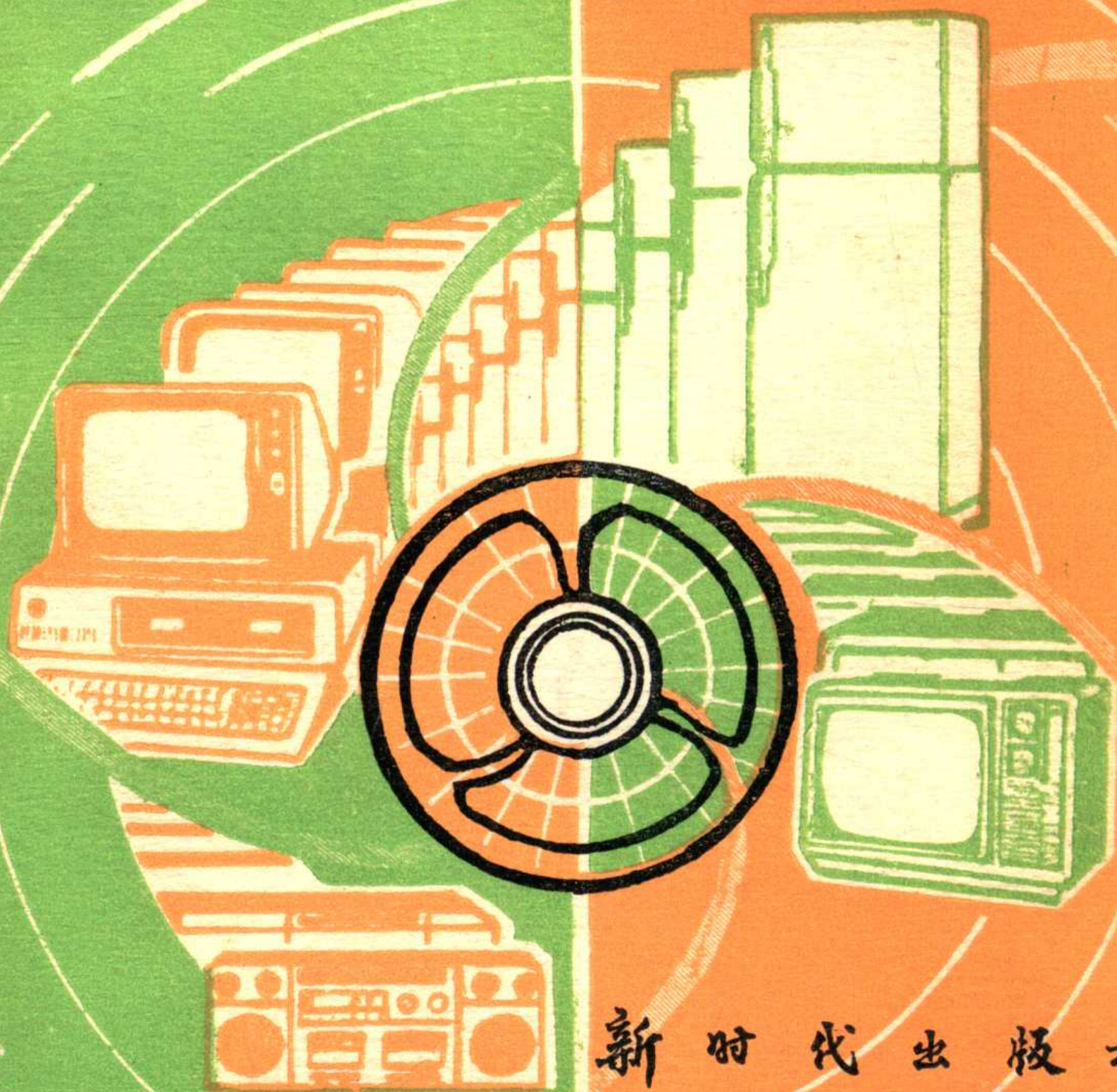


学一门手艺丛书

电冰箱原理与维修技术

沈 勇 严云忠 编



新 时 代 出 版 社

一门手艺丛书

电冰箱原理与维修技术

沈勇 严云忠 编

新时代出版社

内 容 简 介

你想掌握家用电冰箱原理与维修的技能吗？劝你不妨读一读这本书！

本书是我社为了配合职业教育的需要，培养有专门技能的人而出版的。

本书以通俗易懂的语言讲述了家用电冰箱的制冷原理及构造，在此基础上对各种常见故障的产生原因做了较详细的分析，介绍了检修和排除方法。同时也提供了较为实用的关于电冰箱的选购、使用及维护方面的知识。

