



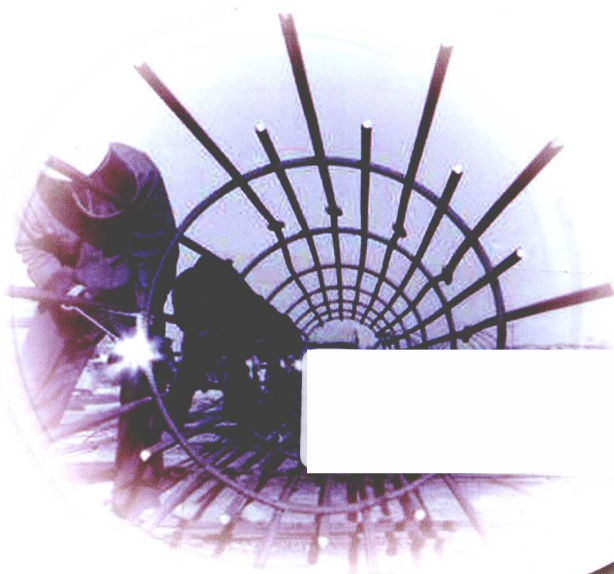
全国技工院校“十二五”系列规划教材

中国机械工业教育协会推荐教材

焊接结构生产

◎ 王滨涛 主编

Hanjie Jiegou Shengchan



免费下载

www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国技工院校“十二五”系列规划教材

中国机械工业教育协会推荐教材

焊接结构生产

主 编	王滨涛		
副主编	郑文杰	吕文声	孟庆峰
参 编	代景宇	赵 涛	雒潇雄
	李晓鹏	栾积毅	



机械工业出版社

本教材是焊接专业课教材之一, 主要包括焊接技术基础知识、焊接结构分析、焊接结构生产准备、焊接结构生产备料和成形加工、装配-焊接工装夹具、焊接结构的装配、焊接结构的焊接工艺、典型焊接结构生产、焊接检验与安全技术。每个综合知识模块后均附有综合训练, 每个单元后均设有单元小结。

本教材可供技工学校、职业技术学院和职业高中焊接专业师生使用, 也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

焊接结构生产/王滨涛主编. —北京: 机械工业出版社, 2013. 7
全国技工院校“十二五”系列规划教材
ISBN 978-7-111-43333-0

I. ①焊… II. ①王… III. ①焊接结构—焊接工艺—技工学校—教材
IV. ①TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 158411 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: 侯宪国 责任编辑: 侯宪国

版式设计: 霍永明 责任校对: 肖琳

封面设计: 张静 责任印制: 李洋

北京华正印刷有限公司印刷

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 17 印张 · 420 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-43333-0

定价: 35.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版



序

“十二五”期间，加速转变生产方式、调整产业结构将是我国国民经济和社会发展的重中之重。而要完成这种转变和调整，就必须有一大批高素质的技能型人才作为后盾。根据《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》的要求，至2020年，我国高技能人才占技能劳动者的比例将由2008年的24.4%上升到28%（目前一些经济发达国家的这个比例已达到40%）。可以预见，作为高技能人才培养重要组成部分的高级技工教育，在未来的10年必将会迎来一个高速发展的黄金期。近几年来，各职业院校都在积极开展高级工培养的试点工作，并取得了较好的效果。但由于起步较晚，课程体系、教学模式都还有待完善与提高，教材建设也相对滞后，至今还没有一套适合高级技工教育快速发展需要的成体系、高质量的教材。即使一些专业（工种）有高级工教材也不是很完善，或是内容陈旧、实用性不强，或是形式单一、无法突出高技能人才培养的特色，更没有形成合理的体系。因此，开发一套体系完整、特色鲜明、适合理论实践一体化教学、反映企业最新技术与工艺的高级工教材，就成为高级技工教育亟待解决的课题。

鉴于高级技工教材短缺的现状，机械工业出版社与中国机械工业教育协会从2010年10月开始，组织相关人员，采用走访、问卷调查、座谈等方式，对全国有代表性的机电行业企业、部分省市的职业院校进行了历时6个月的深入调研。对目前企业对高级工的知识、技能要求，各学校高级工教育教学现状、教学和课程改革情况以及对教材的需求等有了比较清晰的认识。在此基础上，他们紧紧依托行业优势，以为企业输送满足其岗位需求的合格人才为最终目标，组织了行业和技能教育方面的专家精心规划了教材书目，对编写内容、编写模式等进行了深入探讨，形成了本系列教材的基本编写框架。为保证教材的编写质量、编写队伍的专业性和权威性，2011年5月，他们面向全国技工院校公开征稿，共收到来自全国22个省（直辖市）的110多所学校的600多份申报材料。组织专家对作者及教材编写大纲进行了严格评审，决定首批启动编写机械加工制造类专业、电工电子类专业、汽车检测与维修专业、计算机技术相关专业教材以及部分公共基础课教材等，共计80余种。

