



中 职 - 本 科 贯 通 教 育 实 践
化学工程与工艺应用型本科建设系列教材

现代化工 生产操作实习

XIANDAI HUAGONG
SHENGCHAN CAOZUO SHIXI

陈桂娥 高峰 主编



化学工业出版社



中 职 - 本 科 贯 通 教 育 实 践
化学工程与工艺应用型本科建设系列教材

现代化工 生产操作实习

XIANDAI HUAGONG
SHENGCHAN CAOZUO SHIXI

陈桂娥 高峰 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

《现代化工生产操作实习》介绍了两个非常适合于应用型本科学生生产实习的案例：煤化工半实物仿真厂实习和零排放热态循环乙酸乙酯生产实习。详细阐述了它们的生产原理、工艺流程、操作规程、控制方法和安全环保等内容。此外，还介绍该学习要求与安排、实习报告格式、考评内容、实习成绩评定方法及评分标准等教学要求。

《现代化工生产操作实习》是中职-本科贯通教育和应用型本科化学工程与工艺专业生产实习指导教材，同时也可作为自动控制和相关专业的实习教材，并可供从事化工生产、研究和设计的工程技术人员参阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代化工生产操作实习/陈桂娥, 高峰主编. —北京:
化学工业出版社, 2016. 6
中职-本科贯通教育实践
化学工程与工艺应用型本科建设系列教材
ISBN 978-7-122-26866-2

I. ①现… II. ①陈…②高… III. ①化工生产-高
等学校-教材 IV. ①TQ06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 082325 号

责任编辑: 刘俊之

文字编辑: 孙凤英

责任校对: 吴 静

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 10¼ 字数 250 千字 2016 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 28.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着自动化技术的高速发展,化工生产已经从过去落后的手工操作、间断生产转变为高度自动化、连续化生产;生产操作由分散控制变为集中控制,同时,也由人工手动操作变为仪表自动操作,进而又发展为计算机控制,使得现代化工生产方式实现了高度自动化与连续化。掌握现代化工的操作控制方法是将来从事化工事业应用型本科学生必备的基本技能;也是应用型本科理论知识学习的一个综合应用。

《现代化工生产操作实习》是学生开展实习必备的生产操作手册。它通过对“煤化工半实物仿真厂实习”和“零排放热态循环乙酸乙酯生产实习”两个案例的操作介绍,使学生对其生产原理、设备结构、操作规程、控制方法和安全环保等相关知识有了充分理解,为进入实际操作做好理论准备。

应用型本科和现代职业教育的根本任务是培养有较强实际动手能力和职业能力的技能型人才,而实训是培养这种能力的关键环节。传统的工厂实训只能培训学生的正常操作能力,但无法通过设置生产故障来培养学生对工业生产故障的发现、分析、处理能力等综合素质。为了实现现代化工应用型技能人才的培养,首先必须建立现代化的化工实训基地,而具有真正工学结合效果的化工实训装置是现代化化工实训基地的基本保障。

本书介绍的化工实训装置采用了虚拟仿真技术、化工技术、自动化控制技术和网络技术的最新成果,实现了工厂情景化、故障模拟化、操作实际化和控制网络化的设计目标,满足了应用型本科职业教育中实践教学的需求。虚拟仿真实习和零排放的生产方法充分体现教育部提出的健康、安全和环保的实训理念。

本书按照应用型本科生人才培养计划,先介绍“半实物仿真厂实习”,然后再介绍“零排放热态循环乙酸乙酯生产实习”,目的是让学生先进行“仿真实习”再做“真实的实习”,以达到教育部对化工实习提出的“由虚到实,虚实结合”的要求。

本书由上海应用技术学院陈桂娥编写第3章,高峰编写第1、第2、第4章。在编写过程中得到学院姜飞、祝俊等老师的帮助,在此表示感谢。在编写过程中参考和引用了天津市睿智天成科技发展有限公司和杭州坤天自动化系统有限公司提供的相关内容、部分图片和素材,在此一并予以感谢。

本书是根据教育部关于应用型本科和现代职业教育要求编写的。由于应用型本科教育在我校尚在起步阶段,编者教学经验和学识有限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者将意见和建议反馈给我们,以便在后续版本中不断改进和完善。

编者
2016年3月

目 录

1 概述

1

2 现代化工生产操作实习要求与安排

2

2.1 实习方法、实习任务、实习内容及进度安排	2
2.2 教学要求	3
2.3 实习报告格式及要求	3
2.4 考评内容	3
2.5 实习成绩评定方法及评分标准	4
2.5.1 实习成绩评定方法	4
2.5.2 实习实训成绩评分标准	4