全书分为概述，理论基础，构造及制冷循环，制冷剂 and 润滑油，压缩机，蒸发器、冷凝器及节流装置，控制系统，电动机，制冷系统的检漏、抽空、干燥、充气和检修的工具材料，故障的分析和处理方法，安装调试与选购使用和保养等十一章。

本书可供初中文化水平的在校学生，城市、农村、部队青年，以及本专业维修工人和业余爱好者阅读。本书还可做职业高中、技校和技术培训班的教材，同时也是较好的自学读本。

电冰箱原理与维修技术

沈 勇 严云忠 编

责任编辑 宋桂珍

新 时 代 出 版 社 出 版 发 行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 6.125 印张 155 千字

1986 年 11 月第 1 版 1990 年 8 月北京第 7 次印刷

印数：209501—244500 册

ISBN7-5042-0041-7/TS·5 定价：2.60 元

目 录

第一章	概述	1
第一节	冷却的概念及人工制冷	1
第二节	电冰箱的发展情况	1
第三节	电冰箱的分类、规格和型号	2
第二章	电冰箱的理论基础	9
第一节	制冷原理	9
第二节	热力学的基本参数	10
第三节	热力学的基本定律	12
第四节	焓和熵的概念	14
第五节	有关制冷剂状态的术语	15
第六节	制冷剂的状态变化在 $\lg p-h$ 图上的表示	16
第三章	电冰箱的构造及制冷循环	18
第一节	电冰箱的构造	18
第二节	电冰箱的箱体	18
第三节	电冰箱的制冷系统及制冷过程	21
第四节	制冷循环过程中制冷剂的变化	22
第五节	制冷循环在 $\lg p-h$ 图上的表示	23
第六节	制冷循环的热和功	26
第七节	制冷循环的制冷系数	27
第四章	制冷剂和润滑油	28
第一节	制冷剂	28
第二节	润滑油	33
第三节	制冷剂与冷冻油和水分的关系	38
第五章	电冰箱的压缩机	40
第一节	全封闭式压缩机的工作过程	40
第二节	压缩机的制冷能力	43
第三节	压缩机的功率	44

第四节	全封闭式压缩机的构造	44
第五节	全封闭式压缩机的拆装	51
第六节	全封闭式压缩机的常见故障修理	54
第七节	全封闭式压缩机的开壳与封壳	58
第八节	压缩机的性能试验与测定	61
第六章	蒸发器、冷凝器及节流装置	66
第一节	蒸发器	66
第二节	冷凝器	71
第三节	节流装置——毛细管	74
第七章	电冰箱的控制系统	82
第一节	启动保护装置的原理与调整	82
第二节	温度控制器的工作原理与调整维修	88
第三节	电冰箱中的除霜装置	94
第四节	电冰箱中的除露装置	99
第五节	电冰箱的防冻装置	100
第六节	箱内照明灯和风扇电动机机组	102
第七节	国内外部分电冰箱电路图	102
第八章	电冰箱的电动机	109
第一节	电动机的启动和运转原理	109
第二节	冰箱电动机的特性	109
第三节	压缩机外壳上接线端子的判别	111
第四节	电机绕组的重绕方法	112
第五节	电机的吸合电流和释放电流	116
第六节	电动机的电容启动	117
第七节	PTC 元件在冰箱电路中	118
第八节	电机的绕组数据和线模尺寸	119
第九章	制冷系统的检漏、抽空、干燥、 充气 and 检修工具、材料	125
第一节	制冷系统的检漏	125
第二节	制冷系统抽空、干燥与充加制冷剂	128
第三节	检修工具、材料及应用	134
第十章	电冰箱的故障分析和处理办法	145

第一节	电冰箱的现场检查方法	145
第二节	压缩机不能启动的原因和解决办法	147
第三节	冰箱内温度过高的原因和解决办法	149
第四节	冰箱内不降温的原因和解决办法	153
第五节	电冰箱其它方面的故障原因和解决办法	155
第六节	电冰箱常见故障的判断与故障排除方法	156
第十一章	电冰箱的安装调试与选购使用及维护保养	162
第一节	电冰箱的选购安装与调试	162
第二节	电冰箱使用温度的调节	165
第三节	电冰箱的使用与注意事项	170
第四节	电冰箱的维护保养	175
附表	氟利昂12饱和状态下的热力性质	178
附图	氟利昂12压焓图	183

第一章 概 述

第一节 冷却的概念及人工制冷

冷却就是除去物体的热量。冷却的过程伴随着温度的降低。在自然界中，热量总是从温度高的物体传向温度低的物体，或者从物体的高温部分传向低温部分。这就是自然冷却的规律。自然冷却的程度受周围介质温度的影响，冬季可以将物体自然冷却到较低的温度，而在夏天，冷却达到的极限温度就较高。要想把一物体的温度降到低于它周围介质的温度，只能借助于人工冷却的方法。人工制冷能够达到各种不同的冷却温度。

