

中国造船工程学会人才与教育学术委员会  
教材建设学组推荐

船舶系列丛书

CHUANBO XILIE CONGSHU

# 手工钨极氩弧焊培训教材

赵伟兴 主编

船舶工业教材编审室 审



HEUP 哈尔滨工程大学出版社  
Harbin Engineering University Press

# 手工钨极氩弧焊培训教材

主 编 赵伟兴

哈尔滨工程大学出版社

## 内 容 简 介

本书叙述了手工钨极氩弧焊的基本原理,介绍了钨极氩弧焊各类金属焊丝及相关材料,重点讨论了钨极氩弧焊机的构造原理及使用方法,系统地讲解了各类金属的焊接特点及操作工艺要点,并列举大量的生产实例,内容充实且丰富。

本书可作为手工钨极氩弧焊培训教材,也可供技校焊接专业师生及从事焊接专业的技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

手工钨极氩弧焊培训教材/赵伟兴主编.——哈尔滨:  
哈尔滨工程大学出版社,2010.3

ISBN 978-7-81133-605-4

I. ①手… II. ①赵… III. ①手工焊:钨极惰气保护  
焊-技术培训-教材 IV. ①TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 037613 号

---

出版发行 哈尔滨工程大学出版社  
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号  
邮政编码 150001  
发行电话 0451-82519328  
传 真 0451-82519699  
经 销 新华书店  
印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 13.75  
字 数 325 千字  
版 次 2010 年 4 月第 1 版  
印 次 2010 年 4 月第 1 次印刷  
定 价 25.00 元  
<http://press.hrbeu.edu.cn>  
E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

---

# 编者的话

在现代焊接生产领域中,对于重要的钢结构和有色金属焊接工作,钨极氩弧焊已成为重要的焊接方法。手工钨极氩弧焊的质量优良,使用方便,能焊接各种金属,已为人们所公认。手工钨极氩弧焊现已在化工、航空、造船、管道及压力容器中得到了广泛的应用。随着造船工业的跨越式发展和中小企业的兴起,培训大量的手工钨极氩弧焊工的需要性日益突出。鉴于造船工业手工钨极氩弧焊培训类教材的缺乏,编者总结了若干高级焊接技师和焊接工人的实践经验,收集了大量的技术资料 and 文献,并结合本人数十年培训焊工的经验,编写了本书。

本书的重点内容是材料、设备及操作工艺,要使学员会选用焊接材料,会使用钨极氩弧焊机,会用手工钨极氩弧焊操作各种金属的焊缝。

在编写本书过程中,注重了焊工培训的特点,对于基础知识的叙述,力求深入浅出,通俗易懂。列举了大量的生产实例,讲解了手工钨极氩弧焊焊接有色金属的操作工艺要点,做到了理论联系实际。本书还介绍了先进的手工钨极氩弧焊的操作工艺,内容较为丰富,有利于焊工技术的提高和今后发展。

本书编写过程中,杜逸明、陈景毅、杨光伟、吴晓东等高级焊接技师和焊接工人提供了有价值的生产经验和技术资料,并协助进行编写工作,在此致以衷心的感谢。对本书所引用的参考文献的作者,表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,实践经验不足,书中难免会有错误和不妥之处,恳请读者给予批评指正。

编者  
2009年5月

# 目 录

第一章 钨极氩弧焊概述.....	1
第一节 氩弧焊原理、特点、分类及应用.....	1
第二节 氩气中的电弧.....	5
第三节 钨极氩弧的特性.....	7
第四节 钨极氩弧焊的极性接法.....	9
第五节 氩弧的稳定性 .....	10
第二章 钨极氩弧焊的焊接材料 .....	13
第一节 保护气体 .....	13
第二节 钨极 .....	15
第三节 氩弧焊焊丝 .....	18
第四节 辅助焊接材料 .....	35
第五节 氩弧焊焊丝的保管和使用 .....	36
第三章 手工钨极氩弧焊设备 .....	37
第一节 手工钨极氩弧焊机型号及技术数据 .....	37
第二节 钨极氩弧焊的焊接电源 .....	40
第三节 手工钨极氩弧焊的控制装置 .....	52
第四节 手工钨极氩弧焊焊枪 .....	55
第五节 供气系统及供水系统 .....	57
第六节 典型的手工钨极氩弧焊机 .....	60
第七节 钨极氩弧焊设备的保养和故障排除 .....	70
第四章 手工钨极氩弧焊工艺及操作技术 .....	73
第一节 手工钨极氩弧焊的接头形式和焊缝形式 .....	73
第二节 氩弧焊的坡口准备 .....	76
第三节 手工钨极氩弧焊的工艺参数 .....	78
第四节 焊接线能量和熔池体能量 .....	83
第五节 手工钨极氩弧焊的基本操作技术 .....	85
第六节 各种典型位置对接的手工钨极氩弧焊操作技术 .....	88
第七节 各种典型位置 T 形接头的手工钨极氩弧焊操作技术 .....	95
第八节 管板接头的手工钨极氩弧焊操作技术 .....	99
第九节 管子对接的手工钨极氩弧焊操作技术.....	104
第十节 手工钨极氩弧焊的焊接缺陷.....	109

