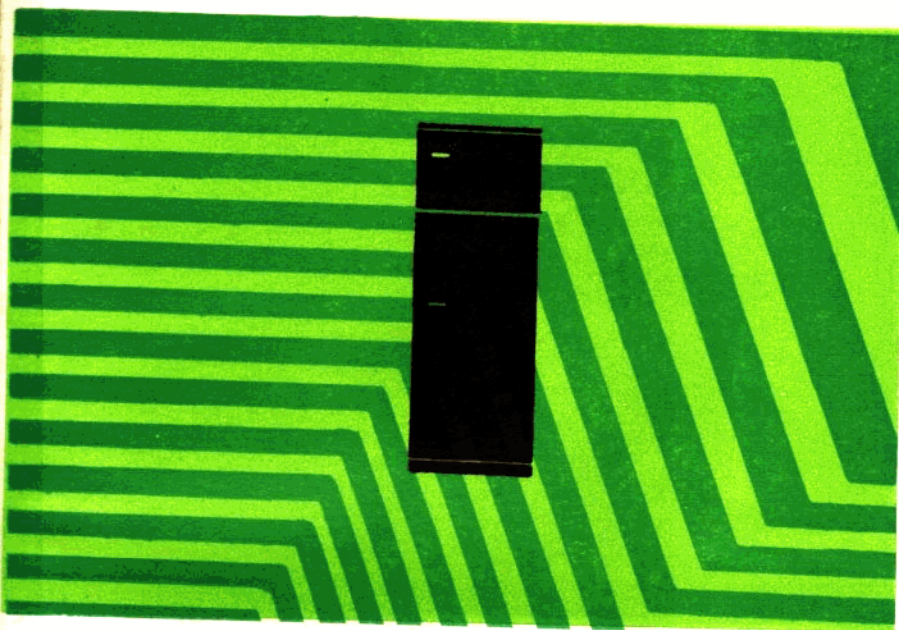




电冰箱修理技术

王国忠 王伯华 张新东 编

山东科学技术出版社

中等职业教育读物

电冰箱修理技术

王 国 忠
王 伯 华 编
张 新 东

山东科学技术出版社

中等职业教育读物
电冰箱修理技术

王国忠

王伯华 编

张新东

*

山东科学技术出版社出版

（济南市玉函路 邮政编码250002）

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂德州厂印刷

*

787×1092毫米32开本 11.75印张 1插图 220千字

1991年4月第1版

1991年4月第1次印刷

印数：1—14,000

ISBN 7—5331—0842—6/TS·69

定价：4.10 元

出版说明

为了适应我省中等职业教育发展的需要，我社受山东省教育厅委托，编辑出版了《中等职业教育读物》。

这套读物第一批已经出版了12种，有《黑白电视机修理技术》、《半导体收音机修理技术》、《盒式录音机修理技术》、《摩托车修理技术》、《钟表修理技术》、《电机修理技术》、《制描图技术》、《服装裁剪技术》、《菜肴烹调技术》、《面点制作技术》、《家具制作技术》、《电工基础与电工技术》等。

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，其它先进的家用电器也越来越广泛地进入家庭，使用量越来越大，为了满足社会需要，我们将对《中等职业教育读物》补充出版以下四种，即《电冰箱修理技术》、《录像机修理技术》、《洗衣机修理技术》和《复印机修理技术》。希望各地在试用这套读物中能够给我们提出宝贵意见，以便再版时修改。

这套读物在编写过程中，力求做到理论联系实际，文字通俗易懂，除简明讲述基础知识外，着重介绍了修理、制作技术，以达到实用、速成的目的。这套读物主要作为中等职业学校或短训班的选用教材，并可供有关行业的修理工人及广大业余爱好者阅读。

一九九〇年十二月

前 言

随着人民生活水平的提高，电冰箱已作为普通家用电器几乎进入每一个家庭，其发展之快，用量之大是前所未有的。随之而来的是电冰箱的修理问题。为了满足中等职业教育的和社会上家用电器修理人员的需要，我们编写了这本《电冰箱修理技术》。

