

电子工程师维修技术丛书

手把手教你

修电冰箱



蒋秀欣 祝群英 王 强 编著

◎电冰箱概述

◎电冰箱工作原理

◎电冰箱的结构和工作

◎常用维修工具的使用方法

◎电冰箱维修程序

◎电冰箱的系统维修

◎电冰箱器件的判断及拆装

◎电冰箱维修实例

◎附录



北京科学技术出版社

电子工程师维修技术丛书

手把手教你 修电冰箱



蒋秀欣 祝群英 王强 编著

北京科学技术出版社

内 容 简 介

本书是《电子工程师维修技术丛书》之一，同时也是《电子工程师学技术丛书》的姊妹篇之一，是编者根据自己多年实践维修经验编写的。

本书对电冰箱常用术语、基本原理、结构、电冰箱的分类作了深入浅出的阐述；对电冰箱各主要器件、各维修工具作了必要的讲述；对电冰箱的维修方法作了详尽的介绍。另外，总结了实践维修经验和维修实例，可对广大维修技术人员在维修中起到积极引导作用。书后附有上菱、美菱等电冰箱珍贵的维修资料，以及国内外压缩机、控制器、保护器等器件的有关技术参数，可供广大读者替代器件、核实数据作有力的参考；同时还有电冰箱常见故障及故障原因、故障排除顺序一览表，可为广大读者备查备用。

本书内容新颖、全面，语言通俗易懂，图文并茂，实用性强。本书适合电冰箱培训班、职业学校作为教材，也可作为广大电冰箱维修人员及家电维修从业人员必备的工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

手把手教你修电冰箱/蒋秀欣等编著.
—北京:北京科学技术出版社, 2002.9
ISBN 7-5304-2689-3

I. 手… II. 蒋… III. 冰箱—维修
IV. TM925.217

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 059497 号

手把手教你修电冰箱

作 者: 蒋秀欣 祝群英 王 强
责任编辑: 张汉平
封面设计: 周基东
出 版 人: 张敬德
出版发行: 北京科学技术出版社
社 址: 北京西直门南大街 16 号
邮政编码: 100035
电话传真: 0086-10-66161951 (总编室)
0086-10-66113227 0086-10-66161952 (发行部)
电子信箱: bkjpress@95777.com
经 销: 全国各地书店
印 刷: 湖南飞碟新材料衡阳印务分公司印刷
开 本: 787×1092mm 1/16
字 数: 517000
印 张: 21.5
版 次: 2002 年 9 月第 1 版
印 次: 2002 年 9 月第 1 次印刷
ISBN 7-5304-2689-3

定 价: 30.00 元

 京科版图书，版权所有，侵权必究。
京科版图书，印装差错，负责退换。

编委会名单

顾问：张传轮

主编：陆魁玉

编委：（按姓氏笔划顺序排列）

王忠诚 任致程 刘利国

刘材发 李勇帆 汪克仁

陈有卿 金续曾 聂志雄

黄辉林 蒋秀欣 蔡杏山

谭本志

序

为了适应中等职业教育及电器业的发展,我们特精心组织编写姊妹篇《电子工程师学技术丛书》和《电子工程师维修技术丛书》。

《电子工程师维修技术丛书》在编写过程中,力求做到理论联系实际,文字通俗易懂。除简要介绍基础知识外,还着重介绍维修操作实践技术,以达到速成的目的。《电子工程师维修技术丛书》主要包括:《手把手教你修黑白电视机》、《手把手教你修彩色电视机》、《手把手教你修大屏幕彩色电视机》、《手把手教你修新型视盘机》、《手把手教你修显示器》、《手把手教你组装电脑》、《手把手教你修洗衣机、电风扇》、《手把手教你修BP机、手机》、《手把手教你安装室内外照明电》、《手把手教你修三相电动机》、《手把手教你修I²C总线彩电》、《手把手教你修电冰箱》等,近期将陆续出版,敬请读者关注。

姊妹篇丛书在内容安排、形式体裁、行文风格等方面与历年来出版的图书品种大不相同。这可更好地适应各层次读者的需要,使读者增强创新意识,培养实践能力,并有利于学以致用,解决实际工作中所遇到的问题,且充分利用自己已有的基础知识和实践工作经验,最大限度地发挥自己的潜能,达到学习的目的。

