

普通高等教育“十三五”规划教材
国家虚拟仿真实验教学项目配套教材

化学化工专业实习

INTERNSHIP IN CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING

田维亮 李 仲 陈俊毅 主 编
吕喜风 穆金城 葛振红 等 副主编

化学化工专业实习

田维亮 李 仲 陈俊毅 主 编
吕喜凤 穆金城 葛振红 等 副主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

化学化工专业实习

田维亮 李 仲 陈俊毅 主 编
吕喜凤 穆金城 葛振红 等 副主编

 华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

图书在版编目(CIP)数据

化学化工专业实习/田维亮,李仲,陈俊毅主编
·—上海:华东理工大学出版社,2021.3
ISBN 978-7-5628-6228-4

I. ①化… II. ①田… ②李… ③陈… III. ①化学—
实习—高等学校—教材②化学工业—实习—高等学校—教
材 IV. ①06-45②TQ016-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 029198 号

项目统筹 / 吴蒙蒙

责任编辑 / 陈婉毓

装帧设计 / 徐 蓉

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地址:上海市梅陇路 130 号,200237

电话:021-64250306

网址:www.ecustpress.cn

邮箱:zongbianban@ecustpress.cn

印 刷 / 上海展强印刷有限公司

开 本 / 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 / 25.75

字 数 / 640 千字

版 次 / 2021 年 3 月第 1 版

印 次 / 2021 年 3 月第 1 次

定 价 / 58.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

本书是在各类化工企业考虑到安全因素而不愿意接受化工类专业学生进行化工类生产实习、全国各大高校化工类生产实习基地难于按计划开展的大背景下,结合现代仿真技术在现代化教学中的运用,对化工类专业学生的认识实习和生产实习进行的改革与探索。本书是根据学生进行生产现场化工认识实习的需要,结合全国化工实习基地的具体生产实际编写的,具有很强的针对性、实用性。根据化工生产的特点和安全生产的重要性,以及学生毕业后在化工企业从事生产和管理的需要,本书对化工安全生产知识、化工生产的普遍特点、典型化工产品采用的工艺流程等方面做了较为详细的介绍。为使学生在实习过程中能够更好地理论联系实际,本书主要针对化工生产中典型的合成氨、甲醇生产、石油化工等综合性工艺的实际情况,对各工序的作用、原理、工艺流程的选用和操作注意事项等做了具体的阐述。通过虚拟仿真实习,克服学生不能在工厂实习操作的难题,再加上化工厂的设计,使生产实习教学趋向深度化,以提升学生培养质量,这是本书的创新点,并以此促进化工实践教学改革的改革与探索,为教育部提出的“金课”建设提供建设性思路。

教育的现代化和信息化促使知识获取方式和传授方式、教和学的关系等发生革命性变化。国家虚拟仿真实验教学项目建设坚持立德树人,强化以能力为先的人才培养理念,坚持“学生中心、产出导向、持续改进”的原则,突出应用驱动、资源共享,将实验教学信息化作为高等教育系统性变革的内生变量,以高质量实验教学助推高等教育“变轨超车”,助力高等教育强国建设。本书就是在这样的大背景下策划编写的,书中包含国家虚拟仿真实验教学项目(“传热3D&VR虚拟仿真综合实验”)相关资料,以期助力建设国家级“金课”。

本书由葛振红(绪论和第1章)、陈俊毅(第2、6、18章)、穆金城(第3、7、15、16、17章)、李仲(第4、5、12、15、19章,附件,图表修订)、陈明鸽和孙丹(第8章)、侯进鹏和张克伟(第9章)、田维亮(第10至14章)、吕喜凤(第20至25章)编写,李仲、张克伟、侯进鹏、孙丹、聂喜梅负责全书审稿。非常感谢北京欧倍尔软件技术有限公司、莱帕克(北京)科技有限公司和北京东方仿真软件技术有限公司提供技术资料。感谢国家虚拟仿真实验教学项目、塔里木大学“化工原理实验”一流课程(TDYLK202014)和创新群体项目(TD2KCK201901)给予的资助。其他兄弟院校的老师也参与了编写讨论,并提出了许多宝贵意见。在此,对本书在编写过程中给予热心帮助和支持的老师和同行一并表示感谢。

在编写过程中,编者参阅了有关书籍、杂志、兄弟院校的教材和讲义等大量资料,由于篇幅所限,未能一一列举,谨此说明。

由于编者水平和经验有限,疏漏在所难免,恳请同行和其他广大读者批评指正!