<b>第五章 金属材料的手工钨极氩弧焊</b> .....	115
第一节 金属的焊接性和钢的碳当量.....	115
第二节 碳钢的手工钨极氩弧焊.....	116
第三节 低合金强度钢的手工钨极氩弧焊.....	126
第四节 珠光体耐热钢的手工钨极氩弧焊.....	131
第五节 不锈钢的手工钨极氩弧焊.....	140
第六节 铜及铜合金的手工钨极氩弧焊.....	152
第七节 铝及铝合金的手工钨极氩弧焊.....	170
第八节 钛及钛合金的手工钨极氩弧焊.....	188
第九节 镍及镍合金的手工钨极氩弧焊.....	199
<b>第六章 手工钨极氩弧焊的安全技术</b> .....	208
第一节 焊工“十不焊” .....	208
第二节 预防触电.....	208
第三节 预防高频电磁波和放射线的伤害.....	209
第四节 预防弧光伤害、灼伤和火灾 .....	210
第五节 预防焊接粉尘及有害气体中毒.....	211
第六节 气瓶的安全使用.....	212
<b>参考文献</b> .....	213

# 第一章 钨极氩弧焊概述

## 第一节 氩弧焊原理、特点、分类及应用

### 一、氩弧焊原理及发展

氩弧焊是高质量的焊接方法,现已在航空、造船、化工等工业部门得到了迅速推广应用。

1882年俄国科学家贝那尔多斯发明了碳极电弧焊(图1-1)。他的方法是利用碳棒1和工件(金属板)2之间产生的电弧3,其热量熔化工件和附加金属棒(焊丝)4,冷却后形成焊缝5,获得工件的永久性连接。焊接过程中碳棒是不熔化的。随着科学技术的发展,人们以钨棒代替碳棒,并用氩气来保护电弧,提高了焊接质量。钨极氩弧焊于20世纪30年代问世,以高熔点的钨棒作为电极,电极和工件之间产生电弧;电弧在氩气保护下熔化工件和焊丝,冷凝后构成焊缝,获得优质的焊接接头(图1-2)。这种焊接方法称为钨极氩弧焊,一般以TIG表示。

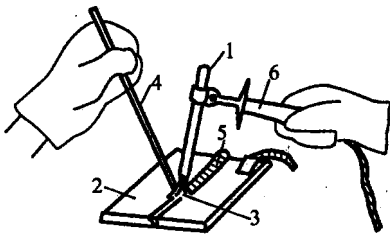


图1-1 碳极电弧焊

1—碳棒;2—工件;3—电弧;4—附加金属棒;5—焊缝;6—焊枪

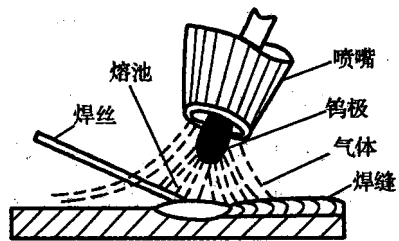


图1-2 钨极氩弧焊

在氩弧焊发展过程中,受到了 $\text{CO}_2$ 气体保护半自动焊的启迪和促进,以可熔化的焊丝代替钨极,于是形成了熔化极氩弧焊(图1-3)。熔化极氩弧焊是以与工件金属成分相近的盘状金属焊丝作为电极,并由焊丝给送机构送入电弧区,在氩气保护中的电弧热作用下,电极(焊丝)熔化以熔滴形式过渡到熔池(已熔化的部分工件金属)中,冷凝后构成焊缝。熔化极氩弧焊一般以MIG表示。

氩弧焊发展初期,由于氩气价格昂贵,影响着氩弧焊

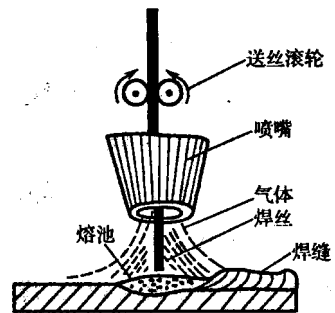


图1-3 熔化极氩弧焊

在生产中的推广应用。制氧技术的发展带动了制氩技术的进步,使生产氩气的成本得到大幅度的下降,于是氩弧焊获得了转机,取得了蓬勃的发展,现在氩弧焊已在焊接有色金属领域中占据了主导地位,在管道焊接生产作业中成为重要的焊接方法。

