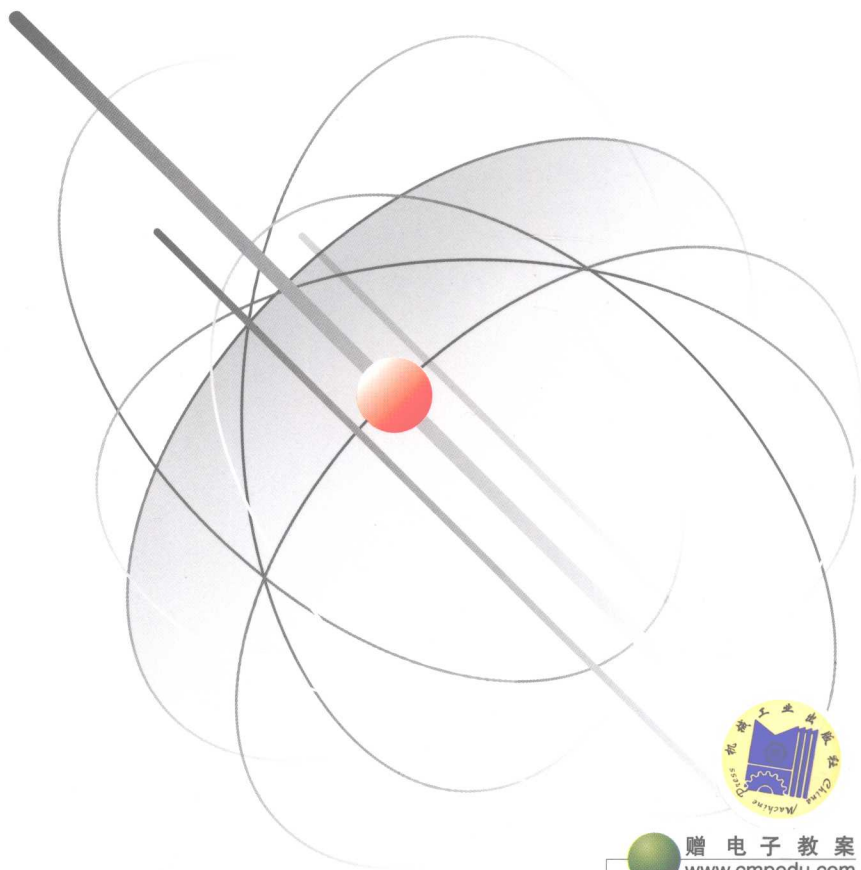




职业教育“十一五”规划教材
焊接专业“双证制”教学改革用书

焊接结构生产

李莉 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠 电子教案
www.cmpedu.com

职业教育“十一五”规划教材
焊接专业“双证制”教学改革用书

焊接结构生产

主 编 李 莉
副主编 陈 斌
参 编 汪德伟 徐双钱 张金娟
主 审 邓洪军

工业学院图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书主要讲授焊接结构基础知识、焊接结构的生产过程和焊接结构生产组织等三个部分。全书共分八个单元,包括焊接结构基本知识、焊接应力与变形、焊接结构备料加工工艺、焊接结构的装配与焊接工艺、焊接结构生产工艺规程的编制、典型焊接结构的生产工艺、装配—焊接工艺装备和焊接结构生产的安全技术。

本书在编写过程中,从现代高职人才培养目标出发,注重教学内容的实用性,结合焊接专业的技术岗位特点,贴近生产实际组织教材内容,使学生掌握焊接结构生产的基本知识和基本技能。本书编写模式新颖,将需要掌握的知识点进行分解,按单元、综合知识模块、能力知识点作为层次安排编写,每单元开始部分安排有“学习目标”,单元末安排有“综合训练”,“综合训练”兼顾了焊工考证的考点,以满足“双证制”教学的需要。为便于教学,本书配备了电子教案和部分综合训练答案,选择本书作为教材的教师可来电索取(010-88379201),或登录 www.cmpedu.com 网站注册、免费下载。

本书可作为高职、高专、各类成人教育焊接专业教材或培训用书,也可供有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

焊接结构生产/李莉主编. —北京:机械工业出版社, 2008.3
职业教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-111-23642-9

I. 焊… II. 李… III. 焊接结构—焊接工艺—专业学校—教材
IV. TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 029931 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:崔占军 齐志刚 责任编辑:齐志刚
责任校对:李秋荣 封面设计:姚毅 责任印制:杨曦
北京机工印刷厂印刷(北京樱花印刷厂装订)
2008 年 6 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·13 印张·318 千字
0 001—4 000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-23642-9
定价:21.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379182
封面无防伪标均为盗版

前言

为了进一步贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》的文件精神,加强职业教育教材建设,满足职业院校深化教学改革对教材建设的要求,机械工业出版社于2006年11月在北京召开了“职业教育焊接专业教材建设研讨会”。在会上,来自全国十多所院校的焊接专业专家、一线骨干教师研讨了新的职业教育形势下焊接专业的课程体系,确定了面向中职、高职层次两个系列教材的编写计划。本书是根据会议所确定的教学大纲和高等职业教育培训目标组织编写的。

