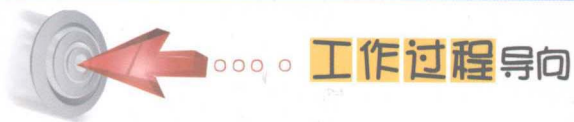
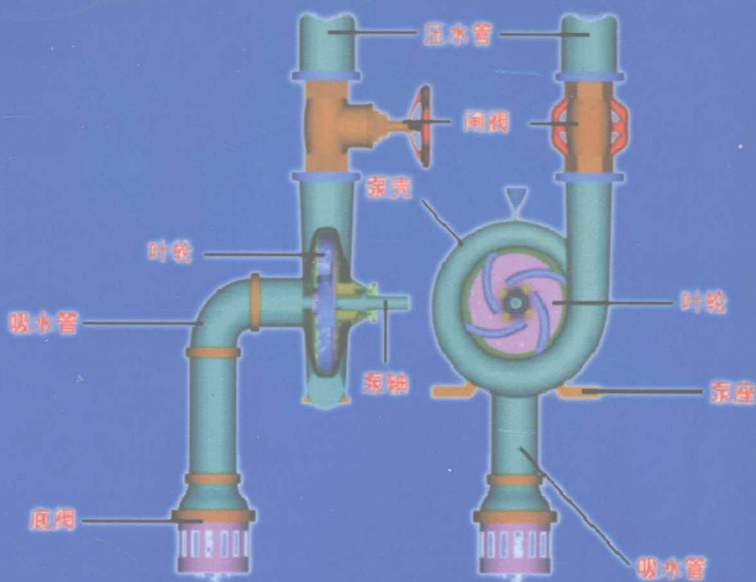


全国高职高专化学课程
“十一五”规划教材



化工单元操作实训

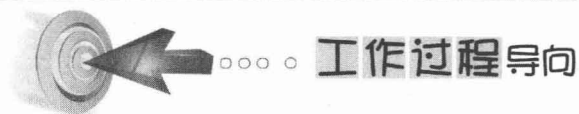
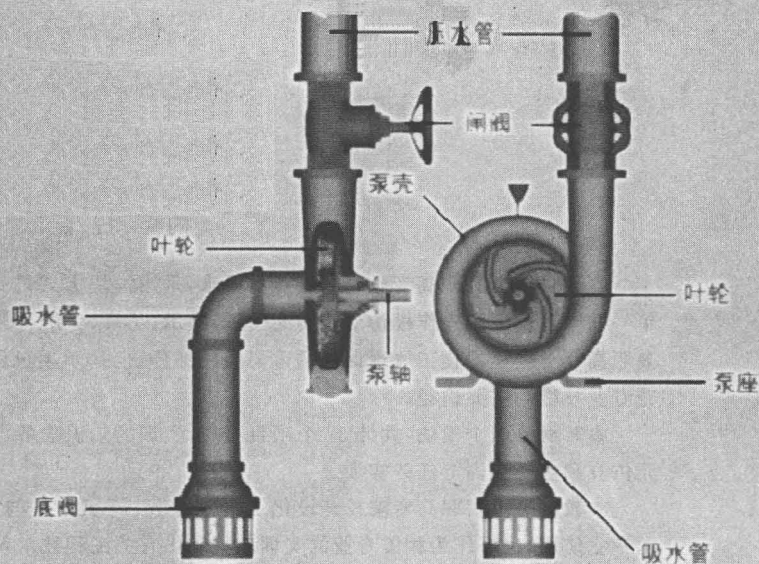
HUAGONG DANYUAN CAOZUO
SHIXUN

◎ 窦锦民 徐 燊 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

全国高职高专化学课程
“十一五”规划教材



化工单元操作实训

常州大学图书馆藏书章

- ◎ 主 编 窦锦民 徐 燊
- ◎ 副主编 石玉冰 何奕波 王训遒 陈思顺 唐传球
- ◎ 参 编 代文双 田景利 王艳萍 杨发财 刘亚群 李怀亮
- ◎ 主 审 崔世玉

