

劳动和社会保障部培训就业指导中心推荐教材

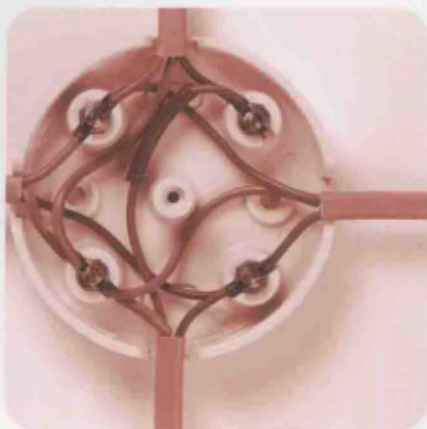


职业教育精品教材

新型空调器故障 分析与维修技能训练

(制冷设备维修工、制冷工级)
(第2版)

肖凤明 主 编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



新型空调器故障 分析与维修技能训练

(制冷设备维修工、制冷工级)
(第2版)

本书由一个长期从事空调器维修的团队根据多年维修经验编写而成，主要内容包括空调器的结构与选型、制冷剂 and 润滑油的选用、焊接技术、空调器安装和调试的方法、空调器控制电路分析与检修、空调器故障检测及排除、空调器故障代码的含义。本书内容兼顾职业技能鉴定标准，与社会考证相结合，实操部分均根据中华人民共和国劳动和社会保障部职业技能鉴定中心题库内容编写。

本书可作为职业院校相关专业教材，也可作为各级技工、技师的培训用书，还可供空调维修爱好者自学参考。

ISBN 978-7-121-17710-1



9 787121 177101 >

策划编辑：靳 平

责任编辑：靳 平

封面设计：一克米工作室



定价：33.60元

职业教育精品教材

新型空调器故障分析与 维修技能训练

(制冷设备维修工、制冷工级)

(第2版)

肖凤明 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书由一个长期从事空调器维修的团队根据多年维修经验编写而成, 主要内容包括空调器的结构与选型、制冷剂和润滑油的选用、焊接技术、空调器安装和调试的方法、空调器控制电路分析与检修、空调器故障检测及排除、空调器故障代码的含义。本书内容兼顾职业技能鉴定标准, 与社会考证相结合, 实操部分均根据中华人民共和国劳动和社会保障部职业技能鉴定中心题库内容编写。

本书可作为职业院校相关专业教材, 也可作为各级技工、技师的培训用书, 还可供空调维修爱好者自学参考。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

新型空调器故障分析与维修技能训练: 制冷设备维修工、制冷工级 / 肖凤明主编. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2012.10

职业教育精品教材

ISBN 978-7-121-17710-1

I. ①新… II. ①肖… III. ①空气调节器—故障诊断—中等专业学校—教材 ②空气调节器—维修—中等专业学校—教材 IV. ①TM925.120.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 168404 号

责任编辑: 靳 平 (jinpings@phei.com.cn)

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 18 字数: 460.8 千字

印 次: 2012 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 33.60 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltss@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言



当前,新型空调器的产量和销售量不断增长,新型空调器的技术不断进步,为使广大维修人员尽快熟悉和掌握空调维修的相关知识技能,本书以目前市场上流行的典型空调为例,采用基本知识与维修实例相结合的方式进行编写。本书的基本知识立足于实践,以够用为度,维修实例着重实际经验的分析与归纳,并给出了很多常见故障现象和维修方法。

本书由一个长期从事空调器维修的团队根据多年维修经验编写而成,同时参照职业技能鉴定标准,与社会考证相结合,实操内容均根据中华人民共和国劳动和社会保障部职业技能鉴定中心题库内容编写。本书在修订过程中进一步突出了新知识、新技术、新技能的应用,精选最典型的空调产品作为分析对象,以实际能力为出发点,文字叙述通俗易懂,图文并茂,操作性强,有利于学员对维修技能的学习与掌握。

本书在编写过程中得到了格力、海尔、海信、美的等空调器生产企业,以及中央国家机关职业技能鉴定指导中心、中国医学科学院、协和医科大学、侨办宾馆、北京市东城区职工大学、上海开利公司技术培训中心、文天学校的大力支持和帮助,在此表示诚挚的感谢。

