

吉林工业职业技术学院教辅材料

实习实训指导书

适用专业：化工类专业

编写人：刘立新、于海侠、徐晓多、王蕾

编写日期：2013年12月

目 录

项目一 常减压蒸馏装置操作与控制.....	1
工作情境描述:	1
学习任务:	1
学习目标:	1
一、装置概况	2
二、工艺流程	2
2.1 原油换热	2
2.2 常压塔	3
2.3 减压塔	4
2.4 加热炉系统	5
三、主要设备及控制指标	5
3.1 主要设备列表	5
3.2 主要调节器	5
3.3 仪表显示	8
四、操作规程	9
4.1 冷态开车	9
4.2 正常停车	16
五、DCS操作界面	21
5.1初馏塔DCS及现场图	21
5.2常压塔加热炉DCS图	22
5.3常压塔DCS图	22
5.4减压塔加热炉DCS图	23
5.5减压塔DCS图	23
六、思考题	24
项目二 聚氯乙烯装置操作与控制.....	25
工作情境描述:	25
学习任务:	25
学习目标:	25
一、工艺流程	26
1.1 聚氯乙烯的生产方法	26
1.2 装置流程简述	26
1.2.1 氯乙烯和水的贮存和加料.....	27
1.2.2 溶剂的配置和加料.....	27

1.2.3 聚合系统.....	28
1.2.4 汽提系统.....	29
1.2.5 离心干燥系统.....	29
二、主要设备及控制指标	29
2.1 主要设备列表.....	29
2.2 系统主要调节器及指标.....	30
三、操作规程	32
3.1 冷态开车.....	32
3.2 正常停车.....	38
四、DCS操作画面	41
4.1 无离子水系统DCS图	41
4.2 聚合系统DCS图	41
4.3 汽提系统DCS图	42
4.4 离心干燥系统DCS图	42
4.5 VCM回收系统DCS图	43
4.6 真空系统DCS图	43
4.7 辅操台	44
项目三 传热单元操作与控制.....	45
工作情境描述:	45
学习任务:	45
学习目标:	45
一、流程简介	46
二、装置功能	46
三、基本原理	47
四、操作方法	48
4.1 开车前准备	48
4.2 进行各单体设备试车.....	48
4.2.1风机试车.....	48
4.2.2电加热器试车.....	48
4.2.3蒸汽发生器试车.....	48
4.3 开车.....	48
4.4 实训项目:	48
4.4.1列管换热器并流操作.....	48
4.4.2列管换热器逆流操作.....	49

4.4.3板式换热器操作.....	49
4.4.4列管式换热器（并流）、板式换热器串联操作.....	49
4.4.5套管换热器操作.....	50
4.5 停车.....	50
五、正常操作注意事项.....	51
六、事故处理.....	51
6.1 异常现象及处理.....	51
6.2 正常操作过程中的故障扰动.....	51
6.2.1风机风量、压力异常.....	52
6.2.2热风电加热器热风温度异常.....	52
6.2.3蒸汽发生器压力异常.....	52
6.2.4蒸汽冷凝水系统异常.....	52
七、思考题.....	52
项目四 流体输送单元操作与控制.....	54
工作情境描述：.....	54
学习任务：.....	54
学习目标：.....	54
一、流程简介.....	55
二、装置功能.....	55
2.1 液相输送岗位技能.....	56
2.2 气相输送岗位技能.....	56
2.3 设备特性岗位技能.....	56
2.4 现场工控岗位技能.....	56
2.5 化工仪表岗位技能.....	56
三、操作方法.....	56
3.1 开车前准备.....	56
3.2 进行单体设备试车.....	56
3.2.1 离心泵试车.....	56
3.2.2 离心泵操作程序.....	57
3.2.3真空泵试车.....	57
3.3 开车.....	57
3.4 实训及实验项目.....	57
3.4.1离心泵单泵运行实训操作.....	57
3.4.2离心泵的切换.....	58

3.4.3离心泵的串联.....	58
3.4.4离心泵的并联.....	58
3.4.5离心泵的联锁.....	58
3.4.6真空输送.....	59
3.4.7流体阻力实验.....	59
3.5 停车.....	59
四、事故处理与故障模拟	60
4.1 异常现象及处理.....	60
4.2 正常操作中的故障扰动.....	60
4.2.1离心泵进口漏气.....	61
4.2.2真空输送不成功.....	61
4.2.3吸收塔压力异常.....	61
五、思考题.....	61
项目五 离心泵单元仿真操作.....	63
工作情境描述:	63
学习任务:	63
学习目标:	63
一、流程简介	65
二、主要设备、显示仪表说明	67
2.1 主要设备.....	67
2.2 显示仪表及报警一览表.....	67
三、离心泵单元操作规程	67
3.1 开车操作规程.....	67
3.1.1准备工作.....	67
3.1.2罐V101充液、充压.....	67
3.1.3启动泵前准备工作.....	68
3.1.4启动离心泵.....	68
3.2 正常操作规程.....	68
3.2.1正常工况操作参数.....	68
3.2.2负荷调整.....	69
3.3 停车操作规程.....	69
3.4 事故设置.....	69
3.4.1 P101A泵坏操作规程	69
3.4.2调节阀FV101阀卡操作规程	70

3.4.3P101A入口管线堵操作规程	70
3.4.4P101A泵气蚀操作规程	70
3.4.5P101A泵气缚操作规程	70
四、思考题	71
项目六 固定床反应器单元仿真操作.....	72
工作情境描述:	72
学习任务:	72
学习目标:	72
一、工艺流程说明	73
1.1 工艺说明.....	73
1.2 本单元复杂控制回路说明.....	74
二、主要设备、显示仪表说明	75
2.1 主要设备.....	75
2.2 显示仪表及报警一览表.....	75
三、固定床反应器单元操作规程	76
3.1 开车操作规程.....	76
3.1.1 EV-429闪蒸器充丁烷.....	76
3.1.2 ER-424A反应器充丁烷	76
3.1.3 ER-424A启动	76
3.2 正常操作规程.....	77
3.2.1正常工况下工艺参数.....	77
3.2.2 ER-424A与ER-424B间切换	77
3.2.3 ER-424B的操作	77
3.3 停车操作规程.....	78
3.3.1正常停车.....	78
3.3.2紧急停车.....	78
3.3.3联锁说明.....	78
3.4 事故设置.....	78
3.4.1氢气进料阀卡住.....	78
3.4.2预热器EH-424阀卡住.....	79
3.4.3闪蒸罐压力调节阀卡.....	79
3.4.4反应器漏气.....	79
3.4.5EH-429冷却水进口阀卡住.....	79
3.4.6反应器超温.....	79

四、思考题	79
项目七 化工管路拆装操作.....	81
工作情境描述:	81
学习任务:	81
学习目标:	81
一、拆装实训装置	82
二、拆装实训方法	82
三、管路拆装操作注意事项	83
四、思考题	83
项目八 液位控制单元仿真操作.....	84
工作情境描述:	84
学习任务:	84
学习目标:	84
一.工艺流程说明:	85
二. 本单元控制回路说明	86
2.1 单回路控制回路	86
2.2 分程控制回路	87
2.3 比值控制系统	87
2.4 串级控制系统	88
三. 本单元主要设备及仪表	88
3.1 设备	88
3.2 仪表	88
四、装置正常操作规程	89
4.1 冷态开车规程:	89
4.1.1 缓冲罐V-101充压及液位建立:	89
4.1.2 中间罐V-102液位建立:	89
4.1.3 产品罐V-103建立液位:	90
4.1.4 正常工况下的工艺参数	90
4.2 停车操作规程:	90
4.2.1 正常停车:	90
4.2.2 紧急停车:	91
4.3 事故处理培训项目的设置	91
4.3.1 泵P101A坏	91
4.3.2 调节阀FIC102阀卡	91

五、流程仿真界面	92
5.1 DCS图	92
5.2 现场图	93
六、思考题	93

项目一 常减压蒸馏装置操作与控制

工作情境描述:

常减压蒸馏是石油加工的第一道工序,利用常减压蒸馏模拟装置让学生懂得常减压蒸馏装置的生产流程与原理,学会装置的 DCS 操作并能够对异常工况进行分析和处理。本项目所针对的工作内容主要是对常减压蒸馏装置的操作与控制,具体包括:常减压蒸馏装置工艺流程、工艺参数调节、主要设备的结构特点及其操作管理、开停工操作、事故处理等环节,培养学生分析和解决石油化工生产过程中常见实际问题的能力。

学习任务:

1. 常减压蒸馏初步认知;
2. 常减压蒸馏装置工艺流程的识读与绘制;
3. 常减压蒸馏装置的 DCS 操作;
4. 常减压蒸馏装置异常工况的分析与处理。

学习目标:

1. 知识目标
 - (1) 掌握石油产品生产装置的工艺原理;
 - (2) 掌握石油产品生产装置的设备 and 工艺流程;
 - (3) 掌握石油产品生产装置操作过程中的安全基础知识;
 - (4) 掌握石油产品生产装置操作过程的开工、停工的内容和技术要求。
2. 能力目标
 - (1) 能从参考书、专业文献和专业网站等收集、分析、整理、综合信息。
 - (2) 能弄清装置的生产工序,会识别设备的标识;
 - (3) 能识读和绘制工艺流程图,并能够依据工艺流程图走现场流程;
 - (4) 会进行 DCS 操作系统的调节和控制;
 - (5) 能通过工艺参数的波动分析装置是否发生异常。
3. 素质目标
 - (1) 明确职业岗位所处的重要位置不断提高自身职业能力;
 - (2) 树立实事求是,精益求精的职业意识;
 - (3) 能清晰、逻辑、重点、大胆地用语言表达自己的思想,应对失败能力、

吃苦耐劳；

(4) 安全生产和环境保护意识；

(5) 能在各项生产活动中与老师、同学相互合作、沟通，有责任心。

一、装置概况

常减压蒸馏是炼厂加工已脱盐脱水的原油的第一道工序。根据原油中各馏分的沸程的差别，采用精馏方法把原油分割成不同馏程的直馏馏分油。

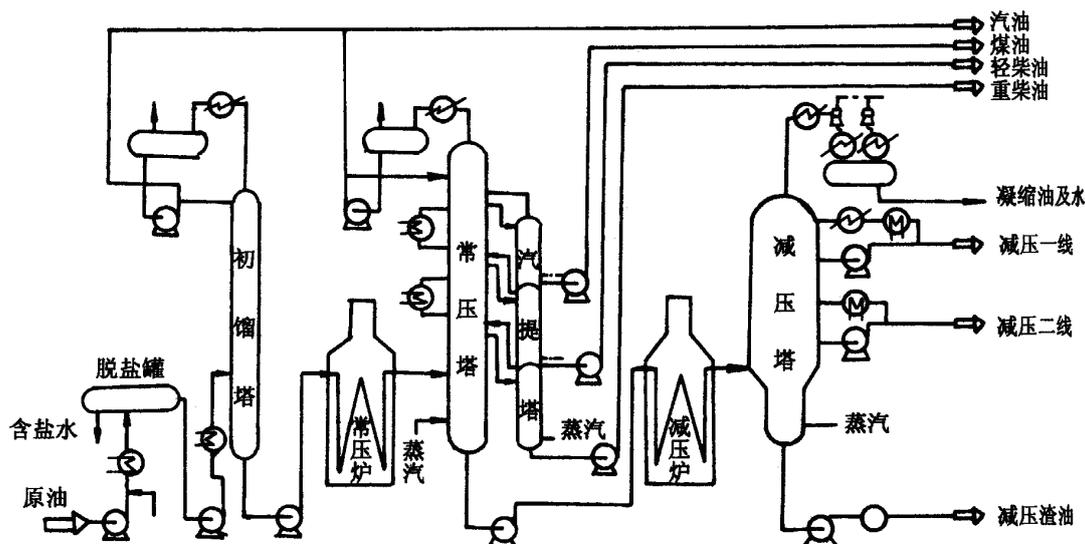


图1-1 三段汽化的常减压蒸馏工艺流程

本装置为石油常减压蒸馏装置，原油经原油泵送入装置，到装置内经两路换热器，换热至 120°C ，加入一定量的破乳剂和洗涤水，充分混合后进入电脱盐罐进行脱盐。脱后原油经过两路换热器，换热至 235°C 进入初馏塔闪蒸。闪蒸后的拔头原油经两路换热器，换热至 310°C ，分四股进入常压塔加热炉升至 368°C 进入常压塔。常压塔塔底重组分经泵送到减压塔加热炉升温至 395°C 进入减压塔。减压塔塔底渣油经两路换热器，送出装置。

二、工艺流程

2.1 原油换热

罐区原油（ 45°C ）经原油泵P-1/1.2进入装置，分两路进行换热。一路原油与E-1（常顶气）、E-2（常二线）、E-3（减一线）、E-4（减三线）、E-5（常一线）、E-6（减渣油）换热到 120°C ；二路原油与E-14（常顶气）、E-16（常二线）、E-17（减二线）换热到 127.3°C 。两路原油混合换热后温度为 120°C ，注入冷凝水，经混合阀

(PDIC-306)充分混合后,进入电脱盐罐(V-1)进行脱盐脱水。

脱后原油分成两路进行换热,一路脱后原油与E-7(常二线)、E-8(减二线)、E-9/1.2(减三线)、E-10/1~4(渣油)换热到239.8℃;二路脱后原油与E-11/1.2(减一中)、E-12/1.2(常二线)、E-13/1.2(减渣)换热到239.7℃。两路脱后原油换热升温到230℃合为一路进入初馏塔(T-1)汽化段。

初馏塔塔顶油气经空冷气(KN-5/1~5)冷凝到77℃,进入初顶回流罐(V-2)。油气经分离后,液相用初顶回流泵(P-4/1.2)打回初馏塔顶作回流,其余油气继续由初顶空冷器(KN-1/1~3)、初顶后冷器(N-1)冷却到40℃,进入初顶产品罐(V-3)。

初馏塔侧线油从初馏塔第10层用泵(P-6/1.2)抽出与常一中返塔线合并送到常压塔第33层塔盘上。

初馏塔底拔头油,经初底泵(P-2/1.2)抽出分两路换热。一路拔头原油与E-30/1.2(常二中)、E-31(渣油)换热到270℃、E-32(渣油)、E-33(减四线)、E-34/1.2(减渣油)换热到308.3℃;二路拔头原油与E-35/1.2(减二中)、E-36(减渣油)、E-37/1.2(减二中)、E-38(常四线)、E-39/1.2(减渣油)换热到312.8℃。两路拔头原油汇合换热到308.3℃,然后分四路进入常压炉(F-1),加热到365℃,进入常压塔(T-2)进料段。

2.2 常压塔

常压塔顶馏出的油气,与原油换热(E-1、E-14),油气冷却到86℃进入常顶回流罐(V-4)。液相用常顶回流泵(P-7/1.2)抽出打回到常压塔顶作塔顶回流。气相经空冷器(KN-2/1.2)和后冷器(N-2)冷却到40℃,进入常顶产品罐(V-5)。

常一线从常压塔第34层塔板上引出,与换热器E-40(常三线)换热后引入常压汽提塔(T3)上段,由泵(P-9/1.2)从常压汽提塔抽出常一线油,经E-5(原油)、冷却器冷却至60℃左右出装置。

常二线从常压塔第23层塔板上引入到常压汽提塔(T3)中段,由泵(P-10/1.2)从常压汽提塔抽出常二线油,经E-12/1.2(脱后原油)、E-7(脱后原油)、E-16(脱前原油)、E-2(脱前原油)换热后,再经空冷器(KN-4/1.2)冷却到60℃送出装置。

常三线从常压塔第15层塔板上引入到常压汽提塔(T3)下段,由泵(P-11/1.2)从汽提塔抽出常三线油,经过E-40(常三热虹吸重沸器)提供汽提热源,与E-42(除盐水)、E-45(伴热水)换热后,再经冷却器(N-3)冷却到60℃左右送出装置。

常一中从常压塔第31层塔板上经常一中泵(P-14)抽出,与蒸-1、蒸-3换热发生 $P=1.0\text{MPa}$ 及 $P=0.4\text{MPa}$ 的蒸汽后温度降为154℃返回常压塔33层塔盘上。

常二中从常压塔第22层塔板上经常二中泵(P-15/1.2)抽出，与E-30/1.2换热后温度降为154℃ 返回常压塔常二中填料段上部。

常压塔底油由常底泵(P-3/1.2)抽出，分四路送入减压炉(F-2)，加热到395℃，在出口合为一路进入减压塔(T-4)的进料段进行减压蒸馏。

2.3 减压塔

减压塔(T4)塔顶油气经抽真空系统后，不凝气放空或作为瓦斯去加热炉燃烧。冷凝部分进入减顶分水罐(V6)，由泵(P24/1.2)抽出。

减一线从减压塔顶部填料段下面的集油箱中抽出送入分离罐(V5)，由减一线泵(P-16/1.2)抽出，经过E-3(原油)，E-43/1.2(除盐水)换热后，经冷却器(N-8/1.2)后分成两路。一路作为减一线油送出装置；另一路返回减压塔顶做减顶回流。

减二线从减压塔第三层填料段下面的集油箱抽出进入减压汽提塔，油气返回减压塔，减二线油用泵(P-17/1.2)抽出，与E-21/1.2(原油)、E-8(原油)、E-17(原油)、E-51(采暖水)换热，经冷却器(N-9)冷至60℃送出装置。

减三线从减压塔第五层填料段下面的集油箱抽出进入减压汽提塔，油气返回减压塔，减三线由减三线泵(P-18或P-17/2)抽出，与E-9/1.2(原油)、E-4(原油)换热，经冷却器(N-10)冷至60℃ 送出装置。

减四线从减压塔第六层填料段下面的集油箱抽出进入减压汽提塔，油气返回减压塔。减四线由减四线泵(P-19/1.2)抽出与E-33、E-47(采暖水)换热，经冷却器(N-11)冷至60℃ 送出装置。

减一中由泵(P-22或P-23/2)从第二层填料下面的集油箱中抽出，经蒸-2/1.2与除氧水发生P=1.0MPa蒸汽之后，再与E-11/1.2(原油)换热降至150℃，返回减压塔第二层填料段上面的液体分配器。

减二中由泵(P-23/1.2)从第四层填料下面的集油箱中抽出，与E-37/1.2(拔头原油)、E-35/1.2(拔头原油)换热后温度降为236℃，返回减压塔第四层填料上面的液体分配器。

减压塔底渣油由渣底油泵(P-21/1.2)抽出，分两路换热，一路与E-39/1.2(拔头油)、E-31(拔头油)、E-10/1~4(脱后原油)换热；另一路与E-34/1.2(拔头油)、E-32(拔头油)、E-36(拔头油)、E-13/1.2(脱后原油)换热。两路合并再与E-6(脱前原油)、E-50/1.2(采暖水)换热，经冷却器(N-13/1.2)冷至98℃送出装置。

2.4 加热炉系统

常压加热炉：拔头油换热到310℃，分四路进入F-1对流室，从对流室下来到辐射室上方出来被加热到365℃，去常压塔蒸馏；减压加热炉：常压重油355℃经P-3/1.2到F-2对流室下部然后到辐射室，最后从辐射室上方出来到减压塔蒸馏，减压炉对流室还分别给1.0MPa蒸汽和0.4MPa蒸汽加热，中间1.0MPa蒸汽，上下0.4MPa蒸汽，分别加热到250℃、400℃，作为加热炉烧火蒸汽、消防蒸汽、减压抽真空蒸汽及各塔吹汽。

F-1.2用的燃料油是本装置的减压渣油经换热，从E-6/1.2阀前160℃经过控制阀。一路去F-1做燃料；另一路去F-2做燃料。炉-1.2烧火用的燃料气(高压瓦斯)是从气体分馏来到装置内，经E-52/1与伴热水加热后到容-12高压瓦斯罐脱油、脱水，出来后分二路，一路去F-1做燃料；另一路去F-2做燃料。

烟气余热回收系统流程:从常、减压炉排出的大约300~380℃热烟气，经过顶部烟道，进入重合烟囱的一侧下行，进入热管式空气预热器(空予-2)与空气换热，烟气温度降到160℃，被引风机抽出送入重合烟囱的另一侧排空，空气经吸风道被鼓风机送到热油式空气预热器(空予-1)。再进入热管式空气预热器(KY-2)，被预热约230℃，分别进入常、减压加热炉燃烧器供火嘴燃料燃烧用。

三、主要设备及控制指标

3.1 主要设备列表

序号	设备编号	设备名称
1	T1	初馏塔
2	T2	常压塔
3	T3	常压汽提塔
4	T4	减压塔
5	T5	减压汽提塔
6	F1	常压塔加热炉
7	F2	减压塔加热炉
8	V1	电脱盐罐

3.2 主要调节器

序号	位号	正常值	单位	说明
----	----	-----	----	----

1	TIC-101		℃	与E6换热后的温度
2	TIC-102		℃	与E17换热后的温度
3	TIC-103		℃	与E10换热后的温度
4	TIC-104		℃	与E13换热后的温度
5	TIC-105	115	℃	初馏塔顶温度
6	TIC-106		℃	与E34换热后的温度
7	TIC-107		℃	与E39换热后的温度
8	TIC-202	367	℃	常压炉出口温度
9	TIC-201	760	℃	常压炉炉膛温度
10	TIC-302		℃	常二中返回温度
11	TIC-301		℃	常一中返回温度
12	TIC-303	110	℃	常压塔塔顶温度
13	TIC-304		℃	常顶回流温度
14	TIC-402	395	℃	减压炉出口温度
16	TIC-401	760	℃	减压炉炉膛温度
17	TIC-501		℃	减一中返回温度
18	TIC-502		℃	减二中返回温度
19	TIC-503	55	℃	减压塔塔顶温度
20	LIC-101	50	%	电脱盐罐水位
21	LIC-102	50	%	初馏塔塔底液位
22	LIC-103	50	%	初顶回流罐液位
23	LIC-305	50	%	常压塔塔底液位
24	LIC-301	50	%	常顶回流罐液位
25	LIC-302	50	%	常一线汽提塔液位
26	LIC-303	50	%	常二线汽提塔液位
27	LIC-304	50	%	常三线汽提塔液位
28	LIC-505	50	%	减压塔塔底液位
29	LIC-501	50	%	减顶分离罐液位
30	LIC-502	50	%	减二线汽提塔液位
31	LIC-503	50	%	减三线汽提塔液位

32	LIC-304	50	%	减四线汽提塔液位
33	FIC-104	437	t/h	原油流量
34	FIC-101	19.7	t/h	电脱盐补水量
35	FIC-102	200	t/h	脱前原油一路流量
36	FIC-103	237	t/h	脱前原油二路流量
37	FIC-105	195	t/h	脱后原油一路流量
38	FIC-106	242	t/h	脱后原油二路流量
39	FIC-108	190	t/h	拔头原油一路流量
40	FIC-109	211	t/h	拔头原油二路流量
41	FIC-110		t/h	初顶回流量
42	FIC-201	100.25	t/h	常压炉一路进料量
43	FIC-202	100.25	t/h	常压炉二路进料量
44	FIC-203	100.25	t/h	常压炉三路进料量
45	FIC-204	100.25	t/h	常压炉四路进料量
46	FIC-301	86.6	t/h	常一中循环量
47	FIC-302	96.6	t/h	常二中循环量
48	FIC-306	29.7	t/h	常一线抽出量
49	FIC-307	63.4	t/h	常二线抽出量
50	FIC-308	35.8	t/h	常三线抽出量
51	FIC-303	281.3	t/h	常底油抽出量
52	FIC-304		t/h	常顶回流量
53	FIC-401	70.38	t/h	减压炉一路进料量
54	FIC-402	70.38	t/h	减压炉二路进料量
55	FIC-403	70.38	t/h	减压炉三路进料量
56	FIC-404	70.38	t/h	减压炉四路进料量
57	FIC-501	207.2	t/h	减一中循环量
58	FIC-502	161.8	t/h	减二中循环量
59	FIC-505	148.7	t/h	减渣油抽出量
60	FIC-507		t/h	减一线回流量
61	FIC-508	48.1	t/h	减二线抽出量

62	FIC-509	24.1	t/h	减三线抽出量
63	FIC-510	39.4	t/h	减四线抽出量
64	PDIC-101			V1入口含盐压差
65	PIC-201	-0.03	Mpa	常压炉炉膛负压
66	PIC-401	-0.03	Mpa	减压炉炉膛负压
67	ARC-201	2	%	常压炉氧含量
68	ARC-401	2	%	减压炉氧含量

3.3 仪表显示

序号	位号	正常值	单位	说明
1	TI-102	45	℃	原油温度
2	TI-101		℃	脱后原油温度
3	TI-103		℃	原油进初馏塔温度
4	TI-104	226	℃	初馏塔塔底温度
5	TI-106		℃	初馏塔侧线油温
6	TI-201	308	℃	常压炉进料温度
7	TI-206	368	℃	常压炉出口温度
8	TI-207	368	℃	常压炉出口温度
9	TI-208	368	℃	常压炉出口温度
10	TI-209	368	℃	常压炉出口温度
11	TI-303	355	℃	常压塔塔底温度
12	TI-302	288	℃	常二中出口温度
13	TI-301	204	℃	常一中出口温度
14	TI-304	170	℃	常一线出口温度
15	TI-305	260	℃	常二线出口温度
16	TI-306	325	℃	常三线出口温度
17	TI-401	355	℃	减压炉进料温度
18	TI-406	395	℃	减压炉出口温度
19	TI-407	395	℃	减压炉出口温度
20	TI-408	395	℃	减压炉出口温度

21	TI-409	395	℃	减压炉出口温度
22	TI-501	214	℃	减一中出口温度
23	TI-502	300	℃	减二中出口温度
24	TI-503	130	℃	减一线出口温度
25	TI-504	270	℃	减二线出口温度
26	TI-505	338	℃	减三线出口温度
27	TI-506	358	℃	减四线出口温度
28	TI-507	370	℃	减渣油出口温度
29	LI-101	100	%	电脱盐液位
30	FI-301	17.5	t/h	初馏塔侧线流量

四、操作规程

4.1 冷态开车

装油	去现场全开原油泵P-001入口手动阀XV-105
	启动原油泵P-001
	去现场全开原油泵P-001出口手动阀XV-106
	打开原油入口调节阀FIC-104至20%
	打开一路脱前原油调节阀FIC-102至50%
	打开二路脱前原油调节阀FIC-103至50%
	去现场全开电脱盐罐入口手动阀XV-101
	去现场全开电脱盐罐出口手动阀XV-102
	打开压差调节阀PDIC-101至50%
	打开一路脱后原油调节阀FIC-105至50%
	打开二路脱后原油调节阀FIC-106至50%
	当初馏塔T1液位LIC-102超过30%后，去现场全开分馏塔底泵P-002入口手动阀XV-112
	启动分馏塔底泵P-002
	去现场全开分馏塔底泵P-002出口手动阀XV-113
打开一路拔头原油调节阀FIC-108至25%	
打开二路拔头原油调节阀FIC-109至20%	

