



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

焊接结构生产

第二版

◎ 邢晓林 主编



化学工业出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

焊接结构生产

第二版

邢晓林 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是焊接专业主干课程教材之一,是根据教育部中等职业学校焊接专业人才培养方案、《焊接结构生产》课程教学大纲以及所审定的编写大纲编写的,是面向 21 世纪中等职业教育的国家规划教材。

全书分为理论教学和实训教学两个部分。其中理论教学部分共六章,第一、二章分别论述了焊接结构基本构件、焊接接头形式、焊接结构生产过程简介、焊接应力与变形、消除焊接应力和预防变形的措施,以及焊接接头疲劳破坏和脆性断裂等基础理论知识;第三、四、五章系统介绍了焊接结构零件加工、焊接结构装配、焊接结构工艺性审查和典型焊接结构的生产工艺;第六章简要介绍了焊接结构生产组织、安全技术及车间布置。实训部分提供了焊接变形和焊接残余应力测定的基本实验方案,以及焊接结构成形、焊接结构装配和焊接工艺性分析的实训项目。书中每章结束后附有一定数量的训练习题,并在实践参考中提供了认识焊接新技术、新工艺或新设备的课外阅读内容。

本书主要作为中等职业学校焊接专业教材使用,也可供从事焊接工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

焊接结构生产/邢晓林主编. —2 版. —北京:
化学工业出版社, 2009. 2

中等职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-122-04640-6

I. 焊… II. 邢… 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(2009)第 006607 号

责任编辑:高 钰

文字编辑:陈 喆

责任校对:凌亚男

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14 1/4 字数 354 千字 2009 年 4 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本教材是根据教育部中等职业学校焊接专业教学计划和焊接结构生产课程教学大纲编写的,是面向 21 世纪中等职业教育的国家规划教材。按照教育部关于制订 2004~2007 年职业教育教材开发编写计划等文件精神,结合近年来职业教育的教学需要,该教材在第一版的基础上进行了修订。

此次再版,保留原有教材的编写特点,即从现代中职人才培养目标出发,强调职业教育技能训练的基本思想,注重教学内容的实用性和应用性。特别是结合焊接专业的岗位要求,尽量贴近生产实际和联系实例组织内容,以达到使学生掌握焊接结构生产基本知识和基本技能的目的。在教材主体框架结构不变的前提下,注意了以下几个方面的修改和处理。

1. 结合焊接技术发展,补充或更新了与职业能力训练相关的新技术、新工艺。如焊接结构装配与焊接的新工艺、新装置或新设备,以及“实践参考”中的个别新技术应用。

2. 坚持职教特色,进一步突出应用性、实践性,完善“典型生产工艺”中的应用实例,明确应用案例的操作特点。

3. 紧紧围绕培养职业能力的要求,吸收国家职业技能中的理论知识点,对“实训指导”部分中的“板材手工弯曲成形”、“简单桁架结构的焊接装配”等实训项目做了进一步补充完善。

4. 修改文字内容,使本教材文字叙述或有关分析说明更加精练、准确;并纠正原教材在编写或印刷中的错误。

本修订教材仍分为焊接结构基础知识、焊接结构生产过程和焊接结构生产组织三个部分,共六章理论教学内容。通俗易懂、实用性强,便于组织教学。适合中等职业学校焊接专业的教学要求,也可作为从事焊接工作的工程技术人员参考用书。

在修订过程中,尽管对原有教材的使用进行了调研、分析和总结,同时也借鉴了其他专业教材的有益做法,以及职业技能鉴定方面的成功经验,但由于编者水平有限,加上时间比较仓促,教材难免存在某些需要进一步完善和改进的地方,恳请广大读者指正。

本教材绪论和第一、二、三、五章由邢晓林编写;第四、六章和实验指导书以及实训内容由魏民编写。

本教材由全国化工教学指导委员会组织。在修订过程中,得到全国化工教学指导委员会机械学科组、兄弟院校和工厂有关人员的支持和帮助,在此一并表示谢意。

编 者

2009 年 1 月

第一版前言

本教材是根据教育部中等职业学校焊接专业教学计划和《焊接结构生产》课程教学大纲编写的,是面向 21 世纪中等职业教育的国家规划教材。本教材适合中等职业教育各类学校焊接专业使用,也可供从事焊接工作的工程技术人员参考。

本教材分为焊接结构基础知识、焊接结构生产过程和焊接结构生产组织三个部分,共六章理论教学内容。焊接结构基础知识包括第一、二章,主要介绍典型焊接结构基本构件、焊接接头形式、焊接结构生产过程简介、焊接应力与变形、消除焊接应力和预防变形的措施,以及焊接接头疲劳破坏和脆性断裂等问题,旨在让学生建立起焊接结构及焊接生产的感性认识。焊接结构生产过程分为三章,分别介绍焊接结构零件加工、焊接结构装配、焊接结构工艺性审查和典型焊接结构的生产工艺,这部分内容是本教材的重点。最后一章介绍焊接结构的组织、质量和安全技术管理。除理论教学内容外,考虑到本课程的特殊性以及教学对实践训练的要求,配套编入了焊接残余应力和变形的实验方案,以及包括有焊接结构成形加工、装配焊接、工艺性分析等知识点的实训内容。

