

電冰箱

設計、使用、維修

單大可 編著

宇航出版社

5.2

内 容 简 介

本书介绍了电冰箱的各种类型和国内外的生产发展情况。重点讲述了蒸气压缩式制冷系统电冰箱工作原理和计算方法；电冰箱用全封闭压缩机组、换热器、毛细管、电动机、箱体等部件的结构；温度和电动机的控制与调整；电冰箱的整体系统设计方法；制造方法、工艺手段和检测操作程序及有关生产设备；电冰箱的正确使用和维修方法等。并且还附有许多实用的图表。

本书可供电冰箱的设计、工艺、检测、生产与维修人员阅读或作为培训教材。也可供制冷工程人员、高等院校师生、生产管理人员和电冰箱使用人员参考。

电 冰 箱

设计使用维修

单大可 编著

责任编辑：宋纯

★

宇航出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

宏飞印刷厂印刷

★

开本：787×1092 1/32 印张：15.5 字数：324千字

1990年3月第1版第1次印刷 印数：1-7000册

ISBN 7-80034-236-0/TS·001 定价：6.60元

前 言

近几年来，随着我国国民经济的发展，人民生活水平的不断提高，电冰箱已进入千家万户。而且对电冰箱的需求仍在不断地增加。为适应这种发展趋势，满足广大设计、制造、维护、使用各方面人员对电冰箱知识的渴求，作者于1983年在“家用电器科技”杂志上连载了《电冰箱基础》讲座。其后，本人陆续收到许多读者来信，希望有一本更为详细的论著，同时也为满足轻工部举办第二期电冰箱空调器训练班的需要，赶写了《电冰箱》一书，作为内部教材发行。本书在原教材的基础上进行了修改、补充。

在编写过程中得到了国内有关电冰箱厂的支持。在修订工作中，翟幼民、孙华二同志进行了校对，刘萍同志绘制了插图，在此一并致以谢意。

书中所列的资料和数据是本人多年实践工作中积累的。由于本人水平所限，因而会存在一些缺点和错误，敬请同行和广大读者批评指正。

单大可

1986年5月于第二军医大学制冷技术中心

序 言

从世界上出现第一台家用电冰箱以来，已经过了半个多世纪。当前全世界每年的电冰箱总产量约在4000万台左右。表1列出了几个主要国家电冰箱产量和家庭普及率。

我国从1956年由沈阳医疗器械厂生产出第一台电冰箱算起，已有30年的历史。但是从1956年至1979年，只生产电冰箱约22万台，其中北京电冰箱厂约8万台，沈阳和天津医疗器械厂约8万台，出口2万台，另外进口约6万台，社会保有量共约26万台。1979年以前，电冰箱主要用于医疗卫生、科研等集团单位。1980年以后，电冰箱开始进入家庭，从1983年

表1 1981年主要生产电冰箱的国家和地区
的产量及家庭普及率

国别和地区	日本	亚洲地区	美国	意大利	西欧	东欧	其他
年产量(万台)	421	279	554	550	1156	856	350
家庭普及率(%)	99.2		99.6	97.0	94		
备注	国内销售约300万台					其中苏联年产量600万台普及率85%	

1981年亚洲几个国家和地区电冰箱产量

国别和地区	南朝鲜	菲律宾	泰国	新加坡	印度尼西亚	马来西亚	香港
人口(万)	3800	4800	4700	240	15000	1300	500
产量(万台)	100	20	26	30	25	22	23(全部输入)

开始，我国电冰箱的生产、销售和家庭拥有量，进入发展前期。表2列出我国电冰箱发展的预测数字和已生产的数字。

我国电冰箱的家庭普及率在1984年还只有0.55%，与发达国家相比差距很大。随着四化建设的进程，电冰箱生产得到迅速发展。在七五计划期间内，我国已形成了有40个定点生产厂，每年大约可制造1000万台以上的生产能力。目前在电冰箱生产方面，我国与先进国家的差距正在逐步缩小，在工艺水平和质量控制方面已接近世界水平；产品品种、数量在逐年增加，部分产品已开始进入国际市场。国产青岛-利勃海尔牌电冰箱在联合国卫生组织的招标中，因其质量优于日本、欧洲等七国的产品而一举中标，标志着我国电冰箱生产已进入世界先进行列。

