

现代制造业职业教育集团公共实训基地
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书

工作过程系统化核心教程

精细化工工艺与设备

李祥新 朱建民 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

全新内容

现代制造业职业教育集团公共实训基地
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书

工作过程系统化核心教程

精细化工工艺与设备

李祥新 朱建民 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业学校工作过程系统化核心教程(化工专业)之一,是根据社会需求和中职学生特点,按照精细化工专业的知识目标和技能要求,结合《化工行业常见技术工种操作规范与国家职业技能鉴定标准》编写完成的。

本书内容包括认识化工设备的结构、化工机械与设备操作、化工检测仪表使用和精细化工产品生产工艺四个模块。

本书适用于中等职业学校精细化工及化工类相关专业教学,也适用于化工行业相关工种的职业技能培训。

图书在版编目(CIP)数据

精细化工工艺与设备 / 李祥新, 朱建民主编. —北京:
高等教育出版社, 2008.6

ISBN 978-7-04-024655-1

I. 精… II. ①李…②朱… III. ①精细化工—工艺
学—专业学校—教材②精细化工—化工设备—专业学校—
教材 IV. TQ062 TQ052

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 066588 号

策划编辑	李新宇	责任编辑	刘佳	封面设计	张楠	责任绘图	尹莉
版式设计	张岚	责任校对	王效珍	责任印制	韩刚		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 850×1168 1/16
印 张 14.5
字 数 350 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008 年 6 月第 1 版
印 次 2008 年 6 月第 1 次印刷
定 价 23.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24655-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@ hep. com. cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100120

购书请拨打电话：(010) 58581118

现代制造业职业教育集团公共实训基地
工学结合、顶岗实习，职业技能培训教学用书
工作过程系统化核心教程

编写指导委员会

名誉主任 徐剑波

主 任 李振江

副 主 任

王洪立 王 铨 刘振海 李一鸥 牛旭光

迟本理 蔡希岗 孙焕利 周厚斌

成 员

于万成 石俊寿 代明尧 刘庆才 李克华 邢大伟 陈玉水 张友波 陆仁发

陆威崑 段永田 贺刚林 武光亮 梁显宗 于德水 邱卫东 叶忠先 苗进国

尹洪旺 夏秀陶 刘常青 刘宗毅 黄 松

出版说明

职业教育集团化办学和推行工学结合、顶岗实习是我国职业教育发展过程中大力推进体制、机制创新,增强职业教育发展的生机与活力,推动中等职业教育又好又快发展的必然选择,是贯彻职业教育与生产劳动和社会实践相结合原则的生动体现和重大创举。

职业教育的集团化运作、职业教育公共实训基地的建立与运行,工学结合、顶岗实习的推行使得职业教育教学模式、教学方法等都必须进行相应的改革,教材建设作为这种改革的重要载体和支撑,其作用尤为重要。高等教育出版社以打造精品教学资源,引领教学改革潮流为己任,与青岛市现代制造业职业教育集团合作,组织来自企业、教育管理部门和学校的现代制造业相关专业领域的专家和教师深入企业、学校、实训基地,在广泛调研的基础上编写了“现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习,职业技能培训教学用书”系列教材,该系列教材力求突出以下特色。

第一,该系列教材立足现代制造业职业教育集团公共实训基地的硬件环境,充分满足工学结合、顶岗实习职业教育机制体制创新条件下对教材的需求,突出教材的实用性和针对性。

第二,该系列教材在“学中做,做中学”的教学原则下,按照“工作过程系统化”的活动课程模式,采用“模块—项目—任务”结构形式构建教材内容,结合不同课程教学内容的具体特点组织编写。

第三,该系列教材以最新的国家技术标准和相关国家职业标准及有关行业技能鉴定规范为编写的重要依据,融入了新知识、新技术、新工艺和新方法,贯彻了以就业为导向,以突出就业岗位能力培养为主的职业教育思想。

第四,该系列教材在编写过程中,遵循学生掌握知识、技能的认知规律和教学规律,语言表述平实,图文并茂,通俗易懂,具有较强的可操作性,便于学生学习和教师组织教学。

为了做好教材编写工作,促进教材的推广使用,由青岛市现代制造业相关专业领域的优秀教育管理专家、教师、学者、组成了现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习,职业技能培训教学用书编写指导委员会,指导教材的编写工作。伴随职业教育教学改革不断深化,本套教材在推广使用中,将根据反馈信息和教学需求的变化进行修订与完善。

