

2018 年度示范性虚拟仿真实验教学项目申报表

学 校 名 称	重庆科技学院
实 验 教 学 项 目 名 称	常减压炼油工艺仿真实验
所 属 课 程 名 称	《专业综合应用实验》
所 属 专 业 代 码	081301
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	何 柏
实 验 教 学 项 目 负 责 人 电 话	13696422465
有 效 链 接 网 址	http://222.180.188.213/Themes/Login/login.html

教育部高等教育司 制

二〇一七年九月

填写说明和要求

1. 以 Word 文档格式，如实填写各项。
2. 表格文本中的中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。
3. 所属专业代码，依据《普通高等学校本科专业目录（2012 年）》填写 6 位代码。
4. 涉密内容不填写，有可能涉密和不宜大范围公开的内容，请特别说明。
5. 表格各栏目可根据内容进行调整。

1. 实验教学项目教学服务团队情况

1-1 实验教学项目负责人情况					
姓名	何柏	性别	男	出生年月	1980.8
学历	研究生	学位	硕士	电话	02365023762
专业技术职务	讲师	行政职务		手机	13696422465
院系	化学化工学院		电子邮箱	hbai2004@126.com	
地址	重庆沙坪坝区大学城东路 20 号			邮编	401331
<p>教学研究情况：主持的教学研究课题（含课题名称、来源、年限，不超过 5 项）；作为第一署名人在国内外公开发行的刊物上发表的教学研究论文（含题目、刊物名称、时间，不超过 10 项）；获得的教学表彰/奖励（不超过 5 项）。</p> <p>作为第一署名人在国内外公开发行的刊物上发表的教学研究论文：</p> <ol style="list-style-type: none"> 何柏,付雪,熊伟,等. 建设校内半实物仿真工厂,提升化工生产实习效果[J]. 化工高等教育,2017,34(02):66-69。 何柏,邱奎,付雪,等. 化学工程与工艺专业综合应用实验的改革与实践—以重庆科技学院为例[J]. 化工高等教育,2013,30(06):102-104。 何柏,陈双扣,曾文碧,等. 化工专业生产实习的问题及对策[J]. 重庆科技学院学报(社会科学版),2012(23):170-171。 基于适应应用技术型高校人才培养的实验室建设与开放管理模式的探索与实践, 重庆市教委, 2014-2017, 项目主研(重点项目)。 化学化工虚拟仿真实践教学平台建设的研究与实践, 2015-2017 年,重庆市教委, 项目主研。 基于校企合作下的化工类工程型人才培养模式实验区,2011-2015 年, 重庆市市教委, 项目主研。 化学工程与工艺专业学生工程实践能力培养研究与实践,2012-2014 年, 重庆科技学院教育教改研究项目, 主研 《精细无机化工》课程体系及教学方法研究, 2010 年-2012 年, 重庆科技学院教育教改研究项目, 主研 					

学术研究情况：近五年来承担的学术研究课题（含课题名称、来源、年限、本人所起作用，不超过5项）；在国内外公开发行人物上发表的学术论文（含题目、刊物名称、署名次序与时间，不超过5项）；获得的学术研究表彰/奖励（含奖项名称、授予单位、署名次序、时间，不超过5项）。

近五年来承担的学术研究课题：

1. 重质原油轻质化的催化蒸馏实验及理论研究，重庆市教委，2017-2018，**主持**
2. 轻质燃料油氧化脱硫钴基催化剂的设计与性能研究，重庆市教委，2013-2014，**主持**
3. 生物质甘油氢解 Ru 基双金属催化剂的构效关系研究，国家自然科学基金，2014-2016，主研（4/7）
4. 高含硫天然气脱硫过程建模与工艺参数优化研究，重庆市教委，2014-2016，主研（2/5）
5. 多相催化条件下甘油转化为丙二醇的反应机理研究，重庆市科委，2014-2017，主研（3/7）

作为第一署名人在国内外公开发行人物上发表的学术论文：

- 1、**何柏**,刘世成,陈昌国,等. 减四线馏分油的酯化脱酸反应[J]. 精细化工, 2018, 35(08):1408 -1413.
- 2、**B He** ,F A Agblevor, C G Chen and J Feng. Thermal Cracking to Improve the Qualification of the Waxes. 2018 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 150 012018
- 3、**何柏**,汪建康,游晓兰,等. 减压馏分油催化酯化脱酸的研究[J]. 石油化工,2013, 42 (11): 1282-1285.
- 4、**何柏**,杜川,文欣,等. 催化氧化-萃取法生产低硫汽油[J]. 应用化工, 2013,42 (02): 268- 270+286.
- 5、**何柏**,刘青山,宋梦桃,等. 直馏柴油催化氧化-萃取脱硫实验研究[J]. 石油炼制与化工, 2012,43(04):38-40.

1-2 实验教学项目教学服务团队情况

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	熊伟	化学化工学院	教授	院长	建设统筹	
2	邱会东	化学化工学院	教授	实验中心主任	实验管理	在线服务
3	邱奎	化学化工学院	教授	副系主任	实验指导	
4	付雪	化学化工学院	副教授		实验设计	
5	曹琳	化学化工学院	讲师		实验指导	
6	陈双扣	化学化工学院	教授		在线开放技术支持	在线服务
7	陈以会	化学化工学院	副教授		硬件及软件维护	
8	刁显珍	化学化工学院	讲师		实验指导	
9	向丽君	化学化工学院	讲师		实验指导	
10	连欣	化学化工学院	讲师		在线开放技术支持	在线服务
11	杨杰	北京东方仿真	工程师	技术经理	技术支持	
12	刘宗宇	北京东方仿真	工程师		技术支持	
13	侯天亮	北京东方仿真	工程师		技术支持	

注：1. 教学服务团队成员所在单位需如实填写，可与负责人不在同一单位。

2. 教学服务团队须有在线教学服务人员和技术支持人员，请在备注中说明。

2. 实验教学项目描述

2-1 名称

常减压炼油工艺仿真实验

2-2 实验目的

- (1) 掌握常减压炼油生产工艺和生产操作；
- (2) 熟悉掌握常压蒸馏塔、减压蒸馏塔、闪蒸塔、加热炉、换热器等设备的基本操作；
- (3) 了解化工生产过程控制，掌握 DCS 系统的原理及控制方案；
- (4) 掌握原油中断、供电中断、供汽中断、加热炉着火、净化风中断等常见事故的处理方法；
- (5) 熟悉正常开车、正常停车、紧急停车、关键操作参数的控制等操作技能。
- (6) 培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，提高学生动手能力、工程观以及全局观。

2-3 实验原理（或对应的知识点）

本实验涉及到的主要实验原理如下：

(1) 蒸馏原理：利用液体混合物中各组分挥发度的差别，使液体混合物逐渐部分汽化并随之部分冷凝，从而实现其所含组分的分离。

(2) 液位控制：通过控制进出口阀门开度的，从而调节容器内液位的高低。

原油经原油泵抽送到换热器，换热至 110℃ 左右，加入一定量的破乳剂和洗涤剂，充分混合后进入一级电脱盐罐。同时，在高压电场的作用下，使油水分离。脱水后的原油从一级电脱盐罐顶部集合管流出，再注入破乳剂和洗涤剂，充分混合后进入二级电脱盐罐，同样在高压电场作用下，进一步油水分离，达到原油电脱盐的目的。然后再经过换热器加热到 200℃ 左右后，进入蒸发塔，在蒸发塔拨出一部分轻组分。

拨头油再用泵抽送到换热器继续加热到 280℃ 以上，然后去常压炉升温到 356℃ 进入常压塔。在常压塔拨出重柴油以前组分，高沸点重组分再用泵抽送到减压炉升温到 386℃ 进减压塔，在减压塔拨出润滑油料，塔底重油经泵抽送到换热器冷却后出装置。

2-4 实验仪器设备（装置或软件等）

(1) 基础硬件

内 容	数量	备 注
虚拟仿真实验室学生端客户机	50 台	含实验场地及配套座椅、相关教学设施，主要作为实验课程虚拟仿真软件安装以及学生自主设计、开放式学习使用
虚拟仿真实验室教师端服务机	1 台	用于教学老师上课，服务中心实验室客户端运行，软件维护管理。
虚拟实验校园共享平台服务器	1 台	平台和软件的管理真是实验预约，C/S 网络云服务后台数据记录保存与管理，浏览过程监控等。
空调	2 台	实验室硬件设施，为学生提供舒适温馨的学习环境。
交换机（24 端口）	2 个	网络设备，网络端口连接，学生端与服务端的数据传输等。

(2) 虚拟仿真实训类软件

名 称	数量	备 注
常减压炼油工艺仿真—3D 漫游及操作	100 个 授权点	三维立体的全厂工艺流程及设备可以加强学生的理解与掌握，并身临其境的进行相关操作
常减压炼油工艺仿真—冷态开车	100 个 授权点	原油经过装油，对各装置加注适量的原油进行调试；对加入的原油进行冷循环、热循环后再进行常压系统转入正常生产操作，减压系统转入正常生产操作；投用一脱三注操作，使装置开始正常生产；最后进行调至平衡操作，使整个装置仪表显示正常，各阀门开度正常，原油流量等正常运行，同时调试产品，最终使产品达到规定的质量标准。
常减压炼油工艺仿	100 个	该装置正常停工的过程主要分为降量、降量关

