



第七届全国大学生化工实验大赛决赛

精馏实验资料

一、 实验装置及流程图



图 1 精馏实验装置

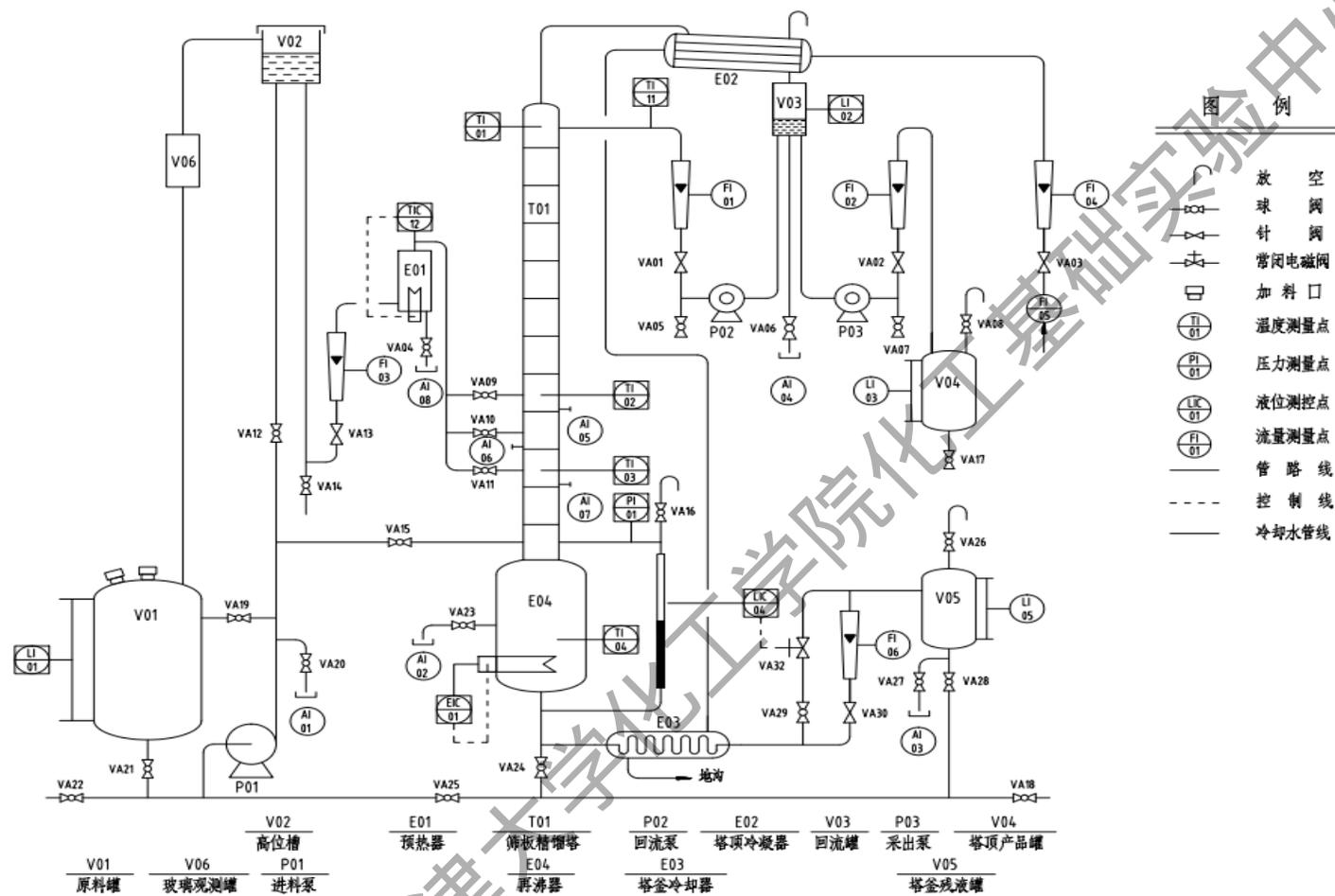


图2 精馏实验设备流程图



二、实验设备结构参数

表 1 主要部件结构尺寸及仪表相关参数

序号	位号	名称	规格、型号
1	T01	筛板精馏塔	弓形降液管、11 块塔板、塔内径 $\Phi 70\text{mm}$ 、板间距 100mm
2	V01	原料罐	$\Phi 300\text{mm}$ 、长 400mm
3	V02	高位槽	长 \times 宽 \times 高 200mm \times 100mm \times 200mm
4	V03	玻璃回流罐	$\Phi 57\times 3.5\text{mm}$ 、长 200mm
5	V04	塔顶产品采出罐	$\Phi 159\times 2$ 、长 300mm
6	V05	塔釜产品罐	$\Phi 159\times 2$ 、长 300mm
7	V06	玻璃观测罐	$\Phi 57\times 3.5\text{mm}$ 、长 100mm
8	P01	进料泵	离心泵
9	P02	回流泵	齿轮泵
10	P03	采出泵	齿轮泵
11	E01	玻璃进料预热器	$\Phi 57$ 、长 100mm、加热最大功率 250W
12	E02	塔顶冷凝器	$\phi 89\text{mm}$ 、长 600mm
13	E03	塔釜冷却器	$\phi 76\text{mm}$ 、长 200mm
14	E04	再沸器	$\Phi 219\times 2\text{mm}$ 、长 350mm、加热最大功率 5kW
15	TI01	塔顶温度 ($^{\circ}\text{C}$)	PT100、温度传感器、远传显示
16	TI02	第 8 块板温度 ($^{\circ}\text{C}$)	PT100、温度传感器、远传显示
17	TI03	第 10 块板温度 ($^{\circ}\text{C}$)	PT100、温度传感器、远传显示
18	TI04	塔釜温度 ($^{\circ}\text{C}$)	PT100、温度传感器、远传显示
19	TI11	回流液温度 ($^{\circ}\text{C}$)	PT100、温度传感器、远传显示
20	TIC12	进料预热器温度 ($^{\circ}\text{C}$)	PT100、温度传感器、远传显示
