

KONGTIAOQI SHIYONG YU WEIXIU PEIXUN JIAOCHENG

空调器使用与维修 培训教程

第2版

李援瑛○主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



空调器使用与维修 培训教程

第 2 版

李援瑛 主编



机械工业出版社

本书系统地讲授了热力学的基础知识、制冷与空调器原理、制冷剂 and 冷冻润滑油等学习家用空调器的必备基础知识；用大量文字介绍了制冷系统中的压缩机、冷凝器、节流装置、蒸发器以及电动机工作原理，常用制冷设备维修工具的结构与使用操作方法；详细地分析了家用空调器制冷设备电气系统的工作原理；重点讲授了家用空调器的维修操作技能。书中附有大量图表，非常适合读者轻松学习家用空调器原理与维修技能方面的知识。

本书适合读者自学家用空调器的维修技术，可作为欲从事家用空调器维修的学习教材，也可作为中等职业学校、在岗职工职业技术培训班进行专业教学的教学用书。

图书在版编目（CIP）数据

空调器使用与维修培训教程/李援瑛主编. —2 版. —北京：机械工业出版社，2013.2

ISBN 978-7-111-41252-6

I. ①空… II. ①李… III. ①空气调节器-使用-技术培训-教材
②空气调节器-维修-技术培训-教材 IV. ①TM925.120.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 015315 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：徐明煜 责任编辑：徐明煜 阎洪庆

版式设计：陈 沛 责任校对：纪 敬 陈 越

封面设计：陈 沛 责任印制：张 楠

北京京丰印刷厂印刷

2013 年 3 月第 2 版第 1 次印刷

148mm×210mm·6.75 印张·3 插页·201 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-41252-6

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

社服务中心：(010) 88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部：(010) 68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部：(010) 88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

为方便读者学习空调器知识和空调器维修技术，本着由浅入深、深入浅出的学习原则，本书系统地讲述了空调器的基本原理，房间空调器的种类、结构、系统组成与工作原理，以及家用空调器的安装、维护及维修操作方法。为使读者通过本书的阅读，开卷有益，学有所得，本书的编写原则是：讲明白基础知识，讲透彻基本原则，介绍清楚基本电路知识，重点放在实用技能的讲述上，使读者能读得懂、学得会，尽快掌握实用维修技术。为了提高本书的实用性，作者在编写过程中积几十年的教学心得，力求基础扎实，可操作性强，使读者在学习过程中犹如师傅在手把手地教。本书所涉及的内容涵盖了家用空调器维修中常见的技术问题，非常适合读者自学家用空调器维修技术，更适合制冷技术培训班作为培训教学用书。

本书由李援瑛主编，参编人员有李燕京、朱宛宛、李晓等。

由于受编写水平所限，书中难免有不妥和错误之处，恳请广大读者批评指正。

作者

2013 年 1 月

目 录

前言

第一章 制冷与空气调节的基础知识	1
第一节 基础知识	1
一、热力学的基本参数	1
二、制冷循环的状态术语	4
三、热力学定律	5
四、热传递	6
五、热力循环与制冷循环	7
第二节 湿空气的基本性质	7
一、湿空气的组成	7
二、湿空气的状态参数	8
三、空气调节的相关概念	11
四、空调房间热湿负荷的来源	13
五、空调房间热湿负荷的计算	14
第三节 制冷剂与冷冻润滑油	16
一、对制冷剂选择的要求	16
二、氟利昂制冷剂命名方法	17
三、空调器常用制冷剂的性质	18
四、对制冷剂贮存的要求	19
五、制冷剂的分装	19
六、冷冻机油的作用	20
七、冷冻机油的规格	21
八、冷冻机油使用中变质的原因	21
九、判别冷冻机油质量的简易方法	22
第二章 房间空调器的结构与工作原理	23
第一节 房间空调器的分类与技术参数	23
一、空调器的分类	23
二、空调器型号的意义	25

三、空调器的主要功能	25
四、空调器的主要技术参数	27
五、不同类型空调器的比较与选购方法	29
第二节 空调器的制冷系统和压缩机	30
一、空调器制冷系统的组成	30
二、制冷系统各部件的作用	30
三、空调器的制冷系统工作过程	31
四、活塞式压缩机	32
五、涡旋式压缩机	35
六、变频式压缩机	36
七、变频器的工作原理	37
第三节 空调器的主要设备	38
一、节流装置	38
二、干燥过滤器	43
三、电磁四通换向阀	44
四、单向阀和限压阀	47
五、气液分离器和分配器	48
六、换热器和电加热器	49
第四节 整体式房间空调器	50
一、单冷型窗式空调器的结构与工作过程	51
二、电热型窗式空调器的结构与工作过程	52
三、热泵型窗式空调器的结构与工作过程	53
四、冷冻除湿机的结构与工作过程	54
五、冷风机的结构与工作过程	55
六、移动式房间空调器的结构与工作过程	55
第五节 分体式空调器	57
一、分体式空调器的结构	57
二、分体式空调器的室内机组	57
三、单冷型分体式空调器的工作原理	62
四、热泵型分体式空调器的工作原理	62
五、分体式空调器的风机	65
第六节 柜式空调器	67
一、柜式空调器的分类	67
二、柜式空调器的结构与工作原理	68

第七节 变频空调器	74
一、变频空调器的组成	75
二、变频空调器的工作过程	75
三、变频空调器的特点	77
四、直流变频空调器与交流变频空调器的区别	78
第八节 空调器控制电路部件	78
一、空调器的电动机	78
二、空调器的机械式温度控制器	78
三、空调器的除霜器	81
第九节 窗式空调器的控制电路	85
一、风机电动机的调速方法	85
二、单冷型窗式空调器典型电路	85
三、电热型窗式空调器典型电路	87
四、热泵型窗式空调器典型电路	89
五、三相电热型窗式空调器典型电路	90
第十节 分体式空调器控制电路	92
一、分体式热泵型空调器的基本电路	92
二、空调器微电脑控制器	94
三、分体式空调器电子电路的工作原理	97
第三章 空调器的安装与维护	100
第一节 空调器安装前的准备	100
一、安装前的准备工作	100
二、安装位置的选择	100
三、空调器对用电的要求	101
第二节 窗式空调器的安装	101
一、窗式空调器安装位置的选择	101
二、普通型窗式空调器的安装	102
三、立式窗式空调器的安装	104
四、窗式空调器安装后的综合检查	105
第三节 分体式空调器的安装	107
一、对分体式空调器室内机组安装位置选择的要求	107
二、对分体式空调器室外机组安装位置选择的要求	107
三、分体式空调器室内外机组安装位置	108
四、挂壁式空调器室内机组安装方法	110

五、落地式空调器室内机组安装方法	111
六、吊顶式空调器室内机组安装方法	112
七、分体式空调器安装时打墙洞的方法	112
八、分体式空调器室外机组安装方法	112
九、连接室内外机组之间管道安装的操作方法	113
十、分体式空调器排水管安装的操作方法	113
十一、排除室内外机组连接管道内空气的操作方法	114
十二、连接室内外机组之间电线的操作方法	115
十三、变频空调器室外机组接地装置安装的操作方法	115
十四、分体式空调器安装完毕后试机的操作方法	116
十五、对室内外机组之间延长管的要求	117
十六、对分体式空调器连接管的要求	118
十七、对分体式空调器安装时室内外机组高度差的要求	118
第四节 空调器的使用	119
一、窗式空调器的使用方法	119
二、分体式空调器的使用方法	122
三、分体式空调器遥控器的使用方法	125
四、柜式空调器的使用方法	130
第四章 空调器的维修	135
第一节 修理设备的使用方法	135
一、修理空调器需要准备的设备及工具	135
二、空调器维修常用设备的使用方法	135
三、常用仪表的使用方法	137
四、钳形电流表的工作原理与使用方法	141
五、绝缘电阻表的工作原理与使用方法	142
六、气焊设备的使用方法	143
第二节 空调器制冷系统的常见故障及处理方法	151
一、制冷压缩机的常见故障及处理方法	151
二、制冷系统的常见故障及处理方法	154
第三节 空调器电气系统的常见故障分析及处理方法	155
一、一般电气控制系统的常见故障及处理方法	155
二、电子电路控制系统的常见故障及处理方法	159
第四节 空调器常见故障的修理方法	162
一、压缩机内冷冻机油变质的判断与更换方法	162

二、整体式空调器常见故障的修理方法	163
三、分体式空调器常见故障的修理方法	179
四、柜式空调器常见故障的修理方法	193
五、制冷系统的试漏、抽真空和充注制冷剂的操作	201
附录	插页 (见书后)
附录 A R22 的 $\lg p-h$ 图	插页 (见书后)
附录 B R134a 的 $\lg p-h$ 图	插页 (见书后)
附录 C 湿空气的 $h-d$ 图	插页 (见书后)
参考文献	205

空气调节技术是利用人工制冷技术，创造一个舒适的室内环境。影响舒适度的六个主要因素是人体的活动量、衣着量、室内温度、湿度、气流的速度和方向、辐射热的多少。在舒适的环境中，人体就能维持正常的散热量和散湿量。

空调器是通过采用加热、冷却、除湿、空气过滤、改变空气流动速度等方法，对一定房间内空气的温度、湿度、气流速度、洁净程度（简称空调四度）进行调节，以满足人们生产和生活中对空气参数的特殊要求。

家用空调器是泛指窗式、分体式、移动式等类型空调器。家用空调器又称为房间空调器。家用空调器的特征是，空调器的制冷量在9kW以下，使用全封闭式制冷压缩机和风冷式冷凝器，工作电源既可以是单相电源，也可以是三相电源。

第一章 制冷与空气调节的基础知识

第一节 基础知识

一、热力学的基本参数

1. 绝对压力、表压力和真空度

(1) 绝对压力

容器中气体的真实压力称为绝对压力，用符号 $p_{\text{绝}}$ 表示。

当容器中没有任何气体分子时，即真空状态下，绝对压力值为零。

(2) 表压力

在制冷系统中，用压力表测得的压力值称为表压力，用符号 p 表示。

当压力表的读数为零值时，其绝对压力为当地、当时的大气压力。表压力并不是容器内气体的真实压力，而是容器内真实压力（ $p_{\text{绝}}$ ）与外界当地大气压力（ B ）之差，即

$$p_{\text{绝}} = p_{\text{表}} + B$$

(3) 真空度

系统内的绝对压力小于当地大气压力的数值称为真空度,用符号 H 表示,法定单位为 Pa,也有用非法单位 mmHg,即

$$H = B - p_{\text{绝}}$$

2. 密度和比体积

(1) 密度

密度是指某种物质单位体积的质量,用符号 ρ 表示,单位为 kg/m^3 。

(2) 比体积

比体积是指某种物质单位质量的体积(容积),用符号 v 表示,单位为 m^3/kg 。对同一种物质来说,它的密度和比体积互为倒数,即 $\rho = 1/v$ 或 $v = 1/\rho$ 。

3. 热能

热能是能量的一种形式,它是物质分子运动的动能。热能是可以随物质运动由这种形式转变为另一种形式的能量。

4. 热量

热量是物质热能转移时的度量,是表示物体吸热或放热多少的度量,用符号 Q 表示。国际单位制中,热量的单位是焦耳(J)或千焦(kJ)。工程技术中,热量单位也有用非法单位卡(cal)或千卡(又称大卡)(kcal)来表示。这两种单位的换算关系是

$$1\text{kJ} = 0.24\text{kcal} \qquad 1\text{kcal} = 4.18\text{kJ}$$

5. 制冷量

制冷量是用人工方法在单位时间里从某物体(空间)移去的热量。其单位为千焦/小时(kJ/h)或瓦(W)、千瓦(kW)。

6. 比热容

单位质量的某物质温度升高 1°C 所需的热量叫做比热容,用符号 c 表示。比热容的单位是 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 或 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

要计算某物质温度变化时吸收或放出的热量,可以把该物质质量与它的比热容和温度变化相乘,用公式表示为

$$Q = mc(t_1 - t_2)$$

式中 Q ——热量 (kJ);
 m ——质量 (kg);
 c ——比热容 [kJ/(kg·K)];
 t_1 ——初始温度 (°C);
 t_2 ——终至温度 (°C)。

7. 内能、焓和熵

内能是由工质 (所谓工质是指热力循环中工作的物质) 内部状态决定的能量。它包括工质内部分子热运动的动能、原子和电子的振动能以及为克服分子间作用力所形成分子位能。工质的内能取决于工质的状态——温度、压力和比体积。单位质量工质的内能叫做比内能。比内能用符号 μ 表示。1kg 工质的比内能单位是 kJ/kg。

焓是工质在流动过程中所具有的总能量。在热力工程中, 将流动工质的内能和推动功之和称为焓。

单位质量工质所具有的焓称为比焓, 用符号 h 表示, 单位是 kJ/kg (或非法定单位 kcal/kg)。

熵是表征工质在状态变化时与外界进行热交换的程度。单位质量工质所具有的熵称为比熵, 用符号 s 表示, 单位是 kJ/(kg·K) 或非法定单位 kcal/(kg·K)。

8. 临界状态与三相点

随着压力的升高, 蒸气的比体积逐渐减小而接近液体比体积, 当压力增至某一数值后, 饱和蒸气与饱和液体之间就无明显的区别, 此时的状态称为临界状态。

三相点是固相、液相、气相处于平衡共存的状态点。纯水的三相点温度是 0.0098°C, 压力为 610.5 Pa。

9. 节流

流体在流道中流经阀门、孔板或多孔堵塞物时, 由于局部的阻力使流体压力降低的现象叫做节流。在节流过程中, 流体与外界没有热量交换, 就称为绝热节流。制冷剂流经热力膨胀阀或毛细管可视作近似绝热节流过程。绝热节流过程中, 制冷剂与外界无热交换, 亦无净功量输出, 如无宏观位能和动量的变化, 则节流前后制冷剂的焓不变, 故也称为等焓节流。

10. 显热

物体吸收或放出热量时，物体只有温度的升高或降低，而状态却不发生变化，这时物体吸收或放出的热量叫做显热。

用“显”这个词来形容热，是因为这种热可以用触摸而感觉出来，也可以用温度计测量出来。例如，20℃的水吸热后温度升高至50℃，其吸收的热量为显热；反之，50℃的水降温到20℃时，所放出的热量也为显热。

11. 潜热

物体吸收或放出热量时，物体只有状态的变化，而温度却不发生变化，这时物体吸收或放出的热量叫做潜热。

潜热因温度不变，所以无法用温度计测量。物体相变时所吸收或放出的热量均为潜热，分别称为汽化潜热、液化潜热、溶解潜热、凝固潜热、升华潜热和凝华潜热。例如，在常压下，水加热到沸点100℃后，如果继续加热，水将汽化为水蒸气，汽化过程中温度仍为100℃不变，这时吸收的热量为汽化潜热（又称蒸发潜热）；反之，高温的水蒸气冷却到100℃后再继续降温，水蒸气将冷凝为水，冷凝过程中温度保持100℃不变，这时放出的热量为液化潜热（又称冷凝潜热）。

虽然热量是物体吸收或放出热的多少，但是有的物体吸收或放出热量只有温度的变化，而无状态的变化；有的物体吸收或放出热量只有状态的变化，而无温度的变化。它们的区别是：前者吸收或放出的是显热，后者吸收或放出的是潜热。

制冷系统中的制冷剂一般选用汽化潜热数值大的物质，这是因为制冷剂在蒸发器中主要是利用由液态吸热变为气态的相变过程来达到制冷目的的，这个热就是汽化潜热。

二、制冷循环的状态术语

- 1) 饱和状态：在汽化过程中，气液两相处于平衡共存的状态。
- 2) 饱和温度：在某一给定压力下，气液两相达到饱和时所对应的温度。
- 3) 饱和压力：在某一给定温度下，气液两相达到饱和时所对应的压力。

- 4) 饱和液体：温度等于其所处压力下对应饱和温度的液体。
- 5) 湿蒸气：处于两相共存状态下的气液混合物。
- 6) 过热：制冷剂蒸气的温度高于给定压力下饱和温度的状态。
- 7) 过热蒸气：温度高于与压力相对应的饱和温度的蒸气。
- 8) 过热度：制冷循环中相同蒸发压力下制冷剂的过热温度和饱和温度之差。
- 9) 过冷：将气态或液态制冷剂的温度降到给定压力的饱和温度以下的过程。
- 10) 过冷液体：温度低于其所处压力下对应饱和温度的液体。
- 11) 过冷度：制冷循环中相同冷凝压力下制冷剂的饱和温度和过冷温度之差。
- 12) 干度：液体和蒸气混合物中蒸气所占的质量百分比。

三、热力学定律

热力学是研究热能与机械能之间相互转换规律的学科，主要研究能量转换的客观规律（即热力学的基本定律）和工质的基本热力性质及热力装置的工作过程。制冷装置中制冷剂的吸放热过程及压缩过程都是通过制冷剂的状态变化来实现能量交换的。因此，热力学也是制冷技术主要理论基础，热力学的理论与方法可以用来分析制冷循环、进行热力计算、确定性能指标，且可指出制冷装置性能改进与提高的方向。

1. 热力学第一定律

热力学第一定律是能量转化与守恒定律在热力学中的具体体现。在热力学范围内，主要指的是物体的内能与机械能之间的相互转化与守恒。它可表达为：热和功可以相互转化，一定量的热消失时必然产生数量完全一样的机械能；而当一定量的机械能消失时必然产生数量完全一样的热能。它表明，热和功之间存在着一定的数量关系，用数学公式可表达为

$$Q = AW$$

式中 Q ——热量 (kJ)；

W ——机械功 ($N \cdot m$)；

A ——功热当量 [$kJ/(N \cdot m)$]。

2. 热力学第二定律

热力学第一定律只说明了热与机械功之间的转化关系，并没有指出能量转化的条件和方向。热力学第二定律指出：在自然条件下，热量不能从低温物体转移到高温物体，欲使热量由低温物体转移到高温物体，必须要消耗外界的功，而这部分功又转变为热量。

热力学第一定律和第二定律是基本定律，也是制冷空调技术的理论基础。它们说明了制冷压缩机中功和能（热量）之间相互转换的关系及条件，以及制冷要消耗功的原因。

四、热传递

热传递：热力学第二定律阐述了传热的方向，但没有涉及传热的形式及具体过程。热量从高温物体（空间）向低温物体（空间）传递的过程称为传热。

隔热又称为绝热，它是利用隔热材料来防止热量从外界向冷却对象渗透，或防止热量散失到周围环境中的一种方法。

当两个温度不同的物体互相接触时，由于两者之间存在温度差，两者的热能会发生变化，即温度高的物体失去热能，温度降低；而温度低的物体得到热能，温度升高。这种热能在温度差作用下的转移过程称为热传递过程。

热传递的方式有三种：热传导、对流和热辐射。

1. 热传导

温度不同的两个物体相接触或者同一个物体的各个部分温度不同时，热量会从高温物体（或部分）向低温物体（或部分）传递，这种发生在两个物体或固体内部的传热方式称为热传导。

热传导是固体中热量传递的主要方式，在气体或液体中，热传导过程往往是和对流同时发生的。

2. 对流

依靠流体（液体或气体）的流动而进行热量传递的方式称为对流。

对流可分为自由对流和强制对流。其中，由于温度变化导致密度差异而造成流体各部分间运动的一种热量传递方式称为自由对流，依靠机械诱导流体运动的一种热量传递方式称为强制对流。空调器对房

间内空气的调节就是典型的强制对流现象。

3. 热辐射

由于温度而引起物体以电磁波辐射的形式向外传送热量的过程叫做热辐射。热辐射的传递方式和光的传播方式一样，是以电磁波的形式传递，传播速度为光速。

五、热力循环与制冷循环

一个封闭的热力过程称为热力循环。将热量从低温热源中取出，并排放到高温热源中的热力循环，称为制冷循环。

第二节 湿空气的基本性质

一、湿空气的组成

自然界中的空气，是由数量基本稳定的干空气和数量经常变化的水蒸气组成的混合物，这种混合物称为湿空气，也就是我们常说的空气。

1. 干空气

干空气是不含水蒸气的空气，是湿空气的主要组成部分。它是由氮气、氧气、二氧化碳气体及其他稀有气体（如氩气、氦气等）按一定比例组成的混合物，其组成成分见表 1-1。

表 1-1 干空气的组成成分

气体名称	质量分数 (%)	体积分数 (%)	气体名称	质量分数 (%)	体积分数 (%)
氮气(N ₂)	75.55	78.13	二氧化碳(CO ₂)	0.05	0.03
氧气(O ₂)	23.1	20.90	其他稀有气体 (Ar、He、Ne、Kr等)	1.30	0.94

2. 水蒸气

绝对的干空气在自然界中是不存在的，因为地球表面大部分是海洋、河流和湖泊，每时每刻都有大量的水分蒸发为水蒸气进入到大气中，所以自然界中的空气都是湿空气，习惯上简称为空气。

湿空气中水蒸气的含量不多，通常只占空气质量分数的千分之几到千分之二十几，但变化却较大。水蒸气的含量随季节、天气、水汽的来源等情况而经常发生变化，给人类的生产和生活带来很大的

影响。

3. 饱和空气

干空气具有吸收和容纳水蒸气的能力，并且在一定温度下只能容纳一定量的水蒸气。我们把在一定温度下水蒸气的含量达到最大值时的空气，称为饱和空气，此时空气的状态就是干空气和饱和水蒸气的混合物，其所对应的温度称为空气的饱和温度。

在自然界中，空气中的水蒸气一般来说是不饱和的。

二、湿空气的状态参数

空气的状态参数是一些为了说明空气状态变化的物理量，主要有温度、压力、湿度和焓等。

1. 温度

温度是描述空气冷热程度的物理量，它有三种标定方法：摄氏温标、华氏温标和绝对温标（又叫做热力学温标或开氏温标）。

摄氏温标用符号 t 表示，单位是 $^{\circ}\text{C}$ ，是瑞典天文学家摄尔修斯（A. Celsius）在 1742 年建立的。他原来把水的冰点定为 100°C ，沸点定为 0°C ，这很不合人们的习惯。他的同事斯特雷默（M. Stromer）建议倒过来，把水的冰点定为 0°C ，沸点定为 100°C ，这便是现在使用的摄氏温标。

华氏温标用符号 t_{F} 表示，单位是 $^{\circ}\text{F}$ ，是从德国迁居荷兰的华伦海特（G. D. Fahrenheit）在 1714 年建立的。目前只有英美等国在工程界和日常生活中还保留华氏温标，除此之外较少有人使用了。华氏温标在我国为非法定计量单位。

绝对温标用符号 T 表示，单位是 K 。1954 年国际计量大会决定：规定水的三相点的热力学温度为 273.15K ，这样一来，热力学温度就完全确定了，这样定出的热力学温度单位——开尔文（ K ）就是水的三相点的热力学温度的 $1/273.16$ 。

三种温标间的换算关系如下：

$$\begin{aligned} T &= t + 273.15 (\text{K}) & t &= T - 273.15 (^{\circ}\text{C}) \\ t_{\text{F}} &= 9t/5 + 32 (^{\circ}\text{F}) & t &= 5(t_{\text{F}} - 32)/9 (^{\circ}\text{C}) \end{aligned}$$

因为水蒸气是均匀地混合在干空气中的，所以平常我们用温度计所测得的空气的温度既是干空气的温度又是水蒸气的温度。

2. 压力

流体作用于单位面积上的垂直作用力叫做压强。在工程上,人们往往习惯于把压强称为压力。在空调工程中的压力均是指压强,用符号 p 表示。压力的国际单位是 Pa (MPa)。

一般在空调工程中,常用的压力单位还有两种:工程大气压(非法定计量单位)和液柱高单位(非法定计量单位),即毫米汞柱(mmHg)或毫米水柱(mmH₂O)。

大气层对地面所产生的压力称为大气压力。以纬度 45° 海平面上,空气温度为 0℃ 时测得的平均压力 1.013×10^5 Pa (760mmHg) 称为一个标准大气压或物理大气压。用符号 atm 表示,即 $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5$ Pa。

一般在空气调节的参数计算上不用标准大气压,而用工程大气压计算,工程大气压用符号 at 表示。

$$1 \text{ at} = 9.81 \times 10^4 \text{ Pa} = 10^4 \text{ mmHg} = 10 \text{ mmH}_2\text{O}$$

工程大气压在实际空气调节的参数计算工作中常认为就是当地大气压值。

正如空气是由于空气和水蒸气两部分组成一样,空气的压力 p 也是由于空气分压力和水蒸气分压力两部分组成的,即

$$p = p_g + p_c$$

式中 p_g ——干空气的分压力;

p_c ——水蒸气的分压力。

空气中水蒸气是由水蒸发而来的。在一定温度下,如果水蒸发得越多,空气中的水蒸气就越多,水蒸气的分压力也越大,所以水蒸气分压力是反映空气所含水蒸气量的一个指标,也是空调技术中经常用到的一个参数。

在空调系统中,空气的压力是用仪表测量的,但仪表显示的压力不是空气的绝对压力值,而是表压力,即空气的绝对压力与当地大气压力的差值。

应当指出,只有空气的绝对压力才是其基本状态参数,一般情况下,凡未指明的工作压力均应理解为绝对压力。

3. 湿度

空气湿度是指空气中所含水蒸气量的多少,有以下几种表示方法:

(1) 绝对湿度

绝对湿度是指每立方米空气中含有水蒸气的质量,用符号 γ_z 表示,单位为 kg/m^3 。

如果在某一温度下,空气中水蒸气的含量达到了最大值,此时的绝对湿度称为饱和空气的绝对湿度,用 γ_B 表示。

(2) 相对湿度

为了能准确说明空气的干湿程度,在空调中采用了相对湿度这个参数。它是空气的绝对湿度 γ_z 与同温度下饱和空气的绝对湿度 γ_B 的比值,用符号 φ 表示。相对湿度一般用百分比表示,写作

$$\varphi = \gamma_z / \gamma_B \times 100\%$$

相对湿度 φ 表明了空气中水蒸气的含量接近于饱和状态的程度。显然, φ 值越小,表明空气越干燥,吸收水分的能力越强; φ 值越大,表明空气越潮湿,吸收水分的能力越弱。

相对湿度 φ 的取值范围在 0 ~ 100% 之间,如果 $\varphi = 0$,表示空气中不含水蒸气,属于干空气;如果 $\varphi = 100\%$,表示空气中的水蒸气含量达到最大值,称为饱和空气。因此,只要知道 φ 值的大小,即可得知空气的干湿程度,从而判断是否对空气进行加湿或去湿处理。

(3) 含湿量 (又称比湿度)

含湿量是指 1kg 干空气所容纳的水蒸气的质量,用符号 d 表示,单位是 g/kg (干空气) 或 kg/kg (干空气)。

在空气调节中,含湿量 d 是用来反映对空气进行加湿或去湿处理过程中水蒸气量的增减情况的。之所以用 1kg 干空气作为衡量标准,是因为对空气进行加湿或减湿处理时,干空气的质量是保持不变的,仅水蒸气含量发生变化,所以空调工程的调节参数计算中,常用含湿量的变化来表达对空气进行加湿和去湿的处理程度。

4. 空气的比焓

空气的焓值是指空气含有的总热量,在空气调节的参数计算中,

通常以干空气的单位质量为基准, 即 1kg 干空气所含有的热量与 1kg 干空气中所含有水蒸气的热量之和, 称为空气的比焓。空气的比焓(工程中常简称为焓)用符号 h 表示, 单位是 kJ/kg 。

在空调工程中, 参数比焓很有用处, 我们可以根据一定质量空气在处理过程中比焓的变化, 来判断空气是得到热量还是失去热量。空气的比焓增加, 表示空气得到热量; 空气的比焓减少, 表示空气失去热量。利用这一原理, 我们可以根据比焓的变化值(后面简称为焓值)来计算空气在处理前后得到或失去热量的多少。

在空气处理过程中, 需要考虑的是空气焓值的变化量, 而不是空气在某一状态下的焓值。所以, 一般规定干空气的焓值以 0 为基准点(计算的起始点), 即 0°C 时 1kg 干空气的焓值为 0。

5. 空气的密度和比体积

空气的密度是指每立方米空气中干空气的质量与水蒸气的质量之和, 用符号 ρ 表示, 单位是 kg/m^3 。

由于湿空气是干空气和水蒸气的混合气体, 两者均匀混合并占有相同的容积, 因此湿空气的密度等于干空气的密度与水蒸气的密度之和。

空气的比体积是指单位质量的空气所占有的体积, 用符号 v 表示, 单位是 m^3/kg 。因密度与比体积互为倒数, 所以 ρ 与 v 只能看作一个状态参数。

三、空气调节的相关概念

1. 露点

在饱和温度下, 饱和空气有一个容纳水蒸气的极限值, 这个值会随着温度的降低而减小。利用这一原理, 我们可以通过降温的方法, 使不饱和空气达到饱和, 再由饱和到空气凝结出水珠, 即结露。

我们把在一定大气压力下, 湿空气在含湿量 d 不变的情况下, 冷却到相对湿度 $\varphi = 100\%$ 时所对应的温度, 称为空气的露点, 并用符号 t_L 表示。

如果空气温度降到露点以下, 空气中水蒸气的含量超过该温度下所允许的最大限度值, 此时, 空气中的一部分水蒸气就会凝结成

露珠而被析出，出现结露。空调器运行中，蒸发器表面出现凝结水；秋天的早晨，草木、禾苗的枝叶上出现露水，就是这个原理形成的。

2. 机器露点

空气的露点与空调系统的机器露点是有区别的，后者是经过人为地对空气加湿或减湿冷却后所达到近于饱和的空气状态。

表面式冷却器外表面的平均温度称为机器露点；经过喷水室处理的空气状态比较接近于 $\varphi = 100\%$ 状态，习惯上将此时的温度称为机器露点，并用符号 t_j 表示。

3. 干湿球温度

空气的干湿程度，可以用相对湿度 φ 表示，并且可以通过干湿球温度计测量得到。

干湿球温度计是由两只相同的温度计组成的，它的基本构造如图 1-1 所示。使用时应放在室内通风处，其中一只在空气中直接进行测量，所测得的温度称为干球温度，用符号 t_g 表示；另一只温度计的感温球部分用湿纱布包裹起来，并将纱布的下端放入水槽中，水槽里盛满蒸馏水，所测得的温度称为湿球温度，用符号 t_{sh} 表示。

在干湿球温度计的测量过程中，除空气为饱和状态的特殊情况外，两只温度计读数总会有差别。因为当空气未达到饱和时，湿球外面纱布上的水分总要在空气中蒸发，蒸发所需要的汽化热取自于湿纱布上的水本身，因而使纱布上的水温降低，从而使湿球温度低于干球温度。

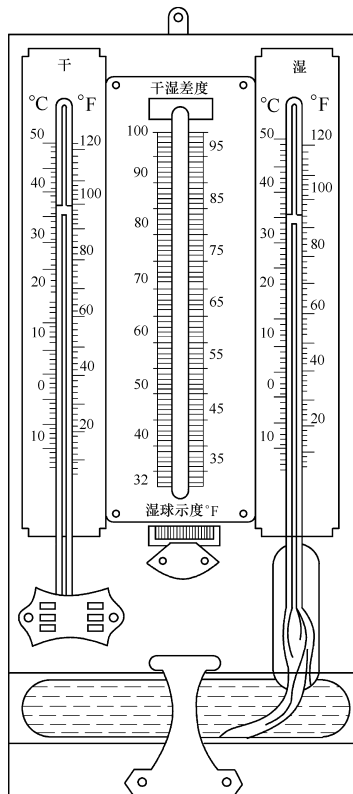


图 1-1 干湿球温度计

在空气调节过程中,可根据干湿球温度计的差值,来确定空气相对湿度 φ 值的大小。干湿球温度计的差值越大, φ 越小;反之,干湿球温度计的差值越小, φ 越大。这是因为空气吸收水蒸气的能力取决于空气的相对湿度 φ 的大小。 φ 值越小,空气吸收水蒸气的能力越大,湿纱布上的水分蒸发得也越多,湿球温度降得也越低,即干湿球的温度差值也越大。

在实际测量过程中,可以通过干湿球温度差值和湿球温度值从湿度表上查得 φ 值。例如,干湿球温度计上干球的温度为 36°C ,湿球的温度为 30°C ,干湿球温度的差值为 6°C 。当旋转中间的圆柱体在湿度表缝中的顶端露出数值 6°C 时,停止转动。此时再看湿球温度值 30°C 时所对应的湿度表上的数字,其值为64,这个数字就表示此时此地空气的相对湿度值 $\varphi=64\%$ 。

需要注意的是,测量时风速大小会对所测湿球温度的准确性有很大的影响。当流过湿球的风速较小时,空气与湿球表面热湿交换不完善,湿球读数就会偏高。实验证明,当流经湿球表面的风速为 $2.5\sim 4\text{m/s}$ 以上时,所测得的湿球温度几乎不变,数据最准确。

在空气调节工程中,还可以在一定的压力下,把温度、焓、含湿量、相对湿度、水蒸气分压力等湿空气常用参数之间的关系以及湿空气的处理过程用图线表示出来,这就是湿空气的焓湿图。

四、空调房间热湿负荷的来源

1. 空调房间热负荷的来源

在理论上,将使空调房间有热量增减的负荷称为热负荷。空调房间热负荷的来源如下:

1) 人体散热。室内人员为维持正常体温而散发的热量。

2) 外界渗入热。由建筑围护结构(屋顶、墙楼板、门窗等)与外界存在温差而传入的热量。

3) 设备热。室内各种机电设备散发的热量。

4) 照明热。室内照明灯具散发的热量。

2. 空调房间湿负荷的来源

由于人体散湿、室内湿表面散湿等造成空调房间空气含湿量增

加，称为湿负荷。空调房间湿负荷的来源如下：

- 1) 人体表面散湿。人体出汗、呼吸所散出的湿气。
- 2) 室内湿表面散湿。盛水容器、工艺用水、加湿器等蒸发出来的水蒸气。

五、空调房间热湿负荷的计算

1. 一般空调器夏季冷负荷的估算方法

(1) 单位面积估算法

单位面积估算法是一种将空调负荷单位面积上的冷负荷设计指标，乘上建筑物内的空调面积，得出制冷系统总负荷的估算值的负荷计算法。国内部分建筑空调冷负荷设计指标见表 1-2。

表 1-2 国内部分建筑空调冷负荷设计指标

序号	建筑类型及房间类型	冷负荷设计指标/(W/m ²)
1	酒店:客房(标准层)	80 ~ 110
2	酒吧、咖啡厅	100 ~ 80
3	西餐厅	160 ~ 200
4	中餐厅、宴会厅	180 ~ 350
5	中庭、接待处	90 ~ 120
6	商店、小卖部	100 ~ 160
7	小会议室(允许少量吸烟)	200 ~ 300
8	大会议室(不允许吸烟)	180 ~ 280
9	理发、美容间	120 ~ 180
10	健身房	100 ~ 200
11	弹子房	90 ~ 120
12	室内游泳池	200 ~ 350
13	舞厅(交谊舞)	200 ~ 250
14	舞厅(迪斯科)	250 ~ 350
15	办公室	90 ~ 120
16	医院:高级病房	80 ~ 110
17	一般手术室	100 ~ 150
18	洁净手术室	300 ~ 500
19	X 光、CT、B 超诊室	120 ~ 150
20	商场、营业厅	150 ~ 250
21	影剧院:观众席	180 ~ 350
22	休息厅(允许吸烟)	300 ~ 400
23	化妆室	90 ~ 120

(续)

序号	建筑类型及房间类型	冷负荷设计指标/(W/m ²)
24	体育馆:比赛馆	120 ~ 250
25	观众休息厅(允许吸烟)	300 ~ 400
26	贵宾室	100 ~ 120
27	展览厅、陈列室	130 ~ 200
28	会场、报告厅	150 ~ 200
29	图书阅览室	75 ~ 100
30	科研办公室	90 ~ 140
31	公寓、住宅	80 ~ 90
32	餐馆	200 ~ 350

(2) 指标系数算法

以国内现有的一些工程冷负荷设计指标（一般按建筑面积的冷负荷设计指标）中旅馆为基础（70 ~ 95W/m²），对其他建筑则乘以修正系数 β 。

- 办公楼 $\beta = 1.2$
- 图书馆 $\beta = 0.5$
- 商店 $\beta = 0.8$ （只营业厅有空气调节）
 $\beta = 1.5$ （全部建筑空间有空气调节）
- 体育馆 $\beta = 3.0$ （比赛场馆面积）
 $\beta = 1.5$ （总建筑面积）
- 大会堂 $\beta = 2 \sim 2.5$
- 影剧院 $\beta = 1.2$ （电影厅有空气调节）
 $\beta = 1.5 \sim 1.6$ （大剧院）
- 医院 $\beta = 0.8 \sim 1.0$

注：上述数据在使用时，建筑物的总面积小于 500m² 时，取上限值；大于 1000m² 时，取下限值。上述指标确定的冷负荷为制冷压缩机的功率，不必再加系数。

2. 一般空调器冬季供暖负荷估算方法

冬季供暖负荷估算，一般采取单位面积热指标估算法。其具体算法是：在已知空调房间的建筑面积，其供暖负荷可采用表 1-3 所提供的指标，乘以总建筑面积进行粗略估算。

表 1-3 国内部分建筑供暖负荷设计指标

序号	建筑物类型及房间类型	供暖负荷设计指标/(W/m ²)
1	住宅	46 ~ 70
2	办公楼、学校	58 ~ 80
3	医院、幼儿园	64 ~ 80
4	旅馆	58 ~ 70
5	图书馆	46 ~ 76
6	商店	64 ~ 87
7	单层住宅	80 ~ 105
8	食堂、餐厅	116 ~ 140
9	影剧院	93 ~ 116
10	大礼堂、体育馆	116 ~ 163

注：1. 建筑面积大、外围护结构性能好、窗户面积小时，可采用较小的指标数；

2. 建筑面积小、外围护结构性能差、窗户面积大时，可采用较大的指标数。

第三节 制冷剂与冷冻润滑油

一、对制冷剂选择的要求

制冷剂又称为制冷工质，是制冷系统中必需的工作流体。它在低温低压下，汽化为气体，吸收待冷却物的热量；在高温高压下，由气体液化为液体，向环境放出热量。如此循环反复地进行状态变化，达到人工制冷的目的。

对制冷剂的选择要求如下：

1) 制冷剂的工作温度和工作压力要适中。在蒸发温度与冷凝温度一定的制冷系统中，采用不同的制冷剂，就有着不同的蒸发压力与冷凝压力。一般要求是：蒸发压力不低于大气压力，以防止空气渗漏；冷凝压力不得过高，一般以不超过 1.5MPa 为宜，以减小对系统密封性能、强度性能的要求。

2) 制冷剂要有较大的单位容积制冷量。制冷剂的单位容积制冷量越大，在同样的制冷量要求下，制冷剂使用量就越少，以利于缩小设备尺寸；若在同样规格的设备中，可以获得较大的制冷量。

3) 制冷剂临界温度要高，凝固点要低。当环境温度高于制冷剂临界温度时，制冷剂就不再进行气、液间的状态变化。因此，制冷剂的临界温度高，便于在较高的环境温度中使用；凝固点低，在获取较

低温度时，制冷剂不会凝固。

4) 制冷剂的导热系数和放热系数要高。这样可以提高热交换的效率，同时减小系统换热器的尺寸。

5) 对制冷剂其他方面的要求：

① 不燃烧，不爆炸，高温下不分解；

② 无毒，对人体器官无刺激性；

③ 对金属及其他材料无腐蚀性，与水、润滑油混合后也无腐蚀作用；

④ 有一定的吸水能力；

⑤ 价格便宜，易于购买。

二、氟利昂制冷剂命名方法

氟利昂是制冷、空调行业使用的主要制冷剂，它是饱和碳氢化合物氟、氯、溴衍生物的总称。目前使用的氟利昂制冷剂，主要是甲烷和乙烷的氟、氯、溴衍生物，即是以氟、氯、溴的原子取代甲烷或乙烷中的全部或一部分氢原子而形成的化合物。

氟利昂制冷剂种类繁多，一般常用其分子通式来命名各种氟利昂制冷剂的代号。氟利昂的分子通式为 $C_mH_nF_xCl_yBr_z$ ，其中各元素的原子数分别用 m 、 n 、 x 、 y 、 z 表示。它们是按照下述规定方法来表示的：

1) R 后面第一位数字表示氟利昂分子式中含碳元素的原子数目 $m-1$ 。若该值为零时，可省略不写。例如，二氟二氯甲烷的分子式为 CF_2Cl_2 ，因为 $m-1=0$ ， $n+1=0+1=1$ ， $x=2$ ，故代号为 R12。

2) R 后面第二位数字表示氟利昂分子式中含氢元素的原子数目加上 1。如上例中， $n=0$ ，加上 1 后为 $n+1=1$ 。

3) R 后面第三位数字表示氟利昂分子式中含氟元素的原子数目。如上例中， $x=2$ 。

4) 如果第一位数字计算结果为零，则可省略不写，如上例中， $m=1$ ， $m-1=0$ ，则省略不写。

5) 若分子式中有溴原子存在，则在最后增加字母 B，并附以表示溴原子数的数字。例如三氟溴甲烷，其分子式为 CF_3Br ，可写成 R13_{B1}。

氟利昂类制冷剂化学性能稳定，可燃性低，基本无毒，只是其蒸气在与明火接触时才会分解出剧毒光气。

三、空调器常用制冷剂的性质

1. 氟利昂 22 (CHF_2Cl)，代号 R22

R22 属于中温制冷剂，可用于空调器制冷系统中。R22 在相同的蒸发温度和冷凝温度下，R22 比 R12 的压力要高 65% 左右，单位容积制冷量要大 60% 左右。R22 无色、无味，不燃烧、不爆炸，毒性比 R12 略大，但仍属于安全制冷剂。R22 的溶水性比 R12 稍大，但仍属于不溶于水的物质。在使用时系统上仍应装干燥过滤器。R22 的化学性质不如 R12 稳定，对有机物的膨润作用更强，密封材料可采用氯乙醇橡胶。R22 对大气臭氧层的破坏作用仅相当于 R12 的 5%。目前，国内正在研究在一些设备中以 R22 代替 R12，以解决当前要逐渐停用 R12 的问题。

2. 氟利昂 410A (HFC32/HFC-125)，代号 R410A

R410A 由 HFC32 和 HFC-125 混合而成，在常温下为无色气体，在自身压力下为无色透明液体，是 R22 的替代品，主要用于空调器的制冷系统。

在标准大气压下，R410 A 的沸点为 $-51.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。R410A 的容量和压力高于 R22，运行压力高出 50% ~ 60%。高压力和高气体密度带来的优点是，空调器不但可以用更小排气量的压缩机，还可以用更小直径的管路和阀门。高压排气阀的使用消除了系统冷凝高压带来的隐患。使用 R410A 为制冷剂的空调器压缩机的运行噪声比使用 R22 为制冷剂的空调器压缩机的运行噪声明显地低 2 ~ 4dB。

与 R22 制冷系统相比，R410A 制冷系统有一个显著的热传递优势——蒸发器的热传递高 35%，冷凝器的热传递高 5%。在同等质量流量下，R410A 制冷系统的压降较小，使其可以使用比 R22 或其他制冷剂更小的管路和阀门。R410A 制冷系统为制造材料成本更低的长配管家用中央空调器提供了技术保障。使用 R410A 为制冷剂的空调器制冷系统中，由于采用了较小体积的蒸发器和冷凝器，使空调器的成本进一步降低，制冷剂充注量减少了 30%。制冷剂充注量的减少，除了成本降低外，还能提升整个制冷系统的可靠性。

采用 R410A 为制冷剂的空调器制冷系统的性能系数 (COP) 比使用 R22 为制冷剂的空调器制冷系统的高出 6%。

四、对制冷剂贮存的要求

对制冷剂的贮存与制冷剂钢瓶的使用要求如下：

制冷剂一般都是贮存在专用的钢瓶内，贮存不同制冷剂的钢瓶其耐压的程度不同。为标明盛装不同种类的制冷剂，一般在制冷剂钢瓶上刷以不同的颜色，以示区别（氨瓶黄色，氟瓶为银灰色），同时注明缩写代号或名称，防止用错。

贮存不同制冷剂的钢瓶不能互相调换使用。贮存制冷剂的钢瓶切勿放在太阳下曝晒和靠近火焰及高温的地方，同时在运输过程中应防止钢瓶相互碰撞，以免造成爆炸的危险。

钢瓶上的控制阀常用一帽盖或铁罩加以保护，使用后须注意把卸下的帽盖或铁罩重新装上，以防在搬运中受碰击而损坏。

当钢瓶中制冷剂用完时，应立即关闭控制阀，并在瓶口上装上闷头、堵头，以避免漏入空气或水汽。对于大容积的制冷剂钢瓶还应带好瓶帽，以防在运输过程中碰坏瓶阀。

制冷剂钢瓶在开启过程中，应避免人体与制冷剂液体接触，更不能让制冷剂液体触及人的眼睛。

在贮存制冷剂房间内，若发现制冷剂有大量渗漏时，必须把门窗打开对流通风，以免造成人窒息。若从制冷系统中将制冷剂抽出压入钢瓶时，在这个过程中，应用水冲钢瓶，使其得到充分的冷却。制冷剂的充注量以占满钢瓶容积的 80% 左右为宜，使其在常温下有一定的膨胀余地。

五、制冷剂的分装

1. 对制冷剂分装的要求

1) 制冷剂分装之前，要对准备分装的小氟利昂钢瓶进行检漏试验，即向准备分装的小氟利昂钢瓶中打入 0.8 ~ 1MPa 压力的氮气，检查其瓶阀口处有无泄漏现象。

2) 要对准备分装的小氟利昂钢瓶进行清渣处理，即在小氟利昂钢瓶中还有一点压力氮气的情况下，将小氟利昂钢瓶倒立，打开其瓶阀的阀口，将瓶中的金属渣子倒出。

3) 用真空泵对小氟利昂钢瓶进行抽真空工作, 使小氟利昂钢瓶达到真空要求。

4) 制作一根分装制冷剂的专用加氟管 (即用两根加氟管, 中间串联上一个干燥过滤器)。

2. 制冷剂分装的方法

1) 用角钢制作一个倾斜角为 45° 的专用支架, 架子的高端高度为 1m 左右, 低端为 0.5m 左右。

2) 将大氟利昂钢瓶按底部放在架子的高端处、瓶口放在架子的低端处的方式, 将其放到专用支架上, 如图 1-2 所示。

3) 将已做好真空处理的小氟利昂钢瓶, 瓶口朝上放在合秤上, 称出其瓶重。

4) 将大氟利昂钢瓶的阀口上装好加氟管, 加氟管的另一端与小氟利昂钢瓶的阀口虚接。

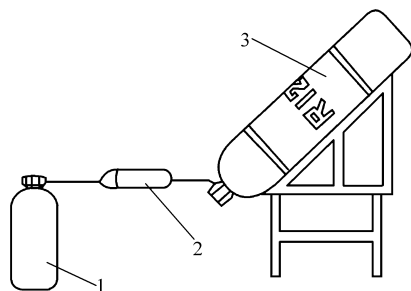


图 1-2 制冷剂的分装方法

1—小制冷剂钢瓶 2—干燥过滤器

3—大制冷剂钢瓶

5) 用专用工具将大氟利昂钢瓶瓶阀稍微开启一点, 待看到小氟利昂钢瓶的阀口虚接处有氟利昂气体的白色气雾喷出时, 迅速将加氟管与小氟利昂钢瓶的阀口虚接处拧紧。

6) 打开小氟利昂钢瓶的阀口, 使液态制冷剂进入小氟利昂钢瓶中。待达到小氟利昂钢瓶的额定充装量的 $2/3$ 时, 关闭大氟利昂钢瓶的阀口。再等 2~3min 后, 关闭小氟利昂钢瓶的阀口即可。

六、冷冻机油的作用

1) 润滑相互摩擦的零件表面, 使摩擦表面完全被油膜分开, 降低压缩机的摩擦功、摩擦热和零件的磨损。

2) 带走摩擦热量, 使摩擦零件的温度保持在允许范围内。

3) 使活塞环与气缸镜面间、轴封摩擦面等处密封部分充满润滑油, 以阻挡制冷剂的泄漏。

4) 带走金属摩擦表面的磨屑。

七、冷冻机油的规格

我国目前冷冻机油规格是按照中国石油化工总公司提出的 ZBE 34003—1986 标准生产的，该标准的产品，按 40℃ 时运动粘度中心值分为 N15、N22、N32、N46 和 N68 五个粘度等级，其主要性能指标见表 1-4。

表 1-4 国产制冷机油的规格

标号 项目	N15	N22	N32	N46	N68
运动粘度(50℃时)/ (mm ² /s)	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 50	≥60
凝固点(不高于)/℃	-40	-40	-40	-40	-60
闪点(开口)/℃	160	160	170	180	165 ~ 170
酸值(不大于)/ [mg(KOH)/g]	0.10	0.03	0.02	0.10	0.05
灰分(不大于)(%)	0.01	0.01	0.01	0.01	—
机械杂质(不大于)(%)	—	—	0.007	—	—

但是以前颁布的冷冻机油规格是按 50℃ 时的运动粘度值而分为 13、18、25 和 30 四个牌号。选用时可参考冷冻机油新旧粘度等级对照表。

实践中，一般空调器使用 R22 为制冷剂的压缩机选用 N46 (25 号)。

八、冷冻机油使用中变质的原因

冷冻机油变质的原因主要如下：

1) 混入水分。由于制冷系统中渗入空气，空气中的水分在与冷冻机油接触后便会混合进去；另外，也有可能是由于氨中含水量较多时，使水分混入冷冻机油。冷冻机油中混入水分后，会使粘度降低，引起对金属的腐蚀；在氟利昂制冷系统中，还会引起管道或阀门的冰堵现象。

2) 氧化。冷冻机油在使用过程中，当压缩机的排气温度较高时，就有可能引起氧化变质，特别是氧化稳定性差的冷冻机油，更易变质，经过一段时间，冷冻机油中会形成残渣，使轴承等处的润滑

变差。

3) 冷冻机油混用。几种不同牌号的冷冻机油混用时,会造成冷冻机油的粘度降低,甚至会破坏油膜的形成,使轴承受到损害;如果两种冷冻机油中含有不同性质的抗氧化添加剂,混合在一起时,就有可能产生化学变化,形成沉淀物,使压缩机的润滑受到影响,故使用时要注意。

九、判别冷冻机油质量的简易方法

冷冻机油变质与否,应通过一定的化学和物理分析、化验得出。平时在使用过程中,可以用观察冷冻机油的颜色、闻冷冻机油的气味等方法,直观地判断出好坏情况。

一般来说,当冷冻机油变坏时,其颜色会变深,将冷冻机油滴在白色吸墨水纸上,若油滴的中央部分没有黑色,说明冷冻机油没有变质;若油滴中央呈黑色斑点,说明冷冻机油已开始变质。当冷冻机油油中含有水分时,则油的透明度就降低。这种经验方法,对冷冻机油中掺入较多的水分、杂质时,是可以判断的,因此常用于制冷设备维修现场对冷冻机油质量的判断中。

第二章 房间空调器的结构与工作原理

第一节 房间空调器的分类与技术参数

一、空调器的分类

1. 按功能分类

1) 单冷型（冷风型）（代号一般省略不写）。只能制冷，不能制热。

2) 冷暖型。既能制冷，又能制热。冷暖型空调器按制热的方式不同，可以细分为：

热泵型（R）。依靠系统中制冷剂换向流动，夏季制冷降温，冬季制热供暖。它具有较高的经济价值。

电热型（D）。在单冷型空调器基础上增设一组电热丝，冬季制冷系统不工作，由电热丝加热器供暖。

热泵辅助电热型（Rd）。在热泵型空调器基础上增加一组电加热器，则整个冬季都可以供暖。

2. 按结构型式分类

1) 整体式（C）。即窗式空调器，俗称“窗机”，它把整个机组做成一体。

2) 分体式（F）。把整个机组分成室外机组和室内机组两部分。室外机组（W）一般包括压缩机、冷凝器、轴流风机等。室内机组一般包括蒸发器、毛细管、离心风机、温度控制器和电气控制元件等，室内机组的型式有很多种，如吊顶式（D）、壁挂式（G）、落地式（L）、嵌入式（Q）、台式（T）等。

3. 按制冷量大小分类

1) 小型空调器。制冷量为 $1.16 \sim 3.48\text{kW}$ ($1000 \sim 3000\text{kcal/h}$)。

2) 中型空调器。制冷量为 $4.64 \sim 6.96\text{kW}$ ($4000 \sim 6000\text{kcal/h}$)。

3) 大型空调器。制冷量为 11.6kW 以上 (10000kcal/h 以上)。

4. 按空调器的冷凝器在制冷运行时冷却介质不同的分类

- 1) 风冷式。
- 2) 水冷式。

5. 按同一室外机组连接室内机组的数量分类

- 1) 双室内机组（即俗称的一拖二）。
- 2) 多室内机组（即俗称的一拖三、一拖四等）。

6. 按空调器的操作控制方式分类

- 1) 手动式。
- 2) 线控式。
- 3) 遥控式。

7. 按空调器的电动机工作频率形式分类

- 1) 变频式。
- 2) 固定频率式。

8. 按空调器的控制模式分类

- 1) 开关控制（温控开关、定时开关、手动开关）式。
- 2) 电子继电控制式。
- 3) 电脑控制式。
- 4) 模糊控制式。

9. 按空调器适用的气候环境分类

在空调器分类中，将空调器根据适用的气候环境分为 A 型、B 型和 AB 型三类。A 型空调器适用于温带气候条件；B 型空调器适用于高热地区和沙漠地区，在这些地区夏季最高温度超过 38℃，甚至达到 40℃ 以上；AB 型空调器既可用于 A 型空调器适用的气候条件，也可用于 B 型空调器适用的气候条件。我国大部分地区的气候属于温带气候，适宜采用 A 型空调器，一般若无特殊要求，我国现有的空调器生产厂商都只生产 A 型空调器。

10. 按空调器安装方式的不同分类

- 1) 固定安装式。
- 2) 可移动安装式。

11. 按空调器的电源分类

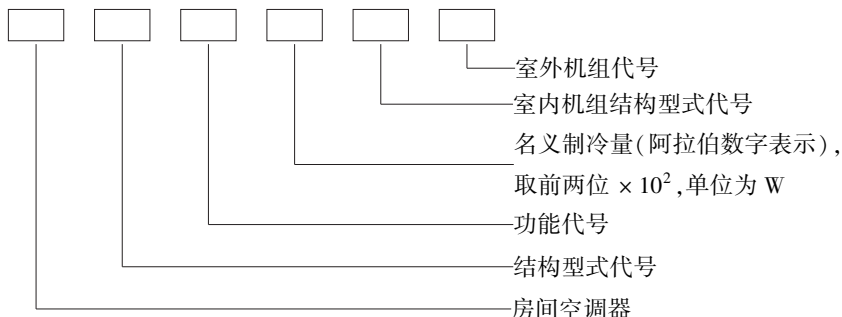
- 1) 单相。

2) 三相。

国内空调器的电源采用额定频率为 50HZ，单相交流额定电压为 220V，三相交流额定电压为 380V。

二、空调器型号的意义

空调器的型号由六位字母和数字组成。



例如，KFR-28GW 表示分体壁挂式热泵型房间空调器，有室外机组，制冷量为 2800W。

三、空调器的主要功能

1. 调节室内温度

一般情况下，人们居住或工作环境温度与外界的温差保持在 5°C 左右是比较适宜的。对大多数人来说，空调房间夏季保持在 $24 \sim 28^{\circ}\text{C}$ 、冬季保持在 $18 \sim 20^{\circ}\text{C}$ 是比较理想的。

2. 调节室内湿度

在过于潮湿或干燥的空气环境中，人们会感到不舒服，适合人们需要的相对湿度是在 $40\% \sim 70\%$ 的范围内。空调器的湿度调节，是通过增加或减少空气中的潜热来实现的，夏季降温除湿，冬季升温加湿。

3. 调节室内气流速度

人们处在适当低速流动的空气中要比处在静止的空气中感觉良好，处在变速气流中要比处在恒速气流中感觉良好，因此，空调器上设有高、中、低三挡风速，能将室内气流速度调至 $0.3 \sim 0.5\text{m/s}$ 范围内。

4. 净化室内空气

空气中一般都有悬浮状态的固体或液体微粒，它们很容易随着人们的呼吸进入气管、肺等器官，黏附在上面，这些微尘还常常带有细菌而传染各种疾病，因此无论是室外新风还是室内循环风，都要通过装在空调器进风口处的空气过滤器将空气中的灰尘等过滤掉，以保证室内空气的新鲜和清洁。

5. 定期更换室内空气

空调器为了节能运转，一般仅循环室内空气，但时间一长，室内空气的品质会因此而下降，这时可以打开新风门或排风门，吸入室外新鲜空气，排除室内污浊空气。

6. 调节室内空气流动方向

空调器出风门上设有水平格栅和垂直格栅，水平格栅用来调节气流出口倾角。夏天送冷风时向斜上方送出，冬季送热风向斜下方送出。垂直格栅能左右调节，即调整气流在室内扩散范围。

7. 产生负氧离子

有些空调器上安装有负离子发生器，负离子发生器又称为负氧离子发生器，也属于空气调节设备。带负离子发生器的空调器，是将负离子发生器产生的负氧离子，随空调器送风而送入室内，使室内空气清新程度达到海滨、森林、瀑布地区的标准。

