

焊接实践

向彩华

湖北人民出版社

焊 接 实 践

向 彩 华

湖北人民出版社出版 湖北省新华书店发行

武汉市江汉印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 7.625印张 172,000字

1977年8月第1版 1980年8月第2版

1980年8月第2次印刷 印数：15,001—31,200

统一书号：15106·222 定价：0.66元

写在前面

《焊接实践》这本书是在粉碎“四人帮”以后的大好形势下和读者见面的。这是一本通俗的介绍电焊和气焊的基本知识和操作方法的书，具有理论和实践相结合的特色。它体现了理论对于实践的依赖关系，理论的基础是实践，又反过来为实践服务的伟大真理。这本书对于初学焊接技术的同志来说，是一本值得一读的书，对于从事焊接教学和焊接工作的教师、技术干部和工人，也有一定的参考价值。

作者向彩华同志是我厂电焊工，从事焊接工作已二十二年。她出身于一个工人家庭，在旧社会，向彩华同志度过了苦难的童年。解放后，在党和毛主席的领导下，她翻身作了主人。是党和优越的社会主义制度给了她力量和勇气，使这个只有初中文化程度的普通女工，思想获得了解放，勇敢地拿起笔来写了这本《焊接实践》。

向彩华同志文化水平低，又是两个孩子的妈妈，写书确实是有困难。但她想到我们的国家还很落后，这种落后状况同我们这样一个社会主义国家的地位很不相称，这种高度的政治责任感，使她几年如一日，以坚强的毅力，克服了种种困难，从一九七三年至一九七五年，在完成生产任务及家务劳动之余，一点一滴地写下了自己和同志们的实践经验。热天，大家乘凉的时候，她坐在屋里写；冬天，等孩子睡下，她一直写到深夜，终于使这本书和大家见面了。

这本书同时又是工人业余作者同专业科研人员相结合的产

物。向彩华同志在编写这本书的过程中，得到了有关单位党组织和群众的大力支持，特别是得到了华中工学院党委以及该院机二系焊接专业杭世骢、蒲万林等师生员工的重视和支持。他们帮助审改稿件，帮助绘制插图，付出了艰苦的劳动，在此，谨表示衷心的感谢！

长期以来，在政治和业务、政治和技术等问题上，“四人帮”大搞形而上学，极力反对工人、技术人员学业务，学技术。因此，《焊接实践》的出版，正是对“四人帮”的有力批判。这次再版，向彩华同志又根据广大读者的意见，在原有的基础上作了修正和补充，准确与否，热忱地希望读者提出批评。

中共武汉制氧厂委员会

一九八〇年四月

目 录

第一部分 手工电弧焊

第一章 焊接电弧	2
第一节 焊接电弧的产生和性质	2
第二节 影响焊接电弧稳定的因素	3
第二章 手工电弧焊焊条	7
第一节 焊芯	7
第二节 焊条药皮	7
第三节 电焊条的主要技术指标	8
第四节 电焊条的分类	10
第五节 电焊条的选用与保管	11
第三章 常用焊接设备	14
第一节 对手工电弧焊焊机的基本要求	14
第二节 交流弧焊机	15
第三节 直流弧焊机	31
第四节 焊接整流器	42
第五节 焊接工具	47
第四章 手工电弧焊的基本操作技术	49
第一节 引弧、运条和收弧	49
第二节 焊缝位置及接头型式	51
第三节 手工电弧焊焊接规范的选择	55

第四节	手工电弧焊操作技术介绍·····	57
第五章	常用金属材料的手工电弧焊·····	65
第一节	钢的分类及焊接性能·····	68
第二节	普通结构钢工件焊接实例·····	71
第三节	不锈钢的焊接与切割·····	85
第四节	铸铁的焊接·····	104
第五节	铜和铜合金的焊接·····	117
第六节	铝和铝合金的焊接·····	120
第七节	异种金属材料的焊接·····	126
第六章	焊接变形与应力·····	128
第一节	焊接变形与应力产生的原因·····	128
第二节	减少焊接变形和应力的方法·····	130
第七章	焊缝缺陷及检验·····	133
第一节	手工电弧焊常见缺陷介绍·····	133
第二节	焊缝的外观及气密性检查方法·····	137
第八章	电弧气刨及其应用·····	139
第一节	电弧气刨的特点·····	139
第二节	电弧气刨的设备及材料·····	139
第三节	电弧气刨工艺·····	141
第四节	电弧气刨常见缺陷·····	145
第九章	电焊工安全技术·····	148

