



职业技能训练用书

HAN GONG

焊工

(初级)

王德涛 侯景文○主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

焊工

(初 级)

主 编 王德涛 侯景文

副主编 王 建 王 飞 张莉娟 王宏伟
郑守英



机械工业出版社

本书依据最新国家职业技能标准,紧密结合技能训练编写。本书的主要内容包括:焊条电弧焊技能训练、低碳钢平板焊条电弧焊技能训练、低碳钢管水平转动焊条电弧焊技能训练、气焊与气割技能训练、碳弧气刨技能训练、钨极氩弧焊技能训练、焊接检验。

本书可作为高等职业院校、中等职业院校技能培训用书,还可作为就业和再就业、SYB(创业培训)以及农民工培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

焊工:初级/王德涛,侯景文主编. —北京:机械工业出版社,2011.1
职业技能训练用书

ISBN 978-7-111-32676-2

I. ①焊… II. ①王… ②侯… III. ①焊接—技术培训—教材
IV. ①TG4

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第243925号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:朱华 责任编辑:王华庆

版式设计:霍永明 责任校对:张玉琴

封面设计:陈沛 责任印制:乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2011年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm·8.75印张·211千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-32676-2

定价:20.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

职业技能训练是培养技能型人才的重要途径之一,而教材的质量直接影响着高技能型人才培养的质量。目前,技能培养的教材匮乏,多数内容陈旧,并且有相当一部分内容与国家职业技能标准不对应,广大的培训机构和读者都迫切需要一套与国家职业技能标准对接的适合于技能培训的教材。为了满足社会的需要,我们特编写了《焊工(初级)》、《焊工(中级)》、《焊工(高级)》教材三册。

职业技能训练用书——《焊工(初级)》是以人力资源和社会保障部最新颁布的国家职业技能标准为依据,以客观反映现阶段本职业、本等级功能水平和对从业人员的要求为目标,在充分考虑和谐社会经济发展和产业结构多元化对本职业影响的基础上,重点突出对从业人员技能、技巧和必备知识的培养。

本书共包含七个模块:焊条电弧焊技能训练、低碳钢平板焊条电弧焊技能训练、低碳钢管水平转动焊条电弧焊技能训练、气焊与气割技能训练、碳弧气刨技能训练、钨极氩弧焊技能训练、焊接检验。每个模块下又涵盖若干个操作项目,目的在于使学员通过训练达到学以致用,巩固、提高基本技能和技巧。

本书的编写特色是:

- 1) 以职业能力建设为核心,在职业分析、专项能力构成分析的基础上,把职业岗位对人才的素质要求,即将知识和技能进行重新整合,注重技能的培养。
- 2) 内容上,涵盖国家职业技能标准对焊工(初级)技能培养的要求,注重现实社会发展和就业需求,从而实现对学员实际操作技能的训练与职业能力的培养。
- 3) 以模块和项目形式构架训练体系。一个模块包含若干个项目,一个项目就是一个知识点,重点突出,主题鲜明。
- 4) 以项目训练为基础,从提出训练目的和要求开始,设定训练内容,突出工艺要领和操作技能的培养。

本书可作为高等职业院校、中等职业学校技能培训用书,还可作为就业和再就业、SYB(创业培训)以及农民工培训用书。

本书由王德涛、侯景文任主编,王建、王飞、张莉娟、王宏伟、郑守英任副主编,申国建、王万军、殷利忠、陈红彬、孔令辉、张春风、赵恒炜参加编写;本书由杜振华主审,王春晖参审。

本书在编写过程中,得到了有关省市人力资源和社会保障部门以及一些高等职业技术学院、高级技校、技师学院的大力支持,在此我们表示衷心的感谢!同时,恳切希望广大读者对本书提出宝贵的意见和建议,以便修订时加以完善和补充。

编 者

目 录

前言

模块一 焊条电弧焊技能训练

项目一 平焊	1
项目二 焊条电弧焊电源的基本操作	16

模块二 低碳钢平板焊条电弧焊技能训练

27

项目一 低碳钢平板平焊位置单面焊双面成形	27
项目二 低碳钢平板 I 形坡口立焊	42
项目三 低碳钢平板 I 形坡口横焊	47
项目四 低碳钢平板角接及 T 形接头焊接	51

模块三 低碳钢管水平转动焊条电弧焊技能训练

58

项目一 I 形坡口水平转动管的焊接	58
项目二 V 形坡口水平转动管单面焊双面成形	62

模块四 气焊与气割技能训练

66

项目一 薄板气焊	66
项目二 钢管气焊	76
项目三 厚板气割	80

模块五 碳弧气刨技能训练

90

项目一 碳弧气刨基本操作	90
项目二 碳弧气刨清根与刨除焊接缺陷	99

模块六 钨极氩弧焊技能训练

104

项目一 平焊	104
项目二 薄板板—板对接 V 形坡口平焊位置手工钨极氩弧焊	111
项目三 插入式板—管 T 形接头垂直俯位焊和板—管 T 形接头水平固定焊	117
项目四 小管对接水平转动焊	121

模块七 焊接检验

125

参考文献

132

焊条电弧焊技能训练

焊条电弧焊是利用手工操纵焊条进行焊接的电弧焊方法。操作时，焊条和焊件分别作为两个电极，利用焊条与焊件之间产生的电弧热量来熔化焊件金属，冷却后形成焊缝。

为了认识和掌握电弧焊方法，首先要弄清楚电弧的实质，掌握电弧的基础知识。

项目一 平 焊

【学习目标】

熟悉电弧的概念，掌握引弧及运条的基本方法。

一、焊接电弧的概念

焊接时，将焊条与焊件接触后很快拉开，在焊条端部和焊件之间立即会产生明亮的电弧，如图 1-1a 所示。电弧是一种气体放电现象。

在我们切断电源开关，脱离接触处的瞬间，往往会看到明亮的电火花，这是一种气体放电现象。焊接电弧与之相比较，不但能量大，而且连续持久。因此，我们将由焊接电源供给的具有一定电压的两电极间或电极与焊件间的气体介质中产生的强烈而持久的放电现象，称为焊接电弧。