3 煤化工半实物仿真厂实习

5

3.1 煤制甲醇气化	5
3.1.1 煤制甲醇气化工作原理	5
3.1.2 气化工艺流程	6
3.1.3 仿真界面	9
3.1.4 生产工艺设备(参数)	10
3.1.5 控制器操作	13
3.1.6 进口物料一览表	15
3.1.7 工艺指标一览表	15
3.1.8 气化操作规程	16
3.2 煤制甲醇变换	33
3.2.1 甲醇变换工作原理	33
3.2.2 甲醇变换工艺流程	33
3.2.3 仿真界面	34
3.2.4 生产工艺设备及参数	34
3.2.5 控制器操作	37
3.2.6 进口物料一览表	39

3.2.7	工艺指标	39
3.2.8	变换操作规程	40
3.3	煤制甲醇净化	47
3.3.1	煤制甲醇净化工作原理	47
3.3.2	甲醇净化工艺流程	48
3.3.3	仿真界面	50
3.3.4	工艺设备及参数	51
3.3.5	控制器操作	53
3.3.6	进口物料一览表	55
3.3.7	工艺指标一览表	55
3.3.8	净化操作规程	57
3.4	煤制甲醇合成	68
3.4.1	煤制甲醇合成原理	68
3.4.2	工艺流程	68
3.4.3	仿真界面	69
3.4.4	工艺设备及参数	70
3.4.5	控制器操作	71
3.4.6	进口物料一览表	72
3.4.7	工艺指标一览表	73
3.4.8	合成操作规程	73
3.5	煤制甲醇精馏	80
3.5.1	煤制甲醇精馏工作原理	80
3.5.2	工艺流程	81
3.5.3	仿真界面	82
3.5.4	工艺设备及参数	82
3.5.5	控制器操作	85
3.5.6	进口物料一览表	87
3.5.7	工艺指标一览表	87
3.5.8	精馏操作规程	89
3.6	煤制甲醇生产二甲醚	97
3.6.1	煤制甲醇生产二甲醚的原理	97
3.6.2	工艺流程	98
3.6.3	仿真界面	98
3.6.4	工艺设备及参数	99
3.6.5	控制器操作	101
3.6.6	进口物料一览表	102
3.6.7	工艺指标一览表	102
3.6.8	二甲醚操作规程	103
3.7	使用说明	110
3.7.1	硬件启动说明	110

3.7.2	在线软件使用说明	112
3.7.3	离线软件使用说明	114
3.8	甲醇合成与精馏工艺、设备图表	123
3.8.1	甲醇合成与精馏 PID 图	123
3.8.2	甲醇合成设备图	127
3.8.3	甲醇精馏设备图	133
3.8.4	立面及平面图	134
3.8.5	设备一览表	135
	思考题	136
	参考文献	137

4 零排放热态循环乙酸乙酯生产实习

138

4.1	概述	138
4.2	产品概述	139
4.2.1	产品名称及性质	139
4.2.2	产品质量规格	139
4.2.3	乙酸乙酯的用途	139
4.3	原辅材料名称及规格	140
4.4	生产工艺过程	140
4.4.1	常用生产方法简介	140
4.4.2	工艺流程	142
4.4.3	不合格产品的处理流程	142
4.5	工艺操作指标及控制技术	143
4.5.1	各项工艺操作指标	143
4.5.2	主要控制点的控制方法、仪表控制、装置和设备的报警联锁	143
4.6	物耗能耗指标	145
4.7	生产事故及处理预案	145
4.7.1	塔顶温度异常	145
4.7.2	液泛或漏液	146
4.8	安全生产	146
4.8.1	工业卫生和劳动保护	146
4.8.2	动设备操作安全注意事项	146
4.8.3	静设备操作安全注意事项	146
4.8.4	安全技术	147
4.8.5	职业卫生	147
4.8.6	行为规范	147
4.9	岗位操作规程	147
4.9.1	开车准备	147
4.9.2	酯化工段	148

4.9.3 提浓工段	148
4.9.4 精制工段	149
4.9.5 水解工段	149
4.10 设备一览表	150
4.11 主要仪表规格型号	150
4.12 附录	151
4.12.1 共沸物及其组成	151
4.12.2 变频器的使用	152
4.12.3 仪表的使用	152
4.13 带有控制点的工艺及设备流程图	154
思考题	156
参考文献	156