全书八个单元中,焊接结构基础知识包括第一、二单元,主要介绍了典型焊接结构基本构件、焊接接头基本形式、焊接结构生产过程简介、消除焊接应力与预防焊接变形的措施,以及焊接接头疲劳破坏和脆性断裂等问题。焊接结构的生产过程包括第三、四、五、六单元,结合实例说明了焊接结构备料加工工艺、焊接结构的装配与焊接工艺、焊接结构工艺规程的编制和典型焊接结构的生产工艺,这是全书的重点。最后两单元介绍装配—焊接工艺装备和焊接结构生产的安全技术。

本书在内容处理上主要有以下几点说明:教材的编写以突出应用性、实践性的原则重组课程结构,打破原有各种课程的学科化倾向,删除与岗位职业能力关系不大的内容,增加与职业能力有关的新技术、新工艺、新设备、新材料。课程内容紧紧扣住培养学生现场工艺实施的职业能力来阐述,将必需的理论知识点融于能力培养过程中,注重实践教学,注重操作技能培养。本书深度适宜,文字简洁、流畅,深入浅出,非常适合职业教育的学生学习。

全书共八个单元,第一、四、六单元由李莉编写,第三、五单元由陈斌编写,绪论和第二单元由汪德伟编写,第七单元由徐双钱编写,第八单元由张金娟编写。全书由李莉担任主编,陈斌担任副主编,邓洪军教授担任主审。为便于教学,本书配备了电子教案和部分综合训练答案,选择本书作为教材的教师可来电索取(010-88379201),或登录www.cmpedu.com网站注册、免费下载。

在本书编写过程中,作者参阅了国内外出版的有关教材和资料,借鉴了其他专业教材的有益内容和焊接技术工人技能鉴定方面的成功经验,并充分考虑通过什么样的教学内容和教学方式来实现专业能力培养的问题,但是由于编者水平有限,实践能力不强,加上时间比较仓促,教材中难免存在某些需要进一步完善和改进的地方,甚至错误,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言	的影响	46
绪论	能力知识点3 减小焊接残余应力的措施	47
第一单元 焊接结构基本知识	能力知识点4 消除焊接残余应力的措施	49
综合知识模块一 焊接结构基本构件	【综合训练】	51
能力知识点1 机器零部件焊接结构	综合知识模块四 焊接结构强度的基本知识	51
能力知识点2 压力容器焊接结构	能力知识点1 电弧焊接头的工作应力	51
能力知识点3 梁、柱焊接结构	能力知识点2 焊接结构的静载强度计算	54
能力知识点4 船舶焊接结构	能力知识点3 焊接结构的疲劳破坏	56
能力知识点5 焊接结构生产工艺过程简介	能力知识点4 焊接结构的脆性断裂	57
【综合训练】	能力知识点5 焊接接头的设计和选用原则	59
综合知识模块二 焊接接头的基本知识	【综合训练】	60
能力知识点1 焊接接头的组成及其基本形式	第三单元 焊接结构备料加工工艺	61
能力知识点2 焊缝的基本形式	综合知识模块一 钢材的矫正及预处理	61
能力知识点3 焊缝代号	能力知识点1 钢材变形的原因	61
【综合训练】	能力知识点2 钢材矫正原理及矫正方法	62
第二单元 焊接应力与变形	能力知识点3 钢材的预处理	65
综合知识模块一 焊接应力与变形的产生	【综合训练】	66
能力知识点1 应力和变形的基础知识	综合知识模块二 划线、放样与号料	67
能力知识点2 研究焊接应力与变形的几个假定	能力知识点1 钢结构施工图	67
能力知识点3 焊接应力与变形产生的原因	能力知识点2 划线	68
【综合训练】	能力知识点3 放样	70
综合知识模块二 焊接残余变形	能力知识点4 号料	71
能力知识点1 焊接变形的分类及其影响因素	【综合训练】	72
能力知识点2 焊接变形的危害	综合知识模块三 钢材下料与边缘加工	73
能力知识点3 控制焊接变形的措施	能力知识点1 下料	73
能力知识点4 矫正焊接变形的的方法	能力知识点2 钢材边缘的加工	77
【综合训练】	【综合训练】	78
综合知识模块三 焊接残余应力	综合知识模块四 弯曲与成形	79
能力知识点1 焊接残余应力的分布	能力知识点1 弯曲成形	79
能力知识点2 焊接残余应力对焊接结构	能力知识点2 板材、型材的展开长度的	

