



中国地质大学

化工原理

实 验 报 告

实验四 精馏实验

班 级： 031112 班

小 组： 第六组

指导老师： 刘惠仙

组 长： 陈 名

组 员： 魏建武 曹 然

实验时间：2013 年 11 月 29 日

目录

一、实验内容	1
二、实验目的	1
三、实验原理	1
(一) 精馏塔的效率及测定	1
(二) 精馏塔的操作及调节	2
1. 精馏过程的稳定操作	2
2. 精馏塔操作过程中的流体力学现象	2
3. 精馏塔操作过程的调节	3
4. 精馏塔内的温度分布与温度灵敏板	5
四、实验设计	5
(一) 实验方案	5
(二) 主要检测点	6
(三) 实验装置流程	6
1. 主要设备	6
2. 实验装置流程图	7
五、实验操作	7
六、数据记录与处理和结果分析与讨论	8
(一) 数据记录与处理	8
(二) 结果分析与讨论	9
七、思考题	10

实验四 精馏实验

一、实验内容

采用乙醇—水物系测定精馏塔全塔效率

二、实验目的

1. 了解板式精馏塔的结构及精馏流程；
2. 理论联系实际，掌握精馏塔的操作；
3. 掌握精馏塔全塔效率的测定方法。

三、实验原理

（一）精馏塔的效率及测定

塔板效率是精馏塔设计的重要参数之一。有关塔板效率的定义有如下几种：点效率、Murphree 板效率、湿板效率和全塔效率。影响塔板效率的因素有很多，如塔板结构、气液相流量和接触状况以及物性等诸多因素，都对塔板效率有不可忽视的影响。迄今为止，塔板效率的计算问题尚未得到很好的解决，一般还是通过实验的方法测定。

由于众多复杂因素的影响，精馏塔内各板和板上各点的效率不尽相同，工程上有实际意义的是在全回流条件下测定全塔效率。全塔效率的定义如下：

$$\eta = \frac{N_T - 1}{N} \times 100\% \quad (1)$$

其中：

N_T ——全回流下的理论板数（包括塔釜的贡献）；

N ——精馏塔的实际塔板数。

只要在全回流条件下测得塔顶和塔底目的组分浓度 X_D 和 X_W ，即可根据物系的相平衡关系，在 $y-x$ 图上通过作图法求得 N_T ，并根据式①得出 η 。

全塔效率是板式精馏塔分离性能的综合量度，它不仅与影响点效率、板效率的各种因素有关，而且还包括了塔板上气液相组成变化的影响。因此，全塔效率是一个综合了塔板结构、物性、操作变量等诸多因素影响的参数。

(二) 精馏塔的操作及调节

精馏塔操作的指标包括质量指标和产量指标。质量指标是塔顶产品和塔底产品都要达到一定的分离要求；产量指标是指在规定时间内要获得一定数量的合格产品。操作过程中调节的目的是要根据精馏过程的原理，采用相应的控制手段，调整某些工艺操作参数，保证生产过程稳定连续的进行，并能满足过程的质量指标和产量指标。

1. 精馏过程的稳定操作

(1) 在进料条件和工艺分离要求确定后，要严格维持塔内的总物料平衡和组分物料平衡，即要满足：

$$F = W + D \quad (2)$$

$$FX_{Fi} = DX_{Di} + WX_{wi} \quad (3)$$

当总物料不平衡时，若进料量大于出料量，会引起淹塔；相反，若出料量大于进料量则会导致釜干料，最终将破坏精馏塔的正常操作。

由式②和式③得到：

$$\frac{D}{F} = \frac{X_{Fi} - X_{wi}}{X_{Di} - X_{wi}} \quad (4)$$

$$\frac{W}{F} = 1 - \frac{D}{F} \quad (5)$$

其中， D/F 、 W/F 分别称为塔顶、塔底的采出率。

显然，在进料 F 、进料组成 X_{Fi} 以及产品分离要求 X_{Di} 、 X_{wi} 一定的情况下，塔顶和塔底的采出率要受到物料衡算的制约。换言之，在进料条件一这时，采出率的变化将直接影响塔顶和塔底的产品组成。如果采出率控制不适当，即使再增大回流比或增加塔板数，也不能获得合格的产品。

(2) 回流比是精馏过程重要的设计和操作参数之一。在塔板数一定的情况下，要保持足够的回流比或回流量，才能保证精馏分离的效果。回流比的大小可根据理论计算或直接通过实验测定加以确定。