目 录

绪 论	1
1 化学化工专业实习	1
2 化工实习的课程特点	2
3 化工实习的内容	2
4 化工实习的课程要求	3

第 1 篇 化工生产与设计基础知识

第 1 章 安全知识	7
第 2 章 化工生产过程	15
第 3 章 化工生产工艺流程	35
第 4 章 化工自动化控制	47
第 5 章 公用工程简介	60

第 2 篇 化工生产认识实习

第 6 章 合成氨认识实习	71
第 7 章 石油加工认识实习	89

第 3 篇 化工 2D 虚拟仿真操作

第 8 章 合成氨生产仿真操作	107
第 9 章 甲醇合成与精制生产仿真操作	130
第 10 章 常减压生产仿真操作	142
第 11 章 乙烯裂解生产仿真操作	152

第 4 篇 化工 3D 虚拟仿真生产

第 12 章	3D 虚拟仿真操作系统简介	159
第 13 章	换热器 3D 虚拟仿真操作	169
第 14 章	常减压装置 3D 虚拟仿真操作	176

第 5 篇 化工生产实训

第 15 章	乙酸乙酯生产实训	193
第 16 章	精细化工产品生产实训	196
第 17 章	生物发酵制乙醇生产实训	200
第 18 章	无水乙醇精制生产实训	203

第 6 篇 化工生产设计

第 19 章	化工设计简介	209
第 20 章	计算机辅助设计简介	213
第 21 章	化工工艺流程设计	217
第 22 章	典型化工工艺设备设计	228
第 23 章	平面、车间与管道布置设计	243
第 24 章	环境保护与安全	258
第 25 章	化工设计经济分析	270

附录 1	全国大学生化工设计竞赛设计任务书和毕业设计题目	284
------	-------------------------------	-----

附录 2	化工流程图和装配图	295
------	-----------------	-----

参考文献	299
------	-------	-----

绪 论

1 化学化工专业实习

1.1 实习概述

生产实习是化学化工专业学生的一门主要实践性课程,是学生将理论知识同生产实践相结合的有效途径,是增强学生的劳动观念、工程观念和建设中国特色社会主义事业的责任心和使命感的過程。生产实习是与课堂教学完全不同的教学方法,在教学计划中,生产实习是课堂教学的补充,生产实习区别于课堂教学。在课堂教学中,教师讲授,学生领会,而生产实习则是在教师指导下由学生自己向生产实际学习。通过现场的讲授、参观、座谈、讨论、分析、作业、考核等多种形式,学生一方面可以巩固在书本上学到的理论知识,另一方面可获得在书本上不易了解和不易学到的生产现场实际知识,在实践中得到提高和锻炼。

通过生产实习,学生可以了解机器从原材料到成品批量生产的全过程及生产组织管理等知识,了解化工厂的必备生产环境和化工生产概况,获得化学工程、化学工艺的实际感性知识;树立理论联系实际的工作作风,并在生产现场将科学的理论知识加以验证、深化、巩固和充实。生产实习把学生所学知识条理化、系统化,使学生学到从书本学不到的专业知识,获得本专业国内外科技发展现状的最新信息,激发学生向实践学习和探索的积极性,并培养学生进行调查、研究、分析和解决实际问题的能力,为后继专业课的学习、课程设计和毕业设计打下坚实的基础,也为今后的学习和将从事的技术工作打下坚实的基础。学生能运用所学知识观察和分析实际问题,培养勇于探索、积极进取的创新精神;学习企业管理人员和工程技术人员的优秀品质和团队精神,树立劳动观念、集体观念,弘扬创业精神,提高基本素质和今后工作的竞争能力。

1.2 实习意义

生产实习不单指生产,还包括经营、服务等各行各业的职业行为。高等院校的生产实习从广义来说包括实践实习、课程实习、顶岗生产实习等几个部分。这里主要是指毕业前狭义的顶岗生产实习,具体地说,就是学生学完在校规定的课程后到企事业单位去顶岗作业,在学校看来是实习,对用人单位来说相当于既是实习又是工作。

生产实习是学校教学的重要补充部分,是区别于普通学校教育的一个显著特征,是教育教学中体系中的一个不可缺少的组成部分和不可替代的环节。它与今后的职业生活联系最直接,学生在生产实习过程中将完成从学习到就业的过渡,因此生产实习是实现培养创新型和技能

型人才目标的主要途径。它不仅是校内教学的延续,而且是校内教学的总结。可以说,没有生产实习,就没有完整的教育。学校要提高教育教学质量,在注重理论知识学习的前提下,首先要提高生产实习管理的质量。生产实习教育教学的成功与否,关系到学生的就业前途及学校的未来发展,甚至间接地影响到现代化建设。