本教材在编写过程中,从现代中职人才培养目标出发,注重教学内容的实用性。特别是结合焊接专业的技术岗位特点,尽量贴近生产实际组织教材内容,以达到使学生掌握焊接结构生产的基本知识和基本技能的目的。同时,在尊重科学性和教学规律的前提下,注意对部分专业知识结构的重新整合。例如将焊缝符号的表示方法编入焊接结构的基础知识部分;将焊接结构的工艺制订与典型焊接结构生产工艺合为一章,增强实践知识的连续性和能力训练的针对性。尤其是对一些不适合中职教育的设计内容和个别计算进行了必要的淡化处理,力图在教学大纲要求范围内,最大限度地体现职业教育的基本特征。

本书在编写过程中,尽管借鉴了其他专业教材的有益做法和焊接中技工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组织方式,来实现专业培养的问题,但是由于编者水平有限,加上时间比较仓促,教材难免存在某些需要进一步完善和改进的地方,恳请广大读者指正。

本教材的绪论和第一、五章由四川省泸州化工学校邢晓林编写;第四、六章和实验指导书由四川省泸州化工学校魏民编写;第二、三章和实训指导由岳阳工业学校张洪流编写;邢晓林担任主编,淮南工业学院李学斌担任主审。

本教材由全国化工中专教学指导委员会组织编写,经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过,由燕山大学崔占全教授担任责任主审,燕山大学徐瑞教授、辽宁工程技术大学回书利副教授审稿。本书在编写的全过程中,得到全国化工中专教学指导委员会机械学科组以及主、参编学校的大力支持,并为书稿质量的提高提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。

编 者
2002 年 2 月

目 录

绪论	1
一、焊接结构的应用和特点	1
二、焊接结构分类	2
三、本课程的性质和讲授的主要内容	3
四、本课程应达到的能力目标	3
五、学习本教材的方法和教学建议	3
第一章 焊接结构基本知识	4
第一节 焊接结构基本构件	4
一、机器零部件焊接结构	4
二、压力容器焊接结构	9
三、梁、柱和桁架焊接结构	12
四、船舶焊接结构	15
第二节 焊接接头基本知识	16
一、焊接接头组成和基本形式	16
二、焊缝符号及其表示方法	22
三、焊接接头设计和选用原则	25
第三节 焊接结构生产工艺过程简介	26
一、生产准备	27
二、材料加工	27
三、装配与焊接	27
四、质量检验与安全评定	27
【实践参考】	28
【习题训练】	29
第二章 焊接应力与变形	31
第一节 焊接应力与变形的产生	31
一、焊接应力与变形的基本概念	31
二、焊接应力和变形产生的原因	33
第二节 焊接残余应力	35
一、焊接残余应力的分布	35
二、焊接残余应力对焊件性能的影响	40
三、减少焊接残余应力的措施	40
四、消除焊接残余应力的方法	44
第三节 焊接残余变形	46
一、焊接变形的分类及其影响因素	46
二、控制焊接变形的措施	50
三、矫正焊接残余变形的的方法	52

第四节 焊接结构的疲劳破坏和脆性断裂	53
一、焊接结构的疲劳破坏	53
二、焊接结构的脆性断裂	55
【实践参考】	56
【习题训练】	58
第三章 焊接结构零件加工工艺	60
第一节 钢材的矫正及预处理	60
一、钢材的矫正	60
二、钢材的预处理	64
第二节 划线、放样与下料	65
一、识图与划线	65
二、放样	67
三、下料	72
四、坯料的边缘加工	77
第三节 弯曲与成形	77
一、板材的弯曲	78
二、型材的弯曲	80
三、冲压成形	81
【实践参考】	83
【习题训练】	85
第四章 焊接结构的装配与焊接工艺	86
第一节 焊接结构的装配	86
一、装配方式的分类	86
二、装配的基本条件	87
三、定位原理及零件的定位	88
四、装配中的测量	89
第二节 装配用工具与常用设备	92
一、装配用工具及量具	92
二、定位器	92
三、压夹器	96
四、装配用设备	101
五、工装夹具设计简介	103
第三节 焊接结构的装配方法	107
一、装配基本方法	107
二、装配工艺过程的制订及典型结构件的装配	110
第四节 焊接结构的焊接工艺	113
一、焊接工艺制订的目的和内容	113
二、焊接方法的选择	114
三、焊接工艺参数的选定	114
四、确定合理的焊接热参数	114
五、焊接工艺评定	115

