

职业教育院校课程改革规划新教材

制冷和空调设备运行与维修专业教学、培训与考级用书

周大勇 主编

DIANBINGXIANG JIEGOU YUANLI YU WEIXIU

电冰箱结构 原理与维修



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子教案

职业教育院校课程改革规划新教材

制冷和空调设备运行与维修专业教学、培训与考级用书

制冷技术基础	赵金萍
制冷和空调设备维修操作技能与训练	王亚平
电冰箱结构原理与维修	周大勇
空调器结构原理与维修	曹轲欣 杨东红
空气调节技术与中央空调的安装、维修	李援瑛
冷库的安装与维护	邓锦军
小型冷藏、冷冻设备结构原理与维修	周继伟
制冷与空调专业外语	

维修电工	易小明 周新楠
中央空调工	
制冷设备维修工	曾 波

ISBN 978-7-111-32284-9

策划编辑：汪光灿

封面设计：路恩中

地址：北京市百万庄大街22号

电话服务

社服务中心：(010)88361066

销售一部：(010)68326294

销售二部：(010)88379649

读者服务部：(010)68993821

邮政编码：100037

网络服务

门户网：<http://www.cmpbook.com>

教材网：<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

定价：27.00元

ISBN 978-7-111-32284-9



9 787111 322849 >

职业教育院校课程改革规划新教材
制冷和空调设备运行与维修专业教学、培训与考级用书

电冰箱结构原理与维修

主 编 周大勇

参 编 龚南彬 张冬泉 胡天龙 张爱社 周继伟

主 审 邓高聪



机械工业出版社

本书根据最新的制冷和空调设备运行与维修专业教学大纲和有关国家职业标准编写,在编写过程中采用了项目教学法的教学理念。本书的主要内容有:电冰箱基础知识、电冰箱的结构与工作原理、电冰箱的使用与维护、电冰箱基本维修工艺、电冰箱制冷系统部件的检修、电冰箱电气控制系统部件的检修、微电脑控制电冰箱的检修、电冰箱综合故障的分析与维修实例等。

本书内容通俗易懂,突出介绍了操作技能和新技术,适合作为职业院校制冷和空调设备运行与维修专业、家用电器类专业的教材,也可以作为制冷设备维修工、家用电器产品维修工考级培训用书和家电维修人员自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电冰箱结构原理与维修/周大勇主编. —北京:机械工业出版社, 2010. 11

职业教育院校课程改革规划新教材. 制冷和空调设备运行与维修专业教学、培训与考级用书

ISBN 978-7-111-32284-9

I. ①电… II. ①周… III. ①冰箱—理论—专业学校—教材②冰箱—维修—专业学校—教材 IV. ①TM925. 21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 203944 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:汪光灿 责任编辑:王亚明

版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣

封面设计:路恩中 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 14.5 印张 · 357 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-32284-9

定价:27.00 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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前言

为满足现阶段技能型人才培养与培训的需要,结合当前职业教育教学改革的形式和要求,根据最新的制冷和空调设备运行与维修专业教学大纲和有关国家职业标准,采用项目教学法的教学理念,我们编写了这本《电冰箱结构原理与维修》教材。

本书内容主要包括电冰箱基础知识、电冰箱的结构与工作原理、电冰箱的使用与维护、电冰箱基本维修工艺、电冰箱制冷系统部件的检修、电冰箱电气控制系统部件的检修、微电脑控制电冰箱的检修、电冰箱综合故障的分析与维修实例八个模块。本书既可作为职业院校制冷和空调设备运行与维修、家用电器等专业的教材,也可以作为制冷设备维修人员、家用电器产品维修人员考级、培训和自学用书。

本书在编写时把握“贴近岗位、贴近学生、贴近课堂”的原则,因而有较强的针对性和实用性;同时密切联系新技术和新产品的现状和发展趋势,因而又具有先进性。本书主要有以下特点:

1. 理论够用, 突出技能

本书坚持以能力为本位,重视实践能力的培养,突出职业技术教育特色。根据制冷类专业人员所从事职业的实际需要,本书合理确定了其应具备的能力结构与知识结构,合理地掌握了教材内容的深度、难度。同时,本书进一步加强了实践性教学内容,以满足企业对技能型人才的需求。

2. 紧跟发展, 内容新颖

本书在编写中注意吸收本行业的最新科技成果,合理更新书中内容,尽可能多地在书中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容,力求使本书内容具有较鲜明的时代特征。同时,在本书编写过程中,严格贯彻了国家有关技术标准和安全生产的要求。

