

# 模块 一

## 电冰箱的构造和工作原理

- 项目一 电冰箱基础知识
- 项目二 电冰箱概述
- 项目三 压缩式电冰箱的箱体
- 项目四 压缩式电冰箱的制冷系统
- 项目五 压缩式电冰箱的电气控制系统

## 电冰箱基础知识

## 活动一 电冰箱常用数据

## 1. 温度和温标

温度是表示物体冷热程度的物理量,是物体内部分子热运动的平均动能的标志。测量温度的标尺称为温标。国际单位制中采用热力学温标,用  $T$  表示,单位为 K;常用的还有摄氏温标,用  $t$  表示,单位为  $^{\circ}\text{C}$ (摄氏度)。它们的换算关系为

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273.15$$

物体温度的高低常用温度计来测量。常用的温度计有液体温度计(水银温度计、酒精温度计等)、铂电阻温度计、热电偶温度计等。

## 2. 显热和潜热

一般来讲,物质在加热或冷却过程中,其温度要发生变化,否则物质的状态将发生改变。

物质在加热或冷却过程中,仅仅发生温度的升高或降低,而状态并没有改变时,它所吸收或放出的热量称为显热。显热可以用温度计来测量,它是人们可感觉得到的热,所以又称为可感热。例如,将 1 kg 水从  $20^{\circ}\text{C}$  加热到  $90^{\circ}\text{C}$ ,水吸收了 293 kJ 的热量,在这一加热过程中,水吸热后温度升高了,但它的状态没有变化,仍为液态水,它所吸收的这部分热量称为显热。

物质在加热或冷却过程中,只改变状态而温度不发生变化,所吸收或放出的热量称为该物质的潜热。潜热无法用温度计测量出来,人们也无法感觉到,但它可以计算出来。由于物质状态变化的种类不同,故潜热的种类也不同。

同一物质在相同条件下的凝固潜热与熔解潜热是相等的。

## 3. 压力

在物理学上,垂直作用在单位面积上的力称为压强,而在工程学上则称为压力。

根据定义,压力的计算公式为

$$p = \frac{F}{A}$$

式中, $F$  表示垂直作用在物体表面上的力; $A$  表示受力面积。

压力(压强)用符号  $p$  表示,单位是 Pa(帕[斯卡]),简称帕。在制冷技术中,通常采用 MPa(兆帕)为单位,换算关系为

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

#### 4. 绝对压力和表压力

由于测量压力的基准不同,所以压力有绝对压力和表压力两种表示方法。绝对压力是作用在单位面积上的压力的绝对值,而表压力是指压力表上的读数。以绝对零压力线(绝对真空)为测量基点测得的压力即为绝对压力,用符号  $p_a$  表示;以 1 个标准大气压为测量基点测得的压力为表压力,用符号  $p_q$  表示。当绝对压力等于当地大气压力时,压力表的读数为零。如果以  $B$  表示当地大气压力,则  $p_a, p_q$  与  $B$  的关系为

$$p_a = p_q + B$$

即绝对压力等于表压力与大气压力之和,而表压力等于绝对压力与大气压力之差。在工程上常用表压力,但在制冷工程的计算中则必须用绝对压力。

#### 5. 真空度

真空是指单位体积中气体分子的数目减少到其压力低于标准大气压的气体状态。测量真空度的仪器很多,在制冷设备修理中常用 U 形管真空计和真空压力表。

#### 6. 制冷量

制冷量是指制冷机单位时间内从被冷却物或空间转移的热量。制冷量是用来描述制冷机或制冷系统制冷能力大小的参数,一般用符号  $Q_0, q_0$  表示。

制冷量的国际标准单位为瓦,千瓦(W, kW),公制单位为 kcal/h(千卡/小时),英制单位为 Btu/h(英热/小时)。

有关制冷量的单位换算关系为

$$\begin{aligned} 1 \text{ W} &= 0.86 \text{ kcal/h}, & 1 \text{ kW} &= 860 \text{ kcal/h} \\ 1 \text{ W} &= 3.412 \text{ Btu/h}, & 1 \text{ Btu/h} &= 0.252 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

