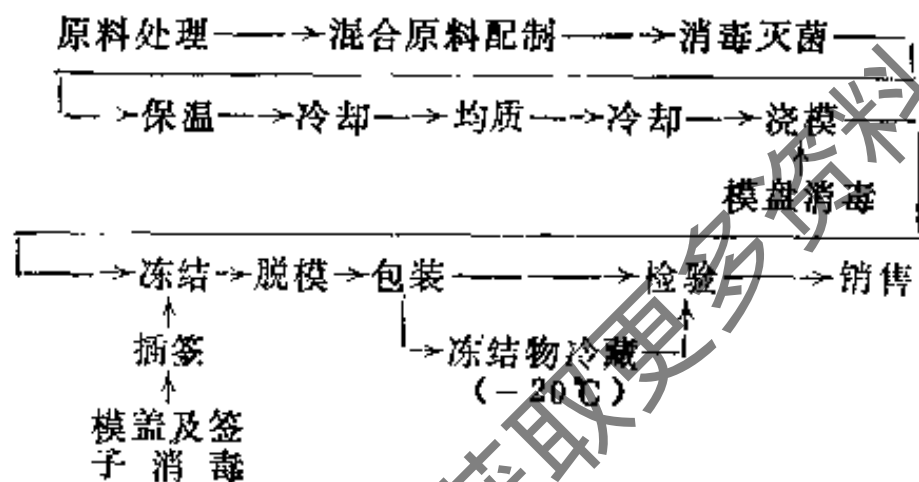
7. 冷饮食品生产工艺流程

* 如果水果不超过库房容量的 8% 可直接进入冷却物冷藏,不需经过冷却这一阶段。

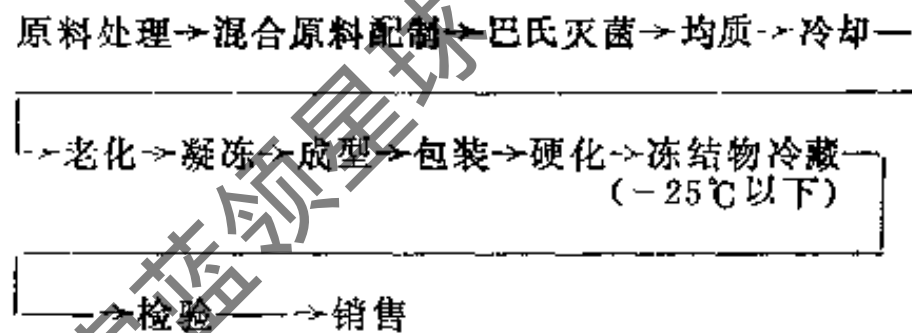
(1) 棒冰:



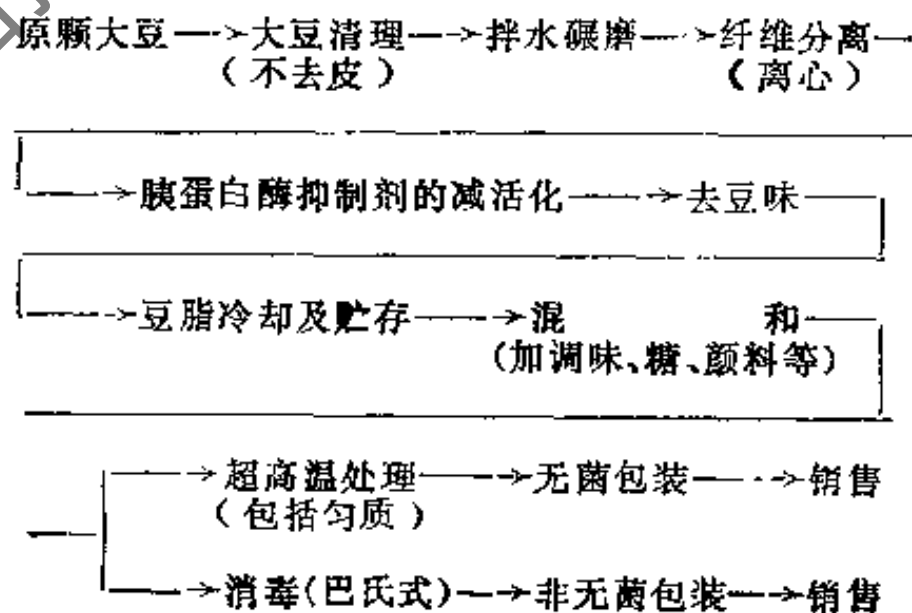
(2) 雪糕:



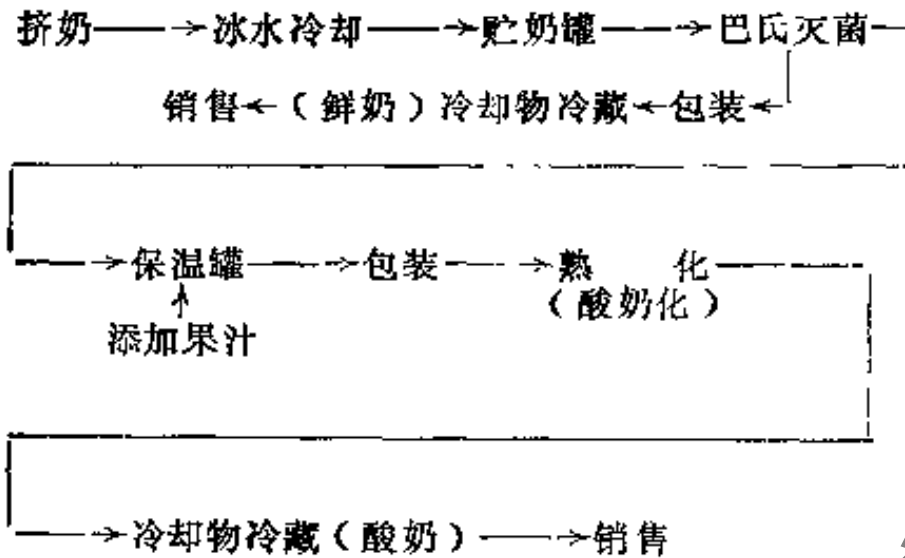
(3) 冰淇淋:



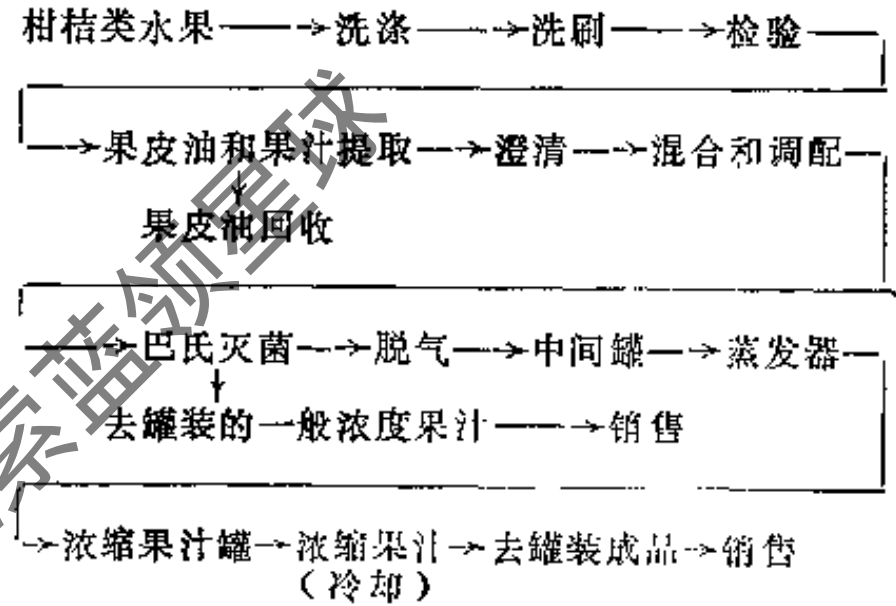
(4) 豆乳制品加工过程:



(5) 酸乳和乳品加工过程:



(6) 果汁加工生产过程:



(三) 食品冷库制冷的基础资料

表 3-1

序号	室名	室温 (°C)	相对湿度 (%)	制冷设备	进货温度 (°C)	出货温度 (°C)	冷加工时间 (h)	每米吊轨 载货量 (kg)	每立方米容 积载货量 (kg)	每平方米 地板载 货量 (kg)	备注
1	冷却间										
	(1)肉	-2	90	干式冷风机	+35	+4	20/10	200—230			分母为快速冷却

(续)

序号	室名	室温 (℃)	相对湿度 (%)	制冷设备	进货 温度 (℃)	出货 温度 (℃)	冷加工时间 (h)	每米吊轨 载货量 (kg)	每立方米容 积载货量 (kg)	每平米 地板载 货量 (kg)	备注
1	(2)分割肉副产品	±0	90	干式冷风机	+30	+4	20			100	内销副产品不冷却
2	冻结间										
	(1)肉	-23—-30		干式冷风机	+30/+4*	-15	20/10**	200—230			*分子为一次冻结 **分母为快速冻结
	(2)副产品、分割肉	-23—-30		干式冷风机 或吹风式搁架 排管	+30/+4*	-15	20/24—72**	每平米搁架 60—80		200	*分子为未经冷却 **分母为分割肉, 24h为铁盘装, 72h为纸盒装
	(3)禽、兔	-23—-30		干式冷风机 或吹风式搁架 排管	+30—+25	-15	24—40/80*	每平米搁架 60—80			*分子为铁盘装 分母为纸盒装
	(4)盘装冰蛋	-23—-30		干式冷风机 或吹风式搁架 排管		-15	24	每平米搁架 60—80			

(续)

序号	室名	室温 (℃)	相对湿度 (%)	制冷设备	进货 温度 (℃)	出货 温度 (℃)	冷加工时间 (h)	每米吊轨 载货量 (kg)	每立方米容 积载货量 (kg)	每平米载 货量 (kg)	备注
2	(5)听装冰蛋	-23--30		干式冷风机 或吹风式搁架 排管		-15	52				
	(6)鱼虾	-23--30		干式冷风机 或吹风式搁架 排管	+15	-15	12/8*	400—540/ 270**			*分子为鱼分母 为虾 **吊笼悬挂,分 子为鱼分母为虾
3	冷却物冷藏间	±0—-2	85—90	干式冷风机	+25/+4*	±0—-2	24—72		230—260		*分子为未经冷却
4	冻结物冷藏间	-18—-20	90—95	干式冷风机 或墙、顶排管	-15/-8	-18—-20	24/48		100—600		用干式冷风机时 货间风速应不大于 0.5m/s
5	冷却物包装间	常温									
6	冻结物包装间	-5		干式冷风机 或墙管							
7	贮冰间	-4—-6		干式冷风机 或顶排管	±0	-1			750		不能采用翅片管
8	再冻间	-23		干式冷风机	-8	-15	20	200—230			

(四) 冷库各冷间生产能力和容量

表 3—2

序号	库 房 名 称	生 产 性 冷 库	分 配 性 冷 库
1	冷 却 间	1.按屠宰能力扣除市销和不需冷冻加工数计算 2.按冷却间内设置的吊轨或搁架计算见公式(3—1)、(3—2)	1.按每昼夜运入需冷却的最大量计算 2.按冷却间内设置的吊轨或搁架计算见公式(3—1)、(3—2)
2	冻 结 间	1.肉类、禽兔类按冷却能力的60—100%计算 2.鱼类按汛期每昼夜最大进货量扣除市销和不需冷冻加工数计算 3.按冻结间内设置的吊轨或搁架计算见公式(3—1)、(3—2)	1.按冷却量扣除市销量计算 2.按冻结间内设置的吊轨或搁架计算见公式(3—1)、(3—2)
3	冷却物冷藏间*	1.按冷却能力的3—5倍计算 2.按冷间公称容积,堆存食品的种类计算见公式(3—3)	1.按3—5倍,以2%的冷却能力作市销 2.按冷间公称容积,堆存食品的种类计算见公式(3—3)
4	冻结物冷藏间	1.肉类按冻结能力的20—50倍计算 2.鱼类按冻结能力的20—30倍计算 3.禽兔类按冻结能力的6—10倍计算 4.按冷间公称容积,堆存食品种类计算,见公式3—3	1.按冻结能力的30—120倍计算 2.按全年度每月进货、出货的最大量计算 3.按冷间公称容积,堆存食品种类计算,见公式3—3

(续)

序号	库房名称	生产性冷库	分配性冷库
5	制冰	按最高月销量的日平均计算(包括供应冷库运出冷冻食品需用的耗冰量)	按最高月销量的日平均计算(包括供应冷库运出冷冻食品需用的耗冰量)
6	贮冰间	1.按制冰能力的7—10倍计算 2.按贮冰间公称容积,堆冰荷载不超过2000kg/m ² 为宜	1.按制冷能力的7—10倍计算 2.按贮冰间公称容积,堆冰荷载不超过2000kg/m ² 为宜
7	再冻间		1.按经过冷藏后转运来的低温肉食品外表化冻比例而定,在肉体温度高于-8℃者,均需“再冻”,其再冻量约为冻结物冷藏量的0.2—0.3% 2.设置吊轨或搁架的按公式(3—1)、(3—2)

注: *如冷却物冷藏间系贮存冷却肉者,则应按冷却间或冻结间装设吊轨。其冷间容量计算法见公式(3—1)。

一般习惯,市销肉类不经过冷却工序加工,所以不需设冷却肉冷藏间。

1.冷却间、冻结间等生产加工房间,其设置的吊轨轨面标高(离地面)分为2.20, 2.30, (2.35), 2.45, 2.75, 3.35等数种(有括号者为不常用)。吊轨间距冷却间、冻结间内750—850mm,卸货间、外室、公路站台、铁路站台方面1000—1500mm(站台上若设吊轨,最少装2根轨线)。

2.各类冷间生产指标的决定,应接上级批准的计划任务书为准。本表所列数据仅参考。

1. 冷却间、冻结间生产能力计算

冷却间、冻结间的生产能力，根据冷冻加工形式和时间（不包括进货、出货时间）确定。

(1) 设有吊轨的冷却间、冻结间，其计算公式：

$$G' = \frac{l \cdot g}{1000} n = \frac{l \cdot g}{1000} \cdot \frac{24}{T} \quad (3-1)$$

式中：G'——冷却间、冻结间每日冷加工能力(t)。

l——吊轨有效总长度(m)。

g——吊轨单位长度净载货量(kg/m)。

n——每日冷却或冻结的周转次数。

T——冷却或冻结一周转的时间(h)。

24——每日小时数(h)。

1000——一吨换算成千克的数值(kg/t)。

吊轨单位长度净载货量g应按下列规定取值：

肉类：人工推动 $g = 200 \sim 230 \text{ kg/m}$

机械传动 $g = 170 \sim 210 \text{ kg/m}$

鱼：15千克盘装 $g = 400 \text{ kg/m}$

20千克盘装 $g = 510 \text{ kg/m}$

虾： $g = 270 \text{ kg/m}$

吊轨的轨距及轨面高度，应按吊挂食品和运载工具的实际尺寸、通风间距及必要的操作空间确定，一般可按表3—3选用。

吊轨轨距和轨面高度

表 3—3

食品类别	轨距 (mm)	轨面高度 (mm)
猪白条肉	人工推动：750—850	2300—2500
	机械推动：900—1000	
鱼 虾	人工推动：1000—1100	2100—2300

注：冻牛羊肉的轨距和轨面高度可按当地的牛羊体形大小确定。

(2) 设有搁架式排管的冷却间、冻结间，其计算公式：

$$G' = \frac{n \cdot A}{a} \cdot \frac{g}{1000} \cdot \frac{24}{T} \quad (3-2)$$

式中：G'——冷却间、冻结间每日冷加工能力，(t)。

n——搁架利用系数。

A——搁架各层水平面积之和（不包括弯头部分）(m²)。

a——每件（盘、听或箱）冻结食品容器所占面积，(m²)。

g——每件食品净重(kg)。

24——每日小时数(h)。

T——冷却或冻结一周转的时间(h)。

1000——一吨换算成千克的数值(kg/t)。

搁架利用系数n可按下列规定取值：

冷加工盘装食品 $n = 0.85 - 0.90$

冷加工听装食品 $n = 0.70 - 0.75$

冷加工箱装食品 $n = 0.70 - 0.85$

2. 冷却物冷藏间、冻结物冷藏间及贮冰间的容量计算

所有冷库内的冷却物冷藏间、冻结物冷藏间的容量总和（有时也包括贮冰间的容量），是标志该冷库的总容量，也称冷库贮藏吨位数，其计算公式：

$$G = \frac{\sum V \rho \eta}{1000} \quad (3-3)$$

式中：G——冷库贮藏吨位(t)。

V——冷藏间、贮冰间的公称容积(m³)。

ρ——食品的计算密度(kg/m³)。

η——冷藏间、贮冰间的容积利用系数。

1000——一吨换算成千克的数值(kg/t)。

公称容积为冷藏间或贮冰间的净面积（不扣除柱、门斗和制冷设备所占的面积）乘以房间净高。

食品的计算密度可按表3—4规定采用。

食品的计算密度

表 3—4

(续)

序号	食品名称	密度(kg/m ³)
1	冻猪白条肉	400
2	冻牛白条肉	330
3	冻羊腔	250
4	块装冻剔骨肉或副产品	600
5	块装冻鱼	470
6	块装冻冰蛋	630
7	冻猪油(冻动物油)	650
8	罐冰蛋	600
9	纸箱冻家禽	550
10	盘冻鸡	350
11	盘冻鸭	450
12	盘冻蛇	700
13	纸箱冻蛇	450
14	纸箱冻兔(带骨)	500
15	纸箱冻兔(去骨)	650
16	木箱鲜鸡蛋	300
17	篓装鲜鸡蛋	230
18	篓装鸭蛋	250
19	筐装新鲜水果	220(200—230)

序号	食品名称	密度(kg/m ³)
20	箱装新鲜水果	300(270—330)
21	托架式活动货架存菜	250
22	木杆排架定货架存蔬菜 (不计货架间距离)	220
23	篓装蔬菜	250(170—340)
24	机制冰	750
25	其它	按实际密度采用

注：同一冷库如同对存放猪、牛、羊肉(包括禽兔)时，其密度均按400kg/m³计；当只存冻羊腔时，密度按250kg/m³计；只存冻牛、羊肉时，密度按330kg/m³计。

冷藏间容积利用系数不应小于表 3—5 的规定值。

冷藏间容积利用系数

表 3—5

公称容积(m ³)	容积利用系数(η)
500—1000	0.40
1001—2000	0.50

(续)

公称容积(m ³)	容积利用系数(η)
2001—10000	0.55
10001—15000	0.60
>15000	0.62

注：1.对于仅贮存冻结食品或冷却食品的冷库，表内公称容积为全部冷藏间公称容积之和；对于同时贮存冻结食品和冷却食品的冷库，表内公称容积分别为冻结食品冷藏间或冷却食品冷藏间各自的公称容积之和。

2.蔬菜冷库的容积利用系数应按表3—5数值乘以0.8的修正系数。

贮冰间容积利用系数不应小于表3—6的规定值。

贮冰间容积利用系数 表3—6

贮冰间净高(m)	容积利用系数
≤4.20	0.4
4.21—5.00	0.5
5.01—6.00	0.6
>6.00	0.65

家畜家禽每吨头(或只)数 表3—7

序号	家畜、家禽种类	每吨头数(或只数)	序号	家畜、家禽种类	每吨头数(或只数)
1	猪	15—22	4	鸡	1000
2	羊	80—100	5	鸭(指北京填鸭)	500
3	牛	8—10	6	兔	900—1100

* 表里的每吨，是指经屠宰后家畜，家禽需进入冷藏库的半成品，并非指鲜活畜、禽的重量。仅供参考。

3. 冷间内货垛距建筑物、设备尺寸

表3—8

序号	项 目	距离(m)
1	货垛与下列建筑物表面及设备之间的距离： 距冻结物冷藏间平顶 距冷却物冷藏间平顶 距顶排管下侧 距顶排管横侧	0.20 0.30 0.30 0.20

以及计算水果、蔬菜冷却时呼吸热量的初始温度，均按当地进货旺月的月平均温度计算。如建设单位未能提供确切的旺月的月平均温度时，可按夏季空

气调节日平均温度乘以季节修正系数 n_1 采用。季节修正系数 n_1 见表3—32。

各主要城市部分气象资料

表3—9

地名	台 站 位 置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	反季通风				冬季	夏季
北京市													
北京	39°48'	116°28'	31.2	30	29	26.4	77	63	-27.4	40.6	85	102.391	100.125
密云	40°23'	116°50'	71.6	29	29	26.1	77	62	-27.3	40.0	69	101.725	99.592
天津市													
天津	39°06'	117°10'	3.3	30	29	27.2	79	66	-22.9	39.7	69	102.658	100.525
武清	39°24'	117°06'	6.1	30	29	27.0	79	65	-22.0	39.9	62	102.658	100.525
塘沽	38°59'	117°43'	5.4	29	29	26.7	78	69	-18.3	39.9	59	102.653	100.525
上海市													
上海	31°10'	121°26'	4.3	32	30	28.3	83	67	-9.4	38.9	8	102.658	100.525
崇明	31°37'	121°27'	2.2	31	30	28.0	85	73	-10.5	36.9	—	102.658	100.525
松江	31°00'	121°15'	4.3	31	30	28.5	85	72	-9.2	38.2	—	102.658	100.525
金山	30°54'	121°10'	4.0	32	30	28.2	85	71	-9.2	38.3	9	102.658	100.525

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
河北省													
石家庄	38°04'	114°26'	81.8	31	30	26.7	75	55	-26.5	42.7	53	101.725	99.592
保定	38°50'	115°34'	17.2	31	30	26.9	75	61	-23.7	43.3	55	102.525	100.258
唐山	39°38'	118°10'	25.9	29	28	26.3	79	64	-21.0	38.9	73	102.391	100.258
承德	40°58'	117°50'	375.2	28	27	24.3	72	57	-23.3	41.5	126	98.125	96.258
邯郸	36°36'	114°30'	57.2	32	31	27.6	75	53	-19.0	42.5	37	101.991	99.725
张家口	40°47'	114°53'	723.0	28	27	22.4	67	51	-26.2	40.0	122	93.392	92.392
秦皇岛	39°51'	119°37'	1.8	28	27	25.8	80	71	-21.5	39.9	80	102.658	100.525
邢台	37°04'	114°30'	76.8	31	30	27.4	76	56	-22.4	41.8	44	101.725	99.592
沧州	38°20'	116°55'	11.4	30	30	27.4	77	63	-20.6	42.9	52	102.658	100.391
遵化	40°12'	117°57'	54.9	29	28	26.3	79	64	-25.7	40.3	106	101.991	99.858
昌黎县	39°43'	119°10'	13.3	29	28	26.3	80	67	-20.9	40.3	72	102.391	100.391
定县	38°31'	115°01'	54.5	31	30	27.1	76	58	-20.3	42.4	59	101.991	99.858
山西省													
太原	37°47'	112°33'	777.9	28	27	23.3	71	57	-25.5	39.4	77	93.325	91.859
运城	35°02'	111°00'	867.8	32	32	26.2	70	50	-18.5	42.7	43	98.258	96.258
大同	40°06'	113°20'	1087.6	26	25	20.7	66	50	-29.1	37.7	170	89.859	88.792
长治	36°12'	113°07'	926.5	27	26	23.1	76	57	-29.3	37.6	73	91.592	90.392

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空调(日平均)		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
山西省													
临汾	36°03'	111°39'	449.0	31	30	25.5	70	50	-25.6	41.9	62	97.192	95.325
侯马	35°39'	111°22'	434.4	31	30	23.8	72	55	-20.1	42.0	56	97.458	95.592
阳泉	37°51'	113°33'	741.9	29	28	23.4	71	51	-19.1	40.2	63	93.592	91.859
离石	37°30'	111°03'	950.8	27	26	21.9	68	53	-24.4	38.9	15	91.326	89.492
隰县	36°47'	110°54'	1208.2	26	25	21.5	72	54	-24.0	36.1	103	88.392	87.459
忻县	38°25'	112°43'	791.1	23	26	23.4	73	55	-27.8	38.8	83	93.192	91.726
五寨县	38°56'	111°49'	1400.0	25	23	19.7	70	51	-38.1	35.2	140	86.393	85.593
兴县	38°28'	111°08'	1012.6	28	27	22.0	62	48	-29.3	38.9	111	90.392	89.459
榆社	37°04'	112°39'	1041.4	27	25	22.0	72	54	-24.1	37.0	76	90.259	89.192
内蒙古自治区													
呼和浩特	40°49'	111°41'	1063.0	26	25	20.3	65	50	-32.8	37.3	120	90.126	88.926
锡林浩特	43°57'	116°04'	989.5	25	25	19.8	62	44	-42.4	38.3	289	90.526	90.592
磴口	40°20'	107°00'	1055.1	28	28	21	53	37	-32.4	38.2	108	90.259	88.926
博克图	48°46'	121°55'	738.7	23	21	19.1	79	57	-37.5	35.6	250	92.925	92.259
赤峰	42°16'	118°58'	571.1	28	27	22.5	66	49	-31.4	42.5	201	95.459	94.125
集宁	40°58'	113°03'	1416.5	24	23	19.2	65	49	-33.8	35.7	191	85.993	85.326
海拉尔	49°13'	119°45'	612.9	23	23	19.9	72	48	-48.5	36.7	241	94.659	93.459

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(°C)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(°C)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(°C)	极端最高温度(°C)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
内蒙古自治区													
通辽	43°36′	122°16′	178.5	28	27	24.3	73	57	-30.9	39.1	149	100.258	98.392
乌兰浩特	46°05′	122°03′	274.7	26	26	22.7	71	52	-33.9	39.9	245	98.925	97.325
满洲里	49°34′	117°26′	666.8	24	23	19.3	71	54	-42.7	37.4	257	94.125	93.059
二连浩特	43°39′	112°00′	964.8	28	27	19.2	49	36	-40.2	39.6	337	91.059	89.859
正镶白旗	42°18′	115°00′	1345.6	23	23	18.6	66	48	-35.1	34.9	285	86.659	85.993
四子王旗	41°33′	111°38′	1489.1	24	23	18.4	61	42	-38.8	34.5	250	85.059	84.393
正蓝旗	42°15′	115°59′	1300.1	23	22	18.9	71	53	-35.4	33.6	—	87.059	86.526
多伦	42°11′	116°28′	1245.4	23	22	19.4	73	53	-39.8	35.4	198	87.726	87.059
包头麻池	40°36′	109°50′	1044.2	27	26	21.0	59	40	-31.4	38.4	175	90.392	89.059
阿拉善左旗	38°50′	105°40′	1561.4	25	27	19	45	33	-31.4	36.6	—	84.526	83.993
乌海	39°54′	106°48′	1093.4	29	29	20.9	45	32	-28.6	39.4	178	89.726	88.526
苏尼特右旗	42°43′	112°42′	1102.0	27	27	19.2	50	37	-35.8	37.8	250	89.459	88.392
额济纳旗	41°14′	101°34′	956.0	31	30	20.5	36	25	-35.3	41	—	91.592	89.992
辽宁省													
沈阳	41°46′	123°26′	41.6	28	28	25.5	78	64	-30.6	38.3	148	102.125	99.992
本溪	41°19′	123°47′	212.8	28	28	24.4	75	62	-32.3	37.3	149	100.525	98.658
锦州	41°08′	121°07′	66.3	28	27	25.4	79	66	-24.7	37.3	113	101.725	99.725

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
辽宁省													
营口	40°40'	122°12'	3.5	28	28	25.5	78	67	-27.3	35.3	111	102.658	100.525
丹东	40°03'	124°20'	15.1	27	26	25.1	86	75	-28.0	34.3	88	102.391	100.525
大连	38°54'	121°38'	93.5	26	26	25.1	84	77	-21.1	35.3	93	101.325	99.458
抚顺	41°50'	123°54'	81.7	28	27	25.2	79	64	-35.2	36.9	143	100.925	99.325
盘锦	41°11'	122°01'	4.6	27	27	25.4	81	69	-28.2	35.2	117	102.525	100.525
鞍山	41°07'	122°55'	21.6	29	28	25.5	77	64	-30.4	36.9	118	102.391	100.258
海城	40°53'	122°43'	25.1	28	28	25.5	78	67	-33.7	36.5	118	102.258	100.258
绥中	40°21'	120°21'	15.2	27	27	25.8	82	71	-26.3	39.8	125	102.525	100.525
岫岩	40°17'	123°17'	79.3	27	26	25.0	85	70	-31.5	37.3	99	101.591	99.725
锦西	40°44'	120°53'	17.5	27	27	25.1	82	69	-25.0	41.5	112	102.391	100.258
熊岳	40°10'	122°09'	20.4	28	27	25.5	78	68	-28.5	36.6	105	102.391	100.258
凤城	40°28'	124°04'	73.1	27	26	25.1	85	70	-32.6	36.7	114	101.591	99.725
吉林省													
长春	43°54'	125°13'	236.8	27	26	24.2	78	63	-36.5	38.0	169	99.458	97.725
四平	43°11'	124°20'	164.2	27	27	24.5	78	64	-34.6	36.6	145	100.391	98.658
延吉	42°53'	129°28'	176.8	26	25	24.0	81	66	-32.2	37.1	200	99.992	98.658
通化	41°41'	125°54'	402.9	26	25	23.4	80	64	-36.3	35.0	118	97.458	95.992

(续)

地名	台站位置			室外计算 温度(℃)		夏季室外 平均每年 不保证50 小时的湿 球温度(℃)	室外计算相 对湿度(%)		极端最 低温度 (℃)	极端最 高温度 (℃)	最大冻 土深度 (cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季 通风	夏季空 气调节 日平均		最热 月月 平均	夏季 通风				冬季	夏季
吉林省													
双辽	43°30'	123°32'	114.0	28	26	24.7	77	69	-35.0	36.7	132	101.058	99.192
安图	42°32'	128°15'	591.4	25	23	22.8	85	66	-42.6	34.4	186	95.059	94.125
白城	45°38'	122°50'	155.4	27	27	24.0	74	55	-36.0	40.6	243	100.391	98.659
敦化	43°22'	128°12'	523.7	24	23	22.6	85	68	-38.3	33.4	177	95.725	94.659
松江	42°32'	128°15'	591.4	25	23	22.8	85	66	-42.6	34.4	186	95.059	94.125
长白	41°21'	128°12'	711.2	24	22	21.2	84	63	-35.9	33.2	—	89.859	89.459
海龙	42°32'	125°28'	339.9	26	25	23.8	81	65	-38.4	36.1	152	98.125	96.658
吉林九站	43°57'	126°28'	183.4	26	26	24.6	80	65	-40.2	36.6	190	100.125	98.525
黑龙江省													
哈尔滨	45°41'	126°37'	171.7	26	26	23.9	77	62	-38.1	36.4	197	100.125	98.392
海伦	47°26'	126°58'	239.4	25	24	22.8	78	54	-38.4	37.0	231	99.058	97.725
齐齐哈尔	47°23'	123°55'	145.9	27	26	23.1	74	54	-39.5	39.0	186	100.391	98.792
牡丹江	44°34'	129°36'	241.4	26	25	23.6	77	58	-38.3	36.5	189	99.192	97.858
佳木斯	46°49'	130°17'	81.2	26	26	23.5	80	65	-41.1	35.4	200	101.058	99.591
爱辉	50°15'	127°27'	165.8	25	24	22.2	80	66	-40.7	37.7	298	99.992	98.525
鸡西	45°17'	130°57'	233.1	26	25	23.3	77	58	-35.1	37.1	255	99.192	97.858
伊春	47°43'	128°54'	281.3	25	24	22.4	79	62	-43.1	34.4	290	99.192	97.858

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
陕西省													
安康	32°43'	109°02'	328.8	31	31	27.1	74	59	-9.5	41.7	7	98.658	96.658
华山	34°29'	110°05'	2064.9	19	21	18.6	74	76	-25.3	27.7	—	79.460	79.060
甘肃省													
兰州	36°03'	103°53'	1517.2	27	26	20.1	60	42	-21.7	39.1	103	85.059	84.260
敦煌	40°08'	94°47'	1138.7	30	28	19.9	41	29	-27.6	43.6	144	89.326	87.993
酒泉	39°46'	98°31'	1477.2	26	24	18.9	50	38	-31.6	38.4	132	85.593	84.659
山丹	38°48'	101°05'	1764.6	26	24	17.1	50	34	-33.3	36.7	141	82.526	81.860
平凉	35°25'	106°38'	1346.6	25	24	21.0	72	50	-22.5	35.0	62	86.926	85.993
天水	34°35'	105°45'	1181.7	27	25	22.2	73	51	-19.2	37.2	61	89.192	88.126
武都	33°23'	104°41'	1079.1	28	28	23.6	68	53	-6.3	39.9	11	89.592	88.526
张掖	38°56'	100°35'	1482.7	27	25	19.1	56	37	-28.7	38.1	123	85.459	84.659
玉门镇	40°16'	97°11'	1526.0	26	24	17.4	44	32	-27.7	36.7	150	85.059	84.126
安西	40°30'	95°55'	1170.8	29	28	19.8	38	30	-29.3	42.8	116	88.926	87.593
临洮	35°23'	103°51'	1886.6	23	22	19.3	74	54	-29.6	34.6	82	81.193	80.793
庆阳	36°05'	107°52'	1100.0	27	26	22.1	71	53	-21.3	37.9	79	89.726	88.526
宁夏回族自治区													
银川	38°29'	106°18'	1111.5	27	26	22.2	64	46	-30.6	39.3	103	89.859	88.392

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
宁夏回族自治区													
盐池	37°47'	107°24'	1347.8	27	26	20.2	59	37	-29.6	38.1	128	86.659	85.993
石咀山	39°11'	106°46'	1092.0	27	26	20.8	58	42	-28.4	37.0	104	89.859	88.526
固原	36°00'	106°16'	1753.2	24	22	18.6	72	46	-26.9	34.6	102	82.926	82.126
中卫	37°32'	105°11'	1225.7	27	26	21.8	67	45	-27.8	36.5	83	87.993	86.659
中宁	37°29'	105°40'	1184.6	28	27	20.9	59	43	-26.7	38.5	80	89.192	88.126
海原	36°34'	105°39'	1853.7	24	23	18.0	62	45	-22.7	34.2	116	81.326	80.660
同心	36°59'	105°55'	1343.9	27	26	20.0	57	36	-27.3	37.9	137	87.059	85.993
青海省													
西宁	36°35'	101°55'	2261.2	22	21	16.4	66	47	-26.0	33.5	134	77.460	77.327
共和	36°17'	100°37'	2835.0	19	19	14.4	64	48	-28.9	31.1	133	71.994	72.261
格尔木	36°12'	94°38'	2807.7	22	21	12.8	36	26	-33.6	33.1	88	72.394	72.394
乌图美仁	36°54'	93°10'	2842.9	21	19	12.3	43	31	-30.1	33.1	—	71.861	71.861
玉树	33°06'	96°45'	3702.5	17	15	12.8	70	52	-26.1	28.7	82	64.661	65.061
扎多	32°54'	95°19'	4067.5	15	13	10.2	68	49	-33.1	25.5	229	61.061	62.261
班玛	33°03'	100°25'	3750.0	17	14	13.6	77	54	-29.7	28.1	137	65.994	66.394
都兰	36°20'	98°02'	3191.1	19	19	11.7	44	35	-29.8	31.9	201	68.927	69.194
大柴旦	37°50'	95°17'	3173.2	19	19	11.3	40	30	-33.6	29.7	150	69.061	69.194

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(°C)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(°C)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(°C)	极端最高温度(°C)	最大冻上深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
青海省													
冷湖	38°30'	93°23'	2733.0	22	21	11.7	32	29	-34.3	34.2	174	72.394	72.794
民和	36°35'	102°56'	1813.9	25	24	18.5	62	45	-21.7	34.7	98	81.993	81.469
新疆维吾尔自治区													
乌鲁木齐	43°54'	87°28'	653.5	29	30	18.7	58	31	-32.0	40.9	162	95.192	93.459
伊宁	43°57'	81°20'	662.5	27	25	21.4	60	41	-40.4	37.4	62	91.659	93.325
吐鲁番	42°56'	89°12'	34.5	36	36	23.8	40	23	-28.0	47.0	74	102.791	93.723
哈密	42°49'	93°31'	737.9	31	30	19.9	32	26	-32.0	43.6	112	93.992	92.126
喀什	39°28'	75°59'	1288.7	29	29	20.0	39	27	-24.4	49.1	90	87.593	86.526
和田	37°08'	79°56'	1374.6	29	28	20.4	41	31	-21.6	40.5	67	86.059	85.593
那曲	42°51'	90°14'	377.8	34	32	21.3	35	24	-28.7	43.9	111	98.525	100.125
库尔勒	41°45'	86°08'	931.5	30	30	21.6	40	30	-28.1	39.0	63	91.726	90.126
石河子	44°19'	86°03'	442.9	30	28	21.6	53	36	-39.8	40.0	140	97.325	95.725
克拉玛依	45°36'	84°51'	427.0	30	30	19.3	34	33	-35.9	42.9	197	98.125	95.859
阿勒泰	47°44'	88°05'	735.1	26	27	18.8	47	41	-43.5	37.6	146	94.259	92.525
塔城	46°44'	83°00'	548.0	27	26	20.3	56	39	-39.2	39.2	146	96.392	94.792
阿克苏	41°10'	80°14'	1193.3	29	26	21.0	57	33	-27.6	40.7	62	89.859	88.259
拜城	41°47'	81°54'	1229.2	27	25	19.9	59	38	-32.0	37.3	86	88.392	87.193

(续)

地名	台 站 位 置			室外计算 温度(℃)		夏季室外 平均每年 不保证50 小时的湿 球温度(℃)	室外计算相 对湿度(%)		极端最 低温度 (℃)	极端最 高温度 (℃)	最大冻 土深度 (cm)	大气压力(kPa)	
	北 经	东 经	海拔(m)	夏季 通风	夏季空 气调节 日平均		最热 月月 平均	夏季 通风				冬 季	夏 季
山 东 省													
济 南	36°41'	116°59'	51.6	31	32	26.8	73	56	-19.7	42.5	44	101.991	99.858
潍 坊	36°37'	119°07'	62.8	30	30	26.8	80	53	-21.4	40.5	43	101.858	99.858
青 岛	36°09'	120°25'	16.8	28	28	26.8	86	73	-17.2	36.9	42	102.523	100.391
濰 泽	35°45'	115°26'	49.7	31	31	27.7	78	64	-20.4	42.3	35	102.125	99.858
龙 口	37°37'	120°19'	3.5	28	29	26.3	81	71	-18.6	38.3	41	102.658	100.525
烟 台	37°32'	121°24'	46.7	27	29	25.9	81	74	-13.1	37.2	43	102.125	100.125
惠 民 州	37°30'	117°32'	11.3	30	30	27.0	79	54	-22.4	42.2	50	102.525	100.391
德 州	37°26'	116°19'	21.2	31	31	26.9	75	60	-27.0	43.4	48	102.525	100.258
莱 阳 州	36°56'	120°42'	30.5	29	28	26.8	84	66	-21.0	38.9	45	102.258	100.258
充 州	35°34'	116°51'	51.6	31	31	27.4	79	64	-19.0	41.0	45	101.991	99.858
泰 安	36°10'	117°09'	128.8	30	30	26.9	79	63	-22.4	40.7	46	101.058	98.925
濰 博	36°50'	118°00'	32.8	31	31	26.7	74	60	-21.8	42.1	43	102.258	99.992
海 阳	36°46'	121°12'	23.2	28	28	26.4	86	74	-16.3	36.4	49	102.258	100.391
益 都	36°43'	118°30'	80.2	30	30	27.2	77	61	-19.3	40.9	46	101.325	99.192
泰 山	36°15'	117°06'	1533.7	20	21	20.1	87	84	-27.5	28.6	—	84.659	81.126

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
江苏省													
南京	32°00'	118°48'	8.9	32	32	28.5	81	64	-14.0	40.7	—	102.526	100.391
徐州	34°17'	117°18'	43.0	31	31	28.1	82	65	-23.3	40.6	24	102.258	100.125
连云港	34°36'	119°10'	3.0	31	31	27.9	81	67	-18.1	40.0	22	102.658	100.525
镇江	32°13'	119°28'	26.4	32	32	27.7	82	65	-12.0	40.9	—	102.125	100.391
扬州	32°25'	119°25'	7.2	31	31	28.5	85	70	-17.7	39.1	—	102.525	100.391
南通	32°01'	120°51'	5.3	31	30	28.7	86	72	-10.8	37.3	11	102.258	100.391
常州	31°46'	119°57'	9.2	32	32	28.2	82	66	-15.5	38.5	10	102.258	100.525
苏州	31°19'	120°38'	6.2	32	31	28.6	83	69	-9.8	38.6	—	102.525	100.391
无锡	31°35'	120°19'	5.6	32	31	28.4	83	68	-12.5	38.6	—	102.791	100.391
盐城	33°23'	120°08'	2.3	30	30	27.6	85	73	-14.3	39.1	—	102.925	100.525
高邮	32°48'	119°27'	5.4	31	31	28.5	86	72	-18.5	38.5	14	103.058	99.992
泰州	32°29'	119°52'	5.4	31	31	28.3	84	64	-19.2	39.4	—	102.658	100.391
如皋	32°23'	120°30'	5.1	31	30	28.1	85	69	-12.1	38.9	13	102.658	100.525
江阴	31°55'	120°18'	4.7	32	31	28.4	84	71	-11.4	38.0	7	102.658	100.525
太仓	31°26'	121°07'	5.0	31	30	28.7	83	70	-9.3	37.9	—	102.658	100.525
安徽省													
合肥	31°51'	117°17'	23.6	33	32	28.2	81	62	-20.6	41.0	11	102.391	100.258

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
安徽省													
蚌埠	32°57'	117°22'	21.0	32	32	28.1	79	60	-19.4	41.3	15	102.391	100.258
安庆	30°31'	117°02'	44.0	33	32	28.1	79	61	-12.5	40.6	10	101.991	99.992
亳县	33°53'	115°47'	37.1	32	32	27.8	79	63	-20.6	42.1	16	102.391	99.591
芜湖	31°20'	118°21'	14.8	32	32	28.3	81	63	-13.1	39.3	—	102.391	100.258
巢湖	31°37'	117°52'	22.4	32	32	28.3	79	66	-12.7	39.6	9	102.391	101.058
铜陵	30°57'	117°48'	37.2	32	32	27.9	76	62	-11.9	40.2	—	101.991	99.992
屯溪	29°43'	118°17'	146.7	33	31	27.5	78	57	-10.9	41.0	—	100.731	99.058
阜南	32°56'	115°50'	31.2	32	32	27.3	80	62	-20.4	41.4	13	102.391	100.258
六安	31°45'	116°29'	60.5	33	32	27.8	79	62	-18.9	41.0	12	101.058	99.725
祁门	34°25'	116°21'	43.3	32	31	27.0	80	64	-19.9	41.6	28	101.358	99.458
宣城	30°56'	118°45'	32.4	32	32	27.3	79	64	-13.7	40.7	—	102.391	99.992
祁门	29°55'	117°50'	140.4	33	30	27.1	83	58	-12.4	41.0	—	100.658	99.192
黄山	30°08'	118°09'	1840.4	20	20	18.7	91	83	-22.0	27.1	—	81.726	81.326
浙江省													
杭州	30°19'	120°12'	7.2	33	32	28.6	80	61	-9.6	39.7	—	102.525	100.258
定海	30°02'	122°07'	35.7	31	29	27.8	82	74	-6.1	39.1	—	102.125	99.992
黄岩	28°58'	118°51'	66.1	34	32	27.9	76	58	-10.4	40.5	—	101.591	99.992

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
浙江省													
湖州	28°51'	120°40'	6.0	31	30	28.7	83	73	-4.5	39.5	—	102.391	100.525
嘉兴	30°47'	120°14'	4.8	32	31	28.7	83	68	-9.8	39.4	—	102.125	100.525
绍兴	30°00'	120°38'	6.5	33	32	28.8	77	61	-10.1	39.5	—	102.258	100.258
宁波	29°55'	121°35'	4.2	32	30	28.3	83	65	-8.8	38.7	—	101.325	99.992
金华	29°07'	119°39'	64.1	34	32	27.1	74	56	-9.6	41.2	—	101.858	99.725
嵊州	30°44'	122°27'	79.6	29	29	26.0	84	77	-8.1	36.7	—	101.325	99.992
海门	28°58'	121°25'	1.3	31	29	28.0	85	72	-6.8	39.1	—	102.658	99.992
宁海	29°18'	121°26'	25	31	30	28.2	85	71	-9.4	39.5	—	102.125	100.391
江西省													
南昌	28°40'	115°58'	46.7	33	32	28.0	75	57	-9.3	40.6	—	101.858	99.858
景德镇	29°10'	117°15'	46.3	33	31	28.0	79	53	-10.9	41.8	—	101.858	99.858
吉安	27°05'	114°55'	78.0	34	32	27.4	73	57	-8.0	40.3	—	101.458	99.592
赣州	25°50'	114°50'	123.8	33	32	26.8	71	56	-6.0	41.2	—	100.791	99.058
九江	29°45'	115°55'	32.2	33	33	28.5	76	60	-9.7	40.2	—	101.991	99.992
宜春	27°48'	114°23'	129.0	33	31	27.5	77	57	-9.2	41.6	—	100.925	99.058
萍乡	27°39'	113°51'	108.6	33	31	27.8	75	56	-8.6	38.8	—	101.191	99.325
广乡	26°48'	116°11'	143.9	33	31	27.0	74	54	-9.8	39.5	—	100.658	98.925

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
江西省													
宁岗	26°50'	114°00'	283.1	33	30	27.2	79	57	-8.5	40.0	—	99.325	97.592
清江	28°05'	115°31'	30.4	34	32	28.0	76	57	-9.3	40.9	—	102.125	100.125
玉山	28°40'	118°15'	108.5	34	32	27.1	75	53	-8.9	43.3	—	101.191	99.325
庐山	29°35'	115°59'	1164.0	25	25	23.0	82	78	-16.8	32.0	—	88.926	87.992
福建省													
福州	26°06'	119°17'	48.0	33	31	28.1	78	61	-1.2	39.3	—	101.325	99.592
永安	25°58'	117°21'	208.3	33	30	26.7	75	54	-7.6	40.5	—	99.725	98.258
长汀	25°51'	116°22'	317.5	32	29	26.5	78	59	-6.5	39.4	—	98.525	97.058
漳平	24°30'	117°39'	30.0	33	31	28.0	80	63	-2.1	40.9	—	101.725	100.258
永定	24°27'	118°04'	63.2	31	30	27.4	80	69	2.0	38.4	—	101.458	99.992
南平	26°39'	118°10'	127.2	34	31	27.3	76	56	-5.8	41.0	—	100.791	99.192
三明	26°16'	117°37'	167.3	34	31	26.7	74	51	-5.5	40.6	—	100.258	98.658
龙岩	25°06'	117°01'	341	32	29	25.9	77	57	-5.6	38.1	—	98.125	98.792
上饶	25°03'	116°25'	205.4	32	30	26.7	77	57	-4.8	39.7	—	99.725	98.392
贵溪	24°49'	118°43'	21.2	32	30	27.4	80	66	0.1	38.7	—	—	—
宁化	26°14'	116°38'	358.9	32	29	26.4	79	59	-8.3	38.3	—	97.992	96.525
清流	26°12'	116°51'	310.6	33	29	25.6	76	59	-7.9	39.2	—	98.658	97.192

(续)

地名	台 站 位 置			室外计算 温度(℃)		夏季室外 平均每年 不保证50 小时的湿 球温度(℃)	室外计算相 对湿度(%)		极端最 低温度 (℃)	极端最 高温度 (℃)	最大冻 土深度 (cm)	大气压力(kPa)	
	北 纬	东 经	海拔(m)	夏季 通风	夏季空 气调节 日平均		最热 月月 平均	夏季 通风				冬 季	夏 季
台湾省													
台北	25°02'	121°31'	0.0	31	30	27.3	79	—	-2.01	37.0	—	101.991	100.658
河南省													
郑州	34°43'	113°39'	110.4	32	31	27.9	75	44	-17.9	43.0	18	101.325	99.192
卢氏	34°00'	111°01'	568.8	31	29	25.3	74	52	-19.1	42.1	27	95.859	94.125
驻马店	32°58'	114°03'	83.7	32	32	28.2	80	55	-17.4	41.9	16	101.725	99.458
信阳	32°07'	114°05'	75.9	32	32	27.9	80	60	-20.0	40.9	7	101.725	99.592
安阳	36°07'	114°22'	76.4	32	31	27.6	78	49	-21.7	41.7	31	101.725	99.592
新乡	35°19'	113°53'	72.7	32	31	27.7	77	50	-21.3	42.7	28	101.725	99.592
开封	34°46'	114°23'	72.5	32	31	27.8	79	51	-14.7	42.9	26	101.858	99.592
南阳	33°02'	112°35'	129.8	32	31	27.8	79	54	-21.2	40.8	12	101.058	98.925
平顶山	33°43'	113°17'	84.7	33	32	28.0	77	43	-18.8	42.6	14	101.591	99.458
漯河	33°35'	114°00'	60.8	33	32	28.2	79	55	-15.9	42.1	—	101.858	99.725
洛阳	34°40'	112°25'	154.3	33	31	27.3	74	45	-18.2	44.2	21	100.925	98.792
商丘	34°27'	115°40'	50.1	32	31	28.0	80	54	-18.9	43.0	32	101.991	99.858
许昌	34°01'	113°50'	71.9	33	32	28.2	78	49	-17.4	41.9	18	101.725	99.592
三门峡	34°48'	111°11'	389.9	31	31	25.9	71	44	-16.5	43.2	45	97.992	95.992

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
湖北省													
武汉	30°38'	114°04'	23.3	33	32	28.2	79	62	-17.3	39.4	—	102.391	100.125
光化	32°25'	111°40'	91.1	32	31	28.1	78	55	-15.7	41.0	—	101.458	99.325
宜昌	30°42'	111°05'	131.1	33	32	28.2	81	59	-8.9	41.4	—	101.725	99.592
恩施	30°16'	109°22'	437.2	32	30	26.4	60	59	-6.5	41.2	—	97.192	95.592
襄阳	32°02'	112°10'	68.7	32	31	28.1	79	62	-13.1	42.5	—	101.725	99.592
荆州	30°24'	112°05'	34.7	32	31	28.6	83	67	-14.8	38.6	8	102.258	99.992
黄石	30°15'	115°01'	22.2	33	33	28.5	77	60	-11.0	40.3	6	102.258	100.125
竹溪	32°14'	109°43'	446.2	31	30	27.1	80	63	-12.2	40.0	—	97.058	95.459
郧西	32°59'	110°21'	252.5	32	31	27.3	76	58	-11.9	41.9	—	99.592	97.725
嘉鱼	29°58'	113°50'	26.3	33	32	28.3	76	61	-12.0	39.7	—	102.391	100.125
随县	31°43'	113°20'	96.2	32	31	27.5	79	62	-16.3	41.1	—	101.458	99.325
湖南省													
长沙	28°12'	113°04'	44.9	34	32	28.0	75	61	-11.3	40.6	—	101.591	99.458
江陵	27°27'	109°38'	266.5	32	30	26.7	80	59	-7.7	39.9	—	99.325	97.458
常德	26°14'	111°36'	174.5	33	31	26.8	71	56	-9.0	43.7	—	100.391	98.525
常德	28°55'	111°33'	36.7	32	32	28.3	79	64	-11.2	40.1	—	102.125	99.992

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(°C)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(°C)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(°C)	极端最高温度(°C)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空调日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
湖南省													
株洲	27°50'	113°10'	57.5	34	32	27.6	72	55	-8.0	40.5	—	100.925	99.725
湘潭	27°51'	112°55'	40.6	33	32	28.5	75	56	-8.5	40.4	—	101.991	99.992
邵阳	27°15'	111°23'	249.8	33	31	26.8	74	56	-7.7	39.5	—	99.458	97.592
郴州	25°45'	112°59'	184.9	34	31	26.5	70	53	-9.0	41.3	—	100.391	98.392
岳阳	29°23'	113°05'	51.6	32	32	28.3	73	67	-11.8	39.3	—	101.858	99.858
益阳	28°34'	112°06'	32.9	33	32	28.4	77	64	-13.2	43.6	—	102.125	99.992
沅陵	28°27'	110°23'	143.2	23	31	27.6	80	58	-7.3	40.3	—	100.791	98.792
韶山	27°56'	112°28'	107.4	33	31	28.0	74	58	-10.4	39.5	—	100.925	98.925
衡阳	26°56'	112°30'	100.6	34	32	27.4	71	54	-7.9	40.8	—	101.325	98.792
南岳	27°15'	112°43'	1265.9	24	24	22.5	86	81	-16.0	31.0	—	87.726	86.793
广东省													
广州	23°08'	113°19'	9.3	31	30	28.0	84	68	0.0	38.7	—	101.325	99.992
阳江	21°52'	111°58'	23.3	31	30	27.6	85	72	-1.4	37.0	—	101.725	99.992
海口	20°02'	110°21'	14.1	32	30	27.8	82	67	2.8	38.9	—	101.591	100.258
韶关	24°48'	113°35'	69.3	33	31	26.9	75	57	-4.3	42.0	—	101.325	99.725
汕头	23°24'	116°41'	1.2	31	30	27.6	84	73	0.4	37.9	—	101.858	100.525
宝安	22°33'	114°06'	18.2	31	30	27.0	83	70	0.2	36.7	—	101.325	99.992

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	反季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
广东省													
茂名	21°41'	110°49'	27.2	31	30	27.3	82	67	-1.7	37.8	—	101.458	100.258
湛江	21°13'	110°24'	26.4	31	30	27.7	81	71	2.8	38.1	—	101.325	99.992
琼海	19°14'	110°28'	23.5	32	30	27.5	82	66	5	39.8	—	101.458	99.992
西沙	16°50'	112°20'	4.9	30	30	28.0	84	80	15.3	34.9	—	101.458	100.658
惠阳	23°05'	114°25'	21.5	31	30	27.3	83	68	-1.9	38.9	—	101.858	100.525
高要	23°03'	112°28'	6.7	32	31	27.5	82	64	-1.0	37.9	—	101.325	99.992
梅县	24°18'	116°07'	77.5	33	30	27.1	78	59	-7.3	39.3	—	101.191	100.525
琼中	19°02'	109°50'	250.9	31	29	26.5	83	64	0.9	38.2	—	98.658	97.325
广西壮族自治区													
南宁	22°49'	108°21'	72.2	32	30	27.3	82	62	-2.1	40.4	—	101.191	99.591
桂林	25°20'	110°18'	168.7	32	30	26.9	78	60	-4.9	39.4	—	100.258	98.525
百色	23°55'	106°32'	173.1	33	31	27.6	79	62	-2.0	42.5	—	99.858	98.258
梧州	23°29'	111°18'	119.2	33	30	27.6	80	62	-3.0	39.2	—	100.658	99.192
北海	21°29'	109°06'	14.6	31	30	27.7	83	74	2.0	37.1	—	101.725	100.258
钦州	21°57'	108°36'	4.0	30	30	27.9	86	77	-3.0	40.5	—	101.858	100.391
玉林	22°38'	110°10'	81.8	31	30	27.1	80	67	-2.1	38.0	—	101.058	99.592
龙州	22°22'	106°45'	128.3	32	30	27.9	83	66	-3.0	40.5	—	100.391	98.925

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
广西壮族自治区													
东兴	21°32'	107°58'	21.0	30	30	27.7	87	77	0.9	37.8	—	101.725	100.258
灵山	22°25'	109°17'	65.6	31	30	27.4	81	71	-0.2	38.2	—	101.191	99.725
柳州	24°21'	109°24'	96.9	32	31	26.7	78	64	3.8	39.2	—	101.058	99.325
贺县	24°25'	111°31'	108.0	32	31	27.3	77	62	-4.0	39.7	—	100.925	99.325
四川省													
成都	30°40'	104°04'	505.9	29	28	26.7	85	69	-5.9	37.3	—	96.392	94.792
重庆	29°31'	106°29'	351.1	32	32	26.7	74	57	-1.8	40.2	—	97.992	96.392
宜宾	28°49'	104°32'	340.8	31	30	27.6	83	65	-3.0	39.5	—	98.125	96.525
西昌	27°53'	102°18'	3590.7	27	27	21.7	76	58	-3.4	36.5	—	83.860	83.460
甘孜	31°38'	99°59'	3393.5	19	17	14.3	72	52	-28.7	31.7	95	67.061	67.461
南充	30°48'	106°05'	297.7	32	32	27.0	78	55	-2.6	41.3	—	98.658	96.925
渡口	26°30'	101°44'	1108.0	31	31	21.5	45	41	-1.3	40.4	—	88.926	88.126
自贡	29°21'	104°41'	354.9	31	31	27.1	81	64	-2.8	40.0	—	97.992	96.258
乐山	29°30'	103°45'	424.2	29	29	26.2	84	69	-4.3	38.1	—	97.192	95.592
泸州	28°52'	105°25'	334.8	31	31	26.9	82	63	-0.8	40.3	—	84.926	83.193
剑阁	32°01'	105°28'	694.8	29	28	24.8	80	62	-7.8	36.6	—	94.125	92.659
绵阳	31°28'	104°40'	470.8	30	26	26.2	83	65	-7.3	37.0	—	96.792	95.192

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
四川省													
广元	32°26'	105°48'	487.0	30	29	25.1	74	59	-8.2	38.5	—	96.525	94.925
达县	31°16'	107°28'	311.2	33	32	27.7	79	54	-4.7	42.3	—	98.525	96.792
大足	29°41'	105°42'	401.7	31	31	26.9	60	62	-3.4	40.0	—	97.592	95.992
涪陵	29°45'	107°25'	273.0	33	33	27.2	74	54	-2.7	42.2	—	99.058	97.192
康定	30°05'	102°02'	2615.7	20	18	15.7	79	59	-14.7	28.9	—	74.127	74.127
内江	29°35'	105°03'	352.3	31	31	27.2	62	63	-3.0	41.1	—	98.125	96.392
万县	30°48'	108°26'	186.7	33	32	28.5	80	57	-3.7	42.1	—	100.125	98.258
峨边	29°31'	103°21'	3047.4	14	14	13.0	88	87	-20.9	23.4	—	69.861	70.261
贵州省													
贵阳	26°35'	106°43'	1071.2	28	26	23.0	77	61	-7.8	37.5	—	89.726	88.792
兴仁	25°26'	105°11'	1378.5	25	25	22.2	63	67	-7.8	34.6	—	86.393	85.726
遵义	27°42'	106°53'	843.9	29	28	24.4	76	59	-7.1	38.7	—	92.392	91.192
毕节	27°18'	105°14'	1510.6	26	25	21.9	78	61	-10.9	33.8	—	85.659	84.393
赤水	28°35'	105°42'	293.0	32	32	27.7	75	61	-1.9	41.3	—	98.792	96.925
习水	28°20'	106°12'	1180.6	27	26	23.2	80	67	-8.3	34.4	—	88.659	87.726
金沙	27°28'	106°14'	920.0	29	28	24.1	75	59	-6.8	36.7	—	91.459	90.392
凯里	26°36'	107°59'	722.6	29	28	24.4	76	61	-9.7	37.0	—	93.859	92.525

(续)

地名	台站位置			室外计算温度(℃)		夏季室外平均每年不保证50小时的湿球温度(℃)	室外计算相对湿度(%)		极端最低温度(℃)	极端最高温度(℃)	最大冻土深度(cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通风	夏季空气调节日平均		最热月平均	夏季通风				冬季	夏季
贵州省													
都匀	26°16'	107°31'	760.0	28	27	23.9	80	64	-6.9	36.3	—	92.925	91.726
安顺	26°14'	105°55'	1392.0	25	24	21.8	81	67	-7.6	34.3	—	86.259	85.593
兴义	25°06'	104°56'	1299.6	26	25	23.0	86	69	-4.9	35.7	—	87.193	86.526
水城	26°35'	104°52'	1813.6	23	22	20.6	84	68	-11.7	31.6	—	82.126	81.460
铜仁	27°43'	109°11'	283.5	33	31	26.8	78	57	-9.2	42.5	—	99.192	97.325
黔西	27°02'	106°01'	1272.1	27	26	22.4	78	62	-10.4	35.4	—	87.859	87.059
云南省													
昆明	25°01'	102°41'	1891.4	23	23	19.7	83	64	-5.4	31.5	—	81.193	80.793
蒙自	23°23'	103°23'	1300.7	26	25	21.8	79	64	-4.4	36.0	—	87.059	86.393
楚雄	25°01'	101°32'	1772.0	24	24	19.8	81	59	-4.8	33.4	—	82.260	81.860
瑞丽	24°01'	97°50'	775.6	26	26	24.2	87	75	1.2	36.6	—	92.659	91.859
景洪	21°52'	104°04'	552.7	29	28	25.4	88	69	2.7	41.0	—	95.192	94.259
大理	25°43'	100°11'	1990.5	23	22	20.3	81	53	-3.0	34.0	—	80.127	79.860
下关	25°35'	100°10'	1997.2	23	23	18.9	79	63	-1.6	31.7	—	80.127	79.860
腾冲	25°07'	98°29'	1647.8	23	22	20.3	90	72	-4.2	30.5	—	83.593	83.060
昭通	27°20'	103°45'	1949.5	24	23	18.8	78	60	-13.3	33.5	—	80.526	80.127
临沧	23°57'	100°13'	1463.5	25	23	21.3	87	69	-1.3	34.6	—	85.059	84.393

(续)

地名	台站位置			室外计算 温度(°C)		夏季室外 平均每年 不保证50 小时的湿 球温度(°C)	室外计算相 对湿度(%)		极端最 低温度 (°C)	极端最 高温度 (°C)	最大冻 土深度 (cm)	大气压力(kPa)	
	北纬	东经	海拔(m)	夏季通 风	夏季空 气调节 日平均		最热月 平均	夏季通 风				冬季	夏季
云南省													
芒市	24°25'	98°35'	913.8	26	26	23.8	87	72	-0.6	36.2	—	91.323	93.526
思茅	22°40'	101°24'	1302.1	25	24	22.6	89	72	-3.4	34.9	—	87.193	86.526
维西	27°13'	99°31'	2325.6	22	20	17.9	80	60	-6.8	31.7	—	77.060	76.793
勐腊	21°29'	101°29'	639.1	28	27	25.0	89	71	3.2	38.1	—	93.259	93.459
西藏自治区													
拉萨	29°42'	91°08'	3658.0	19	18	13.5	53	43	-16.5	29.4	20	65.001	65.194
林芝	29°33'	94°21'	5000.0	20	18	15.3	76	59	-15.3	30.2	9	70.661	70.527
日喀则	29°13'	88°55'	3836.0	19	17	12.3	50	41	-25.1	27.5	67	63.595	63.861
昌都	31°11'	96°59'	3240.7	22	19	14.8	65	50	-19.3	32.7	71	67.931	68.128
噶尔	32°30'	80°05'	4278.0	16	16	9.0	40	30	-33.9	25.7	176	60.262	60.528
察隅	28°39'	97°28'	2050.0	23	21	—	78	54	-4.5	30.9	7	76.927	76.660
波密	29°52'	95°46'	2750.0	21	18	14.8	77	57	-20.3	31.0	20	73.060	72.794
泽当	29°15'	91°47'	3500.0	20	18	12.8	50	42	-17.6	29.0	91	65.861	65.994

本表摘自《暖通空调气象资料集》冶金工业部北京有色冶金设计研究总院暖通规范管理组1979.12.

(二) 冷间设计温度和相对湿度

工艺要求确定, 一般可按表 3—10 规定选用。

冷间设计温度和相对湿度应根据各类食品冷藏

冷间设计温度和相对湿度

表 3—10

序号	冷间名称	室温 (°C)	相对湿度 (%)	适用食品范围
1	冷却间	0		肉、蛋等
2	冻结间	-18—-23 -23—-30		肉、禽、兔、冰蛋、蔬菜、冰淇淋等 鱼、虾等
3	冷却物冷藏间	0 -2—0 -1—+1 0—+2 -1—+1 +2—+4 +1—+3 +11—+12	85—90 80—85 90—95 85—90 90—95 85—90 85—95 85—90	冷却后的肉、禽 鲜蛋 冰鲜鱼 苹果、梨等 大白菜、蒜薹、葱头、菠菜、香菜、胡萝卜、甘蓝、芹菜、莴苣等 土豆、桔子、荔枝等 柿子椒、菜豆、黄瓜、蕃茄、菠萝、柑等 香蕉等

(续)

序号	冷间名称	室温 (°C)	相对湿度(%)	适用食品范围
4	冻结物冷藏间	-15—-20 -18—-23	85—90 90—95	冻肉、禽、兔和副产、冰蛋、冻蔬菜、冰淇淋、冰棒等 冻鱼、虾等
5	贮冰间	-4—-6		盐水制冰的冰块

注：冷却物冷藏间设计温度一般取 0 °C，贮藏过程中应按照食品的产地、品种、成熟度和降温时间等调节其温度与相对湿度。

(三) 冷间冷却设备负荷计算

冷间冷却设备负荷应按下式计算：

$$Q_g = Q_1 + PQ_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad (3-4)$$

式中： Q_g ——冷间冷却设备负荷(W)。

Q_1 ——围护结构传热量(W)。

Q_2 ——货物热量(W)。

Q_3 ——通风换气热量(W)。

Q_4 ——电动机运转热量(W)。

Q_5 ——操作热量(W)。

P ——负荷系数。

冷却间和冻结间的负荷系数 P 应取1.3，其它冷间取1。（冷却物冷藏间，当入库商品未经冷却时，初始阶段有冷却负荷，因进货量仅为库容量的8%，故 P 仍取1）。

1. 围护结构传热量 Q_1 的计算

$$Q_1 = K \cdot A \cdot a(t_w - t_n) \quad (3-5)$$

式中： K ——围护结构的传热系数 $\left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}\right)$ 。

A ——围护结构的传热面积 (m^2) 。

α ——围护结构两侧温差修正系数。

t_w ——围护结构外侧的计算温度 $(^\circ C)$ 。

t_n ——围护结构内侧的计算温度 $(^\circ C)$ 。

围护结构的传热面积 A 计算应符合下列规定。

屋面、地面和外墙的长、宽度应按图 3—1 中 l_1 、 l_2 、 l_3 、 l_4 计算。

楼板和内墙长、宽度应按图 3—1 中 l_5 、 l_6 、 l_7 、 l_8 计算。

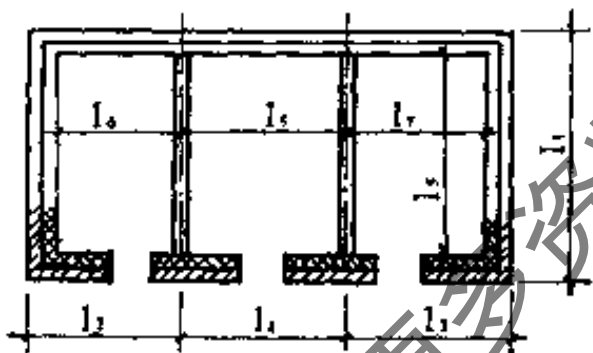


图 3—1 屋面、地面、楼面、外墙和内墙长、宽度示意图

外墙的高度，地下室应按图 3—2 中 h_1 、 h_2 计算，底层应按 h_3 计算，中间层应按 h_4 、 h_5 计算，顶层应按 h_6 、 h_7 计算。

内墙的高度：地下室、底层和中间层应按图 3—2 中 h_8 、 h_9 计算，顶层应按 h_{10} 、 h_{11} 计算。

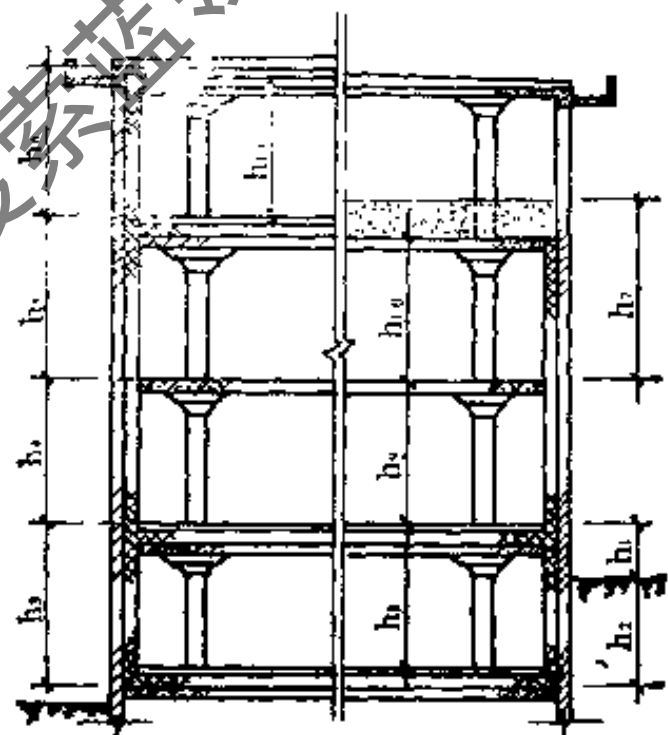


图 3—2 外墙和内墙高度示意图

围护结构的传热系数 K 值应按下式计算

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_w} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{1}{\alpha_n}} \quad (3-6)$$

式中： α_w 、 α_n ——围护结构外、内表面的放热系数 $\left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}\right)$ 。

$\delta_1, \delta_2, \dots$ ——围护结构各构造层的厚度(m)。

$\lambda_1, \lambda_2, \dots$ ——围护结构各构造层的热导率 $\left(\frac{W}{m \cdot ^\circ C}\right)$ 。

冷间围护结构外表面和内表面的放热系数 α_w 、 α_n 可按表3—11规定采用。

冷间围护结构外表面和内表面放热系数 α_w 、 α_n 和热绝缘系数 M_w 、 M_n

表3—11

围护结构部位及环境条件	α_w $\left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}\right)$	α_n $\left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}\right)$	M_w 或 M_n $\left(\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}\right)$	围护结构部位及环境条件	α_w $\left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}\right)$	α_n $\left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}\right)$	M_w 或 M_n $\left(\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{W}\right)$
无防风设施的屋面、外墙的外表面	23		0.044	2.冷却物冷藏间设有强力鼓风装置时		18	0.056
顶棚上为阁楼或有房屋和外墙外部紧邻其它建筑物的外表面	12		0.083	3.冻结物冷藏间设有鼓风的冷却设备时		12	0.083
外墙和顶棚的内表面、内墙和楼板的表面、地面的上表面： 1.冻结间、冷却间设有强力鼓风装置时		29	0.035	4.冷间无机械鼓风装置时		8	0.125
				地面下为通风架空层	8		0.125

注：地面下为通风加热管道和直接铺设于土壤上的地面以及半地下室外墙埋入地下的部位，外表面放热系数均可不计。

保温材料设计采用的热导率应按下式计算：

$$\lambda = \lambda' \cdot b \quad (3-7)$$

式中： λ ——设计采用的热导率 $\left(\frac{W}{m \cdot ^\circ C}\right)$ 。

λ' ——正常条件下测定的热导率

$$\left(\frac{W}{m \cdot ^\circ C}\right)。$$

b ——热导率的修正系数。

保温材料的热导率的修正系数 b 值可按表3—12规定采用：

围护结构两侧温差修正系数 a 值可按表3—13规定取值。冷库外墙、屋顶、隔墙、楼面、地面的

保温材料的热导率的修正系数 b 值

表3—12

序号	材料名称	b	序号	材料名称	b
1	软木	1.2	8	聚氨酯泡沫塑料	1.4
2	稻壳	1.7	9	矿棉	1.8
3	膨胀珍珠岩	1.7	10	沥青珍珠岩	1.2
4	炉渣	1.6	11	泡沫混凝土	1.3
5	聚苯乙烯泡沫塑料	1.3	12	加气混凝土	1.3
6	玻璃棉	1.8	13	水泥膨胀珍珠岩	1.3
7	岩棉	1.8	14	水玻璃膨胀珍珠岩	1.3

注：泡沫混凝土、加气混凝土、水泥膨胀珍珠岩及水玻璃膨胀珍珠岩的修正系数，为经过烘干的块状材料用沥青等不含水粘结材料贴铺、砌筑时的数值。

总热绝缘系数见表 3—14、3—15、3—16、3—17、3—18。冷库外墙、屋顶、隔墙、楼面、地面的传热系数及采用不同隔热材料的厚度表见表 3—

19、3—20、3—21、3—22、3—23、3—24、3—25、3—26。

围护结构两侧温差修正系数a值

表 3—13

序号	围护结构部位	a	序号	围护结构部位	a
1	D>4的外墙: 冻结间、冻结物冷藏间 冷却间、冷却物冷藏间、储冰间	1.05	5	D>4的无阁楼屋面, 屋面有通风层: 冻结间、冻结物冷藏间 冷却间、冷却物冷藏间、储冰间	1.20
		1.10			1.30
2	D>4相邻有常温房间的外墙: 冻结间、冻结物冷藏间 冷却间、冷却物冷藏间、储冰间	1.00	6	D≤4的外墙: 冻结物冷藏间	1.30
		1.00			
3	D>4的冷间顶棚, 其上为通风阁楼, 屋面有隔热层或通风层 冻结间、冻结物冷藏间 冷却间、冷却物冷藏间、储冰间	1.15	7	D≤4的无阁楼屋面, 冻结物冷藏间	1.60
		1.20			
4	D>4的冷间顶棚, 其上为不通风阁楼, 屋面有隔热层或通风层: 冻结间、冻结物冷藏间 冷却间、冷却物冷藏间、储冰间	1.20	8	半地下室外墙外侧为土壤时	0.20
		1.30	9	冷间地面下部无通风等加热设备时	0.20
			10	冷间地面隔热层下有通风等加热设备时	0.60

(续)

序号	围护结构部位	a	序号	围护结构部位	a
11	冷间地面隔热层下为通风架空层时	0.70	12	两侧均为冷间时	1.00

注: 1. D为围护结构热惰性指标;

2. 序号9—12两侧温度的取值如下:

(1) 计算外墙、屋面和顶棚时, 围护结构外侧的计算温度应采用夏季空气调节日平均温度。

(2) 计算内墙和楼面时, 围护结构外侧的计算温度应取其邻室的室温, 当邻室为冷却间或冻结间时, 应取该类冷间空库保温温度, 空库保温温度冷却间应按 10°C 、冻结间应按 -10°C 计算。

(3) 冷间地面保温层下设有通风加热装置时, 其外侧温度按 $1-2^{\circ}\text{C}$ 计算, 如地面下部无通风等加热装置或地面保温层下为通风架空层时, 其外侧的计算温度应采用夏季空气调节日平均温度。

3. 负温穿堂可参照冻结物冷藏间选用a值;

4. 表内未列的其它室温等于或高于 0°C 的冷间可参照各项中冷却间的a值选用。

外墙、无阁楼屋面、有阁楼的顶棚的总热绝缘系数 $M(\text{m}^2\text{C}/\text{W})$

表3-14

室内外温差 $a \cdot \Delta t(^{\circ}\text{C})$	单位面积传入热量 (W/m^2)					室内外温差 $a \cdot \Delta t(^{\circ}\text{C})$	单位面积传入热量 (W/m^2)				
	8.1	9.3	10.5	11.6	12.8		8.1	9.3	10.5	11.6	12.8
90	11.03	9.67	8.30	7.75	7.05	50	6.15	5.38	4.77	4.30	3.91
80	9.55	8.60	7.83	7.18	6.15	40	4.77	4.30	3.74	3.44	3.05
70	8.60	7.83	6.62	6.15	5.38	30	3.74	3.18	2.88	2.58	2.32
60	7.18	6.62	5.72	5.07	4.77	20	2.45	2.15	1.89	1.72	1.55

隔墙总热绝缘系数 $M(m^2 \cdot ^\circ C/W)$

表 3—15

隔墙两侧室名及设计室温	单位面积传入热量(W/m^2)	
	10.5	12.8
冻结间 $-23^\circ C$ ——冷却间 $0^\circ C$	3.61	2.97
冻结间 $-23^\circ C$ ——冻结间 $-23^\circ C$	2.67	2.19
冻结间 $-23^\circ C$ ——穿堂 $+4^\circ C$	2.58	2.11
冻结间 $-23^\circ C$ ——穿堂 $-10^\circ C$	2.11	1.55
冻结物冷藏间 -18 —— $-20^\circ C$ ——冷却物冷藏间 $0^\circ C$	3.14	2.58
冻结物冷藏间 -18 —— $-20^\circ C$ ——贮冰间 $-4^\circ C$	2.67	2.19
冻结物冷藏间 -18 —— $-20^\circ C$ ——穿堂 $+4^\circ C$	2.67	2.19
冷却物冷藏间 $0^\circ C$ ——冷却物冷藏间 $0^\circ C$	2.11	1.55

注：隔墙总热绝缘系数已考虑生产中的温度波动因素。

楼面的总热绝缘系数 M

表 3—16

楼板上下冷间设计温度差($^\circ C$)	$M(m^2 \cdot ^\circ C/W)$	楼板上下冷间设计温度差($^\circ C$)	$M(m^2 \cdot ^\circ C/W)$
35	4.77	8—12	2.58
23—28	4.09	5	1.89
15—20	3.31		

注：1. 楼板总热绝缘系数已考虑生产中温度波动因素。

2. 当冷却物冷藏间楼板下为冻结物冷藏间时，其楼板总热绝缘系数不宜小于 $4.09m^2 \cdot ^\circ C/W$ 。

直接铺设在土壤上的地面总热绝缘系数M

表 3—17

冷间设计温度(℃)	M(m ² ·℃/W)	冷间设计温度(℃)	M(m ² ·℃/W)
0—-2	1.72	-23—-28	3.91
-5—-10	2.54	-35	4.77
-15—-20	3.18		

注：当地面隔热层采用炉渣时，总热绝缘系数按本表乘以0.8修正系数。

铺设在架空层上的地面总热绝缘系数M

表 3—18

冷间设计温度(℃)	M(m ² ·℃/W)	冷间设计温度(℃)	M(m ² ·℃/W)
0—-2	2.15	-23—-28	4.09
-5—-10	2.71	-35	4.77
-15—-20	3.44		

屋顶、外墙的传热系数K W/(m²·℃)

表 3—19

室内外温差 (℃)	单位面积传入热量(W/m ²)					室内外温差 (℃)	单位面积传入热量(W/m ²)				
	8.1	9.3	10.5	11.6	12.8		8.1	9.3	10.5	11.6	12.8
90	0.09	0.10	0.12	0.13	0.14	50	0.16	0.19	0.21	0.23	0.26
80	0.10	0.12	0.13	0.14	0.16	40	0.21	0.23	0.27	0.29	0.33
70	0.12	0.13	0.15	0.16	0.19	30	0.27	0.31	0.35	0.39	0.43
60	0.14	0.15	0.17	0.20	0.21	20	0.41	0.47	0.53	0.58	0.65

隔墙的传热系数K W/(m²·℃)

表 3—20

隔墙两侧室名及设计室温	单位面积传入热量 (W/m ²)		隔墙两侧室名及设计室温	单位面积传入热量 (W/m ²)	
	10.5	12.8		10.5	12.8
冻结间 -23℃ —— 冷却间 0℃	0.28	0.34	冻结物冷藏间 -18——-20℃ —— 冷却物冷藏间 0℃	0.32	0.39
冻结间 -23℃ —— 冻结间 -23℃	0.37	0.46	冻结物冷藏间 -18——-20℃ —— 贮冰间 -4℃	0.37	0.46
冻结间 -23℃ —— 穿堂 +4℃	0.39	0.47	冻结物冷藏间 -18——-20℃ —— 穿堂 +4℃	0.37	0.46
冻结间 -23℃ —— 穿堂 -10℃	0.47	0.65	冷却物冷藏间 0℃ —— 冷却物冷藏间 0℃	0.47	0.65

注：隔墙的传热系数已考虑生产中的温度波动因素。

获取更多资料

微信搜索 食品资料

屋顶采用不同保温材料的厚度表

表 3—21

部 位	室外计 算温度 (℃)	室内 温度 (℃)	D 值	a 值	温差 (℃)	无梁板上铺稻壳			无梁板上铺软木			双面铁皮加聚氨酯泡沫塑料		
						单位面积 传热量 (W/m ²)	计算厚度 (m)	采用厚度 (m)	单位面积 传热量 (W/m ²)	计算厚度 (m)	采用厚度 (m)	单位面积 传热量 (W/m ²)	计算厚度 (m)	采用厚度 (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
屋顶通风阁楼	29	-20	>4	1.15	56.35	8.1	0.99	0.9—1.0						
屋顶通风阁楼	29	-20	>4	1.15	56.35	10.5	0.78	0.9						
屋顶通风阁楼	29	0	>4	1.20	34.80	10.5	0.46	0.5						

获取更多资料 微信搜索 蓝领学术

外墙采用不同保温

部 位	室外计算 温 度 (°C)	室内温度 (°C)	D值	a 值	温 差 (°C)	一砖厚外墙、35毫米厚钢筋混 凝土插板内衬墙、中间夹稻壳		
						单位面积 传 热 量 (W/m ²)	计算厚度 (m)	采用厚度 (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
冻结间外墙	29	-23	>4	1.05	54.60	10.5	0.70	0.6—0.7
冷藏间外墙	29	-20	>4	1.05	51.45	10.5	0.66	0.6—0.65
冷藏间外墙	29	-18	>4	1.05	49.35	10.5	0.63	0.6
冷藏间外墙	29	0	>4	1.10	31.90	10.5	0.38	0.4
冷藏间外墙	29	-20	<4	1.30	63.70			
冷藏间外墙	29	-18	<4	1.30	61.10			
冷藏间外墙	29	-18	>4	1.05	49.35	8.1	0.83	0.8
冷藏间外墙	29	0	>4	1.10	31.90	8.1	0.51	0.5
冻结间外墙	32	-23	>4	1.05	57.75	10.5	0.75	0.6—0.7
冷藏间外墙	32	-20	>4	1.05	54.60	10.5	0.70	0.6—0.7

材料的厚度表

表 3—22

一砖厚外墙、内贴软木			一砖外墙，内贴聚乙烯泡沫塑料			双面铁皮，内夹聚氨酯泡沫塑料		
单位面积 传热 量 (W/m ²)	计算厚度 (m)	采用厚度 (m)	单位面积 传热 量 (W/m ²)	计算厚度 (m)	采用厚度 (m)	单位面积传热 量 (W/m ²)	计算厚度 (m)	采用厚度 (m)
10	11	12	13	14	15	16	17	18
12.8	0.26	0.25	10.5	0.22	0.20			
12.8	0.24	0.20—0.25	10.5	0.202	0.20			
12.8	0.23	0.20—0.25	10.5	0.192	0.20			
12.8	0.13	0.10—0.15	10.5	0.120	0.10			
						12.8	0.153	0.15—0.16
						12.8	0.148	0.15—0.16
12.8	0.28	0.25	10.5	0.23	0.20			
12.8	0.26	0.20—0.25	10.5	0.22	0.20			

部 位	室外计算 温 度 (℃)	室内温度 (℃)	D值	a 值	温 差 (℃)	一砖厚外墙、35毫米厚钢筋混凝土插板内衬墙、中间夹稻壳		
						单位面积 传热量 (W/m ²)	计算厚度 (m)	采用厚度 (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
冷藏间外墙	32	-18	>4	1.05	52.50	10.5	0.67	0.6—0.7
冷藏间外墙	32	0	>4	1.10	35.20	10.5	0.42	0.4—0.45
冷藏间外墙	32	-20	<4	1.3	67.60			
冷藏间外墙	32	-18	<4	1.3	65.00			
冷藏间外墙	32	-18	>4	1.05	52.50	8.1	0.88	0.9
冷藏间外墙	32	0	>4	1.10	35.20	8.1	0.56	0.55

注：表3—21、3—22中热导率采用：稻壳为0.151W/(m·℃)；软木为0.070W/(m·℃)；聚苯乙烯泡沫塑料为0.047W/(m·℃)。

(续)

一砖厚外墙、内贴软木			一砖外墙，内贴聚苯乙烯泡沫塑料			双面铁皮，内夹聚氨酯泡沫塑料		
单位面积 传热量 (W/m ²)	计算厚度 (m)	采用厚度 (m)	单位面积 传热量 (W/m ²)	计算厚度 (m)	采用厚度 (m)	单位面积传热量 (W/m ²)	计算厚度 (m)	采用厚度 (m)
10	11	12	13	14	15	16	17	18
12.8	0.25	0.20—0.25	10.5	0.21	0.20			
12.8	0.15	0.15	10.5	0.13	0.10—0.15			
						12.8	0.16	0.16
						12.8	0.155	0.16

聚氨酯泡沫塑料为0.031W/(m·℃)。

获取更多资料

微信搜索 蓝领资料

隔墙采用不同保温材料的厚度表

表 3—23

隔墙两侧室名及设计室温(℃)	两侧计算温差 (℃)	两侧35毫米厚钢筋混凝土板中间夹稻壳			软木两侧抹面			聚苯乙烯泡沫塑料 两侧抹面		
		单位面积 传热量	计算 厚度	采用厚度	单位面积 传热量	计算 厚度	采用厚度	单位面积 传热量	计算 厚度	采用厚度
		(W/m ²)	(m)	(m)	(W/m ²)	(m)	(m)	(W/m ²)	(m)	(m)
冻结间(-23)——冷却间(0)	38(-23—+15)	10.5	0.53	0.4—0.5	12.8	0.20	0.20	10.5	0.16	0.15
冻结间(-23)——冻结间(-23)	28(-23—+5)	10.5	0.39	0.4	12.8	0.15	0.15—0.20	10.5	0.12	0.10—0.15
冻结间(-23)——穿堂(+4)	27(-23—+4)	10.5	0.37	0.35—0.4	12.8	0.14	0.15	10.5	0.11	0.10—0.15
冻结间(-23)——穿堂(-10)	20(-23—-7)	10.5	0.30	0.30—0.35	12.8	0.10	0.10—0.15	10.5	0.09	0.10
冻结物冷藏间(-18—-20)—— 冷却物冷藏间(0)	33(-20—+13)	10.5	0.46	0.4	12.8	0.17	0.15—0.2	10.5	0.14	0.15
冻结物冷藏间(-18—-20)——贮冰间(-4)	28(-20—+8)	10.5	0.39	0.35—0.4	12.8	0.15	0.15	10.5	0.12	0.1加砖墙
冻结物冷藏间(-18—-20)——穿堂(+4)	28(-20—+8)	10.5	0.39	0.4	12.8	0.15	0.15	10.5	0.12	0.1—0.15
冷却物冷藏间(0)——冷却物冷藏间(0)		10.5	0.30	0.30—0.35 或不作	12.8	0.1	0.1或不作	10.5	0.09	0.1或不作

楼面的传热系数K和保温材料的厚度表

表 3—24

楼板上下冷间设计温度差 (℃)	K W/(m ² ·℃)	采用软木(m)		楼板上下冷间设计温度差 (℃)	K W/(m ² ·℃)	采用软木(m)	
		计算厚度	采用厚度			计算厚度	采用厚度
35	0.21	0.31	0.30	8—12	0.39	0.15	0.15
23—28	0.24	0.26	0.25	5	0.53	0.11	0.10
15—20	0.30	0.21	0.20				

直接铺设在土壤上的地面传热系数K和不同保温材料的厚度表

表 3—25

冷间设计温度 (℃)	K W/(m ² ·℃)	采用软木(m)		采用炉渣(m)		冷间设计温度 (℃)	K W/(m ² ·℃)	采用软木(m)		采用炉渣(m)	
		计算厚度	采用厚度	计算厚度	采用厚度			计算厚度	采用厚度	计算厚度	采用厚度
0—2	0.58	0.094	0.10	0.26	0.30或不作	-23—-28	0.26	0.246	0.25	0.76	
-5—-10	0.39	0.151	0.15	0.45	0.4—0.5	-35	0.21	0.306		0.97	
-15—-20	0.31	0.196	0.20—0.25	0.60	0.60						

注：炉渣密度按660kg/m³，热导率0.29W/(m·℃)计算。

铺设在架空层上的地面传热系数K和保温材料的厚度表

表 3—26

冷间设计温度 (℃)	K W/(m ² ·℃)	采用软木(m)		冷间设计温度 (℃)	K W/(m ² ·℃)	采用软木(m)	
		计算厚度	采用厚度			计算厚度	采用厚度
0—-2	0.17	0.12	0.10或不作	-23—-28	0.24	0.25	0.25
-5—-10	0.37	0.16	0.15	-35	0.21	0.30	
-15—-20	0.29	0.21	0.20				

2. 货物热量Q₂的计算

$$Q_2 = Q_{2a} + Q_{2b} + Q_{2c} + Q_{2d}$$

$$= \frac{1}{3.6} \left[\frac{G'_1(h_1 - h_2)}{T} + G' \cdot B \frac{(t_1 - t_2)c_b}{T} \right]$$

$$+ \frac{G'(q_1 + q_2)}{2} + (G_n - G')q_2 \quad (3-8)$$

式中: Q_{2a}——食品热量 (W)。

Q_{2b}——包装材料和运载工具热量 (W)。

Q_{2c}——货物冷却时的呼吸热量 (W)。

Q_{2d}——货物冷藏时的呼吸热量 (W)。

G'——冷间的每日进货量 (kg)。

h₁——货物进入冷间初始温度时的含热量

(kJ/kg)。

h₂——货物在冷间内终止降温时的含热量 (kJ/kg)。

T——货物冷却时间 (h), 对冷藏间取24h, 对冷却间、冻结间取设计冷加工时间。

B——货物包装材料或运载工具重量系数。

c_b——包装材料或运载工具的比热容 $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}\right)$ 。

t₁——包装材料或运载工具进入冷间时的温度 (℃)。

t_2 ——包装材料或运载工具在冷间内终止降温时的温度，一般为该冷间的设计温度（℃）。

q_1 ——货物冷却初始温度时的呼吸热量（W/kg）。

q_2 ——货物冷却终止温度时的呼吸热量（W/kg）。

G_n ——冷却物冷藏间的冷藏量，（kg）。

$\frac{1}{3.6}$ ——1 kJ/h换算成W的数值。

注：1. 仅鲜水果、鲜蔬菜冷藏间计算 Q_{2c} 、 Q_{2d} 。

2. 如冻结过程中需加水时，应把水的热量加入公式值内。

冷间的每日进货量 G' 应按下列规定取值：

(1) 冷却间或冻结间应按设计冷加工能力计算。

(2) 存放果、蔬的冷却物冷藏间按不大于该间冷藏吨位的 8% 计算。

(3) 存放鲜蛋的冷却物冷藏间，应不大于该间冷藏吨位的 5%。

(4) 有从外地调入货物的冷库，其冻结物冷藏间每间每日进货量应按该间冷藏吨位的 5% 计算。

(5) 无外地调入货物的冷库，其冻结物冷藏间每间每日进货量一般宜按该库每日冻结量计算，如该进货的量大于按该冷藏间吨位 5% 计算的进货量时，则应按该间冷藏吨位的 5% 计算。

(6) 冻结量大的水产冷库，其冻结物冷藏间的每日进货量可按具体情况确定。

食品的焓值表可按表 3—27 采用，该表内食品未考虑具体品种和含水量等影响，故采用时应附加 10% 的值。

货物包装材料和运载工具重量系数表可按表 3—28 采用。

食品的焓值表 (kJ/kg)

表 3—27

食品 温度 (℃)	牛肉 各种 禽类	羊 肉	猪 肉 副产品	肉类	去骨 牛肉	少 脂 鱼	多 脂 鱼	鱼 片	鲜 蛋	蛋 黄	纯 牛 奶	奶 油	炼制 奶油	奶油 冰淇淋	牛奶 冰淇淋	葡萄 杏子 樱桃	水果及 其它 浆果	水果及 糖浆 浆果	加糖的 浆果
-25	-10.9	-10.9	-10.5	-11.7	-11.3	-12.2	-12.2	-12.6	-8.8	-9.6	-12.6	-9.2	-8.8	-16.3	-14.7	-17.2	-14.2	-17.6	-22.2
-20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-19	2.1	2.1	2.1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.1	2.1	2.9	1.7	1.7	3.4	2.9	3.8	3.4	3.8	5.0
-18	4.6	4.6	4.6	5.0	5.0	5.0	5.0	5.4	4.2	4.6	5.4	3.8	3.4	7.1	6.3	7.5	6.7	8.0	10.0
-17	7.1	7.1	7.1	8.0	8.0	8.0	8.0	8.4	6.3	6.7	8.4	5.9	5.0	11.3	9.6	11.7	10.0	12.0	15.5
-16	10.0	9.6	9.6	10.9	10.5	10.9	10.9	11.3	8.4	8.8	11.3	8.0	7.1	15.5	13.4	15.9	13.4	16.8	21.0
-15	13.0	12.6	12.2	13.8	13.4	14.2	14.2	14.7	10.5	11.3	14.2	10.1	9.2	19.7	17.6	20.5	17.2	21.4	26.8
-14	15.9	15.5	15.1	17.2	16.8	17.6	17.2	18.0	12.6	13.8	17.6	12.6	11.3	24.3	22.2	25.6	21.0	26.4	33.1
-13	18.9	18.4	18.0	20.5	20.1	21.0	20.5	21.8	15.1	15.9	21.4	15.1	13.4	29.3	27.2	31.0	25.1	31.4	39.8
-12	22.2	21.8	21.4	24.3	23.5	24.7	24.3	25.6	17.6	18.4	25.1	17.6	15.9	34.8	33.1	36.5	29.7	36.9	46.9
-11	26.0	25.6	25.1	28.5	27.2	28.9	28.1	29.7	20.1	21.4	28.9	20.5	18.0	40.6	39.8	42.7	34.4	43.2	54.9
-10	30.2	29.7	28.9	33.1	31.4	33.5	32.7	34.8	22.6	24.3	32.7	23.5	20.5	46.9	47.3	49.9	39.4	49.4	63.7

(续)

食品 温度 (℃)	牛肉 各种 禽类	羊 肉	猪 肉	肉类 副 产品	去骨 牛肉	少 脂 鱼	多 脂 鱼	鱼 片	鲜 蛋	蛋 黄	纯 牛 奶	奶 油	炼制 奶油	奶油 冰淇淋	牛奶 冰淇淋	葡萄 杏子 樱桃	水果及 其它 浆果	水果及 糖浆 浆果	加糖的 浆果
-9	34.8	33.9	33.1	38.1	36.0	38.5	37.3	40.2	25.6	28.5	37.3	26.4	23.5	54.1	55.7	57.8	44.8	56.6	73.7
-8	39.4	38.5	37.3	43.2	41.1	43.6	42.3	45.7	28.5	31.0	42.3	29.3	26.0	62.4	65.4	66.6	51.1	64.9	85.9
-7	44.4	43.6	41.9	48.6	46.1	49.4	47.8	51.5	31.8	34.4	48.2	32.7	28.5	72.9	77.1	78.8	58.7	75.8	101.0
-6	50.7	49.4	47.3	55.3	52.4	56.6	54.5	58.7	36.0	39.0	54.9	36.5	31.4	86.7	92.2	93.9	68.7	89.7	120.3
-5	57.4	55.7	54.5	62.9	59.9	74.2	61.6	67.0	41.5	44.8	62.9	40.6	34.4	105.6	111.9	116.1	82.1	108.1	147.5
-4	66.2	64.5	62.0	72.9	69.1	80.9	71.2	77.5	47.6	52.0	73.7	44.8	36.9	132.0	138.7	150	104.3	135.3	169.7
-3	75.4	77.1	73.7	88.0	83.0	89.2	85.5	93.9	227.9/57.8*	63.3	88.8	50.7	39.8	178.9	181.4	202.8	139.1	180.6	173.5
-2	98.9	96.0	91.8	109.8	103.5	111.9	106.4	117.7	230.9/75.8*	83.4	111.5	60.3	43.2	221.2	230.0	229.2	211.2	240.1	176.4
-1	186.0	179.8	170.1	204.5	194.4	212.4	199.9	225.0	234.2/128.6*	142.0	184.4	91.8	49.0	224.6	233.4	233.0	268.2	243.9	179.8
0	232.5	224.2	212.0	261.5	243.0	266.0	249.3	282.0	237.6	264.4	319.3	95.1	52	227.9	236.7	236.3	271.9	247.2	182.7
1	235.9	227.5	214.9	264.8	246.4	269.8	253.1	285.8	240.5	267.7	323.0	98.0	55.3	231.3	240.1	240.1	275.7	251.0	186.0
2	238.8	230.5	217.9	268.6	249.7	273.2	256.4	289.1	243.9	271.1	326.8	101.4	58.2	234.6	243.4	243.4	279.5	254.3	189.0
3	242.2	233.8	221.2	271.9	253.1	277.0	259.8	302.9	246.8	274.4	331.0	104.8	61.2	238.0	247.2	249.7	283.2	258.1	192.3
4	245.5	236.7	224.2	275.3	256.4	280.3	263.1	296.7	250.1	277.8	334.8	107.7	64.1	241.3	250.1	250.6	287.0	261.5	195.3
5	248.5	240.1	227.1	279.1	259.8	283.7	266.5	300.4	253.1	281.6	339.0	111.5	67.5	244.7	253.9	254.3	290.8	266.5	198.6

(续)

食品 温度 (℃)	牛肉 各种 禽类	羊 肉	猪 肉	肉类 副产品	去骨 牛肉	少 脂 鱼	多 脂 鱼	鱼 片	鲜 蛋	蛋 黄	纯 牛 奶	奶 油	炼制 奶油	奶油 冰淇淋	牛奶 冰淇淋	葡萄 杏子 樱桃	水果及 其它 浆果	水果及 糖浆 浆果	加糖的 浆果
6	251.8	243.0	230.0	282.4	263.1	287.4	269.8	303.8	256.4	284.9	342.7	114.4	70.8	248.0	257.3	257.7	294.6	268.6	201.5
7	255.2	246.4	233.4	285.8	266.5	290.8	273.2	307.5	259.4	288.3	346.5	117.7	74.2	251.4	260.6	260.6	298.3	272.4	204.9
8	258.5	249.3	236.3	289.5	269.4	295.4	277.0	311.3	262.7	291.6	350.7	121.5	77.5	254.8	264	264.8	302.1	275.7	207.8
9	261.5	252.6	239.2	292.9	272.8	297.9	280.3	315.1	265.6	295.0	354.5	125.7	81.3	258.1	267.3	268.6	305.9	279.5	211.2
10	264.8	255.6	242.2	296.2	276.1	301.3	283.7	318.4	269.0	298.7	358.7	129.9	85.5	261.5	270.7	271.9	309.6	282.8	214.1
11	268.2	258.9	245.5	300.0	279.5	305.0	287.0	322.2	271.9	302.1	362.4	134.1	90.1	264.8	274.4	275.7	313.4	286.6	217.5
12	271.1	261.9	248.5	303.4	282.8	308.4	290.4	326.0	275.3	305.5	366.6	138.7	95.1	268.2	277.8	279.1	317.2	289.9	220.4
13	274.4	265.2	251.4	306.7	286.2	312.2	293.7	329.3	278.6	308.8	370.4	144.1	100.6	271.5	281.1	282.8	321.0	293.7	223.7
14	277.8	268.2	254.3	310.5	289.5	315.5	297.1	333.1	281.6	312.2	374.6	149.6	106.4	274.9	284.5	286.2	324.7	297.1	226.7
15	280.7	271.5	257.3	313.8	292.9	318.9	300.8	336.9	284.9	315.9	378.8	155.4	112.3	278.2	287.9	289.9	328.5	300.8	230.0
16	284.1	274.4	260.6	317.2	296.2	322.6	304.2	340.6	287.9	319.3	382.5	161.3	118.6	281.6	291.2	293.3	332.3	304.2	233.0
17	287.4	277.8	263.6	321.0	299.6	326.0	307.5	344.0	291.2	322.6	386.7	166.8	124.9	284.9	294.8	297.1	336.5	308.0	236.3
18	290.4	280.7	266.5	324.3	302.9	329.8	310.9	347.8	294.1	326.0	390.9	172.2	130.3	288.3	297.9	300.4	339.8	313.4	239.2
19	293.7	284.1	260.4	327.7	306.3	331.1	314.3	351.5	297.5	329.3	394.7	177.7	136.2	291.6	301.3	304.2	343.6	315.1	242.6
20	297.1	287.0	272.8	331.4	309.6	336.5	317.6	355.3	300.4	333.1	398.9	182.7	141.2	295.0	304.6	307.5	347.4	318.4	245.5

(续)

食品 温度 (℃)	牛肉 各种 禽类	羊 肉	猪 肉	肉类 副产品	去骨 牛肉	少 脂 鱼	多 脂 鱼	鱼 片	鲜 蛋	蛋 黄	纯 牛 奶	奶 油	炼制 奶油	奶油 冰淇淋	牛奶 冰淇淋	葡萄 杏子 樱桃	水果及 其它 浆果	水果及 糖浆 浆果	加糖的 浆果
21	300.0	290.4	275.7	334.8	313	340.2	321.4	358.7	303.8	336.5	402.7	187.7	146.2	298.3	308.0	311.3	351.1	322.2	248.9
22	303.4	293.3	278.6	338.1	315.9	343.6	324.7	362.4	307.1	339.8	406.8	192.3	150.8	301.7	311.3	315.1	354.9	325.6	251.8
23	306.7	296.7	281.6	341.9	319.3	346.9	328.1	366.2	310.1	343.2	410.6	196.5	155.4	305.0	314.7	318.4	358.7	329.3	255.2
24	310.1	299.6	284.9	345.3	322.6	350.7	331.4	369.6	313.4	346.5	414.8	200.7	159.6	308.4	318.0	321.8	362.4	332.7	258.1
25	313.0	302.9	287.9	349.0	326.0	354.1	334.8	373.3	316.3	350.3	418.6	204.9	163.8	311.4	321.4	325.6	366.2	336.5	261.5
26	316.4	305.9	290.8	352.4	329.3	357.8	338.1	377.1	319.7	—	422.8	208.7	167.6	315.1	325.1	328.9	370.0	339.8	264.4
27	319.7	309.2	293.7	356.2	332.7	361.2	341.5	380.9	322.6	—	426.5	212.4	171.0	318.4	328.5	332.7	373.8	343.6	267.3
28	322.6	312.2	297.1	359.5	336.0	365.0	345.3	384.2	326.0	—	430.7	215.8	174.3	321.8	331.9	336.0	377.5	344.4	270.7
29	326.0	315.5	300.0	362.9	339.4	368.3	348.6	388.0	328.6	—	434.5	219.1	177.7	325.1	335.2	339.8	381.3	350.7	273.6
30	329.3	318.4	302.9	366.6	342.7	371.7	352.0	391.8	332.3	—	438.7	222.9	181.4	328.5	338.6	343.2	385.1	354.1	277.0
31	332.7	321.8	305.9	370.0	346.1	375.4	355.3	395.5	335.2	—	442.5	226.7	185.2	331.9	341.9	346.9	388.8	357.8	280.0
32	335.6	324.7	309.2	373.3	349.5	378.8	358.7	398.9	338.6	—	446.2	230.45	189.0	335.2	345.3	350.3	392.6	361.2	283.2
33	339.0	328.1	312.2	377.1	352.8	382.6	362.0	402.7	341.5	—	450.4	234.2	192.3	338.6	348.6	354.1	396.4	365.0	286.2
34	342.3	331.0	315.1	380.5	356.2	385.9	365.8	406.4	344.8	—	454.2	237.6	196.7	341.9	352.0	357.4	400.2	368.3	290.0
35	345.7	334.4	318.0	384.2	359.1	389.3	369.1	409.8	347.8	—	458.4	240.5	198.6	345.3	355.7	361.2	403.9	372.1	292.5

(续)

食品 温度 (°C)	牛肉 各种 禽类	羊 肉	猪 肉	肉类 副产品	去骨 牛肉	少 脂 鱼	多 脂 鱼	鱼 片	鲜 蛋	蛋 黄	纯 牛 奶	奶 油	炼制 奶油	奶油 冰淇淋	牛奶 冰淇淋	葡萄 杏子 樱桃	水果及 其它 浆果	水果及 糖浆 浆果	加糖的 浆果
36	348.6	337.3	321.4	387.6	362.4	393.0	372.5	413.6	351.1	—	462.2	243.4	291.1	348.6	359.1	364.5	407.7	375.4	295.8
37	352.0	340.7	324.3	390.9	365.8	396.4	375.8	417.3	354.1	—	465.9	246.4	293.6	352.8	362.4	368.3	411.5	379.2	298.8
38	355.3	343.6	327.2	394.7	369.1	400.2	379.2	421.1	357.0	—	470.1	248.9	296.2	355.3	365.8	371.7	415.2	382.6	302.1
39	358.7	347.0	330.2	398.1	372.5	403.5	381.3	424.5	360.3	—	473.9	251.4	298.2	358.7	369.1	375.4	419.0	386.3	305.0
40	361.6	349.9	333.5	401.4	375.8	406.9	385.9	428.2	363.3	—	477.7	253.9	299.8	362.0	372.5	378.8	422.8	389.7	308.4

注：1.*分子为冷却鸡蛋的焓值，分母为冻蛋的焓值。

2.以-20℃为基准，其时各种食品的焓值均为零。

货物包装材料和运载工具重量系数表

表3—28

序号	食品类别	重量系数 B	序号	食品类别	重量系数 B	
1	肉类、鱼类、冻蛋类	冷藏	0.1	2	鲜蛋类	0.25
		肉类冷却或冻结(猪单轨叉挡式)	0.1	3	鲜水果	0.25
		肉类冷却或冻结(猪双轨叉挡式)	0.3	4	鲜蔬菜	0.35
		肉类、鱼类、冻蛋类(搁架式)	0.3			
		肉类、鱼类、冻蛋类(吊笼式或架子式手推车)	0.6			

的取值也是按夏季空气调节日平均温度乘以生产旺季的温度修正系数。

货物冷却时及冷藏时的呼吸热量可按表 3—31 数值采用。

一些主要水果与蔬菜的呼吸热

表 3—31

品 名	不同温度 (°C) 下的呼吸热 (W/t)						
	0	2	5	10	15	20	25
杏	17	27	56	102	155	199	—
香蕉 (青)	—	—	52	98	131	155	—
香蕉 (熟)	—	—	58	118	164	242	—
成熟柠檬	9	13	20	33	47	58	78
甜樱桃	21	31	47	97	165	219	—
橙	10	13	19	35	56	69	96
西瓜	19	23	27	46	70	102	—
梨 (早熟)	20	28	47	63	160	278	—
梨 (晚熟)	10	22	41	56	126	219	—
苹果 (早熟)	19	21	31	60	92	121	149
苹果 (晚熟)	10	14	21	31	58	73	—
李	21	35	65	126	184	233	—
葡萄	9	17	24	36	49	78	102
香瓜	20	23	28	43	76	102	—
桃	19	22	41	92	131	181	236

(续)

品名	不同温度(℃)下的呼吸热(W)						
	0	2	5	10	15	20	25
菠萝(熟)	—	—	45	70	80	87	—
酸樱桃	22	34	53	107	184	242	—
草莓	47	63	92	175	242	300	453
坚果	2	3	5	10	10	15	—
抱子甘蓝	67	78	135	228	295	520	—
菜花	63	17	88	138	259	402	—
卷心菜	33	36	51	78	121	194	—
结球甘蓝(冬天)	19	24	24	38	58	116	—
马铃薯	20	22	24	26	36	44	—
胡萝卜	28	34	38	44	97	135	—
黄瓜	20	24	34	60	121	174	—
甜菜	20	28	34	60	116	213	—
西红柿	17	20	28	41	87	102	—
蒜	22	31	47	71	128	152	—
葱头	20	21	26	34	46	58	—
青豆	70	82	121	206	412	577	721
莴苣	38	44	51	102	189	339	—

(续)

品名	不同温度(℃)下的呼吸热(W/t)						
	0	2	5	10	15	20	25
蘑菇	121	131	160	252	485	635	—
豌豆	104	143	189	267	460	645	872
芹菜	20	—	29	—	202	—	—
玉蜀黍	80	—	116	—	465	—	756
青椒	33	—	64	96	114	131	—
芦笋	65	—	85	160	279	363	—
菠菜	82	—	199	313	523	897	—

注：表中抱子甘蓝又称嫩芽卷心菜，青豆又称四季豆。

货物进入冷间时的温度，应按下列规定的温度计算：

(1) 未经冷却的鲜肉温度应按35℃计算，已冷却的鲜肉温度按4℃计算。

(2) 从外地调入的冻肉温度按-8——-10℃计算。

(3) 无外地调入货品的冷库，进入冻结物冷藏

间的货物温度按该冷库冻结间终止降温时的货物温度计算。

(4) 冰鲜鱼虾整理后的温度按15℃计算。

(5) 鲜鱼虾整理后进入冷加工间的温度按整理鱼虾用水的水温计算。

(6) 鲜蛋、水果、蔬菜的进货温度，按当地食品进入冷间生产旺季的月平均温度计算

$$\rho \cdot \frac{R}{24} = 0.33。$$

1000——1 kW 换算成 W 的数值。

5. 操作热量 Q_5 的计算

$$\begin{aligned} Q_5 &= Q_{5a} + Q_{5b} + Q_{5c} \\ &= q_d A + 0.2778 \frac{V \cdot n \cdot (h_w - h_n) \cdot M \cdot \rho_n}{24} \\ &\quad + \frac{3}{24} n_r \cdot q_r \end{aligned} \quad (3-11)$$

式中： Q_{5a} ——照明热量 (W)。

Q_{5b} ——开门热量 (W)，当每间的冷藏门超过两樘时，应按两樘门的开门热量计算。

Q_{5c} ——操作人员热量 (W)。

q_d ——每平方米地板面积照明热量，冷藏间可取 $1.8-2.3 \text{ W/m}^2$ ，操作人员长时间停留的加工间、包装间等可取 5.8 W/m^2 。

A ——冷间地板面积 (m^2)。

n ——每日开门换气次数，见图 3—3。

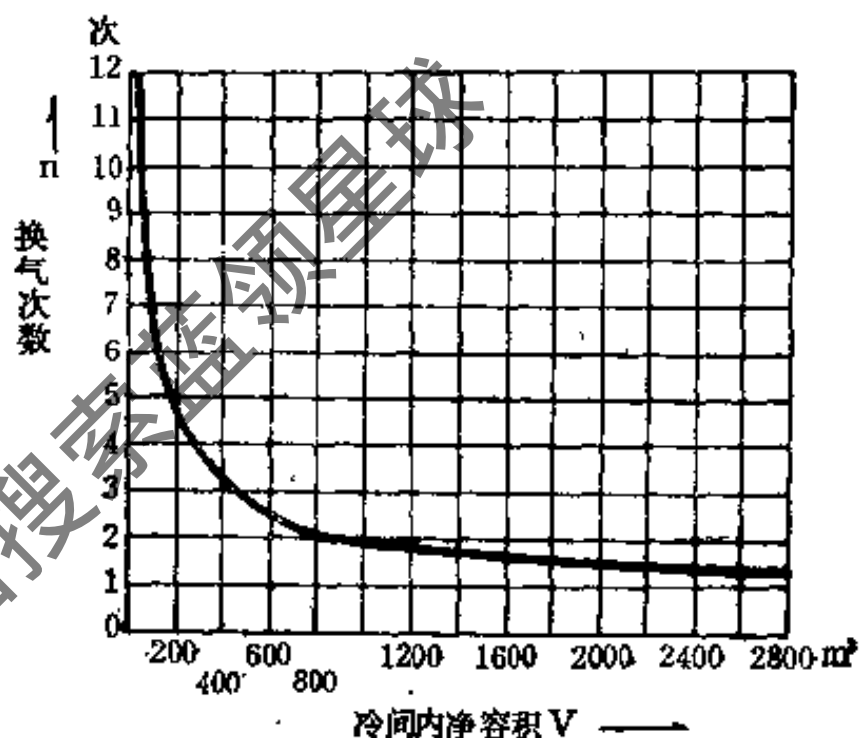


图 3—3 冷间开门换气次数图

V ——冷间内公称容积 (m^3)。

h_n 、 h_w ——冷间内、外空气的含热量 (kJ/kg)。

M ——空气幕效率修正系数，可取 0.5，如不设空气幕时，则取 1。

24——每日小时数 (h)。

ρ_n ——冷间空气密度 (kg/m^3)。

$\frac{3}{24}$ ——每日操作时间系数, 按每日操作 3 h

计。

n_r ——操作人员数, 可按冷间内公称容积每 250m^3 增加 1 人。

q_r ——每个操作人员产生的热量 ($\text{W}/\text{个}$)。

冷间设计温度高于或等于 -5°C 时取

$280\text{W}/\text{个}$; 冷间设计温度低于 -5°C

时取 $410\text{W}/\text{个}$ 。

注: 冷却间、冻结间不计算 Q_5 这项热量。

(四) 冷间机械负荷计算

冷间机械负荷应分别根据不同蒸发温度按下式计算:

$$Q_j = (n_1 \Sigma Q_1 + n_2 \Sigma Q_2 + n_3 \Sigma Q_3 +$$

$$n_4 \Sigma Q_4 + n_5 \Sigma Q_5) R$$

(3-12)

式中: Q_j ——机械负荷, (W)。

n_1 ——围护结构传热量的季节修正系数。

n_2 ——货物热量的机械负荷折减系数。

n_3 ——同期换气系数, 一般取 $0.5-1.0$ (同时最大换气量与全库每日总换气量的比数, 大时取大值)。

n_4 ——冷间用的电动机同期运转系数。

n_5 ——冷间同期操作系数。

R ——制冷装置和管道等冷损耗补偿系数, 一般直接冷却系统取 1.07 , 间接冷却系统取 1.12 。

围护结构传热量的季节修正系数 n_1 , 一般应根据生产旺季出现的月份, 按表 3-32, 规定采用。当全年生产无明显淡旺季区别时, 应取 1。

货物热量的机械负荷折减系数 n_2 , 应根据冷间

季节修正系数 n_1 值表

表 3—32

纬度	月份 n_1 值 库温	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		北纬40°以上	0℃	-0.70	-0.50	-0.10	0.40	0.70	0.90	1.00	1.00	0.70	0.30	
-10	-0.25	-0.11	0.19	0.59	0.78	0.92	1.00	1.00	0.78	0.49	0.19	-0.11		
-18	-0.02	0.10	0.33	0.64	0.82	0.93	1.00	1.00	0.82	0.58	0.33	0.10		
-23	0.03	0.18	0.40	0.68	0.84	0.94	1.00	1.00	0.84	0.62	0.40	0.18		
-30	0.19	0.28	0.47	0.72	0.86	0.95	1.00	1.00	0.86	0.67	0.47	0.28		
北纬35°—40°	0℃	-0.30	-0.20	0.20	0.50	0.80	0.90	1.00	1.00	0.70	0.50	0.10	-0.20	含35°
-10	0.05	0.14	0.41	0.65	0.86	0.92	1.00	1.00	0.78	0.65	0.35	0.14		
-18	0.22	0.29	0.51	0.71	0.89	0.93	1.00	1.00	0.82	0.71	0.38	0.29		
-23	0.30	0.36	0.56	0.74	0.90	0.94	1.00	1.00	0.84	0.74	0.40	0.36		
-30	0.39	0.44	0.61	0.77	0.91	0.95	1.00	1.00	0.86	0.77	0.47	0.44		

获取更多资料

(续)

纬度	月份 n值 库温													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
北纬30°—35°	0℃	0.10	0.15	0.33	0.53	0.72	0.86	1.00	1.00	0.83	0.62	0.41	0.20	含30°
	-10	0.31	0.36	0.48	0.64	0.79	0.86	1.00	1.00	0.88	0.71	0.55	0.38	
	-18	0.42	0.46	0.56	0.70	0.82	0.90	1.00	1.00	0.88	0.76	0.62	0.48	
	-23	0.47	0.51	0.60	0.73	0.84	0.91	1.00	1.00	0.89	0.73	0.65	0.53	
	-30	0.53	0.56	0.65	0.76	0.85	0.92	1.00	1.00	0.90	0.81	0.69	0.58	
北纬25°—30°	0℃	0.18	0.23	0.42	0.60	0.80	0.88	1.00	1.00	0.87	0.65	0.45	0.26	含25°
	-10℃	0.39	0.41	0.56	0.71	0.85	0.90	1.00	1.00	0.90	0.73	0.59	0.44	
	-18	0.49	0.51	0.63	0.76	0.88	0.92	1.00	1.00	0.92	0.78	0.65	0.53	
	-23	0.54	0.56	0.67	0.78	0.89	0.93	1.00	1.00	0.92	0.80	0.67	0.57	
	-30	0.59	0.61	0.70	0.80	0.90	0.93	1.00	1.00	0.93	0.82	0.72	0.62	
北纬25°以下	0℃	0.44	0.48	0.63	0.79	0.94	0.97	1.00	1.00	0.93	0.81	0.65	0.49	
	-10	0.58	0.60	0.73	0.85	0.95	0.98	1.00	1.00	0.95	0.85	0.75	0.63	
	-18	0.65	0.67	0.77	0.88	0.96	0.98	1.00	1.00	0.96	0.88	0.79	0.69	
	-23	0.68	0.70	0.79	0.89	0.96	0.98	1.00	1.00	0.96	0.89	0.81	0.72	
	-30	0.72	0.73	0.82	0.90	0.97	0.98	1.00	1.00	0.97	0.90	0.83	0.75	

的性质确定,冷加工间和其它冷间应取1。冷却物

冷藏间宜按下列数值取值:公称容积为10000m³以

下时取0.6,公称容积为10001—30000 m^3 时取0.45,公称容积为30001 m^3 以上时取0.3。冻结物冷藏间宜按下列数值取值:公称容积为7000 m^3 以下时取0.5,公称容积为7001—20000 m^3 时取0.65,公称容积为20001 m^3 以上时取0.8。

冷间用的电动机同期运转系数 n_4 和冷间的同期操作系数 n_5 ,应按表3—33规定采用。

冷间用电动机同期运转系数 n_4 和冷间同期操作系数 n_5

表3—33

冷间总间数	n_4 或 n_5	冷间总间数	n_4 或 n_5
1	1	≥ 5	0.4
2—4	0.5		

注: 1.本表中冷间用电动机同期运转系数 n_4 ,冷却间、冻结间中的冷风机,其值取1,其它冷间则按本表取值。

2.冷间总间数应按同一蒸发温度且用途相同的冷间间数计算。

2. 冷藏间、制冰等单位制冷负荷

表 3—35

序号	冷间名称	冷间温度 (℃)	单位制冷负荷 (W/t)		序号	冷间名称	冷间温度 (℃)	单位制冷负荷 (W/t)	
			冷却设备负荷	机械负荷				冷却设备负荷	机械负荷
一、冷藏间方面					二、制冰方面				
1	一般冷却物冷藏间	±0、-2	88	70	7	10000-20000t多层库冻结物冷藏间	-18	28	21
2	250t以下冻结物冷藏间	-15、-18	82	70	1	盐水制冰方式		机械负荷	7000
3	500-1000t冻结物冷藏间	-18	53	47	2	桶式快速制冰		机械负荷	7800
4	1000-3000t单层库冻结物冷藏间	-18、-20	41—47	30—35	3	配冰间		机械负荷	25
5	1500-3500t多层库冻结物冷藏间	-18	41	30—35					
6	4500-9000t多层库冻结物冷藏间	-18	30—35	24					

注：本表内机械负荷，已包括管道等冷损耗补偿系数7%

3. 冻结物冷藏间每吨需用冷却面积

表 3—36

序号	冷库分类	冷间温度 (℃)	冷间每吨堆货需用冷却面积 (m ² /t)		序号	冷库分类	冷间温度 (℃)	冷间每吨堆货需用冷却面积 (m ² /t)	
			采用光滑管式	采用翅片管式				采用光滑管式	采用翅片管式
1	250吨以下冷库	-15、-18	0.90—1.2	2.5—3.0	4	1500—3500t多层冷库	-18	0.55—0.68	1.5—1.8
2	500—1000t冷库	-18	0.70—0.95	1.8—2.7	5	4500—9000t多层冷库	-18	0.45—0.50	1.3—1.5
3	1000—3000t冷库	-18、-20	0.60—0.90	1.8—2.7					

4. 冷库冷间净面积与冷却设备表面积之比

表3—37

序号	冷库贮存吨位 (t)	楼层	冷间名称	冷间净面积 (m ²)	冷间温度 (°C)	冷间相对湿度 (%)	每m ² 冷间净面积与冷却设备表面积之比	冷加工时间 (h)	备注
1	230	单层	冻结间	30—40	-23	95	1:1.0—1:1.1	20	一次冻结
			冻结物冷藏间	100以下	-13	95	1:2.3—1:2.6	24	翅片管
			冻结物冷藏间	100以下	-13	95	1:1.0—1:1.1	24	光滑管
			冻结物冷藏间	100—200	-18	95	1:2.0—1:2.5	24	翅片管
			冻结物冷藏间	100—200	-18	95	1:1.0—1:1.05	24	光滑管
2	500	单层	冷却间	60—75	±0	85	1:4.2—1:4.8	20	
			冻结间	60—75	-23	95	1:9.4—1:10	20	
			冻结间	60—75	-23	95	1:11—1:13	20	一次冻结
			冻结物冷藏间	100以下	-18	95	1:1.8—1:2.1	24	翅片管
			冻结物冷藏间	100以下	-18	95	1:0.9—1:1.0	24	光滑管
			冻结物冷藏间	100—200	-18	95	1:1.8—1:2.1	24	翅片管
			冻结物冷藏间	100—200	-18	95	1:0.75—1:0.95	24	光滑管
			冻结物冷藏间	200以上	-18	95	1:1.8—1:2.0	24	翅片管
			冻结物冷藏间	200以上	-18	95	1:0.72—1:0.95	24	光滑管
			贮冰间	30—40	-4		1:0.6—1:0.7	24	光滑管
3	1000	单层	冷却间	90—105	±0	85	1:3.5—1:4.0	20	
			冻结间	90—105	-23	95	1:8.0—1:10	20	

(续)

序号	冷库贮存吨位 (t)	楼层	冷间名称	冷间净面积 (m ²)	冷间温度 (°C)	冷间相对湿度 (%)	每m ² 冷间净面积与冷却设备表面积之比	冷加工时间 (h)	备注
5	4500	多层	冷却间	90—105	±0	85	1:3.5—1:4.0	20	中间层翅片管 中间层光滑管 顶层翅片管 顶层光滑管 光滑管
			冻结间	90—105	-23	95	1:8—1:10	20	
			冻结物冷藏间	300以下	-18	95	1:1.1—1:1.2	24	
			冻结物冷藏间	300以下	-18	95	1:0.425—1:0.51	24	
			冻结物冷藏间	300以上	-18	95	1:1.6—1:1.7	24	
			冻结物冷藏间	300以上	-18	95	1:0.67—1:0.72	24	
			贮冰间	150以上	-4		1:0.6—1:0.7	24	
6	6000	多层	冷却间	90—105	±0	85	1:3.5—1:4.0	20	中间层翅片管 中间层光滑管 顶层翅片管 顶层光滑管 光滑管
			冻结间	90—105	-23	95	1:8.0—1:11	20	
			冻结物冷藏间	300以上	-18	95	1:1.1—1:1.2	24	
			冻结物冷藏间	300以上	-18	95	1:0.43—1:0.49	24	
			冻结物冷藏间	300以上	-18	95	1:1.6—1:1.7	24	
			冻结物冷藏间	300以上	-18	95	1:0.51—1:0.6	24	
			贮冰间	150以上	-4		1:0.6—1:0.7	24	
7	9000	多层	冷却间	90—105	±0	85	1:3.5—1:4.0	20	中间层翅片管
			冻结间	90—105	-23	95	1:8.0—1:11	20	
			冻结物冷藏间	300以上	-18	95	1:1.1—1:1.2	24	

(续)

序号	冷库贮存吨位 (t)	楼层	冷间名称	冷间净面积 (m ²)	冷间温度 (°C)	冷间相对湿度 (%)	每m ² 冷间净面积与冷却设备表面积之比	冷加工时间 (h)	备注
7	9000	多层	冻结物冷藏间	300以上	-18	95	1:0.43—1:0.53	24	中间层光滑管
			冻结物冷藏间	300以上	-18	95	1:1.6—1:1.7	24	顶层翅片管
			冻结物冷藏间	300以上	-18	95	1:0.482—1:0.6	24	顶层光滑管
			贮冰间	150以上	-4		1:0.6—1:0.7	24	光滑管

注: 1.本表数据系按照商业系统各冷库设计资料统计而成,仅供参考。

2.本表备注栏内,凡注明一次冻结,均为在该冷间内既进行冷却又进行冻结,备注栏内未注明者均为在该冷间内仅进行冷却或冻结。

3.本表内多层冷库底层(一层)冷间的冷却设备表面积的配比可参照顶层冷间的配比。

三、易腐食品冷藏方面参考资料

一般食品,由于由蛋白质、糖类、脂肪、维生素、酶以及水、矿物质等组成,适宜于微生物的生存而促使食品分解,至使腐坏变质。所以食品一般都为易腐品。

食品的保藏,按方法可分:

化学保藏法——以少量对人体无害且有杀菌能力的化学物品作防腐剂注入食品内,以制止微生物的生长繁殖。

生物保藏法——人为地利用某些食品经过发酵变酸的特性,来抑制微生物的

(续)

序号	食品名称	含水量 (%)	冰 冻 点 (℃)	比热容kJ/(kg·℃)		潜 热 (kJ/kg)	贮藏容积 (m ³ /t)	贮藏温度 (℃)	贮藏相 对湿度 (%)	贮藏期天 (月)
				高于冰冻点时	低于冰冻点时					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	杏子干						7.5	+0.5	75	(6)
5	龙须菜	94	-2	3.89	1.93	314	7.5	0/+2	85—90	21—28
6	咸肉(初腌)	39	-1.7	2.14	1.34	131	9.4	-23/-10	90—95	(4—6)
7	腊肉(熏制)	13—29		1.26—1.80	1.01—1.21	42/92		+15/+18	60/65	
8	香蕉	75	-1.7	3.35	1.76	251	15.6	+11.7	85	14
9	干蚕豆	13	-1.7	1.26	1.01	42	7.5	+0.7	70	(6)
10	扁豆	89	-1.5	3.85	1.97	297		+1/+7.5	85/90	8—10
11	甜菜	72	-2	3.22	1.72	243		0/+1.5	88—92	7—42
12	啤酒	89—91	-2	3.77	1.88	302	6.2/10.6	0/+5		(6)
13	洋白菜	85		3.85	1.97	285		0/+1.5	90—95	21—28
14	黄油	14—15	-2.2	2.30	1.42	197	5	-10/-1	75—80	(6)
15	酪乳	87	-1.7	3.77			9.4	0	85	(1)
16	卷心菜	91	-0.5	3.89	1.97	306	15.6	0/+1	85—90	(1—3)
17	胡萝卜	83	-1.7	3.64	1.88	276		0/+1	80—95	(2—5)
18	芹菜	94	-1.2	3.98	1.93	314	9.4	-0.6/0	90—95	(2—4)
19	干酪	46—53	-2.2/+10	2.68	1.47	168	5.0	-1.0/+1.5	65—75	(3—10)

(续)

序号	食品名称	含水量 (%)	冰 冻 点 (℃)	比热容kJ/(kg·℃)		潜 热 (kJ/kg)	贮藏容积 (m ³ /t)	贮藏温度 (℃)	贮藏相 对湿度 (%)	贮藏期天 (月)
				高于冰冻点时	低于冰冻点时					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20	樱桃	82	-4.5	3.64	1.93	276	15.6	+0.5/+1	80	7—21
21	栗子						12.5	+0.5	75	(3)
22	巧克力	1.6		3.18	3.14		5.6	+4.5	75	(6)
23	奶油	59		2.85		193	7.5	0/+2	80	7
24	黄瓜	96.4	-0.8	4.06	2.05	318	7.5	+2/+7	75—85	10—14
25	葡萄干	85	-1.1	3.22	1.88	281	9.4	0	75—85	14
26	椰子	83	-2.8	3.43			7.5	-4.5	75	(12)
27	鲜蛋	70	-2.2	3.18	1.68	226		-1.0/-0.5	80—85	(8)
28	蛋粉	6		1.05	0.88	21	6.9	+2.0	极小	(6)
29	冰蛋	73	-2.2		1.76	243		-18		(12)
30	鲜鱼	73	-1/-2	3.43	1.80	248	12.5	-0.5/+4	90—95	7—14
31	干鱼	45		2.35	1.42	151	7.5	-9/0	75—80	(3)
32	冻鱼						8.1	-20/-12	90—95	(8—10)
33	干果	30		1.76	1.13	101		0/+5	70	(6—18)
34	冻水果							-23/-15	80—90	(6—12)
35	干大蒜	74		3.31	1.76	247		0/+1	75—80	(6—8)

(续)

序号	食品名称	含水量 (%)	冰 冻 点 (℃)	比热容kJ/(kg·℃)		潜 热 (kJ/kg)	贮藏容积 (m ³ /t)	贮藏温度 (℃)	贮藏相 对湿度 (%)	贮藏期天 (月)
				高于冰冻点时	低于冰冻点时					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36	谷类							-10/-2	70	(3—12)
37	葡萄	82	-4	3.60	1.84	272	9.4	-1/+3	85—90	(1—4)
38	火腿	47—54	-2.0/-1.7	2.43—2.31	1.42—1.31	167		0/+1	85—90	(7—12)
39	冻火腿							-24/-18	90—95	(6—8)
40	冰淇淋	67		3.27	1.88	218	18.7	-30/-20	85	14—84
41	果酱	36		2.01			8.1	+1	75	(6)
42	人造奶油	17—18		3.35		126	5.0	+0.5	80	(6)
43	牡蛎	80	-2.2	3.52	1.84	268		0	90	(2)
44	猪油	46		2.26	1.30	155	5.0	-18	90	(12)
45	韭菜	88.2	-1.4	3.77	1.93	293		0	85—90	(1—3)
46	柠檬	89	-2.1	3.85	1.93	297	9.4	+5/+10	85—90	(2)
47	莴苣	94.8	-0.3	4.02	2.01	318		0/+1	85—90	(1—2)
48	对虾	79		3.65	1.84	265		-7	80	(1)
49	玉米	73.9	-0.8	3.31	1.76	247		-0.5/+1.5	80—85	7—28
50	柑桔	86	-2.2	3.64				+1/+2	75—80	(1—3)
51	甜瓜	92.7	-1.7	3.94	2.01	306	9.4	+2/+7	80—90	7—56

(续)

序号	食品名称	含水量 (%)	冰 冻 点 (℃)	比热容kJ/(kg·℃)		潜 热 (kJ/kg)	贮藏容积 (m ³ /t)	贮藏温度 (℃)	贮藏相 对湿度 (%)	贮藏期天 (月)
				高于冰冻点时	低于冰冻点时					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
52	牛奶	87	-2.8	3.77	1.93	289		0/+2	80—95	7
53	奶粉						7.5	0/+1.5	75—80	(1—6)
54	羊肉	60—70	-1.7					0	80	10
55	冻羊肉						6.2	-12/-18	80—85	(3—8)
56	干坚果	3—6	-7	0.92—1.05	0.88—0.92	10.1—18.4	12.5	0/+2	65—75	(8—12)
57	菜油	14.4—15.4						+1/+12		(6—12)
58	洋葱	87.5	-1	3.77	1.93	289	9.4	+1.5	80	(3)
59	桔子	90	-2.2	3.77	1.93	289	9.4	0/+1.2	85—90	56—70
60	桃子	86.9	-1.5	3.77	1.93	289	7.5	-0.5/+1	80—85	14—28
61	梨	83	-2	3.77	2.01	281	7.5	+0.5/+1.5	85—90	(1—6)
62	梨干	10		1.17	0.92	322	7.5	+0.5	75	(6)
63	青豌豆	74	-1.1	3.31	1.76	247	8.1	0	80—90	7—21
64	干豌豆						7.5	+0.5	75	(6)
65	青菠萝		-1.5				8.1	+10/+16	85—90	14—28
66	菠萝	85.3	-1.2	3.68	1.88	285	8.1	+4/+12	85—90	14—28
67	李子	86	-2.2	3.68	1.88	285	8.1	-4/0	80—95	21—56

(续)

序号	食品名称	含水量 (%)	冰 冻 点 (℃)	比热容kJ/(kg·℃)		潜 热 (kJ/kg)	贮藏容积 (m ³ /t)	贮藏温度 (℃)	贮藏相 对湿度 (%)	贮藏期天 (月)
				高于冰冻点时	低于冰冻点时					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
68	猪肉	35—42	-2.2/-1.7	2.01—2.26	1.26—1.34	126		0/+1.2	85—90	3—10
69	冻猪肉							-24/-18	85—95	(2—8)
70	土豆	77.8	-1.8	3.43	1.80	260	12.5	+3/+6	85—90	(6)
71	鲜家禽	74	-1.7	3.35	1.80	247	6.2	0	80	7
72	冻家禽	60		2.85			6.2	-30/-10	80	(3—12)
73	南瓜	90.5	-1	3.85	1.97	302		0/+3	80—85	(2—3)
74	兔肉	60	-1.7	3.35				0/+1	80—90	5—10
75	冻兔肉	60		2.85			6.9	-24/-12	80—90	(6)
76	萝卜	93.6	-2.2	3.98	2.01	310	8.1	0/+1	85—95	14
77	米	10	-1.7	1.09			7.5	+1.5	65	(6)
78	腊肠							-4/+5	85—90	7—21
79	菠菜	92.7	-0.9	3.94	2.01	306		0/+1	90	10—14
80	杨梅	90	-1.3	3.85	1.97	302		-0.5/+1.5	75—85	7—10
81	糖	0.5		0.84	0.84	167		+7/+10	低于60	(12—36)
82	(罐装)果汁	36	-2.2	2.68			6.2	+1	80	42
83	生西红柿	94	-0.9	3.98	2.01	310		+10/+20	85—90	21—28

1.47kJ/(kg·℃)。

$$+ C''W(1 - \omega) \quad (3-14)$$

食品温度在其汁液冻结点以下时(即已冻结的食品)的比热容:

式中: C_2 ——已冻结食品的比热容(kJ/kg·℃)。

ω ——已冻结食品中的冻结水量。它与食品冻结结束时的温度有关(kg/kg)。

$$C_2 = 2.0934W\omega + C'(1 - W)$$

食品冻结结束时温度(℃)	-5	-10	-15	-20
经冻结的食品的冻结水量(%)	70—75	75—80	80—85	85—90

详细数值可查表3—39。

食品在不同温度下的水分冻结量(%,按重量计)

表3—39

食品名称	食品温度(℃)												
	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-12.5	-15	-18
肉类、家禽	0—25	52—60	67—73	72—77	75—80	77—82	79—84	80.5—85.5	81—86.5	82.5—87.5	85—89	87.5—90	89—91
鱼类	0—45	0—68	32—77	45—82	53—84	58—85.5	62—87	65—88.5	68—89.5	70.5—90.5	72.5—92	74—93.5	76—95
蛋类、菜类	60	78	84.5	87	89	90.5	91.5	92	92.5	93	94	94.5	95
乳类	45	68	77	82	84	85.5	87	88.5	89.5	90.5	92	93.5	95
西红柿	30	60	70	76	80	32	84	85.5	87	88	89	90	91
葱、豌豆	10	50	60	71	75	77	79	80.5	82	83.5	86	87.5	89
蚕豆、萝卜	0	28	50	58	64.5	68	71	73	75	77	80.5	83	84
苹果、梨、土豆	0	0	32	45	53	58	62	65	68	70	74	78	80
橙子、柠檬、葡萄	0	0	20	32	41	48	54	58.5	62.5	65.5	69	72	75
樱桃	0	0	0	20	32	40	47	52	55.5	58	63	67	71

C'' ——食品中未经冻结汁液的比热容。一般为 $3.77-3.85\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

W ——食品中的含水量 (kg/kg)。

食品的热导率以1米厚的食品块体,在其二侧温差 1°C 时经过1小时内垂直通过该块体 1m^2 表面的热量。在其他条件相同情况,其热导率数值越大,则该食品冷却、冻结加工的时间可越短。

经冷却后食品的热导率(与含水量有关)

$$\lambda = 0.605W + 0.256(1 - W) \quad (\text{W}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}) \quad (3-15)$$

式中: W ——食品中的含水量, (kg/kg)。

0.605——水的热导率 ($\text{W}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$)。

0.256——干燥食品的热导率 ($\text{W}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$)。

经冻结后食品的热导率一般系水和冰热导率之和的平均值。与冻结结束时的温度有关。大约在 $0.605-2.326\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ 为 $1.4\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

冻结食品结束时的温度($^{\circ}\text{C}$)	-1	-5	-10	-20
经冻结的食物的热导率 λ	0.70	1.16	1.40	1.63

(二) 食品的干耗(即水分蒸发)

食品在冷却、冻结及冷藏过程中,由于与空气介质进行热交换,必然会发生脱水干缩的现象;造成干耗损失。这除食品的重量有损失外,对质量也是不利的。其水分蒸发的干耗(或干缩损耗),可参见表3-41、表3-42、表3-43、表3-44、表3-45。一般运算公式如下:

食品在冷却或冻结时的干耗(即水分蒸发)

$$\Delta G = \frac{A\alpha}{r} \left[\frac{h' - h}{0.24} - (t' - t) \right] T$$

(3-16)

食品在冷藏过程的干耗（即水分蒸发）

$$\Delta G = \frac{Aa}{r} (t' - t)T \quad (3-17)$$

式中： ΔG ——食品在冷却、冻结或冷藏过程的干耗（kg）。

A ——食品外表面面积（ m^2 ）。

h' ——食品表面的空气含热量（ kJ/kg ）。

h ——冷却（冻结或冷藏）空气的含热量

（ kJ/kg ）。

t' ——食品的表面温度（ $^{\circ}C$ ）。

t ——冷却（冻结或冷藏）空气温度（ $^{\circ}C$ ）。

r ——食品在冷却（冻结或冷藏）时水的蒸发热。冷却时为 $2500kJ/kg$ 冻结时为 $2835kJ/kg$ （ $=2500+335$ ）。

T ——食品冷却或冻结时间（h）。

a ——由食品表面至空气的放热系数见表 3-40 $W/(m^2 \cdot ^{\circ}C)$ 。

表 3-40

冷冻加工及冷藏情况	$a[W/(m^2 \cdot ^{\circ}C)]$	冷冻加工及冷藏情况	$a[W/(m^2 \cdot ^{\circ}C)]$
空气对流时——自然循环	5.8—11.6	盐水冷冻，以搅拌器循环时	233—291
空气循环速度 $< 1m/s$ 时	17.5—23.3	金属板式冷冻，板内部以制冷剂蒸发或以盐水循环时	291—349
$> 1m/s$ 时	29.1—34.9		

一般冷库其冷间温度 $-10^{\circ}C$ 者，每 $1kJ$ 侵入冷间的热量所引起食品的干耗量为 $0.072g$ 当冷间在

$-18^{\circ}C$ 时，则为 $0.036g$ 。

肉类的干耗（一）

由 +36℃ 冷却至 +3℃（按重量计）

表 3—41

名 称	干耗量(%)	名 称	干耗量(%)	名 称	干耗量(%)
肥猪肉	1.1	肥牛肉	1.1	肥羊肉	1.4
中等肥度猪肉	1.3	中等肥度牛肉	1.3	瘦羊肉	1.5
无肥膘猪肉	1.5	瘦牛肉	1.4		

肉类的干耗（二）

（低温冻结加工中）

表 3—42

名 称	下列库温下的干耗(%)			名 称	下列库温下的干耗(%)		
	-12°—-14℃	-18℃	-23℃		-12°—-14℃	-18℃	-23℃
胴体肥猪	0.7	0.6	0.5	中等肥度牛肉	1.0	0.9	0.8
胴体中等肥度肥猪	0.8	0.7	0.6	瘦牛肉	1.2	1.0	0.9
半只猪	0.9	0.8	0.7	肥羊肉和中上等肥度羊肉	1.0	0.9	0.8
非标准膘肥的半只猪胴体	1.0	0.9	0.8	瘦羊肉和中下等肥度羊肉	1.2	1.1	1.0
肥牛肉	0.8	0.7	0.6				

肉类的干耗(三)

(低温冷藏期中)

表 3—43

冷库冷间温度 (℃)	冷藏期中的干耗(%)			
	冷藏1个月	冷藏2个月	冷藏3个月	冷藏4个月
-8	0.73	1.24	1.71	2.47
-12	0.45	0.70	0.90	1.22
-18	0.34	0.62	0.86	1.00

片状胴体与方块冻肉干耗比较

表 3—44

冻肉种类等级	冻结中干耗(%)		在-8℃--15℃温度 下冷藏1个月的干耗%	冻肉种类等级	冻结中干耗(%)		在-8℃--15℃温度 下冷藏1个月的干耗%
	-18℃	-23℃			-18℃	-23℃	
片状胴体肥猪肉	0.69	0.59	} 0.18—0.22 平均为0.20	片状胴体一等羊肉	1.04	0.94	} 0.22—0.31 平均为0.26
片状胴体瘦猪肉	1.00	0.90		片状胴体二等羊肉	1.10	1.00	
片状胴体一等牛肉	0.88	0.78	} 0.18—0.28 平均为0.23	带骨方块肉	0.40	0.30	} 0.11
片状胴体二等牛肉	1.00	0.90		剔骨方块肉	0.45	0.35	

鲜蛋冷藏期干耗(按重量计)

表 3—45

冷库冷间温度(℃)	冷库冷间湿度(%)	冷藏期干耗(%)	
		贮存的前三个月	贮存期自三个月后至第七个月
±0	75—85	0.5—1.6	2—4.5
+1—-2	80—85	0.7—1.2	1.8—2.9
-2—-2.5	80—85	0.55—0.95	1.4—2.3

注：本表以重41g—63g的鲜蛋作测定试验所得的数据。

(三) 食品冻结时间

食品冻结加工的时间与食品的焓值、密度、热导率、冰点温度、厚度、表面放热系数及冻结加工时介质温度等有关系。其计算公式是：

$$T = \frac{(h_2 - h_1) \rho}{3.6 (t_b - t)} \left(\frac{R\delta}{\alpha} + \frac{R\delta^2}{\lambda} \right) \quad (3-18)$$

式中：T——食品冻结加工时间 (h)。

h_1, h_2 ——食品初温和终温时的焓值 (kJ/kg)。

ρ ——食品密度 (kg/m³)。

t_b ——食品的冰点温度 (℃)。

t——冻结加工时介质的温度 (℃)。

δ ——食品的厚度，圆柱或球状表示直径 (m)。

α ——食品表面的放热系数 [W/(m²·℃)]。

λ ——冻结食品的热导率 $[W/(m \cdot ^\circ C)]$ 。

P 、 R ——和食品形状有关的系数。

3.6——1 W换算成kJ/h的数值。

P 和 R 系数是随被冻结物的几何形状变化的系数

板状食品 $P = \frac{1}{2}$ $R = \frac{1}{8}$

圆柱状食品 $P = \frac{1}{4}$ $R = \frac{1}{16}$

球状食品 $P = \frac{1}{6}$ $R = \frac{1}{24}$

对于方块状或长方块状食品，用图3—4所示的曲线查出 P 和 R 的值。图上 $\beta_1 = \frac{b}{\delta}$ ， $\beta_2 = \frac{l}{\delta}$ ， δ 是块状食品的厚度， l 是长度， b 是宽度由 β_1 与 β_2 的相交点可查得 P 和 R 的值。 P 和 R 的值亦可由表3—46。查得：

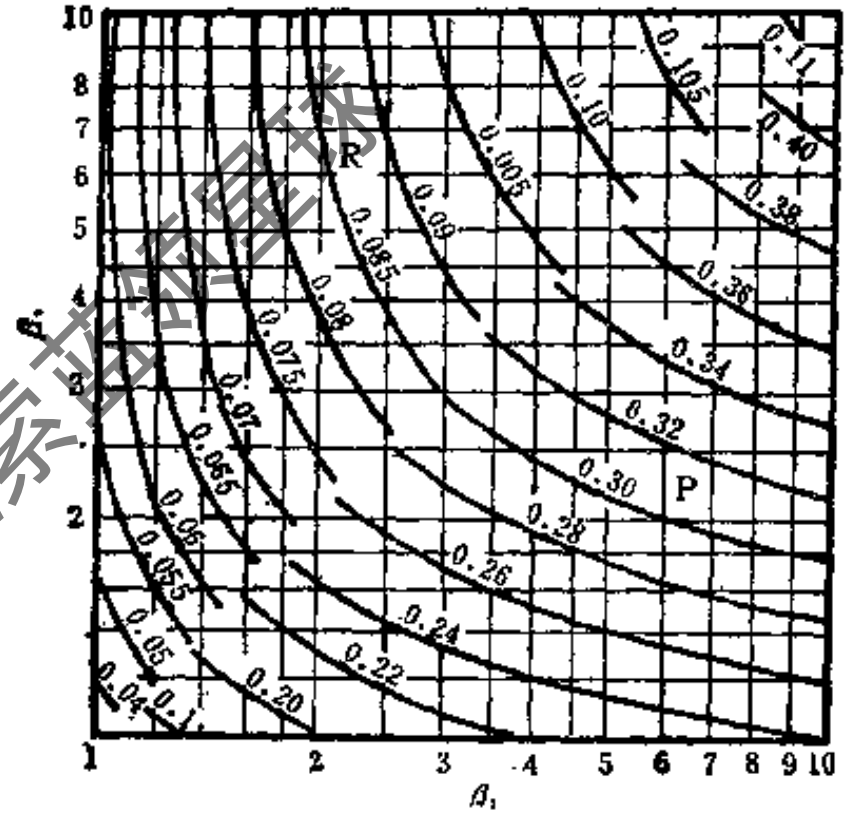


图3—4 块状食品的 P 和 R 值

P, R值 (Plank)

表 3-46

比 例		外形尺寸(mm)			系 数 值	
l/δ	b/δ	l	b	δ	P	R
1.0	1.0	—	—	—	0.1677	0.0417
1.5	1.0	25	50	50	0.1875	0.0491
	1.5	—	—	—	0.2143	0.0604
2.0	1.0	—	—	—	0.2000	0.0525
	1.5	100	75	50	—	—
		200	150	100	0.2308	0.0656
		400	300	200	—	—
2.0	—	—	—	0.2500	0.0719	
2.5	1.0	—	—	—	0.2083	0.0545
	2.0	100	80	40	0.2632	0.0751
	2.5	—	—	—	0.2778	0.0792
3.0	1.0	—	—	—	0.2142	0.0558
	2.0	150	100	50	0.2727	0.0776
		300	200	100	—	—
	2.25	100	75	33	0.2812	0.0799
		200	150	66	—	—
3.0	—	—	—	0.3000	0.0849	

(续)

比 列		外型尺寸(mm)			系 数 值	
l/δ	b/δ	l	b	δ	P	R
3.5	1.0	—	—	—	0.2186	0.0567
	3.5	—	—	—	0.3181	0.0893
4.0	1.0	—	—	—	0.2222	0.0574
	3.0	200	150	50	0.3156	0.0887
		4.0	—	—	—	0.3333
4.5	1.0	—	—	—	0.2250	0.0580
	3.0	150	100	33	—	—
		300	200	66	0.3215	0.0902
		4.5	—	—	—	0.3460
6.0	1.0	200	150	33	0.2308	0.0592
	4.5	400	300	66	0.3602	0.0990
	6.0	—	—	—	0.3750	0.1020

[例] 已知在 -30°C 的送风冻结器内, 冻结外形为 $0.4 \times 0.3 \times 0.15\text{m}$ 的猪肉块, 求该肉块初温 $+35^{\circ}\text{C}$ 冻至终温 -15°C 时所需的时间?

