

胡鹏程 编著

小型制冷与空调器具

中国环境科学出版社



350165

小型制冷与空调器具

胡鹏程 编著



中国环境科学出版社

1991



小型制冷与空调器具

胡鹏程 编著

责任编辑 周玉泉 钟晓红

*

中国环境科学出版社出版

北京崇文区北岗子街8号

香河胶印厂 印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年10月第一版 开本 850×1168 1/32

1991年10月第一次印刷 印张 17 3/4

印数 1—4000 字数 462千字

ISBN7-80010-705-1/Z·055

定价 10.50元

112114

内 容 简 介

本书介绍了制冷技术的有关基础理论, 小型制冷与空调器具广泛采用的蒸汽压缩式制冷原理及简单的设计计算。作者就制冷与空调常用的制冷剂 and 压缩机、蒸发器、冷凝器、膨胀阀等主要部件的工作原理、参数计算及主要结构类型作了详细介绍, 考虑到电冰箱是家庭中最为普遍的小型制冷机, 本书的第七、九两章就其结构、类型、制冷系统、控制系统和维修技术作了实用性叙述。

本书除可供广大家电用户, 制冷与空调设备维修人员阅读外, 还可作大专院校, 职业高中有关专业教材。



前 言

近几年来，各种小型制冷与空调器具已越来越广泛地进入家庭和商业、旅游等行业，并成为家用电器产品的一个大类。在这一形势下，从事小型制冷与空调器具维修的技术人员急需这一方面的参考书籍，各种层次的家用电器的专业也急需适合专业要求的教材。为满足上述诸方面的需要，编写了《小型制冷与空调器具》这本书。它可以作为从事家电维修技术人员的自学参考资料，也可作为商业类高校的家用电器的专科教材，还可作为家用电器中专或各类家用电器培训班的教学参考书。

本书从读者的实际需要出发，介绍了制冷技术的有关基础理论；较为详细阐述了小型制冷与空调器具广泛采用的蒸气压缩式制冷原理及简单设计计算；介绍了制冷与空调器具中常用的制冷剂以及压缩机、蒸发器、冷凝器、膨胀阀等主要部件的工作原理、参数计算及主要结构类型。考虑到电冰箱是家电产品中最为普遍的小型制冷机，故本书第七、九两章较为详细地介绍了电冰箱的结构、类型、制冷系统及其控制系统。而在第十章中较细致地介绍了电冰箱的维修技术及维修用的设备、工具和材料。最后，在第十一章中介绍了除电冰箱以外的其它小型制冷与空调器具，在每章之后均附有适量习题，以适应教学需要。为了读者使用的方便，在书末附录中给出了各种实用的图表。

本书是以多年的教学讲义为基础，参考国内外近期出版发行的有关资料，并结合我们近年来在实习教学中的经验编写而成。全书力求理论叙述简明清晰，实际维修操作详尽全面。本书定稿后黑龙江商学院电子工程系主任张源副教授审阅了初稿，给予了充分肯定，并对初稿提出了宝贵意见，在此谨致谢意。

由于编者水平有限，书中定有谬误或不妥之处，恳请读者批评指正。

编者
1989 年 6 月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 制冷技术与冰箱发展简史	(1)
第二节 小型制冷与空调器具在我国的发展	(4)
第三节 制冷技术的应用	(6)
第二章 制冷技术基础理论	(10)
第一节 怎样实现制冷	(10)
第二节 热力学的基本参数	(14)
一、温度	(14)
二、热能与热量	(16)
三、比热、显热与潜热	(18)
四、压力与真空度	(22)
五、比容与重度	(26)
第三节 气体的物理性质	(26)
一、理想气体	(26)
二、理想气体的状态特性	(27)
三、气体的压缩	(30)
第四节 汽化与凝结	(31)
一、液体的汽化	(31)
二、凝结	(32)
三、饱和温度和饱和压力	(32)
四、过冷与过热	(35)
五、临界温度与临界压力	(36)
第五节 热力学的基本定律	(37)
一、热力学第一定律	(37)
二、热力学第二定律	(39)
第六节 焓和熵	(40)