该书较系统地介绍了电冰箱的构造、制冷原理、故障检修及排除方法，还介绍了电冰箱的选购和使用保养方面的知识。

本书通俗易懂、实用性强，可作为职工中专和职业高中教材，也可供电冰箱维修人员及业余爱好者自学参考。

由于编者水平所限，修理经验不足，书中缺点在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

一九九〇年十二月

目 录

第一章 制冷基础知识	1
第一节 温度、压力、密度、比容、湿度与露点温度	2
第二节 热的传递方式	8
第三节 显热、潜热、比热、蒸发与冷凝	10
第四节 热力学定律	14
第五节 饱和温度与饱和压力、冷凝温度与冷凝压力	17
第六节 焓与熵、压焓图	21
第二章 电冰箱的构造与分类	26
第一节 电冰箱的构造	26
第二节 电冰箱的分类	36
第三节 电冰箱型号与铭牌	43
第三章 电冰箱制冷原理	47
第一节 人工制冷	47
第二节 蒸汽压缩式制冷循环	51
第三节 影响蒸汽压缩制冷循环的主要因素	58
第四节 实际蒸汽压缩式制冷循环	62
第四章 制冷剂与润滑油	65
第一节 制冷剂的特点	65
第二节 常用制冷剂	68
第三节 制冷剂的使用	72
第四节 润滑油	76
第五节 制冷剂与润滑油和水分的关系	82

第五章	电冰箱制冷系统	87
第一节	压缩机	87
第二节	冷凝器	127
第三节	蒸发器	138
第四节	毛细管	149
第五节	干燥过滤器	155
第六章	电冰箱电动机与控制系统	162
第一节	电动机	162
第二节	起动继电器	190
第三节	电冰箱保护器	198
第四节	正温度系数热敏电阻 (PTC元件)	204
第五节	温度控制器	211
第六节	除霜、除露装置	227
第七节	电冰箱常见电路分析	238
第七章	电冰箱检修技术	253
第一节	检修工具	253
第二节	管路维修	260
第三节	制冷系统检漏	266
第四节	制冷系统充加制冷剂	270
第五节	制冷系统检修	281
第六节	电气系统检修	293
第七节	检修后的质量评定	297
第八章	电冰箱故障分析与处理	303
第一节	完全不制冷	304
第二节	制冷性能差	311
第三节	过冷	313
第四节	除霜不协调	318
第五节	电冰箱内凝露滴水	320

第六节	电冰箱外壳凝露滴水	323
第七节	电冰箱内灯不亮	326
第八节	电冰箱漏电	328
第九节	噪声过大	330
第十节	压缩机起动过于频繁	332
第九章	电冰箱的选购、安装调试、使用与保养	337
第一节	电冰箱的选购	337
第二节	电冰箱的使用	343
第三节	电冰箱温控器的调节与除霜	349
第四节	电冰箱的保养方法	355
附 录		
一、	国际单位制换算表	358
二、	电冰箱上的英文标记	363
三、	进口电冰箱上英文代号及含义	366

第一章 制冷基础知识

电冰箱是以电能为动力，驱动压缩机工作，使冰箱内保持低温的一种冷藏、冷冻容器。早在1823年，英国著名科学家麦加耳·法拉第（Michael Faraday）就提出有关氨蒸气压缩式制冷循环原理，这就是最早的吸附制冷效应。1913年，美国工程师J.M.Lavsen研制出第一台压缩式电冰箱。1918年，美国的Kelvinator公司生产出第一台供商业和家庭使用的自动电冰箱。1930年之后，美国的GE公司发明了氟化合物（又叫氟利昂）制冷剂，大大促进了压缩式电冰箱的发展。第二次世界大战之后，许多国家的电冰箱制造业发展很快，50年代末至60年代初，不少发达国家的电冰箱产量超过了百万台。近年来，国外电冰箱市场已趋于饱和，各主要电冰箱生产国为稳定和扩大自己的出口规模，对电冰箱进行改型换代，品种繁多，产量和质量不断提高，每年都有新型高档电冰箱投放市场。

我国于1954年生产出第一台自制电冰箱。1958年，天津、北京等冰箱厂家仿照国外产品，试制成功了封闭压缩式电冰箱。此后，电冰箱生产行业逐年发展，由仿制发展到自行设计、制造，并具备了大批量生产的能力，电冰箱的主要性能指标也接近或达到国际同类产品水平，品种也有所增加。近几年，国内各地许多工厂纷纷引进国外电冰箱生产流水线转产各类电冰箱。目前电冰箱已成为较实用的家用电器

进入千家万户，我国一些大中城市电冰箱普及率已突破60%，电冰柜、冷藏柜和三门、四门电冰箱也已进入了家庭。预计今后几年的新型电冰箱开发注重在研制应用多种能源、节约电能、智能化和多功能电冰箱；电冰箱制冷剂开发注重在研究保护人类生态环境新型制冷剂，来取代对臭氧层有破坏作用的氟利昂。