1 概述

随着化工自动化技术的高速发展，化工生产已经从过去落后的手工操作、间断生产转变为高度自动化、连续化生产；生产控制由分散控制变为集中控制，同时，也由人工手动操作变为仪表自动操作，进而又发展为计算机控制，使得现代化工生产方式实现了高度自动化与连续化。掌握现代化工的操作控制方法是将来从事化工事业应用型本科学生必备的基本技能，也是应用型本科理论知识学习的一个综合应用。

本书通过对“煤化工半实物仿真厂实习”和“零排放热态循环乙酸乙酯生产实习”两个案例的生产原理、设备结构、操作规程、控制方法和安全环保等相关知识的介绍，为学生进入实际操作实习打好理论基础。

传统的工厂实训只能培训学生的正常操作能力，但无法通过设置生产故障来培养学生对工业生产故障的发现、分析、处理能力等综合素质。本书介绍的该化工实训装置采用了虚拟仿真技术、零排放绿色化工技术、自动化控制技术和网络技术的最新成果，实现了工厂情景化、故障模拟化、操作实际化和控制网络化的设计目标，既满足了应用型本科职业教育中实践教学的需求，又充分体现教育部提出的健康、安全和环保的实训理念。

先进行“半实物仿真厂实习”，后进行“零排放热态循环乙酸乙酯生产实习”，目的是为了让学生先进行“仿真实习”再做“真实的实习”。以达到教育部对化工实习提出的“由虚到实，虚实结合”的要求。

2 现代化化工生产操作 实习要求与安排

2.1 实习方法、实习任务、实习内容及进度安排

本实习应在教师的指导下,学生按工段分成大组,每个大组再按内操和外操分为两个小组,轮流交替操作。煤化工半实物仿真厂实习安排在不同专业学生一年级或二年级认识实习、三年级的生产实习、化工装置运行中;零排放热态循环乙酸乙酯生产实习安排在学生四年级的毕业实习中。实习时间都为两周。具体时间安排如表 2.1 所示。

表 2.1 实习时间安排

序号	日期	时间安排	实习项目名称	内容提要	实习方式	实习实训单位地点
1	周一	0.5 个工作日	实习动员、查阅资料	讲授实习目的、内容与要求,安全教育,查阅实习产品生产方法和设备结构等相关资料	上课	教室、图书馆
2	周一	0.5 个工作日	熟悉生产工艺	现场了解设备、管路及仪表	参观	装置现场
3	周二	1 个工作日	上岗操作	煤制甲醇气化外操或酯化外操	操作	装置现场
4	周三	1 个工作日	上岗操作	煤制甲醇气化内操或酯化内操	操作	装置现场
5	周四	1 个工作日	上岗操作	煤制甲醇变换外操或提浓外操	操作	装置现场
6	周五	0.5 个工作日	上岗操作	煤制甲醇变换内操或提浓内操	操作	装置现场
7	周一	0.5 个工作日	上岗操作	煤制甲醇净化外操或提浓内操	操作	装置现场
8	周一	0.5 个工作日	上岗操作	煤制甲醇净化内操或精馏外操	操作	装置现场
9	周二	0.5 个工作日	上岗操作	煤制甲醇合成外操或精馏外操	操作	装置现场
10	周二	0.5 个工作日	上岗操作	煤制甲醇合成内操或精馏内操	操作	装置现场



续表

序号	日期	时间安排	实习项目名称	内容提要	实习方式	实习实训单位地点
11	周三	0.5 个工作日	上岗操作	煤制甲醇精馏外操或精馏内操	操作	装置现场
12	周三	0.5 个工作日	上岗操作	煤制甲醇精馏内操或水解外操	操作	装置现场
13	周四	0.5 个工作日	上岗操作	煤制甲醇二甲醚外操或水解外操	操作	装置现场
14	周四	0.5 个工作日	上岗操作	煤制甲醇二甲醚内操或水解内操	操作	装置现场
15	周五	0.5 个工作日	考核	整理实习报告、准备考核成绩评定	口试、笔试	教室和现场

2.2 教学要求

- (1) 实习期间学生必须服从学院和实习部门的安排，虚心向校外工程技术人员和工人师傅学习，尊重指导老师，严格遵守学院和实习部门的各项规章制度，注意生产安全；
- (2) 每个学生必须带好实习记录本参加实习，并随时准备接受指导老师的检查；
- (3) 每个学生在实习结束时要提交《实习日志》和《实习报告》，并参加考核。