一、焓与稳定流动能量方程式	(40)
二、熵	(44)
三、压—焓图($\lg P-i$ 图)	(46)
第七节 湿度与露点	(48)
一、湿度	(48)
二、露点	(49)
第八节 节流	(50)
习题	(51)
第三章 制冷原理	(53)
第一节 蒸气压缩式制冷	(53)
一、电冰箱的蒸气压缩式制冷循环	(53)
二、单级蒸气压缩式制冷循环的理论过程	(54)
三、工况条件变化对制冷循环的影响	(62)
四、电冰箱制冷系统的实际循环过程及其计算	(67)
第二节 吸收—扩散式制冷	(73)
第三节 半导体制冷	(78)
一、半导体制冷原理	(78)
二、热量计算	(80)
第四节 化学制冷	(81)
习题	(83)
第四章 制冷剂和载冷剂	(84)
第一节 制冷剂概述	(84)
一、什么是制冷剂	(84)
二、制冷剂的命名与符号	(84)
三、制冷剂的分类	(88)
第二节 对制冷剂的要求	(89)
第三节 几种常用的制冷剂	(93)
一、氨(NH_3)	(94)
二、氟利昂 12(CF_2Cl_2)	(95)
三、氟利昂 22(CHF_2Cl)	(97)

四、氟利昂 502	(98)
五、氯甲烷(CH_3Cl).....	(98)
第四节 制冷剂的使用	(100)
一、使用注意事项.....	(100)
二、分装.....	(101)
三、制冷剂的简便测定方法.....	(102)
四、制冷剂与油和水的关系.....	(104)
第五节 载冷剂	(106)
习题	(109)
第五章 制冷压缩机	(110)
第一节 制冷压缩机概述	(110)
第二节 活塞式压缩机的工作过程	(114)
一、压缩机的理想工作过程.....	(114)
二、压缩机的实际工作过程.....	(115)
第三节 压缩机的排气量及其影响因素	(118)
第四节 压缩机的功率与效率	(123)
一、压缩机的功率.....	(123)
二、压缩机的效率.....	(123)
第五节 几种全封闭式压缩机	(124)
一、连杆式压缩机.....	(127)
二、滑管式压缩机.....	(133)
三、电磁式压缩机.....	(140)
四、旋转式压缩机.....	(142)
第六节 压缩机的电机	(149)
一、压缩机电机的主要类型.....	(149)
二、压缩机电机的技术要求.....	(153)
三、压缩机电机的性能检查.....	(156)
第七节 压缩机的润滑油	(157)
习题	(160)
第六章 传热与换热器	(161)

第一节 三种基本的换热形式	(161)
一、热传导	(161)
二、对流传热	(167)
三、幅射传热	(176)
第二节 换热器的传热计算	(178)
一、传热计算式	(178)
二、平均温差 Δt_m	(179)
三、对数平均值计算图表	(181)
第三节 冷凝器	(183)
一、冷凝器的结构型式	(184)
二、冷凝器的计算	(191)
第四节 蒸发器	(195)
一、蒸发器的结构型式	(196)
二、蒸发器的计算	(203)
第五节 热交换器	(205)
第六节 气液分离器	(206)
习题	(207)
第七章 电冰箱及其制冷系统	(210)
第一节 电冰箱的规格、型号及冷度	(210)
一、规格	(210)
二、电冰箱的型号	(211)
三、冷度	(212)
第二节 电冰箱的常见类型及其制冷系统	(213)
一、直冷式单门电冰箱	(213)
二、直冷式双门双温电冰箱	(216)
三、无霜双门双温电冰箱	(218)
四、间冷式对开双门双温电冰箱	(219)
五、三门式电冰箱	(220)
六、卧式电冰箱	(221)
第三节 电冰箱的箱体及与压缩机的匹配	(223)

一、电冰箱的箱体结构	(223)
二、电冰箱与压缩机的匹配	(226)
第四节 制冷系统的其它部件	(235)
一、制冷系统的其它部件	(235)
二、制冷系统的组焊装配	(245)
第五节 电冰箱的制造装配工艺	(247)
一、制造装配工艺	(248)
二、质量管理	(248)
第六节 压缩式电冰箱的技术要求与性能试验方法	(250)
一、电冰箱的试验顺序	(251)
二、电冰箱试验环境与条件	(251)
三、测试用仪器的精度和校正	(252)
四、家用电冰箱主要技术要求和试验条件	(253)
第七节 电冰箱的感观检验、使用与维护	(257)
一、冰箱型式和容量的选择	(257)
二、电冰箱的感观检验	(257)
三、电冰箱的使用	(259)
四、搬运和日常维护	(263)
习题	(264)
第八章 制冷系统中的控制阀件	(266)
第一节 热力膨胀阀	(266)
一、内平衡式热力膨胀阀	(266)
二、外平衡式热力膨胀阀	(280)
三、热力膨胀阀的安装	(282)
第二节 截止阀	(285)
一、直接式截止阀	(285)
二、隔膜间接式截止阀	(287)
第三节 电磁阀	(288)
一、直动式电磁阀	(288)
二、继动式电磁阀	(289)