计算	81
能力知识点3 卷板	82
【综合训练】	85
综合知识模块五 冲压成形	85
能力知识点1 拉延	85
能力知识点2 旋压	87
能力知识点3 爆炸成形	87
【综合训练】	88
第四单元 焊接结构的装配与焊接工艺	89
综合知识模块一 焊接结构的装配	89
能力知识点1 装配的基本条件	89
能力知识点2 零件的定位原理及方法	90
能力知识点3 装配中的测量	92
能力知识点4 装配用工具及设备	95
能力知识点5 装配的基本方法	97
能力知识点6 装配工艺过程	100
【综合训练】	104
综合知识模块二 焊接结构的焊接工艺	104
能力知识点1 焊接工艺制订的原则和内容	104
能力知识点2 焊接方法、材料及设备的选择	105
能力知识点3 焊接参数的选择	106
能力知识点4 焊接热参数的确定	106
【综合训练】	107
第五单元 焊接结构生产工艺规程的编制	108
综合知识模块一 焊接结构的工艺性审查	108
能力知识点1 焊接结构工艺性审查的目的	108
能力知识点2 焊接结构工艺性审查的步骤	109
能力知识点3 焊接结构工艺性审查的内容	110
能力知识点4 焊接齿轮的工艺性审查	116
【综合训练】	118
综合知识模块二 焊接生产工艺过程分析	119

能力知识点1 焊接工艺过程分析的原则	119
能力知识点2 生产纲领对工艺过程分析的影响	119
能力知识点3 工艺过程分析方法及内容	120
【综合训练】	123
综合知识模块三 焊接工艺评定	123
能力知识点1 焊接工艺评定的目的	123
能力知识点2 焊接工艺评定的原则及程序	124
【综合训练】	126
综合知识模块四 焊接结构工艺规程的编制	126
能力知识点1 工艺过程的概念及组成	126
能力知识点2 焊接结构加工工艺规程	127
能力知识点3 工艺规程的文件形式	130
能力知识点4 制订加工工艺过程实例	134
【综合训练】	136
第六单元 典型焊接结构的生产工艺	137
综合知识模块一 桥式起重机桥架的生产工艺	137
能力知识点1 桥式起重机的结构	137
能力知识点2 箱形主梁的技术要求及制造工艺要点	139
能力知识点3 端梁的技术要求及制造工艺要点	142
能力知识点4 桥架的组装工艺要点	143
【综合训练】	145
综合知识模块二 压力容器的生产工艺	146
能力知识点1 压力容器的基础知识	146
能力知识点2 中低压压力容器的制造工艺	149
能力知识点3 球形压力容器的制造工艺	152
【综合训练】	155
综合知识模块三 船舶结构的生产工艺	155
能力知识点1 船舶结构的类型及特点	155
能力知识点2 整体造船中的焊接工	

能力知识点 2 分段造船的制造工艺	158
【综合训练】	160
综合知识模块四 桁架的生产工艺	161
能力知识点 1 桁架的结构特点及技术	161
能力知识点 2 桁架的装配工艺	163
能力知识点 3 桁架的焊接工艺	164
【综合训练】	165
第七单元 装配—焊接工艺装备	166
综合知识模块一 概述	166
能力知识点 1 焊接工装中的地位与作用	166
能力知识点 2 焊接工装的分类及应用	167
能力知识点 3 焊接工装的组成及选用原则	167
【综合训练】	168
综合知识模块二 焊接工装夹具	169
能力知识点 1 零件在夹具中的定位	169
能力知识点 2 定位器	170
能力知识点 3 夹紧器	173
能力知识点 4 拉紧及推撑夹具	176

【综合训练】	178
综合知识模块二 焊接变位机械	178
能力知识点 1 焊件变位机械	178
能力知识点 2 焊机变位机械	183
能力知识点 3 焊工变位机械	186
能力知识点 4 其他装置与设备	187
【综合训练】	191
第八单元 焊接结构生产的安全技术	193
综合知识模块一 焊接结构生产的安全技术	193
能力知识点 1 备料的安全技术	193
能力知识点 2 装配中的安全技术	194
能力知识点 3 焊接生产中的安全用电	195
【综合训练】	196
综合知识模块二 焊接生产中的劳动保护与安全管理	196
能力知识点 1 焊接生产中的劳动保护	196
能力知识点 2 焊接生产安全管理	198
【综合训练】	199
参考文献	200

绪 论

【学习目标】 通过绪论的学习,掌握焊接结构的特点,了解焊接结构在工业发展中的作用,熟悉本课程的性质和主要内容,明确学习本课程应达到的能力目标及学习方法等。

焊接技术在机械制造工业中具有重要地位,是国家经济建设各个领域不可缺少的工艺技术手段。焊接作为现代工业生产中理想的连接手段,与其他连接方法相比,具有很多优点,其应用更是涉及到国民经济的各个领域。

一、焊接结构的特点及其在工业发展中的作用

1. 焊接结构的特点

(1) 焊接结构的优点 焊接结构就是将各种材料,采用焊接方法加工而成的,能承受一定载荷的金属结构。与铆接、铸造及锻造等方法制成的金属结构相比较,焊接结构具有下列优点:

1) 焊接接头的强度高。由于铆接接头需要在母材上钻孔,因而削弱了接头的工作截面,使其接头强度低于母材。而焊接接头的强度、刚度一般可达到与母材相等或相近,能够承受母材所能承受的各种载荷。

2) 焊接结构设计的灵活性大。通过焊接,可以方便地实现多种不同形状和不同厚度的材料的连接,甚至可以将不同种类的材料连接起来,也可以通过与其他工艺方法联合使用,使焊接结构的材料分布更合理,材料应用更恰当。

