

学 一 门 手 艺 从 书

电冰箱原理与维修技术

(第2版)

严云忠 刘胜利 编



新 时 代 出 版 社

TM925.21

Y11

(2)

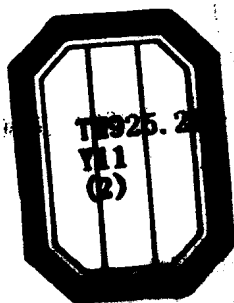
435902

学一门手艺丛书

电冰箱原理与维修技术

(第2版)

严云忠 刘胜利 编



00435902

新 时 代 出 版 社

· 北京 ·

0107/05
图书在版编目(CIP)数据

电冰箱原理与维修技术/严云忠,刘胜利编. —2版.
—北京:新时代出版社,1997(1999.5重印)

(学一门手艺丛书)

ISBN 7-5042-0328-9

I. 电… II. ①严… ②刘… III. 冰箱-维修-技术
IV. TM925.2

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第15473号

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)

三河腾飞印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本850×1168 1/32 印张9% 250千字

1997年4月第2版 1999年5月北京第17次印刷

印数:352001—360000册 定价:12.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

电冰箱现已成为家庭生活中不可缺少的电器产品,然而电冰箱在使用中容易出现的故障,以及出故障后的检查、判断、修理方法,却不是每个家庭和每个维修员都知道的。

目前,国内许多初学制冷维修的人员,迫切需要一本适合的参考书。许多家庭也经常查找有关资料,希望多了解这方面的知识。针对这个需要,我们将“学一门手艺”丛书的《电冰箱原理与维修技术》做了必要的增删,企望能更好地满足读者。

本书在分析控制电冰箱工作的原理时,主要介绍了电脑温控(进口东芝 GR 系列、国产黄河系列)的电路特点,元器件的型号、电路工作流程及元件的代换方法。

书中还用了大量篇幅介绍近几年投放市场的大冷冻室冰箱及制冷系统、电路控制等内容。详述了电冰箱出现内漏后的检修方法,压缩机的代换参数,机械式温度控制器的调整技巧等。

由于编写时间仓促,欢迎对书中错误多提宝贵意见。

内 容 简 介

本书是《电冰箱原理与维修技术》第二版。内容上作了必要的增删。对近几年投放市场的大冷冻室、大容量豪华型电冰箱的控制电路特点进行了分析；对难以维修的电冰箱疑难故障进行了分析介绍，给读者提供了一些宝贵的维修资料。最后增述了电冰箱的选购、使用及维护方面的知识。

全书分为：学一点制冷基础知识，电冰箱实现制冷的过程，制冷剂和润滑油，制冷系统各部件的作用及维修，压缩机的构造及维修方法，控制系统各器件的作用与调整，电冰箱的电动机，制冷系统的检漏、抽空、充制冷剂等维修技术，电冰箱疑难故障分析和维修方法，电冰箱的安装调试与选购和保养等共十章。

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。本书还可作为职业高中、技校和技术培训班的教材，同时也是较好的自学读本。

目 录

第一章 学一点制冷基础知识	1
第一节 制冷的概念及人工制冷.....	1
第二节 制冷工作原理.....	2
第三节 热力学的基本参数及基本定律.....	4
第四节 焓和熵的概念.....	8
第五节 有关制冷剂状态的术语.....	9
第六节 制冷剂的状态变化在 $\lg p-h$ 图上的表示.....	10
第二章 电冰箱实现制冷的过程	12
第一节 电冰箱的分类、规格和型号.....	12
第二节 直冷式电冰箱的结构特点	18
第三节 电冰箱实现制冷的过程	21
第四节 制冷循环在 $\lg p-h$ 图上的表示.....	24
第五节 制冷循环的热和功	26
第六节 制冷循环的制冷系数	28
第三章 制冷剂和润滑油	29
第一节 制冷剂	29
第二节 润滑油	34
第三节 制冷剂与冷冻油和水分的关系	39
第四节 制冷剂与双绿色冰箱	41
第四章 制冷系统各部件的作用及维修	44
第一节 冷凝器	44
第二节 节流装置——毛细管	48
第三节 干燥过滤器	55
第四节 蒸发器	56