真—正常停车	授权点	侧线阶段、装置打循环及炉子熄火四个阶段。
常减压炼油工艺仿真—紧急停车	100 个授权点	首先关闭原油泵，同时关闭各流出阀，最后关闭真空系统蒸汽阀和塔的吹气阀，完全停止整个装置的运行，当整个系统维护在较稳定的情况下，将受到污染的原料及废弃物清除，再进行检查和相关检修，紧急停车完成
常减压炼油工艺仿真—常见事故	100 个授权点	常减压炼油工艺中的常见事故主要包括原油中断、供电中断、循环水中断、供汽中断、净化风中断、加热炉着火等事故的发生及其处理
常减压炼油工艺仿真—在线考试系统	100 个授权点	主要服务于常减压炼油虚拟仿真实验教学平台下各个仿真实验的考核模拟，包括理论考核和实验操作考核以及平台用户管理等功能。

(3) 主要实验教学仪器及辅助设备

设备名称及型号	数量	备 注
石油产品蒸馏测定仪 (TSY-1104)	1	原油的常压蒸馏获得汽柴油
石油产品高真空蒸馏测定仪 (CGWX-110)	1	常压重油进行减压蒸馏以分馏得到减压馏分油和渣油
原油实沸典蒸馏仪 (DVS-SPD-0110)	1	用于原油实沸点分馏
轻质石油浊点和结晶点测定仪 (CGWX-209)	1	测定煤柴油馏分的浊点与结晶点
深色石油产品硫含量实验器 (SYD-387)	1	测定深色石油产品比如润滑油和渣油等中的硫含量
石油产品运动粘度测定仪 (TSY-1109A)	1	测定柴油润滑油等油品的粘度
铜片腐蚀测定仪 (TSY-1115)	1	测定油品的耐腐蚀性能
石油产品倾点测定仪 (XH-203A)	1	测定油品的低温性能

2-5 实验材料（或预设参数等）

开车准备：包括开工具具备的条件以及开工前准备；

冷态开车：装油、冷循环、热循环、常压系统转入正常生产、减压系统转入正常生产、投用一脱三注；

正常停车：降量、降量关侧线、装置打循环及炉子熄火；

紧急停车：加热炉立即熄火、停止原油进料、关各馏出阀、注气阀，破真空、停吹气、放空；

预设事故：原油中断、供电中断、循环水中断、供汽中断、加热炉着火、净化风中断、停泵、加热炉熄火、高压闪电、低压闪电、原油含水、阀卡。

预设参数：

序号	位号	正常值	单位	说明
1	FI1102		T/H	与 H-105/2 换热油量
2	FI1103		T/H	与 H-109/4 换热油量
3	FI1105		T/H	与 H-104/11 换热油量
4	TI1101		℃	与 H-106/4 换热后油温
5	TI1102		℃	R101/1 入口温度
6	TI1103		℃	R101/1 出口温度
7	TI1134		℃	与 H-103/6 换热后油温
8	TI1105		℃	T101 入口温度
9	TI1107		℃	T101 内温度
10	TI1132		℃	与 H-104/11 换热后油温
11	TI1131		℃	T101 塔顶蒸汽温度
12	TI1106		℃	与 H-104/14 换热后油温
13	TI1112	368	℃	F101 出口油温
14	TI1113	368	℃	F101 出口油温
15	TI1122	380~450	℃	F101 过热蒸汽出口温度
16	TI1123	210	℃	常一中出口油温
17	TI1124	270	℃	常二中出口油温
18	TI1125	35	℃	常顶返回油温
19	TI1126	175	℃	常一线出口油温
20	TI1127	245	℃	常二线出口油温
21	TI1128	296	℃	常三线出口油温
22	TI1129	343	℃	T102 塔底温度
23	TI1209	380~450	℃	F102 过热蒸汽出口温度
24	TI1222	380~450	℃	F103 过热蒸汽出口温度
25	TI1226	150	℃	减一线流出温度
26	TI1127	260	℃	减二线流出温度
27	TI1128	295	℃	减三线流出温度

28	TI1129	330	℃	减四线流出温度
29	TI1223	220	℃	减一中出口油温
30	TI1224	305	℃	减二中出口油温
31	TI1234		℃	脏洗油线温度
32	PI1101		MPa	T101 塔顶油气压力
33	PI1105	0.058	MPa	T102 塔顶油气压力
34	PI1207	-0.09	MPa	T104 塔顶油气压力

2-6 实验教学方法(举例说明采用的教学方法的使用目的、实施过程与实施效果)

(1) **课前预习**：课前预习环节，下载网站上的操作手册并预习实验内容，每个学生一个账号（老师将学生学号预设账号），教师账号可以监督学生的具体学习情况，包括登录时间、操作时长等。

(2) **课堂教学（翻转课堂）**：课堂教学采用翻转课堂模式，教师采用讲授法和协作法来满足学生的需要和促成学生的个性化学习；学生自主规划学习内容、学习节奏、风格和呈现知识的方式，主动学习实践，获得更深层次的理解，学生教师有更多的时间与每个人交流。

(3) **课后实践（互联网在线+ 仿真练习+ 仿真操作考核）**：例如了解了常减压蒸馏的理论知识后，再进行工业级仿真软件的操作，掌握常减压炼油装置的开车以及事故处理。

(4) 课程安排

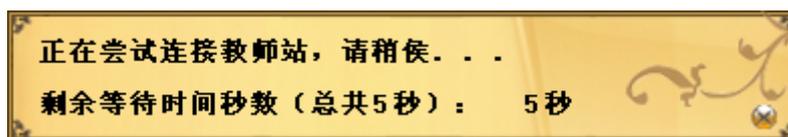
时间	上午安排		下午安排	
	培训内容	老师授课时间安排	培训内容	老师授课时间安排
第一天	原理讲解：工艺原理、工艺特点、工艺流程等讲解。	2 课时	控制要点讲解：软件功能、操作要点，以及每个设备和工艺控制参数	2 课时
第二天	熟悉 3D 场景：依据工艺流程梳理 3D 厂区、车间布局，以及现场管线。由 2-3 名学生根据学习内容进行工艺讲解，强化印象。	2 课时	2D 软件操作：学生依据软件操作评分指导，自主进行软件流程操作（主要是 2D 现场界面）	
第三天	统一答疑：针对学习过程中集中反馈的难点问题进行统一讲解，学生再反复操作练习（主要是 3D 现场界面）。	1 课时	3D 软件操作：学生进行反复操作练习。	
第四天	安全知识、事故处理讲解：可结合认识实习讲解安全知识和供电中断、供汽中断、加热炉着火等安全事故。	2 课时	软件操作：依据事故处理操作流程，学生进行演练。	
第五天	考试：软件操作考试			
实训课总成绩	软件操作评分+实训报告+平时考勤			

注：教师授课时间以外的课时为学生自由训练时间。

2-7 实验方法与步骤要求（学生操作步骤应不少于 10 步）

常减压蒸馏是炼油生产中的第一道加工工序。根据原油中各馏分的沸点不同，在常压、减压等条件下将其分割成不同的组分，即汽油、煤油、柴油、润滑油料和各种二次加工原料等。本装置是根据原油中各组份的沸点（挥发度）不同，将混合物切割成不同沸点的“馏份”。即是利用加热炉将原油进行加热，生成汽液两相，在常压塔中，使汽液两相进行充分的热量交换和质量交换，在提供塔顶回流和塔底吹汽的条件下对原油进行精馏，从塔顶分馏出沸点较低的产品——汽油，从塔底分出沸点较重的产品——重油，从塔中部抽出各侧线产品，即煤油、轻柴油、重柴油、蜡油等。常压蒸馏后剩下的分子量较大的重油组份在高温下易分解（500℃左右），为了将常压重油中的各种高沸点的润滑油组份分离出来，根据压力越低油品沸点就越低的特性，采用在减压塔塔顶使用蒸汽喷射泵抽真空的方法（即真空蒸馏），使加热后的常压重油在负压条件下进行分馏，从而使高沸点的组份在相应的温度下依次馏出做为润滑油料。同时，采用水蒸汽汽提来提高拔出率。

模型运行管理软件运行后，首先要连接教师站，出现连接提示框，如果教师站没有运行或网络不通，则 5 秒后提示框消失，如果教师站已经运行且网络顺畅，那么此提示框很快消失或者不出现。