## 二、钨极氩弧焊的特点

钨极氩弧焊在实际应用中有下列几方面优点。

### (一)无不良的化学反应

氩气是单原子惰性气体,高温下不和熔化的熔池金属发生化学反应,也不溶于液态金属中。焊接时氩气笼罩着电弧和熔池,隔绝空气,确保熔滴和熔池不发生氧化等不良反应,能获得高质量的焊缝。

### (二)电弧稳定

氩气以一定的流量喷出,具有一定的挺度,对电弧的保护能力强。还有高熔点的钨棒在焊接过程中不熔化,电弧易达到稳定状态。

### (三)可以控制添加焊丝的量

钨极氩弧焊可以加焊丝,也可以不加焊丝。加焊丝时通常焊丝是不通电的,并不存在焊丝熔化量和焊接电流大小成正比的关系,这样可以利用添加焊丝量的大小,来控制焊缝的尺寸。在焊接时,可以不加或少加焊丝,使焊缝的成形美观。钨极氩弧焊还可以对已焊好的焊缝进行重新熔透并整形。

### (四)没有焊渣

氩弧焊过程中无化学反应,没有焊渣,焊后不需要进行清理焊渣工作,减少了辅助工作时间。

### (五)能焊大多数金属

氩气没有吸热分解反应,电弧热量集中,且损失少,适合焊接有色金属和高温合金。除了锡、锌、铅等低熔点和易蒸发金属外,钨极氩弧焊能焊钢、铜、铝、钛、镍、镁、锆等大多数金属。

钨极氩弧焊也存在以下几方面问题。

### (一)氩弧焊成本高

氩气的价格尚属较高,焊有色金属的坡口清理工作要求高,故氩弧焊的总成本高。

### (二)氩弧焊设备要求高

氩气的电离电位高,引燃电弧比较困难。氩弧焊设备通常需要有引弧及稳弧装置。

### (三)焊厚板效率低

氩弧焊的功率不高,宜焊薄板,焊厚板的效率低。

### (四)焊工技能要求高

操作手工钨极氩弧焊时,焊工要双手操作,钨棒和焊丝要协调动作,对焊工技能要求高,且劳动强度大。



### 三、氩弧焊的分类

(一)按电极不同可分为钨极氩弧焊和熔化极氩弧焊

钨极氩弧焊和熔化极氩弧焊的区别是电极是否熔化,钨极氩弧焊的电极是不熔化的,焊丝是附加的,可以加也可以不加;熔化极氩弧焊的电极是金属焊丝,焊接过程中焊丝(电极)被熔化加入到焊缝中,熔化焊丝的量必然随着焊接电流的增大而增多,焊接电流直接影响到焊缝的尺寸。

(二)按操作机械化程度可分为手工钨极氩弧焊、半自动熔化极氩弧焊、自动氩弧焊

(1)手工钨极氩弧焊。焊工一手拿夹住钨极的焊枪产生电弧,并移动电弧,另一手拿焊丝送入熔池,移动电弧和给送焊丝都是手工操作的;(2)半自动熔化极氩弧焊。焊丝给送是机械操作的,由焊丝给送机构(送丝机)通过软管电缆从焊枪输出,进入电弧区,而电弧移动是由手工操作的(图1-4);(3)自动氩弧焊。有自动钨极氩弧焊和自动熔化极氩弧焊,它们的焊丝给送是机械操作的,且电弧沿焊接方向移动也是机械操作的。图1-5为自动钨极氩弧焊。