2.精馏塔操作过程中的流体力学现象

在精馏塔操作过程中，塔内要维持正常的气液负荷，避免发生以下不正常操

作状况。

（1）液沫夹带

液体被上升的气气流夹带至上层塔板，这种现象称为液沫夹带。液沫夹带是一种与液体主流方方向相反地流动，属返混现象。在一般情况下，液沫夹带会导致塔板效率降低，严重时会发生夹带液泛，破坏塔的正常操作。一般认为液沫夹带率小于 10%属于正常。操作气速过大是导致过量液沫夹带的主要原因。

（2）漏液

在正常操作范围内，液相和气相在塔板上呈错流接触，但是，当操作气速过小时，部分液体会从塔板开孔处直接漏下，这种漏液现象对精馏过程是不利的，它使气、液两相不能充分接触。漏液严重时，将使塔板上下不能积液而不能正常操作。

（3）溢流液泛

由于降液管通过能力的限制，当气液负荷增大到一定程度，或塔内其塔板的降液管有堵塞现象时，降液管内的清液层高度将增加，当降液管液面升至溢流堰板上沿时，降液管内的液体流量为极限流量，若液体流量超过此极限值，塔板上开始积液，最终会使全塔充满液体，引起溢流液泛，破坏塔的正常操作。

（4）塔板压降及塔釜压力

塔板压降是精馏塔一个重要的操作控制参数，它反映了塔内气液两相的液体力学状况。一般以塔釜压力 p_B 来表示塔内各板的综合压降：

$$p_B = p_T + \sum \Delta p_i \quad \text{⑥}$$

其中：

p_T 表示塔顶压力， Δp_i 为塔板压降。

当塔内发生严重雾沫夹带时， p_B 将增大。若 p_B 急剧上升，则表明塔内可能发生液泛；如果 p_B 过小，则表明塔内已发生严重漏液。通常情况下，设计完善的精馏塔应有适当的操作压降范围。

3.精馏塔操作过程的调节

操作条件的变化或外界的扰动，会引起精馏塔操作的不稳定。在操作过程中必须及时予以调节，否则将影响分离效果，使产品质量不合格。

（1）塔顶采出率 D/F 过大所引发的现象及调节方法

前已指出，当进料条件和分离要求已经确定后，在正常情况下，塔顶和塔底采出率在大小要受到全塔物料平衡的制约，不能随意规定。在操作过程中，如果塔顶采出率 D/F 过大，则必 $DX_{Di} > FX_{Fi} - WX_{Fi}$ （ i 为轻组分）。随着过程的进行，塔内轻组分将大量从塔顶馏出，塔内各板上的轻组分的浓度将逐渐降低，重组分则逐渐积累，浓度不断增大。最终导致塔顶产品浓度不断降低，产品质量不合格。

由于采出率的变化所引起的现象可以根据塔内的温度分布来分析判断。当操作压力一定时，塔内各板的气、液相组成与温度存在着对应关系。若 D/F 过大，随着轻组分的大量流失，塔内各组分的浓度逐渐增大，因而各板的温度也随之升高。由于塔釜中物料绝大部分为重组分，因而塔釜温度没有塔顶温度升高得明显。

对于 D/F 过大所造成的不正常现象，在操作过程中应及时发现并采取有效的调节措施以纠正。通常的调节方法是：保持塔釜加热负荷不变，增大进料量和塔釜出料量，减小塔顶采出量。使得精馏塔在 $DX_{Di} < FX_{Fi} - WX_{Fi}$ 的条件下操作一段时间，以迅速弥补塔内的轻组分量，使之尽快达到正常的浓度分布。使塔顶的温度迅速下降至正常值时，再将进料量和塔顶、塔底出料量调节至正常操作数值。

（2）塔底采出率 w/F 过大所引发的现象及调节方法

塔底采出率 W/F 过大所引发的现象和产生的后果恰与 D/F 过大的情况相反。由于重组分大量从塔釜流出，塔内各板上的重组分浓度逐渐减小，轻组分逐渐积累最终使得塔釜液体中轻组分的浓度逐渐升高。如果精馏的目的产品是塔底液体，那么这种不正常现象的结果将导致产品不合格；如果目的产品是塔顶馏出物，则由于 W/F 过大，将有较多的产品从塔底流失。

由于 W/F 过大的情况的调节方法是：增大塔釜加热负荷，同时加大塔顶采出量（回流量不变），使过程在 $DX_{Di} > FX_{Fi} - WX_{Fi}$ 的条件下操作。同时，可视具体的情况适当减小进料量和塔釜采出量。待釜温升至正常值时，再调节各有关参数，使过程在 $DX_{Di} = FX_{Fi} - WX_{Fi}$ 的正常情况下操作。

（3）进料条件变化所引发的现象及调节方法

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/295001223101012002>