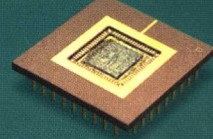


教育部规划教材

职业学校电子电器专业

(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

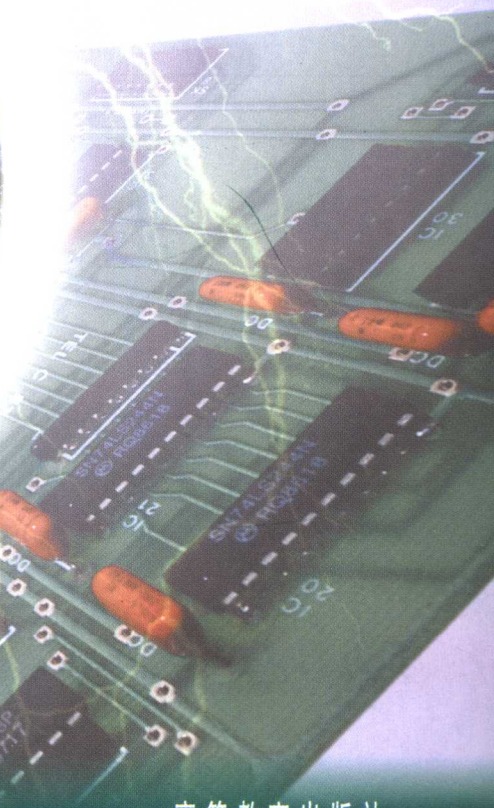


制冷与空调设备原理与维修

(第二版)

全国职业学校电子电器专业教材编写组编

李佐周 主编



高等教育出版社

教育部规划教材
职业学校电子电器专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

制冷与空调设备原理与维修

第二版

全国职业学校电子电器专业教材编写组编
李佐周 主编

高等教育出版社

内容简介

本书在简明讲述制冷与空调技术必需的基本理论知识的基础上,系统地介绍了制冷与空气调节原理,常用的制冷与空调系统(包括冷库、汽车空调和中央空调),制冷与空调设备(包括电冰箱、空调机和冷水机组等整机及主要组件和附属设备)的结构、性能、控制、安装、调试、运行及维修方法,并对其控制电路作了较详细的分析,此外还对小型冷库和中央空调系统的设计作了介绍,并结合实际较详细地介绍了近年来制冷与空调技术的新进展。全书以科龙、格力、三菱、海尔、东芝、日立、开利等国内流行的先进机型与设备为实例,突出实用技术。

本书可作各类职业技术学院的制冷与空调专业课教材,也可供普通高等院校相关专业选用,还可作为制冷与空调行业的技术人员、中高级技工和技师岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

制冷与空调设备原理与维修/李佐周主编. —2版.
北京:高等教育出版社,2006.5
ISBN 7-04-018383-8

I. 制... II. 李... III. ①制冷装置-专业学校-教材②空气调节设备-专业学校-教材 IV. TB657

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第148244号

策划编辑 李宇峰 责任编辑 李京平 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 王艳红 责任校对 金辉 责任印制 尤静

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网址	http://www.hep.edu.cn
总机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印刷	北京乾洋印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开本	787×1092 1/16	版次	1991年6月第1版
印张	34.5		2006年5月第2版
字数	860 000	印次	2006年5月第1次印刷
插页	3	定价	43.20元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18383-00

第二版前言

本书是适应现代制冷空调技术发展水平的职业技术教育用书,通用性较强,可作为各类职业技术学院的制冷与空调专业课教材,也可供普通高等学校相关专业选用,还可作为制冷与空调行业技术人员、中级和高级技工、技师岗位培训用书。

本书保留了第一版的框架、基本内容和理论联系实际、突出实用技术的特色,适当降低了理论难度,删除了一些陈旧过时的资料,充实了设备保养维修的知识(如现时令人重视的制冷剂回收、中央空调水处理及水系统和风系统的清洗消毒等)。本书用较大篇幅增补介绍了近年来制冷与空调技术的新进展及应用,包括:适应环保要求的新型制冷剂及工质替代中的技术问题(包括工质替代后维修应注意事项),制冷与空调设备的微机控制、变频控制原理及维修,汽车空调全自动控制(ECU)原理与维修,中央空调水蓄冷和智能节电控制系统,商用和家用小型中央空调的数码涡旋压缩变容控制,提高房间空调器能效比采用的并联储流双循环系统、高效环保制冷剂、全直流调速及增强换热效率的技术措施,吸收—热泵式新型除湿—制冷系统等。这些新技术的介绍都和国内制冷与空调企业自主开发的新一代典型产品相结合,突出了实用性。

本书以多种国内流行的制冷与空调设备为实例,突出了实用性,为保持与厂家的图纸一致,未对各厂家的控制电路图进行规范化处理,有些图形符号与国家标准不符,标注也不规范,如C1 220、C8 0.1、R1 560、R2 3k、R7 8.2M等,分别表示220 pF、0.1 μ F、560 Ω 、3k Ω 、8M Ω ,特此说明。考虑到以前出版的有关制冷与空调技术书籍中常使用工程单位,本书也保留了部分工程单位,以便读者对照相关技术资料学习。本书附录中列有国际单位制单位与工程单位制单位换算表,供读者查阅。