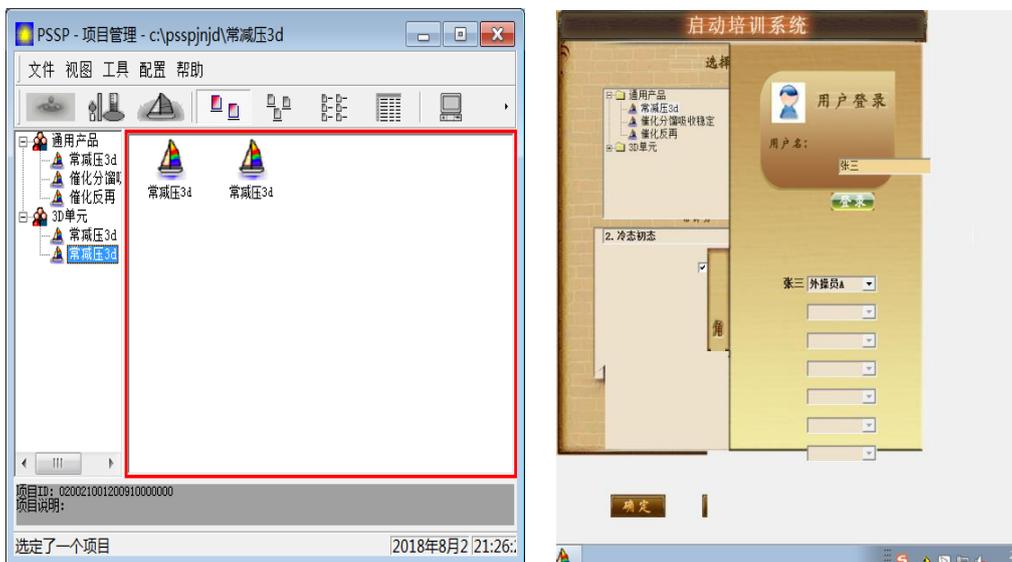


当提示框消失后，如果连接上教师站，那么出现观察者界面，操作者可以选择是进入观察者站还是要正常培训，如需充当观察者，那么选中“观察者”按钮，然后在选择一组（整个网络中可能存在多个组，操作者可以任意选择一组进入，观察这组操作的情况）进入，如果不充当观察者，那么直接确认就可进入项目选择画面。



若没有连接上教师站，则提示框消失后，直接进入项目选择界面。

出现项目选择界面后，可选择培训装置和项目，同时还要选择登录人员对应的角色。（对于单机版，登录角色任选一个即可）



全部选择后按“确定”按钮进入操作界面。

进入现场站后，会出现虚拟现实画面，主界面如下图（具体显示与装置和系统分辨率有关），分别显示的是中控室部分和现场部分。



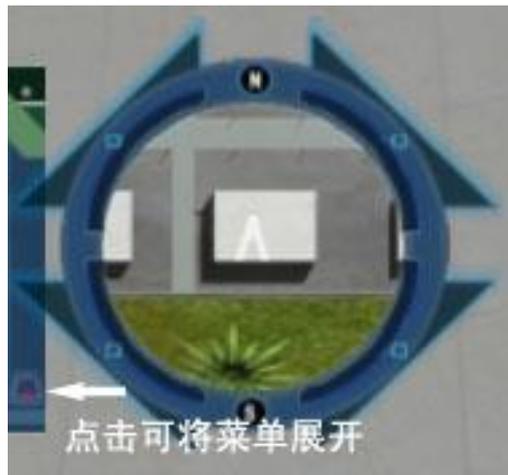
整个场景由上方的操作区和下方的菜单组成，下方菜单分为小地图部分，人物和工具部分，常规功能部分。



菜单为可收缩设计，点击小地图旁边的按钮可将向左收起，仅留小地图。



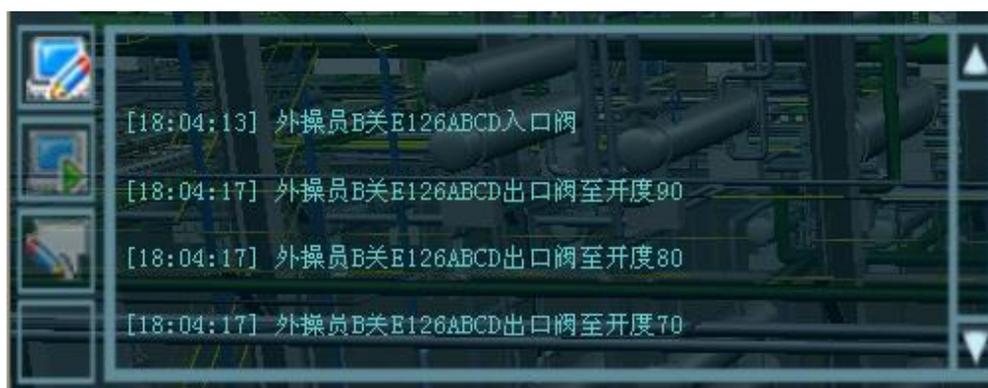
在菜单收起的情况下，点击如图按钮可将菜单再次展开。



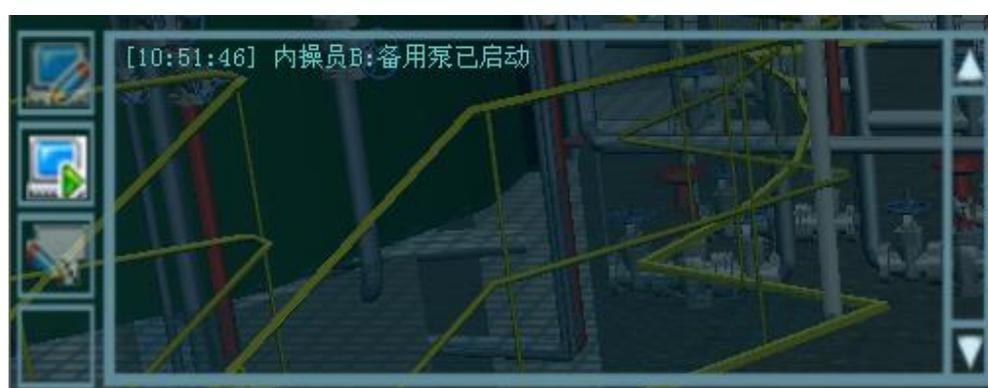
工具箱里的物资可通过点选中控室内的物资柜来获得。



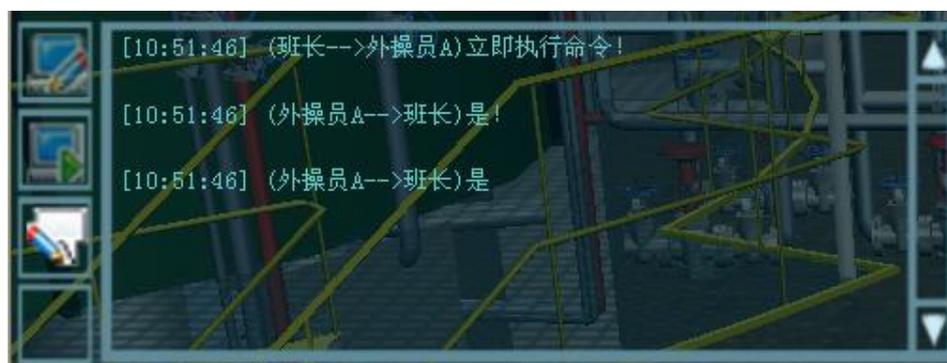
操作消息显示角色在场景中进行的各种操作。



命令消息显示其他角色对当前角色下达的命令或汇报的情况。



语言文字消息显示角色之间进行的文字对话。



文字对话的方式是在角色栏内点击文字对话按钮并在弹出的输入栏内输入文字。





点击对讲机按钮弹出对讲机对话框。左侧是要对话的对象（可单选或复选），右侧是要命令或汇报的内容，内容选中的以底色标示，鼠标划上的在下方显示拓展出的全部内容。



主要可使用的工具有空气呼吸器、硫化氢检测仪和警戒绳。佩戴后会在工具

箱内出现相应按钮。

➤ 空气呼吸器



空气呼吸器在取得后，人物身上会背负压缩空气的钢瓶和呼吸面罩，点击空气呼吸器的按钮后，人物带上面罩。再次点击则摘下面罩。只有当人物将面罩带好后才不会因进入有毒气体区域而损害生命值。