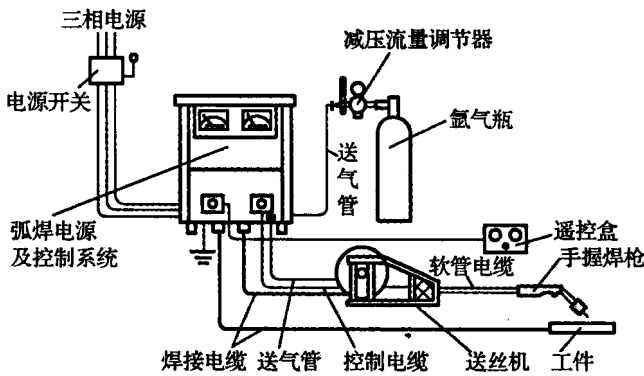


图1-4 半自动熔化极氩弧焊

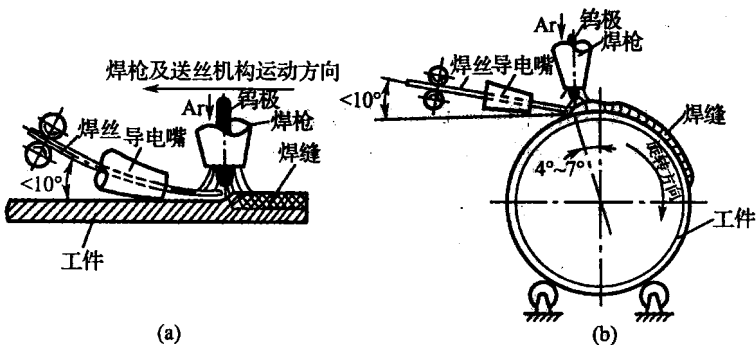


图1-5 自动钨极氩弧焊

a—对接自动焊;b—环缝自动焊

(三)按焊接电流波形不同可分为直流氩弧焊、交流氩弧焊、脉冲氩弧焊

直流氩弧焊的电流是稳恒的直流电(图1-6,a);交流氩弧焊的电流是正弦交流电(图1-6,b);脉冲氩弧焊的电流是以一定频率变化大小的脉动电流(图1-6,c)。

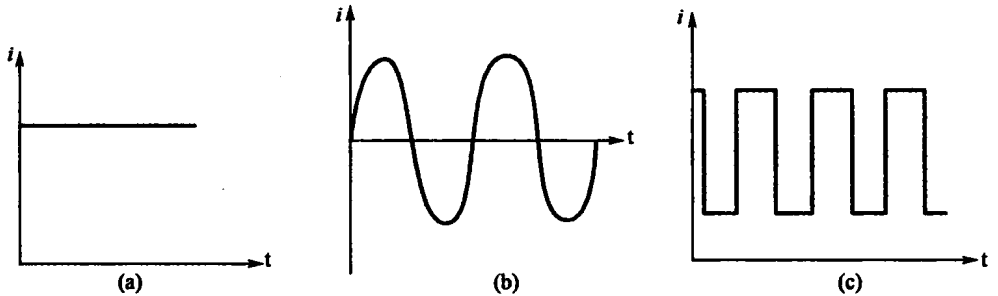


图1-6 氩弧焊的焊接电流波形  
a—直流氩弧焊;b—交流氩弧焊;c—脉冲氩弧焊

(四)按保护气体组成不同可分为纯氩保护焊和混合气体保护焊

纯氩保护焊要求氩(Ar)气的纯度达99.98%。混合气体保护焊是在氩气中加入一定量的氦(He)或二氧化碳(CO<sub>2</sub>)或氧(O<sub>2</sub>),用混合气体焊某些金属时,电弧稳定,熔深增加,焊缝成形良好,飞溅少。

## 四、氩弧焊的应用

氩弧焊的应用范围是很广的。

(一)能焊很多种金属

氩弧焊过程中没有不良的化学反应,所以能焊很多种金属,除了锡、铅、锌等低熔点和易蒸发的金属外,能焊碳钢、合金钢、不锈钢、铜及铜合金、铝及铝合金、镍及镍合金、钛及钛合金、镁合金、锆合金及其他难熔金属。在有色金属焊接领域中,氩弧焊是首选的焊接方法。用氩弧焊焊接异种金属也能获得高质量的焊缝。

(二)宜焊薄板

氩弧焊的功率小。5 A小电流焊接电弧仍能稳定燃烧,所以特别适宜焊接3 mm以下的薄板,焊接小于0.8 mm的板,也能获得满意的焊接质量。

(三)重要管子或筒体的打底层焊接

直径不大的管子或筒体,由于工人无法进入内部工作,只能在外面施行单面焊。重要的管子或筒体不允许内部有焊渣,这样只有用氩弧焊进行打底层焊接,焊后背面没有焊渣,也不需要清理焊渣。用氩弧焊焊好打底层,然后可用焊条电弧焊或其他焊接方法焊满坡口焊缝。

(四)可实现全位置焊接

氩弧焊是明弧焊,手工操作时焊工观察电弧和熔池清楚,容易掌握全位置焊接技能。脉

冲氩弧焊时,利用脉冲电流电弧加热熔化焊丝和熔池,而利用脉冲电流的间歇时间使熔池冷却,对熔池加热和冷却,能使全位置焊接焊缝成形良好。

## 第二节 氩气中的电弧

### 一、气体电离和电子发射

#### (一)原子、电子、离子

众所周知:物质是由分子组成的,分子是由原子组成的,原子是由带正电荷的原子核和带负电荷的电子组成的。通常情况下,原子核所带正电荷数和电子带负电荷数是相等的,所以原子不带电。当正、负电荷数不相等时,原子就会带电。若原子核带正电荷数多于电子带负电荷数,原子就带正电荷,带正电荷的原子称为阳离子(正离子)。反之,若原子内带负电荷的电子数多于原子核带正电荷数,原子就带负电荷,称为阴离子(负离子)。从原子中撞击出来的电子,若不和其他的离子或原子结合,则称为自由电子,自由电子是带负电荷的。

