

学技能超简单



空调器维修

超简单

蔡杏山◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

学技能超简单

学

空调器维修

超简单

蔡杏山◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是一本介绍空调器原理与维修技术的图书,主要内容有空调器的基础知识、空调器的拆卸、空调器的装机与拆机、制冷系统主要部件介绍、制冷系统维修、电工电子技术基础、常用电子元器件的识别与检测、电控系统的电路分析与检修。

本书基础起点低、语言通俗易懂、内容图文并茂且循序渐进,读者只要有初中文化程度,就能通过阅读本书而轻松掌握空调器维修技术。

本书适合作为空调器维修技术的自学图书,也适合作为职业学校和社会培训机构的空调器维修技术教材。

图书在版编目(CIP)数据

学空调器维修超简单/蔡杏山主编. —北京:机械工业出版社, 2014.7
(学技能超简单)

ISBN 978-7-111-46895-0

I. ①学… II. ①蔡… III. ①空气调节器-维修
IV. ①TM925.120.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第115813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 王琪

版式设计:霍永明 责任校对:肖琳

封面设计:马精明 责任印制:刘岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2014年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15.75印张·354千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-46895-0

定价:39.90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

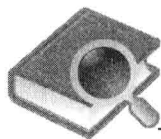
网络服务

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

电工、电子技术在现代社会中应用极为广泛，小到家庭的照明，大到神舟飞船的控制及通信系统，只要涉及用电的地方，就有电工、电子技术存在。电工技术属于强电技术，电子技术属于弱电技术，在以前，电工技术与电子技术的应用区分比较明显，而今越来越多的领域将电工与电子技术融合在一起，实现弱电对强电的控制，正因为如此，社会上对同时掌握电工与电子技术的复合型人才需求越来越多。

“家有万贯，不如一技在身”，技术会伴随一生，源源不断地创造财富。很多人已认识到技术的重要性，也非常想学好一门技术，但苦于重返学校或培训机构学习的成本太高。为了让无一技之长的人能低成本轻松掌握电工或电子技术，让已掌握电工或电子技术的人轻松掌握另一门技术，我们推出了这套“学技能超简单”丛书，让读者通过阅读本套丛书就能轻松快速掌握电工和电子技术。

“学技能超简单”丛书主要有以下特点：

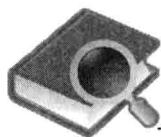
- ◆ **基础起点低。**读者只需具有初中文化程度即可阅读本套丛书。
- ◆ **语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语，遇到较难理解的内容用形象比喻说明，尽量避免复杂的理论分析和繁琐的公式推导，图书阅读起来感觉会十分顺畅。
- ◆ **采用图文并茂的方式表现内容。**书中大多采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容，使阅读变得非常轻松，不易产生阅读疲劳。
- ◆ **内容安排符合人的认识规律。**在图书内容顺序安排上，按照循序渐进、由浅入深的原则进行，读者只需从前往后阅读图书，便会水到渠成。
- ◆ **突出显示书中知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，指示学习重点。
- ◆ **网络免费辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题，可登录易天教学网：www.eTV100.com，观看有关辅导材料或向老师提问进行学习，读者也可以在该网站了解本套丛书的新书信息。

本书由蔡杏山担任主编，在编写过程中得到了许多教师的支持，其中蔡玉山、詹春



华、黄勇、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、刘凌云、刘海峰、刘元能、邵永亮、蔡理峰、朱球辉、何彬、蔡任英、李清荣和邵永明等参与了部分章节的编写工作。由于我们水平有限，书中的错误和疏漏在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者