本书由肖凤明负责全书的统编工作,参加编写有王清兰、朱长庚、马玉华、马玉梅、付秀英、陈会远、于广智、苑明、海星、邸助军、汤莉、肖剑、吴志国、韩淑琴、肖凤民。

由于时间仓促,作者水平有限,书中不足之处欢迎广大读者指正。

编 者



目 录



第 1 章 空调器认知	1
1.1 空调器的常用术语	1
1.1.1 温度	1
1.1.2 压力	2
1.1.3 空气状态	3
1.1.4 显热和潜热	4
1.1.5 湿度和含湿量	4
1.1.6 空气流动与阻力	4
1.1.7 制热装置	5
1.2 新型空调器的基本组成与典型结构	5
1.2.1 空调器的基本组成	5
1.2.2 分体式空调器的结构	6
1.2.3 柜式空调器的结构	7
1.2.4 嵌入式空调器的结构	10
1.3 新型空调器的基本工作原理	11
1.3.1 空调器的功能	11
1.3.2 空调器的制冷原理	11
1.3.3 空调器的除湿原理	13
1.3.4 空调器的制热原理	13
1.3.5 空调器的除霜原理	14
1.4 新型空调器的分类与型号命名方法	15
1.4.1 空调器的分类	15
1.4.2 空调器的型号命名方法	15
1.5 新型空调器的安全技术要求	16
本章小结	17
习题 1	17
第 2 章 常用的制冷剂与润滑油	18
2.1 新型空调器中常用的制冷剂及性质	18
2.1.1 常用的制冷剂	18
2.1.2 代换的制冷剂	18
2.1.3 制冷剂的选用原则	19
2.1.4 制冷剂应具备的性质和使用注意事项	20



2.1.5 制冷剂质量和酸碱度的检查与断定	21
2.2 润滑油的使用要求及选用原则	21
2.2.1 润滑油的使用要求	21
2.2.2 润滑油的选用原则	21
2.3 制冷剂与润滑油、水分的关系	22
2.3.1 制冷剂与润滑油的关系	22
2.3.2 制冷剂与水分的关系	22
2.4 绿色制冷剂代换	23
本章小结	23
习题 2	24
第 3 章 空调器焊接技术	25
3.1 气焊焊接技术入门	25
3.1.1 中性焰、碳化焰和氧化焰	25
3.1.2 气焊火焰的点燃、熄灭与调节	27
3.2 气焊焊接技术实操	28
3.2.1 套插铜管的间隙和深度	28
3.2.2 焊接时的清洁方法	29
3.2.3 焊接温度与火焰	30
3.2.4 充氮保护施焊方法	30
3.2.5 焊接技术提高	30
3.2.6 氧气焊焊接缺陷与原因分析	32
3.2.7 氧气焊焊接安全注意事项	33
本章小结	34
习题 3	34
第 4 章 新型空调器的安装	35
4.1 安装维修空调器的常用工具	35
4.1.1 使用方法	36
4.1.2 使用安全注意事项	43
4.2 新型分体壁挂式空调器的安装	43
4.2.1 安装前的准备	44
4.2.2 安装位置的选择	44
4.2.3 室内机的安装方法	45
4.2.4 室外机的安装方法	45
4.2.5 连接室内外机管路的方法	46
4.2.6 排除室内机及管路空气的方法	47
4.2.7 检查气体泄漏及排水试验	48
4.2.8 室内外机控制线的连接	49
4.2.9 整理管道	49
4.2.10 试运转及性能评定	49



4.3 新型柜式空调器的安装	50
4.3.1 结构特点	51
4.3.2 安装前的准备	51
4.3.3 安装位置的要求	51
4.3.4 钻过墙孔的方法	52
4.3.5 室内机的安装方法	52
4.3.6 室外机的安装方法	53
4.3.7 制冷剂管路的安装和绑扎	53
4.3.8 排除柜机内部及管路空气的方法	54
4.3.9 连接控制线及电源线	55
4.3.10 检漏	56
4.3.11 试机	56
4.4 新型嵌入式空调器的安装	57
4.5 新型空调器的移装技巧	62
4.5.1 移机的必备工具	62
4.5.2 移机方法	63
4.5.3 空调器的重新安装	65
4.5.4 制冷剂的追加量	66
4.5.5 迁移综合故障的排除	67
本章小结	68
习题 4	68
第 5 章 新型空调器各系统故障检测及排除	69
5.1 制冷系统的故障检测及排除	69
5.1.1 观察法检测	69
5.1.2 倾听法检测	70
5.1.3 触摸法检测	71
5.1.4 嗅气法检测	71
5.1.5 制冷系统泄漏的故障排除	71
5.1.6 制冷系统堵塞及压缩机不做功的故障排除	77
5.2 制热系统的故障检测及排除	83
5.2.1 热泵型制热系统的故障检测及排除	83
5.2.2 电热型制热系统的故障检测及排除	84
5.3 通风系统的故障检测及排除	84
5.3.1 观察法检测	84
5.3.2 倾听法检测	85
5.3.3 触摸法检测	85
5.3.4 嗅气法检测	85
5.3.5 室内风机故障的排除	86
5.3.6 室外风机故障的排除	89



