

焊工

操作技法与实例

H ANGONG
CAOZUO JIFA YU SHILI
刘春玲 主编

- 专业知识与操作技能相结合
- 突出典型实例
- 增加技巧、禁忌与注意事项

长三角国家高技能人才培养中心特别推荐

21 世纪技术工人操作技法与实例丛书

焊工操作技法与实例

刘春玲 主编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工操作技法与实例/刘春玲主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2009.7

(21世纪技术工人操作技法与实例丛书)

ISBN 978-7-5323-9658-0

I. 焊... II. 刘... III. 焊接-基本知识 IV. TG4

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第171878号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路71号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 850 × 1168 1/32 印张 10.875

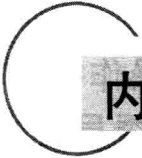
字数: 290千字

2009年7月第1版 2009年7月第1次印刷

ISBN 978-7-5323-9658-0/TG · 180

定价: 25.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换



内容提要

本书主要包括:焊条电弧焊、自动埋弧焊、CO₂ 气体保护焊、氩弧焊等操作技法及材料使用、安全技术方面的禁忌;常用金属材料的焊接禁忌;典型金属结构焊接禁忌;气焊、气割设备、工具、材料的使用及操作禁忌。本书以介绍实用技能为主,图文并茂,简明实用,着重介绍技术人员必须掌握的专业知识与操作技能,以及一些成熟的实践经验,将专业知识与操作技能有机地融在一起,力求解决生产中的实际问题;并以典型实际加工为例,详细介绍操作技能、技巧禁忌及注意事项,供各相应工种技术人员参考借鉴,突出实用性、针对性和可操作性。

本书可供广大从事焊接技术人员掌握实用操作技能与知识,可作为技术培训教材,也可供相关专业职业院校师生参考学习。

“21 世纪技术工人操作技法与 实例丛书”编写委员会

丛书主编：徐 峰

编写人员：王吉华 夏祖印 任志俊 刘春玲 邱立功 陈忠民
张能武 周斌兴 黄 芸 楚宜民 马建民 王元龙
刘述芳 陶荣伟 薛国祥 张道霞 杨光明 唐亚鸣

前 言

焊接技术被广泛应用于船舶、车辆、航空、锅炉、压力容器、电机、冶炼设备、石油化工机械、矿山、起重、建筑及国防等各个行业。正是由于焊接技术的广泛应用,所以焊接技术质量的可靠性、安全性是关系着国计民生的大事,焊接质量的好坏,关系着社会的安定和稳定。

我国焊接行业经过 40 多年的发展壮大,目前已形成一批有一定规模的企业,可以满足国民经济的需求。在科学技术飞速发展的今天,焊接业已经完成了其自身的蜕变。焊接已经从一种传统的热加工工艺发展到了集结构、力学、电子等多门类科学为一体的综合工程学科。而且,随着相关学科技术的发展和进步,不断有新的知识融合在焊接之中。在加入 WTO 后,作为全球经济活力最强的国家,我国焊接工业的发展充满了机遇和挑战。面对新的形势,广大焊工迫切需要知识更新,特别是学习和掌握与新的应用领域有关的新技能。为此,我们组织编写了此书。

本书以介绍实用技能为主,图文并茂,简明实用,着重介绍技术工人必须掌握的专业知识与操作技能,以及一些成熟的实践经验,将专业知识与操作技能有机地融于一起,力求解决生产中的实际问题;并以典型实际加工为例,详细介绍操作技能、技巧禁忌及注意事项,供各相应工种技术工人参考借鉴,突出实用性、针对性和可操作性。本书主要内容包括:焊条电弧焊、自动埋弧焊、CO₂ 气体保护焊、氩弧焊等操作及材料使用、安全技术方面的禁忌;常用金属材料的焊接禁忌;典型金属结构焊接禁忌;气焊、气割设备、工具、材料的使用及操作禁忌。本书可供广大焊接技术工人掌握实用操作技能与知识,可作为技术培训教材,也可供相关专业职业院校师生参考学习。相信本书的出版对我国高技能

前 言 ◀◀●

人才的培养将起到积极的推动作用。

本书由长三角国家高技能人才培养中心组织编写,刘春玲同志为主编。该书在编写过程中参考了大量的有关书籍和企业培训资料,在此向上述作者和有关企业表示衷心的感谢和崇高敬意!

