

化工原理简答题

精馏篇

蒸馏是分离液体均相混合物的典型单元操作。

1、利用混合液中 各组分挥发能力或沸点不同的特性；（分离依据）

2、加热将液体混合物部分气化，由原来的均一相变为两相；（分离手段）

3、通过液相和气相间的 质量传递 来实现分离。

三个基本关系：

（1）相平衡关系： 应用热力学基本理论表达体系的热力学性质的相互关系。

（2）操作关系： 对过程进行 物料和热量衡算 ，关联流入与流出的物流及能流之间关系及 塔内级间物流、能流的关系 ，进而确定给定条件下完成分离要求所需的理论板数、塔内物流流量、组成的分布。

（3）传质速率方程

蒸馏的特点：

（1）通过蒸馏分离可以直接获得所需要的产品

（2）适用范围广，可分离液态、气态或固态混合物

（3）蒸馏过程适用于各种浓度混合物的分离

(4) 蒸馏操作耗能较大，节能是个值得重视的问题

汽-液相平衡关系：是指溶液与其上方蒸气达到平衡时，气相组成与液相组成之间的关系。

理想溶液：根据不同组分分子之间作用力的异同来区分。遵循拉乌尔定律。

理想气体：遵循道尔顿分压定律

当总压不太高（ $<104\text{kPa}$ 时）可视为理想气体。

1. 理想气体的两个假设：① ① 忽略分子体积；
② 忽略分子间作用力。

2. 临界温度低的气体，压力不太大、温度不太低时近似

拉乌尔定律：当理想溶液汽液两相呈平衡时，溶液上方组分的分压与溶液中该组分的摩尔分数成正比。

相对挥发度：一般由实验测定。

若 $a=1$ ，则 $y=x$ ，表明不能用普通蒸馏方法分离。

若 $a>1$ ，则 $y>x$ ，即 a 愈偏离 1 表明用蒸馏方法分离愈容易。

简单蒸馏：。 间歇非稳态操作。在蒸馏过程中系统的温度和汽液相组成均随时间改变。用于组分

之间沸点差异大、分离提纯程度要求不高

简单蒸馏的原理：釜内易挥发组分含量 x 由原料的初始组成 x_F 沿泡点线不断下降直至终止蒸馏时组成 x_W ，釜内溶液的沸点温度不断升高，蒸汽相组成 y 也随之沿露点线不断降低。

简单蒸馏的特点：(1) 为非稳态过程。任一时刻，易挥发组分在蒸汽中的含量 y 始终大于剩余在釜内的液相中的含量 x ，气液平衡瞬间形成又瞬间被新的气液平衡替代。液相浓度沿泡点线不断降低；气相浓度沿露点线不断降低。(2) 以蒸馏釜内残液组成或产品罐中馏出液平均组成降至规定值后，操作停止。

平衡蒸馏的原理是什么？

平衡蒸馏又称为闪蒸，是一连续稳定过程，原料连续进入加热器中，加热至一定温度经节流阀骤然减压到规定压力，部分料液迅速汽化，汽液两相在分离器中分开，得到易挥发组分浓度较高的顶部产品与易挥发组分浓度甚低的底部产品。

平衡蒸馏为稳定连续过程，生产能力大，不能得到高纯产物，常用于只需粗略分离的物料，在石油炼制及石油裂解分离的过程中常使用多组分溶液的平衡蒸馏。

间歇精馏与简单蒸馏比较：

相同点： 间歇操作，非稳态操作

不同点： 间歇精馏有回流和多块塔板，即进行多次部分汽化和多次部分冷凝的过程，精馏操作而简单蒸馏一次部分汽化，无回流。

间歇精馏与连续精馏比较：

相同点： 有回流和多块塔板，即进行多次部分汽化和多次部分冷凝的过程；

闪蒸相当于总进料一次通过一个理论板，进行一次分离。分离效果不及简单蒸馏。

简单蒸馏开始时的气相平衡组分较大，结束时残液中组分较小，所以总的馏出物浓度大于平衡蒸馏。

塔板的作用：（1）塔板提供了 汽液分离的场所

（2）每一块塔板是一个混合分离器 （3）足够的板数可使各组分较完全分离。

回流的作用：提供不平衡的气液两相，是构成气液两相传质的必要条件。

回流液： 在任意塔板上，上一块塔板下来的液体，轻组分含量高，温度低

回流汽：

任意塔板上，下一块塔板上来的汽体，重组分含量高，温度高

间歇精馏与连续精馏：

连续精馏：化工生产以连续精馏为主。操作时，原料液连续地加入精馏塔内，连续地从再沸器取出部分液体作为塔底产品（称为釜残液）；部分液体被汽化，产生上升蒸汽，依次通过各层塔板。塔顶蒸气进入冷凝器被全部冷凝，将部分冷凝液用泵（或借重力作用）送回塔顶作为回流液体，其余部分作为塔顶产品（称为馏出液）采出。