本套教材的编写指导思想明确，坚持以达到国家职业技能鉴定标准和就业能力为目标，以各专业的工作内容为主线，以工作任务为引领，由浅入深，循序渐进，精简理论，突出核心技能与实操能力，使理论与实践融为一体，充分体现“教、学、做合一”的教学思想，致力于构建符合当前教学改革方向的，以培养应用型、技术型、创新型人才为目标的教材体系。

本套教材重点突出了如下三个特色：一是“新”字当头，即体系新、模式新、内容新。体系新是把教材以学科体系为主转变为以专业技术体系为主；模式新是把教材传统章节模式

转变为以工作过程的项目为主；内容新是教材充分反映了新材料、新工艺、新技术、新方法。二是注重科学性。教材从体系、模式到内容符合教学规律，符合国内外制造技术水平实际情况。在具体任务和实例的选取上，突出先进性、实用性和典型性，便于组织教学，以提高学生的学习效率。三是体现普适性。由于当前高级工生源既有中职毕业生，又有高中生，各自学制也不同，还要考虑到在职人群，教材内容安排上尽量照顾到了不同的求学者，适用面比较广泛。

此外，本套教材还配备了电子教学课件，以及相应的习题集，实验、实习教程，现场操作视频等，初步实现教材的立体化。

我相信，本套教材的编辑出版，对深化职业技术教育改革，提高高级工培养的质量，都会起到积极的作用。在此，我谨向各位作者和所在单位及为这套教材出力的学者表示衷心的感谢。

原机械工业部教育司副司长
中国机械工业教育协会高级顾问

郝广发



前言

本教材作为全国技工院校“十二五”系列规划教材之一，是根据近年来职业院校教学改革的需要编写的。

本教材以培养学生的焊接结构生产能力为主要指导思想，将能力知识点和综合训练有机结合起来构建课程和教学内容体系。在专业知识安排上，紧密联系培养目标，坚持易懂、够用、实用的原则，力求教学内容为学生所“乐学”和“能学”；在结构安排和表达方式上，强调由浅入深、循序渐进，并通过图文并茂的形式，使学生轻松掌握焊接结构生产的基本理论知识和生产技能。本教材力求反映焊接结构生产的现状和趋势，具有通用性，并采用最新的国家标准，使内容更加科学、规范。

本教材在尊重科学性和教学规律的前提下，对部分知识结构进行了重新整合，从焊接技术基础知识、焊接结构分析、焊接结构生产准备、焊接结构生产备料和成形加工、装配-焊接工装夹具、焊接结构的装配、焊接结构的焊接工艺、典型焊接结构生产、焊接检验与安全技术等几方面完整地体现了焊接结构生产的全过程。本教材的每个综合知识模块后均附有综合训练，每个单元后均设有单元小结，并配有电子课件，供教学时使用。

本教材由王滨涛任主编，郑文杰、吕文声、孟庆峰任副主编，代景宇、赵涛、雒潇雄、李晓鹏、栾积毅参加编写。全书由雒庆桐审稿。

在本书的编写过程中参考了大量文献资料，在此向这些文献资料的作者表示感谢！

由于时间仓促，再加上编者水平有限，书中难免有不当之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

序 前言

绪论	1
能力知识点一 焊接技术及其发展	1
能力知识点二 焊接结构及其特点	1
能力知识点三 焊接生产发展趋势	2
综合训练	2
单元小结	2

第一单元 焊接技术基础知识

综合知识模块一 常用焊接方法	3
能力知识点一 焊条电弧焊	3
能力知识点二 熔化极气体保护焊	4
能力知识点三 手工钨极氩弧焊	5
能力知识点四 埋弧焊	6
能力知识点五 电子束焊	8
综合知识模块二 焊接接头	9
能力知识点一 焊接接头的组成	9
能力知识点二 坡口形式	10
能力知识点三 焊缝代号和焊接方法 代号	13
综合训练	18
单元小结	19

第二单元 焊接结构分析

综合知识模块一 概述	20
能力知识点一 焊接应力与变形的基本 概念	20
能力知识点二 焊接应力和变形产生的 基本原因	21

综合知识模块二 焊接应力

能力知识点一 焊接应力的分类	23
能力知识点二 焊接残余应力的分布与 影响	24
能力知识点三 控制焊接残余应力的 措施	26
能力知识点四 消除残余应力的方法	28
能力知识点五 焊接残余应力的测定	29

综合知识模块三 焊接残余变形

能力知识点一 焊接残余变形的分类及 产生原因	30
能力知识点二 影响焊接残余变形的 因素	33
能力知识点三 控制焊接残余变形的 措施	35
能力知识点四 焊接残余变形的矫正 方法	39

