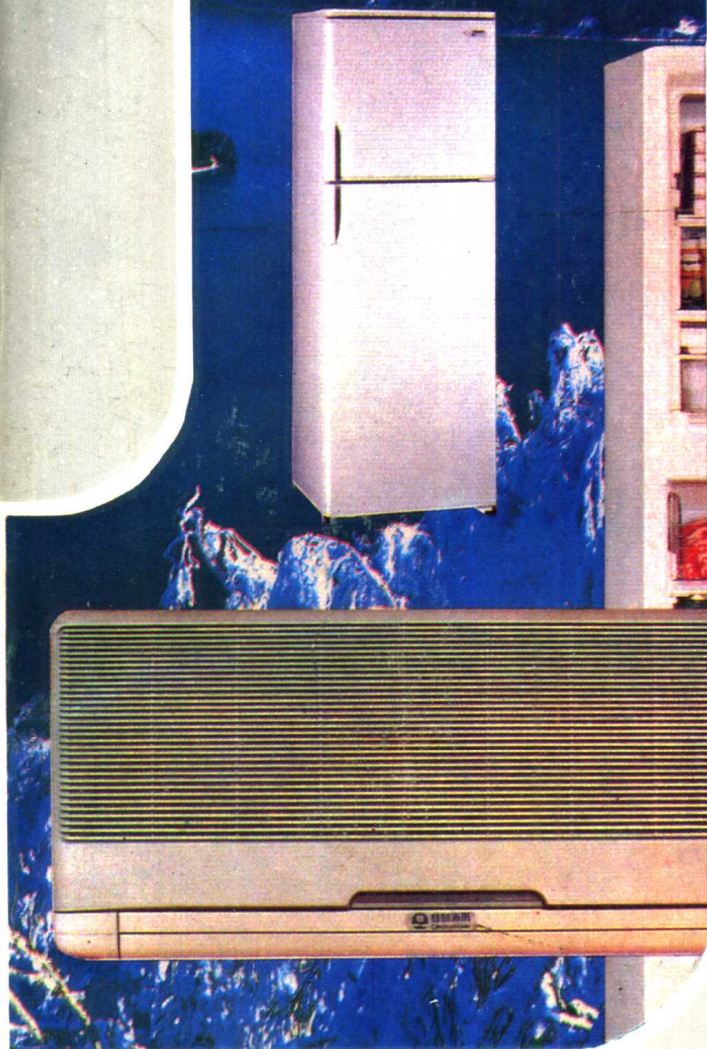


广东省家电培训领导小组办公室组编《家用电器技术丛书》



● 卢泓泽 陈兆中 编著

家用电冰箱、空调机 原理与检修技术

● 电子工业出版社

广东省家电培训领导小组办公室组编《家用电器技术丛书》

家用电冰箱、空调机原理与检修技术

卢泓泽、陈兆中 编著

电子工业出版社

(京)新登字055号

内 容 提 要

本书是一本实用书籍, 主要介绍电冰箱、空调器和制冷及空调设备的工作原理、系统组成、操作调试与检修方法和汽车空调调试方法, 并侧重介绍了最新进口的电冰箱、空调器和自动控制线路的分析。

本书理论与实际相结合, 内容新颖、通俗易懂、实用性强。全书共分14章, 每章末附有复习题供学习思考。本书可供不同等级的制冷空调专业人员用作培训教材, 也适用于从事空调制冷操作、检修、安装人员, 广大用户及技术人员学习参阅。

广东省家电培训领导小组办公室组编

《家用电器技术丛书》

家用电冰箱、空调机原理与检修技术

卢泓泽 陈兆中 编著

责任编辑 吴源

电子工业出版社出版 (北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

· 顺新印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米1/16 印张: 25.5 插页: 1 字数: 669千字

1994年2月第1版 1994年2月第1次印刷

印数 13000 册 定价: 17.50元

ISBN 7 5053-2146-3/TN·643

出版前言

目前在图书市场上,家用电器类图书是琳琅满目,五光十色,目不胜收,但是真正有一定理论深度而又反映家电技术急速变化、不断更新特点的实用性图书寥若晨星。由广东省家电培训领导小组办公室组稿的《家用电器技术丛书》正是弥补了这一不足。本丛书包括《家用电器技术基础》、《黑白电视机原理与检修技术》、《彩色电视机原理与检修技术》、《盒式录音机原理与检修技术》、《家用录像机原理与检修技术》、《家用组合音响原理与检修技术》、《家用电冰箱、空调机原理与检修技术》、《洗衣机、电风扇原理与检修技术》、《家用电热器原理与检修技术》共九种。几乎囊括了家用电器的各个方面。