我们衷心希望广大电子工程师、维修技术专业人员及家电维修人员提出宝贵意见和建议。

《电子工程师维修技术丛书》编委会

前 言

随着科学技术的发展，电冰箱产品不断更新换代。同时，也像其他家电产品一样广泛地普及于家庭。因此，随之带来了电冰箱维修问题。

为了满足广大读者的需要。我们以简朴的语言，清晰的思路，阐述电冰箱的维修过程。为了帮助初学者入门，特在绪论部分对制冷技术和电工技术进行了必要介绍。同时，本书扼要阐述了电冰箱制冷原理，电冰箱基本结构，电冰箱工作原理以及电冰箱各主要器件、维修工具的必要知识。同时，为了照顾有一定基础的维修人员，特介绍了电冰箱各系统及各器件的维修技巧。再之，本书在编排过程中，突出实用性，图文并茂，深入浅出，对维修中的经验与心得以粗体文字表示，以便随时提醒，重点突出，要点分明，使读者感到良师益友就在自己身边。本书精选了维修典型实例，实例故障分析精辟得当，使读者阅读后起到事半功倍的作用，达到举一反三、无师自通的效果。

本书由绪论，第 1 章到第 8 章正文及附录组成，其中绪论对制冷技术、电工技术中的常用术语，基本理论进行必要的介绍，第 1 章讲叙了电冰箱的概述，第 2 章讲叙了电冰箱工作原理，第 3 章讲叙了电冰箱主要器件，第 4 章讲叙了常用维修工具，第 5 章讲叙了电冰箱维修程序和方法，第 6 章讲叙了电冰箱的系统维修，第 7 章讲叙了电冰箱器件的好坏判断及拆装，第 8 章讲叙了电冰箱维修实例。附录共有 5 个部分组成，分别提供上菱/华菱有关电冰箱维修资料，美菱部分电冰箱维修资料，电冰箱压缩机技术参数、温度控制器、启动器技术参数以及电冰箱常见故障现象及对应原因，这些宝贵资料，可供读者维修时参考。

本书在编著过程中，得到了许多同志的帮助，在此表示感谢。

由于时间紧迫，编者水平有限，书中难免有不足之处，望广大读者与同行们给予指正。

编 者

目 录

绪 论	1
第 1 章 电冰箱概述	13
1.1 制冷原理及制冷剂	13
1.1.1 制冷原理	13
1.1.2 制冷剂	13
1.2 电冰箱基本结构	15
1.2.1 电冰箱的整体结构	15
1.2.2 制冷系统	15
1.2.3 电气系统	17
1.2.4 保温系统	18
1.3 电冰箱的分类	18
1.3.1 按用途分类	18
1.3.2 按开门方式分类	19
1.3.3 按制冷方法分类	19
1.3.4 按冷冻冷却方式分类	20
1.3.5 按温度控制方式分类	22
1.3.6 按冷凝器安装方式分类	23
1.3.7 按蒸发器安装方式分类	23
1.3.8 按电冰箱使用制冷剂型号分类	23
1.4 电冰箱的工作环境及型号含义	23
1.4.1 电冰箱对工作环境要求	23
1.4.2 电冰箱规格	24
本章思考题	25
第 2 章 电冰箱工作原理	26
2.1 制冷系统工作原理	26
2.1.1 单门直冷式电冰箱工作原理	26
2.1.2 双门直冷式电冰箱	28
2.1.3 双门具有防露功能电冰箱制冷系统原理	29
2.1.4 双温双控直冷式电冰箱制冷系统原理	29
2.1.5 间冷式电冰箱制冷系统原理	30
2.2 电气系统工作原理	31
2.2.1 单门直冷式电冰箱	31
2.2.2 双门电冰箱电气系统原理	33
2.2.3 双温双控直冷式电冰箱电气系统原理	34
2.2.4 间冷式电冰箱电气系统工作原理	37
2.2.5 其他类型电冰箱	40