3. 图文并茂, 通俗易懂

本书在编写模式方面,尽可能多地使用图形、实物照片和表格,以便将各个知识点生动地展示出来,以达到直观简明,使内容更能吸引学生,希望最终能达到老师教起来轻松,学生学起来容易的目的。

本书由湖北省荆门市高级技工学校周大勇担任主编并负责大纲的制定、全书修改定稿工作,编写了模块二、四、五;重庆工业技师学院龚南彬编写了模块一;湖北省荆门市高级技工学校张冬泉编写了模块三;成都市技师学院胡天龙编写了模块六;湖北省荆门市高级技工

学校张爱社编写了模块七；广西南宁高级技工学校周继伟编写了模块八。本书由中国轻工业长沙设计院教授级高级工程师邓高聪担任主审。

本书在编写过程中参阅了很多书籍和一些电冰箱厂家的维修资料，得到了湖北省荆门市高级技工学校、重庆工业技师学院、广西南宁高级技工学校、成都市技师学院、中国轻工业长沙设计院以及部分电冰箱厂家、维修站的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于电冰箱生产厂家生产的产品型号不同，故产品原理图及结构图在标注上存在不统一的现象。为便于查阅和方便维修，本书中的元器件符号仍随原图标注，没有进行全书的统一。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中错误在所难免，恳请广大师生、读者不吝赐教。

编 者

目 录

前言

模块一 电冰箱基础知识	1
课题一 电冰箱与食品储藏概述	1
课题二 电冰箱制冷原理	6
课题三 电冰箱用制冷剂	10
综合实训与考核 参观电冰箱生产厂家	15
模块二 电冰箱的结构与工作原理	16
课题一 电冰箱的组成、分类及型号	16
课题二 单门电冰箱的结构与工作原理	25
课题三 双门直冷式电冰箱的结构与工作原理	28
课题四 双门间冷式电冰箱的结构与工作原理	32
课题五 双系统电冰箱的结构与工作原理	38
课题六 多系统电冰箱的结构与工作原理	45
课题七 对开门电冰箱的结构与工作原理	50
综合实训与考核一 双门直冷式电冰箱的结构及组成	55
综合实训与考核二 双门间冷式电冰箱的结构及组成	55
综合实训与考核三 微电脑控制双系统电冰箱的结构及	

组成

模块三 电冰箱的使用与维护	57
课题一 电冰箱的选购	57
课题二 电冰箱的使用	63
课题三 电冰箱的简单维护	68
综合实训与考核 选购电冰箱	71
模块四 电冰箱基本维修工艺	72
课题一 电冰箱维修安全知识	72
课题二 制冷系统的清洗	76
课题三 制冷系统的检漏	80
课题四 抽真空	85
课题五 充注制冷剂	90
课题六 无 CFCs 电冰箱的维修	96
课题七 电冰箱修复后的检测	102
综合实训与考核一 电冰箱的检漏、干燥、抽真空及充注制冷剂	105
综合实训与考核二 观测电冰箱运行状况	106
模块五 电冰箱制冷系统部件的检修	107
课题一 压缩机的检修	107
课题二 冷凝器的检修	117
课题三 蒸发器的检修	122
课题四 毛细管和干燥过滤器的检修	131
课题五 常用阀件的检修	138

综合实训与考核一	压缩机的简单检测	143	课题一	微电脑控制系统概述	177
综合实训与考核二	电冰箱压缩机的更换	144	课题二	电路板的检修	182
模块六	电冰箱电气控制系统部件的检修	145	课题三	微电脑控制电冰箱的检修流程	188
课题一	电冰箱电动机的检修	145	课题四	部分微电脑控制电冰箱的故障代码与维修实例	194
课题二	温度控制器的检修	149	综合实训与考核	微电脑控制系统的连接与检修	198
课题三	起动继电器的检修	159	模块八	电冰箱综合故障的分析与维修实例	199
课题四	热保护继电器的检修	164	课题一	压缩机不起动故障的维修	199
课题五	融霜器件的检修	168	课题二	电冰箱不制冷故障的维修	206
综合实训与考核一	电冰箱电气元件的认识和性能测试	174	课题三	电冰箱制冷效果差故障的维修	211
综合实训与考核二	直冷式电冰箱电气线路连接	175	课题四	电冰箱不停机故障的维修	216
综合实训与考核三	间冷式电冰箱电气线路连接	176	课题五	其他故障的维修	220
模块七	微电脑控制电冰箱的检修	177	综合实训与考核	电冰箱综合故障的分析与维修	224
			参考文献		225