电冰箱就是一种小型的制冷装置，广泛应用于家庭、饭店、医院及科研等单位，用来冷藏或者冷冻食品、药品、生物制品等。

本书主要介绍人工制冷的理论知识，电冰箱的制冷循环、结构、使用保养及故障的判断、维修等技术。

第二节 电冰箱的发展情况

随着国民经济的发展和人民生活水平的不断提高，电冰箱已进入我国城乡家庭。

我国生产电冰箱已有三十年的历史，全国有 116 家电冰箱生产厂，据了解到1984年底，全国累计生产电冰箱 114 万台。为了适应市场的需要，各生产厂积极引进国外先进技术和生产线。预计今后的产品将发展双门双温、多门多功能、大容积及节能省电的电冰箱。

随着家庭电冰箱普及率的提高，学习电冰箱理论知识和保养维修技术是非常必要的。

第三节 电冰箱的分类、规格和型号

一、电冰箱的分类

目前家用电冰箱的种类很多，形式也各不相同，一般按以下几种方法分类。

1. 按用途分类

(1) 冷藏电冰箱：也就是单门电冰箱，主要用于冷藏食品。它的冷藏室温度在 $0 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 之间，并在冷冻室内可制作少量冰块或短期冷冻少量食物。这种电冰箱的冷冻室的温度一般可达到 $\overline{|*|}$ 或 $\overline{|**|}$ 级，即 $-6 \sim -12^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 冷冻电冰箱：它只有一个保持在 -18°C 以下的冷冻室，没有冷藏室，所以只用于食品的冷冻。

(3) 冷藏冷冻电冰箱：是指双门双温电冰箱。它由 $0 \sim 8^{\circ}\text{C}$ 的冷藏室和 -18°C $\overline{|***|}$ 的冷冻室组成，具备冷藏电冰箱和冷冻电冰箱的特点，即可冷藏食品，又可对食品进行冷冻，使用起来比较方便。

2. 按开门形式分类

(1) 单门：只有一扇门的称为单门电冰箱。

(2) 双门：上下两扇门的称为双门电冰箱。上面小门内为冷冻室，下面大门内为冷藏室。

(3) 三门：在双门的基础上，增加了一扇门，是专门贮存蔬菜和水果的，叫果菜室。称为三门电冰箱。

(4) 四门：在三门的基础上，又增加了一扇门，用来专门贮存新鲜鱼和肉，叫冰温室。称为四门电冰箱。

(5) 对开门：箱门布置成左右两扇对开的称为对开门电冰箱。

(6) 法式门：上半部一扇门，下半部两扇门对开的称为法式门电冰箱。

3. 按冷却方式分类

(1) 直冷式电冰箱：也称有霜电冰箱。是由蒸发器直接吸收

冷冻室内食品热量而冷却降温的叫直冷式电冰箱。目前单门电冰箱都是直冷式的。双门直冷式电冰箱有两个蒸发器，一个在冷冻室进行冷却，另一个在冷藏室上部用以冷却冷藏室的物品。

(2) 间冷式电冰箱：也称无霜电冰箱。是把蒸发器设在冷冻室和冷藏室的隔层中间或者后壁隔层处用小风扇将蒸发器吸收热量后的冷空气，强制送入冷冻室进行循环冷却的电冰箱，叫间冷式电冰箱。它是通过调节风门来控制进入冷藏室的冷风量大小，从而调节冷藏室的温度。

4. 按箱内温度的不同和使用环境温度进行分类

(1) 按电冰箱箱内温度的不同分为：箱内温度 $0\sim 8^{\circ}\text{C}$ ，称普通电冰箱；箱内温度有二层，一层 $0\sim 8^{\circ}\text{C}$ ，另一层 $-12\sim -18^{\circ}\text{C}$ ，称双温电冰箱；箱内温度在 -40°C 以下，称低温电冰箱。

(2) 按电冰箱的使用环境温度分为：亚温带型 (SN)，使用环境温度为 $10\sim 32^{\circ}\text{C}$ ；温带型 (N)，使用环境温度为 $16\sim 32^{\circ}\text{C}$ ；亚热带型 (ST)，使用环境温度为 $18\sim 38^{\circ}\text{C}$ ；热带型 (T)，使用环境温度为 $18\sim 43^{\circ}\text{C}$ 。

