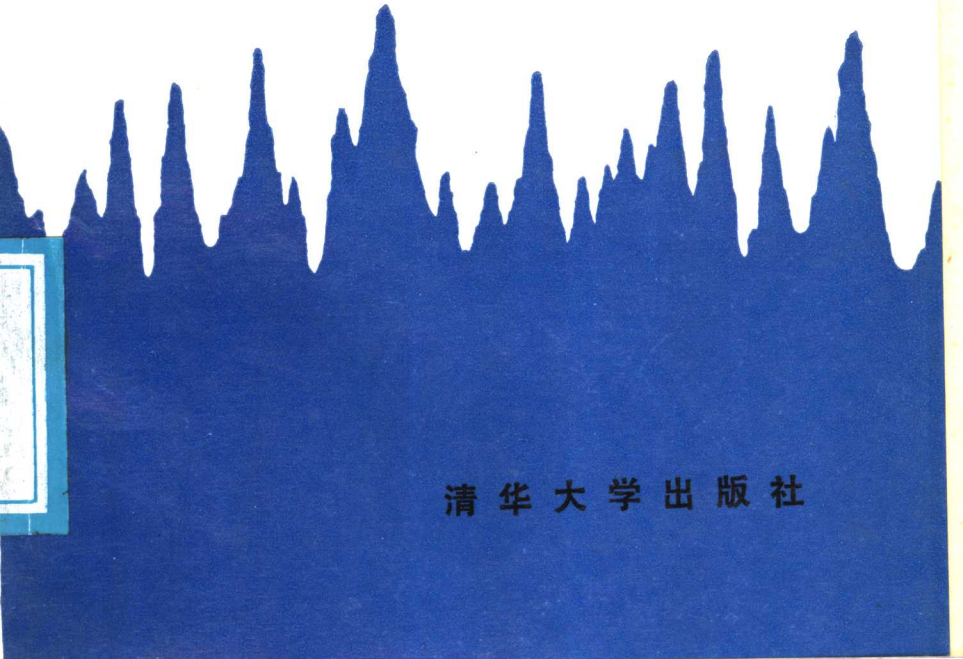


(第二版)

家用电冰箱

原理 使用和维修

吴云乔 方冠忠 周卓伦 龚锦培



清华大学出版社

家用电冰箱 原理、使用和维修

(第2版)

吴云乔 方冠忠
周卓伦 龚锦培

编著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书共分六章。内容包括家用电冰箱的发展概况、种类和结构、制冷系统的工作原理、冰箱的挑选和使用方法、常见故障及其维修方法、家庭冷饮制作及冰箱食谱。

本书图文并茂、深入浅出,可供广大电冰箱用户及维修人员参考。

家用电冰箱原理、使用和维修

吴云乔 方冠忠 周卓伦 龚锦培 编著



清华大学出版社出版

北京 清华园

清华大学出版社计算机排版

北京振华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行



开本: 787×1092 1/32 印张: 7 字数: 157 千字

1989 年 8 月第 1 版

1991 年 4 月第 2 版 1991 年 4 月第 1 次印刷

印数: 00001-15000 定价: 3.80 元

ISBN 7-302-00841-8 / TM · 11

前 言

近几年来,随着我国人民生活水平的不断提高,家用电冰箱已成为人们最喜爱的主要家用电器之一,社会的需求量迅速猛增。由于我国的电冰箱生产起步较晚,产品的数量和品种都远不能满足市场的需要,这种突出的供需矛盾进一步促进了生产的发展。目前,全国已有四十多家工厂从国外引进了先进的电冰箱生产流水线,大部分家用电冰箱产品已达八十年代国际水平。我国的电冰箱工业正处在一个方兴未艾的大发展阶段。

在我国,电冰箱进入家庭的历史并不长,不少用户对于家用电冰箱的种类、结构、制冷原理及使用方法等缺乏了解。这样,往往由于选购不当,使用方法不正确,保养不妥而影响了电冰箱的正常使用。