综合知识模块四 焊接结构的脆性断裂 失效与防治

能力知识点一 影响焊接结构脆性断裂的 因素	41
能力知识点二 防止焊接结构脆性断裂的 工程技术措施	42

综合知识模块五 焊接结构的塑性断裂 失效与防治

能力知识点一 焊接结构塑性断裂的过程 和特征	45
能力知识点二 影响焊接结构塑性断裂的 因素	47
能力知识点三 提高焊接结构塑性断裂 抗力的措施	48

综合知识模块六 焊接结构的疲劳失效与 防治

能力知识点一	焊接结构疲劳断裂失效的危害性及特征	48
能力知识点二	焊接结构疲劳断裂影响因素	49
能力知识点三	提高焊接接头疲劳强度的措施	51
综合训练		54
单元小结		56

第三单元 焊接结构生产准备 57

综合知识模块一	结构生产的工艺过程及准备	57
能力知识点一	焊接结构生产工艺过程	57
能力知识点二	产品工艺准备	59
综合知识模块二	生产纲领和工艺文件	61
能力知识点一	生产纲领	61
能力知识点二	生产工艺文件	62
能力知识点三	制订加工工艺规程的实例	68
综合知识模块三	生产能力的计算	70
能力知识点一	生产能力的种类	70
能力知识点二	决定生产能力的因素	70
能力知识点三	焊接生产能力的计算	71
综合训练		72
单元小结		73

第四单元 焊接结构生产备料和

成形加工 74

综合知识模块一	钢材的矫正和预处理	74
能力知识点一	钢材变形的原因及影响	74
能力知识点二	矫正原理和矫正方法	75
能力知识点三	手工矫正	76
能力知识点四	机械矫正	77
能力知识点五	高频热点矫正	79
能力知识点六	钢材预处理	80
综合知识模块二	钢材的放样与号料	81
能力知识点一	放样	81
能力知识点二	号料	86
综合知识模块三	钢材的下料	88

能力知识点一	机械剪切	88
能力知识点二	热切割	88
能力知识点三	高压水射流切割	90
能力知识点四	坯料的边缘加工	93
综合知识模块四	钢材的弯曲与拉深成形	95
能力知识点一	压弯	95
能力知识点二	滚弯	98
能力知识点三	水火弯板	101
能力知识点四	拉深	103
能力知识点五	其他成形方法	106
综合知识模块五	钢材的制孔	107
能力知识点一	钻孔	107
能力知识点二	冲孔	109
能力知识点三	割孔	110
综合训练		111
单元小结		113

第五单元 装配-焊接工装夹具 115

综合知识模块一	概述	115
能力知识点一	装配-焊接工装夹具的作用	115
能力知识点二	装配-焊接工装夹具选用的基本原则	116
能力知识点三	焊接工装的分类及特点	116
能力知识点四	装配-焊接工装夹具的组成	117
综合知识模块二	定位器	117
能力知识点一	定位器的分类	117
能力知识点二	定位器的构造	117
能力知识点三	定位器布置的注意事项	121
综合知识模块三	压夹器	121
能力知识点一	压夹器的分类	121
能力知识点二	压夹器的构造	122
能力知识点三	压夹器的使用要求及布置时的注意事项	127
综合知识模块四	拉紧及推撑夹具	127
能力知识点一	分类	127
能力知识点二	拉紧及推撑夹具的结构	127
综合知识模块五	组合夹具及吊具	129

第六单元 焊接结构的装配 150

第七单元 焊接结构的焊接

第八单元 典型焊接结构生产 210

能力知识点一 主梁的主要技术条件
分析 210

能力知识点三	主梁上挠度与水平旁弯问题	213
能力知识点四	主梁扭曲与腹板失稳变形问题	214
能力知识点五	上盖板波浪变形及主缝焊透问题	215
能力知识点六	主梁生产工艺要点	216
综合知识模块二	桁架的生产工艺	217
能力知识点一	桁架的技术要求分析	217
能力知识点二	生产中主要工艺问题	217
能力知识点三	桁架的焊接	218
综合知识模块三	压力容器的生产工艺	219
能力知识点一	压力的基础知识	219
能力知识点二	压力的制造工艺	221
能力知识点三	球形容器的制造工艺	225
能力知识点四	容器上支管的连接	227
能力知识点五	管子结构焊接	228
综合知识模块四	船舶结构的工艺	229
能力知识点一	结构的种类与特点	229
能力知识点二	结构的焊接工艺原则	230
能力知识点三	分段造船中的焊接	232
能力知识点四	整体造船中的焊接	233
综合知识模块五	机器结构的制造工艺	233

