

《工程热力学》课程中结合典型例子讲解液体汽化特性

◆高寒阳

(杭州电子科技大学机械工程学院 浙江杭州 310018)

摘要: 汽化是由液态到气态的过程。使液体发生汽化有两种方式, 一种是加热, 另一种是降压。利用加热使液相汽化是我们常用的手段, 但在一些应用场合, 减压汽化更加有效。比如超空泡鱼雷、对热敏物料如食物、药品进行干燥、

关键词: 工程热力学; 汽化; 教学实例

工程热力学是高等学校机械工程学科的必修课程。该课程逻辑缜密、概念抽象、公式繁多, 一直以来均为高校教学难点之一。我们认为, 将枯燥的概念和实际生活相结合, 让实际生活中鲜活的应用实例加深学生对抽象理论的理解, 是提高学生兴趣、提升教学效果的最为行之有效的方法。在本文中, 我们利用工程、生活实例来降解饱和温度与饱和压力下发生的汽化现象。

汽化是由液态到气态的过程。使液体发生汽化有两种方式, 一种是加热, 另一种是降压。比如, 从表1中我们可以看到, 使水汽化有两种途径, 一种是在一个大气压下将水加热到100℃, 另一种途径则为减压, 比如在50℃下将压力降到0.0123446MPa以下。

表1 饱和温度与饱和压力对应表

t/℃	0	20	50	100	120	150
p/MPa	0.0006112	0.0023385	0.0123446	0.1013325	0.198483	0.47571

利用加热使液相汽化是我们常用的手段, 比如水的沸腾。但饱和温度和饱和压力的一一对应高速我们汽化也可以通过降压来实现。同学往往这种汽化途径, 以及饱和温度和饱和压力的一一对应难以理解。我们可以用以下实例来让同学们意识到在有些场合, 减压汽化更为有效, 我们可以利用减压汽化这一现象为生活甚至军事提供助力:

(1) 负压干燥: 是一种将物料置于负压条件下, 并适当通过加热达到负压状态下的沸点或者通过降温使得物料凝固后通过溶点来干燥物料的干燥方式。负压蒸发具有的优点有, 蒸发温度低, 对浓缩热敏物料有益; 溶液沸点低, 可利用低温热源, 可降低生产费用和投资; 最重要的是, 负压干燥可以在较低的温度下对热敏物料如食物、药品进行干燥, 保证了此类物质的化学结构不受到高温破坏。

(2) 超空泡鱼雷: 物体在水下运动时需要克服与水的摩擦所造成的黏性阻力, 这种阻力是空气阻力的800倍。物体的体积越大, 移动速度越快, 遇到的阻力就越大。当物体在水中高速

运动时, 在固体和液体的交界面上, 压力会大大降低, 有时甚至会产生接近真空的负压。此时, 即使是常温下, 局部的水也会沸腾, 形成低压的微小气泡(在0.02个大气压, 20℃的水就会沸腾)。利用空泡在水下运动物体周围形成一种气体包络, 使流体对物体的浸湿面积减小, 物体所承受的阻力大幅度降低, 从而极大提高水中运动物体的速度。美国超空泡鱼雷最高能够达到约1549米/秒, 大大超过标准状态下的水中音速。



图1 空化汽泡包络的鱼雷

但减压汽化也有其不利之处, 我们也要主要到这种现象带来的危害。最典型的现象就是汽蚀现象对管道阀门的危害。汽蚀现象由闪蒸和空化作用两阶段组成, 闪蒸是当液体静压低于饱和蒸汽压, 快速形成汽液两相的现象; 而当蒸汽泡的环境压力升高时, 汽泡破裂, 蒸汽又变回液相, 这就是空化作用。闪蒸产生蒸汽泡, 对设备材质已开始有侵蚀破坏作用, 而当蒸汽泡破裂, 会产生强烈的冲击力, 这种空化作用进一步加速了对设备材质的破坏。

此外, 在工程热力学这一课题讲解中, 在讲解常规工质水属性的基础上, 增加对其它工质的了解也是十分有益的。例如低沸点有机工质的应用: 工业生产所排放的低温余热热能占总产热量的百分之五十以上。由于没有有效的回收方法, 余热通常会被直接排放到环境中, 对环境造成负面影响, 因此对余热热能的回收利用已成为节能减排工作的重点。当热源温度低于370℃时, 以水为工质的蒸汽动力循环已不能有效地回收余热, 采用以低沸点有机物为工质的热力循环, 能有效将低温热量转换为电能。开发环保、价廉、热性能优异的低沸点有机工质对节能减排具有重要意义和广阔的应用前景。

通过这些工程、生活实例的讲解, 同学们对饱和温度和饱和压力下发生的汽化现象有着更为深入的理解。懂得促使汽化发生的条件不仅有升温, 还可以降压。这些实例不仅能够加深理解, 还能明显提高学生的学习兴趣, 让他们切实感受到科技的奇妙之处。

