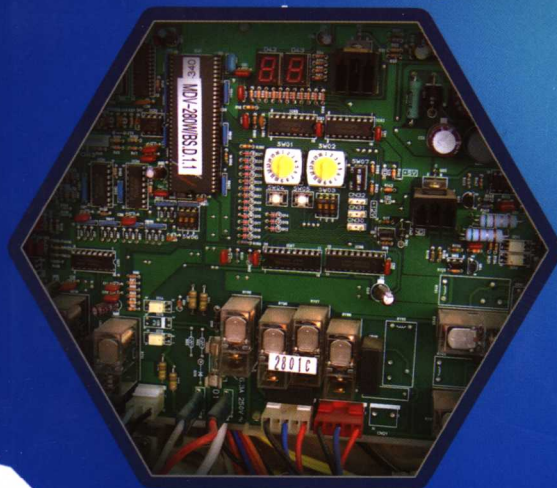
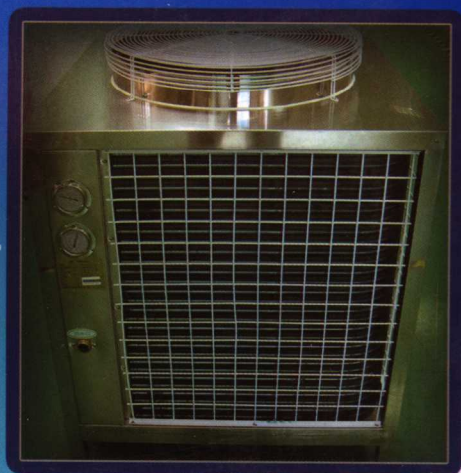


制冷装置 电气控制系统

原理与检修

■ 郑兆志 主编

■ 陈星 顾华 贺伟衡 黎绵昌 龙建佑 编著



制冷装置电气控制系统原理与检修

郑兆志 主编

陈星 顾华 贺伟衡 黎绵昌 龙建佑 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

制冷装置电气控制系统原理与检修 / 郑兆志主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.4

ISBN 978-7-115-15525-2

I. 制... II. 郑... III. ①制冷装置—电气控制系统—理论②制冷装置—电气控制系统—维修 IV. TB657

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 140712 号

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了各类制冷装置电气控制系统, 书中内容分为三部分: 第一部分介绍控制系统的强电器件, 包括制冷装置电气执行机构和触点类控制器的外观特征、功能、应用场合、典型应用、故障检修等; 第二部分介绍控制系统的弱电器件, 包括制冷控制电路常用电子元器件及集成电路的外观特征、型号、功能、应用场合、典型应用、检测数据与检测方法等; 第三部分为家用空调器、冰箱、多联中央空调和热泵热水机的控制电路分析, 并列举了电路常见故障及检修方法。

本书既是制冷制造业技术人员的参考用书和制冷服务业的指导用书, 同时也可作为职业院校制冷专业及家用电器专业的教材。

制冷装置电气控制系统原理与检修

- ◆ 主 编 郑兆志
编 著 陈星 顾华 贺伟衡 黎绵昌 龙建佑
责任编辑 张 鹏
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 24 插页: 3
字数: 592 千字 2007 年 4 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2007 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-15525-2/TN

定价: 38.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

前 言

各类制冷装置已经广泛应用于国民经济的各个领域，其中以舒适性为目的的家用与商用制冷装置使用量大且用户面广。制冷新技术的研究与应用，特别是电气控制技术的快速发展与应用，带来了制冷装置功能和结构的整体提升，这就需要制冷行业从业人员要不断地提高自身的理论、技术与技能水平。但事实上许多制冷企业的设计、工艺和质量检验工程师对控制系统陌生，不能利用制冷控制系统的知识很好地指导自己的工作；许多从事工程设计施工与维护工作的服务人员也仍然停留在传统的一般维修技术上，对于控制系统的维修往往束手无策。《制冷装置电气控制系统原理与检修》正是在这种背景下编写的，全面系统地介绍了各类制冷装置电气控制，可作为制冷制造业的参考用书和制冷服务业的指导用书，还可作为职业院校的教材使用。

本书的编写有以下特点：首先，本书是类似手册但却不同于手册的书籍。涉及到制冷电气的各个实用知识点都可以在相应的章节查询到，查询的内容包括外观特征、型号、功能、应用场合、典型应用、检测方法，同样在电路分析方面也以分立电路的形式列出，并给出常见故障现象和检修方法。这种查询不是简单的数据查询，而是学习型查询。其次，本书的编著者全部来自著名制冷企业，他们学科知识深厚，实践经验丰富，因此书中内容的贴合性、准确性、实用性、可读性更强。第三，在每章内容的组织安排上，根据制冷装置电气控制系统的特点，并按照职业技术及技能等级的要求，相对独立地构成一个知识体系，以便分层次学习，形成不同的知识和能力结构。第四，将项目教学纳入其中，专门研发制作了空调与冰箱控制系统实训台，在真实再现制冷装置控制系统控制原理的基础上，还具有仿真运行、故障设置与排除、电信号测量与分析、电路维修等多种功能。考虑到学习者的实际情况，实训台实用、价格低廉，人人可以拥有。实训台的使用加快了读者理解速度，提高了学习质量和效果。