5.4 电气系统的故障检测及排除	90
5.4.1 电源部分的故障	91
5.4.2 温控器及过载保护器的故障	91
5.4.3 关键电子元器件的故障	92
5.4.4 微电脑控制系统的故障	92
5.5 微电脑板通检方法	93
5.5.1 检修前的准备	93
5.5.2 微电脑控制电路常用的检测方法	93
5.5.3 微电脑板检测注意事项	96
本章小结	96
习题 5	96
第6章 新型空调器控制器件的工作特点及故障检测	97
6.1 设备器件	97
6.1.1 压缩机	97
6.1.2 风扇电动机	99
6.1.3 变压器	101
6.1.4 过载保护器	102
6.1.5 压缩机外部电加热器	103
6.1.6 交流接触器	104
6.1.7 漏电保护器	105
6.1.8 高压开关	106
6.1.9 四通阀线圈	107
6.1.10 电磁单向阀	107
6.1.11 换气电动机	107
6.1.12 同步电动机	108
6.1.13 负离子发生器	108
6.1.14 高压静电除尘器	108
6.1.15 电磁旁通阀	109
6.1.16 薄膜按键开关	109
6.1.17 密封接线柱	110
6.1.18 步进电动机	111
6.1.19 整流桥	111
6.2 电子器件	112
6.2.1 电阻	112
6.2.2 二极管	114
6.2.3 晶体管	116
6.2.4 晶闸管	117
6.2.5 电容器	117
6.2.6 反相器	119



6.2.7 光耦合器	119
6.2.8 555 定时器	121
6.2.9 继电器	121
6.2.10 三端稳压器	122
6.2.11 石英晶体振荡器	123
6.2.12 功率模块	123
6.2.13 集成电路	124
6.2.14 印制电路板的检测	125
6.2.15 蜂鸣器	125
6.2.16 电子膨胀阀	126
6.3 遥控器	127
6.3.1 普通型遥控器	127
6.3.2 液晶显示遥控器	129
6.3.3 电话遥控器	131
6.3.4 遥控器的诊断检测方法	134
6.3.5 遥控器维修注意事项	136
本章小结	136
习题 6	136
第 7 章 新型空调器控制电路分析与检修	137
7.1 格力 KFR-38GW/K 美满如意空调器控制电路	137
7.1.1 系统基本控制功能	137
7.1.2 电脑板电路控制方法	138
7.1.3 故障代码及实训	140
7.2 格力通用系列 KFR-26GW 空调器控制电路	143
7.2.1 格力 KFR-26GW 空调器微电脑控制电路	143
7.2.2 控制电路分析	145
7.2.3 综合故障检修技巧	146
7.3 美的 KFR-32GW/CYF 分体式健康型空调器控制电路	147
7.3.1 控制电路组成	147
7.3.2 控制电路分析	147
7.3.3 综合故障检修技巧	157
7.4 海尔 KFRD-50LW/F 柜式空调器控制电路	158
7.4.1 室内机微电脑控制电路组成	158
7.4.2 微电脑控制电路分析	160
7.4.3 液晶显示屏控制电路分析	164
7.4.4 综合故障检修技巧	166
7.5 海信柜式空调器控制电路	168
7.5.1 控制电路组成	168
7.5.2 基本工作电路分析	169