参与编写本丛书的主编、副主编、编委和编者都是具有丰富家电维修经验和电子学广博理论造诣的知名专家、教授、高级工程师和技师。他们将理论和实践完美地结合起来并针对广东地区进口的家用电器品种多、数量大、更新换代快的特点,全面、系统地叙述了家用电器的基础理论、原理、结构、使用和故障维修等全方位的知识。

本丛书在内容的编排上,由浅入深、步进阶梯小而逐渐达到一定理论深度并有大量实践维修经验的介绍,每章末都附有习题,便于读者复习,本丛书叙述简明扼要、通俗易懂、图文并茂,适于家电维修人员、理工学校有关专业师生、电子爱好者等广泛读者阅读并可作为家电培训教材。

本丛书得以问世,要衷心感谢中国电子进出口总公司华南分公司、广东省家电培训领导小组、中国电子学会的鼎力支持,各位主编、副主编、编委和编者的不懈努力。

本丛书作为奉献给广大读者的礼物,愿读者在阅读的同时,指出它的不足,以便于今后改正。

家用电器技术丛书

主 编	徐秉铮		
副主编	马兰皋	李运林	
编 委	葛长义	刘宝林	李育祥
	马名伟	李克东	全景才
	熊耀辉	卢泓泽	

前 言

在开放改革年代里，制冷技术迅速地发展起来，广泛地应用于科研、工农业生产、食品及医疗卫生、生活设施等各个领域。

目前我国出版了许多种有关制冷、空调、电冰箱等方面的技术书籍，这些书籍大部分适用于教科书和设计参考书。满足广大专业检修人员、培训人员及业余爱好者系统地学习和掌握制冷原理、制冷与空调设备的结构、操作、使用及检修技术是很必要的，本书就是为了这个目的而编写的。

本书共分十四章，第一章至第四章为基本理论与计算，第五章至第七章为家用电冰箱、空调器、分体式空调器的结构原理及检修、使用和安装，并分别编写目前部分国外机种有关资料。第八章介绍空气调节的过程，空调设备及汽车空调的调试及检修。第九章至第十二章主要介绍容积型活塞式制冷压缩机，螺杆式制冷压缩机，各种热交换器，辅助设备的结构及其装配检修。第十三章至第十四章介绍常用自动控制元件及国外部分机种自动控制系统，并比较详细地介绍了制冷机运转、操作及故障分析和排除方法，并且每章末附有思考题，便于读者思考。

同时，该书写成的初稿，都分别作过不同等级的制冷空调专业人员培训的试用教材。

本书第一章至第四章由陈兆中编写，第五章至第十四章由卢泓泽编写。

在编写过程中，得到徐秉铮教授、马兰皋高级工程师亲自审定，对本书提高质量起了重要作用，在此表示衷心感谢。

制冷、空调是多学科的应用技术，由于我们水平所限，缺点与错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

1991年10月

目 录

第一章 制冷技术简介	(1)
一、什么是制冷技术.....	(1)
二、制冷系统的组成和工作原理.....	(4)
三、基本制冷技术介绍.....	(7)
复习题.....	(10)
第二章 制冷技术的物理基础	(11)
一、热力学定律与制冷技术的关系.....	(11)
二、制冷技术中的物理概念.....	(14)
三、显热、潜热、比热.....	(21)
四、制冷技术术语.....	(25)
复习题.....	(37)
第三章 制冷剂、载冷剂和冷冻油	(39)
一、制冷剂.....	(39)
二、载冷剂.....	(43)
三、常用冷冻油.....	(45)
复习题.....	(48)
第四章 传热过程和制冷循环	(50)
一、传热过程的概述.....	(50)
二、对流换热.....	(57)
三、辐射换热.....	(59)
四、冷凝器中的传热.....	(62)
五、蒸发器中的传热.....	(65)
六、单级蒸气压缩式制冷循环的热力计算.....	(66)
七、影响制冷压缩机功能性能的各因素.....	(72)
复习题.....	(73)
第五章 家用电冰箱	(75)
一、概述.....	(75)
二、电冰箱的种类.....	(75)
三、电冰箱的型号.....	(78)
四、电冰箱蒸气压缩制冷的 4 个过程及其它.....	(79)
五、电冰箱的结构.....	(82)
六、电冰箱控制电路.....	(105)
复习复.....	(120)
第六章 家用空调器	(121)