第五节 焊接变位机械	117
一、焊件变位机械	117
二、焊机变位机械	123
三、焊工变位机械	125
四、变位机械的组合应用	125
第六节 其他装置与设备	127
一、装焊吊具	127
二、起重运输设备	129
三、焊接机器人简介	130
【实践参考】	131
【习题训练】	134
第五章 焊接结构工艺性审查及典型生产工艺	136
第一节 焊接结构工艺性审查	136
一、焊接结构工艺性概念及审查的目的	136
二、焊接结构工艺性审查的内容	137
三、焊接结构工艺性审查的步骤与实例	142
第二节 焊接结构加工工艺过程	147
一、焊接结构加工工艺过程的概念及组成	147
二、焊接结构加工工艺规程的制订	149
三、制订工艺规程的主要依据和步骤	149
四、工艺文件及制订工艺过程举例	155
第三节 典型焊接结构的生产工艺	156
一、桥式起重机箱形桥架的生产工艺	156
二、典型压力容器的生产工艺	165
【实践参考】	173
【习题训练】	174
第六章 焊接结构生产组织与安全技术	176
第一节 焊接结构生产的组织	176
一、焊接生产的各环节	176
二、焊接车间的空间组织	177
三、焊接车间的时间组织	178
第二节 焊接车间的组成与平面布置	181
一、焊接车间的组成	181
二、焊接车间工艺平面布置	181
三、焊接结构车间平面布置实例	183
第三节 焊接生产中的质量管理、劳动保护和安全技术	185
一、焊接生产中的质量管理	185
二、焊接生产中的劳动保护	188
三、焊接生产中的安全管理	188
【实践参考】	190
【习题训练】	191

实验	192
实验一 焊接变形测量	192
一、实验目的	192
二、实验仪器、装置和工具	192
三、实验用试板	192
四、实验步骤	192
五、实验报告要求	193
实验二 焊接残余应力测量	194
一、实验目的	194
二、实验原理	194
三、实验仪器、仪表及工具	195
四、实验用试板	195
五、实验步骤	195
六、实验报告要求	196
实训	200
实训一 板材手工弯曲成形	200
一、板材的折角弯曲	200
二、板材的柱面弯曲	202
实训二 焊接结构制作——简单桁架结构的焊接装配	203
一、划线基本功练习	203
二、简单桁架焊接装配	207
实训三 焊接结构制作——容器零部件的焊接装配	209
一、基础知识准备	209
二、容器部件的焊接装配	212
三、实训小结	215
参考文献	216

绪 论

一、焊接结构的应用和特点

焊接是金属连接的一种工艺方法，也是一门综合性应用技术。

焊接技术历来都是随着科学技术的整体进步而发展和变革的。在 19 世纪末到 20 世纪初的电气产业革命中，电弧用于焊接，开始了电弧焊的纪元。20 世纪前期发明和推广了电焊条焊接，中期发明和推广了埋弧焊和气体保护焊；随着物理学的进步，各种高能束（电子束、等离子束、激光束）应用于焊接。到 20 世纪 70 年代，焊接技术已经成为全球机械制造业中的关键技术之一。特别是 20 世纪后期，随着电子技术、自动控制技术以及新兴工业的发展促使了焊接技术不断进步，焊接产业开始向高新技术方向发展。如微电子工业的发展促进了微型连接工艺和设备的进步；陶瓷材料和复合材料的出现促进了真空钎焊、真空扩散焊、喷涂以及粘接工艺的应用。焊接技术更加突出地反映了整个国家的工业生产能力和机械制造水平。

焊接结构是将各种经过轧制的金属材料及铸、锻等坯料采用焊接方法制成能承受一定载荷的金属结构。随着焊接技术的发展和进步，焊接结构的应用越来越广泛，焊接结构几乎渗透到国民经济的各个领域。如工业中的石油与化工机械、重型与矿山机械、起重与吊装设备、冶金建筑、各类锻压机械等；交通运输业中的汽车、船舶、车辆、拖拉机的制造；能源工业中的水轮机全套设备、汽轮机；核电站中的压力容器、原子锅炉和热交换器；国防工业中的常规兵器、火箭武器、深潜设备；航空航天技术中的人造卫星和载人飞船等。甚至对于许多产品，例如用于核电站的工业设备以及开发海洋资源所必需的海上平台、海底作业机械或潜水装置等，为了确保加工质量和后期使用的可靠性，除了采用焊接结构外，难以设想还有比焊接更好的制造技术。因此目前各国的焊接结构用钢量，均已占其钢材消费量的 50%~60%。

焊接结构能得到如此广泛的应用和快速发展，是因为它有一系列其他结构无法比拟的优点。

① 通过焊接，可以方便地实现多种不同形状和不同厚度的钢材（或其他金属材料）的连接，甚至可以将不同种类的金属材料，如锻钢件、铸钢件或锻压件连接起来，从而使焊接结构的材料分布更合理，不同性能的材料应用更恰当。

例如大型齿轮的轮缘可用高强度的耐磨优质合金钢，而其他部分可以通过焊接一般钢材来制造，这样既提高了齿轮的使用性能，又节约了优质钢材，降低了成本。又如拖拉机的半轴，一端有花键孔，如果采用整料就无法采用拉刀加工。若改用拼焊，可先用拉刀将花键孔加工完毕，然后采用焊接技术与另一端焊成一个整体，则可以简化工艺并提高产品质量。

