

学

电焊

李瑞珍 主编



中原出版传媒集团 中原农民出版社
特别推荐



劳动就业培训系列

学 电 焊

李瑞珍 主编

中原出版传媒集团
中原农民出版社

图书在版编目(CIP)数据

学电焊/李瑞珍主编. —郑州:中原出版传媒集团,中原
农民出版社,2009.9
(劳动就业培训系列)
ISBN 978-7-80739-703-8

I. 学… II. 李… III. 电焊-基本知识 IV. TG443

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 079413 号

出版:中原出版传媒集团 中原农民出版社

(地址:郑州市经五路 66 号 电话:0371—65751257

邮政编码:450002)

发行单位:全国新华书店

承印单位:郑州美联印刷有限公司

开本:890mm×1240mm

A5

印张:6

字数:128 千字

版次:2009 年 9 月第 1 版

印次:2009 年 9 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80739-703-8

定价:11.00 元

本书如有印装质量问题,由承印厂负责调换

编 委 会

主 任 栾 雷
副主任 王国玉 李玉生 佟满河
委 员 栾 雷 王国玉 李玉生
佟满河 李瑞珍 刘明岗
郭永红 苏全卫 车世明

本书作者

主 编 李瑞珍
副主编 姜克钊
编 者 李瑞珍 姜克钊 李 敏

本书编写分工

李瑞珍:第六章、第四章第一节至第六节
姜克钊:第四章第七节至第十节
第五章、第二章
李 敏:第一章、第三章

目 录

第一章 了解焊接	1
第一节 焊接的特点	1
一、焊接的优点	1
二、焊接的缺点	2
第二节 焊接的分类	2
一、焊接的种类	2
二、常用焊接方法的特点及其应用范围	3
第三节 焊条电弧焊的电弧	6
一、焊接电弧的产生	6
二、电弧产生的条件	7
第二章 焊接设备及常用的工具、量具	8
第一节 弧焊机	8
一、弧焊机需要满足的基本条件	8
二、常用的手工电弧焊机	9
三、电焊机在使用时的注意事项	13
第二节 焊条电弧焊常用工具、量具及防护用品 ...	14
一、工具及防护用品	14
二、辅助工具及量具	18
第三章 焊条的组成、分类及使用	22
第一节 焊条的组成	22

一、焊芯	23
二、药皮	24
第二节 焊条的分类、型号和使用	26
一、焊条的分类	26
二、焊条的型号	27
三、焊条的保管和使用	28
第四章 焊条电弧焊	31
第一节 常见焊接接头和焊缝形式	32
一、焊接接头形式	32
二、焊缝的形式	42
第二节 焊条电弧焊的基本操作	46
一、引弧	46
二、运条	59
三、焊缝的起头和收尾	66
四、焊缝的连接	68
第三节 焊接参数	70
一、焊条牌号与焊条直径的选择	70
二、焊接电源种类和极性的选择	71
三、焊接电流的选择	72
四、电弧电压的选择	73
五、焊接速度	74
六、焊层的选择	74
第四节 定位焊与定位焊缝	74
第五节 对接平焊	77
一、不开坡口的对接平焊	77
二、开坡口的对接平焊	87
第六节 平角焊	102

一、操作前的准备	105
二、操作步骤	106
第七节 横焊	115
一、不开坡口的对接横焊	116
二、开坡口的对接横焊	119
三、注意事项	125
第八节 立焊	125
一、对接立焊	125
二、角接立焊	131
第九节 管子的焊接	133
一、管座焊接	133
二、管子对接焊	139
第十节 焊接缺陷及焊接检验	145
一、焊接缺陷	145
二、焊接检验	154
第五章 几种常用焊接方法	157
第一节 埋弧自动焊	157
一、埋弧焊的主要特点	158
二、埋弧焊的应用范围	158
三、焊接设备	158
四、焊接工艺	159
第二节 二氧化碳气体保护焊	163
一、二氧化碳气体保护焊特点	163
二、二氧化碳气体保护焊的应用范围	164
三、焊接设备	164
四、焊接工艺(平板对接)	165
第三节 钨极氩弧焊	168

一、钨极氩弧焊特点	168
二、钨极氩弧焊的应用范围	169
三、钨极氩弧焊设备	170
四、焊接工艺	171
第六章 焊接安全与保护	175
第一节 电弧焊的危害及防护措施	175
一、电弧辐射的危害及防护措施	175
二、焊接烟尘和有毒气体的防护措施	175
第二节 焊接的安全事项	176
一、安全用电	176
二、防火防焊	178
三、电焊工高处作业安全技术	178
四、容器内的焊接作业安全技术	179
附 焊缝基本符号	181
一、焊缝基本符号表	181
二、焊缝补充符号应用示例	183
参考文献	184

第一章 了解焊接

金属材料连接的方法主要有两大类:一类是可以拆卸的连接,如螺栓连接、键连接、销钉连接等;另一类是永久性的连接,如铆接、焊接。焊接就是通过加热、加压,或两者并用,用填充材料或不用填充材料,使两部分同质或非同质的工件产生原子或分子间的结合和扩散,最终连接成一体,以形成永久连接的工艺过程。

