

职业教育实用教材

ZHIYE JIAOYU SHIYONG JIAOCAI

焊工工艺学

HANGONG GONGYIXUE

卢屹东 刘立国 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

职业教育实用教材

焊工工艺学

卢屹东 刘立国 主 编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共分 11 章,分别介绍了焊接的基本知识、气焊和气割、埋弧焊、氩弧焊和气体保护焊等焊接方法,还介绍了常用金属材料的焊接及安全技术知识等内容。

本书的内容简洁,语言通俗易懂具有较强的可读性。

本书适用于机械及近机械人员使用,同时也可供工厂技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

焊工工艺学/卢屹东,刘立国主编. —北京:电子工业出版社,2007.9
ISBN 978-7-121-04752-7

I. 焊… II. ①卢…②刘… III. 焊接工艺—基本知识 IV. TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 111916 号

责任编辑:李 影

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:三河市万和装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:13.5 字数:328 千字

印 次:2007 年 9 月第 1 次印刷

定 价:18.90 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店缺货,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

近年来,随着职业教育改革的不断深入,职业教育迅速发展。本教材的编写紧密结合职业教育教学实际和学生的特点,深入贯彻职业教育“应知应会、够用为度”的原则,内容选取广泛,并注重重点内容的深入讲解。

本书共分11章,分别介绍了焊接的基本知识、气焊和气割、埋弧焊,氩弧焊和气体保护焊等焊接方法,还介绍了常用金属材料的焊接及安全技术知识等内容。

本书特点主要体现在以下几个方面:

- (1)注重在理论知识、素质、能力、技能等方面对学生进行全面的培养;
- (2)注重吸取相关教材的优点,充实新技术、新工艺等内容;
- (3)语言文字叙述精炼,通俗易懂;

(4)每章设有知识目标和能力目标,便于学生自学;章后配有适量习题,便于学生对所学的知识进行练习和巩固。

本书由卢屹东和刘立国主编。在编写过程中,参考了大量相关文献和最新研究成果,在此谨向有关参考资料的作者和帮助出版的人员、单位表示最真挚的谢意。

由于编写时间仓促,书中难免存在不足之处,敬请广大专家、读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 焊接的基本知识	1
第一节 焊接的概念和焊接方法的分类	1
第二节 焊条	4
第三节 电焊机的型号及分类	8
第四节 焊接设备的选用	10
本章习题	17
第 2 章 气焊与气割	18
第一节 气体火焰	18
第二节 气焊	21
第三节 气割	30
第四节 气焊与气割作业安全技术	34
本章习题	35
第 3 章 焊条电弧焊	36
第一节 焊条电弧焊的原理和特点	36
第二节 焊接接头类型及焊缝型式	39
第三节 焊缝符号和焊接方法代号	49
第四节 焊接工艺参数	54
第五节 焊条电弧堆焊	56
本章习题	57
第 4 章 金属熔化焊	58
第一节 焊条、焊丝及母材的熔化	58
第二节 焊接化学冶金过程	62
第三节 焊缝结晶过程	68
第四节 焊接热影响区组织与性能	70
第五节 控制和改善焊接接头性能的方法	76
本章习题	79
第 5 章 埋弧焊	80
第一节 埋弧焊原理	80
第二节 埋弧焊的焊接材料	86
第四节 埋弧焊工艺	92
本章习题	101
第 6 章 气体保护焊	102
第一节 气体保护焊的原理及特点	102

第二节	CO ₂ 气体保护电弧焊	104
第三节	氩弧焊	114
第四节	熔化极活性混合气体保护电弧焊	122
第五节	药芯焊丝气体保护电弧焊	124
本章习题	.....	127
第 7 章	等离子弧切割、焊接和电阻焊	128
第一节	等离子弧切割与等离子弧焊接	128
第二节	电阻焊	138
本章习题	.....	145
第 8 章	其他焊接、切割方法与技术	146
第一节	钎焊	146
第二节	电渣焊	150
第三节	碳弧气刨	153
第四节	先进焊接方法与技术简介	156
本章习题	.....	161
第 9 章	焊接应力与变形	162
第一节	焊接应力与变形的形成	162
第二节	焊接残余变形	169
第三节	焊接残余应力	169
第四节	焊接变形的预防与矫正	172
本章习题	.....	178
第 10 章	常用金属材料的焊接	179
第一节	金属焊接性	179
第二节	碳素钢的焊接	181
第三节	低合金高强度结构钢的焊接	183
第四节	低温钢的焊接	184
第五节	珠光体耐热钢的焊接工艺	186
第六节	不锈钢的焊接	187
第七节	铸铁的焊接	191
第八节	铝及铝合金的焊接	194
第九节	铜及铜合金的焊接	196
本章习题	.....	199
第 11 章	焊接的缺陷与检验	200
第一节	焊接的缺陷特征	200
第二节	焊接接头的质量检验	206
本章习题	.....	208