	打开常压塔加热炉F1一路进料调节阀FIC-201至50%
	打开常压塔加热炉F1二路进料调节阀FIC-202至50%
	打开常压塔加热炉F1三路进料调节阀FIC-203至50%
	打开常压塔加热炉F1四路进料调节阀FIC-204至50%
	当常压塔底液位LIC-305超过30%后, 去现场全开常压塔底泵P-003入口手动阀XV-307
	启动常压塔底泵P-003
	去现场全开常压塔底泵P-003出口手动阀XV-306
	打开常压塔底调节阀FIC-303至30%
	打开减压塔加热炉F2一路进料调节阀FIC-401至50%
	打开减压塔加热炉F2二路进料调节阀FIC-402至50%
	打开减压塔加热炉F2三路进料调节阀FIC-403至50%
	打开减压塔加热炉F2四路进料调节阀FIC-404至50%
	当减压塔底液位LIC-505超过30%后, 去现场全开减压塔底泵P-004入口手动阀XV-508
	启动减压塔底泵P-004
	去现场全开减压塔底泵P-004出口手动阀XV-509
	打开减压塔底流量调节阀FIC-505至55%
	去现场全开减压塔底开工循环线手动阀XV-523
注水、注破乳剂	打开注水调节阀FIC-101至50%
	当电脱盐罐水位LIC-101超过40%后, 打开电脱盐罐液位调节阀LIC-101至50%
	去现场全开破乳剂手动阀XV-104, 注入破乳剂
冷循环	控制分馏塔底液位LIC-102维持在40%~60%
	控制常压塔底液位LIC-305维持在40%~60%
	控制减压塔底液位LIC-505维持在40%~60%
热循环	去现场全开常压塔加热炉F1鼓风机G-001入口手动阀XV-206
	启动常压塔加热炉F1鼓风机G-001
	去现场全开常压塔加热炉F1鼓风机G-001出口手动阀XV-205
	打开常压塔加热炉F1空气入口调节阀ARC-201至50%
	去现场全开常压塔加热炉F1引风机Y-001入口手动阀XV-203

启动常压塔加热炉F1引风机Y-001
去现场全开常压塔加热炉F1引风机Y-001出口手动阀XV-204
打开常压塔加热炉F1烟气出口调节阀PIC-201至50%
打开常压塔加热炉F1燃料油入口调节阀TIC-201至20%
去现场全开常压塔加热炉F1燃料油雾化蒸汽手动阀XV-201
去现场启动常压塔加热炉F1点火按钮IG-001
打开常压塔加热炉F1燃料油入口调节阀TIC-201至50%
去现场全开减压塔加热炉F2鼓风机G-002入口手动阀XV-407
启动减压塔加热炉F2鼓风机G-002
去现场全开减压塔加热炉F2鼓风机G-002出口手动阀XV-406
打开减压塔加热炉F2空气入口调节阀ARC-401至50%
去现场全开减压塔加热炉F2引风机Y-002入口手动阀XV-404
启动减压塔加热炉F2引风机Y-002
去现场全开减压塔加热炉F2引风机Y-002出口手动阀XV-405
打开减压塔加热炉F2烟气出口调节阀PIC-401至50%
打开减压塔加热炉F2燃料油入口调节阀TIC-401至20%
去现场全开减压塔加热炉F2燃料油雾化蒸汽手动阀XV-403
启动减压塔加热炉F2点火按钮IG-002
打开减压塔加热炉F2燃料油入口调节阀TIC-401至50%
打开温度调节阀TIC-101至50%
打开温度调节阀TIC-102至50%
打开温度调节阀TIC-103至50%
打开温度调节阀TIC-104至50%
打开温度调节阀TIC-106至50%
打开温度调节阀TIC-107至50%
去现场全开空冷器KN-105入口手动阀XV-107
启动初馏塔顶空冷器KN-105
去现场全开空冷器KN-105出口手动阀XV-108
去现场全开常一线冷却水手动阀XV-312
去现场全开常二线冷却水手动阀XV-315

	去现场全开常三线冷却水手动阀XV-318
	去现场全开减一线冷却水手动阀XV-507
	去现场全开减二线冷却水手动阀XV-514
	去现场全开减三线冷却水手动阀XV-517
	去现场全开减四线冷却水手动阀XV-520
	去现场全开减渣油冷却水手动阀XV-521
	打开常压塔顶温度调节阀TIC-304至50%
常压 系统 操作	当常压塔加热炉F1出口温度TIC-202达到290℃左右时，打开常压塔汽提蒸汽调节阀FIC-305至50%
	打开常压汽提塔汽提蒸汽调节阀FIC-309至50%
	打开常一线汽提塔液位调节阀LIC-302至50%
	当常一线汽提塔液位LIC-302超过30%后，去现场全开常一线泵P-009入口手动阀XV-310
	启动常一线泵P-009
	去现场全开常一线泵P-009出口手动阀XV-311
	打开常一线出口调节阀FIC-306至50%
	去现场全开常一中泵P-014入口手动阀XV-302
	启动常一中泵P-014
	去现场全开常一中泵P-014出口手动阀XV-301
	打开常一中流量调节阀FIC-301至50%
	打开常一中温度调节阀TIC-301至50%
	去现场全开常二中泵P-015入口手动阀XV-304
	启动常二中泵P-015
	去现场全开常二中泵P-015出口手动阀XV-303
	打开常二中流量调节阀FIC-302至50%
	打开常二中温度调节阀TIC-302至50%
	当常压塔顶温度TIC-303达到90℃左右时，去现场全开常压塔顶回流泵P-007入口手动阀XV-309
	启动常压塔顶回流泵P-007
	去现场全开常压塔顶回流泵P-007出口手动阀XV-308

	打开常压塔顶回流调节阀FIC-304至50%
	当常压塔顶回流罐液位LIC-301达到50%左右时，打开常压塔顶液位调节阀LIC-301至50%
	当常压塔顶压力PIC-301达到0.05Mpa左右时，打开压力调节阀PIC-301至50%
	当常压塔加热炉F1出口温度TIC-202达到350℃左右时，去现场全开初馏塔侧线手动阀XV-111
	打开常二线汽提塔液位调节阀LIC-303至50%
	打开常三线汽提塔液位调节阀LIC-304至50%
	当常二线汽提塔液位LIC-303超过30%后，去现场全开常二线泵P-010入口手动阀XV-313
	启动常二线泵P-010
	去现场全开常二线泵P-010出口手动阀XV-314
	打开常二线出口调节阀FIC-307至50%
	当常三线汽提塔液位LIC-304超过30%后，去现场全开常三线泵P-011入口手动阀XV-316
	启动常三线泵P-011
	去现场全开常三线泵P-011出口手动阀XV-317
	打开常三线出口调节阀FIC-308至50%
提处理量	打开原油入口调节阀FIC-104至50%
	调整一路拔头原油流量调节阀FIC-108至50%
	调整二路拔头原油流量调节阀FIC-109至50%
	调整常压塔底流量调节阀FIC-303至50%
	调整减压塔底流量调节阀FIC-505至50%
	去现场全开减压塔底出料手动阀XV-522
	去现场关闭减压渣油循环线手动阀XV-523
初馏塔开车	当初馏塔顶温度TIC-105达到90℃左右时，去现场全开初顶回流泵P-005入口手动阀XV-109
	启动初顶回流泵P-005
	去现场全开初顶回流泵P-005出口手动阀XV-110
	打开初顶回流调节阀FIC-107至50%
	当初顶回流罐液位LIC-103超过40%后，打开初顶回流罐液位调节阀LIC-103

减压 炉出 口温 度升 至 300 ℃期 间	当减压炉出口温度TIC-402升至300℃左右时，去现场全开减压炉注汽手动阀XV-401
	打开减压塔汽提蒸汽调节阀FIC-503至50%
	打开减压汽提塔汽提蒸汽调节阀FIC-506至50%
	去现场全开减压塔顶蒸汽手动阀XV-510
	去现场全开减压塔顶冷却水手动阀XV-511
	去现场全开减一线泵P-016入口手动阀XV-505
	启动减一线泵P-016
	去现场全开减一线泵P-016出口手动阀XV-506
	打开减一线出口流量调节阀FIC-507至50%
	当减压塔顶温度TIC-503接近50℃左右时，打开减压塔顶回流调节阀FIC-504至50%
	去现场全开减一中泵P-022入口手动阀XV-502
	启动减一中泵P-022
	去现场全开减一中泵P-022出口手动阀XV-501
	打开减一中流量调节阀FIC-501至50%
	打开减一中温度调节阀TIC-501至50%
	打开减二线汽提塔液位调节阀LIC-502至50%
	当减二线汽提塔液位LIC-502超过30%后，去现场全开减二线泵P-017入口手动阀XV-512
	启动减二线泵P-017
	去现场全开减二线泵P-017出口手动阀XV-513
打开减二线出料调节阀FIC-508至50%	
当减压塔顶罐液位LIC-501超过40%后，打开减顶油出口调节阀LIC-501至50%	
减压 炉出 口温 度升 至 350 ℃期 间	当减压炉出口温度TIC-402达到350℃后，去现场全开减二中泵P-023入口手动阀XV-504
	启动减二中泵P-023
	去现场全开减二中泵P-023出口手动阀XV-503
	打开减二中流量调节阀FIC-502至50%
	打开减二中温度调节阀TIC-502至50%
	打开减三线汽提塔液位调节阀LIC-503至50%
	打开减四线汽提塔液位调节阀LIC-504至50%

	当减三线汽提塔液位LIC-503超过30%后, 去现场全开减三线泵P-018入口手动阀XV-515
	启动减三线泵P-018
	去现场全开减三线泵P-018出口手动阀XV-516
	打开减三线出料调节阀FIC-509至50%
	当减四线汽提塔液位LIC-504超过30%后, 去现场全开减四线泵P-019入口手动阀XV-518
	启动减四线泵P-019
	去现场全开减四线泵P-019出口手动阀XV-519
	打开减四线出料调节阀FIC-510至50%
调至 正常	调整初馏塔液位LIC-102至50%左右, 投自动, 设为50%
	入口原油流量调节阀FIC-104投串级
	调整脱盐罐水位液位LIC-101至50%左右, 投自动, 设为50%
	调整初顶回流罐液位LIC-103至50%左右, 投自动, 设为50%
	调整一路脱前原油温度TIC-101至120℃左右, 投自动, 设为120℃
	调整二路脱前原油温度TIC-102至120℃左右, 投自动, 设为120℃
	调整一路脱后原油温度TIC-103至235℃左右, 投自动, 设为235℃
	调整二路脱后原油温度TIC-104至235℃左右, 投自动, 设为235℃
	调整一路拔头原油温度TIC-106至310℃左右, 投自动, 设为310℃
	调整二路拔头原油温度TIC-107至310℃左右, 投自动, 设为310℃
	调整初馏塔顶温度TIC-105至115℃左右, 投自动, 设为115℃
	初顶回流量FIC-107投串级
	调整常压塔加热炉F1出口温度TIC-202至367℃左右, 投自动, 设为367℃
	常压塔加热炉F1炉膛温度TIC-201投串级
	调整常压塔加热炉F1氧含量调节阀ARC-201至2%左右, 投自动, 设为2%
	调整常一中返塔温度TIC-301至154℃左右, 投自动, 设为154℃
	调整常二中返塔温度TIC-302至154℃左右, 投自动, 设为154℃
	调整常压塔顶温度TIC-303至110℃左右, 投自动, 设为110℃
	常压塔顶回流量FIC-304投串级
	调整常压塔顶回流罐温度TIC-304至86℃左右, 投自动, 设为86℃

调整常压塔顶回流罐液位LIC-301至50%左右, 投自动, 设为50%
调整常一线汽提塔液位LIC-302至50%左右, 投自动, 设为50%
调整常二线汽提塔液位LIC-303至50%左右, 投自动, 设为50%
调整常三线汽提塔液位LIC-304至50%左右, 投自动, 设为50%
调整常压塔底液位LIC-305至50%左右, 投自动, 设为50%
常压塔底流量FIC-303投串级
调整常一线出料量FIC-306至29.75t/h左右, 投自动, 设为29.75t/h
调整常二线出料量FIC-307至63.44t/h左右, 投自动, 设为63.44t/h
调整常三线出料量FIC-308至35.88t/h左右, 投自动, 设为35.88t/h
调整减压塔加热炉F2出口温度TIC-402至395℃左右, 投自动, 设为395℃
减压塔加热炉F2炉膛温度TIC-401投串级
调整减压塔加热炉F2氧化量ARC-401至2%左右, 投自动, 设为2%
调整减一中返塔温度TIC-501至150℃左右, 投自动, 设为150℃
调整减二中返塔温度TIC-502至236℃左右, 投自动, 设为236℃
调整减压塔顶温度TIC-503至55℃左右, 投自动, 设为55℃
减压塔顶回流量FIC-504投串级
调整减压塔顶回流罐液位LIC-501至50%左右, 投自动, 设为50%
调整减二线汽提塔液位LIC-502至50%左右, 投自动, 设为50%
调整减三线汽提塔液位LIC-503至50%左右, 投自动, 设为50%
调整减四线汽提塔液位LIC-504至50%左右, 投自动, 设为50%
调整减压塔底液位LIC-505至50%左右, 投自动, 设为50%
减压塔底流量FIC-505投串级
调整减一线出料流量FIC-507至20.01t/h左右, 投自动, 设为20.01t/h
调整减二线出料流量FIC-508至48.13t/h左右, 投自动, 设为48.13t/h
调整减三线出料流量FIC-509至24.06t/h左右, 投自动, 设为24.06t/h
调整减四线出料流量FIC-510至39.38t/h左右, 投自动, 设为39.38t/h

4.2 正常停车

停辅助系统

去现场关闭破乳剂手动阀XV-104, 停注破乳剂

关闭注水调节阀FIC-101, 停止注水
停电脱盐系统
去现场全开停车副线手动阀XV-103
去现场关闭电脱盐入口手动阀XV-101
去现场关闭电脱盐出口手动阀XV-102
全开电脱盐罐水位调节阀LIC-101
关闭脱后原油温度调节阀TIC-103
关闭脱后原油温度调节阀TIC-104
系统降量
调整原油入口调节阀FIC-104至20%
调整初馏塔底一路流量调节阀FIC-108至30%
调整初馏塔底二路流量调节阀FIC-109至30%
常压系统降温停车
调整常压塔加热炉燃料油调节阀TIC-201至20%
关闭常压塔加热炉燃料油调节阀TIC-201
去现场关闭常压塔加热炉点火按钮IG-001
去现场全开常压塔加热炉空气手动阀XV-202
关闭常压塔加热炉烟气氧含量调节阀ARC-201
去现场关闭常压塔加热炉鼓风机G-001出口手动阀XV-205
停常压塔加热炉鼓风机G-001
去现场关闭常压塔加热炉鼓风机G-001入口手动阀XV-206
去现场打开常压塔加热炉烟道挡板HC-201至50%
关闭常压塔加热炉压力调节阀PIC-201
去现场关闭常压塔加热炉引风机Y-001出口手动阀XV-204
停常压塔加热炉引风机Y-001
去现场关闭常压塔加热炉引风机Y-001入口手动阀XV-203
去现场关闭初馏塔侧线手动阀XV-111
关闭初馏塔顶回流量FIC-107
当初馏塔顶回流罐液位LIC-103降至0时, 关闭初馏塔顶回流罐液位调节阀LIC-103
去现场关闭初馏塔顶回流泵P-005出口手动阀XV-110
停初馏塔顶回流泵P-005
去现场关闭初馏塔顶回流泵P-005入口手动阀XV-109
去现场关闭空冷器KN-105出口手动阀XV-108
停空冷器KN-105

去现场关闭空冷器KN-105入口手动阀XV-107
关闭常压塔汽提蒸汽调节阀FIC-305
关闭常压汽提塔汽提蒸汽调节阀FIC-309
关闭常一线液位调节阀LIC-302
关闭常二线液位调节阀LIC-303
关闭常三线液位调节阀LIC-304
当常一线液位LIC-302降至0时，关闭常一线出料调节阀FIC-306
去现场关闭常一线泵P-009出口手动阀XV-311
停常一线泵P-009
去现场关闭常一线泵P-009入口手动阀XV-310
当常二线液位LIC-303降至0时，关闭常二线出料调节阀FIC-307
去现场关闭常二线泵P-010出口手动阀XV-314
停常二线泵P-010
去现场关闭常二线泵P-010入口手动阀XV-313
当常三线液位LIC-304降至0时，关闭常三线出料调节阀FIC-308
去现场关闭常三线泵P-011出口手动阀XV-317
停常三线泵P-011
去现场关闭常三线泵P-011入口手动阀XV-316
关闭常一中返塔温度调节阀TIC-301
关闭常一中流量调节阀FIC-301
去现场关闭常一中泵P-014出口手动阀XV-301
停常一中泵P-014
去现场关闭常一中泵P-014入口手动阀XV-302
关闭常二中返塔温度调节阀TIC-302
关闭常二中流量调节阀FIC-302
去现场关闭常二中泵P-015出口手动阀XV-303
停常二中泵P-015
去现场关闭常二中泵P-015入口手动阀XV-304
关闭常压塔顶回流量FIC-304
当常压塔顶回流罐液位LIC-301降至0时，关闭常压塔顶回流罐液位调节阀LIC-301
去现场关闭常压塔顶回流泵P-007出口手动阀XV-308
停常压塔顶回流泵P-007
去现场关闭常压塔顶回流泵P-007入口手动阀XV-309
切断进料

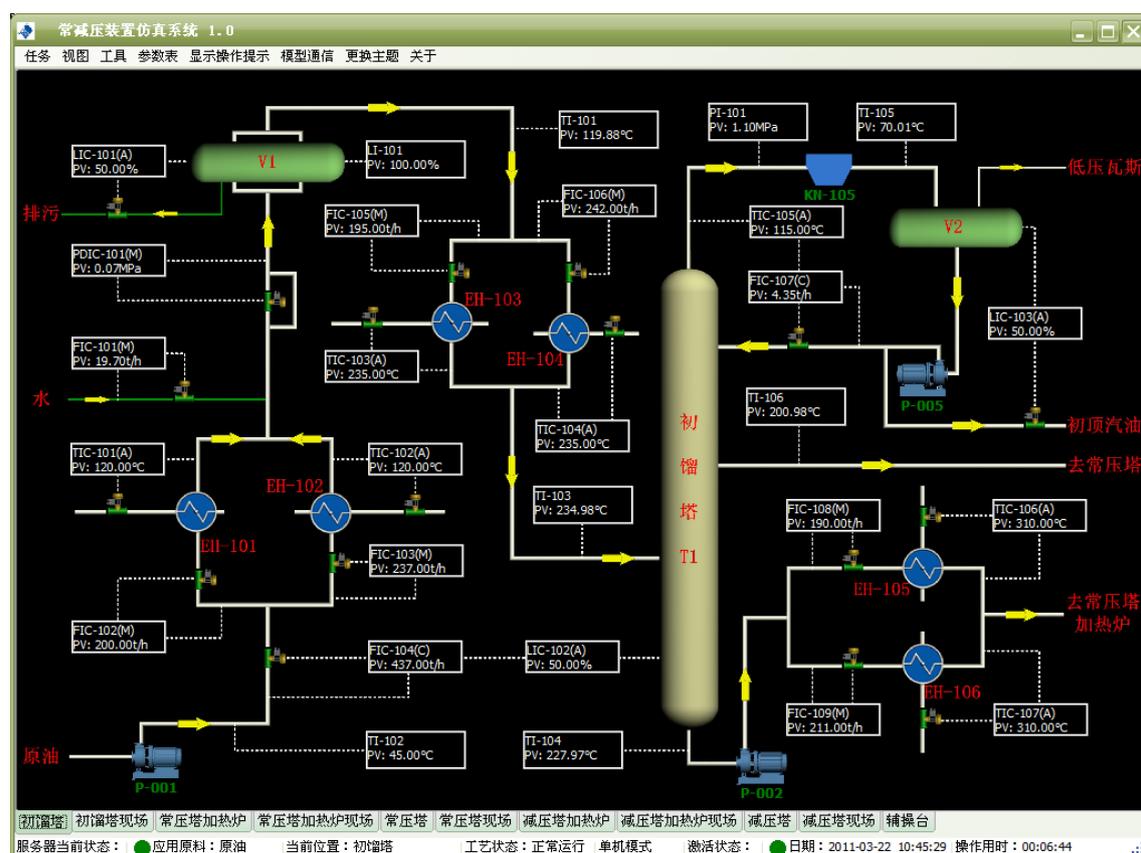
关闭原油入口调节阀FIC-104
去现场关闭原油泵P-001出口手动阀XV-106
停原油泵P-001
去现场关闭原油泵P-001入口手动阀XV-105
关闭脱前原油一路温度调节阀TIC-101
关闭脱前原油二路温度调节阀TIC-102
当初馏塔液位LIC-102降至0时，关闭初馏塔底一路流量调节阀FIC-108
关闭初馏塔底一路温度调节阀TIC-106
关闭初馏塔底二路流量调节阀FIC-109
关闭初馏塔底二路温度调节阀TIC-107
去现场关闭初馏塔底泵P-002出口手动阀XV-113
停初馏塔底泵P-002
去现场关闭初馏塔底泵P-002入口手动阀XV-112
当常压塔底液位LIC-305降至0，关闭常压塔底流量调节阀FIC-303
去现场关闭常压塔底泵P-003出口手动阀XV-306
停常压塔底泵P-003
去现场关闭常压塔底泵P-003入口手动阀XV-307
减压系统降温停车
去现场关闭减压塔加热炉注汽手动阀XV-401
调整减压塔加热炉燃料油调节阀TIC-401至20%
关闭减压塔加热炉燃料油调节阀TIC-401
去现场关闭减压塔加热炉点火按钮IG-002
去现场全开减压塔加热炉空气手动阀XV-402
关闭减压塔加热炉烟气氧含量调节阀ARC-401
去现场关闭减压塔加热炉鼓风机G-002出口手动阀XV-406
停减压塔加热炉鼓风机G-002
去现场关闭减压塔加热炉鼓风机G-002入口手动阀XV-407
去现场打开减压塔加热炉烟道挡板HC-401至50%
关闭减压塔加热炉压力调节阀PIC-401
去现场关闭减压塔加热炉引风机Y-002出口手动阀XV-405
停减压塔加热炉引风机Y-002
去现场关闭减压塔加热炉引风机Y-002入口手动阀XV-404
关闭减压塔汽提蒸汽流量调节阀FIC-503
关闭减压汽提塔汽提蒸汽流量调节阀FIC-506

全开减压塔底流量调节阀FIC-505
关闭减一中返塔温度调节阀TIC-501
关闭减一中流量调节阀FIC-501
去现场关闭减一中泵P-022出口手动阀XV-501
停减一中泵P-022
去现场关闭减一中泵P-022入口手动阀XV-502
关闭减二中返塔温度调节阀TIC-502
关闭减二中流量调节阀FIC-502
去现场关闭减二中泵P-023出口手动阀XV-503
停减二中泵P-023
去现场关闭减二中泵P-023入口手动阀XV-504
去现场关闭减压塔顶喷射蒸汽手动阀XV-510
去现场关闭减压塔顶冷却水手动阀XV-511
当减压塔顶罐液位LIC-501降至0时，关闭减压塔顶罐液位调节阀LIC-501
关闭减压塔顶回流量调节阀FIC-504
关闭减二线汽提塔液位调节阀LIC-502
关闭减三线汽提塔液位调节阀LIC-503
关闭减四线汽提塔液位调节阀LIC-504
关闭减一线出料调节阀FIC-507
去现场关闭减一线泵P-016出口手动阀XV-506
停减一线泵P-016
去现场关闭减一线泵P-016入口手动阀XV-505
当减二线汽提塔液位LIC-502降至0时，关闭减二线出料调节阀FIC-508
去现场关闭减二线泵P-017出口手动阀XV-513
停减二线泵P-017
去现场关闭减二线泵P-017入口手动阀XV-512
当减三线汽提塔液位LIC-503降至0时，关闭减三线出料调节阀FIC-509
去现场关闭减三线泵P-018出口手动阀XV-516
停减三线泵P-018
去现场关闭减三线泵P-018入口手动阀XV-515
当减四线汽提塔液位LIC-504降至0时，关闭减四线出料调节阀FIC-510
去现场关闭减四线泵P-019出口手动阀XV-519
停减四线泵P-019
去现场关闭减四线泵P-019入口手动阀XV-518

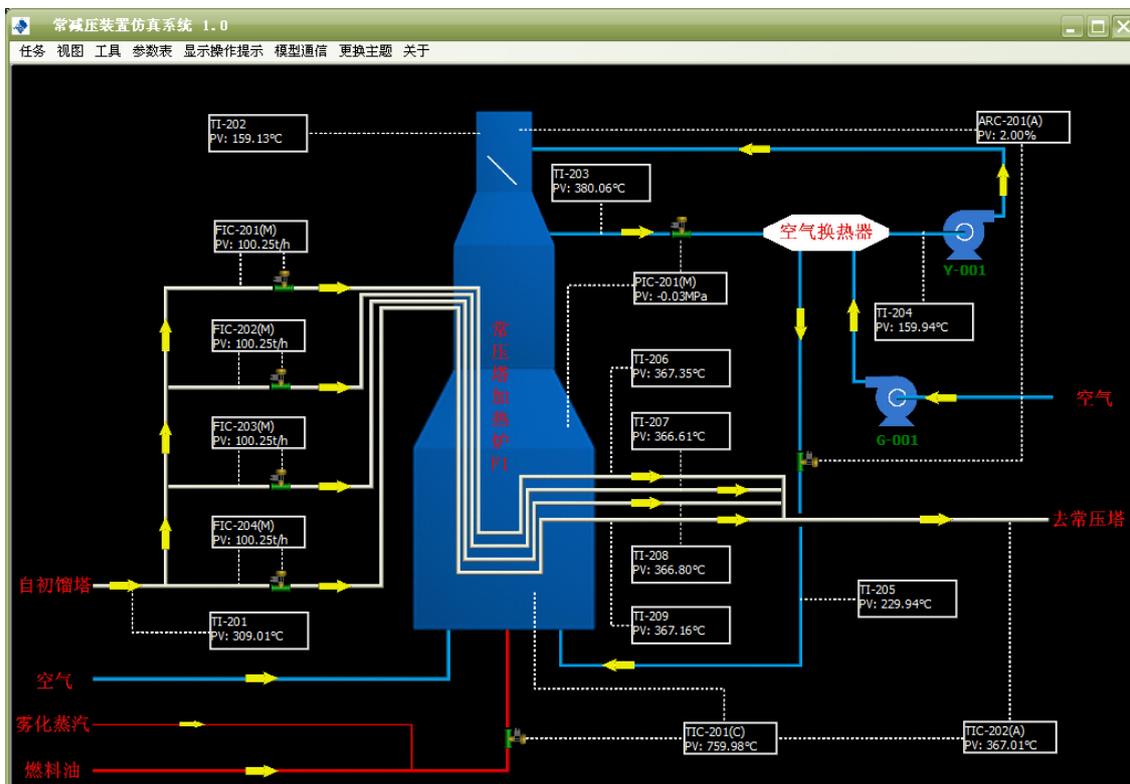
当减压塔底液位LIC-505降至0时，关闭减压塔底流量调节阀FIC-505
去现场关闭减压塔底泵P-004出口手动阀XV-509
停减压塔底泵P-004
去现场关闭减压塔底泵P-004入口手动阀XV-508