### 活动二 制冷剂及其特性

制冷剂又称制冷工质,它是一种在制冷循环过程中,利用液体汽化吸收热量,又在外功的作用下,把气体液化放出的热量传给周围介质的物质。制冷剂应具备的基本特性是:易凝结,冷凝压力不要太高;标准大气压下,汽化温度较低,单位体积制冷量大,汽化潜热大;无毒、不燃烧、不爆炸、无腐蚀,且价格低廉等。

国际上普遍用字母 R 和一组数字及字母作为制冷剂的代号,如氨用  $R_{717}$  表示、氟利昂 12 用  $R_{12}$  表示、氟利昂 134a 用  $R_{134a}$  表示。



## 1. 对制冷剂的要求

### (1) 热力学方面的要求

- ① 在标准大气压下,制冷剂的蒸发温度要足够低,以利于汽化吸热。
- ② 临界温度要高,在常温或普通低温范围内能够冷凝液化。
- ③ 在低温下工作,蒸发器中制冷剂的压力最好接近或稍高于大气压力,以防止系统外部的空气或水分渗入系统内。
- ④ 在常温下,冷凝压力不宜过高(小于 1.5 MPa),以减少制冷设备承受的压力,降低对设备制造材料的强度要求和制造成本,减少渗漏的可能性和密封的困难。
- ⑤ 制冷剂单位容积的制冷能力应尽可能大,以便提高制冷效率,减小制冷剂的循环量,从而相应地缩小设备的尺寸。
- ⑥ 应有较高的导热系数和放热系数,以提高热变换器(蒸发器和冷凝器)的工作效率,减小热交换器的尺寸,提高传热效率。

### (2) 物理、化学方面的要求

- ① 化学稳定性好,在高温条件下不易分解、燃烧,无爆炸危险。
- ② 黏度和密度应小,以减少制冷剂在系统中流动时的阻力,从而减少压缩机的耗功量和缩小流通管径。
- ③ 对金属和其他材料无腐蚀性和侵蚀作用。
- ④ 与水有较大的亲和力,以避免由于系统中残存微量的水分,导致系统冰堵的现象。
- ⑤ 制冷剂与润滑油混合,而不损害其制冷效果,并有助于压缩机件的润滑。
- ⑥ 对机器缝隙的渗透能力应较低,且在发生渗漏时容易查出。

### (3) 生理学和其他方面的要求

- ① 对人的生命和健康不应有危害性,即不应有毒性、窒息性及刺激性作用;与食物也不应有反应。
- ② 应符合环境要求,尽量减少对大气臭氧层的破坏作用;应价格低廉,容易买到。

## 2. 制冷剂的分类

目前使用的制冷剂按化学成分和组成来分,可分为以下 4 类:无机化合物制冷剂、碳氢化合物(烃类)制冷剂、卤碳化合物(氟利昂)制冷剂和混合制冷剂。

### (1) 无机化合物制冷剂

它是较早采用的天然制冷剂,如氨、二氧化碳、水等。它们的代号用字母 R 和 3 个数字表示:第 1 个数字 7 表示无机化合物,其余两个数字表示该物质相对分子质量的整数。例如,氨的代号为  $R_{717}$ ,二氧化碳的代号为  $R_{744}$ ,水的代号为  $R_{718}$ 。