课题一 电冰箱与食品储藏概述

【学习目标】

1. 了解电冰箱的起源和生产的概况。
2. 了解电冰箱的发展趋势。
3. 掌握电冰箱对食品进行冷加工的原理及储藏原则。

【相关知识】

一、电冰箱概述

电冰箱是一个习惯性的称呼，它泛指以人工方法获得低温，用以储存食品和其他需要低温储藏的物品的制冷设备。一般来说，它是家庭、商业、医疗卫生和科研中使用的各种类型、性能和用途的冷藏箱（柜）和冷冻箱（柜）的总称。本书中电冰箱主要是指家用电冰箱，它是以电能作为原动力，通过不同的制冷机械，而使箱内保持低温的制冷设备，如图 1-1 所示。



图 1-1 电冰箱

电冰箱的主要作用是保鲜、保质，储藏食品和其他物品。电冰箱给人们的生活、工作带来了极大的方便。

普通电冰箱的制冷剂采用 R12，发泡剂用 R11。20 世纪 70 年代以来的研究表明，氯氟烃类物质（CFCs，简称氟利昂）对大气臭氧层有破坏作用，于是新型环保电冰箱应运而生。新型环保电冰箱，一类是不再使用氯氟烃类物质作为制冷剂的符合环保要求的电冰箱；另一类是指制冷剂和箱体保温发泡材料都不使用氯氟烃类物质，分别改用替代物，不再污染环境的电冰箱。按国际惯例，后一类电冰箱可以被称为“双绿色”，是一种完全符合国际环保要求的新型电冰箱。

二、电冰箱的发展历史

最早的人工制冷专利是 1790 年登记的。几年后，人们相继发明了手摇压缩机和冷水循环冷冻法，为制冷系统的出现奠定了基础。

1820 年，人工制冷试验首次获得成功。

1834 年，雅各布·帕金斯发明了世界上第一台压缩式制冷装置，这是现代压缩式制冷系统的雏形。同年，帕金斯获得英国颁布的第一个冷冻器专利。

1855 年，法国制成了世界上第一台吸收式制冷装置，为多年后出现的电冰箱奠定了基础。

1872—1874 年，D. 贝尔和 C. 冯林德分别在美国和德国发明了氨压缩机，并制成了氨蒸汽压缩式制冷机，这就是现代压缩式制冷机的开端。

1879 年，德国工程师卡尔·冯·林德制造出了第一台家用冰箱。但在 20 世纪 20 年代电冰箱发明出来之前，冰箱并没有大规模进入家庭。

1880 年，世界上第一艘可供使用的冷藏船“斯特拉斯列文”号成功地将冻肉运至伦敦。

1910 年，蒸汽喷射式制冷机出现了。

1913 年，世界上第一台真正的电冰箱在美国芝加哥诞生。这种“杜美尔”牌的电冰箱外壳是木制的，里面安装了压缩制冷系统，但使用效果并不理想。这是第一台人工操作的家用冰箱。

1918 年，美国卡尔维纳特（KE-LVZNATOR）公司的科伯兰特工程师设计制造出了世界上第一台机械制冷式家用自动电冰箱。这种电冰箱粗陋笨重，外壳是木制的，绝缘材料用的是海藻和木屑的混合物，压缩机采用水冷，噪声很大。但是，它的诞生宣告了家用电冰箱的发展进入了新阶段。到 1920 年为止，这种电冰箱约售出 200 台。

1921 年，美国弗里吉代公司制成了第一台将压缩机安装在箱体内部的电冰箱。

1926 年，美国奇异公司经过 11 年的试验，制造出了世界上第一台密封式制冷系统的电冰箱。

1927 年，第一台家用吸收式冰箱问世。

三、电冰箱的生产发展情况

美国是电冰箱生产的发源地，其生产的产品量大、质优，且多为大型产品，生产技术先进。日本在 1930 年开始仿造美国产品，其生产的产品特点是制作精巧、装饰性好。意大利号称“冰箱王国”，素以产品质量好、款式新、价格便宜闻名于世。

我国电冰箱制造业起步较迟，落后国外 20 余年。我国生产的第一台电冰箱是 1954 年由沈阳医疗器械厂生产的 200L 单门电冰箱，这台电冰箱的名字叫长城。1956 年，我国开始仿制英、日、丹麦等国家的封闭（四极电动机）压缩式电冰箱，而生产两极电动机压缩机是从 1965 年开始的。我国在 20 世纪 80 年代初电冰箱产量连年翻番：1983 年产量约 18 万台；1984 年产量超过 40 万台；1988 年国家确定四十几家电冰箱定点厂，全国引进 50 多条电冰箱生产装配线，年产能力达 1500 万台以上，规格已有 50L 到 200L 以上大型电冰箱的多种系列，品种有单门、双门、多门，型式有直冷式，也有间冷式。