目 录

序言

第一章 电冰箱的型式与结构	1
一、 型式	1
(一) 按外形结构分类	1
(二) 按放置形式分类	3
(三) 按冷却方式分类	6
(四) 按制冷系统型式分类	7
二、 蒸气压缩式电冰箱结构	11
(一) 制冷系统	11
(二) 控制装置	12
(三) 箱体	13
三、 国内电冰箱主要生产厂和品种	13
四、 国外几个电冰箱公司和工厂情况	13
(一) 日本	13
(二) 欧洲地区	19
(三) 南北美地区	24
第二章 电冰箱制冷系统的理论基础	25
一、 制冷基础	25
(一) 制冷原理	25
(二) 热力学基本概念	26
二、 气体和液体	37
(一) 理想气体的状态方程式	37
(二) 气体的压缩	38
(三) 液化气体的性质	38
三、 单级蒸气压缩式制冷循环的热力过程	41

(一)	制冷剂	41
(二)	制冷剂的压力-焓线图	44
(三)	单级蒸气压缩式制冷循环的热力过程	46
(四)	单级蒸气压缩式制冷系统的基本理论单位	47
(五)	工况条件和在压-焓图上的描述	48
四、	电冰箱制冷系统的实际循环过程和计算	52
(一)	制冷系统的实际循环	52
(二)	制冷系统的工况条件和热力计算	54
第三章	压缩机	59
一、	电冰箱用压缩机类型	59
(一)	往复式压缩机	59
(二)	旋转活塞式压缩机	64
二、	活塞式压缩机特性	75
(一)	理论工作过程	75
(二)	实际工作过程	77
三、	容积效率	79
(一)	容积系数	79
(二)	压力系数	81
(三)	温度系数	82
(四)	泄漏系数	83
四、	容积效率的测定	84
(一)	测定压缩机制冷量	84
(二)	求制冷剂流量的方法	86
五、	压缩机功率	87
(一)	活塞对蒸气做功	87
(二)	功率计算	87
(三)	单位功率与制冷量	88
六、	冷凝器的总热负荷	89
七、	润滑与供油	91

八、	噪音与振动	92
九、	压缩机的制造工艺	94
(一)	设计与选型	94
(二)	零部件制造	96
(三)	生产工艺流程	103
(四)	压缩机制造中的几个具体工艺技术	109
十、	压缩机组的检验和检修	115
(一)	检验	115
(二)	检修	116
十一、	附： 轻工部标准 电冰箱用全封闭制冷压缩机 SQ322-83	117
第四章	传热与换热器	132
一、	传热形式	132
(一)	传导	132
(二)	对流换热	134
(三)	辐射传热	135
二、	传热基本过程	136
(一)	传热基本方程式	136
(二)	传热系数	138
(三)	换热器的传热计算式	140
(四)	平均温差	141
三、	冷凝器	144
(一)	结构	144
(二)	冷凝器计算实例	146
四、	蒸发器	148
(一)	结构	148
(二)	蒸发器的结构特点	149
(三)	压印型铝蒸发器的制造	150
第五章	毛细管和干燥过滤器	155

一、	毛细管	155
(一)	毛细管的节流作用	155
(二)	确定毛细管尺寸的方法	158
(三)	毛细管的使用	162
二、	干燥过滤器	166
(一)	制冷系统内的剩余含水量	166
(二)	干燥过滤器的结构	168
(三)	分子筛的吸附与应用	168
(四)	干燥过滤器的分子筛吸附能力	170
第六章	电动机和电路控制	173
一、	电动机类型和结构	173
(一)	阻抗分相起动型	176
(二)	电容起动型	176
(三)	电容起动电容运行型	177
(四)	电容运行型	177
二、	全封闭压缩机电机技术要求	177
(一)	耐制冷剂和耐油	178
(二)	耐热性和高温下不劣化	178
(三)	耐振动和冲击	180
(四)	提高起动转矩和功率因素	181
(五)	对电压波动的适应性	181
(六)	对电机引线柱要求	181
(七)	单相电动机的冷却风扇	184
三、	电冰箱电机制造有关技术	184
(一)	冰箱电机结构	184
(二)	主要参数和材料选择	185
(三)	制造工艺	189
(四)	日本松下公司电机制造的情况	198
四、	电动机的检测与修理	199