第1章 焊接的基本知识

焊接作为一种重要的加工连接方法,随着科技的发展,它已逐步发展成为一门独立的学科,并广泛应用于机械制造、石油化工、航空航天、造船、冶金矿山、建筑与国防等国民生产的各个方面。发达工业国家钢产量的70%用于制造焊接钢结构;而我国焊接用钢仅占钢材总产量的25%~30%,所以我国焊接技术应用的前景是非常广泛的。

【知识目标】

本章主要介绍焊接的概念与焊接方法的分类,对焊条、弧焊电源以及焊接设备的选用进行详细讲解。

【学习目标】

1. 了解焊接方法的分类;
2. 掌握焊接概念、焊条的识别与选用、焊接电源的识别、焊接设备的选用等知识。

第一节 焊接的概念和焊接方法的分类

一、焊接的概念

焊接就是通过适当的手段(如通过加热或加压,或两者并用,用或不用填充材料)使两个分离的金属物体(同种金属或异种金属)产生原子(或分子)间结合而加工成一体的加工工艺方法。焊接不仅可以用于各种钢材的连接,而且还可以用于铝、铜等有色金属及钛、锆等特种金属材料的连接,因而广泛应用于国民生产与人民生活的各个方面。

随着现代工业生产的需要和科学技术的蓬勃发展,焊接技术也在不断进步。仅以新型焊接方法而言,到目前为止,已达数十种之多。

生产中选择焊接方法时,不但要了解各种焊接方法的特点和选用范围,而且要考虑产品的要求,然后再根据所焊产品的结构、材料以及生产技术等条件作出初步选择。

二、常用焊接方法简介

按焊接过程中金属所处的状态不同,可以把焊接方法分为熔焊、压焊和钎焊3类。

1. 熔焊

电弧焊、激光焊、电子束焊和气焊等都属于熔焊。

(1) 电弧焊。电弧焊是目前应用最广泛的焊接方法。它包括焊条电弧焊、埋弧焊、钨极气体保护电弧焊、等离子弧焊、熔化极气体保护焊等。绝大部分电弧焊是以电极与工件之间燃烧的电弧作为热源。在形成接头时,可以采用(也可以不采用)填充金属。所用的电极是在焊接过程中熔化的焊丝,称为熔化极电弧焊,如焊条电弧焊、埋弧焊、气体保护电弧焊、管状焊丝电弧焊等;所用的电极是在焊接过程中不熔化的碳棒或钨棒,称为不熔化极电弧焊,如钨极氩弧焊、等离子弧焊等。下面将简单介绍一些常见的焊接方法。

① 焊条电弧焊。焊条电弧焊是指用手工操作焊条进行焊接的电弧焊方法。电弧焊是指利用电弧作为热源的熔焊方法。焊条电弧焊是目前生产中应用最多、最普遍的一种金属焊接方法。焊条电弧焊是用外部涂有药皮的焊条作电极和填充金属,电弧是在焊条的端部和被焊工件表面之间燃烧。药皮在电弧热作用下一方面可以产生气体以保护电弧;另一方面可以产生熔渣覆盖在熔池表面,防止熔化金属与周围气体的相互作用。熔渣更重要的作用是与熔化金属产生物理化学反应或添加合金元素,改善焊缝金属性能。手弧焊设备简单、轻便,操作灵活,可以用于维修及装配中短缝的焊接,特别是可以用于难以达到的部位的焊接。手弧焊配有相应的焊条可适用于大多数工业碳钢、不锈钢、铸铁、铜、铝、镍及其合金的焊接。

② 埋弧焊。埋弧焊是利用在焊剂层下燃烧的电弧进行焊接的方法。焊接过程中,焊剂熔化产生的液态熔渣覆盖电弧和熔化金属,起保护、净化熔池、稳定电弧和渗入合金元素的作用。埋弧焊分为自动埋弧焊和半自动埋弧焊两种。

③ 钨极氩弧焊。钨极氩弧焊是一种非熔化极气体保护电弧焊,它是利用钨极和工件之间的电弧使金属熔化而形成焊缝的。焊接过程中钨极不熔化,只起电极的作用,同时由焊炬的焊枪送进氩气或氦气做保护,还可根据需要另外添加金属,在国际上通称为 TIG 焊。钨极氩弧焊由于能很好地控制热输入,所以它是连接薄板金属和打底焊的一种极好方法。这种方法几乎可以用于所有金属的连接,尤其适用于焊接铝、镁这些能形成难熔氧化物的金属以及像钛和锆这些活泼金属。这种焊接方法的焊缝质量高,但与其他电弧焊相比,其焊接速度较慢。

④ 等离子弧焊。等离子弧焊也是一种非熔化极电弧焊。等离子弧焊与 TIG 焊十分相似,它们的电弧都是在尖头的钨电极和工件之间形成的。通过在焊枪中安置电极,能将等离子弧从保护气体的气囊中分离出来,随后推动等离子通过孔型良好的铜喷管将弧压缩。焊接时可以外加填充金属,也可以不加填充金属。等离子弧焊焊接时,由于其电弧挺直、能量密度大,因而电弧穿透能力强。

