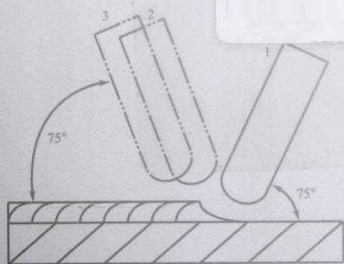


**焊工** 技能速学与  
提高系列

HANTIAO DIANHUHAN  
SUXUE YU TIGAO

# 焊条电弧焊 速学与提高

孙景荣 主编



化学工业出版社

 技能速学与  
提高系列

HANTIAO DIANHUHAN  
SUXUE YU TIGAO

# 焊条电弧焊 速学与提高

孙景荣 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

**图书在版编目 (CIP) 数据**

焊条电弧焊速学与提高/孙景荣主编. —北京:  
化学工业出版社, 2013. 1  
(焊工技能速学与提高系列)  
ISBN 978-7-122-15614-3

I. ①焊… II. ①孙… III. ①焊条-电弧焊  
IV. ①TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 244166 号

---

责任编辑: 周 红  
责任校对: 陶燕华

文字编辑: 项 激  
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 8¼ 字数 147 千字  
2013 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: 29.00 元

版权所有 违者必究



技能速学与  
提高系列

## Foreword 前言

“焊工技能速学与提高系列”是一套焊接工人学习、掌握、提高操作技术的指导书。是针对具有初中或相当学历的城市和农村务工人员就业的需要而编写的，本书从最低端开始，较多采用图解的形式表达操作要点，语言简明扼要，容易学习、理解和掌握。一般初学者，阅读本书后，实际练习两周左右即可引弧焊接。

本系列书是将各种常用焊接方法分册编辑的，包括《焊条电弧焊速学与提高》、《气焊·气割速学与提高》、《手工钨极氩弧焊速学与提高》、《埋弧自动焊速学与提高》。各分册中，详细讲解了焊接入门基本知识和初级的操作技能，以达到初级焊工上岗的基本要求。全书内容注重实用性，语言通俗易懂，结构安排上从焊接识图的基本知识讲起，由浅入深，并且集各

种焊接方法的基本操作手法和工程施焊技术于一体，便于焊工对基础操作技能的掌握。本书还通过深入介绍各种实用焊接操作的技能，使焊工通过进一步学习，掌握难焊位置以及难焊金属的焊接操作技巧，以利于有一定焊接操作基础的读者，更全面地提高焊接技术水平。

本书适合具有初中或相当学历的人员学习，还可作为技工学校和其他中等职业技术学校焊接专业的操作技能培训教材，也适合于各行业广大焊接工人和现场施工的技术人员阅读。

本书由孙景荣主编，参加编写的还有李荣峰、刘文贤、郭淑梅等同志。

由于编者水平所限，书中缺点和不足之处，敬请读者批评指正。

编者



## Contents 目录

### 第1章 焊条电弧焊安全知识——1

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 1.1 焊接操作的个人防护 .....     | 1  |
| 1.1.1 焊工面罩及头盔 .....     | 1  |
| 1.1.2 焊接护目镜片（黑玻璃） ..... | 2  |
| 1.1.3 预防噪声用品 .....      | 4  |
| 1.1.4 安全帽 .....         | 4  |
| 1.1.5 工作服 .....         | 5  |
| 1.1.6 手套 .....          | 5  |
| 1.1.7 工作鞋 .....         | 6  |
| 1.1.8 安全带 .....         | 7  |
| 1.1.9 防尘口罩和防毒面具 .....   | 7  |
| 1.2 焊接安全操作 .....        | 8  |
| 1.2.1 焊工用电安全操作 .....    | 8  |
| 1.2.2 电焊钳安全要求 .....     | 11 |
| 1.3 登高作业安全知识 .....      | 12 |
| 1.3.1 预防高处触电 .....      | 12 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 1.3.2 预防高处坠落·····    | 13 |
| 1.4 罐内焊接安全知识·····    | 14 |
| 1.5 焊条电弧焊安全技术要点····· | 16 |

## **第2章 焊接结构识图与焊接符号的标注**———— 18

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 2.1 识图基本知识·····            | 18 |
| 2.1.1 国家标准《机械制图》的基本规定····· | 18 |
| 2.1.2 几何作图·····            | 23 |
| 2.2 焊接符号及标注方法·····         | 40 |
| 2.2.1 焊缝符号的标注及应用·····      | 40 |
| 2.2.2 焊缝符号在图样上的标注位置·····   | 44 |
| 2.3 焊接结构及图样识读·····         | 49 |
| 2.3.1 冷作件装配基础知识·····       | 49 |
| 2.3.2 焊接结构图样的识读·····       | 51 |
| 2.4 简单装配图识读示例·····         | 54 |
| 2.5 焊接装配图识读示例·····         | 58 |