第一节 焊接的特点

一、焊接的优点

 节省金属材料,减轻结构质量,经济效益好。

 制造设备简单,简化加工与装配工序,生产周期短,生产效率高。

 结构强度高,接头密封性好。

 结构设计的灵活性大,按结构的受力情况可优化配置材料;按工作情况需要,可在不同部位选用不同强度,不同耐磨、耐腐蚀及高温等性能的材料。

 焊接结构件外形平整、加工余量少。

 焊接工艺过程容易实现机械化和自动化。

二、焊接的缺点

 用焊接方法加工的结构易产生较大的焊接残余变形和焊接残余应力。

 焊接接头中存在着一定数量的缺陷,如裂纹、气孔、夹渣、未焊透、咬边、未熔合等。

 焊接接头具有较大的性能不均匀性。

 焊接生产过程中产生高温、强光及一些有毒气体,对操作人员身体有一定损害。

第二节 焊接的分类

一、焊接的种类

焊接方法的种类很多,通常分为三大类。

1. 熔化焊 被焊工件在高温的作用下焊接部位发生熔化,由于被焊工件是紧密贴在一起的,在温度、重力等的作用下,两个工件熔化的熔液会发生混合现象,待温度降低后,熔化部分凝结,两个工件就被牢固地焊在一起了。

2. 加压焊 焊接过程中,在加热或不加热的情况下,施加足够的压力,使被焊金属达到原子或分子间的结合,从而连接在一起。

3. 钎焊 被焊工件经适当加热,但未达到熔点,而熔点比焊件低的钎料同时加热直到熔化,熔液润湿并填充在焊件连接处的间隙中,液态钎料凝固后形成钎缝。在钎缝中,钎料和母材相互扩散、溶解,形成牢固的结合。

二、常用焊接方法的特点及其应用范围

常用焊接方法的特点及其应用范围,见表1-1。

表1-1 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	电 弧 焊	焊条 电弧焊	手工操作,设备简单,操作方便,适应性较强。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	利用电弧产生的热量,加热并熔化焊件和焊接材料	使用于碳钢、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,防治空气侵入焊接区。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。保护气体常用氩、氦、氮、二氧化碳及混合气体	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
	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

续表 1

类别	方法	主要特点	应用范围
熔化焊	热剂焊	利用铝热剂或镁热剂氧化释放出的热熔化焊件。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	适用于钢轨、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、锆等难熔金属及异种金属,特别是用于焊接导线、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

续表 2

类别	方法	主要特点	应用范围
加 压 焊	超声波焊	利用超声波使焊件接触面之间产生互相高速摩擦而产生热能,施加一定压力达到原子间结合,从而使焊件焊接在一起	适用于焊接铝、铜、镍、金、银等同种或异种金属丝、金属箔及厚度相差悬殊的焊件,也可以焊接塑料、云母等非金属材料
	爆炸焊	利用炸药爆炸时产生的高温和高压,使焊件在瞬间形成焊接接头。分点焊、线焊、面焊、管材焊接等	适用于焊接铝、铜、钢、钛等同种或异种材料
	气压焊	利用火焰加热焊件至半熔化状态,施加一定压力,从而使焊件连接在一起	适用于钢筋、管子、钢轨的对接焊
钎 焊	烙铁钎焊	利用电烙铁或火焰加热烙铁的热能,局部加热焊件	适用于使用熔点低于300℃的钎料,一般钎接导线、线路板及一般薄件
	火焰钎焊	利用气体火焰加热焊件。设备简单,通用性好	适用于钎接钢、不锈钢、硬质合金、铸铁、铜、银、铝等其他合金
	碳弧钎焊	利用碳弧加热焊件	适用于一般金属结构的钎焊
	电阻钎焊	利用电阻加热焊件,可用低电压电流直接通过焊件,也可用碳电极间接加热焊件。加热快,生产效率高	适用于钎接铜及其合金、银及其合金、钢、硬质合金材料。常用于钎焊刀具、电器元件等
	高频感应钎焊	利用高频感应电流产生的热能,加热焊件。加热快,生产效率高,变形小	适用于除铝、镁外的各种材料及异种材料的钎接。特别是钎接形状对称的管接头、法兰接头等
	炉中钎焊	常用电阻热炉及火焰加热炉进行加热,可在空气或保护气体条件下进行钎焊	适用于钎接结构较复杂的焊件
	浸沾钎焊	先固定钎件,然后进入熔融状态下的钎料槽内加热,进行钎焊	适用于钎接结构复杂并且多钎缝的焊件
	真空钎焊	在真空钎焊炉中加热进行钎焊	适用于钎接质量要求高及难钎焊的活性金属材料