广东工业大学李佐周教授负责主持这次修订。参与修订的人员及承担的章节内容是:陈海清(第八章、第十一章及中央空调节能控制、数码涡旋压缩变容控制、汽车空调 ECU 控制等)、刘苑平(第九章及空调制冷设备的微机控制和变频控制等)、陈文聪(第二章及新型环保制冷剂和替代中的技术问题等),其余由李佐周承担。全书由李佐周统稿。

广东省制冷学会副理事长、高级工程师刘彦华先生审阅了本书。刘先生认真细致地审阅了本书的全部修订文稿(含图表),指正错漏,对宜充实或增补的内容提出了许多宝贵的建议,以他长期从事制冷与空调专业技术工作所积累的丰富经验和卓越学识帮助编著者顺利完成了这次修订任务,特此表示衷心的感谢。

广东工业大学物理与光电工程学院、广东省制冷学会、广东科龙电器股份有限公司、珠海格力电器股份有限公司、广东申菱空调设备有限公司、珠海福士得制冷设备有限公司、珠海科添节能科技有限公司、广州市澳菱冷却塔有限公司和广州市天河工程师协会等单位对本书的修订提供了宝贵的支持,在此表示深切的谢意。

编者水平有限,书中仍难免存在疏漏和错误,恳请读者批评指正。

编著者

2005年11月

第一版前言

本书系职业技术教育用书,可作各类职业技术学校的制冷与空调专业课教材,也可供大专院校相关专业选用,还可作制冷与空调行业的技术人员,中、高级维修工岗位培训用书。

鉴于各类职业技术学校或岗位培训班的教学安排中,一般不单独开设制冷与空调技术的专业基础课程,因此,本教材在第一章简明讲述了学习制冷与空调技术所必需的流体力学和热工理论基础知识。按照职业技术教育的特点,本教材对理论基础知识的阐述,力求加强针对性、应用性和提高可接受性,注意循序渐进、深浅适度,避免不必要的和较为繁难的数学推导,紧密联系实际讲清需要的基本概念、规律和应用方法。

职业技术教育培养的是应用型工程技术人才。据此,本教材用主要篇幅系统介绍制冷与空调调节原理,常用的制冷与空调系统(包括冷库、汽车空调和中央空调),制冷与空调设备(包括电冰箱、空调机和冷水机组等整机及主要组件和附属设备)的结构、性能、控制、安装、调试、运行及维修方法。还对小型冷库和中央空调系统,简要介绍了设计方面的基本知识。

制冷和空调设备或系统的可靠、安全运行及节能,以及对故障的分析和判断,都与电气控制紧密相关,并且自动控制的程度日益提高。因此,本教材用两章集中介绍了制冷与空调的控制器件及电路,并对控制电路作了较为详细的分析。

本书中选用了一些国内流行的先进机型。这些机型的厂家产品图所选用的图形标准不尽相同。为了使读者在实际维修中与厂家产品图对照,本书对不同机型的原理图未作统一要求,特此说明。

本课程课内的教学参考学时数约 215 课时,建议按如下方案分配:

章序号	课时	章序号	课时	章序号	课时
绪论	4	四	18	八	18
一	32	五	25	九	22
二	15	六	14	十	20
三	13	七	18	十一	10
机动 6			共计 215		

不同学校的专业方向不尽相同,因此,不要求每个学校都全面讲授本教材的全部内容。各个学校可按专业需要重点选讲部分章节;其余内容略讲,或布置学生课外自学阅读;完全不需要的可删去不讲。

为提高教学效率和保证教学质量,建议本课程的教学尽量采用大的教学挂图、模型、实物和电化教学手段。此外,本课程仅仅依靠教师的课内讲授是不能较好地完成教学任务的,还需要努力创造条件,让学生多作参观和实习。

本教材由华南建设学院李佐周副教授、广东省二轻职工大学卫宏毅副教授、轻工业部广州电

器科学研究所岑铭伦高级工程师等编著。参与编写工作的还有深圳市职工中专王伟杰老师、华南建设学院吴继红老师和郭晶老师以及金海华、何铭、赵景昌、李绍培、杨振伟、岑宇慧、谢军、陈小珊、王振华、周志敏、李琦、张家欣、梁铭红、周伟强、叶飞勇等。其中,李佐周编写了绪论, § 1, § 2, § 3, § 4.4、§ 4.5, § 6, § 7, § 8.5(部分) § 9, § 10.2、§ 10.3、§ 10.5, § 11,附录;卫宏毅编写了 § 5, § 10.4;岑铭伦编写了 § 4.1 ~ § 4.3, § 8.1 ~ § 8.4、§ 8.5(部分)、§ 8.6, § 10.1。李佐周副教授担任本书的主编。