② 由于焊接是一种金属原子间的连接，刚度大、整体性好，在外力作用下不会像其他机械连接那样因间隙变化而产生过大的变形，因此焊接接头的强度、刚度一般可达到与母材相等或相近，能够承受基本金属所能承受的各种载荷的作用。同时，焊接能保证产品的气密性和水密性要求，这是压力容器在正常工作时不可缺少的重要条件。

③ 焊接结构的零件或部件可以直接通过焊接方法进行连接，不需要附加任何连接件，

与铆接结构相比,具有相同结构时重量可减轻10%~20%。

④ 与其他加工方法相比,焊接结构的生產一般不需要大型、特殊和昂贵的设备,结构生产厂投资少,见效快。同时容易适应不同批量焊接产品的生产,更换产品型号和品种也比较方便。

⑤ 焊接结构特别适用于几何尺寸大而形状复杂的产品,如船体、桁架、球形容器等。这时可以将几何尺寸大、形状复杂的结构分解,对分解后的零件或部件分别进行加工,然后通过总体装备焊接连接成为一个整体结构。

焊接结构有自己的特点,只有正确认识和掌握这些特点,才能制造出性能优良、技术经济指标高的焊接结构。焊接结构也存在一些不足,集中表现在以下几个方面。

① 由于焊接接头要经历冶炼、铸造和热处理三个阶段,所以焊缝中难免产生各类焊接缺陷,虽然大多可以修复,但修复不当或缺陷漏检则可能带来严重的问题,最终形成过大的应力集中,从而降低整个焊接结构的承载能力。

② 由于焊接结构是整体的大刚度结构,如果裂纹一旦扩展,就难以被制止住。因此焊接结构对于脆性断裂、疲劳、应力腐蚀和蠕变破坏都比较敏感。

③ 焊接结构需经过焊接,其中必然存在焊接残余应力和变形,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,使焊接接头变为一个不均匀体。即几何的不均匀性(包括截面的改变和焊接变形);力学的不均匀性(接头形式引起的应力集中和焊接残余应力);化学的不均匀性(成分不均匀)以及金属组织的不均匀性(即金相组织结构不均匀)。

⑤ 对于一些高强度和特种材料,焊接性能较差,并且易产生焊接裂纹等缺陷。

根据以上特点可以看出,若要获得优质的焊接结构,必须做到结构设计合理;材料选择正确;采用合适的焊接设备、制定订确的焊接工艺和进行必要的质量控制。

二、焊接结构分类

根据工业生产要求和本身结构特点,焊接结构有多种不同的分类方法。按材料厚度不同可分为薄板结构和厚板结构;按半成品的制造方法不同可分为板焊结构、铸焊结构、锻焊结构和冲焊结构等;按结构的用途不同则可分为储运结构、车辆结构、船体结构和飞机结构等;按结构件所采用原材料的种类不同可分为钢制结构、铝制结构、钛制结构及其他合金结构等。能较好反映焊接结构设计和生产特点的分类方法则是根据焊接结构承载、工作条件和结构特征。

1. 梁及梁系结构

即在一个或两个主平面内承受弯矩的构件。这类结构的工作特点是结构件受横向弯曲,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。如大型水压机的横梁、桥式起重机桥架中的主梁以及大型栓焊钢桥主桥钢结构中的I形主梁等。

2. 柱类结构

即轴心受压和偏心受压(带有纵向弯曲的)的构件。柱和梁一起组成厂房、高层房屋和工作平台的钢骨架。

3. 桁架结构

即承受弯矩并由许多杆件组成的大跨度结构。如用于大跨度的工业和民用建筑、大跨度的桥式起重机、门式起重机、电缆塔架等。

4. 板壳结构

板壳结构大多采用钢板成形加工后拼焊而成,其中一类主要是指承受内压或外压、要求密闭的各种焊接容器,如要求密闭的压力容器、锅炉、储罐、塔器、管道和运送液体或液化气体的运输槽车罐体等;另一类板壳结构主要用作运输装备,如大型船舶的船体、客车车厢和集装箱箱体等。

5. 机器结构

机器结构是机械设备的一个重要组成部分,通常构成铸-焊、锻-焊及铸-压-焊等复合结构,需要满足载荷冲击、耐磨、耐蚀、耐高温等工作要求,如汽轮机、发电机、柴油机等动力设备,以及机床、减速器、压力机、分离机械中的床身、机体、机座、滚筒、齿轮和轴等。

三、本课程的性质和讲授的主要内容

焊接结构生产是中等职业学校焊接专业学习的一门主干课程。主要任务是使学生具备焊接生产的基础知识和基本技能,为今后从事焊接专业或相关专业的的工作打下基础。本教材根据教学需要,编入了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、接头形式、焊接变形和焊接应力为基础,介绍了焊接结构零件的加工工艺、装配与焊接工艺及其所用工艺装备、典型产品加工工艺过程、焊接结构生产组织与安全技术等方面的知识,同时安排了与之配套的实训内容。

