



高职高专规划教材

◎化工类核心课程系列◎

化工单元技能训练指导

HUAGONG DANYUAN JINENG XUNLIAN ZHIDAO 主 编◎方向红 孙文娟



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社



高职高专规划教材

◎化工类核心课程系列◎

化工单元技能训练指导

主 编 方向红 孙文娟

副主编 陈桂娟 王志艳



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

化工单元技能训练指导/方向红,孙文娟主编. —合肥:安徽大学出版社,2013.8

高职高专规划教材.化工类核心课程系列

ISBN 978-7-5664-0501-2

I. ①化… II. ①方… ②孙… III. ①化工单元操作—高等职业教育—教材
IV. ①TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 170439 号

化工单元技能训练指导

方向红 孙文娟 主编

出版发行:北京师范大学出版集团

安徽大学出版社

(安徽省合肥市肥西路3号 邮编 230039)

www.bnupg.com.cn

www.ahupress.com.cn

印刷:中国科学技术大学印刷厂

经销:全国新华书店

开本:184mm×260mm

印张:20.25

字数:500千字

版次:2013年8月第1版

印次:2013年8月第1次印刷

定价:37.00元

ISBN 978-7-5664-0501-2

策划编辑:李梅 张明举

责任编辑:武溪溪 张明举

责任校对:程中业

装帧设计:李军

美术编辑:李军

责任印制:赵明炎

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话:0551-65106311

外埠邮购电话:0551-65107716

本书如有印装质量问题,请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话:0551-65106311

前言

随着各行各业对人才需求的迅速增长,职业院校作为培养和输送各类技能型、技术型实用人才的基地,在经过迅速扩大办学规模的发展阶段后,现进入调整专业结构、加强内涵建设、提高人才培养质量的新发展阶段,以适应社会主义市场经济对各类实用人才的需求。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,而实际训练是培养这种能力的关键环节。

基于健康、安全和环保的理念,安徽职业技术学院乘着国家示范性院校建设的东风,化工系与北京东方仿真有限公司和天津大学过程工业技术与装备研究所及天津市睿智天成科技发展有限公司合作,建设应用化工仿真实训中心和化工单元技能训练中心——其中应用化工仿真实训中心引进北京东方仿真有限公司 15 个化工单元仿真训练软件、仿真模拟化工单元操作、化工单元技能训练中心采用化工技术、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,属国内首创。

化工单元过程及设备课程是化工技术类专业核心课程,理论知识的学习和实践能力的训练犹如火车的两条铁轨,是化工高技能人才培养过程中两个必不可少的条件。主编根据多年的教育教学经验,在先进的教学理念指导下,根据化工生产过程“三传一反”的共性特点,组织编写了化工单元过程与设备系列教材——《化工单元过程与设备》和与之配套的《化工单元技能训练指导》。

《化工单元技能训练指导》分为两个模块,模块一:仿真训练项目指导;模块二:实操训练项目指导。本教材使学生在学学习化工单元过程与设备理论知识的同时,可以进行化工单元仿真项目和实际操作训练,注重培养学生的应用能力和实际操作能力,以及化工生产操作人员应当具有的基本素质,以充分提升化工技术类学生的职业技能。

由于化工生产的特殊性,实践教学在高等职业院校中受到硬件条件的限制,院校大多没有与真实生产过程完全相同的生产装置。针对这种情况,本教材从实际出发,以化工生产操作为背景,利用多数学校现有的化工单元实训装置,模拟生产过程,开发出一些基本的生产操作任务,这些操作任务虽不能完全代表真实生产过程中的操作内容,但

通过操作训练,能够使学习者对化工生产操作的基本程序、操作要求、操作规范、安全知识等有一个概括的了解,能够使学生掌握基本的操作技能,并初步养成化工生产操作人员应当具有的基本素质。

本书由方向红、孙文娟担任主编,郝建文、陈桂娟、王志艳等老师参与编写。编写过程中,学院领导给予了大力支持,教务处给予了大力帮助,安徽大学出版社给予了大力协助,北京东方仿真有限公司、天津睿智天成有限公司、中国化工教育协会、国家化学工业技能鉴定指导中心鼎力相助,在此一并表示衷心的感谢!同时对为本书的出版给予过帮助的各位老师表示感谢!