(一)	检测	199
(二)	电动机的常见故障	200
(三)	电动机的修理	200
五、	电动机的起动与保护控制	205
(一)	单相电动机的起动与保护装置	205
(二)	结构型式与调整	206
六、	温度控制器	218
(一)	蒸气压力式温度控制器结构原理	218
(二)	几种常见的电冰箱用蒸气压力式温控器	226
(三)	温控器与制冷设备关系及调整维修	235
七、	熔霜和防露防冻控制	244
(一)	熔霜方法	245
(二)	熔霜控制	246
(三)	防冻防露	247
八、	双门直冷式电冰箱的新1·2·0制冷系统和电路控制	251
(一)	新1·2·0方式的制冷系统	252
(二)	电路和电路控制	253
第七章	箱体总热负荷计算与制造方法	257
一、	箱体结构型式	257
(一)	要求	257
(二)	箱体组成	258
二、	总热负荷计算	260
(一)	箱体的漏热量计算	260
(二)	箱体表面温度和最小厚度	263
(三)	开门损失热量	264
(四)	贮物热量	265
(五)	其它热量	265
三、	箱体制造	267
(一)	外壳	267

(二) 内壳和箱门内衬.....	275
(三) 箱门外壳.....	284
(四) 箱体绝热层.....	287
(五) 门封条.....	301
(六) 门铰链.....	302
(七) 箱门拉手.....	302
附: [例]185升冷冻箱设计计算书	303
第八章 电冰箱和家用冷冻用具的设.....	315
一、 设计目的.....	315
二、 技术要求.....	316
(一) 环境温度、湿度.....	316
(二) 箱内容积和冷却性能.....	317
(三) 外形.....	319
三、 设计原则.....	320
(一) 保证达到设计要求应注意的问题.....	320
(二) 使用寿命.....	320
(三) 外形和尺寸的选定.....	321
(四) 耗电少.....	322
(五) 噪音小.....	322
四、 设计步骤.....	323
(一) 总热负荷计算.....	323
(二) 制冷系统的匹配.....	324
(三) 电器元件与控制.....	328
五、 复核审定.....	328
六、 电冰箱的节电与使用.....	328
(一) 内容积和整体结构与耗电的关系.....	330
(二) 制冷系统的改进.....	333
(三) 削减箱体上的电加热装置.....	336
(四) 电冰箱的节电设计.....	337

(五)	使用中的节电方法	338
第九章	生产装配工艺与质量控制	340
一、	电冰箱的制造工艺流程	340
(一)	单门电冰箱	340
(二)	双门电冰箱	347
(三)	冷冻箱	348
二、	生产装配线布置	349
(一)	装配线布置	349
(二)	布置要点	354
三、	制冷系统在装配中的主要操作工艺	358
(一)	系统和部件的干燥处理	359
(二)	零部件的清洗和杂质含量测定	363
(三)	检漏	364
(四)	抽空	366
(五)	充注制冷剂	369
(六)	焊接	373
四、	有关性能试验方面的几个问题	375
(一)	家用电冰箱的主要试验条件和性能要求	375
(二)	耗电量测试	378
(三)	多门电冰箱各部位温度要求	379
第十章	使用与维修	382
一、	电冰箱的正确选用	382
(一)	电冰箱的选购	382
(二)	正确的使用方法	384
二、	常见故障	392
(一)	电冰箱运转不停	392
(二)	电冰箱不运转	392
(三)	运转时有较大响声	393
三、	制冷系统检修	394

