

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

Zhileng Jishu
Yu Yingyong

制冷技术与应用

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

贺俊杰 主编



中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

制冷技术与应用

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

贺俊杰 主 编

陈志佳 副主编

阮 文 主 审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

制冷技术与应用/本教材编审委员会组织编写;贺俊杰

主编. —北京:中国建筑工业出版社, 2006

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划

推荐教材. 供热通风与空调工程技术专业适用

ISBN 7-112-06912-2

I. 制... II. ①本... ②贺... III. 制冷技术-高等学校:技术学校-教材 IV. TB66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 099641 号

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

制冷技术与应用

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

贺俊杰 主 编

陈志佳 副主编

阮 文 主 审

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京密云红光制版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 17 字数: 409 千字

2006 年 11 月第一版 2006 年 11 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 24.00 元

ISBN 7-112-06912-2
(12866)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是高职高专土建学科供热通风与空调工程技术、建筑设备工程技术等专业“制冷技术与应用”课程的教材。

本教材是按照该门课程的教学基本要求编写的。着重阐述了蒸气压缩式制冷的基本原理、设备构造、系统组成、制冷剂和载冷剂的热力性质、制冷循环的热力计算、制冷设备的选择计算、冷藏库制冷工艺设计、制冷机房与管道设计、制冷设备的安装和试运转、制冷装置运行操作与维修、溴化锂吸收式制冷、蓄冷技术等。本书的编写以注重培养学生能力为目的，在书中附有大量思考题与习题，便于学生学习及灵活地掌握、运用知识要点。

本书也可作为供热通风与空调工程技术专业函授教学教材和自学参考书，以及供从事制冷技术的工程技术人员参考。

* * *

责任编辑：齐庆梅 朱首明

责任设计：赵 力

责任校对：张景秋 张 虹

本教材编审委员会名单

主 任：贺俊杰

副主任：刘春泽 张 健

委 员：陈思仿 范柳先 孙景芝 刘 玲 蔡可键

蒋志良 贾永康 王青山 余 宁 白 桦

杨 婉 吴耀伟 王 丽 马志彪 刘成毅

程广振 丁春静 胡伯书 尚久明 于 英

崔吉福

序 言

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会（原名高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会水暖电类专业指导小组）是建设部受教育部委托，并由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是，研究建筑设备类高职高专教育的专业发展方向、专业设置和教育教学改革，按照以能力为本位的教学指导思想，围绕职业岗位范围、知识结构、能力结构、业务规格和素质要求，组织制定并及时修订各专业培养目标、专业教育标准和专业培养方案；组织编写主干课程的教学大纲，以指导全国高职高专院校规范建筑设备类专业办学，达到专业基本标准要求；研究建筑设备类高职高专教材建设，组织教材编审工作；制定专业教育评估标准，协调配合专业教育评估工作的开展；组织开展教学研究活动，构建理论与实践紧密结合的教学内容体系，构筑“校企合作、产学研结合”的人才培养模式，为我国建设事业的健康发展提供智力支持。

在建设部人事教育司和全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的领导下，2002年以来，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会的工作取得了多项成果，编制了建筑设备类高职高专教育指导性专业目录；制定了“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”等专业的教育标准、人才培养方案、主干课程教学大纲、教材编审原则，深入研究了建筑设备类专业人才培养模式。

为适应高职高专教育人才培养模式，使毕业生成为具备本专业必需的文化基础、专业理论知识和专业技能，能胜任建筑设备类专业设计、施工、监理、运行及物业设施管理的高等技术应用性人才，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会，在总结近几年高职高专教育教学改革与实践经验的基础上，通过开发新课程，整合原有课程，更新课程内容，构建了新的课程体系，并于2004年启动了“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业主干课程的教材编写工作。

本套教材的编写坚持贯彻以全面素质为基础，以能力为本位，以实用为主导的指导思想，注意反映国内外最新技术和研究成果，突出高等职业教育的特点，并及时与我国最新技术标准和行业规范相结合，充分体现其先进性、创新性、适用性。它是我国近年来工程技术应用研究和教学工作实践的科学总结，本套教材的使用将会进一步推动建筑设备类专业的建设与发展。

“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业教材的编写工作得到了教育部、建设部相关部门的支持，在全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的领导下，聘请全国高职高专院校本专业多年从事“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”专业教学、科研、设计的副教授以上