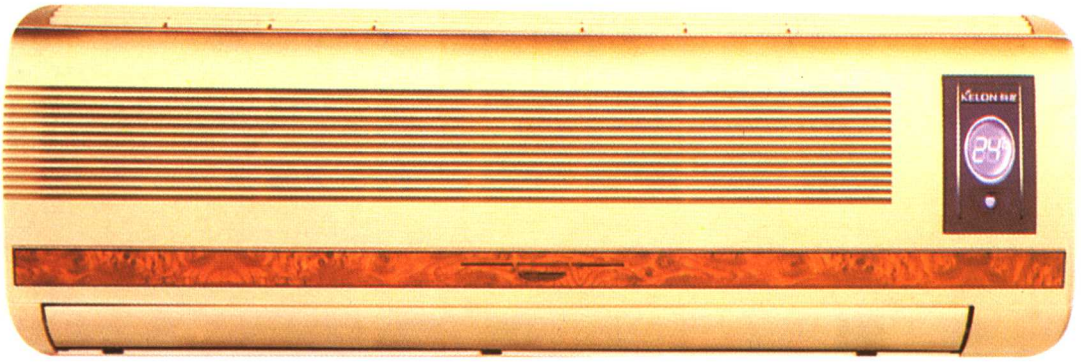
广东省制冷学会理事詹镜铭高级工程师担任本书主审,对本书作了初审和复审;参加审稿工作的还有王伦。

本教材在编著过程中,得到广东省高等教育局成人教育办公室、广东省制冷学会、华南建设学院、广东省二轻职工大学、轻工部广州电器科学研究所、深圳市职工中专、广东华宝空调器厂、华南空调制冷实业有限公司、广东三宁制冷企业集团、美国亚联空调制冷设备供应公司广州办事处等单位的指导和支持,在此表示深切的谢意。