➤ 警戒绳



警戒绳取得后在人物外观上不显示变化。在点击警戒绳按钮后，进入拉警戒绳模式。



左键点击地面放置落点，多次点击可放置多个，两个落点之间自动连线。按 BackSpace 键可取消放置错误的落点。点击鼠标右键退出拉警戒绳模式。

► 灭火器

灭火器放置在 3D 场景中，可通过左键单击灭火器箱获得，取得后将在工具箱内出现灭火器按钮。



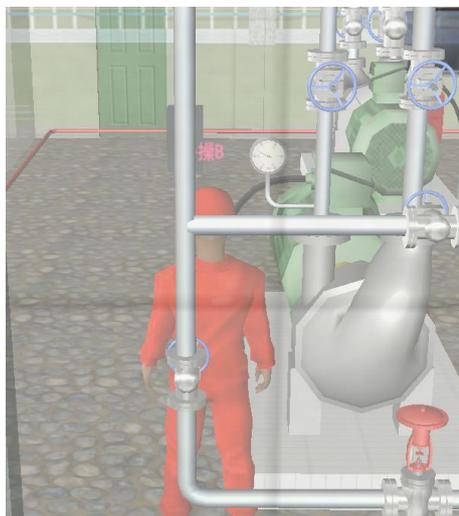
单击灭火器按钮可进入喷洒灭火器状态，再次单击则取消喷洒。



喷洒灭火器时人物仍可按 ASDW 自由移动，按 QE 旋转，配合 ZC 键可以实现灭火器上下方向喷洒。

ESC 键可放下灭火器，放下后，工具箱内灭火器按钮消失。

点击仪表，液位计，在屏幕左上角出现放大的仪表或液位计显示。对于液位计来说，缺省显示刻度上下一段范围。



实验一 冷态开工过程

一、开工具备的条件

1. 与开工有关的修建项目全部完成并验收合格。
2. 设备、仪表及流程符合要求。
3. 水、电、汽、风及化验能满足装置要求。
4. 安全设施完善，排污管道具备投用条件，操作环境及设备要清洁整齐卫生。

二、开工前的准备

1. 准备好黄油、破乳剂、20#机械油、液氨、缓蚀剂、碱等辅助材料。
2. 原油含水 \gt 1%，油温不高于 50℃，原油与付炼联系，外操做好从罐区引燃料油的工作。
3. 准备好开工循环油、回流油、燃料气（油）。

三、装油

装油的目的是进一步检查机泵情况，检查和发现仪表在运行中存在的问题，脱去管线内积水，建立全装置系统的循环。

3.1 常减压装油步骤

启动原油泵 P-101/1, 2(在泵图页面上点 P-101/1, 2 一下，其中一个泵变绿色表示该泵已经开启，下同)，打开调节阀 FIC1101、TIC1101，开度各为 50%，将原油引入装置；

原油一路经换热器 H-105/2, 另一路经 H-106/4；

两路混合后经含盐压差调节阀 PDIC1101（开度为 50%）和现场阀 VX0001（开度为 100%）到电脱盐罐 R-101/1，建立电脱盐罐 R-101/1 的液位 LI1101；

再打开 PDIC1102（开度为 50%）和现场阀 VX0002（开度为 100%），引油到电脱盐 R-101/2，建立电脱盐罐 R-101/2 的液位 LI1102；

到现场打开 VX0007（开度为 100%），经电脱盐后的原油分两路，一路经换热器 H-109/4，另一路经换热器 H-103/6；

打开温度调节阀 TIC1103（开度 50%，使原油到闪蒸塔（T-101），建立闪蒸塔 T101 塔低液位 LIC1103。

待闪蒸塔 T-101 底部液位 LIC1103 达到 50%时，启动闪蒸塔底泵 P102/1, 2（去泵现场图查找该泵，用左键点击开启该泵）；

打开塔底流量调节阀 FIC1104(逐渐开大到 50%),打开 TIC1102(开度为 50%)
流经换热器组 H-113/2 和 H-104/11, H-104/14;

原油分两股进入常压炉 (F-101); 在常压塔加热炉的 DCS 图上打开进入常压
炉的流量调节阀 FIC1106、FIC1107 (开度各为 50%)

原油经过常压炉 (F-101) 的对流室、辐射室;

两股出料合并为一股进入到 常压塔 (T-102) 进料段 (即显示的 T0 T102);

观察常压塔塔低液位 LIC1105 的值, 并调节闪蒸塔进出流量阀 (FIC1101 和
FIC1104), 控制闪蒸塔塔低液位 LIC1103 为 50%左右 (即 PV=50)

3.2、减压装油流程及步骤

(1) 减压装油流程

T-102 →P109/1,2 →炉 F-102,F-103 →T-104

(2) 减压装油步骤

待常压塔 T-102 底部液位 LIC1105 达到 50%时 (即 PV=50), 启动常压塔底泵
P109/1, 2 其中一个 (方法同上述启动泵的方法):

打开 FIC1111 和 FIC1112(开度逐渐开大到 50%左右, 控制 LIC1105 为 50%),
分两路进入减压炉 F-102 和 F-103 的对流室、辐射室。

经两炉 F-102 和 F-103 后混合成一股进料, 进入减压塔 T-104。

待减压塔 T-104 底部液位 LIC1201 达到 50%时 (即 PV=50 左右), 启动减压
塔底 P117/1, 2 其中一个;

打开减压塔塔底抽出流量控制阀 FIC1207 (开度逐渐开大, 控制塔底液位为
50%左右。并到减压系统图现场打开开工循环线阀门 VX0040, 然后停原油泵
P-101/1, 2; 装油完毕。

注: 首先看现场图的手阀是否打开, 确认该路管线畅通。

然后到 DCS 画面上, 先开泵, 再开泵后阀, 建立液位。

进油同时注意电脱盐罐 R101/1,2 切水。即: 间断打开 LIC1101、LIC1102
水位调节阀, 控制不超过 50%。

四、冷循环

冷循环目的主要是检查工艺流程是否有误, 设备、仪表是否正常, 同时脱
去管线内部残存的水。待切水工作完成, 各塔底液面偏高 (50%左右) 后, 便可

进行冷循环。

1. 冷循环具体步骤与装油步骤相同；流程不变。
2. 冷循环时要控制好各塔液面稍过 50%左右 (LIC1103、LIC1105、LIC1201)，并根据各塔液面情况进行补油。
3. R-101/1,2 底部要经常反复切水：间断打开 LIC1101、LIC1102 水位调节阀，控制不超过 50%。
4. 各塔底用泵切换一次，检查机泵运行情况是否良好（在该仿真中不做具体要求）。
5. 换热器、冷却器副线稍开，让油品自副线流过（在该仿真中不做具体要求）。
6. 根据各个塔的液位情况(将 LIC1103、LIC1105、LIC1201 控制在略大于 50%)，随时调节流量大小。
7. 检查塔顶汽油，瓦斯流程是否打开，防止憋压。
闪蒸塔顶油气出口阀 VX0008（开度为 50%）；
从闪蒸塔出来到常压塔中部偏上进气阀 VX0019（开度为 50%）；
常压塔顶循环出口阀 VX0042（开度为 50%）；
常压塔 T102 塔顶冷却器 L-101 冷凝水入口阀 VX0050(开度为 50%)；
不凝气由汽油回流罐(R-102)到常压瓦斯罐(R-103)的出口阀 VX0017（开度为 50%）；
由常压瓦斯罐(R-103)冷却下来的汽油返回汽油回流罐(R-102)的阀 VX0018（开度为 50%）；
常压瓦斯罐(R-103)的排气阀 VX0020（开度为 50%）。
8. 启用全部有关仪表显示。
9. 如果循环油温度 TI1109 低于 50℃，炉 F-101 可以间断点火，但出口温度 (TI1113 或 TI1112) 不高于 80℃。
10. 冷循环工艺参数平稳后（主要是 3 个塔液位控制在 50%左右，运行时间可少于 4 小时），在此做好热循环的各项准备工作。

五、热循环

当冷循环无问题处理完毕后，开始热循环，流程不变。

1. 热循环前准备工作

(1) 分别到各自现场图中打开 T-101,T-102,T-104 的顶部阀门,防止塔内憋压(部分在前面已经开启)。

(2) 到泵现场图启动空冷风机 K-1, 2; 到常压塔现场和减压塔现场打开各冷凝冷却器给水阀门,检查 T-102,T-104 馏出线流程是否完全贯通,防止塔内憋压(到现场图中打开手阀及机泵,在 DCS 操作画面中打开各调节阀)。

空冷风机 K-1, 2;

常一线冷凝冷却器 L-102 给水阀 VX0051 (开度为 50%);

常二线冷凝冷却器 L-103 给水阀 VX0052 (开度为 50%);

常三线冷凝冷却器 L-104 给水阀 VX0053 (开度为 50%);

减一线冷凝冷却器 L-105 给水阀 VX0054 (开度为 50%);

减二线冷凝冷却器 L-106 给水阀 VX0055 (开度为 50%);

减三线冷凝冷却器 L-107 给水阀 VX0056 (开度为 50%);

减四线冷凝冷却器 L-108 给水阀 VX0057 (开度为 50%);

减压塔底出料冷凝冷却器 L-109 给水阀 VX0058 (开度为 50%);

减四线软水换热器 H-113/4 给水阀 VX0059 (开度为 50%);

减压塔 T104 减一中给水阀 VX0060 (开度为 50%)。

(3) 循环前到闪蒸塔现场将原油入电脱盐罐副线阀门(VX0079、VX0006、VX0005)全开(在后面还要关死这几个副线阀门),甩开电脱盐罐 R101/1, 2, 防止高温原油烧坏电极棒。开电脱盐罐副线时会引起入电脱盐罐原油流量的变化,要注意调节各塔的液位(LIC1103、LIC1105、LIC1201)。