2.3 保温系统工作原理	43
本章思考题	43
第3章 电冰箱主要器件的结构和工作	44
3.1 制冷系统器件的结构和工作	44
3.1.1 蒸发器的结构和工作	44
3.1.2 冷凝器的结构和工作	47
3.1.3 压缩机的结构和工作	48
3.1.4 毛细管和干燥过滤器的结构和工作	52
3.1.5 积液罐和回气管的结构和工作	54
3.1.6 单向阀、电磁换向阀和油液分离器	56
3.2 电气系统器件的结构和工作	59
3.2.1 压缩机电机的结构和工作	59
3.2.2 温度控制器的结构和工作	61
3.2.3 启动器的结构和工作	69
3.2.4 过载保护器的结构和工作	71
3.2.5 门灯电路器件及风扇的结构和工作原理	72
3.2.6 低温补偿及化霜电路器件的结构与工作	74
3.3 保温系统器件结构和工作原理	79
本章思考题	80
第4章 常用维修工具及其使用方法	82
4.1 常用机械工具及其使用方法	83
4.1.1 日常工具及其使用方法	83
4.1.2 管路维修工具及其使用方法	86
4.2 常用测量仪表及其使用方法	90
4.2.1 万用表及其使用方法	90
4.2.2 真空压力表及其使用方法	93
4.2.3 其他测量仪表及其使用方法	97
4.3 焊接工具及其使用方法	101
4.3.1 气焊原理及设备选购	101
4.3.2 乙炔焊接	102
4.3.3 液化石油气焊接	110
4.3.4 便携式焊具	110
4.4 氮气瓶及其使用方法	111
4.4.1 氮气和氮气瓶	111
4.4.2 氮气的使用方法及注意事项	112
4.5 打压查漏和抽空工具的使用方法	113
4.5.1 真空泵的使用方法	113
4.5.2 压缩机打压和抽空的方法	115
4.5.3 检漏盒	117

4.6 制冷剂的存贮和加注	118
4.6.1 制冷剂的种类及存贮	118
4.6.2 制冷剂加注基本步骤	120
4.6.3 制冷剂加注基本方法	120
4.6.4 制冷剂注意事项	126
本章思考题	127
第5章 电冰箱维修程序和方法	128
5.1 电冰箱维修原则和一般程序	128
5.1.1 维修基本原则	128
5.1.2 维修一般程序	128
5.1.3 维修场地及注意事项	129
5.2 电冰箱维修基本方法	130
5.2.1 观察法	130
5.2.2 触摸法	132
5.2.3 调试法	134
5.2.4 电压法和电阻法	137
5.2.5 打压检漏法	138
5.2.6 放气检查法	142
5.2.7 氮气通路法	142
5.2.8 加热法与水浸法	143
5.2.9 上门应急维修方法	144
本章思考题	145
第6章 电冰箱的系统维修	146
6.1 电气系统维修	146
6.1.1 直冷单控电冰箱电气系统维修	146
6.1.2 双温双控直冷式电冰箱电气系统维修	149
6.1.3 间冷式电冰箱电气系统维修	150
6.2 制冷系统维修	151
6.2.1 制冷系统总体维修思路	151
6.2.2 制冷系统维修步骤	154
6.2.3 制冷系统的维修	159
6.3 保温系统维修	162
本章思考题	162
第7章 电冰箱器件的好坏判断及拆装	164
7.1 制冷系统器件好坏判断及拆装	164
7.1.1 蒸发器好坏判断及拆装和自制	166
7.1.2 冷凝器好坏判断与拆装	187
7.1.3 压缩机好坏判断与拆装	191
7.1.4 毛细管的打开与安装	198

7.1.5 干燥过滤器好坏判断与拆装	202
7.1.6 防露管好坏判断与拆装	204
7.1.7 其他器件拆装	207
7.2 电气系统器件好坏判断与拆装	210
7.2.1 压缩机	210
7.2.2 温度控制器好坏判断与拆装	212
7.2.3 启动器好坏判断与拆装	225
7.2.4 过载保护器好坏判断与拆装	228
7.2.5 门灯电路器件好坏判断与拆装	229
7.2.6 化霜电路器件好坏判断与拆装	232
7.2.7 其他器件好坏判断与拆装	240
7.3 保温系统器件维修	244
7.3.1 箱体故障诊断及拆装	244
7.3.2 箱门故障诊断及拆装	246
7.3.3 门封故障诊断及拆装	248
7.3.4 排水管路故障诊断及解决方法	249
本章思考题	251
第8章 电冰箱维修实例	252
8.1 “全无”故障	252
8.1.1 故障解说	252
8.1.2 故障原因	252
8.1.3 故障诊断方法	252
8.1.4 故障维修方法	253
8.1.5 维修实例	254
8.2 门灯亮但不启动	256
8.2.1 故障解说	256
8.2.2 故障原因	256
8.2.3 故障诊断方法	256
8.2.4 维修实例	258
8.3 压缩机启动但运转不正常	259
8.3.1 故障解说	259
8.3.2 故障原因	260
8.3.3 故障维修	260
8.3.4 维修实例	261
8.4 压缩机运转正常但不制冷	266
8.4.1 故障解说	266
8.4.2 故障原因	266
8.4.3 故障维修	267
8.4.4 维修实例	268