解：先确定猪肉的有关数值。

$$h_1 = 318 \text{ (kJ/kg)}$$

$$h_2 = 12.2 \text{ (kJ/kg)}$$

$$\rho = 1050 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$t_b = -2.2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$t = -30 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\lambda = 1.4 \text{ W/(m}\cdot^\circ\text{C)}$$

$$\alpha = 29.1 \text{ W/(m}^2\cdot^\circ\text{C)}$$

根据肉块外形求出 β_1 及 β_2 ，再利用图3—4找出P和R值。

$$\beta_1 = \frac{b}{\delta} = \frac{0.3}{0.15} = 2 \quad \beta_2 = \frac{0.4}{0.15} = 2.67$$

$$P = 0.27 \quad R = 0.076$$

将上述各值代入公式：

$$T = \frac{(318 - 12.2) 1050}{3.6[-2.2 - (-30)]} \left[\frac{0.27 \times 0.15}{29.1} + \frac{0.076 \times (0.15)^2}{1.4} \right] = 8.4 \text{ [h]}$$

主要食品热导率

表3—47

名称	密度 ρ (kg/m ³)	热导率 λ W/(m·°C)	
		冰冻点以上	冰冻点以下
牛肉(羊肉)	肥的	0.44	—
	肥度中等	0.48	—
	瘦的	0.56	—
	平均	0.47	1.45
猪肉	肥的	—	—
	肥度中等	0.48	—
	瘦的	0.50	—
	平均	0.48	1.40
鱼类	肥的	—	—
	肥度中等	—	—
	少脂鱼	0.45	—
	平均	—	1.40

(续)

名 称		密度 ρ (kg/m^3)	热导率 $\lambda W/(m \cdot ^\circ\text{C})$	
			冰冻点以上	冰冻点以下
骨 髓	硬 骨	1300	—	—
	多 孔 骨	1130	—	—
	平 均	1220	—	—
鸡		—	0.41	—
脂肪(油)		950—970	0.175(牛) 0.18(猪)	—
无水肌肉		—	0.26	—
蛋 类		1000—1090	0.29	—
牛 乳		1030—1080	0.64	—
水 果		1060—1100	—	—
蔬 菜		1060—1100	—	—

(四) 食品在冷库内的贮藏期

冻结食品实际贮藏期

表 3—48

序 号	冻 产 品 名 称	贮 藏 期 (月)		
		-18 $^\circ\text{C}$	-25 $^\circ\text{C}$	-30 $^\circ\text{C}$
1	加糖的桃、杏或櫻桃	12	18	24
2	不加糖的草莓	12	18	24
3	加糖的草莓	18	>24	>24
4	柑桔类或其他水果果汁	24	>24	>24
5	扁 豆	18	>24	>24
6	胡 萝 卜	18	>24	>24
7	菜 花	15	24	>24
8	甘 蓝	15	24	>24
9	带穗的玉米	12	18	24
10	豌豆	18	>24	>24
11	菠 菜	18	>24	>24

(续)

序号	冻产品名称	贮藏期(月)		
		-18℃	-25℃	-30℃
12	牛白条肉	12	18	24
13	包装好的烤牛肉和牛排	12	18	24
14	包装好的剁碎肉(未加盐的)	10	>12	>12
15	小牛白条肉	9	12	24
16	小牛烤肉和排骨	10	10—12	12
17	羊白条肉	9	12	24
18	烤羊肉和排骨	10	12	24
19	猪白条肉	6	12	15
20	烤猪肉和排骨	6	12	15
21	小腊肠	6	10	12
22	腌肉(新鲜而未经熏制的)	2—4	6	12
23	猪油	9	12	12
24	包装得很好的家禽——小鸡和火鸡(去内脏)	12	24	24
25	油炸小鸡	6	9	12
26	可食用的内脏	4		
27	液态全蛋	12	24	24

(续)

序号	冻产品名称	贮藏期(月)		
		-18℃	-25℃	-30℃
28	肥鱼(多脂肪)	4	8	12
29	瘦鱼	8	18	24
30	比目鱼	10	24	>24
31	龙虾和蟹	6	12	15
32	虾	6	12	12
33	真空包装的虾	12	15	18
34	蛤和藤	4	10	12
35	黄油	8	12	15
36	奶油	6	12	18
37	冰淇淋	6	12	18
38	蛋糕: 包括干酪蛋糕、巧克力蛋糕、水果蛋糕等等	12	24	>24

注: 本资料摘自《Recommendations for the processing and handling of frozen foods》INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION编, 1972年。

(五) 冻结肉类、禽类的融化程度

冻结加工后的肉类、禽类，应贮放在低温的冷间中，至少肉体温度必须保证在 -8°C 的条件下。否则就会产生软化现象（即融化现象）。一般肉体的融化与其体温的关系是：

肉体融化程度（%）	100	53	29	17	9
融化时肉体温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）	± 0	-2	-4	-6	-8

(六) 冷间的消毒、灭鼠与除异味

1. 冷间消毒 是要使冷间内构筑物表面（指土建的墙柱、地板、天顶以及冷间各冷分配设备等表面）每 1cm^2 面积内存留的微生物孢子数不超过100

个。一般消毒工作均在冷间食品全部出清后进行。往往与冷间内粉刷工作连续进行。为此冷间以升至 $+5^{\circ}\text{C}$ 以上为宜。

紫外线消毒：即用紫外线进行辐射杀菌消毒。每 m^3 冷间的空间需用1w紫外线光灯，每昼夜平均照射3小时。此法操作简单，费用较小而效果良好。但对表面粗糙的物体灭菌较慢，对干燥的霉菌孢子作用较小。

抗霉剂消毒：用白陶土（含钙盐量 $\geq 0.7\%$ 或不含钙盐的白陶土）加入1.5%的氟化钠或氟化铁或2.5%的氟化铵做成，加以涂刷。杀菌力强。或用含有2%过氧酚钠盐水的粉刷混合液涂刷。

消毒剂消毒：用2—4%的次氯酸钠溶液加入2%的碳酸钠混合液洒在冷间内，并闭门。也可用2%的二苯酚醚钠水溶液洗刷墙、柱、地板和天顶等消毒。前法适宜于冷间 -4°C 以下者，后者宜在 -4°C 以上的冷间。两法进行后均得通风换气。如冷间能

升至 + 5 ℃,也可用含氯25%的漂白粉2.5份,碳酸钠3.5份溶于100份水中,制成漂白粉混合液涂刷。

对于冷间内使用的工具、设备以及操作人员穿戴的衣着等可用紫外线辐射杀菌消毒,也可用10—20%的漂白粉溶液或2%的热碱水或双氧水(H_2O_2)等消毒。

对冷间的水门等木质部分,可先用刀刮再以热肥皂水洗净。冷间内金属表面和水泥表面,用2%的碱水洗净。如进行粉刷,应先以5%的铁矾或硫化铁溶液洗涤,再用熟石灰乳涂刷。

2. 灭鼠 除用机械捕鼠外,可用二氧化碳气体灭鼠,每立方米冷间空间用25%浓度的二氧化碳0.7 kg或35%浓度的0.5 kg即可;需紧闭冷间门一昼夜。此法效果好,简便,同时又对食品无害,故不需出清冷间后进行;且适宜在任何冷间温度的状况下进行。如用二氧化硫气体灭鼠,费用上虽较经济;但需出清冷间后进行,且事后还需进行冷间换气通风、消除异味等工作。操作麻烦。冷间内不宜

采用毒性饵料法捕鼠灭鼠。

3. 除异味 冷间除异味,对空的冷间可用2%的甲醛水溶液或5—10%的醋酸与5—20%的漂白粉水溶液喷洒冷间内。此法操作简便唯需出清冷间。另外一种方法系用臭氧除味。空的冷间时臭氧浓度以 40 mg/m^3 为宜;存食品的冷间,臭氧浓度以食品品种分:鱼类或干酪,1— 2 mg/m^3 ;蛋品, 3 mg/m^3 ;果蔬, 6 mg/m^3 ;肉类, 2 mg/m^3 。贮存含脂肪较多的食品的冷间中,不准使用臭氧,以免油脂受氧化而变质。臭氧浓度过高时,能引起火灾的危险,应特别注意。当浓度大于 2 mg/m^3 时,对人体有害,为此处理时操作人员应离开冷间,否则需戴防毒面具。且处理完毕后,需经2 h后才能进入该冷间。

第四章 氨系统机器设备的选择计算

定的允许条件。

一、氨压缩机的计算

(一) 一般原则

1. 氨压缩机应根据各蒸发温度机械负荷的计算分别选定，一般不设备用机。

2. 选用活塞式氨压缩机时，当冷凝压力与蒸发压力之比大于 8 时，应采用双级压缩；当冷凝压力与蒸发压力之比小于或等于 8 时，应采用单级压缩。

3. 选用氨压缩机的工作条件不得超过制造厂规

(1) 单级氨活塞式压缩机的极限工作条件如下：

活塞最大压力差	$p_1 - p_2$ 不大于 1373 kPa
最大压力比	p_1 / p_2 不大于 8
冷凝温度	不高于 40℃
蒸发温度	5 — -30℃
排气温度	不高于 150℃
油温	不高于 70℃

(2) 单机双级氨活塞式压缩机的极限工作条件如下：

活塞最大压力差	$p_1 - p_2$ 不大于 1514 kPa
---------	--------------------------

低压级活塞压力差	$p_{zj} - p_z$ 不大于 785 kPa
高压级活塞压力差	$p_1 - p_{zj}$ 不大于 1373 kPa
冷凝温度	不高于 40 °C
蒸发温度	不低于 -50 °C
低压级排气温度	不高于 120 °C
高压级排气温度	不高于 150 °C

(3) 单级氨螺杆式压缩机的极限工作条件如下 (内容积比 3.6 时):

冷凝温度	不高于 45 °C
蒸发温度	5 — -40 °C
排气温度	不高于 105 °C
油温	不高于 65 °C

4. 选配氨压缩机时, 其制冷量宜大小搭配。

5. 氨压缩机房内压缩机的系列不宜超过两种。

如仅有两台机器时, 应选用同一系列。

6. 制冷装置中的中间冷却器、油分离器、冷凝器、贮氨器等辅助设备的选择, 均应与设置的氨压

缩机制冷量相适应。

7. 氨压缩机标准工况和空调工况的规定见表 4—1。

氨压缩机标准工况和空调工况 表 4—1

温度 工况	蒸发温度 (°C)	吸气温度 (°C)	冷凝温度 (°C)	过冷温度 (°C)
标准工况	-15	-10	30	25
空调工况	5	10	40	35

(二) 几个参数的确定

1. 蒸发温度

一般采用比载冷剂温度低 5 °C, 比冷藏间温度低 10 °C。当一些冷却物冷藏间对相对湿度要求较严时, 蒸发温度可按下列温差选用:

相对湿度要求在90%左右时,温差可在5—6℃范围内选用;

相对湿度要求在80%左右时,温差采用6—7℃;

相对湿度要求在75%左右时,温差采用7—9℃。

2. 冷凝温度

立式、卧式、淋激式和组合式冷凝器的冷凝温度较冷却水出水温度高4—6℃。蒸发式冷凝器的冷凝温度较夏季室外平均每年不保证50h的湿球温度高5—10℃。

3. 过冷温度

一般比过冷器进水温度高3℃。

4. 中间冷却温度

它与蒸发温度、冷凝温度以及双级压缩机低压级汽缸容积和高压级汽缸容积之比有关,按公式进行计算或查图4—5。中间冷却器蛇形管出液温度比中间冷却温度高5—7℃。

5. 吸气温度

氨压缩机允许吸气温度见表4—2。

氨压缩机允许吸气温度 表4—2

蒸发温度(℃)	5	±0	-5	-10	-15	-20	-25	-28	-30	-33	-35	-40	-45
吸气温度(℃)	10	1	-4	-7	-10	-13	-16	-18	-19	-21	-22	-25	-28

(续)

6. 排气温度

氨压缩机排气温度见表4—3。

氨压缩机排气温度* 表4—3

蒸发温度 (°C)	冷 凝 温 度 (°C)						
	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35
0	45	53	60	65	70	73	80
-2	50	58	64	69	74	77	85
-4	55	63	68	73	78	81	90
-6	62	69	79	82	89	92	95
-8	66	74	80	87	93	96	100
-10	71	79	85	92	98	101	105
-12	75	83	89	96	103	106	110
-14	80	87	93	101	108	111	115
-16	84	92	99	106	113	116	120
-18	89	99	101	111	119	121	125
-20	93	102	109	116	123	126	130
-22	98	107	114	121	128	131	136

蒸发温度 (°C)	冷 凝 温 度 (°C)						
	20	22.5	25	27.5	30	32.5	35
-24	103	113	120	126	133	136	140
-26	109	116	125	130	137	140	143
-28	114	123	130	134	140	143	146
-30	120	128	133	138	143	146	150

*本表适用于单级压缩机和双级压缩机高压级排气温度。双级压缩机时用中间冷却温度。

7. 氨热力性质和压焓图

氨热力性质和压焓图分别见表4—4和图4—1（见书后）。

8. 国产氨制冷压缩机基本参数

国产氨制冷压缩机基本参数见表4—5和表4—6。

氨热力性质表

表 4-4

温度 t (°C)	压力 p (MPa)	比 容		密 度		焓		蒸发热 r(kJ/kg)	熵		焓	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气
		V' (L/kg)	V'' (m ³ /kg)	ρ' (kg/L)	ρ''(kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)		s' (kJ/(kg·K))	s''(kJ/(kg·K))	e' (kJ/kg)	e'' (kJ/kg)
-77	0.00641	1.3633	14.88457	0.7335	0.0672	157.03	1643.84	1486.81	0.5284	8.1083	85.57	-625.81
-76	0.00694	1.3654	13.78164	0.7335	0.0726	165.33	1645.40	1480.08	0.5705	8.0779	81.63	-615.43
-75	0.00750	1.3675	12.81183	0.7312	0.0781	169.26	1647.27	1478.01	0.5904	8.0495	79.81	-605.31
-74	0.00810	1.3697	11.92057	0.7301	0.0839	173.19	1649.14	1475.95	0.6102	8.0214	78.01	-595.30
-73	0.00875	1.3718	11.10076	0.7290	0.0901	177.10	1651.00	1473.90	0.6297	7.9937	76.25	-585.40
-72	0.00943	1.3740	10.34599	0.7278	0.0967	181.00	1652.86	1471.86	0.6491	7.9664	74.52	-575.62
-71	0.01016	1.3761	9.65048	0.7267	0.1036	184.89	1654.71	1469.82	0.6684	7.9394	72.82	-565.94
-70	0.01094	1.3783	9.00904	0.7255	0.1110	188.77	1656.56	1467.79	0.6876	7.9127	71.15	-556.36
-69	0.01177	1.3805	8.41693	0.7244	0.1188	192.63	1658.41	1465.77	0.7066	7.8864	69.50	-546.89
-68	0.01265	1.3827	7.85755	0.7232	0.1273	198.63	1660.09	1461.46	0.7358	7.8597	67.00	-537.46
-67	0.01358	1.3849	7.35257	0.7221	0.1360	202.47	1661.92	1459.46	0.7545	7.8341	65.43	-528.19
-66	0.01457	1.3871	6.88528	0.7209	0.1452	206.29	1663.75	1457.46	0.7730	7.8088	63.89	-519.02
-65	0.01563	1.3893	6.45252	0.7198	0.1550	210.11	1665.58	1455.48	0.7914	7.7838	62.33	-509.95
-64	0.01674	1.3915	6.04664	0.7186	0.1654	214.97	1667.32	1452.45	0.8149	7.7588	60.43	-500.95
-63	0.01792	1.3938	5.67041	0.7175	0.1764	219.81	1669.06	1449.24	0.8378	7.7340	58.63	-492.04

(续)

温度 t (℃)	压力 p (MPa)	比 容		密 度		焓		蒸发热 r(kJ/kg)	熵		焓	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气
		V' (L/kg)	V'' (m ³ /kg)	ρ' (kg/L)	ρ''(kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)		s' (kJ/ (kg·K))	s''(kJ/ (kg·K))	e' (kJ/kg)	e'' (kJ/kg)
-62	0.01917	1.3961	5.32558	0.7163	0.1878	223.59	1670.87	1447.28	0.8557	7.7100	57.21	-483.25
-61	0.02050	1.3983	5.00129	0.7151	0.1999	228.40	1672.59	1444.19	0.8784	7.6858	55.43	-474.53
-60	0.02190	1.4006	4.69999	0.7140	0.2128	233.20	1674.31	1441.11	0.9010	7.6620	53.69	-465.90
-59	0.02338	1.4029	4.42335	0.7128	0.2261	238.92	1676.11	1439.18	0.9184	7.6388	52.36	-457.38
-58	0.02494	1.4052	4.18250	0.7116	0.2402	244.69	1677.81	1436.12	0.9406	7.6156	50.69	-448.93
-57	0.02658	1.4076	3.92271	0.7105	0.2549	250.39	1679.60	1434.21	0.9577	7.5930	49.42	-440.59
-56	0.02832	1.4099	3.69622	0.7093	0.2705	256.12	1681.29	1431.17	0.9795	7.5702	47.82	-432.31
-55	0.03015	1.4122	3.48642	0.7081	0.2868	261.81	1683.02	1428.71	0.9988	7.5480	46.43	-424.13
-54	0.03208	1.4146	3.29060	0.7069	0.3039	267.48	1684.74	1426.26	1.0179	7.5260	45.07	-416.03
-53	0.03411	1.4170	3.10648	0.7057	0.3219	273.16	1686.42	1423.26	1.0391	7.5041	43.58	-408.00
-52	0.03624	1.4194	2.93446	0.7045	0.3408	278.82	1688.08	1420.26	1.0602	7.4824	42.12	-400.05
-51	0.03849	1.4218	2.77473	0.7034	0.3604	284.44	1689.79	1417.84	1.0788	7.4612	40.85	-392.19
-50	0.04085	1.4242	2.62526	0.7022	0.3809	290.05	1691.48	1415.44	1.0973	7.4402	39.62	-384.41
-49	0.04332	1.4266	2.48431	0.7010	0.4025	295.66	1693.13	1412.48	1.1178	7.4193	38.25	-376.70

(续)

温度 t (°C)	压力 p (MPa)	比 容		密 度		焓		蒸发热 r(kJ/kg)	熵		潜	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气
		v' (L/kg)	v'' (m ³ /kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h' (kJ/kg)	h'' (kJ/kg)		s' (kJ/ (kg·K))	s'' (kJ/ (kg·K))	e' (kJ/kg)	e'' (kJ/kg)
-48	0.04592	1.4290	2.35228	0.6998	0.4251	285.24	1694.77	1400.53	1.1382	7.3986	36.02	-309.06
-47	0.04865	1.4315	2.22941	0.6986	0.4485	289.30	1696.45	1407.15	1.1562	7.3784	35.77	-311.51
-46	0.05151	1.4340	2.11331	0.6974	0.4732	293.85	1698.07	1404.22	1.1763	7.3582	34.51	-314.03
-45	0.05450	1.4364	2.00436	0.6962	0.4989	298.58	1699.69	1401.31	1.1961	7.3382	33.27	-316.62
-44	0.05764	1.4389	1.90243	0.6950	0.5256	302.63	1701.32	1398.68	1.2147	7.3185	32.13	-319.28
-43	0.06093	1.4414	1.80666	0.6937	0.5535	306.87	1702.94	1396.07	1.2332	7.2991	31.03	-322.02
-42	0.06436	1.4440	1.71627	0.6925	0.5827	311.35	1704.54	1393.19	1.2525	7.2798	29.88	-324.82
-41	0.06796	1.4465	1.63125	0.6913	0.6130	315.80	1706.12	1390.32	1.2718	7.2606	28.76	-317.69
-40	0.07171	1.4491	1.55124	0.6901	0.6446	320.24	1707.70	1387.46	1.2908	7.2415	27.68	-310.63
-39	0.07563	1.4516	1.47589	0.6889	0.6776	324.65	1709.27	1384.62	1.3097	7.2230	26.62	-303.64
-38	0.07973	1.4542	1.40491	0.6877	0.7118	329.05	1710.83	1381.78	1.3284	7.2046	25.59	-296.72
-37	0.08431	1.4568	1.33799	0.6864	0.7474	333.43	1712.38	1378.96	1.3469	7.1863	24.59	-289.86
-36	0.08847	1.4691	1.27462	0.6852	0.7845	338.04	1713.93	1376.87	1.3664	7.1681	23.56	-283.06
-35	0.09312	1.4621	1.21508	0.6840	0.8230	342.37	1715.44	1373.07	1.3846	7.1502	22.61	-276.34
-34	0.09797	1.4647	1.15863	0.6827	0.8631	346.94	1716.94	1370.00	1.4037	7.1324	21.63	-269.67

(续)

温度 t (℃)	压力 p (MPa)	比 容		密 度		焓		蒸发热 r(kJ/kg)	熵		焓	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气
		V' (L/kg)	V'' (m ³ /kg)	ρ' (kg/L)	ρ''(kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)		s' (kJ/ (kg·K))	s''(kJ/ (kg·K))	e' (kJ/kg)	e'' (kJ/kg)
-33.33	0.10133	1.4665	1.12264	0.6819	0.8908	349.90	1717.96	1368.05	1.4161	7.1206	21.02	-265.23
-33	0.10302	1.4674	1.10553	0.6815	0.9045	351.24	1718.46	1364.23	1.4216	7.1148	20.74	-263.07
-32	0.10828	1.4701	1.05514	0.6802	0.9477	355.77	1719.95	1364.18	1.4404	7.0974	19.82	-256.52
-31	0.11376	1.4728	1.00750	0.6790	0.9926	360.27	1721.43	1361.15	1.4590	7.0801	18.93	-250.04
-30	0.11946	1.4755	0.96244	0.6770	1.0390	364.76	1722.89	1358.14	1.4775	7.0631	18.06	-243.62
-29	0.12533	1.4782	0.91976	0.6765	1.0872	369.22	1724.35	1355.13	1.4957	7.0462	17.23	-237.26
-28	0.13154	1.4810	0.87941	0.6752	1.1371	373.66	1725.80	1352.14	1.5139	7.0294	16.41	-230.96
-27	0.13795	1.4837	0.84117	0.6740	1.1883	378.09	1727.24	1349.16	1.5318	7.0129	15.63	-224.72
-26	0.14460	1.4865	0.80492	0.6727	1.2424	382.49	1728.67	1346.19	1.5496	6.9965	14.86	-218.53
-25	0.15150	1.4893	0.77048	0.6715	1.2979	386.99	1730.08	1343.09	1.5678	6.9802	14.11	-212.40
-24	0.15857	1.4921	0.73781	0.6702	1.3554	391.47	1731.48	1340.01	1.5858	6.9641	13.37	-206.33
-23	0.16611	1.4950	0.70681	0.6689	1.4148	395.93	1732.87	1336.94	1.6036	6.9481	12.66	-200.32
-22	0.17382	1.4978	0.67731	0.6676	1.4764	400.50	1734.24	1333.74	1.6217	6.9323	11.96	-194.35
-21	0.18182	1.5007	0.64987	0.6664	1.5400	404.91	1735.61	1330.69	1.6393	6.9166	11.30	-188.45

(续)

温度 t (°C)	压力 p (MPa)	比 容		密 度		焓		蒸发热 r(kJ/kg)	熵		焓	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气
		V' (L/kg)	V'' (m ³ /kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h' (kJ/kg)	h'' (kJ/kg)		s' (kJ/ (kg·K))	s'' (kJ/ (kg·K))	e' (kJ/kg)	e'' (kJ/kg)
-20	0.19011	1.5036	0.62275	0.6651	1.6058	409.43	1738.95	1327.52	1.6571	6.9011	10.65	-182.59
-19	0.19876	1.5065	0.59745	0.6638	1.6738	413.93	1738.29	1324.36	1.6748	6.8857	10.02	-176.79
-18	0.20750	1.5094	0.57319	0.6625	1.7440	418.40	1739.52	1321.21	1.6923	6.8705	9.41	-171.05
-17	0.21681	1.5124	0.55046	0.6612	1.8167	422.98	1740.92	1317.94	1.7101	6.8553	8.81	-165.35
-16	0.22634	1.5154	0.52869	0.6599	1.8915	427.51	1742.22	1314.82	1.7273	6.8404	8.25	-159.71
-15	0.23620	1.5184	0.50790	0.6586	1.9689	431.94	1743.51	1311.57	1.7449	6.8255	7.70	-154.12
-14	0.24640	1.5214	0.48811	0.6573	2.0487	436.45	1744.78	1308.33	1.7622	6.8108	7.17	-148.57
-13	0.25695	1.5244	0.46926	0.6560	2.1310	440.93	1746.04	1305.11	1.7794	6.7962	6.67	-143.08
-12	0.26783	1.5275	0.45124	0.6547	2.2161	445.52	1747.28	1301.76	1.7970	6.7817	6.17	-137.64
-11	0.27912	1.5306	0.43408	0.6534	2.3037	450.02	1748.51	1298.49	1.8141	6.7673	5.70	-132.25
-10	0.29075	1.5337	0.41770	0.6520	2.3941	454.56	1749.72	1295.17	1.8313	6.7531	5.25	-126.90
-9	0.30277	1.5368	0.40206	0.6507	2.4872	459.07	1750.93	1291.85	1.8484	6.7390	4.82	-121.61
-8	0.31517	1.5398	0.38712	0.6494	2.5832	463.63	1752.11	1288.49	1.8655	6.7250	4.00	-116.36
-7	0.32797	1.5431	0.37286	0.6481	2.6820	468.16	1753.29	1285.13	1.8825	6.7111	4.01	-111.15
-6	0.34117	1.5463	0.35923	0.6467	2.7837	472.67	1754.45	1281.78	1.8993	6.6973	3.63	-106.00

(续)

温度 t (°C)	压力 P (MPa)	比 容		密 度		焓		蒸发热 r(kJ/kg)	熵		焓	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气
		V' (L/kg)	V'' (m ³ /kg)	ρ' (kg/L)	ρ''(kg/m ³)	h' (kJ/kg)	h''(kJ/kg)		s' (kJ/ kg·K)	s''(kJ/ kg·K)	e' (kJ/kg)	e'' (kJ/kg)
-5	0.35479	1.5495	0.34619	0.6454	2.8885	477.22	1755.60	1273.38	1.9162	6.6837	3.28	-100.89
-4	0.36383	1.5527	0.33572	0.6440	2.9965	481.80	1756.72	1274.92	1.9332	6.6701	2.94	-95.83
-3	0.38331	1.5560	0.32179	0.6427	3.1076	486.36	1757.84	1271.48	1.9500	6.6566	2.62	-90.81
-2	0.39822	1.5593	0.31038	0.6413	3.2219	490.90	1758.94	1268.04	1.9667	6.6433	2.32	-85.84
-1	0.41359	1.5626	0.29945	0.6401	3.3395	495.47	1760.03	1264.55	1.9835	6.6300	2.03	-80.91
0	0.42941	1.5659	0.28899	0.6386	3.4604	500.02	1761.10	1261.08	2.0001	6.6169	1.77	-76.02
1	0.44571	1.5693	0.27896	0.6372	3.5848	504.61	1762.15	1257.54	2.0168	6.6038	1.52	-71.18
2	0.46248	1.5727	0.26935	0.6359	3.7126	509.18	1763.19	1254.02	2.0333	6.5909	1.30	-66.38
3	0.47974	1.5761	0.26015	0.6345	3.8439	513.72	1764.22	1250.50	2.0497	6.5780	1.09	-61.63
4	0.49750	1.5795	0.25132	0.6331	3.9790	518.33	1765.23	1246.99	2.0662	6.5652	0.90	-56.92
5	0.51576	1.5830	0.24285	0.6317	4.1178	522.91	1766.22	1243.31	2.0826	6.5526	0.72	-52.25
6	0.53454	1.5865	0.23472	0.6303	4.2603	527.50	1767.20	1239.70	2.0990	6.5400	0.57	-47.62
7	0.55386	1.5900	0.22693	0.6289	4.4067	532.07	1768.17	1236.09	2.1152	6.5275	0.43	-43.03
8	0.57370	1.5936	0.21944	0.6275	4.5570	536.68	1769.11	1232.43	2.1315	6.5151	0.31	-38.49
9	0.59409	1.5972	0.21225	0.6261	4.7114	541.29	1770.04	1228.75	2.1478	6.5027	0.20	-33.98

(续)

温度 t (°C)	压力 p (MPa)	比 容		密 度		焓		蒸发热 r(kJ/kg)	熵		焓	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气
		V' (L/kg)	V'' (m ³ /kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h' (kJ/kg)	h'' (kJ/kg)		s' (kJ/ (kg·K))	s'' (kJ/ (kg·K))	e' (kJ/kg)	e'' (kJ/kg)
10	0.61503	1.6008	0.20535	0.6247	4.8698	545.88	1770.96	1226.08	2.1639	6.4905	0.12	-29.52
11	0.63655	1.6044	0.19871	0.6233	5.0325	550.50	1771.85	1221.35	2.1801	6.4783	0.05	-25.09
12	0.65864	1.6081	0.19233	0.6219	5.1993	555.10	1772.74	1217.63	2.1961	6.4663	0.00	-20.71
13	0.68132	1.6118	0.18620	0.6204	5.3705	559.71	1773.60	1213.89	2.2121	6.4543	-0.03	-16.36
14	0.70459	1.6155	0.18030	0.6190	5.5463	564.35	1774.45	1210.09	2.2282	6.4423	-0.05	-12.06
15	0.72848	1.6193	0.17463	0.6176	5.7264	568.97	1775.28	1206.31	2.2441	6.4305	-0.05	-7.79
16	0.75298	1.6231	0.16917	0.6161	5.9111	573.60	1776.09	1202.49	2.2600	6.4187	-0.03	-3.56
17	0.77811	1.6269	0.16392	0.6147	6.1007	578.26	1776.88	1198.62	2.2760	6.4070	0.01	0.63
18	0.80388	1.6308	0.15886	0.6132	6.2949	582.90	1777.66	1194.77	2.2918	6.3954	0.06	4.78
19	0.83029	1.6347	0.15399	0.6117	6.4940	587.54	1778.42	1190.88	2.3075	6.3838	0.13	8.89
20	0.85737	1.6386	0.14930	0.6103	6.6981	592.19	1779.17	1186.97	2.3235	6.3723	0.21	12.97
21	0.88513	1.6426	0.14478	0.6088	6.9072	596.85	1779.89	1183.04	2.3390	6.3609	0.32	17.01
22	0.91356	1.6466	0.14042	0.6073	7.1215	601.51	1780.60	1179.09	2.3547	6.3495	0.44	21.01
23	0.94269	1.6507	0.13622	0.6058	7.3411	606.18	1781.29	1175.10	2.3703	6.3382	0.57	24.98

(续)

温度 t (°C)	压力 p (MPa)	比 容		密 度		焓		蒸发热 r(kJ/kg)	熵		烟	
		液 体 V' (L/kg)	蒸 气 V'' (m ³ /kg)	液 体 ρ' (kg/L)	蒸 气 ρ''(kg/m ³)	液 体 h'(kJ/kg)	蒸 气 h''(kJ/kg)		液 体 s' (kJ/(kg·K))	蒸 气 s''(kJ/(kg·K))	液 体 e' (kJ/kg)	蒸 气 e'' (kJ/kg)
24	0.97252	1.6547	0.13217	0.6043	7.5659	610.85	1781.96	1171.12	2.3858	6.3270	0.73	28.90
25	1.00307	1.6589	0.12827	0.6028	7.7962	615.51	1782.62	1167.10	2.4013	6.3158	0.89	32.80
26	1.03434	1.6630	0.12450	0.6013	8.0321	620.20	1783.26	1163.05	2.4169	6.3047	1.08	36.55
27	1.06635	1.6672	0.12086	0.5998	8.2737	624.90	1783.86	1158.7	2.4324	6.2936	1.28	40.48
28	1.09911	1.6714	0.11736	0.5983	8.5211	629.60	1784.46	1154.86	2.4478	6.2826	1.50	44.26
29	1.13263	1.6757	0.11397	0.5968	8.7744	634.30	1785.03	1150.73	2.4632	6.2717	1.74	48.01
30	1.16693	1.6800	0.11070	0.5952	9.0337	639.01	1785.59	1146.57	2.4786	6.2608	1.99	51.73
31	1.20201	1.6844	0.10754	0.5937	9.2991	643.73	1786.12	1142.39	2.4940	6.2500	2.26	55.41
32	1.23788	1.6888	0.10449	0.5921	9.5707	648.46	1786.64	1138.18	2.5093	6.2392	2.54	59.05
33	1.27456	1.6933	0.10154	0.5906	9.8487	653.19	1787.14	1133.95	2.5245	6.2284	2.85	62.66
34	1.31205	1.6978	0.09869	0.5890	10.1332	657.93	1787.61	1129.69	2.5398	6.2177	3.16	66.24
35	1.35038	1.7023	0.09593	0.5874	10.4242	662.67	1788.07	1125.40	2.5550	6.2071	3.50	69.78
36	1.38955	1.7069	0.09327	0.5859	10.7220	667.42	1788.50	1121.08	2.5702	6.1965	3.85	73.29
37	1.42958	1.7115	0.09069	0.5843	11.0266	672.18	1788.92	1116.74	2.5853	6.1859	4.21	76.77
38	1.47047	1.7162	0.08820	0.5827	11.3384	676.95	1789.31	1112.36	2.6004	6.1754	4.59	80.21

(续)

温度 t (°C)	压力 p (MPa)	比容		密度		焓		蒸发热 r(kJ/kg)	熵		焓	
		液体	蒸气	液体	蒸气	液体	蒸气		液体	蒸气	液体	蒸气
		V' (L/kg)	V'' (m ³ /kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h' (kJ/kg)	h'' (kJ/kg)	s' [kJ/ (kg·K)]	s'' [kJ/ (kg·K)]	e' (kJ/kg)	e'' (kJ/kg)	
39	1.51223	1.7210	0.08578	0.5811	11.6572	681.74	1789.68	1107.94	2.6156	6.1650	4.99	83.61
40	1.55489	1.7257	0.08345	0.5795	11.9832	686.61	1790.03	1108.52	2.6306	6.1515	5.41	86.99
41	1.59845	1.7306	0.08119	0.5778	12.3167	691.31	1792.35	1099.05	2.6457	6.1441	5.84	90.33
42	1.64293	1.7355	0.07900	0.5762	12.6579	696.12	1795.06	1094.53	2.6607	6.1338	6.29	93.64
43	1.68833	1.7404	0.07688	0.5746	13.0067	700.92	1790.94	1090.01	2.6757	6.1235	6.75	96.91
44	1.73467	1.7454	0.07483	0.5729	13.3634	705.76	1791.29	1085.44	2.6907	6.1132	7.23	100.15
45	1.78196	1.7505	0.07284	0.5713	13.7282	710.59	1791.43	1080.84	2.7057	6.1029	7.73	103.36
46	1.83022	1.7556	0.07092	0.5696	14.1011	715.44	1791.64	1076.21	2.7206	6.0927	8.24	106.54
47	1.87945	1.7608	0.06905	0.5679	14.4823	720.29	1791.83	1071.55	2.7355	6.0825	8.77	109.68
48	1.92966	1.7660	0.06724	0.5662	14.8723	725.15	1791.99	1066.84	2.7504	6.0723	9.31	112.79
49	1.98096	1.7713	0.06548	0.5645	15.2707	730.03	1792.13	1062.10	2.7653	6.0622	9.88	115.87
50	2.03314	1.7767	0.06378	0.5628	15.6782	734.92	1792.25	1057.33	2.7801	6.0521	10.45	118.92

JB8955-67 中小型氨活塞式单级制冷压缩机基本参数

表 4—5

缸 径(mm)	行 程(mm)	缸 数	转 速(r/min)	活塞行程容积	标准制冷量	标准轴功率
				(m ³ /h)	(kW)	(kW)
70	55	2	1440	36.6	15.29	4.52
		3	1440	54.9	22.91	6.75
		4	1440	73.2	30.59	8.88
		6	1440	109.8	46.05	13.40
		8	1440	146.4	61.17	17.80
100	70	2	960	63.4	27.10	8.12
		4	960	126.8	54.19	16.0
		6	960	190.2	81.28	23.8
		8	960	253.6	108.39	31.6
125	100	2	960	141.5	61.06	18.3
		4	960	283.0	122.12	36.1
		6	960	424.5	183.75	53.9
		8	960	566.0	244.19	71.2
170	140	2	720	275.0	127.93	36.4
		4	720	550.0	255.86	71.9
		6	720	825.0	383.79	107.1
		8	720	1100.0	511.72	142.0

开启式氨螺杆制冷压缩机基本参数 表 4—6

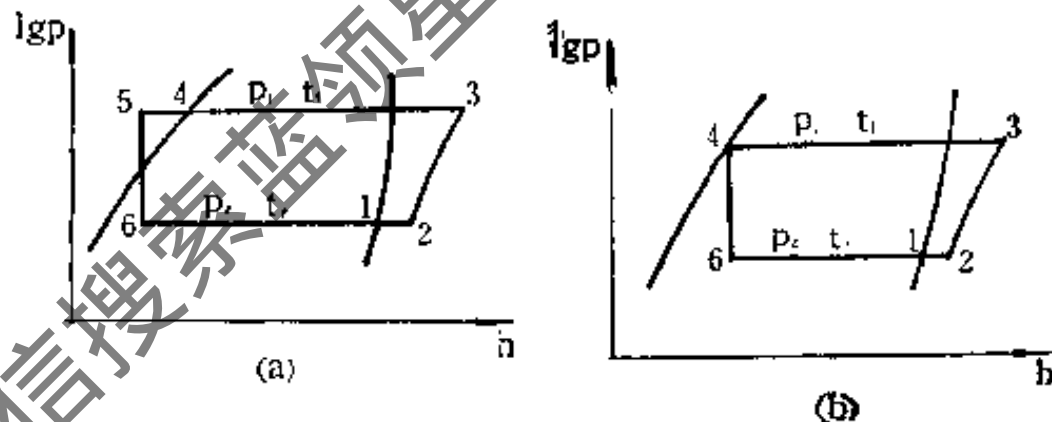
转子公称直径 (mm)	阳转子转速 (r/min)	标准制冷量(kW)		轴功率(kW)	
		长径比1	长径比1.5	长径比1	长径比1.5
63	4440	16.47	23.96	4.74	7.21
80	4440	33.26	51.16	10.07	15.18
100	4440	68.26	104.32	20.24	30.82
125	2960	90.02	136.65	26.64	40.31
160	2960	191.89	290.65	56.60	81.77
200	2960	349.42	579.87	110.17	161.88
250	2960	759.67	1158.58	211.39	317.26
315	2960	1548.18	2343.79	422.6	633.74

(三) 氨压缩机制冷量和功率计算

氨压缩机的产冷量和轴功率，应根据制造厂提供的该型号压缩机的性能曲线来采用，压缩机功率按制造厂所配电动机功率选用。如无上述资料时，可按下列公式进行计算。

1. 氨单级活塞式压缩机制冷量和功率计算

(1) 单级压缩制冷循环：压焓图见图 4—2。



(a) 带再冷却器

(b) 不带再冷却器

图 4—2 氨单级压缩制冷循环压焓图

(2) 压缩机理论排气量：

$$V_p = 60SnZ\pi D^2 / 4 \quad (4-1)$$

式中： V_p ——压缩机理论排气量(m^3/h)。

S ——活塞行程(m)。

n ——压缩机转速(r/min)。

D ——气缸直径 (m)。

Z ——气缸数 (个)。

(3) 压缩机输气系数 λ ;

$$\lambda = 0.94 - 0.085 \left[\left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1}{1.28}} - 1 \right] \quad (4-2)$$

式中: P_1 ——冷凝压力 (绝对) (MPa)。

P_2 ——蒸发压力 (绝对) (MPa)。

按公式 (4-2) 计算的部分输气系数值见表 4-7、4-8。

氟压缩机输气系数 表 4-7

蒸发温度 (℃)	冷 凝 温 度 (℃)				
	20	25	30	35	40
5	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82
±8	0.88	0.86	0.84	0.82	0.79

(续)

蒸发温度 (℃)	冷 凝 温 度 (℃)				
	20	25	30	35	40
-5	0.85	0.83	0.81	0.78	0.75
-10	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71
-15	0.79	0.76	0.73	0.69	0.65
-20	0.75	0.71	0.67	0.63	0.59
-25	0.70	0.65	0.60	0.55	—
-28	0.66	0.61	0.56	—	—

低压级压缩机输气系数

表 4-8

蒸发温度 (℃)	中 间 温 度 (℃)						
	-25	-20	-15	-10	-5	±0	5
-28	—	—	—	0.87	0.84	0.81	0.78
-30	—	—	—	0.85	0.82	0.79	0.76
-33	—	—	0.86	0.83	0.80	0.76	0.72
-35	—	—	0.85	0.82	0.78	0.74	0.70
-40	—	0.84	0.81	0.77	0.73	0.68	0.63
-45	0.84	0.80	0.76	0.71	0.66	0.60	0.53

(4) 压缩机制冷量:

$$Q_c = V_p \lambda (h_1 - h_5) / 3.6 V_2$$

$$= V_p \lambda q_z / 3.6 \quad (4-3)$$

式中: Q_c ——压缩机制冷量 (W)

V_p ——压缩机理论排气量 (m^3/h)。

λ ——压缩机输气系数, 见表 4-7、4-8。

h_1 ——蒸发器出口饱和蒸气的比焓 (kJ/kg)。

h_5 ——进蒸发器液体的比焓 (kJ/kg)。

V_2 ——压缩机吸入口过热气体的比容 (m^3/kg)。

q_z ——氨单位容积冷量 见表 4-9、4-10 (kJ/ m^3)。

3.6——1 kJ/h 化为 1 W。

(5) 压缩机指示功率:

双级压缩机氨单位容积制冷量 (kJ/ m^3)

表 4-9

蒸发温度 ($^{\circ}C$)	中间冷却器蛇形管出液温度 ($^{\circ}C$)											
	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-5	-4	-3	-2	-1	± 0
-28	1366.7	1357.2	1347.7	1338.1	1328.6	1319.1	1314.3	1309.5	1304.7	1299.9	1295.1	1290.3
-30	1282.6	1273.7	1264.7	1255.8	1246.8	1237.8	1233.3	1228.8	1224.3	1219.8	1215.3	1210.8
-33	1075.9	1068.3	1060.8	1053.2	1045.7	1038.2	1034.4	1030.5	1026.7	1023.0	1019.2	1015.4
-35	954.1	947.4	940.7	934.0	927.3	920.6	917.2	913.8	910.4	907.1	903.7	900.3
-40	766.6	761.2	755.8	750.4	744.9	739.5	736.8	734.1	731.3	728.6	725.9	723.2
-45	669.2	665.1	661.0	656.9	652.7	648.6	646.6	644.5	642.4	640.4	638.3	636.2

单级压缩机氨单位容积制冷量 (kJ/m³)

表 4—10

蒸发温度 (℃)	冷凝温度或再冷却温度 (℃)											
	20	25	26	28	30	32	34	35	36	37	38	39
5	4568.2	4477.5	4459.2	4422.6	4386.0	4349.3	4312.4	4294.0	4275.5	4257.0	4238.4	4219.8
0	3962.4	3883.3	3867.5	3835.6	3803.7	3771.7	3739.6	3723.5	3707.4	3691.2	3675.1	3658.8
-5	3324.0	3257.4	3244.0	3217.1	3190.3	3163.3	3136.2	3122.7	3109.1	3095.5	3081.9	3068.0
-10	2756.0	2700.5	2689.3	2666.2	2644.5	2622.0	2599.5	2588.2	2576.9	2565.6	2554.2	2542.8
-15	2172.3	2128.3	2119.4	2101.7	2084.0	2066.1	2048.3	2039.3	2030.4	2021.4	2012.4	2003.3
-20	1761.2	1725.3	1718.1	1703.8	1689.1	1674.6	1660.0	1652.7	1645.4	1638.1	1630.8	1623.4
-25	1422.4	1393.2	1387.3	1375.6	1363.8	1352.0	1340.2	1334.3	1328.3	1322.4	1316.4	1310.4

$$P_s = G(h_3 - h_2) / (3600\eta_s) \quad (4-4)$$

$$G = V_p \lambda / V_2 \quad (4-5)$$

$$\eta_s = T_2 / T_1 + bt_z$$

$$= (273 + t_2) / (273 + t_1) + bt_z \quad (4-6)$$

式中: P_s ——压缩机指示功率 (kW)。

G ——通过压缩机的氨循环量 (kg/h)。

V_p ——压缩机理论排气量 (m³/h)。

h_3 ——压缩机排出口气体的比焓 (kJ/kg)。

h_2 ——压缩机吸入口气体的比焓 (kJ/kg)。

η_s ——指示效率。

b ——系数, 立式压缩机取 0.001。

T_2 ——蒸发温度 (K)。

t_z ——蒸发温度 (°C)。

T_l ——冷凝温度 (K)。

t_l ——冷凝温度 (°C)。

λ ——压缩机输气系数。

V_2 ——压缩机吸入口过热气体的比容 (m³/kg)。

(6) 压缩机摩擦功率:

$$P_m = p_m V_p / 3600 \quad (4-7)$$

式中: P_m ——摩擦功率 (kW)。

p_m ——摩擦压力 (kPa)。立式氨压缩机取50—80kPa。

(7) 压缩机轴功率:

$$P_z = (P_s + P_m) / \eta_q = P_y / \eta_q \quad (4-8)$$

式中: P_z ——压缩机轴功率 (kW)。

η_q ——驱动效率。直接驱动取1, 三角皮带驱动取0.97—0.98, 平皮带驱动取0.96。

P_y ——有效功率 (kW)。

(8) 压缩机电动机功率:

$$P = n P_z \quad (4-9)$$

式中: P ——压缩机电动机功率 (kW)。

n ——选择电动机功率时的附加系数, 取1.10—1.15。

P_z ——压缩机轴功率 (kW)。

2. 氨螺杆式压缩机制冷量和功率计算

(1) 螺杆式压缩机的理论排气量:

$$V_p = 60 C_n L_n D^2 \quad (4-10)$$

式中: V_p ——螺杆式压缩机的理论排气量 (m³/h)。

D ——主动转子的公称直径 (m)。

L ——转子的工作长度 (m)。

n ——主动转子的转速 (r/min)。

C_n ——齿形系数, 与型线、齿数有关。一

般近似计算时, C_n 值为 0.46—0.508 (按阳转子名义直径计算), 对称圆弧型线取小值, 单边不对称型线取大值。

(2) 螺杆式压缩机制冷量:

$$Q_c = V_p \lambda q_z / 3.6 \quad (4-11)$$

式中: Q_c ——螺杆式压缩机制冷量 (W)。

V_p ——螺杆式压缩机理论排气量 (m^3/h)。

λ ——螺杆式压缩机输气系数, 可从制造厂提供的图表中查得。如无资料时, 可采用 0.75—0.9, 对输气量小、压缩比大的螺杆式压缩机取小值, 反之取较大值。

q_z ——单位容积制冷量, 见表 4—9、4—10。

(3) 螺杆式压缩机轴功率:

$$P_z = V_p \lambda (h_3 - h_2) / (3600 \eta V_s) \quad (4-12)$$

式中: P_z ——螺杆式压缩机轴功率 (kW)。

h_2 ——螺杆式压缩机吸入口氨气体的比焓 (kJ/kg)。

h_3 ——螺杆式压缩机排出口氨气体的比焓 (kJ/kg)。

V_s ——螺杆式压缩机吸入口氨气体的比容 (m^3/kg)。

η ——螺杆式压缩机的总效率, 由制造厂提供。

3. 氨双级压缩机制冷量和功率计算

(1) 中间压力的选择: 中间压力应按运行经济性最好来确定, 这个中间压力称为理想中间压力, 其计算公式如下:

$$p_{zj} = \sqrt{p_l p_z} \quad (4-13)$$

式中: p_{zj} ——理想中间压力 (MPa)。

p_l ——冷凝压力 (绝对压力) (MPa)。

p_z ——蒸发压力 (绝对压力) (MPa)。

理想的中间压力是使低压级汽缸和高压级汽缸压缩比相接近, 此时双级压缩机所消耗的总功最小。据实验结果, 在相同压力比时, 低压级汽缸的输气系数要比高压级小, 而且当蒸发温度愈低, 吸气压力愈小时, 输气系数降低愈大。为了提高低压级汽缸的输气系数, 以获得较大的制冷量, 通常对低压级汽缸的压缩比取得小些。

理想的中间压力要求与它相适应的高压汽缸和低压汽缸容积比。实际上, 压缩机型号是固定的, 只有几种排气容积, 因此, 实际的中间压力, 是根据选用的高压汽缸和低压汽缸理论排气量之比来计算的。

高压汽缸和低压汽缸理论排气量之比—— ξ 值与制冷剂的性质和蒸发温度有关, 蒸发温度愈低, ξ 值愈小。对氨来说, 宜在下列范围内选用。

$$t_2 = -25 \sim -35^\circ\text{C} \quad \xi = 1/2 \sim 1/3$$

$$t_2 = -35 \sim -50^\circ\text{C} \quad \xi = 1/3$$

$$t_2 < -50^\circ\text{C} \quad \xi = 1/4$$

实际的中间压力, 可按下列方法计算。

①先选择压缩机型号: 如选用单机双级压缩机, 目前只有两种容积比, 即 $\xi = 1/2$ 和 $1/3$ 。如选用两台单级压缩机组合成一套双级压缩机时, 使两台压缩机的理论排气量之比 ξ 值符合上述要求。

②任意选定两个中间温度, 中间温度宜取负值, 两个中间温度间距不要太接近, 以差 $5 \sim 10^\circ\text{C}$ 为宜。

为了叙述方便, 下面以例题来计算。

例: 现有一台单机双级压缩机S8-12.5, 工作工况为蒸发温度 -30°C , 冷凝温度 35°C , 求中间温度?

解: S8-12.5单机双级压缩机高压汽缸理论排气量为 $141.5\text{m}^3/\text{h}$, 低压汽缸理论排气量为 $424.5\text{m}^3/\text{h}$, 高、低压汽缸容积比 ξ 值为 $1/3$ 。

任意选定两个中间温度, 一个为 -10°C , 一个为 $\pm 0^\circ\text{C}$, 相应的中间压力为 0.29075MPa 和 0.42941MPa 。

中冷器蛇形排管出液温度比中间温度高 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，
分别为 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

双级压缩制冷循环压焓图，见 图 4—3。

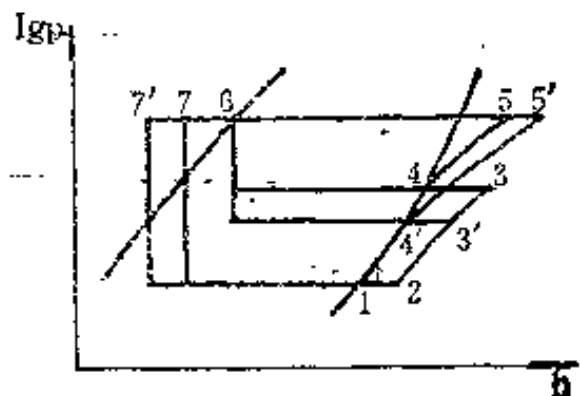


图 4—3 氨双级制冷循环压焓图
(不带再冷却器)

各点参数如下：

查表 4—4 和图 4—1 得：

$$\begin{aligned}
 h_1 &= 1722.89 \quad (\text{kJ/kg}) \\
 h''_3 &= 1869.56 \quad (\text{kJ/kg}) \\
 h'_4 &= 1761.10 \quad (\text{kJ/kg}) \\
 V'_4 &= 0.2890 \quad (\text{m}^3/\text{kg}) \\
 h''_4 &= 1749.72 \quad (\text{kJ/kg}) \\
 V''_4 &= 0.4177 \quad (\text{m}^3/\text{kg}) \\
 h_6 &= 662.67 \quad (\text{kJ/kg}) \\
 V_2 &= 1.01 \quad (\text{m}^3/\text{kg}) \\
 h'_7 &= 522.91 \quad (\text{kJ/kg}) \\
 P_{zj} &= 0.4294 \quad (\text{MPa}) \\
 h''_7 &= 477.22 \quad (\text{kJ/kg}) \\
 P'_{zj'} &= 0.2907 \quad (\text{MPa}) \\
 h'_3 &= 1941.67 \quad (\text{kJ/kg})
 \end{aligned}$$

查表 4—8 得

$$\lambda'_d = 0.79 \quad \lambda''_d = 0.85$$

查表 4—7 得

$$\lambda'_g = 0.82 \quad \lambda''_g = 0.74$$

$t_{zj}' = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$t_{zj}'' = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$
经过低压级的氮循环量 $G_d = V_{dp} \lambda_d / v_2$ $G_d' = 424.5 \times 0.79 / 1.01$ $\approx 332.03 \text{ (kg/h)}$	$G_d'' = 424.5 \times 0.85 / 1.01$ $\approx 359.25 \text{ (kg/h)}$
经过高压级的氮循环量 $G_g' = G_d'(h_3' - h_7') + (h_4' - h_6')$ $\approx 332.03(1941.67 - 522.91)$ $+ (1761.1 - 662.67)$ $\approx 428.86 \text{ (kg/h)}$	$G_g'' = G_d''(h_3'' - h_7'') + (h_4'' - h_6'')$ $\approx 359.25(1869.56 - 477.22)$ $+ (1749.52 - 662.67)$ $\approx 460.23 \text{ (kg/h)}$
所需高压级理论排气量 V_{gp}' $V_{gp}' = G_g' v_4' / \lambda_g'$ $\approx 428.86 \times 0.2890 + 0.82$ $\approx 151.15 \text{ (m}^3/\text{h)}$	$V_{gp}'' = G_g'' v_4'' / \lambda_g''$ $\approx 460.23 \times 0.4177 + 0.74$ $\approx 259.78 \text{ (m}^3/\text{h)}$
高压级和低压级理论排气量之比 $\xi' = V_{gp}' / V_{dp}$ $\approx 151.15 / 424.5 = 0.356$	$\xi'' = V_{gp}'' / V_{dp}$ $\approx 259.78 / 424.5 = 0.612$
S 8-12.5 双级压缩机实际的高、低压级气缸理论排气量之比 $\xi = 0.333$ 。	
以中间压力和高、低压级理论排气量之比作直	

角坐标图见图 4-4。

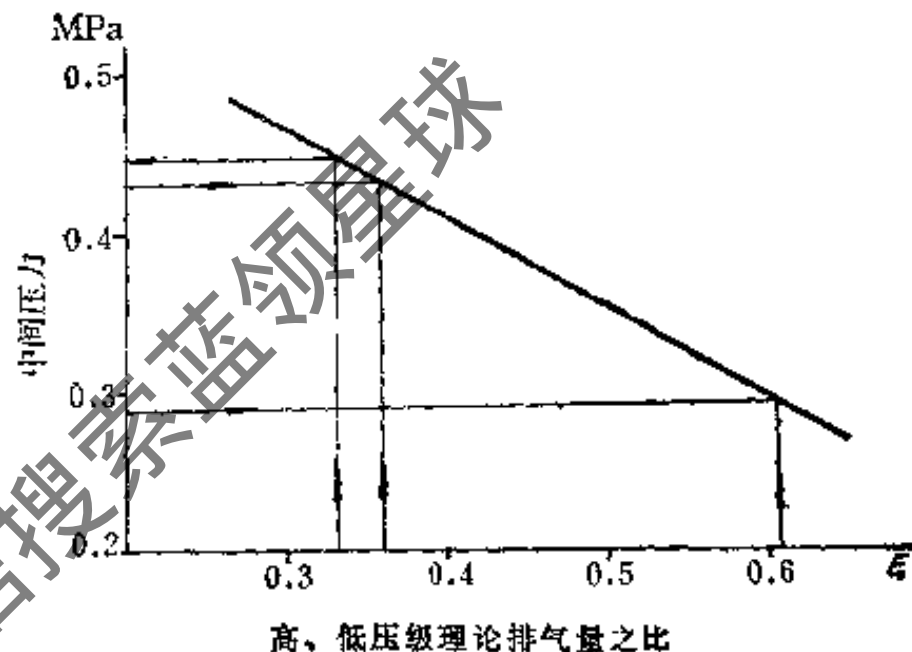


图 4-4 中间压力计算图

由图 4-4 得出中间压力约为 0.4485 MPa, 相应的中间温度约 1.5 °C。

用上述中间温度, 查出 h_3 、 h_4 、 h_7 、 v_4 、 λ_d 、 λ_g 各参数值, 进行复核, 根据低压级理论排气量求出所需高压级理论排气量, 是否等于或略小于实际

的高压级理论排气量，如等于或略小于，则上述中间温度即是实际的中间温度。如不等于或小得太多，要从新假定一个中间温度进行计算。

为了计算方便，现将高、低压气缸容积比 $\xi = 0.5$ 和 0.33 在不同工况下的中间温度列于图4—5。

(2) 两个蒸发温度合用一台中间冷却器时，中间温度按下列公式计算。

$$t_{zj} = \frac{(V_{dp1}t_{zj1} + V_{dp2}t_{zj2})}{(V_{dp1} + V_{dp2})} \quad (4-14)$$

式中： t_{zj} ——中间温度（℃）。

t_{zj1} ——中间冷却器分开时，蒸发温度 t_{z1} 的中间温度（℃），查图4—5。

t_{zj2} ——中间冷却器分开时，蒸发温度 t_{z2} 的中间温度（℃），查图4—5。

V_{dp1} ——蒸发温度 t_{z1} 的低压级气缸理论排

气量（ m^3/h ）。

V_{dp2} ——蒸发温度 t_{z2} 的低压级气缸理论排气量（ m^3/h ）。

如果两个蒸发温度的双级压缩机型号相同，台数不等时，公式4—14可简化成下式

$$t_{zj} = (m_1 t_{zj1} + m_2 t_{zj2}) \div (m_1 + m_2) \quad (4-15)$$

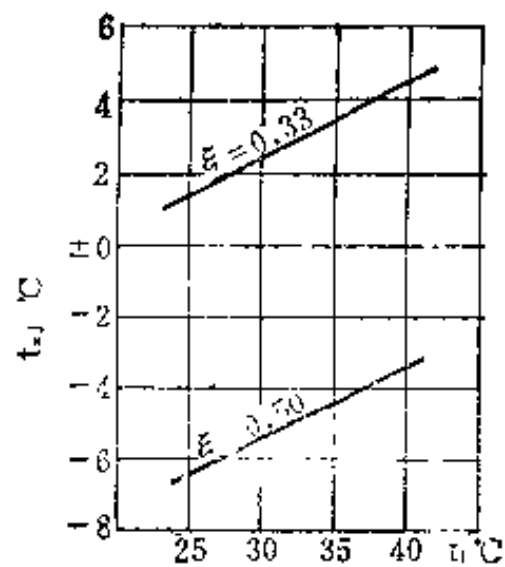
式中： m_1 ——蒸发温度 t_{z1} 双级压缩机的台数。

m_2 ——蒸发温度 t_{z2} 双级压缩机的台数。

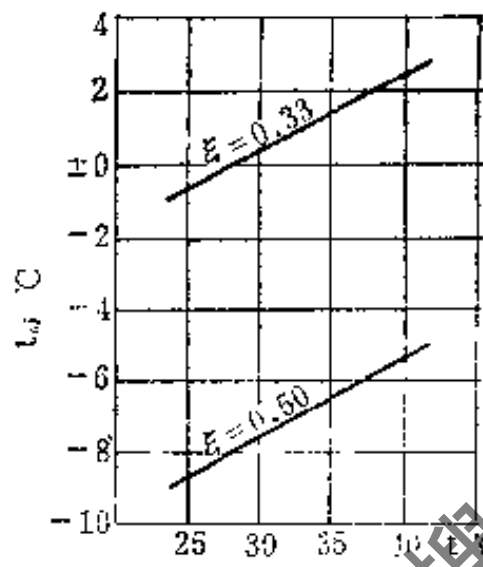
如果一个蒸发温度选的双级压缩机高、低压气缸容积比 $\xi = 0.33$ ，另一个蒸发温度选用的双级压缩机高、低压气缸容积比 $\xi = 0.5$ ，中间温度同样可用公式4—14计算。

(3) 双级压缩制冷循环压焓图，见图4—6。

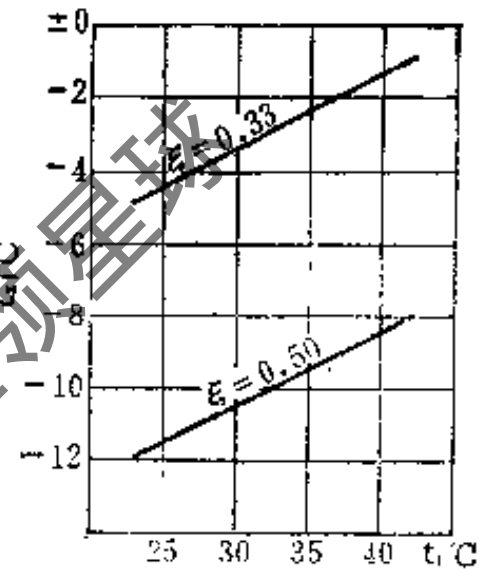
(4) 双级压缩机制冷量：



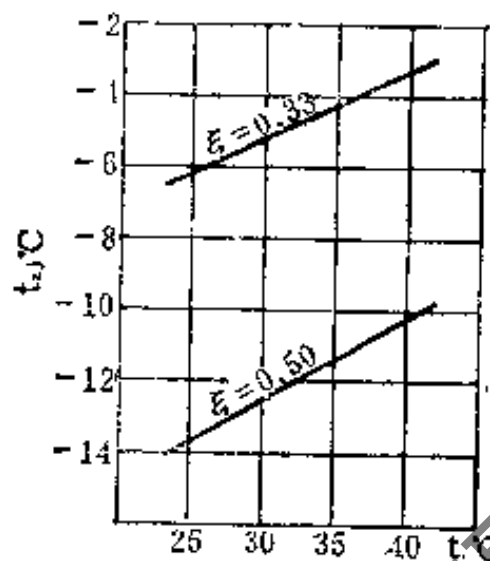
(a) $t_2 = -28^\circ\text{C}$



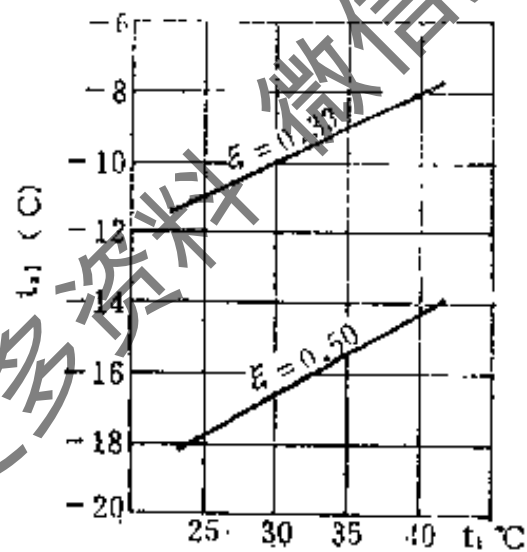
(b) $t_2 = -30^\circ\text{C}$



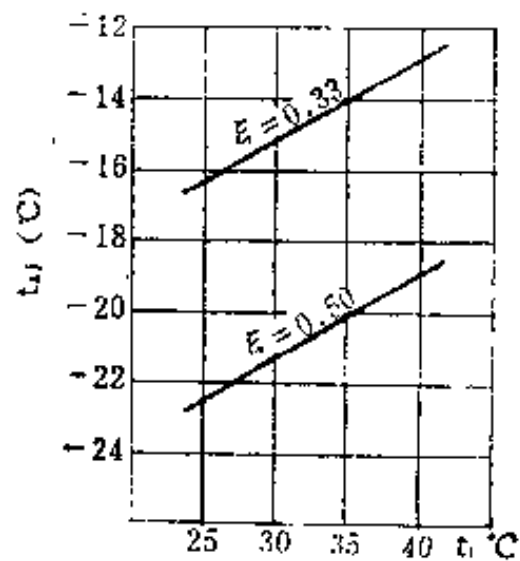
(c) $t_2 = -33^\circ\text{C}$



(d) $t_2 = -35^\circ\text{C}$

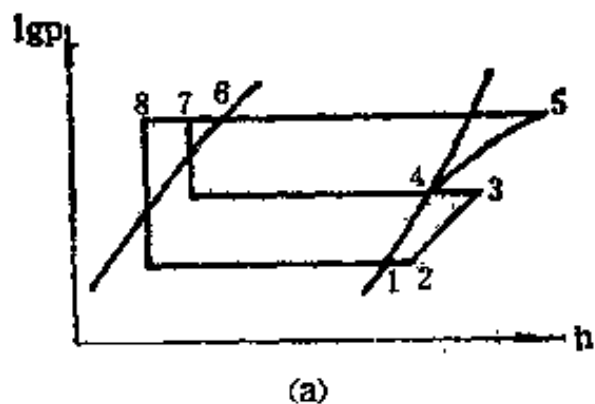


(e) $t_2 = -40^\circ\text{C}$

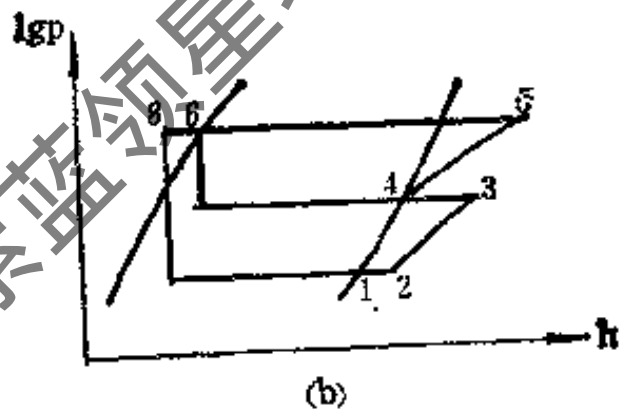


(f) $t_2 = -45^\circ\text{C}$

图 4—5 中间温度与蒸发温度、冷凝温度、高低压气缸容积比的关系



(a) 中间冷却器有蛇形冷却管。有再冷却器



(b) 中间冷却器有蛇形冷却管。无再冷却器

图 4-6 氨双级压缩制冷循环压焓图

$$Q_c = V_{dp} \lambda_{dp} (h_1 - h_2) / 3.6 V_2 \quad (4-17)$$

(4-16)

式中: Q_c ——双级压缩机制冷量 (W)。

V_{dp} ——低压级压缩机 (或气缸) 理论排气量 (m^3/h)。

或

$$Q_c = V_{dp} \lambda_{dp} q_z / 3.6$$

λ_{dp} ——低压级压缩机（或气缸）输气系数，查表4—8。

q_z ——低压级压缩机（或气缸）氨单位容积冷量（kJ/m³）。

3.6——千焦耳换算成瓦。

(5) 双级压缩机的氨循环量：

$$G = G_d (y + 1) \quad (4-18)$$

带再冷却器时

$$(y + 1) = (h_3 - h_8) / (h_4 - h_7) \quad (4-19)$$

不带再冷却器时

$$(y + 1) = (h_3 - h_8) / (h_4 - h_6) \quad (4-20)$$

式中： G ——双级压缩机氨循环量(kg/h)。

G_d ——低压级压缩机（或气缸）氨循环量(kg/h)。

h_3 ——进中间冷却器过热气体的比焓(kJ/kg)。

h_4 ——出中间冷却器饱和气体的比焓(kJ/kg)。

h_6 ——冷凝温度下氨液的比焓(kJ/kg)。

h_7 ——出再冷却器氨液的比焓(kJ/kg)。

h_8 ——中间冷却器蛇形管出口氨液的比焓(kJ/kg)。

(6) 双级压缩机功率：

①指示功率：

低压级：

$$P_{d_s} = G_d (h_3 - h_2) / (3600 \eta_{d_s}) \quad (4-21)$$

$$\eta_{d_s} = (T_z \div T_{zj}) + b t_z \quad (4-22)$$

高压级：

$$P_{g_s} = G (h_5 - h_4) / (3600 \eta_{g_s})$$

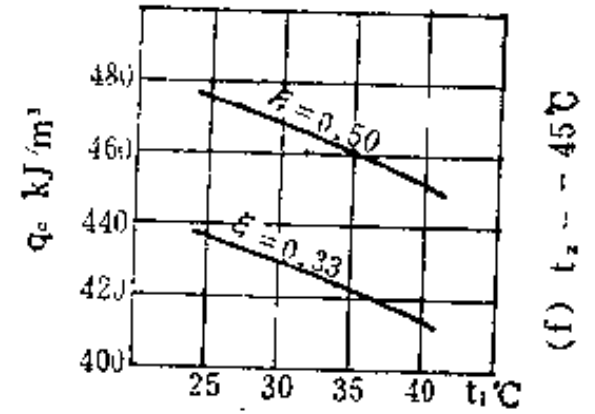
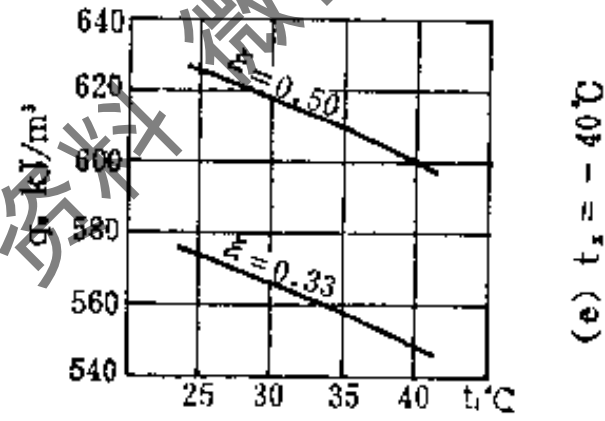
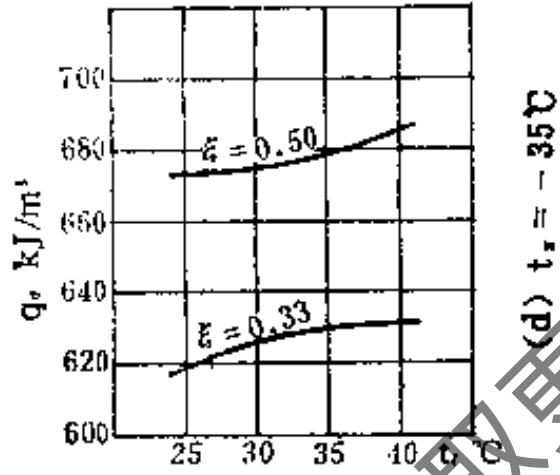
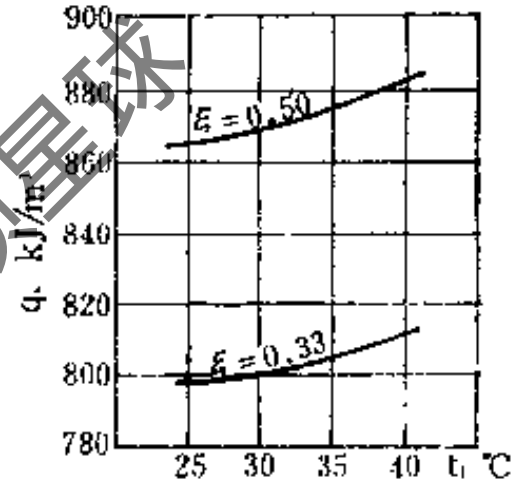
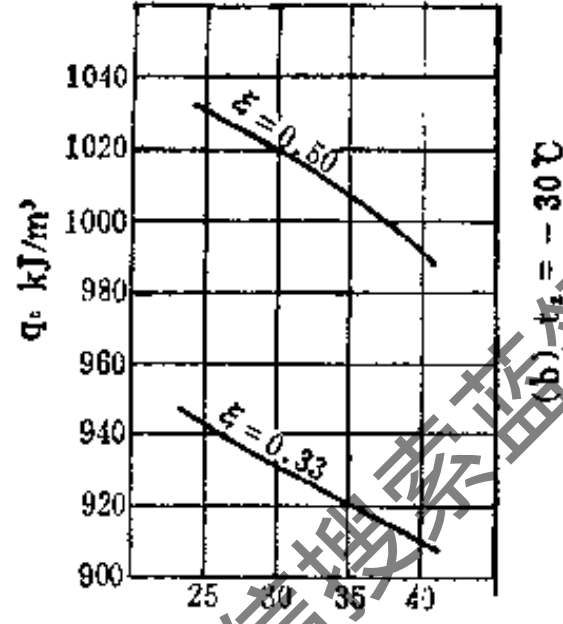
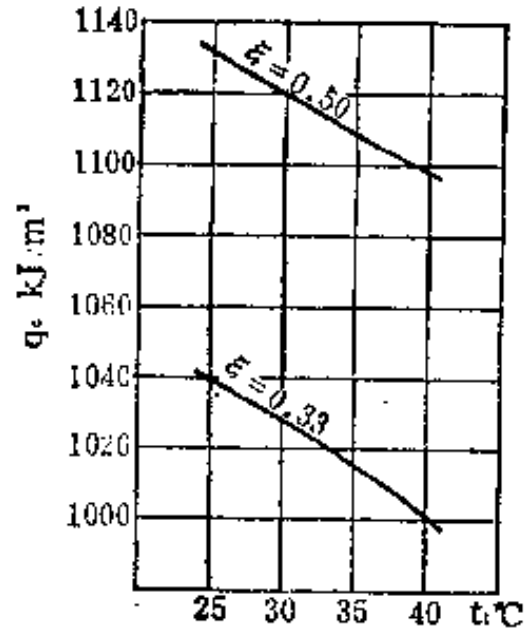


图 4-7 双级压缩机在不同工况下低压级压缩机（或气缸）单位理论排气量的制冷量

P_{gz} ——高压级压缩机轴功率 (kW)。

η_g ——驱动效率, 直接驱动取 1, 三角皮带驱动取 0.97—0.98。

④电动机功率:

低压级:

$$P_d = nP_{dz} \quad (4-29)$$

高压级:

$$P_g = nP_{gz} \quad (4-30)$$

式中: P_d ——低压级压缩机电动机功率 (kW)。

P_g ——高压级压缩机电动机功率 (kW)。

n ——选择电动机功率时的附加系数, 取 1.10—1.15。

(7) 双级压缩机在不同工况下, 低压级压缩机 (或气缸) 单位理论排气量的制冷量载于图 4—7。

二、冷凝器

(一) 冷凝器型式的选择

冷凝器型式的选择应根据下列原则:

1. 立式冷凝器适用于水质较差, 水源丰富的地区。

2. 卧式冷凝器适用于水温较低, 水质较好的地区。

3. 淋浇式冷凝器适用于夏季室外空气相对湿度较低, 水源不足或水质特别差的地区。

4. 蒸发式冷凝器适用于缺乏水源或夏季室外空气相对湿度较低的地区。水质较差时, 须进行处理。

当冷凝器采用水冷却塔循环用水时, 冷凝器型式的选择不受上述原则的限制。

(二) 冷凝器负荷的计算

冷凝器负荷应根据所选的压缩机按下列公式计算。

1. 单级压缩机

$$Q_l = Q_c \xi_l \quad (4-31)$$

式中: Q_l ——冷凝器负荷 (W)。

Q_c ——单级压缩机制冷量 (W)。

ξ_l ——单级压缩机冷凝负荷系数。

按绝热压缩过程计算的氨单级压缩机在不同工况下的冷凝负荷系数见图 4—8。

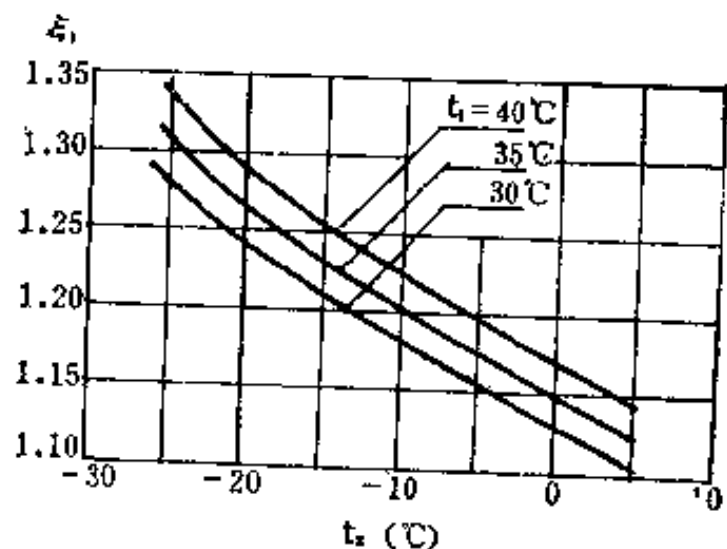


图 4—8 氨单级压缩机冷凝负荷系数

2. 双级压缩机

$$Q_l = G(h_5 - h_6)/3.6 = V_{dp}q_l/3.6 \quad (4-32)$$

式中: Q_l ——双级压缩机冷凝器负荷 (W)。

G ——双级压缩机氨循环量 (kg/h)。

h_5 ——高压级压缩机 (或气缸) 排出的氨气体的比焓 (kJ/kg)。

h_6 ——冷凝温度下氨液的比焓 (kJ/kg)。

V_{dp} ——低压级压缩机 (或气缸) 理论排气量 (m^3/h)。

q_l ——低压级压缩机 (或气缸) 单位理论排气量的冷凝器负荷 (kJ/m^3)。

3.6——千焦耳换算成瓦。

双级压缩机在不同工况下, 低压级压缩机 (或气缸) 单位理论排气量的冷凝器负荷 q_l 值见图 4—9。

(三) 冷凝器面积计算

$$A_l = Q_l/q_A \quad (4-33)$$

式中: A_l ——冷凝器面积 (m^2)。

Q_1 ——冷凝器负荷（包括单级压缩机和双级压缩机）（W）。

q_A ——冷凝器单位面积热负荷（ W/m^2 ）。
见表4-11。

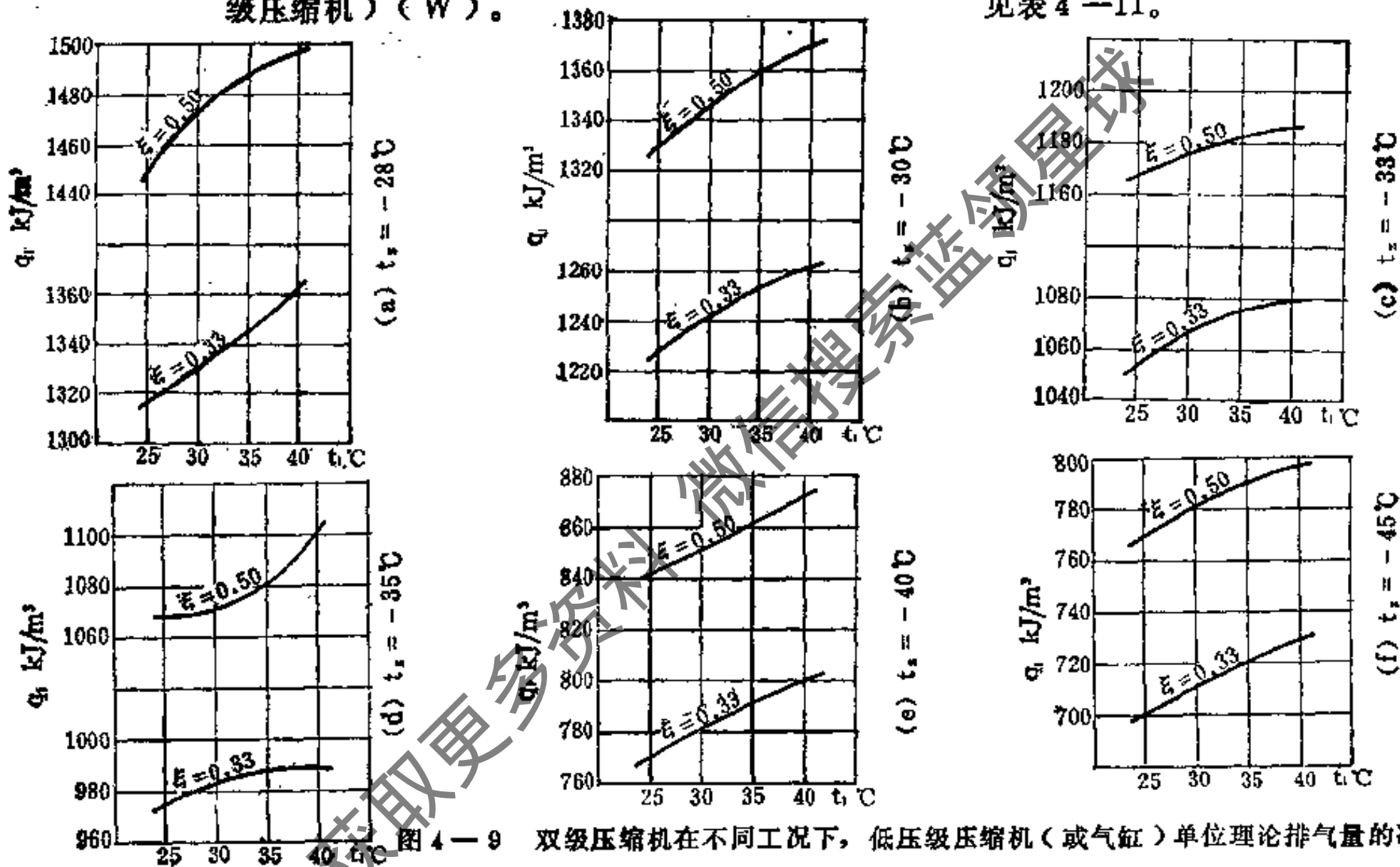


图4-9 双级压缩机在不同工况下，低压级压缩机（或气缸）单位理论排气量的冷凝负荷

各种型式冷凝器的 q_A 值

表 4—11

序号	冷凝器型式	推荐的 q_A 值 W/m^2	应用范围
1	立式冷凝器	2900—3500	平均温差 $\Delta t_m = 4—6^\circ C$
2	卧式冷凝器	3400—4000	$\Delta t_m = 4—6^\circ C$
3	淋浇式冷凝器	2000—2500	$\Delta t_m = 4—6^\circ C$
4	蒸发式冷凝器	1600—2000	$\Delta t_m = 2—3^\circ C$

c ——水的比热容, $c = 4.1868 (kJ/kg \cdot ^\circ C)$ 。

Δt ——冷却水进出温差 ($^\circ C$)。

A_l ——冷凝器面积 (m^2)。

$q_{\Delta m}$ ——冷凝器单位面积用水量
($m^3/m^2 \cdot h$)。

3.6——瓦换算成千焦耳/时。

冷凝器冷却水进出温差和单位面积用水量见表

4—12。

(四) 冷却水用量

$$q_v = 3.6Q_l / (1000c\Delta t)$$

(4—34)

或

$$q_v = A_l q_{vm}$$

(4—35)

式中: q_v ——冷却水用量 (m^3/h)

Q_l ——冷凝器负荷 (W)

冷凝器单位面积用水量和进出水温差 表 4—12

序号	型式	$q_{vm} (m^3/m^2 \cdot h)$	$\Delta t \quad ^\circ C$
1	立式冷凝器	1.0—1.7	$\Delta t = 2—3^\circ C$
2	卧式冷凝器	0.5—0.9	$\Delta t = 4—6^\circ C$
3	淋浇式冷凝器	0.8—1.0	
4	蒸发式冷凝器	0.15—0.20	

淋浇式冷凝器和蒸发式冷凝器采用循环用水,

新鲜水量为：淋浇式冷凝器是冷凝器用水量的10—12%；蒸发式冷凝器是冷凝器用水量的5—10%。

(五) 卧式冷凝器冷却水水程计算

1. 每1水程流通截面积

$$f = q_v / 3600w \quad (4-36)$$

式中： f ——每1水程流通截面积 (m^2)。

q_v ——冷凝器冷却水用量 (m^3/h)。

w ——冷却水流速取 0.8—1.2, (m/s)。

3600——秒换算成小时。

2. 每一管子的流通截面积

$$f' = \pi d^2 / 4 \quad (4-37)$$

式中： f' ——每一管子的流通截面积 (m^2)。

d ——管子内径 (m)。

3. 每一水程的管子数

$$m = f / f' \quad (4-38)$$

式中： m ——每一水程的管子数 (根)。

4. 冷凝器冷却水水程数

$$Z = n / m \quad (4-39)$$

式中： n ——冷凝器管子数 (根)。

(六) 卧式冷凝器阻力计算

$$\Delta p = 9.807 \{ RZ (l/d) + 1.5(Z+1) \} w^2 \rho / 2g \quad (4-40)$$

式中： Δp ——冷凝器阻力损失 (Pa)。

R ——管子摩擦阻力系数，它与管子的污垢和绝对粗糙度有关。

d ——管子内径 (m)。

Z ——水程数。

l ——管板间的距离 (m)。

w ——水的流速 (m/s)。

ρ ——水的密度 (kg/m^3)。

g ——重力加速度 (m/s^2)。

9.807——1平方米公斤力换算成帕。

管子的摩擦阻力系数按下列公式计算

$$R = 1.2 \times 0.11 \sqrt{k} / \sqrt{d} = b / \sqrt{d}$$

式中： k ——管子的绝对粗糙度 (mm) (见表4-13)。

b ——系数 (见表4-13)。

d ——管子内径 (m)， \sqrt{d} 值见表4-14。

(七) 冷却水水温和水质要求

1. 冷却水进水温度，建议在一年中最热的92天中，有60天不高于表4-15中的规定。

2. 冷却水和冲霜水的水质，应符合表4-16的规定。

管子的绝对粗糙度K及系数b值 表4-13

管子种类	k(mm)	b
生铁管、陶瓷管	1.0	0.132
钢管：非腐蚀性气体及蒸气（水蒸汽、空气）	0.1	0.074
钢管：非腐蚀性的液体（水、石油、酒精）	0.3	0.098
钢管：弱腐蚀性的液体（氨、井水）	0.5	0.111
钢管：强腐蚀性的液体（氯化钠、氯化钙）和气体	0.8	0.125
铜管：黄铜管（用于R12、R22）	0.1	0.074

管子内径及 \sqrt{d} 值 表4-14

管子内径 (mm)	20	25	32	38
\sqrt{d}	2.13	2.24	2.38	2.48

冷凝器进水温度最高允许值 表 4—15

序号	冷凝器型式	进水温度(℃)
1	立式	32
2	卧式	29
3	淋浇式	32

冷却水和冲霜水的水质最大允许含量 表 4—16

指 标	最大允许含量	附 注
浑浊度mg/l	50—150	洪水期允许 100—200
硫化氢mg/l	0.5	
铁mg/l	0.3	
硫酸钙mg/l	1500—2000	
碳酸盐硬度(度)	5—10	

注：(1)表列浑浊度，碳酸盐硬度，其含量较大的用于立式、淋浇式冷凝器，较小的用于卧式、蒸发式冷凝器。
 (2)当水质中的二氧化碳含量较大时，其碳酸盐硬度可按表 4—17 选用。

冷却水在不同的二氧化碳含量下的硬度要求 表 4—17

游离的二氧化碳的含量 (mg/l)	不同水温所允许的碳酸盐硬度(度)	
	20℃	30℃
10	9.1	8.3
20	11.5	10.4
30	13.2	12.0
40	14.5	13.2
50	15.6	14.2
60	16.6	15.1
80	18.3	16.6
100	19.7	17.9

三、蒸发器

(一) 蒸发器面积计算

$$A = Q / (K \Delta t_m) = Q / q_A \quad (4-41)$$

式中: A ——蒸发器面积 (m^2)。

Q ——蒸发器负荷 (W)。

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

Δt_m ——制冷剂和载冷剂之间的对数平均温差 ($^\circ\text{C}$)。

q_A ——蒸发器单位面积负荷 (W/m^2)，
(见表 4—18)。

蒸发器传热系数 K 和单位面积负荷 q_A 表 4—18

型 式	传热系数 K ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)	单位负荷 q_A (W/m^2)	推荐的 q_A (W/m^2)	应用范围		
				流 速 (m/s)		Δt_m ($^\circ\text{C}$)
				水	盐水	
壳管式 (多程)	405—465	2100—2560	2300	1—2	1—1.5	4—6
立管式、V型管式	465—580	2300—2900	2300	0.7	0.5—0.7	4—6
螺旋管式	465—580	2300—2900	2300	1—2	1—1.5	4—6

(二) 盐 水 泵

1. 盐水泵的输液量

$$q_v = 3.6Q / (c\rho\Delta t) \quad (4-42)$$

式中: q_v ——盐水泵输液量 (m^3/h)。

c ——载冷剂的比热容 ($\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$)。

ρ ——载冷剂的密度 (kg/m^3)。

Δt ——载冷剂进出温差 ($^\circ\text{C}$)，一般取 2—
3 $^\circ\text{C}$ 。

3.6——瓦换算成千焦耳/时。

2. 盐水泵压头

$$P = n (p_m + p_\xi + p_a) \quad (4-43)$$

式中: p ——盐水泵压头 (Pa)。

p_m ——管道的摩擦阻力 (Pa)。

p_{ξ} ——管件的局部阻力 (Pa)。

p_h ——输液高度的压头损失 (Pa)。

n ——系统的压头附加值, 取1.10—1.15。

(1) 管道的摩擦阻力:

$$p_m = 9.807 f L \rho w^2 / (2 g d) \quad (4-44)$$

式中: f ——管道的摩擦阻力系数 (图4—10)。

L ——管道长度 (m)。

ρ ——载冷剂的密度 (kg/m^3)。

w ——管内载冷剂流速 (m/s)。

g ——重力加速度 (m/s^2)。

d ——管子内径 (m)。

(2) 管件的局部阻力。

管段上的弯头、三通、变径、阀门等管件的局部阻力损失可查表4—19折换成当量长度, 并入管道的长度内, 按摩擦阻力计算。

(3) 输液高度的压力损失:

$$p_h = 9.807 h \rho \quad (4-45)$$

式中: h ——输液高度 (m)。

ρ ——载冷剂密度 (kg/m^3)。

p_h ——输液高度的压力损失 (Pa)。

(三) 搅拌器选择计算

1. 搅拌器流量计算

$$q_v = (bh - f) 3600 w \quad (4-46)$$

式中: q_v ——搅拌器流量 (m^3/h)。

h ——箱底至液面的高度 (m)。

b ——流经蒸发器隔板壁的宽度 (m)。

f ——蒸发器所占的横断面积 (m^2)。

w ——载冷剂流速 (m/s), (见表4—18)。

2. 搅拌器轴功率计算

$$P_z = q_v \Delta p / (\eta 3600 \times 10^3) \quad (4-47)$$

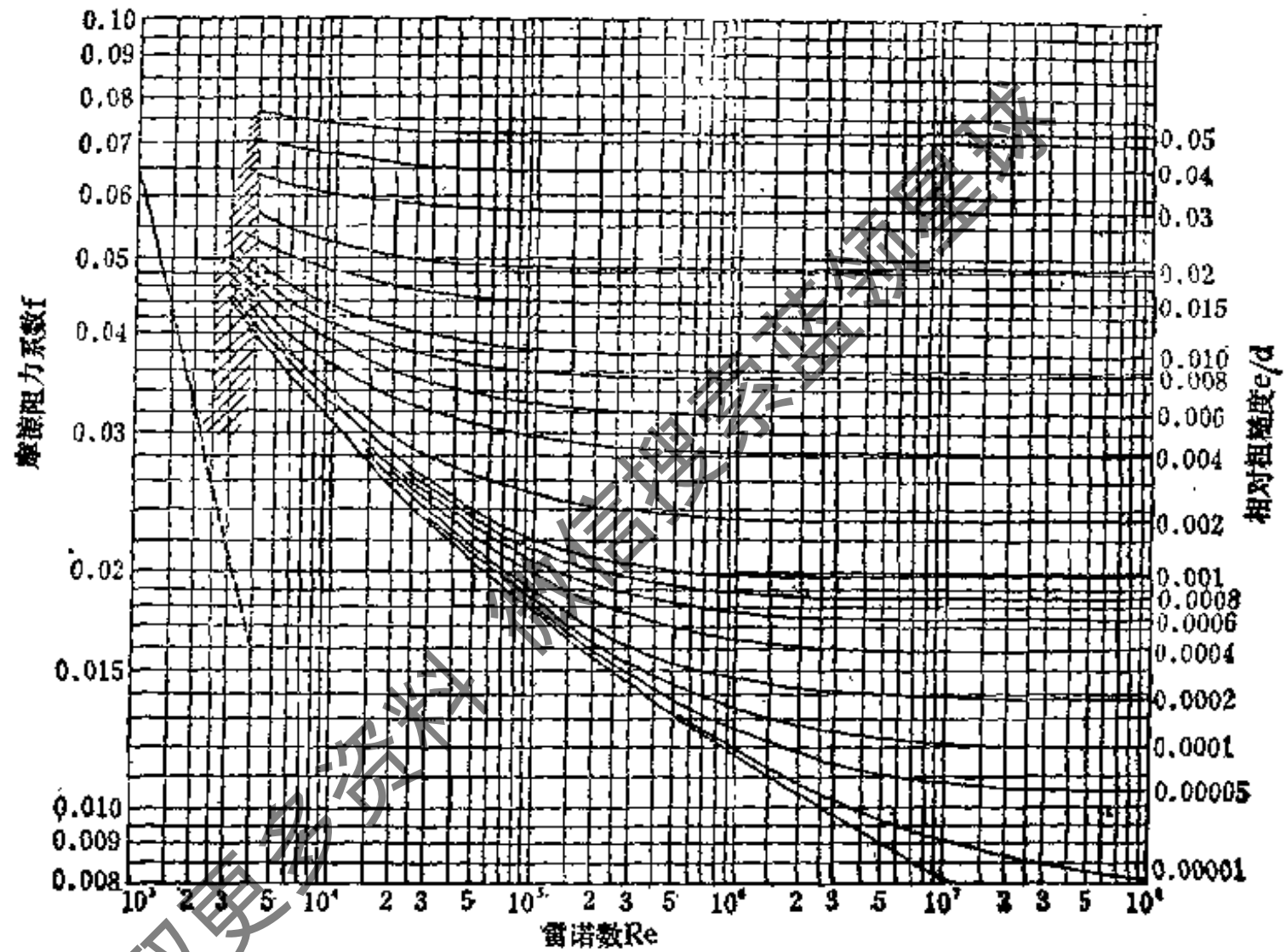

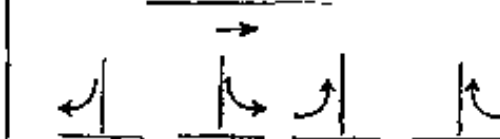


图 4-10 管道摩擦阻力系数

各种阀门和管道附件的当量直径 (l_e/d_i) 表 4-19

阀门和管件的名称		当量直径 $\frac{l_e}{d_i}$
球形阀 (全开)		340
角 阀 (全开)		170
闸门阀 (全开)		8
止回阀 (全开)		80
标准弯头	90°	40
	45°	24
三通		20
		60
弯管90°	$R = 1d$	20
	$R \geq 1.5d$	15
方形弯90°		80
管径突然扩大	$\frac{d}{D} = \frac{1}{4}$	30
	$\frac{d}{D} = \frac{1}{2}$	20
	$\frac{d}{D} = \frac{3}{4}$	17
	$\frac{d}{D} = \frac{1}{4}$	17

(续)

阀门和管件的名称	当量直径 $\frac{l_e}{d_i}$	
管径突然缩小	$\frac{d}{D} = \frac{1}{4}$	15
	$\frac{d}{D} = \frac{1}{2}$	11
	$\frac{d}{D} = \frac{3}{4}$	7
	$\frac{d}{D} = \frac{1}{4}$	7

$$\Delta p = 9.807 \times 2 (5.4 + 3.4n) R^{-0.25} w^2 \rho / 2g$$

(4-48)

式中: P_z ——搅拌器轴功率 (kW)。

Δp ——流动阻力 (Pa)。

η ——搅拌器效率, 一般采用 0.5—0.6。

n ——流动方向上每列管子的数目。

ρ ——载冷剂密度 (kg/m^3)。

w ——载冷剂流速 (m/s)。

Re ——雷诺系数 $Re = wD/\gamma$ 。

D ——立管式或 V 型管式蒸发器管子外径 (m)。

γ ——载冷剂的运动粘度系数 (m^2/s)。
 g ——重力加速度 (m/s^2)。

四、其他辅助设备

(一) 贮液器容积计算

$$V_{ZA} = \Sigma G v \varphi / 1000 \beta \quad (4-49)$$

式中： V_{ZA} ——贮液器容积 (m^3)。

ΣG ——压缩机每小时氨液的总循环量
(kg)。

φ ——贮液器的容积系数。

β ——贮液器的氨液充满度，一般宜取
0.7。

v ——冷凝温度下氨液的比容 ($1/\text{kg}$)。

1000——升换算成立方米。

贮液器的容积系数 φ 按下列规定选用：

1. 冷库公称容积小于或等于 2000m^3 时， $\varphi = 1.2$ 。
2. 冷库公称容积为 $2001-10000\text{m}^3$ 时， $\varphi = 1$ 。
3. 冷库公称容积为 $10001-20000\text{m}^3$ 时， $\varphi = 0.8$ 。
4. 冷库公称容积大于 20000m^3 时， $\varphi = 0.5$ 。

(二) 排液桶容积计算

$$V_p = V_1 \varphi / \beta \quad (4-50)$$

式中： V_p ——排液桶容积 (m^3)。

V_1 ——冷却设备容积最大的一间冷间内蒸发器的总容积 (m^3)。

φ ——冷却设备的注氨量的百分数，见表
5—18。

β ——排液桶氨液充满度，一般宜取0.7。

(三) 油分离器直径计算

$$d = \sqrt{\frac{4 \lambda V}{3600 \pi w}} = 0.0188 \sqrt{\frac{\lambda V}{w}}$$

(4-51)

式中: d ——油分离器的直径 (m)。

λ ——氨压缩机的输气系数 (双级压缩机时取高压级的输气系数), 见表 4-7。

V ——氨压缩机的理论吸气量 (双级压缩机时取高压级的吸气量) (m^3/h)。

w ——油分离器内气体流速, 填料式油分离器宜采用 $0.3-0.5 \text{m/s}$, 其它型式油分离器宜采用不大于 0.8m/s 。

(四) 中间冷却器的选择

带蛇形管的中间冷却器应根据其直径和蛇形管冷却面积的计算确定。

1. 中间冷却器直径的计算

$$d = \sqrt{\frac{4 \lambda V}{3600 \pi w}} = 0.0188 \sqrt{\frac{\lambda V}{w}}$$

(4-52)

式中: d ——中间冷却器的直径 (m)。

λ ——氨压缩机高压级的输气系数, 见表 4-7。

V ——氨压缩机高压级的理论吸气量 (m^3/h)。

w ——中间冷却器内的气体流速, 一般宜取 0.5m/s 。

2. 中间冷却器蛇形管冷却面积按下列公式计算。

$$A = Q_{Zj} / (K \cdot \Delta t_m) \quad (4-53)$$

式中：A——中间冷却器蛇形管的冷却面积(m²)。

Q_{Zj}——中间冷却器蛇形管的热负荷(W)。

K——中间冷却器蛇形管的传热系数，应按产品规定取值，如无资料时，一般宜采用465—580(W/m²·℃)。

Δt_m——对数平均温差(℃)。

$$\Delta t_m = \frac{t_l - t}{2.3 \lg \frac{t_l - t_{Zj}}{t - t_{Zj}}}$$

t_l——冷凝温度(℃)。

t_{Zj}——中间冷却温度(℃)。

t——中间冷却器蛇形管的出液温度，应比中间冷却温度高5℃。

(五) 低压循环桶的选择

低压循环桶应根据其直径和容积的计算进行选择：

1. 低压循环桶直径的计算

$$d = \sqrt{\frac{4V\lambda}{3600\pi w\xi n}} \\ = 0.0188 \sqrt{\frac{\lambda V}{w\xi n}}$$

(4-54)

式中：d——低压循环桶的直径(m)。

λ——氨压缩机的输气系数(当双级压缩机时取低压级的输气系数)，见表4—8。

w——低压循环桶内气体流速，立式低压循环桶采用0.5m/s，卧式低压循环桶采用0.8m/s。

ξ ——低压循环桶截面积系数，立式低压循环桶采用1，卧式低压循环桶采用0.3。

V ——氨压缩机理论吸气量（当双级压缩机时为低压级理论吸气量）（ m^3/h ）。

n ——低压循环桶气体进气口的个数。

2. 低压循环桶容积的计算

(1) 上进下出式供液系统：

$$V_d = (\theta_q V_q + 0.6 V_h) / 0.5 \quad (4-55)$$

式中： V_d ——低压循环桶的容积（ m^3 ）。

θ_q ——冷却设备设计注氨量容积的百分数，见表5-18。

V_q ——冷却设备的容积（ m^3 ）。

V_h ——回气管容积（ m^3 ）。

(2) 下进上出式供液系统：

$$V_d = (0.2 V'_q + 0.6 V_h + \tau_b q_{vp}) / 0.7 \quad (4-56)$$

式中： V'_q ——各冷间中，冷却设备注氨量最大一间蒸发器总容积（ m^3 ）。

q_{vp} ——氨气的流量（ m^3/h ）。

τ_b ——氨泵由启动到液体自系统返回低压循环桶的时间，一般采用0.15—0.2h。

(3) 当多层冷库的底层采用下进上出式供液系统，其余各层采用上进下出式供液系统时，可按下式计算：

$$V_d = (\theta_q V_q + 0.2 V'_q + 0.6 V_h) / 0.5 \quad (4-57)$$

式中： V'_q ——下进上出式供液系统冷却设备注氨量最大一间蒸发器总容积（ m^3 ）。

θ_q ——冷却设备设计注氨量容积的百分数，见表5-18。

V_q ——冷却设备的容积，（ m^3 ）。

V_h ——回气管容积（ m^3 ）。

(六) 氨液分离器直径的计算

1. 机房氨液分离器, 每一个蒸发系统设一台氨液分离器, 其直径计算为:

$$d = \sqrt{\frac{4 \lambda V}{3600 \pi w}} = \sqrt{\frac{4 \lambda V}{3600 \times 0.5 \pi}}$$
$$= 0.0266 \sqrt{\lambda V}$$

(4-58)

式中: d ——氨液分离器直径(m)。

V ——氨压缩机理论的气量(m^3)。

λ ——氨压缩机输气系数, 见表4-8。

w ——氨液分离器内气体流速, 一般采用
 $0.5m/s$ 。

2. 库房氨液分离器

$$d = \sqrt{\frac{4 q_m V}{3600 w \pi}} = \sqrt{\frac{4 q_m V}{3600 \times 0.5}}$$

$$= 0.0266 \sqrt{q_m V}$$

(4-59)

式中: d ——氨液分离器直径(m)。

q_m ——通过氨液分离器的氨液量(kg/h)。

V ——蒸发压力下氨饱和蒸气的比容(m^3/kg)。

w ——氨液分离器内气体流速, 一般采用
 $0.5m/s$ 。

(七) 低压贮液器的选择

低压贮液器用于重力供液系统, 它接受机房氨液分离器下来的液体, 并由此经加压将氨液重新供入系统中。因此低压贮液器的容积不宜过大, 一般为 $0.25-1.0m^3$ 。低压贮液器的数量, 每一个蒸发系统设一台或几个蒸发系统合用一台, 也可与排液桶合用。

(八) 氨泵的选择

1. 氨泵的流量

$$q_{vp} = nqmv \quad (4-60)$$

式中: q_{vp} ——氨泵流量 (m^3/h)。

qm ——氨泵所供同一蒸发温度的氨液蒸发量 (kg/h)。

v ——蒸发温度下氨饱和气体的比容 (m^3/kg)。

n ——流量系数。对负荷较稳定、蒸发器组(台)数较少、不易积油的蒸发器的下进上出供液系统, 采用 3—4 倍; 对负荷有波动、蒸发器组(台)数较多、容易积油的蒸发器的下进上出供液系统, 采用 5—6 倍; 上进下出供液系统, 采用 7—8 倍。

2. 氨泵的输出压头 系统内压力的高低, 对管道上压力损失的计算是一样的。如在一个系统

内, 连接不同压力的蒸发器时, 该氨泵压头应按蒸发压力较高的蒸发器计算。它必须克服下列的压头损失。

(1) 氨泵出口至蒸发器进液口的全部阻力损失, 包括阀门和管件等局部阻力。

(2) 氨泵中心至最高的蒸发器进液口的液柱。

(3) 蒸发器节流阀前应维持 100kPa 的自由压头, 以调节各蒸发器的流量。

3. 氨泵的吸入压头 任何型式的氨泵都没有吸入压头, 因此, 泵的吸入口必须保持足够的静液柱, 称为净正吸入压头, 以保证氨泵的正常供液。

净正吸入压头是氨泵性能参数中的一个很重要的数据, 因此, 该数据应由制造厂提供。在制冷系统设计中, 为了保证氨泵吸入口有足够的净正吸入压头, 以克服泵的入口处因加速度和涡流现象所引起的压力损失, 通常的作法是使低压循环桶的正常液位与氨泵中心之间保持一定的高度, 该高度内形

成的液柱静压，扣除氨泵吸入管段的全部阻力损失（包括阀门和管件的局部阻力），尚应大于氨泵所需的净正吸入压头，即：

$$9.807H\rho - \Delta p > NPSH$$

或

$$9.807H\rho - \Delta p = 1.3NPSH \quad (4-61)$$

式中： $NPSH$ ——氨泵的净正吸入压头（Pa）。

H ——低压循环桶正常液位至氨泵中心的高度（m）。

ρ ——蒸发压力下饱和氨液的密度（ kg/m^3 ）。

Δp ——氨泵吸入管段的全部阻力损失（Pa）。

1.3——安全系数。

（九）空气分离器的选择

不论氨压缩机台数多少，每个机房只需装设一台空气分离器。空气分离器宜选用立式自动型空气分离器。

（十）集油器的选择

压缩机在标准工况下总制冷量在200kW以下时，选用桶身直径219mm集油器一台。总制冷量大于200kW时，宜选用桶身直径325mm集油器两台，使系统中的高压、中压容器与低压容器分开放油。

(十一) 盐水膨胀箱容积计算

$$V = V_1 \Delta t \nu \quad (4-62)$$

式中: V ——盐水膨胀箱的最小容积 (m^3)。

氯化钠和氯化钙水溶液的体(膨)胀系数与温度的关系
表 4-20

浓度 ξ (%)	t (°C)					
	-30	-20	-10	0	10	20
NaCl						
10	—	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9
15	—	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8
20	—	2.8	3.2	3.6	4.0	4.5
23	—	3.0	3.4	3.8	4.2	4.7
CaCl ₂						
15	0.8	1.3	1.9	2.4	2.9	3.4
20	2.1	2.4	2.8	3.2	3.5	3.9
25	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1
30	3.9	4.0	4.0	4.1	4.2	4.3

V_1 ——系统充满盐水的总容积 (m^3)。

ν ——盐水的体(膨)胀系数 ($1/^\circ C$)，见表 4-20。

Δt ——工作条件下，盐水的最大温度变化差值 ($^\circ C$)。

实际选用的膨胀箱容积应比计算的大 20—100%。

五、冷间冷却设备

(一) 一般原则

1. 冷间冷却设备可按下列规定选用

(1) 冷却间、冻结间和冷却物冷藏间的冷却设备应采用冷风机。

(2) 冻结盘装、箱装或罐装食品时，可采用吹风式搁架排管或平板冻结器等冻结设备；冻结颗粒食品时，可采用流态床速冻装置。

(3) 冻结物冷藏间冷却设备宜选用顶排管、墙排管。当食品有良好的包装时,可采用冷风机。

(4) 包装间的冷却设备,当室温低于 -5°C 时应选用排管,当室温高于 -5°C 时宜选用冷风机。

(5) 储冰间宜采用顶排管。

2. 顶排管、墙排管、搁架排管均采用光滑管制成。冷风机采用翅片管制成。

3. 直接蒸发系统中若采用高度较大的墙排管,排管中制冷剂的蒸发温度将因液柱作用,随高度产生差异,在低温时尤为突出,见表4—21。设计时应尽量压缩排管高度。

4. 光滑顶排管吊点间距及吊架的水平角钢规格的计算

(1) 光滑顶排管用吊点间距见表4—22。

液面下1米处蒸发温度升高情况 表4—21

制冷剂名称	液面上的蒸发温度($^{\circ}\text{C}$)						
	10	-10	-30	-50	-60	-70	-80
氨	0.3	0.4	1.1	2.6	4.5	6.6	—
R22	0.55	0.95	1.8	4.0	5.8	8.7	13.0
R12	1.1	1.7	3.3	6.5	9.3	13.5	—

光滑顶排管用吊点间距表 表4—22

光滑顶排管规格	最大的允许吊距a (m)	正常的吊点间距0.8a (m)	计算采取的单位长度顶排管总重量(包括1厘米霜层及100%注氮量)(kg/m)	计算依据
D32×2.2	3.85	3.10	2.4	挠度相对值 $\Delta = \frac{y}{l} \leq \frac{1}{350}$ $y = \frac{17wl^3}{1920EJ}$
D38×2.2	4.35	3.50	3.1	

(2) 光滑顶排管吊架的水平角钢规格计算:吊架的水平角钢应同时满足挠度和强度的要求;挠度按下式计算:

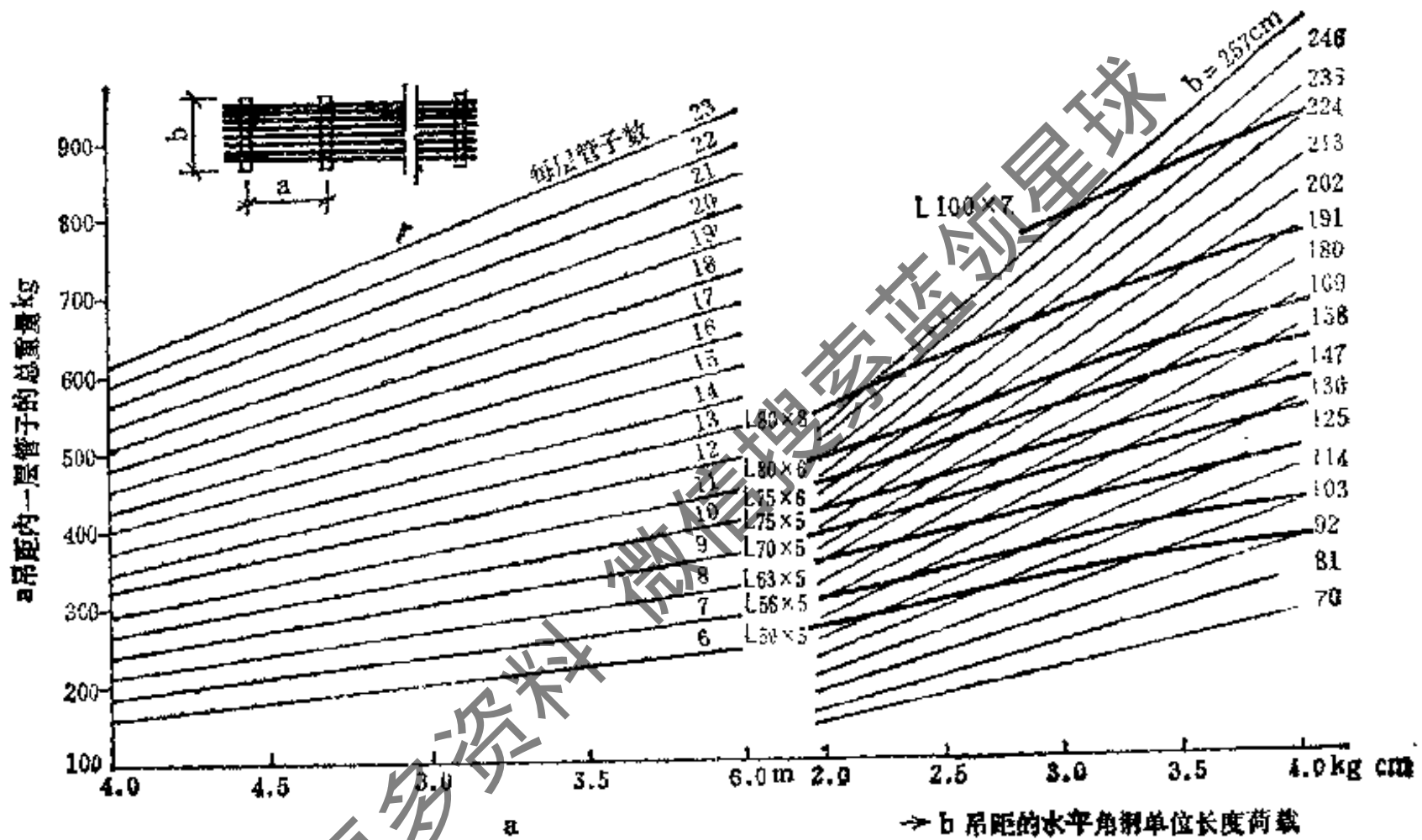


图 4—13 D57×3.5光滑顶管吊架的水平角钢规格选用图

G_r ——格拉晓夫准数。

P_r ——普朗特准数。

λ ——空气的导热系数 $W/(m \cdot ^\circ C)$ 。

D ——管子外径 (m)。

t ——库房温度 ($^\circ C$)。

t_z ——制冷剂蒸发温度 ($^\circ C$)。

(3) 析湿系数 (ξ):

① 冷间温度高于 $0^\circ C$ 时:

$$\xi = 1 + 2480 (d - d') / (t - t_z) \quad (4-67)$$

② 冷间温度低于 $0^\circ C$ 时:

$$\xi = 1 + 2880 (d - d') / (t - t_z) \quad (4-68)$$

式中: d' ——管壁表面温度 (即 t_z) 时空气的饱和含湿量 (g/kg)。

d ——冷间或设备内空气的含湿量 (g/kg)。

t ——冷间或设备内空气的温度 ($^\circ C$)。

为了简化计算, 顶、墙排管的 K 值可根据实验

测定数据来计算。

$$K = K' C_1 C_2 C_3 \quad (4-69)$$

式中: K ——排管在设计条件下的传热系数 ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)。

K' ——排管在特定条件下的传热系数, 见表 4-23、4-24、4-25。

C_1 ——构造换算系数, 为管子间距 s 与管子外径 D 之比, 按表 4-26 采用。

C_2 ——管径换算系数, 按表 4-26 采用。

C_3 ——供液方式换算系数。按表 4-26 采用。

氟光滑U形顶排管和氟双层光滑蛇形顶排管

的K'值W/(m²·℃)

表4—23

冷间空气温度 (℃)	计算温度差Δt(℃)				
	6	8	10	12	15
0	8.14	8.61	8.96	9.19	9.42
-4	7.79	8.02	8.26	8.49	8.72
-10	7.09	7.44	7.68	7.91	8.02
-12	6.86	7.21	7.44	7.68	7.91
-15	6.63	6.98	7.21	7.44	7.68
-18	6.40	6.75	6.98	7.21	7.44
-20	6.28	6.63	6.86	7.09	7.33
-23	6.16	6.40	6.63	6.86	7.09
-25	6.05	6.28	6.51	6.75	6.98
-30	5.82	6.16	6.40	6.51	6.75

注：表列数值为外径38mm光滑管，管间距与管外径之比为4，冷间相对湿度为90%，霜层厚度为6mm时的传热系数。

氟单层光滑蛇形顶排管的K'值W/(m²·℃) 表4—24

冷间空气温度 (℃)	计算温度差Δt(℃)				
	6	8	10	12	15
0	8.60	9.07	9.42	9.65	9.88
-4	8.14	8.49	8.72	8.96	9.19
-10	7.44	7.79	8.02	8.26	8.49
-12	7.21	7.56	7.79	8.02	8.26
-15	6.98	7.33	7.56	7.79	8.02
-18	6.75	7.09	7.33	7.56	7.79
-20	6.63	6.98	7.21	7.44	7.68
-23	6.51	6.74	6.98	7.21	7.44
-25	6.40	6.63	6.86	7.09	7.32
-30	6.16	6.51	6.74	6.86	7.09

注：表列数值为外径38mm光滑管，管间距与管外径之比为4，冷间相对湿度为90%，霜层厚度为6mm时的传热系数。

单排光滑蛇形墙排管的传热系数K'值W/(m²·℃)

表4—25

高度方向 上的横管 数(根)	计算温度 差Δt (℃)	冷间空气温度(℃)									
		0	-4	-10	-12	-15	-18	-20	-23	-25	-30
4	6	8.84	8.02	7.68	7.44	7.21	6.98	6.86	6.63	6.51	6.28
	8	9.30	8.72	8.02	7.79	7.56	7.33	7.21	6.98	6.86	6.63
	10	9.65	8.96	8.26	8.02	7.79	7.56	7.44	7.21	7.09	6.86
	12	9.89	9.19	8.49	8.26	7.91	7.68	7.56	7.44	7.33	7.09
	15	10.12	9.42	8.61	8.49	8.14	7.91	7.79	7.68	7.56	7.33
6	6	9.19	8.49	7.79	7.68	7.44	7.09	6.98	6.86	6.75	6.51
	8	9.54	8.96	8.14	8.02	7.68	7.44	7.33	7.21	7.09	6.86
	10	9.89	9.19	8.49	8.26	7.91	7.68	7.56	7.44	7.33	7.09
	12	10.12	9.42	8.61	8.49	8.14	7.91	7.79	7.56	7.44	7.21
	15	10.35	9.65	8.84	8.61	8.37	8.14	8.02	7.79	7.68	7.44
8	6	9.42	8.84	8.14	7.91	7.68	7.44	7.33	7.09	6.98	6.75
	8	9.89	9.30	8.49	8.26	8.02	7.79	7.56	7.44	7.33	7.09
	10	10.23	9.54	8.72	8.49	8.26	8.02	7.79	7.68	7.56	7.33
	12	10.47	9.77	8.96	8.72	8.37	8.14	8.02	7.79	7.68	7.44
	15	10.68	10.00	9.19	8.96	8.61	8.37	8.26	8.02	7.91	7.68

(续)

高度方向 上的横管 数(根)	计算温度 差 Δt ($^{\circ}\text{C}$)	冷间空气温度($^{\circ}\text{C}$)									
		0	-4	-10	-12	-15	-18	-20	-23	-25	-30
10	6	10.00	9.42	8.61	8.37	8.02	7.91	7.68	7.56	7.44	7.09
	8	10.47	9.77	8.96	8.72	8.37	8.14	8.02	7.79	7.68	7.44
	10	10.82	10.00	9.19	8.96	8.61	8.37	8.26	8.02	7.91	7.68
	12	10.93	10.23	9.42	9.19	8.84	8.61	8.49	8.26	8.14	7.91
	15	11.16	10.47	9.54	9.42	9.07	8.84	8.61	8.49	8.37	8.14
12	6	10.70	10.00	9.19	8.96	8.61	8.37	8.26	8.02	7.91	7.56
	8	11.16	10.35	9.54	9.30	8.96	8.72	8.49	8.26	8.14	7.91
	10	11.40	10.70	9.77	9.54	9.19	8.96	8.72	8.49	8.37	8.14
	12	11.63	10.82	9.89	9.65	9.42	9.07	8.96	8.72	8.61	8.37
	15	11.75	11.05	10.12	9.89	9.54	9.30	9.19	8.96	8.84	8.61
14	6	11.28	10.58	9.65	9.42	9.19	8.84	8.72	8.49	8.37	8.14
	8	11.75	10.93	10.00	9.77	9.42	9.19	8.96	8.84	8.61	8.37
	10	12.10	11.28	10.35	10.00	9.65	9.42	9.19	9.07	8.84	8.61
	12	12.21	11.40	10.47	10.23	9.89	9.54	9.42	9.19	9.07	8.84
	15	12.44	11.63	10.70	10.47	10.12	9.77	9.65	9.42	9.30	9.07

(续)

高度方向 上的横管 数(根)	计算温度 差 Δt ($^{\circ}\text{C}$)	冷间空气温度($^{\circ}\text{C}$)									
		0	-4	-10	-12	-15	-18	-20	-23	-25	-30
16	6	12.10	11.28	10.35	10.12	9.77	9.42	9.30	9.07	8.96	8.61
	8	12.56	11.75	10.70	10.47	10.12	9.77	9.54	9.30	9.19	8.96
	10	12.79	11.98	10.93	10.70	10.35	10.00	9.77	9.54	9.42	9.19
	12	13.03	12.10	11.16	10.82	10.47	10.12	10.00	9.77	9.65	9.30
	15	13.14	12.33	11.28	11.05	10.70	10.35	10.23	10.00	9.89	9.54
18	6	12.91	12.10	11.05	10.70	10.47	10.12	9.89	9.65	9.54	9.30
	8	13.37	12.44	11.40	11.16	10.82	10.47	10.23	10.00	9.89	9.54
	10	13.72	12.79	11.63	11.40	11.05	10.70	10.47	10.23	10.12	9.77
	12	13.84	12.91	11.86	11.51	11.16	10.82	10.70	10.35	10.23	10.00
	15	14.07	13.03	11.98	11.75	11.40	11.05	10.82	10.58	10.47	10.23
20	6	13.84	12.91	11.75	11.51	11.16	10.70	10.58	10.35	10.23	9.77
	8	14.30	13.26	12.21	11.86	11.40	11.16	10.93	10.70	10.47	10.12
	10	14.54	13.61	12.44	12.10	11.63	11.28	11.16	10.82	10.70	10.35
	12	14.77	13.72	12.56	12.21	11.86	11.51	11.28	11.05	10.93	10.58
	15	14.89	13.84	12.79	12.44	12.10	11.75	11.51	11.28	11.16	10.82

注：表列数值为外径38mm光滑管，管间距与管外径之比为4，冷间相对湿度为90%，霜层厚度为6mm时的传热系数。

各型排管换算系数表

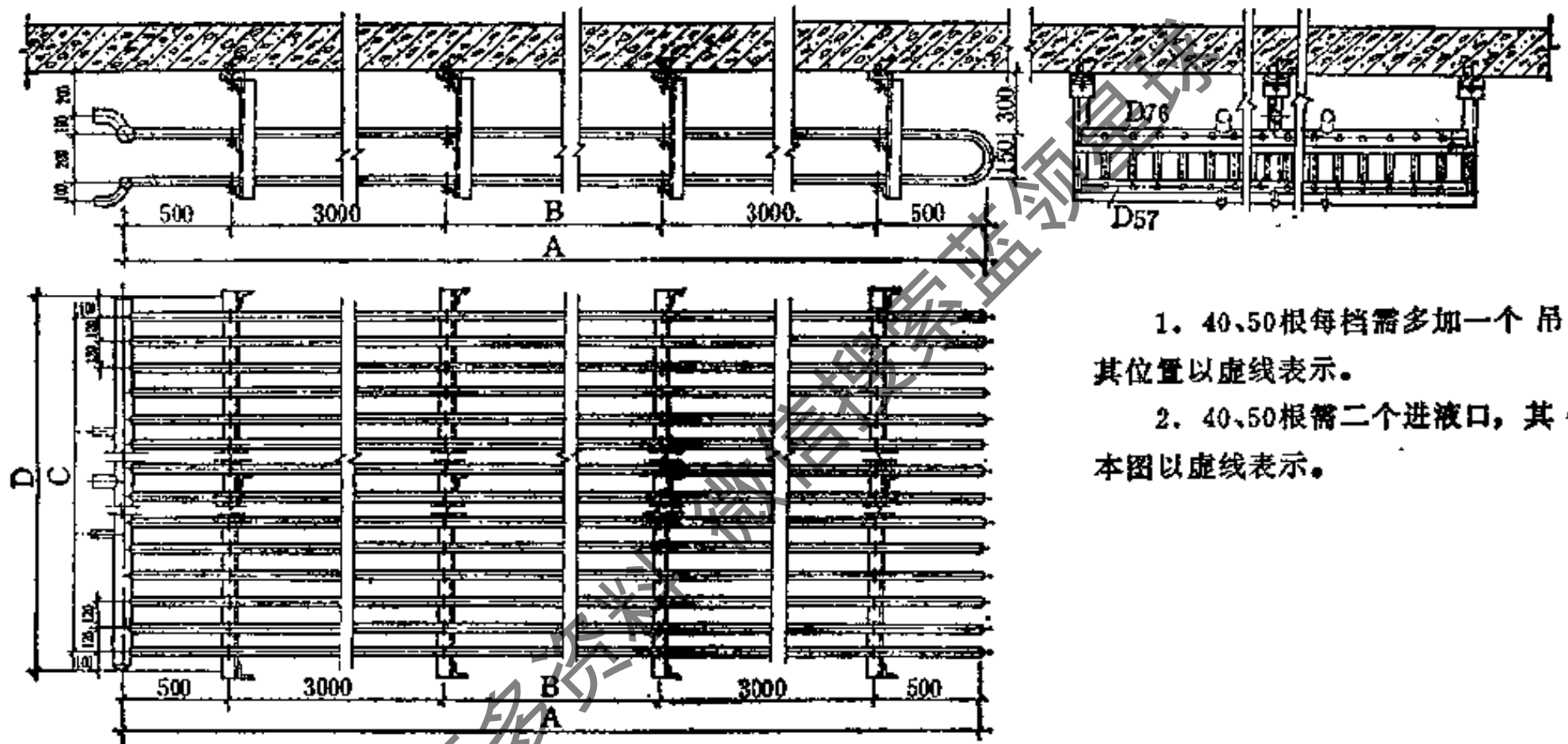
表 4—26

排管形式	C ₁		C ₂	C ₃	
	换算系数	S/D = 4		S/D = 2	非氨泵供液
光滑U形顶排管	1.0	1.0000	$(0.038/D)^{0.18}$	1.0	1.0
单层光滑蛇形顶排管	1.0	0.9750	$(0.038/D)^{0.18}$	1.0	1.1
双层光滑蛇形顶排管	1.0	1.0000	$(0.038/D)^{0.18}$	1.0	1.1
单排光滑蛇形墙排管	1.0	0.9873	$(0.038/D)^{0.16}$	1.0	1.1

3. 部分顶、墙排管规格尺寸

(1) 光滑U形直式顶排管 见书后图 4—14

和表 4—27。



1. 40、50根每档需多加一个吊点，其位置以虚线表示。
2. 40、50根需二个进液口，其位置本图以虚线表示。

图 4—14 光滑U形直式顶排管

注：排管管径D38，液体集管D57，气体集管D76，角钢L50×5

光滑U形直式顶排管规格

表 4—27

A (m)	总根数	B (m)	D (m)	C (m)	角钢挡数	冷却面积 (m ²)	灌氮量 (kg)	A (m)	总根数	B (m)	D (m)	C (m)	角钢挡数	冷却面积 (m ²)	灌氮量 (kg)
4	20	-3.00	1.28	1.08	2	9.7	23.2	-13	20	2×3.00	1.28	1.08	5	31.4	75.4
	30	-3.00	1.88	1.68	2	14.6	35		30	2×3.00	1.88	1.68	5	47.2	113
	40	-3.00	2.48	2.28	2	19.4	46.5		40	2×3.00	2.48	2.28	5	62.9	151
	50	-3.00	3.08	2.88	2	24.5	58.3		50	2×3.00	3.08	2.88	5	78.7	188.7
7	20	0	1.28	1.08	3	17	40.8	16	20	3×3.00	1.28	1.08	6	38.6	92.5
	30	0	1.88	1.68	3	25.5	61.3		30	3×3.00	1.88	1.68	6	58	139
	40	0	2.48	2.28	3	34	81.5		40	3×3.00	2.48	2.28	6	77.2	185
	50	0	3.08	2.88	3	42.6	102		50	3×3.00	3.08	2.88	6	96.5	231.8
10	20	3.00	1.28	1.08	4	24.3	58.3	19	20	4×3.00	1.28	1.08	7	45.7	109.5
	30	3.00	1.88	1.68	4	36.5	83.5		30	4×3.00	1.88	1.68	7	68.6	164.5
	40	3.00	2.48	2.28	4	48.6	116.6		40	4×3.00	2.48	2.28	7	91.5	219.5
	50	3.00	3.08	2.88	4	60.8	146		50	4×3.00	3.08	2.88	7	114.3	274

注：灌氮量按50%计算。

(2) 光滑U形斜式顶排管 见图4—15、4—16和表4—28、4—29。

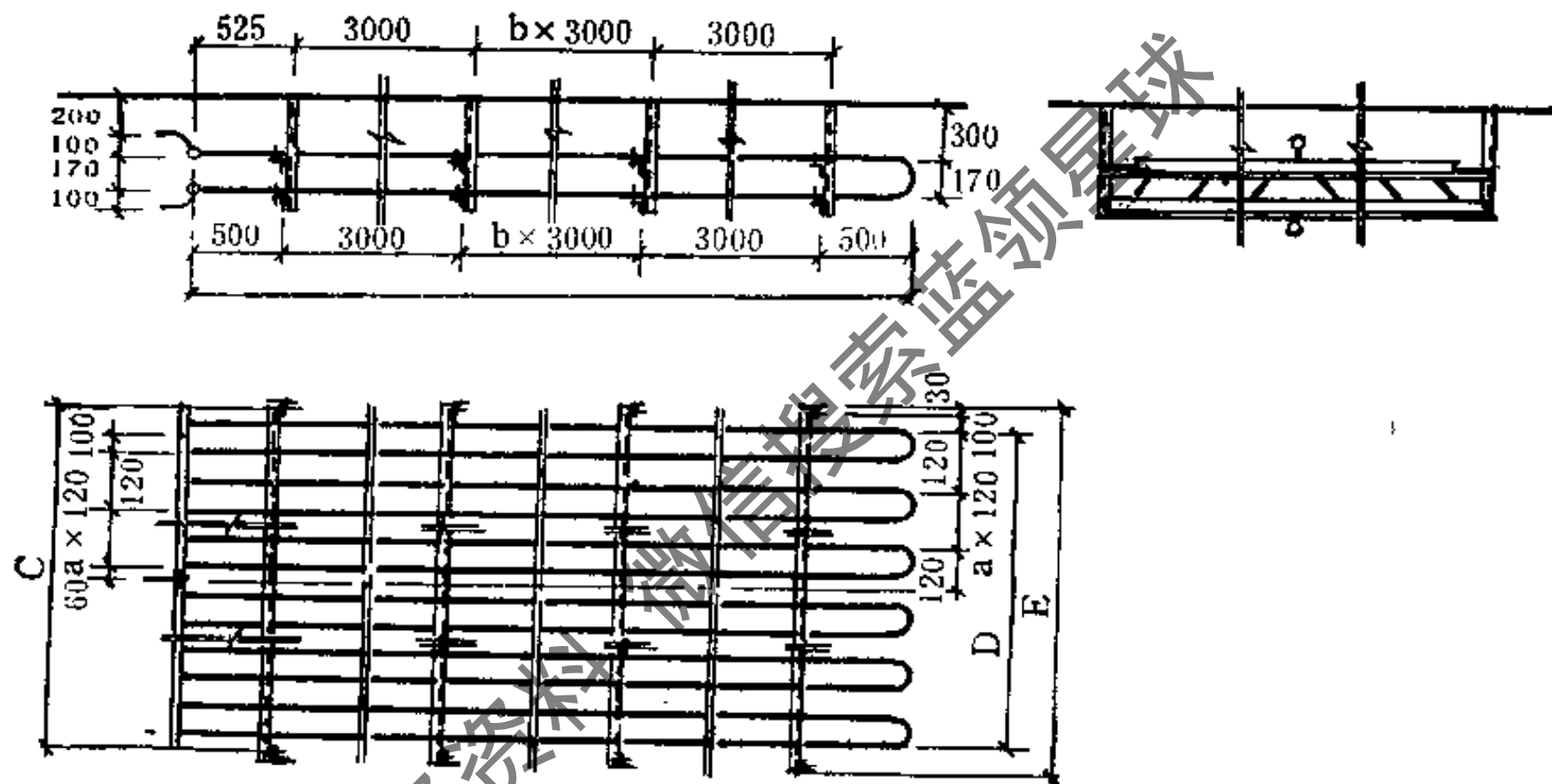


图4—15 光滑U形斜式顶排管(1)

注：排管管径D38，液体集管D57，气体集管D76，角钢L50×5
(总根数32根，36根，水平角钢[63×5])

光滑U形斜式顶排管规格 (I)

表 4—28

L (m)	总根数 (根)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	a (mm)	b (m)	角钢档数 (个)	冷却面积 (m ²)	排管容积 (l)
22	8	680	480	740	0	5×3	8	21	151
	12	920	720	980	1×120	5×3	8	31	226
	16	1160	960	1220	2×120	5×3	8	42	302
	20	1400	1200	1460	3×120	5×3	8	52	377
	24	1640	1440	1700	4×120	5×3	8	63	452
	28	1880	1680	1940	5×120	5×3	8	73	528
	32	2120	1920	2180	6×120	5×3	8	84	603
	36	2360	2160	2420	7×120	5×3	8	94	679
25	8	680	480	740	0	8×3	9	24	172
	12	920	720	980	1×120	6×3	9	36	257
	16	1160	960	1220	2×120	6×3	9	47	343
	20	1400	1200	1460	3×120	6×3	9	59	428
	24	1640	1440	1700	4×120	6×3	9	71	514
	28	1880	1680	1940	5×120	6×3	9	83	600
	32	2120	1920	2180	6×120	6×3	9	95	685
	36	2360	2160	2420	7×120	6×3	9	107	771

(续)

L (m)	总根数 (根)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	a (mm)	b (m)	角钢档数 (个)	冷却面积 (m ²)	排管容积 (l)
28	8	680	480	740	0	7×3	10	26	192
	12	920	720	980	1×120	7×3	10	40	288
	16	1160	960	1220	2×120	7×3	10	53	384
	20	1400	1200	1460	3×120	7×3	10	66	479
	24	1640	1440	1700	4×120	7×3	10	80	575
	28	1880	1680	1940	5×120	7×3	10	93	672
	32	2120	1920	2180	6×120	7×3	10	107	768
	36	2360	2160	2420	7×120	7×3	10	120	864
31	8	680	480	740	0	8×3	11	29	213
	12	920	720	980	1×120	8×3	11	44	319
	16	1160	960	1220	2×120	8×3	11	59	425
	20	1400	1200	1460	3×120	8×3	11	74	531
	24	1640	1440	1700	4×120	8×3	11	88	637
	28	1880	1680	1940	5×120	8×3	11	103	744
	32	2120	1920	2180	6×120	8×3	11	118	850
	36	2360	2160	2420	7×120	8×3	11	133	956

(续)

L	总根数	C	D	E	a	b	角钢档数	冷却面积	排管容积
(m)	(根)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(个)	(m ²)	(l)
34	8	680	480	740	0	9×3	12	32	233
	12	920	720	980	1×120	9×3	12	48	249
	16	1160	960	1220	2×120	9×3	12	65	466
	20	1400	1200	1460	3×120	9×3	12	81	582
	24	1640	1440	1700	4×120	9×3	12	97	698
	28	1880	1680	1940	5×120	9×3	12	113	815
	32	2120	1920	2180	6×120	9×3	12	129	932
	36	2360	2160	2420	7×120	9×3	12	146	1048
37	8	680	480	740	0	10×3	13	35	254
	12	920	720	980	1×120	10×3	13	53	380
	16	1160	960	1220	2×120	10×3	13	70	507
	20	1400	1200	1460	3×120	10×3	13	88	633
	24	1640	1440	1700	4×120	10×3	13	106	760
	28	1880	1680	1940	5×120	10×3	13	123	887
	32	2120	1920	2180	6×120	10×3	13	141	1014
	36	2360	2160	2420	7×120	10×3	13	158	1140

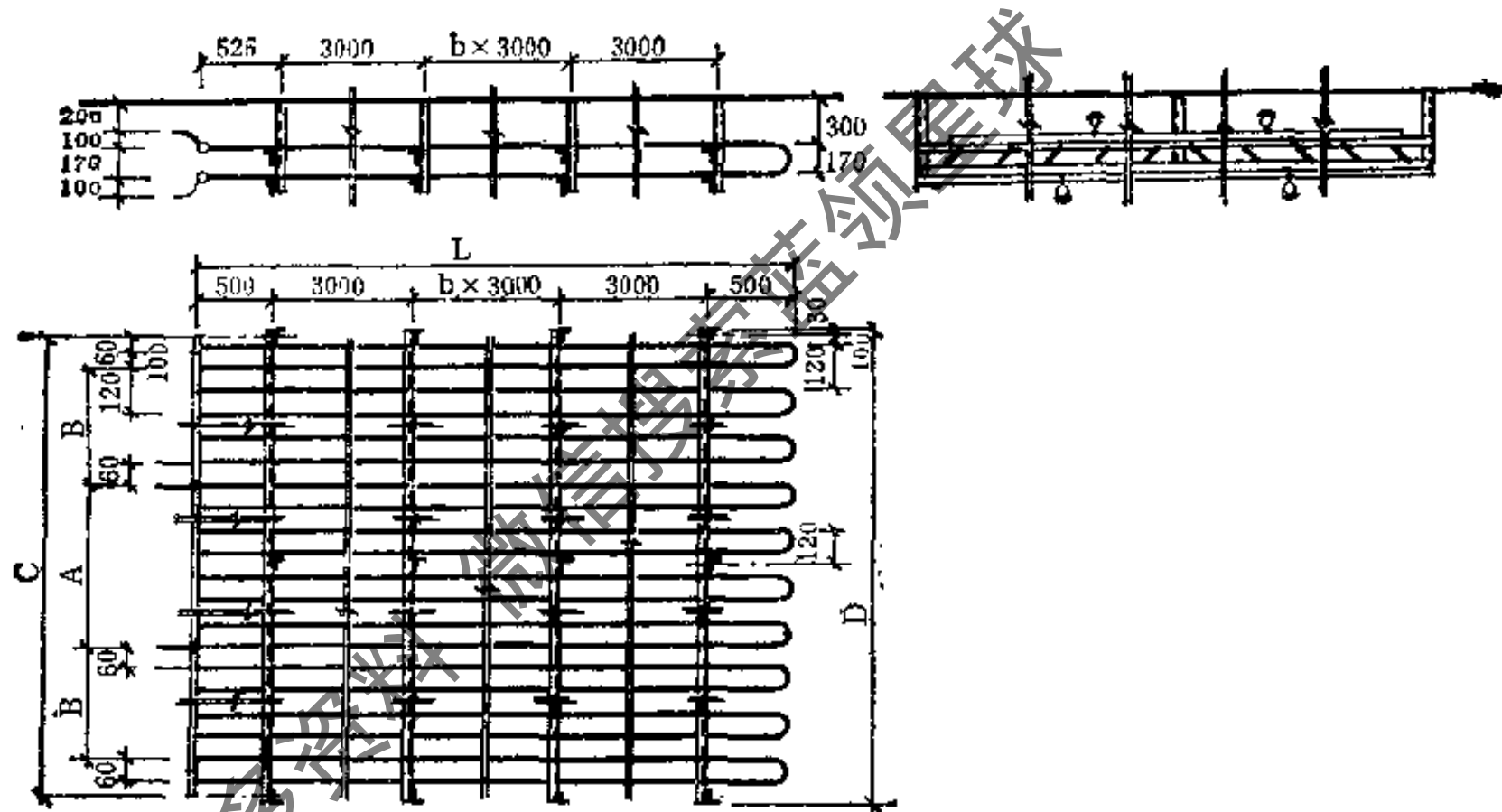


图 4—16 光滑U形斜式顶排管 (I)

注: 排管管径D38, 液体、气体集管D76, 角钢 L50×5

光滑U形斜式顶排管规格 (I)

表 4—29

规格		排管总根数 (根)					
		40	44	48	52	56	60
A (mm)		1200	1440	1440	1680	1680	1920
B (mm)		540	540	660	660	780	780
C (mm)		2600	2840	3080	3320	3560	3800
D (mm)		2660	2900	3140	3380	3620	3860
L = 22m	b (m)	5×3	5×3	5×3	5×3	5×3	5×3
	角钢档数 (个)	8	8	8	8	8	8
	冷却面积 (m ²)	104	115	126	136	146	157
	排管容积 (l)	772	847	923	998	1073	1148
L = 25m	b (m)	6×3	6×3	6×3	6×3	6×3	6×3
	角钢档数 (个)	9	9	9	9	9	9
	冷却面积 (m ²)	119	131	143	155	167	178
	排管容积 (l)	875	960	1046	1131	1217	1302
L = 28m	b (m)	7×3	7×3	7×3	7×3	7×3	7×3
	角钢档数 (个)	10	10	10	10	10	10
	冷却面积 (m ²)	133	146	160	174	186	200
	排管容积 (l)	978	1072	1169	1264	1350	1455

(续)

排管总根数(根)		40	44	48	52	56	60
规格	A(mm)	1200	1440	1440	1680	1680	1920
	B(mm)	540	540	660	660	780	780
	C(mm)	2600	2840	3080	3320	3560	3800
	D(mm)	2660	2900	3140	3380	3620	3860
L = 31m	b(m)	8×3	8×3	8×3	8×3	8×3	8×3
	角钢档数(个)	11	11	11	11	11	11
	冷却面积(m ²)	147	162	177	193	208	224
	排管容积(l)	1081	1185	1292	1397	1494	1609
L = 34m	b(mm)	9×3	9×3	9×3	9×3	9×3	9×3
	角钢档数(个)	12	12	12	12	12	12
	冷却面积(m ²)	162	178	194	210	226	243
	排管容积(l)	1184	1298	1415	1530	1638	1763
L = 37m	b(m)	10×3	10×3	10×3	10×3	10×3	10×3
	角钢档数(个)	13	13	13	13	13	13
	冷却面积(m ²)	176	194	212	229	246	264
	排管容积(l)	1287	1411	1515	1647	1774	1900

(3) 光滑蛇形顶排管:

① 单层光滑蛇形顶排管: 见图 4—17 和表 4—30。

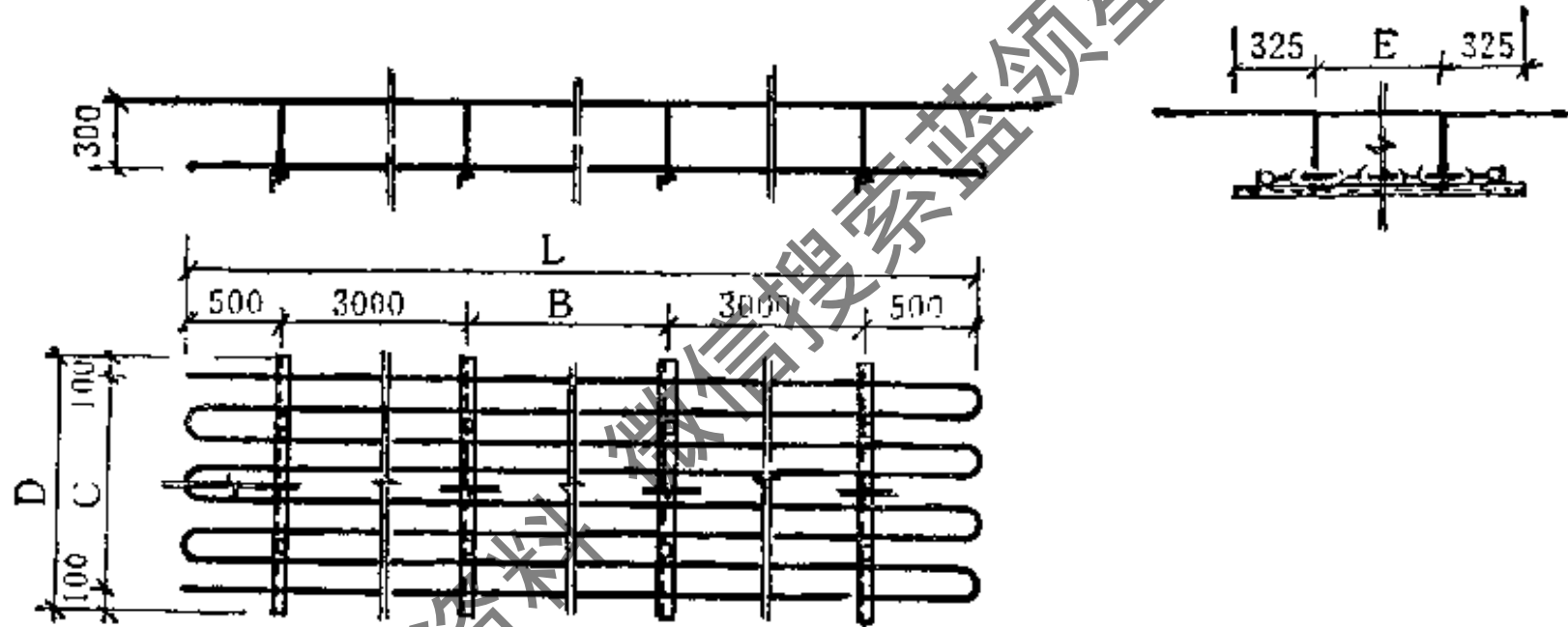


图 4—17 单层光滑蛇形顶排管

注: 排管管径D38, 角钢 $\square 50 \times 5$

单层光滑蛇形顶排管规格

表 4—30

L (m)	管子根数 (根)	排管总长 (m)	尺寸(m)				角钢档数	冷却面积 (m ²)	充氮量 (kg)	备注
			B	C	D	E				
19	16	305	4×3.00	2.25	2.45	1.80	7	36.3	88	
	14	267	4×3.00	1.95	2.15	1.50	7	31.8	77	
	12	229	4×3.00	1.65	1.85	1.20	7	27.2	66	
	10	191	4×3.00	1.35	1.55	0.90	7	22.7	55	
	8	153	4×3.00	1.05	1.25	0.60	7	18.2	44	
16	18	289	3×3.00	2.55	2.75	2.10	6	34.4	83	
	16	257	3×3.00	2.25	2.45	1.80	6	30.6	71	
	14	225	3×3.00	1.95	2.15	1.50	6	26.8	65	
	12	193	3×3.00	1.65	1.85	1.20	6	23.0	55	
	10	161	3×3.00	1.35	1.55	0.90	6	19.2	46	
	8	129	3×3.00	1.05	1.25	0.60	6	15.4	37	
13	18	235	2×3.00	2.55	2.75	2.10	5	28.0	67	
	16	209	2×3.00	2.25	2.45	1.80	5	24.9	60	
	14	183	2×3.00	1.95	2.15	1.50	5	21.8	53	
	12	157	2×3.00	1.65	1.85	1.20	5	18.7	45	
	10	131	2×3.00	1.35	1.55	0.90	5	15.6	38	
	8	105	2×3.00	1.05	1.25	0.60	5	12.5	30	

(续)

L (m)	管子根数 (根)	排管总长 (m)	尺 寸(m)				角钢档数	冷却面积 (m ²)	充氮量 (kg)	备注
			B	C	D	E				
10	18	181	3.00	2.55	2.75	2.10	4	21.5	52	
	16	161	3.00	2.25	2.45	1.80	4	19.2	46	
	14	141	3.00	1.95	2.15	1.50	4	16.8	40	
	12	121	3.00	1.65	1.85	1.20	4	14.4	35	
	10	101	3.00	1.35	1.55	0.90	4	12.0	29	
	8	81	3.00	1.05	1.25	0.60	4	9.6	23	
7	18	127	0	2.55	2.75	2.10	3	15.1	36	
	16	113	0	2.25	2.45	1.80	3	13.4	32	
	14	99	0	1.95	2.15	1.50	3	11.8	28	
	12	85	0	1.65	1.85	1.20	3	10.1	24	
	10	71	0	1.35	1.55	0.90	3	8.5	20	
	8	57	0	1.05	1.25	0.60	3	6.8	16	
4	18	73	-3.00	2.55	2.75	2.10	2	8.7	21	
	16	65	-3.00	2.25	2.45	1.80	2	7.7	19	
	14	57	-3.00	1.95	2.15	1.50	2	6.8	16	
	12	49	-3.00	1.65	1.85	1.20	2	5.8	14	
	10	41	-3.00	1.35	1.55	0.90	2	4.9	12	
	8	33	-3.00	1.05	1.25	0.60	2	3.9	9.5	

②双层光滑蛇形顶排管见图 4—18和表 4—31;

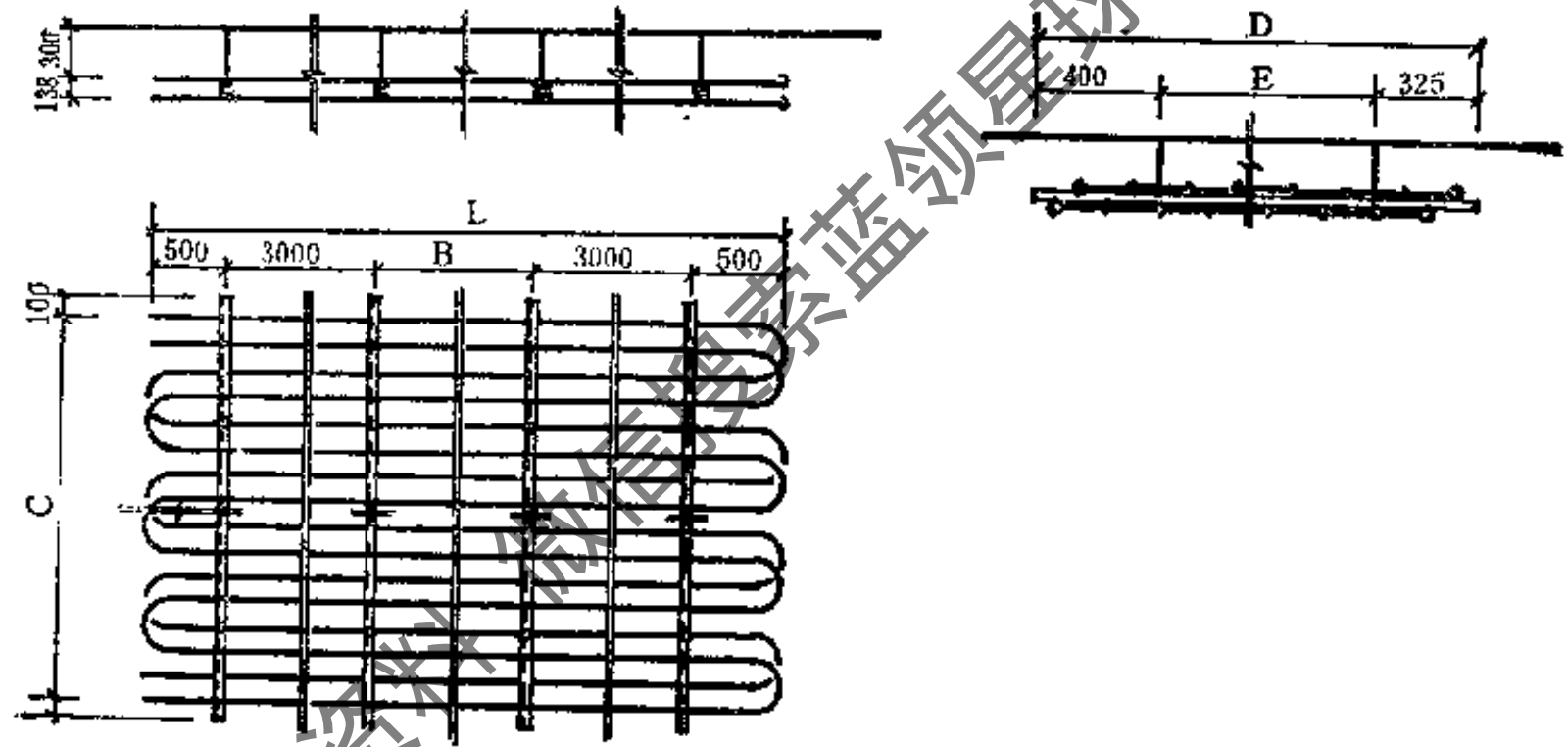


图 4—18 双层光滑蛇形顶排管
注：排管管径D38，槽钢 [100×5.3

双层光滑蛇形顶排管规格

表 4—31

L (m)	管子根数 (根)	排管总长 (m)	尺 寸(m)				槽钢档数	冷却面积 (m ²)	充氮量(下 进上山) (kg)	备注
			B	C	D	E				
19	16×2	610	4×3.00	2.325	2.525	1.80	7	72.6	175	
	14×2	534	4×3.00	2.025	2.225	1.50	7	63.5	153	
	12×2	458	4×3.00	1.725	1.925	1.20	7	54.5	131	
	10×2	382	4×3.00	1.425	1.625	0.90	7	45.4	110	
	8×2	306	4×3.00	1.125	1.325	0.60	7	36.4	88	
16	18×2	578	3×3.00	2.625	2.825	2.10	6	68.8	166	
	16×2	514	3×3.00	2.325	2.525	1.80	6	61.2	148	
	14×2	450	3×3.00	2.025	2.225	1.50	6	53.6	129	
	12×2	386	3×3.00	1.725	1.925	1.20	6	46.0	111	
	10×2	322	3×3.00	1.425	1.625	0.90	6	38.3	92	
	8×2	258	3×3.00	1.125	1.325	0.60	6	30.7	74	
13	18×2	470	2×3.00	2.625	2.825	2.10	5	56.0	135	
	16×2	418	2×3.00	2.325	2.525	1.80	5	49.8	120	
	14×2	366	2×3.00	2.025	2.225	1.50	5	43.6	105	
	12×2	314	2×3.00	1.725	1.925	1.20	5	37.4	90	
	10×2	262	2×3.00	1.425	1.625	0.90	5	31.2	75	
	8×2	210	2×3.00	1.125	1.325	0.60	5	25.0	61	

(续)

L (m)	管子根数 (根)	排管总长 (m)	尺寸(m)				槽钢档数	冷却面积 (m ²)	充氮量(下 进上出) (kg)	备注
			B	C	D	E				
10	18×2	362	3.00	2.625	2.825	2.10	4	43.0	104	
	16×2	322	3.00	2.325	2.525	1.80	4	38.3	92	
	14×2	282	3.00	2.025	2.225	1.50	4	33.6	81	
	12×2	242	3.00	1.725	1.925	1.20	4	28.8	69	
	10×2	202	3.00	1.425	1.625	0.90	4	24.0	58	
	8×2	162	3.00	1.125	1.325	0.60	4	19.3	46	
7	18×2	254	0	2.625	2.825	2.10	3	30.2	73	
	16×2	226	0	2.325	2.525	1.80	3	27.0	65	
	14×2	198	0	2.025	2.225	1.50	3	23.6	57	
	12×2	170	0	1.725	1.925	1.20	3	20.2	49	
	10×2	142	0	1.425	1.625	0.90	3	16.9	41	
	8×2	114	0	1.125	1.325	0.60	3	13.6	33	
4	18×2	146	-3.00	2.625	2.825	2.10	2	17.4	42	
	16×2	130	-3.00	2.325	2.525	1.80	2	15.5	37	
	14×2	114	-3.00	2.025	2.225	1.50	2	13.6	33	
	12×2	98	-3.00	1.725	1.925	1.20	2	11.7	28	
	10×2	82	-3.00	1.425	1.625	0.90	2	9.8	24	
	8×2	66	-3.00	1.125	1.325	0.60	2	7.9	19	

(4) 光滑蛇形墙排管:

①光滑蛇形高墙排管: 见图 4—19和表 4—32。

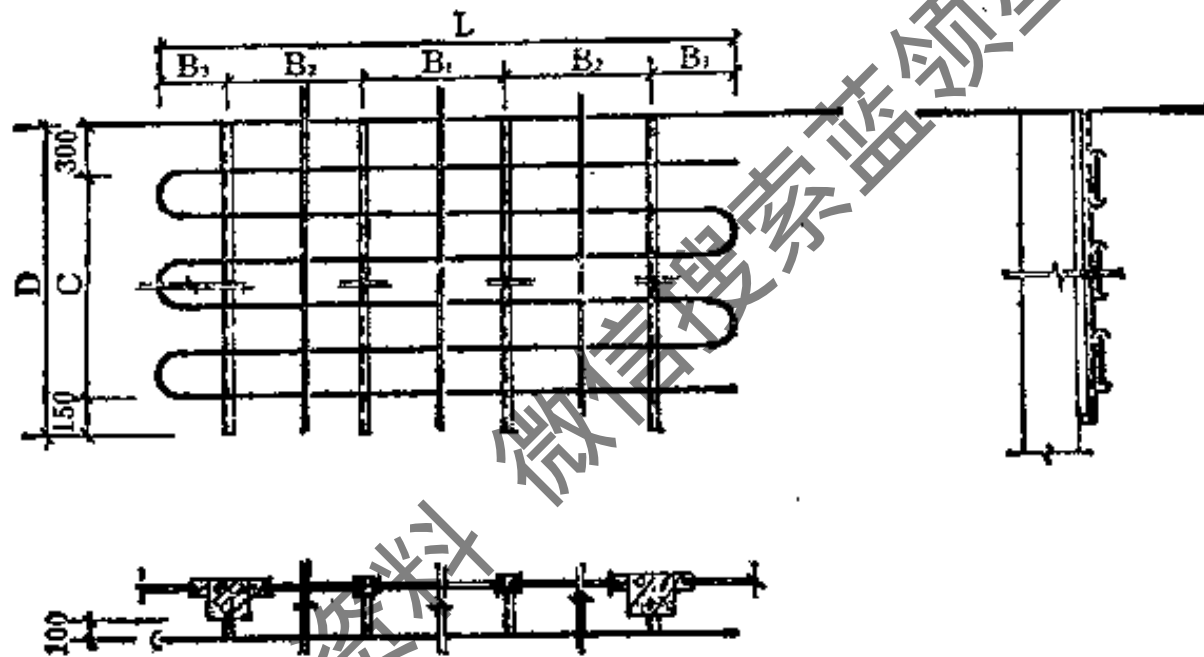


图 4—19 光滑蛇形高墙排管

注: 排管管径D38, 角钢 L50×5

光滑蛇形高墙排管规格

表 4—32

L (m)	管子根数 (根)	排管总长 (m)	尺寸(m)		角钢档数	冷却面积 (m ²)	充氮量(下 进上出) (kg)	备 注
			C	D				
15	12	180.9	1.65	2.10	8	21.5	51.9	
	10	150.8	1.35	1.80	8	17.9	43.2	
	8	120.6	1.05	1.50	8	14.3	34.6	
	6	90.4	0.75	1.20	8	10.7	26	
	4	60.3	0.45	0.90	8	7.1	17.3	
13	12	156.9	1.65	2.10	7	18.7	45	
	10	130.8	1.35	1.80	7	15.6	37.5	
	8	104.6	1.05	1.50	7	12.4	30	
	6	78.4	0.75	1.20	7	9.3	22.5	
	4	52.3	0.45	0.90	7	6.2	15	
11	12	132.9	1.65	2.10	6	15.8	38.1	
	10	110.8	1.35	1.80	6	13.1	31.7	
	8	88.6	1.05	1.50	6	10.5	25.4	
	6	66.4	0.75	1.20	6	7.9	19	
	4	44.3	0.45	0.90	6	5.3	12.7	

(续)

L (m)	管子根数 (根)	排管总长 (m)	尺寸(m)		角钢档数	冷却面积 (m ²)	充氮量(下 进上出) (kg)	备注
			C	D				
9	12	108.9	1.65	2.10	5	13.0	31.3	
	10	90.8	1.35	1.80	5	10.8	26	
	8	72.6	1.05	1.50	5	8.6	21	
	6	54.4	0.75	1.20	5	6.5	15.6	
	4	36.3	0.45	0.90	5	4.3	10.4	
7	12	84.9	1.65	2.10	4	10.1	24.4	
	10	70.8	1.35	1.80	4	8.4	20.3	
	8	56.6	1.05	1.50	4	6.7	16.2	
	6	42.4	0.75	1.20	4	5.0	12.1	
	4	28.3	0.45	0.90	4	3.4	8.1	
5	12	60.9	1.65	2.10	3	7.2	17.5	
	10	50.8	1.35	1.80	3	6.0	14.6	
	8	40.6	1.05	1.50	3	4.8	11.7	
	6	30.4	0.75	1.20	3	3.6	8.7	
	4	20.3	0.45	0.90	3	2.4	5.8	

②光滑蛇形低墙排管：见图4—20和表4—33。

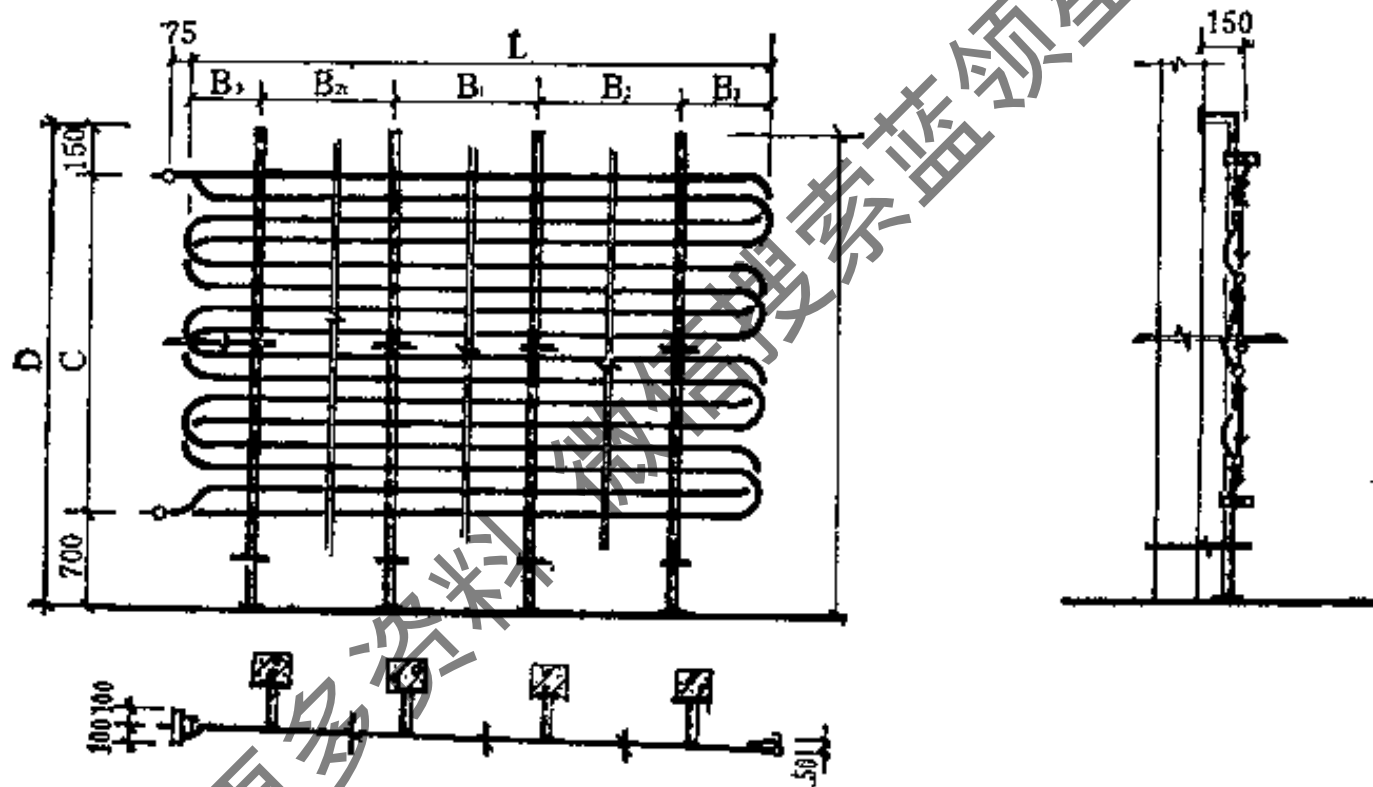


图4—20 光滑蛇形低墙排管

注：排管管径D38，角钢 L50×5

光滑蛇形低地排管规格

表 4—33

L (m)	管子根数 (根)	排管总长 (m)	尺 寸(m)		角钢档数	冷却面积 (m ²)	充氮尿(下 进上出) (kg)	备 注
			C	D				
15	40	603.5	2.925	3.775	8	71.8	173	
	36	543.2	2.625	3.475	8	64.7	156	
	32	482.8	2.325	3.175	8	57.5	139	
	28	422.5	2.025	2.875	8	50.3	121	
	24	362.1	1.725	2.575	8	43.1	104	
13	40	523.5	2.925	3.775	7	62.3	150	
	36	471.2	2.625	3.475	7	56.1	135	
	32	418.8	2.325	3.175	7	49.8	120	
	28	366.5	2.025	2.875	7	43.6	105	
	24	314.1	1.725	2.575	7	37.4	90	
11	40	443.5	2.925	3.775	6	52.8	127	
	36	399.2	2.625	3.475	6	47.5	115	
	32	354.8	2.325	3.175	6	42.2	102	
	28	310.5	2.025	2.875	6	37.0	89	
	24	266.1	1.725	2.575	6	31.7	76	

(续)

L (m)	管子根数 (根)	排管总长 (m)	尺寸(m)		角钢档数	冷却面积 (m ²)	充氮量(下 进上出) (kg)	备注
			C	D				
9	40	353.5	2.925	3.775	5	43.3	104	
	36	327.2	2.625	3.475	5	39.0	94	
	32	290.8	2.325	3.175	5	34.6	83	
	28	254.5	2.025	2.875	5	30.3	73	
	24	218.1	1.725	2.575	5	26.0	63	
7	40	283.5	2.925	3.775	4	33.7	81	
	36	255.2	2.625	3.475	4	30.4	73	
	32	226.8	2.325	3.175	4	27.0	65	
	28	198.5	2.025	2.875	4	23.6	57	
	24	170.1	1.725	2.575	4	20.2	49	
5	40	203.5	2.925	3.775	3	24.2	58	
	36	183.2	2.625	3.475	3	21.8	53	
	32	162.8	2.325	3.175	3	19.4	47	
	28	142.5	2.025	2.875	3	17.0	41	
	24	122.1	1.725	2.575	3	14.5	35	

(三) 冷 风 机

1. 冷风机的简介和规格

冷风机是依靠通风机使冷间内的空气通过冷风机的冷却排管，产生热交换将空气冷却，从而达到降低冷却温度的目的。

冷风机可以装设在冷间内，也可装设在穿堂内。如装设在穿堂内时，应按温差情况将冷风机外壳加包保温层。

冷风机分为两大类：

(1) 干式冷风机：这种冷风机的传热是空气

通过冷风机内管簇的外壁进行热交换，有落地式冷风机和吊顶式冷风机。目前，这种冷风机在冷库中采用较多。

(2) 湿式冷风机：这种冷风机的传热系直接由空气和冷风机内低温冷媒液体（如盐水等）进行热交换。

此外，还有干湿混合式冷风机。在这种冷风机中，除有冷却排管外，还用盐水或不冻液淋洗。

干式冷风机的规格和外形尺寸参见图 4—21、4—22、4—23、4—24 和表 4—34、4—35，设计时应按制造厂提供的样本选用。

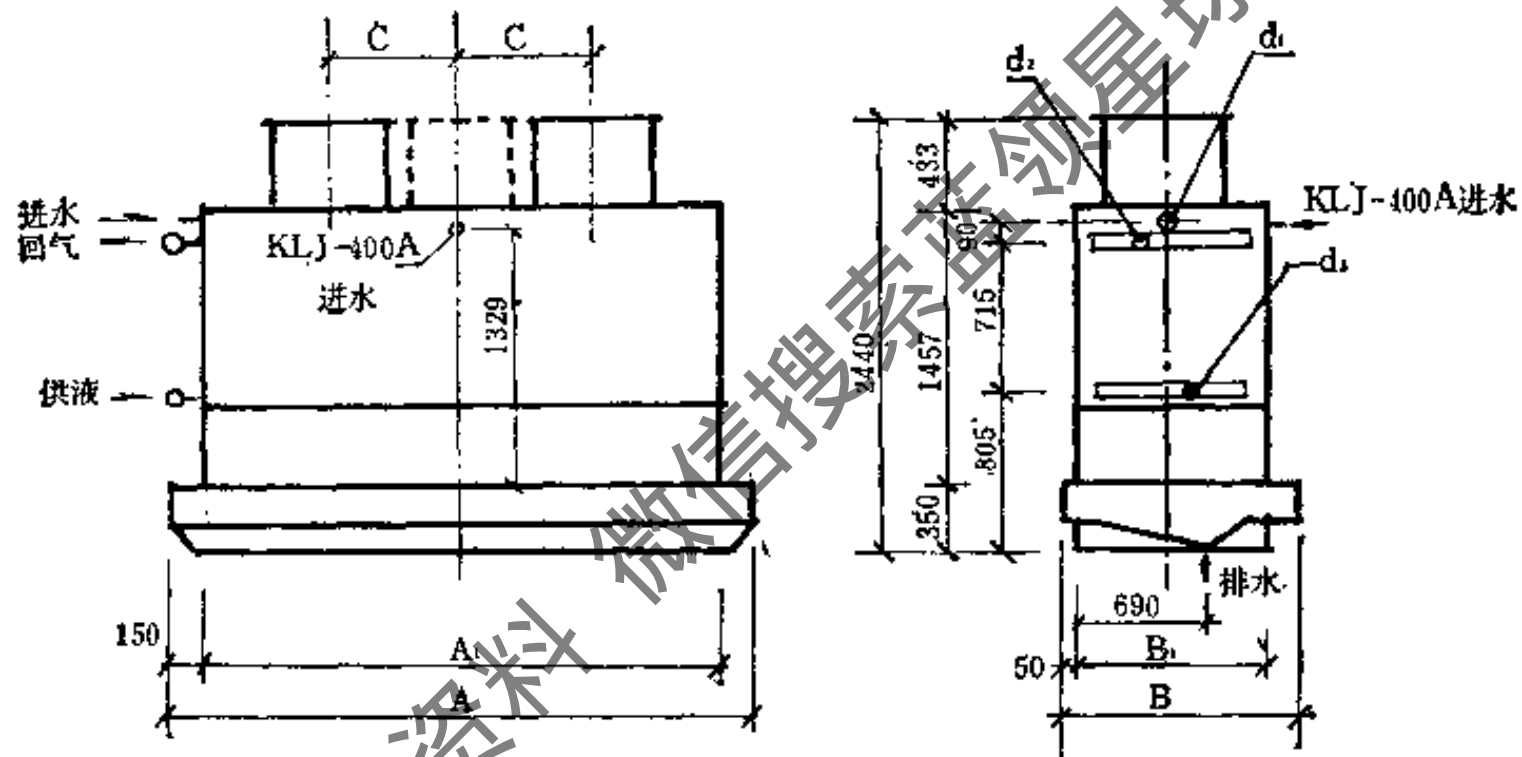


图 4-21 KLL-125A、150A、200A、250A、300A、350A

KLL-150A、250A、350A

KLJ-200A、300A、350A、400A

冷风机外形

注：排水口位置在水盘折线上任意位置开孔。

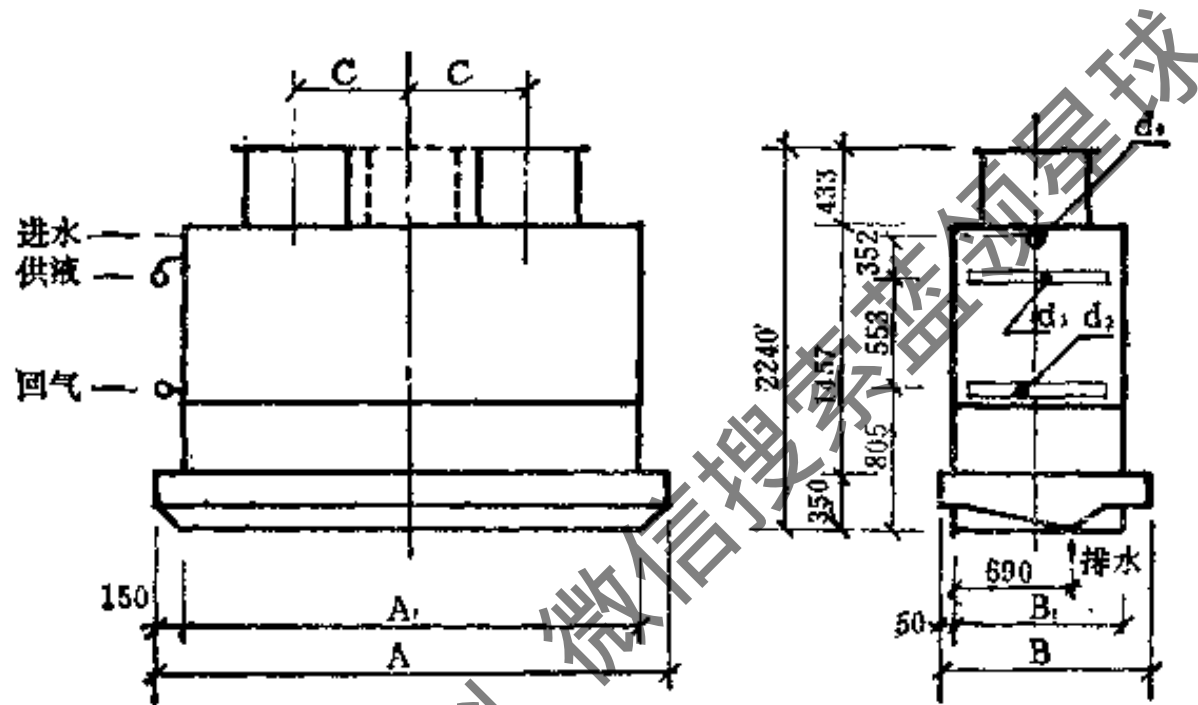


图 4—22 KLD-150B、200B、250B、300B、350B

KLL-150B、250B、350B 冷风机外形

注：排水口位置在水盘折线上任意位置开孔

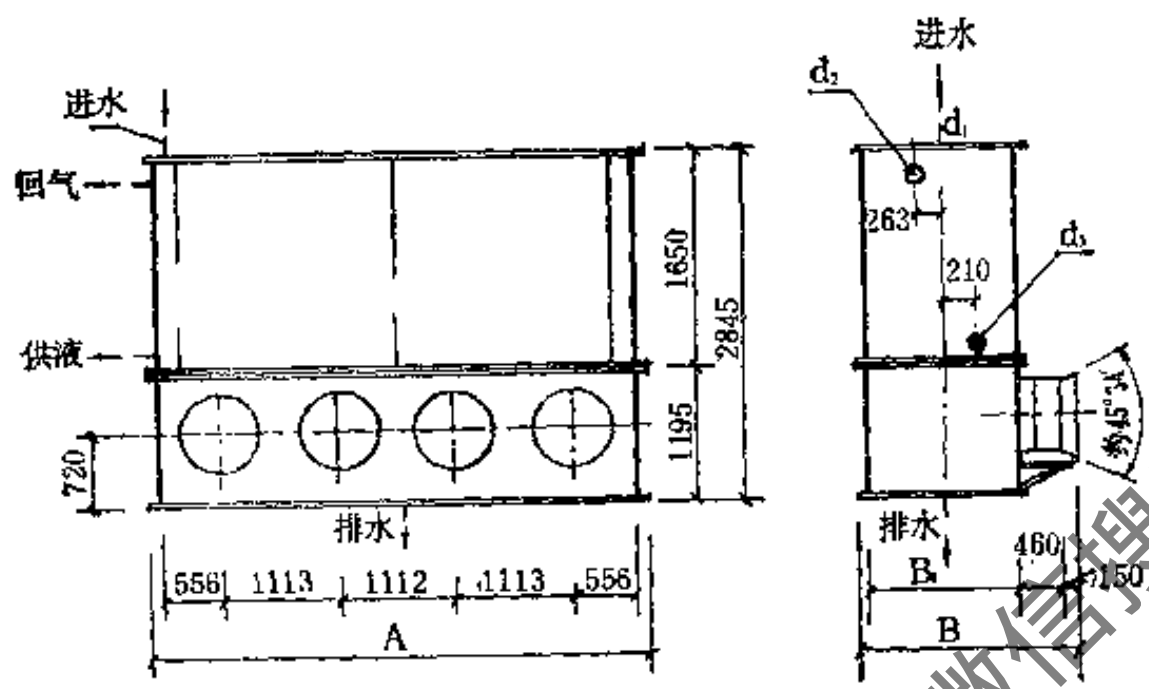


图 4—24 LT-500冷风机外形

2. 干式冷风机计算

(1) 冷风机冷却面积 A (m^2) 的计算:

$$A = Q_q / K \Delta t \quad (4-70)$$

式中: Q_q ——冷间冷却设备负荷 (W)。

K ——冷风机传热系数 ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)。

Δt ——冷间空气温度与制冷剂温度差 ($^\circ C$)。

(2) 传热系数 K 值 冷风机的传热系数可近似地按表 4—36 所列数值采用。

(3) 冷间空气温度与制冷剂温度差

Δt :

- ① 冷却间, Δt 一般采用 $10-15^\circ C$ 。
- ② 冻结物冷藏间和冻结间, Δt 可采用 $7-10^\circ C$ 。

③ 冷却物冷藏间相对湿度要求在 90% 左右时, Δt 可在 $4.5-5.5^\circ C$ 范围内选用。

④ 冷却物冷藏间相对湿度要求在 80% 左右时, Δt 可在 $5.5-6.5^\circ C$ 内选用。

⑤ 冷却物冷藏间相对湿度要求在 75% 左右时,

干式冷风机性能

表 4-34

型 号	冷却表 面 积 (m ²)	通 风 机					电 动 机		
		型 号	台数 (台)	风量(m ³ /h)		全风压 (Pa)	型 号	功 率	
				一 台	合 计			一 台	合 计
KLD-125	127	T-40-11-L 6°-4-20*	1	9990	9990	200		1.1	1.1
KLD-150	155	T-40-11-L 6°-4-25	1	12900	12900	202		1.1	1.1
KLD-200	200	T-40-11-L 6°-4-20	2	9990	19980	200		1.1	2.2
KLD-250	258	T-40-11-L 6°-4-20	2	9990	19980	200		1.1	2.2
KLD-300	300	T-40-11-L 6°-4-25	2	12900	25800	202		1.1	2.2
KLD-350	344	T-40-11-L 6°-4-25	2	12900	25800	202		1.1	2.2
KLL-125	127	T-40-11-L 4°-6-35	1	10101	10101	586.4		2.2	2.2
KLL-150	155	T-40-11-L 4°-6-35	1	10101	10101	586.4		2.2	2.2
KLL-250	258	T-40-11-L 4°-6-35	2	10101	20202	586.4		2.2	4.4
KLL-350	344	T-40-11-L 4°-6-35	3	10101	30303	586.4		2.2	6.6
KLJ 200	200	T-40-11-L 6°-4-20	2	9990	19980	200		1.1	2.2
KLJ-300	300	T-40-11-L 6°-4-25	3	12900	38700	202		1.1	3.3
KLJ-350	344	T-40-11-L 6°-4-25	3	12900	38700	202		1.1	3.3
KLJ-400	400	T-40-11-L 6°-4-35	3	15700	47100	266.7		2.2	6.6
LT-360	360	LFF 7°-4	3	18000	54000	299.1		2.2	6.6
LT-400	400	LFF 7°-4	3	18000	54000	299.1		2.2	6.6
LT-500	500	LFF 7°-4	4	18000	68000	299.1		2.2	8.8

* 6°为风机号, 4为叶片数, 20为叶片的角度。

式中： p ——通风机全风压 (Pa)。

Δp_c ——通过翅片管的空气阻力损失见图 4—25 (Pa)。

Δp_m ——包括风道、喷风口和其他管件在内的全部阻力损失 (Pa)。

ρ ——温度为 t_z 时的空气密度 (kg/m^3)。

(8) 通风机功率计算：

① 离心式通风机：

$$P = q_v p K / 1000 \eta \eta_n 3600 \quad (4-75)$$

式中： P ——通风机功率 (kW)。

q_v ——通风机风量 (m^3/h)。

p ——通风机全风压 (Pa)。

K ——电动机容量储备系数，见表 4—37。

η ——通风机效率。

η_n ——皮带传动效率，一般采用 0.9—0.95，

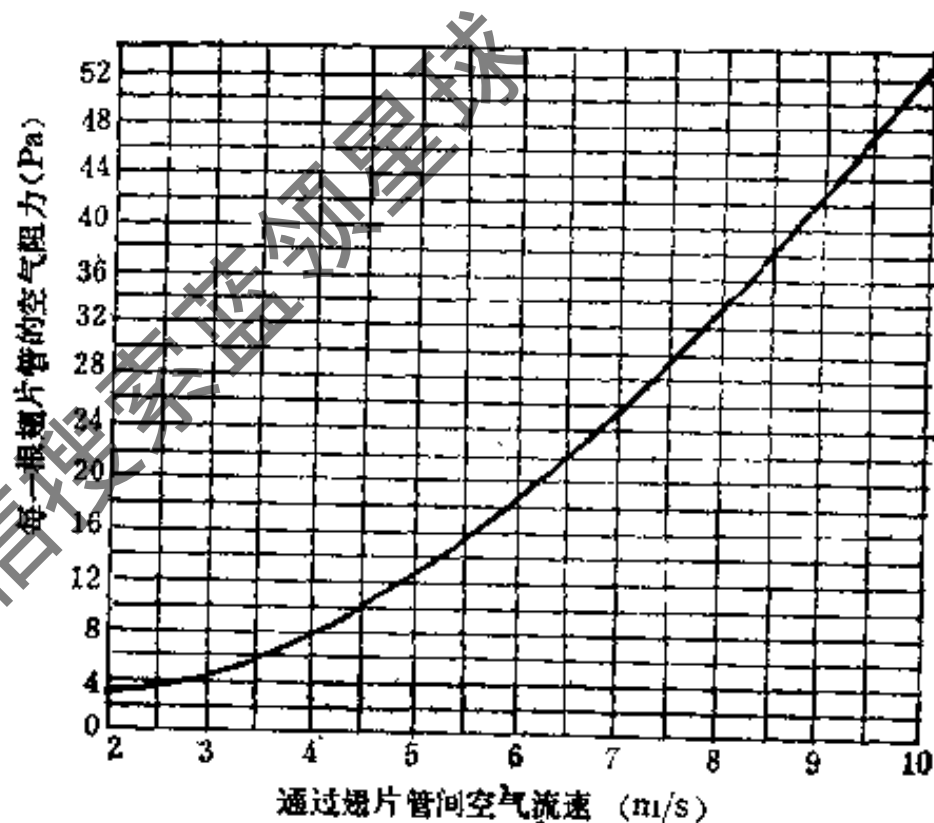


图 4—25 通过冷风机翅片管的空气阻力

电动机容量的储备系数K值

表4—37

电动机容量 kW	离心式通风机	轴流式通风机
	K	K
≤0.5	1.5	1.1
≤1.0	1.3	
≤2.0	1.2	
≤6.0	1.15	
>5	1.1	

直接联动取1。

1000——牛顿·米/秒换算成千瓦。

②轴流式通风机:

$$P = q_v p K / 1000 \eta 3600 \quad (4-76)$$

式中: P ——通风机功率(kW)。

q_v ——通风机风量(m^3/h)。

p ——通风机全风压(Pa)。

K ——电动机容量储备系数, 见表4—37。

η ——通风机效率。

(9) 融霜水量计算:

$$V = 0.035 A t \quad (4-77)$$

式中: V ——冷风机融霜水量(m^3)。

A ——冷风机冷却面积(m^2)。

0.035——冷风机每平方米冷却面积所需融霜水量($m^3/m^2 \cdot h$)。

t ——融霜延续时间, 一般采用(1/3—1/4)h。

(四) 均匀送风道

1. 冷间配风系统的一般原则

(1) 均匀送风道内空气流速, 首段采用8—12m/s, 末段采用1—2m/s。

(2) 保证货间有均匀分布的气流及流速, 对

大多数货物来说，货间风速采用 0.25m/s 是较为适宜的。

(3) 由于送风口风速较高、空气温度较低，冷却物冷藏间内货物如处于射流区，容易冻伤；冻结物冷藏间内未包装货物处于射流区，干耗加大。吹风冷藏间的货物，均应处于回流区。为了扩大适宜于商品贮存的回流区，射流区应尽量压缩，应在冷藏间顶部形成水平的均匀射流，有条件时形成贴附射流则更好。

(4) 送风口送风速度，应能满足射程的要求。一般要求到达墙面时，射流速度接近于零，气流从这点开始进入回流区。

(5) 构造简单，制作方便，空气阻力小。

2. 带圆形喷风口的均匀送风道

(1) 均匀送风道的高度，一般采用 $450\text{—}500\text{mm}$ ，宽度根据风量和空气流速选定。

(2) 每个圆形喷风口风量，一般采用 $400\text{m}^3/\text{h}$ 。喷风口风速，一般采用 $12\text{—}19\text{m/s}$ 。

(3) 喷风口轴心线与无梁楼板水平面成 17° 角。

(4) 经过喷风口的空气阻力，按下式计算

$$\Delta p_{pc} = 9.807 w^2 \rho / 2 g \xi \quad (4-78)$$

式中： Δp_{pc} ——喷风口的空气阻力损失 (Pa)。

w ——喷风口空气流速 (m/s)。

ρ ——空气密度 (kg/m^3)。

g ——重力加速度 ($g = 9.81\text{m}/\text{s}^2$)。

ξ ——喷风口有效系数。一般采用 0.95 。

(5) 水平射程可按下式计算：

$$Y = \frac{d_s}{A} \left(\frac{0.226 w}{w_m} - 0.145 \right)$$

(4-79)

式中： Y ——喷口至射流终端的距离 (m)。

量 V_x 可按式计算

$$V_x = (V - VX/L) \quad (4-81)$$

式中： V_x ——距送风道进风口 x 处的空气流量
(m^3/h)。

V ——送风道进口处的风量 (m^3/h)。

L ——风道长度 (m)。

X ——距送风道始端的距离 (m)。

则风道断面 f 可由下式计算：

$$f = (V - VX/L) / w \quad (4-82)$$

冷库用风道，一般高度不变，风道宽度随着离进风口的距离增大而逐渐缩小。若矩形风道的短边以 b 表示，长边由 ab 表示，则平均当量直径 D (m)为：

$$D = 4ab^2 / (2ab + 2b) \quad (4-83)$$

风道断面 f (m^2) 为：

$$f = ab^2 = (V - VX/L) / w \quad (4-84)$$

风道高度 b (m) 为：

$$b = \sqrt{(V - VX/L) / aw} \quad (4-85)$$

风道周边长

$$U = \left[2b + \frac{2(V - yX/L)}{wb} \right] \quad (4-86)$$

则

$$D = 4(V - VX/L) /$$

$$w \left[2b + \frac{2(V - VX/L)}{wb} \right] \quad (4-87)$$

将 D 代入

$$\frac{dw}{dX} = -\frac{\lambda}{Y_p} \left[\frac{1}{4b} w + \frac{bw^2}{4(V - VX/L)} \right]$$

令 $Z = 1/w$ $Y = (V - VX/L)$ 代入式

$$Z = e^{\lambda x / 4Y_p b} \left\{ c - e^{-\lambda L / 4Y_p b} \left(\frac{\lambda b L}{4Y_p V} \right) \left[\ln Y + \frac{\lambda Y L}{4Y_p V b} + \left(\frac{\lambda Y L}{4Y_p V b} \right)^2 \frac{1}{2 \times 2!} + \left(\frac{\lambda Y L}{4Y_p V b} \right)^3 \frac{1}{3 \times 3!} + \dots + \left(\frac{\lambda Y L}{4Y_p V b} \right)^n \frac{1}{n \times n!} \right] \right\} \quad (4-88)$$

积分常数C取决于风道始端空气流速 w_0 ，可由下式求得：

$$C = \frac{1}{w_0} + e^{-\lambda L / 4Y_p b} \left(\frac{\lambda b L}{4Y_p V} \right) \left\{ \ln y + \frac{\lambda L}{4Y_p b} + \left(\frac{\lambda L}{4Y_p b} \right)^2 \frac{1}{2 \times 2!} + \left(\frac{\lambda L}{4Y_p b} \right)^3 \frac{1}{3 \times 3!} + \dots + \left(\frac{\lambda L}{4Y_p b} \right)^n \frac{1}{n \times n!} \right\}$$

当 x/L 值小时，计算到第三档 $\left(\frac{\lambda L}{4Y_p b} \right)^3$

$\frac{1}{3 \times 3!}$ 已足够精确要求。

当 x/L 值大时，计算到第二档 $\left(\frac{\lambda L}{4Y_p b} \right)^2$

$\frac{1}{2 \times 2!}$ 已够精确要求。

4. 带百页窗口的均匀送风道

(1) 计算送风口个数 n ：

$$n = BH / (ax/\bar{x})^2 \quad (4-90)$$

式中： B ——送风侧房间宽度(m)。

H ——房间高度(m)。

a ——送风口紊流系数。百页窗送风口取0.14。

x ——射程。它等于沿送风方向的房间深度

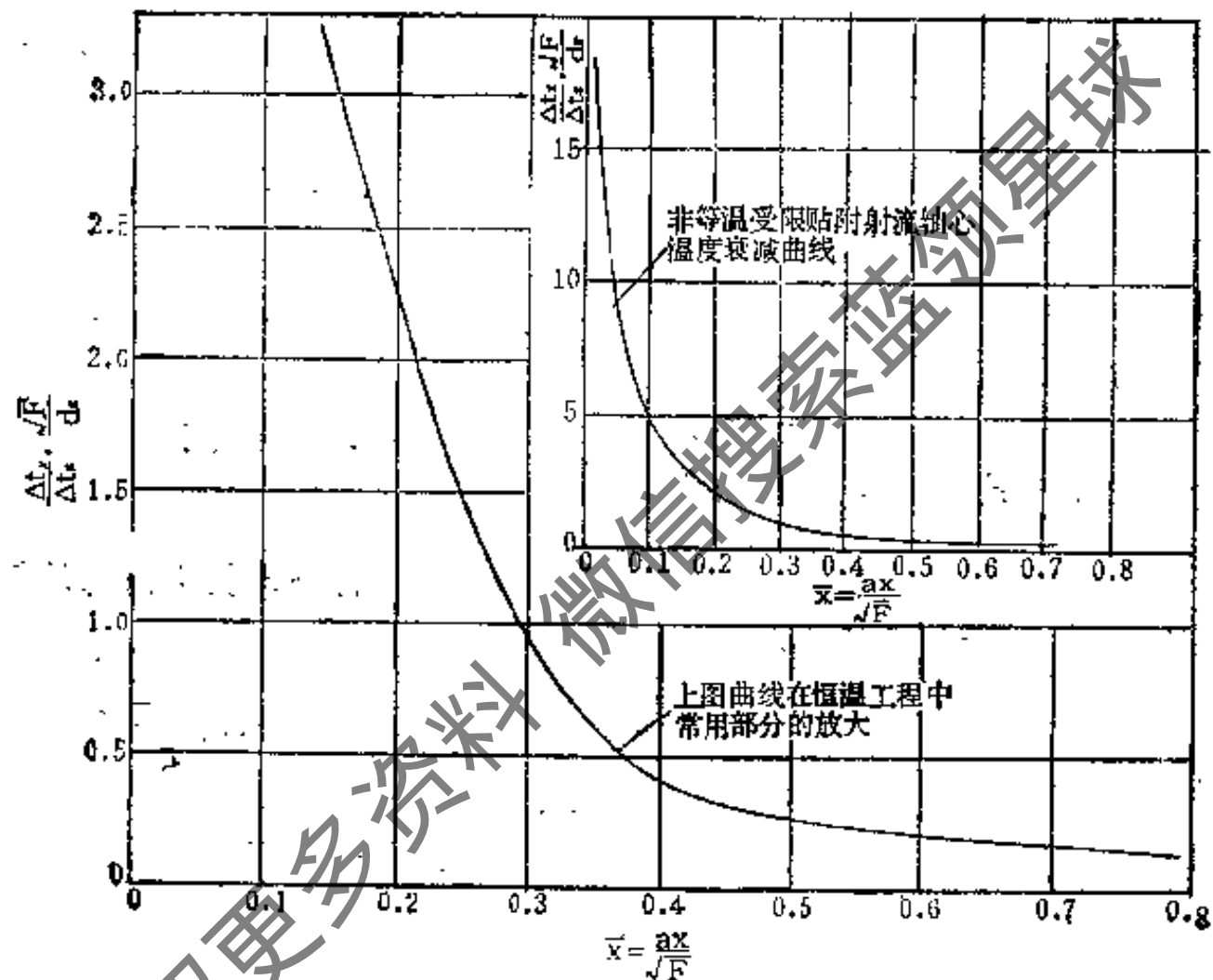


图 4—27 非等温受限射流轴心温差衰减曲线
(摘自“空气调节设计手册”1983年版P240)

减去1 (m)。

\bar{x} ——射流相对射程, $\bar{x} = ax/\sqrt{F}$ (m)。

F ——每个送风口所管辖的房间横截面(m²)。

$$F = BH/n \quad (4-91)$$

\bar{x} 可根据 $\Delta t_x/\Delta t_s$ 乘以 \sqrt{F}/d_s 的积查图 4-27。

Δt_x ——射流进入工作区前, 轴心与室内温度之差。它的取值如下:

当允许温度波动范围(即空调精度) $\Delta t_j \leq 0.5^\circ\text{C}$ 时 Δt_x 取 $0.4-0.5\Delta t_j$;

当 $\Delta t_j > 0.5^\circ\text{C}$ 时, Δt_x 取 $0.5-0.9\Delta t_j$;

当设计工艺对区域温度无要求时, $\Delta t_x = \Delta t_j$ 。

d_s ——送风口的当量直径(m)。

按求得的 \bar{x} 值及 $a=0.14$ 计算送风口个数。

(2.) 送风口面积 f_s 及送风口当量直径 d_s 计

算。

$$f_s = q_v/3600 \times 0.95wn \quad (4-92)$$

$$d_s = 1.128\sqrt{f_s} \quad (4-93)$$

式中: q_v ——冷风机风量 (m³/h)。

w ——送风口风速 (m/s)。

n ——送风口个数。

(3.) 送风口风速计算: 先假定一个风速, 然后用射流自由度来核对该风速是否合适。射流自由度按下式计算。

$$\text{射流自由度} = \sqrt{F}/d_s \quad (4-94)$$

式中: F ——每个送风口所管辖的房间横截面积, 见公式(4-91)。

d_s ——送风口的当量直径(m)。

$$d_s = 1.128\sqrt{\frac{q_v}{wsn3600 \times 0.95}}$$

$$= 0.0193\sqrt{q_v/wsn}$$

(4-95)

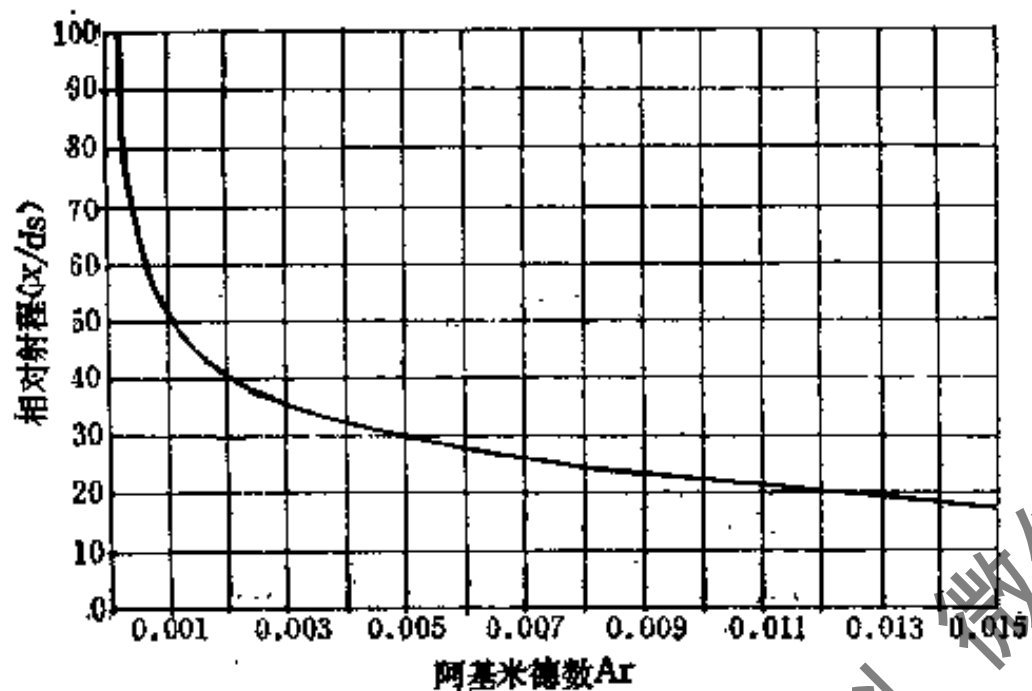


图 4—28 相对射程 $\frac{x}{ds}$ 和阿基米德 Ar 关系曲线

式中： h ——工艺要求工作区高度（m）。

s ——送风口下缘到顶棚的距离（m）。

0.3——安全系数。

x ——射程（m）。

当 H 等于或小于房间高度，即满足要求。

六、盐水制冰

（一）盐水的要求

制冰池内盐水温度应保持在 -10 — -14°C 。盐水的浓度决定于盐水的工作温度，其凝固点一般比制冷剂的蒸发温度低 5 — 6°C 。氯化钠水溶液用于 -16°C 以上的蒸发温度，氯化钙水溶液用于 -50°C 以上的蒸发温度。

氯化钠和氯化钙水溶液的特性分别见表 2—7、表 2—8。

盐水的 pH 值宜在 7 — 9 之间略带碱性为好，pH 值小于 7 或大于 9 ，都会加剧对金属的腐蚀作用。为了减轻和防止其腐蚀性，在盐水中可加入适量的防腐剂。一般采用氢氧化钠（NaOH）和重铬

酸钠 ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)。重铬酸钠与氢氧化钠的比例为100:27, 即每100kg重铬酸钠中需加27kg氢氧化钠。

重铬酸钠所加入的量与盐水种类和数量有关, 一般规定为: 每 1m^3 氯化钙水溶液中加入重铬酸钠1.6kg和氢氧化钠0.43kg; 每 1m^3 氯化钠水溶液中加入重铬酸钠3.2kg和氢氧化钠0.86kg。

(二) 水的物理性质

1. 水的比热 $4.187\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ 。
2. 水的潜热 $334.94(\text{kJ}/\text{kg})$ 。
3. 冰的比热 $2.093\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ($0\text{---}26^\circ\text{C}$ 时)。
4. 冰的导热系数 $2.326\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ ($0\text{---}26^\circ\text{C}$ 时)。
5. 冰的密度 $917\text{kg}/\text{m}^3$ 。

6. 水结成冰时, 其体积膨胀约为9%。

(三) 冰桶规格及冻结时间

1. 冰桶规格

根据国家标准GB4601-84冰桶按冰块重量, 定为125、100、50kg三种规格。其形状和基本尺寸见图4-29和表4-39。

2. 冰桶的技术要求

(1) 冰桶的接合缝可采用焊接型式, 也可采用铆钉连接型式。焊接型式的焊缝设在短边中线处, 铆接型式铆缝设在长边短边交接线处。

(2) 桶身的两个长边沿中线做内向R10-16的加强槽(如图)。

(3) 制冰桶内表面要平整、光滑、无划痕、无毛刺、无锈斑。

(4) 制冰桶采用的材料见表4-40。

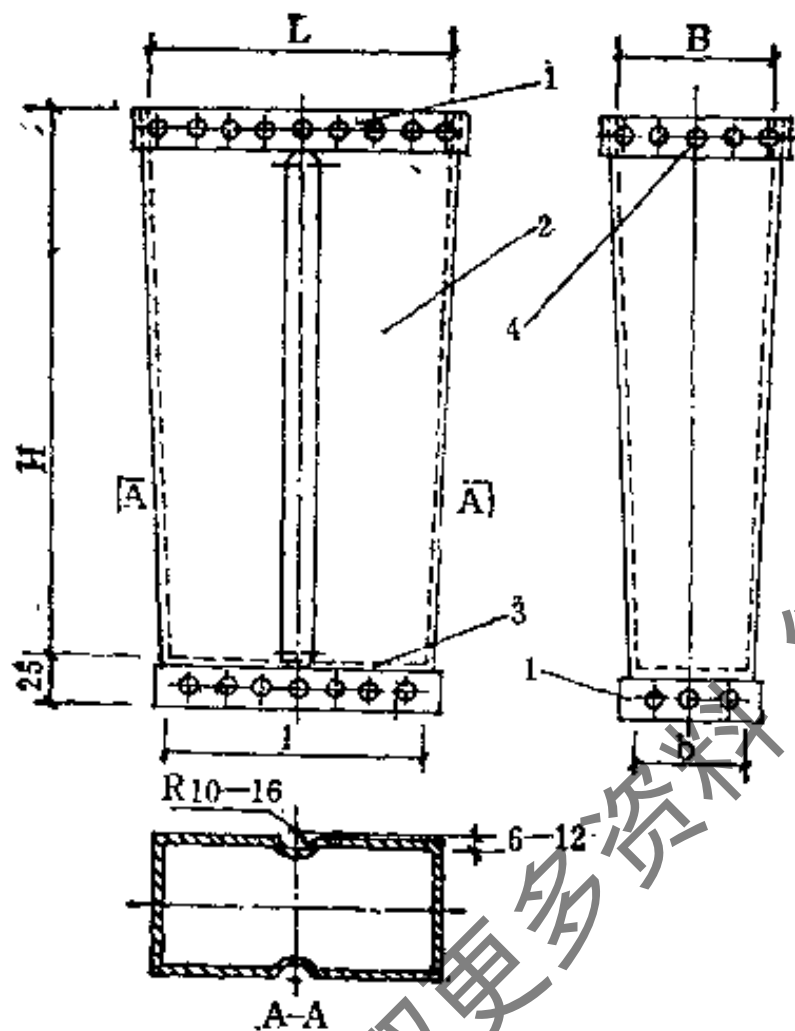


图4-29 冰桶

冰桶基本尺寸 (mm)

表4-39

型号	L	B	l	b	H
ZBT125	550	275	525	250	1190
ZBT100	500	250	475	225	1180
ZBT50	400	200	375	175	985

冰桶部件材料

表4-40

序号	名称	材料	附注
1	上、下口边框	A ₃ 50×6或40×6扁钢	GB704-65
2	桶身	A ₃ 1.5—2mm厚镀锌薄钢板	YB181-65
3	桶底	A ₃ 1.5—2mm厚镀锌薄钢板	YB181-65
4	平头铆钉	A ₃	GB109-76

(5) 冰桶须做防锈处理。

(6) 冰桶外表面的平面度用直尺做透光检查时200mm内不超过1mm。

(7) 冰桶加工尺寸按IT15级精度检查。

(8) 冰桶不得渗水、漏水。

3. 冻结时间 t [h] 为

$$t = -A\delta(\delta + B)/t_y \quad (4-99)$$

式中: δ ——冰块上端厚度 (m)。

t ——水在冰桶中冻结的时间 (h)。

A 、 B ——系数, 与冰块横断面长边与短边之比有关。见表 4-41。

系数 A、B 值表 表 4-41

冰块横断面的长边与短边之比	1	1.5	2	2.5	4
A	3120	4060	4540	4830	5320
B	0.036	0.030	0.026	0.024	0.023

t_y ——制冰池内盐水温度 (°C)。

4. 冰桶数量

$$\begin{aligned} n &= G(t + t_g) \times 1000 / 24m \\ &= 41.5G(t + t_g) / m \end{aligned} \quad (4-100)$$

式中: n ——冰桶个数 (只)。

G ——冰的生产能力 (t/24h)。

m ——每块冰的重量 (kg)。

t ——水在冰桶中冻结的时间 (h)。

t_g ——由制冰池提冰、脱冰、加水, 再放入制冰池, 这些作业所需的时间。一般可取 0.1—0.15h。

(四) 盐水制冰冷负荷 ΣQ [W] 的计算

$$\Sigma Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5) 1.15 \quad (4-101)$$

式中: Q_1 ——制冰池传热量 (W)。

Q_2 ——水冷却、冻结的热量 (W)。

Q_3 ——冰桶热量 (W)。

Q_4 ——脱冰时的融化损失 (W)。

$$Q_4 = 917 A_b \delta Q_2 / m \quad (4-105)$$

式中： A_b ——每块冰的表面积（ m^2 ）。
 δ ——冰块融化层厚度（ m ），一般采用
 0.002。
 m ——每块冰的重量（ kg ）。
 917——冰的密度（ kg/m^3 ）。

5. 盐水搅拌器热量

$$Q_5 = 1000P \quad (4-106)$$

式中： P ——搅拌器功率（ kW ）。

（五）盐水制冰蒸发器面积计算

盐水制冰蒸发器常用的有立管式、V型管式和螺旋管式三种。蒸发器面积按下式计算。

$$A = Q / K \Delta t_m = Q / q_A \quad (4-107)$$

式中： A ——蒸发器面积（ m^2 ）。

Q ——蒸发器负荷（ W ），按公式（4—101）。

K ——蒸发器传热系数 $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ，见表4—18。

q_A ——蒸发器单位面积负荷（ W/m^2 ），见表4—18。

Δt_m ——制冷剂与盐水之间的对数平均温差（ $^\circ C$ ），见表4—18。

（六）盐水搅拌器流量

$$q_v = w_y f \quad (4-108)$$

式中： q_v ——盐水搅拌器流量（ m^3/s ）。

w_y ——盐水流速，蒸发器管间不小于0.7 m/s ，冰桶之间取0.5 m/s 。

f ——蒸发器部分或冰桶之间盐水流经的净断面积（ m^2 ）。

4.水泵和滤油设备不宜布置在机器间或设备间内。

七、氨压缩机及辅助设备的布置

(一) 机房内设备布置的原则

1.设备布置应符合工艺流程、安全规程以及操作方便的要求，并需要有适当的空隙，以便设备部件的拆卸和检修。同时亦应考虑到尽可能布置紧凑，充分利用机房的空 间，以节省建筑面积。

2.机器间内主要操作通道的宽度应为1.5—2.5m，压缩机突出部分到配电盘或分配站之间的距离不应小于1.5m。两台压缩机突出部位之间的距离不应小于1m，如轴承同向时，能有抽出曲轴的可能。非主要通道的宽度应不小于0.8m。

3.设备间内主要通道的宽度不应小于1.5m，非主要通道的宽度不小于0.8m。

(二) 压缩机的布置

1.压缩机的压力表及其他操作仪表应面向主要操作通道。

2.压缩机进气、排气阀门应位于或接近于主要操作通道。

3.压缩机进气、排气阀门的设置高度宜在1.2—1.5m之间。

(三) 中间冷却器的布置

1.中间冷却器应尽量做到多台压缩机合用，以便利操作。

2.中间冷却器应设置自动液位控制器和超高液位报警。正常液位可按制造厂规定的液位高度进

行控制。报警液位控制在桶身高度 2 / 3 处。

3. 中间冷却器必须设置安全阀（或自动旁通阀），压力表和液面指示器。

（四）油分离器的布置

1. 凡不带自动回油装置的油分离器，应设在室外，如采用卧式冷凝器时，不受此限制。

2. 专供融霜用热氨的干式油分离器，可设置在设备间内。

3. 洗涤式油分离器，其进液口必须比冷凝器的出液口低 250mm，该油分离器的进液管应从冷凝器出液管的底部接出。

4. 干式油分离器上应装设油面指示器。

（五）冷凝器的布置

1. 冷凝器布置在室外的应尽量避免太阳直接照

射。卧式冷凝器，不得设在露天。

2. 立式冷凝器应布置在室外，冷凝器的水池壁与设备间墙面一般应有 3m 的间距，以减少冷却水外溅时损坏墙面。

3. 淋浇式冷凝器布置时，应将排管正面垂直于该地区夏季的主导风向。

4. 蒸发式冷凝器的布置应符合下列要求。

（1）蒸发式冷凝器的顶部，应高出邻近建筑物 300mm，至少不低于邻近建筑物的高度，以免排出的热和湿空气，沿墙面回流至进风口。如不能满足上述要求时，应在蒸发式冷凝器顶部出风口上装设渐缩口风筒，以提高出口风速，提高排气高度，减少回流。

（2）蒸发式冷凝器与邻近建筑物的间距，一般应不小于下列的间距。

当蒸发式冷凝器四周都是实墙时，进风口侧的最小间距为 1800mm，非进风口侧的最小间距为 900mm。

当蒸发式冷凝器处于三面是实墙，一面是空花墙时，进风口侧的最小间距为900mm，非进风口侧的最小间距为600mm。

(3) 两台蒸发式冷凝器之间的间距，如两者都是进风口侧，最小间距为1800mm。如一台为进风口侧，另一台为非进风口侧，最小间距为900mm。如两台都不是进风口侧时，最小间距为600mm。

(4) 如蒸发式冷凝器采用同轴连接的离心式风机或水盘内设有电加热器时，则上述(2)、(3)条内的最小间距应适当加大，以利维修。

(5) 蒸发式冷凝器的水盘离地不宜小于500mm，以便于管道连接、水盘检漏和防止地面脏物被风机吸入。

(6) 对大能量装置，需要设置多台蒸发式冷凝器于同一平台，而要求的最小间距又不能保证时，该处将形成自己的环境空气，选择冷凝器时应适当提高计算湿球温度。

5. 采用立式或卧式冷凝器，在布置时应留有通

洗和更换管子的空间余地。

6. 冷凝器的安装高度，必须保证其液体按自流条件流入贮液器内。

7. 冷凝器上应装设压力表和安全阀。

(六) 贮液器的布置

1. 贮液器应设置在冷凝器附近。安装高度，必须保证冷凝器内的液体能借助液位差自流流入器内。

2. 贮液器若布置在室外，应防止太阳直接照射。

3. 如采用两个以上的贮液器时，应在贮液器的底部设均压管相互连接。均压管上应装截止阀。

4. 贮液器上应装设压力表和安全阀，并在显著位置装设液面指示器。

(七) 排液桶的布置

1. 排液桶一般布置在设备间内，并尽可能设置在靠近冷库的一侧。
2. 排液桶的进液口不得与该容器的降压管合用一个管接口，以免液体进入吸入管道系统中。
3. 排液桶应设加压管、压力表、安全阀和液面指示器。

(八) 机房氨液分离器的布置

1. 氨液分离器应设排液装置，并能保证其液体借液位差自流流入低压贮液器（或排液桶）。氨液分离器与低压贮液器（或排液桶）之间，应设气体均压管。
2. 禁止在氨液分离器的气体进出管之间设旁通阀。

3. 氨液分离器应设超高液位报警装置，超高液位控制在桶长高度的 $2/3$ 处。

4. 氨液分离器上应设置压力表和安全阀。

(九) 低压贮液器的布置

1. 低压贮液器是与机房氨液分离器配套使用的，所以应设置在机房氨液分离器的下面。
2. 低压贮液器的进液口必须低于机房氨液分离器的排液口，以保证氨液分离器的液体借液位差自流流入桶内。
3. 低压贮液器应设置加压管、压力表、安全阀和液位指示器。
4. 低压贮液器应设置超高液位报警装置，超高液位控制在该容器容积的 70% 。

(十) 低压循环桶的布置

1. 低压循环桶是专为氨泵供液系统所设，它应

设置在靠近氨泵处。它的设置高度应满足公式 4—61 的要求，或按经验数据选用：采用离心泵时，泵中心与低压循环桶正常液位之间的距离不得小于泵的 $NPSH + 0.5\text{m}$ ；采用齿轮泵时，低压循环桶出液口至泵中心距离，当氨泵进出口两侧压差小于 1000kPa 时，应等于或大于 600mm 。

2. 低压循环桶应设置自动液位控制器和超高液位报警，正常液位控制在桶身全长距桶底 $1/3$ 处，报警液位控制在桶身全长距桶顶 $1/3$ 处。

3. 低压循环桶必须设置安全阀、压力表和液面指示器。

八、冷间冷却设备的布置

(一) 冻结物冷藏间

1. 顶排管上层管中心线离平顶的间距不小于 250mm 。单层和多层冷库的顶层一般均将顶排管铺

开布置，多层冷库顶层以外的冷藏间，顶排管可铺开布置，也可集中布置在走道的上方。

2. 墙排管应设置在靠外墙一边离地面较高处。墙排管的管中心线与墙壁的间距不小于 150mm 。

3. 采用冷风机时，冷风机应尽量不要设在靠近库门的地方。如设置在门口附近时，应采取措施（如利用门斗或挡板等）尽量使冷风机与门口隔开，以免过多地吸入室外的热湿空气。

(二) 冷却物冷藏间

1. 冷风机应布置在冷间走道的一端，冷风机离墙间距不小于 400mm 。

2. 均匀送风道应布置在冷间走道的上面，风道离顶不小于 50mm 。

3. 冷风机可采用水冲霜或热氨融霜。

4. 专门贮存水果、蔬菜的冷却物冷藏间，应考虑新鲜空气换气。新鲜空气用风管引至冷风机下

部，经冷却后由均匀送风道送至室内。排风道分散或集中均可。每间换气的进、出风管分别装保温门或保温阀。

(三) 储冰间

储冰间采用光滑顶排管，不采用墙排管和翅片管。顶排管铺开布置，顶管上层管中心线离平顶间距不小于250mm。

(四) 冻结间

1. 冻结间吊轨离地标高：冻猪白条肉为2300—2500mm；冻鱼虾为2100—2300mm。

2. 冻结间吊轨间距：冻猪白条肉，人工推动，轨距750—850mm，机械传动900—1000mm；冻鱼虾轨距，人工推动1000—1100mm。吊轨离墙或柱边间距不小于轨距的1/2。吊轨离冷风机距离：采

用上吹风冷风机时为500—600mm，采用下吹风冷风机时为1400—1500mm。

3. 冻盘装食品时，每间冻结间最多装设两条吊轨。

4. 冻结间冷风机采用水冲霜和热氨融霜。平时用水冲霜，冷风机排油时，用水和热氨同时融霜。

5. 纵向吹风冻结间

(1) 冷风机安装在冻结间的一端，冷风机离墙间距300—400mm。

(2) 房间长度超过10m时，吊轨上应设导风木板，导风木板上应开出风口，出风口沿吊轨方向开设，宽度30—50mm。

(3) 导风木板与平顶之间的间距不小于800mm，导风木板上应留1m×1m人孔。

6. 横向吹风冻结间

(1) 冷风机安装在冻结间的一侧，冷风机离墙间距300—400mm。

(2) 冻结猪、牛、羊白条肉时，吊轨上面不

设导风木板，冻盘装食品时，应考虑风的均匀性，并使气流横向通过盘装食品。

7. 吊顶式冷风机冻结间

(1) 吊顶式冷风机可以吊装在平顶上，也可以加固在吊轨的钢梁上。吊顶式冷风机的配水装置如系水盘配水，应严格要求在安装时保持水盘的水平度。为了便于检修和清洗配水盘，冷风机顶与平顶间应留有不小于500mm的距离。

(2) 吊顶式冷风机无论是单向或双向，无论是横向布置或纵向布置，空气出口处均应设置导流板。

(3) 采用水冲霜时，要十分注意防止冷风机滴水、溅水现象的出现。

8. 吹风式搁架排管冻结间

(1) 为了使冷空气形成水平气流通过产品，应设有导流装置，货间风速为1—2 m/s，搁架每层喷风口的风速采用4 m/s。

(2) 搁架排管间的走道应考虑手推车的进

出。

(3) 吹风式搁架排管目前配风量采用每吨食品配10000m³风量。

第五章 氨系统管道设计

氨系统管道设计是用经过计算选定的管道，按各管段的设计要求，将氨压缩机、设备及阀门等附件连成一个密闭的制冷循环整体。

一、氨系统制冷管道的管径计算

氨系统制冷管道的管径计算是由氨制冷剂的流量（或负荷），摩擦阻力（压力降）和流体的流速决定。

在管道系统中允许压力降（ Δp ）和允许流速（ w ）应符合表 5—1 和表 5—2 的规定。

氨制冷管道允许压力降

表 5—1

类别	工作温度 ($^{\circ}\text{C}$)	允许压力降 $\text{kPa}(\text{kgf}/\text{cm}^2)$
吸气管或回气管	-45	3.00(0.0306)
	-40	3.76(0.0383)
	-33	5.06(0.0516)
	-28	6.18(0.0630)
	-15	9.91(0.1010)
	-10	11.67(0.1190)
排气管	90—150	19.61(0.2000)

注：1. 吸气管或回气管允许压力降相当于饱和温度降低 1°C 。
2. 排气管允许压力降相当于饱和温度降低 0.5°C 。

氨制冷管道允许流速

表 5—2

类 别	工作温度 (℃)	允许流速 (m/s)
高压自流输液管	25—40	0.5
高压氨液管	25—40	0.5—1.5
氨泵液管	-10—-45	0.5—1.5

注：高压自流输液管允许流速相当于非满管流重力流动。

氨吸气管当量长度100m，允许压力降相当于饱和温度差 $\Delta t = 1 - 0.5$ 条件下制冷负荷量(kW)见表5—3。

氨吸气管、排气管和液体管当量长度100m，允许压力降相当于饱和温度差 $\Delta t = 2$ ℃条件下制冷负荷量(kW)见表5—4。

获取更多资料

(一) 氨单相流吸气管负荷量 (kW)

系指以100m当量管长的摩阻引起压力降 Δp [kPa]和相应饱和温度差 $\Delta t = 0.5 \sim 1^\circ\text{C}$ 条件下制冷

负荷量(kW)。

表 5-3

钢管公称直径 (mm)	饱和吸气温 度 ($^\circ\text{C}$)					
	-50		-40		-30	
	$\Delta t = 0.5(^\circ\text{C})$ $\Delta p = 1.21(\text{kPa})$	$\Delta t = 1(^\circ\text{C})$ $\Delta p = 2.42(\text{kPa})$	$\Delta t = 0.5(^\circ\text{C})$ $\Delta p = 1.92(\text{kPa})$	$\Delta t = 1(^\circ\text{C})$ $\Delta p = 3.84(\text{kPa})$	$\Delta t = 0.5(^\circ\text{C})$ $\Delta p = 2.91(\text{kPa})$	$\Delta t = 1(^\circ\text{C})$ $\Delta p = 5.82(\text{kPa})$
10	0.19	0.29	0.35	0.51	0.58	0.85
15	0.37	0.55	0.65	0.97	1.09	1.50
20	0.80	1.18	1.41	2.08	2.34	3.41
25	1.55	2.28	2.72	3.97	4.48	6.51
32	3.27	4.80	5.71	8.32	9.36	13.58
40	4.97	7.27	8.64	12.57	14.15	20.49
50	9.74	14.22	16.89	24.50	27.57	39.82
65	15.67	22.83	27.13	39.27	44.17	63.77
80	28.08	40.81	48.36	69.99	78.68	113.30

(续)

钢管公称直径 (mm)	饱和吸气温度 (°C)					
	-50		-40		-30	
	$\Delta t = 0.5(°C)$ $\Delta p = 1.21(kPa)$	$\Delta t = 1(°C)$ $\Delta p = 2.42(kPa)$	$\Delta t = 0.5(°C)$ $\Delta p = 1.92(kPa)$	$\Delta t = 1(°C)$ $\Delta p = 3.84(kPa)$	$\Delta t = 0.5(°C)$ $\Delta p = 2.91(kPa)$	$\Delta t = 1(°C)$ $\Delta p = 5.82(kPa)$
100	57.95	84.10	99.50	143.84	161.77	232.26
125	105.71	153.05	181.16	261.22	293.12	420.83
150	172.23	248.91	294.74	424.51	476.47	683.18
200	356.67	514.55	609.20	874.62	981.85	1402.03
250	649.99	937.58	1107.64	1589.51	1782.31	2545.46
300	1045.27	1504.96	1777.96	2550.49	2859.98	4081.54

钢管公称直径 (mm)	饱和吸气温度 (°C)					
	-20		-5		5	
	$\Delta t = 0.5(°C)$ $\Delta p = 4.22(kPa)$	$\Delta t = 1(°C)$ $\Delta p = 8.44(kPa)$	$\Delta t = 0.5(°C)$ $\Delta p = 6.92(kPa)$	$\Delta t = 1(°C)$ $\Delta p = 13.83(kPa)$	$\Delta t = 0.5(°C)$ $\Delta p = 9.26(kPa)$	$\Delta t = 1(°C)$ $\Delta p = 18.53(kPa)$
10	0.91	1.82	1.66	2.41	2.37	3.42
15	1.72	2.59	3.11	4.50	4.42	6.37
20	3.66	5.31	6.61	9.53	9.38	13.46
25	6.98	10.10	12.58	18.09	17.79	25.48

(续)

钢管公称直径 (mm)	饱和吸气温 度(℃)					
	-20		-5		+5	
	$\Delta t = 0.5(℃)$ $\Delta p = 4.22(kPa)$	$\Delta t = 1(℃)$ $\Delta p = 8.44(kPa)$	$\Delta t = 0.5(℃)$ $\Delta p = 6.92(kPa)$	$\Delta t = 1(℃)$ $\Delta p = 13.83(kPa)$	$\Delta t = 0.5(℃)$ $\Delta p = 9.26(kPa)$	$\Delta t = 1(℃)$ $\Delta p = 18.53(kPa)$
32	14.58	21.04	26.17	37.56	39.94	52.86
40	21.99	31.73	39.40	56.39	55.53	79.38
50	42.72	61.51	76.29	109.28	107.61	153.66
65	68.42	98.23	122.06	174.30	171.62	245.00
80	121.52	174.28	216.15	308.91	304.12	433.79
100	249.45	356.87	442.76	631.24	621.94	885.81
125	452.08	646.25	800.19	1139.74	1124.47	1598.31
150	733.59	1046.77	1296.07	1846.63	1819.59	2590.21
200	1506.11	2149.60	2662.02	3784.58	3735.65	5303.12
250	2731.90	3895.57	4818.22	6851.91	6759.98	9589.56
300	4378.87	6237.23	7714.93	10973.55	10810.65	15360.20

(二) 氨单相流吸气管、排气管和液体管负荷量[kW] (适用单级或高压级)

表5-4

钢管公称直径 (mm)	吸 气 管 $\Delta t = 2^\circ\text{C}$					排气管 $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 68.4\text{kPa}$			液 体 管		
	饱 和 吸 气 温 度 ($^\circ\text{C}$)					饱 和 吸 气 温 度 ($^\circ\text{C}$)			钢管公称直径 (mm)	速度 = 0.5 (m/s)	$\Delta p = 45.00$ (kPa)
	-40 $\Delta p = 7.69$	-30 $\Delta p = 11.63$	-20 $\Delta p = 16.88$	-5 $\Delta p = 27.66$	+5 $\Delta p = 37.65$	-30	-20	+5			
10	0.8	1.2	1.9	3.5	4.9	8.0	8.3	8.5	10	39.7	63.8
15	1.4	2.3	3.6	6.5	9.1	14.9	15.3	15.7	15	63.2	118.4
20	3.0	4.9	7.7	13.7	19.3	31.4	32.3	33.2	20	110.9	250.2
25	5.8	9.4	14.6	25.9	36.4	59.4	61.0	62.6	25	179.4	473.4
32	12.1	19.6	30.2	53.7	75.4	122.7	126.0	129.4	32	311.0	978.0
40	18.2	29.5	45.5	80.6	113.3	184.4	189.4	194.5	40	423.4	1469.4
50	35.4	57.2	88.1	155.7	218.6	355.2	364.9	374.7	50	697.8	2840.5
65	56.7	91.6	140.6	248.6	348.9	565.9	581.4	597.0	65	994.8	4524.8
80	101.0	162.4	249.0	439.8	616.9	1001.9	1029.3	1056.9	80	1536.3	8008.8
100	206.9	332.6	509.2	897.8	1258.6	2042.2	2098.2	2154.3	100	2647.2	16320.2

(续)

钢管公称直径 (mm)	吸气管 $\Delta t = 2^\circ\text{C}$					排气管 $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 68.4\text{kPa}$			液体管		
	饱和吸气温度 ($^\circ\text{C}$)					饱和吸气温度 ($^\circ\text{C}$)			钢管公称直径 (mm)	速度 = 0.5 (m/s)	$\Delta p = 45.00$ (kPa)
	-40 $\Delta p = 7.69$	-30 $\Delta p = 11.63$	-20 $\Delta p = 16.38$	-5 $\Delta p = 27.68$	+5 $\Delta p = 37.05$	-10	-20	+5			
125	373.2	601.8	920.6	1622.0	2271.4	3682.1	3796.0	3894.2	—	—	—
150	608.7	975.6	1491.4	2625.4	3672.5	5954.2	6117.4	6281.0	—	—	—
200	1252.3	2003.3	3056.0	5382.5	7530.4	12195.3	12329.7	12664.8	—	—	—
250	2271.0	3625.9	5539.9	9733.7	13619.6	22028.2	22632.3	23237.5	—	—	—
300	3640.5	5813.5	8873.4	15568.9	21787.1	35239.7	36203.0	37174.3	—	—	—

注：(1) 表中负荷量以冷凝温度 30°C ，100m当量管长的摩擦引起压力降相当于饱和温度差 $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ ，排气管和液体管基于吸气温度 -5°C 。

(2) 对于不同工况条件下的修正：

$$Q = Q_s \cdot \left(\frac{L_s}{L} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_s} \right)^{0.55}$$

$$\Delta t = \Delta t_s \cdot \frac{L_s}{L} \cdot \left(\frac{Q}{Q_s} \right)^{1.3}$$

式中： Δt ——实际工况下饱和温度差($^\circ\text{C}$)。

Δt_s ——表中工况下饱和温度差($^\circ\text{C}$)。

Q ——实际工况下负荷量(kW)。

Q_s ——表中工况下负荷量(kW)。

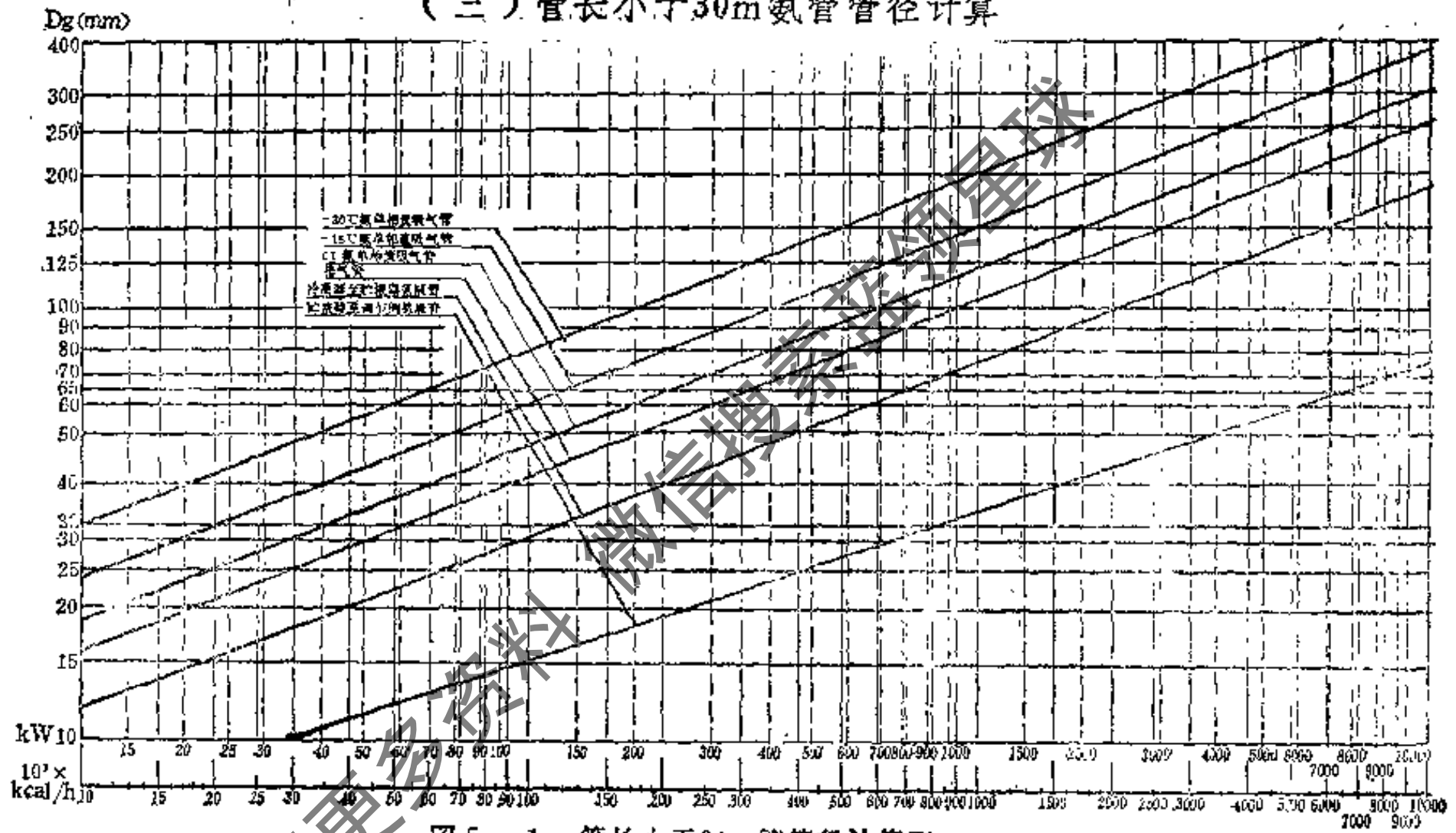
L ——实际工况下当量管长(m)。

L_s ——表中工况下当量管长为100m。

(3) 表中负荷量以冷凝温度 30°C 为基准，对其他冷凝温度工况下负荷量，以下面换算系数乘表中负荷量。

	冷凝温度($^\circ\text{C}$)			
	20	30	40	50
吸气管	1.04	1.00	0.96	0.91
排气管 (热气管)	0.86	1.00	1.24	1.43

(三) 管长小于30m氨管管径计算



注：本图表制定时总压力损失的依据如下：

吸气管 $t_z = -30^\circ\text{C}$ $\Sigma\Delta P \leq 1.471 \text{ kPa}$ (0.015kgf/cm²)

$t_z = -15^\circ\text{C}$ $\Sigma\Delta P \leq 2.942 \text{ kPa}$ (0.030kgf/cm²)

$t_z = 0^\circ\text{C}$ $\Sigma\Delta P \leq 5.884 \text{ kPa}$ (0.060kgf/cm²)

排气管 $\Sigma\Delta P \leq 5.884 \text{ kPa}$ (0.060kgf/cm²)

例：已知氨制冷系统单相流吸气管负荷为300 kW (257940 kcal/h)，蒸发温度 -15°C ，管道当量总长100m，计算吸气管管径。

解：查图5—2，从吸气管负荷的横座标A点(300kW)处垂直向上，交于当量总长100m转折线B点，再水平向左与钢管公称直径纵座标交于C点，读出需用吸气管钢管公称直径为90mm，选用最接近的钢管公称直径100mm。

例：已知氨制冷系统单相流吸气管负荷为300 kW (257940 kcal/h)，蒸发温度 -28°C ，管道当量总长100m，计算吸气管管径。

解：1.用查表法，查表5—3当氨饱和吸气温度 -30°C ， $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ ，当量管长100m时，钢管公称直径100mm，吸气管负荷为232.26kW。钢管公称直径125mm，吸气管负荷为420.83kW。故在吸气管负荷300kW时，选用钢管公称直径125mm为宜。

2.查图法，查图5—3，从吸气管负荷的横座标A点(300kW)处垂直向上，交于当量总长100m转折线B点，再水平向左与钢管公称直径纵座标交于C点，读出需用吸气管公称直径为110mm，选用最接近的钢管公称直径125mm。

例：已知氨制冷系统单相流吸气管负荷为300 kW (257940 kcal/h)，蒸发温度 -33°C ，管道当量总长100m，计算吸气管管径。

解：查图5—4，从吸气管负荷的横座标A点(300kW)处垂直向上，交于当量总长100m转折线B点，再水平向左与钢管公称直径纵座标交于C点，读出需用吸气管钢管公称直径为124mm，选用最接近公称直径125mm。

例：已知氨制冷系统单相流吸气管负荷为300 kW (257940 kcal/h)，蒸发温度 -40°C ，管道当量总长100m，计算吸气管管径。

解：1.查表法，查表5—3，当氨饱和吸气温度

(五) 蒸发温度 -28°C 氨单相流吸气管管径计算

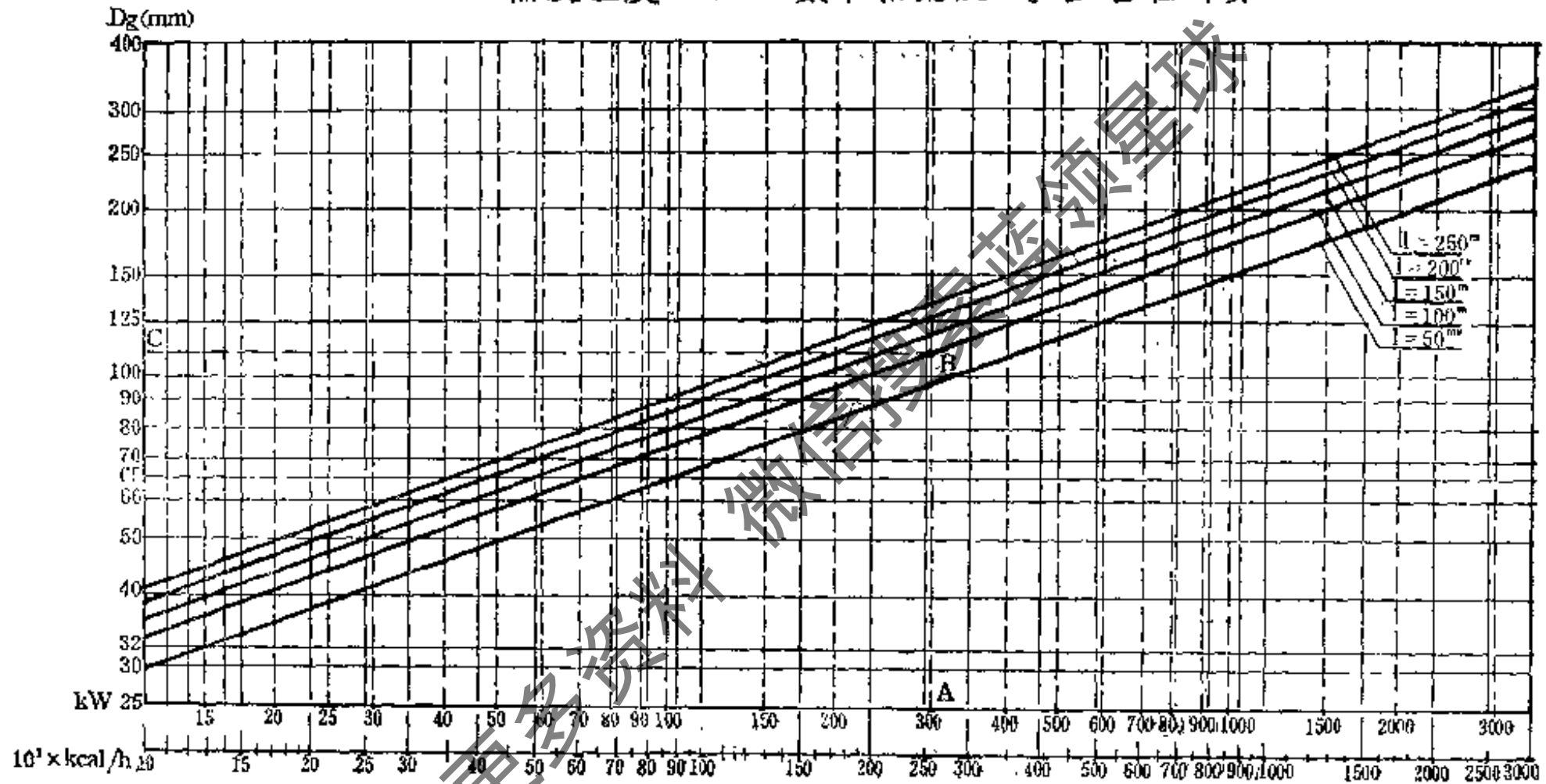


图 5—3 -28°C 氨单相流吸气管管径计算图

注：管径系根据总压力损失 $\Sigma\Delta P < 5.884\text{kPa}$ (0.0600kgf/cm^2) 计算确定，该压力损失相当于蒸发温度降低约 1°C 及压缩机制冷量降低 4%。