一般情况下，由于气体的分子和原子都是呈中性的，气体中几乎没有带电质点，因此气体不能导电，电流通不过，电弧不能自发地产生。要使气体呈现导电性，必须使气体电离。气体电离后，原来气体中的一些中性分子或原子转变为电子、正离子等带电质点，这样电流才能通过气体间隙形成电弧，如图 1-1b 所示。

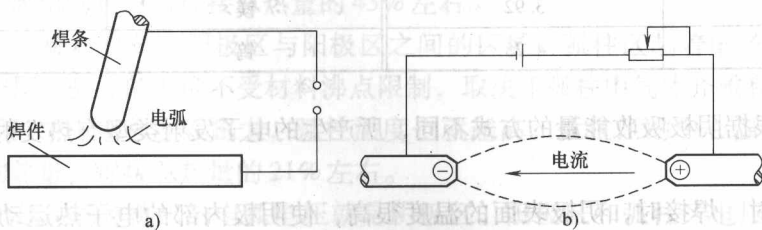


图 1-1 电弧示意图

1. 气体电离

气体原子和自然界的一切物质一样，其中的电子按一定的轨道环绕原子核运动。在常态

下原子是呈中性的,但在一定的条件下,气体原子中的电子从外面获得足够的能量,就能脱离原子核的引力成为自由电子,同时原子由于失去电子而成为正离子。这种使中性的气体分子或原子释放电子形成正离子的过程称为气体电离。

使气体电离所需要的能量称为电离电位(或电离功)。不同的气体或元素,由于原子结构不同,其电离电位也就不同。常见元素的电离电位见表1-1。

表1-1 常见元素的电离电位

元素	钾	钠	钡	钙	钛	锰	铁	氢	氧	氮	氫	氟	氖	氦
电离电位/eV	4.33	5.11	5.19	6.10	6.80	7.40	7.83	13.5	13.6	14.5	15.7	16.9	21.5	24.5

注:在原子物理学中,常用电子伏特(eV)作为能量单位,1eV的能量就是一个电子在通过电势差等于1V的一段路程上所需要或得到的能量。

在焊接时,使气体介质电离的方式主要有热电离、电场作用下的电离、光电离。

(1) 热电离 气体粒子受热的作用而产生的电离称为热电离。温度越高,热电离作用越大。

(2) 电场作用下的电离 带电粒子在电场的作用下,各做定向高速运动,产生较大的动能,并不断与中性粒子相碰撞,产生电离。两电极间的电压越高,电场作用越大,则电离作用越强烈。

(3) 光电离 中性粒子在光辐射的作用下产生的电离,称为光电离。

2. 阴极电子发射

阴极的金属表面连续地向外发射出电子的现象,称为阴极电子发射。阴极电子发射和气体电离一样,是电弧产生和维持的重要条件。

一般情况下,电子不能自由离开金属表面产生电子发射,要使电子发射,必须施加一定的能量,使电子克服金属内部正电荷对它的静电引力。所加的能量越大,阴极电子发射就越强烈。电子从阴极表面逸出所需要的最低外加能量称为逸出功,单位是电子伏特(eV)。电子逸出功的大小与阴极的成分有关。表1-2列出了常见元素的电子逸出功。

表1-2 常见元素的电子逸出功

(单位: eV)

元素名称	电子逸出功	元素名称	电子逸出功
钾	2.26	锰	3.76
钠	2.33	铁	4.18
钙	2.90	碳	3.34
钛	3.92	镁	3.74
铝	4.25	钨	5.36

焊接时,根据阴极吸收能量的方式不同,所产生的电子发射类型有热发射、电场发射和撞击发射。

(1) 热发射 焊接时,阴极表面的温度很高,使阴极内部的电子热运动速度增加,当电子的动能大于其逸出功时,电子即冲出阴极表面而产生热电子发射。例如,用钢焊条作电极进行焊接时,阴极温度可达2100℃左右,热发射是相当强烈的。

(2) 电场发射 当阴极表面外部空间存在强电场时,电子可获得足够的动能来克服正电荷对它的静电引力,从阴极表面发射出来。两极间电压越高,则电场发射作用越大。

(3) 撞击发射 高速运动的正离子撞击阴极表面时，将能量传递给阴极而产生电子发射的现象，称为撞击发射。电场强度越大，在电场中正离子运动速度就越快，产生撞击发射的作用也就越强烈。

二、焊接电弧的构造及静特性

1. 焊接电弧的构造

焊接电弧可分为三个区域，即阴极区、阳极区、弧柱区，如图 1-2 所示。

(1) 阴极区 为保证电弧稳定燃烧，阴极区的任务是向弧柱区提供电子流和接受弧柱区送来的正离子流。在焊接时，阴极表面存在一个烁亮的辉点，称为阴极斑点。阴极斑点是电子发射源，也是阴极区温度最高的部位，一般达 2130 ~ 3230℃，放出的热量占焊接总热量的 36% 左右。阴极区温度的高低主要取决于阴极的电极材料，一般都低于材料的沸点，见表 1-3。此外，电极的电流密度增加，阴极区的温度也相应提高。