由于编者水平有限,书中不完善甚至错误之处在所难免,敬请读者和同仁指正。

编 者

2013 年 1 月

目 录

模块一 仿真训练项目指导

项目 1 液位控制系统单元仿真培训系统	3
一、项目流程说明	3
二、装置的操作规程	5
三、事故设置一览	8
四、仿真界面	9
五、思考题	11
项目 2 离心泵单元仿真培训系统	12
一、项目流程说明	12
二、离心泵单元操作规程	14
三、事故设置一览	16
四、仿真界面	18
五、思考题	20
项目 3 透平压缩机单元仿真培训系统	21
一、项目流程说明	21
二、透平压缩机单元操作规程	22
三、事故设置一览	26
四、仿真界面	27
五、思考题	29
项目 4 CO ₂ 压缩机单元仿真系统	30
一、装置概况	30
二、主要设备列表	32
三、正常操作项目指标	34
四、项目报警及联锁系统	34

五、项目操作规程	35
六、事故列表	38
七、仿真界面	40
项目 5 真空系统单元仿真培训系统	46
一、项目流程说明	46
二、设备一览表	49
三、控制说明	51
四、操作规程	51
五、事故处理培训	53
项目 6 换热器单元仿真培训系统	55
一、项目流程说明	55
二、换热器单元操作规程	57
三、事故设置一览	59
四、仿真界面	61
五、思考题	63
项目 7 管式加热炉单元仿真培训系统	64
一、项目流程说明	64
二、本单元操作规程	65
三、事故设置一览	69
四、仿真界面	71
五、思考题	73
项目 8 锅炉单元仿真培训系统	74
一、项目流程简述	74
二、装置的操作规程	76
三、事故设置一览	82
四、仿真界面	85
五、思考题	89
项目 9 精馏塔单元仿真培训系统	90
一、项目流程说明	90
二、精馏单元操作规程	91
三、事故设置一览	94
四、仿真界面	96
五、思考题	98

项目 10 吸收解吸单元仿真培训系统	99
一、项目流程说明	99
二、吸收解吸单元操作规程	100
三、事故设置一览	104
四、仿真界面	107
五、思考题	111
项目 11 萃取塔单元操作	112
一、工作原理简述	112
二、项目流程简介	113
三、主要设备	114
四、调节阀、显示仪表及现场阀说明	114
五、操作规程	115
项目 12 罐区单元仿真培训系统	117
一、项目流程说明	117
二、罐区单元操作规程	119
三、事故设置一览表	127
项目 13 间歇反应釜单元仿真培训系统	128
一、项目流程简述	128
二、间歇反应器单元操作规程	129
三、事故设置一览	131
四、仿真界面	133
项目 14 固定床反应器单元仿真培训系统	135
一、项目流程说明	135
二、固定床反应器单元操作规程	136
三、事故设置一览	139
四、仿真界面	141
五、思考题	143
项目 15 流化床反应器单元仿真培训系统	144
一、项目流程说明	144
二、装置的操作规程	145
三、事故设置一览	148
四、仿真界面	150
五、思考题	152

模块二 实操训练项目指导

化工操作技能实训中心安全与环保要求	155
项目 1 管路拆装操作实训	157
一、实训目的	157
二、实训要求	157
三、装置认识	158
四、技能训练步骤	161
五、设备的维护与检修	161
项目 2 流体输送操作实训	162
一、实训目的	162
二、实训原理	162
三、装置认识	165
四、技能训练步骤	167
项目 3 过滤操作实训	173
一、实训目的	173
二、实训原理	173
三、装置流程图	181
四、技能训练步骤	181
五、数据记录	182
项目 4 传热装置操作实训	183
一、实训目的	183
二、实训原理	183
三、装置认识	186
四、技能训练步骤	188
项目 5 蒸发操作实训	195
一、实训目的	195
二、生产工艺过程	195
三、生产控制技术	198
四、物耗能耗指标	200
五、工业卫生和劳动保护	200
六、技能训练步骤	202

七、设备一览表	203
八、仪表计量一览表及主要仪表规格型号	203
九、变频器的使用及仪表的使用	203
项目 6 喷雾干燥操作实训	204
一、实训目的	204
二、实训原理	204
三、装置认识	205
四、技能训练步骤	206
五、实训记录	208
项目 7 流化床干燥操作实训	209
一、实训目的	209
二、实训原理	209
三、装置认识	210
四、技能训练步骤	213
项目 8 精馏装置操作实训	218
一、实训目的	218
二、实训原理	218
三、装置认识	220
四、技能训练步骤	222
项目 9 吸收—解吸操作实训	228
一、实训目的	228
二、实训原理	228
三、装置认识	230
四、技能训练步骤	232
项目 10 萃取培训装置操作	239
一、实训目的	239
二、生产工艺过程	239
三、生产控制技术	244
四、物耗能耗指标	246
五、安全生产技术	246
六、技能训练步骤	248
项目 11 膜分离操作实训	250
一、系统设计依据	250