(七) 蒸发温度 -40°C 氨单相流吸气管管径计算

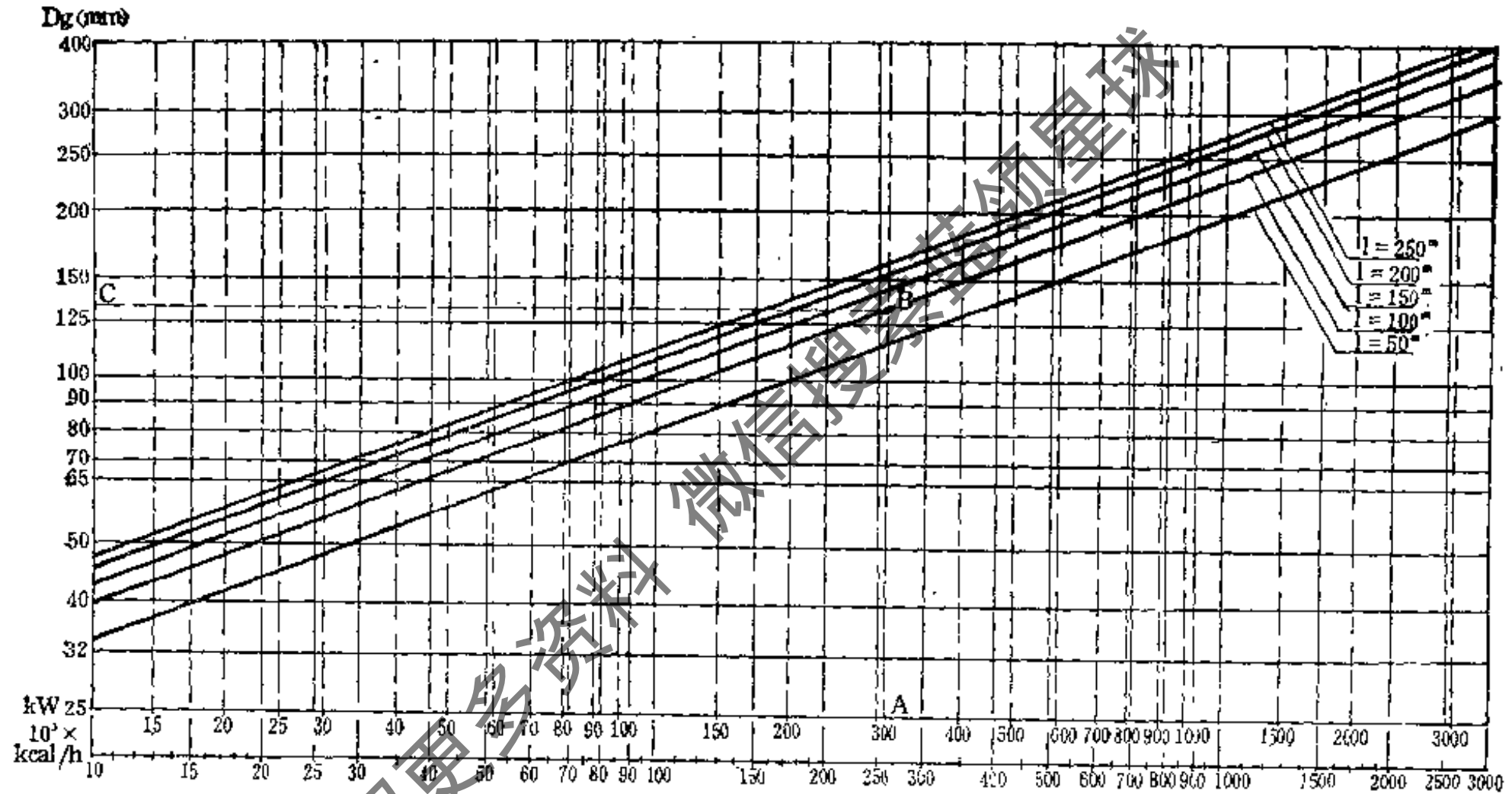


图 5-5 -40°C 氨单相流吸气管管径计算图

注：管径系根据总压力损失 $\sum \Delta P \leq 3.923 \text{kPa} (0.0400 \text{kgf/cm}^2)$ 计算确定，该压力损失相当于蒸发温度降低约 1°C 及压缩机制冷量降低 4%。

度 -40°C ， $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ ，当量管长 100m 时，钢管公称直径 125mm ，吸气管负荷为 261.22kW ，钢管公称直径 150mm ，吸气管负荷为 424.51kW 。故在吸气管负荷 300kW ，选用钢管公称直径 150mm 为宜。

2.查图法，查图5—5，从吸气管负荷的横坐标A点（ 300kW ）处垂直向上，交于当量总长 100m 转折线B点，再水平向左与钢管公称直径纵坐标交于C点，读出需用吸气管公称直径为 135mm ，选用最接近的钢管公称直径 150mm 。

例：已知氨制冷系统两相流吸气管负荷为 300kW ，蒸发温度 -10°C ，管道当量总长 100m ，氨泵供液倍数 $N = 4$ ，计算吸气管管径。

解：1.查表法，查表5—5，当蒸发温度 -10°C ， $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ ，当量管长 100m 时，钢管公称直径 90mm ，吸气管负荷为 317.56kW 。故选最接近的公称直径 100mm 。

2.查图法，查图5—6，从吸气管负荷的横座

标A点（ 300kW ）处垂直向上，交于当量管长 100m 转折线B点，再水平向左与钢管公称直径纵坐标交于C点，读出需用吸气管公称直径为 104mm ，故选用最接近的钢管公称直径 100mm 。

例：已知氨制冷系统两相流吸气管负荷为 300kW ，蒸发温度 -15°C ，管道当量总长 100m ，氨泵供液倍数 $N = 4$ ，计算吸气管管径。

解：1.查表法，查表5—5，当蒸发温度 -15°C ， $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ ，当量管长 100m 时，钢管公称直径 100mm ，吸气管负荷为 326kW 。故选用吸气管的公称直径 100mm 。

2.查图法，查图5—7，从吸气管负荷的横坐标A点（ 300kW ）处垂直向上，交于当量管长 100m 转折线B点，再水平向左与钢管公称直径纵坐标交于C点，读出需用吸气管公称直径为 112mm ，故选用最接近的钢管公称直径 100mm 。

(八) 氨两相流吸气管负荷量 (kW)

〔系指以100m当量管长的摩阻引起压力降和相应饱和温度差 $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ ，氨泵的供液倍数（液气比） $N = 4$ 条件下制冷负荷量〔kW〕。〕

表 5—5

钢管公称直径 (mm)	蒸发温度(°C)								
	-10	-15	-25	-28	-30	-33	-35	-40	-45
25	10.73	9.19	6.56	5.87	5.41	4.85	4.51	3.66	2.91
32	21.35	18.26	13.08	11.70	10.77	9.68	8.96	7.26	5.62
40	32.12	27.41	19.65	17.58	16.21	14.57	13.48	10.93	8.64
50	61.01	52.13	37.33	33.37	30.73	27.66	25.60	20.72	16.43
65	118.53	101.16	72.58	64.94	59.85	53.82	49.81	40.10	32.01
80	188.03	160.62	115.07	103.02	94.98	85.26	78.77	63.71	50.68
90	317.56	235.53	168.73	150.89	139.00	125.09	115.43	93.83	74.53
100	381.87	326.27	233.98	209.19	192.67	173.22	160.24	129.73	103.19
125	679.56	583.04	417.01	372.99	343.64	309.13	286.11	231.67	183.41
150	1154.81	918.96	656.40	586.90	540.56	487.27	451.76	365.26	289.97
200	2251.06	1922.86	1378.43	1232.48	1155.18	1021.66	945.98	764.51	605.24
250	4004.02	3420.99	2451.84	2192.37	2019.39	1824.78	1695.05	1362.99	1078.23

(九) 蒸发温度 -10°C 氨两相流吸气管管径计算

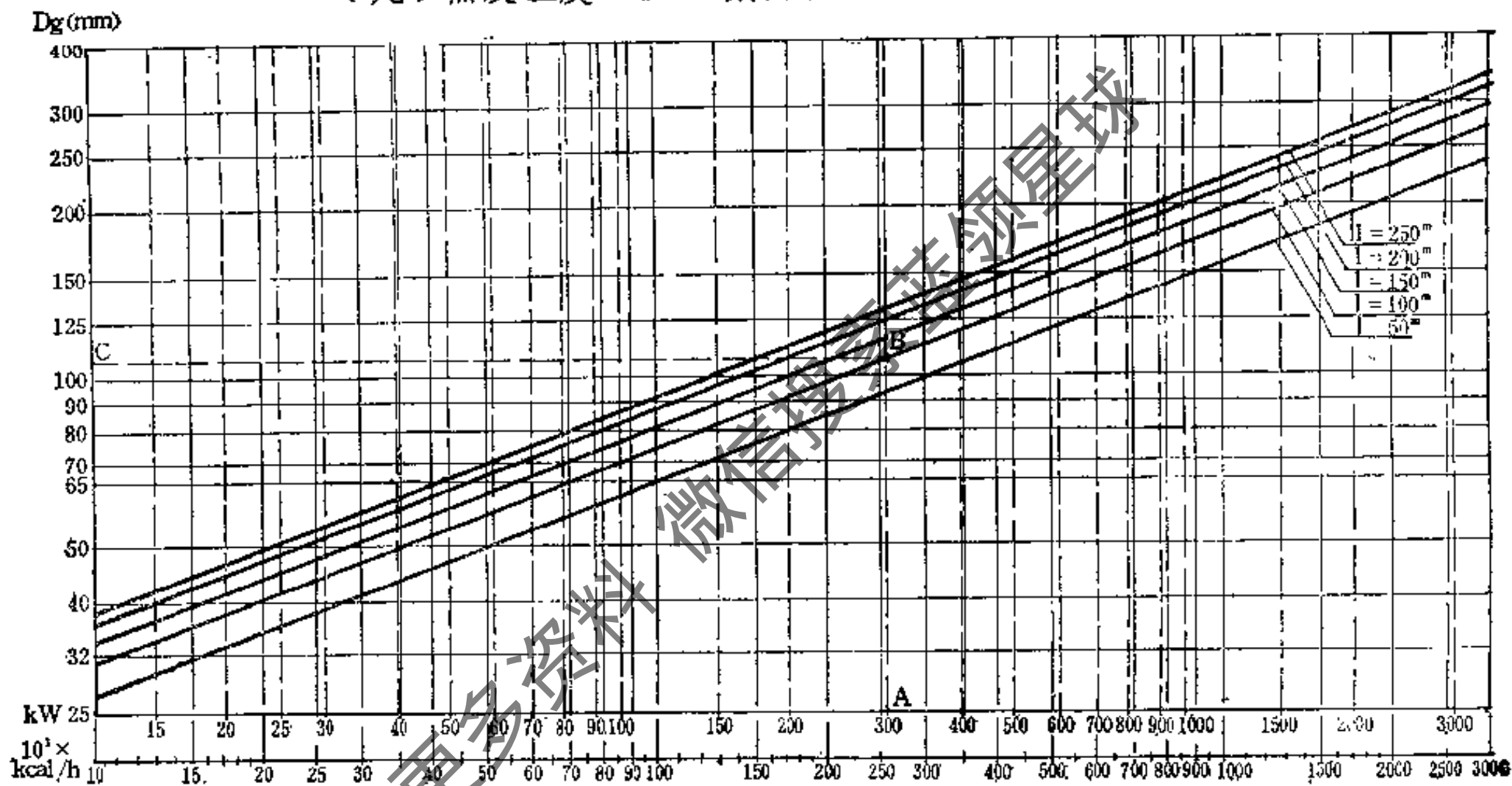


图 5—6 -10°C 氨两相流吸气管管径计算图

注：管径系根据当量管长的摩阻引起压力降和相应饱和温度差 $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ ，氨泵供液倍数 $N = 4$ 计算确定。

(十) 蒸发温度 -15°C 氨两相流吸气管管径计算

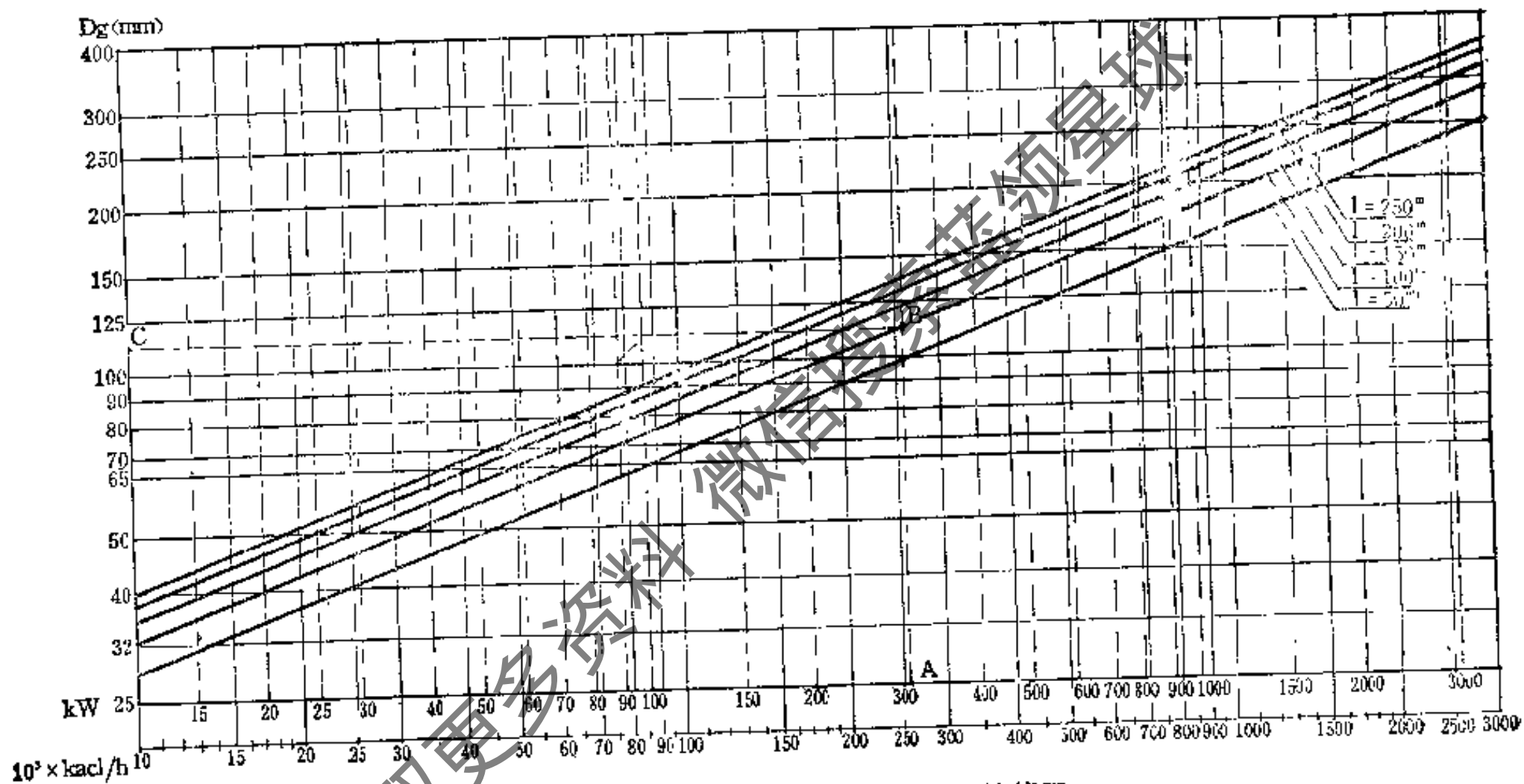


图 5—7 -15°C 氨两相流吸气管管径计算图

注：管径系根据当量管长的摩阻引起压力降和相应饱和温度差 $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ ，氨泵供液系数 $N = 4$ 计算确定。

(十一) 蒸发温度 -28°C 氨两相流吸气管管径计算

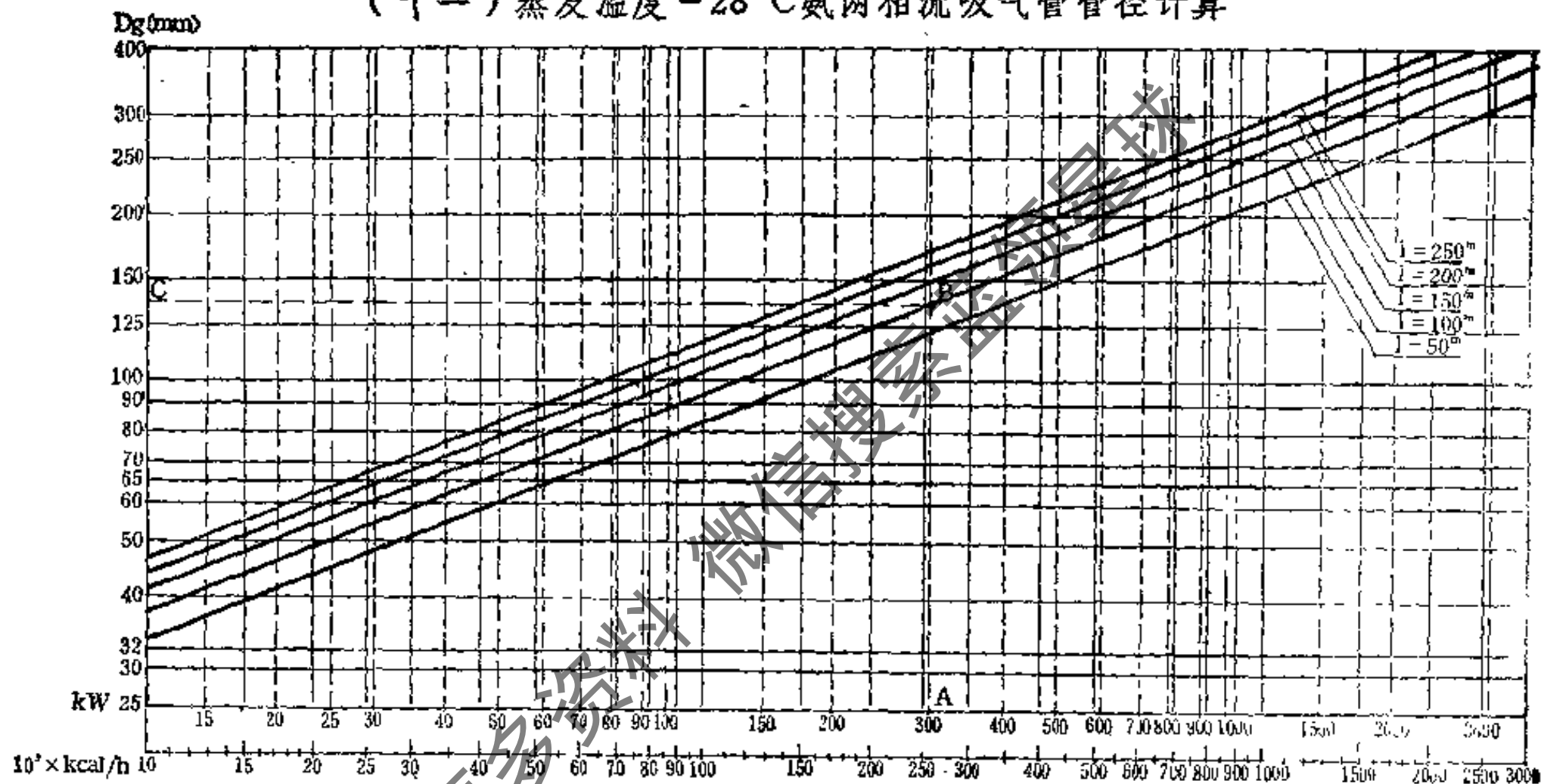


图 5—8 -28°C 氨两相流吸气管管径计算图

注：管径系根据当量管长的摩阻引起压力降和相应饱和温度差 $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ ，氨泵供液倍数 $N = 4$ ，计算确定。

注：氨两相流吸气管管径计算图 5—6 至 5—11 是根据表 5—5 氨两相流吸气管负荷量换算成所需工况制成，在制图时会产生误差，如精确计算应以表 5—5 换算为准。

例：已知氨制冷系统两相流吸气管负荷为400kW，蒸发温度 -28°C ，管道当量总长100m，氨泵供液倍数 $N=4$ ，计算吸气管管径。

解：1.查表法，查表5—5当蒸发温度 -28°C ， $\Delta t=1^{\circ}\text{C}$ ，当量管长100m时，钢管公称直径125mm，吸气管负荷为372.99kW。

2.查图法，查图5—8，从吸气管负荷的横座标A点（400kW）处垂直向上，交于当量管长100m转折线B点，再水平向左与钢管公称直径纵座标交于C点，读出需用吸气管公称直径为150mm。

例：已知氨制冷系统两相流吸气管负荷为300kW，蒸发温度 -33°C ，管道当量总长100m，氨泵供液倍数 $N=4$ ，计算吸气管管径。

解：1.查表法，查表5—5，当蒸发温度 -33°C ， $\Delta t=1^{\circ}\text{C}$ 当量管长100m时，钢管公称直径125mm，吸气管负荷为309.13kW。

2.查图法，查图5—9，从吸气管负荷的横座

标A点（300kW）处垂直向上，交于当量管长100m转折线B点，再水平向左与钢管公称直径纵座标交于C点，读出需用吸气管公称直径为145mm，选用最接近的钢管公称直径150mm。

例：已知氨制冷系统两相流负荷为300kW，蒸发温度 -40°C ，管道当量总长100m，氨泵供液倍数 $N=4$ ，计算吸气管管径。

解：1.查表法，查表5—5，当蒸发温度 -40°C ， $\Delta t=1^{\circ}\text{C}$ 当量管长100m时，钢管公称直径150mm，吸气管负荷为365.26kW。

2.查图法，查图5—10，从吸气管负荷的横座标A点（300kW）处垂直向上，交于当量管长100mm转折线B点，再水平向左与钢管公称直径纵座标交于C点，读出需用吸气管公称直径为160mm。选用最接近的钢管公称直径150mm。

例：已知氨制冷系统两相流吸气管负荷为300kW，蒸发温度 -45°C ，管道当量总长100m，

(十二) 蒸发温度 -33°C 氨两相流吸气管管径计算

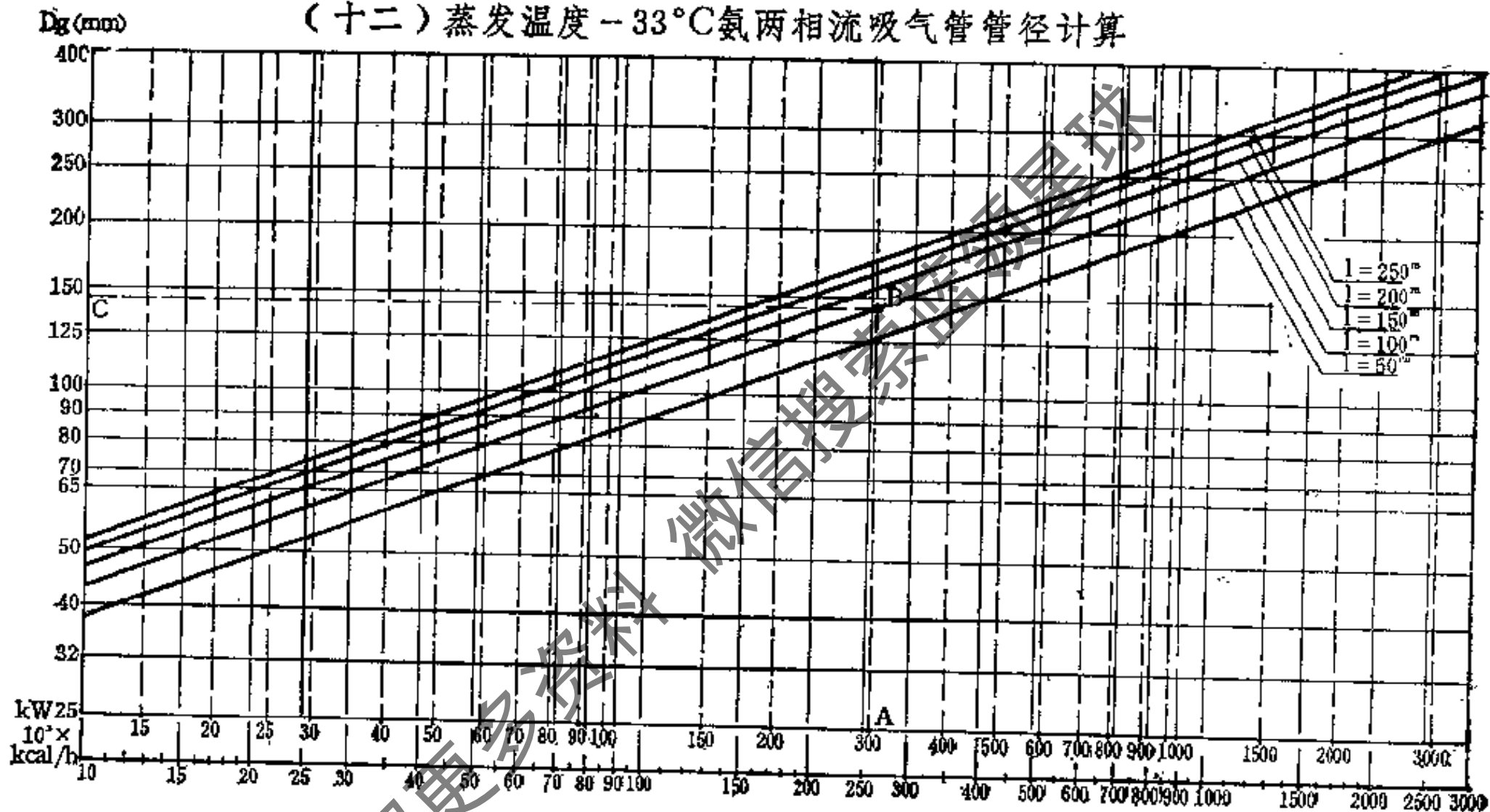


图 5—9 -33°C 氨两相流吸气管管径计算图

注：管径系根据当量管长的摩阻引起压力降和相应饱和温度差 $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ ，氨泵供液倍数 $N = 4$ ，计算确定。

(十三) 蒸发温度 -40°C 氨两相流吸气管管径计算

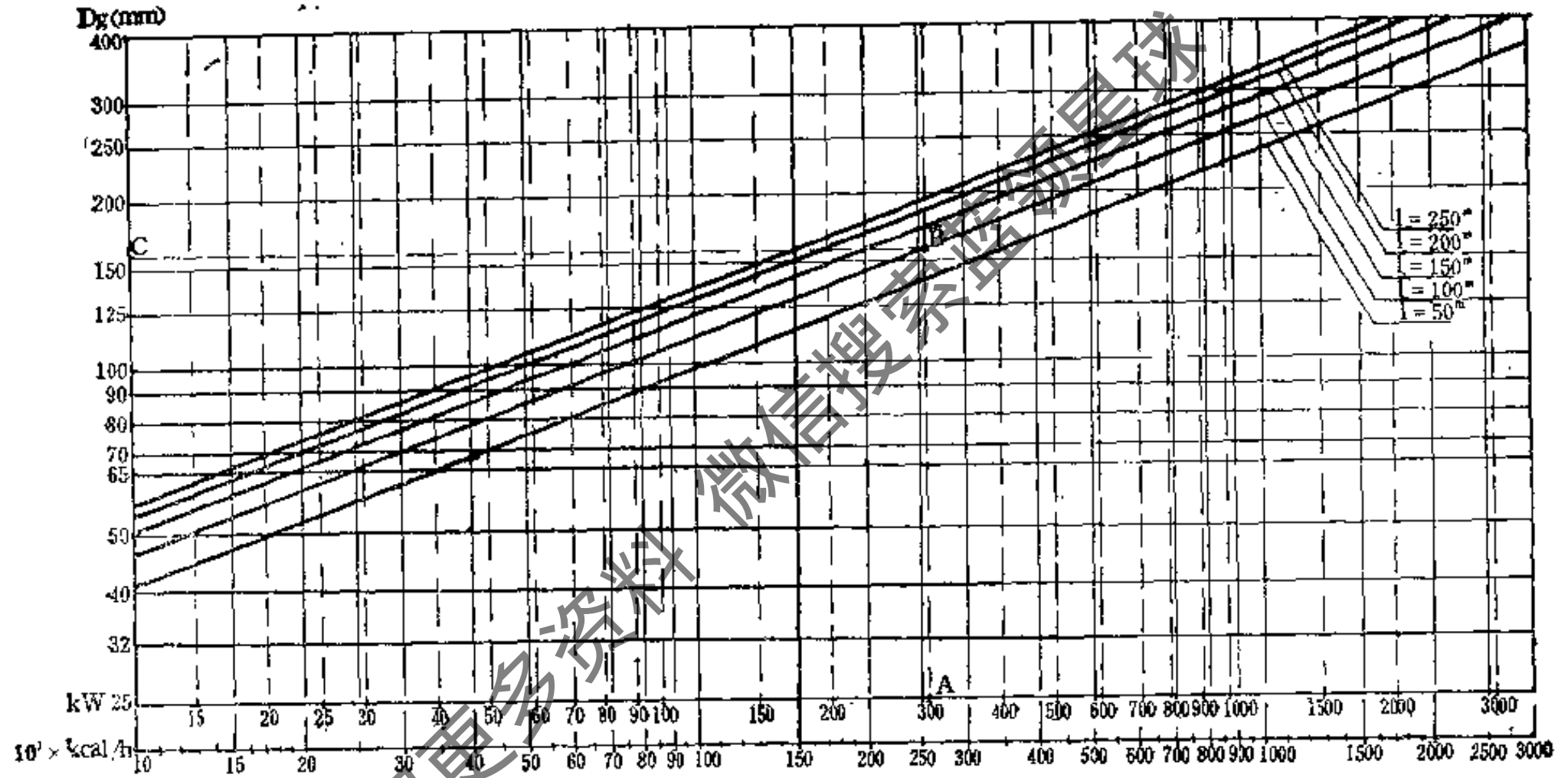


图 5—10 -40°C 氨两相流吸气管管径计算图

注：管径系根据当量管长的摩阻引起的压力降和相应饱和温度差 $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ ，氨泵供液倍数 $N = 4$ ，计算确定。

(十四) 蒸发温度 -45°C 氨两相流吸气管管径计算

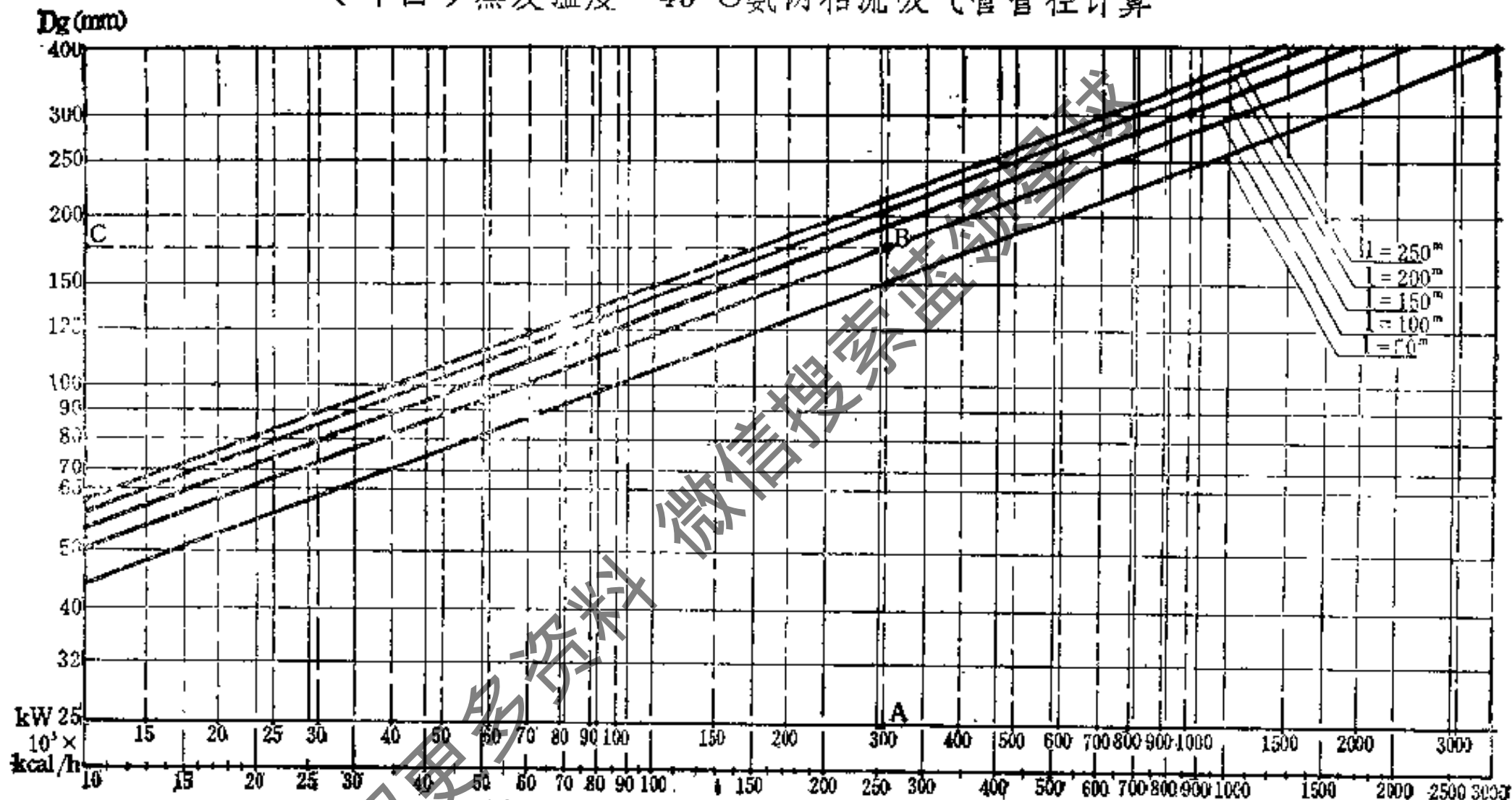


图 5—11 -45°C 氨两相流吸气管管径计算图

注：管径系根据当量管长的摩阻引起压力降和相应饱和温度差 $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ ，氨泵供液倍数 $N = 4$ ，计算确定。

氨泵供液倍数 $N=4$ ，计算吸气管管径。

解：1.查表法，查表5—5，当蒸发温度 -45°C ， $\Delta t=1^{\circ}\text{C}$ 当量管长100m时，钢管公称直径150mm，吸气管负荷为289.97kW。钢管公称直径200mm，吸气管负荷为605.24kW，故选用吸气管公称直径200mm。

2.查图法，查图5—11，从吸气管负荷的横座标A点（300kW）处垂直向上，交于当量管长100m转折线B点，再水平向左与钢管公称直径纵座标交于C点，读出需用吸气管公称直径179mm，故选用最接近的钢管公称直径200mm。

例：已知氨制冷系统排气管负荷为300kW，管道当量总长100m，管道摩阻 $\Delta t=0.5^{\circ}\text{C}$ ，计算排气管管径。

解：1.查表法，查表5—4， $\Delta t=2^{\circ}\text{C}$ ，饱和吸气温度 -20°C ，钢管公称直径65mm，排气管负荷 $Q_s=581.4\text{kW}$ ，钢管公称直径80mm，排气管负荷 $Q_s=1029.3\text{kW}$ 。换算成在管道摩阻 $\Delta t=0.5^{\circ}\text{C}$ 工

况下负荷；钢管公称直径65mm， $Q=Q_s\left(\frac{L_s}{L}\cdot\right.$

$$\left.\frac{\Delta t}{\Delta t}\right)^{0.66}=581.4\left(\frac{100}{100}\cdot\frac{0.5}{2}\right)^{0.66}=271$$

kW。钢管公称直径80mm， $Q=1029.3\cdot\left(\frac{100}{100}\cdot\frac{0.5}{2}\right)^{0.66}=480.19\text{kW}$ 。故排气管管径选用钢管公称直径70mm。

2.查图法，查图5—12，从排气管负荷的横座标A点（300kW）处垂直向上，交于当量管长100m转折线B点，再水平向左与钢管公称直径69mm，故排气管管径选用钢管公称直径70mm。

例：已知氨制冷系统冷凝器到贮氨器氨液管负荷为300kW，当量管长为10m，求氨液管管径。

解：1.查图法，查图5—13，从氨液管负荷的横座标A点（300kW）处垂直向上，交于当量管长10m转折线B点，再水平向左与钢管公称直径纵座

(十五) 氨排气管管径计算

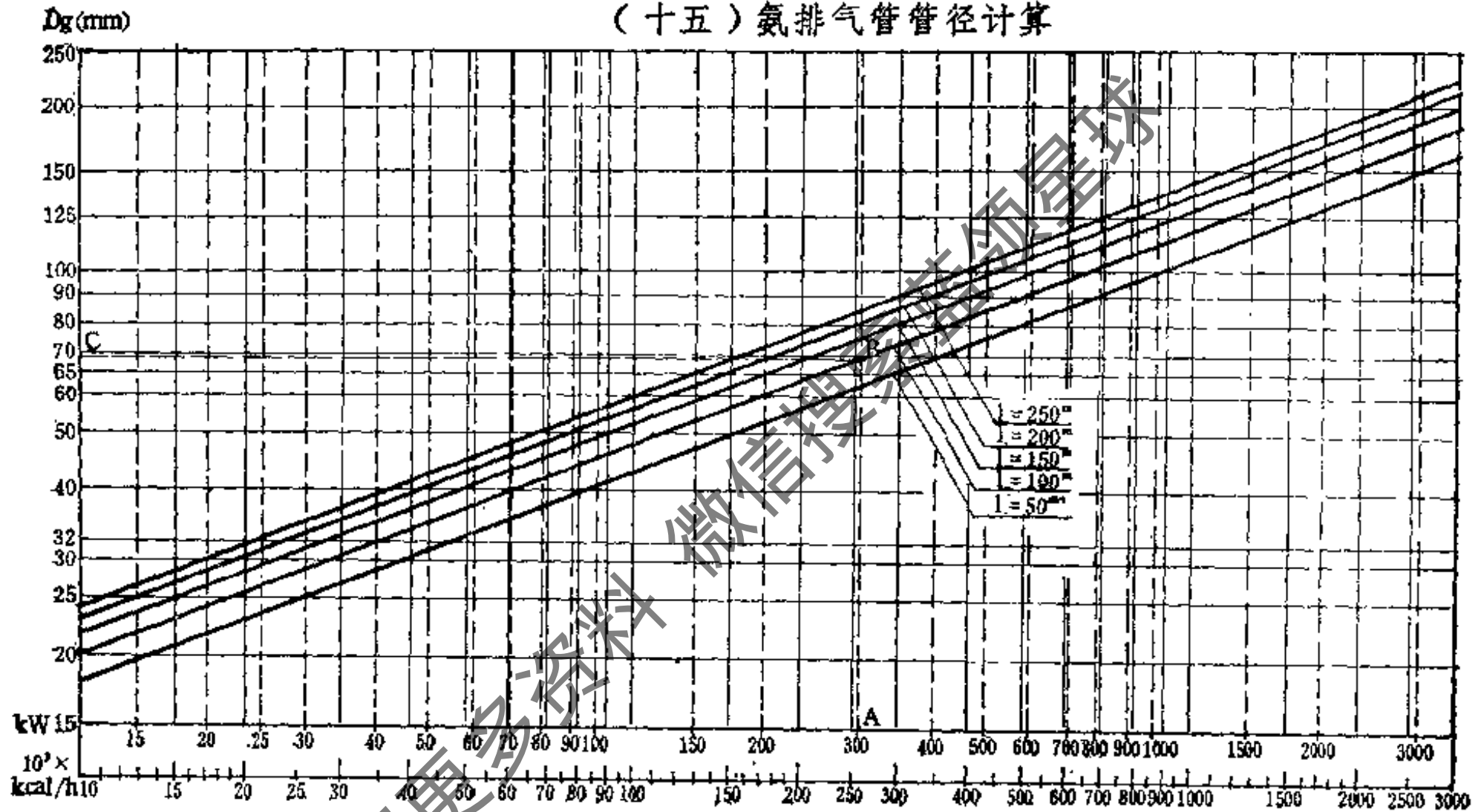


图 5—12 氨排气管管径计算图

注：管径系根据总压力损失 $\Sigma \Delta P < 14.710 \text{kPa} (0.1500 \text{kgf/cm}^2)$ 计算确定，该压力损失相当于冷凝温度升高约 0.5°C 及压缩机电耗增加 1%。

(十六) 冷凝器到贮氨器之间氨液管管径计算

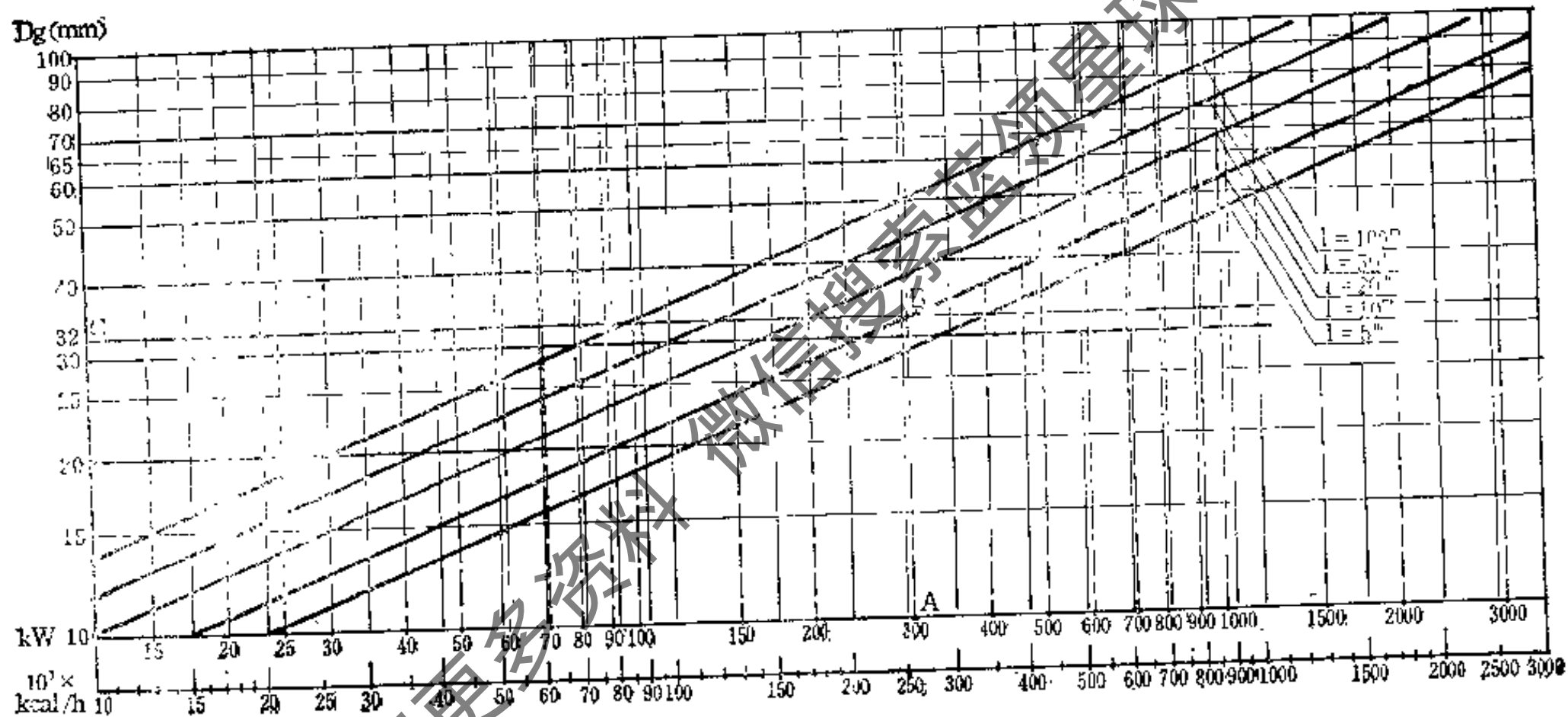


图 5—13 冷凝器到贮氨器之间氨液管径计算图

注：管径系根据总压力损失 $\Sigma \Delta P \leq 1.177 \text{ kPa}$ (0.0120 kgf/cm^2) 计算确定。

(十七) 贮氨器到分配站之间氨液管管径计算

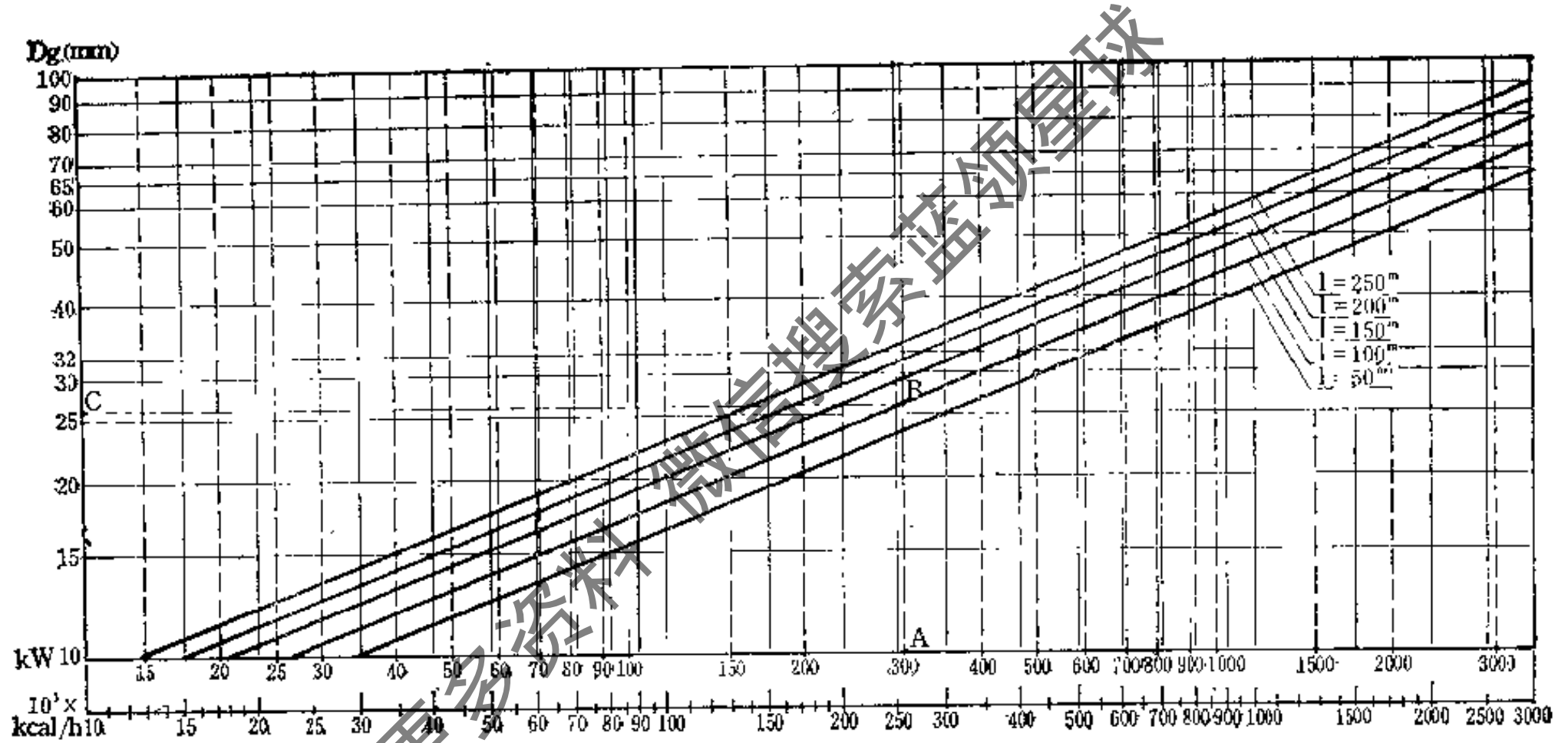


图 5—14 贮氨器到分配站之间氨液管径计算图

注：管径系根据总压力损失 $\Sigma\Delta P \leq 24.517 \text{ kPa}$ (0.2500 kgf/cm^2)，该压力损失相当力冷凝温度升高约 0.5°C 。• 计算确定。

(十八) 盐水管管径计算

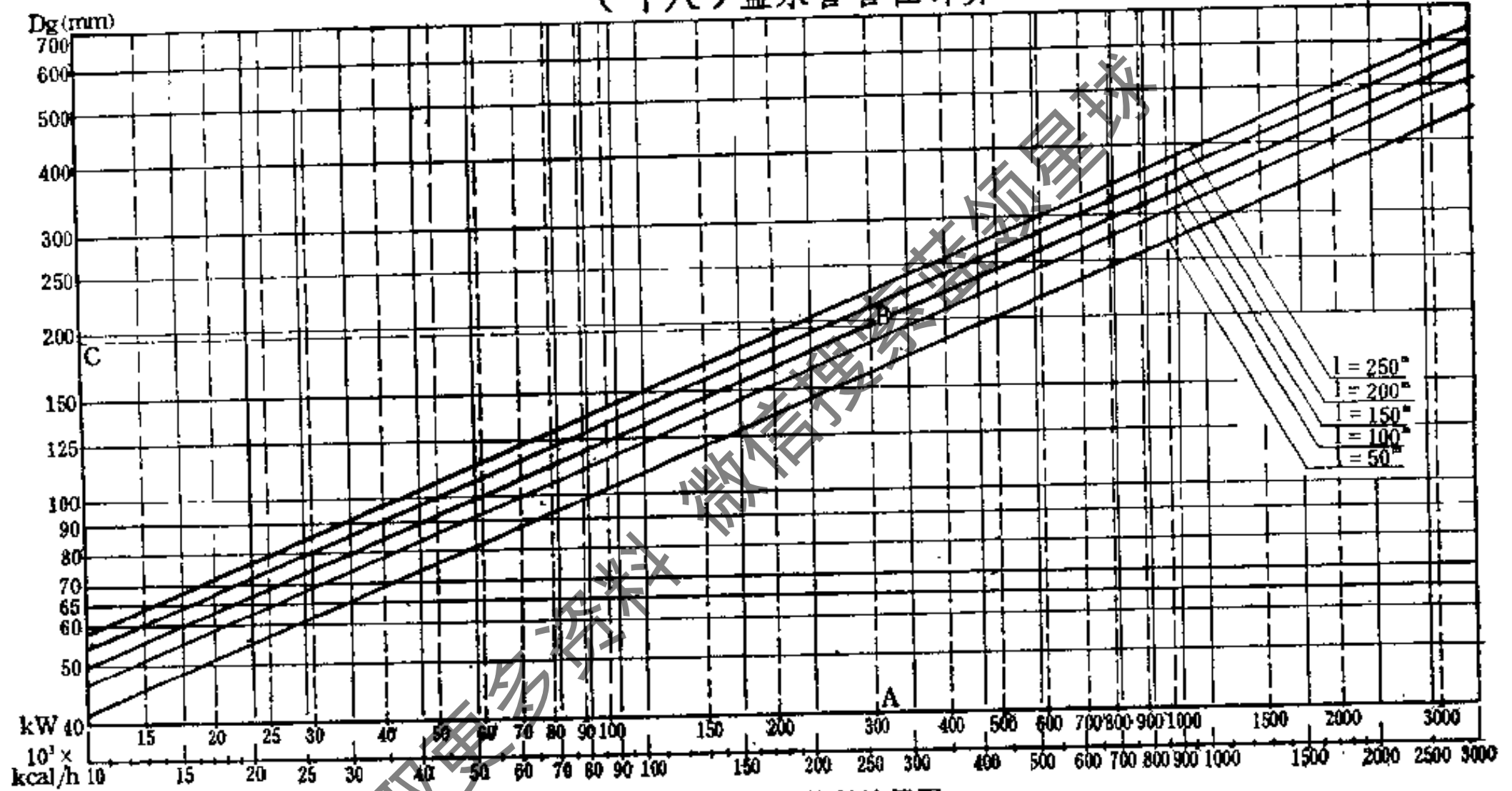


图 5—15 盐水管管径计算图

注：管径系根据总压力损失 $\Sigma \Delta P \leq 49.093 \text{ kPa}$ (0.5000 kgf/cm^2)，盐水温差 $\Delta t = 1.5^\circ \text{C}$ ，计算确定。

标交于C点, 读出需用氨液管公称直径32mm。

2. 查表法, 查表5—4, 当氨液管流速0.5m/s时, 钢管公称直径32mm, 液体管负荷为311.0kW。故氨液管选用钢管公称直径32mm。

例: 已知氨制冷系统贮氨器到分配站之间氨液管负荷为300kW, 管道当量长度100m, 管道摩阻 $\Delta t = 0.5^\circ\text{C}$, 计算氨液管管径。

解: 1. 查表法, 查表5—4, 当液体管摩阻 $\Delta p = 45.00\text{kPa}$ (相当管道摩阻引起饱和冷凝温度差 $\Delta t = 1^\circ\text{C}$), 当量管长100m时, 钢管公称直径25mm, 氨液管负荷为473.4kW, 换算成 $\Delta t = 0.5^\circ\text{C}$ 时氨液管负荷量 $Q = 473.4 \left(\frac{100}{100} \cdot \frac{0.5}{1} \right)^{0.55} = 323.34\text{kW}$ 。故氨液管管径选用钢管公称直径25mm。

2. 查图法, 查图5—14, 从氨液管负荷的横座标A点(300kW)处垂直向上, 交于当量管长100m转折线B点, 再水平向左与钢管公称直径纵座标交于C点, 读出需用氨液管26mm。选用最接近的钢

管公称直径25mm。

例: 已知盐水管管负荷为300kW, 当量管长150米, 计算盐水管管径。

解: 查图5—15, 从盐水管负荷的横座标A点(300kW)处垂直向上, 交于当量管长150m转折线B点, 再水平向左与钢管公称直径纵座标交于C点, 读出需用的钢管直径为194mm。选用最接近的钢管公称直径200mm。

(十九) 在不同工况条件下的修正

1. 吸气管(回气管)的修正公式

$$Q = Q_s \left(\frac{L_s \cdot \Delta t}{L \cdot \Delta t_s} \right)^{0.55} \quad (\text{kW}) \quad (5-1)$$

2. 排气管和高压侧液体管的修正公式

$$Q = Q_s \left(\frac{L_s \cdot \Delta P}{L \cdot \Delta P_s} \right)^{0.55} \quad (\text{kW}) \quad (5-2)$$

3. 饱和温度降的修正公式

$$\Delta t = \left(\frac{Q}{Q_s} \right)^{1.8} \cdot \frac{L}{L_s} \cdot \Delta t_s (\text{℃}) \quad (5-3)$$

4. 压力损失的修正公式

$$\Delta P = \left(\frac{Q}{Q_s} \right)^{1.8} \cdot \frac{L}{L_s} \cdot \Delta P_s [\text{kPa} (\text{kgf/cm}^2)] \quad (5-4)$$

式中: Q ——图 5-1-5-15 工况负荷 [kW (kcal/h)]。

Q_s ——配管设计工况负荷 [kW (kcal/h)]。

Δt ——图 5-1-5-15 工况饱和温度降 (℃)。

吸入管 $\Delta t = 1 \text{℃}$ 。 Δt_s ——配管设计工况饱和温度降 (℃)。

L ——图 5-1-5-15 工况当量长度 (m)。

L_s ——配管设计工况当量长度 (m)。

ΔP ——图 5-1-5-15 工况压力损失

(kPa)。

ΔP_s ——配管设计工况压力损失 (kPa)。

在使用上述公式时可利用图 5-16 将计算简化。

把 $\left(\frac{L_s \cdot \Delta t}{L \cdot \Delta t_s} \right)^{0.56}$ 或 $\left(\frac{L_s \cdot \Delta P}{L \cdot \Delta P_s} \right)^{0.56}$

变为 $X^{0.56}$ 即可由图 5-16 求出 $X^{0.56}$ 的数值 a 。

例: 蒸发温度 -28℃ 氨泵系统, 液: 气 = 4: 1, 吸入管饱和温度降 $\Delta t_s = 0.5$, 当量长度 $L_s = 80 \text{m}$, 吸入管设计负荷 $Q_s = 200 \text{kW}$ 。计算吸入管管径。

解: 根据公式 (5-1)

$$Q = Q_s \left(\frac{L_s \cdot \Delta t}{L \cdot \Delta t_s} \right)^{0.56}$$

$$Q = 200 \left(\frac{80 \times 1}{100 \times 0.5} \right)^{0.56}$$

$$Q = 200 (1.6)^{0.56}$$

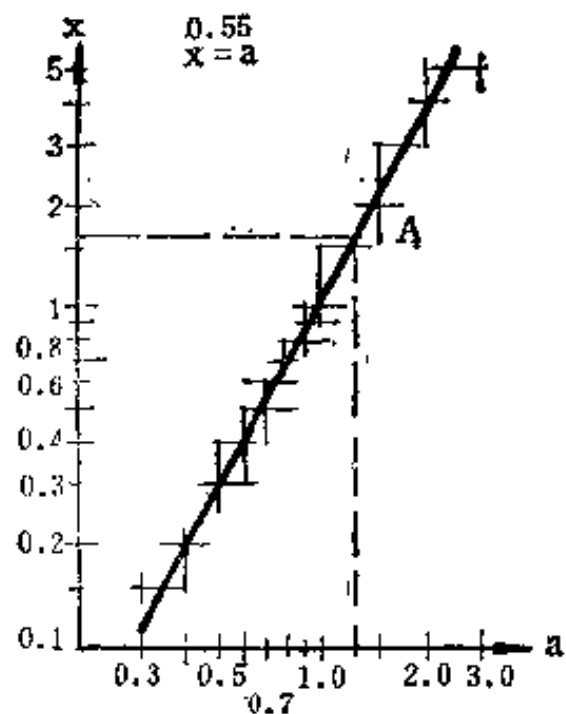


图 5—16 $X^{0.55}$ 与 a 换算图

从图 5—16 查得 $X = 1.6$, A 点 $\rightarrow a$ $a = 1.3$

$$Q = 200 \times 1.3 = 260 \text{ kW}$$

从图 5—8 可查到当 $L = 100 \text{ m}$, $\Delta t = 1^\circ \text{C}$,
 $Q = 260 \text{ kW}$ 时, 得 $d = 124 \text{ mm}$, 选最近似的公称直
 径 $D_g = 125 \text{ mm}$ 。

5. 氨两相流不同供液倍数 (液气比) 吸气管管径的修正公式。

$$d_s = N \cdot d \quad (5-5)$$

式中: d ——图 5—6—5—11 工况吸气管管径 (mm)。

d_s ——配管设计工况吸气管管径 (mm)。

N ——不同供液倍数吸气管管径修正系数。

不同供液倍数吸气管管径修正系数 N 表 5—6

供液倍数	2	3	4	5	6	7	8
修正系数							
N	0.87	0.94	1.00	1.05	1.09	1.12	1.15

例: -33°C 冻结系统, 吸气管的负荷为 300 kW (257940 kcal/h), 管长包括局部阻力的当量长度为 100 m , 采用“下进上出”氨泵供液, 供液倍数为 6 倍, 计算吸气管管径。

解：从图 5—9 可查到当 -33°C 吸气管负荷 200kW ，当量长度 100m 时，得 $d = 125\text{mm}$ 。

按公式 (5—5) $d_s = N \cdot d$

查表 5—6 供液倍数 6 倍时，修正系数 $N = 1.09$
 $d_s = 1.09 \times 125 = 136\text{mm}$ ，选最接近的公称直径 150mm 。

二、制冷设备安全阀口径的选择

安全阀的公称直径与设备容器上安全管公称直径应一致，自制设备容器安全阀口径应符合国家劳动总局压力容器安全监察规程中有关规定。

氨制冷设备安全阀必须校正。在下列压力时自动开启：低压系统 1.2258MPa (12.5kgf/cm^2) 表压力，高压系统 1.8142MPa (18.5kgf/cm^2) 表压力。校正后的安全阀应进行铅封。

安全阀前若装氨截止阀，截止阀应铅封成开启状态。

单台设备容器安全管公称直径不应小于安全阀的公称直径，当多台设备容器的各个安全阀共用一根安全管时，总管的公称直径应不小于 25mm ，不大于 50mm 。安全管排出口应高出冷库屋檐或半径 50m 以内邻近最高建筑物屋檐 1m 。

三、系统管道坡度方向

表 5—7

管道名称	倾斜方向	倾斜度参考数值(%)
压缩机排气管至油分离器的水平管段	向油分离器	1—2
与安装在室外冷凝器相连接的排气管	向冷凝器	1—2
压缩机吸气管的水平管段	向低压循环桶或氨液分离器	2—3
冷凝器至贮液器的出液管其水平管段	向贮液器	2—3
液体分配站至蒸发排管的供液管水平管段	向排管	1—2
蒸发排管至气体分配站的回气管水平管段	向排管	2—3
气体分配站至低压循环桶或氨液分离器回气管水平管段	向低压循环桶或氨液分离器	2—3

四、管道伸缩弯的计算

管道直线段低压管道超过100m，高压管道超过50m时，应装置伸缩弯，伸缩弯半径可按下式计

算：

1. 各种管道的膨胀量

$$L = K \cdot L \cdot \Delta t \quad (\text{mm}) \quad (5-6)$$

式中：K——钢的膨胀系数， $6.9 \times 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$ 。

L——管子长度 (mm)。

Δt ——管子内外温度差(℃)。

2. 伸缩弯头的弯曲半径

它的形式一般常用的有两种, 详图 5—17 及图 5—18。图 5—17 形式的弯曲半径, 可按 $\frac{1}{4}$ 值从表 5—8 中查得。图 5—18 形式的弯曲半径, 则需按 $\frac{1}{5}$ 值从表 5—8 查得。

例: 设 -33°C D108 吸入管, 管长 150m, 管子周围空气温度 $+40^{\circ}\text{C}$,

管子的膨胀量 $l = 6.9 \times 10^{-6} \times 150000 \times [40 - (-33)] = 75.6\text{mm}$

采用图 5—17 伸缩弯, $\frac{1}{4} \times 75.6 = 18.9$ 查表

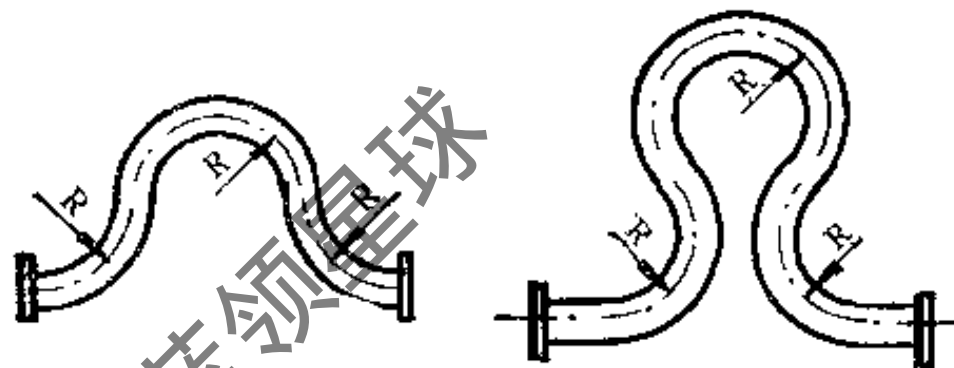


图 5—17 伸缩弯图

图 5—18 伸缩弯图

5—8 用插入法得弯曲半径 $\cong 880\text{mm}$

采用图 5—18 伸缩弯, $\frac{1}{5} \times 75.6 = 15$ 查表 5—8 用插入法得弯曲半径 $\cong 800\text{mm}$

每个90°弯头的允许膨胀量

表 5—8

管 径 (mm)	弯 头 半 径 R (mm)											
	300	380	510	760	1015	1270	1525	1780	2030	2285	2540	2800
25	6	9	19	44	80	—	—	—	—	—	—	—
50	3	6	13	25	44	70	98	137	—	—	—	—
64	—	6	9	22	38	57	83	114	146	—	—	—
76	—	3	9	16	29	48	67	92	121	152	—	—
90	—	—	6	16	25	41	60	79	105	133	—	—
100	—	—	6	13	25	38	50	73	95	121	146	—
113	—	—	—	13	22	35	48	64	86	108	133	—
125	—	—	—	9	19	29	41	57	76	95	117	143
150	—	—	—	9	16	25	35	48	64	79	98	121
200	—	—	—	—	13	19	25	38	48	64	76	92
250	—	—	—	—	—	16	22	29	38	50	60	73
300	—	—	—	—	—	—	19	25	33	41	50	64

获取更多资料 微信搜索 蓝盾图书

五、工作时的管道重量

表 5—9

外径× 壁厚 (mm)	1 m 长 管 道 的 重 量 (kg)										
	不 设 隔 热 层					软 木 隔 热 层 50mm				软 木 隔 热 层 75mm	
	空 的	氨 气	氨 液	盐 水	冷 水	氨 气	氨 液	盐 水	冷 水	氨 气	氨 液
10×2	0.395	0.395	0.414	0.429	0.423	17.454	17.473	17.488	17.482	25.760	25.779
14×2	0.592	0.593	0.645	0.688	0.670	18.261	18.313	18.354	18.338	26.645	26.697
18×2	0.789	0.791	0.894	0.974	0.943	19.068	19.171	19.251	19.220	27.531	27.634
22×2	0.986	0.989	1.159	1.291	1.240	19.876	20.046	20.178	20.127	28.417	28.587
32×2.2	1.620	1.627	2.027	2.338	2.218	22.038	22.438	22.749	22.629	30.775	31.175
38×2.2	1.940	1.951	2.541	3.001	2.824	23.276	23.866	24.326	24.149	32.131	32.721
45×2.2	2.320	2.336	3.199	3.870	3.612	24.728	25.591	26.262	26.004	33.720	34.583
57×3.5	4.620	4.644	5.956	6.977	6.584	28.854	30.176	31.197	30.804	38.092	39.404
76×3.5	6.260	6.305	8.799	10.741	9.994	33.420	35.914	37.856	37.109	43.021	45.515
89×3.5	7.380	7.443	10.971	13.717	12.661	36.539	40.067	42.813	41.757	46.335	49.863
108×4	10.260	10.354	15.600	19.685	18.114	42.345	47.591	51.676	50.105	52.574	57.820
133×4	12.730	12.877	21.075	27.456	25.002	48.677	56.875	63.256	60.802	59.397	67.595
159×4.5	17.150	17.362	29.166	38.354	34.820	57.123	68.877	78.115	74.581	68.354	80.158
219×6	31.520	31.924	54.403	71.902	65.172	80.828	103.307	120.806	114.076	93.236	115.715
273×7	45.920	46.552	81.749	109.148	98.610	103.683	138.880	166.279	155.741	117.151	152.348
325×8	62.540	63.440	113.533	152.528	137.530	128.530	178.623	217.618	202.620	142.983	193.076
377×10	90.510	91.711	158.578	210.630	190.610	164.689	231.556	283.608	260.588	180.198	247.065

注：氨气(-33℃) $\rho = 0.012\text{kg/l}$ ，氨液(+40℃) $\rho = 0.68\text{kg/l}$ ，盐水 $\rho = 1.2\text{kg/l}$ ，冷水 $\rho = 1.0\text{kg/l}$ ，软木 $\rho = 250\text{kg/m}^3$ ，水泥砂浆抹面厚20mm， $\rho = 1800\text{kg/m}^3$ 。

(续)

外径× 壁厚 (mm)	1 m 长 管 道 的 重 量(kg)									
	软木隔热层75mm		软 热 层 100mm				软 木 隔 热 层 125mm			
	盐 水	冷 水	氨 气	氨 液	盐 水	冷 水	氨 气	氨 液	盐 水	冷 水
10×2	25.794	25.788	35.046	35.065	35.080	35.074	45.316	45.335	45.350	45.344
14×2	26.738	26.722	36.012	36.064	36.105	36.089	46.359	46.411	46.452	46.436
18×2	27.714	27.683	36.976	37.079	37.159	37.128	47.402	47.505	47.585	47.554
22×2	28.719	28.668	37.941	38.111	38.243	38.192	48.445	48.615	48.747	48.696
32×2.2	31.486	31.366	40.495	40.895	41.206	41.086	51.195	51.595	51.906	51.786
38×2.2	33.181	33.004	41.969	42.559	43.019	42.842	52.778	53.378	53.838	53.661
45×2.2	35.254	34.996	43.695	44.558	45.229	44.971	54.652	55.515	56.186	55.928
57×3.5	40.425	40.032	48.303	49.615	50.636	50.243	59.495	60.807	61.828	61.435
76×3.5	47.457	46.710	53.605	56.099	58.041	57.294	65.358	67.852	69.794	69.047
89×3.5	52.609	51.553	57.234	60.762	63.508	62.452	69.054	72.582	75.328	74.272
108×4	61.905	60.334	63.786	69.032	73.117	71.546	75.980	81.226	85.311	83.740
133×4	73.976	71.522	71.100	79.298	85.679	83.225	83.784	91.982	98.363	95.909
159×4.5	89.346	85.312	80.668	92.372	101.560	98.026	93.763	105.567	114.755	111.221
219×6	133.214	126.484	106.628	129.107	146.606	139.876	121.001	143.480	160.979	154.249
273×7	179.747	169.209	131.604	166.801	194.200	183.662	147.038	182.235	209.634	199.096
325×8	232.071	217.073	158.458	208.551	247.546	232.548	174.912	225.005	264.000	249.002
377×10	299.117	279.097	196.694	263.561	315.613	295.593	214.169	281.036	333.088	313.068

(续)

外径 × 壁厚 (mm)	1 m 长 管 道 的 重 量 (kg)											
	软木隔热层150mm				软木隔热层 175mm				软木隔热层200mm			
	氮 气	氮 液	盐 水	冷 水	氮 气	氮 液	盐 水	冷 水	氮 气	氮 液	盐 水	冷 水
10 × 2	56.567	56.586	56.601	56.595								
14 × 2	57.689	57.741	57.782	57.766								
18 × 2	58.810	58.913	58.993	58.962								
22 × 2	59.931	60.101	60.233	60.182								
32 × 2.2	62.878	63.278	63.589	63.469								
38 × 2.2	64.588	65.178	65.638	65.461								
45 × 2.2	66.590	67.453	68.124	67.866								
57 × 3.5	71.669	72.981	74.002	73.609								
76 × 3.5	77.717	80.211	82.153	81.406								
89 × 3.5	81.857	85.385	88.131	87.075								
108 × 4	89.155	94.401	98.486	96.915	104.35	108.60	114.69	—	—	—	—	—
133 × 4	97.450	105.648	112.029	109.575	112.98	121.18	127.56	—	—	—	—	—
159 × 4.5	107.939	119.743	128.931	125.397	124.78	136.58	145.77	—	141.46	153.27	162.46	—
219 × 6	136.356	158.835	176.334	169.604	156.03	178.50	196.00	—	170.17	192.65	210.15	—
273 × 7	163.453	198.650	226.049	215.511	181.05	216.25	243.65	—	200.98	236.17	263.57	—
325 × 8	192.348	242.441	281.436	266.438								
377 × 10	232.626	299.493	351.145	331.520								

六、管道加固和管道穿楼板穿墙

1. 系统管道必须安装牢固。
2. 管道吊点间距视管径和管道种类而定，氨和盐水管道的吊点最大间距可参见表 5—10。
3. 管道变更方向时，吊点离弯头距离不宜大于 600mm，并尽可能将吊点设在较长的管道上。
4. 吊装管道的吊杆可用 A₃ 钢的角钢、圆钢或扁钢制作。冷库内无冲击和振动的管道吊杆断面负荷可按 98.066MPa (1000kgf/cm²) 计算，机房内管道及有冲击和振动的管道吊杆负荷可按 34.323MPa (350kgf/cm²) 计算。
5. 沿墙敷设的管道可用 A₃ 钢角钢制作的支架支撑，预埋墙内角钢应将端头掰开，以防脱落。
6. 保温管道的吊点处应设浸泡沥青的木垫。
7. 压缩机排气管、排气总管以及有冲击和振动

的管道吊杆，应根据具体情况在吊杆间增设斜撑，沿墙敷设排气总管可直接加固在墙上（参见图 5—19）。

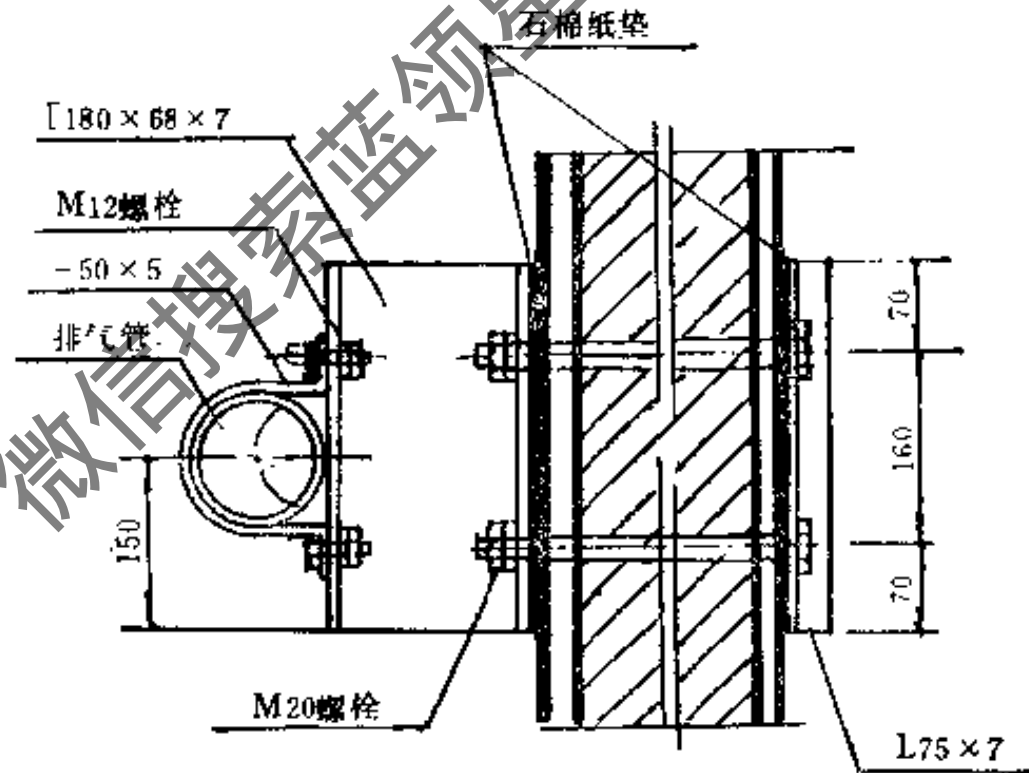


图 5—19 靠墙排气总管加固图

氨、盐水管道的吊点最大间距

表 5—10

外径×管壁厚 (mm)	管 道 吊 点 最 大 间 距 (注)(m)				
	气 体 管 不 带 隔 热 层	氨 液 管 不 带 隔 热 层	气 体 管 带 隔 热 层	氨 液 管 带 隔 热 层	盐 水 管 带 隔 热 层
YB231-70冷拔(冷轧)无缝钢管 *10 或 *20 优 质 炭 素 钢					
10×2.0	—	1.05	—	0.27	—
14×2.0	—	1.35	—	0.45	—
18×2.0	—	1.55	—	0.60	—
22×2.0	1.95	1.85	0.75	0.76	0.76
32×2.2	2.60	2.35	1.02	1.02	1.02
38×2.2	2.85	2.50	1.20	1.16	1.16
45×2.2	3.25	2.80	1.42	1.40	1.40
YB231-70热轧无缝钢管 *10 或 *20 优 质 炭 素 钢					
57×3.5	3.80	3.33	1.92	1.90	1.90
76×3.5	4.60	3.94	2.60	2.42	2.42
89×3.5	5.15	4.32	2.73	2.60	2.60
108×4.0	5.75	4.75	3.10	3.00	2.95
133×4.0	6.80	5.40	3.80	3.65	3.60
159×4.5	7.65	6.10	4.56	4.30	4.25
219×6.0	9.40	7.38	5.90	—	5.40
273×7.0	10.90	8.40	7.35	—	6.55
325×8	12.25	9.40	8.66	—	7.55
377×10	13.40	10.40	10.60	—	8.70

注：1. 正常间距应为最大间距的0.8，若管子拐弯处或管上有附件时，应于一侧或二侧增加吊点。

2. 压缩机排气管线支架间距，当管径为D108及其以上时可采用3m，D108以下时采用2m。排气管在拐弯处必须有一支架。

七、管道和设备的保温

凡管道和设备导致冷量损失的部位、将产生凝结水滴的部位和形成冷桥的部位，均应进行保温。保温层应设置隔汽层或防潮层。

1. 管道和设备保温层的厚度计算 保温层的厚度应满足下式要求：

$$\delta = \frac{2\lambda}{\alpha} \cdot \frac{t_3 - t_1}{t_2 - t_3} \leq D_1 \ln \frac{D_1}{D_2} \quad (5-7)$$

式中： t_1 ——管道或设备内制冷剂（或盐水）的温度（℃）。

t_2 ——管道或设备周围空气温度，一般常温带地段应取夏季空调日平均温度（℃）。

t_3 ——保温层外表温度，一般可按日平均温度下的露点温度加1—2℃。

λ ——保温材料的导热系数[W/(m·K)]

D_1 ——管道或设备包保温层后的外径，即

$$D_1 = D_2 + 2\delta \text{ (m)}。$$

D_2 ——管道或设备的外径（m）。

α ——保温层外表面放热系数，一般可采用8.141W/(m²·K)（即7kcal/(m²·h·K)）。

δ ——保温层的厚度（m）。

公式（5—7）是一超越方程，只能采用近似算法求解。为了在设计中能方便算出保温层厚度，将公式（5—7）所示关系绘成以 $D_1 \ln \frac{D_1}{D_2}$ 为纵坐标，以 δ 为横坐标的曲线。见图5—20(1)，图5—20(2)，图5—20(3)。

这三张图实际上是一张图。仅为了使图面线条清晰、使用方便，纵坐标采用了不同的比例。在计算时，可按已知条件，算出 $\frac{2\lambda}{\alpha} \cdot \frac{t_3 - t_1}{t_2 - t_3}$ 的数值，按所设计的管道或设备的外径，直接在图的横坐标上读出应有的保温层厚度。

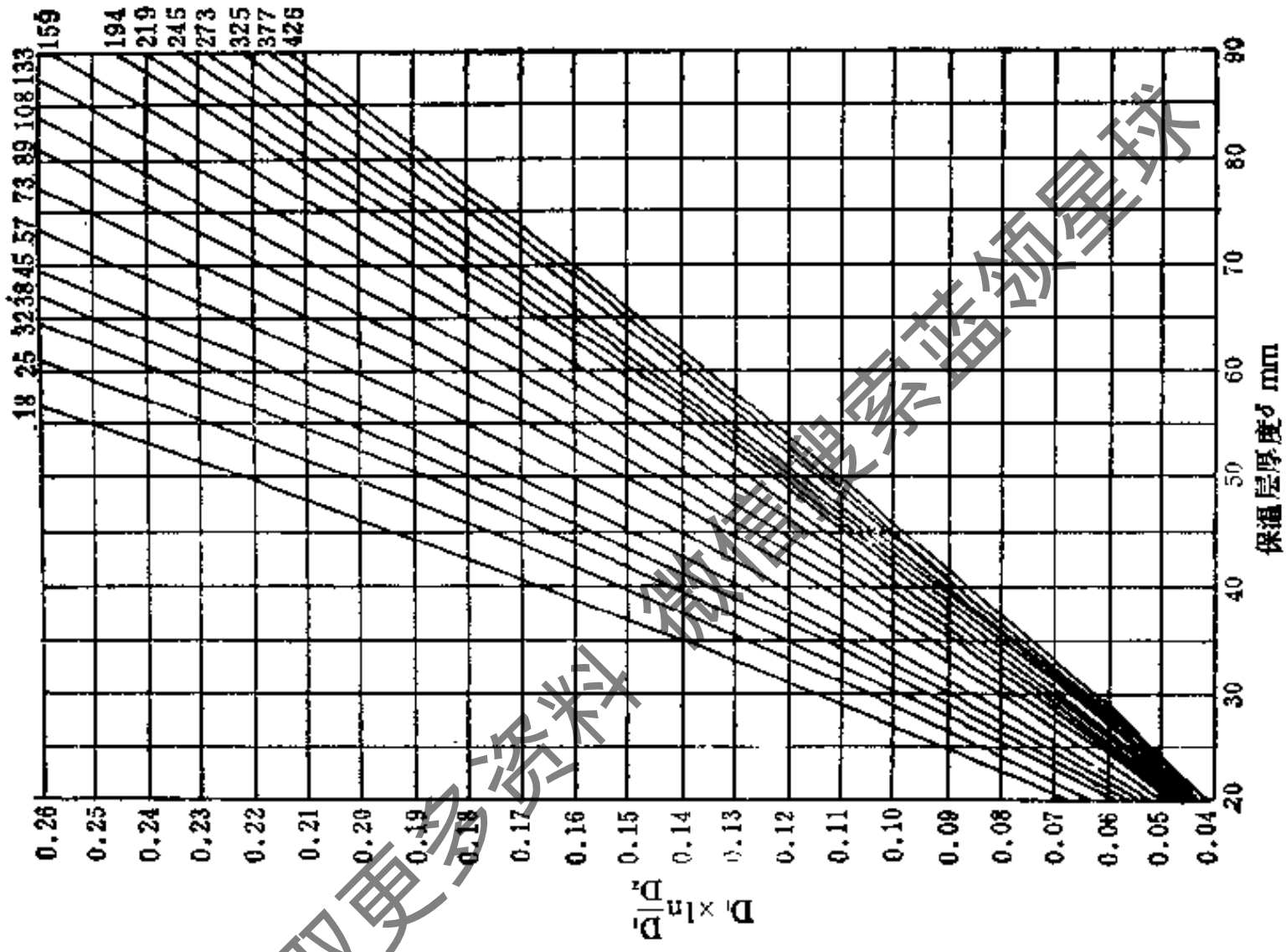


图 5—20 (1) $D_1 \times \ln \frac{D_1}{D_2}$ 与 δ 换算图

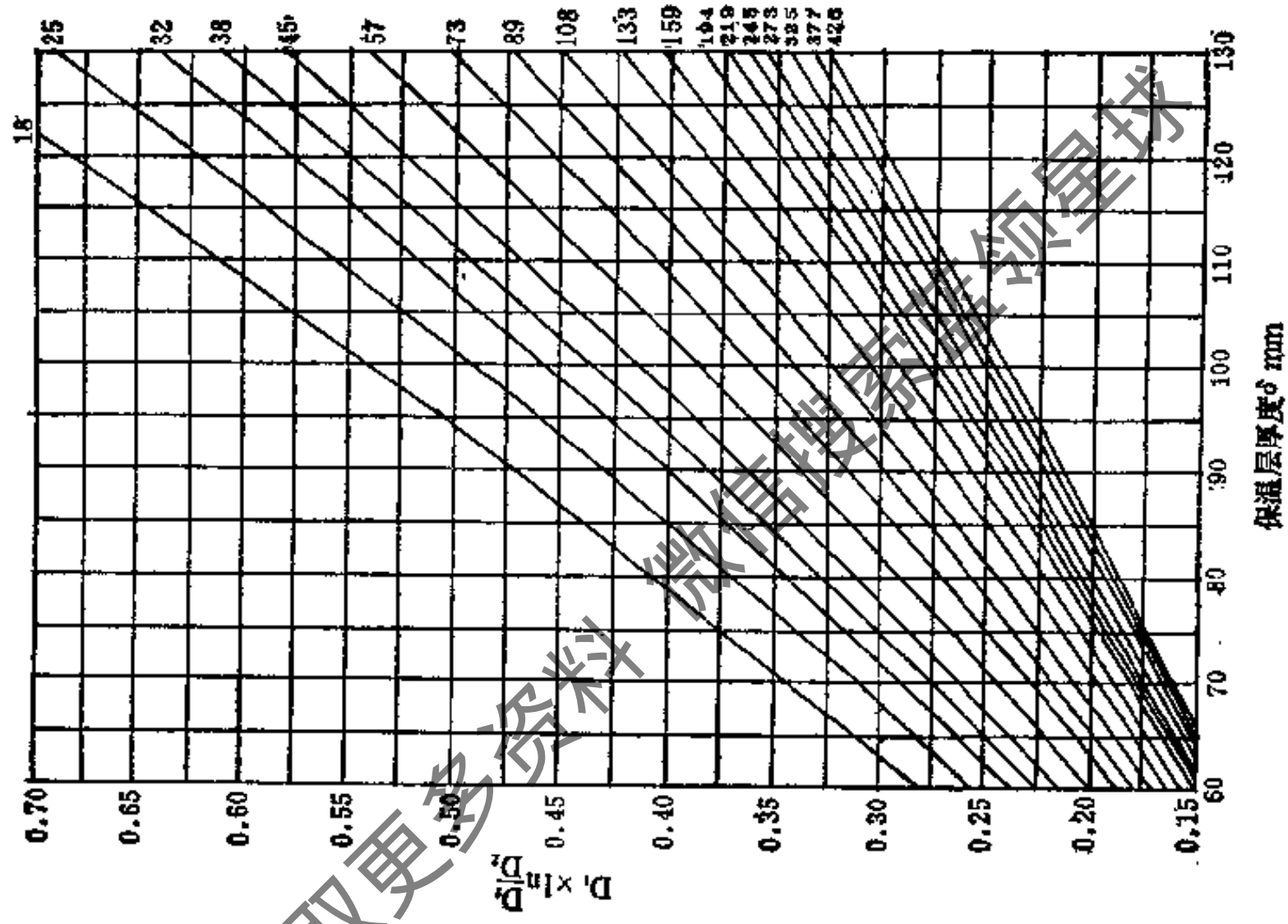


图 5—20 (2) $D_1 \times 10 \frac{D_1}{D_2}$ 与 δ 换算图

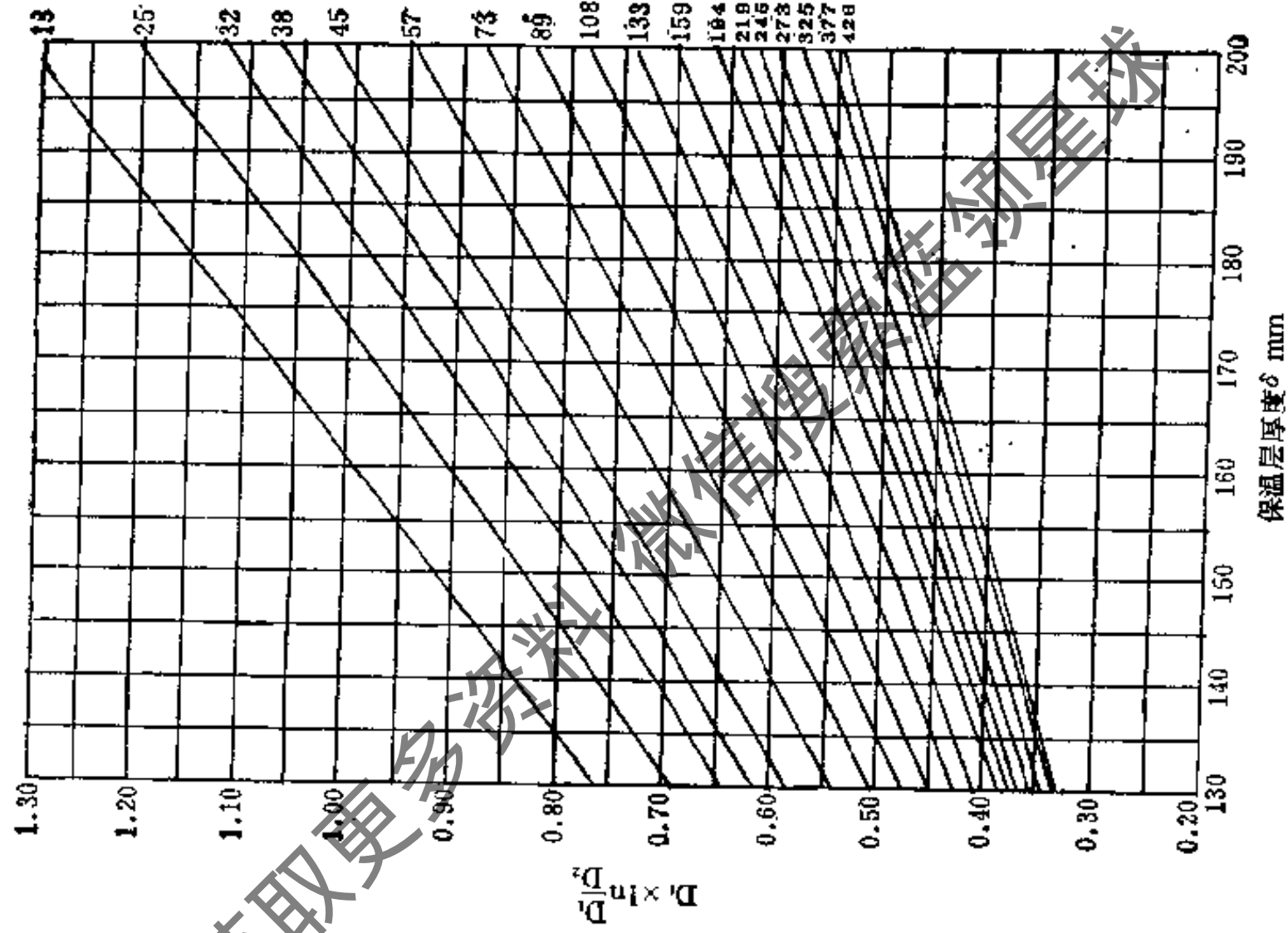


图 5—20 (3) $D_1 \times \ln \frac{D_1}{D_2}$ 与 δ 换算图

2. 通过管道和设备保温层的传热量计算

$$q = \frac{\pi(t_2 - t_1)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{D_1}{D_2} + \frac{1}{\alpha D_1}} \quad (5-8)$$

式中： q ——管道或设备保温层的传热量(W/m)。

t_1 ——管道或设备内制冷剂(或盐水的温度)($^{\circ}\text{C}$)。

t_2 ——管道或设备周围空气温度，一般常温带地段应取夏季空调日平均温度($^{\circ}\text{C}$)。

t_3 ——保温层外表温度，一般可按日平均温度下露点温度加1—2 $^{\circ}\text{C}$ 。

D_1 ——管道和设备包保温层后的外径，即
 $D_1 = D_2 + 2\delta$ (m)。

D_2 ——管道或设备的外径(m)。

α ——保温层外表面放热系数，一般可采用
8.141 W/(m²·K)，(即7 kcal/(cm²·h·K))。

δ ——保温层的厚度(m)。

3. 管道和设备保温层厚度。可参阅表5—11、表5—12。

4. 管道保温层、粉刷层、隔汽层和刷油等工程量，其计算已按管道直径分别列表。参见表5—13、表5—14、表5—15。

八、氨管道设计注意事项

1. 氨管道设计原则 氨系统管道设计必须根据制冷工艺要求进行布置。布置管道时必须保证机器和设备的安全运转，并考虑到操作和检修的方便而且应使管路最为经济合理，管内阻力最小。除此以外，还应适当考虑管道布置的美观。

2. 吸气(回气)管设计

(1) 重力供液系统，为了有效地保护压缩机，防止液体进入压缩机，各个回气总管上应设有机房

管道保温层厚度 (mm)

表 5-11

管道 外径 (mm)	$t_2 = 30^\circ\text{C}$ $t_3 = 27.8^\circ\text{C}$ $\alpha = 8.141\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$								$t_2 = 15^\circ\text{C}$ $t_3 = 12.4^\circ\text{C}$ $\alpha = 8.141\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$							
	$t_1 = -10^\circ\text{C}$		$t_1 = -15^\circ\text{C}$		$t_1 = -33^\circ\text{C}$		$t_1 = -40^\circ\text{C}$		$t_1 = -10^\circ\text{C}$		$t_1 = -15^\circ\text{C}$		$t_1 = -33^\circ\text{C}$		$t_1 = -40^\circ\text{C}$	
	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$	$\lambda =$
	0.047	0.07	0.047	0.07	0.047	0.07	0.047	0.07	0.047	0.07	0.047	0.07	0.047	0.07	0.047	0.07
$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	$W/(\text{m} \cdot \text{K})$	
22	50	70	55	75	75	100	80	105	30	45	35	50	50	65	55	75
32	55	75	60	80	80	105	85	115	35	45	40	50	55	75	60	85
38	60	80	65	85	85	110	90	120	35	45	40	55	60	80	65	85
57	65	85	70	95	90	120	100	135	35	50	45	60	65	85	70	95
76	65	90	75	100	95	130	105	140	40	55	45	60	65	90	75	100
89	70	95	75	105	100	135	110	145	40	55	45	65	70	95	75	105
108	70	100	80	110	105	140	110	155	40	55	50	65	70	100	80	110
133	75	100	80	115	105	145	115	160	45	60	50	70	75	100	85	115
159	75	105	85	120	110	155	120	165	45	60	50	70	75	105	85	120
219	80	110	90	125	120	165	130	180	50	65	55	75	80	110	90	125
273	85	115	95	130	125	175	135	190	50	70	55	80	85	115	95	130
325	85	120	95	135	130	180	140	195	50	70	55	80	85	120	95	135
377	90	125	100	140	130	185	145	200	50	70	60	80	90	125	100	140
426	90	125	100	140	135	190	150	205	55	70	60	85	90	125	100	140

每 米 长 管 道 保

保温层厚度 (mm)	管								
	10	12	14	18	25	32	38	45	57
20	0.0006	0.0020	0.0021	0.0023	0.0028	0.0033	0.0036	0.0041	0.0048
25	0.0027	0.0029	0.0031	0.0034	0.0039	0.0045	0.0049	0.0055	0.0064
30	0.0038	0.0040	0.0041	0.0045	0.0052	0.0058	0.0064	0.0070	0.0082
35	0.0050	0.0052	0.0054	0.0058	0.0066	0.0074	0.0080	0.0088	0.0101
40	0.0063	0.0065	0.0068	0.0073	0.0082	0.0090	0.0098	0.0107	0.0122
45	0.0078	0.0081	0.0083	0.0089	0.0099	0.0109	0.0117	0.0127	0.0144
50	0.0094	0.0097	0.0101	0.0107	0.0118	0.0129	0.0138	0.0149	0.0168
55	0.0112	0.0116	0.0119	0.0126	0.0138	0.0150	0.0161	0.0173	0.0194
60	0.0132	0.0136	0.0139	0.0147	0.0160	0.0173	0.0185	0.0198	0.0221
65	0.0153	0.0157	0.0161	0.0169	0.0184	0.0198	0.0210	0.0225	0.0249
70	0.0176	0.0180	0.0185	0.0194	0.0209	0.0224	0.0238	0.0253	0.0279
75	0.0200	0.0205	0.0210	0.0219	0.0236	0.0252	0.0266	0.0283	0.0311
80					0.0264	0.0281	0.0297	0.0314	0.0344
85					0.0294	0.0312	0.0328	0.0347	0.0379
90					0.0325	0.0345	0.0362	0.0382	0.0416
95					0.0358	0.0379	0.0397	0.0418	0.0454
100					0.0393	0.0415	0.0434	0.0456	0.0493

選 層 的 体 积 (m³)

表 5-13

外		径 (mm)							
76	89	108	133	159	219	273	325	377	426
0.0060	0.0068	0.0080	0.0096	0.0112	0.0150	0.0184	0.0217	0.0249	0.0280
0.0079	0.0090	0.0104	0.0124	0.0145	0.0192	0.0234	0.0275	0.0316	0.0354
0.0100	0.0112	0.0130	0.0154	0.0178	0.0235	0.0286	0.0335	0.0384	0.0430
0.0122	0.0136	0.0157	0.0185	0.0213	0.0279	0.0339	0.0396	0.0453	0.0507
0.0146	0.0162	0.0186	0.0217	0.0250	0.0325	0.0393	0.0459	0.0524	0.0586
0.0171	0.0189	0.0216	0.0252	0.0288	0.0373	0.0450	0.0523	0.0597	0.0666
0.0198	0.0218	0.0248	0.0287	0.0328	0.0423	0.0507	0.0589	0.0671	0.0748
0.0226	0.0249	0.0282	0.0325	0.0370	0.0473	0.0567	0.0657	0.0746	0.0831
0.0256	0.0281	0.0317	0.0364	0.0413	0.0526	0.0628	0.0726	0.0824	0.0916
0.0288	0.0314	0.0353	0.0404	0.0457	0.0580	0.0690	0.0796	0.0903	0.1003
0.0321	0.0350	0.0391	0.0446	0.0504	0.0636	0.0754	0.0869	0.0983	0.1091
0.0356	0.0386	0.0431	0.0490	0.0551	0.0693	0.0820	0.0942	0.1065	0.1180
0.0392	0.0425	0.0472	0.0535	0.0601	0.0751	0.0887	0.1018	0.1149	0.1272
0.0430	0.0465	0.0515	0.0582	0.0652	0.0812	0.0956	0.1095	0.1234	0.1365
0.0469	0.0506	0.0560	0.0631	0.0704	0.0874	0.1026	0.1173	0.1320	0.1459
0.0510	0.0549	0.0606	0.0680	0.0758	0.0937	0.1098	0.1253	0.1409	0.1555
0.0553	0.0594	0.0653	0.0732	0.0814	0.1002	0.1172	0.1335	0.1500	0.1652

保温层厚度

管

(mm)	10	12	14	18	25	32	38	45	57
105					0.0429	0.0452	0.0472	0.0495	0.0534
110						0.0481	0.0511	0.0536	0.0577
115						0.0531	0.0553	0.0578	0.0621
120							0.0596	0.0622	0.0667
125							0.0640	0.0668	0.0715
130								0.0715	0.0764
135									0.0814
140									
145									
150									
155									
160									
165									
170									
175									
180									
185									

获取更多资料 微信搜索 全球项目

(续)

外		径 (mm)							
76	89	108	133	159	219	273	325	377	426
0.0597	0.0640	0.0703	0.0785	0.0871	0.1069	0.1247	0.1418	0.1590	0.1752
0.0643	0.0688	0.0753	0.0840	0.0930	0.1137	0.1324	0.1503	0.1683	0.1852
0.0690	0.0737	0.0806	0.0896	0.0990	0.1207	0.1402	0.1590	0.1778	0.1955
0.0739	0.0788	0.0860	0.0954	0.1052	0.1276	0.1482	0.1678	0.1874	0.2058
0.0789	0.0840	0.0915	0.1013	0.1115	0.1351	0.1563	0.1767	0.1971	0.2164
0.0841	0.0894	0.0972	0.1074	0.1180	0.1425	0.1646	0.1858	0.2071	0.2271
0.0895	0.0950	0.1031	0.1137	0.1247	0.1501	0.1730	0.1951	0.2171	0.2379
0.0950	0.1007	0.1091	0.1201	0.1315	0.1579	0.1816	0.2045	0.2274	0.2489
0.1007	0.1066	0.1152	0.1266	0.1385	0.1658	0.1904	0.2141	0.2378	0.2601
0.1065	0.1126	0.1216	0.1334	0.1456	0.1739	0.1993	0.2238	0.2483	0.2714
	0.1188	0.1281	0.1402	0.1529	0.1821	0.2084	0.2337	0.2591	0.2829
		0.1347	0.1473	0.1603	0.1905	0.2176	0.2438	0.2699	0.2946
			0.1545	0.1679	0.1991	0.2270	0.2540	0.2810	0.3064
				0.1757	0.2078	0.2366	0.2644	0.2921	0.3183
				0.1836	0.2166	0.2463	0.2749	0.3035	0.3304
					0.2256	0.2562	0.2850	0.3150	0.3427
					0.2348	0.2662	0.2964	0.3266	0.3551

保温层厚度 (mm)	管								
	10	12	14	18	25	32	38	45	57
190									
195									
200									
205									

注：每米长保温层工程按下列公式计算：

$$V = \pi \delta (D + \delta)$$

式中：V—每米管道保温材料用量，(m³)

δ —保温层厚度(m)。

D—管道外径(m)。

每 米 长 管 道 保 温

保温层厚度 (mm)	管								
	10	12	14	18	25	32	38	45	57
0	0.031	0.038	0.044	0.057	0.079	0.101	0.119	0.141	0.179
20	0.157	0.163	0.170	0.182	0.204	0.226	0.245	0.267	0.305
25	0.188	0.195	0.201	0.214	0.236	0.258	0.276	0.298	0.336

(续)

外 径 (mm)									
76	89	108	133	159	219	273	325	377	426
					0.2441	0.2764	0.3074	0.3384	0.3677
					0.2536	0.2867	0.3186	0.3504	0.3804
					0.2633	0.2972	0.3299	0.3625	0.3933
						0.3078	0.3413	0.3748	0.4064

层的表面积 (m²)

表 5-14

外 径 (mm)									
76	89	108	133	159	219	273	325	377	426
0.239	0.280	0.339	0.418	0.500	0.690	0.858	1.021	1.184	1.338
0.364	0.405	0.465	0.543	0.625	0.814	0.983	1.147	1.310	1.464
0.396	0.437	0.496	0.575	0.657	0.845	1.015	1.178	1.341	1.495

保温层厚度 (mm)	管								
	10	12	14	18	25	32	38	45	57
30	0.220	0.226	0.232	0.245	0.267	0.289	0.308	0.330	0.368
35	0.231	0.238	0.244	0.256	0.278	0.299	0.320	0.341	0.379
40	0.243	0.250	0.256	0.268	0.290	0.311	0.332	0.353	0.391
45	0.254	0.261	0.267	0.279	0.301	0.322	0.343	0.364	0.402
50	0.266	0.273	0.279	0.291	0.313	0.334	0.355	0.376	0.414
55	0.277	0.284	0.290	0.302	0.324	0.345	0.366	0.387	0.425
60	0.289	0.296	0.302	0.314	0.336	0.357	0.378	0.399	0.437
65	0.300	0.307	0.313	0.325	0.347	0.368	0.389	0.410	0.448
70	0.312	0.319	0.325	0.337	0.359	0.380	0.401	0.422	0.460
75	0.323	0.330	0.336	0.348	0.370	0.391	0.412	0.433	0.471
80	0.335	0.342	0.348	0.360	0.382	0.403	0.424	0.445	0.483
85	0.346	0.353	0.359	0.371	0.393	0.414	0.435	0.456	0.494
90	0.358	0.365	0.371	0.383	0.405	0.426	0.447	0.468	0.506
95	0.369	0.376	0.382	0.394	0.416	0.437	0.458	0.479	0.517
100	0.381	0.388	0.394	0.406	0.428	0.449	0.470	0.491	0.529
105	0.392	0.399	0.405	0.417	0.439	0.460	0.481	0.502	0.540

(续)

外	径(mm)									
	76	89	108	133	159	219	273	325	377	426
0.427	0.468	0.528	0.606	0.688	0.877	1.046	1.219	1.373	1.527	1.681
0.459	0.500	0.559	0.638	0.719	0.908	1.078	1.241	1.404	1.558	1.712
0.490	0.531	0.591	0.669	0.751	0.939	1.109	1.272	1.436	1.590	1.744
0.522	0.562	0.622	0.716	0.782	0.971	1.140	1.301	1.467	1.621	1.784
0.553	0.594	0.653	0.732	0.814	1.002	1.172	1.335	1.500	1.652	1.814
0.584	0.625	0.685	0.763	0.845	1.034	1.203	1.367	1.539	1.684	1.854
0.616	0.657	0.716	0.795	0.877	1.065	1.235	1.398	1.561	1.715	1.884
0.647	0.688	0.748	0.826	0.908	1.096	1.266	1.429	1.593	1.747	1.914
0.679	0.719	0.779	0.858	0.939	1.128	1.297	1.461	1.624	1.778	1.944
0.710	0.751	0.811	0.889	0.971	1.159	1.329	1.492	1.656	1.810	1.974
0.741	0.782	0.842	0.920	1.002	1.191	1.360	1.524	1.687	1.841	2.004
0.773	0.814	0.873	0.952	1.034	1.222	1.392	1.555	1.718	1.872	2.034
0.804	0.845	0.905	0.983	1.065	1.253	1.423	1.587	1.750	1.904	2.064
0.836	0.877	0.936	1.015	1.096	1.285	1.455	1.618	1.781	1.935	2.094
0.867	0.908	0.968	1.046	1.128	1.316	1.486	1.649	1.813	1.967	2.124
0.930	0.939	0.999	1.078	1.159	1.348	1.517	1.681	1.844	1.998	2.154

保温层厚度 (mm)	管								
	10	12	14	18	25	32	38	45	57
110						0.792	0.811	0.833	0.870
115						0.823	0.842	0.864	0.902
120							0.873	0.873	0.933
125							0.905	0.927	0.964
130							0.936	0.958	0.996
135									1.027
140									1.059
145									1.090
150									1.122
155									
160									
165									
170									
175									
180									
185									

(续)

外	径(mm)									
	76	89	108	133	159	219	273	325	377	426
0.930	0.971	1.030	1.109	1.191	1.379	1.549	1.712	1.876	2.029	
0.961	1.002	1.062	1.140	1.222	1.411	1.580	1.744	1.907	2.061	
0.993	1.034	1.093	1.172	1.253	1.442	1.580	1.775	1.938	2.092	
1.024	1.065	1.125	1.203	1.285	1.473	1.643	1.806	1.970	2.124	
1.056	1.096	1.156	1.235	1.316	1.505	1.674	1.838	2.001	2.155	
1.087	1.128	1.187	1.266	1.348	1.536	1.706	1.869	2.033	2.187	
1.118	1.159	1.219	1.297	1.379	1.568	1.737	1.901	2.064	2.218	
1.150	1.191	1.250	1.329	1.411	1.599	1.769	1.932	2.095	2.249	
1.181	1.222	1.282	1.360	1.442	1.630	1.800	1.963	2.127	2.281	
	1.253	1.313	1.392	1.473	1.662	1.832	1.995	2.158	2.312	
		1.345	1.423	1.505	1.693	1.863	2.026	2.190	2.344	
				1.536	1.725	1.894	2.058	2.221	2.375	
				1.568	1.756	1.926	2.089	2.253	2.406	
				1.599	1.788	1.957	2.121	2.284	2.438	
					1.819	1.989	2.152	2.315	2.469	
					1.850	2.020	2.183	2.347	2.501	

保温层厚度 (mm)	管								
	10	12	14	18	25	32	38	45	57
190									
195									
200									
205									

注：计算公式 $S = \pi(D + 2\delta)$ ，式中：S——每米管道表面积 (m^2)，D——管道外径 (m)， δ ——保温层厚度 (m)。

每 百 米 长 管 道 保 温 层 外

保温层厚度 (mm)	管								
	10	12	14	18	25	32	38	45	57
20	0.440	0.452	0.465	0.490	0.534	0.578	0.616	0.660	0.735
25	0.503	0.515	0.528	0.553	0.597	0.641	0.679	0.723	0.798
30	0.565	0.578	0.591	0.616	0.660	0.704	0.741	0.785	0.861
40	0.691	0.704	0.716	0.741	0.785	0.829	0.867	0.911	0.986

(续)

外		径(mm)							
76	89	108	133	159	219	273	325	377	426
					1.882	2.051	2.215	2.378	2.532
					1.913	2.083	2.246	2.410	2.564
					1.945	2.114	2.278	2.441	2.595
						2.146	2.309	2.472	2.626

粉 刷 材 料 (厚20mm的体积 m^3)

表 5—15

外		径 (mm)							
76	89	108	133	159	219	273	325	377	426
0.855	0.936	1.056	1.213	1.376	1.753	2.092	2.419	2.746	3.054
0.917	0.999	1.118	1.275	1.439	1.816	2.155	2.482	2.809	3.116
0.980	1.062	1.181	1.338	1.502	1.879	2.218	2.545	2.871	3.179
1.106	1.188	1.307	1.464	1.627	2.004	2.344	2.670	2.997	3.305

保温层厚度 (mm)	管								
	10	12	14	18	25	32	38	45	57
50	0.817	0.829	0.842	0.867	0.911	0.955	0.993	1.037	1.112
60	0.942	0.955	0.968	0.993	1.037	1.081	1.118	1.162	1.238
75	1.131	1.144	1.156	1.181	1.225	1.269	1.307	1.351	1.426
90					1.414	1.458	1.495	1.539	1.615
100					1.539	1.583	1.621	1.665	1.740
110							1.747	1.791	1.866
125							1.935	1.979	2.055
140									2.243
150									2.369
160									
175									
190									
200									
205									

注：计算公式 $V = \pi b C (D + 2\delta) \times 100$ 式中：V——每100米管保温层外粉刷材料用量 (m³)

D——管件外径 (m)， δ ——保温层厚度 (m)，b——外粉刷材料厚度 (m)

(续)

外	径(mm)									
	76	89	108	133	159	219	273	325	377	426
1.232	1.313	1.433	1.590	1.753	2.130	2.459	2.796	3.123	3.431	
1.357	1.439	1.558	1.715	1.879	2.256	2.595	2.922	3.248	3.556	
1.546	1.627	1.747	1.904	2.067	2.444	2.783	3.110	3.437	3.745	
1.734	1.816	1.935	2.092	2.256	2.633	2.972	3.299	3.625	3.933	
1.860	1.942	2.061	2.218	2.381	2.758	3.098	3.424	3.751	4.059	
1.985	2.067	2.187	2.344	2.507	2.884	3.223	3.550	3.877	4.185	
2.174	2.256	2.376	2.532	2.695	3.072	3.412	3.738	4.065	4.373	
2.362	2.444	2.564	2.721	2.884	3.261	3.600	3.927	4.254	4.562	
2.488	2.570	2.689	2.846	3.010	3.387	3.726	4.053	4.379	4.687	
			2.972	3.135	3.512	3.852	4.178	4.505	4.813	
				3.324	3.701	4.040	4.367	4.694	5.001	
					3.889	4.229	4.555	4.882	5.190	
					4.015	4.354	4.681	5.008	5.316	
						4.417	4.744	5.071	5.378	

本身氨液分离器外，应在机房内增设氨液分离器。

(3)重力供液系统回气管路应注意防止“液囊”的形成，有“液囊”的管段必须增设氨液分离器。

(4)排液桶、立式(卧式)蒸发器、空气分离器、集油器等设备的回气管属于单相流回气管，其垂直立管不能与两相流回气立管合并，以免造成液体倒流到容器内，上述设备单相流回气管与两相流回气水平总管连接时，必须从回气总管顶部接出。回气总管水平段应有0.02—0.03的坡度，且坡向低压循环桶。

(5)为了防止吸气总管中液体流入压缩机造成液击，吸气总管水平段应有0.02—0.03的坡度，且使其坡向低压循环桶或氨液分离器。各台压缩机吸气管与水平吸气总管连接时，宜同吸气总管呈45°角连接。参见图5—21。

(6)吸气管与排气管一起敷设时，其管壁间距

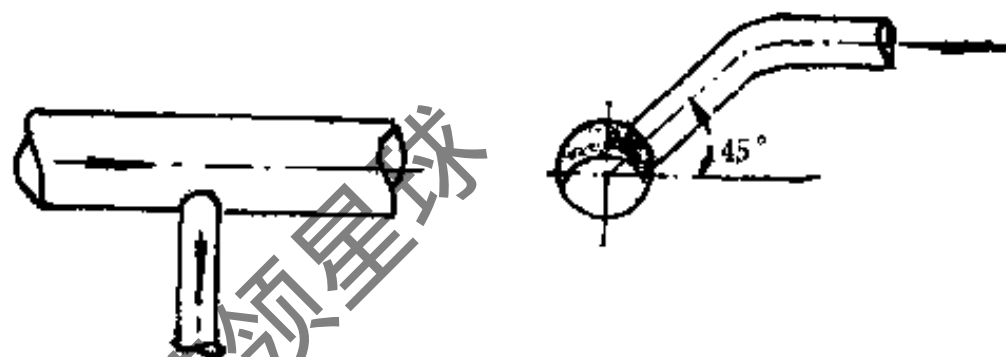


图5—21 各吸气支管与水平吸气总管连接图

不得小于250mm，如布置在同一垂直面上，吸气管应在排气管下面。

3.排气管设计

(1)两台以上压缩机并联运行时，每台压缩机的排气管上应设止回阀，以防止一台压缩机工作时，另一台停用的压缩机排气管内积沉冷凝氨液及润滑油，造成该机启动时“液击”。

(2)压缩机排气管与水平排气总管连接时，应从排气总管顶部接出而且同顺气流方向呈小于45°角连接。参见图5—22。

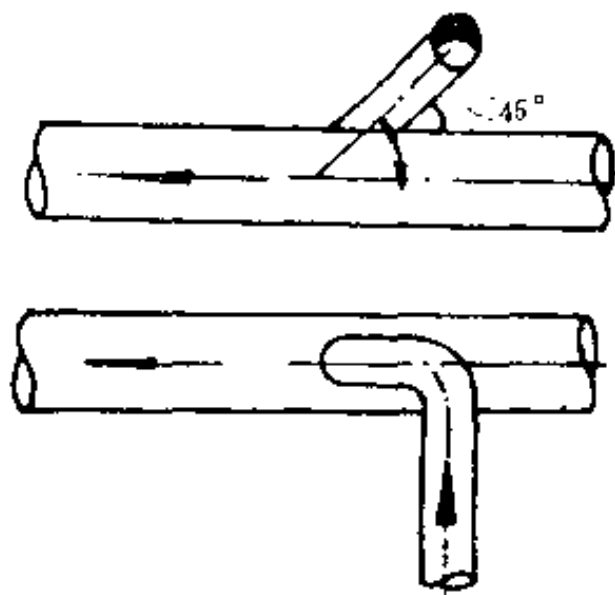


图 5—22 各排气支管与水平排气总管连接图

(3) 为了防止排气管中润滑油返回压缩机从而造成液击，排气总管水平管段应有0.02—0.03的坡度，并使其坡向油分离器或冷凝器。

4. 冷凝器与贮氨器之间管道设计

(1) 单台冷凝器至贮氨器的出液管道，若出液管内流体流速不大于0.5m/s，水平管段带0.02—

0.03坡度且坡向贮氨器，出液管上阀门设在贮液器立管上，阀门低于冷凝器出液口305mm及以上时，冷凝器与贮氨器之间可不设气体均压管，见图5—23。若冷凝器出液管内流速大于0.5m/s和坡度不能满足上述要求时，应在冷凝器与贮氨器之间设气体均压管，参见图5—24。均压管管径可参考表5—16。

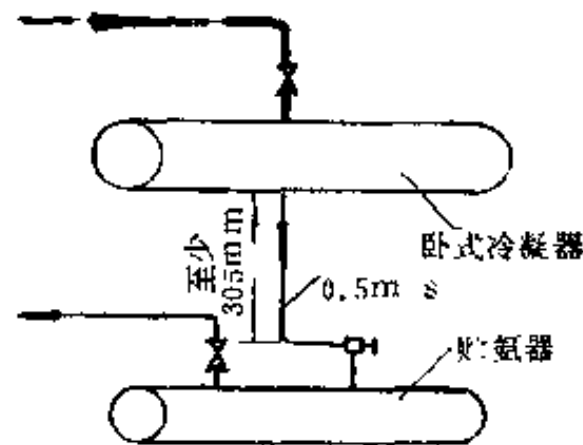


图 5—23 不设气体均压管单台冷凝器与贮氨器管道连接图

表 5—16

均压管公称直径(mm)	15	20	25	32	40	50
设备最大负荷(kW)	175	350	600	1100	1500	2300

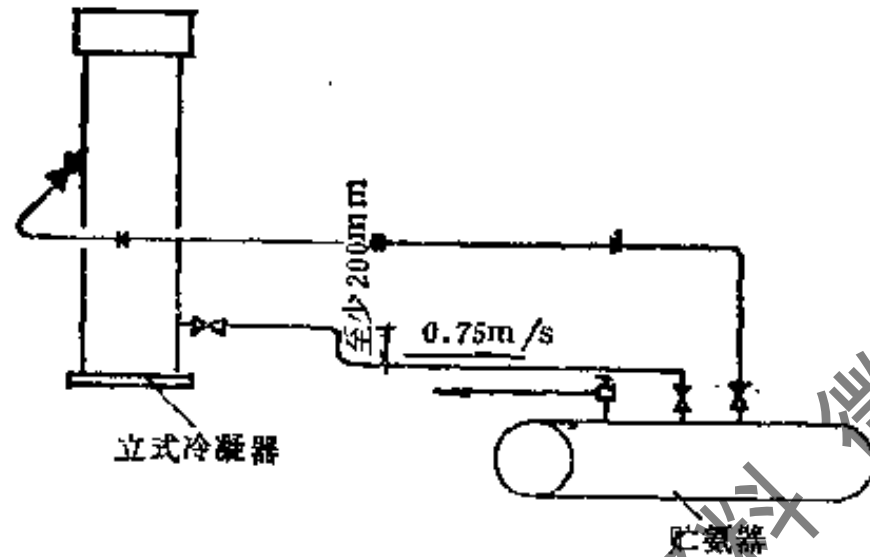


图 5—24 设气体均压管单台冷凝器与贮氨器管道连接图

(2) 多台立式冷凝器与贮氨器之间管道连接时, 需设气体均压管。冷凝器出液口与贮氨器进液

阀进口之间最小高差305mm。液体管水平段到贮氨器应有0.02—0.03坡度, 并使其坡向贮氨器。液体管内流速不应大于0.75m/s。

(3) 多台并联蒸发式冷凝器与贮氨器之间管道连接(见图 5—25), 要考虑冷凝负荷降低时, 有可能一台或几台蒸发式冷凝器停止工作(关循环水泵和鼓风机), 或因各台蒸发式冷凝器布置位置的差异造成冷凝负荷分配不均匀, 使各台冷凝器出液口压力不一致。不工作的蒸发式冷凝器处于压缩机排气压力, 而正在工作的蒸发式冷凝器由于要克服阀门、冷凝盘管等阻力损失, 使该冷凝器出液口压力低于不工作冷凝器出液口压力, 此时, 压力较高的

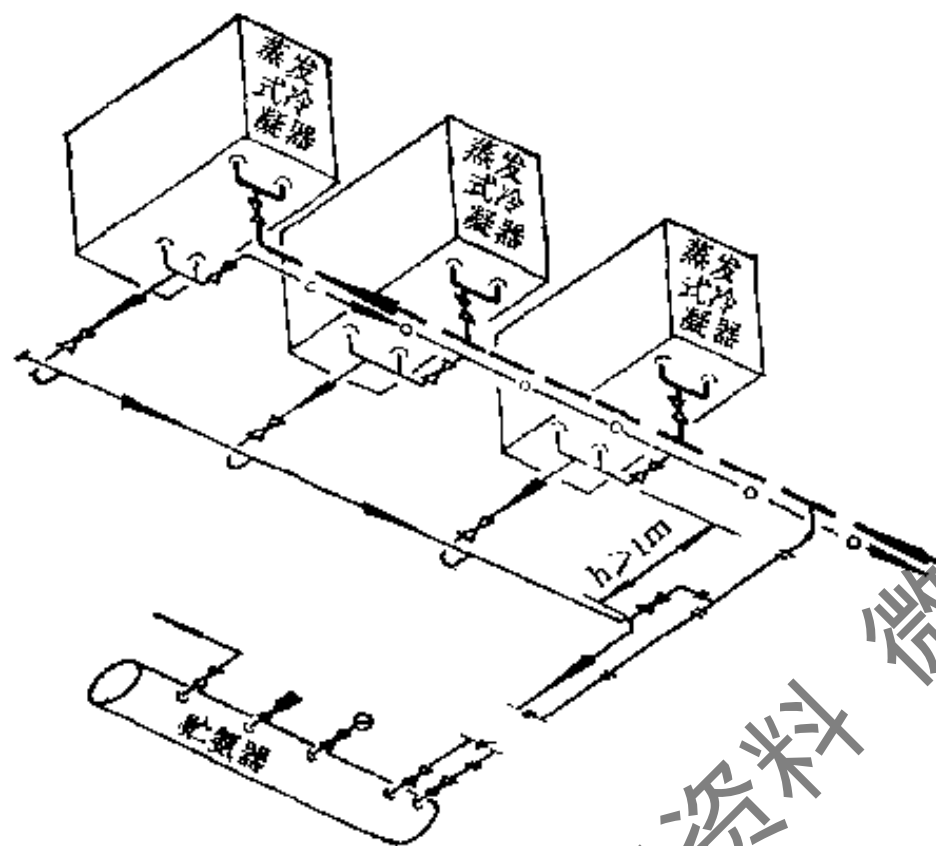


图 5—25 多台并联蒸发式冷凝器与贮氨器管道连接图

冷凝器中的冷凝液体会倒流到压力较低的冷凝器

冷凝盘管内，从而减少了正在工作冷凝器的冷凝面积。为了克服这一现象，每台冷凝器出液管与液体水平总管连接处应设液封，液封弯头尽量做小。每台冷凝器出液管上截止阀应设在立管段，阀门的位置尽量装低。液体总管水平段端头与贮氨器进液管连接处要做“气囊”，其管内最高处与每台冷凝器出液管水平段高差 h 不小于 1 m ，以克服各台冷凝器之间的压力差异。在该处最高点接气体均压管与贮氨器均压管和蒸发式冷凝器进气总管接通。

每台冷凝器出液管及液体总管的液体流速不宜大于 0.5 m/s 。

由于每台冷凝器的出液立管设置液封，冷凝器内的不凝气体不能进入贮氨器，故贮氨器处可不设放气阀。对蒸发式冷凝器的不凝气体排放阀应设在冷凝器出液管的水平段上部。考虑到每台蒸发式冷凝器出液口压力可能出现的差异，在放不凝气体时使处于工作状态的每台冷凝器单独轮流地与自动放

空气器接通，以便可排出处于压力较低的冷凝器内的不凝气体。

5. 低压循环桶与氨泵之间的管路设计

(1) 每台低压循环桶一般最多设置两台氨泵，每台氨泵应有各自从桶侧接出的进液管。若设置两台氨泵，则备用泵一般不宜装在系统管上，以免使

管路复杂化。

(2) 低压循环桶出液管（即氨泵进液管）的水平管段应带有坡度并坡向氨泵，管内流速不宜大于 0.5m/s ，氨泵出液管流速 $0.8\text{—}1.0\text{m/s}$ 。氨泵进、出液管管径可参照表5—17选用。氨泵进液管上的过滤器应设在离低压桶正常液位 1.5m 以外，以

表 5—17

管 道 名 称	氨 泵 流 量(m^3/h)							
	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
氨泵进液管(mm)	57×3	63×3.0	76×3.5	76×3.5	89×3.5	89×3.5	89×3.5	95×3.5
氨泵出液管(mm)	38×2.2	42×2.2	57×3.0	57×3.0	63×3.0	63×3.0	63×3.0	76×3.5

防止产生节流气体。过滤器出口管径一般均大于氨泵进口管径，应将该管管径均匀缩小至泵进口同径再行连接。当系统运行一段时间，过滤器内不再出现脏物，可将滤网孔加粗以减少泵进液管阻力。

(3) 每台氨泵出液管上应装止回阀，以防停

泵后氨液倒流到低压循环桶。为了方便止回阀检修，一般在止回阀后安装截止阀。截止阀应紧靠止回阀，该截止阀只能在检修止回阀时短时间关闭。如果习惯为检修氨泵需较长时间关闭该截止阀，则在截止阀与止回阀之间的管段应拧松法兰将氨液放

出。

(4) 在一个蒸发温度系统的氨泵出液总管上应设自动旁通阀。该旁通阀接出的旁通管与低压循环桶回气管顶部接通，一方面作氨泵流量旁通，另一方面可防止因长时间停止降温或因氨泵故障改为直接膨胀供液时，氨泵出液总管满灌的低温氨液受热产生巨大压力使液管或阀门爆裂。

6. 利用氨液冷却和润滑的屏蔽泵管路设计

(1) 屏蔽泵必须设断液保护，可在泵的进、出液管装设差压控制器，以保护屏蔽泵不致因断液而损坏。

(2) 屏蔽泵的出液管与止回阀之间宜接旁通管，管上设Dg10—Dg15节流阀，该阀尽量设置靠近止回阀。旁通管另一端接至低压循环桶回气管顶部。旁通节流阀开启度是以满足冷却和润滑屏蔽泵的最小流量为准，停泵时该阀亦不关闭，作为泵的抽气阀。

(3) 一个蒸发温度系统并联两台同一规格的低压循环桶，若回气和吸气管与两台低压循环桶的进、出气管能对称连接，两个桶的底部接Dg100以上的均液管则两台低压循环桶可采用一套液位控制和保护装置。

7. 放油管设计

从高、低压容器内放油必须经过集油器。为了减少放油时进入集油器氨液，各容器应装油位计并在放油管上装视镜。低压容器放油管外径不宜小于82mm。在多蒸发温度的制冷系统，集油器回气管宜与各蒸发温度低压循环桶回气管顶部接通，这样不同压力的容器可通过集油器回气管利用各蒸发温度系统之间的压力差放油和排油。参见图5—26。

8. 融霜用热氨管设计 融霜热氨管必须在油分离器后排气管上接出，管上需装截止阀和压力表。当油分离器采用洗涤式时，可在机房内设置专供热氨融霜用的干式油分离器。

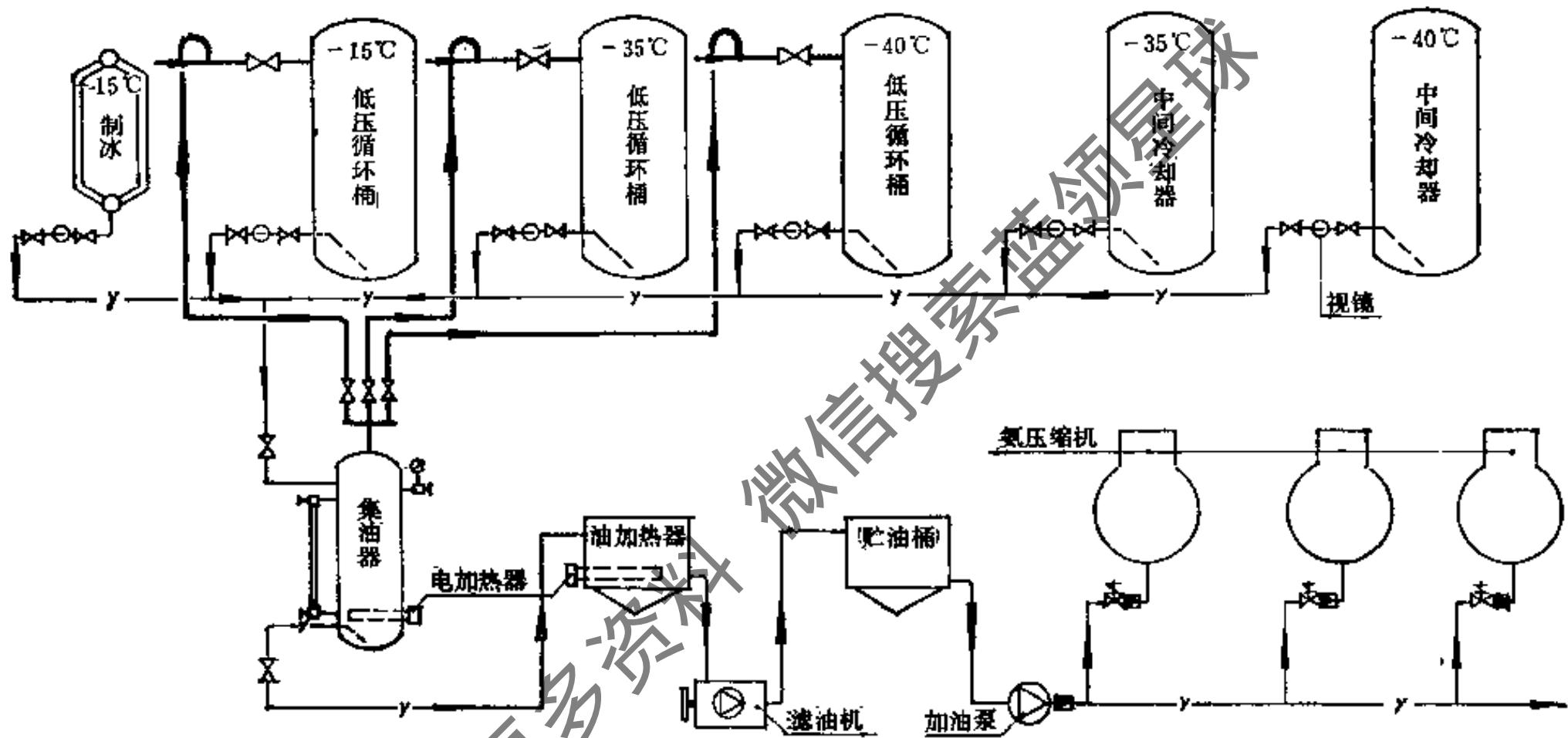


图 5—26 多蒸发温度系统集油器回气管、进出油管连接图

9. 放空气管设计 从系统中排放不凝气体必须经过空气分离器。为了便于操作管理宜选用自动型空气分离器。放空气管应直接从冷凝器和贮氨器上接出, 不得利用其他管线作为放空气管。自动型空气分离器的回液管出口端应高于贮氨器容器表面600mm以上, 回液管另一端应接在贮氨器液面以下, 以防止产生气阻, 不能下液。

10. 氨压力表 氨系统应采用氨的专用压力表, 其精度应不低于2.5级, 且带压力和温度刻度。高压系统采用-0.1—0—2.5MPa规格的氨真空压力表, 低压系统采用-0.1—0—1.6 MPa规格的氨真空压力表。氨压力表下应装氨压力表阀。

11. 制冷设备设计灌氨量 制冷设备设计灌氨量宜按表5—18规定选用。考虑到制冷系统正式投产前需试压、检漏、调试、试运转等需要, 整个制冷系统设计购氨量比各设备计算灌氨总量增加10—15%。购氨量按氨液密度 $650\text{kg}/\text{m}^3$ 计算。