四、本课程应达到的能力目标

本教材是根据中等职业学校焊接专业三年制《焊接结构生产》课程部颁教学大纲编写的,通过理论和实践教学,学习者应达到以下能力目标要求。

① 掌握焊接应力与变形的概念、产生的原因、分布规律以及防止措施,能对简单的焊接变形进行矫正。

② 了解焊接接头的组成、焊缝的种类以及焊接接头的基本形式,能够识读焊缝代号和焊接结构图。

③ 了解焊接结构生产中常用的备料和成形加工方法,能够根据产品图样及生产规模分析备料及成形加工工艺,并会选用相应的焊接设备和工艺装备。

④ 理解焊接结构的装配-焊接工艺,能够根据现场生产条件,具备分析和实施一般焊接结构装配-焊接工艺规程的能力。

⑤ 理解焊接结构工艺性分析(审查)及典型焊接工艺规程,能够对一般焊接结构进行工艺性分析。

⑥ 了解一般焊接生产车间的平面布置、生产组织和安全生产等方面的基本知识。

五、学习本教材的方法和教学建议

焊接结构生产是一门实践性很强的专业课程,除了综合应用本专业已经学过的有关知识外,还应调整和总结自己的学习方法。首先是要注意理论与实践的联系,在理解基本知识的基础上,善于捕捉焊接结构中的每一个实际问题,从中学习分析解决工程实际问题的方法;其次,注意总结焊接结构生产的共同特点和规律,逐步提高自己的认知水平;最后,要特别强化动手能力训练,在有条件的情况下,结合实训要求参与多种焊接结构的生产实践。

教学过程中,一是要针对基础知识的教学,组织学生进行现场参观教学,或通过多媒体教学手段,让学生对焊接结构生产的全过程有一定的感性认识;二是在课堂教学中,配合每一种能力目标要求精心进行教学设计,突出焊接结构生产职业能力训练,加强实践意识和应用能力的培养;除此以外,还应结合专业知识的教学,加强焊接结构有关新知识、新技术、新工艺和新设备的介绍,积极开阔学生的视野和开发学生的专业创新思维。

第一章 焊接结构基本知识

【能力目标】 学习理解焊接结构、结构特点和工作条件，能识读焊接结构图、识别焊接接头基本形式和焊缝代号，初步认识和了解焊接结构生产工艺过程。

【内容提示】 焊接结构是由一个或若干个不同的基本构件所组成。本章结合能力目标要求，通过机器零部件、压力容器、船舶焊接以及梁、柱、桁架等典型实例，对焊接结构基本构件的概念、分类、结构特点、工作条件进行简要介绍。同时引入焊接接头和焊接生产工艺过程的基本知识。

第一节 焊接结构基本构件

一、机器零部件焊接结构

焊接作为一种金属连接的工艺方法，在机械制造业中得到大量使用。现代焊接技术已经能做到焊接接头的强度等于甚至高于母材的强度，特别是对于结构简单的大型或重型结构制造，焊接结构更具明显的优越性。因此，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由焊接结构产品或铸-焊、锻-焊结构产品所代替。如机器零部件中的圆盘形零件、机床机身、减速器箱体、轴承座等。

（一）圆盘形焊接零件

圆盘形焊接零件主要用于机器的传动机构中，应用最广的是制动轮、飞轮、带轮和齿轮等，如图 1-1 所示。圆盘形焊接零件可分为工作和基体两部分，工作部分直接与外界接触并