第三节 焊条电弧焊的电弧

一、焊接电弧的产生

日常生活中,我们一定见过这样的现象。切断电源时,在闸刀刚刚离开接触处的瞬间,往往会产生明亮的火花,这是气体的放电现象。焊接时,将焊条与焊件接触后很快分开,这时在焊条端部和焊件之间立即产生了明亮的电弧,这同样是气体的放电现象。焊接电弧是一种强烈的持久的气体放电现象,焊接电弧是由焊接电源供给的。电弧焊简图如图 1-1 所示。

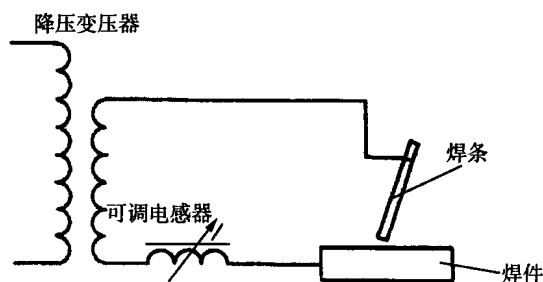


图 1-1 电弧焊简图

焊接电弧在一定的电场力的作用下,在具有一定电压的两极间或电极与母材间,将电弧所在的空间的气体电离,使中性的气体分子或原子离解为带正电荷的正离子和带负电荷的负离子(电子),这两种带电质点分别向着电场的两极方向运动,使局部气体导电而形成电弧。焊接电弧的实质是气体导电,把电能转换成热能,加热和熔化金属,从而

形成焊接接头。

二、电弧产生的条件

焊接电弧的产生,必须同时具备三个条件:

1. 空载电压 空载电压越高,越有利于引燃电弧和使电弧燃烧稳定。但从经济上和安全角度考虑又希望空载电压尽量低些。

2. 导电粒子起导电作用 为了使电极空间气体介质产生足够多的导电粒子来传送电荷,在焊条的药皮中常加入易电离的碱金属、碱土金属及其化合物。

3. 短路 引弧时焊条与焊件接触,在瞬时短路的过程中,焊条与焊件表面接触的凸起点处,电流密度极大,电阻热把焊条端部接触处加热到接近熔化状态,以便提起焊条后,产生强烈的电子热发射和金属蒸气。

第二章 焊接设备及常用的工具、量具

第一节 弧焊机

焊条电弧焊的电源是为焊接电弧提供电能的一种装置,也就是用焊接电弧产生的热量来熔化焊条和焊件,实现焊接过程的电气设备,即通常所说的手工电弧焊机(电焊机)。

一、弧焊机需要满足的基本条件

1. 适当的空载电压 当焊机接通电网而输出端没有接负载时,此时输出端的电压称为空载电压。空载电压低时,引弧困难、电弧燃烧不够稳定;空载电压较高时,虽然有利于引弧和电弧稳定燃烧,但是焊机制造材料增多,且焊工触电危险较大。因此,在满足焊接工艺要求的前提下,空载电压应尽可能低些。

目前焊条电弧焊电源的空载电压一般为:

弧焊变压器 $\leq 80\text{V}$ 。

弧焊整流器 $\leq 90\text{V}$ 。

2. 适当的短路电流 焊条电弧焊时,引弧和熔滴过渡等均会造成焊接回路的短路现象。如果短路电流过大,不但会使焊条过热、药皮脱落、飞溅增加,而且会引起弧焊电源过载以致烧坏。如果短路电流太小,则会使引弧和熔滴

过渡困难。所以,必须有合适的短路电流,通常规定短路电流等于焊接电流的 $1.25 \sim 1.5$ 倍。

3. 陡降的外特性 电弧焊时,在电弧稳定燃烧的状态下,弧焊电源输出电压与输出电流之间的关系称为电源的外特性。

随着弧焊电源输出电流的增大,电源的输出电压下降,这种类型的外特性,称为下降外特性,根据下降外特性的下降程度,可分为缓降外特性和陡降外特性两种。

4. 良好的动特性 焊接过程中,焊条与焊件之间会发生频繁的短路和重新引弧。如果焊机输出电流和电压不能迅速地适应电弧焊过程中的这些变化,电弧就不能稳定燃烧,甚至熄灭。弧焊电源适应焊接电弧变化的特性称为动特性。弧焊电源动特性良好时,容易引弧,焊接过程稳定,飞溅小,操作时会感到电弧平静、柔软、富有弹性。

5. 良好的调节特性 焊接时,由于焊件材质、厚度、焊接接头的形式、焊接位置以及焊条直径等的不同,需要选择不同的焊接电流。为此,弧焊电源的焊接电流必须在较宽范围内能均匀灵活地调节。一般要求焊条电弧焊电源的电流调节范围为弧焊电源额定焊接电流的 $0.25 \sim 1.2$ 倍。

二、常用的手工电弧焊机

电弧焊电源按照输出电流的性质可分为直流电源和交流电源两大类;按电源的结构不同又可分为弧焊变压器、弧焊整流器和逆变电源三种类型。

(一) 弧焊变压器

交流弧焊机是由变压器和电抗器两部分组成,一般接单相电源。其基本原理是通过变压器达到焊接所需空载电压,并通过电抗器来获得下降的外特性。弧焊变压器空载