3) 焊接接头的密封性好。焊缝处的气密和水密性能是其他连接方法所无法比拟的。特别在高温、高压容器结构上,只有焊接才是最理想的连接形式。

4) 焊接结构适用于大型或重型、单件小批量生产的简单产品结构制造。如船体、桁架、球形容器等。在制造时一般先将几何尺寸大、形状复杂的结构进行分解,对分解后的零件或部件分别进行加工,然后通过总体装配焊接形成一个整体结构。

5) 焊前准备工作简单。

6) 结构的变更与改型快,而且容易。

7) 成品率高。

(2) 焊接结构的不足

1) 在焊接过程中,焊缝处容易产生各类焊接缺陷。如果修复不当或缺陷漏检,则会产生过大的应力集中,从而降低整个焊接结构的承载能力。



- 2) 焊接结构对于脆性断裂、疲劳破坏、应力腐蚀和蠕变破坏等都比较敏感。
- 3) 焊接结构中存在残余应力和变形。这不仅影响焊接结构的外形尺寸和外观质量,同时给焊后的继续加工带来很多麻烦,甚至直接影响焊接结构的强度。
- 4) 焊接会改变材料的部分性能,使焊接接头附近变为一个不均匀体。即具有几何的不均匀性、力学的不均匀性、化学成分的不均匀性和金属组织的不均匀性。
- 5) 对于一些高强度的材料,因其焊接性能较差,更容易产生焊接裂纹等缺陷。

2. 焊接结构在工业发展中的作用

焊接是一种理想的材料连接方法,随着科学技术的进步,它已经从单一的加工工艺发展成为一种多学科相互交融的现代工程技术。

焊接结构被广泛地应用于工业生产的各个部门,如石油与化工机械、重型与矿山机械、起重与吊装设备、冶金建筑、汽车制造、船舶制造、兵器制造、人造卫星、载人飞船、核电站的工业设备以及海洋工程等。

焊接结构是许多高新技术产品不可缺少的组成部分。例如,我国制造的 100 万 kW 超临界大型火力发电机组锅炉、30 万 t 级超大型油轮、“神舟六号”飞船及微电子技术的元件等,都是采用焊接技术制造完成的。

焊接结构质量直接影响工业生产产品质量和使用可靠性。例如,一台 60 万 kW 电站锅炉受热面的焊接接头达六万多个,如果有千分之一的接头出现质量问题,就有 60 处隐患,这将严重影响这个机组的安全运行。

因此,焊接结构在推动工业生产发展、技术进步以及促进国民经济发展过程中都发挥着重要作用。

二、本课程的性质和讲授的主要内容

《焊接结构生产》是职业院校焊接技术专业的主干课程之一。它的主要任务是使学生掌握焊接生产的基础知识和基本技能,为今后从事焊接或相关专业的的工作打下基础。本教材根据五年制高职焊接技术专业《焊接结构生产》课程教学大纲编写,其内容包括焊接结构的基础知识和焊接结构生产工艺过程的专业理论知识,并以焊接结构基本构件、焊接接头、焊接应力与变形为基础,全面介绍了焊接结构备料加工工艺、装配与焊接工艺、焊接生产工艺规程、装配焊接工艺装备、典型焊接结构的生产工艺及焊接结构安全技术等方面的知识。

三、本课程的能力目标及学习方法

1. 本课程的能力目标

通过学习本课程,学生应达到以下能力目标的要求:

- 1) 了解组成焊接结构的基本构件,掌握焊接接头、焊缝的种类及焊缝代号的识别方法,掌握焊接接头疲劳破坏和脆性断裂的相关知识。
- 2) 掌握焊接应力与变形的概念、产生的原因、分布规律以及控制和消除残余应力与变形的措施。
- 3) 掌握焊接结构生产中常用的备料和成形加工方法。



4) 掌握焊接结构的装配方法与装配工艺, 能够根据结构的特点及生产规模选择合适的装配方法, 并掌握焊接结构的焊接工艺。

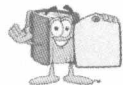
5) 具备对一般焊接结构进行工艺性审查、焊接工艺评定及工艺过程分析的能力, 并在此基础上编制焊接结构生产工艺规程。

6) 掌握焊接结构生产中常用工艺装备的功用、结构特点、适用范围和使用要求, 并初步具有选用装焊夹具的能力。

7) 了解焊接生产中安全技术方面的基本知识。

2. 本教材的学习方法

《焊接结构生产》是一门实践性较强的专业课程。在学习过程中, 要注意理论联系实际, 综合运用本专业基础知识和专业知识, 并根据实际条件和自身特点调整学习方法。在学习过程中, 还要注意加强现场教学和参观, 加深学生的感性认识。此外, 还可以通过多媒体教学等手段开阔学生的视野, 培养学生分析问题和解决问题的能力。



课堂笔记:

焊接结构生产 第一章 绪论

焊接结构生产

第一章 绪论

第一单元 焊接结构基本知识

【学习目标】 通过本单元的学习,了解机器零部件、压力容器、梁柱及船舶等焊接结构基本构件的有关知识,掌握常用焊接接头的基本形式、表示方法、焊缝代号的识别,掌握焊接结构强度的基础知识。