内 容 提 要

本教材根据高职高专教育的特点和要求,采用模块方式进行编写,坚持项目导向原则,实训形式由单一的原理验证和操作模仿形式转向验证、演示、仿真、生产、操作等多种综合技能训练形式。本教材是高职高专学生学习化工原理课程的重要组成部分,也是学生巩固化工单元操作理论、培养职业素质、提升专业技能的主要途径。

本教材分四个模块,共计 37 个项目,包括实训的知识准备,还包括实验型实训、操作型实训、化工单元仿真和生产实训等任务实训。

本教材可供高职高专院校开设化工原理或化工单元过程与操作课程的化工工艺专业和应用化工技术专业使用,也可作为相关专业的实训教材和供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

化工单元操作实训/窦锦民 徐 焯 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2010.10
ISBN 978-7-5609-6447-8

I. 化… II. ① 窦… ② 徐… III. 化工单元操作-高等学校:技术学校-教材 IV. TQ02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 144902 号

化工单元操作实训

窦锦民 徐 焯 主编

责任编辑:程 芳

封面设计:刘 卉

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:仙桃市新华印务有限责任公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:20.75

字 数:499 千字

版 次:2010 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:33.00 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国高职高专化学课程“十一五”规划教材编委会

主任

- 刘丛** 邢台职业技术学院院长,教育部高职高专材料类教指委副主任委员
王纪安 承德石油高等专科学校党委书记,教育部高职高专材料类教指委委员,工程材料与成形工艺基础分委员会主任
吴国玺 辽宁科技学院副院长,教育部高职高专材料类教指委委员

副主任

- 退国珍** 山东大王职业学院,副院长
孙晋东 山东化工技师学院,副院长
郑桂富 蚌埠学院,教育部高职高专食品类教指委委员
刘向东 内蒙古工业大学,教育部高职高专材料类教指委委员
苑忠国 吉林电子信息职业技术学院,教育部高职高专材料类教指委委员
陈文 四川广播电视大学,教育部高职高专环保与气象类教指委委员
薛巧英 山西工程职业技术学院,教育部高职高专环保与气象类教指委委员
张宝军 徐州建筑职业技术学院,教育部高职高专环保与气象类教指委委员
张歧 海南大学,教育部高职高专轻化类教指委委员
雷明智 湖南科技职业学院,教育部高职高专轻化类教指委委员,轻化类教指委皮革分委员会副主任
廖湘萍 湖北轻工职业技术学院,教育部高职高专生物技术类教指委委员
王德芝 信阳农业高等专科学校,教育部高职高专生物技术类教指委委员
翁鸿珍 包头轻工职业技术学院,教育部高职高专生物技术类教指委委员
丁安伟 南京中医药大学,教育部高职高专药品类教指委委员
徐建功 国家食品药品监督管理局培训中心,教育部高职高专药品类教指委委员
徐世义 沈阳药科大学,教育部高职高专药品类教指委委员
张俊松 深圳职业技术学院,教育部高职高专药品类教指委委员
张滨 长沙环境保护职业技术学院,教育部高职高专食品类教指委食品检测分委员会委员
顾宗珠 广东轻工职业技术学院,教育部高职高专食品类教指委食品加工分委员会委员
蔡健 苏州农业职业技术学院,教育部高职高专食品类教指委食品加工分委员会委员
丁文才 荆州职业技术学院,教育部高职高专轻化类教指委染整分委员会委员

编委 (按姓氏拼音排序)