### (2) 碳氢化合物(烃类)制冷剂

碳氢化合物制冷剂有烷烃类制冷剂(甲烷、乙烷)、链烯烃类制冷剂(乙烯、丙烯)等。从经济性来看,它们是出色的制冷剂,但其易燃,安全性很差,故常用于石油化学工业。

### (3) 卤碳化合物(氟利昂)制冷剂

氟利昂是饱和碳氢化合物的人工卤素(主要是氟、氯、溴)衍生物的总称。目前用做制冷剂的主要是甲烷和乙烷的衍生物,它们是目目前制冷装置使用的主要制冷工质。

为了方便地判别出氟利昂对大气臭氧层的破坏能力,根据氟利昂分子中含氯、氟、氢原子数的情况,将它们分为以下3类:

① 卤代烃类(符号表示为CFC<sub>s</sub>类):分子中仅含碳、氟、氯原子,如R<sub>11</sub>,R<sub>12</sub>,R<sub>113</sub>,R<sub>114</sub>等。它们是对大气臭氧层的破坏能力最强的氯氟烃类制冷剂,已经被列为首批限制和禁止生产的工质。

② 氟烃类(符号表示为HCFC<sub>s</sub>类):分子中含氢、碳、氟、氯原子的不完全卤代烃,也称含氢氯烃,如R<sub>21</sub>,R<sub>22</sub>,R<sub>123</sub>等。它们对大气臭氧层的破坏能力只是比CFC<sub>s</sub>类物质小,所以已被列为第二批限制和禁止生产的工质。

③ 碳氢化合物(烷烃类):它们是完全由碳、氢原子组成的天然物质,也是早期就开始使用的制冷剂,如甲烷(R<sub>50</sub>)、丙烷(R<sub>290</sub>)、异丁烷(R<sub>600a</sub>)、丙烯(R<sub>1270</sub>)等。

以上3类制冷剂均属于单一物质组成的纯质制冷剂。

### (4) 混合制冷剂

由两种或两种以上工质混合组成的制冷工质叫混合制冷剂。其中,各组成成分的沸点相同或近似相同的叫做共沸混合物,如R<sub>500</sub>,R<sub>501</sub>,R<sub>502</sub>,R<sub>503</sub>等;各组成成分沸点相差较大的叫做非共沸混合物,如R<sub>401a</sub>,R<sub>407c</sub>,R<sub>410a</sub>等。

制冷剂根据冷凝压力及其在标准大气压(0.1 MPa)下的蒸发温度不同,又可简单分为3类,即高温制冷剂、中温制冷剂和低温制冷剂。

① 高温制冷剂:环境温度为30℃时,冷凝压力小于0.2 MPa,蒸发温度大于0℃的制冷剂,又称低压制冷剂。代号为R<sub>11</sub>,R<sub>21</sub>,R<sub>113</sub>,R<sub>114</sub>等的制冷剂都是高温制冷剂,它主要应用于离心式制冷机和在高温车间的制冷系统。

② 中温制冷剂:环境温度为30℃时,冷凝压力为1.5~2.5 MPa,蒸发温度在-60~0℃的制冷剂,又称中压制冷剂,如R<sub>12</sub>,R<sub>22</sub>,R<sub>134a</sub>和R<sub>717</sub>,R<sub>142</sub>,R<sub>502</sub>等。这类制冷剂温度使用范围较广,普遍用于单级压缩式的制冷压缩机。尤其是R<sub>12</sub>和R<sub>134a</sub>制冷剂,多用于蒸发温度小于-40℃的电冰箱制冷系统,是家用电冰箱制冷的首选制冷剂;R<sub>22</sub>制冷剂,多用于单级活塞式及旋转式压缩机的空调器制冷系统。

③ 低温制冷剂:环境温度为30℃时,冷凝压力大于2.0 MPa、蒸发温度小于-60℃的制冷剂,又称为高压制冷剂,如R<sub>13</sub>,R<sub>14</sub>,R<sub>503</sub>、烷、烯等。这种制冷剂主要用于覆叠式制冷装置的低温部分。