高等教育出版社
中等职业教育出版中心
2008年5月

序

过去的几年,我国职业教育工作全面推进,取得了明显成效,党中央、国务院高度重视职业教育工作。2002年和2005年,国务院先后召开两次全国职业教育工作会议,都做出了大力发展职业教育的决定,明确了我国职业教育改革和发展的指导思想、目标任务和政策措施。教育系统认真贯彻落实科学发展观,坚持职业教育面向人人、面向社会的发展方向和以服务为宗旨,以就业为导向的发展方针,职业教育的规模迅速扩大,改革不断深入,质量不断提高,促进了教育结构的战略调整和教育持续协调健康发展,为社会主义现代化建设做出了重要贡献。

近几年来,青岛市职业教育工作认真贯彻落实党和国家的教育方针,坚持以服务为宗旨、以就业为导向,面向社会、面向市场办学,大力推行工学结合、校企合作、顶岗实习的人才培养模式,积极开展职业教育集团化办学,不断深化教育教学改革,职业教育的质量有了显著提高。2005年7月,我们对21家企业和27所学校进行整合,组建了以山东省轻工工程学校为龙头的青岛市现代制造业教育集团。2005年8月,教育部周济部长视察青岛市现代制造业教育集团时,对教育集团校企合作、工学结合、东西部联合办学等办学模式给予充分肯定。

2007年10月,青岛市职业教育集团以其“政府统筹、名校主导”的鲜明特色作为重要案例写进了教育部课题《职业教育集团化办学的理论与实践研究》的相关研究报告之中。2006年作为政府当年市办10件大事之一,青岛市在中央财政支持下投资1.3亿元,在山东省轻工工程学校实训中心的基础上建成了青岛市现代制造业职业教育公共实训基地。职业教育集团化办学和职业教育公共实训基地建设实现了教育资源的整合和共享,同时也对职业教育体制和机制创新提出了新要求。在职业教育集团和职业教育公共实训基地这样的平台上运作职业教育,硬件基础具备之后,与之相适应的教学模式、课程建设等软件的配套,是一个必须解决的问题。

山东省轻工工程学校为此做了大量的研究和实践,取得了很多可喜的成果,其中之一就是这套现代制造业职业教育集团公共实训基地工学结合、顶岗实习,职业技能培训教学用书。他们与高等教育出版社合作,邀请行业内许多知名专家、技术人员和相关专业教学专家、教育管理者,深入企业、学校进行了大量的调查研究,确定了教材的“模块—项目”结构框架。教材采用大量来自生产现场的工作任务作为承载教学内容载体的学习项目,完成这些学习项目的工作过程,将引领学生掌握操作技能、理解理论知识、积累工作经验和培养职业道德等等。这套教材的推广使用,必将为职业教育改革创新提供强有力的支持,为青岛市制造业发展和山东半岛制造业基地建设培养更多高素质劳动者做出更大贡献。

徐剑波
2008年4月

前言

本书是中等职业学校工作过程系统化核心教程（化工专业）之一，是根据社会需求和中职学生特点，按照精细化工专业的知识目标和技能要求，结合《化工行业常见技术工种操作规范与国家职业技能鉴定标准》编写完成的。

本书以就业为导向，以能力为本位，以岗位需要和职业标准为依据，力争体现职业和职业教育的发展趋势，满足学生未来职业发展和适应社会经济发展的要求。

本书的主要特色有：

(1) 根据精细化工专业职业能力分析，将教材内容划分为四个模块，每个模块又由若干项目组成，教学过程通过各个项目的实施来完成。

(2) 模块内容注意保证专业技能的系统性，根据知识目标和技能要求来设计训练项目，强调学生动手能力的培养。

(3) 突出实践教学的主体地位，用工作任务引领理论，不再强调理论知识的系统性。教材中只列出每个项目所需的“相关知识”，真正体现理论知识以“必需、够用”为度的课程理念。