目 录

前言

第1章 空调器的基础知识 1

1.1 热力学基础 1

1.1.1 物质的3种形态 1

1.1.2 压力与真空度 1

1.1.3 摄氏温标、华氏温标和绝对温标 2

1.1.4 饱和温度和饱和压力 2

1.1.5 汽化与液化 3

1.1.6 显热与潜热 3

1.1.7 临界温度和临界压力 3

1.1.8 热传递的3种方式 4

1.2 空调器的制冷与制热原理 5

1.2.1 单冷型空调器的制冷及除湿原理 5

1.2.2 冷暖型空调器的制冷与制热原理 6

1.3 空调器的型号命名与铭牌参数 8

1.3.1 空调器的型号命名方法 8

1.3.2 空调器的铭牌参数说明 9

第2章 空调器的拆卸 13

2.1 壁挂式空调器室内机的拆卸 13

2.1.1 空气过滤网的拆卸与清洗 13

2.1.2 室内机外壳的拆卸 14

2.1.3 导风板、接水盒和步进电动机的拆卸 16

2.1.4 电控盒的拆卸 18

2.1.5 室内热交换器的拆卸 19

2.1.6 贯流风扇与风扇电动机的

拆卸 20

2.1.7 电热装置的拆卸 22

2.2 柜式空调器室内机的拆卸 23

2.2.1 下面板与空气过滤网的拆卸 23

2.2.2 上面板与电控盒的拆卸 25

2.2.3 风扇与风扇电动机的拆卸 27

2.2.4 室内热交换器和接水盒的拆卸 27

2.3 室外机的拆卸 31

2.3.1 室外机的外部结构及部件介绍 31

2.3.2 室外机外壳、风扇和风扇电动机的拆卸 32

2.3.3 四通阀线圈的拆卸 34

2.3.4 风扇电动机与压缩机的起动电容器 35

2.3.5 室外机的毛细管、辅助毛细管和单向阀 35

第3章 空调器的装机与拆机 37

3.1 室内机、室外机的电气线路及制冷管道连接 37

3.1.1 室内机与室外机的电气连接 37

3.1.2 室内机与室外机的制冷管道连接 37

3.2 空调器装机检漏、顶空、试机和拆机收氟 41

3.2.1 装机检漏和顶空 41

3.2.2 通电试机 42

3.2.3 拆机收氟 44

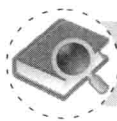


3.3 空调器的安装	46	5.3.5 空调器工作在制冷模式时的缺氟表现及原因	90
3.3.1 室内机和室外机安装位置的选择	46	5.3.6 在高温环境下加氟的连接与操作	91
3.3.2 室内机的安装	47	5.3.7 确定加氟量是否合适的方法	92
3.3.3 室外机的安装	50	5.3.8 空调器工作在制热模式时的缺氟表现和正常表现	96
第4章 制冷系统主要部件介绍	53	5.3.9 在低温环境下加氟的连接与操作	96
4.1 压缩机与热交换器	53	5.4 检漏、收氟、抽真空和顶空	97
4.1.1 压缩机	53	5.4.1 检漏	97
4.1.2 热交换器	55	5.4.2 收氟	100
4.2 毛细管、单向阀、膨胀阀和干燥过滤器	57	5.4.3 抽真空和顶空	102
4.2.1 毛细管	57	第6章 电工电子技术基础	106
4.2.2 单向阀	58	6.1 基本常识	106
4.2.3 膨胀阀	59	6.1.1 电路与电路图	106
4.2.4 干燥过滤器	60	6.1.2 电流与电阻	106
4.3 二通截止阀和三通截止阀	61	6.1.3 电位、电压和电动势	108
4.3.1 二通截止阀	61	6.1.4 电路的3种状态	109
4.3.2 三通截止阀	62	6.1.5 接地与屏蔽	110
4.3.3 常见故障	64	6.2 欧姆定律	111
4.4 四通换向电磁阀和储液器	64	6.2.1 部分电路欧姆定律	111
4.4.1 四通换向电磁阀	64	6.2.2 全电路欧姆定律	112
4.4.2 储液器	67	6.3 电功、电功率和焦耳定律	113
第5章 制冷系统维修	69	6.3.1 电功	113
5.1 制冷系统维修的常用工具及仪表	69	6.3.2 电功率	113
5.1.1 常用工具	69	6.3.3 焦耳定律	113
5.1.2 割管、扩胀管和弯管工具	71	6.4 电阻的串联、并联和混联	114
5.1.3 温度计与压力表	72	6.4.1 电阻的串联	114
5.1.4 焊炬和真空泵	75	6.4.2 电阻的并联	114
5.2 铜管的加工、焊接与拆卸	77	6.4.3 电阻的混联	115
5.2.1 铜管的切割、扩口、胀管和弯曲	77	6.5 直流电与交流电	116
5.2.2 焊炬的组成及使用	78	6.5.1 直流电	116
5.2.3 铜管的焊接与拆卸	82	6.5.2 交流电	116
5.3 制冷剂的加注	84	6.6 指针式万用表的使用	121
5.3.1 空调器常用制冷剂的类型及特性	84	6.6.1 面板介绍	121
5.3.2 加氟工具介绍	85	6.6.2 使用前的准备工作	122
5.3.3 R22 制冷剂的温度与压力对照表	88	6.6.3 测量直流电压	123
5.3.4 两种类型的氟瓶与压力表的连接	90	6.6.4 测量交流电压	124
		6.6.5 测量直流电流	125
		6.6.6 测量电阻	125

