

# 空调制冷原理

## 一、基本物理概念

### 1. 物质三种状态的变化

如果仅考虑宏观物质的话，任何物质都有固态、液态、气态三种态变化，如图 1 所示。

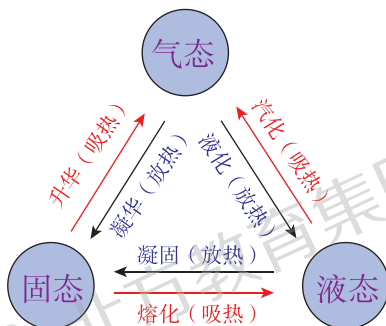


图 1 物质三种态的变化

物质从气态转化成液态的过程称为液化，反之从液态转化成气态的过程称为气化；物质从液态转化成固态的过程称为凝固，反之从固态转化成液态的过程称为融化；物质从气态转化成固态的过程称为凝华，反之从固态转化成气态的过程称为升华。

### 2. 汽化与液化

汽车空调制冷原理利用了物质汽化和液化原理，以下对汽化和液化做重点分析。

#### (1) 汽化

汽化是物质从气态转化成液态的过程，在此过程中吸收热量。汽化有两种形式，分别是蒸发和沸腾。蒸发可以在任何温度下进行，其发生在液体的表面；沸腾则要达到沸点，其发生的位置在液体的表面和内部。

液体在蒸发过程中要从周围（和它依附的物体、留下的液体、空气等）吸热，致使周围物体温度降低、变冷，这种现象称为蒸发制冷。

降低液体所处环境的压力及增加液体的表面积可有效增加蒸发的速度。相同温度下，物质的沸点越低，蒸发速度越快。

#### (2) 液化

液化是物质从液态转化成气态的过程，在此过程中释放热量。液化有两种途径：一种是降低温度（足够低），另一种是压缩体积。

### 3. 压力与真空度

压力就是固体、液体或气体垂直作用于物体表面上的力。在实际应用中是以物体单位面积上所受压力、压强来表示的，一般是用  $p$  表示，其单位为帕斯卡，简称帕（Pa）。地球表面包围着一层很厚的空气层，称为大气层，大气的质量对地球表面物体单位面积上所产生的压力称为大气压力（简称

大气压)。工程上把在地球纬度 45° 温度为 0℃时, 大气对海平面的压力称为标准大气压, 它相当于 101.325kPa。常用的压力表示方式有绝对压力、表压力和真空度三种。

(1) 绝对压力

绝对压力表示实际的压力值, 是把完全真空状态作为零值。

(2) 表压力

通过压力表指示读出的压力值, 称为表压力值, 简称表压力。表压力是将标准大气压作为零值, 在此基础上进行压力计量的结果, 故又称为相对压力。表压力一般用 P 表或 PG 表示。

(3) 真空度

低于大气压力的数值称为真空度。

上述三种压力在制冷技术领域经常应用, 绝对压力在设计及查阅制冷剂特性表时使用, 表压力则是在观察系统运行状况时使用, 真空度则是在维修系统抽真空时使用。它们之间的关系如图 2 所示, 用公式表示如下:

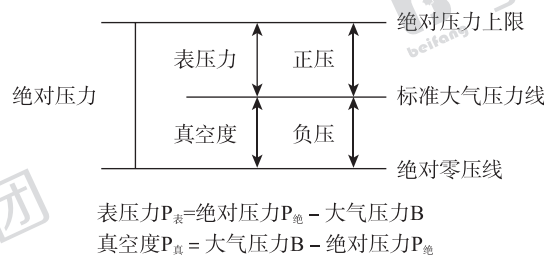


图 2 绝对压力和表压力与真空度的关系

## 二、空调制冷基本原理

### 1. 制冷剂

制冷剂是空调系统中的“热载体”, 俗称冷媒。它根据空调系统的要求变化为液态和气态两种状态, 实现制冷循环。在蒸气压缩式制冷机中, 使用在常温或较低温度下能液化的工质为制冷剂, 这样使得制冷剂的蒸发和液化容易进行, 车用空调的制冷剂主要是 R-12 (CFC-12) 和 R-134a (HFC-134a)。

### 2. 节流膨胀

节流膨胀是较高压力下的液体经多孔塞 (或节流阀) 后向较低压力方向进行的膨胀过程。在流体通路中, 通道突然缩小, 液体压力便下降, 此时, 多孔塞 (或节流阀) 后形成的小液滴使液体的表面积增加, 在此作用下, 液体快速蒸发为气体, 如图 3 所示。

根据蒸发制冷致原理, 这种蒸发会使周围物体温度降低、变冷。

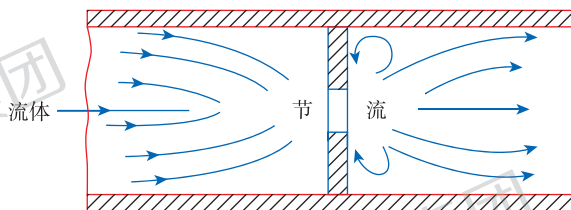


图 3 节流膨胀

### 3. 空调制冷循环

制冷系统将车辆内部的热量传递到外部大气中, 以提供除湿的凉爽空气给暖风机总成。该系统由压缩机、冷凝器、膨胀阀、空调管路和蒸发器等组成。该系统是一个填充 R134a 制冷剂作为传热介质的封闭回路。制冷剂中添加空调润滑油, 以润滑压缩机的内部组件。如图 4 所示。