制冷设备设计灌氨量 表5—18

设备名称	灌氨量 (容积百分比)	设备名称	灌氨量 (容积百分比)
各式冷凝器	15	“下进上出排管”	50—60
贮氨器	70	“下进上出冷风机”	60—70
再冷却器	100	回气管	60
中间冷却器	50	搁架式排管	50
立式低压循环桶	35	平板冻结器	50
卧式低压循环桶	25	壳管式蒸发器	80
氨液分离器	20	氨液管	100
氨泵强制供液系统:		重力供液系统:	
“上进下出排管”	25	排管	50—60
“上进下出冷风机”	40—50	冷风机	70

器、贮液器等辅助设备的选择，均应与设置的氟压缩机制冷量相适应。

6. 氟压缩机标准工况和空调工况的规定（表6—3）

7. 在氟利昂冷库的制冷系统中，一般应采用回热循环。

8. 对容量为100t以下的小型冷库，压缩机每昼夜

运行时间可采用12—16h。

氟压缩机标准工况和空调工况的规定 表6—3

温度 工况	蒸发温度 (°C)	吸气温度 (°C)	冷凝温度 (°C)	过冷温度 (°C)
标准	-15	15	30	25
空调	-5	15	35	30

二、国产系列活塞式氟压缩机的基本参数

（一）JB955-67开启式单级制冷压缩机基本参数

JB955-67开启式单级制冷压缩机基本参数

表6—4

缸径 (mm)	行程 (mm)	缸数	R22			R12			活塞行程容积 (m ³ /h)
			转速 (r/min)	标准制冷量 (kW)	标准轴功率 (kW)	转速 (r/min)	标准制冷量 (kW)	标准轴功率 (kW)	
50	40	2	1440	5.581	1.67	1440	3.476	1.138	13.6
		3		8.372	2.49		5.209	1.690	20.3
		4		11.163	3.30		6.953	2.24	27.2
		6		16.744	4.93		10.430	3.33	40.7
		8		22.325	6.55		13.907	4.44	54.3

(续)

缸径 (mm)	行程 (mm)	缸数	R22			R12			活塞行程容积 (m ³ /h)
			转速 (r/min)	标准制冷量 (kW)	标准轴功率 (kW)	转速 (r/min)	标准制冷量 (kW)	标准轴功率 (kW)	
70	55	2	1440	14.674	4.35	1440	9.209	3.01	36.6
		3		22.023	6.50		13.837	4.49	54.9
		4		29.302	8.54		18.418	5.94	73.2
		6		44.069	12.90		27.674	8.86	109.8
		8		58.721	17.10		36.860	11.70	146.4
100	70	2	960	26.046	7.80	1440	24.42	7.98	63.5/95
		4		52.093	15.40		48.84	15.70	126.9/190
		6		78.139	22.90		73.26	23.50	190.4/285
		8		104.186	30.40		97.68	31.10	253.8/380
125	100	2	960	58.721	17.60	960	36.63	12.0	114.5
		4		117.442	34.70		73.26	23.6	283.0
		6		176.162	51.70		109.89	35.2	424.5
		8		234.883	68.50		146.52	46.7	566.0
170	140	2	720	123.256	35.10	720	76.74	24.0	275
		4		246.512	69.30		153.48	47.0	550
		6		369.767	103.30		230.22	70.7	825
		8		493.023	137.00		306.96	93.6	1100

注：100系列活塞行程容积一行中，分子为960r/min，分母为1440r/min。

(续)

型号 名称	S31-C	S41-C	S51-C	S81-C	S101-C	S151-C	
	S31A-C		S51A-C		S101A-C	S151A-C	
转速 (r/min)	1450	1450	1450	1450	1450	1450	
排气量 (m ³ /h)	12.1	14.7	18.4	26.9	35.3	53.7	
制冷量	R12 (kW)	3.488	4.302	5.581	8.130	11.046	15.814
	R22 (kW)	5.349	5.741	8.721	12.442	17.442	25.349
	R502 (kW)	2.612	3.605	4.651	6.162	9.302	14.419
噪音值(dB)	54	55	57	64	65	70	

注: 1. 工况条件: 吸入压力饱和温度 = 蒸发温度, R12、R22、
-15℃, R502 - 30℃, 冷凝温度30℃。

2. 带A的型号用于空冷式冷凝器, 压缩机气缸盖上带有风扇。

3. S41、S81无A记号来区别水冷和空冷。用空冷式冷凝器时, 压缩机气缸盖上带有风扇。

三、R12、R22、R502热力性质表 和压—焓图

(一) R12热力性质和压焓图

R12热力性质和压焓图见表6—7和图6—1 (见
书后)。

R12热力性质

表 6-7

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸 发 热	熵	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ'(kg/L)	ρ''(kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' kJ/(kg·K)	s'' kJ/(kg·K)
-80	0.0062	0.615	2140.00	1.626	0.467	129.14	315.10	185.96	0.6946	1.6574
-79	0.0066	0.616	2000.23	1.624	0.500	130.00	315.57	185.57	0.6990	1.6548
-78	0.0071	0.617	1871.14	1.621	0.531	130.85	316.03	185.18	0.7034	1.6523
-77	0.0077	0.618	1751.82	1.619	0.571	131.71	316.50	184.79	0.7078	1.6499
-76	0.0082	0.619	1641.42	1.616	0.609	132.57	316.97	184.40	0.7122	1.6475
-75	0.0088	0.620	1539.19	1.613	0.650	133.43	317.44	184.01	0.7165	1.6451
-74	0.0094	0.621	1444.45	1.611	0.692	134.29	317.91	183.62	0.7208	1.6428
-73	0.0101	0.622	1356.57	1.608	0.737	135.15	318.38	183.23	0.7251	1.6406
-72	0.0108	0.623	1274.99	1.606	0.781	136.01	318.85	182.84	0.7294	1.6384
-71	0.0115	0.624	1199.19	1.603	0.834	136.87	319.32	182.45	0.7337	1.6362
-70	0.0123	0.625	1128.72	1.600	0.886	137.73	319.79	182.06	0.7379	1.6341
-69	0.0131	0.626	1063.13	1.598	0.941	138.59	320.26	181.67	0.7421	1.6321
-68	0.0139	0.627	1002.06	1.595	0.998	139.45	320.73	181.28	0.7463	1.6300
-67	0.0149	0.628	945.14	1.592	1.058	140.32	321.21	180.89	0.7505	1.6280
-66	0.0158	0.629	892.05	1.590	1.121	141.17	321.68	180.51	0.7545	1.6261

(续)

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸 发 热	熵	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s'' [kJ/(kg·K)]
-65	0.0168	0.630	842.50	1.587	1.187	142.03	322.15	180.12	0.7589	1.6242
-64	0.0179	0.631	796.21	1.584	1.256	142.90	322.63	179.73	0.7630	1.6223
-63	0.0190	0.632	752.95	1.582	1.328	143.76	323.10	179.34	0.7671	1.6205
-62	0.0201	0.633	712.49	1.579	1.404	144.63	323.58	178.95	0.7712	1.6187
-61	0.0214	0.634	674.61	1.576	1.482	145.49	324.05	178.56	0.7753	1.6170
-60	0.0226	0.636	639.13	1.574	1.565	146.36	324.53	178.17	0.7794	1.6153
-59	0.0240	0.637	605.88	1.571	1.650	147.23	325.01	177.78	0.7834	1.6136
-58	0.0254	0.638	574.70	1.568	1.740	148.09	325.48	177.39	0.7875	1.6120
-57	0.0268	0.639	545.43	1.565	1.833	148.97	325.96	176.99	0.7915	1.6104
-56	0.0284	0.640	517.94	1.563	1.931	149.84	326.44	176.60	0.7955	1.6088
-55	0.0300	0.641	492.11	1.560	2.032	150.70	326.91	176.21	0.7995	1.6072
-54	0.0317	0.642	467.83	1.557	2.138	151.57	327.39	175.82	0.8035	1.6057
-53	0.0334	0.643	444.98	1.554	2.247	152.45	327.87	175.42	0.8074	1.6043
-52	0.0353	0.644	423.47	1.552	2.361	153.32	328.35	175.03	0.8114	1.6028
-51	0.0372	0.646	403.21	1.549	2.480	154.19	328.82	174.63	0.8153	1.6014

(续)

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸 发 潜 热	熵	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s'' [kJ/(kg·K)]
-50	0.0392	0.647	384.11	1.546	2.603	155.06	329.30	174.24	0.8192	1.6000
-49	0.0412	0.648	366.10	1.543	2.731	155.94	329.78	173.84	0.8231	1.5967
-48	0.0434	0.649	349.11	1.541	2.864	156.81	330.25	173.44	0.8270	1.5974
-47	0.0457	0.650	333.07	1.538	3.002	157.69	330.73	173.04	0.8309	1.5961
-46	0.0480	0.651	317.91	1.535	3.146	158.57	331.21	172.64	0.8347	1.5948
-45	0.0505	0.653	303.59	1.532	3.294	159.45	331.69	172.24	0.8386	1.5936
-44	0.0530	0.654	290.04	1.529	3.448	160.32	332.16	171.84	0.8424	1.5923
-43	0.0556	0.655	277.23	1.526	3.607	161.21	332.64	171.43	0.8463	1.5912
-42	0.0584	0.656	265.10	1.524	3.772	162.08	333.11	171.03	0.8501	1.5900
-41	0.0612	0.658	253.61	1.521	3.943	162.97	333.59	170.62	0.8539	1.5889
-40	0.0642	0.659	242.72	1.518	4.120	163.85	334.07	170.22	0.8576	1.5877
-39	0.0673	0.660	232.40	1.515	4.303	164.73	334.54	169.81	0.8614	1.5867
-38	0.0705	0.661	222.61	1.512	4.492	165.62	335.02	169.40	0.8652	1.5856
-37	0.0738	0.663	213.32	1.509	4.688	166.50	335.49	168.99	0.8689	1.5846
-36	0.0772	0.664	204.50	1.506	4.890	167.39	335.97	168.58	0.8727	1.5835

(续)

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸 发 热	熵	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ'(kg/L)	ρ''(kg/m³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s'' [kJ/(kg·K)]
-35	0.0807	0.665	196.12	1.504	5.099	168.27	336.44	168.17	0.8764	1.5825
-34	0.0844	0.666	188.16	1.501	5.315	169.16	336.91	167.75	0.8801	1.5816
-33	0.0882	0.668	180.59	1.498	5.538	170.06	337.39	167.34	0.8838	1.5806
-32	0.0922	0.669	173.39	1.495	5.767	170.94	337.86	166.92	0.8875	1.5897
-31	0.0962	0.670	166.53	1.492	6.005	171.83	338.33	166.50	0.8912	1.5788
-30	0.1005	0.672	160.01	1.489	6.250	172.72	338.80	166.08	0.8948	1.5779
-29	0.1048	0.673	153.80	1.486	6.502	173.61	339.27	165.66	0.8985	1.5770
-28	0.1093	0.674	117.88	1.483	6.762	174.51	339.74	165.23	0.9021	1.5761
-27	0.1140	0.676	142.24	1.480	7.030	175.40	340.21	164.81	0.9057	1.5753
-26	0.1188	0.677	136.86	1.477	7.307	176.30	340.68	164.38	0.9094	1.5745
-25	0.1237	0.678	131.73	1.474	7.591	177.20	341.15	163.95	0.9130	1.5737
-24	0.1289	0.680	126.83	1.471	7.885	178.10	341.62	163.52	0.9166	1.5729
-23	0.1342	0.681	122.15	1.468	8.186	178.99	342.08	163.09	0.9202	1.5721
-22	0.1396	0.683	117.69	1.465	8.497	179.90	342.55	162.65	0.9237	1.5714
-21	0.1452	0.684	113.42	1.462	8.817	180.80	343.01	162.21	0.9273	1.5706

(续)

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸 发 热	熵	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s'' [kJ/(kg·K)]
-20	0.1510	0.685	109.34	1.459	9.146	181.70	343.48	161.78	0.9309	1.5699
-19	0.1570	0.687	105.44	1.456	9.484	182.60	343.94	161.34	0.9344	1.5692
-18	0.1631	0.688	101.71	1.453	9.832	183.51	344.40	160.89	0.9379	1.5685
-17	0.1695	0.690	98.14	1.450	10.189	184.41	344.86	160.45	0.9115	1.5679
-16	0.1760	0.691	94.72	1.447	10.557	185.32	345.32	160.00	0.9450	1.5672
-15	0.1827	0.693	91.45	1.444	10.935	186.23	345.78	159.55	0.9485	1.5666
-14	0.1896	0.694	88.32	1.441	11.323	187.14	346.24	159.10	0.9520	1.5659
-13	0.1967	0.696	85.31	1.438	11.721	188.05	346.70	158.65	0.9555	1.5653
-12	0.2040	0.697	82.44	1.434	12.131	188.96	347.15	158.19	0.9590	1.5647
-11	0.2115	0.699	79.67	1.431	12.551	189.87	347.61	157.74	0.9621	1.5641
-10	0.2193	0.700	77.03	1.428	12.983	190.78	348.06	157.28	0.9659	1.5636
-9	0.2272	0.702	74.49	1.425	13.425	191.71	348.52	156.81	0.9693	1.5630
-8	0.2354	0.703	72.05	1.422	13.880	192.62	348.97	156.35	0.9728	1.5625
-7	0.2437	0.705	69.70	1.419	14.346	193.54	349.42	155.88	0.9762	1.5619
-6	0.2523	0.706	67.46	1.415	14.825	194.46	349.87	155.11	0.9796	1.5611

(续)

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸 发 热	熵	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s'' [kJ/(kg·K)]
-5	0.2612	0.708	65.29	1.112	15.315	195.38	350.32	151.91	0.9830	1.5609
-4	0.2702	0.710	63.22	1.409	15.818	196.30	350.76	151.46	0.9865	1.5601
-3	0.2795	0.711	61.22	1.406	16.331	197.22	351.21	153.99	0.9899	1.5599
-2	0.2891	0.713	59.30	1.403	16.863	198.15	351.65	153.50	0.9932	1.5594
-1	0.2989	0.715	57.45	1.399	17.405	199.07	352.09	153.02	0.9966	1.5589
0	0.3089	0.716	55.68	1.396	17.960	200.00	352.54	152.54	1.0000	1.5584
1	0.3192	0.718	53.97	1.393	18.530	200.92	352.97	152.05	1.0034	1.5580
2	0.3297	0.720	52.32	1.389	19.113	201.86	353.41	151.55	1.0067	1.5575
3	0.3405	0.721	50.74	1.386	19.710	202.79	353.85	151.06	1.0101	1.5571
4	0.3516	0.723	49.21	1.383	20.322	203.72	354.28	150.56	1.0134	1.5567
5	0.3629	0.725	47.74	1.379	20.949	204.66	354.72	150.06	1.0168	1.5563
6	0.3746	0.727	46.32	1.376	21.590	205.59	355.15	149.56	1.0201	1.5559
7	0.3865	0.728	44.95	1.373	22.247	206.53	355.58	149.05	1.0234	1.5555
8	0.3986	0.730	43.63	1.369	22.920	207.47	356.01	148.54	1.0267	1.5551
9	0.4111	0.732	42.36	1.366	23.608	208.42	356.44	148.02	1.0300	1.5547

(续)

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸发热	熵	
		液体	蒸气	液体	蒸气	液体	蒸气		液体	蒸气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v [*] (L/kg)	ρ'(kg/L)	ρ [*] (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h [*] (kJ/kg)	r(kJ/kg)	s'(kJ/(kg·K))	s [*] (kJ/(kg·K))
10	0.4238	0.734	41.13	1.363	24.313	209.35	356.86	147.51	1.0333	1.5543
11	0.4369	0.736	39.95	1.359	25.034	210.30	357.28	146.98	1.0366	1.5539
12	0.4502	0.738	38.80	1.356	25.771	211.25	357.71	146.46	1.0399	1.5536
13	0.4639	0.739	37.70	1.352	26.526	212.20	358.13	145.93	1.0432	1.5532
14	0.4778	0.741	36.63	1.349	27.299	213.14	358.54	145.40	1.0465	1.5529
15	0.4921	0.743	35.60	1.345	28.089	214.10	358.96	144.86	1.0498	1.5525
16	0.5067	0.745	34.61	1.342	28.897	215.05	359.37	144.32	1.0530	1.5522
17	0.5216	0.747	33.64	1.338	29.721	216.01	359.79	143.78	1.0563	1.5518
18	0.5368	0.749	32.71	1.335	30.569	216.97	360.20	143.23	1.0595	1.5515
19	0.5524	0.751	31.81	1.331	31.434	217.92	360.60	142.68	1.0628	1.5512
20	0.5682	0.753	30.94	1.328	32.318	218.88	361.01	142.13	1.0660	1.5509
21	0.5845	0.755	30.10	1.324	33.222	219.84	361.41	141.57	1.0693	1.5506
22	0.6011	0.757	29.29	1.320	34.146	220.81	361.81	141.00	1.0725	1.5502
23	0.6180	0.759	28.50	1.317	35.091	221.78	362.21	140.43	1.0757	1.5499
24	0.6352	0.762	27.73	1.313	36.057	222.75	362.61	139.86	1.0790	1.5496

(续)

温度	压力	比容		密度		焓		蒸发热	熵	
		液体	蒸气	液体	蒸气	液体	蒸气		液体	蒸气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s'' [kJ/(kg·K)]
25	0.6529	0.764	26.99	1.309	37.015	223.72	363.00	139.28	1.0822	1.5493
26	0.6709	0.766	26.28	1.306	38.054	224.69	363.39	138.70	1.0854	1.5491
27	0.6892	0.768	25.58	1.302	39.086	225.67	363.78	138.11	1.0886	1.5488
28	0.7080	0.770	24.91	1.298	40.141	226.65	364.17	137.52	1.0918	1.5485
29	0.7271	0.772	24.26	1.295	41.219	227.64	364.56	136.92	1.0950	1.5482
30	0.7465	0.775	23.63	1.291	42.321	228.62	364.94	136.32	1.0982	1.5479
31	0.7664	0.777	23.02	1.287	43.447	229.61	365.32	135.71	1.1014	1.5476
32	0.7867	0.779	22.42	1.283	44.598	230.59	365.69	135.10	1.1046	1.5474
33	0.8073	0.782	21.85	1.279	45.774	231.59	366.07	134.48	1.1078	1.5471
34	0.8284	0.784	21.29	1.275	46.976	232.59	366.44	133.85	1.1110	1.5468
35	0.8498	0.786	20.75	1.271	48.204	233.58	366.80	133.22	1.1142	1.5465
36	0.8717	0.789	20.22	1.268	49.459	234.59	367.17	132.58	1.1174	1.5463
37	0.8940	0.791	19.71	1.264	50.742	235.59	367.53	131.94	1.1206	1.5460
38	0.9167	0.794	19.21	1.260	52.053	236.60	367.89	131.29	1.1238	1.5457
39	0.9398	0.796	18.73	1.256	53.393	237.61	368.25	130.64	1.1270	1.5455

(续)

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸 发 热	熵	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s'(kJ/(kg·K))	s''(kJ/(kg·K))
40	0.9634	0.799	18.26	1.252	54.762	238.62	368.60	129.98	1.1301	1.5452
41	0.9874	0.802	17.81	1.248	56.161	239.64	368.95	129.31	1.1333	1.5449
42	1.0118	0.804	17.36	1.244	57.591	240.66	369.29	128.63	1.1365	1.5447
43	1.0367	0.807	16.93	1.239	59.052	241.68	369.63	127.95	1.1397	1.5444
44	1.0620	0.810	16.52	1.235	60.546	242.71	369.97	127.26	1.1429	1.5441
45	1.0878	0.812	16.11	1.231	62.072	243.75	370.31	126.56	1.1460	1.5439
46	1.1140	0.815	15.72	1.227	63.633	244.78	370.64	125.86	1.1492	1.5436
47	1.1407	0.818	15.33	1.223	65.228	245.82	370.97	125.15	1.1524	1.5433
48	1.1679	0.821	14.96	1.218	66.858	246.86	371.29	124.43	1.1556	1.5431
49	1.1955	0.824	14.59	1.214	68.525	247.91	371.61	123.70	1.1588	1.5428
50	1.2236	0.827	14.24	1.210	70.229	248.96	371.92	122.96	1.1620	1.5425

获取更多资料

(二) R22热力性质和压焓图

书后)。

R22热力性质和压焓图见表6—8和图6—2(见

R22热力性质

表6—8

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸 发 热	熵	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ'(kg/L)	ρ''(kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s'' [kJ/(kg·K)]
-76	0.0139	0.664	1356.69	1.506	0.737	117.33	369.90	252.57	0.6493	1.9305
-75	0.0149	0.665	1273.99	1.504	0.785	118.27	370.41	252.14	0.6541	1.9266
-74	0.0159	0.666	1197.19	1.501	0.835	119.20	370.92	251.72	0.6588	1.9228
-73	0.0170	0.667	1125.81	1.499	0.888	120.16	371.44	251.28	0.6636	1.9190

(续)

温度	压力	比容		密度		焓		蒸发热	熵	
		液体	蒸气	液体	蒸气	液体	蒸气		液体	蒸气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v ^g (L/kg)	ρ'(kg/L)	ρ ^g (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h ^g (kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s ^g [kJ/(kg·K)]
-72	0.0181	0.668	1059.43	1.496	0.944	121.11	371.95	250.84	0.6683	1.9153
-71	0.0193	0.669	997.65	1.494	1.002	122.06	372.46	250.40	0.6730	1.9117
-70	0.0206	0.671	940.11	1.491	1.064	123.02	372.97	249.95	0.6778	1.9081
-69	0.0220	0.672	886.47	1.489	1.128	123.98	373.48	249.50	0.6825	1.9046
-68	0.0234	0.673	836.43	1.486	1.196	124.95	374.00	249.05	0.6872	1.9012
-67	0.0249	0.674	789.73	1.483	1.266	125.92	374.51	248.59	0.6919	1.8977
-66	0.0264	0.675	746.10	1.481	1.340	126.90	375.02	248.12	0.6966	1.8944
-65	0.0281	0.677	705.32	1.478	1.418	127.88	375.53	247.65	0.7013	1.8911
-64	0.0298	0.678	667.17	1.476	1.499	128.86	376.04	247.18	0.7060	1.8879
-63	0.0316	0.679	631.47	1.473	1.584	129.85	376.55	246.70	0.7107	1.8847
-62	0.0335	0.680	598.03	1.470	1.672	130.85	377.06	246.21	0.7155	1.8815
-61	0.0355	0.681	566.68	1.468	1.765	131.83	377.56	245.73	0.7201	1.8784
-60	0.0376	0.683	537.29	1.465	1.861	132.84	378.07	245.23	0.7249	1.8754
-59	0.0398	0.684	509.71	1.462	1.962	133.85	378.58	244.73	0.7296	1.8724

(续)

温度	压力	比容		密度		焓		蒸发热	熵	
		液体	蒸气	液体	蒸气	液体	蒸气		液体	蒸气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v"(L/kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s'(kJ/(kg·K))	s''(kJ/(kg·K))
-58	0.0421	0.685	483.81	1.460	2.067	134.85	379.08	244.23	0.7342	1.8694
-57	0.0445	0.686	459.47	1.457	2.176	135.88	379.59	243.71	0.7390	1.8665
-56	0.0470	0.688	436.59	1.454	2.290	136.89	380.09	243.20	0.7437	1.8636
-55	0.0497	0.689	415.07	1.452	2.409	137.92	380.60	242.68	0.7483	1.8608
-54	0.0524	0.690	394.81	1.449	2.533	138.95	381.10	242.15	0.7530	1.8580
-53	0.0553	0.691	375.73	1.446	2.661	139.98	381.60	241.62	0.7577	1.8553
-52	0.0583	0.693	357.76	1.443	2.795	141.02	382.10	241.08	0.7624	1.8525
-51	0.0614	0.694	340.81	1.441	2.934	142.06	382.60	240.54	0.7671	1.8499
-50	0.0646	0.695	324.82	1.438	3.079	143.10	383.09	239.99	0.7718	1.8473
-49	0.0680	0.697	309.72	1.435	3.229	144.16	383.59	239.41	0.7765	1.8447
-48	0.0715	0.698	295.47	1.432	3.384	145.21	384.08	238.87	0.7812	1.8427
-47	0.0752	0.699	282.00	1.430	3.546	146.27	384.57	238.30	0.7859	1.8396
-46	0.0790	0.701	269.27	1.427	3.714	147.33	385.06	237.73	0.7905	1.8371
-45	0.0830	0.702	257.23	1.424	3.888	148.40	385.55	237.15	0.7952	1.8347
-44	0.0871	0.704	245.83	1.421	4.068	149.47	386.04	236.57	0.7999	1.8323

(续)

温度	压力	比容		密度		焓		蒸发热	熵	
		液体	蒸气	液体	蒸气	液体	蒸气		液体	蒸气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v ^g (L/kg)	ρ'(kg/L)	ρ ^g (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h ^g (kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s ^g [kJ/(kg·K)]
-43	0.0914	0.705	235.04	1.419	4.255	150.55	386.53	235.98	0.8045	1.8299
-42	0.0959	0.706	224.82	1.416	4.448	151.53	387.01	235.38	0.8092	1.8275
-41	0.1005	0.708	215.13	1.413	4.648	152.71	387.49	234.78	0.8139	1.8252
-40	0.1053	0.709	205.95	1.410	4.856	153.80	387.97	234.17	0.8186	1.8229
-39	0.1103	0.711	197.24	1.407	5.070	154.89	388.45	233.56	0.8232	1.8207
-38	0.1155	0.712	188.97	1.404	5.292	156.00	388.93	232.93	0.8279	1.8184
-37	0.1208	0.714	181.11	1.401	5.521	157.09	389.40	232.31	0.8325	1.8162
-36	0.1264	0.715	173.66	1.399	5.759	158.19	389.87	231.68	0.8371	1.8141
-35	0.1321	0.717	166.57	1.396	6.004	159.30	390.34	231.04	0.8418	1.8119
-34	0.1381	0.718	159.83	1.393	6.257	160.42	390.81	230.39	0.8465	1.8098
-33	0.1442	0.720	153.42	1.390	6.518	161.53	391.27	229.74	0.8511	1.8077
-32	0.1506	0.721	147.32	1.387	6.788	162.64	391.73	229.09	0.8557	1.8057
-31	0.1572	0.723	141.51	1.384	7.067	163.77	392.19	228.42	0.8603	1.8036
-30	0.1640	0.724	135.98	1.381	7.354	164.89	392.65	227.76	0.8649	1.8016

(续)

温度	压力	比容		密度		焓		蒸发热	熵	
		液体	蒸气	液体	蒸气	液体	蒸气		液体	蒸气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v"(L/kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s'' [kJ/(kg·K)]
-29	0.1711	0.726	130.71	1.378	7.651	166.02	393.10	227.08	0.8696	1.7996
-28	0.1783	0.727	125.69	1.375	7.956	167.16	393.56	226.40	0.8742	1.7977
-27	0.1858	0.729	120.99	1.372	8.271	168.30	394.01	225.71	0.8788	1.7957
-26	0.1936	0.730	116.33	1.369	8.596	169.43	394.45	225.02	0.8834	1.7938
-25	0.1016	0.732	111.97	1.366	8.931	170.58	394.90	224.32	0.8880	1.7919
-24	0.1099	0.734	107.81	1.363	9.276	171.72	395.34	223.62	0.8925	1.7900
-23	0.2184	0.735	103.83	1.360	9.631	172.86	395.77	222.91	0.8971	1.7882
-22	0.2271	0.737	100.03	1.357	9.997	174.02	396.21	222.19	0.9017	1.7864
-21	0.2362	0.739	96.40	1.354	10.373	175.17	396.64	221.47	0.9062	1.7845
-20	0.2455	0.740	92.93	1.351	10.761	176.33	397.07	220.74	0.9108	1.7827
-19	0.2551	0.742	89.61	1.348	11.159	177.50	397.50	220.00	0.9153	1.7810
-18	0.2650	0.744	86.44	1.344	11.569	178.66	397.92	219.26	0.9199	1.7792
-17	0.2752	0.746	83.40	1.341	11.991	179.82	398.34	218.52	0.9244	1.7775
-16	0.2856	0.747	80.49	1.338	12.425	180.99	398.75	217.76	0.9289	1.7758
-15	0.2964	0.749	77.70	1.335	12.870	182.17	399.17	217.00	0.9335	1.7740

(续)

温 度	压 力	比 容		密 度		焓			熵	
		液体	蒸气	液体	蒸气	液体	蒸气	蒸发热	液体	蒸气
t(℃)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s'' [kJ/(kg·K)]
-14	0.3075	0.751	75.03	1.332	13.328	183.34	399.58	216.24	0.9379	1.7724
-13	0.3189	0.753	72.47	1.329	13.799	184.51	399.98	215.47	0.9424	1.7707
-12	0.3306	0.754	70.01	1.326	14.283	185.69	400.38	214.69	0.9469	1.7690
-11	0.3426	0.756	67.66	1.322	14.780	186.87	400.78	213.91	0.9514	1.7674
-10	0.3550	0.758	65.40	1.319	15.290	188.06	401.18	213.12	0.9559	1.7658
-9	0.3677	0.760	63.23	1.315	15.814	189.24	401.57	212.33	0.9603	1.7642
-8	0.3807	0.762	61.15	1.313	16.352	190.43	401.96	211.53	0.9648	1.7626
-7	0.3941	0.764	59.16	1.309	16.905	191.61	402.34	210.73	0.9692	1.7610
-6	0.4078	0.766	57.24	1.306	17.471	192.81	402.73	209.92	0.9736	1.7594
-5	0.4219	0.768	55.39	1.303	18.053	194.00	403.10	209.10	0.9781	1.7579
-4	0.4364	0.770	53.62	1.299	18.650	195.20	403.48	208.28	0.9825	1.7563
-3	0.4512	0.772	51.92	1.296	19.262	196.40	403.85	207.45	0.9869	1.7548
-2	0.4664	0.774	50.28	1.293	19.890	197.59	404.21	206.62	0.9912	1.7533
-1	0.4820	0.776	48.70	1.289	20.534	198.79	404.57	205.78	0.9956	1.7517

(续)

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸 发 热	熵	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ' (kg/L)	ρ'' (kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s'' [kJ/(kg·K)]
0	0.4980	0.778	47.18	1.286	21.194	200.00	404.93	204.93	1.0000	1.7302
1	0.5143	0.780	45.72	1.282	21.871	201.20	405.28	204.08	1.0013	1.7188
2	0.5311	0.782	44.32	1.279	22.566	202.41	405.63	203.22	1.0087	1.7473
3	0.5483	0.784	42.96	1.276	23.277	203.62	405.98	202.36	1.0130	1.7458
4	0.5659	0.786	41.66	1.272	24.006	204.83	406.32	201.49	1.0174	1.7114
5	0.5839	0.788	40.40	1.269	24.753	206.03	406.65	200.62	1.0216	1.7429
6	0.6023	0.790	39.19	1.265	25.519	207.25	406.99	199.74	1.0259	1.7415
7	0.6211	0.793	38.02	1.262	26.304	208.45	407.31	198.86	1.0302	1.7400
8	0.6404	0.795	36.89	1.258	27.107	209.67	407.64	197.97	1.0345	1.7386
9	0.6601	0.797	35.80	1.254	27.930	210.89	407.96	197.07	1.0387	1.7372
10	0.6803	0.799	34.75	1.251	28.774	212.10	408.27	196.17	1.0430	1.7358
11	0.7010	0.802	33.74	1.247	29.637	213.32	408.58	195.26	1.0472	1.7344
12	0.7220	0.804	32.76	1.244	30.522	214.54	408.88	194.34	1.0515	1.7330
13	0.7436	0.806	31.82	1.240	31.427	215.76	409.18	193.42	1.0557	1.7316
14	0.7656	0.809	30.91	1.236	32.355	216.98	409.48	192.50	1.0599	1.7302

(续)

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸 发 热	熵	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ'(kg/L)	ρ''(kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s'' [kJ/(kg·K)]
15	0.7882	0.811	30.03	1.233	33.304	218.21	409.77	191.56	1.0641	1.7289
16	0.8112	0.814	29.17	1.229	34.276	219.44	410.06	190.62	1.0682	1.7275
17	0.8346	0.816	28.35	1.225	35.271	220.66	410.34	189.68	1.0724	1.7261
18	0.8586	0.819	27.56	1.221	36.290	221.88	410.61	188.73	1.0765	1.7248
19	0.8831	0.821	26.79	1.218	37.333	223.11	410.88	187.77	1.0807	1.7234
20	0.9081	0.824	26.04	1.214	38.401	224.34	411.15	186.81	1.0848	1.7220
21	0.9337	0.827	25.32	1.210	39.498	225.56	411.40	185.84	1.0889	1.7207
22	0.9597	0.829	24.62	1.206	40.612	226.80	411.66	184.86	1.0930	1.7194
23	0.9863	0.832	23.95	1.202	41.756	228.03	411.91	183.88	1.0971	1.7180
24	1.0136	0.835	23.29	1.198	42.928	229.26	412.15	182.89	1.1012	1.7167
25	1.0411	0.837	22.66	1.194	44.127	230.50	412.39	181.89	1.1053	1.7153
26	1.0694	0.840	22.05	1.190	45.354	231.74	412.62	180.88	1.1093	1.7140
27	1.0982	0.843	21.45	1.186	46.610	232.97	412.84	179.87	1.1134	1.7126
28	1.1275	0.846	20.88	1.182	47.896	234.21	413.06	178.85	1.1174	1.7113
29	1.1575	0.849	20.32	1.178	49.212	235.45	413.28	177.83	1.1214	1.7100

(续)

温度 t(°C)	压力 p(MPa)	比容		密度		焓		蒸发热 r(kJ/kg)	熵	
		液体 v'(L/kg)	蒸气 v''(L/kg)	液体 ρ'(kg/L)	蒸气 ρ''(kg/m ³)	液体 h'(kJ/kg)	蒸气 h''(kJ/kg)		液体 s' [kJ/(kg·K)]	蒸气 s'' [kJ/(kg·K)]
30	1.1880	0.852	19.78	1.174	50.558	236.70	413.49	176.79	1.1255	1.7086
31	1.2191	0.855	19.25	1.170	51.937	237.94	413.69	175.75	1.1295	1.7073
32	1.2508	0.858	18.74	1.166	53.348	239.18	413.88	174.70	1.1335	1.7060
33	1.2831	0.861	18.25	1.161	54.792	240.43	414.07	173.64	1.1374	1.7046
34	1.3160	0.864	17.77	1.157	56.271	241.68	414.25	172.57	1.1414	1.7033
35	1.3496	0.867	17.31	1.153	57.784	242.93	414.43	171.50	1.1454	1.7019
36	1.3837	0.871	16.85	1.149	59.333	244.18	414.59	170.41	1.1494	1.7006
37	1.4183	0.874	16.42	1.144	60.920	245.43	414.75	169.32	1.1533	1.6992
38	1.4540	0.877	15.99	1.140	62.544	246.69	414.91	168.22	1.1572	1.6979
39	1.4901	0.881	15.57	1.136	64.208	247.95	415.05	167.10	1.1612	1.6965
40	1.5269	0.884	15.17	1.131	65.911	249.21	415.19	165.98	1.1651	1.6952
41	1.5643	0.888	14.78	1.127	67.656	250.48	415.32	164.84	1.1691	1.6938
42	1.6024	0.891	14.40	1.122	69.443	251.74	415.44	163.70	1.1730	1.6924
43	1.6412	0.895	13.03	1.117	71.274	253.02	415.56	162.54	1.1769	1.6910
44	1.6807	0.899	13.67	1.113	73.150	254.29	415.66	161.37	1.1808	1.6896

(续)

温 度	压 力	比 容		密 度		焓		蒸 发 热	熵	
		液 体	蒸 气	液 体	蒸 气	液 体	蒸 气		液 体	蒸 气
t(°C)	p(MPa)	v'(L/kg)	v''(L/kg)	ρ'(kg/L)	ρ''(kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h''(kJ/kg)	r(kJ/kg)	s'(kJ/(kg·K))	s''(kJ/(kg·K))
45	1.7209	0.902	13.32	1.108	75.072	255.57	415.76	160.19	1.1847	1.6882
46	1.7618	0.906	12.98	1.103	77.042	256.85	415.85	159.00	1.1886	1.6868
47	1.8034	0.910	12.65	1.099	79.062	258.14	415.93	157.79	1.1925	1.6854
48	1.8458	0.914	12.33	1.094	81.133	259.43	416.00	156.57	1.1964	1.6840
49	1.8889	0.918	12.01	1.089	83.256	260.73	416.06	155.33	1.2004	1.6825
50	1.9327	0.923	11.70	1.084	85.434	262.03	416.11	154.08	1.2043	1.6811
51	1.9773	0.927	11.41	1.079	87.668	263.33	416.15	152.82	1.2081	1.6795
52	2.0227	0.931	11.12	1.074	89.961	264.63	416.18	151.53	1.2121	1.6781
53	2.0688	0.936	10.83	1.069	92.315	265.96	416.20	150.24	1.2160	1.6766
54	2.1158	0.940	10.56	1.063	94.731	267.29	416.21	148.92	1.2199	1.6751

(三) R502热力性质和压焓图

R502热力性质和压焓图见表 6—9 和图 6—3 (见书后)

R502热力性质

表 6—9

温度	压力	蒸气比容	液体密度	焓		蒸发热	熵	
				液体	蒸气		液体	蒸气
$t(^{\circ}\text{C})$	$p(\text{MPa})$	$v''(\text{m}^3/\text{kg})$	$\rho'(\text{kg}/\text{m}^3)$	$h'(\text{kJ}/\text{kg})$	$h''(\text{kJ}/\text{kg})$	$r(\text{kJ}/\text{kg})$	$s'(\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K}))$	$s''(\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K}))$
-70	0.027567	0.54045	1557.6	131.58	313.03	181.45	0.71457	1.6077
-68	0.031043	0.48397	1551.6	133.22	314.05	180.83	0.72256	1.6040
-66	0.034870	0.43440	1545.5	134.87	315.06	180.19	0.73056	1.6004
-64	0.039073	0.39078	1539.5	136.54	316.08	179.54	0.73857	1.5970
-62	0.043680	0.35281	1533.4	138.23	317.10	178.87	0.74660	1.5937
-60	0.048718	0.31829	1527.2	139.94	318.11	178.17	0.75464	1.5905

(续)

温 度	压 力	蒸气比容	液体密度	焓		蒸发热	熵	
				液体	蒸气		液体	蒸气
t(°C)	p(MPa)	v ^v (m ³ /kg)	ρ ^l (kg/m ³)	h ^l (kJ/kg)	h ^v (kJ/kg)	r(kJ/kg)	s ^l (kJ/(kg·K))	s ^v (kJ/(kg·K))
-58	0.054217	0.28814	1521.1	141.67	319.12	177.45	0.76269	1.5875
-56	0.060205	0.26137	1514.9	143.41	320.14	176.73	0.77075	1.5846
-54	0.066714	0.23753	1508.6	145.18	321.15	175.97	0.77883	1.5818
-52	0.073775	0.21627	1502.4	146.97	322.16	175.19	0.78692	1.5791
-50	0.081422	0.19726	1496.1	148.77	323.16	174.39	0.79502	1.5765
-48	0.089687	0.18024	1489.7	150.60	324.17	173.57	0.80314	1.5741
-46	0.098606	0.16496	1483.4	152.44	325.17	172.73	0.81127	1.5717
-45.42	0.101325	0.16082	1481.5	152.98	325.46	172.48	0.81363	1.5710
-44	0.10821	0.15123	1476.9	154.30	326.17	171.87	0.81941	1.5694
-42	0.11854	0.13885	1470.5	156.19	327.16	170.97	0.82756	1.5672
-40	0.12964	0.12769	1464.0	158.09	328.15	170.06	0.83572	1.5651
-38	0.14153	0.11759	1457.4	160.01	329.13	169.12	0.84389	1.5631
-36	0.15426	0.10845	1450.9	161.95	330.12	168.17	0.85207	1.5612
-34	0.16786	0.10016	1444.2	163.91	331.09	167.18	0.86026	1.5593

(续)

温度	压力	蒸气比容	液体密度	焓		蒸发热	熵	
				液体	蒸气		液体	蒸气
t(°C)	p(MPa)	v ^g (m ³ /kg)	ρ'(kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h ^g (kJ/kg)	r(kJ/kg)	s' [kJ/(kg·K)]	s ^g [kJ/(kg·K)]
-6	0.47326	0.03721	1345.5	193.27	344.07	150.80	0.97537	1.5399
-4	0.50498	0.03492	1337.9	195.50	344.94	149.44	0.98358	1.5388
-2	0.53826	0.03281	1330.3	197.74	345.79	148.05	0.99180	1.5378
0	0.57313	0.03084	1322.5	200.00	346.63	146.63	1.0000	1.5368
2	0.60965	0.02901	1314.7	202.27	347.47	145.20	1.0082	1.5359
4	0.64786	0.02731	1306.8	204.57	348.29	143.72	1.0164	1.5350
6	0.68779	0.02573	1298.8	206.87	349.10	142.23	1.0246	1.5341
8	0.72951	0.02426	1290.7	209.19	349.89	140.70	1.0327	1.5332
10	0.77305	0.02283	1282.4	211.53	350.67	139.14	1.0409	1.5323
12	0.81845	0.02160	1274.1	213.88	351.44	137.56	1.0490	1.5315
14	0.86577	0.02040	1265.6	216.24	352.20	135.96	1.0572	1.5306
16	0.91505	0.01927	1257.0	218.62	352.94	134.32	1.0653	1.5298
18	0.96634	0.01822	1248.3	221.02	353.66	132.64	1.0734	1.5290

(续)

温 度	压 力	蒸气比容	液体密度	焓		蒸发热	熵	
				液体	蒸气		液体	蒸气
t(°C)	p(MPa)	v'(m ³ /kg)	ρ'(kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h ^o (kJ/kg)	r(kJ/kg)	s'(kJ/(kg·K))	s ^o (kJ/(kg·K))
20	1.0197	0.01723	1239.4	223.42	354.26	130.94	1.0815	1.5282
22	1.0751	0.01631	1230.4	225.84	355.05	129.21	1.0896	1.5274
24	1.1327	0.01544	1221.2	228.28	355.72	127.44	1.0976	1.5265
26	1.1925	0.01462	1211.9	230.73	356.38	125.65	1.1057	1.5257
28	1.2545	0.01385	1202.3	233.19	357.01	123.82	1.1137	1.5249
30	1.3189	0.01312	1192.6	235.67	357.62	121.95	1.1217	1.5240
32	1.3856	0.01244	1182.7	238.16	358.20	120.04	1.1297	1.5231
34	1.4547	0.01179	1172.6	240.66	358.76	118.10	1.1377	1.5222
36	1.5262	0.01118	1162.2	243.18	359.30	116.12	1.1457	1.5213
38	1.6003	0.01060	1151.6	245.72	359.81	114.09	1.1537	1.5204
40	1.6770	0.01005	1140.7	248.27	360.28	112.01	1.1617	1.5194
42	1.7563	0.00953	1129.6	250.84	360.73	109.89	1.1696	1.5183
44	1.8383	0.00904	1118.1	253.43	361.14	107.71	1.1776	1.5172
46	1.9231	0.00857	1106.3	256.04	361.51	105.47	1.1855	1.5160

(续)

温度	压力	蒸气比容	液体密度	焓		蒸发热	熵	
				液体	蒸气		液体	蒸气
t(°C)	p(MPa)	v ^g (m ³ /kg)	ρ'(kg/m ³)	h'(kJ/kg)	h ^g (kJ/kg)	r(kJ/kg)	s'(kJ/(kg·K))	s ^g (kJ/(kg·K))
48	2.0107	0.008127	1094.1	258.68	361.85	103.19	1.1935	1.5148
50	2.1013	0.007702	1081.5	261.32	362.13	100.81	1.2015	1.5134
52	2.1949	0.007297	1068.4	263.99	362.37	98.38	1.2094	1.5120
54	2.2916	0.006910	1054.9	266.70	362.55	95.85	1.2175	1.5105
56	2.3915	0.006540	1040.8	269.44	362.67	93.23	1.2255	1.5088
58	2.4947	0.006184	1026.0	272.22	362.72	90.50	1.2336	1.5069
60	2.6014	0.005842	1010.5	275.05	362.70	87.65	1.2418	1.5049
65	2.8840	0.005038	967.76	282.38	362.19	79.81	1.2628	1.4988
70	3.1917	0.004286	916.85	290.31	360.80	70.49	1.2851	1.4905
75	3.5284	0.003547	851.18	299.48	357.79	58.31	1.3105	1.4780
80	3.9004	0.002706	745.12	312.52	350.37	37.85	1.3461	1.4533
82.2	4.075	0.00178	561.	332.0	332.0	0.00	1.399	1.399

四、几个参数的确定

1. 蒸发温度

同氨制冷系统。

2. 冷凝温度

卧式和组合式冷凝器的冷凝温度一般比冷却水进出口平均温度高 7°C ；风冷式冷凝器的冷凝温度一般比进风温度高 $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ ；蒸发式冷凝器的冷凝温度一般比夏季室外平均每年不保证 50h 的湿球温度高 $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ 。

3. 蒸发器出口气体温度

采用热力膨胀阀供液的蒸发器，蒸发器出口气体温度比蒸发温度高 $3\text{--}8^{\circ}\text{C}$ 。

4. 压缩机吸气温度

单级压缩机的吸气温度不应超过 15°C ；双级压缩机低压级吸气温度可采用比蒸发温度高 $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$ ，高压级吸气温度不超过 15°C 。

五、氟压缩机制冷量和功率计算

氟压缩机的制冷量和轴功率，应根据制造厂提供的该型号压缩机的性能曲线来选用，压缩机功率可按制造厂选配电动机功率选用。如无上述资料时，可按下列公式进行计算。

(一) 采用回热循环时，氟单级活塞式压缩机制冷量和功率计算

1. 单级压缩制冷循环

压焓图见图

6—4。

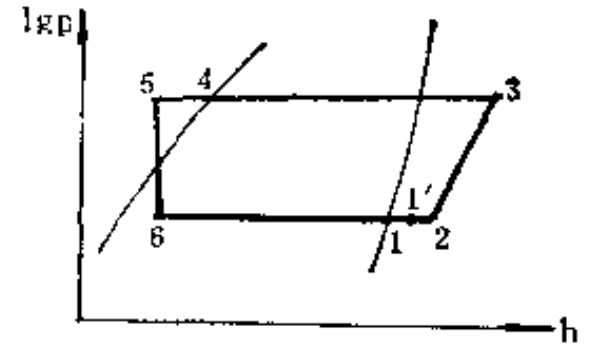


图 6—4 氟单级制冷循环压焓图

2. 压缩机理论排气量

$$V_p = \frac{\pi D^2}{4} \times S \times n \times Z \times 60 \quad (6-1)$$

式中: V_p ——压缩机理论排气量 (m^3/h)。

D ——气缸直径 (m)。

S ——活塞行程 (m)。

n ——压缩机转速 (r/min)。

Z ——气缸数 (个)。

3. 压缩机输气系数 λ 可按图 6—5 和图 6—6 选用。

4. 压缩机制冷量

$$Q_c = V_p \lambda q_z / 3.6 \quad (6-2)$$

式中: Q_c ——压缩机制冷量 (W)。

q_z ——氟单位容积冷量 (kJ/m^3)。

$$q_z = (h'_1 - h_5) / v_1 \quad (\text{kJ}/\text{m}^3)$$

h'_1 ——蒸发器出口过热气体的比焓 (kJ/kg)。

h_5 ——进蒸发器液体的比焓 (kJ/kg)

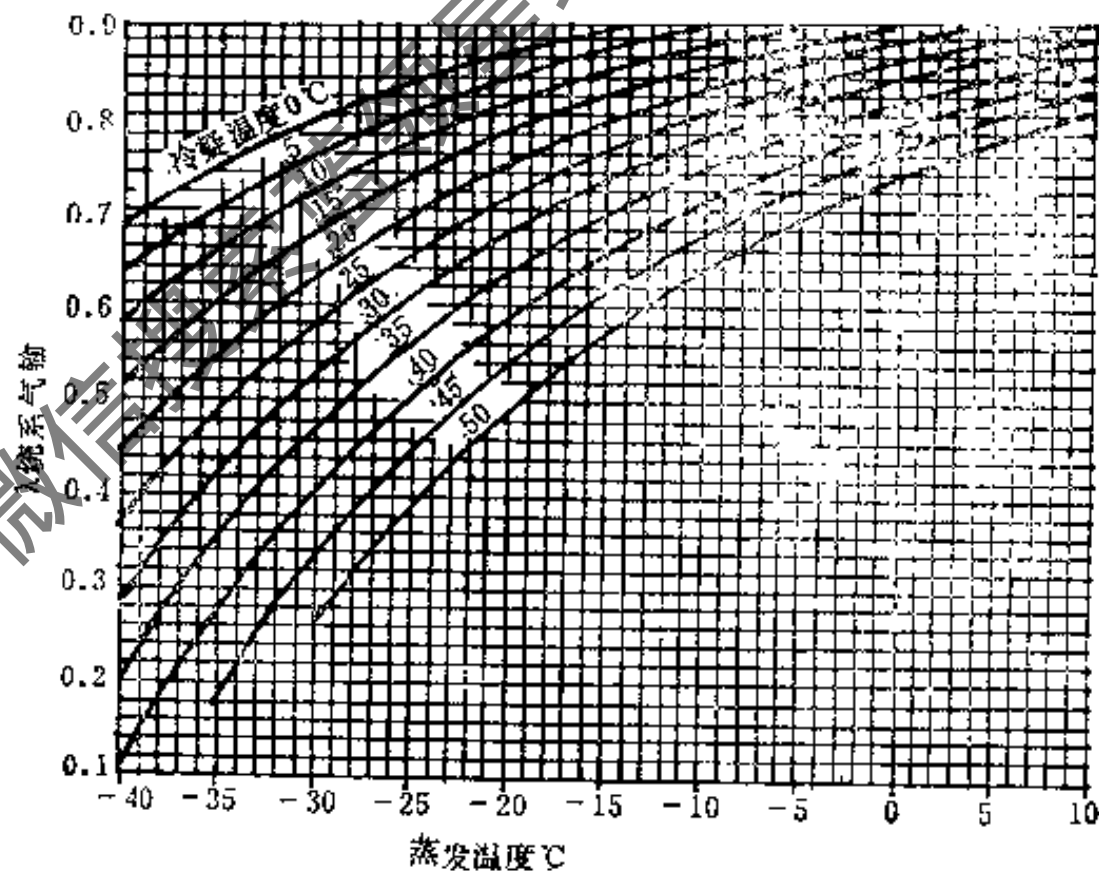


图 6—5 R12 制冷压缩机输气系数

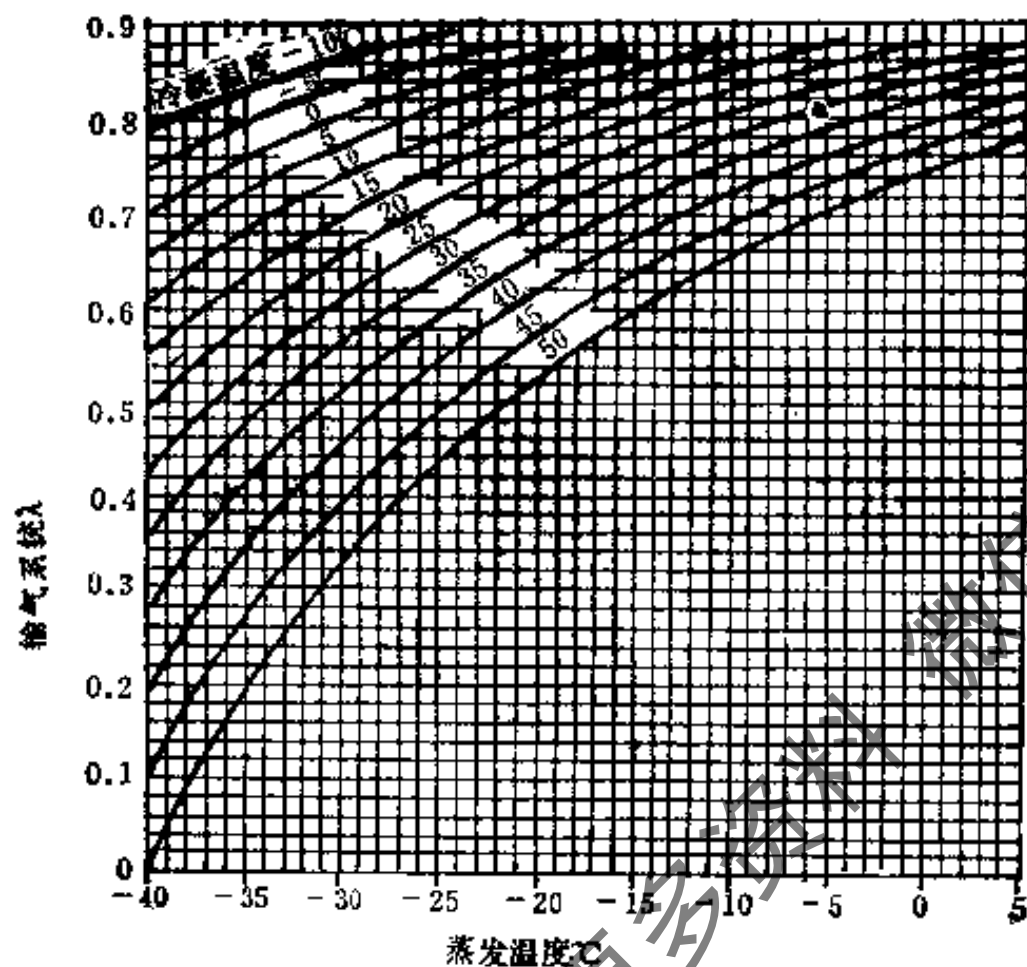


图 6—6 R22制冷压缩机输气系数

v_2 ——压缩机吸入口过热气体的比容
(m^3/kg)。

R12、R22单位容积冷量见表 6—10和表 6—11。

5. 压缩机轴功率

(1) 开启式压缩机的轴功率:

① 理论功率:

$$P_s = G (h_3 - h_2) / (3.6 \times 10^3 \eta_s) \quad (6-3)$$

$$G = \frac{V_p \lambda}{V_2}$$

$$\eta_s = \frac{T_z}{T_l} + b t_z = \frac{273 + t_z}{273 + t_l} + b t_z \quad (6-4)$$

式中: P_s ——理论功率(kW)。

G ——通过压缩机的氟循环量(kg/h)。

η_s ——指示效率, 无因次。

b ——系数, 氟立式压缩机可取0.0025。

h_3 ——压缩机排出口气体的比焓(kJ/kg)。

R12单位容积冷量 (kJ/m³)

表 6—10

蒸发 温度 (℃)	节流阀前液体的温度(℃)													
	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
-40	611.3	592.8	574.0	555.1	535.9	516.2	496.5	476.4	455.9	435.4	414.9	—	—	—
-35	768.7	746.1	722.6	699.2	675.3	651.0	626.7	601.6	576.9	551.4	525.4	—	—	—
-30	955.8	927.8	899.3	870.4	841.5	811.8	781.7	751.5	720.9	689.5	658.1	626.3	—	—
-27.5	1060.5	1029.5	998.5	966.7	934.9	903.1	870.0	836.5	802.6	768.3	733.1	697.9	—	—
-25	1176.9	1143.0	1108.6	1073.5	1038.3	1002.3	965.9	929.0	892.2	854.5	816.4	748.2	738.1	—
-22.5	1302.5	1264.8	1227.5	1189.0	1150.5	1109.9	1070.1	1029.5	988.9	947.5	906.4	864.1	820.6	—
-20	1436.9	1395.9	1354.8	1313.0	1270.3	1227.1	1183.6	1139.2	1094.4	1049.2	1003.6	956.7	909.8	862.5
-15	—	1843.8	1644.1	1593.9	1543.2	1492.2	1439.8	1386.7	1333.5	1279.5	1224.2	1168.9	1112.4	1055.9
-10	—	—	1982.4	1923.0	1862.7	1801.1	1738.8	1676.4	1613.2	1548.7	1484.2	1418.5	1351.5	1284.5
-5	—	—	—	—	2226.5	2156.2	2082.9	2009.2	1934.7	1858.9	1781.5	1703.6	1624.9	1546.2
0	—	—	—	—	2648.5	2565.7	2480.2	2393.6	2306.5	2217.7	2127.3	1961.1	1944.3	1851.8
5	—	—	—	—	—	3037.5	2937.4	2837.0	2735.2	2631.8	2529.2	2423.3	2315.7	2208.1
10	—	—	—	—	—	—	3452.0	3335.2	3218.0	3098.2	2980.6	2857.9	2733.5	2608.8

R22单位容积冷量 (kJ/m³)

表 6—11

蒸发温度 (°C)	节流阀前液体的温度 (°C)											
	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
-40	1004.8	979.7	950.4	925.3	891.0	858.3	830.9	797.5	762.0	728.5	695.0	661.5
-35	1204.4	1230.9	1193.2	1159.7	1122.0	1084.4	1047.5	1004.8	962.9	921.1	879.2	833.2
-30	1561.7	1519.8	1477.9	1436.1	1385.8	1339.8	1293.7	1243.5	1193.2	1143.0	1088.5	1038.3
-25	1900.8	1850.5	1800.3	1750.1	1695.6	1637.0	1578.4	1519.8	1457.0	1398.4	1335.6	1272.8
-20	2319.5	2256.7	2198.1	2135.3	2062.3	1997.1	1930.7	1858.9	1783.6	1708.2	1632.8	1557.5
-15	—	2721.4	2650.2	2574.9	2495.3	2415.8	2327.8	2244.1	2156.2	2068.3	1980.3	1883.2
-10	—	—	3190.3	3102.4	3006.1	2909.8	2809.3	2708.3	2600.0	2495.3	2390.5	2286.0
-5	—	—	—	3696.9	3583.9	3470.8	3352.6	3236.4	3106.6	2985.2	2850.6	2734.0
0	—	—	—	—	4262.1	4128.2	3990.0	3847.7	3701.1	3554.6	3408.0	3257.3
5	—	—	—	—	—	4873.4	4710.1	4546.8	4375.2	4203.5	4031.9	3860.2

h_2 ——压缩机吸入口气体的比焓 (kJ/kg)

V_t ——压缩机理论排气量 (m³/h)。

λ ——压缩机输气系数。

V_2 ——压缩机吸入口气体的比容 (m³/kg)。

T_1 ——冷凝温度 (K)。

T_2 ——蒸发温度 (K)。

t_1 ——冷凝温度 (°C)。

t_2 ——蒸发温度 (°C)。

R12、R22开启式压缩机的指示效率 η_s 值见图6—7。

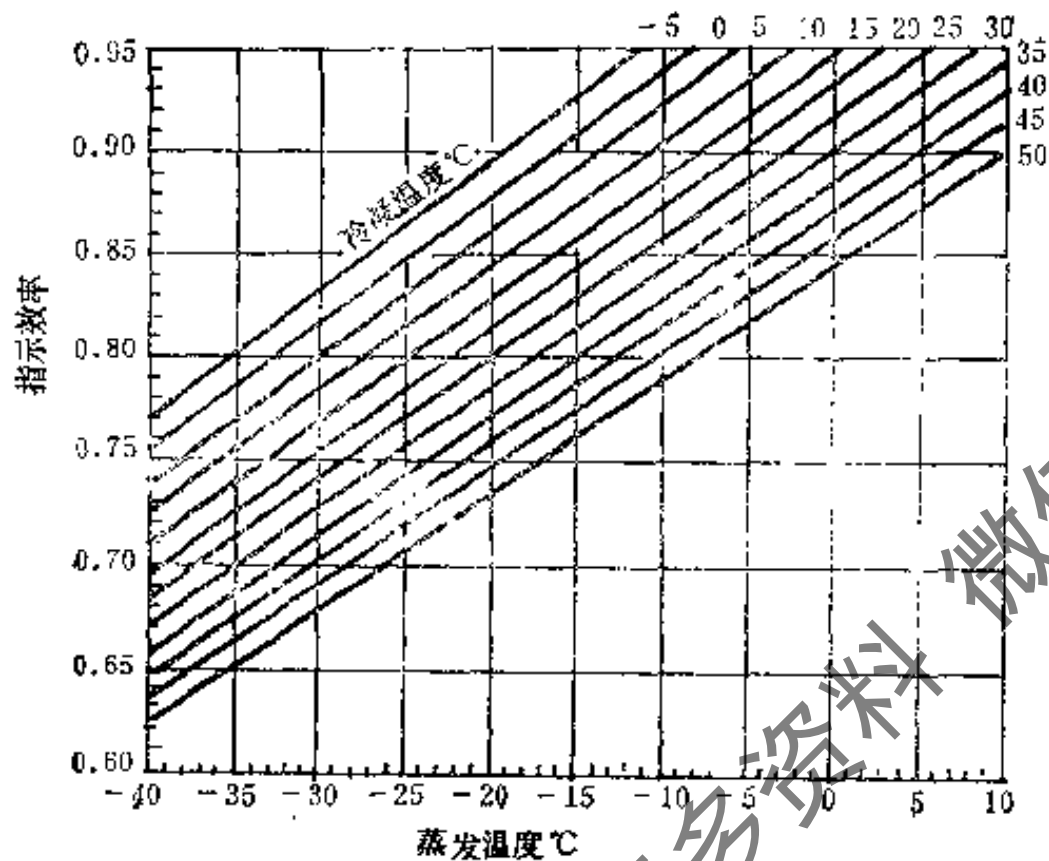


图 6—7 氟制冷压缩机指示效率

②摩擦功率:

$$P_m = p_m V_p / (3.6 \times 10^3) \quad (6-5)$$

式中: P_m ——摩擦功率(kW)。

p_m ——摩擦压力(kPa)。氟压缩机可取

30—50kPa。

③ P_z ——压缩机轴功率:

$$P_z = (P_s + P_m) / \eta_q = P_y / \eta_q \quad (6-6)$$

式中: P_z ——压缩机轴功率(kW)。

P_y ——有效功率(kW)。

η_q ——驱动效率, 直接驱动取1, 三角
皮带驱动取0.97—0.98。

P_s ——压缩机理论功率(kW)。

P_m ——摩擦功率(kW)。

④压缩机电动机功率 P :

$$P = (1.10-1.15) P_z \quad (6-7)$$

式中: 1.10—1.15为选择电动机率时的附加系数。

P ——电动机功率(kW)。

P_z ——压缩机轴功率(kW)。

(2) 半封密式和全封闭式压缩机的功率：由于半封密式和全封闭式压缩机，被吸入的氟气体都是先经过电动机，而后进入压缩机的吸气腔中。这样，被吸入的气体过热度增加了，气体比容也增大，对压缩机的制冷量和功率都有影响。因此，目前只能按制造厂提供的性能曲线来选择。

6. 氟单级制冷压缩机的性能曲线见图6—8、6—9、6—10、6—11、6—12、6—13和表6—12。

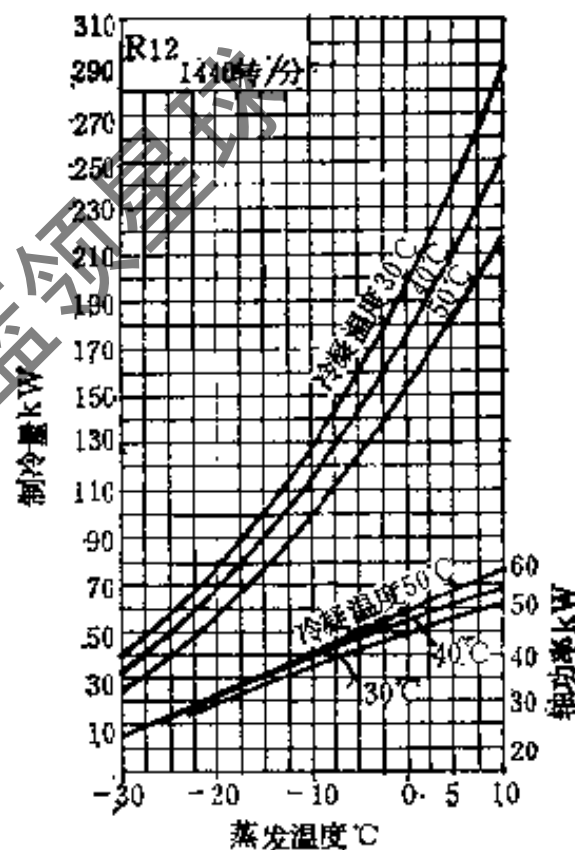


图6—8 8 FS10氟压缩机性能曲线

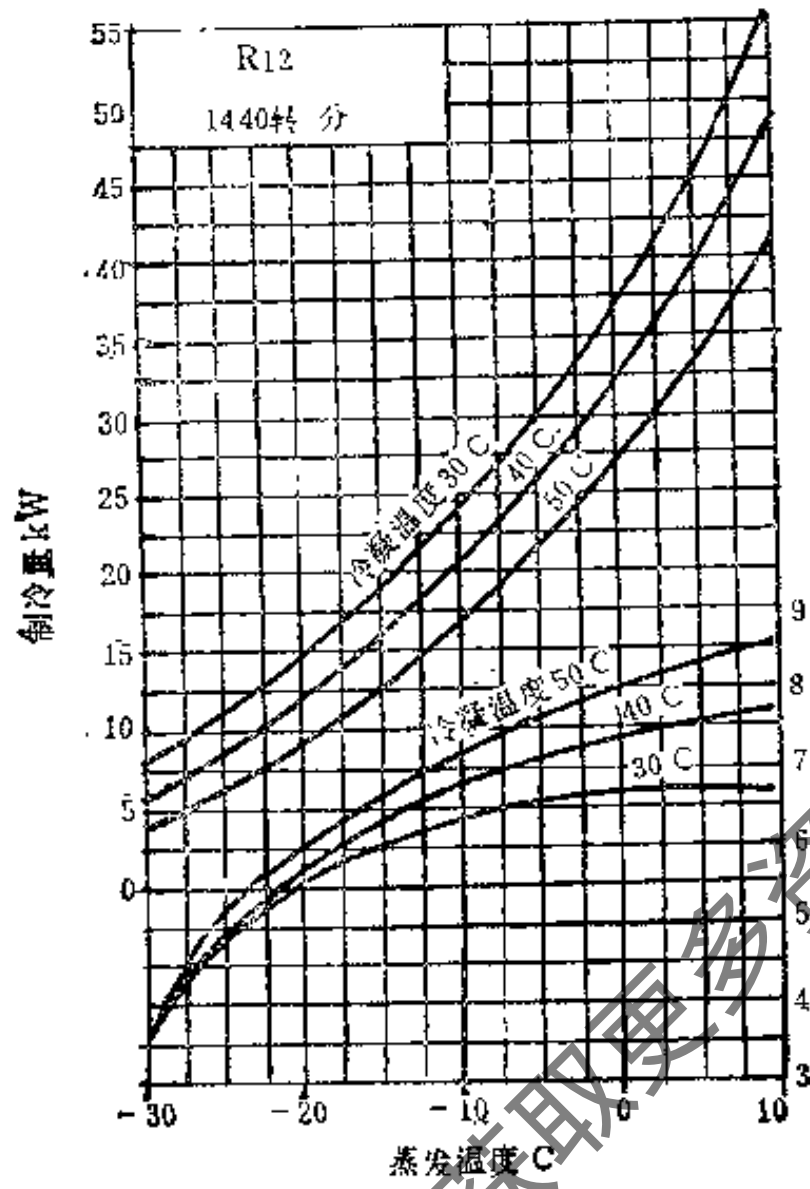


图 6—11 4FV7 氟压缩机性能曲线

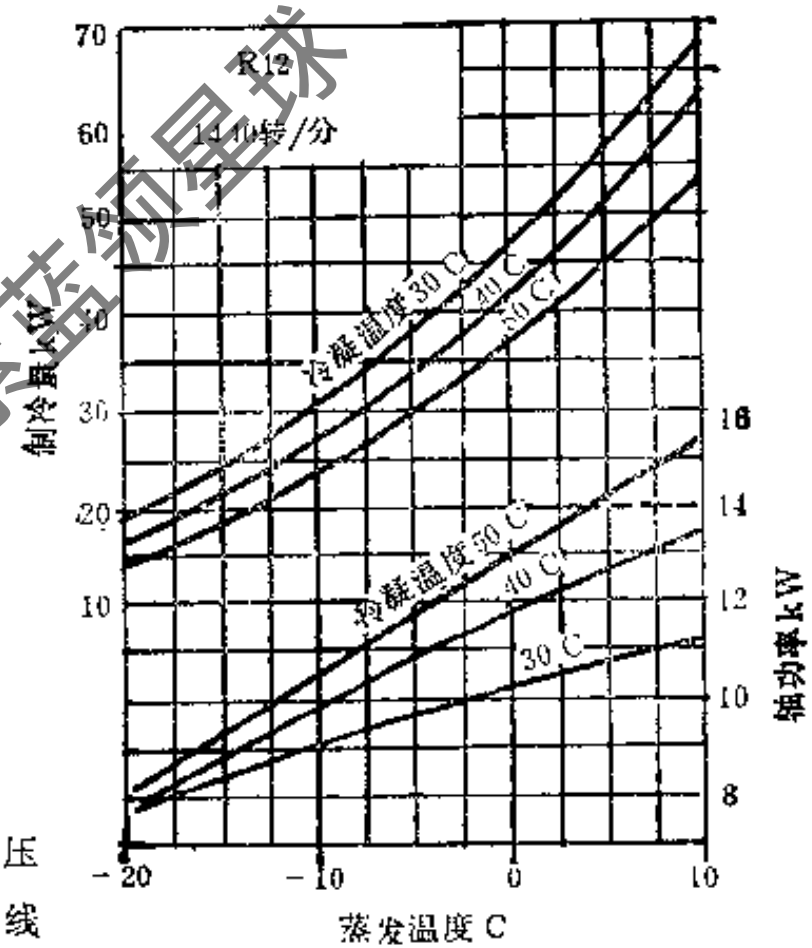


图 6—12 2F10 氟压缩机性能曲线

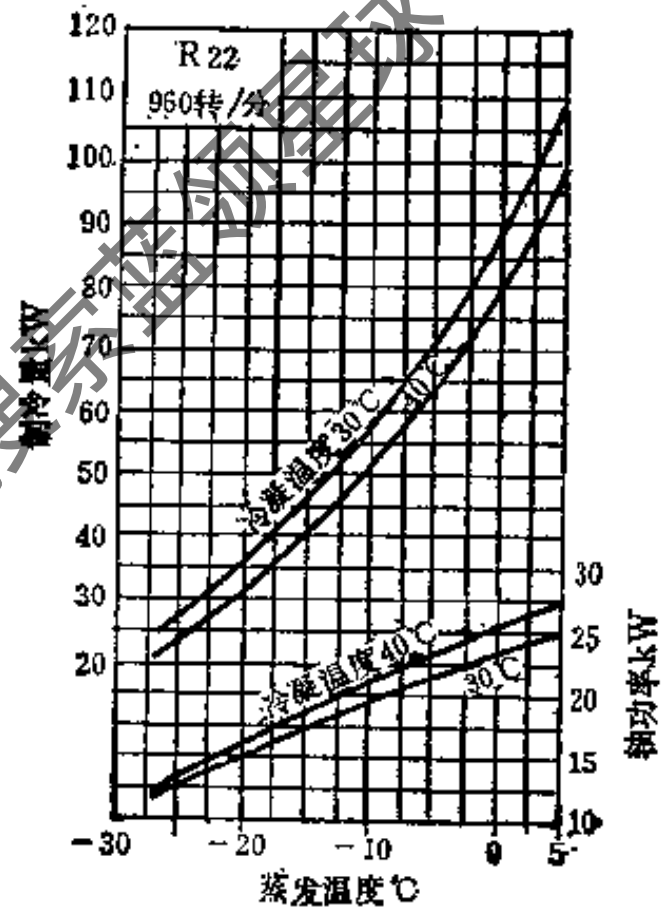
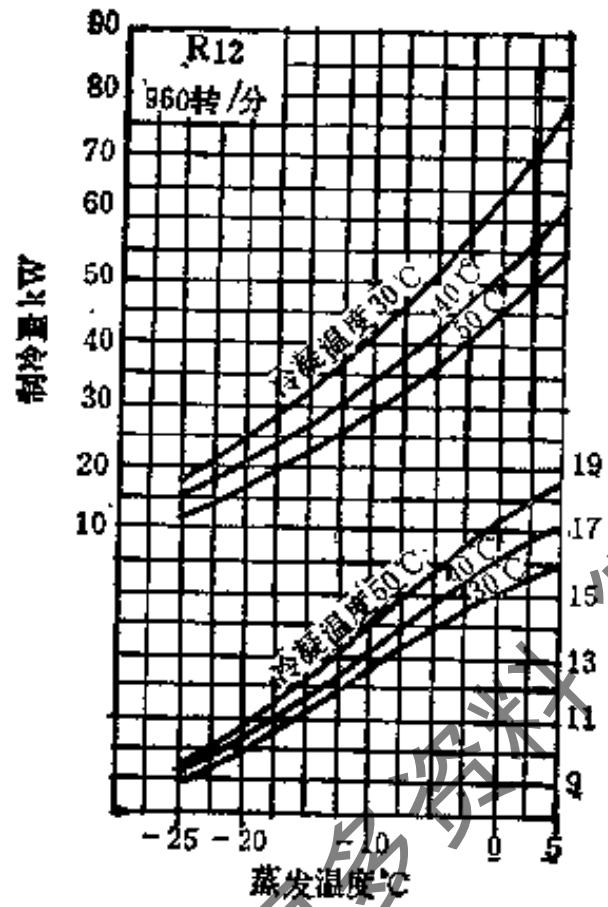


图 6—13 4F10压缩机性能曲线

S系列半封闭氟压缩机性能曲线见图6—14。

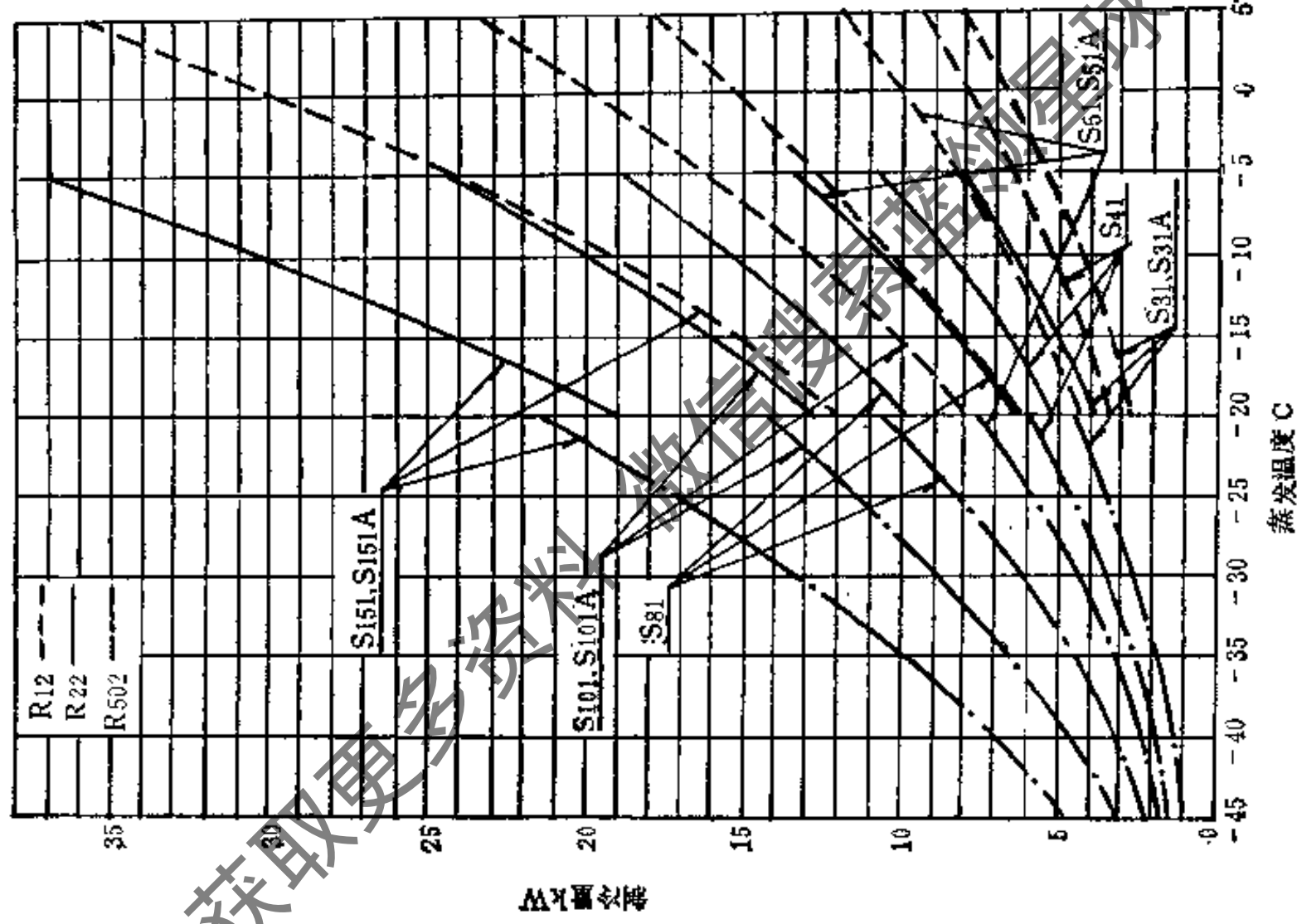


图6—14 S系列半封闭氟压缩机性能曲线

R22螺杆式压缩机制冷量和轴功率

表 6—12

型 号	冷凝温度 (℃)	蒸 发 温 度(℃)										备 注
		5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	
KF12.5	30	284.9	234.9	194.2	162.8	132.5	109.3	88.4	68.6	52.5	42.4	制冷量 kW
		46.7	45.2	42.0	41.4	40.5	39.3	37.7	36.5	35.2	34.0	轴功率 kW
	35	262.8	220.9	184.9	153.5	126.7	102.8	82.5	63.4	49.1	38.8	制冷量 kW
		50.8	48.6	47.5	46.0	44.5	42.0	40.0	38.5	37.0	35.0	轴功率 kW
	40	250.0	206.9	173.2	143.0	120.9	96.3	76.7	59.3	45.3	36.0	制冷量 kW
		54.0	53.0	51.0	49.0	48.0	46.0	44.0	42.5	41.0	39.0	轴功率 kW
KF16	30	593.0	488.3	409.3	337.2	281.4	225.6	182.5	141.8	110.4	89.5	制冷量 kW
		94	93	88	83	80	77	74	72	70	67	轴功率 kW
	35	569.7	465.1	389.5	322.1	263.9	215.1	173.2	133.7	101.1	83.7	制冷量 kW
		104	103	99	95	90	86	83	80	76	73	轴功率 kW
	40	546.5	441.8	366.3	304.6	250.0	200.0	162.8	124.4	93.0	77.9	制冷量 kW
		112	111	107	103	99	94	92	88	83	82	轴功率 kW

(续)

型 号	冷 凝 温 度 (°C)	蒸 发 温 度(°C)										备 注
		5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	35	-40	
KF20	30	1186.0	976.7	819.7	674.4	562.8	451.1	360.3	284.9	220.9	180.2	制冷量 kW
		188	186	176	166	160	154	148	144	139	134	轴功率 kW
	35	1139.5	930.2	779.1	645.3	529.1	430.2	346.5	267.4	203.5	167.4	制冷量 kW
		203	205	198	190	180	172	166	160	152	146	轴功率 kW
	40	1093.0	883.7	732.5	610.5	500.0	401.1	325.6	250.0	186.0	155.8	制冷量 kW
		224	221	214	206	197	188	183	176	166	163	轴功率 kW

(二) 氟双级压缩机制冷量和功率计算

氟利昂双级制冷系统可采用中间完全冷却和中间不完全冷却两种形式。中间完全冷却的双级制冷系统，压缩机制冷量和功率的计算可参照氨双级压缩机的计算进行。中间不完全冷却的双级制冷系

统，压缩机制冷量和功率可按下列式计算。

1. 中间不完全冷却双级制冷循环压焓图，见图6—15。

2. 中间压力的计算

实际的中间压力，根据选定的蒸发温度、冷凝温度和双级压缩机高、低压气缸容积比采用图解法进行计算。其步骤如下：

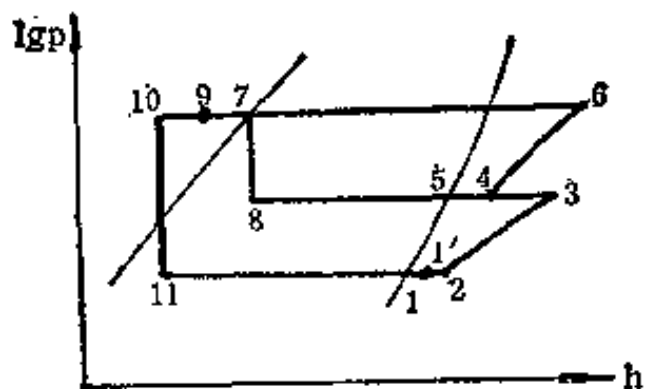


图 6—15 中间不完全冷却氟双级制冷循环压焓图

(1) 任意选定 4—6 个中间温度，当蒸发温度 $-30 \sim -45^\circ\text{C}$ ，双级压缩机高、低压气缸容积比 $1:3$ 时，中间温度可在 $5 \sim 10^\circ\text{C}$ 内选用。两个中间温度之间的间隔采用 $2 \sim 3^\circ\text{C}$ 为宜。

(2) 根据各个假定的中间温度和热平衡原理，求出相应的高、低压级制冷剂流量比 a_1 。

$$a_1 = G_g / G_d = (h_3 - h_6) / (h_4 - h_7) \quad (6-8)$$

式中： G_g 、 G_d ——高、低压级制冷剂流量

(kg/h)。

h_3 、 h_4 、 h_6 、 h_7 ——制冷剂比焓(kJ/kg)。

(3) 根据各个假定的中间温度，查出相应的高、低压级压缩机的输气系数 λ_g 、 λ_d 值。 λ_g 、 λ_d 查图 6—5 或图 6—6。

(4) 根据查出的各 λ_g 、 λ_d 值，求出通过高、低压级压缩机的制冷剂流量比 a_2 。

$$a_2 = G_g / G_d = V_{gp} \lambda_g v_4 / V_{dp} \lambda_d v_2 \quad (6-9)$$

式中： V_{gp} ——高压级压缩机（或气缸）理论排气量 (m^3/h)。

V_{dp} ——低压级压缩机（或气缸）理论排气量 (m^3/h)。

λ_g ——高压级压缩机（或气缸）输气系数。

λ_d ——低压级压缩机（或气缸）输气系数。

v_4 ——高压级压缩机（或气缸）吸气比容 (m^3/kg)。

v_2 ——低压级压缩机（或气缸）吸气比

容 (m^3/kg)。

(5) 根据上述计算结果作中间温度与 a 值的直角坐标图见图6—16。把各假设的中间温度求得的 a_1 和 a_2 值连成 a_1 和 a_2 的两条曲线。两曲线的交点所对应的中间温度即为所求的中间温度。

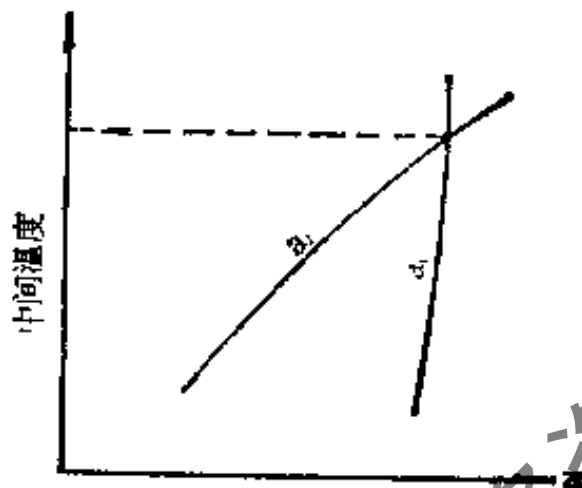


图6—16 直角坐标图

例：某冷库，蒸发温度 -35℃ ，冷凝温度 40℃ ，采用双级压缩，制冷剂为R22，双级压缩机高、低压气缸容积比为 $1:3$ ，求中间温度？

解：根据已知条件，按上述步骤进行计算。

1. 假定4个中间温度，分别为 3℃ 、 0℃ 、 -3℃ 、 -6℃ 。查R22饱和性质表，相应的压力为 0.5483 、 0.4980 、 0.4512 、 0.4078MPa 。

2. 利用饱和性质表和压—焓图查出 h_3 、 h_4 、 h_1 、 h_2 各焓值，由公式(6—8)求出各 a_1 值。

3. 利用图6—5或图6—6查出相应的各 λ_g 、 λ_d 值。

4. 利用压—焓图查出 v_2 、 v_4 ，由公式(6—9)求出 a_2 值。

5. 作直角坐标，连接 a_1 、 a_2 线，两线交点即为所求之值见图6—17。

计算结果载于表6—13。

从图上得出中间温度为 2.3℃ 。相应的中间压力为 0.5363MPa 。

计 算 结 果

表 6—13

序号	参 数	数 值				备 注	序号	参 数	数 值				备 注
1	t_{2j} (°C)	3	0	-3	-6		11	T_{2i} (K)	276	273	270	267	
2	p_{2i} (MPa)	0.5483	0.4980	0.4512	0.4078		12	T_2 (K)	338	338	338	338	
3	t_2 (°C)	-5	-5	-5	-5	$t_2 + 30^\circ\text{C}$	13	V_2 (m ³ /kg)	0.192	0.192	0.192	0.192	
5	t_9 (°C)	8	5	2	-1	$t_{2j} + 5^\circ\text{C}$	14	V_4 (m ³ /kg)	0.045	0.050	0.057	0.062	
6	h_3 (kJ/kg)	449	446	442	439		15	a_1	1.470	1.465	1.454	1.448	
7	h_4 (kJ/kg)	412	413	414	415		16	λ_g	0.82	0.8	0.78	0.76	
8	h_7 (kJ/kg)	249.21	249.21	249.21	249.21		17	λ_d	0.78	0.76	0.74	0.72	
9	h_9 (kJ/kg)	209.67	206.03	202.41	198.79		18	a_2	1.493	1.346	1.18	1.087	
4	t_4 (°C)	10	10	10	10	按压缩机要求	19	V_2/V_4	4.27	3.84	3.37	3.09	
10	T_1 (K)	313	313	313	313	选							

获取更多资料 微信搜索 蓝星工程

各类型冷凝器单位面积热负荷 q_A 值 表 6—14

序号	冷凝器型式	q_A 值 W/m^2		应用范围
		R12	R22	
1	卧式冷凝器	4400	4600	$\Delta t_m = 5^\circ C$
2	蒸发式冷凝器	2300	2300	
3	空冷式冷凝器	230	—	$\Delta t_m = 8-12^\circ C$

(二) 冷却水用量

$$q_v = 3.6Q_L / (1000C \Delta t) \quad (6-11)$$

式中： q_v ——冷却水用量 (m^3/h)。

Q_L ——冷凝器热负荷 (W)。

C ——水的比热容 $C = 4.1868 kJ / (kg \cdot ^\circ C)$

Δt ——冷却水进出温差 ($^\circ C$)。

3.6——瓦换算成千焦耳/时。

冷却水水质要求同氨系统，见表 4—16、表 4—17。

(三) 空冷式冷凝器风量计算

$$q_v = 3600 A w \quad (6-12)$$

式中： q_v ——空冷式冷凝器所需风量 (m^3/h)。

A ——空冷式冷凝器最窄通道截面积 (m^2)。

w ——空气流速 (m/s)，一般采用 2—3 m/s 。

空冷式冷凝器风量也可按压缩机所耗功率计算，每千瓦功率配 18—26 m^3/min 。

七、蒸发器

蒸发器面积计算

$$A = Q / (K \Delta t_m) = Q / q_A \quad (6-13)$$

式中： A ——蒸发器面积 (m^2)。

Q ——蒸发器冷负荷 (W)。

氟制冷设备及管道充氟量百分数 表 6—17

序号	设备或管道	充注量%
1	冷风机、排管(热力膨胀阀供液)	容积的25%
2	壳管式冷凝器	容积的15%
3	中间冷却器(不完全冷却)	液体盘管容积的100%
4	热交换器	液体盘管容积的100%
5	液管	容积的100%
6	回气管(过热气体)	容积的15%

(二) 油分离器

油分离器一般由机组配带, 不需另选。如需要选择时, 通常一台氟压缩机选用一台油分离器, 计算公式如下:

$$D = 0.0188 \sqrt{V_h \lambda / w} \quad (6-15)$$

式中: D ——油分离器直径 (m)。
 V_h ——压缩机理论排气量 (m³/h)。
 λ ——压缩机输气系数。

w ——气体流速 (m/s), 填料式油分离器宜采用 0.3—0.5 m/s。

(三) 回热式热交换器

在氟系统的吸入管道上, 常用的回热式热交换器有三种。

1. 供液管和吸入管焊接在一起的热交换器, 见图 6—19, 常用于小型的氟制冷系统。

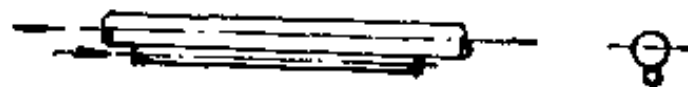


图 6—19 氟管热交换器

2. 套管式热交换器 套管式热交换器见图 6—20, 其长度一般按经验数据选用, 见表 6—18。

套管式热交换器的推荐长度 表 6—18

制冷量 (w)	长度A (m)
170000	2.5
350000	3.7
520000	4.6

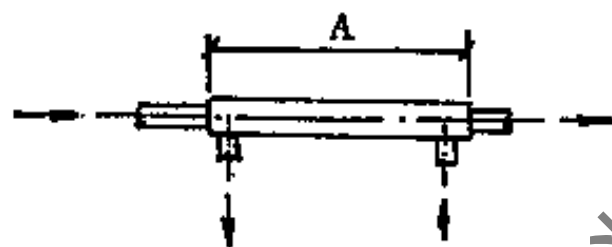


图 6—20 套管式热交换器

3. 盘管式热交换器 它是常用的一种形式, 其面积计算如下:

$$A = Q / (K \Delta t_m) \quad (6-16)$$

式中: A ——热交换器面积 (m^2)。

Q ——热交换器热负荷 (W)。

K ——热交换器传热系数 [$W / (m^2 \cdot ^\circ C)$]。

Δt_m ——对数平均温差 ($^\circ C$)。

(1) 热交换器的热负荷: 当蒸发器出来的气体为过热气体时 (采用热力膨胀阀供液时应是过热气体), 则热负荷的计算如下:

$$Q = G (h_1 - h_2) / 3.6 = G (h_2' - h_1') / 3.6 \quad (6-17)$$

式中: Q ——热交换热负荷 (W)。

G ——压缩机制冷剂循环量 (kg/h), 双级压缩机为低压级制冷剂循环量。

h_1 ——进入热交换器液体制冷剂的比焓 (kJ/kg)。

h_2 ——出热交换器液体制冷剂的比焓 (kJ/kg)。

h_1' ——进入热交换器气体制冷剂的比焓 (kJ/kg)。

h_2' ——出热交换器气体制冷剂的比焓

(kJ/kg)。

(2) 传热系数K: 当液体在盘管内流速为0.8—1 m/s, 气体流速为8—10m/s时, 光滑盘管的传热系数为230—290W/m²·℃。

(四) 中间冷却器

1. 中间冷却器面积计算 (不完全冷却时)

$$A = Q_{zj} / (K \Delta t_m) \quad (6-18)$$

式中: A——中间冷却器盘管面积(m²)。

Q_{zj}——中间冷却器热负荷(W)。

K——盘管传热系数, 同回热式热交换器(W/m²·℃)。

Δt_m——对数平均温差(℃)。

中间冷却器热负荷计算:

$$Q_{zj} = G_d (h_7 - h_8) / 3.6 \quad (6-19)$$

式中: Q_{zj}——中间冷却器热负荷(W)。

G_d——低压级压缩机制冷剂循环量(kg/

h)。

h₇——进入中间冷却器盘管的液体制冷剂的比焓(kJ/kg)。

h₈——出中间冷却器盘管液体制冷剂的比焓(kJ/kg)。

2. 中间冷却器直径计算 (完全冷却时)

$$D = 0.0188 \sqrt{V_h \lambda / w} \quad (6-20)$$

式中: D——中间冷却器直径(m)。

V_h——高压级压缩机的理论吸气量(m³/h)。

λ——高压级压缩机的输气系数。

w——气体流速(m/s), 一般可取0.5m/s。

(五) 热力膨胀阀的选择

热力膨胀阀有RF系列、RFW系列、拼装式T系列、HC系列和RCD系列等几种, 样本上的制冷量是在标准工况或空调工况下的制冷能力, 选用时

要换算成设计工况的制冷能力后再选用。上述系列的热力膨胀阀的制冷量见表 6—19、6—20、6—

21、6—22、6—23。

在实际计算中，由于工况的变化，热力膨胀阀

RF系列热力膨胀阀（内平衡）性能表

表 6—19

型 号		RF0.8	RF 1	RF1.2	RF1.5	RF 2	RF 3	RF 4	RF 5
口径 (mm)		0.8	1	1.2	1.5	2	3	4	5
标准制冷量 kW	R12	1.16	1.39	1.74	2.21	2.90	5.81	10.46	13.14
	R22	1.86	2.32	2.90	3.60	4.76	10.00	17.44	21.51

注：R12适用温度范围10°--30℃。

R22适用温度范围10°--70℃。

RFW系列热力膨胀阀（外平衡）性能表

表 6—20

型 号		RFW0.8	RFW 1	RFW1.2	RFW1.5	RFW 2	RFW 3	RFW 4	RFW 5
口径 (mm)		0.8	1	1.2	1.5	2	3	4	5
标准制冷量(kW)	R12	1.01	1.28	1.51	1.97	2.56	5.35	9.30	11.62
	R22	1.57	1.92	2.26	2.96	3.83	8.02	13.95	17.44

(续)

型 号		RFW 6	RFW 7	RFW 8	RFW 9	RFW 10	RFW 11	RFW 12
口径 (mm)		6	7	8	9	10	11	12
标准制冷量 (kW)	R12	17.44	24.42	31.39	38.37	45.35	52.32	62.79
	R22	26.16	36.62	47.09	57.56	79.65	78.49	94.18

注: R12适用温度范围 10° — -40°C 。

R22适用温度范围 10° — -50°C 。

前后压差的不同以及热力膨胀阀前管路阻力损失的大小, 都会对热力膨胀阀的制冷量产生影响。因此, 在选用热力膨胀阀时要注意以下几点。

1. 当蒸发器的压力损失较小时, 宜选用内平衡式热力膨胀阀; 当蒸发器的压力损失超过下表数值或装有分液器时, 应选用外平衡式热力膨胀阀。

2. 选择热力膨胀阀时, 应计算出供液管路的压力降, 以得出热力膨胀阀入口处的压力和热力膨胀

阀前后的压差。膨胀阀前后压差对膨胀阀制冷量的影响系数见表 6—25。

3. 当蒸发温度不同时, 热力膨胀阀制冷量的修正系数见表 6—26。

4. 选择的热力膨胀阀的容量应比蒸发器的冷负荷要大, 对蒸发器冷负荷较稳定的场合需大 20—30%, 对冷负荷波动大的场合需大 70—80%, 但最大不超过蒸发器冷负荷的两倍。

拼装式T系列热力膨胀阀性能表

表 6—21

R12		R22		R502		毛细管长度	温包形式	平衡型式 及外平衡 接管尺寸	毛重(kg)	
型 号	冷 量 ($\Delta p=0.43$ MPa时) (kW)	型 号	冷 量 ($\Delta p=0.72$ MPa时) (kW)	型 号	冷 量 ($\Delta p=0.72$ MPa时) (kW)				直 角 式	直 通 式
TCL(E)1/4FW	0.88	TCL(E)1/2HW	1.76	TCL(E)1/4RW	0.88	标准长度 1.5m,其 它长度需 特殊订货	标准温包 或快速温 包	内平衡或 M6喇叭 口外平衡 接头。 (焊接管 或喇叭弯 头接头需 特殊订货)	1.1	1.5
TCL(E)1/2FW	1.76	TCL(E)1HW	3.52	TCL(E)1/2RW	1.76					
TCL(E)1FW	3.52	TCL(E)2HW	7.03	TCL(E)1RW	3.52					
TCL(E)2FW	7.03	TCL(E)3HW	10.55	TCL(E)2RW	7.03					
TCL(E)3FW	10.55	TCL(E)5HW	17.58	TCL(E)3RW	10.55					
TCL(E)4FW	14.06	TCL(E)7 1/2HW	26.37	TCL(E)4 1/2RW	15.82					
TCL(E)6 1/2FW	22.85	TCL(E)10HW	35.16	TCL(E)7 RW	24.61					
TCL(E)7 1/2FW	26.37	TCL(E)12HW	42.19	TCL(E)8 RW	28.13					
TRF8FW	28.13		49.22	TRF9RW	31.64	同 上	同 上	外平衡接 头M6喇 叭口	1.8	
TRF11FW	38.68	TRF18HW	63.29	TRF12RW	42.19					
TRF13FW	45.71	TRF22HW	77.35	TRF14RW	49.22	标准长度 3 m, 其 它长度特 殊订货	同 上	外平衡接 头 M 6 喇叭口	2.0	2.0
TRF15FW	52.74	TRF26HW	91.42	TRF16RW	56.26					
TRF20FW	70.32	TRF35HW	123.06	TRF21RW	73.84					
TRF25FW	87.9	TRF45HW	158.22	TRF27RW	94.93					
TRF35FW	123.06	TRF55HW	193.38	TRF37RW	130.09					
TRF45FW	158.22	TRF75HW	263.70	TRF48RW	168.77					
TRF55FW	193.38	TRF100HW	351.60	TRF60RW	210.96					

HC系列热力膨胀阀性能表

表 6—22

R12		R22		R502		接管尺寸		毛细管长度	平衡形式及 外平衡接管 尺寸	重量 (kg)
型 号	冷 量 ($\Delta p = 0.43$ MPa时) (kW)	型 号	冷 量 ($\Delta p = 0.72$ MPa时) (kW)	型 号	冷 量 ($\Delta p = 0.72$ MPa时) (kW)	进 口	出 口			
HC1/4F HCE1/4F	0.88	HC1/2H HCE1/2H	1.76	HC1/4R HCE1/4R	0.88	φ6×1或 φ10×1喇 叭口	φ12×1喇 叭口	1.5m	内平衡或 φ6×1外 平衡	0.6
HC1/2F HCE1/2F	1.76	HC1H HCE1H	3.52	HC1/2R HCE1/2R	1.76					
HC1F HCE1F	3.52	HC1½H HCE1½H	5.27	HC1R HCE1R	3.52					
HC1½F HCE1½F	5.27	HC2H HCE2H	7.03	HC1½R HCE1½R	5.27					
HC2F HCE2F	7.03	HC3H HCE3H	10.55	HC2R HCE2R	7.03					
HC3F HCE3F	10.55	HC5H HCE5H	17.58	HC3R HCE3R	10.55					

RCD系列热力膨胀阀

表 6—23

R12		R22		R502		接管尺寸	
型 号	冷 量 (kW)	型 号	冷 量 (kW)	型 号	冷 量 (kW)	进 口	出 口
RCD1/4F RCDE1/4F	0.872	RCD1/2H RCDE1/2H	1.744	RCD1/4R RCDE1/4R	0.872		
RCD1/2F RCDE1/2F	1.744	RCD 1 H RCDE 1 H	3.488	RCD1/2R RCDE1/2R	1.744		
RCD 1 F RCDE 1 F	3.488	RCD 1 ½ H RCDE 1 ½ H	5.233	RCD 1 R RCDE 1 R	3.488	φ10×1	φ12×1
RCD 1 ½ F RCDE 1 ½ F	5.233	RCD 2 H RCDE 2 H	6.977	RCD 1 ½ R RCDE 1 ½ R	5.233		
RCD 2 F RCDE 2 F	6.977	RCD 3 H RCDE 3 H	10.465	RCD 2 R RCDE 2 R	6.977		
RCD 3 F RCDE 3 F	10.465	RCD 5 H RCDE 5 H	17.442	RCD 3 R RCDE 3 R	10.465		

注：1.表中制冷量的工况为：蒸发温度4.5℃，冷凝温度38℃。

2.毛细管长度均为1.5m。

3.型号中不带E为内平衡式，带E为外衡式。

蒸发器内压力降

表 6—24

制冷剂	不同蒸发温度下的压力降(kPa)					
	5℃	0℃	-10℃	-20℃	-30℃	-40℃
R12	19.6	17.6	12.7	9.8	6.8	4.9
R22	14.7	12.7	9.8	6.8	4.9	2.9

压力差对制冷量影响的系数

表 6—25

制冷剂	膨胀阀前后压力差(kPa)			
	196	392	588	784
R12	0.77	0.89	1	1.04
R22	0.75	0.86	0.96	1

蒸发温度对热力膨胀阀制冷量的修正系数

表 6—26

制冷剂	蒸发温度(℃)					
	5	-5	-15	-23	-28	-40
R12	1.6	1.3	1	0.88	0.76	0.52
R22	1.4	1.3	1	0.91	0.80	0.60

(六) 分液器

一般氟冷风机都带分液器,不需另选。如需自己选择时,可按下页表 6—27 选用。

(七) 过滤器

过滤器的大小可按制冷剂通过滤网的流速要求来选用。气体通过滤网的流速可采用 1—1.5 m/s,液体通过滤网的流速可采用 0.07—1 m/s。

按流速计算的过滤器规格如小于被安装处的管子直径,则按管子直径来选用。

氟用过滤器的滤网材料用黄铜、磷铜或不锈钢丝网,目数范围通常为 80—120 目/英寸。

每种规格分液管的制冷能力 (kW)

表 6-27

蒸发温度 (°C)	分液管规格 (外径 × 壁厚) (mm)									
	4 × 0.75		5 × 1		6 × 1		8 × 1		10 × 1	
	R12	R22	R12	R22	R12	R22	R12	R22	R12	R22
5	1.41	2.47	2.26	4.01	4.07	7.15	9.24	16.28	18.60	32.56
	0.94	1.65	1.51	2.67	2.73	4.76	6.16	10.81	12.44	21.74
	0.24	0.41	0.38	0.67	0.68	1.19	1.54	2.70	3.11	5.43
0	1.18	2.07	1.92	3.40	3.40	6.10	7.85	13.78	15.69	27.21
	0.79	1.38	1.28	2.26	2.26	4.07	5.23	9.18	10.46	18.14
	0.20	0.35	0.32	0.57	0.57	1.01	1.30	2.29	2.61	4.53
-5	0.99	1.74	1.62	2.84	2.90	5.14	6.62	11.63	13.08	22.15
	0.66	1.16	1.08	1.89	1.95	3.43	4.42	8.83	8.72	15.23
	0.17	0.29	0.27	0.47	0.49	0.86	1.10	1.94	2.18	3.81
-10	0.83	1.46	1.36	2.39	2.44	4.27	5.40	9.42	10.99	19.18
	0.56	0.97	0.90	1.59	1.63	2.85	3.60	6.28	7.32	12.79
	0.14	0.24	0.22	0.40	0.40	0.72	0.90	1.57	1.83	3.19
-15	0.69	1.23	1.15	2.00	2.06	3.61	4.53	7.85	9.30	16.28
	0.46	0.81	0.76	1.33	1.37	2.40	3.02	5.23	6.16	10.81
	0.11	0.20	0.19	0.33	0.35	0.60	0.75	1.31	1.54	2.70

(续)

蒸发温度 (°C)	分液管规格(外径×壁厚)(mm)									
	4×0.75		5×1		6×1		8×1		10×1	
	R12	R22	R12	R22	R12	R22	R12	R22	R12	R22
-20	0.59	1.04	0.96	1.67	1.71	2.96	3.33	6.80	7.67	13.43
	0.39	0.69	0.64	1.11	1.14	1.97	2.56	4.53	5.11	8.96
	0.10	0.17	0.16	0.28	0.29	0.50	0.64	1.13	1.28	2.24
-25	0.49	0.85	0.80	1.39	1.43	2.49	3.22	5.58	6.45	11.33
	0.32	0.57	0.53	0.93	0.95	1.66	2.15	3.72	4.30	7.56
	0.08	0.14	0.14	0.23	0.24	0.42	0.54	0.93	1.07	1.89
-30	0.40	0.69	0.68	1.18	1.23	2.12	2.70	4.71	5.40	9.42
	0.26	0.46	0.45	0.79	0.81	1.42	1.80	3.14	3.60	6.28
	0.07	0.11	0.11	0.19	0.20	0.36	0.45	0.78	0.90	1.57

注: 1.表中第一行为允许最大制冷能力, 第二行为标准制冷能力, 第三行为允许最小制冷能力。
2.冷凝温度为30℃。

分液管长度的负荷修正系数

表6-28

分液管长(m)	0.25	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	2.25	2.50
修正系数	2	1.43	1.16	1.0	0.89	0.81	0.75	0.70	0.66	0.62

分液器的阻力损失

表 6—29

选用负荷与标准负荷比 (%)	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
阻力损失 (kPa)	29.4	32.4	41.1	51.0	60.8	70.6	80.4	90.2	102	112.8	125.5	139.2	137.3	171.6

干燥剂性能表

表 6—30

序号	品名	分子式	级别	吸水率	色别	粒度	再生性能	使用期限	备注
1	蓝色硅胶	SiO_2	CP	$\geq 31\%$	干燥时蓝色, 吸水后粉红色。	$\phi 3 - \phi 5$	100—120℃ 加热再生	长期	—
2	分子筛 CasA	$[(\text{AlO}_2)_x \cdot (\text{SiO}_2)_y]$	—	20%	白色	$\phi 5 - \phi 6$	350℃ ± 10℃ 减压加热5h	长期	使用前活化处理550℃ ± 10℃加热2h, 干燥条件下冷却到室温
3	活性氧化铝	Al_2O_3	CP	20—25%	白色或淡黄色	≥ 8	150—200℃ 加热再生	短期	易粉化
4	无水氯化钙	CaCl_2	CP	50%	白色	≥ 8	无	短期	易潮解

(八) 干燥器

干燥器的规格可按贮液器或机组冷凝器出液管的直径来选择。干燥剂一般采用硅胶(二氧化硅)、分子筛和活性氧化铝等。其性能见上页表6—30。

九、制冷压缩机及其辅助设备的布置

1. 小型氟压缩机选用时大多采用水冷式氟压缩冷凝机组, 也有采用风冷式冷凝器组成的风冷机组。制冷压缩冷凝机组是将压缩机、油分离器、冷凝器、贮液器等组装成一个整体机组。因此, 机房的布置实质上是机组和管线的布置, 比氨机房简单得多。在布置机组之间间距时, 除留有必要的操作走道的间距外, 还要考虑冷凝器水管的冲洗间距。间距的大小视采用那一种冲洗的方法而定。

2. 小型不完全冷却的中冷器通常由双级机组

自带, 并已安装在机组上。大型不完全冷却的中冷器可参照氨中冷器进行布置。

3. 大、中型氟机房应设有每小时不小于7次换气的事事故排风, 由于氟制冷剂气体的密度比空气重, 所以排风扇位置宜设在房间的下方。

十、冷间冷却设备

(一) 墙排管和顶排管

墙排管和顶排管一般采用 $D25 \times 2.25$ 、 $D32 \times 2.5$ 和 $D38 \times 2.5$ mm 的无缝钢管或 $D19 \times 1.5$ 、 $D22 \times 1.5$ mm 的紫铜管制作。通常采用光滑蛇形排管, 不采用翅片排管。

1. 墙、顶排管蒸发面积计算

$$A = Qq / (K \Delta t) \quad (6-21)$$

式中: A ——墙、顶排管蒸发面积(m^2)。

Qq ——冷间冷却设备负荷(W)。

K ——墙、顶排管传热系数($W/m^2 \cdot ^\circ C$)。

Δt ——冷间空气温度与制冷剂蒸发温度之差(℃)。

2. 墙、顶排管传热系数计算

$$K = K' C_1 C_2 \quad (6-22)$$

式中: K ——墙、顶排管在设计条件下的传热系数($W/m^2 \cdot ^\circ C$)。

K' ——墙、顶排管在特定条件下的传热系数($W/m^2 \cdot ^\circ C$),见表6—31、6—32、6—33。

C_1 ——构造换算系数,见表6—34。

C_2 ——管径换算系数,见表6—34。

采用热力膨胀阀供液的排管,应有过热面积,选用面积应比公式6—21计算面积大15—20%。

单排光滑蛇形墙排管的传热系数 K' ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

表6—31

高度方向上的横管数(根)	计算温差(℃)	冷间空气温度(℃)							
		0	-4	-10	-12	-15	-18	-23	-30
8	6	8.09	7.51	6.92	6.72	6.53	6.32	6.02	5.73
	10	8.69	8.11	7.41	7.21	7.02	6.81	6.52	6.23
	15	8.99	8.50	7.81	7.61	7.31	7.11	6.81	6.52
10	6	8.50	8.00	7.31	7.11	6.81	6.72	6.42	6.02
	10	9.19	8.50	7.81	7.61	7.31	7.11	6.81	6.52
	15	9.48	8.90	8.11	8.00	7.71	7.51	7.21	6.92
12	6	9.09	8.50	7.81	7.61	7.31	7.11	6.81	6.42
	10	9.68	9.09	8.30	8.11	7.81	7.61	7.21	6.92
	15	9.98	9.39	8.60	8.40	8.11	7.90	7.61	7.31
14	6	9.58	8.99	8.20	8.00	7.81	7.51	7.21	6.92
	10	10.28	9.58	8.79	8.50	8.20	8.00	7.71	7.31
	15	10.57	9.88	9.09	8.90	8.60	8.30	8.00	7.71
16	6	10.28	9.58	8.79	8.60	8.30	8.00	7.71	7.31
	10	10.87	10.18	9.29	9.09	8.79	8.50	8.11	7.81
	15	11.17	10.48	9.58	9.39	9.09	8.79	8.50	8.11

注: 表列数值为外径38mm钢管, 管间距与管外径之比为4, 冷间相对湿度90%, 霜层厚度6mm时的传热系数。

氟单层光滑蛇形顶排管的K'值 ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

表 6—32

冷间空气温度 ($^\circ C$)	计算温度差 Δt ($^\circ C$)				
	6	8	10	12	15
0	7.31	7.71	8.00	8.20	8.40
-4	6.92	7.21	7.41	7.61	7.81
-10	6.32	6.62	6.81	7.02	7.21
-12	6.12	6.42	6.62	6.81	7.02
-15	5.93	6.23	6.42	6.62	6.81
-18	5.73	6.02	6.23	6.42	6.62
-23	5.53	5.73	5.93	6.12	6.32
-30	5.23	5.53	5.73	5.83	6.02

注：表列数值为外径38mm钢管，管间距与管外径之比为4，冷间相对湿度90%，霜层厚度6mm时的传热系数。

氟双层光滑蛇形顶排管的K'值 ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

表 6—33

冷间空气温度 ($^\circ C$)	计算温度差 Δt ($^\circ C$)				
	6	8	10	12	15
0	6.92	7.32	7.61	7.81	8.00
-4	6.62	6.81	7.02	7.21	7.41
-10	6.02	6.32	6.53	6.72	6.81
-12	5.83	6.13	6.32	6.53	6.72
-15	5.63	5.93	6.13	6.32	6.53
-18	5.44	5.73	5.93	6.13	6.32
-23	5.23	5.44	5.63	5.83	6.02
-30	4.94	5.23	5.44	5.53	5.73

注：表列数值为外径38mm钢管，管间距与管外径之比为4，冷间相对湿度90%，霜层厚度6mm时的传热系数。

各型排管换算系数表

表 6—34

换算系数 排管形式	C ₁		C ₂
	S/D=4	S/D=2	
单排光滑蛇形墙排管	1.0	0.987	$(0.038/D)^{0.16}$
单层光滑蛇形顶排管	1.0	0.975	$(0.038/D)^{0.18}$
双层光滑蛇形顶排管	1.0	1.000	$(0.038/D)^{0.18}$

注：S——管间距，D——管外径。

(二) 冷 风 机

氟里昂冷风机的选择计算方法与氨冷风机基本相同。

在制冷负荷方面，有的产品样本列出冷间温度、温差和相应的制冷负荷，选用比较方便。也有的产品只给出冷风机的冷却面积，未提供制冷负

荷，用户只能估算选用。为了方便使用，介绍一种国外资料关于氟冷风机传热系数K的建议值供参考，见表 6—35。

国外资料氟冷风机传热系数K的建议值

表 6—35

制冷剂	冷间温度(℃)	温差(℃)		
		-23	-15	0
R12 热力膨胀阀	11(10)	7	9	14
		11—13 [10—12]	22—24 [20—22]	
R22 氟 泵	13(12)	13—15 [12—14]	26—29 [24—26]	

国产氟冷风机在结构、材质、加工等方面与国外产品不同，传热系数K的近似取值见表 6—36。

表中温差指冷间空气温度与制冷剂温度差。若

国产氟冷风机传热系数K的近似取值

表 6—36

制冷剂	冷间温度(℃)	温差(℃)		
		9	10	11
R12	热力膨胀阀	9[8]	9—11 [8—10]	11—13 [10—12]
	热力膨胀阀	11[10]	11—13 [10—12]	13—16 [12—15]

计算时所取温差不同，估算制冷负荷亦可参照使用。

国产氟冷风机均为吊顶式，型号和规格不多，常用的有DL型、F型和DD型。按照气流方向，DL型和F型属推风型冷风机，DD型属引风型冷风机。以上三种型号蒸发排管部分均为紫铜管铝翅片，片距6—10mm。

选用冷风机时，应在制冷负荷需要的冷却面积再加上20%作为过热用，以这两部分冷却面积之和，对照产品样本选用合适的冷风机。

获取更多资料

DL型、F型氟冷风机技术参数

表 6—37

型 号	DL25	DL50	DL100	DL150	F—54	F—145
冷却面积 m^2	25	45	104	157	54	145
进液管直径, 铜 mm	16×1	16×1	19×1.5	19×1.5	16×1.5	19×1.5
回气管直径, 铜 mm	38×3	38×3	51×3	51×3	38×3	51×3
进水管直径, 内径 mm	20	20	32	40	40	40
回水管直径, 内径 mm	40	40	80	80	70	102
通风机型号	30K4—11 5°-4-25°	30K—11 5°-4-25	T40—1 5°-4-35°	T40—1 5°-4-35°	03—11 7°-4-20°	03—11 7°-6-25°
通风机风量 m^3/h	6500	2×6500	2×9090	2×9090	15100	18350
通风机风压 Pa (mmH_2O)	121.5 (12.4)	121.5 (12.4)	184.3 (18.8)	184.3 (18.8)	227 (23.2)	291 (29.7)
电动机型号	JO ₂ 11—4	JO ₂ 11—4	JO ₂ 12—4	JO ₂ 12—4	JO ₂ 31—4	JO ₂ 32—4
电动机功率 kW	0.6	2×0.6	2×0.8	2×0.8	2.2	3
电动机转速 r/min	1450	1450	1450	1450	1450	1450
电动机电压 V	380	380	380	380	380	380
总重量 kg	120	200	450	600	250	600

DD型氟冷风机技术参数

表 6—38

型 号	DD12—1.0/7.3	DD12—2.0/13.2	DD12—2.3/16.5	DD12—3.0/22	DD12—5.6/40
$t_2 = -25^\circ(\text{W})\Delta t_m = 7^\circ\text{C}$	1163	2326	2675	3489	6513
(kcal/h)	[1000]	[2000]	[2300]	[3000]	[5600]
冷却面积(m^2)	7.3	13.2	16.5	22	40
轴流风机直径(mm)	330	330	330	330	400
风机台数(台)	1	2	2	3	2
每台风机风量(m^3/h)	1700	1700	1700	1700	5200
每台风机风压(Pa)	98	98	98	98	167
(mmH_2O)	[10]	[10]	[10]	[10]	[17]
风机电机功率(W)	90	90	90	90	550
风机电机电压(V)	380	380	380	380	380
风机电机转速(r/min)	1400	1400	1400	1400	1400
融霜电加热管功率(kW)	2×0.55	2×1.0	2×1.0	2×1.2	4×1.0
底盘电加热管功率(kW)	1×0.55	1×1.0	1×1.0	1×1.2	1×1.5
电加热管电压(V)	220	220	220	220	220
进液管直径(mm)	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 12$	$\phi 16$
回气管直径(mm)	$\phi 16$	$\phi 16$	$\phi 16$	$\phi 16$	$\phi 38$
融霜排水管内径(mm)	25	25	25	25	25
总重量(kg)	33	50	51	63	100
配冷库容积(m^3)	8—10	10—15	15—18	20—25	35—40

注: Δt_m ——对数平均温差。

DL型氟冷风机外形尺寸 表 6—39

型号	外形尺寸(mm)							
	L	W	H	A	B	C	D	E
DL25	1020	830	830	510	460	188	420	762
DL50	1550	830	830	510	460	188	420	1292
DL100	1515	1360	880	1060	980	580	940	1310
DL150	1560	1460	980	1168	1088	695	1050	1310

DD型氟冷风机外形尺寸 表 6—40

型号	外形尺寸(mm)			安装尺寸(mm)			
	A	B	C	D	E	F	G
DD12-1.0/7.3	730	540	566	530	380	82	118
DD12-2.0/13.2	1130	540	566	930	380	82	118
DD12-2.3/16.5	1130	540	566	930	380	82	118
DD12-3.4/22	1430	540	566	1230	380	82	118
DD12-5.6/40	1455	710	575	1205	580	75	175

获取更多资料 微信搜公众号 暖通空调

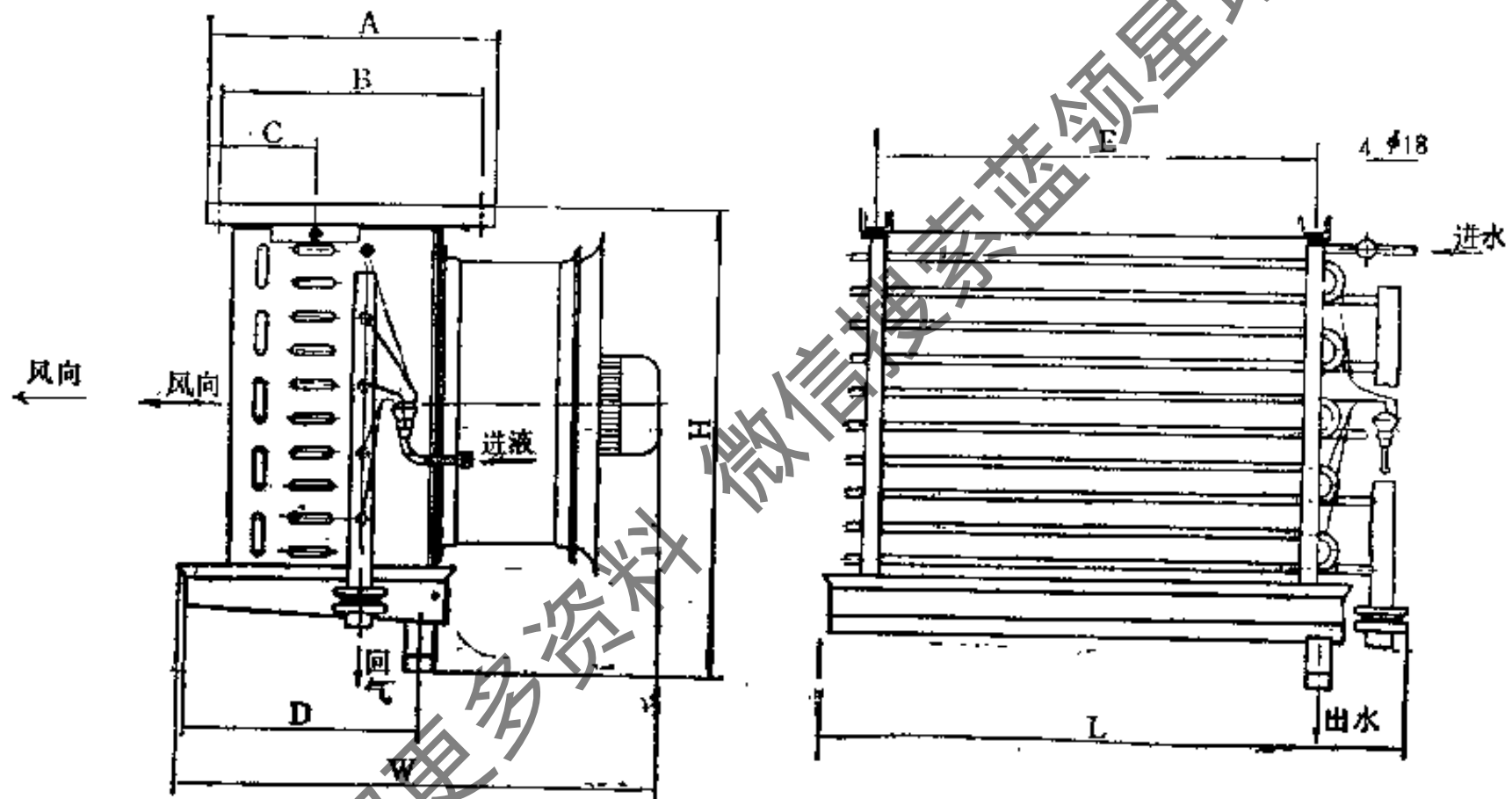


图 6—21 DL25、DL50型氟冷风机外形图

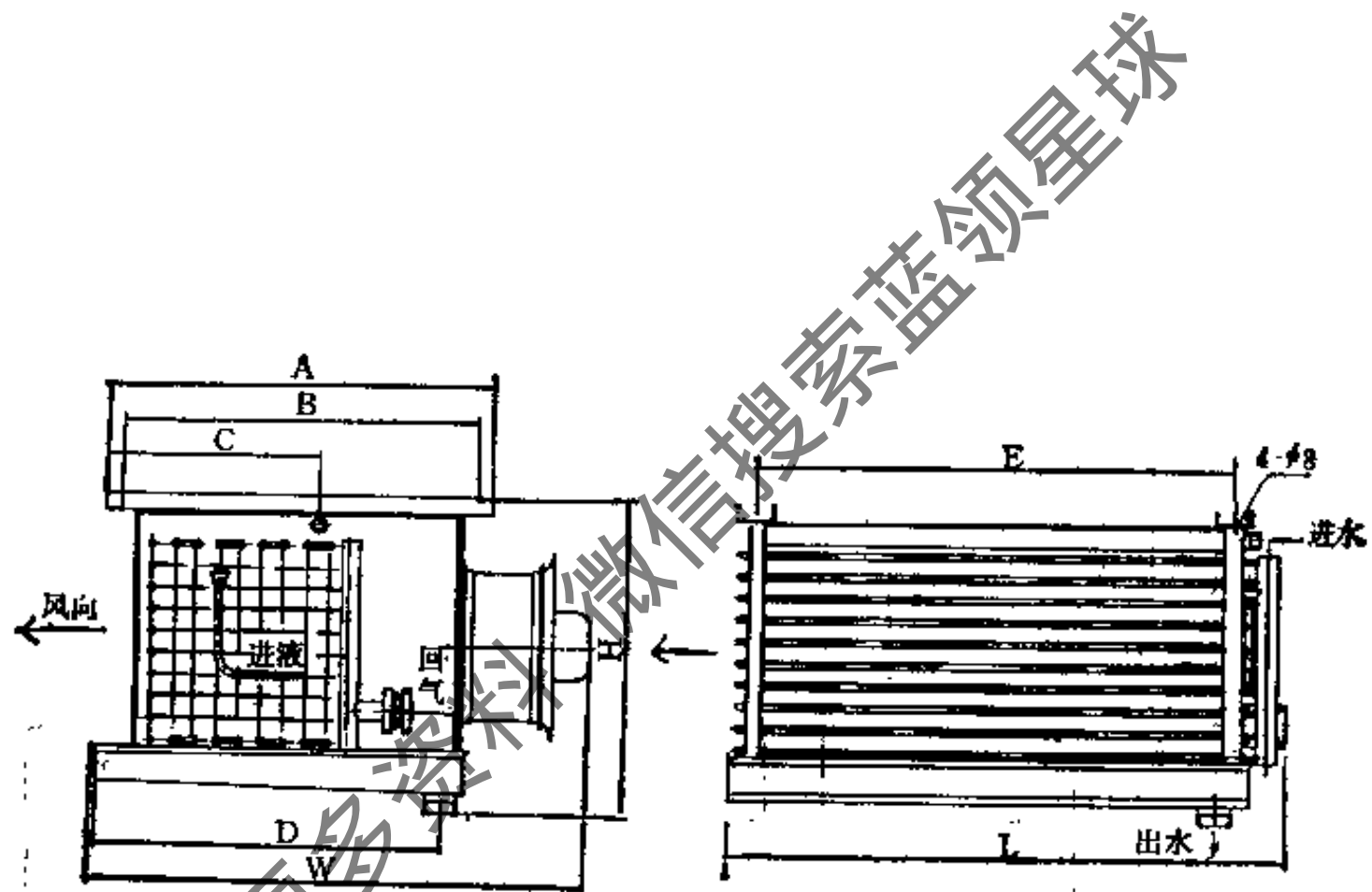


图 6—22 DL100、DL150型氟冷风机外形图

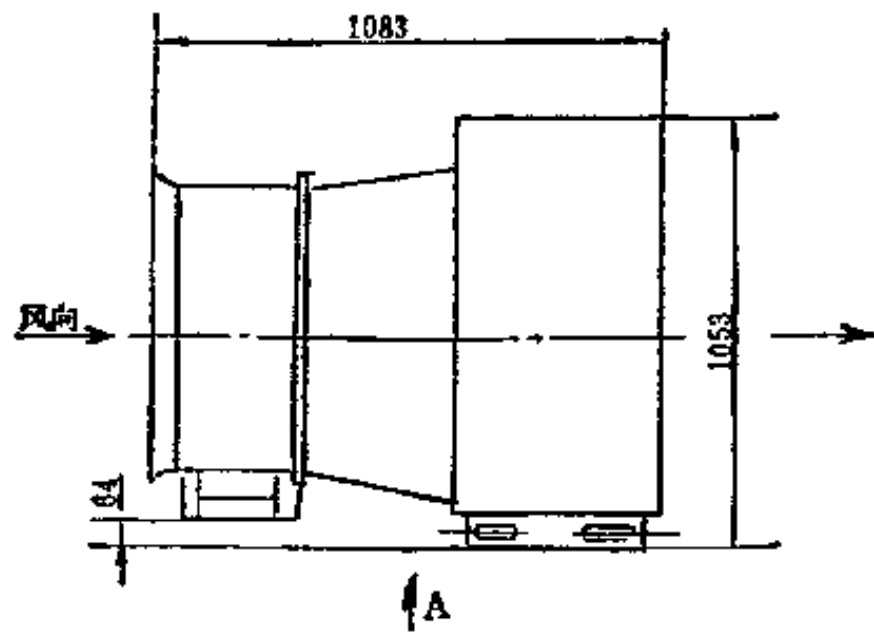


图 6-23 F-54型氟冷风机外形图

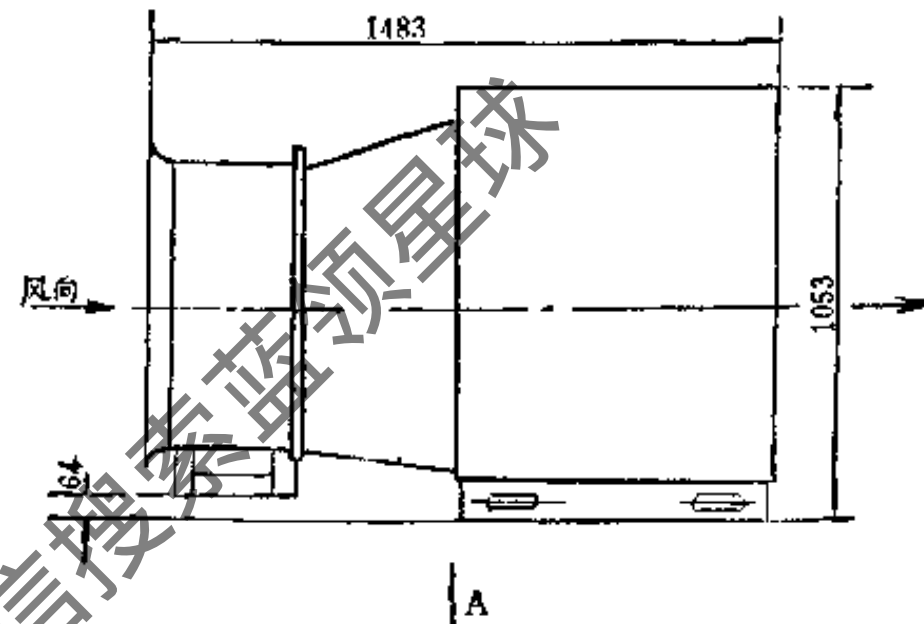
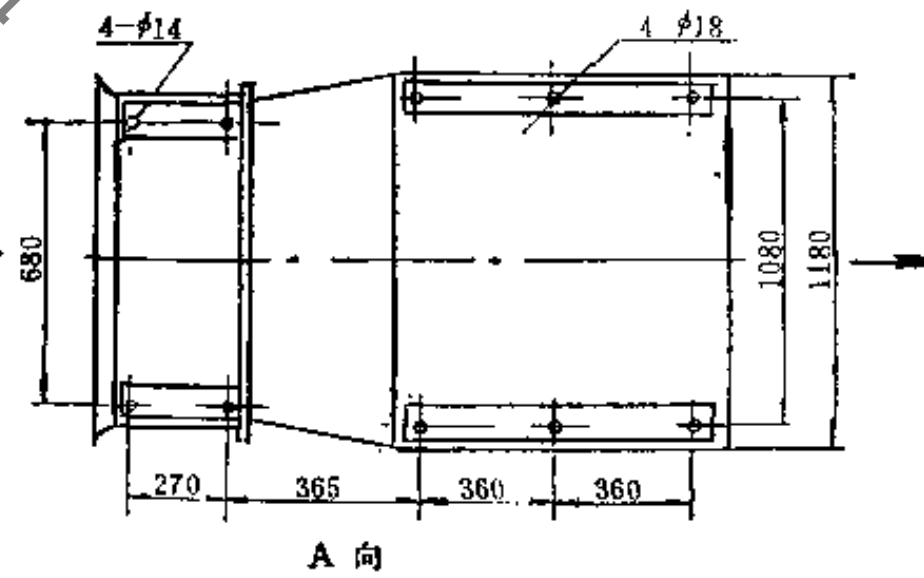
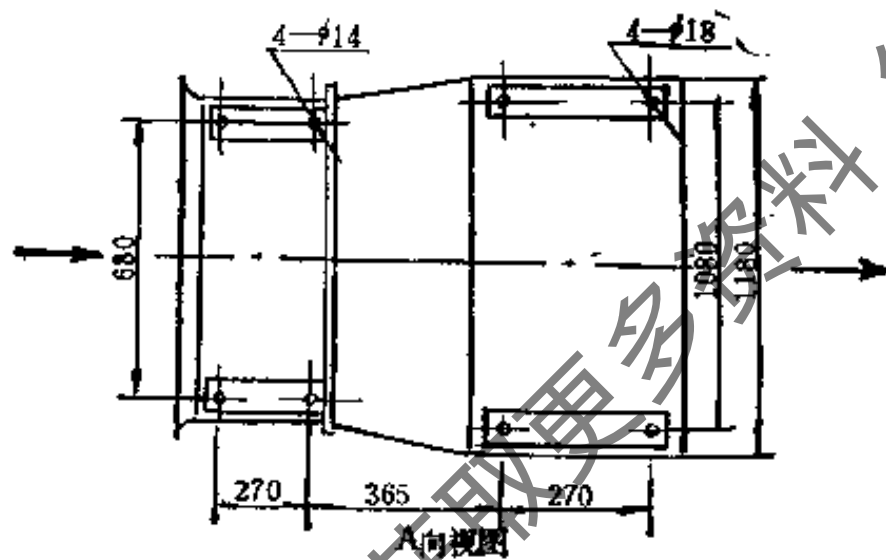