6.6.7 使用注意事项	127	说明	175
6.7 数字式万用表的使用	128	8.1.2 各种工作模式及常用功能	
6.7.1 面板介绍	128	说明	177
6.7.2 直流电压的测量	129	8.2 电源电路的分析与检修	179
6.7.3 直流电流的测量	130	8.2.1 电源电路的组成	179
6.7.4 交流电压的测量	131	8.2.2 过电流、过电压保护与抗	
6.7.5 交流电流的测量	132	干扰电路	180
6.7.6 电阻的测量	132	8.2.3 降压、整流与滤波电路	185
6.7.7 二极管的测量	134	8.2.4 稳压电路	188
6.7.8 晶体管放大倍数的测量	135	8.2.5 电源电路的常见故障及	
6.7.9 电容的测量	135	检修	189
6.7.10 温度的测量	136	8.3 单片机工作条件电路的分析与	
第7章 常用电子元器件的识别与		检修	191
检测	138	8.3.1 单片机	191
7.1 电阻器的识别与检测	138	8.3.2 典型的单片机基本工作条件	
7.1.1 固定电阻器	138	电路(一)	192
7.1.2 电位器	142	8.3.3 典型的单片机基本工作条件	
7.1.3 排阻	144	电路(二)	194
7.2 电容器、电感器与变压器的识别与		8.3.4 单片机工作条件电路的常见	
检测	146	故障及检修	195
7.2.1 电容器	146	8.3.5 跳线电路	196
7.2.2 电感器	150	8.4 操作与显示电路的分析及检修	197
7.2.3 变压器	152	8.4.1 应急开关电路	197
7.3 二极管、晶体管的识别与检测	156	8.4.2 按键输入与遥控接收电路	198
7.3.1 普通二极管	156	8.4.3 显示器与显示电路	201
7.3.2 稳压二极管	158	8.4.4 蜂鸣器电路	206
7.3.3 晶体管	160	8.5 温度传感器与温度检测电路的	
7.4 光电器件的识别与检测	168	分析与检修	208
7.4.1 普通发光二极管	168	8.5.1 温度传感器	208
7.4.2 红外线发光二极管	169	8.5.2 温度检测电路	209
7.4.3 红外线接收二极管	170	8.5.3 常见故障及检修	211
7.4.4 光耦合器	170	8.6 室外风扇电动机、压缩机和四通电	
7.5 集成电路简介	173	磁阀的控制电路分析与检修	212
7.5.1 结构	173	8.6.1 单相异步电动机	212
7.5.2 引脚识别	173	8.6.2 室外风扇电动机、压缩机和四通	
第8章 电控系统的电路分析与		电磁阀的控制电路	214
检修	175	8.6.3 室外风扇电动机、压缩机和四通	
8.1 空调器电控系统的组成及工作模式		电磁阀的检测	216
说明	175	8.6.4 四通电磁阀线圈、起动电容器、	
8.1.1 电控系统的组成框图及		继电器和常用驱动集成电路	
		说明	219



8.6.5 常见故障及检修	223	8.8 步进电动机、同步电动机和辅助 电热器的电路分析与检修	235
8.7 室内风扇电动机的电路分析与 检修	225	8.8.1 步进电动机的控制电路	235
8.7.1 室内抽头式风扇电动机的 控制电路	225	8.8.2 步进电动机介绍	236
8.7.2 抽头式调速电动机介绍	226	8.8.3 室内机不能上、下扫风的 检修	237
8.7.3 室内抽头式风扇电动机及电路的 常见故障与检修	229	8.8.4 同步电动机的控制电路	237
8.7.4 室内 PG 风扇电动机的控制 电路	229	8.8.5 同步电动机介绍	238
8.7.5 光控晶闸管芯片与 PG 电动机 介绍	232	8.8.6 室内机不能左、右摆风的 检修	239
8.7.6 室内 PG 风扇电动机及电路的常见 故障与检修	235	8.8.7 辅助电热器的控制电路	239
		8.8.8 辅助电热器介绍	241
		8.8.9 辅助电热器不工作的检修	241



第 1 章

空调器的基础知识

1.1 热力学基础

1.1.1 物质的 3 种形态

物质有 3 种形态，分别是固态、液态和气态，这 3 种状态是可以相互转换的。一般来说，降低温度或增加压力可以将物质的形态由气态变成液态，降低液态物质的温度其可变成固态。日常生活中见到的水是一种液态，在 $1\text{atm}^{\ominus}$ （标准大气压）下，水在 $0\sim 99^{\circ}\text{C}$ 时为液态，若温度降低到 0°C 以下时液态水会变成固态水（冰），若温度升高到 100°C 时液态水会变成气态水（水蒸气）。

1.1.2 压力与真空度

单位面积上承受的垂直作用力称为压强（物理学名称），用 p 表示，在热力工程学上称为压力，压力的单位为帕斯卡，简称帕（Pa）。此外，还有千帕（kPa）、兆帕（MPa）， $1\text{MPa} = 10^3\text{kPa} = 10^6\text{Pa}$ 。

