



吉林工业职业技术学院
JILIN VOCATIONAL COLLEGE OF INDUSTRY AND TECHNOLOGY

化工单元操作技术

项目一 工业酒精提纯

任务2 精馏塔冷态开车—全回流操作与控制

化工与材料技术学院 化工原理教研室



任务回顾

板式塔的结构？

塔内件：塔板、溢流堰、降液管、受液盘

附属设备：冷凝器、再沸器、泵、储罐



任务回顾

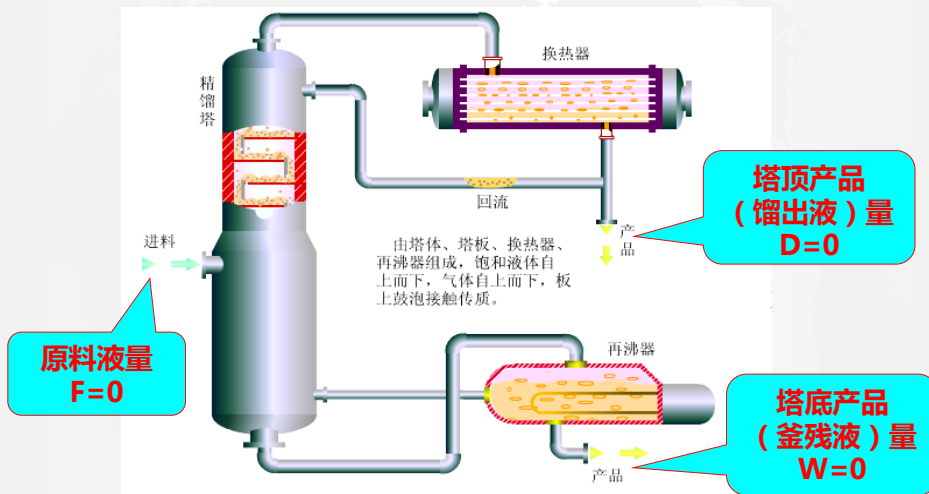
精馏装置开工前的准备？

试车前准备：液位、仪表、阀门

试车：原料泵、预热器
再沸器、回流泵

全回流操作

全回流的条件



塔顶上升蒸汽经全部冷凝后，全部回流至塔内。

全回流操作

全回流操作步骤

产生气相与冷凝液 → 参数控制 → 回流

(~)想一想：精馏操作中的冷凝液如何产生？



再沸器加热产生气相与冷凝液

保证塔顶冷凝器冷凝液出口阀，冷凝液槽放空阀打开时，启动再沸器加热器。

再沸器

全回流操作



打开塔顶冷凝器冷却水出口阀、入口阀、排气阀，排气后关闭排气阀。

(~)想一想：塔内气液两相中乙醇和水的浓度如何变化，如何表示？



全回流操作

全回流操作步骤

产生气相与冷凝液 → 参数控制 → 回流

(~)想一想：全回流操作中温度、压力控制多少，如何控制？

2008-00-15 00:56:24 全通道屏			
塔下出压 58 Pa	塔出压 -2 Pa	塔釜液位 405 mm	备寐 -25 °C
塔顶温度 78 °C	塔板温1 80 °C	塔板温2 80 °C	塔板温3 80 °C
塔板温4 79 °C	塔釜温= 83 °C	塔釜温度 83 °C	宽料叹度 26 °C
加热出温 26 °C	丁换出温 26 °C	再沸出温 81 °C	

➤ 塔顶温度 (78°C左右)

➤ 再沸器out开度

➤ 塔顶压力 (常压)

➤ 放空阀

(~)想一想：全回流操作中为什么要控制温度、压力？

全回流操作

(~)想一想：全回流操作中回流罐 (塔顶产品罐) 液位为多少，如何控制？



回流罐 (塔顶产品罐1/3)

当冷凝液储槽液位达到指定要求时，打开冷凝液转子流量计，当回流罐液位达到指定要求，可进行全回流。

(~)想一想：全回流操作中如何进行回流？

全回流回流泵操作

全回流操作

全回流操作的意义

- 精馏塔开工阶段：为迅速在各层塔板上建立逐渐增浓的液层，既可以减少精馏塔的稳定时间，又可降低不合格产品的产出量；
- 精馏塔的科研实验研究：塔板效率的测定、塔填料性能的测定等；
- 操作中意外使产品浓度降低：进行一定时间的全回流，以便尽快达到正常操作；