海尔集团是我国第一家在美国投资设厂的大型企业。1999 年 4 月，海尔美国电冰箱厂

在南卡罗来纳州坎姆顿破土动工；次年3月，第一台在美国制造的海尔电冰箱下线。如图1-2所示，为海尔美国工厂生产线。



图1-2 海尔美国工厂生产线

电冰箱是我国最早实现国产化的制冷电器之一。当前，国内市场已进入成熟期，市场运行的基本特征是相对平稳，不会出现需求上的大起大落。电冰箱消费主要集中在城镇，农村由于收入水平、生活习惯等的限制，电冰箱的拥有量较城镇低许多。

四、电冰箱的发展趋势

1. 向大容量、多门、多温区方向发展

随着生活节奏的加快，人们已逐渐形成一次购买几天甚至一个星期所需的新鲜肉类、蔬菜的习惯，市场有大容量、多门、多温区电冰箱的需求。

双门电冰箱虽然目前尚在批量生产，但逐渐将被三门、四门电冰箱所代替。箱门的增多可满足电冰箱容量增大、温区和功能增多的需要；温区增多后又可满足不同食品对冷藏或冷冻温度的不同要求，从而提高电冰箱的使用价值。

带抽屉和超大容量冷冻室电冰箱的出现，满足了现代家庭对分类存储食品和增大冷冻食品容积的需要。

由冷藏箱和冷冻箱两部分组成的分体组合式电冰箱，也是市场上出现的新品种。如青岛海尔集团推出的双王子系列电冰箱，就是冷藏箱与冷冻箱的独立组合，既可将两部分垂直放置化二为一，又可将两部分并列放置，还可根据需要单独或同时使用两部分。

2. 向智能化方向发展

新型电冰箱中已应用了变频与模糊逻辑控制、箱外显温控温、电脑温控、自动除霜、自动解冻、自动制冰、自我诊断、功能切换以及深冷速冻等智能化技术。

3. 向多元化方向发展

我国地域广大，南北气候差异较大，各地区发展不平衡，经济、文化、生活习惯有差异，加之个性发展与市场细分，因此家用电冰箱将向多元化方向发展。只有针对不同地区、不同层次消费者的需求设计出多元化的产品，才能满足广大用户不同的需要。例如，以北京为代表的广大北方用户喜欢豪华气派的大冷冻室抽屉式电冰箱；以上海为代表的华东沿海用户喜欢精致美观的电冰箱；其他沿海地区的用户则注重电冰箱的营养保鲜功能，喜欢有冰温保鲜室、大果菜室、能自动除臭的无霜电冰箱。带变温功能的多门电冰箱（某一间室可用于速冻、局部冷冻、冰温保鲜、冷藏或作为果菜室，一室五用），便可以较好地满足消费者不同的贮物需求。

4. 向隐形化方向发展

随着国民素质的不断提高，人们对电冰箱的外观造型设计提出了更高、更全面的要求，故设计人员设计时既要考虑到电冰箱本身的色彩和造型，又要考虑到电冰箱与家居环境的协

调与配套。根据今后全国住宅设计的发展趋势,家用电冰箱将与厨房用具、家具相结合,可并列摆放或叠放,可随意组合,可将其放进墙壁或与厨具结合在一起等。电冰箱的隐形化应成为未来电冰箱发展的一个趋势。

5. 开发新型环保电冰箱

在美国,主要以生产用 R134a 作为制冷剂、R141b 作为发泡剂的电冰箱为主。而欧洲认为 R134a 和 R141b 并不能完全满足环保要求,其全球变暖潜能值(GWP)仍相当高。因此,欧洲更倾向于用 R600a 替代 R12,用环烷烃替代 R11 的方案。R600a 的环保性能最好,其无毒、无味;不会破坏大气臭氧层,也不会产生温室效应;其制冷性能优于 R12,可使压缩机的能耗减少 30%~40%;目前,人们已能将其爆炸的可能性控制到百万分之六以下,故其是相当理想的制冷剂。我国于 1991 年 6 月以发展中国家的身份加入《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》。目前,我国大部分电冰箱生产企业已率先采用替代技术实现了批量生产,各种无公害的“双绿色”电冰箱已陆续投放市场。