热力工程学常用到的压力有标准大气压力、绝对压力和表压力。标准大气压力是指在标准大气条件下空气对海平面的作用力，其值约为 0.1MPa （ 101.325kPa ）；绝对压力是指以绝对真空的零压力作为基准而测得的压力；表压力又称相对压力，是指以一个标准大气压力作为基准而测得的压力，用压力表测出的压力为表压力。标准大气压力、绝对压力和表压力有以下的关系：

$$\text{绝对压力} = \text{表压力} + \text{标准大气压力}$$

当某个空间的气体压力低于标准大气压力时，将该空间称为真空状态，其真空程度用

$\ominus 1\text{atm} = 101.325\text{kPa}$ ，后同。



真空度表示，真空度是指容器内部气压较外部气压低的程度。给一个密闭的容器接上一只压力表，如果压力表指示值为 0MPa，表明容器内部气压与标准大气压相等；如果压力表指示值为 -0.1MPa，表明容器内部完全真空状态，内部气压为 0MPa；如果压力表指示值为 -0.02MPa，表明容器内部气压为 0.08MPa，比外界气压 0.1MPa 低 -0.02MPa，即该容器的真空度为 -0.02MPa。

1.1.3 摄氏温标、华氏温标和绝对温标

温度是用来表示物体冷热程度的物理量。测量温度的标尺为温标，温标规定了温度的基点和单位，常用的温标有摄氏温标、华氏温标和绝对温标。

(1) 摄氏温标

摄氏温标又称国际温标，温度单位为 $^{\circ}\text{C}$ ，它规定在 1atm 下，纯净水凝结成冰的温度（简称冰点温度）为 0°C ，纯净水沸腾的温度（沸点温度）为 100°C ，冰点温度至沸点温度之间分为 100 等份，每一份为 1°C 。我国主要采用摄氏温标。

(2) 华氏温标

华氏温标的温度单位为 $^{\circ}\text{F}$ ，它规定在 1atm 下，纯净水的冰点温度为 32°F ，纯净水的沸点温度为 212°F ，冰点温度至沸点温度之间分为 180 等份，每一份为 1°F 。英国、美国等国家主要采用华氏温标。

华氏温度转换成摄氏温度的公式为：摄氏温度值 = $5/9$ (华氏温度值 - 32)。例如某物体的华氏温度为 59°F ，转换成摄氏温度为 15°C 。

摄氏温度转换成华氏温度的公式为：华氏温度值 = $9/5$ 摄氏温度值 + 32。例如某物体的摄氏温度为 20°C ，转换成华氏温度为 68°F 。

(3) 绝对温标

绝对温标又称热力学温标或开尔文温标，温度单位为 K，它规定在 1atm 下，纯净水的冰点温度为 273.15K，纯净水的沸点温度为 373.15K，冰点温度至沸点温度之间分为 100 等份，每一份为 1K。热力学规定，当物体内部分子运动终止时，其热力学温度为 0K（摄氏温度为 -273.15°C ）

摄氏温度转换成绝对温度的公式为：绝对温度值 = 摄氏温度值 + 273.15。例如某物体的摄氏温度为 20°C ，转换成华氏温度为 293.15K。

绝对温度转换成摄氏温度的公式为：摄氏温度值 = 绝对温度值 - 273.15。例如某物体的绝对温度为 333.15K，转换成摄氏温度为 60°C 。

1.1.4 饱和温度和饱和压力

液体在沸腾时所维持不变的温度称为沸点，又称在某压力下的饱和温度，与饱和温度相对应的某压力称为该温度下的饱和压力。例如，水在一个大气压下的饱和温度（沸点温度）为 100°C ，则水在 100°C 时的饱和压力就是一个大气压。

饱和温度和饱和压力之间存在一定的对应关系，一般来说，压力越大，液体的饱和温度越高。例如海平面的气压为 1atm、水的饱和温度为 100°C ，而高原地带的气压低于



1 atm, 水的饱和温度低于 100℃; 又如水在高压锅内加热时, 水受到的压力会大于 1 atm, 水的饱和温度高于 100℃。

1.1.5 汽化与液化

物质从液态转变成气态的过程称为汽化, 汽化有蒸发和沸腾两种方式。蒸发在任何温度和压力下都会进行, 但蒸发只会在液体表面发生; 沸腾是液体在一定压力下, 被加热到某一温度时, 液体从内部被大量转换成水蒸气, 并形成气泡冲出液体表面。液体在汽化时需要向外界吸收热量, 例如人洗完澡后身体被风吹过会感觉非常凉爽, 这是因为风吹会使水加速蒸发变成水蒸气, 水在变成水蒸气时会从人身上吸收热量, 从而使人感觉到凉爽。

