

“十二五”职业教育国家规划立项教材

多联机空调安装与维修

主 编 赵继洪
副主编 潘 敏
参 编 王 鹏 刘瑞新 曲雪冬
 吴春潮 张亚洲
主 审 刘焜辉



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是“十二五”职业教育国家规划立项教材，是根据教育部于2014年公布的《职业院校制冷和空调设备运行与维修专业教学标准》，同时参考制冷设备维修工职业资格标准编写的。

本书主要介绍多联机空调原理与选型设计、多联机空调基本结构、多联机空调系统工程安装、多联机空调故障分析与排除等内容。

本书可作为职业院校制冷和空调设备运行与维修专业教材，也可作为制冷设备维修工岗位培训教材。

为便于教学，本书配套有教学资源，选择本书作为教材的教师可来电（010-88379193）索取，或登录 www.cmpedu.com 网站，注册、免费下载。

图书在版编目（CIP）数据

多联机空调安装与维修/赵继洪主编. —北京：机械工业出版社，2017.4

“十二五”职业教育国家规划立项教材

ISBN 978-7-111-56190-3

I. ①多… II. ①赵… III. ①空气调节器-安装-高等职业教育-教材②空气调节器-维修-高等职业教育-教材 IV. ①TM925.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 039347 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：汪光灿 责任编辑：汪光灿 章承林 责任校对：潘蕊

封面设计：张静 责任印制：

印刷厂印刷

2017 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13.75 印张·328 千字

0001— 册

标准书号：ISBN 978-7-111-56190-3

定价： 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88379833

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-88379649

机工官博：weibo.com/cmp1952

教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网：www.golden-book.com

前言

本书是由全国机械职业教育教学指导委员会和机械工业出版社联合组织编写的“十二五”职业教育国家规划立项教材，是根据教育部于2014年公布的《职业院校制冷和空调设备运行与维修专业教学标准》，同时参考制冷设备维修工职业资格标准编写的。

本书主要介绍多联机空调原理与选型设计、多联机空调基本结构、多联机空调系统工程安装、多联机空调故障分析与排除等内容。编写过程中力求体现以下的特色：

1. 执行新标准。本书依据最新教学标准和课程大纲要求而编写，对接制冷设备维修工职业标准和岗位要求。

2. 体现新模式。本书采用理实一体化的编写模式，突出“做中教，做中学”的职业教育特色。

3. 在编写过程中吸收企业技术人员参与教材编写，紧密结合工作岗位，与职业岗位对接；案例选取知名品牌设备的典型产品，来自企业生产实际；将创新理念贯彻到内容选取、教材体例等方面。

本书突出能力方面的培养，在保证理论够用的基础上，侧重应用，培养学生适应职业变化的能力，使学生初步具备严谨的思维能力和分析问题的能力。在每一单元教学内容前有内容构架和学习引导，教学内容之后有一定量的习题，每一课题的学习内容按照相关知识、典型实例展开，方便实用。

本书建议学时为72学时，具体学时分配见下表：

单元名称	建议学时	单元名称	建议学时
单元一	12	单元三	30
单元二	10	单元四	20
总计		72	

全书由北京市电气工程学校赵继洪任主编并负责全书的统稿工作。北京森司龙科技有限公司潘敏任副主编，广东技术师范学院刘炽辉任主审。北京盛世欣兴格力商贸有限公司中央空调售后服务部吴春潮和张亚洲、山东省日照市机电工程学校刘瑞新、北京市电气工程学校王鹏和曲雪冬参与了本书的编写。在编写本书过程中，编者参阅了国内出版的有关教材和相关企业的资料，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误与不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言

单元一 多联机空调原理与选型设计	1
课题一 制冷原理	2
一、制冷循环	2
二、制冷过程	2
三、制冷循环主要部件的作用	5
【实例 1】冷媒的种类与特性	5
【实例 2】制冷循环中温度和压力的变化	6
课题二 多联机空调系统的原理及特点	8
一、多联机空调系统的定义	8
二、多联机空调系统的工作原理	9
三、多联机空调系统的分类	9
四、多联机空调系统的特点	10
五、多联机空调系统的控制逻辑	11
【实例 1】数码多联与变频多联	12
【实例 2】交流变频与直流变频	14
【实例 3】格力数码多联机组的工作原理	14
【实例 4】格力变频多联系列机组的工作原理	15
课题三 多联机空调系统选型设计	16
一、选型设计流程及注意事项	16
二、室内机及室外机容量选型	18
三、多联机空调系统管道配置	20
四、噪声处理	26
【实例 1】三菱 KX4 系列多联机功率计算	27
【实例 2】小天鹅多联机空调系统选型案例	30
【实例 3】格力 R410A 冷媒系统配管设计	31
【实例 4】相同环境下多个噪声源叠加的声压计算	33
习题	33
单元二 多联机空调基本结构	37
课题一 室外机的结构与功能	38
一、室外机的外形图	38
二、室外机的结构	38
三、室外机基本元器件的功能	42
【实例 1】室外机命名规则	43
【实例 2】三菱 KX4 系列室外机的特点	45

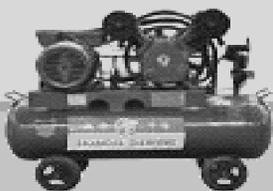
【实例 3】格力 GMV 系列室外机的特点	45
课题二 室内机的类型与结构	48
一、室内机的类型	48
二、各类型室内机的特点	49
三、室内机的结构	50
【实例 1】室内机命名规则	52
【实例 2】三菱 KX4 系列室内机的运转特性	54
【实例 3】格力多联机室内机的特点	55
课题三 电气系统简介	55
一、电气配线	56
二、通信控制	56
【实例 1】三菱 KX4 多联机电源线规格	63
【实例 2】美的制冷管路控制系统	64
【实例 3】格力直流变频机组控制系统说明	64
习题	66
单元三 多联机空调系统工程安装	69
课题一 安装施工准备	70
一、工具及仪器准备	70
二、施工图样审核	71
三、技术交底	71
四、作业场地布置	71
五、现场勘查与协作	72
【实例 1】格力多联机空调安装步骤	72
【实例 2】安装施工主要规范文件	73
【实例 3】R410A 冷媒系统需要的特殊工具	73
【实例 4】施工审图实例	74
课题二 室内机安装	75
一、安装流程	75
二、安装位置及空间要求	75
三、安装要点及操作措施	76
四、防尘保护	77
【实例 1】三菱四向嵌顶式 (FDTA) 室内机的安装操作	77
【实例 2】风管的安装	82
课题三 室外机安装	84
一、安装流程	84
二、安装要点	85
三、位置选择	85
四、空间要求	85
五、安装操作	85
【实例 1】三菱 FDCA140HKXE-N4 的安装操作	86
【实例 2】室外机底座的安装固定操作	89
课题四 冷凝水管安装	90
一、安装流程	90



二、安装要点	90
三、安装操作	91
四、满水试验及排水试验	92
【实例 1】冷凝水管安装图例	93
【实例 2】约克冷凝水排水管安装	94
【实例 3】三菱四向嵌顶式 (FDTA) 室内机排水配管安装	98
课题五 冷媒配管安装	99
一、安装流程	99
二、安装要点	100
三、安装操作	101
【实例 1】Y 型分歧管安装	110
【实例 2】分歧管安装常见错误	112
【实例 3】三菱 KX4 系列多联机系统冷媒配管示例	114
课题六 电气安装	117
一、电气安装要点	117
二、电源线及断路器选型	118
三、安装操作	118
【实例 1】电器开关盒配电选择	122
一、单相电动机电流计算公式	122
二、三相电动机电流计算公式	122
三、电流确定	122
四、电气开关选择	123
五、配线选择	123
【实例 2】三菱 KX4 系列多联机信号线连接	123
【实例 3】三菱 KX4 系列信号线与电源线混线的判定	125
课题七 冷媒充注	126
一、冷媒追加准备	126
二、冷媒追加计算	126
三、冷媒追加操作	126
【实例 1】格力 GMV 系列多联机追加冷媒计算方法	127
【实例 2】格力 GMV 系列冷媒追加示例	127
课题八 调试运转与验收	128
一、一般规定	128
二、调试运转规范	128
三、检验规范	129
四、验收规范	129
【实例 1】约克多联机空调系统的调试与验收	138
【实例 2】志高多联机空调系统的调试	139
习题	140
单元四 多联机空调故障分析与排除	147
课题一 常见故障分析	148
一、故障分类	148
二、常见故障现象	149



三、典型故障现象分析	150
【实例 1】管道内存留空气导致的故障及排除	152
【实例 2】冷媒分配器故障及排除	153
【实例 3】四通阀“串气”失灵故障及排除	154
【实例 4】室内机蒸发器和室外机冷凝器“内漏”故障及排除	154
课题二 主要部件故障及维修	155
一、压缩机故障及维修	155
二、四通阀故障及维修	157
三、电子膨胀阀故障与维修	159
四、电磁阀故障与维修	161
五、压力传感器故障与维修	163
六、多联机冷媒回收操作	165
【实例 1】格力 GMV 数码压缩机的拆装操作	166
【实例 2】格力 GMV 电子膨胀阀的拆装操作	168
课题三 故障显示及维修处理	169
一、故障信息显示	169
二、故障处理	173
三、机组常规使用维护	189
【实例 1】格力 GMV-Pd140W/Na 通信故障维修处理	190
【实例 2】格力 GMV-P120W/HS 机组高压保护处理	192
习题	194
附录	198
附录 A 习题答案	198
单元一 习题答案	198
单元二 习题答案	200
单元三 习题答案	200
单元四 习题答案	203
附录 B 焓湿图	206
附录 C R22 $p-h$ 图	207
附录 D R407C $p-h$ 图	208
附录 E R410A $p-h$ 图	209
参考文献	210



单元三

多联机空调系统工程安装



内容构架

单元三 多联机空调系统工程安装	课题一 安装施工准备	<ul style="list-style-type: none"> 一、工具及仪器准备 二、施工图样审核 三、技术交底 四、作业场地布置 五、现场勘查与协作
	课题二 室内机安装	<ul style="list-style-type: none"> 一、安装流程 二、安装位置及空间要求 三、安装要点及操作措施 四、防尘保护
	课题三 室外机安装	<ul style="list-style-type: none"> 一、安装流程 二、安装要点 三、位置选择 四、空间要求 五、安装操作
	课题四 冷凝水管安装	<ul style="list-style-type: none"> 一、安装流程 二、安装要点 三、安装操作 四、满水试验及排水试验
	课题五 冷媒配管安装	<ul style="list-style-type: none"> 一、安装流程 二、安装要点 三、安装操作
	课题六 电气安装	<ul style="list-style-type: none"> 一、电气安装要点 二、电源线及断路器选型 三、安装操作
	课题七 冷媒充注	<ul style="list-style-type: none"> 一、冷媒追加准备 二、冷媒追加计算 三、冷媒追加操作
	课题八 调试运转与验收	<ul style="list-style-type: none"> 一、一般规定 二、调试运转规范 三、检验规范 四、验收规范



【学习引导】

目的与要求

1. 熟悉多联机空调安装施工前的准备工作内容。
2. 熟悉室内机和室外机的安装流程，掌握安装要求和安装要点，能协助工程技术人员安装室外机和室内机。
3. 熟悉冷凝水管和冷媒配管的安装流程，掌握其安装要点，能协助工程技术人员安装冷凝水管和冷媒配管。
4. 熟悉多联机电气安装流程，掌握其安装要点，能协助工程技术人员进行电气安装操作。
5. 熟悉多联机调试运转的相关规定，掌握冷媒充注的要点，能协助工程技术人员进行调试运转工作。

重点与难点

- 重点：**
1. 室内机、室外机、电气、冷凝水管和冷媒配管的安装要点。
 2. 多联机调试运转规范。
- 难点：**
1. 室内机、室外机、冷凝水管和冷媒配管的安装。
 2. 冷媒追加计算。

课题一 安装施工准备

【相关知识】

由于变频多联机空调系统的室外机与室内机都没有固定的组合，所以每套空调系统都要根据客户使用要求、地域气候条件、所处现场的建筑结构等因素进行完整设计。没有设计图样而进行的安装施工都是不允许的，应该杜绝。按图施工是基本的施工要求。

设备安装流程图：

室内机、室外机安装→冷凝排水管、冷媒配管安装→吹扫试压→电气安装→调试验收。

一、工具及仪器准备

要求工具齐全、型号标准符合安装及技术要求。仪器仪表经过检测或鉴定，量程及精度满足要求。安装中常用的工具见表 3-1。

表 3-1 安装中常用的工具

序号	名称	规格、型号	序号	名称	规格、型号
1	切管器		8	锉刀	
2	钢锯		9	充注导管	
3	弯管器	弹簧、机械	10	双头压力表	4.0MPa
4	胀管器	根据管径规格	11	压力表	3.5MPa、5.3MPa
5	扩口器	根据管径规格	12	真空表	-756mmHg
6	钎焊工具	不同喷嘴大小	13	真空泵	4L/s 以上
7	刮刀		14	电子秤	





(续)

序号	名称	规格、型号	序号	名称	规格、型号
15	截止阀		21	电笔	
16	温度计		22	万用表	
17	米尺		23	减压阀	
18	螺钉旋具	一字形和十字形	24	切线钳	
19	活动扳手		25	压线钳	
20	电阻测试仪		26	内六角扳手	

注：主要施工机械设备包括但不限于表中的机具名称及数量，安装过程中通常还会用到电焊机、切割机、人字梯、手电钻、折边机、辘骨机工具等，应该以项目现场施工进度需求投入。

二、施工图样审核

安装工程开始前应仔细阅读、审核施工图样，编写详细的施工组织设计。

施工图样会审须在以下各部门及人员的共同参与下进行：设计人员、监理人员（或者业主），土建、装潢、水电各专业工种等。

施工图样必须是经过设计单位、监理人员（或业主）最后共同签字确认的。

施工图样的主要审核内容如下：

- 1) 制冷系统管径、分岐管型号符合技术规定。
- 2) 冷凝水管坡度、排放方式、保温做法。
- 3) 风管、风口做法，气流组织方式。
- 4) 电源线配置规格、型号及控制方式。
- 5) 控制线的做法、总长度及控制方式。

三、技术交底

多联机空调系统的安装质量对其运行好坏至关重要，所以制定安装规范并遵照执行，是非常重要的。凡参与空调安装的施工队伍各个班组均应遵守规定，保质保量地完成安装工作。

工程施工人员应严格按照施工图样施工，如需修改应征得设计及监理（业主）认可，并形成书面文件即设计变更记录。

应按设计要求选用国标图集和其他技术资料，同时对于设备及配件的生产厂家“产品说明书”中的型号规格、尺寸进行核对；参考土建图复核施工图与建筑施工图上柱、地面、楼面、墙面、屋面的预留洞、预埋铁及设备基础和支吊架位置等主要尺寸；参考其他专业安装施工图，施工图中的管道走向、坐标与通风空调系统之间的交叉配合等，应综合校核，在各类管道密集处应绘出管线平面综合布置图。

四、作业场地布置

加工场地：现场应有空旷的成品堆放场地，便于运输，场地道路应畅通，通风应良好，并应设置必要的消防器材，场地应保持清洁，坚持文明施工。

材料的堆放和保管：各种材料应按品种、规格堆放整齐，方便领料、施工。

施工机具的准备：按施工机具计划准备加工、装配、安装等施工机具，使用前应认真熟悉其机械构造、性能、用途和操作方法，并有专人保管，制订定期检查制度，以方便施工。



五、现场勘查与协作

1. 现场勘查

施工开始前，要进行施工现场勘查，同时复核以下内容：

- 1) 室外机基础是否需要重新预制。
- 2) 室内机位置确定。
- 3) 冷媒管道路线是否与设计图样相符。
- 4) 冷凝水管道路线是否与设计图样相符。
- 5) 电源和控制配电线管、线槽路线是否与设计相符。
- 6) 送风、回风风管、风口位置确定。

2. 施工协作

安装施工应按照规定的程序进行，并与土建、装潢、水电等专业工种互相配合，空调、电气、给排水、消防、装饰等各专业应相互协调，精心组织。

在多联中央空调工程的安装结束后，装潢工程开始时，应进行一次隐蔽工程验收，由空调安装负责人、装潢施工负责人、业主与监理人员一起验收及认可签字。

3. 碰管原则

空调各管道尽量沿梁底敷设，如管道在同一标高相碰时，按下列原则处理：

- 1) 首先保证重力管，排水管、风管和压力管让重力管。
- 2) 保证风管，小管让大管。

【典型实例】

【实例 1】格力多联机空调安装步骤

格力氟系统家用中央空调安装步骤如图 3-1 所示。



图 3-1 格力氟系统家用中央空调安装步骤

【实例 2】 安装施工主要规范文件

施工组织设计是施工单位用以指导施工准备和科学组织施工的全面性技术经济文件。合理地编制和认真贯彻施工组织设计，是保证施工顺利进行、缩短工期、确保工程质量和提高经济效益的重要措施。

施工方案的内容要简明扼要，主要围绕工程的特点，对施工中的主要工序、施工方法、时间配合和空间布置等进行合理安排，以保证施工作业正常进行。主要施工规范如下：

- GB 50016—2014 《建筑设计防火规范》；
- 《空调制冷设备消声与隔振实用设计手册》；
- 《空调调节设计手册》；
- GB 50019—2015 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》；
- GB 50736—2012 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》；
- GB 50243—2002 《通风与空调工程施工质量验收规范》；
- 《采暖通风与空气调节设计手册》；
- GB 50189—2015 《公共建筑节能设计标准》；
- GB 50015—2003 《建筑给水排水设计规范（2009 年版）》；
- JGJ/T 16—2008 《民用建筑电气设计规范（附条文说明 [另册]）》；
- GB 50034—2013 《建筑照明设计标准》；
- GB 50303—2015 《建筑电气工程施工质量验收规范》；
- CB/T 3832—1999 《铜管钎焊技术要求》；
- CECS 228—2007 《建筑铜管管道工程连接技术规程（附条文说明）》；
- GB 50738—2011 《通风与空调工程施工规范》；
- GB/T 17791—2007 《空调与制冷设备用无缝铜管》。

【实例 3】 R410A 冷媒系统需要的特殊工具

目前，市场上常见的多联机使用的冷媒有 R22 和 R410A 两种。

安装时要注意，使用 R410A 制冷剂的机组与 R22 制冷剂的机组有些使用工具不同。下面强调几种必备工具。

1. 压力表（图 3-2 和图 3-3）



图 3-2 R22 冷媒压力表

最大量程：30kgf/cm²（1kgf/cm² = 98066.5Pa）



图 3-3 R410A 冷媒压力表

最大量程：40kgf/cm²

2. 压力表管 (图 3-4 和图 3-5)



图 3-4 R22 1/4in 接口 (1in=25.4mm)

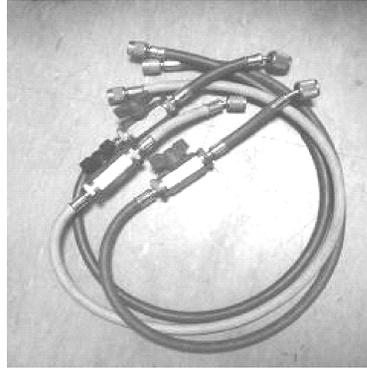


图 3-5 R410A 5/16in 接口
(带防止泄漏的截止阀)

3. 扩口工具 (图 3-6 和图 3-7)

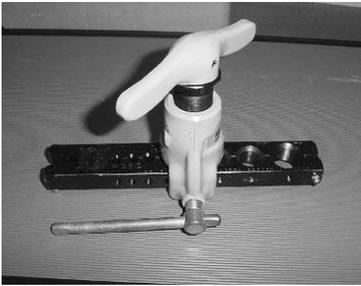


图 3-6 R22 喇叭口扩口工具

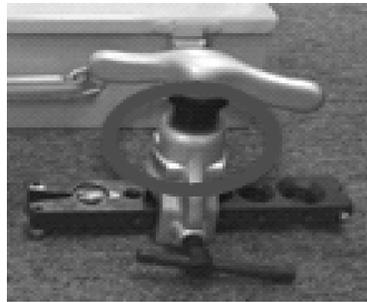


图 3-7 R410A 专用喇叭口扩口工具
(R410A 扩口器明显标注了粉红色)

4. 真空泵 (图 3-8 和图 3-9)



图 3-8 R22 用 1/4in 接口



图 3-9 R410A 用 5/16in 接口 (为防止
真空泵中的机油回流, R410A 冷媒
专用真空泵必须加装电子止回阀)

【实例 4】施工审图实例

只有认真阅读设计图样, 才能对空调系统的整体结构有所了解。

阅读设计图样，建议同时校核该设计是否符合生产厂家的主要技术要求，主要技术要求一般有：

1) 室内、外机能力配比：一般厂家规定，室内机的总制冷量要与室外机的总制冷量匹配。特殊情况，需要超配时，室内机的总制冷量最多不能超过室外机总制冷量的 130%。

例如，在一般的变频多联空调系统中，室内机与室外机的能力配比应满足如下条件：

$$50\% \leq \frac{\sum \text{室内机额定制冷能力}}{\sum \text{室外机额定制冷能力}} \leq 130\%$$

超过 100% 匹配的系统，将不能保证全区域使用效果；超过 130% 匹配的系统，不仅不能保证全区域使用效果，也不能保证部分区域使用效果。

- 2) 最大管道长度。
- 3) 第一分歧管至最远端室内机的最大冷媒管道长度。
- 4) 室内机之间的最大高度差。
- 5) 室内机与室外机的最大高度差。

由于各个生产厂家的主要技术要求有所不同，主要要求有最大管道长度、最大等效长度、室内机与室外机的最大高度差、室内机之间的最大高度差、第一分支与最远端室内机的最大管长以及存油弯头的安装要求。应该按照各个生产厂家的具体要求确认。

课题二 室内机安装

【相关知识】

一、安装流程

多联机空调系统室内机组，因样式、规格不同，安装各有具体要求，但安装步骤基本一致，安装步骤流程如下：

安装前检查→安装位置确定→划线定位→装悬挂吊杆→安装室内机。

二、安装位置及空间要求

室内机的安装位置及空间要求与室内机的型式有关，基本要求如下：

- 1) 安装位置要确保气流畅通无障碍，气流分布均匀。
- 2) 安装位置要保证室内机送风、回风在同一空间内。
- 3) 安装位置应确保空调管道及送风、回风百叶的最低安装空间，高度上要要与天花板配合严密。
- 4) 安装位置必须确保足够的维护保养空间（检修口大小为 450mm×450mm，位于电控盒正下方）。
- 5) 安装位置应保证有合适的冷凝水管安装空间。
- 6) 若机组安装区域相对湿度 ≥ 80% 时，应对室内机追加绝热材料。



- 7) 安装位置要防止气流短路。
- 8) 避免装在油烟或蒸汽多的地方。
- 9) 避免装在可能产生、流入、滞留或泄漏易燃气体的地方。
- 10) 避免装在频繁使用酸性溶液的地方。
- 11) 避免装在附近有热源的地方。
- 12) 避免装在易受外部空气侵入影响的地方。
- 13) 避免装在有高频设备（高频电焊机等）的地方。
- 14) 避免装在电视机、音响、计算机等高级家用电器的正上方。
- 15) 请勿在送风口设置火警报警器。

现场安装位置周围如有强热源或有其他设备排气口、蒸汽与可燃烧气体、存在气流短路情况下，应与设计人员及时联系给予调整。

机组安装于特殊场所（如厨房、卫生间）时，不能直接从该房间回风。

三、安装要点及操作措施

1. 安装前检查

室内机安装前，必须检查设备规格型号、名称与施工图样是否一致，并确认设备的安装方向。

2. 安装要点及操作措施（表 3-2）

表 3-2 安装要点及操作措施

安 装 要 点	操 作 措 施
室内机吊装孔定位,保证吊杆竖直,设备平稳	可使用随机附带的安装纸板进行
室内机安装位置应正确,并保持水平度在 $\pm 1^\circ$ 之内	使用水平尺测量,无排水泵机型建议最好向排水侧有 1/100 的倾斜度,严禁向非排水侧有任何倾斜
室内机吊杆螺栓必须有防松措施,保证安装安全牢固	螺栓下端采用双螺母锁紧
室内机安装位置必须便于安装和维修	在室内机电控盒及铜管接头下方必须预留检修口
悬挂吊杆必须足以承受室内机的 2 倍重量,保证机组运转不会发生异常的振动和噪声	若吊杆长度超过 1.5m 时,须使用三角固定
室内机确保安装的可靠、安全性	如安装的天花板为水泥现浇板,可采用埋头螺栓或膨胀螺栓等安装悬吊螺栓来吊装室内机。如天花板为预制板,则必须采用“T”字形吊杆螺栓来吊装室内机。当支撑结构强度不够时,则在安装室内机之前应采取的措施进行加固

3. 室内机水平安装的意义

室内机安装时，水平度必须保持在 $\pm 1^\circ$ 之内，见表 3-3。

表 3-3 室内机水平安装

水平安装目的	错误做法的隐患
保证冷凝水顺利排放;机身平稳,降低振动与噪声产生的危险	1. 漏水 2. 机身产生异常振动和噪声
室内机组换热充分,保证良好的空调效果	空调效果差;机组运行异常





四、防尘保护

1. 室内机防尘保护的意义

室内机吊装完成后做好防尘保护，以免灰尘、杂物进入机身影响运行效果。否则，会带来以下后果和危害。

- 1) 灰尘进入设备，早期运行时粉尘会从风机吹出来，污染室内环境。
- 2) 灰尘影响风机电动机的润滑效果。
- 3) 装修产生的腐蚀性气体腐蚀机组内部元器件。