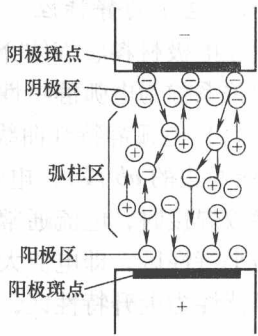


图 1-2 焊接电弧的构造

表 1-3 阴极区和阳极区的温度

电极材料	材料沸点/℃	阴极区温度/℃	阳极区温度/℃
碳	4367	3227	3827
铁	2989	2130	2330
铜	2307	1927	2177
镍	2900	2097	2177
钨	5927	2727	3977

注：1. 电弧中气体介质为空气。
2. 阴极和阳极是同种材料。

(2) 阳极区 阳极区的任务是接收弧柱区流过来的电子流和向弧柱区提供正离子流。在阳极表面上的光亮辉点称为阳极斑点。阳极斑点是由于电子对阳极表面撞击而形成的。一般情况下，与阴极比较，阳极能量只用于阳极材料的熔化和蒸发，无发射电子的能量消耗，因此在和阴极材料相同时，阳极区温度略高于阴极区，见表 1-3。阳极区的温度一般达 2330 ~ 3980℃，放出的热量占焊接总热量的 43% 左右。

(3) 弧柱区 弧柱是处于阴极区与阳极区之间的区域。弧柱区起着电子流和正离子流的导电通路的作用。弧柱的温度不受材料沸点限制，取决于弧柱中气体介质和焊接电流。焊接电流越大，弧柱中电离程度就越大，弧柱温度也就越高。弧柱区的中心温度可达 5730 ~ 7730℃，放出的热量占焊接总热量的 21% 左右。

(4) 电弧电压 通常测出的电弧电压就是阴极区、阳极区和弧柱区电压降之和。当弧长一定时，电弧电压的分布如图 1-3 所示。

电弧电压可用下式表示：

$$U_{\text{弧}} = U_{\text{阴}} + U_{\text{阳}} + U_{\text{柱}} = U_{\text{阴}} + U_{\text{阳}} + b l_{\text{弧}}$$

式中 $U_{\text{弧}}$ ——电弧电压 (V)；

$U_{\text{阴}}$ ——阴极电压降 (V);

$U_{\text{阳}}$ ——阳极电压降 (V);

$U_{\text{柱}}$ ——弧柱电压降 (V);

b ——单位长度的弧柱电压降, 一般为 20 ~ 40 V/cm;

$l_{\text{弧}}$ ——电弧长度 (cm)。

2. 电弧的静特性

在电极材料、气体介质和弧长一定的情况下, 电弧稳定燃烧时, 焊接电流与电弧电压变化的关系称为电弧静特性。表示它们关系的曲线称为电弧静特性曲线, 如图 1-4 所示。

(1) 电弧静特性曲线 从图 1-4 中可以看到, 电弧静特性曲线呈 U 形, 当电流较小时 (曲线左边的 ab 段), 电弧静特性为下降特性区, 即随着电流的增加, 电压降低; 在正常焊接参数焊接时, 电流通常从几十安培到几百安培, 这时的电弧静特性曲线为曲线中的 bc 段, 称为平特性区, 即电流大小变化时电压几乎不变; 当电流更大时 (曲线右边的 cd 段), 电弧静特性为上升特性区, 电压随电流的增加而升高。

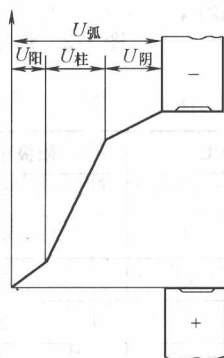


图 1-3 电弧各区域的电压分布示意图

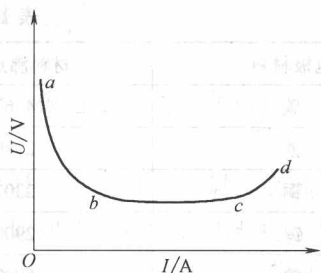


图 1-4 电弧静特性曲线

(2) 焊接方法不同的电弧静特性曲线 不同的焊接方法, 在一定的条件下, 其电弧静特性只是曲线中的某一区域。

1) 焊条电弧焊: 由于焊条电弧焊设备的额定电流值不大于 500A, 所以其静特性曲线无上升特性区。

2) 埋弧焊: 在正常电流密度下焊接时, 其静特性曲线为平特性区; 采用大电流密度焊接时, 其静特性曲线为上升特性区。

3) 钨极氩弧焊: 一般在小电流区间焊接时, 其静特性曲线为平特性区; 采用大电流密度焊接时, 其静特性曲线为平特性区。

4) 细丝熔化极气体保护焊: 由于受电极端面积所限, 电流密度很大, 所以其静特性曲线为上升特性区。

在一般情况下, 电弧电压总是和电弧长度成正比地变化, 当电弧长度增加时, 电弧电压升高, 其静特性曲线的位置也随之上升, 如图 1-5 所示。

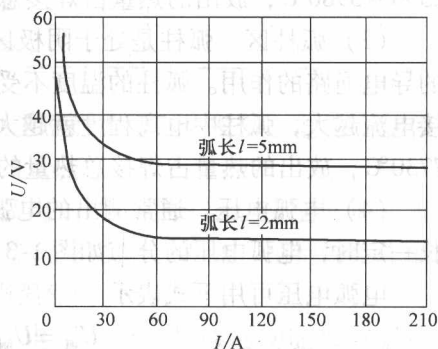


图 1-5 不同电弧长度的静特性曲线

三、电弧焊的熔滴过渡

电弧焊时,焊条(或焊丝)端部在电弧高温作用下融化成的液态金属滴,通过电弧空间不断地向熔池中过渡的过程称为熔滴过渡。熔滴过渡对焊接过程的稳定性、焊缝成形、飞溅及焊接接头的质量有很大的影响。