- | | | | |
|-----|----------------|-----|--------------|
| 白月辉 | 内蒙古通辽医学院 | 宋建国 | 牡丹江大学 |
| 曹智启 | 广东岭南职业技术学院 | 孙彩兰 | 抚顺职业技术学院 |
| 陈斌 | 湖南中医药高等专科学校 | 孙琪娟 | 陕西纺织服装职业技术学院 |
| 陈一飞 | 嘉兴职业技术学院 | 孙秋香 | 湖北第二师范学院 |
| 崔宝秋 | 锦州师范高等专科学校 | 孙玉泉 | 潍坊教育学院 |
| 丁芳林 | 湖南生物机电职业技术学院 | 覃显灿 | 沙市职业大学 |
| 丁树谦 | 营口职业技术学院 | 唐福兴 | 三明职业技术学院 |
| 杜萍 | 黑龙江农垦农业职业技术学院 | 唐利平 | 四川化工职业技术学院 |
| 傅佃亮 | 山东铝业职业学院 | 王方坤 | 德州科技职业学院 |
| 高爽 | 辽宁经济职业技术学院 | 王官南 | 开封大学 |
| 高晓灵 | 江西陶瓷工艺美术职业技术学院 | 王和才 | 苏州农业职业技术学院 |
| 高晓松 | 包头轻工职业技术学院 | 王华丽 | 山东药品食品职业学院 |
| 巩健 | 淄博职业学院 | 王亮 | 温州科技职业学院 |
| 姜建辉 | 四川中医药高等专科学校 | 王小平 | 江西中医药高等专科学校 |
| 姜莉莉 | 黄冈职业技术学院 | 王晓英 | 吉林工商学院 |
| 金贵峻 | 甘肃林业职业技术学院 | 肖兰 | 天津开发区职业技术学院 |
| 李炳诗 | 信阳职业技术学院 | 熊俊君 | 江西应用技术职业学院 |
| 李峰 | 信阳职业技术学院 | 徐惠娟 | 辽宁科技学院 |
| 李少勇 | 山东大王职业学院 | 徐康宁 | 河套大学 |
| 李文典 | 漯河职业技术学院 | 徐燭 | 濮阳职业技术学院 |
| 李新宇 | 北京吉利大学 | 许晖 | 蚌埠学院 |
| 李训仕 | 揭阳职业技术学院 | 薛金辉 | 吕梁学院 |
| 李煜 | 黑龙江生物科技职业学院 | 杨波 | 石家庄职业技术学院 |
| 李治龙 | 新疆塔里木大学 | 杨靖宇 | 周口职业技术学院 |
| 梁玉勇 | 铜仁职业技术学院 | 杨玉红 | 河南鹤壁职业技术学院 |
| 刘丹赤 | 日照职业技术学院 | 尹显锋 | 内江职业技术学院 |
| 刘兰泉 | 重庆三峡职业学院 | 俞慧玲 | 宜宾职业技术学院 |
| 刘庆文 | 天津渤海职业技术学院 | 张虹 | 山西生物应用职业技术学院 |
| 刘旭峰 | 广东纺织职业技术学院 | 张怀珠 | 甘肃农业职业技术学院 |
| 龙德清 | 邵阳师范高等专科学校 | 张翱 | 徐州生物工程高等职业学校 |
| 卢洪胜 | 武汉职业技术学院 | 张荣 | 大庆职业学院 |
| 陆宁宁 | 常州纺织服装职业技术学院 | 张绍军 | 三门峡职业技术学院 |
| 吕方军 | 山东中医药高等专科学校 | 张淑云 | 三明职业技术学院 |
| 毛小明 | 安庆医药高等专科学校 | 张晓继 | 辽宁卫生职业技术学院 |
| 倪洪波 | 荆州职业技术学院 | 赵斌 | 中山火炬职业技术学院 |
| 彭建兵 | 顺德职业技术学院 | 周金彩 | 湖南永州职业技术学院 |
| 乔明晓 | 郑州职业技术学院 | 周西臣 | 中国石油大学胜利学院 |
| 沈发治 | 扬州工业职业技术学院 | 朱明发 | 德州职业技术学院 |

前言

化工原理课程是自然科学领域的基础课向工程科学的专业课过渡的入门课程,是化工类及相关专业的一门必修的重要的技术基础课程。化工单元操作实训是化工原理课程的重要组成部分,是培养学生工程观念和实际动手操作能力、提高学生综合素质的重要途径。