目前,各国的科学家正竞相寻找从根本上解决 CFCs 制冷剂问题的途径,研究开发新型制冷原理和比较有前途的电冰箱技术,如吸收-扩散式电冰箱、半导体制冷电冰箱、太阳能制冷电冰箱、磁制冷电冰箱、网络化电冰箱等。

五、电冰箱储藏食品的基本知识

1. 食品冷加工原理

有些食品有生命,会成熟或衰老;食品也会受到环境影响,发生结构和成分的变化;食品还会遭到微生物的侵染,导致腐烂变质,因此食品不是那么容易保藏。

微生物的生长繁殖需要一定的温度和水分。微生物正常活动的温度范围为 0~80℃,高温(>80℃)或低温(<0℃)都可以抑制或终止微生物的繁殖,甚至灭菌,对于酶来说也是如此。因此,用人工制冷的方法降低食品的温度或使食品冻结,就能有效地控制微生物和酶的作用,保证食品长期存放而不变质,这就是食品冷加工原理。使用电冰箱储藏食品,就是利用的这一原理。

冷加工分为冷冻和冷藏。冷冻是将食品温度降至指定的低温,冷藏是将食品在低温下储藏。

2. 电冰箱储藏食品的原则

正确合理地使用电冰箱是人们储藏食品的有效途径。通常,食品按以下原则在电冰箱内存放:

- 1) 鲜肉、肉制品及非液体奶制品等存放在冷冻室内,可以保鲜较长时间。
- 2) 从市场上购得的冻结食品,如果没有化冻,要放在冷冻室内。否则其组织会由于内部冰晶变大而发生破坏,引起品质变差,养分降低。
- 3) 冷藏室的上层一般存放如下食品:要短期储存的肉类及肉制品、奶及奶制品、其他加工食品(包括从市场上购得的已化冻的速冻果蔬)及熟食品(如熟菜、熟饭等)。
- 4) 一般从凉爽季节得到的新鲜果蔬等食品可放在冷藏室的中间层或上面一层内(尤其是根茎类果蔬),炎热季节得到的新鲜果蔬等食品可以放在冷藏室的最下层。
- 5) 饮料及鲜蛋不能放在冷冻室内。
- 6) 同时放几种果蔬时,苹果和番茄最好不要与准备放一段时间的青椒、黄瓜、韭菜等放在一起,以防苹果、番茄释放出来的乙烯气体加速其他果实的衰老,或加快叶菜类老化、

叶子变黄。最好将青椒、黄瓜及叶菜类等果蔬与根茎类果蔬或其他非新鲜食品放在一起。当然,如果存放的时间不长,此项可以不考虑。

【知识拓展】

一、冰箱的起源

在古代,冰箱又称冰桶,由古时的“冰鉴”发展而来。其功能明确,既能保存食品,又可散发冷气,使室内凉爽。它是古代人的发明创造,向人们揭示了古代生活的一个侧面。

冰鉴,是古代盛冰的容器。《周礼·天官·凌人》:“祭祀共(供)冰鉴。”可见周代已有原始的冰箱。只是冰并不是一年里时时都有,特别是在炎热的夏季,冰可谓弥足珍贵。

如图 1-3 所示,为大清乾隆御制掐丝珐琅冰箱,其通高 760mm,分箱体和箱座两部分。箱体高 450mm,重 102kg,口大底小呈斗形。冰箱为木胎、铅里,底部一角有一小圆孔,为冰化时泄水之用。箱体外部为掐丝珐琅,遍饰缠枝宝相花纹,艳丽多彩。盖的边缘饰以鎏金,阳刻楷书“大清乾隆御制”六字款。夏季来临时,冰箱内置冰块,通过盖面的两钱纹孔,来散发冷气以达到降温目的。冰箱两边有四个提环。箱座为红木,高 310mm,重 21kg。四角包镶掐丝珐琅并饰以兽面纹。这对冰箱结构标准,成对制作,做工精细,庄重典雅,箱体和箱座均装饰华美。



图 1-3 大清乾隆御制掐丝珐琅冰箱

大清乾隆御制掐丝珐琅冰箱原是宫廷之物,后被溥仪运往天津寓所。但终因体重器大,就地拍卖了。冰箱被陆观虎先生购得,他的女儿陆仪女士在 1985 年将其捐献给故宫博物院,使流失了半个多世纪的国宝终于回到了北京。