2. 室内机防尘的措施

在室内机的安装过程中，应用随机附带的包装对室内机进行包裹，以防污染室内机。室内机的防尘处理如图 3-10 所示。

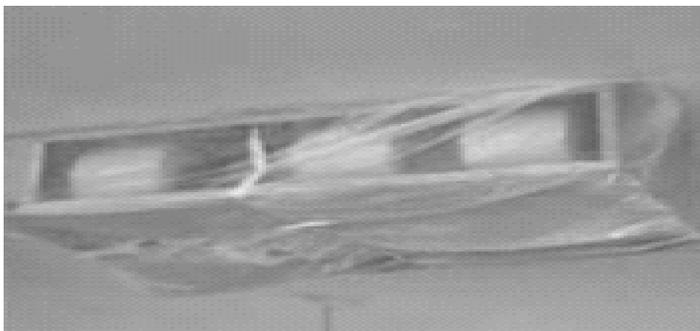


图 3-10 室内机的防尘处理

【典型实例】

【实例 1】三菱四向嵌顶式（FDTA）室内机的安装操作

1. 安装位置选择

(1) 设备安装空间尺寸 选择表 3-4 中所示的安装空间，这样才能保证排水配管。

表 3-4 三菱 FDTA 机型安装空间

机 型	天花板上的空间(高度)
FDTA28、FDTA36、FDTA45、FDTA56、FDTA71	290mm 以上
FDTA90	315mm 以上
FDTA112、FDTA140	385mm 以上

(2) 安装位置选择 在取得客户的同意后，请选择满足以下条件的地点。

- 1) 冷气或热气都可顺利通过的地方。如果室内安装位置高度超出 3m，热气将聚积在天花板上，可建议客户另外安装一个通风扇。
- 2) 可顺畅排水的地方。须有一定倾斜度以进行排水。
- 3) 在吸气口和出气口处没有障碍物的地方，火警不会因为误操作而被关闭的地方，不会发生短路的地方。



4) 没有阳光直射的地方。

5) 露点温度为 28℃ 以下且相对湿度为 80% 以下的地方。如果机器的运转环境的湿度高于上限，冷凝现象可能会发生。相应地，所有的配管和排水管必须再加上一层 10~20mm 厚的隔热材料。

(3) 承重考虑 考虑安装地点的承重强度。如果强度不足以支撑机器的重量，应使用加固材料。

2. 室内机安装空间 (图 3-11 和图 3-12)

1) 如果在机器和墙壁或其他机器之间无法保证足够的间隔，请关上那一侧的散流器以挡住出风，并确保无短路。当以 2 个或 3 个方向送风时，请勿将机器调到低风速模式。

2) 当机器的间隙为 2500mm 或以下时，请在风扇吸入侧装上一个风扇罩。

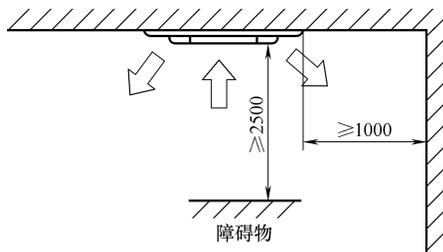
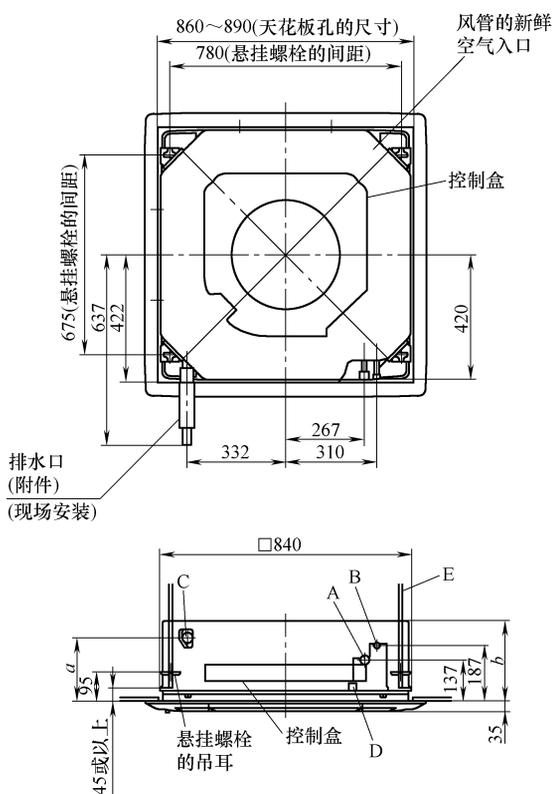


图 3-11 三菱四向嵌顶式室内机安装空间示意图



A	气管接口
B	液管接口
C	排水管接口
D	电源接口
E	悬挂螺栓

机型	a	b
FDTA 28~71	212	270
FDTA 90	212	295
FDTA 112、140	269	365

图 3-12 三菱四向嵌顶式室内机安装间隙示意图

3. 悬挂吊装 (图 3-13 和图 3-14)

请准备 4 套悬挂螺栓 (M10 或 M8)，并在安装现场准备配套的螺母、平垫圈以及弹簧垫圈。当悬挂到天花板上时，安装要求如下：

1) 对于标准系列：切口范围为 860~890mm。在天花板上开口时，请参照出厂的包装盒



上的参考尺寸。天花板上开口的中心必须对准机器的中心。

- 2) 确定悬挂螺栓（675mm×780mm）的位置。
- 3) 使用4个悬挂螺栓，拧紧时须保证其可承受500N的拉力。
- 4) 拧紧螺栓后须在天花板上露出约70mm的长度。
- 5) 提起机器后，用附带的水准仪判断机器的位置（高度）。

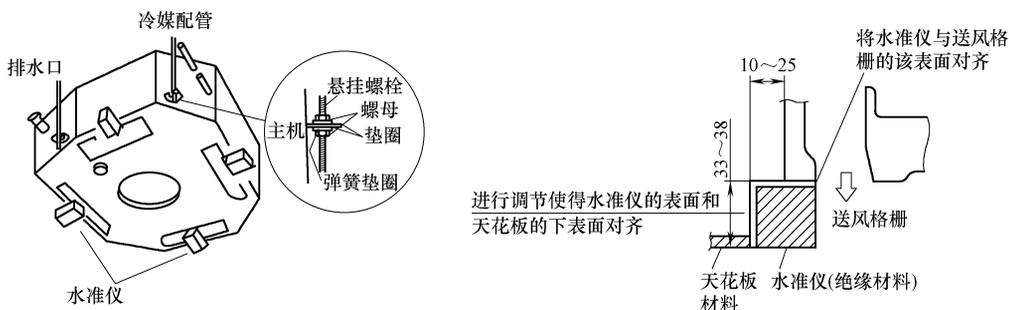


图 3-13 三菱四向嵌顶式室内机悬挂安装位置示意图

6) 使用装有水的透明管子检查机器的水平度（机器底部的允许高度差在3mm以内），如图3-14所示。

7) 当嵌入天花板时，悬挂螺栓的长度超出1.3m时，请使用M10螺栓并用支架加固。

8) 吊装完成后，使用机器出厂时的包装纸盒覆盖室内机，进行防尘保护。

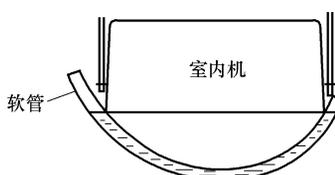


图 3-14 三菱四向嵌顶式室内机安装水平度检测示意图

4. 面板安装

(1) 面板附件（表 3-5）

表 3-5 三菱四向嵌顶式室内机面板附件

名称	数量	备注
进气格栅	1	
空气滤网	1	
悬挂螺栓	4	面板安装用

(2) 确认机器的安装水平度（图 3-15） 注意如果空调机的安装水平度和天花板材料超出适当的范围，可能会导致在面板的安装过程中由于负荷过大而造成损坏。

- 1) 机器安装前请先拆下水准仪。
- 2) 确认天花板材料，检查天花板开口的尺寸是否正确。
- 3) 确认空调机的安装水平度，用机器附带的水准仪调整机器的安装高度。

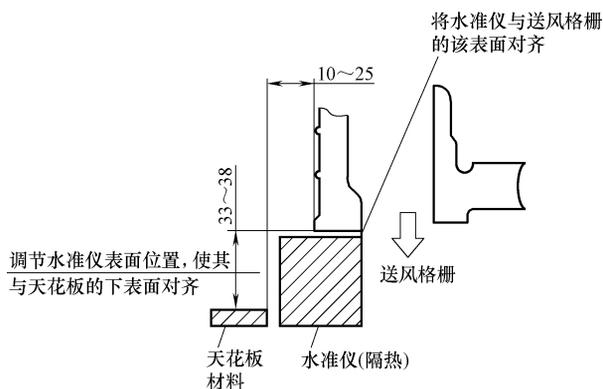


图 3-15 三菱四向嵌顶式室内机水平确认示意图

4) 面板安装好后，可通过调节四角的开口来进行细微的调节。

(3) 确认机器安装方向和面板、进气格栅的方向

1) 机器和面板的安装是有定向的。将出口部分对准冷媒配管的方向，并确认电动机和开关连接器的连接方向。

2) 面板和进气格栅的安装方向是不定向的。如果需要改变进气格栅的方向，应将面板卡爪安装位置改变到格栅表面上的“PULL”字样位置的方向。

(4) 拆卸进气格栅

1) 提起进气格栅的锁定部分，然后将其打开。

2) 将进气格栅打开，将进气格栅从装饰面板上拆下。

(5) 拆下角面板 取出角上的螺钉，然后按照箭头所示方向将角面板向上提起，然后将其拆下，如图 3-16 所示。

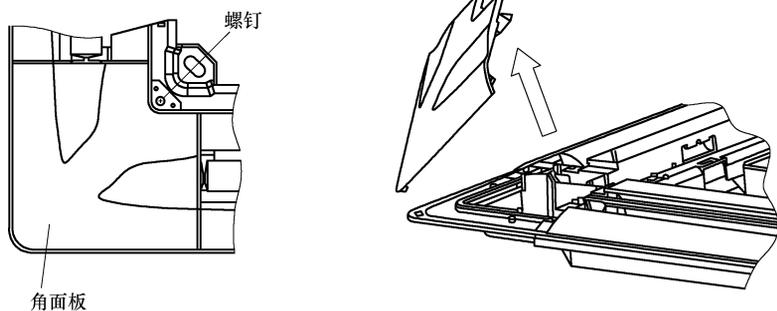


图 3-16 三菱四向嵌顶式室内机角面板拆卸示意图

(6) 安装面板

1) 将 4 个空调机悬挂螺栓中的 2 个拧入 2 个对角约 5mm，临时拧紧排水配管侧和对角。

2) 将面板悬挂到 2 个螺栓上以进行临时安装。

3) 将其余的 2 个悬挂螺栓安装上去，然后拧紧所有的 4 个螺栓。

>> 注意 如果悬挂螺栓拧紧不足，可能会造成图 3-17 所示的故障。

4) 如果在悬挂螺栓拧紧后，天花板和装饰面板之间仍存在空隙，请重新调整室内机的高度，如图 3-18 所示。

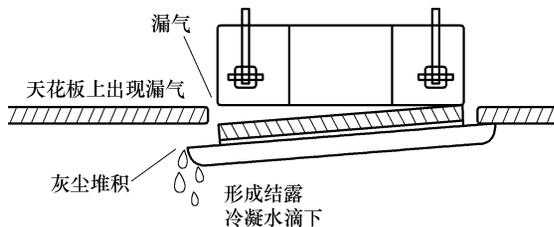


图 3-17 三菱四向嵌顶式室内机吊杆螺栓不拧紧故障示意图

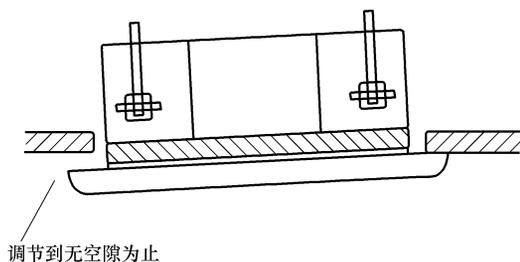


图 3-18 三菱四向嵌顶式室内机吊杆螺栓调整示意图

5) 只要室内机为水平且排水配管未受影响，可通过装饰面板对机器的安装高度进行细微的调整，如图 3-19 所示。

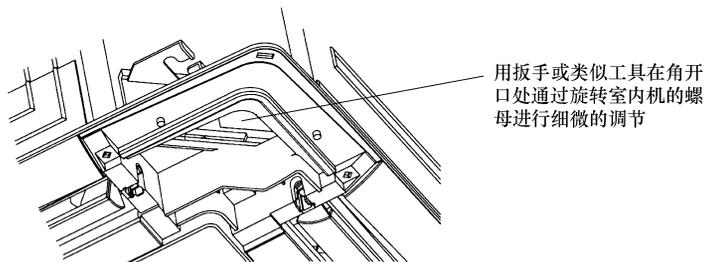


图 3-19 三菱四向嵌顶式室内机安装高度微调示意图

6) 连接百叶窗电动机插接器，如图 3-20 所示；将各连接器放入控制盒内。

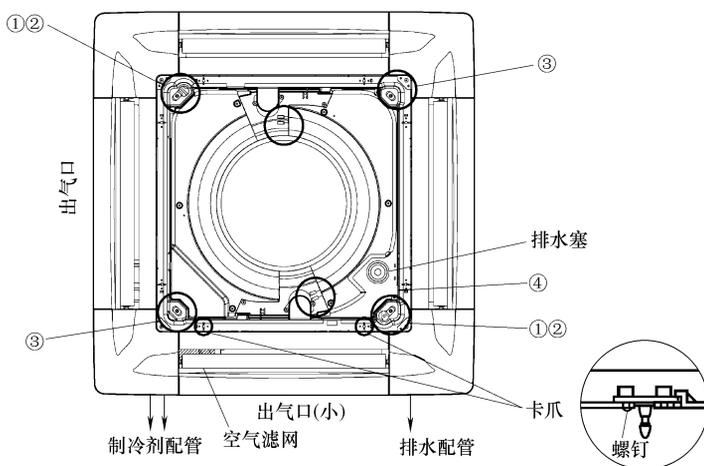


图 3-20 三菱四向嵌顶式室内机电动机插接器的安装连接

注意

如果用遥控器无法操纵出风口百叶窗，请检查插接器的连接，然后关闭主电源 10s 或以上，然后再次打开电源。

7) 本机型面板，可根据需要设置成固定各出风口的垂直风向。当垂直风向固定后，遥控器操作 and 所有自动控制将被禁止。风向固定操作如下：

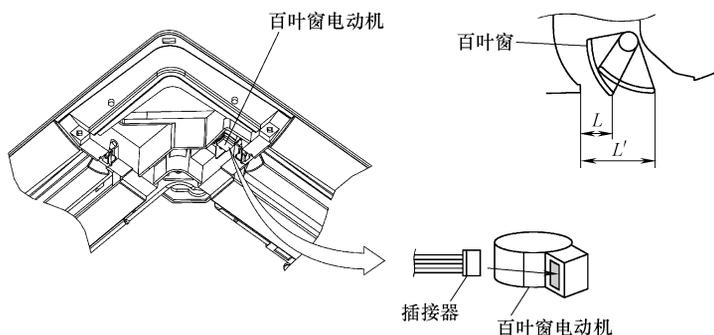


图 3-21 三菱四向嵌顶式室内机百叶窗风向设置示意图

- ① 关闭主电源（在接地故障电路保护器处关闭）。
- ② 断开所需固定位置的出风口的百叶窗电动机的插接器。
- ③ 将断开的插接器用乙烯电气胶带缠绕以进行绝缘。

④ 用手缓缓移动所需固定位置的垂直风向百叶窗，然后在表 3-6 所示的范围内设置垂直风向。注意，请勿设置到范围以外，否则可能引起冷凝水滴下或聚积或是弄脏天花板表面，导致运转异常。

表 3-6 风向设置范围

垂直风向标准	水平 30°	向下 70°
L 尺寸/mm	36.5	22.5

只要在 22.5~36.5mm 的范围内，可设置任何风向。

(7) 安装角面板

- 1) 将角面板的带子挂到装饰面板的销上，如图 3-22 所示。
- 2) 将角面板的 a 部分插入装饰面板的 A 部分，然后固定 2 个卡爪，接着拧紧角面板的螺钉。

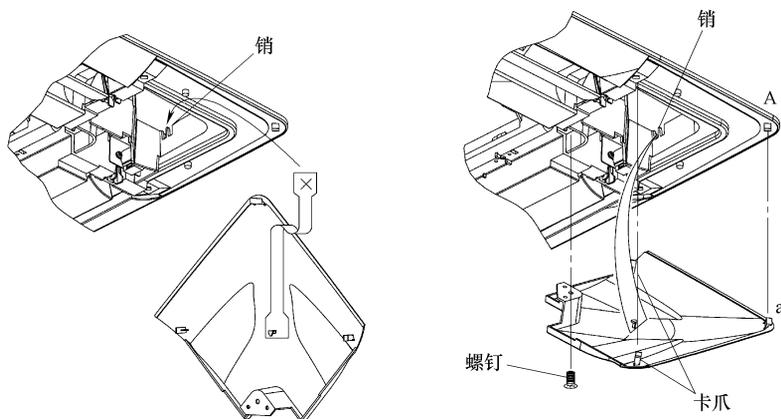


图 3-22 三菱四向嵌顶式室内机角面板安装示意图

- (8) 安装进气格栅 按照与拆卸步骤相反的顺序安装进气格栅。

>> 注意

将面板卡爪的安装位置与格栅上的“PULL”字样的位置对准。如果不对准，卡爪将会被损坏。

【实例 2】风管的安装

1. 风管的安装要求

- 1) 风管、静压箱及其他部件，必须擦拭干净，做到无油污和浮尘，当施工停顿或完毕时，端口应封好。
- 2) 风管安装前应清除内、外杂物，并做好清洁和保护工作。
- 3) 风管接口的连接应严密、牢固。风管法兰的垫片应符合系统功能的要求，厚度不应小于 3mm。垫片不应凹入管内，也不宜凸出法兰外。
- 4) 风管的位置、标高、走向应符合设计要求。现场风管接口的配制不得缩小其有效截面积。



5) 可伸缩性金属或非金属软风管的长度不宜超过 2m, 不能有死弯或塌凹。

6) 风管及设备保温应在风管系统漏风试验和质量检查合格后进行。风管的支、吊、托架应设置于保温层外部, 并在支、吊、托架与风管间镶入垫木。

2. 风管材质的要求

1) 金属风管的材料、规格、性能与厚度等应符合设计和国家产品标准的规定, 钢板或镀锌钢板的厚度不应小于表 3-7 中的规定。

表 3-7 金属风管板材厚度的要求 (单位: mm)

风管直径 D 或 长边尺寸 b	圆形风管	矩形风管	
		中、低压系统	高压系统
$D(b) \leq 320$	0.5	0.5	0.75
$320 < D(b) \leq 450$	0.6	0.6	0.75
$450 < D(b) \leq 630$	0.75	0.6	0.75
$630 < D(b) \leq 1000$	0.75	0.75	1.0
$1000 < D(b) \leq 1250$	1.0	1.0	1.0

2) 非金属风管的材料、规格、性能与厚度等应符合设计和国家产品标准的规定。

3) 防火风管的本体、框架与固定材料、密封垫料必须为不燃材料, 其耐火等级应符合设计的规定。

4) 复合材料风管的覆面材料必须为不燃材料, 内部的绝热材料应为不燃或难燃 B1 级, 且对人体无害的材料。

5) 风管外径或外边长的允许偏差: 当小于或等于 300mm 时, 为 2mm; 当大于 300mm 时, 为 3mm; 管口平面度的允许偏差为 2mm, 矩形风管两条对角线长度之差不应大于 3mm; 圆形法兰任意正交两直径之差不应大于 2mm。

3. 风管连接的要点

1) 支、吊、托架应使用角钢, 膨胀螺栓的位置应正确, 牢固可靠, 埋入部分不得刷油漆, 并应除去油污。间距应符合下列规定:

① 风管水平安装, 直径或长边尺寸小于或等于 400mm 时, 间距不应大于 4m; 大于 400mm 时, 不应大于 3m。

② 风管垂直安装, 间距不应大于 4m, 单根直管至少应有 2 个固定点。

2) 支、吊、托架不宜设在风口、阀门、检查门及自控机构处, 离风口或插接管的距离不宜小于 200mm。

3) 吊架不得吊在法兰上。

4) 法兰垫片的厚度宜为 3~5mm, 垫片应与法兰平, 不得凹入管内; 螺栓应均匀拧紧, 机器螺母宜在同一侧; 悬吊管应在适当的位置设置, 防止摆动的固定点。

5) 风管的拼接纵缝应错开, 水平安装管底不得有纵向接缝。柔性短管的安装应松紧适度, 不得扭曲。

6) 管道系统工程上所有金属附件 (包括支、吊、托架) 均要做防腐处理。

4. 风管的连接

(1) 金属风管的连接

1) 风管板材拼接的咬口缝应错开, 不得有十字形拼接缝。



2) 金属风管法兰材料规格不应小于表 3-8 和表 3-9 中的规定。

表 3-8 金属圆形风管法兰及螺栓规格 (单位: mm)

风管直径 D	法兰材料规格		螺栓规格
	扁钢	角钢	
$D \leq 140$	20×4	—	M6
$140 < D \leq 280$	25×4	—	
$280 < D \leq 630$	—	25×3	
$630 < D \leq 1250$	—	30×4	M8
$1250 < D \leq 2000$	—	40×4	

表 3-9 金属矩形风管法兰及螺栓规格 (单位: mm)

风管长边尺寸 b	法兰材料规格(角钢)	螺栓规格
$b \leq 630$	25×3	M6
$630 < b \leq 1500$	30×3	M8
$1500 < b \leq 2500$	40×4	
$2500 < b \leq 4000$	50×5	M10

3) 中、低压系统风管法兰的螺栓及铆钉孔的孔距不得大于 150mm, 高压系统风管不得大于 100mm。

4) 矩形风管法兰的四角部位应设有螺孔。

5) 当采用加固方法提高了风管法兰部位的强度时, 其法兰材料规格相应的使用条件可适当放宽。

(2) 非金属风管的连接 法兰的规格应符合规范规定, 螺栓孔的间距不得大于 120mm。矩形风管法兰的四角部位应设有螺孔。

(3) 金属风管的加固 矩形风管边长大于 630mm、保温风管边长大于 800mm、管段长度大于 1250mm 或低压风管单边平面积大于 1.2m^2 、中高压风管面积大于 1.0m^2 , 均应采取加固措施。

(4) 非金属风管的加固 硬聚氯乙烯风管的直径或边长大于 500mm 时, 其风管与法兰的连接处应设加强板, 且间距不得大于 450mm。

5. 保温层厚度

1) 敷设在非空调房间里的送风、回风管, 采用离心玻璃棉保温时, 保温层的厚度为 40mm。

2) 敷设在空调房间里的送风、回风管, 采用离心玻璃棉保温时, 保温层厚度为 25mm。

3) 采用橡塑材料或其他材料时应根据设计要求或计算得出。

课题三 室外机安装

【相关知识】

一、安装流程

多联机空调系统的室外机安装流程如下:



安装位置确认→室外机基础准备→设备开箱检查→室外机固定安装。

二、安装要点

- 1) 室外机必须安装在专门设计的安装基础上，基础材料可采用混凝土或钢铁支架，基础高度大于 200mm。
- 2) 室外机与基础之间应加厚度不少于 10mm 的条形减振垫。
- 3) 用地脚螺栓把机组固定在机座上，地脚螺栓凸出部分应该为 20mm。
- 4) 室外机就位后要测量机组的水平度，确保水平度控制在 $\pm 1\text{mm}$ 之内。
- 5) 室外机基础周围配置有排水沟和防水处理措施。
- 6) 空调器室外机组的安装应考虑环保、市容的相关法规，特别是在名优建筑物和古建筑物、城市主要街道两侧建筑物上安装空调器，应遵守城市市容的有关规定。
- 7) 室外机搬运时应注意保持垂直，需倾斜时，倾斜角应小于 45° ，并注意在搬运、吊装过程中的安全。

三、位置选择

位置选择时，首先应考虑尽量缩短室内机和室外机连接的长度；其次是选择便于维护、检修方便和通风的地方进行安装。室外机安装位置必须符合如下要求：

- 1) 避开人工强电、磁场直接作用的地方。
- 2) 避开易产噪声、振动的地点。室外机安装基础牢靠，室外机与安装基础之间要设有减振措施。
- 3) 避开自然条件恶劣（如油烟重、风沙大、阳光直射或有高温热源）的地方，选择排水通畅的地方。
- 4) 避开儿童易触及的地方。
- 5) 室外机安装位置的运转噪声对邻居的影响应小于国家规定的噪声标准，排出热量对周围邻居无影响。

四、空间要求

- 1) 根据多联机空调系统的设计方案和建筑物设计方案，确定室外机的安装空间。
- 2) 室外机的安装空间必须满足机组换热的要求，应确保足够的吸气空间，以防止短路循环。否则，会影响多联机空调系统的制冷性能，严重时将造成机组无法稳定地运行。
- 3) 安装室外机时，必须考虑到便于检修与维护，室外机的周围要留出技术人员进出的空间和位置。应确保室外机的四周要求留有足够的进、排风和维修空间，进、排风应通畅，必要时室外机应安装风帽及气流导向格栅。

五、安装操作

1. 安装前检查

室外机设备开箱检验时，需校对规格型号是否符合设计要求，确认主体、零部件有无缺损和锈蚀。检查情况应填入设备开箱检查记录表。



2. 搬运和吊装

设备的搬运和吊装必须符合产品说明书的有关规定，并应做好设备的保护工作，防止因搬运或吊装而造成设备损伤。空调机属于精密设备，搬运时注意不要横倒，否则会引起设备内的润滑油偏移而损伤机器。