产生空气负氧离子的方法有电晕放电、紫外线照射或用放射性物质使空气电离，较有效的方法是电晕放电法，图 2-1 所示为其工作原理，它利用针状电极与平板电极间在高压作用下产生的不均匀电场，使流过的空气电离。

在细线与金属网组成的一对电极上，细线上加负的高电压脉冲，把细线近旁的空气电

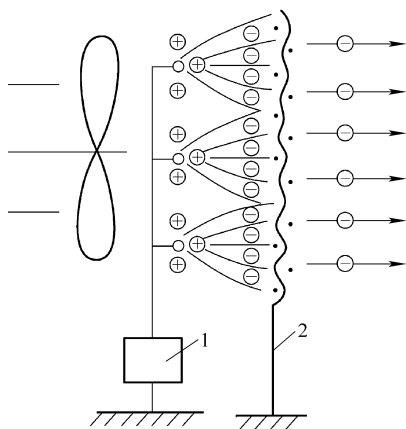


图 2-1 负氧离子发生器工作原理

1—脉冲发生器 2—金属网接地电极

离,发生的正离子则吸收在细线上,而负离子向金属网电极移动,在风力作用下,将金属网孔间的负离子带走。负离子发生器的脉冲电压一般为 50kV,风速在 10m/s 以内,脉冲频率为 50Hz。

根据人工产生空气负离子的方法不同,负离子发生器有多种型式,家用的主要为电空气负离子发生器,它是用产生的高压电场、尖端放电使空气电离,在负离子飞向另一电极的过程中,用风机将离子吹向整个室内。

8. 可控制房间温度波动范围

在 15 ~ 30℃ 范围内,能自动调节室内温度,控温精度一般在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 或 $\pm 2^\circ\text{C}$ 范围内。

四、空调器的主要技术参数

1. 制冷量

空调器进行制冷运行时,单位时间内(每小时)从密闭空间除去的热量称为空调器的制冷量,单位为 W (国际单位制)。另外在制冷技术中还用 kcal/h、kJ/h、Btu/h (欧美国家使用)。

换算关系如下:

$$1\text{kcal/h} = 1.163\text{W}$$

$$1\text{kW} (1000\text{W}) = 860\text{kcal/h}$$

$$1\text{kJ/h} = 0.278\text{W}$$

$$1\text{kW} (1000\text{W}) = 3597.1\text{kJ/h}$$

$$1\text{Btu/h} = 0.293\text{W}$$

$$1\text{Btu/h} = 0.252\text{kcal/h}$$

空调器铭牌上的制冷量是各国在规定的制冷工况下测得的,实际测试值应不低于铭牌标称值的 92%。

2. 制热量

空调器制热运行时,在单位时间内(每小时)向密闭空间送入的热量称为空调器的制热量。单位与制冷量相同。

3. 性能系数 (COP)

性能系数又称为制冷系数,是指空调器进行制冷运行时,制冷量与制冷所消耗的总功率之比。

$$\text{COP} = \frac{\text{制冷量}}{\text{消耗总功率}} (\text{W/W})$$

性能系数高的空调器产生同等的制冷量,所消耗的电量少。国标规定空调器性能系数不能小于 2.2 ~ 2.32W/W。

一般空调产品说明书不标出 COP 值 (W/W)，可以用下式计算：

$$\text{COP} = \frac{\text{铭牌制冷量}}{\text{铭牌输入功率}}$$

计算出来的性能系数比实测值要大，一般实测值只有铭牌计算值的 92%。

我国各类空调器性能系数的标准参见表 2-1。

表 2-1 定频空调器与变频空调器的性能系数

定 频 空 调 器	级别	性能系数	变 频 空 调 器	级别	性能系数
	1	3.4		1	5.2
	2	3.2		2	4.5
	3	3		3	3.9
	4	2.8		4	3.4
	5	2.6		5	3

4. 噪声

空调器噪声是在接近名义制冷工况及风机高速运转条件下，距空调器出风口中心法线 1m、距地面不小于 1m 的位置，用声级计测量所得的值。

测量要求如下：

- 1) 房间本底噪声比被测空调器的噪声至少低 10dB。
- 2) 对房间反射声影响也有要求，即当测量距离加倍时，噪声应降低 4 ~ 6dB。
- 3) 将空调器旋至低冷挡时，噪声应比高冷挡降低 4 ~ 6dB。

5. 风量

风量指室内侧空气循环量，即空调器在新风门和排风门完全关闭的情况下，单位时间内向密闭空间送入的风量，也就是每小时流过蒸发器的空气量，单位为 m^3/s 。

6. 气流

空调房间气流速度：夏季 0.3m/s 以下，冬季 0.5m/s 以下。

7. 空调器的使用条件

空调器不是一种可以全天候使用的设备，它的使用要受一定的条

件限制。我国规定：空调器使用的电源额定频率为 50Hz ，单相交流额定电压为 220V 或三相交流额定电压为 380V 。

空调器通常工作的环境温度为：冷风型为 $18 \sim 43^{\circ}\text{C}$ ；热泵型为 $-5 \sim 43^{\circ}\text{C}$ ；电热型为低于或等于 43°C ；热泵辅助电热型为 $-5 \sim 43^{\circ}\text{C}$ ；对于不带除霜装置的热泵空调器和热泵辅助电热型空调器工作的环境温度为 $5 \sim 43^{\circ}\text{C}$ 。

8. 舒适性空调室内参数

夏季温度为 $24 \sim 28^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $40\% \sim 65\%$ ，空气流动风速一般在 0.3m/s 以下。冬季温度为 $18 \sim 22^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $40\% \sim 60\%$ ，空气流动风速在 0.2m/s 以下。

上述规定是指导性的，不同的场合、不同功用的房间对温湿度有不同的要求，应具体分析选定，如：卧室夏季温度为 $25 \sim 29^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $50\% \sim 65\%$ ；冬季温度为 $20 \sim 25^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度为 $50\% \sim 55\%$ 。客厅夏季温度为 $26 \sim 28^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $50\% \sim 65\%$ ；冬季温度为 $22 \sim 25^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $40\% \sim 55\%$ 。病人、小孩、老年人卧室夏季温度为 $26 \sim 27^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $45\% \sim 65\%$ ；冬季温度为 $22 \sim 23^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $40\% \sim 60\%$ 。

一般而言，当室外温度较高时，如 35°C 以上，为避免室内外进出时温差太大不易适应的情况，夏季房间温度宜选择比室外温度低 $5 \sim 7^{\circ}\text{C}$ ；冬天室外温度较低，室内温度不宜太高，冬天房间温度比室外温度高 $8 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 即可达到要求，这样也较经济、省电。

五、不同类型空调器的比较与选购方法

单冷型空调器结构简单、价格便宜、操作方便、适用于只需要制冷的场合，对于经济上不甚宽绰或冬季有其他方式取暖的家庭而言，可选用单冷型空调器。

冷暖型空调器，特别是热泵型空调器功能齐全、价格稍贵，适用于夏季降温为主、冬季也要取暖的场合。热泵制热在气温为 5°C 以上时，经济性能较好，在低于 $5 \sim -5^{\circ}\text{C}$ 时，制热性能较差，低于 -5°C 后，一般的空调器效率会显著下降，不能正常工作。这时就得配购电热取暖器或燃油取暖器具，以补充热泵型空调器因环境条件恶化而产生的制热不足，也可以直接选购电热型空调器、热泵辅助电热型空调

器或变频空调器。

电热型空调器制热时能耗比相对较大，其单位制热量所消耗的电能比约为 1，即用 2000W 功率的加热器，制热量最大值为 2000W，因此经济性不好。但电热型空调器应用一般不受冬季环境温度限制，特别适用于冬季环境温度很低（低于 -5°C ）而又无其他取暖手段的场合，如长江以北、黄河以南地区，这些地区冬季最低温度达到 -5°C 以下的天数超过两周以上，用热泵取暖往往无法满足要求，这些地区一般又无集中的供暖设施，采用电热型空调器或者是热泵辅助电热型空调器比较合适。有些地区供电充足、电费便宜、冬季又较冷、又无集中供暖时，则宜采用电热型空调器。

热泵型空调器与电热型空调器相比，其节能主要体现在冬季供暖的能耗上。根据 $Q_k = q_0 + Al$ 的空调器放热量计算公式，热泵型空调器放热量（ Q_k ）等于其制冷剂放热量（ q_0 ）加上压缩机做功转换热量（ Al ）之和，远远大于电热型空调器制热时消耗电能与产热量大约 1:1 的能效比。

热泵型空调器制热时的能效比较大，即制热量与耗电量的比值较大，一般可达 2.5 以上，如当耗电功率为 600W 时，室内获得的热量可以在 1500W 以上，因此可以省电。但当室外环境温度较低时，热泵型空调器制热效率会明显降低。以环境温度为 7°C 时制热能力计为 100%，当环境温度为 0°C 时，制热能力降为 82%，因此热泵型空调器一般运行在 $5 \sim 43^{\circ}\text{C}$ ，如果有自动融霜功能，则可以在 $-5 \sim 43^{\circ}\text{C}$ 运行。

总之，有条件又确实需要，以选择热泵型空调器为佳，经济条件尚未达到四季用空调的程度，不妨选购单冷型空调器。

第二节 空调器的制冷系统和压缩机

一、空调器制冷系统的组成

空调器的制冷系统如图 2-2 所示，主要包括压缩机、冷凝器、毛细管（节流装置）、蒸发器、过滤器等。

二、制冷系统各部件的作用

1. 压缩机的作用

压缩机是空调器制冷系统的“心脏”，压缩机的作用是使制冷系

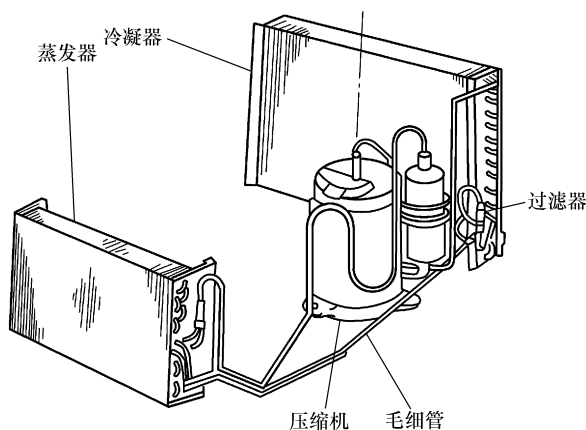


图 2-2 空调器的制冷系统

统中制冷剂建立压差而流动，以达到制冷循环的目的。

2. 冷凝器的作用

空调器中的冷凝器又称为换热器，在热泵型空调器中称为室内换热器和室外换热器。制冷剂在冷凝器中的等压条件下，完成相变，实现放热的目的。

3. 毛细管（膨胀阀）的作用

空调器中为使制冷剂冷凝降压后蒸发，要安装制冷剂调节装置，一般有膨胀阀和毛细管两种。在大中型空调机中使用膨胀阀，在小型空调机中使用毛细管。

4. 蒸发器的作用

低压状态的制冷剂饱和蒸气在蒸发器中沸腾，吸收被冷却介质（如空气或水）的热量变为制冷剂气体进入压缩机。

三、空调器的制冷系统工作过程

压缩机从蒸发器吸入低压低温制冷剂蒸气，经过压缩机压缩使其压力和温度升高后排入冷凝器（换热器）；在冷凝器中制冷剂蒸气的压力不变，放出热量而被冷凝成高压液体；高压液体制冷剂经节流装置，压力和温度同时降低进入蒸发器；低压低温制冷剂气液混合物在蒸发器内压力不变，不断吸热（即制冷），蒸气被压缩机吸走。这样制冷剂便在系统内经过压缩、冷凝、节流和蒸发这样四个过程完成了

一个制冷循环。如此循环，制冷剂才能将从低温物体吸收的热量不断地传递到高温热源中去，从而达到制冷的目的。

四、活塞式压缩机

1. 全封闭式压缩机

图 2-3 为被广泛用于中大型房间空调器制冷系统中的 CRHH 型全封闭式压缩机的结构。

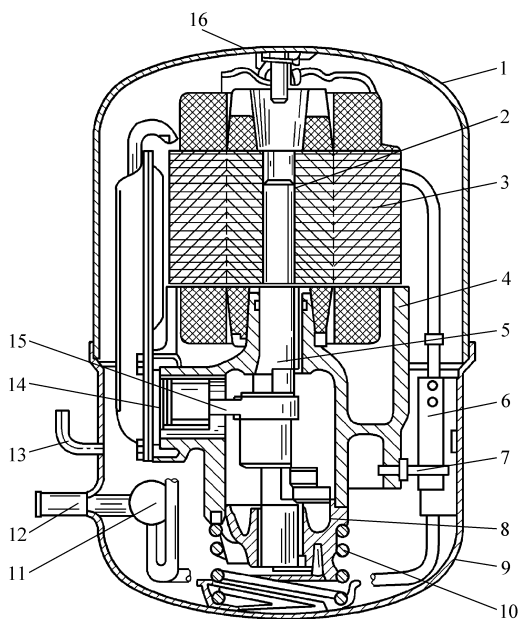


图 2-3 CRHH 型全封闭式压缩机的结构

- 1—上壳体 2—电动机转子 3—电动机定子 4—曲轴箱 5—曲轴
6—抗扭弹簧组 7—抗扭螺杆 8—轴承座 9—下壳体 10—下支
承弹簧 11—排气汇集管 12—排气总管 13—工艺管 14—气
阀组 15—活塞连杆组 16—上支承弹簧

全封闭压缩机一般有两个或三个气缸。其气缸呈水平布置，气缸的肋板把缸盖和阀座之间的空间分为上、下两部分。上部为吸气腔，下部为排气腔。电动机为立式，曲轴为竖直安装，上部为电动机的转子，下部为压缩机的曲轴。曲轴的下部设有油泵，压缩机运转时，依

靠曲轴的高速运转产生的离心力将下端的润滑油吸入曲轴，并经过曲轴的油孔输送至各润滑部位进行润滑。

2. 回转式压缩机

回转式压缩机又称回转活塞式压缩机。空调器中用得比较多的是其中的滚动活塞式压缩机和滑片式压缩机。

(1) 滚动活塞式压缩机

滚动活塞式压缩机的结构如图 2-4 所示。其主要组成零件有圆柱形气缸、偏心轮、活塞、滑板（分隔叶片）、排气阀、弹簧、外壳等。滚动活塞式压缩机的气缸浸在润滑油中，气缸内有一偏心轮，偏心轮上套装一个可以转动的活塞，活塞在气缸内做偏心运动。在气缸体横向槽内装有滑板，滑板宽度与活塞宽度相等，在弹簧力作用下，使滑板端头始终紧贴在活塞表面。在滑板两边的气缸体上开有吸气口（无吸气阀）和排气口（有排气阀），在气缸与外壳之间的上部空间充满高压气体。活塞与气缸之间形成月牙形工作腔，滑板将其分隔成吸气腔和排气腔两部分，这两个腔体的容积大小随偏心轮旋转而改变。

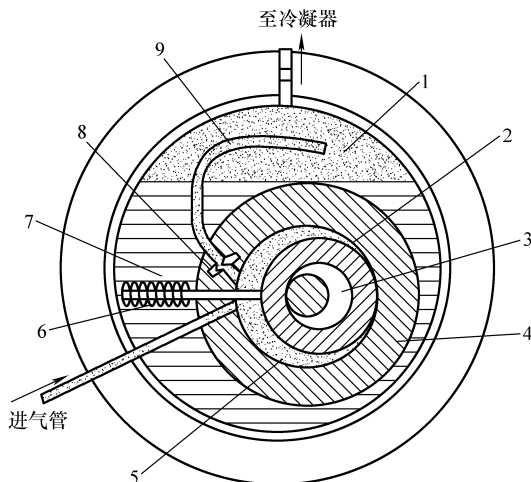


图 2-4 全封闭滚动活塞式压缩机的结构图

- 1—高压气体 2—活塞 3—偏心轮 4—圆柱形气缸 5—低压气体
6—滑板（分隔叶片） 7—润滑油 8—排气阀 9—排气管

滚动活塞式压缩机的工作原理如图 2-5 所示,电动机带动偏心轮旋转,使活塞沿气缸内表面滚动。图 2-5a 所示就是已结束上一周期的排气过程,并在 A 腔中充满低压气体,此时吸气腔容积达到最大值;图 2-5b 中 A 腔容积已缩小,腔中气体被压缩,同时 B 腔正在进气;图 2-5c 中 B 腔继续进气,而 A 腔中气体已达到排气压力,排气阀门打开,排出高压气体;图 2-5d 中 B 腔继续进气,而 A 腔已接近排气结束阶段,当偏心轮再旋转至图 2-5a 所示位置时,上述工作过程就会重复。由此可见,滚动活塞式压缩机吸气过程几乎是连续的,而排气过程则是间歇的。

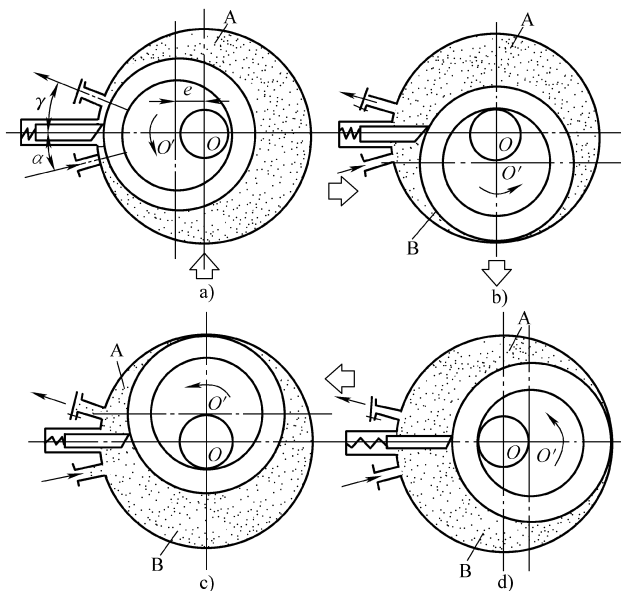


图 2-5 滚动活塞式压缩机的工作原理

滚动转子式压缩机体积小、重量轻、零件少、运行平稳、噪声低、能效比高,但对零件的加工精度要求高。

(2) 滑片式压缩机

滑片式压缩机也称为回转叶片式压缩机,按滑片数目可分为双滑式和多滑式。图 2-6 所示为全封闭双滑片式压缩机的结构。它由圆柱形气缸、与主轴相连的偏心转子、滑片、排气阀、外壳等组成。整个

气缸浸在润滑油中，气缸上开有吸气口和排气口，并设有排气阀，没有吸气阀。转子偏心配置在气缸内，转子上开有纵向凹槽，凹槽中装有径向自由滑动的滑片。

由于转子偏心配置，气缸内壁与转子外表面间构成月牙形空间。转子旋转时，滑片受离心力作用从凹槽甩出，使其端头紧贴在气缸内表面，将月牙形空间分隔成基元容积。

在转子旋转时，某一基元容积将由最小值逐渐变大，并与吸气口相通，开始吸入制冷剂气体，直到基元容积达到最大值。当组成基元容积的后滑片越过吸入口的上边缘时，吸气结束。以后随着转子旋转，基元容积开始缩小，气体被压缩。当其压力超过排气压力时，则排气阀打开，排出高压气体。当该基元容积的后滑片越过排气口边缘时，则该基元容积排气结束。

如果滑片数为 n ，则在转子每旋转一周中，依次有 n 个基元容积分别进行吸气、压缩和排气过程。

五、涡旋式压缩机

涡旋式压缩机基本结构如图 2-7 所示。气态制冷剂在涡旋定子、涡旋转子以及支承端盖之间构成的空间内压缩。在涡旋定子的圆周上设置吸气口，在端盖中心设置排气口。涡旋转子随着曲轴的转动，以与涡旋定子偏心量

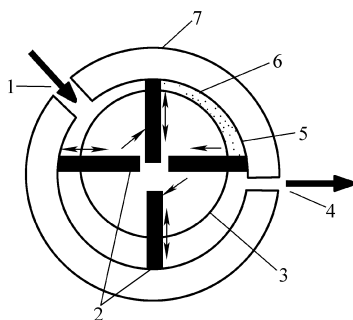


图 2-6 全封闭双滑片式压缩机的结构
1—吸气口 2—滑片 3—转子 4—排气口
5—高压气体 6—圆柱形气缸 7—气缸体

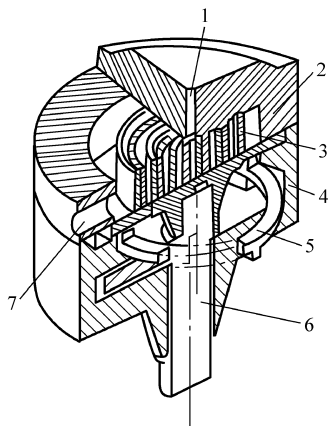


图 2-7 涡旋式压缩机结构图
1—排气口 2—涡旋定子 3—涡旋转子
4—机座 5—防自转环 6—曲轴
7—吸气口

转子自转，设有防自转环，环上部与下部的突键互成 90° ，呈十字形环，分别嵌入涡旋转子和壳体的键槽内。有了十字环连接体，就可以使曲轴的旋转运动变成转子的平移转动。

涡旋式压缩机工作原理如图 2-8 所示。涡旋定子和涡旋转子的涡旋形状基本相同，而涡旋线相位差 180° ，且轴线以偏心组合在一起。在两涡旋之间有四个压缩腔，每个压缩腔呈月牙形。图 2-8a 所示为吸气终了压缩腔的状态。之后，涡旋转子每隔 90° 角顺时针作圆周轨道运动，其情况分别如图 2-8b ~ d 所示，最后达到图 d 完成一个周期。以涡旋转子的涡旋线和涡旋定子的涡旋线相切点为基点，该点在转子平移转动中是移动的，如图 2-8a ~ d 所示。可见，这种压缩腔是一边向中心移动，一边缩小容积的一种压缩机构。被压缩后的高压气体从端盖中心排气口排出。

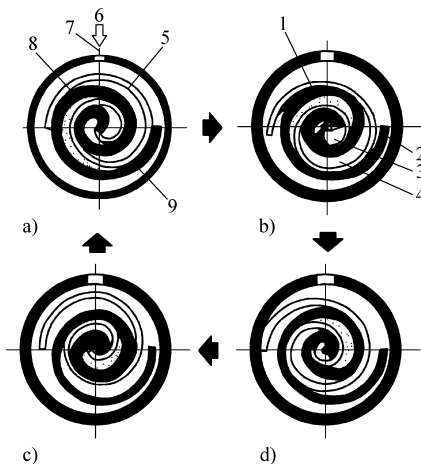


图 2-8 涡旋式压缩机工作原理图

- 1—排气口 2—吸气行程 3—排气行程
4—压缩行程 5—涡旋定子 6—进气口
7—吸气口 8—压缩室 9—涡旋转子

涡旋式压缩机构造简单，不需要排气阀组，具有较高的效率，振动小，噪声低。

六、变频式压缩机

变频空调器使用的压缩机为全封闭式，与定频式压缩机相比，在

其内部构造上进行了许多改进,以便使其能适应高频和低频运转的变化。图 2-9 所示为双气缸回转活塞变频式压缩机的结构。

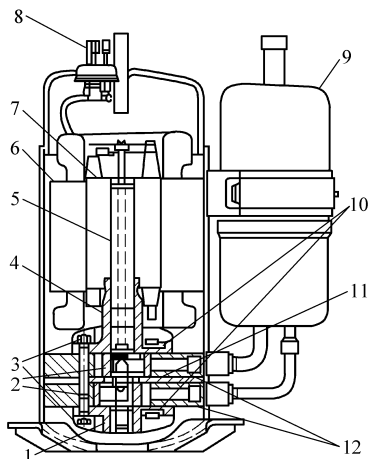


图 2-9 双气缸回转活塞变频式压缩机的结构

- 1—下轴承 2—旋转活塞(上、下) 3—排气缓冲罩
4—上轴承 5—轴 6—电动机定子 7—电动机转子
8—接线端子 9—蓄液分液器 10—阀(上、下)
11—中间隔板 12—气缸(上、下)

双气缸回转活塞变频式压缩机有两个压缩室,两个气缸中气体的吸气、压缩和排气均是成 180° 的相位差,转子运动的平衡性好,吸气、压缩和排气的脉动比单气缸回转活塞式压缩机小,而且振动小、噪声低、经济性好。

七、变频器的的工作原理

1. 交流变频原理

在交流变频空调器中,控制变频式压缩机工作的部件称为变频器。图 2-10 为交流变频原理框图。

交流变频原理是先在电源部分将交流电经过整流电路转换成直流电,为变频器提供直流电源,然后再改变压缩机电源的频率。为了使空调器的制冷能力与热负荷相适应,控制器根据从室内机检测到的室温 and 设定温度的差值,通过微电脑的运算,并通过逆变器产生合成波

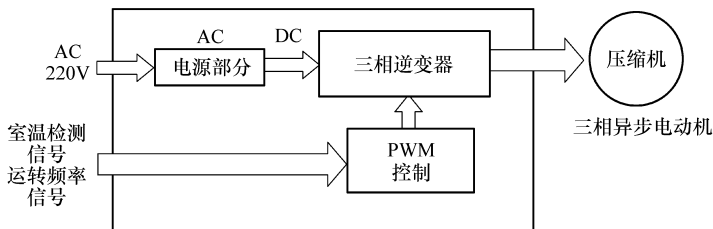


图 2-10 交流变频原理框图

形近似正弦波的模拟三相交流电，施加到三相交流异步电动机上，使压缩机电机的转速随电源频率的变化而做相应的改变，从而控制压缩机的排量，调节其制冷量或制热量。

2. 直流变频原理

在直流变频空调器中使用的压缩机采用由无刷直流电动机驱动。无刷直流电动机的定子为四极三相结构，转子为四极磁化的永久磁铁。当施加在电动机上的逆变电压增高时，转速加快。当电压降低时，转速下降。直流变频原理框图如图 2-11 所示。

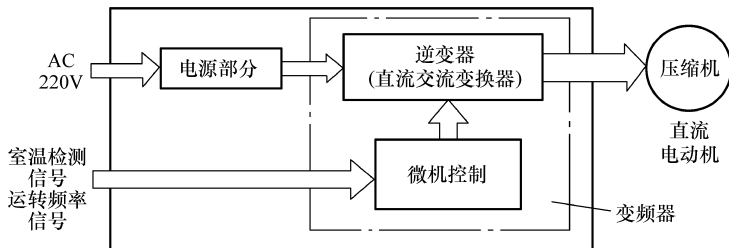


图 2-11 直流变频原理框图

在直流变频压缩机的三相绕组中，利用未流过直流的一相绕组切割磁力线产生的脉冲来检测出转子的位置，并顺序切换流过电流的定子绕组以产生旋转磁场，使转子转动。

第三节 空调器的主要设备

一、节流装置

空调器中的节流装置在节流过程中有三个作用：

1) 将高温高压液体变为低温低压液体, 为制冷剂在蒸发器中沸腾创造条件。

2) 自动调节系统制冷剂流量, 根据系统负荷变化情况而调节它的蒸发温度。

3) 控制蒸发器出口的过热度的变化范围, 充分发挥蒸发器的换热效率。

节流的基本原理如下:

如图 2-12 所示, 当高压流体通过一个小孔时, 一部分静压力转变为动压力, 流速急剧增大, 成为湍流流动, 流体发生扰动, 其摩擦阻力增加, 静压力下降, 使流体达到降压调节流量的目的。

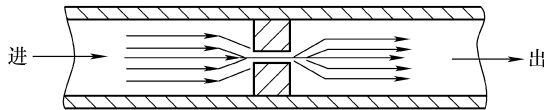


图 2-12 流体通过小孔时的节流现象

在节流过程中, 由于流速高、工质来不及与外界进行热交换, 且其由摩擦阻力而消耗极微小部分能量 (压力), 所以我们把节流过程看做为等焓节流, 则在节流过程中的热量与动量都没有变化。

1. 毛细管节流装置

(1) 毛细管的作用

1) 节流降压, 将高压液态制冷剂降压为低压气态制冷剂。

2) 控制向蒸发器的供液量。

(2) 结构

毛细管是一根直径很细的紫铜管。它的内径一般 $0.5 \sim 2\text{mm}$, 将其加工成螺旋形, 以增大液体流动时的阻力。

空调器毛细管的长度通常为 $0.5 \sim 2.0\text{m}$ 。毛细管的长短和管径大小很重要, 直接影响到液体制冷剂的流通量和压缩机的制冷效率。

2. 热力膨胀阀节流装置

房间空调器一般使用称为内平衡式的热力膨胀阀。内平衡式热力膨胀阀是根据蒸发器压力变化和蒸发器出口制冷剂气体的过热度来自动调节供给蒸发器内液体制冷剂流量的节流阀。其特点是所提供的液

体制冷剂在蒸发器内能完全蒸发为气体，充分发挥蒸发器的热交换效率。热力膨胀阀的调节机理是利用感温包内工质所感应到的外界吸管的温度作为传感信号，并转换为压力，传送到膨胀阀体，以控制阀内节流孔的开度，从而调制冷系统的制冷剂循环量，正常的过热度应维持在 $3\sim 5^{\circ}\text{C}$ 之间，以保证蒸发器出口的制冷剂是过热蒸气，防止液体倒流回压缩机。

热力膨胀阀从功能来看，可划分为三部分：感温部分，阀体部分，手动调节部分。

(1) 感温部分

如图 2-13 的上面部分，它由感温包、毛细管和动力传递部分等组成一个密封系统，与阀体内部不相通，动力传递部分下面有一块厚度为 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ 的金属薄膜片，它受压力作用后能上下位移（一般为 1mm 左右）；它相当于一个转换器，将温度转换为压力的信号，传到动力传递部分后，将压力作为一种动力去推动膜片的移动，完成信号接收和传递工作。膨胀阀的感温包内充入制冷剂或其他易挥发物质，有气体充入式和液体充入式多种。用于单冷型空调器的大多为液体充入式，用于热泵型空调器的则采用气体充入式。

液体充注量为感温包容积的 80% 。感温包应紧扎在蒸发器出口的吸气管上，使感温包内工质温度受吸气管温度传感而变化，工质的压力也相应变化。这个压力变量通过毛细管而传给动力传递部分成为一种推动力，膜片接收推动力后产生位移，从而把温度信息转换成为动力并传给执行调节部分，完成信号传感的职能。调节时顺时针旋转阀杆，阀门开度变小，逆时针方向旋转，阀门开度变大。

(2) 阀体部分

如图 2-13 的中间部分，它由垫块、传动杆、阀针孔、阀针座组成。膜片的位移量传给垫块，垫块传给传动杆，传动杆又传给阀针座，座上的阀针就在阀孔内上、下移动，使阀门开大或关小，从而调制冷剂的流量。

(3) 手动调节部分

如图 2-13 的下部分，它由弹簧、调节垫块、调节杆组成。整定部分是制冷系统在调试时，用以调节膨胀阀的整定值，也就是调制冷

冷系统所要求达到的蒸发温度。在调试时，需由调节杆来调节弹簧的预紧压力，使制冷系统能达到运行的最终蒸发温度要求。再进一步说，它是调整膨胀阀的自动调节范围的机构。

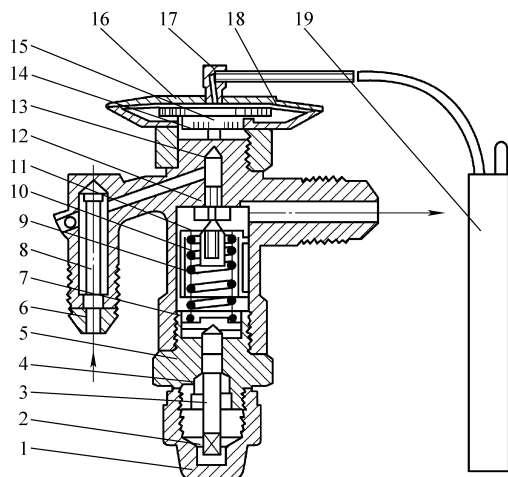


图 2-13 内平衡式热力膨胀阀的结构

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

膨胀阀的工作原理如下：

膨胀阀的膜片上有几个作用力控制着膜片的位移量，图 2-14 所示为膨胀阀膜片的受力情况。

1) 传感部分的工质压力 p ，作用在膜片的内面积上，其压力的大小由感温包的温度所对应的压力决定。其作用力是打开阀的方向。

2) 蒸发压力 p_0 ，作用在膜片的外面积上，其压力与蒸发器内的蒸发压力相等或接近。其作用力是关闭阀的方向。

3) 弹簧预紧的等效压力 w ，通过传动杆而传递到膜片的外面积上，其压力大小由调节杆整定。以补偿一定的过热度的作用力，是关闭阀的方向。

4) 冷凝压力 p_k ，作用在阀针上，抵制了一部分弹簧力，因其阀

针表面积甚小,其受力微小。

5) 膜片位移变形时产生的弹性力 p_m 。

6) 顶杆在传动杆孔内在移动时的摩擦力 p_{w1} 其阻力极微小。

7) 调节座在阀体内移动时的摩擦力 p_{w2} , 其阻力也极小。

对于小型膨胀阀来说, p_k 、 p_{w1} 、 p_{w2} 都较微小, 它们由过热度的变量的增量来克服, 在分析受力平衡时, 可略去不加考虑。

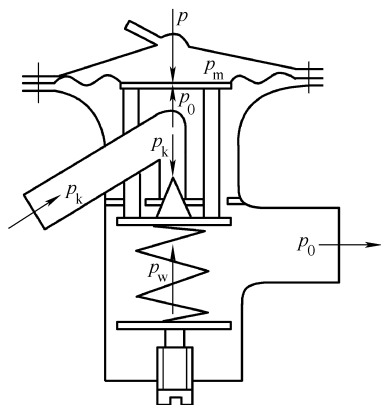


图 2-14 热力膨胀阀受力图

1) 当阀针处在静止状态时, 即阀针不移动时, 三个作用力处在平衡状态, 则

$$p_k = p_0 + p_w$$

阀孔在短时间内出现静止不动的状态过程, 是因为过热度增量变化时, 感温包与吸气管的热传递有延迟而不能作突变性调节产生的缘故, 也就是当过热度变化量由增量到减量, 或由减量到增量时, 因感温包的温度传递不及时而造成的延迟现象。

2) 当蒸发器的冷负荷增加时, 吸气温度就会上升, 即其过热度增加, 通过热传递, 感温包的温度也上升, 导致其相应压力由 p 增大到 p' , 此时膜片上面受到的力大于下面受到的力, 则

$$p' > p_0 + p_w$$

这样就使膜片下移, 膜片推动顶杆, 顶杆推动阀针座使阀针向下移动, 将阀门开大, 通过阀门的制冷剂流量增加, 蒸发压力从 p_0 上升到 p'_0 , 弹簧的压缩力也由 p_w 增加到 p'_w 。当阀门开大至使 $p'_0 + p'_w$ 与 p' 相等时, 膜片停止移动, 阀针在新的位置上停止移动, 则三个力又处于平衡状态, 即

$$p' = p'_0 + p'_w$$

3) 制冷剂流量增加, 即制冷系统的制冷量增加, 冷负荷大于房间热负荷, 其吸气温度就会下降。就是它的过热度下降, 感温包内工质的温度也因之下降, 其对应压力由 p' 降至 p'' 。此压力传递到膜片

上, 膜片上面的作用力小于下面的作用力, 即

$$p'' < p'_0 + p'_w$$

这样就使膜片往上移动, 弹簧推动阀针上移, 使阀门关小, 制冷剂流量减少, 蒸发压力由 p'_0 下降到 p''_0 , 弹簧预紧的等效压力由 p'_w 减小至 p''_w 。当阀门逐渐关小至 $p''_0 + p''_w$ 与 p'' 相等时, 膜片停止移动, 阀针也在这新位置上停止移动, 则三个力又处于平衡状态, 即

$$p'' = p''_0 + p''_w$$

从上述分析可以看出, 当空调房间的热负荷发生变化, 即增加或减小, 而系统制冷量与热负荷不平衡时, 制冷系统的吸气过热度就会随之增加或减少, 它引起膨胀阀感温包的温度与压力变化, 使膜片因上、下面的作用力不平衡而位移, 从而推动阀门的开大或减小。只要热负荷在变化, 膨胀阀就会不停地地进行调节, 使制冷量跟踪热负荷的变化, 以求在不断变化中趋于平衡状态。热力膨胀阀就是这样不断地进行自动调节, 故又称它为自动调节阀。

电子式膨胀阀为速度型膨胀阀, 应用在电子控制的变频空调器中, 它能适用于高效率的制冷剂流量的快速变化。其结构如图 2-15 所示。

电子式膨胀阀由微型计算机控制, 由脉冲电动机驱动。其额定电压为直流 12V, 4 相电动机, 2 相励磁, 驱动频率为 25/30 脉冲/s。全闭-全开脉冲数为 240, 全闭-全开时间为 9.6/8.0s。开闭冲程为 3.5mm, 孔径为 2.85mm。

二、干燥过滤器

干燥过滤器是一种具有对制冷剂进行吸附水分和过滤双重作用的装置。其作用是过滤制冷剂流动过程中携带的有形尘屑和吸附制冷系统残留的水分, 防止制冷系统发生“脏堵”和热泵型空调器制热时发生“冰堵”故障。

空调器制冷系统使用的干燥过滤器

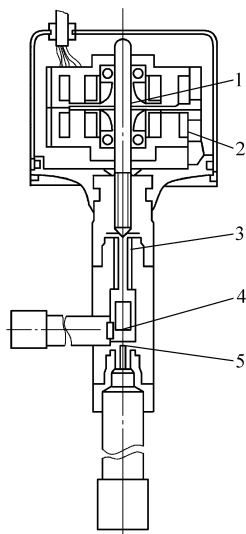


图 2-15 电子式膨胀阀的结构

- 1—转子 2—定子绕组组件
3—弹簧箱 4—阀针 5—喷嘴

的结构如图 2-16 所示。其内部装有 120 ~ 200 目的铜丝滤网，中间装有干燥剂。目前，干燥过滤器中的干燥剂采用的是一种叫做分子筛的物质。

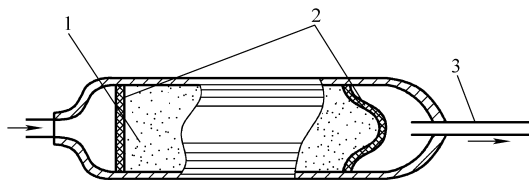


图 2-16 干燥过滤器的结构

1—干燥剂 2—铜丝滤网 3—毛细管

分子筛又称为人工合成泡沸石，是一种具有晶体骨架结构的硅铝酸盐，呈白色粉末，不溶于水。干燥过滤器中的分子筛一般用粘合剂塑合成小球形状，它的结晶空隙大约为 4\AA ($1\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$)，能够吸附直径为 $1.7 \sim 3.8\text{\AA}$ 的水分子，但因为分子直径大于 4\AA 的 R12 分子和冷冻润滑油分子不能被吸附，所以选用不同的分子筛就可以对不同直径的物质进行筛选，这也就是称之为分子筛的原因。

分子筛使用时的注意事项如下：

- 1) 更换干燥过滤器时，分子筛启封后要立即安装到制冷系统中。
- 2) 干燥过滤器因吸收水分太多而不能继续使用。若需要重新使用，需对分子筛进行再生处理。其方法是将其放在箱温为 320°C 以上的烘箱里，连续烘烤 2h。

三、电磁四通换向阀

1. 电磁换向阀的结构

热泵型空调器是通过电磁换向阀改变制冷剂流向的，以使其夏季能制冷、冬季能制热。当低温低压制冷剂进入室内换热器时，空调器向室内供冷气；当高温高压制冷剂进入室内换热器时，空调器向室内供暖气。

图 2-17 所示为电磁换向阀的结构，它由电磁导向阀和四通换向阀构成，电磁导向阀用来控制四通换向阀的动作。

电磁导向阀由两部分构成，一部分是电磁体，由衔铁、线圈和弹

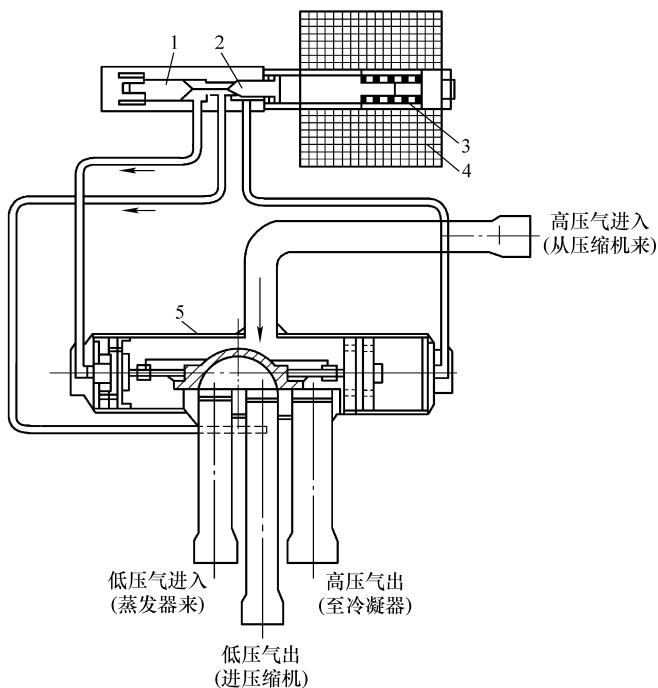


图 2-17 电磁换向阀

1—阀芯 B 2—阀芯 A 3—弹簧 4—电磁线圈 5—本体

簧等组成。当线圈通电后，便产生磁场，衔铁在磁场的吸力下，克服弹簧压紧力向右移动；当切断电源时，磁场消失，衔铁在弹簧力的作用下向左移动复原。另一部分是阀体，阀体内有两个阀芯，分别控制一个阀口，两阀芯与衔铁在阀体内同一轴线上，在左右端弹簧的压紧下，相互靠成一体，当线圈通电时，衔铁被吸引而移动，两阀芯也跟着一起移动。在两阀芯中间的阀体上有三个出口，分别插焊着三根毛细管，成为三通阀。未通电时，右边弹簧力比左边弹簧力大，右弹簧推着衔铁、阀芯等向左移动，这时右阀门关闭、左阀门打开，左边两根毛细管相通，右边毛细管通路被切断。通电时，电磁场吸引衔铁向右移动，阀芯在左弹簧的推动下，一起向右移动，结果左阀门关闭、右阀门打开，右边两根毛细管相通，左边毛细管通道被切断。四通换向阀有四根连接管及两端盖上的两个小孔，阀体内装有半圆阀座、滑

块以及两个活塞。阀座上有三个孔，由阀体外插进三根铜管，半圆阀座、筒体及铜管同时用银钎焊焊在一起。滑块就是阀门，在阀座上可以左右移动，滑块平面盖在阀座上，只能盖住两个阀孔，使盖住的两个阀孔相通，但这两个阀孔与筒体内部不通。当滑块左移时，它就盖住左边两个阀孔，右边一个阀孔与筒体连通；当滑块右移时，它就盖住右边两个阀孔，左边一个阀孔与筒体连通。两个活塞分别装在筒内左、右端口，活塞与滑块用阀架将三者连接在一起，可同步移动。活塞上有一个小孔，气体可通过小孔左右流通，活塞外端面上装有一个阀芯，可以关闭端面上的阀孔，不使其漏气。阀体中心插焊一根铜管，成为四通阀。

将电磁导向阀的三根毛细管分别接在四通换向阀的两端盖孔及当中一根铜管上，并将电磁导向阀固定在四通换向阀上，就构成一个完整的电磁换向阀。

2. 电磁换向阀的工作原理

热泵型空调器制冷时，电磁换向阀的工作原理如下：

热泵型空调器制冷时，电磁换向阀是这样换向的：冷热开关切断控制阀上电磁线圈的电源。此时柱塞在弹簧力的作用下，使右阀塞关闭右通气口，左阀塞打开左通气口，这样左毛细管与中间公共低压毛细管相通，换向阀左端为低压区。压缩机高压排气通过排气管至换向阀，然后通过聚四氟乙烯右活塞上的泄气孔至阀的右端空间。由于右毛细管已被控制阀右阀塞关闭，所以在换向阀的右端建立起高压区。因为换向阀的左端为低压区，在压差作用下，活塞通过托架推动滑块向左移动，直至左活塞上顶针堵死左端盖上的孔，完成换向动作，此时室内侧换热器转换为蒸发器运行，空调器向室内吹冷气。

热泵型空调器制热时，电磁换向阀的工作原理如下：

热泵型空调器制热时，电磁换向阀是这样换向的：冷热开关接通控制阀上电磁线圈的电源，在电磁力作用下驱动控制阀柱塞，使左阀塞关闭左通气口，右阀塞开启右通气口。这样右毛细管和中间公共低压毛细管相通，换向阀右端成为低压腔。压缩机高压排气通过排气管至换向阀阀体，然后由左面聚四氟乙烯活塞上的泄气孔至阀的左端空间。由于左毛细管已被控制阀左阀塞关闭，所以高压排气在换向阀左

端建立起高压区，在压力差作用下，通过活塞托架推动滑块向右移动，直至活塞顶针将右端盖上的孔堵死，完成换向动作，此时，室内侧换热器转换成为冷凝器运行，空调器向室内供热气。

四、单向阀和限压阀

1. 单向阀

单向阀又称逆止阀，是一种防止制冷剂反向流动的阀门，其结构如图 2-18 所示。主要由尼龙阀针、阀座、限位环及外壳组成。单向阀表面标有制冷剂正向流动方向，使用时应竖直安装。当制冷剂下进上出正向流动时，尼龙阀针受制冷剂本身流动压力的作用，而被打开推至限位环，单向阀导通。当制冷剂上进下出反向流动时，尼龙阀针受自重和单向阀两端压力差的作用被紧紧压在阀座上，单向阀截止。单向阀主要用于热泵型空调器上，它与热泵型空调器的调节毛细管并联在系统中，制冷时，制冷剂正向流过单向阀；制热时，制冷剂反向流动，单向阀截止，制冷剂经调节毛细管流过。这样可使空调器在制冷和制热工况下，通过毛细管长度的变化获得不同的节流量，使空调器处于合理的运行状态。

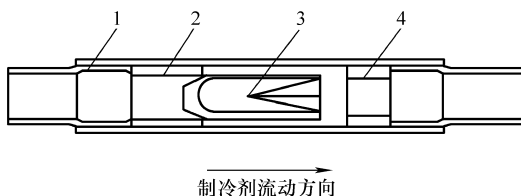


图 2-18 单向阀的内部结构

1—外壳 2—阀座 3—尼龙阀针 4—限位环

2. 限压阀

限压阀又称输出压力调节阀，是一种压力安全自动阀，主要用于热泵型空调器的制冷系统中，其压力值在空调器出厂前已调定封装好。限压阀主要由阀体、弹性膜片、弹簧和球阀组成（见图 2-19）。限压阀两端管口分别接至压缩机高低压端。当冷凝压力 p_k 上升，即 $p_1 + F_2 + p_2 > F_1$ 时，弹性膜片克服弹簧压力向上运动，将球阀打开，高压制冷剂由旁路进入压缩机低压端。当冷凝压力下降，即 $p_1 + F_2 + p_2 < F_1$ 时，

弹性膜片向下运动，将球阀关闭，使制冷系统的冷凝压力始终控制在规定的压力范围内。

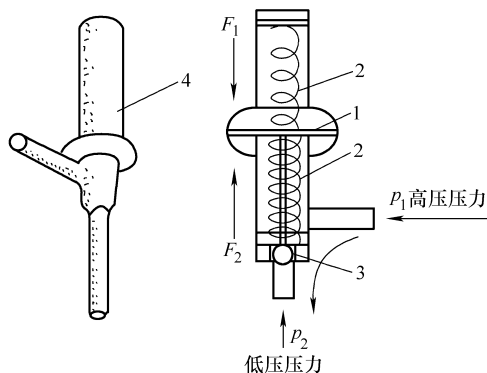


图 2-19 限压阀的结构

1—弹性膜片 2—弹簧 3—球阀 4—阀体

五、气液分离器和分配器

1. 气液分离器

气液分离器安装在压缩机的吸气管上，可使返回压缩机的制冷剂中的液体分离出来，并贮存在其底部，以防压缩机发生液击。从蒸发器来的制冷剂经吸气管进入气液分离器内，制冷剂蒸气中所含的液滴会因本身自重而落入气液分离器底部，只有制冷剂蒸气被吸入压缩机。

图 2-20 所示为气液分离器结构简图，位于 U 形管底部的微量回油孔 3 将适量的冷冻机油连同气体一起返回压缩机内。压力平衡孔 4 可防止压缩机停机时，气液分离器内的制冷剂液体通过微量回油孔 3 流入压缩机内。微量回油孔的大小根据压缩机的回液量确定。

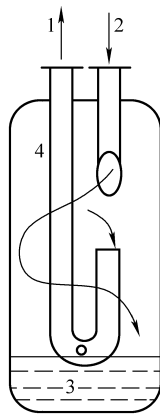


图 2-20 气液分离器
结构简图

1—出气管 2—进气管

2. 分配器

空调器（如分体立柜式空调器）中 3—微量回油孔 4—压力平衡孔

的蒸发器在用热力膨胀阀进行节流时，大多将制冷剂分成多路进入蒸发器中，要将从膨胀阀出来的制冷剂液体均匀地分配到各条通路内，必须使用分配器。

图 2-21 所示为分配器的结构，它由一个分配本体和一个可装拆的节流喷嘴环组成。节流喷嘴环的出口为一圆锥体，各条通路的液体沿圆锥体分开流出，圆锥的底部有许多均匀分布的连接

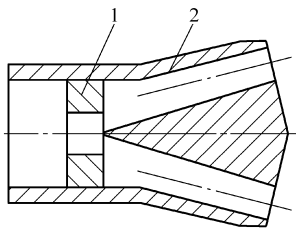


图 2-21 分配器的结构
1—节流喷嘴环 2—分配本体

蒸发管。制冷剂由入口经节流喷嘴环而进入分配本体，再经圆锥体分别进入各分路孔，然后进入蒸发器各分路蒸发管中。

六、换热器和电加热器

1. 换热器

换热器又称为热交换器，根据需要可以用作冷凝器或蒸发器。在热泵型空调器中称为室内热交换器和室外热交换器，可随季节互换作用。

空调器的换热器一般由传热管、肋片和端板三部分组成。传热管的材料为紫铜管，肋片的材料为纯铝箔。

空调器的换热器通常为扩大散热面积都是在紫铜管上胀接铝片，组成整体肋片管束式。首先将肋片冲出孔，然后穿套铜管，再胀铜管，使其与肋片紧密结合，最后焊上弯头，装上前端板即可。

图 2-22 所示为空调器整体肋片管束式换热器的成形过程。

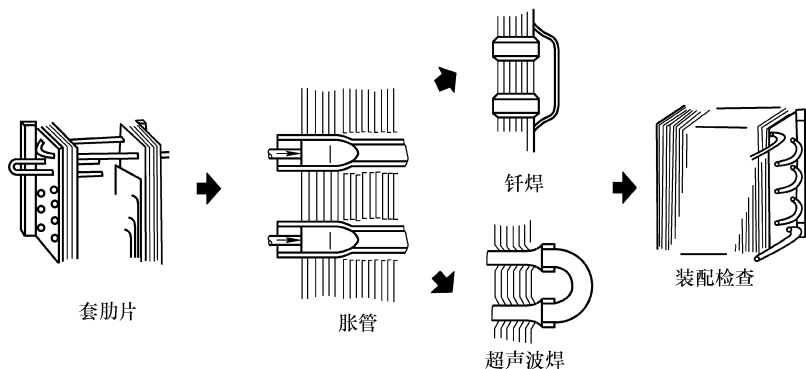


图 2-22 空调器整体肋片管束式换热器的成形过程

为保证空气流通, 散热效果良好, 肋片间隙一般要求为 1.5 ~ 2.0mm。间隙过小, 会使空气流动且阻力增大, 风机风量减小, 热交换量下降; 间隙过大, 换热面积减小, 热交换量下降。

2. 电加热器

在房间空调器和家用中央空调系统中普遍使用的电加热器, 主要有管式电加热器和 PTC 电加热器。

(1) 管式电加热器

图 2-23 所示为管式电加热器的结构, 管式加热器是在金属管内穿入电阻丝, 并在管壁与电阻丝之间充填石英砂等绝缘材料, 管道两端用紧固装置紧固后, 装上接线端子, 按使用需求制成蛇形或 U 形。

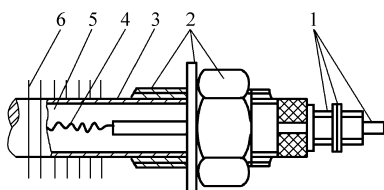


图 2-23 管式电加热器的结构

1—接线端子 2—紧固装置 3—外壳
4—电阻丝 5—绝缘材料 6—散热片

(2) PTC 电加热器

图 2-24 所示为 PTC 电加热器的结构, PTC 是正温度系数热敏电阻英文名称的缩写。它是以高纯度的钛酸钡为主, 添加微量的铂和锶稀土元素, 采用陶瓷工艺经过 1000℃ 的高温烧结而成的一种具有正温度系数的半导体。当电加热器的温度受环境或电源因素影响, 使自身温度过高时, PTC 电加热器本身的电阻值会成几何级数增长, 接近绝缘状态, 切断电源, 从而使温度回落。PTC 电加热器的这一特性, 使其不会产生过热现象, 具有很好的安全性。

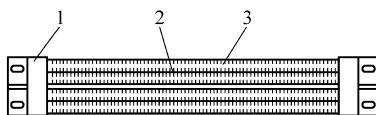


图 2-24 PTC 电加热器的结构

1—接线端子 2—散热片 3—PTC 材料

第四节 整体式房间空调器

整体式房间空调器又称窗式空调器, 是一种可安装在窗上或墙中的空调器。其标准窗式空调器的外形结构如图 2-25 所示。

窗式空调器的特点是体积小、重量轻, 安装使用方便; 使用时只需接通电源, 即能自动地调节房间内的温度, 并可随意调节房间内气

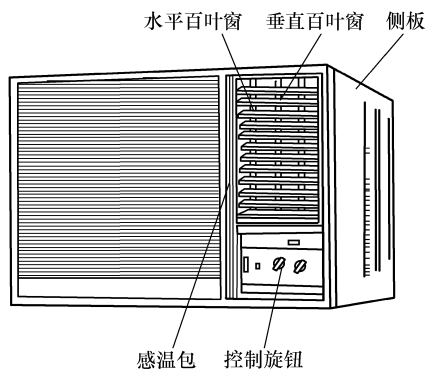


图 2-25 窗式空调器的外形结构

流方向，使人感觉舒适。窗式空调器具有制冷、供热、除湿、除尘、通风功能。

一、单冷型窗式空调器的结构与工作过程

所谓单冷型窗式空调器是指其工作时只吹出冷风，用于夏季室内降温，同时也吸收房间内的余湿，使房间内的温湿度适中。

单冷型空调器的特点是结构简单、可靠性高、价格便宜，但其功能单一，使用率不高。

1. 结构

单冷型窗式空调器的结构如图 2-26 所示，由以下三部分组成：

1) 制冷系统。制冷系统由压缩机、冷凝器、毛细管、蒸发器组成。

2) 风路系统。风路系统由离心风机、轴流风机、电动机、风门、风道组成。

3) 电气控制系统。电气控制系统由起动继电器、温度控制器、过载保护器等组成。

2. 工作原理

(1) 制冷系统

压缩机吸入来自蒸发器低温低压的 R22 过热蒸气，压缩成高温高压过热蒸气，送入冷凝器，蒸气向室外侧空气放出冷凝热，变成高压过冷液，经毛细管节流降压后进入蒸发器，吸收室内侧空气的热量后变成饱和蒸气，经回气管过热，被压缩机吸入。如此循环。

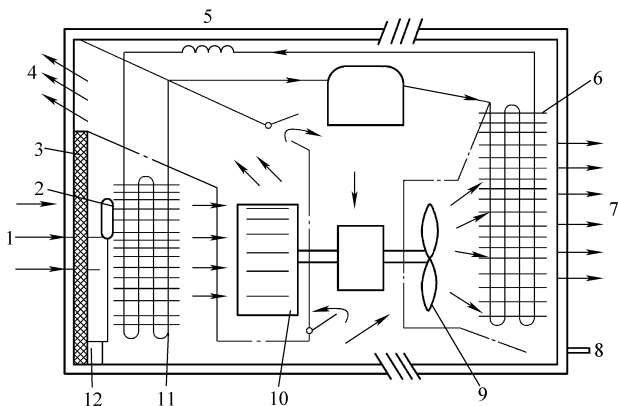


图 2-26 单冷型窗式空调器的结构

- 1—室内循环空气入口 2—感温包 3—空气过滤器 4—室内循环空气出口
5—毛细管 6—冷凝器 7—室外排风 8—出水管 9—轴流风机
10—离心风机 11—蒸发器 12—温度控制器

(2) 风路系统

室内侧空气在离心风机作用下，水平进入窗式空调器，经空气过滤器滤尘后，与蒸发器中的制冷剂进行热交换，失去部分热量和水分，然后由离心风机从一侧送回室内。反复循环，达到给室内空气降温去湿、除尘和改变气流速度的目的。

室外侧空气在轴流风机作用下，从空调器左右两侧百叶窗进入空调器，与冷凝器中的制冷剂进行热交换，吸收制冷剂的冷凝热后以水平方向排出空调器，达到给制冷剂散热的目的。

窗式空调器上设有新风门和排风门。新风门打开时，可吸入约占空调器循环空气量的 15% 的新鲜空气；排风门打开时，排出的是污浊空气。由于室外侧空气是热空气，所以新风门和排风门开启的时间不宜过长，以免造成室内热负荷增加，使空调器能耗增加。

