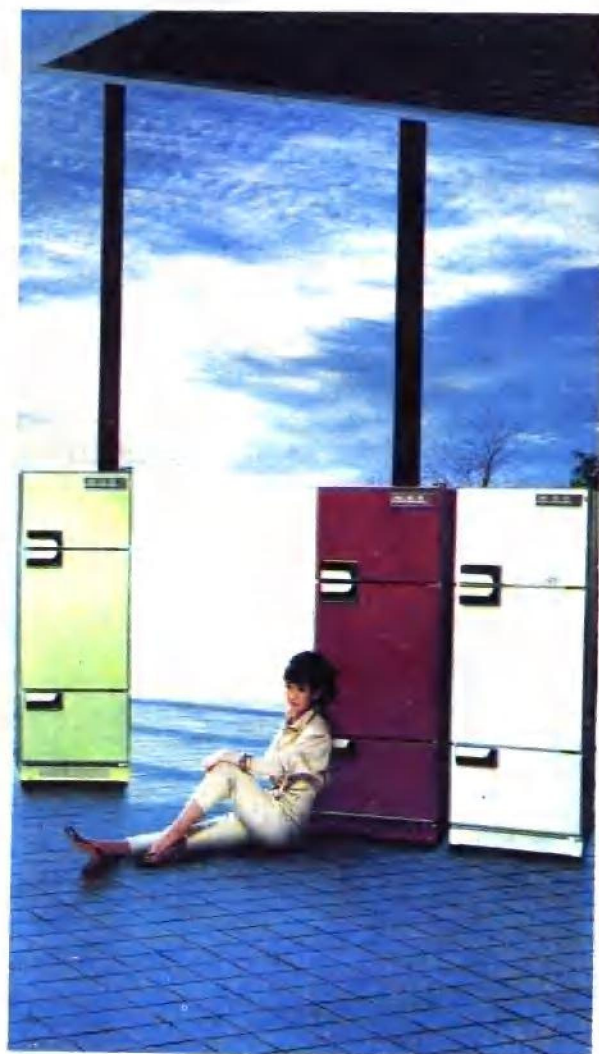


JIA YONG
DIAN
BING XIANG

家用电冰箱

关万里 编著 上海科学技术文献出版社



925.2

家 用 电 冰 箱

关 万 里 编著

责任编辑: 徐振藩

封面设计: 何永平

*

上海科学技术文献出版社出版
(上海市武康路2号)

新华书店上海发行所发行
上海商务印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 5.75 字数 139,000

1986年3月第1版 1986年3月第1次印刷

印数: 1—54,000

书号: 15192·433 定价: 1.10 元

《科技新书目》111-214

前 言

电冰箱正在进入千家万户，近几年将有数以百万计的家庭拥有电冰箱，数以千万计的人使用电冰箱，它正在引起人们广泛的兴趣。随着冰箱的普及，有关冰箱的知识也应成为广大群众的普通生活常识。

本书先从最简单的单门冰箱谈起，接着着重介绍即将成为我国冰箱主流的双门冰箱，并有选择地介绍一些国外近年来出现的新型冰箱，由于我国冰箱技术的迅猛发展，这些产品很可能不久就成为读者在市场上挑选的对象。内容除通俗地介绍结构、工作原理外，大都是挑选、使用、维护、修理等方面的实用的知识。

由于本人水平有限，缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

关万里

1985年4月

目 录

第一章 概述	1
第二章 制冷系统	4
§ 2-1 机械压缩式制冷原理	4
§ 2-2 压缩机	17
§ 2-3 冷凝器	22
§ 2-4 毛细管	27
§ 2-5 蒸发器	29
§ 2-6 制冷剂	33
§ 2-7 干燥过滤器	39
§ 2-8 吸收式冰箱制冷系统	41
§ 2-9 半导体制冷系统	43
第三章 电气系统	45
§ 3-1 电机	45
§ 3-2 起动继电器	51
§ 3-3 过载保护器	54
§ 3-4 温度控制器	56
§ 3-5 单门冰箱控制电路	62
第四章 箱体和附件	64
§ 4-1 箱体	64
§ 4-2 箱门	69
§ 4-3 附件	71
第五章 双门冰箱和多门冰箱	74
§ 5-1 双门冰箱	74

