

石油化工卓越工程师系列教材（试用）
辽宁省精品课程教材

过程设备制造

石油化工卓越工程师系列教材编委会 组织编写

李志安 金志浩 金丹 主编

Process Equipment Manufacturing



中国石化出版社
[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

石油化工卓越工程师规划教材(试用)
辽宁省精品课程教材

过程设备制造

李志安 金志浩 金丹 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

《过程设备制造》注重理论联系实际,侧重工程实践,结合过程设备制造企业的实际工艺过程进行编写,主要包括:筒节、封头、管件等零部件的下料、成形、组对等工艺及工装设备;过程设备的焊接方法及焊接设备;法兰、管板等机加件的机械加工方法及工艺规程;过程设备质量检验及检测技术;典型过程设备制造工艺与技术要求;过程设备制造质量管理等等。

本书为《过程设备设计》教材姊妹篇,为其立体教材资源的主体部分,另配有相应的 PPT 课件、影像教材资源、网络教学资料等教学资源附件;可作为过程装备与控制工程专业的教材,也可作为过程设备设计、制造、检验、维修和使用管理等方面工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

过程设备制造 / 李志安, 金志浩, 金丹主编.
—北京: 中国石化出版社, 2014. 8
ISBN 978-7-5114-2968-1

I. ①过… II. ①李… ②金… ③金… III. ①化工过程-化工设备-制造-高等学校-教材 IV. ①TQ051.06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 189441 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。



中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 17.5 印张 411 千字

2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

定价: 45.00 元

《石油化工卓越工程师系列教材》

编委会

委 员 (以姓氏笔画为序):

- 王振波 中国石油大学(华东)教授、化工学院副院长
- 刘 伟 广东石油化工学院副教授、工业装备与控制工程系主任
- 张 颖 东北石油大学副教授、过程装备与控制工程系副主任
- 李 伟 东北石油大学教授、机械科学与工程学院副院长
- 李志安 沈阳化工大学教授
- 陈 兵 西安石油大学副教授、机械工程学院副院长
- 陈建义 中国石油大学(北京)教授、过程装备与控制工程系主任
- 金有海 中国石油大学(华东)教授、教育部高校过程装备与控制工程专业
教学指导委员会委员
- 金志浩 沈阳化工大学教授、能源与动力工程学院院长
- 曹建树 北京石油化工学院副教授、机械工程学院副院长
- 戴 光 东北石油大学教授、教育部高校过程装备与控制工程专业教学指
导委员会委员
- 魏耀东 中国石油大学(北京)教授

前 言

随着国内高等学校本科专业的建设和发展,以及工业建设发展的需要,开设“过程装备与控制工程”专业的院校也在逐渐增多,专业课程的设置和课程的内容也在不断地更新发展。过程装备包括过程设备和过程机器两大部分,从设备设计和制造的角度,过程装备与控制工程专业侧重于过程设备,尤其是制造方面,更侧重于以焊接为主要制造手段的过程设备的制造技术。而过程机器的制造手段主要是机械加工,是机械制造类专业的主要内容。

《过程设备制造》为过程装备与控制工程专业的核心专业课之一。近10年来,过程工业得到了迅速的发展,过程设备(压力容器)制造业也得到了快速发展;过程设备的相关国家标准和法规的内容都进行了更新和完善;过程设备制造新工艺不断出现;过程设备制造工装设备不断创新,行业对本专业人才培养的工程性要求越来越高,编写出版一本适合当前本行业企业急切需求人才培养的“过程设备制造技术”专业课程的教材非常必要而有意义。

本教材注重理论联系实际,侧重工程实践,以目前多数企业过程设备制造工艺流程为主线,结合过程设备制造企业的实际工艺过程进行编写,主要内容包括:筒节、封头、管件等零部件的下料、成形、组对等工艺及工装设备;过程设备的焊接方法及焊接设备;法兰、管板等机加件的机械加工方法及工艺规程;过程设备质量检验及检测技术;典型过程设备制造工艺与技术要求;过程设备制造质量管理等等。教材引入目前过程设备制造先进技术内容,引用的相关标准和规范为目前最新版本。