本书是化工原理及其相关课程的配套教材,采用模块方式进行编写,坚持项目导向原则,实训内容由单一的原理验证和操作模仿转向验证、操作、生产、仿真、演示等多种综合技能训练形式。全书分化工单元操作实训基础、化工单元操作装置实训、化工单元操作仿真实训和典型化工生产单元仿真实训四个模块,共计 37 个项目,包括实训的知识准备、实验型实训、操作型实训、化工单元仿真和生产实训等。

本书全面介绍了各种化工单元操作的实训过程,通过实训强化学生的创新意识,通过化工生产仿真实训提升学生的专业技术技能。在本书的组织编写过程中,较多吸收实际生产操作经验及教学实践经验,注重单元操作的基本技能、故障的处理方法和安全基本知识等内容,注意强化实训过程中学生分析问题和解决问题的能力,力求在体系和内容上有新意,同时也为从事化工生产操作的工程技术人员提供参考资料。

本书主编为山东化工技师学院窦锦民、濮阳职业技术学院徐燊;副主编为濮阳职业技术学院石玉冰、信阳职业技术学院何奕波、漯河职业技术学院陈思顺、南阳师范高等专科学校唐传球。编写分工是:徐燊编写模块一的项目 1.3 和模块二的项目 2.1、项目 2.2;窦锦民编写模块三的项目 3.9、项目 3.10 和模块四的项目 4.4、项目 4.5;王训道编写模块一的项目 1.1、项目 1.2 和模块三的项目 3.6;石玉冰编写模块四的项目 4.6、项目 4.7、项目 4.8;何奕波编写模块二的项目 2.6、项目 2.14 和模块四的项目 4.2;陈思顺编写模块三的项目 3.1、项目 3.2、项目 3.3;唐传球编写模块二的项目 2.7 和模块三的项目 3.7、项目 3.8;辽宁科技学院代文双编写模块二的项目 2.3、项目 2.4、项目 2.5;辽宁科技学院田景利



编写模块二的项目 2.9、项目 2.10 和模块三的项目 3.4；濮阳职业技术学院王艳萍编写模块二的项目 2.8、项目 2.13 和模块四的项目 4.1；山东化工技师学院杨发财编写模块二的项目 2.11 和模块四的项目 4.3、项目 4.9；山东化工技师学院刘亚群编写模块二的项目 2.12 和模块三的项目 3.5；山东化工技师学院李怀亮编写模块四的项目 4.10。全书承蒙山东化工技师学院崔世玉副教授主审，并提出许多宝贵意见。在编写过程中，东方仿真公司及编者的单位和同事给予了大力的支持和帮助，在此向他们表示深切的谢意。

本书由于编写时间仓促，加之编者们的学识和经验有限，难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

编者
2009 年 12 月

目录

模块一	化工单元操作实训基础	/1
项目 1.1	实训的重要意义、目的、要求和考核	/1
1.1.1	实训的重要意义	/1
1.1.2	实训的目的、要求	/1
1.1.3	实训的组织管理	/3
1.1.4	实训的考核与成绩评定	/7
项目 1.2	安全实训规范	/8
1.2.1	安全知识	/8
1.2.2	安全、环保、节能防护措施	/8
项目 1.3	化工单元实训数据处理基础	/11
1.3.1	实训误差估算与分析	/11
1.3.2	实训数据处理	/17
1.3.3	试验设计方法	/22
模块二	化工单元操作装置实训	/31
项目 2.1	化工原理演示实训	/31
2.1.1	雷诺实验	/31
2.1.2	流体流动机械能转换实训	/33
2.1.3	离心泵的汽蚀现象	/36
2.1.4	板式塔的流体力学现象	/38
项目 2.2	流体压力、流量和温度的测控技术	/41
2.2.1	流体压力的测量与控制	/42
2.2.2	流量的测量与控制	/46
2.2.3	温度的测量与控制	/48
项目 2.3	流体流动阻力的测定实训	/50
2.3.1	实训目的	/50
2.3.2	实训原理	/50
2.3.3	实训装置和流程	/54



