

精馏实验仿真培训 软件操作说明书

 **BR** **欧倍尔**

北京欧倍尔软件开发有限公司

2013 年 06 月

一、实验目的

- 1.了解板式精馏塔的结构和操作。
- 2.学习精馏塔性能参数的测量方法，并掌握其影响因素。

二、实验内容

- 1.测定精馏塔在全回流条件下,稳定操作后的全塔理论塔板数和总板效率。
- 2.测定精馏塔在部分回流条件下,稳定操作后的全塔理论塔板数和总板效率。

三、实验原理

对于二元物系，如已知其汽液平衡数据，则根据精馏塔的原料液组成，进料热状况，操作回流比及塔顶馏出液组成，塔底釜液组成可以求出该塔的理论板数 N_T 。按照式 1 可以得到总板效率 E_T ，其中 N_P 为实际塔板数。

$$E_T = \frac{N_T}{N_P} \times 100 \% \quad (1)$$

部分回流时，进料热状况参数的计算式为

$$q = \frac{C_{pm} (t_{BP} - t_F) + r_m}{r_m} \quad (2)$$

式中： t_F — 进料温度， $^{\circ}\text{C}$

t_{BP} — 进料的泡点温度， $^{\circ}\text{C}$

C_{pm} — 进料液体在平均温度 $(t_F + t_P) / 2$ 下的比热， $\text{KJ}/(\text{kmol} \cdot ^{\circ}\text{C})$

r_m — 进料液体在其组成和泡点温度下的汽化潜热， KJ/kmol

$$C_{pm} = C_{P1}M_1x_1 + C_{P2}M_2x_2 \quad \text{KJ}/(\text{kmol} \cdot ^{\circ}\text{C}) \quad (3)$$

$$r_m = r_1M_1x_1 + r_2M_2x_2 \quad \text{KJ}/\text{kmol} \quad (4)$$

式中： C_{P1} ， C_{P2} — 分别为纯组份 1 和组份 2 在平均温度下的比热， $\text{KJ}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$ 。

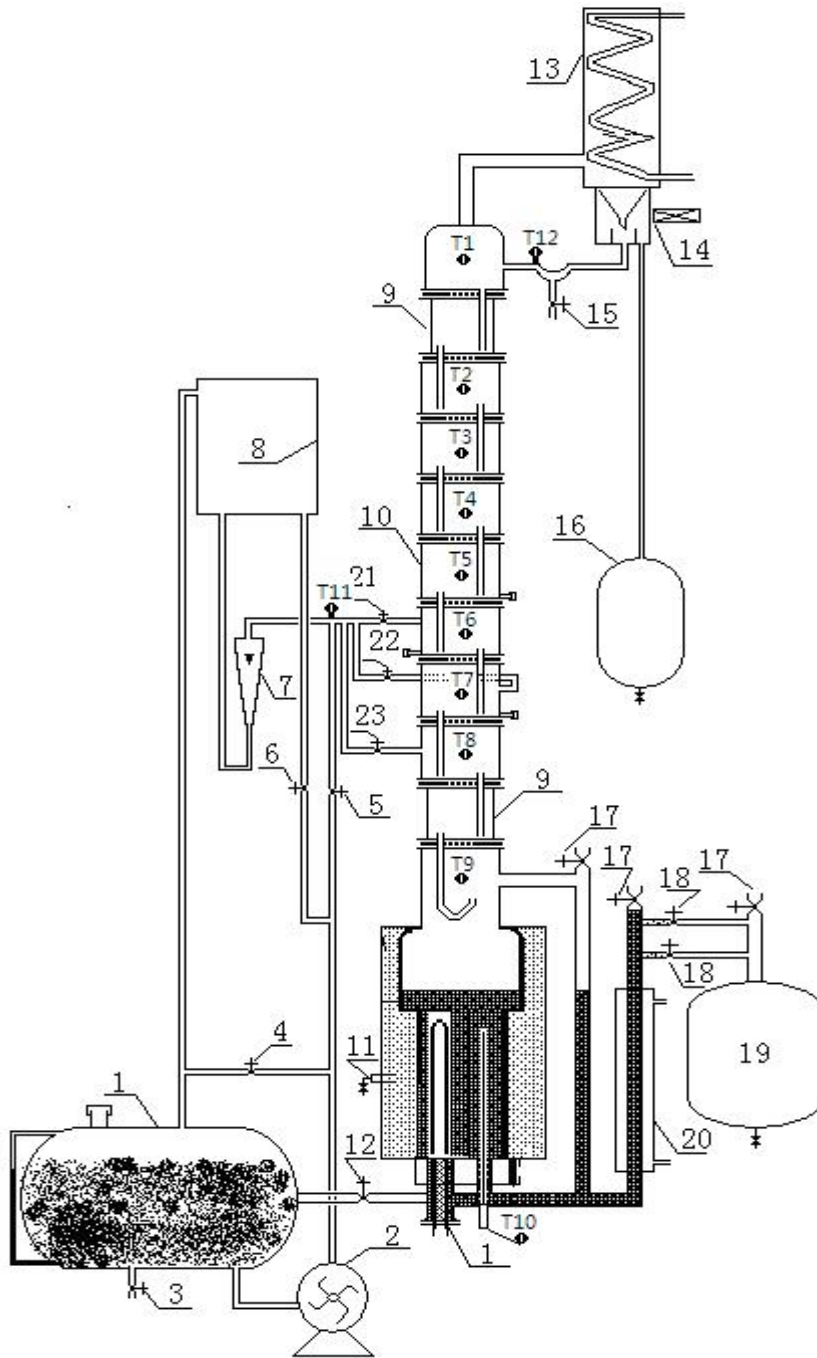
r_1, r_2 — 分别为纯组份 1 和组份 2 在泡点温度下的汽化潜热， KJ/kg 。