第一节 温度、压力、密度、比容、湿度 与露点温度

一、温度

热与冷是表明物体温度高低的一种代名词，二者之间并没有本质的区别。热不是一种物质，没有体积、形状和质量，是一种看不见的能量，是物质内分子运动的结果。所有物质的分子都在运动，热的物质分子运动迅速，冷的物质分子运动缓慢，分子运动越快热能越大，反之热能越小。冷表示物体温度较低、热能较小，或者说它缺少热量。真正的寒冷是指物质停止了分子运动，完全没有热量存在，理论上讲只有在 -273°C 才会发生这种情况。因此，要使某一物体降温，只要将其热量转移出去，温度自然会降低。

温度是表示物体冷热程度的物理量，是大量分子运动动能平均值的标志。测量温度的标尺叫温度标准（简称温标）。国际常用摄氏温标、华氏温标和绝对温标。

1. 摄氏温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）

摄氏温标用 t 表示，其单位符号为 $^{\circ}\text{C}$ 。在一个标准大气压（ $1.01325 \times 10^5 \text{Pa}$ ）下，水的冰点是 0°C ，沸点是 100°C ，

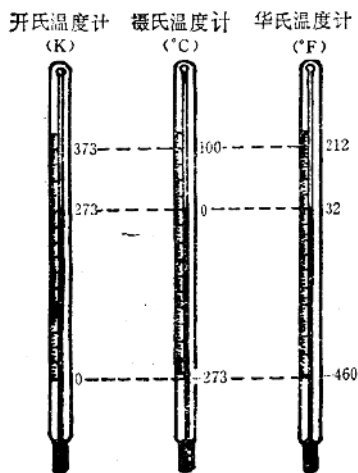


图 1—1 三种温度计的关系

在 $0\sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间分成 100 等份，每一等份为 1°C 。

摄氏温度为十进制，简单易算，使用最广。这种温度标准称为摄氏温标，相应的温度计称为摄氏温度计（图 1—1）。

2. 华氏温度 ($^{\circ}\text{F}$)

华氏温标用 $t^{\circ}\text{F}$ 表示，其单位符号为 $^{\circ}\text{F}$ 。在一个标准大气压下，将纯水的冰点定为 32°F ，沸点定为 212°F ，其间分成 180 等份，每一等份叫做华氏温度 1 度 (1°F)。华氏

温度标准分度较细，准确性较高，但使用不便。相应的温度计称为华氏温度计。

3. 绝对温度 (K)

绝对温度又叫开氏温度。绝对温标用 T 表示，其单位符号为 K 。在一个标准大气压下，把纯水的冰点定为 273.16K ，沸点定为 373.16K ，其间分成 100 等份，每一等份就叫绝对温度 1 度 (1K)。冷的最低极限是 -273.16K ，称为绝对零度 (0K)。

上述三种温标之间的换算关系为：

$$\text{绝对温度与摄氏温度：} T = t + 273 \quad (1-1)$$

式中： T —绝对温度 (K)；

t—摄氏温度 (°C)。

华氏温度与摄氏温度:

$$\text{华氏温度 } ^\circ\text{F} = \frac{9}{5}t^\circ\text{C} + 32 \quad (1-2)$$

$$\text{摄氏温度 } ^\circ\text{C} = \frac{5}{9}(t^\circ\text{F} - 32) \quad (1-3)$$

二、压力

流体没有一定的形状, 容器内壁或物体表面单位面积上所受到的流体垂直作用力叫压力, 或者叫压强, 用 P 表示。如在容器内封入气体, 由于气体分子的运动, 在容器表面 S (m^2) 上就受到力 F (N) 的作用, 此时压强 P 为:

$$P = F/S \text{ (Pa、kPa 或 } \text{N/m}^2\text{)} \quad (1-4)$$

压力分为表压力和绝对压力。表压力是用压力表 (制冷装置中使用普尔顿压力表) 测定的压力, 以大气压作为基准 (0)。绝对压力是指真实的压力, 是用气压计测定的压力, 以真空作为基准。大气压力是指地球表面的空气层对地面产生的压力, 以千帕 (kPa) 为单位。由于大气压力随海拔高度、季节和气象条件不同而有所变化, 所以还规定了标准大气压。标准大气压是指在地球纬度 45° 处海平面上, 测得平均压力为 $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。即

$$\begin{aligned} 1 \text{ 标准大气压} &= 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa} \\ &= 1.0333 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