⑤ 熔化极气体保护焊。熔化极气体保护焊是采用可熔化的焊丝(熔化电极)与焊件之间的电弧作为热源来熔化焊丝与母材金属,并向焊接区输送保护气体,使电弧、熔化的焊丝、熔池及附近的母材金属免受空气的有害作用的焊接方法。 CO_2 气体保护焊、氩弧焊等电极熔化类气体保护焊的焊接工艺都属于此类。熔化极气体保护电弧焊的优点主要是可以方便地进行各种位置的焊接,同时也具有焊接速度较快等优点。熔化极活性气体保护电弧焊可适用于大部分金属,包括碳钢、合金钢;熔化极惰性气体保护焊适用于不锈钢、铝、镁、铜、钛、锆及镍合金等。利用这种焊接方法还可以进行电弧点焊。

(2) 激光焊。激光焊是利用若干大功率单色光子流聚焦而成的激光束为热源进行的焊接方法。这种焊接方法通常有连续功率激光焊和脉冲功率激光焊。激光焊的优点是不需要在真空中进行,缺点则是穿透力不如电子束焊强。激光焊时能进行精确的能量控制,因而可以实现

精密微型器件的焊接。它能应用于很多金属,特别是能解决一些难焊金属及异种金属的焊接问题。

(3)电子束焊。电子束焊是以集中的高速电子束轰击工件表面时所产生的热能进行焊接的方法。电子束焊接时,由电子枪产生电子束并加速。常用的电子束焊有高真空电子束焊、低真空电子束焊和非真空电子束焊。电子束焊与电弧焊相比,主要的特点是焊缝熔深大、熔宽小、焊缝金属纯度高。

(4)气焊。气焊是用气体火焰为热源的一种焊接方法。应用最多的是以乙炔气作为燃料的氧—乙炔火焰。气焊设备简单且操作方便,但加热速度及生产率较低,热影响区较大,且容易引起较大的变形。气焊可用于很多黑色金属、有色金属及合金的焊接。气焊一般适用于维修及单件薄板的焊接。

2. 压焊

电阻焊、电渣焊、摩擦焊等都属于压焊。

(1)电阻焊。电阻焊一般是使工件处在一定电极压力作用下,利用电流通过工件时所产生的电阻热将两工件之间的接触表面熔化而实现连接的焊接方法。以固体电阻热为能源的电阻焊,主要有点焊、缝焊、凸焊及对焊等。点焊、缝焊和凸焊的特点是焊接电流(单相)大(几千至几万安),通电时间短(0.01秒至几秒),设备昂贵、复杂,生产率高,适于大批量生产。电阻焊主要用于焊接厚度小于3mm的薄板组件以及各类钢材、铝、镁等有色金属及合金、不锈钢等。

(2)电渣焊。电渣焊是以熔渣的电阻热为能源的焊接方法。焊接过程是在立焊位置,在两工件端面与两侧水冷滑块形成的装配间隙内进行。焊接时利用电流通过熔渣产生的电阻热将工件端部熔化。根据焊接时所用的电极形状,电渣焊分为丝极电渣焊、板极电渣焊和熔嘴电渣焊。电渣焊的优点是可焊的工件厚度大(从30mm到大于1000mm),生产率高,主要用于断面对接接头及丁字接头的焊接。电渣焊可用于各种钢结构的焊接,也可用于铸件的组焊。电渣焊接头由于加热及冷却均较慢,热影响区宽、显微组织粗大,所以,焊接以后一般须进行正火处理。

(3)摩擦焊。摩擦焊是一种高效的固态的焊接方法,即通过机械摩擦使两个表面之间产生热量,然后利用热量使材料之间互相连接,摩擦焊分连续摩擦焊和惯性摩擦焊。摩擦焊特别适合焊接圆形截面的对接焊缝,焊接质量稳定性优于电阻对焊和闪光对焊,生产率高,省能、省料、生产成本低,可焊异种金属,易实现机械化和自动化。

3. 钎焊

钎焊的能源可以是化学反应热,也可以是间接热能。它是利用熔点比被焊材料的熔点低的金属做钎料,经过加热使钎料熔化,靠毛细管作用将钎料吸到接头接触面的间隙内,润湿被焊金属表面,使液相与固相之间相互扩散而形成钎焊接头。因此,钎焊是一种固相兼液相的焊接方法。钎焊加热温度较低,母材不熔化,而且也不需施加压力。但焊前必须采取一定的措施清除被焊工件表面的油污、灰尘、氧化膜等。钎焊可以用于焊接碳钢、不锈钢、高温合金、铝、铜等金属材料,还可以连接异种金属、金属与非金属,适于焊接受载不大或常温下工作的接头,对于精密的、微型的以及复杂得多钎缝的焊件尤其适用。