第五节 制冷系统管路尺寸的确定	62
第五章 压缩机的构造及维修方法	65
第一节 全封闭式压缩机的工作过程	65
第二节 压缩机的制冷能力	69
第三节 压缩机的功率	69
第四节 全封闭式压缩机的构造	70
第五节 全封闭式压缩机的拆装	77
第六节 压缩机故障的判断及维修	80
第七节 压缩机的开壳与封壳	87
第八节 压缩机的性能试验与测定	92
第九节 更换压缩机的具体步骤	97
第六章 控制系统各器件的作用与调整	99
第一节 压力式温控器的原理与调整	99
第二节 电子温控器的原理与维修	118
第三节 启动和保护装置的原理与调整	126
第四节 化霜控制装置	135
第五节 除露控制装置	140
第六节 防冻装置	142
第七节 箱内照明和风扇电动机机组	143
第八节 国内外部分电冰箱电路图	144
第七章 电冰箱的电动机	151
第一节 电动机的启动和运转原理	151
第二节 冰箱电动机的特性	152
第三节 压缩机外壳上接线端子的判别	153
第四节 电机绕组的重绕工艺	154
第五节 电机的吸合电流和释放电流	160
第六节 电动机的电容启动	161
第七节 电机的绕组数据和线模尺寸	162
第八章 制冷系统的检漏、抽空、充制冷剂等维修技术	168
第一节 制冷系统怎样检漏	168

第二节 制冷系统抽空、干燥与充制冷剂	175
第三节 维修工具、材料及应用	186
第九章 电冰箱的疑难故障分析和维修方法	201
第一节 电冰箱的望、闻、切、诊检查法	201
第二节 压缩机不能启动和运转不停的维修	208
第三节 冰箱内温度过高的原因及维修	211
第四节 冰箱内不降温的原因及维修	216
第五节 电冰箱的解剖及箱体整修法	218
第六节 电冰箱疑难故障检修实例	223
第七节 电冰箱常见故障的判断与维修方法速查表	261
第十章 电冰箱的安装调试与选购使用及维护保养	269
第一节 电冰箱的选购安装与调试	269
第二节 电冰箱使用温度的调节	273
第三节 电冰箱的使用与注意事项	277
第四节 电冰箱的维护保养	282
附录 1 R-12 饱和状态下的热力性质	286
附录 2 电冰箱温控器的生产厂家及调试方法	290

第一章 学一点制冷基础知识

第一节 制冷的概念及人工制冷

我们知道,热量总是自动地从高温物体传到低温物体,正像水只能从高处流向低处一样。如一杯开水,放一段时间会逐渐冷却到与室温一样。这是因为开水的热量散发到周围空气中去了,但是,无论再放置多久,这杯开水的温度也不会变得比室温低。反过来,这杯变凉了的开水自动地从周围空气中收回它所散发的热量,使其恢复到原先的温度也是根本不可能的。可见,热传导是具有方向性的。那么,有没有办法使凉开水的温度低于室温甚至结冰呢?那就需要采用人工制冷的办法。

所谓人工制冷,就是以消耗机械能或其它形式的能量为代价,使某一空间及物体达到并保持所需的低温温度。人工制冷所用的设备,叫做制冷装置(制冷系统)。

人工制冷和用水泵从井中抽水很相似,见图 1-1 所示。将水从低处抽向高处,必须通过水泵消耗电能做功来实现,而要实现低温物体向高温物体传热,也要像水泵那样,通过压缩机消耗电能做功,才能把低温物体的热量和压缩机做功所产生的热量一起传向高温物体。

