

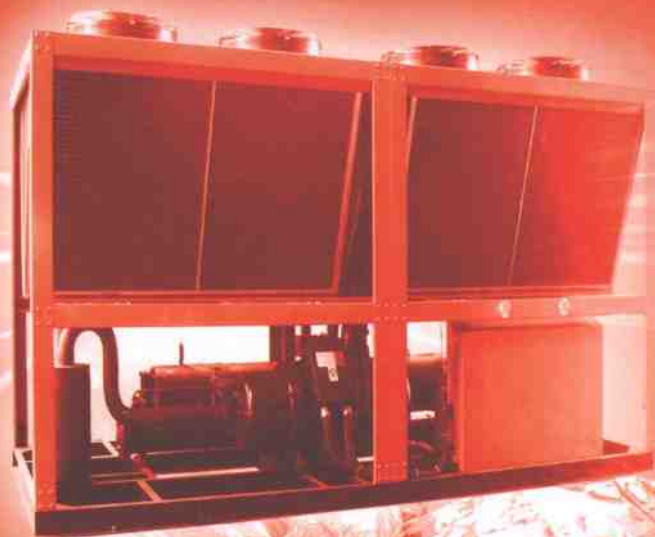


教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
职业院校教学用书（电子技术专业）

# 制冷与制冷设备技术 (第4版)

◎ 金国砥 主 编

◎ 黄华圣 副主编



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

荣获中国电子教育学会首届职业教育电子信息类优秀教材评审一等奖

教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
职业院校教学用书（电子技术专业）

# 制冷与制冷设备技术 (第4版)

主 编 金国砥

副主编 黄华圣

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是职业院校电子信息类实用电子技术专业教材，是为了满足职业技术学校机电类专业进行制冷与制冷设备教学而编写的教材。

本教材内容包括制冷基础知识、制冷设备的结构与原理、制冷系统、电气控制系统、空调器的通风系统、制冷设备的选用与维护、常见故障分析与处理、维修服务与经营管理、电冰箱和空调器基本操作课题十个模块。其中2009年全国职业院校技能大赛（中职组）“制冷与空调设备组装与调试”任务书，可作为进一步提高学生实战水平用。

本书可作为中等职业学校机电技术类、电气技术类和电子技术类的专业教学用书，也可供高等职业学校相关学生、职业技能鉴定人员、电冰箱和空调器工程技术人员参考。

为了方便教师教学，本书还配有电子教学参考资料包（包括教学指南、电子教案和习题答案），详见前言。

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

制冷与制冷设备技术 / 金国砥主编. —4版. —北京: 电子工业出版社, 2010.5  
职业院校教学用书. 电子技术专业  
ISBN 978-7-121-10618-7

I. ①制… II. ①金… III. ①制冷技术—专业学校—教材 ②制冷装置—专业学校—教材 IV. ①TB6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第055928号

策划编辑: 刘永成

责任编辑: 杨宏利 刘永成 特约编辑: 张凯贤

印 刷: 北京丰源印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

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: 787×1092 1/16 印张: 17.5 字数: 441.6千字

印 次: 2010年5月第1次印刷

印 数: 5000册 定价: 27.00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, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

# 再版（第4版）说明

中等职业技术教育是我国职业教育的重要组成部分。其根本任务是培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的技术型应用型人才。近年来，中等职业技术教育发展迅猛，其宏观规模发生了历史性变化。《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》（国发[2002]16号）明确提出，职业教育应“坚持以就业为导向，深化职业教育教学改革”。要加强学生操作技能的训练，在动手实践中锻炼过硬的本领，是提高中职教育水平的关键。

《制冷与制冷设备技术》从职业岗位要求出发，以职业能力和技能培养为核心，涵盖新工艺、新方法、新技术的专业教学意见，在第3版（2007年荣获中国电子教育学会首届职业教育电子信息类优秀教材评审一等奖）的基础上，在广大中等职业学校师生和企业技术人员的支持下编写了第4版教材。

新版（第4版）教材遵循“理论教学‘由外到内’，专业教学‘先会后懂’，工艺操作强调‘习得’，技能训练‘低起点运行，高标准落实’”的原则，继续以能力培养为基本出发点、凸现新知识、新技术和实例。本书在以下几方面作了进一步完善。

（1）在教育目标上突出能力为本的职业教育思想，理论联系实际，以求达到实际应用需求。如带着学生走进“制冷实训场所或修理部门”现场参观学习等内容。

（2）在教学内容上强调与劳动部门的技能鉴定标准紧密相扣，体现学以致用原则，操作性强。在行文中力求文句简练，通俗易懂，图文并茂，使之更具直观性。如教材编写中，增添了工具的基本使用与制冷设备的实际操练（维修）等示意图。

（3）在形式上注意灵活多变，融知识、技能于兴趣之中，如教材中有诗句解释、故事一则、趣味实验、考考你、能源节约、变频新技术、电冰箱和空调器的异常现象，教学仪器装备介绍以及全国技能竞赛掠影等阅读资料。