第二节 焊 条

焊条是涂有药皮的供焊条电弧焊用的焊接材料。焊条电弧焊,焊条既作为电极,又作为填充金属,熔化后与母材熔合形成焊缝。因此,焊条的性能直接影响到电弧的稳定性、焊缝金属的化学成分、力学性能及焊接生产率等。

一、焊条的组成与作用

焊条由表面的药皮与内部的焊芯两部分组成,如图 1-1 所示。在焊接过程中焊条既作为电极形成电弧又作为填充材料形成焊缝金属。故焊条必须具有引弧容易、电弧稳定性好、对焊缝熔池具有良好的保护作用、能够形成优良的合乎要求的焊缝等特点。药皮的作用就是在焊接过程中形成保护气,对焊接熔池进行保护,对焊接过程烧损的合金元素进行补充。因此,焊条的焊芯与药皮同等重要。

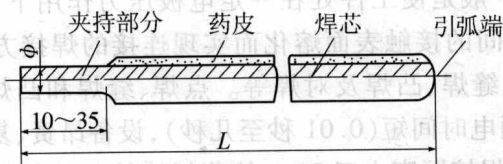


图 1-1 焊条

1. 焊芯

焊条中被药皮包覆的金属芯称为焊芯。焊芯的作用主要是导电和熔化后作为填充材料与母材形成焊缝,一般手工电弧焊时,焊缝金属的 50%~70% 来自焊芯材料。因此要保证焊缝形成质量,有利于对焊芯的各金属元素用量进行严格控制。碳素钢、低合金钢焊条的焊芯一般用 H08A (H 表示焊接用钢,08 表示含碳量为 0.08%,A 为优质钢,即 S、P 的含量低于 0.03%)。

2. 药皮

焊芯表面涂有一层成分均匀的涂层材料称为药皮。药皮主要作用是保护焊缝熔池、形成稳定电弧和合金化作用,使焊缝金属合乎性能要求。焊条药皮中的物质组成为矿物类(主要形成熔渣、产生保护性气体)、铁合金和金属粉类(主要是补充焊接过程烧损的合金元素)、有机物类(便于药皮成型)、化工材料类(便于药皮成型,如水玻璃的作用就是作为药皮黏结材料)等。

二、焊条的分类、型号与选用

1. 焊条的分类

(1) 按用途分类。现行的焊条分类,一是根据相关国家标准分为 8 类,即碳钢焊条 (GB/T5117—1995)、低合金钢焊条 (GB/T5118—1995)、不锈钢焊条 (GB/T983—1995)、堆焊焊条 (GB/T984—85)、铸铁焊条 (GB/T10044—88)、镍及镍合金焊条 (GB/T13814—1992)、铜及铜合金焊条 (GB/T3670—1995)、铝及铝合金焊条 (GB/T3669—83);二是按原国家机械工业委员会的《焊接材料产品样本》分为 10 大类,即结构钢焊条 (J)、钼及铬钼耐

热钢焊条(R)、低温钢焊条(W)、不锈钢焊条(铬不锈钢焊条G、铬镍不锈钢焊条A)、堆焊焊条(D)、铸铁焊条(Z)、镍及镍合金焊条(Ni)、铜及铜合金焊条(T)、铝及铝合金焊条(L)、特殊用途焊条(TS)。

(2)按药皮熔化后熔渣酸碱性分类。按熔渣酸碱性可分为酸性焊条(熔渣酸碱度小于1.5)与碱性焊条(熔渣酸碱度大于1.5)两类。酸性焊条焊接工艺性好,焊缝表面成型美观,电弧稳定,既可用于交流焊接电源也能用于直流焊接电源,熔渣脱渣容易等优点,但由于酸性焊条药皮含有较多氧化性强的物质,如氧化铁、二氧化硅等,这样焊缝合金元素烧损较多,焊缝金属含氢也较高,焊缝的力学性能不是很好,焊缝的塑性、韧性较低。碱性焊条由于焊条药皮含有能够降低氢含量的物质,如氟化钙类物质,能显著降低焊缝金属含氢量,提高焊缝金属力学性能与抗裂性,故碱性焊条又称低氢型焊条。但是碱性焊条引弧、稳弧、脱渣性能不是很理想,并且焊接过程飞溅较大、焊缝外观成型较差。酸性焊条与碱性焊条焊接工艺性能对比,见表1-1。