#### (二)气体电离

通常气体是不导电的,当气体受到光照、加热及被冲撞时,中性的气体分子或原子会分离成阳离子和电子,这种现象称为气体电离。电弧中气体电离有三种形式:(1)光电离,气体的中性粒子(原子或分子)受光辐射作用,气体电离,产生阳离子和电子;(2)热电离,气体的中性粒子受高热作用而产生的气体电离;(3)碰撞电离,气体的中性粒子受到高速电子的碰撞而产生的气体电离。

#### (三)阴极电子发射

常态下电子受到原子核的引力,绕原子核旋转而不脱离轨道,原子内的正负电荷数是相等的,原子不带电。当直流电源阴极上的电子受到外加能量达到一定数值时,就能冲破电极表面的制约而发射到金属表面外的空间,这就是电子发射现象。阴极电子发射有三种形式:(1)热发射,阴极表面受热作用而产生电子发射;(2)电场发射,两电极间加上电压,在强电场作用下,阴极表面产生电子发射;(3)撞击发射,高速运动的粒子(阳离子)撞击阴极表面,使阴极表面发射出电子。

以上几种电子发射和气体电离通常是同时存在的,又是相互促进的。电弧就是在电能、热能、光能、粒子动能的交替作用下产生,并持续不断地燃烧起来的。

#### (四)电子逸出功和电离电位

##### 1. 电子逸出功

在两电极间施加一定电压后,阴极表面的电子在电场力作用下脱离原子核的引力,即发射出电子。电子从阴极表面逸出所需要的能量,称为电子逸出功。不同的电极材料有不同的电子逸出功(表1-1),电子逸出功越高,需要供给的能量越大,即越不易发射出电子。

表 1-1 电弧中常见气体及元素的电离电位( $E_i$ )和电子逸出功( $\varphi_y$ )

气体	$E_i/eV$	元素	$E_i/eV$	$\varphi_y/eV$	元素	$E_i/eV$	$\varphi_y/eV$
He(氦)	24.58	Al(铝)	5.98	4.25	Ca(钙)	3.38	1.81
Ar(氩)	15.76	Cr(铬)	6.76	4.59	Pd(钯)	4.18	2.16
N <sub>2</sub> (氮)	15.50	Ti(钛)	6.82	3.95	K(钾)	4.34	2.22
N(氮)	14.53	Mo(钼)	7.10	4.29	Na(钠)	5.14	2.33
H <sub>2</sub> (氢)	15.60	Mn(锰)	7.43	3.38	Ba(钡)	5.21	2.4
H(氢)	13.60	Ni(镍)	7.63	4.91	Li(锂)	5.39	2.38
O <sub>2</sub> (氧)	12.5	Mg(镁)	7.64	3.64	La(镧)	5.61	3.3
O(氧)	13.61	Cu(铜)	7.72	4.36	Ca(钙)	6.11	2.96
CO <sub>2</sub> (二氧化碳)	13.8	Fe(铁)	7.87	4.40	B(硼)	8.30	4.30
CO(一氧化碳)	14.01	W(钨)	7.98	5.50	I(碘)	10.45	2.8~6.8
HF(氟化氢)	15.57	Si(硅)	8.15	4.80	Br(溴)	11.84	—
		Cd(镉)	8.99	4.10	Cl(氯)	13.01	—
		C(碳)	11.26	4.45	F(氟)	17.42	—

注： $E_i$ —电离电位； $\varphi_y$ —电子逸出功；eV—电子伏特

## 2. 电离电位

要把电子从原子中拉出来使其与原子核分离,这是需要做功的,所消耗的功称为电离的功,以伏特表示的功称为电离电位。常见气体及元素的电离电位见表 1-1。气体或元素的电离电位越高,说明电离需要的功越大,即越不易使气体电离。由表可知,氩气的电离电位高于氮、氢、氧等,也就是氩气电离比较难。

## 二、在氩气中电弧的引燃

在氩气中引燃电弧有两种方法,即接触引燃电弧和非接触引燃电弧。

### (一)接触引燃电弧

两电极(钨极和工件)接上电源,并输入氩气,使钨极和工件直接短路接触,随后拉开 2 mm~4 mm,即引燃起电弧。

钨极和工件短路接触,接触面积小,短路电流大,产生大量的电阻热,使钨极端头发热呈白热状态,于是引起热发射和热电离。随后提起钨极,开始时电极间隙很小,电场强度达到很大的值,电子就从阴极表面逸出,加速运动去撞击两极间的氩气,产生碰撞电离,随着温度

的升高,光电离及热电离也进一步强化,带电的粒子剧增,随后钨极提高,两极间有大量的电子和阳离子,也有少量的阴离子。在电场力作用下,电子和阴离子向阳极碰撞,阳离子向阴极碰撞。这样阴极不断发射电子,两极间的氩气不断电离,两电极不断受到碰撞,电弧被引燃并燃烧起来,发出光和热。