(4) 每个项目按工序列出了详尽的操作步骤，并做了要点提示，可操作性强。

(5) 学训一体，每个项目是一种任务式的教学内容，工艺卡片中的“数据记录或工艺参数”栏，由学生在实训时填写。

(6) 插图以实物图为主，图文并茂。

(7) 教学内容同时注意培养学生的职业理念、安全意识和合作、交流、协调能力。

使用本书的建议：

(1) 由具备很强动手能力的双师型教师任教。教学中宜采用讲练结合的教学方法，由学生按照操作步骤完成项目操作，达到规定的目标，需要的相关理论知识随讲随练。

(2) 提倡在专业教室上课，采用现场式、小班化教学，理论与实践教学一体化。

(3) 理论与实践课程的比例约为1:2，应尽量留出更多时间让学生动手操作。

(4) 各学校可根据专业具体要求以及教学和培训条件，选择相应模块和项目进行教学。

学时分配建议如下：

序号	教学内容	学时数
1	模块1 认识化工设备的结构	44
2	模块2 化工机械与设备操作	40
3	模块3 化工检测仪表使用	38
4	模块4 精细化工产品生产工艺	84
	合计	206

本书编写人员（按姓氏笔画排序）：王艳、代素红、冯天华、朱建民、任淑珍、李祥新、陈美菊、张洪刚、董文静、管来霞。其中李祥新、朱建民担任主编，负责统稿。

孙东林审阅了本书，为本书的编写提出了许多改进意见。武光亮为本书的改进提出了许多宝贵意见。书中部分图片由北京东方仿真软件技术有限公司友情提供，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限，缺点和错误之处在所难免，敬请使用本书的教师及广大读者批评指正。

编者
2008年3月

续前表	续前表	续前表
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20

目 录

模块一 认识化工设备的结构

1

项目 1 认识圆筒形压力容器	3	项目 6 外压力容器加强圈试验	30
项目 2 拆装压力容器附件	8	项目 7 拆装压力容器法兰	34
项目 3 认识列管式换热器	11	项目 8 拆装压力容器安全阀	39
项目 4 认识搅拌式反应釜	18	项目 9 拆装机械传动装置	43
项目 5 认识填料塔结构	25		

模块二 化工机械与设备操作

51

项目 1 反应釜操作	53	项目 6 固体物料输送机械操作	71
项目 2 压力容器的维护	57	项目 7 固体物料粉碎机械操作	75
项目 3 压力容器的检验	60	项目 8 固体物料筛分机械操作	79
项目 4 内压容器的最大工作压力 测定	63	项目 9 固-液分离机械操作	83
项目 5 压力容器的压力试验	67	项目 10 固体物料干燥机械操作	89

模块三 化工检测仪表使用

95

项目 1 压力测量仪表使用	97	项目 5 温度控制仪表的安装	126
项目 2 流量测量仪表使用	108	项目 6 常用化工仪表维修	129
项目 3 气体流量测量仪表使用	113	项目 7 化工自动化的实现	135
项目 4 温度测量仪表使用	118		

模块四 精细化工产品生产工艺

143

子模块 1 精细化工生产准备	145	胺的合成	158
项目 1 催化烷基苯磺酸钠生产	145	子模块 3 日用化学品	163
子模块 2 表面活性剂	149	项目 5 洗衣粉生产	163
项目 2 阴离子表面活性剂十二烷基 苯磺酸钠生产	149	项目 6 液体洗涤剂生产	169
项目 3 阳离子表面活性剂十二烷基 二甲基苄基氯化铵生产	155	项目 7 润肤霜的制备	172
项目 4 非离子表面活性剂烷基醇醚		子模块 4 催化剂及合成材料助剂	176
		项目 8 催化剂活性氧化铝生产	176
		项目 9 阻燃增塑剂磷酸三辛酯的	