本教材与《过程设备设计》一书构成姊妹篇,为该教材立体教材资源的主体部分,另配有相应的PPT课件、过程设备制造工艺过程影像教材资源、网络教学资料等教学资源附件。本书可作为过程装备与控制工程本科专业的专业课程教材,也可作为过程设备设计、制造、检验、维修和使用管理等方面的工程技术人员的参考书。

本书由沈阳化工大学李志安教授、金志浩教授、金丹教授主编,负责全书统稿和修改工作。本书绪论由李志安教授编写;第1章由张忠宁副教授、金丹教授、金志浩教授编写;第2章由龚斌教授、金丹教授、李志安教授编写;第3章由杨峥鑫博士、李志安教授、张春梅副教授编写;第4章由孟辉波副教授、张忠宁副教授、金志浩教授编写;第5章由金丹教授、李志安教授、张忠宁副教授编写;第6章由王宗勇副教授、杨峥鑫博士、金志浩教授、林伟讲师编写;第7章由林伟讲师、金丹教授、金志浩教授编写;第8章由张春梅副教授、李志安教授、杨峥鑫博士编写。

本书的编写参阅了近几年出版的相关教材和专著以及大量的标准规范,主要参考文献列于书后。在此对有关作者一并表示感谢!

由于编者水平所限,书中难免有不足之处,诚请同行专家及广大读者批评指正。

目 录

0 绪 论	(1)
0.1 过程装备的概念	(1)
0.1.1 过程工业	(1)
0.1.2 过程装备	(1)
0.2 过程设备制造工艺过程	(2)
0.2.1 过程设备的总体结构	(2)
0.2.2 过程设备的主要零部件	(3)
0.2.3 过程设备制造工艺流程	(4)
0.3 过程设备制造的特点	(4)
0.3.1 过程设备的大型化与运输条件限制	(4)
0.3.2 焊接是过程设备制造的主要工艺	(6)
0.3.3 过程设备制造需要相应的资质和必要的条件	(6)
0.3.4 过程设备制造的协作性	(6)
0.4 过程设备制造课程的任务、主要内容和特点	(6)
0.4.1 课程的主要任务	(7)
0.4.2 课程的主要内容	(7)
0.4.3 课程的特点	(8)
1 过程设备下料工艺	(9)
1.1 钢材的预处理	(9)
1.1.1 净化处理	(9)
1.1.2 矫形	(11)
1.2 展开划线	(14)
1.2.1 零件的展开计算	(15)
1.2.2 号料(放样,即划线)	(22)
1.2.3 标记和标志移植	(25)
1.3 切割下料及边缘加工	(26)
1.3.1 机械切割	(26)
1.3.2 氧乙炔切割	(28)
1.3.3 等离子切割	(33)
1.3.4 机械化切割装置	(35)
1.3.5 碳弧气刨	(36)
1.3.6 高压水射流切割简介	(38)
1.3.7 钢板的边缘加工	(39)

复习题	(41)
2 过程设备成形工艺	(42)
2.1 筒节的弯卷成形工艺	(42)
2.1.1 钢板弯卷的变形率	(42)
2.1.2 冷卷与热卷成形概念	(43)
2.1.3 卷板机工作原理与弯卷工艺	(44)
2.2 封头的成形工艺	(48)
2.2.1 封头的冲压成形	(50)
2.2.2 封头的旋压成形	(52)
2.2.3 封头制造的质量要求	(54)
2.3 U形波纹膨胀节成形工艺	(55)
2.3.1 整体成形膨胀节波纹管成形工艺	(56)
2.3.2 两半波焊接膨胀节波纹管成形工艺	(62)
2.3.3 波纹管的整形工艺	(62)
2.3.4 波纹管的稳定处理工艺	(63)
2.4 管子弯曲成形工艺	(63)
2.4.1 冷弯与热弯方法的选择	(64)
2.4.2 管子冷弯方法	(64)
2.4.3 管子热弯方法	(67)
2.4.4 弯管缺陷及质量要求	(69)
2.5 型钢的弯曲	(70)
复习题	(71)
3 过程设备焊接工艺	(72)
3.1 过程设备焊接接头	(72)
3.1.1 焊接接头的基本形式和特点	(72)
3.1.2 过程设备焊接接头的分类	(77)
3.1.3 焊接接头的组织与性能	(78)
3.1.4 焊接接头坡口形式、符号及设计	(81)
3.1.5 焊缝符号	(83)
3.1.6 焊接接头常见焊接缺陷及预防措施	(86)
3.1.7 焊接残余应力和变形	(90)
3.2 过程设备制造常用焊接方法	(97)
3.2.1 焊条电弧焊	(97)
3.2.2 埋弧焊	(99)
3.2.3 气体保护焊	(102)
3.2.4 电渣焊	(105)
3.2.5 特殊焊接方法	(106)
3.3 过程设备焊接工艺分析	(109)
3.3.1 金属材料的焊接性及其评定	(109)