### 3. 常用制冷剂的性质

#### (1) R<sub>12</sub>(CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>,二氟二氯甲烷)

R<sub>12</sub>属于中温(中压)制冷剂,在一个大气压下,沸点为-29.8℃、凝固点为-155℃。因此在一般的工作条件下,其在蒸发器中的压力比大气压稍高,冷凝器中的冷凝压力一般不超

过 1.5 MPa。主要用于中、小型制冷设备(尤其在电冰箱中应用最广)。它无色、无味、不燃烧、不爆炸,对人体危害较少。 $R_{12}$ 在一般情况下是无毒的,对金属也无腐蚀作用,只有在温度达到 400℃ 以上并与明火接触时,才分解出有毒的光气;空气中  $R_{12}$  的含量超过 25%~30%时,2h 后会使人窒息。

$R_{12}$ 的特点是极易溶于油而不易溶于水,同时渗透力强。溶解于油,使润滑油性能降低;不易溶解于水,容易使系统水分结冰,堵塞调节阀与管道,而且当氟利昂含有水分时,对金属有很大的腐蚀性。 $R_{12}$ 还能溶解多种有机物质,所以不能用一般的橡胶密封垫。

## (2) $R_{22}$ (CHClF<sub>2</sub>, 二氟一氯甲烷)

$R_{22}$ 也是一种中温(中压)制冷剂,在一个大气压下,沸点为-40.8℃,凝固点为-116℃。在相同蒸发压力下, $R_{22}$ 的蒸发温度和冷凝温度比  $R_{12}$ 的要低。 $R_{22}$ 目前用于-80℃以上的空调、冷藏柜、小型活塞式制冷机和离心式制冷机中。

$R_{22}$ 常态下是无色、无味的气体,毒性比  $R_{12}$ 稍大。水在  $R_{22}$ 中的溶解度比在  $R_{12}$ 中的大,但在制冷机中工作时也会发生冰堵现象。 $R_{22}$ 能够部分地与润滑油互相溶解,温度升高时其溶解度也增大。 $R_{22}$ 同样不燃烧、不爆炸,但对全封闭式压缩机的电动机定子绕组绝缘性能有影响,故要做特殊处理。

## (3) $R_{134a}$ (CH<sub>2</sub>FCF<sub>3</sub>, 四氟乙烷)

$R_{134a}$ 在一个大气压下,沸点为-26.5℃,凝固点为-101℃。它无色、无味、无毒、不燃烧、不爆炸,与  $R_{12}$ 的性质很相近。

$R_{134a}$ 是一种新型制冷剂,它的臭氧破坏潜能(ODP)等于零,所以被广泛应用于绿色环保电冰箱中。 $R_{134a}$ 与  $R_{12}$ 有着较相似的热物理性质(其主要性能的对比情况见表 1-1),但适合  $R_{134a}$ 使用的冷冻油、干燥过滤器、压缩机与  $R_{12}$ 使用的不同。它采用水解性较强的酯类油或合成油多元酯(PAG),与矿物油不互溶,并采用 XH-7 型干燥过滤器,压缩机的结构材料需要部分改动。 $R_{134a}$ 的分子比  $R_{12}$ 小,更容易泄漏,又由于水解去卤化反应,要求系统保持绝对干燥,所以使用  $R_{134a}$ 制冷剂的电冰箱的维修工艺及维修方法也有其独特的地方。

表 1-1  $R_{134a}$ 与  $R_{12}$ 的主要性能比较

工 质	$R_{134a}$ (HFC-134a)	$R_{12}$ (CFC-12)
化学分子式	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
相对分子质量	102.0	120.93
标准汽化温度/℃	-26.5	-29.8
凝固点/℃	-101.0	-155
临界温度/℃	100.6	112.0
临界比体积/(L·kg)	2.047	1.793