M_1 ， M_2 — 分别为纯组份 1 和组份 2 的摩尔质量， KJ/kmol 。

x_1, x_2 — 分别为纯组份 1 和组份 2 在进料中的摩尔分率。

四、实验装置基本情况

1. 实验设备流程图



图一 精馏实验装置流程图

1-储料罐；2-进料泵；3-放料阀；4-料液循环阀；5-直接进料阀；6-间接进料阀；7-流量计；
 8-高位槽；9-玻璃观察段；10-精馏塔；11-塔釜取样阀；12-釜液放空阀；13-塔顶冷凝器；
 14 回流比控制器；15-塔顶取样阀；16-塔顶液回收罐；17-放空阀；18-塔釜出料阀；19-塔
 釜储料罐；20-塔釜冷凝器；21-第六块板进料阀；22-第七块板进料阀；23-第八块板进料阀；
 T1-T12-温度测点

2. 实验试剂:

1) 实验物系: 乙醇—正丙醇。

2) 实验物系平衡关系见表 2:

表二 乙醇—正丙醇 t-x-y 关系 (以乙醇摩尔分率表示, x-液相, y-气相)

t	97.60	93.85	92.66	91.60	88.32	86.25	84.98	84.13	83.06	80.50	78.38
x	0	0.126	.188	0.210	0.358	0.461	0.546	0.600	0.663	0.884	1.0
y	0	0.240	0.318	0.349	0.550	0.650	0.711	0.760	0.799	0.914	1.0

乙醇沸点: 78.3℃; 正丙醇沸点: 97.2℃.

3) 实验物系浓度要求: 15-25%(乙醇质量百分数)。

3. 实验设备面板图:








图二 精馏设备仪表面板图

4. 特殊说明

1) 回流比控制器

回流比控制器关的状态默认为全回流。回流比设定: 打开回流比开关, 回流比仪表面板前两位数值为回流时间, 后两位数值为采出时间。(见图三)

设定方法如下: 在回流比控制仪表打开的情况下, 按一下控制仪表上的  键, SV 显示窗中最后一位数字开始闪烁, 按  键使闪烁数字数值加 1, 继续按  键使闪烁数字向左移动直至第二位数字闪烁, 按  键使闪烁数字数值加至为 4, 调好后按  确认, 仪表按所设定的数值应用。



