

制 冷 与 空 调 应 用 技 术 丛 书

电冰箱与冰柜

杨启华 赵 忭 刘卫东 / 编著



科 学 出 版 社

制冷与空调应用技术丛书

电 冰 箱 与 冰 柜

杨启华 赵 忭 刘卫东 编 著

内 容 简 介

本书主要为从事冰箱维修的技术人员编写。全书共分八章,系统地介绍了电冰箱和冰柜的制冷原理、结构、控制及维修等内容。本书力求深入浅出、通俗易懂、图文并茂、实用性强。

本书可供制冷专业工程技术人员阅读,也可作为职业学校和技术培训的教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

电冰箱与冰柜/杨启华,赵付,刘卫东编著.-北京:
科学出版社,2001
(制冷与空调应用技术丛书)

ISBN 7-03-008517-5

I. 电… I. ①杨… ②赵… ③刘… II. ①冰箱-
基本知识②冷藏柜-基本知识 N. TM925.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 08583 号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

北 京 双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年2月第 一 版 开本:787×1092 1/32

2001年2月第一次印刷 印张:5

印数:1-3 000 字数:107 000

定价:10.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《制冷与空调应用技术丛书》编委会

主 编 杨 磊

副主编 俞炳丰 王天富 陶慰祖 黄 翔

张华俊 买宏金

编 委 (按姓氏笔画为序)

马鸿鸣 王天富 史美耀 刘卫东

买宏金 米新生 李安桂 李树林

李夏莉 李振斋 李彩琴 连之伟

杨启华 杨栓平 杨 磊 张子慧

张华俊 张 欧 张景春 郑爱平

哈 文 赵 忖 赵家禄 俞炳丰

南晓红 陶海澄 陶慰祖 黄清华

黄 翔 韩宝琦

序 言

随着国民经济与科学技术的发展,以及人民生活水平的提高,制冷空调技术的应用日益广泛,相应从事这一技术的教学、科研、生产、工程等从业人员也日益增多。为了适应形势发展的需要,有关制冷空调的教学用书、专著、工程手册、期刊杂志、科普书籍等陆续问世,但至今尚未发现一套既偏重应用又成系列的制冷与空调技术方面的丛书,鉴于此,西安制冷学会编写了《制冷与空调应用技术丛书》。

由于制冷与空调技术应用的领域较宽,所以我们挑选了较常应用的内容进行组织编写,全书共 13 分册,每一分册都由学术水平较高且有丰富实践经验的专家撰写。在撰写过程中,他们不仅介绍了国内外的先进技术、设备,以及使用、维修的知识和宝贵经验,同时还提出了自己的见解。由于作者水平所限,书中缺点及不足之处在所难免,尚希读者批评指正。

西安制冷学会理事长

西安建筑科技大学教授

杨磊

2000 年 4 月

前 言

目前,我国不少的家庭都拥有电冰箱和冰柜,但是许多人并不了解其制冷原理、结构及正确的使用方法和保养知识,因此经常造成一些不应有的故障,使电冰箱或冰柜的使用寿命缩短,或者出现故障后不知如何判断和维修。编者根据长期从事制冷产品的开发设计、生产和维修的实践经验并参考国内外的最新资料编写了此书,以期对本专业的工程技术人员和广大的用户有所帮助。

冰柜与电冰箱在制冷原理等方面是完全相同的。根据国家标准《家用制冷器具》GB/T8059.1-1995~GB/T8059.3-1995的规定,冰柜是电冰箱的一种,所以我们在编写中,主要以介绍电冰箱为主,对冰柜与一般电冰箱的不同之处仅在个别章节中予以特别介绍。

本书的第一、二、三章由杨启华编写,第四、五、六章由赵忭编写,第七、八章由刘卫东编写。全书由杨启华统稿、俞炳丰教授校审。本书在编写过程中得到许多专家的指教,史美耀先生以及张华俊、黄翔老师曾提出许多宝贵的意见,在此一并致谢。