图 6-24 F-145型氟冷风机外形图



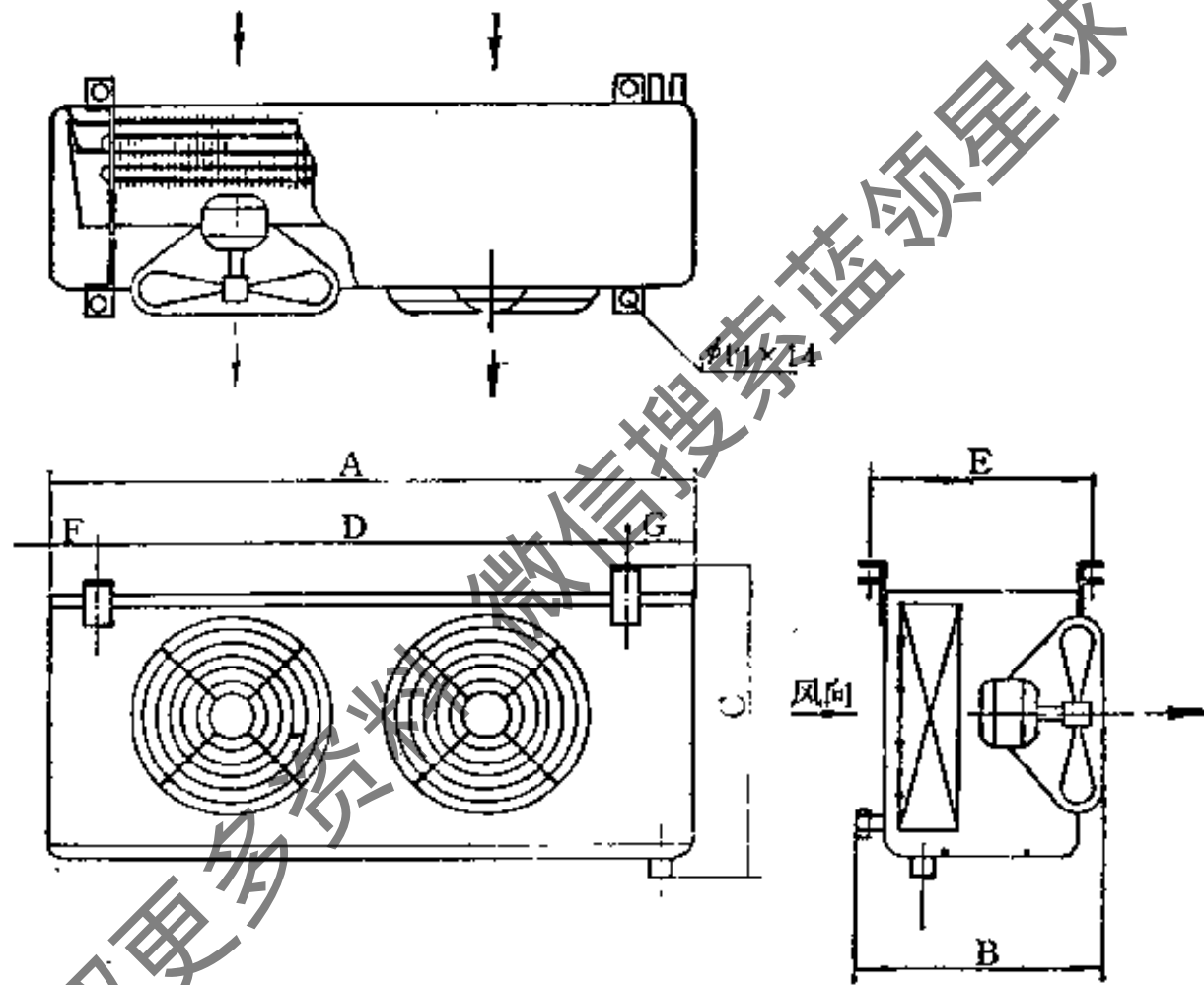


图 6—25 DD型氟冷风机外形图

第七章 氟利昂系统管道设计

一、氟利昂系统管道的管径计算

(一) 吸气管

1. 吸气管的压力降控制在不超过相当于饱和蒸发温度差 1°C 。R12、R22、R502在饱和蒸发温度差 $\Delta t = 1 - 2^{\circ}\text{C}$ ，饱和吸气温度 -40 至 $+5^{\circ}\text{C}$ 时吸气管负荷量见表 7-1、7-2、7-3。对其他工况条件 R12、R22、R502 吸气管、排气管和液体管负荷量可见表 7-4、7-5、7-6、7-7。为了计算方便，在饱和蒸发温度差 1°C 时，R12、R22 吸气管可查图 7-1、图 7-2，图中膨胀阀前的液温按 40°C 计算，对于其他进液温度可近似通用。

例：已知 R22 制冷系统的吸气管负荷为 50kW 蒸发温度 -30°C ，管道当量总长 50m ，计算吸气管钢管内径。

解：(1) 用查表法：查表 7-2 R22 -30°C $\Delta t = 1^{\circ}\text{C}$ ，管道当量总长 100m ，钢管公称直径 80mm 时，吸气管负荷量为 44.84kW 。换算在当量总长 50m 时吸气管负荷量 $Q = Q_s \left(\frac{L}{L_s} \cdot \frac{\Delta t_s}{\Delta t} \right)^{0.55} = 44.84 \left(\frac{100}{50} \cdot \frac{1}{1} \right)^{0.55} = 65.65\text{kW}$ 。若选用钢管 $D_g = 80$ 时实际饱和温差 $\Delta t = \Delta t_s \cdot \frac{L_s}{L} \cdot \left(\frac{Q}{Q_s} \right)^{1.1}$ $\Delta t = 1 \cdot \frac{50}{50} \cdot \left(\frac{50}{65.65} \right)^{1.1} = 0.65^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 用查图法：查图 7-2，从吸气管负荷的

横座标A点(50kW)处垂直向上,交于当量总长50m转折线B点,再水平向左与蒸发温度-30℃准

线交于C点,然后垂直向上与左侧钢管内径横座标交于D点,读出需用吸气管钢管内径为70mm。

R12吸气管负荷量(kW)

系指以100m当量管长的摩阻引起压力降 Δp (kPa)和相应饱和温度差 $\Delta t = 1 \sim 2^\circ\text{C}$ 条件下制冷负荷量(kW)。适用单级或高压级。

表 7-1

钢管公称 直径 (mm)	饱和吸气温度(℃)									
	-40		-30		-20		-5		+5	
	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 6.04$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 3.02$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 8.59$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 4.29$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 11.78$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 5.89$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 17.89$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 8.94$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 22.92$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 11.46$
12	0.10	0.07	0.17	0.11	0.26	0.17	0.46	0.31	0.64	0.44
15	0.20	0.13	0.32	0.22	0.49	0.33	0.87	0.59	1.23	0.84
18	0.35	0.23	0.56	0.38	0.86	0.58	1.52	1.04	2.15	1.47
22	0.62	0.42	0.99	0.67	1.52	1.03	2.69	1.83	3.79	2.59
28	1.23	0.83	1.97	1.34	3.01	2.06	5.33	3.64	7.49	5.12
35	2.27	1.54	3.63	2.47	5.50	3.79	9.80	6.70	13.76	9.44

(续)

钢管公称 直径 (mm)	饱和吸气温度 (°C)									
	-40		-30		-20		-5		+5	
	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 6.04$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 3.02$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 8.59$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 4.29$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 11.78$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 5.89$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 17.89$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 8.94$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 22.92$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 11.46$
42	3.79	2.58	6.04	4.13	9.24	6.32	16.27	11.15	22.81	15.68
54	7.59	5.17	12.08	8.26	18.44	12.62	32.34	22.21	45.39	31.19
67	13.58	9.28	21.60	14.79	32.92	22.55	57.67	39.67	80.80	55.61
79	21.10	14.44	33.54	23.00	51.05	35.03	89.42	61.52	125.15	86.31
105	45.46	31.12	72.01	49.48	109.50	75.30	191.27	131.98	267.50	184.79
钢管公称 直径 (mm)										
10	0.16	0.11	0.25	0.17	0.38	0.26	0.65	0.46	0.91	0.63
15	0.30	0.21	0.47	0.33	0.71	0.49	1.21	0.85	1.68	1.18
20	0.63	0.44	0.99	0.69	1.49	1.04	2.56	1.79	3.54	2.49
25	1.27	0.83	1.88	1.31	2.82	1.97	4.84	3.40	6.69	4.70
32	2.50	1.74	3.90	2.73	5.85	4.09	10.02	7.02	13.84	9.72
40	3.76	2.62	5.87	4.10	8.78	6.15	15.03	10.55	20.77	14.60
50	7.29	5.09	11.35	7.94	16.98	11.89	29.01	20.39	40.09	28.17
65	11.64	8.14	18.11	12.68	27.03	18.96	46.22	32.55	63.87	44.87

(续)

钢管公称 直径 (mm)	饱和蒸气温度(℃)									
	-40		-30		-20		-5		+5	
	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 6.04$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 3.02$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 8.59$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 4.29$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 11.78$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 5.89$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 17.89$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 8.94$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 22.92$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 11.46$
80	20.62	14.44	32.09	22.47	47.83	33.60	81.82	57.60	112.84	79.42
100	42.20	29.57	65.55	45.98	97.66	68.68	166.75	117.33	230.01	162.03
125	76.29	53.56	118.26	83.12	176.24	124.02	300.99	211.73	415.23	292.48
150	123.59	86.72	191.63	134.65	285.27	200.96	486.69	343.17	671.49	473.51
200	253.57	178.10	392.79	276.26	584.10	431.36	995.40	701.75	1373.56	968.60
250	459.02	322.76	711.23	500.10	1057.76	744.80	1802.91	1270.83	2481.04	1751.86
300	735.06	516.74	1137.53	800.84	1692.27	1191.18	2879.91	2032.77	3969.04	2802.38

R22吸气管负荷量kW

系指以100m当量管长的摩擦引起压力降 Δp (kPa)和相应饱和温度差 $\Delta t = 1 - 2$ ℃条件下制冷负荷量(kW)适用单级或高压级。

表 7—2

铜管公称 直径 (mm)	饱和吸气温度(℃)									
	- 40		- 30		- 20		- 5		+ 5	
	$\Delta t = 2$ ℃ $\Delta p = 9.79$	$\Delta t = 1$ ℃ $\Delta p = 4.90$	$\Delta t = 2$ ℃ $\Delta p = 13.85$	$\Delta t = 1$ ℃ $\Delta p = 6.92$	$\Delta t = 2$ ℃ $\Delta p = 18.91$	$\Delta t = 1$ ℃ $\Delta p = 9.46$	$\Delta t = 2$ ℃ $\Delta p = 28.60$	$\Delta t = 1$ ℃ $\Delta p = 14.30$	$\Delta t = 2$ ℃ $\Delta p = 36.56$	$\Delta t = 1$ ℃ $\Delta p = 18.28$
12	0.21	0.14	0.34	0.23	0.51	0.34	0.87	0.59	1.20	0.82
15	0.41	0.28	0.65	0.44	0.97	0.66	1.67	1.14	2.30	1.56
18	0.72	0.49	1.13	0.76	1.70	1.15	2.91	1.98	4.00	2.73
22	1.28	0.86	2.00	1.36	3.00	2.04	5.14	3.50	7.06	4.82
28	2.54	1.72	3.97	2.70	5.95	4.06	10.16	6.95	13.98	9.56
35	4.69	3.19	7.32	4.99	10.96	7.48	18.69	12.80	25.66	17.58
42	7.82	5.32	12.19	8.32	18.20	12.46	31.03	21.27	42.59	29.21
54	15.63	10.66	24.34	16.65	36.26	24.88	61.79	42.43	84.60	58.23
67	27.94	19.11	43.48	29.76	64.79	44.48	110.05	75.68	150.80	103.80
79	43.43	29.74	67.47	46.26	100.51	69.04	170.64	117.39	233.56	161.10
105	93.43	63.99	144.76	99.47	215.39	148.34	365.08	251.92	499.16	344.89

(续)

钢管公称 直径 (mm)	饱和吸气温度(℃)									
	-40		-30		-20		-5		+5	
	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 9.79$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 4.90$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 13.85$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 6.92$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 18.91$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 0.46$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 28.60$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 14.30$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 36.56$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 18.28$
10	0.33	0.23	0.50	0.35	0.74	0.52	1.25	0.87	1.69	1.18
15	0.61	0.42	0.94	0.65	1.38	0.96	2.31	1.62	3.15	2.20
20	1.30	0.90	1.98	1.38	2.92	2.04	4.87	3.42	6.68	4.65
25	2.46	1.71	3.76	2.62	5.52	3.86	9.22	6.47	12.52	8.79
32	5.11	3.56	7.79	5.45	11.42	8.01	19.06	13.38	25.88	18.20
40	7.68	5.36	11.70	8.19	17.16	12.02	28.60	20.10	38.89	27.35
50	14.85	10.39	22.65	14.86	33.17	23.27	55.18	38.83	74.92	52.77
65	23.74	16.58	36.15	25.30	52.84	37.13	87.91	61.89	119.37	84.05
80	42.02	29.43	63.95	44.84	93.51	65.68	155.62	109.54	211.33	148.77
100	85.84	60.16	130.57	91.69	190.95	134.08	317.17	223.47	430.77	303.17
125	155.21	108.97	235.58	165.78	344.66	242.47	572.59	403.23	776.67	547.16
150	251.47	176.49	381.78	268.72	557.25	391.95	925.72	652.73	1255.93	885.79
200	515.37	362.01	781.63	550.49	1141.07	803.41	1895.86	1336.79	2572.39	1813.97
250	933.07	658.12	1413.53	996.65	2063.66	1454.75	3429.24	2417.91	4646.48	3280.83
300	1494.35	1050.57	2264.54	1593.85	3305.39	2330.50	5477.74	3867.63	7433.20	5248.20

R502吸气管负荷量kW

系指以100m当量管长的摩阻引起压力降 Δp (kPa)和相应饱和温度差 $\Delta t = 1 \sim 2^\circ\text{C}$ 条件下制冷负荷量(kW)适用单级或高压级。

表 7-3

钢管公称 直径 (mm)	饱和吸气温度($^\circ\text{C}$)									
	- 40		- 30		- 20		- 5		+ 5	
	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 11.50$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 5.70$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 15.98$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 7.99$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 21.54$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 10.77$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 31.73$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 15.87$	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 39.94$	$\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\Delta p = 19.97$
12	0.18	0.12	0.28	0.19	0.43	0.29	0.75	0.51	1.05	0.72
15	0.34	0.23	0.54	0.37	0.83	0.56	1.44	0.98	2.00	1.37
18	0.60	0.41	0.95	0.65	1.44	0.98	2.50	1.71	3.48	2.38
22	1.06	0.72	1.67	1.14	2.53	1.73	4.40	3.01	6.11	4.20
28	2.11	1.44	3.32	2.27	5.02	3.44	8.68	5.97	12.06	8.29
35	3.88	2.65	6.11	4.17	9.21	6.32	15.92	10.95	22.08	15.22
42	6.46	4.42	10.16	6.95	15.31	10.50	26.39	18.17	36.58	25.25
54	12.90	8.83	20.20	13.86	30.41	20.90	52.36	36.11	72.55	50.16
67	23.02	15.78	36.00	24.78	54.19	37.30	93.16	64.36	128.96	89.18
79	35.69	24.53	55.79	38.40	83.93	57.89	144.18	99.69	199.33	137.96
105	76.67	52.64	119.66	82.48	179.67	123.91	308.06	213.05	425.46	295.15

(续)

钢管公称 直径 (mm)	饱和吸气温度(℃)									
	-40		-30		-20		-5		+5	
	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 11.50$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 5.70$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 15.98$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 7.99$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 21.54$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 10.77$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 31.73$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 15.87$	$\Delta t = 2\text{℃}$ $\Delta p = 39.94$	$\Delta t = 1\text{℃}$ $\Delta p = 19.97$
10	0.27	0.18	0.41	0.29	0.61	0.43	1.03	0.72	1.41	0.99
15	0.49	0.34	0.76	0.53	1.13	0.79	1.91	1.34	2.62	1.84
20	1.04	0.73	1.61	1.13	2.38	1.67	4.03	2.83	5.52	3.88
25	1.98	1.38	3.04	2.13	4.51	3.16	7.61	5.34	10.40	7.32
32	4.09	2.87	6.29	4.42	9.31	6.55	15.70	11.04	21.48	15.13
40	6.15	4.31	9.45	6.64	14.00	9.82	23.56	16.59	32.23	22.70
50	11.88	8.34	18.24	12.82	26.96	18.99	45.40	31.97	62.10	43.83
65	18.96	13.30	29.06	20.45	42.96	30.24	72.34	50.94	98.98	69.69
80	33.55	23.57	51.44	36.21	76.04	53.53	127.82	90.19	174.90	123.40
100	68.50	48.10	104.93	73.85	155.04	109.08	260.59	183.83	355.77	251.27
125	123.60	86.98	189.39	123.41	279.53	196.87	469.33	331.39	642.34	453.07
150	200.11	140.76	306.60	215.68	452.01	318.75	758.96	535.98	1038.85	732.68
200	409.66	288.50	627.19	442.16	925.80	652.64	1552.49	1097.79	2125.32	1498.73
250	741.87	522.36	1134.37	800.86	1672.29	1180.39	2812.35	1982.91	3839.52	2711.03
300	1184.93	835.42	1814.60	1278.95	2675.24	1838.21	4492.82	3172.17	6133.72	4337.22

R12吸气管、排气管和液体管负荷量kW

系指以100m当量管长的摩阻引起压力降 ΔP (kPa) 和相应饱和温度差 Δt (°C) 条件下制冷负荷量 (kW) 适用单级或高压级。

表 7—4

铜管公称 直径 (mm)	吸(回)气管 $\Delta t = 4^\circ\text{C}$					排气管 $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 46.51\text{kPa}$			液体管		
	饱和吸气温度(°C)					饱和吸气温度(°C)			钢管公称 直径 (mm)	速度 = 0.5 m/s	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 46.51$
	-40 $\Delta p = 12.08$	-30 $\Delta p = 17.17$	-20 $\Delta p = 23.56$	-5 $\Delta p = 35.77$	+5 $\Delta p = 45.83$	-40	-20	+5			
12	0.15	0.25	0.38	0.61	0.94	1.16	1.27	1.41	12	5.67	3.56
15	0.29	0.47	0.72	1.28	1.81	2.21	2.42	2.68	15	9.21	12.53
18	0.51	0.82	1.26	2.23	3.13	3.83	4.21	4.66	18	13.95	21.92
22	0.91	1.45	2.23	3.93	5.52	6.73	7.40	8.19	22	21.36	38.73
28	1.81	2.89	4.42	7.77	10.90	13.27	14.58	16.15	28	35.71	76.71
35	3.33	5.32	8.11	14.27	19.98	24.30	26.69	29.57	35	56.50	141.21
42	5.56	8.85	13.49	23.84	33.12	40.26	44.22	48.99	42	82.88	234.65
54	11.11	17.63	26.84	41.01	65.73	79.35	87.69	97.16	54	139.51	467.30
67	19.85	31.49	47.85	83.11	116.97	141.95	155.89	172.73	67	216.27	831.23
79	30.78	48.83	74.18	150.49	180.72	219.43	240.98	267.00	79	301.61	1292.77
105	66.10	104.78	158.90	276.95	386.18	467.52	513.44	568.87	105	533.37	2767.96

(续)

钢管公称 直径 (mm)	吸(回)气管 $\Delta t = 4^{\circ}\text{C}$					排气管 $\Delta t = 2^{\circ}\text{C}$ $\Delta p = 46.51\text{kPa}$			液体管		
	饱和吸气温度($^{\circ}\text{C}$)					饱和吸气温度($^{\circ}\text{C}$)			钢管公称 直径 (mm)	速度 = 0.5 m/s	$\Delta t = 2^{\circ}\text{C}$ $\Delta p = 46.51$
	-40 $\Delta p = 12.08$	-30 $\Delta p = 17.17$	-20 $\Delta p = 23.56$	-5 $\Delta p = 35.77$	+5 $\Delta p = 45.83$	-40	-20	+5			
10	0.23	0.36	0.54	0.93	1.29	1.56	1.71	1.89	10	8.54	9.50
15	0.43	0.67	1.01	1.73	2.40	2.88	3.16	3.51	15	13.60	17.67
20	0.91	1.42	2.13	3.65	5.04	6.08	6.66	7.38	20	23.87	37.29
25	1.73	2.70	4.03	6.89	9.52	11.45	12.57	13.93	25	38.61	70.45
32	3.59	5.57	8.33	14.25	19.65	23.60	25.92	28.71	32	66.95	145.80
40	5.39	8.37	12.51	21.38	29.48	35.41	38.89	43.09	40	91.12	219.08
50	10.42	16.18	24.15	41.20	56.89	68.24	74.94	83.04	50	150.20	422.74
65	16.63	25.83	38.47	65.64	90.92	108.76	119.44	132.33	65	214.12	673.41
80	29.45	45.67	68.02	115.96	159.94	192.18	211.06	233.85	80	330.68	1191.90
100	60.16	93.15	138.80	236.38	326.06	391.38	429.82	476.23	100	569.80	2428.68

注:不同工况条件下的修正。

$$(1) Q = Q_s \cdot \left(\frac{L_s}{L} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_s} \right)^{0.55}$$

$$(2) \Delta t = \Delta t_s \cdot \frac{L_s}{L} \cdot \left(\frac{Q}{Q_s} \right)^{1.8}$$

式中: Δt ——实际工况下饱和温度差, ($^{\circ}\text{C}$)。 Δt_s ——表中工况下饱和温度差, ($^{\circ}\text{C}$)。

Q——实际工况下负荷量, (kW)。

 Q_s ——表中工况下负荷量, (kW)。

L——实际工况下当量管长 (m)。

 L_s ——表中工况下当量管长为100m。(3) (表中负荷量以冷凝温度 40°C 为基准, 对其他冷凝温变工况下负荷量以下面换算系数, 乘表中负荷量

	冷凝温度($^{\circ}\text{C}$)			
	20	30	40	50
吸气管	1.18	1.09	1.00	0.91
排气管	0.80	0.88	1.00	1.13

R22吸气管、排气管和液体管负荷量kW

系指以100m当量管长的摩阻引起压力降 ΔP (kPa) 和相应饱和温度差 Δt (°C) 条件下制冷负荷量 (kW) 适用单级或高压级。

表 7—5

铜管公称 直径 (mm)	吸(回)气管压力损失 $\Delta t = 4^\circ\text{C}$					排气管 $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 74.90\text{kPa}$			液体管		
	饱和吸气温度(°C)					饱和吸气温度°C			铜管公称 直径 (mm)	速度 = 0.5 m/s	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 74.90$
	-40 $\Delta p = 19.59$	-30 $\Delta p = 27.70$	-20 $\Delta p = 37.83$	-5 $\Delta p = 57.19$	+5 $\Delta p = 73.12$	-40	-20	+5			
12	0.32	0.50	0.75	1.28	1.76	2.30	2.44	2.60	12	7.08	11.24
15	0.61	0.95	1.43	2.45	3.37	4.37	4.65	4.95	15	11.49	21.54
18	1.06	1.66	2.49	4.26	5.85	7.59	8.06	8.59	18	17.41	37.49
22	1.88	2.93	4.39	7.51	10.31	13.32	14.15	15.07	22	26.66	66.18
28	3.73	5.82	8.71	14.83	20.34	26.24	27.89	29.70	28	44.57	131.01
35	6.87	10.70	15.99	27.22	37.31	48.03	51.05	54.37	35	70.52	240.67
42	11.44	17.80	26.56	45.17	61.84	79.50	84.52	90.00	42	103.45	399.34
54	22.81	35.49	52.81	89.69	122.70	157.33	167.24	178.09	54	174.13	794.19
67	40.81	63.34	94.08	159.49	218.31	279.41	297.02	316.29	67	269.94	1414.99
79	63.34	98.13	145.89	247.16	337.86	431.31	458.50	488.24	79	376.47	2190.88
105	135.99	210.84	312.17	527.76	721.88	919.67	977.64	1041.05	105	671.98	4696.95

(续)

钢管公称 直径 (mm)	吸(回)气管压力损失 $\Delta t = 4^{\circ}\text{C}$					排气管 $\Delta t = 2^{\circ}\text{C}$ $\Delta p = 74.90\text{kPa}$			液体管		
	饱和吸气温度($^{\circ}\text{C}$)					饱和吸气温度 $^{\circ}\text{C}$			钢管公称 直径 (mm)	速度=0.5 m/s	$\Delta t = 2^{\circ}\text{C}$ $\Delta p = 74.90$
	-40 $\Delta p = 19.59$	-30 $\Delta p = 27.70$	-20 $\Delta p = 37.83$	-5 $\Delta p = 57.19$	+5 $\Delta p = 73.12$	-40	-20	+5			
10	0.47	0.72	1.06	1.78	2.42	3.04	3.23	3.44	10	10.66	15.96
15	0.88	1.35	1.98	3.30	4.43	5.62	5.97	6.36	15	16.98	29.62
20	1.86	2.84	4.17	6.95	9.44	11.80	12.55	13.36	20	29.79	62.55
25	3.52	5.37	7.87	13.11	17.82	22.29	23.70	25.24	25	48.19	118.22
32	7.31	11.12	16.27	27.11	36.79	46.04	48.94	52.11	32	83.56	244.36
40	10.98	16.71	24.45	40.67	55.21	68.96	73.31	78.07	40	113.74	366.58
50	21.21	32.23	47.19	78.51	106.38	132.92	41.30	150.47	50	187.47	707.53
65	33.84	51.44	75.19	124.85	169.52	211.41	224.74	239.31	65	267.26	1127.27
80	59.88	90.95	132.82	220.81	299.53	373.58	397.12	422.88	80	412.74	1991.29
100	122.26	185.55	270.71	450.13	610.65	761.68	809.69	862.21	100	711.21	4063.19

注: 不同工况条件下的修正

$$(1) Q = Q_s \cdot \left(\frac{L_s}{L} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_s} \right)^{0.55}$$

$$(2) \Delta t = \Delta t_s \cdot \frac{L_s}{L} \cdot \left(\frac{Q}{Q_s} \right)^{1.4}$$

式中: Δt ——实际工况下饱和温度差, ($^{\circ}\text{C}$). Δt_s ——表中工况下饱和温度差, ($^{\circ}\text{C}$).

• 499 •

Q——实际工况下负荷量, [kW].

 Q_s ——表中工况下负荷量, [kW].

L——实际工况下当量管长, [m].

 L_s ——实际工况下当量管长为100m.(3) 表中负荷量以冷凝温度 40°C 为基准, 对其他冷凝温度工况下负荷量, 以下面换算系数乘表中负荷量.

	冷凝温度($^{\circ}\text{C}$)			
	20	30	40	50
吸气管	1.18	1.10	1.00	0.91
排气管(热 气管)	0.80	0.88	1.00	1.11

(续)

钢管公称 直径 (mm)	吸(回)气管 $\Delta t = 4^\circ\text{C}$					排气管 $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 77.91$			液体管		
	饱和吸气温度($^\circ\text{C}$)					饱和吸气温度($^\circ\text{C}$)			钢管公称 直径 (mm)	速度 = 0.5 m/s	$\Delta t = 2^\circ\text{C}$ $\Delta p = 77.91$
	-40 $\Delta p = 23.00$	-30 $\Delta p = 31.96$	-20 $\Delta p = 43.07$	-5 $\Delta p = 63.46$	5 $\Delta p = 79.89$	-40	-20	+5			
10	0.38	0.59	0.87	1.47	2.01	2.22	2.49	2.79	10	6.75	10.33
15	0.71	1.09	1.61	2.72	3.72	4.12	4.61	5.17	15	10.74	19.15
20	1.49	2.29	3.39	5.73	7.83	8.65	9.70	10.88	20	18.85	40.33
25	2.82	4.34	6.41	10.79	14.76	16.32	18.28	20.52	25	30.49	76.24
32	5.84	8.96	13.24	22.29	30.48	33.65	37.69	42.30	32	52.87	157.63
40	8.76	13.45	19.87	33.45	45.66	50.50	56.57	63.48	40	71.96	236.49
50	16.94	25.96	38.29	64.46	88.01	97.24	108.93	122.24	50	118.61	455.66
65	26.98	41.36	61.01	102.53	140.26	154.82	173.45	194.63	65	169.10	726.04
80	47.66	73.07	107.80	181.18	247.33	273.61	306.52	343.96	80	261.15	1282.67
100	97.35	148.94	219.77	369.41	504.31	556.63	623.60	699.77	100	449.99	2614.58

注: 不同工况条件下的修正

$$(1) Q = Q_s \cdot \left(\frac{L_s}{L} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_s} \right)^{0.45}$$

$$(2) \Delta t = \Delta t_s \cdot \frac{L_s}{L} \cdot \left(\frac{Q}{Q_s} \right)^{1.8}$$

式中: Δt ——实际工况下饱和温度差, ($^\circ\text{C}$)。 Δt_s ——表中工况下饱和温度差, ($^\circ\text{C}$)。

Q——实际工况下负荷量, (kW)。

 Q_s ——表中工况下负荷量, (kW)。

L——实际工况下当量管长, (m)。

 L_s ——表中工况下当量管长为100m。(3) 表中负荷量以冷凝温度 40°C 为基准, 对其他冷凝温度工况下负荷量, 以下面换算系数乘表中负荷量。

冷凝温度 ($^\circ\text{C}$)	吸气管	排气管
20	1.26	0.87
30	1.17	0.94
40	1.00	1.00
50	0.86	1.05

R12、R22吸气管、排气管和液体管负荷量kW

系指以100m当量管长的摩阻引起压力降(kPa)和相应饱和温度差 Δt ($^{\circ}\text{C}$)条件下制冷负荷量(kW)适用低压级或中压级。

表 7-7

制冷剂	铜管公称直径 (mm)	吸 气 管 $\Delta t = 4^{\circ}\text{C}$					排 气 管	铜管公称直径 (mm)	液 体 管
		饱和吸气温度($^{\circ}\text{C}$)							
		-70 $\Delta p = 3.10$	-60 $\Delta p = 5.13$	-50 $\Delta p = 8.15$	-40 $\Delta p = 12.08$	-30 $\Delta p = 22.76$			
R12	12	0.04	0.08	0.14	0.24	0.44	0.38	12	见表7-1
	15	0.08	0.15	0.23	0.40	0.84	0.74	15	
	18	0.14	0.27	0.43	0.80	1.46	1.29	18	
	22	0.25	0.48	0.86	1.42	2.59	2.28	22	
	28	0.51	0.96	1.71	2.82	5.13	4.52	28	
	35	0.94	1.78	3.16	5.20	9.44	8.32	35	
	42	1.58	2.97	5.27	8.68	15.68	13.83	42	
	54	3.17	5.95	10.55	17.33	31.25	27.58	54	
	67	5.71	10.67	18.88	30.98	55.76	49.27	67	
	79	8.90	16.61	29.35	48.03	86.51	76.42	79	
	105	19.26	35.84	63.13	103.16	185.46	163.98	105	
	130	34.55	64.12	112.73	183.98	329.75	291.95	130	
156	56.44	104.74	183.93	299.65	535.91	474.20	156		

(续)

制冷剂	铜管 公称直径 (mm)	吸气管 $\Delta t = 4^\circ\text{C}$					排气管	铜管 公称直径 (mm)	液体管
		饱和吸气温度($^\circ\text{C}$)							
		-70 $\Delta p = 3.10$	-60 $\Delta p = 5.13$	-50 $\Delta p = 8.15$	-40 $\Delta p = 12.08$	-30 $\Delta p = 22.76$			
R22	12	0.09	0.16	0.27	0.47	0.73	0.74	12	见表7-5
	15	0.17	0.31	0.52	0.90	1.39	1.43	15	
	18	0.29	0.55	0.91	1.57	2.43	2.49	18	
	22	0.52	0.97	1.62	2.78	4.30	4.41	22	
	28	1.05	1.94	3.22	5.52	8.52	8.74	28	
	35	1.94	3.60	5.95	10.17	15.68	16.03	35	
	42	3.26	6.00	9.92	16.93	26.07	26.73	42	
	54	6.54	12.03	19.83	33.75	51.98	53.28	54	
	67	11.77	21.57	35.47	60.38	92.76	95.06	67	
	79	18.32	33.54	55.20	93.72	143.69	147.22	79	
	105	39.60	72.33	118.66	201.20	308.02	316.13	105	
	130	70.87	129.17	211.70	358.52	548.66	561.89	130	
156	115.74	210.83	344.99	583.16	891.71	915.02	156		

注：不同工况条件下的修正

$$(1) Q = Q_s \cdot \left(\frac{L_s}{L} \cdot \frac{\Delta t_s}{\Delta t} \right)^{0.55}$$

$$(2) \Delta T = \Delta t_s \cdot \frac{L_s}{L} \cdot \left(\frac{Q}{Q_s} \right)^{1.2}$$

式中 Δt ——实际工况下饱和温度差, [°C]。
 Δt_s ——表中工况下饱和温度差, [°C]。
 Q ——实际工况下负荷量, [kW]。
 Q_s ——表中工况下负荷量, [kW]。
 L ——实际工况下当量管长, [m]。
 L_s ——表中工况下当量管长为100m。

(3) 表中负荷量以冷凝温度-15°C为基准, 对其他冷凝温度工况下负荷量, 以下面换算系数乘表中负荷量。

冷凝温度 (°C)	R12		R22	
	吸气管	排气管	吸气管	排气管
-30	1.09	0.74	1.08	0.74
-20	1.03	0.91	1.03	0.91
-10	0.96	1.10	0.98	1.09
0	0.90	1.30	0.91	1.29

kW
10³ ×
kcal/h

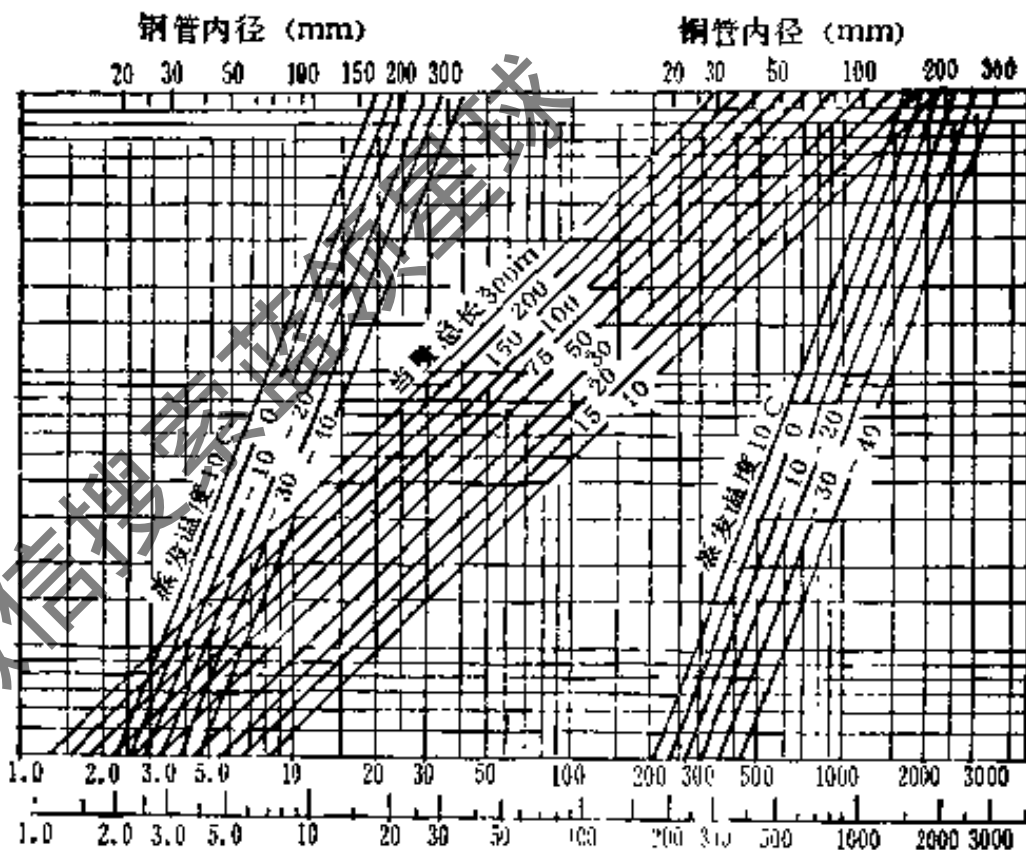


图7-1 R12吸气管负荷图
 饱和蒸发温度差1°C, 膨胀阀前的液温40°C

获取更多资料

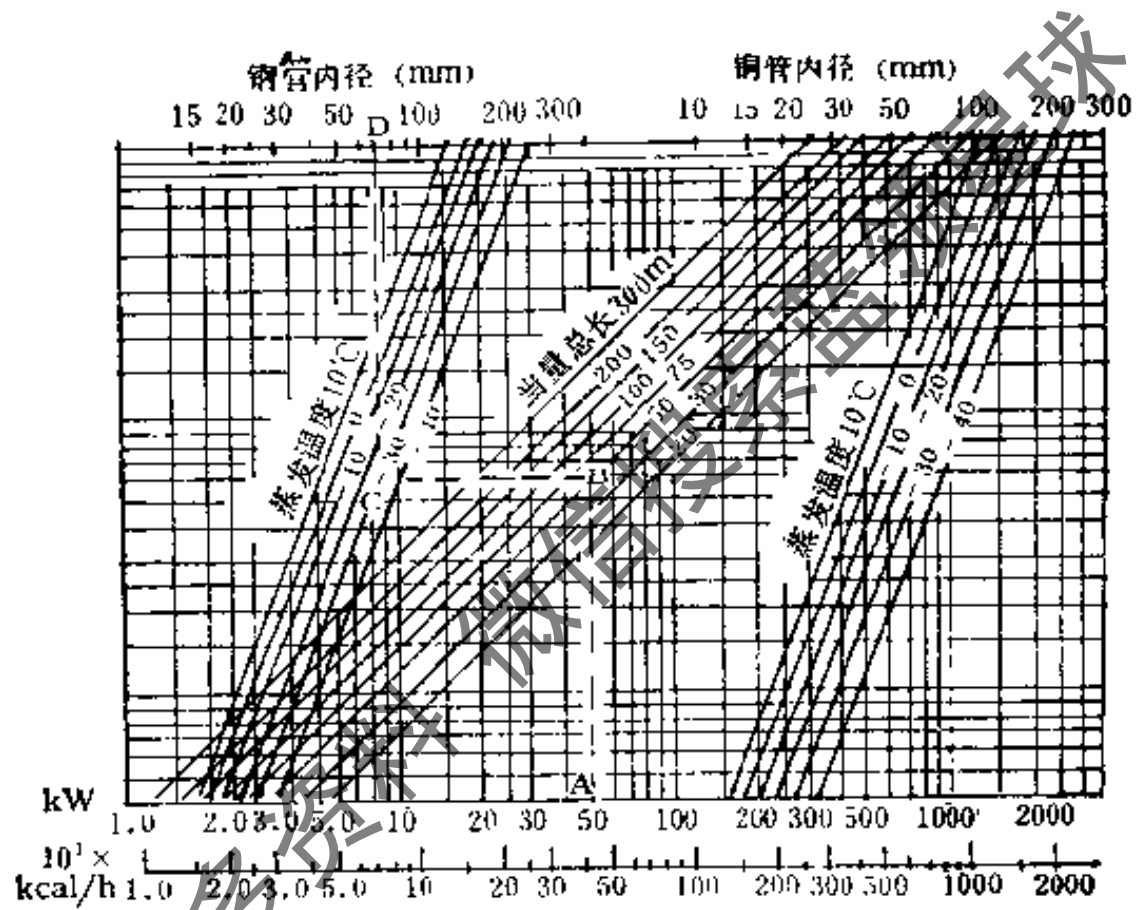
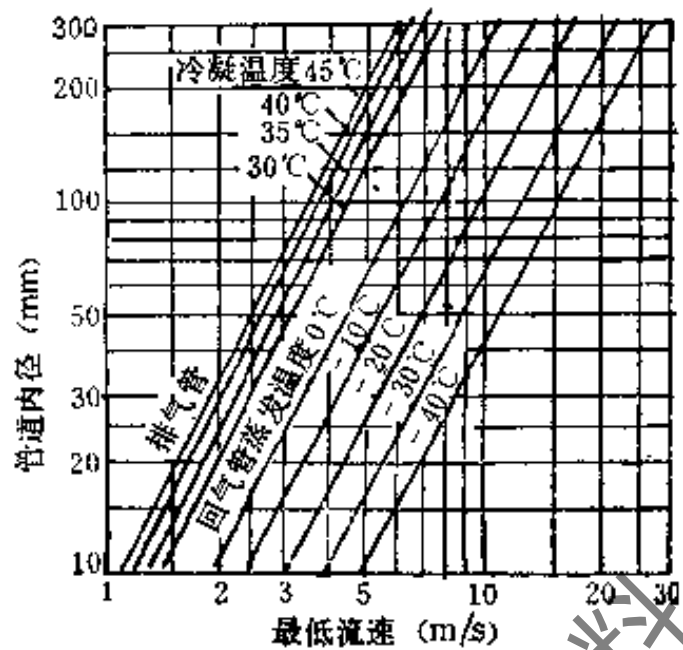
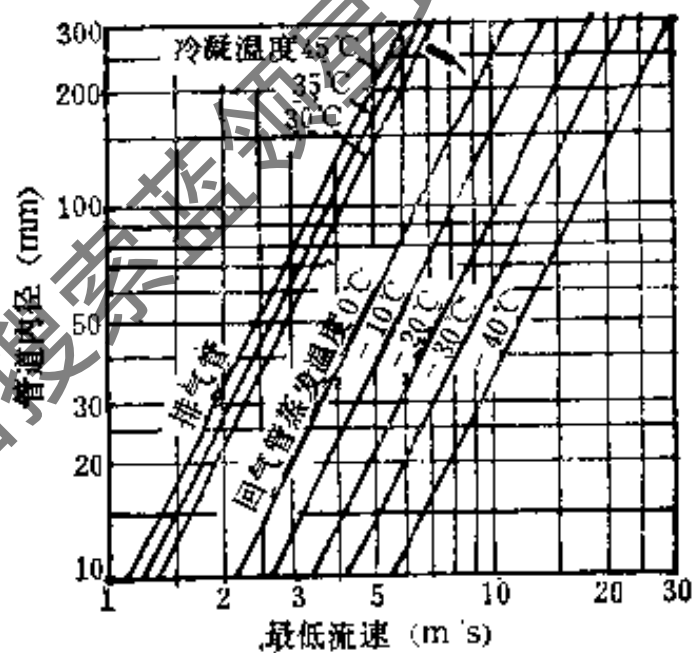


图 7—2 R22吸气管负荷

饱和蒸发温度差 1℃；膨胀阀前的液温 40℃



R12



R22

图 7—3 氟利昂上升吸气管与排气管回油最低流速图

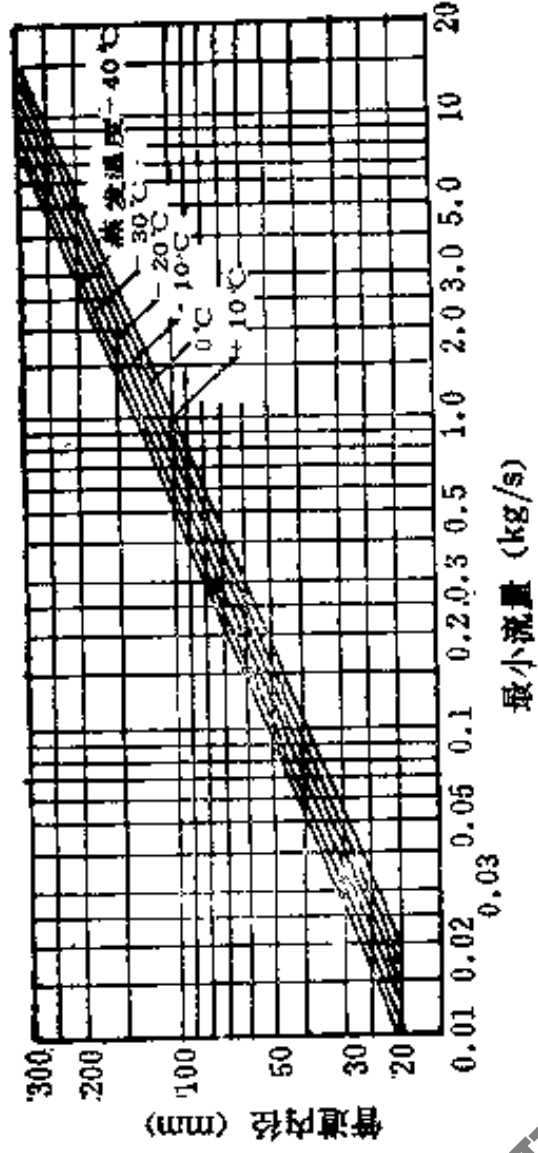


图7—4 R12上升吸气管最小流量图

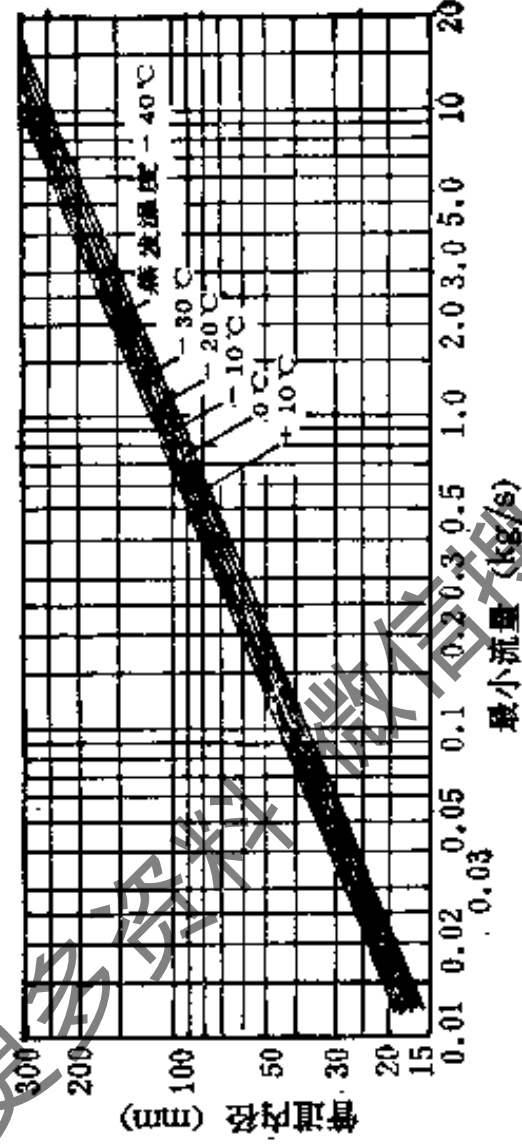


图7—5 R22上升吸气管最小流量图

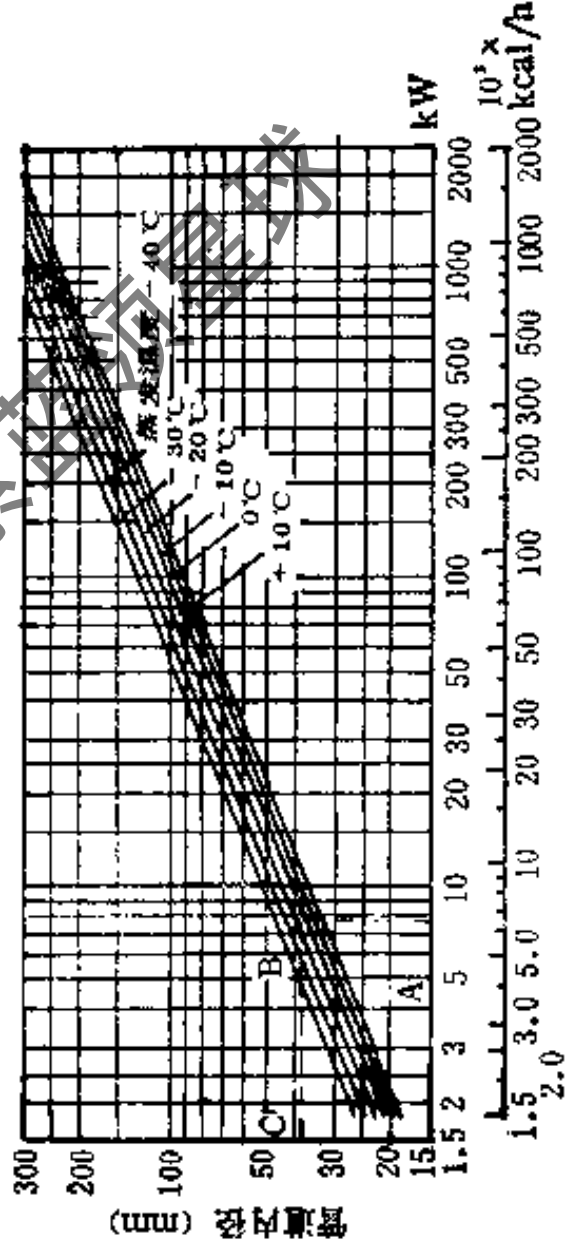


图7—6 R12上升吸气管最小负荷图
(膨胀阀前的液温40°C)

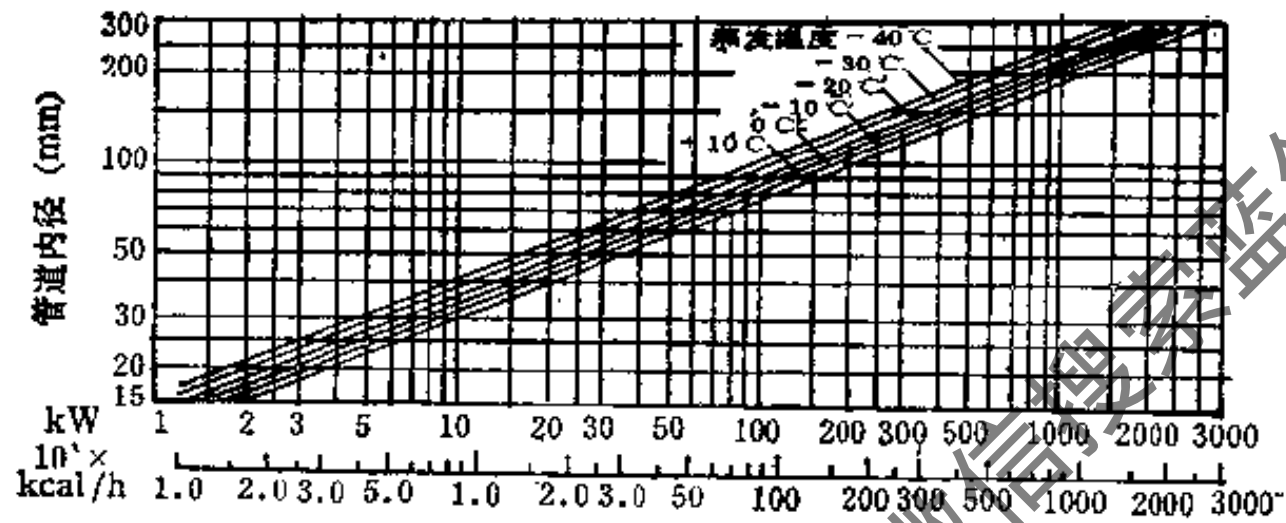


图 7-7 R22上升吸气立管最小负荷图
(膨胀阀前的液温40°C)

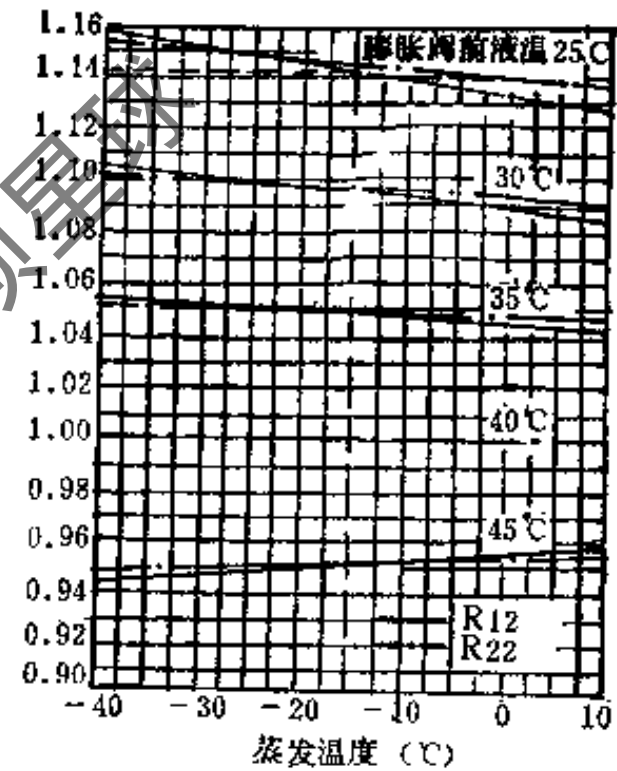


图 7-8 最小带油负荷调整系数
(用于图 8-6 与图 8-7)

2. 上升吸气管必须保证足够的回油速度, R12和R22的上升吸气管的最低回油速度见图7—3。在设计时, 上升立管流速为图中数据的1.25倍。为了使用方便, 将图中最低流速换算成最低流量, 再将最低流量和膨胀阀前的液温40℃, 算出上升吸气立管的最小负荷, 见图7—4至图7—7, 膨胀阀前的液温不同时可按图7—8进行调整。氟利昂上升吸气立管最小(带油)负荷见表7—8。

例: 已知R12制冷系统的吸气管负荷为27kW时, 蒸发温度-15℃, 膨胀阀前的液温+25℃, 制冷压缩机具有33%、66%及100%三级能量调节, 计算上升吸气立管的管径。

解: 系统实际最低运行负荷为 $27\text{ kW} \times 33\% = 8.91\text{ kW}$, 由图7—8中查得, 在蒸发温度-15℃、膨胀阀前液温25℃时, R12的负荷调整系数为1.142, 将其换算成膨胀阀前液温40℃时的最小带油负荷为 $8.91\text{ kW} \div 1.142 = 7.8\text{ kW}$, 由图7—6上, 从R12上升吸气管最小负荷的横座标A点(7.8kW)

垂直向上, 交于蒸发温度-10℃与-20℃之间-15℃转折线的B点, 再水平向左与管子内径纵座标交于C点, 读出管子内径为38mm。

3. 制冷管道系统采用当量长度代替局部阻力系数, 常见各种阀门和管道附件的当量长度以管径的倍数表示, 见表4—18。

4. 管径未定之前, 可先假定一个或两个管径, 算出当量管长, 再根据假定的管径和管道负荷从图表中查出当量管长并从两者的比值求出管段中的压力降和饱和温度差, 计算公式分别是:

$$\Delta P = \Delta P_s \left(\frac{L}{L_s} \right) \quad (7-1)$$

$$\Delta t = \Delta t_s \left(\frac{L}{L_s} \right) \quad (7-2)$$

式中: ΔP ——管段中的压力降(kPa)。

Δt ——管段中饱和温度差(℃)。

氟利昂上升吸气立管最小(带油)负荷kW

表 7—8

制冷剂	饱和蒸发温度 (℃)	吸气温度 (℃)	铜管公称直径(mm)												
			12	15	18	22	28	35	42	54	67	79	105	130	
R12	-40	-35	0.114	0.209	0.352	0.599	1.139	2.025	3.262	6.254	10.818	16.395	33.826	58.559	
		-25	0.111	0.203	0.341	0.582	1.106	1.962	3.168	6.074	10.506	15.923	32.851	56.871	
		-15	0.107	0.196	0.329	0.561	1.067	1.893	3.055	5.858	10.133	15.358	31.686	54.854	
	-20	-15	0.200	0.366	0.615	1.048	1.993	3.536	5.708	10.945	18.931	28.692	59.197	102.479	
		-5	0.183	0.335	0.563	0.959	1.824	3.236	5.224	10.017	17.327	26.261	54.180	93.794	
	-5	5	0.174	0.319	0.537	0.915	1.739	3.085	4.980	9.550	16.518	25.035	51.650	89.415	
		0	0.269	0.493	0.829	1.412	2.685	4.764	7.690	14.746	25.506	38.657	79.755	133.069	
		10	0.249	0.457	0.769	1.309	2.489	4.416	7.130	13.670	23.646	35.837	73.938	127.000	
	5	20	0.239	0.439	0.737	1.256	2.387	4.235	6.837	13.109	22.675	34.366	70.902	122.743	
		10	0.331	0.607	1.020	1.738	3.305	5.863	9.465	13.149	31.393	47.578	98.162	169.934	
		20	0.305	0.559	0.939	1.630	3.041	5.395	8.710	16.700	28.886	43.779	90.323	156.364	
			30	0.290	0.531	0.893	1.521	2.891	5.129	8.281	15.878	27.455	41.626	85.881	148.673

(续)

制冷剂	饱和蒸发温度 (℃)	吸气温度 (℃)	铜管公称直径(mm)											
			12	15	18	22	28	35	42	54	67	79	105	130
R22	-40	-35	0.182	0.334	0.561	0.956	1.817	3.223	5.203	9.977	17.258	26.155	53.963	93.419
		-25	0.173	0.317	0.532	0.907	1.723	3.057	4.939	9.464	16.371	24.811	51.189	88.617
		-15	0.168	0.307	0.516	0.880	1.672	2.967	4.791	9.185	15.888	24.080	49.681	86.006
	-20	-15	0.287	0.527	0.885	1.508	2.867	5.087	8.213	15.748	27.239	41.283	85.173	147.449
		-5	0.273	0.501	0.841	1.433	2.724	4.834	7.804	14.963	25.882	39.226	80.929	140.102
		5	0.264	0.485	0.815	1.388	2.638	4.680	7.555	14.487	25.058	37.977	78.353	135.642
	-5	0	0.389	0.713	1.198	2.041	3.879	6.883	11.112	21.306	36.854	55.856	115.240	199.499
		10	0.369	0.676	1.136	1.935	3.678	6.526	10.535	20.200	34.940	52.954	109.254	189.136
		20	0.354	0.650	1.092	1.861	3.537	6.275	10.131	19.425	33.600	50.924	105.065	181.884
	5	10	0.470	0.862	1.449	2.468	4.692	8.325	13.441	25.771	44.577	67.560	139.387	241.302
		20	0.440	0.807	1.356	2.311	4.393	7.794	12.582	24.126	41.731	63.246	130.488	225.896
30		0.422	0.774	1.301	2.217	4.213	7.476	12.069	23.141	40.027	60.665	125.161	216.675	
R502	-40	-35	0.129	0.236	0.397	0.676	1.284	2.279	3.679	7.054	12.201	18.492	38.152	66.048
		-25	0.125	0.229	0.385	0.657	1.248	2.215	3.575	6.855	11.858	17.972	37.079	64.190
		-15	0.121	0.223	0.374	0.638	1.212	2.151	3.472	6.658	11.516	17.453	36.009	62.337

(续)

制冷剂	饱和蒸发温度 (℃)	吸气温度 (℃)	钢管公称直径(mm)											
			12	15	18	22	28	35	42	54	67	79	105	130
R502	-20	-15	0.210	0.385	0.647	1.102	2.096	3.718	6.003	11.510	19.909	30.173	62.253	107.769
		-5	0.204	0.374	0.628	1.070	2.023	3.607	5.823	11.166	19.314	29.272	60.392	104.549
		5	0.198	0.363	0.611	1.041	1.978	3.510	5.666	10.865	18.793	28.482	58.763	101.728
	-5	0	0.288	0.528	0.887	1.510	2.871	5.094	8.224	15.770	27.277	41.341	85.292	147.655
		10	0.279	0.511	0.859	1.464	2.783	4.937	7.970	15.282	26.434	40.063	82.656	143.091
		20	0.271	0.496	0.834	1.421	2.701	4.793	7.737	14.835	25.661	38.891	80.239	138.907
	5	10	0.347	0.637	1.071	1.824	3.467	6.151	9.931	19.041	32.936	49.917	102.986	178.286
		20	0.336	0.617	1.036	1.765	3.356	5.954	9.613	18.431	31.881	48.318	99.688	172.577
		30	0.326	0.598	1.005	1.713	3.255	5.777	9.326	17.882	30.932	46.880	96.721	167.439

注：表中负荷量以冷凝温度40℃为基准，对其他液体温度工况下负荷量，以下表换算系数乘表中负荷量。

制冷剂	液体温度(℃)			
	20	30	40	50
R12	1.18	1.09	0.91	0.81
R22	1.17	1.08	0.91	0.82
R502	1.26	1.12	0.86	0.72

- L ——根据管径算出的当量总长 (m)。
 L_s ——从图表中查出的当量总长 (m)。
 ΔP_s ——图表中采用的压力降 (kPa)。
 Δt_s ——图表中采用的饱和温度差 ($^{\circ}\text{C}$)，
 回气管为 1°C 。

例：R22吸气管负荷60kW，管道系统有球形阀1只，管弯 ($R=d$) 3只，直管20m长，蒸发温度 -30°C ，计算管径和饱和温度差。

解：假定两个管径，算出当量管长。

假定钢管管径 (mm)		80	90
阀和管径名称	数量	当量直径 (L/d)	当量管长
球形阀	1只	340	27.2
管弯	3只	20	4.8
直管	20m		20
合计			52
			56

从图7-2查得 $d=80\text{mm}$ ，吸气管负荷60kW，饱和温度差 (制图标准) 为 1°C 时，得当量管长

$L_s=50\text{m}$ 。管段中实有饱和温度差为：

$$\Delta t = 1 \times \frac{52}{50} = 1.04^{\circ}\text{C}$$

采用 $d=90\text{mm}$ 钢管管径，从图7-2查当吸气管负荷60kW，饱和温度差 1°C 时，得当量管长 $L'=95\text{m}$ ，因而：

$$\Delta t = 1 \times \frac{56}{95} = 0.59^{\circ}\text{C}$$

与 $d=80\text{mm}$ 比较， $d=90\text{mm}$ 管径中饱和温度差小一半左右， $d=80\text{mm}$ 钢管管段的温度差为 1.04°C 是允许的，考虑到管径选择的经济性，可采用 $d=80\text{mm}$ 钢管。

5. 管道系统的饱和蒸发温度差 (即压力降) 取决于设备能力，若制冷机制冷量有富裕时，可以不受图表中所规定饱和蒸发温度差 1°C 的约束。

例：前一例 R22管道系统中若装有回热式热交换器，其压力降约 1.96kPa ，选适当的吸气管管径。

解：从表 7—2 查 R22 吸气管在 -30°C 时相当饱和蒸发温度差 1°C 的压力降为 6.92kPa ，因而回热式热交换器中的压力降相当于饱和温度差为：

$$\Delta t = 1 \times \frac{1.96}{6.92} = 0.28^{\circ}\text{C}$$

管道系统中允许饱和温度差 $\Delta t = 1.0 - 0.28 = 0.72^{\circ}\text{C}$ 从上一例题两个管径的计算结果比较可知，选用 $d = 90\text{mm}$ 钢管管径比较合适。

6. 有分支管时，应分别计算，各分支管按等压力降的原则处理。先假定当量长度为管道总长度 $\times (1.25-2.0)$ ，再根据假定的当量长度和负荷从图 7—1 或图 7—2 查出管径，并按最接近的国产钢管或铜管的内径选定。按选定的管径计算各管段的当量总长和饱和蒸发温度差。各分支管的总温差 $\Sigma \Delta t$ 应当接近相等并不大于 1°C 为合格。

例：R12 制冷系统，有三台蒸发器，吸气管路分布见图 7—9 R12 管路示意图。其中总管负荷 60

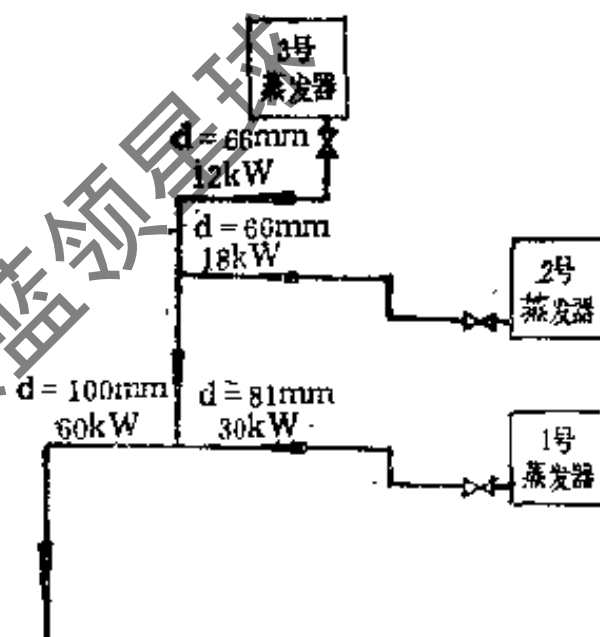


图 7—9 R12 管路示意图

60kW ，直管 10m ，管弯 1 只；第一路：负荷 30kW ，直管 15m ，管弯 2 只，球形阀 1 只，三通直流 1 只；第二、三路分管：负荷 30kW ，直管 5m ，三通侧流 1 只。

第三路：负荷12kW，直管20m，管弯2只，球形阀1只，三通直流1只；

蒸发温度 -30°C ，吸气管道中允许压力降相当于饱和蒸发温度差为 1°C 。选各分支管的管径，核算各支管段的饱和蒸发温度差。

解：(1)从图7—9看出，三个通路长度差不多，首先假定当量总长50m，从图7—1查出需要的管径。

总管：负荷60kW，钢管内径 $d=100\text{mm}$ ，采用 $d=100\text{mm}$ 。

第一路支管：负荷30kW，钢管内径 $d=77\text{mm}$ ，采用 $d=81\text{mm}$ 。

第二路支管：负荷18kW，钢管内径 $d=54\text{mm}$ ，采用 $d=66\text{mm}$ 。

第三路支管：负荷12kW，钢管内径 $d=54\text{mm}$ ，采用 $d=66\text{mm}$ 。

(2)从表4—18查得各个管件的当量直径，并算出当量管长如509页上表。

(3)按初步采用的管径，计算各管段当量总长(见509页下表)。

(4)按图7—1与公式7—2计算各个管段中饱和蒸发温度差(见511页表)。

计算表明，三个通路的饱和温度差基本上符合要求，这是因为三个通路的当量总长差距不大。2号蒸发器的通路饱和蒸发温度差超出了 0.049°C ，一般是允许的；如需调整，就要把第二支管的温差控制在 0.586°C 以内，该支管当量总长应控制在 $L=63 \times 0.586=36.92\text{m}$ ，比原来减少 3.02m 。如将直通球阀改为直角阀($L/d=170$)并加一个管弯，当量长可减少。 $[(340-170)+20] \times 0.066=9.9\text{m} > 3.02\text{m}$ 。

(二)排气管

1.排气管的压力降控制在相当于饱和冷凝温度差 0.5°C 为宜。当冷凝温度 40°C 时，该温差相当的压力降： R_{12} 为 11.93kPa ； R_{22} 为 19.37kPa ；

管和管件名称	当量直径 (L/d)	当量管长L,m		
		d = 100 (mm)	d = 81 (mm)	d = 66 (mm)
球形阀全开	340	—	27.54	22.44
管 弯 R = 1d	20	2	1.62	1.32
三通 直流	20	2	1.62	1.32
三通 侧流	60	6	4.86	—

管 段	总 管		第一支管		第二、三分管		第二支管		第三支管	
	100		81		81		66		66	
管径 mm	数量	L	数量	L	数量	L	数量	L	数量	L
管 弯	1	2.0	2	3.24			2	2.64	2	2.64
球形阀全开			1	27.54			1	22.44	1	22.44
三通 直流			1	2.0					1	1.62
三通 侧流					1	6.0	1	4.86		
直 管		10.0		15.0		5.0		10.0		20.00
当量总长L (m)		12.0		47.78		11.0		39.94		46.70
第二、三分管								11.00		11.00
总 管				12.0				12.00		12.00
全长ΣL (m)				59.78				62.94		69.70

管 段	总 管	第一支管	第二、三分管	第二支管	第三支管
负荷 (kW)	60	30	30	18	12
管径 (mm)	100	81	81	66	66
温差 1℃ 的管长 L' (m)	50	63	63	63	125
实有总长 L (m)	12.0	47.78	11.0	39.94	46.70
饱和温度差 (℃)	0.24	0.76	0.175	0.634	0.374
分管饱和温度差 (℃)				0.175	0.175
总管饱和温度差 (℃)		0.24		0.24	0.24
通路总温度差 $\Sigma \Delta t$ (℃)		1.00		1.049	0.789

R502为19.61kPa。R12、R22在饱和冷凝温度差0.5℃，冷凝温度40℃时排气管的负荷可见图7—10和图7—11，该两图在冷凝温度35—45℃之间可近似通用。其他工况R12、R22、R502排气管负荷见表7—4、7—5、7—6、7—7。

2. 上升的排气立管也要考虑必要的带油速度，R12和R22上升排气立管最低回油速度见图7—3。

R12、R22、R502上升排气立管最小（带油）负荷见表7—9。排气管的计算，可参照回气管道计算方法进行。

(三) 液 体 管

1. 从冷凝器到贮液器的出液管其流速不应大

氟里昂上升排气立管最小(带油)负荷(kW)

表 7-9

制冷剂	冷凝温度 (℃)	排气温度 (℃)	铜管公称直径(mm)											
			12	15	18	22	28	35	42	54	67	79	105	130
R12	20	60	0.384	0.701	1.133	2.016	3.833	6.800	10.978	21.019	34.409	55.181	113.843	197.087
		70	0.374	0.680	1.153	1.965	3.735	6.627	10.693	20.513	35.481	53.775	110.947	192.067
		80	0.365	0.670	1.126	1.917	3.645	6.467	10.431	20.019	34.627	52.481	108.276	187.443
	30	70	0.405	0.743	1.248	2.126	4.042	7.171	11.577	22.198	38.397	58.191	120.054	207.851
		80	0.394	0.723	1.214	2.069	3.933	6.978	11.265	21.600	37.363	56.628	116.829	202.251
		90	0.385	0.705	1.185	2.019	3.838	6.810	10.993	21.079	36.461	55.250	114.009	197.369
	40	80	0.419	0.769	1.293	2.202	4.186	7.427	11.990	22.990	39.766	60.269	124.344	215.260
		90	0.408	0.748	1.257	2.142	4.072	7.225	11.664	22.364	38.683	58.628	120.959	209.400
		100	0.397	0.728	1.223	2.084	3.961	7.027	11.345	21.752	37.625	57.025	117.651	203.674
	50	90	0.426	0.781	1.312	2.235	4.248	7.538	12.169	23.333	40.360	61.160	126.201	218.474
		100	0.412	0.756	1.270	2.163	4.112	7.296	11.779	22.585	39.065	59.207	112.153	211.467
		110	0.402	0.737	1.238	2.109	4.009	7.113	11.484	22.019	38.087	57.725	109.095	206.174
R22	20	60	0.563	1.032	1.735	2.956	5.619	9.969	16.094	30.859	53.377	80.897	176.914	288.938
		70	0.549	1.006	1.691	2.881	5.477	9.717	15.687	30.078	52.027	78.851	162.682	281.630
		80	0.535	0.982	1.650	2.811	5.343	9.480	15.305	29.346	50.761	76.933	158.726	274.780

(续)

制冷剂	冷凝温度 (℃)	排气温度 (℃)	铜管公称直径(mm)											
			12	15	18	22	28	35	42	54	67	79	105	130
R22	30	70	0.596	1.092	1.836	3.127	5.945	10.547	17.028	32.649	56.474	85.591	176.588	305.702
		80	0.579	1.062	1.785	3.040	5.779	10.254	16.554	31.740	54.901	83.208	171.671	297.190
		90	0.565	1.035	1.740	2.964	5.635	9.998	16.140	30.948	53.531	81.131	167.386	289.773
	40	80	0.618	1.132	1.903	3.242	6.163	10.934	17.653	33.847	58.546	88.732	183.069	316.922
		90	0.601	1.103	1.853	3.157	6.001	10.647	17.189	32.959	57.009	86.403	178.263	308.603
		100	0.584	1.071	1.800	3.067	5.830	10.343	16.698	32.018	55.382	83.936	173.173	299.791
	50	90	0.630	1.156	1.943	3.310	6.291	11.162	18.020	34.552	59.766	90.580	186.882	323.523
		100	0.611	1.121	1.884	3.209	6.100	10.823	17.473	33.503	57.951	87.831	181.209	313.702
		110	0.595	1.092	1.834	3.125	5.941	10.540	17.016	32.627	56.435	85.532	176.467	305.493
R502	20	60	0.453	0.831	1.397	2.380	4.524	8.027	12.959	24.848	42.980	65.141	134.396	232.661
		70	0.440	0.807	1.357	2.311	4.393	7.795	12.585	24.130	41.737	63.257	130.509	225.933
		80	0.429	0.788	1.324	2.255	4.286	7.605	12.278	23.542	40.720	61.715	127.329	220.427
	30	70	0.459	0.841	1.414	2.409	4.580	8.125	13.118	25.152	43.506	65.937	136.038	235.504
		80	0.446	0.818	1.375	2.343	4.454	7.902	12.757	24.461	42.311	64.126	132.302	229.036
		90	0.435	0.798	1.341	2.285	4.343	7.706	12.441	23.854	41.260	62.534	129.017	233.350

(续)

制冷剂	冷凝 温度 (℃)	排气 温度 (℃)	铜管公称直径(mm)											
			12	15	18	22	28	35	42	54	67	79	105	130
R502	40	80	0.451	0.827	1.389	2.367	4.499	7.983	12.888	24.711	42.743	64.780	133.652	231.374
		90	0.439	0.804	1.352	2.303	4.378	7.767	12.540	24.044	41.589	63.031	130.044	225.127
		100	0.427	0.783	1.316	2.241	4.260	7.559	12.232	23.398	40.472	61.340	126.551	219.085
	50	90	0.432	0.791	1.330	2.266	4.307	7.641	12.336	23.652	40.912	62.006	127.927	221.463
		100	0.418	0.767	1.289	2.196	4.174	7.406	11.956	22.925	39.654	60.100	123.996	214.657
		110	0.406	0.745	1.253	2.134	4.056	7.197	11.619	22.279	38.536	58.404	120.498	208.602

注：表中负荷量以饱和蒸发温度 - 5℃ 为基准，对其他温度工况下负荷量，以下表换算系数乘表中负荷量。

制 冷 剂	饱 和 吸 气 温 度(℃)				
	- 50	- 40	- 30	- 20	+ 5
R12	0.82	0.86	0.90	0.94	1.04
R22	0.87	0.90	0.93	0.96	1.02
R502	0.77	0.83	0.88	0.93	1.04

于0.5m/s, R12、R22、R502出液管流速0.5m/s时其液体管负荷量见表7—4、7—5、7—6。也可查图7—12, 该图中直线按液温40℃和蒸发温度-20℃计算, 其他温度可近似通用。当冷凝器与贮液器之间装有气体均压管时(均压管尺寸见表7—10), 流速可以提高, 但不宜超过0.75m/s。

均压管尺寸 表7—10

均压管内径 (mm)		15	20	25	32	40	50
最大负荷 (kW)	R12	123	243	424	695	965	1583
	R22	173	313	514	888	1235	2047

2. 从贮液器到热力膨胀阀进口的高压液体管, 压力降控制在相当于饱和冷凝温度差0.5℃为宜。R12和R22液体管在冷凝温度40℃, 饱和冷凝温度差0.5℃时其液体管负荷量见图7—10、7—11。其他工况R12、R22、R502液体管负荷量见表7—

4、7—5、7—6。

例: 已知R22制冷系统高压液体管负荷为50kW时, 蒸发温度-30℃, 冷凝温度40℃, 管道当量总长100m, 计算高压液体管钢管内径。

解: (1) 用查表法查表7—5, 当冷凝温度40℃, 管道当量总长100m, $\Delta t_s = 2^\circ\text{C}$, 钢管Dg25时, $Q_s = 118.22\text{kW}$ 。换算成 $\Delta t = 0.5^\circ\text{C}$ 的工况负荷

$$Q = Q_s \cdot \left(\frac{L}{L_s} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta t_s} \right)^{0.55} Q = 118.22 \left(\frac{100}{100} \cdot \frac{0.5}{2} \right)^{0.55} = 118.22 \times 0.4665 = 55.15\text{kW}。 \text{即}$$

选钢管Dg25可满足需要。

(2) 用查图法查图7—11, 从高压液管负荷的横坐标A点(50kW)处垂直向上, 交于当量总长100m转折线B点, 再水平向左与蒸发温度-30℃准线交于C点, 然后垂直向上与左侧钢管内径横坐标交于D点, 读出需用高压液体钢管内径为25mm。

当蒸发器高于贮液器时，两者之间的液位差引起压力降可能很大，不能用放大供液管径的方法来解决，只有加强过冷度以防闪发气体产生。高压液管

中阻力一般是不太大的，关键在于液位差。每米液位差所形成的压差和相应的饱和温差见表7—11。

例：已知R12制冷系统，冷凝温度40℃，高压

氟利昂每米液柱压差

表7—11

参 数 \ 制 冷 剂	R12					R22		
	50	45	40	35	30	40	35	30
冷凝温度(℃)	50	45	40	35	30	40	35	30
冷凝压力(MPa)	1.2167	1.0827	0.95944	0.84721	0.74457	1.5340	1.35545	1.1921
每米液柱压差(kPa)	11.90	12.10	12.30	12.49	12.68	11.10	11.32	11.53
相应饱和温度差(℃)	0.44	0.47	0.53	0.59	0.67	0.29	0.33	0.37

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

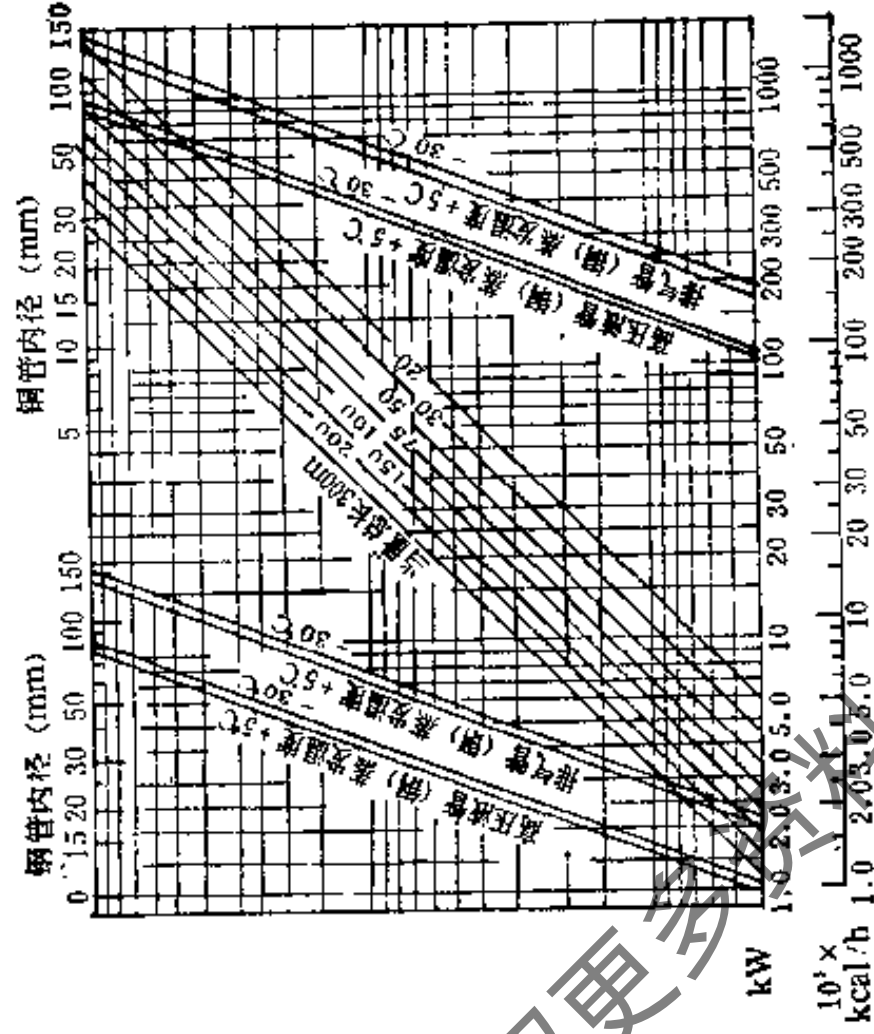


图 7—10 R12 排气与高压液管负荷图

饱和冷凝温度差 0.5°C; 冷凝温度 40°C

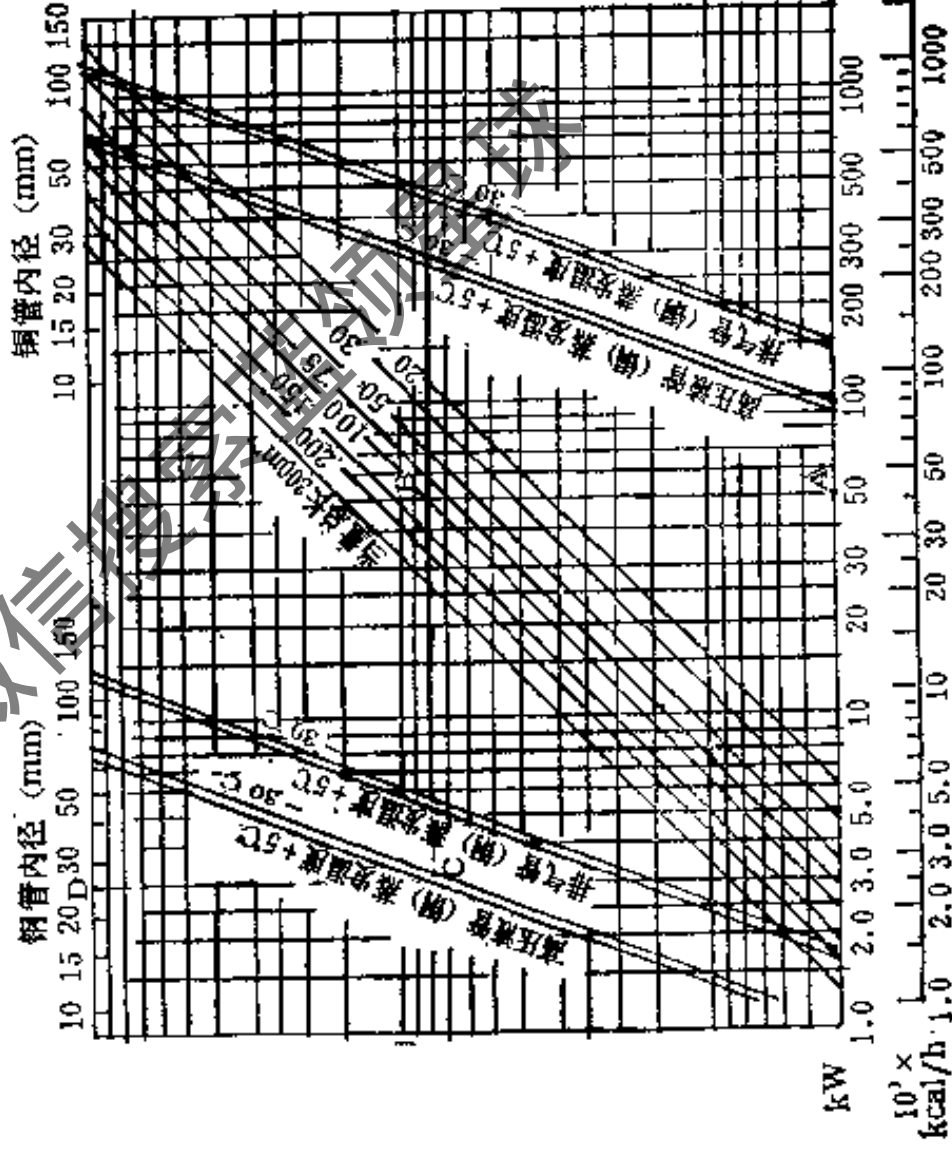


图 7—11 R22 排气与高压液管负荷图

饱和冷凝温度差 0.5°C; 冷凝温度 40°C

液管流动阻力为11.50kPa，若液管需升高6 m才能接到蒸发器热力膨胀阀进口，计算防止产生闪发气体所需最小过冷度。

解：从表7—11中查得，当冷凝温度40℃时，R12液管每升高1米的液柱压差为12.30kPa。当液管需升高6 m时，其液柱压差为 $6 \times 12.30 = 73.80$ kPa，故该管段阻力损失总计为 $11.50 + 73.80 = 85.30$ kPa。查表7—11，当冷凝压力40℃，R12冷凝压力960kPa，在蒸发器热力膨胀阀进口处压力为 $960 - 85.3 = 874.7$ kPa，近似饱和冷凝温度为36.13℃。故防止产生闪发气体所需最小过冷度为 $40 - 36.13 = 3.87$ ℃。

一般情况下，高压液管过冷度可以通过系统中回热式热交换器来实现。如果一台回热式热交换器达不到过冷度要求时，可采用两台串联或在一台回热式热交换器前并联一台直接蒸发式热交换器，见图7—13。

对大型氟利昂制冷系统，可采用氟泵供液来克

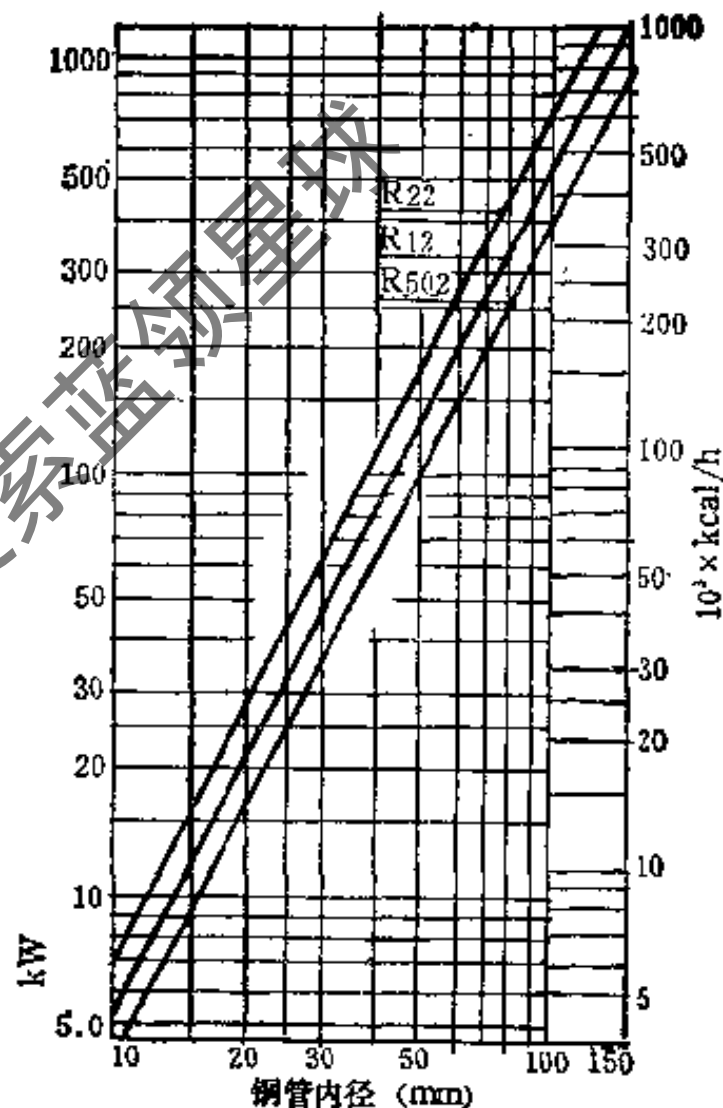


图7—12 冷凝器至贮液器出液管负荷图

限液管中较大的阻力损失及液位差的影响。

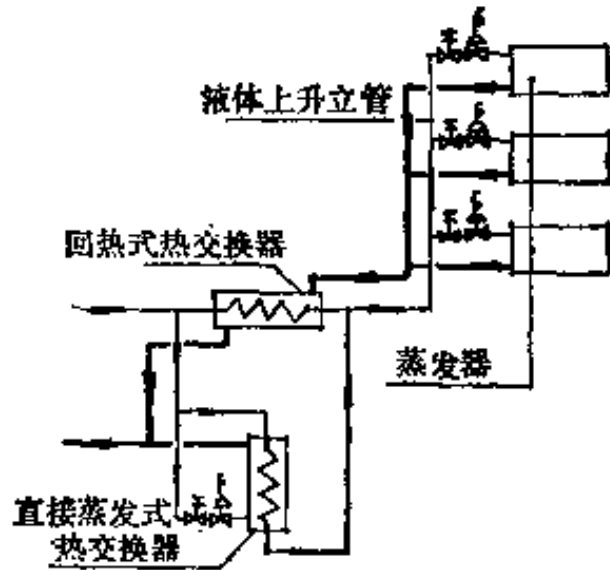


图 7—13 回热式与直接蒸发式热交换器并联图

3. 从热力膨胀阀出来的低压液体管中不可避免地带有大量的闪发气体，属于两相流动，阻力比纯液体大得多，这就是热力膨胀阀的出口往往大于进

口的缘故。由于热力膨胀阀是根据蒸发器负荷量选用，出液管的管径可由阀的出口管径确定。该管段的阻力可按高压液管（无闪发气体）的阻力乘以表 7—12 中的倍数。

4. 蒸发排管每通路允许长度取决于允许压力降，R12 宜控制在饱和蒸发温度差 2°C 以内，R22 宜控制在饱和蒸发温度差 1°C 以内。排管每通路允许长度（包括弯头局部阻力在内）或允许负荷见图 7—14 和图 7—16。该图表是按 $t_L = 30^{\circ}\text{C}$ ， $t_z = -20^{\circ}\text{C}$ ，饱和蒸发温度差 2°C 和 1°C 制成的。其他蒸发温度和过冷液温调整系数见图 7—15 和图 7—17。

例：R12 蒸发盘管内径 20mm ，蒸发温度 -20°C ，膨胀阀前过冷液温 30°C ，蒸发盘管负荷 1.8kW ，和盘管共需总长 100m ，应采用几个通路供液？

解：从图 7—14 查得，当每通路负荷 1.8kW 和铜管内径 20mm 时，每通路允许总长为 60m ，故盘管总长 100m 不能用一个通路。

低压液管压力降相当于高压液管压力降的倍数

表 7—12

膨胀阀前液温(℃)		3)					40				
蒸发温度(℃)		10	0	-10	-20	-30	10	0	-10	-20	-30
压力降倍数	R12	14	21.5	33.5	52	76.5	19	29	43	61	93
	R22	12	18.5	28.5	43.5	64	17	24.5	35.5	51	77

分为两个通路，每个通路总长减少到50m，每通路负荷减少到 $1.8 / 2 = 0.9 \text{ kW}$ 。从图 7—14 查得每通路允许当量总长为 $200 \text{ m} > 100 \text{ m}$ 。应采用两个通路。

压力降近似地与当量总长成正比。分两通路后，盘管中压力降等于相应的饱和蒸发温度差约为：

$$2 \text{ } ^\circ\text{C} \times \frac{50}{200} = 0.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

例：R22蒸发盘管内径18mm，蒸发温度 $-30 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，膨胀阀前过冷液温 $30 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，盘管负荷2.33

kW，当量总长共150m，应采用几个通路供液？

解：从图 7—16 查得，当每通路负荷 2.33 kW 和盘管内径18mm时，每通路允许总长为37m。从图 7—16 查得，在蒸发温度 $-30 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，膨胀阀前过冷液温 $30 \text{ } ^\circ\text{C}$ 时，允许长度调整系数为0.49。一个通路允许总长为 $37 \text{ m} \times 0.49 = 18.1 \text{ m} < 150 \text{ m}$ ，应选用多通路。

试用两个通路，每个通路盘管负荷 $2.33 \text{ kW} / 2 = 1.165 \text{ kW}$ ，每通路总长 $150 \text{ m} / 2 = 75 \text{ m}$ ，其他条件不变。从图 7—16 查得，当每通路盘管负荷 1.165 kW ，每通路允许总长为128m。调整系数仍为

0.49, 故改用两个通路后, 每通路允许总长为 $128\text{m} \times 0.49 = 63.6\text{m}$ 。但每通路的实有总长为 $150\text{m} / 2 = 75\text{m}$, 仍大于允许总长。

再改用三个通路, 每通路盘管负荷 $2.33\text{kW} / 3 = 0.777\text{kW}$, 每通路当量总长 $150\text{m} / 3 = 50\text{m}$ 。从图 7—16 查得, 当每通路负荷 0.777kW , 每通路允许总长为 255m 。调整系数仍为 0.49 。改用三个通

路后, 每通路允许总长为 $255\text{m} \times 0.49 = 125\text{m}$, 大于 50m 。因此, 采用三个通路较好。

5. 采用外平衡热力膨胀阀供液时, 蒸发排管总长可以超过图 7—14 和图 7—16 的允许限度, 但压力降的相应饱和蒸发温度差, 不要超过蒸发排管设计温差的 $1/3$ 。

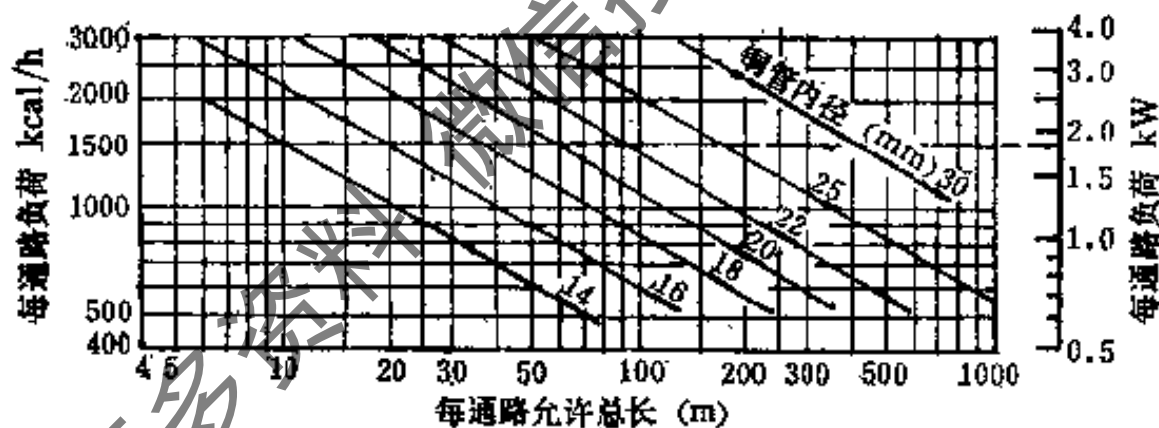


图 7—14 R12 蒸发盘管允许串联长度图

蒸发温度 -20°C ; 膨胀阀前液温 30°C ; 允许压力降相应于饱和蒸发温度差 2°C

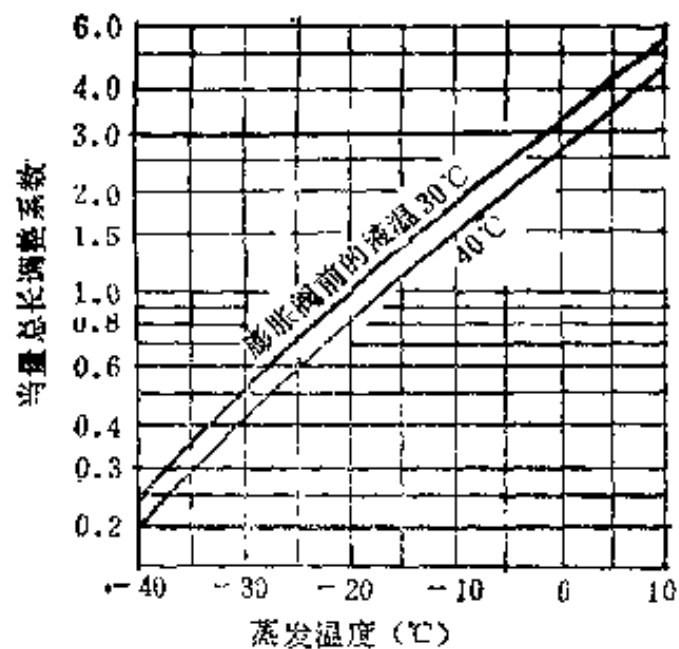


图 7—15 R12蒸发盘管允许长度调整系数图

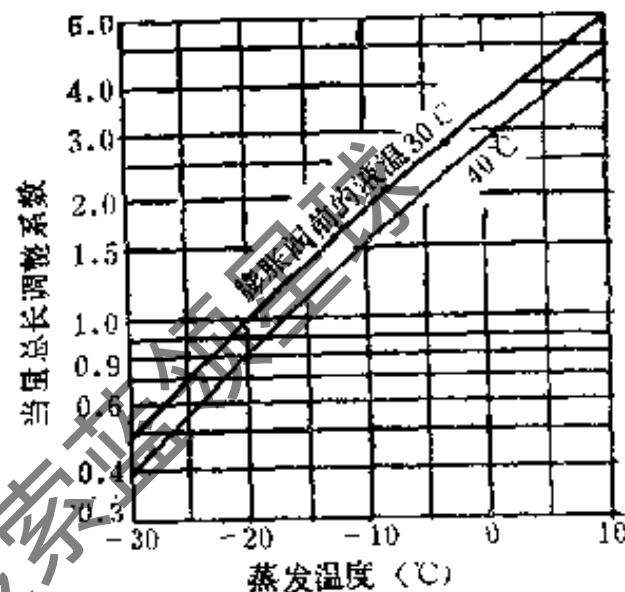


图 7—17 R22蒸发盘管允许长度调整系数

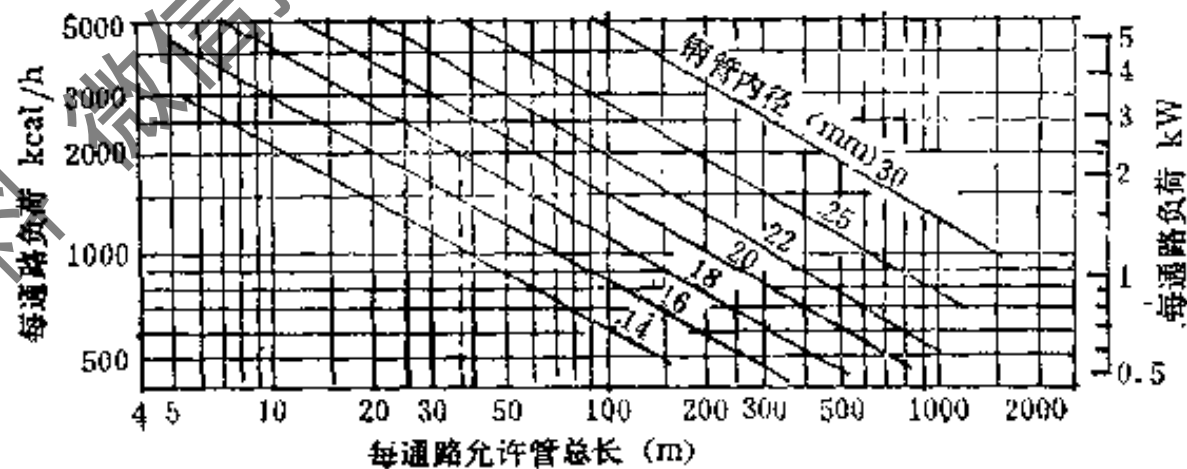


图 7—16 R22蒸发盘管允许串联长度图

蒸发温度 -20°C ，膨胀阀前的液温 30°C ，允许压力降相应于饱和蒸发温差 1°C

二、氟利昂系统管道设计

(一) 氟利昂制冷系统与氨制冷系统的不同点

1. 氟利昂制冷剂与润滑油能够互相溶解，R12是无限混和，R22是有限混和。
2. 氟利昂制冷剂密度大。
3. 氟利昂制冷剂几乎不溶于水。

(二) 氟利昂管道设计要求

1. 必须保证从每台压缩机带出的润滑油经过冷凝器、蒸发器之后仍全部回到该台压缩机曲轴箱。一般宜用独立机组系统。若采用多台压缩机并联运行，务必采取使润滑油均匀回到每台压缩机去的措施（如设计共同的气液分离器，并在该容器中

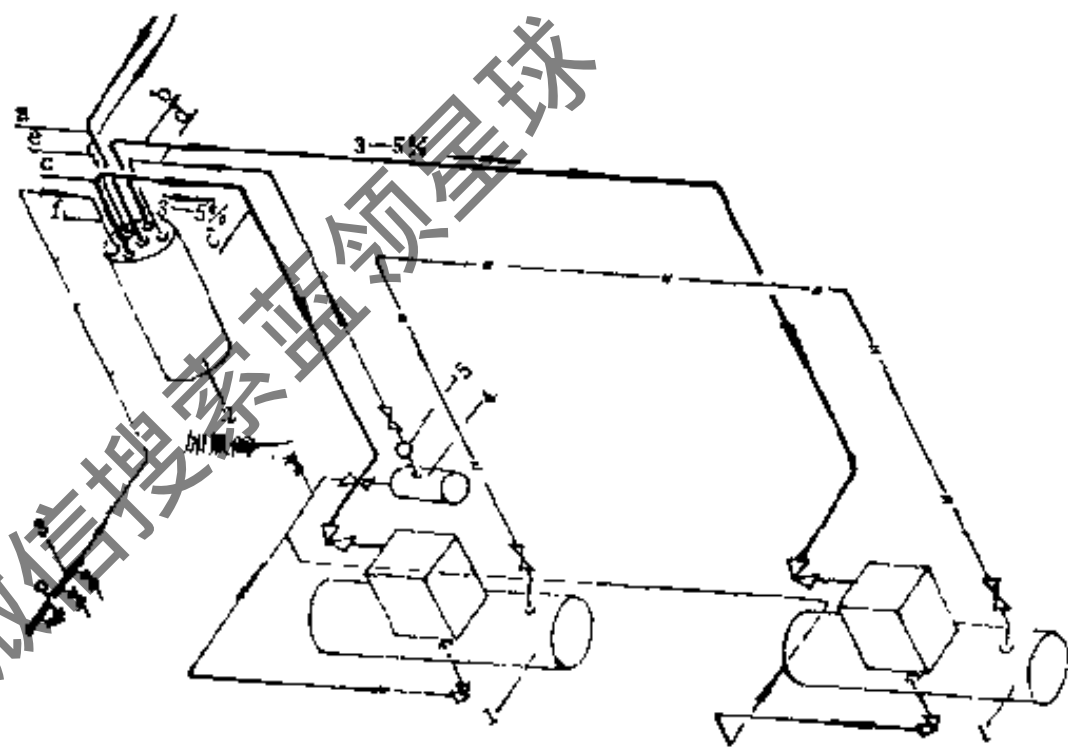


图 7-18 两台氟压缩冷凝机组并联示意图

1. 氟压缩冷凝机组 2. 氟用气液分离器（兼回热式热交换器）
3. 加氟站 4. 干燥过滤器 5. 水份指示器

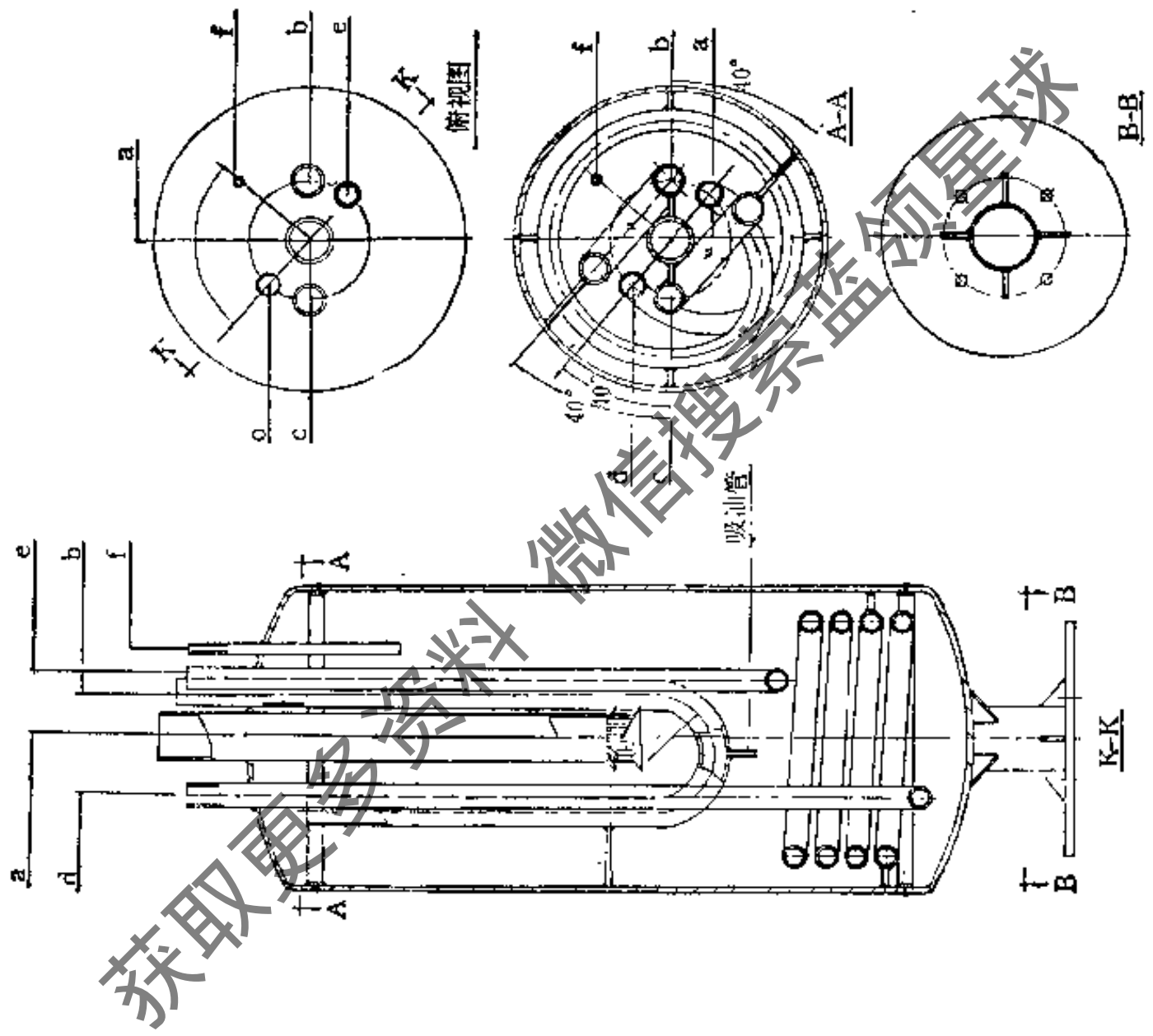


图 7—19 两台氟压缩冷机组共用一台气液分离器
(兼回热式热交换器)结构示意图

对每台压缩机设置单独的吸气管，该吸气立管按上升回气立管最小负荷设计，呈U型弯管，其底部装有吸油管(见图7—18，图7—19)。

2.管道流动阻力损失大，易走短路。故应严格按照各种管道的要求进行设计，保证各蒸发器得到均匀充分的供液。

3.防止系统进入水份，压缩机、设备的密封及管件与阀门的密封需采用适用各氟利昂制冷剂专用的密封件。制冷系统高压液管必须设置干燥过滤器和氟利昂水份指示器。

其他设计要求与氨系统基本上相似。

(三) 吸 气 管

1. 设计原则

(1) 满负荷时压力降不超过允许的限度。

(2) 最小负荷时能使润滑油从蒸发器返回到压缩机。

(3) 防止压缩机产生液击或油击。

(4) 在多组蒸发器并联系统中，应防止润滑油可能从某一组窜到另一组。

2. 设计要求

(1) 压缩机吸入管应有大于或等于0.02的坡度，必须坡向压缩机。

(2) 在两组或多组蒸发器位于不同标高并联工作，压缩机位于同一标高或在上部，且各组蒸发器之间负荷波动较大(例如其中一组或几组可能关闭)时，采用图7—20设置上升双吸气立管，以达到阻力平衡。

(3) 在多组蒸发器位于同一标高并联工作，压缩机位于其下部或同一标高，且各蒸发器的负荷波动较大，采用图8—21设置上升双吸气立管，以达到阻力平衡及防止停机后蒸发器内制冷剂与润滑油沉积机头造成液击。

(4) 在多组蒸发器位于同一标高并联工作，且各蒸发器负荷大小不一，波动较大，每组蒸发器

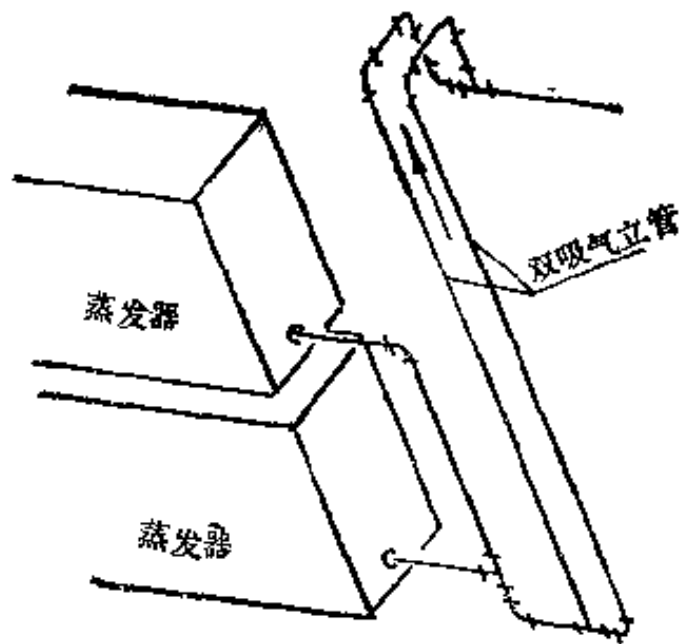


图 7—20 两组或多组蒸发器位于不同标高并联工作，压缩机位于同一标高或在上部，各组蒸发器负荷波动较大，设置上升双吸气立管图

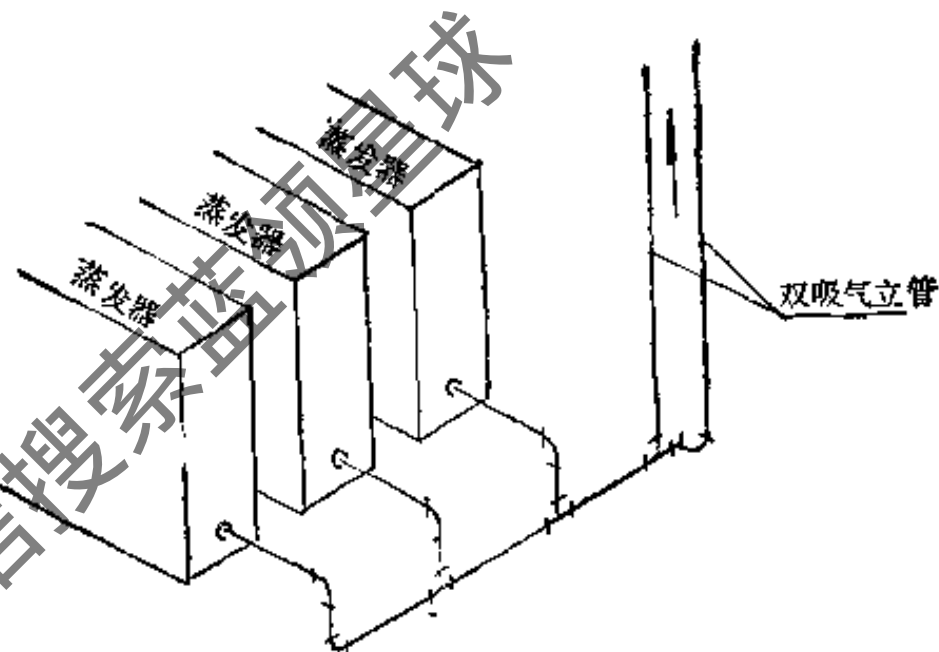


图 7—21 多组蒸发器位于同一标高并联工作，压缩机位于下部或同一标高，各蒸发器负荷波动较大设置上升双吸气立管图

分别作存油弯和上升立管，其管径均按蒸发器的最小负荷选用，存油弯尽量做小，上升立管高度略高于蒸发器，再从顶部与共用水平管相接。见图7—22但各组蒸发器上升吸气立管尽量做到阻力相同，否则不易实现并联通路的阻力平衡。

(5) 压缩机高于蒸发器，若上升吸气立管高度大于10m，宜按其高度每隔10m以内均匀地设置一个存油弯，以利于回油。见图7—23。

(6) 在蒸发器负荷波动较大(指满负荷与最小负荷相差较大)，特别采用设有多级能量调节压缩机，上升吸气立管宜用双吸气立管见图7—24，图7—25。靠近蒸发器近的小立管A的管径 d_A 按蒸发器最小负荷下的最低带油速度决定，存油弯上的大立管B的内径 d_B 应按满负荷运行时最小带油速度选择管径 d ，将管径 d 的流通截面减去立管A的流通截面，便可近似求得立管B的管径 d'_B ，即 $d'_B = \sqrt{d^2 - d_A^2}$ ，根据计算求得的管径 d'_B ，选用实际管径 d_B ，但不要相差太大。对内径超过50mm或

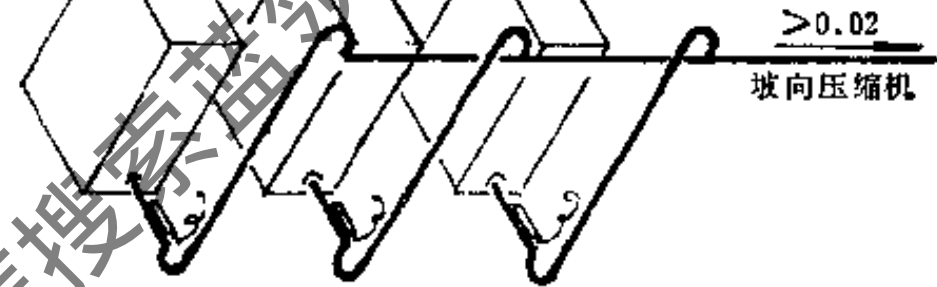


图7—22 多组蒸发器位于同一标高并联工作，各蒸发器负荷大小不一，波动较大吸气管接管图

更大的立管B，其存油弯积油量较大，压缩机上载时易发生液击危险，或蒸发器融霜时制冷剂冷凝液

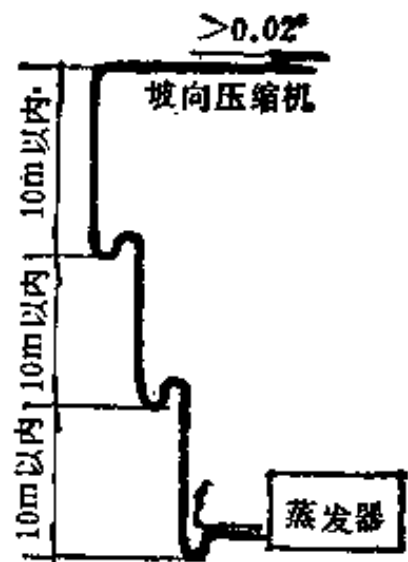


图 7—23 蒸发器上升吸气立管大于10m接管图

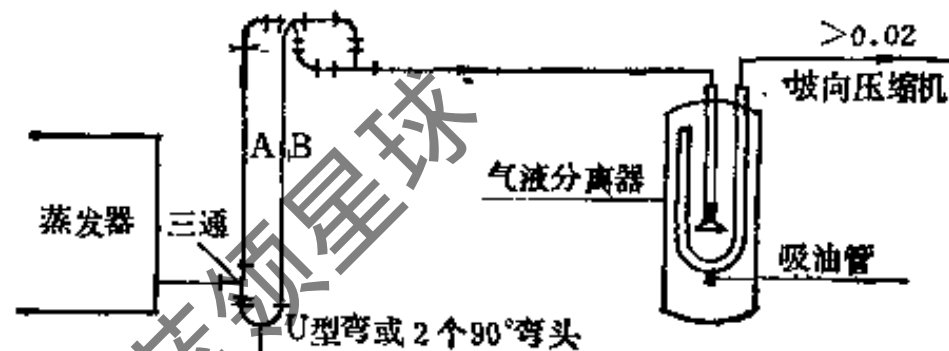


图 7—25 具有能量调节压缩机上升双吸立管（存油弯大于50mm）及气液分离器接管图

可能回到压缩机，造成液击，该两种情况时宜在压缩机前设气液分离器。

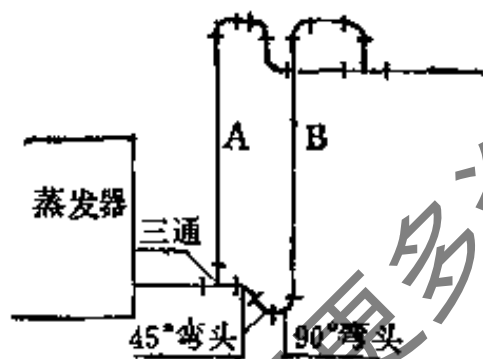


图 7—24 上升双吸立管接管图

（四）排气管

1. 设计原则

- （1）根据允许压力降选用管径。
- （2）防止部分负荷工作时的积油现象。
- （3）当压缩机停机时，或在需要较长的室外管、

段且周围环境温度较低时，能防止制冷剂和油从排气管道中流回到压缩机气缸。

(4) 在多台压缩机并联系统，要仔细选择各台压缩机排气支管与共用总管的连接。

(5) 能避免在排气脉动、压缩机振动的情况下产生过分的噪音或振动。

2. 设计要求

(1) 有能量控制的多台压缩机并联工作，按照最小负荷选用上升排气立管，在最大负荷时就会产生过大的压力降，此时可设置上升双排立管接管图见图 7—26。其工作原理和管径选择可参见双吸立管。

(2) 有能量控制并设置止回阀和油分离器（带自动回油）多台压缩机并联工作，其接管见图 7—27。

(3) 当冷凝器位于压缩机上部，排气管在上升至冷凝器前都应弯到压缩机附近的地面（如冷凝器靠压缩机很近，则在压缩机处不需要这段弯管），

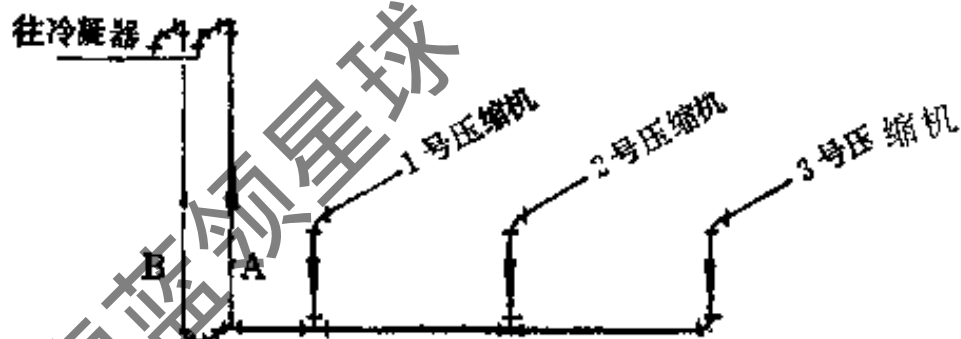


图 7—26 上升双排立管接管图

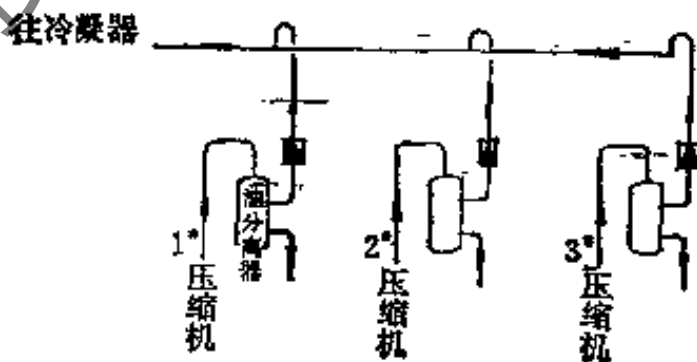


图 7—27 带油分离器的多台压缩机排气管接管图
尤其当上升排气管段较长时更应这样做，以免停机时管道中冷凝液和润滑油返回压缩机机头。当冷凝

器和贮液器所处的环境温度可能高于压缩机时，在紧靠压缩机的排气管道要装止回阀，该止回阀可防止冷凝器或贮液器中汽化制冷剂产生的冷凝液返回压缩机机头。接管图见图7—28。对装有水冷式油

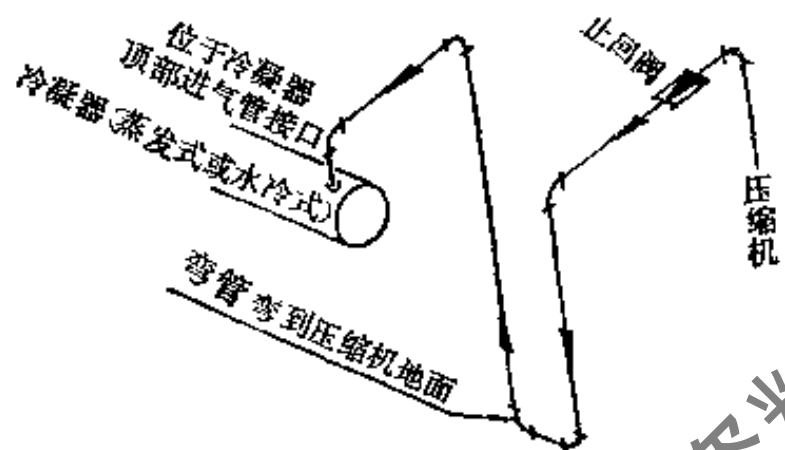


图7—28 排气管道弯管及上升立管图

冷却器的压缩机，应在水管上安装水电磁阀，以便运行期间保持足够的水冷却和停机时切断水流以防

止制冷剂局部冷凝。

目前国产小型氟利昂压缩机均为压缩冷凝机组，制造厂已将压缩机、油分离器、卧式冷凝器等组装成机组，中型氟利昂压缩机均自带油分离器，故排气管设计比较简单，基本上能满足上述要求。

(五) 高压供液管

高压供液管系指冷凝器到贮液器及节流阀之间的液体管段。在该管段氟利昂制冷剂均能与润滑油充分混和，不存在带油困难。

1. 设计原则

- (1) 根据允许压力降选择管径。
- (2) 防止液管中产生闪发气体。

2. 设计要求

- (1) 卧式冷凝器与直通式贮液器接管见图7—29。卧式冷凝器出液口到贮液器的最低水平管（装有直角阀者）高度不小于203mm，其水平管段应

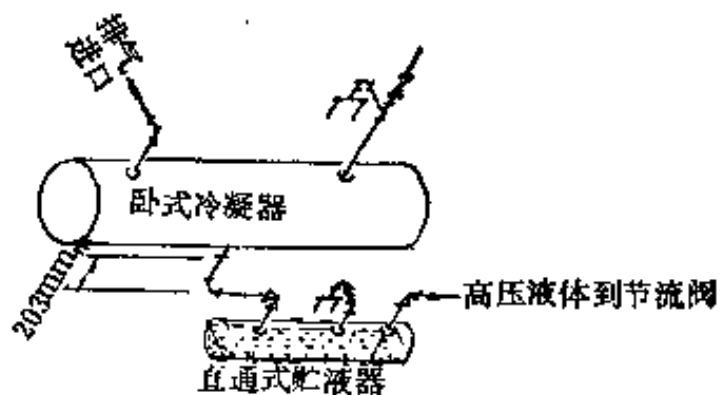


图 7—29 卧式冷凝器与直通式贮液器接管图

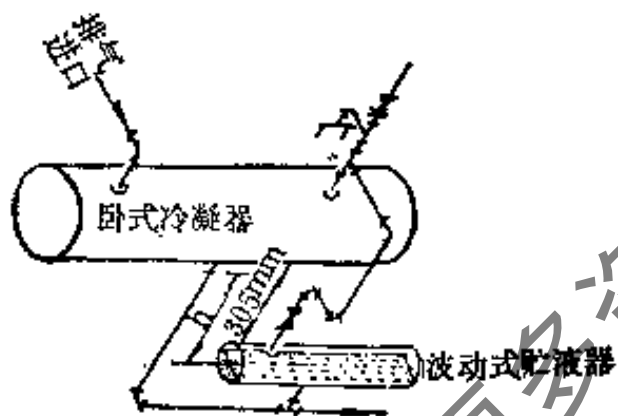


图 7—30 卧式冷凝器与波动式贮液器接管图

有不小于0.02的坡度，并坡向贮液器。液体管内流速在满负荷时应不超过 0.5m/s ，此时可不装气体均压管。若超过 0.5m/s ，应从冷凝器和贮液器顶部引出气体均压管。