表1-1 酸性焊条与碱性焊条焊接工艺性能对比

酸性焊条	碱性焊条
对水、铁锈的敏感性不大,使用前经100℃~150℃烘焙1h	对水、铁锈的敏感性较大,使用前经300℃~350℃烘焙1~2h
电弧稳定,可用交流或直流施焊	须用直流反接施焊;药皮加稳弧剂后,可交、直流两用施焊
焊接电流较大	同规格酸性焊条约小10%左右
可长弧操作	须短弧操作,否则易引起气孔
合金元素过渡效果差	合金元素过渡效果好
熔深较浅,焊缝成形较好	熔深稍深,焊缝成形一般
熔渣呈玻璃状,脱渣较方便	熔渣呈结晶状,脱渣不及酸性焊条
焊缝的常、低温冲击韧度一般	焊缝的常、低温冲击韧度较高
焊缝的抗裂性较差	焊缝的抗裂性好
焊缝的含氢量较高,影响塑性	焊缝的含氢量低
焊接时烟尘较少	焊接时烟尘稍多

2. 焊条的型号

(1)碳钢焊条型号表示。根据国家标准GB/T5117—1995规定,碳钢焊条型号编制首字母为“E”表示焊条;前两位数字表示熔敷金属抗拉强度最小值,单位为 $\times 10\text{MPa}$;第3位数字表示焊接适用位置,“0”和“1”表示焊条适用全位置焊,“2”表示焊条适用平焊与平角焊,“4”表示焊条适用于向下立焊;第3、4位数字组合时表示焊条药皮类型与适用焊接电流类型;在第4位数字后缀有字母表示有特殊要求的焊条,如附加“R”表示耐吸潮,附加“M”表示耐吸潮和有特殊性能规定的焊条,具体表示方法见表1-2。

表 1-2 碳钢焊条型号表示方法

焊条型号	药皮类型	焊接位置	电流种类
E43 系列——熔敷金属抗拉强度 $\geq 420\text{MPa}$ (43kgf/mm^2)			
E4300	特殊型	平、横、立、仰	交流或直流正、反接
E4301	钛铁矿型		
E4303	钛钙型		
E4310	高纤维素钠型		直流反接

(2) 低合金钢焊条型号表示。根据国家标准 GB/T5118—1995 规定,低合金钢焊条型号编制用字母“E”与 4 位数字表示;首字母“E”表示焊条;前两位数字表示熔敷金属抗拉强度最小值,单位为 $\times 10\text{MPa}$;第 3 位数字表示焊接适用位置,“0”和“1”表示焊条适用全位置焊,“2”表示焊条适用平焊与平角焊;第 3、4 位数字组合时表示焊条药皮类型与适用焊接电流类型;在第 4 位数字后缀字母表示熔敷金属化学成分类型,用“—”与前面数字隔开;如附加化学成分需要标明可直接用元素符号表示,并用“—”隔开,具体低合金钢焊条表示方法见表 1-3。

表 1-3 低合金钢焊条型号表示

焊条型号	药皮类型	焊接位置	电流种类
E50 系列——熔敷金属抗拉强度 $\geq 490\text{MPa}$ (50kgf/mm^2)			
E5003 - X	钛钙型	平、横、立、仰	交流或直流正、反接
E5010 - X	高纤维素钠型		直流反接
E5011 - X	高纤维素钾型		交流或直流反接
E5015 - X	低氢钠型		直流反接
E5016 - X	低氢钾型		交流或直流反接
E5018 - X	铁粉低氢型		交流或直流反接
E5020 - X	高氧化铁型	平角焊	交流或直流正接
		平	交流或直流正、反接
E5027 - X	铁粉氧化铁型	平角焊	交流或直流正接
E5028 - X	铁粉低氢型	平	交流或直流正、反接

(3) 不锈钢焊条型号表示。根据国家标准 GB/T983—1995 规定,不锈钢焊条用字母“E”与后面数字及元素符号表示;首字母“E”表示焊条;“E”后面的数字表示熔敷金属化学成分分类,如有特殊要求化学成分,该化学成分用元素符号表示,放在数字后面,焊条药皮种类和适用焊接电流类型用后缀数字表示,中间用“—”隔开,不锈钢焊条表示举例如图 1-2 和图 1-3 所示。