的专家担任主编和主审，同时吸收工程一线具有丰富实践经验的高级工程师及优秀中青年教师参加编写。可以说，该系列教材的出版凝聚了全国各高职高专院校“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业同行的心血，也是他们多年来教学工作的结晶和精诚协作的体现。

各门教材的主编和主审在教材编写过程中认真负责，工作严谨，值此教材出版之际，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会谨向他们致以崇高的敬意。此外，对大力支持这套教材出版的中国建筑工业出版社表示衷心的感谢，向在编写、审稿、出版过程中给予关心和帮助的单位 and 同仁致以诚挚的谢意。衷心希望“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”这三个专业教材的面世，能够受到各高职高专院校和从事本专业工程技术人员的欢迎，能够对高职高专教学改革以及高职高专教育的发展起到积极的推动作用。

**全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会
建筑设备类专业指导分委员会**

前 言

本书是根据高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会制定的供热通风与空调工程技术专业教育标准、培养方案及教学大纲编写的。全书比较系统地阐述了蒸气压缩式制冷的基本原理、设备构造、系统组成、制冷剂和载冷剂的热力性质、制冷循环的热力计算、制冷设备的选择、冷藏库制冷的工艺设计、制冷机房与管道设计、制冷设备的安装和试运转、制冷装置运行操作与维护等。

制冷技术与应用是供热通风与空调工程技术专业的一门主要专业课，实践性较强，所以在编写过程中充分体现了以下几个特点：

1. 考虑到全国各高职院校在本门课程开设上侧重点不同，使用时可根据地区特点进行有选择的讲授，以满足各院校多种办学的要求。

2. 在理论知识方面突出必需、够用的原则，根据学生就业岗位所需的知识和技能来安排内容，删减了陈旧的内容和复杂的理论计算及公式推导。

3. 遵循理论与实践，教学与应用相结合的原则，力求深入浅出，通俗易懂，突出了高职高专重视实践性、实用性的特点，注重了学生职业能力的培养，增加了实践课程的内容。

4. 本书在内容上尽量体现目前国内本行业的最新发展，比如增加了溴化锂吸收式制冷机、蓄冷技术等。

5. 鉴于 CFC_s 即将被禁用，本书减少了 CFC_s 为制冷剂的制冷系统的内容，增加了 CFC_s 替代物的内容。

6. 为了便于学生掌握所学内容，本教材每章均列出思考题与习题。

本书由内蒙古建筑职业技术学院贺俊杰教授主编。各章编写分工如下：

绪论，第一章，第二章，第三章，第四章中的第一、二节，第五章，第六章由内蒙古建筑职业技术学院贺俊杰编写；第七章，第九章，第十四章由四川建筑职业技术学院毛辉编写；第四章中第三至第五节，第八章，第十章由沈阳建筑大学职业技术学院崔红编写；第十一章，第十二章，第十三章由黑龙江建筑职业技术学院陈志佳编写，并担任本书副主编。本书由黑龙江建筑职业技术学院阮文高级工程师主审。

在编写过程中，参考了大量国内外最新技术、研究成果和新出版的一些教材，在此对本书参考文献中的作者以及给予编者大力支持和帮助的同志表示衷心的感谢。由于编者水平有限，有不妥之处，敬请读者给予批评指导。

目 录

绪论	1
思考题与习题	6
第一章 蒸气压缩式制冷的热力学原理	7
第一节 蒸气压缩式制冷的基本原理	7
第二节 蒸气压缩式制冷的理论循环	10
第三节 单级蒸气压缩式制冷理论循环的热力计算	16
第四节 蒸气压缩式制冷的实际循环	20
思考题与习题	22
第二章 制冷剂、载冷剂和润滑油	24
第一节 制冷剂	24
第二节 载冷剂	35
第三节 润滑油	38
思考题与习题	40
第三章 蒸气压缩式制冷系统的组成和图式	42
第一节 蒸气压缩式制冷系统的供液方式	42
第二节 蒸气压缩式制冷系统	45
第三节 冷却水系统	50
第四节 冷冻水系统	52
思考题与习题	55
第四章 制冷压缩机	56
第一节 活塞式制冷压缩机的分类及其构造	57
第二节 活塞式制冷压缩机的选择计算	65
第三节 螺杆式制冷压缩机	75
第四节 离心式制冷压缩机	77
第五节 回转式制冷压缩机	79
思考题与习题	81
第五章 冷凝器和蒸发器	83
第一节 冷凝器的种类、构造和工作原理	83
第二节 冷凝器的选择计算	88
第三节 蒸发器的种类、构造和工作原理	93
第四节 蒸发器的选择计算	101
思考题与习题	103