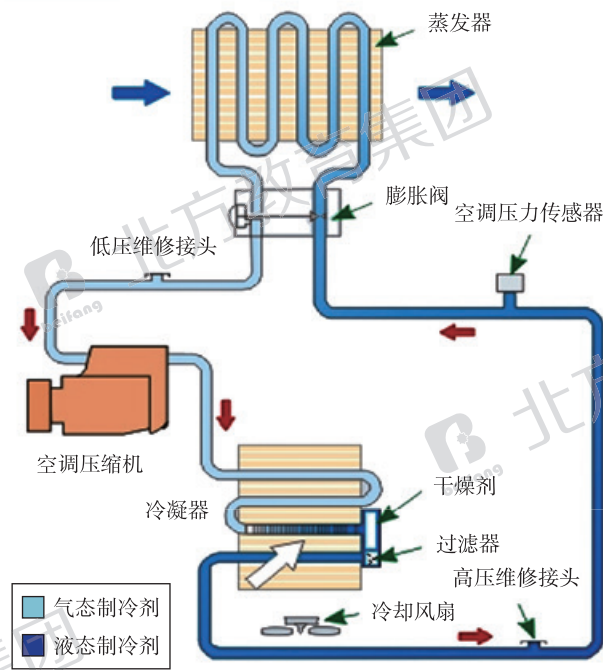


图 4

完成热量的传递、制冷剂环绕系统循环。在系统内，制冷剂经历两种压力和温度模式。在每一种压力和温度模式下，制冷剂改变其状态，在改变状态的过程中，吸收与释放最大限度的热量。低压和低温模式从膨胀阀开始，经蒸发器到压缩机，在膨胀阀内，制冷剂降低压力及温度，然后在蒸发器内改变其状态，从中温液态到低温蒸气，以吸收经过蒸发器周围空气的热量。高压和高温模式从压缩机开始，经冷凝器到膨胀阀，制冷剂在通过压缩机时增加压力及温度，然后在冷凝器内释放热量到大气中，并改变其状态，从高温蒸气到中高温液态。这样，制冷剂便在封闭的系统内经过压缩、冷凝、节流和蒸发四个过程，完成了一个制冷循环。如图 5 所示。

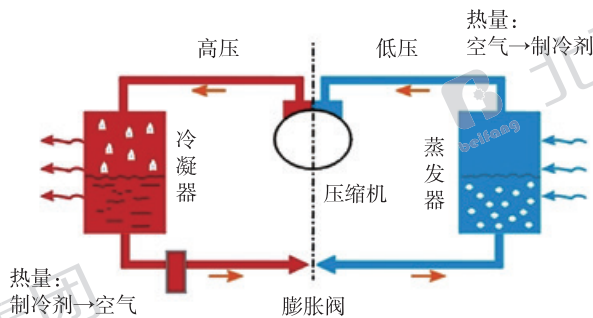


图 5

在制冷系统中，压缩机起着压缩和输过制冷剂蒸气的作用，它是整个系统的“心脏”。膨胀阀对制冷剂起节流降压作用，同时调节进入蒸发器制冷剂液体的流量，它是系统高低压的分界线。蒸发器是输出冷量的设备，制冷剂在其中吸收被冷却空气的热量实现降温。冷凝器是放出热量的设备，从蒸发器吸收的热量连同压缩机消耗功能所转化的热量一起从冷凝器将冷却空气带走。

制冷系统工作时，制冷剂以不同的状态在这个密闭系统内循环流动，每个循环又分四个基本过程：

**压缩过程：**

压缩机吸入蒸发器出口处的低温低压制冷剂气体，把它压缩成高温高压的气体排出压缩机。

**放热过程：**

高温高压得过热制冷剂气体进入冷凝器，由于压力及温度的降低，制冷剂气体冷凝成液体，并放出大量的热量。

**节流过程：**

温度和压力较高的制冷剂液体通过膨胀装置后体积变大，压力和温度急剧下降，以雾状（细小液滴）排出膨胀装置。

**吸热过程：**

雾状制冷剂液体进入蒸发器，因此时制冷剂沸点远低于蒸发器内温度，故制冷剂液体蒸发成气体。在蒸发过程中，大量吸收周围的热量，而后低温低压的制冷剂蒸气又进入压缩机。

上述过程周而复始地进行下去，便可达到降低蒸发器周围空气温度的目的。如图 6 所示。

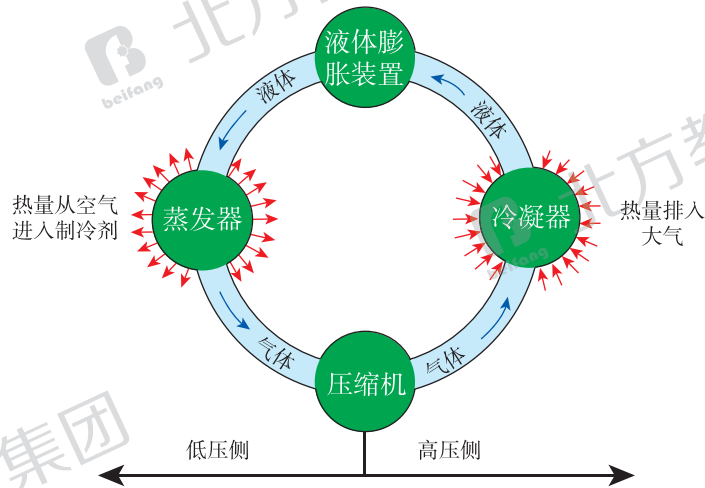


图 6 制冷系统的工作原理