在阅读本书时，可根据需要进行选择性学习，涉及到的相关知识都可以在其他章节查阅到。本书强调系统性的、典型知识的学习，理论知识完全融入到工程应用实例中。书中配有丰富的实物图、接线图、电路图及分立电路图，但不同的制冷装置所配备的控制系统并不多，而是非常具有针对性、代表性和经典性的。每章的内容安排上也是渐进式和模块式，力求少而精，讲细讲透，由浅入深，触类旁通，使读者一看就懂、一学就会、一记就牢，很好地帮助读者自学。

本书由顺德职业技术学院郑兆志担任主编，编写工作分工如下：第1、4、5章由郑兆志（原科龙集团）编写，郑兆志还参与编写了其他章节内容；第6章由陈星（科龙集团）编写，第7、8章由顾华（美的集团）、贺伟衡（美的集团）编写，第3章由龙建佑（顺德职业技术学院）编写，第2章由黎绵昌（顺德职业技术学院）编写。

本书在编写过程中得到了美的集团、科龙集团、顺德职业技术学院等单位的支持，同时邝毅超、李锡宇两位同事协助完成绘图工作，在此一并表示感谢！

由于编写者的水平有限，书中不妥之处在所难免，恳切欢迎读者批评指正（联系方式 Email: zzz201@163.com）。

目 录

第 1 章 制冷装置主要电器执行机构	1
1.1 制冷装置系统组成及工作原理.....	1
1.1.1 空调系统的组成.....	1
1.1.2 空调器制冷工作原理.....	1
1.1.3 冰箱系统组成及工作原理.....	4
1.1.4 热泵热水器系统组成及工作原理.....	5
1.2 制冷装置常用压缩机.....	6
1.2.1 常用压缩机种类、特点与应用场合.....	6
1.2.2 压缩机检测与接线.....	9
1.2.3 压缩机常见故障与检修.....	12
1.3 制冷装置常用电机.....	16
1.3.1 电机的分类、应用场合与特点.....	16
1.3.2 制冷装置电机常见故障与检修方法.....	18
1.3.3 制冷装置电机接线实例.....	20
1.4 四通阀.....	22
1.4.1 四通阀结构特点与工作原理.....	22
1.4.2 四通阀常见故障与检修.....	23
1.5 电子膨胀阀.....	24
1.5.1 电子膨胀阀的种类与工作原理.....	24
1.5.2 步进式电子膨胀阀常见故障与检修.....	26
1.6 空气负离子发生器.....	27
1.6.1 空气负离子发生器工作原理与用途.....	27
1.6.2 空气负离子发生器结构特点与检修.....	28
1.7 电加热器.....	29
1.7.1 电加热器种类与应用.....	29
1.7.2 电加热器常见故障与检修.....	30
技能训练.....	31
思考与练习.....	31
第 2 章 制冷装置常用触点式控制器	32
2.1 主令开关.....	32
2.1.1 主令开关的结构及工作原理.....	32
2.1.2 主令开关的应用.....	33
2.1.3 主令开关的常见故障与检修方法.....	33
2.2 接触器.....	34

2.2.1	常见接触器的结构特点与工作原理	34
2.2.2	接触器的应用	35
2.2.3	交流接触器的选用与检修	36
2.2.4	交流接触器的常见故障及处理方法	37
2.3	继电器	38
2.3.1	中间继电器	38
2.3.2	热继电器	39
2.3.3	时间继电器	41
2.3.4	电磁继电器	42
2.3.5	冰箱专用启动继电器	43
2.4	压力控制器	46
2.4.1	高压控制器	47
2.4.2	低压控制器	48
2.4.3	高低压控制器	48
2.4.4	冷凝压力与蒸发压力调节阀	49
2.4.5	压差控制器(油压压力控制器)	50
2.5	电磁阀	53
2.5.1	直接作用式电磁阀	54
2.5.2	间接作用式电磁阀	55
2.5.3	其他电磁阀	56
2.5.4	常见电磁阀故障分析与检修方法	57
2.6	温控器	57
2.6.1	机械式温控器	58
2.6.2	其他类型的温控器	63
2.7	除霜定时器	67
2.7.1	冰箱用除霜定时器的结构、工作原理及检修	67
2.7.2	冷库用除霜定时器的结构与工作原理	69
	技能训练	69
	思考与练习	72
第3章	制冷装置控制系统常用电子元器件	73
3.1	电阻器	73
3.1.1	电阻器的分类与命名方法	73
3.1.2	电阻器的电路符号与主要参数	75
3.1.3	电阻器的标示方法	77
3.1.4	电阻器的应用	78
3.1.5	电阻器的检测方法	79
3.2	电容器	80
3.2.1	电容器分类与结构特征	80
3.2.2	固定电容器主要参数与表示方法	82

