

适合培训 · 便于自学

一招鲜 · 就业技术速成丛书

焊工

HANGONG RUMEN

入门

刘春玲 编著



一招鲜·就业技术速成丛书

焊工入门

刘春玲 编著



安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊工入门/刘春玲编著. —合肥:安徽科学技术出版社,2006.1

(一招鲜·就业技术速成丛书)

ISBN 7-5337-3406-8

I. 焊… II. 王… III. 焊接-基本知识 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 068429 号

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路1号新闻出版大厦)

邮政编码:230063

电话号码:(0551)2833431

E-mail: yougoubu@sina.com

yougoubu@hotmail.com

网址: www.ahstp.com.cn

新华书店经销 合肥义兴印务有限责任公司印刷

*

开本:850×1168 1/32 印张:10.25 字数:250千

2006年1月第1版 2006年1月第1次印刷

印数:6 000

定价:18.50元

(本书如有倒装、缺页等问题,请向本社发行科调换)

《一招鲜·就业技术速成丛书》

编写委员会

主 编 汪立亮

副主编 刘春玲 戴胡斌

委 员 (按姓氏笔画为序)

王新华	艾春平	卢小虎	张志刚	张 军
张能武	李春亮	苏本杰	季明善	杨昌明
杨奉涛	罗中华	夏红民	徐 森	黄 芸
程美玲	程国元	满维龙		

前 言

随着国民经济和现代科学技术的迅猛发展,特别是加入 WTO 以后,我国的机械制造业得到了前所未有的发展。焊工是在桥梁、造船、化工、水电、建筑、机械制造和国防工业等加工领域中应用最广泛、从业人员最多的技术工种之一,是最基本的工种。

本书依据原劳动部和机械工业部联合颁发的《职业技能鉴定规范(考核大纲)电焊工》的要求介绍了焊接电弧的基本知识,焊接材料、焊接接头及焊缝符号的基本知识,焊接材料的选用,常用弧焊电源的基本原理及特点;着重介绍了焊条电弧焊、埋弧焊、手工钨极氩弧焊和 CO₂ 气体保护焊的设备组成,焊接工艺和操作技术;简单介绍了碳弧气刨的原理及操作,电弧焊缺陷的有关知识,常用设备及工装夹具的使用知识,相关工种的一般知识和安全生产常识。

为便于读者自学,能够理解、掌握教材内容,本书将专业基础知识和专业应用技能融为一体,力求将技能建立在知识的基础上,知识为技能服务。

本书在内容上,突出实用性和针对性,便于阅读,使读者尽可能通过阅读此书来独立解决工作中所出现的各种问题。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏乃至错误,热忱欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 焊接基础知识	1
第一节 焊接及其分类	1
一、焊接的优缺点	1
二、焊接的分类	3
三、各种焊接方法基本特点与应用	4
四、焊接方式的选择	9
第二节 焊接接头及焊缝形式	17
一、焊接接头的类型及组成	17
二、常用焊接接头的工作特性	21
三、焊接接头构造的设计与选择	32
四、焊缝符号及标注方法	44
第二章 焊接设备及调试	63
第一节 焊接设备	63
一、焊接设备的分类与电焊机型号	63
二、弧焊电源	64
三、电弧焊机	78
四、等离子弧焊机	88
五、气焊设备	92
第二节 焊接设备的调试	94
一、焊机调试的内容	94
二、几种常用焊机的调试	96
第三章 焊接材料及选用	100
第一节 电焊条	100
一、电焊条的分类	100
二、电焊条的型号和牌号	104
三、电焊条的选用	125