图三 精馏设备回流比面板图

2) 塔釜液位控制

塔釜液位采用自动控制，当塔釜液位超过规定的 60%后，塔釜出料磁阀自动打开，向塔釜储罐出料；当塔釜液位低于规定的 35%后，加热自动停止，防止塔釜蒸干。

五、实验方法及步骤：

1) 全回流操作：

- 打开总电源。
- 打开塔顶冷凝器进水阀门（开度 50%），保证冷却水量 60L/h 左右。
- 打开加热开关，调节设定加热电压约为 130 伏。
- 保持加热釜电压不变，观察塔内各块塔板的温度直至各塔板及回流温度稳定，在全回流情况下稳定 15 分钟左右。然后分别记录塔顶、塔釜样品浓度。

2) 部分回流操作

- 打开总电源。
- 打开进料泵开关。
- 打开原料罐回流阀，部分原料回流。
- 打开塔顶冷凝器进水阀门（开度 50%），保证冷却水量 60L/h 左右。
- 打开间接进料阀门，调节水箱转子流量计开关，以 2.0-3.0 (L / h)的流量向塔内加料，打开第六、七、八块塔板进料阀门（开度 100%左右）。
- 打开回流比控制器开关，调节设定回流比为 $R=4$ (在仪表面板上输入 0401，然后设定即可)。
- 打开加热开关，调节设定加热电压约为 130 伏。
- 待各塔板温度稳定后，记录塔顶、塔釜样品浓度。

3) 结束实验

- 记录好实验数据并检查无误后可停止实验，关闭进料阀门和加热开关，关闭回流比调节器开关。
- 停止加热后 10 分钟再关闭冷却水，关闭总电源。
- 关闭所有进料阀门开关。

六、实验参考数据记录及数据处理过程举例：

表 4 精馏实验原始数据及处理结果

实际塔板数：10		实验物系：乙醇-正丙醇		折光仪分析温度：30℃	
	全回流：R = ∞		部分回流：R = 4		进料量：2 L/h
	塔顶组成	塔釜组成	塔顶组成	塔釜组成	进料组成
折光指数 n	1.3611	1.3769	1.3637	1.3782	1.3755

实验数据处理过程举例：

1.全回流：塔顶样品折光指数 $n_D=1.3611$

乙醇质量分率 $W = 58.844116 - 42.61325 \times n_D$
 $= 58.844116 - 42.61325 \times 1.3611 = 0.843$

摩尔分率 $X_d = \frac{(0.843/46)}{(0.843/46) + (1 - 0.843)/60} = 0.875$

同理：塔釜样品折光指数 $n_D=1.3769$

乙醇的质量分率 $W = 58.844116 - 42.61325 \times n_D$
 $= 58.844116 - 42.61325 \times 1.3769 = 0.169$

摩尔分率 $x_w=0.209$

在平衡线和操作线之间图解理论板 3.53 （见图 3）

$$\text{全塔效率} \eta = \frac{N_t}{N_p} = \frac{3.53}{10} = 35.3\%$$

2.部分回流（R=4）

塔顶样品折光指数 $n_D=1.3637$ 塔釜样品折光指数 $n_D=1.3782$

进料样品折光指数 $n_D=1.3755$

由全回流计算出质量、摩尔浓度 $X_D=0.781$ $X_w=0.144$ $X_f=0.280$

进料温度 $t_f=30.4^\circ\text{C}$ ，在 $X_f=0.280$ 下泡点温度 91°C

$$t_{\text{泡}} = 9.1389 X_F^2 - 27.861 X_F + 97.359 = 90.27 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

乙醇在 60.3°C 下的比热 $C_{p1} = 3.08 \text{ (kJ/kg}\cdot^\circ\text{C)}$

正丙醇在 60.3°C 下的比热 $C_{p2} = 2.89 \text{ (kJ/kg}\cdot^\circ\text{C)}$

乙醇在 90.27°C 下的汽化潜热 $r_1 = 821 \text{ (kJ/kg)}$

正丙醇在 90.27°C 下的汽化潜热 $r_2 = 684 \text{ (kJ/kg)}$

混合液体比热 $C_{pm} = 46 \times 0.280 \times 3.08 + 60 \times (1 - 0.280) \times 2.89$

$$= 164.52 \text{ (kJ/kmol}\cdot^\circ\text{C)}$$

混合液体汽化潜热 $r_{pm} = 46 \times 0.280 \times 821 + 60 \times (1 - 0.280) \times 684$

