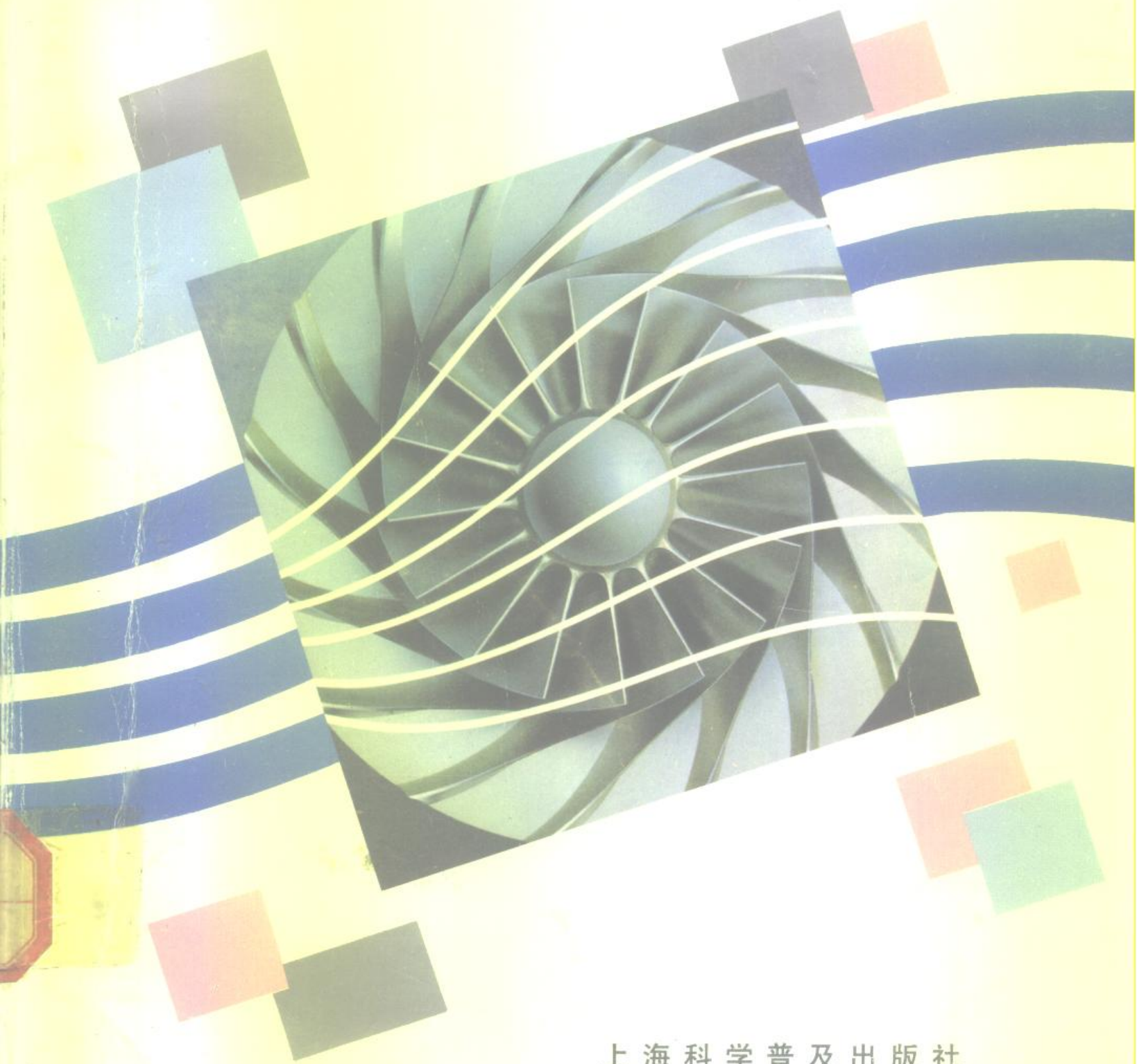


# 制冷与空气调节技术

—理论基础及工程应用

上海市制冷学会 编

主编 卢士勋



上海科学普及出版社

TB 61

L 86

336987

# 制冷与空气调节技术

——理论基础及工程应用

上海市制冷学会 编

主编 卢士勋

上海科学普及出版社

**(沪)新登字第 305 号**

**责任编辑 邹庆功**

**制冷与空气调节技术**

——理论基础及工程应用

上海市制冷学会 编

主编 卢勤

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

---

本书由上海发行所发行 商务印书馆上海印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 35.75 字数 886000