第二部分 气 焊

第十章	气焊的基本知识·····	151
第一节	气焊用的气体和设备·····	151
第二节	气焊火焰和气焊用的辅助材料·····	160

第十一章	气焊的基本操作技术	164
第一节	使用焊枪的操作方法	164
第二节	气焊的基本操作技术	166
第十二章	钢的气焊	170
第一节	碳素钢、合金钢和不锈钢的焊接	170
第二节	钢件焊接实例	172
第三节	轴承衬巴氏合金瓦的焊补	184
第四节	硬质合金刀片的焊接	185
第十三章	铸铁的气焊	187
第一节	气焊铸铁的特点	187
第二节	铸铁焊接实例	188
第十四章	有色金属的气焊	191
第一节	铜和铜合金的焊接	191
第二节	铝和铝合金的焊接	196
第十五章	氧气切割	203
第一节	氧气切割的基本原理	203
第二节	氧气切割实例	208
第十六章	气焊缺陷和修正方法	216
附录 1	焊接方法字母符号	218
附录 2	常用元素化学符号	218
附录 3	焊缝的图形符号	219
附录 4	焊缝的辅助符号	220
附录 5	我国电焊条牌号编制方法	222
附录 6	奥氏体不锈钢电焊条头部色别简明表	233
附录 7	奥氏体不锈钢电焊条新旧牌号对照表	234
附录 8	手工电弧焊机产品新旧型号对照表	235

第一部分

手工电弧焊

手工电弧焊(简称手弧焊)是目前一般工厂应用得最普遍的焊接方法。它用手工操作,利用电弧的高温熔化焊件和焊条,混合形成熔池,凝固而成焊缝。手工电弧焊设备简单,应用起来灵活、方便,适于焊接短小焊缝,可在任意焊缝空间位置施焊。

手工电弧焊与气焊比较,有加热速度快,热量集中,生产效率高的优点,但在焊接很薄的工件时不如气焊容易控制。与埋弧焊和其它自动化高效率的焊接方法比较,有生产效率低和劳动强度大的缺点。同时,由于是手工操作,焊接质量在很大程度上取决于焊工的技术程度,焊工必须掌握熟练的操作技术,才能保证焊接质量。

第一章 焊接电弧

电弧是在两极之间的气体介质中产生的、强烈持久的放电现象，是一种气体导电的过程。它的温度很高，最高处可达6000℃以上，能很快地使金属熔化而形成焊缝，是手工电弧焊的热源。

第一节 焊接电弧的产生和性质

在一般情况下，空气是不能导电的。要使它由不能导电转化为能够导电，需要外界提供一定的条件，比如将两极间的空气加热到高温，或者在两极间加上一个强电场等，就可以使空气导电而形成电弧了。

手工电弧焊的起弧操作正是创造气体导电的条件。起弧时先使焊条与工件接触一下，形成短路，然后拉起。由于焊条和工件的表面是凹凸不平的，实际上只有凸出的几点接触，于是在接触的那一瞬间便有很大的电流流过焊条与工件接触处，使接触处的空气被加热到高温。当拉起焊条时，在焊接电源的电场作用下，便会放射出电子，使空气导电而形成电弧。

电弧由三个不同的区段组成(如图 1—1)，靠近电源正极的一端称为阳极区，靠近电源负极的一端称为阴极区，两极之间的空间称为弧柱区。这三个区的热量与温度分布是不均匀的，由实验测出电弧三个区的温度分布如表 1—1。