第二节 焊丝	131
一、焊丝的分类及特点	131
二、焊丝的型号与牌号	137
第三节 焊剂	144
一、焊剂的分类及特点	144
二、焊剂的型号与牌号	150
第四章 常用焊接技术	160
第一节 手工电弧焊	160
一、手工电弧焊单面焊双面成形	160
二、低碳钢平板对接立焊的单面焊双面成形	171
三、低碳钢平板对接手工电弧焊横焊	171
四、低碳钢平板对接的仰焊	174
五、低碳钢管垂直固定的单面焊双面成形	178
六、低碳钢管板插入式各种位置的焊接	179
七、低碳钢管的水平固定焊接	188
第二节 埋弧焊	193
一、概述	193
二、埋弧焊的工艺参数	195
三、埋弧焊的操作要点	198
第三节 钨极氩弧焊	208
一、概述	208
二、钨极氩弧焊的工艺参数	210
三、手工钨极氩弧焊的操作要点	212
第四节 二氧化碳气体保护焊	226
一、概述	226
二、半自动二氧化碳气体保护焊工艺	231
三、半自动二氧化碳气体保护焊的操作要点	233
第五节 等离子弧焊接与切割	244
一、概述	244

二、等离子弧的焊接	245
三、等离子弧的切割	246
第六节 气焊与气割	252
一、手工气焊工艺	252
二、手工气割工艺	262
三、火焰矫正与加工技术	265
第五章 焊接缺陷分析及检验	275
第一节 焊接缺陷分析	275
一、焊接缺陷的种类和特征	275
二、焊接缺陷产生的原因及防止措施	283
三、焊接缺陷的返修要求和方法	288
第二节 焊接检验	289
一、焊接检验的内容	290
二、焊接检验方法的分类	291
三、无损检验方法的比较与选择	293
第六章 焊接安全技术	297
第一节 概述	297
一、焊接的危险性分析	297
二、焊接工伤事故及职业危害	298
三、焊接安全与卫生防护	298
第二节 焊接用电安全	301
一、焊接发生触电事故的原因	301
二、焊接设备、工具的安全要求	303
第三节 焊接劳动卫生与防护	307
一、有害的来源及危害	307
二、焊接劳动卫生与防护措施	312
参考文献	319

第一章 焊接基础知识

第一节 焊接及其分类

焊接在机械制造中是一种十分重要的加工工艺。随着近代科学技术的发展,焊接已发展成为一门独立的学科,广泛应用于国民经济的各个领域,并渗透到家庭生活日用品中。据统计,我国目前焊接件用钢量占钢材总产量的25%~28%,而世界工业发达国家每年用于制造焊接结构的钢材占钢材总产量的70%左右,可见我国焊接技术应用的前景是很广阔的。

随着现代工业生产的需要和科学技术的蓬勃发展,焊接技术进步很快,到目前,焊接方法已发展到数十种之多。为了能正确选择和使用各种焊接方法,必须了解焊接的物理本质、分类、基本特点和适用范围。

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 $3\sim 5\text{\AA}$ ($1\text{\AA}=0.1\text{nm}$)。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(接头能达到与母材等强度),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。

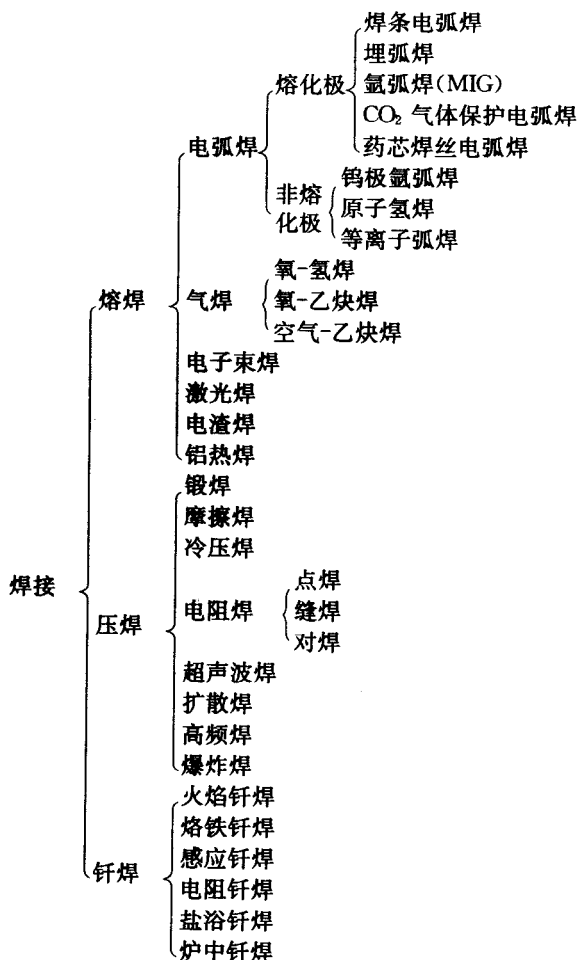
(2)焊接接头中易存在一定数量的缺陷,如裂纹、气孔、夹渣、未焊透、未熔合等。缺陷的存在会降低强度,引起应力集中,损坏焊缝致密性,是造成焊接结构破坏的主要原因之一。

