

气体的液化

1. 气体液化的条件

气体变成液体的过程叫做液化。任何气体必须在降低温度或同时增加压强的条件下才能液化。那么,使气体液化的两个条件是否需同时具备呢?实验证明,单纯降温可使气体液化,但单纯的加压则不行.

2. 临界温度、临界压力和临界体积

当把温度降低到一定数值,然后加压力即可实现气体的液化,这个温度称为临界温度。即在这个温度以上,无论加多大的压力,气体均不能液化,这个温度叫临界温度(T_c)。在临界温度时,使气体液化所需的最小压力叫临界压力(P_c)。在临界温度和临界压力下,1 mol 气态物质所占有的体积称为临界体积(V_{mc})。

一般情况下,非极性分子(He 、 H_2 、 N_2 、 O_2 等)之间由于吸引力很小,则临界温度很低,难以液化;而强极性分子(如 H_2O 、 NH_3 等),则因具有较大的分子间作用力而比较容易液化。

3. 临界点物质的特性

当气态物质处于临界点时,这时的气体和液体之间的性质差别将消失,两者之间的界面亦将消失。处于临界点的物质既具有气体的性质,又具有液体的性质,但它又不完全等同于气体或液体。它基本上仍是一种气态,但又不同于一般气体,是一种稠密的气态。其密度比一般气体要大两个数量级,与液体相近。但它的粘度比液体小,扩散速度比液体快(约两个数量级),所以有较好的流动性和传递性能。它的介电常数随压力而急剧变化(如介电常数增大有利于溶解一些极性大的物质)。

4. 超临界状态

温度及压力均处于临界点以上的液体叫超临界流体。如图 1.2 中的方格框区域即为超临界 CO_2 流体。

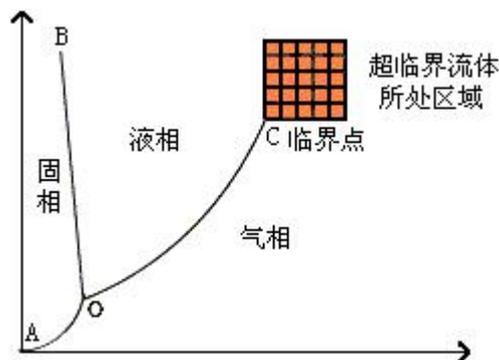


图 1.2 CO_2 的相图

由于 CO_2 的临界温度比较低(31.06°C),临界压力也不高(7.38MPa),且无毒、无臭、无公害,所以在工业应用中常使用 CO_2 超临界流体萃取法进行物质的分离。如用超临界 CO_2 从咖啡豆中除去咖

啡因；从烟草中脱除尼古丁；从大豆或玉米胚芽中分离甘油酯；对花生油、棕榈油、大豆油脱臭等。又例如从红花中提取红花甙及红花醌甙(它们是治疗高血压和肝病的有效成分)；从月见草中提取月见草油(它们对心血管病有良好的疗效)等。使用超临界技术的唯一缺点是涉及高压系统，大规模使用时其工艺过程和技术的要求高，设备费用也大。但由于它优点甚多，仍受到重视。图 1.3 为超临界流体萃取工艺流程图

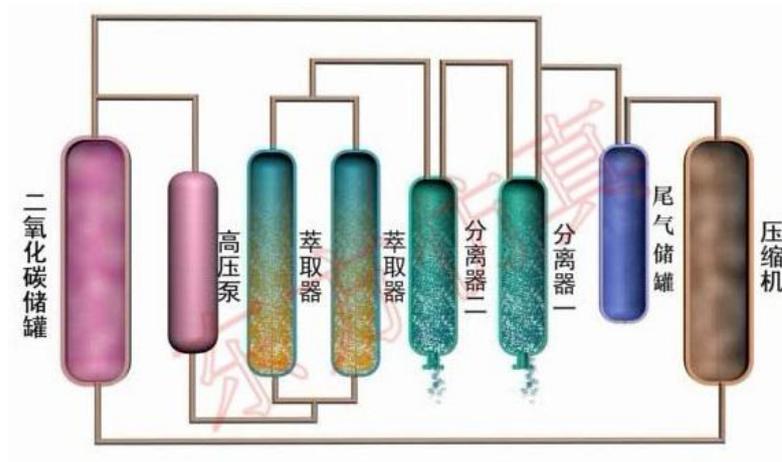


图 1.3 CO₂超临界流体萃取工艺流程图

当水的温度和压强升高到临界点($t=374.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p=22.05\text{ MPa}$)以上时，就处于一种既不同于气态，也不同于液态和固态的新的流体态——超临界态，该状态的水即称之为超临界水。因其具有非常强的极性，可以溶解极性极低的芳烃化合物及各种气体(氧气、氮气、一氧化碳、二氧化碳等)，能够促进扩散控制的反应速率，具有重要的工程意义。如将有机废水或废气通入超临界水进行氧化反应，可以使一些难分解的有机废物被完全氧化成二氧化碳、氮气、水，以及可以从水中分离的无机盐等无毒的小分子化合物，达到净化水或废气的目的。