

YAHUHAN JISHU
RUMEN YU TIGAO



氩弧焊技术

入门与提高

孙景荣 主编



化学工业出版社

氩弧焊技术 入门与提高

YAHUHAN JISHU
RUMEN YU TIGAO

本书着重介绍了氩弧焊的基础知识和基本操作方法，并通过10个典型工程应用实例详细解析氩弧焊的应用，同时也讲解了焊接工艺评定、氩弧焊工考试要求、焊接缺陷、氩弧焊安全技术等内容。

本书以初级工的实用操作技能为主，兼顾在初级焊工基础上的技术提高和练习，理论上通俗易懂，以解释述说方式说明原理，适合初中以上学历的青工和农民工自学，也适合有一定基础的焊工深入了解氩弧焊技术的理论知识和操作技能。



销售分类建议：机械/焊接

ISBN 978-7-122-01745-1



9 787122 017451 >

定 价：20.00元

YAHUHAN JISHU
RUMEN YU TIGAO



源出业工半计，京北一，编主荣景孙，高编世门入木技职高

I .8008 .1

ISBN 978-7-122-01742-1

氩弧焊技术

入门与提高

孙景荣 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

氩弧焊技术入门与提高/孙景荣主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 1

ISBN 978-7-122-01745-1

I. 氩… II. 孙… III. 气体保护焊—基本知识 IV. TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 200588 号

责任编辑: 周 红

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 8½ 字数 195 千字

2008 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

前 言

氩弧焊是国内外发展最快、应用最广泛的一种焊接技术。近年来，氩弧焊，特别是手工钨极氩弧焊，已经成为各种金属结构焊接中必不可少的手段，所以全国各地对氩弧焊工的需求也越来越大。近些年来，氩弧焊的机械化、自动化程度得到了很大的提高，并向着控制因子越来越多的数控化方向发展，达到了一个更高的阶段。

氩弧焊之所以能获得如此广泛的应用，主要是因为有如下的优点。

① 氩气保护可隔绝空气中氧气、氮气、氢气等对电弧和熔池产生的不良影响，减少合金元素的烧损，以得到致密、无飞溅、质量高的焊接接头。

② 氩弧焊的电弧燃烧稳定，热量集中，弧柱温度高，焊接生产效率高，热影响区窄，所焊的焊件应力、变形、裂纹倾向小。

③ 氩弧焊为明弧施焊，操作、观察方便。

④ 电极损耗小，弧长容易保持，焊接时无熔剂、涂药层，所以容易实现机械化和自动化。

⑤ 氩弧焊几乎能焊接所有金属，特别是一些难熔金属、易氧化金属，如镁、钛、钨、钼、铝等及其合金。

⑥ 不受焊件位置限制，可进行全位置焊接。

本书以初级工的实用操作技能为主，兼顾在初级焊工

基础上的技术提高和练习，理论上通俗易懂，以解释述说方式说明原理，适合初中以上学历的青工和农民工自学，也适合有一定基础的焊工深入了解氩弧焊技术的理论知识和操作技能。

本书由孙景荣主编，参加编写的还有孙颖超、崔彦鹏、刘文贤等。罗戈金、周国顺对本书提出了宝贵意见并负责审核，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 氩弧焊基础知识	001
1.1 氩弧焊概述	002
1.1.1 氩弧的形成与特性	002
1.1.2 氩弧焊接过程	003
1.2 氩弧焊工艺参数选择	008
1.2.1 电源种类与极性选择	008
1.2.2 熔化极氩弧焊熔滴过渡特性选择	010
1.2.3 保护气体纯度及流量	012
1.2.4 钨极的选用	015
1.2.5 喷嘴与电极参数	017
1.2.6 焊接速度	018
1.2.7 焊件形状与接头形式	019
1.3 产生电弧偏吹与稳弧措施	020
第 2 章 氩弧焊设备	023
2.1 钨极氩弧焊机的分类及特点	024
2.1.1 氩弧焊机的组成	024
2.1.2 钨极氩弧焊机的特点	026
2.2 氩弧焊机电源	026
2.2.1 交流钨极氩弧焊机	026
2.2.2 直流钨极氩弧焊机	031
2.2.3 逆变式直流氩弧焊机	036