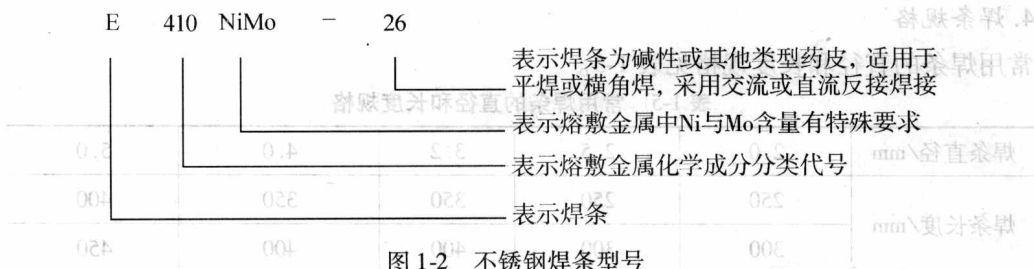


图 1-2 不锈钢焊条型号

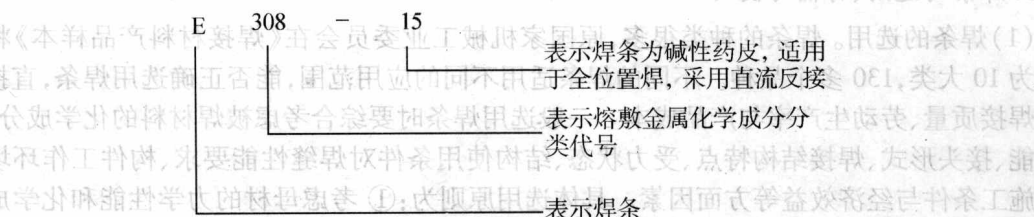


图 1-3 不锈钢焊条型号

3. 焊条的牌号

焊条的牌号是根据焊条的主要用途及性能特点对焊条产品的具体命名,并由焊条厂制定。现用焊条牌号是根据原机械工业部编制的《焊接材料产品样本》(以下简称“样本”)编写的,同时也采用焊接材料新的国家标准,将新国标中的焊条型号与原牌号对照使用,并加以标注。

目前,除焊条生产厂研制的新焊条可自取牌号外,焊条牌号绝大部分已在全国统一,“样本”中各种焊条牌号与新国标对照而加以标注的,有下列 3 种情况:①符合国家标准;②相当于国家标准;③未加标注。属于第 1 种情况的焊条产品按国标规定考核,属于后两种情况的则以“样本”中提供的性能数据作为主要参考依据。

每种焊条产品只有 1 个牌号,但多种牌号的焊条可以同时对应 1 种型号。

焊条牌号是用 1 个汉语拼音字母或汉字与 3 位数字来表示,拼音字母或汉字表示焊条各大类,后面的 3 位数字中,前两位数字表示各大类中的若干小类,第 3 位数字表示各种焊条牌号的药皮类型及焊接电源种类,其含义见表 1-4。

表 1-4 焊条牌号第 3 位数字含义

焊条牌号	药皮类型	焊接电源种类
□ × × 0	不定型	不规定
□ × × 1	氧化钛型	交流或直流
□ × × 2	钛钙型	交流或直流
□ × × 3	钛铁矿型	交流或直流
□ × × 4	氧化铁型	交流或直流
□ × × 5	纤维素型	交流或直流
□ × × 6	低氢钾型	交流或直流
□ × × 7	低氢钠型	直流
□ × × 8	石墨型	交流或直流
□ × × 9	盐基型	直流

4. 焊条规格

常用焊条的直径和长度规格见表 1-5。

表 1-5 常用焊条的直径和长度规格

焊条直径/mm	2.0	2.5	3.2	4.0	5.0
焊条长度/mm	250	250	350	350	400
	300	300	400	400	450

5. 焊条的选用、存储与使用

(1) 焊条的选用。焊条的种类很多,原国家机械工业委员会在《焊接材料产品样本》将焊条分为 10 大类,130 多个品种。不同的焊条适用不同的应用范围,能否正确选用焊条,直接影响到焊接质量、劳动生产率与产品成本。一般选用焊条时要综合考虑被焊材料的化学成分、力学性能、接头形式、焊接结构特点、受力状态、结构使用条件对焊缝性能要求、构件工作环境及焊接施工条件与经济效益等方面因素。具体选用原则为:① 考虑母材的力学性能和化学成分原则;② 满足焊件工作条件与特点原则;③ 满足焊接现场生产与经济性原则。

(2) 焊条的存储。焊条的存储好坏直接影响焊条的使用与焊缝质量。所以焊条的存储必须做到:

① 各类焊条必须分类、分牌号、分批次、按规格存储,避免混淆,焊条的使用应做到先进先出,避免焊条存储时间过长。

② 焊条必须存储于通风良好、干燥的室内;存储焊条的仓库不允许放置有毒、有害与腐蚀性介质,保持库房整洁。

③ 焊条须放于架上,架离地与墙面距离不应小于 30cm,室内必须保持干燥,室内相对湿度不大于 60%,必要时可放干燥剂于库房,严防焊条受潮。

(3) 焊条的使用。焊条使用前一般应按说明书规定的烘焙温度进行烘干。焊条烘干的目的是去除受潮涂层中的水分,以便减少熔池及焊缝中的氢,防止产生气孔和冷裂纹。烘干焊条要严格按照规定的工艺参数进行。烘干温度过高时,涂层中某些成分会发生分解,降低机械保护的效果;烘干温度过低或烘干时间不够,则受潮涂层的水分去除不彻底,仍会产生气孔和延迟裂纹。酸性焊条一般根据其受潮程度在 75℃ ~ 150℃ 下烘干 1 ~ 2h;碱性焊条由于药皮中没有有机物,并且它在空气中更易吸潮,它的烘干温度要求高一些,一般在 350℃ ~ 400℃ 下烘干 1 ~ 2h。焊条烘干后应放于保温装置内(温度为 100℃ ~ 150℃ 的保温装置),避免二次受潮,做到随取随用。