能力知识点一	机器焊接结构概述	233
能力知识点二	机器焊接结构基本构件	235
能力知识点三	提高机器焊接结构的承载能力	237
综合训练		240
单元小结		243

第九单元 焊接检验与安全

技术		244
综合知识模块一	质量检验	244
能力知识点一	外观检验	244
能力知识点二	破坏性检验	244
能力知识点三	非破坏性检验	246
能力知识点四	焊接缺陷的危害	249
能力知识点五	焊接缺陷的返修	250
综合知识模块二	安全技术	251
能力知识点一	焊接生产中的劳动保护	251
能力知识点二	焊接安全检查	255
能力知识点三	焊接生产安全管理	256
综合训练		258
单元小结		258

参考文献		260
------	-------	-----

绪 论

学习任务:

了解焊接技术的发展及焊接结构的特点,熟悉焊接生产发展的趋势。

学习难点:

对焊接结构的初步认识。

能力知识点一 焊接技术及其发展

焊接技术是机械制造业中的关键技术之一,焊接技术是随着现代工业的高速发展而不断进步的一门独立学科。

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世纪初,首先将电弧应用于焊接,开始了电弧焊的新纪元;20世纪前期发明和推广了焊条电弧焊,中期又出现了埋弧焊和气体保护焊的应用;随着科技进步,各种高能束(电子束、激光束)也在焊接上得到应用;到了20世纪后期,随着电子技术及自动控制技术的进步,焊接技术也开始向高新技术方向发展。高效节能的焊接技术、自动化跟踪技术、计算机控制以及焊接机器人的推广和应用,对实现焊接机械化和自动化生产、拓宽焊接结构的应用领域均起到了重要的作用。

焊接技术水平也标志着整个国家的工业水平和机械制造水平。目前各国的焊接结构用钢量,均已占其钢材消费量的40%~60%。当今,一个国家的焊接结构用钢量在其总用钢量中所占的百分比,已经成为衡量其工业技术发展水平的重要标志。

能力知识点二 焊接结构及其特点

钢结构中金属材料的连接有多种方法,如铆接、焊接、胀接、螺栓联接等。就目前发展趋势看,焊接已经成为一种广泛应用的连接方法。将各种板材、型材和管材及铸、锻件毛坯采用焊接连接的方法制造成能承受一定载荷的钢结构,称为焊接结构。

焊接结构具有很多优点,体现在以下几个方面:

1) 焊接能将不同形状的钢材或不同厚度的板材连接起来,也可将不同种类的金属材料连接起来,因此采用焊接结构可以使材料分布、性能匹配更加科学与合理。

2) 焊接属于一种金属原子间的结合,所以焊接接头的强度、刚度都较大,可与母材强度、刚度相等或接近。另外,焊接接头能保证产品的密封性要求,这一点是压力容器正常工作时不可缺少的重要条件。

- 3) 与铆接结构相比,焊接结构零件间的连接不需要附加连接件,因而焊接结构能节约原材料。
- 4) 焊接结构的生產一般不需要大型、貴重设备,设备投资少,生产成本低,投产快。
- 5) 焊接结构特别适用于几何尺寸大而材料分散的产品,可将大型、复杂的金属结构先划分为部件,然后进行部件的生产,最后将制造好的部件通过焊接成为整个结构。这种“以小拼大”的加工方法,解决了其他加工方法难于制造甚至无法加工的难题。

焊接结构虽然有许多优点,但也存在着一些不足,主要有以下几方面:

- 1) 焊接过程是一个局部不均匀的加热过程,所以导致焊接结构必然存在焊接残余应力和焊接变形。这不仅影响焊接结构的外形、尺寸和外观质量,而且有时会影响焊接结构的强度。
- 2) 由于焊接是一个冶金过程,所以焊缝中容易产生各种焊接缺陷,若修复不当,最终形成了应力集中,将会降低整个焊接结构的承载能力。
- 3) 焊接可能会改变材料的部分性能,使其具有几何不均匀性、力学不均匀性、化学不均匀性以及金属组织的不均匀性。

能力知识点三 焊接生产发展趋势

焊接生产是一种低成本、高科技连接材料的可靠工艺方法。到目前为止,还没有另外一种工艺比焊接生产更为广泛地应用于材料间的连接,并对产品产生更大的附加值。因此无论是现在还是将来,焊接生产都是成功地将各种材料加工成可投入市场成为产品的首选工艺。焊接生产技术已发展成为一门融材料学、力学、热处理学、冶金学、自动控制学、电子学、检验学等学科为一体的综合性学科。焊接生产作为一种现代的先进主导制造工艺技术,正逐步集成到产品的主寿命过程,即从设计开发、工艺制订、制造生产,到运行服役、失效分析、维护、再循环等产品的各个阶段。焊接技术从单一的加工工艺发展成新兴的综合性工程技术,已涉及原材料、结构设计、焊接工艺方法、焊接设备及工艺装备、焊接材料、焊接预热处理、切割下料、坡口加工、焊接工艺制订及相关标准、焊接生产、焊接过程监控和管理、焊后处理和涂装、检验、焊接环境保护、焊接接头运行等众多技术过程。焊接生产作为一种广泛的系统工程,不仅应用于重型机械、电力设备、石油化工、交通运输、建筑工程、航天航空等行业,而且已应用到电子器件、家用电器、医疗器械、通信工程等领域。