21	P01	塔釜压力 (kPa)	量程: 0-10kPa、远传显示
22	LI01	原料罐液位 (mm)	量程: 0-1000mm、远传显示
23	LI02	玻璃回流罐液位 (mm)	量程: 0-1000mm、远传显示
24	LI03	塔顶产品采出罐液位 (mm)	玻璃管液位计、就地显示
25	LIC04	再沸器液位 (mm)	量程: 0-650mm、远传显示
26	LI05	塔釜残液罐液位 (mm)	玻璃管液位计、就地显示
27	FI01	回流流量 (L/h)	LZB-4 (1-10)、就地显示
28	FI02	采出流量 (mL/min)	LZB-3F (6-60)、就地显示
29	FI03	进料流量 (L/h)	LZB-4 (1-10)、就地显示
30	FI04	冷却水流量 (L/h)	LZB-10 (16-160)、就地显示
31	FI05	水表 (T)	远传显示
32	FI06	塔釜采出流量 (L/h)	LZB-4 (1-10)、就地显示
33	EIC01	塔釜加热功率 (kW)	量程: 0-5kW、远传显示
34	EIC02	用电表(kW.h)	远传显示
35	AI	取样口	



三、 实验注意事项

1. 比赛实验设备具有自锁、联动功能，当精馏塔再沸器液位低于规定时，塔釜电加热器将会停止加热，塔釜产品出料可以采用自动和手动两种方式。当选择自动时，塔釜液位超过设定值会自动打开电磁阀出料。

2. 再沸器加热功率不得超过 4kW，进料预热器必须有液体时才能开加热，否则会烧毁加热器。

3. 使用阿贝折射仪测浓度时，折射仪的测量温度设定为 30°C。

4. 回流泵、采出泵为齿轮泵，要求启动泵前回流流量计和采出流量计下的阀门不能全部关闭，否则会损坏泵。

5. 冷却水流量不得过大，否则会使上水管崩裂。

四、 基础数据

表 2 常压下乙醇—正丙醇 $t-x-y$ 数据表

温度/°C	乙醇液相摩尔分率/x	乙醇气相摩尔分率/y
97.16	0.00	0.00
93.85	12.60	24.00
92.66	18.80	31.80
91.60	21.00	33.90
88.32	35.80	55.00
86.25	46.10	65.00
84.98	54.60	71.10
84.13	60.00	76.00
83.06	66.30	79.90
80.59	84.40	91.40
78.38	100.00	100.00