2. 热循环升温、热紧过程:

(1) 炉 F-101,F-102,F-103 开始升温,起始阶段以炉膛温度为准,前两小时温度不得大于 300℃,两小时后以炉 F-101 出口温度为主,以每小时 20—30℃速度升温。(在这里我们只要适当控制升温速度即可,不要太快,步骤(2)---(3)在这里可省去,实际在工厂要严格按升温曲线进行升温操作)

(2) 当炉 F-101 出口温度升至 100—120℃时恒温两小时脱水,温至 150℃恒温 2—4 小时脱水。

(3) 恒温脱水至塔底无水声,回路罐中水减少,进料段温度与塔底温度较为接近时,炉-101 开始以每小时 20—25℃速度升温至 250℃时恒温,全装置

进行热紧。

(4) 炉 F-102, 103 出口温度 TIC1201、TIC1203 始终保持与炉 F-101 出口温度 TIC1104 平衡, 温差不得大于 30℃。

(5) 常压塔顶温度 TIC1106 升至 100℃—120℃时, 联系轻质油引入汽油开始打顶回流(在常压塔塔顶回流现场图中打开轻质油线阀 VX0081, 打开 FIC1110 开度要自己调节, 此时严格控制水液面 LIC1107, 严禁回流带水。

(6) 常压炉 F-101 出口温度 TIC1104 升至 300℃时, 常压塔自上而下开侧线, 开中段回流(到现场图中打开手阀及机泵, 在 DCS 操作画面中打开各调节阀)。

常一线: LIC1108、FIC1116、泵 P106/1;

常二线: LIC1109、FIC1115、泵 P107;

常三线: LIC1110、FIC1114、泵 P108/1, 2;

常一中: FIC1108、TIC1107、泵 P104/1;

常二中: FIC1109、TIC1108、泵 P105;

升温阶段即脱水阶段, 塔内水份在相应的压力下开始大量汽化, 所以必须加倍注意, 加强巡查, 严防 P102/1,2,P109/1,2,P117/1,2 泵抽空。并根据各塔液面情况进行补油。同时再次检查塔顶汽油线是否导通, 以免憋压。

3. 热循环过程注意事项:

(1) 热循环过程中要注意整个装置的检查, 以防泄漏或憋压。

(2) 各塔底泵运行情况, 发现异常及时处理。

(3) 严格控制好各塔底液面, 随时补油。

(4) 升温同时打开炉-101, 102, 103 过热蒸汽(分别在常压塔加热炉和减压塔加热炉的 DCS 画面中打开 PIC-1103, PIC-1202, PIC-1205, 开度为 50%即可), 并放空, 防止炉管干烧。

六、常压系统转入正常生产

1. 切换原油

(1) T-102 自上而下开完侧线后, 启动原油泵。将渣油改出装置。启用渣油冷却器 L-109/2, 将渣油温度控制在 160℃以内, 在减压塔 T104 现场打开渣油出口阀 VX0078, 关闭开工循环线 VX0040, 原油量控制在 70-80T/H。

(2) 导好各侧线, 冷换热设备及外放流程, 关闭放空, 待各侧线来油后,

联系调度和轻质油，并启动侧线泵、侧线外放（前面已经打开）。

（3）当过热蒸汽温度（TI1122）超过 350℃时，缓慢打开 T-102 底吹汽现场开启 VX0014、常压塔 T102 各侧线吹蒸汽阀 VX0080，关闭过热蒸汽放空阀（仿真中没做）。

（4）待生产正常后缓慢将原油量提至正常（参数见指标表格）。

2. 常压塔正常生产：

（1）切换原油后，炉 F-101 以 20℃/小时的速度升温至工艺要求温度。

（2）炉 F-101 抽空温度正常后，常压塔自上而下开常一中、常二中回流（前面已经做开启了）。

（3）原油入脱盐罐温度 TI1102 低于 140℃时，将原油入脱盐罐副线开关关闭。

（4）司炉工控制好炉 F-101 出口温度，常压技工按工艺指标和开工方案调整操作，使产品尽快合格，及时联系调度室将合格产品改入合格罐。

（5）根据产品质量条件控制侧线吹汽量。

七、减压系统转入正常生产

1. 开侧线：

（1）当常压开侧线后，减压炉开始以 20℃/小时的速度升温至工艺指标要求的范围内。

（2）当过热蒸汽温度超过 350℃开减压塔底吹汽现场打开 VX0082、减压塔 T104 各侧线吹蒸汽现场阀 VX0083，关过热蒸汽放空（仿真中没做）。

（3）当炉 F-102、F-103 出口温度 TI1209、TI1222 升至 350℃时，打开炉 F-102、F-103 开炉管注汽 VX0021、VX0026。

（4）减压塔开始抽真空。

抽真空分三段进行：

第一段：0—200mmHg；

第二段：200—500mmHg；

第三段：500—最大 mmHg。

操作步骤：在抽真空系统图上，先打开冷却水现场阀 VX0086，然后依次打开抽一线现场阀 VX0084、抽二线现场阀 VX0085 等抽真空阀门，并打开 VX0034

和泵 P118/1, 2。

(5) T-104 顶温度超过工艺指标时, 将常三线油倒入减压塔顶打回流 (即开减压塔顶回流线汽油入口阀 VX0077), 待减一线有油 (即 LIC1202 大于 0) 后, 改减一线本线打回流 (即关闭减压塔顶回流线阀 VX0077, 开启减压塔顶回流阀 VX0076, 开泵 P112/1, 开减压塔顶回流量调节阀 FIC1208), 常三线改出装置, 控制塔顶温度 (TIC1205) 在指标范围内。

(6) 减压塔自上而下开侧线。操作方法同常压步骤, 基本相同。

减一线: LIC1202;

减二线: LIC1203、FIC1211、泵 P113;

减三线: LIC1204、FIC1210、泵 P114/1;

减四线: LIC1205、FIC1209、泵 P115;

减一中: FIC1203、TIC1206、泵 P110/1;

减二中: FIC1204、TIC1207、泵 P111;

脏洗油系: FIC1205、泵 P116/1。

2. 调整操作:

(1) 当炉 F-102, F-103 出口温度达到工艺指标后, 自上而下开中段回流, 开回流时先放净设备管线内存水, 严禁回流带水。

(2) 侧线有油后联系调度室、轻质油, 启动侧线泵将侧线油改入催化料或污油罐。

(3) 倒好侧线流程, 启动 P116/1, 2 开脏洗油系统, 同时启用净洗油系统。

(4) 根据产品质量调节侧线吹汽流量。

(5) 司炉工稳定炉出口温度, 减压技工根据开工方案要求尽快调整产品使其合格, 将合格产品改进合格罐。

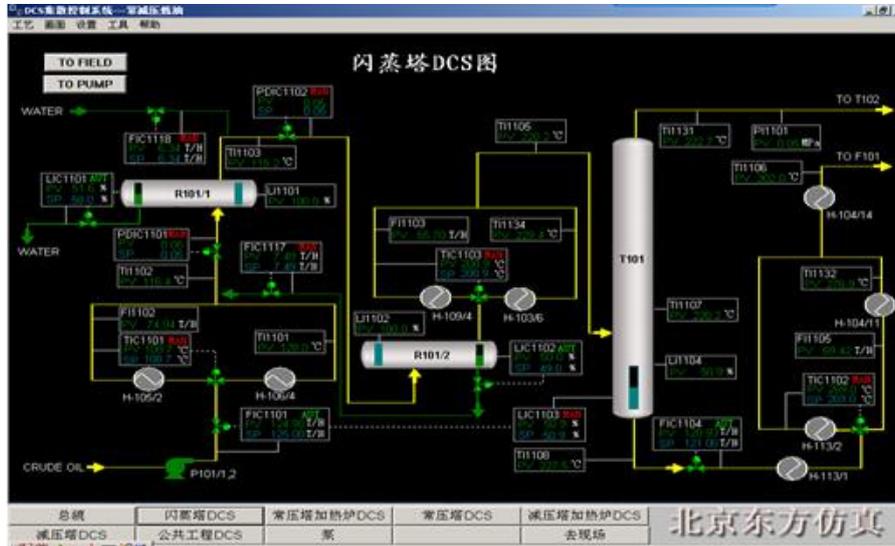
(6) 将软化水引入装置, 启用蒸汽发生器系统。自产气先排空, 待蒸汽合格不含水后, 再并入低压蒸汽网络或引入蒸汽系统。