作者水平有限,书中难免有错漏之处,敬请专家和读者指正。

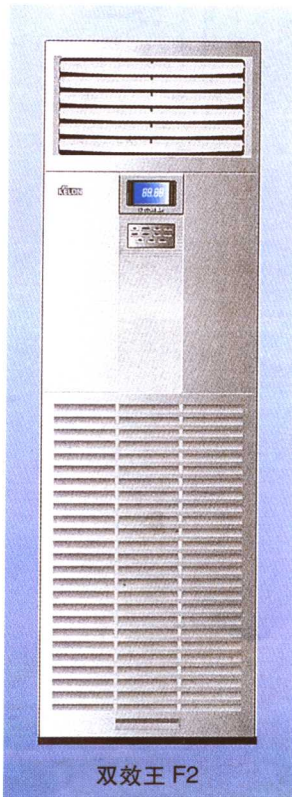
编著者

1993年9月



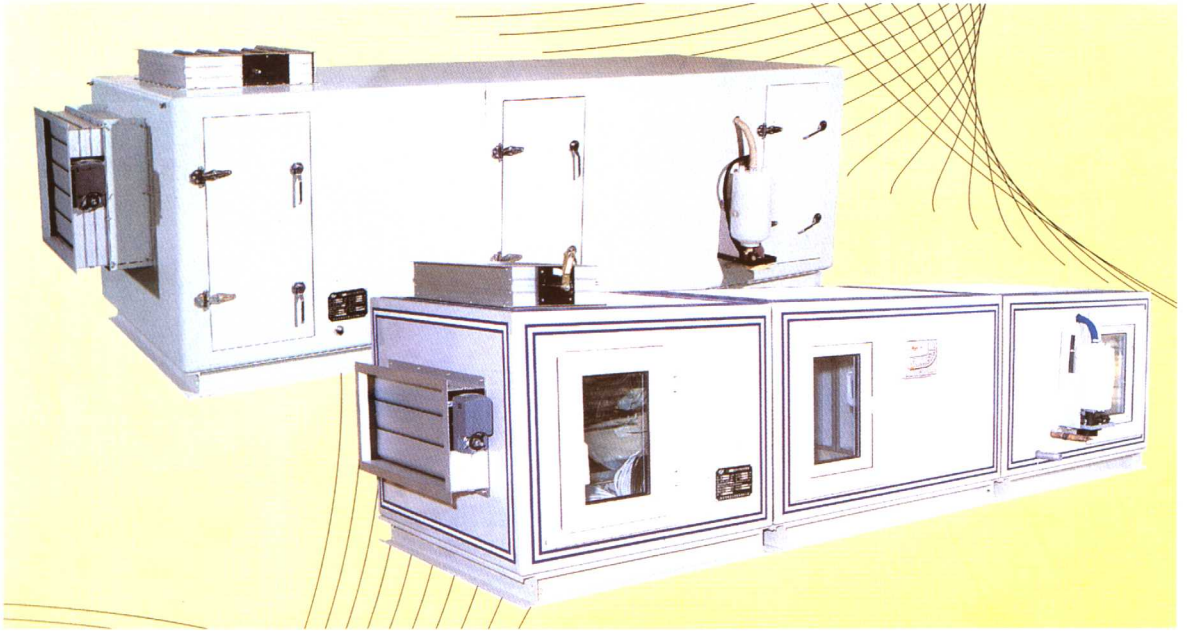
能效比	EER 7.0
	COP 6.15

双效王 K10

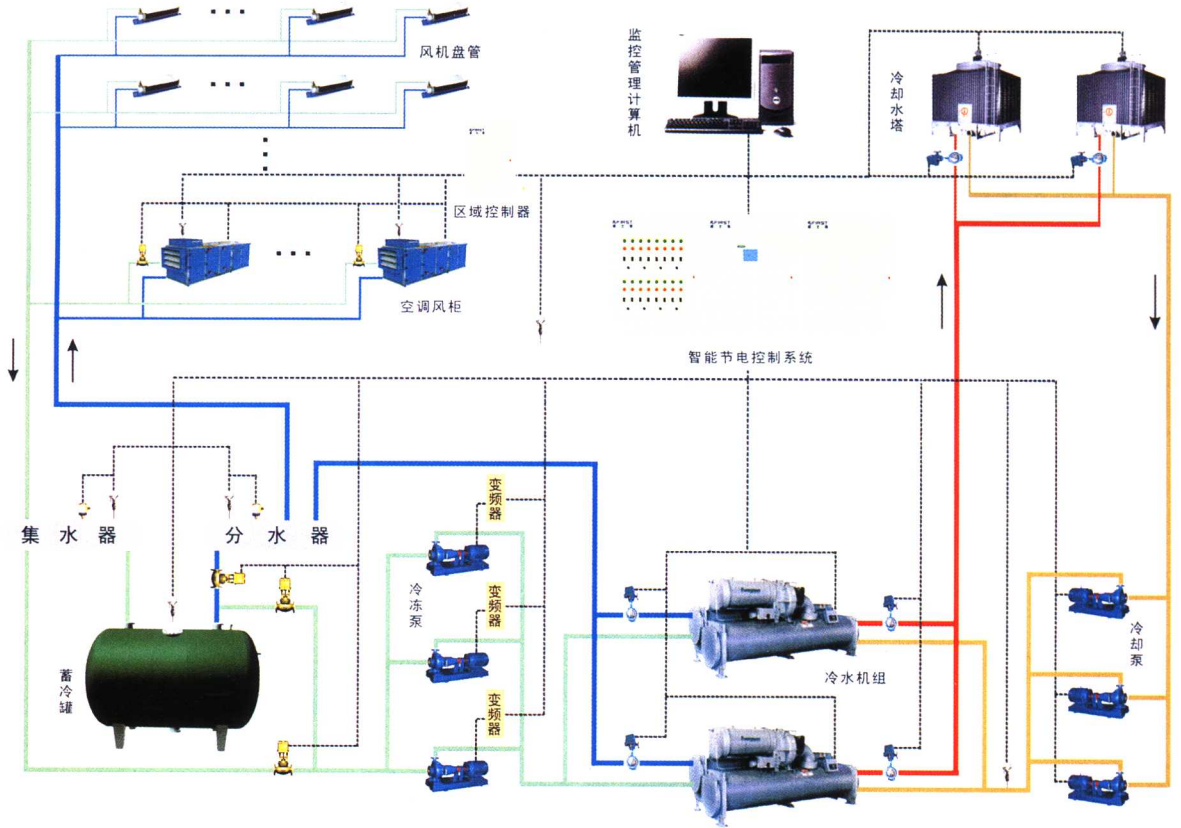


双效王 F2

彩插 1 科龙双高效分体式空调器



彩插 2 中菱洁净手术室用空调机



彩插 3 富士得水蓄冷智能节电控制系统

目 录

绪论	1	第三节	电冰箱的性能测试	158
第一章 制冷与空调技术的理论		第四节	小型冷库概述	162
基础	7	第五节	小型冷库制冷系统	169
第一节	流体的主要物理性质及静压力	第五章 制冷系统电器与控制	180	
第二节	伯努利方程及其应用	第一节	概述	180
第三节	流动阻力和能量损失	第二节	控制与保护器件	181
第四节	水泵与风机	第三节	电动机与起动	196
第五节	热力学的基本概念	第四节	电冰箱的温度控制与化霜控制	205
第六节	热力学第一定律及其应用	第五节	电冰箱和小型冷库控制电路	215
第七节	热力学第二定律及其应用	第六章 制冷系统运行与维修	232	
第八节	气体的压缩和绝热流动	第一节	制冷系统的操作与调整	232
第九节	气液集态变化和蒸气的热力性质	第二节	制冷装置故障分析与排除	237
第十节	传热与换热器	第三节	电冰箱常见故障与排除	242
第二章 制冷原理	66	第四节	制冷设备维修	250
第一节	蒸气压缩式制冷	第五节	制冷系统安全技术	255
第二节	蒸气压缩式制冷的热力计算	第七章 空气调节原理	258	
第三节	制冷剂 and 载冷剂及冷冻油	第一节	湿空气	258
第四节	蒸汽喷射式制冷	第二节	空调负荷	269
第五节	吸收式制冷	第三节	送风状态和送风量	281
第六节	半导体制冷	第四节	空气热湿处理过程与设备	284
第七节	热泵	第八章 独立式空调机和除湿机	293	
第三章 制冷设备	102	第一节	房间空调器概述	293
第一节	制冷压缩机	第二节	窗式空调器和分体式空调器	299
第二节	冷凝器和蒸发器	第三节	柜式和恒温恒湿空调机	306
第三节	节流装置	第四节	除湿机	313
第四节	制冷系统辅助设备	第五节	汽车空调系统	317
第四章 电冰箱与小型冷库	136	第六节	房间空调器的测试	332
第一节	电冰箱的基本结构	第九章 中央空调系统	338	
第二节	全封闭式制冷压缩机	第一节	概述	338