由于本书涉及的范围非常广泛,编写时间较短,限于编者水平,难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一部分 基础知识	1
第一节 焊接工艺简介	1
一、焊接的优缺点	1
二、焊接的分类	2
三、各种焊接方法基本特点与应用范围	4
第二节 焊接工艺的基本知识	6
一、焊接方式的选择	6
二、焊接接头及坡口形式	12
三、焊缝形式及代号	17
第三节 焊接材料	24
一、电焊条的组成及作用	24
二、电焊条的型号和牌号	27
三、电焊条的选用原则	43
四、焊丝及其选用	44
五、焊剂及其选用	48
第四节 焊接设备	52
一、弧焊电源	52
二、气焊设备	56
三、电弧焊机	58
四、等离子弧焊机	66
五、埋弧焊机	69

第二部分 焊工基本操作技能	82
第一节 焊条电弧焊	82
一、焊条电弧焊引弧	82
二、焊条电弧焊运条	86
三、焊条电弧焊起焊、接头和收弧	89
四、不开坡口(I型坡口)的对接焊条电弧焊平焊	96
五、开V型坡口的对接焊条电弧焊平焊	100
六、T形接头焊条电弧焊船形焊	106
七、焊条电弧焊平焊	109
八、焊条电弧焊立焊	114
九、焊条电弧焊横焊	119
十、焊条电弧焊仰焊	122
十一、多层多道焊条电弧平角焊	126
十二、大径管水平转动焊条电弧焊	130
十三、大径管垂直固定对接焊条电弧焊	135
十四、大径管水平固定对接焊条电弧焊	138
十五、小径管对接焊条电弧焊	142
十六、管板插入式俯位焊	145
十七、骑座式管板俯位焊(垂直固定)	147
十八、管板(骑座式)水平固定焊	149
第二节 二氧化碳气体保护焊	152
一、二氧化碳气体保护焊平敷焊	152
二、二氧化碳气体保护焊平对接焊	155
三、二氧化碳气体保护焊平角焊	157
四、二氧化碳气体保护焊横对接焊	160
五、二氧化碳气体保护焊平板对接立焊	161
六、二氧化碳气体保护焊平板对接仰焊	164
七、二氧化碳气体保护焊平板对接横焊	168
八、大径管对接垂直固定二氧化碳气体保护焊	170
九、二氧化碳气体保护焊管板焊接	174
第三节 埋弧焊	179

一、对接直焊缝埋弧焊焊接	179
二、对接环焊缝埋弧焊焊接	185
三、板件对接 I 形坡口埋弧自动焊	186
四、厚板对接 U 形坡口埋弧焊	189
第四节 电阻焊	196
一、电阻焊点焊	196
二、电阻焊凸焊	201
三、电阻焊缝焊	205
四、电阻焊对焊	210
第五节 其他焊接方法	213
一、多丝电渣焊	213
二、熔嘴电渣焊	216
三、气焊	219
四、气割	223
五、钢板的手工气割	226
六、薄板平对接钨极氩弧焊	228
七、碳弧气刨	230
八、火焰矫正与加工	233
九、氧-乙炔喷熔焊	236
十、等离子弧焊接	239
十一、等离子弧切割	244
十二、电子表面安装元器件的钎焊	245
十三、爆炸焊	248
十四、水下焊	251
十五、激光焊接	257
第三部分 焊工操作实例	261
一、小直径管垂直固定加障碍手弧焊的单面焊双面成形	261
二、小直径管水平固定加障碍混合焊的单面焊双面成形	262