五、DCS操作界面

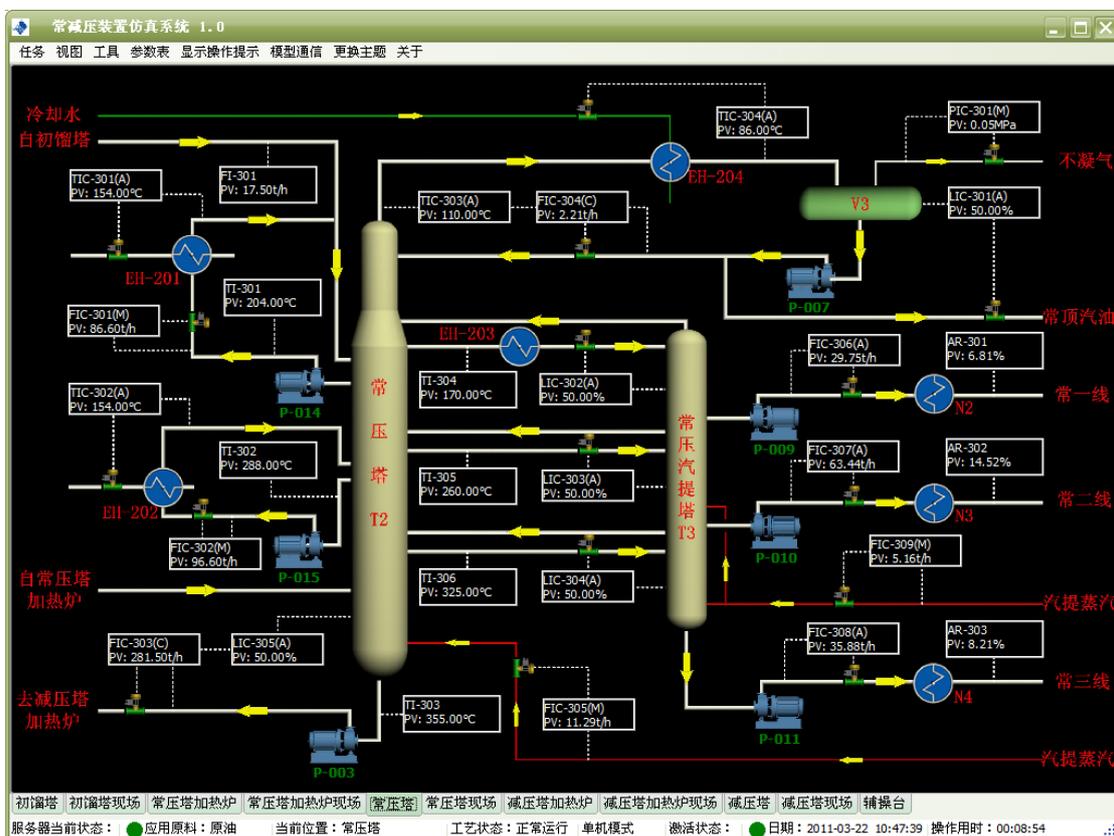
5.1 初馏塔DCS及现场图



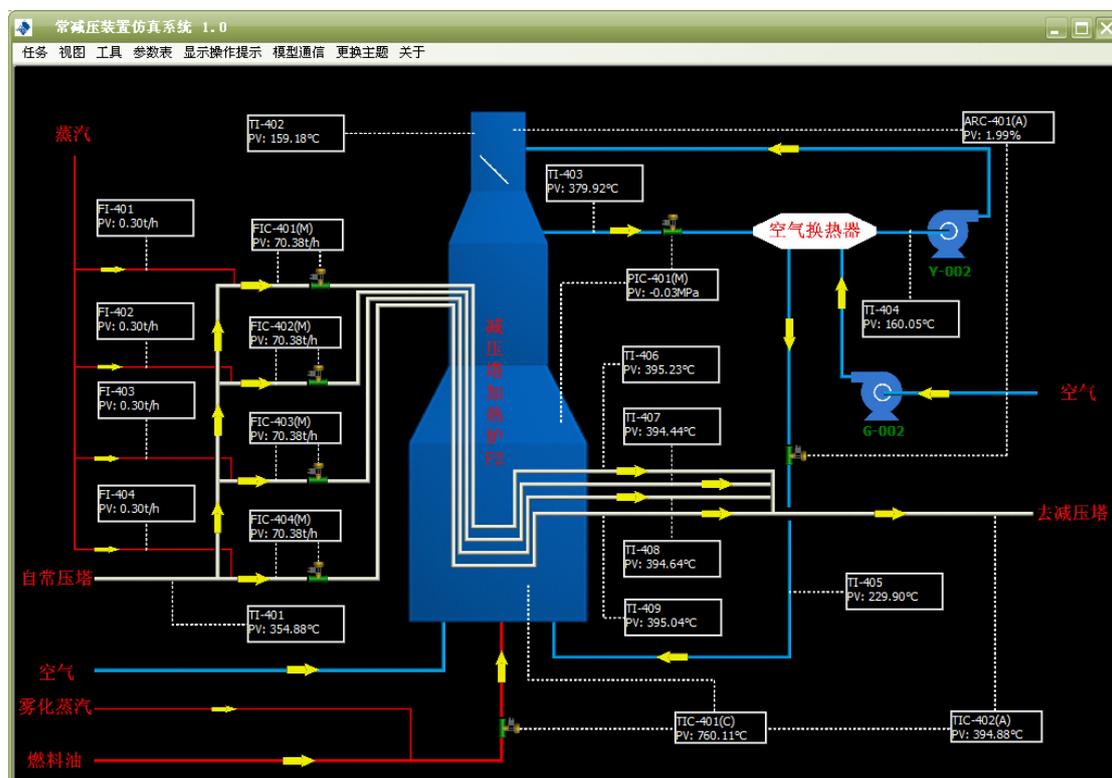
5.2 常压塔加热炉DCS图



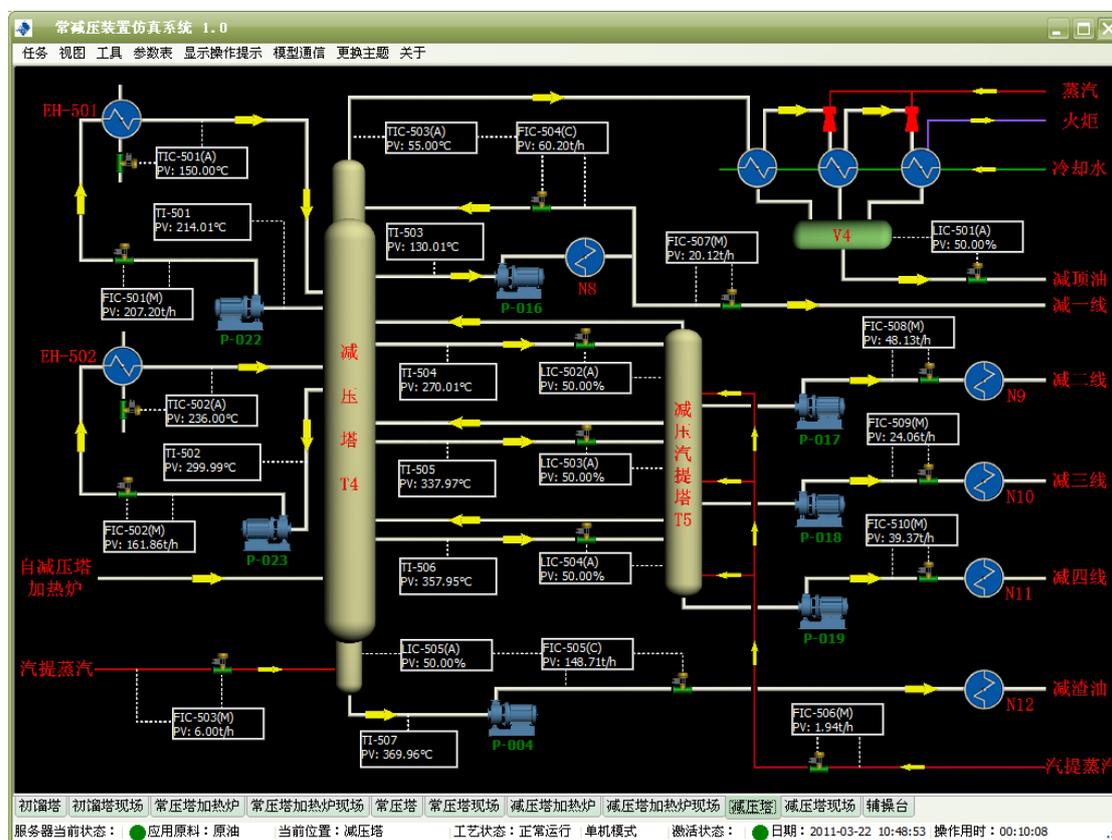
5.3 常压塔DCS图



5.4 减压塔加热炉DCS图



5.5 减压塔DCS图



六、思考题

1. 常减压蒸馏装置在全厂加工总流程中有什么重要作用？
2. 常减压蒸馏装置能生产哪些产品及二次加工的原料？
3. 常减压蒸馏装置的工艺原理（精馏过程的必要条件）有哪些？
4. 常减压蒸馏装置的主要设备有哪些？
5. 初馏塔、常压塔、减压塔、汽提塔有什么作用？
6. 常压蒸馏压力的高低对蒸馏过程有何影响？如何正确选择适宜的操作压力？
7. 减压塔为什么设计成为两端细、中间粗的型式？
8. 精馏塔的操作中应掌握哪三个平衡？
10. 蒸馏塔怎样做到平稳操作？
11. 常压塔顶压力变化对产品质量有什么影响？
12. 减压塔进料温度过高会引起哪些不良后果？
13. 加热炉系统有哪些安全、防爆措施？
14. 为什么开工时冷换系统要先冷后热的开？停工时又要先热后冷的停？
15. 如何进行工艺防腐？
16. 脱盐罐使用时，应注意什么事项？
17. 注缓蚀剂、氨有什么作用？
18. 开工的主要步骤？
19. 装置正常停工分几大步骤及注意事项？
20. 蒸馏装置应如何搞好防火防爆工作？

项目二 聚氯乙烯装置操作与控制

工作情境描述:

聚氯乙烯（PVC）是当今世界上深受喜爱、颇为流行并且也被广泛应用的一种合成材料。利用聚氯乙烯模拟装置让学生懂得聚氯乙烯装置的生产流程与原理，学会装置的 DCS 操作并能够对异常工况进行分析和处理。本项目所针对的工作内容主要是对聚氯乙烯装置的操作与控制，具体包括：装置工艺流程、工艺参数调节、主要设备的结构特点及其操作管理、开停工操作、事故处理等环节，培养学生分析和解决化工生产过程中常见实际问题的能力。

学习任务:

1. 聚氯乙烯装置初步认知；
2. 聚氯乙烯装置工艺流程的识读与绘制；
3. 聚氯乙烯装置的 DCS 操作；
4. 聚氯乙烯装置异常工况的分析与处理。

学习目标:

1. 知识目标
 - (1) 掌握聚氯乙烯装置的工艺原理；
 - (2) 掌握聚氯乙烯装置的设备和工艺流程；
 - (3) 掌握聚氯乙烯装置操作过程中的安全环保知识；
 - (4) 掌握聚氯乙烯装置操作过程的开工、停工的内容和技术要求。
2. 能力目标
 - (1) 能从参考书、专业文献和专业网站等收集、分析、整理、综合信息。
 - (2) 能弄清装置的生产工序，会识别设备的标识；
 - (3) 能识读和绘制工艺流程图，并能够依据工艺流程图走现场流程；
 - (4) 会进行 DCS 操作系统的调节和控制；
 - (5) 能通过工艺参数的波动分析装置是否发生异常。
3. 素质目标
 - (1) 明确职业岗位所处的重要位置不断提高自身职业能力；
 - (2) 树立实事求是，精益求精的职业意识；
 - (3) 能清晰、逻辑、重点、大胆地用语言表达自己的思想，应对失败能力、吃

苦耐劳；

(4) 安全生产和环境保护意识；

(5) 能在各项生产活动中与老师、同学相互合作、沟通，有责任心。

一、工艺流程

1.1 聚氯乙烯的生产方法

聚氯乙烯（PVC）是通用型热塑性树脂，以氯乙烯（VC或VCM）为单体，在一定温度和压力下进行聚合而得。PVC外观为一种白色的无定形粉末，密度 $1.35\sim 1.45\text{g/cm}^3$ 。PVC是由液态的氯乙烯单体 工业生产可通过悬浮法、乳液法、本体法、和溶液法等方法而实现聚合，生产方法不同得到的树脂颗粒大小不同。

早在1835年，法国人V.Regnault就发现了氯乙烯，3年后，他发现密封在玻璃管中的这种粘度低、挥发性较强的液体，在日光的照射下转化成白色的非晶体粉末。Regnault记录下这一现象，但未能解释为什么液体变成固体的原因。1872年Baumann通过实验研究，进一步阐明了固体物是氯乙烯的聚合物。直到1912年Kiatte和Rollett利用乙炔和氯化氢催化加成反应合成了氯乙烯，1931年，德国采用乙炔和氯化氢为原料、氯化汞作催化剂合成氯乙烯的工艺首先实现了工业化。但由于该法能耗大、价格高、污染严重而被廉价的乙烯法所取代。较大规模的乳液聚合则在1935年才由Bitterfeld实现。1940年，美国的古德里奇公司创建了悬浮聚合，从此以后，聚氯乙烯工业开始突飞猛进的发展。

1.2 装置流程简述

首先，用氮气置换系统中的杂质气体，系统抽真空。无离子水自无离子水罐（T-101）经打水泵（P-101）打入聚合釜（V-201），整个无离子水加料系统由一个冷无离子加料泵和一个热无离子加热泵组成。每个泵的出口管道上都装有一个温度调节阀和一条回到各自贮罐的循环管道。

本聚合生产装置在绝氧状态下，依次通过釜内设的相应进料口，用水冲洗釜壁并排除之；借助蒸汽将防粘釜剂均匀喷涂于釜壁，用水冲洗并排除之，加入缓冲剂；加体积比为1:1.4的氯乙烯和温度为 $85\text{-}95^\circ\text{C}$ 的热水，装填系数为0.8-0.9；加分散剂并判断分散效果；确定分散体系稳定，即可加入复合引发剂，加链转移剂巯基乙醇；聚合开始10分钟后，以 1000kg/h 的流量向釜内注入低于反应温度的水，聚合反应温度为 $54\text{-}58^\circ\text{C}$ 达到转化率85%-90%，加终止剂终止反应；向出料槽泄料。

出料槽（V-301）中的浆料经过处理后，再经浆料过滤器过滤，用浆料泵

(P-301)经螺旋板换热器(E-702)打入汽提塔(T-301),经过汽提塔(T-301)处理过的浆料,用浆料泵(P-302)经螺旋板换热器(E-702)再到浆料缓冲槽(V-401)最后再用浆料泵(P-401)加压送到离心工序。

自蒸汽总管来的蒸汽经蒸汽过滤器过滤后进入汽提塔(T-301)。从汽提塔顶出来的气体经冷凝冷却器(E-704)分离,不凝的气体进入VCM回收系统进行回收。

经离心机(S-401)分离后的离心母液送到污水站,分离后的湿树脂经螺旋输送机(S-402)进入气流干燥塔。

经空气过滤器过滤的空气经主风机(B-401)加压,再经空气加热器(E-706)加热,进入气流干燥塔吹散物料、干燥物并夹带物料进入旋风干燥床(X-401)。

从干燥器顶部出来气流夹带干燥好的物料进入旋风分离器(X-402),分离后的气流经引风机排空。分离下来的聚氯乙烯树脂经振动筛(X-403)进行筛分。筛下物进入料斗,筛上物料为次品回收。料仓中的PVC树脂经手工装袋,磅秤计量,然后用热合机封口,经喷号机喷号,经皮带再由中间皮带机输送给仓库皮带机入库贮存。

1.2.1 氯乙烯和水的贮存和加料

新鲜氯乙烯按需要量由界区外送至界区内,贮存在新鲜氯乙烯储槽中,回收氯乙烯来自界区内氯乙烯回收单元,贮存在回收氯乙烯储槽中。新鲜氯乙烯和回收氯乙烯经计量后,按要求比例,用氯乙烯加料泵打入聚合釜内。

冷无离子水由界区外送至界区内,贮存在冷无离子水储槽里,冷无离子水用于聚合加料、轴封注水、管路冲洗、出料过滤器冲洗和聚合反应过程的注水。

冷无离子水用蒸汽加热后,贮存在热无离子水储槽里,热无离子水用于聚合加料。依据聚合反应初始温度要求,按一定比例经计量后,用无离子水加料泵打入聚合釜内,无离子水加料泵的设计适用冷、热无离子水。这种加料方法几乎可省去聚合初期的升温工序,并使加料时间减少到最低。

1.2.2 溶剂的配置和加料

提供的引发剂用容器包装,存储在工艺区附近的冷库中,送至界区后在引发剂配置槽内按配置方法要求制成引发液,然后储存在引发液储槽内。引发液经测定浓度后,按聚合生产工艺配方要求,经称量槽计量后,用加料泵加入聚合釜内。

分散剂用袋包装或容器包装,存储在界区内的仓库。分散剂溶液按配置方法要求,在分散剂配置槽内配制,然后存储在分散剂溶液储罐中。溶液经测定浓度后按聚合生产工艺配方要求,采用称量槽计量后,用加料泵打入聚合釜内。分散

剂的称量精度要求很高，以保证PVC质量的稳定性。

缓冲剂为袋包装，存储在原材料库中，根据配置要求制成缓冲剂分散液后，存储在缓冲剂储罐。缓冲剂分散液经缓冲剂流量计计量后，加入聚合釜。

终止剂用容器包装，储存在界区内仓库。终止剂溶液按配制方法要求，在配制储槽内配置成溶液，并存储在同一个罐内。溶液经浓度测定后，按聚合生产工艺配方要求，用流量计计量。当聚合反应达到设定的转化率时，用终止剂加料泵将终止剂打入聚合釜内，终止聚合反应，以保证PVC产品的分子质量分布均匀，同时也可以防止氯乙烯在单体回收系统内继续聚合。在事故状态下，操作人员启动终止剂加入系统，使终止剂自动加入釜内，终止聚合。

1.2.3 聚合系统

(1) 聚合釜涂壁系统

在聚合釜开始加料前，需用一种特殊的溶液喷涂聚合釜的内壁，涂料粘在聚合釜内壁和内壁部件上，使在正常情况下经常发生的粘壁现象降到最低程度。这样就可以降低聚合釜的开盖频率、减少清釜次数。

涂釜材料是意大利黄贮存在常压罐中。从贮罐送来规定量的涂料溶液，经蒸汽气化注入聚合釜的高压冲洗水管道中，蒸汽和涂料混合物经聚合釜顶的费德罗尔夫喷淋阀喷入到聚合釜中，在聚合釜内较凉的釜壁和内部部件的表面上冷凝

在涂壁操作完成后，还需要用水冲洗，以便把釜中剩余的涂料和PVC粒子冲出聚合釜。

(2) 聚合釜加料

程序如下：开始加水；开始加回收VCM；切换到加新鲜VCM；停止加水和VCM；如果需要，用温度平衡方法延迟配方分散剂加入时间，以保证VCM在水相中形成液滴；加入分散剂；如果需要，用温度平衡方法延迟配方引发剂的加料时间，以保证分散剂充分分散，液滴包敷良好；加入引发剂。

(3) 聚合

聚合是在搅拌反应器内进行，反应热量由反应器夹套和内冷挡板中不高于30℃的冷却水移出，不能用冷冻水。所用反应器的容积为70.5m³，为间歇式操作。

根据PVC产品的生产工艺配方所规定的原材料种类、用量和DCS设定的加料程序，在聚合釜密闭状态下，自动地加入冷、热无离子水、分散剂、缓冲剂和引发剂。当引发剂自动加入后，开始聚合反应，通过自动调节冷却水量，维持反应温度。聚合反应是按规定的反应温度曲线进行的，测量反应热，并由计算机计算单体转化率，当达到设定的转化率时，在操作人员启动终止剂加料系统后，终止剂自动加入聚合釜，终止聚合反应，然后将PVC浆料自动出料到出料槽。氯乙烯

回收大部分是在聚合后的系统中进行，以缩短聚合周期。聚合釜出料后，用水冲洗釜壁，然后再釜壁上涂敷涂壁液，以防止下一次聚合反应粘结聚合物。当生产600釜次以后，有少量的粘壁物累积在釜壁，用高压水进行一次清洗，这样的聚合生产工艺可以达到生产效率高、产品质量稳定、优异的目的。

1.2.4 汽提系统

PVC浆料的汽提实在汽提塔内进行的，PVC浆料连续用汽提供料泵从出料槽经热交换器送往汽提塔塔顶。浆料在塔内与塔底进入的蒸汽逆向流动，塔顶馏出物送往冷凝器，冷凝器采用30℃冷却水进行冷凝后，冷凝液汇同回收压缩机轴封水、氯乙烯储槽分离水、聚合釜冲洗水均集中在废水储槽中，然后送往废水汽提系统。汽提后的废水中含有极微量的氯乙烯，不凝的氯乙烯送往氯乙烯气柜。经过汽提的PVC浆料送往浆料缓冲槽，汽提废水去污水处理。

1.2.5 离心干燥系统

借助于离心机的作用。把浆料中较大的PVC树脂从浆料中分离出来，并且利用机内输送器和转筒的相对运动，在转筒内所产生的螺旋作用，把分离出来的PVC树脂（固体）和离心母液（液体）分别输送到转筒的两端，由各自的出口排出。

生产上使用的干燥器叫做旋风干燥器，是一种新型干燥技术，它分为气流干燥塔和旋风干燥床两部分。

气流塔为垂直管路，下部通入热空气，物料进入段为气流塔中下部，含水22—25%的物料被高速热气流吹散与热空气混合，并加速与热风流快速冲向气流塔顶部，一起进入旋风干燥床。在这期间树脂颗粒与热空气进行热量传递和水分传递，由于风量大，风温高，这个传递过程完成很快，物料含水量由25%降至4%以下。

物料和热风从切线方向进入旋风干燥床后，在导流板的作用下于干燥床内进行螺旋向上圆周流动。含水分较高物料在离心力作用下，在干燥床各室停留时间较长；含水分较低物料因离心力较小，所以很快就可以被热风吹出干燥器。然后进入旋风分离器，分离，得到干燥的聚氯乙烯树脂。

二、主要设备及控制指标

2.1 主要设备列表

序号	设备编号	设备名称
1	T-101	无离子水罐
2	V-202	新鲜VCM储罐
3	V-201	聚合釜
4	V-301	出料槽
5	T-301	汽提塔
6	V-302	密封水分离罐
7	E-704	汽提塔顶冷凝器
8	V-401	浆料缓冲罐
9	S-401	卧式离心机
10	X-401	旋风干燥器
11	X-402	旋风分离器
12	V-501	回收VCM缓冲罐
13	V-502	回收VCM储罐
14	V-601	真空分离罐

2.2 系统主要调节器及指标

序号	位号	正常值	单位	说明
1	LIC-101	60	%	无离子水罐液位
2	LIC-201	80	%	新鲜VCM储罐液位
3	LIC-202	80	%	聚合釜液位
4	FIC-201	10	t/h	循环冷却水流量
5	FIC-202	320	t/h	聚合釜出料流量
6	FI-201	150	t/h	单体进入聚合釜的流量
7	TIC-201	48±2	℃	聚合釜夹套温度
8	TI-201	18	℃	单体进入聚合釜的温度显示
9	TI-202	56±2	℃	聚合时温度显示
10	PI-201	2	Mpa	新鲜VCM储罐压强显示

11	PI-202	2.5	Mpa	单体经过泵后的压强
12	PI-203	0.8~1.0	Mpa	聚合釜聚合时压强
13	聚合度	85~90	%	
14	LIC-301	50	%	出料槽液位
15	LIC-302	30	%	汽提塔冷凝器液位
16	LIC-303	30	%	汽提塔液位
17	LIC-304	50	%	密封水分离罐液位
18	FIC-301	60	t/h	进汽提塔流量
19	FIC-302	3.2	t/h	汽提塔顶冷凝器排污流量
20	FIC-303	1.5	t/h	水蒸气进汽提塔流量
21	FIC-304	58	t/h	出汽提塔流量
22	TIC-301	110	℃	汽提塔塔底温度
23	TI-301	50	℃	出料槽温度显示
24	TI-302	90	℃	出汽提塔经过换热后浆料温度
25	TI-304	78	℃	进入汽提塔的温度
26	TI-303	95	℃	汽提塔塔顶温度
27	TI-305	105	℃	汽提塔塔中温度
28	PIC-301	0.8	Mpa	出料槽顶压强
29	PIC-302	0.04	Mpa	汽提塔顶压力
30	PIC-303	0.9	Mpa	密封水分离罐压强
31	PI-301	0.8	Mpa	浆料进出料槽压强显示
32	PI-302	0.04	Mpa	汽提塔塔中压强显示
33	PI-303	1.1	Mpa	由真空泵进入到密封水分离罐压强
34	LIC-401	50	%	浆料缓冲罐的液位
35	TIC-401	150	℃	进入到干燥筒空气温度
36	LIC-501	50	%	回收VCM缓冲罐液位
37	LIC-502	50	%	回收VCM储罐液位
38	PIC-501	0.2	Mpa	回收VCM缓冲罐压强
39	LIC-601	30	%	真空分离罐液位

三、操作规程

3.1 冷态开车

无离子水的准备
打开无离子水罐T-101的入口调节阀LIC-101至50%
全开无离子水罐出水泵P-101入口手动阀XV-101
启动无离子水罐出水泵P-101
全开无离子水罐出水泵P-101出口手动阀XV-102
全开无离子水罐出水泵P-102入口手动阀XV-106
启动无离子水罐出水泵P-102
全开无离子水罐出水泵P-102出口手动阀XV-107
当无离子水罐T-101的液位LIC-101接近60%时，关闭调节阀LIC-101，手动维持无离子水罐的液位LIC-101不低于30%
吹氮气
全开聚合釜氮气入口手动阀XV-218
当聚合釜压力PI-203达到1Mpa时，关闭聚合釜氮气入口手动阀XV-218
全开出料槽氮气入口手动阀XV-305
当出料槽压力PIC-301达到1Mpa时，关闭出料槽氮气入口阀XV-305
抽真空
全开无离子水罐T-101到真空分离罐手动阀XV-108
打开真空分离罐V-601灌顶无离子水入口调节阀LIC-601至50%
当真空分离罐V-601的液位LIC-601达到30%时，投自动，设为30%
全开真空分离罐顶排空手动阀XV-603
全开抽真空系统入口手动阀XV-601
全开真空泵B-601入口手动阀XV-604
启动真空泵B-601
全开真空泵B-601出口手动阀XV-605
全开水环泵换热器E-710的冷凝水入口手动阀XV-607
全开聚合釜顶抽真空手动阀XV-214
当聚合釜压力PI-203达到0Mpa时，关闭聚合釜顶抽真空手动阀XV-214