本书参考时数为144学时。其主要内容包括制冷基础知识，制冷设备的结构与原理、制冷系统、电气控制系统，空调器的通风系统，制冷设备的选用与维护、常见故障分析与处理、维修服务与经营管理，电冰箱和空调器基本操作课题。其中2009年全国职业院校技能大赛（中职组）“制冷与空调设备组装与调试”任务书，可作为提高学生实战操作训练参考。

本书由金国砥任主编、黄华圣任副主编，参加编写的人员还有宋进朝、沈国勇、杨海莲，金成负责插图。在编写中，还得到了浙江天煌科技实业有限公司和杭州钱江制冷集团有限公司等领导和同志的支持和帮助，在此表示衷心的感谢！。

由于编者水平有限，书中存有不足或缺陷之处，恳请读者批评指正。

为了方便教师教学，本书还配有教学指南、电子教案及习题答案（电子版）。请有此需要的教师登录华信教育资源网（[www.hxedu.com.cn](http://www.hxedu.com.cn)）免费注册后再进行下载，有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系（E-mail:[hxedu@phei.com.cn](mailto:hxedu@phei.com.cn)）。

编者

2010年5月

# 目 录

模块一 概述	1
1.1 制冷的物理意义及研究内容	2
1.1.1 “冷”与“制冷”的概念	2
1.1.2 制冷与制冷技术的应用	2
1.1.3 我国的制冷技术	3
1.2 制冷实践操作室的内容与规则	7
1.2.1 制冷实践操作室的内容	7
1.2.2 制冷实践操作室的规则	8
1.3 熟悉实践操作(工作)现场——参观制冷实践操作场所或修理部门	9
思考与练习 1	11
模块二 制冷基础知识	12
2.1 热力学基础	13
2.1.1 表征物质热力学状态的基本参数	13
2.1.2 热力学基本定律	17
2.1.3 常用术语	18
2.1.4 压—焓图及其应用	22
2.2 传热学基础	24
2.2.1 热传导	24
2.2.2 热对流	25
2.2.3 热辐射	25
2.3 制冷的形式与条件	27
2.3.1 制冷的形式	27
2.3.2 制冷的条件	27
2.4 制冷剂、润滑油和载冷剂	28
2.4.1 制冷剂	28
2.4.2 润滑油	33
2.4.3 载冷剂	35
思考与练习 2	37
模块三 制冷设备的结构与原理	38
3.1 电冰箱的基本结构与原理	39
3.1.1 电冰箱的基本组成	39
3.1.2 电冰箱的结构形式	41
3.1.3 电冰箱的制冷原理	44

3.2	空调器的基本结构与原理 .....	45
3.2.1	空调器的基本组成 .....	45
3.2.2	空调器的结构形式 .....	49
3.2.3	空调器的制冷(制热)原理 .....	51
3.3	中小型冷库的结构与原理 .....	55
3.3.1	冷库的基本组成 .....	55
3.3.2	冷库的结构形式 .....	56
3.3.3	冷库的制冷循环 .....	57
	思考与练习 3 .....	59
<b>模块四</b>	<b>制冷设备的制冷系统 .....</b>	<b>60</b>
4.1	制冷系统的基本组成与工作原理 .....	61
4.1.1	制冷系统的基本组成 .....	61
4.1.2	制冷循环的工作过程 .....	61
4.2	压缩机的结构与修理 .....	63
4.2.1	压缩机的功用与分类 .....	63
4.2.2	压缩机的主要结构 .....	64
4.2.3	压缩机的工作过程 .....	70
4.2.4	压缩机的常见故障 .....	74
4.2.5	压缩机的修理 .....	75
4.3	换热器的结构与修理 .....	77
4.3.1	换热器的功用与分类 .....	77
4.3.2	换热器的工作原理 .....	79
4.3.3	换热器的常见故障与修理 .....	80
4.4	过滤装置的结构与修理 .....	81
4.4.1	过滤装置的功用与分类 .....	81
4.4.2	过滤装置的主要结构 .....	81
4.4.3	过滤装置的常见故障与修理 .....	82
4.5	减压元件的结构与修理 .....	82
4.5.1	减压元件的功用与分类 .....	82
4.5.2	减压元件的主要结构 .....	82
4.5.3	减压元件的工作原理 .....	83
4.5.4	减压元件的常见故障与修理 .....	84
4.6	制冷系统维修工具及基本操作 .....	85
4.6.1	工具设备与焊剂焊料 .....	85
4.6.2	铜管加工 .....	93
4.6.3	焊接操作 .....	96
4.6.4	清洗操作 .....	103
4.6.5	试漏与检漏操作 .....	103