八、投用一脱三注

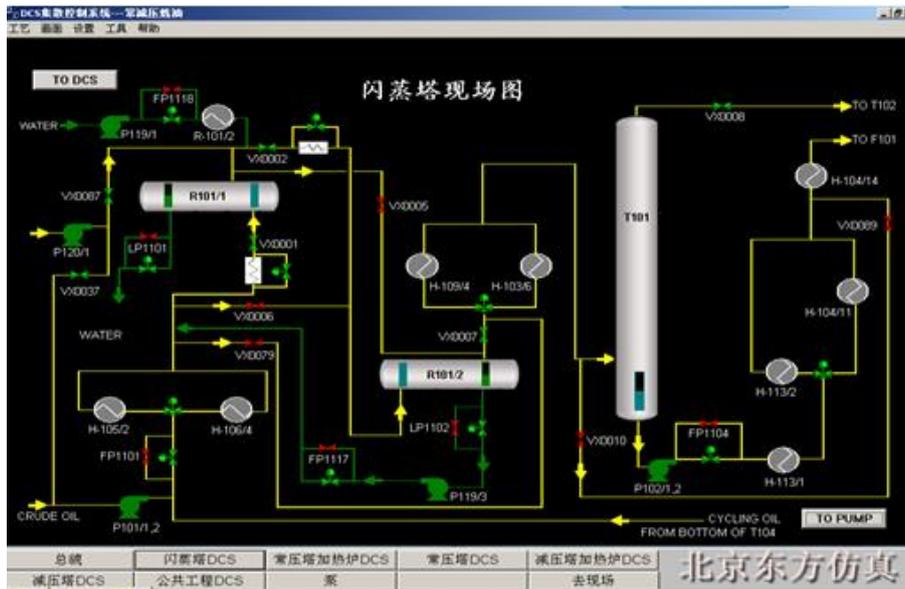
(1) 生产正常后, 将原油入电脱盐温度 TI1102 控制在 120-130°C, 压力控制在 0.8-1.0MPa 范围内, 电流不大于 150A。然后开始注入破乳剂、水。

(2) 常顶开始注氨, 注破乳剂。

操作步骤：在闪蒸塔现场图上打开破乳剂泵 P120/1 和水泵 P119/1、P119/3，然后打开出口阀 VX0037、VX0087 开度 50%，在 DCS 图上，打开 FIC1117、FIC1118，开度均为 50%。



闪蒸塔现场图



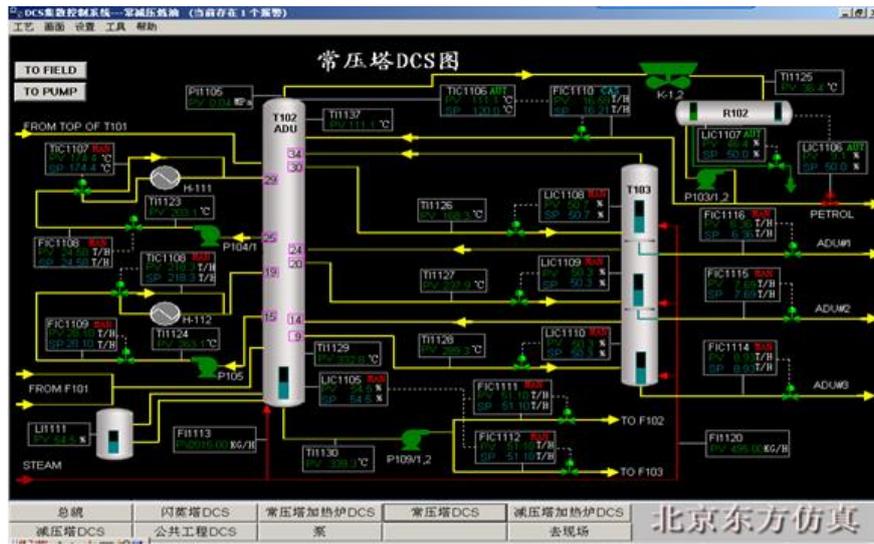
常压塔加热炉 DCS 图



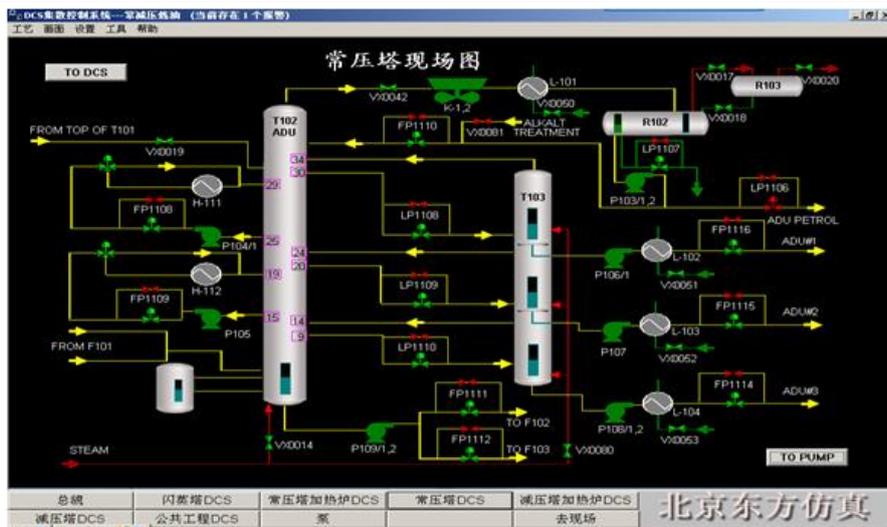
常压塔加热炉现场图



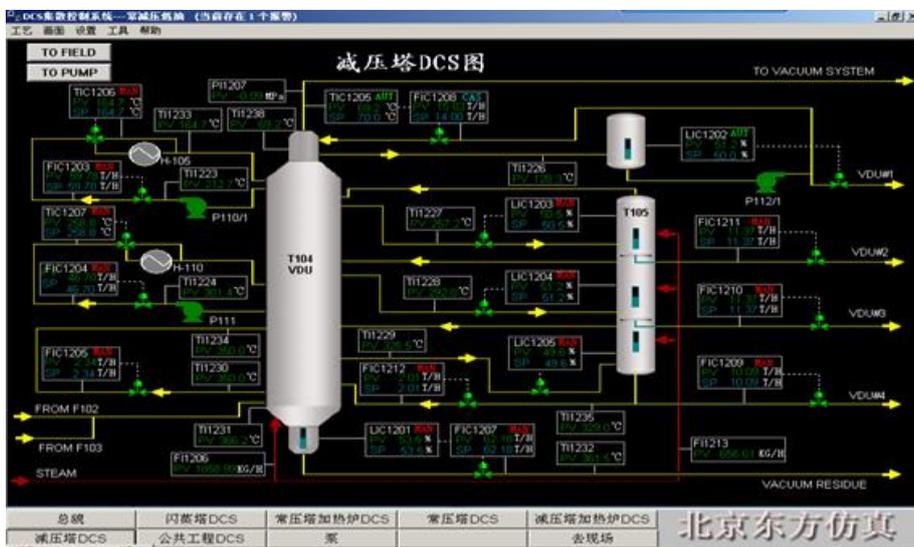
常压塔 DCS 图



常压塔现场图



减压塔加热炉 DCS 图



实验二 正常停工过程

一、降量

1. 降量前先停电脱盐系统。

(1) 打开 R-101/1,2 原油副线阀门,关闭 R-101/1,2 进出口阀门,停止注水、注剂。静止送电 30 分钟后开始排水,使原油中水分充分沉降。

(2) 待 R-101/1,2 内污水排净后,启动 P119/1,2 将 R-101/1,2 内原油自原油循环线打入原油线回炼。

(3) R-101/1,2 内原油退完后,将常而线油自脱盐罐冲洗线倒入 R-101/1,2 内进行冲洗。在罐底排污线放空。

(4) 各冲洗一小时。

2. 降量分多次进行,降量速度为 10-15T/H。

3. 降量初期保持炉出口温度不变调整各侧线油抽出量,保证侧线产品质量合格。

4. 降量过程中注意控制好各塔底液面,调节各冷却器用水量,将侧线油品出装置温度控制在正常范围内。

二、降量关侧线阶段

1. 当原油量降至正常指标的 60-70%时开始降炉温。炉出口温度以 25-30℃/H 的速度均匀降温。

2. 降温时将各侧线油品改入催化料或污油罐,常减压各侧线及汽油回流罐控制高液面,作洗塔用。

3. 炉-101 出口温度降到 280℃左右时,T-102 开始自上而下关侧线,停中段回流,各侧线及汽油停止外放。

4. 炉-102, 103 出口温度降到 320℃左右时,T-104 开始自上而下关侧线,停中段回流,各侧线及汽油停止外放。

塔破真空分三个阶段进行:

第一阶段: 正常值 -500mmHg;

第二阶段: 正常值 500-250mmHg;

第三阶段: 正常值 250-0mmHg;