二、速冻的定义

根据《家用电冰箱百科全书》的阐述:速冻即快速冷冻,就是在 30min 以内将需冷冻的食物由 0℃ 降至 -5℃ 的过程。因为在 0 ~ -5℃ 间是食物细胞内的水分生成最大冰晶的温度,故该阶段时间越短越好。否则,缓慢的冻结,食物细胞内水分生成过大冰晶后,会造成细胞破裂,部分养分在解冻时流失。快速冷冻可以使食物细胞受到较少的破坏,食物的味道和营养受到较少损伤,能基本保持原样。

【注意事项】

不宜放进电冰箱的食物如下。

1. 香蕉

如将香蕉放在 12℃ 以下的地方储存,则香蕉会发黑腐烂。

2. 鲜荔枝

如将鲜荔枝在 0℃ 的环境中放置一天,其表皮便会变黑,果肉变味。

3. 西红柿

西红柿经低温冷冻后,肉质呈水泡状,显得软烂,或出现散裂现象;表面有黑斑;煮不

熟；无鲜味；严重的则酸败腐烂。

4. 火腿

如将火腿放入电冰箱低温储存，其中的水分就会结冰，致使脂肪析出，火腿肉结块或松散，肉质变味，极易腐败。

5. 巧克力

巧克力在电冰箱中冷存后，一旦取出，在室温条件下即会在其表面结出一层白霜，极易发霉变质。

【课题小结】

本课题介绍了电冰箱的定义、发展历史、生产发展情况、发展趋势等，还介绍了电冰箱储藏食品的基本知识。食品的储藏在于保鲜、保质、保存营养。人们发现食品在适当的低温下储存，对其有明显的保护作用，电冰箱是人们首选的食品冷藏工具。

【思考练习】

1. 电冰箱是一种什么设备？其主要功能是什么？
2. 什么是“双绿色”电冰箱？其环保作用从何体现？
3. 电冰箱的发展趋势是什么？
4. 食品冷加工的作用是什么？冷加工分为哪几种形式？

课题二 电冰箱制冷原理

【学习目标】

1. 了解制冷技术的概念。
2. 掌握压缩式电冰箱的基本工作原理。
3. 了解吸收式冰箱和半导体式电冰箱的基本工作原理。

【相关知识】

一、制冷技术基础

1. 制冷技术

电冰箱是使用制冷技术来达到降温目的的制冷设备。制冷技术是一种用人工方法取得低温的技术，即用人工的方法，通过一定的设备在一定时间内使某一空间内物体的温度低于周围环境的温度，并维持这个低温的技术。

人工制冷是借助制冷装置，通过消耗一定的外界能量，迫使热量从温度相对较低的被冷却物体转移到温度相对较高的周围介质（水或空气），从而使被冷却物体的温度降低到所需要的温度，并保持这个低温的过程。人工制冷的方法很多，根据补充能量的形式和制冷剂的不同，可分为蒸气压缩式制冷、气体的绝热膨胀制冷、绝热去磁制冷和半导体的温差电效应制冷。目前应用较广泛的是蒸气压缩式制冷。

制冷的另一种途径是天然制冷。天然制冷利用的是天然冰、深井水和地道风等天然冷源。其耗能较少，但是受到地理条件的限制，使用范围较窄，因而在现代生产中很少被采用，而人工制冷的应用则很广泛。

2. 物质的三种状态

众所周知，自然界的物质有三种状态，即固态、液态和气态。例如：把水加热到 100°C ，水就变成气态（水蒸气）；水蒸气冷却后，又可以变成液态水；水的温度降低到 0°C 后继续受到冷却，会凝结成固态（冰）；而对冰加热，或在常温下冰又变成液体（水）。结合热量的吸收和放出来研究物质的状态变化，对制冷技术有着极其重要的意义。

3. 液体的汽化和气体的液化

（1）液体的汽化 物质由液态变为气态的过程称为汽化。液态变成气态必须从外界吸收热量，因此，汽化是一个吸热过程。汽化有蒸发和沸腾两种形式。

蒸发是指液体表面发生的汽化现象。液体的蒸发是在其低于周围空间压力时发生的，蒸发过程一般是吸热过程。在任何温度下液体都能蒸发，温度越高，液面上的压力越低，蒸发得越快。

沸腾是指液体在一定压力下温度升高到某一温度时，液体中涌现出大量的气泡，整个液体剧烈汽化的现象。液体沸腾时的温度称为沸点。沸点与液体表面所受压力有关，所受压力越低，沸点也越低。

因此，保持低的制冷压力，就能使制冷剂在低温下汽化。

（2）气体的液化（冷凝） 气体的液化与液体的汽化过程恰恰相反。气体在一定压力下冷却到一定的温度时，就会由气态转变为液态，这个过程称为气体的液化，又称冷凝。在冷凝压力下，制冷剂液化时的饱和温度称为冷凝温度。在冷凝温度下，制冷剂液化时的饱和压力称为冷凝压力。