水银密度 $\rho = 13595 \text{ kg/cm}^3$ (0°C 时)

工业上取 $1.01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ Pa}$, 所以绝对压力与表压力的关系可写为:

$$\text{绝对压力 } P = P_g + P_{a, n} = P_g + 1.01325 \quad (1-5)$$

式中: P_g —表压力;

$P_{a,m}$ —标准大气压。

当容器内物质的绝对压力低于大气压力时, 表压力为负值, 压力表上仅显示出真空度为多少千帕 (kPa)。真空度用符号 H 表示。

$$H = P_{a,m} - P \quad (1-6)$$

法定计量单位使用帕·牛顿/米²等 (英、美等国家常采用磅/英寸²) 作为工程上的压力单位。压力单位换算见表 1—1。

表 1—1 压力单位换算

帕 牛顿/米 ² (N/m ²)	巴 (bar)	千克力/厘米 ² (kgf/cm ²)	毫米汞柱 (mm.Hg) (0℃时)	标准大气压 (atm)	磅力/英寸 ² (lbf/in ²)
1	10 ⁻²	0.102×10 ⁻¹	7.5× 10 ⁻³	0.987× 10 ⁻³	0.145× 10 ⁻³
10 ³	1	1.0197	750.1	0.987	14.5038
98.0665× 10 ³	0.9807	1	735.56	0.9678	14.223
133.322	1.333× 10 ⁻³	1.36×10 ⁻³	1	1.31× 10 ⁻³	0.0193
1.01325× 10 ⁵	1.0133	1.0333	760.00	1	14.696
6894.8	0.06895	0.0703	51.715	0.068	1

三、密度

物质单位体积的质量称为密度。密度的单位用千克/米³

(kg/m^3) 表示, 密度的符号用 ρ 表示。

同一物质的液体和气体的密度是不同的, 油分离器、气液分离器就是利用这一原理达到分离的目的。相同物质液体的密度大于气体的密度, 气体的密度和温度随压力和温度的变化而变化, 压力增大密度增大, 压力减小密度减小, 温度升高密度减小, 温度降低密度增大。制冷剂蒸气的密度是影响压缩机效率的重要参数。

四、比容

物质单位质量的体积称为比容。比容的单位是 m^3/kg (用符号 v 表示)。比容与密度互为倒数, 它们的乘积等于 1, $\rho v = 1$ 。气体的比容随压力和温度变化而变化, 压力增大时比容减小, 压力减小时比容增大; 温度升高时比容增大, 温度减小时比容减小。制冷剂蒸气的比容是决定压缩机制冷量的重要参数。

五、湿度

湿度是表示空气中含水蒸气量多少的物理量, 湿度分为相对湿度和绝对湿度两种。相对湿度是指某一温度时, 空气中所含水蒸气质量与同一温度下空气中的饱和水蒸气的质量之比 (以百分数表示)。相对湿度越小, 蒸发越快。绝对湿度是指 1 m^3 湿空气中所含水蒸气的质量 (以 kg/m^3 或 g/m^3 表示)。空气的绝对湿度也可用空气中水蒸气产生的压力来表示, 单位是帕或千帕 (Pa 或 kPa)。

六、露点温度

空气在一定压力、含湿量 (在 1 kg 干空气中含有水蒸气量) 不变的条件下, 所含水蒸气量达到饱和时的温度叫做露点温度 (指空气开始结露的温度)。如果将温度降至露点

温度以下，饱和空气中的水蒸气会马上凝结成水珠，出现结露现象。也就是说，由水蒸气开始冷凝液化变成水——结露，此时的温度叫做“露点”。判断是否结露的方法，主要是将表面温度与空气露点温度进行比较，如果表面温度高于露点温度就不会结露；表面温度低于露点温度就会结露。温度越高，露点温度与空气温度相差越小。例如，气压在 $1.03125 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，空气温度为 30°C 、相对湿度为 60% 时，露点温度为 21.7°C ；相对湿度为 90% 时，露点温度为 28.3°C 。控制相对湿度是必要的，例如，冷藏食品的环境湿度不宜太低，否则食物会很快干缩；住人的房间内相对湿度以 $50\sim 60\%$ 为宜。常用来测定空气相对湿度