全开出料槽顶抽真空手动阀XV-301
当出料槽压力PIC-301达到0Mpa时，关闭出料槽抽真空手动阀XV-301
关闭抽真空系统入口手动阀XV-601
关闭真空泵B-601出口手动阀XV-605
关闭真空泵B-601
关闭真空泵B-601入口手动阀XV-604
聚合反应工段
全开涂壁剂进料手动阀XV-206
打开聚合釜V-201入口调节阀LIC-202至50%
关闭涂壁剂进料手动阀XV-206
全开无离子水换热器E-701热水入口手动阀XV-105
全开无离子水换热器E-701的入口手动阀XV-104
全开聚合釜V-201热无离子水手动阀XV-201
当聚合釜V-201的液位LIC-202达到50%时，关闭热无离子水手动阀XV-201
关闭无离子水换热器E-701热水入口手动阀XV-105
通过调节无离子水罐T-101的入口调节阀LIC-101，维持无离子水罐的液位不低于30%
打开新鲜VCM储罐V-202进料入口调节阀LIC-201至50%
全开新鲜VCM储罐出料泵P-201的入口手动阀XV-213
启动新鲜VCM储罐出料泵P-201
全开新鲜VCM储罐出料泵P-201的出口手动阀XV-212
全开新鲜VCM储罐的回流手动阀XV-211
当新鲜VCM储罐的液位LIC-201接近80%时，关闭调节阀LIC-201，手动维持新鲜VCM储罐的液位LIC-201不低于30%
关闭新鲜VCM储罐的回流手动阀XV-211
全开新鲜VCM储罐出料手动阀XV-210
全开回收VCM手动阀XV-209
启动聚合釜搅拌S-201
当聚合釜V-201的液位LIC-202接近80%时，关闭回收VCM手动阀XV-209
关闭新鲜VCM储罐出料手动阀XV-210
全开链转移剂手动阀XV-203

关闭链转移剂手动阀XV-203
全开分散剂手动阀XV-205
关闭分散剂手动阀XV-205
全开缓冲剂手动阀XV-207
关闭缓冲剂手动阀XV-207
全开引发剂手动阀XV-204
关闭引发剂手动阀XV-204
全开无离子水罐T-101去聚合釜手动阀XV-103
全开聚合釜V-201冷无离子水手动阀XV-202
打开循环冷却水流量调节阀FIC-201至50%
关闭新鲜VCM储罐出料泵P-201的出口手动阀XV-212
关闭新鲜VCM储罐出料泵P-201
关闭新鲜VCM储罐出料泵P-201的入口手动阀XV-213
调节无离子水手动阀XV-202，控制聚合釜的液位LIC-202保持在75%~80%
通过调节循环冷却水流量调节阀FIC-201，保持釜温TI-202在 $56\pm 2^{\circ}\text{C}$ 左右
通过调节无离子水罐T-101的入口调节阀LIC-101，维持无离子水罐的液位不低于30%
当聚合度达到85%~90%时，全开终止剂进料手动阀XV-208
关闭冷无离子水手动阀XV-202
全开去出料槽手动阀XV-215
全开聚合釜出料泵P-202入口手动阀XV-217
启动聚合釜出料泵P-202
全开聚合釜出料泵P-202出口手动阀XV-216
打开聚合釜出料流量调节阀FIC-202至50%
当聚合釜液位LIC-202降至0时，关闭聚合釜出料流量调节阀FIC-202
关闭终止剂进料手动阀XV-208
全开冷无离子水手动阀XV-202，冲洗聚合釜
当聚合釜液位LIC-202到达0.6%时，关闭XV-202
打开聚合釜出料流量调节阀FIC-202至50%
当聚合釜液位LIC-202降至0时，关闭聚合釜出料流量调节阀FIC-202
关闭聚合釜出料泵P-202出口手动阀XV-216

关闭聚合釜出料泵P-202
关闭聚合釜出料泵P-202入口手动阀XV-217
汽提工段
全开去密封水分离罐手动阀XV-110
打开密封水分离罐液位调节阀LIC-304至50%
当密封水分离罐的液位LIC-304达到50%时，关闭密封水分离罐液位调节阀LIC-304
全开密封水分离罐冷凝器E-703冷凝水入口手动阀XV-315
全开聚合釜放空手动阀XV-304
全开消泡剂手进料动阀XV-303
启动出料槽搅拌S-301
全开出料槽V-301入口手动阀XV-306
全开出料槽出料泵P-301入口手动阀XV-307
启动出料槽出料泵P-301
打开出料槽出料泵P-301出口手动阀XV-308
全开出料槽回流手动阀XV-309
当出料槽顶压力PIC-301达到0.8Mpa时，打开出料槽压力调节阀PIC-301至50%
全开VCM冷凝器E-705冷凝水入口手动阀XV-316
全开水环泵B-301入口手动阀XV-313
启动水环泵B-301
全开密封水分离罐排污手动阀XV-314
打开密封水分离罐液位调节阀LIC-304至50%，维持密封水分离罐液位在50%
当密封水分离罐V-302顶压力PIC-303达到0.9Mpa时，打开密封水分离罐压力调节阀PIC-303至50%
全开VCM回收一次冷凝器E-708进水手动阀XV-501
全开回收VCM缓冲罐V-501入口手动阀XV-502
全开VCM回收二次冷凝器E-709进水手动阀XV-503
当出料槽的液位LIC-301达到50%，关闭出料槽回流手动阀XV-309
打开汽提塔蒸汽流量调节阀FIC-303至50%
打开物料进汽提塔调节阀FIC-301至50%
全开汽提塔冷凝器E-704冷凝水入口手动阀XV-310

当汽提塔的液位LIC-303达到30%时，全开汽提塔出料泵P-302入口手动阀XV-311
启动汽提塔出料泵P-302
全开汽提塔出料泵P-302出口手动阀XV-312
打开汽提塔出料调节阀FIC-304至50%
全开浆料缓冲罐V-401灌顶手动阀XV-401
当汽提塔塔顶压力PIC-302达到0.04Mpa时，打开塔顶压力控制调节阀PIC-302至50%
当冷凝器的液位LIC-302达到30%，打开冷凝器E-704尾部排污流量调节阀FIC-302至50%
通过调节排污手动阀XV-314，维持密封水分离罐的液位LIC-304在50%
控制密封水分离罐V-302顶压力调节阀PIC-303在 0.9 ± 0.05 Mpa
通过调节无离子水罐T-101的入口调节阀LIC-101，维持无离子水罐的液位不低于30%
离心干燥工段
当浆料缓冲罐的液位LIC-401达到50%时，全开浆料缓冲槽塔底出料手动阀XV-413
全开无离子水罐去离心机手动阀XV-111
全开离心机进水手动阀XV-402
全开离心机进料泵P-401入口手动阀XV-403
启动离心机进料泵P-401
全开离心机进料泵P-401出口手动阀XV-404
打开浆料缓冲罐的液位调节阀LIC-401至50%
启动离心机搅拌S-401
全开离心机排污手动阀XV-405
全开无离子水罐T-101去旋风干燥器手动阀XV-112
全开旋风干燥器X-401夹套进水手动阀XV-408
全开换热器E-707进水手动阀XV-407
打开换热器E-706蒸汽进口温度调节阀TIC-401至50%
全开鼓风机B-401入口手动阀XV-409
启动鼓风机B-401
全开鼓风机B-401出口手动阀XV-414
启动螺旋输送机S-402
全开去螺旋输送机S-402进料手动阀XV-406
全开引风机B-402入口手动阀XV-415

启动引风机B-402
全开引风机B-402出口手动阀XV-410
全开旋振筛出料斗手动阀XV-412
全开旋风干燥器X-401底手动阀XV-411
通过调节无离子水罐T-101的入口调节阀LIC-101，维持无离子水罐的液位不低于30%
VCM回收工段
当回收VCM缓冲罐顶压力PIC-501达到0.2Mpa时，打开VCM缓冲罐压力调节阀PIC-501至50%
当回收VCM缓冲罐的液位LIC-501达到50%时，打开VCM缓冲罐液位调节阀LIC-501至50%
当回收VCM储罐的液位LIC-502达到50%时，打开回收VCM储罐液位调节阀LIC-502至50%
全开回收VCM储罐出料泵P-501的入口手动阀XV-505
启动回收VCM储罐出料泵P-501
全开回收VCM储罐出料泵P-501的出口手动阀XV-506
调至正常
当无离子水罐T-101的液位LIC-101接近60%时，投自动，设为60%
当出料槽压力PIC-301接近0.8Mpa时，投自动，设为0.8Mpa
当出料槽的液位LIC-301达到50%，投自动，设为50%
出料槽流量调节阀FIC-301投串级
当汽提塔顶压力PIC-302接近0.04Mpa时，投自动，设为0.04Mpa
当密封水分离罐V-302顶压力PIC-303接近0.9Mpa时,投自动，设为0.9Mpa
当密封水分离罐的液位LIC-304接近50%时，投自动，设为50%
当汽提塔塔底温度TIC-301达到110℃时,投自动，设为110℃
汽提塔水蒸气流量调节阀FIC-303投串级
冷凝器的液位LIC-302达到30%时，投自动，设为30%
冷凝器E-704尾部排污流量调节阀FIC-302投串级
当汽提塔的液位LIC-303到达30%时，投自动，设为30%
汽提塔底流量调节阀FIC-304投串级
当浆料缓冲槽的液位LIC-401达到50%时，投自动，设为50%
当螺旋输送带进风温度TIC-401达到150℃时，投自动，设为150℃
当回收VCM缓冲罐的液位LIC-501达到50%，投自动，设为50%

当回收VCM储罐的液位LIC-502达到50%，投自动，设为50%
当回收VCM缓冲罐顶压力PIC-501接近0.2Mpa时，投自动，设为0.2Mpa
质量指标
聚合釜V-201液位LIC-202
聚合釜V-201夹套温度TIC-201
聚合釜V-201的聚合度
出料槽V-301顶部压力PIC-301
出料槽V-301液位LIC-301
密封水分离罐V-302压强PIC-303
密封水分离罐V-302液位LIC-304
汽提塔T-301顶压力PIC-302
汽提塔T-301液位LIC-303
汽提塔T-301底温度TIC-301
汽提塔冷凝器E-704液位LIC-302
浆料缓冲槽V-401液位LIC-401
干燥器X-401进风温度TIC-401
VCM缓冲罐V-501的液位LIC-501
VCM缓冲罐V-501顶压力PIC-501
VCM储罐V-502液位LIC-502

3.2 正常停车

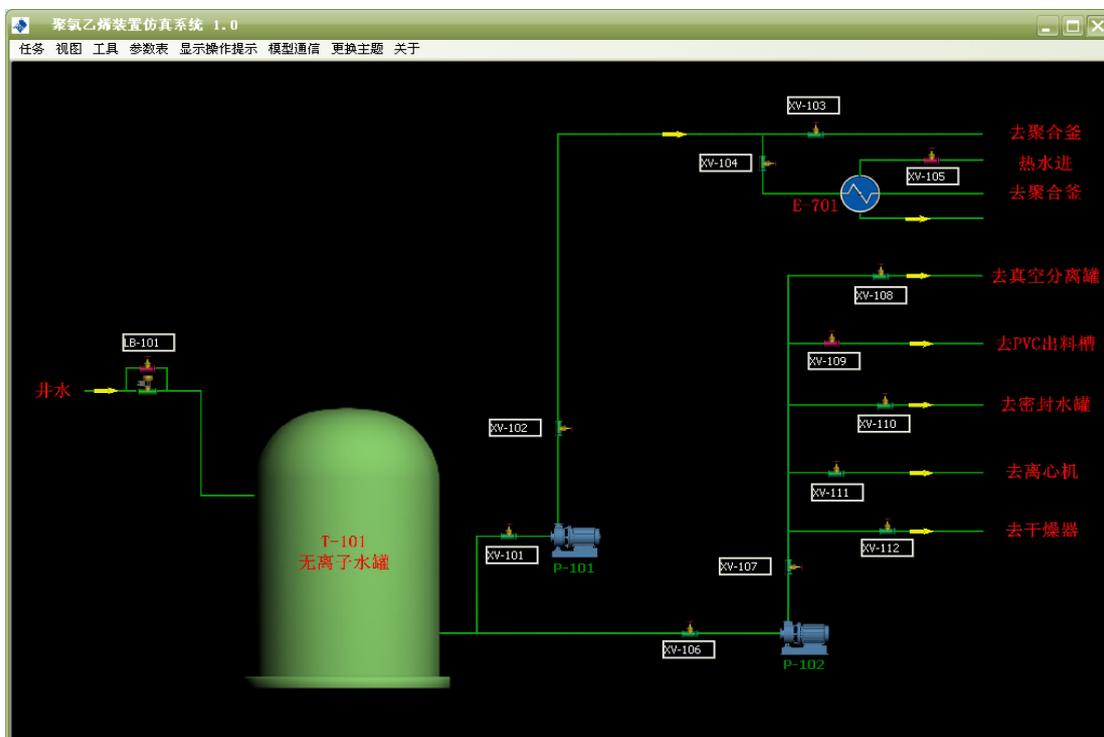
汽提工段停车
关闭出料槽进料手动阀XV-306
关闭自聚合釜放空手动阀XV-304
关闭消泡剂手动阀进料手动阀XV-303
当出料槽V-301的压强PIC-301为0时，关闭PIC-301
当出料槽的液位LIC-301降至0时，关闭FIC-301
关闭出料槽V-301搅拌电机S-301
关闭水环泵B-301入口手动阀XV-313
关闭水环泵B-301

关闭密封水分离罐冷凝器E-703冷凝水入口手动阀XV-315
全开密封水罐排污手动阀XV-314,将污水排净
关闭出料槽出料泵P-301出口手动阀XV-308
关闭出料槽出料泵P-301
关闭出料槽出料泵P-301入口手动阀XV-307
当汽提塔液位LIC-303降至0时, 关闭汽提塔出料泵P-302出口手动阀XV-312
关闭汽提塔出料泵P-302
关闭汽提塔出料泵P-302入口手动阀XV-311
关闭汽提塔水蒸气流量调节阀FIC-303
当汽提塔冷凝器E-704液位LIC-302降至0时, 关闭排污调节阀FIC-302
离心干燥工段停车
关闭浆料缓冲罐V-401进料阀XV-401
当浆料缓冲罐液位LIC-401降至0时, 关闭浆料缓冲罐V-401的液位调节阀LIC-401
关闭离心机进料泵P-401出口手动阀XV-404
关闭离心机进料泵P-401
关闭离心机进料泵P-401入口手动阀XV-403
关闭离心机搅拌S-401
关闭螺旋输送机电机S-402
关闭鼓风机B-401出口手动阀XV-414
关闭鼓风机B-401
关闭鼓风机B-401入口手动阀XV-409
关闭引风机B-402出口手动阀XV-410
关闭引风机B-402
关闭引风机B-402入口手动阀XV-415
关闭换热器E-706蒸汽进口温度调节阀TIC-401
VCM回收工段停车
关闭回收VCM缓冲罐V-501的进料阀XV-502
当回收VCM缓冲罐液位LIC-501降至0时, 关闭液位调节阀LIC-501
当回收VCM储罐液位LIC-502降至0后, 关闭液位调节阀LIC-502
全开排污手动阀XV-504, 将污水排净

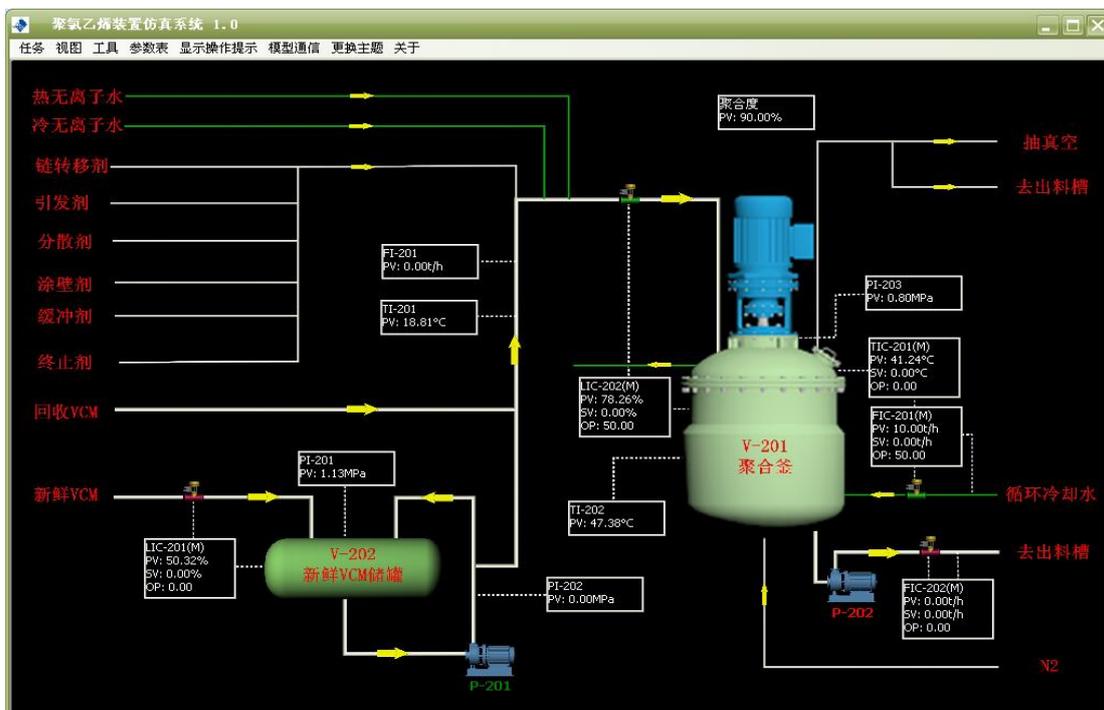
关闭回收VCM储罐出料泵P-501的出口手动阀XV-506
关闭回收VCM储罐出料泵P-501
关闭回收VCM储罐出料泵P-501的入口手动阀XV-505
无离子水工段停车
关闭无离子水罐T-101入口调节阀LIC-101
关闭无离子水罐出水泵P-101出口手动阀XV-102
关闭无离子水罐出水泵P-101
关闭无离子水罐出水泵P-101入口手动阀XV-101
关闭无离子水罐出水泵P-102出口手动阀XV-107
关闭无离子水罐出水泵P-102
关闭无离子水罐出水泵P-102入口手动阀XV-106
真空系统停车
关闭去真空分离罐V-601手动阀XV-108
关闭水环泵换热器E-710冷凝水入口手动阀XV-607
全开排空支路阀XV-602
全开排污阀XV-606，将污水排净
质量指标
聚合釜V-201液位LIC-202
出料槽V-301顶部压力PIC-301
出料槽V-301液位LIC-301
密封水分离罐V-302压强PIC-303
密封水分离罐V-302液位LIC-304
汽提塔T-301顶压力PIC-302
汽提塔T-301液位LIC-303
汽提塔冷凝器E-704液位LIC-302
浆料缓冲槽V-401液位LIC-401
VCM缓冲罐V-501的液位LIC-501
VCM缓冲罐V-501顶压力PIC-501
VCM储罐V-502液位LIC-502

四、DCS操作画面

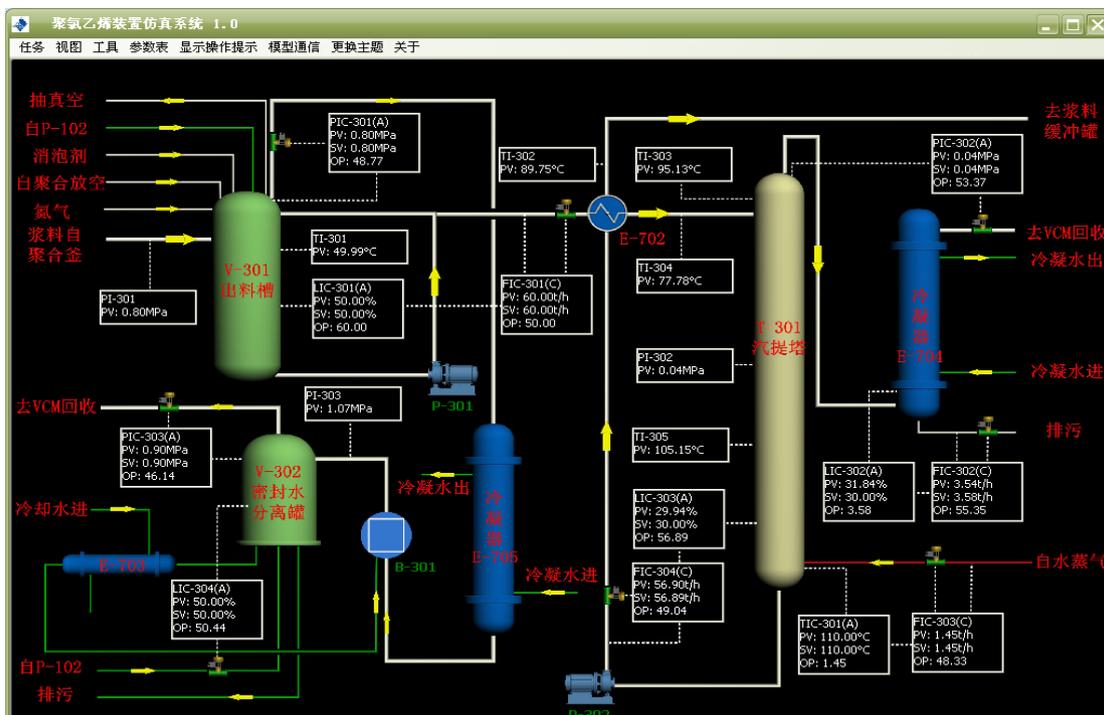
4.1 无离子水系统DCS图



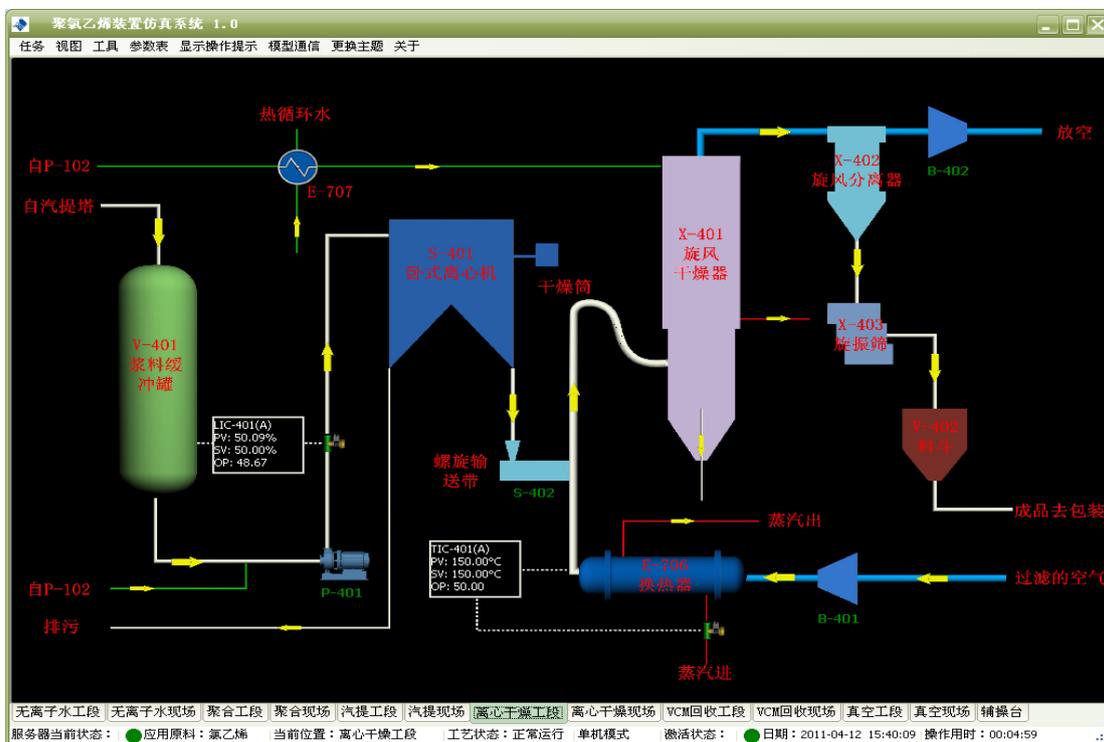
4.2 聚合系统DCS图



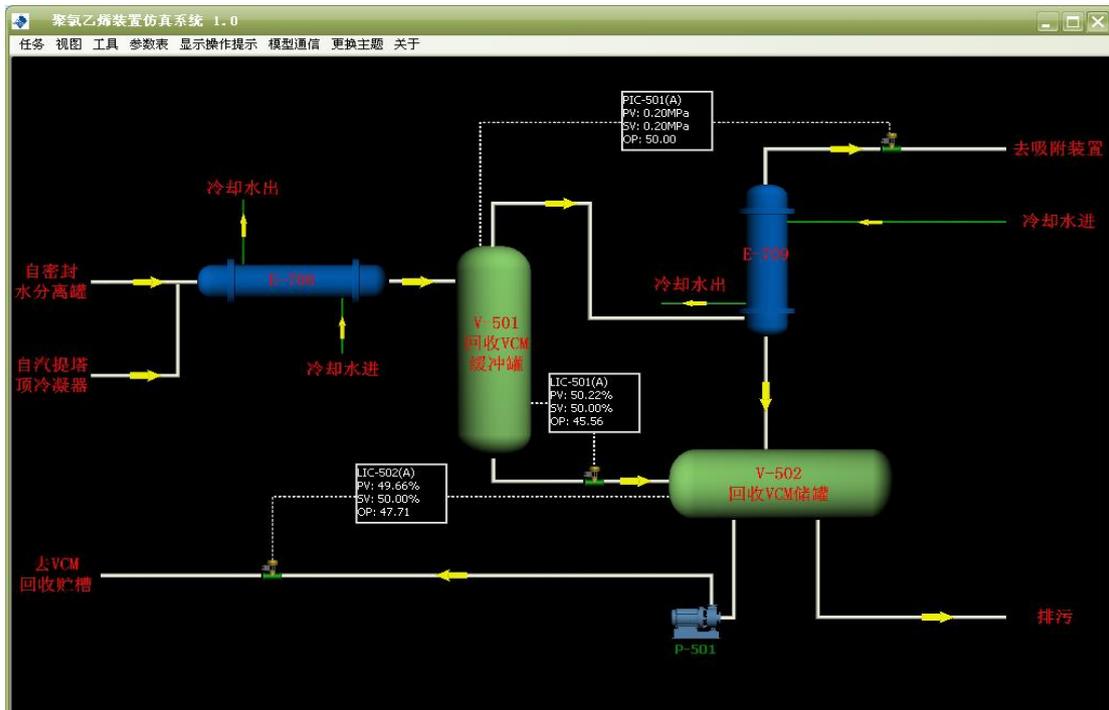
4.3 汽提系统DCS图



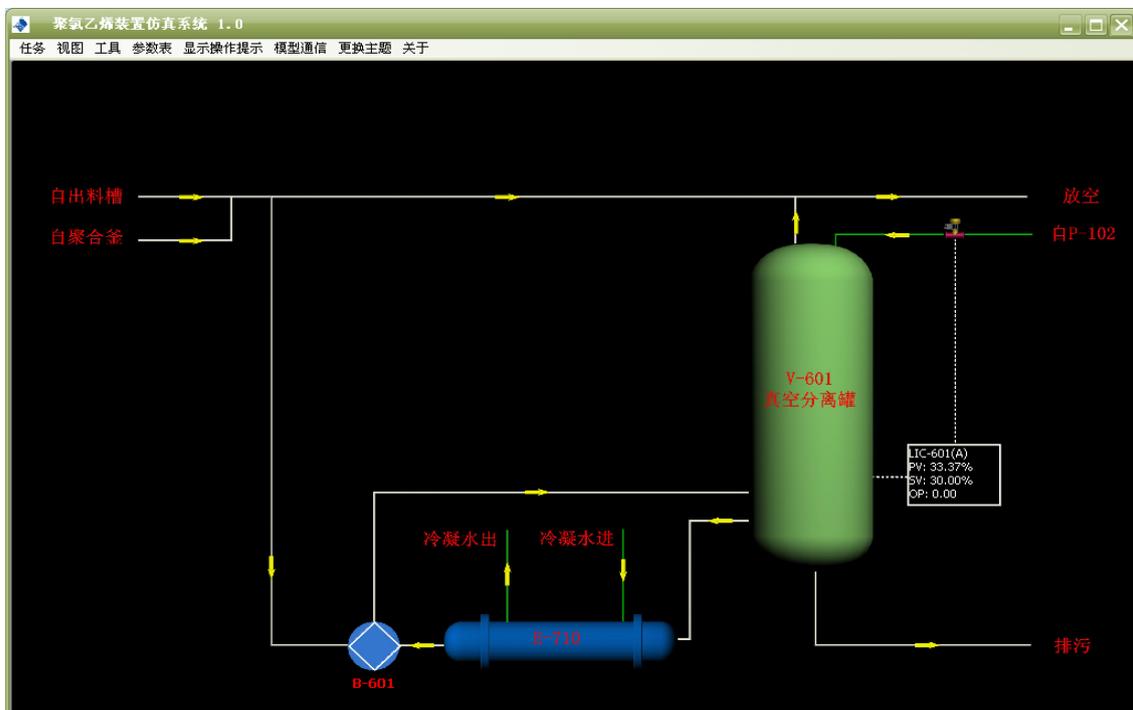
4.4 离心干燥系统DCS图



4.5 VCM回收系统DCS图



4.6 真空系统DCS图



4.7 辅操台



五、思考题

1. 聚氯乙烯的用途有哪些？
2. PVC的生产工艺有哪些？
3. PVC生产的原料是什么？
4. PVC生产中需加入哪些助剂？这些助剂的用途是什么？
5. 装置开工加入氮气的原因是什么？
6. 简述悬浮法生产PVC的生产工艺过程。
7. 为了防止粘釜而采取的方法有哪些？
8. PVC生产装置的主要装置有哪些？并说出装置用途。
9. 反应器的特点？
10. 开工的主要步骤？
11. 装置正常停工分几大步骤及注意事项？
12. 应如何进行PVC装置的安全生产？
13. PVC生产可能带来的环境污染有哪些？

