**实验名称：**精馏3D及工业双塔精馏DSC控制实验

**实验目的：**

精馏是分离过程中最常用的手段，但是很多化学物质又具有易燃、易爆或一定的毒性，使化工类学生的实践环节受到了很大的局限。而实践环节又是化工类学生培养过程中不可或缺的重要环节，为此，本项目采用虚拟仿真的教学手段，拓展精馏实践教学的广度和深度，以达到巩固学生基础理论知识，培养学生实际操作能力、分析解决问题能力、研究设计能力和创新能力的目的。

为此，在本虚拟仿真实验项目中，结合社会经济发展和“新工科”对人才培养的需求，结合我校化工专业的特色，以精馏单元操作为主线，精馏3D及工业双塔精馏DSC控制虚拟仿真实验。一方面因为精馏是工业上应用最广泛的分离操作，也是化工原理教学中的一项重要内容;另一方面精馏操作是一项综合型较强的单元操作，其涉及到了流体流动、热量传递和质量传递三个过程，有利于学生综合能力的培养。

本项目采用了从易到难、从理论到实践、从实验室到工厂的递进式教学方法，从企业的需求和学生的发展出发，构建三层次（包括精馏实验仿真操作型、单塔精馏拓展型和双塔精馏工程型）共5个教学模块的实验教学内容。这些教学模块既相互独立，又互有联系。

应用该虚拟仿真项目进行实验的主要目的：

1. 使学生加深对精馏过程中理论知识的理解；

2. 使学生掌握精馏操作的基本步骤与方法；

3. 培养学生运用理论知识分析问题、解决工程实际问题的能力；

4. 提高学生解决复杂化工问题的综合研究能力，培养学生的创新能力。

**实验知识点：**

学生通过本项目各个模块的学习，可以由浅入深、由易到难地掌握的知识点主要有：

1. 精馏单元操作的基本流程和基本工艺；

2 精馏过程开、停车和正常运行的操作步骤；

3. 精馏过程中的异常现象、产生原因以及正常的处理方法；

4. 常压精馏过程中回流比、上升蒸汽量、进料温度等对精馏过程及产品产量、质量的影响；

5. 精馏塔内压力的变化对过程及产品产量、质量的影响；

6. 精馏塔类型、设备参数的变化对精馏过程的影响；

7.双塔精馏过程中的参数的变化和过程差异等。

**实验前期准备：**

电脑配置：CPU：Intel Core i3 或AMD 同等性能处理器（含以上）

双核2.0GHz 以上

内存：2GB 以上

显卡：NVIDIA Geforce 260 或ATI Radeon HD 4870 或其他厂牌同性能显卡

显存1GB 以上。

操作系统：WIN 7 32 位/ WIN 7 64 位/ WIN10

**插件下载**：setup-3.1.0.1019-网络版

****

**1 、工艺原理**

精馏是将液体混合物部分汽化，利用其中各组分相对挥发度的不同，通过液相和气相相同的质量传递来实现对混合物的分离。原料液进料热状态有五种：低于泡点进料；泡点进料；汽、液混合进料；露点进料；过热蒸汽进料。

精馏段：原料液进料板以上的称精馏段，它的作用：上升蒸汽与回流液之间的传质、传热，逐步增浓气相中的易挥发组分。可以说，塔的上部完成了上升气流的精制。

提馏段：加料板一下的称提馏段，它的作用：在每块塔板下降液体与上升蒸汽的传质、

传热，下降的液流中难挥发的组分不断增加，可以说，塔下部完成了下降液流中难挥发组分的提浓。

塔板的功能：提供汽、液直接接触的场所，汽、液在塔板上直接接触，实现了汽液间的传质和传热。

降液管及板间距的作用：降液管为液体下降的通道，板间距可分离汽、液混合物。

**工艺流程**

本单元采用加压精馏，在脱丁烷塔中将丁烷从脱丙烷塔釜混合物中分离出来。原料液为脱丙烷塔塔釜的混合液（C3、C4、C5、C6、C7），分离后馏出液为高纯度的碳四产品，残液主要是碳五以上组分。67.8℃的原料液在 FIC101 的控制下由精馏塔塔中进料，塔顶蒸汽经换热器 E101 几乎全部冷凝为液体进入回流罐 V101，回流罐的液体由泵 P101A/B 抽出，一部分作为回流，另一部分作为塔顶液相采出。塔底釜液一部分在 FIC104 的调节下作为塔釜采出流出，另一部分经过再沸器 E102 加热回到精馏塔，再沸器的加热量由 TIC101 调节蒸汽的进入量来控制。