第六章 节流机构和辅助设备	104
第一节 节流机构	104
第二节 辅助设备	110
第三节 辅助设备的选择计算	119
思考题与习题	121
第七章 制冷系统的自控装置与调节	122
第一节 制冷系统的自控装置	122
第二节 制冷系统的自动调节	130
思考题与习题	133
第八章 双级和复叠式蒸气压缩制冷	134
第一节 双级蒸气压缩制冷循环	134
第二节 复叠式蒸气压缩制冷循环	140
思考题与习题	141
第九章 小型冷库制冷工艺设计	142
第一节 冷藏库概述	142
第二节 冷库耗冷量计算	144
第三节 小型冷藏库制冷工艺设计	155
思考题与习题	163
第十章 制冷机房与管道的设计	164
第一节 制冷机房的设计步骤	164
第二节 制冷设备的选择和制冷机房的布置	165
第三节 制冷剂管道的设计	169
第四节 制冷机组	176
思考题与习题	179
第十一章 制冷装置的安装和试运转	180
第一节 制冷设备的安装	180
第二节 制冷系统管路和附件的安装	189
第三节 制冷系统的试运转	195
第四节 制冷系统的工程验收	203
思考题与习题	205
第十二章 制冷装置运行操作与维修	207
第一节 制冷装置的操作技术	207
第二节 制冷装置的运行管理	211
第三节 制冷装置的检修	213
思考题与习题	220
第十三章 溴化锂吸收式制冷	221
第一节 吸收式制冷机的工作原理	221
第二节 溴化锂吸收式制冷的工作原理	222
第三节 单效溴化锂吸收式制冷机的工艺流程	223

第四节 双效溴化锂吸收式制冷机的工艺流程	225
第五节 直燃式溴化锂吸收式冷热水机组	226
思考题与习题	229
第十四章 蓄冷技术	230
第一节 蓄冷技术概述	230
第二节 蓄冷空调系统	232
思考题与习题	239
附录	240
附录A 制冷用物理参数表	240
附表 A-1 R12 饱和液体与饱和气体物性表	240
附表 A-2 R22 饱和液体与饱和气体物性表	241
附表 A-3 R123 饱和液体与饱和气体物性表	244
附表 A-4 R134a 饱和液体与饱和气体物性表	246
附表 A-5 R717 饱和液体与饱和气体物性表	248
附表 A-6 氯化钠水溶液物性表	250
附表 A-7 氯化钙水溶液物性表	251
附表 A-8 乙烯乙二醇水溶液物性表	253
附录B 制冷剂压焓图	254
附图 B-1 制冷剂 R12 压焓图	254
附图 B-2 制冷剂 R22 压焓图	255
附图 B-3 制冷剂 R123 压焓图	256
附图 B-4 制冷剂 R134a 压焓图	257
附图 B-5 制冷剂 R717 压焓图	258
主要参考文献	259

绪 论

一、制冷的概念

制冷技术是研究如何获得低温的一门科学技术。随着我国社会经济和科学技术的快速发展，制冷技术的应用也日益广泛。

冷和热是相比较而存在的，是人体对温度高低感觉的反应，就其本质来说它所反映的是物质分子运动的动能，把物体变冷实际上就是使它的温度降低。温度降低表明物体内部分子热运动减弱，热能减少；温度升高表明物体内部分子热运动加剧，热能增加。要把空间或物体温度降低，就必须从该空间或物体中取出热量，使它们内部的分子热运动减弱，从而使其变冷。

在制冷技术中所说的冷是相对于环境温度而言的。因此，制冷就是使某一空间或某物体达到低于周围环境介质的温度，并维持这个低温的过程。所谓环境介质就是指自然界的空气和水。如前所述，要使某一空间或某物体达到并维持所需的低温，就得不断地从该空间或该物体中取出热量并转移到环境介质中去的过程就是制冷过程。

制冷可以通过两种途径来实现，一种是利用天然冷源，另一种是人工制冷。

天然冷源主要是指夏季使用的深井水和冬天贮存下来的天然冰。在夏季，深井水低于环境温度，可以用来防暑降温或作为空调冷源使用；天然冰可以用作食品冷藏和防暑降温。天然冷源虽具有价格低廉和不需要复杂技术设备等优点，但是，它受到时间和地区等条件的限制，最主要的是受到制冷温度的限制，它只能制取 0°C 以上的温度。因此，天然冷源只能用于防暑降温、温度要求不是很低的空调和少量食品的短期贮存。要想获得 0°C 以下的制冷温度，必须采用人工制冷的方法来实现。