一、空调器功能和型号	(121)
二、窗式空调器的工作原理和结构	(124)
三、空调器的安装使用与保养	(132)
复习题	(147)
第七章 家用电冰箱与空调器的故障分析和维修	(148)
一、家用电冰箱故障原因及排除方法	(148)
二、空调器故障原因及排除方法	(151)
三、全封闭制冷压缩机的检修	(153)
四、常用维修工具	(156)
五、家用电冰箱灌注制冷剂的工艺过程及正常运行要求	(156)
六、空调器灌注制冷剂的工艺过程及正常运行要求	(156)
复习题	(158)
第八章 空气调节的基本概念	(159)
一、概述	(159)
二、空调热负荷	(159)
三、空调系统	(165)
四、空调装置	(170)
五、风道	(173)
六、电子计算机房空调	(183)
七、汽车空调	(189)
复习题	(200)
第九章 制冷压缩机	(201)
一、概述	(201)
二、制冷压缩机分类	(201)
三、活塞式制冷压缩机	(207)
四、活塞式制冷压缩机的检修	(226)
五、螺杆式制冷压缩机	(238)
复习题	(248)
第十章 冷凝器的类型、结构及维护	(250)
一、冷凝器功用和对冷凝器的要求	(250)
二、冷凝器中的传热	(250)
三、冷凝器的类型和结构	(252)
四、冷凝器的计算	(257)
五、冷凝器的维护与修理	(260)
复习题	(262)
第十一章 蒸发器的类型、结构及维护	(263)
一、蒸发器的功用和类型	(263)
二、蒸发器中的传热	(265)
三、冷却盐水或水用蒸发器的计算	(266)

四、干式空气冷却器的计算.....	(269)
五、蒸发器的维护与修理.....	(273)
复习题.....	(275)
第十二章 辅助设备.....	(276)
一、油分离器.....	(276)
二、气液分离器.....	(278)
三、贮液器.....	(279)
四、中间冷却器.....	(280)
五、过滤器与干燥过滤器.....	(281)
六、电磁阀.....	(283)
复习题.....	(287)
第十三章 制冷机的自动控制.....	(288)
一、制冷机自动化的意义.....	(288)
二、流量控制装置.....	(288)
三、温度控制电器.....	(299)
四、压力控制电器.....	(304)
五、常用控制电器.....	(312)
六、Carrier 开利冷水机组自动控制.....	(321)
七、Carrier 开利 19DK 封闭型离心冷水机组的自动控制.....	(325)
第十四章 运转、调节和检修.....	(331)
一、运转和调节.....	(331)
二、制冷系统的调节.....	(338)
三、制冷系统的检修.....	(350)
复习题.....	(357)
附录.....	(359)
附表 1 空调及冷冻工程技术常用单位换算.....	(359)
附表 2 制冷剂的物理性能.....	(262)
附表 3 盐类溶液 CaCl_2 和 NaCl 的物理性能.....	(363)
附表 4 空气的主要物理性质.....	(364)
附表 5 自然对流时干、湿球温度差与相对湿度的关系.....	(366)
附表 6 R12 热力性质.....	(367)
附表 7 R22 热力性质.....	(376)
附表 8 R717 热力性质.....	(383)
附表 9 R502 热力性质.....	(386)
附表 10 R114 热力性质.....	(389)
附表 11 R14 热力性质.....	(390)
附表 12 R13 热力性质.....	(391)
附图 1 湿空气焓湿图大气压为 760 毫米水银柱.....	(392)
附图 2 R12 压焓图.....	(393)

附图 3	R22 压焓图.....	(394)
附图 4	R14 压焓图.....	(395)
附图 5	R502 压焓图	(396)
附图 6	R13 压焓图.....	(397)
附图 7	R717 压焓图	(398)

第一章 制冷技术简介

一、什么是制冷技术

(一) 什么叫制冷

我国有着 5000 年的文明历史，早在 3000 多年以前，我国劳动人民就已经会采集天然的冰进行冷藏。自此以后，制冷技术的应用就是开始进行“冷藏”和“冷冻”。在生产实践中，从内容到形式，制冷技术日趋发展，不仅在工业、医学和科研等领域有助于发展和应用，而且不断改善了人民的生活。

制冷技术在我国起步很晚，但从近 10 年的改革开放的赶超形势和所取得的进步来看，则是十分喜人的，我国的制冷工业及制冷技术应用和研究欣欣向荣。那么，究竟什么叫制冷？又什么是制冷技术？我们在学习应用制冷技术时，首先要学习制冷的基本原理。

一年四季，春夏秋冬，季节不同，气温随之变化。夏天热，气温高，地面上的一切物体的温度也高；冬天冷，气温低，地面上的各种物体的温度也随着变低。这种由于大自然的气候变化（如变冷），而使物体的温度随之变化（变冷）的过程，称为天然制冷。

实现天然制冷，靠的是自然环境。天然制冷的冰和雪，以及地下水等，被称为天然的冷源。这些天然的冷源早已被我们的祖先和在现代社会，用于生活及生产中。

使用天然冷源制冷，不消耗或少消耗能量，但它也具有不可克服的缺点，即使用范围小，不适于现代化的大生产的需要。在天然冷源的利用中，主要利用的就是，两种温度不同的物体相接触就会发生传热的现象，且热量总是从温度较高的物体传向温度较低的物体，直至两物体的温度相同，热量的传递才停止。热量决不会自发地从温度较低的物体传向温度较高的物体，这是自然界的客观规律。