二、电热型窗式空调器的结构与工作过程

所谓电热型窗式空调器是在蒸发器风机的进风口或出风口安装有电加热元件，通过风机将热量吹入室内。常用的电加热元件有电加热管和螺旋形电热丝等，风机和电加热器实行联锁控制，因为热量需风

机鼓风送出,若热量送不出去,空调器内的温度就会急剧上升,引起燃烧或烧断电热丝事故,除了联锁控制外,为安全起见,还在电加热元件上装有热保护器,只要电加热器的温度上升至 80°C 左右,热保护器便切断电源,停止对加热器的供电,以防事故的发生。

1. 结构

电热型窗式空调器工作原理示意图,如图 2-27 所示。它是在单冷型窗式空调器的基础上增加了一组电热丝,安装在室内侧热交换器和离心风机之间。

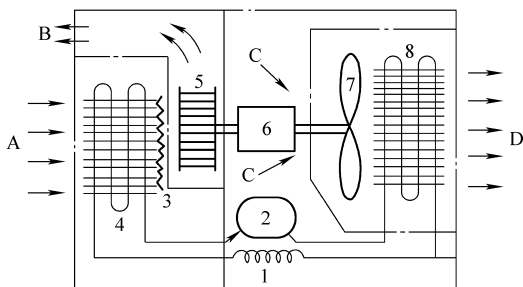


图 2-27 电热型窗式空调器工作原理示意图

1—毛细管 2—压缩机 3—电热丝 4—蒸发器 5—离心风机

6—风机电动机 7—轴流风机 8—冷凝器

A—室内空气吸入 B—向室内送风 C—吸入室外空气

D—向室外排风

2. 工作原理

制冷时,与单冷型窗式空调器工作过程一样。

制热时,压缩机不工作,仅由室内侧离心风机将电热丝发出的热量吹入室内,使室温上升,达到供热的目的。对于窗式空调器,由于离心风机和轴流风机用同一台电动机带动,所以制热时,室外轴流风机也工作,做的是无用功。

三、热泵型窗式空调器的结构与工作过程

所谓热泵型窗式空调器是在原有窗式空调器制冷系统中增加一个换向阀,使蒸发器和冷凝器功能转换,以期达到冬季制热的目的。这种空调器既可制冷,又可制热,提高了空调器的使用率。热泵制热经济省电,消耗 1kW 功率的电力,可获 2kW 以上的热量,其制热系数

约为2~3。

1. 结构

热泵型窗式空调器示意图,如图2-28所示。它是在单冷型窗式空调器的基础上增加了一只电磁换向阀,通过电磁换向阀的作用改变制冷剂流动方向,达到夏天制冷、冬天供暖的目的。

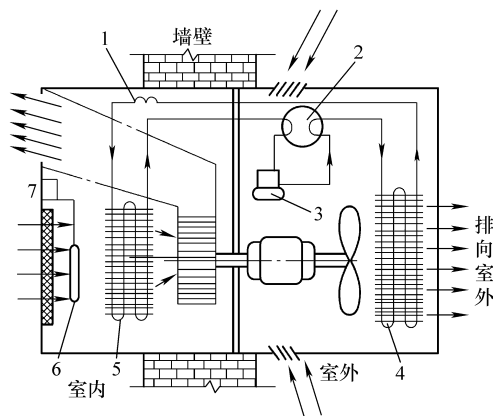


图 2-28 热泵型窗式空调器工作原理示意图

1—毛细管 2—电磁换向阀 3—压缩机 4—冷凝器
5—蒸发器 6—感温包 7—空气过滤网

2. 工作原理

热泵型窗式空调器的工作原理在制冷时与单冷型窗式空调器基本相似,所不同的就是增加了一只四通电磁换向阀。其四通电磁换向阀的工作原理,见第二章第三节中对四通电磁换向阀所述。

四、冷冻除湿机的结构与工作过程

冷冻除湿机的基本结构与单冷型空调器相似,如图2-29所示。其结构主要由制冷压缩机、蒸发器、冷凝器、毛细管、风机及接水盘、空气过滤器等组成。

冷冻除湿机的工作原理是:室内潮湿空气在离心风机的作用下,通过空气过滤器滤去灰尘后,流过蒸发器表面时,由于蒸发器表面温度低于室内空气的露点温度,因此潮湿空气中的水蒸气就会在蒸发器的表面凝结成水珠,滴入接水盘后通过放水管排走。去湿降温后的空

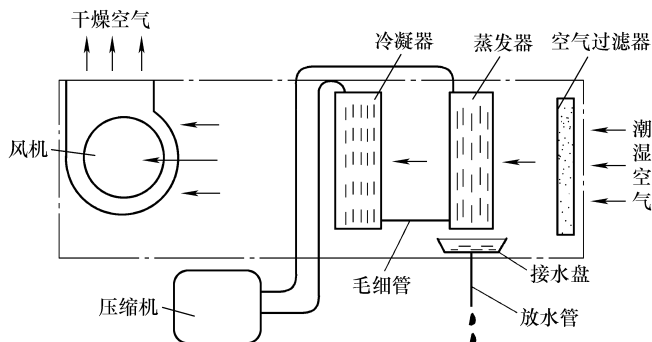


图 2-29 冷冻除湿机的基本结构

气，再流经冷凝器，使空气在等湿条件下被加热后送回室内。室内空气在冷冻除湿机的作用下，被反复循环，空气中所含的多余水分就能逐步被凝结析出，达到除湿的效果。

一般冷冻除湿机的使用条件是：空气温度为 $15 \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度小于 90% ，电源为单相或三相。

五、冷风机的结构与工作过程

为了适应家庭及宾馆夏季降温的需要，出现了一种小型冷风机。它是一种介于电风扇和空调器之间的新型降温设备，其结构如图2-30所示。冷风机由离心风机、空气过滤网、尼龙水帘、微型电动机等部分组成。它具有耗电省、噪声低、价格低廉的特点。

冷风机的工作原理是利用水和空气接触，使水吸收空气中的热量，变成了水蒸气，再由离心风机吹入室内，从而使室温降低。室内空气通过过滤网后到达尼龙水帘上，与水直接接触，一方面增大了热交换接触面；另一方面增加了气流速度，使水分蒸发加强，尼龙水帘下端浸入水中，由微型电动机驱动上下移动。

冷风机主要起降温加湿作用，其出风温度接近环境的湿球温度，而一般环境湿球温度大概在 $28 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内，低于人体的温度，故可用其进行降温，特别适宜于家庭使用，可使进出风温差达到 $3 \sim 7^{\circ}\text{C}$ 。

六、移动式房间空调器的结构与工作过程

图 2-31 所示为移动式房间空调器的外形结构。它与一般窗式空

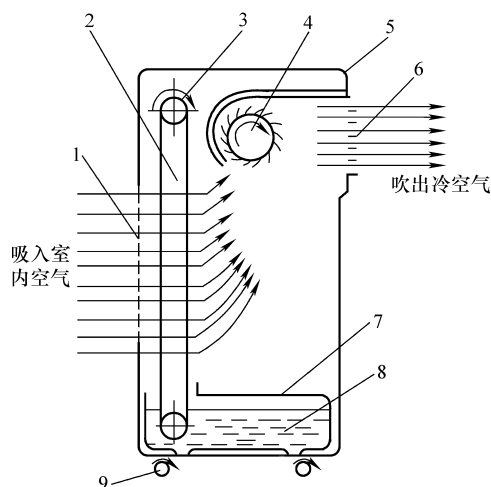


图 2-30 冷风机的结构

- 1—进风口 2—尼龙水帘 3—微型电动机 4—离心风机
5—外壳 6—出风口 7—水箱 8—水 9—脚轮

调器和分体式空调器不同，不安装在窗上或墙上，只需放置在房间的地面上即可，可在室内移动。

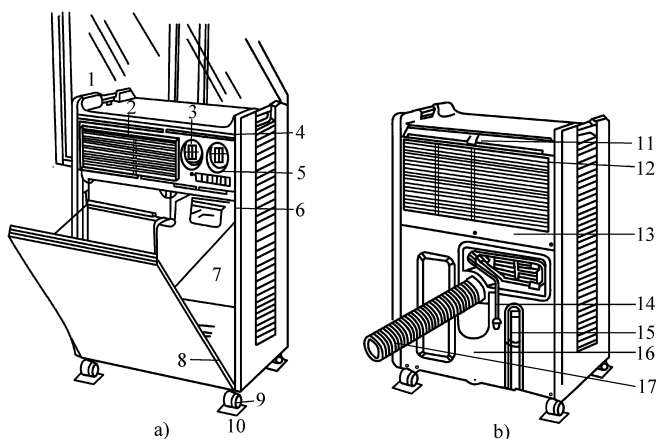


图 2-31 移动式房间空调器的外形结构

- 1—空气出口盖 2—空气出口 3—定时器 4—选择开关 5—温度控制器 6—高压开关
7—水箱 8—前门 9—脚轮 10—脚轮座 11—空气过滤器 12—空气入口
13—接线盒 14—电源线 15—排水管 16—排气管盖 17—排气管

移动式房间空调器的冷凝器不采用风冷翅片管式，而是采用水箱蒸发式，在制冷降温的过程中，冷凝器所散发的热量以热蒸气的形式排放到室外环境中。它是通过一根软管，在墙上或窗户上开一个洞，即可将热蒸气排放到室外，凡是靠近窗户的地方均可安放。

第五节 分体式空调器

一、分体式空调器的结构

分体式空调器的结构特点主要是把室内机组和室外机组分离，各自成为一个独立的个体，由管道把制冷系统连接起来。通常，室外机组包括压缩机、轴流风机、冷凝器等。压缩机和冷凝器安装在室外，便于向外界空气排热，而且安装在室外较远的地方，室外机组噪声对室内影响小；室内机组包括蒸发器、空气过滤器、离心风机、温度控制器等，安装在室内，重量轻，布置比较容易。分体挂壁式空调器室内外机组结构分别如图 2-32 和图 2-33 所示。

二、分体式空调器的室内机组

分体式空调器多为挂壁式，其机组为全塑组合型壳体，正面为进气格栅，内设空气过滤网；背面设有挂耳，安装时将挂耳挂在安装板上即可。

室内机组采用贯流风机，在正面向斜下方送风。送风口设有可调整上下送风角度的导风板和左右送风方向的垂直叶片，以满足人员对送风气流的要求。其外形和进出风流向如图 2-34 所示。

挂壁式室内机组的控制方式有三种：第一种是在机体上直接操纵，即用设在机体上的机械式开关（含温控开关）或电子开关（含电子温度控制器）进行控制和温度的设定；第二种为有线遥控，即将第一种控制方式的控制器件单独装于一控制盒内，用控制线与机组相连，系于机组下方；第三种为无线红外遥控，即机体内设有指令接收器和执行器件，发射器装于手盒内，在房间内任何地方都可操纵机组。

挂壁式室内机组在房间内不占地面，不影响人们的地面活动和地面陈设的摆放，可增加墙壁的装饰效果；具有和顺的送风气流，使房间内温度场分布合理。采用贯流风机，可有效地减少房间内的噪声。

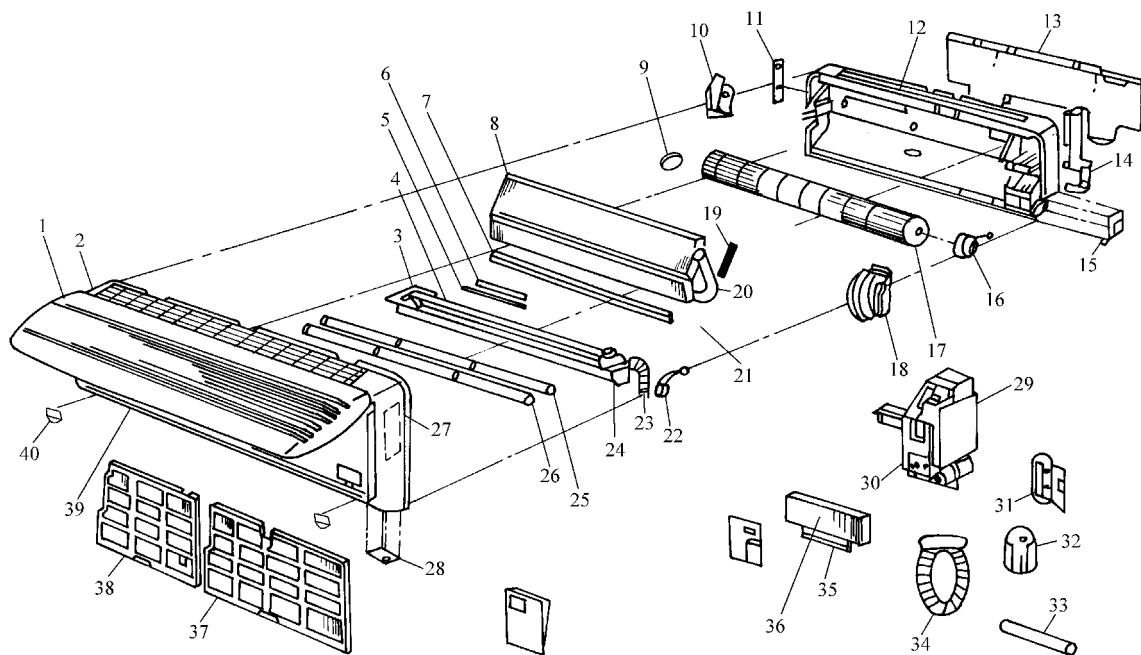


图 2-32 分体挂壁式空调器室内机组分解图

- 1—回风口格栅 2—面板座组件 3—排水槽和垂直导风叶支架 4—垂直导风叶组件 5—蒸发器进液管 6—蒸发器出气管 7—蒸发器中间槽隔条 8—蒸发器总成 9—贯流风机轴承 10—轴承座 11—铭牌 12—室内机后座 13—安装板 14—导管引出口 15—后座右活动盖 16—风机电动机 17—贯流风机 18—电动机支架 19—泄水盘导槽 20—蒸发器进、出管隔热套管 21—温度传感器固定夹 22—摇摆电动机 23—排水软管 24—导风叶片臂组件 25—上水平导风叶片 26—下水平导风叶片 27—接线图和铭牌 28—指示灯组件 29—电器盒组件 30—电器盒盖组件 31—无线遥控器 32—遥控器支架 33—排水软管隔热材料 34—排水软管 35—过滤器手柄 36—脱臭过滤器和静电过滤器 37—右滤网 38—左滤网 39—面板卡 40—面板座固定螺钉罩帽

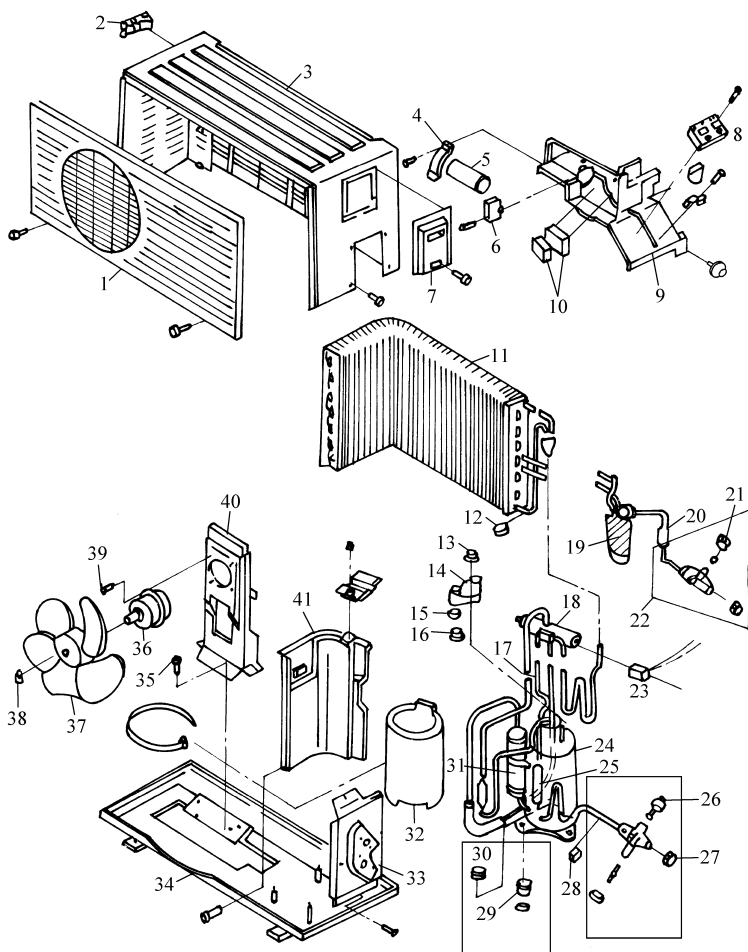


图 2-33 分体挂壁式空调器室外机组分解图

- 1—室外机前面板 2—把手 3—机壳组件 4—电容器托架 5—压缩机电容器 6—风机电容器
 7—控制盒盖 8—电源引线端子板 9—控制板 10—电磁开关 11—冷凝器 12—压力开关
 13—压缩机端子罩螺母 14—压缩机端子罩壳 15—过载保护器压紧弹簧 16—过载保护器
 17—压缩机管路 18—四通换向阀 19—毛细管 20—过滤器 21—扩口螺母 22—二通阀
 23—四通换向阀线圈 24—压缩机 25—排气缓冲容器 26—扩口螺母 27—三通阀阀帽
 28—压力开关 29—压缩机底座橡胶圈 30—压缩机底座固定螺母 31—蓄液分液器
 32—压缩机保温、隔声棉 33—制冷剂阀支架 34—底座 35—风机电动机支架螺钉
 36—风机电动机 37—风机 38—风机固定螺母 39—电动机固定螺钉
 40—风机电动机支架 41—隔板

分体吊顶式室内机组一般用板(杆)在屋顶靠墙壁固定安装,也可吸顶安装,采用有线遥控或无线红外遥控。当采用有线遥控时,需将遥控盒在墙上便于操作的高度处固定,遥控盒与机组间用控制电缆连接。机组安装高度较高,对节约能源不利,但有的机组另设有垂直向下送风的送风口和可调节水平与垂直向下送风量的分配机构,可弥补其不足。其外形如图2-35所示。

分体嵌入式室内机组适用于有装饰天花板的房间,在装饰顶上开镶嵌孔洞安装,故又称天花板镶嵌式。采用有线遥控或无线红外遥控,当采用有线遥控时,其遥控盒也需固定于便于操作的位置。采用分体嵌入式室内机组可使空调房间更加整齐美观,其外形如图2-36所示。

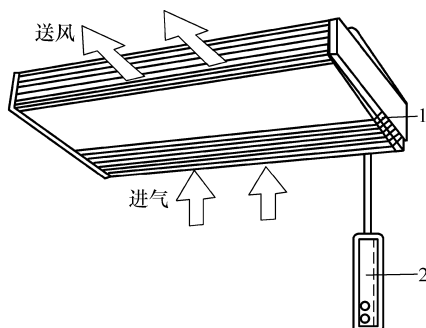
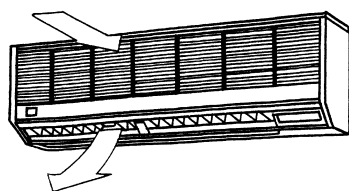
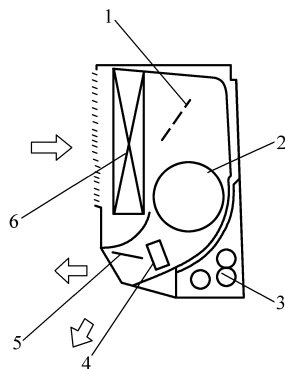


图 2-35 分体吊顶式室内机组外形

1—空调器 2—有线遥控器



a) 外形图



b) 进出风流向示意图

图 2-34 挂壁式室内机组外形和进出风流向

1—加热器 2—贯流风机 3—连接管

4—左右送风叶片(手动)

5—上下送风片 6—换热器

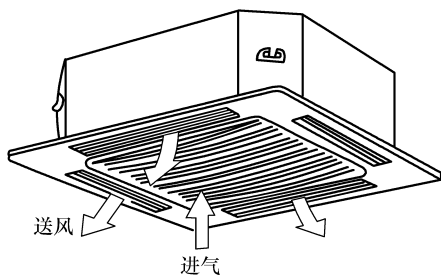


图 2-36 分体嵌入式室内机组外形

分体隐藏式室内机组也是适用于有装饰天花板房间的机型。安装时，将其隐藏于顶棚上，用通风管道向室内送风。吸气口和送风口可根据室内情况自由设置，使气流送往需要的位置。其外形如图 2-37 所示。

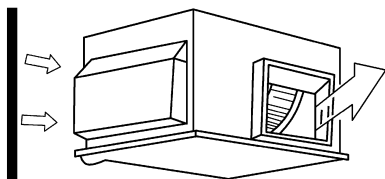


图 2-37 分体隐藏式室内机组外形

嵌入式和分体隐藏式室内机组可与全热换热器组成连锁系统，从室外引入的新风和从室内排出的污浊空气在全热换热器内流动的过程中进行热交换，降低室内冷（热）量的损失。渗透型全热换热器芯如图 2-38 所示，空调器-全热换热器连锁系统如图 2-39 所示。

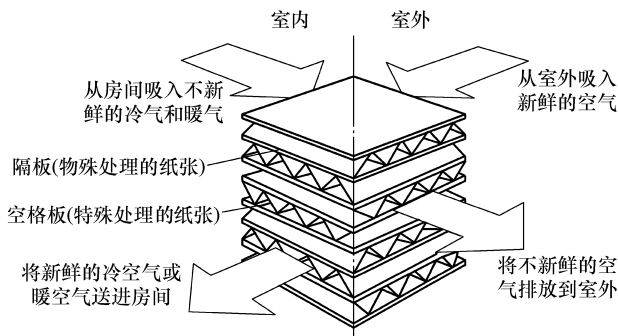


图 2-38 渗透型全热换热器芯示意图

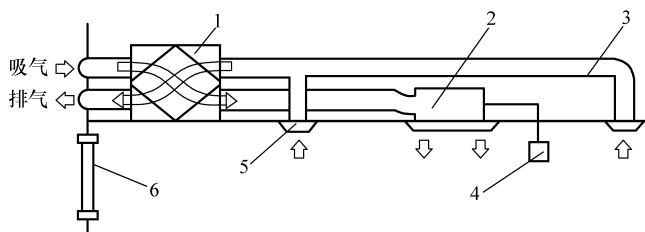


图 2-39 空调器-全热换热器连锁系统示意图

1—全热换热器 2—空调器 3—风管 4—遥控器 5—排风口 6—窗户

三、单冷型分体式空调器的工作原理

单冷型分体式空调器的工作原理如图 2-40 所示,其工作过程如下:

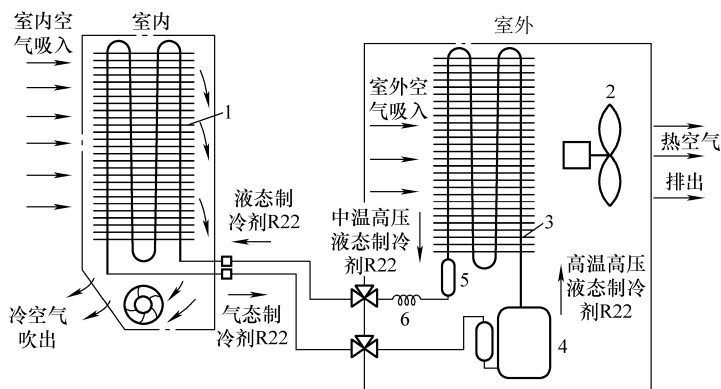


图 2-40 单冷型分体式空调器的工作原理

1—蒸发器 2—轴流风机 3—冷凝器 4—压缩机 5—干燥过滤器 6—毛细管

从室外进入室内的液态制冷剂 R22 进入室内蒸发器中,与房间的空气进行热交换。液态 R22 制冷剂由于吸收房间空气中的热量由液体变成气体,其温度、压力均未变化,而房间内的空气由于热量被带走,温度下降,冷气从出风口吹出。

液态 R22 制冷剂在室内被汽化后,进入室外侧压缩机中,由压缩机压缩成高温高压的气体,然后排入室外冷凝器中,高温高压的气体制冷剂在冷凝器中与室外空气进行热交换,被冷却成中温高压的液体。室外空气吸收热量后,温度升高后被排到外界环境中。

由冷凝器出来的中温高压液体必须经过节流装置减压降温,使其温度、压力均下降到原来的低温低压状态。一般分体式空调器采用毛细管节流。

在制冷过程中,蒸发器表面的温度通常低于被冷却的室内空气露点温度,凝结水不断从蒸发器表面流出,所以分体式空调器需要有凝结水排出管。

四、热泵型分体式空调器的工作原理

热泵型分体式空调器的工作原理如图 2-41 所示,其循环原理与

单冷型空调器相同，只是在系统中增加了一个电磁换向阀，用来转换制冷剂的流向。制冷运行时，从压缩机出来的高温高压气体排向室外侧换热器，冷凝后经毛细管节流将低温低压的 R22 液体排向室内侧，吸收室内热量；制热运行时，从压缩机出来的高温高压气体排向室内侧换热器，使室内温度升高，而 R22 在室内被冷凝成液体，经节流后排到室外侧换热器，通过吸收室外环境的热量将液体蒸发成气体，再进入压缩机进行下次循环。

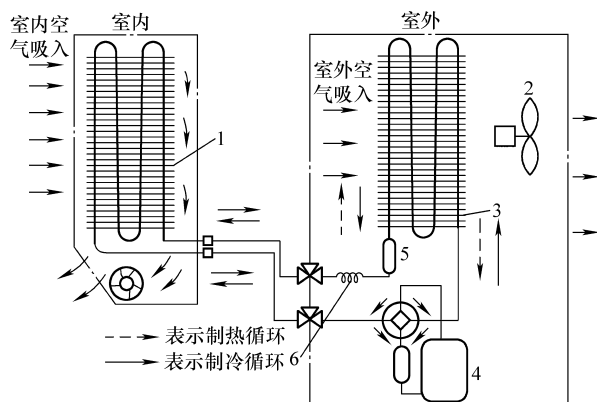


图 2-41 热泵型分体式空调器的工作原理

1—蒸发器 2—轴流风机 3—冷凝器 4—压缩机
5—干燥过滤器 6—毛细管

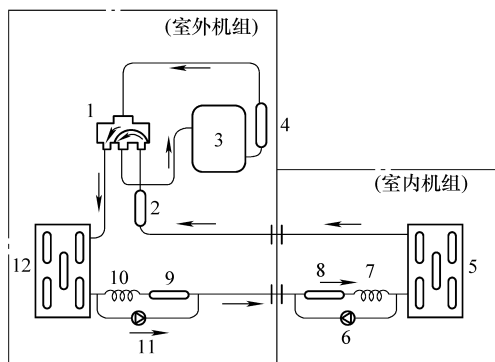
热泵型分体式空调器制冷系统制冷与制热转换时的工作过程如图 2-42 所示。制冷工况下制冷剂流向为：压缩机 3→消声器 4→四通换向阀 1→室外换热器（冷凝器）12→单向阀②11→干燥过滤器①8→毛细管①7→室内换热器（蒸发器）5→缓冲器 2→四通换向阀 1→压缩机 3。

热泵（制热）工况下制冷剂流向为：压缩机 3→消声器 4→四通换向阀 1→缓冲器 2→室内换热器（冷凝器）5→单向阀①6→干燥过滤器②9→毛细管②10→室外换热器（蒸发器）⑫→四通换向阀 1→压缩机 3。

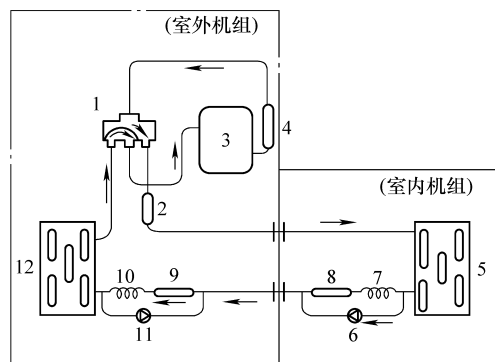
应该注意到，在制冷工况下，由于毛细管②10、干燥过滤器②9

和单向阀②11 并联，而毛细管阻力大，它几乎不通，所以制冷剂只能从单向阀②11 流过去，到单向阀①6 时受阻不通，经干燥过滤器①8、毛细管①7 节流进入室内换热器 5，此时它为蒸发器，所以室内制冷降温。

相反，在制热工况下，单向阀①6 通，单向阀②11 不通，制冷剂经干燥器②9、毛细管②10 节流，而进入室外换热器 12，此时它为蒸发器，吸收外界热量，输送到室内去。



a) 制冷工况工作



b) 热泵工况工作

图 2-42 热泵型分体式空调器制冷系统工作模式

1—四通换向阀 2—缓冲器 3—压缩机 4—消声器 5—室内换热器

6—单向阀① 7—毛细管① 8—干燥过滤器① 9—干燥过滤器②

10—毛细管② 11—单向阀② 12—室外换热器

五、分体式空调器的风机

1. 贯流风机

贯流风机应用在分体式空调器的室内机中，其作用是不断地将被调节房间内的空气吸入室内机中，经过蒸发器降低空气温度后，以一定的风压和流量送出，通过室内机的出风口送入被调节房间内。

它的叶片一般为前向式，叶轮两端封闭，外形细长呈滚筒状。工作时，空气不是从两端轴向吸入，而是沿叶轮径向流入，再从叶轮另一侧径向流出，即空气气流两次通过叶轮的叶片。

贯流风机工作时，横截面上的一部分流道吸入空气，而另一部分流道排出空气。空气是横贯流过风机的。这种风机的特点是叶轮直径小、长度大、风量大、风压低、转速低、噪声小，故适用于分体式空调器的室内机组。

图 2-43 所示为室内机组中贯流风机的工作情况。空气由前面板的格栅进风口和顶部的进风口进入，经过蒸发器流入贯流风机，其流向以箭头表示。贯流风机在室内机组中旋转时，空气产生旋涡，旋涡核心偏离风机的轴心，因而造成沿贯流风机圆周各处的压力分布不同，形成吸入区域和排出区域。自排出区域排出的空气由室内机组的出风口排到空调房间中。

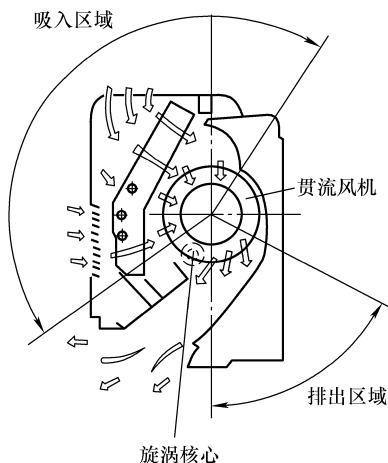


图 2-43 贯流风机在室内机组中的工作状态

图 2-44 所示为贯流风机叶轮。叶轮由塑料制成，分成数节，视需要风量和室内机组宽度而定。制造时，将它与各中间节及最右面的一节用热压焊接在一起。最左面一节和最右面一节有端板，中间压配有金属的轴。

当前，房间空调器中使用的贯流风机有以下特点：

1) 叶轮直径尽可能大。这样可以在满足流量和风压要求下，降低转速，使室内机噪声降低。

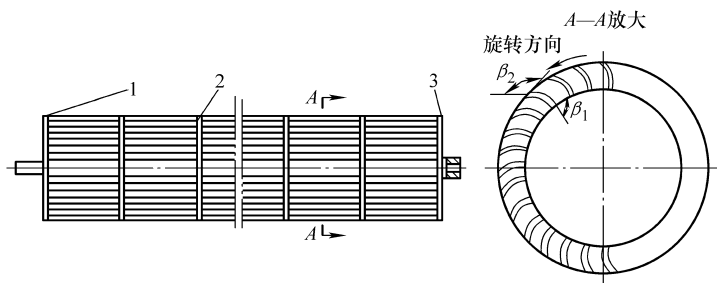


图 2-44 贯流风机叶轮

1—左轮盖 2—叶轮 3—右轮盖 β_1 —叶片进口角 β_2 —叶片出口角

2) 叶轮上的叶片数为单数，叶片间距离不等，并且叶片相对于叶轮中心不呈对称排列，使噪声降低。

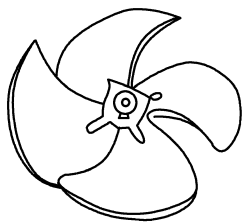
3) 叶轮制造时同心度要好。整台贯流风机通过动平衡试验调整平衡，使噪声和振动减小。

4) 叶轮经过防霉处理。

2. 轴流风机

轴流风机大多用铝材压制成形或用 ABS 塑料注塑成形，也有采用镀锌薄钢板制造的。轴流风机用于分体式空调器的室外机组中，以及窗式空调器的冷凝器鼓风中。它的形状像螺旋桨，气体沿轴线方向流动，所以称为轴流风机。

图 2-45a 所示为轴流风机的外形，通常叶片数为 4~6 片。图 2-45b 所示为常规叶轮叶形。图 2-45c 所示为改进后的叶轮叶形，称为混流式（一个叶片的一部分做成离心式，另一部分做成轴流式）叶形，使噪声比常规的叶形降低 20% 左右。



a) 外形图



b) 常规叶轮叶形(47dB)



c) 改进后的叶轮叶形(38dB)

图 2-45 轴流风机

3. 离心风机

离心风机的整体结构一般由工作叶轮、螺旋形蜗壳、轴及轴承座等组成。叶轮大都采用多叶片向前形，叶轮结构紧凑，材质多为 ABS 塑料或铝合金，使其重量轻、抗腐蚀性能及空气动力性好。离心风机的风量比轴流风机的小，但风压比轴流风机的大。图 2-46 所示为离心风机的结构简图。

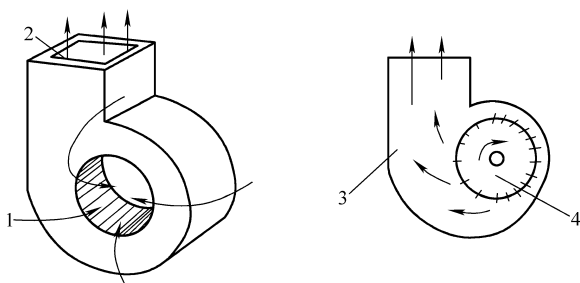


图 2-46 离心风机结构简图

1—进风口 2—出风口 3—外壳 4—多叶片叶轮

离心风机用于窗式空调器的室内侧空气循环鼓风，以及柜式空调器的室内机组鼓风。它的叶片形状和贯流风机相似，但叶轮直径大，长度很短，而且叶轮外四周都有蜗壳包围。空气从叶轮中心进入，沿叶轮的半径方向流过叶片，在叶片的出口沿蜗壳的方向汇集到排出口排出。由于气流主要是呈离心流动的，故称为离心风机。

离心风机的工作原理是：由电动机直接带动风机叶轮做旋转运动，叶片之间的空气在离心力作用下，被抛向叶轮周围，加大气体流动速度，提高其动能，在蜗壳内减速增压后，由风机口送出，叶轮中心形成低压，吸入循环空气。

第六节 柜式空调器

一、柜式空调器的分类

1. 按功能分类

柜式空调器按功能分类有冷风柜式空调器和冷热风柜式空调器两大类。冷风柜式空调器只能用于夏季空调房间内空气的降温去湿。冷

热风柜式空调器是冬夏两用机，既可以用于冬季向空调房间的供暖，也可以用于夏季为空调房间降温除湿。

2. 按使用条件和结构分类

1) 按冷却方式分，有风冷式和水冷式两种。风冷式就是指其冷凝器的散热用风机强制空气吹过冷凝器来进行的。水冷式就是指其冷凝器的散热是利用冷却水来进行的。

2) 按组合方式分，有整体式和分体式两种。整体式就是指空调器所需要的制冷及电气设备都组装在一个箱体内。分体式是将压缩机、冷凝器等制冷系统的高压部分放在室外机组中，而将节流装置和蒸发器、加热器放在室内机组中，然后用管道将室内外机组连接起来使用。

二、柜式空调器的结构与工作原理

1. 风冷柜式空调器

风冷柜式空调器的外形如图 2-47 所示，分为室内机组和室外机组两部分，中间由制冷剂管道和导线连接。

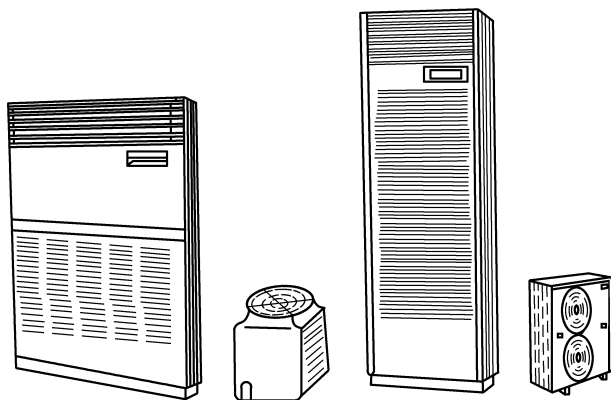


图 2-47 风冷柜式空调器的外形

风冷柜式空调器主要由制冷压缩机、冷凝器、干燥过滤器、膨胀阀、蒸发器、空气过滤器、室内外风机等组成，如图 2-48 所示。

风冷柜式空调器制冷系统的工作原理如图 2-49 所示：压缩机排出的高温高压过热蒸气，进入冷凝器后被室外空气冷却，放出冷凝热

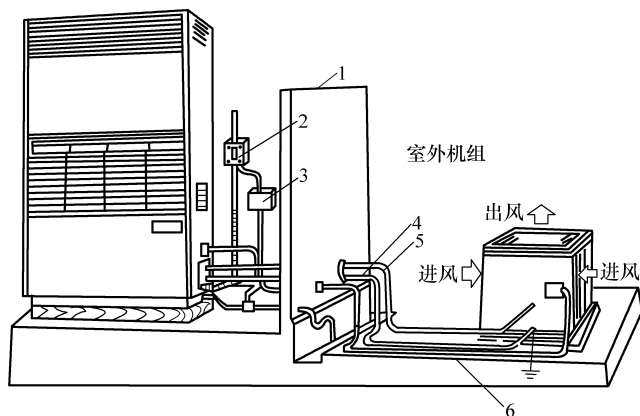


图 2-48 风冷柜式空调器的结构（安装）示意图

1—墙 2—总电源 3—开关盒 4—液管 5—气管 6—导线

后变成高压过冷液，经过干燥过滤器过滤干燥后经膨胀阀节流，进入蒸发器中蒸发，吸收室内空气热量后成为干饱和空气被压缩机吸回，

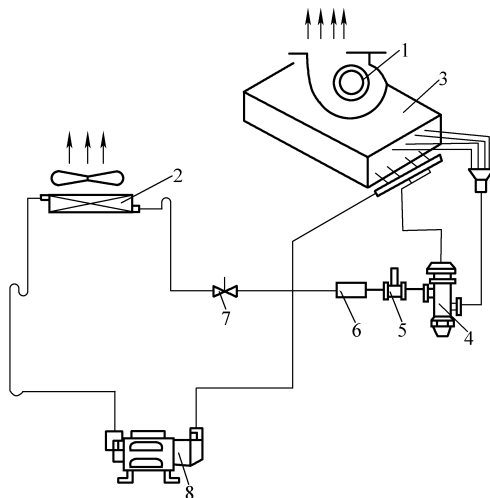


图 2-49 风冷柜式空调器制冷系统的工作原理

1—风机 2—冷凝器 3—蒸发器 4—膨胀阀 5—电磁阀
6—干燥过滤器 7—供液阀 8—压缩机

再进入下一个循环。如此往复，达到给空调房间内的空气降温、去湿、除尘及改变室内空气循环速度的目的。

2. 水冷柜式空调器

水冷柜式空调器与风冷柜式空调器的结构基本相同，只是将风冷柜式空调器采用的翅片盘管式冷凝器换成了壳管式或套管式水冷冷凝器。水冷柜式空调器分为接风管型和不接风管型两种。水冷柜式空调器在结构上与风冷柜式空调器相比只有室内机组，没有室外机组。

水冷柜式空调器的外形与制冷系统如图 2-50 所示。此种机型为适应冷负荷变化的需要，采用了两台各自独立的全封闭式压缩机、套管式冷凝器的制冷系统，负荷大时两台机组同时起动运行，负荷小时一台机组运行即可。

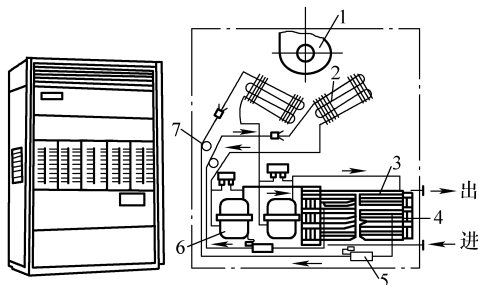


图 2-50 水冷柜式空调器的外形与制冷系统示意图

1—风机 2—蒸发器 3—冷凝器 4—外壳 5—干燥过滤器
6—压缩机 7—毛细管

水冷柜式空调器的安装示意图如图 2-51 所示。为提高用水的经济性，大多数水冷柜式空调器均采用冷却塔为冷却水散热的方式，以节约用水。在水量充沛、靠近江河湖泊的地区，也有采取直排水方式冷却冷凝器的。水冷柜式空调器制冷系统的工作原理与风冷柜式空调器制冷系统的相同，但是，由于冷却效果的加强，水冷柜式空调器与风冷柜式空调器相比，在机组功率相同的情况下，可提高 1/3 以上的制冷能力。

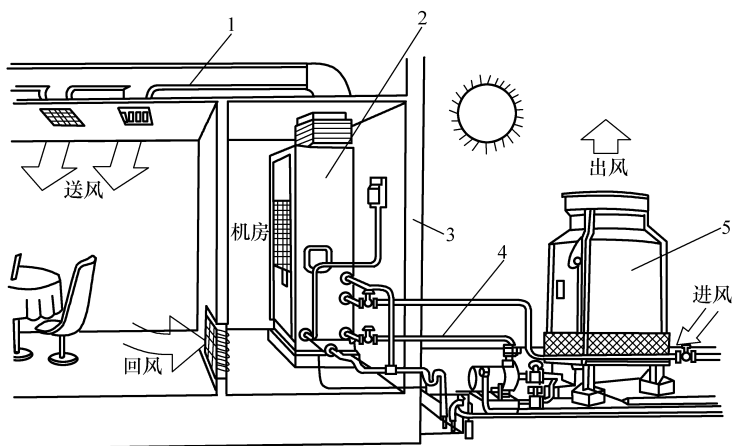


图 2-51 水冷柜式空调器的安装示意图

1—风管 2—冷风机 3—墙 4—连接管 5—冷却塔

3. 冷暖两用型柜式空调器

冷暖两用型柜式空调器有电热型和热泵型两种。电热型是在单冷型的基础上，加装了一套电加热器而组成的，其结构如图 2-52 所示。它的主要设备有全封闭式制冷压缩机、套管水冷式冷凝器、毛细管、翅片式蒸发器、贮液器、管状加热器、离心风机、空气过滤器等。它的工作原理、工作条件与同类型的家用空调器相同。

冷暖两用热泵型柜式空调器的结构如图 2-53 所示。它与家用热泵型空调器一样都是在制冷系统中加装了电磁换向阀，依靠电磁换向阀切换制冷剂的流动方向，实现其冷暖功能转换。这种机型的工作原

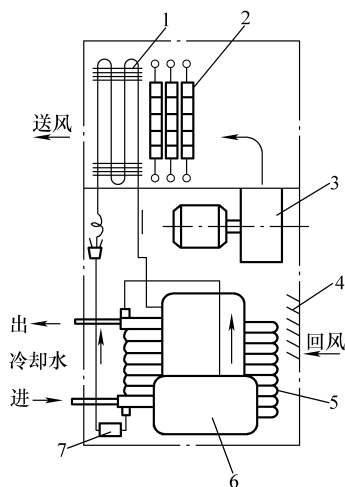


图 2-52 冷暖两用型电热型柜式空调器的结构

1—翅片式蒸发器 2—管状电加热器
3—离心风机 4—空气过滤器 5—套管水冷式冷凝器 6—全封闭式制冷压缩机 7—贮液器

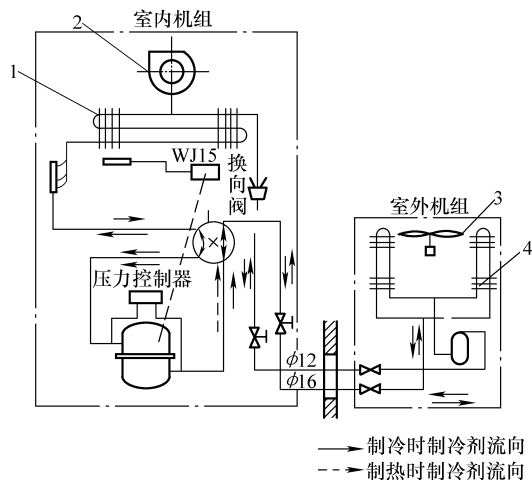


图 2-53 冷暖两用热泵型柜式空调器的结构及工作原理示意图

1—室内侧换热器 2—风机 3—轴流风机 4—室外侧换热器

理和使用条件也与家用热泵型空调器相同。

4. 分体立柜式空调器

分体立柜式空调器的结构如图 2-54 所示，它由室内机组和室外机组组成。室内机组为立柜形，正面的上部是出风口、水平和垂直出风格栅，带有自动摇风装置；正面的中部为操作控制板；正面的下部为进风格栅，装有空气过滤网。室内机组主要由金属外壳、换热器、毛细管、冷凝水接收装置、制冷剂管接孔、排水孔、离心风扇、电气盒、面板、底座等部件组成。

室外机组为长方盒形，主要由冷凝器、压缩机、轴流风机、风机电动机、电磁换向阀、除霜开关、压力保护器、制冷剂连接管用高低压阀门以及电气盒等组成。室内机组安装在室内，室外机组安装于室外，至于压缩机的安装位置视具体要求决定，一般情况是将压缩机和冷凝器安装在室外，这样可以减少室内侧的噪声。

分体立柜式空调器制冷系统的工作原理是：空调器制冷时，压缩机将高温高压的气态制冷剂排至冷凝器中。轴流风机吸入室外空气用

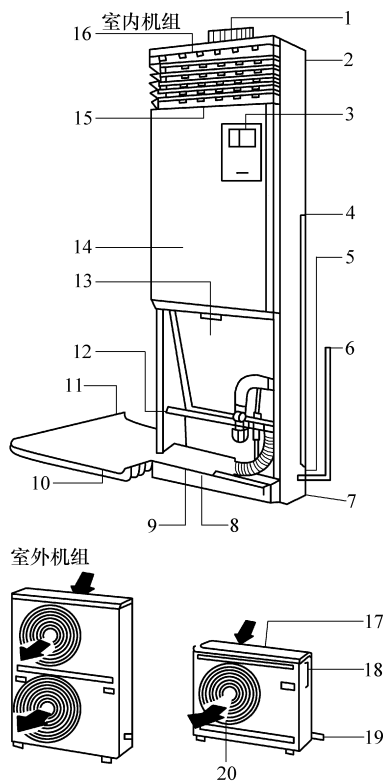


图 2-54 分体立柜式空调器的结构

- 1—安装固定卡 2—水平出风格栅 3—操作控制板 4—电源线及控制线接口
 5—排水孔 6—制冷管接孔 7—机组固定脚 8—电气盒 9—底座 10—进气
 格栅 11—空气过滤网 12—冷凝水接收装置 13—室内换热器 14—面板
 15—垂直出风格栅 16—出风口 17—进风口（背面） 18—电气盒盖
 19—制冷连接管路阀门 20—出风口

来冷却冷凝器，同时将热空气排至室外，这时气态制冷剂冷凝成为高压的液体制冷剂，通过室内外机组的连接管进入毛细管，节流降压后再进入蒸发器中蒸发，吸收室内空气中的热量，室内空气冷却降温后再由离心风机吹至室内。蒸发器内汽化后的制冷剂气体，通过室内外机组的连接管，被压缩机吸入，经压缩后变成高温高压的制冷剂气体，再排入冷凝器中冷凝放热，这样周而复始，循环不息，完成连续

的制冷过程。

第七节 变频空调器

所谓的“变频空调器”是与传统的“定频空调器”相比较而产生的概念。“变频空调器”的变频器改变压缩机供电频率，调节压缩机电动机的转速。依靠压缩机电动机转速的快慢达到控制室温的目的，室温波动小、电能消耗少，其舒适度大大提高。而运用变频控制技术的变频空调器，可根据环境温度自动选择制热、制冷和除湿运转方式，使居室在短时间内迅速达到所需要的温度，并在低转速、低能耗状态下以较小的温差波动，实现了快速、节能和舒适控温的效果。

变频空调器的核心是变频器，变频器通过对电流的转换来实现电动机运转频率的自动调节，使空调器工作的电源电压适应范围在 142 ~ 270V 之间，频率范围在 30 ~ 130Hz 之间。

变频空调器每次开始使用时，通常是让空调器以最大功率、最大风量进行制热或制冷，以便迅速接近所设定的温度。由于变频空调器通过提高压缩机工作频率的方式，增大了在低温时的制热能力，最大制热量可达到同品牌、同级别定频空调器的 1.5 倍，低温下仍能保持良好的制热效果。变频空调器的室内风机自动运行时，转速会随压缩机的工作频率在 12 挡风速范围内变化，由于风机的转速与空调器的能力配合较为合理，实现了低噪声的宁静运行。当空调器高功率运转而迅速接近所设定的温度后，压缩机便在低转速、低能耗状态下运转，仅以所需的功率维持设定的温度。这样不但温度稳定，还避免了压缩机频繁地开开停停所造成的对寿命的衰减，而且耗电量大大下降，实现了高效节能。

变频空调器可分为交流变频空调器、普通直流变频空调器、全数字直流数字变频空调器。

交流变频空调器使用的是三相交流电动机，通过变频器改变输入电源的频率和电压，来改变电动机的转速，实现对空调器的变频控制。

普通直流变频空调器有两种形式，一是仅压缩机的电动机采用无刷直流电动机的普通直流变频空调器。二是不仅压缩机的电动机采用

无刷直流电动机, 空调器的其他主要运行部件如室内风机电动机和室外风机电动机都采用无刷直流电动机, 节流装置由毛细管改为了电子膨胀阀。

全数字直流数字变频空调器是采用 DSP (数字信号处理器), 其运行速度比普通变频空调器的 MCU (微控制器) 快几十倍, 并采用了直流双转子压缩机, 室外风机电动机采用了无刷直流电动机, 其节能效果比普通直流变频空调器节电 30%, 比一般定频空调器节电 50% 左右。

一、变频空调器的组成

图 2-55 所示为变频空调器系统的组成, 其制冷系统由转子式压缩机、室内换热器、室外换热器、电子膨胀阀、四通换向阀、除霜用二通阀组成。转子式压缩机具有高效、高速、耐磨、振动小、体积小等优点。

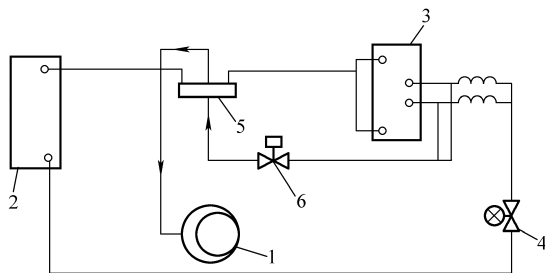


图 2-55 变频空调器系统的组成

1—转子式压缩机 2—室内换热器 3—室外换热器 4—电子膨胀阀
5—四通换向阀 6—除霜用二通阀

二、变频空调器的工作过程

变频空调器中的变频器可以改变压缩机电源的频率, 使压缩机在开始供冷或供暖的初始阶段, 以大于其自身 16% 的大功率高速运转, 当室温达到设定温度时, 则以其自身 50% 的小功率运转, 不但能维持室温恒定, 而且还会节约电能。当室温与设定温度之差较大时, 变频器自动增大压缩机电源的频率 (最大可达 120Hz) 以提高压缩机转速, 在很短时间内达到设定温度。

图 2-56 所示是变频空调器的循环流程图，为制冷和热泵供暖兼用的循环图。它与常规的热泵型空调器制冷系统不同之处是采用了变频压缩机和电子膨胀阀。

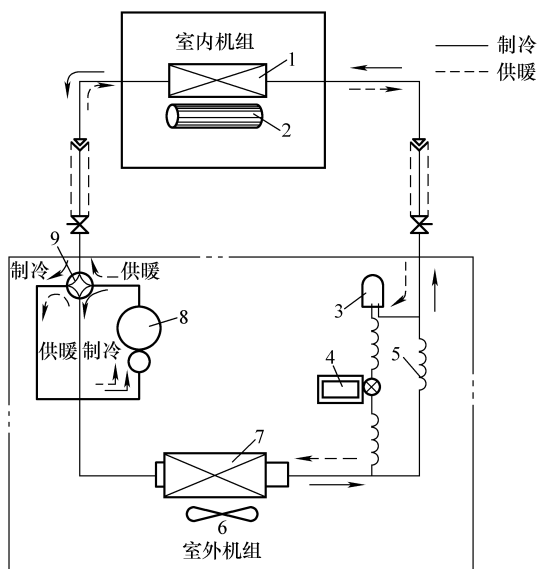


图 2-56 变频空调器的循环流程图

- 1—室内换热器 2—贯流风机 3—干燥过滤器 4—电子膨胀阀 5—毛细管
6—风机 7—室外换热器 8—变频压缩机 9—四通换向阀

图 2-56 中，实线箭头的方向表示制冷时的制冷剂流向。虚线箭头方向表示热泵供暖时制冷剂的流向。当空调器作制冷运转时，由变频压缩机 8 排出的高压高温气体，经过四通换向阀 9 进入室外换热器 7，向外界空气放出热量，制冷剂冷凝成液体。经过毛细管 5 节流成低压后，进入室内换热器 1，吸取室内空气的热量而蒸发成气体，将流过室内换热器的室内空气温度降低。制冷剂气体经过四通换向阀 9 后被变频压缩机 8 吸入、压缩并排出，完成一个制冷循环。

当空调器作热泵供暖运转时，由变频压缩机 8 排出的制冷剂气体，经过四通换向阀 9 后，按虚线箭头所指的方向，流入室内换热器 1，向室内空气放出热量。制冷剂冷凝成液体后，经过干燥过滤器 3、电子膨胀阀 4 流入室外换热器 7，吸取室外空气的热量后，蒸发成气

体,再流经四通换向阀9后,按虚线箭头所指的方向流入变频压缩机8,压缩成高温高压气体后排出,完成一个热泵供暖循环。

三、变频空调器的特点

1) 低电流起动性能好。变频空调器采用低频起动方式,起动电流小,起动后不再停机,所以不存在起动电流对电网和对电能表的冲击,也减少了对室内其他正在使用的家用电器的脉冲干扰影响。

2) 低温运行性能好。在冬季运用热泵性能运行时,制暖性能明显优于传统空调器。这是因为当外界空气温度较低时,变频热泵型空调器用增加压缩机转速的方法,来增加制冷系统中制冷剂的循环量,保证了供暖需求。

3) 低电压运转性能好。一般普通定频空调器在电源电压降至180V时压缩机会难以起动,运转中电压太低也会造成制冷能力明显下降;由于变频空调器采用的是低频低速起动,变频运行,电压降至150V时仍可保证压缩机正常起动和运行。

4) 化霜性能好。普通定频空调器化霜时系统转换为制冷状态,室内机组会吹出冷风,且化霜速度较慢,化霜程度不容易准确控制;变频空调器因为采用了电子膨胀阀节流,化霜时不须改变运行模式,化霜快速而准确,一般只需普通空调器的一半时间。

5) 除湿性能好。普通定频空调器除湿时室内机组仍会有冷风吹出,且会伴有压缩机的开、停机控制;变频空调器采用低频运转和利用合理的循环风量的方式进行除湿,除湿过程耗电少,且不降低室内温度,达到了健康除湿。

6) 自动控制性能好。普通定频空调器每当发生保护时,会出现压缩机保护性停机;变频空调器出现保护时,采用适当的降频运转予以缓冲,实现了不停机保护,不会影响用户的正常使用。

7) 节能效果好。主要体现在起动性能好。普通定频空调器压缩机起动瞬间电流可达正常运行电流的4~7倍,消耗电能大,空调器的电气元件也均需要按此电流设计,造成很大的浪费;变频空调器采用软起动,在低频范围内低速起动,起动电流小,可以有效地节约电能,同时在设计上也可以节省材料费用。在一天24h开机运行的条件下,相比较传统定频空调器,变频空调器由于没有了频繁起动,可省

15% ~ 30% 的电能消耗。

四、直流变频空调器与交流变频空调器的区别

直流变频空调器与交流变频空调器的区别在于空调器使用什么样压缩机（是交流变频压缩机还是直流变频压缩机）。直流变频压缩机与交流变频压缩机比较，具有效率高和运转时噪声低的优点。购买空调器时识别变频空调器用的是直流变频压缩机，还是交流变频压缩机的方法是：国产交流变频空调器，一般在型号后加 BP 标示；国产直流变频空调器，一般在型号后加 DBP 或 DB 标示；进口变频空调器在型号标示上看不出区别。