二、人工制冷的的方法

人工制冷是利用人工的方法实现制冷的，人工制冷需要比较复杂的技术和设备，而且生产的冷量成本较高，但是它完全避免了天然冷源的局限性，它可以根据不同的要求获得不同的低温。

在制冷技术中，人工制冷方法很多，目前广泛应用的制冷方法有以下几种：

1. 液体气化制冷

它是利用液体气化时要吸收热量的特性来实现制冷。

任何液体气化时都要产生吸热效应，液体气化时所吸收的热量叫气化潜热。这个热量随着物质的种类、压力、温度不同而有所不同。例如：1kg 质量的水，在 101.325kPa 压力下，气化时要吸收热量 2255.68kJ ，这时沸点温度为 100°C ；在 1.2271kPa 压力下，气化时要吸收热量 2476.32 kJ ，这时水的沸点温度为 10°C 。又如 1kg 质量的氨液，在 101.325kPa 压力下气化时，要吸收 1370kJ 的热量，这时的沸点温度可达 -33.4°C ；压力在 190.11kPa 下气化时，要吸收 1327.52kJ 的热量，这时沸点温度可达 -20°C 。从上述例子中可以看出，对于同一种物质，压力越低，沸点温度越低，吸热就越大。因此，只要创造一定的低压，

就可以利用液体的气化吸热特性获得所要求的低温。

液体气化制冷称为蒸气制冷。蒸气制冷装置有三种：即蒸气压缩式制冷、吸收式制冷、蒸气喷射式制冷。目前应用最广泛的是蒸气压缩式制冷。

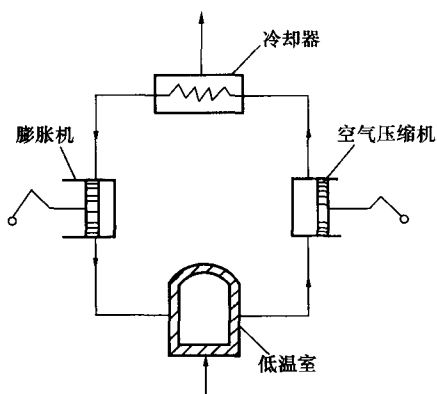


图 0-1 空气压缩制冷循环工作原理图

冷却物体放出热量而温度降低，空气吸热后温度升高又被压缩机吸入，如此循环便可达到制冷的目的。空气压缩制冷常用于飞机的机舱空调。

2. 气体膨胀制冷

它是利用气体绝热膨胀来实现制冷的。

气体被压缩时，压力升高温度也随之升高，反之，如果高压高温的气体进行绝热膨胀时，压力降低而温度也随之降低，从而产生冷效应，达到制冷的目的。空气压缩制冷就是采用这个原理。图 0-1 为空气压缩制冷原理图。空气经压缩机绝热压缩后，压力温度升高，然后在冷却器中定压冷却到常温后，再进入膨胀机进行绝热膨胀，压力降低，体积膨胀，并对外作功，使空气本身的内能减少，温度降低，然后利用低温低压的空气进入低温室来吸收被冷却物体的热量，被

3. 热电制冷

它是利用半导体的温差电特性实现制冷的。

热电制冷是将 N 型半导体（电子型）元件和 P 型半导体（空穴型）元件组成的半导体制冷电偶（见图 0-2），在电偶的一端用铜片焊接起来，另一端焊上铜片并接上导线将它们连成一个回路。当直流电从 N 型流向 P 型半导体时，则在连接片（2-3）端产生吸热现象，这端称为冷端，而在连接片（1-4）端产生放热现象，该端称为热端，这样冷端便可以达到制冷的目的。由于一对电偶的制冷量很少，所以在实际使用中是将若干对这样的电偶串联起来，组成热电堆（见图 0-3）。连接时，冷端排在一起，热端排在一起，当半导体制冷器输入一定数量的直流电时，冷端逐渐冷却，并可以达到一定的低温。