§ 5-2	直冷式双门冰箱	76
§ 5-3	无霜冰箱	89
§ 5-4	多门冰箱	96
§ 5-5	新技术介绍	101
第六章	冰箱的选择和使用	119
§ 6-1	怎样选择冰箱	119
§ 6-2	启用常识	127
§ 6-3	食物冷藏方法	129
§ 6-4	冰箱使用中的节电方法	133
§ 6-5	化霜	141
§ 6-6	制冰	143
§ 6-7	维护与保养	144
§ 6-8	安全注意点	145
第七章	常见问题的分析与处理	147
§ 7-1	马达不起动	148
§ 7-2	压缩机发出嗡声不能启动	150
§ 7-3	开停频繁	152
§ 7-4	箱内不冷	153
§ 7-5	啤酒瓶爆裂	155
§ 7-6	食物放在冰箱中仍容易坏	155
§ 7-7	噪音大	158
§ 7-8	麻电	159
§ 7-9	除霜后没隔几天又积厚霜	160
§ 7-10	原来箱内很冷,但食物却一下子坏了	161
§ 7-11	化霜未完就起动或化霜完了不起动	161
§ 7-12	灯不亮	161
§ 7-13	耗电量大大	162

§ 7-14	“出汗”	163
§ 7-15	箱侧发热	164
§ 7-16	蒸发器表面结的不是霜而是冰	164
§ 7-17	干燥器“出汗”	165
§ 7-18	蒸发器结霜又溶化	165
§ 7-19	蒸发器结霜不满	165
第八章 利用冰箱自制冷食冷饮		166
§ 8-1	自制冰块	166
§ 8-2	自制汽水	167
§ 8-3	牛奶巧克力冻	167
§ 8-4	苹果木斯	168
§ 8-5	杏仁木斯	169
§ 8-6	鸡蛋木斯	169
§ 8-7	蜂蜜酸奶	170
§ 8-8	冷烩蜜桃	170
§ 8-9	冷可可	170
§ 8-10	红酒梨	171
§ 8-11	奶油冰糕	171
§ 8-12	可可冰淇淋	171
§ 8-13	冰淇淋草莓	172
§ 8-14	格瓦斯	172
§ 8-15	酸梅汤	173
§ 8-16	烩水果	173
§ 8-17	红果酪	174
§ 8-18	西瓜酪	174
§ 8-19	冰糖西瓜露	175
§ 8-20	冷冻奶糕	175
§ 8-21	冰糖奶豆腐	176

第一章 概 述

冰箱在人们的生活中已占有越来越重要的地位，它可以冷藏食品，保持食物的新鲜、卫生，减轻采购副食品之劳，使人们有健康的体魄和更多的精力投身于四化建设。特别是大伏天，吃上冰冻的西瓜和冷饮，能消暑解渴，神清气爽，真是一种美好的享受。

早在古代，我国劳动人民就已经掌握采集天然冰来冷藏食品的技术了，寒冬腊月，采集冰块藏在冰窖里，供保存食物使用，到了盛夏酷暑，冰也成了统治阶级享受的奢侈品。人工制冰是上世纪才出现的，最早在 1820 年左右，当时是实验性的，直至 1834 年美国入雅可布·帕金斯才将生产人造冰技术实用化，他是现代压缩式制冷技术的先驱。1855 年，一位德国工程师制造出吸收式的制冷机，而吸收式制冷原理是法拉第 1824 年发现的。

