



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4 精馏塔冷态开车—稳定操作与控制

化工与材料技术学院 化工原理教研室



任务回顾

➤ 精馏原理

同时而且多次地进行部分气化与部分冷凝

➤ 进料热状况

冷液体进料、饱和液体进料、气液混合进料、饱和蒸汽进料、过热蒸汽进料

任务训练

1.精馏装置开工前的准备？

试车前准备：阀门、仪表、液位

试车：再沸器、原料泵、预热器、回流泵

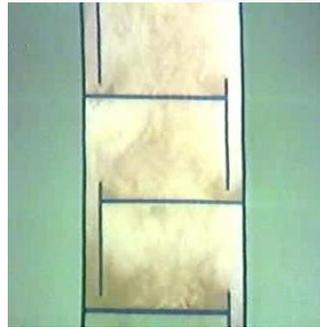
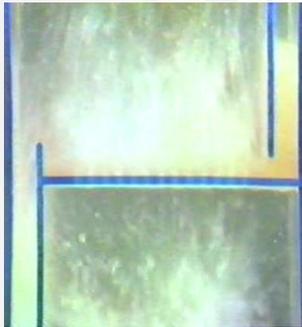
引导问题

全回流及部分回流过程中如果长时间高负荷加热会出现什么现象？反之，如果长时间低负荷加热又会出现什么现象？

板式塔内非正常 操作现象

1. 液泛

当两相中之一的流量增加到一定程度，降液管内的液体漫过上一层塔板溢流堰后，并漫到上一层塔板上去，这种现象称为液泛。



板式塔内非正常 操作现象

1. 液泛

分类：液泛 { 夹带液泛
降液管液泛

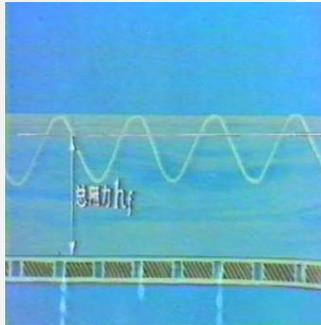
原因：气液两相流速过大

影响因素：流量、塔板结构

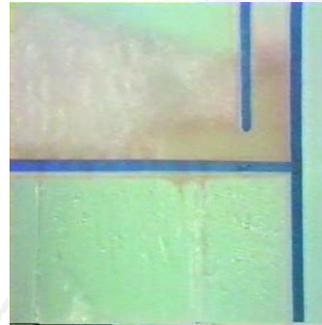
板式塔内非正常 操作现象

2. 漏液

当气体流量减小，致使上升气体通过升气孔道时动压不足以阻止板上液体经孔道流下时，便产生漏液现象。



随机性漏液



倾向性漏液

板式塔内非正常 操作现象

2. 漏液

原因：气速太小、板面上液面落差

结果：两相在塔板上的接触时间↓ → 板效率↓

控制：漏液量不大于液体流量的10%

漏液气速：漏液量达到10%的气体速度

——板式塔操作的气速下限

板式塔内非正常 操作现象

想一想：

1. 精馏操作中出现淹塔时，如何迅速调整为正常操作？
 - a 减小液体回流量（增大塔顶产品采出量）
 - b 增大塔底采出量
 - c 减小热源
 - d 关小再沸器回流蒸气阀门（以b、c为前提）
 - e 减小进料量