### (二)非接触引弧

在钨极和工件之间留有一定的空隙,然后加上高电压(1 000 V 左右),在强电场作用下,阴极发射电子,大量的电子去撞击两极间的氩气,使中性粒子变成电子和阳离子,也有少量阴离子,气体被电离,电子和阴离子向阳极碰撞,阳离子向阴极碰撞,于是引燃电弧,发出光和热。

## 三、在氩气中电弧燃烧的特点

### (一)在氩气中引燃电弧困难

由于氩气的电离电位较高,即氩气电离困难,所以在氩气中引燃电弧是困难的。目前专用的氩弧焊机都配有高压、高频引弧装置。利用高压高频产生的强电场,使阴极发射电子,两极间的氩气被电离,引燃起电弧。

### (二)在氩气中电弧燃烧稳定

虽然在氩气中引弧困难,但一旦电弧引燃后,由于氩气的热容量低和热传导能力小,所以只需要外界供给较小的能量就能稳定电弧在氩气中的燃烧。

在氩气中引弧是困难的,而电弧燃烧是稳定的。

## 第三节 钨极氩弧的特性

### 一、电弧的组成

电弧沿长度方向由三部分组成:阴极区、弧柱区、阳极区,如图 1-7 所示。

#### (一)阴极区

阴极区是近阴极表面的很薄一层,厚度约  $10^{-5}$  cm,阴极区主要是向弧柱发射电子,发射出的电子能使弧柱中气体产生电离,而弧柱中的阳离子冲向阴极区而产生热量。

#### (二)弧柱区

阴极区和阳极区之间的部分称为弧柱区。阴极发出的电子,向弧柱中的原子撞击,将电子撞出原子,离开原子核,变成电子和阳离子。但也有少部分电子撞击能量不足,反而被原子吸收,变成阴离子,还有少量的中性原子。弧柱中充满着电子、阳离子和少量阴离子。大量的电子和少量的阴离子向阳极移动;阳离子向阴极移动。弧柱长度几乎等于电弧长度。

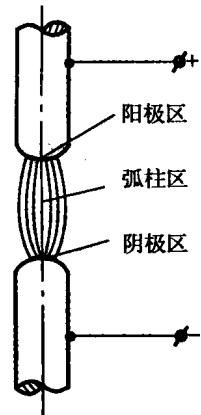


图 1-7 电弧的组成

### (三) 阳极区

阳极区是近阳极表面的薄层,厚度略比阴极区厚些。阳极表面受到大量电子的撞击,产生较多的热量。

## 二、钨极氩弧的热特性

钨极氩弧是指两钨电极间充满氩气并引燃后的电弧。钨极氩弧热特性讨论的是钨极氩弧三部分的温度和热量分布。

钨极氩弧的阴极区受到正离子的撞击,产生的能量转为热能,阴极受热并升高温度,接近 3 000 K。另一方面,阴极区要发射电子,消耗能量。阴极区产生的热量约为电弧总热量的 36%。

钨极氩弧的阳极区,不能发出阳离子,只能受电子和阴离子的撞击,产生热量较大,约为电弧总热量的 43%,温度高达 4 250 K。

弧柱区中充有大量的电子和阳离子,也有一些阴离子和中性粒子。弧柱中所进行的电过程比较复杂,它的温度要受到气体种类和电流大小等因素的影响。整个弧柱区的温度沿弧柱长度方向是均匀分布的,弧柱中心温度最高可达 6 000 K 以上,但弧柱周围的温度要低得多,所以弧柱放出的热量仅为电弧总热量的 21%。

表 1-2 为钨极氩弧各部分的温度和热量分布情况。此表是两电极接直流电源,若两电极接的是交流电源,其电源的极性周期性地发生变化,那么两电极的温度和热量就趋向于一致,也即直流阴极区和阳极区温度和热量的平均值。

表 1-2 钨极氩弧各部分的温度和热量分布

部位	阴极区	弧柱	阳极区
温度/K	3 000	中心 6 000	4 250
热量分布/%	36	21	43

## 三、钨极氩弧的电特性

金属固体导体通过的电流跟其两端的电压成正比,这是欧姆定律。气体导体却不是这样的,不是任何电压都可以使气体导电的,也不是成正比关系的,电弧电压和焊接电流也存在一定的关系。在电极材料、气体介质和电弧长度一定的条件下,电弧稳定燃烧时,焊接电流和电弧电压之间的关系称为电弧静特性。焊条电弧焊和手工钨极氩弧焊的电弧静特性曲线如图 1-8 所示。由于电弧电阻不是一个常数,所以电弧静特性曲线是呈 L 形的。很小的焊接电流电弧燃烧时,电弧的热量小,电弧的温度低,要维持