人们的生活在改善，生产在发展，社会在进步，制冷技术的应用也日趋广泛，有时甚至是不可缺少的。当环境的气温很低时，食品就不容易腐烂，为此，食品公司为了贮存大量的新鲜肉食以供应市场的需要，就应有相应规模的冷库。而在工农业生产、科学实验中，在人们大量集中的文化娱乐场所和商业活动中心，也需要有适当的温度、湿度的环境和条件。自然，上述的种种事情是决不能都等到冬季或适当的气候时去进行的；更何况，在冬天或相应的气候下，也不能完全满足我们生活、工作和生产对气温的实际需要。很显然，在这里仅仅利用天然的冷源是行不通的，于是，就出现和发展了人工制冷（或制热）。应该说，人工制冷才是当代所主要采用的手段。

所谓制冷，就是使自然界的某物或某空间达到低于周围环境的温度，并使其维持这个温度。而制冷技术则是研究低温的获得、应用以及各种物质在低温条件下发生的物理、化学和生物学等变化的一门科学技术。应用制冷技术的基本目的，是用人工制冷的的方法获取低温，迫使热量从温度较低的物体传向温度较高的物体，把热量转移给温度较高的环境介质，得到和保持人们所需要的各种低温环境。在这方面早已进入千家万户的家用电冰箱，

就是人工制冷、应用制冷技术的一个生动实例。

家用电冰箱的工作情况如图1-1所示。

当电冰箱接通电源后，压缩机才启动，制冷系统运行，蒸发器1的内部空间降温，放在箱内的食物4放热，被蒸发器内的制冷剂通过管壁的传热所吸收，再通过制冷循环，让箱外侧的冷凝器2散热到空气中。电冰箱不停地运行，热量就从食物上不断地被传到空气中。电冰箱实现这样一个过程，一是借助于制冷剂的制冷循环，二是消耗了机械功（从吸收电网的电能转换而来）。

为了进一步加强对制冷机这种传递热量的认识，我们可以把水泵的工作情况与制冷机的工作作一比较，如图1-2所示。在这里，水量相当于热量，水位差相当于温度差，水泵相当于制冷机。高水位通过管道自发地流向低水位，相当于高温物体的热量经各种途径自发地传向低温物体。在这里，水泵从低位水源吸取的水量等于送到高水位的水量，而制冷机向高温物体排送的热量 Q_k 却等于它向低温物体吸取的热量 Q_0 ，加上输入机械功所相当的热量 AL ，即 $Q_k = Q_0 + AL$ 。

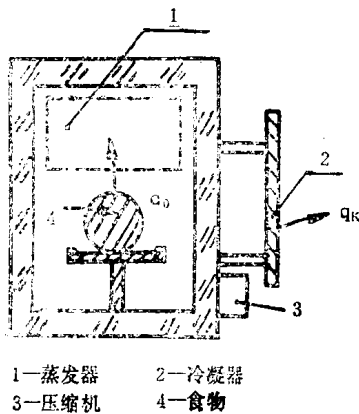


图1-1 家用电冰箱工作示意图

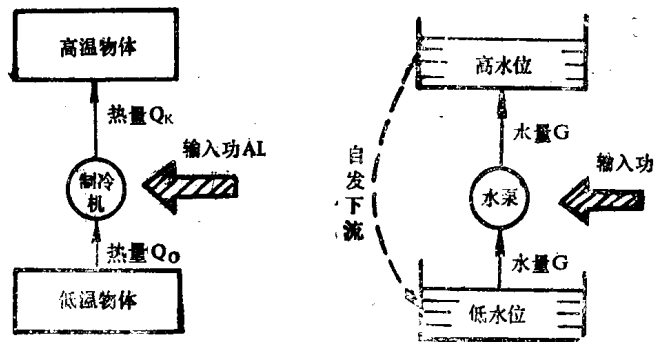


图1-2 水泵与制冷机比较图

（二）制冷技术发展史

制冷技术在我国有着悠久的历史。早在3000多年前就已经有了冰窖的记载，即在我国最早的一部诗集《诗经》中所提及的“凌阴”。《诗经》中还描写了当时的奴隶在寒冬腊月采集和贮存天然冰块的辛勤劳动。春秋战国时期的《左传》就经常提到冰房窖冰之事，而《周礼》中更是说到了总管藏冰和分配的小吏“凌人”，当时还发明了用“冰鉴”盛冰以冷藏食物，并知道用冰“寒尸”，以防腐臭。到了封建社会的魏晋时代，曹操大兴土木，建造大型冰库，“三伏之日赐大臣”，其子曹植在著作中更是写到了用冰降温防暑。后来到了唐朝，冰的应用就更为普遍。元朝时，意大利传教士马可·勃罗，在他的《马可勃罗游记》中，介绍了我国18世纪用冰保藏鲜肉及制造冰酷冷食的技术。