实现人工制冷的办法很多,根据制冷的基本工作原理,可分为:气体制冷、蒸气压缩式制冷、吸收式制冷和半导体制冷(也叫温差电制冷)四大类。其中以蒸气压缩式制冷方法应用最为广泛。

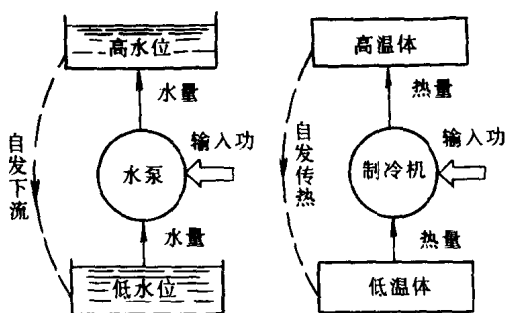


图 1-1 水泵与制冷机的类比

第二节 制冷工作原理

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。同一物质的凝固点与它的熔点相同。

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 ，这种物质的固态在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

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 167.79kJ 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。

第三节 热力学的基本参数及基本定律

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。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

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

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

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

2. 绝对压力和表压力

物质在容器内的压力,在实际应用中有两种不同的表示方法。一种是直接指明物质施于容器壁上压力大小的实际数值,叫做绝对压力。另一种是用压力表测量压力时在压力表上的读数,叫做表压力。分别用符号 p_j 和 p_b 表示。当绝对压力高出当地大气压力时,有下列关系式

$$p_j = B + p_b \quad (2-5)$$

式中 p_j ——绝对压力;

① mmHg 这个单位目前已废除,但有时仍会碰到,故读者也应了解。

B ——当地大气压力；

p_s ——表压力。

3. 真空度

当容器内物质的绝对压力比当地的大气压力还低时，表压力是一个负值。这时容器中的压力叫真空压力或负压，用真空压力表测得容器中的真空程度叫真空度，用符号 H 表示，即

$$H = B - p_i \quad (2-6)$$

三、密度和比容

某种物质单位体积的质量，叫做密度，旧称为比重或重度^①。密度指物体单位体积中的质量。用 ρ 表示，单位为吨/米³(t/m³)。

某种物质单位质量的体积，叫做比容，用符号 v 表示。单位是米³/吨(m³/t)，读作立方米每吨。

密度和比容互为倒数关系，密度和比容的乘积等于 1，即

$$\rho v = 1 \quad (2-7)$$

气体的密度和比容随压力和温度的变化而变化，温度升高，比容增大，密度减小。反之，温度降低，比容减小，密度增大。

四、热力学第一定律

热力学第一定律就是能量守恒及转换定律在热力学中的具体体现。

热是自然界中能量的一种形式，物体吸收或者放出的热的多少叫做热量。在实行法定计量单位之前，把 1 克(g)水温度升高 1℃ 时吸收的热量作为热量的单位，这个单位叫卡(cal)。

① 比重和重度的叫法早已废除，但有时还会碰到，故读者也应了解。

实验证明, 1g 水温度降低 1°C 放出的热量, 跟温度升高 1°C 吸收的热量相等, 也是 1 卡。生产上常用千卡作为热量的单位。

$$1\text{kcal} = 1000\text{cal}$$

因为 1 千克(kg)是 1 克(g)的 1000 倍, 所以 1kg 水温度升高或者降低 1°C 时, 吸收或者放出的热量是 1 千卡(kcal)。

卡和千卡不是法定计量单位制的单位, 但是目前它的应用还很广。法定计量单位制规定热量的单位与功的单位一样。

功是克服外力移动物体时需要消耗的能量。物理学中规定: 功等于力跟物体在力的方向上通过距离的乘积。如果用符号 F 表示力, S 表示物体在力的方向上通过的距离, W 表示功, 则写成