**实验步骤**

1 、冷态开车

1.1 、 进料及 排放不凝气

打开 PV101B 前截止阀 PV101BI。

打开 PV101B 后截止阀 PV101BO。

打开 PV102 前截止阀 PV102I。

打开 PV102 后截止阀 PV102O。

微开 PV102 排放塔内不凝气。

打开 FV101 前截止阀 FV101。

打开 FV101 后截止阀 FV101O。

向精馏塔进料：缓慢打开 FV101，维持进料量在 15000kg/h 左右。

当压力升高至 0.5atm（表压）时，关闭 PV102。

塔顶压力大于 1.0atm，不超过 4.25atm。

1.2、启动再沸器

1.2 、 启动再沸器

打开 PV101A 前截止阀 PV101AI。

打开 PV101A 后截止阀 PV101AO。

待塔顶压力 PC101 升至 0.5atm(表压)后，逐渐打开冷凝水调节阀 PV101A 至开度 50%。

打开 TV101 前截止阀 TV101I。

打开 TV101 后截止阀 TV101O。

待塔釜液位 LC101 升至 20%以上，稍开 TC101 调节阀，给再沸器缓慢加热。

逐渐开大 TV101，使塔釜温度逐渐上升至 100℃。

1.3 、 建立回流

当回流罐液位 LIC102 大于 20%以上，打开回流泵 P101A 入口阀 V01P101A。

启动泵 P101A。

打开泵出口阀 V02P101A。

当回流罐液位 LIC102 大于 20%以上，打开回流泵 P101B 入口阀 V01P101B。

启动泵 P101B。

打开泵出口阀 V02P101B。

打开 FV103 前截止阀 FV103I。

打开 FV103 后截止阀 FV103O。

手动打开调节阀 FV103，维持回流罐液位升至 40%以上。

回流罐液位 LC103 维持在 50%左右。

当回流罐液位 LIC102 大于 20%以上，打开回流泵 P101A 入口阀 V01P101A。

1.4 、调整至正常

待塔压升至 4atm 时，将 PC102 设置为自动。

设定 PIC102 为 4.25atm。

待塔压稳定在 4.25atm 时，将 PC101 设置为自动。

设定 PC101 为 4.25atm。

待进料量稳定在 15000kg/h 后，将 FIC101 设置为自动。

塔釜温度 TIC101 稳定在 109.3 度后，将 TIC101 设置为自动。

进料量稳定在 15000kg/h。

塔釜温度稳定在 109.3 度。

打开调节阀 FV103，使 FIC103 流量接近 14257kg/h。

当 FIC103 流量稳定在 14357kg/h 后,将其设置为自动。

打开 FV104 前截止阀 FV104I。

打开 FV104 后截止阀 FV104O。

打开塔釜产出阀 V02T101。

当塔釜液位无法维持时(大于 35%)，逐渐打开 FV104,采出塔釜产品。

塔釜液位 LIC101 维持在 50%左右。

当塔釜产品采出量稳定在 7521kg/h,将 FIC104 设置为自动。

设定 FIC104 为 7521kg/h。

FIC104 改为串级控制。

将 LIC101 设置为自动。

设定 LIC101 为 50%。

塔釜产品釆出量稳定在 7521kg/h。

打开 FV102 前截止阀 FV102I。

打开 FV102 后截止阀 FV102O。

打开塔顶采出阀 V03V101。

当回流罐液位无法维持时，逐渐打开 FV102，采出塔顶产品。

待产出稳定在 7178kg/h，将 FIC102 设置为自动。

设定 FIC102 为 7178kg/h。

将 LIC103 设置为自动。

设定 LIC102 为 50%。

将 FIC102 设置为串级。

塔顶产品采出量稳定在 7521kg/h。

2 、停车操作规程

2.1 、降负荷

手动逐步关小调节阀 FV101，使进料降至正常进料量的 70%。

进料降至正常进料量的 70%。

保持塔压 PIC101 的稳定性。

断开 LIC102 和 FIC102 的串级，手动开大 FV102，使液位 LC102 降至 20%。