4.6.6	抽真空操作 .....	106
4.6.7	充注制冷剂操作 .....	107
4.6.8	添加润滑油操作 .....	109
4.6.9	常见故障及排除方法 .....	110
	思考与练习 4 .....	115
<b>模块五</b>	<b>制冷设备的电气控制系统 .....</b>	<b>117</b>
5.1	检测仪表及使用方法 .....	118
5.1.1	万用表及其使用 .....	118
5.1.2	钳形电流表及其使用 .....	120
5.1.3	兆欧表及其使用 .....	121
5.2	压缩机电机和风扇电机的结构与修理 .....	123
5.2.1	压缩机电机的结构与修理 .....	123
5.2.2	风扇电机的结构与修理 .....	128
5.3	温度控制装置的结构与修理 .....	130
5.3.1	温度控制装置的结构与原理 .....	130
5.3.2	温度控制装置的修理 .....	136
5.4	启动保护装置的结构与修理 .....	137
5.4.1	启动保护装置的结构与原理 .....	137
5.4.2	启动保护装置的修理 .....	142
5.5	继电器、电加热器的结构与修理 .....	144
5.5.1	继电器的结构与修理 .....	144
5.5.2	电加热器的结构与修理 .....	148
5.6	电磁换向阀的结构与故障排除 .....	150
5.6.1	电磁换向阀的结构与修理 .....	150
5.6.2	电磁换向阀的使用与常见故障排除 .....	150
5.7	电气控制线路及其分析 .....	151
5.7.1	电冰箱的电气控制线路 .....	151
5.7.2	空调器的电气控制线路 .....	154
5.7.3	中小型冷库的电气控制线路 .....	158
	思考与练习 5 .....	161
<b>模块六</b>	<b>空调器的通风系统 .....</b>	<b>162</b>
6.1	通风系统的组成与工作过程 .....	163
6.1.1	通风系统的组成 .....	163
6.1.2	通风系统各部分工作过程 .....	163
6.2	风扇的结构与原理 .....	164
6.2.1	贯流式风扇的结构与工作原理 .....	164
6.2.2	轴流式风扇的结构与工作原理 .....	165

6.2.3	离心式风扇的结构与工作原理 .....	166
6.3	风道与空气过滤器 .....	167
6.3.1	风道与风门 .....	167
6.3.2	空气过滤器 .....	168
6.4	通风系统的常见故障及排除 .....	169
6.4.1	通风系统的常见故障 .....	169
6.4.2	通风系统的故障排除 .....	169
	思考与练习 6 .....	170
<b>模块七</b>	<b>制冷设备的选用与维护 .....</b>	<b>171</b>
7.1	电冰箱的选购、放置、使用与维护 .....	172
7.1.1	电冰箱的选购 .....	172
7.1.2	电冰箱的放置、使用和保养 .....	175
7.2	空调器的选购、安装、使用与维护 .....	180
7.2.1	空调器的选购 .....	180
7.2.2	空调器的安装 .....	182
7.2.3	空调器的使用和保养 .....	190
7.3	中小型冷库的选购、放置、使用与维护 .....	199
7.3.1	中小型冷库的选购与建造 .....	199
7.3.2	中小型冷库维护管理 .....	205
	思考与练习 7 .....	206
<b>模块八</b>	<b>制冷设备常见故障分析与处理 .....</b>	<b>208</b>
8.1	故障分析的基本方法 .....	209
8.2	电冰箱常见故障及维修实例 .....	210
8.2.1	电冰箱常见故障及排除方法 .....	210
8.2.2	电冰箱的维修实例 .....	213
8.3	空调器常见故障及维修实例 .....	220
8.3.1	空调器常见故障及排除方法 .....	220
8.3.2	空调器的维修实例 .....	225
8.4	中小型冷库常见故障及维修实例 .....	230
8.4.1	中小型冷库常见故障及排除方法 .....	230
8.4.2	中小型冷库的维修实例 .....	231
	思考与练习 8 .....	232
<b>模块九</b>	<b>制冷设备维修服务与经营管理 .....</b>	<b>234</b>
9.1	制冷设备维修服务人员的必备知识 .....	235
9.1.1	制冷设备维修服务工作 .....	235
9.1.2	制冷设备维修人员的修养 .....	236

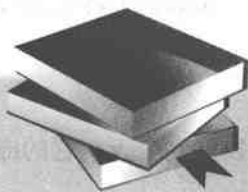


9.1.3	制冷设备维修部必备条件 .....	237
9.2	制冷设备维修服务的经营管理知识 .....	238
9.2.1	组织管理 .....	238
9.2.2	经营管理 .....	238
9.2.3	安全管理 .....	239
9.2.4	质量管理 .....	239
9.2.5	成本核算 .....	240
	思考与练习 9 .....	241
<b>模块十 电冰箱和空调器基本操作课题 .....</b>		<b>242</b>
10.1	电冰箱与空调器基本技能实操课题 .....	243
10.1.1	铜管的加工和焊接 .....	243
10.1.2	电冰箱制冷系统的检漏、干燥、抽真空及充灌制冷剂 .....	244
10.1.3	电冰箱电气控制系统的观察 .....	245
10.1.4	压缩式电冰箱的拆装与维修 .....	246
10.1.5	窗式空调器的拆装与检修 .....	247
10.1.6	分体式空调器的安装 .....	249
10.2	全国“制冷与空调设备组装与调试”大赛简介 .....	250
10.2.1	大赛概况 .....	250
10.2.2	大赛规则 .....	252
10.2.3	大赛任务书 .....	253
10.2.4	大赛记录表 .....	255
10.3	THRHZK—1 型现代制冷与空调系统技能实训装置介绍 .....	259
10.3.1	装置的结构与组成 .....	259
10.3.2	装置能完成的项目 .....	261
<b>附 录 .....</b>		<b>263</b>
<b>附录 A 制冷剂压焓图 .....</b>		<b>263</b>
<b>附录 B 工程单位与国际单位的换算关系 .....</b>		<b>266</b>
B.1	常用符号 .....	266
B.2	换算关系 .....	266
<b>参考文献 .....</b>		<b>267</b>