物质从气态转变成液态的过程称为液化, 又称为凝结。当气体在一定压力下冷却到一定温度时会变成液体, 例如对着冰冷的物体呼气, 该物体表面会变得潮湿, 这是因为人呼出气体中的水蒸气遇到温度低的物体变成液体的缘故。气体在液化时需要向外界释放热量。

空调器是利用液态制冷剂汽化时向外界吸热来实现制冷的, 并利用气态制冷剂液化时向外界放热来实现制热。

1.1.6 显热与潜热

(1) 显热

物体在形态(固态、液态和气态)不变的情况下, 使温度发生变化所需的热量称为显热, 它能使人体有明显的冷热变化感觉, 可用温度计测量出来。例如, 将一杯热水放在空气中冷却时, 水会不断向周围释放热量, 温度也随之慢慢降低, 但其形态一直不变(液态), 水在冷却过程中释放的热量就是显热。

(2) 潜热

物体在发生形态转变过程中温度会保持不变, 但需要吸收或释放热量。物体在形态转变过程中吸收或释放的热量称为潜热。潜热无法用温度计测量, 人体也无法感觉到, 但可通过试验计算出来。

例如, 将一块温度为 0℃ 的冰(固态)放在容器中加热, 一部分冰吸热融化成水, 容器中为冰水混合物(固态与液态共存), 继续加热直至全部冰都变为水, 在此过程中, 冰、冰水混合物和水的温度都保持 0℃, 从冰到水的转变过程中吸收的热量即为潜热(溶解潜热); 又如, 水加热到 100℃ 时开始沸腾变成水蒸气, 为了维持沸腾汽化过程, 需要继续对水进行加热, 在此过程中不管水如何剧烈沸腾, 水的温度始终保持 100℃ 不变, 直到全部水都汽化成水蒸气, 从水到水蒸气的转变过程中吸收的热量也为潜热(蒸发潜热)。

1.1.7 临界温度和临界压力

增大压力或降低温度可以使气体液化而变成液体, 气体压力越小, 其液化温度越低, 反之, 气体压力越大, 其液化温度也越高。

当温度升高超过某一值时, 即使再增大压力也无法使气体液化成液体, 该温度值称为临界温度, 在临界温度时气体的最低压力称为临界压力。例如, 水蒸气的临界温度是



374.3℃, 临界压力为 22.12MPa, 当水蒸气的温度超过 374.3℃ 时, 采用增加压力的方法 (即压缩水蒸气) 是无法将水蒸气变成水的, 当水蒸气的温度等于 374.3℃ 时, 压力最低要达到 22.12MPa 才可水蒸气变成水, 当水蒸气的温度低于 374.3℃ 时, 水蒸气液化压力也小于 22.12MPa。表 1-1 列出了几种制冷剂的临界温度和临界压力。

表 1-1 几种制冷剂的临界温度和临界压力

制冷剂名称	R12	R22	R134a	R600a
临界温度/℃	112.04	96.14	101.1	134.71
临界压力/MPa	4.133	4.974	4.01	3.64

1.1.8 热传递的 3 种方式

热传递的规律是由高温物体向低温物体传递。热传递有 3 种方式: 传导、对流和辐射。

(1) 传导

热量从物体高温部分沿着物体传到低温度部分的传热方式称为热传导。例如, 手握金属棒一端, 将另一端放在沸水中, 一段时间后手会感到灼热, 这是因为沸水的热量沿金属棒一端传递到手握一端的缘故, 这种传热方式就是热传导。

一般来说, 金属热传导性好, 非金属热传导性差。反映物质传热能力大小的物理量称为导热系数, 单位是 $\text{W}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C}$ 。表 1-2 列出了几种常用材料的导热系数, 导热系数大的材料传热性能好, 适用于传热, 导热系数小的材料传热性能差, 适用于隔热。

表 1-2 几种常用材料的导热系数

材 料	导热系数 $/(\text{W}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$	材 料	导热系数 $/(\text{W}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$	材 料	导热系数 $/(\text{W}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$
纯铜	383.79	霜	0.5815	水	0.5815
铝	197.71	空气	0.069	水垢	2.326
钢	45.36	油漆	0.2326	聚氨酯泡沫塑料	0.0116 ~ 0.0291