3.2.3	电容器的应用	84
3.2.4	电容器的检测	85
3.3	电感器	86
3.3.1	电感器结构与分类	86
3.3.2	电感器主要参数	88
3.3.3	电感器符号与标示方法	88
3.3.4	电感器的应用	89
3.3.5	电感器的检修	90
3.4	变压器	90
3.4.1	变压器结构特征与分类	90
3.4.2	变压器主要参数	91
3.4.3	变压器符号与命名	92
3.4.4	变压器的应用	93
3.4.5	变压器常见故障及检修	93
3.5	二极管	94
3.5.1	二极管基本结构及符号	94
3.5.2	二极管特性及主要参数	94
3.5.3	二极管分类与命名方法	95
3.5.4	各类二极管外形及符号	96
3.5.5	二极管典型应用	98
3.5.6	普通二极管检测	100
3.6	三极管	101
3.6.1	三极管基本结构及符号	101
3.6.2	三极管外形特征、分类与命名	101
3.6.3	三极管典型应用	104
3.6.4	三极管检测	104
3.7	晶闸管	105
3.7.1	晶闸管的基本结构类型	105
3.7.2	晶闸管的导电特性	107
3.7.3	晶闸管的典型应用	107
3.7.4	晶闸管的检测	109
3.8	光电耦合器	110
3.8.1	光电耦合器原理	110
3.8.2	光电耦合器的结构特征	110
3.8.3	光电耦合器的特点	111
3.8.4	光电耦合器常用特性参数及符号	111
3.8.5	光电耦合器的典型应用	112
3.8.6	光电耦合器检测	112
3.9	蜂鸣器	112
3.9.1	蜂鸣器工作原理、外形及符号	112

3.9.2 蜂鸣器检测	113
3.10 石英晶振元件与陶瓷谐振元件	113
3.10.1 石英晶振工作特性	113
3.10.2 石英晶振外形特征	114
3.10.3 石英晶体谐振器型号命名方法	115
3.10.4 微处理器用石英晶振参数及检测	115
3.11 数码显示器	116
3.11.1 数码显示器种类	116
3.11.2 数码显示器的工作特性	117
3.11.3 数码显示器检测	121
技能训练	124
思考与练习	124
第4章 制冷装置常用集成电路	126
4.1 集成电路概述	126
4.1.1 集成电路的封装形式	126
4.1.2 引脚识别	127
4.1.3 集成电路检测时要注意的问题	128
4.1.4 集成电路的拆卸方法	128
4.1.5 集成电路的故障判断	128
4.1.6 集成电路使用要点	129
4.2 555 集成定时器	129
4.2.1 555 集成定时器功能特点及管脚介绍	129
4.2.2 555 集成定时器典型应用	130
4.2.3 555 集成定时器检测	132
4.3 反相驱动器	132
4.3.1 反相驱动集成块功能	132
4.3.2 反相驱动集成块检测	133
4.4 三端稳压集成器	133
4.4.1 三端稳压集成器性能特点	133
4.4.2 三端稳压集成器检测	135
4.5 集成运算放大器	135
4.5.1 集成运算放大器特性、外形及管脚功能介绍	135
4.5.2 集成运算放大器分类	137
4.5.3 几种制冷装置常用的集成运算放大器	137
4.5.4 集成运算放大器检测	139
4.5.5 集成运算放大器典型应用	140
4.6 集成霍尔元件	141
4.6.1 霍尔元件的结构及工作原理	141
4.6.2 霍尔元件检测	141

4.7 寄存器和存储器	142
4.7.1 制冷装置常用寄存器	142
4.7.2 制冷装置常用存储器	142
4.8 触发器	144
4.8.1 各类基本触发器功能介绍	144
4.8.2 集成触发器简介	146
4.9 逻辑门电路	148
4.9.1 三类基本逻辑门电路	148
4.9.2 复合逻辑门电路	150
4.9.3 集成逻辑门电路简介	151
4.10 红外接收器	152
4.10.1 空调器专用红外接收器	152
4.10.2 家用电气通用遥控接收器	153
4.11 HT1621 液晶显示驱动集成电路	156
4.11.1 HT1621 的主要参数	157
4.11.2 HT1621 封装及管脚定义	157
4.11.3 HT1621 应用电路连接	158
4.12 复位集成电路	159
技能训练	160
思考与练习	161
第5章 家用空调器电气控制系统与检修	162
5.1 家用空调器电气控制特点	162
5.1.1 微电脑控制空调器的主要控制功能	162
5.1.2 空调器微电脑控制电路构成	164
5.1.3 空调器微电脑控制分立电路种类与功能	166
5.1.4 典型微电脑控制空调电控设计规格说明	166
5.2 典型空调器控制系统综合分析与检修	177
5.2.1 机械触点式窗式空调器控制电路分析与检修	177
5.2.2 微电脑控制系统电路分析与检修	182
5.2.3 其他形式的空调器主控板分立电路控制功能分析与检修	194
5.2.4 变频控制电路综合分析	216
5.3 空调遥控器电路分析与检修	231
5.3.1 空调遥控器原理与检修	231
5.3.2 遥控发射器故障分析与检修	234
5.3.3 空调有线遥控器	236
5.3.4 遥控发射器电路故障检修举例	236
5.3.5 通用遥控发射器应用介绍	238
技能训练	241
思考与练习	242