由表可知：阳极区的温度要比阴极区高些，正是因为有这一差别，所以当用直流电源进行焊接时，可以根据焊条的性质

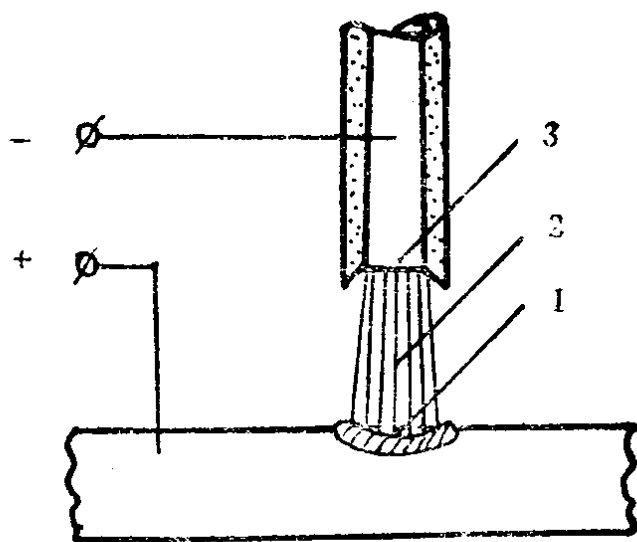


图 1—1 电弧的组成
1. 阳极区 2. 弧柱区 3. 阴极区

表 1—1 电弧的温度分布

电极材料	气体介质	阴极区温度	阳极区温度	弧柱区温度
铁	空气	2400℃	2600℃	6100℃
碳	空气	3500℃	4200℃	

和焊件所需的热量来选择接法。比如工件较薄时可以将电源负极接在工件上，正极接在焊条上，这样工件不易烧穿。这种接法一般称为直流反接。如果工件接电源正极，焊条接电源负极，则称为直流正接。当我们采用碱性低氢型焊条(如结 427) 时，要求用直流反接。交流电因为正负极每秒相互交换一百次，呈周期性变化，两极的温度没有明显差别，所以没有选择正反接法的必要。

第二节 影响焊接电弧稳定的因素

电弧在工作时是否稳定是影响焊接质量的因素之一，造成

电弧不稳定的原因一般有如下几点：

(一) 与焊条的种类、质量有关系：一般酸性焊条的稳弧性能比碱性低氢型焊条好，所以酸性焊条可以用交流电源或直流电源。而碱性焊条因焊条药皮内含有较多的氟化钙，故用交流电源时，电弧不稳定，必须用直流电源。同一种型号的焊条如果药皮局部剥落或潮湿时，电弧也不稳定。

(二) 与电源的类型有关系：交流电因为电压的大小和电流的方向都在不断地变化，所以对电弧的稳定不利，而直流电的方向和大小是始终保持不变的，所以电弧比较稳定。

(三) 磁偏吹的影响：当采用直流电源焊接时，有时会出现电弧往一边偏斜，造成操作的困难，这种有一定方向性的电弧偏斜，称为磁偏吹。产生磁偏吹的原因是很多的，如气流的影响或焊条偏心等，但最常见的原因是电弧受附近磁场的作用而造成的。偏吹的方向与焊接电流在工件上流动的方向有关系，由于一般电源线与工件只在一点相连，而电流有流经最短路径的趋势，因此焊接电流经过电弧后从工件上靠地线最近的方向流回电源，由于受到流过工件上的电流所产生磁场的作用，电弧总是往与电流流向相反的方向偏斜(如图 1—2)。了解这一情况，我们就可以采取一定措施来克服这种影响。常用的方法有：