项目三 传热单元操作与控制

工作情境描述:

化工生产中的化学反应过程,通常需要在一定的温度下进行,为此,必须适时的输入或输出热量。因此,传热是化工过程中最常见的的单元之一,换热器是化工生产中最为应用最为广泛的设备之一,而掌握不同换热器的性能和特点,做好传热的操作控制,对于化工生产过程具有非常重要的意义。

本项目所针对的工作内容主要是对不同换热介质和换热器的操作与控制,具体包括:装置工艺流程、工艺参数调节、主要设备的结构特点及其操作管理、开停工操作、事故处理等环节,培养学生分析和解决化工生产过程中常见实际问题的能力。

学习任务:

1. 传热单元操作装置初步认知;
2. 传热单元操作装置工艺流程的识读与绘制;
3. 传热单元操作装置的现场与 DCS 操作;
4. 传热单元操作装置异常工况的分析与处理。

学习目标:

1. 知识目标
 - (1) 掌握传热单元操作装置的工艺原理;
 - (2) 掌握传热单元操作装置的设备 and 工艺流程;
 - (3) 掌握传热单元操作装置操作过程中的安全环保知识;
 - (4) 掌握传热单元操作装置操作过程的开工、停工的内容和技术要求。
2. 能力目标
 - (1) 能从参考书、专业文献和专业网站等收集、分析、整理、综合信息。
 - (2) 能弄清装置的生产工序,会识别设备的标识;
 - (3) 能识读和绘制工艺流程图,并能够依据工艺流程图走现场流程;
 - (4) 会进行 DCS 操作系统的调节和控制;
 - (5) 能通过工艺参数的波动分析装置是否发生异常。
3. 素质目标
 - (1) 明确职业岗位所处的重要位置不断提高自身职业能力;

- (2) 树立实事求是，精益求精的职业意识；
- (3) 能清晰、逻辑、重点、大胆地用语言表达自己的思想，应对失败能力、吃苦耐劳；
- (4) 安全生产和环境保护意识；
- (5) 能在各项生产活动中与老师、同学相互合作、沟通，有责任心。

一、流程简介

分别从冷风机、热风机来的冷、热空气在列管式换热器、板式换热器内进行换热，调节合适的冷、热风量、温度，控制各换热器出口冷风温度稳定，冷空气吸热后放空，热空气放热后放空。

从冷风机来的冷风和蒸汽发生器来的蒸汽在套管式换热器内进行换热，调节合适的冷风流量、温度，控制套管换热器出口冷风温度稳定，冷空气吸热后放空，蒸汽放热后成冷凝水排放。

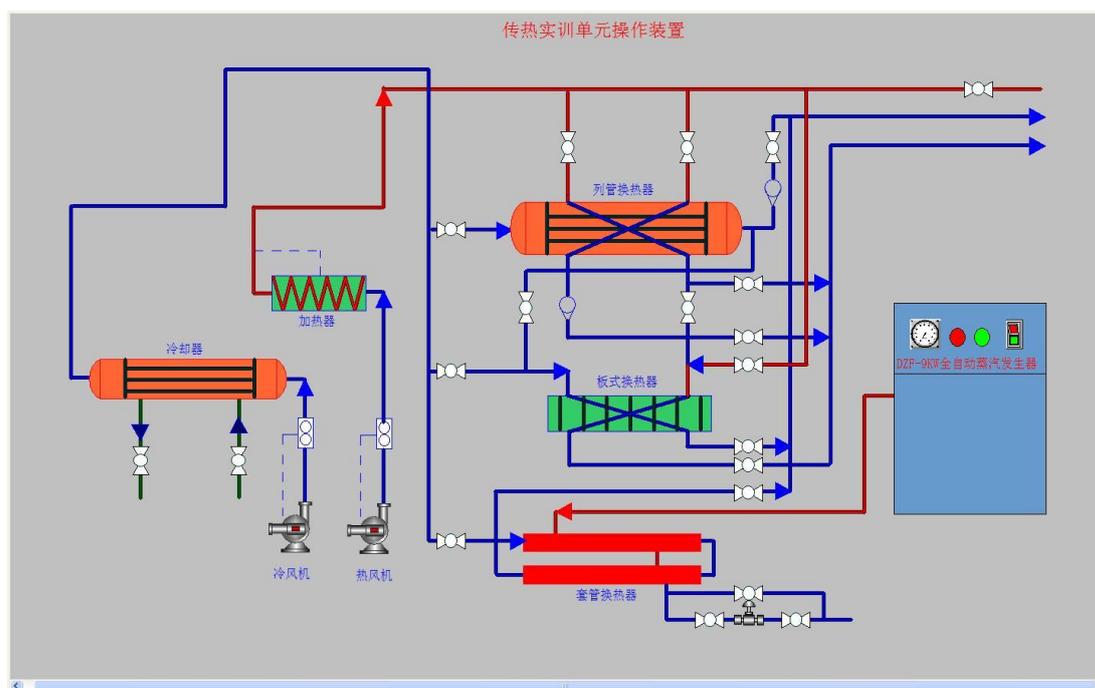


图3-1 传热单元操作流程图

二、装置功能

- 1、换热体系岗位技能：冷空气——热空气换热体系，冷风机启动、停车，水冷却器操作，空气预热器操作；冷空气——水蒸气换热体系，蒸汽发生器操作，疏水阀操作；
- 2、换热器岗位技能：套管式换热器操作，列管式换热器操作，板式换热器操作；
- 3、换热流程岗位技能：各换热器间串、并联操作，列管式换热器顺、逆流操作；

- 4、现场工控岗位技能：风机的变频调节，预热器温度控制，传热系数测定；
 5、化工仪表岗位技能：孔板流量计、变频器、差压变送器、热电阻、无纸记录仪、声光报警器及就地仪表等的使用。

三、基本原理

在工艺生产过程中，大量情况下，冷、热流体通过固体壁面（传热元件）进行热量交换，称为间壁式换热。间壁式传热过程由热流体对固体壁面的对流传热，固体壁面的热传导和固体壁面对冷流体的对流传热所组成。达到传热稳定时有：

$$Q=M_1C_{p1}(T_1-T_2)=M_2C_{p2}(t_1-t_2)=KA\Delta t_m \quad (1)$$

式中：Q——传热量，J/s

M₁——热流体的质量流率，kg/s

C_{p1}——热流体的比热，J/(kg·°C)

T₁——热流体的进口温度，°C

T₂——热流体的出口温度，°C

M₂——冷流体的质量流率，kg/s

C_{p2}——冷流体的比热，J/(kg·°C)

t₁——冷流体的进口温度，°C

t₂——冷流体的出口温度，°C

A——对流传热面积，m²

K——以传热面积A为基准的总给热系数，W/(m²·°C)

Δt_m——冷热流体的对数平均温差，°C

冷热流体间的对数平均温差可由式（2）计算：

$$\Delta t_m = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln[(T_1 - t_2) / (T_2 - t_1)]} \quad (2)$$

由（1）式得：

$$K = \frac{M_2 C_{p2} (t_2 - t_1)}{A \Delta t_m} \quad (3)$$

试验测得（3）式所需数据，带入计算可得总给热系数K。其中20°C的空氣的ρ=1.293kg/m³，A=1m²，cp₁=cp₂=1.005J/(kg·°C)

四、操作方法

4.1 开车前准备

由相关操作人员组成装置检查小组，对本装置所有设备、管道、阀门、仪表、电气等按照工艺流程要求和专业技术要求进行检查。

4.2 进行各单体设备试车

系统开车前应对各动力设备、电加热设备进行单体试车。

4.2.1 风机试车

分别启动冷、热风机，观察风机运行的稳定性，风机出口流量，电机温度等，确保风机处于良好状态。

4.2.2 电加热器试车

启动热风机，调节风机出口流量不低于 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，启动电加热器，观察热风温度状况。

4.2.3 蒸汽发生器试车

关闭蒸汽发生器与套管式换热器相连接阀门，打开蒸汽发生器注水阀门，待蒸汽发生器停止自动加水后，给蒸汽发生器送电，打开蒸汽发生器电源开关，观察蒸汽发生器是否能够在预定范围内运行。

4.3 开车

1.依次开启控制台上主电、冷风机上电、热风机上电、电脑上电按钮；调整无纸记录仪到全通道屏幕，观察通道显示数据有无明显漂移。

2.检查系统各阀门是否处于安全位置（建议全闭状态）。打开蒸汽发生器注水阀门。按照预计进行的实训项目，依次打开所需阀门（详细步骤见4.4），确认无误后，按要求启动所需设备，进行实训。

4.4 实训项目：

4.4.1 列管换热器并流操作

1.依次开启列管换热器冷风进、出口阀门（V01、V02）；热风并流进、出

口阀门（V03、V04）。

2.启动冷风机，手动调节流量（40m³H—90m³H）后，挂自动。依次开启水冷却器冷却水进、出阀门（V05、V06），通过控制冷却水进口阀门（V05）调节冷却水流量，控制冷风出口温度（建议20℃左右）。

3.启动热风机，手动调节流量（40m³H—90m³H）后，挂自动。启动电加热器，调节热风出口温度在90℃—120℃。

4.待温度稳定后，读取所需数据。

4.4.2 列管换热器逆流操作

1.依次开启列管换热器冷风进、出口阀门（V01、V02）；热风逆流进、出口阀门（V07、V08）。

2.启动冷风机，手动调节流量（40m³H—90m³H）后，挂自动。依次开启水冷却器冷却水进、出阀门（V05、V06），通过控制冷却水进口阀门（V05）调节冷却水流量，控制冷风出口温度（建议20℃左右）。

3.启动热风机，手动调节流量（40m³H—90m³H）后，挂自动。启动电加热器，调节热风出口温度在90℃—120℃。

4.待温度稳定后，读取所需数据。

4.4.3 板式换热器操作

1.依次开启板式换热器冷风进、出口阀门（V09、V10）；热风进、出口阀门（V11、V12），热风放空阀（V13）。

2.启动冷风机，手动调节流量（40m³H—90m³H）后，挂自动。依次开启水冷却器冷却水进、出阀门（V05、V06），通过控制冷却水进口阀门（V05）调节冷却水流量，控制冷风出口温度（建议20℃左右）。

3.启动热风机，手动调节流量（40m³H—90m³H）后，挂自动。启动电加热器，调节热风出口温度在90℃左右。

4.待温度稳定后，读取所需数据。

4.4.4 列管式换热器（并流）、板式换热器串联操作

1.依次开启列管换热器冷风进口阀门（V01）列管换热器冷风出口串联板式换热器冷风进口阀门（V22）；热风并流进口阀门（V03），热风并流出口串联板式换热器热风进口阀门（V14）；板式换热器冷风出口阀门（V10）；热风出口阀门（V12），热风放空阀门（V13）。

2.启动冷风机，手动调节流量（40m³H—90m³H）后，挂自动。依次开启水

冷却器冷却水进、出阀门（V05、V06），通过控制冷却水进口阀门（V05）调节冷却水流量，控制冷风出口温度（建议20℃左右）。

3.启动热风机，手动调节流量（40m³H—90m³H）后，挂自动。启动电加热器，调节热风出口温度在90℃—120℃。

4.待温度稳定后，读取所需数据。

4.4.5 套管换热器操作

1.打开蒸汽发生器注水阀门（V15），待蒸汽发生器内液位达到要求后（设备液位足够，浮球阀关闭，不再注水），给蒸汽发生器送电，打开蒸汽发生器电源开关。

2.依次开启套管换热器冷风进、出口阀门（V16、V17），套管换热器疏水阀前、后阀门（V18、V19）；启动冷风机，手动调节流量（40m³H—90m³H）后，挂自动。依次开启水冷却器冷却水进、出阀门（V05、V06），通过控制冷却水进口阀门（V05）调节冷却水流量，控制冷风出口温度（建议20℃左右）。

3.待蒸汽发生器内压力达到要求（0.2MPa—0.4MPa）后，缓慢开启蒸汽发生器蒸汽出口阀门（V20）。

4.根据冷风流量不同，调节蒸汽出口阀（V20）开度，调节蒸汽流量，待温度稳定后，读取所需数据。

表3-1传热数据记录表

班级：		姓名、学号：				日期：			
项目	热介质温度/（℃）		冷介质温度/（℃）		流量/(m ³ /h)		对数平均温差 Δt_m /（℃）	给热系数K /（w/m ² *℃）	
	进口温度	出口温度	进口温度	出口温度	热风	冷风			
	T_1	T_2	t_1	t_2	V_1	V_2			
列逆									
列并									
板式									
串联									

4.5 停车

实训结束后，要按照规定有步骤的停止各设备的运行，以确保整套系统的安全。

1.停止电加热器运行，调节热风机流量至理想值（建议60m³—90m³），持续运转热风机，直到电加热器出口空气温度降低到60℃以下，停热风机。

2.关闭蒸汽发生器电源开关，缓慢打开疏水阀旁路阀门（V21）、蒸汽出口阀（V20）至全开。卸掉蒸汽发生器内压力。

3.依次关闭水冷却器冷却水进、出口阀门（V05、V06），停冷风机。

- 4.系统内温度降低至常温后，关闭所有阀门。
- 5.切断控制台所有电源，使开关全部处于断开状态。
- 6.清理现场，搞好设备、管道、阀门的维护工作。
- 7.做好操作记录。

五、正常操作注意事项

1、要经常检查风机、蒸汽发生器及电加热器的运行状况，如有异常，要及时处理。

2、加热器温度： $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ；冷热风流量： $60\text{m}^3/\text{h}$ ；冷风入口温度： $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ ；建通路：先冷后热；关不用换热：先热后冷。

3、电加热器运行时，热风流量不得低于 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，电加热器停车后，热风出口温度要低于 60°C ，才允许停热风机。

4、做好操作巡检工作。

六、事故处理

6.1 异常现象及处理

异常现象	可能原因	处理方法
冷风机出口温度高	水冷却器冷却量不足	检查水冷却器出入口阀门是否正确；加大冷却水流量。
换热器换热效果下降	换热器内不凝气体集聚；换热器内冷凝液集聚；换热管结垢。	排放不凝气体或冷凝液；对换热管进行清洁。
换热器发生震动	气体流量过大	调节气体流量

6.2 正常操作过程中的故障扰动

在正常操作中，由教师给出隐蔽指令，通过不定时改变某些阀门、加热器或风机的工作状态来扰动传热系统正常的工作状态，分别模拟实际生产工艺工程中的常见故障，学生根据各参数的变化情况及设备运行异常现象，分析故障原因，找出故障点并动手排除故障，以提高学生对工艺流程的认识度和实际动手能力。

6.2.1 风机风量、压力异常

在传热正常操作中，教师给出隐蔽指令，改变风机的工作状态，学生通过观察风机的工作状态，温度表，压力表显示状态，分析系统出现异常的原因并作出处理，使系统恢复到正常的操作状态。

6.2.2 热风电加热器热风温度异常

在传热正常操作中，教师给出隐蔽指令，改变热风电加热器的加热温度或断开热风电加热器电源，学生通过观察温度仪表的变化，分析系统出现异常的原因并作出处理，使系统恢复到正常的操作状态。

6.2.3 蒸汽发生器压力异常

在传热正常操作中，教师给出隐蔽指令，断开蒸汽发生器电源，学生通过观察套管换热器温度仪表变化，分析系统出现异常的原因并作出处理，使系统恢复到正常的操作状态。

6.2.4 蒸汽冷凝水系统异常

在传热正常操作中，教师给出隐蔽指令，改变套管换热器蒸汽疏水阀组的工作状态，学生通过观察套管换热器温度仪表，蒸汽发生器压力仪表的变化，分析系统出现异常的原因并作出处理，使系统恢复到正常的操作状态。

七、思考题

1. 实验中空气和水蒸汽的流向对传热效果有何影响？
2. 蒸汽冷凝过程中，若存在不冷凝气体，对传热有何影响？应采取什么措施？
3. 分析影响传热系数及给热系数的因素？
4. 取何种措施可提高K值？
5. t_m 、 Δt_m 的物理意义是什么？如何确定？
6. 何谓强化传热过程？可采取哪些强化传热的途径？
7. 气~液对流传热，若提高总传热系数有什么方法？
8. 当空气流速增大时，空气离开换热器的温度将升高还是降低？为什么？
9. 本次实验中空气流量如何测定？原始数据记录表中的哪个参数反映空气流量？
10. 为什么在整个实验过程中始终要保持换热器出口有蒸气冒出？
11. 本次实验中的传热系数，描述的是哪两者之间的对流传热？

12. 在实验中哪些因素影响实验的稳定性?
13. 影响传热系数K的因素有哪些?

项目四 流体输送单元操作与控制

工作情境描述:

流体指具有流动性的物体,包括液体和气体,化工生产中所处理的物料大多数为流体。这些物料在生产过程中往往需要从一个车间转移到另一个车间,从一个工序转移到另一个工序,从一个设备转移到另一个设备。因此,流体输送是化工生产中最常见的单元操作。化工生产中的各项单元操作,无论是物理变化过程,还是化学变化工程,绝大部分是在流动状态下进行的,经常需要进行物料连续输送及两种物料以一定比例混合后参与化学反应。而一旦比例失调,就可能造成直接经济损失,酿成生产、质量事故,甚至发生伤亡事故。因此,做好流体输送工作,对化工生产过程有着非常重要的意义。

本项目所针对的工作内容主要是流体输送的操作与控制,具体包括:装置工艺流程、工艺参数调节、主要设备的结构特点及其操作管理、开停工操作、事故处理等环节,培养学生分析和解决化工生产过程中常见实际问题的能力。

学习任务:

1. 流体输送单元操作装置初步认知;
2. 流体输送单元操作装置工艺流程的识读与绘制;
3. 流体输送单元操作装置的现场与 DCS 操作;
4. 流体输送单元操作装置异常工况的分析与处理。

学习目标:

1. 知识目标
 - (1) 掌握流体输送单元操作装置的工艺原理;
 - (2) 掌握流体输送单元操作装置的设备 and 工艺流程;
 - (3) 掌握流体输送单元操作装置操作过程中的安全环保知识;
 - (4) 掌握流体输送单元操作装置操作过程的开工、停工的内容和技术要求。
2. 能力目标
 - (1) 能从参考书、专业文献和专业网站等收集、分析、整理、综合信息。
 - (2) 能弄清装置的生产工序,会识别设备的标识;
 - (3) 能识读和绘制工艺流程图,并能够依据工艺流程图走现场流程;
 - (4) 会进行 DCS 操作系统的调节和控制;

(5) 能通过工艺参数的波动分析装置是否发生异常。

3. 素质目标

- (1) 明确职业岗位所处的重要位置不断提高自身职业能力；
- (2) 树立实事求是，精益求精的职业意识；
- (3) 能清晰、逻辑、重点、大胆地用语言表达自己的思想，应对失败能力、吃苦耐劳；
- (4) 安全生产和环境保护意识；
- (5) 能在各项生产活动中与老师、同学相互合作、沟通，有责任心。

一、流程简介

原料槽料液经原料泵（1#泵、2#泵）泵入高位槽后，通过调节阀控制高位槽处于正常液位。高位槽内料液经阀门调节进入吸收塔上部，与气相充分接触后，从吸收塔底部送至原料槽。

空气经空气压缩机、缓冲罐后，从吸收塔下部进入与液相充分接触后，从吸收塔顶部放空。

在真空泵抽真空的作用下，料液从原料槽抽至吸收塔。

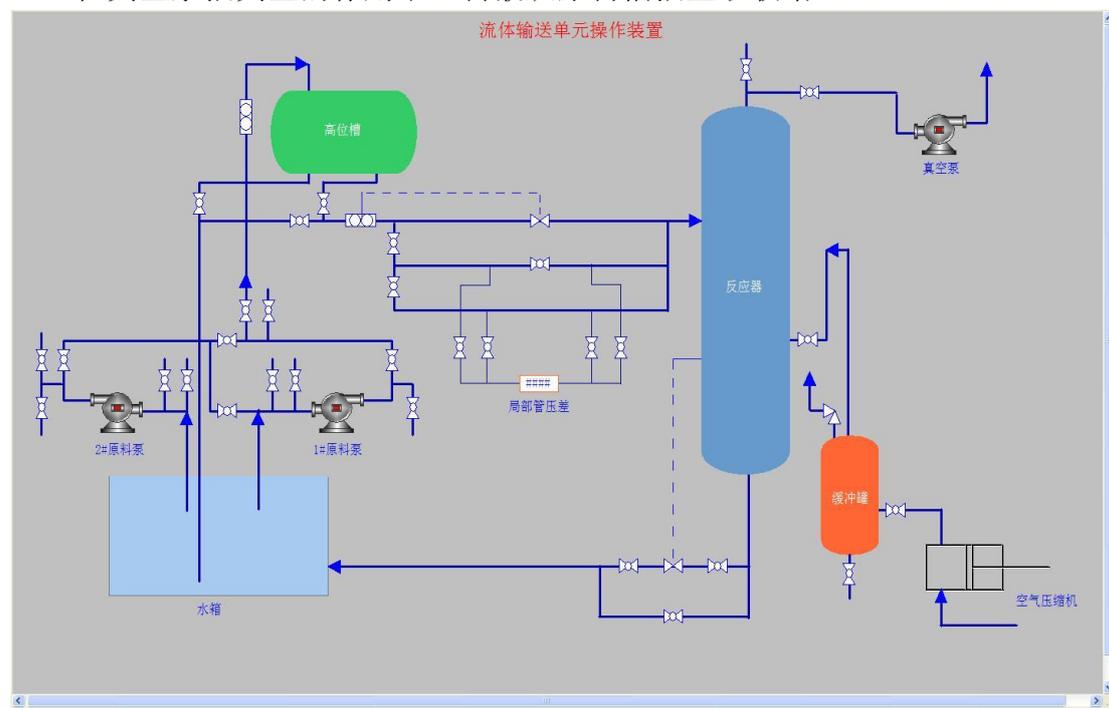


图4-1流体输送单元操作的流程示意图

二、装置功能

本装置模拟工业生产系统，设置流量比值调节系统，训练学生实际化工生产的操作能力。实现流体输送：液相输送和气相输送，以及真空输送，通过装置可

以完成离心泵的各个实验以及管路阻力的实验，锻炼学生判断和排除故障的能力。

2.1 液相输送岗位技能

离心泵的开、停车及流量调节；离心泵的气缚、气蚀；离心泵的串、并联；离心泵故障连锁。

2.2 气相输送岗位技能

空压机的开、停车，压力缓冲罐的调节；真空泵的开、停车，真空度的调节方法。

2.3 设备特性岗位技能

离心泵特性曲线；管路特性曲线；直管阻力测定；阀门局部阻力测定。

2.4 现场工控岗位技能

各类泵的调节，电动阀及手阀开度调节；储罐液位高低报警，液位控制。

2.5 化工仪表岗位技能

电磁流量计、孔板流量计、电动调节阀、差压变送器、热电阻、压力变送器、功率表及各类现场仪表的使用。

三、操作方法

3.1 开车前准备

由相关操作人员组成装置检查小组，对本装置所有设备、管道、阀门、仪表、电气等按照工艺流程要求和专业技术要求进行检查。

3.2 进行单体设备试车

3.2.1 离心泵试车

- 1.盘车两周，注意泵能有无异响，盘车是否轻便，盘车后将防护罩装好。
- 2.关闭原料槽放空阀（V01），向原料槽内注水（液面与槽内隔板相当）。
- 3.按照离心泵操作程序对离心泵进行试车。