第6章 家用电冰箱、冷柜电气控制系统与检修	243
6.1 家用电冰箱专用电器元件.....	243
6.1.1 电冰箱用感温头.....	243
6.1.2 磁控温度开关(温度自感应开关).....	244
6.1.3 温度熔断器.....	244
6.1.4 双稳态电磁阀(二位三通电磁阀).....	245
6.2 家用电冰箱电气控制特点.....	246
6.2.1 电冰箱微电脑控制系统主要功能.....	246
6.2.2 电冰箱微电脑控制电路主要构成.....	248
6.2.3 电冰箱微电脑控制主要分立电路种类与功能.....	249
6.2.4 典型微电脑控制电冰箱电控设计规格说明.....	249
6.3 机械温控电冰箱、冷柜控制电路系统综合分析与检修.....	254
6.3.1 机械温控直冷电冰箱的控制电路.....	254
6.3.2 机械温控无霜电冰箱的控制电路.....	256
6.3.3 机械温控冷柜的控制电路.....	259
6.4 微电脑控制电冰箱控制系统综合分析与检修.....	260
6.4.1 电冰箱电路板维修的前期准备.....	260
6.4.2 具体电路控制原理分析.....	262
6.4.3 单片机输入输出信号分析.....	272
6.5 电子控制电冰箱控制电路分析与检修.....	273
6.5.1 基本电路.....	275
6.5.2 压缩机开、停控制电路的工作原理.....	279
6.5.3 除霜电路.....	280
6.6 典型半导体冰箱控制系统综合分析与检修.....	281
6.6.1 半导体冰箱控制电路.....	282
6.6.2 典型半导体冰箱开关电源电路分析与检修.....	283
技能训练.....	290
思考与练习.....	291
第7章 商用空调器电气控制系统原理与检修	292
7.1 商用中央空调简介.....	292
7.2 一拖一商用空调系统控制电路综合分析与检修.....	293
7.2.1 室内侧控制部分.....	294
7.2.2 室外侧控制部分.....	297
7.3 典型多联式商用中央空调控制系统与检修.....	305
7.3.1 多联机系统简介.....	305
7.3.2 控制功能简介.....	307
7.3.3 室外接线系统.....	307
7.3.4 室外电路板实物辨识.....	310

7.3.5	室外主控板电路原理图分析	314
7.3.6	变频模块电路原理分析	314
7.3.7	室内机接线系统	316
7.3.8	室内机主控板电路原理分析	318
7.3.9	故障代码显示	318
7.3.10	多联机常见故障维修实例	318
第 8 章	热泵热水机电气控制系统原理与检修	321
8.1	热泵热水机简介	321
8.1.1	热泵热水机概述	321
8.1.2	常见热水机系统简介	322
8.2	热泵热水机电气控制特点	323
8.2.1	典型控制系统设计规格简介	323
8.2.2	典型接线图解说及主板电路原理分析	327
8.3	典型热泵热水机控制系统原理与检修	332
8.3.1	热水机组接线图解说	332
8.3.2	热水机组控制电路原理图分析	334
8.3.3	电控功能简介	342
8.3.4	热水机常见故障检修	345
附录 1	常用单位与换算、电气图用图形符号及文字符号	347
附录 2	半导体集成电路型号和命名方法（国内、国外）	359

第 1 章 制冷装置主要电器执行机构

制冷装置电气控制系统无论多么复杂，其目的都是为了控制电器执行机构，以实现相应的制冷、加热、除湿、净化等空气处理功能，满足人们舒适、方便、节能和安全等方面的要求。

本章先简要介绍制冷装置的系统组成，然后分别介绍系统中常用的电器执行机构。通过对它们的种类、结构特点、应用场合及检修方法等方面的学习，为后面章节的学习做好铺垫。

1.1 制冷装置系统组成及工作原理

制冷装置有许多种类，家用空调器、家用冰箱、家用冷柜等属于小型制冷装置，商用中央空调、冷库等属于中大型制冷装置，而除湿机、热泵热水器、饮水机等则属于特殊制冷装置。本章将以这些直接用于改善人们生活的、调节空气的制冷装置为主，介绍其中的常用电器执行机构。这里所谓电器执行机构是指接收最后一级指令控制（手动、自动）、能够产生动作或者虽然不产生动作但直接参与空气处理的电器元器件。