家用的制冷设备在 1910 年左右出现，1913 年拉森制造了一台人工操作的家用冰箱，1918 年美国开尔文纳特 (Kelvinator) 公司首次在市场上销售自动电冰箱，当年共卖出 67 台，到 1920 年约销出 200 台，1926 年美国奇异公司经过 11 年的试验，制造出世界第一台使用密封式制冷系统的自动电冰箱，1927 年第一台自动的家用吸收式冰箱出现在美国市场上。

自第一台冰箱出现至今已 60 多年了，当前全世界每年电冰箱的总产量在 4000 万台以上，其中产量居前几位的国家是美国、苏联、意大利、日本等国。美国是冰箱生产的鼻祖，产品量大

质优、技术先进，多为大型的。日本在1930年开始仿造美国产品，目前年产量400万台左右。日本冰箱制作比较精巧，装饰性好，较著名的公司有松下、东芝、日立、三洋、三菱、夏普等，在我国市场上已有销售。意大利号称“冰箱王国”，素以质量好、款式新、价格便宜著称，较著名的公司有飞利浦在意大利的子公司伊锐(IRE)公司属于著名的家用电器制造商梅洛尼集团的阿力斯通(ARISTON)工厂和号称意大利工业首脑的扎奴西(ZANUSSI)公司等。

过去我国冰箱生产发展较慢，民用冰箱很少，冰箱一般是社会集团、医疗单位使用。我国的第一台冰箱是1954年由沈阳医疗器械厂生产的，为开启式200升单门冰箱。1956年开始，沈阳医疗器械厂、天津医疗器械厂、北京医疗器械厂(北京冰箱厂前身)，都具备了电冰箱生产能力，并改用封闭式压缩机。党的十一届三中全会以后，我国电冰箱开始进入普通家庭。近几年来，产量连年翻番。1983年产量约18万台，1984年产量超过40万台，目前全国已形成批量生产能力的不下二十家，规格已形成50升到200升的系列，品种有单门、双门的；型式有直冷式，也有间冷式的(无霜冰箱)，产品有向中高档发展的趋势。目前大部分冰箱所用的压缩机是从日本进口的，一部分零部件如门封条、磁条、过滤器、蒸发器等也有采用进口的。随着对外开放政策的贯彻，正在通过引进技术和设备，加速技术改造，建立完整的冰箱生产技术体系，迅速扩大生产能力，增强零部件的自配套能力，并使产品的结构、款式、质量等方面在近期内达到国际上先进水平。与此同时，通过引进散件组装的方式，也将有一大批新型的冰箱投放市场。可以预料，我国的冰箱市场即将出现琳琅满目、百花斗妍的喜人局面。

由于历史的原因，我国家用电冰箱的普及率非常低，1984

年为 0.3%，发达国家都已达到 90% 以上，在美国，日本，普及率都在 99% 以上。随着人民生活水平的提高和对冰箱认识的加深，普及率将会迅速提高，在近年内将有数以百万计的用户购买冰箱，有数以千万计的人使用冰箱。

第二章 制 冷 系 统

任何冰箱,从结构上看,总要包括箱体、制冷系统、电气系统及必要附件等四部分。不同的冰箱,这四部分的零部件有所不同。本章将较详细地介绍最简单的单门冰箱的制冷系统。

§ 2-1 机械压缩式制冷原理

冰箱的基本作用是制冷,即使箱内维持适当的低温。人们看见“制冷”两个字,往往误认为可制造出“冷”来,其实“冷”是指物质本身温度较低,所含的热量较少,所谓“制冷”,只是指将热量移走,即把储藏在冰箱中的食物的热量移至箱外。

从日常生活中可知,两种温度不同的物体相接触,就会自发传热,热量总是自发地由高温物体传给低温物体,直至两物体的温度相等,传热才会停止。自然界中决不会出现低温物体自发地向高温物体传热的情况,而在冰箱中发生的恰恰是热量从温度较低的箱内传至箱外,特别是在夏天,热量要从箱内传至温度比它高 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的箱外,这是怎么回事呢?