综合知识模块一 焊接结构基本构件

焊接作为一种材料连接的工艺方法,已经在机械制造业中得到广泛应用。许多传统的铸、锻制品,由于毛坯加工量大,零部件受力不理想等原因逐步被焊接产品或铸—焊、锻—焊结构产品所代替。焊接结构形式各异,繁简程度不一,类型很多。

能力知识点 1

机器零部件焊接结构

这类结构通常在交变载荷或多次重复性载荷下工作,必须具有精确的尺寸,才能保证主要部件或仪表零件的加工质量,机座、机身、机床横梁及齿轮、飞轮和仪表枢轴等均属于该类结构。采用钢板焊接或铸—焊、锻—焊联合的工艺制造机器零部件结构,可以解决铸、锻设备能力不足的问题,同时大大缩短了制造周期。

1. 切削机床的焊接机身

切削加工是一种精度较高的工艺过程,因此必须要求机床的机身具有很高的刚度。过去,由于铸铁价格低,铸件适于成批生产,并且具有良好的减振性能,所以铸铁机床机身一直占有明显的优势。随着现代工业和新型加工技术的发展,为提高机床的整体工作性能,减轻结构重量,缩短机身的生产周期和降低制造成本,机床机身逐步改用焊接结构。尤其是对于单件小批量生产的大型、重型及专用机床,大量采用焊接结构后经济效益十分明显。

图 1-1a 是普通卧式车床的焊接机身,主要由箱形床腿、加强筋、导轨、纵梁及斜板等零部件组成。如图 1-1b 所示,机身断面结构形式是通过纵梁和斜板实现的,它把整个方箱断面分割成两个三角形的断面,下方三角形完全闭合,这样的断面结构具有较大的抗弯扭刚度。

在切削机床中采用焊接机身时,需要考虑以下几个方面的问题:

1) 经济效益问题。焊接机身经济效益与生产批量有关,它特别适用于单件小批量生产的大型或专用机床。

2) 刚度问题。焊接机身一般采用轧制的钢板和型钢焊接而成,形状特殊的部分也采用



一些小型锻件或铸件。焊接机身应用最多的材料主要是焊接性好的低碳钢和低合金结构钢。由于钢材的弹性模量比铸铁高,在保证相同刚度条件下,焊接机身比铸铁机身的自重轻很多。因此焊接机身可以满足切削加工时的刚度要求。

3) 减振性问题。机身的减振性不仅取决于所选材料,而且还与结构本身有关。故可以分为材料减振性和结构减振性两个方面。焊接机身钢质材料的减振性低于铸铁,因此,必须从结构上采取措施以保证焊接机身结构的减振性。

4) 尺寸稳定性问题。由于焊接机身中存在较严重的焊接残余应力,这对焊接结构的尺寸稳定性有影响,特别是切削机床的机身,对尺寸的稳定性要求更高,故焊接机身在焊后必须进行热处理来消除残余应力。

5) 机械加工问题。机床焊接结构与建筑、石油化工和船舶工业所采用的焊接结构不同,焊后需要进行一定的机加工。尽管机身采用的低碳钢焊接性好,但机械加工性能不如铸铁和中碳钢,所以在研究机身焊接结构工艺性时,还应该考虑机械加工工艺性问题。

2. 减速器箱体焊接结构

减速器箱体是安装各传动轴的基础部件,由于减速器工作时各轴传递转矩要产生比较大的反作用力,并作用在箱体上,因此要求箱体应具有足够的刚度,以确保各传动轴的相对位置精度。如果箱体刚度不足,不仅使减速器的传动效率低,而且还会缩短齿轮的使用寿命。采用焊接结构箱体能获得较大的强度和刚度,且结构紧凑,重量较轻。

减速器箱体结构形式繁多,在小批量生产时,采用焊接减速器箱体较为合理。焊接减速器箱体一般制成剖分式结构,即把一个箱体分成上下两个部分,分别加工制造,然后在剖分面处通过螺栓将两个半箱体连成一个整体。如图 1-2 所示,为一个单壁剖分式减速器箱体的焊接结构。为了增加焊接箱体的刚度,通常在壁板的轴承支座处用垂直筋板加强,并与箱体的壁板焊接成一个整体。小型焊接箱体的轴承支座用厚钢板弯制而成,大型焊接箱体的轴承支座可以采用铸件或锻件。轴承支座必须具有足够的厚度,以保证机械加工时有一定的加工余量。焊接箱体的下半部分由于承受传动轴的作用力较大并与地面接触,因此必须采用较厚的钢板制作。

对于工作条件比较平稳的减速器,箱体焊接时可以不必要开坡口,焊脚尺寸也可以小一些。但对于承受反复冲击载荷的减速器箱体应该开坡口以增加焊缝的工作断面。焊接减速器箱体多用低碳钢制作,为保证传动稳定性,焊后需要进行热处理以消除残余应力。

承受大转矩的重型机器的减速器箱体,还可以采用双层壁板的焊接结构,并在双层壁板间设置加强筋以提高焊接箱体的整体刚度。

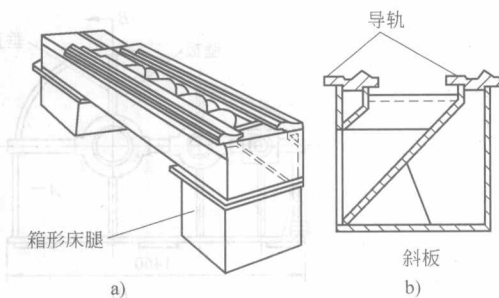


图 1-1 卧式车床焊接机身示意图

a) 机身简图 b) 机身断面结构形式



想一想 焊接减速器箱体与铸造减速器箱体相比,有哪些优点?