3.3.2	焊接工艺分析	(112)
3.3.3	焊接工艺评定	(114)
3.4	焊前预热与焊后热处理	(116)
3.4.1	焊前预热	(116)
3.4.2	后热与焊后消氢处理	(116)
3.4.3	焊后热处理	(117)
	复习题	(118)
4	过程设备组装工艺	(120)
4.1	组装技术要求	(120)
4.1.1	焊接接头的对口错边量	(120)
4.1.2	焊接接头的棱角度	(121)
4.1.3	不等厚钢板对接的钢板边削薄量	(121)
4.1.4	筒体组对直线度要求	(122)
4.1.5	筒体组对圆度要求	(122)
4.1.6	焊接接头布置要求	(123)
4.1.7	焊缝表面的形状尺寸及外观要求	(123)
4.2	组装工艺过程	(124)
4.2.1	筒节手工组装工艺	(124)
4.2.2	利用机械组装筒节的过程	(125)
4.2.3	筒体组装工艺	(126)
4.2.4	开孔接管组装要点	(129)
4.2.5	支座组装要点	(129)
4.3	组装机械简介	(130)
	复习题	(133)
5	过程设备机加件加工工艺	(134)
5.1	机加件常见表面形式	(134)
5.2	机加件的表面质量和加工精度要素	(135)
5.2.1	机加件的表面质量要素	(135)
5.2.2	机加件加工精度的概念	(135)
5.2.3	机加件的尺寸精度等级与形位公差分类	(136)
5.2.4	机加件的表面粗糙度	(137)
5.3	机床的分类和型号	(138)
5.3.1	机床的分类	(138)
5.3.2	机床的型号	(139)
5.4	金属切削加工方法概述	(139)
5.4.1	车削加工	(140)
5.4.2	钻削加工	(141)
5.4.3	镗削加工	(143)
5.4.4	刨削加工	(144)

5.4.5	铣削加工	(146)
5.4.6	磨削加工	(148)
5.4.7	特种切削加工方法简介	(150)
5.5	机加件表面加工方案	(150)
5.5.1	外圆表面加工方案	(151)
5.5.2	内圆表面(孔)的加工方案	(151)
5.5.3	平面加工方案	(152)
5.5.4	机加件精度等级及其相应的加工方法	(153)
5.6	机加件毛坯及其选择	(154)
5.6.1	常用毛坯的种类及其特点	(154)
5.6.2	选择毛坯应考虑的因素	(157)
5.7	典型机加件加工工艺过程	(157)
5.7.1	法兰加工工艺过程	(157)
5.7.2	管板加工工艺过程	(158)
5.8	机加件加工工艺流程	(159)
5.8.1	机加件加工工艺过程的组成	(159)
5.8.2	机加件工艺流程的编制	(160)
5.8.3	工艺流程的作用	(163)
	复习题	(164)
6	过程设备制造质量检验与检测	(165)
6.1	概述	(165)
6.1.1	质量检验的目的	(165)
6.1.2	质量检验内容与方法	(165)
6.1.3	过程设备的缺陷及允许存在缺陷的概念	(166)
6.2	宏观检验概述	(166)
6.3	理化检测概述	(167)
6.3.1	力学性能试验	(167)
6.3.2	化学成分分析	(168)
6.3.3	耐腐蚀性试验	(168)
6.4	射线检测及质量等级评定	(169)
6.4.1	射线检测所用射线及其性质	(169)
6.4.2	射线检测原理	(170)
6.4.3	射线检测技术要点	(171)
6.4.4	射线检测设备简介	(174)
6.4.5	射线检测质量等级评定	(174)
6.5	超声检测及质量等级评定	(176)
6.5.1	超声检测原理	(177)
6.5.2	超声检测设备	(179)
6.5.3	超声检测技术要点	(181)