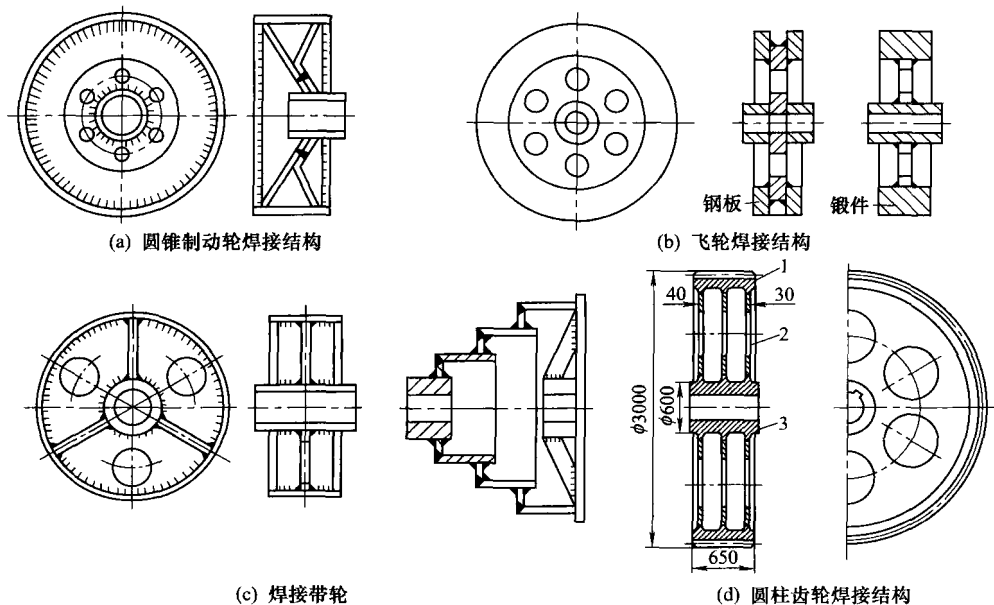


图 1-1 圆盘形焊接零件

1—轮缘；2—轮辐；3—轮毂

实现圆盘形零件相应的功能,如齿轮中的轮齿、叶轮中的叶片以及带轮中的轮缘等;基体部分对工作部分起支承和传递动力的作用。这类结构通常是在交变载荷或重复载荷状态下工作,因此对于这类焊接结构要求具有良好的刚度和强度。

圆盘形焊接零件一般由轮毂、轮辐和轮缘等结构要素组成,如图 1-1(d) 所示。

1. 轮毂

对于承受载荷不大、精度要求不高的圆盘形零件,轮毂可以用圆钢焊在轮辐上,然后再加工出轴孔和键槽。对于一些直径稍大的圆盘形零件,其轮毂除了采用圆钢车削而成外,更宜采用厚壁管制作。一般常用的焊接轮毂形式如图 1-2(a) 所示。为防止轮子的偏摆、震动以及提高圆盘形焊接零件的承载能力,常常在轮毂与轮辐之间焊接加强筋,如图 1-2(b) 所示。有时为了保证轮毂与轮辐的精度,可以在轮毂上加工出定位台阶,如图 1-2(c) 所示。对于用钢板焊制的制动轮结构,由于轮辐宽度较大,为了提高制动轮的强度和刚度,在辐板与轮毂之间采用焊接矩形加强筋和三角筋进行加固,如图 1-3 所示。

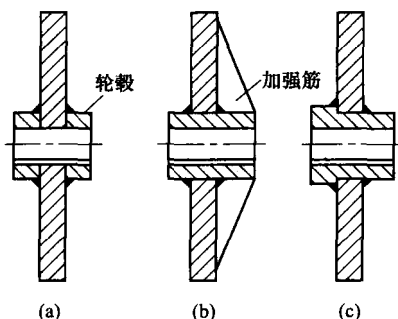


图 1-2 轮毂的焊接结构

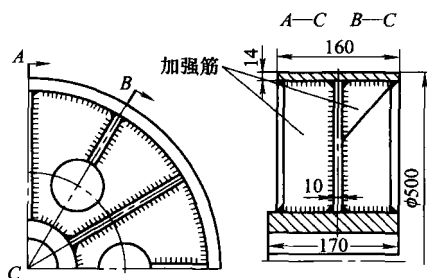


图 1-3 制动轮的加强筋结构

2. 轮辐

根据圆盘形焊接零件尺寸和承载大小不同,其轮辐结构也有所不同,可分为辐板式和辐条式两种。辐板式结构简单,能够传递较大的扭转力矩。焊接齿轮多采用辐板结构,最常用和较简单的办法是切割圆形钢板来制作轮辐。如图 1-1(d) 和图 1-4 所示为齿轮和飞轮的辐板式焊接结构。由于齿轮和飞轮要求较高的强度、刚度以及较大的惯性矩来储存动能,因此,轮辐都是由厚钢板焊接制作而成的。如果轮辐已经采用加强筋加固,其厚度可以适当减小。当轮缘宽度较小时可采用单辐板加放射状筋板以增强刚度,如图 1-4(b) 所示。当轮缘较宽或存在轴向力时,则采用双辐板或多辐板式轮辐结构,如图 1-1(d) 所示。

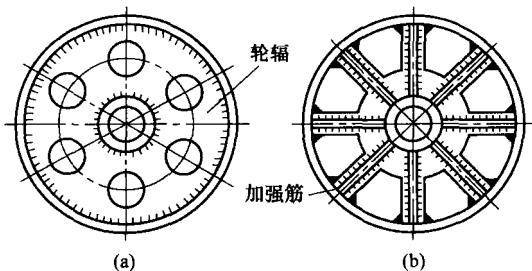


图 1-4 常见轮辐结构

为了减轻重量和节约金属材料,在直径较大而传递力矩较小的盘形零件中常采用棒料、型材或管材焊接制作辐条式轮辐结构。辐条是承受弯矩的杆件,要按受弯杆件计算和校核强度,其断面形状应接受力性质和刚度要求确定。为尽量减小焊接工作量,应优先选用型钢(如扁钢、工字钢等)制作辐条,大型的旋转体才采用钢板焊制成工字形或箱形的结构。如图 1-5 所示为管材和扁钢焊制的轮辐形式,其主要特点是重量轻、惯性小,通常作为带轮或手轮使用。辐板和辐条一般可用低碳钢制造。