第四节 电磁换向阀	(291)
习题	(295)
第九章 电冰箱的控制系统	(297)
第一节 温度控制装置	(297)
一、感温囊式温度控制器	(298)
二、电子温度控制器	(307)
第二节 化霜控制装置	(309)
一、人工化霜	(309)
二、按钮式半自动化霜	(311)
三、全自动化霜	(316)
四、高热制冷剂化霜法	(321)
第三节 加热防冻与门口除露装置	(322)
一、加热防冻装置	(322)
二、箱体门口表面除露装置	(324)
第四节 箱内风扇电机组和照明灯	(325)
第五节 启动与保护装置	(326)
一、簧片拍合式启动与热控过电流保护继电器	(328)
二、电流线圈重力式启动继电器	(331)
三、碟形过电流过温升保护继电器	(332)
四、电冰箱制冷压缩机用启动继电器吸合电流 和释放电流的确定	(335)
五、PTC 启动继电器	(338)
六、内埋式热控过电流过温升保护继电器	(341)
第六节 电冰箱的典型电路	(342)
一、直冷式单门电冰箱的典型电路	(342)
二、无霜双门双温电冰箱的典型电路	(343)
三、电子温控型电路	(345)
第七节 国内外部分电冰箱电原理图	(353)
一、直冷式单门电冰箱电原理图	(353)
二、直冷式双门双温电冰箱电原理图	(354)

三、无霜双门双温电冰箱电原理图·····	(356)
四、大型无霜气化式双温双门电冰箱电路·····	(358)
习题·····	(360)
第十章 电冰箱的故障检查与维修技术 ·····	(362)
第一节 完好电冰箱应具备的性能·····	(362)
第二节 维修电冰箱的步骤及注意事项·····	(365)
一、维修步骤·····	(365)
二、维修注意事项·····	(367)
第三节 控制系统故障的检查与排除·····	(368)
第四节 制冷系统故障的检查与排除·····	(374)
第五节 制冷系统的维修工艺过程·····	(387)
一、断开管路进一步检查·····	(387)
二、制冷系统堵塞故障的维修工艺过程·····	(388)
三、制冷剂泄漏故障的维修工艺要点·····	(393)
第六节 制冷系统的维修技术·····	(395)
一、制冷系统的焊接·····	(395)
二、制冷系统的抽真空技术·····	(397)
三、制冷剂充灌技术·····	(400)
四、制冷剂的脱水处理·····	(401)
第七节 压缩机的维修技术·····	(402)
一、电机绕组重新绕制维修步骤·····	(402)
二、压缩机抱轴、卡缸故障的维修·····	(412)
三、高、低压阀片维修技术·····	(413)
四、润滑机构故障的修理·····	(414)
第八节 维修用主要设备、工具和材料·····	(414)
一、气焊设备·····	(415)
二、抽真空、干燥设备及工具·····	(417)
三、检漏设备及工具·····	(420)
四、灌气装置及工具·····	(421)
五、电气检查设备和仪表·····	(422)

六、常用维修工具.....	(423)
七、维修电冰箱用备件和材料.....	(423)
习题	(423)
第十一章 其它小型制冷与空调设备	(426)
第一节 冷藏箱(柜).....	(426)
一、冷藏箱(柜)的种类和用途	(426)
二、冷藏柜的箱体结构.....	(431)
三、制冷系统及工作原理.....	(431)
四、电路控制系统.....	(433)
五、冷藏箱(柜)的故障分析与排除	(450)
第二节 空气调节器	(453)
一、空气调节的内容.....	(454)
二、空调器的分类与型号.....	(455)
三、窗式空调器.....	(456)
四、分体式空调器.....	(472)
五、空调器的安装与保养.....	(476)
第三节 小型制冰机	(479)
第四节 棒冰机	(486)
第五节 小型冷饮机	(488)
第六节 小型冰淇淋机	(491)
第七节 小型空气除湿机	(493)
习题	(496)
附录	(497)
附录一 制冷工程常用单位换算	(497)
附录二 我国轻工部(SG215-84)标准	(501)
附录三 家用电冰箱国际(ISO)标准基本规定	(505)
附录四 R12 饱和热力性质表	(509)
R22 饱和热力性质表	(521)
R502 饱和液体和蒸气热力性质表	(532)
附录五 R12、R22 压—焓图.....	(543)