当前,电冰箱的维修问题也比较突出。除了人员少,设备条件差以及零部件不足外,部分修理人员由于缺乏必要的电冰箱理论和实践知识,既影响了维修质量,又降低了维修效率,这也是用户维修难的一个不可忽视的重要原因。

为此,我们根据多年来在家用电冰箱研制、生产和管理方面的经验,并参考部分国内外有关资料编写了此书,供广大用户及维修人员作参考。

本书共分六章。第一章简要介绍了家用电冰箱的发展概况,力求能将世界电冰箱发展的最新动态介绍给读者。第二章介绍了家用电冰箱的种类和结构。第三章介绍了制冷系统的工作原理,在叙述比较复杂的制冷过程时,我们辅予以比较

直观形象的插图,力求图文并茂,深入浅出,使读者花上不多的时间就能基本了解制冷过程原理,初步掌握判断制冷系统工作是否正常的方法。第四章介绍了家用电冰箱的挑选和使用方法。第五章介绍了家用电冰箱的常见故障及其维修方法。第六章介绍了家庭冷饮制作及冰箱食谱。

家用电冰箱的种类很多,发展也很快,不可能在各个方面都作更详细的论述。由于作者水平所限,书中难免有缺点和错误,敬请广大读者批评指正。

在本书的编写过程中,得到中国阿里斯顿(ARISTON)电冰箱工业集团的大力支持,倪惠琴、王雯、苏新英、黄洁等同志为书稿做了很多工作,在此表示衷心感谢。

作 者

1990年10月

目 录

第一章 家用电冰箱的发展简述	1
第一节 世界电冰箱发展概况	1
第二节 国内电冰箱发展概况	18
第二章 家用电冰箱概述	23
第一节 家用电冰箱的种类	23
第二节 制冷系统	36
第三节 电气系统	50
第三章 制冷系统的工作原理	66
第一节 温度及其测量	66
第二节 热量及其传递	67
第三节 物态变化和制冷原理	69
第四节 制冷剂	75
第五节 制冷系统的工作原理	81
第六节 控制元件	96
第七节 制冷系统中的一些问题	102
第四章 家用电冰箱的挑选和使用	109
第一节 家用电冰箱国际标准(ISO)简介	109
第二节 电冰箱型号的识别	111
第三节 怎样挑选电冰箱	118
第四节 家用电冰箱的正确使用	120
第五节 自制电冰箱关门提醒器	126

第一章 家用电冰箱的发展简述

第一节 世界电冰箱发展概况

世界上第一台电冰箱是 1914 年由美国卡尔维纳特公司首次制成并投放市场。1918 年该公司的工程师 E.J.科伯兰德设计制造了第一台家用电冰箱。当时这种冰箱采用水冷压缩机,外壳是木制的,绝热材料采用海藻和锯屑的混合物。1921 年美国费里吉代公司制成第一台将压缩机安装在箱体内部的电冰箱。1926 年该公司又制成了用钢板作外壳的冰箱,从而延长了冰箱的使用寿命。随后美国通用电气公司发明用氟里昂作为新的冰箱制冷剂。到 1944 年美国已有 45 家冰箱生产厂,年产冰箱 125 万台。在相当长一段时间内,美国的冰箱生产在世界上一直居于领先地位。二次大战后,德、意、英、法、日等国先后借鉴美国的冰箱制造技术,很快就形成了本国自己独立的生产体系。特别是 60 年代以后,这些国家电冰箱生产发展十分迅速,产量大幅度上升。1971 年世界冰箱年产量已达到 2888 万台。七十年代中期和后期,由于受到世界性经济萧条和能源危机的影响,电冰箱产量徘徊在 3400 ~ 3700 万台之间,详见表 1-1-1。

目前世界电冰箱年产量约为 5700 万台,其中家用电冰箱在 3800 万台以上。电冰箱主要生产国有美国、意大利、苏联、日本等。1983 年电冰箱产量美国为 540 万台,苏联为 570 万台,日本 454 万台,意大利 396.7 万台。这四个国家的产量占