1992 年 1 月第 1 版 1992 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—5000

---

ISBN 7-5427-0503-2/TB·4 定价: 23.00 元

## 内 容 简 介

本书系统地阐述制冷和空气调节技术的理论基础、制冷和空气调节装置及系统的工作原理、设计、操作和维修,并介绍了制冷和空气调节技术在工程应用方面的最新成就和技术进展。书中选用了大量形象插图、简单实用的计算公式和图表,充分注意了理论与实践的结合。章节安排力求系统全面、层次分明,文字论述力求简练、通俗,便于读者自学和进修。

本书适用于高级技工、院校学生学习制冷与空调技术,对于从事制冷和空气调节技术研究、生产和应用的专业技术人员也有实用价值。

# 序

随着我国经济建设发展、人民生活水平提高,制冷和空调技术得到广泛应用。为了适应社会需要,上海市制冷学会自筹建之日起,就将为社会进行技术培训工作列为主要活动之一。几年来学会多次举办过各种形式的学习、培训班,对普及制冷、空调技术,满足社会需求,取得了一定的效果。目前,从事制冷、空调技术的技术人员不断增加,不少人迫切希望在业务水平上有所提高,因此,举办高层次的各类学习班已提到工作日程上来,编写相应的教材就被列入了日程。

《制冷与空气调节技术——理论基础及工程应用》系统地阐述了制冷和空调技术的基础理论、制冷和空调装置及系统的工作原理、设计和操作,并介绍了制冷、空调技术在工程应用方面的最新成就,是一本适用于高级技工、院校学生和专业技术人员学习制冷和空调技术的理论、设计及运行管理的良好教材和参考书籍。

本书在上海市制冷学会科普工作委员会组织下,邀请有关专家从大纲的拟定到内容的取舍进行了讨论,由本会常务理事、上海海运学院卢士勋教授执笔编写而成。对他们辛勤工作所取得的成果,学会表示感谢,并竭诚希望读者提出宝贵意见。

上海市制冷学会 理事长  
上海交通大学制冷工程专业委员会教授

卢士勋

1991年9月

# 编者的话

当今,制冷与空气调节技术已广泛应用于工业、农业、商业、医药、建筑及国防各个领域。制冷与空气调节是完成生产过程和提高产品质量的基本保证,也是改善居住环境,丰富文化娱乐的重要手段。

制冷与空气调节技术是两个相互独立而又相互联系的专门学科。制冷的重要应用是空气调节。

近年来,我国和世界许多国家一样,制冷与空调技术得到了迅速发展和广泛应用。从事制冷与空气调节技术方面的专业技术队伍也在不断壮大。为了适应形势的发展,满足广大制冷、空气调节专业技术人员全面了解制冷与空气调节的基本理论及工程应用的需要,编者受上海市制冷学会的委托,在学会专家们的指导下编写了这本《制冷与空气调节技术——理论基础及工程应用》。

本书较系统地阐述了制冷与空气调节技术的理论基础和工程上的最新应用。全书分为两篇。第一篇“制冷技术”包括:制冷热力学及流体力学基础;制冷的热力循环;制冷剂、载冷剂及润滑油;制冷压缩机;制冷传热学基础及换热设备;制冷管路及辅助设备;冷库及其制冷系统;制冷装置的自动控制;冷藏运输技术及设备;商业及家用制冷技术与设备;制冷装置的操作、安装、检修、故障分析及试验验收等。第二篇“空气调节技术”包括:湿空气热力学基础;空气调节装置及空气处理;空气调节的热湿负荷计算及送风量的确定;空气调节系统;空气调节系统的自动控制;制冷与空气调节系统的消声与减振;空气调节系统的测试与运行调节等。

本书反映了国内外在本学科方面的最新成就和技术进展。书中选用了简单实用的计算公式和图表,并注意理论与实践的结合;全书采用SI制计量单位,同时也兼顾工程制向SI制过渡应用。为充实该书内容、联系实际,在编写中广泛选用了国内外有关专业文献资料,其图示表述的风格方式各异。有的插图可能不完全符合新GB制图标准(例如螺纹及连接等),但对本书阐述理论基础和工程应用没有影响,有的还便于阅读与使用。

本书章节安排力求系统全面、层次分明,在文字论述上,力求简练、通俗,便于自学和进修。

本书适用于具有高中毕业以上文化程度的高级技工或院校学生学习制冷与空调技术,对于从事制冷和空气调节技术研究、生产和应用的专业技术人员也有实用价值。

本书由上海市制冷学会和上海海运学院负责编审,由制冷学会科普委员会组织专家拟定编写大纲,并聘请:学会理事长尉迟斌教授、秘书长邱嘉昌高级工程师以及学会专家林修钺、林泽柱、范存养、滕兆武、张葆华、张之庆、戴永庆等审稿。在编写过程中,承徐世琼、韩鸿兴、缪道平、郑长聚、岳孝芳、周祖毅、吴天佑、江天箴、吴喜平、韩厚德等老师热情指导,并提供技术资料。另外,上海海运学院刘晓璐、姜麟涌、姚琴、王美月、朱雄凌、刘玮、朱新强等同志协助了抄写文稿和描图等工作。谨向以上各位专家、教授和同志们致以诚挚的谢意。