(2) 卧式冷凝器与波动式贮液器接管见图 7—30，该接管法的优点是：整个贮液器的容积都可以用来贮存冷凝下来的液体。另外，从冷凝器流向节流阀的液体也不会暴露在贮液器的气体中，可保持液体的过冷。采用这种波动式贮液器接管方式时，其冷凝器出液口到贮液器液面高度 h ，必须足以使该液位差至少等于贮液器周围环境温度高于冷凝温度且达到其最大值时，通过冷凝器、液体管和气体均压管的压力损失之和。其值见表 7—12。

当贮液器周围环境温度高于冷凝温度时，通过均压管将气体从贮液器排放到冷凝器，而贮液器周围环境温度低于冷凝温度时，均压管则将气体从冷凝器送到贮液器。气体均压管的流向无论往哪个方向，其管内流速都取决于冷凝温度与贮液器周围环

卧式冷凝器出液口到波动式贮液器液面高度

表 7—12

液体管中最大流速 (m/s)	冷凝器与贮液器之 间阀门种类	所需h值 (m)
0.75	无	0.35
0.75	角形阀	0.40
0.75	球形阀	0.70
0.50	角形或球形阀	0.35

境温度之间的温差以及贮液器表面大小。根据这个流速和允许压力损失值可以算出所需均压管尺寸。其管径可参考表 7—13，该表列出的均压管尺寸，

气体均压管尺寸

表 7—13

均压管公称直径 (mm)	15	20	25	32	40	50
R12最大负荷(kW)	123	246	422	703	985	1618
R22最大负荷(kW)	176	317	528	914	1266	2075

对任何实用系统都是足够大的。

(3) 多台并联的卧式冷凝器与直通式贮液器接管见图 7—31。

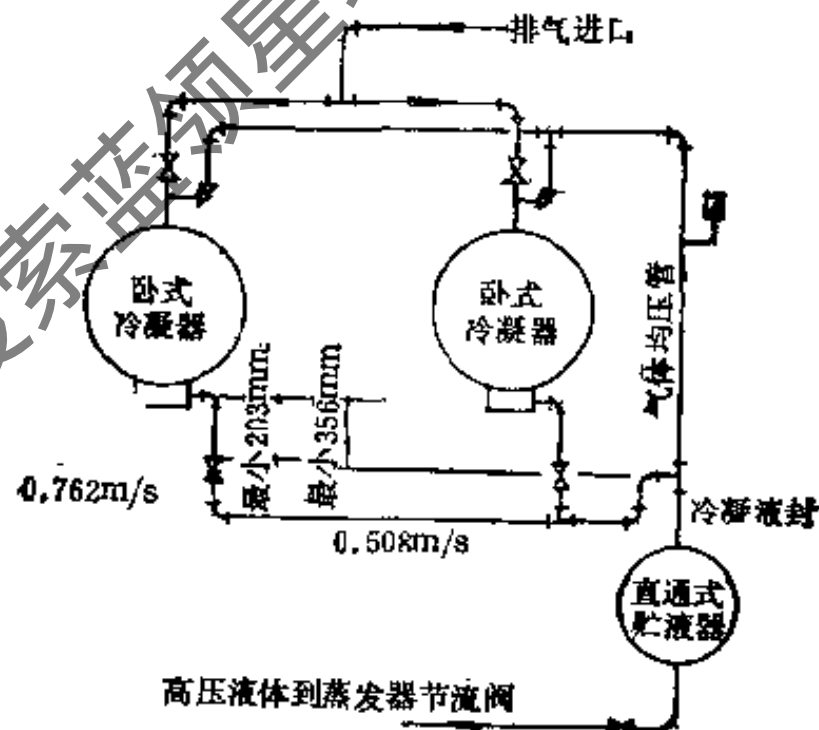


图 7—31 多台并联卧式冷凝器与直通式贮液器接管图

(4) 多台并联的卧式冷凝器与波动式贮液器接管见图 7—32。

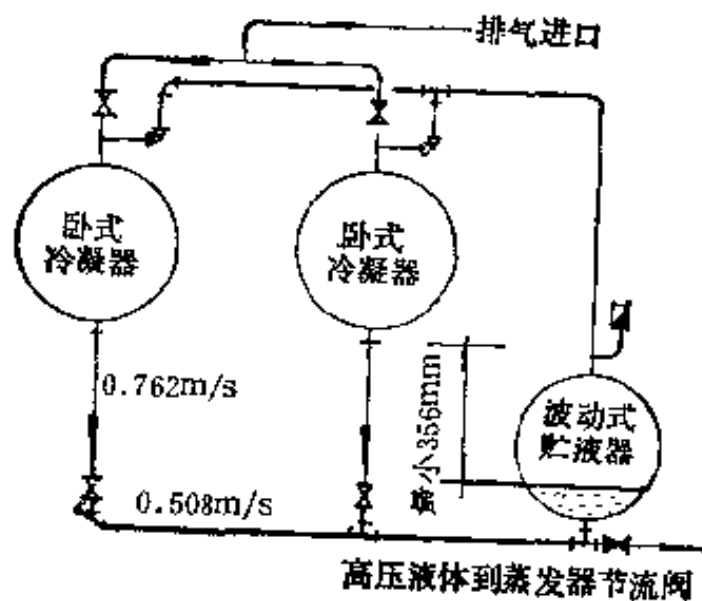


图 7—32 多台并联卧式冷凝器与波动式贮液器接管图

图 7—31 及图 7—32 接管要求到各冷凝器的进气和出液管路压力损失尽量相同，如果通过左边一台冷凝器的管路压力损失比通过右边一台冷凝器的管路压力损失值大 14kPa ，则左边的液位将会比右边高 1.2m 左右。如果液体管道的垂直高度低于这

个液位差，则液体将会在冷凝器内升高，到与压力损失差值平衡为止。一般卧式冷凝器的压力损失较小，按图 7—31、图 7—32 这种对称并联接法，每台冷凝器出液管以最大流速不高于 0.762m/s 计算管径，并联后液体总管以最大流速不超过 0.508m/s 计算管径。液体管设置液封是为了防止冷凝器之间的气体串通。每台冷凝器出液管内至少有 356mm 液位差来调整在运行期间冷凝器之间出现的压差。为了抵消冷凝器可能出现的最大压力损失，确保冷凝器向直通式贮液器自流排液，各台冷凝器出液管内液位差应比上述计算值 356mm 大 $150—300\text{mm}$ 。

多台并联的卧式冷凝器最好共用一个自动水阀。如果每台冷凝器都单独装一个水阀，要调整得相同是很难的。

(5) 两(多)台并联的蒸发式冷凝器与波动式贮液器接管见图 7—33。蒸发式(或空气冷却式)冷凝器压力损失是很大的，如果并联的蒸发式冷凝器规格相同并同时都在工作，它们之间的压力

差是很小的，只要冷凝器出液口与缓冲式贮液器液面液位差值 $H > 0.6 - 0.9\text{m}$ 就够了。如果一台冷凝器的风机工作，另一台冷凝器的风机不工作，工作的冷凝器出液口与贮液器液面的液位差值必须能平衡不工作冷凝器的压力损失。

当冷凝器出液口与贮液器液面（或液体总管汇合处）液位高差值是足够时，贮液器气体均压管可向冷凝器进气管排气。在这种情况下应采用波动式贮液器。当空气温度高于冷凝温度时，其液位差值至少等于通过任意一台冷凝器出液管的最大压力损失与气体均压管的最大压力损失之和。这时的液位差值 $H = 1.8 - 2.0\text{m}$ 。

（6）冷凝器或贮液器到蒸发器节流阀前的液体管，应通过回热式热交换器，使液体制冷剂在进入节流阀前能获得一定的过冷度，以减少供液时产生闪发气体。当蒸发器位于冷凝器或贮液器之上，两者高差较大时（如多层冷库），应计算防止产生闪发气体所需过冷度并留有余量，以补偿管中的压力

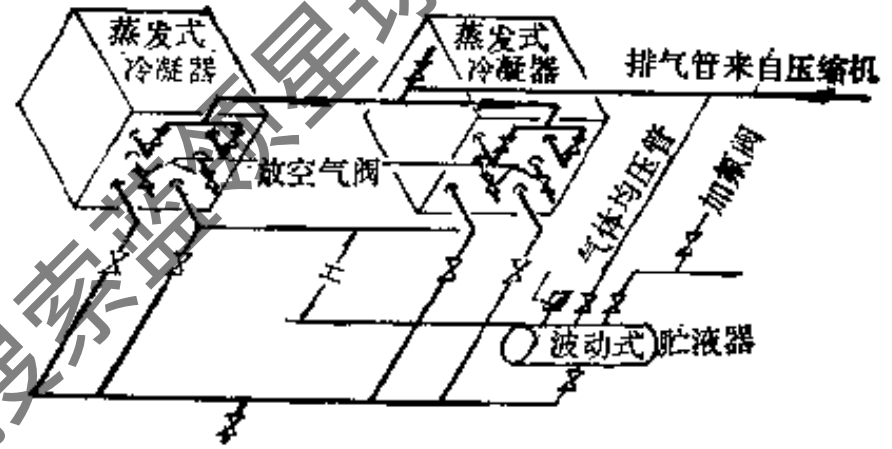


图 7—33 两(多)台蒸发式冷凝器与波动式贮液器接管图

损失和渗入热量（过冷管道需适当的保温）。

（7）系统的加氟管，采用气体吸入法，由压缩机吸入，接在吸气管部位；采用液体注入法，宜接在贮液器与干燥器之间的液体管上。

（六）低压供液管

用热力膨胀阀供液的蒸发盘管，一般采用上进下出形式。串联的盘管只要最后一组上进下出即可。盘管之间的连接管管径与盘管管径相同。

第八章 小型冷库库容量、制冷负荷计算

一、概 述

小型冷库是指县城、农村、厂矿，以及较大单位的食堂贮藏肉、禽、水产品、蛋、果、蔬等食品的土建冷库及装配式冷库，其贮藏公称容积在 3000m^3 以下。小型冷库不要求太长的贮藏周期，因此对库温的要求比大、中型冷库也可以略高，一般低温冷藏间库温 $-10\sim-18^\circ\text{C}$ ，高温冷藏间 $0\sim5^\circ\text{C}$ ，冻结加工间 $-18\sim-23^\circ\text{C}$ ，在以上温度范围内自行选定一种。商品的贮藏周期宜安排在3个月以内。

本章计算的范围适合于公称容积在 1000m^3 以下的冷库，计算中涉及的公式符号及系数取值如没

有特别指出的可按第三章的要求进行计算。

二、冷库库容量计算

(一) 冷却间、冻结间的生产能力计算

小型冷库往往可不设置冷却间、冻结间，鲜货可直接进入冷藏间内进行冷却或冷藏，但一般要控制进库的货量。对于气调冷库，由于一次性入库降温，冷却与冷藏时的制冷负荷差别过大，往往造成长期贮藏时冷却设备过大，因此可以设置冷却间，避免一次投资及长期使用上的浪费。另外对某些产地冷库，由于冻结加工量相当大，不可能都直接进

入冷藏间的，也可因地制宜地设置冻结间进行冻结加工后再进行冷藏。

冷却间及冻结间可以采用管架、吊轨或小车盘装进行冷却、冻结加工，其生产能力的计算见公式(3-1)、(3-2)。

(二) 冷藏间容量计算

冷藏间容量计算见公式(3-3)，公式中冷藏

公称容积(m ³)	装配式冷库(η)	土建冷库(η)
2001~3000	0.60	0.55
1001~2000	0.55	0.50
501~1000	0.50	0.45
101~500	0.45	0.40
≤100	0.50	0.45

注：1.表中是指一间冷藏间的公称容积。
2.蔬菜冷库的容积利用系数应按表内数值乘以0.8的修正系数。

间的容积利用系数η值应不小于表8-1规定的数值。

三、制冷负荷计算

(一) 室外计算参数及冷间设计温湿度的确定

- 1.室外计算温度取32℃，相对湿度取80%。
- 2.冷藏间的温湿度，由于小型冷库贮藏的周期均较短，故可以按表3-10中选择上限温、湿度。

(二) 冷间冷却设备负荷计算

冷间冷却设备负荷计算按下列公式：

$$Q_g = Q_1 + PQ_2 + Q_4 + Q_6 \quad (8-1)$$

式中： Q_g ——冷间冷却设备负荷（W）。

Q_1 ——围护结构传热量（W）。

P ——负荷系数。

Q_2 ——货物热量（W）。

Q_4 ——电动机运转热量（W）。

Q_5 ——操作热量（W）。

1. 围护结构传热量 Q_1 计算按下列公式

$$Q_1 = q_A A \quad (8-2)$$

式中： q_A ——单位面积热量（W/m²）。

A ——围护结构的传热面积（m²）。

单位面积热量应按表8-2中规定取值，装配式冷库中应用的聚氨酯板的主要物理参数见表8-3。

2. 货物热量 Q_2 计算见公式（3-8），对于冷却或冻结加工的时间可适当地延长，一次性进库冷却的气调库，加工时间可按果品种类不同，降温时间延长到3—5天，一般的冷却，冻结间冷加工的时间可按2—3天计算。冷藏间每天进货量可按贮

传热系数及单位面积热量 表8-2

冷间温度(℃)		+5—-5	-10—-18	-23
装配式冷库	传热系数W/(m ² ·℃)	0.4	0.27	0.23
	单位面积热量(W/m ²)	不大于12.8		
土建冷库	传热系数W/(m ² ·℃)	0.33	0.22	0.19
	单位面积热量(W/m ²)	不大于10.5		

聚氨酯板的主要物理参数 表8-3

项目	密度ρ	热导率λ	抗压强度	抗弯、抗拉强度	吸水性	自熄性
数值	(kg/m ³) 40—50*	W/(m·℃) 0.031**	(N/cm ²) ≥20	(N/cm ²) ≥24.5	(g/100cm ²) ≤3	(S) ≥7

* 库体地板隔热材料的密度可以用55kg/m³。

** 设计用数值。

藏量的10%计算。进货温度，对高温冷藏间取15—25℃，低温冷藏间取-5℃。

3. 电动机运转热量 Q_4 计算见公式(3-10), 电动机一昼夜运转时间取16h, 电动机运转时间系数

$$\rho = \frac{16}{24}$$

4. 操作热量 Q_5 计算见公式(3-11), 每平方米冷间内净面积的照明热量 q_d 对于冷藏间取5—10W/m², 对于冷却、冻结间取15—20W/m²。冷藏间开门换气次数 n 按表8-4取值。

冷藏间开门换气次数

表 8-4

公称容积 (m ³)		10	15	20	25	30	40	50	75	100	125	150
每天换气次数 n	0℃以下	24.2	19.6	16.9	14.9	13.5	11.7	10.7	8.0	6.7	6.0	5.4
	0℃以上	31.1	25.3	21.2	18.7	16.7	14.3	12.8	10.1	8.7	7.7	7.0
公称容积 (m ³)		200	250	375	500	625	750	1000	1250	1800	2400	3000
每天换气次数 n	0℃以下	4.6	4.1	3.2	2.8	2.5	2.3	1.9	1.7	1.42	1.22	1.11
	0℃以上	5.9	5.3	4.2	3.7	3.3	2.9	2.5	2.2	1.66	1.43	1.35

小型冷库单位制冷负荷估算表 表 8—5

序号	冷间名称	冷间温度 (°C)	单位制冷负荷 (W/t)	
			冷却设备负荷	机械负荷
一、肉、禽、水产品				
1	50t以下冷藏间	-15—-18	195	160
2	50—100t冷藏间		150	130
3	100—200t冷藏间		120	95
4	200—300t冷藏间		82	70
二、水果、蔬菜				
1	100t以下冷藏间	0—+2	260	230
2	100—300t冷藏间		230	210
三、鲜 蛋				
1	100t以下冷藏间	0—+2	140	110
2	100—300t冷藏间		115	90

注：1. 本表内机械负荷，已包括管道等冷损耗 补偿系数 7%。
2. -15—-18℃冷藏间进货 温度按 -12—-15℃进货量按 5%计算，如果进货温度为 -5℃时，需要适当增大表中的 数位。

(三) 冷间机械负荷计算

$$Q_j = (Q_1 + Q_2 + Q_4 + Q_5) \cdot \frac{24}{T} \quad (8-3)$$

式中：Q_j——机械负荷 (W)。

Q₁——围护结构传热量 (W)。

Q₂——货物热量 (W)。

Q₄——电动机运转热量 (W)。

Q₅——操作热量 (W)。

T——压缩机每天运转时间数，可按 12—18 h 计算。

(四) 制冷负荷估算图表

1. 小型冷库单位制冷负荷估算见表 8—5。
2. 装配式冷库冷却面积比及单位制冷负荷性能

装配式冷库冷却面积比及单位制冷负荷性能表

表 8—6

制冷剂	公称吨位 (t)	室外计算		温度 (℃)	公称容积 (m ³)	容积利用 系数	冷间容量 (t)	每 m ² 冷间净 面积与冷却设 备表面积之比	单位制冷负荷(W/t)		备 注	
		温度 (℃)	冷间名称						设备负荷	机械负荷		
氟 利 昂	4	32	冷藏间	-18	20	0.5	4		900	900	未冻结货物每天进货量 按10%	
	20	32	冷藏间	-18	100	0.5	20		700	700		
	60	32	冷藏间	-18	300	0.5	60		600	600		
	500	29	冷藏间	0	941	0.545	174	1:1.82	190	140	每天进货量按 8%，共 有 2 间	
			冷藏间	0	735	0.51	127	1:1.55	180	140		
			冷藏间	-15	200	0.51	38	1:4.29	280	210		每天进货量按 5%
	500**	32	冷藏间	-18	1188	0.57	250	1:1.46	100	125	每天进货量按 8%，进 货温度 - 8℃，机器按 20h 计算	
			冷藏间	-18	1188	0.57	250	1:1.46	100	125		
	氨	4	28	冷藏间	-18	17	0.5	4	1:2.46	350	290	采用小车盘装冻虾，设 地轨
				冻结间	-23	53		4	1:13.95	7940	6110	

(续)

制冷剂	公称吨位 (t)	室外计算 温度 (℃)	冷间名称	温度 (℃)	公称容积 (m ³)	容积利用 系数	冷间容量 (t)	每m ² 冷间净 面积与冷却设 备表面积之比	单位制冷负荷(W/t)		备 注
									设备负荷	机械负荷	
氨	20	29	冷藏间	-15	64.6		3.6	1:3.91			共有3间采用管架鱼盘 贮藏
			冷藏间	-15	64.6		4.7	1:2.81			
			冷藏间	-15	52.5		2.6	1:3.22			
	50	29	冷藏间	-18	217.6	0.49	50	1:4.56	195	160	每天进货量按10%
	100	30	冷藏间	-18	472.2	0.7	100	1:1.9	110	90	每台4h冻1t, 共3台
			平板冻结间		536		15		29080	29080	
	200	28	冷藏间	-20	450	0.45	95	1:1.06	115	90	共有2间 每台7h冻2.1t, 共5台
			平板冻结间				21		20350	20350	
	500	30	冷藏间	0—12	1281	0.55	162	1:1.5	215	185	每天进货量按8%, 共有 3间
	2300	30	冷藏间	0	1170	0.705	215	1:1.76	160	100	每天进货量按5%, 共有 2间每天进货量按10%, 共有6间
冷藏间			-18	1206	0.653	315	1:1.71	100	70		
2300	28	冷藏间	-20	2960	0.53	589	1:1.68	75	50	每天进货量按3%, 共有4间	

见表8—6。

3. 土建冷库冷却面积比及单位制冷负荷性能见表8—7。

(1) 表8—6、8—7中氟利昂冷库栏中带“*”的为R22气调库，带“**”的为R22系统冷库，不带符号的为R12系统冷库。

(2) 这两个表，表中数据R12系统的4t、20t、60t三个冷库采用了大连冷冻机厂的《ZLK—A组合式冷库资料》。R12系统的30t、50t、100t三个冷库，采用了华东地区上海通用图集的资料。其余均按商业部设计院以往设计的冷库资料整理而成的，仅供参考。

(3) 对冻结间及采用货架、挂架或管架的冷藏间，表中未列出容积利用系数的数值。

4. 4—80m³装配式冷库制冷负荷见表8—8。

5. 贮藏鲜蛋和果蔬的装配式冷库见表8—9。

(1) 本表摘自商业部设计院编制的公称容积为500—6000m³，贮藏公称吨位为50—850t的贮藏鲜蛋和果蔬的装配式冷库设计。

(2) 设计参数：室外计算温度+31℃，相对湿度80%，室内计算湿度±0℃，相对湿度90%，冷凝温度+38℃，蒸发温度-10℃。

(3) 鲜蛋每天进货量按5%，果蔬每天进货量按8%，进货温度均按25℃，加工时间均按24h计算。

(4) 果蔬冷库的通风换气次数按2次/天计算，隔热板的芯材为聚氨酯泡沫塑料，厚度为100mm。

(5) 装配库的结构形式，净高4.04m以下的为自承重结构；净高为5.2、5.34、5.38m的三种为内结构装配库；净高为5.7m的为外结构装配库。前一种可用于室内或室外，后两种均为室外装配库。净高系指由地板面到顶板底面。

6. 高温及低温装配式冷库制冷负荷曲线分别

土建冷库冷却面积比及单位制冷负荷性能表

表 8—7

制冷剂	公称吨位 (t)	室外计算温度 (℃)	冷间名称	温度 (℃)	公称容积 (m ³)	容积利用系数	冷间容量 (t)	每m ² 冷间净面积与冷却设备表面积之比	单位制冷负荷 (W/t)		备 注
									设备负荷	机械负荷	
氟利昂	5	29	冷藏间	-5	26.9	0.47	4.8	1:1.12	320	520	进货温度-5℃以下
			熟食间	+4	5.14		0.2	1:0.75			采用货架
	10	36	冷藏间	-15	86.4		7.0	1:1.53	1370	1370	设吊架及货架
			冻结间	-20	16.5		1.0	1:2.46	5020	5020	
	11	29	冷藏间	-5	48.9	0.56	11	1:2.94	620	930	未冻结肉每天进货量按6%
	20	29	冷藏间	-5	56	0.45	9.5	1:1.14	240	350	进货温度-5℃以下, 共有2间
熟食间			+4	18.2			1:0.76			采用货架	
20*	33.8	冷藏间	-2	121	0.49	20	1:7.40	1190	1000	一次进货, 按4天降温	
			+10					800	680		
30	32	冷藏间	0—5	26	0.425	3.5	1:0.6	320	320	设管架及挂架, 冻结时间按35h计算	
		冷藏间	-15	199	0.445	33	1:1.124	150	150		
		冻结间	-20	48		1.39	1:3.37	5320	4260		

(续)

制冷剂	公称吨位 (t)	室外计算温度 (℃)	冷间名称	温度 (℃)	公称容积 (m ³)	容积利用系数	冷间容量 (t)	每m ³ 冷间净面积与冷却设备面积之比	单位制冷负荷 (W/t)		备 注
									设备负荷	机械负荷	
氟 利 昂	50	32	冷藏间	0—5	37	0.425	5	1:0.77	250	250	设管架及挂架, 冻结时间按20h计算
			冷藏间	-15	296	0.425	47	1:1.09	130	130	
			冻结间	-20	67		2.0	1:4.77	7360	5990	
	50**	29	冷藏间	0	153	0.41	16	1:1.22	370	350	每天进货量按8%
			冷藏间	-15	240	0.44	50	1:1.0	100	100	
			冻结间	-20	62		1.6	1:10.0	7130	5800	
	100	32	冷藏间	0—5	64	0.395	8	1:0.45	240	240	设管架及挂架, 冻结时间按30h计算
			冷藏间	-15	505	0.523	99	1:0.88	90	90	
			冻结间	-20	85		3.3	1:4.04	4650	3900	
	270**	23	冷藏间	-20	1035	0.435	270	1:1.4	80	75	冻结时间按44h计算, 共有3间
			冻结间	-30	178		5.6	1:8.1	4260	3700	
			穿堂	0				1:1.0			
氨	30	32	冷藏间	-15	183	0.44	30.2	1:1.22	150	120	
			冻结间	-18	60		1.92	1:6.9	7090	5910	

(续)

制冷剂	公称吨位 (t)	室外计算温度 (℃)	冷间名称	温度 (℃)	公称容积 (m ³)	容积利用系数	冷间容量 (t)	每m ² 冷间净面积与冷却设备面积之比	单位制冷负荷 (W/t)		备 注
									设备负荷	机械负荷	
氨	50	32	冷藏间	0	108	0.5	17	1:0.67	250	220	共有 2 间
			冷藏间	-15	108	0.42	17	1:1.29	150	120	
			冻结间	-18	106.4		3	1:7.52	8660	6610	
	100	32	冷藏间	0	158	0.52	26.3	1:0.66	220	200	
			冷藏间	-15	476	0.42	75	1:1.27	120	110	
			冻结间	-18	154		5	1:7.8	8140	6660	
	500	32	冷藏间	-18	805	0.56	213	1:0.84	60	50	共有 2 间
			冷藏间	-18	805	0.5	100	1:0.84	60	50	
			冻结间	-23	180		3	1:8.89	7560	5820	共有 2 间
			冻结间	-23	185		7	1:8.64	7560	5820	

获取更多资料

4—80m³装配式冷库制冷负荷表W

表8—8

公称容积 (m³)	公称吨位 (t)	+ 2℃ 冷藏		- 12℃ 冷藏, 每天进货量(kg/d)					- 18℃ 冷藏, 每天进货量(kg/d)					
		一般操作	频繁操作	0	136	340	680	1360	0	136	340	680	1360	
3.6	0.7	675	820	791	1407					908	1554			
6.3	1.3	997	1201	1084	1700					1230	1876			
10.2	2.0	1319	1641	1407	2022	2960				1524	2169	3135		
12.2	2.4	1495	1876	1524	2140	3077	4631			1699	2345	3312	4924	
15.0	3.0	1700	2140	1699	2316	3253	4807			1876	2520	3488	5100	
17.4	3.5	1905	2374	1847	2462	3399	4953			2052	2696	3663	5275	
20.6	4.1	2140	2667	2023	2638	3576	5129			2227	2873	3839	5451	
23.5	4.7	2374	2931	2170	2784	3722	5275			2403	3048	4015	5627	
30.6	6.1	2842	3517	2491		4045	5598	8704		2784		4396	6008	9232
37.4	7.5	3253	4074	2784		4338	5891	8997		3166		4778	6390	9613
42.3	8.5	3546	4454	3019		4572	6126	9232		3370		4983	6504	9818
47.3	9.5	3839	4807	3195		4747	6301	9408		3575		5187	6799	10023

(续)

公称容积 (m ³)	公称吨位 (t)	+ 2℃冷藏		-12℃冷藏, 每天进货量(kg/d)					-18℃冷藏, 每天进货量(kg/d)				
		一般操作	频繁操作	0	136	340	680	1360	0	136	340	680	1360
50.0	10.0	3957	4953	3312		4865	6419	9525	3693		5304	6916	10140
53.9	11.1	4250	5335	3517		5071	6623	9730	3957		5568	7180	10404
57.7	11.5	4308	5451	3575			6683	9789	4044			7269	10493
65.4	13.1	4631	5832	3810			6916	10023	4308			7532	10755
72.1	14.4	5011	6301	4103			7210	10316	4572			7796	11019
81.7	16.3	5334	6741	4367			7473	10580	4865			8087	11313

注: 1.表中室外计算温度按32℃, 冷间温度+ 2℃时每天开机16h, -12及-18℃时每天开机18h。

2.表中推荐值只适用有保温层的地坪, 进货温度按+ 4℃计算。

获取更多资料

貯藏鮮蛋和果蔬的

序 号		1	2	3	4	5	6	7	
冷 间 规 格	公称容积 m^3	513	759	772	944	1143	1475	1700	
	冷间净面积 m^2	127	141	191	177	213	284	298	
	冷间净高 m	4.04	5.38	4.04	5.34	5.38	5.2	5.7	
	冷间容积利用系数	0.4	0.45	0.45	0.48	0.505	0.525	0.535	
鲜 蛋	公称吨位 t	57	90	90	113	145	204	226	
果 蔬		50	80	80	100	130	180	200	
冷 藏 负 荷	鲜 蛋	设备负荷 W	8617	11426	11887	13806	17252	21577	23657
		机械负荷 W	7377	9691	10082	11611	14657	18102	19829
	果 蔬	设备负荷 W	13663	20246	20735	23888	30330	40492	46628
		机械负荷 W	11583	17483	17528	21896	27877	36744	42583
冷 藏 单 位 负 荷	鲜 蛋	设备负荷 W/t	151	127	133	122	119	106	105
		机械负荷 W/t	129	108	112	102	101	88	87
	果 蔬	设备负荷 W/t	273	254	259	238	234	224	234
		机械负荷 W/t	231	219	219	219	214	205	213

装配式冷库系列表

表 8—9

8	9	10	11	12	13	14	15	16
1897	2270	2841	2966	3411	3863	4455	4885	5865
355	398	498	570	598	678	857	857	1029
5.34	5.7	5.7	5.2	5.7	5.7	5.2	5.7	5.7
0.545	0.55	0.55	0.555	0.555	0.56	0.56	0.565	0.57
260	339	396	396	509	565	678	735	848
230	300	350	350	450	500	600	650	750
26972	34393	39427	40015	47413	52233	64623	67909	78186
22496	28830	32828	33235	39056	43203	53629	56216	64563
54123	67739	76929	77790	96386	107222	128018	138266	156505
49024	61749	69809	70525	87148	97121	115228	125127	142148
104	101	100	101	93	92	95	92	92
86	85	84	84	77	77	79	77	76
235	226	220	222	214	214	213	213	208
213	206	199	201	194	194	192	193	190

获取更多资料 微信搜索 冷库星球

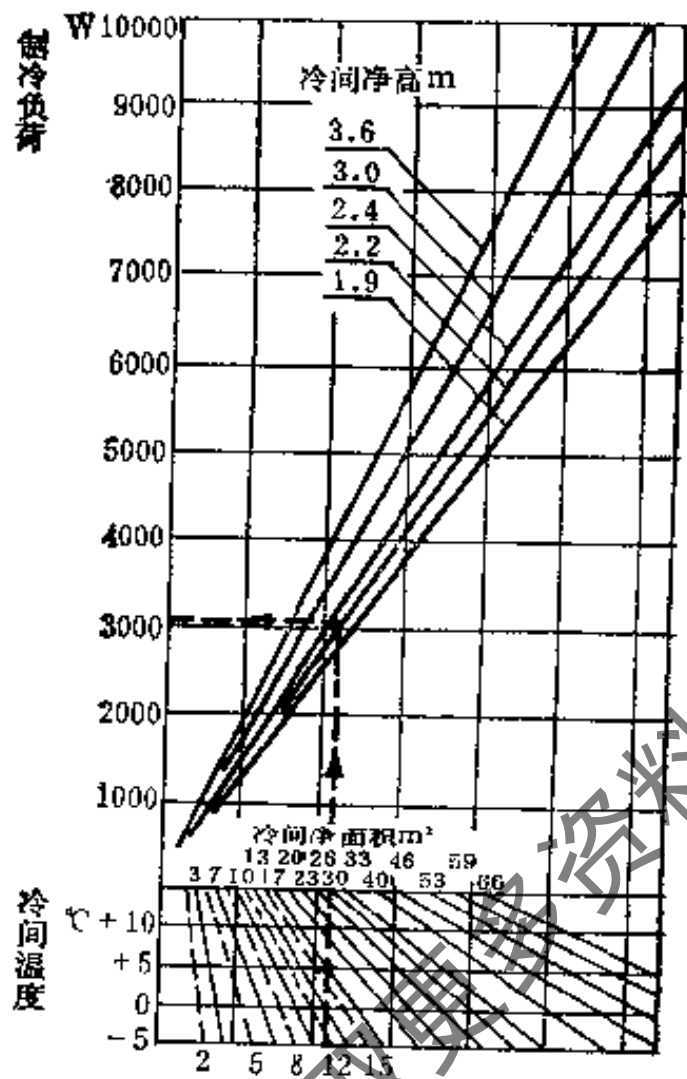


图 8—1 高温装配式冷库制冷负荷曲线

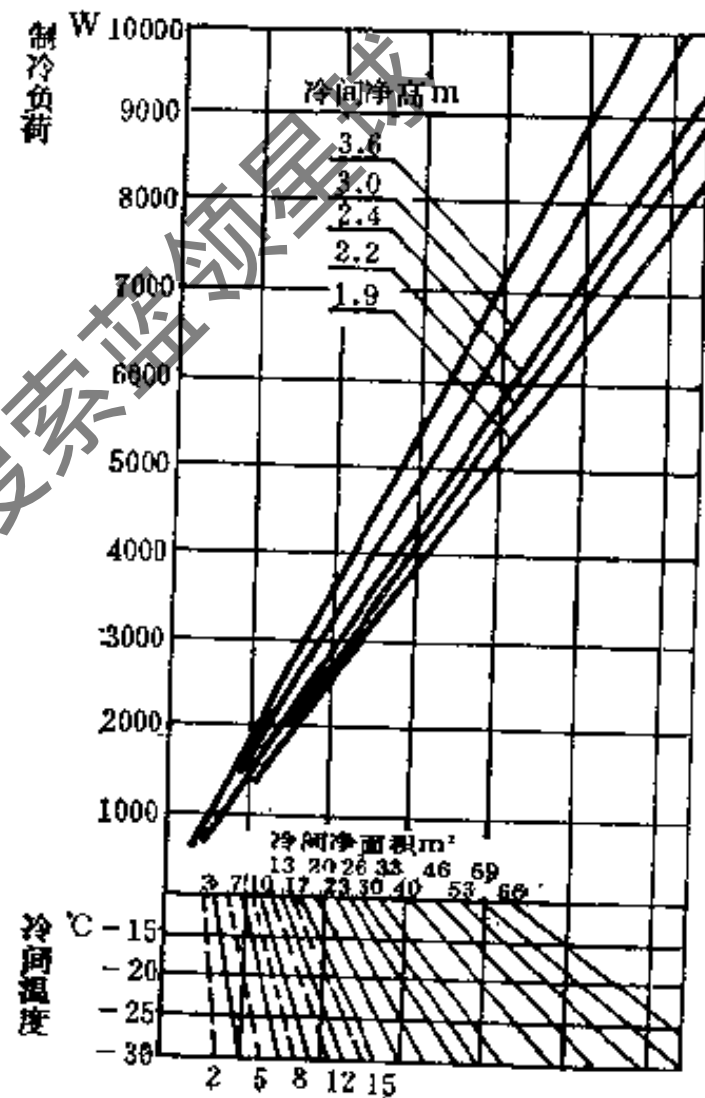


图 8—2 低温装配式冷库制冷负荷曲线

见图 8—1、8—2。

(1)使用条件：室外计算温度 $+35^{\circ}\text{C}$ ，门开启次数按标准计算，每天的进货量最大按10%，入库温度高温库按 25°C 、低温库按 -5°C 计算，呼吸热未计算在内。

(2)这两张图只适用在负荷变化比较小的冷藏间，对冷却和冻结加工的食品则要根据计算来确定其负荷。

(3)例：冷间温度 $+5^{\circ}\text{C}$ ，冷间净面积 17m^2 ，冷间净高 2.2m ，由图 8—1 查得制冷负荷为 3020W 。

7. 土建冷库制冷负荷曲线见图 8—3，公称容积在 $100\text{—}1500\text{m}^3$ 时查图 8—3 中曲线(1)，公称容积在 $1500\text{—}8000\text{m}^3$ 时查图中曲线(2)，公称容积在 8000m^3 以上的冷库，每增加 155m^3 时，制冷负荷需增加 3861W 。例：公称容积 400m^3 的冷库所需要的制冷负荷，由图上查得为 13000W 。公称容积 5000m^3 的冷库所需的制冷负荷，由图上查得

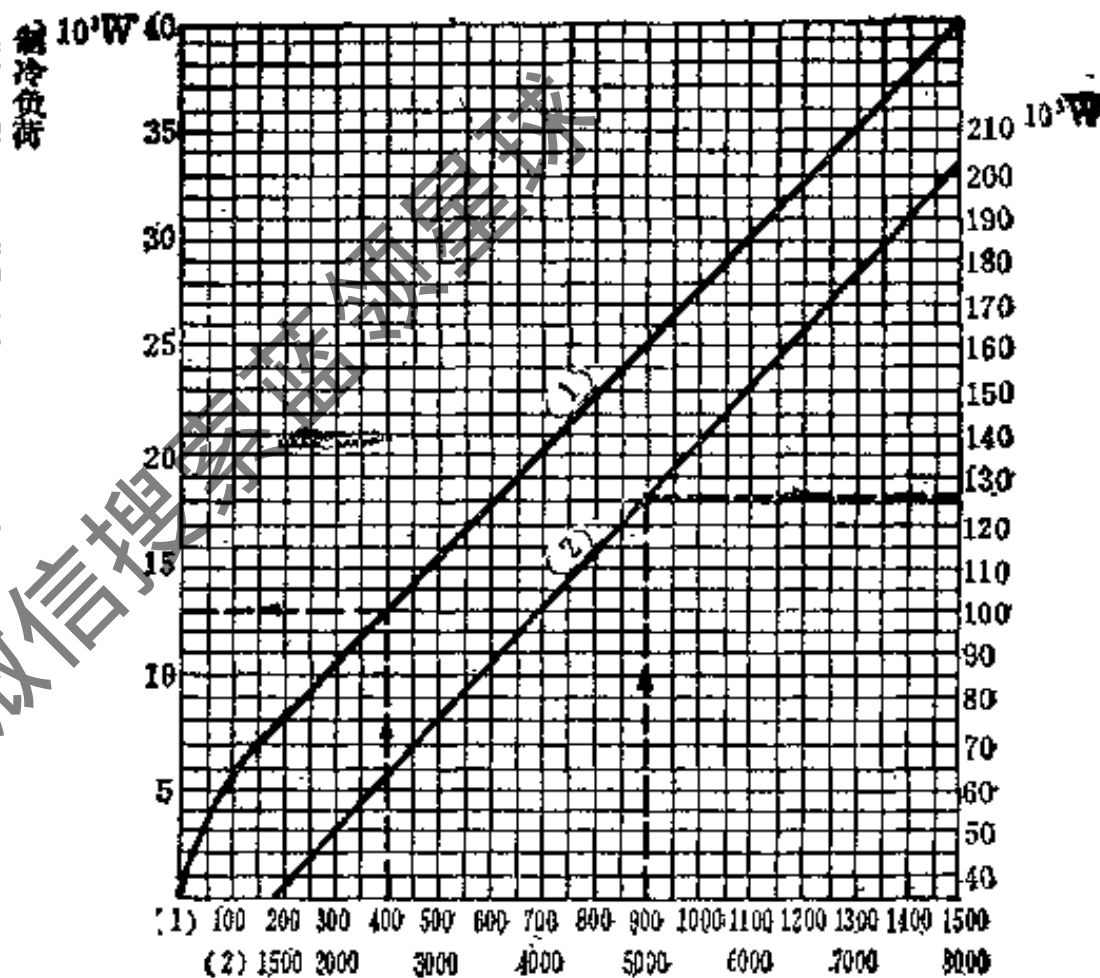


图 8—3 土建冷库制冷负荷曲线

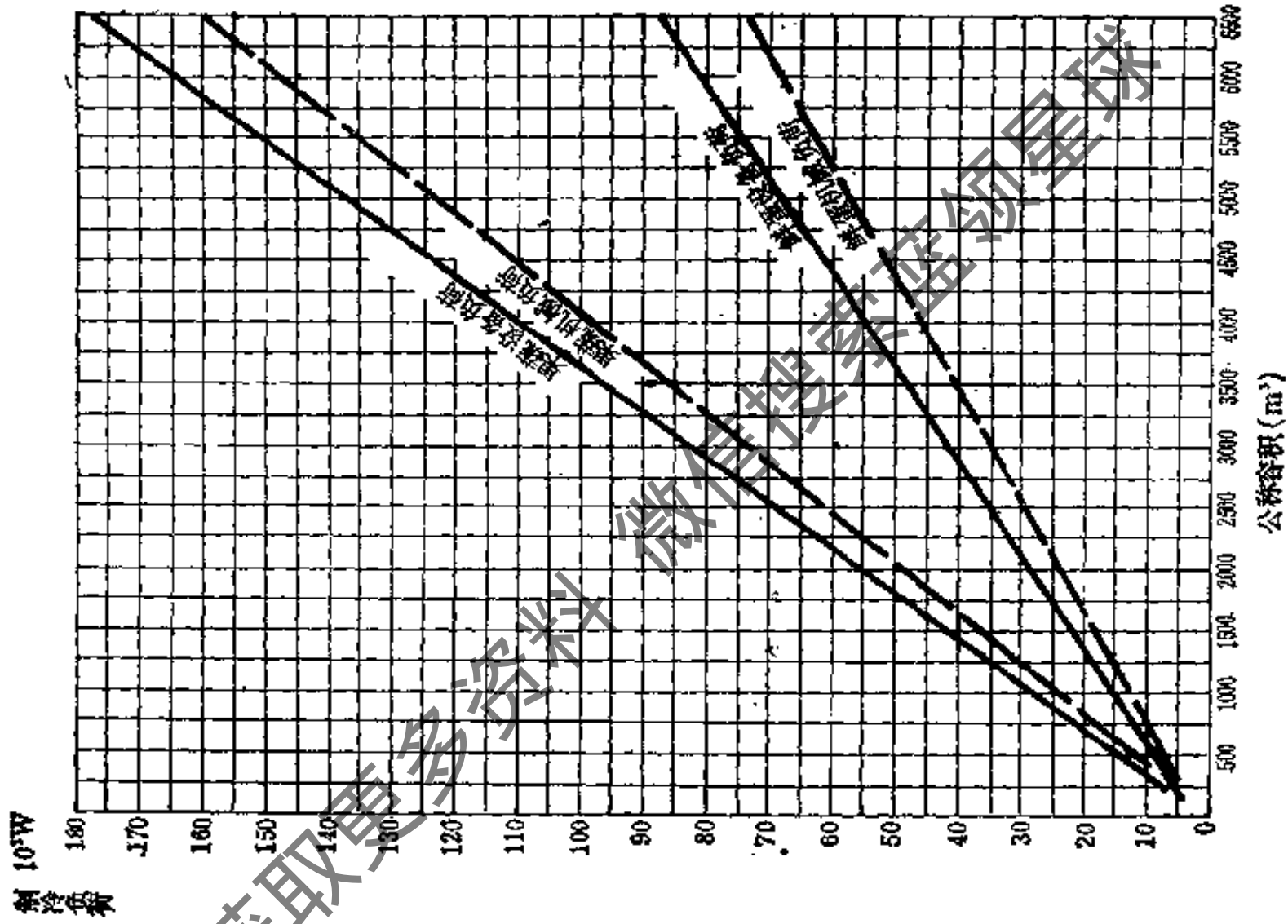


图 8—4 贮藏鲜蛋和果蔬装配式冷库制冷负荷曲线

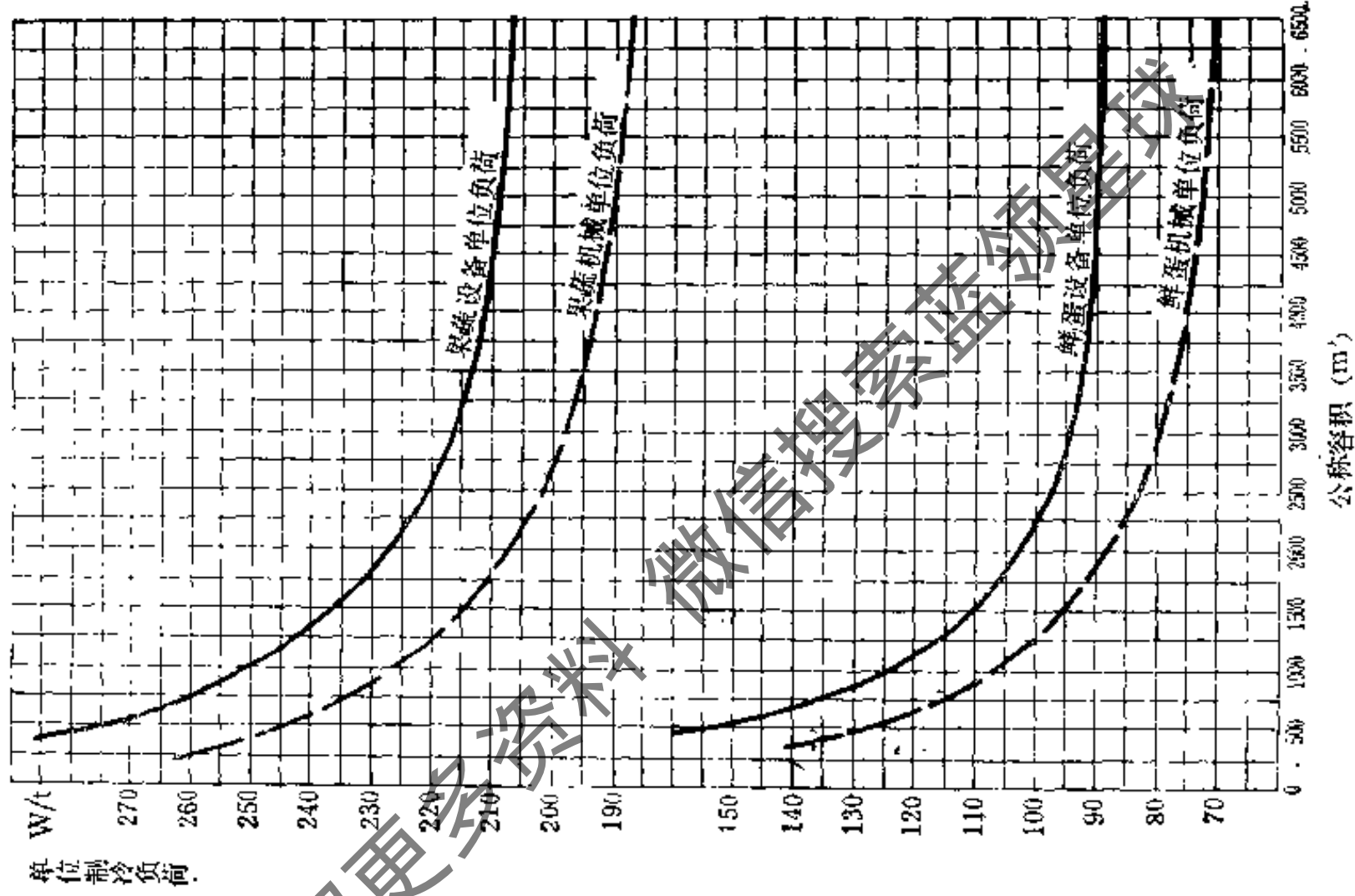


图 8—5 贮藏鲜蛋和果蔬装配式冷库单位制冷负荷曲线

为126800W。本图制冷负荷曲线适用于果蔬冷库设备负荷。

8.贮藏鲜蛋和果蔬装配式冷库制冷负荷曲线及单位制冷负荷曲线见图8—4、8—5。

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

第九章 冷库制冷系统安装和验收

一、氨制冷系统安装和验收

本说明是设计文件之一，是制冷设计对安装工程的技术要求，安装工程除应按施工图施工外，本说明具有同样效力。

(一) 氨压缩机

1. 各种氨压缩机的安装要求（包括试车及验收要求）应符合机械设备安装工程施工及验收规范

TJ231（一）—75《通用规定》、TJ231（五）—78《压缩机、风机、泵、空气分离设备安装》及GBJ66—84《制冷设备安装工程施工及验收规范》中有关规定和要求。

2. 氨压缩机座必须做在实土上，施工前应将机座下的浮土挖深后分层夯实。大孔性土或土质松软时应挖深2—3 m，分层回填夯实，或将槽底夯实后，用100号毛石混凝土筑至原定机座底的标高，然后在其上捣筑机座。

3. 机座一般可采用150号素混凝土制作。预留洞孔尺寸，必须与实物核对螺孔位置及螺栓长度，

并防止捣制时移动位置。同时须核对电线管道、上下水管道和油管道等位置。

4.机座初次浇灌高度，须比图注尺寸低25—40mm以便安装完毕后制作水磨石抹面或马赛克贴面，也可按图纸上要求作保护层。

5.大型机座四周做减震缝，为此四周先砌250mm厚砖墙，与机座离开50—100mm，缝内填干砂，缝顶用沥青麻丝填平。

6.压缩机就位前应将预留螺栓孔清扫干净，孔内不得存有灰土，木屑等脏物。螺孔灌浆用300号细石混凝土，并须严格捣实。

(二) 辅助设备

1.所有压力容器(如冷凝器、油分离器、高、低压贮氨器、中间冷却器、再冷却器、氨液分离器、低压循环桶、空气分离器、集油器等)安装

容器的设计压力和试验压力kPa 表9—1

工作介质	设计压力	试验压力	
		强度试验	密封性试验
NH ₃	高压	3000	2000
	低压	2400	1600

前应检查制造厂试压合格证，否则应补行单体试压，试压要求见表9—1(均指表压力)。

2.设备在安装前必须清除铁锈污物、灰尘。容器内应以600kPa(表压力)的压缩空气进行单体排污，一般不可少于3次。

3.设备基础在捣灌前，必须按实物制作螺孔位置样板，并按样板预埋螺栓，样板必须平整并经水平校验。

4.设备安装除按图注要求外,一般均要求平直牢固,油分离器等易震动设备的底脚螺栓,应采用双螺帽或增加弹簧垫圈。

5.低温容器安装时应增设硬垫木,尽量减少冷桥。硬垫木应预先涂刷沥青,防止腐蚀。

6.设备安装时必须弄清每一个管子接头,严禁接错。

7.设备上的玻璃管液面指示器两端连接管应用扁钢加固,玻璃管应设保护罩。

8.低温容器连接阀门时,应按设计要求预留保温层厚度,防止阀门埋入保温层。

(三)冷间冷却设备

1.冷却排管

(1)各型冷却排管的制作及安装必须符合图纸要求。

(2)制作冷却排管用的无缝钢管应符合

YB231—70质量标准,必要时可加作承压试验及压扁试验。对到达施工现场的无缝钢管须逐根检查管子质量,制作前管子须内外除锈,对除过锈的管材两端用木塞塞好,防止砂石流入,并不得露天放置,防止生锈。

(3)排管制成后,须进行单体试压和吹污。试压一般采用1600kPa(表压力)气压,以试验其渗漏性。

(4)排管安装时应按设计要求校正水平,不得有高低不平,或倾斜现象,安装技术要求见表9—2。

(5)翅片管翅片规格及片距未经设计单位同意,不得任意更改,翅片管绕制前,必须单个试压检漏,严格检查管子质量。缠绕式翅片每绕1米须用气焊点焊两处,严禁焊穿,翅片与管壁必须紧密贴合,不得松动。

(6)安装排管用的吊点钢材材质一律采用A3钢。

排管安装技术要求

表 9—2

检查部位	允许偏差
1.主管上套支管时孔的位置: 顺轴线方向位移 横轴线方向位移	$\leq 1.5(\text{mm})$ 不允许
2.同一冷间内各组排管的标高	$\pm 5(\text{mm})$
3.横管式排管各横管的平行度	$\leq \frac{1}{2000}$
4.立管式排管各立管的平行度	$\leq \frac{1}{1000}$
5.排管平面的翘曲(一角扭出平面的距离)	$\leq 3(\text{mm})$
6.顶排管的水平误差	$\leq \frac{1}{2000}$
7.顶排管中部上下弯曲	不允许

(7)排管制成后涂红丹两道。

2.冷风机

(1)冷风机安装前应具有工厂检验试压合格证,如无试压证明,用1600kPa(表压力)气压试漏,并进行吹污。

(2)立式冷风机水盘必须试漏后方得安装,要注意水盘与下水管口焊接处不得渗漏。严格防止冲霜水和地面水沿下水道渗入地面保温层。

(3)冷风机安装必须平整,不得歪斜,特别是吊顶式冷风机严格要求安装水平,以免配水不均,影响融霜效果。

(4)通风机及电动机加固螺栓须加弹簧垫圈。

(5)冷风机安装完毕后,应开动通风机检查通风机有无震动、风叶转向及有无擦壳现象,开冲霜水阀,检查配水是否均匀满布,冷风机壳体及档板有无漏水、漏风现象,并作全面调整。

(四)测量仪表

1.所有测量仪表均采用氨专用产品。

2. 压力测量仪表应用标准压力表校正, 温度测量仪表应用标准温度计校正, 并做好记录。

3. 冷凝器、油分离器、贮氨器、再冷却器、集油器、加氨站等高压容器及氨压缩机排气管道上用 $-100—0—2500\text{kPa}$ 压力表; 氨液分离器、低压循环桶、中间冷却器、空气分离器、分配站及氨压缩机吸入管道上用 $-100—0—1600\text{kPa}$ 压力表。氨用压力表等级应不低于2.5级精度。

4. 所有仪表应安装在照明度良好, 便于观察, 不妨碍操作检修的地方, 安装在室外的仪表, 应增加保护罩, 防止日晒雨淋。

5. 压力控制器和温度控制器安装前必须经过校验, 并安装在不震动的地方。

(五) 阀门

1. 氨系统用各种阀门(如截止阀、节流阀、止回阀、电磁阀、安全阀等)均须用氨专用产品。

2. 安装前除制造厂铅封的安全阀外, 必须将阀门逐个拆卸, 清洗油污、铁锈。电磁阀的阀芯组件清洗时不必拆开, 电磁阀的垫片不允许涂抹黄油, 只要求沾冷冻油安装。

3. 截止阀、止回阀、电磁阀等阀门应检查阀口密封线有无损伤, 有填料的阀门须检查填料是否能密封良好(必要时须加以更换)。

4. 截止阀清洗后, 应将阀门启闭4—5次, 然后关闭阀门, 用压缩空气进行试漏(或注入煤油, 经2h不渗漏才为合格)。

5. 电磁阀、浮球式和电容式液位控制器等安装前须检验是否灵敏可靠。

6. 各种阀门安装时必须注意氨的流向, 不可装反。

7. 阀门必须安装平直。

8. 安全阀安装前应检查铅封情况和出厂合格证, 若规定压力与设计不符时, 应按专业技术规定将该阀进行调整, 做出调整记录, 请主管人员检查

合格后,然后再进行铅封。高压容器及管道上装设的安全阀,开启压力为1850kPa;低压和中压容器及管道上装设的安全阀,开启压力为1250kPa(均指表压力)。

(六) 系统管道

1. 氨系统管道一律采用无缝钢管,无缝钢管的质量要求同冷却排管的制作要求。

2. 氨系统管道应尽量避免突然的向上和向下的连续弯曲,以减少管道阻力,避免气封、液封和油封的形式。

3. 从氨压缩机到冷凝器的高压排气管道穿过砖墙时,应留有20—30mm空隙,以防震坏砖墙。

4. 管道安装应符合施工图要求。并注意下列管段不得形成倒坡。

(1) 氨压缩机排气管道应坡向油分离器。

(2) 低压循环桶至氨压缩机的吸入管段,应坡

向低压循环桶。

5. 高压排气管道必须加固牢实,不得有震动现象。

6. 系统连接

(1) 丝扣连接。

①管子外径在D25mm及以下者与设备阀门的连接可采用丝扣连接。

②丝扣连接处应抹氧化铅与甘油调制的填料,在管子丝扣螺纹处涂匀(不要涂在阀内)或用聚四氟乙烯塑料带作填料,填料不得突入管内,以免减小管子断面。严禁用白漆麻丝代替。

(2) 法兰连接:管子外径在D32mm及以上者,与设备阀门的连接,一律采用法兰连接,法兰应采用A3号镇静碳素钢制作的凹凸面平焊法兰,当工作温度在-21—-40℃时,法兰的材质应采用16锰钢。法兰表面应平整和相互平行,不得有裂纹以及其它降低法兰强度或连接可靠性的缺陷,在凹口内必须放置厚度为2—3mm的中压石棉橡胶板垫圈,垫圈不得有厚薄不均,斜面或缺口。

(3) 焊接:

①氨系统管道之间的连接一般采用气焊, 管壁厚度超过3.5mm可用电焊, 选用焊条成份要与管材相适应, 常用的气焊条为0.8钢气焊条, 常用的电焊条对于一般A3钢可选用结422—424、427焊条, 对于16锰钢可选用结502、503、507焊条。

②管道成直角焊接时, 应按制冷剂流动方向弯曲。

③两根小管径(D38mm及以下者)管子直角焊接时应用大一号管径的管子焊接。

④不同管径的管子直线连接时, 应将大管径管子的焊接端滚圆缩小到与小管径管子相同后才能焊接, 也可采用成品异径管(即无缝钢管同心大小头或偏心大小头)。

⑤每一焊口的焊接次数最多不得超过两次。超过两次时, 应将焊口锯掉另换管子焊接。

⑥焊接一般应在0℃以上条件下进行, 如果气温低于0℃, 焊接前应注意清除管道上水气、冰

霜。必要时可预先加热管道。保证焊接时焊缝能自由伸缩。

(4)连接管道的法兰、零件和焊缝不应埋于墙内或不便检修的地方。管道放在支架上不应衬硬垫木, 但包有保温层的管道应衬硬垫木, 硬垫木应预先涂刷沥青, 硬垫木厚度不低于50mm。

(5)在液体主管上接支管, 应从主管的底部接出; 在气体主管上接支管, 应从主管的上部接出。

(6)当吸气管和排气管设于同一支架或吊架时, 吸气管应放在排气管的下面, 其管间的距离不应小于200—250mm。

7. 弯管

(1)管子外径在D57mm及以上者一般应采用热弯。

(2)管子外径D57mm以下者, 当采用热弯时其弯曲半径不得小于管子公称直径的3.5倍。大于D57mm管子采用热弯时其最小弯曲半径应符合表9—3要求。

(3)弯管质量要求见表9—4。

D57mm以上管道热弯时最小弯曲半径 表 9—3

序 号	管道规格(mm)	最小弯曲半径(mm)
1	D57×3.5	200
2	D76×3.5	250
3	D89×3.5	300
4	D108×4.0	350
5	D133×4.0	400
6	D159×4.5	500
7	D219×6.0	700
8	D245×8.0	740

弯管质量要求

表 9—4

检 查 部 位	允许偏差
1.弯管横断面的椭圆率	≤4%管径
2.弯管后的管壁减薄	≤6%管壁厚度
3.180°弯头的平行度(指曲线起点)	≤2mm
4.90°弯头的垂直度(指曲线起点偏离垂直线)	≤3mm
5.弯曲部分的折波	不允许

(4)除了氨压缩机排气管道采用热弯外,其余弯头也可采用成品冲压弯头,但弯头的曲率半径应

选 $R \geq 1.5D$ 者。

(七)系统试压、排污、检漏、抽真空

1.系统试压

(1)氨系统管道安装完毕后,应以压缩空气进行试压。试压前除机器本身阀门关闭外,所有手动阀门均开启,电磁阀和止回阀等阀芯组体应取出编号保存,以保证管路畅通和避免水气锈蚀。

(2)高压部分,从氨压缩机排出口起经冷凝器到分配站,试压压力采用1800kPa(表压力);低压部分,从分配站起经蒸发器到氨压缩机吸入口,试压压力采用1200kPa(表压力)。试压开始6h内,气体冷却的压力降不大于30kPa,以后18h内,当室内温度恒定不变时压力不再下降为合格。当室内温度是根据气温在变化时,其压力下降值不应超过按公式(9—1)计算的计算值。如超过计算值,应进行检漏,查明后消除泄漏,并应重新试验,直至合格。要防止草率从事,避免投产后产生

一系列不良后果。

$$\Delta p = p_1 - p_2 = p_1 \left(1 - \frac{273 + t_2}{273 + t_1} \right) \quad (9-1)$$

式中： Δp ——压力降(kPa)。

p_1 ——试验开始时系统中的气体压力(kPa)。

p_2 ——试验结束时系统中的气体压力(kPa)。

t_1 ——试验开始时系统中的气体温度(°C)。

t_2 ——试验结束时系统中的气体温度(°C)。

(3)中间冷却器等中间压力下工作的容器试压采用1200kPa(表压力)。

(4)氨泵、浮球液位控制器等试压时可暂时隔开。

(5)玻璃液位指示器应采用板式，中、低压容器如采用管式，其玻璃管必须用1800kPa(表压力)高压玻璃管。系统开始试压时须将玻璃液位指示器两端阀门关闭，待压力稳定后再逐步打开两端阀门。

(6)空气试压工作应用空气压缩机进行，压缩空气进入系统前最好经过贮气罐，以避免水气进入

系统。管道可用涂肥皂水的方法进行检漏。

(7)如空气压缩机确实无法解决，采用氨压缩机代替时，必须严格遵守下列规定：

①在空气吸入口设过滤装置，运转时应间歇进行，逐渐加压，务使排气温度不超过140°C。

②氨压缩机吸、排气压力差不得超过1400kPa，严禁用堵塞安全阀的办法来提高压力差。

③试压完毕后，氨压缩机必须进行清洗检查，并更换冷冻油。

④如发现系统有泄漏现象，必须将系统压力降至大气压力后才可补焊，不得在有压力条件下进行补焊。

2. 系统排污

(1)氨系统排污，应用不超过600kPa(表压力)压缩空气吹污，次数一般不少于3次，直到排出气体不带水蒸气、油污、铁锈等杂物为止。

(2)氨系统试压排污完毕后，应将系统中所有阀门(除安全阀外)的阀芯拆卸清洗。

3. 系统抽真空试验

(1) 氨系统排污后才能进行抽真空试验。

(2) 系统中所有阀门都开启。

(3) 抽真空最好分数次进行，以使系统内压力均衡。

(4) 抽真空计量应采用U形水银压力计，从压力表阀接入，以使读数准确。

(5) 采用真空泵将系统抽至剩余压力小于 5.333kPa (40mmHg)，保持 24h ，系统升压不应超过 0.667kPa (5mmHg)。各地区海拔高度不同，应参照当地大气压力实际值制定系统抽真空应达到的真空度数。

4. 系统氨试漏

(1) 系统经试压和抽真空合格后方可用少量氨试漏。

(2) 氨试漏应分段、分间进行，以 200kPa (表压力) 氨气试漏，不得向系统灌入大量氨液。

(3) 氨试漏可用酚酞试纸检漏。

(4) 如发现系统有泄漏现象，必须将系统氨抽净并与大气连通后方可补焊，严禁在系统含氨情况

下补焊。

(八) 设备和管道保温

1. 氨系统管道和设备只有在上述试压试漏合格后，在灌注制冷剂以前进行包保温层。

2. 机房内在蒸发压力下工作的设备和管道以及其它低温设备和管道 (中间冷却器、及其蛇形管出液管，低压循环桶及有关低温液管，分配站等) 均须包保温层。

3. 冷库内安装在楼梯间、穿堂和门斗的制冷设备和管道，均包保温层。除冻结物冷藏间本房间的供液管、回汽管或排液管不包保温层外，通过其它冷间的供液、回汽、排液管道均须包保温层，该保温层需包到通过隔墙后 500mm 处截止。

4. 冻结间的供液、回汽、排液管道均包保温层。

5. 自动阀门 (如止回阀、电磁阀等) 一律不包保温层，并且须露出两端法兰。安装浮球式或电容

式液位控制器的金属管，以及低温管路中过滤器的法兰处，均不包保温层。

6. 在机房中包保温层的垂直立管（除靠墙者外）必须按施工图包成圆形。

7. 保温层在通过隔墙（或保温墙）时必须连续而不能中断。

8. 保温层施工时应严格按设计要求施工，采用软木作保温层，必须与设备或管道粘贴牢实，不得留有空隙，有空隙处必须以碎软木和沥青填实，每层之间要错缝敷设。防潮层必须有一定的搭接，并粘贴严密，防止水汽渗入保温层。为防止保温层保护壳龟裂，必须在防潮层外面绑扎钢丝网，然后用1：2.5水泥砂浆（其中加入按重量比为2%的麻刀）作抹面。抹面必须平整圆滑，外形美观。

9. 机房内在冷凝压力下工作的设备和管道，一律不包保温层。

10. 融霜用热氨管不论在何处，均应缠绕75mm厚石棉绳保温，也可用石棉制品保温。保温层外需裹隔气材料并涂热沥青两道。设备间及制冰间的融

霜管须作石棉水泥抹面，并按规定刷油漆。

（九）管道油漆

在制冷管道上，由于管道种类较多，为了加强管理，便于识别各种管道和设备的性质，介质流向，因此在管道或设备的外壁或保温层外涂上不同颜色的油漆，或者涂上相同的浅色油漆后并以另外的不同颜色油漆的箭头标志，以示区别各种管道的种类，并示出管道内介质的流向，对于没有保温层的管道或设备的外壁，必须涂以红丹防锈漆后，方能涂色油漆。一般防锈漆及色油漆均各刷两道。

制冷管道和设备涂色油漆常用的有下列几种：

排气管、热氨管	铁红色
高压氨液管、贮氨器	黄色
吸入管、低压循环桶	天蓝色
低压氨液管	米黄色

安全管	红色
放油管	棕色
水管	绿色
盐水管	灰色
氨压缩机及辅助设备	按出厂涂色
冷凝器、油分离器	银白色
各种阀体	黑色
截止阀手柄	黄色
节流阀手柄	红色

(十) 系统灌氨

1. 系统灌氨必须在试压，试漏和保温工作全部完工后，才能向系统灌氨，严禁在上述工作未完成前向系统灌氨。

2. 灌氨时必须严格遵守《冷库氨制冷装置安全技术规程》中有关规定进行。

3. 灌氨时应分段、分间进行，先灌少量氨，如

发现有渗漏，应先将该设备或管段内的氨抽尽。并与其它部分隔断，连通大气后再进行修补。整个系统不渗漏方能正式灌氨。

4. 灌氨时注意事项如下：

(1) 操作人员必须准备橡皮手套。现场要准备防氨面具、防护眼镜以及急救药品。严禁在现场吸烟或明火作业。

(2) 加氨前后应对氨瓶进行称重记录，累计灌氨量。

(3) 将氨瓶放在瓶架上(倾斜度 30° — 40°)，头部向下，用耐压橡胶管将瓶上阀门与加氨站阀门连接好，注意氨瓶阀口应向上。

(4) 先打开加氨站及通向系统的各个阀门，再慢慢打开瓶上的角阀，氨液借氨瓶和系统的压差进入系统。当氨瓶内发出嘶嘶声，瓶下部的白霜融化时说明氨液已加完，此时应先关闭氨瓶上的角阀，然后再关闭加氨站上的阀门。

(5) 拆下氨瓶阀口联接器，空瓶过磅计重后，再换上新瓶继续灌氨。

(6) 采用氨槽车灌氨时, 应使氨槽车尽量靠近加氨站, 以减少氨液流动阻力。氨槽车与系统连接的加氨管应是无缝钢管及局部用耐压橡皮管(经受3000kPa表压力), 以防爆裂发生危险。

(十一) 试运转

氨系统灌氨后, 应将氨压缩机逐台进行负荷试运转, 每台最后一次连续运转时间不得少于24h, 每台累计运转时间不得少于48h。当系统负荷试运转正常后, 才能提请验收。

(十二) 验收投产

1. 制冷安装全部竣工, 负荷试运转合格后, 按机械设备安装工程施工及验收规范TJ231(一)-75《通用规定》、TJ231(五)-78《压缩机、风机、泵、空气分离设备安装》及GBJ66-81《制冷设备安装工程施工及验收规范》中有关规定进行检

验, 并办理正式验收手续。

2. 土建冷库试车降温时必须缓慢地逐渐降温, 使建筑物内部水分能在降温过程中逐渐向外挥发。室温+2℃以上时每天降温3—5℃, 室温在降至+2℃时, 应保持3—5天, 使建筑物结构内的游离水份尽量被抽析出来, 达到尽可能的干燥程度。室温在+2℃以下时每天允许降温4—5℃。

装配式冷库降温, 不存在抽析水份问题, 但也要注意不同材料冷缩快慢不同, 每天降温以5—7℃为宜。

二、氟制冷系统安装和验收

本说明是设计文件之一, 是制冷设计对安装工程的技术要求, 安装工程除应按施工图施工外, 本说明具有同样效力。

(一) 机房设备安装

1. 各种氟压缩机的安装要求(包括试车及验收

要求)应符合机械设备安装工程施工及验收规范 TJ231(一)-75《通用规定》、TJ231(五)-78《压缩机、风机、泵、空气分离设备安装》及GBJ 66-84《制冷设备安装工程施工及验收规范》中有关规定和要求。

2.整体成套的氟压缩冷凝机组或氟压缩机组如在出厂前已进行过运转试验,并灌进氟利昂,一般只需进行外观的清洁和检查,不须拆卸检查机件内部零件。分组成套或散装供应的设备,如氟压缩冷凝机组或氟压缩机组在出厂前进行过运转试验,无特殊情况下,一般不须拆检机器内部。如对机器清洁有怀疑时,应拆检内部的清洁情况。

3.对于单独分装的蒸发器、冷凝器和联接管道等应检查内部的清洁情况,设备用瓶装氮气吹净残余的泥沙杂物,联结管道用金属丝刷和旧布拉擦,不得在内壁上留有脏污。清洗工作进行得越彻底越好。

4.氟压缩冷凝机组或氟压缩机的基础必须放在实土上。基础用150号素混凝土制作,浇灌高度须

比图注尺寸低25—30mm。基础预留孔洞尺寸,必须与实物核对螺孔位置及螺栓长度。为防止捣制时移动位置,也可用模板制作。浇灌前应校对电线及上下水管道位置。

5.机组就位前应将预留螺栓孔清扫干净,孔内不得存有灰土、木屑等杂物。螺孔灌浆用300号细石混凝土,并须严格捣实。机组用垫铁来校正水平,均匀地旋紧地脚螺栓,螺栓顶应比螺帽上平面高2—3mm,并复验机组安装的水平度,然后用水磨石抹面或贴马赛克面层,也可按图纸要求作保护层。

6.机组安装完毕后应进行空车运转6h,空车运转合格后进行负荷运转24h,负荷运转后根据润滑油脏污情况,以决定是否更换润滑油及清洗活塞。

7.氟压缩冷凝机组及设备运到后,根据装箱清单清点和外观检查,有无合格证。如无合格证,则应进行单体试压,冷凝器、油分离器、贮液器、中间冷却器、汽液分离器及热交换器等试压要求见表

9—5 (均指表压力)。

容器的设计压力和试验压力kPa 表9—5

工作介质		设计压力	试验压力	
			强度试验	密封性试验
R22	高压	2000	3000	2000
	低压	1600	2400	1600
R12	高压	1600	2400	1600
	低压	1000	1600	1000

(二) 冷间冷却设备

1. 冷却排管

(1) 各型冷却排管的制作及安装必须符合图纸要求。

(2) 制作冷却排管用的无缝钢管(或铜管)须逐根检查管子质量,制作前管子内外须清除氧化物,管内必须十分清洁,除过氧化皮的管子两端用

木塞塞好,防止砂石进入,并不得露天放置,防止生锈。

(3) 排管制成后,须进行单体试压和吹污。对R22排管采用1600kPa(表压力)气压,对R12排管采用1000kPa(表压力)气压,以试验其渗透性。

(4) 排管安装时应按设计要求校正水平,不得有高低不平或倾斜现象,具体技术要求见表9—2。

(5) 安装排管用的吊点钢材材质一律采用A3钢。

(6) 无缝钢管做的排管制成后涂红丹两道。

2. 冷风机

(1) 冷风机安装前应检验工厂试压合格证,如无试压证明,应进行气压试验,试验压力与冷却排管的试验压力相同,并进行吹污。

(2) 冷风机安装必须平直,不得歪斜。特别是吊顶式冷风机严格要求安装水平,以免配水不均,影响冲霜效果。

(3) 通风机和电动机固定螺栓须加弹簧垫

圈。

(4) 冷风机水盘必须试漏后方得安装。要注意水盘与下水管口焊接处不得有渗漏, 要严格防止冲霜水沿下水道渗入地面保温层。

(5) 冷风机安装完毕后, 开动通风机检查通风机有无震动和风叶擦壳及叶片转向等, 并作调整。开冲霜水阀, 检查配水是否均匀满布, 冷风机壳体和挡板有无滴水、漏风现象, 水盘有否溅水等。

(三) 测量仪表

1. 所有测量仪表均须采用氟专用产品。

2. 压力测量仪表应用标准压力表校正, 温度测量仪表应用标准温度计校正, 并做好记录。

3. 高压容器及管道应装—100—0—2500kPa压力表。中、低压容器及管道应装—100—0—1600kPa压力表。压力表等级应不低于2.5级精度。

4. 所有仪表应安装在照明良好, 便于观察, 不妨碍操作检修的地方。安装在室外的仪表, 应增加保护罩, 防止日晒雨淋。

5. 压力控制器和温度控制器安装前必须经过校验, 并安装在不震动的地方。

(四) 阀门

1. 氟系统用各种阀门(如截止阀、节流阀、热力膨胀阀、电磁阀、恒压阀、止回阀及安全阀等)均须用氟专用产品, 所有阀门应弄清流向, 按标示的流向安装。

2. 电磁阀在安装前应通电检验是否灵敏可靠, 供电电压应与铭牌相符。供液电磁阀阀前应加过滤器, 阀后应尽量靠近热力膨胀阀。

3. 热力膨胀阀应符合设计选定的型号和规格。焊接法兰时必须将法兰与阀体分解, 以免影响膨胀阀的装配结构。感温包要绑在蒸发器出口水平回汽管上, 绑扎位置的角度因感温包的充注方式不同各

有差异，应按照该阀说明书中要求进行绑扎。感温包和回汽管一般不包保温材料。外平衡热力膨胀阀的外部平衡管，安装在回汽管感温包的下游，见图

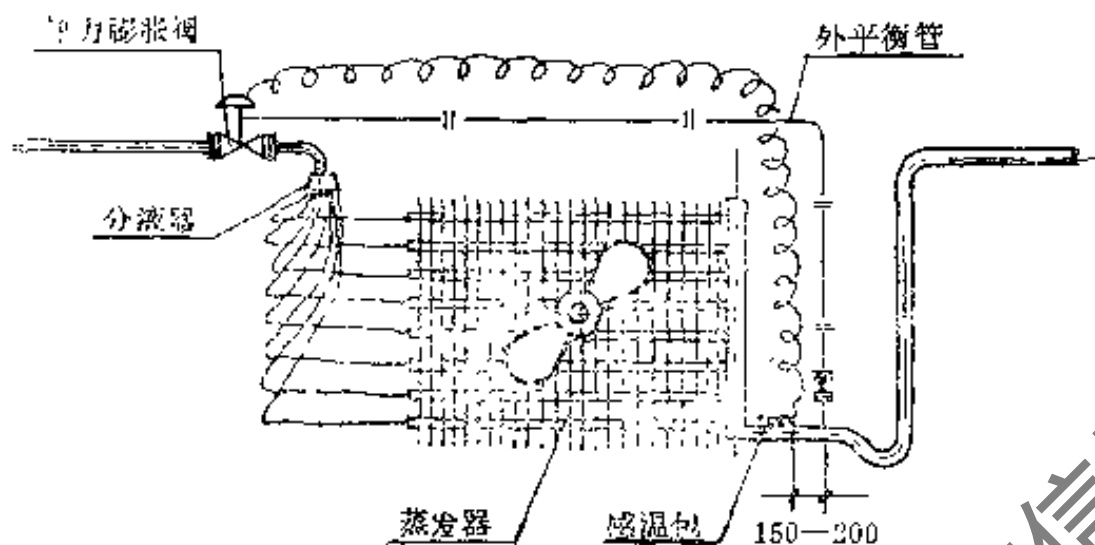


图 9-1 热力膨胀阀与分液器的安装图

9-1，外平衡管应添加阀门连接在水平管的顶部，以便于拆修。热力膨胀阀后的分液器朝下、朝上安装均可，但不宜横装。

4. 截止阀、止回阀、电磁阀等阀门应检查阀口密封线有无损伤，有填料的阀门须检查填料是否能密封良好（必要时须加以更换）。

5. 安全阀在安装前，应检查铅封和出厂合格证，若其规定压力与设计不符时，应按规定将该阀拆封进行调整，做出调整压力的记录，经检查合格后再进行铅封。安全阀的开启压力值见表 9-6（均指表压力）。

6. 阀门清洗后，应将阀门启闭 4—5 次，然后关闭阀门，用氮气进行试漏（或注入煤油，经 2 h 不渗漏才合格）。

7. 阀门必须安装平直。

安全阀开启压力值 kPa 表 9-6

容器及系统管道类别	R22	R12
高压侧	1300	1400
低压侧	≤1050	≤1050

（五）系统管道

1. D22 以下的管道用紫铜管，D22 以上的管道

用无缝钢管。安装前必须逐根检查管子质量，清除杂质和氧化皮，管内必须十分清洁。清洁好的管道必须两端用木塞堵住，并不得露天存放。紫铜管及无缝钢管内壁不宜镀锌。

2. D32以下的无缝钢管采用气焊，D57及以下的无缝钢管用气焊或电焊，选用焊条成分要与管材相适应，常用的气焊条为0.8钢气焊条，常用的电焊条为T422或T423。

3. 铜管与铜管或铜管与钢管的焊接可采用银焊或铜焊。银焊条选用银基钎料（料303）或银磷钎料（料204），料303焊剂用剂101、剂102、剂103或硼砂，料204不必加焊剂。焊接一般在0℃以上进行，如低于0℃时，焊前应注意清除管道上的水汽、冰霜，必要时可先预热，保证焊缝可以自由伸缩。

4. 铜管道焊接形式见图9—2、9—3、9—4、9—5。银焊的套接长度和间隙见表9—7。



图9—2 铜管对接

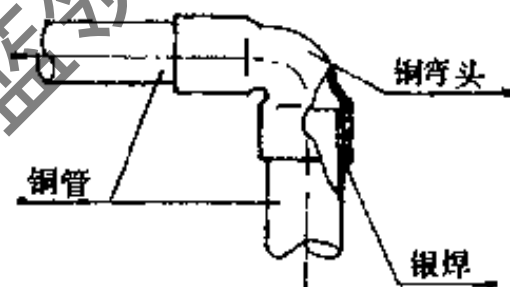


图9—3 铜管弯头连接

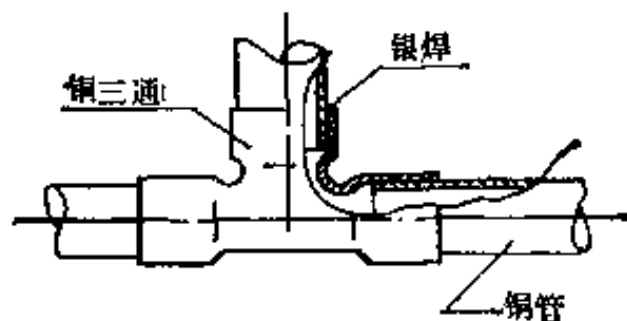


图9—4 铜管三通连接

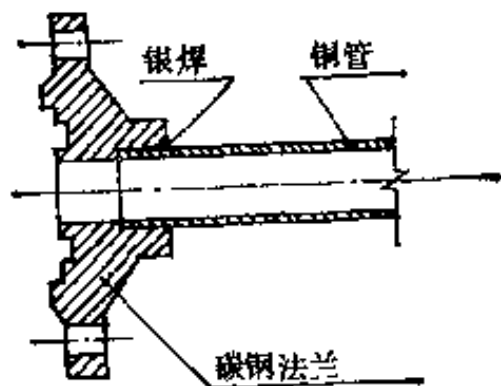


图 9—5 铜管与法兰焊接

5. 管道与设备、阀件等的连接。采用可拆连接，用法兰、丝扣、喇叭口接头等连接方式。法兰连接垫片采用 $\delta = 1 - 2 \text{ mm}$ 耐油石棉橡胶板，垫片安装前应用冷冻油浸过。管径小于D22的紫铜管，直接将管口做成喇叭口，用接头及接管螺母压紧连接。使用时接管螺母先套在紫铜管上，然后用挤喇叭口工具将紫铜管管端挤压出直径小于接管螺母内径的 90° 喇叭口，见图 9—6、表 9—8。在

银焊的套接长度和间隙表

表 9—7

管 径 (mm)	最小套接长度 (mm)	套接间隙 (mm)
5以上及8	6	0.05—0.35
8—12	7	
12—16	8	0.05—0.45
16—25	10	
25—35	12	0.05—0.55
35—45	14	

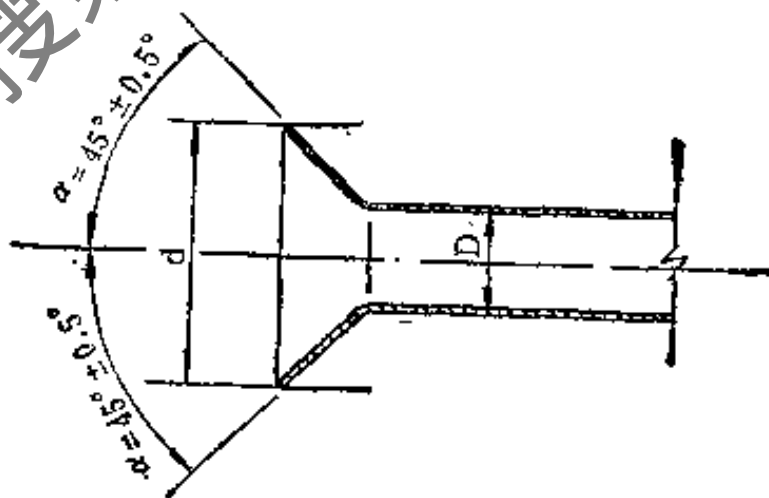


图 9—6 喇叭口外形图

挤喇叭口前，应将紫铜管端部进行退火处理，以免喇叭口部位的管壁裂开，然后将接管螺母与接头拧紧，即达到连接管道的目的。丝扣连接采用氧化铅

喇叭口尺寸规格 表 9—8

紫铜管外径D(mm)	喇叭口外径d(mm)	喇叭口角度 2α
6	9	$90^\circ \pm 1^\circ$
8	11	
9	13	
10	13	
12	15	
16	19	
19	23	
22	26	

与甘油调制的填料，在丝扣螺纹处涂匀，或用聚四氟乙烯塑料带作填料。

6. 氟系统管道应有坡度，排气管有 1—2 % 坡向油分离器，吸入管由蒸发器坡向氟压缩机方向，有不小于 2 % 的坡度。

7. 当蒸发排管采用分液器供液时，分液器的分

液管根数必须与蒸发排管的组数相一致，各分液管的内径，长度和压力损失应基本相同，封闭一根或几根不需用的分液管，将会造成各蒸发排管供液的不均。为了减少分液器和分液管中的阻力和冷量损失，分液器应尽可能装在靠近蒸发排管的进液端，热力膨胀阀与分液器的间距也要尽量短。分液器的安装位置应尽量保持垂直，见图 9—1。分液器和分液管的内壁，以及焊接处均要求光滑和清洁。

8. 对无缝钢管，弯管的最小弯曲半径见表 9—3。弯管质量要求见表 9—4。弯头也可采用曲率半径 $R \geq 1.5D$ 的成品冲压弯头。

(六) 系统排污、试压、检漏

1. 系统排污，系统安装完毕后用 600kPa (表压力) 氮气进行分段吹污，而后全系统吹污，排污不得少于 3 次，并用白纸在排污口试验，直到排出气体不带水蒸汽、油污、铁锈等杂物为止。

2. 系统排污后，应以氮气进行试压 (氟利昂制

冷剂对于水的溶解极低，要求系统中无水分，否则热力膨胀阀将出现冰塞。压缩空气中含有水份，不宜使用）。系统试压要求见表9—9（均指表压力）。瓶装的高压氮气一定要经减压表灌注。

3. 试压时，除压缩机的吸、排气阀，安全阀前的截止阀及连通大气的阀以外，开启管道上所有阀门，通过加氟阀向全系统灌注氮气。当系统达到规定压力后，用肥皂液检查各焊口、法兰和阀门，仔细观察有否泄漏。泄漏大的地方有微小声音，并出

系统试压值kPa 表9—9

系统类别	R22	R12
高压侧	1800	1600
低压侧	1200	1000

现大的泡沫，渗漏小的地方则间断出现小泡沫，所以检漏必须仔细，并反复检查3—5次。发现渗出处应作出记号，在卸压后进行修补，再如法进行试

压，直至渗漏彻底消除。然后使系统保持24—48h，如压力不降低，则试压合格。由于环境温度变化而压力有微小的升降是允许的，该压力升降值可参照公式（9—1）计算。

4. 为了确保系统的严密性，进一步排除和发现微量的泄漏（氟利昂制冷剂极易泄漏，它甚至能够从金属组织不严密的地方渗漏出去，故系统的检漏工作必须重视），可向系统充入少量的氟利昂制冷剂。充氟利昂检漏前，应将系统中的氮气放掉，在系统的压力回到0kPa（表压力）时，向系统灌注氟利昂，使系统压力达到100kPa（表压力），再充入氮气至规定的试验压力。此时应开启压缩机吸、排气阀门，机器也同时检漏。用卤素校漏灯进行充氟检漏，按氟利昂泄漏量的大小，火焰可呈微绿色、亮绿色、紫色等不同颜色。卤素灯火焰的颜色和R22的浓度关系见表9—10。卤素灯火焰的颜色和R12泄漏量的关系见表9—11。检漏器的灵敏度与R12泄漏量的关系见表9—12。

5. 系统排污、试压完毕后，应清洗所有阀芯。

(七) 抽真空试验

1. 气密性试验合格后要进行抽真空试验, 真空试验的目的是进一步对系统进行气密性检查以及排

卤素灯火焰的颜色和R22浓度关系 表9—10

火焰的颜色	R22浓度(容积%)
在暗处看见绿色	0.004
在亮处看见淡绿色	0.006
草绿色	0.013
带有淡紫色的绿色	0.044
紫绿色	0.07
带有淡紫色的紫绿色	0.12
紫色气体分解	0.6

除空气和其它不凝性气体, 并把系统中的水分蒸发排掉。

2. 抽真空试验应采用真空泵进行系统抽空。

• 574 •

卤素灯火焰的颜色和R12泄漏量的关系 表9—11

R12 泄 漏 量			火焰的颜色
(g/30d)	(L/30d)	(mm ³ /s)	
4	0.8	0.31	不能检出
24	4.8	1.85	微绿色
32	6.4	2.47	淡绿色
42	8.4	3.23	深绿色
114	22.8	8.78	深紫色
163	32.6	12.57	带紫的绿紫色
500	100	38.5	强紫的绿紫色

注: d为天, g为克, L为升, s为秒。

3. 用真空泵将系统抽至剩余压力小于1.333 kPa(10mmHg), 并连续运转10—24h, 以便使系统水分蒸发排掉。系统内剩余压力与水沸点关系见表9—13, 并保持系统内剩余压力1.333k Pa, 放置

检漏器的灵敏度与R12泄漏量 (15℃, 400kPa表压力)

表 9-12

灵 敏 度			泄 漏 量	
电子检漏器 (指针偏 转度)	水中气密 试验 (冒泡时间s)	卤素校 漏 灯	泄 漏 量 (g/a)	气体泄漏 速 度 (mm ³ /s)
0.05—0.1	不能检出	不能检出	0.65	0.004
0.2	30—60	不能检出	2.60	0.016
1.0	5—10	不能检出	5.20	0.030
满 度 值	1—2	不能检出	31.20	0.200
满 度 值	连续冒泡	在暗处可勉强 检出	81.00	0.510
满 度 值	连续冒泡	可以检出	312.00	1.970

注: a为年。

24h,系统升压不应超过0.667kPa (5mmHg),如回升较大应找出原因,是系统不严,还是由于系统内水分的蒸发,水蒸汽分压力上升引起的,如系统不严还要重做气密性试验。

系统内剩余压力与水沸点表

表 9-13

系统内剩余压力 (kPa)	水 沸 点 (℃)	系统内剩余压力 (kPa)	水 沸 点 (℃)
101.325	100	1.312	11
4.240	30	1.226	10
3.365	26	1.070	8
2.650	22	0.812	4
2.334	20	0.704	2
2.070	18	0.610	0
1.705	15		

(八) 设备和管道的保温和油漆

1.在上述试压和真空试验合格后,灌注氟利昂以前,对在蒸发压力下工作的设备和管道,位于常温房间内的要包保温层。

2.保温层施工时应严格按设计要求施工。保温层必须与设备和管道粘贴密实牢固,不得留有空隙。

3.在冷凝压力下工作的设备和管道一律不包保

温层。

4. 机房内的管道应漆下列各种颜色，以资识别。

排气管	铁红色
高压液管	黄色
吸入管	天蓝色
低压液管	米黄色
进水管	草绿色
出水管	深绿色
油管	棕色

(九) 充注氟利昂制冷剂

1. 氟系统充氟一般均采用气充法，在低压吸气侧注入氟气体，以后由压缩机逐渐吸进系统。

2. 系统充氟前须用氟先将连接管中空气赶出，以净化充氟管道。氟瓶要充前称重，以便记载充入量、氟瓶残存量。

3. 当充注到系统压力为500kPa（表压力）后，暂停充注，为慎重起见用检漏器对焊口、法兰、阀等各处仔细检查一遍。证明系统确无泄漏后再用压缩机继续加氟。

4. 氟的灌入量应根据设计要求，第一次一般只灌注80%，经过试运转循环降温，根据结霜和液位情况第二次再逐渐加入。

5. 充氟时应做好一切准备工作，并遵守操作规程。

(十) 试运转

系统充氟后即可转入试运转，试运转的目的是检查系统是否正常和充入的氟量是否适当。如充氟过多，会使吸气、排气压力过高，机器易冲缸，这时应将多余的氟抽出。如充氟不足，会产生吸气、排气压力偏低，膨胀阀不起作用，回气过热，库温降不下来等现象，这时应补充加氟，直至运转正常为止。

(十一) 验收投产

1. 制冷安装全部竣工, 负荷试运转合格后, 按机械设备安装工程施工及验收规范TJ231(一)-75《通用规定》、TJ231(五)-78《压缩机、风机、泵、空气分离设备安装》及GBJ66-84《制冷设备安装工程施工及验收规范》中有关规定进行检查, 并办理正式验收手续。

2. 土建冷库试车降温时必须缓慢地逐渐降温, 使建筑物内部水分能在降温过程中逐渐向外挥发。室温 $+2^{\circ}\text{C}$ 以上时每天降温 $3-5^{\circ}\text{C}$, 室温在降至 $+2^{\circ}\text{C}$ 时, 应保持 $3-5$ 天, 使建筑物结构内的游离水分尽量被抽析出来, 达到尽可能的干燥程度, 室温在 $+2^{\circ}\text{C}$ 以下时每天允许降温 $4-5^{\circ}\text{C}$ 。

装配式冷库降温, 不存在抽析水分问题, 但也要注意不同材料冷缩快慢不同, 每天降温以 $5-7^{\circ}\text{C}$ 为宜。

获取更多资料 微信搜索 制冷资料

第十章 常用材料

一、型 钢

1. 热轧圆钢 (GB702-86)



表10-1

直 径d (mm)	截面面积 (cm ²)	理论重量 (kg/m)	直 径d (mm)	截面面积 (cm ²)	理论重量(kg/m)
5.5	0.2376	0.186	10	0.7854	0.617
6	0.2827	0.222	11*	0.9503	0.746
6.5	0.3318	0.260	12	1.1310	0.888
7	0.3848	0.302	13	1.327	1.04
8	0.5027	0.395	14	1.539	1.21
9	0.6362	0.499	15	1.767	1.39

(续)

宽度 b (mm)	厚度 t (mm)																	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30
	理论重量(kg/m)																	
14	0.33	0.44	0.55	0.66	0.77	0.88												
16	0.38	0.50	0.63	0.75	0.88	1.00	1.15	1.26										
18	0.42	0.57	0.71	0.85	0.99	1.13	1.27	1.41										
20	0.47	0.63	0.79	0.94	1.10	1.26	1.41	1.57	1.73	1.88								
22	0.52	0.69	0.86	1.04	1.21	1.38	1.55	1.73	1.90	2.07								
25	0.59	0.79	0.98	1.18	1.37	1.57	1.77	1.96	2.16	2.36	2.75	3.14						
28	0.66	0.88	1.10	1.32	1.54	1.76	1.98	2.20	2.42	2.64	3.08	3.53						
30	0.71	0.94	1.18	1.41	1.65	1.88	2.12	2.36	2.59	2.83	3.36	3.77	4.24	4.71				
32	0.75	1.01	1.25	1.50	1.76	2.01	2.26	2.54	2.76	3.01	3.51	4.02	4.52	5.02				
35	0.82	1.10	1.37	1.65	1.92	2.20	2.47	2.75	3.02	3.30	3.85	4.42	4.95	5.50	6.04	6.87	7.69	
40	0.94	1.26	1.57	1.88	2.20	2.51	2.83	3.14	3.45	3.77	4.40	5.02	5.56	6.28	6.91	7.85	8.79	
45	1.06	1.41	1.77	2.12	2.47	2.83	3.18	3.53	3.89	4.24	4.95	5.65	6.36	7.07	7.77	8.83	9.89	10.60

(续)

寬 度 b (mm)	厚 度 t (mm)																	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30
	理 论 重 量 (kg/m)																	
50	1.18	1.57	1.96	2.36	2.75	3.14	3.53	3.93	4.32	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85	8.64	9.81	10.99	11.78
55		1.73	2.16	2.54	3.02	3.45	3.89	4.32	4.75	5.18	6.04	6.91	7.77	8.64	9.50	10.79	12.09	12.95
60	1.41	1.88	2.36	2.83	3.30	3.77	4.24	4.71	5.18	5.65	6.59	7.54	8.48	9.42	10.36	11.78	13.19	14.13
65	1.53	2.04	2.55	3.06	3.57	4.08	4.59	5.10	5.61	6.12	7.14	8.16	9.19	10.21	11.23	12.76	14.29	15.31
70	1.65	2.20	2.75	3.30	3.85	4.40	4.95	5.50	6.04	6.59	7.69	8.79	9.89	10.99	12.09	13.74	15.39	16.49
75	1.77	2.36	2.94	3.63	4.12	4.71	5.30	5.89	6.48	7.07	8.24	9.42	10.60	11.78	12.95	14.72	16.49	17.66
80	1.88	2.51	3.14	3.77	4.40	5.02	5.65	6.28	6.91	7.54	8.79	10.05	11.30	12.56	13.82	15.70	17.58	18.84
85	2.00	2.67	3.34	4.00	4.67	5.34	6.01	6.67	7.34	8.01	9.34	10.68	12.01	13.35	14.68	16.68	18.68	20.02
90	2.12	2.83	3.53	4.24	4.95	5.65	6.36	7.07	7.77	8.48	9.89	11.30	12.72	14.13	15.54	17.66	19.78	21.20
95	2.24	2.98	3.73	4.47	5.22	5.97	6.71	7.46	8.20	8.95	10.44	11.93	13.42	14.92	16.41	18.84	20.88	22.37
100	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85	8.64	9.42	10.99	12.56	14.13	15.70	17.27	19.63	21.98	23.55

(续)

宽度 b (mm)	厚度 t (mm)																	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30
理论重量 (kg/m)																		
105	2.47	3.30	4.12	4.95	5.77	6.59	7.42	8.24	9.07	9.89	11.54	13.19	14.84	16.49	18.18	20.61	23.08	21.73
110	2.59	3.45	4.32	5.18	6.04	6.91	7.77	8.64	9.50	10.36	12.09	13.82	15.54	17.27	19.00	21.59	24.18	25.91
120	2.83	3.77	4.71	5.65	6.59	7.54	8.48	9.42	10.36	11.30	13.19	15.07	16.96	18.84	20.72	23.55	26.38	28.26
125	2.94	3.93	4.91	5.89	6.87	7.85	8.83	9.81	10.79	11.78	13.74	15.70	17.66	19.63	21.50	24.53	27.48	29.44

注：表中粗线用以划分扁钢的组别：第一组—理论重量 $\leq 19\text{kg/m}$ ；第二组—理论重量 $> 19\text{kg/m}$ 。

3. 热轧等边角钢 (GB9787-88)

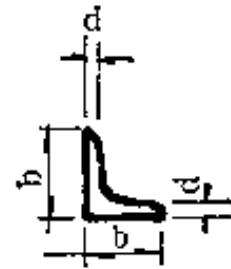


表10-3

角钢号数	尺寸 (mm)		理论重量 (kg/m)	角钢号数	尺寸 (mm)		理论重量 (kg/m)
	b	d			b	d	
2	20	3	0.889	2.5	25	3	1.124
		4	1.145			4	1.459

(续)

角钢号数	尺寸 (mm)		理论重量 (kg/m)	角钢号数	尺寸 (mm)		理论重量 (kg/m)
	b	d			b	d	
3.0	30	3	1.373	5.6	56	3	2.624
		4	1.786			4	3.446
3.6	36	3	1.056			5	1.251
		4	2.163			8	6.568
		5	2.654	6.3	63	4	3.997
4	40	3	1.852			5	4.822
		4	2.422			6	6.021
		5	2.976			8	7.409
4.5	45	3	2.088			10	9.151
		4	2.736	7	70	4	4.372
		5	3.369			5	5.397
		6	3.985			6	6.406
5	50	3	2.332			7	7.398
		4	3.059	8	8.373		
		5	3.770				
		6	4.465				

(续)

角钢号数	尺寸 (mm)		理论重量 (kg/m)	角钢号数	尺寸 (mm)		理论重量 (kg/m)
	b	d			b	d	
7.5	75	5	5.818	10	100	6	9.366
		6	6.905			7	10.830
		7	7.976			8	12.276
		8	9.030			10	15.120
		10	11.039			12	17.898
8	80	5	6.211	11	110	14	20.611
		6	7.376			16	23.257
		7	8.525			7	11.928
		8	9.658			8	13.532
		10	11.874			10	16.690
9	90	6	8.350	12.5	125	12	19.782
		7	9.656			14	22.809
		8	10.946			8	15.504
		10	13.476			10	19.133
		12	15.940			12	22.696
						14	26.193

(续)

角钢号数	尺寸 (mm)		理论重量 (kg/m)	角钢号数	尺寸 (mm)		理论重量 (kg/m)
	b	d			b	d	
14	140	10	21.488	18	180	12	33.159
		12	25.522			14	38.383
		14	29.190			16	43.542
		16	33.393			18	48.631
16	160	10	24.729	20	200	14	42.894
		12	29.391			16	48.680
		14	33.987			18	54.401
		16	38.518			20	60.056
							24

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

(续)

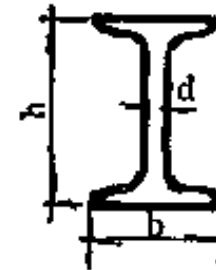
角钢号数	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)	角钢号数	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)
	B	b	d			B	b	d	
8/5	80	50	5	5.005	11/7	110	70	6	8.350
			6	5.935				7	9.656
			7	6.848				8	10.946
			8	7.745				10	13.476
9/5.6	90	56	5	5.661	12.5/8	125	80	7	11.066
			6	6.717				8	12.551
			7	7.756				10	15.474
			8	8.779				12	18.330
10/6.3	100	63	6	7.550	14/9	140	90	8	14.160
			7	8.722				10	17.475
			8	9.878				12	20.724
			10	12.142				14	23.908
10/8	100	80	6	8.350	16/10	160	100	10	19.872
			7	9.656				12	23.592
			8	10.946				14	27.247
			10	13.476				16	30.835

(续)

角钢号数	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)	角钢号数	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)
	B	b	d			B	b	d	
18/11	180	110	10	22.273	20/12.5	200	125	12	29.761
			12	26.464				14	34.436
			14	30.589				16	39.045
			16	34.649				18	43.588

注：括号内型号不推荐使用。

5. 热轧工字钢 (GB706-88) (YB163-63)



斜度 1 : 6 (普通)

1 : 12 (轻型)

表10-5

型号	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)	型号	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)	型号	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)
	h	b	d			h	b	d			h	b	d	
普通工字钢 (GB706-65)					普通工字钢 (GB706-65)					普通工字钢 (GB706-65)				
10	100	68	4.5	11.2	14	140	80	5.5	16.9	18	180	94	6.5	24.1
12.6	126	74	5	14.2	16	160	88	6.0	20.5	20a	200	100	7.0	27.9

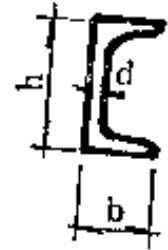
(续)

型号	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)	型号	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)	型号	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)
	h	b	d			h	b	d			h	b	d	
普通工字钢 (GB706-65)					普通工字钢 (GB706-65)					轻型工字钢 (YB163-63)				
20b	200	102	9.0	31.1	45a	450	150	11.5	80.4	14	140	73	4.9	13.7
22a	220	110	7.5	33.0	45b	450	152	13.5	87.5	16	160	81	5.0	15
23b	220	112	9.5	36.5	45c	450	154	15.5	94.6	18	180	90	5.1	18.4
25a	250	116	8	38.1	50a	500	158	12.0	83.6	18a	180	100	5.1	19.9
25b	250	118	10	42.0	50b	500	160	14.0	101	20	200	100	5.2	21.0
28a	280	122	8.5	43.5	50c	500	162	16.0	109	20a	200	110	5.2	22.7
28b	280	124	10.5	47.9	56a	560	166	12.5	106.3	22	220	110	5.4	24.0
32a	320	130	9.5	52.7	56b	560	168	14.5	115.1	22a	220	120	5.4	25.8
32b	320	132	11.5	57.7	56c	560	170	16.5	123.0	24	240	115	5.6	27.3
32c	320	134	13.5	62.8	63a	630	176	13.0	121.4	24a	240	125	5.6	29.4
36a	360	136	10.0	59.9	63b	630	178	15.0	131.3	27	270	125	6.0	31.5
36b	360	138	12.0	65.7	63c	630	180	17.0	141.2	27a	270	135	6.0	33.9
36c	360	140	14.0	71.3	轻型工字钢 (YB163-63)					30	300	135	6.5	36.5
40a	400	142	10.5	67.6	10	100	55	4.5	9.46	30a	300	145	6.5	39.2
40b	400	144	12.5	73.9	12	120	64	4.8	11.5	33	330	140	7.0	42.2
40c	400	146	14.5	80.2						36	360	145	7.5	48.6

(续)

型号	尺寸 (mm)			理论重量 (kg/m)	型号	尺寸 (mm)			理论重量 (kg/m)	型号	尺寸 (mm)			理论重量 (kg/m)
	h	b	d			h	b	d			h	b	d	
轻型工字钢 (YB163-63)					轻型工字钢 (YB163-63)					轻型工字钢 (YB163-63)				
40	400	155	8.0	56.1	55	550	180	10.3	89.8	70	700	210	13.0	138
45	450	160	8.6	65.2	60	600	190	11.1	104	70a	700	210	15.0	158
50	500	170	9.5	76.8	65	650	200	12.0	120	70b	700	210	17.5	184

注: 工字钢长度: 8—18号, 长5—19m; 20—70号, 长6—19m。



斜度 1:10

6. 热轧槽钢 (GB707-88) (YB164-36)

表10-6

型号	尺寸 (mm)			理论重量 (kg/m)	型号	尺寸 (mm)			理论重量 (kg/m)	型号	尺寸 (mm)			理论重量 (kg/m)
	h	b	d			h	b	d			h	b	d	
普通槽钢 (GB707-65)					普通槽钢 (GB707-65)					普通槽钢 (GB707-65)				
5	50	37	4.5	5.44	8	80	43	5.0	8.04	12.6	126	53	5.5	12.32
6.3	63	40	4.8	6.63	10	100	48	5.3	10.00	14a	140	58	6.0	14.53

(续)

型号	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)	型号	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)	型号	尺寸(mm)			理论重量 (kg/m)
	h	b	d			h	b	d			h	b	d	
普通槽钢 (GB707-65)					普通槽钢 (GB707-65)					轻型槽钢 (YB164-63)				
14b	140	60	8.0	16.73	32b	320	90	10.0	43.11	14a	140	62	4.9	13.3
16a	160	63	6.5	17.24	32c	320	92	12.0	48.13	16	160	64	5.0	14.2
16	160	65	8.5	19.75	36a	360	96	9.0	47.81	16a	160	68	5.0	15.3
18a	180	68	7.0	20.17	36b	360	98	11.0	53.47	18	180	70	5.1	16.3
18	180	70	9.0	22.99	36c	360	100	13.0	59.12	18a	180	74	5.1	17.4
20a	200	73	7.0	22.63	40a	400	100	10.5	58.93	20	200	76	5.2	18.4
20	200	75	9.0	25.77	40b	400	102	12.5	65.21	20a	200	80	5.2	19.8
22a	220	77	7.0	24.99	40c	400	104	14.5	71.49	22	220	82	5.4	21.0
22	220	79	9.0	28.15	轻型槽钢 (YB164-63)					22a	220	87	5.4	22.6
25a	250	78	7.0	27.41	5	50	32	4.4	4.84	24	240	90	5.6	24.0
25b	250	80	9.0	31.34	6.5	65	36	4.4	5.90	24a	240	95	5.6	25.8
25c	250	82	11.0	35.28	8	80	40	4.5	7.05	27	270	95	6.0	27.7
28a	280	82	7.5	31.42	10	100	46	4.5	8.59	30	300	100	6.5	31.8
28b	280	84	9.5	35.82	12	120	52	4.8	10.4	33	330	105	7.0	36.5
28c	280	86	11.5	40.22	14	140	58	4.9	12.3	36	360	110	7.5	41.9
32a	320	88	8.0	38.06						40	400	115	8.0	48.3

注：槽钢长度：5—8号，长5—12m，10—18号，长5—19m，20—40号，长6—19m。

2. 各种尺寸钢板面积表

表 10—8

长度 (mm)	宽 度 (mm)																			
	500	600	700	710	750	800	850	900	950	1000	1100	1250	1400	1500	1600	1800	2000	2200	2400	2500
	面										积 (m ²)									
500	0.250	0.300	0.350	0.355	0.375	0.400	0.425	0.450	0.475	0.500	0.550	0.625	0.700	0.750	0.800	0.900	1.000	1.100	1.200	1.250
600	0.300	0.360	0.420	0.426	0.450	0.480	0.510	0.540	0.570	0.600	0.660	0.750	0.840	0.900	0.960	1.080	1.200	1.320	1.440	1.500
1000	0.500	0.600	0.700	0.713	0.750	0.800	0.850	0.900	0.950	1.000	1.100	1.250	1.400	1.500	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.500
1200	0.600	0.720	0.840	0.852	0.900	0.960	1.020	1.080	1.140	1.200	1.320	1.500	1.680	1.800	1.920	2.160	2.400	2.600	2.880	3.000
1420	0.710	0.852	0.994	1.008	1.065	1.136	1.207	1.278	1.349	1.420	1.562	1.775	1.988	2.130	2.272	2.550	2.840	3.124	3.408	3.550
1500	0.750	0.900	1.050	1.065	1.125	1.200	1.275	1.350	1.425	1.500	1.650	1.875	2.100	2.250	2.400	2.700	3.000	3.300	3.600	3.750
1700	0.850	1.020	1.190	1.207	1.275	1.360	1.445	1.530	1.615	1.700	1.870	2.120	2.380	2.550	2.720	3.06	3.400	3.740	4.080	4.250
1800	0.900	1.080	1.260	1.278	1.350	1.440	1.530	1.620	1.710	1.800	1.990	2.250	2.520	2.700	2.880	3.240	3.600	3.960	4.320	4.500
2000	1.000	1.200	1.400	1.420	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.200	2.500	2.800	3.000	3.200	3.600	4.000	4.400	4.800	5.000
2200	1.100	1.320	1.540	1.562	1.650	1.760	1.870	1.980	2.090	2.200	2.420	2.750	3.080	3.300	3.520	3.960	4.400	4.840	5.280	5.500
2500	1.250	1.500	1.750	1.775	1.875	2.000	2.125	2.250	2.375	2.500	2.750	3.125	3.500	3.750	4.000	4.500	5.000	5.500	6.000	6.250
2800	1.400	1.680	1.960	1.988	2.100	2.240	2.380	2.520	2.660	2.800	3.080	3.500	3.920	4.200	4.480	5.04	5.600	6.160	6.720	7.000
3000	1.500	1.800	2.100	2.130	2.250	2.400	2.550	2.700	2.850	3.000	3.300	3.750	4.200	4.500	4.800	5.400	6.000	6.600	7.200	7.500
3500	1.750	2.100	2.450	2.485	2.625	2.800	2.975	3.150	3.325	3.500	3.850	4.375	4.900	5.250	5.600	6.300	7.000	7.700	8.400	8.750
4000	2.000	2.400	2.800	2.840	3.000	3.200	3.400	3.600	3.800	4.000	4.400	5.000	5.600	6.000	6.400	7.200	8.000	8.800	9.600	10.000
4200	2.100	2.520	2.940	2.982	3.150	3.360	3.570	3.780	3.990	4.200	4.620	5.250	5.880	6.300	6.720	7.560	8.400	9.240	10.08	10.50
4500	2.250	2.700	3.150	3.195	3.375	3.600	3.825	4.050	4.275	4.500	4.950	5.625	6.300	6.750	7.200	8.100	9.000	9.900	10.80	11.25

(续)

长 度 (mm)	宽 度 (mm)																			
	500	600	700	710	750	800	850	900	950	1000	1100	1250	1400	1500	1600	1800	2000	2200	2400	2500
	面 积 (m ²)																			
5000	2.500	3.000	3.500	3.550	3.750	4.000	4.250	4.500	4.750	5.000	5.500	6.250	7.000	7.500	8.000	9.00	10.00	11.00	12.00	12.50
5500	2.750	3.300	3.850	3.905	4.125	4.400	4.675	4.950	5.225	5.500	6.050	6.875	7.700	8.250	8.800	9.900	11.00	12.10	13.20	13.75
6000	3.000	3.600	4.200	4.260	4.500	4.800	5.100	5.400	5.700	6.000	6.600	7.500	8.400	9.000	9.600	10.80	12.00	13.20	14.40	15.00
7000	3.500	4.200	4.900	4.970	5.250	5.600	5.950	6.300	6.650	7.000	7.700	8.750	9.800	10.50	11.20	12.60	14.00	15.40	16.80	17.50
8000	4.000	4.800	5.600	5.680	6.000	6.400	6.800	7.200	7.600	8.000	8.800	10.00	11.20	12.00	12.80	14.40	16.00	17.60	19.20	20.00

3. 热轧厚钢板品种 (GB709-88)

表 10-9

厚 度 (mm)	宽 度 (m)									
	0.3—1.2	>1.2—1.5	>1.5—1.6	>1.6—1.7	>1.7—1.8	>1.8—2.0	>2.0—2.2	>2.2—2.5	>2.5—2.8	>2.8—3.0
	最 大 长 度 (m)									
4.5—5.5	12	12	12	12	12	6	—	—	—	—
6—7	12	12	12	12	12	10	—	—	—	—
8—10	12	12	12	12	12	12	9	9	—	—

(续)

厚 度 (mm)	宽 度 (m)									
	0.6—1.2	>1.2—1.5	>1.5—1.6	>1.6—1.7	>1.7—1.8	>1.8—2.0	>2.0—2.2	>2.2—2.5	>2.5—2.8	>2.8—3.0
	最 大 长 度 (m)									
11—15	12	12	12	12	12	12	9	8	8	8
16—20	12	12	12	10	10	9	8	7	7	7
21—25	12	11	11	10	9	8	7	6	6	6
26—30	12	10	9	9	9	8	7	6	6	6
32—34	12	9	8	7	7	7	7	7	6	5
36—40	10	8	7	7	6.5	6.5	5.5	5.5	5	—
42—50	9	8	7	7	6.5	6	5	4	—	—
52—60	8	6	6	6	5.5	5	4.5	4	—	—

注：1. 厚度 $>4-6$ mm的，其间隔为0.5mm； $>6-30$ mm的，其间隔为1 mm； $>30-60$ mm的，其间隔为2 mm。

2. 宽度间隔为50mm。

3. 长度为100mm的倍数，但不得小于1200mm。

4. 轧制薄钢板品种 (GB708-88)

表 10-10

厚 度 (mm)	宽 度 (mm)												
	500	600	710	750	800	850	900	950	1000	1100	1250	1400	1500
	长 度 (mm)												
热 轧 钢 板													
0.35, 0.4, 0.45,		1200		1000									
0.5, 0.55, 0.6,	1000	1500	1000	1500			1500	1500					
0.7, 0.75	1500	1800	1420	1800	1500	1700	1800	1900	1500				
	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000				
0.8, 0.9				1500			1500	1500	1500				
	1000	1200	1420	1800	1500	1700	1800	1900	1500				
	1500	1420	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000				
1, 1.1, 1.2,				1000					1000				
1.25, 1.4, 1.5,	1000	1200	1000	1500			1500	1500	1500				
1.6, 1.8	1500	1420	1420	1800	1500	1700	1800	1900	1500				
	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000				

(续)

厚度 (mm)	宽 度 (mm)													
	500	600	710	750	800	850	900	950	1000	1100	1250	1400	1500	
	长						度 (mm)							
热 轧 钢 板														
2,2.2,2.5, 2.8	500 1000 1500	600 1200 1500	1000 1120 2000	1500 1800 2000		1500 1700 2000	1000 1500 2000	1500 1800 2000	1500 1900 2000	1500 2000 3000	2200 3000 4000	2500 3000 4000	2800 3000 4000	3000 4000
3,3.2,3.5, 3.8,4				1000 1500		1500 1700 2000	1000 1500 2000	1500 1800 2000	1500 1900 2000	2000 3000 4000	2200 3000 4000	2500 3000 4000	2800 3000 4000	3000 3500 4000
冷 轧 钢 板														
0.2,0.25,0.3, 0.4	1000 1500	1200 1800 2000	1420 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000		1500 1800		1500 2000				
0.5,0.55,0.6	1000 1500	1200 1800 2000	1420 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000		1500 1800		1500 2000				

(续)

厚 度 (mm)	宽 度 (mm)												
	500	600	710	750	800	850	900	950	1000	1100	1250	1400	1500
	长 度 (mm)												
冷 扎 钢 板													
0.7, 0.75	1000	1200	1420	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500			
	1500	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1500		
0.8, 0.9	1000	1200	1420	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500			
	1500	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1500	2000	2000
1, 1.1, 1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 1.8, 2	1000	1200	1420	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500			2800
	1500	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	2000	2000	3000
	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2200	2500	3500
2.2, 2.5, 2.8, 3, 3.2, 3.5, 3.8, 4	500	600											
	1000	1200	1420	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500			
	1500	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800			
	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1800	2000			

5. 镀锌用原板和酸洗薄钢板 (YB181-65)

(1) 镀锌用原板和酸洗薄钢板品种

表 10-11

钢板厚度	允许偏差	钢 板 宽 度 和 长 度														
		490 × 800	510 × 710	530 × 760	710 × 1420	750 × 750	750 × 1500	750 × 1800	800 × 800	800 × 1200	800 × 1600	850 × 1700	900 × 910	900 × 1800	900 × 2000	1000 × 2000
0.25	±0.05	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.27		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.30		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.35		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.40		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.45		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.50		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.55	±0.06		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.61				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.65				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.70	±0.07			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.75				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	

(续)

钢板厚度	允许偏差	钢 板 宽 度 和 长 度															
		400× 800	510× 710	530× 760	710× 1420	750× 750	750× 1500	750× 1800	800× 800	800× 1200	800× 1600	850× 1700	900× 900	900× 1800	900× 2000	1000× 2000	
0.8	±0.08			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
0.9				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.0	±0.09				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.1					×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.2	±0.11				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.3					×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.4	±0.12				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.5					×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.6	±0.14				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.8					×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2.0	±0.15				×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

(单位: mm)

(2) 镀锌用原板和酸洗薄钢板的每张理论重量表

屋面、镀锌及酸洗薄钢板 (YB181-65)

表 10-12

厚 度 (mm)	宽 度 × 长 度 (mm)											
	400 × 800	510 × 710	530 × 750	710 × 1420	750 × 750	750 × 1500	750 × 1800	850 × 1700	900 × 900	900 × 1800	900 × 2000	1000 × 2000
	每 张 理 论 重 量 (kg)											
0.25	0.63	0.71	0.79	1.93	1.10	2.21	2.65	2.84	1.59	3.18	3.53	—
0.30	0.75	0.85	0.95	2.37	1.32	2.65	3.18	3.40	1.91	3.82	4.24	—
0.35	0.88	0.99	1.11	2.77	1.54	3.09	3.71	3.97	2.22	4.45	4.94	—
0.40	1.00	1.14	1.26	3.16	1.77	3.53	4.24	4.54	2.54	5.07	5.65	—
0.45	1.13	1.28	1.42	3.56	1.99	3.97	4.77	5.10	2.86	5.72	6.36	—
0.50	—	1.41	1.58	3.96	2.21	4.42	5.30	5.67	3.18	6.36	7.06	7.85
0.55	—	1.56	1.74	4.35	2.43	4.86	5.83	6.24	3.50	6.99	7.77	8.62
0.60	—	—	1.90	4.75	2.65	5.30	6.36	6.80	3.81	7.63	8.48	9.42
0.65	—	—	2.06	5.15	2.87	5.74	6.89	7.37	4.13	8.27	9.18	10.20
0.70	—	—	2.21	5.54	3.09	6.18	7.42	7.94	4.45	8.90	9.89	10.99
0.75	—	—	2.37	5.91	3.31	6.62	7.95	8.51	4.77	9.54	10.60	11.78
0.80	—	—	2.53	6.33	3.53	7.06	8.48	9.07	5.09	10.17	11.30	12.56
0.90	—	—	2.85	7.12	3.97	7.95	9.54	10.21	5.72	11.44	12.72	14.15
1.00	—	—	—	7.91	4.42	8.83	10.60	11.34	6.36	12.72	14.13	15.70
1.10	—	—	—	8.70	4.86	9.71	11.66	12.48	6.99	13.99	15.54	17.27

(续)

厚 度 (mm)	宽 度 × 长 度 (mm)											
	400 × 800	510 × 710	530 × 760	710 × 1420	750 × 750	750 × 1500	750 × 1800	850 × 1700	900 × 900	900 × 1800	900 × 2000	1000 × 2000
	每 张 理 论 重 量 (kg)											
1.20	—	—	—	9.50	5.30	10.60	12.72	13.61	7.63	15.26	16.96	18.84
1.30	—	—	—	10.29	5.74	11.48	13.78	14.75	8.27	16.53	18.37	20.41
1.40	—	—	—	11.08	6.18	12.36	14.84	15.88	8.90	17.80	19.78	21.98
1.50	—	—	—	11.87	6.62	13.25	15.93	17.01	9.54	19.07	21.20	23.55
1.60	—	—	—	12.66	7.06	14.13	16.96	18.15	20.17	20.35	22.61	25.12
1.80	—	—	—	14.24	7.95	15.90	19.08	20.42	21.44	22.89	25.43	28.26
2.00	—	—	—	15.83	8.83	17.66	21.20	22.68	22.72	25.43	28.26	31.40

6. 低碳钢冷轧钢带 (YB209-63)

表 10-13

厚 度 (mm)	宽 度 (mm)						
	20	24	26	30	40	46	50
	理 论 重 量 (kg/m)						
0.6	0.094	0.113	0.122	0.141	0.188	0.216	0.236
0.8	0.126	0.151	0.163	0.188	0.251	0.289	0.314
1.0	0.157	0.188	0.204	0.236	0.314	0.361	0.393
1.2	0.188	0.226	0.244	0.282	0.377	0.432	0.471

注: 本表仅为部颁标准“低碳冷轧钢带”(YB209-63)中的一部分。

三、管 材

1. 无缝钢管 (GB8163-87)

表 10-14

外径×壁厚 (mm)	内 径 (mm)	理论重量 (kg/m)	净断面积 (cm ²)	1米长容量 (L/m)	外圆周长 (mm)	1米长的外 表面积 (m ² /m)	1平方米外表 面积的管长 (m/m ²)
6×1.5	3	0.166	0.071	0.0071	19	0.019	52.63
8×2.0	4	0.296	0.126	0.0126	25	0.025	40.00
10×2.0	6	0.395	0.283	0.0283	31	0.031	32.26
14×2.0	10	0.592	0.785	0.0785	44	0.044	22.72
18×2.0	14	0.789	1.540	0.1540	57	0.057	17.54
22×2.0	18	0.986	2.545	0.2545	69	0.069	14.49
25×2.0	21	1.13	3.464	0.3464	79	0.079	12.66
25×2.5	20	1.39	3.142	0.3142	79	0.079	12.66
25×3.0	19	1.63	2.835	0.2835	79	0.079	12.66
32×2.5	27	1.76	5.726	0.5726	101	0.101	9.90
22×3.0	26	2.15	5.309	0.5309	101	0.101	9.90

(续)

外径×壁厚 (mm)	内 径 (mm)	理论重量 (kg/m)	净 断 面 积 (cm ²)	1 米 长 容 量 (L/m)	外 圆 周 长 (mm)	1 米 长 的 外 表 面 积 (m ² /m)	1 平 方 米 外 表 面 积 的 管 长 (m/m ²)
33×2.2	33.6	1.94	8.867	0.8867	119	0.119	8.40
38×2.5	33	2.19	8.553	0.8553	119	0.119	8.40
38×3.0	32	2.59	8.042	0.8042	119	0.119	8.40
38×3.5	31	2.98	7.548	0.7548	119	0.119	8.40
42×2.5	37	2.44	10.752	1.0752	132	0.132	7.58
42×3.0	36	2.89	10.179	1.0179	132	0.132	7.58
45×2.5	40	2.62	12.566	1.2566	141	0.141	7.09
45×3.0	42	3.33	13.854	1.3854	151	0.151	6.62
45×3.5	41	3.84	13.203	1.3203	151	0.151	6.62
51×2.5	44	4.10	15.205	1.5205	160	0.160	6.25
57×3.0	51	4.00	20.428	2.0428	179	0.179	5.59
57×3.5	50	4.62	19.635	1.9635	179	0.179	5.59
70×3.0	64	4.96	32.170	3.2170	220	0.220	4.55
70×3.5	63	5.74	31.172	3.1172	220	0.220	4.55

(续)

外径×壁厚 (mm)	内 径 (mm)	理论重量 (kg/m)	净断面积 (cm ²)	1米长容量 (L/m)	外圆周长 (mm)	1米长的外 表面积 (m ² /m)	1平方米外表 面积的管长 (m/m ²)
76×3.0	70	5.40	38.485	3.8485	239	0.239	4.18
76×3.5	69	6.26	37.393	3.7393	239	0.239	4.18
89×3.5	82	7.38	52.810	5.2810	280	0.280	3.57
89×4.0	81	8.38	51.530	5.1530	280	0.280	3.57
89×4.5	80	9.38	50.265	5.0265	280	0.280	3.57
108×4.0	100	10.26	78.540	7.8540	339	0.339	2.95
109×4.5	100	11.60	78.540	7.8540	342	0.342	2.92
133×4.0	125	12.73	122.718	12.2718	418	0.418	2.39
133×4.5	124	14.26	120.763	12.0763	418	0.418	2.39
159×4.5	150	17.15	176.715	17.6715	500	0.500	2.00
159×6.0	147	22.64	169.717	16.9717	500	0.500	2.00
219×6.0	207	31.52	336.535	33.6535	688	0.688	1.45
219×8.0	203	41.63	323.655	32.3655	688	0.688	1.45

(续)

外径×壁厚 (mm)	内径 (mm)	理论重量 (kg/m)	净断面积 (cm ²)	1米长容量 (L/m)	外圆周长 (mm)	1米长的外表面积 (m ² /m)	1平方米外表面积的管长 (m/m ²)
273×7.0	259	45.92	526.853	52.6853	858	0.858	1.17
273×8.0	257	52.28	518.748	51.8748	858	0.858	1.17
325×8.0	309	62.54	749.906	74.9906	1021	1.021	0.98
325×10.0	305	77.68	730.617	73.0617	1021	1.021	0.98
377×9.0	359	81.68	1012.229	101.2229	1184	1.184	0.84
377×12.0	353	108.02	978.677	97.8677	1184	1.184	0.84
426×10.0	406	102.59	1294.619	129.4619	1338	1.338	0.75
426×12.0	402	122.52	1269.235	126.9235	1338	1.338	0.75

(2) D-2 矩形钢管 (GB3094-82)

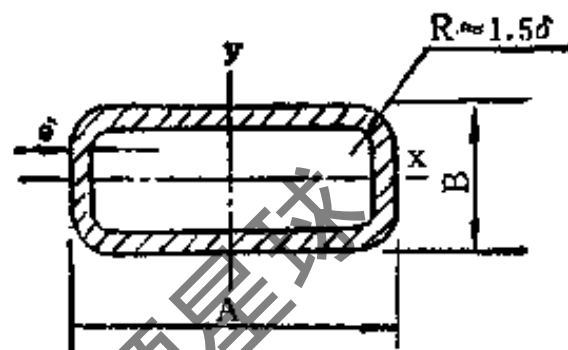


表 10-16

尺寸			截面面积 (cm ²)	理论重量 (kg/m)	尺寸			截面面积 (cm ²)	理论重量 (kg/m)	
A	B	s			A	B	s			
mm					mm					
25	10	2.0	1.17	0.92	40	16	2.5	2.44	1.92	
		2.5	1.39	1.09			3.0	2.85	2.23	
	15	2.0	1.37	1.08			3.5	3.22	2.53	
		2.5	1.64	1.29			4.0	3.57	2.80	
30	12	2.0	1.45	1.14		20	2.5	2.5	2.61	2.07
		2.5	1.74	1.37				3.0	3.09	2.42
		3.0	2.01	1.57				3.5	3.50	2.75
35	14	2.0	1.73	1.36				4.0	3.86	3.05
		2.5	2.09	1.64						
		3.0	2.43	1.90						
		3.5	2.73	2.14						

(3) 半圆形钢管 (YB435-64)

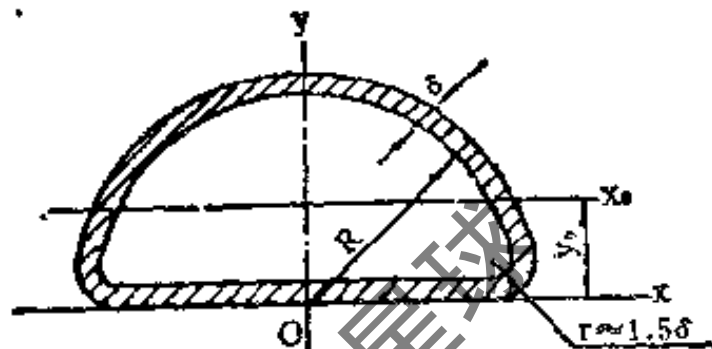


表 10-17

尺寸		截面面积 (cm ²)	理论重量 (kg/m)	到重心的 距离 y ₀ (mm)	尺寸		截面面积 (cm ²)	理论重量 (kg/m)	到重心的 距离 y ₀ (mm)	尺寸		截面面积 (cm ²)	理论重量 (kg/m)	到重心的 距离 y ₀ (mm)
R	δ				R	δ				R	δ			
mm					mm					mm				
25	2.0	2.4165	1.897	9.88	30	2.0	2.9336	2.303	11.82	35	2.0	3.4549	2.712	13.77
	2.5	2.9820	2.341	9.82		2.5	3.6265	2.847	11.76		2.5	4.2631	3.347	13.71
	3.0	3.5233	2.768	9.76		3.0	4.2985	3.373	11.71		3.0	5.0918	3.997	13.66
	4.0	4.2569	3.342	9.65		4.0	5.2103	4.090	11.60		4.0	6.1512	4.829	13.51
27.5	2.0	2.6866	2.109	10.85	32.5	2.0	3.1976	2.510	12.79					
	2.5	3.3140	2.601	10.79		2.5	3.9275	3.083	12.73					
	3.0	3.9052	3.066	10.72		3.0	4.6771	3.672	12.68					
	4.0	4.7336	3.716	10.62		4.0	5.6704	4.451	12.57					

注：1. 上表仅为部颁标准“半圆形钢管” (YB435-64) 中的一部分， 2. 钢管的长度按YB435-64的规定。

标记举例：尺寸R=30mm, δ=3mm, 用10号钢制造的半圆形钢管, 其标记为：半圆管10-30×3-YB435-64。

3. 低压流体输送用焊接钢管 (GB3092-82) 镀锌焊接钢管 (GB3091-82)