(一) 测定制冷系统内压力值.....	395
(二) 检漏.....	400
(三) 干燥抽空.....	402
(四) 充注制冷剂.....	403
(五) 封口.....	404
附录.....	405
附表 1 制冷工程常用单位换算.....	405
附表 2 R12饱和状态下的热力性质表.....	407
附表 3 R502饱和状态下的热力性质表.....	416
附图 1 R12 $\lg p-i$ 图.....	423
附图 2 R502 $\lg p-i$ 图.....	423

第一章 电冰箱的型式与结构

一、型式

电冰箱是家庭中用来冷冻与冷藏食品和制作少量冷饮料的器具，也是科研、医疗卫生、工农业生产中不可缺少的一种冷藏设备。它的型式和结构是从实用性和美观性等方面考虑，而且在不断地发展和变化。其分类方法如下：

(一) 按外形结构分类

电冰箱是个习惯称呼，也可称为冰箱（无机械制冷装置，需要外加“冰”来降温），冷藏箱和冷冻箱。冰箱和冷藏箱适用于贮藏 0°C 以上物品，在冷藏箱内的冻结室中（即制冷装置内的蒸发器），可以少量地贮藏 0°C 以下的冻结物品。冷冻箱是专门用来贮藏已冻结物品，箱内温度保持在 -18°C 以下，一般为三星级，也有的在三星级外加冻结星（俗称四星级）。

单门电冰箱 见图1-1所示，该箱的内容积主要部分是用以冷藏，冷冻室内容积小，内部温度设计在一星级或二星级（按标准规定可不标记星级）。

双门电冰箱 见图1-1所示，箱体分成上下二部分，大多将上部的小门内作为独立的冷冻箱；下部的大门内作为冷

藏箱，也有将冷冻箱部分设计在下部的，所以双门电冰箱也可称为“冷藏冷冻箱”。一般双门电冰箱的冷冻箱有效内容积占总内容积的 $1/5 \sim 1/3$ ，也有占到 $1/2$ 的。