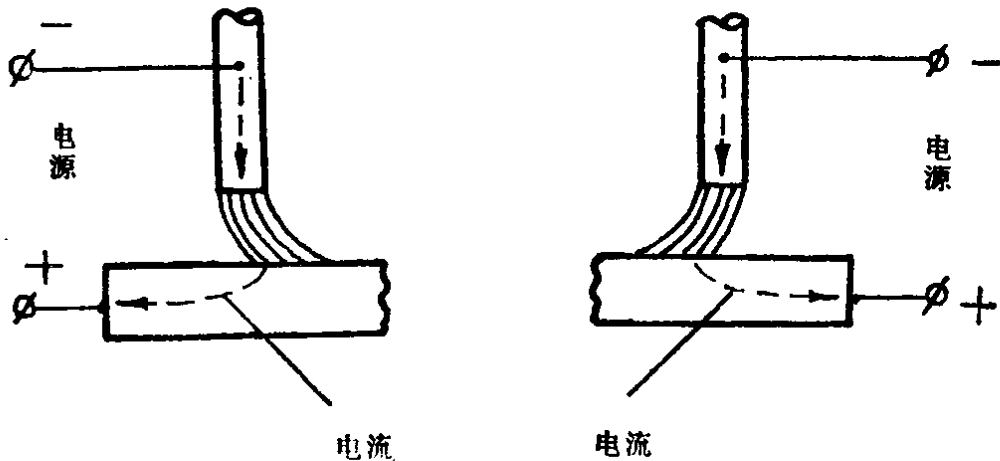


图 1—2 电弧的偏吹

(一) 调整工件上地线的连接，使电流经过电弧后能从几个方向同时流向焊机。如使用焊接平台上四面都有地线的接线柱或将地线接在焊接平台的中央，可以减少磁偏吹(如图 1—3a)，也可以使地线正好与焊缝在一条线上并连接在焊缝的末端(如图 1—3b)，这样电弧偏向已焊焊缝一边，对操作影响最小。

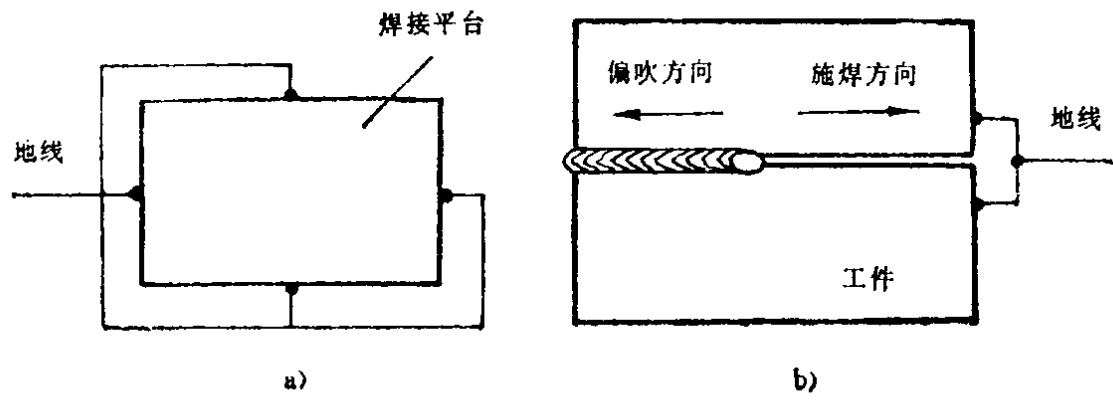


图 1—3 克服偏吹的方法

a) 在焊接平台的四面都接上地线 b) 将地线连在焊缝的末端

(二) 尽量用短弧焊接，可以减少偏吹的影响。

(三) 用调整焊条倾角的办法，使焊条朝着偏吹的方向倾斜，从操作上控制电弧的偏吹。

四、铁磁物质对电弧偏吹的影响：当电弧靠近导磁性好的钢铁一类物质时，也会由于钢铁的导磁能力强，造成磁场不均匀，而使电弧向钢铁材料靠近，出现电弧偏斜。这在焊角焊缝时，当焊条距两边工件不相等，电弧就会向距离近的一边偏斜(如图 1—4)，造成焊缝成型不易控制，这种问题只能从操作上予以控制。