2. 精馏操作中出现严重泄漏时，如何使其正常操作？
 - a 增大气量
 - b 减小开孔率
 - c 减小回流液量（局限：造成浓度降低）

板式塔内非正常 操作现象

3. 过量液沫夹带

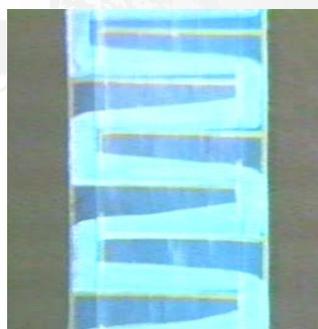
现象：液滴随气体进入上层塔板。

后果：板效率下降

影响因素

- 空塔气速：空塔气速减小，液沫夹带量减小
- 塔板间距：板间距增大，液沫夹带量减小

控制：液沫夹带量 $e_v < 0.1\text{kg(液)/kg(气)}$ 。



任务训练

2.精馏塔全回流操作？

- 再沸器升温（放空打开）
- 打开塔顶冷凝器（顶温 40°C ）
- 全回流（顶温 78°C 、回流罐液位 $1/3$ ）
- 控制塔顶温度和压力

引导问题

在回流过程中，回流转子流量计数值为多少，如何表示，如何控制？

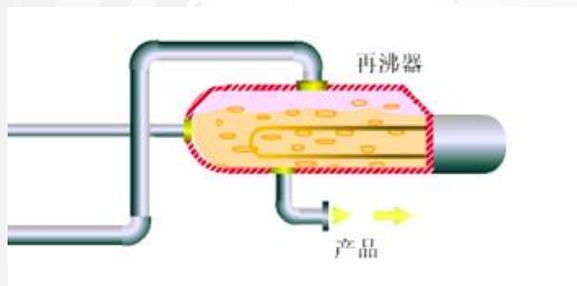
理论板

1. 理论板的概念

气、液两相都充分混合，且传热及传质过程阻力均为零的理想化塔板。

离开该板时气、液两相达到平衡状态，即两相温度相等，组成互成平衡。

理论板仅用作衡量实际板分离效率的依据和标准。



再沸器相当于一块理论板

恒摩尔流假定

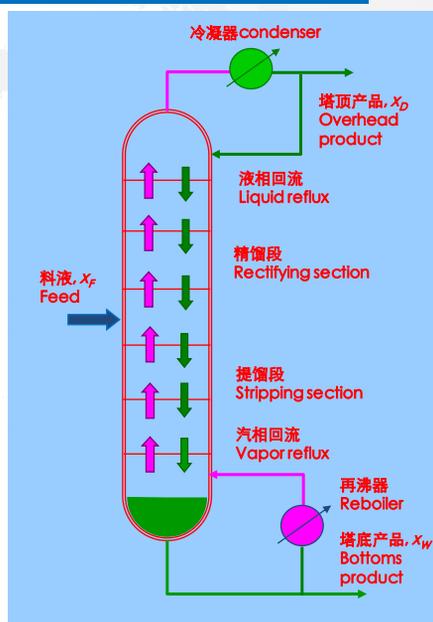
1. 恒摩尔气流

$$V_1 = V_2 = \dots V = \text{常数}$$

$$V'_1 = V'_2 = \dots V' = \text{常数}$$

式中： V —— 精馏段上升蒸汽的摩尔流量，kmol/h;