# 模块一 概述

## 内容提要

- “冷”与“制冷”的概念
- 制冷与制冷技术在国民经济各部门中的应用
- 我国的制冷技术
- 制冷实践操作室的内容与规则



随着科学技术的发展,制冷在石油化工、医学卫生、工业生产、工厂施工、各种低温科学试验、航天技术以及人们的日常生活中都得到越来越广泛的应用。“制冷与制冷设备技术”已成为中等职业技术学校教学中不可缺少的一门专业课程。

通过讲解,了解课程教学的性质与内容,以及制冷实践操作室的规则,树立安全与规范操作的职业意识;通过现场观看,认识制冷实操室的设备、仪器仪表及工具,明确学习目标、培养学习兴趣。



## 1.1 制冷的物理意义及研究内容

### 1.1.1 “冷”与“制冷”的概念

在自然界,热量总是从温度高的物体传向温度低的物体,或者由物体的高温部分传向低温部分。这就是自然冷却的规律。自然冷却的程度受周围介质温度的影响,冬天可以将物体自然冷却到较低的温度,而在夏天,自然冷却达到的极限温度就较高。要想把某物体的温度降低到它周围介质的温度之下,只能借助于人工冷却的方法。

“冷”是指物质温度的高低。冷却就是除去物体的热量。冷却过程中常伴随着温度的降低。

在制冷技术中,所谓“制冷”就是指用人为的方法不断地将热量从冷却对象排放到周围环境介质(一般指空气和水)中去,而使被冷却的对象达到比周围环境介质更低的温度,并且在一个较长的时间内维持所规定的温度的过程。例如在电冰箱中,制冷是指将温度为 $10^{\circ}\text{C}$ 或更高的物质降为温度为 $0^{\circ}\text{C}$ 以下的物质,给以冷藏冷冻的过程。

制冷技术就是研究人工冷却的一门科学。其研究范围包括制冷过程、制冷过程热力学原理和传热原理,以及制冷机器与设备的构造、性能、操作与维修等技术。

按照生产、科研或生活上的需要和制冷所达到的低温范围,制冷又可以分为普通制冷( $120\text{K}$ 以上)、深度制冷(简称深冷 $120\sim 20\text{K}$ )、低温制冷( $20\sim 0.3\text{K}$ )和超低温制冷( $0.3\text{K}$ 以下)几个领域。由于低温范围不同,所使用的工质、机器设备、采取的制冷方式及其所依据的原理有很大的差别。本教材主要涉及普通制冷的领域。