第八节 空调器控制电路部件

一、空调器的电动机

小型空调器使用的单相电动机为笼型电动机，由定子、转子和转轴组成。定子绕组分为运行绕组和起动绕组，为适应需要耐油、耐氟的要求，其定子绕组的漆包线强度专用漆包线绕制。在起动绕组上串联一个 $20 \sim 60 \mu\text{F}/400 \sim 450\text{V}$ 的无极性电容器。接通 220 V 电源后，运行绕组和起动绕组通过不同相位的电流，产生旋转磁场，电动机运转起来，带动压缩机进行工作。

在制冷量较大的空调器的压缩机中，都配备三相笼型异步电动机。三相笼型异步电动机的绕组接法有星形和三角形两种，电源电压为 380V。全封闭式压缩机所用三相电动机为 Y 系列或 Y2 系列笼型异步电动机，接线盒中有六个接线柱，可接成三角形（相电压为 220V）、星形（线电压为 380V），其接法如图 2-57 所示。

三相电动机因有足够的起动转矩，效率和功率因数也较高，因而不需要使用电容器和起动继电器。

二、空调器的机械式温度控制器

空调器的机械式温度控制器，又称温度继电器或恒温器，空调器中的温度控制器可对其制冷、制热进行自动控制，不同用途的温度控制器的型式也不同。

单冷型空调器的温度控制器，只控制压缩机制冷运行，当室温上升至温度控制器所调定的温度时，压缩机控制电路接通，压缩机运

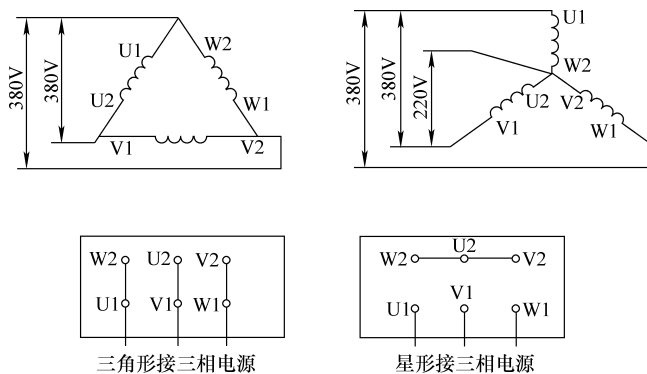


图 2-57 三相电动机的接线

行，当回风温度达到温度控制器调定温度后，压缩机控制电路被切断，停止压缩机的运行。

热泵型空调器的温度控制器，不但控制其制冷运行，也同样控制其制热运行。夏季控制制冷运行过程与单冷型空调器的一样，冬季时冷热切换开关将系统制冷运行切换为制热运行，温度控制器可控制其制热运行。

1. 感温波纹管式温度控制器的结构和工作原理

感温波纹管式温度控制器是常用的空调器的机械式温度控制器之一。感温波纹管式温度控制器主要由三大部分构成，如图 2-58 所示。

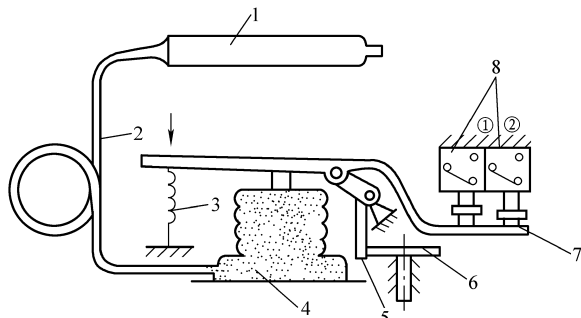


图 2-58 感温波纹管式温度控制器的结构

1—感温包 2—毛细管 3—弹簧 4—波纹管

5—曲杆 6—偏心轮 7—杠杆 8—微动开关

(1) 感温机构

由感温包、毛细管、波纹管形成一个密闭系统，内装感温剂。感温包放在空调器吸入空气的风口处，感受室内循环回风的温度，将温度信号转变为压力信号，以压力作用来推动电触头的通与断，以达到自动控制温度的目的。

(2) 偏心轮调节机构

偏心轮调节机构用来调定温度的给定值，若顺时针转动偏心轮，就会使曲杆向左位移，增加了弹簧的弹力，可使温度控制器所控制的温度给定值上升（室温偏离），反之，则可使温度控制器所控制的温度给定值下降（室温偏低）。

(3) 微动开关

有两个微动开关，一个用于制冷工况，一个用于热泵工况。每一个微动开关都有一个常开和常闭的触头。微动开关的工作原理是：在制冷工况下，当室温上升到调定的温度时，感温包中的感温剂膨胀，使波纹管内部压力增大，波纹管伸长，并克服弹簧的弹力使微动开关②的触头接通，此时制冷压缩机运转，系统制冷，直至室温下降，空调器回风温度又降至温度控制器调节机构事先调定的温度时，感温包和毛细管内的感温剂收缩，微动开关②的触头在弹簧的弹力的作用下断开，使压缩机电动机的电路被切断，停止制冷运行。

室内温度的控制可以通过旋转温度控制器上的调节凸轮改变弹簧的弹力而达到改变室内温度的目的。冷暖两用热泵型空调器也可以用此种温度控制器的微动开关①进行控制。

2. 膜盒式温度控制器的结构和工作原理

膜盒式温度控制器也是常用的空调器的机械式温度控制器之一。膜盒式温度控制器与感温波纹管式温度控制器一样，属压力式温度控制器，其结构如图 2-59 所示。

膜盒的一端通过毛细管接在感温包上，将外界空气温度变化转变为膜盒中的压力变化，通过压板的端杆去操纵开关动作，从而控制压缩机电动机电路的通断。

在制冷运行中，如果室温下降，则感温包内压力 p_1 降低，使压板下移，因而使触头断开，电路被切断，压缩机停止运转。

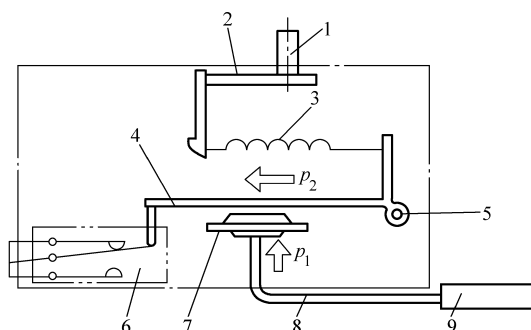


图 2-59 膜盒式温度控制器的结构

- 1—调温旋钮 2—凸轮 3—弹簧 4—压板 5—支点
6—开关 7—膜盒 8—毛细管 9—感温包

当室温回升，感温包内压力也随之增高，此时压力 $p_1 > p_2$ ，压板上移，温度控制器内制冷运行触头闭合，电路接通，压缩机又重新起动运行制冷。

三、空调器的除霜器

热泵型窗式空调器一般是采用机械式除霜器进行除霜的。机械式除霜器的结构和工作原理与压力式温度控制器基本相同。

1. 机械式除霜器

机械式除霜器的外形如图 2-60 所示。

机械式除霜器使用感温毛细管紧贴在室外侧换热器（制热时为蒸发器，制冷时为冷凝器）上，当感温毛细管温度达到 0°C 时，除霜器就接通除霜电路，使电磁换向阀换向除霜。这时，室外侧换热器变为冷凝器运行，所以除霜期间空调器不向室内供

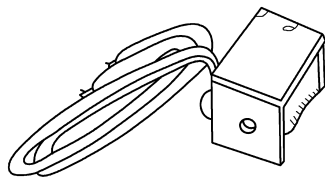


图 2-60 机械式除霜器的外形

热气。同时，为了避免化霜期间向室内吹冷风，除霜器在接通除霜电路时即切断了风机电路。待感温毛细管温度升到 6°C 时，除霜器切断除霜电路，换向阀自动换向并接通风机电路，使空调器继续制热。

这种机械式除霜器的缺点是：当气温比较低、空气相对湿度比较小时，蒸发器上并无霜层，除霜器仍要接通除霜电路除霜。同时，当外界气温低于 0°C 时，除霜器就会频繁除霜。由于除霜期间空调器不向室内吹热风，故室温升不上去。

2. SFB 型机械式除霜器

SFB 型机械式除霜器是通过时间和温度两个参数来除霜的。它克服了机械式除霜器在低温环境下频繁除霜和除霜时间长的缺点，达到了比较实用的要求。它的外形如图 2-61 所示。

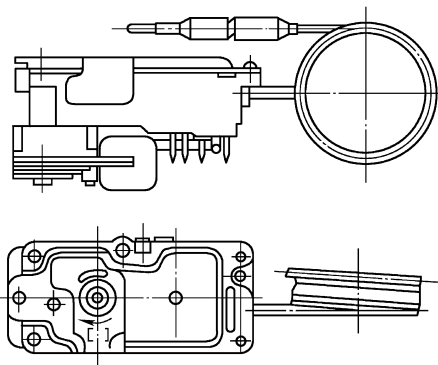


图 2-61 SFB 型机械式除霜器的外形

这种除霜器的感温元件装在空调器蒸发器上，当它的温度达到 -5°C 时，除霜器就接通除霜电路，使换向阀换向除霜。同时切断风机电路，使空调器不向室内吹冷风。当它的温度升到 10°C 时，除霜结束，换向阀换向，空调器继续向室内吹热风。若外界气温相当低，空气很干燥，蒸发器上并无霜层，但由于感温元件已达到 -5°C ，所以也要除霜。因蒸发器上无霜层，所以感温元件升温十分快，一般不超过 10s ，在寒冷的天气会使感温元件温度很快下降，但 SFB 型机械式除霜器通过凸轮机构，控制除霜次数为每小时不得超过 1 次，且最长时间控制在不超过 10min 。这样，第一次除霜结束后，即使感温元件达到 -5°C 时，在 1h 内也不会出现第二次除霜。

3. IC 电子除霜器

IC 电子除霜器是通过温度和时间两个参数来除霜的，它的工作

过程如图 2-62 所示。制热开始, IC 计时。当制热时间超过 60min, 它就接通热敏电阻测定室外侧换热器(蒸发器)表面温度。若温度达到或低于 -4°C 时, IC 电子除霜器就切断电磁换向阀电磁线圈电路, 使换向阀换向除霜。若热泵型空调器还带有辅助电加热器, 则在热泵型空调器除霜停止供热期间, 为了不使室温下降, 它会自动接通辅助电加热器, 使空调器继续向室内吹热风, 除霜结束, 电磁换向阀再次换向, 热泵型空调器继续向室内供热, 同时切断辅助电加热器电路。IC 电子除霜器除霜过程是通过时间控制器计时和

感温元件测定室外侧换热器表面温度进行控制的。当换热器表面温度达到 11°C 或除霜时间超过 12min 时, 除霜过程就会自动结束, 从而结束了机械式除霜器在寒冷季节除霜频繁及除霜时间过长, 导致室温升不上去的缺点。

4. 微差压计除霜器

微差压计除霜器是利用微差压计感受蒸发器结霜前后的压差来除霜的。微差压计的结构如图 2-63 所示。

微差压计的高压端接空调器蒸发器(制冷运行时为冷凝器)进风侧, 低压端接蒸发器出风侧, 如图 2-64 所示。蒸发器结霜后, 通过它的空气阻力增加, 前后压差发生变化, 从而接通除霜电路, 使换向阀换向除霜。待霜层融化后, 压差恢复到正常值, 则电磁换向阀再次换向, 风机运转, 空调器继续向室内供热。利用微差压计除霜, 显然它与外界气温高低无关, 仅与结霜程度有关, 而且无霜时, 空调器

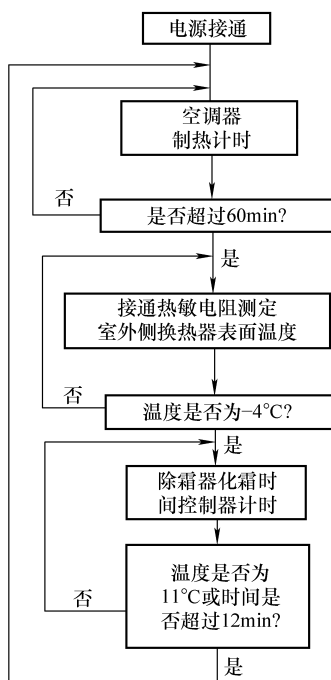


图 2-62 IC 电子除霜器的工作过程

也不会除霜。它比 IC 电子除霜器更优越。

5. 时间式自动除霜温度控制器

时间式自动除霜温度控制器的基本结构与一般除霜温度控制器区别不大，是一种感温膜盒式温度控制器，如图 2-65 所示。感温包安装在室外侧热交换器盘管表面上，带动转轮转动的时间机构与温度控制器部分是分开的，转轮每转 1 圈为 1h。当感温包感受到的温度低于设定温度时，触杆与转轮接触，只要触杆进入凹槽，四通阀就接通换向，使压缩机排出的过热蒸气进入室外侧热交

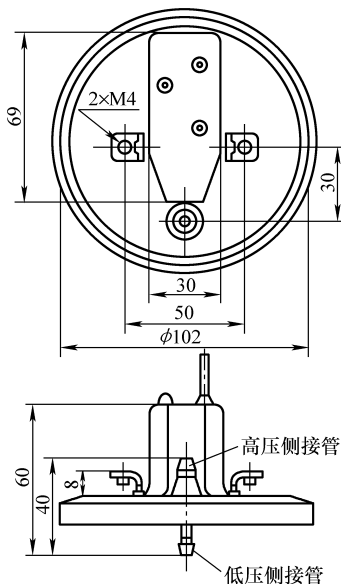


图 2-63 微差压计的结构

换器除霜，10min 后，除霜结束，感温包部分的温度升高，在 10℃ 以上，触点离开凹槽抬起，系统恢复制热循环。

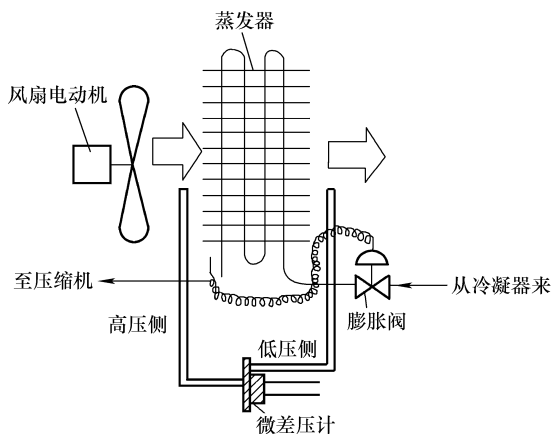


图 2-64 微差压计的接法

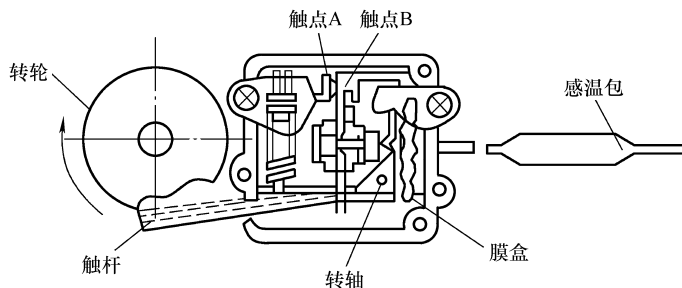


图 2-65 时间式自动除霜温度控制器

第九节 窗式空调器的控制电路

一、风机电动机的调速方法

空调器的风机有离心风机、轴流风机和贯流风机等种类。窗式空调器风机电动机多采用单相电容分相式电动机。使用时要求这种电动机噪声低，运转平稳，振动小，效率高，重量轻，体积小，转速可调节。

单相电容分相式空调器风机电动机的转速一般为高、低两挡或高、中、低三挡，送风有强、弱或强、中、弱之分。其调速原理电路如图 2-66 所示。

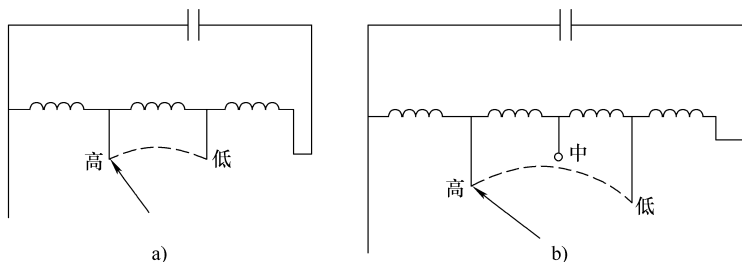


图 2-66 电动机调速原理电路

二、单冷型窗式空调器典型电路

单冷型空调器只用于夏季制冷降温、去湿，不能向房间内供暖。单冷型空调器的典型电路如图 2-67 所示。

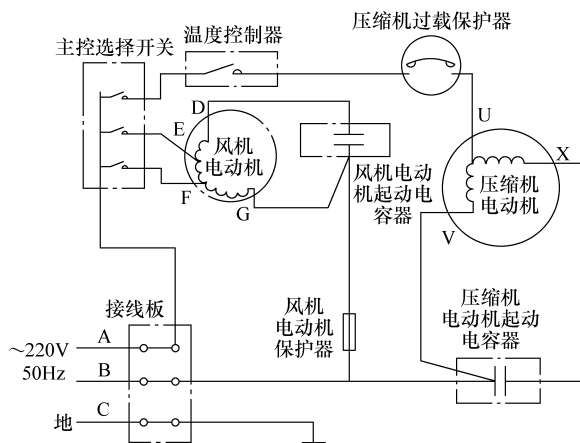
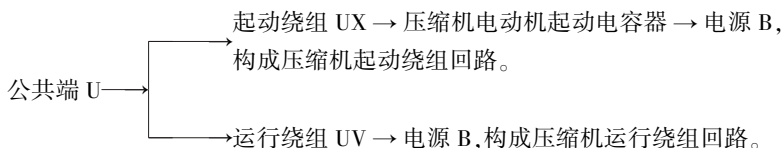


图 2-67 单冷型空调器的典型电路

从图 2-67 中可以看出，它包括两条主电路，一条是压缩机供电电路，另一条是风机电电动机供电电路，均由主控选择开关控制压缩机和风机电电动机的供电，并由温度控制器控制压缩机的开停。主控选择开关的风机挡在弱风挡位时，风机电电动机的供电电路是：电源 A→主控选择开关→风机电电动机起动绕组 ED→风机电电动机起动电容器→风机电电动机保护器→电源 B，构成风机电电动机起动回路，风机电电动机开始运转。风机电电动机正常运转后，闭合制冷开关，即主控选择开关与电源 A 相通，形成了压缩机的供电电路：电源 A→主控选择开关→温度控制器→压缩机过载保护器→压缩机起动和运行绕组的



当室内达到预定的温度后，温度控制器触头自动断开而切断电源。当室内温度回升后，温度控制器触头又接通电源，压缩机又开始运转制冷。

空调器工作时，风机电电动机始终在运转。从图中可以看出，风机电电动机的起动绕组和运行绕组是随风速的强弱而变化的。弱风时，起

动绕组为 ED 的一段绕组，运行绕组为 EFG 的一段绕组。强风时，起动绕组为 FED 的一段绕组，运行绕组为 FG 的一段绕组。风机电动机转速越快，运行绕组线圈越少，起动绕组线圈越多，风机电动机转速越慢，运行绕组线圈越多，起动绕组线圈越少。

主控选择开关控制风机电动机和压缩机电动机工作。闭合主控选择开关可以单独运行风机，也可以使风机与压缩机同时工作。主控选择开关可以进行风量和制冷强弱的选择。制冷运行时，当室温达到要求后，由温度控制器切断压缩机供电电路，使压缩机停止工作，而风机则继续工作；当室内温度回升后，温度控制器又将压缩机供电电路接通，压缩机又开始工作。

风机电路中串接风机电动机保护器，可以对风机进行过电流保护。

三、电热型窗式空调器典型电路

电热型窗式空调器典型电路如图 2-68 所示。下面就各部分控制电路进行分析。

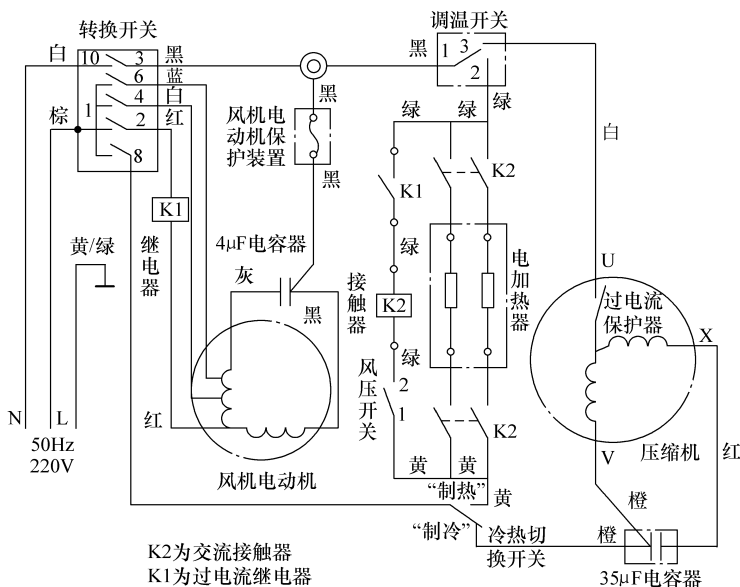


图 2-68 电热型窗式空调器典型电路 (KC—30D)

1. 风机电动机供电电路

由图 2-68 可以看出, 电源、转换开关 (XK-1)、风机电动机、起动电容器 ($4\mu\text{F}$)、风机电动机保护装置、过电流继电器 K1 等构成为一个转换开关直接控制的电路, 电动机转速的高低取决于运转绕组上的电压。风机电动机供电电路工作过程如下:

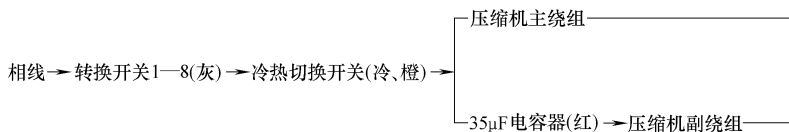


→风机电动机保护装置→(黑)→转换开关→3→10 (白)→零线 (白)

当转换开关 1—2 接通时, 风机电动机高速抽头得电, 风机电动机高速运转; 转换开关 1—4 接通时, 风机电动机中速运转; 转换开关 1—6 接通时, 风机电动机低速运转。转换开关在制冷、制热、风机工作挡位时, 转换开关 10—3 呈闭合状态。K1 为过电流继电器。

2. 制冷时压缩机供电电路

制冷时, 压缩机供电电路也是一个简单的转换开关控制电路, 其特点是电路上多了一个调温开关、一个冷热切换开关。



→过电流保护器 (白)→调温开关 3—1 (黑)→转换开关 3—10 (白)→零线 (白)

当转换开关在制冷位置时, 转换开关 10—3、1—8 接通, 只要冷热切换开关处于“制冷”位置, 调温开关 1—3 接通 (温度高于设定值时), 则压缩机得电工作。当温度达到设定值时, 调温开关 1—3 自动断开, 压缩机失电停机。冷热切换开关是打在“制热”挡时, 切断压缩机相线控制电路, 压缩机不工作。

当转换开关在高冷时, 风机电动机处于高速。转换开关在中冷、低冷时, 则风机电动机相应地处于中速、低速。

3. 制热控制电路

由图 2-68 可以看出,制热电路既是一个开关电路,又是一个典型的继电器-接触器控制电路。整个电路可分为主电路和控制电路两部分。

(1) 主电路

当转换开关处于制热位置,冷热切换开关处于“制热”挡,调温开关 1—2 接通时,220V 电源即送入交流接触器 K2 的电源输入端。

当接触器线圈 K2 得电时,常开触头 K2 闭合,电加热器得电制热。

(2) 控制电路

接触器 K2 线圈的供电电路为控制电路。要使接触器 K2 得电,此控制电路需满足两个条件:一是过电流继电器 K1 常开触头闭合;二是风压开关 1—2 闭合。只有风机电动机在高速运转时,才能满足这两个条件,从而起到保护作用。

四、热泵型窗式空调器典型电路

热泵型空调器典型电路如图 2-69 所示。该电路中增加了冷热开关和电磁换向阀的保护开关。主控选择开关由 6 组触头组成。

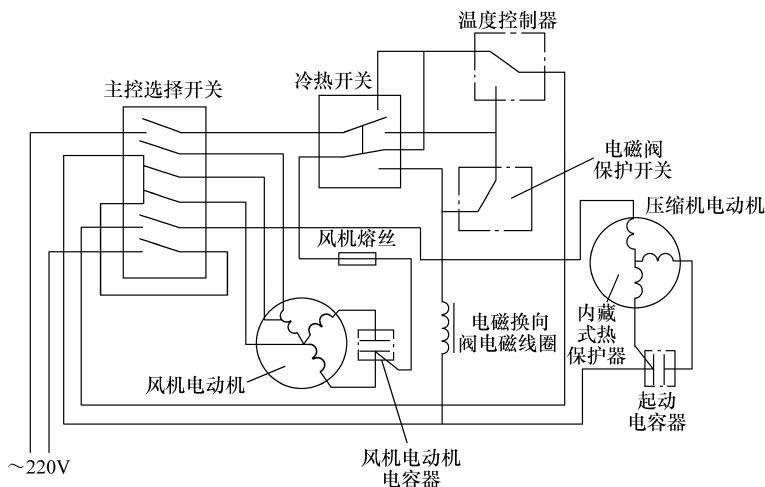


图 2-69 热泵型空调器典型电路

电路工作程序是：先将主控选择开关旋到风速挡，这时电流走向是主控选择开关→冷热开关→风机电动机熔丝→风机电动机起动电容器，然后分两路：一路向风机电动机起动绕组供电，另一路向风机电动机运行绕组供电，使风机电动机在主控选择开关的控制下，进行高、中、低三速运行。

风机电动机正常运转后，再起动制冷压缩机电动机，此时的制冷压缩机的起动运行电流走向是：主控选择开关→冷热开关→温度控制器→主控选择开关→压缩机电动机运行绕组公共端，然后再经压缩机电动机起动绕组→起动电容器→主控选择开关→电源，构成了压缩机的起动电路。另一路经压缩机运行绕组→主控选择开关→电源，完成了压缩机运行电路，压缩机运转。

制热时，先将手动冷热开关由制冷位置调到制热位置，使冷热开关与温度控制器接通，同时将温度控制器由制冷状态调到制热状态，此时的电流走向是电源→主控选择开关→冷热开关，然后分三路：第一路是冷热开关→电磁阀保护开关→冷热开关→风机电动机供电电路，使风机电动机运转。第二路是冷热开关→电磁阀保护开关→电磁换向阀线圈→主控选择开关→电源，电磁换向阀通电，使原来制冷剂流向发生逆转，即室内蒸发器变成冷凝器，其热量由离心风机吹入室内。第三路是冷热开关→温度控制器→主控选择开关→压缩机电动机绕组→电源，使压缩机运行并在电磁换向阀的指令下向室内供热。这种空调器工作在低冷、中冷和高冷状态下时，其压缩机的制冷量并未改变，状态是由机内吹出的风量决定的。制热时强热和低热也是由风机电动机的风速决定的。

五、三相电热型窗式空调器典型电路

三相电热型窗式空调器典型电路如图 2-70 所示。

电路的工作原理：

制冷时，先将选择开关置于弱风或强风位置，再将换向开关置于制冷位置。此时风机电动机的 C 相得到供电。其工作过程是：电源 C 相→风机电动机起动电容器→风机电动机起动绕组 C—N→选择开关 2—1→地，构成向风机电动机低速绕组供电起动电源电路；或由电动机起动电容器→起动绕组 C—N—S→选择开关 5—1→地，构成向风

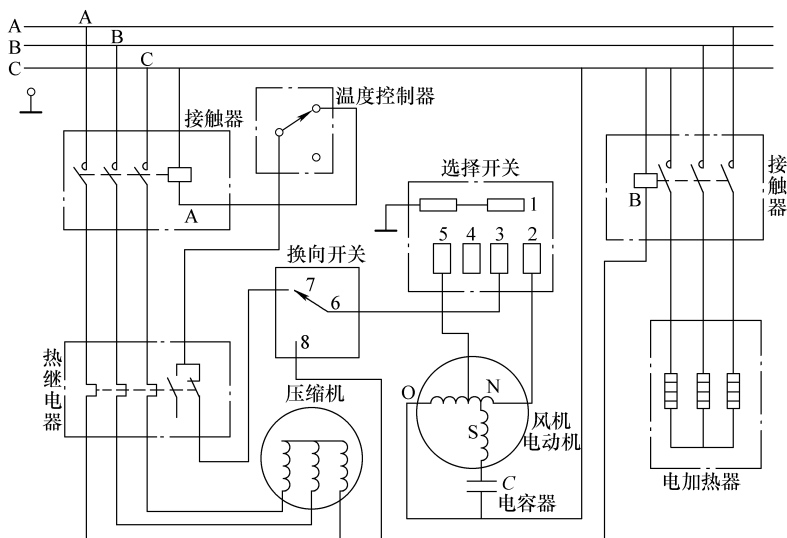


图 2-70 三相电热型窗式空调器典型电路

机电动机高速绕组供电起动电源电路。

另一路由电源 C 相→风机电动机运行绕组 O—S—N→选择开关 2—1→地，构成向风机电动机低速绕组供电起动电源电路；或由电动机运行绕组 O—S→选择开关 5—1→地，构成向风机电动机高速绕组供电起动电源电路。

制冷时，当风机电动机运转进入正常状态之后，再将选择开关置于强冷或弱冷位置，并将选择开关 1—2 和 1—3 接通，换向开关 6—7 接通，使负责向压缩机电动机供电的交流接触器吸合，压缩机开始制冷运行，当温度达到设置要求后，温度控制器断开，停止压缩机的运行。待温度回升后，温度控制器再次接通触头，恢复压缩机运行。

制热时，先将换向开关调整到制热位置，使换向开关 6—8 接通，之后将选择开关调整到强风或弱风状态，风机电动机运行，交流接触器吸合，向加热器供电，空调器向室内供热。当温度达到设置要求后，温度控制器断开加热器的交流接触器的电路，停止加热器的工作。待温度降低后，温度控制器再次接通触头，恢复加热器工作。

第十节 分体式空调器控制电路

一、分体式热泵型空调器的基本电路

分体落地式空调器电路如图 2-71 所示。由图 2-71 可见,本机属热泵冷风型空调器。整机电路可分为室外机组电路和室内机组电路两部分,室内外机组电路用六根导线相连。该电路与电热冷风型空调器相比,增加了电磁阀、除霜开关、电磁继电器,并且增加了除霜功能。

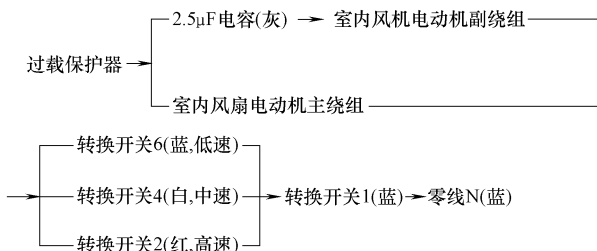
在执行除霜功能时,电磁阀失电,压缩机由制热循环变为制冷循环,且室内外风机电动机停止运转。

整机供电电路分析如下:

1. 室内风机电动机供电电路

制冷时,室内风机电动机供电电路的工作过程是:

相线 L (褐)→转换开关 3—10 (褐)→冷热开关 2—1 (红)→冷热开关 1—4 (红)→冷热开关 4—5 (黑)→

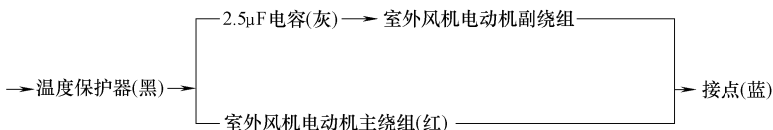


制热时,室内风机电动机受电磁继电器 2—6 控制。

2. 室外风机电动机供电电路

室外风机电动机供电电路的工作过程是:

相线 L (褐)→转换开关 3—10 (褐)→冷热开关 2—1 (红)→调温开关 L→调温开关 C (褐)→过载保护器→接线板 F (红)→电磁继电器常闭触头 5—1 (黑)



→接线板 A (蓝)→转换开关 8—1 (蓝)→零线 N (蓝)

3. 压缩机供电电路

压缩机供电电路的工作过程是:

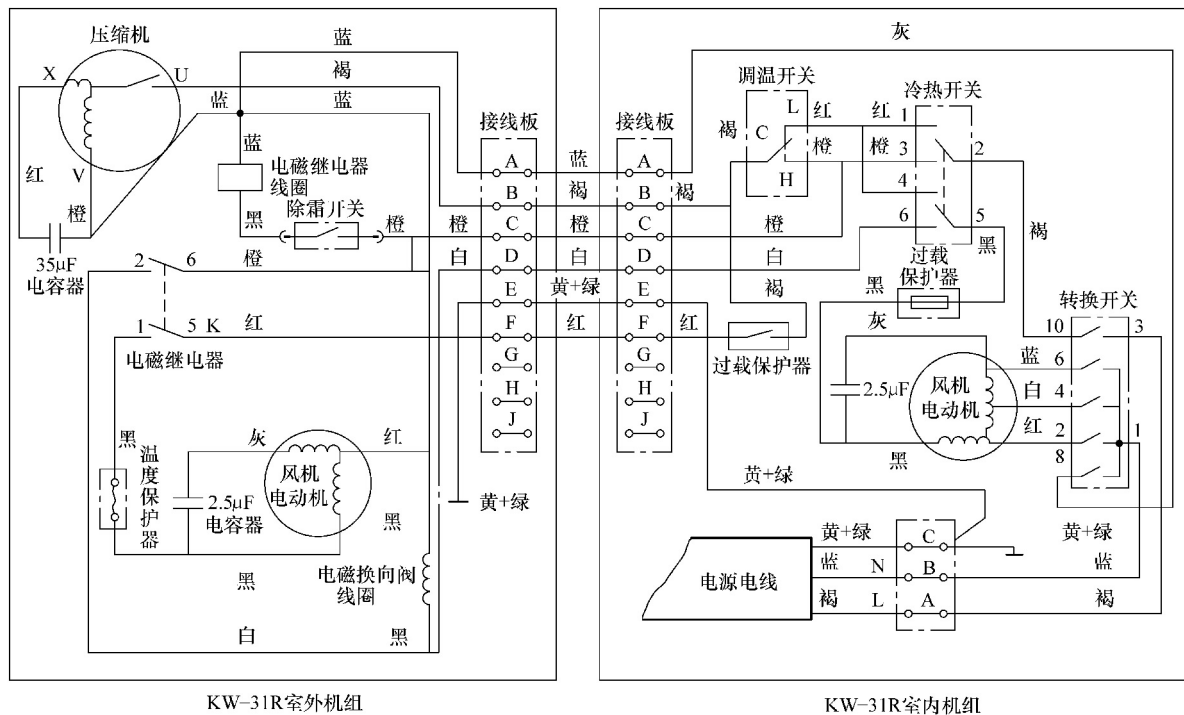
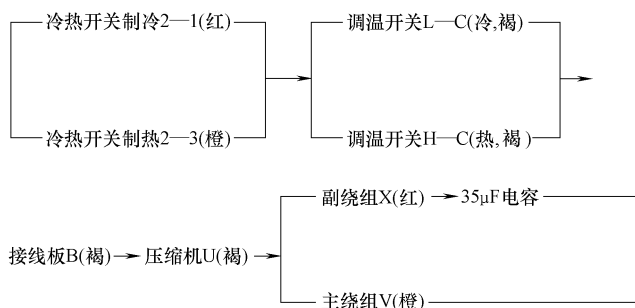


图 2-71 分体落地式空调器 (KFR-31LW)

相线 L (褐色)→转换开关 3—10 (褐)→



→接点 (蓝)→接线板 A (蓝)→转换开关 8 (灰)—1 (蓝)→零线 N (蓝)

4. 电磁换向阀线圈供电电路

制冷时,电磁换向阀线圈不通电,制热时,电磁换向阀线圈通电,其工作过程是:

相线 L (褐)→转换开关 3—10 (褐)→冷热开关 2—3 (橙)→接点 (橙)→接线板 C (橙)→接点 (橙)→电磁继电器 6—2 (白)→接点 (黑)→电磁换向阀线圈 (黑)→接点 (蓝)→接线板 A (蓝)→转换开关 8—1 (蓝)→零线 N (蓝)

5. 除霜电路

当室外换热器温度在 -3°C 以下时,除霜开关闭合,使继电器线圈形成回路,触头 1—5、2—6 断开,制热室内外风机电动机回路和电磁换向阀线圈同时掉电,系统成制冷循环,依靠冷凝放热化霜;待温度上升到 10°C 以上时,除霜开关断开,电磁继电器线圈失电,触头 1—5、2—6 闭合,制热室内外风机电动机回路和电磁换向阀线圈重新得电工作,恢复制热循环。

二、空调器微电脑控制器

1. 空调器微电脑控制器的主要功能

空调器的微电脑控制主要是采用单片机,其内部含有微处理器芯片 (MPC),微处理器中的中央处理器 (CPU) 具有数据处理能力,可以实现复杂的软件功能。微处理器芯片 (MPC) 内部还有一些功能电路,如 A-D 转换电路、定时器/计时器、SCI (串行控制接口) 电路,发光二极管 (LED) 显示器或液晶显示器 (LCD) 驱动电路、脉冲宽度调制 (PWM) 输出电路、模拟多路转换电路及通

用 I/O 接口等。空调器微电脑控制器内部的中央处理器（CPU）控制程序如图 2-72 所示。

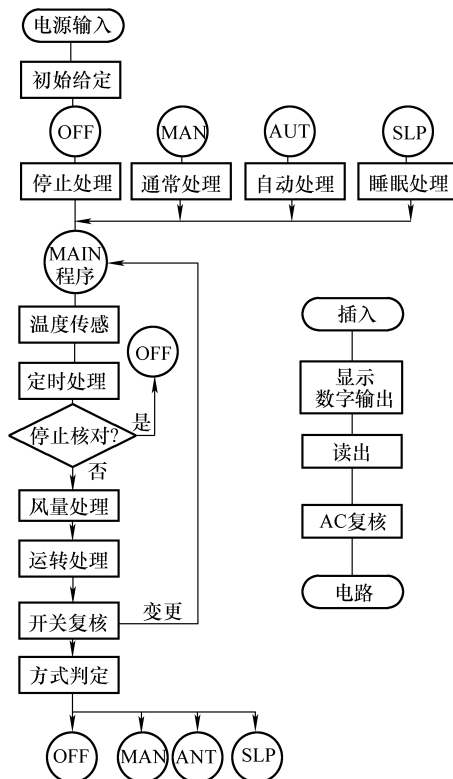


图 2-72 空调器微电脑控制器的中央处理器控制程序

2. 空调器微电脑控制器的基本电路

空调器微电脑控制器的基本电路框图如图 2-73 所示，一般由七个部分组成。

(1) 信号检测部分

信号检测部分完成各种模拟信号量和开关信号量的检测。温度传感器（室内温度、室外温度、盘管温度及除霜温度等）、湿度传感器、电流传感器等输出的信号放大、A-D 转换后送中央处理器（CPU），高压开关、低压开关、除霜开关等开关量经相应的转换接口

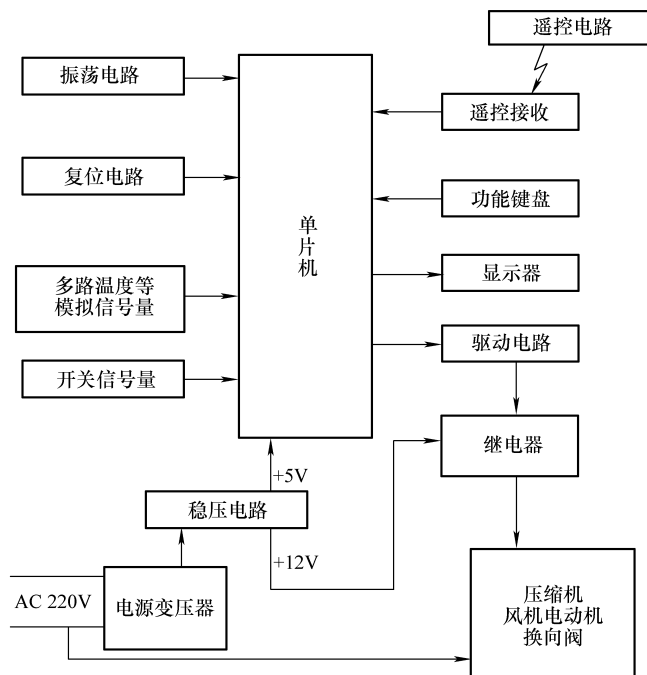


图 2-73 空调器微电脑控制器的基本电路框图

电路送入中央处理器（CPU）。

（2）功能设置部分

功能设置部分由操作键组成，使用者可操作不同的功能键设置所需要的功能，如制冷、制热、温度设定、定时设定、开关机操作等。

（3）控制部分

控制部分功能主要由单片机来完成。单片机通过对各种模拟量和开关量以及功能键的识别，发出相应的控制指令，如控制压缩机的开停、温度调节、风机电机转速、风向调节自动运行及睡眠功能等，同时在空调器工作出现异常时运行保护功能。

（4）显示部分

显示部分主要用红外发光二极管（LED）及数码管或液晶显示器显示空调器的工作状态、保护状态、设定温度、实际温度、定时时

间等。

(5) 执行部分

执行部分根据单片机发出的指令,控制压缩机、室内外风机电动机、四通电子换向阀、电子膨胀阀、电加热器等执行部件进行相应的动作。

(6) 红外遥控与接收部分

红外遥控与接收部分用于遥控操作。当操作遥控器时,其上的红外发光二极管发出红外光信号,由红外接收器接收,经光电转换、放大送至单片机,由单片机发出相应的控制命令。

(7) 电源部分

电源部分对 220V 交流电进行整流、滤波、稳压后,输出两组直流电压,一组提供给单片机,另一组提供给驱动器。

三、分体式空调器电子电路的工作原理

现以图 2-74 (见全文后的插页) 所示的美的 KFR-36GW/Y 型分体式空调器电子电路为例,说明分体式空调器电子电路的工作原理。

美的 KFR-36GW/Y 型分体式空调器室内机组的电路主要由电源电路、CPU 芯片、遥控接收电路、室温及除霜控制电路、开关电路、驱动电路、显示电路、室内机组风机电动机和步进电动机组成。

美的 KFR-36GW/Y 型分体式空调器室外机组的电路主要由压缩机电动机、室外机组风机电动机、四通换向阀等组成,具有制冷、制热、除湿、送风和自动五种工作模式。

1. 电源电路

220V 交流电压由电源输入,经变压器 T1 降压至 14V 交流电压。14V 交流电压经桥式整流电路 DB01 整流后,再经 C10、C9 滤波,获得 16V 直流电压,该电压由 7812 三端稳压器稳压后,得到 12V 直流电压,为 T-76 热保护器和蜂鸣器提供工作电压;另外,14V 交流电压还经过全波整流电路 VD1、VD2 整流,再经过 R41、R42、R43 分压和 Q3 缓冲后,给 IC1 提供电源检测信号,使 IC1 能判断出电源电压的高低。7812 输出的 12V 直流电压,再经过 7805 三端稳压器,得到 5V 的直流电压为 IC1 及其他电路供电。

2. 时钟脉冲发生电路

CPU 芯片 IC1 的 14 脚、15 脚外接的晶振 X1、电容 C5 和 C6 以及 IC1 内部电路, 共同组成时钟脉冲发生电路, 为 CPU 芯片工作提供所需要的时钟脉冲。

3. 复位电路

IC5、C10、C19 等元器件组成 CPU 芯片复位电路, 为 IC1 的 13 脚提供复位电压, 使开机瞬间 IC1 进行复位。复位完毕, CPU 芯片开始按设定的程序工作。

4. 压缩机电动机电流检测电路

压缩机电动机的供电线与电流传感器 CT 互感, 产生反映电动机供电电流大小的检测信号。检测信号经 VD20、R8、R51、R9、C22、C16 组成的整流网络, 转换成直流控制电压输入 IC1 的 26 脚, 供 CPU 芯片判断压缩机电动机工作电流是否正常。

5. 室温控制电路

空调器工作在制冷模式时, 室温传感器 TA (负温度系数热敏电阻) 检测蒸发器的温度变化, 经过电阻 R32 把温度变化转化为电压信号, 此信号输入到 IC1 的 25 脚。室温上升时, TA 的阻值变小, IC1 的 25 脚电压上升。当电压上升到开机电压, IC1 输出控制信号时, 压缩机电动机、室外风机电动机运转, 开始制冷运行。制冷运行后, 室温下降, TA 的阻值变大, IC1 的 25 脚电压下降。当电压下降到停机电压时, IC1 输出控制信号, 使压缩机电动机、室外风机电动机停止运转, 空调器停止制冷运行。

6. 除霜控制电路

空调器工作在制热模式时, 位于室外机组热交换器上的除霜传感器 TC (负温度系数热敏电阻) 检测室外机组热交换器的温度变化, R2 把温度变化转化为电压信号, 此信号输入 IC1 的 24 脚。制热时, 室外机组热交换器的温度下降, TC 的阻值变大, IC1 的 24 脚电压下降。当电压下降到除霜电压时, IC1 输出除霜控制信号, 使四通电磁换向阀的线圈失电, 恢复到制冷时的工作状态, 系统切换为制冷运行模式, 室内外机组的风机电动机停止运行, 机组进入除霜状态。除霜过程中, 室外机组热交换器的温度上升, TC 的阻值变小, IC1 的 24

脚电压上升,当电压上升到停止除霜电压时,IC1 输出停止除霜控制信号,使四通电磁换向阀的线圈得电,恢复到制热时的工作状态,系统切换为制热运行模式,室内外机组的风机电机重新启动运行,机组又进入制热运行状态。

7. 强制开关电路

该电路设计有两种强制控制电路,即强制制冷和强制自动两种控制模式。在强制控制模式下,遥控器不能进行遥控控制。

8. 蜂鸣器驱动电路

空调器收到遥控器开机、关机、调温等信号时,IC1 的 5 脚输出脉动信号,经 Q4 放大后输出,使蜂鸣器发出声响。

9. 室内风机电动机驱动电路

当 IC1 的 39 脚输出高电平时,Q1 饱和导通,光耦合器 IC4 内部的晶闸管也导通,220V 交流电压加到室内风机电动机上而使其运转。

10. 电动机驱动电路

步进电动机、压缩机电动机、风机电动机、四通电磁阀等由驱动集成电路 M3 在 IC1 的 36 ~ 38 脚的控制下输出相应的驱动电流,使继电器 RL1、RL2、RL3 动作,使继电器触点闭合或断开,从而使压缩机电动机、风机电动机、四通电磁阀处于不同的工作状态下。驱动集成电路 M3 在 IC1 的 40 ~ 43 脚的控制下,输出相应工作电流,驱动步进电动机工作。

11. 信号显示电路

IC1 的 52 ~ 54 脚、57 ~ 59 脚输出低电平,直接驱动发光二极管发光,显示空调器不同的工作状态。

第三章 空调器的安装与维护

第一节 空调器安装前的准备

一、安装前的准备工作

1) 开箱检查。打开空调器的包装箱后，仔细检查空调器在运输过程中有无损坏和遗失配件，如发现有问题，应及时与销售商或生产厂家联系加以解决。

2) 阅读产品说明书。空调器在安装前，安装人员必须仔细阅读产品使用说明书和安装说明书，并按照说明书中介绍的方法进行安装。

3) 选择安装位置。空调器的安装位置取决于房屋的建筑条件和用户的要求，安装者应妥善处理好两者的关系，选择较理想的安装位置。

4) 检查电源。空调器的电源有交流 220V 和 380V 两种，一般家用空调器采用 220V 电源。空调器应使用专用插座、专用线路，不能与其他用电器共用一个电源插座。对于家用空调器应使用单相三孔插座，并应使其电气参数与空调器要求的参数一致。严禁任意更换空调器原有的三孔插头为两孔插头。电源电压波动要在允许范围内，即电源标称电压的 $\pm 10\%$ 。如果电源电压达不到要求，空调器就不能正常起动运行，甚至会造成损坏。在电源电压正常的条件下，应检查电源线的线径是否能满足需要，若电源线过细，也同样不能使空调器正常工作，并会因电流过大发热而引发故障。

二、安装位置的选择

空调器的种类和型式较多，不同类型的空调器有不同的安装要求，但也有共同的基本要求。

1) 空调器最好安装在朝北或朝东的方向上，以利于空调器冷凝

器的散热,若只能安装在朝南的方向上,对于窗式空调器应安装遮阳板。

2) 空调器应安装在距液化气灶、火炉、暖气等设备较远的地方。

3) 空调器的安装高度应离地面约 1.5 ~ 1.8m,以利于操作和空气的对流。

4) 空调器在室外侧的冷凝器部分,应有较好的通风散热环境,以利于其制冷剂的冷凝散热,提高散热效率。

三、空调器对用电的要求

家庭在安装空调器之前,应按当地供电部门规定程序,申请线路,换装电能表,做到一户一表,要求每户配备的电能表的容量应在 10A 以上,这样比较安全、可靠。

空调器安装时要有良好的接地措施。家用空调器一般属于 I 类触电保护类型,内部各载流零部件和带电导体与空调器其他可以触及的金属零部件之间已有的良好的绝缘,称为基本绝缘。正常工作情况下,即使没有接地措施,也无触电危险。但是一旦基本绝缘失效,即某一部件的绝缘结构被损坏,就可能使空调器外壳等带电,这时如无接地措施,就可能发生触电危险。

接地时,要注意接地线是否接大地,而不是接电网的零线或中性线,不要将接地线与零线短接作为接地保护。接地线是用电所在地所设的专门与大地良好连接的装置。接地装置不可用煤气管道、自来水管管道代替。

第二节 窗式空调器的安装

一、窗式空调器安装位置的选择

1) 窗式空调器的安装位置可根据房屋的结构、朝向、室内陈设等条件决定。一般可安装在房间外墙的窗台上、气窗上或采用穿墙法安装,以减少噪声传入室内和不影响室内采光。在我国,窗式空调器以安装在北墙为最佳,东墙次之,南墙也可以考虑,但应采取一定的遮阳措施。避免安装在西墙。

2) 窗式空调器安装高度过高或过低都会影响室内侧空气的对

流，从而影响空调器的制冷（热）能力。

3) 窗式空调器的安装位置应远离各种热源和房门，以提高工作效率和减少因开关房门引起的振动。

二、普通型窗式空调器的安装

安装窗式空调器，应先做一个木制安装框，如图 3-1a 所示，要求其内侧尺寸比空调器外形尺寸稍大（5 ~ 15mm）。原因是窗式空调器在安装时，其外壳上没有任何可以与安装位置固定的地方，做木框的目的是要将木框与墙体或窗框之间固定住。这样，安装窗式空调器时，只需将窗式空调器放入木框中即可。

安装窗式空调器时的支架，一般是要求安装前根据安装现场的实际情况，自制安装支架。基本要求是要用 50mm × 50mm 等边角钢或 80mm × 80mm 的方木料做成如图 3-1b 或 c 所示的三角形支架两个。按图 3-1d 所示要求，将木框、支架安装到墙上。为使窗式空调器蒸发器表面流下的空气冷凝水顺利流到室外，要求支架的夹角应在 $81^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，即使支架的横梁向下倾斜约 $5^{\circ} \sim 9^{\circ}$ 。

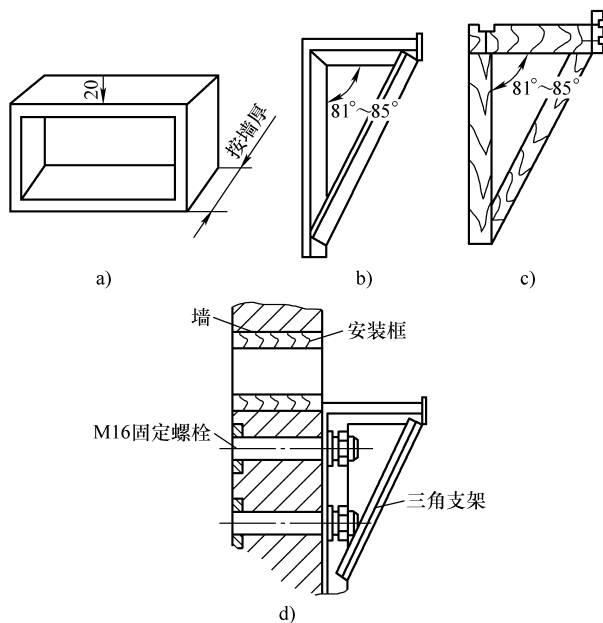


图 3-1 窗式空调器安装示意图

在窗式空调器安装过程中，一定要注意使窗式空调器两侧的进风百叶窗露在墙外，否则会因吸风侧受到堵塞而使冷凝器得不到足够的风量冷却，造成空调器制冷能力下降，严重时会使空调器不能工作。

用穿墙法安装空调器时，若墙厚大于 300mm，必须将遮住吸风百叶窗的墙削去，以保证吸收冷却空气的畅通，如图 3-2 所示。

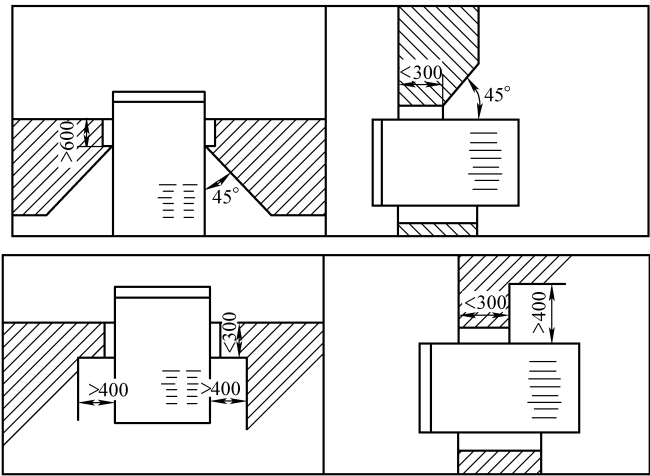


图 3-2 空调器在墙上安装示意图

窗式空调器无论是安装在墙上还是窗台上，都应辅以支架，以保证安全。若只能朝南向安装时，在室外侧应安装一个倾斜的遮阳板，如图 3-3 所示。遮阳板的长度以伸出空调器后部 200mm 为宜。

安装前应对空调器做外观检查。操作方法是：取下其面板，将机体拉出外壳，检查各部分是否有因运输或其他原因而造成损坏或变形；检查电气接线处有无松脱、折断等现象。

窗式空调器固定安装好后，接上电源，将操作开关调到送风位置，风机电动机即可转动，然后再调到制冷挡位，几分钟后应

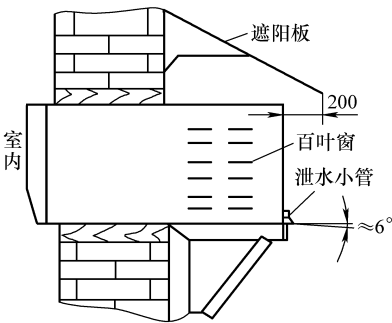


图 3-3 窗式空调器的安装

有冷风吹出。

三、立式窗式空调器的安装

立式窗式空调器都是安装在窗户的框架上，尤其适用于安装在铝合金的拉窗上。安装时将立式窗式空调器固定在铝框上，将原来的铝窗拉开，将立式窗式空调器的铝框装在窗框上，如图 3-4 所示。

目前国内生产的大多数立式窗式空调器（如古桥牌 KC—12 型、KC—16 型，好乐牌 KC—18 型，佳乐牌 KC—18 型等）的外形如图 3-5 所示。这类空调器安装在钢窗上的方法如图 3-6 所示。

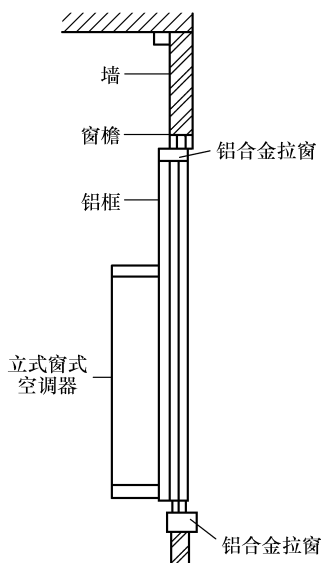


图 3-4 立式窗式空调器在铝合金拉窗上的安装

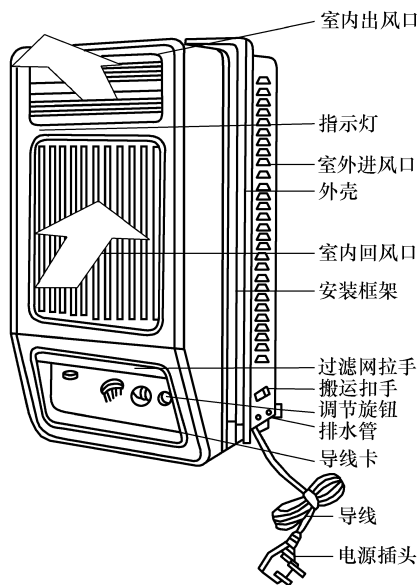


图 3-5 立式窗式空调器的外形

先用四个 M4 × 10 的自攻螺钉将空调器固定在安装框架上（见图 3-6a），然后按照框架上孔的位置在钢窗上钻孔（见图 3-6b），再用螺钉和螺母将其固定在钢窗上（见图 3-6c）。