世界总量的一半以上,表 1-1-2 为世界电冰箱主要生产国的历年产量。

表 1-1-1

年 份	71	72	73	74	75	76	77
电冰箱(万台)	2888	3174	3411	3426	3024	3441	3571
年 份	78	79	80	81	82	83	
电冰箱(万台)	3697	3756	3650	3736	3556	3629	

表 1-1-2

单位:万台

	77 年	78 年	79 年	80 年	81 年	82 年	83 年
美国	570.7	589	570.1	517.3	540.9	458.7	540
日本	402.5	456.1	477.3	428.2	420.7	438.5	454.1
苏联	570.1	575.3	595.3	592.5	591.4	581.6	570
意大利	486.5	477.9	448.6	413	415.5	406	396.7
英国	103.5	103.2	86.4	88.8	91.7	100.5	117.4
西德	180.5	174.7	185.6	183.3	151.3	140.7	141
罗马尼亚	41.4	45.1	44.6	44	40.4	43.1	42

美国是世界上主要的电冰箱生产国,从事冷机生产的企业有 700 多家,但最主要的企业只有通用电气公司、威斯汀豪斯(西屋)、约克、涡流、威特和北极等五家。其中通用电气公司经营的冰箱占国内同类产品市场销售额的 30%,涡流公司占 25%,威特和北极公司占 25%。日本从事电冰箱生产的

则有松下、东芝、日立、三洋、三菱、富士、八欧、日本电气、兄弟等十几家公司，产量主要集中在松下、日立和东芝三家企业。其中松下电器(株)年产量已超过一百多万台。意大利号称“冰箱王国”，素以质量好、款式新、价格便宜而著称，在国际市场上有较强的竞争力。主要生产厂有 IGNIS-IRES 公司、梅洛尼集团、扎努西公司。除了上述这些公司之外，西德的通用电气公司、西门子公司、英国的莱特福托公司、考别林公司以及南斯拉夫的格莱涅、奥博定和康卡尔公司都是目前世界上冰箱生产规模较大的公司和工厂。国外主要冰箱生产厂的基本情况见表 1-1-3:

表 1-1-3

生 产 厂 家	生产能力 (万台/年)	职工人数	备 注
美国通用电气公司	200	40000	
美国格林威尔制品公司	100		
意大利 IRES 冰箱厂	日产 2000 台	1200	
意大利梅洛尼公司	班产 1000~1350 台	340 (冰箱厂)	
意大利坎迪公司	150	3500	
意大利扎努西公司	100~120	2800	冰箱和冷冻 柜 60 万台
西德卡塞尔冰箱厂	90		年产压缩机 300~500 万台
西德西门子公司	40		

表 1-1-3(续)

生产厂家	生产能力 (万台/年)	职工人数	备 注
松下电器(株)	100	23000	年产压缩机 485 万台
松下草津工场	90	1500	
东芝	100	63000	
日立	90		
三洋	80		
三菱	40		
瑞典 Electrolux 公司	30	7500	
丹麦古兰姆冰箱厂	20~25	400	
丹麦丹佛斯公司	年产压缩机 500 万台	500	
南斯拉夫格莱涅冰箱厂	3.5	670	
南斯拉夫奥博定冰箱厂	23	450	
南斯拉夫格奥尔基那乌莫夫冰箱厂	20	600	
澳大利亚飞利浦电冰箱厂	10~15	500	

目前这些发达国家电冰箱的劳动生产率已有相当高的水平。如日本每年为 880~1000 台/人,意大利为 780 台/人,西德和南斯拉夫均为 500 台/人,丹麦为 500~600 台/人。国外每条冰箱生产线的班产量一般都在 1000 台以上。如美国格林威尔制品公司为 1200 台,日本三菱为 1550 台,松下为