第二节	空气处理方案与处理设备的选择 计算	346	附表 2	饱和氨蒸气表	490
第三节	中央空调水系统	357	附表 3	饱和氟利昂 12 蒸气表	492
第四节	风道系统与气流组织	369	附表 4	饱和氟利昂 22 蒸气表	493
第五节	冷水机组及中央机房	381	附表 5	R134a 饱和液体和饱和气体性 质表	495
第六节	空调试调	392	附表 6	冷负荷系数法计算空调冷负荷资 料表	498
第十章	空调系统的电气控制	396	附录 II	部分厂家产品技术资料	511
第一节	房间空调器的电气控制	396	一、科龙双高效空调(广东科龙电器股份有 限公司)	511	
第二节	变频空调器的电气控制	413	二、申菱牌系列空调机(广东申菱空调设备 有限公司)	511	
第三节	柜式空调机的电气控制	425	三、“福士得”中央空调水蓄冷智能节电控制 系统(珠海福士得制冷设备有限公司) ...	531	
第四节	汽车空调器的电气控制	435	四、澳菱系列横流式冷却塔(广州市澳菱冷 却塔有限公司)	534	
第五节	冷水机组的控制电路	444	附图 1	氨的 $\lg p-h$ 图	540
第六节	中央空调系统控制	449	附图 2	氟利昂-12 的 $\lg p-h$ 图 ...	541
第七节	中央空调系统节能控制	460	附图 3	氟利昂-22 的 $\lg p-h$ 图 ...	542
第十一章	空调系统设备维修	467	附图 4	R134a 压焓图	543
第一节	房间空调器常见故障与排除	467	附图 5	R407C 压焓图	544
第二节	汽车空调机常见故障与排除	476	附图 6	湿空气焓湿图	545
第三节	冷水机组常见故障与排除	481			
第四节	空调附属设备常见故障与排除	485			
附录 I	489			
附表 1	国际单位制与工程单位制的单位 换算表	489			

绪 论

目前,制冷与空气调节技术不仅广泛应用于工农业生产、科学研究、国防、医疗卫生、商业和公用设施等领域,而且普及于家庭。本书介绍常见制冷与空调设备的工作原理及维修知识,并结合新一代典型产品介绍了现代制冷与空调技术的新进展与应用。

一、制冷概述

制冷是指用人工的方法制造出一个低于自然界环境温度的低温环境,并且在必要长的时间内维持所需的低温状态。

(一) 制冷的分类

根据制冷产生的低温环境温度的不同,制冷技术大体可划分为三类:

(1) 普通制冷 环境温度以下到 $-153.15\text{ }^{\circ}\text{C}$,一般生产和日常生活用制冷都属于普通制冷范畴。

(2) 深度制冷 $-153.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到 $-253.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 低温和超低温制冷 $-253.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 到接近 $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (一般称为绝对零度)。

按照制冷物理原理的不同,制冷技术主要可划分为:气液聚集状态变化法制冷、气体绝热节流和绝热膨胀法制冷、温差电制冷和绝热去磁法制冷等。其中应用最为广泛的是气液集态变化法制冷。

(二) 制冷的应用

1. 物品的冷冻和冷藏

例如,为了防止肉类、禽蛋、蔬菜、水果、粮食、血浆、药品以及贵重的皮毛、服装等物品变质,常使用冰箱、冷柜、冷库、冷藏车船对物品进行冷冻和冷藏。

2. 食品工业

酿酒、饮料、乳制品等食品生产加工、装瓶、贮存都需要低温。例如:生产啤酒时发酵应在 $8\sim 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间进行,散装啤酒要在制冷室中贮存和装瓶;冰淇淋的混合料要冷却到 $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 才进入冻结器,并在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下变稠流入容器,然后在低于冻结温度下贮存;速溶咖啡要采用冷冻干燥工艺生产等。

3. 化学工业

在石油炼制、石油化工、有机合成、化学制品、造纸等工业生产中,诸如液化、冷凝、凝固、分离、精炼、结晶、浓缩、提纯以及控制反应温度等各基本生产环节都要用制冷技术。

4. 农业生产

耐寒品种的培育、良种精卵的保存、微生物除虫、人造雨雪等都与制冷技术有着密切的关系。

5. 建筑工程

制冷在建筑工程中有很多应用,例如,建造人工溜冰场;利用制冷冻结土壤以利于挖掘;冷却

巨型的混凝土块,以除去混凝土固化时释放的化学反应热,从而避免热膨胀和产生混凝土应力等。

6. 气体的液化和现代高科技

液态气体是生产、科研、医疗、国防等领域需要使用的特殊液态物质,而气体要在非常低的温度下才能液化。例如氧、氮、氢、氦的液化温度分别为 $-182.92\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-195.81\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-252.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $-269.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。液氢不仅是火箭燃料,而且用于核动力部门。超导现象最初是在液氦温区观察到水银的电阻突然消失才发现的,而至今超导材料的转变温度(电阻完全消失的温度)仍然偏低。现代高科技如火箭、核动力、超导材料的开发、高真空的获得、半导体激光、红外线探测等都要用到深度制冷或低温和超低温制冷。