4.试车时间不少于10分钟，应达到：运转平稳无杂音，冷却、润滑良好；轴承、电机温度正常；泵体震动在允许范围内；流量、压力等达到铭牌规定值。

5.试车安全注意事项：试车要有组织的进行，并有专人负责试车中的安全检查工作；开、停泵需由专人操作；严格按照泵的启动、停止操作程序进行操作；试车过程中如发现不正常的声响或其他异常情况时，应立即停车，检查原因并消除后再进行试车，严禁带故障运行。

3.2.2 离心泵操作程序

1.灌泵：依次打开离心泵入口阀门（1[#]-V06，2[#]-V07）、离心泵灌泵入口阀门（1[#]-V02，2[#]-V04）、灌泵出口阀门（1[#]-V03，2[#]-V05），向入口阀门内引入或灌入原料液，待灌泵出口阀门有原料液溢出后，顺次关闭灌泵出口阀门（1[#]-V03，2[#]-V05）、灌泵入口阀门（1[#]-V02，2[#]-V04）。

2.点动：启动控制台电源开关，相继对离心泵进行运行、停止操作（时间间隔约1秒），观察离心泵转动方向是否正常，如正常，则进入连续运转。

3.运转：启动控制台离心泵运行开关，待离心泵出口压力表显示稳定后，缓慢开启离心泵出口阀门（1[#]-V08，2[#]-V09）。

3.2.3 真空泵试车

打开真空泵对吸收塔抽真空阀门（V10），关闭吸收塔塔顶放空阀（V11）及吸收塔与其他设备相连接所有阀门。启动真空泵，观察吸收塔定压力表示数从0MPa到—0.1MPa，真空泵试车完毕。停真空泵，关闭真空泵抽真空阀门（V10），缓慢打开吸收塔塔顶放空阀（V11），使吸收塔内压力恢复常压。

3.3 开车

1.依次开启控制台上主电、电脑上电按钮；调整无纸记录仪到全通道屏幕，观察通道显示数据有无明显漂移。

2.检查系统各阀门是否处于安全状态（建议除仪表阀门外，全部处于关闭状态），按照预计进行的实训或实验项目调节设备、阀门、仪表等处于备用状态，开始实训或实验。

3.4 实训及实验项目

3.4.1 离心泵单泵运行实训操作

按照离心泵操作程序启动离心泵，依次打开离心泵至高位槽总管路阀门

(V12)，高位槽进口阀门(V13)，高位槽放空阀(V14)，若启动2#泵还需打开2#泵出口与原料液总管相连接阀门(V15)。向高位槽内输送原料液，当高位槽原料液液位达到1/2以后，依次打开高位槽到原料水槽溢流阀门(V16)，高位槽出口阀门(V17)，高位槽至吸收塔1#电动调节阀阀前阀(V18)，1#电动调节阀及吸收塔放空阀，手动调节1#电动调节阀开度，控制高位槽液位平稳后，挂自动。待吸收塔内有一定液位后，依次打开2#电动调节阀阀前、阀后阀门(V19、V20)，手动调节2#电动调节阀，控制吸收塔内液位为一定高度。整个系统达到平衡，记录数据。

3.4.2 离心泵的切换

拟定步骤3.4.1启动的为1#离心泵，在1#离心泵运转正常，系统平衡之后，按照离心泵操作程序（灌泵、点动），使2#离心泵处于备用状态。启动2#泵，缓慢开启2#泵出口阀门及2#泵出口与原料液总管相连接阀门，同步关闭1#泵出口阀门，直至关闭1#泵出口阀门，停1#泵。完成泵的切换。通过调节原料液总管阀门控制流量，通过调节1#电动调节阀及2#电动调节阀使系统重新达到平衡，记录数据。

3.4.3 离心泵的串联

拟定步骤3.4.1启动的为1#离心泵，在1#离心泵运转正常，系统平衡之后，按照离心泵操作程序（灌泵、点动），使2#离心泵处于备用状态。启动2#离心泵，依次开启2#离心泵出口阀门，缓慢开启2#离心泵出口至1#离心泵入口连接阀门(V21)，同步关闭1#离心泵入口阀门，通过调节原料液总管阀门控制流量，通过调节1#电动调节阀及2#电动调节阀使系统重新达到平衡，记录数据。

3.4.4 离心泵的并联

拟定步骤3.4.1启动的为1#离心泵，在1#离心泵运转正常，系统平衡之后，按照离心泵操作程序（灌泵、点动），使2#离心泵处于备用状态。启动2#离心泵，依次开启2#离心泵出口阀门，2#泵出口与原料液总管相连接阀门，通过调节原料液总管阀门控制流量，通过调节1#电动调节阀及2#电动调节阀使系统重新达到平衡，记录数据。

3.4.5 离心泵的联锁

1#泵正常运行的状态下，调节1#泵出口压力表（磁助式压力表）警报下限到预定范围，在控制台上开启联锁按钮，按照离心泵操作程序（灌泵、点动），使

2[#]离心泵处于备用状态。逐渐关闭1[#]泵入口阀门，当阀门关到足够小时，1[#]泵内产生气蚀现象，1[#]泵出口压力降低到预先设定值时，2[#]泵自行启动，关闭1[#]泵出口阀门，打开2[#]泵出口阀门及2[#]泵出口与原料液总管相连接阀门。切断控制台上联锁按钮。通过调节原料液总管阀门控制流量，通过调节1[#]电动调节阀及2[#]电动调节阀使系统重新达到平衡，记录数据。

表4-1 流体记录数据表

项目	时间	进口压力	出口压力	高进流量	高出流量	高位槽液位	反应器液位
	/min	/KPa	/KPa	/m ³ /h	/m ³ /h	%	/mm
建立							
液位							
泵的							
切换							
泵的							
串联							
泵的							
并联							

3.4.6 真空输送

拟定设备为初始状态（各阀门处于关闭状态），依次打开真空泵抽真空阀门，依次打开吸收塔与高位槽溢流管相连接真空输送阀门（V22），1[#]电动调节阀前阀门，1[#]电动调节阀，启动真空泵，通过1[#]电动调节阀控制流量，观察真空状态下液体的输送情况。

3.4.7 流体阻力实验

1.直管阻力：装置正常运转之后，打开实验用直管段进水阀门（V23），关闭1[#]电动调节阀前阀，依次打开直管段压差计高位、低位阀门（V24、V25），调节1[#]电动调节阀到预期流量，待压差计示数稳定后，读取并记录数据。调节不同的流量，测定流体经过直管段的阻力变化。

2.阀门阻力：装置正常运转之后，打开实验用带阀门管段进水阀门（V26），关闭1[#]电动调节阀前阀，依次打开带阀门管段压差计高位、低位阀门（V27、V28或V29、V28），调节1[#]电动调节阀到预期流量，待压差计示数稳定后，读取并记录数据。调节不同的流量，测定流体经过带阀门管段的阻力变化。

3.5 停车

1.按照计划对装置进行停车。

2.停车步骤：关闭空气进口阀门，停空气压缩机；关闭泵出口阀门，停离心泵。

3.打开高位槽及吸收塔放空阀门，将设备内液体排入原料水槽，原料水槽内多出液体放入地沟，系统放空，关闭所有阀门。

4.检查各设备、阀门状态，做好记录。

5.清理现场、做好设备、电气、仪表等的防护工作。

6.切断装置电源。

四、事故处理与故障模拟

4.1 异常现象及处理

序号	异常现象	原因分析	处理方法
1	泵启动时不出水	检修后电机电源反接；启动前泵内未注水；叶轮密封环间隙过大；入口法兰漏气。	重接电机电源线；排净泵内空气；调整密封环；消除漏气缺陷。
2	泵运行中发生震动	地脚螺栓松动；原料水槽供水不足；泵内气体未排净或有气化现象；轴承松动。	紧固地脚螺栓；补充原料水槽内拧水；排净气体重新启动泵；调整轴承盖紧力。
3	泵运转中异常声音	叶轮、轴承松动；轴承损坏或径向紧力过大；电机故障。	紧固松动部件；更换轴承或调整紧力；检修电机。
4	压力表读数过低 (压力表正常)	泵内有空气或漏气严重；轴封严重磨损；系统需水量大。	排净泵内空气或堵漏；更换轴封；启动备用泵。

4.2 正常操作中的故障扰动

在流体输送正常操作中，由教师给出隐蔽指令，通过不定时改变某些阀门、风机或泵的工作状态来扰动流体输送系统正常的工作状态，分别模拟出流体输送实际生产过程中的常见故障，学生根据各参数的变化情况、设备运转异常现象等

分析事故原因，找出故障点并手动排除故障，以提高学生对工艺流程的认识度和实际动手能力。

4.2.1 离心泵进口漏气

在正常操作中，教师给出隐蔽指令，改变离心泵的工作状态（离心泵进口漏气），学生通过观察离心泵运转的变化情况，分析引起系统异常的原因并作出处理，使系统恢复到正常操作状态。

4.2.2 真空输送不成功

在正常操作中，教师给出隐蔽指令，改变真空输送系统的工作状态（真空不保），学生通过观察吸收塔内压力（真空度）、液位等参数的变化情况，分析引起系统异常的原因并作出处理，使系统恢复到正常操作状态。

4.2.3 吸收塔压力异常

在正常操作中，教师给出隐蔽指令，改变空压机的工作状态（空压机断电或缓冲罐与吸收塔相连接管路阀门关闭），学生通过观察吸收塔液位，压力等参数的变化情况，分析引起系统异常的原因并作出处理，使系统恢复到正常操作状态。

五、思考题

1. 流体输送机械根据其工作原理可分为哪几种类型？
2. 离心泵的工作原理是什么？其主要部件有哪些？
3. 离心泵的叶轮有哪几种类型？离心泵的蜗形外壳有何作用？
4. 离心泵在启动前为什么要在泵内充满液体？
5. 离心泵的主要性能参数有哪些？各自的定义和单位是什么？
6. 扬程和升扬高度是否相同？
7. “气缚”现象和“汽蚀”现象有何区别？
8. 离心泵的特性曲线包括哪几条曲线？如何绘出特性曲线？
9. 何谓管路特性曲线？何谓工作点？
10. 离心泵流量调节方法有哪几种？各有何优缺点？
11. 何谓汽蚀余量？如何确定离心泵安装高度？
12. 比较往复泵和离心泵，各有何特点？
13. 什么是正位移特性？
14. 往复泵有无“汽蚀”现象？

15. 离心通风机有哪些性能参数？特性曲线包括哪几条曲线？
16. 通风机的全风压、动风压各有什么含义？
17. 为什么离心泵的扬程与流体密度无关，而通风机的风压与流体密度有关？
18. 同一台通风机安装于锅炉前与后，其质量流量、电机功率是否相同？为什么？
19. 何谓离心泵的“气缚”和“气蚀”现象，它们对泵的操作有何危害应如何防止？
20. 离心泵发生气缚与气蚀现象的原因是什么？有什么危害，应如何消除？
21. 要从密封容器中抽送挥发性液体，下列哪些情况下气蚀危险性更大？对允许安装高度又有什么影响？
22. 如何改变离心泵的特性曲线？管路特性曲线？泵的工作点？

项目五 离心泵单元仿真操作

工作情境描述:

离心泵是一种重要的液体输送设备,利用离心泵的仿真操作可使学生懂得离心泵输送的基本流程,学会离心泵的开车操作、停车操作并能够对常见故障进行分析和处理。本项目所针对的工作内容主要是对离心泵单元的仿真操作,具体包括:离心泵的主要部件、离心泵的工作原理、工艺流程、开车操作、停车操作、事故处理等环节,培养学生分析和解决离心泵输送液体过程中常见实际问题的能力。

学习任务:

1. 离心泵的开车操作;
2. 离心泵的停车操作;
3. 离心泵的事故处理;

学习目标:

1. 知识目标
 - (1) 掌握离心泵的主要部件;
 - (2) 掌握离心泵的工作原理;
 - (3) 掌握离心泵操作过程中的安全基础知识;
 - (4) 掌握离心泵操作过程的开工、停工的操作步骤及常见事故的处理方法。
2. 能力目标
 - (1) 能从参考书、专业文献和专业网站等收集、分析、整理、综合信息。
 - (2) 能识读和绘制工艺流程图;
 - (3) 能熟练进行离心泵的开车操作;
 - (4) 能熟练进行离心泵的停车操作;
 - (5) 能熟练进行离心泵操作过程中事故的判断与处理;
3. 素质目标
 - (1) 明确职业岗位所处的重要位置不断提高自身职业能力;

- (2) 树立实事求是，精益求精的职业意识；
- (3) 能清晰、逻辑、重点、大胆地用语言表达自己的思想，应对失败能力、吃苦耐劳；
- (4) 安全生产和环境保护意识；
- (5) 能在各项生产活动中与老师、同学相互合作、沟通，有责任心。

在工业生产和国民经济的许多领域，常需对液体进行输送或加压，能完成此类任务的机械称为泵。而其中靠离心作用的叫离心泵。由于离心泵具有结构简单，性能稳定，检修方便，操作容易和适应性强等特点，在化工生产中应用十分广泛，据统计超过液体输送设备的80%。所以，离心泵的操作是化工生产中的最基本的操作。

离心泵由吸入管，排出管和离心泵主体组成。离心泵主体分为转动部分和固定部分。转动部分由电机带动旋转，将能量传递给被输送的部分，主要包括叶轮和泵轴。固定部分包括泵壳，导轮，密封装置等。叶轮是离心泵中使液体接受外加能量的部件。泵轴的作用是把电动机的能量传递给叶轮。泵壳是通道截面逐渐扩大的蜗形壳体，它将液体限定在一定的空间里，并将液体大部分动能转化为静压能。导轮是一组与叶轮旋转方向相适应，且固定于泵壳上的叶片。密封装置的作用是防止液体的泄漏或空气的倒吸入泵内。

启动灌满了被输送液体的离心泵后，在电机的作用下，泵轴带动叶轮一起旋转，叶轮的叶片推动其间的液体转动，在离心力的作用下，液体被甩向叶轮边缘并获得动能；在导轮的引领下沿流通截面逐渐扩大的泵壳流向排出管，液体流速逐渐降低，而静压能增大。排出管的增压液体经管路即可送往目的地。与此同时，叶轮中心因为液体被甩出而形成一定的真空，因贮槽液面上方压强大于叶轮中心处，在压力差的作用下，液体不断从吸入管进入泵内，以填补被排出的液体位置。因此，只要叶轮不断旋转，液体便不断的被吸入和排出。由此，离心泵之所以能输送液体，主要是依靠高速旋转的叶轮。

离心泵的操作中有两种现象应当避免：气缚和气蚀。

气缚是指在启动泵前泵内没有灌满被输送的液体，或在运转过程中泵内渗入了空气，因为气体的密度小于液体，产生的离心力小，无法把空气甩出去，导致叶轮中心所形成的真空度不足以将液体吸入泵内，尽管此时叶轮在不停的旋转，却由于离心泵失去了自吸能力而无法输送液体，这种现象称为气缚。

气蚀是指当贮槽液面的压力一定时，如叶轮中心的压力降低到等于被输送液体当前温度下的饱和蒸汽压时，叶轮进口处的液体会出现大量的气泡，这些气泡随液体进入高压区后又迅速被压碎而凝结，致使气泡所在空间形成真空，周围的液体质点以极大的速度冲向气泡中心，造成瞬间冲击压力，从而使得叶轮部分很

快损坏，同时伴有泵体震动，发出噪音，泵的流量，扬程和效率明显下降。这种现象叫气蚀。

一、流程简介

来自某一设备约40℃的带压液体经调节阀LV101进入带压罐V101，罐液位由液位控制器LIC101通过调节V101的进料量来控制；罐内压力由PIC101分程控制，PV101A、PV101B分别调节进入V101和出V101的氮气量，从而保持罐压恒定在5.0atm(表)。罐内液体由泵P101A/B抽出，泵出口流量在流量调节器FIC101的控制下输送到其它设备。

离心泵工艺流程图如图5-1所示，离心泵DCS图如图5-2所示，离心泵现场图如图5-3所示。

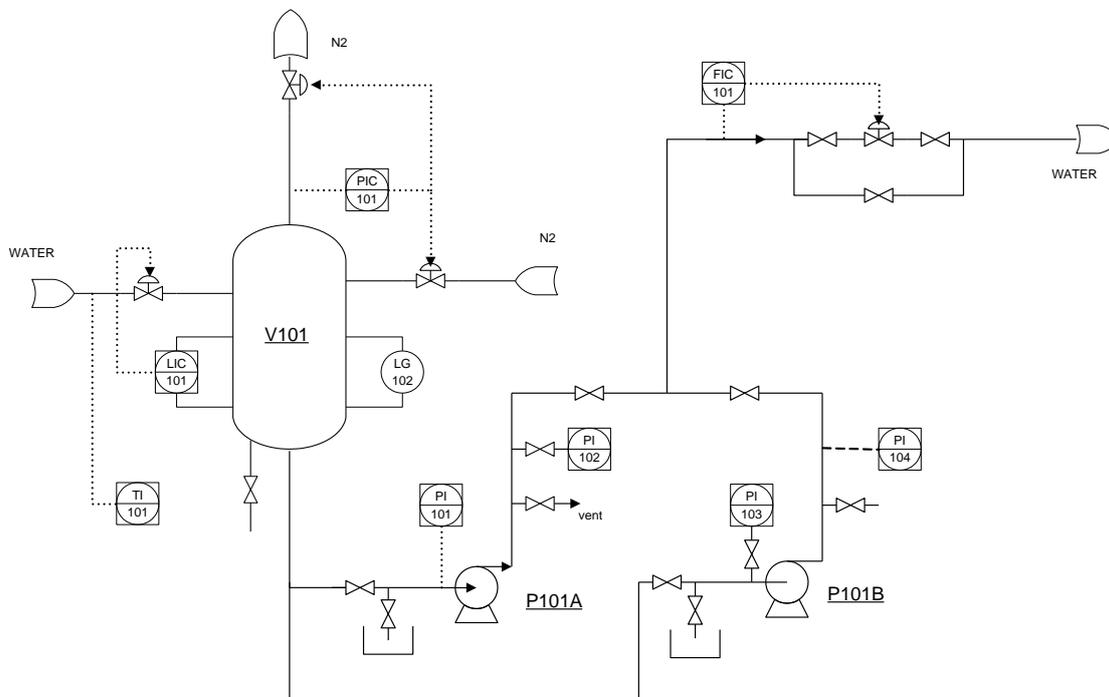


图5-1 离心泵带控制点工艺流程图

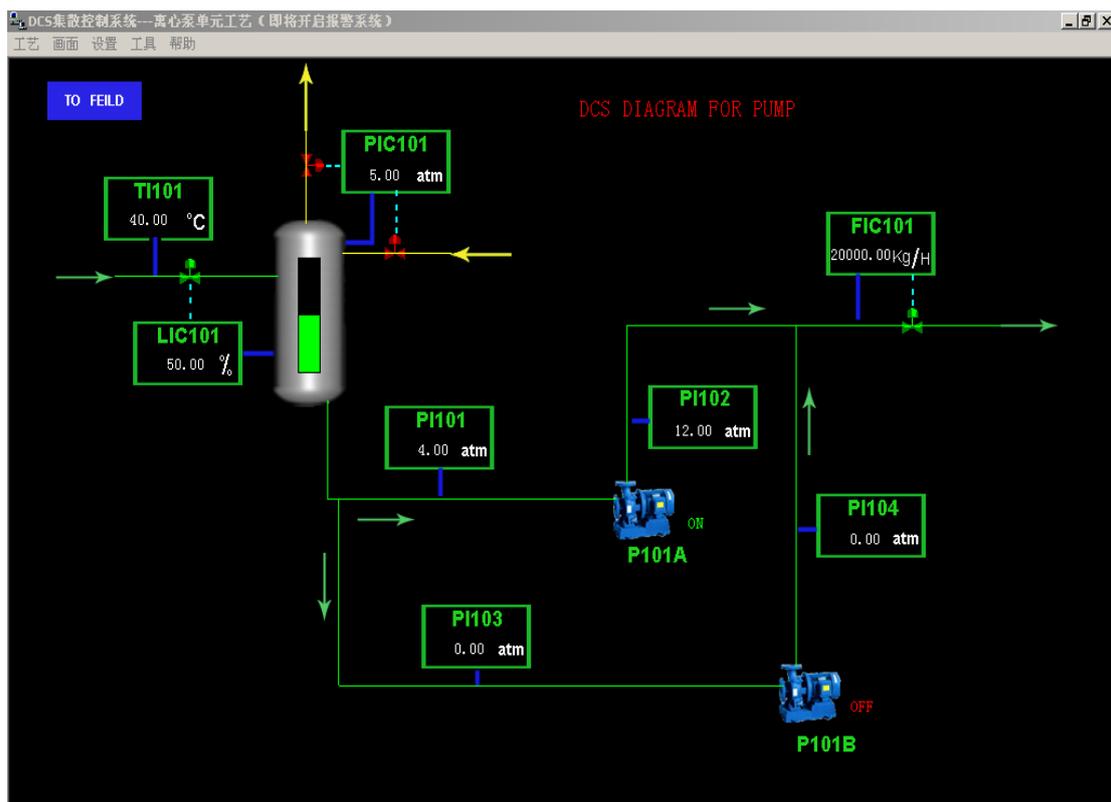


图5-2 离心泵DCS图

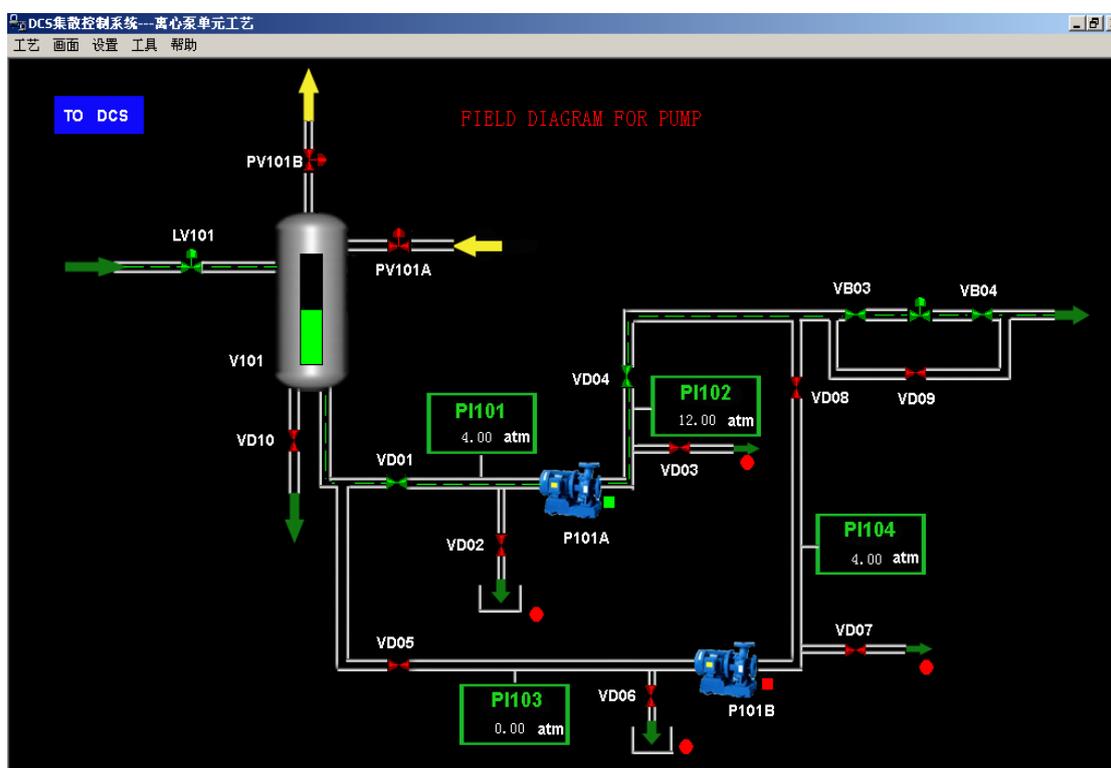


图5-3 离心泵现场图

二、主要设备、显示仪表说明

2.1 主要设备

表5-1 主要设备

设备位号	设备名称
V101	离心泵前罐
P101A	离心泵A
P101B	离心泵B（备用泵）

2.2 显示仪表及报警一览表

表5-2 显示仪表及报警一览表

位号	说明	类型	正常值	量程上	量程下限	工程单位	高报	低
FIC101	离心泵出口流量	PID	20000.0	40000.0	0.0	kg/h		
LIC101	V101液位控制系统	PID	50.0	100.0	0.0	%	80.0	20.0
PIC101	V101压力控制系统	PID	5.0	10.0	0.0	atm(G)		2.0
PI101	泵P101A入口压力	AI	4.0	20.0	0.0	atm(G)		
PI102	泵P101A出口压力	AI	12.0	30.0	0.0	atm(G)	13.0	
PI103	泵P101B入口压力	AI		20.0	0.0	atm(G)		
PI104	泵P101B出口压力	AI		30.0	0.0	atm(G)	13.0	
TI101	进料温度	AI	50.0	100.0	0.0	DEG C		

三、离心泵单元操作规程

3.1 开车操作规程

3.1.1 准备工作

- (1)盘车
- (2)核对吸入条件
- (3)调整填料或机械密封装置

3.1.2 罐 V101 充液、充压

- (1)向罐V101充液

打开LIC101调节阀，开度约为30%，向V101罐充液；

当LIC101达到50%时，LIC101设定50%，投自动。

(2)罐V101充压

待V101罐液位>5%后，缓慢打开分程压力调节阀PV101A向V101罐充压；

当压力升高到5.0atm时，PIC101设定5.0 atm，投自动。

3.1.3 启动泵前准备工作

(1)灌泵

待V101罐充压充到正常值5.0atm后，打开P101A泵入口阀VD01，向离心泵充液。观察VD01出口标志变为绿色后，说明灌泵完毕。

(2)排气

打开P101A泵后排气阀VD03排放泵内不凝性气体；

观察P101A泵后排空阀VD03的出口，当有液体溢出时，显示标志变为绿色，标志着P101A泵已无不凝性气体，关闭P101A泵后排空阀VD03，启动离心泵的准备工作已经就绪。

3.1.4 启动离心泵

(1)启动离心泵

然后启动P101A(或B)泵。

(2)流体输送

待PI102指示比入口压力大1.5-2.0倍后，打开P101A泵出口阀(VD04)；

将FIC101调节阀的前阀、后阀打开；

逐渐开大调节阀FIC101的开度，使PI101、PI102趋于正常值；

(3)调整操作参数

微调FV101调节阀，在测量值与给定值相对误差5%范围内且较稳定时，FIC101设定到正常值，投自动。

3.2 正常操作规程

3.2.1 正常工况操作参数

- | | |
|-------------------------|-----------|
| (1)P101A泵出口压力 (PI102) : | 12.0ATM |
| (2)V101罐液位LIC101: | 50.0% |
| (3)V101罐内压力PIC101: | 5.0ATM |
| (4)泵出口流量FIC101: | 20000KG/H |