根据热力学第二定律,要使低温物体的热量向高温物体转移,就必须加入外功。在冰箱中,制冷是靠制冷系统来实现的。制冷系统由内径不同的管道组成,制冷剂在其中循环,把箱内热量带到箱外散发到周围空气中。系统中装有压缩机,靠电力驱动,不断地对制冷剂压缩做功,从而实现将热量从低温物体向高温物体转移。

制冷剂是一种能在低压下低温沸腾的液体，在沸腾时要吸收热量，这就能达到降温的目的。我们都有这样的经验，夏天若将酒精擦在皮肤上会感到凉快，这就是因为酒精是易挥发物，当它由液体变为气体时要吸收热量。

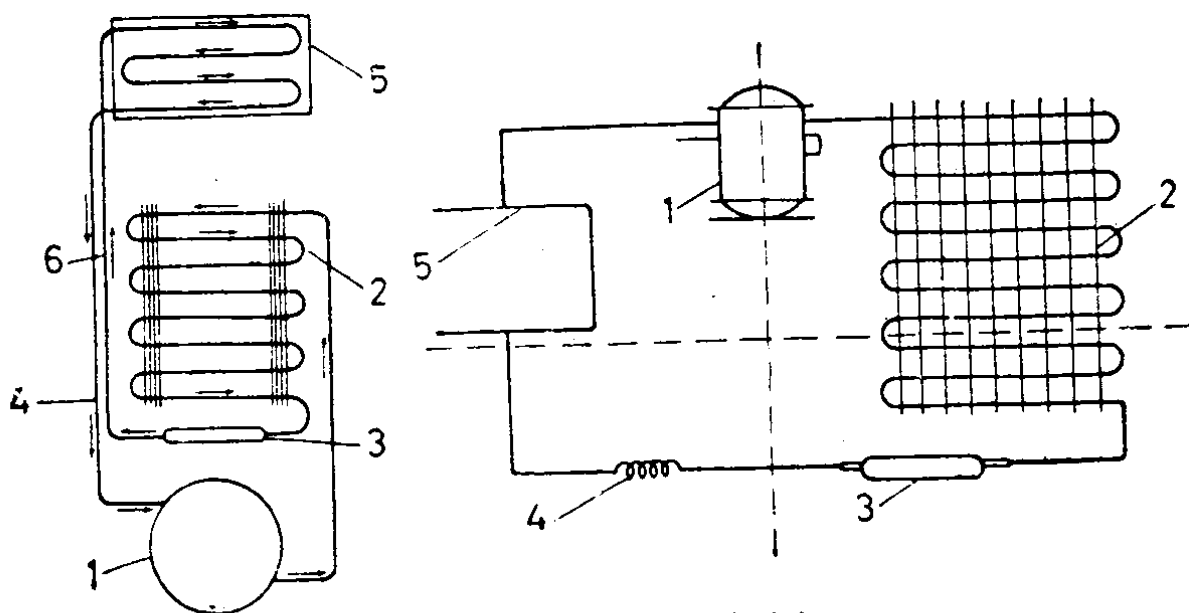


图 2-1-1 电冰箱的制冷系统

1. 压缩机 2. 冷凝器 3. 干燥过滤器 4. 毛细管
5. 蒸发器 6. 热交换器

电冰箱的制冷系统如图 2-1-1 所示，它由压缩机、冷凝器、毛细管、蒸发器等四大基本部件组成。压缩机相当于心脏，制冷剂相当于血液，整个系统是密封的，如果不发生泄漏，将能永久使用。其循环过程如下：高温高压的制冷剂气体从压缩机 1 排出，经排气管道进入冷凝器 2，在这里制冷剂将大量热散发给箱外之空气，使它由气态冷凝成高压高温（准确地说是中温）的制冷液体，然后进到起吸湿过滤作用的干燥过滤器 3 中，接着经毛细管 4 到达蒸发器 5。制冷剂液体流经毛细管时，由于其通道狭小，阻力极大，起到限制、节流的作用，使其能量损耗了一部分，便使制冷剂液体压力显著降低，沸点（蒸发）温度也相应随着降低，使极少部分制冷剂液体发生汽化，剩下的大部分制冷剂液体温度进