(2) 对流

在液体或气体中, 温度高的部分因密度小而上升, 温度低的部分因密度大而下降, 它们相对流动互相混合, 最终使温度趋于均匀, 这种传热方式称为对流。

例如, 在用水壶烧水时, 壶底的水受热温度升高, 其密度变小, 会上升到壶面, 而壶面的水温度低、密度大, 会下降到壶底进行加热, 当温度超过壶面水温时, 壶底的水又会上升到壶面, 如此循环流动, 从而使整壶水都热起来; 又如, 当将短烧水棒 (俗称热得快) 放入热水瓶烧水时, 由于短烧水棒进入水面很浅, 这样会出现热水瓶上方的水已经沸腾, 下方的水只有微热的情况, 这是因为烧水棒先加热热水瓶上方的水, 上方的水温度高、密度小, 不会向瓶底下降, 瓶底的水温度低密度大, 不会上升, 即瓶底与瓶上方的水不会形成对流, 它们只能通过传导方式进行热传递, 但水的导热系数小, 传热能力差, 不足以使瓶上方和下方的水温同步升高, 正确的做法是用长烧水棒插到热水瓶底部, 这样才能使瓶上、下方的水同时沸腾。



液体或气体传热主要依靠对流。由液体或气体自身的密度变化引起的对流称为自然对流；由外力（如风扇搅动或水泵的抽吸）引起的对流则称为强制对流。对流的传热量由传热时间、对流速度、传热面积、对流的物质决定。

（3）辐射

在不借助任何传热介质（即物体间不接触）的情况下，高温物体将热量直接向外发射给低温物体的传热方式称为热辐射。例如，冬天坐在火炉旁，虽然没有接触到火炉，但人也会感觉到温暖，这是因为火炉将热量以辐射的方式传递给人的缘故。

只要是高温物体，都会向周围低温物体辐射热量，辐射热量的大小由物体间的温差及物质的一些性质决定。表面黑而粗糙的物体，其发射与吸收辐射热的能力较强；表面白而光滑的物体，其发射与吸收辐射热的能力则较弱。

热辐射的热量穿过固体或液体的表面后只需经过很短的距离（一般小于1mm，穿过金属表面后只需经过1μm）就被完全吸收。气体对热辐射几乎没有反射能力，在一般温度下的单原子和对称双原子气体（如Ar、He、H₂、N₂、O₂等）热吸收能力很低，可视为透热体；多原子气体（如CO₂、H₂O、SO₂、NH₃、CH₄等）对太阳辐射的热量具有相当强的热吸收能力，这些气体常称为温室气体。