我国古代除了在上述的冷藏、冷冻等制冷技术应用方面领先于欧洲之外，在用雪水拌种，用冰冷藏鱼等方面，也是走在世界前列的。特别是在建筑工程中，最早应用了冷冻技术。在明代建造故宫和十三陵时，为了把几百吨的原石完整地运到工地，采取了沿路“百步一井”的方法，以寒冬提水浇路，使路面结冰，利用了光滑的冰道推石滑行的原理，这

也是世界建筑史上的一项创举。

尽管如此,我国的长期封建统治,明显地阻碍着我国古代制冷技术的进一步发展。一直到了半封建半殖民地的国民党统治时期,近代的制冷技术在我国,不见有多大起色。相反,19世纪中叶的欧洲,成为后起之秀,随着工业革命的兴起,而蓬勃地发展起来。自1873年波义耳发明了氨压缩机后,陆续出现了各式各样的冰箱及其他制冷设备,特别是到了1930年,由于各种氟里昂制冷剂的出现,大大加速了制冷技术在世界各国的发展;其中,尤以法国、意大利、丹麦、荷兰、美国、日本为突出。

旧中国的近代制冷工业是落后的,制冷技术的应用也是非常有限的。当时全国仅上海、天津、南京等几个大城市中有少数冷库,总的库容量还不足30000吨,而其中大多数还掌握在外国资本家手中。上海仅有的几间很小的“冰箱厂”,也只能依靠外国设备和零件修修补补。应该说,中国近代制冷工业的春天,是在新中国成立之后。解放40多年来,特别是在改革开放10年的今天,我国的冷库总容量比解放前增加了好几十倍,大中小制冷机、电冰箱、空调机,从无到有,由小到大,从仿制到自行设计,正在赶超世界的先进水平。1954年,我国自行造出了活塞式制冷机;1964年,我国制定了中小型活塞式制冷压缩机系列的部颁标准。此系列有5种缸径,22种产品;1976年又制订了全封闭式压缩机系列草案,1977年开始样机设计,我国在1967年制成蒸汽喷射式制冷机,1968年制订出《蒸汽喷射制冷机系列》;自1966年起,设计试制溴化锂吸收式制冷机,1974年制订发布了:

《溴化锂吸收式制冷机型式和基本参数》部颁标准,目前已生产20万~300万千卡/时不同制冷量的溴化锂吸收机;1966年,试制成300万千卡/时丙烯离心压缩机,1976年,制定了空调用离心式制冷机系列草案;1971年,我国成功地试制了螺杆式压缩机,1974年,一机部制冷行业组织了螺杆式制冷压缩机的联合设计,且已有了批量生产。

自改革开放10年来,随着我国人民物质生活的不断改善提高,制冷技术的应用和近代的制冷工业,呈现出一派欣欣向荣的景象。由于不断引进国外的先进技术和设备,一方面对老企业进行了技术改造,另一方面建成了许多新兴的压缩机、电冰箱、空调机的生产线和企业,不仅使得产品的数量和质量大幅度提高,以满足国内人民的生活及生产之需,而且正大量出口。在全国,一批高等院校成立了相应的制冷、低温物理专业,成立了一批与空调制冷相关的研究所和设计院,以培养造就这方面的高级人材。全国制冷学会也相继成立,各省市制冷学会都在推动着我国制冷技术向前发展。开拓未来,前程似锦。中国近代制冷技术的大发展一定会到来。

(三) 制冷技术的应用

随着人们生活的不断改善,生产的不断发展和社会的不断进步,各种小型的制冷设备或装置,已经进入千家万户;各种中型、大型的制冷空调工程,不断在生产现场和生活设施中投入运行。可以说,现代的制冷技术已经进入我国国民经济的各个领域;现代化的家庭生活,现代化的大生产活动或生活设施,越来越依赖于制冷技术的进步;现代的高科技也亦伴随着制冷技术的提高而发展。

制冷技术的普遍应用,首当其冲的是家庭生活与食品加工和防腐领域。由于果蔬、蛋品、鱼肉等易腐食品的生产和贮存,有着较强的季节性和地区性,对温度、湿度和产销的时间比较敏感,所以它们的冷藏和冻藏就是十分必要的。其实,需要冷藏和冷冻的又何止