如果是木窗，可直接用木螺钉将其固定，如图 3-7 所示。

立式窗式空调器与普通窗式空调器一样，也应安装接地线。此外，应将排水管接头接上软管，通至窗外。

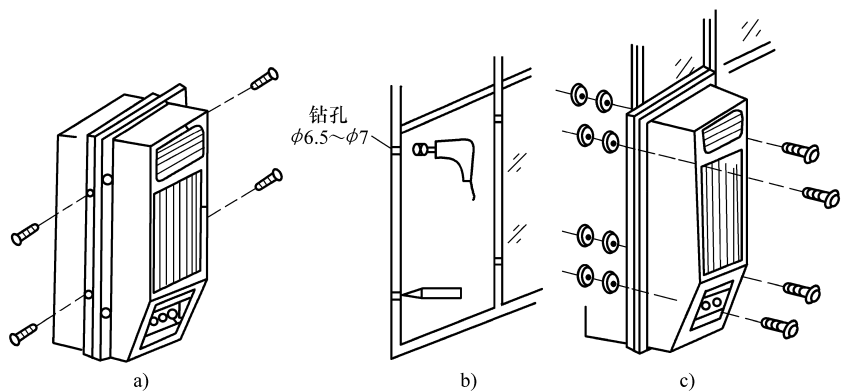


图 3-6 立式窗式空调器在钢窗上的安装方法

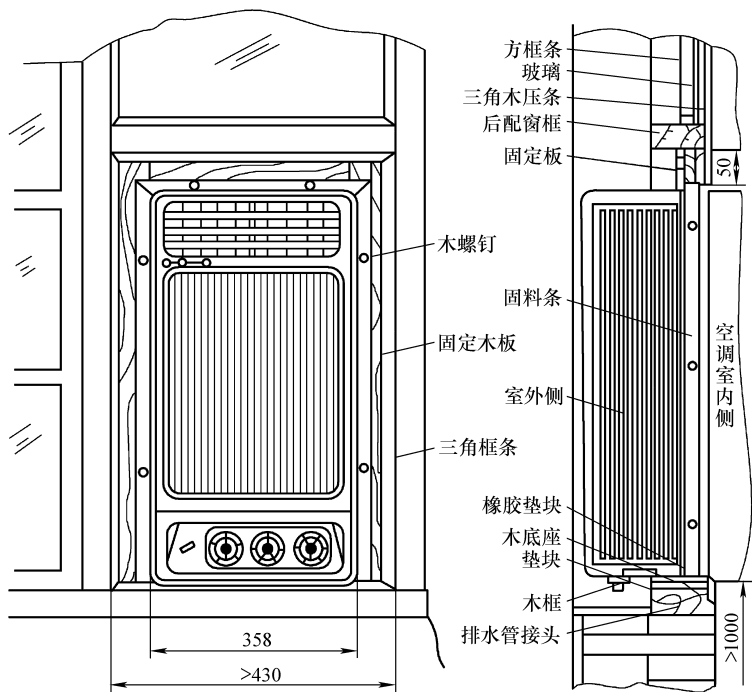


图 3-7 立式窗式空调器在木窗上的安装方法

四、窗式空调器安装后的综合检查

窗式空调器安装和试运行工作完成以后，应对照表 3-1 的要求，

进行安装与试运行的综合检查。

表 3-1 窗式空调器安装与试运行检查内容

序号	项 目	附 注
1	空调器安装高度宜为 1.5 ~ 1.8m	
2	空调器安装位置应以考虑室内布风均匀为原则	使室内各点温度较均匀
3	安装空调器的墙洞口中应装木框	
4	三角架安装的牢固性	
5	空调器应向室外倾斜	
6	木框与空调器之间空隙应塞隔热材料	
7	空调器的室外部分要有遮阳防雨措施	
8	空调器外部的百叶窗部分,在 500mm 内不可有障碍物	以利空气畅通
9	空调器外部的冷凝器出风面,在 500mm 距离内不可有障碍物	以利空气畅通
10	空调器应做排水试验	以试冷凝水排放是否畅通
11	空调器应专线供电,供电线的电压降应小于 2%,并安装熔断器、接地线	
12	运行时的电压偏差应在额定电压的 $\pm 10\%$ 以内	
13	起动电压应不小于额定电压的 85%	
14	起动运行时,应无任何异常噪声	指金属碰撞声、严重振动声
15	将选择开关旋钮,按顺序旋转,接通各功能触点,检查各功能是否符合要求	指高风高冷、低风低冷、停机等功能
16	将冷热开关拨向热端,试验是否能制热(指热泵型空调器)	可听到换向阀换向气流声
17	旋转恒温开关,当旋到“0”位时,空调器应能停机	说明开关功能正常
18	空调器起动运行后,室内侧出风口应有冷风吹出	一般在 1 ~ 2min 内
19	关闭门窗,在连续运行 2h 后进行温度测量:①室外环境温度 t_w (°C);②室内空调器进风温度 t_{ng} (°C);③室内空调器出口风温 t_c (°C)	在环境温度 $t_w < 35^\circ\text{C}$ 情况下测量
20	①要求室内外温差达到 7°C 以上;②室内空调器进出口温度要求达到 13°C 左右	
21	调整恒温控制器,当室内温度降到 26 ~ 28°C 时,将旋钮逆时针旋转到停止运行(压缩机),并观察其开机时进风温度,若在整定范围内,则为已调整好,以后不需旋动恒温开关旋钮	
22	调整出风栅:用手拨出风栅(横向和纵向),拨至满意的出风角度为止	
23	清洁工作:将空调器外表面擦揩清洁	

第三节 分体式空调器的安装

一、对分体式空调器室内机组安装位置选择的要求

分体式空调器室内机组的安装位置要选择不影响室内采光、能美化环境而不占用主要空间的地方，同时也要考虑送出气流的合理性，一般不要使送风对人直吹，其位置选择要考虑下列因素：

1) 室内机组安装位置附近（2~3m 以内）不能有热源（如电热器、燃气炉灶等）和蒸气热源。

2) 安装处要能承受机组的重量，并有足够的强度，能经受得起振动。

3) 安装时位置的选择应考虑房间内气流的合理组织，若房间是长方形的，机组应安装在短墙一侧，以使冷、热风能达到整个房间。

4) 安装位置应容易进行配管、排水、接线等工作。

5) 应考虑到室内装饰美观、协调。

6) 室内机组的安装高度，下底边应高于目视水平线，上方、左方和右方应留出 50cm 以上的空间。具体尺寸视不同机型的结构而定，在各种规格、牌号的空调器说明书中都有规定。空调器的左右两侧要留出能打开面板格栅、抽出空气过滤器的操作空间。

7) 不要安装在会增加机组振动和增大噪声的地方。

8) 与室外机组的连接管路应尽量短，少弯曲，高度差最好不要超过 5m，且易于安装和检修。

9) 不要装在门道附近。

10) 遥控器架的安装位置，应该能使发射信号直接被室内机接收，中间没有阻挡物。遥控器应放在不直接受太阳晒或靠近炉具等热源的场所。遥控器距离电视机或音响设备至少 1m 以上。

11) 能方便地向室外排出凝结水。

12) 室内机组的安装位置要留有检查和维修的空间。

二、对分体式空调器室外机组安装位置选择的要求

1) 室外机组安装位置应选择尽可能离室内机组较近的室外，又要考虑空气流通、无阳光或少阳光照射的地方。图 3-8 所示为安装位置的示例。

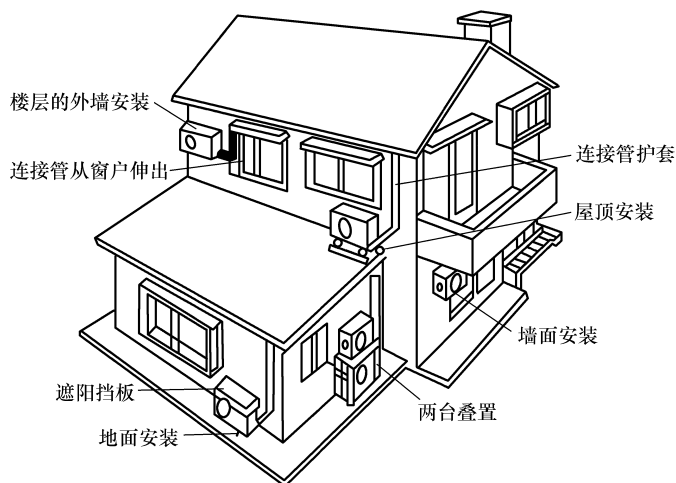


图 3-8 分体式空调器室外机组安装位置的示例

2) 室外机组的安装位置周围要有足够的空气进出口宽度（一般进气口要至少留出 30cm 以上的距离，出气口要至少留出 50cm 以上的距离），以保证冷却空气流通顺畅。

3) 室外机组的安装位置应尽量避免日光直射，以及应远离多粉尘的场所。

4) 安装场地应能承受室外机组的重量，且应该无振动、不引起噪声的增大、排出空气和噪声不影响邻居的场所。

5) 安装台应平整、坚固，以减少振动和噪声。地脚螺栓固定要牢固，以防强风吹倒机组。

6) 要尽量选择离室内机组近的地方作为安装点，配管的长度、室内外机组的位差要在允许的范围内。

7) 室外机组也可采用三角支架、落地架式角铁架等多种支撑方法固定。在降雪区，对冷暖两用型空调器要有防雪措施，以防积雪覆盖机组，妨碍出气口的通路。

8) 安装场地周围无燃烧气体、无热源。

9) 安装场地不要饲养动物或种植花木，以免影响室外机组的散热。

三、分体式空调器室内外机组安装位置

分体式空调器的室内外机组距离不宜过远，在可能的情况下，分

体式空调器的室内机组与室外机组的距离应尽可能地近一些。空调器机组配备连接管道的长度通常有 3m、5m、8m、10m 等，选购时应根据自己家庭需要安装的实际情况进行选择。

如果买回的空调器连接管长度不够，需要延长制冷管道，其延长的要求是：一般空调器管路的标准长度是 5m，最大长度不超过 25m；使用回转式压缩机的空调器，制冷量在 4060W 以下的，最大长度不超过 10m；8250W 以下的，最大长度不得超过 20m。

管道延长后，制冷循环系统内的容积就相应增大了，所以必须补充制冷剂，以防止出现空调器因制冷剂不足，而造成室内侧换热器结霜的现象。

分体式空调器管路的标准长度是保证空调器能获得最佳工作状态的长度。

表 3-2 所示是分体式空调器连接管路加长时的推荐长度值，在增加空调器制冷管道时可予以参考。

表 3-2 分体式空调器连接管推荐长度

空调器型式		连接管长度/m	
		标准长度	最大允许长度
一般空调器	壁挂式	5	25
	落地式	5	25
	吊顶式	5	25
	楼板式	5	25
回转式压缩机 制冷量/W	4060 以下	5	10
	5230 以下	5	20
	8250 以下	5	20

室内机组和室外机组之间的高度差也不能过大，管路中应尽量减少弯曲，否则使制冷剂的流动阻力增大，若制冷剂和冷冻机油循环不良，压缩机就易出故障。

分体式空调器的管道配件都是盘成圆圈状运输的，在其解开拉直时应有正确的解开方法，切不可强行拉直，否则易将管道压扁或损坏。

管道需弯曲时，最好使用合适的弯管器进行操作，若需进行手工

弯曲时，其管道的弯曲半径必须大于 10cm。否则容易弯成死弯或将管道损坏，而影响空调器的正常工作。

分体式空调器在墙壁上所开的管道洞口，不可过大或过小，以满足全部连接管通过和有保温包扎的余量即可。

安装壁挂式空调器的室内机组必须牢固可靠，有条件的还可附加防振措施。

四、挂壁式空调器室内机组安装方法

安装时室内机组的固定位置既要考虑室内空气对流的效果要好，又要考虑尽量缩短与室外机组的距离，避免接管过长，造成其制冷能力下降。挂壁式空调器室内机组的安装高度一般应在 2m 左右，以利于室内空气的流动。

挂壁式空调器室内机组背面设有一块固定安装板，安装时，先将安装板固定到墙上，再将室内机组挂到固定安装板上。其具体操作步骤如下：

1) 将室内机组背面的安装板取下，将安装板放到选定的墙壁上确定出安装位置，并用铅笔将安装位置划出线，此时应注意保持室内机组与房顶和周围墙壁间的距离，如图 3-9 所示。位置确定好后，用铅笔标出打孔固定位置，并确定好连接室外机组用的墙洞位置。

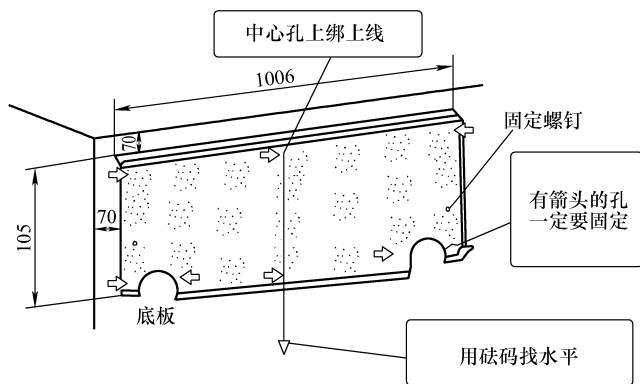


图 3-9 挂壁式空调器室内机组固定安装板的安装

2) 用电锤在标出的打孔固定位置上打出 $\phi 5\text{mm}$ 的安装固定孔，并放入塑料胀塞。同时用“水钻”在确定好的墙洞位置上打一个孔

径约为 65 ~ 80mm 的墙洞，并嵌入穿墙套筒。

3) 用木螺钉将固定安装板固定在墙壁上。

4) 将室内外机组的制冷系统连接管的两个管头与室内机组连接好，同时将室内机组的排水管及电源线、信号控制线也一并与室内机组接好。

5) 用绑扎带将两根室内外机组制冷系统连接管套好保温套后包扎在一起，然后将制冷管道、电气线、排水管等一并从墙洞处送到室外侧，准备与室外机组连接。

6) 将室内机组挂到固定安装板上（注意：应事先弯好室内机组连接管并弯曲成直角），如图 3-10 所示。

五、落地式空调器室内机组安装方法

在选择好安装位置以后，可以采取将室内机组直接放在地面上或做个支架，将其放在支架上的安装方法来固定室内机组。为防止因放在支架上后机组重心过高，引起安装不稳的故障，一般要求支架的高

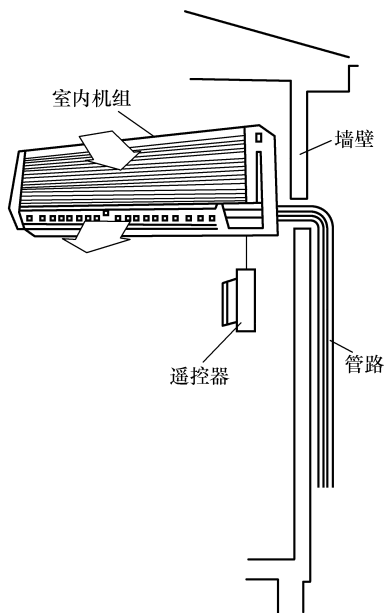


图 3-10 挂壁式空调器室内机组的安装

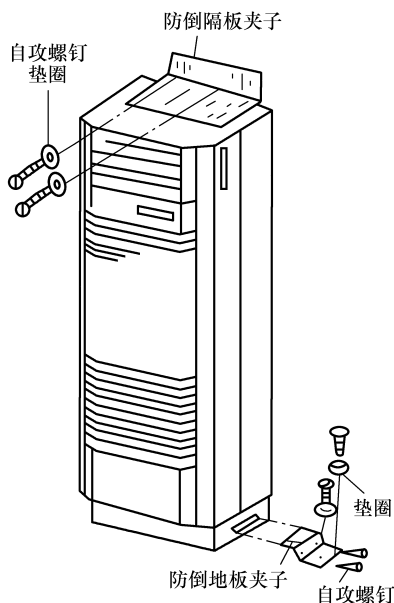


图 3-11 落地式空调器室内机组的安装示意图

度以不超过 30cm 为宜。为防止放在地面上的机组前倾，可在其下部放置两块防滑垫，机组的固定可借助其背部的防倒隔板夹子金属件用螺钉与墙壁连接，用防倒地板夹子与地板相连，防止其倾倒，如图 3-11 所示。

六、吊顶式空调器室内机组安装方法

吊顶式空调器室内机组呈扁平状，因此可紧贴房顶棚安装。其安装时的数据要求如图 3-12 所示。

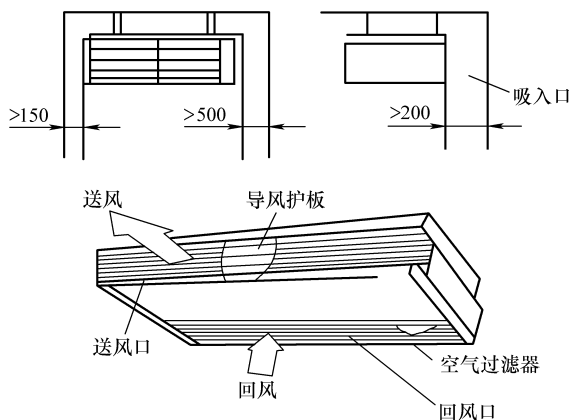


图 3-12 吊顶式空调器室内机组的安装示意图

七、分体式空调器安装时打墙洞的方法

分体式空调器在安装时，要在墙上打一个墙洞，用以连接室内外机组的管道、冷凝水排水管和室外机组的电源线。打墙洞时依据空调器随机带来的穿墙套筒的尺寸要求，选择一个 $\phi 65 \sim 80\text{mm}$ 的开孔器，安装在水钻上，在室内机组左或右侧下方外侧约 10cm 的地方确定好的墙洞位置打出墙洞。要求墙洞要内高外低，倾斜度约以 $10^\circ \sim 15^\circ$ 为宜，以利于空调器室内机组的冷凝水顺利流出。打好墙洞以后，将随机带来的穿墙套筒放入墙洞，并嵌入好。

八、分体式空调器室外机组安装方法

空调器室外机组是空调器主要机械运动部分，其振动和噪声都比较大，因此安装的牢固性、可靠性的要求都比室内机组要求高。

室外机组在选定安装位置以后，可以采用底座式和支架式两种固

定方法。

机组底座可做成固定型的混凝土台式底座，也可用厚木板或槽钢做成活动式底座。做成活动式底座要求一定的平整度，有一定自重，使其不易产生振动。用混凝土做底座时，可用单头螺栓固定，螺栓下部要弯曲成钩状，然后埋入底座内，用混凝土浇筑后固定。

支架式固定方法是用 40mm × 40mm 的角钢做成三角支架，或购买空调器专用安装支架，将支架的一端固定在建筑物的外墙上即可。

空调器室外机组下面有专用固定螺栓孔，在支架上安装时只要用螺栓将两者锁定即可。若在混凝土底座上安装，既可用预埋螺栓固定，也可用膨胀螺栓等将机组固定。

九、连接室内外机组之间管道安装的操作方法

分体式空调器室内外机组的制冷系统管道连接管有两根：一根称为液管；另一根称为气管。连接管的材质为紫铜管，各机组配套的连接管出厂时已经过退火和酸洗处理，使用时不易产生“脏堵”。在连接管道过程中，若原配管长度不够而需加延长管时，也要注意做退火和酸洗处理。

室内外机组连接管安装前要认真做好连接管本身的质量检查，看其是否完好，有无压瘪或裂纹处，盘管展开时一定要小心，最好由两人配合进行，注意不要将连接管压扁、折裂。

喇叭式扩口接头是一种需要在安装现场制作的制冷系统接口方式。操作方法是用胀管器将连接管的端头胀出喇叭式扩口，其结构如图 3-13a 所示。安装时为使接口密封良好，要先在接头部分涂上少许冷冻机油，然后在螺纹接头上缠绕 2 ~ 3 圈生料带，如图 3-13b 所示，对正管口，用手将螺母（又称钎子）拧紧，最后用扳手紧固一下即可。

十、分体式空调器排水管安装的操作方法

无论是壁挂式、落地式还是立柜式空调器，其排水管必须排水通畅，不向室内滴水。图 3-14 所示为壁挂式空调器的排水管正确与错误做法相对照的情况。排水管上挠、打弯、排水口浸入水中等都是不可取的。排水管太短时，可用洗衣机软管连接。原机一般带有 1m 多长的排水软管，有时也需要在室内连接一段铁管排水（防止人踩）。

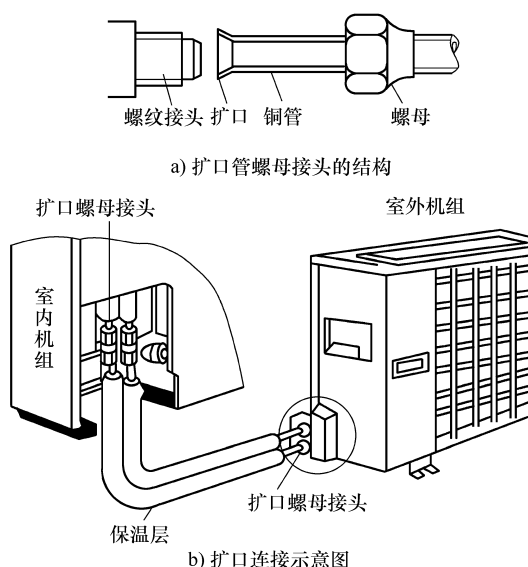


图 3-13 喇叭式扩口结构及使用

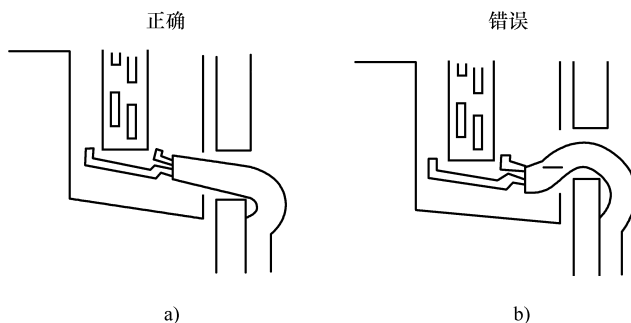


图 3-14 排水管的正确与错误做法

机组下部排水管的连接方法如图 3-15 所示，排水管接头部位必须要用胶带缠紧、密封，否则会向室内滴水。

当排水管与制冷剂管、导线管一同由墙洞穿出时，应将排水管置于最下端，以利排水。

十一、排除室内外机组连接管道内空气的操作方法

对于采用喇叭式扩口接头方式的空调器，由于出厂前空调器所需

的制冷剂已全部充注到室外机组中，室内机组中没有制冷剂，所以必须进行排除空气的操作。其操作方法如下：

用扳手将制冷系统的液管（细管）与液体阀安装好，然后用手将制冷系统的气管（粗管）与气体阀虚接（即不要拧紧）。用内六角扳手将液体阀的阀杆逆时针转 $1/2$ 圈，此时可以听到气体阀处有“嘶嘶”的冒气声，待冒气声持续约 10s 后，用扳手将气体阀与气管之间的虚接口处拧紧。为防

止系统接口处存在制冷剂泄漏的隐患，在拧紧接头后，可用检漏仪或肥皂水进行检漏，确认没有泄漏的隐患后，将气体阀和液体阀均开至最大位置，制冷系统排除空气的工作结束。

十二、连接室内外机组之间电线的操作方法

安装前要认真阅读空调器的说明书，对照室内外机组的接线端子板弄清接线符号，一一对应地用分色导线连接。接线时一定要将电源线、控制线（又称信号线）、地线锁紧于端子板上，不得有松动现象。壁挂式空调器由于功率较小，电源多从室内接入室内机组，然后再接到室外机组，一些功率较大的落地式空调器，室外机组需要 380V 电源，而室内机组需要 220V 电源。这一点在连接电路时要格外注意，一定要操作正确，不能漏接或接错。

在使用三相电源作为空调器压缩机电动机的输入电源时，接线时，若未按电路图正常操作，将电源的相位接错，会出现反相报警（指示灯报警），并且压缩机不能起动运行。当发现反相报警时，只需将电源接线的三根相线中任意两根相线对调一下即可。但要特别注意的是，在未纠正反相故障以前，绝不可强行起动，否则会造成压缩机的损坏。

十三、变频空调器室外机组接地装置安装的操作方法

对于变频空调器的安装，除以上步骤外，还需在室外机组安装接

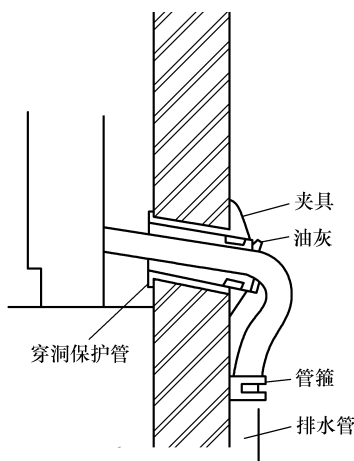


图 3-15 排水管穿洞

地装置。目前国内外生产的变频分体式空调器，有的设接地装置，有的不设接地装置。

变频空调器室外机组上安装有变频器，在变频器电路中，设有防雷击电路和抗干扰电路，因此设有接地装置的变频空调器较为安全。

设有接地装置的变频空调器，在附件箱内有接地棒附件。安装时，应按照说明书的要求，正确地埋在地下。应尽量选用潮湿的地面埋设接地棒。接地电阻应在 500Ω 以下。最好是加装剩余电流断路器或剩余电流保护器。

接地施工的操作步骤如下：

1) 确定埋设接地棒的场所。应选择潮湿的泥地，砂地、碎石混合土地的接地电阻大，不宜埋设接地棒。另外，地下有煤气管、自来水管、地下电缆的场所，也不宜埋设接地棒。此外，接地装置不能与避雷针的接地极、电话机地线等共用。由于接地棒有电线连到室外机组，故不要埋在行人多的地方。

2) 将接地棒用锤打入地下，深度应离地面 75cm 以上。

3) 离地面 60cm 以内的铁棒，应绝缘良好。

4) 地面上 70 ~ 200cm 的部分，应该用合成树脂管或镀锌钢管保护，外面应有明显的“空调器接地棒”标记。

5) 如果万不得已要将接地连接到自来水管上，则应该连接到内径大于 75mm 的金属水管上，不能连在家中的自来水管上。因为自来水管连接螺纹处有密封胶带，导电性差。

6) 接地棒引线如不够长，可用直径 1.6mm 以上、截面积大于 2.5mm^2 的绿色绝缘电线连接。在连接处要用焊锡焊牢，外包绝缘胶布。如果用铝导线，则连接处要用金属紧固件夹紧。

7) 最后用接地电阻测试仪测量其接地电阻是否符合要求。如超过规定值，应该增加接地棒的根数。

十四、分体式空调器安装完毕后试机的操作方法

开机前，应仔细检查电源是否正常，有无短路、断路以及相序和接线错误。开机后，再按使用说明书，逐项检查各功能的工作和转换过程是否正常。在运行 15min 以后，可进行机组制冷（或制热）是

否正常的检查。可用两支玻璃棒式温度计测量室内机组的进出风温差，若制冷时进出风温差在 8℃ 以上（制热时进出风温差在 15℃ 以上），可看做工作正常。

要注意的是，若由于空调器温度控制器的作用，空调器在夏季安装时不能进行制热运行，冬季安装时不能进行制冷运行，属正常情况。

十五、对室内外机组之间延长管的要求

延长管的制冷剂补充量因机组、管道长度和管径大小而异。一般经验是：制冷量在 4060W 以下的机组超过标准长度 1m 时，需补充制冷剂，液管直径为 6.39mm 时，每米补充 10g；液管直径为 9.5mm 时，每米补充 25g。

分体式空调器安装管道长度与制冷量有关系，室内外机组间的管道越长，对机组制冷量的影响就越大。室内外机组的连接管应尽量短，因为导管愈长，制冷量损失愈大。连接管长度每增加 1m，制冷量约损失 2%，其关系如图 3-16 所示。

落地式空调器室内外机组的安装位置应尽可能在同一水平面上，以求获得最佳的制冷效果。

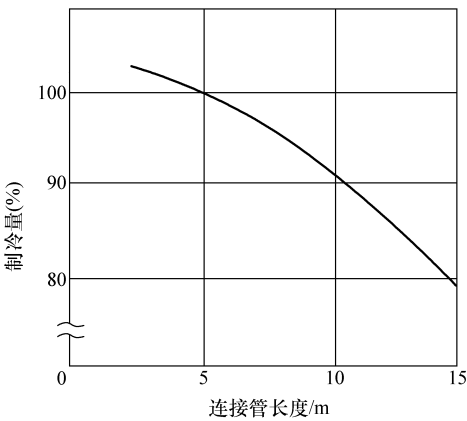


图 3-16 制冷量与连接管长度的关系

若因条件所限，室内外机组不能在一个水平面上时，其高度差应争取在尽可能小的范围内。如果室外机组的安装位置高于室内机组

3m 以上, 连接管道的吸气管上应设置一个回油弯, 以保证压缩机的正常回油。回油弯可事先弯曲成形, 其曲率半径大于管道直径 5 倍以上。

十六、对分体式空调器连接管的要求

1. 对空调器延长管的处理方法

由于安装位置限制, 有时空调器的原配管不能满足安装需要, 要增加延长管时, 应对延长管进行处理, 其要求如下:

1) 延长管的管径、壁厚要与原配管相同。

2) 延长管必须经过退火和酸洗处理, 其内壁一定要光洁, 不能有退火后残存的氧化物和杂质。

3) 延长管退火操作方法是: 用气焊中性焰, 将欲退火的管道逐段烤成暗红色, 放置到地上, 自然冷却即可。

4) 延长管酸洗时, 其酸洗液的配方是: 硝酸 (HNO_3) 浓度为 98% 和水 (H_2O), 配比时水取 70%, 硝酸取 30%。酸洗时间视具体情况而定, 一般几分钟即可, 待紫铜管外部光亮后, 放入碱水中中和一下, 再用清水清洗两遍, 放于干燥处晾干即可。

2. 连接管道保温材料的要求

如果分体式空调器的制冷管道曝露在空气中, 会使其外壁结露和与空气进行无效的热交换, 因此对管道进行良好的保温就十分重要了。空调器连接管道保温材料的厚度与管道的直径有关, 其配合要求见表 3-3。

表 3-3 管道外径与保温材料最小厚度的关系

管道外径/mm	保温材料最小厚度/mm
<25.4	10
25.4 ~ 38.1	15
44.5 ~ 50.8	20

十七、对分体式空调器安装时室内外机组高度差的要求

室内外机组为取得较理想的制冷效率, 机组的连接管不仅有长度要求, 而且对两机组间的高度差也有要求。不同机组的允许高度差见表 3-4。

表 3-4 室内外机组的高度差

空调器型式	铭牌制冷量/W	允许高度差/m
回转式压缩机空调器	4060	3
	4650 ~ 8250	5
一般型式空调器	8000 ~ 9000	15
落地式空调器	10000 ~ 15000	30(室外机组高)
		20(室外机组低)

分体式空调器的安装步骤如图 3-17 所示。

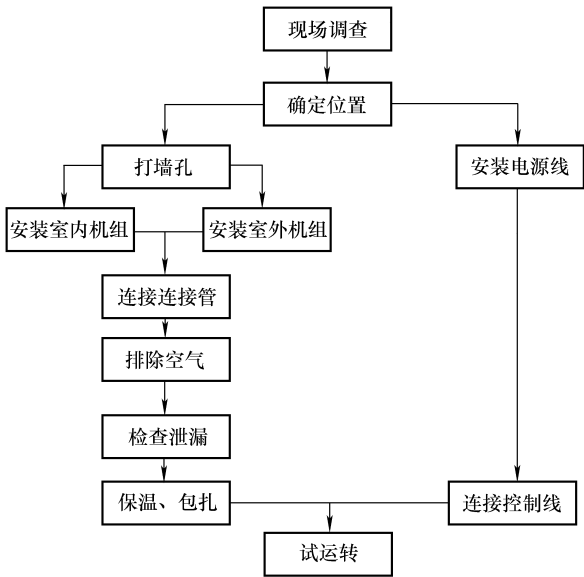


图 3-17 分体式空调器的安装步骤

第四节 空调器的使用

一、窗式空调器的使用方法

1. 窗式空调器控制面板的使用方法

在普通窗式空调器的控制面板上，有电源主控开关（又称选择器或选择开关）、温度控制器和定时器，如图 3-18 所示。

电源主控开关一般采用五挡旋转式开关，顺时针或逆时针均可分

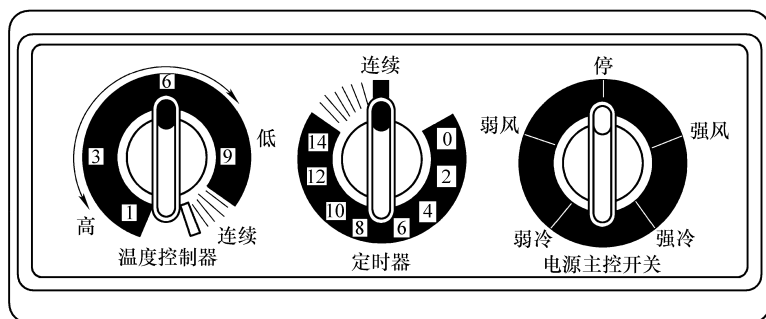


图 3-18 普通窗式空调器控制面板

挡旋转。其“强风”、“弱风”挡，表示风机电动机转速快慢所带来的出风量的大小。“强冷”、“弱冷”挡，表示制冷速度的快慢，“强冷”挡表示空调器出风量大，与室内空气热交换的速度快，因此室温下降快；“弱冷”挡表示空调器出风量相对少，与室内空气热交换的速度较慢，因此室温下降的慢。一般在夏季刚开机时，可将电源主控开关调至“强冷”挡，运行一段时间后，室温下降到所要求的温度后，可将电源主控开关调至“弱冷”挡，维持室内温度。

普通窗式空调器温度控制器有多种形式，除图 3-19a 所示的形式外，还有图 3-19b 所示形式。对于用数字表示温度高低的温度控制器，顺时针旋转温度控制器的旋钮，数字越大，控制的室内温度就越低。“连续”或“?”则表示压缩机连续运转，不停机。一般情况下，不要用此挡为好。对于在控制面板上没有标明数字的温度控制器，它的调节方法与有数字标明的一样，即顺时针调节温度低，逆时针调节

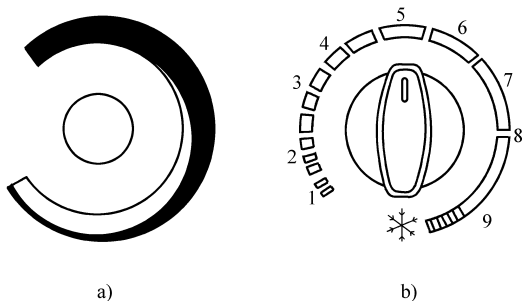


图 3-19 温度控制器面板

则温度高。对于用外文标示的温度控制器，其风机有弱风（LO-FAN）、强风（HIFAN）两挡。制冷有雪花图形，分为强冷（HI-COOL）、弱冷（LOCOOL）两挡。

2. 窗式空调器的风门控制开关的使用方法

风门控制开关是用来引进室外新鲜空气、排除室内污浊空气的一种控制机构，如图 3-20 所示。一般情况下，风门控制开关是处于关闭状态的。为使空调房间内通风换气，改善空调房间内空气的卫生状况，可将开关推至换气挡，向室内补进适量的外界新鲜空气，不过时间不宜过长，一般空调器运行 1h 内，风门开启时间控制在 15min 左右为宜，否则会由于外界大量热空气的流入，会影响室内温度的下降。

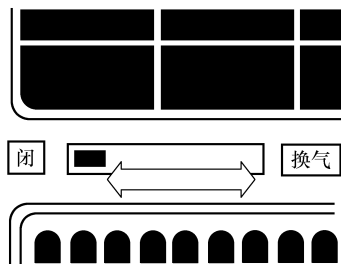


图 3-20 风门控制开关

3. 窗式空调器出风方向的调整方法

窗式空调器使用时，为了使空调房间内的气流流动合理，均匀地将冷（热）空气分布到房间内的整个空间，可按图 3-21 所示调整空调器的出风方向。需要向远处送风时，将出风栅格向上调整；需要向近处送风时，将出风栅格向下调整即可。

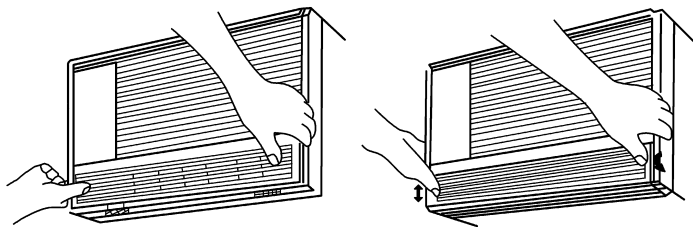


图 3-21 风向调整

4. 冷暖两用型窗式空调器的使用方法

热泵型空调器与电热型空调器都属于冷暖两用型空调器。虽然这两种空调器在制热的方式上不同，但窗式空调器无论是热泵型还是电热型，在其控制面板上的操作都是相同的，如图 3-22 所示。

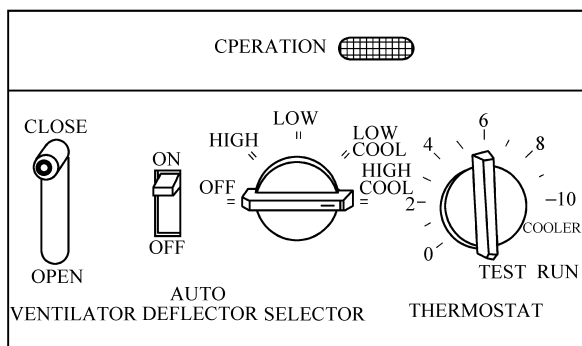


图 3-22 冷暖两用型窗式空调器控制面板

冷暖两用型窗式空调器控制面板上有温度控制器（THERMOSTAT）、选择开关（SELECTOR）和通风换气开关（VENTILATOR）等。与单冷型窗式空调器不同的是，在选择开关上多了制冷挡位及强暖（HEAT HIGH）和弱暖（HEAT LOW）等刻度。

当需要制热时，将选择开关置于强暖或弱暖位置即可。强暖挡用于快速给房间内空气升温，弱暖挡用于一般的房间取暖。

有些进口窗式空调器的温度控制器上的标记“||”（TEST RUN）是在室温较低的情况下进行试验运行的标记，一般情况下，不要用此挡。因为在此挡下运行，压缩机会运行在不停机状态，长时间运转会导致空调器压缩机出现过热。

二、分体式空调器的使用方法

带有遥控器的分体式空调器的控制面板如图 3-23 所示。

其操作方法如下：

（1）制冷操作

1）操作电源键，待命显示灯亮（空调器自动转入初始状态，工作方式为制冷，温度设定值为 15℃，风量为自动风），温度显示数码管显示室温。

2）操作开/关键，待命显示灯熄灭，风机电动机运转 3min 后压缩机自动起动，空调器投入制冷运行。

3）操作风速键，风量显示灯依次熄灭，设置风量。

（2）数码管显示说明

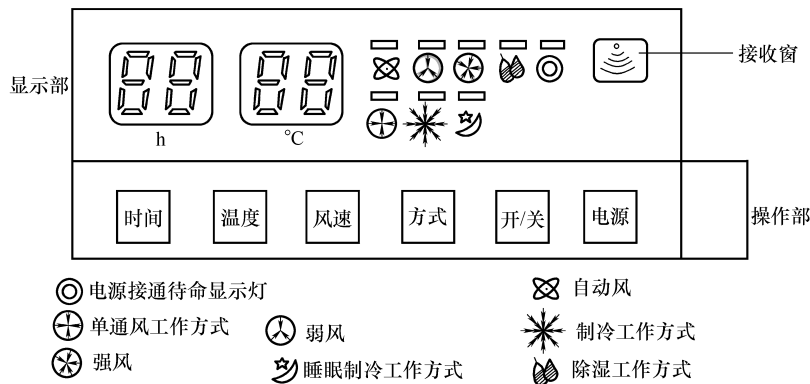


图 3-23 KC—20D (Y) 型分体式空调器的控制面板

- 1) 操作温度键时，显示设定值，设定完毕，2min 后显示室温。
- 2) 温度设定范围为 15 ~ 35℃，室温显示范围为 0 ~ 40℃。
- 3) 定时范围为 1 ~ 12h。
- 4) (左两位) 数码管显示定时时间，(右两位) 数码管显示设定温度或室温。

(3) 控制面板使用说明：

- 1) 制冷运行、实测显示的室温必须高于设定温度，否则压缩机不起动。
- 2) 自动风表示根据设定的温度值与室温的差额大小自动调节风量。

(4) 单通风操作

- 1) 操作电源键，待命显示灯亮。
- 2) 操作方式键，使 ⊕ 显示灯亮。
- 3) 操作开/关键，待命显示灯熄，整机投入单通风运行。
- 4) 操作风速键，风量显示灯依次熄亮。

说明：

单通风运行，温度键不起作用。制冷时室内温度达到设定值时，自动转向单通风。

(5) 睡眠制冷操作

- 1) 操作电源键，待命显示灯亮。

2) 操作方式键, 使 \oplus 显示灯亮。

3) 操作开/关键, 待命显示灯熄灭, 风机运转, 3min 后空调器投入睡眠制冷运行。

说明:

睡眠制冷投入运行后, 设定温度值每隔 1h 增加 1℃, 2h 后设定温度保持不变。

睡眠制冷方式既可节省电能, 也可进一步增加舒适感。

(6) 除湿操作

1) 操作电源键, 待命显示灯亮。

2) 操作方式键, 使除湿显示灯亮。

3) 操作开/关键, 待命显示灯熄, 风机运转, 3min 后空调器投入除湿运行。

说明: 除湿运行方式时温度键、风速键不起作用。可直接操作开/关键来完成。

(7) 定时操作

操作时间键, 可按单拍式或连续式设定定时时间, 1~2h 循环显示设定值, 每小时 1 挡。

说明:

1) 待命显示灯亮, 空调器未投入运行, 此时设置的定时时间为定时开机时间。操作开/关键后, 定时开关开始计时, 待计时到达设定值时, 空调器按设定模式或初始状态开始工作。

2) 待命显示灯熄灭, 空调器在运行中设定的定时时间为定时关机时间。

3) 定时时间“0”表示不定时, 连续工作。

(8) 远红外遥控器操作

1) 操作电源键, 待命显示灯亮。

2) 手持遥控器使远红外发射窗对准控制面板上遥控接收窗。

3) 操作各类功能键, 操作步骤与控制面板操作键相同。

说明:

1) 操作功能键一次, LED 指示灯闪亮一次。

2) 遥控距离变短, 应更换电池。

三、分体式空调器遥控器的使用方法

1. 遥控器的操作

遥控器的类型较多，图 3-24 所示是一种型号为 FWK-2 的遥控器，现将其操作方法介绍如下。

(1) 功能设定

把红外发射器窗关闭，即进入功能设定模式，然后按下述方法操作：

1) 选择运转方式：每按一次运转方式选择键 2，运转方式即按自动运转→冷气运转→除湿运转→通风运转→暖气运转→自动运转的方式进行循环。使用时可根据需要，任意选定一种模式。

2) 设定室内温度：每按一次温度控制加键（按键 3 向上），设定温度将增加 1℃。每按一次温度控制减键（按键 3 向下），设定温度将减少 1℃。

3) 选择室内风扇速度：再按一次风速控制键 4，设定风速将按以下顺序依次变换：自动运转→低速运转→中速运转→高速运转→自动运转。

4) 自动控制风向：按一次自动控制风向键 6，垂直风向叶片将自动向上或向下往复摆动。

5) 手动控制方向：按住手动控制风向键 5，垂直风向叶片将快速向上或向下摆动，在所需的风向位置松开该键时，叶片停止摆动。

6) 设定睡眠运转方式：按一次睡眠运转键 2，进入睡眠运转方式；再按一次睡眠运转键，则退出睡眠运转

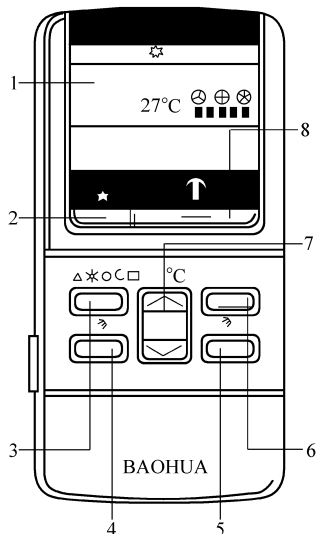


图 3-24 FWK-2 型遥控器

1—操作显示屏，用于显示运转状态和操作符号。

2—睡眠运转键，用于自动运转睡眠方式。

3—运转方式选择键，用于选择运转方式（自动运转方式；制冷运转方式；除湿运转方式；通风运转方式；制热运转方式）的种类。

4—自动控制风向键，用于自动控制风向。

5—手动控制风向键，按下此键可设定所需要风向。

6—室内风速控制键。风机速度可在低中高三挡中选择或使用自动控制风机速度。

7—室内温度控制键，用于调节温度。

8—启动/停止键。当按下此键便开始运转，再按此键，则停止运转。

方式。

设定睡眠方式时，首先必须选择制冷或制热运转模式，然后设定温度，按下起动/停止键，再按睡眠运转键，睡眠灯亮。在不同运转模式下设定睡眠方式，情况有所不同。

说明：

制冷运行时：风速自动设定为“低速”，风速控制键无效；在开始运转后，设定温度升高 1℃，在运转 1h 后再升高 1℃，5h 后自动停止运转。

制热运行时：风速自动设定为“低速”，风速控制键无效；开始运转后，设定温度降低 2℃，1h 后再降低 3℃，5h 后自动停止运转。

7) 起动/停止运转：在关机状态下，按一次起动/停止键 8，发出开机命令（此时控制面板电源开关必须已置于开的位置），室内机发出两声短短的鸣叫声，同时运转指示灯亮。

在开机状态下，按一次起动/停止键 8，则发出停机命令，此时室内机也发出两声短短的鸣叫声，同时指示灯熄灭。

(2) 时钟和定时的设定

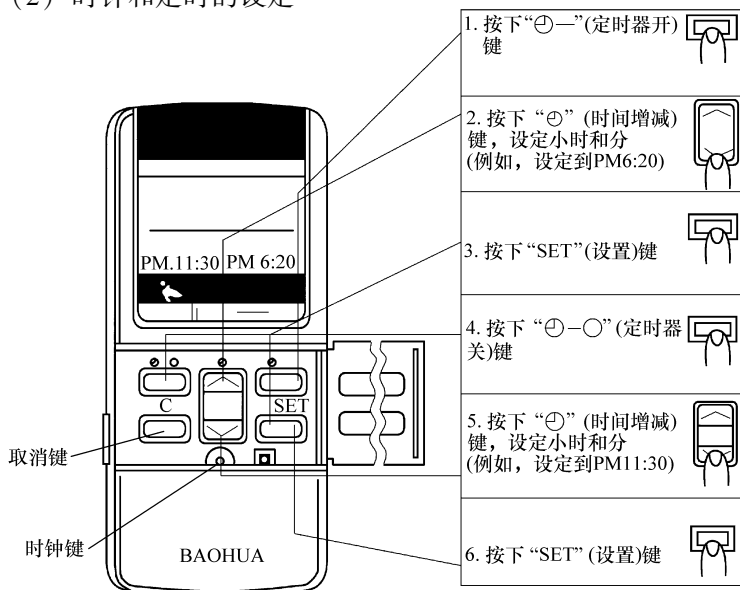


图 3-25 定时器设定步骤

打开遥控器，即进入时钟和定时设定模式，如图 3-25 所示。时钟设定步骤如下：

1) 按一次时钟键，显示屏上“CLOCK”开始闪烁，进入时钟设定。

2) 按加键（按键 3 向上）或减键（按键 3 向下），进行时钟调整。

3) 时钟调整完毕，显示屏上“CLOCK”停止闪烁。

程序定时功能的设定步骤如图 3-25 所示。若只使用“定时器开”功能，则完成图中步骤 1~3 即可。若只使用“定时器关”功能，则只需完成图中步骤 4~6。

2. 线控空调器遥控器的使用方法

线控空调器与遥控空调器的使用方法有类似之处，也有不同之处，现以西冷牌单冷型空调器线控器的操作为例介绍一下线控空调器的具体操作方法。

(1) 线控器操作控制面板上各键的名称和功能

线控器操作控制面板如图 3-26 所示。

电源键 5：接通或断开空调器的电源。使用时按一下电源键接通电源，再按一下电源键，电源即被切断。

主要功能键 6：由节电、制冷和抽湿三只键组成。需节电制冷运行时，按一下节电键；需制冷运行时，按下制冷键，此时节电键即可自动复位；需进行抽湿运行时，可按一下抽湿键，

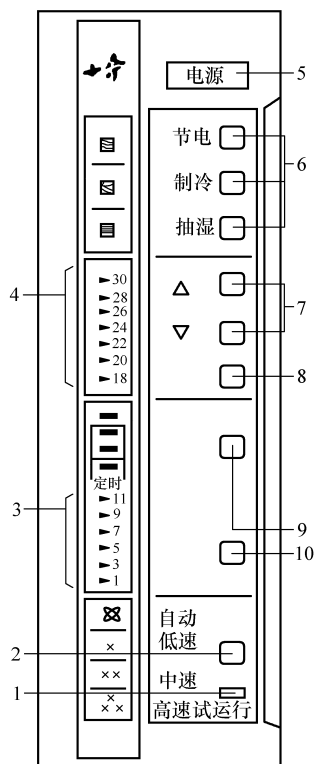


图 3-26 线控器操作控制面板

- 1—试运行键 2—风机速度控制键
3—剩余时间指示（红灯） 4—温度指示（绿灯） 5—电源键 6—主要功能键 7—温度控制键 8—显示设定温度键 9—定时器工作模式键 10—定时器设定键

此时制冷键自动复位。

温度控制键 7：用于任意设定室内温度控制用。操作时，按“△”键，温度升高，每按一次，温度升高 1℃，按着此键不放时，温度控制值会连续升高。按“▽”键，则温度控制值下降，每按一次，温度下降 1℃，按着此键不放时，温度设定值会连续下降。

显示设定温度键 8：按下此键时，设定温度值即会闪烁显示 5s。

定时器工作模式键 9：每按一下此键，定时工作模式改变一次。如按一下此键，取消左边指示灯亮，则表示取消定时，空调器连续运行。再按一下此键，即自动控制停机状态，当到达设定的定时时间后，空调器自动停机。再按一下此键，即转到睡眠状态，空调器按睡眠程序运行。再按一下此键，即进入自动控制开机状态，当到达设定的定时时间后，空调器自动开机。

定时器设定键 10：此键的作用是用来设定时间的。每按一次，设定时间增加 1h，若按着此键不放，设定的时间会不断增加。最长的设定时间为 11h，当设定时间达到 11h 以后，再按此键（或一直按着不放）时，设定时间会转回为 1h。

风机速度控制键 2：此键的作用是用来控制室内机组风机电动机转速的。它有四个挡位，即自动调节、宁静低速、中速和高速。

试运行键 1：此键是空调器直接起动运行键，以检测空调器主机是否能起动运行。使用时将电源接通，按下试运行键，定时器的剩余时间指示灯就会闪烁。空调器会连续运行 2h，与室温无关。再一次按下电源键时，就可解除试运行状态。在空调器正常操作时，不要使用此键。

（2）线控器操作方法

1) 制冷功能操作步骤：

按下电源键 5，即将电源接通。

按下主要功能键 6 中的制冷功能键。

按下定时器工作模式键 9，可根据需要设定自动停、睡眠或自动开状态，再将定时器设定键 10 按到所需的定时时间。

按下风机速度控制键 2，选定低速、中速或高速状态。

按下温度控制键 7，调整到所需要的室内温度。每按动一下此

键，温度就会改变 1℃。

停止空调器运行时，只需按一下电源键 5 即可。

2) 节电制冷功能操作步骤：

节电制冷功能操作步骤与制冷功能操作步骤相同，只要将主要功能键 6 中的节电键按下即可。

在节电制冷运行时，由控制器控制室内机组风机，当压缩机在温度控制器的控制下停机时，室内机组风机低速运行 1min 之后自动停机。当压缩机再次起动运行时，风机也随之自动起动运行。

3) 抽湿功能操作步骤：

按下电源键 5，即可将电源接通。

按下主要功能键 6 中的抽湿功能键。

按下定时器工作模式键 9，可设定取消或自动停或自动开状态。

在抽湿操作时，控制器自动切断睡眠定时工作模式，微电脑控制器自动控制压缩机断续运行，自动控制室温和风机速度。此时如果按温度控制键 7 和风机速度控制键 2，均不起作用。在抽湿运行程序中，压缩机和风机电动机不断地停机是程序运行的现象。

要停止抽湿运行状态，只需按下电源键 5，切断电源，即可停止抽湿功能的工作。

4) 风机速度功能的操作步骤：

按下风机速度控制键 2，若此时处于自动位置功能，则自动指示灯亮，根据室内温度自动调节风机的转速。当风机运行在低速位置时，此时低速指示灯亮，送柔和风，同时运行噪声最小。在中速或高速位置时，中速或高速指示灯亮。

制冷运行时，室内风机按设定的风速连续运行。

节电制冷运行时，温度控制器控制压缩机停止运行后，室内机组风机转速下降，并在 1min 后停止运行。

5) 定时功能操作步骤：

按下电源键 5，将电源接通。

按下定时器工作模式键 9，可设定自动停、睡眠或自动开状态。

按下定时器设定键 10，再按一下设定时间增加 1h 时，定时器指示灯显示定时时间，当达到预设温度值，停止按动定时器设定键 10

后，指示灯会自动熄灭。

定时的取消：将定时器工作模式键 9 调至取消位置上，即可解除定时。

6) 温度控制功能操作步骤：

按下电源键 5，将电源接通。

按下温度控制键 7，设定室内所需温度值。降低或升高设定温度，只要按一下此键，每按一下温度设定值就会改变 1℃，如果将此键持续按着，温度会持续改变。

按下显示设定温度键 8，设定温度会闪烁显示 5s，绿色指示灯即指示出设定的温度。

需要知道的是，平时不按动操作控制面板温度控制键 7 或显示设定温度键 8 时，操作控制面板上所显示的温度为室温。

四、柜式空调器的使用方法

柜式空调器的操作一般为手动操作，其操作面板一般有三种形式：拨钮开关控制板、轻触摸按键控制板、智能型微电脑控制板。

1. 拨钮开关控制板操作

柜式空调器拨钮开关控制板如图 3-27 所示。

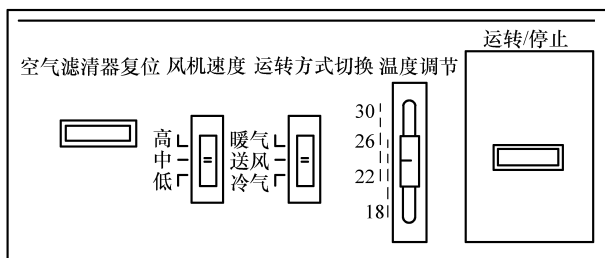


图 3-27 柜式空调器拨钮开关控制板

(1) 操作程序

1) 起动：按下“运转/停止”开关，将“运转方式切换”开关调到所需挡位（冷气、暖气、送风）；用“风机速度”开关调节风速（高、中、低）；用“温度调节”开关设定室内温度。

2) 停机：按下“运转/停止”开关，断开主电源开关。

3) 暖气控制: 按下“运转/停止”开关, 将“运转方式切换”开关调至暖气挡; 暖气挡刚开始运转时, 风机速度在内部电路控制下转速较慢, 以防止冷空气吹向室内, 待系统运转正常后, 风速逐渐自动加快至设定速度。对于电热型柜式空调器, 关闭暖气时, 风机会继续运转, 以冷却电加热装置。

(2) 操作注意事项

当空调器使用季节已过时, 应断开主电源开关; 当空调器设定于运转状态时, 按下“运转/停止”开关, 空调器即开始运转。若想防止空调器在暂时不用时, 出现非操作人员随意开机, 应断开主电源开关; 当“运转”指示灯出现闪烁时, 表示机内有安全装置在动作, 应停机进行检查; 当“检查空气滤清器”指示灯亮时, 表示空气滤清器过脏, 应清扫。清扫完毕, 再按一下“空气滤清器复位”开关, 指示灯会自动熄灭; 使用时温度设定值应适当, 若室内气温较低, 冷气运转方式会自动切换成送风运行。

2. 轻触摸按键控制板操作

柜式空调器轻触摸按键控制板如图 3-28 所示。

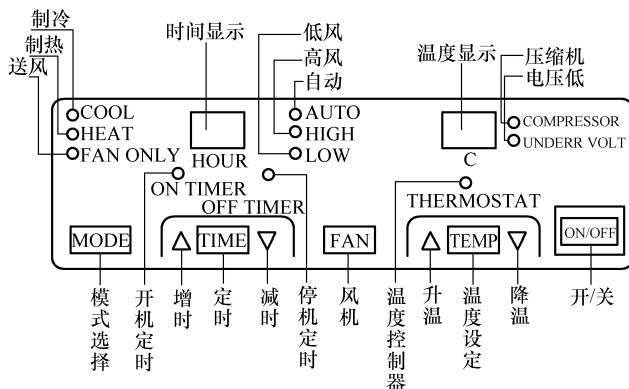


图 3-28 柜式空调器轻触摸按键控制板

(1) 操作程序

接通电源开关, 按下“开/关 (ON/OFF)”键; 将“模式选择 (MODE)”键调至所需挡位 (制冷、制热、送风); 设定定时时间,

需要进行开机定时时,按下“定时 (TIME)”键,开机定时指示灯亮,操作“增时 (△)”键或“减时 (▽)”键使显示时间值与需要设定值相符,需要进行停机定时时,按下“定时 (TIME)”键,停机定时指示灯亮,操作“增时 (△)”或“减时 (▽)”键进行停机定时设定;按下“风机 (FAN)”键,将风机速度调到所需挡位;按下“温度设定 (TEMP)”键,设定所需温度值;停机时按下“开/关 (ON/OFF)”键即可。