破真空时应关闭 L-10/3,4 顶部瓦斯放空阀。

5. 当过热蒸汽出口温度降至 300℃时,停止所有塔部吹气,进行放空。

三、装置打循环及炉子熄火

1. T-102 关完侧线后，立即停原油泵，改为循环流程进行全装置循环。
2. T-104 关侧线后，将减压侧线油自分配台倒入减压塔打回流洗塔。减侧线油打完后将常压各侧线倒入减压塔顶回流洗塔，直到各侧线油打完为止。
注意：将侧线油倒入减一线打回流时应打开减一线流量计和外放调节阀的副线阀门。
3. 常压技工将汽油回流罐内汽油全部打入常压塔顶洗常压塔，塔顶温度过低时停空冷。
4. 炉子对称关火阻，继续降温，炉出口温度降至 180℃ 时停止循环，炉子熄火，风机不停。待炉膛温度降至 200℃ 时停 风机，打开放爆门加速冷却，过热蒸汽停掉。
5. 炉子熄火后，将各塔底油全部打出装置。

实验三 紧急停车

紧急停工步骤：

1. 加热炉立即熄火。
2. 停止原油进料，关各馏出阀、注气阀，破真空，认真退油，关塔部吹气，过热蒸汽改为放空。
3. 将不合格油品改进污油罐。
4. 对局部着火部位应及时切断火源，加强灭火。
5. 尽量维持局部循环，尽量按正常的停工方法处理。

实验四 事故处理

一、原油中断

原因：原油泵 P101/1 故障

现象：塔液面下降，塔进料压力降低，塔顶温度升高。

处理方法：

1. 切换原油泵 P101/2；

2. 不行按停工处理。

二、供电中断

原因：供电部门线路发生故障。

现象：各泵运转停止。

处理方法：

1. 来电后，相继启动顶回流泵、原油泵、初底泵、常底泵、中断回流泵及侧线泵；

2. 各岗位按生产工艺指标调整操作至正常。

三、循环水中断

原因：供水单位停电或水泵出故障不能正常供水。

现象：1. 油品出装置温度升高；2. 减顶真空度急剧下降。

处理方法：

1. 停水时间短，降温降量，维持最低量生产，或循环；

2. 停水时间长，按紧急停工处理。

四、供汽中断

原因：锅炉发生故障，或因停电不能正常供汽。

现象：1. 流量显示回零，各塔、罐操作不稳；2. 加热炉操作不稳；3. 减顶真空度下降。

处理方法：如果只停汽而没有停电，则改为循环，如果既停汽又停电，按紧急停工处理。

五、净化风中断

原因：空气压缩机发生故障。

现象：仪表指示回零。

处理方法：

1. 短时间停风，将控制阀改副线，用手工调节各路流量、温度、压力等；

2. 长时间停风，按降温降量循环处理。

六、加热炉着火

原因：炉管局部过热结焦严重，结焦处被烧穿。

现象：炉出口温度急剧升高，冒大量黑烟。

处理方法：熄灭全部火嘴并向炉膛内吹入灭火蒸汽。

七、常压塔底泵停

原因：泵出故障，被烧或供电中断。

现象：1. 泵出口压力下降，常压塔液面上升；2. 加热炉熄火，炉出口温度下降。

处理方法：切换备用泵。

八、减压炉熄火

原因：燃料中断。

现象：炉堂温度下降，炉出口温度下降，火灭。

处理方法：

1. 减压部分按停工处理；
2. 常渣出装置。

九、低压闪电

原因：供电不稳。

现象：全部或部分低压电机停转，操作混乱。

处理方法：

1. 如时间短，切换备用泵，顺序：顶回流，中段回流，处理量调节；
2. 及时联系电修部门送电，按工艺指标调整操作。

十、高压闪电

原因：供电不稳。

现象：全部或部分高压电机停转，闪蒸塔和常压塔进料中断，液面下降。

处理方法：

1. 如时间短，切换备用泵；
2. 及时联系电修部门送电，按工艺指标调整操作。

实验五 常减压蒸馏实验操作及油品分析

通过授课教师对前面常减压炼油虚拟仿真的各类实验引导式讲解以及学生的反复操作练习和考试，上课学生对于常减压炼油工艺流程、装置、关键设备、

主要操作参数、操作注意事项等相关知识会有不错的掌握，然后可以自由选择原油常减压蒸馏的实际操作实验，以及后继各类油品的性质分析检测。

一、常减压蒸馏实验

- 1、装油
- 2、准备好冷却水以及油品接收装置并开始加热
- 3、首先运行常压蒸馏装置并分馏得到汽柴油馏分
- 4、将常压渣油通入减压蒸馏装置，分流得到减压馏分和渣油
- 5、对分馏得到的汽油、煤油、减压馏分油进行油品性质监测，比如密度、粘度、倾点、浊点和结晶点、储存安定性、残碳含量、石油蜡含量，等等
- 6、还可根据需要对原油进行实沸点蒸馏以获得各窄馏分



原油常减压蒸馏装置



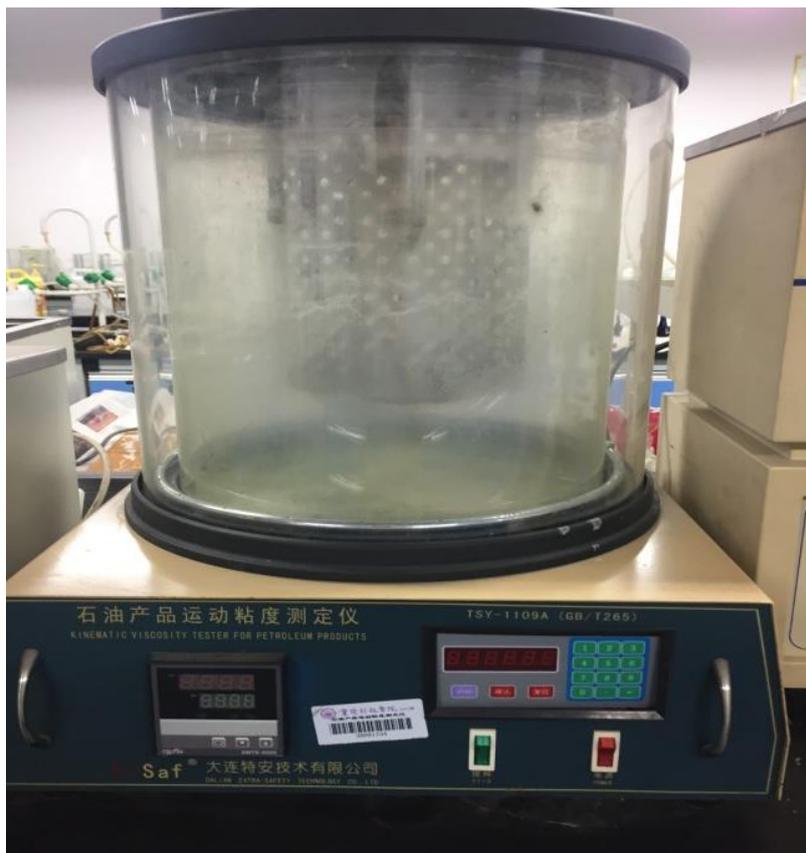
低温运动粘度测定仪



原油实沸点蒸馏仪



轻质油品浊点和结晶点测定仪



油品运动粘度测定仪



电炉残碳测定仪



石油产品铜片腐蚀测定仪



石油蜡含量测定仪



石油产品倾点测定仪

2-8 实验结果与结论要求

- (1) 按照操作规程进行生产；
- (2) 进料量符合要求；
- (3) 收率符合要求；
- (4) 各项控制指标符合要求：

序号	位号	正常值	单位	说明
1	FI1102		T/H	与 H-105/2 换热油量
2	FI1103		T/H	与 H-109/4 换热油量
3	FI1105		T/H	与 H-104/11 换热油量
4	TI1101		°C	与 H-106/4 换热后油温
5	TI1102		°C	R101/1 入口温度
6	TI1103		°C	R101/1 出口温度
7	TI1134		°C	与 H-103/6 换热后油温
8	TI1105		°C	T101 入口温度
9	TI1107		°C	T101 内温度
10	TI1132		°C	与 H-104/11 换热后油温
11	TI1131		°C	T101 塔顶蒸汽温度
12	TI1106		°C	与 H-104/14 换热后油温
13	TI1112	368	°C	F101 出口油温

14	TI1113	368	°C	F101 出口油温
15	TI1122	380~450	°C	F101 过热蒸汽出口温度
16	TI1123	210	°C	常一中出口油温
17	TI1124	270	°C	常二中出口油温
18	TI1125	35	°C	常顶返回油温
19	TI1126	175	°C	常一线出口油温
20	TI1127	245	°C	常二线出口油温
21	TI1128	296	°C	常三线出口油温
22	TI1129	343	°C	T102 塔底温度
23	TI1209	380~450	°C	F102 过热蒸汽出口温度
24	TI1222	380~450	°C	F103 过热蒸汽出口温度
25	TI1226	150	°C	减一线流出温度
26	TI1127	260	°C	减二线流出温度
27	TI1128	295	°C	减三线流出温度
28	TI1129	330	°C	减四线流出温度
29	TI1223	220	°C	减一中出口油温
30	TI1224	305	°C	减二中出口油温
31	TI1234		°C	脏洗油线温度
32	PI1101		MPa	T101 塔顶油气压力
33	PI1105	0.058	MPa	T102 塔顶油气压力
34	PI1207	-0.09	MPa	T104 塔顶油气压力