本书不足之处,恳请读者批评指正。

编者

1991年1月

# 概 论

制冷与空气调节技术已成为我国科学技术发展中的两个重要学科。近年来,制冷与空气调节技术在国民经济各个领域和人民生活的各个方面得到了广泛应用。诸如,大中型冷库,各式民用和公共建筑的空气调节,商业及家用电冰箱,商业冷藏柜等。为了适应这一专门技术的发展和运用,新近建立了不少制冷与空气调节技术研究机构。不少高等院校增设和加强了制冷与空调技术的专业。与此同时从事制冷与空气调节研究、设计、生产的专业队伍也在不断扩大。

“制冷”就是采用一定的方法,在一定时间内,使某一物体或空间达到比周围环境介质更低的温度,并维持在给定的温度范围内。这里所谓环境介质,就是大自然中的空气和水。为了使某一物体或空间达到或维持一定的低温,必须采用一定的方法,连续不断地取出物体或空间内的热量,并把这一热量输送到外界环境中去。这样的热量“转移”过程就是“制冷过程”,简称“制冷”。

“空气调节”,就是把经过处理的空气,以一定的方式送入室内,使室内空气的温度、湿度、气流速度、洁净度和噪声等控制在需要范围内的专门技术。“空气调节”简称“空调”。空气调节为人们生活、停留的场所提供了适应的气候条件,创造了良好的劳动、工作和生活环境。另外,空气调节创造的“人工环境”能满足某些科学试验、工业生产过程的特殊要求。空气调节按使用目的,可分舒适(性)空气调节和工艺(性)空气调节。前者服务对象主要是人,后者主要是工艺生产。为了实现空气调节这一“人工环境”的空气参数要求,空气必须经过加热、加湿、冷却、减湿、过滤处理和消声,必要时还要进行净化、氧气再生,并辅以完善的自动控制与调节。

根据制冷技术的发展,制冷的手段有两种:一种是利用自然界的天然冷源制冷;另一种是“人工制冷”。目前“人工制冷”正在迅速发展和被广泛应用。

天然冷源有冬天贮藏的天然冰或深井水。利用天然冰的融解热和比地面温度更低的深井水吸热,可使物体或空间降温,以实现“制冷”。天然冰具有贮藏量大、价廉的优点,是古代世界各国最早采用的冷源。中国早在《诗经·幽风》中就曾有“二日凿冰冲冲,三日纳于凌阴”的记载,而在《大暑赋》中也记载了“积素冰于幽馆,气飞结而为霜”的诗句。这些都记述了我们祖先用冰来冷藏食品和防暑降温的例子,说明我国利用天然冷源实现制冷的悠久历史。由于利用天然冷源受到地区、季节和贮冰条件的限制,而且天然冷源使用又受到制冷温度范围的限制,且难以满足大制冷量的要求,所以随着人工制冷技术的发展和进步,利用天然冷源制冷逐渐为人工制冷所代替。

现今,人工制冷可以实现比天然制冷温度更低的低温,并且有宽广的低温调节范围。为了使用方便,国际上对人工制冷所能实现的低温作了温区划分:把温度高于 $120\text{K}$ ( $-153^{\circ}\text{C}$ )的温区称为冷冻温区,这一温区广泛用于冷藏食品和空气调节等,主要的制冷方法是利用制冷工质相变原理;温度低于 $120\text{K}$ 的温区称低温区,多用于工业气体分离和气体液化,主要制冷方法是等温节流效应和膨胀制冷;温度低于 $0.3\text{K}$ 的温区称为超低温,一般用于基础理

论研究和某些特殊试验,主要制冷方法是磁制冷、 $^3\text{He}/^4\text{He}$  稀释制冷、 $^3\text{He}$  减压蒸发制冷及 $^3\text{He}$  压缩相变制冷等。《制冷与空气调节技术》书中主要述及高于 120 K 的冷冻温区,例如多数食品冻结、贮藏温度为  $-18^{\circ}\text{C}\sim-25^{\circ}\text{C}$ , 空气调节冷源温度为  $0\sim10^{\circ}\text{C}$  等。