续表

工 质	R <sub>134a</sub> (HFC - 134a)	R <sub>12</sub> (CFC - 12)
25℃时的液体密度/(kg · L <sup>-1</sup> )	3.944	4.12
25℃时的蒸气压力/MPa	1.203	1.309
标准汽化温度时的饱和蒸气密度/(kg · m <sup>-3</sup> )	0.6618	0.6516
25℃时的液体比热容/(kJ · kg <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> )	5.05	6.33
25℃时常压下蒸气的比定压热容/(kJ · kg <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> )	1.129	0.971
标准汽化温度时的汽化潜热/(kJ · kg <sup>-1</sup> )	0.791	0.615
蒸气	219.8	165.3
25℃时的导热系数/(W · m <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> )	0.0083	0.0097
液体	0.118	0.068
蒸气	1.23 × 10 <sup>-5</sup>	1.11 × 10 <sup>-5</sup>
25℃时常压下的动力黏度/(Pa · s)		
液体		2.52 × 10 <sup>-4</sup>
25℃时的表面张力/(N · m <sup>-1</sup> )	0.0108	0.0091
25℃的常压下在水中的溶解度(质量分数)	0.15	
空气中的可燃性	无	无

#### (4) R<sub>717</sub> (NH<sub>3</sub>, 氨)

R<sub>717</sub>是氮和氢的化合物,在一个大气压下,沸点为-33.4℃,凝固点为-77.7℃。在正常工作条件下,蒸发器内的蒸发压力高于大气压,冷凝压力一般不超过1.5 MPa,通常为0.8 ~ 1.3 MPa,故属于中压制冷剂。R<sub>717</sub>的蒸发潜热大,单位容积制冷量较大,因而可缩小压缩机的尺寸。

R<sub>717</sub>在常态下是一种无色气体,有强烈的刺激性臭味,对人体有一定毒性。R<sub>717</sub>具有可燃性,与空气混合后易爆炸。

R<sub>717</sub>的吸水性很强,即极易溶于水,因而它在制冷系统中可以避免冰堵现象。但是R<sub>717</sub>作为制冷剂时,其水分含量也不得超过0.2%,氨几乎不溶于油。

R<sub>717</sub>对钢铁基本不腐蚀,但当其含有水分时,对铜和铜合金(磷青铜例外)有腐蚀作用。

R<sub>717</sub>制造容易,价格低廉,便于购买,又由于氟利昂中的CFC<sub>s</sub>及HCFC<sub>s</sub>类物质面临被禁用的窘境,所以R<sub>717</sub>又受到重视,多用于大、中型活塞式及螺杆式制冷机中。

#### 4. 制冷剂的替代

近年来,科学研究发现,氟利昂类制冷剂的大量使用与排放造成了对地球大气臭氧层的破坏,局部形成了臭氧“空洞”,导致地球表面受到太阳紫外线的照射明显增加。臭氧层破坏造成的温室效应,会导致全球温度和海平面上升,以及皮肤癌患者增加。



研究表明,造成大气臭氧层破坏的罪魁祸首是氟利昂中的氯原子。因此,国际签署的《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》规定,发达国家于 2000 年前应完全停止使用 CFC<sub>s</sub>类制冷剂(即 R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>113</sub>, R<sub>114</sub> 及 R<sub>115</sub>),发展中国家停止使用的时间可推迟到 2010 年。对 HCFC<sub>s</sub>类制冷剂(如 R<sub>22</sub>),在 2020 年以后也要控制使用。寻找 R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>22</sub> 等制冷剂的最佳替代物是世界性的热点研究课题。目前制冷剂的替代趋势,如表 1-2 所示。

表 1-2 目前制冷剂的替代趋势

制 冷 用 途	原 制 冷 剂	制冷剂的替代物
家用楼宇空调系统	R <sub>22</sub>	R <sub>407c</sub> 、R <sub>410a</sub>
大型离心式冷水机组	R <sub>11</sub>	R <sub>123</sub>
	R <sub>12</sub> 、R <sub>500</sub>	R <sub>134a</sub>
	R <sub>22</sub>	R <sub>407c</sub>
低温冷冻冷藏机组和冷库	R <sub>12</sub>	R <sub>134a</sub>
	R <sub>502</sub>	R <sub>404a</sub> 、R <sub>107a</sub> 、R <sub>108a</sub> 、THR03(清华 3 号)
	R <sub>22</sub>	R <sub>22</sub>
	R <sub>717</sub>	R <sub>717</sub>
冰箱冷柜、汽车空调	R <sub>12</sub>	R <sub>134a</sub>
		R <sub>600a</sub>
		R <sub>152a</sub>