1.2 空调器的制冷与制热原理

1.2.1 单冷型空调器的制冷及除湿原理

单冷型空调器只有制冷和除湿功能，无法制热，其制冷系统结构和制冷除湿原理如图1-1所示。

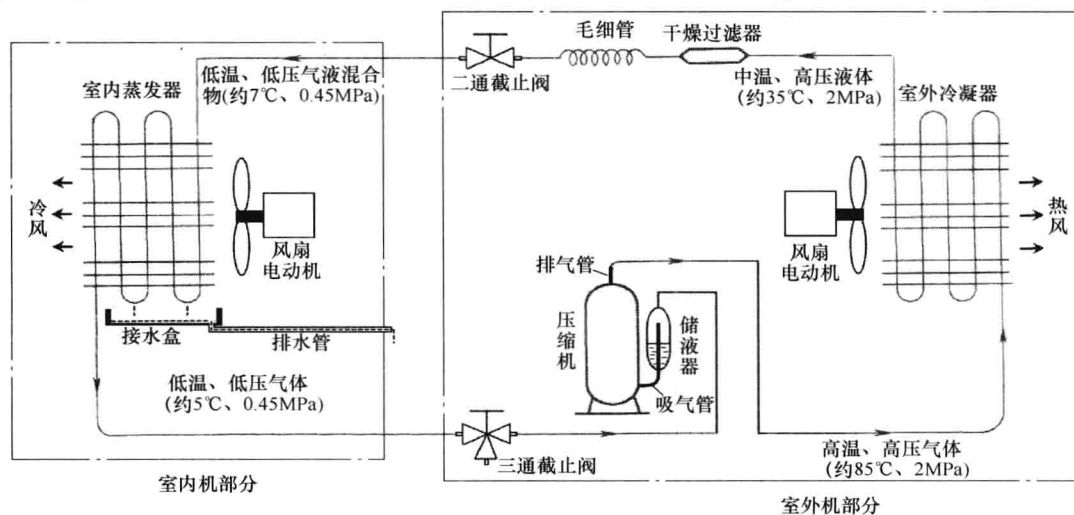


图 1-1 单冷型空调器的制冷系统结构与制冷除湿原理



在空调器工作时,压缩机通电开始运行,从吸气管吸入低温、低压的气态制冷剂(一般为R22),压缩后得到高温、高压的气态制冷剂从排气管排出,并送到冷凝器;高温、高压的气态制冷剂在经过冷凝器时,被散热良好的冷凝器冷却而液化成中温、高压液体;中温、高压液体经干燥过滤器后进入细长的毛细管,毛细管出口连接有管径较粗的铜管,中温、高压的液态制冷剂从毛细管流出时,因空间增大而受到压力减小,马上有少量液态制冷剂汽化变成气态,气液混合态的制冷剂通过二通截止阀进入蒸发器,在蒸发器中制冷剂充分汽化变成气态,由于液体汽化时会吸收大量的热量,从而使蒸发器温度降低,在室内机的风扇作用下,室内空气从蒸发器穿过时被冷却而吹出冷风。由蒸发器出来的低温、低压气态制冷剂通过三通截止阀进入储液器,然后又被压缩机吸入、压缩,开始下一次循环。

空调器在制冷的同时,还具有除湿功能。室内机风扇强制室内空气通过低温蒸发器时,除了会使通过的空气温度降低外,还会使空气中的水蒸气遇冷而凝结(液化)成水,从而使空气中的水蒸气含量减少,这就是空调器的除湿原理。蒸发器表面凝结的水掉落到下方的接水盒内,再通过排水管排放到室外。

1.2.2 冷暖型空调器的制冷与制热原理

1. 冷暖型空调器的制冷原理

冷暖型空调器具有制冷和制热双重功能。当冷暖型空调器处于制冷模式时,其制冷系统结构及制冷剂循环途径如图1-2所示。比较图1-2和图1-1不难看出,冷暖型空调器的制冷系统较单冷型空调器主要增加了四通阀、辅助毛细管和单向阀。

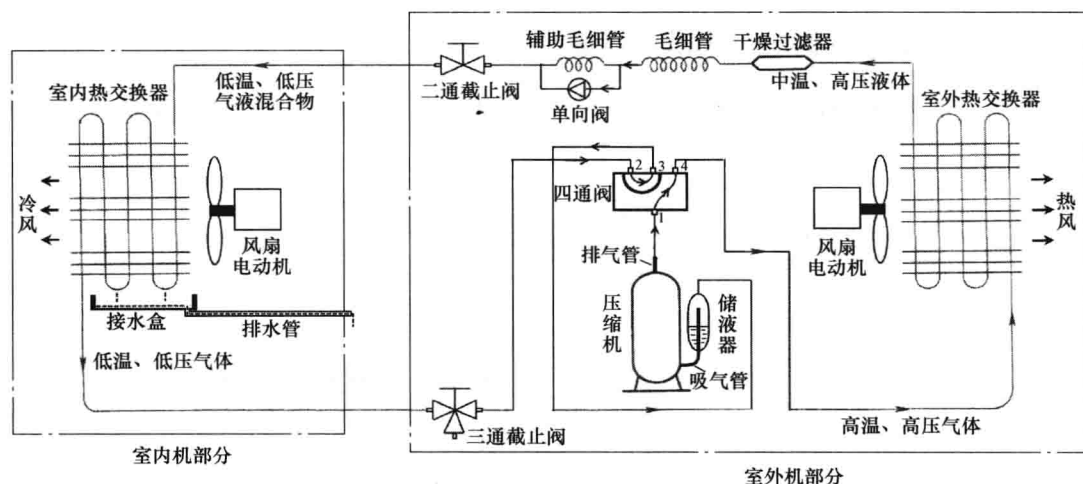


图1-2 冷暖型空调器的制冷系统结构及制冷剂循环途径(在制冷模式时)

冷暖型空调器的制冷原理如下:

压缩机运行时从吸气管吸入低温、低压的气态制冷剂,将其压缩后从排气管排出高温、高压的气体,由管口1进入四通阀,再从管口4输出送到室外热交换器(制冷时相当于冷凝器),高温、高压的气态制冷剂在室外热交换器中冷却而液化成中温、高压液体;



中温、高压液体经干燥过滤器后进入细长的毛细管，从毛细管出来后又进入阻力小的单向阀（辅助毛细管对制冷剂阻力较大，制冷剂通过量很少），中温、高压的液态制冷剂从单向阀流出后，经过二通截止阀进入室内热交换器（制冷时相当于蒸发器），在室内热交换器中汽化变成气态。液态制冷剂在汽化时吸收大量的热量，使室内热交换器温度降低，在室内机风扇的作用下，室内空气穿过室内热交换器时被冷却而吹出冷风。从室内热交换器出来的低温、低压气态制冷剂经三通截止阀后进入四通阀的管口2，然后从管口3出来进入储液器，然后又被压缩机吸入、压缩，开始下一次制冷循环。