1.3 实习目的与任务

- (1) 获得对化工生产的初步感性认识,熟悉化工类企业的生产环境。
- (2) 获得初步的生产技能,向工程技术人员和管理人员学习相关的实践知识,培养分析和初步解决工程实际问题的能力。
- (3) 掌握化工生产工段的主要工艺流程、生产原理、工艺组织原则及控制方法。
- (4) 掌握主要化工设备的工艺原理、结构特点和操作条件。
- (5) 了解化工生产中的检测知识和质量保证体系。
- (6) 了解化工生产的组织方式及技术管理方法。
- (7) 培养应用基础课的知识和技术去解决生产问题的能力,初步形成工程技术观念。

2 化工实习的课程特点

本课程内容强调实践性和工程技术观念,并将能力和素质培养贯穿于实习的全过程。围绕化工专业中最基本的理论,结合化工工程能力训练教学特点,以化工入门教育、化工安全知识、化工设备认识与装配技能实训、化工操作技能实训、化工测绘、工艺查定、化工过程开发、化工综合技能实训为主线,加强学生工程能力的训练,培养拥有独立思考、综合分析问题和解决问题能力的现代化化工工程技术人才。

3 化工实习的内容

- (1) 听取报告
 - ① 参加全厂及生产车间的安全教育报告。
 - ② 了解工厂建厂、规划、布置的一般原则。
 - ③ 了解工厂生产经营发展情况、远景规划及技术进步重大措施步骤,以及对技术人才的需求情况。
 - ④ 学习和掌握实习岗位的岗位操作法,了解工厂的企业管理情况。
 - ⑤ 参加生产车间的生产工艺技术报告。
- (2) 跟班实习
 - ① 在了解生产方法的基础上摸透流程,熟悉各设备及其作用、工艺管线的走向、各生产控制点、操作条件和控制范围。
 - ② 了解主要设备的类型、结构特点、尺寸、材料及保温防腐措施。
 - ③ 了解生产过程的主要工艺指标及控制方法,测试仪表。
 - ④ 了解开工、停工原则和步骤,非正常生产事故发生的原因和检查处理方法。

⑤ 熟悉生产报表填写项目意义,熟悉正常运转时的生产调节和控制方法,学会分析操作数据。了解生产中间原料消耗及产物量的简易估算方法,收集生产现场的数据,做必要的物料、能量衡算,对生产状况做一定探讨,对所发现的生产薄弱环节及存在问题提出改进意见。

(3) 收集资料和数据,记好实习笔记

- ① 了解全厂的总平面布置,生产装置名称及套数、处理能力,原料及主要产品。
- ② 了解生产车间原料和产品控制指标。
- ③ 了解工厂水、电、气的供应及能量利用情况、各项消耗系数与技术经济指标。
- ④ 了解生产车间节能、技改、环保措施。
- ⑤ 了解全厂、生产车间的“三废”处理及利用情况。
- ⑥ 了解生产车间的岗位分配、人员编制及实习生在生产车间中的任务与作用。

(4) 对指定设备进行工艺核算

- ① 收集完整的现场数据。
- ② 根据所学理论知识,确定计算方法进行核算。

(5) 撰写实习报告

实习报告内容包括以下几个方面:

- ① 全厂及生产车间简介;
- ② 主要设备一览表、生产工程方案、工艺流程、操作条件;
- ③ 工艺流程图;
- ④ 各项消耗系数与技术经济指标,并加以分析讨论;
- ⑤ 实习总结及实习心得体会,包括收获、合理化建议及其他内容。

4 化工实习的课程要求

为了加强实习指导工作,参加实习的班级组成实习班或组,由具有工程实践经验的教师任实习带队组长,由教师和班干部组成班委会,全面负责实习学生的管理工作。实习在老师的指导、工程技术人员和管理人员的讲解、工人师傅的言传身教下,由学生积极学习来完成。实习期间,学生应严格遵守工厂的各项规章制度和劳动纪律,虚心向工人师傅、工程技术人员学习,做好实习记录,积极提出问题,勇于分析,回答问题;实习结束时,写出实习报告,绘制工艺流程图。

思考题

1. 化工实习的主要内容有哪些?
2. 化工实习中应注意哪些问题?

