

形形色色的制冷技术

杨永和

随着科学技术的发展, 制冷技术已渗透到从日常生活到衣、食、住、行到尖端科技的各个领域。100多年来, 新的制冷技术层出不穷、飞速发展, 本文将简单介绍目前的主流制冷技术。

一、焦耳- 汤姆孙效应制冷

实验证明, 管外包裹不导热材料、管中安装一个多孔塞或节流阀, 使多孔塞两边维持较大压强差(一边高压强 P_1 、另一边保持低压强 P_2), 气体就会从气压高的一边经多孔塞缓慢流向气压低的一边, 并达到稳定状态, 这个过程就叫节流过程, 气体在节流过程前后温度改变的现象称为焦耳- 汤姆孙效应。在节流过程中, 气体压强与温度的变化为 $dT = \mu dp$ (μ 为焦汤系数)。 $\mu > 0$ 时, 气体经节流后降温; $\mu < 0$ 时, 气体在节流过程后升温。

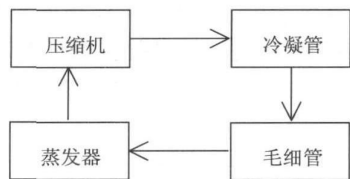


图 1

根据焦耳- 汤姆孙效应可以制成制冷机(图 1), 其压缩机将制冷剂蒸汽压缩成高温高压气体, 并送至冷凝器。压缩机输送来的高温高压气态制冷剂在冷凝器中散热冷却, 使气态制冷剂液化。来自冷凝器的液态制冷剂经毛细管节流后进入蒸发器膨胀蒸发, 由于毛细管的节流作用, 冷凝器保持一定高压、蒸发器保持一定低压。当高压液态制冷剂进入蒸发器后, 压力骤减引起强烈沸腾蒸发, 同时吸收被冷却物体的热量, 饱和蒸汽状态的制冷剂经回气管吸入压缩机时, 吸热变为过热气体。接着压缩机又将气体压缩后送入冷凝器, 如此不断循环, 达到制冷目的。

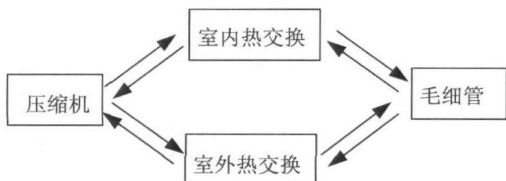


图 2

如果改变制冷剂流出与吸入的管路连接状态,

高温高压制冷剂流入室内热交换器, 此时室内热交换器起冷凝器的作用向室内散热、放热, 室外热交换器反而起蒸发器的作用, 吸收室外热量向室内传递。此时, 相当于空调处于制热状态(图 2)。

利用焦耳- 汤姆逊效应

还可使气体液化。其工作原理是: 用压缩机高度压缩事先被水冷却的气体(图 3), 气体沿 A 管经节流阀膨胀, 气体温度在每次节流膨胀后都会有所降低, 但每次的降低幅度不大。为了积累冷却效果, 可在 A 管中装上热交换器。温度较高的高压气体由 A 管流入节流阀, 部分经节流膨胀后的低温气体沿 B 管流回压缩机, 再经压缩机压缩后由 A 管流向节流阀, 膨胀后的气体温度进一步降低, 如此反复进行, 就可使气体的温度降到临界温度以下而液化。

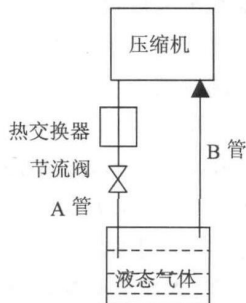


图 3

这种制冷机利用循环压缩制冷剂的方法获得低温, 所以设备耗电大、噪声大、污染大。

二、吸收式制冷

由克拉珀龙方程可知, 沸点和压强之间一般存在如下关系: 沸点随压强的增加而升高, 随压强的减小而降低。根据这一特性人们制造出了一种吸收式制冷机, 现在以一款常见机型说明其原理。