在学习电气控制系统之前，首先搞清楚几个基本概念：制冷是指用人工的方法将低温物体或环境的热量转移到高温物体或环境中，使低温物体或环境保持低温的过程；空气调节是指对空气进行温度、湿度、洁净度等进行调节，也简称空调；空调设备是指对空气进行调节的制冷设备，如房间空调器（空调设备的制冷温度都在 0°C 以上）。

1.1.1 空调系统的组成

空调器是由制冷系统、空气循环系统和控制系统三个部分组合而成。这三个部分装在一个壳体或者两个壳体（分体式）中，它们各自是相对独立的系统，相互配合，共同组成了空调系统。其中制冷系统包括压缩机、冷凝器、节流装置、蒸发器四大部分。空气循环系统比较简单，往往并入控制系统。空调制冷系统示意图如图 1.1 所示，制冷系统结构示意图如图 1.2 所示。

1.1.2 空调器制冷工作原理

空调设备的功能是通过制冷或制热调节室内温度和湿度，并使之保持在一定的范围内。夏季温度较高，湿度较大，空调器可以降温和减湿，使室内温度维持在 $22^{\circ}\text{C}\sim 26^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度维持在 $55\%\sim 60\%$ 。冬季气温较低而且干燥，空调器可以升温和加湿，使室内温度维持在 $20^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度维持在 $55\%\sim 60\%$ 。空调器还可以用来调节室内空气流动的速度，因

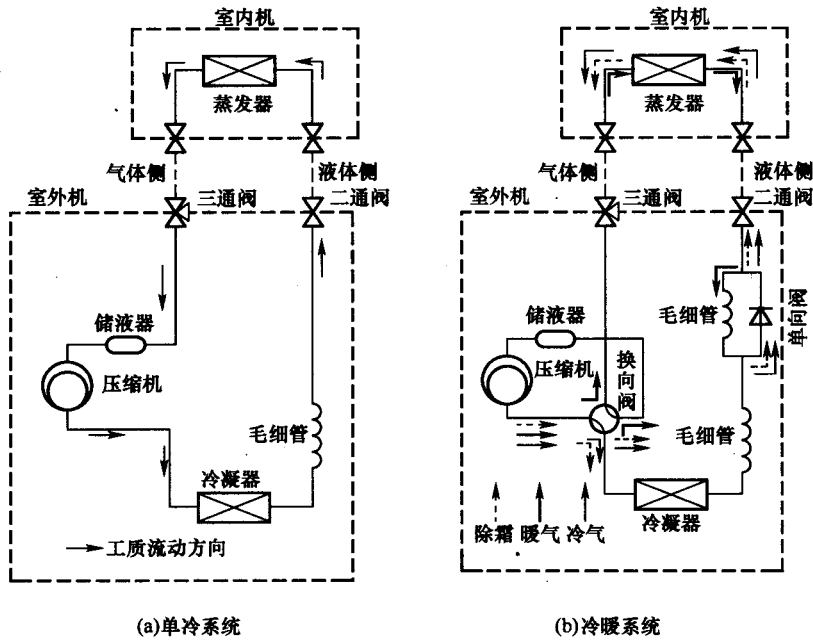


图 1.1 空调制冷系统示意图

流动的空气比静止的空气使人感到舒适（在制冷时，室内空气的流速以不超过 0.5m/s 吹出 $15^\circ\text{C}\sim 17^\circ\text{C}$ 的冷空气为宜）。此外，污浊空气的尘埃中附有很多细菌，空调器可以将其净化，并可将新鲜空气置换入室内。综合起来，功能齐全的空气设备可以用来控制建筑物中影响空气物理和化学状态的十大因素：温度、湿度、流速、空气的分布状态、压力、灰尘量、细菌量、气味、有毒气体以及有害离子的含量。

制冷的实质就是能量的转移。制冷就是通过制冷系统的压缩机、冷凝器、节流阀、蒸发器的工作，把房间内的热量置换到房间外面。制热（热泵型）的过程与制冷是相反的。在制冷的过程中，压缩机是能量的搬运者，制冷剂是运送能量的媒介。同一台空调器因使用环境不同，其制冷、制热效果也不同。空调器铭牌所标的制冷量、制热量是在标准工况下测量的。国家标准要求，制冷时，室内温度 28°C ，室外温度 35°C ；制热时，室内温度 19°C ，室外温度 7°C 。如果炎夏室外温度高于 38°C ，寒冬室外温度低于 -5°C ，空调器的制冷、制热效果会降低，这主要是压缩机置换能量更困难造成的。所以空调器工作的环境温度一般为 $5^\circ\text{C}\sim 43^\circ\text{C}$ 。这是空调器生产厂商按气候类型设计和它本身的特性决定的。随着近年来夏季气温的逐渐升高，铭牌标注的制冷量将有所改变，以适应新的工况要求。