7. 空气调节

各种空气调节系统对空气作冷却去湿处理都必须使用制冷设备,制冷设备是空气调节系统的核心组成部分。

(三) 制冷方法

1. 液体气化法

手上擦点易挥发的酒精,皮肤感到凉意,这是由于酒精挥发(由液态变为气态)时吸收并带走了皮肤的热量——汽化潜热。液体气化法制冷,就是利用常压下沸点较低的液态制冷剂沸腾汽化(制冷技术中习惯上称为蒸发),吸收汽化潜热,使周围的物体或空间致冷,它是利用物质气集态变化过程获取低温的方法。在普通制冷范围内,现在主要采用液体气化法制冷,如蒸气压缩式制冷、吸收式制冷、蒸汽喷射式制冷等,其中又以蒸气压缩式制冷的应用最为广泛,它是本书后面要着重介绍的制冷方法。

2. 气体膨胀法

气体膨胀法制冷是利用气体膨胀会减压降温来获取低温的。让气体经膨胀机膨胀或使气体经绝热节流膨胀都可致冷。气体流道截面突然缩小然后扩大的流动过程称节流。气体流经孔板、阀门的过程是工程上常见的节流实例。由于流道截面突然缩小,流动阻力增大,节流后气体压力将降低;并且大多数气体经绝热(和外界无热交换)节流后温度会降低,即产生致冷效应。但是气体节流膨胀的冷却效应不大,单纯采用气体节流制冷的效率不高。目前多将节流制冷与具有膨胀机的气体膨胀制冷结合进行,用于深度制冷(如液化空气)和低温设备(如液化氮气)。

3. 温差电制冷

温差电制冷是利用珀尔帖效应来获取低温的。将两种不同的导体连接组成闭合环路,两个连接点称为节点,若加热其中一个节点,冷却另一个节点,环路中将有电流产生,这种现象称为温差电现象,或称热电效应。这两种导体的组合称为电偶对。相反,若在电偶对组成的环路中接入直流电源,那么其中一个接点的温度会升高,向外界放出热量,而另一个节点的温度将降低,会吸收周围的热量,产生致冷效应。这种现象称为珀尔帖效应。金属导体的珀尔帖效应十分微弱,没有实用价值。采用P型半导体和N型半导体用铜片焊接成电偶对,珀尔帖效应较为显著。如果将数十个半导体电偶对串联组成热电堆,则可获得较大的制冷量。由于实际采用半导体材料制作电偶对和热电堆,所以温差电制冷又称半导体制冷。

半导体制冷装置无机械运行和传动部件,因而无噪声、无磨损、运行可靠、维修方便,并且冷却速度快、易于控制,多用于不便使用机械制冷装置的场所。例如作为电子器件的冷却器应用于

计算机、石英晶体振荡器、激光发光体和电子摄像管中；作为测量仪器的冷源应用于半导体人工零点仪、半导体露点仪和露点湿度仪。

4. 绝热去磁法

顺磁介质在磁场中被磁化后，如果绝热地使磁场减弱，顺磁介质的温度将会降低。根据这一原理，可以应用绝热去磁的方法获取非常低的温度。例如，在大气压下液态氮的沸点为 $-268.934\text{ }^{\circ}\text{C}$ （热力学温度 4.216 K ），先用其他制冷方法获得液态氮后，再用抽气机将氮蒸气迅速抽走，使液态氮在低压下沸腾，可以达到热力学温度 1 K （ $-272.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）的低温。但此法不能获得更低的温度。如果将液态氮与某种顺磁性块类物质混合，施加磁场使顺磁块因磁化升温，在顺磁块和液态氮发生热交换而达到液态氮的温度时，将氮蒸气抽走，然后绝热除去磁场，顺磁块的温度将降低。利用这种方法，可以获得热力学温度仅为 0.001 K （ $-273.149\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）的低温，已十分逼近极限低温——热力学温度 0 K （绝对零度）了。

二、空气调节概述

人类生存的自然环境，气候变幻无常。为了满足人们生活和生产科研活动对室内气候条件的要求，就需要对空气进行适当的处理，使室内空气的温度、相对湿度、压力、洁净度和气流速度等项参数能保持在一定的范围内。这种制造人工室内气候环境的技术措施称为空气调节，简称空调。

（一）空调的分类

1. 按服务对象的不同分类

根据服务对象的不同，空调分为舒适性空调和工艺性空调两大类。

（1）舒适性空调 这类空调以室内人员为对象，着眼于制造满足人体卫生要求、使人感到舒适的室内气候环境。民用建筑和公共建筑的空调多属于舒适性空调。

（2）工艺性空调 这类空调主要以工艺过程为对象，着眼于制造满足工艺过程（包括物品贮存和设备运转）所要求的室内气候环境，同时尽量兼顾人体的卫生要求。工厂车间、仓库、计算机房等的空调属于工艺性空调。