3. 安装操作

操作步骤：基础的准备→安装室外机。

(1) 基础的准备 室外机宜以槽钢作为基础，禁止四角支撑。基础周围应设置排水沟，以排除设备周围的积水。室外机安装在屋顶上时，必须检查屋顶的强度，并要特别注意保护屋顶的防水层。

(2) 安装室外机

1) 检查基础的强度和水平度，避免产生振动和噪声；空调室外机设弹簧减振台座减振，室外机与支架之间加 10mm 厚的减振胶垫，地脚螺栓与预埋件的连接应牢固。

2) 工作空间：当设备安装好之后，必须留出今后维修、保养的工作空间，不能过分狭小，以至于影响压缩机的更换。室外机安装的整体效果应符合美学的要求。

3) 短路的避免：机器必须被安装在通风良好的地方，避免发生气流短路。

【典型实例】

【实例 1】三菱 FDCA140HKXE-N4 的安装操作

三菱 FDCA140HKXEN4（小型多联系列）的安装操作过程如下：

1. 安装空间（维修空间）的选择

(1) 单台室外机空间设置 应确保足够的间隙（维护作业空间、通道、通风和配管），进气口、送风口和维修空间应具有足够大的空间（图 3-23 和表 3-10）。

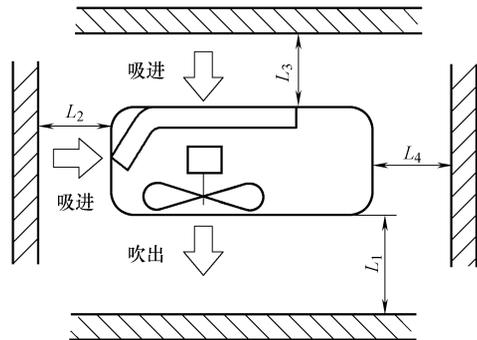


图 3-23 三菱 FDCA140HKXEN4 安装空间示意图

表 3-10 三菱 FDCA140HKXEN4 安装空间尺寸要求

安装示例 尺寸	I	II	III
L_1	开放	开放	500mm
L_2	300mm	5mm	开放
L_3	150mm	300mm	150mm
L_4	5mm	5mm	5mm

- 1) 应将送风口前面的挡壁高度设定在机组高度以下。
- 2) 禁止在四周设置挡壁。应确保顶部空间在 1m 以上。
- 3) 横向连接安装时，请确保机组之间的维修空间在 10mm 以上。

- 4) 在有可能发生短路的场所，请安装导向板。
- 5) 进行多台安装时，请充分确保进风空间，以免发生短路。
- 6) 在积雪可能覆盖室外机组的场所，请采取防雪措施。
- 7) 在易受强风影响的地方，请采取防风对策。

(2) 多台室外机的空间设置

1) 左右连续设置，请在室外机之间留置 10mm 以上的间隙（★标记表示维修面板一侧），如图 3-24 和图 3-25 所示。

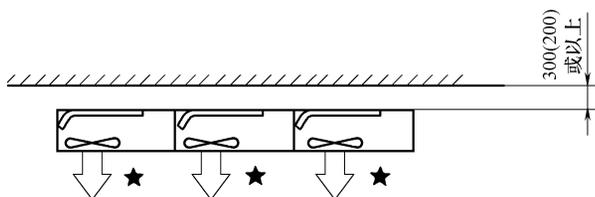


图 3-24 左右连续设置方式一（出风侧开放设置方式）

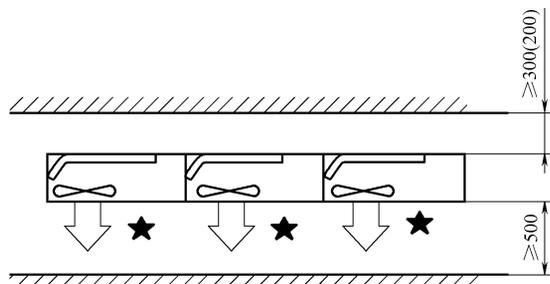


图 3-25 左右连续设置方式二（出风侧有障碍墙设置方式）

2) 对向设置（★标记表示维修面板一侧），如图 3-26 所示。

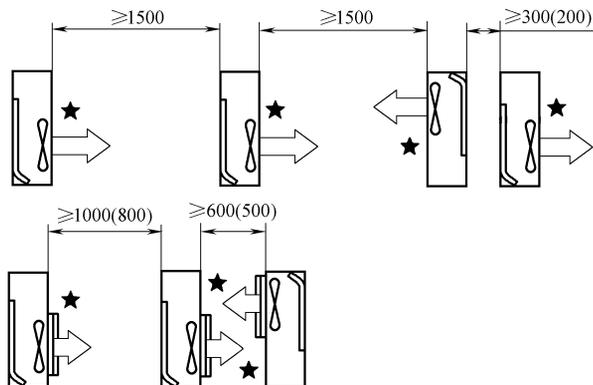


图 3-26 对向设置方式

3) 左右连续对向设置，应在室外机之间设置 10mm 以上的间隙（★标记表示维修面板一侧），如图 3-27 所示。

4) 使用台架时的设置方式如图 3-28 所示。

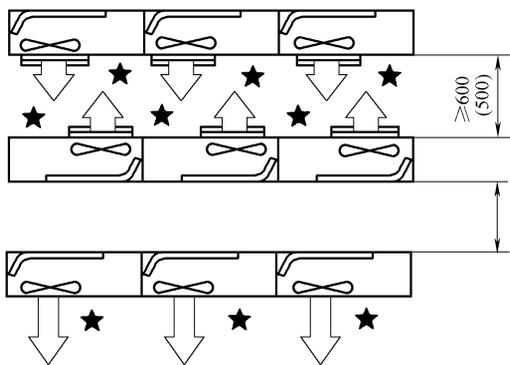


图 3-27 左右连续对向设置方式

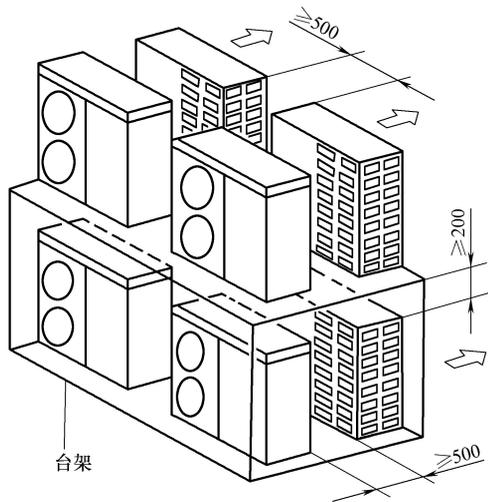


图 3-28 使用台架的设置方式

5) 安装在狭窄巷子里的设置方式如图 3-29 所示。

备注：

① 括号内的数值表示使用导向百叶板时的值。

② 内侧室外机四面都有障碍物，因此禁止安装。

③ 如果能满足前述四项安装条件，四面都有障碍物，也可安装。

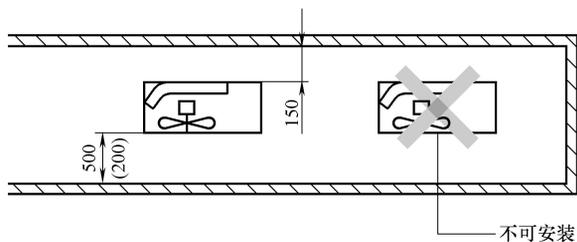


图 3-29 狭窄巷子里的设置方式

6) 易受到强风吹刮时的设置方式如图 3-30 所示。

① 出风口距离墙面 500mm 以上，出风口与自然风向成直角。

② 防止翻倒的设置方式如图 3-31 所示。应在室外机侧面的工艺孔处穿入钢丝（请使用不易生锈、强度高的钢丝）进行固定，室外机顶板的固定件位置处预先加工了用于安装的螺栓。

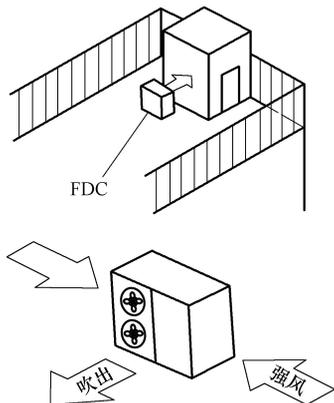


图 3-30 易受到强风吹刮的设置方式

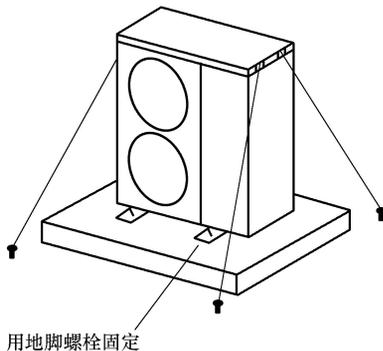


图 3-31 防止翻倒的设置方式



【实例 2】室外机底座的安装固定操作

1. 地脚螺栓

始终用 4 个地脚螺栓（M12 左右）固定室外机的锚脚，地脚螺栓凸出 20mm，如图 3-32 所示。

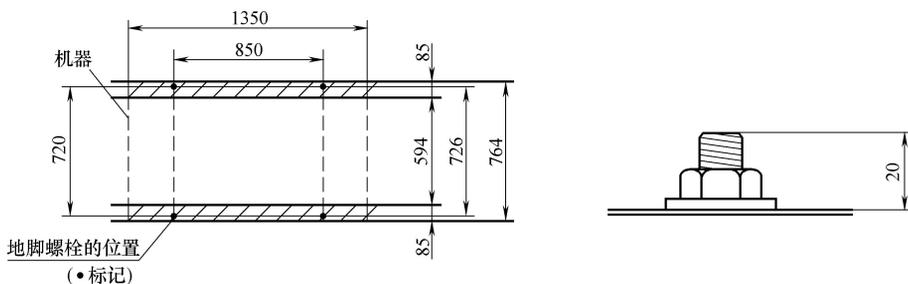


图 3-32 地脚螺栓固定示意图

2. 底座基础

1) 安装室外机前，请确定底座基础具有足够的强度和水平度，以确保机器不会振动或产生噪声。

2) 底座基础尺寸要求跟室外机锚脚的整个底部区域相当或更大，如图 3-33 所示。

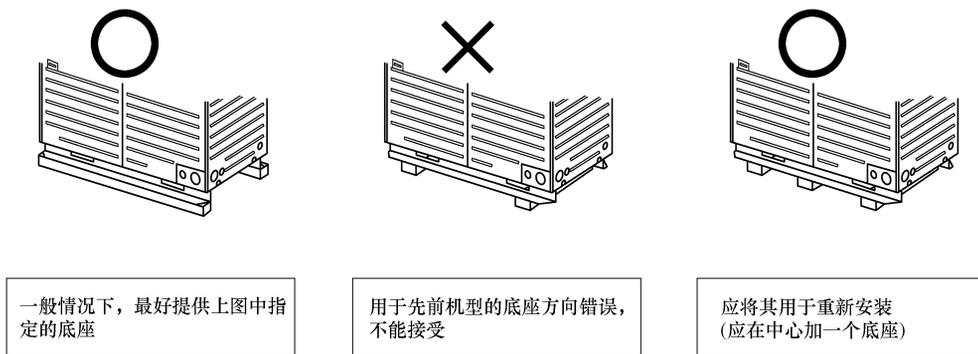


图 3-33 底座基础尺寸

3) 隔振橡胶。隔振橡胶必须支撑室外机锚脚的整个底部区域，如图 3-34 所示。



图 3-34 室外机隔振橡胶

课题四 冷凝水管安装

【相关知识】

一、安装流程

冷凝水管的安装流程如下：

安装室内机→连接冷凝水管→检查水泄漏→冷凝水管绝热→冷凝水管坡度和固定。

二、安装要点

1. 安装的原则

- 1) 坡度：冷凝水管安装坡度必须 $\geq 1/100$ 。
- 2) 管径合理：至少应满足室内机的冷凝水流量。
- 3) 就近排放：冷凝管水平管长度尽可能短。
- 4) 避免气封：冷凝水管尽可能短并应避免气封的产生。
- 5) 保温：冷凝水管应外套 10mm 厚的难燃 BI 级橡塑保温材料，绝热包扎，避免表面结露。

2. 安装的注意事项

1) 排水管必须要保持 1/100 以上的落水斜度。如果做不到 1/100 的倾斜，可考虑使用较大尺寸的配管，利用管径做坡度。

2) 在安装冷凝水管时，应有适当的保护措施，避免摆动。冷凝水管应该具有相应的避免老化措施，达到适当延长排水管使用寿命的目的。

3) 排水管末端不要直接同地面接触。冷凝水的排放不得妨碍他人的正常生活、工作。在道路和公共通道两侧建筑物安装的空调器，不宜将冷凝水排放到建筑物墙面上和室外路面上。

4) 排水管固定在建筑结构上的管道支、吊架，不得影响结构的安全。排水管道穿墙体或楼板处应设套管，管道接口不得置于套管内。

5) 空调机排水管必须同建筑中其他污水管、雨水管、排水管分开安装。排水管之间避免出现对冲现象，以免出现倒坡和排水不畅现象。

6) 对室内机排水带有提升泵机型排水管路安装，排水管与室内机连接时，必须采用随机附带的管箍固定，不得用胶水粘接，以保证日后的检修。为了确保斜度 1/100，排水管的提升高度应符合厂家的技术规定高度，垂直向上后必须马上下斜放置，否则会造成水泵水位开关误动作。

3. 安装的要点

1) 在排水管路上增设通气口，通气口间距 10m，并使通气口朝下，使冷凝水排水顺畅，以免污物进入管道内。排气口位置禁止在带提升泵的室内机提升管附近出现。



2) 冷凝水管吊架间距：横管 0.8~1m，立管 1.5~2.0m，每支立管不得少于两个，横管间距过大会产生挠曲，从而产生气阻。

3) 对静压比较大、自然排水（如高静压风管机）的室内机，排水管必须做存水弯头，避免室内机运行时产生的负压把水吹出室内或导致排水不畅。

4) 冷凝水管安装结束后，应进行排水及满水试验，一方面检查排水是否畅通，另一方面检查管道系统是否漏水。

5) 向水平管的汇流尽量从上部汇流，从横向汇流容易回流。

6) 冷凝水管必须要做保温，保温材料接缝处，必须使用专用胶粘接，然后缠橡塑胶带，橡塑胶带宽度不小于 50mm，保证牢固，防止凝露。

7) 在系统保温隐蔽前，必须对整个系统进行检查，特别是管道焊口，支、吊架等检查是否做好防腐处理，系统打压只有检查完毕才隐蔽。

三、安装操作

冷凝水管道安装前，应确定其走向、标高，避免与其他管线的交叉，以保证坡度顺直。水平排水管必须避免对冲现象，以免出现倒坡和排水不畅。在安装过程中，注意区分自然排水和提升泵排水。

1. 自然排水安装操作

(1) 排水管存水弯头安装 对于静压比较大、自然排水（例如高静压风管机）的室内机，排水管必须做存水弯头。每台室内机安装一只存水弯头。安装存水弯头时应考虑易于日后清洁。

(2) 集中排水管安装

1) 集中排水管的管道直径。按室内机从合流管排出的冷凝水排量选择排水管径。

按 1 匹的主机 2L/h 的冷凝水排水量，2 匹的 3 台机和 1.5 匹的 2 台机合并运行来计算如下：

$$2 \times 3 \times 2\text{L/h} + 1.5 \times 2 \times 2\text{L/h} = 12\text{L/h} + 6\text{L/h} = 18\text{L/h}$$

2) 水平管道直径与允许冷凝水排量的关系见表 3-11。

表 3-11 水平管道直径与允许冷凝水排量的关系

PVC 配管	配管参考内径 /mm	配管内径/ mm	允许流量/(L/h)		备注
			斜度 1 : 50	斜度 1 : 100	
PVC25	19	20	39	27	参考值不能用于汇流管
PVC32	27	25	70	50	
PVC40	34	31	125	88	参考值能用于汇流管
PVC50	44	40	247	175	
PVC63	56	51	473	334	

注：聚合点之后用 PVC40 或更大内径的管子。

3) 竖管直径和冷凝水排量的关系见表 3-12。



表 3-12 竖管直径和冷凝水排量的关系

PVC 配管	配管参考内径/ mm	配管内径/ mm	允许流量/ (L/h)	备 注
PVC25	19	20	220	参考值不能 用于汇流管
PVC32	27	25	410	
PVC40	34	31	730	参考值能用 于汇流管
PVC50	44	40	1440	
PVC63	56	51	2760	
PVC75	66	67	5710	
PVC90	79	77	8280	

注：聚合点之后用 PVC40 或更大内径的管子。

4) 集中排水作业步骤：

安装室内机→连接排水管→通水试验、满水试验→排水管绝热。

注意事项：

① 为了避免横向主排水管走得太长，应尽可能多地增加排水点，减少所连室内机台数。

② 内有排水泵的机型与自然排水的机型，应分别汇合到不同的排水系统中。

③ 通气口必须加 2 个弯头，使口朝下，以免灰尘等污物掉入管内，且通气口应设置在主排水管的最高点处。

2. 提升泵排水安装操作

1) 排水管与室内机连接时，必须采用随机附带的管箍固定，不得用胶水粘接，以保证检修方便。

2) 为确保斜度 1/100，排水管总的提升高度 H 为 750mm（注意：从提升泵排水管口能提升的高度为 0~500mm，且在排水提升管段禁止设置通气管）。

3) 垂直向上后必须马上下斜放置，否则会造成水泵水位开关误动作。

四、满水试验及排水试验

1. 满水试验

排水管系统完成后，在排水管内灌满水，保留 24h，检查连接处是否有渗漏。

2. 排水试验

(1) 自然排水方式 从检查口向集水盘里慢慢注入 600mL 以上的水，观察排水出口的透明硬质管，确认是否能排水。

(2) 水泵排水方式

1) 拨开水位开关插头，拆下试水盖，通过试水口用注水管向接水盘注水约 2000mL，注意慢慢注入，防止碰到排水泵的电动机。

2) 接通电源，使空调做制冷运行。检查排水泵运行情况，然后接通水开关，检查水泵运行声音，同时观察排水出口的透明硬质管确认是否能排水（视排水管长短，延时 1min 左右才能排水）。





- 3) 停止空调器运行，关掉电源，将试水盖装回原处。
- 4) 停止空调器运行后，3min 后检查有无异常情况。如果排水管布置不合理，水倒流过多会造成遥控接收板报警指示灯快闪，甚至从接水盘溢出。
- 5) 继续加水至报警水位，检查排水泵是否立即排水，3min 后水位不能下降到警戒水位以下，将导致停机，此时需关闭电源并排除积水才能正常开机。

>> 注意

主体接水盘上的排水塞在空调器出现故障维修时用来排除接水盘的积水，在使用期间要塞好塞子，以防漏水。

【典型实例】

【实例 1】冷凝水管安装图例（图 3-35~图 3-38）

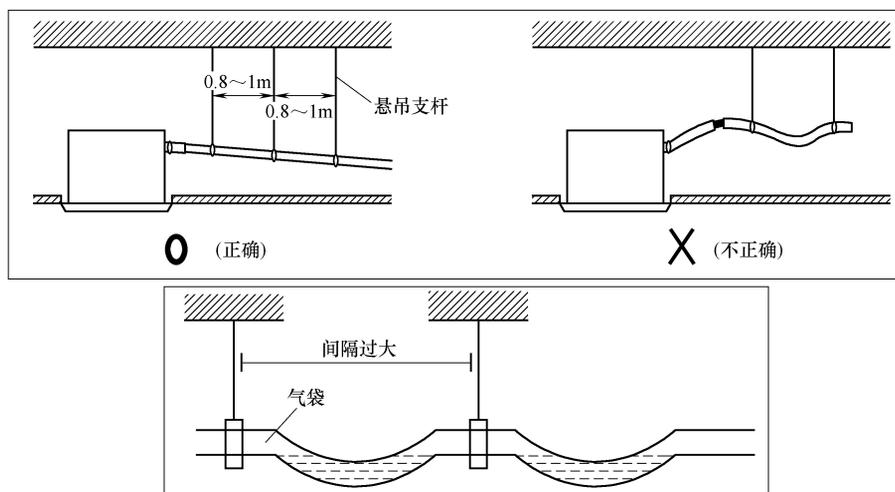


图 3-35 冷凝水管正确安装示意图

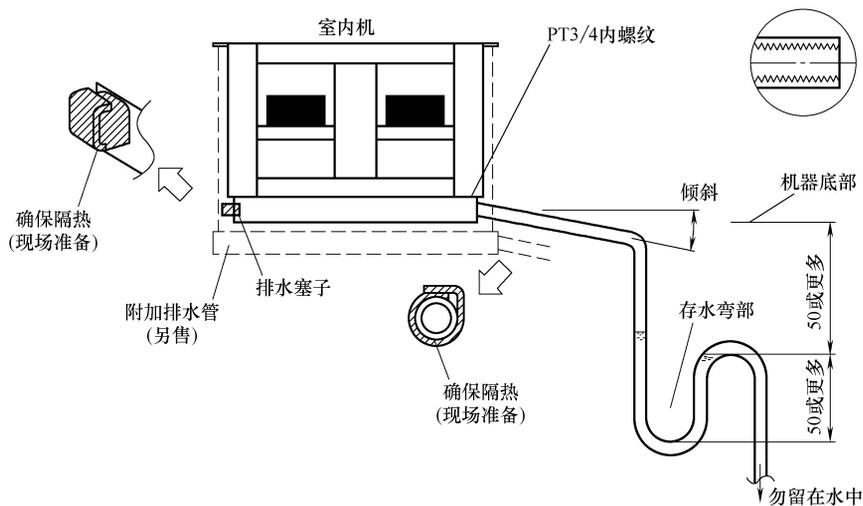
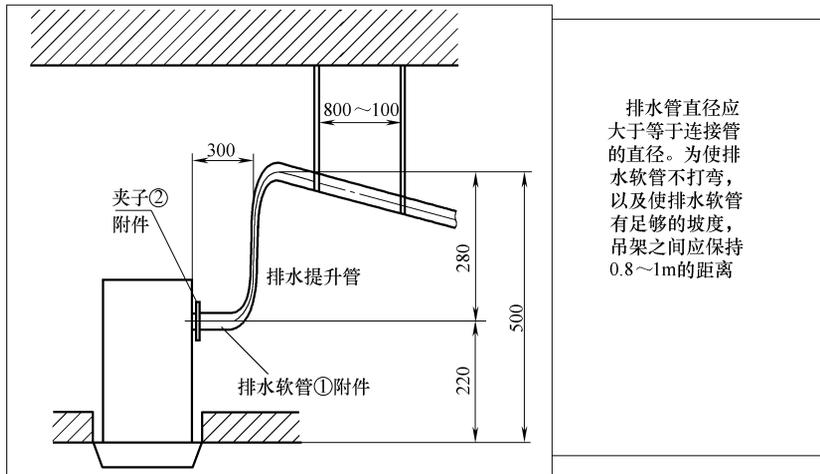


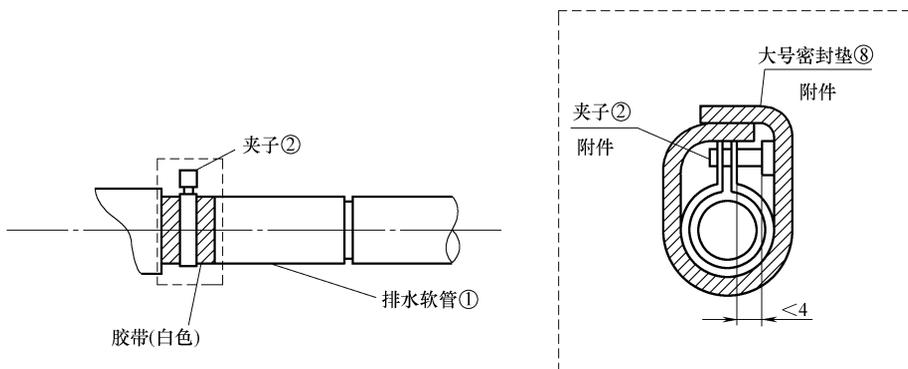
图 3-36 存水弯头安装图例





排水管直径应大于等于连接管的直径。为使排水软管不打弯，以及使排水软管有足够的坡度，吊架之间应保持0.8~1m的距离

图 3-37 带提升泵的冷凝水管安装图例一



使用附带的排水管和夹子，把排水软管插入口至根部，在白色胶带中央处，拧紧夹子直至螺钉头的拧紧剩余距离不到4mm为止。为了隔热，用密封垫把排水软管的夹子缠上。对室内的排水软管进行隔热

图 3-38 带提升泵的冷凝水管安装图例二

【实例 2】约克冷凝水排水管安装

1. 自然排水机组冷凝水管安装 (图 3-39~图 3-43)

(1) 水封设置 当机组的冷凝水盘位于机组的正压段时，冷凝水盘的出水口不应设置水封；位于负压段时，应设置水封，水封高度应大于冷凝水盘处于正压或负压值。

(2) 挂壁机和不带水泵的座吊机排水管安装 安装挂壁机时，按墙孔方位安装室内机管道，用胶带将排水管与其合并缠紧，注意排水管放在下边，当排水软管需通过室内时，一定要缠绕隔热材料，防止冷凝结露。排水配管可延伸至地面或背面，把排水管道连接到排水口，并利用紧固扎带固定。