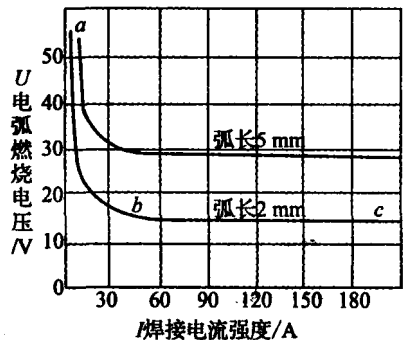


图 1-8 电弧静特性曲线

电弧稳定燃烧必须加上较高的电弧电压。随着焊接电流的增大,电弧电压是下降的(图 1-8 中的  $a \sim b$  区),因为增大电流使电弧温度升高,气体电离和阴极电子发射就增强,这时维持电弧燃烧的电压就可以下降些。当焊接电流大于 50 A(弧长不变)时,弧柱中的气体大部分已电离,所以不需要再增加电弧电压,电弧静特性是水平的(图 1-8 中的  $b \sim c$  区)。

手工钨极氩弧焊的焊接电流范围:小电流约在 50 A 左右,大电流约在 200 A 左右,大多数工件的焊接电流在 50 A ~ 200 A 范围,所以它的电弧静特性的工作区基本上是水平段。

当钨极氩弧焊的弧长增长时,电弧静特性曲线向上移动,即使焊接电流不变,电弧电压也要相应提高,因为弧长增长,电弧电阻也相应增大,电弧电压要随之提高。若弧长减短,则电弧静特性曲线向下移。

## 第四节 钨极氩弧焊的极性接法

钨极氩弧焊可以使用交流或直流电源工作,用交流电焊接,需要有交流弧焊变压器;用直流电焊接,需要有焊接整流器或直流弧焊发电机。

直流电焊接时,直流焊接电源上有两个极,即正极和负极,两个极分别要和钨极、工件相连接,所以有两种极性接法。当焊接电源的正极和工件相接,负极和钨极相接时,这种接法称为直流正接(图 1-9, a);当焊接电源的正极和钨极相接,负极和工件相接时,这种接法称为直流反接(图 1-9, b)。

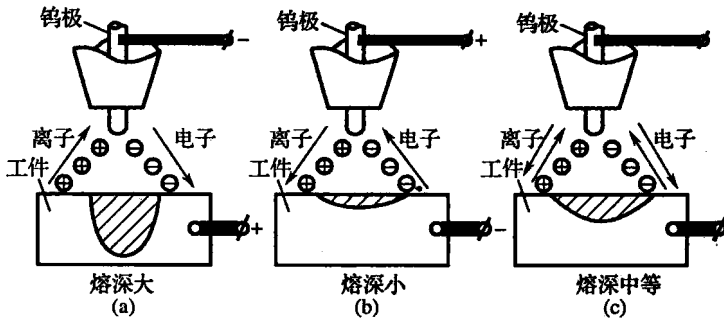


图 1-9 钨极氩弧焊的极性接法

a—直流正接; b—直流反接; c—交流

### 一、直流正接钨极氩弧焊

直流正接时,电弧中大量的电子和阴离子向工件运动,工件上获得较多的热量(约占电弧总热量的 43%),形成的是熔深大的焊缝。而钨极热量低(约占电弧总热量的 36%),这样可以允许使用较大的焊接电流。直流正接钨极氩弧焊可用于除铝镁及其合金以外的其余金属的焊接。

### 二、直流反接钨极氩弧焊

直流反接时,钨极处于阳极区,钨极的热量高,易过热熔化进入焊缝,产生夹钨缺陷。故

直流反接钨极氩弧焊的钨极使用电流要比直流正接时小得多,约为直流正接焊接电流的 $1/4$ ,可得到熔深浅的焊缝。

铝镁及其合金极易氧化,焊接时易形成一层致密的高熔点氧化物覆盖在熔池表面和坡口表面。清除氧化物才能获得优良的焊接质量。

用直流反接钨极氩弧焊焊铝镁及其合金时,弧柱中有大量的质量很大的阳离子,在电场力作用下,向阴极区(熔池)冲击,其能量足以使熔池表面的氧化膜被击碎,使焊丝熔化成的熔滴和熔池良好熔合。这就是“阴极破碎”作用,又称阴极清理作用。