2. 按处理空气的来源不同分类

按处理空气的来源不同，空调系统可分为封闭式、直流式和混合式三类。

（1）封闭式系统 它处理的空气全部来自空调房间本身。因无室外空气补充，若不采取措施使室内循环空气再生，则不能满足卫生要求。因此，除非空间必须密闭且不需或无法采用室外空气的场合，一般都不采用这种系统。

（2）直流式系统 它处理的空气全部来自室外，即将室外空气（称新风）经处理后送入空调房间，吸收室内余热、余湿后全部排出室外。这种系统又称为全新风系统。新风较室内循环空气（称回风）距离要求的送风状态更远，处理新风的能耗比处理回风的能耗要大，因此，除非空调房间内空气受有害物质污染不允许采用回风，通常也不采用这种系统。

（3）混合式系统 为满足对室内空气的一定要求和尽量减少处理空气的能耗，空调系统处理的空气应一部分是新风，一部分是室内回风。这种让适量新风和回风混合的系统称为混合式系统，是应用最为广泛的空调系统。若采用适量新风和回风混合，再经空调机处理到一定的送风状态，即送入空调房间，这种新回风只混合一次的混合式系统，称为一次回风式系统，舒适性空调

多采用这种系统。为了进一步减少能耗,有些恒温恒湿要求较高的混合式系统,还在处理空气的过程中再次混合部分回风,这种混合式系统称为二次回风式系统。

3. 按空调设备设置情况的不同分类

按空调设备设置情况的不同,空调系统可分为局部机组式、半集中式和集中式三类。

(1) 局部机组式 它的特点是将自成完整系统的独立式空调器(自身具有制冷系统)直接安装在各个要求有空调的房间内。例如,在各空调房间内分散安装窗式空调器或分体式空调器等。因此,局部机组式系统又称全分散系统。

(2) 半集中式系统 它的特点是将空调用冷热源装置集中安装在中央机房内,各空调房则采用不带制冷系统的非独立式空调器,如风机盘管空调器或不带制冷系统的柜式空调器。这种系统需用输送冷热媒(冷水或热水)的管道,将中央机房内的冷热源装置和空调房内的空调机换热器盘管连接起来。

(3) 集中式系统 它的特点是设有专用的空调机房。新风和回风经由新风管和回风管或直接在机房上开设的新风口和回风口进入机房混合,再经空调机集中处理后,由送风管道输送到各送风口,送入空调房间。它可以是一个大型房间设一个或几个空调机房,也可以是多个中小型房间共用同一个空调机房。集中式系统采用的空调机,根据是否设中央机房集中生产和供应冷热媒,相应选用非独立式或独立式机组。

工程上常将集中式和半集中式空调系统统称为中央空调系统。多功能大型综合楼的中央空调系统一般都设有中央机房,并且楼中的餐厅、商场、舞厅、展览厅、大会议室等多采用集中式系统;而办公室、中小会议室和客房等则采用风机盘管加新风系统。风机盘管加新风系统的新风通常由专设的新风机(是一种非独立式的空调器)先行集中预冷或预热,然后由新风管送入各个空调房间。经新风机处理后的新风可直接送入空调房间(这种情况下,风机盘管只负责处理回风),也可以先送至各空调房风机盘管背部的尾箱(即混合室),在与进入尾箱的室内回风混合后经风机盘管作进一步处理,再送入房间。

(二) 空调的任务

在一定的范围内保持室内的温度和相对湿度,是空调最基本的任务。

空调房间要求的最佳温度和最佳相对湿度分别称为温度基数和相对湿度基数,空调房间允许的温度和相对湿度的波动值称为空调精度。例如,夏季计算机房的空调要求规定温度 $t = 23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $\varphi = 50\% \pm 10\%$ 。这表明夏季计算机房的温度基数为 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度基数为 50% ,空调精度分别为 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $\pm 10\%$ 。按照这一要求,夏季计算机房的温度可在 $21\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内波动,而以 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为最佳温度;相对湿度可在 $40\% \sim 60\%$ 的范围内波动,而以 50% 为最佳相对湿度。

舒适性空调对空调精度无严格的规定;工艺性空调对空调精度则有明确的规定。各类空调房间对温度、相对湿度基数及空调精度的要求,可在有关设计规范中查取。

(三) 空调系统的组成

为了实现空气调节的任务,一个空调系统通常包含下列几个部分:

1. 空气处理装置

空气处理装置一般由空气过滤器、空气冷却器、空气加热器、空气加湿器及风机等组成。它们的作用是将空气过滤和进行热湿处理(降温去湿或升温加湿),使之达到符合要求的送风状态

后,由风机送入空调房间。

对空气作热湿处理的设备有喷水室和表面式换热器两种,现在采用表面式换热器的居多。

让要被处理的空气流经喷水室受水喷淋,通过控制喷淋水的水温,就可使空气降温去湿或升温加湿。

表面式换热器的基本结构是一组加肋的金属盘管。盘管中通入热水时,可使流经盘管外的空气升温,风机便送出热风;盘管中通入冷水或制冷剂时,可使流经盘管外的空气降温,风机便送出冷风。当盘管中的冷水温度或制冷剂的蒸发温度较低,使得盘管表面的温度低于被处理空气的露点温度时,空气中的部分水蒸气会在盘管外表面上凝结为露水而析出,使空气去湿。