熔滴过渡的形式大致可分为三种:粗滴过渡、短路过渡、喷射过渡。由于粗滴过渡不稳定,飞溅严重,因此正常焊接中一般不采用,常用的过渡形式主要是短路过渡和喷射过渡。

熔滴过渡之所以会出现不同的形式,是因为作用于液态金属熔滴上的作用力不同。下面具体讨论熔滴过渡的作用力及熔滴的各种过渡形式。

1. 熔滴过渡的作用力

(1) 熔滴的重力 任何物体都会因自身的重力而下垂。平焊时,金属熔滴的重力促进熔滴过渡。但是立焊和仰焊时,熔滴的重力阻碍了熔滴向熔池过渡。

(2) 表面张力 液态金属像其他液体一样具有表面张力,表面张力会使熔化的金属聚成球状。

焊条金属熔化后,在表面张力的作用下形成球滴状,悬挂在焊条端部,只有在其他力超过表面张力时,才能促使熔滴过渡到熔池中去。表面张力对平焊时的熔滴过渡起阻碍作用,但在仰焊等其他位置焊接时,表面张力却有利于熔滴过渡。其一是熔滴倒悬在焊缝上不易滴落;其二是焊条末端熔滴与熔池接触时,熔滴容易被拉入熔池中。表面张力越大,焊条末端的熔滴越大。表面张力的大小与多种因素有关,如焊条直径越大,焊条端部熔滴的表面张力也越大,所以气体保护焊时,采用细丝焊接要比粗丝焊接时熔滴过渡稳定而顺利。液态金属温度越高,其表面张力越小。表面张力还与保护气体的性质有关,若在氩气中加入少量氧气作为焊接钢的保护气体,比用纯氩气时的熔滴过渡有利于形成细颗粒,因为氧气的加入能降低熔滴的表面张力。

(3) 电磁力 从电工学里可知,两根平行的载流导体通以同向电流时,彼此产生相互吸引的电磁力,方向是从外向内,如图 1-6 所示。电磁力的大小与两根导体上电流的乘积成正比,即导体中电流越大,电磁力越大。

焊接时,可以把带电的焊条及熔滴当作是由许多平行载流导体组成的,如图 1-7 所示。

根据上述电磁效应原理,焊条及熔滴上有四周向中心的电磁压缩力。电磁压缩力对焊条端部液态金属径向的压缩作用,会促使熔滴很快形成。尤其是熔滴细颈部分的电流密度最大,电磁压缩力的作用也最大,这使熔滴很容易脱离焊条端部向熔池过渡。

焊接电流较小时,焊条端部的液态金属主要受到的是表面张力和重力,电磁力影响很小。因此,当熔滴的重力克服表面张力的时候,熔滴脱离焊条端部落向熔池。在这种情况下

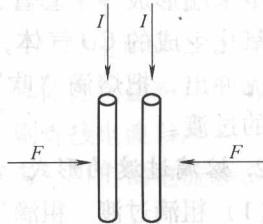


图 1-6 通有同方向电流的两根导线的相互作用力

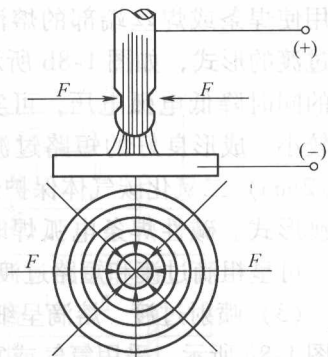


图 1-7 磁力线在熔滴上的压缩作用

下,熔滴的尺寸较大,常出现电弧短路,产生较大的飞溅,电弧不稳。

焊接电流较大时,电磁力也比较大,相比之下重力所起的作用很小。液态熔滴主要是在电磁压缩力的作用下,以较小的熔滴向熔池过渡,而且方向性较强,不论是平焊或仰焊,都是沿着电弧轴线自焊条向熔池过渡。

焊接时,一般焊条的电流密度都比较大,因此电磁力是熔滴过渡的主要作用力。在气体保护焊时,常常通过调整焊接电流的大小来控制熔滴尺寸。

焊接时,电磁力还会产生另外一种作用力,即由于焊条端的电弧导电截面小,而焊件端的电弧导电截面大,因此焊条的电流密度大于焊件的电流密度,在焊条上所产生的磁场强度要大于在焊件上所产生的磁场强度,这样就产生一个沿焊条纵向指向焊件的电场力。该电场力无论焊缝的空间位置如何,都是有利于熔滴向熔池过渡的。

(4) 斑点压力 焊接电弧中的电子和正离子,在电场的作用下向两极运动,撞击两极的斑点而产生机械压力,这个力称为斑点压力。它是阻碍熔滴过渡的力。在直流正接时,阻碍熔滴过渡的是正离子的压力;反接时,是电子的压力。由于正离子比电子的质量大,所以正离子流的压力要比电子流的压力大,即阴极的斑点压力比阳极的斑点压力大,因此反接时熔滴过渡较正接时容易。

(5) 气体的吹力 在焊条电弧焊时,焊条药皮的熔化稍落后于焊芯的熔化,这样就在焊条末端形成一个套管,在套管内有大量的药皮造气剂,分解产生的气体及焊芯中碳元素氧化生成的 CO 气体,被电弧加热到高温时体积急剧膨胀,并顺着套管方向,以稳定的气流冲出,把熔滴“吹”到熔池中去。不论焊缝空间位置如何,气体的吹力均有利于熔滴的过渡。