制冷技术中,实现低温的主要理论基础是工程热力学、传热学和流体力学。利用工程热力学研究能量及其相互转换规律,如研究热能与其它能量特别是与机械能的转换规律。现在,采用人工制冷获得低温的主要方法,是在机械能的作用下,通过制冷装置中的工质(制冷剂)从低温热源吸取热量,连同机械能转化的热量,一起送往高温热源——环境介质。制冷技术中,利用传热学研究制冷过程热量的传递和转移。利用流体力学研究制冷循环过程各种流体(水、空气、制冷剂、载冷剂等)流动过程中的阻力和流型。实际上,制冷过程是通过制冷工质的热力循环,在连续循环流动过程中工质产生相变,实现热量的传递和转移的。它根据热力学第一、第二定律,并运用能量守恒方程进行热量传递和转移计算。在研究空气调节技术时,还要利用湿空气热力学,分析空气的各种处理过程,研究各过程中空气热量、温度和湿度的变化。另外,它也像研究制冷循环一样,利用流体力学研究空气的各种流动。由此可见,工程热力学、传热学、流体力学、湿空气热力学对制冷、空气调节技术至关重要,它们是研究制冷、空气调节的理论基础。

《制冷与空气调节技术》论述的主要内容是:制冷循环原理,空气各种处理的热力过程,实现制冷、空气调节过程的主要设备、管系、阀件及自动控制器件。此外,《制冷与空气调节技术》还要研究制冷、空气调节的自动调节与控制,以保证制冷、空气调节装置的自动运行调节与安全控制,实现制冷过程的制冷量及温度要求,实现空气调节人工环境的空气温度、湿度、空气流速及送风量要求。制冷与空气调节系统的自动调节与控制,对提高制冷效率,保证食品冷藏贮存,实现理想的空气调节效果都具有重要意义。

制冷技术的主要应用部门是食品工业。制冷在食品贮藏保鲜中起着决定作用。制冷机的发明和应用,促进了食品工业的发展,也促进了食品资源的开发和利用。大中型食品冷藏库、冷藏船、冷藏火车及冷藏汽车的应用,大大促进了各国内部和国际间的食品贸易和交流。制冷技术的广泛应用已普及到食品工业各个部门和所有流动销售环节,即形成了所谓“冷链”。这是由于食品采用了一定的低温贮存加工,才能有效地延长食品贮藏时间,并保持食品原先特有的色、香、味及营养成分。

制冷技术的发展与应用也促进了海洋渔业资源的开发和利用。专业冷藏船和设有制冷装置及蓄冷设备的捕捞船,可以长期在海上进行捕捞作业,并将捕获物在海上加工贮藏或直接外运外销。国际上远洋捕捞加工船队的出现,其重要条件之一是制冷技术的应用。

食品的生产、加工、冻结、贮藏和分配等环节广泛采用制冷技术,适时向市场提供冷藏或冷冻食品,有效地调节了市场的供给,提高了食品的经济效益。各种商业冷藏柜、食品冷藏陈列柜的出现,大大地促进了冷饮食品的发展和销售。家用电冰箱的普及,有效地调节和丰富了人们的生活。冷冻干燥技术应用于某些生物制品和粮食制品加工过程中,大大提高了生产效率,保证了生产质量。制冷技术应用于酿造工业,有效地控制发酵反应过程实现了低温加工、包装及贮藏。

制冷在石油化工工业的生产过程中,也起着重要作用。天然气、石油气液化、气体分离、“三大合成”等过程都离不开制冷技术。制冷技术应用于土壤冻结,为采矿及隧道工程挖掘提供了安全、经济效果。



制冷技术的应用,促进了医疗卫生,更促进了医药制品的生产和发展。低温医疗有效地提高了对某些疾病的医疗效果。低温为生物器官的保存提供了保证。低温技术的应用大大促进了低温生物学和生物工程的发展。

制冷技术广泛应用于空气调节,有效地完善了各种工业生产中的工艺过程,丰富了人民生活、旅游和文娱活动。制冷及空调技术的迅速发展和广泛应用,使能源消耗愈来愈大,因此,制冷、空气调节的余热利用与回收,开展“二次能源”的研究,开发太阳能、风能、地热的利用等,已成为世界各国在制冷、空气调节技术发展中的一个重要研究课题。

制冷与空气调节技术,这两个相互独立而又密切相关的学科,将随着工业发展和科学技术的进步得到极大的应用和普及。制冷与空气调节技术,将在国民经济各个领域(如国防、交通、化工、机械制造、航空、仪表、电子、医药、食品工业、农业以至宇航等部门)广泛采用,成为促进生产发展、提高工艺水平及完善科学研究的重要条件。制冷与空气调节技术的广泛应用已成为人类生活、生存以及与自然环境斗争不可缺少的手段。