7.5.3 输入电路	171
7.5.4 输出控制电路	171
7.5.5 故障显示代码	172
7.5.6 综合故障检修技巧	172
本章小结	175
习题 7	175
第 8 章 新型变频空调器认知与控制电路维修	176
8.1 变频空调器认知	176
8.1.1 变频空调器的特点	177
8.1.2 变频空调器的结构与主要部件	178
8.1.3 变频空调器维修注意事项	179
8.2 KFR-28GW/BP 变频空调器控制电路	179
8.2.1 室内机控制电路分析与检修	179
8.2.2 室外机控制电路分析与检修	185
8.2.3 KFR-28GW/BP 变频空调器故障分析及检修	189
8.2.4 综合故障检修技巧	190
本章小结	191
习题 8	191
第 9 章 新型空调器故障代码含义	192
9.1 海信空调器故障代码含义	192
9.2 海尔空调器故障代码含义	213
9.3 美的空调器故障代码含义	232
9.4 不知道空调器故障代码含义检修空调器 5 查法	243
附 录	247
附录 A 制冷设备维修中级工考工必答论文（国家题库）	247
附录 B 制冷工、制冷设备维修工中级考试实操 100 题（国家题库）	249
附录 C 制冷工、制冷设备维修工、高级工答辩国家题库题	269

第1章 空调器认知

1.1 空调器的常用术语

1.1.1 温度

温度是标志物质冷热程度的物理量。物质温度的升高与降低，表示物质内部分子热运动平均动能的增加或减少。温度标志方法称温标，它是温度的标尺，以度量物质温度的高低。目前常用的温标有下列三种。

1. 摄氏温标

它是一种百度温标，以符号 t 表示，单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。它规定在一个标准大气压 101.3kPa 或 760mmHg 下，水的冰点为 0°C ，沸点为 100°C ，中间分 100 等份，每一等份为 1°C 。我国所采用的温标是摄氏温标。

2. 华氏温标

华氏温标的单位为 $^{\circ}\text{F}$ 。它规定在标准大气压下，水的冰点为 32°F ，沸点为 212°F ，中间分 180 等份，每一等份为 1°F 。

3. 开氏温标

开氏温标又称绝对温度或热力学温度，其符号为 T ，单位为 K，是国际单位制的基本单位。它规定水的三相点，也就是水的固、液、气共存状态为基本点，其温度为 273.15K。开氏温标的零点为绝对零度，它是物体的最低温度极限，也就是 -273.15°C 。

4. 干球温度和湿球温度

用湿球温度计测量空气温度，当温度计球部不包潮湿棉纱时，温度计指示的空气温度称为“干球温度”；当球部包潮湿棉纱时，温度计所指示的空气温度称为“湿球温度”。

5. 干湿球温差

用湿球温度计测量未饱和空气时，干球温度计显示的温度较高，湿球温度计显示的温度较低，两个温度之差称“干湿球温差”。该温差大，表示空气干燥；该温差小，表示空气潮湿。



6. 露点(或露点温度)

露点指潮湿空气中的水蒸气在冷的光滑表面上开始冷凝时的温度,也就是在大气压不变和空气中水蒸气无增减的条件下,未饱和空气因冷却而达到饱和时的温度。气温与露点的差值越小,表示空气越接近饱和状态,即湿度大;反之,湿度小。因此,可用露点来衡量空气的潮湿程度。

7. 机器露点

在空调系统中,机器露点习惯上指经过喷水室冷却处理的接近饱和状态(相对湿度 θ 在90%~95%)时的空气温度,或者说是相对于空调器中冷却盘管外表面平均温度的饱和空气温度。该温度若高于被处理空气的初始露点,则冷却盘管外表面不会结霜,空气得到水式冷却;若低于初始露点,则空气得到湿式冷却。

8. 饱和温度

饱和温度指在某一给定压力下,气、液两相达到饱和状态时所对应的温度。此温度下的液体称为“饱和液体”,此温度下的气体称为“饱和气体”。

1.1.2 压力

1. 压力

垂直作用在物体上的力称压力,单位面积上的压力称压强。在空调系统中,压力(p)就是制冷剂向制冷系统内壁的作用力,制冷系统内每一处都承受着制冷剂的压力。

2. 绝对压力

绝对压力指制冷系统内的实际压力。用压力表所测得的压力值是制冷系统的间接压力,而不是实际压力。

3. 表压力

表压力指用压力表测量时指针所指示的压力,它与制冷系统内的绝对压力的差值就是当地大气压。因为压力表装接上时是在大气环境中,其指针指示在0 MPa,没有指示当地的大气压。