一步降低,进入蒸发器后,处于低温低压下的制冷剂液体便大量吸收热量汽化形成气体,所以在蒸发器中便达到制冷最终目的。制冷剂从蒸发器出来后,经过回气管再回到压缩机。

从上面的简单说明中可以看出四大部件各有不同的作用:压缩机是提高制冷剂气体压力和温度;冷凝器则是使制冷剂气体放热而凝结成液体;毛细管则是限制、节流及膨胀制冷剂液体达到降温降压作用;蒸发器则是使制冷剂液体吸热汽化部件。因此,要使制冷剂重复使用,在系统循环工作中达到制冷效应,制冷系统上述的四大部件缺一不可。根据使用条件及场合的不同,制冷系统也有些差异,但四大部件则是任何机械制冷系统的基础。

制冷剂在系统循环中,它的形态不断地由气相与液相相互交替变化着,压力与温度也是如此,从图 2-1-1 中便可看出大致情况:垂直线的右半边是高压高温区,左半边是低压低温区。水平线上半部为气相区,下半部为液相区。高温区制冷剂气体在冷凝过程中,其压力的高低由液体制冷剂的温度来决定,而后者又取决于箱外空气之流速及温度,也即是说压力之高低与这些环境因素有关。在一定的箱外空气流速及温度条件下,制冷剂的冷凝压力是恒定的,温度则逐步降低,最终温度比压缩机的排气温度低,而比低压蒸发温度高,所以严格地说,该制冷剂液体是属于高压中温状态。

低压低温区是制冷剂液体在蒸发器内吸热汽化过程,其蒸发压力的高低取决于其蒸发温度,而后者是由蒸发器表面空气流速及温度决定的。也即是说蒸发温度是蒸发压力的函数。如果系统运转正常,制冷剂在蒸发器中吸热汽化过程应为恒压恒温过程,而出口处之气体也正好处于饱和状态的制冷剂气体,这是最理想的状态。但实际上由于外界空气不稳定(即热负荷不

稳定)的影响,导致冷凝温度不恒定,加上箱内食品等热源也经常变化,因此在系统运行过程中,压缩机所吸回来之制冷剂气体,可能是饱和气体,也可能不是饱和气体。

以上是制冷系统工作情况的粗略说明,为了进一步理解制冷过程,必须介绍一些热力学知识。

热与冷

物质是由无数分子组成的,这些分子作无规则的运动或振动,被称为热运动,其能量称为热能,热能的多少,取决于分子运动的速度大小,而后者又取决于温度的高低。只要有温度存在,就有热能。“冷”是指温度较低,热能较小。一般说,热与冷只是含热程度不同,任何物质都含有热量,除非物质温度降到绝对零度(-273.16°C),此时物质内部的分子运动完全停止。根据热力学第三定律,绝对零度只能接近,是不可能达到的。

温度

温度是表示物质冷热程度的参数,它反映分子热运动的剧烈程度。温度的标定方法最常见的是摄氏温标,单位为 $[^{\circ}\text{C}]$ 。摄氏温标是取在标准大气压力下冰的熔点为 0°C ,水的沸点为 100°C ,把这两点之间分成100等分,每一等分间隔定为 1°C 。我国一般采用摄氏温标。在欧美国家,常用华氏温标,其单位为 $[^{\circ}\text{F}]$ 。它是取在标准大气压下冰的熔点为 32°F ,水的沸点为 212°F ,二定点之间分成180等分,每一等分间隔定为 1°F 。