第 1 篇

化工生产与设计基础知识

第1章 安全知识

1.1 化工安全生产的重要性

化工安全生产是确保企业提高经济效益和促进生产迅速发展的基本保证。如果一个化工企业经常发生事故,特别是发生灾害事故,就无法提高经济效益,更谈不上生产的发展。保护员工人身安全和健康是企业的重要职责,是国家对企业的基本要求,因此,做好安全生产是每位员工的重要职责,也是企业对员工的基本要求。

为确保企业安全生产,国家于2002年6月29日公布了《中华人民共和国安全生产法》(以下简称《安全生产法》),这是中华人民共和国成立以来颁布的首部有关安全生产的法律。《安全生产法》提出了国家安全生产的方针,即“安全第一,预防为主,综合治理”。安全生产,重在预防和综合治理,预防和治理都做好了,安全生产也就有了保障。

为确保企业安全生产,根据《生产经营单位安全培训规定》,对每一位新入厂的员工(包括下厂实习的学生和到厂培训的人员),首先要对其进行公司(厂)级、车间级、班组级等三级安全教育后,方能上岗。现在很多化工企业对新入厂的员工实行安全第一课和安全第一考的制度。若安全知识考核成绩不合格,则不能上岗,必须再进行安全教育和考试,直至成绩合格,才准予上岗。

安全生产对国家、企业、个人都是十分重要的,学生在实习过程中一定要认真学习安全知识,增强安全意识。

1.2 化工生产的特点

化工生产为什么特别强调安全场地的重要性?这是因为化工生产本身客观地存在很多潜在的不安全因素。如果能够预防和及时处理这些不安全因素,生产就会顺利地进行;如果不讲科学,不严格按照制度和规程从事化工生产,就必然会发生不幸事故。

化工生产具有以下特点。

(1) 化学品多为易燃易爆和有毒有害物质

随着经济的发展和科学技术的进步,化学品的生产迅猛发展。大多数化学品具有易燃易爆、有毒有害的性质,如合成氨生产中的 CO 、 NH_3 、 H_2 和氯碱生产中的 Cl_2 。尽管这些化学品给人们带来了巨大的好处,但如果管理不当,或在生产过程中发生失误,就会发生火灾、爆炸、中毒、窒息或烧伤等事故。

(2) 生产设备多为高温高压设备和管道

许多化工生产工艺都有高温高压的设备和与之相连的管道、阀门等,尤其是合成氨装置

中,从天然气、空气进入至合成氨进入氨碳分离装置的整个工艺流程都是处于高温、高压的状态。在天然气与水蒸气进行加压升温的过程中,一段和二段转化炉的运行温度在 800℃ 和 1000℃ 左右,氨合成系统的工作压力在 15 MPa 左右。化工生产工艺中采用高温、高压等高参数,大大提高了设备的单机生产效率和产品收率,降低了能耗和生产成本。但是高温高压设备的布置比较集中,且互相连接,如果设计或制造不符合规定要求,未按规定的期限进行检测或更新,或在生产过程中操作不当,均会导致灾害性事故发生。

(3) 工艺流程表、系统图、操作要求严格

一种化工产品往往由几个生产车间(或工序)共同完成,而每个生产车间(或工序)又由许多化工单元和设备、电器、仪表组成,各生产车间、化工单元和设备之间又由纵横交错的管道、星罗棋布的各种阀门构成。在这种工艺复杂和设备繁多的生产车间,操作要求必须十分严格,必须严格控制工艺指标,任何人不得擅自改动,操作时也不允许有微小的失误,否则,将会影响生产或导致事故的发生。

(4) 生产过程具有连续性并采用高度自动化控制

为提高生产效率,很多化工产品都采用连续性的生产工艺流程。在氮肥生产过程中,合成氨和氨加工产品(如碳酸氢铵、尿素硝酸铵等)的生产均具有典型的高度连续性,生产装置和辅助工序布置紧凑、连续紧密并采用自动化控制。生产原料包括天然气、水蒸气、空气,中间品包括氢气、氮气、氨基甲酸铵等,在生产系统过程中,在高温、高压和采用自动化控制的情况下,经过多道工序的化学反应和处理加工,生产出合格的产品。

在这种具有高度连续性的工艺流程中,精心操作以保持每一台设备和每一道工序的正常运行是至关重要的,如果其中任何一台设备或工序发生故障,或者是操作失误,都会造成局部或者全部停车,甚至会发生意想不到的重大恶性事故。所以,在实际的生产运行中,一定要加强现场管理,加强对设备的巡回检查,这就是很多工厂实行的巡检制度,用以确保整条生产线的安全稳定和长周期运行。

1.3 化工安全操作禁令

1.3.1 生产厂区的“十四个不准”

- (1) 加强明火管理,厂区内不准吸烟。
- (2) 生产区内不准未成年人进入。
- (3) 上班时间,不准睡觉、干私活、离岗和做与生产无关的事。
- (4) 在班前、班上不准喝酒。
- (5) 不准使用汽油等易燃液体擦洗设备、用具和衣物。
- (6) 不按规定穿戴劳动保护用品,不准进入生产岗位。
- (7) 安全装置不齐全的设备不准使用。
- (8) 不是自己分管的设备、工具不准动用。
- (9) 检修设备时安全措施不落实,不准开始检修。
- (10) 停机检修后的设备,未经彻底检查,不准启用。

