

SHOUZUO WULI KE HUANG  
SUJUE YU TIGUO

孙国君 主编

# 手工钨极氩弧焊

## 速学与提高



第二版



化学工业出版社

SHOUGONG WUJI YAHUHAN  
SUXUE YU TIGAO

孙国君 主编

# 手工钨极氩弧焊 速学与提高



第二版



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

手工钨极氩弧焊速学和提高/孙国君主编. —2版.  
北京: 化学工业出版社, 2015.12  
ISBN 978-7-122-25592-1

I. ①手… II. ①孙… III. ①手工焊-钨极惰气保护焊 IV. ①TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 262054 号

---

责任编辑: 周 红  
责任校对: 吴 静

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: 北京云浩印刷有限责任公司  
850mm×1168mm 1/32 印张 6 $\frac{1}{4}$  字数 149 千字  
2016 年 1 月北京第 2 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: 29.00 元

版权所有 违者必究

## Foreword 第2版前言

氩弧焊接技术是国内外发展较快、应用广泛的一种焊接技术。由于氩弧焊可以用于几乎所有金属材料的焊接，并可获得高质量的焊接接头，所以成为航空、航天、原子能、石油化工、机械、船舶、交通、轻工和纺织等工业中的一种重要的焊接方法。近十多年来，氩弧焊已经成为金属焊接过程中不可缺少的手段，氩弧焊的机械化、自动化程度也得到了很大的提高。

手工钨极氩弧焊技术，不但可以获得高质量焊缝，而且具有独特、良好的单面焊双面成形功能，从而受到国内外焊接界的重视。

本书自第1版出版以来，得到广大读者好评。读者从书中学到了基本知识，提高了氩弧焊的操作技能水平。为了满足广大读者的需求，借助本书修订的时机，从安全生产、焊接电源、氩弧焊机、钨极和保护气体、焊接过程保护和焊接操作技能等方面，进一步完善了本书各章节中存在的漏洞。增添了焊工阅读的新亮点。

亮点1：在第1章“氩弧焊安全技术”中，增添了“检修现场焊割安全作业”内容。本书对焊工安全生产的必要性作了近一步说明，强调各生产薄弱环节中，应努力做到安全生产，万无一失。

亮点2：重新编写了本书的第4章并改名为“氩弧焊设备”。修改和增加了各类手工氩弧焊机的结构；增添了钨极氩弧焊接必

须了解和使用的附加专用设备，以及电极、保护气体等部分的知识。详细阐述了钨极和保护气体的功能及正确使用技术等内容。这是作为氩弧焊工应该掌握和学习的重要组成部分。

本书以氩弧焊工实用操作技术为主，兼顾具有一定焊接经验的焊工，提高操作技术水平。理论上通俗易懂，密切联系实际，是一本突出实用、针对性强的氩弧焊实用图书。书中包括基础知识、焊工识图、氩弧焊设备、材料、工艺参数、操作技能、质量检验等内容。

本书的再版，旨在为从事钨极氩弧焊的相关人员，提供一本突出应用实践、针对性强的技术图书。也为提高氩弧焊工的焊接技术水平，增强焊工在日常生产中解决实际问题的能力而编写。

本书由孙国君主编，孙景荣、郭淑梅、李荣铎参加编写。

由于笔者水平所限，书中漏误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

## Contents 目录

### 第 1 章 氩弧焊安全技术 1

1.1 防止触电及高频磁场伤害 .....	1
1.1.1 防止触电 .....	1
1.1.2 预防高频电磁场伤害 .....	2
1.2 防止放射线和弧光伤害 .....	2
1.2.1 防止放射线伤害 .....	2
1.2.2 防止弧光伤害 .....	3
1.3 预防焊接粉尘及有害气体中毒 .....	5
1.3.1 焊接粉尘的危害 .....	5
1.3.2 有毒气体的危害 .....	6
1.3.3 焊接烟尘和有害气体的防护措施 .....	9
1.4 预防金属飞溅的灼伤和火灾 .....	9
1.4.1 防止金属飞溅 .....	9
1.4.2 预防火灾和爆炸 .....	10
1.5 检修现场焊割安全作业 .....	10
1.5.1 焊割作业前检查和安全准备 .....	11
1.5.2 焊割作业前安全措施 .....	11
1.5.3 焊割作业后安全检查 .....	12
1.5.4 现场作业“十不焊” .....	13

- 2.1 机械制图的基本规定..... 14
  - 2.1.1 图纸幅面及格式..... 14
  - 2.1.2 绘图比例..... 15
  - 2.1.3 图线..... 17
- 2.2 投影的基本原理..... 17
  - 2.2.1 投影基本知识..... 17
  - 2.2.2 三视图..... 18
- 2.3 焊接符号及标注方法..... 21
  - 2.3.1 焊缝符号的标注及应用..... 21
  - 2.3.2 焊缝符号在图样上的标注位置..... 26
- 2.4 铆焊结构图的识读..... 27
  - 2.4.1 铆焊结构图的特点..... 27
  - 2.4.2 铆焊结构图与普通机械图的比较..... 28
  - 2.4.3 读铆焊结构图的方法和步骤..... 28
  - 2.4.4 简单装配图识读示例——支承座结构图的识读..... 29
- 2.5 焊接装配图识读..... 31
  - 2.5.1 冷凝器管箱焊接装配图的识读..... 31
  - 2.5.2 水气分离器焊接装配图的识读..... 31

- 3.1 手工钨极氩弧焊..... 34
  - 3.1.1 手工钨极氩弧焊概述..... 34
  - 3.1.2 氩弧焊的焊接操作过程..... 35
- 3.2 氩弧焊的特性..... 37
  - 3.2.1 氩弧焊焊接电弧的结构..... 37
  - 3.2.2 氩气保护特性..... 37

3.2.3	氩弧焊的特点	38
3.2.4	氩弧焊的电源种类与极性	38
3.3	手工钨极氩弧焊的初学操作及主要参数	40
3.3.1	初学焊工的基本操作	40
3.3.2	钨极氩弧焊的主要参数	42

## 第4章 氩弧焊设备 45

4.1	钨极氩弧焊机的分类及特点	45
4.2	氩弧焊机电源	46
4.2.1	交流钨极氩弧焊机	46
4.2.2	直流钨极氩弧焊机	50
4.2.3	逆变直流氩弧焊机	55
4.2.4	脉冲钨极氩弧焊机	59
4.3	手工钨极氩弧焊枪	62
4.3.1	焊枪的作用与要求	62
4.3.2	焊枪的分类和结构	62
4.4	供气系统	64
4.4.1	氩气瓶	64
4.4.2	减压器	64
4.4.3	气体流量计	64
4.4.4	电磁气阀	65
4.5	水冷系统及送丝机构	65
4.5.1	水冷系统	65
4.5.2	送丝机构	65
4.6	特殊保护装置	66
4.6.1	平板对接的正面保护	66
4.6.2	平板对接的背面保护	67
4.6.3	小口径管子对接的保护	68



## 第5章

## 氩弧焊填充焊丝

69

5.1 氩弧焊焊丝常识	69
5.1.1 焊丝的一般知识	69
5.1.2 焊丝的分类	71
5.1.3 焊丝的选用原则	71
5.2 碳钢和低合金钢焊丝	71
5.2.1 实芯焊丝牌号	72
5.2.2 药芯焊丝牌号	72
5.2.3 焊丝的型号	73
5.3 不锈钢焊丝	83
5.3.1 不锈钢实芯焊丝	83
5.3.2 不锈钢药芯焊丝	83
5.4 有色金属焊丝	86
5.4.1 铝及铝合金焊丝	86
5.4.2 钛及钛合金焊丝	86
5.4.3 镍及镍合金焊丝	86
5.4.4 铜及铜合金焊丝	91
5.4.5 镁焊丝	93
5.5 熔化衬垫	93
5.6 焊丝的使用注意事项	94

## 第6章

## 初学氩弧焊基本操作

96

6.1 手工钨极氩弧焊的操作	96
6.1.1 氩弧焊的焊枪握持方法	96
6.1.2 氩弧焊的焊丝握持方法	97
6.1.3 手工氩弧焊的焊丝送进方式	97
6.1.4 焊丝紧贴坡口或钝边填丝法	99
6.1.5 送丝操作的注意事项	99

6.2	引弧 .....	100
6.2.1	接触短路引弧 .....	100
6.2.2	高频高压引弧 .....	100
6.2.3	高压脉冲引弧 .....	101
6.3	焊炬的移动方式 .....	101
6.3.1	左焊法 .....	101
6.3.2	右焊法 .....	102
6.3.3	焊炬的运动形式 .....	102
6.4	摇把焊(跳弧法) .....	104
6.5	焊丝的填充位置 .....	105
6.5.1	外填丝法 .....	105
6.5.2	内填丝法 .....	106
6.5.3	依丝法 .....	107
6.6	焊丝的续进手法 .....	107
6.6.1	指续法 .....	108
6.6.2	手动法 .....	108
6.7	双面同时焊接法 .....	109
6.8	接头和收弧 .....	110
6.8.1	接头 .....	110
6.8.2	收弧 .....	111

## **第7章** 氩弧焊操作技能的提高 ————— 113

7.1	平焊 .....	113
7.1.1	不锈钢板的平敷焊 .....	114
7.1.2	在铝板上的平敷焊 .....	116
7.1.3	平对接焊 .....	118
7.1.4	平角焊 .....	120
7.1.5	船形焊 .....	122
7.1.6	外平角焊 .....	122

7.1.7	对焊缝质量的要求 .....	123
7.2	其他位置的焊接技术 .....	123
7.2.1	横焊的氩弧焊操作 .....	123
7.2.2	氩弧焊的立焊操作 .....	124
7.2.3	氩弧焊的仰焊操作 .....	125
7.2.4	管子水平固定和 45° 固定焊的操作 .....	126
7.3	氩弧打底焊技术 .....	128
7.3.1	操作方法 .....	128
7.3.2	打底焊工艺 .....	129
7.3.3	氩弧焊打底层焊接的注意事项 .....	131
7.4	常见焊接缺陷及预防 .....	133

## **第 8 章** 有色金属的氩弧焊 138

8.1	镍及镍合金的氩弧焊 .....	138
8.1.1	镍及镍合金的焊接特点 .....	138
8.1.2	镍及镍合金的焊材选用 .....	139
8.1.3	镍及镍合金的焊接工艺 .....	140
8.2	铝及铝合金的氩弧焊 .....	141
8.2.1	铝及铝合金性能及应用特点 .....	141
8.2.2	铝及铝合金的焊接性 .....	143
8.2.3	铝及铝合金的焊接工艺 .....	146
8.2.4	铝镁合金双面同步氩弧焊技术 .....	147
8.3	镁及镁合金的氩弧焊 .....	148
8.4	铜及铜合金的氩弧焊 .....	149
8.4.1	铜及铜合金的焊接特点 .....	150
8.4.2	紫铜的焊接 .....	151
8.4.3	黄铜的焊接 .....	153
8.4.4	青铜的焊接 .....	155
8.5	钛及钛合金的氩弧焊 .....	158

8.6 铝及铝合金的氩弧焊 .....	161
---------------------	-----

## **第9章 焊接质量检验** ..... 162

9.1 无损检测 .....	162
9.1.1 射线检测 .....	163
9.1.2 超声检测 .....	164
9.1.3 磁粉检测 .....	165
9.1.4 渗透检测 .....	166
9.1.5 涡流检测 .....	167
9.1.6 声发射检测 .....	168
9.2 力学性能试验 .....	169
9.2.1 焊接接头的拉伸性能试验(GB 2651) .....	169
9.2.2 焊缝及熔敷金属拉伸试验(GB 2652) .....	170
9.3 焊接接头的弯曲试验(GB 2653) .....	171
9.3.1 弯曲试验的种类 .....	171
9.3.2 弯曲试验的试样尺寸 .....	171
9.3.3 试验方法和种类 .....	173
9.3.4 合格指标 .....	175
9.4 焊接接头冲击试验(GB 2650) .....	175
9.4.1 冲击试验的试样 .....	175
9.4.2 冲击试样的截取 .....	175
9.4.3 试样的制备 .....	176
9.5 焊接接头硬度试验(GB 2654) .....	177
9.6 焊接接头耐晶间腐蚀试验 .....	178
9.6.1 不锈钢 10%(体积分数)草酸浸 蚀试验方法(GB 4334.1) .....	178
9.6.2 硫酸-硫酸铜腐蚀试验方法 .....	179
9.6.3 硫酸-硫酸铁腐蚀试验方法 .....	180
9.6.4 65%硝酸腐蚀试验方法 .....	180

9.6.5 硝酸氢氟酸腐蚀试验方法 .....	181
9.7 致密性试验 .....	181
9.7.1 水压试验 .....	182
9.7.2 气压试验 .....	182

**参考文献** \_\_\_\_\_ **184**

# 第①章

## 氩弧焊安全技术

### 1.1 防止触电及高频磁场伤害

氩弧焊接时，焊工经常与工业动力电、高频电等打交道，所以必须做好防触电工作，掌握安全用电的基本知识，才能确保安全生产。

#### 1.1.1 防止触电

防止焊工触电应做好以下几点。

① 焊工操作前，首先要检查焊接工具、焊接设备的绝缘情况，发现绝缘不良或有漏电现象，应及时维修和处理，消除安全隐患。

② 焊接设备的外壳要有可靠的接地，连接地线的螺栓不得松动。

③ 焊接过程中，不得移动带电的焊接设备。不得不移动时，应先切断电源。

④ 不能将焊接电缆线放置在电弧附近或炽热的焊缝金属上，避免高温烧坏电缆绝缘胶层。

⑤ 当在金属容器内焊接时，焊工应有防止与焊件接触的绝缘垫。手提灯的工作电压不得超过 12V。胶鞋、工作服应干燥。监护人要与焊工保持联系。

## 1.1.2 预防高频电磁场伤害

氩弧焊接时，常采用高频振荡器来激发引弧，有的交流氩弧焊机还采用高频振荡器来稳定电弧。这种焊接的高频振荡器，通常采用的频率为 $200\sim 500\text{Hz}$ ，电压为 $2500\sim 3500\text{V}$ ，高频的电流强度为 $3\sim 7\text{mA}$ ，电场强度为 $140\sim 190\text{V/m}$ 。焊工长期接触高频磁场，能引起神经功能紊乱和神经衰弱，表现为全身不适、头晕、多梦、记忆力减退、疲乏无力、食欲不振、失眠及血压偏低等。

国家卫生标准规定，8h接触辐射的强度为 $20\text{V/m}$ 。据测定，手工钨极氩弧焊时，焊工各部位受到的高频辐射的强度均有超标可能。其中，手部接触辐射的强度最大，约超标5倍，所以必须加强保护。

对高频电磁场的防护如下。

- ① 氩弧焊时，尽量只采用高频引弧，不采用高频稳弧，电弧引燃后，立即切断高频电源。
- ② 降低高频的振荡频率，改变电容器及电感参数，将高频振荡频率限制在 $30\text{kHz}$ 以下，以减少对人体的危害。
- ③ 屏蔽电缆和电线，采用细金属丝编织的屏蔽网并可靠接地。

## 1.2 防止放射线和弧光伤害

### 1.2.1 防止放射线伤害

(1) 放射线的来源及危害

氩弧焊和等离子弧焊、割使用的钍电极，含有 $1\%\sim 1.2\%$ 的氧化钍，钍是一种放射性元素，人体在焊接过程中以及与钍钨极接触过程中，会受放射线的影响。

放射线以两种形式危害人体：一是体外危害；二是体内危害。但因为氩弧焊和等离子弧焊、割工作时，每天消耗的钍钨极仅为100~200mg，剂量极微，对人体的影响不大。当在容器内焊接或者是磨削钨极尖头时，粉尘、烟尘中的放射物质会被吸入人体，造成体内危害，所以必须引起焊工注意。

### (2) 预防放射线的措施

① 钍钨极应有专用的储存设备，大量存放时应有铅箱并设有排气管。

② 应备有专用砂轮机磨削电极，砂轮上安装除尘设备，磨削的粉尘要采取湿式清扫，集中处理。

③ 焊工磨削钨极时，应戴防尘口罩。接触钨极后应用流动的清水和肥皂洗手。

④ 选择合理的焊接规范，避免钨极过烧蒸发。

## 1.2.2 防止弧光伤害

### (1) 弧光辐射

焊接弧光辐射主要是可见光、红外线和紫外线。它们作用在人体上，被人体组织吸收，引起组织的热作用、光化学作用或电离作用，使人体组织受到损伤。

① 紫外线 紫外线波长越短，对生物的损伤越大。人的皮肤和眼睛对紫外线的过度照射较敏感。皮肤在强紫外线作用下，可引起皮炎，出现红斑，像太阳晒过一样，甚至出现小水泡、渗出液和水肿，有灼热发痒的感觉，触痛，以后变黑，脱皮。眼睛对紫外线最敏感，短时间照射就会引起急性角膜炎，称为电光性眼炎；其症状是疼痛、有砂粒感、多泪、畏光，怕风吹、视物不清等，一般不会有后遗症。

焊接电弧的紫外线对纤维的破坏能力很强，其中以棉织品损伤最为严重。白色织物由于反射能力强，耐紫外线的能力较大。氩弧焊中的紫外线比焊条电弧焊中的要高出5~10倍，损伤也更



为严重。

② 红外线 红外线对人体的危害主要是引起组织的热作用。长波红外线可被人体吸收，使血液和深部组织发热，产生灼伤。在焊接过程中，眼睛受到强烈的红外线辐射，立即会感到强烈的灼痛，发生闪光幻觉，长期接触还可能造成红外线白内障，视力减退，严重时能导致失明，还会造成视网膜灼伤。

③ 可见光 焊接电弧的可见光的光度，比肉眼正常承受的光度要大1万倍以上。受到照射时眼睛有疼痛感，一时看不清东西，通常叫作电弧“晃眼”，在短时间内失去劳动能力，但不久即可恢复。

## (2) 焊接弧光的防护

为了防护弧光对眼睛的伤害，焊工在焊接时，必须佩戴镶有特制滤光片的面罩。面罩用暗色的钢纸制成，轻便、耐热、不导电、不漏光等。面罩上所镶的滤光镜片，俗称为黑玻璃，常用的是吸收式过滤镜片，它的黑度选择应按照焊接电流的强度来决定，见表1-1。

表 1-1 滤光镜片的选择

滤光镜片的色号	颜色	适用电流/A
8、9	较浅	<100
10	中等	100~350
11	较深	>350

选择时，也应考虑焊工的视力情况和焊接环境的亮度。青年焊工视力较好，宜用色号大和颜色深的滤光镜片，在夜间或光线较暗的环境焊接，也要选择较深的滤光镜片。

有一种反射式防护镜片，能将强烈的弧光反射出去，使弧光减弱。另外，还有一种光电式镜片，能自动调光，在未引弧时透明度较好，能清晰地看清镜外景物，当引燃电弧后，护镜黑度立