8.5 不停机或停机时间异常	271
8.5.1 故障解说	271
8.5.2 故障原因	271
8.5.3 故障维修	271
8.5.4 维修实例	273
8.6 制冷差	277
8.6.1 故障解说	277
8.6.2 故障原因	277
8.6.3 故障维修	278
8.6.4 维修实例	280
8.7 制冷但噪声过大	283
8.7.1 故障解说	283
8.7.2 故障原因	283
8.7.3 故障维修	283
8.7.4 维修实例	284
8.8 保温系统故障及其他故障	285
8.8.1 保温系统故障解说与维修实例	285
8.8.2 其他故障解说与排除	287
8.9 不属于电冰箱故障的正常现象	287
8.10 电冰箱的维护与保养	288
本章思考题	289
附录 1 上菱/华菱电冰箱维修资料	290
1.1 上菱 BCD-168W 间冷式电冰箱维修资料	290
1.2 上菱 BCD-228W 间冷式电冰箱维修资料	295
1.3 华菱 BCD-268W 间冷式三门电冰箱维修资料	301
附录 2 美菱 BCD-198W/218W/228W 电控电冰箱维修资料	305
2.1 美菱 BCD-198W 混合制冷电控电冰箱维修资料	305
2.1.1 电控电冰箱的特点及基本结构	305
2.1.2 电控电冰箱的控制原理	306
2.1.3 美菱 BCD-198W 混合制冷电控电冰箱维修资料	310
2.2 美菱 BCD-218W 间冷式电控电冰箱维修资料	313
2.2.1 电控原理及其布线	314
2.2.2 器件拆卸与安装	314
2.2.3 常见故障维修顺序	321
2.3 美菱 BCD-228W 双温双控混合制冷电控电冰箱维修资料	321
附录 3 电冰箱压缩机技术参数	323
附表 4 温度控制器/启动器/保护器技术参数	328
附表 5 电冰箱常见故障一览表	331

绪 论

本绪论主要介绍制冷技术常用术语和电工基础知识常用术语。

1.1 制冷技术基础知识

主要介绍制冷原理和维修过程中的常用术语和单位^①，具体叙述如下。

1.1.1 压力

作用于单位面积的力称为压力，用符号“P”表示；压力大小以每平方厘米面积受到多少公斤力的作用来表示；压力的单位是公斤力/厘米²，用符号“kgf/cm²”表示。压力分为标准大气压力、绝对压力、表压力三种。

标准大气压力：是指在地球 45° 纬度，气温为 0℃ 时，空气对海平面的作用力，其值为每平方厘米面积受力 1.033 公斤力（1.033kgf/cm²）或 760 毫米汞柱高度。

绝对压力：是以绝对真空状态下作为 0 值，标准大气压下作为 1 值，筒体内壁实际受到的压力称为绝对压力。

表压力：是以标准大气压下作为 0 值，高于标准大气压压力为正压，低于标准大气压压力为负压。压力表指示的压力称为表压力。表压力的表示应在单位后面加标注表压力或“G”。如表读数为 1 时，应写成 1 公斤力/厘米²（表压力），或写作 1kgf/cm².G，但因维修人员涉及到的只是表压力一种，因而对表压力均略去后面的标注，直接以 kgf/cm² 表示。

只有热力学计算中，正压均采用绝对压力，在实际工作中均是用压力表测量压力，压力表读数即为工程大气压力，它们之间的关系为：

$$\text{绝对压力} + \text{表压力} + \text{当地大气压力} \approx \text{表压力} + 1\text{kgf/cm}^2$$

在制冷系统维修及其工作中，所讲的负压指真空度，即在低于标准大气压压力的压差。负压时，压力表筒体内壁受到的绝对压力为：

$$\text{绝对压力} = \text{当地大气压力} - \text{真空度} \approx -\text{真空度} (\text{kgf/cm}^2)$$