液位 LIC102 降至 20%。

断开 LIC101 和 FIC104 的串级，手动开大 FV104，使液位 LIC101 降至 30%。

液位 LC101 降至 30%。

2.2 、停进料和再沸器

停精馏塔进料，关闭调节阀 FV101。

关闭 FV101 前截止阀 FV101I。

关闭 FV101 后截止阀 FV101O。

关闭调节阀 TV101。

关闭 TV101 前截止阀 TV101I。

关闭 TV101 后截止阀 TV101O。

停止产品采出，手动关闭 FV104。

关闭 FV104 前截止阀 FV104I。

关闭 FV104 后截止阀 FV104O。

关闭塔釜采出阀 V02T101。

手动关闭 FV102。

关闭 FV102 前截止阀 FV102I。

关闭 FV102 后截止阀 FV102O。

关闭塔顶采出阀 V03V101。

打开塔釜泄液阀 V01T101，排出不合格产品。

2.3 、停回流

手动开大 FV103,将回流罐内液体全部打入精馏塔，以降低塔内温度。

当回流罐液位降至 0%，停回流，关闭调节阀 FV103。

关闭 FV103 前截止阀 FV103I。

关闭 FV103 后截止阀 FV103O。

关闭泵出口阀 V02P101A。

停泵 P101A。

关闭泵入口阀 V01P101A。

2.4 、 降压、降温

塔内液体排完后，手动打开 PV102 进行降压。

当塔压降至常压后，关闭 PV102。

关闭 PV102 前截止阀 PV102I。

关闭 PV102 后截止阀 PV102O。

PIC101 投手动。

关塔顶冷凝器冷凝水，手动关闭 PV101A。

关闭 PV102A 前截止阀 PV102AI。

关闭 PV102A 后截止阀 PV102AO。

当塔釜液位降至 0%后，关闭泄液阀 V01T101。

3 、事故 设置

3.1 、 停电

原因:停电。

现象:回流泵 P101A 停止，回流中断。

处理：(1) 将 PC102 设置为手动。

(2) 打开回流罐放空阀 PV102。

(3) 将 PC101 设置为手动。

(4) PV101 开度调节至 50。

(5) 将 FIC101 设置为手动。

(6) 关闭 FIC101，停止进料

(7) 关闭 FV101 前截止阀 FV101I。

(8) 关闭 FV101 后截止阀 FV101O。

(9) 将 TIC101 设置为手动。

(10) 关闭 TIC101，停止加热蒸气。

(11) 关闭 TV101 前截止阀 TV101I。

(12) 关闭 TV101 后截止阀 TV101O。

(13) 关闭 FV103 前截止阀 FV103I。

(14) 关闭 FV103 后截止阀 FV103O。

(15) 将 FIC103 设置为手动。

(16) 将 FIC104 设置为手动。

(17) 关闭 FIC104，停止产品采出。

(18) 关闭 FV104 前截止阀 FV104I。

(19) 关闭 FV104 后截止阀 FV104O。

(20) 关闭塔釜采出阀 V02T101。

(21) 将 FIC102 设置为手动。

(22) 关闭 FIC102，停止产品采出。

(23) 关闭 FV102 前截止阀 FV102I。

(24) 关闭 FV102 后截止阀 FV102O。

(25) 关闭塔顶采出阀 V03V101。

(26) 打开塔釜泄液阀 V01T101。

(27) 打开回流罐泄液阀 V02V101 排不合格产品。

(28) 当回流罐液位为 0 时，关闭 V02V101。

(29) 关闭回流泵 P101A 出口阀 V02P101A。

(30) 关闭回流泵 P101A 入口阀 V01P101A。

(31) 当塔釜液位为 0 时，关闭 V01T101。

(32) 当塔顶压力降至常压，关闭冷凝器。

(33) 关闭 PV101A 前截止阀 PV101AI。

(34) 关闭 PV101A 后截止阀 PV101AO。

3.2 、冷凝水 中断

原因:停冷凝水。

现象:塔顶温度上升，塔顶压力升高。

处理：(1) 将 PIC102 设置为手动。

(2) 打开回流罐放空阀 PV102。