认识化工设备的结构

模块一

项目1 认识圆筒形压力容器



【项目目标】

知识目标：

掌握圆筒形压力的基本结构，熟悉压力容器各部件的名称及用途。

技能目标：

能够熟练区分不同用途的压力容器，指出压力容器的结构特点。

职业目标：

培养仔细观察、认真分析的工作习惯和科学的工作态度。

情感目标：

培养对化工设备和化工生产的亲切感，充分理解专业特点。

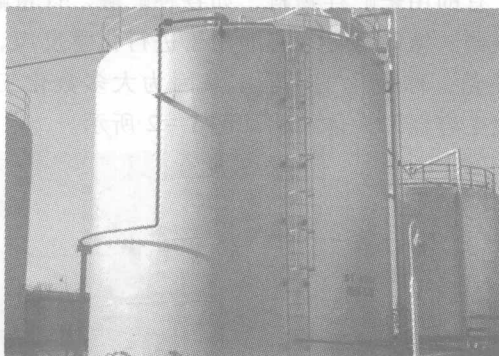


图 1-1 醋酸乙烯贮罐



【工艺卡片】

化工设备 工艺卡片	实训班级	实训场地	学时	指导教师
			4	
实训项目	认识圆筒形压力容器			
实训内容	认识常见圆筒形压力容器（图 1-1），熟悉压力容器的结构，区分不同用途的压力容器			
设备与工具	压力容器（贮罐、换热器、反应釜、蒸馏塔等）、扳手、螺丝刀、米尺			

续表

序号	工序	操作步骤	要点提示	数据记录或工艺参数
1	初步认识	观察压力容器的外形特点、轮廓、大致尺寸	感受化工容器特点	
2	大致了解	观察压力容器由几个部分构成	壳体、封头及附件	
3	查看详细结构	测量压力容器, 详细查看压力容器的结构及附件特点, 说出每部分的名称及作用	圆筒高径比, 接管口、支座、手孔、视镜	
4	查看设备材质	查看容器各部件(筒体、封头、夹套、附件)所用的材料	金属材料, 非金属材料	
5	安装方式	查看设备的安装方式	仔细观察支座结构	
6	连接方式	查看本设备与其他设备的连接方式	结合工艺流程	



【相关知识】

一、化工容器的结构

化工企业使用的设备, 有的用来贮存物料, 如各种贮罐、计量罐、高位槽等; 有的用来对物料进行物理处理, 如换热器、精馏塔等; 有的用于进行化学反应, 如聚合釜、反应器、合成塔等。这些设备都有一个外壳, 称为化工容器。又因为大多数化工容器工作时需承受一定压力, 所以称为压力容器。化工容器的大体结构如图 1-2 所示。