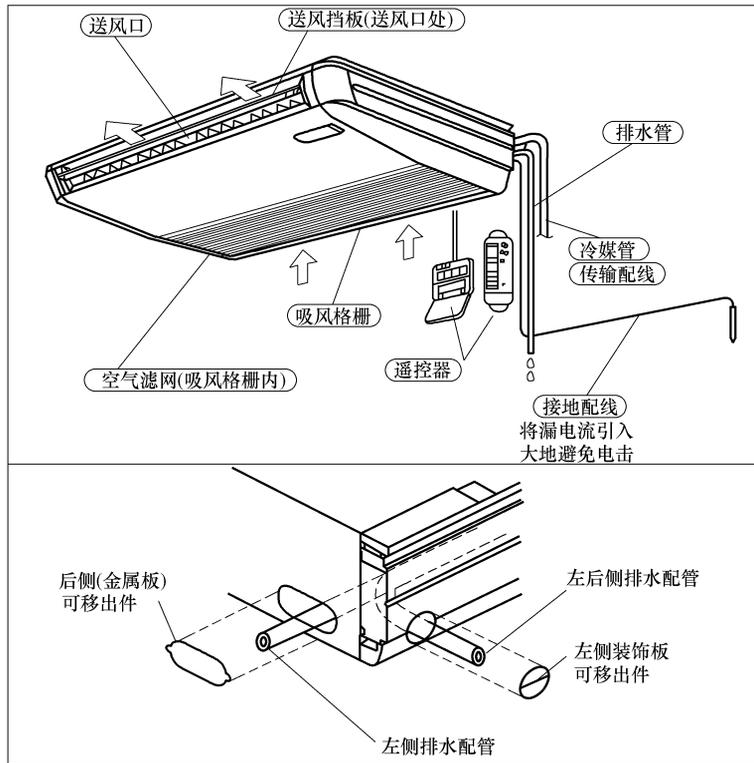


图 3-39 天花板悬吊室内机冷凝水管安装图例

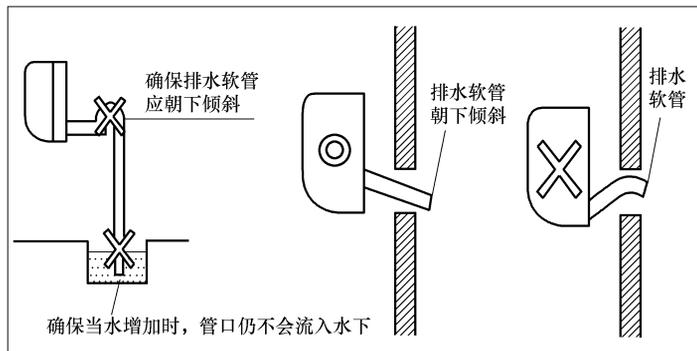


图 3-40 壁挂式室内机冷凝水管安装图例

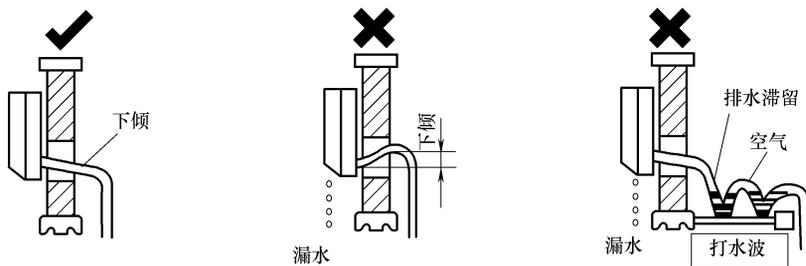


图 3-41 壁挂式室内机冷凝水管安装示意图一

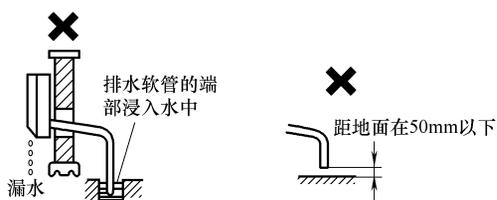


图 3-42 壁挂式室内机冷凝水管安装示意图二

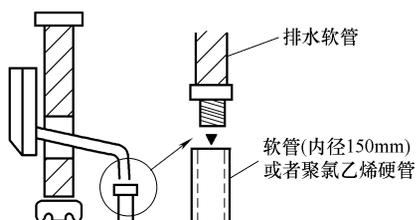


图 3-43 壁挂式室内机冷凝水管安装示意图三

2. 排水管的坡度要求 (图 3-44)

- 1) 排水管的支管应沿水流方向设置坡度, 坡度不应小于 1%, 悬吊螺栓满足横管在 1~1.5m、竖管在 1.5~2.0m, 每支立管不得少于 2 个支、吊固定点的要求。
- 2) 不能出现倒坡, 弯头等不能出现积水部位, 出水端不允许浸泡在液体中。

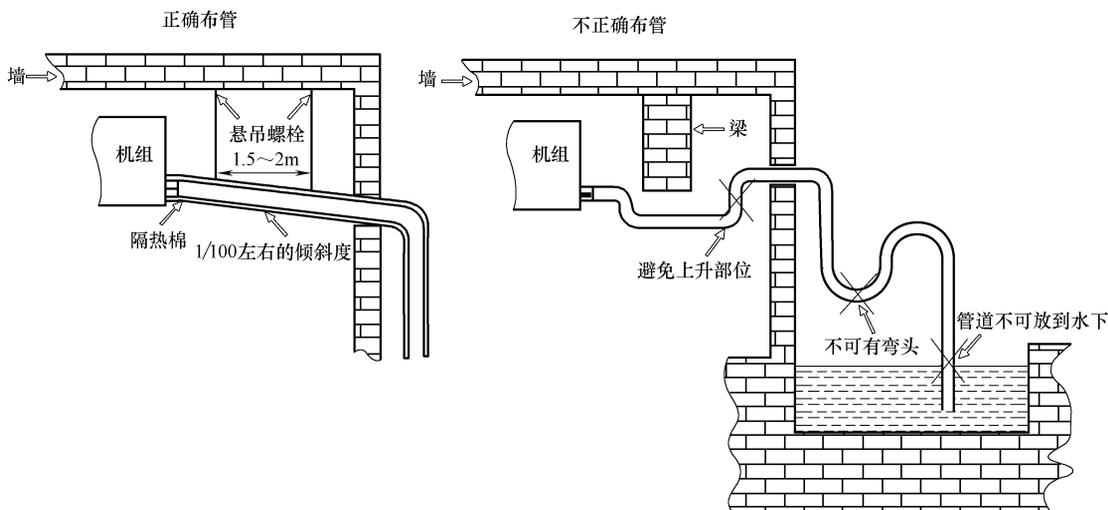


图 3-44 吊顶式室内机冷凝水管安装示意图

3. 水泵排水 (带辅助提升排水泵机组)

- 1) 请确认排水提升管高度在 500mm 以内。
- 2) 请保持排水提升管垂直, 并确保其与空调机的距离在 300mm 以内。
- 3) 对水盘备用水嘴部分应进行妥善隔热处理, 以防止结露。排水管道高度应在图 3-45 所示的距离内。
- 4) 为了防止排水管向下弯垂, 每 1~1.5m 要用吊架等器件辅助固定。

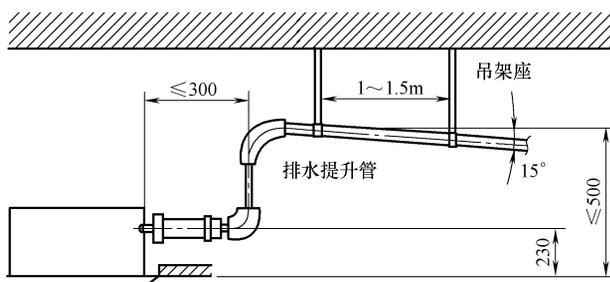


图 3-45 卡式天花式室内机冷凝水管安装示意图

- 5) 连接时, 应采取有效措施, 保证排水管各接口密封不漏。
- 6) 为防止排水管外壁遇空气后结成露水滴落, 排水管从机组引出后, 应进行隔热

处理。

4. 排水管的连接方式

1) 排水管与排水管之间应用合适的胶水粘接，必须使用正确的接头等辅助部件，严禁直接对接水管端面而无其他辅助部件的对接方式。

2) 当排水支管和汇流管进行拼接时，水平管需以一定落差接入，请参考图 3-46 进行操作，且两边的分支管汇流同一点时，应错位接入主管，以防止出现倒流。

3) 冷凝水管不能与建筑物中的污水、废水管连接，防止污水倒灌或臭气倒溢入室内。

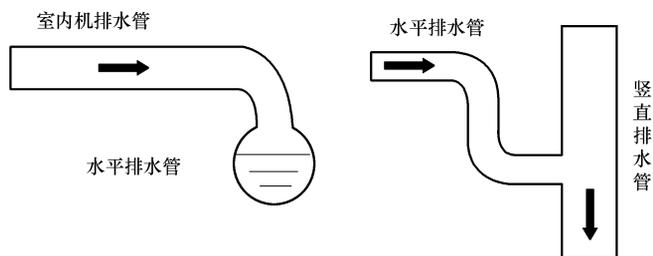


图 3-46 水平、竖直冷凝水管汇流管安装示意图

5. 排水试验

(1) 自然排水机组相关测试

- 1) 将排水口堵住，往排水管路系统中注满水，看排水管是否有水渗漏。
- 2) 往接水盘中注入 3L 左右的水量，在排水管出口处检测水流出量。每台室内机单独检查，检测排水量时需考虑少量附着在管壁上的水分。
- 3) 当要排空机器内的水时，请拆下排水底部的放水塞。
- 4) 试验后，把放水塞装回原先的位置，关掉电源。

(2) 水泵排水机组相关测试

- 1) 用给水泵通过进气口向室内机每次加注 1L 水。
- 2) 检查排水是否在排水口流出（备注：在试验时，注意排水电动机的旋转声）。
- 3) 当要排空机器内的水时，请拆下排水底部的放水塞。
- 4) 试验后，把放水塞装回原先的位置，关掉电源。

6. 排水管保温施工

必须在密封性及流畅性检查之后方可进行保温处理，保温处理的注意事项和具体方法可参考“防腐与保温施工技术标准”的相关规定和方法，避免产生凝露。

重点注意事项如下：

- 1) 排水管在室内的部分皆需进行隔热处理，防凝露，需选用 10mm 以上厚度的保护套。
- 2) 凡不是整管保温的，一定要将切割开的部分重新粘接。
- 3) 保温管相接处和被切开处应该使用胶粘接或卡扣固定连接，并且保证它在管路的顶端。
- 4) 在排水试验后，才能进行配水管的保温施工。

7. 冷凝水管道的支吊架安装

除了吊顶时机组需要竖直吊杆吊挂以外，所安装的冷媒管道、冷凝水管道、电线管都要进行吊挂固定，必须使用合格的支吊架，不得使用铁丝、电线、绳索捆绑吊挂。

水平管支撑间隔为 0.8~1.0m，如间隔过大会产生挠曲，影响排水，如图 3-47 所示。

【实例 3】三菱四向嵌顶式 (FDTA) 室内机排水配管安装

1. 排水管安装

1) 排水配管必须保持向下的倾斜度 ($1/50 \sim 1/100$), 并避免上升或出现存水弯头, 如图 3-48 所示。

2) 当将排水管连接至机器时, 请勿对机器侧的配管施加过大的力量, 并尽量将配管安装在靠近机器的地方。

3) 排水配管请使用硬制 PVC 通用管 VP-25。连接时, 请将 PVC 管端牢牢插入排水套管, 然后用自带的排水软管和夹具牢牢拧紧。不可在排水套管和软管的连接处使用粘结剂。

4) 当对多台机器进行排水配管时, 应按图 3-49 所示将通用管放在各机的排水口下约 100mm 处。应使用 VP-30 或更粗的管子。

5) 对室内的硬制 PVC 管进行隔热处理。

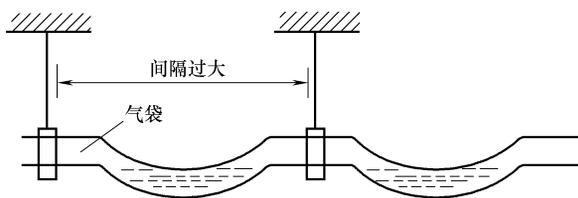
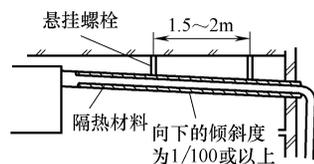


图 3-47 冷凝水管支吊架间隔过大示意图

■ 正确配管



■ 不当配管

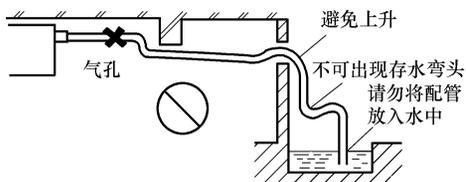


图 3-48 排水配管示意图

6) 避免出现气孔。

7) 排水扬程的高度必须被提升到天花板上 700mm 处, 当天花板中出现障碍物时, 请使用弯管或相应的小配件提升配管以避开障碍物。执行该作业时, 如果所需高度太高, 运转停止时排水的回流将聚积过多, 可能会导致排水盘的溢出。因此, 应使排水管的高度处在图 3-49 所示的范围内。

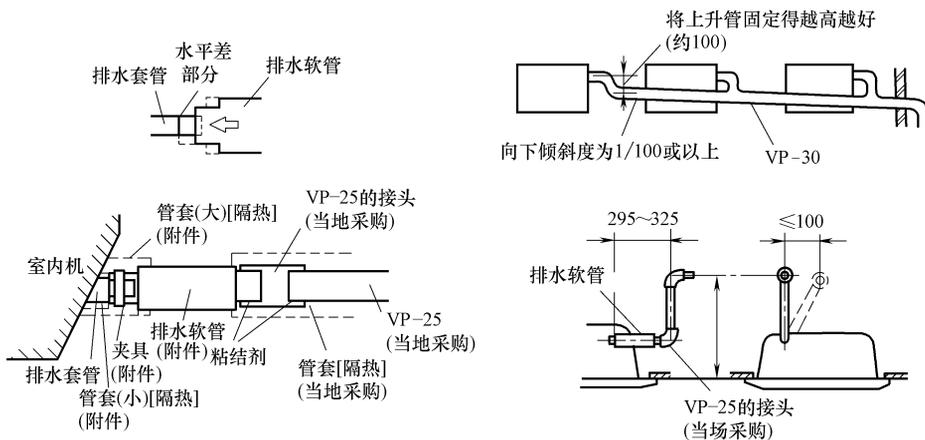


图 3-49 FDTA 室内机排水配管要点示意图

8) 排水软管的作用是吸收安装时排水配管的差异。因此, 如果故意弯折或在膨胀的情况下使用时, 可能会造成其损坏或漏水。

2. 排水试验 (图 3-50)

(1) 排水试验要点

- 1) 在试运转期间检查排水是否顺畅以及管接头和排水盘是否有漏水。
- 2) 即使在冬季安装机器, 也须进行排水试验。
- 3) 在新房子中, 请在安装吊顶前执行试验。

(2) 排水试验操作

- 1) 用水泵将 1000mL 的水通过通风口注入排水盘。
- 2) 检查排水软管的透明排出端是否正常排水。
- 3) 注意排水电动机噪声的同时, 进行排水作业。
- 4) 拔出排水塞以进行排水, 排水结束后, 将排水塞放回原位。拔出排水塞时, 请勿使水溅出。

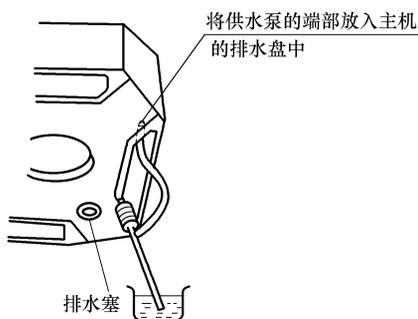


图 3-50 排水试验示意图

3. 强制排水泵运转

(1) 从机器侧进行设置

- 1) 打开室内机 PC 板上的双列直插式开关 5-1。排水电动机将继续运转。
- 2) 试验完成后, 请务必关闭双列直插式开关。
- 3) 当电气作业未完成时, 请将凸圆接头与排水管接头相连接, 开一个入口并检查配管的漏水和排水连接情况。

(2) 从遥控器进行设置 通过遥控器可控制排水泵的运转。请按照下述步骤操作遥控器。

1) 起动强制排水泵运转。按住试运转按钮 3s 以上, 显示将按照 “SELECT ITEM” → “SET” → “TEST RUN” 的顺序进行变化; 显示 “TEST RUN” 时, 按下 “DRAIN PUMP” 按钮一次, 屏幕上将显示 “DRAIN PUMP”。

当按下 “SET” 按钮时, 排水泵将起动运转, 显示: “DRAIN PUMP RUN” → “STOP”。

2) 取消排水泵运转。如果按下 “SET” 或 “ON/OFF” 按钮, 强制排水泵停止运转。空调系统将被关闭。

课题五 冷媒配管安装

【相关知识】

一、安装流程

施工准备→铜管加工→钎焊连接→铜管敷设→管道冲洗→气密试验→管道保温→真空干燥。

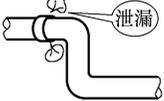
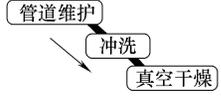
二、安装要点

1. 冷媒配管安装三原则

冷媒配管安装三原则：干燥、清洁、气密性，见表 3-13。

干燥：保证管内无水分；清洁：保证管内无杂质、污物；气密性：保证冷媒无泄漏。

表 3-13 冷媒配管三原则

	干燥	清洁	气密性
	管内无水分	管内无杂质	管道无泄漏
图例			
原因	<ul style="list-style-type: none"> ■ 水,例如雨水从外面进入 ■ 管道中的冷凝水 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 在钎焊时产生的氧化物 ■ 外界杂质,如脏物、油污等从外部混入 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 钎焊未焊牢 ■ 喇叭口加工不当或拧紧力矩不当
产生的征兆	<ul style="list-style-type: none"> ■ 膨胀阀或毛细管等堵塞 ■ 无冷气或暖气 ■ 润滑油老化 ■ 压缩机故障 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 膨胀阀或毛细管等堵塞 ■ 无冷气或暖气 ■ 润滑油老化 ■ 压缩机故障 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 气态制冷剂不足 ■ 无冷气或暖气 ■ 排气温度升高 ■ 润滑油老化 ■ 压缩机故障
预防措施		<ul style="list-style-type: none"> ■ 同左 ■ 不使用已用过其他制冷剂的设备 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 遵守钎焊的基本操作规程 ■ 遵守喇叭口制作的基本操作规程 ■ 遵守法兰连接的基本操作规程 ■ 进行气密性测试

2. 冷媒配管安装操作要点

1) 冷媒配管的规格应满足安装说明书的要求，配管长度尽量缩短，施工中确保配管的清洁、干燥和气密性，分歧管保证水平，竖直配管不得变形。

2) 铜管与分歧管之间连接采用承插焊接，其套管插入深度见表 3-14。

3) 冷媒配管焊接时，需要充氮保护，减少氧化皮的产生。使用氮气减压阀将压力控制在 $0.2 \sim 0.3 \text{ kgf/cm}^2$ ，焊接完毕持续通入氮气直至管道完全冷却为止。

表 3-14 承插焊接套管插入深度

(单位: mm)

铜管外径	插入深度	铜管外径	插入深度
$\phi 6.35 \sim \phi 9.52$	≥ 7	$\phi 9.52 \sim \phi 12.7$	≥ 10
$\phi 12.7 \sim \phi 15.88$	≥ 15	$\phi 15.88 \sim \phi 22.22$	≥ 20
$\phi 25.4 \sim \phi 38.1$	≥ 25	$\phi 38.1 \sim \phi 50.8$	≥ 30

4) 管路固定间距合理 (表 3-15 和表 3-16)。一般应将气管与液管并行悬挂，支撑点的间距根据配管的管径来选择，由于机组运行和环境温度的变化引起温差导致冷媒配管产生热胀冷缩现象，所以不能将保温后的配管完全夹紧，否则可能造成铜管应力集中而开裂。



表 3-15 制冷剂管道的吊架或托架支撑间距

管道公称直径/mm	最大间隔/m
6~20	1.0
20~25	
25~40	1.5
40~50	2.0
50~60	2.5

表 3-16 立管固定支撑间距

配管直径/mm	$\phi 20$ 以下	$\phi 20 \sim \phi 40$	$\phi 40$ 以上
支撑点间隔/m	1.5	2.0	2.5

5) 分歧管安装要点。

① 必须按照施工图样和安装说明书，确认分歧管组件的型号以及连接的主管和支管的管径。

② 内、外机分歧管水平安装时要水平，左右不得倾斜；竖直安装，可以向上或者向下，但是不允许偏斜；分歧管尽量靠近室内机，分歧管的制冷剂入口侧要保证至少 500mm 的直管段，吊架离分歧管的焊接距离应大于 300mm。

③ 分歧部至室内机间的配管管径与室内机配管管径相同。从第一分歧到某一室内机超过 30m 时，把从第一分歧至该室内机的气侧配管均增大一号尺寸。例如，室内机为 $\phi 15.9\text{mm}$ 、 $\phi 9.52\text{mm}$ ，当该台室内机与第一分歧超过 30m 时，连接管径为 $\phi 19.05\text{mm}$ 、 $\phi 12.7\text{mm}$ 。连接室内机处缩口处理。

④ 分歧管的气管、液管要分开保温，禁止将气管与液管包裹在同一根保温管里面。

6) 冷媒管使用之前需要进行清洁处理；如果是 R410A 冷媒系统，铜管必须经过脱油处理。

7) 只能使用铜管割刀切割铜管，严禁使用钢锯、砂轮锯等。不正确的切割工具会导致大量铜屑残留在铜管内壁。

8) 弯管加工必须使用弯管器，避免铜管弯瘪变形。

9) 多联机空调系统，每根铜管都要贴上标签，以便区别各铜管所属系统，防止接错。

10) 室内、外机落差每隔 10m 在气管侧增设一个回油弯，确保机组回油正常。

三、安装操作

1. 施工准备

(1) 施工技术交底 班组进场施工前必须先熟悉施工图样及本技术交底。

(2) 工具准备 主要工具包括施工机具和量具，分别见表 3-17、表 3-18。

(3) 现场核对 安装前首先核对图样，检查管道布置是否与结构及其他专业管道交叉、矛盾；核对管道预埋件、支架、套管的位置、标高是否正确。

(4) 预留孔洞 在主体施工阶段，根据设计图样在管道穿板处采用 UPVC 管或钢套管预留孔洞，穿墙穿梁处则预埋钢套管。孔洞大小比保温后的管径大两号。





表 3-17 主要施工机具

主要机具	数量	备注	主要机具	数量	备注
力矩扳手	4	接头螺纹连接	直流电焊机	2	支吊架制作
弯管器	4	铜管弯曲	台钻	2	支吊架制作
扩口器	4	铜管螺纹接头加工	砂轮切割机	3	支吊架制作
胀管器	4	铜管对接接头加工	手电钻	3	铜管安装
氧气乙炔装置	3	铜管焊接	冲击电钻	3	铜管安装

表 3-18 主要量具

主要机具	数量	备注	主要机具	数量	备注
游标卡尺	4	接头加工检测	电子秤	1	冷媒追加
压力表	4	气密性试验,充氮保护,冷媒追加	钢卷尺	4	铜管下料

(5) 安装套管 管道穿墙穿板处应设置钢套管。套管管径比保温后的管外径大两号。穿墙套管应与墙体装饰面平齐,穿楼板套管应与楼板底面平齐,穿楼板套管高出装饰地面 50mm。管道焊缝接头不得置于套管内。管道与套管间的空隙用岩棉等不燃或难燃材料填塞密实,外加防水油膏封堵。

2. 铜管加工

(1) 切割

1) 根据图样和现场实测尺寸采用专用割管器切割铜管。割管器应绕铜管逆时针旋转,并不断旋紧转柄。刀口应与管轴线垂直(切口允许倾斜偏差为管径的 1%)并缓缓进刀以防挤扁铜管。

2) 切割后用锉刀将切割面打磨平滑去除毛刺,打磨时管口应侧向下以防粉屑进入管内。

3) 用铰刀沿管口内侧旋转去除锐边和毛刺使铜管切口平整光滑。也可用专用圆形铰刀同时对管口内外进行倒棱处理。

4) 切割后应记录相应管道长度,以此作为系统充填冷媒的依据。

(2) 弯管 对于 $\phi 12.7\text{mm}$ 及以下铜管可用手直接弯管,小于 $\phi 22.2\text{mm}$ 使用弯管器弯管,大于或等于 $\phi 22.2\text{mm}$ 采用冲压弯头。弯管时,弯头两侧必须保持不小于管径 2 倍的直线部分。铜管的弯曲半径取 3.5~4 倍的铜管直径 D ,椭圆率不大于 8%。冷媒管道分支管应按介质流向弯成 90° 弧度与主管连接。不得使用弯曲半径小于 $1.5D$ 的压制弯管。

(3) 胀管 铜管对接时必须采用胀管工艺,将铜管用胀管器扩张成承口,再进行承插钎焊连接。

胀管器分为棘轮和液压两种,注意不得用扩口器进行胀口。

首先选择合适胀管模具旋转套入胀管器的端头,再将铜管套入模具的胀口上并旋紧紧固旋钮。慢慢将手柄压下进行胀管,并不断循环,当胀管到一半时将铜管旋转 45° 再继续胀管操作,以防止铜管出现裂缝。

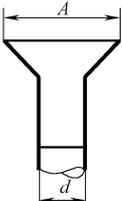
承插的胀管方向应迎着冷媒流向。

胀管后组对的管道内壁应齐平,错边量不大于壁厚的 10%,且不大于 1mm。承口深度

不应小于管径。胀管后的内径 D 应为管道外径 + (0.1~0.15) mm。

(4) 扩口 铜管与机组螺纹接口连接时应对铜管端头进行扩口 (扩喇叭口) 操作。扩口应使用专用扩口器, 现在多数变频多联式空调机组采用 R410A 冷媒, 不得采用 R22 冷媒的扩口工具制作喇叭口, R410A 专用扩口工具上有粉红色标志环。铜管扩口加工尺寸见表 3-19。