摄氏温度与华氏温度的关系为:

$$\text{摄氏温度}[^{\circ}\text{C}] = \frac{5}{9}(\text{华氏温度}[^{\circ}\text{F}] - 32)$$

压力

作用于单位面积上的力称为压力,它的单位在工程上往往采用公斤力/厘米²(kgf/cm^2),有时称为工程大气压,用at表示,

它表示 1 厘米² 面积上受到 1 公斤力的作用。在压力小的场合, 有时也有毫米汞柱 (mmHg) 与毫米水柱 (mmH₂O) 来表示, 它们之间的关系为:

$$1\text{kgf/cm}^2 = 735.6\text{ mmHg} = 10000\text{ mmH}_2\text{O}$$

当我们把贮气筒里的气体全部放掉, 压力表指针立即回复到零, 这时筒壁是否还受到压力呢? 我们说这时筒壁仍然有压力作用着, 这个压力就是周围环境的大气压力 (这时贮气筒的内外壁受到的大气压力平衡) 而压力表的指示值为 0。为区别这两种情况, 将压力表的指示压力称为表压力, 筒内壁受的压力称为绝对压力, 两者关系为:

$$\text{绝对压力} = \text{表压力} + 1\text{kgf/cm}^2$$

后面说的压力, 都是指绝对压力。

汽化与凝结

我们在日常生活中可以看到, 把水泼在地面上, 不久地面又会慢慢恢复干燥, 这是因为水变成水蒸气跑到空气里去了的缘故。通常我们把这种过程称为蒸发。另外, 我们还可以看到烧开水的情况: 把一盆水放在炉子上烧, 加热后水温不断升高, 与此同时, 从水的表面上不断有水蒸气逸出, 这也是蒸发过程; 但当水被加热到 100°C 时, 情况就发生显著变化, 这时水面不断地翻滚, 并且从水面里不断大量地产生蒸汽泡, 这种现象称为沸腾。在沸腾过程中, 尽管炉子还是继续不断地加热容器中的水, 但水的温度始终维持在 100°C 不变。蒸发与沸腾都是由液体变成蒸汽的过程, 都称为汽化过程, 但两者之间有明显的区别。一般说, 蒸发在任何压力、温度下都随时在进行着, 而且只是局限在表面的液体转变为蒸汽; 而沸腾在一定压力下只有达到与此压力相对应的一定温度时才能进行, 而且从液体内部大量地产生蒸汽。例如: 在一个大气压下, 水温达 100°C 时就沸腾; 在 0.48

公斤力/厘米²绝对压力下,水温 80°C 时就沸腾。

凝结与汽化过程恰恰相反,即当蒸气在一定压力下冷却到一定温度时,它就会由蒸气状态转变为液体状态,这种冷却过程称为凝结过程。在日常生活中,凝结的例子是很多的,例如:把盛有热水的锅盖揭开,盖上就有许多水珠滴下来,这是汽化了的水蒸气遇到较冷的锅盖重新凝结的表现;又如冬天室外温度很低时,房间的玻璃窗上就有凝结的水珠,这是因为室内空气中的水蒸气遇到较冷的玻璃窗后凝结成水的缘故。

饱和温度和饱和压力

液体沸腾时所维持的不变温度称为沸点,又称为在某一压力下的饱和温度,而与饱和温度相对应的某一压力称为该温度下饱和压力。例如,水在一个大气压下的饱和温度为 100°C,水在 100°C 时的饱和压力为一个大气压。

饱和温度与饱和压力之间存在着一定的对应关系,例如在海平面,水到 100°C 方才煮开,而在高原地带,不到 100°C 就沸腾。一般的,压力升高,对应的饱和温度也升高;温度升高,对应的饱和压力也增大。表 2-1-1 是 F12 的饱和温度与饱和压力的对应值。(F12 表示冰箱用的制冷剂氟里昂 12)