2.3.4	实训步骤	/55
2.3.5	数据记录及处理	/55
2.3.6	思考题	/56
项目 2.4	流量计的流量校正实训	/56
2.4.1	实训目的	/56
2.4.2	实训原理	/56
2.4.3	实训装置和流程	/58
2.4.4	实训步骤	/59
2.4.5	数据记录及处理	/60
2.4.6	思考题	/60
项目 2.5	离心泵特性曲线的测定实训	/61
2.5.1	实训目的	/61
2.5.2	实训原理	/61
2.5.3	实训装置和流程	/63
2.5.4	实训步骤	/64
2.5.5	数据记录及处理	/64
2.5.6	思考题	/65
项目 2.6	过滤操作实训	/65
2.6.1	实训目的	/65
2.6.2	实训原理	/65
2.6.3	实训装置和流程	/66
2.6.4	实训步骤	/67
2.6.5	数据记录及处理	/68
2.6.6	思考题	/68
项目 2.7	给热系数的测定实训	/68
2.7.1	实训目的	/68
2.7.2	实训原理	/69
2.7.3	实训装置和流程	/71
2.7.4	实训步骤	/72
2.7.5	数据记录及处理	/73
2.7.6	思考题	/75
项目 2.8	换热器的操作和传热系数的测定实训	/75
2.8.1	列管式换热器简介	/75
2.8.2	实训目的	/76
2.8.3	实训原理	/77
2.8.4	实训装置和流程	/78
2.8.5	实训步骤	/79

2.8.6	操作要点	/79
2.8.7	数据记录及处理	/80
2.8.8	思考题	/82
项目 2.9	填料吸收塔流体力学特性实训	/83
2.9.1	实训目的	/83
2.9.2	实训原理	/83
2.9.3	实训装置和流程	/84
2.9.4	实训步骤	/85
2.9.5	数据记录及处理	/85
2.9.6	思考题	/87
项目 2.10	填料塔吸收系数的测定实训	/87
2.10.1	实训目的	/87
2.10.2	实训原理	/87
2.10.3	实训装置和流程	/90
2.10.4	实训步骤	/90
2.10.5	数据记录及处理	/91
2.10.6	思考题	/92
项目 2.11	精馏塔的操作与塔效率的测定实训	/93
2.11.1	精馏的理论知识	/93
2.11.2	实训原理	/93
2.11.3	实训装置和流程	/94
2.11.4	实训步骤	/94
2.11.5	数据记录及处理	/96
2.11.6	思考题	/97
项目 2.12	液-液萃取塔的操作实训	/97
2.12.1	实训原理	/98
2.12.2	实训装置和流程	/99
2.12.3	实训步骤	/100
2.12.4	数据记录及处理	/102
2.12.5	事故处理	/102
项目 2.13	干燥操作和干燥速率曲线的测定实训	/103
2.13.1	实训目的	/103
2.13.2	实训原理	/103
2.13.3	实训装置及流程	/105
2.13.4	实训步骤	/105
2.13.5	数据记录及处理	/106
2.13.6	事故处理	/107







2.13.7 思考题	/109
项目 2.14 管路系统安装实训	/109
2.14.1 管路安装基础知识	/109
2.14.2 实训目的	/123
2.14.3 实训装置和流程	/123
2.14.4 实训步骤	/123
2.14.5 管路拆装考核评分细则	/125
模块三 化工单元操作仿真实训	/128
项目 3.1 液位控制系统单元仿真实训	/128
3.1.1 工艺流程说明	/128
3.1.2 操作规程	/130
3.1.3 仪表	/132
3.1.4 事故处理	/133
3.1.5 仿真界面	/133
3.1.6 思考题	/134
项目 3.2 离心泵单元仿真实训	/135
3.2.1 工艺流程说明	/135
3.2.2 操作规程	/137
3.2.3 仪表	/139
3.2.4 事故处理	/139
3.2.5 仿真界面	/140
3.2.6 思考题	/141
项目 3.3 压缩机单元仿真实训	/141
3.3.1 工艺流程说明	/141
3.3.2 操作规程	/142
3.3.3 仪表	/145
3.3.4 事故处理	/146
3.3.5 仿真界面	/146
3.3.6 思考题	/147
项目 3.4 换热器单元仿真实训	/147
3.4.1 工艺流程说明	/147
3.4.2 操作规程	/149
3.4.3 仪表	/150
3.4.4 事故处理	/151
3.4.5 仿真界面	/151
3.4.6 思考题	/152