表 3-19 铜管扩口加工尺寸

	铜管扩口尺寸		
	管径/in	配管外径 d /mm	口部尺寸 A /mm
	1/4	6.35	8.4~8.8
	3/8	9.52	12.2~12.8
	1/2	12.7	15.6~16.2
	5/8	15.88	18.8~19.4
	3/4	19.05	23.1~23.7

扩口操作步骤如下:

1) 松开扩口器叉臂上的螺杆手柄和夹紧手柄, 将叉臂伸入扩口横杆铰链端部。选择相应尺寸的锥形开口后将管子从扩口器底部往上推直到与夹具口水平对齐。

2) 将叉臂向前滑动直到叉臂上的箭头碰到扩口横杆上的线为止, 然后上紧夹紧手柄。

3) 顺时针旋转螺杆手柄直到压力推杆松开。然后将螺杆手柄, 夹紧手柄退松并使叉臂向后滑动卸下管子。

4) 喇叭口应均匀, 大小适中, 以免扩小了连接时密封不好, 扩大了管口容易开裂。扩完喇叭口后必须仔细检查喇叭口内表面质量, 要求无划伤、不得呈歪斜状。然后在喇叭口上涂冷冻机油。

3. 钎焊连接

钎焊是指用比母材熔点低的钎料和焊件一同加热, 使钎料熔化 (焊件不熔化) 后润湿并填满母材连接的间隙, 钎料与母材相互扩散形成牢固连接。钎焊的焊缝应表面光滑, 填角均匀饱满, 自然地圆弧过渡。钎焊接头无过烧、焊堵、裂纹、焊缝表面粗糙、烧穿等缺陷。焊缝无气孔、夹渣、未焊满、虚焊、焊瘤等缺陷。

冷媒配管铜管采用钎焊进行连接, 使用银钎料。为防止铜管内部氧化, 焊接时必须充氮焊接, 焊接部位应清洁、脱脂。其操作步骤如下:

(1) 焊前清洁 铜管接头应清洁光亮, 无油污、氧化层、毛刺或凹凸, 以防止产生气孔或虚焊。采用锉刀和铰刀对管口进行处理, 除去管口毛刺。清理时管口应侧向下, 清理完应轻轻敲打管壁避免碎屑进入管道内部。管道外壁的油污涂料应采用湿布进行擦拭清除。

(2) 充氮保护 铜管焊接时需充入氮气进行保护焊接以防铜管被氧化。焊接时应保持焊接区域氮气微压 (调节氮气瓶上的压力表使压力保持在 $3 \sim 5 \text{ kgf/cm}^2$), 让氮气定向充入正在钎焊的管道内。焊接完成应待铜管完全冷却后, 方可停止充入氮气。充氮保护焊接如图 3-51 所示。铜管另一端可用铜管配套的塑料保护盖盖住, 并用针扎几个小洞以起到节约氮气的作用并保证氮气在内部流动。

(3) 焊接火焰和温度要求 钎焊温度应比铜管的熔点温度低, 控制在 $650 \sim 800^\circ\text{C}$ 之间。

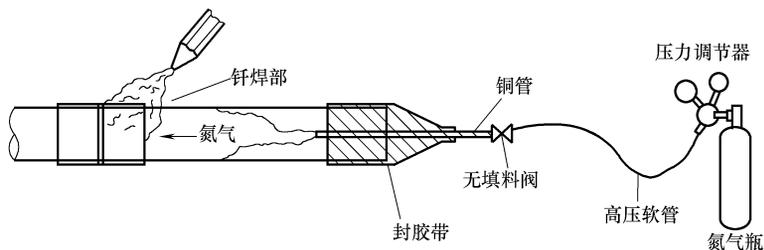


图 3-51 充氮保护焊接

钎焊必须使用氧乙炔火焰或氧丙烷火焰进行钎焊。

同时为保证钎焊的温度要求，用外焰进行加热时，火焰应呈中性或略带还原性，但应注意外焰温度超过 800℃ 时管子容易变形或熔化穿孔；利用焰心加热时温度较低，管子容易变黑影响质量和美观，一般采用内焰（火焰呈黄白色）进行加热焊接。

(4) 钎焊操作

1) 将铜管插入接头中，稍微旋转以保证焊缝间隙均匀。点燃火焰对铜管接头处加热。预热时应让火焰沿管道环向均匀加热至铜管变成暗红色。用钎料接触接头以判定接头处的温度。若钎料不熔化证明温度不足，需继续加热；若钎料迅速熔化表明温度已经达到钎焊要求可以开始焊接。继续加热以保持接头处温度在钎焊温度以上。

2) 调整火焰方向使之朝向焊缝间隙，同时向接头缝隙处送入钎料，送料时使焊条和火焰呈 45° 角。利用接头的热量将钎料填入缝隙直至将钎缝填满，注意不得直接将火焰对准钎料使之熔化到钎缝内。对于 $\phi 40\text{mm}$ 以上的大直径管道，因其周长较长不容易加热均匀，可使用两支焊枪同时加热使接头处的径向与长度方向受热均匀，使钎料均匀填满钎缝，以保证质量。

3) 当钎料全部熔化后，应停止加热，以防钎料不断往内渗透不易形成饱满的焊缝。钎焊操作宜向下或水平侧向进行，不宜仰焊和倒立焊接，接头的分支口一定要保持水平，如图 3-52 所示。

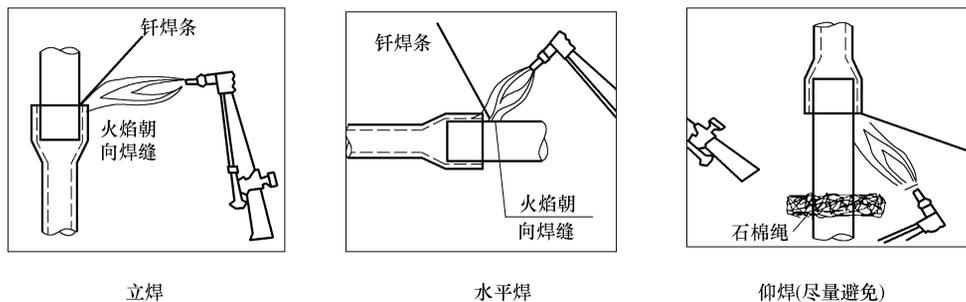


图 3-52 焊接方向示意图

4) 分支接头在高空焊接时较难操作，加热温度不容易掌握，因此应避免在高空焊接分支接头。可在地上将分支管端口焊接上一段 1m 左右的短管，然后在高空对直管进行焊接。

5) 钎焊后应继续吹入氮气直到铜管冷却。铜管须保持静止直至自然冷却结晶，以防熔化的钎料冷却时受到振动导致焊缝产生裂纹影响钎焊质量。用手触摸铜管不再烫手后用湿布冷却和擦拭连接部位（不能用冷水直接冷却）进行焊后处理。

4. 铜管敷设

(1) 支架制作安装

1) 管道支架形式 (图 3-53~图 3-55)。管径 $\phi 22\text{mm}$ 以下的制冷铜管由于管道较小, 可将成品抱箍设置于保温层外, 以防冷桥产生。而对于管径 $\phi 22\text{mm}$ 及以上的铜管则应采用在管道外侧安装保温木垫 (或 PE 托架) 后采用抱箍固定。对于并排安装的管道可用型钢支架敷设。

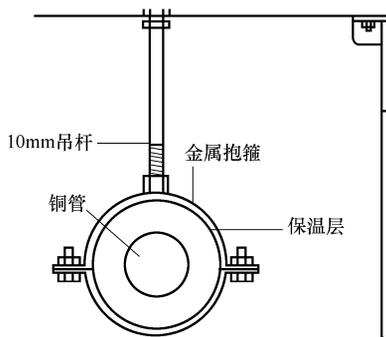


图 3-53 单管吊架做法

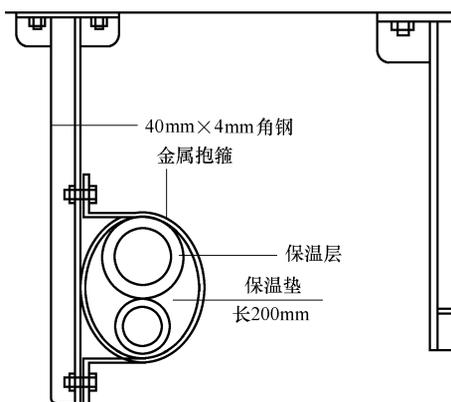


图 3-54 气管与液管共架做法

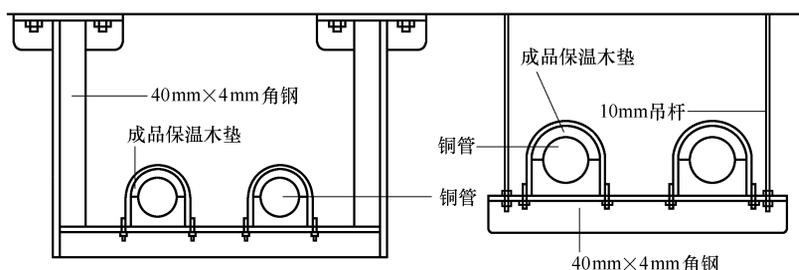


图 3-55 成排管道固定支架做法及成排管道普通吊架做法

2) 支、吊架间距。水平管道支吊架最大间距见表 3-20。对于并排垂直敷设的管道, 可采用门形型钢支架, 将立管统一放置在同一门架上, 门架的间距可以取 1.5m, 且每层不少于两个。

表 3-20 水平管道支、吊架间距

管径/mm	≤ 20	> 20
支、吊架最大间距/m	1.0	1.5

注: 在液管和气管共同悬吊时, 以液管尺寸为准。

3) 支、吊架设置要求。支、吊架位置应靠近接口, 但不得影响接口的拆装。支、吊架的安装应平整牢固。管道与设备连接处附近应设独立支、吊架; 管道起始点、阀门、三通、弯头及长度每隔 15m 设置承重防晃支、吊架。

(2) 成品配件的使用

1) 分歧管。冷媒管分支时必须采用专用的室内分歧管、室外 Y 型分歧管进行分支。分

支接头安装应使支管和主管处于同一水平线上（倾斜不得大于 $\pm 30^\circ$ ，不可以垂直敷设。分支接头前后 500mm 的距离内不能设置急弯（ 90° 拐弯）或者连接其他分支接头，以防引起冷媒偏流和冷媒流动噪声；分歧管的主管与水平面不得呈垂直状态，以免出现因气液分布不均匀而影响使用效果。

分歧管的安装要求如图 3-56 所示。

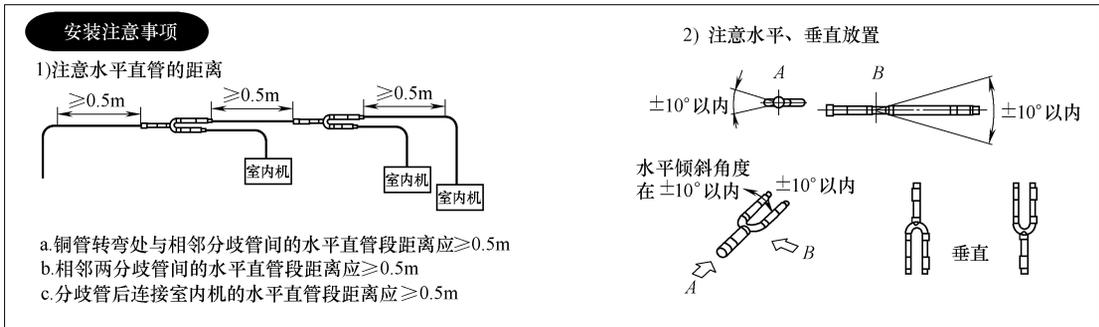


图 3-56 分歧管的安装要求

2) 端管。冷媒管系统的集液器和分液器必须使用端管进行集中分支。端管只能水平安装，不得垂直安装。

(3) 管道敷设

1) 将预制好的管道按编号运到现场顺序安装，管道安装按先干管、后支管的顺序进行。

2) 明装管道成排安装时，直线部分应互相平行，管道之间应保持一定的间距，留有操作空间。管道曲线部分曲率半径应一致。

3) 管道穿越结构伸缩缝、沉降缝时，应在墙体两侧采取柔性连接或做方形补偿器。在管道保温层外皮上、下部留有不小于 150mm 的净空。

4) 铜管与机组连接时先用纱布蘸汽油将铜管外表清洗干净。在需要连接的铜管套上螺母后，在端部扩制喇叭口，喷上醚油或酯油，套入垫片后将两管对正用专用力矩扳手和扳手连接。操作时，一手用扳手固定管接头，另一手用力矩扳手旋转紧固，当听到咔咔声时即为上紧不可再用力。螺母扭矩值见表 3-21。

表 3-21 螺母扭矩值

外 径	扭 矩		外 径	扭 矩	
	kgf · cm	N · cm		kgf · cm	N · cm
1/4in(φ6.4mm)	144~176	1420~1720	5/8in(φ15.9mm)	630~770	6180~7540
3/8in(φ9.5mm)	333~407	3270~3990	3/4in(φ19.1mm)	990~1210	9270~11860
1/2in(φ12.7mm)	504~616	4950~6030			

5. 铜管吹扫清理

铜管系统安装后与室内机连接锁紧之前，需要用氮气对冷媒管路进行管道吹扫清理。管路长时采用分段吹扫方式：首先对各层水平管路进行吹扫，再对竖井垂直管路进行吹扫，最后对室外机部分的管路进行吹扫。对气管和液管要分别重复多次氮气吹洗，吹洗压力为 0.5~0.6MPa。

其操作步骤如下：

- 1) 将氮气瓶压力调节阀与室外机的充气口连接好，将所有室内机的接口用盲塞堵好，同时留下一台室内机接口作为排污口。
- 2) 用手持木板抵住排污管口，调节氮气瓶的减压阀至 5kgf/cm^2 ，向管路系统内部充气。
- 3) 当手抵不住排污口处压力时将木板快速释放，让脏物及水分随氮气一起排出。
- 4) 循环操作若干次直至无污物排出。判定方法是在管口用干净的白纸或白布观察，确认吹出无污物、水渍时为合格。

6. 气密性试验

管道冲洗合格后必须进行系统试压，确保系统的严密性。其具体步骤如下：

- (1) 确定试压顺序和系统划分 管路系统可以划分成几个部分进行气密试验，以便加快作业进程并能更容易发现泄漏。划分方法同管路清洗。
 - (2) 将试压装置与机组连接 将氮气瓶、压力表、真空泵、冷媒钢瓶等接到室外机阀门处。试压装置如图 3-57 所示。其中压力表要求量程为 6MPa ，氮气瓶压力应不小于 4MPa 。
- 为便于将同一个系统的气管与液管路连成环路进行试压，可以自制加压组件以提高施工效率。加压组件可以循环利用。

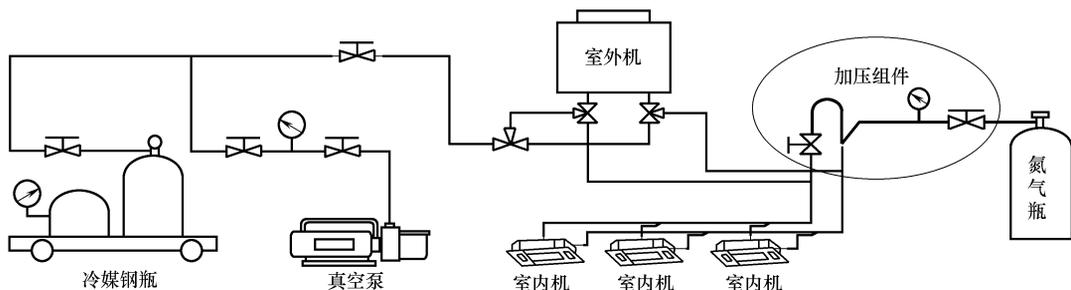


图 3-57 试压装置简图

- (3) 排除管路内空气 冷媒管路系统内的空气由于温差容易产生水分，因此试压前应用真空泵将管道中空气抽除，同时也排除混合气体气温变化对压力数值的影响。

(4) 充氮试压

- 1) 分次充氮。一般生产厂家规定，气密性压力试验过程中，不得连接室外机，首先关闭室外机阀门，防止氮气流入室外机。打开氮气瓶的减压阀向管路内注入氮气。气密性试验压力应符合设计或设备技术文件要求，以下对 R410A 冷媒系统进行说明。充入氮气时应逐步进行，切忌一下子将氮气开到试验压力值。分次充氮步骤见表 3-22。

表 3-22 分次充氮步骤

步骤	压力	持续时间	作用
1	0.5MPa	5min	检查明显泄漏点
2	1.5MPa	5min	检查较小泄漏点
3	4.15MPa	24h 以上	检查细微泄漏点

第 3 步加压至 4.15MPa 并保持 24h 不降压为合格（温度影响除外）。可能发生冷媒泄漏

的位置见表 3-23。

表 3-23 可能发生冷媒泄漏的位置

冷媒管道可能发生泄漏的位置	1. 安装冷媒配管时,与室内外机组连接口
	2. 管路中各焊接部位
	3. 冷媒管材放置和运输中产生损伤的部位

2) 保压。气密试验结束后,系统仍应保持试压压力,以防气密性受破坏。

7. 管道保温

确认制冷剂连接管没有泄漏后,可对连接管进行保温。

管道保温的目的:为避免在连接管上凝结露和漏水,连接管气管和液管必须用保温材料 and 胶带包扎与空气隔绝。

(1) 冷媒管道保温材料耐温要求 保温材料应采用能耐管路温度的材料:对于热泵机型,液管侧要求耐温不低于 70℃,气管侧要求耐温不低于 120℃。对于单冷机型,液管侧要求耐温不低于 70℃,气管侧要求与液管侧相同。例如,耐热聚乙烯泡沫(耐 120℃ 以上)、发泡聚乙烯(耐 100℃ 以上)。

制冷剂铜管保温采用橡塑材料胶水(或不干胶)粘接密封,冷媒管气管、液管要求分别保温。

(2) 冷媒管道保温厚度要求 设计无规定时,冷媒管道保温材料厚度见表 3-24。

表 3-24 冷媒管道保温材料厚度

冷媒管直径/mm	保温材料厚度/mm
φ6.4~φ12.7	≥10
φ15.88~φ25.4	≥15
φ28.6~φ38.1	≥20

(3) 管道保温注意事项

1) 气管和液管、气管和电线不可以共用保温管。

2) 连接部分也要充分地绝热。

3) 配管穿过墙体的部分也应该绝热。

4) 分歧管保温使用与管路相同的保温材料,不可使用分歧管自带的泡沫作为保温材料。

(4) 保温施工顺序 水平管道应由支管到主管,垂直部分从低点向高处顺序进行。施工时留下焊缝、分支、末端接口等处,待气密性试验合格后再对这些部位进行保温。具体操作步骤如下:

1) 切割:据测量尺寸用切割刀切出适合长度的橡塑套管,较大套管对剖时应将套管放在加工台上用直尺靠住,沿横向切割保证割缝平直。

2) 清洗:用湿布将铜管上的灰尘及油污擦拭干净。

3) 保护:在欲保温的铜管端部套上塑料保护帽,以防止铜管将保温材料割破。

4) 套入:将保温管缓慢地套入铜管,注意速度不宜太快,防止保温管被破坏。

5) 对接:保温管对接时应在套管截面刷上胶水。应待胶水自然干至刚好不粘手时进行

粘接，粘接时稍微用力将两表面对准压紧，切勿拉伸并静待一定时间后方可松手。压紧时应顺直管方向进行顺序压紧，不可断续压紧。防止粘接后的缝隙由于橡塑自身弹性重新胀裂。

6) 节点的保温：分歧管的保温应使用专用的配套保温套。气管和液管必须分开保温，严禁将气管和液管用同一个保温套管保温。对气、液管分别保温后再用长度为 200mm 的保温板包裹以避免抱箍与管道接触。套管与木垫接触时应先清理木垫外表的油污和杂物，并在木垫接触面上刷好胶水用力将套管与木垫挤住。铜管与机组接口处保温应采用机组自带的绝热垫附件，保温后用附带的夹子或尼龙扎带夹紧，确保保温材料与机组接头根部无间隙。

7) 包扎：对于明装制冷管道，为了提高观感质量可用包扎胶带对保温后的管道进行包裹，包裹时以 45° 方向包扎，下一圈胶带覆盖在上一圈胶带的一半处，如图 3-58 所示。

8) 贴缝以及色标：保温套管切缝应设置于管道的上侧或背部。套管之间对接时应将切缝错开 20mm，如图 3-58 所示。套管外表卫生清理后用胶带沿纵向、横向切缝进行贴缝，贴缝应保持平直。胶带的宽度不小于 50mm。保温管外应用不干胶纸剪裁成色标箭头标明水流方向，红色代表气管，蓝色代表液管，绿色代表冷凝水。水平直管段可包色环，间距为 6m/个。

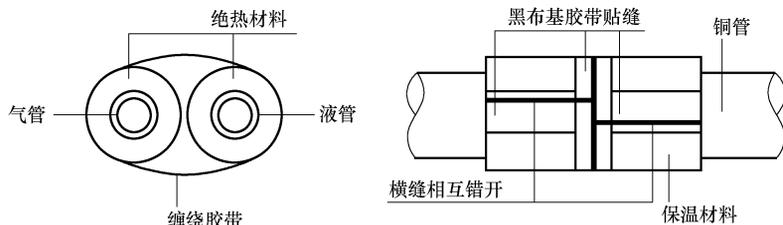


图 3-58 包扎胶带及切缝错开

9) 室内、外机接头处用接头保温材料包好，与室内、外机壁面无间隙（图 3-59），当包扎保温胶带时，每一圈要压住前一圈胶带的一半。切勿将胶带裹得太紧，以免降低隔热效果。完成保护工作和缠好管后，用密封材料将墙上的洞封好。

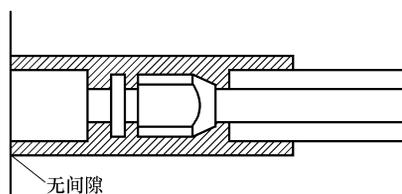


图 3-59 室内、外机壁面无间隙保温

8. 真空干燥

真空干燥的过程就是利用真空泵将管道内的空气、不凝性气体及水分排出管外。为将管路系统内的空气和水分排出，必须进行抽真空干燥。真空干燥连接操作如图 3-60 所示。

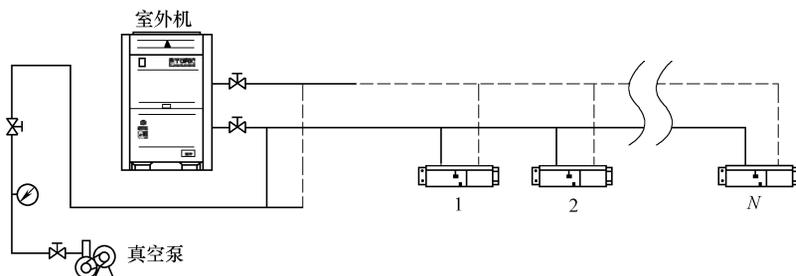


图 3-60 真空干燥连接操作

(1) 真空干燥操作要点

1) 抽真空操作应从气管和液管同时进行,在抽真空时,真空泵不能停电,否则真空泵内的润滑油可能会被吸入系统。为防止真空泵中的润滑油回流,应加装电子止回阀。

2) 真空泵排气量不得小于 40L/min,开始作业前必须检查真空计,确保量程可达到 -755mmHg。

3) 真空干燥时先开真空泵,真空泵运转以后再开压力表阀门。

4) 真空泵运转以后确认压力表的压力下降,否则应检查是否有泄漏点。

5) 抽真空完成后,应先关闭压力表阀,再关闭真空泵。

6) 抽真空后至追加冷媒之前,不能更换连接阀,防止空气进入系统。

(2) 真空干燥操作步骤

1) 室外机不抽真空,应先关闭室外机气侧、液侧的截止阀。

2) 连接上带止回阀的真空泵。真空泵的真空度 $< -0.1\text{MPa}$,排气量 $> 40\text{L}/\text{min}$ 。

3) 将压力测量仪器接在液管和气管的注入口,接上真空表将真空泵运转 2h 以上观察真空度,真空度应大于 -0.1MPa (-755mmHg 以下),如达不到应继续抽 1h,如仍达不到说明有水分混入或漏气,需要检查。发现水分混入必须用氮气进行“真空破坏”,即在真空干燥后,把氮气加压至 0.05MPa ,然后再抽真空。这样反复操作直到保持 -0.1MPa (-755mmHg 以下)真空度且压力不上升。

4) 继续运转真空泵 20~60min,关闭表式分流器全部阀门,再关闭真空泵。

5) 停置 1h 以真空表不上升为合格。如上升,表明系统内有水分或有漏气应继续处理。

(3) 真空干燥注意事项

1) 真空保压或打开阀门释放冷媒系统管道压力为正压前严禁取下压力表,否则会导致外部空气的吸入。

2) 对 R410A 系统抽真空时,在真空泵上要增加止回阀,防止真空泵因突然断电或其他原因停止运行时真空泵里面的油倒吸到冷媒系统里面。

3) 气密性试验和真空干燥需要按表做好记录。

【典型实例】

【实例 1】Y 型分歧管安装

多联机空调系统中,分歧管起着制冷剂分流的作用,所以分歧管的选择和安装对于多联机组的运行是非常重要的。

分歧管包括梳状分歧管、U 型分歧管和 Y 型分歧管,一般建议使用 Y 型分歧管,不得采用三通管代替分歧管使用。在正确选择分歧管的基础上,安装遵循分歧管的安装规范。在分歧管进口侧,要保证至少 500mm 的直管段。其安装操作步骤如下:

1. 选择分歧管

Y 型分歧管安装有不同管径的管段,可以方便地配合不同管径的铜管。进口接室外机或上一分支,出口接室内机或下一分支,如图 3-61 所示。

2. 切割分歧管

1) 配管时选择合适管径的管段,用切管器在合适管径管段的中部切开,并去除毛刺,如图 3-62 所示。

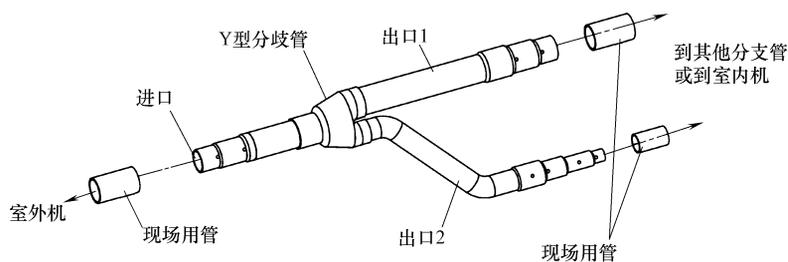


图 3-61 Y 型分歧管示意图

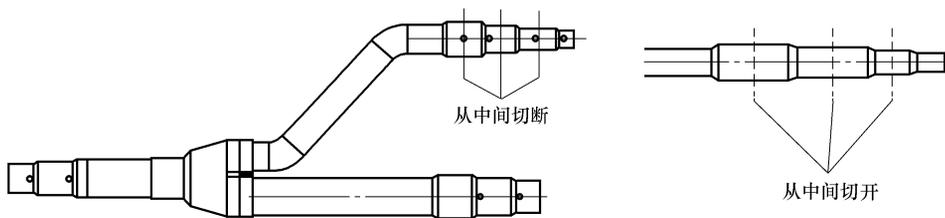


图 3-62 Y 型分歧管切割示意图

2) 水平或垂直安装分歧管。

安装 Y 型分歧管时，必须使其竖向或水平，如图 3-63 所示。水平安装时的角度要求如图 3-64 所示。

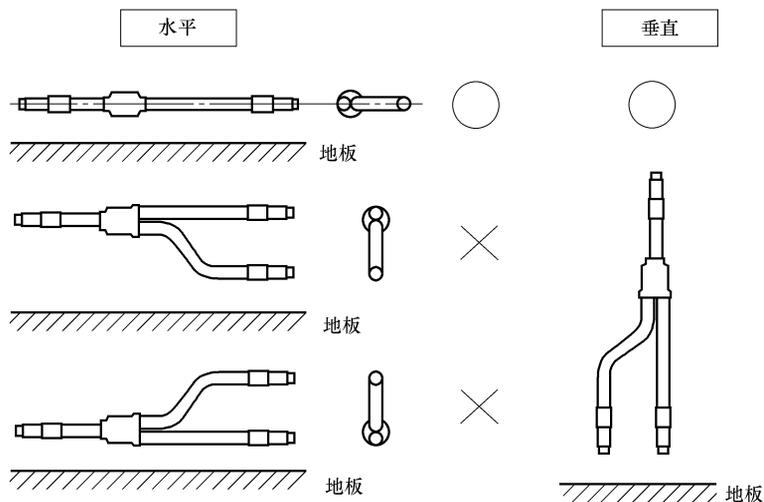


图 3-63 分歧管安装方向示意图

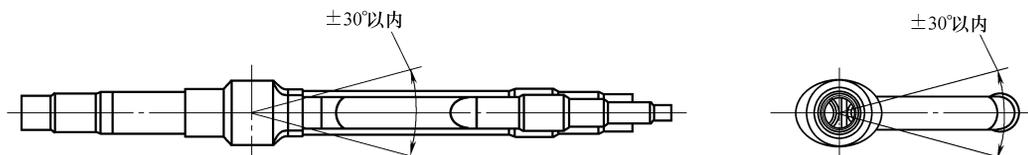


图 3-64 分歧管安装水平角度要求示意图

3. 分歧管的保温

每对分歧管均配有泡沫，用泡沫将分歧管包好，上、下泡沫用不干胶密封，泡沫部分和无泡沫部分均用保温管包好，泡沫和保温管对接部分用不干胶密封，须使用能经受 120℃ 或更高温度的保温材料。分歧管的保温安装方向如图 3-65 所示。

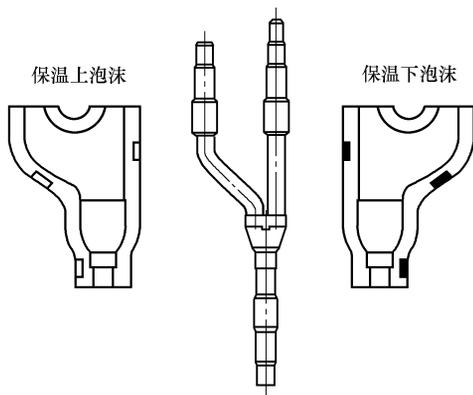


图 3-65 分歧管保温安装

>> 注意

1) 对多分歧管路系统，每根管子都贴上标签，使分歧后的连接管与室内机对应，防止接错。

2) 分歧管的进口侧，至少要有 500mm 的直管段。

【实例 2】分歧管安装常见错误

1. 水平安装时角度错误示例（图 3-66 和图 3-67）

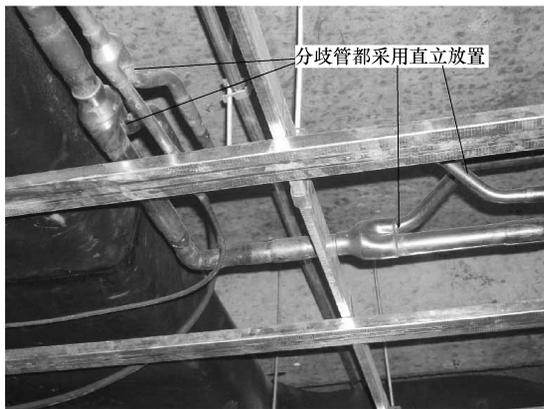


图 3-66 分歧管水平安装角度错误示意图 1

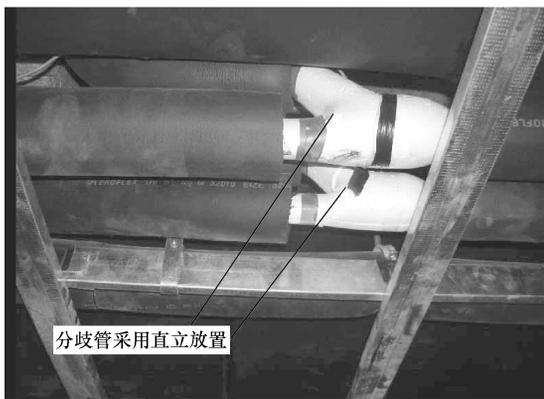


图 3-67 分歧管水平安装角度错误示意图 2

2. 分歧管与其前后折弯处的距离太近示例

如图 3-68 所示，分歧管与其前后折弯处的距离太近，会影响流经此处制冷剂的正常分流，使其下游的室内机制冷效果受到影响。所以必须要保证分歧管与其前后折弯处的距离在 500mm 以上。

同样，两个弯头（折弯点）之间的距离也要保证在 500mm 以上。

两分歧管也要按照同样原则进行安装（按图 3-69 所示安装的分歧管也不合格）。

3. 管路走向过于复杂示例

如图 3-70 所示，从管井里出来主管的分歧处走向过于复杂，有些管路甚至是走到一端后又重新折回，这样一方面浪费材料，更主要的是增加了管路阻力，削减了室内机的制冷能力。

4. 管路堆层铺设错误示例

铺设管路应按照“管路长度尽可能短，使用弯头尽可能少”的原则进行，否则将会影



响机组将来的正常运行，甚至会损坏机组。



图 3-68 分枝管安装时折弯距离过近示意图



图 3-69 两个分枝管安装时间隔距离过近示意图

如图 3-71 所示，管路堆层铺设不利于系统的正常回油，会对主机正常运行遗留隐患。



图 3-70 分枝管安装时走向过于复杂示意图



图 3-71 分枝管安装时管路堆层铺设错误示意图

5. 分枝管出管没有保留一定的直线段示例

如图 3-72 所示，分枝管分出的管路没有保留一定的直管段，而是分出后立即折弯，这对此分枝管后的室内机组将产生很大影响。



图 3-72 分枝管出管直线段距离过短示意图

6. 分歧管的焊接错误示例

分歧管管路焊接时，插入过长（图 3-73）、过短，都会影响机组的正常运行。



图 3-73 分歧管焊接插入深度过长示意图

【实例 3】三菱 KX4 系列多联机系统冷媒配管示例

1. 系统构成（表 3-25）

表 3-25 三菱 KX4 系列多联机的系统构成

室外机	FDCA280HKXE4
室内机	8 台组合
配管方式	分歧管方式
支管套件	DIS-180-1 × 3 套, DIS-22-1 × 4 套
总容量	363(36300W)

2. 连接示意图（图 3-74）

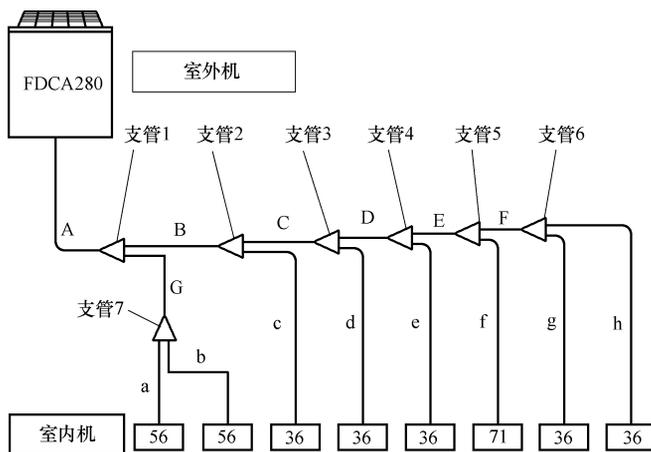


图 3-74 三菱 KX4 系列多联机的连接示意图

3. 选择主配管尺寸 (表 3-26)

表 3-26 主配管尺寸的选择

项目	选择步骤	配管尺寸/mm	
		气体管线	液体管线
A	同室外机配管尺寸	$\phi 22.22^{\text{①}}$	$\phi 9.52^{\text{②}}$
B	连接的室内机总容量 251	$\phi 19.05$	$\phi 9.52$
C	连接的室内机总容量 215	$\phi 19.05$	$\phi 9.52$
D	连接的室内机总容量 179	$\phi 15.88$	$\phi 9.52$
E	连接的室内机总容量 143	$\phi 15.88$	$\phi 9.52$
F	连接的室内机总容量 72	$\phi 15.88$	$\phi 9.52$
G	连接的室内机总容量 112	$\phi 15.88$	$\phi 9.52$
a	室内机配管尺寸 (56)	$\phi 12.7$	$\phi 6.35$
b	室内机配管尺寸 (56)	$\phi 12.7$	$\phi 6.35$
c	室内机配管尺寸 (36)	$\phi 12.7$	$\phi 6.35$
d	室内机配管尺寸 (36)	$\phi 12.7$	$\phi 6.35$
e	室内机配管尺寸 (36)	$\phi 12.7$	$\phi 6.35$
f	室内机配管尺寸 (71)	$\phi 15.88$	$\phi 9.52$
g	室内机配管尺寸 (36)	$\phi 12.7$	$\phi 6.35$
h	室内机配管尺寸 (36)	$\phi 12.7$	$\phi 6.35$

① 配管距离超过 90mm 时气体管线配管尺寸为 $\phi 25.4\text{mm}$ 。

② 配管距离超过 90mm 时气体管线配管尺寸为 $\phi 12.7\text{mm}$ 。

4. 选择分歧管尺寸 (表 3-27 和表 3-28)

表 3-27 分歧管尺寸的选择

项目	选择步骤	分歧管套件
支管 1	连接的室内机总容量 363	DIS-180-1
支管 2	连接的室内机总容量 251	DIS-180-1
支管 3	连接的室内机总容量 215	DIS-180-1
支管 4	连接的室内机总容量 179	DIS-22-1
支管 5	连接的室内机总容量 143	DIS-22-1
支管 6	连接的室内机总容量 72	DIS-22-1
支管 7	连接的室内机总容量 112	DIS-22-1

注：1. 根据连接尺寸不同的分歧管套件的各配管的尺寸进行选择。

2. 如果需要对分支连接和室内机侧进行直径调整，应在分支连接时进行调整。

表 3-28 分岐管和变径接头的形状

DIS-22-1	气管		—	液管		—
DIS-180-1	气管			液管		—

5. 安装连接

1) 在室外机和第一个分支之间使用指定尺寸的配管。

2) 对于支管和室内机之间的配管，应选择尺寸适当的变径接头，如图 3-75 所示。

3) 变径接头的尺寸应匹配室内机的配管尺寸。

4) 如图 3-76 所示，水平或垂直找出分岐管的位置。

① 分岐管附有隔热材料。

② 各配管根据现场情况在中央位置切断所使用的外圆。

③ 请务必把分岐管（气、液侧）均设置为“水平分支”或“垂直分支”。分岐管水平或垂直安装的角度如图 3-76 所示。

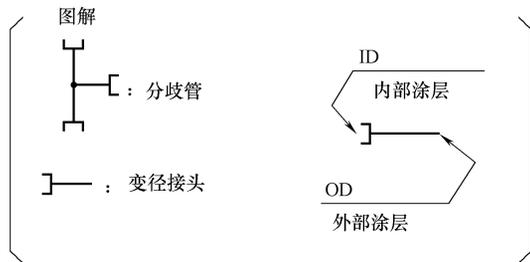


图 3-75 非分岐管变径连接

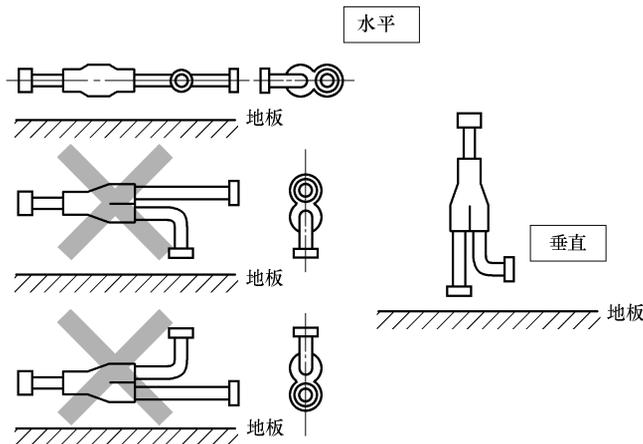


图 3-76 分岐管水平或垂直安装的角度



课题六 电气安装

【相关知识】

一、电气安装要点

电气系统安装，主要涉及外机电源系统的安装、内机电源系统的安装、内外机通信系统的安装以及外机模块之间通信系统的安装。如果采用线控器、集中控制器等，则还包括线控器以及集中控制器的安装。

1. 电气配线注意要点

- 1) 现场所有的电气安装配线作业，必须由持证电工完成。
- 2) 必须根据适用于国家电气安装的技术标准和其他法规进行电气安装作业。
- 3) 请务必安装接地漏电断路器，防止电击或火灾事故。
- 4) 空调机必须可靠接地，若接地不正确会导致触电或火灾。

2. 电气配线安装要点

- 1) 所有电气安装务必由专业人士按当地法律、规章和相应的安装使用说明书进行。
- 2) 室内机和室外机分别使用不同的电源，同一系统内的室内机电源必须统一供电，所有室内机只能由一个总电源开关控制。电源一定要使用额定电压及空调机组专用电源。
- 3) 接地应可靠，应接在建筑物的专用接地装置上，一定要请专业人员安装。切勿将接地线连接到气管、水管、避雷针或电话接地线。
- 4) 必须安装可切断整个系统电源的断路器和耐冲击性接地漏电断路器，以防止触电、误操作等引起的事故。断路器因同时具有磁脱扣和热脱扣功能，以保证短路和过载都得到保护。如果没有安装接地漏电断路器，可能会导致电击或火灾等事故。在完成电气作业前，请勿打开电源。维修时，务必断开电源。
- 5) 在任何情况下，都不要使用电容器改善功率因数。
- 6) 对于电源电缆，请使用导线管。
- 7) 请勿将电子控制电缆（遥控和信号线）和其他电缆一起铺设在机器外面，否则会导致电噪声而可能导致机器运转失常或故障。
- 8) 电源电缆必须始终连接到电源电缆接线板，并用机器中配备的锁紧接头固定，同时应避免它们接触到配管。电源线线径应足够大，电源线和连接线损坏必须用专用的电缆线来更换。连接电缆时，请确认电气部件盒中的所有电气部件都没有松动的连接器耦合或端子连接，然后牢固地安装电器盒盖（如果电器盒盖安装不当，有渗水的隐患，会导致机组不正常运转或短路）。
- 9) 连接电源电缆前，必须连接接地线，提供比电源电缆更长的接地线。
- 10) 现场接线时请以机身所贴线路图为准。
- 11) 空调的电气连接一般应用专用分支电路，必须安装漏电保护开关（根据负载额定电流的总和的1.5~2倍来选择漏电断路器）。
- 12) 配线与接线座连接时，用压线夹固定且不能有裸露部分。





- 13) 室内、外机连接配线系统和冷媒配管系统纳入同一系统。
- 14) 切勿将电源线连接到信号线的接线端。
- 15) 电源线与信号线平行时, 将电线放入各自的电线管中, 而且要留有合适的线间距离 (电源线电流容量 10A 以下为 300mm, 50A 以下为 500mm)。

二、电源线及断路器选型

1. 电源线及断路器选型要求

1) 电源线规格是指 BV 单芯线 (2~4 根) 穿塑料管时敷设且使用环境温度为 40℃ 时所选用的规格。如果现场实际安装条件有所改变, 请按照厂家提供的电源线、断路器规格书酌情选择使用。

2) 断路器的额定值应大于机组工作的最大电流, 不应大于下级线径的载流量。

3) 一些特殊情况下考虑断路器安装的环境变化是要考虑降容使用的, 如并列安装、散热不佳或使用环境温度较高等。

4) 线径的载流量与敷设方式、环境温度、导线的材料或耐热等级有一定关系, 但上述情况发生变化时, 需对线径的选择重新确认。

2. 导线面积的选择要求

1) 线路电压损失应满足用电设备正常工作及起动时端电压的要求。

2) 按敷设方式及环境条件确定的导体载流量, 不应小于计算电流。

3) 导体应满足动稳定与热稳定的要求。

4) 导体最小截面积要应满足机械强度要求。导线载流量应满足机组铭牌标识的最大电流或参考相关电气配线技术规范。

5) 当接地保护线 (PE 线) 所用材质与相线相同时, 接地保护线截面积要求见表 3-29。

表 3-29 接地保护线截面积要求

相线芯截面积 S/mm^2	接地保护线最小截面积 mm^2
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

三、安装操作

1. 配电线路敷设

1) 敷设线路时应根据规定要求, 对相线、零线和保护接地 (零) 线选用不同颜色的导线。

2) 接线导线的截面积应不小于相线的截面积。

3) 隐蔽工程的电源线和控制线禁止和冷媒配管捆扎在一起, 必须分开套电线管, 单独布置, 并且控制信号线与电源线应至少间隔 300mm。

4) 采用穿管敷设导线时, 应注意:

① 金属穿线管可用于室内、室外场所, 但不宜用在有酸碱腐蚀的场合。

② 塑料穿线管一般用在室内场合或有腐蚀性的场所, 但不宜用在有机械损伤的环境。

- ③ 穿管导线不得采用接头形式，如有接头时，应在相应位置加装接线盒。
- ④ 不同电压的导线不得穿在同一根电线管中。
- ⑤ 穿线管内部导线（包含绝缘层）的总截面积不得超过穿线管的有效面积的 40%。
- ⑥ 穿线管支撑固定点的最大间距见表 3-30。

表 3-30 穿线管支撑固定点的最大间距

线管公称直径/mm	穿线管支撑固定点的最大间距/m	
	金属管	塑料管
15~20	1.5	1
25~32	2	1.5
40~50	2.5	2

2. 电源电缆连接

(1) 电源线的连接要求 同一机组的室内机要求统一供电，室外机单独供电。电源线连接方法如图 3-77 所示。

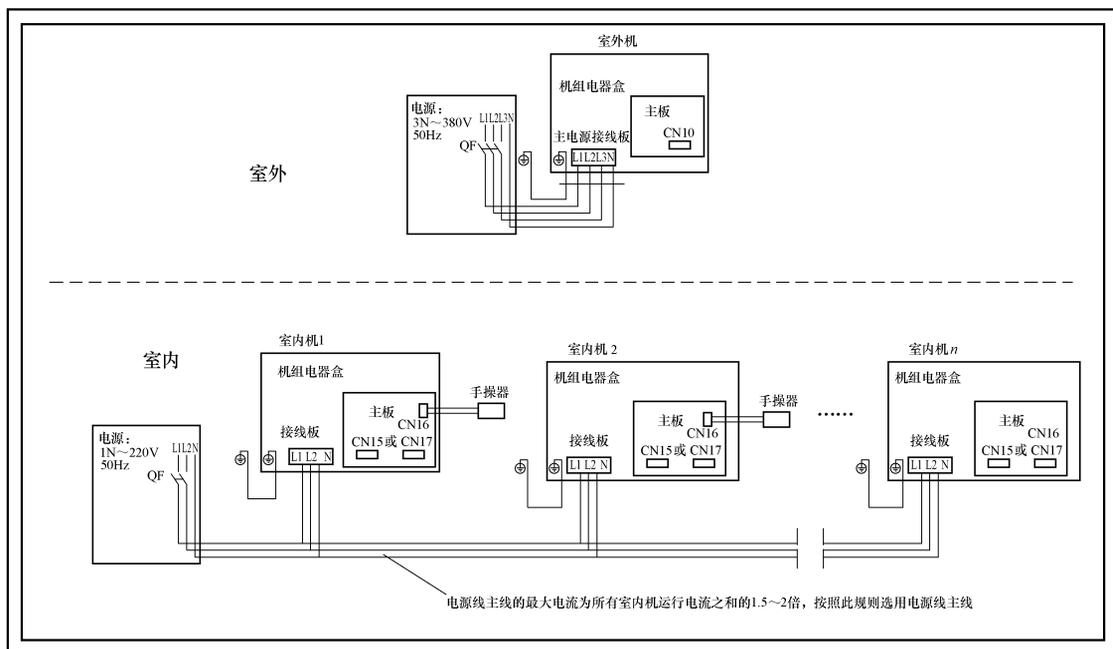


图 3-77 电源线连接方法示意图

当该室外机连接的某台室内机为三相电时，可按方式 1 和方式 2 连接。

1) 方式 1：在这个系统当中，室外机与室内机的三相电源统一供电。电源线连接方法如图 3-78 所示。

2) 方式 2：室内机统一用三相电源，单相的室内机电源接其中两相。电源线连接方法如图 3-79 所示。

特别说明：多台机组时，室外机要求单独供电，也即有几个室外机必须几个室外机电源开关；同一机组的室内机统一供电，不同机组的室内机电源线不能串接。

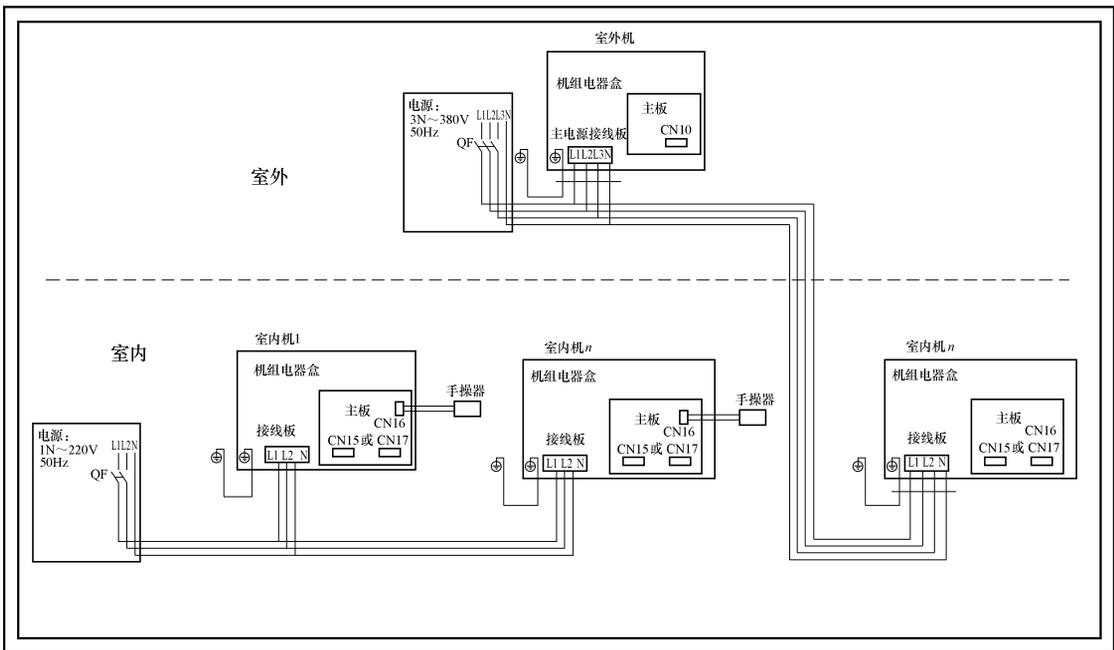


图 3-78 三相供电电源线连接方式 1

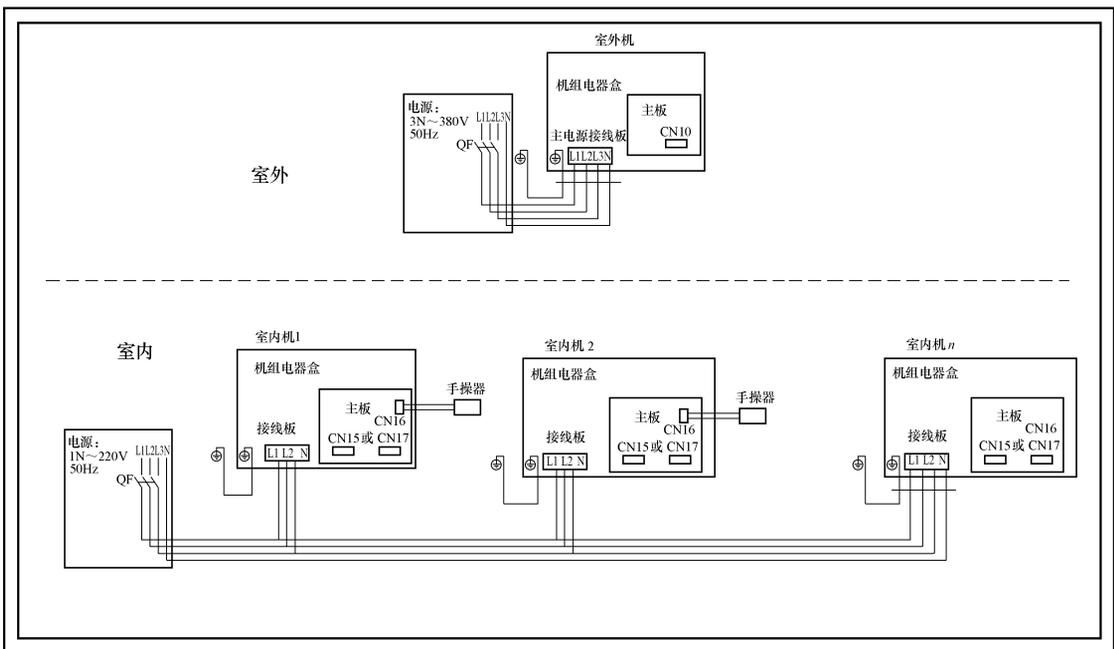


图 3-79 三相供电电源线连接方式 2

(2) 连接电源电缆时的注意事项 电源电缆必须始终连接到电源接线板，并在电器盒进线处通过锁紧接头或固线夹夹紧固定。连接到电源接线板时，请使用圆形无焊端子。

1) 配线时，请使用规定的电线，并将固定电源线的接线板螺栓拧紧，使电源线固定不受外力影响。

- 2) 紧固接线板螺栓时，请使用尺寸正确的螺钉旋具。如果用过大的力紧固配线板螺钉，可能会使螺钉断裂。
- 3) 电气安装作业完成时，请确定电器盒中的所有电气部件及端子都没有松动。
- 4) 空调机组为 I 类电器，请务必采取可靠的接地措施。空调机组内的黄绿双色线为接地线，切不可移做他用，更不可将其剪断；不能用自攻螺钉固定，否则将带来触电危险。
- 5) 用户电源必须提供可靠的接地端。请不要把接地线接到下列地方：自来水管、煤气管、排污管、专业人士认为不可靠的其他地方。