烘干焊条时应避免将常温下的焊条突然放入高温烘干炉内或从高温烘干炉取出焊条放入常温环境中,以防止药皮的开裂与脱落,碱性焊条在常温下放置不超过 4h,否则需重新烘干,并且重复烘干次数一般不宜超过 3 次。

第三节 电焊机的型号及分类

一、电焊机的组成及作用

电焊机一般由大功率电源变压器、电抗器、引线电缆及焊钳等组成。

电源变压器的作用是将电网电压降到 60 ~ 70V 低压,供安全操作使用。

电抗器用来调节焊接电流。当焊条接触工件的瞬间,焊钳与工件间的电压由 60 ~ 70V 急

速下降到零,这时电源变压器,焊钳、工件和电抗器组成一闭合回路,电抗器起限流作用。当焊条以均匀缓慢的速度移至离工件约5mm左右时,引燃电弧进行焊接工作,这时焊钳与工件之间存在一定电压,约25~30V。当停止焊接时,电压即恢复原值。

二、电焊机代表符号

电焊机代表符号见表1-6(摘自GB1249-88)。

表1-6 电焊机代表符号

特殊环境名称	代表字母
高原	G
水下	S
热带	T
温热带	TH
干热带	TA

三、型号编制举例

AX-320 为具有下降外特性的直流弧焊发电机,额定焊接电流为320A。

ZX5-400 为具有下降外特性晶闸管弧焊整流器,额定焊接电流为400A。

ZX7-400 为具有下降外特性逆变式弧焊整流器,额定焊接电流为400A。

四、电焊机的分类

电焊机是焊接用的主要设备,电焊机具体分类如图1-4所示。

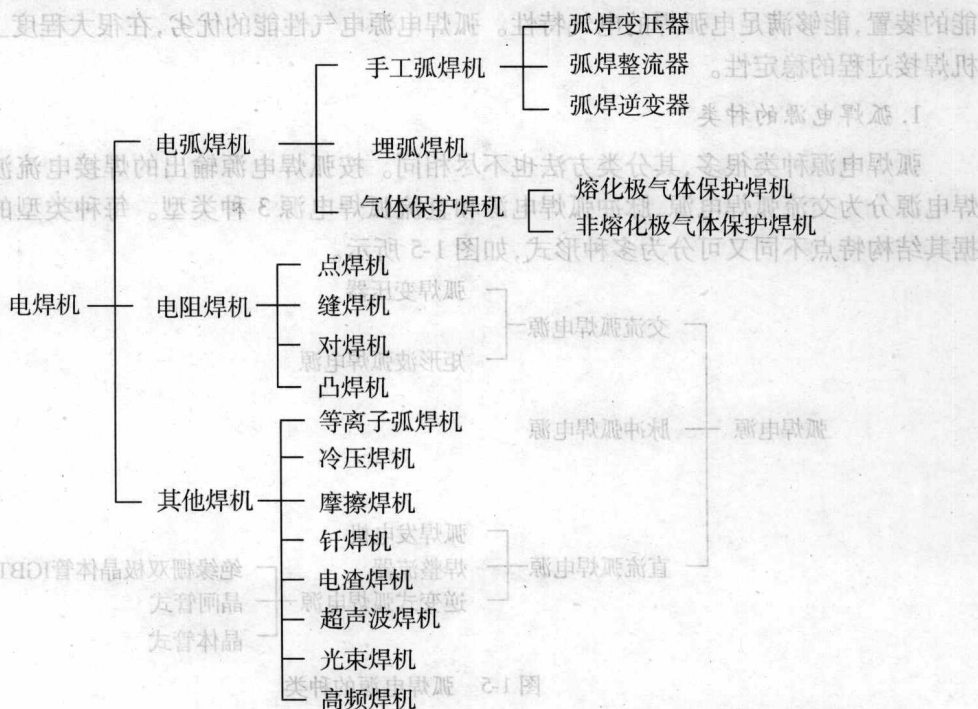


图1-4 电焊机的分类

第四节 焊接设备的选用

每种焊接方法都需要配用一定的焊接设备。焊接设备的电源功率、设备的复杂程度、成本等都直接影响到焊接生产的经济效益,因此焊接设备也是选择焊接方法时必须考虑的重要因素。

一、焊条电弧焊对焊机的要求

为了使焊条电弧焊过程中电弧燃烧稳定,不发生断弧,焊条电弧焊用焊机应具备下列基本条件:

- (1) 要求焊机能承受焊接回路短时间的持续短路,限制短路电流值,使之不超过焊接电流的50%,防止焊接因短路过热而烧坏。
- (2) 具有良好的动特性。短路时,电弧电压等于零,要求恢复到工作电压的时间不超过0.05s。
- (3) 具有足够的电流调节范围和功率。