5. 按制冷方法分类

(1) 全封闭蒸气压缩式电冰箱：如图 1-1 所示。是由压缩机、冷凝器、蒸发器、毛细管和低压管组成一个密闭的制冷系统；而压缩机则与电动机封闭在一个铁壳里；通过压缩机吸入从蒸发器来的低压蒸气，再排到冷凝器中去，所以称为全封闭蒸气压缩式电冰箱。它在理论和制造技术上是比较成熟的，使用寿命一般可达 $10\sim 15$ 年，而且耗电省，制冷和使用效果都比较理想。因此，它是目前国内外生产量最多，普及范围最广的电冰箱，并已逐步进入城乡家庭。本书将以它为重点，在以后各章节会详细介绍。

(2) 吸收式电冰箱：如图 1-2 所示。是以天然气、煤气、煤油、电力等能源作为动力，在制冷系统中充入制冷剂氨、吸收剂水、扩散剂氢三种物质。氨水溶液在发生器中被加热后进入蒸馏器，被分离成纯氨气，通过冷凝器放热液化，氨液在位差作用下

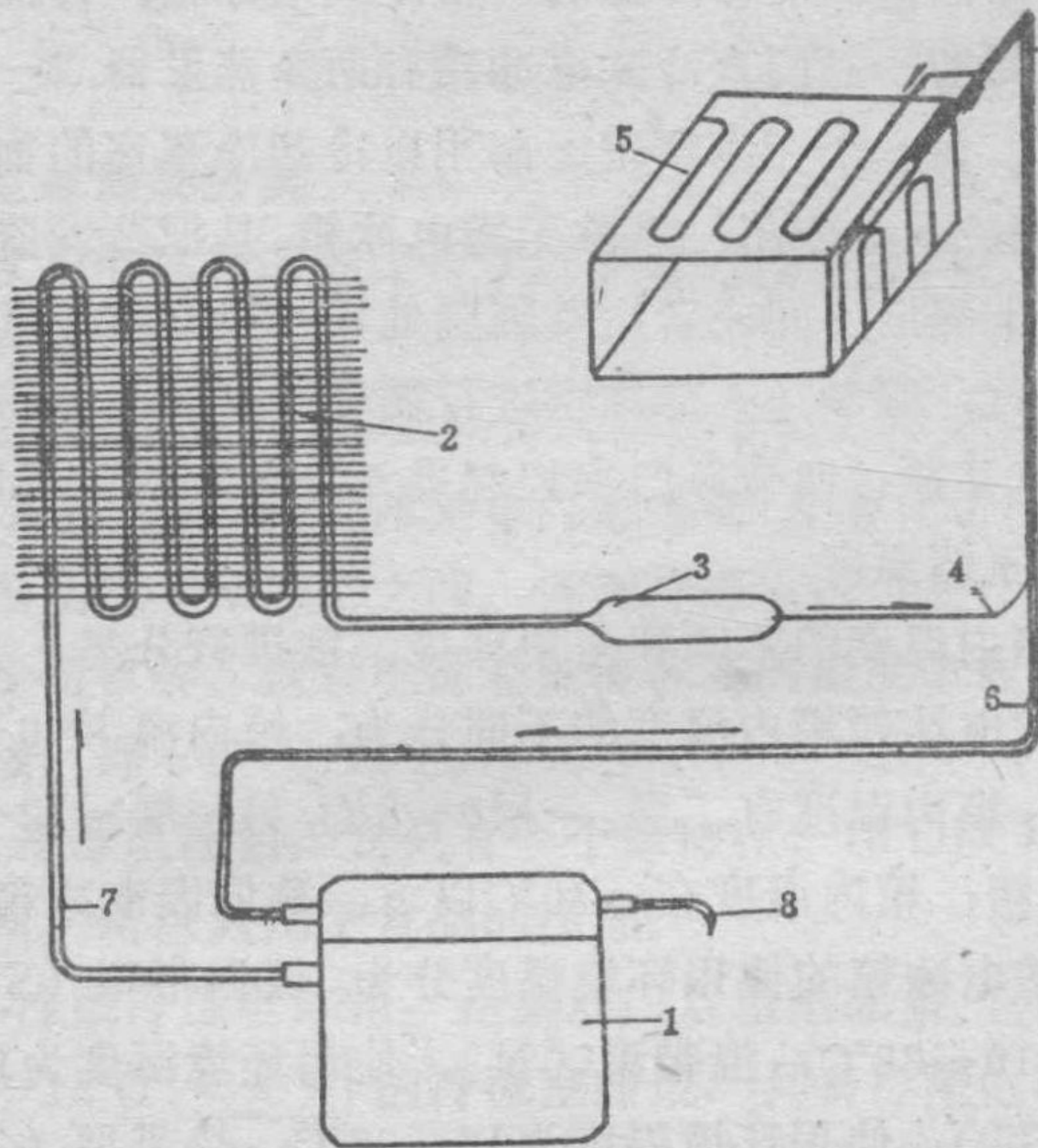


图1-1 全封闭蒸气压缩式电冰箱制冷系统示意图