2.3 实习报告格式及要求

- (一) 封面
- (二) 前言（介绍本次实习的情况，包括实习的目的、意义和要求）
- (三) 目录
- (四) 实习报告内容
 - (1) 产品概述。
 - (2) 主要原材料和主、副产品的物化性质。
 - (3) 产品的生产方法、工艺流程和主要生产操作的叙述。
 - (4) 工艺流程图。
 - (5) 主要设备的结构、工作原理。
 - (6) 安全生产。
 - (7) 生产故障及处理方法。
- (五) 体会及设想
 - (1) 对实习生产装置的建议和设想。
 - (2) 在本次实习中的收获与体会。
 - (3) 对为本次实习提供条件，给予帮助的部门与个人致谢。

2.4 考评内容

考核分为操作与理论两部分，理论考核主要有生产原理、工艺知识和技术经济指标分

析。操作考核主要有以下内容：

- (1) 开工、停工操作技能考核；
- (2) 各种事故的分析与处理技能考核；
- (3) 生产调整的技能考核；
- (4) 半实物仿真操作实习全部采用仿真和现场模拟操作考核；
- (5) 操作稳定性和处理异常工况能力考核。

2.5 实习成绩评定方法及评分标准

2.5.1 实习成绩评定方法

实习成绩根据学生的实习表现、实习报告及实习考核三个方面综合评定。实习成绩总分 100 分，其中平时表现占 40%；实习报告占 30%；考核占 30%。

2.5.2 实习实训成绩评分标准

(1) 实习表现的评定方法 (40 分) 实习表现有以下几部分组成：

- ① 实习态度端正，不迟到、早退、旷课 (10 分)；
- ② 实习手册记录情况 (10 分)；
- ③ 实习时主动积极，勤于思考，善于观察分析 (10 分)；
- ④ 岗位操作的动手能力 (10 分)。

上面各项严格做到的为 10 分，较好做到的为 8~9 分，基本做到的为 6~7 分，较差的为 6 分以下。

(2) 实习报告的评定方法 (30 分) 从报告书写规范，内容完整，数据处理，结果讨论等几方面评定。

27~30 分：实习报告内容详尽，格式规范，数据处理准确，就实习过程中发现的问题进行透彻地分析、论证，并能提出自己独到的见解或建议，实习收获很大；

24~26 分：实习报告内容详尽，格式规范，数据处理较准确，就实习过程中发现的问题进行较为透彻地分析、论证，并能提出自己独到的见解或建议，实习收获较大；

21~23 分：实习报告内容较详尽，格式较规范，数据处理较准确，就实习过程中发现的问题能进行一定的分析、论证，并能提出自己独到的见解或建议，实习收获较大；

18~20 分：实习报告内容基本完整，格式基本规范，数据处理基本准确，就实习过程中发现的问题基本能进行分析、论证，并能有所收获；

18 分以下：实习报告不符合要求。

(3) 实习考核的评定方法 (30 分) 实习考核分为两部分：第一部分为笔试内容，占 10 分；第二部分为口试部分，占 20 分。笔试成绩以实际的卷面成绩计入。口试中能很好地回答老师提出的相关问题为 18~20 分；能较好地回答老师提出的相关问题为 16~17 分；基本能回答老师提出的相关问题为 14~15 分；能部分回答老师提出的相关问题为 12~13 分；回答不出绝大部分老师提出的相关问题 12 分以下。

3 煤化工半实物仿真厂实习

3.1 煤制甲醇气化

气化是一种将碳氢原料转变为 CO 和 H_2 为主要气体成分的工艺，其主要气体成分如 CH_4 、 CO_2 、 H_2S 、苯酚、微量的 HCl 、 HCN 以及在特殊工艺下基于原料和工况产生的甲酸盐。气化产生的气体既可作为发电用的燃料，又可作为化工原料。气化工艺及气化介质的选择，取决于气化进料的类型和产品的要求。

煤制甲醇工艺是将煤粉经煤粉仓、发送罐及高压煤粉仓，由高压氮气将煤粉送至气化炉工艺烧嘴。来自空压机的高压氧气经预热后与中压过热蒸汽混合后导入煤烧嘴。煤粉、氧气及蒸汽在气化炉高温加压条件下发生碳的氧化及各种转化反应。气化炉顶部约 1500°C 的高温煤气经除尘冷却后的冷煤气激冷至 900°C 左右进入合成气冷却器。经合成气冷却器回收热量后的粗煤气进入干式除尘及湿法洗涤系统，处理后的煤气送至后续工序。

