

文章编号: 1005-8893 (2005) 01-0062-03

# PID 法控制间歇精馏<sup>\*</sup>

韶 晖, 叶 青

(江苏工业学院 化学工程系, 江苏 常州 213016)

**摘要:** 间歇精馏是化工生产中处理小批量物料或多组分混合物初步分离成几个馏分, 为方便操作和简化设备而进行的一种操作。讨论了在全回流下, 汽化速率和塔板效率的关系, 以及部分回流时, 回流比与塔板效率的关系。并选定回流比为 6, 进行 PID 控制器的参数整定, 优化控制间歇精馏操作。

**关键词:** 间歇精馏; 总板效率; PID 控制器参数的整定

**中图分类号:** TQ 028.1      **文献标识码:** A

间歇精馏又称分批精馏<sup>[1]</sup>, 是精细化工生产中的重要单元操作。其主要特点是: ①能单塔分离多组分混合物; ②允许进料组分浓度在很大的范围内变化; ③可适用于不同分离要求的物料, 如相对挥发度及产品纯度要求不同的物料。此外, 间歇精馏还适用于高沸点、高凝固点和热敏性物料等特殊情况的分离。近年来, 精细化学品和特殊化学品等高附加值产品行业的迅速发展, 以及由于环保要求和降耗挖潜为目的进行溶剂回收再利用, 使间歇精馏受到前所未有的重视<sup>[2, 3]</sup>。

在间歇精馏中有两种操作方式: 保持恒定的回流比, 馏出液的浓度不断降低; 保持恒定的馏出液浓度, 不断提高回流比。本论文中, 通过控制 T1 板的温度来控制塔顶馏出液组成, 回流比的恒定则是通过设置回流时间来控制。

本论文探讨了如何通过电脑软件, 进行 PID 控制器的参数整定<sup>[4]</sup>, 优化控制间歇精馏操作。

## 1 实验部分

### 1.1 实验仪器

**仪器:** 阿贝折光仪 (WZS-D)、恒温水浴、秒表、电子天秤; **装置:** 间歇精馏塔 (Armfield 公

司); PID 控制器 PCT20H (HONEYWELL 公司)。

### 1.2 原料与试剂

乙醇 (分析纯); 正丁醇 (分析纯)。

### 1.3 实验装置

图 1 为间歇精馏装置。精馏塔为玻璃制成, 共有 8 块筛板, 直径为 50 mm。

将配制好的物料, 通过再沸器 (Reboiler) 上的加料口加入到再沸器中。通冷却水, 流量为 3 L/min。将开关都打开。再打开再沸器加热开关, 并置于 MANUAL (手动档)。在控制面板上, 调节加热功率进行加热, 当达到一定温度时, 将会观察到塔顶有冷凝液出现。如果是部分回流, 将回流控制器控制开关打开, 然后, 将选择开关置于 MANUAL (手动档) 便可。通过控制面板上的 SET 和  $\Delta$  来调节回流时间。本装置除可进行常压间歇精馏外, 还可进行减压间歇精馏操作, 如热敏性物质或易燃、易爆物质均可进行操作; 设备同时也可进行萃取间歇精馏。

### 1.4 分析方法

本实验采用折光仪作为分析混合物中各物质组

\* 收稿日期: 2005-03-03

基金项目: 财政部与地方共建项目 (Z02044)