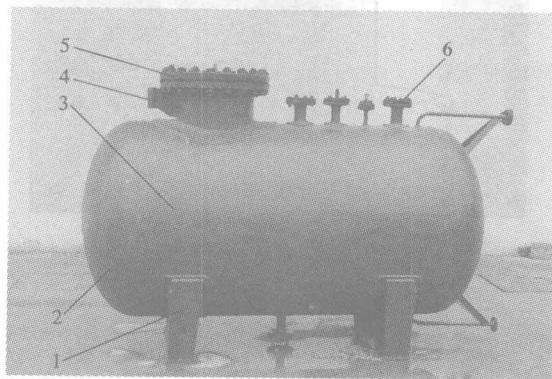


图 1-2 圆筒形化工容器的结构

1—支座; 2—封头; 3—筒体; 4—人孔; 5—法兰; 6—接管口

常见的化工容器多为圆筒形, 通常由筒体、封头、法兰和若干个附件构成。

1. 筒体

筒体是用以贮存物料或完成传质、传热或化学反应所需要的工作空间。一般由钢板卷焊而成, 其大小由工艺要求确定。

2. 封头

封头与筒体一起构成设备的壳体。根据几何形状的不同,封头可分为球形、椭圆形、碟形、锥形和平盖等几种,其中最常用的是椭圆形封头,如图1-3所示。

3. 法兰

法兰连接是由一对法兰、一个垫片、数个螺栓和螺母所组成。法兰连接是一种可拆连接,在化工设备上应用非常普遍,如图1-4所示。

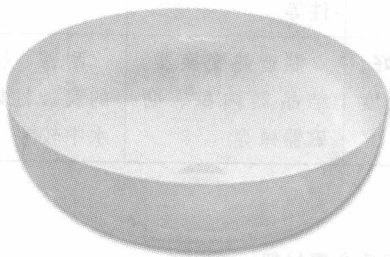


图1-3 椭圆形封头

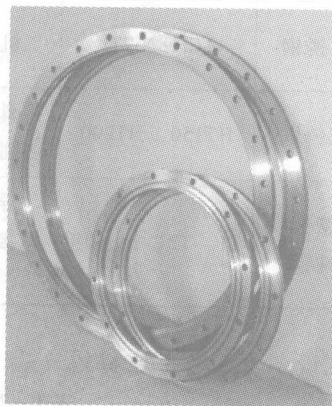


图1-4 压力容器法兰

4. 附件

化工容器的各种附件分别有不同的用途,其具体结构和用途在项目2的相关知识中叙述。

二、化工设备常用材料

1. 材料的工程性能

要描述一种材料的优劣,常常从以下几个方面进行评价。

(1) 力学性能 材料在外力的作用下变形与所受外力的关系,主要有弹性、塑性、刚度、硬度、强度、冲击韧性和断裂韧性。

(2) 物理性能 主要有密度、熔点、热膨胀性、导电性和各向性等。

(3) 化学性能 主要指材料在常温或高温条件下,抵抗氧化或腐蚀介质对其化学侵蚀的能力。包括耐腐蚀性、抗氧化性、耐酸性和耐碱性。

(4) 工艺性能 材料的工艺性能是指其在各种加工条件下表现出来的适应性能,包括铸造性、锻压性、焊接性、切削加工性、热处理性等。

2. 化工设备常用金属材料(表1-1)

表1-1 化工设备常用金属材料

序号	材料名称	常用牌号	材料特点	适用场合	耐腐蚀性
1	普通结构钢	Q235A	强度较低,塑性好,易冲压和焊接	制造容器、型钢、螺栓、螺母等	不耐酸、碱
2	优质结构钢	45, 45Mn	机械性能、工艺性能良好	制造齿轮、主轴、曲轴等	不耐酸、碱

续表

序号	材料名称	常用牌号	材料特点	适用场合	耐腐蚀性
3	低合金结构钢	Q345A, Q420A	强度高, 塑性和韧性好, 焊接性能和冷加工性能良好	制造轴类零件、齿轮、弹簧、轴承等	大气和海水中具有一定的耐腐蚀性能
4	不锈钢	1Cr18Ni9Ti	机械性能好, 硬度高	制造化工设备及零部件	耐酸、碱、盐, 耐腐蚀性优良
5	灰铸铁	HT150, HT200	具有较好的耐磨性、切削性和吸振性	制造阀门、管件等	耐酸、碱腐蚀
6	紫铜(纯铜)	T1, T2, T3, T4	导电性和导热性好, 焊接性能良好, 硬度低, 塑性好	制造热交换器、结晶器内壁、防磁器械等	耐碱, 抗大气和水的腐蚀性好, 但在海水中较差

3. 化工设备常用非金属材料 (表 1-2)

表 1-2 化工设备常用非金属材料

序号	材料名称	材料特点	适用场合	耐腐蚀性
1	化工陶瓷	性脆、抗拉强度小, 有一定的机械强度, 有一定的耐热性和不透性	制造塔器、贮槽、阀门、反应器、管道、管件	良好的耐腐蚀性
2	搪瓷	具有较好的机械性能, 性脆、不耐冲击, 绝缘性能优良	制造塔器、反应器、阀门等设备衬里	良好的耐腐蚀性
3	玻璃	对流体的阻力小, 不耐冲击和振动, 耐温度变化能力差	制造管道、管件和容器、反应器、泵	良好的耐腐蚀性
4	硬聚氯乙烯塑料	易加工, 易焊接, 耐热性差	制造常压贮槽、泵、管件	耐酸、碱性好
5	聚氯乙烯塑料	绝缘性好, 防水性好, 化学稳定性好	制造管件、阀门、泵及化工设备衬里	除硫酸外, 对其他酸、碱、盐类有良好耐腐蚀性
6	耐酸酚醛塑料	耐热性好	制造管道、阀门、泵、塔器、贮槽和搅拌器	耐酸
7	聚四氟乙烯塑料	耐腐蚀性甚至超过金和银, 耐热性好	制造耐腐蚀、耐高温的密封元件和无油润滑活塞、高温管道	耐腐蚀性极好
8	玻璃钢	强度高, 具有良好的工艺性能	制造容器、塔器、鼓风机、管道、阀门	良好的耐腐蚀性