不同的液体,在同一压力下,饱和温度也不相同,表 2-1-2 表示几种液体在一个大气压下的沸点温度。

作为制冷剂的主要特点是沸点要低,这样才能利用制冷剂在低温下汽化吸热来得到低温。根据冰箱冷冻温度要求,选择 F12 是比较合适的,若要达到更低温度,则要选择沸点更低的制冷剂。另一方面,不同制冷剂在相同温度下对应的饱和压力也不同,从制冷系统各部分的结构强度和防止泄漏考虑,要求制冷剂在规定的工作温度范围内,饱和压力不要过高或过低。从表 2-1-1 可知 F12 在温度为 -20°C 与 50°C 时,对应的饱和压力

表 2-1-1 F12 的饱和温度与饱和压力的对应值

饱和温度(°C)	饱和压力(kgf/cm²)	饱和温度(°C)	饱和压力(kgf/cm²)
-70	0.1258	5	3.696
-60	0.2315	10	4.314
-50	0.3999	15	5.008
-40	0.6551	20	5.779
-30	1.025	25	6.636
-25	1.262	30	7.581
-20	1.540	35	8.626
-15	1.863	40	9.771
-10	2.234	45	11.023
-5	2.660	50	12.386
0	3.147		

表 2-1-2 几种液体在一大气压下沸点

液 体 名 称	沸 点 (°C)
水	100
酒精	78
F12	-29.8
氨	-33.4
F22	-40.8

各为 1.262 与 12.386 公斤力/厘米²，是比较适中的。加之 F12 无毒无味，不会燃烧及助燃，更不会对金属产生腐蚀及发生爆炸等危险现象，所以在冰箱中普遍采用它。

过冷和过热

在一个大气压下水的饱和温度为 100°C，这种状态的水称为饱和水。如果水温比 100°C 低，就称为过冷水。饱和温度与过冷水的温度之差称为过冷度。例如，一个大气压下 20°C 水的过冷度是：

$$100^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 80^{\circ}\text{C}$$

将一个大气压下 100°C 的饱和状态的水加热, 水将不断汽化, 温度维持 100°C , 待水全部汽化后称为干蒸汽, 若继续加热, 蒸汽温度开始升高, 超过 100°C , 这种蒸汽称为过热蒸汽, 过热蒸汽的温度与饱和温度之差称为过热度。例如, 过热蒸汽温度为 105°C , 则其过热度为

$$105^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C} = 5^{\circ}\text{C}$$

热量

水吸热后温度就升高, 放热后温度就下降, 另外, 水在汽化时要吸热, 水蒸气在冷凝时要放热。物体放热量和吸热量的多少就用热量来表示。

热量的公制单位是千卡(kcal)或卡(cal)。1千卡相当于1公斤的水温度升高 1°C 所需的热量。1千卡的千分之一是1卡。

由过冷水加热到饱和水, 水的温度逐渐升高, 所加热量的多少可以从温度变化反映出来。但是在水沸腾时, 我们继续加热, 水不断地由液体变蒸汽, 水温却总是保持 100°C 不变, 那么所加的热量到那里去了呢? 原来是消耗在水由液体变为蒸汽的转化上。这就是说, 液体汽化时需要吸收热量。在汽化过程中, 每公斤饱和液体完全变为干蒸汽所吸收的热量称为该液体的汽化潜热。例如1公斤 100°C 的水在一大气压下完全汽化为干蒸汽就要吸收 540 千卡的热量。这热量就是水在一大气压下的汽化潜热。汽化潜热在不同压力下, 即饱和温度不同时, 其数值有所变化, 例如水在 10 公斤力/厘米² 下汽化时, 它的饱和温度是 179°C , 汽化潜热为 482.1 千卡/公斤。此外, 不同液体的汽化潜热也具有不同的数值。例如 F12 在一大气压下的汽化潜热为 39.95 千卡/公斤。

凝结和汽化是两个相反的过程, 在汽化过程中, 液体要吸