三、小直径管 45° 倾斜固定单面焊双面成形	265
四、大直径厚壁管对接水平转动组合焊	268
五、骑座式管-板 T 形接头仰焊单面焊双面成形	271
六、插入式管-板接头仰焊单面焊双面成形	274
七、低碳钢平板对接立焊的单面焊双面成形	277
八、薄板的焊条电弧焊	277
九、25 钢二氧化碳气体保护堆焊	280
十、细丝埋弧自动焊实例	280
十一、窄间隙埋弧自动焊实例	282
十二、双丝埋弧自动焊实例	284
十三、不锈钢焊接工程实例	286
十四、厚度为 30 mm 和 40 mm 的 16 Mn 板材直缝管 极电渣焊	288
十五、三丝电渣焊	290
十六、轧钢机机架的电渣焊	293
十七、泄漏管道的补焊	295
十八、蒸气管道的带压补焊	296
十九、耐热钢管的焊接	297
二十、细丝二氧化碳气体保护冷焊铸铁	299
二十一、铅管的焊接	301
二十二、镁合金铸件的补焊	303
二十三、镍基耐蚀合金埋弧焊	304
二十四、铜及铜合金埋弧焊	308
二十五、锌合金铸件的补焊	311
二十六、碳素钢与低合金结构钢的焊接	312
二十七、钛-钢环钎焊	313
二十八、铝及铝合金的气焊	315
二十九、铝合金轿车门的点焊	316
三十、大型铝板换热器的盐浴浸渍钎焊	317
三十一、板状对接仰焊单面焊双面成形	319

三十二、直径 42 mm 耐热钢管水平固定全位置手工 钨极氩弧焊	322
三十三、直径 42 mm 耐热钢管垂直固定全位置手工 钨极氩弧焊	324
三十四、梁的焊接	325
三十五、火焰矫正实例	326
三十六、喷涂工程实例	329
三十七、等离子弧焊工程实例	330
三十八、等离子弧切割工程实例	331
三十九、堆焊工程实例	331
四十、乙烯蒸馏塔纵缝的埋弧焊	334

第一部分 基础知识

第一节 焊接工艺简介

一、焊接的优缺点

焊接是两种或两种以上同种或异种材料通过原子或分子之间的结合和扩散连接成一体的工艺过程。

促使原子或分子之间产生结合和扩散的方法是加热或加压,或同时加热又加压。两种材料原子之间不能产生结合和扩散的主要原因是材料的连接表面有氧化膜、水和油等吸附层以及原子之间尚未达到产生结合力的距离,对金属而言,该距离为 $0.3 \sim 0.5 \text{ nm}$ 。焊接时,加压可以破坏连接表面的氧化膜,产生塑性变形以增加接触面,使原子间达到产生结合力和扩散的条件;加热的目的是使接触面的氧化膜破坏,降低塑性变形阻力,增加原子振动能,促进再结晶、扩散、化学反应等过程,一般只需加热达到塑性状态或熔化状态。对于金属材料,加热温度越高,实现焊接所需的压力就越小,当达到熔化温度时,可以不再加压。

1. 焊接的优点

焊接与螺钉连接、铆接,铸件及锻件相比,具有以下优点:

- (1) 节省金属材料,减轻结构重量,经济效益好。
- (2) 简化加工与装配工序,生产周期短,生产效率高。
- (3) 结构强度高(接头能达到与基本材料等强度),接头密封性好。

(4) 为结构设计提供较大的灵活性。例如,按结构的受力情况可优化配置材料,按工况需要,在不同部位选用不同强度、不同耐磨性、耐腐蚀性、耐高温性等的材料。

(5) 焊接工艺过程容易实现机械化和自动化。

2. 焊接的缺点

(1) 焊接结构容易引起较大的残余变形和焊接内应力 由于绝大多数焊接方法都采用局部加热,经焊接后的焊件,不可避免地在结构中会产生一定的焊接应力和变形,从而影响结构的承载能力、加工精度和尺寸稳定性。同时在焊缝与焊件交界处还会引起应力集中,对结构的脆性断裂有较大的影响。

(2) 焊接接头中易存在一定数量的缺陷 如裂纹、气孔、夹渣、未焊透、未熔合等,缺陷的存在会降低强度,引起应力集中,损坏焊缝致密性,是造成焊接结构破坏的主要原因之一。