### 1.1.2 制冷与制冷技术的应用

制冷最早是用来保存食品和调节一定空间的温度。制冷技术发展到今天,它的应用已渗透到国民经济的各个部门及人们的日常生活中,见表1-1。

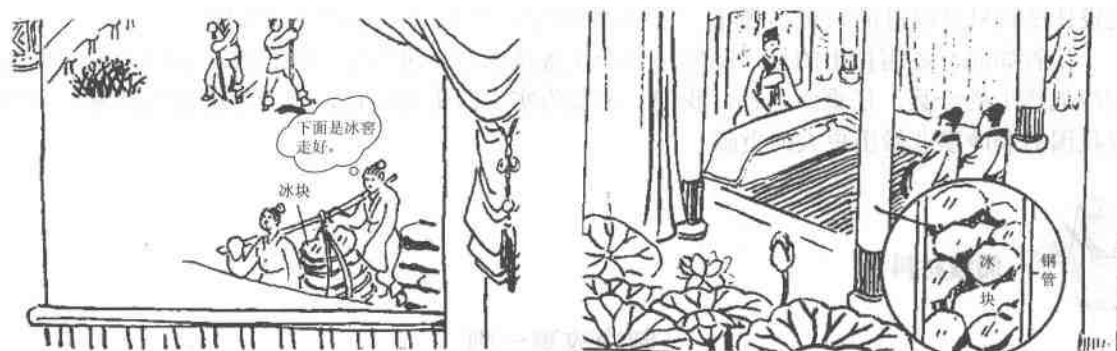
表 1-1 制冷与制冷技术的应用

应用领域	举 例
工业	<p>①在钢铁制造工业中,利用制冷技术对钢铁材料进行低温处理。</p> <p>②在商业、食品工业中,对易腐食品——鱼、肉、蛋、果类、蔬菜等,进行冷加工、冷藏及冷藏运输,以减少生产和分配中的食品损耗,保证各个季节市场的均衡销售。现代化的食品工业,从食品生产、储运到销售已经形成一条完整的制冷链。所采用的制冷装置有冷库、冷藏汽车、冷藏船以及冷藏列车等。另外,还有供食品零售商店、食堂、餐厅等用的商业冷藏柜,各类冷饮设备和各种带有制冷设备的商品陈列柜。</p> <p>③在化学、制药工业中,利用冷却方法去液化蒸气和其他气体、浓缩或分离混合的液体或气体、盐类的结晶等。</p> <p>④在建筑、矿井工程中,利用制冷技术进行冻土法开采土方和矿井冻土护壁</p>
农业	利用低温培植技术培育出耐寒新品种
科研	利用制冷技术,研究低温对某种物质的影响,低温对隔热建筑材料、金属材料、橡胶制品等的作用,研究某些发动机在低温条件下的工作状况,检查低温条件下各种航空仪表的正确性,另外是各种科研工作中所需的低温试验室
日常生活	<p>①利用制冷技术,除提供家用电冰箱、冷藏柜、低温冷藏箱外,还为人们生活和工作创造舒适环境提供设备,例如宾馆、剧场、地下铁道、大型公共建筑、汽车、办公室、居民住宅等的空调设备。</p> <p>②为人们提供人造滑冰场等</p>

应用领域	举 例
医疗卫生	在医疗卫生中, 冷冻治疗在临床上有广泛应用, 如白内障、扁桃腺的切除手术及低温麻醉等, 均需要制冷技术, 除了低温保存药品外, 还用冻结真空干燥法保存血液及皮肤等

### 1.1.3 我国的制冷技术

我国是一个文明古国。勤劳、勇敢的中国人民, 在古代就有许多发明创造, 曾为人类社会的进步做出了卓越的贡献。早在三千年前的周朝, 我国人民就知道利用天然冰块来冷藏食品和制作清凉饮料。《诗经》中曾这样描写当时奴隶储冰劳动的情景: “二之日凿冰冲冲, 三之日纳入凌阴。”古代的凌阴, 指冰窖。汉朝的《周礼》中就记载了周朝有专管冰的凌人官吏。随着封建社会取代奴隶社会, 社会前进了一大步, 天然用冰制冷技术也有了发展。《汉书·艺文志》上载道, 春秋时期, 秦国皇家造有一座冰宫, 冰宫中的大立柱是用铜管制作的, 每逢夏天, 在每根铜柱中放入冰块, 用以降低宫廷温度。魏国曹植在《大暑赋》中曾有这样的诗句: “积素冰于幽馆, 气飞积而为霜。”这表明我国古代就懂得冰的利用, 如图 1-1 所示。



(a) 冬天, 冰工凿冰进冰窖

(b) 夏天, 冰投铜柱调室温

图 1-1 冰的应用



#### 阅读材料

#### 诗句解释

“二之日凿冰冲冲, 三之日纳入凌阴”。

《诗经国风今译》为:

腊月里把冰砖冲冲地击捣,  
正月间将冰砖块块藏地窖。

在唐朝, 长安市场出现了冷饮。《唐摭言》云: “蒯人为商, 卖冰于市”。那时有名的“槐叶冷淘”就是用槐叶汁加糖经冰镇制成的。诗人杜甫食后诗兴大发, 赞叹道: “青青高槐叶, 采摘付中厨, 经齿冷于雪, 劝人投此珠。”元朝初, 意大利著名旅游家马可·波罗曾来我国长期居住, 并把冷饮生产技术带回意大利, 传向欧洲。

由于天然冰在采集、保存、使用等环节存在种种限制, 促使人们对人工制冷的研究。



1755年, 化学教授库仑在爱丁堡利用乙醚蒸发制出了冰。他的学生布拉克又从本质上解释了融化和汽化现象, 导出了潜热的概念。美国发明家波尔斯, 1834年在伦敦造出了第一台以乙醚为工质的蒸气压缩机, 之后, 卡列和林德又以氨代替了乙醚。从1910年冰箱的问世, 到1930年氟利昂制冷工质的出现和氟利昂制冷机的使用……, 制冷技术有了突破性的进展。

照理说, 我国古代劳动人民所开创的应用天然冰制冷技术应逐步向人工制冷方面发展。但是, 由于我国长期的封建统治束缚了人们的手脚, 禁锢着变革步伐, 阻碍我国制冷技术的发展, 且延续至半封建半殖民地的国民党统治时期。当时, 我国仅上海、天津、汉口、南京几个城市有少数冷库, 总库容量也不过三千吨, 还大都掌握在外国资本家手中, 成为他们掠夺中国农副产品的据点。上海仅有的几家小“冰箱厂”也只能依靠进口设备、零件, 搞些修修补补, 为官僚买办、剥削阶级服务。至于制冷专业教育和科学研究则完全空白。

解放后, 在中国共产党领导下, 我国制冷事业得到迅速发展。制冷制造工业从无到有, 从小到大、从仿制到自行设计, 正在不断地茁壮成长。我国从1954年起制造出制冷机, 到1958年已有很大发展。20世纪60年代, 在我国各大城市差不多都建立了制冷机厂。1964年我国制冷工业开始走上自行设计的道路, 有五种缸径的活塞式制冷压缩机22个品种, 最大标准制冷量为每小时44万千卡。全封闭式压缩机系列的设计工作、蒸喷式制冷机的制作、溴化锂吸收式制冷机的设计试制和空调机的研制等都有了很大的进展, 形成了一定的生产规模。