## 5. 使用制冷剂时应注意的事项

制冷剂属于化学制品,在常温下呈压缩气体状态或液态,盛放在耐压容器中,在保管和使用中要注意安全,并应注意以下几点。

① 所用的容器(钢瓶)必须经过耐压试验,并进行干燥及真空处理。R<sub>12</sub>, R<sub>22</sub>, R<sub>502</sub>用低压钢瓶,水压试验压力为 6 MPa; R<sub>13</sub>用高压钢瓶,水压试验压力为 20 MPa。

② 钢瓶应存放在阴凉处,避免阳光直晒,防止靠近高温。在搬运中禁止敲击,以防爆炸,应轻拿轻放。

③ 充加制冷剂时,应远离火源。不得随意向室内排放,尤其室内有明火时,氯氟烃遇火会产生光气而使人中毒,可用 60℃水或热布贴敷,严禁明火加热。

④ 要采取劳动保护措施,如戴手套、眼镜,以防冻伤。

⑤ 瓶外应有明显的品名、数量、质量卡片,以防弄错。

⑥ 钢瓶阀门绝对不应有慢性泄漏,应定期对阀门进行泄漏试验。

⑦ 室内应保证空气流通,装有通风设备。一旦发生制冷剂泄漏,应立即通风排除。

## ▶▶ 活动三 制 冷 原 理

制冷是使某一空间内物体的温度低于周围环境的温度,并维持这个低温的过程。



## 1. 热力学基本定律

### (1) 热力学第一定律

热力学第一定律是能量守恒与转换定律在热力学中的具体体现,是制冷技术的基本定律之一。自然界的一切能量在一定的条件下可以相互转换,但总的能量是保持不变的。这是自然界最普遍、最基本的规律,称为能量守恒与转换定律,又称为热力学第一定律。

制冷工程中所遇到的能量转换,多数是热能和机械能的相互转换。根据热力学第一定律,工质在受热做功的过程中,由于受热而从外界得到的能量,应该等于对外做功所消耗的能量和储存在工质内部的能量之和。

### (2) 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,并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,热量总是自发地从高温物体传向低温物体,而不能自发地从低温物体传向高温物体。欲使低温物体的热量转移到高温物体中去,必须消耗外界功。

人工制冷是热力学第二定律的典型应用。消耗一定的外界功(电能或其他能),以使能量从低温热源(蒸发器周围被冷却物体)转移到高温热源(冷凝器冷却介质——空气或冷却水)。

## 2. 物质的 3 种状态

众所周知,自然界的物质有 3 种状态,即固态、液态和气态。外界把水加热到  $100^{\circ}\text{C}$  后,水就变成气态(水蒸气);水蒸气冷却后,又可以变成液态水;水温度降低到  $0^{\circ}\text{C}$  后,继续冷却,会凝结成固态(冰);而对冰加热,在常温下冰又变成液体(水)。结合热量的吸收和放出来研究物质的状态变化,对制冷技术有着极其重要的意义。

## 3. 液体的汽化和气体的液化

### (1) 液体的汽化

物质由液态变为气态的过程称为汽化。液态变成气态必须从外界吸收热量,因此,汽化是一个吸热过程。汽化有蒸发和沸腾两种形式。

蒸发是指液体表面发生的汽化现象。液体的蒸发是在低于周围空间压力时进行的,蒸发过程一般是吸热过程。在任何温度下液体都能蒸发,温度越高,液面上的压力越低,蒸发越快。

沸腾是指在一定压力下的液体温度升高到某一温度时,液体中涌现出大量的气泡,整个液体剧烈汽化的现象。液体沸腾时的温度称为沸点。沸点与液体表面上的压力有关,压力越低,蒸发温度也越低。因此保持低的制冷压力,就能使制冷剂在低温下蒸发。