高温气化使煤中所含灰分熔融并流到气化炉下部渣池中，由于激冷迅速分解成灰渣小颗粒，然后灰渣颗粒随水进入渣收集器中。灰水由渣池循环水泵输送，经渣池水冷却器循环回到渣池，并将熔渣的热量带走。渣由收集器进入排渣罐，在此过程中，排渣罐中灰水通过排放支持水泵循环回到渣收集器中，同时部分高压新鲜水将补充到系统中。在气化炉内气化产生的高温熔渣经激冷后形成数毫米大小的玻璃体，可作为建筑材料或路基材料。湿洗系统排出的废水大部分经冷却后循环使用，小部分废水经闪蒸、沉降及气提处理后送污水处理装置进一步处理。闪蒸气及气提气可作为燃料或送火炬燃烧后放空。

3.1.1 煤制甲醇气化工作原理

本模拟煤加压气化采用的是气流床加压气化技术，氧气、水蒸气和煤粉（含水量约为 3%）通过特制的工艺烧嘴混合后喷入气化炉（R1001）内。在气化炉内，氧气、水蒸气和煤粉发生不完全氧化还原反应产生水煤气，为达到较高的转化率，采用部分氧化释放热能，维持气化炉在煤灰熔点温度以上反应，以满足液态排渣的需要。反应进行得非常迅速，煤粒在炉内停留时间一般仅为数秒钟，反应生成的水煤气中甲烷含量较少，一般在 0.1% 以下，碳的转化率较高。由于反应温度较高，不生成焦油、酚及高级烃等易凝聚的副产物，所以对

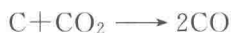
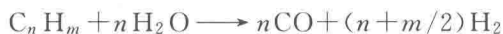
环境的污染较小。

在气化炉内的反应大致分成三个区域。

(1) 裂解和挥发区 主要为煤粉中水的蒸发和煤的热裂解反应，释放出挥发组分，小煤粒变成煤焦。

(2) 燃烧和气化区 主要发生煤焦的燃烧反应。

(3) 气化区 主要为煤焦和水蒸气、二氧化碳之间的氧化还原反应，综合反应式如下：



上述反应产物主要为 CO、H₂、CO₂ 和少量的 H₂O(g) 及 H₂S、CH₄、N₂ 等气体。

3.1.2 气化工艺流程

气化工艺流程如图 3.1 所示。

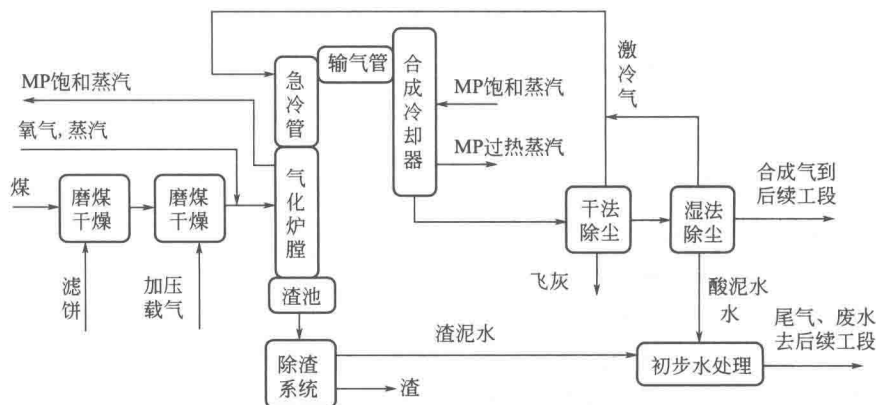


图 3.1 气化工艺流程示意图

3.1.2.1 煤的加压和进料

煤的加压和进料是在完全惰性的条件下进行的。煤粉经粉煤仓（V1001A/B）加压至 4800kPa 被输送到发送罐（V1002A/B）及高压粉煤仓（V1003A/B），之后被输送到两个对称的工艺烧嘴，传送过程中用高压氮气作为传送介质，使煤粉始终处于均匀悬浮状态，传送设备是成对配置的。选择干法输送系统是因为这将导致最大的气化效率，而且，它使气化工艺本身不依赖于煤的特性，比如煤的湿度、颗粒大小、结块性能等。但是，作为化工原料生产，大量的氮气会带入合成气中。

3.1.2.2 气化和合成气冷却

来自空压机的高压氧气经预热器加热到 180℃ 后，与少量中压过热蒸汽在氧气蒸汽混合器中混合后进入工艺烧嘴（A1001A/B/C/D）的外环隙，水蒸气、煤粉与氧气在工艺烧嘴中充分混合雾化后喷入气化炉（R1001）。