综合训练

1. 什么是焊接结构?
2. 焊接结构的特点有哪些?

单元小结

1. 焊接技术是机械制造业中的关键技术之一,是随着科学技术的整体进步而发展和变革的。一个国家的焊接技术水平标志着其工业水平和机械制造水平。
 2. 将各种板材、型材和管材及铸、锻件毛坯采用焊接连接的方法制造成能承受一定载荷的结构,称为焊接结构。焊接结构具有很多优点,但也存在着一些不足。
 3. 焊接生产作为一种广泛的系统工程,不仅应用于重型机械、电力设备、石油化工、交通运输、建筑工程、航天航空等行业,而且已应用到电子器件、家用电器、医疗器械、通讯工程等
- 领域。

第一单元 焊接技术基础知识

1

学习任务:

熟悉焊接结构生产中的常用焊接方法。

了解焊接接头及其组成。

掌握焊缝坡口形式及其代号。

学习难点:

掌握各种焊接方法的原理和特点。

焊缝代号的规定及含义。

综合知识模块一 常用焊接方法

能力知识点一 焊条电弧焊

焊条电弧焊是用手工操作焊条进行焊接的电弧焊方法。它是熔焊中最基本的一种焊接方法，特别适合于形状复杂的焊接结构的焊接，在焊接生产中有着广泛的应用。

1. 焊条电弧焊的过程

焊条电弧焊是利用焊条与焊件之间建立起来的稳定燃烧电弧，使焊条和焊件局部熔化，从而获得牢固焊接接头的一种工艺方法。

如图 1-1 所示，开始焊接时，首先使焊条与焊件接触造成短路，然后迅速提起焊条，从而完成引燃电弧的工作。依靠电弧的高温迅速将焊条及焊件局部熔化，熔化的焊芯会以熔滴的形式过渡到局部熔化的焊件表面，与焊件融合并形成熔池。随着电弧沿焊接方向不断地移动，熔池液态金属会逐步冷却结晶而形成焊缝。

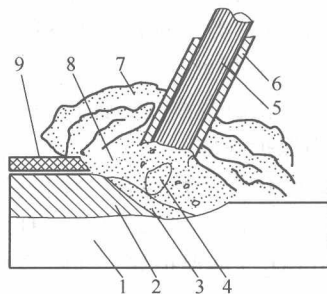


图 1-1 焊条电弧焊过程

- 1—焊件 2—焊缝 3—熔池
4—金属熔滴 5—焊芯 6—焊条药皮
7—气体 8—液态熔渣 9—固态渣壳

小知识：焊条电弧焊是一种最早应用的焊接方法。随着焊接技术的不断发展，又出现了埋弧焊和气体保护焊等一些先进的焊接方法。

2. 焊条电弧焊的特点

与其他的熔焊方法相比, 焊条电弧焊具有如下特点:

(1) 焊条电弧焊的优点

1) 焊条电弧焊可实现空间全位置焊接。对于不同焊接位置、接头形式的焊缝, 只要焊条所能达到的位置, 均能进行焊接。这一点足以说明焊条电弧焊的工艺灵活、适应性强。

2) 焊条电弧焊不仅能焊接碳钢、低合金钢、不锈钢及耐热钢, 而且对于铸铁、高合金钢及有色金属等也能焊接, 另外还能进行异种钢焊接等。

3) 一般来说, 焊件中都存在着焊接应力和变形。对于结构复杂而焊缝又比较集中的焊件, 其焊接应力与变形问题是应该给予重视的。当采用焊条电弧焊方法焊接时, 可以采用适当的焊接工艺措施, 来避免或消除焊接应力与变形的影响, 如采用对称焊接、跳焊、分段退焊等工艺措施。

4) 焊条电弧焊的设备简单、投资少、成本较低, 而且维护方便。

(2) 焊条电弧焊的缺点

1) 焊条电弧焊的生产效率低, 劳动强度大。

2) 焊缝质量不稳定。由于焊条电弧焊采用的是手工操作, 焊缝质量主要靠操作者的技术水平来保证, 因此, 焊缝质量在很大程度上依赖于焊工的操作技术及现场发挥, 有时甚至与焊工的精神状态有关。