$$= 40123.28 \text{ (kJ/kmol)}$$

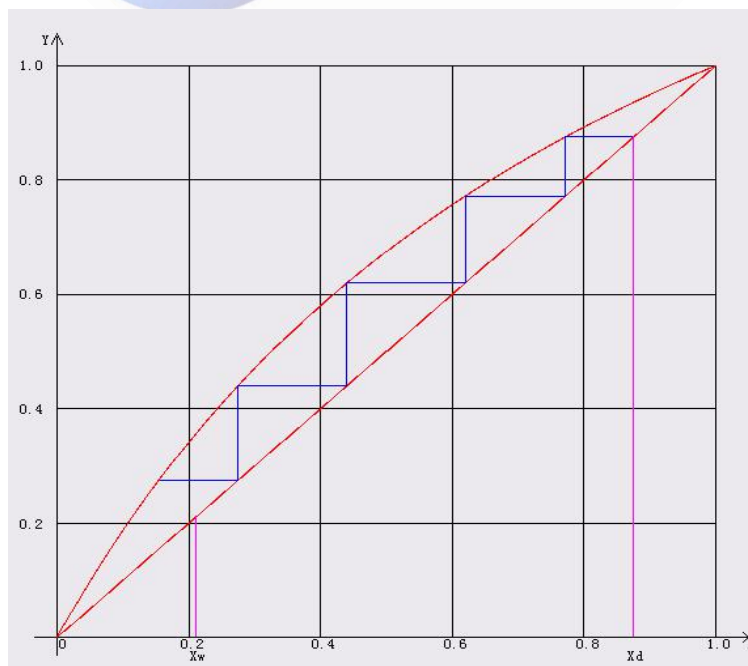
$$q = \frac{C_{pm} \times (t_B - t_F) + r_m}{r_m} = \frac{164.52 \times (90.27 - 30.4) + 40123.28}{40123.28} = 1.25$$

$$q \text{ 线斜率} = \frac{q}{q-1} = 4.98$$

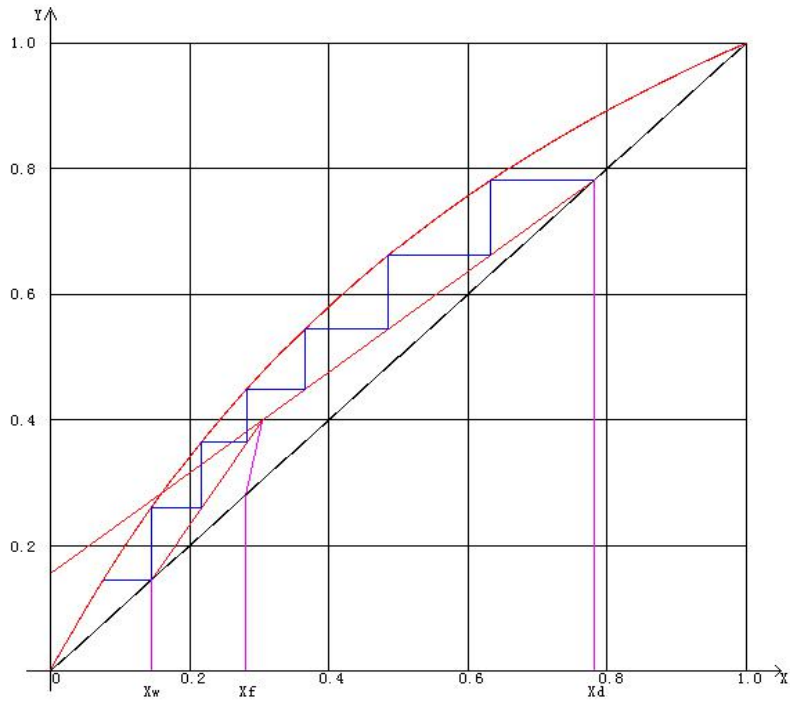
在平衡线和精馏段操作线、提馏段操作线之间图解理论板塔板数 5.013 (见图 4)

$$\text{全塔效率 } \eta = \frac{N_t}{N_P} = 50.13 \%$$

附图解法求解理论板:



图四 全回流平衡线和操作线图



图五 部分回流平衡线和操作线图

七 仿真画面