# 目 录

序.....	尉迟斌
编者的话	
概论	
<b>第一篇 制冷技术</b>	
<b>第一章 制冷热力学及流体力学基础</b>	
1.1 制冷热力学定义、工质热力状态参数及基本热力过程 .....	3
1.2 热力学基本定律及其在制冷技术中的应用 .....	13
1.3 工质状态参数焓、熵及稳定流动能量方程.....	15
1.4 工质的相态变化及基本热力过程在 $T-s$ 图上的表示 .....	19
1.5 制冷工质的基本热力过程、 $p-i$ 图及其应用.....	24
1.6 流体力学基础 .....	26
<b>第二章 制冷的热力循环</b>	
2.1 蒸气压缩式制冷的热力循环 .....	43
2.2 蒸气压缩式制冷循环的热力计算 .....	51
2.3 制冷机的工作特性及运转工况分析 .....	58
2.4 两级压缩式及复叠式制冷机的热力循环 .....	62
2.5 吸收式制冷机工作原理 .....	65
2.6 气体制冷机及半导体制冷原理 .....	70
<b>第三章 制冷剂、载冷剂及润滑油</b>	
3.1 制冷剂的种类及基本性质 .....	74
3.2 常用制冷剂的特性及选用 .....	78
3.3 载冷剂的特性及应用 .....	83
3.4 制冷机润滑油的性质及选用 .....	87
<b>第四章 制冷压缩机</b>	
4.1 活塞式制冷压缩机的工作原理 .....	91
4.2 活塞式制冷压缩机的构造 .....	94
4.3 制冷压缩机的卸载和能量调节.....	110
4.4 制冷压缩机的润滑.....	117
4.5 离心式制冷压缩机的基本结构和工作原理.....	122
4.6 回转式制冷压缩机的基本结构和工作原理.....	124
<b>第五章 制冷传热学基础及换热设备</b>	
5.1 换热基本原理和换热过程.....	133

5.2	制冷换热器和换热计算	142
5.3	冷却塔及冷水循环系统	156
<b>第六章 制冷管路与辅助设备</b>		
6.1	制冷管路的布置与选用	157
6.2	制冷管路的隔热及连接	162
6.3	制冷装置的辅助设备	165
<b>第七章 冷库及其制冷系统</b>		
7.1	冷库的结构、隔热、防潮及地坪防冻	171
7.2	冷库的容量确定和热负荷计算	181
7.3	冷库直接冷却及直接冷却系统	190
7.4	冷库间接冷却及间接冷却系统	195
7.5	制冷系统的融霜	197
7.6	机房和库房制冷设备的选择计算	202
7.7	典型冷库及其制冷系统	209
7.8	制冰	224
7.9	食品冷藏	227
<b>第八章 制冷装置的自动控制</b>		
8.1	制冷装置自动控制的内容及控制原理	232
8.2	制冷装置的节流、供液及调节	233
8.3	制冷装置的液位控制	249
8.4	制冷装置的压力控制	255
8.5	制冷装置的温度控制	261
8.6	制冷装置的工作条件及安全保护	266
8.7	制冷装置常用控制阀件	272
<b>第九章 冷藏运输技术及设备</b>		
9.1	铁路冷藏(保温)车	276
9.2	公路冷藏汽车	282
9.3	冷藏船及船舶冷藏舱	289
9.4	冷藏集装箱及液化气运输技术	295
<b>第十章 商业及家用制冷技术与设备</b>		
10.1	家用电冰箱	303
10.2	冷藏柜、陈列柜及冷饮设备	314
10.3	低温箱	320
<b>第十一章 制冷装置的操作、安装、检修、故障分析及试验验收</b>		
11.1	制冷装置的操作技术	322
11.2	制冷装置的安装技术	332
11.3	制冷装置的检修技术	333
11.4	制冷装置的运转及常见故障的原因分析与排除	337
11.5	制冷装置的试验验收	339

## 第二篇 空气调节技术

### 第十二章 湿空气热力学基础

- 12.1 空气调节的任务及空气参数的要求 .....355
- 12.2 湿空气的热力学性质及基本热力参数 .....357
- 12.3 湿空气的  $i-d$  图及基本热力过程 .....360
- 12.4 利用干、湿球温度确定空气状态 .....365

### 第十三章 空气调节装置及空气处理

- 13.1 空气调节装置的基本组成 .....367
- 13.2 空气调节器及空气的热湿处理 .....369
- 13.3 喷水室的空气处理 .....371
- 13.4 表面式换热器的空气处理 .....378
- 13.5 空气的加湿与减湿处理 .....384
- 13.6 空气的净化处理 .....390
- 13.7 空气的输送与分配 .....395
- 13.8 空气调节的室内气流组织 .....405

### 第十四章 空气调节热、湿负荷计算及送风量的确定

- 14.1 空气调节室内外空气计算参数的确定 .....408
- 14.2 太阳辐射热及其对建筑物的热作用 .....412
- 14.3 空气调节的热、湿负荷计算 .....414
- 14.4 空气调节送风量的确定及空气处理方案选择 .....424