### (2) 气体的液化(冷凝)

气体的液化与液体的汽化过程恰恰相反。气体在一定压力下冷却到一定的温度时,就会由气态转变为液态,这个过程称为气体的液化,又称冷凝。在冷凝压力下,制冷剂液化时

的饱和温度称为冷凝温度( $t_k$ )。在冷凝温度下,制冷剂液化时的饱和压力称为冷凝压力( $p_k$ )。

制冷技术中的冷凝是在饱和温度下进行的,压力越高,饱和温度越高。提高制冷剂的饱和压力,就能使其在高温下冷凝,从而使高温的制冷剂蒸气在冷凝过程中向周围环境放热。

## 4. 制冷原理

制冷的途径有天然制冷和人工制冷两种。

天然制冷采用天然冰、深井水和地道风等天然冷源。采用天然冷源耗能较少,但是它受到地理条件限制,使用范围较窄,因而在现代生产中很少采用,而人工制冷的应用则很广泛。

人工制冷是借助制冷装置,消耗一定的外界能量,迫使热量从温度相对较低的被冷却物体转移到温度相对较高的周围介质(水或空气),从而使被冷却物体的温度降低到所需要的温度,并保持这个低温。人工制冷的方法很多,根据补充能量的形式和制冷剂的方式可分为蒸气制冷、气体的绝热膨胀制冷、绝热去磁制冷和半导体的温差电效应制冷。目前应用较广泛的是蒸气制冷。

蒸气制冷是利用制冷剂在物态变化时蒸发(沸腾)吸热的原理进行制冷。利用压缩机给制冷剂提供机械能(变成制冷剂的内能),把在蒸发器内吸热汽化了的制冷剂气体压缩成高温、高压气体,再利用水或空气冷却,使制冷剂气体在高压下液化,然后经调节阀节流降压进入蒸发器,吸热汽化,达到循环制冷的目的。

单级蒸气压缩式制冷系统由压缩机、冷凝器、节流阀(或称膨胀阀)和蒸发器四大部件组成,它们之间用管道连接,形成一个封闭系统,其内充灌适量的制冷剂,如图 1-1 所示。在小型制冷系统中,用毛细管代替节流阀。它的工作过程是:接通电源后,电动机使压缩机开始运转;

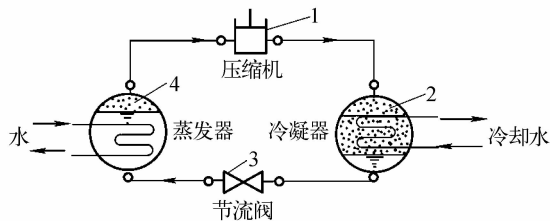


图 1-1 单级压缩制冷工作原理

制冷剂气体通过管道,经蒸发器被吸入压缩机汽缸内,绝热压缩成高压、高温的气体后,被压送到冷凝器;在冷凝器内,高压、高温的制冷剂气体与冷却水或空气进行热交换,将热量传给冷却介质(水或空气),而本身温度降低,由气体凝结成为液体;液态制冷剂再经节流阀节流膨胀,其温度和压力均下降,节流后的气液混合物循环进入蒸发器;在蒸发器内,液态制冷剂因压力减少而迅速蒸发,并吸收蒸发器周围空间的热量,使蒸发器周围温度降低,实现制冷功能。制冷剂在制冷系统中分别完成绝热压缩、冷凝、节流、蒸发 4 个过程,从而形成压缩式蒸气制冷循环。