(3) 将 FIC101 设置为手动。

(4) 关闭 FIC101，停止进料。

(5) 关闭 FV101 前截止阀 FV101I。

(6) 关闭 FV101 后截止阀 FV101O。

(7) 将 TIC101 设置为手动。

(8) 关闭 TIC101，停止加热蒸气。

(9) 关闭 TV101 前截止阀 TV101I。

(10) 关闭 TV101 后截止阀 TV101O。

(11) 将 FIC104 设置为手动。

(12) 关闭 FIC104，停止产品采出。

(13) 关闭 FV104 前截止阀 FV104I。

(14) 关闭 FV104 后截止阀 FV104O。

(15) 将 FIC102 设置为手动。

(16) 关闭 FIC102，停止产品采出。

(17) 关闭 FV102 前截止阀 FV102I。

(18) 关闭 FV102 后截止阀 FV102O。

(19) 打开塔釜泄液阀 V01T101。

(20) 打开回流罐泄液阀 V02V101 排不合格产品。

(21) 当回流罐液位为 0 时，关闭 V02V101。

(22) 关闭回流泵 P101A 出口阀 V02P101A。

(23) 停泵 P101A。

(24) 关闭回流泵 P101A 入口阀 V01P101A。

(25) 当塔釜液位为 0 时，关闭 V01T101。

(26) 当塔顶压力降至常压，关闭冷凝器。

(27) 关闭 PV101A 前截止阀 PV101AI。

(28) 关闭 PV101A 后截止阀 PV101AO。

3.3 、 回流量调节阀 FV103 阀卡

原因：回流量调节阀 FV103 阀卡。

现象：回流量减小，塔顶温度上升，压力增大。

处理：(1) 将 FIC103 设为手动模式。

(2) 关闭 FV103 前截止阀 FV103I。

(3) 关闭 FV103 后截止阀 FV103O。

(4) 打开旁通阀 FV103B，保持回流。

(5) 维持塔内各指标恒定。

3.4 、 回流泵 P101A 故障

原因：回流泵 P101A 泵坏。

现象：P101A 断电，回流中断，塔顶压力、温度上升。

处理：(1) 开备用泵入口阀 V01P101B。

(2) 启动备用泵 P101B。

(3) 开备用泵出口阀 V02P101B。

(4) 关泵出口阀 V02P101A。

(5) 关泵入口阀 V02P101AI。

(6) 维持塔内各指标恒定。

3.5 、 停蒸汽

原因：停蒸汽。

现象：加热蒸汽的流量减小至 0，塔釜温度持续下降。

处理：(1) 将 PC102 设置为手动。

(2) 将 FIC101 设置为手动。

(3) 关闭 FIC101，停止进料。

(4) 关闭 FV101 前截止阀 FV101I。

(5) 关闭 FV101 后截止阀 FV101O。

(6) 将 TIC101 设置为手动。

(7) 关闭 TIC101，停止加热蒸气。

(8) 关闭 TV101 前截止阀 TV101I。

(9) 关闭 TV101 后截止阀 TV101O。

(10) 将 FIC104 设置为手动。

(11) 关闭 FIC104，停止产品采出。

(12) 关闭 FV104 前截止阀 FV104I。

(13) 关闭 FV104 后截止阀 FV104O。

(14) 关闭塔釜采出阀 V02T101。

(15) 将 FIC102 设置为手动。

(16) 关闭 FIC102，停止产品采出。

(17) 关闭 FV102 前截止阀 FV102I。

(18) 关闭 FV102 后截止阀 FV102O。

(19) 打开塔釜泄液阀 V01T101。

(20) 打开回流罐泄液阀 V02V101 排不合格产品。

(21) 当回流罐液位为 0 时，关闭 V02V101。

(22) 关闭回流泵 P101A 出口阀 V02P101A。

(23) 停泵 P101A。

(24) 关闭回流泵 P101A 入口阀 V01P101A。

(25) 当塔釜液位为 0 时，关闭 V01T101。

(26) 当塔顶压力降至常压，关闭冷凝器。

(27) 关闭 PV101A 前截止阀 PV101AI。