## **第3章 电焊条**———— 62

|                      |    |
|----------------------|----|
| 3.1 电焊条的组成·····      | 62 |
| 3.1.1 焊条的组成·····     | 62 |
| 3.1.2 焊条芯的作用及牌号····· | 63 |
| 3.2 电焊条的分类·····      | 64 |

|       |                   |    |
|-------|-------------------|----|
| 3.2.1 | 按用途分类·····        | 64 |
| 3.2.2 | 按焊条药皮的熔渣特性分类····· | 65 |
| 3.3   | 焊条的型号和牌号·····     | 66 |
| 3.3.1 | 焊条型号·····         | 66 |
| 3.3.2 | 低合金钢焊条型号·····     | 68 |
| 3.3.3 | 结构钢焊条牌号·····      | 69 |
| 3.3.4 | 结构钢焊条牌号表示方法·····  | 70 |
| 3.4   | 碳钢焊条的使用·····      | 71 |
| 3.4.1 | 酸性焊条·····         | 72 |
| 3.4.2 | 碱性焊条·····         | 72 |
| 3.4.3 | 纤维素型焊条·····       | 72 |
| 3.4.4 | 焊条的烘干·····        | 73 |
| 3.5   | 焊条与焊件的匹配·····     | 73 |
| 3.5.1 | 碳素结构钢焊条电弧焊·····   | 73 |
| 3.5.2 | 低合金结构钢焊条电弧焊·····  | 74 |

## **第4章** 电焊机及常用工具————— 76

|       |                    |    |
|-------|--------------------|----|
| 4.1   | 焊条电弧焊用电焊机·····     | 76 |
| 4.1.1 | 对电焊机的要求·····       | 76 |
| 4.1.2 | 焊条电弧焊电源的种类·····    | 79 |
| 4.1.3 | 焊条电弧焊机的型号·····     | 80 |
| 4.1.4 | 焊条电弧焊电机的铭牌·····    | 83 |
| 4.2   | 焊条电弧焊电机的特性及应用····· | 85 |
| 4.2.1 | 交流弧焊电源·····        | 85 |

|       |                          |     |
|-------|--------------------------|-----|
| 4.2.2 | 直流弧焊电源                   | 90  |
| 4.2.3 | 脉冲弧焊电源                   | 96  |
| 4.3   | 焊条电弧焊电源的外部接线             | 98  |
| 4.3.1 | 焊接电源的极性                  | 98  |
| 4.3.2 | 焊接电源的极性应用                | 98  |
| 4.3.3 | 直流电源极性的鉴别                | 99  |
| 4.4   | 弧焊电源常见故障及排除方法            | 100 |
| 4.4.1 | 弧焊变压器常见故障及排除方法           | 100 |
| 4.4.2 | 弧焊整流器常见故障及排除方法           | 101 |
| 4.4.3 | ZX7 系列晶闸管逆变弧焊电源常见故障及排除方法 | 102 |
| 4.5   | 焊条电弧焊常用工具及用具             | 104 |
| 4.5.1 | 焊钳                       | 104 |
| 4.5.2 | 电缆                       | 104 |
| 4.5.3 | 胶管                       | 105 |
| 4.5.4 | 焊条保温筒                    | 106 |
| 4.5.5 | 角向磨光机                    | 106 |

## **第 5 章 焊接接头及坡口** 108

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| 5.1   | 焊条电弧焊接头的种类及形式 | 108 |
| 5.1.1 | 焊接接头种类        | 108 |
| 5.1.2 | 焊接接头形式        | 109 |
| 5.1.3 | 各种接头的使用特点     | 109 |
| 5.2   | 坡口形式和尺寸       | 111 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 5.2.1 坡口形式 ..... | 111 |
| 5.2.2 坡口尺寸 ..... | 113 |

## **第6章 焊条电弧焊基本过程——114**

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 6.1 引弧 .....        | 114 |
| 6.1.1 直击法引弧 .....   | 114 |
| 6.1.2 划擦法引弧 .....   | 116 |
| 6.2 起头 .....        | 117 |
| 6.3 运条与接头 .....     | 118 |
| 6.3.1 运条的基本动作 ..... | 118 |
| 6.3.2 焊道的接头 .....   | 120 |
| 6.4 焊道的收尾 .....     | 124 |