气化炉是由一个内有气化炉中压蒸汽发生器（E1004）的压力容器（R1001）构成，在



操作压力为 4.0MPa，气化温度为 1350~1450℃ 发生部分氧化还原反应。反应瞬间完成，生成 CO、H₂、CO₂、H₂O 和少量 H₂S 等气体。环绕着气化炉中压蒸汽发生器（E1004）的气化炉内壁（膜式壁）是采用温度控制的，它通过管子中的循环水换热产生低压蒸汽。在气化区有两个出口，气化炉底部的出口为渣口，它是用来排渣的；在气化炉顶部，其温度约为 1500℃，允许带飞灰的热气进入激冷区。在激冷区用经激冷气压缩机（C1001）送来的大约 190℃ 的无灰循环气来激冷煤气，以避免熔融的灰和黏性的飞渣颗粒带入合成气管道造成淤塞问题，同时，用中压循环泵（P1001）送来的激冷水激冷，激冷壁中压蒸汽发生器（E1001）出口温度约为 900℃ 左右。经输气管进入合成气冷却器（E1002/E1003），经合成气冷却器回收热量后的煤气，温度降至 290℃ 左右，再送往 HPHT 飞灰过滤器（F1003）过滤。

气化炉（R1001）、合成气冷却器蒸汽发生器（E1003）、输气管中压蒸汽发生器（E1002）和激冷壁中压蒸汽发生器（E1001）采用锅炉给水强制循环，由中压循环水泵（P1001）供给，被加热后的汽水混合物进汽包（V1007）分离，汽包内的水经下降管至中压循环水泵（P1001）加压后循环使用，产生的低压蒸汽排出以作他用。汽包可通过省煤器来补水。从外界来的开工中压蒸汽注入汽包，需预热到大约 200℃，以避免一旦煤引入时发生露点腐蚀。

气化炉点火用点火烧嘴（A1003），用液化石油气（LPG）作燃料。开车升温用开工烧嘴（A1002），用柴油泵（P1006）从柴油储罐（V1021）抽出柴油作燃料，开车初期不合格的煤气经洗涤塔（T1001）洗涤冷却后至火炬燃烧后放空。

3.1.2.3 渣的除去和处理

煤中大多数的矿物质以熔渣的形式离开气化区，因为高的气化温度使熔渣自由地沿着膜式壁经渣口流入渣池（V1004）。熔渣进入渣池水浴后被淬冷成固态渣，经破渣机（X1004）破碎后，排入渣收集器（V1005），为使渣能顺利排入渣收集器（V1005），从渣收集器（V1005）上部抽出较清的水，经渣池循环泵（P1003）升压，其中一部分通过渣池水冷却器冷却至 42℃ 后进入渣池（V1004），使渣池（V1004）与渣收集器（V1005）之间形成黑水的强制流动，便于冲洗带出渣池锥底的粗渣，防止堵塞；为了限制在渣池循环装置中形成非纯净物和结块，部分循环水经水力旋流器除渣，然后去给料罐（V1016）及酸性灰浆气提塔（T1002）。将粗渣排入排渣罐（V1006）与脱水槽（V1022）中，用捞渣机将排出的炉渣经由皮带转运至渣场。为保证一个适当的流量，且从渣池排出的大部分灰渣易沉降在渣收集器（V1005）的底部，因此用排放支持水泵（P1002）将水从排渣罐（V1006）打入到渣收集器（V1005），同时，可以通过加入新鲜补水到排渣罐（V1006）底部来洗渣（部分的）。渣脱水槽的灰水经渣灰泥排放泵（P1004）连续不断地送至澄清槽，若脱水槽的液位将要低于它能接受另一批水的液位时，可通过打开 LV1008 来保持脱水槽的液位不变。

3.1.2.4 飞灰的除去和处理

煤气化产生的飞灰随合成气引出气化炉，必须经过干法脱除和湿法洗涤使灰尘含量达到要求，以保证下游压缩机及变换工段催化剂不致因灰尘积累而影响装置的正常运行。飞灰过滤器（F1003）处于工艺中的飞灰收集工序的顶端，将气化炉生成的合成气中的绝大部分粉尘过滤掉，使合成气达到一定的标准后进入湿洗工序进一步洗涤和用作激冷气。飞灰过滤器过滤了合成气中 99% 的飞灰，然后通过飞灰排放罐（V1009）、飞灰气提冷却罐（V1010）、

中间飞灰储罐 (V1011)、飞灰充气仓 (V1012A/B) 及飞灰储仓 (V1013) 排出, 最后, 通过卡车运走。停车时, 飞灰高温高压过滤器最好保持在 80℃ 以上, 以避免过滤器上的压差的增加 (滤饼/管的渗透性不可逆转的下降, 导致这种情况预计与湿含量有关, 如果发生这种情况, 机械方法不能彻底清洁)。