能力知识点二 熔化极气体保护焊

熔化极气体保护焊是指使用熔化电极, 采用外加气体作为电弧介质并保护电弧和焊接区域的电弧焊, 简称为 GMAW。作为熔化电极的焊丝, 有实心焊丝和药芯焊丝两类。实心焊丝一般含有脱氧及焊缝金属所需要的合金元素; 药芯焊丝的药芯成分及作用与焊条的药皮相似。其焊接示意图如图 1-2 所示。

1. 熔化极气体保护焊的分类及特点

(1) 熔化极气体保护焊的分类 按所使用焊丝和保护气体的种类不同分类如下:

1) 实心焊丝。

① 熔化极惰性气体保护焊 (MIG 焊), 利用 Ar 或 He 作为保护气体。

② 熔化极活性混合气体保护焊 (MAG 焊), 利用 $Ar + O_2$ 、 $Ar + CO_2$ 、 $Ar + CO_2 + O_2$ 等作为保护气体。

③ CO_2 气体保护焊, 利用 CO_2 作为保护气体。

2) 药芯焊丝。只有一种, 即药芯焊丝气体保护焊, 利用 CO_2 或 $CO_2 + Ar$ 作为保护气体。

(2) 熔化极气体保护焊的特点 与焊条电弧焊和埋弧焊相比, 具有如下主要特点:

1) 优点

① 焊接生产率高, 焊后焊接变形量小。

② 焊缝金属中的氢含量较焊条电弧焊焊缝中的低。

③ 烟雾少, 可以降低对通风的要求, 劳动条件好。

④ 在相同的电流下, 熔深比焊条电弧焊的大。

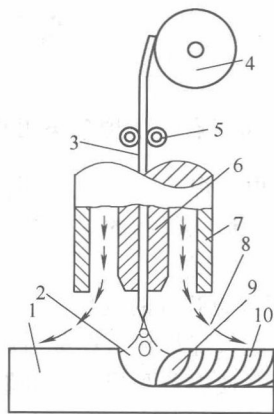


图 1-2 熔化极气体保护焊示意图

1—母材 2—电弧 3—焊丝 4—焊丝盘
5—送丝滚轮 6—导电嘴 7—保护气体喷嘴
8—保护气体 9—熔池 10—焊缝

⑤ 明弧焊接, 焊工可以观察到电弧和熔池的形态, 容易保证焊缝质量。

⑥ 可以进行全位置焊接, 不像埋弧焊只能进行平焊位置焊接。

⑦ 无需清渣。

2) 缺点

① 焊接过程受环境条件制约。为了确保焊接区能获得良好的气体保护, 在室外操作时需要配备防风装置。

② 操作灵活性较差, 对于狭小空间的接头, 焊枪不易接近。

③ 设备较复杂, 调试、使用和维护设备时要求操作者必须具有一定的水平。

2. 熔化极气体保护焊的应用

(1) 适焊材料 被焊金属材料的适用范围受保护气体性质、焊丝供应和制造成本等因素的影响。

熔化极惰性气体保护焊使用惰性气体, 既可以焊接黑金属又可以焊接有色金属, 但从焊丝供应以及制造成本方面考虑, 主要用于铝及铝合金、铜及铜合金、钛及钛合金以及不锈钢、耐热钢的焊接。

熔化极活性混合气体保护焊和 CO_2 气体保护焊主要用于焊接碳钢、低合金高强度钢。熔化极活性混合气体保护焊常用于焊接较为重要的金属结构, CO_2 气体保护焊则广泛用于焊接普通的金属结构。

对低熔点的金属如铅、锡和锌等, 不宜采用熔化极气体保护焊。表面包覆这类金属的涂层钢板也不适宜采用这类焊接方法。

(2) 焊接位置 熔化极气体保护焊适应性较好, 可进行空间全位置焊接, 其中以平焊位置和横焊位置焊接效率为最高, 其他焊接位置的效率也比焊条电弧焊的高。

(3) 可焊厚度 熔化极气体保护焊可焊接的金属厚度范围很广, 最薄可至 1mm 以下, 最厚几乎不受限制。

想一想: 熔化极气体保护焊所采用的外加气体的作用是什么?