(2) 操作注意事项

1) “压缩机 (COMPRESSOR)”指示灯闪烁,表示电气系统有某一安全保护装置动作,压缩机处于等待工作状态,须待故障清除后,压缩机才能重新启动运行。压缩机一旦停机,会自动延时 3min, 3min 后才可再次起动,在此时间内,操作任何按键均不能使压缩机起动运行。

2) 制热运行时,“制热 (HEAT)”指示灯和“压缩机 (COMPRESSOR)”指示灯同时闪烁,表示空调器正在作除霜运行。

3) 若“电压低 (UNDER VOLT)”指示灯亮时,说明电源电压过低,应及时切断电源,待电压正常后再开机。

3. 智能型微电脑控制板操作

柜式空调器智能型微电脑控制板如图 3-29 所示。操作程序如下:

(1) 开机

按下“ON/OFF”开关,空调器即可起动运行;选择一种运转方式,即按下“冷气 (COOL)”、“送风 (FAN)”、“自动 (AUTO)”、“除湿 (DRY)”、“暖气 (HEAT)”开关中的一个;按下“室内温度 (ROOM TEMP)”设定开关,按动“▽”或“△”键设定室温;按下“风机速度 (FAN SPEED)”开关 (在除湿运转时,风机电动机转速被自动设定),风机速度按顺序依次改变:低→中→高 (LO→MED→HI)。需要送风栅格摆动时,可按下自动摆动 (AUTO SWING) 开关。

(2) 停机

需要停机时,再按一次“ON/OFF”开关即可。

如果可以在相同的条件 (运转方式、设定温度、送风和自动摆

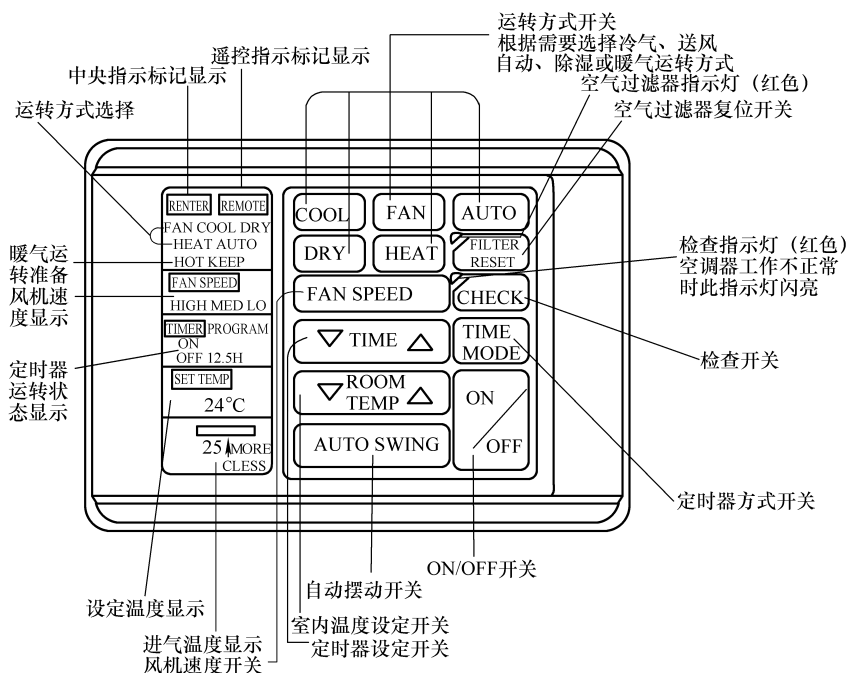


图 3-29 柜式空调器智能型微电脑控制板

动) 下使空调器工作, 只要按下“ON/OFF”开关即可。

(3) 开关定时器设定

开关定时器有两种方式: “OFF”定时器: 经过所设定的时间后使空调器停机; “ON”定时器: 经过所设定的时间后使空调器开机。

操作方法如下:

按下“定时器方式 (TIMER MODE)”开关。此开关能按照“NON-INDICATION” (无指示)、“OFF” (关)、“ON” (开)、“PROGRAM” (程序) 的顺序改变定时方式, 转换到“OFF”或“ON”方式。

按下“定时器 (TIME)”设定开关。按动“△”键则以 0.5h 为一挡增大定时时间; 按动“▽”键则以 0.5h 为一挡减少定时时间。经过所设定的时间后, 空调器开机或停机时, 定时器将变成无指示状态。

(4) 程序定时器设定

采用组合“PROGRAM”定时器的“OFF”和“ON”的定时方法，可以在每天以两个动作进行定时运转。一旦设定好“PROGRAM”定时器后，空调器将在每天相同的时间起动和停机。

具体操作是：设定定时器的“OFF”时间；设定定时器的“ON”时间；按下“定时器方式（TIME MODE）”开关，设定到“PROGRAM”，程序定时器开始工作。例如，要把程序定时器设定到上午8：00 起动，下午6：00 停机，若设定时的时间是上午10：00，则可以把“OFF”定时器的持续时间设定为8h，而把“ON”定时器的持续时间设定为22h 即可。

(5) 故障诊断显示

当红色指示灯闪亮时，说明空调器中出现了故障，空调器将停止工作。此时，在“设定温度（SET TEMP）”显示中显示故障代码。当空气过滤器红色指示灯闪亮时，说明空气过滤器需要清洗。微电脑控制的柜式空调器为保持空气过滤器的清洁，当空调器累计运行时间达到120h 时，空气过滤器的红色指示灯闪亮，提示需进行清洗，若此灯亮8h 以后仍没有进行过滤器的清洗，指示灯即进行闪烁报警。

第四章 空调器的维修

第一节 修理设备的使用方法

一、修理空调器需要准备的设备及工具

1. 修理空调器需要准备的常用钳工工具

钳子类：钢丝钳、斜嘴钳、尖嘴钳、封口钳等。

螺钉旋具类：大、中、小号一字槽、十字槽螺钉旋具等。

扳手类：梅花扳手、套筒扳手、活扳手、内六角扳手等。

锉刀类：钳工锉、整形锉等。

锤类：圆头锤、羊角锤、橡皮锤等。

台钳类：T-75 或 T-100 台虎钳。

电钻类：旋转用电钻、振动用电钻、锤击用电钻。

2. 修理空调器常用的管道加工工具

管子割刀：大、小号各一把。

手动弯管器：一套。

胀管器：公、英制各一套。

胀管冲头： $\phi 5 \sim 10\text{mm}$ 冲头一套。

3. 修理空调器常用的检漏工具

检漏仪：电子卤素检漏仪或卤素检漏灯。

压力检漏设备：氮气瓶一只，减压器一个及橡胶管道。

4. 修理空调器常用的专用工具

真空泵、便携式气焊设备或普通气焊设备一套、检修阀、三通修理阀、玻璃温度计、干湿球温度计、叶轮式风速仪、万用表、钳形电流表、功率表、绝缘电阻表等。

二、空调器维修常用设备的使用方法

1. 真空泵的使用方法

制冷系统进行抽真空的目的：一是将维修时残存在制冷系统内部

的不凝性气体抽出,对系统进行抽真空和干燥处理。二是可以对系统进行真空检漏,以负压形式检测系统的真空状态。三是为充注制冷剂作准备。

真空泵是对制冷系统进行抽真空的专用设备。制冷系统维修时使用旋片式真空泵,如图4-1所示。

真空泵使用的基本方法:用一根加氟管将真空泵的进气口与电冰箱制冷系统的工艺管上的三通检修阀连好,并将三通检修阀开至最大,然后启动真空泵运行即可。待达到抽真空目的后,先将三通检修阀的阀门关闭,然后稍微松开三通检修阀的加氟管与真空泵进气口的接口,听到真空泵运行声音有变化时,立即切断真空泵电源,拆下加氟管与真空泵接口,抽真空工作结束。

真空泵使用注意事项:放置真空泵的场地周围要干燥、通风、清洁;真空泵与制冷系统连接的加氟管要尽量短一点,以避免出现打折等问题而影响使用;使用中要观察加氟管与真空泵进气口的接口处是否有漏气现象;真空泵停止使用时,要将其进气口和出气口用塑胶塞塞好,以免空气与灰尘进入泵中而影响其使用;每次使用真空泵前,要检查泵中的润滑油位是否符合要求,以保证其安全使用。

2. 电子卤素检漏仪的使用方法

氟利昂制冷系统的卤素检漏工具有两类,一类是卤素检漏灯,另一类是电子卤素检漏仪。空调设备制冷系统现在多用电子卤素检漏仪进行检漏。

电子卤素检漏仪是一种精密的检漏仪器,灵敏度可达5g/年以下,灵敏度高的电子卤素检漏仪可检漏出0.5g/年左右的氟利昂的泄漏量。

电子卤素检漏仪的结构和外形如图4-2所示。用铂丝作阴极、铂罩作阳极构成一个电场,通电后铂丝达到炽热状态,发射出电子和正离子,仪器的探头(吸管)借助微型风扇的作用,将探测处的空气

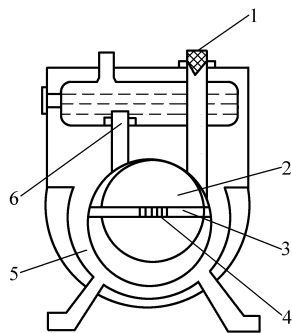


图4-1 旋片式真空泵结构

- 1—进气口 2—偏心转子 3—旋片
4—弹簧 5—泵体 6—排气口

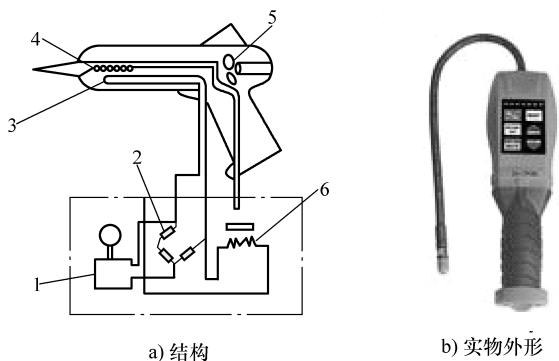


图 4-2 电子卤素检漏仪结构和外形

1—放大器 2—电桥 3—阳极 4—阴极 5—风扇 6—变压器

吸入，并通过电场。如果被吸入的空气中含有卤素（如 R12、R22、R134 等），与炽热的铂丝接触即分解成卤化气体，电场中一旦出现卤化气体，铂丝（阴极）的离子的放射量就会迅猛增加，所形成的离子电流随着吸入空气中的卤素多少成比例地增减。因此，可根据离子电流的变化来确定泄漏量的多少。离子电流经过放大并通过仪表显示出量值，同时发出音响信号。

由于电子卤素检漏仪的灵敏度很高，要求使用时被测试环境没有卤素和其他烟雾污染，因此不宜在污染量超过允许值的空调器生产或维修车间内检测。用电子卤素检漏仪进行精确检漏时，必须在空气新鲜的场所进行。电子卤素检漏仪的灵敏度是可调的，由粗检到精检分为几挡。在有一定污染的环境中检漏时，可选择适当挡位。

使用电子卤素检漏仪检漏时，应使探头与制冷系统被检部位保持 3~5mm 的距离，探头移动的速度不应超过 50mm/s。使用过程中应严防大量氟利昂气体吸入检漏仪，因为过量的氟利昂气体会对检漏仪的电极造成短时或永久性污染，使其探测的灵敏度大大降低。

三、常用仪表的使用方法

1. 指针式万用表



从图 4-3 中可以看到指针式万用表前面板安装有表头、量程转换开关、测量表笔插孔及零欧姆调节旋钮和机械零位调整螺钉。其表头

上经常可以看到一些符号及字母，它们的含义见表 4-1。

(1) 指针式万用表的结构

指针式万用表由表头（指示部分）、测量电路和转换装置三个部分组成。

表 4-1 指针式万用表常用字母与符号

符号与字母	表示意义	符号与字母	表示意义
	磁电系仪表	5000Ω/V ~	交流电压挡灵敏度值
	整流系仪表	-2.5	直流电压挡准确度值(±2.5%)
Ω	欧姆值刻度	~4.0	交流电压挡准确度值(±4.0%)
DC 或 -	直流电参量测量	3kV	电表的绝缘等级值
AC 或 ~	交流电参量测量	+, -	测量表笔的正、负极性
20000Ω/V -	直流电压挡灵敏度值		

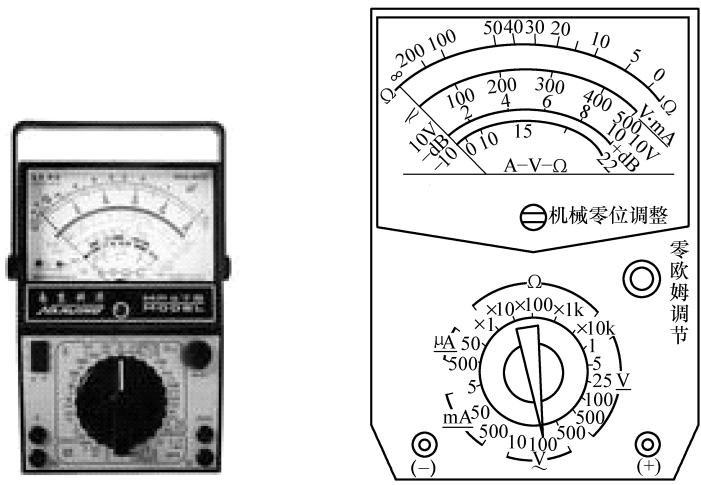


图 4-3 指针式万用表

一般用万用表内部安装电池作为电源。有时为了扩大电阻的量程（如 R × 10k 挡），还需要在高量程电路中另加高电压（9V）的电池。测量电阻的电路可用来测试压缩机电动机的绕组、起动继电器、过载保护器及温度控制器等部件的好坏。

量程转换开关置于“V”时，可测量直流电源或电路中元器件两端的直流电压，多用于对电子线路的测量。

量程转换开关置于“ μA ”时，可测量电路中的直流电流，多用于对电子线路的测量。

量程转换开关置于“ V ”时，可测量交流电源或交流电路中元器件两端的交流电压。

量程转换开关置于“ Ω ”时，可测量元器件的电阻。

(2) 指针式万用表的使用方法和注意事项

1) 每次测量前应把万用表水平放置，观察指针在表盘左侧电压挡的零刻度上，若指针不指零，可用旋具微调表头的机械零位调整螺钉，使指针指零。

2) 将红、黑表笔正确插入万用表插孔内。根据被测对象（电流、电压、电阻等）的不同，将量程转换开关拨到需要测量的挡位上，绝不能放错。如果对被测对象的大小拿不准，则应先拨到最大量程挡试测，以保护表头不致损坏，然后再调整到适宜的量程上进行测量，以减少测量中的误差。

3) 测量直流电压或直流电流时，如果不清楚被测电路的正、负极性，可将转换开关旋钮放在最高一挡，测量时用表笔轻轻碰一下被测电路，同时观察指针的偏转方向，从而判定出电路的正、负极性。

4) 测量时，如果不清楚所要测的电压是交流还是直流，可先用交流电压挡的最高挡来估测，得到电压的大概范围，再用适当量程的直流电压挡进行测量，如果此时表头不发生偏转，就可判定为交流电压，若有读数则为直流电压。

5) 测量电流、电压时，不能因为怕损坏表头而把量程选择很大，正确的量程选择应该使表头指针的指示值在大于量程一半的位置上，此时测量的结果误差小。

6) 测量电压时，一定要正确选择挡位，绝不能放在电流或欧姆挡上，以免造成万用表的损坏。

7) 测量高阻值的元器件时，不能用双手接触元器件两端，以免将人体电阻并联到待测元器件上，造成大的测量误差。

8) 测量电路中的电阻时，一定要先断掉电源，将电阻一端与电路断开再进行测量。若电路待测部分有电容量较大的电容存在，应先将电容放电后再测电阻。

9) 测量电阻时, 每改变一次量程, 都应重新调整零欧姆调节旋钮。若发现调零不能到位, 应更换上新电池。

10) 万用表每次使用完毕后, 应将量程转换开关旋到交流电压最高挡处, 以防止他人误用而造成万用表的损坏。若长时间不用, 应将表中的电池取出, 并将其放在干燥、通风处。

2. 数字万用表

用数字显示测量电参量数值的万用表叫做数字万用表。

(1) 数字万用表的面板

以 DT830 型数字万用表 (见图 4-4) 为例, 前面板装有显示器 (LCD)、电源开关、量程选择开关、 h_{FE} 插口、输入插孔等。

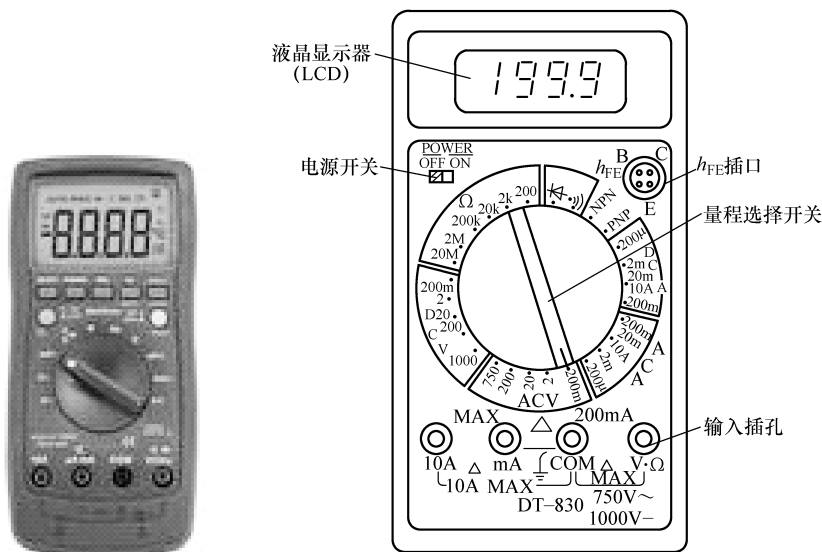


图 4-4 DT830 型数字万用表的外形和面板

电源开关: 在字母 “POWER” 下边有 “OFF” (断) 和 “ON” (通), 把电源开关拨至 “ON” 处, 接通电源, 显示屏显示数字, 使用结束, 把开关拨到 “OFF” 处。

液晶显示器 (LCD): 最大显示 1999 或 -1999, 有自动调零和自

动显示极性功能。

量程选择开关：为 6 刀 28 掷，可同时完成测试功能和量程选择。开关周围用不同的颜色和分界线标出各种不同测量种类和量程。

输入插口：有“10A”、“mA”、“COM”、“V·Ω”四个孔。面板插口附近还有“10A MAX”（或“200mA MAX”）和“MAX 750V ~ 1000V -”标记，前者表示在对应的插口间所测量的电流值不能超过 10A 或 200mA；后者表示所测交流电压不能超过 750V，所测直流电压不能超过 1000V。

h_{FE} 插孔：采用四芯插座，为测试晶体管的专用插口。测试时，将晶体管的三个引脚插入相应的插口中，显示屏即可显示出放大系数 β 。

(2) 基本使用方法

电压测量：将红表笔插入“V·Ω”插口内，根据直流或交流电压合理选择量程，然后将红、黑两表笔与被测电路并联，即可进行测量。

电流测量：将红表笔插入“mA”或“10A”插口内（根据测量值的大小），合理选择量程，然后将红、黑两表笔与被测电路串联，即可进行测量。

电阻测量：将红表笔插入“V·Ω”插口内，合理选择量程，然后将红、黑两表笔与被测元器件的两端并联，即可进行测量。

h_{FE} 值测量：根据被测管的类型（PNP 或 NPN）的不同，把量程转换开关转至“PNP”或“NPN”处，再把被测管的三只引脚插入相应的 B、C、E 插口内，此时，显示屏将显示出放大系数 β 。

电路通断的检查：将红表笔插入“V·Ω”插口内，量程转换开关转至标有“ ϖ ”符号处，让表笔触及被测电路，若表内蜂鸣器发出叫声，则说明电路导通，反之，则不通。

四、钳形电流表的工作原理与使用方法

钳形电流表简称为钳形表，是专门测量交流电流的专用电工仪表。用钳形电流表测量交流电流时，不必将其接入电路，只需将被测导线置于钳形电流表的钳形窗口内，就能测出导线中的电流值。钳形电流表多与万用表组合在一起，形成多用钳形表，如图 4-5 所示。

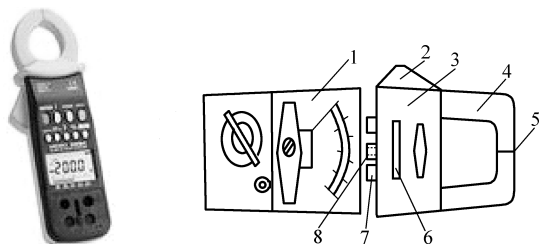


图 4-5 多用钳形表

- 1—万用表 2—铁心开口按钮 3—钳形电流互感器 4—钳形铁心 5—钳形铁心的开口
6—钳形互感器与万用表的连接旋钮 7—连接螺钉 8—连接插头

钳形电流表的使用方法和注意事项如下：

被测导线夹入钳口后，钳口铁心的两个面应很好地吻合，不能让污垢留在钳口表面。

钳形电流表的最小量程是 5A，当测量较小电流时显示误差会较大。为能得到正确的读数，可将被测的通电导线在钳形铁心上绕几圈后再进行测量，然后将测出的读数再除以放入钳口内的导线根数。

钳形电流表在测量时，只能测量电路的一根导线，不可同时钳住同一电路的两根导线，因为这两根电线的电流虽然相等，但方向相反，所以它们的磁效应互相抵消，不能在电流互感器的铁心中产生磁力线，因此钳形电流表的读数为零。

钳形电流表在使用时，要注意电路的电压，一般应在低压（400V）范围内使用。

钳形电流表每次测量完毕后，应将量程转换开关放在最大量程位置。

五、绝缘电阻表的工作原理与使用方法

绝缘电阻表曾称兆欧表，俗称摇表。它是一种简便、常用的测量高电阻的直读式电工仪表。一般用来测量电路、电动机绕组、电源线等的绝缘电阻。

绝缘电阻表的使用方法如下：

绝缘电阻表的外壳上一般设有三个接线柱，分别标有 L（线路）、E（接地）、G（保护线）记号。L、E 接线柱上分别接有测试棒。测量时被测电路接 L 端，电器外壳、变压器铁心或电动机底座接 E 端。测量电缆芯与电缆外皮绝缘电阻时，将 L 端接电缆芯、E 端接电缆外

皮，将电缆芯、电缆外皮之间的绝缘材料接 G 端。在测量绝缘电阻以前，应先切断被测设备的电源，然后将其接地进行放电。测量时绝缘电阻表应水平放置，切断外部电源。转动绝缘电阻表手把，将转速保持在 $90 \sim 150 \text{r/min}$ 。发现指针指零就停止摇动，以指针稳定时的读数为准确测量数据。

六、气焊设备的使用方法

1. 气焊的基础知识

(1) 焊接

焊接是指利用加热或加压，或者两者同时并用的方法，使两个以上焊件的原子之间产生相互结合的力而形成一个不可分离的整体。

(2) 气焊

利用可燃气体和助燃气体混合点燃后产生的高温火焰来熔化两个被焊件连接处的金属，使被熔化的金属汇集成一个共有的熔池，在冷却凝固后形成一个不可分离的接头，这种焊接方式就是气焊。

2. 气焊设备

气焊设备主要包括氧气瓶、乙炔气瓶、减压器、焊炬、软管等，如图 4-6 所示。

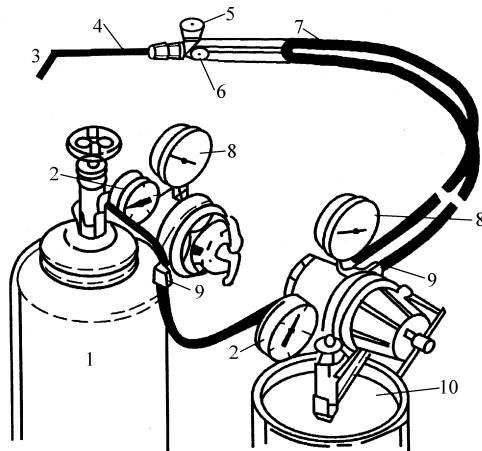


图 4-6 气焊设备的结构

- 1—氧气瓶 2—高压表 3—焊嘴 4—焊炬 5—乙炔调节轮 6—氧气调节轮
7—软管（胶管） 8—低压表 9—接头 10—乙炔气瓶

(1) 氧气瓶

氧气瓶是用来贮存和运输氧气的一种高压容器。它可以贮存约 1.5MPa 的高压氧气。工作时通过减压器、软管和焊炬将氧气送出，作为气焊用的助燃气体。

氧气瓶的结构如图 4-7 所示。它主要由瓶体、瓶阀、瓶帽、瓶箍和防振橡胶圈等组成。氧气瓶用低合金钢制成。为了使瓶体在直立时保持稳定，通常把瓶底制成凹形。瓶体上部瓶头内壁加工成螺纹，可用来旋上瓶阀。瓶头外部套上瓶箍和防振橡胶圈，以保持瓶阀在运输过程中不会因受冲击而损坏。

氧气瓶在使用时，按逆时针方向旋转瓶阀的手轮，可开启瓶阀，反之则是关闭瓶阀。

氧气瓶安全使用时的注意事项如下：

1) 氧气瓶外表的漆色应符合《气瓶安全监察规程》的要求，所有附件应完好无损。

2) 氧气瓶平时应直立放置在专用架上，并加以固定。在个别情况下卧放时，要把瓶颈稍微垫高，并用木块垫紧。一般情况下，应禁止使用平放的氧气瓶。这是因为氧气瓶平放时使用，气流会把瓶内的腐蚀锈末带入减压器，造成其损坏。

3) 放好氧气瓶后，在装上减压器之前，最好将瓶阀缓慢打开，吹掉接口内外的灰尘或金属物质。打开时，操作人员应站在与氧气瓶接口处成 90°角的位置，以免气流射伤人体。缓慢打开瓶阀是为了防止因开启过快而产生静电火花，如果开启时产生静电火花且瓶口有油脂，就容易引起燃烧和爆炸。

4) 减压器安装完毕后，要检查一下各部分是否漏气和管道是否畅通。

5) 氧气瓶与乙炔气瓶并用时，两只减压器不能呈相对状态，以

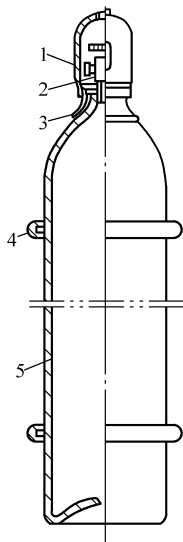


图 4-7 氧气瓶的结构

1—瓶帽 2—瓶阀 3—瓶箍
4—防振橡胶圈 5—瓶体

免气流射向另一只减压器，造成事故。

6) 氧气瓶和操作场所应当远离高温区。任何油脂和可燃物、熔融金属飞溅物及其他明火均不得与氧气瓶接触，应距离 10m 以上。

7) 因为氧气可以与油类发生激烈的化学反应而引起发热、自燃，产生爆炸，所以操作者绝对不能用沾有各种油脂或油污的工作服、手套和工具等去接触氧气瓶及其附件，以免引起燃烧。

8) 氧气瓶中气体不应完全用完，应留有 0.2MPa 压力的剩余气体，以防止可燃气体倒流，发生事故。

9) 禁止用氧气充当压缩空气对制冷系统试压。

10) 氧气瓶上应装有防振橡胶圈，在搬运前应检查瓶上安全帽是否拧紧，搬运中要避免碰撞和剧烈的振动。

(2) 乙炔气瓶

乙炔气瓶通常用铬钼钢制成。乙炔是一种碳氢化合物 (C_2H_2)，乙炔气瓶内满额时贮存有 1.5MPa 压力乙炔气体。乙炔气体中除含有极微量水分外，还混有 1% 的磷蒸气、0.7% 的氢氧化硅气体和 0.3% ~ 0.8% 的磷化氢气体，乙炔气体中发出的刺鼻气味主要来自磷化氢气体和含量很少的硫化氢气体。乙炔气体化学性质很不稳定，是易燃易爆品，所以使用乙炔气瓶时应注意以下安全事项：

1) 由于乙炔气瓶内充满了硅酸钙的固体填料，并利用其孔隙装入丙酮以溶解大量乙炔气体，因此使用时瓶身应立放，切勿横卧倒置，防止瓶内丙酮流入减压器、输入管道或焊炬内而发生危险。

2) 乙炔气瓶的瓶阀在使用过程中必须全部打开或全部关闭，否则容易漏气。

3) 乙炔气瓶的放置地点应距离明火 10m 以上。

4) 乙炔气瓶严禁在烈日下曝晒和靠近热源，一般瓶体温度不得超过 (30 ~ 40)℃。

5) 乙炔减压器与瓶阀的连接必须可靠、严密，严禁乙炔减压器与瓶阀的连接处漏气时使用。

6) 乙炔气瓶内气体不得用完，至少应保留 0.05MPa 以上的压力，并将阀门关紧，防止泄漏。

7) 禁止搬运没有防振橡胶圈和保护帽的乙炔气瓶。

(3) 减压器

减压器的作用可以归纳为以下两条：

- 1) 使钢瓶内的高压气体输出后变为工作用的低压气体。
- 2) 使气体能够保持所需要的固定工作压力，不致使压力突然上升或突然下降。

在电冰箱制冷系统维修过程中，气焊时使用的减压器为单级反作用式减压器，其工作原理如图 4-8 所示。从气瓶来的高压气体进入高压室 7，高压表 6 即显示此时气瓶中气体的压力。高压气体经过减压活门 5 减压后流入低压室 11，此时气体体积增大、压力降低，由出气口 12 供给气焊使用。

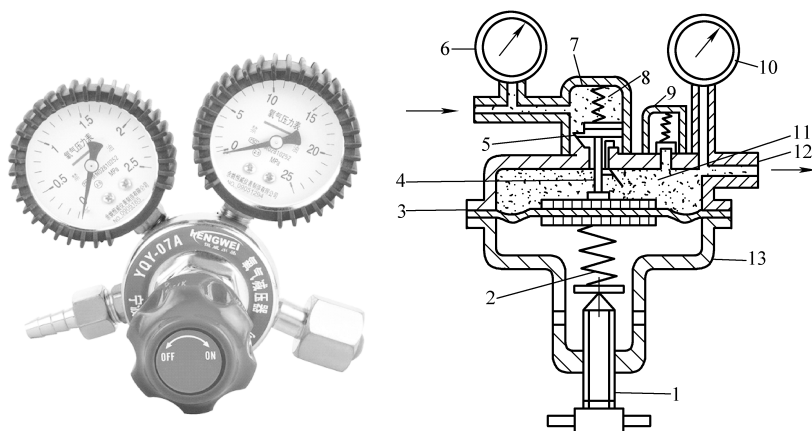


图 4-8 单级反作用式减压器的的工作原理

- 1—调节杆 2—工作弹簧 3—弹性薄膜 4—传动杆 5—减压活门 6—高压表
7—高压室 8—副弹簧 9—安全阀 10—低压表
11—低压室 12—出气口 13—外壳

低压表 10 指示的是减压后气体的工作压力值。调节杆 1 通过工作弹簧 2、弹性薄膜 3、传动杆 4 和副弹簧 8 开闭减压活门 5，以改变高压气体流入低压室 11 的数量，获得需要的工作气压。

当气体用量增大时，低压室 11 中气体压力就会下降，此时弹性薄膜 3 就会向上鼓起，使减压活门 5 开启度增大，流入低压室 11 的高压气体量增多，使低压气体压力增高；反之，当气体用量减少时，

减压活门 5 开启度逐渐变小,减少流入的高压气体量,使低压气体维持稳定的工作压力。

当气瓶内高压气体随着消耗而降低时,减压活门 5 由于受高压气体的压力减小,而会开启得稍大些,使高压气体流入低压室 11 的气体流量增多,维持低压室 11 的气体压力不变,达到自动稳压的作用。

如果在使用过程中减压器发生故障,使低压室 11 的气体压力超过允许最高压力值时,气体便从安全阀 9 处自动逸出,从而保护了减压器。

减压器的使用:减压器使用时,要将减压器拧紧到气瓶瓶阀上,再将输气胶管接到减压器低压端出口上,并用胶管扎头扎紧,然后开启气瓶瓶阀。调节工作气体的压力时,顺时针方向旋动调节杆 1,便可调节输出的低压气体的压力;气焊操作时,氧气低压表指示值在 $0.1 \sim 0.49\text{MPa}$ 范围内为宜,乙炔低压表指示值以不超过 $0.05 \sim 0.07\text{MPa}$ 为宜。

开启减压器时,操作者不要站在减压器的正面或气瓶出气口前面,以免发生意外。

(4) 胶管

作为输气通道的胶管的作用是:把经减压器减压成正常工作压力的可燃气体和助燃气体,从气体来源的出口接头输送到焊炬上,保证焊炬的工作。

胶管的结构可分为三部分,核心部分是由富有弹性、能抗弯曲和气体压力的橡皮组成的,中间部分是由 2 或 3 层纤维组成,外层是由带颜色的坚韧的橡皮组成。

胶管根据所输送气体的不同,分为氧气胶管和乙炔胶管。氧气胶管外表为黑色,内径通常为 8mm ,中间部分纤维为 3 层,能承受 $1.5 \sim 2.0\text{MPa}$ 的压力;乙炔胶管外表为红色,内径通常为 10mm ,中间部分纤维为 2 层,通常不耐高压。

胶管平时应保持清洁,特别应避免沾染油脂,防止遇氧气自燃起火,要经常检查胶管是否漏气。若有漏气,则应切除损坏部分,严禁用胶布或带有油脂的东西去包扎。胶管的使用长度一般在 $10 \sim 15\text{m}$ 之间为宜。

(5) 焊炬

焊炬俗称焊枪，其作用是使可燃气体与助燃气体按需要的比例在焊炬中混合均匀，并由一定孔径的焊嘴喷出进行燃烧，以形成焊接所需要的火焰。

焊炬按可燃气体进入混合管的方式，可分为射吸式和等压式两种。空调制冷设备维修时常用的是射吸式焊炬，如图4-9所示。

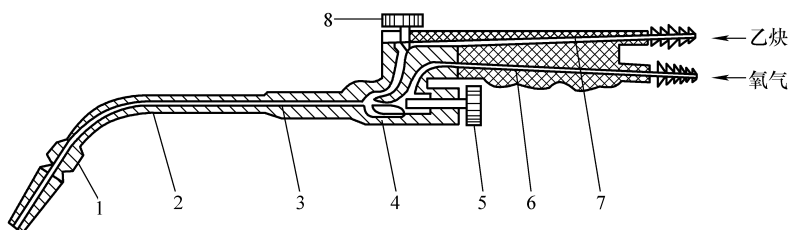


图4-9 射吸式焊炬的结构

- 1—焊嘴 2—混合管 3—射吸管 4—喷嘴 5—氧气阀
6—氧气导管 7—乙炔导管 8—乙炔气阀

射吸式焊炬的工作原理是：打开氧气阀5后，具有一定压力的氧气便经氧气导管6进入喷嘴4，并以高速喷入射吸管3中，使喷嘴4周围空间形成真空，在乙炔气阀8打开的情况下，将乙炔导管7中的乙炔气吸入射吸管，经混合管2充分混合后，由焊嘴1喷出，点燃即成焊接火焰。

(6) 焊料

制冷系统的焊接采用的焊料主要有铜银焊料、铜磷焊料及铜锌焊料等。

铜管与铜管之间的焊接可选用铜磷焊料或低含银量的焊料，这种焊料具有良好的漫流、填缝和润湿性能，不需使用焊剂，价格也便宜。

铜管与钢管或钢管与钢管之间的焊接，可选用铜银焊料或铜锌焊料，并辅以适当的焊剂。采用这两种焊料焊接操作结束后，必须将焊口附近的残留焊剂用热水洗涤干净，以防止产生腐蚀。

(7) 焊剂

焊剂也叫做焊药。它的作用是在钎焊过程中防止被焊物金属及焊料的氧化，有效地除去氧化物杂质，使焊料能够均匀地流动，同时还可以减少已熔化了了的焊料的表面张力，容易去除熔渣。

3. 气焊的火焰与调节方法

(1) 气焊的火焰

焊接时火焰的大小可通过调节氧气阀和乙炔气阀进行控制调节，气焊的火焰有中性焰、碳化焰和氧化焰三种。

1) 中性焰。中性焰是由氧气和乙炔按 1 ~ 1.2:1 的比例混合燃烧而形成的一种火焰，它由焰芯、内焰和外焰三部分组成，如图 4-10a 所示。内焰是整个火焰中温度最高的部分，在离焰芯末端 3mm 处温度达到最大值，约为 3050 ~ 3150℃，整个内焰呈蓝白色。制冷设备维修时，一般用内焰进行焊接，所以内焰又叫做焊接区。

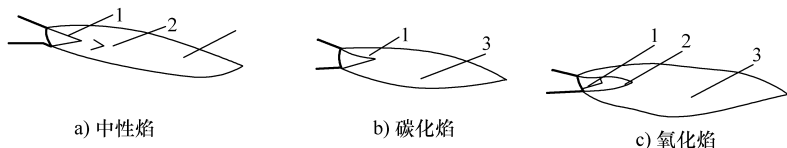


图 4-10 焊接的三种火焰

1—焰芯 2—内焰 3—外焰

2) 碳化焰。碳化焰是氧气与乙炔以小于 1 的比例混合燃烧而形成的一种火焰。三层火焰之间无明显轮廓，火焰最高温度为 2700 ~ 3000℃。碳化焰的焰芯呈蓝白色，似圆锥，如图 4-10b 所示。内焰为淡白色，其长度为焰芯的 2 ~ 3 倍，外焰呈橙黄色。当乙炔量过多时，火焰尖部冒黑烟。

3) 氧化焰。氧化焰是氧气与乙炔以大于 1.2 的比例混合燃烧而形成的一种火焰。由于此种火焰氧气的供应量较多，整个火焰氧化反应剧烈，而火焰各个部分的距离都缩短了，内焰和外焰之间没有明显的轮廓，如图 4-10c 所示。氧化焰的焰芯呈青白色，并且短而尖，外焰也较短，略带淡紫色，整个火焰较直，燃烧时会发出“嘶嘶”的响声。氧化焰的最高温度可达 3500℃。

(2) 焊炬的使用

点火时,先将焊炬的氧气阀调到很小的氧气流量,再缓慢地打开乙炔气阀,点燃,再调节氧气和乙炔的流量,直到将火焰调到所需大小为止,即可进行焊接操作。熄灭火焰时,应先关闭乙炔气阀,后关闭氧气阀。

(3) 气焊火焰的调节方法

1) 中性焰的调节方法:点燃焊炬后,逐渐增加氧气流量,火焰由长变短,颜色由淡红色变为蓝白色,当焰芯、内焰和外焰的轮廓相当清楚时,就可以取得标准的中性焰。

2) 碳化焰的调节方法:在中性焰的基础上,增加乙炔的流量,或减少氧气的流量,使火焰由短变长,颜色由蓝白色变成橙黄色时,即可得到碳化焰。

3) 氧化焰的调节方法:在中性焰的基础上逐渐增加氧气的流量,使火焰的长度变短、变直,并且发出“嘶嘶”的响声时即可得到氧化焰。

4. 气焊的操作方法

(1) 焊接工件的要求

焊接时,两管之间要有适当的嵌合间隙,并要将被焊工件表面的氧化膜、油脂、脏物等清除干净。

(2) 焊接操作

制冷系统焊接时应采用中性焰。焊接温度要比被焊物的熔点温度低,一般为 $600 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 。当气焊火焰将铜管烤成暗红或亮樱色时,即可向被焊接管口送入焊料,并用中性焰的外焰继续向管口处加热保温,焊料就可以熔化,沿着焊口自动流成一圈,达到焊接的目的。

使用铜磷焊料进行焊接时,要尽快地使被焊的钢管接口处升温,焊料熔入焊缝的深度应为 $3 \sim 4\text{mm}$,以保证接口处有足够的强度。焊接操作方法如图 4-11 所示。

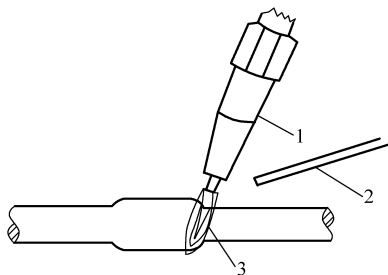


图 4-11 焊接操作方法

1—焊炬 2—焊料 3—工件

焊接时,要反方向送入焊料,使焊料不直接接触火焰,以免在焊接过程中产生气孔。

使用铜银焊料进行焊接时,要相对放慢对焊口的加热速度,提高焊口处的热容量,这样有利于提高焊口的质量。

焊接时,当焊口的焊料没有完全凝固时,绝对不可使管口受到振动,否则将会使焊口内产生裂缝,造成渗漏隐患;焊接结束后,必须将焊口处遗留的焊剂清除干净,以防日后腐蚀管路;在全部焊接工作完成以后,要用高压氮气对整个制冷系统进行检漏,以检验焊接质量。

第二节 空调器制冷系统的常见故障及处理方法

一、制冷压缩机的常见故障及处理方法

1. 空调器用压缩机电动机的主要故障

空调器用压缩机电动机一般有三个接线柱,电源向电动机的供电通过接线柱传给电动机的绕组。接线柱的绝缘层一般以玻璃或陶瓷体烧结在柱体之间。接线柱的数目多为三个,也有五个的(其中两个为内埋式过热保护器的接线柱),接线柱所连接的绕组端在压缩机机壳上用符号进行标示,即S表示起动端,C表示公共端,M或R表示运转端。

判断空调器用压缩机电动机绕组是否有故障时,测量其三个接线柱间的阻值是关键的一步。一般空调器用压缩机电动机绕组的阻值都较小,测量时可用万用表 $R \times 1$ 挡进行测量。其正确的阻值关系应为 $R_s > R_M$, $R_{SM} = R_s + R_M$ 。但也有例外,有些进口空调器的压缩机电动机用电容起动方式的起动绕组阻值反而小于运行绕组阻值。

对于在大型空调器制冷系统中使用三相电源的电动机,测量时,三个接线柱之间的阻值应是一致的。

空调器用压缩机电动机常见的主要故障是绕组断路、短路和接地。

压缩机电动机绕组断路是由于绕组短路,电流过大而烧毁的。判断时用万用表 $R \times 1$ 挡测量压缩机电动机三个接线柱间的阻值,若出现某两个接线柱的阻值为无穷大,即可判断为其内部绕组断路。

压缩机电动机绕组短路是由于绕组的绝缘层被破坏,使相邻的导线金属接触,造成匝间短路的。电动机出现短路故障会使运行电流增大,继而烧毁电动机。判断时,用万用表 $R \times 1$ 挡测量电动机三个接柱间的绕组电阻阻值关系,若出现总阻值小于两个分阻值之和,即可判断为其内部绕组短路。

压缩机电动机接地是指压缩机电动机绕组的绝缘层损坏,与压缩机外壳相碰,形成短路的故障现象。产生这种故障后的现象是,一通电,电源熔丝即熔断。判断时用万用表任一欧姆挡,将一根表笔接触公共端接线柱,另一根表笔接触刮掉漆皮后的压缩机外壳或压缩机的吸排气管。测量时,若观察到有导通现象,即可判断压缩机电动机出现了接地故障。

当压缩机电动机出现上述故障后,对于家用空调器来说,一般采用更换压缩机的方法予以排除。对于大型空调器来说,可将出现故障的压缩机拆下,送专业修理部门重绕电动机绕组。

2. 空调器用压缩机三相电动机常见的故障

电源断相而烧毁压缩机电动机。所谓断相是指供电系统中使用了电源熔丝,由于一相的熔丝熔断或配电设备出现故障,造成电源供电时缺少一相的故障现象。电动机断相可分为起动前断相和运行中断相两种情况。起动前断相会使电动机无法正常起动,造成过载保护装置动作,切断电源;运行中断相会造成两相中通过的电流是正常三相时的 150%,从而引起绕组过热而烧毁。

三相不平衡使压缩机电动机运行不正常。三相不平衡时,电压加到压缩机电动机绕组上时,会产生大的不平衡电流,在电流最大的相中,温升增加的比例为电压不平衡相中比例二次方的两左右,从而导致电动机的烧毁。

反相对压缩机电动机没有直接危害,但会导致压缩机反转,从而引起压缩机不供油,产生卡缸、抱轴等故障,因此,此种电动机中应装有防止反相的装置,以达到保护的目的。

三相电动机绕组好坏的判断可用万用表 $R \times 1$ 挡或 $R \times 10$ 挡来测量,若相邻的两个接线端之间的阻值均相等,说明三相电动机的绕组是好的。

三相电动机易出现的故障有：不起动、起动困难或在运行中发出“吭吭”声。

造成三相压缩机电动机不起动的原因一般是电源断电或电动机绕组断路。检查时可先检查电源是否断电，熔丝是否熔断，各类控制开关是否闭合，各项检查完毕后，可合闸起动试运行。若此时压缩机电动机仍不能起动运行，可用万用表 $R \times 10$ 挡检查绕组是否出现了断路，出现断路故障后应更换压缩机。

三相压缩机电动机通电后起动困难，一般是由于电源电压过低或压缩机电动机绕组短路所造成的。检查时，应首先检查电源电压是否过低，若电源电压低于额定电压的 10%，应暂停使用。若电源电压正常，应对压缩机电动机绕组进行检查，看是否有短路故障，如有短路故障，应更换压缩机。

三相压缩机电动机在运行过程中若发出“吭吭”声，一般是由于三相电流严重不平衡所致，产生的原因是有一相电源断相。此时可用万用表电压挡检查电源进线看是否断相，电源供电正常后即可排除此故障，重新起动压缩机运转。

3. 空调器压缩机的更换方法

在判断出空调器压缩机中电动机绕组烧毁等故障后，一般是采取更换压缩机的方法进行维修。

更换压缩机的操作方法如下：

1) 选择用于更换的压缩机应与原压缩机的功率基本相同或在允许浮动的功率范围内。

2) 新压缩机在安装之前应进行起动性能、吸排气能力的试运行，同时测试一下运行电流和是否漏电。

3) 将新压缩机安装回原位，或根据新压缩机的特殊情况，改动安装位置后，进行固定。

4) 用气焊将新压缩机的吸、排气管与系统焊好。

5) 向系统内打入表压为 0.8MPa 压力的氮气进行耐压与试漏，确定无误后，放掉试漏气体。

6) 安装起动元件、过载保护元件并与电路连接好。

7) 用真空泵对系统抽真空至要求参数，为后面的维修程序做

准备。

二、制冷系统的常见故障及处理方法

空调器制冷系统除了制冷压缩机是出故障的重点部件外，毛细管与干燥过滤器也是易出故障的部件。

1. 毛细管常见故障的判断与维修方法

空调器制冷系统中的毛细管易发生的故障与电冰箱制冷系统中易发生的故障基本一样，均为“脏堵”或“冰堵”。

空调器制冷系统中毛细管出现“脏堵”后的故障现象是：压缩机运行一段时间后，蒸发器口处仍无冷风吹出或吹出的风的温度较高。此时冷凝器侧亦无热风吹出。

毛细管“脏堵”现象，易与空调器制冷系统制冷剂不足、制冷剂泄漏和室外侧冷凝器表面过脏、不能很好地进行热交换等故障现象混在一起，不易判断。为准确判断是否是毛细管出现了“脏堵”，可在分体式空调器室外机组的出液阀、回气阀上挂压力表，起动压缩机运行，观察压力表的变化情况，若发现运行时高压表表压较高，而低压表压力趋近于零，则说明制冷系统不是制冷剂不足，而是出现了“脏堵”。为了判别是毛细管“脏堵”，还是干燥过滤器“脏堵”，可用剪刀将毛细管与干燥过滤器处剪开一个小口，看有无制冷剂喷出，若有制冷剂喷出，说明是毛细管出现了“脏堵”；若无制冷剂喷出，则说明是干燥过滤器出现了“脏堵”。

毛细管发生脏堵以后，最好更换同内径同长度的毛细管。若手头没有合适的毛细管，可用加热的方法，即用气焊的外焰加热毛细管，将其内部的脏东西烧化。在加热的同时，可从毛细管的出口端（即与空调器蒸发器相连的一端）用氮气加压吹气，把积存在毛细管内的脏东西吹出来。

空调器制冷系统中的毛细管还会发生“冰堵”故障，特别是热泵型空调器更易发生此类故障。产生空调器制冷系统“冰堵”故障的原因和电冰箱制冷系统发生“冰堵”故障的原因相似，一般均为在制冷系统组装时操作不规范所致。

空调器制冷系统出现“冰堵”后的故障现象也与电冰箱制冷系统产生“冰堵”故障相似，即会出现一会儿空调器制冷系统工作正

常，一会儿制冷系统工作不正常，如此反反复复。

空调器制冷系统出现“冰堵”故障后的排除方法是：放掉制冷系统中的制冷剂，更换干燥过滤器，然后对制冷系统进行长时间的抽真空，以求彻底清除系统残存的水分。充注制冷剂时一定要按规范要求进行。

在进行空调器制冷系统与毛细管相关的故障维修时，若空调器是使用两根以上毛细管，要十分注意每根毛细管的管径、长度和位置均不能搞错，因为在设计时是按不同的蒸发面积和分流需要确定毛细管的内径与长度的，搞错后会影响到空调器的性能与功能。这一点维修时一定要注意。

2. 干燥过滤器常见故障的判断与维修方法

空调器制冷系统中的干燥过滤器最易产生的故障是“脏堵”。产生“脏堵”故障的主要原因是：制冷系统焊接时操作不规范，加热时间过长，使管道内壁产生大量的氧化层脱落；压缩机长期运转造成的机械磨损产生金属碎屑，制冷系统在加入制冷剂前未清洗干净等。

空调器制冷系统干燥过滤器产生“脏堵”时的故障现象与其毛细管产生“脏堵”故障时类似，判断方法也相同。即断开毛细管与干燥过滤器的接口后，看不到有大量的制冷剂喷出时，再断开冷凝器与干燥过滤器的接口；若看到有大量制冷剂喷出，即可判定是干燥过滤器出现了“脏堵”。

干燥过滤器“脏堵”故障的排除方法：拆掉“脏堵”的干燥过滤器，用高压氮气（表压为 0.4MPa 即可）吹一下制冷系统，重点是高压侧。然后，更换上一个新干燥过滤器。

第三节 空调器电气系统的常见故障分析及处理方法

一、一般电气控制系统的常见故障及处理方法

1. 空调器用机械压力式温度控制器的常见故障分析

温度控制器是对空调房间温度幅差进行控制的电开关装置。它的作用是：通过调节温度控制器的旋钮，改变所需控制的温度，使空调房间在选定的温度范围内自动控制空调器压缩机的开、停。

目前，绝大多数窗式空调器的温度控制器是机械压力式的，近来

生产的分体式空调器采用了电子式温度控制器。

机械压力式温度控制器常见的故障主要有感温元件中感温剂泄漏、触头粘连或触头烧蚀等。

机械压力式温度控制器故障的判断方法是：空调器在室温达到要求时，压缩机仍不能停机，或通电后空调器风机电动机工作正常，但压缩机却不能正常起动的情况下，可将温度控制器从电气系统中拆下来，把调节旋钮放置到制冷位置，然后用万用表 $R \times 1$ 挡，测量温度控制器两主接线端间是否导通。若不导通，一般是感温机构中的感温剂泄漏光了，此种情况下，应更换同规格、同型号的温度控制器。若是因为不能停机而要进行检修，可将拆下的温度控制器的感温包放入冰水混合液中 $3 \sim 5\text{min}$ ，再用万用表测其两主接线端间是否导通，若仍导通，说明触头粘连。

机械压力式温度控制器触头粘连后的修理方法是：用小螺丝刀轻轻撬温度控制器金属外壳两侧，即可取下触头的绝缘板，用小刀将触头撬开，然后用双零号细纱纸将触头表面打磨光亮即可。

2. 电磁换向阀常见故障的分析

电磁换向阀线圈出现故障时可用万用表检查电磁换向阀的线圈，其方法如图 4-12 所示，如果电磁换向阀不能有效地进行冷、热的切换，可用万用表测量其线圈的阻值，电压为 220V 的电磁换向阀电磁线圈的阻值约为 700Ω (20°C)，若线圈阻值为 0 ，说明线圈短路，若线圈阻值为 ∞ ，说明线圈已断路。

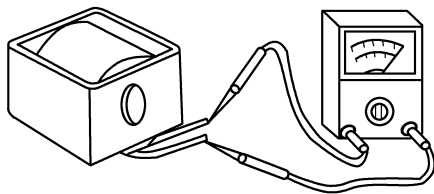


图 4-12 用万用表检查电磁换向阀

可在电磁换向阀上进行“触摸法”检查，通过电磁换向阀上的 6 根管（即压缩机的排气管、吸气管，至内部的冷却管，至外部的冷

却管，左后导毛细管和右前导毛细管）的温差，并对比这些温差，就初步可知道故障所在，具体见表 4-2。

表 4-2 电磁换向阀“触摸法”检查

电磁换向阀管序		1	2	3	4	5	6
序号	阀的工作情况	来自压缩机的排气管	至压缩机的吸气管	至内部的冷却管	至外部的冷却管	左后导毛细管	右前导毛细管
1	制冷正常	热	冷	冷	热	阀体温度	阀体温度
2	制热正常	热	冷	热	冷	阀体温度	阀体温度
3	流量不够造成电磁换向阀换向不完全	热	暖	暖	热	阀体温度	热
	导向的两孔开启造成电磁换向阀换向不完全	热	暖	暖	热	热	热
4	阀孔脏污造成从制冷到制热不换向	热	冷	冷	热	阀体温度	热
	导管堵塞造成从制冷到制热不换向	热	冷	冷	热	阀体温度	阀体温度
	导向的两孔开启造成从制冷到制热不换向	热	冷	冷	热	热	热
	压缩机故障造成从制冷到制热不换向	暖	冷	冷	暖	阀体温度	暖
5	压力差太高造成从制热到制冷不换向	热	冷	热	冷	阀体温度	阀体温度
	导管堵塞造成从制热到制冷不换向	热	冷	热	冷	阀体温度	阀体温度
	分压孔脏污造成从制热到制冷不换向	热	冷	热	冷	热	阀体温度
	导向有故障造成从制热到制冷不换向	热	冷	热	冷	热	热
	压缩机故障造成从制热到制冷不换向	暖	冷	暖	冷	暖	阀体温度
6	阀体损坏造成制热时明显泄漏	热	热	热	热	阀体温度	热
	阀在冲程中间位置造成制热时明显泄漏	热	热	热	热	阀体温度	热
	活塞末端的针阀泄漏	热	冷	热	冷	阀体温度	比阀体暖
	导向和针阀泄漏	热	冷	热	冷	比阀体暖	比阀体暖

电磁换向阀又称四通换向阀，它是热泵型空调器中自动换向实现制冷、制热的一个部件。电磁换向阀常见的故障有：电磁线圈烧毁，电磁换向阀内活塞上的泄气孔被堵塞造成阀体不能换向，电磁换向阀上毛细管堵塞等。

(1) 电磁换向阀不能换向

造成这一故障现象的原因很多，归纳起来，主要有：

电磁阀的线圈烧毁。当电磁换向阀不能进行换向时，切断其电源，用万用表 $R \times 10$ 挡，测量其线圈的直流电阻，一般家用空调器电磁换向阀的线圈阻值应约为 700Ω 。若测出线圈阻值为 0，说明线圈短路；若线圈阻值为无穷大，说明线圈已断路。更换上新线圈即可恢复其正常工作。

电磁换向阀活塞上的泄气孔被堵塞。电磁换向阀活塞上泄气孔径只有 0.3mm，孔前虽然设置有过滤网，但若压缩机排气中混有过多的杂质，仍然会将其堵塞，使其不能换向。排除这一故障的方法，可采取在压缩机运行状态下多次通、断电磁换向阀线圈电路，使电磁换向阀连续换向，以便冲除电磁换向阀中的杂质。若还不行，可更换新电磁换向阀或将电磁换向阀拆开修理。

制冷系统中制冷剂泄漏，高低压力差减少，使得电磁换向阀换向困难，这种故障判断起来较困难，测一下制冷系统的高低压力值，若高低压力值低于额定值，则说明制冷系统制冷剂不足，向制冷系统中适当补充些制冷剂即可。

电磁换向阀上毛细管脏堵。压缩机起动运行以后，本应迅速发热的毛细管，只有与电磁换向阀相连的端头处发热，而其他部分不热，说明是毛细管出现了脏堵，从而造成了电磁换向阀不能换向。排除方法是：在压缩机运行状态下多次通、断开电磁换向阀线圈电路，用变换的气流冲除污物，若不见效，只能将电磁换向阀拆下，打开阀体进行维修。

压缩机效率下降，高低压力差减少，使电磁换向阀不能正常工作，遇到这种故障，应先检查制冷系统是否制冷剂不足。在确认系统制冷剂不足的情况下，断开压缩机与制冷系统的连接，单独测一下压缩机的吸排气能力，最简单的办法是：用手指顶住压缩机的吸排气