食品，象高档的服装、贵重的皮毛、贵重的药材、稀有的花卉等的保存，自然以低温干燥的环境为宜，以防微生物和潮气的浸蚀。因此，这方面的冰箱、冷库就成了不可缺少的东西了。而加工生产食品的屠宰场、乳酪厂、罐头食品厂和酿酒厂等，都不可没有制冷装置。很自然，保存食品、生产食品离不开制冷设备，在中外食品物质交流和商业活动中，制冷装置或设备就成了基本的设备；如海路、铁路和公路上奔驰的冷藏船、冷藏列车、冷藏汽车，就是大型的活动电冰箱、冷藏柜台。

“民以食为天”。食品生产和贮存少不了制冷设备；而在农业生产方面，制冷技术是大有用场的。如耐寒品种的培育、化肥的生产、除虫杀菌、良种精卵的保存、人造的雨和雪等，无不与“冷”有关。

在工业生产上，制冷技术更是大有作为。在近代的炼钢中，需要的大量氧气，就是用涤冷空气分离技术获得的；在石油化工中，石油裂解、石油脱胶离不开制冷；甲烷、乙烯等重要原料的提取要制冷；在有机合成（如化纤、塑料、橡胶、染料等）中需要制冷；在基本化工的酸碱工业中，如结晶、浓缩、精炼、分离、液化和提纯等，也是少不了制冷技术的。这里要指出的是，工业生产中应用制冷，不仅表现在基本生产过程的实现本身，尚有重要的一面，那就是确保生产过程的科学条件及劳动者舒适的工作环境，这就是创造恒温 and 恒湿的工作条件，即进行必要的空气调节。例如对电子、精密仪表、印刷、纺织等工厂，凡有特殊需要的实验室、计算机和测试中心、计量室、化验间等，就是需要空气的调节。而象大酒店、大宾馆、大厦、大会堂、大商场、大剧院、大医院等，象豪华汽车、旅客列车、救护车、大江客轮海轮、飞机和小型客车等，空调装置正在日益普及。利用冷冻来冻结土壤，为建筑施工带来方便，利用空调去湿，实现地下工程的施工等，也是常采用的有力手段。

在医疗卫生方面，制冷技术的应用也成了方便的助手。如低温保存疫苗、血清、眼球、皮肤及各种有机药物等；在抗菌素的生产，尸体、器官组织的保存中；在人工冬眠、“冷手术刀”和低温麻醉等方面，制冷技术都是大有用武之地的。

另外，在许多尖端技术和高科技领域中，制冷技术的应用尚有独到之处。例如在飞机制造和宇航事业的低温环境气候实验；火箭的推进剂液态氧和液态氢的获得；金属合金低温下的超导研究；以及在卫星通讯、半导体激光、高真空的获得、红外线探测等领域，制冷技术甚至是不可代替的技术手段和可靠的方法。

二、制冷系统的组成和工作原理

（一）制冷系统的组成

制冷系统是一个广义的概念，因为采用不同的制冷原理，都有它相应的制冷系统；而制冷原理不同的制冷系统，在组成上差别又非常大。这里提到的制冷系统，是指使用最普遍、最基本的蒸汽压缩式氟里昂小型制冷系统。而制冷系统的组成，自然也是指蒸汽压缩式小型氟里昂制冷系统的组成。小型的氟里昂制冷系统，具体应用于家用电冰箱、窗式空调机及小型除湿机等制冷设备中。尽管它们在制冷系统的具体构造和运行特点方面，有所不同；但是，其制冷系统的基本组成是相近的，即基本上是压缩机、冷凝器、过滤干燥器（过滤器）、毛细管和蒸发器等 5 部分组成。以电冰箱的小型制冷系统为例，具体组成如

图1-3所示。

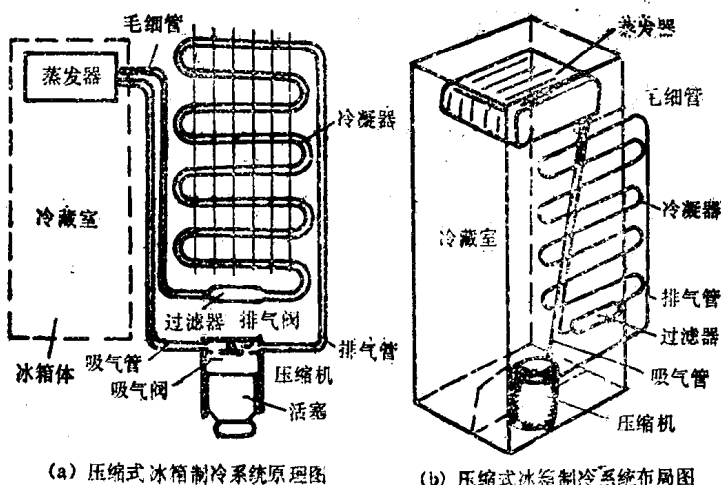


图1-3 压缩式冰箱制冷系统

窗式空调机的制冷系统的组成，与电冰箱比较，是不完全相同的。若为冷风型空调机，则组成基本上同电冰箱的制冷系统；如果属于热泵冷风型空调机，则多了一个电磁换向阀。空调机的制冷系统，个别的没有设置过滤器；另外尚有个别的加有储液器，这种大同小异也是允许的。