3.2.2 负荷调整

可任意改变泵、按键的开关状态，手操阀的开度及液位调节阀、流量调节阀、分程压力调节阀的开度，观察其现象。

P101A泵功率 正常值:15KW

FIC101量程 正常值:20吨/h

3.3 停车操作规程

(1)V101罐停进料

LIC101置手动,并手动关闭调节阀LV101,停V101罐进料。

(2)停泵

待罐V101液位小于10%时，关闭P101A(或B)泵的出口阀(VD04)；

停P101A泵；

关闭P101A泵前阀VD01；

FIC101置手动并关闭调节阀FV101及其前、后阀(VB03、VB04)。

(3)泵P101A泄液

打开泵P101A泄液阀VD02，观察P101A泵泄液阀VD02的出口,当不再有液体泄出时，显示标志变为红色，关闭P101A泵泄液阀VD02。

(4)V101罐泄压、泄液

待罐V101液位小于10%时,打开V101罐泄液阀VD10；

待V101罐液位小于5%时，打开PIC101泄压阀；

观察V101罐泄液阀VD10的出口，当不再有液体泄出时，显示标志变为红色，待罐V101液体排净后，关闭泄液阀VD10。

3.4 事故设置

3.4.1 P101A 泵坏操作规程

事故现象：

(1)P101A泵出口压力急剧下降；

(2)FIC101流量急剧减小。

处理方法：切换到备用泵P101B：

(1)全开P101B泵入口阀VD05、向泵P101B灌液，全开排空阀VD07排P101B的不凝气，当显示标志为绿色后，关闭VD07；

(2)灌泵和排气结束后，启动P101B；

(3)待泵P101B出口压力升至入口压力的1.5~2倍后，打开P101B出口阀

VD08，同时缓慢关闭P101A出口阀VD04，以尽量减少流量波动；

(4)待P101B进出口压力指示正常，按停泵顺序停止P101A运转，关闭泵P101A入口阀VD01，并通知维修工。

3.4.2 调节阀 FV101 阀卡操作规程

事故现象：FIC101的液体流量不可调节。

处理方法：

(1)打开FV101的旁通阀VD09，调节流量使其达到正常值；

(2)手动关闭调节阀FV101及其后阀VB04、前阀VB03；

(3)通知维修部门。

3.4.3P101A 入口管线堵操作规程

事故现象：

(1)P101A泵入口、出口压力急剧下降；

(2)FIC101流量急剧减小到零。

处理方法：

按泵的切换步骤切换到备用泵P101B，并通知维修部门进行维修。

3.4.4P101A 泵气蚀操作规程

事故现象：

(1)P101A泵入口、出口压力上下波动；

(2)P101A泵出口流量波动(大部分时间达不到正常值)。

处理方法：

按泵的切换步骤切换到备用泵P101B。

3.4.5P101A 泵气缚操作规程

事故现象：

(1)P101A泵入口、出口压力急剧下降；

(2)FIC101流量急剧减少。

处理方法：

按泵的切换步骤切换到备用泵P101B。

四、思考题

1. 请简述离心泵的工作原理和结构。
2. 请举例说出除离心泵以外你所知道的其它类型的泵。
3. 什么叫气蚀现象?气蚀现象有什么破坏作用?
4. 发生气蚀现象的原因有那些?如何防止气蚀现象的发生?
5. 为什么启动前一定要将离心泵灌满被输送液体?
6. 离心泵在启动和停止运行时泵的出口阀应处于什么状态?为什么?
7. 泵P101A和泵P101B在进行切换时,应如何调节其出口阀VD04和VD08,为什么要这样做?
8. 一台离心泵在正常运行一段时间后,流量开始下降,可能会有哪些原因导致?
9. 离心泵出口压力过高或过低应如何调节?
10. 离心泵入口压力过高或过低应如何调节?
11. 若两台性能相同的离心泵串联操作,其输送流量和扬程较单台离心泵相比有什么变化?若两台性能相同的离心泵并联操作,其输送流量和扬程较单台离心泵相比有什么变化?

项目六 固定床反应器单元仿真操作

工作情境描述:

固定床反应器是化工生产中一种重要的反应设备,利用固定床的仿真操作可使学生懂得固定床反应器的特点、分类,学会固定床反应器的开车操作、停车操作并能够对常见故障进行分析和处理。本项目所针对的工作内容主要是对固定床反应器单元的仿真操作,具体包括:固定床反应器的特点、工艺流程、开车操作、停车操作、事故处理等环节,培养学生分析和解决固定床反应器操作过程中常见实际问题的能力。

学习任务:

1. 固定床反应器的开车操作;
2. 固定床反应器的停车操作;
3. 固定床反应器的事故处理;

学习目标:

1. 知识目标
 - (1) 掌握固定床反应器的特点;
 - (2) 掌握固定床反应器操作过程中的安全基础知识;
 - (3) 掌握固定床反应器操作过程的开工、停工的操作步骤及常见事故的处理方法。
2. 能力目标
 - (1) 能从参考书、专业文献和专业网站等收集、分析、整理、综合信息。
 - (2) 能识读和绘制工艺流程图;
 - (3) 能熟练进行固定床反应器的开车操作;
 - (4) 能熟练进行固定床反应器的停车操作;
 - (5) 能熟练进行固定床反应器操作过程中事故的判断与处理;
3. 素质目标
 - (1) 明确职业岗位所处的重要位置不断提高自身职业能力;

- (2) 树立实事求是，精益求精的职业意识；
- (3) 能清晰、逻辑、重点、大胆地用语言表达自己的思想，应对失败能力、吃苦耐劳；
- (4) 安全生产和环境保护意识；
- (5) 能在各项生产活动中与老师、同学相互合作、沟通，有责任心。

凡是流体通过静态固定颗粒形成的床层而进行化学反应的设备都称为固定床反应器，有气-固相催化反应器和流-固相非催化反应器两种，其中尤以利用气态的反应物料，通过由固体催化剂所构成的催化床层进行反应的气-固相催化反应器在化工生产中应用最为广泛。

一、工艺流程说明

1.1 工艺说明

本流程为利用催化加氢脱乙炔的工艺。乙炔是通过等温加氢反应器除掉的，反应器温度由壳侧中冷剂温度控制。

主反应为： $n\text{C}_2\text{H}_2 + 2n\text{H}_2 \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_6)_n$ ，该反应是放热反应。每克乙炔反应后放出热量约为34000千卡。温度超过66℃时有副反应。

副反应为： $2n\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow (\text{C}_4\text{H}_8)_n$ ，该反应也是放热反应。

冷却介质为液态丁烷，通过丁烷蒸发带走反应器中的热量，丁烷蒸汽通过冷却水冷凝。

反应原料分两股，一股为约-15℃的以C₂为主的烃原料，进料量由流量控制器FIC1425控制；另一股为H₂与CH₄的混合气，温度约10℃，进料量由流量控制器FIC1427控制。FIC1425与FIC1427为比值控制，两股原料按一定比例在管线中混合后经原料气/反应气换热器(EH-423)预热，再经原料预热器(EH-424)预热到38℃，进入固定床反应器(ER-424A/B)。预热温度由温度控制器TIC1466通过调节预热器EH-424加热蒸汽(S3)的流量来控制。

ER-424A/B中的反应原料在2.523MPa、44℃下反应生成C₂H₆。当温度过高时会发生C₂H₄聚合生成C₄H₈的副反应。反应器中的热量由反应器壳侧循环的加压C₄冷剂蒸发带走。C₄蒸汽在水冷器EH-429中由冷却水冷凝，而C₄冷剂的压力由压力控制器PIC-1426通过调节C₄蒸汽冷凝回流量来控制，从而保持C₄冷剂的温度。固定床反应器DCS图如图6-1所示，固定床反应器现场图如图6-2所示。

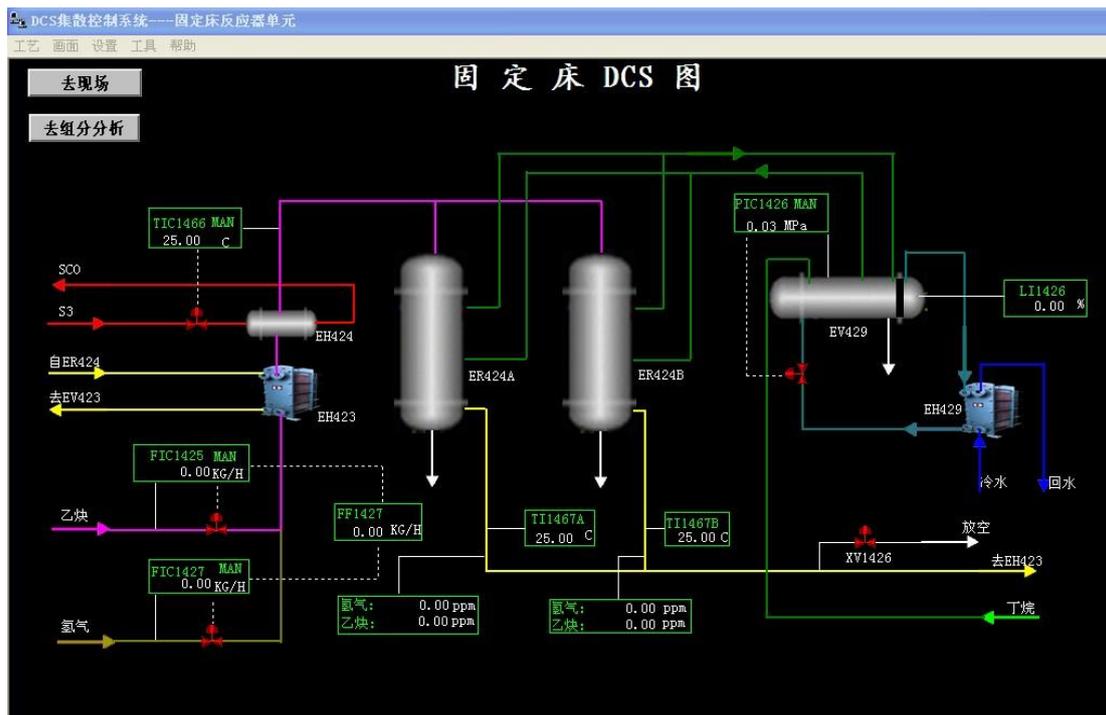


图6-1 固定床反应器DCS图

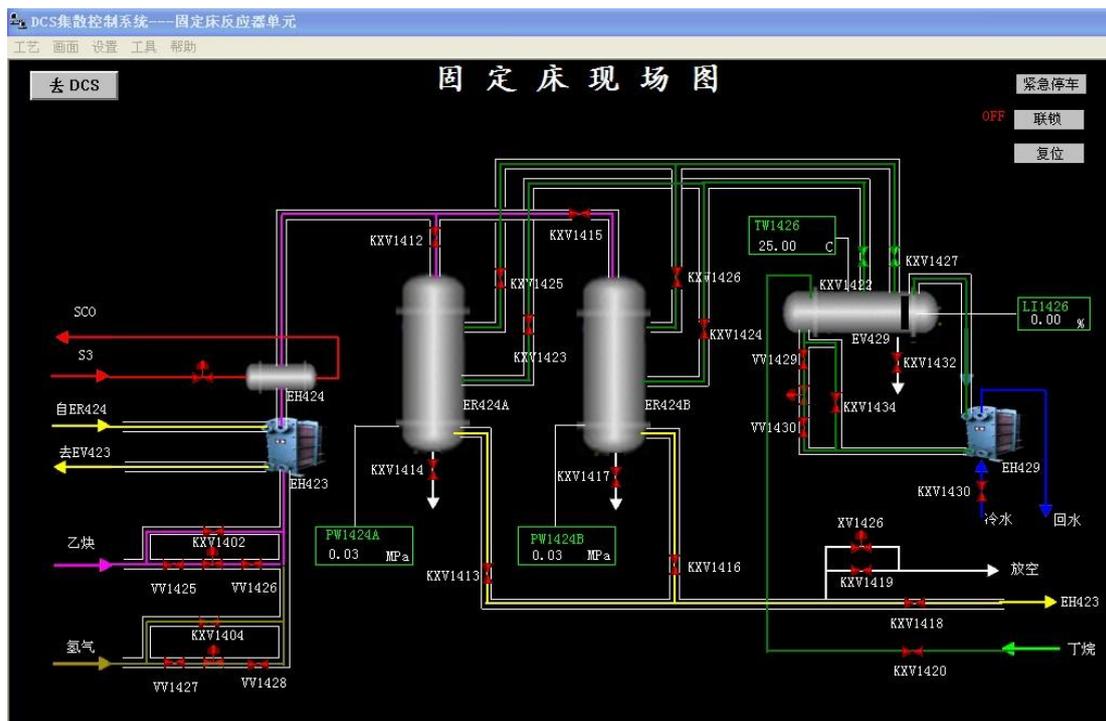


图6-2 固定床反应器现场图

1.2 本单元复杂控制回路说明

FFI1427:为一比值调节器。根据FIC1425（以C₂为主的烃原料）的流量，按一定的比例，相适应的调整FIC1427（H₂）的流量。

比值调节：工业上为了保持两种或两种以上物料的比例为一定值的调节叫比值调节。对于比值调节系统，首先是要明确那种物料是主物料，而另一种物料按主物料来配比。在本单元中，FIC1425（以C2为主的烃原料）为主物料，而FIC1427（H2）的量是随主物料（C2为主的烃原料）的量的变化而改变。

二、主要设备、显示仪表说明

2.1 主要设备

表6-1 主要设备

设备位号	设备名称
EH-423	原料气/反应气换热器
EH-424	原料气预热器
EH-429	C ₄ 蒸汽冷凝器
EV-429	C ₄ 闪蒸罐
ER424A/B	加氢反应器

2.2 显示仪表及报警一览表

表6-2 显示仪表及报警一览表

位号	说明	类型	量程高限	量程低限	工程单位	报警上限	报警下限
PIC1426	EV429罐压力控制	PID	1.0	0.0	MPa	0.70	无
TIC1466	EH423出口温控	PID	80.0	0.0	℃	43.0	无
FIC1425	C2X流量控制	PID	700000.0	0.0	KG/H	无	无
FIC1427	H2流量控制	PID	300.0	0.0	KG/H	无	无
FT1425	C2X流量	PV	700000.0	0.0	KG/H	无	无
FT1427	H2流量	PV	300.0	0.0	KG/H	无	无
TC1466	EH423出口温度	PV	80.0	0.0	℃	43.0	无
TI1467A	ER424A温度	PV	400.0	0.0	℃	48.0	无
TI1467B	ER424B温度	PV	400.0	0.0	℃	48.0	无
PC1426	EV429压力	PV	1.0	0.0	MPa	0.70	无
LI1426	EV429液位	PV	100	0.0	%	80.0	20.0
AT1428	ER424A出口氢浓	PV	200000.0	PPm	90.0	无	无
AT1429	ER424A出口乙炔	PV	1000000.0	PPm	无	无	无
AT1430	ER424B出口氢浓	PV	200000.0	PPm	90.0	无	无
AT1431	ER424B出口乙炔	PV	1000000.0	PPm	无	无	无

三、固定床反应器单元操作规程

3.1 开车操作规程

装置的开工状态为反应器和闪蒸罐都处于已进行过氮气冲压置换后，保压在0.03MPa状态。可以直接进行实气冲压置换。

3.1.1 EV-429 闪蒸器充丁烷

- (1)确认EV-429压力为0.03 MPa。
- (2)打开EV-429回流阀PV1426的前后阀VV1429、VV1430。
- (3)调节PV1426(PIC1426)阀开度为50%。
- (4)EH-429通冷却水，打开KXV1430。
- (5)打开EV-429的丁烷进料阀门KXV1420，开度50%。
- (6)当EV-429液位到达50%时，关进料阀KXV1420。

3.1.2 ER-424A 反应器充丁烷

- (1)确认事项
反应器0.03 MPa保压。
EV-429液位到达50%。

- (2)充丁烷

打开丁烷冷剂进ER-424A壳层的阀门KXV1422、KXV1423，有液体流过，充液结束；同时打开出ER-424A壳层的阀门KXV1425、KXV1427。

3.1.3 ER-424A 启动

- (1)启动前准备工作
ER-424A壳层有液体流过。
打开S3蒸汽进料控制TIC1466。
调节PIC-1426设定，压力控制设定在0.4MPa。
乙炔原料进料控制FIC1425设手动，开度0%。

- (2)ER-424A充压、实气置换

打开FIC1425的前后阀VV1425、VV1426和KXV1411、KXV1412。

打开阀KXV1408、KXV1418。

微开ER-424A出料阀kxv1413，丁烷进料控制FIC1425(手动)，慢慢增加进料，提高反应器压力，冲压至2.523MPa。

慢开ER-424A出料阀kxv1413，冲压至压力平衡,进料阀应为50%，出料阀开度稍低于50%。

乙炔原料进料控制FIC1425设自动，设定值56186.8 KG/H。

(3)ER-424A配氢，调整丁烷冷剂压力

稳定反应器入口温度在38.0℃，使ER-424A升温。

当反应器温度接近38.0℃(超过35.0℃)，准备配氢。打开FV1427的前后阀VV1427、VV1428。

氢气进料控制FIC1427设自动,流量设定80 KG/H。

观察反应器温度变化，当氢气量稳定后,FIC1427设手动。

缓慢增加氢气量，注意观察反应器温度变化。

氢气流量控制阀开度每次增加不超过5%。

氢气量最终加至200 KG/H左右，此时H2/C2=2.0，FIC1427投串级。

控制反应器温度44.0℃左右。

3.2 正常操作规程

3.2.1 正常工况下工艺参数

正常运行时，反应器温度44.0℃，压力控制在2.523MPa。

FIC1425设自动，设定值56186.8 KG/H，FIC1427设串级。

PIC1426压力控制在0.4MPa，EV-429温度控制在38.0℃。

TIC1466设自动，设定值38.0℃。

ER-424A出口氢气浓度低于50PPm，乙炔浓度低于200PPm。

3.2.2 ER-424A 与 ER-424B 间切换

关闭氢气进料。

ER-424A 温度下降低于38.0℃后，打开C4冷剂进ER-424B的阀KXV1424、KXV1426，关闭C4冷剂进ER-424A的阀KXV1423、KXV1425。

开C₂H₂进ER-424B的阀KXV1415，微开KXV1416。关C₂H₂进ER-424A的阀KXV1412。

3.2.3 ER-424B 的操作

ER-424B的操作与ER-424A操作相同。

3.3 停车操作规程

3.3.1 正常停车

关闭氢气进料，关VV1427、VV1428，FIC1427设自动，设定值为0%。

关闭加热器EH-424蒸汽进料，TIC1466设手动，开度0.0%。

闪蒸器冷凝回流控制PIC1426设手动，开度100%。

逐渐减少乙炔进料，开大EH-429冷却水进料。

逐渐降低反应器温度、压力，至常温、常压。

逐渐降低闪蒸器温度、压力，至常温、常压。

3.3.2 紧急停车

与停车操作规程相同。

也可按急停车按钮（在现场操作图上）。

3.3.3 联锁说明

该单元有一联锁，联锁源。

(1)现场手动紧急停车(紧急停车按钮)

(2)反应器温度高报(TI1467A/B>66℃)

联锁动作：

(1)关闭氢气进料，FIC1427设手动。

(2)关闭加热器EH-424蒸汽进料，TIC1466设手动。

(3)闪蒸器冷凝回流控制PIC1426设手动，开度100%。

(4)自动打开电磁阀XV1426

该联锁有一复位按钮。

注：在复位前，应首先确定反应器温度已降回正常，同时处于手动状态的控制点的设定应设成最低值。

3.4 事故设置

3.4.1 氢气进料阀卡住

原因：FIC1427卡在20%处

现象：氢气量无法自动调节

处理：降低EH-429冷却水的量

用旁路阀KXV1404手工调节氢气量

3.4.2 预热器 EH-424 阀卡住

原因：TIC1466卡在70%处

现象：换热器出口温度超高

处理：增加EH-429冷却水的量
减少配氢量

3.4.3 闪蒸罐压力调节阀卡

原因：PIC1426卡在20%处

现象：闪蒸罐压力，温度超高

处理：增加EH-429冷却水的量
用旁路阀KXV1434手工调节

3.4.4 反应器漏气

原因：反应器漏气，KXV1414卡在50%处

现象：反应器压力迅速降低

处理：停工

3.4.5 EH-429 冷却水进口阀卡住

原因：KXV30卡在10%处

现象：闪蒸罐压力，温度超高

处理：停工

3.4.6 反应器超温

原因：KXV22卡在0%处

现象：反应器温度超高，会引发乙烯聚合的副反应

处理：增加EH-429冷却水的量

四、思考题

- 1.结合本单元说明比例控制的工作原理。
- 2.为什么是根据乙炔的进料量调节配氢气的量；而不是根据氢气的量调节乙炔的进料量？
- 3.根据本单元实际情况，说明反应器冷却剂的自循环原理。
- 4.观察在 EH-429 冷却器的冷却水中断后会造成的结果。

5.结合本单元实际，理解“连锁”和“连锁复位”的概念。

项目七 化工管路拆装操作

工作情境描述:

本管道拆装系统为了更好地实现管道拆装及流体实验参数的测定,管道多采用法兰连接,并配用转子流量计、温度计、压力表、液面计等检测仪表,强调学生树立工程概念,特别是大化工观点的认知,强化手动操作技能训练,各动手单元如管子拆装、管件更换、基本检测器的接线、仪表参数整定;设置的故障检修点诊断等。学生通过自行设计流程、组装管路及调试,可以训练学生的动手能力和解决问题的能力,为今后实际工作打下一定的专业基础。

学习任务:

1. 管路拆装各管件、阀门、仪器、仪表等设备的认知;
2. 化工管路拆卸;
3. 化工管路安装;
4. 化工管路试漏检验。

学习目标:

1. 知识目标
 - (1) 了解和熟悉化工生产过程中常见离心泵的控制方法及工作原理;
 - (2) 了解各种仪表的性能、使用方法和使用场合;
 - (3) 学会工业控制中仪表、测量、执行器的成套方法;
 - (4) 了解各种阀门的结构及适用场合,合理选用并进行管路组装、拆卸及试漏检验。
2. 能力目标
 - (1) 能从参考书、专业文献和专业网站等收集、分析、整理、综合信息。
 - (2) 能弄清装置的生产工序,熟悉流程中各种仪表及设备的工作原理主要功能;
 - (3) 能进行化工管路的拆卸和安装;
 - (4) 能及时发现管路中的错误并改正。
3. 素质目标
 - (1) 明确职业岗位所处的重要位置不断提高自身职业能力;
 - (2) 树立实事求是,精益求精的职业意识;
 - (3) 培养熟练的分析解决问题能力、动手操作能力、流利的语言表达能力;

- (4) 培养正确面对失败的能力、能吃苦耐劳；
- (5) 能在各项生产活动中与老师、同学相互合作、沟通，有责任心。

一、拆装实训装置

本实训用化工管道拆装系统进行实验，其装置如图7-1所示。离心泵用三相电动机带动，将水从水槽中吸入，然后由压出管排至水槽。在吸入管内进口处装有滤水器。以免污物进入水泵，滤水器上带有单向阀，以便在起动前可使泵内灌满水。在泵的吸入口和压出口处，分别装有真空表和压力表，以测量水的进出口处的压力，泵的出口管线装有转子流量计，用来计量水的流量，并装有阀门，用来调节水的流量或管内压力，另用三相瓦特计测量电动机输入功率。

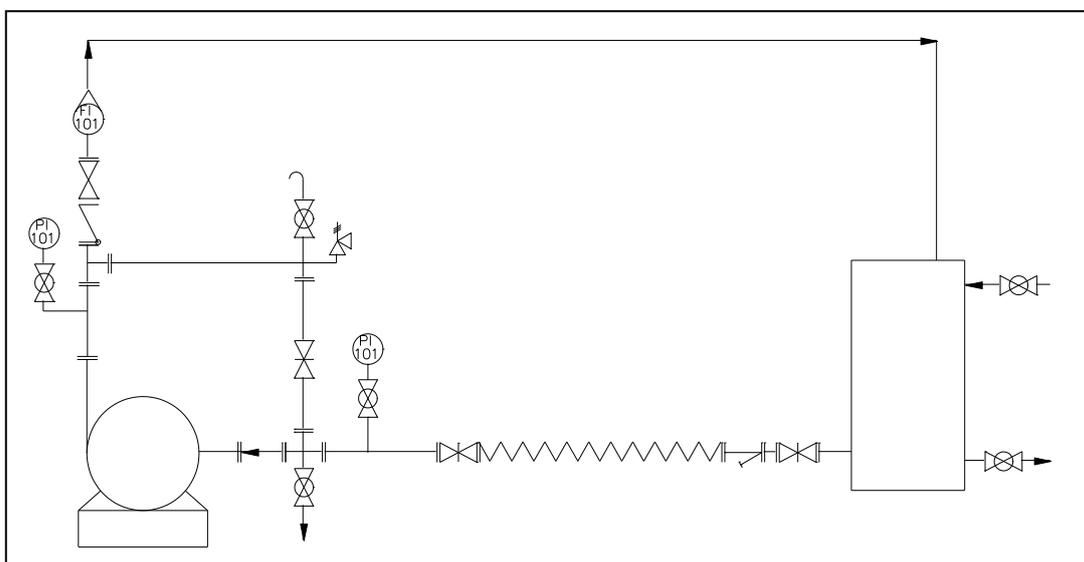


图7-1 管道拆装实训装置流程图

二、拆装实训方法

1、了解设备，熟悉流程及所用仪表，特别是压力表、真空表，要阅读使用说明。

2、检查轴承润滑情况，用手转动联轴节视其是否转动灵活。

3、检查水箱的水位是否合适，旋开泵进水阀门，向泵内自动灌水至满。

4、充满水后，关闭泵的出口阀门，此时转子流量计要关闭。

上述工作准备妥当，经指导教师同意，可接通电源起动电动机，使泵运转，在运转中要注意安全，防止触电及注意电机是否过热、有噪声或其他故障，如有不正常现象，应立即停车，与指导教师讨论其原因及处理办法。