间歇精馏：与连续精馏不同之处是：原料液一次加入精馏釜中，因而间歇精馏塔只有精馏段而无提馏段。在精馏过程中，精馏釜的釜液组成不断变化，在塔底上升蒸气量和塔顶回流液量恒定的条件下，馏出液的组成也逐渐降低。当釜液达到规定组成后，精馏操作即被停止。

提馏塔的特点：塔顶进料，塔顶馏出物全部采出，无回流；只有提馏段，而没有精馏段；回收稀溶液中的轻组分。

塔底进料，只有精馏段，无提馏段适用：（1）相对挥发度较大；（2）高浓度组分的提浓；（3）回收稀溶液中易挥发组分；（4）分离要求不高。

全回流的概念: 若上升至塔顶的蒸气经全凝器冷凝后, 冷凝液全部回流到塔内, 该回流方式称为全回流。

间歇精馏的特点: (1) 非稳态操作过程 (2) 只有精馏段 (3) 操作灵活、适应性强

间歇精馏适用场合

(1) 多组分混合物的初步分离

(2) 所分离的原料是分批获得的: 分离的原料多变; 原料种类多变; 原料组成多变

间歇精馏与简单蒸馏比较:

相同点: 间歇操作, 非稳态操作

不同点: 间歇精馏有回流和多块塔板, 即进行多次部分汽化和多次部分冷凝的过程, 精馏操作而简单蒸馏一次部分汽化, 无回流。

间歇精馏与连续精馏比较:

相同点: 有回流和多块塔板, 即进行多次部分汽化和多次部分冷凝的过程

恒 R 的间歇精馏: 间歇精馏时, 釜液组成不断下降, 因此在恒定回流比下, 馏出液组成必随之减低。通常当釜液组成或馏出液的平均组成达到规定值时, 就停止操作。

恒 X_D 的间歇精馏

：间歇精馏时，釜液组成不断下降，为保持恒定的馏出液组成，回流比必须不断变化。

恒摩尔流假设的条件：上述假设成立需满足下列条件：（1）各组成的摩尔气化潜热相等；（2）气液两相交换的显热可以忽略；（3）塔设备保温良好，热损失可以忽略不计。

恒沸精馏：若在两组分恒沸液中加入第三组分（称为夹带剂），该组分能与原料液中的一个或两个组分形成新的恒沸液，从而使原料液能用普通精馏方法予以分离，这种精馏操作称为恒沸精馏。恒沸精馏可分离具有最低恒沸点的溶液、具有最高恒沸点的溶液以及挥发度相近的物系。

选择夹带剂应考虑的主要因素：

- （1）夹带剂应能与被分离组分形成新的恒沸液
- （2）新恒沸液所含夹带剂的量愈少愈好
- （3）新恒沸液最好为非均相混合物，有利于挟带剂循环
- （4）无毒性、无腐蚀性，热稳定性好
- （5）来源容易，价格低廉

萃取精馏：向原料液中加入第三组分（称为萃取剂），以改变原有组分间的相对挥发度，从而使原料液能用普通精馏方法予以分离，这种精馏操

作称为萃取精馏。

选择萃取剂应考虑的主要因素

- (1) 萃取剂应使原组分间相对挥发度发生显著变化
- (2) 萃取剂的挥发性低，且不与原组分形成恒沸液
- (3) 无毒性、无腐蚀性，热稳定性好
- (4) 来源容易，价格低廉

恒沸精馏与萃取精馏的异同点

相同点： 加入第三组分改变被分离组分间的相对挥发度

不同点：(1) 可供选择的萃取剂物质较多，选择余地大；(2) 萃取剂在操作中基本上不汽化，萃取精馏的能耗比恒沸精馏的小；(3) 萃取剂加入量可变动范围较大，操作控制容易，而恒沸精馏挟带剂的量为定值，因此操作控制及灵活性差；(4) 恒沸精馏操作温度较低，适用于分离热敏性溶液。