口,感觉一下是否有很强的吸排气能力,若感觉吸排气能力较弱,应更换压缩机。

(2) 电磁换向阀换向不完全

造成这种故障的原因是:电磁换向阀内滑块换向行程开始后,由于换向阀阀体损伤,使活塞不能顺畅运动,无法到达工作位置,造成电磁换向阀换向不完全的故障。产生此种故障后的现象是:压缩机吸气管发热,蒸发器出风不冷,电磁换向阀左右两侧毛细管均发热。遇到这种故障时应更换新电磁换向阀。

(3) 电磁换向阀内部泄漏

造成这种故障的原因是:电磁换向阀使用一段时间后,换向阀内聚四氟乙烯活塞上的顶针与阀体上的阀座不密封,造成高压侧制冷剂气体向低压侧泄漏。产生此种故障后的现象是:电磁换向阀左右两侧的毛细管均发热。遇到此种故障现象,排除方法是更换电磁换向阀。

电磁换向阀损坏后,需更换为新电磁换向阀,在更换时应注意以下几个问题:

1) 电磁换向阀在更换安装时以水平方向为好,如要垂直方向安装,要求制冷系统非常清洁,否则,活塞上泄气孔易被脏物堵塞,导致电磁换向阀不能正常换向。

2) 安装时应小心轻放,阀体及毛细管不得压扁,以免滑块被卡,导致电磁换向阀不能正常换向。

3) 电磁换向阀应安装在振动最小的位置上。

4) 焊接时,一定要防止脏物进入制冷系统,应采用无焊剂焊接。焊接时,要保持阀体处于低温,温度不能高于 120℃。

二、电子电路控制系统的常见故障及处理方法

空调器所用的微电脑控制器的硬件结构基本相同。它由微电脑、传感器、控制开关、显示器和电源组成,其控制电压为 12V 或 24V。近年生产的空调器微电脑控制器使用内部带 A-D 转换的芯片,大大减少了控制器外围元器件。

微电脑控制器在空调器中一般有下列功能:温度控制、风量控制、节能控制、湿度控制、风向控制、睡眠控制、定时控制、除霜控制和制热时防止冷风吹出控制及压缩机过热或过载时的停机控制。

温度控制是微电脑控制器的全功能，它是通过控制压缩机的开停或运转速度，使室内空气温度达到所需要的温度值，根据室内吸入空气的温度来自动调整室内风机的速度。其控制电路是把设定的温度值预先存储在微电脑中，由室温传感器测量当时的温度值，然后与设定值进行比较、判断，从而控制压缩机的开、停，使室温基本控制在所需要的范围内。

风量控制就是根据使用要求，设定为高中低三挡中任意一挡风速工作，也可以按自动方式工作，如制冷时，设 T_A 为室内温度值， T_S 为设定温度值。在空调器运行过程中，将测得的室内温度值 T_A 与设定温度值 T_S 进行比较，当 $T_A - T_S > 4^\circ\text{C}$ 时，风机以高速运行；当 $2^\circ\text{C} < T_A - T_S \leq 4^\circ\text{C}$ 时，风机以中速运行；当 $T_A - T_S \leq 2^\circ\text{C}$ 时，风机以低速运行。

为了使空调器实现节能控制，微电脑控制器控制空调器在制冷或制热达到设定的温度值以后，会继续按设定值工作 1h，将设定温度值在制冷时自动提高 1°C ，制热时自动降低 1°C ，以减少压缩机的工作时间来达到节能的目的。近年推出的变频器是一种理想的节能设备，它可根据制冷或制热负荷的变化来改变压缩机的转速，在以较大的功率快速制冷或制热后，以较小的功率运转达到维持室温的目的。

微电脑控制器中，对空气湿度控制有直接法和间接法两种方法。直接法是利用湿度传感器直接控制湿度。它将设定的湿度值分为高中低三挡，将湿度传感器测得的湿度值与设定值进行比较，以确定制冷系统是除湿运行还是制冷运行。间接法是对室内风机电动机和压缩机的工作进行计时，从而间接控制湿度，不使用湿度传感器。在工作时，根据室内的温度值，先让制冷系统以制冷方式运行，使室内空气达到既降温、又除湿的目的，然后再控制风机电动机和压缩机以间隔方式开、停，以达到控制室内空气湿度的目的。

微电脑控制的空调器为防止人们在开机的情况下睡眠时不舒适，而设置了睡眠控制功能。其控制过程是：当设定睡眠方式时，在制冷状态下，工作 1h 后，设定的温度值会自动升高 1°C ，又经过 1h 后，再升高 1°C 。在制热状态下，工作 1h 后，设定的温度值会自动降低 2°C ，又经过 1h 后再降低 3°C 。睡眠功能设计的温度变化值，一般在

设定值 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 的范围内变化, 以适应人体睡眠时的生理变化要求, 又具有一定的节能效果。

微电脑控制的空调器在制热运行中, 为防止起动运行时, 由于室内侧换热器中制冷剂蒸气温度低, 会吹出冷风使人感觉不舒服, 在室内侧换热器的盘管上安装了一只温度传感器。当刚开始制热运行时, 检测到盘管表面的温度较低, 传感器控制风机电动机不工作, 只有当检测到盘管表面温度达到一定值后, 才能起动室内风机电动机, 从而有效地防止了空调器起动时向室内吹冷风的现象。

微电脑控制的空调器, 电路部分常见的故障有:

(1) 开机后空调器不能工作

当按下运行键时, 空调器不能工作。出现这种情况时, 说明电源没有接通, 应检查: 电源有无故障, 即电源开关是否合好, 熔断器是否熔断, 若是三相电源, 是否有断相; 室内机组电路板上的压敏电阻是否损坏, 各线簇连线的插件是否接触不良; 按键开关是否接触不良或电路板上元器件是否损坏等。要逐一检查, 排除后即可恢复空调器起动运行。

(2) 开机后室内风机电动机运转, 但压缩机不运转, 且故障灯闪烁

用微电脑控制的空调器, 故障灯闪烁, 说明系统有故障, 应参照说明书进行故障检查, 也可按下述内容进行逐项检查, 以求查出故障原因, 予以排除。

检查电源是否电压过低或断相。

检查压缩机电动机的过载装置是否动作或动作后是否复位。

检查室外风机电动机是否工作正常, 有时会因室外风机电动机不工作, 而引起压缩机高压侧压力过高, 导致过载保护器动作, 使压缩机不能起动运行。

检查压缩机和室外风机电动机的接线头处是否有接触不良, 从而导致故障。

检查控制压缩机供电电路的交流接触器线圈是否烧毁, 造成其不能吸合, 而无法接通压缩机电路。

检查压缩机保护元件——高低压压力继电器是否动作, 或其内部

触头是否损坏而造成压缩机不能起动。

若上述各项均没有故障，应检查电脑控制板是否本身存在故障而造成压缩机电路不能正常工作。

(3) 空调器起动一会儿就停机，且故障灯闪烁

造成这一故障既可能是制冷系统有故障所致，也可能是电气系统有故障所致。

检查时，最好参照说明书，对照故障灯所示内容进行排查。若手头没有本机的说明书，可重点进行如下检查：

是否因压缩机排气压力过高（表压超过 2MPa），引起压力继电器动作，从而切断了压缩机电路。

是否因制冷系统制冷剂不足或脏堵，引起低压压力过低（表压低于 0.2MPa），而最终引起压力继电器动作，使压缩机停机。

是否因压缩机或风机电动机的过载保护器动作，引起高压压力过高，使压力保护装置动作，压缩机停机。

总之，对于电脑控制的空调器电气系统常见故障的分析，一是对照故障代码的指示，查阅空调器说明书，从原理上基本弄清问题所在；二是顺着电气系统的构成元器件，逐步分析、查找即可找到故障位置，进行有针对性的维修，以减少维修中的盲目性，提高工作效率。

第四节 空调器常见故障的修理方法

一、压缩机内冷冻机油变质的判断与更换方法

1. 冷冻机油变质的判断方法

1) 滴纸法。取一张干净的白纸，将压缩机壳中的冷冻机油取出一点，滴在白纸上，过一会儿观察白纸上冷冻机油滴的颜色，如果冷冻机油滴颜色很浅而且分布比较均匀，说明冷冻机油质量较好，可以继续使用；如果发现白纸上有深色的回点或圆环，则说明冷冻机油已变质或所含杂质过多，应考虑更换。

2) 对比法。取没有使用过的冷冻机油若干，倒入干净的玻璃试管或量筒内静置一段时间后，作为标准试样。再将需判断的冷冻机油从压缩机中取出一点，也倒入同样的另一个容器中，用眼睛观察比

较。若从压缩机中取出的冷冻机油的颜色、透明度与标准冷冻机油的颜色、透明度差不多，说明没有变质；若从压缩机中取出的冷冻机油与标准冷冻机油相比有较明显的区别，变成橘红色或红褐色的混浊状态，说明冷冻机油已变质，不能继续使用，应更换冷冻机油。

2. 更换空调器压缩机冷冻机油的方法

将压缩机与制冷系统断开，拆下压缩机，将其倒置，把机壳内变质的冷冻机油倒入事先准备好的容器中，称量出冷冻机油的容积。然后以此为依据，将新的冷冻机油倒入盛油容器中，再增加原量的10%作为加油量。具体操作方法如下：

- 1) 将准备好的冷冻机油放入一个干净的小容器中。
- 2) 将压缩机装回空调器原安装位置上，在压缩机的排气管上接一只复式三通修理阀，连接时把三通修理阀的中间管道与压缩机排气管相连，左侧的管道放入盛有冷冻机油的容器中，右侧管道与真空泵相连。
- 3) 将三通修理阀左侧阀门关闭，右侧阀门打开，然后起动真空泵运行。
- 4) 真空泵运行 5 ~ 10min 后停机，关闭右侧阀门，打开左侧阀门，冷冻机油在压缩机内外压差作用下流入压缩机内，待容器中冷冻机油全部流入压缩机内时，加冷冻机油工作结束。压缩机加注冷冻机油量参考值见表 4-3。

表 4-3 压缩机加注冷冻机油量参考值

压缩机功率/W	122	183	367	551	735	1102	1470	2205
注油量/L	0.2	0.35	0.5	0.75	1.5	2.0	2.0	2.5

5) 用气焊将压缩机与制冷系统焊好，以便进行下一步维修操作。

二、整体式空调器常见故障的修理方法

窗式空调器的故障现象一般可归纳如下：

漏：制冷系统有裂痕，造成制冷剂和冷冻机油泄漏。

堵：制冷系统内部发生冰堵或脏堵及蒸发器或冷凝器表面积尘太多，造成热交换能力下降或不能进行热交换。

烧：压缩机电动机和风机电动机绕组、电磁换向阀线圈及各种继电器线圈和线路触头烧毁。

断：电气系统中的导线、熔丝熔断或压力继电器及过载保护器动作，从而切断电路。

卡：压缩机卡缸或风机电动机的风叶与空调器上风叶外壳间卡住。

窗式空调器常见故障分析与维修方法如下：

(1) 空调房间降温效果不好

1) 空调器制冷量选得过小，房间建筑面积过大，空调器的制冷量小于房间的建筑热负荷，所以不能满足降温要求。排除方法：按本书所列空调房间冷负荷的计算方法，重新计算房间的热负荷，按实际热负荷配置空调器。

2) 空调房间建筑结构本身不合理。如房间的保温隔热性能差，门、窗多或面积太大。窗户上没有遮阳设施，这些因素导致室内热负荷过大，使室温难以降下来。排除方法：改造房间的密封性能，在向阳的窗户上加装双层窗帘（一层为白纱，另一层为深绿），将阳光的辐射热减少到最低限度。

3) 室内有发热设备，如各种家用电器、照明设备等，将导致室内热负荷过大。排除方法：空调房间应尽量减少发热设备。

4) 空调器本身的空气过滤网堵塞。空调器长期使用时，空气过滤网上灰尘积聚过多，堵塞过滤网的通风道，使空调器风量显著减少，所以其制冷量也随着减少。排除方法：定期清洗空气过滤网。

5) 空调器的冷凝器因朝南或朝西直接曝晒在阳光下，使冷凝器散热困难，其制冷能力也显著降低，严重时会使空调器不能正常工作。排除方法：安装空调器时，应尽量将空调器安装在房间的北面，实在没办法而在南面安装时，应在空调器上面加装防晒板，

6) 室内人员过多，门窗常开。室内人员过多，室内热负荷很大；门窗经常开启，室外热空气容易进入房间，这些都会使空调器热负荷增大。排除方法：密闭空调房间的窗户，减少热空气进入房间的机会，尽量减少开关门的次数。若房间内人员数量变化过大，则可选配变频空调器。

7) 冷凝器进出风口堵塞。窗式空调器的冷凝器进风口设在箱体两侧面, 若安装位置不当, 容易将进风口堵住。这样, 冷凝器工作环境恶化, 就会导致制冷量急剧下降。另外冷凝器的排风口也不应有障碍物堵塞, 否则冷凝器的散热量无法排出, 也影响空调器的降温性能。排除方法: 将空调器室外冷凝器侧外 1m 以内的障碍物清理干净, 并保证空调器左右两侧进风口通畅。

8) 空调器的新风门、排风门始终打开着。排除方法: 空调器工作时, 一般情况下新风门、排风门应将其处于关闭状态, 只循环室内空气。只有在室内空气污浊到一定程度时, 才打开新风门, 更换室内空气。

9) 温度控制器位置设置不当, 温度控制器的温度值调定得太高, 使室温降不下来。排除方法: 重新设置温度控制器的挡位, 并将空调器的出风格栅向上方推。

(2) 空调房间内空气不新鲜

原因: 空调房间密封性较好, 一般情况下, 为了空调器的节电运行, 只允许进入一小部分室外新鲜空气。但由于人员长期停留在空调房间, 呼出的二氧化碳气体聚集在房内, 再加上有人吸烟及人员来回走动产生的灰尘, 使室内空气污染程度增加。

排除方法:

1) 开大新风门, 打开排风门, 让室外新鲜空气进入, 排除室内污浊空气。若这时仍然不能解决问题, 就要暂停空调器, 打开门窗, 更换房间空气。

2) 要经常清洗空气过滤器, 否则进出风口处脏物阻塞就会使空调器进风量减小, 影响房间空气的新鲜程度。

3) 空调房间内严禁吸烟, 尽量减少人员来回走动。

4) 房间内设置负离子发生器或者选购带有负离子发生器的空调器。

(3) 空调器运转但不制冷

1) 连接管路断裂或焊接处有裂纹, 造成制冷剂泄漏。排除方法: 修补制冷系统断裂处, 焊接好后重新抽空充注制冷剂。

2) 毛细管或干燥过滤器堵塞。排除方法: 更换同一规格的毛细

管或干燥过滤器，重新抽空充注制冷剂。

3) 空气过滤器积灰过多，造成气流通道受阻，风量减少。排除方法：及时清洗空气过滤器。

4) 风机风叶松脱，不能与电动机一起旋转。排除方法：紧固风机与电动机轴的锁紧螺母。

5) 空调器的空气过滤器太脏，使蒸发器表面结霜过厚，通风量减小。排除方法：使用时每2~3周清洗一次空气过滤器。

6) 冷凝器排风受阻。排除方法：用鼓风机吹除冷凝器表面积灰，清理冷凝器的进出风口的障碍物。

7) 压缩机阀片击碎，不能进行工作。排除方法：更换压缩机，然后重新抽空、充注制冷剂。

8) 压缩机机壳内高压管断裂，使压缩机不能进行吸排气。排除方法：更换压缩机，然后重新抽空、充注制冷剂。

9) 若是热泵型空调器，电磁换向阀线圈可能短路或烧坏，使电磁换向阀不能工作。排除方法：更换电磁换向阀线圈。

10) 电磁换向阀本身机械故障，如阀芯卡住、泄漏等，造成电磁换向阀不能换向制冷。排除方法：放掉系统中的制冷剂，更换电磁换向阀后重新抽空、充注制冷剂。

(4) 窗式空调器运转但制冷量不足

1) 电源电压不稳，主要是由于用电设备过多，造成电压不稳，使空调器的欠电压保护器起作用，空调器经常停机，机组工作时间过短，制冷量不足。排除方法：加装稳压器把电压稳定在所要求的范围内(220 (1±10%)V 或 380 (1±10%)V)。

2) 制冷系统部分堵塞，引起蒸发器内制冷剂流量过小，使制冷量下降。排除方法：放掉系统中的制冷剂，用高压氮气吹除系统内脏物后将系统焊好，重新抽空、充注制冷剂。

3) 制冷剂部分泄漏，造成制冷量不足。排除方法：对制冷系统进行打压，查出泄漏点，焊补后抽空、充注制冷剂。

4) 制冷剂充注过量，使机组工作压力过高，引起制冷量下降。排除方法：放出多余制冷剂，使制冷系统的运行压力稳定在0.5MPa左右(使用R22)。

5) 冷凝器散热效果差,引起冷凝压力过高,使制冷量下降。排除方法:清除冷凝器上灰尘或脏物,并检查冷凝器风机转速是否过低。

6) 蒸发器向室内的送风量过小,引起制冷量不足。排除方法:清洗室内空气过滤网,并检查室内机组风机转速是否正常。

(5) 空调器接通电源后不起动

1) 电源断电或熔丝熔断。排除方法:更换合乎规格的熔丝,如果换上的熔丝仍然烧断,应断电检查电气系统是否有短路的地方。

2) 电源插头插座接触不良。排除方法:将电源插头牢固地插入电源插座。

3) 电气线路脱线。排除方法:拆开空调器检查电气线路,认真检查电气线路有无松脱,若有,予以插紧。

4) 电源电压过低使空调器无法起动。排除方法:拔掉电源插头,停止向空调器供电,待电源正常后再重新起动空调器。

5) 空调器各开关未放在规定的位置上。排除方法:应按说明书操作调节各旋钮开关。

6) 空调器电源线容量太小。排除方法:应换上合乎规格的电源线。

7) 电气系统控制出现故障。排除方法:检查起动继电器、过载保护器、温度控制器等是否损坏,若发现损坏,予以更换。

8) 压缩机电机和风机电机烧毁。排除方法:更换压缩机电机和风机电机。

(6) 空调器通电后风机和压缩机都不运行

1) 电源断电,或未接上,或断线,或熔丝烧断。排除方法:检查电源及电源线是否有断线或熔丝熔断,查清原因后将其修复。

2) 电源电压过低,使空调器的热保护器动作,风机和压缩机电机不能工作。排除方法:检测电源电压过低的原因,排除故障后重新向空调器供电。

3) 电气控制线路或选择开关内部断路。排除方法:拆下电气控制板检查其线路和选择开关内部各触头的通断情况,接通线路或更换选择开关后重新向空调器供电。

4) 风机电机和压缩机电机的电容器损坏。排除方法: 重新更换为同一规格的风机电机和压缩机电机的电容器。

5) 压缩机电机和风机电机经长时间的运转磨损, 造成运转部件卡阻, 烧坏各自的电动机绕组, 机组不能工作。排除方法: 更换压缩机电机和风机电机。

(7) 空调器通电后风机运行而压缩机不运行

1) 电源电压过低, 低于 198V, 使空调器电压保护器跳开。排除方法: 加装稳压器或待电源合乎要求后再向空调器通电。

2) 电源不是专用线路造成供电电路电流过小, 空调器不能工作。排除方法: 按空调器电源线路配置要求, 重新敷设空调器线路。

3) 压缩机控制开关损坏。排除方法: 更换控制开关。

4) 温度调节开关未调至规定位置 (调至“风”挡而不是“冷”挡)。排除方法: 重新调整温度调节开关挡位。

5) 压缩机运转电容器损坏。排除方法: 用万用表测量电容器, 当指针指向无穷大时, 说明电容器内部断路; 当指针指向零时, 说明电容器内部短路, 此时应更换电容器。

6) 压缩机过载保护器损坏。排除方法: 更换过载保护器。

7) 压缩机起动继电器损坏。排除方法: 更换或修复起动继电器。

8) 压缩机电动机绕组烧坏。排除方法: 修复或更换压缩机电动机。

9) 压缩机长时间运转, 使运动部件磨损过重或本身质量不好, 造成压缩机抱轴、卡缸。排除方法: 修理或更换压缩机。

10) 压缩机电源线松脱。排除方法: 重新接好电源线。

(8) 空调器通电后压缩机工作而风机不工作

1) 风机电机起动电容器损坏。排除方法: 更换起动电容器。

2) 风机电路连接导线断路。排除方法: 检查控制线路, 重新接好各连接线。

3) 风机长时间运行或超载, 造成电动机线圈烧坏。排除方法: 修理或更换风机电机。

4) 风机风叶被卡住。排除方法: 检查扇叶是否变形, 重新予以

调整或更换。

(9) 空调器开停频繁

1) 电源电压过低, 低于 198V。若压缩机在这时起动, 将引起电流急剧上升, 使过载保护器跳开, 压缩机停机。排除方法: 检查电源电压过低的原因, 排除后重新向压缩机通电。

2) 毛细管或干燥过滤器堵塞, 引起制冷系统中压力继电器动作。排除方法: 放出系统中的制冷剂, 拆掉干燥过滤器, 然后用高压氮气疏通毛细管, 更换干燥过滤器, 经试漏、抽空、充注制冷剂后重新恢复压缩机运行。

3) 压缩机运转时间过长, 机械部分磨损过重, 运行阻力增大, 造成开停频繁。排除方法: 修理或更换压缩机。

4) 制冷系统内制冷剂过多或过少, 引起压力继电器动作, 造成压缩机频繁开停。排除方法: 补充或放出多余制冷剂, 使制冷系统的运行压力稳定在 0.5MPa 左右 (使用 R22)。

5) 温度控制器感温包安放位置不妥。排除方法: 感温包放在空调器回风口的中心部位, 不要太靠近蒸发器。

6) 空调房间热负荷过大。排除方法: 将空调房间热负荷控制在合理的范围内。

7) 冷凝器进出风口受阻, 使空气流动不畅, 风量减少, 造成冷凝压力过高, 压缩机负荷过大, 引起过载保护器跳开, 压缩机停机。排除方法: 清理冷凝器进出风口使空气流动顺畅。

8) 过载保护器失灵, 一会接通, 一会断开, 引起压缩机开停频繁。排除方法: 检查过载保护器失灵的原因, 排除故障后更换过载保护器。

9) 空调器电源线与其他电器线路共线, 引起空调器上的电压降低。排除方法: 单独用电源线向空调器供电。

10) 电源插座与插头、温度控制器、起动继电器或各电线接头接触不良。排除方法: 检查电源插座与插头、温度控制器、起动继电器或各电线接头接触不良的原因, 并予以排除。

(10) 室内温度已很低, 空调器仍不停机

1) 温度控制器感温包内介质泄漏, 无法感测室内温度变化, 压

缩机就不受温度控制器控制，连续运行下去。

排除方法：更换温度控制器。

2) 温度控制器开关触头粘连，不能跳开，压缩机电源始终处于接通状态。排除方法：修复或更换温度控制器。

3) 感温包安装位置不妥，不能真正感测室内温度，空调器长时间运转。排除方法：将感温包放在空调器回风口的中心部位，不要太靠近蒸发器。

4) 系统内制冷剂充注量过少或泄漏。排除方法：检修制冷系统泄漏处后补充或放出多余制冷剂，使制冷系统的运行压力稳定在 0.5MPa 左右（使用 R22）。

5) 温度控制器旋钮旋至“冷”的位置。排除方法：将温度控制器旋钮旋至“正常或中冷”的位置

(11) 空调器有异常声音或振动较大

1) 空调器安装在不坚固的墙壁或窗台上。排除方法：将空调器安装在牢固的位置上。

2) 空调器安装过于倾斜。排除方法：使空调器室外侧比室内侧约低 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，以利于排除冷凝水。

3) 风机的风叶触碰了其他零部件。排除方法：调整风机位置或其他零部件的位置。

4) 压缩机振动大。排除方法：重新调整压缩机底座防振弹簧或在压缩机底座处加装防振橡胶垫。

5) 压缩机底座防振弹簧未放松，仍被底座螺母拧紧压缩在最低位置（因运输需要），不能防振。排除方法：放松减振弹簧。

6) 压缩机进行湿压缩，产生液击，导致有异常声音或振动。排除方法：减少制冷剂充注量，重新调整空调器工况。

7) 压缩机轴承磨损严重，电动机转子与定子相摩擦。排除方法：更换压缩机。

8) 压缩机电动机过载发出较响的电磁噪声，电流较大，压缩机振动较厉害。排除方法：检查故障原因，使电动机减轻负载。

9) 压缩机内声音异常。排除方法：检查压缩机内支撑弹簧和吸排气阀片等，如有损坏应予以修复或更换。

10) 机内零部件松动。排除方法：拧紧固定机内各螺钉。

11) 机内连接管路相碰。排除方法：调整机内管路空间位置。

12) 由于风机长时间运行，风机电动机轴承磨损严重，使其间隙过大，引起异常声音或振动。排除方法：更换风机电动机。

13) 风机风叶变形，动平衡性不好，引起异常振动。排除方法：修理或更换风机风叶。

14) 热泵型窗式空调器电磁换向阀接通时出现异常声音。排除方法：修复或更换电磁换向阀。

(12) 空调器漏电

1) 窗式空调器金属件带电。排除方法：检查相线与地线是否接反，按照要求接好相线与地线。

2) 机内导线绝缘层老化而破损，接触金属件。排除方法：更换破损导线。

3) 机内导线连接不牢，使某处脱落而碰外壳。排除方法：重新连接机内导线。

4) 空调器运行中的振动使机壳接地线松动脱落。排除方法：重新接好地线。

5) 由于压缩机过载运行，造成压缩机电动机烧坏，电动机的绝缘层被破坏而漏电。排除方法：重绕电动机线圈或更换压缩机。

6) 风机运行中被卡住，造成风机电动机线圈烧坏，其绝缘层被破坏而漏电。排除方法：重新绕制风机电动机线圈或更换风机电动机。

(13) 空调器向室内漏水

1) 空调器安装时，室内侧与室外侧水平，使蒸发器上的冷凝水不能顺利地流向后部。排除方法：垫高室内侧使其比室外侧约高 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，以利蒸发器上的冷凝水顺利地流向后部。

2) 排水孔因杂物受堵，使冷凝水不能流向室外侧，从底盘溢流向室内。排除方法：清除排水孔杂物。

(14) 空调器失火

1) 安装时将空调器直接接在没有熔断器的电源电路，空调器内电容器发热、受潮后击穿，引燃机内可燃材料。排除方法：按空调器

功率匹配电源熔断器。

2) 熔断器与空调器功率不匹配, 当出现故障时不能迅速熔断。
排除方法: 严格按照规定匹配空调器一次性熔断器。

3) 窗式空调器风机因故被卡住, 电动机被制动而又无风机电动机热保护器, 电动机发热使温升过高, 经过一段时间, 就会因过热而起火。排除方法: 风机电动机应定期加注润滑油, 防止其被卡住。

(15) 空调器有异常气味

1) 胶木烧焦味: 插头插座接触不良, 或短路产生电火花, 使插头插座胶木烧焦。排除方法: 使插头插座接触良好, 避免电路短路产生电火花。

2) 橡胶味: 导线超容量过热, 使绝缘层老化。排除方法: 按规定匹配导线容量, 尽量不使用绝缘层老化的导线。

3) 冷冻机油气味: 制冷系统发生泄漏。排除方法: 检查制冷系统泄漏处, 进行补漏。

4) 空调器开机时吹出的异味气体: 主要是空调器停机时, 室内的二氧化碳气体停留在机内而没有排出去。排除方法: 在空调器上安装冷触媒空气净化装置。

(16) 空调器风量不足

1) 电动机转速过低。由于电动机电压过低, 或电动机本身故障所致。排除方法: 调整电动机工作电压或更换风机电动机。

2) 离心风机风叶松脱, 不能与电动机同速旋转。排除方法: 紧固离心风机风叶。

3) 风机转向相反。排除方法: 重新改接电源线。

4) 空气过滤器积满灰尘。排除方法: 拆下空气过滤器进行清洗。

5) 蒸发器结霜过厚, 使气流通道受阻。排除方法: 定期融霜(热泵运行时)。

6) 空调器中间隔板漏风。排除方法: 密封中间隔板, 防止室内空气向外渗漏。

(17) 空调器气流短路

空调器气流短路分室外侧冷凝器气流短路和室内侧循环空气短路

两类。

1) 室外侧冷凝器气流短路: 主要是由于安装位置不当或有障碍物阻挡所致, 使冷凝器的气流受阻, 造成冷凝压力过高。排除方法: 安装窗式空调器时, 不要将箱体两侧壁的进风百叶窗堵住, 在冷凝器出风口处应留至少 600mm 的距离, 更不要在冷凝器出风口处遮挡任何东西。

2) 室内侧循环空气短路: 室内侧循环空气短路将会使房间温度不均匀, 降温效果不佳。排除方法: 安装空调器时, 不要将面板对着家具、墙壁、屏风或其他设备, 也不要空调器的送风面板上再加装其他任何东西, 防止送风气流受阻, 造成只有少部分冷气进入空调区域, 大部分冷气又被空调器吸走, 使房间不能很好地降温冷却或不能很好地升温采暖。

(18) 空调器蒸发器结霜

1) 温度控制器感温包位置不当。排除方法: 将感温包放在进风口处, 不要靠近蒸发器。

2) 感温包内感温介质泄漏。排除方法: 更换感温包或温度控制器。

3) 温度控制器触头失灵, 不能断开, 压缩机长期运行。排除方法: 更换温度控制器。

4) 温度控制器温度设置过低。排除方法: 应将温度控制器调整到合适位置。

5) 空气过滤器堵塞, 送风量减少, 制冷量送不出来, 引起蒸发器结霜。排除方法: 清洗空气过滤器。

6) 室内侧的离心风机转速过低, 使送风量减少, 引起蒸发器结霜。排除方法: 修理或更换离心风机。

7) 毛细管过长, 使制冷剂节流过度, 引起蒸发温度过低, 蒸发器表面结霜。排除方法: 重新调整毛细管的长度。

(19) 空调器制热时无热风送出

1) 温度调节开关未旋至“制热”位置。排除方法: 将温度调节开关旋至“制热”位置。

2) 控制开关未旋至规定位置。排除方法: 将控制开关旋至规定

位置。

3) 控制开关接触不良, 电源不能接通工作。排除方法: 修理控制开关, 使电源接通工作。

4) 制热控制线路断路时, 使电源不能接通工作。排除方法: 修复制热控制线路, 使电源接通工作。

5) 温度保护器熔断, 使制热控制线路断开而不能工作。排除方法: 更换温度保护器, 使制热控制线路正常工作。

6) 温度控制器触头烧坏, 使其处在断路状态, 加热器不能通电工作。排除方法: 更换温度控制器, 使电路恢复正常工作状态, 以便加热器能正常工作。

7) 电热管或电热丝损坏。排除方法: 更换电热管或电热丝。

(20) 电热型空调器制热时, 热风断续送出或只有微弱热风送出

1) 空气过滤网不清洁, 造成送风量减少。排除方法: 及时清洗空气过滤网。

2) 一组电热管或电热丝损坏, 使加热量减小。排除方法: 更换已损坏的电热管或电热丝。

(21) 热泵型空调器电磁换向阀易出现的故障

热泵型空调器除了一般空调器的常见故障外, 最突出的故障是电磁换向阀故障。电磁换向阀若出现故障, 空调器将会出现不制冷或不制热或既不制冷又不制热的故障。电磁换向阀常见故障及排除方法如下:

1) 电磁线圈断电或电磁线圈电压偏低造成吸力不足。排除方法: 找出电磁线圈或电磁线圈电压偏低的原因而予以修复。

2) 电磁换向阀本身泄漏, 不能产生足够的压力差而使电磁换向阀移动换向。排除方法: 更换电磁换向阀。

3) 电磁换向阀上毛细管堵塞, 使电磁换向阀不能换向。排除方法: 更换电磁换向阀。

4) 电磁换向阀活塞上小孔堵塞, 使电磁换向阀不能换向。排除方法: 更换电磁换向阀。

(22) 热泵型空调器制热时无热风送出

1) 选择开关接触不良, 使制热控制电路不通。排除方法: 修理

或更换选择开关。

2) 导线连接不牢, 使制热电路断线。排除方法: 重新连接导线。

3) 电磁换向阀线圈损坏, 使电磁换向阀不能换向制热。排除方法: 更换电磁换向阀线圈。

4) 电磁换向阀被卡死, 使电磁换向阀不能换向制热。排除方法: 修理或更换电磁换向阀。

5) 温度控制器触头损坏, 使其处在断路状态, 制热电路不能通电工作。排除方法: 修理或更换温度控制器。

(23) 热泵型空调器制热效果不佳

1) 室内侧风循环不好, 空调器面板前面有物体挡住, 使循环风量受阻, 风量减少, 制热量也减少。排除方法: 移去空调器前的障碍物。

2) 室外侧风受阻, 使室外侧换热器的换热性能降低。排除方法: 空调器室外侧前方应有不小于 600mm 的空间。

3) 房间开门次数过于频繁, 使室外的冷空气进入房间, 加大了空调器的制热负荷。排除方法: 尽量减少房间开门次数。

4) 房间面积大小与空调器的制热能力不匹配, 空调器容量选得过小。排除方法: 要根据房间面积大小合理选择空调器的制热容量。

5) 空气过滤网太脏, 堵塞进风通道, 使空调器进风量减小, 制热量也减小。排除方法: 应清洗空气过滤网。

6) 窗式空调器上新风门、排风门未关, 造成室外冷空气进入室内, 室内热空气跑到室外。排除方法: 应关上新风门和排风门。

7) 窗式空调器面板上的垂直和水平导向板所处位置不合适, 造成室内气流温度分布不均匀。排除方法: 正确调整垂直和水平导向板所处的位置。

8) 温度调节开关旋钮位置调得不对, 即温度调定值设得过低, 使房间升温效果差。排除方法: 正确调整温度设定值。

9) 室内外换热器不清洁, 积满灰尘, 堵塞翅片, 增大了换热热阻, 降低了空调器制热量。排除方法: 清除室内外换热器上的灰尘。

10) 室外环境温度太低, 热泵型空调器工作时, 室外环境温度

最低不得低于 0℃，否则室外侧换热器表面严重结霜，影响制热效果。排除方法：环境温度过低时不宜使用热泵型空调器，而应使用电热型空调器进行制热运行。

11) 电磁换向阀制造质量不高有泄漏，造成电磁换向阀换向不彻底，影响制热量。排除方法：修理或更换电磁换向阀。

12) 毛细管局部堵塞，影响制冷剂流量，使制热量减少。排除方法：拆开系统，用加压氮气吹除堵塞物，然后重新抽真空、检漏、加注制冷剂。

13) 压缩机制造质量不高，容积效率降低，影响制热量。排除方法：修理或更换压缩机。

14) 空调器制冷系统内充注制冷剂过少，使制热量降低。排除方法：应向制冷系统补充制冷剂。

(24) 热泵型空调器除霜不止

1) 除霜控制器触头失去弹性发生粘连，不能转换为“制热”状态。排除方法：修理除霜控制器触头或更换除霜控制器。

2) 除霜控制器感温包松脱，不能正常感温。排除方法：重新固定感温包。

3) 除霜定时器、除霜继电器损坏。排除方法：修理或更换除霜定时器和除霜继电器。

4) 电磁换向阀不能由“除霜”状态转换为“制热”状态。排除方法：更换电磁换向阀线圈或电磁换向阀整体。

5) 制冷剂泄漏，当转换到“除霜”运行时，室外换热器产生的除霜热量不够。排除方法：修复制冷系统泄漏处，按规定向系统内充入额定量的制冷剂。

6) 室外环境温度太低，积霜太厚。排除方法：停止使用热泵型空调器。

7) 制冷剂过少。除霜热量不够，使除霜时间加长。排除方法：向系统内补充适量的制冷剂。

8) 压缩机有故障，除霜时不能产生有效热量来融霜。排除方法：更换压缩机。

9) 室外机组换热器积灰过厚，融霜热阻增大。排除方法：清扫

室外机组换热器。

10) 化霜时, 毛细管或干燥过滤器堵塞, 不能产生有效热量来融霜。排除方法: 断开制冷系统, 用高压氮气吹净制冷系统, 更换干燥过滤器后重新抽真空、充注制冷剂。

(25) 热泵型空调器不论选择开关放在“制冷”位置还是“制热”位置, 风口送出的都是热风

1) 将选择开关放在“制冷”状态, 用万用表的电压挡检查电磁换向阀线圈是否有 220V 电压。若有 220V 电压, 说明是电磁换向阀线圈的电路有问题。排除方法: 拆开电气系统进行检修, 使制冷状态下电磁换向阀线圈没有 220V 电压。

2) 若测得电磁换向阀线圈没有 220V 电压, 说明此时电路工作正常。电磁换向阀线圈没有 220V 电压, 应处在不工作状态, 并送出冷风, 而此时送出的却是热风, 说明电磁换向阀处于供热状态, 电磁换向阀线圈没有电, 电磁换向阀就不动作, 电磁换向阀不能换向只能是由于电磁换向阀的阀芯被卡住不能复位所造成的。排除方法: 电磁换向阀阀芯被卡可采用简单的敲击法, 即用外力反复敲打电磁换向阀, 使其内部松动; 若仍不能解决问题, 可用 220V 电压加到电磁换向阀线圈上频繁地接通和断开, 使电磁换向阀不停地来回冲击, 最终使电磁换向阀阀芯复位, 开机后检查其制冷、制热都正常即可。

(26) 热泵型空调器不论将旋钮打到“制冷”位置还是“制热”位置, 风口送出的都是冷风

1) 电磁换向阀线圈断路。排除方法: 更换电磁换向阀线圈。

2) 热泵型空调器电路系统有故障, 造成系统中没有 220V 电压。排除方法: 检查热泵型空调器电路系统, 恢复向电气系统的正常供电。

(27) 空调器送风口喷出一股股白雾

空调器送风口喷出一股股白雾的主要原因是由于空调器底盘内积水过多, 且压缩机底部与积水接触。因压缩机外壳壳温很高, 与冷凝水接触, 自然会产生水蒸气, 加之使用时, 误将新风调节孔放在开的位置, 致使水蒸气通过新风调节孔被吸入送风口, 所以制冷一段时间后, 送风口喷出白雾。排除方法: 应重新将支架外端适当降低使其增

大倾斜度，也可用手电钻把空调器底部最凹处打一 $\phi 12\text{mm}$ 孔排水，喷白雾现象马上可以消失。

窗式空调器常见故障及排除方法见表 4-4。

表 4-4 窗式空调器常见故障及排除方法

故障现象	故障原因	排除方法
压缩机不启动,无冷气	电源断路	检查接线、熔丝和插座并修理
	电源电压过低或电压降过大	检查原因或更换电源线
	主控开关插片脱落	重新插好主控开关插片
	温度控制器感温元件漏气或触头烧毁	更换同型号温度控制器
	起动电容器损坏	更换为同型号、同规格起动电容
	压缩机电动机绕组断路	按原线径、匝数、节距绕制、更换
	压缩机电动机内引线脱落	打开外壳把内引线插牢
	压缩机“轧煞”	更换同规格、同型号压缩机
	风机电动机烧毁	更换或修理风机电动机
冷气不足	安装位置不当	按照说明书要求正确安装
	房间热负荷过大	减少房内发热器具的使用时间
	通过蒸发器的风量不足	清理蒸发器翅片和空气过滤器的灰尘
	冷凝器风量不足	清理冷凝器翅片灰尘或清除进风百叶窗和出风口的障碍物
	毛细管部分堵塞	查漏、补焊、抽真空、重新加注制冷剂
	过载保护器跳开	调整或更换过载保护器
	新风门、排风门不密闭	修理或更换新风门、排风门
压缩机运转时噪声大	安装不当	安装在牢固的墙孔或窗上
	管路碰撞、螺钉松动	掰开碰撞管路、紧固螺钉
	风机风叶与系统导流圈等碰擦	调整风机风叶与导流圈等的间隙
	压缩机工作负荷重,发出沉闷声和振动	清除冷凝器翅片上的灰尘,使其风量畅通
漏水	安装不当,室内侧低于室外侧	重新安装,使室内侧高于室外侧
	排水管受堵	疏通排水管
	底盘腐蚀	清理底盘腐蚀部分,重新涂防锈漆
	轴流风机甩水不畅	调整轴流风机甩水圈

(续)

故障现象	故障原因	排除方法
漏电	电气部件受潮	将受潮部件烘干
	电源插头与机壳短路	查明原因,对症处理
	保护地线接触不良	重新进行连接
压缩机电动机过热	制冷剂过多或制冷系统内有空气	放出多余制冷剂或重新抽真空,充注制冷剂
	毛细管、干燥过滤器局部堵塞	修理或更换
	电源电压过低	查明原因、调高电压
	压缩机电动机绕组局部短路	打开压缩机进行修理
冷热调节失灵	电磁换向阀损坏	修理或更换
	电热元件损坏	修理或更换
风机运转但压缩机不运转	电源电压太低	检查原因,升高电压
	接线错误	检查线路,重新接线
	电容器损坏	更换电容器
	压缩机本身故障	更换压缩机

三、分体式空调器常见故障的修理方法

分体式空调器无论是制冷系统，还是电气控制系统，都比窗式空调器要复杂一些，因此在分析和检查故障时，应更慎重严谨，一般可分三步。

- 1) 查电源：看有无断电、欠电压或配电设备损坏。
- 2) 查电气设备的工作情况：看压缩机电动机、风机电动机和电磁换向阀及电加热器的工作状态是否正常。
- 3) 查制冷系统：看有无制冷剂泄漏，冷凝器散热情况和蒸发器吸热情况是否正常，有无“脏堵”或“冰堵”现象。

1. 故障分析方法

进行故障分析时，可采用原理分析法、查表法、观察法和测试法等。

(1) 原理分析法

运用原理分析法来检测分体式空调器故障是维修工作中使用的主要方法之一。

以使用最普遍的分体壁挂式空调器为例，看一下其在夏季制冷时和冬季制热时产生常见故障的原因及其处理方法。

分体壁挂式空调器夏季完全不制冷的检查程序如图 4-13 所示。

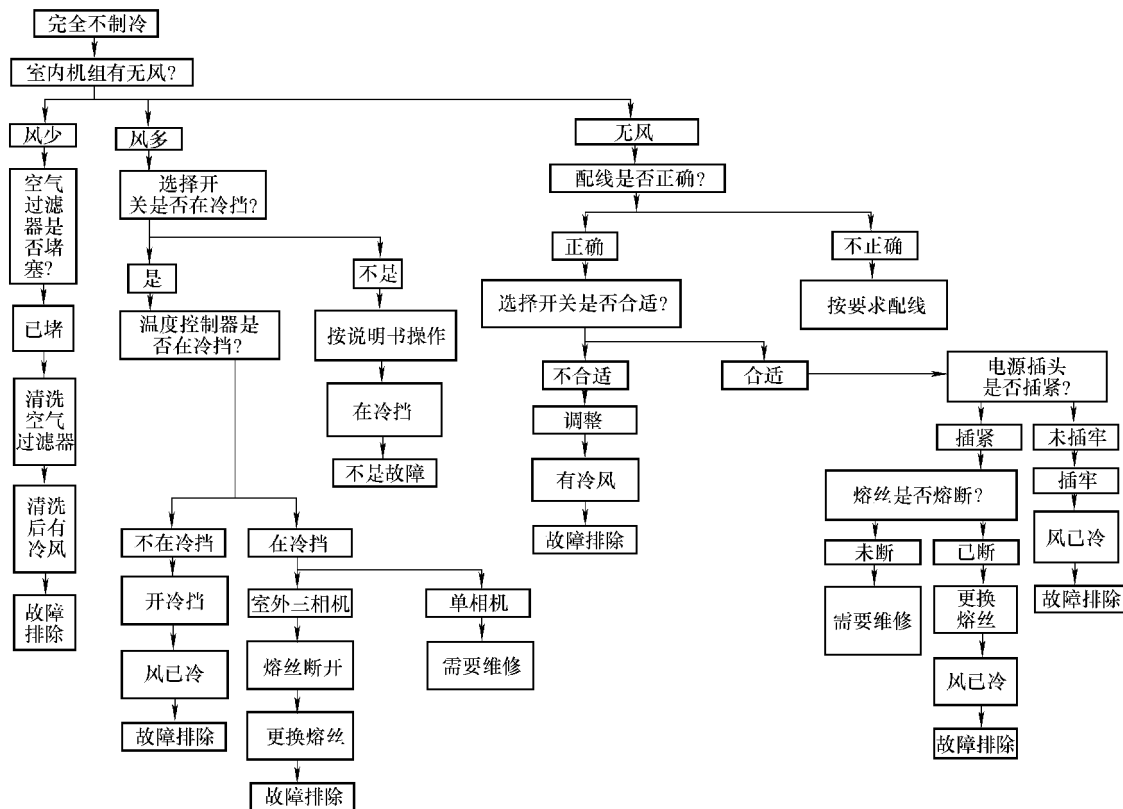


图 4-13 夏季完全不制冷的检查程序

分体壁挂式空调器夏季工作时制冷量不足的检查程序如图 4-14 所示。

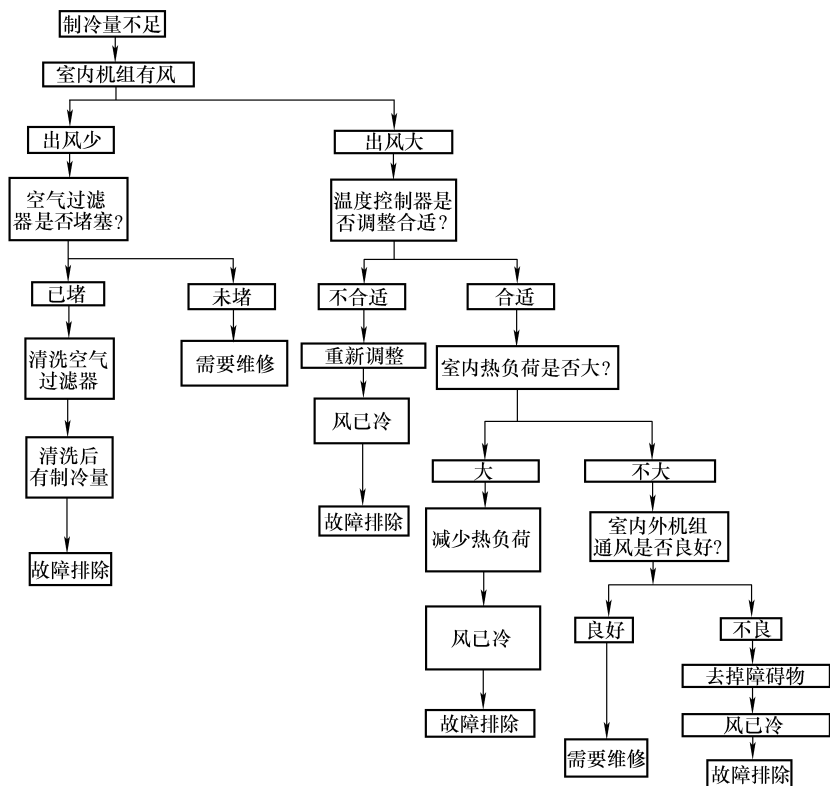


图 4-14 夏季工作时制冷量不足的检查程序

分体壁挂式空调器（热泵型）冬天不制热的检查程序如图 4-15 所示。

分体壁挂式空调器（热泵型）冬天工作时制热量不足的检查程序如图 4-16 所示（见全文后的插页）。

（2）查表法

查表法也是检测和维修时常用的方法之一，它的优点是简明、快捷。分体式空调器常见故障的原因与排除方法见表 4-5。

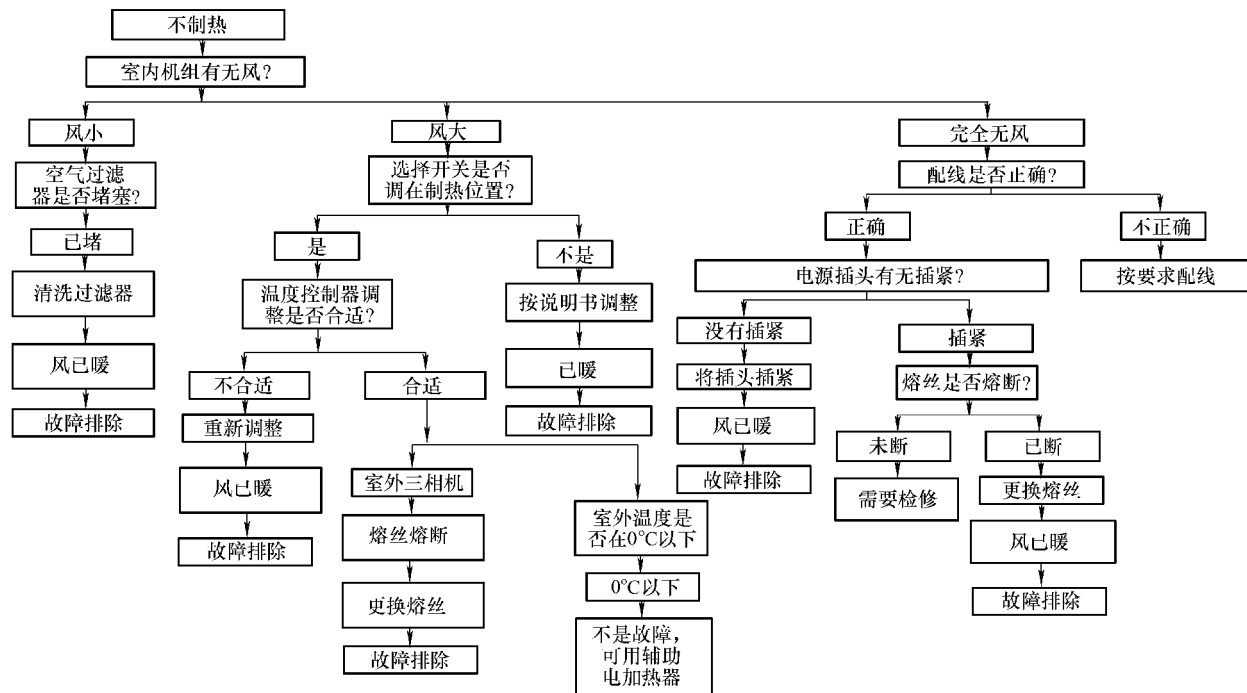


图 4-15 冬天不制热的检查程序

表 4-5 分体式空调器的常见故障的原因与排除方法

故障现象	故障原因	排除方法
压缩机、风机不运转	<div>1. 停电</div> <div>2. 熔丝熔断</div> <div>3. 压缩机故障</div> <div>4. 风机电动机烧毁</div> <div>5. 控制线路故障</div> <div>6. 起动电容器故障</div> <div>7. 开关损坏</div> <div>8. 温度控制器损坏</div> <div>9. 起动继电器故障</div> <div>10. 线路绝缘损坏</div>	<div>1. 查明原因,等待复电</div> <div>2. 查明原因,更换熔丝</div> <div>3. 检查后修理或更换压缩机</div> <div>4. 检查后更换风机电动机</div> <div>5. 检查并修复线路</div> <div>6. 更换起动电容器</div> <div>7. 检查后更换开关</div> <div>8. 更换温度控制器</div> <div>9. 检查、修复或更换起动继电器</div> <div>10. 测试绝缘电阻,更换为新线路</div>
压缩机运转,但室外机组风机不转	<div>1. 室外机组风机电动机故障</div> <div>2. 线路间短路</div> <div>3. 室外风机接触器接触不良</div> <div>4. 风机卡住</div> <div>5. 熔丝熔断</div>	<div>1. 检查绕组后重绕线圈或更换电动机</div> <div>2. 检查并修复线路</div> <div>3. 更换接触器</div> <div>4. 修复或更换风机</div> <div>5. 查明原因,更换熔丝</div>
室内风机电动机不转	<div>1. 控制线路短路或断开</div> <div>2. 风机电动机烧毁</div> <div>3. 风叶卡住</div>	<div>1. 检查修复控制线路</div> <div>2. 更换风机电动机</div> <div>3. 修复或更换风机</div>
空调器漏电	<div>1. 电源插座插头接线有误</div> <div>2. 导线绝缘破损</div>	<div>1. 重新接线</div> <div>2. 更换导线</div>
压缩机不能正常运转,开停频繁	<div>1. 高压压力开关动作</div> <div>2. 室外机组换热器风力受阻</div> <div>3. 电源电压低</div> <div>4. 压缩机过热,超载</div> <div>5. 制冷系统堵塞</div> <div>6. 压缩机故障</div>	<div>1. 查明原因,降低压力,复位</div> <div>2. 清除障碍物</div> <div>3. 查明原因,恢复电压</div> <div>4. 放出多余的制冷剂</div> <div>5. 修复</div> <div>6. 修理或更换压缩机</div>
压缩机不能停机	<div>1. 室内热负荷过大</div> <div>2. 温度控制器故障</div>	<div>1. 去除多余热量</div> <div>2. 检修或更换温度控制器</div>
室内温度降不下来	<div>1. 室内温度太高</div> <div>2. 温度控制器调整不当</div> <div>3. 门窗不封闭</div> <div>4. 人员过多</div> <div>5. 室内机组空气过滤器堵塞</div> <div>6. 空调器制冷不足</div> <div>7. 空调器选择不当</div>	<div>1. 查明原目,排除热量</div> <div>2. 将旋钮旋至低温挡</div> <div>3. 减少开门次数、封闭门窗</div> <div>4. 减少人员</div> <div>5. 清洗空气过滤器</div> <div>6. 检查原因后修复</div> <div>7. 改换大制冷量空调器</div>

(续)

故障	原 因	处 理
空调器制冷量不足	<ol style="list-style-type: none"> 1. 制冷剂泄漏 2. 制冷剂不足 3. 制冷剂过量 4. 制冷系统堵塞 5. 室外机组通风不良 6. 室内机组风量不足 7. 压缩机效率降低 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检漏,按规定充足制冷剂 2. 按规定充足制冷剂 3. 放出多余制冷剂 4. 清洗制冷系统 5. 清洗翅片或去除障碍 6. 清洗空气过滤器 7. 检查后更换压缩机
制冷系统压力高引起高压开关动作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 制冷剂充入过量 2. 系统内有空气 3. 高压开关误动作 4. 冷凝器散热不好 5. 高压管路堵塞 6. 气流受阻 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 放出多余制冷剂 2. 排除空气 3. 检查后重新调整 4. 改善通风条件 5. 排除高压管路堵塞 6. 去除气流短路障碍
冷热切换失灵	<ol style="list-style-type: none"> 1. 电磁四通阀故障 2. 冷热切换开关损坏 3. 逆止阀故障 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更换电磁四通阀 2. 更换冷热切换开关 3. 修理或更换逆止阀
低压压力过低	<ol style="list-style-type: none"> 1. 制冷剂泄漏严重 2. 制冷剂不足 3. 通过蒸发器的空气太少或空气温度太低 4. 供液量不足(膨胀阀) 5. 空气过滤器堵塞 6. 毛细管或膨胀阀堵塞 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检漏、充足制冷剂 2. 按规定充足制冷剂 3. 清扫蒸发器表面 4. 重新调整 5. 清洗空气过滤器 6. 清洗制冷系统
空调器漏水	<ol style="list-style-type: none"> 1. 排水孔堵塞 2. 排水管安装不当,不畅 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查清除堵塞物 2. 重新安装排水管使之通畅
机组有异常声音	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机组安装不稳 2. 风机风叶碰壳 3. 压缩机内部破损 4. 风机内进入异物 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 重新安装机组保证水平 2. 修复或更换风机风叶或风机 3. 更换压缩机 4. 取出异物

(3) 观察法

用观察法检测分体式空调器运行状态,也是维修过程中判断故障的方法之一。其基本检测方法如下:

起动空调器制冷压缩机运行 3min 以后,室外机组外部的液阀、液管出现结露现象,运行 10min 以后,气管、气阀也出现结露现象,表明空调器制冷运行正常,制冷系统制冷剂充足。

若起动空调器制冷压缩机运行，液阀、液管一开始出现结霜现象，几分钟以后，霜又融化成露，运行 15min 后气管、气阀出现结露现象，表明空调器制冷系统制冷剂略微不足，但还基本够用，一般不用补充制冷剂。

若起动空调器制冷压缩机运行后，液阀、液管出现结霜情况，过 15min 后气管、气阀也出现结霜情况，表明制冷系统内制冷剂充足，是室内机组的空气过滤器过脏，热交换效果不好所致。

若起动空调器制冷压缩机运行后，一开始液阀、液管出现结霜现象，几分钟后霜不但未除，反而越结越厚，运行十几分钟后，气管、气阀仍没有结露或结霜现象，表明其制冷系统内制冷剂已严重泄漏，需要进行补充制冷剂操作。

若起动空调器制冷压缩机运行一段时间后，仍不见液阀、液管结露或结霜，表明其制冷系统内的制冷剂已全部泄漏光了，需要对制冷系统进行彻底认真的检漏，排除漏点后，再重新充注制冷剂。

另外，还可以从分体式空调器制冷运行时冷凝水的排泄情况来粗略判断空调器工作状态是否正常。方法是：当空调器在强冷挡运行 15min 后，从出水管口应能观察到有冷凝水滴出，说明空调器工作正常，否则说明空调器工作不正常。