制冷技术中的冷凝是在饱和温度下进行的，压力越高，饱和温度越高。提高制冷剂的饱和压力，就能使其在高温下冷凝，从而使高温的制冷剂蒸气在冷凝过程中向周围环境放热。

二、蒸气压缩式电冰箱基本工作原理

蒸气压缩式电冰箱的制冷系统主要由压缩机、冷凝器、毛细管、干燥过滤器和蒸发器五大部分组成，由制冷管道将其连成密闭系统，如图 1-4 所示。制冷剂在这个密闭系统中不断地循环流动，发生状态变化，与外界进行热交换。其工作过程是：液态制冷剂在蒸发器中吸

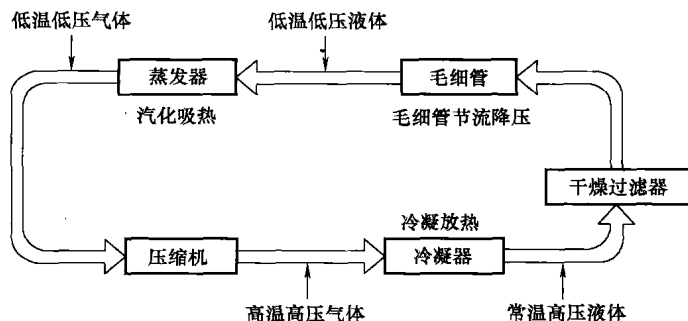


图 1-4 蒸气压缩式电冰箱工作原理图

收被冷却物体的热量，汽化成低压、低温的蒸气；被压缩机吸入后，被压缩成为高压、高温的蒸气；然后排入冷凝器中向冷却物质（水或空气）放热而冷凝成为稍高于常温的高压液体；这种制冷剂液体先通过干燥过滤器将可能混有的污垢和水分清除后，再经毛细管节流变为低压、低温的制冷剂液体进入蒸发器吸热汽化。如此反复循环，从而使电冰箱内温度逐渐降低，达到人工制冷的目的。

制冷剂在系统内状态的变化如下。冷凝器中制冷剂冷凝为液体时放热，蒸发器中制冷剂汽化吸热。在压缩机的吸入管及蒸发器的末端制冷剂呈过热蒸气状态（吸气过热），在压缩机排气管及冷凝器入口处制冷剂也呈过热蒸气状态（排气过热），而在冷凝器的末端出口处，由于外界物质（冷却水或冷却空气）的充分吸热，制冷剂液体呈过冷状态（过冷液体）。

系统中的压力分布是：压缩机排气口至毛细管入口处为高压部分，这种高压称为冷凝压力（相应的温度为冷凝温度）；从毛细管末端至压缩机吸入端为低压部分，这种低压称为蒸发压力（相应的温度为蒸发温度）；在压缩机中压力由低至高变化。

通过上述分析，我们可以看出电冰箱五大部件各有不同的功能。

- 1) 压缩机用来提高制冷剂气体的压力和温度。
- 2) 冷凝器用来放热，使制冷剂气体凝结成液体。
- 3) 干燥过滤器用来滤除制冷剂液体中的污垢和水分。
- 4) 毛细管使制冷剂液体在冷凝器和蒸发器之间形成一个压力差，达到节流、降压的目的。
- 5) 蒸发器能使制冷剂液体吸热汽化，从而降低其周围温度。

因此，要使制冷剂永远重复利用，在制冷系统中达到制冷效果，上述五大部件缺一不可。由于使用条件的不同，有的制冷系统在上述五大部件的基础上，还增添了一些附属设备以满足系统的需要。

三、吸收式冰箱的基本工作原理

吸收式冰箱制冷系统主要由发生器、冷凝器、蒸发器、吸收器、储液器和热源等组成。图 1-5 为吸收式冰箱工作原理图。

吸收式冰箱的基本工作原理：系统工作时，首先对发生器进行加热，发生器中有吸收剂和制冷剂混合溶液。混合溶液吸热后，制冷剂汽化大量逸出，同时吸收剂也吸热汽化。在混合气体中，以制冷剂气体为主。发生器产生的混合气体上升，进入冷凝器。在进入冷凝器之前，混合气体在管道中放热、降温。其中吸收剂先降到液化温度，变为液体，并顺管壁流入吸收器；而制冷剂由于液化温度比吸收剂液化温度低，仍为气态，并继续上升，进入冷凝器。制冷剂通过冷凝进一步放热、降温，当温度下降到液化温度时，也变为液体，流入蒸发器。在蒸发器中，液体制冷剂吸热汽化，从而达到制冷的目的。汽化后的制冷剂再进入吸收器，