2. 熔滴过渡的形式

(1) 粗滴过渡 粗滴过渡是熔滴呈粗大颗粒状向熔池自由过渡的形式,如图 1-8a 所示。当电流较小时,熔滴主要依靠重力的作用克服表面张力的束缚而下落,此时熔滴尺寸较大,呈粗滴过渡。由于粗滴过渡飞溅较大,电弧不稳定,通常不采用。

(2) 短路过渡 由于强烈过热和磁收缩的作用使焊条或焊丝端部的熔滴爆断,直接向熔池过渡的形式,如图 1-8b 所示。采用小电流焊接的同时降低电弧电压,可实现电弧稳定、飞溅较小、成形良好的短路过渡。细丝 ($\phi 0.8 \sim \phi 1.2\text{mm}$) 二氧化碳气体保护焊时,常采用短路过渡形式。碱性焊条电弧焊时,在大电流范围内,可呈粗滴过渡和短路过渡。

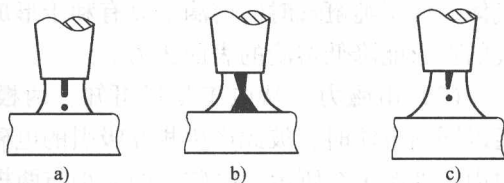


图 1-8 熔滴过渡的形式

a) 粗滴过渡 b) 短路过渡 c) 喷射过渡

(3) 喷射过渡 熔滴呈细小颗粒,并以喷射状态快速通过电弧空间向熔池过渡的形式,如图 1-8c 所示。采用氩气或富氩气体保护焊反极性焊接时,随着焊接电流的逐渐增大,熔滴尺寸略有减小,当焊接电流达到某一临界电流值时,即出现喷射过渡状态。需要强调指出的是,产生喷射过渡除要求一定的电流密度外,还必须有一定的电弧长度(电弧电压)。如果弧长太短(电弧电压太低),无论电流数值有多大,也不可能产生喷射过渡。

喷射过渡的特点是:过渡频率高,熔滴以极细的颗粒沿电弧轴线高速射向熔池,发出“滋滋”声。喷射过渡具有电弧稳定、飞溅小、焊缝成形美观等优点。

四、焊条电弧焊操作预备知识

焊条电弧焊具有焊接设备简单、操作简便、适应环境强的特点，可以用于自动、半自动焊不能承担的复杂构件焊接及检修作业等，是工矿企业应用最为广泛的焊接方法。

焊条电弧焊在操作中要适应构件形状、尺寸和焊接位置等方面的变化，而且焊接质量的优劣直接受焊工本身的技术水平影响。因此，焊条电弧焊对焊工的技能要求较高。

1. 电弧焊机

常用的焊条电弧焊机有弧焊变压器、弧焊整流器、弧焊发电机三种类型。

按照供应的电流性质，电弧焊机可分为交流弧焊机和直流弧焊机两大类。交流弧焊机是一种供电弧燃烧使用的降压变压器，也称为弧焊变压器。直流弧焊机根据所产生直流电的原理不同，又分为弧焊整流器和弧焊发电机。在生产中，如果采用酸性焊条（如 E4303 型），则选用弧焊变压器；如果采用碱性焊条（如 E5015 型），则选用弧焊整流器或弧焊发电机。由于弧焊发电机耗电量高、噪声大，所以逐渐被弧焊整流器代替。下面介绍几种常见的电弧焊机。

(1) BX1—330 型弧焊变压器 该焊机属于动铁心式。焊机的外形和外部接线如图 1-9 所示。焊接电流的调节分粗调和细调两种。粗调通过改变二次侧线圈的不同接法及匝数来实现。具体方法是改变焊机二次侧接线板上的连接铜片位置，如图 1-10 所示。当连接铜片在位置 I 时，焊接电流调节范围为 50 ~ 180 A；当连接铜片在位置 II 时，焊接电流调节范围为 160 ~ 450 A。焊接电流细调节是通过改变动铁心的位置来实现的。具体方法是转动焊机侧面调节手柄，动铁心向外移动，则焊接电流增大；动铁心向内移动，则焊接电流就减小。但应注意，焊机上刻度显示的电流数值精确度较差，使用时只能作为参考。可借助电流表调试所需的焊接电流值。

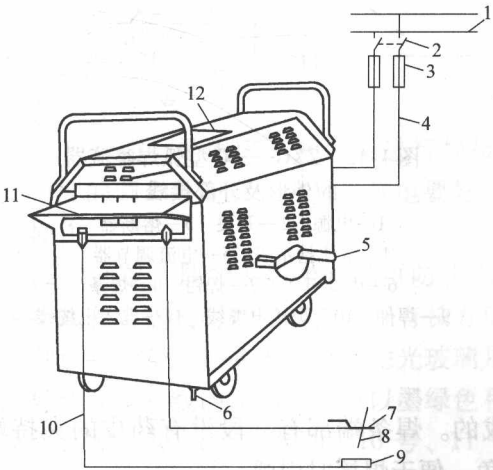


图 1-9 BX1—330 型弧焊变压器的外形和外部接线

- 1—电源 2—开关 3—熔断器 4—电源电缆线
- 5—焊机摇把 6—地线接头 7—焊钳 8—焊条
- 9—焊件 10—焊接电缆线 11—粗调电流接线板
- 12—电流指示表