由于编者水平有限,书中错误及疏漏在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2000年6月

目 录

序 言

前 言

1 概论	1
2 电冰箱与冰柜的类型、工作原理及构造	5
2-1 电冰箱、冰柜的制冷原理及制冷系统部件 的组成	5
2-2 电冰箱、冰柜的分类	7
2-3 电冰箱、冰柜用制冷压缩机	14
2-4 冷凝器和蒸发器	26
2-5 毛细管与干燥过滤器	30
2-6 电冰箱与冰柜箱体和门的结构及保温材料	32
2-7 常用制冷剂	35
3 电冰箱与冰柜的电气控制系统	37
3-1 压力式温度控制器	37
3-2 电子温度控制系统	39
3-3 电冰箱与冰柜的化霜系统	50
3-4 启动和保护装置	54
3-5 风机与照明装置	58
4 电冰箱与冰柜的制造及检测方法	59
4-1 箱体装配过程	59
4-2 门体装配过程	63

4-3	发泡工艺	65
4-4	总装配过程	69
4-5	电冰箱的出厂检测	75
5	电冰箱与冰柜的选购注意事项	80
5-1	电冰箱与冰柜的型号和有效容积规定	80
5-2	电冰箱与冰柜的气候类型标志	84
5-3	电冰箱与冰柜的冷冻食品储藏室和冷冻室的 区别	86
5-4	电冰箱与冰柜的冷冻能力指标	87
5-5	电冰箱与冰柜的耗电量指标	89
5-6	电冰箱与冰柜的选购注意事项	92
6	电冰箱与冰柜的正确使用与维护	96
6-1	如何正确使用电冰箱与冰柜	96
6-2	电冰箱与冰柜的日常维护	102
7	电冰箱与冰柜的常见故障及其排除	104
7-1	电冰箱与冰柜的正常工作标志	104
7-2	常见故障及排除	106
8	电冰箱与冰柜的检修	117
8-1	常用的维修工具	117
8-2	检验步骤与方法	121
8-3	制冷系统的常见故障及其诊断、排除方法	123
8-4	控制系统常见故障及排除方法	132
	参考文献	143
	附录	144

1 概 论

电冰箱与冰柜是用来冷冻、冷藏食品和其他物品的制冷器具，它以消耗电能为代价获取冷量。家用电冰箱包括冷藏箱、冷藏冷冻箱和冷冻箱。冷冻箱也叫冰柜，用来冷冻或储藏冷冻食品，目前主要是商用，家用的较少。

最早的电冰箱形式比较单一，基本上都是单门结构，主要是医用。随着改革开放的深化和人民生活水平的提高，家用电冰箱在 80 年代末就开始进入我国大中城市的居民家庭，尔后随着引进国外冰箱生产线的增多，电冰箱才在我国的大中城市得到普及。目前，我国大中城市家用电冰箱的普及率已达 70%，农村家庭由于经济状况的差异及供电不足等原因，家用电冰箱的普及率还不到 20%。

由于消费者的需求和国外产品的大量涌入，刺激着国产电冰箱产品结构更新换代的加剧。据调查从 1990 年到 1996 年，国内电冰箱产量由 420 万台发展到 930 万台。其中 160 升到 180 升电冰箱由 119 万台下降到 85 万台；180 升到 220 升电冰箱由 169 万台增长到 494 万台；220 升以上的电冰箱由 5.4 万台增长到 149 万台；无霜电冰箱由 28 万台发展到 172 万台；无 CFC 电冰箱从零发展到 73 万台；微电脑控制的电冰箱从没有发展到 22 万台。从以上数据可以看到目前电冰箱生产的趋势是大容积、多门、多功能和高档次。同时，由于人类环境保护意识的增强，无 CFC 电冰箱也将越来越受到用户的青睐。

自 1987 年通过《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定

书》以来，人们对氟利昂制冷剂——CFCs 及 HCFCs 的替代研究日益关注，研究工作也在不断深入。目前国内家用电冰箱广泛采用 R12 (CFC12) 作为制冷剂，而国外发达国家已于 1995 年年底禁用 R12。1994 年 7 月我国制冷行业在青岛召开了“中国家电制冷工业 CFC12 逐步淘汰战略研究”研讨会，提出在 2004 年年底停止使用 CFC12，会议同时提出 2002 年年底在电冰箱发泡剂中停止使用 R11 (CFC11)，而以环戊烷代替的技术措施。

人类在探索新的制冷剂的同时也在不断地完善现有冰箱技术，如韩国已研制出防止冷气外泄的电冰箱；模糊控制冰箱也在国内外市场大量涌现；增加电冰箱的功能：如增加杀菌除臭装置、温度显示、自动化霜等。