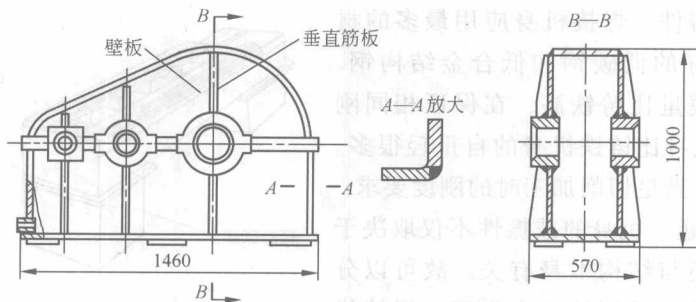


图 1-2 剖分式减速器箱体焊接结构



课堂笔记：

能力知识点 2

压力容器焊接结构

压力容器是能承受一定压力作用的密闭容器，按国家劳动部 2000 年颁发的“压力容器安全技术监察规程”的规定，其所监督管理的压力容器定义是指最高工作压力 $P \geq 0.1 \text{ MPa}$ ，容积大于或等于 25L，工作介质为气体、液化气体或最高工作温度大于等于标准沸点的液体容器。它主要用于石油化工、能源工业、科研和军事工业等方面；同时在民用工业领域也得到广泛应用，如煤气或液化石油气罐、各种蓄能器、换热器、分离器以及大型管道工程等。

1. 压力容器的分类及应用

(1) 按工艺用途分类

- 1) 反应压力容器：用于完成介质的物理、化学反应。
- 2) 换热压力容器：用于完成介质的热量交换。
- 3) 分离压力容器：用于完成介质的流体压力平衡和气体净化分离等。
- 4) 储存压力容器：用于盛装生产用的原料气体、液体、液化气体等。

(2) 按设计压力分类

- 1) 低压容器（代号 L）， $0.1 \text{ MPa} \leq P < 1.6 \text{ MPa}$ 。
- 2) 中压容器（代号 M）， $1.6 \text{ MPa} \leq P < 10 \text{ MPa}$ 。
- 3) 高压容器（代号 H）， $10 \text{ MPa} \leq P < 100 \text{ MPa}$ 。
- 4) 超高压容器（代号 U）， $P \geq 100 \text{ MPa}$ 。

2. 压力容器的焊接结构

压力容器的结构形式虽然很多，但最基本的结构是一个密闭的焊接壳体。根据压力容器壳体的受力特点，最适合的形状是球形，但球形容器制造相对比较困难，成本高，因此在工业生产中，中、低压容器多数采用圆筒形结构。圆筒形容器由筒体、封头、法兰、密封元件、开孔接管以及支座等六大部件组成，并通过焊接构成一个整体，如图 1-3 所示。

一般用途的压力容器工作压力低，焊接结构比较简单。图 1-4 所示载货汽车的刹车储气

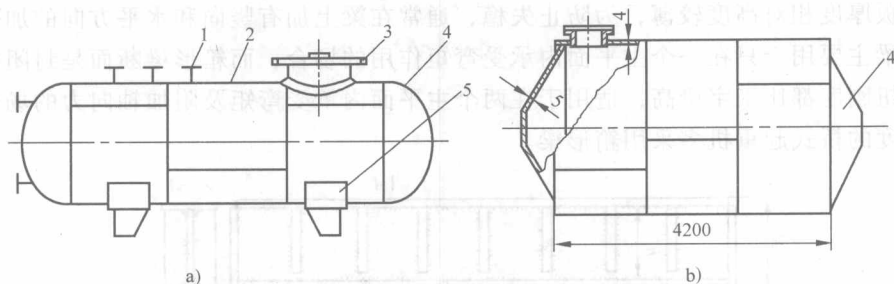


图 1-3 圆筒形压力容器

a) 带椭圆封头的圆筒形容器 b) 带锥形封头的圆筒形容器

1—接管 2—筒体 3—人孔及法兰 4—封头 5—支座

筒, 采用 Q235 钢材制成。筒体由钢板弯制, 纵向焊缝采用埋弧焊一次完成, 两封头采用冲压成形工艺, 封头与筒体之间采用对接接头。为了保证焊接质量, 在焊缝底部设置残留垫板。