(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,对人体有一定的损害,故需加强劳动保护。

二、焊接的分类

金属的焊接,按其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。

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
	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

表 1-2 简要地介绍了金属常用焊接方法的原理、特点及其适用范围。

表 1-2 常用焊接方法简介

焊接方法		原理	特点	适用范围	
熔 电 弧 焊	气焊	利用可燃气体与氧气混合燃烧的火焰热熔化焊件和焊丝进行焊接	火焰温度和性质可调节,热量不够集中,热影响区较宽,生产率较低	用于薄板结构或小件的焊接,可焊钢、铸铁、铝、铜及其合金、硬质合金等	
	焊条电弧焊	利用焊条与焊件间的电弧热熔化焊条和焊件进行手工焊接	机动、灵活、适应性强,可全位置焊接。设备简单耐用,维护费低。劳动强度大,焊接质量受工人技术水平影响,不稳定	在单件、小批生产和修理中最适用,可焊 3mm 以上的碳钢、低合金钢、不锈钢和铜、铝等有色金属以及铸铁的焊补	
	埋弧焊	利用焊丝与焊件间的电弧热熔化焊丝和焊件进行机械化焊接,电弧被焊剂覆盖而与外界隔绝	焊丝的送进与移动依靠机械进行,生产率高,焊接质量好且稳定,不能仰焊和立焊,劳动条件好	适于大、批量生产中长直或环形焊缝焊接,可焊碳钢、合金钢,某些铜合金等中厚板结构,只能平焊、横焊、水平角焊	
	气体保护焊	氩弧焊	利用惰性气体氩(Ar)保护电弧进行焊接,若用钨棒做电极,则为钨极氩弧焊,即 TIG 焊;若用焊丝做电极,为熔化极氩弧焊,即 MIG 焊	对电弧和焊接区保护充分,焊缝质量好,表面无焊渣,热量较集中,热影响区较窄,明弧操作,易实现自动焊接,焊时须挡风	最适于焊接易氧化的铝、铜、钛及其合金,锆、钼、钽等稀有金属以及不锈钢、耐热钢等,可焊厚度在 0.5mm 以上
		CO ₂ 气体保护焊	利用 CO ₂ 气体保护,用焊丝作电极的电弧焊,简称 CO ₂ 焊	热量较集中,热影响区小,变形小,成本低,生产率高,易于操作。飞溅较大,焊缝成形不够美观,余高大,设备较复杂,须避风	适用于板厚 1.6mm 以上由低碳钢、低合金钢制造的各种金属结构