1. 制冷过程

制冷过程包括压缩、冷凝、节流和蒸发四个过程，分别由不同的部件、按不同的顺序轮流完成，如图 1.3 所示。

(1) 压缩过程。此过程是由压缩机来完成的。它将系统内来自蒸发器的制冷剂蒸气（压力为 $0.4\sim 0.6\text{MPa}$ ，温度为 $5^\circ\text{C}\sim 12^\circ\text{C}$ ）吸入压缩机气缸内，经压缩后成为高温高压的气体（压力为 $1.6\sim 2.1\text{MPa}$ ，温度为 $80^\circ\text{C}\sim 105^\circ\text{C}$ ），并通过压缩机出气口排出。压缩机的主要任务是制冷剂提供流动的动力，并且提供压能，它在系统内起着“心脏”的作用。

(2) 冷凝过程。此过程由冷凝器完成。由压缩机排气口排出的高温高压的气体制冷剂进入冷凝器。通过室外轴流风扇的强制对流吹风，把制冷剂的热量通过冷凝器表面散走，温度

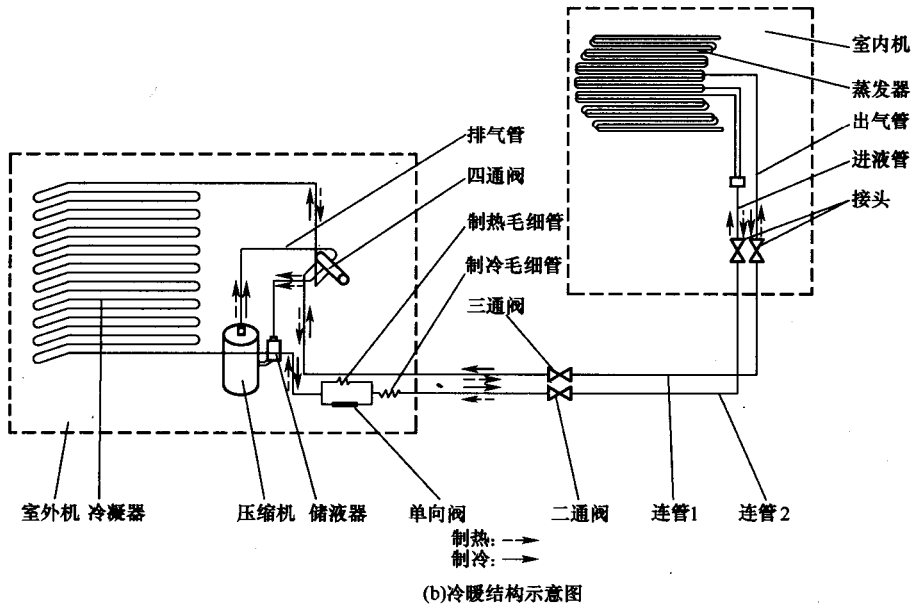
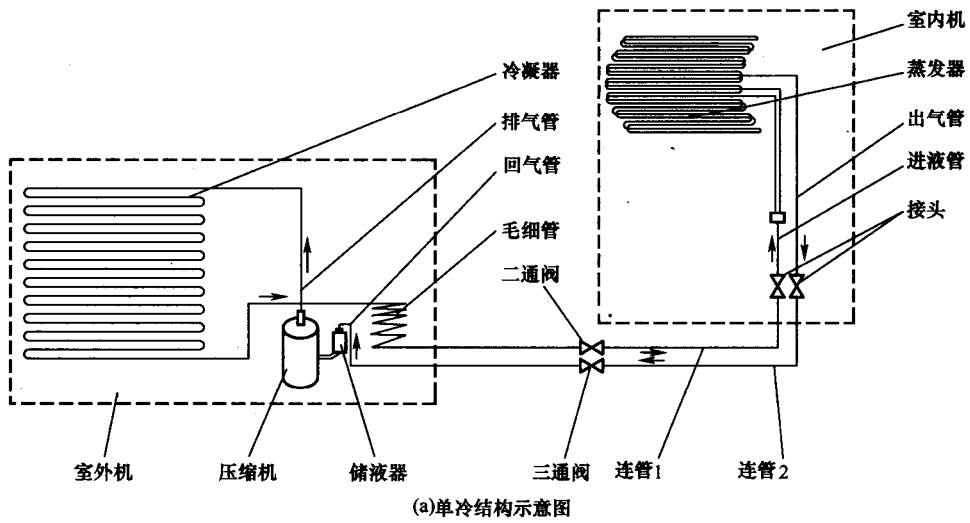
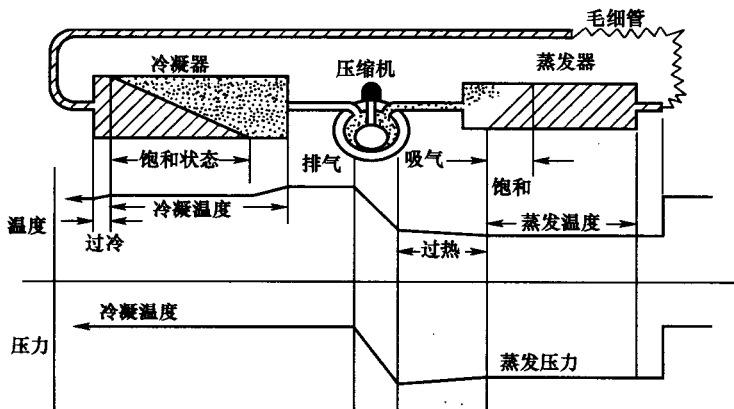