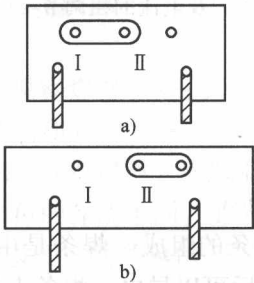


图 1-10 BX1—330 型弧焊变压器的电流粗调节

- a) 接 I 级位置 b) 接 II 级位置

(2) BX3—300 型弧焊变压器 该焊机属于动圈式,其外部接线与 BX1—330 型弧焊变压器相同。焊接电流的调节也分粗调和细调两种。粗调是通过改变二次侧线圈的接线方式来实现的,如图 1-11 所示。当接线为接法 I 时,同时转动粗调转换开关与接法 I 相对应,此时的接线为串联方式,焊接电流调节范围为 40 ~ 150 A。当接线为接法 II 时,也应同时转动粗调转换开关使之与接法 II 对应,焊接电流的调节范围为 120 ~ 380 A。细调节是摇动焊机顶部的手柄,通过改变活动线圈与固定线圈之间的距离来实现。手柄摇动时活动线圈会上、下移动,当活动线圈与固定线圈距离增大时,则焊接电流会减小;当距离减小时,则焊接电流会增大。使用时,先根据所需要的焊接电流值进行粗调,然后再细调,进而达到所需的电流值。

(3) ZXG—300 型弧焊整流器 该焊机属于磁放大式。焊机外形及外部接线如图 1-12 所示。焊接电流的调节方式只有一种,即转动焊机面板上的电流调节器,就可调节所需要的电流值。

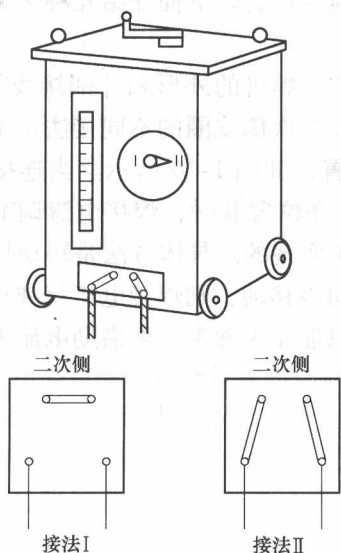


图 1-11 BX3—300 型弧焊变压器
及电流的粗调节

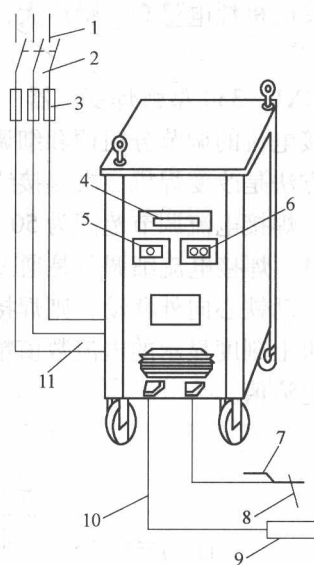


图 1-12 ZXG—300 型弧焊整流器
的外形及外部接线

- 1—电源 2—开关 3—熔断器
4—电流指示表 5—电流调节器
6—电源开关 7—焊钳 8—焊条
9—焊件 10—焊接电缆线 11—电源电缆线

2. 焊条

(1) 焊条的组成 焊条是由焊芯和药皮组成的。焊条端部有一段没有药皮的夹持端,被焊钳夹住后可以导电。焊条末端的药皮磨成倒角,便于焊接时引弧。

1) 焊芯作为填充金属约占整个焊缝的 2/3 左右。焊芯的成分直接影响着焊缝质量,因此焊芯是由专门的优质焊条钢,经轧制、拉拔而成。

常用的焊条直径为 2.5mm、3.2mm、4.0mm、5.0mm 几种。焊芯越细,焊条长度越短。一般焊条长度在 250 ~ 450mm 之间。

2) 药皮在焊接过程中可以起到稳定电弧、保护熔化金属、去除有害杂质和添加有益合金元素的作用。药皮以多种矿石、铁合金、化工产品等为原料，粉碎成粉末并按一定配方混合成涂料，压涂在焊芯上。

(2) 酸性焊条和碱性焊条 如果施工现场只有交流弧焊机，并且焊接的是一般金属结构，通常选用酸性焊条。这种焊条工艺性能好，对水、锈产生气孔敏感性不大，易于操作。生产中应用较多的是 E4303 型钛钙型焊条。之所以叫酸性焊条，是因为其焊条药皮中含有大量的酸性氧化物。

当所焊接的是重要结构时，就应该选用碱性焊条。所谓的碱性焊条是指药皮中的成分以碱性氧化物为主的焊条。它的力学性能和抗裂性都较酸性焊条好，但工艺性能不如酸性焊条，表现在稳弧性差、脱渣较差、焊缝表面成形较差等。使用前要求对碱性焊条在 350 ~ 450℃ 时烘干 2h。常用的碱性焊条是 E5016 型和 E5015 型低氢型焊条。E5016 型焊条可用交流或直流电源，但 E5015 型焊条必须用直流反接（焊机接负极，焊钳接正极）电源进行焊接。酸性焊条和碱性焊条的性能比较见表 1-4。

表 1-4 酸性焊条和碱性焊条的性能比较

酸性焊条	碱性焊条
(1) 电弧稳定，可采用交、直流电源进行焊接（大多数情况下用交流电源焊接）	(1) 电弧不够稳定，除 E4316 型、E5016 型焊条外均需用直流反接电源进行焊接
(2) 对水、锈产生气孔的敏感性不大	(2) 对水、锈产生气孔的敏感性较大
(3) 焊前对焊件表面的清洁工作要求不高	(3) 焊前对焊件表面的清洁工作要求高
(4) 焊前需经 75 ~ 150℃ 烘焙 1h	(4) 焊前需经 350 ~ 450℃ 烘焙 1 ~ 2h
(5) 焊接电流大	(5) 焊接电流较小，较同直径的酸性焊条小 10% 左右
(6) 可长弧操作	(6) 需短弧操作，否则易引起气孔
(7) 脱渣较方便	(7) 坡口内第一层脱渣较困难，以后各层脱渣较容易
(8) 焊接时烟尘较少	(8) 焊接时烟尘较多