1400 台, 东芝为 1500 台, 日立更高达 1600 台。意大利的 IRES 冰箱厂人均日产冰箱 1.67 台, 梅洛尼公司的一个分厂人均日产冰箱 2.67 台。

美国是电冰箱普及率最高的国家。1982 年即已达到 99.9%。其次是日本也已达到 99.5%。表 1-1-4 为 1983 年世界一些主要国家冰箱普及率的情况。

表 1-1-4

国 别	美	日	法	意	西德	英	苏	丹麦	瑞典
普及率(%)	100	99.8	96	94	95	98	81	97	95

国 别	加拿大	南斯拉夫	奥地利	芬兰	罗马尼亚	保加利亚	新加坡
普及率(%)	99.6	69	96	97	63	74	90

非洲为 10%, 东南亚地区除少数国家之外, 普及率只有 2% 左右。从普及率的情况可以反映, 北美、欧洲以及日本国内市场的拥有量已经呈现饱和状态, 今后的基本需求将是更新换代。而非洲、东南亚等发展中国家今后将是电冰箱出口的广阔市场。

意大利是世界上最大的冰箱出口国。1983 年出口 270 万台, 占世界总出口量的 32.4%。其次是日本、西德、苏联。日本的输出占有率正逐年上升。目前在我国香港市场上, 日本冰箱已占到 70%, 而意大利冰箱只占 11%, 美国冰箱约占 7%。

法国是最大的冰箱进口国, 其次是西德、美国、英国以及沙特阿拉伯。近年来, 发达国家的进口市场占有率有所下降, 与此相反, 石油生产国的进口则从 1973 年的 3.5%, 已上升

到 83 年的 15.7%。表 1-1-5, 表 1-1-6 是 1983 年世界十个主要国家电冰箱进出口的情况:

表 1-1-5

单位:万台

序号	国 别	进口	占总进口的比例(%)
1	法 国	120.6	15.6
2	西 德	85.1	11.8
3	英 国	79.2	10.2
4	沙特阿拉伯	48.1	6.2
5	荷 兰	46.7	6.8
6	美 国	38.9	5.8
7	比 利 时	28.4	3.7
8	奥 地 利	24.9	3.2
9	波 兰	24.3	3.1
10	香 港	21.3	2.8
世界进口总数		770	

当前家用电冰箱在一些经济发达的国家内已趋于饱和或接近饱和, 为了扩大销路增强竞争能力, 今后电冰箱的趋势主要将向大容量、多功能、节能以及组装配套化的方向发展。

一、产品发展趋势

1. 向大容量、多门多温发展

国外家用电冰箱继续朝着大容量的方向发展。60 年代冰箱容积大多在 200 升(L)以下。近几年多为 200 L 左右。

表 1-1-6

单位:万台

序号	国 别	出口	占总出口的比例(%)
1	意 大 利	265.8	32.4
2	日 本	97	11.8
3	西 德	79.3	9.7
4	苏 联	68.2	8.3
5	瑞 典	31	3.8
6	南斯拉夫	31	3.8
7	南 朝 鲜	28.4	3.5
8	匈 牙 利	27	3.3
9	西 班 牙	24.3	3.0
10	美 国	18.9	2.3
世界出口总数		821.1	

目前 300~400 L 的冰箱逐渐增多,这在日、欧、美比较突出,甚至小型家庭也逐渐倾向于购买容积大的冰箱。如 1985 年日本国内电冰箱需求量约为 380 万台,其中 300~400 L 容量的冰箱占到总台数的 20%,比 84 年增长 50%左右。300 L 中,四门电冰箱增长迅速,有可能占一半以上,其中最受欢迎的是带有“冰温室”的产品。单门冰箱正趋于淘汰之中。100 L 左右的冰箱一般仅供学生和单身人使用。十年前开发的目前尚在大量生产的双门电冰箱也将逐渐为三门、四门冰箱所代替。据市场反映,日本目前最受欢迎的是 235 L 的电冰箱,对于 230 L 以上的双门电冰箱要求能有 40 L 以上的冷冻室。美国市场上的冰箱容量比较大,冰箱容积已发展到