3.1.2.5 合成气洗涤系统

洗涤系统的主要目的是除去卤化物 (主要是氯化物) 和灰中的微量元素。从干法除尘系统来的无灰合成气进入文丘里洗涤器 (J1001) 与洗涤塔循环泵 (P1011) 来的黑水直接接触使气体中夹带的细灰进一步增湿, 进入洗涤塔 (T1001), 沿下降管进入塔底的水浴中。水煤气向上穿过水层, 大部分固体颗粒沉降与粗煤气分离。上升的粗煤气沿下降管和导气管的环隙进入洗涤塔上部四块冲击式塔板, 与新鲜水逆向接触, 进一步洗涤掉粗煤气中剩余的固体颗粒。在洗涤塔顶部经过旋流板除沫器, 除去气体中夹带的雾沫, 粗煤气温度降至 177℃ 后离开洗涤塔 (T1001) 进入后续工序。

整个气化系统的压力是在这个系统的末端来控制的, 可根据产量的变化来调节气化炉的压力。洗涤塔 (T1001) 底部烧碱的注入是为了维持液体的 pH 值 (7.5~8), 注入的速度可与合成气产量相结合。

3.1.2.6 废水的气提和澄清

灰浆气提主要目的是处理废水中溶解的气体如 H_2S 、 NH_3 、 CO_2 和 HCN 。从渣收集器 (V1005) 排出的渣池水经渣池循环泵 (P1003) 升压, 再经水力旋流器除渣后的废水与从洗涤塔 (T1001) 送来的废水被引入到给料罐 (V1016)。同时, 为了防止 $CaCO_3$ 沉淀, 盐酸被加入渣池排放水中, 由流量控制器 (FIC1027) 控制出口 pH 值 (在 6.0~7.0)。给料罐 (V1016) 的闪蒸气和灰浆气提塔 (T1002) 的气提气一起经排放气空冷器冷却后送往回流罐 (V1017)。气提的灰浆是用料位控制 (LIC1015) 从气提塔排出的, 经排污水空冷器 (E1006) 冷却后送至澄清系统。

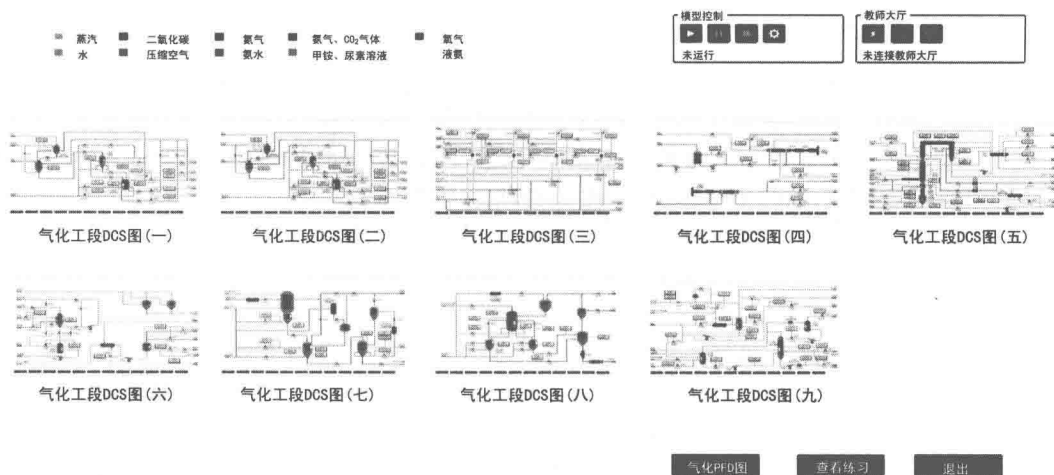


图 3.2 气化仿真总貌图



3.1.2.7 烧嘴循环水系统流程

为了保护气化炉内的工艺烧嘴，防止高温损坏，工艺烧嘴头部带有冷却水盘管。烧嘴冷却水给料罐（V1020）中的新鲜水通过热水泵（P1005）加压后经热水加热器（E1008）用中压蒸汽加热至 120℃，进入烧嘴冷却水盘管，对工艺烧嘴头部进行冷却，由于回水温升很小，所以返回给料罐底吸收膨胀，另外由于温度较高，压力低时易气化，造成泵汽蚀，所以必须加压，这样不仅能节约能源，还降低了加热器的负荷。