1—全封闭蒸气压缩机；2—冷凝器；3—干燥过滤器；4—毛细管；
5—蒸发器；6—吸气管；7—排气管；8—充气管。

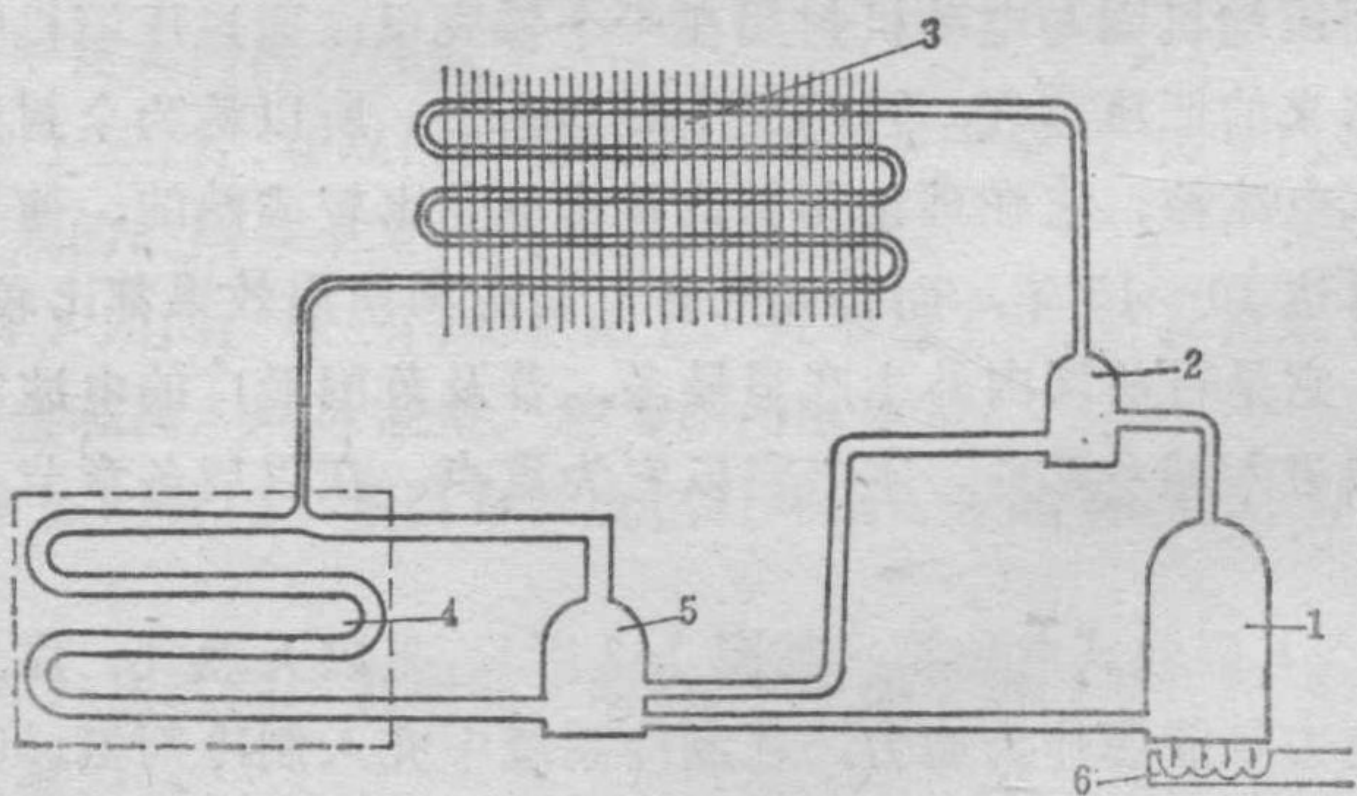


图1-2 吸收式电冰箱制冷原理图

1—发生器；2—蒸馏器；3—冷凝器；4—蒸发器；5—吸收器；6—热源。

流入蒸发器，与氢气相遇，使液态氨降压，吸收冰箱中的热量，使温度降低。氨氢混合后从蒸发器出来流入吸收器与水相遇，水吸收氨后成为氨水溶液，进入发生器再被加热。由于氢不溶于水，而比重较轻又上升回到蒸发器，以便再与氨混合，如此不断循环，达到制冷的目的。

吸收式电冰箱从制冷性能、速度和使用上都远不如全封闭蒸气压缩式电冰箱。但具有无噪音，结构简单等特点。因此目前国外已开始对吸收式电冰箱重视起来，将有发展的趋势。

(3) 半导体电冰箱：半导体制冷也称温差电制冷或电子冷冻，是利用半导体温差电效应制成的一种制冷装置。如图 1-3 所示，NP 型元件以铜导流片联接起来构成一个温差电偶。在放热端放置散热器，则吸热端降温达到制冷目的。