500~600 L, 大多是三门或双门。200 L 以下和单门冰箱目前已不多见。苏联自 1970 年以来, 家用冰箱的平均容积从 135 L 增至 170 L, 目前正向 240~250 L 的冰箱发展。今后几年内, 家用冰箱的容积预计将有进一步增加的可能, 同时冷冻室的容积也将增加。

2. 进一步趋向多功能化

国外冰箱除了冷藏和冷冻功能外, 大多数都设有箱外取冰和取冷饮的机构, 同时具有进一步提高快速冷冻的机能。食品冻结速度快(大约 30 分钟)可保持其原有的鲜度、味道和营养成分。这种快速冷冻冰箱在市场上颇受欢迎。美国的冰箱一般都是多功能的, 能制冰块、冰水或冷饮等。84 年日本推出 300 L 带有“冰温室”的冰箱。“冰温”作为冷冻和冷藏的中间温度已得到用户的确认。由于增添了“冰温”功能, 如日立的“冷风烹调”, 夏普的“快速冷藏”和“模范解冻”等产品可指望成为“低温加工食品”的电气化产品, 即将温度控制在 -3°C 左右时, 如生鱼片等诸类食物可不必解冻而食用。这种带“冰温”的冰箱将逐渐为市场所接受。

3. 积极开发多能源产品

国外在着重研究节能的同时, 还进行各种能源的研究以及新能源探求, 积极开发多能源产品。目前国外市场上已有 (1) 吸收式冰箱: 早在 1925 年就由瑞典一家公司研制成功。60 年代以后, 由于压缩式冰箱的兴起, 在一定程度上影响了吸收式冰箱的市场竞争能力, 销售量一度下降较快。近几年日本三洋公司突破了一些技术难关, 使吸收式冰箱的冷冻和制冷效率显著提高, 从而使一些国家对这种冰箱又有了新的认识。目前全世界吸收式冰箱的年产量约为 150 万台, 以瑞典和瑞士的产量最多, 质量也最好。这种冰箱的最大特点是

噪音小、效率高、成本低。(2) 太阳能冰箱: 这种冰箱以丙三醇作为制冷剂, 白天由太阳幅射加热后进入发生器, 将部分热量传给吸热管, 最后进入发生器—吸收器, 在制冷剂剩余热的影响下, 白天发生器—吸收器中氯化钙中的氨被吸收, 蒸发的氨气进入气冷冷凝器, 氨气在这里冷凝, 并被收集在接收器内, 夜间, 发生器—吸收器内的压力下降, 从而保证氨气经过调节阀和夜间蒸发器, 并被氯化钙所吸收。这种电冰箱比较适合用于家庭使用。(3) 半导体冰箱: 早在 60 年代初, 利用半导体温差效应(珀尔帖效应)制成的冰箱就已问世。但由于元件成本高, 工艺不过关, 因而长期以来没有推广。近年来各国在半导体制冷元件方面进行了许多研究, 使制冷效率和工艺有很大改进, 目前已接近和达到实用化和商品化的程度。西德、瑞典等国已陆续制成用于汽车上的小型半导体冰箱。由于这种冰箱具有结构简单、无机械传动、不用制冷剂、无噪音、清洁卫生、可靠性高以及维修方便等特点, 除制冷系统外, 其余组成部分与普通冰箱相差不多, 因此将会在家用冰箱上得到广泛的应用。(4) 沸石太阳能冰箱: 沸石太阳能冰箱是近年来最引人注目的新产品。它利用沸石的特殊吸附作用, 在阳光充分照射时, 最低制冷温度可达 -28°C 。这种冰箱利用水作工作液, 沸石作为固体吸收剂, 按吸附—脱附制冷循环原理运行。(5) 节能电冰箱: 日本东芝研制的内容积为 300 L 的冰箱采用直冷式自动除霜、低温旋转式压缩机, 用电脑控制压缩机的运转时间和在最小输入功率下运转, 月耗电量仅 20 度(千瓦小时), 是世界上耗电量最小的冰箱机种。美国的一位能源专家新近设计成功一种仅为普通冰箱耗电量 $1/20$ 的节能型冰箱。这种冰箱采用玻璃纤维板外壳, 用闭孔聚氨脂泡沫塑料封闭。这两种材料的绝热度都很高, 因此大大降低