表 3 乙醇-正丙醇汽化热和比热容数据表

温度/°C	乙醇		正丙醇	
	汽化热/(kJ/kg)	比热容 /[kJ/(kg·K)]	汽化热/(kJ/kg)	比热容 /[kJ/(kg·K)]
0	985.29	2.23	839.88	2.21
10	969.66	2.30	827.62	2.28
20	953.21	2.38	814.80	2.35
30	936.03	2.46	801.42	2.43
40	918.12	2.55	787.42	2.49
50	899.31	2.65	772.86	2.59
60	879.77	2.76	757.60	2.69
70	859.32	2.88	741.78	2.79
80	838.05	3.01	725.34	2.89
90	815.79	3.14	708.20	2.92
100	792.52	3.29	690.30	2.96

表 4 乙醇-正丙醇折光率与溶液浓度的关系

乙醇质量分率	折光率		
	25°C	30°C	35°C
0	1.3827	1.3809	1.3790
0.0505	1.3815	1.3796	1.3775
0.0998	1.3797	1.3784	1.3762
0.1974	1.3770	1.3759	1.3740
0.2950	1.3750	1.3735	1.3719
0.3977	1.3730	1.3712	1.3692
0.4970	1.3705	1.3690	1.3670
0.5990	1.3680	1.3668	1.3650
0.6445	1.3667	1.3657	1.3634
0.7101	1.3658	1.3640	1.3620
0.7983	1.3640	1.3620	1.3600
0.8442	1.3628	1.3607	1.3590
0.9064	1.3618	1.3593	1.3573
0.9509	1.3606	1.3584	1.3563
1.0000	1.3589	1.3574	1.3551

30°C下乙醇质量分率与阿贝折射仪读数之间关系也可按下面回归式计算:

$$W = 58.84 - 42.61 \times n_D \quad (1)$$

式中: W —乙醇的质量分率; n_D —折射仪读数 (折光率)。



五、阿贝折射仪的使用方法

精馏实验比赛用样品浓度测定仪器采用上海仪电物理光学仪器有限公司生产的 WYA-2W 型阿贝折射仪。

实验比赛前由专业人员对阿贝折射仪进行预热并调试好进入测试状态。

(一) 阿贝折射仪相关参数

阿贝折射仪的参数见以下图表：

表 5 阿贝折射仪技术参数

技术指标	参数值
折射率测量范围	1.300—1.700
折射仪测量准确度	± 0.0003 (估计读数)
折射仪最小分度值	± 0.0005
观察方式	双目
折射仪尺寸 (mm)	200×160×350
仪器净重	3.6kg



图 3 阿贝折射仪外形及简介



图 4 阿贝折射仪组件介绍

(二) 阿贝折射仪的使用方法

将超级恒温器充满水后调节好温度 30℃，开启恒温器循环水泵电源加热开关，待阿贝折光仪测量室的温度稳定后即可使用。

样品测量之前用镜头纸将样品室的上下磨砂玻璃表面擦拭干净并关闭样品室且锁紧手柄的挂钩。

用医用注射器将待测的液体从样品室侧面的小孔注入样品室内。

调节样品室下方和竖置大圆盘侧面的反光镜，使两镜筒内的视场明亮。

从目镜中可看到刻度的镜筒叫“读数镜筒”，另一个叫“望远镜筒”。先估计一下样品的折光指数数值的大概范围，然后转动竖置大圆盘下方侧面的手轮，将刻度调至样品折光指数数值的附近。