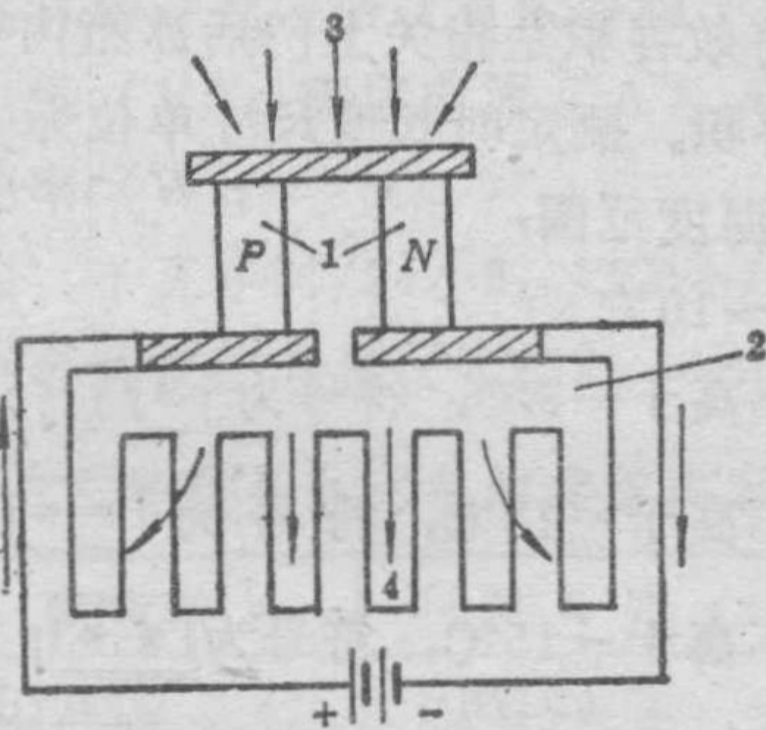


图1-3 半导体制冷原理示意图

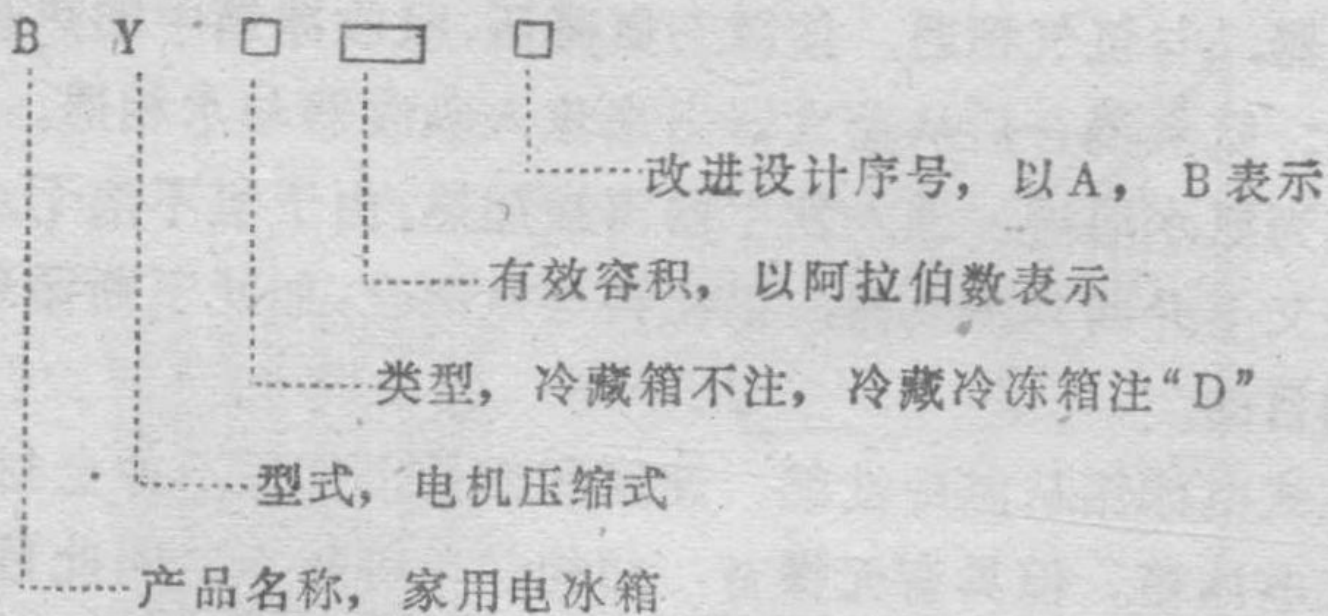
1—半导体元件；2—散热器；3—吸收热量；4—放出热量。

半导体电冰箱没有机械旋转部分，因此无噪音，无磨损，寿命长，维修方便，没有污染，调节容易。但是制冷效率低，制造成本高，只能适用于小容积制冷及一些科研专用设备仪器等特殊场合，故还没有达到家庭的实用阶段。