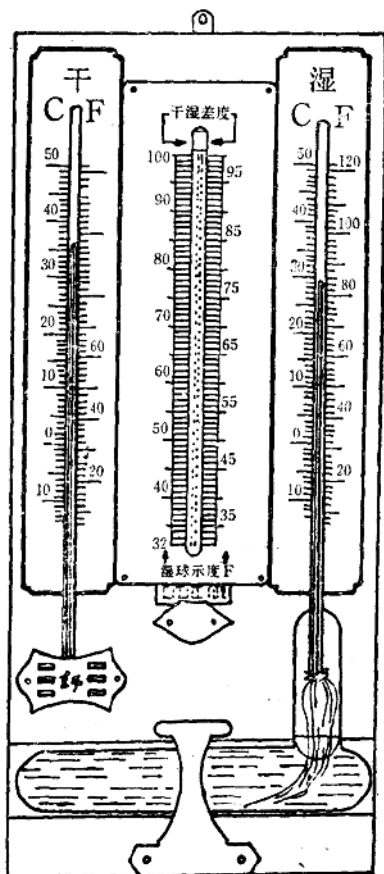


图 1—2 干、湿球温度计

度的是干湿球温度计（图 1—2）。

第二节 热的传递方式

不同温度的两个物体相接触，会自动地发生使温度趋于一致的热传递过程，简称为传热。热是一种能量，由于温度的差别，热总是从温度高的地方传到温度低的地方，直到两处的温度相同为止。热的传递有三种方式，即传导传热（简称导热）、对流传热（简称对流）和辐射传热（简称辐射）。实际上，经常是这三种形式组合在一起进行复杂的热传递过程。

一、导热

导热是物体各部分直接接触所发生的热交换，即物体通过分子间相互传递内能的过程，是物体中分子间不断运动而使能量转移的一种形式。固体的分子结构紧密，热传导很快，而液体次之，气体更差。例如，两手分别拿着同样长度、同样粗细的铁棒和木棍的一端，其另一端放入火里烧，过一会儿，首先会感觉到铁棒烫手。这表明铁棒比木棍导热快。一般说来，金属都是热的良导体。一些非金属，如木材、石棉等，导热性能差，所以称为绝热材料。在电冰箱构造中，箱体需要保温的部分选用绝热材料，如硬质聚氨基甲酸乙酯（简称聚氨酯）注塑发泡、超细玻璃棉或喷树脂超细玻璃棉毡等。电冰箱需要热传导快的蒸发器、冷凝器，因此，应选用导热快的金属材料制造。

二、对流

对流是流体自身受热后发生分子的相对运动使热量转移的过程。当流体内部出现温差时，高温处膨胀，密度降低，

向上移动；低温处密度大，在重力作用下向下移动。这种因密度差进行的热转移，称为自然对流。如果从外部用搅拌等手段强制性地热转移，则称为强迫对流。电冰箱工作时，如蒸发器温度很低，电冰箱中空气的热量就会向蒸发器转移，通过箱内空气自然对流，使箱内温度逐渐下降。

三、辐射

在温度变化过程中，物体内部原子中电子发生剧烈运动，物体向外发射辐射能。辐射能是一种电磁波，它不需物体直接接触便能发生热量传递，只要存在温差，即使它们之间存在真空状态或者相距很远，辐射传热还是照样地进行。物体表面越粗糙，颜色越深，越容易吸收辐射热。反之，物体表面越光洁，颜色越浅，越不容易吸收辐射热。因此，电冰箱的内壁表面都为光亮的白色，以便减少吸收辐射热。

四、电冰箱的热量传递过程

电冰箱的热量传递过程如图 1—3 所示。

电冰箱的箱体由绝热材料构成，箱体内壁温度较低，箱外壳温度较高。同一物体内各部分温度不同，热量是由外壳移向内壁，这一过程称为热的传导。电冰箱内贮藏食品的温度较高，食

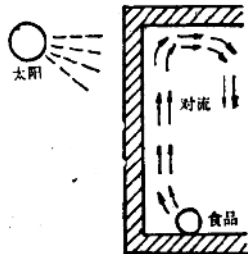


图 1—3 电冰箱的热量传递过程

物周围的空气受热膨胀，空气质量变轻，向上流动，到达箱内上方的蒸发器。由于蒸发器温度低，周围空气受冷而收缩，空气质量变重而向下移动。这种热空气上升、冷空气下降如此循环的流动，称为热的对