项目 3.5 管式加热炉单元仿真实训	/153
3.5.1 工艺流程说明	/153
3.5.2 操作规程	/154
3.5.3 仪表	/157
3.5.4 事故处理	/158
3.5.5 仿真界面	/159
3.5.6 思考题	/160
项目 3.6 精馏塔单元仿真实训	/160
3.6.1 工艺流程说明	/160
3.6.2 操作规程	/161
3.6.3 仪表	/163
3.6.4 事故处理	/164
3.6.5 仿真界面	/165
3.6.6 思考题	/166
项目 3.7 吸收与解吸单元仿真实训	/167
3.7.1 工艺流程简述	/167
3.7.2 操作规程	/168
3.7.3 仪表	/173
3.7.4 事故处理	/174
3.7.5 仿真界面	/175
3.7.6 思考题	/176
项目 3.8 萃取塔单元仿真实训	/178
3.8.1 工艺流程说明	/178
3.8.2 操作规程	/181
3.8.3 事故处理	/182
3.8.4 仿真界面	/183
3.8.5 思考题	/184
项目 3.9 锅炉单元操作仿真实训	/184
3.9.1 工艺流程简述	/184
3.9.2 操作规程	/186
3.9.3 仪表	/191
3.9.4 事故处理	/192
3.9.5 仿真界面	/193
3.9.6 思考题	/194
项目 3.10 真空系统仿真实训	/196
3.10.1 工艺流程说明	/196
3.10.2 操作规程	/198



3.10.3	仪表	/199
3.10.4	事故处理	/201
模块四	典型化工生产单元仿真实训	/202
项目 4.1	固定床反应器单元仿真实训	/202
4.1.1	主要流程说明	/202
4.1.2	操作规程	/207
4.1.3	事故处理	/209
4.1.4	仿真界面	/209
4.1.5	思考题	/209
项目 4.2	流化床反应器单元仿真实训	/211
4.2.1	工艺流程说明	/211
4.2.2	操作规程	/212
4.2.3	仪表	/214
4.2.4	事故处理	/215
4.2.5	仿真界面	/216
4.2.6	思考题	/217
项目 4.3	间歇反应釜单元仿真实训	/217
4.3.1	工艺流程简述	/217
4.3.2	操作规程	/218
4.3.3	仪表	/220
4.3.4	事故处理	/221
4.3.5	仿真界面	/221
项目 4.4	甲醇合成装置仿真实训	/223
4.4.1	工艺流程说明	/223
4.4.2	仪表及控制指标	/227
4.4.3	操作规程	/229
4.4.4	事故处理	/232
4.4.5	仿真界面	/234
项目 4.5	常、减压炼油装置仿真实训	/234
4.5.1	工艺流程说明	/234
4.5.2	操作规程	/236
4.5.3	仪表	/242
4.5.4	事故处理	/246
4.5.5	仿真界面	/248
项目 4.6	合成氨装置转化工段仿真实训	/248
4.6.1	工艺流程说明	/248

4.6.2	操作规程	/252			
4.6.3	事故处理	/259			
4.6.4	仿真界面	/261			
项目 4.7	合成氨装置净化工段仿真实训	/262			
4.7.1	概述	/262			
4.7.2	操作规程	/265			
4.7.3	事故处理	/268			
4.7.4	仿真界面	/269			
项目 4.8	合成氨装置合成工段仿真实训	/269			
4.8.1	概述	/269			
4.8.2	操作规程	/277			
4.8.3	事故处理	/281			
4.9.4	仿真界面	/282			
项目 4.9	尿素装置仿真实训	/284			
4.9.1	概述	/284			
4.9.2	操作规程	/289			
4.9.3	事故处理	/298			
4.9.4	仿真界面	/300			
项目 4.10	丙烯酸甲酯生产仿真实训	/301			
4.10.1	概述	/301			
4.10.2	操作规程	/308			
4.10.3	事故处理	/313			
4.10.4	仿真界面	/313			
				参考文献	/315