二、电冰箱的基本参数和技术要求

1. 产品的型号及含义

我国电冰箱的型号很直观，其表示方法及含义如下：



示例: BY200 表示200 l 电机压缩式家用冷藏箱。

BYD200A 表示第一次改进设计的200 l 电机压缩式家用冷藏冷冻箱。

2. 基本参数

(1) 规格: 按有效容积确定, 单位以“l”表示。

电冰箱的有效容积是指关上门后冰箱内壁所包括的可供贮藏物品用空间的容积。测定时长度尺寸单位为 mm。

(2) 箱内温度范围:

冷藏室: $0\sim 10^{\circ}\text{C}$

冷冻室: 不高于 -6°C , 符号为 $\overline{|*|}$;

不高于 -12°C , 符号为 $\overline{|**|}$;

不高于 -15°C , 符号为 $\overline{\boxed{**}}$;

不高于 -18°C , 符号为 $\overline{\boxed{***}}$ 。

(3) 电源: 单相, 220V, 50Hz。

3. 技术要求

电冰箱应符合国家标准的要求, 在下列条件下, 电冰箱应能正常使用。

(1) 环境温度: $15\sim 43^{\circ}\text{C}$

(2) 环境相对湿度: 不大于90%

(3) 电源电压范围: $180\sim 240\text{V}$

(4) 冷却性能:

冷藏箱在环境温度 15°C 时, 调温旋钮对准弱冷点试验, 冷藏

室平均温度高于 0°C ；在环境温度 32°C 时，调温旋钮对准强冷点试验，冷藏室平均温度不高于 5°C ；在环境温度 43°C 时，调温旋钮对准强冷点试验，冷藏室平均温度不高于 10°C 。

冷藏冷冻箱在环境温度 15°C 和 32°C 时，调温旋钮对准可调范围内的某一点试验，冷藏室温度应在 $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ 范围内；冷冻室温度达到标定的星级标准。

(5) 冷却速度：

电冰箱在环境温度为 $32 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 时，进行试验，冷藏室温度降到 10°C ，冷冻室温度降到 -5°C 时，所需要的时间不应超过 2 小时。

4. 产品铭牌

每台电冰箱在适当明显位置固定有铭牌，铭牌上标明了下列各项内容：

- (1) 产品名称型号及规格（有效容积 l）；
- (2) 额定电压（V），额定电流（A），电源频率（Hz）；
- (3) 输入功率（W）；
- (4) 耗电量（千瓦小时/24小时，kWh/24h）；
- (5) 制冷剂名称及注入量（R-12，g）；

三种型号电冰箱的铭牌内容

项目 \ 标牌	雪花牌	琴岛牌	白云牌
产品型号	BY150型	BYD202型	BYD160A型
有效容积	150 l	202 l	160 l
额定电压	220V	220V	220V
额定电流	1.2A	0.9A	0.9A
频率	50Hz	50Hz	50Hz
输入功率	120~130W	120W	115W
耗电量	0.9~1.1kWh/24 h	1.2kWh/24 h	1.15kWh/24 h
制冷剂及注入量	R12/110 g	R12/120 g	R12/153 g
制造厂	北京电冰箱厂	中国青岛电冰箱总厂	国营沅江机械厂
重量	50kg	53kg	51kg
制造日期	×年×月	×年×月	×年×月
冷冻级别	*	* ***	***
使用环境温度	15~43°C	15~43°C	16~32°C

(6) 制造厂名称;

(7) 制造日期及编号;

(8) 重量 (kg)。

上表列出雪花牌、琴岛牌和白云牌电冰箱的铭牌内容。

第二章 电冰箱的理论基础

第一节 制冷原理

自然界中的物质以三种状态（聚集态）存在，即固体、液体和气体。物质由一种状态变成另一种状态，叫做物态变化。为了便于了解电冰箱的制冷原理，就需要研究物态变化的规律。

一、熔解和凝固

物质从固态变成液态，叫做熔解。熔解过程中，物质吸收热量。例如：冰在熔解时的温度为 0°C ，每千克（kg） 0°C 的冰熔解成 0°C 的水，可吸收336千焦（kJ）的热量。固体熔解时的温度叫做熔点。