(3) 焊接接头具有较大的性能不均匀性 由于焊缝的成分及金相组织与母材不同,接头各部分经历的热循环不同,使不同区域接头的性能不同。

(4) 焊接过程中产生高温、强光及一些有毒气体 这对人体有一定的损害,故需加强劳动保护。

二、焊接的分类

金属焊接按基本工艺过程的特点分为熔焊、压焊和钎焊三大类:

熔焊在连接部位需加热至熔化状态,一般不加压;压焊必须施加压力,加热是为了加速实现焊接;钎焊时,母材不熔化,只熔化起连接作用的填充材料(钎料)。

从冶金角度看,熔焊属液相焊接,除了被连接的同质或异质母材外,还可以添加同质或异质的填充材料共同构成统一的液相物质,冷凝后形成起连结母材作用的焊缝,常用的填充材料是焊条或焊丝;压焊属固相焊接,若需加热,其温度通常低于母材的熔点,一般不使用填充材料;钎焊属固-液相焊接,待焊的同质或异质母材为固态,与处于中间的熔点低于母材的液相钎料之间存在两个固-液界面,彼此进行充分扩散

而实现原子间结合。

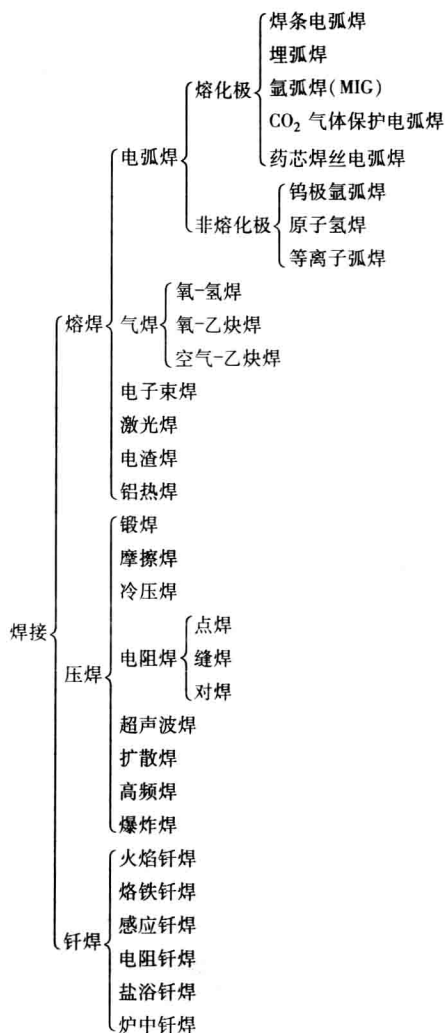


图 1-1 焊接方法按工艺特点分类

焊接均需外加能量,故亦可按能量分类,见表 1-1。

表 1-1 按能量分类的焊接方法

类 别	能源形式	焊 接 方 法
电 能	电 弧	焊条电弧焊、埋弧焊、氩弧焊, CO ₂ 气体保护焊、等离子弧焊
	电 阻	电渣焊、点焊、缝焊、对焊、高频焊、盐浴钎焊、烙铁钎焊
	感 应	感应焊
	能 束	电子束焊
机械能	摩 擦	摩擦焊
机械能	热 锻	锻焊
	冷 压	冷压焊
	真 空 压	扩散焊
化学能	火 焰	氧-乙炔焰焊、氢-氧焰焊
	热 剂	铝热焊
	炸 药	爆炸焊
声 能	超 声 波	超声波焊
光 能	激 光	激光焊
	太 阳 光	太阳能焊