二、系统工艺介绍及安装说明	250
三、系统操作说明	251
四、系统维护说明	253
五、设备运行常见故障及解决方法	254
项目 12 釜式反应器操作规程	255
一、实训目的	255
二、生产工艺过程	255
三、生产控制技术	258
四、物耗能耗指标	258
五、安全生产技术	259
六、实训操作步骤	260
七、设备一览表	261
八、仪表计量一览表及主要仪表规格型号	261
九、仪表的使用	261
项目 13 管式反应器实习实训装置操作规程	262
一、实训目的	262
二、生产工艺过程	262
三、生产控制技术	267
四、物耗能耗指标	268
五、安全生产技术	268
六、实训操作步骤	269
七、设备一览表	270
八、仪表计量一览表及主要仪表规格型号	270
九、仪表的使用及推荐反应体系	270
项目 14 固定床反应器实训装置操作规程	271
一、实训目的	271
二、生产工艺过程	271
三、生产控制技术	277
四、物耗能耗指标	278
五、安全生产技术	278
六、实训操作步骤	279
七、设备一览表	280
八、仪表计量一览表及主要仪表规格型号	280
九、仪表的使用及推荐反应体系	280

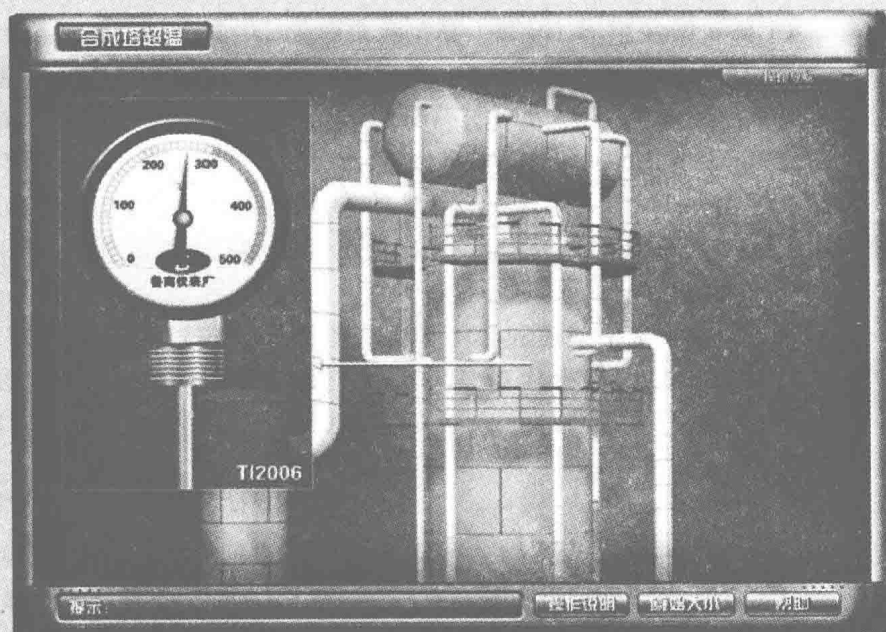
项目 15 流化床反应器实训设备操作规程	281
一、实训目的	281
二、生产工艺过程	281
三、生产控制技术	289
四、物耗能耗指标	290
五、安全生产技术	290
六、实训操作步骤	291
七、设备一览表	292
八、仪表计量一览表及主要仪表规格型号	293
九、仪表的使用及推荐反应体系	293
项目 16 MTP 反应评价实训装置操作规程	294
一、实训目的	294
二、生产工艺过程	294
三、生产控制技术	300
四、物耗能耗指标	301
五、安全生产技术	301
六、实训操作步骤	303
七、设备一览表	303
八、仪表计量一览表及主要仪表规格型号	303
九、仪表的使用及推荐反应体系	303

附 录

附录 1 变频器的使用	304
附录 2 仪表的使用	305
附录 3 常压下(101.3kPa)湿空气中水蒸汽的相对湿度(%)与 干、湿球温度的关系	308
附录 4 乙醇—水溶液体系的平衡数据	309
附录 5 推荐反应体系——乙醇脱水制乙烯	310