## **第7章 焊条电弧焊基本操作练习——127**

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 7.1 平焊练习 .....         | 127 |
| 7.1.1 操作准备 .....       | 127 |
| 7.1.2 操作要点 .....       | 127 |
| 7.1.3 不开坡口平对接焊练习 ..... | 128 |
| 7.1.4 开坡口的平对接焊 .....   | 131 |
| 7.1.5 熔透焊道焊接法 .....    | 135 |
| 7.2 角焊练习 .....         | 136 |
| 7.2.1 操作准备 .....       | 136 |
| 7.2.2 操作要点 .....       | 137 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 7.3 立焊练习 .....        | 143 |
| 7.3.1 操作准备 .....      | 143 |
| 7.3.2 焊接操作要点 .....    | 144 |
| 7.3.3 不开坡口的对接立焊 ..... | 146 |
| 7.3.4 开坡口对接立焊 .....   | 148 |
| 7.3.5 向下立焊法 .....     | 151 |
| 7.3.6 立角焊 .....       | 151 |
| 7.4 横焊练习 .....        | 154 |
| 7.4.1 操作准备 .....      | 154 |
| 7.4.2 操作要点 .....      | 154 |
| 7.5 仰焊练习 .....        | 157 |
| 7.5.1 操作准备 .....      | 157 |
| 7.5.2 操作要点 .....      | 158 |

## **第8章 焊接操作技能的提高—— 161**

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 8.1 固定管的焊接技术 .....         | 161 |
| 8.1.1 水平固定管焊接操作 .....      | 161 |
| 8.1.2 垂直固定管的焊接操作 .....     | 165 |
| 8.1.3 倾斜 45°固定管的焊接操作 ..... | 167 |
| 8.1.4 固定三通管的焊接操作 .....     | 169 |
| 8.1.5 固定管与板的焊接操作 .....     | 170 |
| 8.2 单面焊双面成形技术 .....        | 179 |
| 8.2.1 单面焊双面成形的技术特点 .....   | 179 |
| 8.2.2 焊件的坡口制备及装配要求 .....   | 181 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 8.2.3 焊接操作 ..... | 182 |
|------------------|-----|

## **第9章 焊工技能考试及管理**———— 192

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 9.1 焊工考试 .....              | 192 |
| 9.1.1 焊工考试的重要性 .....        | 192 |
| 9.1.2 锅炉压力容器焊工考试内容及方法 ..... | 193 |
| 9.1.3 考试试件 .....            | 199 |
| 9.1.4 试件适用范围 .....          | 202 |
| 9.1.5 对焊工技能考试的要求 .....      | 206 |
| 9.2 考试成绩评定及管理 .....         | 207 |
| 9.2.1 考试成绩评定 .....          | 207 |
| 9.2.2 持证焊工的管理 .....         | 215 |

## **第10章 焊接质量检验**———— 221

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 10.1 焊缝的无损检测 .....       | 223 |
| 10.1.1 射线检测 .....        | 223 |
| 10.1.2 超声检测 .....        | 225 |
| 10.1.3 磁粉检测 .....        | 226 |
| 10.1.4 渗透检测 .....        | 228 |
| 10.1.5 涡流检测 .....        | 229 |
| 10.1.6 声发射检测 .....       | 230 |
| 10.2 力学性能试验 .....        | 231 |
| 10.2.1 焊接接头的拉伸性能试验 ..... |     |

|        |                                |     |
|--------|--------------------------------|-----|
|        | (GB 2651) .....                | 231 |
| 10.2.2 | 焊缝及熔敷金属拉伸试验<br>(GB 2652) ..... | 233 |
| 10.2.3 | 焊接接头的弯曲试验 (GB 2653) .....      | 234 |
| 10.2.4 | 试验方法的种类 .....                  | 237 |
| 10.2.5 | 合格指标 .....                     | 239 |
| 10.2.6 | 焊接接头冲击试验 (GB 2650) .....       | 239 |
| 10.2.7 | 焊接接头硬度试验 (GB 2654) .....       | 242 |
| 10.3   | 压力试验 .....                     | 243 |
| 10.3.1 | 水压试验 .....                     | 243 |
| 10.3.2 | 气压试验 .....                     | 244 |

## 参考文献————— 246

# 第 ① 章

## 焊条电弧焊安全知识

在施焊工作现场，为了保证焊工安全生产，焊工必须按照《国家劳动卫生安全生产条例》的规定，穿戴好防护用品。焊工是一个用电、动火的特殊工种，劳动的防护用品较多。其主要的防护用品有焊工面罩、头盔、护目镜片、防噪声耳塞、安全帽、工作服、耳罩、手套、工作鞋、安全带、防尘口罩等。