热泵冷风型窗式空调机的制冷系统，如图1-4和图1-5所示。

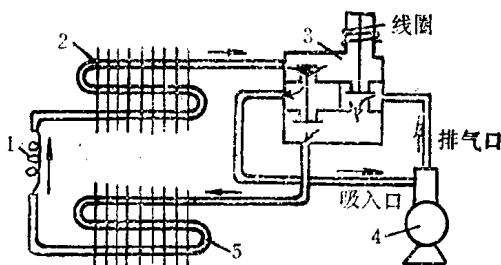


图1-4 制冷方式工作情况

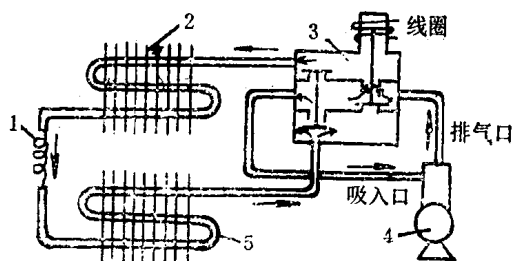


图1-5 供热方式工作情况

在以上二图中，1——毛细管；2——室内热交换器；3——四通换向电磁阀；4——压缩机；5——室外热交换器。四通换向电磁阀的作用，是在此类空调机于不同工作方式时，改变系统中氟里昂流的流通方向，从而根据需实现制冷方式工作或供热方式工作。但不管此类空调机工作于何种工作方式，压缩机的吸入口和排气口的气流方向和功能是不改变的。另外，对于冷风型窗式空调机（只有一种制冷工作方式），室内热交换器即蒸发器；而室外热交换器即冷凝器。但是，对于热泵冷风型窗式空调机，工作于制冷方式时，其热交换器（室内室外）的功能分配同冷风型空调机完全相同；工作于热泵方式时，则热交换器的功能分配（室内、室外）刚好与冷风型空调机的相反，即室内的热交换器为冷凝器，向室内供暖；而室外的热交换器为蒸发器，从室外吸热。由于热泵冷风型空调机在运行方

面好这种特点，故两个热交换器的构造和体积形状是完全对称的，这也是我们应该明了的。

至于小型除湿机的制冷系统的组成，则完全和冷风型窗式空调机的相同，这里就不赘述了。

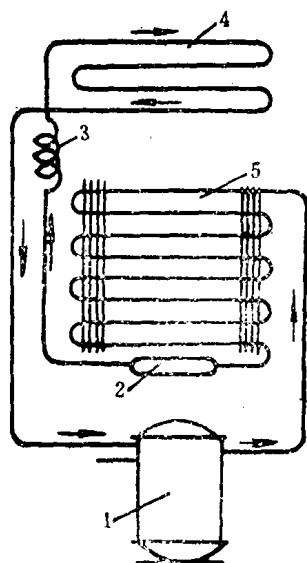
(二) 制冷系统基本工作原理

在我们学习和掌握制冷系统基本工作原理的时候，还是以蒸汽压缩式制冷系统为例较

好，而且最好是以小型的家用电冰箱制冷系统为例，因为在后面的章节里还要专门讨论电冰箱。在具体学习电冰箱之前，就为其关键部分的制冷系统的工作原理打下基楚，有利于对制冷系统的学习逐步加深认识；而且它又是一种典型的制冷系统，也是最常见的，最基本的，因而最具有代表性。

小型的电冰箱制冷系统工作原理如图 1-6 所示。此图为单门电冰箱的制冷系统原理图，其工作过程与制冷的热力循环过程如下：

制冷剂R12（化学分子式 CCl_2F_2 ）首先在蒸发器4中吸收热量，变为蒸发气状态（此热量是在通过蒸发器的管壁与冰箱内部空间的空气间传热，从冰箱内的食物上吸收到的）；然后被压缩机1的吸气管吸入汽缸。低温低压的R12蒸汽从蒸发器出口流入压缩机吸气口的过程中，通过管道壁与周围空气热交换，使其温度略有升高而呈热状态。这样的过热蒸汽在