- (11) 未办高处作业证,不系安全带,脚手架、跳板不牢,不准登高作业。
- (12) 不准违规使用压力容器等特种设备。
- (13) 未安装触电保安器的移动式电动工具,不准使用。
- (14) 未取得安全作业证的职工,不准独立作业;特殊工种职工,未经取证,不准作业。

1.3.2 操作工的“六严格”

- (1) 严格执行交接班制。
- (2) 严格进行巡回检查。
- (3) 严格控制工艺指标。
- (4) 严格执行操作法。
- (5) 严格遵守劳动纪律。
- (6) 严格执行安全规定。

1.3.3 动火作业的“六大禁令”

- (1) 动火证未经批准,禁止动火。
- (2) 不与生产系统可靠隔绝,禁止动火。
- (3) 不清洗,置换不合格,禁止动火。
- (4) 不消除周围易燃物,禁止动火。
- (5) 不按时做动火分析,禁止动火。
- (6) 没有消防措施,禁止动火。

1.3.4 进入容器、设备的“八个必须”

- (1) 必须申请、办证,并取得批准。
- (2) 必须进行安全隔绝。
- (3) 必须切断动力电,并使用安全灯具。
- (4) 必须进行置换、通风。
- (5) 必须按时间要求进行安全分析。
- (6) 必须佩戴规定的防护用具。
- (7) 必须有人在器外监护,并坚守岗位。
- (8) 必须有抢救后备措施。

1.3.5 机动车辆的“七大禁令”

- (1) 严禁无证、无令开车。
- (2) 严禁酒后开车。
- (3) 严禁超速行车和空挡溜车。
- (4) 严禁带病行车。
- (5) 严禁人货混载行车。
- (6) 严禁超标装载行车。

(7) 严禁无阻火器车辆进入禁火区。

1.3.6 事故“四不放过”原则

- (1) 事故原因未查清不放过。
- (2) 事故责任人未受到处分不放过。
- (3) 事故责任人和周围群众没有受到教育不放过。
- (4) 事故没有制定切实可行的整改措施不放过。

1.3.7 “三个对待”

- (1) 外单位发生的事故当作本单位对待。
- (2) 小事故当作大事故对待。
- (3) 未遂事故当作已遂事故对待。

1.4 化工生产的主要有害物质

下面介绍化工生产过程中主要有毒有害物质的理化性质及其危害。

1.4.1 一氧化碳

通常状态下,一氧化碳是一种无色、无味、无臭、无刺激性的气体,标准状况下的相对密度为 0.967(空气密度为 1)。一氧化碳燃烧时火焰呈淡蓝色,是一种易燃易爆气体,其爆炸极限为 12.5%~75%,是合成氨生产中所有有毒气体中最危险的一种。人吸入一氧化碳能引起中毒,亦称煤气中毒。一氧化碳通过呼吸进入肺部,在肺中经气体交换进入血液循环,与血红蛋白结合成难解离的碳氧血红蛋白,由于碳氧血红蛋白难以解离,使血液流动减慢,正常的生理功能受损而使人中毒。中毒症状:轻则晕倒,重则休克,严重者死亡。

1.4.2 二氧化碳

二氧化碳又称碳酸气,常温常压下无色、无臭、略带有酸味,标准状况下的相对密度为 1.529(空气密度为 1),沸点为 -78.5°C ,溶于水。二氧化碳比空气重,所以易沉积于设备、容器的底部,以及窖井、地沟、地窖等低洼、不通风的场所。二氧化碳能被液化,液体二氧化碳再经蒸发吸热而凝固,亦称干冰。皮肤接触干冰,可发生局部冻伤。大气中含有约 0.04% 的二氧化碳。一般情况下,二氧化碳是无毒的,但高浓度的二氧化碳对人体有毒性作用,导致呼吸中枢系统麻痹。其毒性作用有两方面,一是高浓度二氧化碳使空气中氧含量降低而导致抗体缺氧窒息,甚至死亡,二是高浓度二氧化碳本身有刺激和麻痹作用。通常两种作用同时发生。

1.4.3 硫化氢

标准状况下,硫化氢是一种无色、低浓度时具有臭鸡蛋气味的气体,相对密度为 1.189(空气密度为 1),能溶于水, 0°C 时在水中的溶解度为 0.06 g。硫化氢是一种易燃易爆气体,燃烧时