(3) 电源线安装步骤

- 1) 切断分支断路器及断路器后，才能打开机组外盖板。
- 2) 对照机组附带的电路图检查机组内接线是否完整无缺。
- 3) 电源线（包括地线）应通过机组侧面的穿线孔进入，同时在打开敲穿孔时应注意
 - ① 请用榔头等打开敲穿孔。
 - ② 打通敲穿孔后，为了防锈，最好在孔边缘及周围涂防锈涂料。
 - ③ 电线通过敲穿孔时，要修平孔周围的毛刺，并用保护胶带等包裹电线。
- 4) 电源线穿过机组侧面的进口处后，须沿着侧板垂直于地面延伸到主接线板处。电源线同时须通过侧板上设有的固线钩进行夹紧固定。
- 5) 打开位于主接线板下的固线夹，使电源线穿过固线夹，再拧紧固线夹两边的螺钉，使电源线能定位牢固，保证不受拉扯松动或变形。电源线安装操作如图 3-80 和图 3-81 所示。

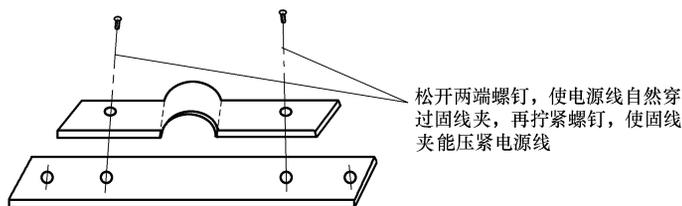
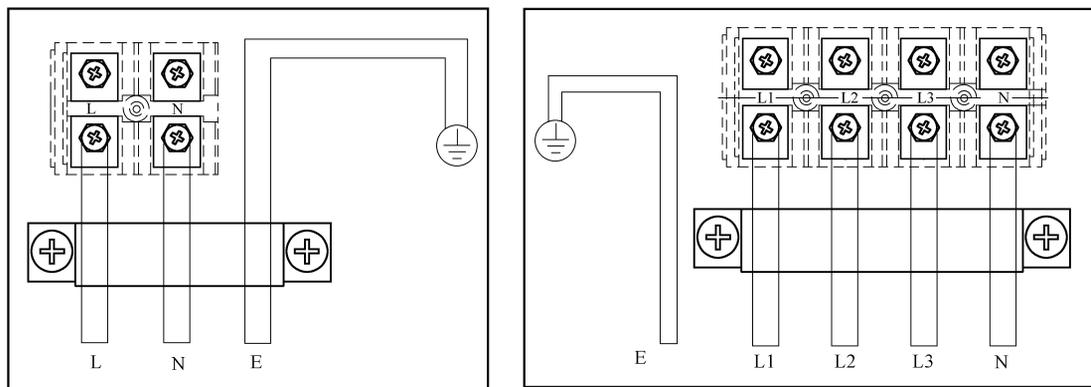


图 3-80 电源线安装操作示意图 1



单相机组主电源接线示意图

三相机组主电源接线示意图

图 3-81 电源线安装操作示意图 2

3. 信号线与通信线连接

- (1) 信号线与通信线连接重点注意事项

- 1) 系统中每台室外机模块都需要对模块地址进行设定, 否则将无法正常运行。
- 2) 模块数量设定必须与实际模块数量相符合, 否则系统将无法正常工作。
- 3) 请勿将室外机模块数量拨码与外机地址拨码弄错, 否则系统将无法正常工作。
- 4) 室外机之间通信的终端电阻必须正确设定, 否则会引起通信数据的错乱。

(2) 控制电线及线控器安装

- 1) 应统一冷媒系统与室内、外连接线的关系。
- 2) 与电源线平行配线时, 应适当地空出 300mm 的距离, 防止干扰。
- 3) 分散控制电缆: 信号电缆和电源电缆并列布线, 由于电磁耦合的关系会造成动作失误。假如电缆被放在导线管中敷设, 成组不同的导线放在同一导线管敷设时, 室内、外机信号传输线应和铜管一起包扎敷设。

4) 控制线导线管用 $\phi 16\text{mm}$ PVC-U 管, 暗盒用 120 型。重点: 室内机与室外机都必须接地。

5) 线控器安装。线控器面板应紧贴墙面, 四周无缝隙, 安装牢固, 表面光滑整洁、无碎裂、划伤, 装饰帽齐全。同一室内线控器安装高度应一致。同一建筑物、构筑物的线控器采用同一系列的产品, 线控器开关的操作位置、方式应一致, 操作灵活, 接触可靠。线控器安装位置应便于操作, 开关边缘距门框边缘的距离为 0.15~0.20m, 距地面高度为 1.30m。

【典型实例】

【实例 1】电器开关盒配电选择

一、单相电动机电流计算公式

单相电动机效率如未标明, 一般按 0.75 选取。

$$\text{额定电流 (A)} = \text{功率(kW)} \times 1000 / (220\text{V} \times 0.75)$$

每 1kW 产生额定电流约 6.1A。

$$\text{最大电流 (A)} = \text{功率(kW)} \times 1000 / (220\text{V} \times 0.56)$$

式中, 0.56 为功率因子 (取 0.75) 与电动机效率 (取 0.75) 的乘积, 每 1kW 产生最大电流约 8.11A。

二、三相电动机电流计算公式

三相电动机效率如未标明, 一般按 0.85 选取。

$$\text{额定电流 (A)} = \text{功率(kW)} \times 1000 / (1.73 \times 380\text{V} \times 0.85)$$

每 1kW 产生额定电流 1.8A 每相。

$$\text{最大电流 (A)} = \text{功率(kW)} \times 1000 / (1.73 \times 380\text{V} \times 0.72)$$

式中, 0.72 为功率因子 (取 0.85) 与电动机效率 (取 0.85) 的乘积, 每 1kW 最大产生约 2.11A 每相。

三、电流确定

- 1) 电气开关和配线的选择必须根据运行电流进行确定。

2) 额定电流与最大电流差别较大, 所以运行电流需根据设备的运行时间、使用工况综合确定。

3) 机组的配线应按照最大电流来选取。

四、电气开关选择

设备的手动电气开关或熔体的额定电流一般按照运行电流的 1.5~2.5 倍选择。

五、配线选择

1) 空调系统设备应按照国家有关电气规范充分接地。

2) 空调主机或室内机设备电源为 220V, 电源线必须采用 3 线, 分别为相线、零线、接地线; 电源为 380V, 电源线必须采用 3 相 5 线制, 分别为 3 根相线和零线、接地线, 其中零线、接地线可为相线线径的一半。

3) 电源线端部的电压 (电源变压器侧) 和尾部电压 (机组侧) 的电压降必须小于 2%, 若长度无法缩短, 则电源线需加粗; 相间的电压差不超过额定值的 2%, 且最高相与最低相电流差值应小于额定值的 3%。

【实例 2】三菱 KX4 系列多联机信号线连接

1. 信号线连接方法

1) 信号线为 DC 5V, 因此切勿将它们连接到 220V/240V 的电线。如果连接错误, 所有印制电路板都会被烧毁。信号线没有极性。在室内机和室外机之间、室内机之间以及同号端子之间连接信号线, (A) 和 (A) 之间连接, (B) 和 (B) 之间连接。

2) 请使用屏蔽线作为信号线 (对于屏蔽线的接地, 请找到与 A、B 线路配线板附近的金属壳的连接点)。室内和室外信号线连接如图 3-82 所示。

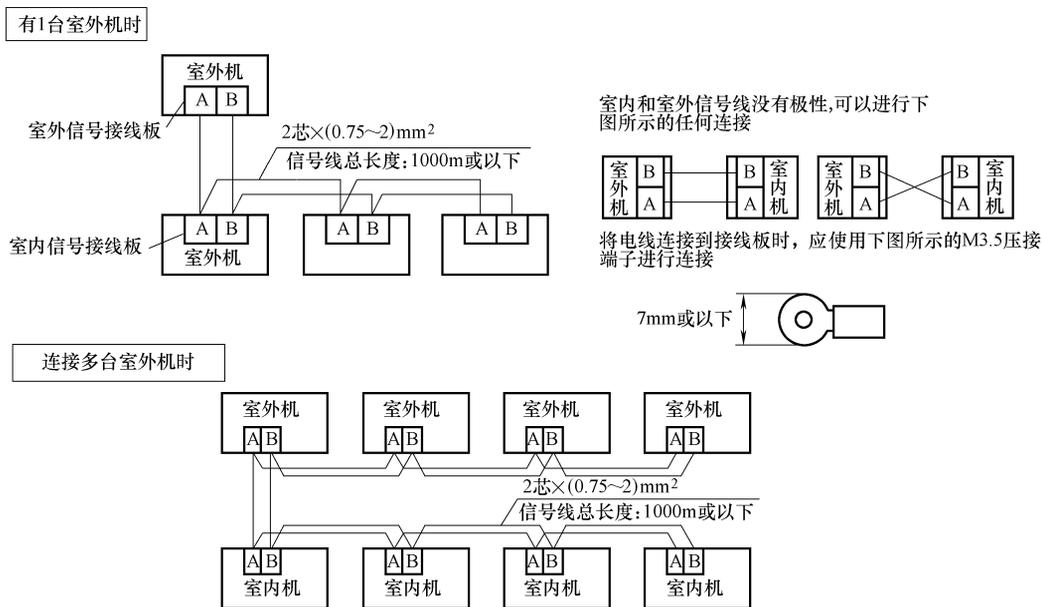


图 3-82 室内和室外信号线连接示意图

3) 如室内机的最大数量为 48 台, 通过交叉配线方法, 可以在室外机之间、室内机之间以及室内机和室外机之间使用两根电线。

4) 超过 48 台的还可以用图 3-83 所示方法连接信号线。

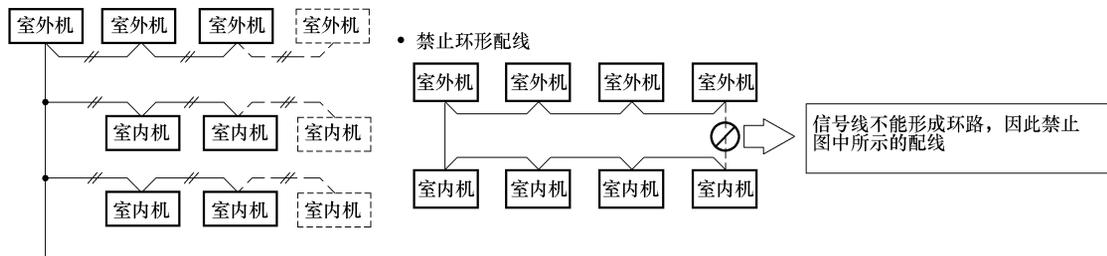


图 3-83 超过 48 台的可选连接示意图

2. 室外机信号线连接方法

1) 具体主板上接通信线的连接请参考详细的机组引线图。

2) 引出电器盒外的室外机信号线必须与电源线分开走, 不能捆绑在一起, 至少必须保持距离为 10cm, 如果确实不能分开走线, 则尽量避免平行走线。

3) 室外机信号线必须通过电器盒内的压线夹 (图 3-84) 或是锁紧接头 (图 3-85) 进行固定。

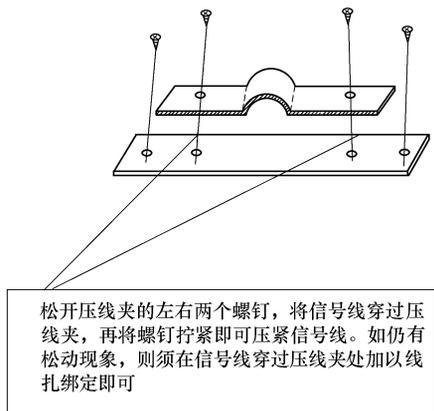


图 3-84 室内、外机通信线压线夹连接示意图

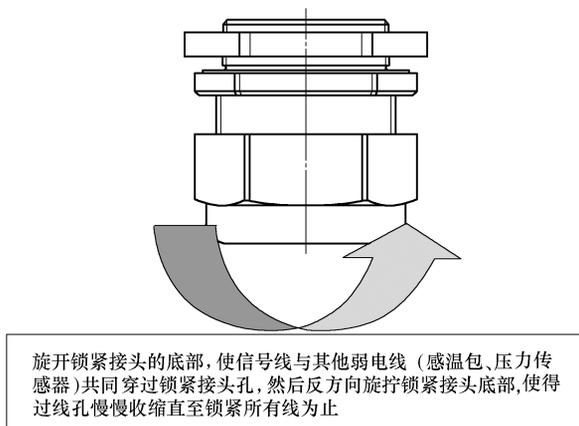


图 3-85 室内、外机通信线锁紧头连接示意图

3. 遥控器配线规格

1) 对于遥控器而言, 标准电线为 $0.3\text{mm}^2 \times 3$ 芯, 最大长度可达 600m。如果电线长度超过 100m, 请使用表 3-31 中列出的配线规格。

表 3-31 遥控器配线规格

长度/m	电线尺寸
100~200	$0.5\text{mm}^2 \times 3$ 芯
200~300	$0.75\text{mm}^2 \times 3$ 芯
300~400	$1.25\text{mm}^2 \times 3$ 芯
400~600	$2.0\text{mm}^2 \times 3$ 芯

- 2) 如果遥控器线与另一条电源线平行或遥控器线受到来自高频装置等的室外噪声的影响，请使用屏蔽线。
- 3) 务必仅对屏蔽线的一端进行接地。

【实例 3】三菱 KX4 系列信号线与电源线混线的判定

1. 混线形态示例（图 3-86）

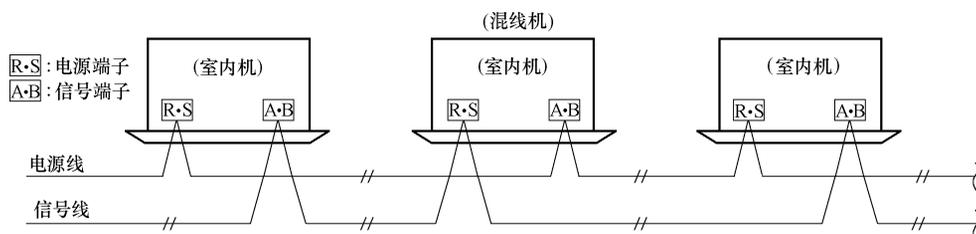


图 3-86 信号线与电源线混线示意图

2. 判定顺序

- 1) 通电前检查。
- 2) 确认室内、外机遥控器数。
- 3) 测 A、B 信号端抵抗值。

3. 判定方法

- 1) 用下面公式计算抵抗值：

$$\text{抵抗值} (\Omega) = \frac{9100\Omega}{\text{室内机台数} + \text{室外机台数} + P}$$

式中，P 表示有 SL-1 时加台数，有 SL-2 时不加。

- 2) 抵抗值在 80Ω 以下时，有 1 台以上混线。
- 3) 信号线有断线时，抵抗值比正常值大很多。

混线抵抗值见表 3-32。

表 3-32 混线抵抗值

总台数	A、B 间正常抵抗值 / Ω	1 台混线时 A、B 间抵抗值/ Ω	2 台混线时 A、B 间抵抗值/ Ω	3 台混线时 A、B 间抵抗值/ Ω
2	4550	74	—	—
3	3033	73	37	—
4	2275	73	37	25
5	1820	72	37	25
6	1517	71	37	25
7	1300	71	36	25
8	1138	70	36	24
9	1011	70	36	24
10	910	69	36	24
20	455	64	35	24
40	228	56	32	23
60	152	50	30	22
80	114	45	28	21
97	94	42	27	20

课题七 冷媒充注

【相关知识】

一、冷媒追加准备

- 1) 确认配管施工、配线施工、气密试验、真空干燥已完成。
- 2) 如系统冷媒工质为 R410A，要特别确认钢瓶内是否有虹吸装置。
- 3) R410A 冷媒为共沸混合工质，气相和液相的成分不同，必须采用液体追加方式：有虹吸装置必须采用钢瓶正立方式，无虹吸装置的必须采用钢瓶倒立方式。

二、冷媒追加计算

查阅铜管加工记录，将同一管径的长度相加得到液管长度，再根据表 3-33 计算加注量。切忌过量追加以防止液击。

表 3-33 冷媒追加量

液管直径/mm	制冷剂量/(kg/m)	液管直径/mm	制冷剂量/(kg/m)
φ22.2	0.37	φ12.7	0.12
φ19.1	0.26	φ9.5	0.059
φ15.9	0.18	φ6.4	0.022

三、冷媒追加操作

- 1) 真空干燥完成后，冷媒系统保负压合格后，可对系统追加冷媒。
- 2) 不可使用定量加液筒，必须采用电子加液器定量追加。
- 3) 应保证以液体形式充填，充填前必须将软管里面的空气排出后再进行充填。
- 4) 将钢瓶连接至液管截止阀维修口（保持所有截止阀关闭），将冷媒罐、压力表、室外的检修阀用充填软管连接。
- 5) 打开加液阀进行充注。
- 6) 当机组处于停止状态无法将冷媒全部加入时应打开气管和液管截止阀对整个系统供电预热，并在主机上设定“冷媒追加运转”。
- 7) 压缩机开始运转后，通过专用冷媒充填口加液。
- 8) 充填完成后，关闭加液阀后退出“冷媒追加运转”模式。
- 9) 冷媒充填完毕后用内六角螺钉旋具打开室外机各个模块机的气、液两侧截止阀，检查室内、外机扩口部分是否有冷媒泄漏。
- 10) 将追加的冷媒量记录在室外机的冷媒追加指示板上，方便日后的检修。
- 11) 施工人员按照追加制冷剂记录表进行，在大、小截止阀上的注氟嘴进行制冷剂的追加。

追加制冷剂需要用电子秤，不能采用家用空调掐表的做法；每套机组追加的制冷剂需要



做好记录，以便日后有数据可查。

【典型实例】

【实例 1】格力 GMV 系列多联机追加冷媒计算方法

1. 计算公式

格力空调系统工程配管冷媒追加量计算公式

$$\text{追加制冷剂量 } R = \text{配管冷媒追加量 } A + \sum \text{每个模块冷媒追加量 } B$$

2. 配管冷媒追加量 A 的计算方法

$$\text{配管冷媒追加量 } A = \sum \text{液管长度} \times \text{每米液管制冷剂追加量}$$

格力 GMV 系列配管冷媒追加量的计算见表 3-34。

表 3-34 格力 GMV 系列配管冷媒追加量的计算

液管直径/mm	φ28.6	φ25.4	φ22.2	φ19.05	φ15.9	φ12.7	φ9.52	φ6.35
冷媒追加量/(kg/m)	0.680	0.520	0.350	0.250	0.170	0.110	0.054	0.022

3. \sum 每个模块冷媒追加量 B 的计算方法

表 3-35 格力 GMV 系列模块冷媒追加量的计算

每个模块冷媒追加量 B/kg		模块容量/匹				
室内外机额定容量配置率 C	室内机配置数量	8	10	12	14	16
50% ≤ C ≤ 70%	≤4 台	0	0	0	0	0
	>4 台	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
70% < C ≤ 90%	≤4 台	0.5	0.5	1	1.5	1.5
	>4 台	1	1	1.5	2	2
90% < C ≤ 105%	≤4 台	1	1	1.5	2	2
	>4 台	2	2	3	3.5	3.5
105% < C ≤ 115%	≤4 台	2	2	2.5	3	3
	>4 台	3.5	3.5	4	5	5
115% < C ≤ 135%	≤4 台	3	3	3.5	4	4
	>4 台	4	4	4.5	5.5	5.5

注：1. 室内、外机额定容量配置率 C=室内机额定制冷量总和/外机额定制冷量总和。

2. 如果室内机全部为 GMV-NX 系列全新风室内机，则每个模块冷媒追加量 B 均为 0kg。

【实例 2】格力 GMV 系列冷媒追加示例

1. 示例一

如果室外机由 GMV-280WM/B、GMV-400WM/B、GMV-450WM/B 三个模块组成，室内机由 8 台 GMV-N140PLS/A 组成，那么室内、外机额定容量配置率 $C = 140 \times 8 / (280 + 400 + 450) = 108\%$ ，室内机台数大于 4 台，查表 3-35 可知

GMV-280WM/B 模块冷媒追加量 $B = 3.5\text{kg}$ ；



GMV-400WM/B 模块冷媒追加量 $B = 5.0\text{kg}$;

GMV-450WM/B 模块冷媒追加量 $B = 5.0\text{kg}$ 。

所以

$$\Sigma \text{ 每个模块冷媒追加量 } B = (3.5 + 5.0 + 5.0)\text{kg} = 13.5\text{kg}$$

假定配管冷媒追加量 A 为

$$A = \Sigma \text{ 液管长度} \times \text{每米液管冷媒追加量} = 25\text{kg}$$

则该系统总的追加制冷剂量为

$$R = (25 + 13.5)\text{kg} = 38.5\text{kg}$$

2. 示例二

室外机由 GMV-450WM/B 一个模块组成，室内机由 1 台 GMV-NX450P/A (X4.0) 新风室内机组成。那么该模块冷媒追加量 $B = 0\text{kg}$ ，所以

$$\Sigma \text{ 每个模块冷媒追加量 } B = 0\text{kg}$$

假定配管冷媒追加量 A 为

$$A = \Sigma \text{ 液管长度} \times \text{每米液管制冷剂追加量} = 5\text{kg}$$

则该系统总的追加制冷剂量为

$$R = (5 + 0)\text{kg} = 5\text{kg}$$

课题八 调试运转与验收

【相关知识】

一、一般规定

- 1) 多联机空调系统安装完成后，应进行系统调试。
- 2) 多联机空调系统工程验收前，应进行系统运行效果检验。
- 3) 多联机空调系统工程验收应由建设单位组织安装、设计、监理等单位共同进行，合格后应办理竣工验收手续。
- 4) 进行系统试运转与调试的工作人员，必须持有国家职业资格制冷工中级以上证书，并应持证上岗。
- 5) 多联机空调系统工程空调水系统的调试运转、检验及验收应符合现行国家标准 GB 50242—2002《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》的有关规定。
- 6) 多联机空调系统工程质保期不应少于两个采暖期和两个制冷期，并应保证空调房间的温度满足设计要求。

二、调试运转规范

- 1) 多联机空调系统安装完毕后，对出厂未充注制冷剂的多联式空调（热泵）机组，应按设备技术文件的规定充注制冷剂。
- 2) 系统调试所使用的测量仪和仪表，性能应稳定可靠，其精度等级及最小分度值应满足测试要求，并应符合国家现行有关计量法规及检定标准的规定。