续表

焊接方法			原理	特点	适用范围	
熔 焊	电 弧 焊	气体保护焊	等离子弧焊	利用气体(多为Ar)和特殊装置压缩电弧获得高能量密度的等离子弧进行焊接,电极有钨极和熔化极两种	具有氩弧焊的一些特点,但等离子弧温度很高,穿透能力强,可正面一次焊透双面成形,电弧挺度,好可压缩成束状焊微型件	氩弧焊能焊的金属均能焊,一次焊透厚度在0.025~6.4mm,低碳钢8mm以内,也用于焊接微小精密机件
		电渣焊	利用电流通过熔渣产生的电阻热熔化金属进行焊接,可熔化的金属电极有丝状和板状两种	直缝须立焊,任何厚度不开坡口一次焊成,生产率高,但热影响区宽、晶粒粗大,易生成过热组织,焊后须正火处理改善接头组织与性能	适于厚度25mm以上的重、大型机件的焊接。宜焊碳素钢、合金钢	
		电子束焊	利用加速和聚焦的电子束轰击置于真空中或非真空中焊件所产生的热进行焊接	热能集中,熔深大,熔宽小,焊后几乎不变形,不需填充金属,单面一次焊成,焊速快。需高压电源和防X射线辐射,设备复杂	主要用于要求高质量产品的焊接,还能焊易氧化、难熔金属和异种金属。可焊很薄的精密器件和厚达300mm的构件	
		激光焊	利用激光束聚焦后投射到焊件上使光能变为热能熔化金属进行焊接。有连续和脉冲两种激光源	热量高度集中,焊接时间短,热影响区小,熔深浅,能量可控制,光热转换效率低,设备功率小,可焊厚度有限	最适于进行精密微型器件的焊接,能焊很多金属,特别能解决难焊金属和异种金属的焊接	

续表

焊接方法		原理	特点	适用范围
电 阻 焊	点焊	工件在电极压紧下通电使之产生电阻热,将工件间接触面熔化后凝成焊缝,工件上下用棒状电极每通电一次得一焊点,为点焊;用轮状电极滚压焊件,同时通电得一条连续焊缝为缝焊	工件须搭接,不需填充金属,用低电压、大电流,焊点在压力下快速熔化与凝固,生产率高,变形小,设备功率大,较复杂,易于自动化焊接,焊前焊接区须清理干净	最适于焊接低碳钢制的薄壁(<3mm)冲压结构,如钢筋、钢网等,也可焊铝、镁及其合金。适于大批量生产
	缝焊			主要用于焊接要求密封的薄壁容器,可焊碳钢、低合金钢、不锈钢、铝、镍、镁及其合金
	对焊	利用电流通过两对接工件产生的电阻热,使接触面达塑性状态后顶锻而完成的焊接。先加压后通电的为电阻对焊;先通电使接触端面熔化闪光后加压为闪光对焊	对焊工件断面形状、大小要一致,最好为紧凑断面,如棒、管对接。电阻对焊的待焊端面清理要求高;而闪光对焊端面不需加工,但需留较大的闪光余量,焊后接头有毛刺需清除。闪光对焊的接头质量优于电阻对焊	电阻对焊适于断面简单,直径较小(<20mm)的碳钢、铜、铝对接;闪光对焊适用范围比电阻对焊大,大部分金属均可焊接,如碳钢、合金钢、有色金属等。对接断面从0.1mm ² 到10000mm ² 。如刀具、钢筋、钢管、钢轨等,异种钢也可焊接
	摩擦焊	利用机械摩擦产生的热量加热工件结合面,加压顶锻后完成的焊接	工件须对接并可绕其对称轴旋转,设备简单,操作容易,不需填充材料,生产率高,耗电少	所有能热锻的金属均能焊接,最适合异种金属焊接,如铜和铝对接。广泛用于大批量的圆形工件对接