我家用制冷产品因采用压缩式制冷技术，制冷系统中均采用既能测定压力又能测定真空度的真空压力表（又称弹簧管压力表）测定制冷系统的压力值。

1.1.2 温度

温度是表示物件冷热程度的量度，用“T”或“t”表示；单位有三种表示方法：摄氏温度、华氏温度、绝对温度三种。我国制冷技术中及日常生活中均采用摄氏温度。

摄氏温度：用符号“t”表示；单位为“度”，用“℃”表示。刻度以纯水制成的冰，在标准大气压力下的熔点为 0℃，纯水在标准大气压力下的沸点为 100℃，从冰的熔点到水

^① 由于在制冷行业中实际维修的需要，以及制冷行业中使用计量单位的现状，在本书中大量使用了非国际单位制单位，目的是为了便于读者理解和使用，请读者注意区分。

的沸点之间分成 100 等分，每个等分间隔为 1°C 。

华氏温度：单位为“ $^{\circ}\text{F}$ ”。刻度以纯水制成的冰，在标准大气压下的熔点为 32°F ，纯水在标准大气压力下的沸点为 212°F ，从冰的熔点到水的沸点之间划分成 180 等分，每一等分间隔为 1°F 。

绝对温度：用符号“ T ”表示，单位“ K （开尔文）”。一般在制冷工程计算中使用，也称为热力学温度。可粗略地取 -273°C 为“绝对零度”。对温度的分度间隔与摄氏温度相同，即摄氏温度差 1°C 就是绝对温度差 1K ，任何方法都不能将物体冷却到绝对零度，因此在此温度下一切物体将变成固定。绝对温度是低温的极限，能够无限接近但不能达到。

上述三种温度之间的关系如下：

$$\text{摄氏温度 } (^{\circ}\text{C}) = \frac{5}{9} [\text{华氏温度 } (^{\circ}\text{F}) - 32]$$

$$\text{华氏温度 } (^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5} \times \text{摄氏温度 } (^{\circ}\text{C}) + 32$$

$$\text{绝对温度 } (\text{K}) = \text{摄氏温度 } (^{\circ}\text{C}) + 273$$

1.1.3 临界温度和临界压力

各种气体在一定的温度和压力下都可以液化，温度越高，液化所需的压力也就越高。但温度升高到超过某一数值时，即使温度再增加，无论多大压力也不能液化了。这个温度点叫做临界温度。在这一温度下最低的压力就叫临界压力。老式电冰箱使用的氟里昂（R12）制冷剂的临界温度是 112.04°C ，临界压力是 41.96kgf/cm^2 。

1.1.4 汽化和凝结

蒸发与沸腾均是液体吸热而转变成气体的过程，统称为汽化。但蒸发和沸腾两者之间又有区别。蒸发是在任何压力、温度下都会随时进行的，而且仅局限于表面的液体转换为气体；沸腾必须在一定条件下才能进行，即只有达到与此压力相对应的一定温度时才能进行，而且是从液体内部大量产生气泡。以水为例，在春、夏、秋季置于室外若干时间其量会有所减少，这减少的量就是被蒸发掉的部分；水在不同的压力情况下，其沸腾点不同，如在平原地区，即一个大气压力下水的沸腾点是 100°C ，在高原地区如西藏地区，即低于一个大气压力下水的沸腾低于 100°C ，这就是常讲的高原地区水沸腾后不能煮熟饭的原因。

凝结是当气体在一定压力下散热冷却到一定温度时，就会由气体转换为液化状态，这种冷却过程称为凝结。煮饭时锅盖上的水珠，浴池屋顶上的水珠均是由于水蒸汽散热降温而形成的。

电冰箱制冷剂在制冷系统的蒸发器中汽化是吸热沸腾；在冷凝器中液化是散热凝结过程。

1.1.5 饱和温度和饱和压力

液体沸腾后所维持不变的温度，称为在某一压力下的饱和温度，而与饱和温度相对应的这个压力称为饱和压力。如在平原地区，水被加热到 100°C 时沸腾，以后如果继续

加热,也始终保持 100℃,也就是日常生活中所讲的水的最高温度是 100℃。这就是说,水在一个大气压力下的饱和温度为 100℃,水达到 100℃时饱和压力为一个大气压力。

对于同一液体,不同压力下的饱和温度(即沸点)是不同的,且两者呈现正比例关系,即同一液体的饱和温度和饱和压力都是随着对应的压力和温度增大而升高,一定的饱和温度对应着一定的饱和压力。如水在一个大气压力下的沸点是 100℃,在 0.48kgf/cm² 压力下沸点是 80℃。反过来,不同液体同一压力下的饱和温度即沸点也是不同的,如一个大气压力下,水的沸点是 100℃,酒精的沸点是 78℃,R12 制冷剂的沸点是 -40.8℃,R134a 制冷剂的沸点是 -26.5℃。R12 制冷剂饱和温度与饱和压力之间的对应关系见表 1。