4. 大气压力

大气压力指地球表面的空气层在单位面积上的压力,单位为帕(Pa)或千帕(kPa)。大气压力不是一个定值,随地区的海拔不同而不同,同时也随季节和气候的变化而变化。

5. 标准大气压力

标准大气压力指在标准重力下的大气压力,符号为 atm。1 atm=101.3kPa=760mmHg(汞柱)。

6. 静压力

静压力指以大气压力为零点的相对静压力(空气对于管道壁的垂直作用力)。其值高于大



气压力时为正值，低于大气压力时为负值。

7. 动压力

动压力指当流体被阻碍时，动能转变为压力能所引起的超过其静压力部分的压力。它与速度的平方成正比，其值恒为正值。

8. 全压力

全压力指静压力与动压力的代数和，其值可正可负。

在空调工作中，风机压力常以 mmH_2O （毫米水柱）表示， $1\text{mmH}_2\text{O}=9.8\text{Pa}$ 。

1.1.3 空气状态

1. 干空气

干空气指不含水蒸气的大气（环绕地球周围的空气层称为大气）。通常干空气的成分和组成物质的相对比例是不变的，主要由氮（78.09%容积）、氧（20.95%容积）、氩（0.93%容积）、二氧化碳（0.03%容积）和其他稀有气体组成。

2. 湿空气

湿空气简称“空气”，由干空气和水蒸气混合而成。自然界的大气和空调中使用的空气，都是湿空气。湿空气中所含水蒸气的百分比是不稳定的，常常随季节、气候、湿源等条件的变化而变化。

3. 水蒸气分压力

水蒸气分压力指水蒸气在混合气体中具有的分压力，其值反映了水蒸气含量的多少。空气中水蒸气分压力虽然不大，但决定了空气的潮湿程度，其变化对生活 and 生产有很大影响。

4. 饱和空气

饱和空气指水蒸气分压力达到最大值时的湿空气。空气中水蒸气遵守其自身的饱和压力和饱和温度的对应关系，水蒸气分压力的最大值就是空气温度所对应的饱和压力值。

5. 非饱和空气

非饱和空气指水蒸气分压力未达到最大值时的湿空气。

6. 过饱和空气

过饱和空气指水蒸气含量超过其温度对应的最大值时的空气。它是空气的饱和状态，如有扰动或凝结出现时，超量的水蒸气就会凝结成雾状分离出来，并演化为饱和空气。

7. 汽化（蒸发）

物体从液态转化为气态的过程称为汽化，液体汽化时的特性是要吸收周围热量。汽化有两种形式，蒸发与沸腾。蒸发是在一定温度下，液体表面不断汽化的过程；沸腾是在一定温度下，不仅从液体表面，而且从液体内部产生蒸汽，形成许多小气泡，并迅速上升突破液体