3. 防护用品

(1) 焊钳 是用以夹持焊条进行焊接的工具。对焊钳的要求是：夹持焊条应该方便，焊条角度的调节要随意，夹持处导电要好，手柄要有良好的绝缘和隔热作用，并且要轻巧，易于操作。

(2) 面罩 是焊工焊接时既可防止面部灼伤，又便于观察焊接状态的一种遮蔽工具，有手持式和头盔式两种。其正面开有长方形孔，内嵌白色玻璃和滤光玻璃。白色玻璃由普通玻璃制成，用于保护滤光玻璃。滤光玻璃是特制的化学玻璃，在焊接时，有减弱电弧光，过滤红外线和紫外线的作用，颜色以墨绿色和橙色为多。按颜色的深浅不同，滤光玻璃分为六个型号，即 7 号、8 号、9 号、10 号、11 号、12 号。号数越大，色泽越深。焊条电弧焊一般选用 7 号或 8 号为宜。

(3) 焊接电缆 是二次回路用来传导焊接电流的电缆。焊接电缆采用多股细铜线电缆，其截面的选用应根据所用的焊接电流最大值和焊接电缆需用的长度来确定，见表 1-5。

焊接电缆要避免砸伤和烧伤，若有破损，应及时修补完好。横过道路时，应采取外加保护措施。

表 1-5 焊接电缆截面积与焊接电流、电缆长度的关系

焊接电流/A	电缆长/m								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	电缆截面积/mm ²								
100	25	25	25	25	25	25	25	28	35
150	35	35	35	35	50	50	60	70	70
200	35	35	35	50	60	70	70	70	70
300	35	50	60	60	70	70	70	85	85
400	35	50	60	70	85	85	85	95	95
500	50	60	70	85	95	95	95	120	120
600	60	70	85	85	95	95	120	120	120

(4) 焊工手套、绝缘胶鞋、工作服和平光眼镜 焊工手套、绝缘胶鞋和工作服是防止弧光、火花灼伤和防止触电所必须穿戴的劳动保护用品。平光眼镜是清渣时为防止焊渣损伤眼睛而佩戴的劳动保护用品。

4. 辅助工具

- (1) 敲渣锤 是一端制成尖铲形和另一端制成扁铲形的清渣工具。
- (2) 鑿子 用于清除焊渣、飞溅物和焊瘤的工具。
- (3) 钢丝刷 用以清除焊件表面铁锈、污物和焊渣的工具。
- (4) 锉刀 用于修整焊件坡口钝边、毛刺和焊件根部的接头。
- (5) 烘干箱 是烘干焊条的专用设备,其温度可按需要调节。
- (6) 焊条保温筒 是焊工现场携带的保温容器,用于保持焊条的干燥度,可以随焊随取。

(7) 焊缝万能量规 焊缝万能量规是一种精密量规,用以测量焊前焊件的坡口角度、装配间隙、错位及焊后焊缝余高、焊缝宽度和角焊缝焊脚尺寸等。测量示意图如图 1-13 ~ 图 1-18 所示。