表 1 R12 制冷剂饱和温度与饱和压力对应值

饱和温度	饱和压力	饱和温度	饱和压力	饱和温度	饱和压力	饱和温度	饱和压力
-70	0.1258	-25	1.262	0	3.147	25	6.636
-60	0.2315	-20	1.540	5	3.696	30	7.581
-50	0.3999	-15	1.863	10	4.314	35	8.628
-40	0.65551	-10	2.234	15	5.008	40	9.771
-30	10.25	-5	2.660	20	5.779	45	11.023

注:单位:饱和温度(℃);饱和压力(kgf/cm²)

从表 1 可以看出,R12 制冷剂在 1.54 压力时对应的沸点仅为 -20℃,而在 9.771 压力时对应的沸点则高达 40℃,且沸点随压力减少而降低。电冰箱制冷就是采用低沸点的制冷剂作工质,通过改变制冷管路内的压力,使制冷剂流经箱内管路(蒸发器)时压力变低时饱和温度即沸点下降,以使液体制冷剂在低温(-18℃以下)下沸腾后吸收箱内温度达到制冷目的;使气态制冷剂在流经箱外管路(冷凝器)时压力变高,饱和温度升高(35℃以上),制冷剂因达不到该压力下的饱和温度而转换为液态,并在转换过程中对箱外散热,从而实现电冰箱制冷并将箱内的热量转移到箱外的目的。

1.1.6 比容和重度

比容是单元重量物质所占有的容积,用符号“V”表示,即 1 公斤(kg)工质其体积有多少立方米数或升数,如 1 公斤 R134a 制冷剂的体积为多少立方米或升。

气体容积用“立方米”作单位,用符号“m³”表示,比容单位为“米³/公斤”或“m³/kg”。

液体容积用“升”作单位,用符号“L”表示,比容单位为“升/公斤”,或“L/kg”。

重度是单位容积物质所具有的重量,用符号“γ”表示。重量的单位为公斤,用符号“kg”表示。气体的重度单位则为公斤/米³,用符号“kg/m³”表示,液体重度单位为公斤/升,用符号“kg/L”表示。

比容与重度互为倒数,即为:

$$\gamma = \frac{1}{V} \quad V = \frac{1}{\gamma}$$

1.1.7 比热

比热是指单位重量物质温度升高 1℃所吸收的热量(Q),用符号“C”表示,热量的单位为“卡”或“千卡”,用符号“cal”或“kcal”表示。使 1 克(g)重量物质的

温度升高 1℃ 所需多少卡的热量，称为该物质的比热。不同的物质其比热也不同。水的比热是“1”，R12 制冷剂（30℃）的比热是 0.335。日常生活中常见食品的比热见表 2。

表 2 常见食品的比热值

名 称	比 热		名 称	比 热		名 称	比 热		名 称	比 热	
	冰点 以上	冰点 以下		冰点 以上	冰点 以下		冰点 以上	冰点 以下		冰点 以上	冰点 以下
鲜鸡蛋	0.76	0.4	鲜鱼	0.82	0.43	苹果	0.92	0.5	桃子	0.9	0.46
牛肉	0.76	0.42	牛奶	0.9	0.46	香蕉	0.8	0.42	西瓜	0.97	0.48
猪肉	0.54	0.32	鲜家禽	0.8	0.43	桔子	0.9	0.46	土豆	0.82	0.43

注：单位：kcal/kg·℃

按比热的定义可推理，在知道某一物质的比热和要求升降多少度的情况下，就可以求出达到要求温度所需要或释放的热量：

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

Q ——物质所需要吸收或释放的热量；

m ——物质的重量；

C ——物质的比热；

$t_1 - t_2$ ——物质的初始温度和最终温度之差。

1.1.8 热量和制冷量

热是物质的一种能量形式。分子热运动所具有的能量称为热量。改变物体的温度，就是改变分子热运动的激烈程度。物体从一种温度上升到另一种温度，或从气态变为液态所需吸收或释放热为多少的物理量即是热量。热量用符号“ Q ”表示，制冷设备中单位为“千卡”，用符号“kcal”表示，1 千卡热量是指 1kg 纯水温度升高 1℃ 所需要的热量。英制热量单位为“Btu”，1Btu 热量是指 1 磅重的水温度升高 1° F 需要的热量。