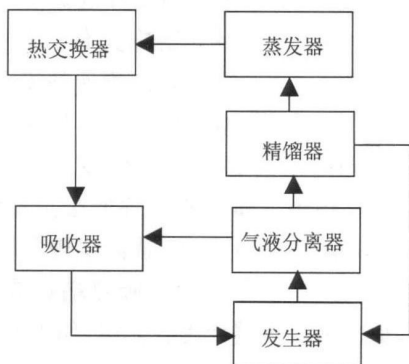


图 4

在发生器内加热氨水浓溶液, 分解出氨气和部分水蒸气(图 4), 通过热虹吸管进入汽液分离器。分离出的稀溶液重新返回吸收器, 氨气和部分水蒸

气则沿管道上升。水蒸气通过精馏器时被冷凝分离然后返回发生器,氨气则继续上升至冷凝器冷凝成液态氨。液氨流入蒸发器,与其中的高压氢气相遇。在蒸发器内一定的总压力下,氨的分压力骤然下降,液态氨立即沸腾、蒸发吸热,使机内温度下降。蒸发的氨气扩散到氢气中,形成氨氢混合气体,并沿气体热交换器管道向下流动进入吸收器。吸收器中的氨被由汽液分离器返回的氨-水稀溶液所吸收,变成氨水浓溶液流回发生器。剩下的氢气由于密度小,便向上流回蒸发器。如此不断循环,便获得了连续的制冷效果。

吸收式制冷机的最大特点是利用热源作为制冷原动力,因吸收式制冷机没有压缩机,所以无噪音、寿命长、不易发生故障。但在使用时机器一定要水平放置,周围应留有足够空间散热,环境温度也不能太高,否则会影响制冷效果。

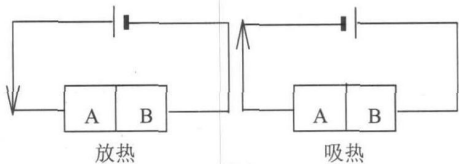


图 5

三、珀尔帖效应制冷

连接两种不同金属,当有电流通过线路时,一个接头处放出热量、另一个接头处吸收热量,如果将电流反向,则原来吸热的一端变为放热,原来放热的一端变为吸热,这种现象称为珀尔帖效应(图 5),据此原理也可制成制冷机。

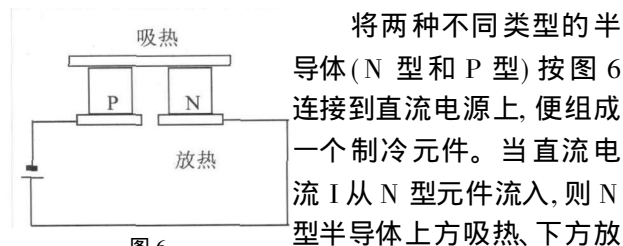


图 6

将两种不同类型的半导体(N型和P型)按图 6 连接到直流电源上,便组成一个制冷元件。当直流电流 I 从 N 型元件流入,则 N 型半导体上方吸热、下方放热。如将下方用水冷却维持一定温度,则吸热端继续吸热而制冷,将半导体制冷元件的吸热端装在室内吸热、放热端装在室外散热,就能实现制冷;若改变通入的电流方向,制冷元件的吸热端和放热端也随之改变,原来的吸热端变为放热端,原来的放热端变为吸热端,就能实现制热。

电偶两端的温差与所用半导体材料的性能、通过的电流大小有关,在实际应用时常将多只电偶串联或并联组成多级热电堆,以便得到较大温差、获得

更低温度。珀尔帖效应制冷与压缩制冷相比,无机械运动部件、直接利用电能转移热量,具有结构简单、寿命长、工作可靠、易控制、可小型化、无噪音和空气污染等优点。

四、绝热去磁制冷

在绝热条件下减小磁场时,磁介质的温度将随磁场的减弱而降低,这就是绝热去磁制冷。绝热过程中顺磁性固体的温度随磁场的减小而下降,随磁场的增强而上升。

绝热去磁制冷工作原理(图 7)是:在强磁处磁化顺磁体,然后使其运动到弱磁处,准静态地将其磁场减少到零。在这种绝热去磁过程中,顺磁体温度将下降,顺磁体在弱磁处吸收热量又使此处温度下降,然后再将顺磁体送回强磁处。由于强磁体接触恒温源,所以顺磁体在强磁处等温磁化过程中,当磁性增强时其温度保持不变,磁化后再运动到弱磁处继续绝热去磁而降温,如此往复循环就能实现制冷。反之,如果恒温源接触弱磁处,顺磁体从弱磁处运动到强磁处磁化升温,顺磁体在强磁处放热而使该处升温,再回到弱磁处。弱磁处接触恒温源,顺磁体在弱磁处等温去磁后重新回到强磁处,如此循环就实现制热。



图 7

绝热去磁制冷效率高,可获得超低温,绝热去磁制冷机不需高温运行的压缩机,又以固体材料作为工作物质,因而具有结构简单、体积小、噪声小、无污染等优点。

五、化学制冷

化学制冷是利用某些吸热反应或溶解吸热制冷,其化学反应主要有两类:一类是利用有些化合物溶解时大量吸热的特点,达到降温的目的。例如硝酸铵溶于水时吸收大量的热,使溶液温度迅速下降,并且能获得较低的温度;另一类主要为复分解反应,反应试剂常为含有一定结晶水的化合物。因为有不少含结晶水的化合物,在失去结晶水时会吸收较多的热量,所以也可以用来作制冷剂。例如将硫酸钠晶体、四水硝酸钙晶体和硝酸钠混合,便发生复分解反应,反应的进行会促使试剂放出结晶水,从而吸收大量的热,以达到降温的目的。如果把两类吸热的