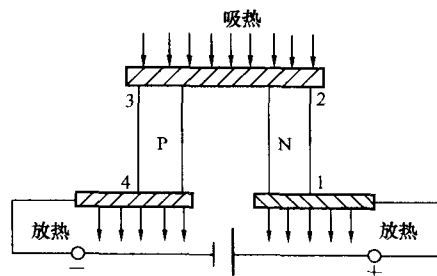


图 0-2 半导体制冷电偶

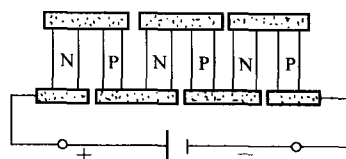


图 0-3 热电堆

热电制冷的系统和过程，不需要凭借某种工质实现能量的转移；整个装置没有任何机械运动部件，运行中无噪声；设备体积小，便于实现自动控制。但是热电制冷耗电量大，制冷量小，能够获得的温差也不大。目前热电制冷在国防、医疗、畜牧等方面都已得到应用，主要应用在冷量需求量较小的场合。

在上述三种制冷方法中，应用最广泛的是液体气化制冷。

除了上述制冷方法外，获得低温的方法还有绝热去磁制冷、涡流管制冷、吸附式制冷等。这些方法在我们专业范围内基本上不用，本书不作介绍。

不同的制冷范围应选用不同的制冷方法。目前，根据制冷温度的不同，制冷技术可分为三类，即

普通制冷——高于 -120°C (153K)；

深度制冷—— $-120 \sim -253^{\circ}\text{C}$ ($153 \sim 20\text{K}$)；

超低温制冷—— -253°C 以下 (20K 以下)。

空调和食品冷藏属于普通制冷范围，主要采用液体气化制冷。

三、制冷技术的发展概况

现代制冷技术作为一门科学，是 19 世纪中期和后期发展起来的。1748 年，苏格兰科学家库仑 (Cullen) 观察到乙醚的蒸发会引起温度下降，1755 年，他又在真空罩下制得了少量冰，同时发表了《液体蒸发制冷》论文。1834 年，美国人波尔金斯 (Perkins) 试制成功了第一台以乙醚为制冷剂的蒸汽压缩式制冷机。1844 年高里 (Gorrie) 在美国费城用封闭循环的空气制冷机建立了一座空调站。1859 年法国人卡列 (Carre) 制成了氨水吸收式制冷机。1875 年卡列和林德 (Linde) 用氨作制冷剂，制成了氨蒸汽压缩式制冷机，1881 年在波士顿建成了第一座冷库。1904 年在纽约的斯托克交易所建成了制冷量为 1582kW 的空调系统。进入 20 世纪后，蒸汽压缩式制冷机的发展很快。压缩机的种类、形式增多了，机器的转速增加了，设备日趋紧凑、体轻，自动化程度不断提高，新的更完善的制冷剂不断出现，……等等。直到今日，蒸汽压缩式制冷仍然是使用范围最广泛的一种制冷方法。

19 世纪 50 年代试制出第一台氨水吸收式制冷机。1862 年 F·开利 (Ferdinand Carre) 从法国把吸收式制冷机引入美国南部联邦州。蒸汽喷射式制冷机是在 1890 年以后才发展起来的。这两种制冷机的热效率低，不如当时正在蓬勃发展的蒸汽压缩式制冷机。因此，它们的发展受到一定限制。到了 20 世纪 30~40 年代，吸收式制冷机再一次获得发展。当时小型吸收式冰箱盛行，氨水吸收式制冷机由小容量向大容量发展。1945 年试制成第一台溴化锂吸收式制冷机。20 世纪 20 年代以后，蒸汽喷射式制冷机得到广泛应用。

进入 20 世纪以后，制冷技术有了更大的发展。随着制冷机械的发展，制冷剂的种类也不断增多。1930 年以后，氟利昂制冷剂的出现和大量应用，曾使压缩式制冷技术及其应用范围得到极大的发展。由于氟利昂具有良好的热力性质，使制冷技术的发展进入了一个新的阶段。1974 年以后，人类发现氟利昂族中的氯、氟碳化物 (简称 CFC)，能严重地破坏臭氧层，危害人类的健康和破坏地球上的生态环境，是公害物质。因此减少和禁止 CFC 的生产和使用，已成为国际社会共同面临的紧迫任务，研究和寻求 CFC 制冷剂的替代物，以及面对由于更换制冷剂所涉及的一系列工作，也成为急需解决的问题。十多年来，世界各国都投入了大量的人力和财力，对一些有可能作为 CFC 的替代物及其配套技术进行了大量的试验研究，并开始使用混合溶液作为制冷剂，使蒸汽压缩式制冷的发展有了重大的技术突破。与此同时，其他制冷方式和制冷机的研究工作进一步加快，特别是吸收式制冷机已经有了更大的发展。而且面对世界性的能源危机和环境污染，对制冷机的发展提出更高的节能和环保要求。