制冷量是指制冷系统单位时间制冷的能力，如 1 小时制冷（散热降温）多少千卡。我国制冷量的单位采用千卡/小时，用符号“kcal/h”表示，英制单位采用 Btu/h。两者之间的换算关系如下：

$$1\text{kcal/h} = 3.968\text{Btu/h}$$

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

h ——时间（小时）。

1.1.9 显热和潜热

显热是指任何物质在吸热和放热过程中，只发生温度升高或降低的变化所需的热量。如 1kg 水由 20℃ 加热到 60℃，因水的比热是“1”，需要 40kcal 的热量。因水的形态无变化，即加热前后均为液态，水只是因为吸热温度升高了，水所吸收的这部分热量称为显热。

潜热是当单位质量的物体在吸热过程中，只是发生了形态的变化（固态、液态、气态变换）而温度不发生变化的这部分加热热量称为潜热。如 0℃ 的固态冰继续加热而熔化变成 0℃ 的水，100℃ 的液态水继续加热而沸腾变成 100℃ 气态水蒸汽，这两种情况均是物体的形态发生了变化，但温度没有变化。不同物体在不同温度下潜热是不同的，如 100℃ 液态水变换为 100℃ 气态水蒸汽的潜热是 536.5 千卡/公斤（kcal/kg），0℃ 固态冰熔化 0℃ 液

态水的潜热是 79.6 千卡/公斤。R12 制冷剂在 -20°C 时蒸发潜热是 38.44 千卡/公斤。

1.1.10 过冷和过热

对于某一物体，以饱和温度即沸腾点为基准，饱和温度以下此物体的液态形式称为过冷。过冷度等于饱和温度减去过冷温度所得到的差。

在达到饱和温度时继续加温而沸腾，此物体部分仍呈现液态，部分被蒸发气体，这种气液混合形式称湿蒸汽；继续加热沸腾到一定时间，全部变为蒸汽，这种蒸汽称为干蒸汽，干蒸汽继续加热其温度会在饱和温度的基础上升高，这时的蒸汽称为过热蒸汽。过热度等于过热温度减去饱和温度所得的差。

下面以水蒸汽的形成来说明这个概念，水的蒸发过程如图 1 所示。图 1 (a) 容器中盛放着为 20°C 的水，水上面有一个上下能自由移动却又起密封作用的活塞（假设活塞的重量很轻可略去不计）。对容器中的水加热到沸点（沸点又称沸腾点）即其饱和温度 100°C 时，如图 1 (b) 所示，这种水称为饱和水，因图 1 (a) 中的水比饱和温度低，故这种水称为过冷水。

对图 1 (b) 中饱和水继续加热汽化，比容增大，这时容器中是 100°C 饱和水的蒸汽混和物，即湿蒸汽，如图 1 (c) 所示；对湿蒸汽继续加热，比容继续增大而温度仍保持 100°C 不变，直到加热到水全部变成为图 1 (d) 所示的干蒸汽。如果继续对干蒸汽进行加热，干蒸汽的温度会在 100°C 基础上升高，超过饱和温度 100°C 达到 105°C 时变成图 1 (e) 所示的过热蒸汽。