### 第十五章 空气调节系统

- 15.1 空气调节系统的基本型式 .....427
- 15.2 集中式单风管空气调节系统 .....429
- 15.3 集中式双风管空气调节系统 .....435
- 15.4 分组集中式和单风管诱导再热式空气调节系统 .....436
- 15.5 独立式空气调节系统 .....439
- 15.6 风机盘管式空气调节系统 .....441
- 15.7 变风量式空气调节系统 .....448
- 15.8 典型建筑物的空气调节系统 .....452
- 15.9 高层建筑空气调节工程举例 .....459
- 15.10 铁路客车、船舶及汽车空气调节系统 .....469
- 15.11 空气调节系统的节能及热回收 .....482

### 第十六章 空气调节系统的自动控制

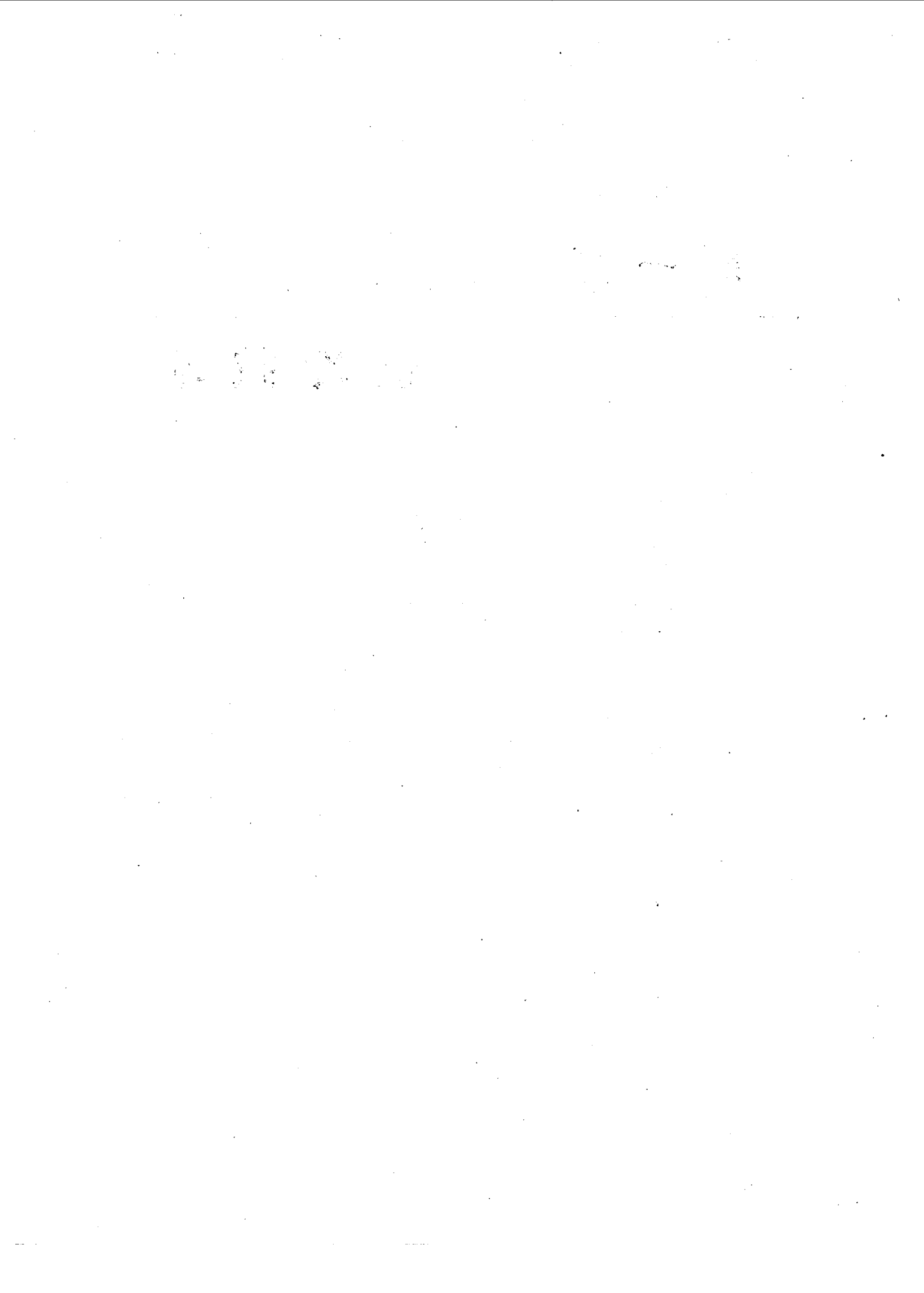
- 16.1 空气调节自动控制系统基本组成和工作原理 .....484
- 16.2 空气调节系统的温度控制 .....486
- 16.3 空气调节系统的湿度控制 .....500
- 16.4 空气调节系统的送风量控制 .....504
- 16.5 空气调节的综合控制系统 .....507