尽管如此, 还需指出的是, 制冷与制冷设备技术与先进国家相比仍有一定的差距, 作为制冷战线上的一兵, 任重而道远, 我们一定要为实现四个现代化, 努力学好这门技术, 为发展我国的制冷事业做出更大的贡献。



阅读材料

制冷故事一则

1881年7月某天, 气候火热高温。美国总统格菲尔外出, 在华盛顿车站突然遭到歹徒枪击, 生命危在旦夕, 如图1-2所示。

为了挽救总统生命需降低室内温度, 矿山多西技师搬来压缩机、皮管等利用压缩空气的还原会产生冷却效应的原理, 将皮管通入病房吸取热量, 达到降低室内温度的目的。进而演变和生产了世界上第一台最原始的空调器。图1-3所示, 是多西技师苦思降温办法。



图1-2 总统外出遭枪击



图1-3 多西技师苦思降温办法



## 阅读材料

# 制冷技术应用迅猛发展

### 1. 应用于冰箱上的新技术

(1) 节省空间、两极化 大容积的电冰箱有明显的发展趋势,即一方面向大容积方向发展,另一方面有计划地减少小容积冰箱的生产。以日本为例,1990年日本冰箱需求量为460万台,其中,300~400L的用户占28%,400L以上用户占16%;1991年300~400L的用户分别为23%和22%;1990年350~380L的用户占31%,400~420L的用户占25%;1991年350~380L的用户降为21%,400~420L的用户升为48%。据预测:大容积电冰箱的市场购买率可望继续增长。

近年来,日本公司通过开发新型隔热材料,增加了内部有效容积。例如夏普公司的电冰箱,过去采用聚氨酯发泡隔热,冷冻室壁厚55mm。新开发的、取代聚氨酯的第三代真空隔热材料的电冰箱,使其冷冻室壁厚从55mm减到28mm,而隔热性能为聚氨酯电冰箱的2.5倍以上。

(2) 方便实用、多功能化 从消费者的实际出发,为了适应在不同温度下贮存不同食品,日本各公司开发了多种箱室的电冰箱,它可以根据食品的种类,分别放到电冰箱内最适宜贮存这种食品的贮存室中贮存,以满足人们追求食品味道、营养成分不损失的需要。如:电冰箱的快速冷冻室通过制冷压缩机连续运转,向室内送入-40~-55℃的最大冰结生成带,可以防止冷冻时食品细胞的破坏、不损食品中的营养成分,这样既保鲜、又冷冻。又如:多功能室(或称选择室)的电冰箱,它可以根据用户的需要,进行冷冻、激冷、冷藏的转换。此外,美国whiripooi公司还研制出了一种0℃箱室与真空技术结合的非冻结保鲜室的电冰箱,它是通过电子控制技术保持该室的温度及真空。其保鲜时间是普通电冰箱冷藏室的4倍,是0℃激冷室的2倍。

(3) 净化环境、“绿色化” 从目前的制冷实际(电冰箱生产过程中大多使用发泡剂R11和选用制冷剂R12,它们都是破坏臭氧层的氟氯烃物质)出发,为了保护环境、净化环境,避免臭氧层遭到破坏。按照《蒙特利尔议定书》的有关条款,将禁用CFCs。为此,各国都致力于CFCs物质的替代研究工作,并将替代后的冰箱命名为“绿色冰箱”。例如夏普公司的SJ-N45M的电冰箱和松下公司出售的NR-C31F1、NR-B26F电冰箱就是使用HFC-134a替代制冷剂R12,用HCFC-141b替代发泡剂R11以及NR-D14E1电冰箱使用HFC-134a替代R12,用无氟里昂的新发泡剂环戊烷替代R11,均做到对臭氧层没有破坏的效果。

(4) 降低噪声、节省能源 德国Bosch-Siemens公司采用真空隔热方式,可使电冰箱热负荷降低20%~30%。如果采用双重门封,电冰箱热负荷(漏热量)可望进一步降低。为节省能源,法国BJM公司还研制出一种利用白天与黑夜有无阳光的交替,使制冷系统中的微粒活性炭和甲醇结合与分离的循环过程,实现制冷的冰箱等。

(5) 人机对话、智能化 微电脑数控技术是电冰箱发展的高端技术,带数字控温技术的冰箱将成为新一轮的消费主流。最近,“华凌”成功地推出了“数码精控”冰箱系列产品,它集精度控温、恒温保鲜、超级节能和人机对话于一身,功能特点超越其他普通电冰箱,而成为冰箱市场的一道新亮点。它不仅能接受人的命令,又能自我思虑和反应。

此外,还有自动除臭、模糊控制和神经系统除霜等等。

除臭:除臭方式有光能除臭、电子除臭等。光能除臭是用风扇把箱内的冷气吹向蜂窝状活性炭(过滤器),吸附臭气,净化过的空气再送回冰箱内。用过一段时间的活性炭,可用紫外线照射活性炭上的光催化剂,使其产生氢氧根,使吸附在活性炭上的臭气分解,活性炭随之复原。这种除臭方式可在20min内除去80%的臭气。电子除臭是在陶瓷电极板上加高压,使其放电产生臭氧,臭氧与臭气作用,使其分解除臭。