物质从液态变成固态，叫做凝固。凝固过程中，物质放出热量。液体凝固时的温度叫做凝固点。同一物质的凝固点跟它的熔点相同。

二、汽化和液化

物质从液态变成气态的现象叫做汽化。汽化有两种方式：蒸发和沸腾。

蒸发 只从液体表面发生的汽化现象叫做蒸发。例如：将湿衣服晒干；泼在地上的水，由于蒸发很快就干了。液体蒸发时吸收热量。

沸腾 液体吸热后，当温度升高到一定程度时，液体内部发生剧烈的汽化现象，形成大量的气泡，上升到液体表面破裂开来，把里面的蒸气放掉，这种现象叫做沸腾。液体沸腾时的温度叫做沸点。液体的沸点随物质的不同而改变，同时跟压强有关。压强增大，沸点升高；压强减小，沸点降低。液体沸腾时也吸收热量。

物质从气态变成液态的现象叫做液化。液化是汽化的相反过程。气体的液化温度跟压强有关系。气体的压强越大，它的液化

温度越高。气体在液化时，要放出热量。

三、升华和凝华

物质不但可以在固态和液态之间、或者在液态和气态之间进行变化，也可以直接在固态和气态之间进行变化。物质从固态直接变成气态叫做升华，从气态直接变成固态叫做凝华。

物质在升华过程中要吸收热量，在凝华过程中要放出热量。可利用升华吸热的现象来取得低温。例如：在实验室里，常用固态二氧化碳(干冰)的升华吸热来获得低温。二氧化碳的化学分子式是 CO_2 ，这种物质的固体在通常大气压下的升华温度为 -78.9°C 。在升华过程中每千克(kg)固态 CO_2 能吸收575.4千焦(kJ)的热量。

四、制冷原理

电冰箱的制冷主要是根据物质由液体变成气体时吸热和由气体变成液体时放热的原理。

在电冰箱的制冷系统中循环并通过其本身的状态变化，来传递热量的工作介质称为制冷剂。简称“工质”。电冰箱中常用的制冷剂是氟利昂12(CF_2Cl_2)，用符号R-12或F-12表示。R-12在大气压下的沸点温度为 -29.8°C ，每公斤R-12液体沸腾汽化过程中约需吸收167.79 kJ的热量。

电冰箱就是消耗一定能量的外功，通过制冷剂的不断循环，将冰箱内的热量转移到箱外的环境介质中去，而达到降低温度的目的。

第二节 热力学的基本参数

电冰箱是通过制冷剂的状态变化来获得低温的。把用来描写制冷剂(工质)热力状态的物理量称为热力状态参数。常用的状态参数有温度、压力、比容等。

一、温度

物体有冷有热，物体的冷热程度用温度来表示。用它可描述制冷系统的状态参量。

在法定计量单位制中，以热力学温标（或绝对温标）作为基本温标，用热力学温标表示的温度叫做热力学温度（或绝对温度），用符号 T 表示，单位是K（开），读作“开尔文”。

在日常生活中用的是摄氏温标，以水的冰点为零度，沸点为100度，每一等分就是一度。用摄氏温标表示的温度叫做摄氏温度，用符号 t 表示，单位是 $^{\circ}\text{C}$ （摄氏度）。

热力学温度 T 与摄氏温度 t 之间的数值关系为

$$T = t + 273.15 \quad (2-1)$$

为了简化，可取 -273°C 为热力学温度的零度，这样可写为

$$T = t + 273 \quad (2-2)$$

例如水的冰点 0°C 即273 K，沸点 100°C 即373 K， 1°C 等于1K。

二、压力和压强

垂直作用在物体表面上的力叫做压力。压力产生的效果不仅跟压力的大小有关，而且跟受力面积的大小也有关系。为了比较压力的效果，取相同面积上受到的压力来进行比较。把物体单位面积上受到的压力叫压强。

在法定计量单位制中，力的单位是牛顿（N），面积的单位是平方米（ m^2 ），取1平方米面积上受到的压力作为压强。单位是“牛顿/米 2 ”（ N/m^2 ），读作“牛〔顿〕每平方米”，牛顿/米 2 有一个专用名称叫做帕斯卡，这是为了纪念法国科学家帕斯卡。

1帕斯卡等于1牛顿/米 2 ，用符号表示为

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2 \quad (2-3)$$

1. 大气的压强

地球周围被一层很厚的空气包围着，地球对空气也有吸引作用，因此，空气也有重量。由于空气有重量，所以空气对浸在它里面的物体也要产生压强。这个压强叫做大气压强，简称大气压。

1大气压等于760毫米汞柱，等于101325帕斯卡，用符号表示为

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101325 \text{ Pa} \quad (2-4)$$