吸收篇

吸收：吸收是分离气体混合物的一种单元操作。利用混合气体各组分在溶剂中溶解度的不同，

来分离气体混合物的操作，称为吸收操作。

气体吸收的目的

- ①分离混合气体以获得一定的组分；
- ②除去有害组分以净化或精制气体；
- ③制备某种气体的溶液；
- ④工业废气的治理。

吸收的依据：混合物各组分在某种溶剂中溶解度的差异

吸收剂选择的原则

1. 溶解度大 吸收剂对溶质组分的溶解度要大。
2. 选择性高 吸收剂应对溶质组分有较大溶解度，而对混合气体中的其它组分溶解度甚微。
3. 再生容易
4. 挥发性小 吸收剂的蒸汽压要低，即挥发度要小。
5. 黏度低
6. 化学稳定性高 无毒、无腐蚀、不易燃易爆、不发泡、冰点低、价廉易得，且化学性质稳定。
7. 腐蚀性低
8. 无毒、无害、价廉等

吸收的特点（与蒸馏相比）

1. 吸收采用从外界引入另一相物质（吸收剂）的办法形成两相系统。

2. 溶质进入吸收剂中，所以还需要进一步的分离，才能得到较高纯态的组分。

3. 液相温度远远低于其沸点，溶剂没有显著的气化现象。只有溶质分子由气相进液相的单向传递。

4. 低能耗。

亨利定律：总压不高时，在一定温度下，稀溶液上方气相中溶质的平衡分压与溶质在液相中的摩尔分数成正比，其比例系数为亨利系数。

吸收过程是传质的过程，是溶质从气相转移到液相的过程，这一过程包括溶质在相内的扩散传递，也包括溶质在相间的转移

(1) A 由气相主体到相界面，气相内传递；

(2) A 在相界面上溶解，溶解过程；

(3) A 自相界面到液相主体，液相内传递

分子扩散：在静止或滞流流体内部，若某一组分存在浓度差，则因分子无规则的热运动使该组分由浓度较高处传递至浓度较低处，这种现象称为分子扩散。分子扩散分为：单向扩散与等分子双向扩散。

分子扩散过程的基本定律—费克第一定律：单位时间通过单位面积的物质扩散量与浓度梯度成正比。只要存在浓度差，必然会产生分子扩散。

等分子双向扩散：设由 A、B 两组分组成的二元混合物中，组分 A、B 进行反方向扩散，若二者扩散的通量相等，则称为等分子反方向扩散。

单向扩散：设由 A、B 两组分组成的二元混合物中，组分 A 为扩散组分，组分 B 为不扩散组分（称为停滞组分），组分 A 通过停滞组分 B 进行扩散。

单向扩散情况：

- 1、气相中的溶质 A 不断进入液相
- 2、惰性组分 B 不进入液相
- 3、溶剂 S 不汽化，即液相中没有任何溶剂分子逸出。

气体扩散系数：通常，扩散系数与系统的温度、压力、浓度以及物质的性质有关。对于双组分气体混合物，组分的扩散系数在低压下与浓度无关，只是温度及压力的函数。

液体扩散系数：液体中溶质的扩散系数不仅与物系的种类、温度有关，而且随溶质的浓度而变。

涡流扩散：由流体质点的湍动和旋涡引起的物质

传递

对流传质：物质在湍流流体中的传递，称为对流传质，包括涡流扩散与分子扩散，主要是依靠流体涡流扩散。

涡流扩散系数与分子扩散系数不同，不是物性常数，其值与流体流动状态及所处的位置有关。

有效膜模型：单相对流传质的传质阻力全部集中在一层虚拟的膜层内，膜层内的传质形式仅为分子扩散。

k_L —— 以液相组成摩尔浓度表示推动力的液相对流传质分系数， m/s ；

k_x —— 以液相组成摩尔分率表示推动力的液相对流传质分系数， $kmol/(m^2 \cdot s)$ ；

k_X —— 以液相摩尔比差表示推动力的液相传质分系数， $kmol/(m^2 \cdot s)$

双膜模型的基本论点（假设）

1. 气液两相存在一个稳定的相界面，界面两侧存在稳定的气膜和液膜。膜内为层流，A以分子扩散方式通过气膜和液膜。

2. 相界面处两相达平衡，无扩散阻力。

3. 有效膜以外主体中，充分湍动，溶质主要以涡流扩散的形式传质。

速率方程注意事项：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/666142040045010110>