模糊控制:模糊控制的电冰箱是用11个传感器检测箱内温度,进行自动调节箱温的。当箱门开关次数



多时,放入温热的食品多时,立刻进行快速冷却,以防止箱内温度升高。由于能按照箱内的食品量、季节、环境温度进行精确的温度控制,因此,箱内能经常保持在最佳温度状态下。例如,NEC 家电公司生产的模糊控制的电冰箱。

神经系统除霜:带有神经系统除霜的电冰箱是利用神经系统认知、记忆每天箱门的启闭情况,按照每个家庭的使用方式,进行高效、精确的运转。例如,夏普、NEC 家电公司生产的带有神经系统除霜的电冰箱。

## 2. 应用于空调器上的新技术

### (1) 空气清新技术

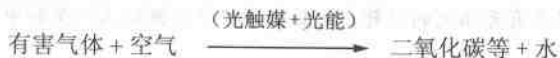
①负离子发生器的应用 负离子(主要是负氧离子)对人类健康有益。它被人体吸收后,会加快呼吸道纤维毛组织的运动,增加体内血液中血红蛋白的含量,降低血糖,对神经系统起镇静作用,以预防神经衰弱,提高免疫系统机能;它与空气中的烟尘、灰尘颗粒结合,使其带负电,由于静电作用,烟尘、灰尘等颗粒被地面吸收,产生沉淀。

负离子存在自然界,如雷电过后,因为空气中有雷电产生的大量负离子,会使室外空气变得非常清新;又如,在海边,因为海洋中频繁的雷电和海浪涌动产生大量负离子,又被海风吹向海边,使海边空气格外清新。制冷设备是利用负离子发生器,通过尖端电晕放电产生负离子,实现清新空气的,例如日本三洋、柯罗那公司生产的一些设备就是利用它来除臭、清新空气的。负离子发生器电原理,如图1-4所示。



图 1-4 负离子发生器电路原理图

②光触媒除臭器的应用 光触媒实质是一种催化剂,它能强烈吸收光线中的紫外线,除去空气中的有害物质。即:它在吸收紫外线后,分子运动会变得剧烈,成为激发态,而本身物质不变。当空气中有异味的有害物质(如氨、甲醛、工酸)经过光触媒时,会与激发态光触媒发生碰撞,产生光解离反应,将异味的有害物质分解为无害物质(如 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 等物质)。它分解除臭过程如下:



(2)变频技术的应用 变频空调器的特点是通过频率的变化,使制冷压缩机的转速在较宽的范围内改变,从而使制冷设备的制冷(热)量得到较大的幅度的调节,同时也节约了电能。例如,日本28IUTR空调器使用三菱电动机采用新的AS变频技术后,每年可节约电费30%左右。简言之,利用变频技术的空调器具有节能、低电压启动,启动后能以高频运行,快速接近设定温度和低环境下的强劲制热效果。

(3)神经系统和模糊控制技术的应用 神经系统和模糊控制技术可以判断空调房间的各种条件,进行非常细微的温度控制,使空调房间最舒适。神经系统自动运转是用传感器感知室内温度、湿度、有无太阳照射,人的活动量、气压变化等信息实现的。模糊控制运转能认知外界气温的变化和使用者的“热”、“冷”感,从下次运转开始,自动调整到使用者需要的状态,经常做到与使用者的感觉相吻合。如果运转状态改变了,通过模糊控制,迅速在新的设定温度下运转。

为提高人脚下的舒适性,三洋、NEC公司采用直接捕捉地面温度,通过与遥控检测的室温对照,进行



平衡性的运转,提高脚底下的舒适性。例如制热时,地面传感器发现脚下温度降低,立即通过神经系统向地面送热风,使脚下温度提高 $2^{\circ}\text{C}$ 左右,而当室温稳定时,自动控制气流方向,使人避开不舒服的直吹风。制冷时,当室温与地间温度之差超过 $1^{\circ}\text{C}$ 时,即向水平方吹冷风。冷风不送到脚下,以防脚下过冷。

上海日立“凉霸”空调器采用模糊控制,高效节能,具有除湿、睡眠功能、噪声低。

(4)采用新型压缩机技术的应用 东芝、柯罗娜等公司采用双转子压缩机,把旋转压缩机的转子做成两个,两个转子交替转动,通过配置平衡性好的转轴,做到了减少振动,降低噪声,提高效率。

双转子压缩机空调器具有功率大,能力可调范围宽、噪声低和经济性好的特点:

①功率大,能力可调范围宽 东芝公司的空调器,制冷时最大功率可达 $3.5\text{kW}$ ,低温时制热能力达 $4.4\text{kW}$ 。无论是夏天还是冬天,均可以使空调房间温度迅速接近设定温度。达到设定温度后,空调器可进行非常细致的最小能力运转,制冷时的最小能力为 $0.3\text{kW}$ 。这样,当达到设定温度后,可以控制空调器的开、停运转,减少室温波动,保持室内温度的稳定。

②噪声低 由于双转子压缩机振动小,东芝等公司的空调器室外机组在运转时噪声只有 $38\text{dB}$ ,室内机组运转噪声 $34\text{dB}$ ,丝毫不影响人们的睡眠。