2. 冷暖型空调器的制热原理

冷暖型空调器不但可以制冷，还可以制热，其制热有热泵制热和电热制热两种方式，热泵制热是利用制冷系统中的制冷剂冷凝时放热来实现制热的，电热制热是利用电热装置（如电热丝或电热管等）直接通电发热来实现制热的。一般认为，只有具有热泵制热功能的空调器才能算是真正的冷暖型空调器，为了保证在寒冷环境下也具有较好的制热效果，一般会在冷暖型空调器中增加电热制热装置。

当冷暖型空调器处于制热模式时，其制冷系统结构及制冷剂循环途径如图1-3所示。

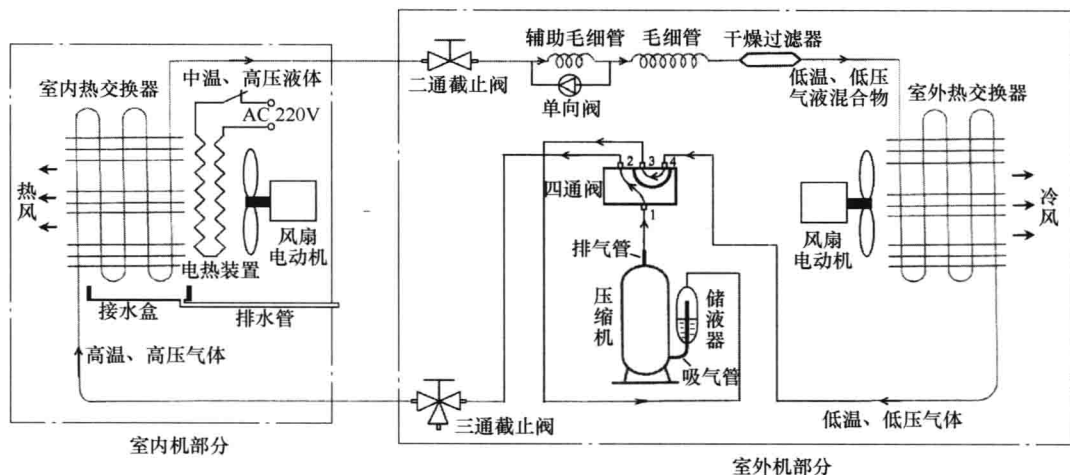


图1-3 冷暖型空调器的制冷系统结构及制冷剂循环途径（在制热模式时）

（1）热泵制热原理

压缩机运行时从吸气管吸入低温、低压的气态制冷剂，将其压缩后从排气管排出高温、高压的气体，由管口1进入四通阀，再从管口2出来，经三通截止阀后送到室内热交换器（制热时相当于冷凝器）。高温、高压的气态制冷剂进入温度较低的室内热交换器时遇冷液化成中温、高压液体，气态制冷剂在液化时会释放很多的热量，使室内热交换器温度升高，在室内机风扇的作用下，室内空气穿过室内热交换器时被加热而吹出热风。从室内热交换器出来的中温、高压液体经辅助毛细管（单向阀反向不通）、毛细管和干燥过滤器后进入室外热交换器（制热时相当于蒸发器），由于室外热交换器空间远大于毛细管，液态制冷剂的压力减小，马上汽化变成气态。液态制冷剂在汽化时吸收大量的热量，使室



外热交换器温度降低,在室外机风扇的作用下,室外空气穿过室外热交换器时被冷却而吹出冷风。低温、低压气态制冷剂从室外热交换器出来后进入四通阀的管口4,再从管口3出来进入储液器,然后又被压缩机吸入、压缩,开始下一次制热循环。

(2) 电热制热原理

如果室外环境温度很低(一般 5°C 以下)或需要加快制热速度时,可以开启空调器的电热制热功能。空调器的电热制热功能开启后,220V 的电源直接提供给电热装置,电热装置发热,室内机风扇将其热量吹出,提高室内空气温度,从而实现制热功能。

空调器电热制热的效率低,最多只能产生与消耗的电功率瓦数相同的热量;而热泵制热的效率很高,在一定的条件下,消耗一定瓦数的电功率可制出几倍于该瓦数的热量。例如空调器进行电热制热时,如果消耗电功率为1000W,其产生的热量不会超过1000W,而在热泵制热时,如果消耗电功率为1000W,它可以产生2000~4000W的热量。空调器在热泵制热时,其消耗的电功率主要用于驱动压缩机运行,让制冷剂在室外热交换器中蒸发吸热,在室内热交换器中冷凝放热,从而将室外空气中的热量“搬”到室内,即热泵制热消耗的电功率可以看作热量搬运消耗的功率。

1.3 空调器的型号命名与铭牌参数

1.3.1 空调器的型号命名方法

根据国家标准(GB/T 7725—2004)规定,房间空气调节器(简称房间空调器)型号表示方法如下:

