

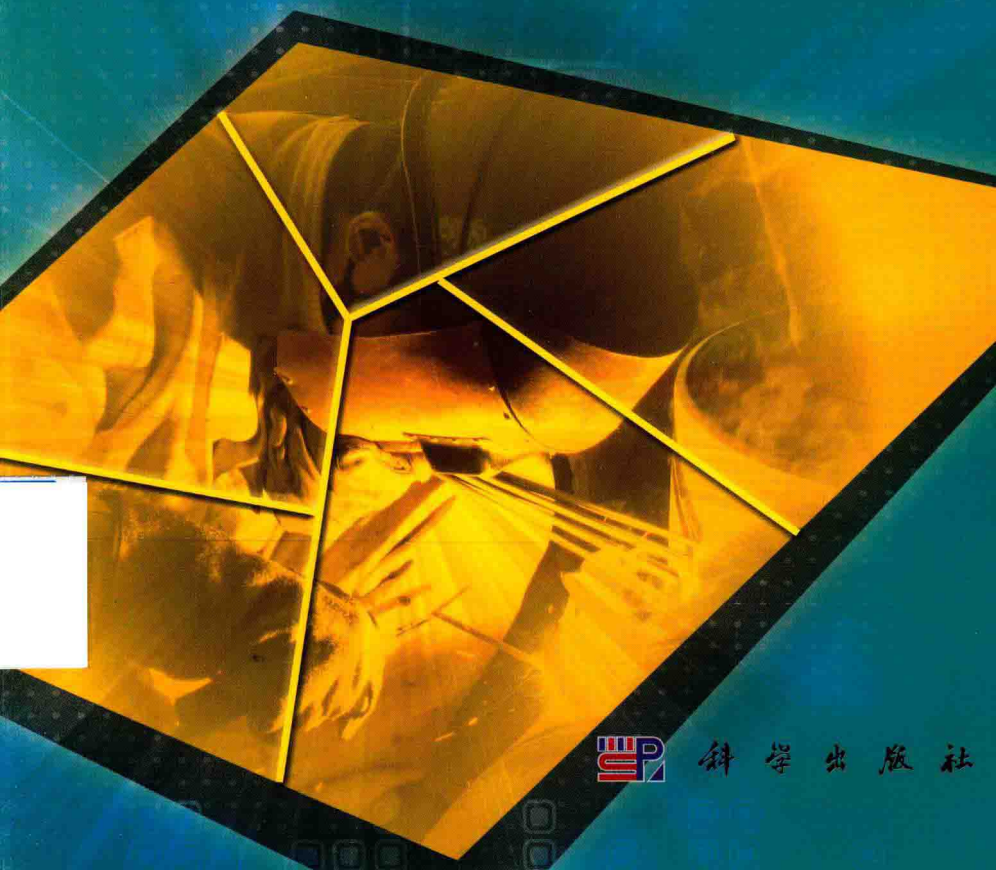


图解焊接技术入门与提高

Technology
实用技术

这样学焊条电弧焊 超简单

王影建 主 编
张建景 副主编



科学出版社

图解焊接技术入门与提高

这样学焊条电弧焊超简单

王影建 主 编

张建景 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共6章,主要介绍手工焊条电弧焊的基础知识、焊接设备及工具、器具的使用方法、焊接材料及选用方法、焊条电弧焊的操作技巧,以及焊接缺陷产生的原因及防止措施、焊接质量检验,手工焊条电弧焊操作方面的安全注意事项等内容。重点讲解板材对接、板材角接、管材对接、管板角接等各种位置的焊接操作步骤。

本书内容丰富,语言通俗易懂、实用性强,可帮助初学者快速上手,在较短时间内掌握焊条电弧焊的关键技术要点!