2.2.4	脉冲钨极氩弧焊机	041
2.3	钨极氩弧焊枪	044
2.3.1	焊枪的作用与要求	045
2.3.2	焊枪的分类和结构	045
2.4	供气系统	046
2.5	熔化极氩弧焊的送丝系统	048
第3章	氩弧焊用焊接材料	051
3.1	填充材料	052
3.1.1	碳钢和低合金钢焊接材料的选用	052
3.1.2	常用有色金属焊丝	053
3.2	保护气体	054
3.3	钨极	058
第4章	氩弧焊操作基本方法	061
4.1	坡口准备	062
4.2	焊前清理	064
4.3	操作基本要领	065
4.3.1	工艺参数的选择	065
4.3.2	操作技术	070
4.4	手工钨极氩弧焊操作练习	077
4.4.1	平敷焊练习	077
4.4.2	接缝练习	081
4.5	钨极自动焊技术	090
4.5.1	长直焊缝的焊接	090
4.5.2	环焊缝的焊接	092
4.6	脉冲钨极氩弧焊技术	095
4.6.1	直流脉冲氩弧焊	095
4.6.2	交流脉冲氩弧焊	098

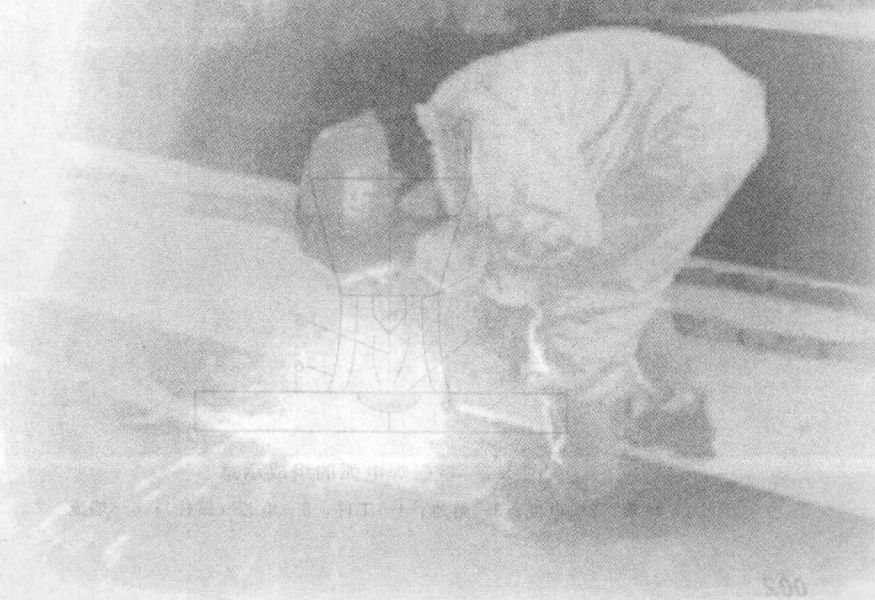
第 5 章 常用金属材料的氩弧焊	105
5.1 不锈钢的焊接	106
5.1.1 不锈钢的分类	106
5.1.2 不锈钢的焊接特点	106
5.2 珠光体铬镍耐热钢的焊接	112
5.3 铝及铝合金的焊接	116
5.4 镍及镍合金的焊接	136
5.5 钛及钛合金的焊接	138
第 6 章 氩弧焊应用典型实例	141
实例 1 电站管道安装手工钨极氩弧焊的打底焊	142
实例 2 15CrMo 钢管的全位置氩弧焊	146
实例 3 磷脱氧铜的手工钨极氩弧焊	147
实例 4 苯乙烯蒸气炉管的手工钨极氩弧焊	151
实例 5 Q235 钢与 TA2 钛复合板的氩弧焊	155
实例 6 纯镍蒸发器的手工钨极氩弧焊	160
实例 7 碳钢法兰与紫铜管的氩弧焊	165
实例 8 不锈钢薄板的钨极氩弧焊	168
实例 9 在 42CrMo 钢轴上氩弧堆焊铝青铜	173
实例 10 000Cr26Mo1 高纯铁素体不锈钢的钨极 氩弧焊	176
第 7 章 焊接工艺评定及焊接工艺规程	183
7.1 熔化焊焊接工艺评定	184
7.1.1 焊接工艺评定的目的	184
7.1.2 焊接工艺评定的程序	185
7.2 焊接工艺评定规则	188
7.3 试验要求和评定结果	200

7.4	焊接工艺指导书和焊接工艺评定报告推荐格式	207
7.5	焊接工艺规程	211
第8章	氩弧焊工考核及管理	217
8.1	氩弧焊工的资格	218
8.2	焊工考试	218
8.2.1	对焊工考试的一般要求	218
8.2.2	考试内容和方法	219
8.2.3	考试试件	227
8.2.4	操作技能考试具体要求	230
8.2.5	考试结果与评定	231
8.2.6	发证	235
8.3	焊工培训	235
8.3.1	初试焊工	236
8.3.2	复试焊工	236
8.3.3	专项培训	237
8.4	持证焊工管理	238
第9章	焊接缺陷及质量检验	241
9.1	焊接缺陷	242
9.2	焊接质量检验	248
第10章	氩弧焊工安全技术	251
10.1	防止触电	252
10.2	防止紫外线和弧光辐射	252
10.3	防止燃烧和爆炸	253
10.4	操作者安全防护	254
10.5	设备防护	255
参考文献		256

第 1 章

氩弧焊基础知识

氩弧焊基础知识



1.1 氩弧焊概述

氩弧焊是采用惰性气体——氩气，作为保护气体的一种电弧焊接方法。它是从专用的焊枪喷嘴中喷出氩气流，保护电弧与空气隔绝，电弧和熔池在气流层的包围气氛中燃烧、熔化。通过填丝或不填丝，把两块分离的金属牢固地连接在一起，形成永久性接头。

1.1.1 氩弧的形成与特性

氩弧是惰性气体保护焊接电弧的一种，其电弧结构如图 1-1 所示。

氩弧焊所指的焊接方法包括熔化极氩弧焊和非熔化极氩弧焊两大类，具体分类如图 1-2 所示。

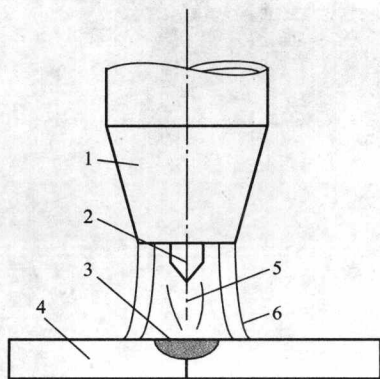


图 1-1 氩弧焊电弧的组成示意

1—喷嘴；2—电极；3—熔池；4—工件；5—焰芯（弧柱）；6—焰流

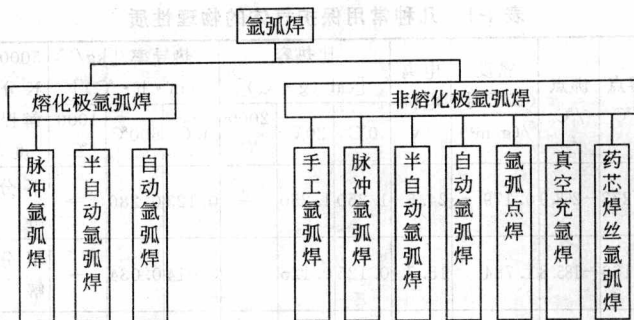


图 1-2 氩弧焊的分类示意

(1) 氩弧的形成

电极在惰性气体氩气的保护下, 阳极与阴极之间发射大量的电子, 在电场作用下, 电子与原子或分子经多次碰撞, 发生了电离现象, 产生了足够的正、负离子和电子, 使气体被电离而导电, 于是在钨极与焊件之间产生了连续的弧光放电, 即产生了氩弧。在氩弧的中心, 发白色耀眼光的部分叫做弧柱, 弧柱的温度非常高, 可达 5000K 以上, 在这种高温下, 能熔化各种金属。所以, 能用来作为焊接的热源。

(2) 氩弧的特性

氩气是单原子气体, 高温时不分解, 没有吸热作用。氩气比其他气体的比热容小, 热导率低, 所以, 在氩气中燃烧的电弧热量损失小, 电弧热量集中, 弧柱的温度高, 稳弧性能良好。

表 1-1 列出了几种焊接常用保护气体的物理性质。

1.1.2 氩弧焊接过程

(1) 引弧

氩弧焊的电弧引燃方式见表 1-2。

表 1-1 几种常用保护气体的物理性质

气体	熔点 /°C	沸点 /°C	密度 (20°C时) /(g/m ³)	电离 电位 /V	比热容 /[cal/(g·°C)]			热导率/[kg/ (m·h·°C)]			5000 K分 解程 度	稳 弧性
					0°C	20°C	2000 °C	0°C	600°C	1000 °C		
氦 (He)	-273	-268.9	0.179	24.5	1.250	1.250	—	0.123	0.286	—	不分解	良好
氩 (Ar)	-189	-185.8	1.784	15.7	0.125	0.125	—	0.014	0.034	—	不分解	最好
氮 (N ₂)	-210	-195.8	1.251	14.5	0.248	0.249	0.310	0.21	0.52	0.62	0.038	满意
氢 (H ₂)	-259	-252.9	0.089	13.5	3.400	3.410	4.160	0.148	0.491	0.491	0.96	不好

表 1-2 钨极氩弧焊常用的引弧方式

引弧形式	引弧方法	焊接电源	焊接方法
接触引弧	摩擦引弧、点触法	直流正接	手工
短路引弧	可用石墨、炭棒	直流正接	自动
引弧器引弧	高频振荡器、脉冲引弧器	直流、交流	手工、自动

① 接触引弧 将钨极与焊件表面接触，形成短路，由于接触处电流密度较大，产生很高的热量，使钨极末端和焊件表面被迅速加热，产生大量的热电子发射，在抬起焊枪的瞬间，在电场作用下，钨极发射的电子撞击氩原子使气体电离成正离子和电子，从而使气体导电。这时，带正电的离子向阴极运动并轰击阴极，使阴极的温度剧增，电子猛烈发射，从而激发电弧。

② 短路引弧 自动焊接时，电极与工件保持一定的距离，其间采用炭棒（或石墨）进行短路接触，在撤出炭棒的瞬间电弧就产生了。电弧引燃过程与接触引弧相似。

③ 引弧器引弧 借助高频振荡器或高压脉冲引弧器的作用，产生火花放电，使钨极与焊件之间的气体电离，从而引燃电弧。

如果电源供电正常，而不能正常引燃电弧时，其主要原因是：

- a. 电缆、气-电混合电缆、焊枪接头、焊接工作台、焊件等处接触不良、松脱或开焊；
- b. 引弧板和焊件表面有铁锈、水、陶瓷、油、漆、防锈液、泥土等；
- c. 引弧器发生故障，不能正常工作；
- d. 钨极经长时间使用后，表面形成一层氧化膜。

当采用交流电源时，极性不断变化（即焊件与钨极相互更替为阴阳两极），当电流通过零值，变更极性的瞬间，重新引燃电弧较困难。一是氩气的电离势较高（15.7V），难以电离引弧；二是电弧空间充满冷氩气流，故在正常引弧电压下，电弧较难复燃。所以必须采用很高的引弧电压（如焊铝及铝合金时，空载电压高达200V左右），这时操作是很不安全的。这种情况下，就要用高频或脉冲引弧装置来解决。

（2）“阴极雾化”作用

当采用交流电源焊接铝合金，焊件为负极半周波时，大量正离子以很高的速度向阴极移动，轰击熔池表面，产生很大的热量，使熔池表面难熔的金属氧化膜破坏、分解和蒸发，显现光亮、清洁的金属表面。这种现象只是在直流反接或交流焊接、焊件为阴极时才出现。焊接时无需添加熔剂即可得到熔合良好的光亮焊缝。直流正接就无这一现象，故称为“阴极雾化”（或“阴极破碎”）作用。

通常，气焊焊接铝合金时，要加熔剂去除熔池表面的氧化膜，才能使焊丝金属与熔池金属熔合，形成焊缝。但氩弧焊时，由于“阴极雾化”的作用，焊接有色金属（如铝合金等）时，可以不用熔剂，就能有效去除熔池表面的氧化膜，形成良

好的焊缝，从而避免了残存熔剂对接头的腐蚀作用，省去了焊后清洗熔渣工序。在生产中，焊接铝合金是采用交流，而不采用直流反接，因为直流反接时，虽有“阴极雾化”的作用，但钨极的损耗快、寿命短；交流则兼有“阴极雾化”作用和钨极寿命长的优点。

(3) 交流电弧中的局部整流作用

采用交流电源焊接有色金属时，钨极和工件的两极热物理性质相差很大，使交流两个半波的电弧电流波形发生畸变，即一个半波电流大，一个半波电流小，导致交流电弧中出现整流作用，产生直流成分。直流成分是一种有害成分，一般都希望把它去掉。

产生整流作用是因为当钨极为阳极时，能发射较多的电子，电流较大，阴极电压降小；而焊件（有色金属）为阴极时，发射的电子量小，阴极电压降也较大。这样，在交流电的两个半波中造成电弧电压及电流的不对称性，如图 1-3 所示。

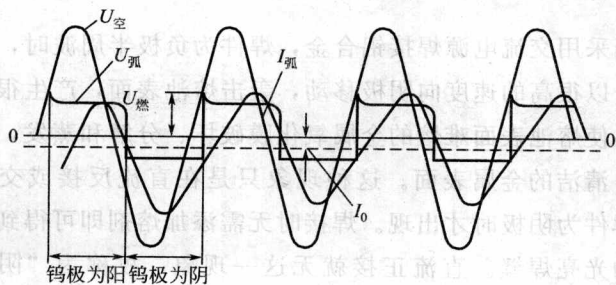


图 1-3 钨极交流氩弧焊时，电压与电流的波形示意

当电源电压一定时，正负半波电流是不相等的，钨极为负半波时，电流大；焊件为负半波时，电流小。这种现象称为交流电弧中的整流作用，这就相当于一个交流电和一个直流分量

相叠加，如图 1-4 所示。

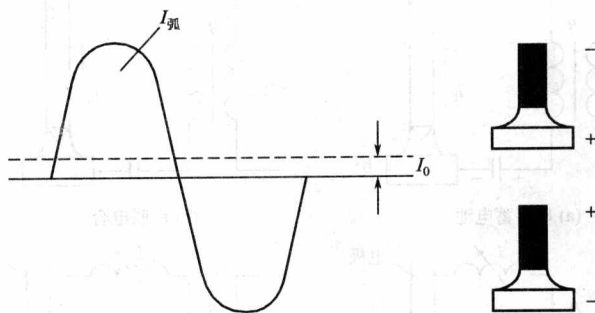


图 1-4 钨极交流氩弧焊时，直流分量示意

随着电极、焊件材料的热物理性能差别增大，直流分量也增大，反之减小（如熔化极氩弧焊，焊丝和焊件相似，直流分量就不明显），直流分量的方向是从焊件流向电极，即相当于在焊接回路中，除了交流电源外，还存在正极性的直流电源。

直流分量是一种有害成分。由于直流分量的存在，缩短了焊件处于阴极的时间，减弱了“阴极雾化”的作用，严重时不能彻底清除熔池表面的难熔氧化物，造成氧化物夹渣，燃烧过程很不稳定，焊缝成形不良。

为了减少和消除直流分量，常采取以下措施。

① 在电路中串接一个蓄电池，如图 1-5(a) 所示。使它产生的直流电流与原电路中的直流分量相等，并使蓄电池的电流方向与直流分量相反，如 NSA-600 型交流弧焊机，就是采用这种方法，但这种方法比较烦琐，蓄电池电压过高或过低，仍会产生直流分量，所以效果不太好。

② 在电路中串联电容器，如图 1-5(b) 所示。它只允许交流电通过，从而消除了直流分量。如 NSA-300 型交流手工氩弧焊机、NZA-500 和 NZA2-300 型自动氩弧焊机，都是采用这种方法。这种方法虽好，但所需电容器的数量大、成本高，