图 1.2 制冷系统结构示意图



降低，高温气体逐步变为气液两相状态，但制冷剂在冷凝器内的压力基本不变。此时冷凝器出口处的状态为高压的液体，温度只比环境温度高 $5^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ 。在这个过程中，冷凝效果的好坏是很重要的。冷凝效果好，制冷能力提高；冷凝效果差，对整个制冷系统的制冷效果和整机的使用寿命以及耗电量都会有很大的影响。

(3) 节流过程。节流过程在家用空调器中主要采用毛细管来实现，也有采用电子膨胀阀（变频空调器）来实现的。节流过程也可以认为是液体制冷剂的降压过程，高压液体制冷剂经过毛细管降压后，变为低压液体，且有少量闪发气。此时制冷剂的压力约为 0.65MPa 。

(4) 蒸发过程。制冷剂经节流后流入蒸发器后进入蒸发过程，这是一个汽化吸热的过程。制冷剂通过蒸发器吸收房间的热量时，由液体逐步汽化为饱和蒸气，达到制冷目的。蒸发器出口处为低温、低压的气体，温度为 $5^{\circ}\text{C}\sim 12^{\circ}\text{C}$ ，压力为 $0.4\sim 0.6\text{MPa}$ （视设计情况而定）。制冷剂又进入压缩机，进行下一个制冷循环，如此往复实现持续制冷功能。制冷系统制冷剂的压力、温度及状态的变化见表 1.1。

表 1.1 制冷剂状态的压力及温度变化

部 件	状 态	压 力 变 化	温 度 变 化
蒸发器	液→气	低压（一定）	低温（一定）
压缩机	气→气	低压→高压	低温→高温
冷凝器	气→液	高压（一定）	高温→常温
毛细管	液→液	高压→低压	常温→低温

2. 制热过程

空调器的制热一般分为热泵制热和电辅助制热两种方式。

热泵型空调器的制热过程实际上是一个逆向制冷过程，与单冷型空调器的不同之处是在室外机上增置了一个四通换向阀，在制热时，它是能使室外、室内热交换器的制冷剂流向转换的环节，将压缩机排出的高温高压的制冷剂气体转换流向室内，从而达到室内制热的目的，如图 1.1 (b) 黑实线所示。

电辅助制热是为了弥补热泵制热的不足，当制热温度达不到设定温度时，电辅助加热元件自动开启，与热泵制热一道，使室内空气温度逐渐升高达到人为设定温度进行取暖的目的。加热元件有电热管和 PTC 加热元件两种。

1.1.3 冰箱系统组成及工作原理

图 1.4 所示为蒸气压缩式电冰箱制冷系统图。制冷系统与空调制冷系统完全相同，同样由压缩机、冷凝器、毛细管、蒸发器四大部分组成。制冷原理也与空调器的完全相同。不同之处包括：冰箱的制冷温度在 0°C 以下；实用电冰箱常将毛细管和低压回气管缠绕在一起，构成一个比较理想的热交换器（回热器），使得流过毛细管的制冷剂液体进一步降温，以提高制冷效果和改善压缩机的运行状态；冷凝器为紧贴着在冰箱两侧和后背壳体上的铜管，靠自然散热冷却；直冷电冰箱的蒸发器为缠绕在冰箱内胆上的铜管，也是靠自然散冷蒸发制冷，冷却箱内的食物，如果是风冷冰箱，则蒸发器的工作过程属于风机吹风式强制对流散冷，与空