6.5.4	缺陷定量与质量等级评定	(184)
6.5.5	衍射时差法超声检测	(185)
6.6	磁粉检测及质量等级评定	(189)
6.6.1	磁粉检测原理及特点	(189)
6.6.2	磁粉检测技术要点	(190)
6.6.3	磁粉检测质量分级	(191)
6.7	渗透检测及质量等级评定	(192)
6.7.1	渗透检测基本原理及特点	(192)
6.7.2	渗透检测技术要点	(193)
6.7.3	渗透检测质量分级	(194)
6.8	涡流检测简介	(194)
6.9	声发射检测简介	(196)
6.10	耐压试验与泄漏试验	(198)
6.10.1	耐压试验	(198)
6.10.2	泄漏试验	(200)
	复习题	(200)
7	典型过程设备制造过程简介	(202)
7.1	高压过程设备制造	(202)
7.1.1	单层卷焊式高压容器	(202)
7.1.2	单层锻造式高压容器	(202)
7.1.3	多层包扎式高压容器	(203)
7.1.4	钢带错绕式高压容器	(206)
7.1.5	套合式高压容器	(208)
7.2	塔设备制造	(210)
7.2.1	塔设备的结构特点	(210)
7.2.2	塔设备制造工艺过程	(212)
7.2.3	塔设备压力试验注意事项	(217)
7.3	管壳式换热器制造	(217)
7.3.1	管壳式换热器的结构	(217)
7.3.2	管壳式换热器主要零部件制造	(222)
7.3.3	管束的组装	(230)
7.3.4	换热器整体装配技术要求	(232)
7.3.5	热处理与无损检测要求	(233)
7.3.6	耐压试验工序	(233)
7.3.7	换热器的泄漏试验	(234)
7.4	球形储罐制造	(234)
7.4.1	球罐的结构	(234)
7.4.2	球壳板(球片)的制造	(237)
7.4.3	球罐整体组装	(240)

7.5 过程设备的出厂要求	(241)
7.5.1 设备出厂资料	(241)
7.5.2 产品铭牌要求	(242)
7.5.3 设备的涂敷与运输包装	(242)
复习题	(242)
8 过程设备制造质量管理和质量保证体系	(244)
8.1 我国特种设备法规体系概述	(244)
8.1.1 我国特种设备法规标准体系框架	(245)
8.1.2 特种设备安全监察机构与职能	(246)
8.1.3 特种设备制造许可制度	(247)
8.1.4 特种设备制造质量监督检验	(248)
8.2 质量管理和质量保证体系 ISO 9000 族标准简介	(249)
8.3 过程设备制造质量保证体系的建立	(250)
8.3.1 压力容器制造质量管理的基本要素	(251)
8.3.2 建立质量保证体系的原则	(251)
8.3.3 质量保证体系的结构	(252)
8.3.4 质量体系文件及编制要点	(254)
8.3.5 质量保证体系的运行	(258)
8.3.6 质量保证体系的自我完善	(259)
复习题	(259)
附录 《过程设备制造》课程教学大纲	(260)
参考文献	(268)

0 绪 论

0.1 过程装备的概念

0.1.1 过程工业

过程装备与控制工程专业的工业背景为过程工业。

按照国际标准化组织的认定(ISO/DIS 9000 : 2000), 以流体(气、液、粉粒体等)形态为主要原料生产加工出来的产品为“流程性材料产品”。生产流程性材料产品的工业则为过程工业, 它包括化工、石油化工、生物化工、化学、炼油、制药、食品、冶金、环保、能源、动力等诸多行业与部门。过程工业所涉及的一些物理、化学过程, 主要有传质过程、传热过程、流动过程、反应过程、机械过程、热力学过程等。正是这些物理、化学过程, 构成了过程工业的生产过程。

0.1.2 过程装备

在过程工业中, 要实现一系列的物理和化学的生产过程, 达到工业生产的目的, 必需要有相应的过程装备。过程装备是指由一系列的过程机器和过程设备, 按一定的流程方式用管道、阀门等连接起来的、再配以必要的控制仪表和设备的独立密闭系统。如图 0-1 所示。



图 0-1 过程装备(过程工业的工厂一角)

从设备的角度, 过程装备总体分为两大类: 过程设备(静设备)和过程机器(动设备)。过程设备根据在生产工艺过程中的作用原理可为以下四大类:

(1) 反应设备

主要用于完成介质的物理、化学反应的设备, 包括各种反应器、反应釜、聚合釜、转化炉、合成塔、转化器、煤气发生炉等。

(2) 储存设备

主要用于储存或者盛装气体、液体、液化气体等介质的设备，包括各种金属储罐、非金属储罐、球形储罐、气柜、各种储存容器等。

(3) 换热设备

主要是用于完成介质的热量交换的设备，包括各种换热器、冷凝器、冷却器、蒸发器、废热锅炉等。

(4) 分离设备

主要是用于完成介质的流体压力平衡缓冲和气体净化分离的设备，包括各种分离器、过滤器、吸收塔、洗涤塔、汽提塔、干燥塔、分气缸、除氧器等。

过程机器主要是指流体输送和液、固分离的机械设备，主要有以下几类：

(1) 泵

主要用于液体介质的输送和加压的设备，包括离心泵、往复泵、真空泵、齿轮泵等。

(2) 压缩机

主要用于气体介质的输送和加压的设备，包括往复式压缩机、离心式压缩机、回转式压缩机、螺杆式压缩机等。

(3) 鼓风机

主要用于气体介质的输送的设备，包括离心式鼓风机、罗茨鼓风机等。

(4) 液体和固体分离机械

包括各种离心机、真空过滤机、叶片过滤机等。

从设备设计和制造的角度，过程装备与控制工程专业侧重于过程设备，过程机器主要包含在机械制造类专业中。在制造方面，过程设备的制造技术中除少部分锻造和铸造设备外，绝大部分为焊制设备，所以，本教材重点突出焊制过程设备制造的内容。

0.2 过程设备制造工艺过程

0.2.1 过程设备的总体结构

图 0-2 为卧式储存设备结构简图。储存设备基本没有内部构件，是由筒体、封头、接管、人孔、管法兰、支座等零部件组成。

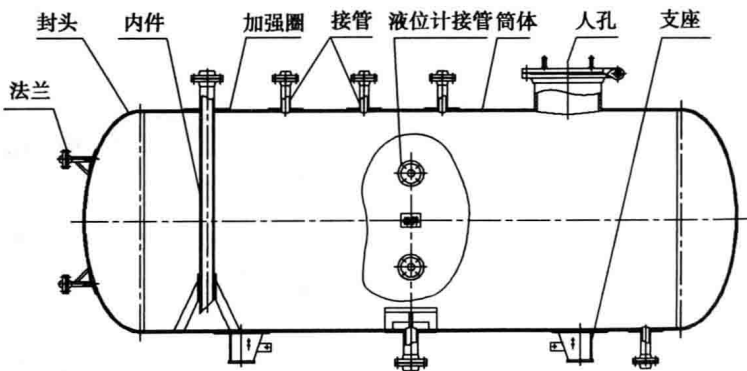


图 0-2 卧式储罐结构图

图 0-3 为固定管板式换热设备结构总图。由筒体、封头、接管、管箱法兰(也叫设备法兰)、管法兰、管板、换热管束、膨胀节、折流板、支座等零部件组成。

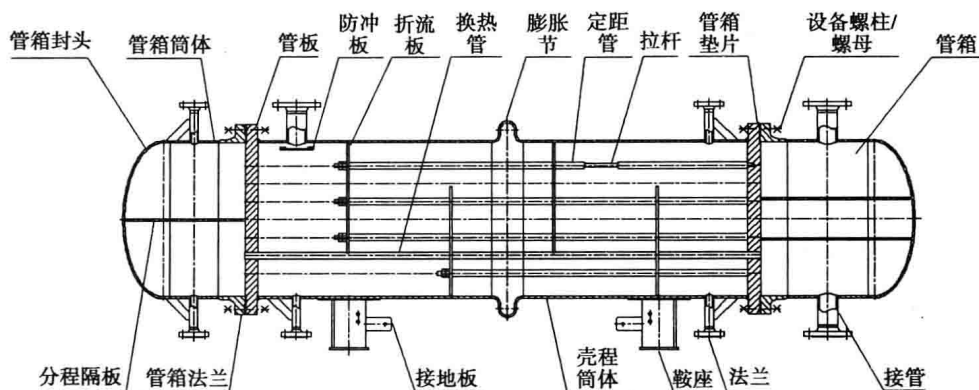


图 0-3 固定管板式换热器结构图

图 0-2 和图 0-3 是两种典型的过程设备图，从中可以看到，所有的过程设备在结构上有个共同的特点，都具有一个或多个封闭的外壳，这种封闭的壳体统称为压力容器。压力容器外壳，加上各种内部构件和附件就组成了过程设备。