了冰箱的能耗。其有效容积为 170 L, 而功率却只有 15W(瓦)。

此外最近几年, 西德、美国等国还生产了一种汽车携带的冰箱。这种电子冰箱比 12 英寸电视机稍大, 净重仅 3kg。采用小小的电热元件, 由 12V、3.8A 的直流电瓶供电, 耗电少, 无噪音, 兼具有冷冻、冷藏和保温三种用途, 适合车辆上使用。

4. 与家俱组装配套。

近年来, 随着生产方式的改变和住房条件的改善, 国外消费者已不满足单件家用电器的使用, 而要求成套配置, 以美化环境方便使用。如将电冰箱、洗衣机、电灶等厨房用具组合成一体, 外形象一套家俱, 既实用又美观。1980 年西德 AEG 家用电器和整套组装式厨房器具的销售额为 16 亿美元。目前西德已有十分之四的家庭使用这种组合式厨房用具。日本对配套厨房的需求量也逐年增加。1982 年共售出 7.5 万套厨房设备。用户可根据厨房的色调选择合适的门面装饰板, 同时安装也很方便。

二、技术发展趋势

1. 微机的应用

应用在电冰箱上的微机主要是接受各类传感器的输出信号、控制压缩机的转速、测量和显示冷藏室内的温度, 其次是根据要求和外界温度的变化调整除霜定时器的给定值, 使之取得最佳除霜效果。附属功能有时钟显示功能和定时音响报警功能。安装在冰箱内的微机还可用来代替毛细管恒温控制器。微机用在冰箱上, 虽然成本增高, 但能高效率除霜, 大量节能, 从而补偿了系统自身的固定费

用。

2. 电冰箱的节能技术措施

电冰箱在家用电器中的耗电量约占全部用电量的三分之一。在世界性的能源危机中,各国冰箱厂正积极采用各项技术措施改进冰箱的内部结构降低冰箱的电耗,以增强市场的竞争力。甚至一些国家还专门颁布了若干强制性措施,如美国能源部提出的标准,要求冰箱、空调和加热器等九类器具制造厂到1985年应将其产品的能量效率提高20%。日本政府规定,1983年的冰箱效率要比以前提高20~25%。西德预计1985年各种家用电器的耗电量将下降5~20%,其中冰箱将下降15~20%。从国外大量资料中可以看到国外在电冰箱的节能技术方面采取了很多措施,其中主要有:

(1) 改进压缩机,提高压缩机效率。

压缩机是电冰箱的主要耗电部分,压缩机的总效率(除电机损失外)约为50%。压缩机效率增至60%,可少用电13%。提高压缩机效率主要是改进压缩阀结构,降低气流阻力提高容积效率;改善磁性材料,增大启动转矩,提高压缩机电机的效率;采用运转电容器,提高电机均力矩的效率;选用低粘度润滑油,以减少机械摩擦损耗等。如日本松下电器公司生产的NR272TR型265L三门冰箱所使用的压缩机电机功率为92W(瓦),月耗电量30度(千瓦小时),仅是十年前的五分之一。目前在日本100W以上的卧式旋转式压缩机已投入使用。这种压缩机体积减少5%,重量减轻35%左右,而用电量比同类冰箱可节省20~25%。

(2) 应用微机控制

在日本,使用微机控制的电冰箱可节电15~20%。

(3) 用电子温控器控制室内温度