2-9 考核要求

实验成绩：总分 100

实验目的占 10%，实验装置及原理占 10%，实验操作步骤 10%，机考成绩占 50%，实验结果与讨论占 20%；根据各实验操作考核成绩加权平均得到。

评分细则：

(1) 过程的开始和结束是以起始条件和终止条件来决定的,起始条件满足则过程开始,终止条件满足则过程结束。操作步骤的开始是以操作步骤的起始条件和本操步骤所对应的过程的起始条件来决定的,必须是操作步骤的上一级过程的起始条件和操作步骤本身的起始条件满足,这个操作步骤才可开始操作.如果操作步骤没有组起始条件,那么,只要它上一级过程的起始条件满足即可操作。

(2) 过程只给基础分,步骤只给操作分。基础分在整个过程完成后给予操作者,步骤分则视该步骤完成情况给予操作者。

(3) 一个过程的起始条件没有满足时,终止条件不予评判,因此也不会满足。

(4) 过程终止条件满足时,其子过程及所有过程下的步骤都不在参与评判,也就是这个过程中没有进行完毕的过程或步骤都不会再完成了,分也得不到。

(5) 操作步骤起始条件未满足, 而动作已经完成, 则认为此步骤错误, 分数完全扣掉。

(6) 步骤起始条件未满足, 而动作已完成, 则认为此步错误, 分数完全扣掉。

(7) 对质量指标来说, 评判它好与不好是根据指标在设定值上、下的偏差来决定的。质量指标的上下允许范围内的数值不扣分, 超过了允许范围要扣分, 直至该指标得分为 0 止。

2-10 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

专业：化学工程与工艺、能源化学工程

年级要求：本科大四学生

(2) 基本知识和能力要求等

掌握与石油炼制工程相关的课程知识, 如化工原理、化工热力学、化工机械与设备、化工仪表与自动化、分离工程、油品检测技术等;

熟悉国家对于化工生产、设计、研究与开发、安全、环境保护等方面的方针、政策和法规;

掌握文献检索、资料查询的基本方法;

有基本的三维认识能力, 能够熟练操作电脑熟悉系统。

3. 实验教学项目相关网络要求描述

3-1 有效链接网址

<http://222.180.188.213/Themes/Login/login.html> (登陆网址)

用户名 test01~test10(提供 10 个临时帐号)

密码: 123456

3-2 网络条件要求

(1) 说明客户端到服务器的带宽要求（需提供测试带宽服务）

宽带网速 100 M 以上。

(2) 说明能够提供的并发响应数量（需提供在线排队提示服务）

提供并发响应数量为 300，支持 300 人的队列排队。

3-3 用户操作系统要求（如 Windows、Unix、IOS、Android 等）

(1) 计算机操作系统和版本要求

Windows7 及以上版本（至少专业版及以上）。

(2) 其它计算终端操作系统和版本要求

无

3-4 用户非操作系统软件配置要求（如浏览器、特定软件等）

(1) 计算机非操作系统软件配置要求（需说明是否可提供相关软件下载服务）

为了保证正常学习课程，需要下载安装仿真客户端；

网站提供 2D 客户端下载并可运行操作，3D 模式需要在仿真教室操作。

(2) 其它计算终端非操作系统软件配置要求（需说明是否可提供相关软件下载服务）

支持浏览器：ie7 以上、谷歌、火狐、猎豹、360 等。

3-5 用户硬件配置要求（如主频、内存、显存、存储容量等）

(1) 计算机硬件配置要求

主频：八核 3.6GHz

内存：32GB 以上

存储容量：10TB 以上

(2) 其它计算终端硬件配置要求

CPU：四核 3.6GHz

内存：8G

硬盘：1T

显卡：GTX745 2G 独显以上

3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）

(1) 计算机特殊外置硬件要求

无

(2) 其它计算终端特殊外置硬件要求

无

4. 实验教学项目技术架构及主要研发技术

指标		内容
系统架构图及简要说明		
实验教学项目	开发技术（如：3D 仿真、VR 技术、AR 技术、动画技术、WebGL 技术、OpenGL 技术等）	3D 仿真、VR 技术、AR 技术、动画技术
	开发工具（如：Unity3d、Virtools、Cult3D、Visual Studio、Adobe Flash、百度 VR 内容展示 SDK 等）	Unity3d Visual Studio
管理平台	开发语言（如：JAVA、.Net、PHP 等）	.Net
	开发工具（如：Eclipse、Visual Studio、NetBeans、百度 VR 课堂 SDK 等）	Visual Studio
	采用的数据库（如：Mysql、SQL Server、Oracle 等）	SQL Server Mysql

5. 实验教学项目特色

（运用信息技术开展教学理念、教学内容、教学方式方法、开放运行、评价体系等方面的特色情况介绍，不超过 800 字。）

1. **教学理念：秉承需求为导向、提升工程素质与综合能力的教学理念。** 坚持以学生需求为导向，体现“新工科”理念，注重综合能力和动手能力的培养。依托虚拟仿真等技术，交叉融合化工方面的知识点，建设虚拟仿真实验教学平台，构建虚拟实验环境和项目，实现模拟化工生产的“工艺现象”，让学生感受到完全“真实”的工业化工生产运行环境。

2. **教学内容：工艺流程完整、操作过程全面、模拟场景精致。** 以实际工厂为原型，采用化工装置模拟器 3D 建模，以三维立体图形界面的方式重现真实场景，2D 界面与 3D 界面同时响应，把工厂搬到学校，企业情景式教学，有核心

的数据算法。在建立生产现场三维立体化图形界面的基础上，通过虚拟操作，模拟了冷态开车、正常停车、停车工序、事故处理。

学生能够学习到从设备、工艺、操作、控制、仪表全面的内容，从外观到内部结构、从工作原理到流体流动过程，细致深入；三维模型渲染精致、画面设计协调、操作方便。

3. 教学方式方法：虚实结合、充分调动学生学习兴趣，自动评分系统公正合理。系统通过立体化讲义、三维视频演示、导引式操作指导、操作自测等手段，从讲解到练习，充分的让同学学习相关内容。学习效果系统全部有相关记录，可以分析、评价。后继自由的实际炼油操作以及相关油品分析检测让学生更是完全、熟练而透彻的掌握相关知识，并具备较强的动手能力。

4. 开放运行：开放的运管理系统突破时间和空间限制。通过系统共享平台，可以授权任意用户使用。由于系统支持互联网上 Web、移动终端、PC 桌面、VIVE 沉浸式系统等多种访问方式，最终实现不受时间和空间限制的开放运行。

5. 评价体系：系统全方位记录实验过程信息，过程分析细致合理。按照实验的操作规范进行客观打分，学生在操作完成后计算机自动给客观分数。共享互联网系统能按照学习计划进度，对学生进行评级，学生反映很好。

6. 实验教学项目持续建设服务计划

（本实验教学项目今后 5 年继续向高校和社会开放服务计划，包括面向高校的教学应用计划、持续建设与更新、持续提供教学服务计划等，不超过 600 字。）

目前现有的虚拟仿真资源已经实现校内机房和校园网上的运行使用。为了进一步充分地发挥该虚拟仿真教学资源的作用，扩大在线开放服务计划和共享范围，本实验教学项目将在今后 5 年计划开展以下工作：

1. 以虚拟资源为抓手，以本实验教学项目为契机，推动学院及学校教学资源库平台内涵建设；

2. 基于虚拟仿真资源，构建多向教学模式，创新实训基地建设，构建在虚拟仿真环境下的社会化、专业化教学质量评价体系，营造科学、规范、智能化、网

络化的评价环境；

3. 后期继续完善项目内容，丰富设备库和单元操作库内容，将这些资源与相关的课程配套，使教学方式多元化，提高教学效果；扩大虚拟仿真实验项目的共享范围，使多学科多专业的学生和高校都能使用。

4. 丰富登录方式，提高虚拟仿真实验项目的访问的便利性。进一步优化校外登录，增加手机登录等方式，使共享者能够随时随地登录实验项目。

5. 针对不同的服务对象，不同的实验目的和时间以及登录地点制定实验计划，分解实验内容，让每个学习者有计划有安排的自主学习，提高学习效率。

7. 诚信承诺

本人已认真填写并检查以上材料，保证内容真实有效。

实验教学项目负责人（签字）：

年 月 日

8. 申报学校承诺意见

本学校已按照申报要求对申报的虚拟仿真实验教学项目在校内进行公示,并审核实验教学项目的内容符合申报要求和注意事项、符合相关法律法规和教学纪律要求等。经评审评价,现择优申报。

本虚拟仿真实验教学项目如果被认定为“示范性虚拟仿真实验教学项目”,学校承诺将监督和保障该实验教学项目面向高校和社会开放并提供教学服务不少于5年,支持和监督教学服务团队对实验教学项目进行持续改进完善和服务。

(其它需要说明的意见。)

主管校领导(签字):

(学校公章)

年 月 日