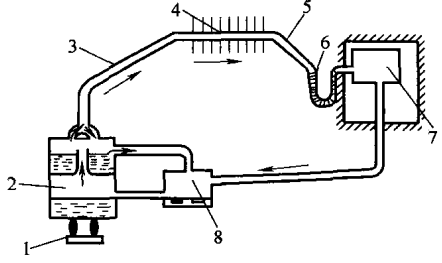


图 1-5 吸收式冰箱工作原理图
1—热源 2—发生器 3—精馏管 4—冷凝器
5—斜管 6—储液器与液封
7—蒸发器 8—吸收器

并被吸收器中的吸收剂溶解吸收，又返回到发生器，进行第二次加热汽化。如此反复，形成制冷循环。

这种冰箱早在 1927 年就研制成功了，但因当时压缩式制冷系统不断地发展和完善，吸收式制冷系统一直未能得到广泛应用。目前，由于压缩式电冰箱所采用的制冷剂 R12 和发泡剂 R11 对环境有害而被禁用，吸收式冰箱具有使用能源多样、结构简单、成本低廉及无噪声等优点，又加之石油工业的发展，因此以燃气为能源的冰箱得到了许多国家的重视，得到了迅速发展。这种冰箱不会对环境造成污染，又称“绿色冰箱”；它可使用各种燃气（包括液化石油气、天然气、煤气及沼气等）工作，从而获得低温；它比以电为能源的蒸气压缩式电冰箱效率低，但非常适合在燃气丰富和电能紧张的地区使用，特别适于在无电源的边远牧区或船舶上等场所使用。吸收式冰箱具有很大的发展前景。

四、半导体式电冰箱的基本工作原理

半导体式电冰箱又称温差电制冷或电子制冷冰箱，由 P 型半导体、N 型半导体、散热片、可变电阻器等组成。

半导体制冷系统是利用半导体的帕尔贴效应，在其两端形成温差而实现制冷的。换句话说，其是建立在帕尔贴效应上依靠电子运动传递热量实现制冷的。其制冷原理如图 1-6 所示。

由图 1-6 可以看出，一块 N 型半导体材料和一块 P 型半导体材料用金属连接成电偶时，电偶被接入直流电路后就能发生能量的转移。电流由 N 型元件流向 P 型元件时，其 PN 结合处便吸收热量成为冷端。冷端紧贴压在吸热器（蒸发器）平面上，置于电冰箱内用于实现制冷。当电流由 P 型元件流向 N 型元件时，其 PN 结合处便释放热量成为热端。热端装在箱背，用冷却水或加装散热片后靠空气对流方式冷却。串联在电路中的可变电阻器用来改变电流的强度，从而控制制冷的强弱。如果改变电路中的电流方向，或改变电源极性，则冷热点位置互换，可达到除霜目的。

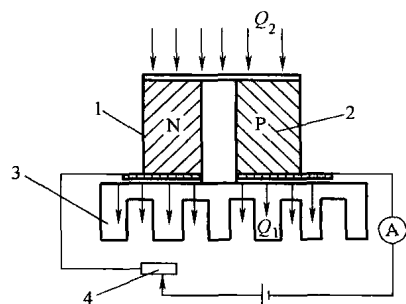


图 1-6 半导体式电冰箱工作原理图

1—N 型半导体 2—P 型半导体
3—散热片 4—可变电阻器

根据工作原理来分，电冰箱还有电磁振动式电冰箱、太阳能电冰箱、绝热去磁制冷电冰箱、辐射制冷电冰箱、固体制冷电冰箱等。

【知识拓展】

一、变频冰箱

变频冰箱，其特征是电冰箱压缩机以采用变频供电电源的单相交流电动机为驱动电动机。变频电源可以控制压缩机转速，从而可以调节压缩机的制冷量。在热负荷大时压缩机制冷量大，热负荷小时压缩机制冷量小，从而提高蒸发温度、降低耗电量，使压缩机根据冷藏室或冷冻室的需要改变转速。定频冰箱维持冷冻温度是通过测温控制断路器来实现的，实际上是对食品进行反复的温度冲击。变频冰箱则通过调节 5℃、0℃ 等温控点压缩机的转速，使食品所受的温度冲击变小，减少食品水分流失，节能效果也相应提高。