对于大型储运容器, 在结构和设计上有许多特别的地方。如铁路运输石油产品用的油罐, 如图 1-5 所示。油罐承受的内压力不高, 但在运输车辆起动和刹车时有较大的惯性力, 因此要求罐体应有适当的厚度, 以保证其刚度。油罐罐体一般用低碳钢制造, 筒体由上下两部分组成, 上半部分占整个筒体的 $\frac{3}{4}$, 由 $8 \sim 12\text{mm}$ 厚的钢板成形后拼焊而成。筒体下部分占 $\frac{1}{4}$, 要求有较大的刚度, 采用较厚的钢板弯制。筒体上下两部分用对接纵焊缝连接。封头为椭圆封头, 热压成形, 与筒体之间采用对接焊缝连接。

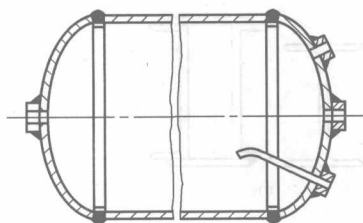


图 1-4 汽车储气筒

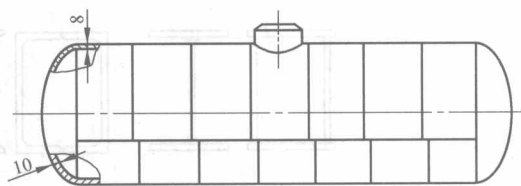
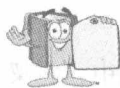


图 1-5 储运容器



课堂笔记:

能力知识点 3

梁、柱焊接结构

1. 焊接梁

梁是在一个或两个主平面内承受弯矩作用的构件。这类结构的工作特点是结构件受横向弯曲力, 当多根梁通过焊接组成梁系结构时, 其各梁的受力情况变得比较复杂。

焊接梁的用途很广, 主要应用于载荷和跨度都比较大的场合, 多由翼板及一块腹板组成工字形, 或由翼板和两块腹板组成箱形, 故又称为工字梁或箱形梁, 如图 1-6 所示。由于焊



接梁的腹板厚度相对高度较薄，为防止失稳，通常在梁上加有竖向和水平方向的加强板。

工字梁主要用于只在一个主平面内承受弯矩作用的场合；而箱形梁断面是封闭的，水平刚度及抗扭刚度都比工字梁高，适用于在两个主平面内承受弯矩及附加轴向力的场合，重型的、大跨度的桥式起重机多采用箱形梁。

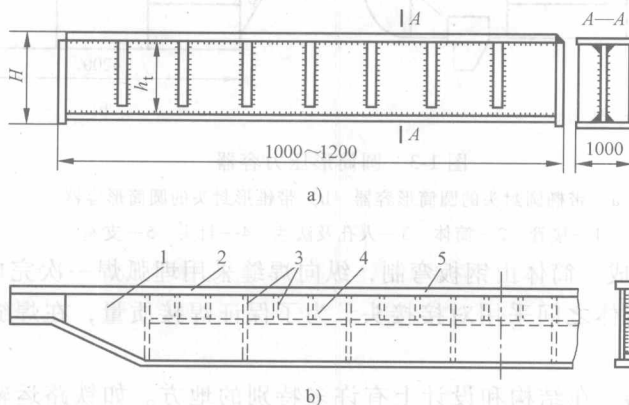


图 1-6 焊接梁结构简图

a) 工字梁 b) 箱形梁

1—腹板 2—翼板 3—竖加强板 4—水平加强板 5—翼缘焊缝

梁的组成形式很多，常见的有利用钢板焊成的板焊结构梁，利用型钢焊接成的型钢结构梁以及利用钢板和型钢焊接成的组合梁，如图 1-7 所示。

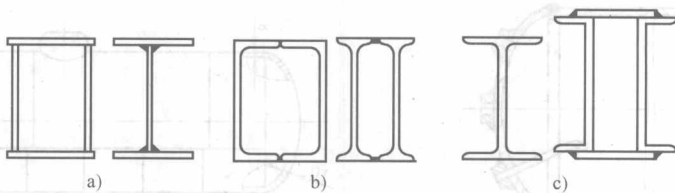


图 1-7 梁的组成形式

a) 板焊结构梁 b) 型钢结构梁 c) 组合梁

2. 焊接柱

柱是主要承受压力并将受压载荷传递至基础的构件，广泛应用于建筑工程结构中，在梁和桁架传递载荷时起支承作用。属于柱类结构的有起重机的支承臂、龙门起重机的支腿和自升式钻井船的柱腿等。

焊接柱是通过钢板拼焊、型材焊接以及钢板和型材组合焊接而形成的受压构件，主要由柱头、柱身和柱脚三部分组成，如图 1-8 所示。柱头承受外部施加的载荷并传递给柱身，柱身再将载荷传至柱脚和基础。柱和梁组成厂房、高层房屋和工作平台的钢骨架。

按照受力特点的不同，焊接柱一般分为轴心受压柱和偏心受压柱（带有纵向弯曲的）。轴心受压柱主要承受压力载荷，如工作平台的支承柱、网架结构中的压杆、塔架等；偏心受压柱在承受压力的同时也承受纵向弯曲作用，如厂房和高层建筑的框架柱、门式起重机的门架支柱等。