③经济性好 东芝公司配备双转子压缩机的28IUTR空调器在 $4.2\text{kW}$ 额定制热工况下,消耗电能 $1110\text{W}$ ,比该公司未配备双转子压缩机的28IPTR空调器消耗电能降低 $70\text{W}$ ,比S28IVIR空调器消耗电能降低 $175\text{W}$ 。此外,28IUTR空调器上部装有双百叶窗,其吸气效率大大提高,风量加大、缩短了制冷时达到设定温度的时间。制热时能有效地吸收天花板附近的热气,以改善室内上下部温度的不均匀性,提高了舒适性,同时也提高了制冷制热效率,经济性好。柯罗娜公司的双转子压缩机空调器采用平滑控制交流波形的16位微机,实现了宁静稳定的运转。

此外,还有体感控制和人感控制技术、电脑集中控制技术、急冷/急热技术等。

体感控制技术:体感控制技术是通过装在遥控器上的感温元件,感知室内人们活动范围内的温度,并将信息发射到主机接收器上,使主机随时调整运行状态,实现真正的体感温度控制,舒适自动化。

人感控制技术:人感控制技术是利用双红外感应器探测人的方位,自动调节送风方向(左送风、中送风、右送风或全方位送风),风随人行。

电脑集中控制技术:集中控制电脑将安装在房间的多台空调构成一个完整的系统,可监视系统中任意一台空调器的状况并进行控制,使用者亦可通过面板按键或红外遥控器进行单独控制。

急冷/急热技术:只需按下急冷/急热功能键,夏天,空调会以最强制冷状态运行,急速降温。冬天,空调将以最佳制热状态运行,使房间迅速变得温暖如春。

总之,制冷设备新技术的应用,正朝着健康化(从追求温度到追求健康)、节能环保化(从定频到变频到数字直流变频的发展)、人性化(使用方便,人机互动对话是提高层次的要求)和网络化(c-@ir空调时代)的方向发展,它的产品档次也不断地提高、功能不断地完善。

## 1.2 制冷实践操作室的内容与规则

### 1.2.1 制冷实践操作室的内容

制冷实践操作(实习)室是对制冷设备进行组装、调测的场所,它有别其他教育教学环境。制冷实践操作室(实习)的操练内容主要有:

(1)熟悉电冰箱、空调器和冷库等设备的结构原理;





- (2) 熟悉制冷系统的基本组成及其部件;
- (3) 熟悉电气系统的基本组成及其部件;
- (4) 熟悉焊接、检漏、抽真空、清洗、制冷剂充注等设备;
- (5) 熟悉各种实践操作工具和教仪设备;
- (6) 掌握电冰箱、空调器和冷库制冷系统的组装;
- (7) 掌握电冰箱、空调器和冷库制修理技能,如焊接、检漏、抽真空、清洗、制冷剂充注等基本操作技能;
- (8) 熟悉电冰箱、空调器和冷库常见故障的分析方法和维修技能。

### 1.2.2 制冷实践操作室的规则

制冷实践操作室是个特定的教学场所,它不仅要学生认真学习、勤于思考、勤于动手,一丝不苟的工作作风,强化纪律观念,养成爱护公共财物和爱惜劳动成果的习惯,而且还要提倡团队协作、规范实践操作、注意安全的意识。为此,要求学生在实践操作时严格遵守以下规则:

#### 1. 实训纪律

- (1) 不迟到、不早退、不旷课,做到有事请假。
- (2) 制冷实践操作室内保持安静,不大声喧哗、嬉笑和吵闹,不做与实习无关的事。
- (3) 尊重和服从指导教师(师傅)的统一安排和领导,“动脑又动手”,认真学、踏实干。

#### 2. 岗位责任

实践操作(实习)期间,实行“三定二负责”(即定人、定位、定设备,工具负责保管、设备负责保养),做到不允许擅自调换工位和设备,不随便走动。

#### 3. 安全操作

- (1) 实践操作(实习)场所保持整齐清洁,一切材料、工具和设备放置稳当、安全、有序。
- (2) 未经指导教师(师傅)允许,不准擅自使用工具、仪表和设备。
- (3) 工具、仪表和设备在使用前,做到认真检查,严格按照操作规程。如果发现工具、仪表或设备问题应立即报告。

#### 4. 工具保管

- (1) 工具、仪表借用必须办妥借用手续,做到用后及时归还,不私自存放,妨碍别人使用。
- (2) 对于易耗工具的更换,必须执行以坏换新的制度。
- (3) 每次实践操作(实习)结束后,清点仪器工具、擦干净、办好上缴手续。若有损坏或遗失,根据具体情况赔偿并扣分。

#### 5. 工场卫生

(1) 实践操作(实习)场所要做到“三光”,即地面光、工作台光、机器设备光,以保证实训场所的整洁、有序。

(2) 设备、仪表、工具一定要健全保养,做到经常检查、擦洗,以保证实训(实习)的正常进行。

(3) 实践操作(实习)结束后,要及时清除各种污物,不准随便乱倒。对乱扔乱倒,值日卫生打扫不干净者,学生干部要协助指导教师(师傅)一起帮助和教育,以保证实践操作