我国人民很早就知道利用天然冰进行食品的冷藏和防暑降温，在《诗经》和《周礼》

中就有了“凌人”和“凌阴”的记载。“凌”就是冰，这说明在奴隶社会的周朝，已有专门管理冰的人员和贮藏冰的房屋。1986年在陕西省姚家岗秦雍城遗址，发掘出可以贮藏 190m^3 冰块的地下冰室。这说明早在春秋时期，秦国就很重视食物冷藏和防暑降温方面的设施建设。我国劳动人民在采集、贮运和使用天然冰方面积累了丰富的经验。然而，由于中国长期处于封建社会，束缚了生产力的发展和技术的进步，现代的制冷技术一直没有得到发展。直到1949年，我国还没有制造制冷设备的工厂，只在沿海几个大城市有几家进行配套安装空调工程的洋行和修理冰箱的小作坊，制冷设备均为国外引进。全国仅有少数冷藏库，总库容量不到3万t。解放后，制冷工业得到飞速发展，据不完全统计目前全国生产制冷设备和制冷应用设备的厂家有130余家。20世纪50年代主要仿制苏、美老式的活塞式压缩机。20世纪60年代开始自行设计制造高速多缸的活塞式压缩机。1964年第一机械工业部制定了5种缸径的中小型活塞式压缩机系列的基本参数、技术条件、试验方法的标准。1958年试制成功1163kW的离心式压缩机。1971年试制成功螺杆式压缩机。目前已有活塞式、螺杆式、离心式、吸收式、蒸气喷射式、热电式六大类制冷机。20世纪80年代许多厂家引进了国外先进的制冷空调技术（包括软硬件），这使我国制冷空调部分产品得到更新换代，技术质量上更上了一个新的台阶。据统计，到20世纪末期，我国冷藏库的总库容量超过500万t；已分别拥有年生产1500万台电冰箱和房间空调器的生产能力，电冰箱和空调器的产量均居世界第一。可以预计，随着国民经济的发展和居民生活水平的提高，制冷机的生产和应用将会达到更高的水平。

四、人工制冷在国民经济中的应用

随着工业、农业、国防和科学技术的发展，人民生活水平的不断提高，人工制冷在国民经济中得到了越来越广泛的应用。从日常的衣、食、住、行到尖端的科学技术都离不开制冷技术。

1. 空气调节工程

制冷技术在空调工程中的应用很广，所有的空调系统均需要冷源，冷源有天然冷源和人工冷源。由于天然冷源受到时间和地区等条件的限制，同时受到制冷温度的限制，所以空调冷源多采用人工制冷，利用制冷装置来控制空气的温度、湿度，从而使空气的温度、湿度得到调节。空气调节根据其使用场合不同，分为两种形式：

(1) 工艺性空调 这种空调系统主要满足生产工艺等对室内环境温度、湿度、洁净度的要求。例如纺织、仪表仪器、电子元件、精密计量、精密机床、半导体、各种计算机房等都要求对环境的温度、湿度、洁净度进行不同程度的控制，以保证产品的质量。

(2) 舒适性空调 这种空调系统主要满足人们工作和生活对室内温度、湿度的要求。例如宾馆饭店、大会堂、影剧院、体育馆、医院、住宅、展览馆以及地下铁道、汽车、火车、轮船、飞机内的空气调节等。

图0-4为空调用制冷系统示意图。它是由制冷系统、冷冻水系统和冷却水系统组成。在该系统中，首先用制冷装置（冷水机组）制得 $5\sim 7^{\circ}\text{C}$ 的低温冷冻水，然后通过冷水泵送入空气处理装置（或直接送入各个空调房间的风机盘管），在空气处理装置中与空气进行热交换，使空气降温、去湿后通过风管送往空调房间，在夏季，使室内保持舒适的温湿度环境。