$$W = FS$$

在法定计量单位制中, 力的单位是牛[顿], 距离的单位是米, 功的单位就是牛[顿]·米, 在物理学里给它一个专用名称叫做焦耳。1 焦耳等于 1 牛[顿]·米。

在法定计量单位制中, 规定了焦耳和千焦耳作为功的单位, 分别用符号 J 和 kJ 表示。

热和功都是能, 它们彼此可以相互转换。不论是热变成功, 或功变成热, 它们在能量的总和上并无变化。实验证明, 功和热量之间存在着确定的数量关系: 1 卡的热量跟 4.184 焦耳的功相当。这个相当的关系在物理学上用下式表示

$$1\text{cal} = 4.184\text{J}$$

公式给出了热量的单位卡和功的单位焦耳之间的换算关系, 叫做热功当量。则为

$$\text{J} = 4.184\text{J/cal}$$

在法定计量单位制中, 规定热量的单位同样是焦耳(J)和千焦耳(kJ)。

热力学第一定律使人们懂得, 能量既不会消灭, 也不会创生, 它只会从一种形式转化成另一种形式, 或者从一个物体转移到另

一个物体,而能的总量保持不变。这个规律就叫做能量守恒及转换定律。

五、热力学第二定律

热力学第一定律只说明了热和功之间转换的当量关系,没有指明热能在什么情况下才能做功。

热力学第二定律说明了热能转变为功的条件和方向问题。在自然界中,热量总是从高温物体传向低温物体,而不能自发地从一个低温物体传向另一个高温物体。但是热量可以被动地由低温物体转移到高温物体,欲使低温物体中的热量转移到高温物体中去,则必须要消耗外功。

制冷原理中应用热力学第一定律。即热能和机械能之间相互转化并守恒。

在制冷原理中也应用了热力学第二定律,如上所述。

第四节 焓和熵的概念

一、焓

焓是一种能量,用来表明制冷剂所处状态的热力状态参数。在热力学中,将气体的内能和外能之和叫做气体的焓。焓一般用符号 h 或 i 表示,单位是焦耳/千克(J/kg),读作焦耳每千克。有时也采用千焦耳/千克(kJ/kg)作为焓的单位。

内能 由于组成物质的分子总是在不停地做无规则的运动,因此,像一切运动着的物体一样,运动着的分子具有动能。分子间存在相互作用力,因此,分子还具有由它们的相对位置所决定的势能,这就是分子的势能。物质的所有分子的动能和势能的总和叫做物质的内能。内能用符号 U 表示,单位是 J/kg 或 kJ/kg。

外能 气体在任何条件下都具有和外压相对抗的能量,这种

能量叫做外能。外能的大小决定于该条件下气体的压力 p 与比容 v 的乘积。

焓可由下式表示

$$h = U + Jpv$$

式中 J ——热功当量, $J=4.184$ 焦耳/卡(J/cal)。

物质在各种状态下的焓,可由物质的热力性质表或者物质 $\lg p-h$ 图上直接查得。

二、熵

熵和焓一样,也是一种表示制冷剂所处状态的参数。制冷剂被加热时熵增大,反之,从制冷剂取出热量时熵就减少。只要制冷剂既不吸热,也不放热,熵值就不变。熵一般用符号 s 表示,单位是焦耳/开尔文(J/K)或千焦耳/开尔文(kJ/K)。

物质在状态变化过程中吸收或放出的热量 dQ 和此时物质的热力学温度 T 的比值,称为熵的变化量,即

$$\frac{dQ}{T} = ds = s_2 - s_1$$

则

$$dQ = ds \quad T = (s_2 - s_1)T$$

即物质吸收或放出的热量等于物质的热力学温度和熵的变化量的乘积。

熵和焓一样,由物质的热力性质表或者物质的 $\lg p-h$ 图上直接查得。

第五节 有关制冷剂状态的术语

由于吸收或者放出热量会引起制冷剂状态变化。当制冷剂处于液体和蒸气共存状态时,液体和蒸气之间可以彼此相互转换,此状态的制冷剂叫做饱和蒸气。饱和蒸气的温度和压力之间有一定的关系,即压力增大,温度升高,或者说温度升高,压力增大。