使用焊缝万能量规时应避免磕碰划伤,并保持尺面清洁,用毕放入封套内。

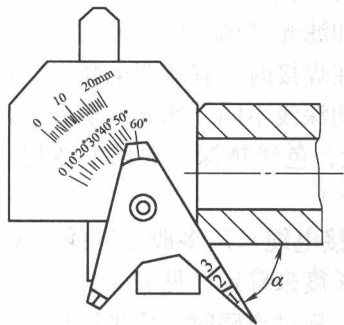


图 1-13 测量管子坡口角度

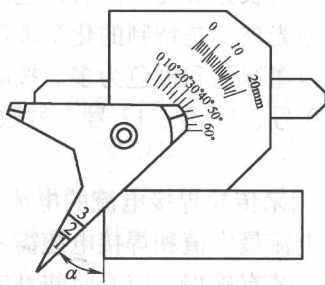


图 1-14 测量钢板坡口角度

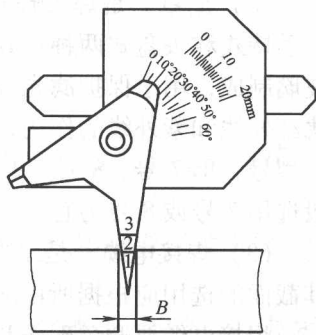


图 1-15 测量装配间隙

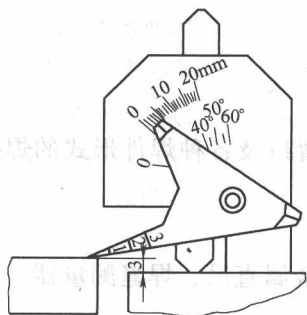


图 1-16 测量焊件错位

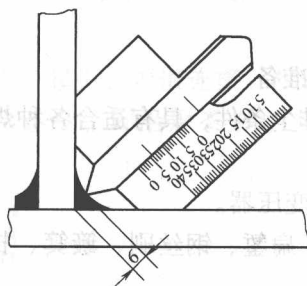


图 1-17 测量角焊缝厚度

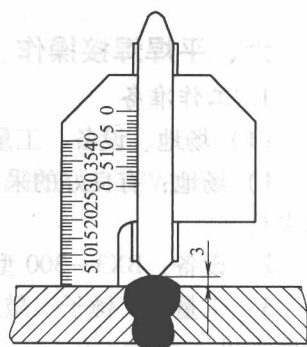


图 1-18 测量焊缝余高

五、引弧

1. 操作要点

平焊的操作姿势，划擦引弧法或直击引弧法。

2. 焊前准备

(1) 焊机 选用 BX1—330 型或 BX3—300 型交流弧焊机，或者选用 ZXG—300 型直流弧焊机。

(2) 焊条 选用 E4303 型或 E5015 型焊条，直径为 3.2mm、4.0mm。

(3) 焊件 选用低碳钢板，长×宽为 150mm×150mm，厚度为 4~6mm。

3. 操作要领

(1) 平焊操作姿势 一般采用蹲式操作，如图 1-19 所示。蹲姿要自然，两脚夹角为 $70^\circ \sim 85^\circ$ ，两脚距离为 240~260mm。持焊钳的胳膊半伸开，要悬空无依托地操作。

(2) 引弧方法

1) 划擦引弧法：先将焊条末端对准焊件，然后像划火柴似的使焊条在焊件表面划擦一下，然后提起 2~3mm 的高度，如图 1-20a 所示。引燃电弧后，应保持电弧长度不超过所用焊条的直径。

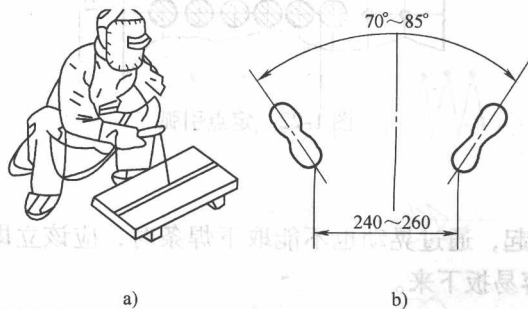


图 1-19 平焊操作姿势

a) 蹲式操作姿势 b) 两脚的位置

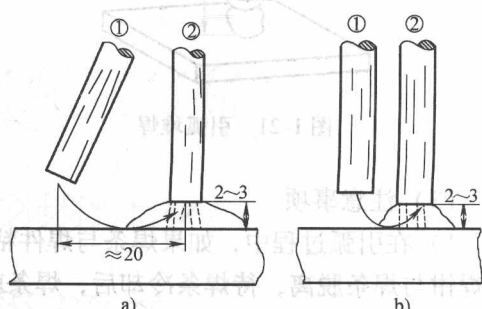


图 1-20 引弧方法

a) 划擦引弧法 b) 直击引弧法

2) 直击引弧法：先将焊条垂直对准焊件，然后使焊条碰击焊件，出现弧光后迅速将焊条提起 2~3mm (见图 1-20b)，产生电弧后使电弧稳定燃烧。

六、平焊焊接操作

1. 工作准备

(1) 场地、设备、工量具的准备

1) 场地: 有良好的采光及排尘条件, 具有适合各种焊接位置以及各种焊件形式的焊接胎夹具。

2) 设备: BX3—300 型弧焊变压器。

3) 工量具: 锤子、敲渣锤、扁铲、钢丝刷、簸箕、扫帚、金属直尺、焊缝测量器、角向磨光机。

(2) 试件尺寸及要求

1) 试件材料: 低碳钢板。

2) 焊接方法: 焊条电弧焊。

3) 试件尺寸: 长×宽×厚为 300mm×200mm×(8~12)mm。

(3) 焊接材料 选用 E4303 和 E5015 型焊条, 直径为 4mm、3.2mm, 焊前经 150~200℃ 烘干, 保温 1~2h。

2. 引弧操作

(1) 引弧堆焊 首先在焊件的引弧位置用粉笔画直径为 13mm 的一个圆, 然后用直击引弧法在圆圈内撞击引弧。引弧后, 保持适当的电弧长度, 在圆圈内做两三次划圈动作后灭弧, 待熔化的金属凝固冷却之后, 再在其上面引弧堆焊, 这样反复操作直到堆起高度约为 50mm 为止, 如图 1-21 所示。

(2) 定点引弧 先在焊件上按图 1-22 所示用粉笔画线, 然后在直线的交点处用划擦引弧法引弧。引弧后, 焊成直径为 13mm 的焊点后灭弧。这样不断重复操作, 完成若干个焊点的引弧训练。

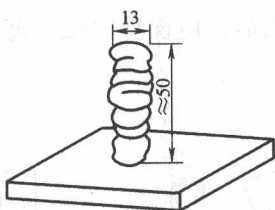


图 1-21 引弧堆焊

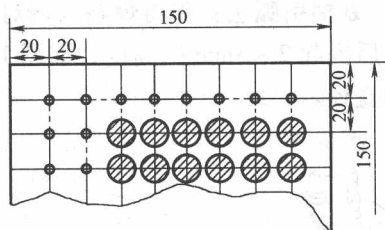


图 1-22 定点引弧

(3) 注意事项

1) 在引弧过程中, 如果焊条与焊件粘在一起, 通过晃动也不能取下焊条时, 应该立即将焊钳与焊条脱离, 待焊条冷却后, 焊条就很容易扳下来。

2) 引弧前, 如果焊条端部有药皮套筒, 可以用手(应戴手套)将套筒去除, 这样引弧就较为快捷。

3) 练习引弧时, 可以用 E4303 型和 E5015 型两种焊条, 并分别使用交流弧焊机和直流弧焊机引弧。从中可以发现, E4303 型焊条适用于交、直两用弧焊电源, 而 E5015 型焊条只适用于直流弧焊电源。