转动目镜底部侧面的手轮，使望远镜筒视场中除黑白两色外无其他颜色。在旋转竖置大圆盘下方侧面的手轮，将视场中黑白分界线调至斜十字线的中心（如图 5 所示）

读数镜筒中看到的右列刻度读数则为待测物质的折光指数数值 n_D （如图 5 所示）。

根据读得的折光指数数值 n_D 和样品室的温度，从浓度——折光指数标定曲线查该样品的质量分率。

要注意保持折光仪的清洁，严禁污染光学零件，必要时可用干净的镜头纸或脱脂棉轻轻地擦拭。如光学零件表面有油垢，可用脱脂棉蘸取少许洁净的汽油轻轻地擦拭。

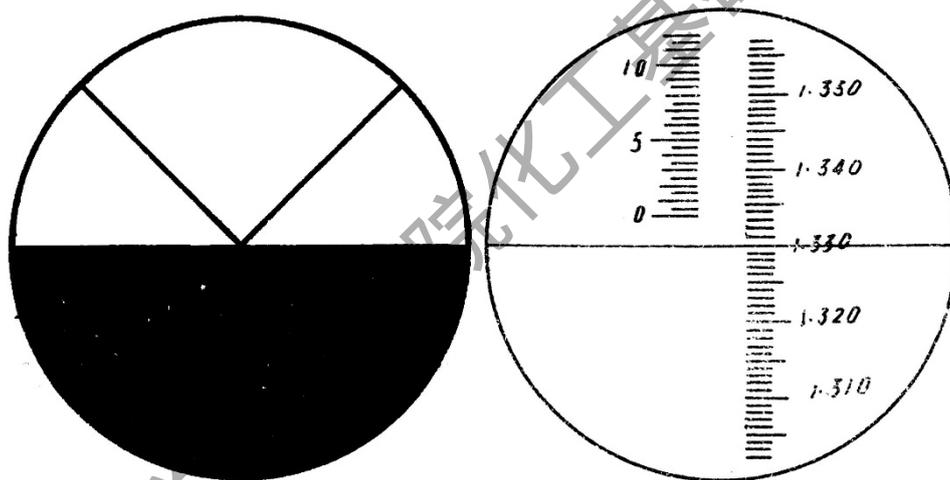


图 5 阿贝折光仪目镜显示图



六、 精馏实验装置触摸屏操作指南

精馏实验采用触摸屏控制和操作，操作界面如图 6 所示。

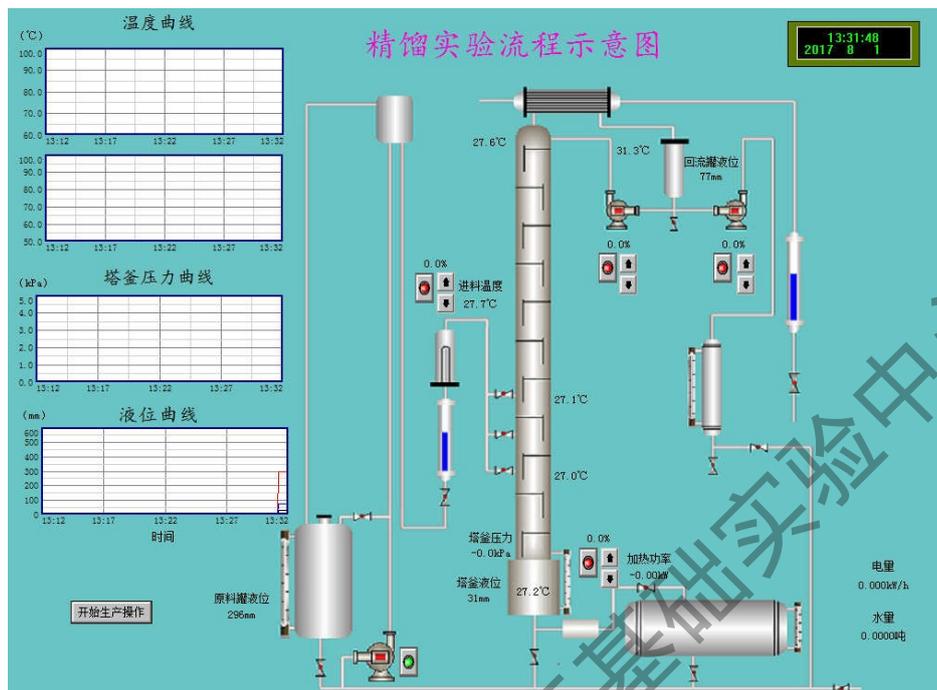


图 6 精馏实验计算机操作参考界面图

1. 进料泵启动停止：用触摸屏表笔单击一下进料泵开关， 按钮为关， 为开。进料泵电机转速调节采用变频器如图 7 所示，用变频器面板左下角电位器旋钮调节频率，变频器的频率范围为 0-50Hz。



图 7 变频器面板图

2. 回流泵、采出泵启动停止：用触摸屏表笔单击一下开关  按钮为关，



为开。单击泵的转速调节按钮 可改变电机转速调节流量。

3. 精馏塔再沸器加热功率调节：用触摸屏表笔单击一下加热开关，按钮为关，为开。单击加热功率调节按钮 可以调节加热功率。

4. 精馏塔进料预热器液体温度调节：用触摸屏表笔单击一下加热开关 按钮为关，为开。单击进料温度调节按钮 ，可以调节进料温度设定。

七、回流流量和采出流量调节方法

调节回流泵和采出泵的转速或调节转子流量计下阀门可以调节对应流量，注意转子流量计下阀门不能全部关闭。

天津大学化工学院化工基础实验中心