<b>第十七章 制冷与空气调节系统的消声与减振</b>	
17.1 噪声基础知识 .....	513
17.2 噪声、振动对人体的危害及噪声卫生标准.....	517
17.3 制冷与空气调节系统噪声、振动的产生与控制.....	519
17.4 噪声的测量 .....	526
<b>第十八章 空气调节系统的测试与运行调节</b>	
18.1 空气调节系统空气参数的测定 .....	530
18.2 空气调节系统各单机运转性能测试 .....	537
18.3 空气调节室内空气温湿度和气流组织的测试与调整 .....	539
18.4 空气调节系统的试验与操作 .....	540
<b>附录</b>	
附图 (1~9) .....	547
制冷、空气调节技术常用法定单位与工程单位对照和换算.....	556
主要参考文献 .....	557

# 第一篇

---

## 制冷技术



# 第一章 制冷热力学及流体力学基础

随着制冷技术的发展,人工制冷方法愈来愈多。由于应用场所的特点和工作要求不同,可以选用不同工作原理和不同形式的制冷机。蒸气压缩式制冷机发展历史悠久、技术成熟、机器运转可靠、制冷能量调节范围广,所以目前在国民经济和国防建设各个领域得到广泛应用。蒸气压缩式制冷机工作过程主要依靠压缩机完成。压缩机按其工作原理,主要有容积式和透平式两大类。容积式压缩机依靠运动件在气缸中运动形成可变工作容积而完成对气体的吸入、压缩和输送。透平式压缩机首先是使气体在高速转动的叶轮中提高速度,而后又通过机壳、扩压器使气体的动能转变成压力能,由此来完成气体的压缩和输送。现今的制冷和空调装置中,采用容积式制冷压缩机较为普遍。

## 1.1 制冷热力学定义、工质热力状态参数及基本热力过程

### 一、制冷热力学定义及基本原理

制冷的目的是把被冷却物体的热量转移到周围温度较高的介质——水或空气中去,使被冷却物体的温度降低,并在所需要的时间内保持一定的低温。从生活实践中知道,高温物体热量要向低温物体转移,正如山顶的水要向山下流动一样,它们都是自动进行的。如果要把低温物体的热量转移到高温物体,就像要使山下的水流向山顶一样,是不能自动进行的,但可以消耗一定的能量作为补偿来达到。例如我们要把山下的水送到山顶,可用水泵输送或用人力提升。但无论是用水泵还是用人力,总是要付出一定的代价——功。同样,要将低温物体的热量转移给高温物体也必须付出一定的能量作为代价来补偿。制冷机就是通过将电机消耗的电能转变为压缩机的机械功,而把低温物体的热量转移到高温物体中去的。

图 1-1a、b 所示为水泵与制冷机工作的比拟。水泵消耗机械功  $AL$  或  $W$  将低水位  $h_2$  的水量  $G_2$  送至高水位  $h_1$ ; 而制冷机消耗机械功  $AL$ 、把热量  $Q_2$  由低温  $T_2$  物体转送到高温  $T_1$  物体。两者都是在外界机械功的作用下工作的。

同样,我们还可以把制冷机与热机进行比拟。图 1-2a、b 分别表示热机和制冷机工作原理。热机的工作原理是把高温  $T_1$  热源的热量  $Q_1$  中的一部分热量  $Q_2$  转移到低温热源,同时向外界作  $AL$  的机械功; 而制冷机的工作则是通过外界输入  $AL$  的机械功而把低温  $T_2$  物体的热量  $Q_2$  连同  $AL$  的热量一起转移到高温  $T_1$  热源。其关系是  $Q_1 = Q_2 + AL$ 。

制冷的目的是要把冷库货物、食品等的热量转移给空气或水,以保证货物、食品的低温贮存或输送。压缩式制冷机即借助于压缩机消耗机械功,利用一种能发生相态变化的工质,把低温物体的热量转移到高温物体中去。这种能发生状态变化的工质在制冷机中通常称作制冷剂。

夏季游泳上岸后,身上感到特别凉爽; 冬季受雨淋之后又感到寒冷,这些都是因为皮肤上的水蒸发(气化)时吸取了人体的热量的缘故。任何一种液体当它气化时都必须吸收热量,而蒸气在凝结时,再放出热量成为液体。制冷剂就是在制冷系统内连续不断地反复发生