直流反接在熔化极氩弧焊中得到广泛的应用。但钨极氩弧焊时,由于钨极接正接,阳极区温度热量高,钨极严重烧损,故不能使用大电流。直流反接仅用于小电流焊薄板。

### 三、交流钨极氩弧焊

钨极和工件接上弧焊变压器的两端,其焊接电流是大小和方向周期性变化的,这也可看成是直流正接和直流反接交替变换的(图1-9,c)。

交流钨极氩弧焊宜用于焊接铝镁等易氧化的有色金属。当交流电源的半周波处于直流反接时,电弧具有“阴极破碎”功能,能清理氧化膜;而交流半周波在直流正接时,可以减少钨极的损耗,这样就做到了两者兼顾。有的焊机还能调节直流正接和直流反接的时间,可以协调阴极破碎和钨极损耗的关系。

## 第五节 氩弧的稳定性

### 一、电弧不稳定的原因

氩弧焊中电弧的稳定性对焊接质量有很大的影响,不稳定的电弧使焊接质量低劣。

稳定的电弧是指在电弧燃烧过程中,电弧能维持一定长度范围的弧长、不偏吹、不摇摆地燃烧。造成电弧不稳定除焊工技术不熟练外,还有以下几个原因。

#### (一)焊接电源的影响

要使氩弧燃烧稳定,氩弧焊机的性能必须是良好的。焊机要适应不同弧长、不同焊接电流的焊接要求。引弧性能要好,调节电流要方便。交流电焊接时不允许有较大的直流分量。

#### (二)气体保护不佳

电弧是在氩气保护下燃烧的,若流量不足,氩气保护被破坏,熔池必然被氧化,焊缝质量变差。焊接处有风,电弧就不稳,风大时也可能吹灭电弧,无法焊接。

#### (三)焊接坡口处不清洁

焊接坡口处有油、水、锈、漆等污物,电弧加热使不洁气体混入氩气,电弧就不稳定。

#### (四)钨极端头形状

钨极氩弧焊时,钨极端头形状一定要和焊接电流相适应。小电流焊接时,若钨极端头面积大,即电流密度较低,钨极端部温度不够,电弧会发生飘移,电弧不稳。



### (五) 磁偏吹

从电工学我们可知道,通电的导体在磁场中要受到电磁力的作用。电弧是通电的导体,焊接时钨极和焊件接通电源后,其周围要产生磁场。当电弧移动到焊件边缘或周围有强磁场物质时,电弧的周围就组成一个不均匀分布的磁场。电弧——通电的导体在磁场中要受到电磁力作用,电磁力就把电弧推向一侧,形成磁偏吹,如图1-10所示。磁偏吹使电弧不稳定燃烧,严重的磁偏吹可以把电弧吹灭。

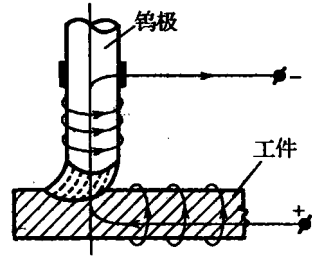


图1-10 电弧磁偏吹

## 二、改善电弧稳定性措施

确保和改善电弧稳定性的措施有以下几个方面:

### (一) 选用性能良好的钨极氩弧焊机

要根据焊件的材质、接头及坡口形式来选定焊接电源的种类(直流或交流)及规格(电流大小)。焊机的性能要良好。为了引弧方便,选用有高压、高频引弧装置的焊机。交流氩弧焊机要有消除直流分量的装置。

### (二) 良好的氩气保护环境

氩弧焊焊接场所不允许有较大的自然风通过,应设置挡风门及屏风,在焊接角接接头或端接接头时,在坡口两侧应加上挡板,防止空气窜入电弧区。氩气流量要适合,流量太小,起不到保护作用;流量太大,会引起紊流,将空气卷入电弧区。

### (三) 认真做好坡口清理工作

氩弧焊的坡口清理工作是特别重要的,这不仅影响到电弧的稳定性,更影响到焊接质量。有色金属焊接时,需要对焊件进行化学清理和机械清理。同样也要对焊丝做清理工作。

### (四) 选好钨极直径和端面形状

通常根据焊接电源种类和焊接电流大小来选定钨极端面形状。直流正接选用圆锥形,交流可选用球形。小电流焊接选用小直径和小锥角。

### (五) 减小磁偏吹

钨极氩弧焊减小磁偏吹的方法主要有以下几个措施。

(1) 焊接电缆和焊件的连接点尽可能接近电弧,这样电弧两侧的磁场强度差异不大,可减小磁偏吹。

(2) 在接缝两端放置引弧板和收弧板,这样将钢板两端强磁场的位置移到引弧板和收弧板上,原接缝两端的磁场强度可减弱,使磁偏吹偏小。

(3) 适当减小焊接电流,因为焊接电流越大磁偏吹越严重,减小焊接电流就能减小磁偏吹。

(4) 管子对接焊时,可用焊接电缆绕在管子接缝两侧,由此产生的磁场和原管子的磁场相反,调整绕管电流产生的磁场,使接缝处磁场为零,这就避免了磁偏吹。图1-11为几种减小磁偏吹的方法。