能力知识点三 手工钨极氩弧焊

手工钨极氩弧焊是使用纯钨或钨合金作为电极的非熔化极惰性气体保护焊方法, 简称为 TIG 焊。手工钨极氩弧焊能焊接几乎所有的金属及其合金, 焊缝质量高, 但由于其生产成本较高, 生产效率低, 所以多用来焊接铝、镁、钛、铜等有色金属及合金等材料。

1. 手工钨极氩弧焊的基本原理

手工钨极氩弧焊是在惰性气体的保护下, 利用钨极与焊件间所产生的电弧热来熔化母材和填充焊丝 (也可以不加填充焊丝), 最终形成焊缝的一种焊接方法, 如图 1-3 所示。焊接时, 作为保护气体的 Ar 从焊枪的喷嘴中连续喷出, 在电弧周围形成保护层, 隔绝空气, 从而达到保护电极和焊接熔池以及邻近的焊接热影响区的目的。

手工钨极氩弧采用难熔金属钨或钨合金制成的电极。该电极基本上不熔化, 故焊接时容

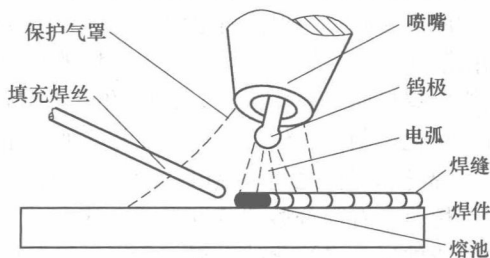


图 1-3 手工钨极氩弧焊示意图

易维持弧长的恒定。填充焊丝在电弧前方添加,当焊接薄焊件时,一般不需开坡口和填充焊丝,可采用脉冲电流,以防止烧穿焊件。焊接厚大焊件时,也可以将焊丝预热后,再添加到熔池中去,以提高熔敷速度。

手工钨极氩弧焊一般采用氩气作为保护气体,但在焊接厚板、高热导率或高熔点金属时,也可采用氦气或氦-氩混合气作为保护气体;在焊接不锈钢、镍基合金和镍铜合金时可采用氩-氦混合气作为保护气体。

2. 手工钨极氩弧焊的特点

与其他焊接方法相比有如下主要特点:

- 1) 可以焊接的金属材料范围非常广泛,可成功地焊接其他焊接方法不易焊接的易氧化、氮化、化学性质活泼的金属材料。
- 2) 钨极电弧稳定,不会产生飞溅,焊缝成形美观;特别适合于薄件、超薄件的焊接,可进行各种位置焊接,易于实现机械化和自动化焊接。
- 3) 所使用的焊接电流小,焊缝熔深浅,熔敷速度小,生产率较低。
- 4) 由于惰性气体较贵,所以手工钨极氩弧焊生产成本较高,故主要用于对质量要求较高的产品的焊接。

3. 手工钨极氩弧焊的应用

手工钨极氩弧焊的应用范围非常广泛,几乎所有的钢材、有色金属及其合金都可采用手工钨极氩弧焊方法进行焊接。它特别适合于化学性质活泼的金属及其合金的焊接,常用于不锈钢、高温合金、铝及铝合金、镁及镁合金、钛及钛合金以及难熔的活泼金属和异种金属的焊接。

由于钨极的载流能力有限,电弧功率受到限制,致使焊缝熔深浅,焊接速度小,所以手工钨极氩弧焊主要用于薄件焊接或厚件的打底焊。手工钨极氩弧焊一般只用于焊接厚度在 6mm 以下的焊件。

小知识: 在手工钨极氩弧焊焊接过程中,弧温高,紫外线辐射强,要求操作者必须戴好专用电焊面罩、工作帽、手套和工作服等。

能力知识点四 埋弧焊

埋弧焊是电弧在颗粒状焊剂层下燃烧的一种焊接方法。在埋弧焊焊接时,焊机的起动、引弧、焊丝的送进及热源的移动完全由机械控制。它是一种以电弧为热源的高效率的机械化、自动化焊接方法。埋弧焊是目前广泛使用的一种生产效率较高的机械化焊接方法,焊接质量好,劳动条件好。

1. 埋弧焊的焊接过程

如图 1-4 所示,焊接时电源的两极分别接在导电嘴和焊件上,焊丝通过导电嘴与焊件接触,焊剂由漏斗经连接管流出后,均匀地堆敷在待焊处,然后接通电源,则电流经过导电嘴、焊丝与焊件构成焊接回路。焊接时,焊机的起动、引弧、送丝、机头(或工件)移动等过程全由焊机进行机械化控制,操作者只需按动相应的按钮即可完成工作。

在焊丝和焊件之间引燃电弧后,电弧的热量使焊丝和焊件熔化形成熔池,同时将电弧区周围的焊剂熔化,有部分熔剂蒸发形成一个气泡,电弧就在这个气泡中燃烧。熔池上覆盖着一层熔渣,熔渣外层是未熔化的焊剂。它们一起保护着熔池,使其与周围空气隔离,并使有碍操作的电弧光辐射不能散射出来。当电弧向前移动时,电弧力将熔池中的液态金属排向后方,则熔池前方