1—压缩机； 4—蒸发器；
2—过滤干燥器； 5—冷凝器
3—毛细管；

图1-6 电冰箱制冷系统原理

气缸中受到压缩，变成高压（约11.5千克/厘米²）、高温（约35~58℃）的过热蒸汽，从压缩机的排气管排出，进入冷凝器5。冷凝器5在冰箱体的后部（平背式的冰箱冷凝器已装置于箱壳内侧），其上装嵌有散热装置，高温高压的R12过热蒸汽通过冷凝管壁时，其散热片把大量的热散发到箱外的空气中去。由于压缩机连续不断地输送高温高压的过热蒸汽，从压缩机排气口出来往后的管道都较粗，因而在冷凝器中R12的温度虽然降低，但其压力却基本保持不变，从而R12被冷凝成中温（比室温约高15℃）、高压的液体。R12从冷凝器出来后的一段管道内，由于与环境介质的热交换（R12在散热），于是使液态制冷剂温度再降低，由饱和液变成过冷液。而后经过干燥过滤器2过滤干燥（吸收制冷系统中残存的微量水分和过滤掉杂物）后，再经过一段细而长的毛细管3的节流减压，R12又回到了原蒸发器4中蒸发吸热，再一次被压缩机1吸收气缸中，从而又开始了下一次制冷的热力循环。

由此，R12在制冷系统中进行着一次又一次的制冷循环；而使电冰箱内食物的热量不断地被传到箱外空气中去。通过冷凝器散失到空气中的热量，是蒸发器在箱内吸收的热量与压缩机运转发热的热量之和。而制冷剂R12在制冷循环中所失去的热量，与循环中所得到的功量（即压缩机消耗的能）相平衡；因此制冷剂经过一次制冷热力循环后，依然回复到最初的状态。

三、基本制冷技术介绍

在广泛的制冷应用中，随着所需温度的不同，制冷的方法也是多种多样的。如液体气化制冷法，包含有蒸气压缩式、吸收式、蒸气喷射式，广泛应用于冷藏、空气调节和化工生产方面；而热电制冷法，则多用于空气调节机和医疗方面。至于利用膨胀机使气体膨胀制冷，利用气体节流膨胀制冷，利用涡流管使气体膨胀制冷等，主要应用于制氧、制氮和物质的超导研究。在本节中，所谓基本制冷技术的介绍，主要是介绍液体气化制冷和热电制冷。

（一）蒸气压缩式制冷

蒸气压缩式制冷，被广泛应用在目前的家用制冷设备的小型制冷系统中。根据制冷系统中采用的压缩机的不同，可分为离心式、螺杆式、活塞式三种。

所谓离心式制冷，是利用离心式制冷机的高速旋转而产生的巨大离心力，来提高制冷剂蒸气的压力，从而获得对蒸气的压缩过程。然后再经过冷凝、节流、蒸发等过程，来实现制冷。这种离心式制冷机的产冷量大、运行可靠、无轴封泄漏、平衡性能也好；但是，单机制冷量不能过小，加工维护的难度较大。

螺杆式制冷机，没有活塞式制冷机的汽阀、活塞、活塞环、缸套等易损零件，是一种新型的制冷机。它运行平稳可靠、维护方便、寿命长，且小巧、起动容易。但是其缺点是，噪声大，转子加工困难。

活塞式制冷机，是目前小型制冷设备的制冷机的主力军，它的主要形式又有连杆式与滑管式之分。它的最大特点是使用方便、运行可靠。其标准产冷量在1000~478000千卡/小时范围内，品种繁多，生产量大。但是，这种制冷机零部件很多，特别是易损件多，这样就造成了管理维护方面的困难，使用和维护工作者应时刻注意这个问题。

（二）吸收式制冷

吸收式制冷的突出优点是：无机械运动部分，因而运行时平稳，无振动和噪声；对热能的质量要求低，因而经济性能好，制造起来方便，管理控制简便。但是，它以水作制冷剂，无法获得0℃以下的低温，因此，仅能用于空调；而溴化锂在有空气的情况下，有强烈的腐蚀性。同时它价钱昂贵，初期投资大，耗水也多。

吸收式制冷设备，主要由吸收器、发生器、节流阀、蒸发器、冷凝器等构成制冷循环。吸收式制冷的主要原理，是利用某些水溶液在常温下具有强烈的吸水性能，而在高温下能把所吸收的水分分离出来，且在真空下，水的蒸发温度较低的特性。目前，国内生产的溴化锂吸收式制冷机，是利用溴化锂为吸收剂，水当制冷剂，让水在低压下沸腾吸热来实现制冷。如图1-7是水-溴化锂吸收制冷系统图。

在整个制冷系统工作过程中，要使制冷剂水在低压的蒸发器中汽化吸热而实现制冷，必须不断地补充蒸发掉的水，使此过程连续进行下去，这样就设置了水泵；同时，为了维持水在低压下沸腾汽化，还必须不停地用抽气装置对蒸发器进行抽气。

另一方面，在吸收器中，浓度较高的溴化锂溶液经过喷淋，吸收了来自蒸发器中汽化