0.2.2 过程设备的主要零部件

过程设备的外壳称为压力容器，在设备运行过程中承受介质压力作用的零部件称为受压元件。过程设备中主要受压元件包括筒体(壳体)、封头(端盖)、膨胀节、设备法兰、球罐的球壳体、换热器的管板和换热管、M36 以上设备的主螺柱及公称直径大于等于 250mm 的接管和管法兰。

筒体通常用钢板经过弯卷和焊接加工成形，当筒体较长时由多个筒节组焊而成。小直径的筒节用无缝钢管制作，大直径的筒节用多块钢板组焊而成。厚壁高压容器可以采用锻焊加工工艺、多层缠绕加工工艺、多层热套加工工艺成形式。

封头有凸形封头(椭圆形、球形、蝶形封头等)、锥形封头和平板形封头等多种形式。凸型封头视直径大小不同可采用整板或拼板冲压、旋压的方法来制造，超大直径的封头采用分瓣冲压然后组焊的方法来制造。

接管、人孔是压力容器上的主要部件。较大直径的开孔要进行开孔补强。接管与筒体的连接，采用角接头或 T 形接头。一般情况，接管和人孔为受压元件，其制造要求与筒体相同。

设备法兰、管板类零部件，主要通过机械加工工艺成形。当法兰或管板厚度较薄时，其毛坯可采用钢板，当厚度较大时毛坯采用锻件。

容器内部的所有构件统称为内件。如塔器设备的塔盘、换热器内的管束、反应器内的搅拌机构、储罐内的加热盘管等。有的内件是受压元件，应该按照《固定式压力容器安全技术监察规程》等相关法规和标准的规定进行制造。

支座有多种形式。立式容器常采用裙式支座、立柱式支座、悬挂式支座等；卧式容器常采用鞍式支座、圈座或支承式支座。支座不属于受压元件，但其加工制造精度也要满足相关标准的要求。

0.2.3 过程设备制造工艺流程

制造工艺是指产品制造(加工和装配)的方法和手段。根据过程设备零部件及总体结构特点,过程设备制造工艺内容主要包括三种工艺:铆工工艺、焊接工艺和机加工艺。

其中,铆工工艺是指筒体、封头类零部件的下料划线、成形组对、开孔划线及总体组装等加工方法和技术要求;焊接工艺是指在过程设备制造过程中所有与焊接有关的加工方法、实施措施和技术要求;机加工艺是指对法兰、管板类零部件通过机械加工使其形状、尺寸、相互位置和表面质量达到要求的加工方法和技术要求。

制造工艺过程是指按照一定的加工方法和加工顺序(工序)制造产品的生产全过程。

过程设备的制造过程,就是将所有的受压元件和非受压元件加工制造出来,再进行装配、检验直至合格的整个生产过程。过程设备制造工艺流程是设备制造的一个工艺路线,制造单位的各个部门应按工艺流程进行过程设备的生产。将过程设备制造的各个工序,按先后顺序排列出的工艺图形,称为工艺流程图,如图 0-4 所示。

图 0-4 是过程设备制造的典型工艺流程图,这个流程图指示了每个零部件的加工制造工序及组装、耐压试验、除锈喷漆的设备制造全过程。如筒体的加工制造过程可以分为原材料的检验,划线、切割,受压元件的成形、焊接、组装等工序;管板的加工制造过程分为毛坯检验、机加外圆和上下表面、划线、钻孔等工序。工艺流程图是对设备制造的工艺内容和工序顺序的总体设计,对每一道工序的具体实现,还要编制工艺过程控制文件(如工艺规程、工艺过程卡等,统称为工艺文件),给出加工零件所用的方法或设备、加工过程应控制的规范参数、加工精度、质量要求等等。