的金属就暴露在电弧的强烈辐射下而熔化,形成新的熔池,而电弧后方的熔池金属则冷却凝固成焊缝,熔渣也凝固成渣壳覆盖在焊缝表面。图 1-5 为埋弧焊焊缝断面示意图。

2. 埋弧焊的特点

(1) 埋弧焊的主要优点

1) 焊接生产率高。这主要是因为埋弧焊焊丝不仅可以以较大的速度自动给送,而且还可以使用比焊条电弧焊大得多的焊接电流,使得埋弧焊的电弧功率、熔透深度及焊丝的熔化速度都相应增大。在特定条件下,埋弧焊可实现厚度在 20mm 以下的钢板不开坡口一次焊透,因此使埋弧焊的焊接速度大大增大,故埋弧焊与焊条电弧焊相比具有更高的生产率。

2) 焊缝质量好。这首先是因为埋弧焊时电弧及熔池均处在焊剂与熔渣的保护之中,保护效果比焊条电弧焊时好。其次,焊剂的存在也使熔池金属凝固速度减小,液态金属与熔化的焊剂之间有更多的时间进行冶金反应,降低了焊缝中产生气孔、裂纹等缺陷的可能性。此外,埋弧焊时,焊接参数可通过自动调节保持稳定,焊缝质量对焊工技术水平的依赖程度也可大大降低。焊缝成分稳定,表面成形美观,力学性能好。

3) 焊接成本较低。这首先是由于埋弧焊使用的焊接电流大,可使焊件获得较大的熔深,故埋弧焊时焊件可不开坡口或开小坡口,因而既节约了因加工坡口而消耗掉的焊件金属和加工工时,也减少了焊缝中焊丝的填充量。此外,埋弧焊的热量集中,热效率高,故在单位长度焊缝上所消耗的电能也大大减少。正是由于上述原因,在使用埋弧焊焊接厚大焊件时,可获得较高的经济效益。

4) 劳动条件好。由于埋弧焊实现了焊接过程的机械化和自动化,操作较简便,焊接过程中操作者只是监控焊机,因而大大减轻了焊工的劳动强度。另外,埋弧焊时电弧是在焊剂层下燃烧的,没有弧光的有害影响,放出的烟尘和有害气体也较少,所以焊工的劳动条件好。

(2) 埋弧焊的主要缺点

1) 难以在空间全位置焊接。这主要是因为采用颗粒状焊剂,而且埋弧焊的熔池也比焊条电弧焊的大得多,为保证焊剂、熔池金属和熔渣不流失,埋弧焊通常只适用于平焊位置焊接或倾角不大位置的焊接。其他位置的埋弧焊则必须采用特殊措施,以保证焊剂能覆盖焊接区。

2) 对工件装配质量要求高。由于电弧埋在焊剂层下,操作人员不能直接观察电弧与坡口的相对位置,当工件装配质量不好时易出现焊偏现象而影响焊接质量,因此,装配焊件时必须保证接口的间隙均匀、焊件平整并无错边现象。

3) 不适合焊接薄板和短焊缝。这是由于埋弧焊电弧的电场强度较高,电流小于 100A 时电弧稳定性不好,故不适合焊接太薄的焊件。另外,埋弧焊由于受焊车的限制,机动灵活性差,一般只适合焊接长直焊缝或大圆弧焊缝,对于弯曲、不规则的焊缝或短焊缝的焊接则比较困难。

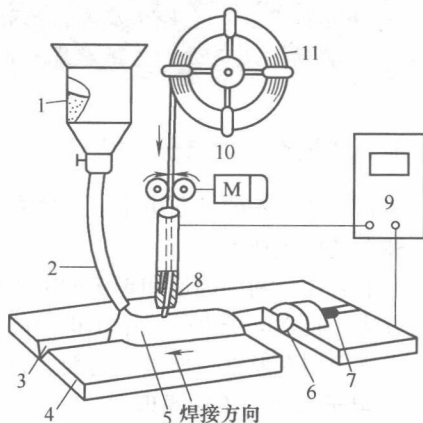


图 1-4 埋弧焊焊接过程

1—焊剂漏斗 2—连接管 3—坡口 4—母材
5—焊剂 6—焊缝金属 7—渣壳 8—导电嘴
9—电源 10—送丝机构 11—焊丝

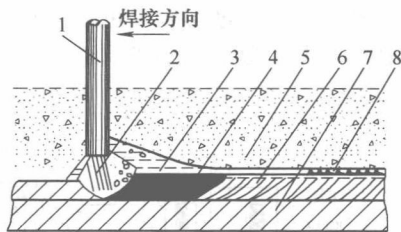


图 1-5 埋弧焊焊缝断面示意图

1—焊丝 2—电弧 3—熔池 4—熔渣
5—焊剂 6—焊缝 7—焊件 8—渣壳