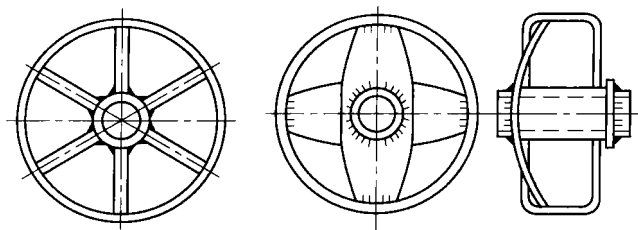


图 1-5 管材和扁钢轮辐

3. 轮缘

轮缘是圆盘形零件的执行构件，也多是零件的工作面。根据圆盘形零件工作用途和尺寸大小的不同，轮缘可分别采用圆钢车制、钢板弯曲成形、铸钢或锻钢件。对较大尺寸的零件，还可以分段制造，然后拼焊成环形轮缘。图 1-6(a) 为齿轮毛坯，图 1-6(b) 为平带轮毛坯，图 1-6(c) 为链轮毛坯，图 1-6(d) 为轻型 V 带轮毛坯。当断面形状较为复杂时，轮缘还可用专门设备把钢坯轧制成所要求的断面形状，然后卷圆再对焊，制造出单个轮缘，如图 1-6(e) 所示。

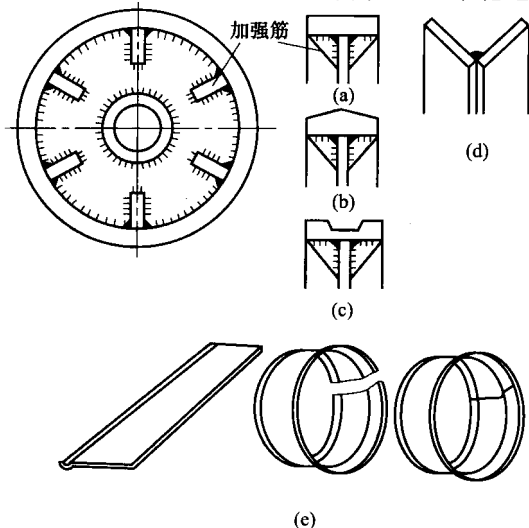


图 1-6 圆盘形焊接零件的轮缘结构

对于一些重型焊接齿轮，可以采用如图 1-1(d) 所示的宽缘多辐焊接结构，以提高重载齿轮的刚性和抗震性能。

轮毂、轮辐和轮缘之间可以用 T 形接头或对接接头焊接，它们均为受力焊缝，其中轮辐和轮毂之间的焊接接头所受的载荷较大，需要进行强度计算。另外，对于重要的圆盘形零件，T 形接头应按辐板厚度开坡口，以便焊透焊缝根部。对于转速较高的或经常受到冲击载荷的圆盘形零件，最好采用对接接头。

(二) 焊接机身

机身是各种动力机器、传动机构和各类机床的主体部分，是实现某些机械加工的基础。如切削机床的机身、锻压设备的机身、柴油机机身、减速器箱体和轴承座等。通常，机身上安装有机器的各种运动部件，并承受各部件的重量、运动部件之间的作用力和运动时产生的惯性力，因此在多数情况下要求机身应具有足够的强度和刚度。对于切削机床的机身，还要求应具有更高的刚度和减震性能，以确保切削加工的精度。过去的机身大多采用铸钢或铸铁件，现在由于焊接技术水平的提高以及焊接结构所具有的一些优良特性，使得焊接结构机身在机器领域中得到了更为广泛的应用。

1. 切削机床焊接机身

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应具有很高的刚度。过去，由于铸铁价格低，铸件适于成批生产，加上铸铁具有良好的减震性能，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。尤其是单件小批生产的大型和重型机床，以及专用机床，大量采用焊接结构后的经济效果十分明显。如图 1-7 所示是大型龙门刨铣床机身中段的应用实例。其断面为箱形结构，由钢板拼

焊而成, 导轨采用低合金钢, 其余部分一般用普通碳素钢制造。机身焊接后进行热处理以消除残余应力, 并经自然时效后进行机械加工。

图 1-8(a) 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。图 1-8(b) 中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, 断面结构具有较大的抗弯扭刚度。

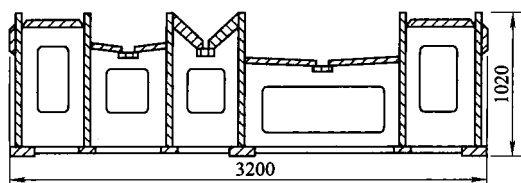


图 1-7 门式刨铣床机身断面图

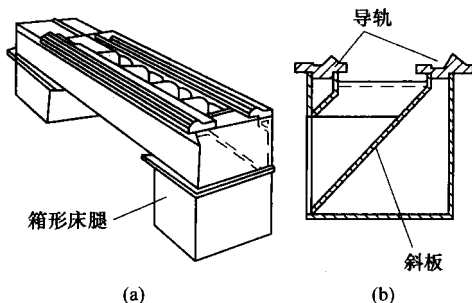


图 1-8 卧式车床焊接机身

对于一般切削机床采用焊接机身时, 需要考虑以下几个问题。

(1) 刚度问题 焊接机身一般采用轧制的钢板和型钢焊制而成, 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可焊性好的低碳钢和普通低合金钢, 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。