调相似。

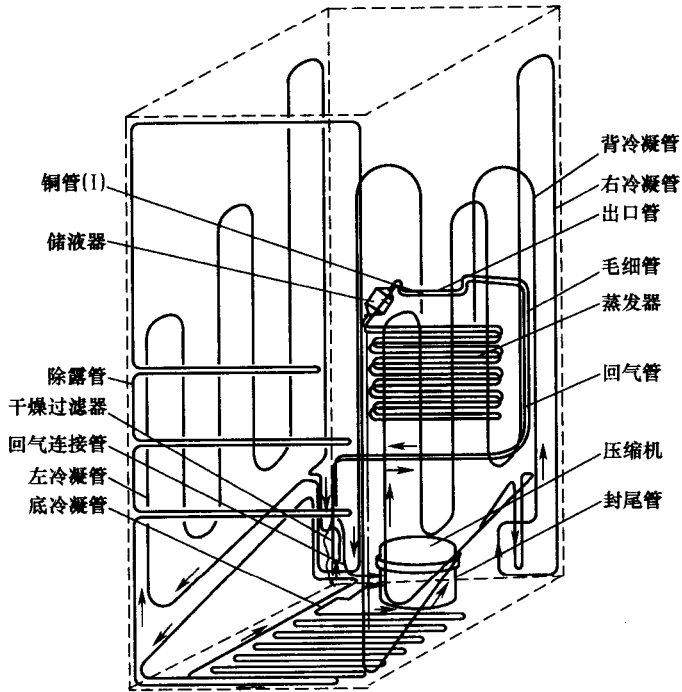


图 1.4 BCD-348W/H 电冰箱制冷系统图

1.1.4 热泵热水器系统组成及工作原理

热泵热水器制冷系统也是由压缩机、冷凝器、节流装置、蒸发器四大部分组成。如图 1.5 所示。与空调器的不同之处在于：四通阀在这里不是用于换向制热，而是为了换

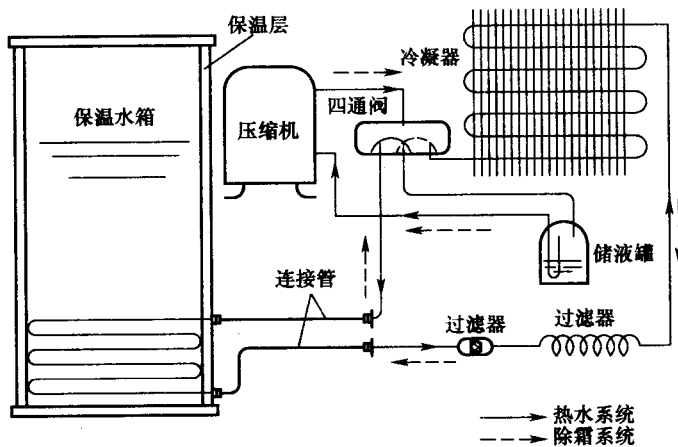


图 1.5 热泵热水器系统组成

向除霜；制热水的过程实际上就是一个制冷过程；冷凝器被放置在水箱里，利用其放出的热量对水进行加热；对于简单的热泵热水器，蒸发器所释放出来的冷量直接排入大气而没有被利用。

热泵热水器工作原理与空调器相似，见图 1.6。压缩机排出的高温高压制冷剂气体在水换热器中冷凝成液体，同时放出大量的冷凝热，冷凝热被水吸收，使得水的温度得以升高，制冷剂液体经过节流元件以后压力大幅降低，在换热器中吸热蒸发，蒸发所需热量全部来自于空气，全部蒸发完毕的低压制冷剂气体被压缩机吸入，通过压缩机做功后，变成了高温高压的制冷剂气体，重新由压缩机排气口排出，如此往复循环。转移到高温热源中的热量包括消耗的高品质热量和从空气中吸收的热量。其制热系数可以达到 300%~500%甚至更高，可以把水加热至 50℃~65℃。

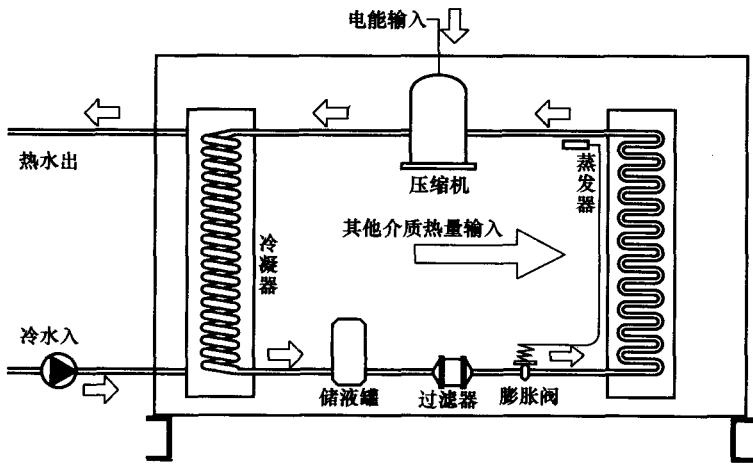


图 1.6 热泵热水器工作原理示意图

1.2 制冷装置常用压缩机

压缩机是最常用的蒸气压缩式制冷系统的核心，属于主要的电器执行机构。随着制冷技术的不断发展和制冷装置多样性的要求，压缩机的结构种类也越来越丰富。

1.2.1 常用压缩机种类、特点与应用场合

1. 制冷装置中所使用的压缩机分类

按结构形式分类。小型制冷装置所使用的压缩机种类包括：涡旋式、旋转式、活塞式；中大型制冷装置使用的压缩机种类包括：活塞式、螺杆式、离心式、涡旋式。其中螺杆式压缩机又分为单螺杆和双螺杆两种，活塞式压缩机也分为滑管式（小型）和曲轴（曲拐）式两种。

按能量调节的方式分类。变频压缩机（交流变频压缩机和直流变频压缩机）、普通（定频）