模块一

仿真训练项目指导



项目 1

液位控制系统单元仿真培训系统

一、项目流程说明

(一)项目说明

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,使学员掌握简单回路和复杂回路的控制及其相互关系。

缓冲罐 V101 仅一股来料, $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 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 ($5.0\text{kg}/\text{cm}^2$) 时, PV101B 自动打开泄压;压力低于分程点时, PV101B 自动关闭, PV101A 自动打开给罐充压,使 V101 压力控制在 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 。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 $9\text{kg}/\text{cm}^2$, FIC102 流量正常控制在 $20000\text{kg}/\text{hr}$ 。

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 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 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,正常工作时 FIC103 的流量控制在 $30000\text{kg}/\text{h}$ 。

罐 V103 也有两股进料,一股来自于 V102 的底抽出量,另一股为 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 压力的液体通过 FIC103 与 FI103 比值调节进入 V103,比值为 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。

(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。

1. 单回路控制系统

单回路控制系统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、最简单的一种,因此,它又被称为简单控制。

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 和 LIC103。

2. 分程控制系统

通常一台控制器的输出只控制 1 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 2 只甚至 2 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 1 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。如图 1-1 所示:

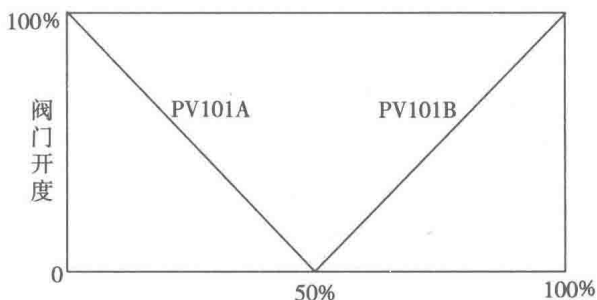


图 1-1 PIC101.OP

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 2 种或 2 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 2 个或 2 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 2 种或几种物料的流量为一定比例关系的系统,称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,调整 FI103 的流量。

对于比值调节系统,首先是要明确哪种物料是主物料,然后由主物料来配比另一种物料。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(为 C2 为主的烃原料)的量的变化而改变。

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。

5. 设备一览

V101:缓冲罐

V102:恒压中间罐

V103:恒压产品罐

P101A:缓冲罐 V101 底抽出泵

P101B:缓冲罐 V101 底抽出备用泵

二、装置的操作规程

(一)冷态开车规程

本操作规程仅供参考,详细操作以评分系统为准。

装置的开车状态为 V102 和 V103 两罐已充压完毕,保压在 $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$,缓冲罐 V101 压力为常压状态,所有可操作阀均处于关闭状态。

1.缓冲罐 V101 充压及液位建立

(1)确认事项

V101 压力为常压。

(2)V101 充压及建立液位

- ①在现场图上,打开 V101 进料调节器 FIC101 的前手阀 V1 和 V2,开度为 100%。
- ②在 DCS 图上,打开调节阀 FIC101,阀位开度一般为 30%左右,给缓冲罐 V101 充液。
- ③待 V101 见液位后再启动压力调节阀 PIC101,阀位先开至 20%充压。
- ④待压力达 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 左右时,PIC101 投自动。

2.中间罐 V102 液位建立

(1)确认事项

- ①V101 液位达 40%以上。
- ②V101 压力达 $5.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 左右。

(2)V102 建立液位

- ①在现场图上,打开泵 P101A 的前手阀 V5 为 100%。
- ②启动泵 P101A。
- ③当泵出口压力达 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 时,打开泵 P101A 的后手阀 V7 为 100%。
- ④打开流量调节器 FIC102 前后手阀 V9 及 V10 为 100%。
- ⑤打开出口调节阀 FIC102,手动调节 FV102 开度,使泵出口压力控制在 $9.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 左右。
- ⑥打开液位调节阀 LV102 至 50%开度。
- ⑦V101 进料流量调整器 FIC101 投自动,设定值为 $20000.0\text{kg}/\text{hr}$ 。
- ⑧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。
- ⑨V102 液位达 50%左右,LIC102 投自动,设定值为 50%。

3.产品罐 V103 建立液位

(1)确认事项

V102 液位达 50%左右。

(2)V103 建立液位

- ①在现场图上,打开流量调节器 FIC103 的前后手阀 V13 及 V14。