作者简介: 韶晖 (1969-), 女, 江苏如皋人, 南京工业大学博士生, 讲师。

成。为了使结果不受环境影响，采用恒温槽，测得的折光率为恒温度下的数值。

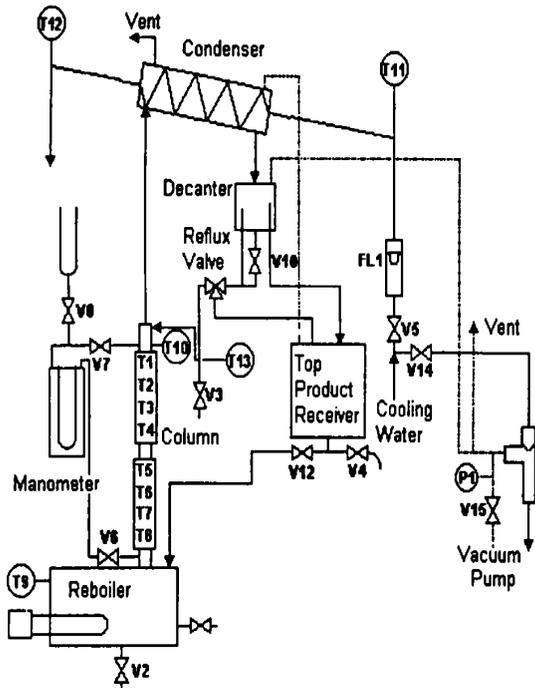


图 1 间歇精馏装置图

Fig. 1 Instrument for batch distillation

## 2 实验结果与讨论<sup>[5]</sup>

### 2.1 全回流操作

全回流操作时，汽化速率与精馏塔总板效率的关系见图 2、图 3。

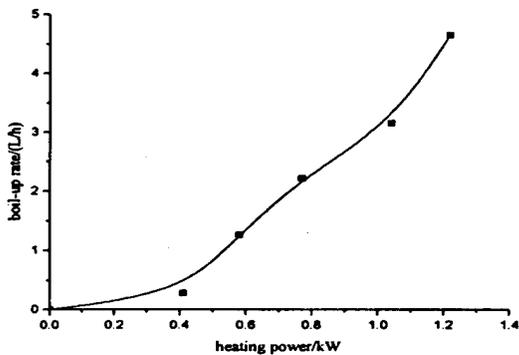


图 2 汽化速率与加热功率的关系

Fig. 2 Relation between boil-up rate and heating power

图 3 是在全回流操作下，塔的总板效率随加热功率变化的曲线图。加热功率小于 0.4 kW 时，塔内则没有鼓泡现象发生。加热功率在 1~0.4 kW 时，塔内局部鼓泡，分离效果相差不大。加热功率大于 1 kW，汽液两相充分接触，整个塔呈鼓泡状态，分离效果较好。

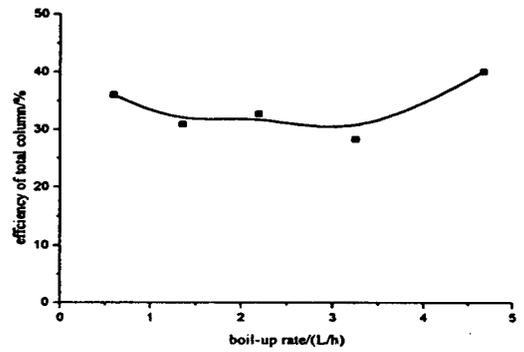


图 3 汽化速率与总板效率之间的关系

Fig. 3 Relation between boil-up rate and efficiency of total column

### 2.2 部分回流操作

加热功率  $p_1=1.22\text{ kW}$ 、 $p_2=1.00\text{ kW}$ 、 $p_3=0.81\text{ kW}$  时，总板效率与回流比的关系见图 4。

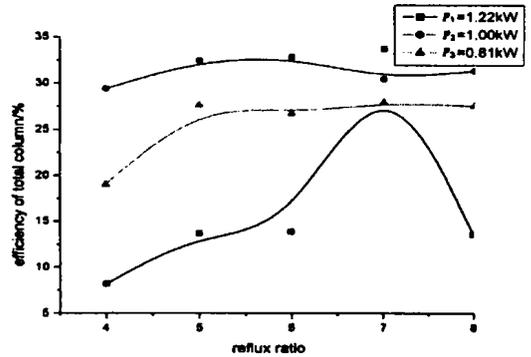


图 4 总板效率与回流比的关系

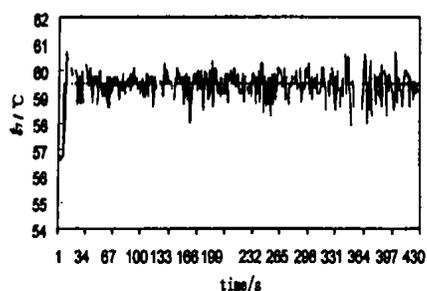
Fig. 4 Relation between efficiency of total column and reflux ratio