附录六	国产电冰箱用压缩机组的电机技术参数	(545)
附录七	几种常用漆包线的品种、规格、特点 及主要用途	(550)
附录八	常见国内外压缩机电机绕组阻值数据表	(552)

第一章 绪 论

制冷就是用人工方法制取低温，即利用人类掌握的科学技术来制取低于周围环境的温度，以满足人们生活或生产的各种需要。

制冷技术在工农业生产、科研和医疗卫生等各部门以及家庭生活等方面都有着极为广泛的应用。尤其是随着人们食品结构的逐渐更新，生活水平的不断提高，电冰箱、冷藏柜、空调器、冰激淋机和冷饮机等一类小型制冷空调器具越来越多地进入市场，进入家庭。新的品种、新的机型不断涌现。而其中的电冰箱则已成为现代家庭生活中不可缺少的一种家用电器。

第一节 制冷技术与冰箱发展简史

利用低温来保存食物可以追溯到 3000 多年以前。那时，我国的劳动人民就已经掌握了利用天然冰来提供低温进行冷藏和防腐的技术。在我国的《诗经》里已经提到过冰窖。《周礼》中更有“古代国家，冬季取冰，藏之凌阴，为消夏之用”的记载。所谓“凌阴”就是冰窖。

由于天然冰在采集、保存、使用等诸环节上存在种种的缺点，这样便促使人们开始研究以人工方法来实现制冷的技术，以便制造出性能更符合使用要求的冷冻冷藏装置来。1824 年英国著名科学家麦加耳·法拉第(Michael Faraday)首先发现了吸收式制冷机理，但是直到 1855 年才由德国工程师首次制成了吸收式制冷系统。与此同时，压缩式制冷也取得了令人鼓舞的突破。1834 年美国工程师丁·泊金斯制成了一台压缩式制冷装置，成为现代压缩式制冷技术的开创者。1872 年，德国的卡温林特最

早将压缩式制冷技术应用于工业方面。直到 1918 年才由美国卡尔维纳特公司(Kelvinator)的 E.J.科伯兰德工程师设计制造成功了第一台供商业和家庭使用的压缩式自动电冰箱。尽管这种冰箱很笨重,外壳是木制的,绝热材料是用海藻和锯屑的混合物,制冷压缩机采用冰冷、噪声很大,同时价格也很昂贵,但它仍为市场所需要,当年就售出 67 台,1918 至 1920 三年中共售出 200 多台。1921 年,美国的费里吉代公司制成了第一台将压缩机置于箱体内部的电冰箱。1927 年,美国的通用电器公司在持续 12 年的研究之后,首次研制出全封闭式自动制冷装置,其制冷压缩机装于冰箱的顶部,靠自然通风冷却。同年,家用自动吸收式冰箱也在美国市场上问世。

在这一时期,制冷剂的研究也取得了很大的进展,二氧化硫曾是早期最常使用的制冷剂之一,但它具有使人十分讨厌的臭鸡蛋味。在 1931 年,美国通用电器公司的研究负责人 O.F.凯特勒因通过一系列研究,终于发现了新的制冷剂—氟利昂,并由小托马斯·米杰里研制成功。氟利昂制冷剂的出现,又促进了压缩式制冷技术的发展。

第二次世界大战前,意、德、英、法等西欧国家与日本的冰箱制造业已形成雏形。战后,各国的冰箱制造业又很快从战时的凋敝状态恢复起来。而美国在 1945 年已有 45 家公司,年产冰箱达 125 万台。到 60 年代,不少国家的产量已超过百万台大关。并且在冰箱箱体的外形、结构及制冷方式等方面都日趋形式多样、结构完善。表 1-1 给出了世界主要冰箱生产国 1983 年的生产水平和普及率。

表 1-1 世界主要冰箱生产国的产量和普及率(1983 年)

	美国	日本	意大利	西德	苏联	东德	捷克	南斯拉夫
产量(万台)	540	451.1	450	200	570	76.3	40	
普及率(%)	99.9	99.5	92	95	65	96	88	81