(4) 测试法

检测分体式空调器是否有故障，还可以用测试的方法对其进行工作状态正常与否的判断，其方法如下：

用温度计测试空调器室内机组进口气流的温度差，在空调器进行制冷运行时，当制冷压缩机起动运行 15min 后，进口气流的温差应达到 8℃ 以上（夏季环境温度在 35℃ 以下）；冬季制热时（外界环境温度在 7℃ 以上）压缩机运行 15min 后，进口气流的温差应达到 14℃ 以上，说明空调器的制冷和制热效果好。

用钳形电流表测量空调器运行时的运转电流值，当电流值接近额定电流值时，说明空调器工作正常，若测出的运转电流值远远大于额定电流值，说明空调器有故障，处于过载状态；若测出的运转电流值远远低于额定电流值，说明压缩机处于轻载状态，制冷系统中的制冷剂有较严重的泄漏。

用压力表测试空调器制冷系统的工作压力，制冷运行时室内机组的压力表压力应约为 0.4 ~ 0.5 MPa，制热时室内机组的压力表压力应约为 1.5 ~ 2.1 MPa，均为正常。若压力偏离这两值太多，说明空调器工作不正常。

2. 分体式空调器常见故障与维修处理

(1) 空调器通电后不运转

1) 电源电压过低，低于 198V 时，空调器不能起动。排除方法：加装稳压器或待电压稳定后再起动压缩机运行。

2) 电源线断路，使空调器无电不工作。排除方法：检修电源线。

3) 选择开关接触不良，电源不能接通，空调器不工作。排除方法：修理或更换选择开关。

4) 室内或室外机组的电流过大，使熔丝烧断。排除方法：查明熔丝烧断原因并修复，再换熔丝。

5) 空调器控制线连接不牢，造成某处松脱，使电源不能接通，空调器不工作。排除方法：重新连接好控制线。

(2) 空调器运转但不制冷

1) 制冷剂全部泄漏，造成空调器不制冷。排除方法：对系统进行打压检漏，检查各螺纹接头处，找出漏点并修复，保压无漏后抽真空，充注制冷剂。

2) 干燥过滤器或节流阀处堵塞，造成空调器不制冷。排除方法：更换空调器的干燥过滤器并用高压氮气疏通制冷系统，然后重新抽真空、充注制冷剂。

(3) 空调器运转但制冷效果不好

1) 制冷剂不足。排除方法：补充制冷剂，使其在制冷时的运行压力维持在 0.5 MPa 左右 (R22)。

2) 制冷剂管路有泄漏。排除方法：用检漏仪查出制冷剂管路泄漏处，修复后补充制冷剂，使其在制冷时的运行压力维持在 0.5 MPa 左右 (R22)。

3) 室内机组空气过滤器堵塞。排除方法：清洗空气过滤器。

4) 毛细管或干燥过滤器堵塞。排除方法：更换毛细管或干燥过

滤器，然后重新抽真空，充注制冷剂。

5) 压缩机工作性能差，制冷效率下降。排除方法：检查压缩机排气压力是否正常，若是压缩机工作性能差，应更换为同一规格的压缩机。

6) 冷凝器表面积灰过厚，冷凝散热效果差，造成压缩机的排气压力和排气温度升高，使制冷量下降。排除方法：清除冷凝器表面积灰。

7) 制冷剂充注过量，会使压缩机的排气压力和排气温度过高，造成制冷量下降。排除方法：放出多余的制冷剂，使其在制冷时的运行压力维持在 0.5MPa 左右（R22）。

8) 室外机组工作环境温度过高，造成冷凝压力和温度过高，使制冷量下降。排除方法：改善室外机组工作环境或等环境温度合适后再重新开机。

(4) 空调器室内机组工作但室外机组不工作

1) 选择开关接触不良，造成室外机组不能通电运行。排除方法：检修或更换选择开关。

2) 温度控制器触头烧坏，使温度控制器处在断路状态，室外机组不能通电运行。排除方法：修理或更换温度控制器。

3) 过载保护器失灵，不能使过载保护器复位，造成室外机组不工作。排除方法：修理或更换过载保护器。

4) 室外机组运行电流过大，造成室外机组熔丝熔断。排除方法：检查压缩机和风机电动机的运行电流过大的原因，修复后更换熔丝。

5) 室外机组继电器线圈烧坏或触头损坏，造成室外机组不能通电工作。排除方法：修理或更换继电器。

6) 室外机组的压缩机和风机经长时间运转磨损严重，造成机械部件卡死或电动机烧坏。排除方法：修复损坏部件或更换压缩机或风机电动机。

7) 室外机组起动电路中的控制元器件发生故障，使室外机组不能起动工作。排除方法：查明原因，进行修复或更换控制元器件。

(5) 空调器室内外机组风机工作，但压缩机不工作

- 1) 压缩机电动机烧坏。排除方法：更换压缩机。
- 2) 压缩机运动部件被卡住，无法起动运行。排除方法：修理压缩机运动部件或更换压缩机。
- 3) 压缩机起动继电器损坏。排除方法：更换压缩机起动继电器。
- 4) 压缩机过载保护器跳开不能复位。排除方法：检查压缩机过载保护器跳开的原因，排除后恢复压缩机运行。
- 5) 温度控制器失灵，触头断开。排除方法：更换温度控制器。
- 6) 压缩机电容器被击穿。排除方法：查明压缩机电容器被击穿的原因，排除后更换为新的电容器。
- 7) 压缩机电路接线错误或电路接点接触不良。排除方法：重新按电路图接好压缩机电路。

(6) 空调器室外机组工作，但室内机组风机不工作

- 1) 室内机组风机电动机工作电流过大，造成熔丝熔断。排除方法：查明室内机组风机电动机工作电流过大原因，修复后更换熔丝。
 - 2) 风机电动机磨损严重，造成机械部件卡死，引起风机电动机烧坏。排除方法：检修或更换风机电动机。
 - 3) 室内风机电容器损坏。排除方法：更换电容器。
 - 4) 室内机组接线出现故障。排除方法：检查室内机组接线，重新连接室内机组导线。
- (7) 空调器压缩机工作，室外机组风机不运转
- 1) 室外机组风机接线端子松动或接触不良。排除方法：紧固接线端子。
 - 2) 室外机组风机电容器被击穿。排除方法：更换电容器。
 - 3) 室外机组风机熔丝熔断。排除方法：检查室外机组风机熔丝熔断的原因，查明并排除故障后更换熔丝。
 - 4) 室外机组风机线路短路或接地。排除方法：测定线间电阻或绝缘电阻，然后排除短路或接地故障。
 - 5) 风机电动机烧毁。排除方法：更换风机电动机。
 - 6) 风机卡住。排除方法：重新调整风机风叶与机壳之间的距离。

7) 风机继电器接触不良。排除方法: 检查线路, 修理或更换风机继电器。

(8) 空调器开停频繁

1) 温度控制器失灵, 引起机组开停频繁。排除方法: 调整或更换温度控制器。

2) 用电设备过多, 造成电源线超负荷工作, 电源电压时高时低, 引起机组开停频繁。排除方法: 单独用专用电源线向空调器供电。

3) 过载保护器失灵, 引起压缩机开停频繁。排除方法: 修复或更换压缩机的过载保护器。

(9) 空调器开机时间不长就停机

1) 电源电压不正常, 电压低于 198V 时, 空调器自动停机。排除方法: 检查供电线路导线是否符合要求, 按规定要求重新布线, 调整好电源电压。

2) 电源熔丝熔断。排除方法: 查明原因, 更换熔丝。

3) 室外机组换热器通过的风量过少, 造成冷凝压力过高, 压缩机负荷加大, 过载保护器跳开。排除方法: 检查室外侧的冷凝器周围有无妨碍室外机组换热器散热的障碍物, 调整室外机组换热器的通风量。

4) 冷凝器积灰太厚, 也会造成冷凝压力过高, 使压缩机停机。排除方法: 清扫室外冷凝器积灰。

5) 冷凝器进出口处有障碍物堵塞, 造成冷凝压力过高, 过载保护器触头跳开。排除方法: 清除冷凝器周围的障碍物。

6) 冷凝器风机转速太慢, 造成冷凝器风量不足, 使冷凝压力偏高, 过载保护器起跳。排除方法: 调整电动机转速或更换电动机的电容器。

7) 室外机组冷凝器有阳光直射, 影响冷凝效果。排除方法: 应加装遮阳板。

8) 冷凝器气流短路, 循环风量减少, 风冷效果较差。排除方法: 查出气流短路原因, 排除堵塞物。

9) 室外机组冷凝器附近有热源, 影响冷凝效果, 使冷凝压力过

高,引起过载保护器动作跳开。排除方法:排除热源或将室外机组移至没有热源处。

10) 制冷剂过多,冷凝压力过高,造成压缩机超负荷而停机。排除方法:调节制冷剂量,使 p_k 值小于 2.0MPa。

11) 制冷系统内混入不凝性气体。排除方法:放出制冷系统内混入的不凝性气体,重新抽真空、充注制冷剂。

12) 制冷管道堵塞,造成冷凝压力过高,压缩机超负荷而停机。排除方法:放出系统中的制冷剂,更换干燥过滤器,重新抽真空、充注制冷剂。

13) 室内热负荷过大,室内机组吸入的空气温度过高。排除方法:减少开关门次数,关闭室内电器,在窗户上挂遮阳窗帘。

14) 压缩机过载,引起过载保护器跳开。排除方法:查明原因,予以排除。

15) 压缩机卡缸。排除方法:修理或更换压缩机。

16) 压缩机电动机运转电流过大。排除方法:检查电源电压是否正常;压缩机电动机是否有匝间短路现象,若有匝间短路更换压缩机电动机。

17) 压缩机电动机绝缘不良,造成电动机烧毁。排除方法:修理或更换压缩机电动机。

18) 压缩机电动机过载保护器故障。排除方法:更换过载保护器。

19) 压缩机轴承润滑性能差,使轴承破损或卡轴。排除方法:更换压缩机轴承或整个压缩机。

20) 压缩机排气压力过高或吸气压力过低,使压缩机高低压继电器动作而跳开。排除方法:查明压缩机吸排气压力异常的原因,并予以排除。

(10) 空调器室内温度过低,压缩机仍不停机

1) 温度控制器电路元件损坏。排除方法:更换温度控制器电路元件。

2) 使用不当,将室内温度设置得过低。排除方法:合理设定室内温度。

3) 控制电路出现故障。排除方法: 仔细检查空调器控制电路, 找出故障点, 予以排除。

(11) 空调器运转时噪声过大

1) 机组底座螺栓松动。排除方法: 紧固底座螺栓。

2) 室内机组风机或室外机组风机风叶与壳体相碰。排除方法: 调整风机风叶位置。

3) 室内外机组风机内有异物。排除方法: 取出室内外机组风机内的异物。

4) 室内外机组风机轴承破损。排除方法: 更换风机轴承。

5) 室内外机组风机风叶松动。排除方法: 紧固室内外机组风机风叶与风机电动机的紧固螺钉。

6) 压缩机底脚螺钉松动, 运转噪声大。排除方法: 拧紧压缩机底脚螺钉。

7) 压缩机内有异常声音。排除方法: 判断压缩机内的悬挂支撑弹簧是否断裂, 阀片是否破损, 轴承是否损坏, 压缩机是否发生液击, 以及各配合表面是否磨损严重, 确定故障原因后, 更换压缩机, 排除其故障。

(12) 热泵型空调器制冷正常但不制热

1) 选择开关接触不良, 不能接通制热控制电路, 使机组不能制热。排除方法: 修理或更换选择开关。

2) 电磁换向阀线圈烧坏或阀内部卡死, 使电磁换向阀不能换向制热。排除方法: 修理或更换电磁换向阀。

3) 冷热转换控制器触头烧坏, 使冷热转换控制器处于断路状态, 导致制热控制电路不工作。排除方法: 调整或更换冷热转换控制器。

4) 制热继电器线圈烧坏或触头损坏, 使机组不制热。排除方法: 更换制热继电器。

5) 制热控制电路中某一导线松脱, 造成制热电路不工作。排除方法: 重新连接松脱的导线。

(13) 热泵型空调器室外机组不能正常除霜

1) 除霜控制器失灵。排除方法: 修复或更换除霜控制器。

- 2) 除霜控制器触头损坏。排除方法：修理或更换除霜控制器。
- 3) 除霜定时器损坏。排除方法：修理或更换除霜定时器。
- 4) 除霜继电器线圈烧坏或触头损坏。排除方法：更换除霜继电器。

5) 除霜控制电路导线连接不牢，造成连接导线松脱。排除方法：重新连接好导线。

(14) 空调器起动时发出“嗡嗡”声而不起动

1) 电源电压偏低。排除方法：检查电源电压偏低的原因，予以排除。

2) 起动电容器击穿。排除方法：更换起动电容器。

3) 控制电路短路。排除方法：检查控制电路，找出短路位置，重新接好线。

4) 高压偏高，压缩机超负荷。排除方法：检查压缩机高压偏高的原因，予以排除。

5) 起动继电器损坏。排除方法：更换起动继电器。

6) 压缩机电动机绕组短路。排除方法：更换压缩机电动机。

7) 零部件安装位置不正确，使压缩机卡住。排除方法：重新调整安装位置。

8) 压缩机轴承破损或卡住。排除方法：更换压缩机轴承。

9) 压缩机缺油或润滑油变质，使运动面摩擦阻力增大。排除方法：补充或更换压缩机润滑油。

(15) 空调器工作时室外机组温度过高

1) 室外环境温度高。空调器运行适宜的环境条件是 $21 \sim 43^{\circ}\text{C}$ ，若室外气温超过 43°C ，压缩机将过热。排除方法：待室外环境温度达到要求后再重新起动压缩机。

2) 室内温度调得过低，使空调器长时间运行不停机，引起压缩机和风机过热。排除方法：合理设置室内温度，使其控制约为 $24 \sim 26^{\circ}\text{C}$ 为宜。

3) 室外侧风机风量过小，使冷凝器散热效果不好，引起室外机组过热。

排除方法：调整室外机组风机的转速，使室外机组风机风量达到

要求。

4) 室外侧冷凝器翅片表面积满灰尘, 使通过的空气量减小, 这样室外侧冷凝器散热效果不好, 从而引起室外机组温度过高。排除方法: 用手提式鼓风机吹室外侧冷凝器翅片表面灰尘, 改善室外侧冷凝器散热效果。

5) 压缩机内零件装配不当, 引起压缩机卡缸, 使压缩机电动机超负荷, 从而引起室外机组发热。排除方法: 更换压缩机。

6) 压缩机电动机发生匝间短路, 使运行电流过大, 从而引起压缩机电动机温升过高。排除方法: 更换压缩机电动机。

7) 压缩机轴承破损, 使其运行阻力增大, 引起压缩机温升过高。排除方法: 更换压缩机轴承或整个压缩机。

(16) 分体式空调器的“移机”操作

分体式空调器在维护工作中还经常遇到“移机”工作, 即将甲处的空调器拆下, 安装到乙地。其操作方法是: 起动制冷压缩机运行, 用专用工具将高压阀关闭, 待高压阀关闭后 2min 停止压缩机运行, 再将低压阀也关闭。此时制冷系统中的制冷剂已全部回进室外机组中。接下来松开室外机组上与高低压阀连接的管道, 将室内机组的连接管道也松开, 摘下壁挂式室内机组, 从室内侧将室内外机组的连接管道抽回、盘好, 再将室外机组从支架上拆下, 即可装箱运往新的安装地点进行安装。

四、柜式空调器常见故障的修理方法

1. 柜式空调器电气系统常见故障及排除方法

柜式空调器电气系统出现故障时, 应从分析电路入手, 采用关键点检查法予以排查, 找出其故障部位, 提高工作效率。下面以“宝花”RFG-12WL 型柜式空调器电路为例看一下柜式空调器电气系统的结构及常见故障的排除方法。

(1) 室内机组电路

室内机组电路如图 4-17 所示。室内机组电路由三部分组成: 左边为电加热器, 风机 M1 与 M2, 负载供电主电路; 中间的主控板及继电器线圈为控制电路; 右边控制盒板为操作电路。其电路工作原理如下:

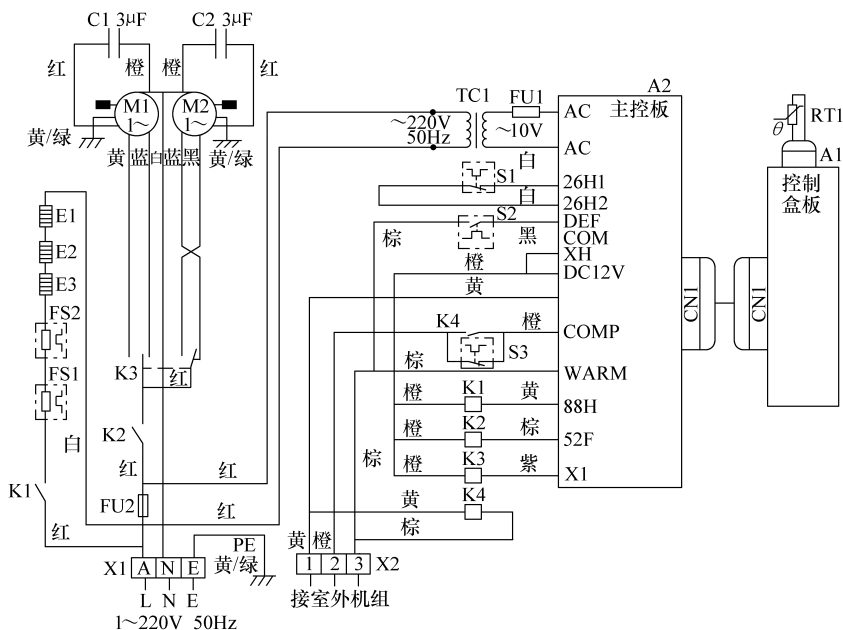


图 4-17 RFG-12WL 型柜式空调器室内机组电路

1) 风机电路。图 4-17 中, L、N 为交流 220V 电源输入端, M1、M2 为室内机组风机电动机。当闭合电源开关时, 直流继电器 K2 线圈在控制盒板控制下, 得到 12V 电压, 继电器 K2 吸合, 将主电路中的常开 (动合) 触头 K2 闭合, 并通过风机速度继电器 (主电路中的触头 K3) 给风机电动机 M1、M2 供电, 并回到零线构成闭合回路, 风机电动机起动运行。风机电动机的调速方法是: 将风机电动机控制键拨向高速挡时, K3 的常闭 (动断) 触头闭合, 风机高速运转。当将控制键拨向低速挡时, K3 线圈通电, 主电路上常开 (动合) 触头闭合, 风机低速运转。

2) 电加热器电路。图 4-17 中的 E1、E2、E3 为电加热器; FS1、FS2 为超热保护器, 起超热保护作用。当控制电路 K1 线圈通电时, 控制开关 K1 闭合, 电加热器开始工作。热动开关 S1 为电加热器保护开关, 当电加热器工作温度超过 80℃ 时能自动断开线圈 K1 电源电

路,从而使电加热器停止工作。F11、FS2 和 S1 在空调器进行电加热供暖时,对加热器的安全运行起双重保护作用。

3) 防冷风吹出电路。图 4-17 中的 S2 为防冷风吹出控制开关。当空调器采用热泵方式制热时,若此时室内侧热交换器(制冷时的蒸发器)温度低于 15°C , S2 即闭合,使主控板上 52F 不通电,风机电动机不能工作,从而起到防止冷风吹出的作用。

4) 防冻结电路。空调器处于制冷运行工作状态时,当因某种原因使蒸发器表面温度低于 0°C 时,为防止蒸发器出现结霜情况,热动开关 S3 的电阻急剧增大,断开压缩机直流电源控制电路,使压缩机停止工作。

(2) 室外机组电路

室外机组电路如图 4-18 所示。从图中可以看出,压缩机电动机由交流接触器控制的主电路供电。控制电路由主控板端子 52C 给交

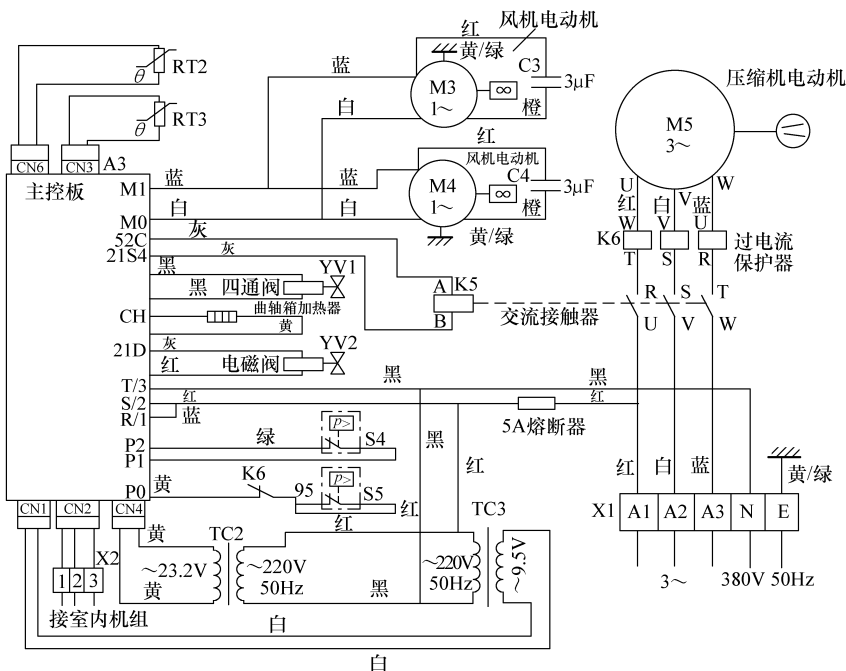


图 4-18 RFG-12WL 型柜式空调器室外机组电路

流接触器线圈 K5 供电。室外机组风机 M3、M4 由主控板端子 M1、M0 供电,电磁四通阀 YV1 由主控板接线端子 21S4 供电,曲轴箱加热器由主控板接线端子 CH 供电,电磁单向阀 YV2 由主控板接线端子 21D 供电。

1) 制冷电路。当主控板上 52C 有电时,线圈 K5 通电,主电路通电,压缩机工作,风机 M3、M4 工作,此时空调器处于制冷状态。

2) 热泵制热功能电路。当主控板上 52C 有电时,M1、M0 有电,使 21S4 通电,此时压缩机、风机、电磁四通换向阀均投入运行,空调器处于制热状态。

3) 曲轴箱加热电路。当室外机组接通电源时,CH 端子有电,使压缩机曲轴箱加热,为保证压缩机正常起动作准备。当 52C 端子供电时(压缩机启动运转),CH 端子失电,停止加热;当 52C 端子断电时间达到 1h,又自动接通 CH 端子供电。如果每次 52C 端子断电时间不足 1h 而又随即使 52C 端子通电,则下次给 52C 端子供电时,计时又从零开始。

4) 除霜电路。空调器在执行除霜程序时,压缩机处于制冷工作循环状态,室外机组风机停止工作。此时 21D 端子通电,使单向电磁阀 YV2 工作,对制冷系统起分压、降压作用。

5) 压力保护电路。电路中的 S4、S5 为高低压压力开关的常闭(动断)触头,在空调器制冷系统工作时,当出现工作压力过高或过低时,S4 或 S5 会断开其动断触头,中断 52C 供电,使压缩机停止工作。

6) 过电流保护电路。当主电路中热继电器 K6 有过大电流通过时,其常闭(动断)触头会断开,中断 52C 供电,停止压缩机工作。

7) 温度监测电路。电路中 RT2 为除霜温度控制监测热敏电阻,RT3 为室外机组风速监测热敏电阻。

在基本了解了柜式空调器的电路系统之后,可采用关键点检查法和查表法来进行柜式空调器电气系统常见故障的判断与维修。柜式空调器电气系统常见故障及排除方法见表 4-6

表 4-6 柜式空调器常见故障及排除方法

故障现象	故障原因		检查内容	排除方法
空调器完全不运转(指示灯也不亮)	停电		测电压	等待电源恢复
	电源熔丝熔断	电线间短路	检查进入空调器的引线	排除
		压缩机故障	测压缩机	更换压缩机
	操作回路	室内机组风机故障	测风机阻值及对地阻值	更换风机
	熔丝熔断	变压器 TC1 短路	测电阻	更换
		室内机组主控板故障 A、N 无电压		测主控板电压 测 A、N 电压
指示灯亮、室内机组风机不工作或不变速	风机故障		测风机阻值	更换
	电容器 C1、C2 故障		测电容器 C1、C2	更换
	风机继电器 K2 故障		测 K2	更换
	主控板故障		测“52F - X11”点电压(12V)	更换或修复
室外机组不工作	变速继电器 K3 故障		测 K3	更换
	主控板故障		测紫色—橙色线 (风机低速运转时)	更换
	电源		测 A1、A2、A3 电压	更换
	5A 熔断器故障		测通断	更换
	电源	测变换器 TC2、TC3 电压 测端子 1、2 电压 测端子“S/A2”、“T/A3”电压		排除 排除 排除
		电源		端子 1、2 有无 12V 电压(直流)
压缩机不工作(延时 3min 后)		交流接触器故障		测接触器 K5 线圈阻值 测接触器 K5 触头
	系统中压力开关故障		测压力开关 S4、S5 通断(常通)	排除
	压缩机电动机故障		测压缩机电动机线圈	更换
	过电流保护器故障		测过电流保护器通断	更换、复位
	电源电压波动大		测电源电压	排除
风机电动机、压缩机工作一会儿后便停机	高压开关动作,发光二极管 LD1 亮	室外机组换热器脏堵	接表测压力 测风机电动机线圈阻值 测压力 测冷凝温度 测压力	清洗
		室外机组风机转速慢		更换
		制冷剂多 散热空间小		放去多余制冷剂
	低压开关动作,发光二极管 LD2 亮	测压力,放出空气	接表测制冷系统压力 查阀门开否 查系统 测压力	改善条件
		高压开关误动作		更换开关
制冷剂太少 低压阀门闭合 毛细管堵 低压开关误动作		充氟 打开 更换 更换		
热动开关 S3 动作,除霜温度低 温度控制器动作		- 1 ~ 15℃ 设定温度低	正常 调温度控制器	

(续)

故障现象	故障原因		检查内容	排除方法
制冷效果差	过电流继电器 K6 动作, 发光二极管 LD1 亮	压缩机电流大	电压过高或过低 电压相间不平衡 电压过高	342 ~ 418V 解决电源平衡 问题查原因排除
		单相运转	电流熔丝熔断 接触器触头断开	更换 更换
		过电流继电器故障 压缩机电动机故障	测电流 测压缩机电动机阻值	更换 更换
	制冷剂少 换热器脏堵 电磁四通换向阀故障 室内机组风机转速慢 室外机组风机转速慢 电磁四通阀故障 电磁四通阀故障 连接管过长 热负荷过大		测系统压力 查看 查电磁换向阀 测风机电动机电压 测风机电动机电压 测电磁四通阀线圈电阻 测压力 查管长度 估算热负荷	充氟 清洗 更换 更换 更换 更换 更换 修正 增加机组
系统运转 正常,但不 制冷	系统堵		测压力	修理
	电磁四通阀故障		测压力	更换
	压缩机窜腔		测压力	更换
	电磁四通阀故障		测压力	更换
制冷、制热 效果差	制冷剂少或多		测压力	充入制冷剂或放 出多余的制冷剂
	连接管过长		查看	调整
	毛细管堵		测压力	更换
	室外机组风机不工作		测风机	更换
	电磁四通阀故障		测压力	更换
	除霜传感器动作		等待	正常
电加热器 故障	保护器(低熔点合金)		测通断	更换
	电加热继电器 K1 故障		查触头阻值	更换
	电加热器断		测电加热器阻值	更换
不制热(压缩 机不工作)	主控板故障		测端子 1、2、3 脚电压	更换
	主控板坏		查看	更换
	压缩机故障		测阻值	更换
			测 TC2、TC3、S4、S5、 YV2、YV1、K6、K5、主板	参照制冷故障排 除方法进行排除

2. 柜式空调器制冷系统常见故障及排除方法

柜式空调器制冷系统常见故障有不制冷或不制热，制冷或制热效果差，空调器起动运行后不久就停机等。

(1) 柜式空调器电气系统正常，但起动运行后不制冷

出现这种故障现象一般为制冷系统泄漏或堵塞，可先用压力表测试制冷系统的高低压侧压力，其高低压压力值均偏低；用手摸膨胀阀进出口处感觉不凉，再摸膨胀阀前后管路也无明显温差；观察蒸发器表面无冷凝水出现，根据上述现象可以初步判断为制冷系统有泄漏处，应进行进一步的测试，即从制冷系统高压或低压侧截止阀处向系统内打入 1.7MPa 左右压力的氮气，然后用肥皂水对系统的各个接口处及各阀体进行检漏，找到漏点处加以紧固即可。对于水冷式机组除排除了系统表面的泄漏点外，还应对系统进行保压 12h 的测试，以检验水冷式机组冷凝器中是否有泄漏。确认制冷系统泄漏排除后，可按修理一般空调器的方法，对系统进行抽真空和充注制冷剂的操作。充注制冷剂时，一般采取控制低压压力法来控制制冷剂的充入量，即用 R12 作制冷剂时，可将低压压力控制在 0.27MPa；用 R22 作制冷剂时，可将低压压力控制在 0.53MPa（均为表压力）。

制冷系统出现堵塞的检查方法是：用压力表测试制冷系统高低压侧压力时，高压侧压力较高而低压侧压力近似为零。堵塞的部位一般在干燥过滤器或膨胀阀入口处。排除堵塞故障的方法是：起动空调器压缩机运行，此时应先将电路系统中的压力继电器触头短路，修复故障后再恢复正常，同时将制冷系统中出液阀关闭，待压缩机运行 5min 左右停机，然后拆下干燥过滤器（或膨胀阀），对其过滤网用煤油进行清洗，重新充注干燥剂后装回制冷系统。用真空泵或压缩机自身对制冷系统低压段进行抽真空，待抽真空完毕后，打开出液阀，即可恢复系统正常运行。

(2) 柜式空调器制冷效果差

造成柜式空调器制冷效果差主要有两个方面的原因：一是空调器有机械性故障，如室内外机组风机丢转；室内机组的空气过滤器过脏；室外机组风冷式冷凝器表面太脏，以及室内外机组有气流短路等原因造成空调器制冷效果差。二是制冷系统中制冷剂不足，可以看到

制冷时蒸发器表面只有部分面积上结露，风冷式机组冷凝器出风温度偏低，用压力表测试制冷系统高低压侧的压力都偏低，若制冷系统的制冷剂严重不足，还会看到膨胀阀出口管道及附近蒸发器表面有挂霜现象。

排除柜式空调器制冷效果差的方法是：从机械性能方面检查风机转速，看是否因风叶与轴松脱产生丢转现象；清洗空气过滤网；清洗室外机组冷凝器表面。从制冷系统方面，可先用电子卤素检漏仪查找一下制冷系统的泄漏处，排除后用控制低压压力法向制冷系统内补足制冷剂。

另外，在使用时门窗不严、室内人员过多、室内发热器具过多，以及连接管道上包扎的隔热材料老化使制冷量损失过大，也是造成空调器制冷效果差的原因，这些在维修时应予检查和排除。

(3) 柜式空调器起动运行后不久就停机

造成柜式空调器起动运行后不久就停机故障的原因主要是：制冷系统内充入的制冷剂过多，使压缩机起动运行后高压侧压力过高，压力继电器动作，切断压缩机电动机供电电路；制冷系统内制冷剂已全部漏光，压缩机起动运行后低压压力过低，压力继电器动作，切断压缩机电动机供电电路；冷凝器散热不良或制冷系统内部有“脏堵”，以及制冷系统内混有空气等。上述原因均会造成冷凝压力过高，使压力继电器动作，造成压缩机起动不久就停机。

排除方法：首先检测制冷系统的高压压力，看是否过高，一般判断方法是，首先对制冷系统的高压压力进行测算，公式是 $t_h + 15.3^\circ\text{C} = t_k$ ，计算出 t_k 后查 R22 的热力性质表或压焓图，求出高压压力值，然后用压力表实测出制冷系统的高压压力值，将两项进行比较，看高压压力是否过高。低压压力值不受环境温度影响，可直接测出，一般低压压力不要低于 0.4MPa（表压力），否则制冷系统工作将不正常。制冷系统中是否制冷剂过多或不足也可以参照表 4-7 所列现象进行对照判断。

其次，观察冷凝器表面是否过脏，若过脏，可用专用清洗液进行清洗；观察制冷系统高低压是否高压过高、低压过低，若是，则说明制冷系统出现“脏堵”，可拆下干燥过滤器进行清洗。当怀疑是制冷

系统中混有空气造成冷凝压力过高时的排除方法是：先将压力继电器电路短路，停止其工作，然后关闭贮液器上的出液阀，使空调器压缩机运行 10min 左右，观察低压表压力是否达到零刻度，达到时即停机。松开高压侧压缩机与压力表连接管的接口，向外排放空气，可边排放边用手背感觉排气温度，当感觉排出的气体发凉时，说明系统内的空气已排除，可迅速将松开口处拧紧，并接通压力继电器电路，缓慢打开出液阀，起动压缩机运行即可。

表 4-7 柜式空调器制冷系统制冷剂不足或过多的故障特征

序号	测试项目内容	制冷剂不足	制冷剂过多
1	压缩机低压侧压力	降低	升高
2	压缩机高压侧压力	降低	明显升高
3	压缩机低压侧温度	升高	降低
4	压缩机高压侧温度	降低	升高
5	压缩机气缸盖吸气侧温度	升高	降低
6	压缩机的运转噪声	正常	有沉闷声
7	停机后再起动	容易	困难
8	在膨胀阀处听到过液声	气液交替声	连续过液声

五、制冷系统的试漏、抽真空和充注制冷剂的操作

1. 分体式空调器或家用中央空调器系统的试漏操作

分体式空调器制冷系统检漏方法有很多种，在维修工作中的检漏，一般可采用以下几种方法。

(1) 充注制冷剂前检漏

1) 充入高压气体检漏。可充入干燥空气或干燥氮气，严禁充氧气、氢气以及易爆易燃气体，充入压力为 1.5 ~ 2.0 MPa（表压）。注意装有热力膨胀阀的系统，充气压力以 1.5 MPa 为宜，过高会充坏阀内膜片。充入高压气体后就可进行检漏。其检漏方法有以下几种：

① 浸在水中检漏。将组装好的机组（不带电气部分）全部浸在水池中，观察是否有气泡产生。冒气泡的部位就是泄漏点。补漏时将机组吊离水池，放掉检漏气体，再钎焊补漏。补好后要重新充气浸水检漏，持续 5min，直至无气泡冒出为止。这种检漏方法可以检测 0.001mL/s 左右的泄漏量。浸水检漏的敏感度不是很高，但因其操作方便，容易发现泄漏部位等优点得到广泛的应用。

② 涂肥皂水检漏。用毛笔或小刷子将调好的浓肥皂水或洗洁精涂于每个接口处，当有泄漏时，就会吹出气泡。这种方法的设备简单，也容易发现泄漏部位。这种检漏花费时间多，有些死角接口不易涂肥皂水。它适用于安装现场检漏。

③ 压力变化法检漏。充气以后记下压力值，等一天或两天后再看压力值是否有变化。若压力值下降，则有泄漏，再用肥皂水查出泄漏部位。当环境温度变化时，气体由于热胀冷缩，其压力有微量变化。经测算，当环境温度变化 3°C 时，其压力变化约为 1%。这种方法一般与涂肥皂水结合使用，在充气后，先用肥皂水检漏，然后再用压力变化法检漏。此方法适用于大中型空调机，小型空调器没有必要使用这种方法检漏。

2) 充入混合气体检漏。在系统中先充 0.05MPa（表压）的 R22 蒸气，再充入 1.5 ~ 2.0MPa 压力干燥空气或干燥氮气，然后用卤素灯或电子检漏仪检漏。这种方法可以提高检漏精度，适合于制造厂的装配线上使用。因其混合气体可以回收而重复使用，其检漏效率高。此法也可使用于检修中。

（2）充注制冷剂后检漏

系统内充注制冷剂后再检漏，这是第二次检漏。一般可采用以下两种方式检漏。

1) 用卤素检漏灯或肥皂水检漏。用酒精或丙烷气为燃料的卤素灯是最普及的检漏器。其检漏原理是用火焰将泄漏的卤代烃气体分解成氟、氯元素气体，氯气与灯内烧成炽热状态的铜火焰杯接触生成氯化铜，火焰的颜色就成绿色或蓝色，通过观察火焰颜色变化进行检漏，在这种反应中可以推断出泄漏量。卤素检漏灯与电子检漏仪相比，其灵敏度和精度都比较低，对制冷剂充入量少的全封闭制冷系统，若不认真操作，有可能发现不了泄漏点。

2) 电子检漏仪。在加热的白金电极上加上电压，当含有卤素的卤代烃气体通过电极中间时，则在两个电极间流过离子电流，并发出信号（指示灯亮或呼叫），这种检漏仪检测灵敏度非常高，且能够较准确地测出泄漏量并以定量示出。其最高灵敏度为 $1 \times 10^{-6} \text{ mL/s}$ ，这相当于 100 年泄漏 30g。因其灵敏度高，即使在充注制冷剂时有微量

制冷剂逸出也能检测到。所以，在进行泄漏试验的地点，必须用导管引进室外新鲜空气，使其在无污染的空气中进行检漏。这种检漏仪一般用于装配线的批量生产中，其检测环境要求高，而检测率也相当高。表 4-8 是三种检漏方法的灵敏度比较。

表 4-8 三种检漏方法的灵敏度比较

泄漏量/(g/年)	卤素检漏灯	电子检漏仪	浸水法
1		可能	
10	熟练者可能检出	可能	5 ~ 10s 出一个气泡
30	大体可能检出	可能	2 ~ 3s 出一个气泡
50	可能检出	可能	连续出气泡

2. 分体式空调器或家用中央空调器系统制冷系统的抽真空操作

分体式空调器或家用中央空调器系统抽真空，一般要使用真空泵排除系统中的空气。操作时，将带有修理阀的抽真空管与连接于分体式空调器或家用中央空调器系统的低压阀充注口相连，将另一充注软管接头与真空泵连接。

- 1) 起动真空泵，开始抽真空工作。
- 2) 抽真空完成后，关紧歧管阀低压手柄，停止真空泵的运行。
- 3) 抽真空 15min 以上，确认修理阀上的压力表是否指在 $-1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。
- 4) 达到真空度要求后，关闭修理阀上的阀门，然后停止真空泵的运行。

3. 分体式空调器充注制冷剂的操作

分体式空调器的维修操作基本上与窗式空调器相同，但因其结构特点，在制冷系统的充注、收取制冷剂等操作上有着特殊的操作方法。

分体式空调器的充注氟立昂制冷剂操作方法有高压充注液体制冷剂和低压充注气体制冷剂两种方法。高压充注液体制冷剂的方法多用于空调器生产过程中的制冷剂加注或用于大型机组大修后重新加注制冷剂。低压充注气体制冷剂的方法多用于空调器的补充制冷剂操作或家用空调器的制冷剂重新加入。

(1) 从空调器高压侧充注液体制冷剂的方法（称重法）

在室外机组的高压阀（又称液阀）的旁通孔（又称加制冷剂嘴）

上虚接带顶针的专用充注制冷剂软管，然后将 R22 钢瓶倾斜放置在台秤上（瓶口在下，瓶底用木块垫起），称出此时制冷剂钢瓶的重量，再将台秤的游码向左移动出应充制冷剂量的刻度，然后打开制冷剂钢瓶瓶阀，当看到有制冷剂液体从高压阀的旁通孔与加制冷剂管的虚接口处喷出后，迅速将虚接处拧紧。此时旁通孔上的顶针被顶开，液体制冷剂随即进入制冷系统。待台秤平衡后，随即关闭制冷剂钢瓶阀门。为使加制冷剂管内存留的制冷剂液体不被浪费，可用手逐段捂一下加制冷剂管，将管中的制冷剂液体赶进制冷系统内，随后迅速将加制冷剂管从高压阀的旁通孔上拆下，加制冷剂工作结束。

从高压阀处充注液体制冷剂的方法的优点是加制冷剂工作快速，并能保证加进制冷系统内的是纯制冷剂，不会将制冷剂钢瓶内混有的气体加入到系统中而影响空调器工作的效率。缺点是必须采用称重法（或计量法），且必须用在重新加注制冷剂的空调器上。同时在加制冷剂过程中，还应注意不能使制冷剂钢瓶倒立，以防制冷剂钢瓶内的残渣进入制冷系统，造成系统发生脏堵或制冷压缩机气缸的磨损。要特别注意的是，在加制冷剂过程中绝对不能起动压缩机运行，否则将造成严重事故。

（2）从空调器低压侧充注制冷剂气体的方法

在室外机组的低压阀（又称气阀）的旁通孔（又称加制冷剂嘴）上虚接带有顶针的专用充制冷剂软管，加制冷剂管的另一端与修理阀相连，修理阀上的另一根加制冷剂管与 R22 钢瓶瓶阀相连。随后打开 R22 钢瓶瓶阀，再开启修理阀上的节门，当听到旁通孔与加制冷剂管虚接口处有“嘶嘶”的跑气声 2 ~ 3s 后，将虚接口拧紧。待修理阀上的表压力达到 0.5MPa 以后，将 R22 钢瓶瓶阀暂时关闭，然后起动空调器运行，观察修理阀上表压力的变化。当运行几分钟后，修理阀上的表压力始终达不到所需要的压力值时，可再次打开 R22 钢瓶瓶阀，向制冷系统内补充 R22 制冷剂，直到达到要求的表压力值时为止。在达到充制冷剂量后，应先关闭 R22 钢瓶瓶阀，然后迅速拆下旁通孔与加制冷剂管的接口，加制冷剂工作结束。

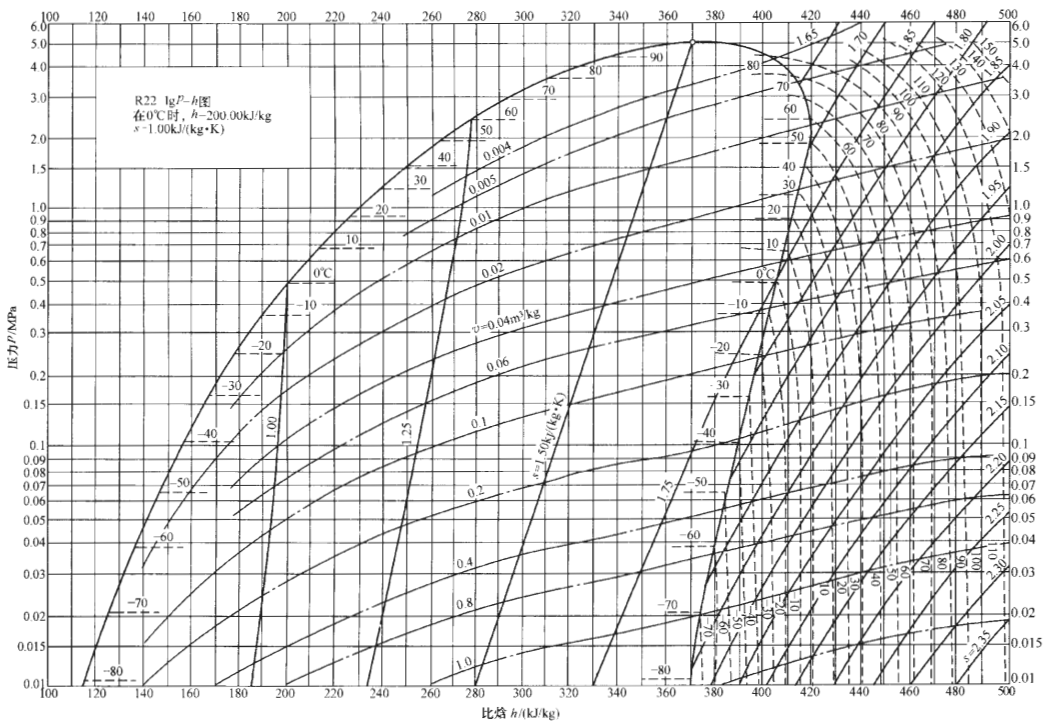
附录见插页

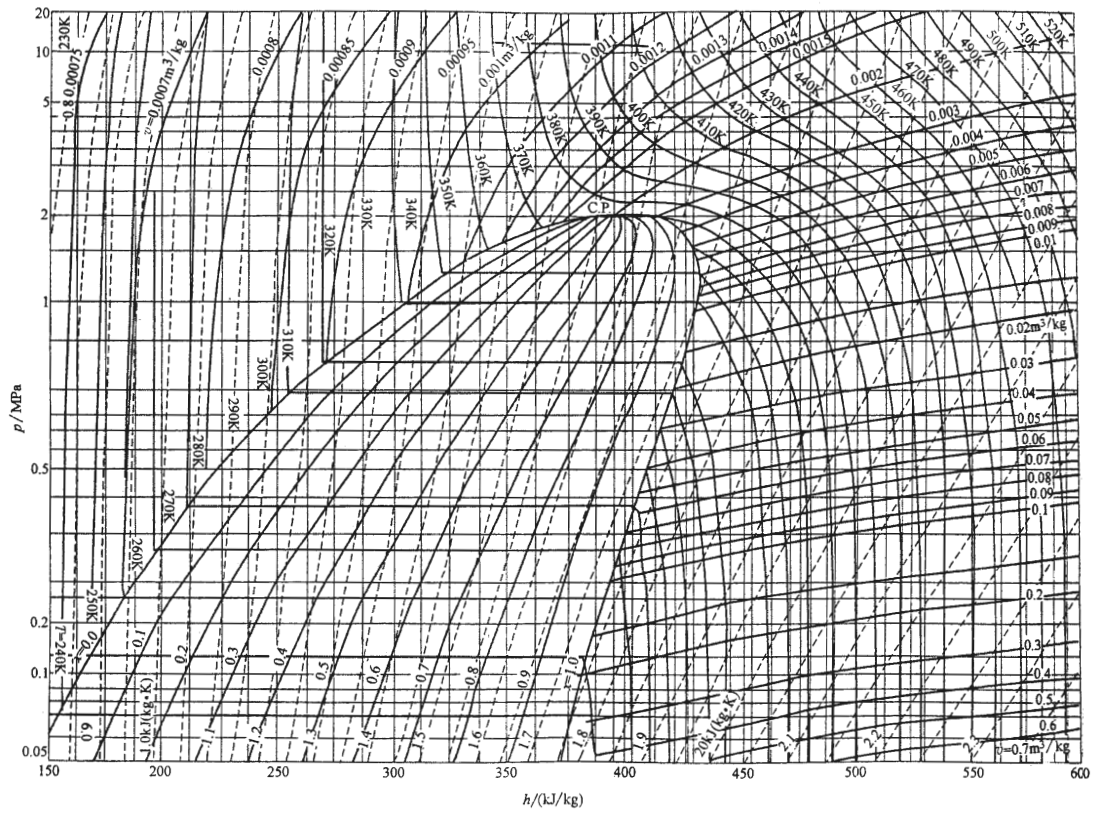
参考文献

- [1] 徐德胜, 凌恩飞. 制冷空调基础与设备维修 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1994.
- [2] 李援瑛. 跟我学修空调器 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.
- [3] 刘守江. 空调器及其微电脑控制器的原理与维修 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1997.
- [4] 冯玉琪、吕关宝. 新型空调器的选择安装与维修 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 1996.
- [5] 余有水. 家用空调器原理安装与维修 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 1993.
- [6] 杨象忠, 杨东斌. 空调器修理大全 [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1994.
- [7] 陈维刚, 等. 制冷与空调考工问答 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1997.
- [8] 白夫, 等. 空调器原理、选用与维修 [M]. 北京: 新时代出版社, 1994.
- [9] 方贵银, 李辉. 现代空调器使用与维修360问 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 1999.
- [10] 徐世琼. 新编制冷技术问答 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [11] 陈金顺, 等. 空调制冷设备维修问答 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [12] 李援瑛. 中央空调的运行与管理 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
- [13] 本书编写组. 中央空调选型、调试、控制和维修 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002.
- [14] 李援瑛. 空气调节技术与应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [15] 蒋能照, 张华. 家用中央空调实用技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.

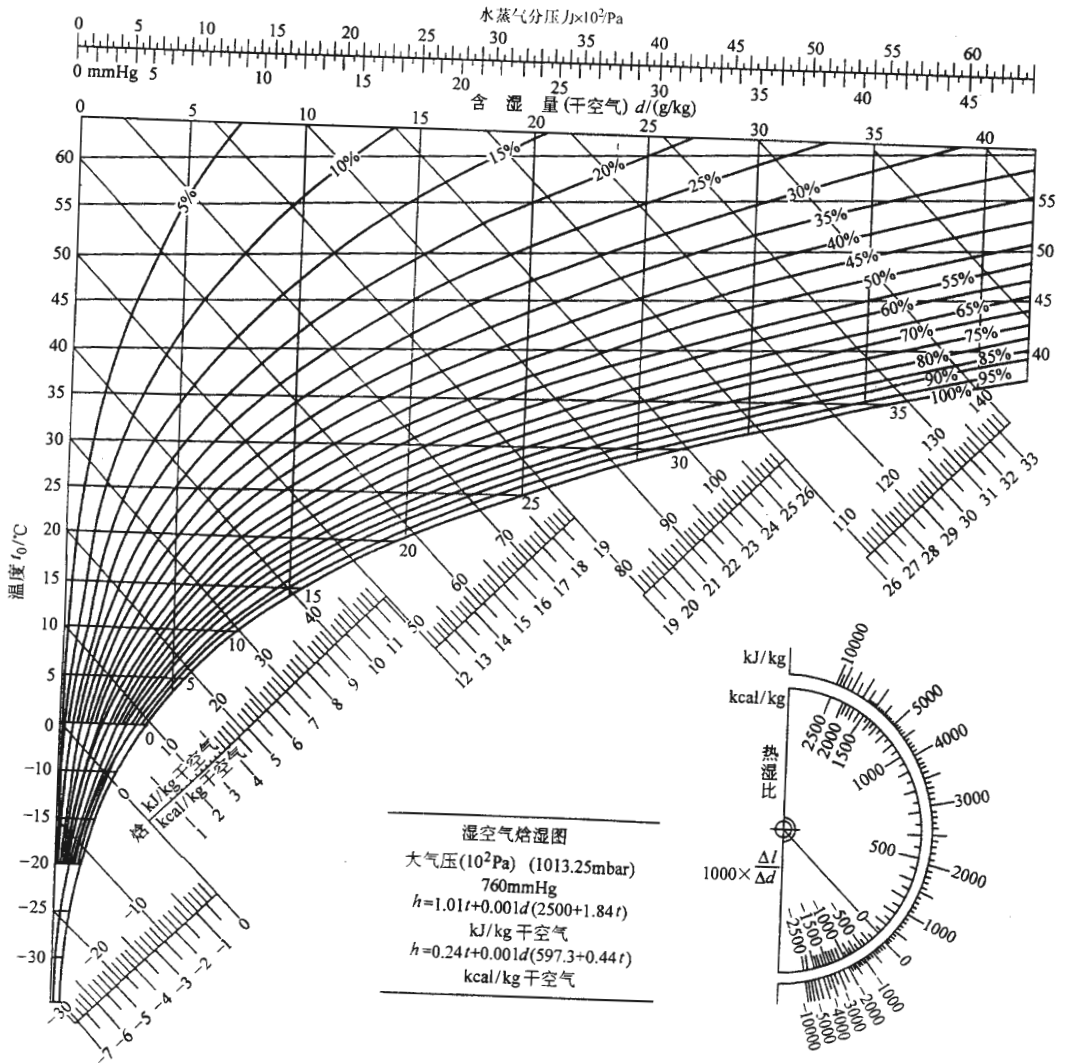
附录

附录 A R22 的 $\lg p-h$ 图



附录 B R134a 的 $\lg p-h$ 图

附录 C 湿空气的 h - d 图



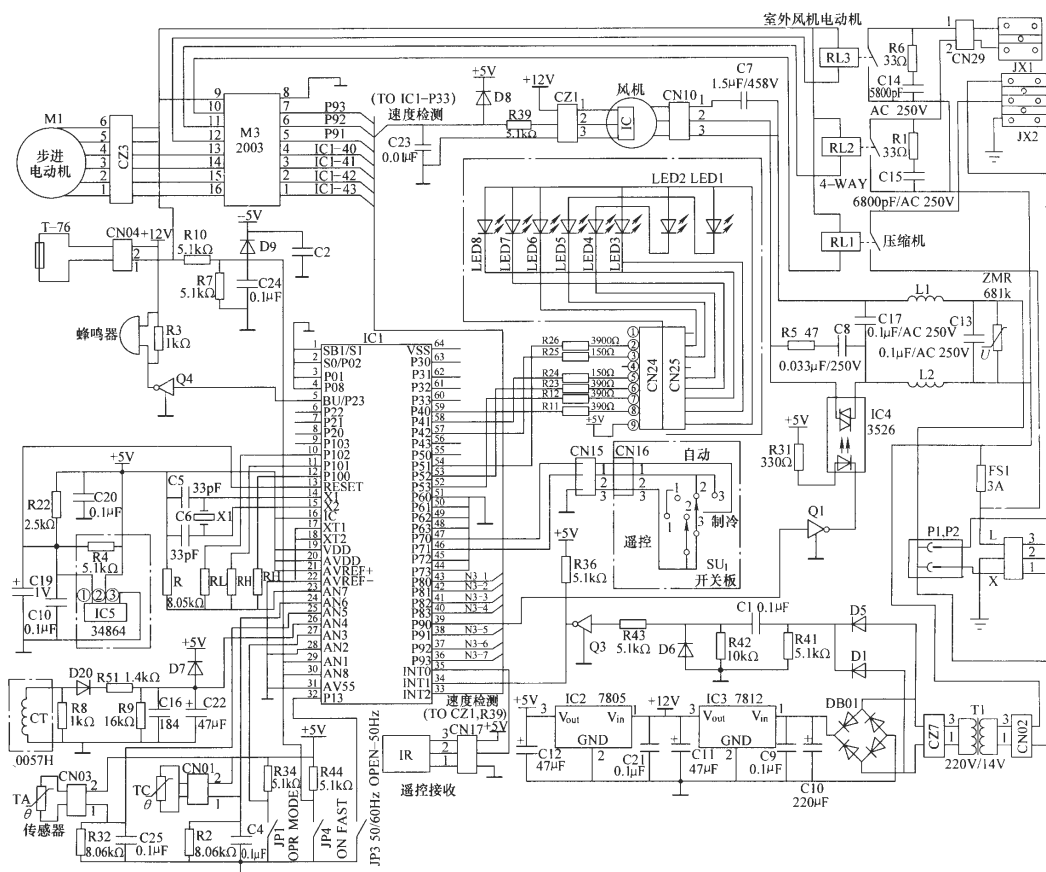


图 2-74 美的 KFR-36GW/Y 型分体式空调器电子电路

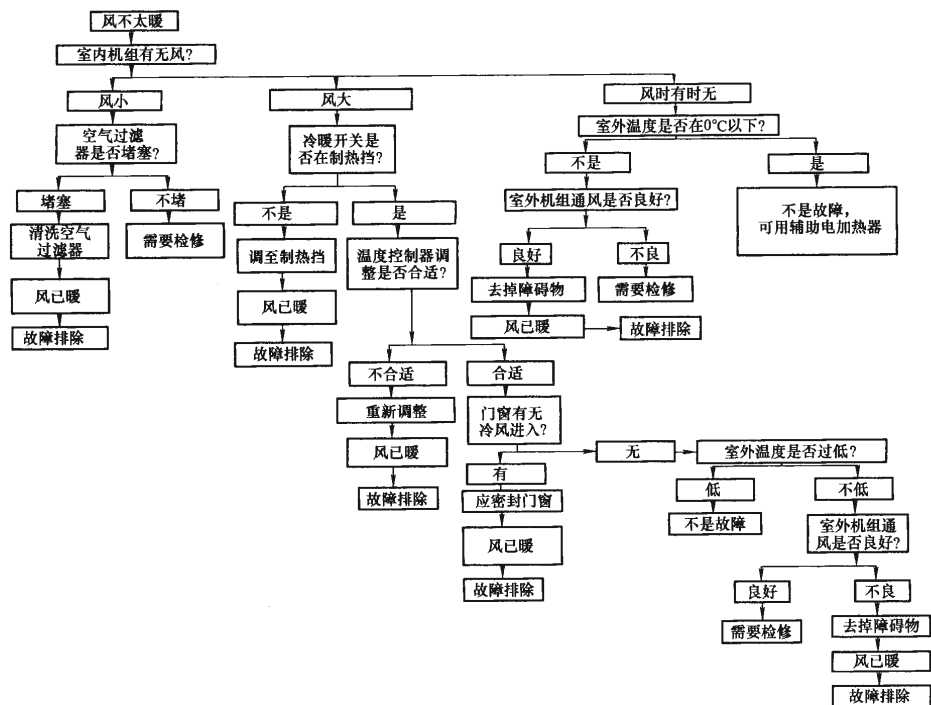



图 4-16 冬天工作时制热量不足的检查程序



KONGTIAOQI SHIYONG YU WEIXIU PEIXUN JIAOCHENG

地址:北京市百万庄大街22号

邮政编码:100037

电话服务

社服务中心:010-88361066

销售一部:010-68326294

销售二部:010-88379649

读者购书热线:010-88379203

网络服务

教材网:<http://www.cmpedu.com>

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

上架指导 工业技术 / 制冷

ISBN 978-7-111-41252-6

策划编辑◎徐明煜 / 封面设计◎陈沛

ISBN 978-7-111-41252-6



9 787111 412526 >

定价: 25.00元