工艺流程和工艺过程控制文件是过程设备制造的重要依据,是由制造工程技术人员进行编制。工艺文件编制过程大体包括以下步骤:首先,对施工图纸进行审核,主要审核图纸批准手续的合法性,图纸技术要求标准的规范性,零部件的规格、材质、数量和重量的准确性,图样结构尺寸的相符性,图纸的技术要求提出的有关制造工艺的可行性;然后选定加工方法,确定设备中各零部件的加工工艺路线,绘制工艺流程图;最后,根据零部件的形状和技术要求以及制造厂工装设备的情况,按现行技术标准规范的要求,编制工艺过程卡,确定整个设备制造所要采用的工艺和技术措施,提出完整的工艺过程控制文件,以指导设备制造生产全过程。

0.3 过程设备制造的特点

0.3.1 过程设备的大型化与运输条件限制

随着石油化工生产装置的大型化,过程设备相应的也向大型化发展。较大的过程设备,直径可达 3000~6000mm,壁厚可达 50~100mm,质量可达 100~300t。大型设备质量就更大。例如国产板焊结构的加氢反应器直径为 3000mm,壁厚 128mm,单台质量为 265t;锻焊结构加氢反应器直径为 4200mm,壁厚 281mm,单台质量为 961t。其制造技术要求高,施工周期长,运输、安装难度大。

过程设备基本属于单件非标设备,很难形成批量生产。根据过程设备的结构特点、制造技术和运输条件不同,制造方法分为整体制造和分段制造以及现场制造。大多数过程设备都是在制造厂整体制造,然后运到现场进行安装;但对于直径超过4000mm、或长度超过20m、或质量超过300t的大型设备,因受运输条件的限制,一般要在制造厂分段制造,然后运到现场组装成整体再进行安装。

0.3.2 焊接是过程设备制造的主要工艺

焊接是过程设备制造质量的重要控制环节。在过程设备的焊接中,焊条电弧焊的比例正在降低,埋弧自动焊、二氧化碳气体保护焊、氩弧焊的比例正在加大。自动焊接技术和焊接机器人的使用,使大型容器的焊接实现了自动化。等离子堆焊、多丝、大宽度带极堆焊、电渣焊、窄间隙焊等焊接方法,已在过程设备制造上得到广泛应用。

另外,过程设备使用的材料种类多,有碳素钢、低合金钢、耐热钢、不锈钢、低温钢、抗氢钢和特殊合金钢等材料,对钢材的品质要求越来越严。对于不同材料的焊接,要求焊接过程采用的相应工艺措施更加严格,如焊前预热、焊接保温、焊后热处理等。

0.3.3 过程设备制造需要相应的资质和必要的条件

过程设备制造企业,必须具有专业的生产厂房、材料库、加工设备和施工机具;必须有一支经验丰富的技术管理、技术施工队伍和完善的压力容器质量保障体系,以及与之相配套的管理措施和制度;必须取得国家质量技术监督局或地方质量监督部门认可的资质。

过程设备(压力容器)属于特种设备,我国规定压力容器的设计和制造实行许可证制度,过程设备的制造企业必须按照技术监督部门批准的压力容器制造许可证的等级来生产,未经批准或超过批准范围生产压力容器都是非法的。压力容器制造许可证每隔四年要进行换证审核,达不到要求的要取消压力容器制造许可证。

0.3.4 过程设备制造的协作性

随着过程设备趋向大型化,制造企业需要有大型厂房,并配有大吨位的行车、大型卷板机、大型水压机、大型热处理炉和各种类型的焊接变位机等。具备上述设备,已成为提升制造过程设备能力的关键因素。一个制造企业购置所有的加工设备需要花大量的资金,而大部分设备又长时间处于闲置状态,势必造成巨大的浪费。因此,专业化生产和社会化分工协作,是提升过程设备制造能力和制造水平的最佳方式。

0.4 过程设备制造课程的任务、主要内容和特点

《过程设备制造》是过程装备与控制工程专业的一门主干专业课。《过程设备制造》的研究对象是过程设备的制造工艺,即如前所述三大主要工艺:铆工工艺、焊接工艺和机加工工艺,其指导思想是在保证质量的前提下,提高产品的生产效率和经济性。工艺是生产中最活跃的因素,它既是构思和想法,又是实在的方法和手段,并落实在材料管理、下料成形、开孔组对、整体组装等工序构成的整个工艺系统之中。《过程设备制造》所包涵和涉及的范围