V' —— 提馏段上升蒸汽的摩尔流量，kmol/h。



恒摩尔流假定

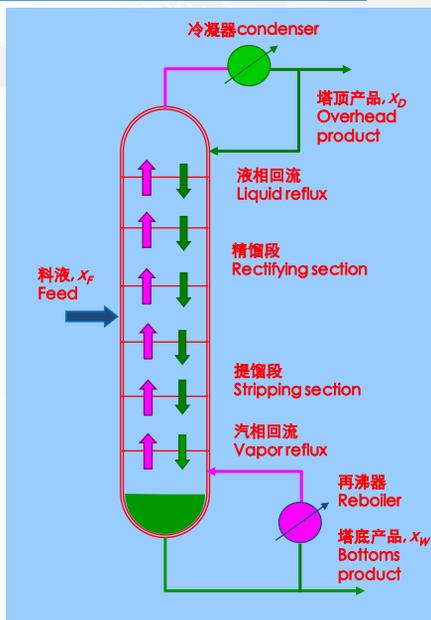
2. 恒摩尔液流

$$L_1 = L_2 = \dots = L = \text{常数}$$

$$L'_1 = L'_2 = \dots = L' = \text{常数}$$

式中： L ——精馏段下降液体的摩尔流量， kmol/h ；

L' ——提馏段下降液体的摩尔流量， kmol/h 。



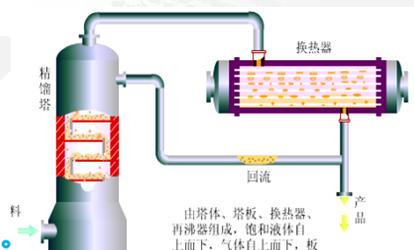
回流比

1. 回流比

$$R = L/D$$

L —回流液流量， kmol/h ；

D —塔顶馏出液流量， kmol/h 。



2. 全回流和最少理论板层数

全回流：塔顶上升蒸汽经冷凝后，全回流至塔内。

➤ $D=0$ ， $F=0$ ， $W=0$ ；

➤ $R=L/D=\infty$ ；

➤ 此时所用的理论板层数最少。

回流比

3. 最小回流比

对于一定分离任务，若逐渐减小回流比，则气、液传质推动力减小，完成分离任务所需理论板数增多。

当回流比减小到某一数值后，所需理论板数为无穷多（既有多少塔板都完不成分离任务），此时相应回流比称为最小回流比，以 R_{\min} 表示。

4. 适宜回流比

适宜的回流比是指操作费用和投资费用之和为最低时的回流比。

$$R = (1.1 \sim 2) R_{\min}$$

任务训练

3. 精馏塔部分回流操作？

(1) 进料和预热器升温

(2) **塔顶和塔底采出**

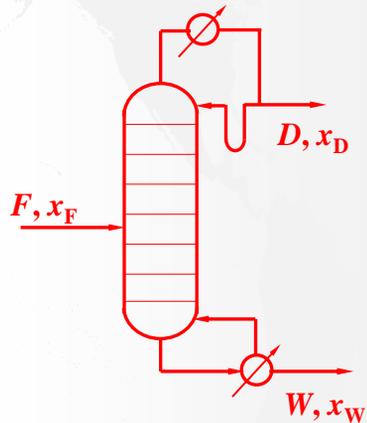
全塔物料衡算

$$\begin{cases} F = D + W \\ Fx_F = Dx_D + Wx_W \end{cases}$$

其中：

F 、 D 、 W —分别表示原料、塔顶产品（馏出液）、塔底产品（釜残液）流量， kmol/h ；

x_F 、 x_D 、 x_W —分别表示原料液、塔顶产品、塔底产品中易挥发组分的摩尔分数。



全塔物料衡算

分离要求：

- 规定易挥发组分在馏出液和釜残液的组成 x_D 和 x_W 。
- 规定馏出液组成 x_D 和馏出液中易挥发组分的回收率。

$$\eta_D = \frac{Dx_D}{Fx_F}$$

- 规定馏出液组成 x_D 和塔顶采出率 D/F

■ 停车操作

- 停预热器，停进料；
- 停再沸器；
- 停塔底产品采出；
- 停回流、停塔顶冷凝器冷凝水；
- 关总电源；

■ 精馏操作影响因素

1.塔压的影响与调节

塔压发生变化时，首先要判断引起压力变化的原因，而不是简单地只从调节上使塔的压力恢复正常，要从根本上消除变化的因素，才能不破坏塔的操作。

- (1)进料量不变的情况下，用塔顶的液相采出量来调节塔压；
 - ①产品采出多，塔压下降；②采出量减少，塔压上升；
- (2)在采出量不变的情况下，用进料量调节塔压；
 - ①进料量加大、塔压上升；②进料量减小、塔压下降。
- (3)在工艺指标允许的范围内，可以通过釜温的变化来调节塔压；
 - ①提高釜温，塔压上升；②降低釜温，塔压下降。

精馏操作影响因素

2.温度的影响与调节

(一)塔顶温度的调节

在精馏过程中，塔顶压力一定时，塔顶温度高低就反映了塔顶产品组成，只有保持一定的塔顶温度才能保证一定的馏出液组成。

(1)影响因素：进料热状况、操作压力及塔釜温度；

(2)调节方法：

①塔顶温度低时，应适当减少回流量，提高塔顶采出量；

②塔顶温度高时，应适当加大回流量，减少塔顶采出量；

精馏操作影响因素

2.温度的影响与调节

(二)塔釜温度的调节

在精馏过程中，当塔压一定时，被分离的液体混合物，其气化程度决定于温度，而温度由再沸器的蒸气量控制。只有保持一定的釜温，才能保证一定的残液组成。

(1)影响因素：

①进料组成变化会引起釜温波动；

②调节回流比也会引起釜温变化；

③精馏塔压力波动，也会引起釜温变化；

(2)调节方法：

当釜温变化时，通常是用调节再沸器加热量来使釜温调节正常。

■ 精馏操作影响因素

3.回流比的影响与调节

选择最佳回流比是精馏装置节能的一项重要措施。操作中，回流量是直接影响产品质量和塔的分离效果的重要因素。

当操作过程中，塔顶温度升高，塔釜温度降低，塔顶、塔釜产品质量均不符合要求时，通常采用的方法是：

在加大回流比的同时增加塔釜加热蒸气量。

■ 精馏操作影响因素

4.塔釜液位的影响与调节

塔釜液面的稳定是保证精馏塔的平稳操作的重要条件之一。

(1)影响因素：

- ①釜液组成的变化； ②进料组成的变化；
- ③进料量的变化； ④调节机构失灵；

(2)调节方法：

①用釜液的排出量控制

- 塔釜液面增高，排出量增大；
- 塔釜液面降低，排出量减少；

②用加热釜加热剂量控制

- 塔釜液面增高，加热剂量加大；
- 塔釜液面降低，加热剂量减小；

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

1.精馏塔非正常操作现象

液泛、漏液、过量液沫夹带

2.回流比

$$R=L/D \quad R_{\text{opt}}= (1.1 \sim 2.0) R_{\text{min}}$$

3.全塔物料衡算方程

$$\begin{cases} F = D + W \\ Fx_F = Dx_D + Wx_W \end{cases}$$

布置任务

- 将**任务单**上的问题整理至报告册上
- 按照**任务单**上的要求预习稳定运行相关知识

下课了

- 知识在实践中“精馏”！
- 技能在学习“吸收”！