焊接柱常用的截面形式有两类：一类为实腹式柱，如图 1-9a、b 所示，这种柱的结构形

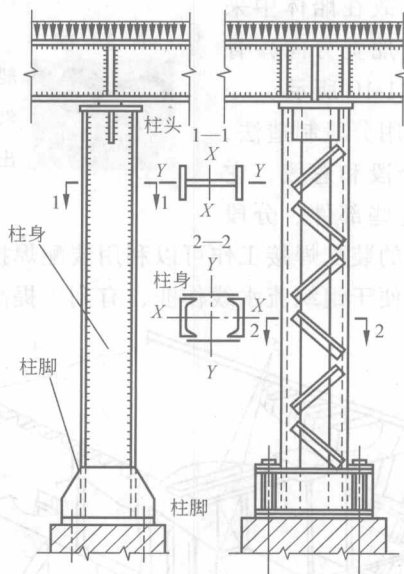


图 1-8 焊接柱结构

式和制作都比较简单；另一类为格构式柱，如图 1-9c、d 所示，这种柱主要采用型钢和钢板组合焊接制成，制作稍费工时，但可节省材料。

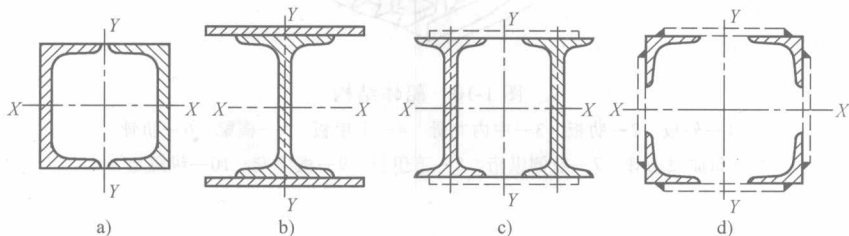
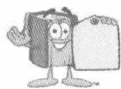


图 1-9 焊接柱截面形式

a)、b) 实腹式柱 c)、d) 格构式柱



课堂笔记：

能力知识点 4

船舶焊接结构

现代船舶的船体已采用全焊接结构，这对减轻船体自重、缩短船舶的制造周期和改善航运性能具有重要作用。船舶属于水上浮动结构，作为其主体的船体是由一系列板架相互连接而又相互支持构成的，它是一个具有复杂外形和空间构造的焊接结构。按其结构特点，从上到下，以贯通首尾的上甲板为界，分为主船体和上层建筑两部分。船体外板及甲板形成主船体的水密性外壳，其中外板包括平板龙骨、船底板、舭列板、舷侧板、舷顶列板等。船底板



承受垂直于板平面的水压力，故在船体中采用纵向（船长方向）和横向（船宽方向）骨架给予加固，其焊接结构如图 1-10 所示。

现代船体结构的制造多采用分段制造法，即将船体结构划分为部件、分段和总段，它们是平面的和立体的结构。这些部件、分段和总段都有足够的刚度，它们的装配焊接工作可以利用装配焊接夹具及机械化装置完成。这种生产方式易于实现专业化，便于组织流水线作业，有利于提高船舶的生产率和建造质量。

小知识



现代海船大多采用球鼻形船艏以减小海水阻力。球鼻处在水位线以下且向前突出，受力大。

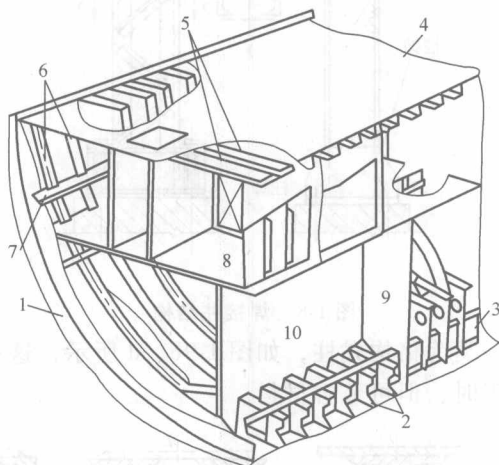


图 1-10 船体结构

1—外板 2—肋板 3—中内龙骨 4—上甲板 5—横梁 6—肋骨和加强肋骨 7—舷侧纵桁 8—下甲板 9—横隔壁 10—纵隔壁



课堂笔记：

能力知识点 5

焊接结构生产工艺过程简介

焊接结构生产工艺过程，是根据生产任务的性质、产品图样、技术要求和工厂条件，运用现代焊接技术、相应的金属材料加工和保护技术、无损检测技术，来完成焊接结构生产的各个工艺过程。由于焊接结构的技术要求、形状、尺寸和加工设备等条件的差异，使其工艺过程有一定区别，但从各工序的内容以及相互之间的关系来分析，它们又都有着大致相同的生产步骤，即生产准备、材料加工、装配焊接和质量检验。

1. 生产准备

(1) 技术准备 首先研究将要生产的产品清单。因为在清单中按产品结构进行了分类，并注明了该产品的年产量，即生产纲领。生产纲领确定了生产的性质，同时也决定了焊接生产工艺的技术水平。其次研究和审查产品施工图样和技术条件，了解产品的结构特点，进行