三、各种焊接方法基本特点与应用范围

常用焊接方法的特点及其应用范围,见表 1-2。

表 1-2 常用焊接方法的特点及其应用范围

类别	方 法	主 要 特 点	应 用 范 围
熔 化 焊	气 焊	利用可燃气体与氧混合燃烧的火焰,加热焊件。设备简单,移动方便。但加热区较宽,焊件变形较大,生产效率较低	适用于焊接各种黑色金属和有色金属,特别是薄件焊接、管子的全位置焊接,以及堆焊、钎焊等
	焊条电弧焊	手工操作,设备简单,操作方便,适用性较强。但劳动强度大,生产效率比气体保护焊(气电焊)和埋弧焊低	适用于焊接各种黑色金属,也用于某些有色金属的焊接。对短焊缝、不规则焊缝较适宜
	埋弧焊	电弧在焊剂层燃烧,焊丝的送进由专门机构完成,电弧沿焊接方向的移动靠手工操作或机械完成,分别称为埋弧半自动焊和埋弧自动焊	适用于碳钢、低合金钢、不锈钢和铜等材料中厚板直缝或规则曲线焊缝的焊接
	气体保护焊(简称气电焊)	用保护气体隔离空气,防止空气侵入焊接区。明弧,无渣或少渣,生产效率较高,质量较好。有半自动焊和自动焊之分。保护气体常用 Ar、He、N ₂ 、CO ₂ 及混合气体	惰性气体保护焊适用于焊接碳钢、合金钢及铝、铜、钛等金属。二氧化碳气体保护焊适用于焊接碳钢、一般用途的低合金钢及耐热耐磨材料的堆焊

焊工操作法与实例

(续表)

类别	方法	主 要 特 点	应 用 范 围
熔 化 焊	电渣焊	利用电流通过熔渣所产生的热熔化金属。热影响区宽,晶粒易长大,焊后要热处理	适用于碳钢、低合金钢厚壁结构和容器的纵缝以及厚的大钢件、铸件及锻件的拼焊
	等离子弧焊	利用等离子弧加热焊件,热量集中,热影响区小,熔深大。按特点不同可分为大电流等离子弧焊接、微束等离子弧焊接和脉冲等离子弧焊接	适用于碳钢、低合金钢、不锈钢及钛、铜、镍等材料的焊接。微束等离子弧焊可以焊接金属箔及细丝
	电子束焊	利用高能量密度的电子束轰击焊件产生热能加热焊件。焊缝深而窄,焊件变形小,热影响区小。可分为真空、低真空、局部真空和非真空电子束焊	适用于焊接大部分金属,特别是活性金属与难熔金属,也可以焊接某些非金属材料
	热剂焊	利用铝热剂或镁热剂氧化时放出的热熔化焊件。不需要电源,设备简单。但由于是铸造组织,质量较差,生产效率较低	适用钢轨、钢筋的对接焊
	激光焊	利用经聚焦后具有高能量密度的激光束熔化金属。焊接精度高,热影响区小,焊接变形小。按工作方式分为脉冲激光点焊和连续激光焊两种	除适用于焊接一般金属外,还能焊接钨、钼、钽、钎等难熔金属及异种金属,特别适用于焊接导线、微薄材料。在微电子元件中已有广泛应用
加 压 焊	电阻焊	利用电流通过焊件产生的电阻热加热焊件至塑性状态或局部熔化状态,而后施加压力,使焊件连接在一起。按工作方式分为点焊、缝焊、对焊、凸焊、T形焊。机械化、自动化程度较高,生产效率高	适用于焊接钢、铝、铜等材料
	储能焊	利用电容储存的电能瞬间向焊件放电所产生的热能,施加一定压力而形成焊接接头	一般适用于小型金属工件的点焊。大功率储能焊机适用于焊接铝件
	摩擦焊	利用焊件间相互接触端面旋转摩擦产生的热能,施加一定的压力而形成焊接接头	适用于铝、铜、钢及异种金属材料的焊接
	高频焊	利用高频感应电流所产生的热能,施加一定压力而形成焊接接头	适用于各种钢管的焊接,也能焊接某些有色金属及异种金属材料
	扩散焊	在真空或惰性气体保护下,利用一定温度和压力,使焊件接触面进行原子互相扩散,从而使焊件焊接在一起	适用于各种金属的焊接。某些焊接性能相差较大的异种金属,也可采用此种焊接方法
	冷压焊	不需外加热源,利用压力使金属产生塑性变形,从而使焊件焊接在一起	适用于塑性较好的金属,如铝、铜、钛、铅等材料的焊接