模块一

化工单元操作实训基础

项目 1.1 实训的重要意义、目的、要求和考核

1.1.1 实训的重要意义

高职高专化工类专业课开设化工单元操作实训,旨在系统、全面地强化应用化工技术专业岗位前的技能或技术培训,帮助学生和本领域从业人员掌握相关的操作技能和基本技术,熟悉流体输送、过滤、传热、蒸馏、吸收、干燥等化工单元操作实训的规范,培养理论联系实际、实事求是的学风,提升分析问题和解决问题的能力。随着现代化工技术的飞速发展,生产装置的大型化、生产过程连续化和自动化程度的提高,为保证生产安全稳定、长周期、满负荷、最优化地运行,职业岗位前的职业教育和培训显得越来越重要。但由于化工生产行业的特殊性,如工艺过程复杂、工艺条件要求十分严格和常伴有高温、高压、易燃、易爆、有毒、腐蚀等不安全因素,常规的职业教育和培训方法已不能满足要求,而化工仿真培训技术,利用计算机模拟真实的操作控制环境,给职业岗位培训提供丰富生动的多媒体教学手段,为受训人员提供安全、经济的离线培训条件。实践教学环节有利于学生创新能力的培养,实训室是让学生学会从实践中发现问题、解决问题和将已有知识运用到实践中的重要场所,是培养高素质的、具有创新能力的应用性人才的实践基地。

1.1.2 实训的目的、要求

化工单元操作实训是一门实践性很强的课程,它不仅是化学工艺专业课的基础,而且是培养高职生具备职业岗位能力的必要手段。因此,学好本课程至关重要。爱因斯坦曾经说过:“成功=艰苦的劳动+正确的方法+少说空话。”所以,实训过程中必须保持求真务实的认知态度,必须付出艰苦的劳动,做到手脑并用、积极思考、精心操作、认真整理实



训数据,按时完整完成实训项目。为此,要做到以下几点。

1. 充分准备,做好预习

与课堂讲课不同,实训课所投入的人力、物力和财力很大,若实训收获甚微,将是极大的浪费。由于化工单元操作实训工程性较强,有诸多问题需要预先思考、分析,并做好必要的准备。化工单元操作实训涉及化工原理或计算机操作等相关课程的知识,充分准备是成功的关键。因此,实训前必须先写预习报告,具体预习要求如下。

(1) 认真阅读实训项目指导书,明确该训练项目的目的与内容及注意事项。

(2) 依据训练项目的具体任务,积极思考实训的做法和理论根据,分析要测取哪些数据,并估计实训数据的变化规律。

(3) 在现场结合实训指导书,仔细查看设备流程、主要设备的构造、仪表种类、安装位置,熟悉启动和实训方法及设备流程的特点。

(4) 拟定实训方案,操作顺序及操作条件、设备的启动程序、操作条件的调整、实训数据的分布规律等都要有所预测。

(5) 列出该实训任务需在实训室得到的全部原始数据和操作现象的观察项目清单,并画好便于记录的原始数据表格。

2. 认真检查,精心实施

实施训练项目前,一定要认真检查实训设备是否正常,确认其完全正常后,报告实训指导老师,经老师同意后方可按照实训步骤和操作规范精心组织实施。实施过程中要做到动手准确、观察细致、勤于思考。

3. 化工单元操作实训数据的记录

(1) 备好完整的原始记录表,记下各项物理量的名称、符号和计量单位。不应随意用一张纸记录,要保证数据的完整。除记录测取的数据外,还要记录装置设备的有关尺寸、大气条件等数据。