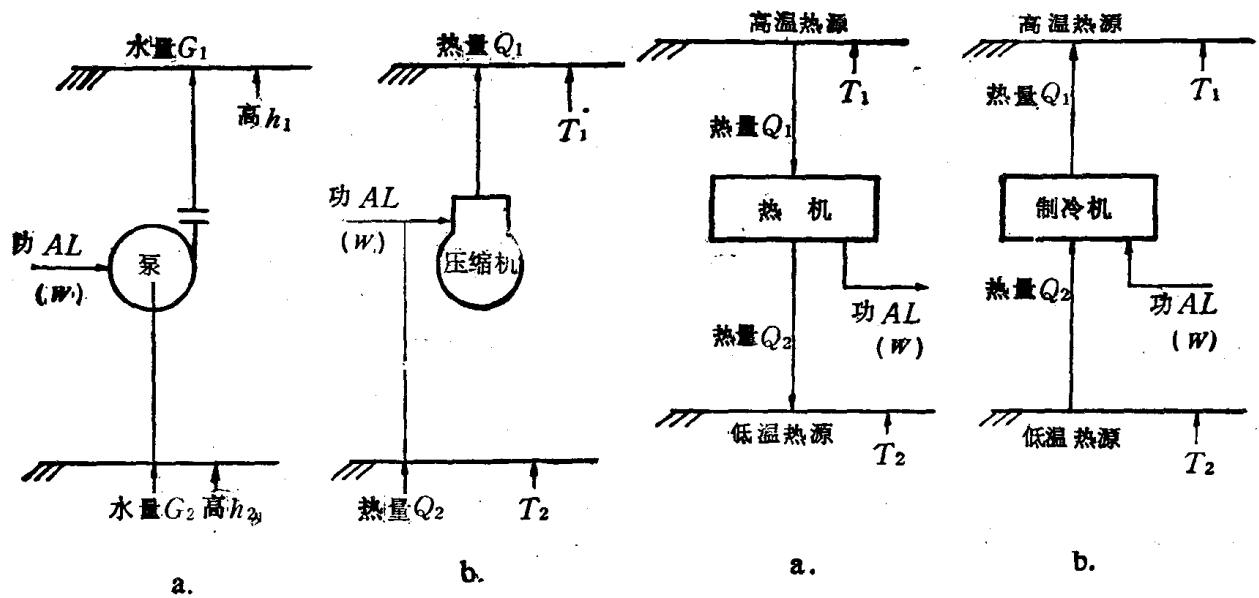


图 1-1 水泵与制冷机工作的比拟

图 1-2 热机与制冷机工作的比较

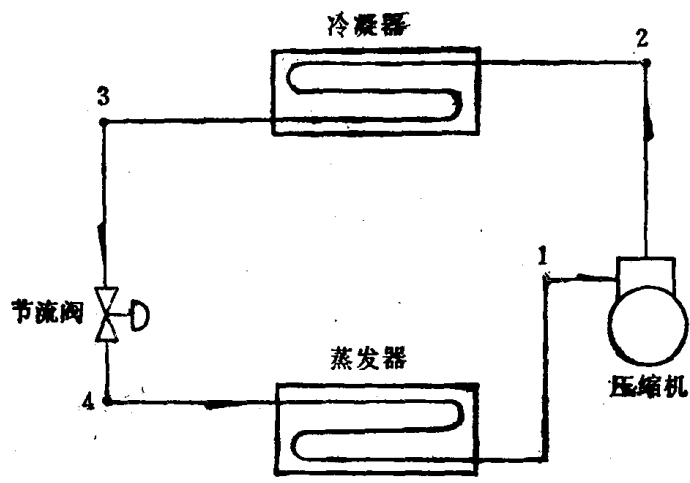


图 1-3 蒸气压缩式制冷基本原理图

从液态变为气态、再由气态凝成液态的相变过程而转移热量。这就是蒸气压缩式制冷的基本工作原理。压缩式制冷机主要由压缩机、冷凝器、节流阀(膨胀阀)、蒸发器四个部件组成。它们之间通过管路连接而组成一个封闭系统,如图 1-3 所示。制冷剂在系统内相继经过压缩、冷凝、节流、蒸发四个过程完成制冷循环,而达到制冷的目的。

### 二、工质的热力状态参数

在热力工程中,用来实现能量转换的物质叫做工质。如柴油机以空气和油的燃烧物作为工质,蒸气机以水蒸气作为工质,而制冷机则是以氨、氟利昂等作为工质。在给定瞬间,工质都具有一定的状态,决定工质状态的物理量称为工质的热力参数。

工质受热膨胀时,其压力、温度和比容都将发生变化,即工质所处的热力状态将发生变化。在蒸气压缩式制冷机中,是通过制冷工质在系统中不断发生热力状态变化而获得低温的。压力、温度和比容这三个状态参数可以全面地描绘出工质任意一个热力状态,所以这三个参数称作工质的基本状态参数。工质除这三个基本参数外还有其它热力参数,如焓、熵、