芝诺疑难与不确定原理

郭嘉泰



一、芝诺疑难

芝诺(Zenon Eleates, 约公元前490~约公元前436)是古希腊唯心主义哲学家、数学家,埃利亚学派的主要代表之一。他以提出“两段法”“阿基里斯追不上龟”“飞矢不动”等疑难问题而闻名于世。

“两段法”是芝诺疑难中最有代表性的一个。芝诺认为,物体不能存在运动,即物体不可能从A点到达B点。因为物体在到达B点之前,必先通过AB的中点C,要达到C,又须先通过AC的中点D。以此类推,还有AD的中点E,AE的中点F……无穷无尽。这样,物体就被无数个“中点”所阻隔,每个“中点”都是一个障碍。由于无数的“中点”永无穷尽,所以物体不能从A到B。

“阿基里斯追不上龟”是“两段法”的演化。阿基里斯如《水浒传》里的“神行太保”戴宗一样行走如飞,但却追不上乌龟。设龟超前一段距离100米,阿基里斯以10倍于龟的速度向前追赶。当阿基里斯跑到龟原来的位置时,龟前进了10米,而阿基里斯跑完这10米距离时,龟又前进了1米……如此下去,阿基里斯固然可以不断缩短同龟的距离,但始终处于龟的后面。芝诺认为,追赶者首先到达被追赶者原来的位置是追上的前提。然而如上所述,追赶者到达这一位置时,被追赶者又处在前面的第二个位置,追赶者要再到达被追赶者的第二个位置,但被追赶者又出现在前面的第三个位置了。这样,永远有一个新的距离横在追赶者前头,永无追上之日。

“飞矢不动”这一命题本身就是矛盾的,但在芝诺看来,“飞行的箭”只能处于静止之中。他认为,箭在飞行的某一瞬间,一定处于也只能处于整个路程中的一个确定位置上,它不能同时占有两个位置,具有两个长度。因此,箭在某一瞬间理应是静止的。箭此时在这个位置上、彼时在那个位置上,整个过程便由一系列的静止状态组成,而静止的总和不能构

成运动。

芝诺在上述疑难里否认存在运动,这本来是荒谬的,但他提出的理由又仿佛无懈可击,以致在19世纪之前,没有任何人能驳倒他。

二、对芝诺疑难的分析

我们以“两段法”为例分析,芝诺实际上做出了如下几个判断:第一,AB之间存在无数的点;第二,每个点都是AB上的点,如果从A到B,必须将一一通过所有的点;第三,无数的点永远也不可能全部通过。数学告诉我们,任何一个线段都能一分为二,并且无限可分。无数的点不可能最终走尽,正像无限大不能最终计算一样。这样,如果认为运动是真实的,便与上述分析相悖;如果认为运动是虚假的,又与常理相违。那么,“运动的物体(如箭)在某一瞬间是否处在一个位置上呢?”对这一问题的简单肯定或简单否定都是不正确的。如果认为物体处在某一位置上,必然得出“静止的总和不能构成运动”的结论,如果认为物体不在某一位置上,那么,这一物体究竟到哪里去了呢?芝诺疑难同时还触及了连续性(非间断性)与间断性(非连续性)、有限与无限的矛盾。对于缺少辩证思维的人来说,连续性与间断性、有限与无限是不能同日而语的,芝诺本人也对这种矛盾大惑不解。他在“两段法”里夸大了运动的间断性,否定了运动的连续性,把AB线段点截成无数个点,并认为由无数的点构成的障碍不可能一一走尽。可是芝诺不懂得,这种间断性恰恰是以连续性为基础的,点截是对表现为连续性线段的点截。芝诺同时又夸大了无限性,否定了有限性。AB固然可以分割成无限多的点,但不应忘记,这无限多的点是在有限的AB线段上分割的,无限存在于有限之中。芝诺在对有限的东西进行无限分割之后,便完全撇开了它的有限性。

化学反应结合起来,会使温度下降的幅度更大。通常的化学制冷,大多为溶解反应和复分解反应,所选用的原料及其产物都无强腐蚀性和毒性,所以化学制冷一般对环境也不会造成污染。

随着科技的发展和制冷技术的研究进一步深入,更多、更先进的制冷技术将会不断涌现。

(江苏省溧水职业教育中心校 211200)