冷却水塔也是一个热交换装置，它通过塔顶风机使冷却水与环境空气进行热量交换，

使冷却水温降低，以便送到冷凝器中循环使用。

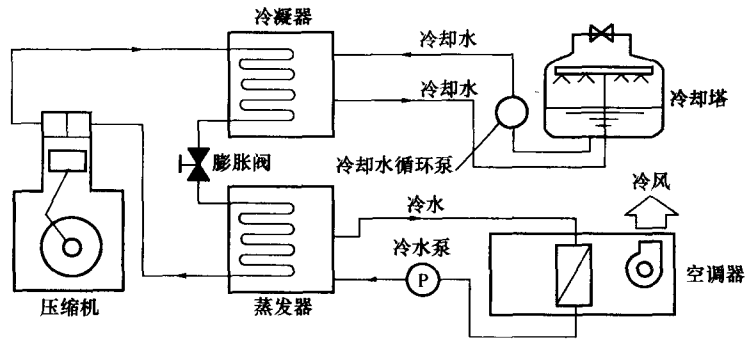


图 0-4 单级蒸汽压缩式供冷系统示意图

2. 食品的冷藏

在食品工业中应用人工制冷的场合很多，容易腐坏的食品如肉类、鱼类、禽类、蛋类、蔬菜和水果等都需要在低温条件下加工、冷藏及冷藏运输，以保证食品的原有质量和减少干缩损耗。此外，各种形式的冷库还可以平衡食品生产上的季节性与销售之间的矛盾。

除此之外，冷食品与饮料的生产和贮存也需要制冷装置。目前国内的制冷技术已发展到每个家庭，家用冰箱、冰柜已成为家庭中必备的电器产品。

3. 机械、电子工业

精密机床油压系统利用制冷来控制油温，可稳定油膜刚度，使机床能正常工作。应用冷处理方法，可以改善钢的性能，使产品硬度增加、寿命延长。例如，合金成分较高的钢经淬火后有残余的奥氏体，如果把它在 $-70 \sim -90^{\circ}\text{C}$ 的低温下处理，奥氏体就变成马氏体，从而提高了钢的硬度及强度。经冷处理的刀具，其使用寿命可延长 30% ~ 50%。

电子工业中，许多电子元、器件需要在低温或恒温环境中工作，以提高其性能，减少元件发热和环境温度的影响。例如，电子计算机储能器、多路通信、雷达、卫星地面站等电子设备需要在低温下工作。大规模集成电路、光敏器件、功率元件、高频晶体管、激光倍频发生器等电子元件的冷却都广泛应用制冷技术。

4. 石油化学工业

石油化学工业中许多工艺过程都需要在低温下进行，例如盐类的结晶、溶液的分离、石油的脱脂、天然气的液化、石油的裂解等过程。化学工业中的合成橡胶、合成纤维、合成塑料、合成氨的生产都需要制冷。

5. 国防工业和科学研究

高寒地区的汽车、坦克发动机等需要做环境模拟试验，火箭、航天器也需在模拟高空的低温条件下进行试验，宇宙空间的模拟、超导体的应用、半导体激光、红外线探测等都需要人工制冷技术。

6. 其他方面

除了上述应用外，制冷技术还用于制冰、药物保存、医疗手术过程、现代农业育苗、良种的低温贮存、人工滑冰场等方面。

综上所述，制冷技术的应用是多方面的，它的发展标志着我国国民经济的发展和人民生活水平的提高。可以预料，随着我国市场经济的建立和完善，制冷事业将进入一个新的发展阶段。

五、本课程的研究内容和理论基础

制冷技术的研究内容可概括为以下三个方面：

- (1) 研究人工制冷的方法和有关制冷原理以及与此相应的制冷循环。
- (2) 研究制冷剂和载冷剂的性质，从而为制冷系统提供性能满意的工质。蒸气压缩式制冷要通过制冷剂热力状态变化才能实现，所以学生必须掌握制冷剂的物理化学性质。
- (3) 研究蒸气压缩式制冷的基本概念、基本理论、工作原理、理论循环的热力计算、系统组成、设备构造及选型计算、机房与管道设计、制冷系统安装和试运转等。

制冷的理论基础是工程热力学、传热学和流体力学。因此，学习和从事制冷工作的同志应注意在工程热力学、传热学和流体力学方面打下坚实的理论基础。

思考题与习题

1. 什么叫制冷和制冷过程？
2. 实现制冷有哪两种途径？
3. 人工制冷有哪几种方法？最常用的是哪一种？
4. 蒸气制冷有哪几种方法？最常用的是哪一种？
5. 根据制冷温度的不同，制冷技术可分为哪几类？