续表

焊接方法		原理	特点	适用范围
压 焊	高频焊	利用高频 (>100kHz) 电流使焊件接合面加热达塑性状态后加压而完成的焊接, 分高频电阻焊和 高频感应焊两种	热量集中, 焊接速度达 30m/min, 生产率高, 成本较低, 焊缝质量稳定, 变形小, 需按产品配备专用设备	适于高速连续生产, 如焊有缝管的纵缝和螺旋缝。可焊碳钢、合金钢、铜、铝、钛、镍、异种金属
	扩散焊	紧密贴合焊件在真空保护中, 在一定温度和压力下靠原子互相扩散完成焊接	不需填充材料, 对结合面光洁贴合要求很高, 须有真空或保护装置。焊后不需再加工, 变形小, 生产周期较长	可焊形状复杂、厚薄相差大的零部件, 焊件厚度不受限制, 可焊各种金属和非金属材料以及难熔金属或异种金属
	爆炸焊	利用炸药爆炸产生的能量使焊件以极高速度相互碰撞而完成的焊接	不需填充材料, 不需复杂设备, 工艺简单、成本低、结合强度高, 只适于板与板、管与管、管与板焊接, 须在野外露天进行, 劳动条件差	最适于制造双层或多层复合材料, 结合面积从 6cm ² 到 28m ² , 基体厚度不限, 覆盖层厚在 0.025~32mm。能焊同种和异种金属
	超声波焊	工件在较低压力下由声极发出的高频振动能使接合面产生强烈摩擦并加热到焊接温度而形成接头	工件需搭接, 不需焊剂和填充材料。可以进行点焊和连续缝焊, 后者声极为滚盘。可焊厚度受设备输出功率的限制	同种或异种金属均能焊接, 韧性金属如铜、铝、金、银、铂等更易焊接, 可焊 0.004mm 箔片或直径为 0.013mm 的细丝
钎 焊	软钎焊 硬钎焊	在一定温度下利用液态钎料填满固态焊件之间的间隙, 发生原子间扩散和冷凝后形成接头。钎焊时使用熔点低于 450℃ 的钎料为软钎焊, 高于 450℃ 的钎料为硬钎焊	钎料熔点低于母材, 焊时钎料熔化, 母材不熔化。接头强度较低, 焊时不需加压, 焊前接合面的清理与装配的要求高, 焊后应力变形小, 母材性能受影响小。可用不同加热方式	用于焊接承载不大、常温工作的接头。最适于焊接精密、微型以及复杂多钎缝的机件。两工件厚薄不受限制, 任何金属组合或金属与非金属组合均可焊接

四、焊接方式的选择

通常按如下原则选择,所选用的焊接方法必须能保证焊接质量达到产品设计的技术要求;同时应能提高焊接生产率,降低制造成本和改善劳动条件。

选择的一般方法是,针对产品的材料性能和结构特征,根据各种焊接方法的特点(如原理、适用范围等),结合产品的生产类型和生产条件等因素,做综合分析后选定。在这里,母材的性能和结构特征往往是决定性的。

1. 对母材性能的考虑

实际上是考虑母材对各种焊接方法的适应性。

(1)母材的物理性能:须注意母材的导热、导电、熔点等性能。对于热导率高的金属材料,如铜、铝及其合金,应选用热输入大,焊透能力强的焊接方法;对铜和铝等电阻率低的金属,采用普通电阻焊显得十分困难;对于热敏感的材料,宜用热输入小的焊接方法,如激光焊或超声波焊;对难熔的金属,如锆、钨等,应采用高能束的焊接方法,如电子束焊等。

(2)母材的力学性能:主要指母材的强度、塑性、韧性和硬度等。既要看看母材的力学性能是否易于实现金属之间的连接,又要看看焊后接头的力学性能会不会发生改变,发生改变后会不会影响安全使用。对于塑性温度区窄的金属,如铅、镁等,不宜用电阻焊,而低碳钢则因其塑性温度区宽,可以对电阻焊很适应;塑性差的金属不宜用冷压焊;而铝具有很好的塑性变形能力,可以用冷压焊;铜和铝之间很难用熔焊连接,但因它们都具有很好的塑性变形能力,用摩擦焊就很容易实现连接;延性和韧性好的材料才适于爆炸焊,因为焊接时,要求母材具有承受快速变形而不断裂的能力。

焊接总是希望接头的性能与母材相同或接近。熔焊接头由于焊接热的作用,焊缝金属和热影响区的组织和性能与母材有不同程度的差别。例如,电渣焊因其热输入大,冷却慢,焊缝和热影响区晶粒