(28) 关闭 PV101A 后截止阀 PV101AO。

3.6 、热蒸汽压力过高

原因：热蒸汽压力过高。

现象：加热蒸汽的流量增大，塔釜温度持续上升。

处理：TIC301 改为手动状态，适当减小 TIC301 的阀门开度。

待温度稳定后，将 TIC101 改为自动调节，将 TC101 设定为 109.3℃。

3.7 、热蒸汽压力过低

原因: 热蒸汽压力过低。

现象: 加热蒸汽的流量减小，塔釜温度持续下降。

处理: 先将 TIC301 改为手动。

适当增大 TIC301 的开度。

待温度稳定后，将 TIC101 改为自动调节，将 TIC101 设定为 109.3℃。

3.8 、塔釜出料 调节阀卡

原因：塔釜出料调节阀卡。

现象：塔釜出料流量变小，回流罐液位升高。

处理：(1) 将 FIC104 设为手动模式。

(2) 关闭 FV104 前截止阀 FV104I。

(3) 关闭 FV104 后截止阀 FV104O。

(4) 打开 FV104 旁通阀 FV104B，维持塔釜液位。

3.9 、仪表风停

原因：仪表风停。

现象：所有控制仪表不能正常工作。

处理：(1) 打开 PV102 的旁通阀 PV102B。

(2) 打开 PV101A 的旁通阀 PV101AB。

(3) 打开 FV101 的旁通阀 FV101B。

(4) 打开 TV101 的旁通阀 TV101B。

(5) 打开 FV104 的旁通阀 FV104B。

(6) 打开 FV103 的旁通阀 FV103B。

(7) 打开 FV102 的旁通阀 FV102B。

(8) 关闭气闭阀 PV101A 的前截止阀 PV101AI。

(9) 关闭气闭阀 PV101A 的后截止阀 PV101AO。

(10) 关闭气闭阀 PV102 的前截止阀 PV102I。

(11) 关闭气闭阀 PV102 的后截止阀 PV102O。

(12) 调节旁通阀使 PIC102 为 4.25atm。

(13) 调节旁通阀使回流罐液位 LIC102 为 50%。

(14) 调节旁通阀使精馏塔液位 LIC101 为 50%。

(15) 调节旁通阀使精馏塔釜温度 TIC101 为 109.3℃。

(16) 调节旁通阀使精馏塔进料 FIC101 为 15000kg/h。

(17) 调节旁通阀使精馏塔回流流量 FC103 为 14357kg/h。

3.10 、进料压力 突然增大

原因：进料压力突然增大。

现象：进料流量增大；

处理：(1)将 FIC101 投手动。

(2)调节 FV101，使原料液进料达到正常值。

(3)原料液进料流量稳定在 15000kg/h 后，将 FIC101 投自动。

(4)将 FIC101 设定为 15000kg/h。

3.11 、回流罐液位 超高

原因：回流罐液位超高。

现象：回流罐液位超高；

处理：(1) 将 FIC102 设为手动模式。

(2) 开大阀 FV102。

(3) 打开泵 P101B 前阀 V01P101B。

(4) 启动泵 P101B。

(5) 打开泵 P101B 后阀 V02P101B

(6) 将 FIC103 设为手动模式

(7) 及时调整阀 FV103，使 FIC104 流量稳定在 14357kg/h 左右

(8) 当回流罐液位接近正常液位时，关闭泵 P101B 后阀 V02P101B

(9) 关闭泵 P101B。

(10) 关闭泵 P101B 前阀 V01P101B。

(11) 及时调整阀 FV102，使回流罐液位 LIC102 稳定在 50%。

(12) LIC102 稳定在 50%后，将 FIC102 设为串级。

(13) FIC103 最后稳定在 14357kg/h 后，将 FIC103 设为自动。

(14) 将 FIC104 的设定值设为 14357kg/h。

3.12 、原料液进料 调节阀卡

原因：原料液进料调节阀卡。

现象：进料流量逐渐减少；

处理：(1) 将 FIC101 设为手动模式。

(2) 关闭 FV101 前截止阀 FV101I。

(3) 关闭 FV101 后截止阀 FV101O。

(4) 打开 FV101 旁通阀 FV101B，维持塔釜液位。