二、弧焊电源

不同材料、不同结构的工件,需要采用不同的电弧焊工艺方法,而不同的电弧焊工艺方法则需用不同的电弧焊机。例如,操作方便、应用最为广泛的焊条电弧焊,需要手弧焊机;锅炉、化工、造船等工业需要埋弧焊机;适用于焊接化学性活泼金属的气体保护电弧焊,需要气体保护电弧焊机;适用于焊接高熔点金属的等离子弧焊,则需要等离子弧焊机。由上述可知,各种电弧焊方法所需的供电装置即弧焊电源是电弧焊机的重要组成部分,它是对焊接电弧供给电能的装置,能够满足电弧焊的电气特性。弧焊电源电气性能的优劣,在很大程度上决定电弧焊机焊接过程的稳定性。

1. 弧焊电源的种类

弧焊电源种类很多,其分类方法也不尽相同。按弧焊电源输出的焊接电流波形形状将弧焊电源分为交流弧焊电源、脉冲弧焊电源和直流弧焊电源3种类型。每种类型的弧焊电源根据其结构特点不同又可分为多种形式,如图1-5所示。



图1-5 弧焊电源的种类

2. 常见弧焊电源的特点和用途

- (1) 交流弧焊电源。交流弧焊电源包括弧焊变压器、矩形波交流弧焊电源两种。

① 弧焊变压器。弧焊变压器即工频交流弧焊电源。它是把电网的交流电变成适合于电弧焊的低电压交流电,它由变压器、电抗器等组成。弧焊变压器实际上是一种特殊的降压变压器。它将220V或380V的电源电压降到60~80V(即焊机的空载电压)以满足引弧的需要。焊接时电压会自动下降到电弧正常工作所需的电压(30~40V)。输出电流从几十安到几百安,可根据需要调节电流的大小。弧焊变压器具有结构简单、易造易修、成本低、空载损耗小、噪声小等优点,但其输出电流波形为正弦波,因此,电弧稳定性较差,功率因数低,一般用于焊条电弧焊、埋弧焊和钨极惰性气体保护电弧焊等方法。

② 矩形波交流弧焊电源。矩形波交流弧焊电源是利用半导体控制技术来获得矩形交流电流的电源。由于输出电流过零点时间短,电弧稳定性好,正负半波通电时间和电流比值可以自由调节,适合于铝及铝合金钨极氩弧焊。

(2) 脉冲弧焊电源。脉冲弧焊电源的焊接电流以低频调制脉冲方式馈送,一般由普通的弧焊电源与脉冲发生电路组成。它具有效率高、输入线能量较小、线能量调节范围宽等优点,主要用于气体保护电弧焊和等离子弧焊。

(3) 直流弧焊电源。

① 直流弧焊发电机。直流弧焊发电机一般由特种直流发电机、调节装置和指示装置等组成。电动机带动发电机旋转,输出满足焊接要求的直流电。按驱动动力的不同,直流弧焊发电机可分为两种:直流弧焊电动机(以电动机驱动并与发电机组成一体)和直流弧焊柴油发电机(以柴油驱动并与发电机组成一体)。它与弧焊整流器相比,制造比较复杂,噪声及空载损耗大,效率低,价格高;但其抗过载能力强,输出脉冲小,受电网电压波动的影响小,一般用于碱性焊条电弧焊。

② 弧焊整流器。弧焊整流器是通过整流器把交流电转变为直流电的装置,是由变压器、整流器、调节装置及指示装置等组成。它用于直流弧焊电源焊接时,由于正极和负极上的热量不同,可以分为正接和负接两种方法。把焊条接负极,称为正接法;反之称为负接法。焊接厚板时,一般采用直流正接法,这时电弧中的热量大部分集中在焊件上,有利于加快焊件熔化,保证足够的熔深。焊接薄板时,为了防止烧穿,常采用反接。

弧焊整流器既弥补交流电焊机电弧稳定性不好的缺点,又比一般的直流弧焊发电机制造方便、价格低、空载损耗小、噪声小等优点。而且大多数弧焊整流器可以远距离调节焊接工艺参数,能自动补偿电网电压波动对输出电压和电流的影响。弧焊整流器一般可以作为各种弧焊方法的电源。

③ 逆变式弧焊电源。逆变式弧焊电源把单相(或三相)交流电经整流后,由逆变器转变为几百至几万赫兹的中频交流电,降压后输出交流或直流电。整个过程由电子电路控制,使电源获得符合要求的动特性和外特性。它具有高效节能、重量轻、体积小、功率因数高等优点,可应用于各种弧焊方法。逆变式弧焊电源既可以输出交流电,又可以输出直流电。



安全提示

由于操作者需要对焊接工件高度、角度、距离等因素进行调整,电焊机经常处于空载状态。电焊机空载时输出较高的空载电压60~70V(36V以下为国际公认的安全电压,无触电危险),给操作工人带来极大的安全隐患,容易造成人员伤亡事故。