表面转化成气体的过程。制冷剂在蒸发器内汽化实际上是沸腾过程而不是蒸发过程。

8. 凝结（冷凝）

蒸气转变为液体时要向周围放出热量，当周围环境温度高于凝结温度时蒸气热量放不出，它就不能凝结成液体。

1.1.4 显热和潜热

1. 显热

物质在吸热或放热过程中，温度发生了变化，状态不变，其间吸收或放出的热量称为显热。

2. 潜热

物质在吸热或放热过程中，温度不变而状态发生变化，其间吸收或放出的热量称为潜热。

1.1.5 湿度和含湿量

1. 绝对湿度

绝对湿度指每立方米空气中所含水蒸气的质量，常用单位 g/m^3 。

2. 相对湿度

相对湿度指空气中的水蒸气分压力与同温度下饱和水蒸气分压力的百分比值。

3. 含湿量

含湿量指湿空气中水蒸气质量与干空气质量之比值，常用单位为 g/kg 。它比较确切地反映了空气中实际含有水蒸气的量，是空调中常用的一种状态参数。

1.1.6 空气流动与阻力

1. 新风

新风指从空调房间以外引入的空气，用以替代被调空间的全部或部分排气，使室内空气得到更新。根据卫生要求，除密闭空间外，一般空调对象均需引入新风。

2. 回风

回风指从被调空间抽出的全部或部分返回空调器的空气。一般空调系统均采用部分回风，以节省能耗。回风量等于送风量减去新风量。

3. 送风

送风指经送风部件进入被调空间的空气。

4. 排风

排风指从被调空间排到大气中不再循环的空气。



5. 通风换气次数

通风换气次数又称“新风换气次数”，指单位时间引入被调空间的新风量与被调空间容积之比。

6. 摩擦阻力

摩擦阻力指由于空气黏性及分子间位置移动产生摩擦而形成的阻力，也称“沿程阻力”。

7. 局部阻力

局部阻力指空气通过管道中的弯头、三通及阀门、扩口、缩口时，因流动方向改变和流过断面的突然变化而产生的阻力。

8. 压力损失

压力损失指空气在管道中流动时，因摩擦阻力和局部阻力等因素而使送风压力自然降低的现象。空调系统设计时必须考虑这一因素。

1.1.7 制热装置

1. 电热装置

用电热元件通电加热空气的方法进行制热的装置叫电热装置。这种制热装置可以单独制热，也可以与热泵共同制热。

2. 辅助电热装置

制热用辅助电热装置指与热泵一起使用进行制热的电热装置（包括后安装的电热装置）。

3. 热泵

热泵指通过转换制冷系统制冷剂运行的流向，从室外低温空气吸热并向室内放热，使室内空气升温的制热系统。目前均用四通阀来转换制冷剂的流向。

1.2 新型空调器的基本组成与典型结构

1.2.1 空调器的基本组成

空调器品种繁多，形式各异，但其基本结构是一样的，都由制冷系统、空气循环系统、电气控制系统和壳体系统4个系统组成。

1. 制冷系统

制冷系统是空调器最基本的系统，它由压缩机、冷凝器、毛细管、蒸发器、消声器和过滤器等组成。空调器采用热泵型循环系统的，制冷系统还包括单向阀、四通换向阀、封闭循环系统内填充的制冷液R401B等。



2. 空气循环系统

空气循环系统包括室内机用的线流风机、离心风机, 室外机用的单伸头轴流风机、出风栅、滤尘网和出风口等。其作用是实现热交换, 把制冷系统所产生的冷量送到室内, 把冷凝器中的热量送到室外。

3. 电气控制系统

分体式空调器的电气控制系统, 采用微电脑程序控制, 它的主要控制功能包括: 温度自动调节控制、室内机显示控制、风速自动切换控制、定时开停控制、冷风防止控制、自动除霜控制、过流保护控制、高负荷防止控制、室外风量自动调节控制、电磁换向阀控制、压缩机延时控制、远程电话控制和自动报警控制等。

4. 壳体系统

壳体系统是空调器的支撑基架, 各种零部件都安装在它的里面。

以上4个系统按照各自的功能组成一个整体或两个整体, 就构成了一台完整的空调器, 如图1-1所示。

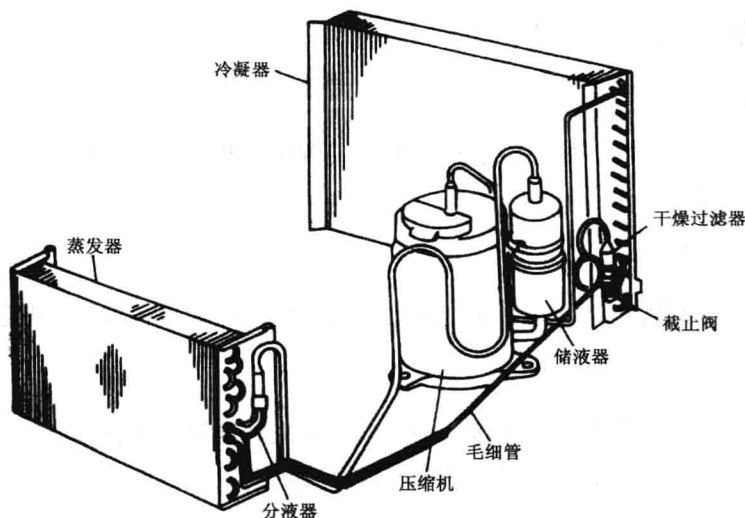


图 1-1 空调器的组成

1.2.2 分体式空调器的结构

分体式空调器分室内机和室外机两部分。室外机安装在室外墙上, 室内机安装在空调房间内 2.2m 以上的墙壁上。在墙上只需开一个孔, 此孔能使室内机与室外机连接的管道及凝结水泄漏管通过, 即可完成室内机的热量交换。通过遥控器的红外信号, 可控制制冷、制热。分体式空调器外形结构如图 1-2 所示。

分体式空调器有单冷变频型和冷暖变频型等多种形式, 电源为交流 220V/50Hz, 制冷量在 1.6~5.0kW 之间。