当前的冰箱设计和生产行业中，欧美企业强调冰箱的耐用性、节能性、环保性；而日本则注重温区划分及使用的方便性。东欧一些国家生产的电冰箱经久耐用；西欧一些国家特别重视环境保护问题，这些国家已率先对制冷器具所使用的 CFCs 工质做出明确规定：禁止在 1995 年以后使用 CFCs。

节能技术在制冷行业中也是非常重要的。法国已研制出一种采用吸附式机理的太阳能冰箱。各国也在冰箱及冰柜的节能方面采取了许多有效的措施：改进门封条，采用多唇门封，提高门的密封性；采用电磁阀改变制冷剂流动路径，使冰箱的冷凝器与蒸发器暂时互换来化霜，这样就可省去除霜电加热丝。

日本的冰箱已经发展到五门、六门甚至更多，各间室的功能不同，有蔬菜室、水果保鲜室、冰温室及制冷室；冷冻室的温度趋向于“深冷 (-40°C)”，有利于速冻过程中肉类食品通过 $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ 的时间不超过 30min，快速通过冰晶带，达到真正的冷冻保鲜作用。日立公司根据人的身高以及冰箱各

间室的位置，首先推出中置蔬菜室的冰箱，这样设计就使得开启最频繁的蔬菜室处于最方便的位置，从而避免了弯腰或举臂取物的不便。

冰柜是冷藏链中的重要设备，新鲜的食品经过冷冻后进入大型冷库，再由冷藏车运往各销售商店的冷冻陈列柜，最后进入家庭的冰柜中。

前面介绍的家用冰箱和冰柜，它们的主机——压缩机都是通过电动机消耗电能来驱动的，所以都称为“电冰箱”。除此以外还有其他类型的家用冰箱，它们有的已商品化，有的还在不断改进中，它们有：

(1) 半导体冰箱

这种冰箱仍然要消耗电能作为补偿来实现制冷，但它没有压缩机和电动机等运动部件，而以半导体电堆来替代，所以又称热-电制冷，它是建立在帕尔贴效应的原理上制成的，热电制冷具有结构简单、无运动部件、无噪声、启动快、控制灵活等优点，但缺点是效率低、能耗大。目前仅在制冷量较小的诸如测量空气或油样的露点仪、医用冷刀以及小型热电冰箱等中使用。

(2) 电磁振动式冰箱

这种冰箱的制冷原理仍属于蒸气压缩式制冷的范畴。它通常以 R12 为制冷剂，它在系统中也是经过压缩、冷凝、节流和汽化（蒸发）四个过程，其辅助设备和控制器件也与一般电冰箱相同，在外形上也无太大差别，其区别仅是利用电磁振动机来驱动压缩机，从而使压缩机的结构简化，省去了一套由回转运动变为往返运动的曲轴、连杆机构，同时也省去了减少这些机械运动摩擦所需的油泵。电磁振动机的轴，就是压缩机的空心活塞，结构简单，不易磨损，寿命长。而且压缩机的排气量可按输入电流的大小进行调节，因而产冷量

也可以按需调节，可比较精确地控制箱内温度。但缺点是目
前仅适用于小型压缩机，功率只能做 100W 左右，很难大型
化。另外，电压波动对行程影响较大，故此类冰箱一般不在
电压波动大的地区使用。

(3) 吸收-扩散式太阳能冰箱

这种冰箱的制冷装置不消耗电能，而是利用太阳能作为
热源来实现制冷的。尽管太阳能是一种不连续、不稳定的热
源，但利用太阳能制冷恰恰是太阳辐射强度较强的夏秋季节。
太阳能可以用于各种型式的冰箱，而目前已被使用的仅是吸
收-扩散式太阳能冰箱。这种冰箱由集热发生器、精馏器、冷
凝器、蒸发器、吸收器、氢气筒和保险管等组成。在制冷系
统中，以蒸馏水作为吸收剂，氨作为制冷剂，并充氢气作为
扩散剂，通过物理与化学的平衡作用进行工作，实现无机械
式溶液泵的制冷循环。