(2) 实训时等待现象稳定后开始读数据。条件改变后,也要等稳定一定时间后读取数据,以排除因仪表滞后现象导致的读数误差。

(3) 相同条件下,至少要读取两次数据,且只有当两次数据相近的情况下才可改变操作条件。

(4) 每个数据记录后,应立即复核,以免发生读错或写错数字的情况。

(5) 数据记录必须实事求是地反映仪表的精度要求,通常要记录至仪表的最小分度以下一位数。

(6) 实训中若出现异常情况以及数据有明显误差,应该在备注栏中给以注明。

4. 及时总结,撰写报告

完成实训项目仅是工作的一半,接下来更重要的环节是及时总结实训过程的得失,科学地处理原始数据,在此基础上撰写规范、准确和完整的实训报告。报告应是按照一定的格式和要求表达实训过程和结果的文字材料,是实训工作的全面总结和系统概括,也是实训工作不可缺失的一部分。撰写实训报告就是对所测取数据进行处理,对观察现象加以分析,从中找出客观规律和内在联系的过程。撰写实训报告对高职高专生来说是一种拟写科技论文的训练,目的是强化写好科技论文的意识,训练综合、分析和概括问题的能力。

一份完整的化工单元操作实训报告通常涵盖以下部分。

(1) 实训项目名称。实训项目名称又称标题,列于报告的最前面,要求简洁、鲜明、准确。

(2) 实训目的。实训目的简要概述为什么训练该实训项目,实训过程要解决的问题。

(3) 实训的理论依据。要求准确、充分地概述实训依据的基本原理,包括实训涉及的主要概念,实训依据的重要定律、公式和由此推算的结果等。

(4) 实训装置流程图。要求简单地画出实训装置流程示意图和测试点的位置及主要设备、仪表的名称。标出设备、仪器仪表及调节阀的标号,在流程图的下面写出图的名称和与标号相应的设备仪器的名称。

(5) 实训操作方法和注意事项。根据实际操作程序,按时间的先后划分若干步骤,并在前面写好序号。步骤的划分一般是以改变每一组因素(或参数)为依据的。实训过程的叙述要求简洁、明了。

(6) 数据记录。实训数据的有效数字位数应根据仪表的精度而定,读数的方法要正确,记录数据要准确。一般是将数据先记在原始记录表格上。表格可附在报告的后面。

(7) 数据整理。数据整理是实训报告的重点内容之一,要求将实训数据整理、加工成图表形式。根据有效数字的运算规则整理数据,在表格中列出主要的中间计算值和最后计算结果。表格设计要科学、合理,便于显示数据的变化规律及各参数的相关性。为更直观地表达变量之间的相互关系,可将数据处理成相应曲线。数据不得随意修改,更不得伪造。

(8) 数据整理计算过程举例。数据整理计算过程是以一组原始数据为例,将各项计算过程列出,用于说明数据整理表中结果的来历。

(9) 实训结果的分析与讨论。对实训结果的讨论只限于与本训练项目有关的内容,一般包括以下几个方面。

- ① 从理论角度分析、解释实训结果,解释其必然性。
- ② 对实训中的异常现象分析讨论,查找原因。
- ③ 对误差的大小、产生的原因进行分析,思考怎样提高测量的准确度。
- ④ 总结实训结果在工程上的价值和意义。
- ⑤ 由结果出发,继而提出下一步研究的方向或对实训方法及装置改进提出建议。

(10) 实训结论。实训结论应依据相关理论,从客观实际出发,对实训结果作出最后的正确判断。

1.1.3 实训的组织管理

1. 实训教学的计划管理

(1) 实训教学必须在教学大纲、教学计划、教材或指导书、项目进度表等教学文件规定的指导下进行,杜绝实训教学的随意性。

(2) 单独设实训课的课程,应在教学计划中明确规定实训教学的总学时数。不单独设实训课的课程,应在教学计划中明确规定该课程实训教学所占学时数,教学计划制订