风机盘管空调器等非独立式空调机的盘管组就是表面式换热器,在夏季盘管中通冷水作表面式空气冷却器(称水冷式表冷器),在冬季盘管中通热水作表面式空气加热器。各种独立式空调机,则是由其制冷系统的蒸发器(盘管中通制冷剂)同时兼作空气的表冷器的,称为直接蒸发式表冷器。

2. 冷热源装置

空调系统常用的冷热源装置有制冷设备、锅炉及蒸汽—水换热器或电热水器、热泵等。

房间空调器等独立式空调器自身就带有冷热源装置。例如,热泵型房间空调器的制冷系统在夏季用于制冷,在冬季用于供热。这是因为热泵型空调器制冷系统置于室内侧的换热器,在夏季是蒸发器,同时兼作空气表冷器,从而向室内供冷风;在冬季经四通换向阀改变制冷剂流向后,室内侧换热器变为制冷系统的冷凝器,同时兼作空气表面加热器(制冷剂冷凝时要放热),从而向室内供热风。

大型中央空调系统则将制冷机组、热水器等集中安装在中央机房内。热水器生产空气处理装置所需的热水;制冷机组的蒸发器则生产空气处理装置所需的冷水。生产冷水的制冷机组称为冷水机组。

3. 水系统

设有中央机房的中央空调系统,需用冷(热)水管将冷水机组的蒸发器(或热水器)和分散在各空调房或空调机房内的空调器换热盘管连接起来。为节省用水及减少能耗,冷(热)水应循环使用。因此需将冷水机组的蒸发器(或热水器)、非独立式空调器的换热盘管、冷(热)水泵等用冷(热)水供、回水管连接组成一闭式的冷(热)水循环系统。在此水系统的最高位置还应设置膨胀水箱,以适应水温变化时所引起的水体积变化,也便于给系统补充水。

如果制冷机的冷凝器是用冷却水冷却的(称水冷式冷凝器),冷却水也应循环使用,因此必须将制冷机的冷凝器、冷却水塔和冷却水泵用冷却水进、出水管连接起来,组成半封闭式的冷却水循环系统(冷却水塔内部有一开式段)。

夏季空调器换热盘管表面温度通常低于被处理空气的露点温度,因此在空调器换热盘管底部装有接水盘,并用凝结水管将接水盘和下水管(或地漏)连接,以及时排泄空调器换热盘管上凝结的露水。

综上所述,采用非独立式空调器的中央空调系统,其水系统包括冷(热)水循环系统、冷却水循环系统和凝结水系统。若制冷机冷凝器是风冷式的,则不需设冷却水循环系统。

4. 风道系统

集中式系统的空调机是通过送风管向各空调房送风的,同时通过回风管和新风管采集室内

回风和新风。因此,集中式系统需设送风、回风和新风管道系统。若直接在空调机房墙上开设新、回风口采集新、回风,则只需设送风管道。

风机盘管加新风系统一般都设新风管,向各空调房输送经新风机预处理的新风。有时为适应布置送风口的需要,在风机盘管的出风口上也可加接一段短的送风管。但应注意,普通型的风机盘管机外余压很小,加接的送风管切不可长。

此外,中央空调系统为了换气和使空调房维持适度的正压(即稍高于室外大气压力),一般还设有机械排风系统,用排气扇通过排风管将部分室内空气(略少于送入空调房的新风量)排至室外。

5. 控制系统

对于空调精度要求较高或室内负荷变化较大的空调系统,为了保证空调效果,应采用自动控制的运行调节方法。中央空调系统规模较大,空调房间较多,即使空调精度要求不高,也应采用自动控制,以提高运行质量、保证安全、减少管理人员及降低劳动强度和减少能耗。

自动控制装置一般由对被调节对象(如温度、湿度、压力等)敏感的元件、调节器、执行机构和调节机构组成。它能自动检测出由于干扰引起的被调参数的实际值和给定值间的偏差,并通过自动调节来控制参数的偏差值,使之处于允许的波动范围之内。

此外,空调控制系统还应包括各种设备开停先后顺序控制、适时切换控制及连锁保护控制等部分。

独立式空调机组将冷热源、空气处理装置、风机及控制器件等组合成一个紧凑的整体(称整体式机组),或将制冷系统的蒸发器和冷凝器分装在两个小箱内(称分体式机组),它自成一个小完整的小型空调系统,适用于个别或少量分散的房间要求空调的情况,安装方便,使用灵活,应用广泛。

三、制冷与空调技术的新进展

近年来制冷与空调技术的发展较快,出现了许多新技术和新产品。本书后面各章将分别介绍:适应环保要求的新型制冷剂及工质替代中的技术问题,制冷与空调设备的微机控制、变频控制,汽车空调的全自动控制,中央空调水蓄冷和智能节电控制,商用和家用小型中央空调的数码涡旋压缩变容控制,提高房间空调器能效比的新技术及氯化锂—热泵型除湿—制冷系统等。

演示和参观

1. 电冰箱。
2. 整体或分体式空调机组。
3. 小型冷库(如食堂冷库)。
4. 综合楼的中央空调系统。