引导问题

塔内气、液相中乙醇和水的浓度（相组成）如何变化，如何表示？

乙醇浓度从下而上逐板上升

水的浓度从下而上逐板下降

摩尔分数、质量分数

相组成

1. 摩尔分数：

做一做：取样、测浓度。

组分A的摩尔分数是指混合物中组分A的物质的量占混合物总物质的量的分数，以 x_A 表示。

2. 质量分数：

组分A的质量分数是指组分A的质量占混合物总质量的分数，以 a_A 表示。

3. 质量分数和摩尔分数的换算关系：

$$x_A = \frac{a_A/M_A}{a_A/M_A + a_B/M_B} \quad a_A = \frac{x_A M_A}{x_A M_A + x_B M_B}$$

式中M为组分的摩尔质量，kg/kmol。

引导问题

全回流操作中为什么要控制温度、压力？

- 安全生产
- 保证产品质量

气液平衡关系

1. 气液平衡



气液平衡：两相的组成及性质均不发生变化。

气液平衡关系：溶液与其上方的蒸气达到平衡时，系统的总压、温度及各组分在气、液两相中组成间的关系。

气液平衡关系

2. 相律

相律表示平衡的物系中，自由度数目 F 、相数 ϕ 和独立组分数 C 之间的关系，

$$\text{即： } F = C - \phi + 2$$

式中数字2表示外界影响平衡状态的两个因素即压强和温度。

对两组分 (A+B) : $F = 2 - 2 + 2 = 2$ 自由度为2

故对双组分系统， P 一定时，其组成 $x(y)$ 和温度 t 就有一一对应的关系。

因此在蒸馏生产中，可以采用改变操作温度的办法来调节液相产品组成，并尽量保持塔顶温度不变，以保持塔顶产品质量的稳定。

气液平衡关系

3. 气液平衡关系的表示方法

(1) 拉乌尔定律

理想溶液的气液平衡关系遵循拉乌尔定律。

$$p_A = p_A^0 x_A \quad p_B = p_B^0 x_B = p_B^0 (1 - x_A)$$

式中： p — 溶液上方组分的平衡分压，Pa；

x — 溶液中组分的摩尔分数；

p^0 — 同温度下纯组分的饱和蒸气压，Pa；

纯组分的饱和蒸气压是温度的函数。

在指定的压强下，混合液的沸腾条件是： $P = p_A + p_B$

气液平衡关系

3. 气液平衡关系的表示方法

(2) 气液平衡相图

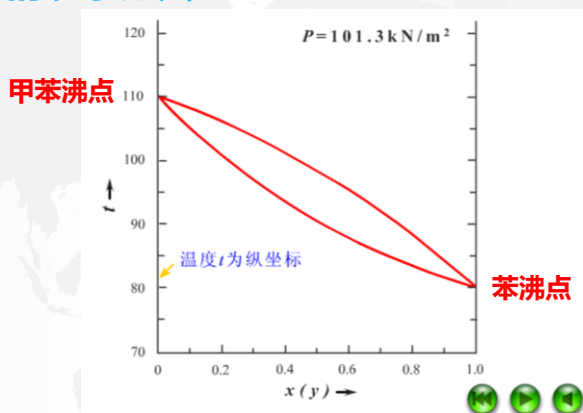
① t-x-y相图

➤ 两个点：
轻组分沸点
重组分沸点

➤ 两条线：

t-y线：气相线，饱和蒸气线或露点线；

t-x线：液相线，饱和液体线或泡点线。



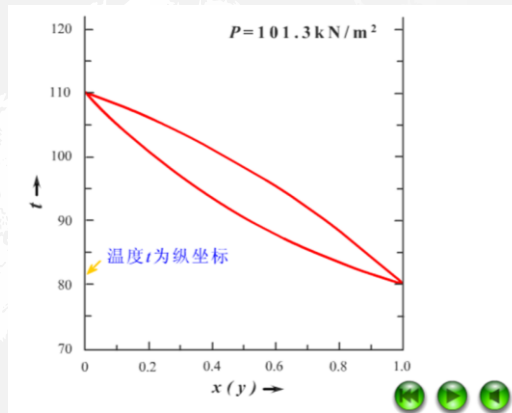
气液平衡关系