表 10-18

公称口径		钢管					管 螺 纹			每米钢管分配的管接头重量 (以每6米一个管接头计算) (kg)	
mm	英寸	外 径 (mm)	普 通 管		加 厚 管		基面处外径 (mm)	每吋 牙数	螺 纹 长 度 (mm)		
			壁 厚 (mm)	不计管接头的理论重量 (kg/m)	壁 厚 (mm)	不计管接头的理论重量 (kg/m)			圆 锥 形 管 螺 纹		圆 柱 形 管 螺 纹
6	1/8	10.00	2.00	0.39	2.50	0.46	—	—	—	—	
8	1/4	13.50	2.25	0.62	2.75	0.73	—	—	—	—	
10	3/8	17.00	2.25	0.82	2.75	0.97	—	—	—	—	
15	1/2	21.25	2.75	1.25	3.25	1.44	20.956	14	12	14	0.01
20	3/4	26.75	2.75	1.63	3.50	2.01	26.442	14	14	16	0.02
25	1	33.50	3.25	2.42	4.00	2.91	33.250	11	15	18	0.03
32	1 1/4	42.25	3.25	3.13	4.00	3.77	41.912	11	17	20	0.04
40	1 1/2	48.00	3.50	3.84	4.25	4.58	47.805	11	19	22	0.06
50	2	60.00	3.50	4.88	4.50	6.16	59.616	11	22	24	0.08
65	2 1/2	75.50	3.75	6.61	4.50	7.82	75.187	11	23	27	0.13
80	3	88.50	4.00	8.34	4.75	9.81	87.887	11	32	30	0.2
100	4	114.00	4.00	10.85	5.00	13.41	113.034	11	38	36	0.4
125	5	140.00	4.50	15.04	5.50	18.24	138.435	11	41	38	0.6
150	6	165.00	4.50	17.81	5.50	21.63	163.836	11	45	42	0.8

注: 1. 公称口径近似内径的名义尺寸, 它不表示公称外径减 2 个公称壁厚 所得的内径。

2. 钢管按管端形式分为: 带螺纹钢管和 不带螺纹钢管。

3. 镀锌钢管比不镀锌钢管重 3—6%。

4. 紫铜 (YB447-70) 及黄铜 (YB448-71) 拉制管

表 10-19

外径 × 壁厚 (mm)	内 径 (mm)	理论重量 紫铜 黄铜 (kg/m)	净断面积 (cm ²)	1 米长容量 (L/m)	外圆周长 (mm)	1 米长的外 表 面 积 (m ² /m)	1 平方米外 表面的长度 (m/m ²)
3 × 0.5	2	$\frac{0.035}{0.0334}$	0.031	0.0031	9.4	0.0094	106.38
4 × 0.5	3	$\frac{0.049}{0.0467}$	0.071	0.0071	12.6	0.0126	79.37
5 × 0.5	4	$\frac{0.063}{0.0601}$	0.126	0.0126	15.7	0.0157	63.69
5 × 1.0	3	$\frac{0.112}{0.107}$	0.071	0.0071	15.7	0.0157	63.69
6 × 0.5	5	$\frac{0.077}{0.0734}$	0.196	0.0196	18.8	0.0188	53.19
6 × 1.0	4	$\frac{0.140}{0.134}$	0.126	0.0126	18.8	0.0188	53.19
6 × 1.5	3	$\frac{0.139}{0.130}$	0.071	0.0071	18.8	0.0188	53.19
8 × 0.5	7	$\frac{0.105}{0.100}$	0.385	0.0385	25.1	0.0251	39.84

(续)

外径×壁厚 (mm)	内径 (mm)	理论重量 紫铜 黄铜 (kg/m)	净断面积 (cm ²)	1米长容量 (L/m)	外圆周长 (mm)	1米长的外 表面积 (m ² /m)	1平方米外 表面的长度 (m/m ²)
8×1.0	6	$\frac{0.196}{0.187}$	0.283	0.0283	25.1	0.0251	39.84
8×2.0	4	$\frac{0.335}{0.320}$	0.126	0.0126	25.1	0.0251	39.84
10×0.5	9	$\frac{0.133}{0.127}$	0.636	0.0636	31.4	0.0314	31.85
10×1.0	8	$\frac{0.252}{0.240}$	0.503	0.0503	31.4	0.0314	31.85
10×1.5	7	$\frac{0.356}{0.340}$	0.385	0.0385	31.4	0.0314	31.85
10×2.0	6	$\frac{0.447}{0.427}$	0.283	0.0283	31.4	0.0314	31.85
12×1.0	10	$\frac{0.307}{0.294}$	0.785	0.0785	37.7	0.0377	26.53
12×1.5	9	$\frac{0.440}{0.420}$	0.636	0.0636	37.7	0.0377	26.53
12×2.0	8	$\frac{0.559}{0.534}$	0.503	0.0503	37.7	0.0377	26.53

(续)

外径×壁厚 (mm)	内径 (mm)	理论重量 紫铜 黄铜 (kg/m)	净断面积 (cm ²)	1米长容量 (L/m)	外圆周长 (mm)	1米长的外 表面积 (m ² /m)	1平方米外 表面的长度 (m/m ²)
20×3.0	14	$\frac{1.425}{1.361}$	1.539	0.1539	62.8	0.0628	15.92
22×2.0	18	$\frac{1.118}{1.068}$	2.545	0.2545	69.1	0.0691	14.47
22×3.0	16	$\frac{1.593}{1.521}$	2.011	0.2011	69.1	0.0691	14.47
22×4.0	14	$\frac{2.012}{1.922}$	1.539	0.1539	69.1	0.0691	14.47
25×2.0	21	$\frac{1.286}{1.228}$	3.464	0.3464	78.5	0.0785	12.74
25×2.5	20	$\frac{1.572}{1.501}$	3.142	0.3142	78.5	0.0785	12.74
25×3.0	19	$\frac{1.844}{1.761}$	2.835	0.2835	78.5	0.0785	12.74
25×4.0	17	$\frac{2.348}{2.242}$	2.270	0.2270	78.5	0.0785	12.74

(续)

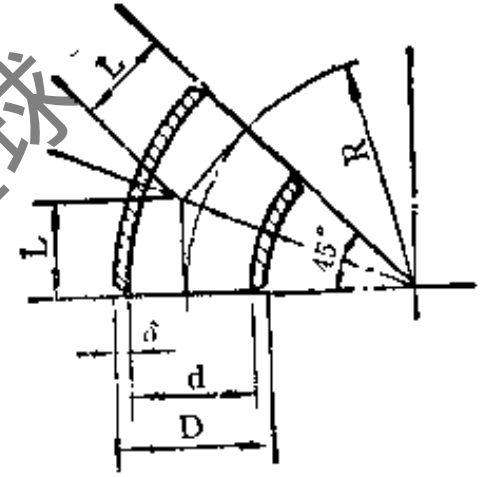
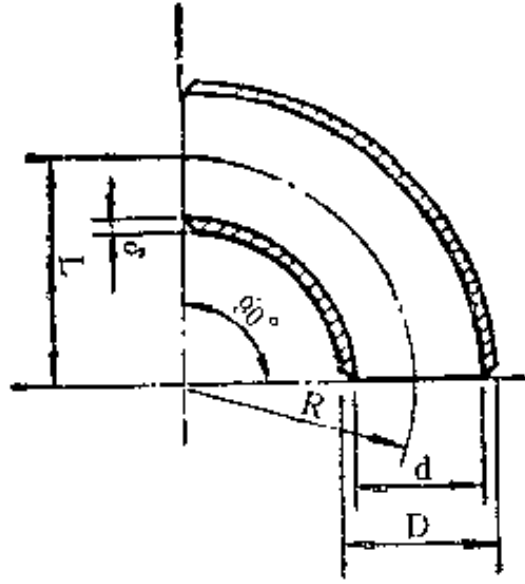
外径×壁厚 (mm)	内径 (mm)	理论重量 紫铜 黄铜 (kg/m)	净断面积 (cm ²)	1米长容量 (L/m)	外圆周长 (mm)	1米长的外 表面积 (m ² /m)	1平方米外 表面的长度 (m/m ²)
28×2.0	24	$\frac{1.453}{1.388}$	4.524	0.4524	88.0	0.0880	11.36
28×3.0	22	$\frac{2.096}{2.002}$	3.801	0.3801	88.0	0.0880	11.36
28×4.0	20	$\frac{2.683}{2.562}$	3.142	0.3142	88.0	0.0880	11.36
28×5.0	18	$\frac{3.214}{3.069}$	2.545	0.2545	88.0	0.0880	11.36
30×2.0	26	$\frac{1.565}{1.495}$	5.809	0.5309	94.2	0.0942	10.62
30×2.5	25	$\frac{1.922}{1.835}$	4.909	0.4909	94.2	0.0942	10.62
30×3.0	24	$\frac{2.284}{2.162}$	4.524	0.4524	94.2	0.0942	10.62
30×4.0	22	$\frac{2.906}{2.776}$	3.801	0.3801	94.2	0.0942	10.62

金華五金五金五金

获取更多资料 微信搜索 蓝领五金

四、管 件

1. 钢管45°、90°弯头



90°弯头 $R = 1.5D_g$ $R = 1D_g$

45°弯头 $R = 1.5D_g$ $R = 1D_g$

表10—20

公称直径 D_g (mm)	外 径 D (mm)	壁 厚 δ (mm)	$R = 1.5D_g$				$R = 1D_g$					
			弯曲半径 R (mm)	90°弯头		45°弯头		弯曲半径 R (mm)	90°弯头		45°弯头	
				结构长 L (mm)	重 量 (kg)	结构长 L (mm)	重 量 (kg)		结构长 L (mm)	重 量 (kg)	结构长 L (mm)	重 量 (kg)
15	20	2.5	22.5	22.5			15	15				
20	25	2.5 3.0	30	30			20	20				

(续)

公称直径 Dg (mm)	外 径 D (mm)	壁 厚 δ (mm)	R = 1.5Dg					R = 1Dg						
			弯曲半径 R (mm)	90°弯头		45°弯头		弯曲半径 R (mm)	90°弯头		45°弯头			
				结构长 L (mm)	重 量 (kg)	结构长 L (mm)	重 量 (kg)		结构长 L (mm)	重 量 (kg)	结构长 L (mm)	重 量 (kg)		
25	32	3	38	38	0.13	15	0.06	25	25	0.08	10	0.04		
		4			0.17				0.08			0.41		0.06
32	38	3.5	48	48	0.23	20	0.11	32	32	0.15	13	0.08		
		4			0.25				0.13			0.17		0.09
40	45	3.5	60	60	0.34	25	0.17	40	40	0.23	17	0.12		
		4			0.38				0.19			0.25		0.13
50	57	3.5	75	75	0.55	31	0.27	50	50	0.36	21	0.18		
	60	3.5			0.57				0.29			0.38		0.19
	60	4			0.65				0.33			0.43		0.22
65	73	4	98	98	1.05	11	0.53	65	65	0.70	27	0.35		
	76	4			1.09				0.55			0.73		0.37
	76	5			1.35				0.67			0.89		0.45

(续)

公称直径 Dg (mm)	外 径 D (mm)	壁 厚 δ (mm)	R = 1.5Dg					R = 1Dg				
			弯曲半径 R (mm)	90°弯头		45°弯头		弯曲半径 R (mm)	90°弯头		45°弯头	
				结构长 L (mm)	重 量 (kg)	结构长 L (mm)	重 量 (kg)		结构长 L (mm)	重 量 (kg)	结构长 L (mm)	重 量 (kg)
80	89	4	120	120	1.58	50	0.79	80	80	1.05	33	0.53
		5			1.95		0.98			1.30		0.65
100	108	4	150	150	2.43	62	1.21	100	100	1.61	42	0.81
	108	5			2.99		1.50			2.00		1.00
	114	5			3.17		1.58			2.11		1.06
125	133	4	190	190	3.80	78	1.90	125	125	2.50	52	1.25
	133	5			4.71		2.35			3.10		1.55
	140	5			4.97		2.49			3.27		1.64
150	159	4.5	225	225	6.06	93	3.03	150	150	4.04	62	2.02
	159	5			6.71		3.36			4.47		2.24
	168	5			8.47		4.24			5.65		2.83

(续)

公称直径 Dg (mm)	外 径 D (mm)	壁 厚 δ (mm)	R = 1.5Dg					R = 1Dg				
			弯曲半径 R (mm)	90°弯头		45°弯头		弯曲半径 R (mm)	90°弯头		45°弯头	
				结构长 L (mm)	重 量 (kg)	结构长 L (mm)	重 量 (kg)		结构长 L (mm)	重 量 (kg)	结构长 L (mm)	重 量 (kg)
200	219	6	300	300	14.85	124	7.43	200	200	9.90	83	4.95
	219	8		300	19.62		9.81		13.08	6.54		
250	273	7	375	375	27.05	155	13.53	250	250	18.03	104	9.02
		8		375	30.80		15.40		20.53	10.27		
300	325	8	450	450	44.21	186	22.10	300	300	29.47	124	14.74
		9		450	49.58		24.78		33.05	16.53		
350	377	9	525	525	67.36	218	33.68	350	350	44.91	145	22.46
		10		525	74.84		37.32		49.76	24.88		
400	426	10	600	600	96.69	249	48.35	400	400	64.46	168	32.23

获取更多资料

2. 钢管异径同心接头

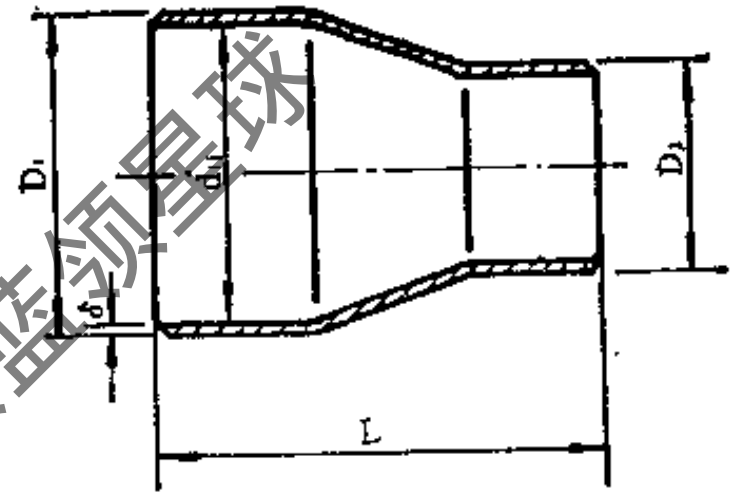


表 10—21

公称直径 D_g (mm)	外 径 D_1 (mm) D_2 (mm)		结构长度 (L)	$p_1 \leq 3.92\text{MPa}$			$p_1 \leq 6.28\text{MPa}$		
				内 径 d_1 (mm)	壁 厚 s (mm)	重 量 (kg)	内 径 d_1 (mm)	壁 厚 s (mm)	重 量 (kg)
25 × 20	32	25	70	27	2.5	0.13	26	3.0	0.15
25 × 15	32	18	70	27	2.5	0.13	26	3.0	0.15
32 × 25	38	32	70	32	3.0	0.18	31	3.5	0.21
32 × 20	38	25	70	32	3.0	0.18	31	3.5	0.21
40 × 32	45	38	80	39	3.0	0.25	38	3.5	0.29
40 × 25	45	32	80	39	3.0	0.25	38	3.5	0.29
40 × 20	45	25	80	39	3.0	0.25	38	3.5	0.29

(续)

公称直径 Dg (mm)	外 径		结构长度 (L)	$p_1 \leq 3.92\text{MPa}$			$p_1 \leq 6.28\text{MPa}$		
				内 径	壁 厚	重 量	内 径	壁 厚	重 量
	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)		d ₁ (mm)	s (mm)	(kg)	d ₁ (mm)	s (mm)	(kg)
50×40	57	45	80	51	3.0	0.32	49	4.0	0.42
50×32	57	38	80	51	3.0	0.32	49	4.0	0.42
50×25	57	32	80	51	3.0	0.32	49	4.0	0.42
65×50	76	57	90	69	3.5	0.56	67	4.5	0.71
65×40	76	45	90	69	3.5	0.56	67	4.5	0.71
65×32	76	38	90	69	3.5	0.56	67	4.5	0.71
80×65	89	76	100	82	3.5	0.74	79	5.0	1.0
80×50	89	57	100	82	3.5	0.74	79	5.0	1.0
80×40	89	45	100	82	3.5	0.74	79	5.0	1.0
100×80	108	89	130	100	4.0	1.3	96	6.0	2.0
100×65	108	76	130	100	4.0	1.3	96	6.0	2.0
100×50	108	57	130	100	4.0	1.3	96	6.0	2.0
125×100	133	108	140	124	4.5	2.0	119	7.0	3.1
125×80	133	89	140	124	4.5	2.0	119	7.0	3.1
125×65	133	76	140	124	4.5	2.0	119	7.0	3.1
150×125	159	133	160	149	5.0	3.0	143	8.0	4.8

(续)

公称直径 D_g (mm)	外 径		结构长度 (L)	$p_1 \leq 3.92 \text{MPa}$			$p_1 \leq 6.28 \text{MPa}$		
				内 径	壁 厚	重 量	内 径	壁 厚	重 量
	D_1 (mm)	D_2 (mm)		d_1 (mm)	s (mm)	(kg)	d_1 (mm)	s (mm)	(kg)
150 × 100	159	108	160	149	5.0	3.0	143	8.0	4.8
150 × 80	159	89	160	149	5.0	3.0	143	8.0	4.8
200 × 150	219	159	200	207	6.0	6.3	199	10.0	10
200 × 125	219	133	200	207	6.0	6.3	199	10.0	10
200 × 100	219	108	200	207	6.0	6.3	199	10.0	10
250 × 200	273	219	250	259	7.0	12	249	12.0	19
250 × 150	273	159	250	259	7.0	12	249	12.0	19
250 × 125	273	133	250	259	7.0	12	249	12.0	19
300 × 250	325	273	300	309	8.0	19	297	14.0	32
300 × 200	325	219	300	309	8.0	19	297	14.0	32
300 × 150	325	159	300	309	8.0	19	297	14.0	32
350 × 300	377	325	350	359	9.0	29	345	16.0	50
350 × 250	377	273	350	359	9.0	29	345	16.0	50
350 × 200	377	219	350	359	9.0	29	345	16.0	50
400 × 350	426	377	400	406	10.0	41	390	18.0	72
400 × 300	426	325	400	406	10.0	41	390	18.0	72

3. 钢管等径三通接头

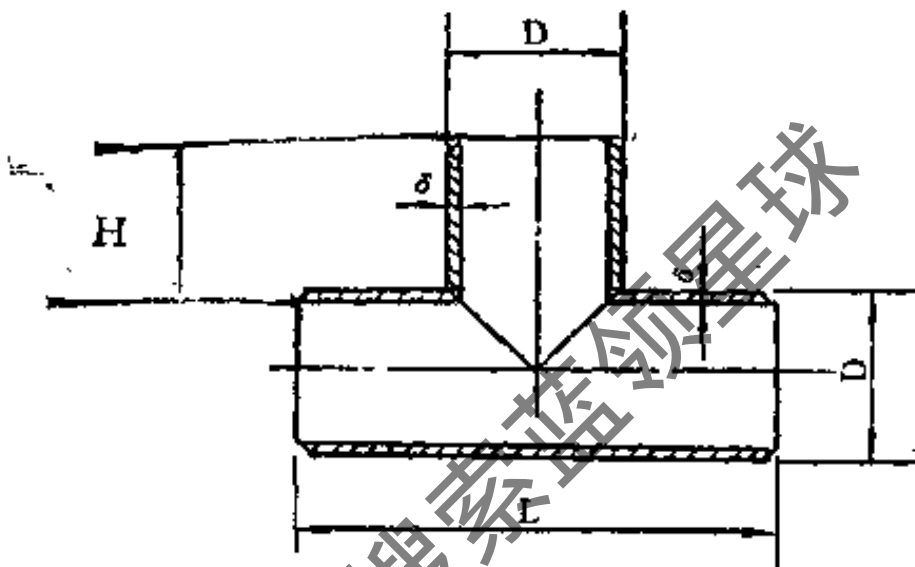


表 10-22

公称直径 (mm)	尺 寸			主 管 量 (kg)	支 管 量 (kg)	总 重 (kg)	公称直径 (mm)	尺 寸			主 管 量 (kg)	支 管 量 (kg)	总 重 (kg)
	D×δ	L	H					D×δ	L	H			
65	73×3	340	170	2.16	0.976	3.14	200	219×6	550	275	22.8	9.33	32.1
80	89×3.5	360	180	3.13	1.39	4.52	250	273×7	650	325	41.1	16.40	57.5
100	108×4	400	200	4.30	1.85	6.15	300	325×8	700	350	59.2	23.2	82.4
125	133×4	450	225	6.79	3.42	10.2	350	377×9	750	375	87.5	32.8	120
150	159×4.5	500	250	12.2	5.19	17.4	400	426×9	850	425	115	44.0	159

说明: 1. 适用于 $P_g \leq 3.92 \text{ MPa}$ (40 kgf/cm^2)

2. 大于 3.92 MPa 应进行核算

4. 钢管异径三通接头

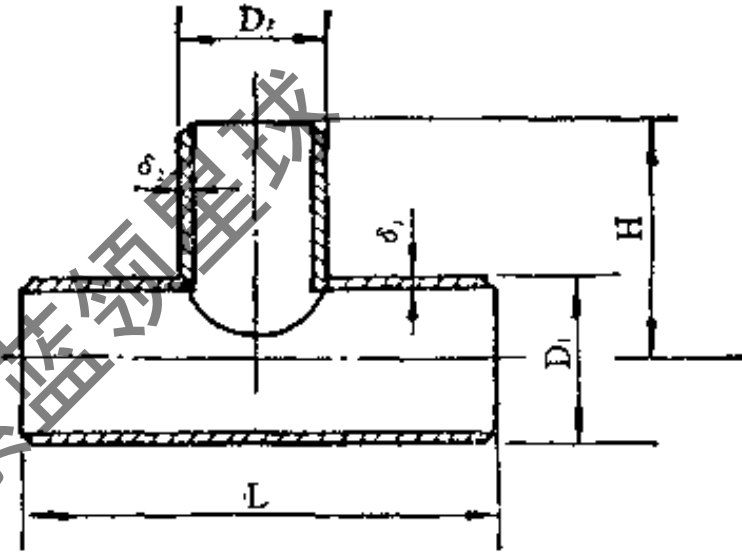


表 10—23

公称直径 $D_{g1} \times D_{g2} \times D_{g3}$	$D_1 \times \delta_1$ mm	$D_2 \times \delta_2$ mm	尺寸(mm)		重量(kg)		
			H	L	主管重量	支管重量	总重
65 × 40 × 65	73 × 3	45 × 2.5	150	320	2.13	0.442	2.57
65 × 50 × 65		57 × 3	160		2.46	0.590	2.65
80 × 50 × 80	89 × 3.5	57 × 3	170	350	3.29	0.611	3.9
80 × 65 × 80		73 × 3	180		3.23	0.970	4.2

(续)

公称直径 $D_{g1} \times D_{g2} \times D_{g3}$	$D_1 \times \delta_1$ mm	$D_2 \times \delta_2$ mm	尺寸(mm)		重量(kg)		
			H	L	主管重量	支管重量	总重
100 × 50 × 100	108 × 4	57 × 3	180	400	4.51	0.600	5.1
100 × 65 × 100		73 × 3	190		4.45	0.970	5.42
100 × 80 × 100		89 × 3.5	200		4.39	1.48	5.87
125 × 65 × 125	133 × 4	73 × 3	185	450	8.27	0.846	9.11
125 × 80 × 125		89 × 3.5	200		8.18	1.40	9.6
125 × 100 × 125		108 × 4	200		8.04	1.75	9.79
150 × 80 × 150	159 × 4.5	89 × 3.5	200	500	12.8	1.26	14.1
150 × 100 × 150		108 × 4	225		12.6	1.87	14.5
150 × 125 × 150		133 × 4	225		12.2	3.15	15.4
200 × 125 × 200	219 × 6	133 × 4	250	550	24.7	2.98	27.7
200 × 150 × 200		159 × 4.5	275		24.3	4.97	29.3
250 × 150 × 250	273 × 7	159 × 4.5	300	650	44.6	4.56	49.2
250 × 200 × 250		219 × 6	300		42.9	8.79	51.7
300 × 150 × 300	325 × 8	159 × 4.5	300	700	68.3	4.06	72.4
300 × 200 × 300		219 × 6	325		66.8	8.33	75.1
300 × 250 × 300		273 × 7	350		65.0	16.0	81.7

(续)

公称直径	$D_1 \times \delta_1$	$D_2 \times \delta_2$	尺寸(mm)		重量 (kg)		
			H	L	主管重量	支管重量	总重
$D_{g1} \times D_{g2} \times D_{g1}$	mm	mm					
350 × 200 × 350	377 × 9	219 × 6	350	750	96.7	8.85	105
350 × 250 × 350		273 × 7	375		94.0	15.7	110
350 × 300 × 350		325 × 8	375		91.1	22.2	113
400 × 200 × 400	426 × 9	219 × 6	375	850	133	8.16	141
400 × 250 × 400		273 × 7	400		131	14.7	140
400 × 300 × 400		325 × 8	400		127	21.7	149
400 × 350 × 400		377 × 9	425		126	34.1	160

5. 钢管套管接头

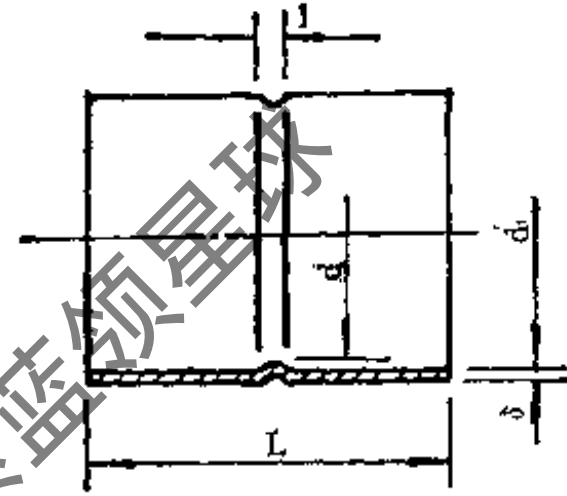


表 10—24

公称直径 Dg (mm)	钢管外径 D (mm)	结构尺寸(mm)					重量 (kg)	公称直径 Dg (mm)	钢管外径 D (mm)	结构尺寸(mm)					重量 (kg)
		d	d ₁	δ	l	L				d	d ₁	δ	l	L	
6	9	7	9.2	1	3	14	32	38	35	38.5	1.5	4	36		
8	12	10	12.2	1	3	16	40	45	41	46	2	4	48		
10	14	12	14.2	1	3	18	50	55	51	56	2	5	52		
15	19	16	19.5	1	3	24	65	70	65	71	2.5	5	68		
	22	19	22.5	1.5	3	28	80	85	80	86	2.5	5	74		
20	24	21	24.5	1.5	4	30	100	110	105	111	2.5	5	74		
25	32	29	32.5	1.5	4	34									

6. 钢管异径接头

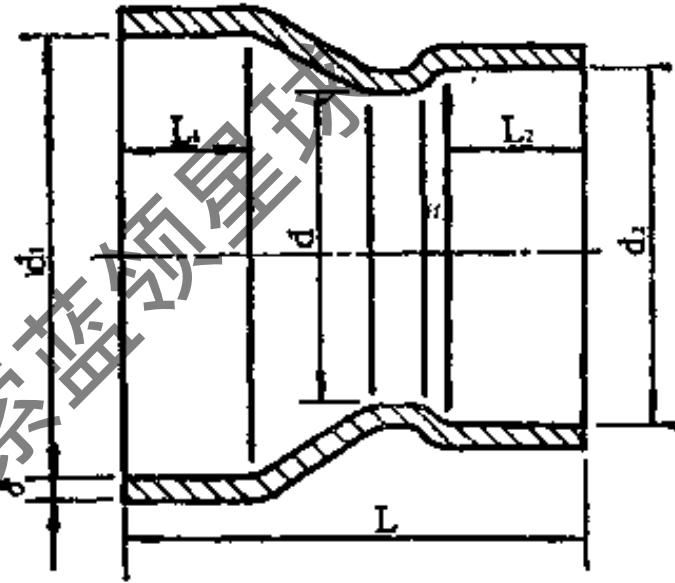


表 10—25

公称直径 D_{g1}/D_{g2} (mm)	铜管外径 D_1/D_2 (mm)	结 构 尺 寸 (mm)						重 量 (kg)
		d	d_1	d_2	l_1/l_2	δ	L	
8/6	10/9	7	10.2	9.2	7/6	1.0	20	0.01
10/8	12/10	8	12.2	10.2	8/7	1.0	22	0.01
15/10	16/12	10	16.5	12.2	11/8	1.0	30	0.01
15/10	19/12	10	19.5	12.2	12/8	1.0	32	0.02
20/15	22/16	14	22.5	16.5	13/11	1.5	38	0.02

(续)

公称直径 Dg ₁ /Dg ₂ (mm)	铜管外径 D ₁ /D ₂ (mm)	结 构 尺 寸 (mm)					重 量 (kg)	
		d	d ₁	d ₂	l ₁ /l ₂	L		
20/15	22/19	16	22.5	19.5	13/12	1.5	40	0.02
25/20	28/22	19	28.5	22.5	15/13	1.5	38	0.03
25/15	28/16	14	28.5	16.5	15/11	1.5	40	0.03
25/15	28/19	16	28.5	19.5	15/12	1.5	42	0.04
32/25	35/28	25	35.5	28.5	16/15	1.5	42	0.06
32/20	35/22	19	35.5	22.5	16/13	1.5	45	0.07
40/32	44/33	32	45	35.5	18/16	2.0	48	0.10
40/25	44/28	25	45	28.5	18/15	2.0	52	0.14
50/40	55/44	40	56	45	20/18	2.0	55	0.19
50/32	55/35	32	56	35.5	20/16	2.0	58	0.23
65/50	70/55	51	71	56	20/20	2.5	60	0.28
65/40	70/44	40	71	45	20/18	2.5	65	0.25
80/65	85/70	65	86	71	22/20	2.5	65	0.33
100/50	85/55	51	86	56	22/20	2.5	72	0.39
100/80	105/85	80	106	86	22/22	2.5	68	0.44
100/65	105/70	65	106	71	22/20	2.5	78	0.42

7. 铜管等径三通接头

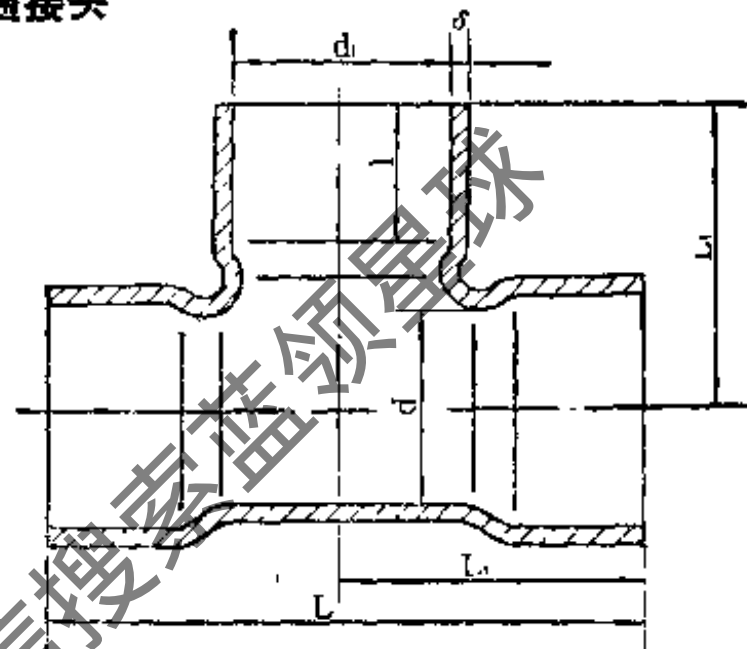


表 10--26

公称直径 Dg (mm)	铜管外径 D (mm)	结构尺寸 (mm)						重量 (kg)	公称直径 Dg (mm)	铜管外径 D (mm)	结构尺寸 (mm)						重量 (kg)
		d	d ₁	i	δ	L ₁	L				d	d ₁	i	δ	L ₁	L	
6	9	7	9.2	6	1.0	13	26	0.01	32	35	32	35.5	16	1.5	37	74	0.20
8	10	8	10.2	7	1.0	14	28	0.01	40	44	40	45	18	2.0	45	90	0.31
10	12	10	12.2	8	1.0	17	34	0.02	50	55	51	55	20	2.0	52	104	0.44
15	16	14	16.5	11	1.0	22	44	0.02	65	70	65	71	20	2.5	60	120	0.64
15	19	16	19.5	12	1.5	25	50	0.05	80	85	80	86	22	2.5	70	140	0.91
20	22	19	22.5	13	1.5	28	56	0.06	100	105	100	106	22	2.5	80	160	1.25
25	28	25	28.5	15	1.5	33	66	0.12									

8. 铜管异径三通接头

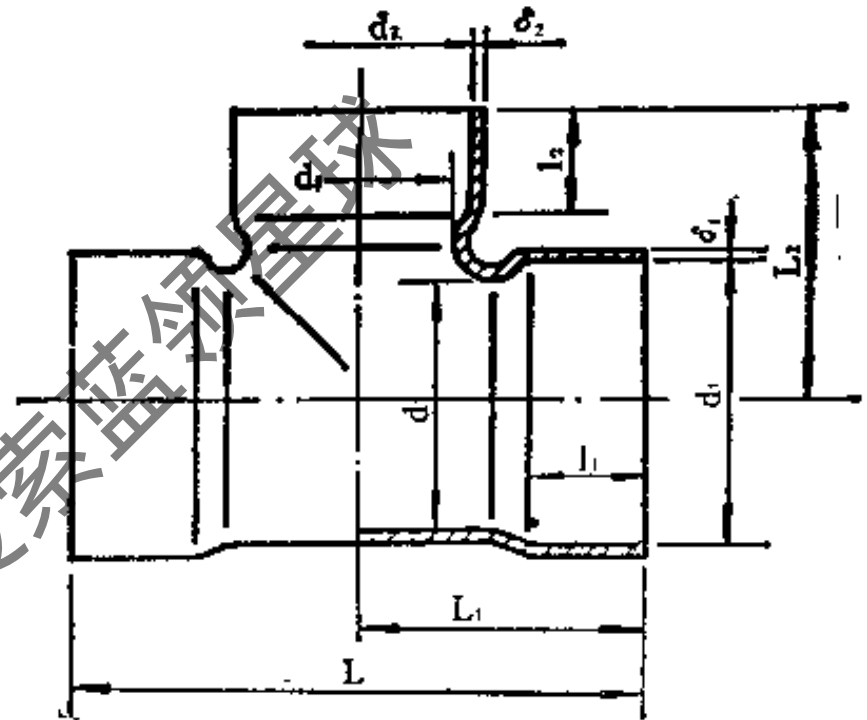


表 10—27

公称直径 D_{g1}/D_{g2} (mm)	铜管外径 D_1/D_2 (mm)	结 构 尺 寸 (mm)											重量 (kg)
		d	d_1	d_2	d_3	l_1	l_2	δ_1	δ_2	L	L_1	L_2	
8/6	12/9	10	12.2	9.2	7	7	6	1	1	28	14	15	
10/8	14/12	12	14.2	12.2	10	8	7			34	17	16	

(续)

公称直径 D _{g1} /D _{g2} (mm)	铜管外径 D ₁ /D ₂ (mm)	结 构 尺 寸(mm)										重量 (kg)
		d	d ₁	d ₂	d ₃	l ₁	l ₂	δ ₁	δ ₂	L	L ₁	
15/10	19/14	16	19.5	14.2	12	11	8	1.5	1	44	22	19
	22/14	19	22.5		12	12				50	25	21
20/15	24/19	21	24.5	19.5	16	13	11	1.5		56	28	26
	24/22		22.5	19	12		27					
25/20	32/24	29	32.5	24.5	21	15	13	1.5		66	33	31
	32/25		38/32	35	38.5		32.5					29
40/32	43/38	41	46	38.5	35	18	16	2		90	45	44
50/40	55/45	51	56	46	41	20	18					
65/50	70/55	65	71	55	51	20	20	2.5		120	60	60
80/65	85/70	80	86	71	65	22						
100/80	110/85	105	111	86	80			160	80	80		

9. 钢管45°弯头

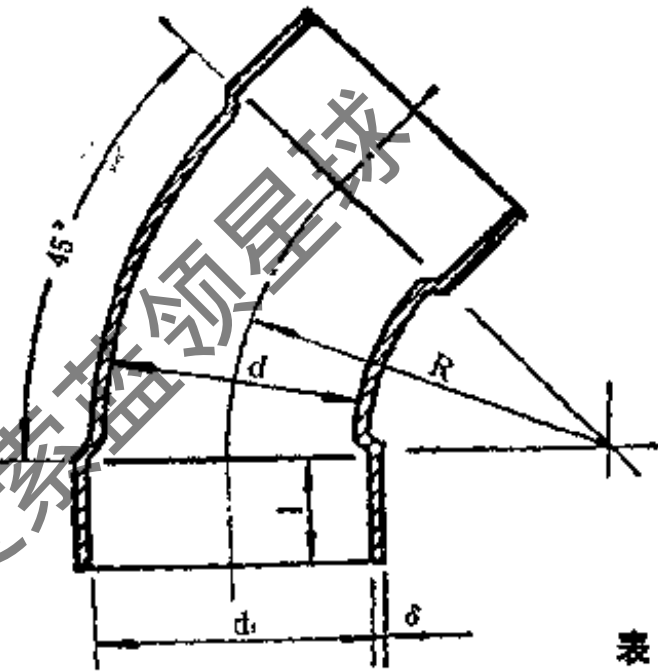


表 10—28

公称直径 Dg (mm)	钢管外径 D (mm)	结构尺寸(mm)					重量 (kg)	公称直径 Dg (mm)	钢管外径 D (mm)	结构尺寸(mm)					重量 (kg)
		d	d ₁	l	δ	R				d	d ₁	l	δ	R	
6	9	7	9.2	6	1	13.5		22	38	35	38.5	16	1.5	52.5	
8	12	10	12.2	7	1	15		40	45	41	46	18	2	66	
10	14	12	14.2	8	1	18		50	55	51	56	20	2	82.5	
15	19	16	19.5	11	1.5	24		65	70	63	71	20	2.5	105	
	22	19	22.5	12	1.5	28.5		80	85	83	86	22	2.5	127.5	
20	24	21	24.5	13	1.5	33		100	110	105	111	22	2.5	157.5	
25	32	29	32.5	15	1.5	42									

10. 钢管90°弯头

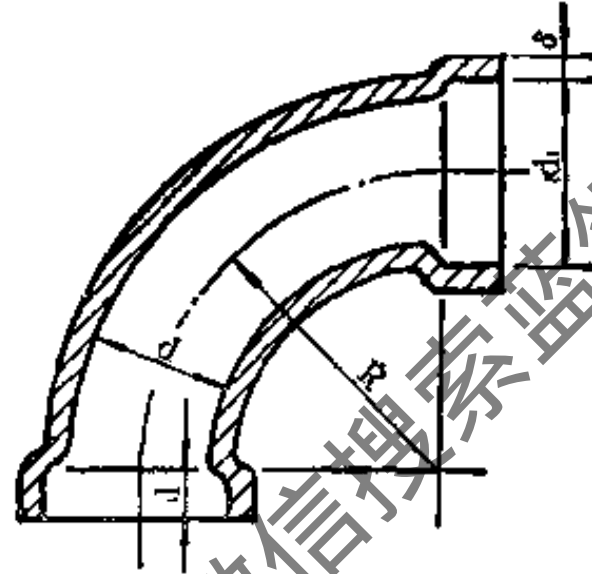
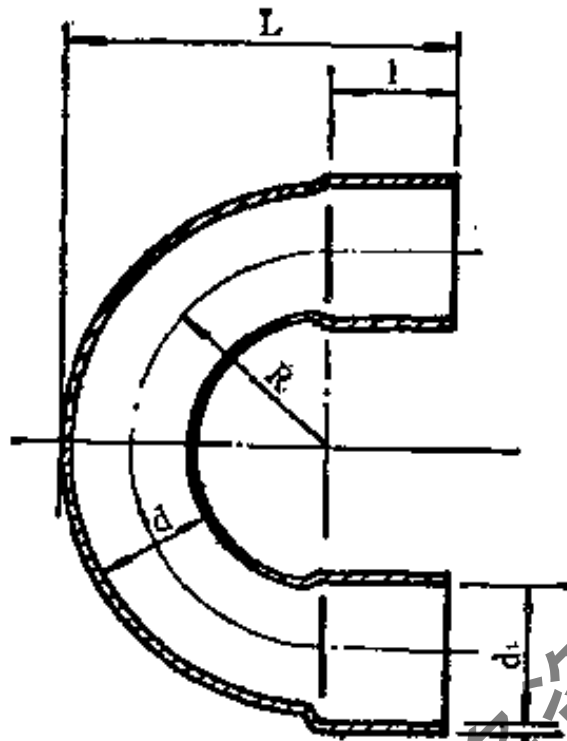


表 10—29

公称直径 Dg (mm)	钢管外径 D (mm)	结构尺寸(mm)					重量 (kg)	公称直径 Dg (mm)	钢管外径 D (mm)	结构尺寸(mm)					重量 (kg)
		d	d ₁	l	δ	R				d	d ₁	l	δ	R	
6	9	7	9.2	6	1	14	0.01	32	35	32	35.5	16	1.5	54	0.20
8	10	8	10.2	7	1	15	0.01	40	44	40	45	18	2	68	0.30
10	12	10	12.2	8	1	18	0.02	50	55	51	56	20	2	84	0.43
15	16	14	16.5	11	1	24	0.03	65	70	65	71	20	2.5	105	0.68
15	19	16	19.5	12	1.5	30	0.05	80	85	80	86	22	2.5	128	0.96
20	22	19	22.5	13	1.5	34	0.06	100	105	100	106	22	2.5	158	1.40
25	28	25	28.5	15	1.5	42	0.09								

11. 钢管180°弯头

表 10—30



公称直径 Dg (mm)	钢管外径 D (mm)	结构尺寸(mm)					重量 (kg)
		d	d ₁	l	δ	R	
6	9	7	9.2	6		13.5	24
8	12	10	12.2	7	1	15	27
10	14	12	14.2	8		18	32
15	19	16	19.5	11		24	43
	22	19		12		28.5	50
20	24	21	24.5	13	1.5	33	57
25	32	29	32.5	15		42	71
32	38	35	38.5	16		52.5	86
40	45	41	46	18		66	106
50	55	51	56	20	2	82.5	130
65	70	65	71			105	160
80	85	80	86	22	2.5	127.5	192
100	110	105	111			157.5	252

注：钢管成品接头与弯头中有钢管异径接头、钢管三通接头及钢管90°弯头三项已由全国船舶标准化技术委员会审定作为专业标准，标准号为CB*3303.1—3303.3—86。

获取更多资料

12. 灰铸铁法兰 (光滑密封面, JB78-59)

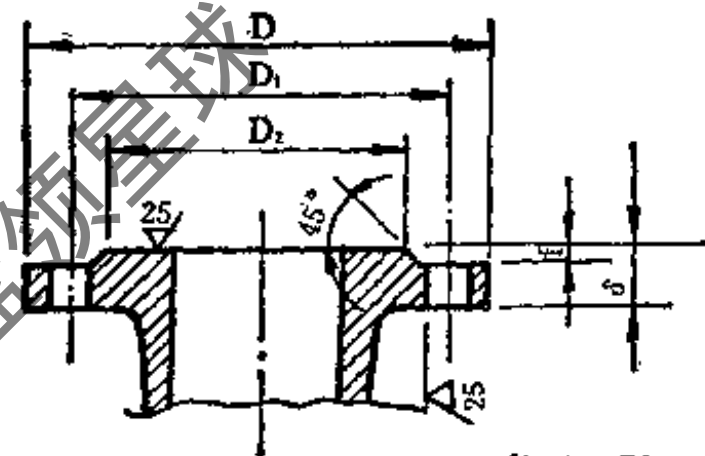


表 10-31

D _g	D	D ₁	D ₂	f	δ	螺 栓		D _g	D	D ₁	D ₂	f	δ	螺 栓	
						数量	规格							数量	规格
25	115	85	65	2	18	4	M12	125	270	220	188	3	32	8	M22
32	135	100	78	2	20	4	M16	150	300	250	218	3	32	8	M22
40	143	110	85	3	20	4	M16	200	360	310	278	3	36	12	M22
50	160	125	100	3	22	4	M16	250	425	370	332	3	40	12	M27
65	180	145	120	3	24	8	M16	300	485	430	390	4	42	16	M27
80	195	160	135	3	26	8	M16	350	550	490	448	4	44	16	M30
100	230	190	160	3	30	8	M20	400	610	550	505	4	48	16	M30

单位: mm

13. 灰铸铁法兰（光滑密封面，JB79-59）

表10-32

D _g	D	D ₁	D ₂	f	b	螺 栓	
						数 量	螺 纹
25	115	85	65	2	16	4	M12
32	135	100	78	2	18	4	M16
40	145	110	85	3	18	4	M16
50	160	125	100	3	20	4	M16
65	180	145	120	3	22	8	M16
80	195	160	135	3	22	8	M16
100	230	190	160	3	24	8	M20
125	270	220	188	3	28	8	M22
150	300	250	218	3	30	8	M22
200	360	310	278	3	34	12	M22
250	425	370	332	3	36	12	M27
300	485	430	390	4	40	16	M27
350	550	490	448	4	44	16	M30
400	610	550	505	4	48	16	M30

单位：mm

15. 氟利昂铸铁凸法兰（榫槽密封面）

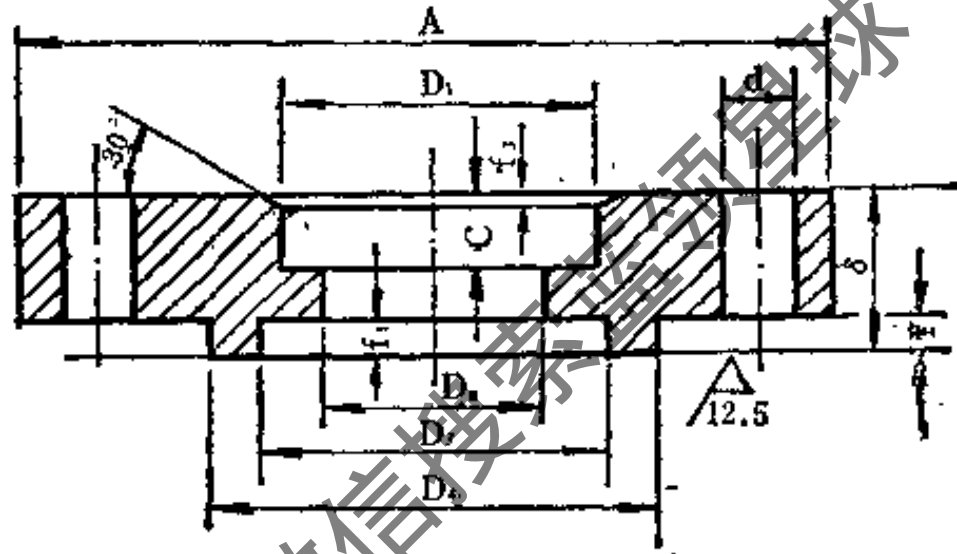


表 10—34

Dg	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	f	f ₁	f ₃	A	B	C	δ	d	Dg	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	f	f ₁	f ₃	A	B	C	δ	d
25	34	38	48	48	4.5	4.5	2.5	76	50	8	18	13	60	72	76	97	97	6	6	3	128	94	16	26	15
32	39	50	62	62	5	5	2.5	88	62	8	18	13	70	78	80	103	103	6	6	3	134	98	16	26	17
40	52	58	72	72	6	6	2.5	116	84	14	24	17	80	97	94	118	118	6	6	3	152	114	16	26	17
50	58	62	78	78	6	6	3	122	88	14	24	15													

单位: mm

16. 佩利昂铸铁凹法兰（榫槽密封面）

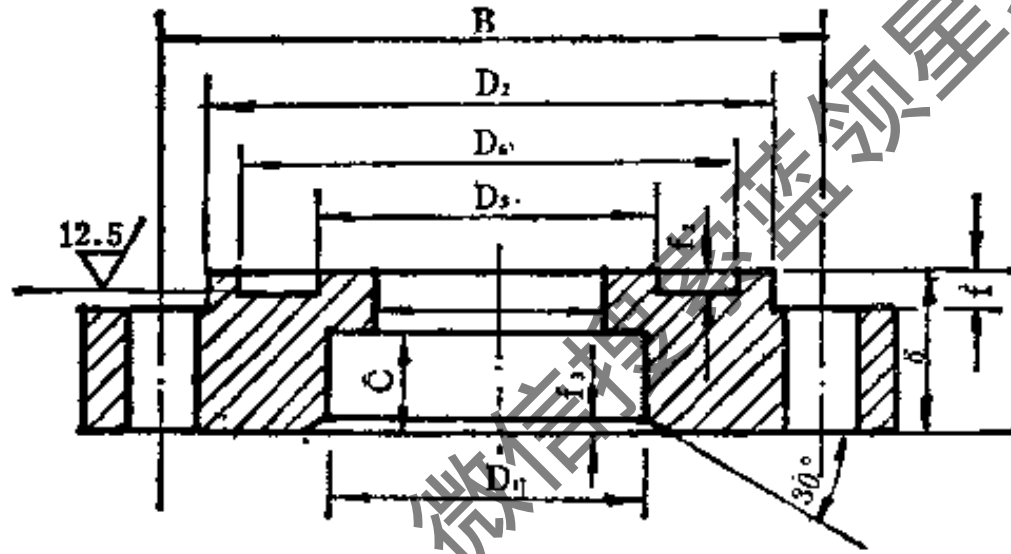


表 10—35

Dg	D ₁	D ₂	D ₅	D ₆	f	f ₂	f ₃	A	B	C	a	d	Dg	D ₁	D ₂	D ₅	D ₆	f	f ₂	f ₃	A	B	C	δ	d
25	34	56	37	49	2	3	2.5	76	50	9	16	13	60	72	110	75	98	5	4	3	128	94	16	24	15
32	39	70	49	63	3	4	2.5	88	62	10	18	13	70	78	114	79	104	5	4	3	134	98	16	24	17
40	52	90	57	6	4	4	2.5	118	84	14	22	17	80	91	130	93	119	5	4	3	152	114	16	26	17
50	58	90	61	79	4	4	2.5	122	88	15	22	15													

单位: mm

17. 铜管喇叭口

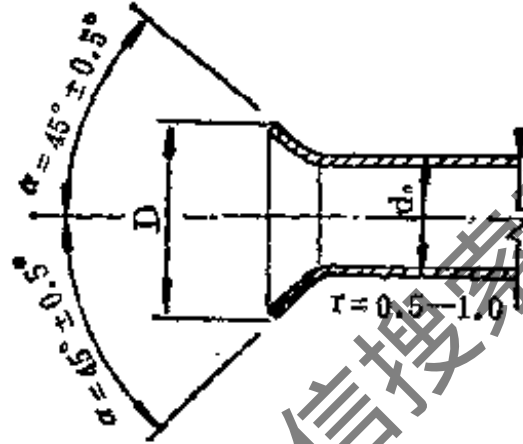


表 10—36

铜管外径 d_0	喇叭口外径D	喇叭口角度 2α	铜管外径 d_0	喇叭口外径D	喇叭口角度 2α
6	9	$90^\circ \pm 1^\circ$	16	19	$90^\circ \pm 1^\circ$
8	11		19	23	
9	13		22	26	
10	13		25	32	
12	15				

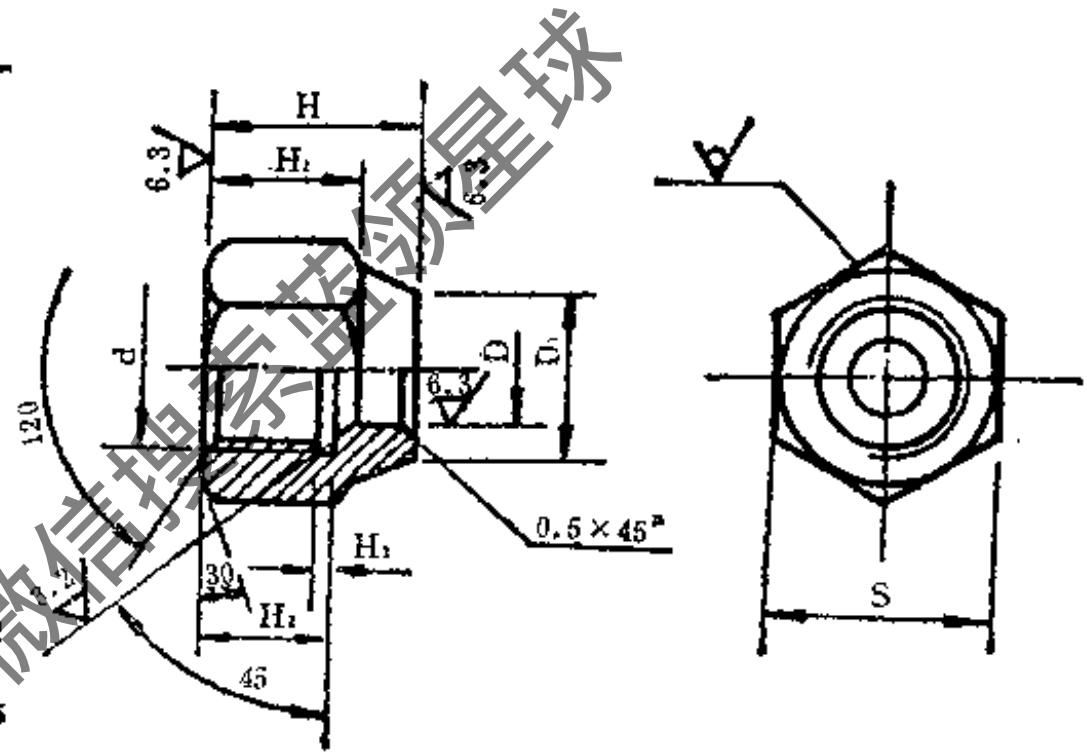
单位: mm

18. 铜接头螺母

表 10--37

公称直径	螺纹 d	D	D ₁	H	H ₁	H ₂	H ₃	S	配管
4	M12×1.25	6 ^{+0.25} _{+0.10}	10	17	11	9	1.5	17	6×1
6	M14×1.5	8 ^{+0.25} _{+0.10}	12	19	13	11	1.5	19	8×1
8	M16×1.5	10 ^{+0.25} _{+0.10}	15	22	16	12	1.5	22	10×1
10	M18×1.5	12 ^{+0.30} _{+0.10}	17	24	17.5	13	1.5	24	12×1
11	M20×1.5	13 ^{+0.30} _{+0.10}	18	26	18	14	1.5	26	13×1
13	M22×1.5	16 ^{+0.30} _{+0.10}	21	28	19	16	1.5	30	16×1.2
16	M27×2.0	19 ^{+0.30} _{+0.10}	25	31	21	18	1.5	36	19×1.5

单位: mm



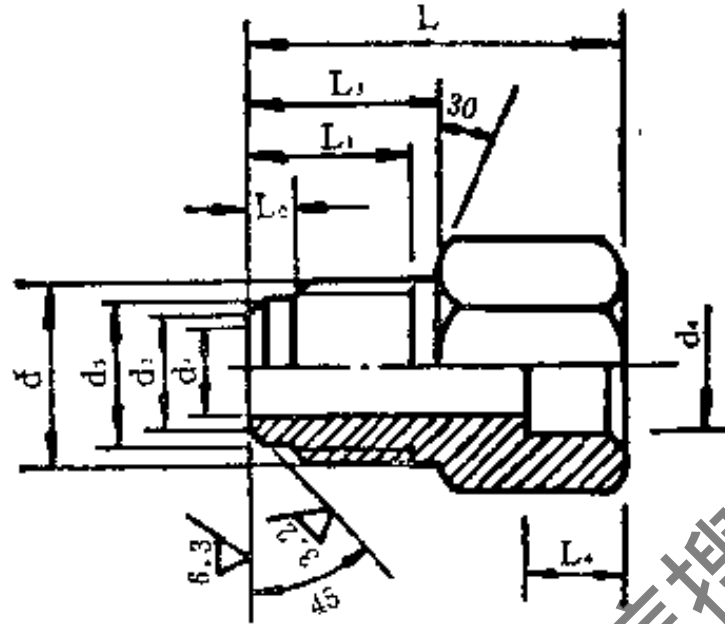
获取更多资料 微信: 13800138001 星球

19. 英制铜接头螺母

表 10—38

管 径	管外径	螺 纹 d	D ^{+0.15} - 0	D ₁ (最小)	H ^{±0.5}	H ₁ ^{±0.8}	H ₂	H ₃	S
$\frac{1}{4}$ "	6.35	$\frac{7}{16}$ " —20牙/英寸	6.5	12	15	11	8.5	2.2	17
$\frac{3}{8}$ "	9.52	$\frac{5}{8}$ " —18牙/英寸	9.7	15	18	12.5	10.2	2.4	22
$\frac{1}{2}$ "	12.7	$\frac{3}{4}$ " —16牙/英寸	12.9	19	22	16	13	3	24
$\frac{5}{8}$ "	16.88	$\frac{7}{8}$ " —14牙/英寸	16.1	24	26	20	15.5	3	27
$\frac{3}{4}$ "	19.05	1 $\frac{1}{16}$ " —14牙/英寸	19.2	28	30	24	19	3	36

获取更多资料 微信搜素 蓝领星球

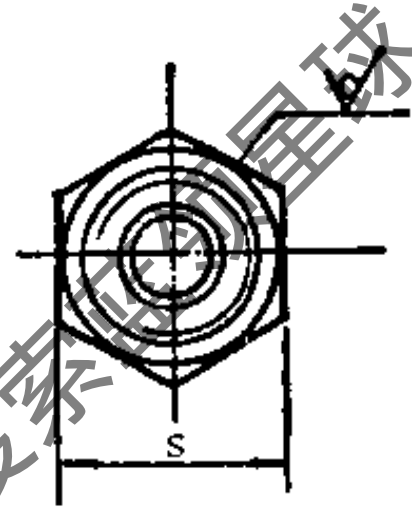


20.铜接头

表 10-39

公称直径	螺纹d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	S	接管
8	M16×1.5	8	14	10.2	32	16	5.5	18	5	22	10×1	
10	M18×1.5	10	16	12.2	36	18	5.5	20	10	24	12×1	
11	M20×1.5	11	16.6	13.2	38	20	6	22	10	20	13×1	
13	M22×1.5	13	19.6	16.2	38	20	6	22	10	27	13×1.2	
16	M27×2.0	16	23.5	19.2	42	23	6.5	25	12	30	19×1.5	
19	M30×2.0	19	26.5	22.3	48	28	7	30	15	36	22×1.5	

单位: mm



21.英制铜接头

表 10-40

管径	管外径	螺 纹 d	d ₁ ⁺⁰ _{-0.15}	d ₁	d ₂	L ₁ 最小	L ₂	L ₃	S
1/4"	6.35	7/16 -20牙/英寸	4.8	5.5	9.2	11.3	3.7	13.5	14
3/8"	9.52	5/8 -18牙/英寸	7	8	13.5	14	4.8	16.5	20
1/2"	12.7	3/4 -16牙/英寸	10	11	16	16.8	5.5	19.5	24
5/8"	15.88	7/8 -14牙/英寸	12.5	13.5	19	19.9	6	23	28
3/4"	19.05	1 1/16 -14牙/英寸	16	18	24	23.4	6	26.5	32

23. 铜三通接头

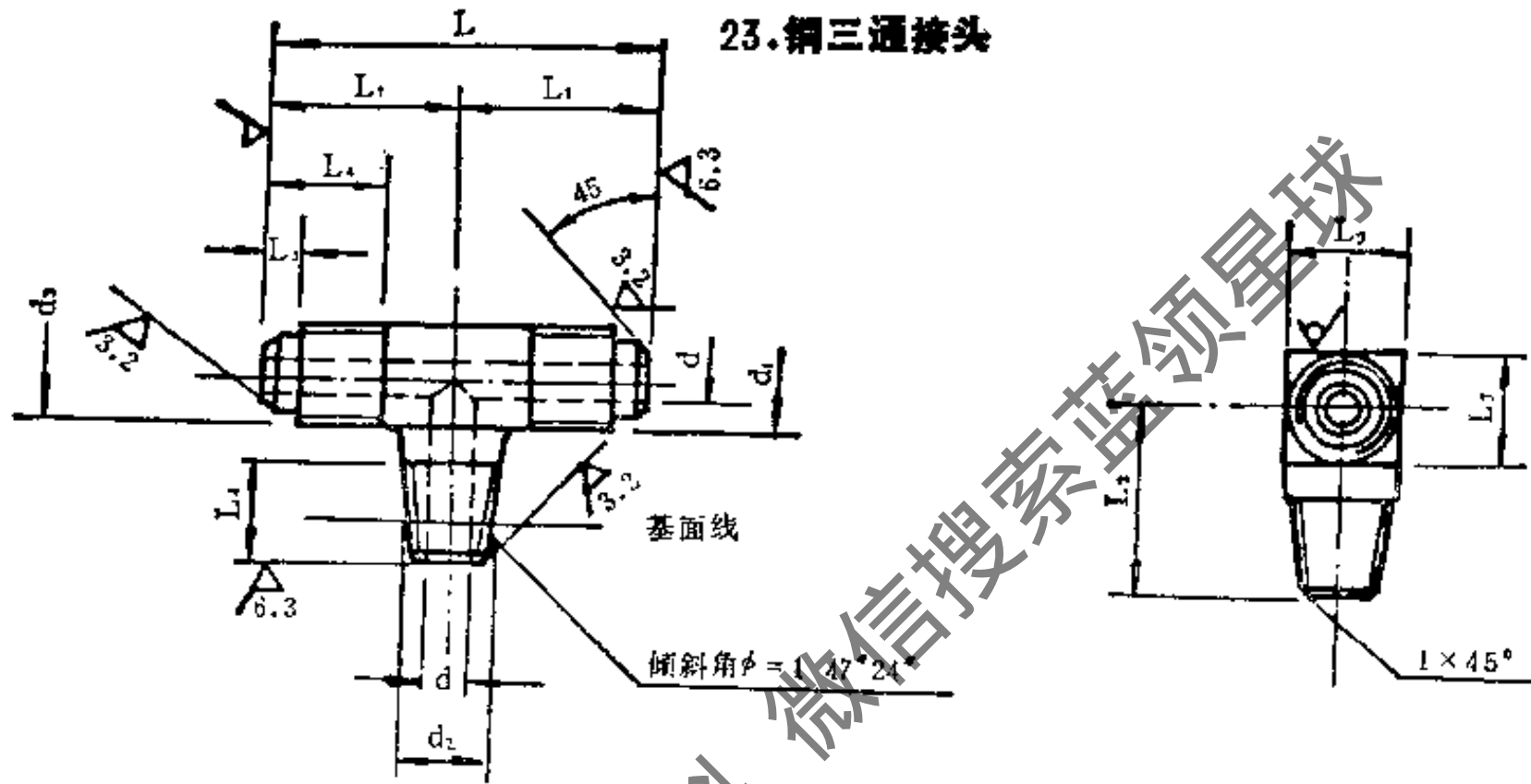


表 11-42

型 号	公称直径 d	d ₁	d ₂	d ₃	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	配 管
ST4-1	4	M12 × 1.25	M12 × 1.25	M12 × 1.25	46	23	23	14	14	4	6 × 1
ST4-2	4	M12 × 1.25	ZG $\frac{1}{8}$	M12 × 1.25	46	23	23	14	14	4	6 × 1
ST4-3	4	ZG $\frac{1}{8}$	M12 × 1.25	M12 × 1.25	46	23	23	14	14	4	6 × 1
ST8-1	8	M16 × 1.5	M16 × 1.5	M16 × 1.5	76	38	38				10 × 1
ST13-1	13	M22 × 1.5	M22 × 1.5	M22 × 1.5	112	56	56				16 × 1.2

单位: mm

24. 钢瓶钢接头

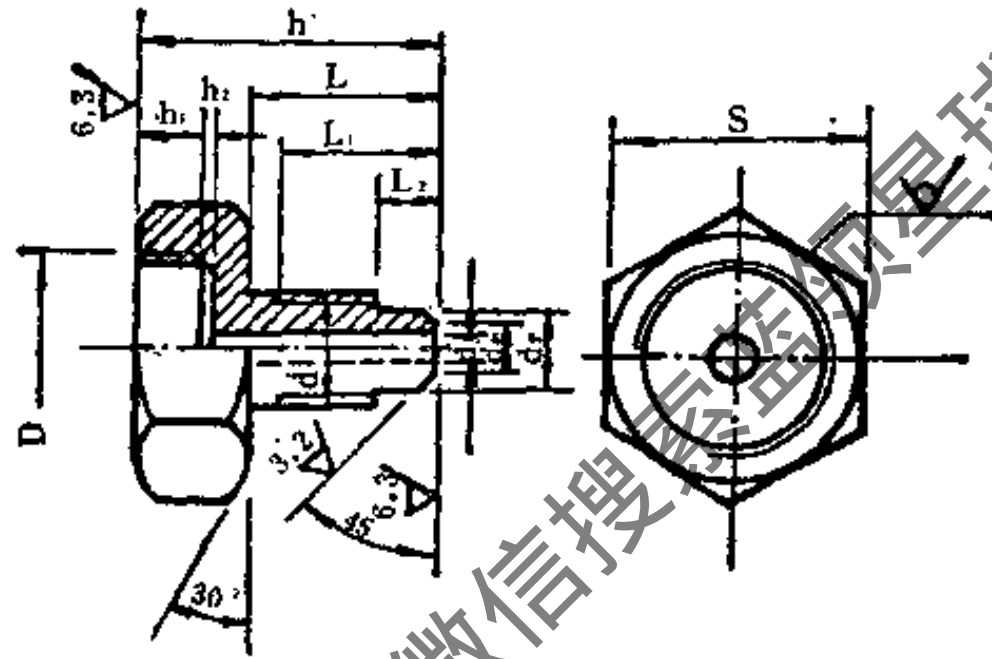


表 10—43

	d	d ₁	d ₂	d ₃	L	L ₁	L ₂	h	h ₁	h ₂	D	S
R12、R22、	M12×1.25	4	5	10	16	14	5	32	8.5	2.5	$\frac{3}{4}$ " —14牙/英寸	30
R13、R502	M14×1.5	4	7	12	18	16	5	34	8.5	2.5	$\frac{3}{4}$ " —14牙/英寸	30
钢瓶钢接头	M16×1.5	4	8	14	18	16	5	34	8.5	2.5	$\frac{3}{4}$ " —14牙/英寸	30

单位: mm

25. 铜六角螺塞

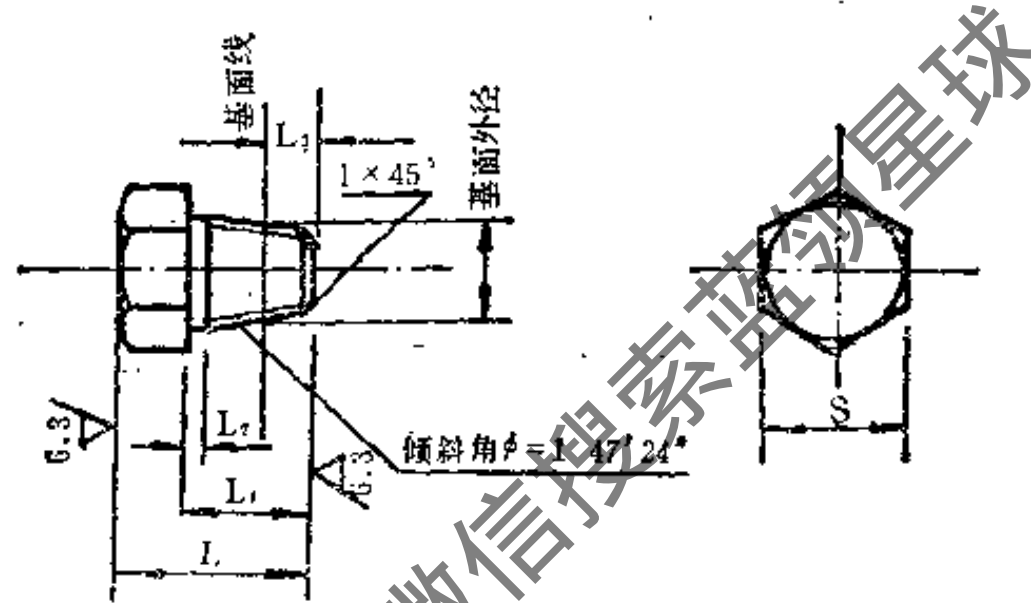


表 10—44

	L	L ₁	L ₂	L ₃	S	基面上螺紋外径
ZG $\frac{1}{8}$ " — 28牙/英寸	16	12	2	4.5	12	9.729
ZG $\frac{3}{8}$ " — 19牙/英寸	26	18	2.5	6	20	16.663

单位: mm

26. 快速接头（两端开闭式）

快速接头是一种省却工具，拆装迅速、灵活，互换性好，能大大减轻劳动强度，提高工作效率的接头，它的全名应该是“能快速装拆的接头”。

两端开闭式快速接头由于在接头体内附有单向阀，所以当快速接头拆开后，能自动封闭两端管

道，作为堵头使用，这在氟利昂制冷压缩机组与冷库内冷却设备各作为单体，在工厂生产时分别充灌好制冷剂，在现场不需应用工具或焊接即能使系统组装连通，启动制冷压缩机即可投入制冷运行，这是十分方便的，也是今后要发展的方向，应用在液压传动系统上的快速接头外形见图10—1，它的主要技术参数及外形尺寸见表10—45。

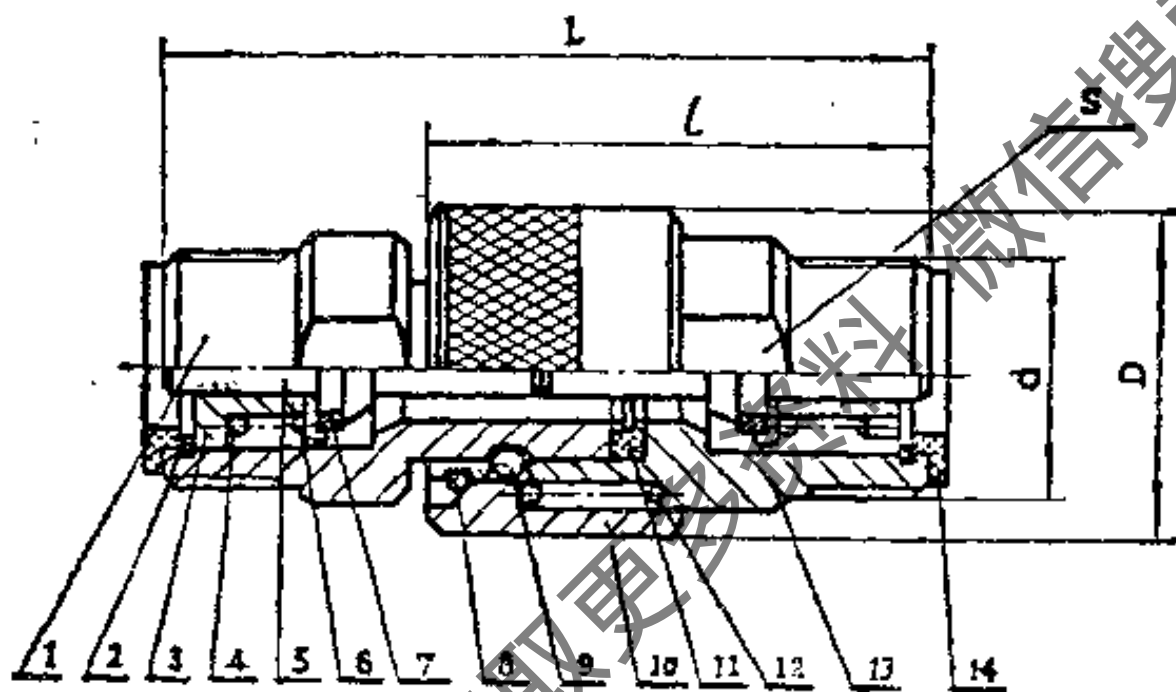


图10—1 快速接头

1. 接头体 I 2. 挡圈 3. 阀座 4. 小弹簧 5. 阀芯
6. 垫圈 7. 密封圈 8. 锁圈 9. 钢球 10. 套
11. 密封垫圈 12. 大弹簧 13. 接头体 II 14. 尼龙垫

表 10—45

公称直径 D _g (mm)	额定流量 V (l/min)	工作压力 P (MPa)	压力损失 ΔP (MPa)	工作温度 t (℃)	工作介质	尺寸 (mm)				
						d	D	L	I	S
6	6.3	31.4	<0.2	-20—80	油、水、 气和一切对 钢球和橡胶 无腐蚀性的 流体	M16×1.5	26	66	43	19
8	25					M22×1.5	31	79	49.5	22
10	40					M27×1.5	36	85	55.5	27
15	63					M30×1.5	40	96	60.5	30
20	100					M36×2	48	108	70.5	36
25	160	20.6				M42×2	56	122	77.5	46
32	250					M52×2	66	140	89.5	55
40	400					M60×2	77	156	99.5	65
50	630					M68×2	82	168	104.5	70

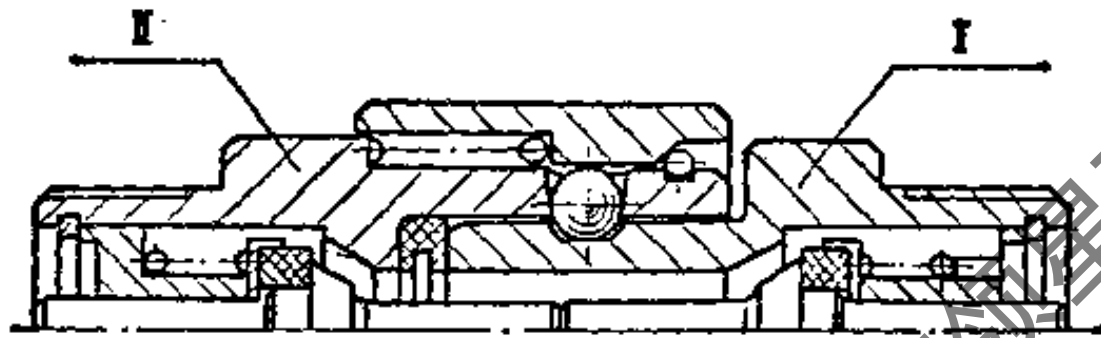


图 10—2 接通的快速接头

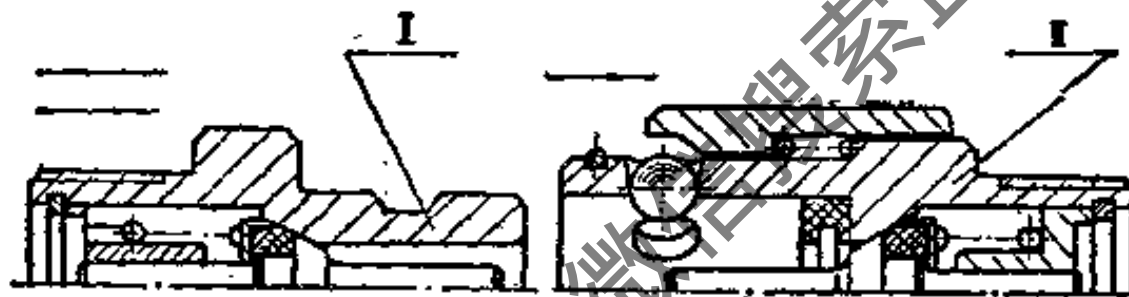


图 10—3 拆开的快速接头

快速接头由接头体 I 及接头体 II 组成，接通的快速接头见图10—2，拆开的快速接头见图10—3。

应用在氟利昂制冷系统上的快速接头目前仅有公称直径为 6 mm 的一种规格，它采用径向密封，

密封圈的材料采用聚四氟乙烯及耐氟橡胶圈。接头体 I 和 II 的端接头分 A、B、C 三种型号，端接头 C 型即 A 型外螺纹 $M14 \times 1.5$ 改为 $ZG 1/4''$ ，可以根据实际连接上的要求任意选用端接头。该快速接头的技术性能参数见表10—46外形见图10—4。

表10—46

公称直径 Dg (mm)	额定流量 V (l/min)	工作压力 P (MPa)	最低爆破压力 P _{max} (MPa)	压力损失 Δp (MPa)	工作温度 t (℃)	工作介质	最大外径 (mm)	长度 (mm)	重量 (kg)
6	6.3	98.1	392.3	0.2	-40—100	液压油、 氟利昂	31	111	0.362

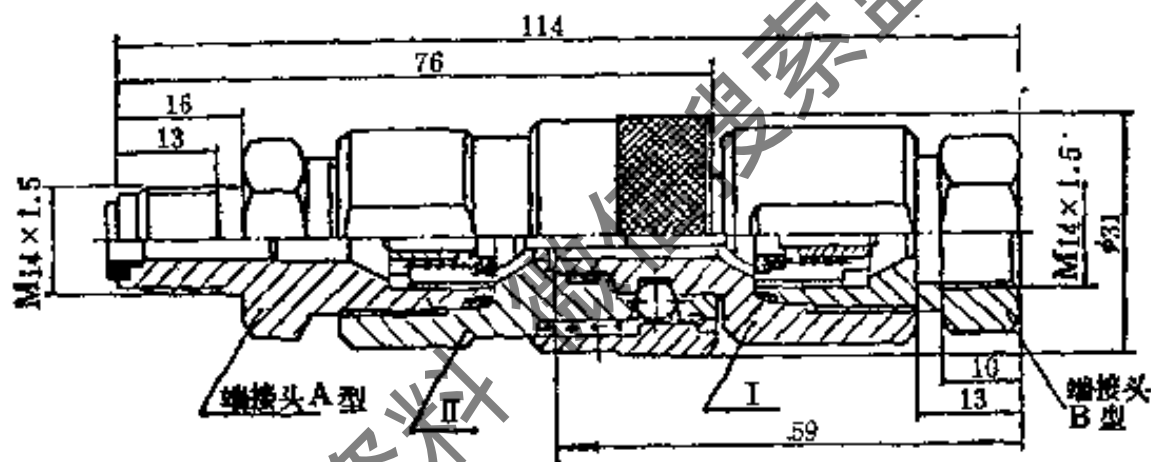


图10—4 快速接头（用于氟利昂制冷剂）

I. 接头体 I. 接头体

五、金属胀锚螺栓

(一) 用途特点

金属胀锚螺栓是一种代替地脚螺栓及其它预埋固定件的新颖紧固件，适用于混凝土构筑物上对水、电、煤、卫等管线的支架固定。对设备支架、底座与混凝土基础、梁、板的固定均能起着紧固作用（对一般动力设备如车、刨、铣、钻、磨等机床的固定皆可选用）。

应用该件螺栓取消了预埋件，所以能提高工效，减轻劳动强度，提高安装质量，并能大大缩短施工周期。对新设计的厂房，采用此种先进紧固装置技术，则不但可简化设计工作，尚可达到一定的经济效果。

(二) 使用规定

1. 使用胀锚螺栓应参照YBJ204-83《YG型 胀锚螺栓施工技术暂行规定》。
2. 碳钢胀锚螺栓，一般用于较高承重要求的支吊架的埋入件，以代替预留埋件。
3. 列出的胀锚螺栓静载荷只适于埋设在150*—250*混凝土或钢筋混凝土构件上。
4. 安装胀锚螺栓的构件强度、刚度应满足支吊架载荷及使用要求，一般不考虑钻孔对构件强度影响，但断面较小的构件，应进行核算。
5. 禁止在容易出现裂缝或已产生裂缝的部位埋设承受拉力荷载的胀锚螺栓。
6. 承受主要承重荷载及管道设备荷载的胀锚螺栓，应按计算所要荷载的螺栓断面提高一级采用。
7. 抗剪的胀锚螺栓，其埋深与同样直径抗拉胀锚螺栓的埋深相同。螺栓组合受剪，其间距不小于

7d (d—螺栓公称直径) 时, 可不降低膨胀螺栓的抗剪能力。

8. 膨胀螺栓至构件边缘距离应 $\geq 12d$, 否则承载力应适当降低。

9. 抗拉膨胀螺栓沿一个方向的排列间距小于15d时, 其允许承载力应乘组合降低系数 V_z (见表10—47)。

表 10—47

间距 $< d$ 之倍数	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
V_z	0.67	0.70	0.73	0.77	0.80	0.83	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00

10. 在钢筋混凝土构件中埋设膨胀螺栓, 应注意:

(1) 尽量避开钢筋位置, 不得钻断钢筋。

(2) 预留管道外表面距墙面应不小于12cm,

或不小于膨胀螺栓钻孔深度。

(3) 埋设膨胀螺栓较多的部位, 构件布置钢筋时应考虑留出螺栓钻孔位置。在配筋特多的构件, 尽量少埋或不埋膨胀螺栓。

(4) 在梁、板上埋设膨胀螺栓悬挂支吊架时, 如荷载较大, 应在构造上采取措施, 并征得结构工种的同意。

(三) 构造及技术参数

金属膨胀螺栓 (见图10—5) 是由底部成锥形

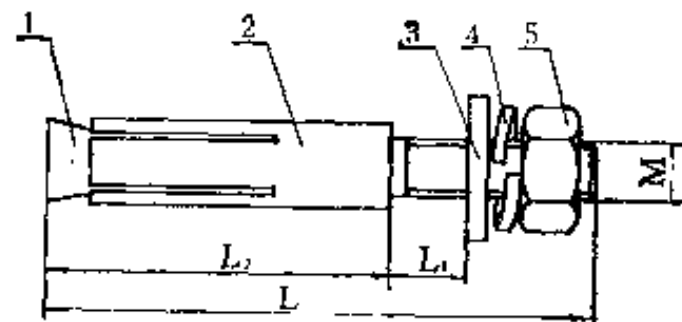


图 10—5

1. 锥形螺栓 2. 膨胀套管 3. 平垫圈 4. 弹簧垫圈 5. 螺母

的螺栓，能膨胀的套管，平垫圈，弹簧垫圈和螺母等组成。除弹簧垫圈外其余构件均作镀锌处理。

1. 规格

表 10—48

	M×L×L ₁	M×L×L ₁	M×L×L ₁
M6	6×65×10	6×75×20	6×85×30
M8	8×80×15	8×90×25	8×100×35
M10	10×95×20	10×110×35	10×125×50
M12	12×110×20	12×130×40	12×150×60
M16	16×150×30	16×175×55	16×200×80

单位：(mm)

2. 技术参数

表 10—49

	规格 M×L ₂ (mm)	钻孔直径 (mm)	埋深 (mm)	拉力(kg)		剪力(kg)	
				允许值	极限值	允许值	极限值
锚固在 75° 砖砌体	6×55	10.5	35	100	305	70	200
	8×70	12.5	50	225	675	105	319
	10×85	14.5	55	390	1175	165	500
	12×105	19.0	65	440	1325	245	734
	16×140	23.0	90	500	1500	460	1380
锚固在 150° 混凝土	6×55	10.5	35	245	610	80	200
	8×70	12.5	50	540	1350	150	375
	10×85	14.5	55	940	2350	235	588
	12×105	19.0	65	1000	2650	345	863
	16×140	23.0	90	1250	3100	650	1625

1. 铜 丝 网

表 10—51

参考孔数		丝 径 (mm)	净孔径 (mm)	有效面积 (%)	理论重量 (kg/m ²)	参考孔数		丝 径 (mm)	净孔径 (mm)	有效面积 (%)	理论重量 (kg/m ²)
目/in	目/cm					目/in	目/cm				
7	2.8	0.610	3.019	69	1.443	30	11.8	0.315	0.532	40	1.653
10	4.0	0.559	1.981	61	1.728	30	11.8	0.234	0.614	53	0.904
12	4.7	0.457	1.650	61	1.397	32	12.6	0.213	0.581	54	0.807
14	5.5	0.376	1.438	63	1.089	34	13.4	0.213	0.534	52	0.858
14	5.5	0.457	1.357	56	1.630	36	14.2	0.213	0.493	50	0.907
16	6.3	0.315	1.273	65	0.883	38	14.2	0.234	0.472	44	1.081
16	6.3	0.457	1.131	50	1.860	40	15.7	0.173	0.462	54	0.656
18	7.1	0.315	1.096	64	0.993	50	19.7	0.152	0.356	50	0.639
18	7.1	0.417	0.993	49	1.732	60	23.6	0.152	0.271	41	0.767
18	7.1	0.457	0.954	46	2.092	60	23.6	0.122	0.301	51	0.497
20	8.0	0.274	0.996	62	0.821	80	31.5	0.102	0.216	17	0.459
20	8.0	0.315	0.955	60	1.402	80	31.5	0.122	0.196	38	0.656
22	8.6	0.274	0.880	59	0.903	100	39.4	0.08	0.173	50	0.364
24	9.5	0.254	0.804	58	0.800	100	39.4	0.091	0.163	46	0.457
26	10.2	0.234	0.743	59	0.784	120	17.2	0.07	0.141	50	0.337
28	11	0.234	0.673	56	0.844	120	17.2	0.081	0.131	38	0.436

2. 黑低碳钢丝网

表 10—52

参 考 孔 数		丝 径 (mm)	净 孔 径 (mm)	有 效 面 积 (%)	理 论 重 量 (kg/m ²)
目/in	目/cm				
18	7.1	0.41	1.000	49	1.530
20	8.0	0.37	0.900	49	1.380
22	8.6	0.37	0.785	45	1.520
24	9.5	0.35	0.708	46	1.500
26	10.2	0.35	0.587	43	1.660
28	11	0.31	0.597	43	1.360
30	11.8	0.31	0.537	40	1.460
32	12.6	0.29	0.504	40	1.360
34	13.4	0.27	0.467	41	1.300
36	14.2	0.27	0.436	38	1.300
38	15	0.26	0.408	39	1.130
40	15.7	0.25	0.385	37	1.170
42	16.5	0.24	0.365	38	1.130
44	17.4	0.23	0.347	30	1.170
46	18	0.21	0.342	38	1.025
48	19	0.20	0.329	41	0.880

(续)

参 考 孔 数		丝 径 (mm)	净 孔 径 (mm)	有 效 面 积 (%)	理 论 重 量 (kg/m ²)
目/in	目/cm				
50	19.7	0.19	0.318	39	0.907
56	22	0.17	0.274	39	0.182

3. 不锈钢丝网

表 10-53

参考孔数		丝 径 (mm)	净孔径 (mm)	有效面积 (%)	理论重量 (kg/m ²)	参考孔径		丝 径 (mm)	净孔径 (mm)	有效面积 (%)	理论重量 (kg/m ²)
目/in	目/cm					目/in	目/cm				
4	1.57	1	5.33	70	2.02	7	2.8	0.61	3.019	69	1.255
5	2	0.91	4.17	67	1.998	8	3.2	0.56	2.616	68	1.202
5	2	1	4.06	64	2.51	9	3.6	0.61	2.212	61	1.608
6	2.4	0.71	3.525	69	1.46	10	4.0	0.503	2.032	64	1.237
6	2.4	0.61	3.636	74	1.074	10	4.0	0.559	1.981	61	1.503

表 10—54

参考孔数		丝 径 (mm)	净孔径 (mm)	有效面积 (%)	理论重量 (kg/m ²)	参考孔数		丝 径 (mm)	净孔径 (mm)	有效面积 (%)	理论重量 (kg/m ²)
目/in	目/cm					目/in	目/cm				
12	4.7	0.508	1.60	40	1.484	26	10.2	0.234	0.743	59	0.682
12	4.7	0.457	1.65	61	1.215	28	11.1	0.273	0.634	49	0.999
14	5.5	0.457	1.357	56	0.947	28	11.1	0.234	0.673	56	0.734
14	5.5	0.376	1.438	63	1.418	30	11.8	0.315	0.532	40	1.438
16	6.3	0.508	1.029	42	1.976	30	11.8	0.254	0.593	50	0.87
16	6.3	0.376	1.212	58	1.096	30	11.8	0.234	0.614	53	0.786
16	6.3	0.315	1.273	65	0.768	32	12.6	0.234	0.560	50	0.839
16	6.3	0.254	1.334	70	0.465	36	14.2	0.234	0.472	46	0.943
18	7.1	0.375	1.035	54	1.231	38	15	0.213	0.455	46	0.833
18	7.1	0.315	1.096	61	0.864	40	15.7	0.254	0.381	37	1.159
20	8.0	0.417	0.853	45	1.678	40	15.7	0.213	0.422	45	0.877
20	8.0	0.376	0.894	49	1.367	40	15.7	0.193	0.442	49	0.713
20	8.0	0.315	0.955	57	0.959	50	19.7	0.152	0.356	50	0.561
22	8.6	0.315	0.840	53	1.055	60	23.6	0.122	0.301	51	0.432
22	8.6	0.273	0.881	59	0.786	80	31.5	0.102	0.216	47	0.399
24	9.5	0.315	0.713	48	1.15	100	39.4	0.081	0.173	46	0.317
24	9.5	0.273	0.765	56	0.856	120	47.2	0.081	0.131	38	0.379
26	10.2	0.315	0.682	46	1.248						

4. 机织热镀锌六角形铜丝网 (沪Q/J427-63)

表 10—55

公称网孔 (mm)	12	16	20	25	40	50
实际网孔 (mm)	15 ⁺¹	18 ^{+1.5}	22 ⁺¹	28 ⁺¹	44 ⁺¹	56 ⁺¹
斜边长短差 (mm)	2.5	2.5	4	6	6	6
规格 (宽×长) (m)	线径 (毫米)					
1×50	0.81	0.81	1.25, 1.07,	1.25, 1.07,	1.25, 1.07,	1.25, 1.07,
1×30	0.71	0.71	0.89, 0.81,	0.89, 0.81,	0.89, 0.81,	0.89, 0.81,
1×25	0.64	0.64	0.71, 0.64,	0.71, 0.64,	0.71, 0.64,	0.71,
1×20						
2×50	同上	同上	同上	同上	同上	同上
2×20						

注: ①此网适用于管道、设备绝热时的丝网。

②此网先织后镀。材料为低碳钢。

获取更多资料 微信: 13801380138 全球

5. 镀锌低碳钢丝网

表 10—56

参考孔数 (目/in)	丝 径 (mm)	参考孔数 (目/in)	丝 径 (mm)	参考孔数 (目/in)	丝 径 (mm)
3	0.914	9	0.457	22	0.234
4	0.711	10	0.457	24	0.234
4.5	0.600	12	0.378	26	0.193
5	0.600	14	0.315	28	0.193
6	0.600	16	0.315	30	0.193
7	0.600	18	0.274	32	0.193
8	0.559	20	0.274		

6. 尼龙丝网

表 10—57

参 考 孔 数		丝 径 (mm)	净 孔 径 (mm)	有 效 面 积 (%)
目/in	目/cm			
12	4.7	0.55	1.514	51.28
14	5.5	0.40	1.315	52.53
16	6.3	0.40	1.147	52.20
18	7.1	0.35	1.025	52.87
20	7.9	0.35	0.892	48.78
30	11.8	0.25	0.516	37.21
40	15.7	0.25	0.360	32.00
50	19.7	0.20	0.288	32.13
60	23.6	0.20	0.258	37.20
70	27.5	0.15	0.198	29.74
80	31.5	0.15	0.208	42.79
90	35.4	0.10	0.172	37.20
100	39.4	0.10	0.144	32.14

七、建筑材料

表 10—58

序号	材料名称	规格	密度 ρ (kg/m ³)	测定时重量 温度 W_z (%)	热导率 λ' 测定值 $W/(m \cdot K)$	设计采用 热导率 λ $W/(m \cdot K)$	热扩散 率 a (m ² /h)	比热 C_p kJ/(kg·K)	蓄热系数 S_{24} W/(m ² ·K)	蒸汽渗透 率 $\mu \times 10^5$ g/(m·h·Pa)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	碎石混凝土		2280	0	1.5119	1.5119	3.33	0.7118	13.3629	4.50036
2	钢筋混凝土		2400	—	1.5468	1.5468	2.77	0.8374	14.9446	3.00024
3	石料 大理石、花岗岩、 玄武岩 石灰岩		2800	—	3.489	3.489	4.87	0.9211	25.4697	2.10017
			2000	—	1.163	1.163	2.27	0.9211	12.5804	6.45052
4	实心重砂浆、普通 粘土砖砌体		1800	—	0.8141	0.8141	1.85	0.8792	9.6529	10.50084
5	土壤、砂、碎石、 亚粘土 重粘土		1980	10	1.1746	1.1746	1.87	1.1304	13.7816	9.75078
			1840	15	1.1165	1.1165	1.72	1.2560	13.6536	

(续)

序号	材料名称	规格	密度 ρ (kg/m^3)	测定时重量 温度 W_z (%)	热导率 λ' 测定值 $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	设计采用 热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	热扩散 率 a (m^2/h)	比热 C_p $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	蓄热系数 S_{24} $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	蒸汽渗透 率 $\mu \times 10^5$ $\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa})$
6	干砂填料	中砂	1460	0	0.2559	0.5815	0.82	0.7536	4.5241	16.50132
		粗砂	1400	0	0.2442	0.5815	0.77	0.7536	4.0821	16.50132
7	水泥砂浆	1:2.5	2030	0	0.9304	0.9304	2.07	0.7955	10.3507	9.00072
8	混合砂浆		1700	—	0.8723	0.8723	2.21	0.8374	9.4668	9.75078
9	石灰砂浆		1600	—	0.8141	0.8141	2.19	0.8374	8.8737	12.00096
10	建筑钢材		7800	0	58.15	58.15	58.28	0.4605	120.952	0
11	铝		27.0	0	202.9435	202.9435	309.00	0.8374	182.591	0
12	红松	热流方向 顺木纹	510	—	0.4419	0.4419	1.40	2.2190	6.0476	3.45028
		热流方向 垂直木纹	420	—	0.1105	0.1163	0.53	1.8003	2.4423	16.80134

(续)

序号	材料名称	规格	密度 ρ (kg/m^3)	测定时重量 温度 W_z (%)	热导率 λ 测定值 $W/(\text{m}\cdot\text{K})$	设计采用 热导率 λ $W/(\text{m}\cdot\text{K})$	热扩散 率 a (m^2/h)	比热 C_p $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	蓄热系数 S_{24} $W/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	蒸汽渗透 率 $\mu \times 10^5$ $\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa})$
13	炉渣		660	0	0.1745	0.2908	1.00	0.8374	2.4772	21.75174
			900	—	0.2442	0.3489	0.91	1.0866	4.1170	20.25162
			1000	—	0.2908	0.4071	1.25	0.8374	4.2217	19.50156
14	炉渣混凝土	1:1:8	1280	0	0.4187	0.5815	1.44	0.8374	5.6987	10.50084
		1:1:10	1150	0	0.3722	0.5234	1.45	0.7955	4.652	10.50084
15	胶合板	三合板	540	—	0.1512 0.1795	0.1745	0.46	1.5491	2.5586	10.50084
16	纤维板		945	—	0.2675	0.2675	0.30	1.5072	3.489	10.50084
17	刨花板		650	—	0.2210	0.2210	0.42	1.6329	3.0238	10.50084
18	聚苯乙烯泡沫塑料	普通型、 自发性 自熄型、 可发性	18	—	0.0361	0.0465	6.23	1.1723	0.2326	2.77522
			19	—	0.0349	0.0465	5.52	1.2142	0.2326	2.55020

(续)

序号	材料名称	规格	密度 ρ (kg/m^3)	测定时重量 温度 W_z (%)	热导率 λ' 测定值 $W/(\text{m}\cdot\text{K})$	设计采用 热导率 λ $W/(\text{m}\cdot\text{K})$	热扩散 率 a (m^2/h)	比热 C_p $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	蓄热系数 S_{24} $W/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	蒸汽渗透 率 $\mu \times 10^5$ $\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa})$
19	乳液聚苯乙烯 泡沫塑料		37	—	0.0337	0.0442	3.06	1.0886	0.3140	—
20	聚氨酯泡沫塑料	硬质聚酯型	40	—	0.0221	0.0314	1.65	1.2560	0.2791	2.55020
21	沥青玻璃棉毡		70	—	0.0419	0.0814	1.42	1.3816	0.5699	—
			100	—	0.0442	0.0814	1.037	1.3398	0.6164	—
			150	—	0.0442	0.0814	0.88	1.2142	0.7560	48.7539
22	沥青玻璃棉半硬板		120	—	0.0407	0.07556	—	—	—	—
23	玻璃纤维板		60	—	0.0372	0.07556	1.90	1.1723	0.4419	—
			90	—	0.0407	0.07556	1.40	1.0886	0.5117	—
			120	—	0.0430	0.0814	1.13	1.0048	0.5699	48.7539
24	矿渣棉(1)		60	—	0.0337	0.0814	2.16	1.0886	0.3838	—
			90	—	0.0349	0.0814	1.26	1.0467	0.4652	48.7539
25	沥青矿渣棉毡(1)		120	—	0.0361	0.0814	1.09	1.0048	0.5582	—
			160	—	0.0372	0.0814	0.90	0.9211	0.6280	48.7539

(续)

序号	材料名称	规格	密度 ρ (kg/m^3)	测定时重量 温度 W_z (%)	热导率 λ' 测定值 $W/(\text{m}\cdot\text{K})$	设计采用 热导率 λ $W/(\text{m}\cdot\text{K})$	热扩散 率 a (m^2/h)	比热 C_p $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	蓄热系数 S_{24} $W/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	蒸汽渗透 率 $\mu \times 10^5$ $\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa})$
30	水玻璃珍珠岩(2)		300	0	0.0779	沥青辅助 0.1047	1.12	0.8374	1.2793	15.0012
31	沥青珍珠岩	珍珠岩; 沥青(压 比)								
		$1\text{m}^3:75\text{kg}$ (2:1)	260	—	0.0768	0.0930	0.75	1.3816	1.4189	6.00048
		$1\text{m}^3:100\text{kg}$ (2:1)	380	—	0.0954	0.1163	0.55	1.6329	2.0585	—
		$1\text{m}^3:60\text{kg}$ (1.5:1)	220	—	0.0616	0.0756	0.81	1.2560	1.1165	—
32	乳化沥青膨胀 珍珠岩	乳化沥 青,珍珠岩 =4:1 压比1.8:1	350	—	0.0907	0.1105	0.71	1.3398	1.7329	6.90055

(续)

序号	材料名称	规格	密度 ρ (kg/m^3)	测定时重量 温度 W_z (%)	热导率 λ' 测定值 $W/(\text{m}\cdot\text{K})$	设计采用 热导率 λ $W/(\text{m}\cdot\text{K})$	热扩散 率 a (m^2/h)	比热 C_p $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	蓄热系数 S_{24} $W/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	蒸汽渗透 率 $\mu \times 10^5$ $\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa})$
33	加气混凝土[2]	蒸汽养护	500	0	0.1163	沥青铺砌 0.152	0.93	0.9630	2.0236	9.97580
34	泡沫混凝土[2]		370	0	0.0977	沥青铺砌 0.1279	0.89	0.8374	1.3258	18.00144
35	软木		170	—	0.0582	0.0698	0.62	2.0515	1.1863	2.55020
36	稻壳		120	5.9	0.0605	0.1512	1.09	1.6747	0.9420	45.0036

- 注：1. 棉材应按在围护结构内实际填充密实程度的重量选用设计采用的热导率（导热系数），凡棉材装置于双面铁皮夹层板内使用时，其设计采用的热导率可按测定值，乘以1.3修正系数。
2. 水泥珍珠岩、水玻璃珍珠岩、加气混凝土、泡沫混凝土设计采用的热导率为用沥青铺砌时的数值。

八、水产品冻结盘 (GB4602-84)

1. 标记示例

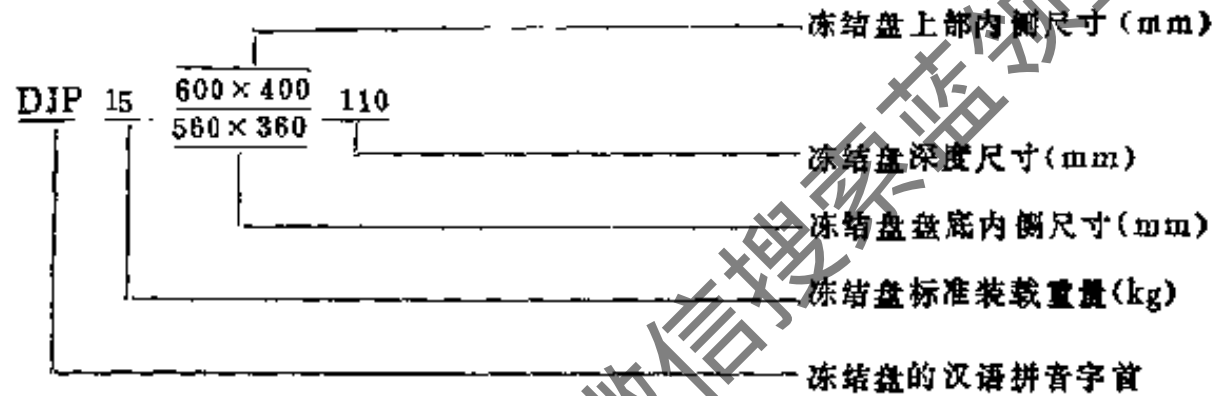


表 10-59

冻结盘标记		标准容积 (cm ³)	标准装载 重量 (kg)	基本尺寸 (mm)					
第一系列	第二系列			上部内侧面尺寸		盘底内侧面尺寸		盘深度 (h)	
				长边	短边	长边	短边		
	DJP20- 600 × 400 / 560 × 360	130	28669	20	600	400	560	360	130

(续)

冻 结 盘 标 记		标准容积 (cm ³)	标准装载 重 量 (kg)	基 本 尺 寸				盘深度 (h)
第 一 系 列	第 二 系 列			上部内侧尺寸		盘底内侧尺寸		
				长 边	短 边	长 边	短 边	
DJP15 $\frac{600 \times 400}{560 \times 360}$ 110	DJP15 $\frac{600 \times 400}{560 \times 360}$ 120	$\frac{24259}{26464}$	15	600	400	560	360	$\frac{110}{120}$
DJP10 $\frac{600 \times 400}{570 \times 370}$ 80		18024	10	600	400	570	370	80
	DJP5 $\frac{390 \times 290}{360 \times 260}$ 80	8256	5	390	290	360	260	80
DJP2.5 $\frac{290 \times 180}{265 \times 155}$ 75		3490	2.5	290	180	265	155	75
DJP2 $\frac{290 \times 180}{265 \times 155}$ 65		3025	2	290	180	265	155	65
DJP1 $\frac{180 \times 145}{165 \times 130}$ 50		1187	1	180	145	165	130	50
DJP0.5 $\frac{145 \times 95}{130 \times 80}$ 45		542	0.5	145	95	130	80	45

2. 技术要求

(1) 金属冻结盘盘体采用镀锌钢板 YB181-65《镀锌用原板和酸洗薄钢板品种》制成。装载重量 5 kg 以上的冻结盘, 板厚度为 0.7—0.8 mm; 装载重量 2.5 kg 以下的冻结盘, 板厚度为 0.6 mm, 或采用厚度为 0.8 mm 的防锈铝板 (LF 2) 拉伸成型制成容器。

(2) 冻结盘的盘口边框采用 YB243-65《一般用途热镀锌低碳钢丝》规定的热镀锌低碳钢丝或 GB704-65《热轧扁钢品种》规定的热轧扁钢制做, 并做防锈处理。

(3) 冻结盘的盘体不得采用拼合焊接。

(4) 冻结盘的两端包卷折角处, 金属板的包卷、折叠只许压制成型。除盘口边框允许采用铆钉连接外, 其他各部不得采用铆钉连接。

(5) 盘体的内外表面的镀锌层, 不许有严重划痕脱落或表面锈蚀污染。

(6) 盘体的盘口边缘与边框的连接, 其结合必须紧密, 周边与边框包卷均匀光滑, 不得有翘曲、皱纹、毛刺等现象。

(7) 压制盘体时各部分所形成的圆角, 其半径不得大于 R5。

(8) 冻结盘内侧尺寸制造偏差, 应按 IT 15 级 GB1804-79《公差与配合未注公差尺寸的极限偏差》精度制造。

(9) 冻结盘的底面及侧面的平面度用直尺透光检查时, 在 200 mm 内不超过 1 mm。

(10) 每批制做的冻结盘抽检 10%, 并计算平均重量, 冻结盘的重量偏差不得超过平均重量的 3%。

九、橡胶板

(用途) 橡胶板常见的有橡胶平板、夹布橡胶平板和花纹胶板三种。橡胶平板和夹板橡胶平板用

于制造机器的垫圈、密封衬垫、缓冲衬垫，以及供制造其他零件之用；夹布橡胶平板由于增加了夹布

层，多用于需要防止过度伸长和压力要求较高的场合；花纹胶板则专供减振、铺地、衬垫等用。

(1) 宽度、厚度和长度

表 10—60

种 类	宽 度(mm)	厚 度(mm)	长 度(m)
橡 胶 平 板	200—1000	0.5—50	3—10
夹布橡胶平板	200—1000	1—5	3—10
花 纹 胶 板	200—1000	2.5—3	3—10

(2) 厚度和含胶量系列

表 10—61

厚 度 系 列 (mm)	0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 30, 40, 50
含 胶 量 (%)	10, 15, 20, 30, 40, 45, 50, 60, 70, 80

注：含胶量以20%和30%最常用。

十、油 毡

石油沥青油毡——200号适用于简单建筑防

水、临时性建筑防潮及包装等；350号和500号粉毡适用作多层防水层的各层或屋面层；350号和500号片毡仅适用于单层防水。煤沥青油毡——适用于地

下防水、建筑防潮及包装等。矿棉纸油毡——适用
作铺设地下或平屋面防水层，也可作铺设其他构筑

物防水层和金属管道（热管道除外）耐腐蚀的保护
层。

表 10—62

名称及标准号码	标 号	每卷重量 (kg) ≥	原纸重量 (g/m ²) ≥	浸渍材料	涂盖材料	浸水24小时后 吸水率(%) ≤	抗拉强度(在18℃ 时 纵 向)(kg) ≥
石油沥青油毡 (GB326-73)	粉毡—200	17	200	低软化点石油 沥青	高软化点石油 沥青	1	32
	片毡—200	19	200			3	32
	粉毡—350	28	350			1	44
	片毡—350	30	350			3	44
	粉毡—500	39	500			1	52
	片毡—500	41	500			3	52
煤沥青油毡 (JG73-64)	煤粉毡—350	23	350	低软化点煤 沥青	高软化点煤 沥青	3	40
	煤片毡—350	25				5	
矿棉纸油毡 (JG74-64)	矿毡—60 (粉毡)	31.5	400	低软化点石 油沥青	高软化点石 油沥青	1	30

注：1. 撒布材料：粉毡为粉状，片毡为片状。

2. 油毡的宽度为915mm，每卷总面积为20m²。

十一、冷库常用防潮、隔汽材料的热物理系数

表 10-63

序号	材料名称	密度 ρ (kg/m^3)	厚度 δ (mm)	热导率 λ $\text{W}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$	热绝缘系数 M ($\text{m}\cdot^\circ\text{C})/\text{W}$	导温系数 $a \times 10^7$ (m^2/h)	比热容 C $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$	蓄热系数 S_{24} $\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$	蒸汽渗透率 $\mu \times 10^3$ $\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa})$	蒸汽渗透阻 H ($\text{m}^2\cdot\text{k}\cdot\text{Pa})/\text{g}$
1	石油沥青油毛毡(350号)	1130	1.5	0.27	0.0032	0.32	1.59	4.58	0.00133	1106.57
2	石油沥青或玛璋脂一道	980	2.0	0.20	0.0100	0.33	2.14	5.41	0.0075	266.64
3	一毡二油		5.5		0.0258					1639.86
4	二毡三油		9.0		0.0413					3013.08
5	聚乙烯塑料薄膜	1200	0.07	0.16	0.0017	0.28	1.42	3.98	0.0000203	3166.37

十二、氟利昂水分指示器

氟利昂水分指示器适合于各种氟利昂制冷系统

使用的管道附件。在制冷系统的液体管线中安装该附件后，操作人员可随时通过附件的玻璃视镜及其中的变色指示片观察了解系统中制冷工质流动情况和制冷剂中水分的含量。当指示片呈淡天蓝色时，表

示制冷剂处于干燥状态。当指示片呈水灰色时，表示制冷剂已含水分。当指示片呈淡粉红色时，表示制冷剂中所含水分超出允许值，处于潮湿状态，必须对制冷剂进行干燥处理，以防出现冰塞而造成事

故。另外，还可以将指示器安装于系统的回油管路观察润滑油的回油，及时发现回油系统的不正常情况，采取必要的措施。

1. 水分指示器灵敏度见表10—64。

水分指示器灵敏度（色标水分，含量 - p.p.m）

表 10—64

制冷剂液温	R12			R22			R502		
	24℃	38℃	52℃	24℃	38℃	52℃	24℃	38℃	52℃
淡天蓝色 (干)	低于5	低于10	低于15	低于30	低于45	低于60	低于15	低于25	低于30
水灰色 (警告)	5~15	10~30	15~45	30~120	45~180	60~240	15~60	25~90	30~120
淡粉红色 (湿)	高于16	高于36	高于45	高于120	高于180	高于240	高于60	高于90	高于120

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名 = 冷库制冷设计手册

作者 =

页数 = 6 8 0

S S 号 = 0

出版日期 =

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

封面页
书名页
版权页
前言页
目录页
第一章

常用资料

一、单位换算

1 .

常用计量单位符号表

2 .

用于构成十进倍数和分数单位

3 .

长度、面积、体积单位换算表

的词头

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

- 4 . 质量单位换算表
- 5 . 各种温度单位换算表
- 6 . 各种温度的热力学零度、水冰点、水三相点及水沸点温度值
- 7 . 密度单位换算表
- 8 . 比容单位换算表
- 9 . 速度单位换算表
- 10 . 体积流速单位换算表
- 11 . 力单位换算表
- 12 . 压力单位换算表
- 13 . 功、能和热量单位换算表

获取更多资料

换算表
换算表

- 1 4 . 功率单位换算表
- 1 5 . 制冷量单位换算表
- 1 6 . 传热系统 (放热系数) 单位
- 1 7 . 热导率 (导热系数) 单位换
- 1 8 . 热阻率单位换算表
- 1 9 . 热流量密度单位换算表
- 2 0 . 散热率单位换算表
- 2 1 . 比热容单位换算表
- 2 2 . 比内能单位换算表

获取更多资料 微信搜索公众号

- 2 3 . 动力粘度单位换算表
- 2 4 . 运动粘度单位换算表
- 2 5 . 单位阻力单位换算表
- 2 6 . 水的硬度单位换算表
- 2 7 . 蒸汽渗透系数单位换算表
- 2 8 . 蒸汽渗透率单位换算表
- 2 9 . 蒸汽渗透阻单位换算系数
- 3 0 . 毫米与英寸对照表
- 3 1 . 立方米与立方英尺对照表
- 3 2 . 摄氏温度与华氏温度对照表
- 3 3 . 运动粘度 (厘斯) 与恩氏粘

获取更多资料

度 (? E) 对照表

寸 2 对照表

、英寸) 对照表

表

换算表

卡数的换算表

3 4 . 千克力 / 厘米 2 与磅力 / 英

3 5 . 常用线规号码与线径 (毫米

3 6 . 千克力数化为牛顿数的换算

3 7 . 千米 / 时数化为米 / 秒数的

3 8 . 千克力 / 厘米 2 数化为帕斯

获取更多资料 微信搜 蓝星地球

3 9 .	毫米汞柱数或托数化为牛顿 / 米 ² 数的换算表
4 0 .	瓦特·小时数化为焦耳数的换算表
4 1 .	卡(千卡)数化为焦耳(千焦)数的换算表
4 2 .	千卡 / 时数化瓦数的换算表
4 3 .	磅力 / 英寸 ² 数化为帕斯卡数的换算表
4 4 .	英热单位数化为焦耳数的换算表

获取更多资料 微信搜索 全球

4 5 . 英热单位 / 磅数化为焦耳 /
千克数的换算表

4 6 . 英热单位 / (英尺³ · 时)
数化为瓦 / 米³ 数的换算表

4 7 . 英热单位 / (英尺 · 时 · °
F) 数化为瓦 / (米 · 开) 数的换算表

4 8 . 英热单位 / (英尺² · 时 ·
F) 数化为瓦 / (米² · 开) 数的换算表

4 9 . 英热单位数化为千卡数的换
算表

5 0 . 英热单位 / 磅数化为千卡 /

获取更多资料

千克数的换算表

5 1 . 英热单位 / (英尺³ · 时)
数化为千卡 / (米³ · 时) 数的换算表

5 2 . 英热单位 / (英尺 · 时 · °
F) 数化为千卡 / (米 · 时 · °) 数的换算表

5 3 . 英热单位 / (英尺² · 时 · °
° F) 数化为千卡 (米² · 时 · °) 数的换算表

二、数学数值

1 . 平面图形的面积

2 . 多面体的体积和表面积

3 . 贮罐内液体的体积计算

- 4 . 贮罐外保温层材料的体积计算
- 5 . 对数平均温差计算图 (顺流或逆流时)

三、物理数值

- 1 . 干空气在压力为 1 0 1 . 3 2 5 千帕时对传热有影响的物理参数
- 2 . 空气的含热量值 h (- 2 0 - 4 0)
- 3 . 饱和空气的含湿量图
- 4 . 相对温度下的露点温度
- 5 . 湿空气的 $h - d$ 图 (8 0 - - 4

获取更多资料

0)

6 . 湿空气的 $h - d$ 图 (0 - - 7 5

)

7 . 饱和水蒸汽压力图

8 . 水对传热有影响的物理参数

四、制图图例及其它

1 . 制冷常用管线、管阀及小件设备

图例

2 . 单线式管线图例

3 . 建筑图例

4 . 全国主要城市地震基本烈度

获取更多资料

5 . 全国主要城市地面下 3 . 2 米深处历年最低两个月的土壤平均温度

第二章 常用制冷剂、载冷剂和制冷压缩机用冷冻机油

一、常用制冷剂

(一) 制冷剂的毒性

(二) 氨的燃烧性和爆炸性

(三) 制冷剂的热稳定性

(四) 制冷剂对材料的作用

(五) 制冷剂与水的作用

(六) 制冷剂与冷冻机油的作用

二、载冷剂

三、冷冻机油

(一) 国产冷冻机油

(二) 美、英、联邦德国、日、苏

五个国家的冷冻机油规格

第三章 冷库库容量、制冷负荷计算及易腐食品冷藏方面参考资料

一、食品冷库的概述

(一) 食品冷库的分类

(二) 食品生产的工艺流程

(三) 食品冷库制冷的基础资料

(四) 冷库各冷间生产能力和容量

力计算

1 . 冷却间、冻结间生产能

冷藏间及贮冰间的容量计算

2 . 冷却物冷藏间、冻结物

设备尺寸

3 . 冷间内货垛距建筑物、

二、冷库冷间负荷计算

(一)

室外计算参数的确定

(二)

冷间设计温度和相对湿度

(三)

冷间冷却设备负荷计算

1 . 围护结构传热量 Q . 的

获取更多资料

计算

算

计算

2 . 货物热量 Q_2 的计算

3 . 通风换气热量 Q_2 的计

4 . 电动机运转热量 Q_4 的

5 . 操作热量 Q_5 的计算

(四)

冷间机械负荷计算

(五)

冷库各类冷加工间、冷藏间

等单位制冷负荷

1 . 肉类冷冻加工单位制冷

负荷

冷负荷

冷却面积

设备表面积之比

2 . 冷藏间、制冰等单位制

3 . 冻结物冷藏间每吨需用

4 . 冷库冷间净面积与冷却

三、易腐食品冷藏方面参考资料

- (一) 易腐食品的主要物理性质
- (二) 食品的干耗 (即水分蒸发)
- (三) 食品冻结时间

获取更多资料
微信搜一搜
蓝星星球

- (四) 食品在冷库内的贮藏期
- (五) 冻结肉类、禽类的融化程度
- (六) 冷间的消毒、灭鼠与除异味

第四章 氨系统机器设备的选择计算

一、氨压缩机的计算

- (一) 一般原则
- (二) 几个参数的确定
 - 1 . 蒸发温度
 - 2 . 冷凝温度
 - 3 . 过冷温度
 - 4 . 中间冷却温度

获取更多资料

参数

- 5 . 吸气温度
- 6 . 排气温度
- 7 . 氨热力性质和压焓图
- 8 . 国产氨制冷压缩机基本

冷量和功率计算

和功率计算

(三) 氨压缩机制冷量和功率计算

- 1 . 氨单级活塞式压缩机制
- 2 . 氨螺杆式压缩机制冷量
- 3 . 氨双级压缩机制冷量和

获取更多资料 微信搜公众号 全球

功率计算

二、冷凝器

- (一) 冷凝器形式的选择
- (二) 冷凝器负荷的计算
 - 1. 单级压缩机
 - 2. 双级压缩机
- (三) 冷凝器面积计算
- (四) 冷却水用量
- (五) 卧式冷凝器冷却水水程计算
- (六) 卧式冷凝器阻力计算
- (七) 冷却水水温和水质要求

获取更多资料 微信订阅号 领星球

三、蒸发器

- (一) 蒸发器面积计算
- (二) 盐水泵
- (三) 搅拌器选择计算

四、其他辅助设备

- (一) 贮液器容积计算
- (二) 排液桶容积计算
- (三) 油分离器直径计算
- (四) 中间冷却器的选择
- (五) 低压循环桶的选择
- (六) 氨液分离器直径的计算

获取更多资料 微信扫一扫

- (七) 低压贮液器的选择
- (八) 氨泵的选择
- (九) 空气分离器的选择
- (十) 集油器的选择
- (十一) 盐水膨胀箱容积计算

五、冷间冷却设备

- (一) 一般原理
- (二) 顶排管和墙排管
 - 1 . 顶、墙排管面积的计算
 - 2 . 顶、墙排管K值计算
 - 3 . 部分顶、墙排管规格尺

获取更多资料

寸

式顶排管

式顶排管

排管

排管

(1) 光滑 U 型直

(2) 光滑 U 型斜

(3) 光滑蛇形顶

(4) 光滑蛇形墙

(三) 冷风机

1 . 冷风机的简介和规格

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

2 . 干式冷风机计算

(1) 冷风机冷却

面积 A [m 2] 的计算

(2) 传热系数 K

值

(3) 冷间空气温

度与制冷剂温度差？

(4) 冷风机风量

计算

(5) 冷风机断面

净面积计算

获取更多资料 微信搜索蓝领学术

积计算

压计算

计算

算

则

(6) 冷风机断面

(7) 通风机全风

(8) 通风机功率

(9) 融霜水量计

(四)

均匀送风道

1 . 冷间配风系统的一般原

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球

风道

风道

道

2 . 带圆形喷风口的均匀送

3 . 带条缝送风口的均匀送

4 . 带百页窗口的均匀送风

六、盐水制冰

(一)

盐水的要求

(二)

水的物理性质

(三)

冰桶规格及冻结时间

(四)

盐水制冰冷负荷 Q [W]

获取更多资料 微信搜索 制冷空调

的计算

(五) 盐水制冰蒸发器面积计算

(六) 盐水搅拌器流量

七、氨压缩机及辅助设备的布置

(一) 机房内设备布置的原则

(二) 压缩机的布置

(三) 中间冷却器的布置

(四) 油分离器的布置

(五) 冷凝器的布置

(六) 贮液器的布置

(七) 排液桶的布置

获取更多资料

(八) 机房氨液分离器的布置

(九) 低压贮液器的布置

(十) 低压循环桶的布置

八、冷间冷却设备的布置

(一) 冻结物冷藏间

(二) 冷却物冷藏间

(三) 储冰间

(四) 冻结间

第五章 氨系统管道设计

一、氨系统制冷管道的管径计算

(一) 氨单相流吸气管负荷量 (k

M)

(二) 氨单相流吸气管、排气管和
液体管负荷量 (k M) (适用单级或高压级)

(三) 管长小于 3 0 m 氨管管径计
算

(四) 蒸发温度 - 1 5 氨单相流
吸气管管径计算

(五) 蒸发温度 - 2 8 氨单相流
吸气管管径计算

(六) 蒸发温度 - 3 3 氨单相流
吸气管管径计算

- 吸气管管径计算 (七) 蒸发温度 - 4.0 氨单相流
- 吸气管管径计算 (八) 氨两相流吸气管负荷量 (k M)
- 吸气管管径计算 (九) 蒸发温度 - 1.0 氨两相流
- 吸气管管径计算 (十) 蒸发温度 - 1.5 氨两相流
- 流吸气管管径计算 (十一) 蒸发温度 - 2.8 氨两相
- (十二) 蒸发温度 - 3.3 氨两相

流吸气管管径计算

(十三) 蒸发温度 - 4 0 氨两相

流吸气管管径计算

(十四) 蒸发温度 - 4 5 氨两相

流吸气管管径计算

(十五) 氨排气管管径计算

(十六) 冷凝器到贮氨器之间氨液

管管径计算

(十七) 贮氨器到分配站之间氨液

管管径计算

(十八) 盐水管管径计算

获取更多资料 微信搜公众号 星球

- (十九) 在不同工况条件下的修正
- 二、制冷设备安全阀口径的选择
 - 三、系统管道坡度方向
 - 四、管道伸缩弯的计算
 - 五、工作时的管道重量
 - 六、管道加固和管道穿楼板穿墙
 - 七、管道和设备的保温
 - 八、氨管道设计注意事项
- 第六章 氟利昂系统机器设备的选择计算
- 一、氟压缩机选择的一般规定
 - 二、国产系列活塞式氟压缩机的基本参数

(一) JB 955 - 67 开启式单
级制冷压缩机基本参数

(二) JB 955 - 67 半封闭式
单级制冷压缩机基本参数

三、R 12、R 22、R 502 热力性质表和
压-焓图

(一) R 12 热力性质和压焓图

(二) R 22 热力性质和压焓图

(三) R 502 热力性质和压焓图

四、几个参数的确定

五、氟压缩机制冷量和功率计算

(一) 采用回热循环时，氟单级活
塞式压缩机制冷量和功率计算

(二) 氟双级压缩机制冷量和功率
计算

六、冷凝器

(一) 冷凝器面积计算

(二) 冷却水用量

(三) 空冷式冷凝器风量计算

七、蒸发器

八、其他辅助设备

(一) 贮液器容积计算

- (二) 油分离器
- (三) 回热式热交换器
- (四) 中间冷却器
- (五) 热力膨胀阀的选择
- (六) 分液器
- (七) 过滤器
- (八) 干燥器

九、制冷压缩机及其辅助设备的布置

十、冷间冷却设备

- (一) 墙排管和顶排管
- (二) 冷风机

第七章 氟利昂系统管道设计

一、氟利昂系统管道的管径计算

(一) 吸气管

(二) 排气管

(三) 液体管

二、氟利昂系统管道设计

(一) 氟利昂制冷系统与氨制冷系

统的不同点

(二) 氟利昂管道设计要求

(三) 吸气管

(四) 排气管

获取更多资料

- (五) 高压供液管
- (六) 低压供液管
- 第八章 小型冷库库容量、制冷负荷计算
 - 一、概述
 - 二、冷库库容量计算
 - (一) 冷却间、冻结间的生产能力计算
 - (二) 冷藏间容量计算
 - 三、制冷负荷计算
 - (一) 室外计算参数及冷间设计温度的确定

- (二) 冷间冷却设备负荷计算
 - (三) 冷间机械负荷计算
 - (四) 制冷负荷估算图表
- 第九章 冷库制冷系统安装和验收
- 一、氨制冷系统安装和验收
- (一) 氨压缩机
 - (二) 辅助设备
 - (三) 冷间冷却设备
 - (四) 测量仪表
 - (五) 阀门
 - (六) 系统管道

获取更多资料

真空

(七) 系统试压、排污、检漏、抽

(八) 设备和管道保温

(九) 管道油漆

(十) 系统灌氨

(十一) 试运转

(十二) 验收投产

二、氟制冷系统安装和验收

(一) 机房设备安装

(二) 冷间冷却设备

(三) 测量仪表

获取更多资料
微信号: 15113033968

- (四) 阀门
- (五) 系统管道
- (六) 系统排污、试压、检漏
- (七) 抽真空试验
- (八) 设备和管道的保温和油漆
- (九) 充注氟利昂制冷剂
- (十) 试运转
- (十一) 验收投产

第十章 常用材料

一、型钢

- 1 . 热轧圆钢 (G B 7 0 2 - 8 6

)

2 . 热轧扁钢 (G B 7 0 4 - 8 8

)

3 . 热轧等边角钢 (G B 9 7 8 7

- 8 8)

4 . 热轧不等边角钢 (G B 9 7 8

8 - 8 8)

5 . 热轧工字钢 (G B 7 0 6 - 8

8) (Y B 1 6 3 - 6 3)

6 . 热轧槽钢 (G B 7 0 7 - 8 8

) (Y B 1 6 4 - 3 6)

二、钢板及钢带

- 1 . 钢板每平方米面积理论重量表
- 2 . 各种尺寸钢板面积表
- 3 . 热轧厚钢板品种 (G B 7 0 9
- 8 8)
- 4 . 轧制薄钢板品种 (G B 7 0 8
- 8 8)
- 5 . 镀锌用原板和酸法薄钢板 (Y
B 1 8 1 - 6 5)
(1) 镀锌用原板和酸洗薄
钢板品种

(2) 镀锌用原板和酸洗薄

钢板的每张理论重量表

6 . 低碳钢冷轧钢带 (Y B 2 0 9 - 6 3)

三、管材

1 . 无缝钢管 (G B 8 1 6 3 - 8 7)

2 . 异形无缝钢管 (G B 3 0 9 4 - 8 2 , Y B 4 3 5 - 6 4)

(1) D - 1 方形钢管

(2) D - 2 矩形钢管

获取更多资料

(3) 半圆形钢管

- 3 . 低压流体输送用焊接钢管 (G B 3 0 9 2 - 8 2) 镀锌焊接钢管 (G B 3 0 9 1 - 8 2)
- 4 . 紫铜 (Y B 4 4 7 - 7 0) 及黄铜 (Y B 4 4 8 - 7 1) 拉制管

四、管件

- 1 . 钢管 4 5 °、 9 0 ° 弯头
- 2 . 钢管异径同心接头
- 3 . 钢管等径三通接头
- 4 . 铜管异径三通接头

5 . 钢管套管接头

6 . 钢管异径接头

7 . 钢管等径三通接头

8 . 钢管异径三通接头

9 . 钢管 45° 弯头

10 . 钢管 90° 弯头

11 . 钢管 180° 弯头

12 . 氨铸铁法兰 (光滑密封面 , I

B 7 8 - 5 9)

13 . 氨铸钢法兰 (光滑密封面 , J

B 7 9 - 5 9)

B 7 9 - 5 9)

面)

面)

1 4 . 氨铸钢法兰 (凹凸密封面 , J

1 5 . 氟利昂铸铁凸法兰 (榫槽密封

1 6 . 氟利昂铸铁凹法兰 (榫槽密封

1 7 . 铜管喇叭口

1 8 . 钢接头螺母

1 9 . 英制铜接刀螺母

2 0 . 铜接头

2 1 . 英制铜接头

获取更多资料 微信: 13800138000

2 2 . 铜对称接头

2 3 . 铜三通接头

2 4 . 钢瓶铜接头

2 5 . 铜六角螺塞

2 6 . 快速接头 (两端开闭式)

五、金属胀锚螺栓

(一) 用途特点

(二) 使用规定

(三) 构造及技术参数

1 . 规格

2 . 技术参数

获取更多资料 微信扫码 领星球

六、金属丝网

- 1 . 铜丝网
- 2 . 黑低碳钢丝网
- 3 . 不锈钢丝网
- 4 . 机织热镀锌六角形钢丝网 (沪 Q / J 4 2 7 - 6 3)
- 5 . 镀锌低碳钢丝网
- 6 . 尼龙丝网

七、建筑材料

八、水产品冻结盘 (G B 4 6 0 2 - 8 4)

- 1 . 标记示例

2 . 技术要求

九、橡胶板

十、油毡

十一、冷库常用防潮、隔汽材料的热物理系数

十二、氟利昂水分指示器

附录页

获取更多资料 微信: 蓝领星球