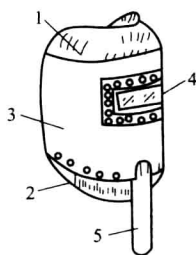
### 1.1 焊接操作的个人防护

#### 1.1.1 焊工面罩及头盔

焊工面罩是焊工必备的个人防护用具之一，最常用的焊工面罩有手持式和头盔式两种。

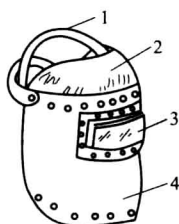
焊工面罩是用来防止焊接飞溅、弧光及熔池和焊件高温对焊工面部灼伤的一种遮蔽用具，一般采用红色或褐色防热钢纸压制而成。正面开有长方形孔，孔内嵌入白玻璃和黑玻璃，其形状如图 1-1 所示。

头盔式面罩戴在焊工头上，面罩主体可以上下翻转，便于焊工双手操作，适合各种焊接方法操作时的防护，也特别适用于高空作业；焊工可以一只手握住固定物，保持身体稳定，另一只手握焊钳进行焊接。



(a) 手持式

1—上弯面；2—下弯面；3—面罩  
主体；4—观察孔；5—手柄



(b) 头盔式

1—头箍；2—上弯面；  
3—观察孔；4—面罩主体

图 1-1 焊工面罩外形示意

焊工面罩的正确使用方法如下。

- ① 焊工面罩应正面朝上放置，工作中不得乱丢或受重压。
- ② 焊工面罩不得受潮或雨淋，以防变形。
- ③ 焊工面罩上的黑玻璃是特制的化学玻璃，为了保护黑玻璃，应在前面加装一层白玻璃保护。

### 1.1.2 焊接护目镜片（黑玻璃）

焊接时，黑玻璃有减弱电弧光和过滤红外线、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,分为 6 个型号,即从 7<sup>#</sup>~12<sup>#</sup>,号数越大,色泽越深,这要根据焊工的年龄和视力情况选用,以保护视力。

护目黑玻璃的遮光号可按表 1-1 选择。

表 1-1 护目黑玻璃的遮光号的选择

| 焊接方法              | 焊条尺寸<br>/mm | 焊接电流<br>/A | 最低遮<br>光号 | 推荐遮<br>光号 <sup>①</sup> |
|-------------------|-------------|------------|-----------|------------------------|
| 焊条电弧焊             | <2.5        | <60        | 7         | —                      |
|                   | 2.5~4       | 60~160     | 8         | 10                     |
|                   | 4~6.4       | 160~250    | 10        | 12                     |
|                   | >6.4        | 250~550    | 11        | 14                     |
| 气体保护焊及药<br>芯焊丝电弧焊 | —           | <60        | 7         | —                      |
|                   |             | 60~160     | 10        | 11                     |
|                   |             | 160~250    | 10        | 12                     |
|                   |             | 250~500    | 10        | 14                     |
| 钨极惰性<br>气体保护焊     | —           | <50        | 8         | 10                     |
|                   |             | 50~100     | 8         | 12                     |
|                   |             | 100~150    | 10        | 14                     |
| 气焊<br>(根据板厚)      | —           | <3         | —         | 4 或 5                  |
|                   |             | 3~13       |           | 5 或 6                  |
|                   |             | >13        |           | 6 或 8                  |
| 气割<br>(根据板厚)      | —           | <25        | —         | 3 或 4                  |
|                   |             | 25~150     |           | 4 或 5                  |
|                   |             | >150       |           | 5 或 6                  |

① 根据经验,开始使用太深的镜片难以看清焊接区,因此建议使用可以看清熔池的较适宜镜片,但遮光号不要比下限值低太多。

### 1.1.3 预防噪声用品

#### (1) 噪声的来源及危害

焊接过程中，由于电弧燃烧和焊条熔化，产生了噪声。当噪声强度高达 100dB 以上时，对人体有不良影响。噪声最敏感的是听觉器官，强烈的噪声可以引起听觉障碍、噪声性外伤、耳聋等。长期接触噪声还会引起人中枢神经系统和血管系统的失调，例如，出现烦躁、血压升高、心跳过速等症状。

#### (2) 对噪声的防护

##### ① 正确调节焊接工艺参数。

② 加强个人防护，配备隔声耳罩、防噪声耳塞等防护器具。耳罩可隔离噪声值为 15~30dB，它是一种以椭圆形或腰圆形罩壳，把耳朵全部罩起来的护耳器；耳塞则是插入外耳最简便的护耳器，有大、中、小三种，它的优点是防噪声作用大，体积小，携带方便，价格也比较便宜。佩戴耳塞时，推入外耳用力要适中，不要塞得太深。

③ 操作房间不应过小，在房间结构、设备等部分采用吸声或隔声材料，以减少回声。

④ 尽可能实现机械化、自动化作业，以便于进行远距离操作。

### 1.1.4 安全帽

在高层交叉作业或立体上下垂直作业现场，为了预防