3.气液平衡关系的表示方法

(2)气液平衡相图

①t-x-y相图

- 三个区：
 - 液相区；
 - 过热蒸气区；
 - 气、液共存区；



气液平衡关系

3.气液平衡关系的表示方法

(2)气液平衡相图

①t-x-y相图

- **加热过程及浓度确定**
- 混合溶液的沸点是一个范围，而不是一个温度；
- 若要进行分离，必须加热到气液共存区；

分离依据：多次部分气化得到较浓轻组分；多次部分冷凝得到较浓重组分。

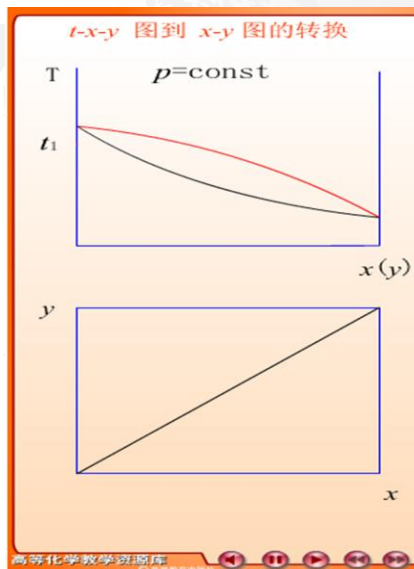
气液平衡关系

3.气液平衡关系的表示方法

(2)气液平衡相图

②x-y相图

- 两条曲线：
 - 平衡线
 - 对角线



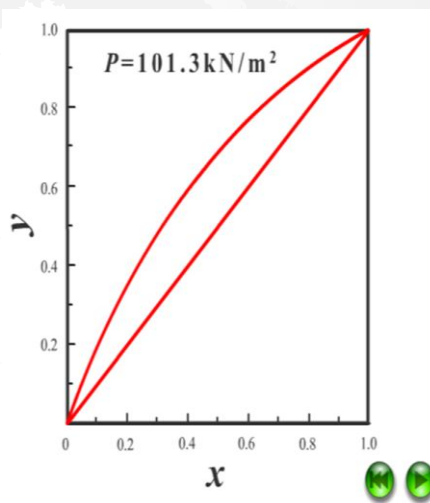
气液平衡关系

3.气液平衡关系的表示方法

(2)气液平衡相图

②x-y相图

- 平衡线上任一点表示气液平衡时组成 $y > x$ ；
- 对角线上点表示 $y = x$ ，不可分离；
- 平衡线距对角线愈远，表挥发性能愈大，易分离。



气液平衡关系

3.气液平衡关系的表示方法

(3)气液平衡方程

①挥发度

挥发度表示物质（组分）挥发的难易程度。

纯液体的挥发度可以用一定温度下该液体的饱和蒸气压表示。

在同一温度下，蒸气压愈大，表示挥发性愈大。

②相对挥发度 α

混合液中两组分挥发度之比称为该两组分的相对挥发度。

气液平衡关系

3.气液平衡关系的表示方法

③气液平衡方程

$$y = \frac{\alpha x}{1 + (\alpha - 1)x}$$

α 的物理意义：

- (1) α 可以用来判断分离的难易程度；
- (2)若 $\alpha > 1$ ，则 $y > x$ ，可用蒸馏方法分离，且 α 愈大， x - y 图中平衡线愈远离对角线，物系愈易分离；
- (3) $\alpha = 1$ ，无法用普通蒸馏方法分离。

考核

- 以小组为单位按考核
- 实践操作依据考核表进行评分
- 理论问题依据题库随机抽取

小结

- 产品量 $D=0$
- 全回流：
 - 原料液流量 $F=0$
 - 残液量 $W=0$
- 再沸器加热，冷凝器上水
- 全回流操作：
 - 参数控制
 - 回流
- 气液平衡关系：溶液与其上方的蒸气达到平衡时，系统总压、温度及各组分在气、液两相中组成间的关系。
- 拉乌尔定律
- 气液平衡关系表示方法：
 - 气液平衡相图
 - 气液平衡方程

布置任务

- 将**任务单**上的问题整理至报告册上
- 按照**任务单**上的要求预习部分回流相关知识

下课了

- 知识在实践中“精馏”！
- 技能在学习“吸收”！