5、水泵启动后，慢慢开启出口阀，让水流经流量计，调节流量计的开度，可以读出泵的实际流量。

6、用出口阀调节流量，从零到最大或反之，观察流量、压力的变化，关闭出口阀，停泵。

7、实验结束后，打开管路上上部的放空阀排气，并关闭泵进口阀门，排出泵内存水。

三、管路拆装操作注意事项

1. 首先按照化工管道的拆装要求及相关的设备、阀门、仪表等配备相应的拆装工器具，包括高处管路拆装时需要准备两个木凳，以便于拆装。
2. 拆装时首先要将动力电源关闭，并挂警示牌，检查无误后才准许工作。
3. 化工管路拆装一般是拆卸与安装顺序正好相反，拆卸时一般是从高处往下逐步拆斜，注意拆卸每一零部件都要按顺序进行编号，并按照顺序依次摆在地面上，每组学生在拆装时要相互配合，防止管道或管件掉落而砸伤手脚或地面。
4. 所以仪表拆装时要轻拿轻放，防止破碎。认真观察各种阀门的结构和区别，了解其使用特点，拆装时要注意阀门的方向和具体位置。
5. 所有密封部位的密封材料一般在拆装后需要更换，将原来的密封垫拆下来，按原样用剪刀进行制作并更换，密封垫位置要放置合适，不能偏移，所有螺栓都应该按照螺帽在上方的顺序紧固。
6. 紧固螺栓时必须对角分别用力紧固，然后再依次紧固，防止法兰面倾斜发生泄漏，另外螺栓紧固用臂力即可，不需要套管紧固。
7. 装配过程中应使用水平尺进行度量，要注意保证管道的横平竖直，严禁发生倾斜。管路支架固定可靠，不能松动。
8. 水泵电机接线盒及电源控制箱属于电气部分，不需要学生拆卸，要防止拆装时有水分进入，导致发生短路事故。
9. 拆装完成后进行管路的试漏检验，在启动水泵前务必由指导教师进行开车前检查，没有问题后才准许送电运行。
10. 运行后若局部有泄漏，不需要断电。可用工具进行紧固，若还是不能解决泄露，需要停泵后检查垫片的情况。
11. 拆装过程中要树立团结协作、严肃认真、安全第一的指导思想，服从实训指导教师的统一安排。

四、思考题

- 1、为什么流量越大，入口处真空表的读数越大，出口处压力表的读数越小？
- 2、你对离心泵的操作如先充液，封闭起动，选在高效区操作如何理解？

项目八 液位控制单元仿真操作

工作情境描述:

本工作情境为液位控制系统的DCS仿真操作,通过对三个罐的液位及压力的调节,使学生掌握简单回路及复杂回路的控制及相互关系。本过程包括:液位控制系统的冷态开车、正常停车及事故处理三个部分,学习单回路控制系统、分程控制协调、比值控制系统、串级控制系统的操作与控制。使学生通过仿真实践加深对化工厂单元操作的集散控制系统的原理和操作方法的了解,为今后的学习和工作积累经验。

学习任务:

1. 液位控制系统相关理论知识学习及工艺流程认知;
2. 液位控制系统冷态开车操作练习;
3. 液位控制系统正常停车操作练习;
4. 液位控制系统事故处理操作练习。

学习目标:

1. 知识目标
 - (1) 了解液位控制系统的相关理论知识;
 - (2) 掌握液位控制系统冷态开车、正常停车、事故处理的操作方法及调节控制方法。
2. 能力目标
 - (1) 能从参考书、专业文献和专业网站等收集、分析、整理、综合信息。
 - (2) 能弄清装置的生产工序,会识别流程中各种仪表及设备的标识;
 - (3) 能进行 DCS 操作系统的调节和控制;
 - (4) 能通过工艺参数的波动分析异常原因并能够调节至参数平稳。
3. 素质目标
 - (1) 明确职业岗位所处的重要位置不断提高自身职业能力;
 - (2) 树立实事求是,精益求精的职业意识;
 - (3) 培养熟练的动手操作能力、流利的语言表达能力;
 - (4) 培养正确面对失败的能力、能吃苦耐劳;;
 - (5) 能在各项生产活动中与老师、同学相互合作、沟通,有责任心。

一.工艺流程说明:

本流程为液位控制系统,通过对三个罐的液位及压力的调节,使学生掌握简单回路及复杂回路的控制及相互关系。

缓冲罐V101仅一股来料,8atm压力的液体通过调节阀FIC101向罐V101充液,此罐压力由调节阀PIC101分程控制,缓冲罐压力高于分程点(5.0atm)时,PV101B自动打开泄压,压力低于分程点时,PV101A自动打开给罐充压,使V101压力控制在5atm。缓冲罐V101液位调节器LIC101和流量调节阀FIC102串级调节,一般液位正常控制在50%左右,自V101底抽出液体通过泵P101A或P101B(备用泵)打入罐V102,该泵出口压力一般控制在9 atm,FIC102流量正常控制在20000Kg/h。

罐V102有两股来料,一股为V101通过FIC102与LIC101串级调节后来的流量;另一股为8 atm压力的液体通过调节阀LIC102进入罐V102,一般V102液位控制在50%左右,V102底液抽出通过调节阀FIC103进入V103,正常工况时FIC103的流量控制在30000 kg/h。

罐V103也有两股进料,一股来自于V102的底抽出量,另一股为8atm压力的液体通过FIC103与FI103比值调节进入V103,比值系数为2:1, V103底液体通过LIC103调节阀输出,正常时罐V103液位控制在50%左右。

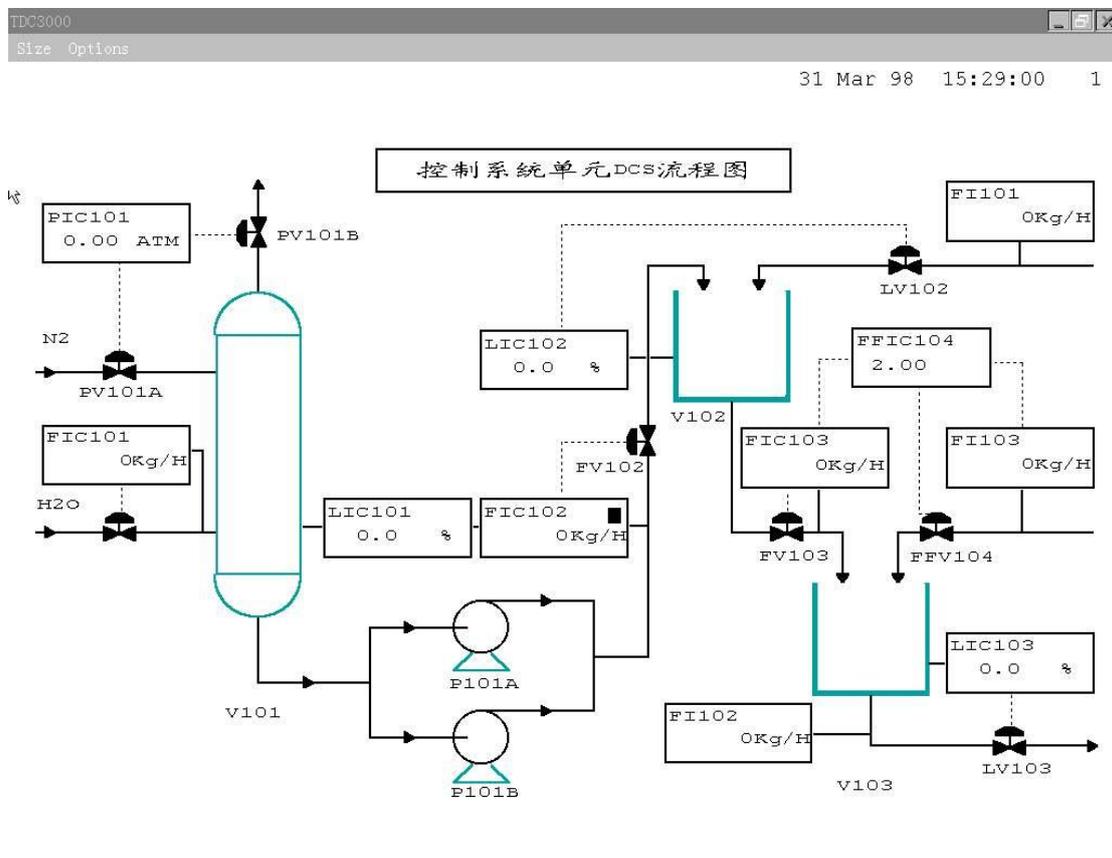


图8-1液位单元仿DCS图

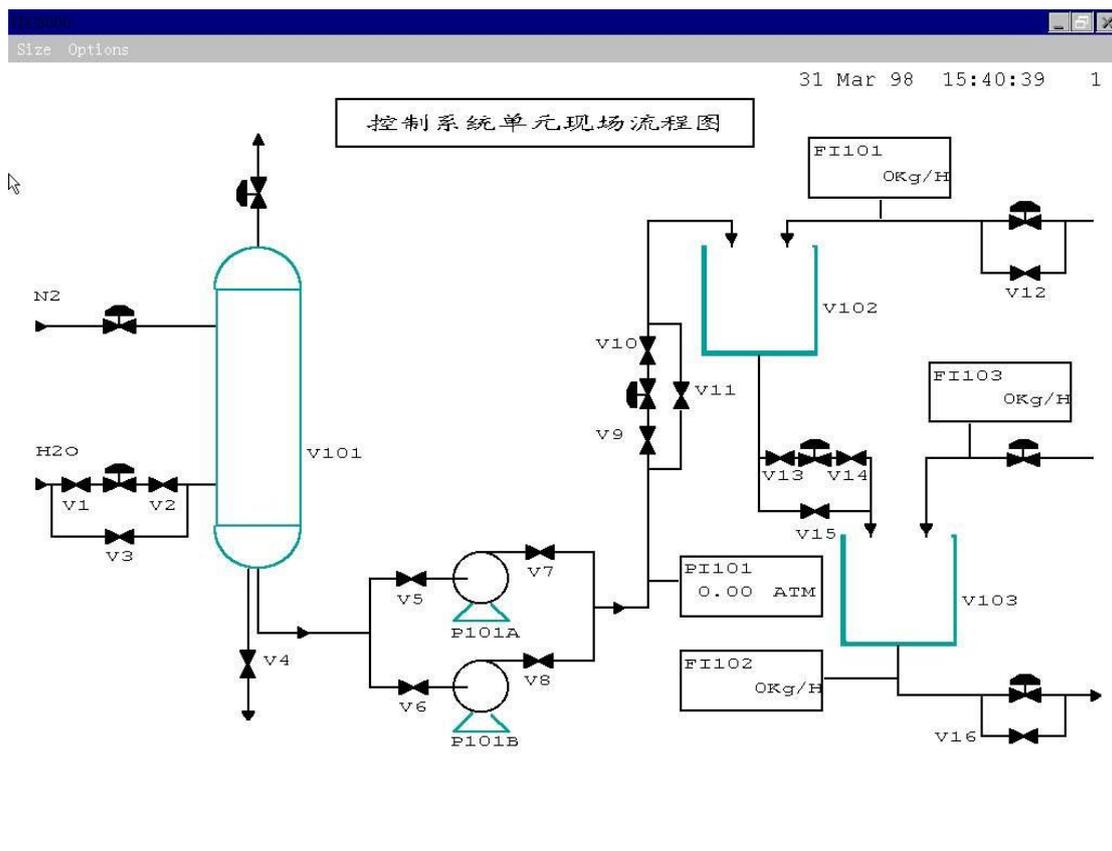


图8-2液位单元仿现场图

二. 本单元控制回路说明

本单元主要包括：单回路控制系统、分程控制系统、比值控制系统、串级控制系统。

2.1 单回路控制回路

单回路控制回路又称单回路反馈控制。由于在所有反馈控制中，单回路反馈控制是最基本、结构做简单的一种，因此，它又被称之为简单控制。

单回路反馈控制由四个基本环节组成，即被控对象（简称对象）或被控过程（简称过程）、测量变送装置、控制器和控制阀。

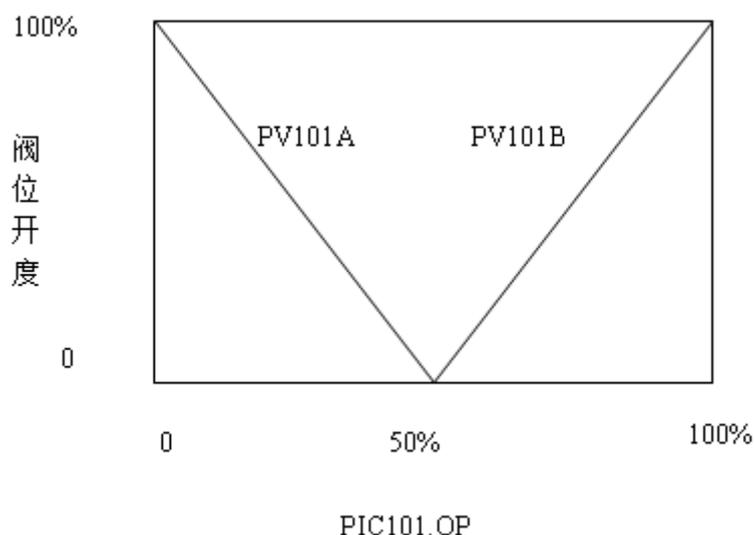
所谓控制系统的整定，就是对于一个已经设计并安装就绪的控制系统，通过控制器参数的调整，使得系统的过渡过程达到最为满意的质量指标要求。

本单元的单回路控制有：FIC101，LIC102，LIC103。

2.2 分程控制回路

通常是一台控制器的输出只控制一只控制阀。然而分程控制系统却不然，在这种控制回路中，一台控制器的输出可以同时控制两只甚至两只以上的控制阀，控制器的输出信号被分割成若干个信号的范围段，而由每一段信号去控制一只控制阀。

本单元的分程控制回路有：**PIC101**分程控制冲压阀**PV101A**和泄压阀**PV101B**。如下图



2.3 比值控制系统

在化工、炼油及其他工业生产过程中，工艺上常需要两种或两种以上的物料保持一定的比例关系，比例一旦失调，将影响生产或造成事故。

实现两个或两个以上参数符合一定比例关系的控制系统，称为比值控制系统。通常以保持两种或几种物料的流程为一定比例关系的系统，称之为流量比值控制系统。

比值控制系统可分为：开环比值控制系统，单闭环比值控制系统，双闭环比值控制系统，变比值控制系统，串级和比值控制组合的系统等。

FFIC104:为一比值调节器。根据**FIC1103**的流量，按一定的比例，相适应比例调整**F1103**的流量。

对于比值调节系统，首先是要明确那种物料是主物料，而另一种物料按主物料来配比。在本单元中，**FIC1425**（以C2为主的烃原料）为主物料，而**FIC1427**

(H2) 的量是随主物料 (C2为主的烃原料) 的量的变化而改变。

2.4 串级控制系统

如果系统中不止采用一个控制器，而且控制器间相互串联，一个控制器的输出作为另一个控制器的给定值，这样的系统称为串级控制系统。

串级控制系统的特点：

- 1、能迅速地克服进入副回路的扰动
- 2、改善主控制器的被控对象特征
- 3、有利于克服副回路内执行机构等的非线性

在本单元中罐V101的液位是由液位调节器LIC101和流量调节器FIC102串级控制。

三. 本单元主要设备及仪表

3.1 设备

V-101: 缓冲罐

V-102: 恒压中间罐

V-103: 恒压产品罐

P101A: 缓冲罐V-101底抽出泵

P101B: 缓冲罐V-101底抽出备用泵

3.2 仪表

表8-1 仪器一览表

位号	说明	类型	正常值	量程 高限	量程低 限	工程 单位	高报	低报	高高 报	低低 报
FIC101	V-101进料流量	PID	20000.0	40000.0	0.0	Kg/h				
FIC102	V-101出料流量	PID	20000.0	40000.0	0.0	Kg/h				
FIC103	V-102出料流量	PID	30000.0	60000.0	0.0	Kg/h				
FIC104	V-103进料流量	PID	15000.0	30000.0	0.0	Kg/h				
LIC101	V-101液位	PID	50.0	100.0	0.0	%				
LIC102	V-102液位	PID	50.0	100.0	0.0	%				
LIC103	V-103液位	PID	50.0	100.0	0.0	%				
PIC101	V-101压力	PID	5.0	10.0	0.0	atm				
FI101	V-102进料液量	AI	10000.0	20000.0	0.0	Kg/h				

FI102	V-103出料流量	AI	45000.0	90000.0	0.0	Kg/h				
FI103	V-103进料流量	AI	15000.0	30000.0	0.0	Kg/h				
PI101	P101A/B 出口	AI	9.0	10.0	0.0	atm				

四、装置正常操作规程

4.1 冷态开车规程:

装置的开工状态为V-102和V-103两罐已充压完毕,保压在2.0ATM,缓冲罐V-101压力为常压状态,所有可操作阀均处于关闭状态。

4.1.1 缓冲罐 V-101 充压及液位建立:

(1) 确认事项:

V-101压力为常压

(2) V-101充压及建立液位:

在现场图上,打开V-101进料调节器FIC101的前后手阀V1和V2,开度在100%。

在DCS图上,打开调节阀FIC101,阀位一般在30%左右开度,给缓冲罐V101充液。

待V101见液位后再启动压力调节阀PIC101,阀位先开至20%充压。

待压力达5ATM左右时,PIC101投自动。

4.1.2 中间罐 V-102 液位建立:

(1) 确认事项:

V-101液位达40%以上

V-101压力达5.0atm左右

(2) V-102建立液位:

在现场图上,打开泵P101A的前手阀V5为100%;

启动泵P101A.

· 当泵出口压力达 10atm 时,打开泵 P101A 的后手阀 V7 为 100%;

· 打开流量调节器 FIC102 前后手阀 V9 及 V10 为 100%.

· 打开出口调节阀 FIC102,手动调节 FV102 开度,使泵出口压力控制在 9.0atm 左右.

打开液位调节阀LV102至50%开度.

V-101进料流量调整器FIC101投自动,设定值为20000.0kg/h.

操作平稳后调节阀FIC102投入自动控制并与LIC101串级调节V101液位。V-102液位达50%左右,LIC102投自动, 设定值为50%。

4.1.3 产品罐 V-103 建立液位:

(1) 确认事项:

V-102液位达50%左右

(2) V-103建立液位:

在现场图上, 打开流量调节器FIC103的前后手阀V13及V14

在DCS图上, 打开FIC103及FFIC104, 阀位开度均为50%。

当V103液位达50%时, 打开液位调节阀LIC103开度为50%。

LIC103调节平稳后投自动, 设定值为50%。

4.1.4 正常工况下的工艺参数

(1) FIC101投自动, 设定值为20000.0kg/h.

(2) PIC101投自动(分程控制), 设定值为5.0atm

(3) LIC101投自动, 设定值为50%。

(4) FIC102投串级(与LIC101串级)

(5) FIC103投自动, 设定值为30000.0kg/h

(6) FFIC104投串级(与FIC103比值控制), 比值系统为常数2.0.

(7) LIC102投自动, 设定值为50%

(8) LIC103投自动, 设定值为50%

(9) 泵P101A(或P101B)出口压力PI101正常值为9.0 atm

(10) V-102外进料流量FI101正常值为10000.0kg/h.

(11) V-103产品输出量FI102的流量正常值为45000.0kg/h.

4.2 停车操作规程:

4.2.1 正常停车:

(1) 关进料线:

将调节阀FIC101改为手动操作, 关闭FIC101, 再关闭现场手阀V1及V2.

将调节阀LIC102改为手动操作, 关闭LIC102, 使V-102外进料流量FI101为0.0kg/h.

将调节阀FFIC104改为手动操作, 关闭FFIC104.

(2) 将调节器改手动控制:

将调节器LIC101改手动调节，FIC102解除串级改手动控制。

手动调节FIC102，维持泵P101A出口压力，使V-101液位缓慢降低。

将调节器FIC103改手动调节，维持V-102液位缓慢降低。

将调节器LIC103改手动调节，维持V-103液位缓慢降低。

(3) V-101泄压及排放：

罐V101液位下降至10%时,先关出口阀FV102,停泵P101A,再关入口阀 V5.

打开排凝阀V4，关FIC102手阀V9及V10.

罐V-101液位降到0.0时,PIC101置手动调节,打开PV101为100%放空.

(4) 当罐V-102液位为0.0时,关调节阀FIC103及现场前后手阀V13及V14.

(5) 当罐V-103液位为0.0时,关调节阀LIC103.

4.2.2 紧急停车：

紧急停车操作规程同正常停车操作规程。

4.3 事故处理培训项目的设置

4.3.1 泵 P101A 坏

原因：运行泵P101A停.

现象：画面泵P101A显示为开,但泵出口压力急剧下降。

处理：先关小出口调节阀开度,启动备用泵P101B,调节出口压力,9.0atm(表时,关泵P101A,完成切换。

处理方法：

关小P101A泵出口阀V7

打开P101B泵入口阀V6

启动备用泵P101B

打开P101B泵出口阀V8

待PI101压力达9.0atm时，关V7阀

关闭P101A泵

关闭P101A泵入口阀V5

4.3.2 调节阀 FIC102 阀卡

原因：FIC102调节阀卡20%开度不动作.

现象：罐V101液位急剧上升,FIC102流量减小.

处理：打开付线阀V11,待流量正常后,关调节阀前后手阀.

处理方法:

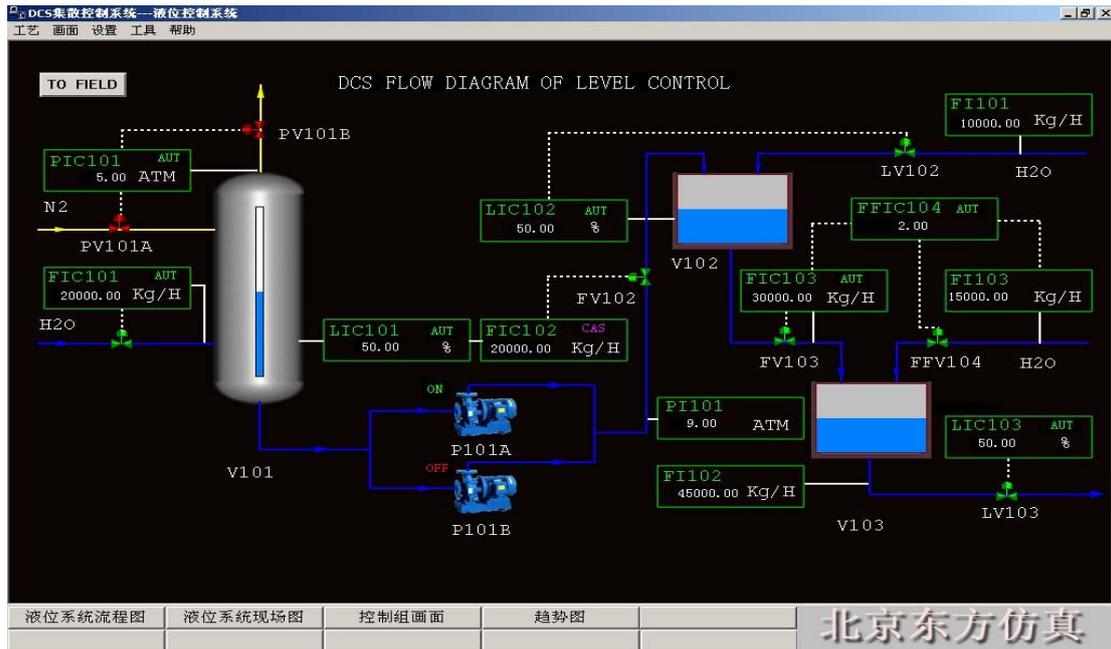
调节FIC102旁路阀V11开度

待FIC102流量正常后, 关闭FIC102前后手阀V9和V10

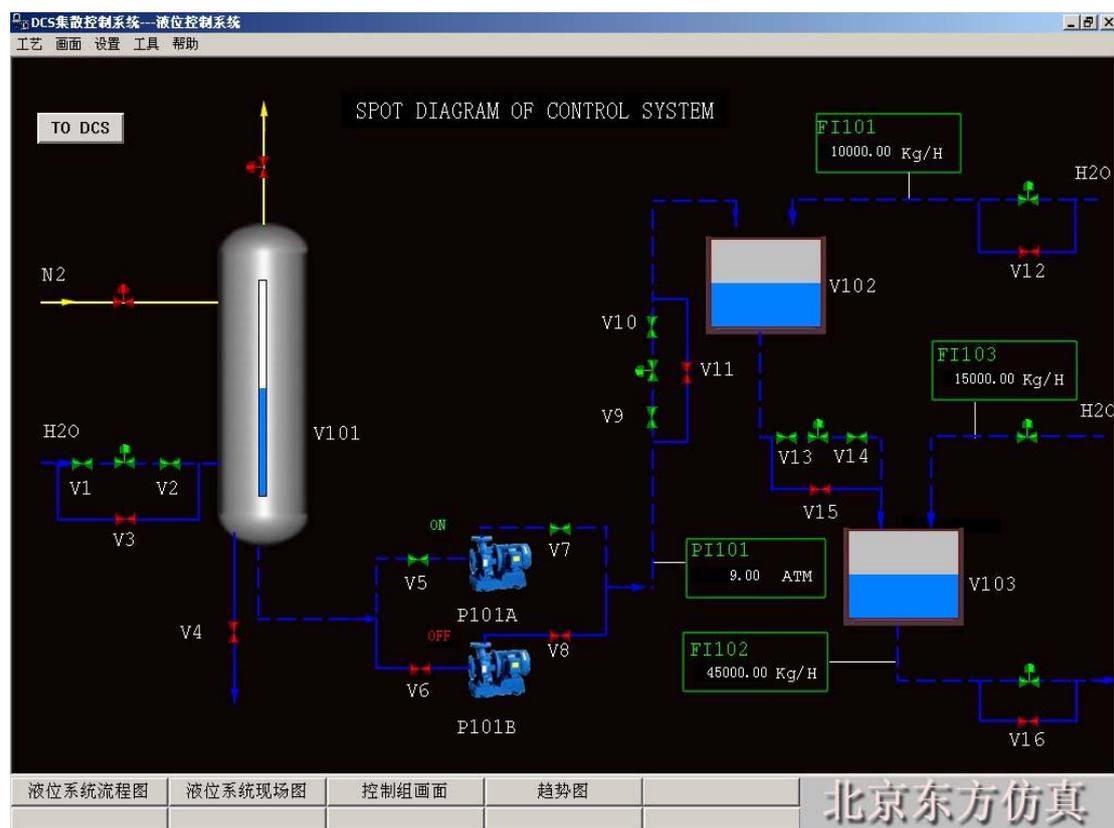
关闭调节阀FIC102

五、流程仿真界面

5.1 DCS图



5.2 现场图



六、思考题

1. 通过本单元，理解什么是“过程动态平衡”，掌握通过仪表画面了解液位发生变化的原因和如何解决的方法。
2. 请问在调节器 FIC103 和 FFIC104 组成的比值控制回路中，哪一个是主动量？为什么？并指出这种比值调节属于开环，还是闭环控制回路？
3. 本仿真培训单元包括有串级、比值、分程三种复杂调节系统，你能说出它们的特点吗？它们与简单控制系统的差别是什么？
4. 在开/停车时，为什么要特别注意维持流经调节阀 FV103 和 FFV104 的液体流量比值为 2？
5. 请简述开/停车的注意事项有哪些。
6. 请简述开/停车的主要步骤。
7. 请简述泵坏的主要原因、现象及处理方法。
8. 请简述调节阀 F102 阀卡的主要原因、现象及处理方法。