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

(3) 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, 要求尺寸的稳定性更高, 故焊接机身在焊后必须进行消除残余应力处理。

(4) 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, 机床焊接结构焊后需要进行一定的机加工。机身采用的低碳钢尽管可焊性好, 但机械加工性能则不如铸铁和中碳钢。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。

(5) 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。如图 1-8 所示的普通卧式车床, 若采用焊接机身, 与同类型铸铁机身相比较, 其刚度可提高 1.8 倍, 制造成本减少 38%, 能收到良好的经济效益。

2. 锻压设备焊接机身

锻压设备种类较多, 如各种锻锤、压力机和冲压机等。其工作特点主要是在操作过程中产生很大的作用力, 这些作用力要由机身来承受。因此锻压设备的机身除保证必要的刚度外, 还要求具有较高的强度。锻压设备机身多是铸钢件或焊接结构, 但是制造大型锻压设备采用铸钢机身工艺十分复杂, 并需要重型炼钢设备, 而且大型铸件易出现工艺缺陷, 直接影响结构强度, 因此锻压设备机身采用焊接结构比切削机床多。如我国早在 20 世纪 60 年代初就已经成功制造出机身为焊接结构的 12000t 水压机, 现在各种吨位锻压设备采用焊接机身已愈来愈普遍。

锻压设备焊接机身的结构形式有开式和闭式两种, 按各主要部件的连接方式则可以分为整

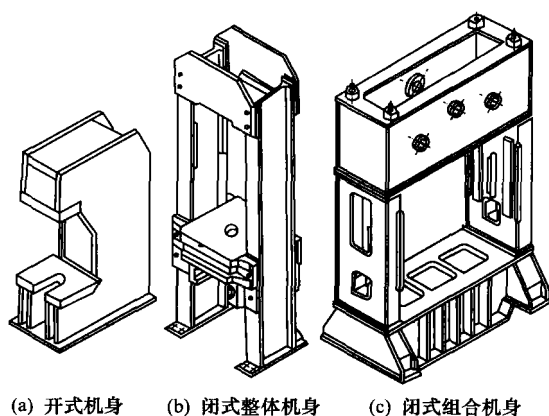


图 1-9 锻压设备机身焊接结构

体式 and 组合式两类, 如图 1-9 所示。开式机身多用于小型压力机, 这种机身在工作时易产生角变形, 如果角变形过大会直接影响上下模具的对中性, 降低冲压件的精度和模具的使用寿命。闭式机身可以采用整体焊接结构, 其结构具有重量轻和刚度大的优点。考虑到加工和运输问题、尺寸限制, 多适用于小型锻压设备。

3. 减速器箱体焊接结构

减速器箱体是安装传动轴的基础部件, 有齿轮箱、涡轮箱等。由于减速箱工作时各轴传递转矩时要产生比较大的反作用力, 并作用在轴承上, 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和使用

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较多, 一般制成剖分式结构, 即将整个箱体沿某一剖面分成两个部分, 分别进行加工制造。然后在剖分面处通过螺栓将两个半箱连成一个整体。如图 1-10 所示为剖分式减速器箱体焊接结构, 为了增加焊接箱体的刚度, 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, 大型焊接箱体的轴承支座可以采用铸件或锻件。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。

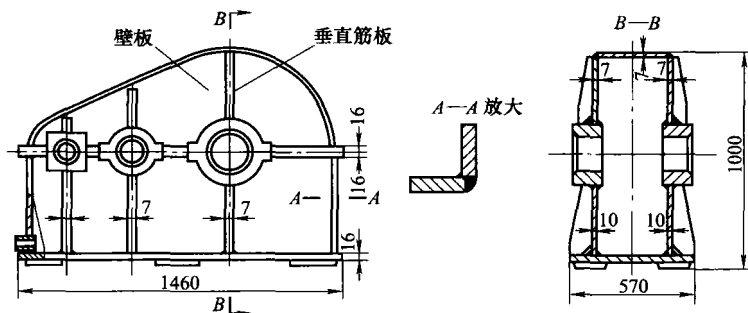


图 1-10 剖分式减速器箱体焊接结构

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。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。

4. 轴承座和支架焊接结构

在机械工业中, 除了减速器箱体、机身等焊接结构外, 轴承座及其支架的焊接结构由于重量轻、生产周期短、设计制作十分方便等特点也得到普遍应用。

最简单的径向轴承座焊接结构如图 1-11 所示, 其中图 1-11(a) 为对称式结构。当承受载荷较大时, 为保证轴承有足够的刚度和强度, 也可采用图 1-11(b) 所示的带加强筋的非对称结构。

如图 1-12 所示为 Π 形断面的轴承座支架, 这类结构通常采用钢板、型材和厚壁管焊接制成。除此之外, 根据轴承座支架断面形状的不同, 还有十字形、I 形或 H 形、T 形、箱形等多种焊接结构形式, 如图 1-13 所示。