在整个加热过程中，由于活塞自由移动作用，容器内压力始终等于 1 大气压。所以在水和蒸汽的比容增大时，活塞自动上移。

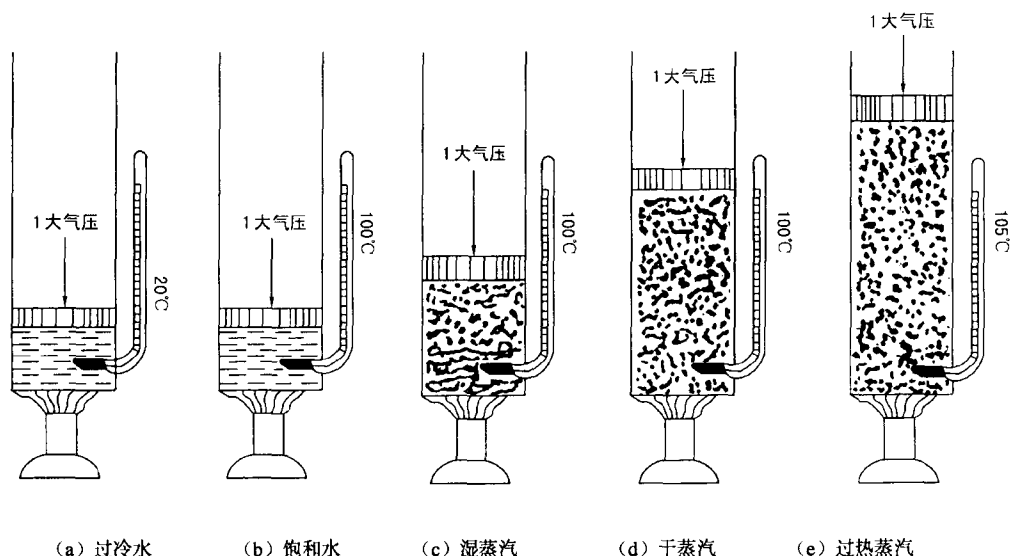
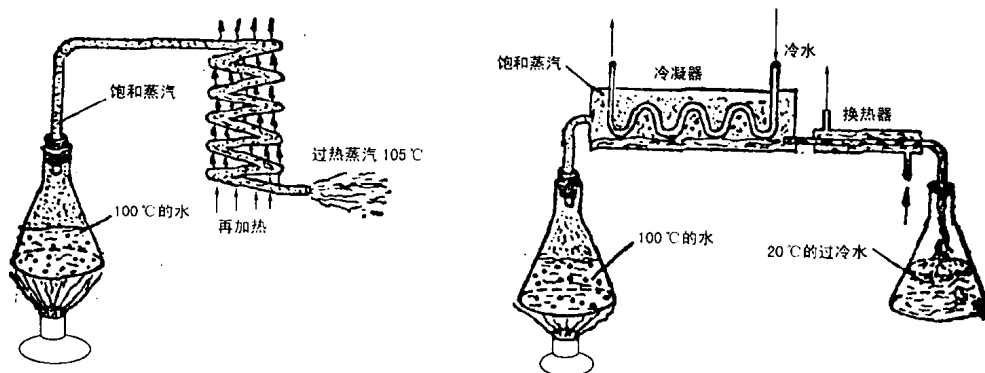


图 1 过冷和过热过程示意图

图 2 是流动过程中进行过冷获得过冷水的示意图。

制冷系统中，压缩机就是对制冷剂进行过热处理，冷凝器就是对制冷剂进行过冷处理，

且从冷凝器流出的往往是约有 5°C 过冷度的过冷液体。这是因为冷凝器中凝结成饱和液体后继续得到冷却的缘故。但制冷系统中的过冷液体，是指与饱和液体相同压力，但温度比饱和温度低的液体；过热蒸汽，是指与饱和蒸汽相同压力，但温度比饱和温度高的蒸汽。



(a) 示意图一

(b) 示意图二

图2 流动过程中进行过冷获得过冷水示意图

1.1.11 热力学第一定律

热力学第一定律是能量守恒与转换定律，它是指自然界一切物质都具有能量，能量有各种不同的形式，它们能够从一种形式转换成另一种形式，而在转换过程中总的能量数值保持不变。

在制冷产品中，电能转换为机械能与热能，这些能量转换时由于它们的纲量不同，所以在数值上存在着一定比例关系：

$$Q=AL$$

Q ——热量，单位千卡；

A ——功的当量， $A=\frac{1}{427}$ [千卡/(公斤·米)]。

热、功和功率的关系如下：

$$\begin{aligned} 1 \text{ 千卡} &= 427 \text{ 公斤} \cdot \text{米} & 1 \text{ 公斤} \cdot \text{米} &= \frac{1}{427} \text{ 千卡} \\ 1 \text{ 马力} &\approx 746 \text{ 瓦} & 1 \text{ 千卡小时} &= 860 \text{ 千卡} \\ 1 \text{ 千卡} &= 3.968 \text{ 英热单位 (Btu)} \end{aligned}$$

1.1.12 热力学第二定律

热力学第二定律指明了以下两点：①热量与机械功之间相互转换的条件。机械功可以通过摩擦等手段毫无困难地全部变为热量，但是热量却不能无条件地全部转换为机械功。②高温物体能自发向低温物体传热，而要低温物体向高温物体传热，则必须要作机械功（如采用制冷机）。热力学第二定律公式如下：

$$\varepsilon = Q_0 / A \cdot L$$

Q_0 ——制冷机向被冷却的低温物体吸取的热量（单位时间内向低温吸取的热量称为制