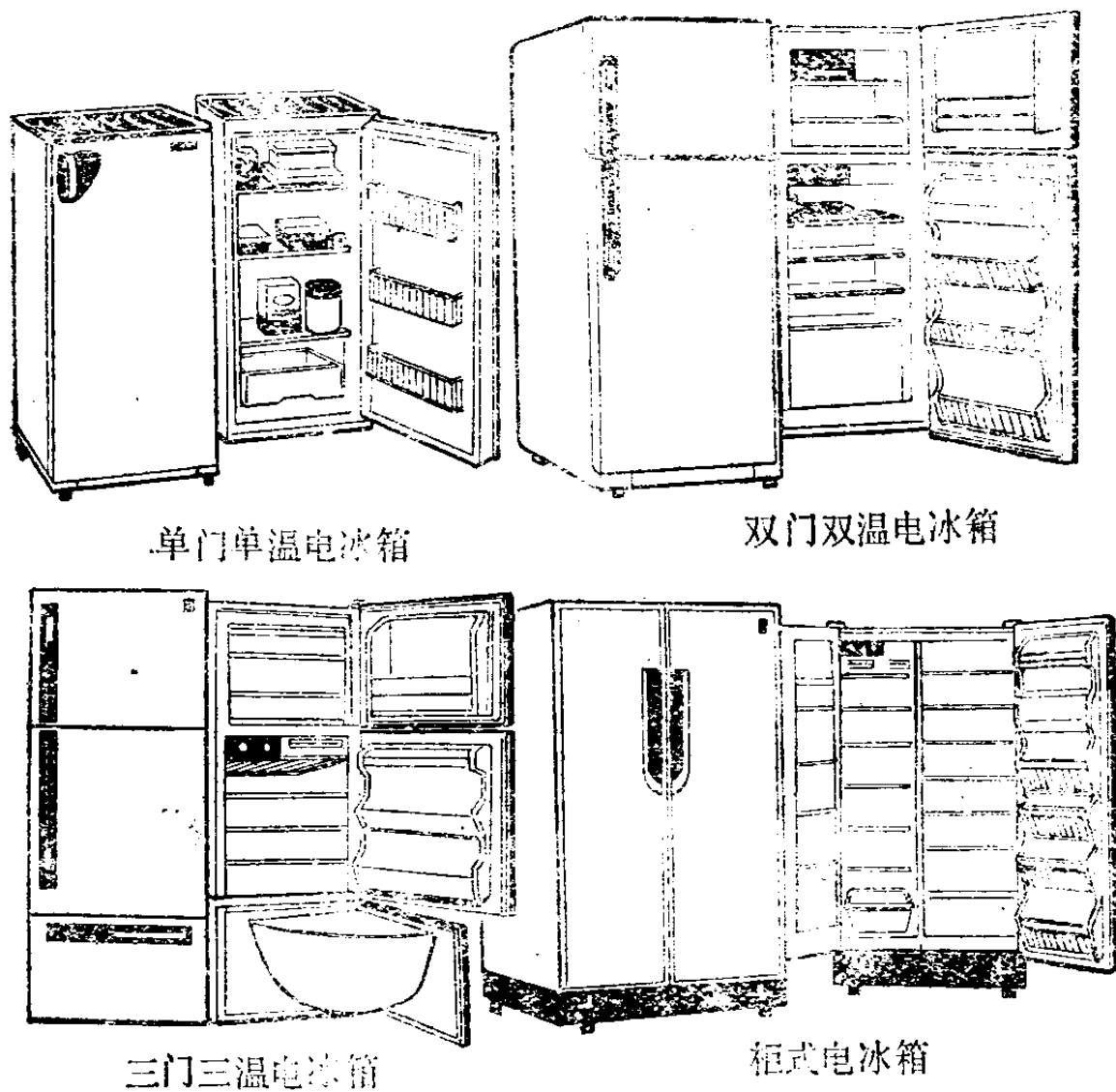


图1-1 几种电冰箱外形

三门电冰箱 见图1-1所示，在双门电冰箱的基础上，将原冷藏室内的贮蔬菜、水果盆部分，独立地设置一扇门，称它为“蔬菜室”。该部位内的温度和湿度较冷藏室内高，贮放的蔬菜、水果类食品减少了凉干脱水现象，保鲜性好，且贮取方便。

目前日本各厂家推出了四门电冰箱，在三门电冰箱基础

上，另外设置了一个具有 $0 \sim -3^{\circ}\text{C}$ 的小室和独立的外门，称它为“冰温室”，使贮存的食物保持在稍高于冻结温度，有最好的保鲜温度和较长的保鲜时间，食用前不必解冻，使用比较方便。

柜式多门电冰箱 见图1-1所示，其内部容积在400L以上，能贮藏较多物品。在外形上有左右向开启的二扇门，或其中一扇门又被分成二、三扇门，并根据贮物要求被分成冷藏室、冷冻室、冰温室、蔬菜室……等。

(二) 按放置形式分类

1. 自然放置

(1) 立式 上述的单门、双门、三门、柜式电冰箱，都直立放置，占地面积较少。

(2) 卧式 用于贮放冻结食品的冷冻箱，大多制造成卧式，见图1-2。由于采用上开启式箱门，漏泄热量少，箱内温度变化也小。但占地面积较大，存取食物不太方便。

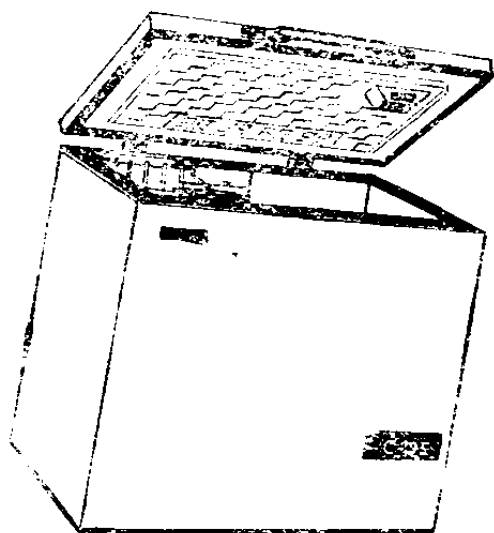


图1-2 卧式冷冻箱

(3) 台式 外形如台柜，见图1-3，高为800~850mm，