3) 多联机空调系统带负荷调试运转应按设备安装手册规定的流程进行, 试运转工作前的准备工作应符合下列规定。

① 系统中各安全保护继电器、安全装置应经整定, 其整定值应符合设备技术文件的规定, 其动作应灵敏可靠。

② 应按设备技术的规定开启或关闭系统中相应的阀门。

③ 应按产品技术文件的要求进行压缩机预热。

4) 冷凝水管安装完毕后, 应按下列步骤对冷凝水系统进行调试。

① 室内机单机排水运转。

② 冷凝水管满水试验。

③ 冷凝水管排水通水试验。

5) 试运转中应按要求检查下列项目, 并应做好记录。

① 吸、排气的压力和温度。

② 载冷剂的温度 (适用时)。

③ 各运动部位有无异常声响, 各连接和密封部位有无松动、漏气、漏油等现象。

④ 电动机的电流、电压和温升。

⑤ 能量调节装置的动作是否灵敏、准确。

⑥ 各安全保护继电器的动作是否灵敏、准确。

⑦ 机器的噪声和振动。

三、检验规范

1) 多联机空调系统工程验收前, 应进行系统带负荷效果检验。

2) 多联机空调系统工程带负荷效果检验应在满足多联式空调 (热泵) 机组技术文件中规定的使用温度范围条件下进行。

3) 综合效果检验可包括下列项目:

① 送风口、回风口空气温度、湿度和风量的测定。

② 多联式空调 (热泵) 机组吸、排气的压力和温度, 电动机的电流、电压和温升的测定。

③ 室内空气温、湿度的测定。

④ 室内噪声的测定。

⑤ 室外空气温度、湿度的测定。

⑥ 新风系统新风量、排风量的测定。

⑦ 各设备耗电功率的测定。

四、验收规范

多联机空调系统工程验收时, 应检查验收资料, 并应包括下列文件及记录。

① 图样会审记录、设计变更通知书和竣工图。

② 主要材料、设备、成品、半成品和仪表的出厂合格证明及进场检 (试) 验报告, 其格式可按表 3-36。

③ 隐蔽工程检查验收记录, 其格式可按表 3-37。





- ④ 制冷系统气密性试验记录，其格式可按表 3-38。
- ⑤ 设备单机试运转记录，其格式可按表 3-39、表 3-40、表 3-41。
- ⑥ 系统联合试运转记录，其格式可按表 3-42。
- ⑦ 综合效果检验验收记录，其格式可按表 3-43。
- ⑧ 风管系统、制冷剂管道系统安装及检验记录，其格式可按表 3-36。

表 3-36 设备、材料进场检查记录

工程名称		分部(或单位)工程	
设备名称		型号、规格	
系统编号		装箱单号	
设备检查	1. 包装 2. 设备外观 3. 设备零部件 4. 其他		
技术文件检查	1. 装箱单 份 张 2. 合格证 份 张 3. 说明书 份 张 4. 设备图 份 张 5. 其他		
存在问题及处理意见			
	(盖章)		(盖章)
监理(建设)单位: 签名:		安装单位: 签名:	
	年 月 日		年 月 日



表 3-37 隐蔽工程检查验收记录

工程名称		工程地点			
隐蔽工程内容	序号	名称	安装部位/检查结果	安装质量检查结果	备注
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
验收意见					
(盖章)			(盖章)		
监理(建设)单位: 签名: 年 月 日			安装单位: 签名: 年 月 日		



表 3-38 制冷系统气密性试验记录

工程名称				分部(或单位)工程	
试验部位				试验日期	
管道编号	气密性试验				
	试验介质	试验压力/MPa	定压时间/h	试验结果	
管道编号	真空试验				
	设计真空度/MPa	试验真空度/MPa	定压时间/h	试验结果	
验收意见					
(盖章)			(盖章)		
监理(建设)单位: 签名:			安装单位: 签名:		
年 月 日			年 月 日		

表 3-39 室外机组试运转测试记录

项目名称:						
地 址:			电 话:			
供 货 商:		出 货 日 期:		年 月 日		
安 装 单 位:			负 责 人:			
调 试 单 位:			负 责 人:			
系统追加制冷剂量:		kg	制冷剂名称:		(R22、R407C、R410A)	
调试状态: <input type="checkbox"/> 制冷 <input type="checkbox"/> 制热						
室外机组型号	单 位	开 机 前	30min	60min	90min	备 注
安装位置和编号						
室外环境温度	℃					
排气温度(定频/数码/变频)	℃					
油温度(定频/数码/变频)	℃					
高压	Pa					
低压	Pa					
风速	档位					
气管温度	℃					
液管温度	℃					
运转电流	A					
电压	V					
验收意见						
(盖章)			(盖章)			
监理(建设)单位: 签名:			安装单位: 签名:			
年 月 日			年 月 日			



表 3-40 室内机组试运转测试记录

调试状态: <input type="checkbox"/> 制冷 <input type="checkbox"/> 制热						
室内型号:	单位	开机前	30min	60min	90min	备注
安装位置和编号:						
蒸发器进管/出管温度	℃					
室内出/回风温度	℃					
室内环境温度/室内设定温度	℃					
出风口风速	m/s					
回风口风速	m/s					
验收意见						
(盖章)			(盖章)			
监理(建设)单位: 签名:			安装单位: 签名:			
年 月 日			年 月 日			



表 3-41 压缩机调试记录

调试状态： <input type="checkbox"/> 制冷 <input type="checkbox"/> 制热								
压缩机报告：			单位	开机前	30min	60min	90min	备注
压缩机编号：	定容量 压缩机	T1/T2/T3 电流						
		V1/V2/V3 电压						
	变容量 压缩机	T1/T2/T3 电流						
		V1/V2/V3 电压						
验收意见								
(盖章)				(盖章)				
监理(建设)单位： 签名：				安装单位： 签名：				
年 月 日				年 月 日				



表 3-42 系统联合试运转记录

工程名称		分部(或单位)工程	
设备名称		试运转日期	年 月 日
试运转内容			
试运转结果			
评定意见			
试运转人员			
(盖章)		(盖章)	
监理(建设)单位: 签名:		安装单位: 签名:	
年 月 日		年 月 日	



【典型实例】

【实例 1】约克多联机空调系统的调试与验收

1. 多联式空调机组系统调试

在机组调试前，必须对空调系统进行全面检测。

(1) 调试前检查

1) 确认机组是否已经送电预热超过 8h。

2) 确认系统是否经过气密性试验、是否已真空干燥、是否已按标准追加制冷剂；检查截止阀是否开启到位。

3) 检查室内、外机防尘罩是否全部摘除、进出风系统是否畅通。

4) 检查冷凝水排水管道是否安装完好，排水口有无遮挡物堵塞。

5) 检查所有接线端子是否安装牢固，检查供电电压是否与机组要求匹配。

6) 完成调试前五项检查才可开启机组。

(2) 调试过程与记录

1) 系统试运转的目的在于全面检查、测定系统安装的质量及制冷效果。正常试运转应不少于 8h。

2) 室内、外机试运转：室内、外机等设备应逐台起动投入运转，检查其基础、转向、传动、润滑、平衡、高压、低压、温升等的牢固性、正确性、灵活性、可靠性、合理性等。

3) 冷（热）态调试：按不同的设计工况进行试运行，调整至符合设计参数；设定与调整室内的温度、湿度，使之符合设计规定数值。

4) 综合调试：根据实际气象条件，让系统连续运行不少于 24h，并对系统全面的检查、调整，考核各项指标，以全部达到设计要求。以上调试过程应做好书面记录。

(3) 开机调试流程（表 3-44）

表 3-44 约克多联机空调的开机调试流程

	开机调试步骤	操作内容	备注
1	开机调试准备	1. 确认空调系统全部安装完毕 2. 确认现场有正式供电 3. 确认现场可以进行开机调试工作	1. 不得在系统安装未完成的情况下开机调试 2. 不得使用临时供电调试机组
2	开机调试前检查	1. 确认机组是否已经送电预热超过 8h 2. 确认系统是否经过气密性试验、是否已真空干燥、是否已按标准追加制冷剂 3. 检查截止阀是否开启到位 4. 检查室内、外机防尘罩是否全部摘除、进出风系统是否畅通 5. 检查冷凝水排水管道是否安装完好，排水口有无遮挡物堵塞 6. 检查所有接线端子是否安装牢固，检查供电电压是否与机组要求匹配	完成调试此六项检查方可开启机组
3	机组运转	按第三单元内容运转机组	
4	调试运转记录	按表 3-42 填写机组调试运转记录	
5	交付验收	开机调试后，立即交付相关人员签署验收结果	



2. 安装质量标准与验收

(1) 安装质量要求 设备的安装、清洗、试漏、抽真空、填充制冷剂等操作应严格按照生产商提供的说明书进行，并应符合 GB 50736—2012《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》、GB 50243—2002《通风与空调工程施工质量验收规范》、JGJ 174—2010《多联机空调系统工程技术规程》中的有关规定和图样的技术要求。

(2) 多联式空调机组系统检查、调试记录用表 制冷系统气密性试验记录见表 3-38，室外机组试运转测试数据记录见表 3-39，室内机组试运转测试数据记录见表 3-40。

【实例 2】志高多联机空调系统的调试

系统安装完毕后，需要对系统进行试运行及相应调试，以确认系统是否正常。

1. 室外机点检说明

室外机试运行时，需要从室外机上读取相关参数，此处介绍室外机运行参数读取办法，以方便调试。

CMV-[V] 直流变频模块式多联机室外机主电控板上设有三位数码显示管及点检按钮，用于显示相关系统参数，调试时，以手单击点检按钮，数码管上即会按固定的顺序依次显示相关信息。

三位数码管信息显示说明如下：

- 1) 待机时数码管显示当前连接并进行通信的室内机台数。
- 2) 压缩机运转时数码管显示频率值。
- 3) 化霜时数码管下两位显示“dF”。
- 4) 回油时数码管下两位显示“dO”。

点检时，数码管按表 3-45 中的顺序循环显示相关信息。

表 3-45 室外机点检顺序

	显示内容	备注
正常显示 ^①		
1	室外机地址	0,1,2,3
2	室外机本机能力	8,10,12,14,16
3	模块室外机台数	主机有效
4	室外机总能力之和	能力需求
5	室外机能力总需求	主机有效(室内发送过来的总需求)
6	主机修正后的总能力需求	主机有效(T4修正之后)
7	运转模式	0,1,2,3,4 ^②
8	该外机实时输出能力	模块实际能力输出(在各种保护之后)
9	风机状态 ^③	
10	T2 平均/T2B 平均	实际值 ^④
11	T3 室外冷凝器管温	实际值
12	T4 室外环境温度	实际值
13	变频排气温度	实际值
14	定频 1 排气温度	实际值
15	定频 2 排气温度	实际值



(续)

	显示内容	备注
16	变频电流	实际值
17	定频 1 电流	实际值
18	定频 2 电流	实际值
19	电子膨胀阀 A 开度	实际值
20	电子膨胀阀 B 开度	实际值
21	室内机台数	实际值 ^⑤
22	系统排气压力	实际值(MPa)
23	系统吸气压力	实际值(MPa)
24	最后一次故障或保护代码	没有保护或故障时显示 00
25	当前运行频率	
26	—	点检结束

- ① 正常显示：待机时为室内机台数；压缩机运行后为压缩机当前运转频率；有保护或故障时显示保护代码或故障代码；有多个保护或故障代码时，循环显示保护或故障代码；模块运行过程当中，变频压机当前运行频率也参与循环显示。
- ② 运转模式（0 表示关机；1 表示送风；2 表示制冷/除湿；3 表示制热；4 表示强制制冷）。
- ③ 风机状态（关机：01~7 分别表示室外风机由低到高 7 档风速）。
- ④ 制冷时显示 T2B 平均（室内蒸发器出口平均温度），制热时显示 T2 平均温度（室内蒸发器中点平均温度）。
- ⑤ 室内机台数（能与室外机正常通信的室内机）。

2. 系统试运行

CMV-[V] 直流变频模块式多联机试运行时，需按制冷制热两种模式试运转，且必须选择几种典型的组合进行测试，具体为：

- 1) 所有末端设备必须同时起动运行。
- 2) 系统最远距离的末端设备单独试运转。
- 3) 系统最小能力的末端设备单独运转。
- 4) 中间自由选定 2 种或 3 种组合试运转。



注意

每种测试运行时间不少于 2h，并填好调试记录单。

如按上述组合测试时，各项指标均达到 GB 50243—2002 《通风与空调工程施工质量验收规范》中的要求，即可判定试运转合格，可验收。



【习题】

一、填空

1. 施工图样会审须在以下各部门及人员的共同参与下进行：设计人员、_____，土建、装潢、水电各专业工种等。
2. 施工图样必须是经过设计单位、_____最后共同签字确认的。
3. 工程施工人员应严格按照施工图样施工，如需修改，应征得设计及_____认可，并形成书面文件即设计变更记录。





4. 对多联机空调系统安装过程,合理地编制和认真贯彻_____,是保证施工顺利进行、缩短工期、确保工程质量和提高经济效益的重要措施。
5. 在多联机空调系统安装过程中,若室内机机组安装区域相对湿度 \geq _____时,应对室内机追加绝热材料。
6. 在多联机空调系统安装过程中,室内机安装位置要保证室内机送风、回风在_____内。
7. 在多联机空调系统安装过程中,在室内机电控盒及铜管接头下方必须预留_____。
8. 在多联机空调系统安装过程中,室内机需_____,机身平稳,以保证冷凝水顺利排放,降低振动与噪声。
9. 在多联机空调系统安装过程中,室内机的_____可用随机附带的包装对其包裹进行。
10. 在多联机空调系统安装过程中,可伸缩性金属或非金属软风管的长度不宜超过_____,不能有死弯或塌凹。
11. 在多联机空调系统安装过程中,室外机安装基础高度要求大于_____。
12. 在多联机空调系统安装过程中,用地脚螺栓把室外机组固定在机座上,地脚螺栓凸出部分要求为_____。
13. 在多联机空调系统安装过程中,室外机与基础之间应加厚度不少于_____的条形减振垫。
14. 在多联机空调系统安装过程中,室外机搬运时应注意保持垂直,需倾斜时,倾斜角应小于_____。
15. 在多联机空调系统安装过程中,冷凝水管应外套_____厚的难燃 BI 级橡塑保温材料绝热包扎,避免表面结露。
16. 在多联机空调系统安装过程中,应在排水管路上增设通气口,通气口间距_____,并使通气口朝下。
17. 在多联机空调系统安装过程中,冷凝水管安装结束后,应进行_____,一方面检查排水是否畅通,另一方面检查管道系统是否漏水。
18. 在多联机空调系统安装过程中,冷凝水管吊架间距:_____ 0.8~1m, _____ 1.5~2.0m,每支立管不得少于两个。
19. 在多联机空调系统安装过程中,室内机排水区分_____和提升泵排水。
20. 在多联机空调系统安装过程中,排水配管方式主要包括水平配管和_____。
21. 在多联机空调系统安装过程中,冷媒管使用之前需要进行清洁处理;如果是 R410a 冷媒系统,铜管必须经过_____。
22. 在多联机空调系统安装过程中,只能使用_____切割铜管,严禁使用钢锯、砂轮锯等。
23. 在多联机空调系统安装过程中,弯管加工必须使用_____,避免铜管弯瘪变形。
24. 在多联机空调系统安装过程中,钎焊温度应比铜管的熔点温度低,控制在_____之间。



25. 在多联机空调系统安装过程中，钎焊必须使用_____火焰或氧丙烷火焰进行钎焊。
26. 在多联机空调系统安装过程中，管径 $\phi 22\text{mm}$ 以下的制冷铜管由于管道较小，可将成品抱箍设置于保温层外，以防_____产生。
27. 在多联机空调系统铜管系统安装后，与室内机连接锁紧之前，需要用_____对冷媒管路进行管道吹扫清理。
28. 在多联机空调系统安装过程中，在进行气密性压力试验时，不得连接_____。
29. 耐热聚乙烯泡沫的耐热温度在_____以上，发泡聚乙烯的耐热温度在_____以上。
30. 在多联机空调系统安装过程中，_____的过程是利用真空泵将管道内的空气、不凝性气体及水分排出管外的。
31. 在多联机空调系统安装过程中，抽真空操作时，为防止真空泵中的润滑油回流，应加装_____。
32. 在多联机空调系统安装过程中，抽真空完成后，应先关闭_____，再关闭真空泵。
33. 在多联机空调系统安装过程中，抽真空后至追加冷媒之前，不能更换_____，防止空气进入系统。
34. 多联机空调系统的电气系统安装，主要包括室内、外机电源系统的安装，_____，以及室外机模块之间通信系统的安装。
35. 多联机空调系统的现场所有电气安装配线作业，必须由持证电工完成、安装_____。
36. 多联机空调系统必须安装可切断整个系统电源的断路器和耐冲击性_____。
37. 在多联机空调系统中，穿线管内部导线（包含绝缘层）的总截面积，不得超过穿线管有效面积的_____。
38. 在多联机空调系统中，控制电线与电源线平行配线时，要求保持_____以上的间距。
39. 多联机空调系统的室外主机或室内机设备电源为 220V 时，电源线必须采用 3 线制，分别为相线、零线、_____。
40. 多联机空调系统的电源为 380V 时，电源线必须采用，分别为 3 根相线和零线、接地线。
41. 在多联机空调系统中，电源线端部的电压（电源变压器侧）和尾部电压（机组侧）的电压降必须小于_____。
42. 在多联机空调系统中，如果冷媒工质为 R410A 冷媒，冷媒追加操作时，必须采用_____追加方式。
43. 在多联机空调系统中，冷媒追加操作，不可使用定量加液筒，必须采用_____定量追加。

二、选择

1. 在多联机空调系统安装过程中，室外机的安装空间必须满足机组换热的要求，应确



保足够的吸气空间，以防止_____。

- A. 短路循环 B. 断路循环 C. 开路循环 D. 闭路循环

2. 在多联机空调系统安装过程中，底座基础具有足够的强度和_____，以确保机器不会振动或产生噪声。

- A. 水平度 B. 垂直度 C. 倾斜度 D. 过热度

3. 在多联机空调系统安装过程中，冷凝水管安装坡度必须 \geq _____。

- A. 0.01 B. 0.02 C. 0.03 D. 0.04

4. 在多联机空调系统安装过程中，冷凝水管应外套_____厚的难燃 BI 级橡塑保温材料绝热抱箍。

- A. 1mm B. 10mm C. 1m D. 10m

5. 在多联机空调系统安装过程中，排水配管，_____规格的排水管可用于汇流管。

- A. PVC20 B. PVC25 C. PVC32 D. PVC45

6. 在多联机空调系统安装过程中，为确保斜度 1/100，排水管总的提升高度 H 为_____。

- A. 550mm B. 650mm C. 750mm D. 850mm

7. 在多联机空调系统安装过程中，冷媒配管的铜管与分歧管之间连接采用_____。

- A. 对接焊接 B. 平接焊接 C. 承插焊接 D. 搭接焊接

8. 在多联机空调系统安装过程中，分歧管的制冷剂入口侧要保证至少_____的直管段。

- A. 200mm B. 300mm C. 500mm D. 800mm

9. 在多联机空调系统安装过程中，室内外机落差每隔_____在气管侧增设一个回油弯头，确保机组回油正常。

- A. 2m B. 5m C. 10m D. 15m

10. 在多联机空调系统安装过程中，冷媒管道分支管应按介质流向弯成_____弧度与主管连接。

- A. 30° B. 45° C. 60° D. 90°

11. 在多联机空调系统安装过程中，铜管弯管时，弯头两侧必须保持不小于管径_____倍的直线部分。

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

12. 在多联机空调系统安装过程中，钎焊送料时，要求焊条和火焰呈_____角。

- A. 30° B. 45° C. 60° D. 90°

13. 在多联机空调系统安装过程中，分歧管安装应使支管和主管处于同一水平线上，倾斜不得大于_____，不可以垂直敷设。

- A. $\pm 30^\circ$ B. $\pm 45^\circ$ C. $\pm 60^\circ$ D. $\pm 90^\circ$

14. 在多联机空调系统安装过程中，分歧管前后_____的距离内不能设置急弯（90°拐弯）或者连接其他分支接头。

- A. 200mm B. 300mm C. 500mm D. 800mm

15. 在多联机空调系统安装过程中，管道吹扫合格后必须进行系统试压确保系统的严密性，氮气瓶压力应不小于_____ MPa。

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

16. 在多联机空调系统安装过程中，保温材料应采用能耐管路温度的材料，液管侧要求



耐温不低于_____。

- A. 60℃
- B. 70℃
- C. 80℃
- D. 90℃

三、判断

1. 多联机空调系统的安装施工, 可以允许没有设计图样, 不一定要要求按图样施工。 ()
2. 在多联机空调系统安装过程中, 室内机安装位置应保证有合适的冷凝水管安装空间。 ()
3. 在多联机空调系统安装过程中, 室内机安装位置要防止气流短路。 ()
4. 在多联机空调系统安装过程中, 冷凝水管管径不用满足室内机的冷凝水流量。 ()
5. 在多联机空调系统安装过程中, 冷凝管水平管长度要求尽可能长。 ()
6. 在多联机空调系统安装过程中, 冷凝水管尽可能短并应避免气封的产生。 ()
7. 在多联机空调系统安装过程中, 冷凝水管的排气口位置禁止在带提升泵的室内机提升管附近出现。 ()
8. 在多联机空调系统安装过程中, 冷凝水管向水平管的汇流尽量从上部汇流, 从横向汇流容易回流。 ()
9. 在多联机空调系统安装过程中, 为了避免横向主排水管走得太长, 应尽可能多地增加排水点, 减少所连室内机台数。 ()
10. 在多联机空调系统安装过程中, 内有排水泵的机型与自然排水的机型, 应汇合到同一排水系统中。 ()
11. 在多联机空调系统安装过程中, 冷凝水管在排水提升管段不用设置通气管。 ()
12. 在多联机空调系统安装过程中, 冷凝水管垂直向上后必须马上下斜放置。 ()
13. 在多联机空调系统安装过程中, 在排水试验前, 就可以进行冷凝水管的保温施工。 ()
14. 在冷媒配管焊接时, 需要充氮保护, 以减少氧化皮的产生。 ()
15. 在多联机空调系统安装过程中, 温差导致冷媒配管产生热胀冷缩现象, 所以需要保温后的配管完全夹紧。 ()
16. 在多联机空调系统安装过程中, 分歧管水平安装时要左右不得倾斜, 竖直安装时不允许偏斜。 ()
17. 在多联机空调系统安装过程中, 分歧管的气管、液管可以分开保温, 也可以将气管与液管包裹在同一根保温管中。 ()
18. 在多联机空调系统安装过程中, 铜管的弯曲半径要求取 3.5~4 倍的铜管直径, 椭圆率不大于 8%。 ()
19. 在多联机空调系统安装过程中, 对于 R410A 的冷媒配管, 可以采用 R22 冷媒的扩口工具制作喇叭口。 ()
20. 在多联机空调系统安装过程中, 冷媒配管铜管采用钎焊进行连接时必须充氮焊接。 ()
21. 在多联机空调系统安装过程中, 钎焊操作宜向下或水平侧向进行, 不宜仰焊和倒立



- 焊接。 ()
22. 在多联机空调系统安装过程中, 分歧管的主管与水平面可以呈垂直状态。 ()
23. 在多联机空调系统安装过程中, 要求对气管和液管要分别重复多次用氮气吹洗, 吹洗压力为 0.5~0.6MPa。 ()
24. 在多联机空调系统安装过程中, 抽真空操作应从气管和液管同时进行。 ()
25. 在多联机空调系统安装过程中, 真空干燥时应同时开启真空泵和压力表阀门。 ()
26. 在多联机空调系统安装过程中, 室外机也可以抽真空。 ()
27. 多联机空调系统的室内机和室外机分别使用不同的电源, 同一系统内的室内机电源必须统一供电, 所有室内机只能由一个总电源开关控制。 ()
28. 当多联机空调系统的电源线与信号线平行时, 要求将电线放入各自的电线管中, 而且要留有合适的线间距离。 ()
29. 在多联机空调系统中, 不同电压的导线应穿在同一根电线管中。 ()
30. 在多联机空调系统中, 室外机为多台机组时, 要求单独供电, 也即有几个室外机必须有几个室外机电源开关。 ()
31. 在多联机空调系统中, 同一机组的室内机要求统一供电, 不同机组的室内机电源线可以串接。 ()
32. 在多联机空调系统中, 设备的手动电气开关或熔体的额定电流一般按照运行电流的 1.5~2.5 倍选择。 ()
33. 在多联机空调系统中, 必须在冷媒管道系统真空干燥完成, 保压合格后, 方可对系统进行追加冷媒操作。 ()
34. 在多联机空调系统中, 冷媒追加操作应保证以液体形式追加, 追加前必须将软管里面的空气排出。 ()
35. 多联机空调系统不得在系统安装未完成的情况下开机调试。 ()
36. 多联机空调系统可使用临时供电调试机组。 ()
37. 在多联机空调系统试运行, 每种测试运行时间不少于 2h。 ()

四、简答

1. 简述在多联机空调系统安装过程中, 管道施工碰管原则。
2. 简述在多联机空调系统安装过程中, R410A 冷媒机组与 R22 冷媒机组施工工具有什么不同。
3. 简述在变频多联空调系统中, 室内机与室外机组合超配带来的影响。
4. 简述多联机空调系统安装过程中, 室内机不进行防尘保护的 harm 和后果。
5. 简述多联机空调系统冷凝水管安装的排水试验操作步骤。
6. 简述多联机空调系统安装过程中, 冷媒配管安装施工三原则。
7. 简述什么叫作钎焊。
8. 简述在多联机空调系统安装过程中, 长管路时的吹扫步骤。
9. 多联机空调系统安装过程中, 冷媒管道如何判断抽真空过程是否合格。
10. 计算单相电动机每 1kW 的最大电流, 功率因子与电动机效率按 0.75 计算。



11. 计算三相电动机单相每 1kW 的最大电流，功率因子与电动机效率按 0.85 计算。
12. 请给出多联机空调系统中冷媒追加量的计算公式。
13. 简述多联机空调系统调试前的检查内容。
14. 简述多联机空调系统试运行的步骤。
15. 简述多联机空调系统的一般验收标准。