3.1.3 仿真界面

图 3.2~图 3.4 分别为气化仿真总貌、DCS 图及现场图。

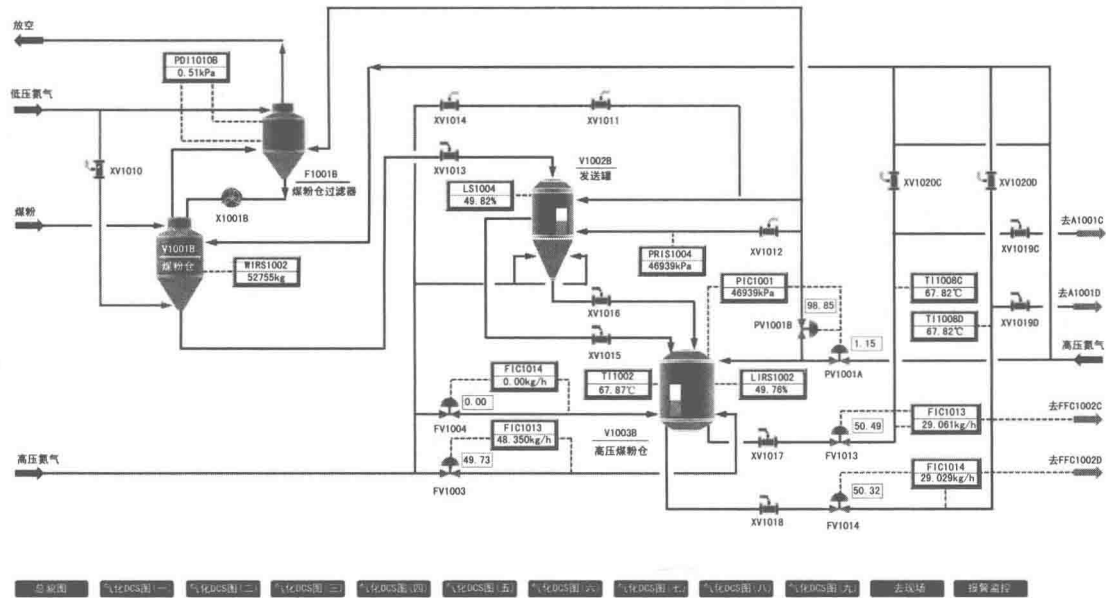


图 3.3 气化仿真 DCS 图

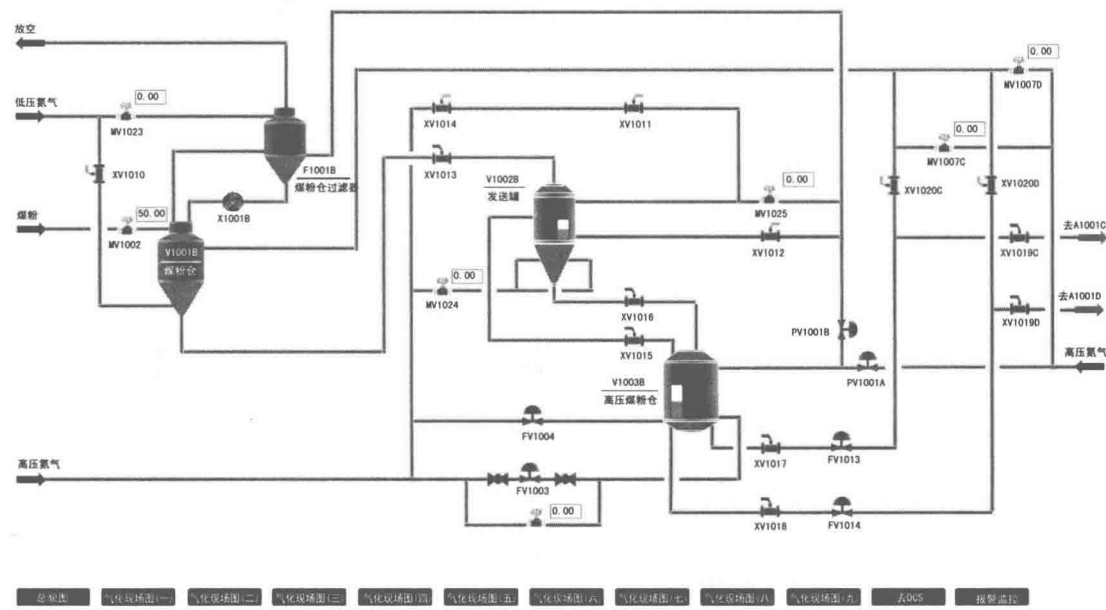


图 3.4 气化仿真现场图