从图 4 中可以看到，在加热功率一定的条件下，总板效率均是随着回流比的增加先增大，然后又逐渐减小，呈波动状态。加热功率为 1.22 kW 时，最佳回流比为 7:1；加热功率为 1.00 kW 时，最佳回流比为 6:1；加热功率为 0.81 kW 时，最佳回流比接近 5:1。因此，从经济出发，选用加热功率为 1.00 kW，回流比为 6，来进行 PID 参数的整定。

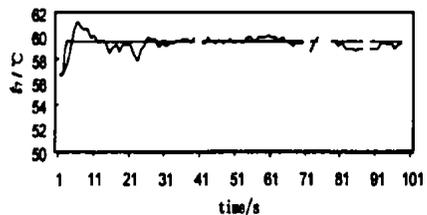
### 2.3 用 PID 控制器进行参数的整定

PID 参数整定的效果见图 5。

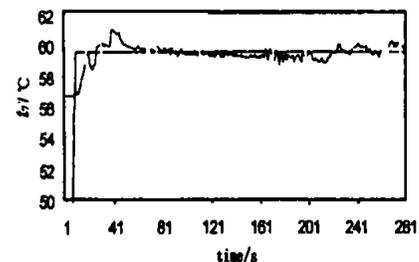
由图 5 (a)、(b) 可以看到，当只整定 P 值，其它两个参数值不变，间歇精馏系统第 7 块板的温度的稳定性有显著提高。由图 5 (b)、(c) 可知，当增加了微分作用，间歇精馏系统的第 7 块板的温度稳定性又有了进一步的提高。由此可以看到参数



(a)  $P=50; I=4; D=0$



(b)  $P=42.7; I=4; D=0$



(c)  $P=42.7; I=4; D=0.6$

图5 PID 参数整定后效果图

Fig. 5 Effect of regulation the parameter of PID

整定的重要性。通过整定 PID 参数可以优化系统,使系统达到不同分离要求。对于热敏性物质,便可通过温度控制来实现对它们的操作。

### 3 结 论

①全回流时,较低的气化速率下,总板效率变化并不明显;当气化速率较高时,总板效率则增加;②确定了部分回流时,总板效率与回流比的关系,选用回流比为 6.00 对 PID 参数进行整定;③从 PID 参数整定效果图中可以看到,进行参数整定明显可以优化系统,使得系统更加稳定,满足要求更为严格的处理。

#### 参考文献:

[1] 陈敏恒,丛德滋,方图南,等.化工原理[M].下册.第二版.北京:化学工业出版社,1999.86-105.  
 [2] 白鹏,张健,姜志,等.间歇精馏新型操作方式的研究进展[J].化学工业与工程,2000,17(4):235-230.  
 [3] 厉玉鸣.化工仪表及自动化(化学工程与工艺专业适用)[M].第三版.北京:化学工业出版社,1999.11,132-137.  
 [4] 范正明,邱滔,邻.对氯甲苯的精馏分离计算[J].江苏石油化工学院学报,2001,13(2):26-29.  
 [5] 刘芙蓉,金鑫丽,王黎,等.分离过程及系统模拟[M].北京:科学出版社,2001.7,52-62.

## Batch Distillation's Control of the PID

SHAO Hui, YE Qing

(Department of Chemical Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China)

**Abstract:** Batch distillation was used in chemical industry as way to treat small quantity of feed or initial separation of multiple compositions to get several initial products, so it was a kind of simple operation. This paper discusses the relationship between boil-up rate and the efficiency of the tower under total reflux, and the relationship between the reflux ratio and the efficiency of the tower under partial reflux. Finally, the reflux ratio was chosen six. Research was done on the control of the PID and a group of parameters was achieved under which the system would work better.

**Key words:** batch distillation; the efficiency of the total column; PID controller