以上由于磁场导致的电弧偏吹，只有在采用直流电源时才存在，如果改用交流电源，问题就可以大为减轻。

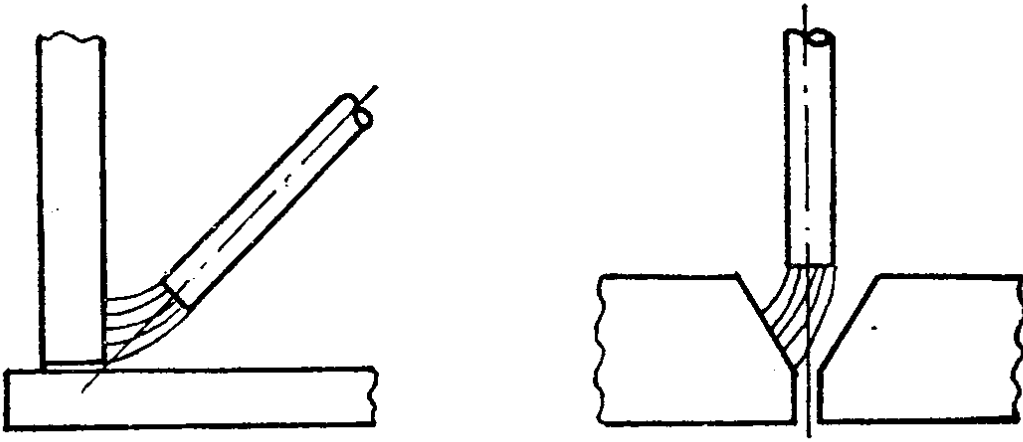


图 1—4 电弧的偏斜现象

第二章 手工电弧焊焊条

焊条是手工电弧焊中使用的一种最重要的焊接材料，正确地选择和使用焊条，直接关系到焊接质量的好坏，因此我们必须对焊条的特点、种类、使用和保管等有一个比较全面的了解。

第一节 焊 芯

焊条是由焊芯和焊条药皮两个基本部分组成。焊条中的金属丝叫做焊芯，焊芯的作用是导电起弧和熔化填入焊缝。一般手工电弧焊常用的焊条钢芯牌号是 H 08 和 H 08 A。牌号前的 H 字表示焊条用钢芯。紧接着的第一、第二位数字表示其含碳量范围，如“08”表示该焊条钢芯的含碳量为 0.08% 左右。牌号后面的 A 字表示所含的硫、磷等杂质较少，比同类无 A 的焊芯质量高。

第二节 焊条药皮

焊条如果没有药皮是不能获得好质量焊缝的。焊条药皮在焊接中对焊缝金属质量起着极为重要的作用。其具体功用有：

（一）稳定电弧。为了使在操作过程中电弧稳定，在焊条药皮中加入一些碱金属及碱土金属的化合物，如碳酸钾、大理石、长石等（称稳弧剂），可以提高电弧燃烧的稳定性。

（二）造渣保护。在药皮中加入一些锰矿石、大理石、红金石、钛铁矿等，这些材料在焊接过程中熔成熔渣，浮盖在熔池

表面,隔开空气,可以保护焊缝金属不受空气影响。浮盖在焊缝金属表面的这层渣还可以使焊缝金属冷却缓慢,提高焊缝质量。

(三) 造气保护。在焊条药皮中加入一些木粉、淀粉、碳酸盐等物质(称造气剂),这些物质在焊接过程中产生的大量气体,能充满熔池周围,排开空气,形成保护气层。

(四) 脱氧。在焊条药皮中加入一些铝铁、钛铁、硅铁、锰铁等物质(称脱氧剂),这些物质主要是对熔滴和焊缝金属进行脱氧,使氧化物还原。

(五) 渗合金。在焊条药皮中加入一些合金元素(称合金剂),使之随着药皮的熔化过渡到焊缝金属中去,补充焊缝中金属元素的烧损,保证焊缝所需的成分要求,提高焊缝的机械性能。

焊条药皮主要是由以上各类物质组成,将这些物质研成细粉,按一定比例混合均匀,然后加入粘结剂(如水玻璃等),涂到焊条芯上,烘干,制成焊条。

第三节 电焊条的主要技术指标

焊条应当保证达到国家规定的技术标准。其基本要求是:

(一) 药皮的物理性能。重要的是熔点,因为焊条药皮和焊条芯同时受电弧热的作用,它们的熔化也应互相协调才能完成保护的作用。一般要求焊条药皮的熔点比焊芯低 100°C 左右,太低了药皮先熔化,焊芯暴露在空气中容易污染;太高了会使生成的药皮套筒过长,容易断弧。几种常用金属的熔点见表 2-1。其次是粘度,粘度太小,电弧吹力将渣吹到一边,失去了覆盖铁水的保护作用;粘度太大则会压住铁水,造成焊缝成型不好,操作困难,同时还会阻碍熔池中气体的排出,使焊缝生成气孔。另外,药皮熔渣的比重要小,才能浮在铁水上面,起到保护焊缝金属的作用。

表 2—1

几种常用金属的熔点

名 称	金	银	铜	铁	锡	铬	镍	锰	镁
熔 点 (℃)	1063	961	1083	1539	232	1855	1455	1245	650
名 称	钼	铅	铝	锌	钾	钒	铌	钛	汞
熔 点 (℃)	2622	327	660	419	62.3	1919	2497	1660	-39

(二) 焊条的工艺性能。主要包括：

1. 稳弧性能：焊接时应保证起弧容易，焊接过程中电 弧燃烧稳定，焊条熔化速度均匀。
2. 脱渣性能：是指焊后清除渣壳难易的程度。盖在 焊缝表面的熔渣应当容易除去。
3. 飞溅少：焊接时由于熔融金属中气体的爆炸等原 因造成一些金属及熔渣颗粒从弧柱中飞出，落在焊缝外面，造成焊缝金属损失和影响焊缝附近工件的清洁，因此，要求焊条的飞溅越少越好。
4. 成型好：质量好的焊条焊出的焊缝表面平整，纹 理细致，这就叫成型好。成型好坏直接影响焊缝承受载荷的能力，因此也是焊条的质量指标之一。

(三) 焊缝金属的机械性能。焊缝能够承受外加载荷的能力叫做焊缝的机械性能，具体指标有以下几项：

1. 抗拉强度(σ_b)：焊缝金属每单位面积上所能承受 的最大拉力。
2. 延伸率(δ)：焊缝金属塑性好坏的指标。
3. 冲击韧性值(α_k)：焊缝金属承受冲击载荷的能力。

(四) 焊缝金属的化学成分。因为化学成分是决定金属材料各种性能最根本的因素,特别是各种合金钢,它之所以具有某些方面特殊性能,主要靠其中含有一定的合金元素成分。因此焊缝的化学成分也是焊条要保证达到的质量指标之一。

第四节 电焊条的分类

我国电焊条按其用途分为十大类型:

1. 结构钢电焊条(包括普通低合金钢电焊条);
2. 铬和铬钼耐热钢焊条;
3. 不锈钢电焊条;
4. 堆焊焊条;
5. 低温钢焊条;
6. 铸铁焊条;
7. 镍及镍合金电焊条;
8. 铜及铜合金电焊条;
9. 铝及铝合金电焊条;
10. 特殊用途电焊条。

我国电焊条按其药皮成分的化学性质分为碱性焊条和酸性焊条两类,现介绍如下:

碱性焊条的药皮中含有大量的碱性氧化物,酸性氧化物含量少。大部分碱性焊条都需用直流电焊机焊接,若用交流电焊机焊接则电弧不稳,不能保证焊接质量和焊接过程的顺利进行。碱性焊条中有害气体氢的含量极低,所以又称为低氢型焊条。它具有较好的机械性能和抗裂性能,因此一些承受动载荷的重要结构一般要求用碱性焊条。但使用碱性焊条时,会放出对人体健康有影响的气体,且脱渣性差,对锈、潮湿敏感性大,因此对焊缝坡口的清理工作要求高,焊条在焊前需经 $250\sim 400^{\circ}\text{C}$