除上述几种新型冰箱外，尚有不少人在研制具有其他功
能的新型冰箱。例如，荷兰研制出一种用于冷冻食品储藏的
新型空气幕，它在储藏室入口形成良好的气候隔离，与无空
气幕相比，可降低冷损耗 80% 以上，从而可以完全消除湿气
形成，使用安全、卫生。

2 电冰箱与冰柜的类型、工作原理及构造

2-1 电冰箱、冰柜的制冷原理 及制冷系统部件的组成

2-1-1 电冰箱与冰柜的制冷原理

电冰箱与冰柜的制冷原理是完全相同的。目前，电冰箱和冰柜一般都采用单级蒸气压缩制冷循环，其主要部件包括压缩机（全封闭式）、冷凝器、毛细管、蒸发器、干燥过滤器及连接这些部件的管路。制冷系统如图 2-1 所示。

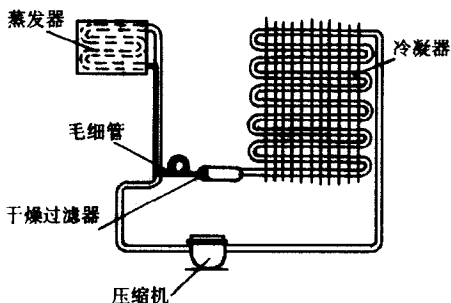


图 2-1 制冷系统图

制冷剂在制冷系统中的循环如下：气态制冷剂（常用 R12）由压缩机吸入，在气缸中经过压缩成为高温高压的过热蒸气从排气口排出，进入冷凝器，制冷剂将热量传给周围的空气，由高温高压的气体冷凝成常温高压的液体，然后经干

燥过滤器进入毛细管，被节流降压后进入蒸发器中汽化。在蒸发器中处于低温低压的制冷剂液体大量吸收外界热量而汽化为干饱和蒸气，又被压缩机吸入压缩。如此不断循环，实现吸收特定区域的热量而排放到环境中去，从而达到特定区域被冷却的目的。

2-1-2 制冷剂的循环

制冷剂是制冷系统中的循环工作物质，在制冷过程中伴随着制冷剂的流动，其状态在不断地发生着变化。

以普通家用电冰箱制冷系统常用的制冷剂 R12 为例。图 2-2 为 R12 的状态变化在压-焓图上的表示。

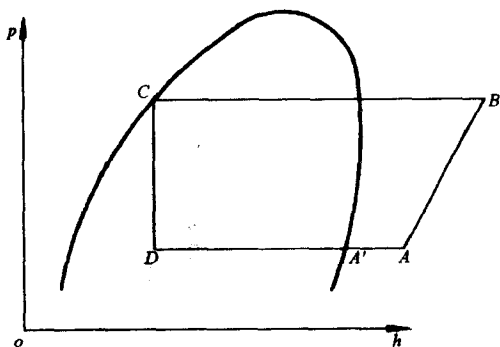


图 2-2 压-焓图

线段 AB 表示制冷剂气体在压缩机中的被压缩过程，压缩时制冷剂的压力和温度都升高。

线段 BC 表示制冷剂气体在等压条件下被冷凝至饱和液体过程，在此过程中放出热量。

线段 CD 表示液态制冷剂流经一个小截面的限流器，压力、温度都下降，使液态的制冷剂变为气、液两相的制冷剂。

线段 DA' 表示制冷剂在低压的蒸发器中，由液态蒸发为汽态，吸收热量。

线段 $A'A$ 表示制冷剂气体在进入压缩机前的管路中进一步吸收热量。

以上各阶段在制冷循环中的对应过程如图 2-3 所示。

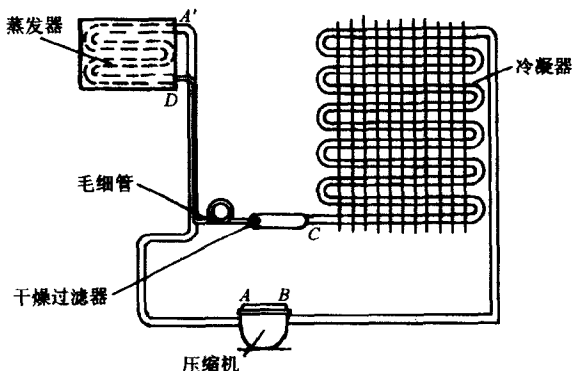


图 2-3 制冷系统示意图

2-2 电冰箱、冰柜的分类

在第一章概论中已经提到，电冰箱是冷藏箱、冷藏冷冻箱及冷冻箱（也叫冰柜）的总称。这里我们讨论的是 500L 以下封闭式电机驱动压缩机电冰箱。

2-2-1 按用途分类

(1) 冷藏箱

冷藏箱主要是用来冷藏物品。它至少有一个冷藏室，用以储藏不需要冻结的物品，温度应保持在 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ 之间。冷藏

箱内可以有一个或多个低温室，用做制冰室或冷冻食品的储藏室。低温室的温度低于 0°C 。如果低温室是用做冷冻物品储藏室，按其储藏温度可分为：

- ① “一星”级室，储藏温度不高于 -6°C 。
- ② “二星”级室，储藏温度不高于 -12°C 。
- ③ “三星”级室，储藏温度不高于 -18°C 。

以上储藏温度的测定方法详见 GB/T8059.1-1995。

冷藏箱内也可以没有低温室。它可以设置冰温室，用来储藏易腐败食品，其室内温度保持在 $-2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ 之间。

(2) 冷藏冷冻箱

冷藏冷冻箱至少应具有以下两种功能的间室：

1) 冷藏室。适用于储藏不需冻结的食品。其温度应保持在 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ 之间。

2) 冷冻室。适用于需要在 -18°C 或 -18°C 以下保存的冷冻食品和储藏冷冻食品。

因此，冷藏冷冻箱都具有“三星”级储藏条件。冷藏冷冻箱可以有其他不同温度范围的间室，如制冰室、冰温室、冷却室、冷冻食品储藏室。

(3) 冷冻箱

冷冻箱即冰柜。箱内的温度一般不高于 -18°C ，但局部（没有单独使用的门和盖的局部间隔）温度可以高于 -18°C ，但不高于 -12°C 。这一局部的间隔部分称为“二星”级部分。

冷冻箱有两类：

1) 冷冻食品储藏箱。具有一个或多个间室（如抽屉式冰柜），在一定条件下，将低于 -18°C 的食品放入箱内，这些间室的温度不能高于 -18°C 。

2) 食品冷冻箱。具有一个或多个间室，在24h内能在每100L有效容积内至少可将4.5kg温度为 25°C 或 32°C 的瘦牛

肉冷冻到 -18°C ，并能保持这个温度状态。也就是说，冷冻箱同时具有冷冻食品储藏的功能。实验条件详见 GB/T8059.3-1995。

2-2-2 按结构型式分类

电冰箱按结构型式分类，是按门的数量多少来区分的。

(1) 单门电冰箱

虽然冷藏箱和冷冻箱都是只有一个门的电冰箱，但人们的观念上单门电冰箱通常指的是冷藏箱。如图 2-4 所示，这种电冰箱主要是用来冷藏食品。箱内的蒸发器所围成的间室，温度可达到 -12°C 左右，用来制作少量冰块和短期贮藏冷冻食品。

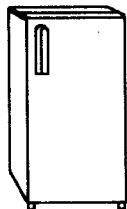


图 2-4 单门电冰箱

(2) 双门电冰箱

双门电冰箱是指门分上、下两扇的冷藏冷冻箱，如图 2-5 所示。一般说来，较小的门内是冷冻室，较大的门内是冷藏室。冷冻室可在上部，也可在下部。在冷藏室下部有一个供贮存蔬菜和水果的果菜盒，并加有玻璃盖板，以减少水分蒸发。冷冻室的温度可达到 -18°C 以下。

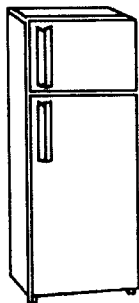


图 2-5 双门电冰箱

(3) 多门电冰箱

多门电冰箱一般是冷藏冷冻箱，在双门电冰箱的基础上增加了几个温度区域不同的门室。因此多门电冰箱除具有冷冻室、冷藏室之外，还可具有冰温室（温度在 $-2^{\circ}\text{C} \sim 3^{\circ}\text{C}$ 之间）、制冰室（温度低于 0°C ）、冷却室（温度稍高于冷藏室）等。图 2-6 是两种多门电冰箱示意图。