本书可作为焊接初学者自学教材使用,也可供有关专业的工人、技术人员及工科院校的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

这样学焊条电弧焊超简单/王影建主编;张建景副主编. —北京:科学出版社,2018.1

(图解焊接技术入门与提高)

ISBN 978-7-03-055256-3

I. 这… II. ①王… ②张… III. 焊条-电弧焊-图解
IV. TG444-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第275066号

责任编辑:张莉莉 杨 凯 / 责任制作:魏 谨

责任印制:肖 兴 / 封面设计:刘素霞

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

天津市新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年1月第 一 版 开本:890×1240 1/32

2018年1月第一次印刷 印张:8

字数:220 000

定价:39.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

焊接是一种精确、可靠、低成本的连接材料的工艺方法，是一种先进的制造技术，在工业生产中占有极其重要的地位，已被广泛应用于电子设备、车辆制造、建筑、石油化工、重型机械、航空航天等领域。目前世界工程技术界已将焊接结构用钢量作为衡量一个国家工业发达与否的重要指标。工业发达国家的焊接结构用钢量已达到钢产量的 60% ~ 70%。

随着我国经济的持续蓬勃发展，社会对焊接人才，尤其是技能型人才的需求量也在大幅度提升。过去主要依靠学生自学和师傅的“传、帮、带”培养焊接技术工人的人才培养模式已经无法满足社会对技能型焊接人才的需求，如何适应市场和企业生产实际的需求，培养大批量的不同层次、适应现代焊接生产发展和技术要求的高素质焊接专业技术人才，已成为我国职业教育中焊接技能培养需要深入思考和亟待解决的问题。

在目前的职业教育中，很多职业院校的焊接教材相对于学生的现有知识水平，存在着内容陈旧、文字多、图片少、焊接实例少以及可操作性差等缺点，从而极大影响焊接专业的理论教学质量。鉴于此，本书作者根据多年的教学和实践经验，为焊接技术的初学者编写了本套丛书——“图解焊接技术入门与提高”。书中内容主要来自于焊接生产一线的经验总结，同时兼顾理论与实践知识的有机结合，语言通俗易懂，实用性强，并配有大量的图片来说明焊接操作的重点与难点问题，可让初学者一看就明白，看了就能照着去做。

希望广大初学者不仅要逐字逐句仔细研读这套书，更为重要的是，要在实践中不断体会与总结出自己的操作经验——“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行”。希望“图解焊接技术入门

与提高”成为你在焊接技能快速成长路上的一位良师益友，祝大家学习愉快！

张殿勇

北京科技高级技术学校 校长

前 言

本书采用图解方式，重点介绍手工焊条电弧焊的操作方法和步骤。图文并茂、内容简明扼要、语言通俗易懂是本书的特色。初学者可以快速上手，在较短的时间了解手工焊条电弧焊的基本概念和操作技巧。

笔者编写本书的目的就是想将自己 20 余年来在电力施工及焊接职业教学中的焊接操作经验、焊接过程中的注意事项、焊接缺陷的辨识及返修等实践经验，以及焊接大赛中的操作技巧、焊接培训中的操作工艺，通过大量的图片及精练的文字展现给读者。

本书在编写的过程中，紧紧围绕一个“用”字展开，各项内容的安排都着眼于施工的实际需要，学以致用，以提高工人的操作技能、工艺水平、工艺质量和劳动生产率为目的。

本书共 6 章，主要介绍手工焊条电弧焊的基础知识、焊接设备及工具、器具的使用、焊接材料、焊条电弧焊的操作技巧等内容，重点讲解板材对接、板材角接、管材对接、管板角接等各种位置的焊接操作步骤。对焊接缺陷产生的原因及防止措施、焊接质量检验，以及手工焊条电弧焊操作方面的安全注意事项等也进行了阐述。

本书主要由王影建和张建景、王睿媛编写。本书对焊接技术的自学者和初学者、中职院校的焊接专业学生、企业中一些需要提高技能的焊工，以及一些焊接施工管理者都有一定帮助。

本套丛书在编写过程中得到北京科技高级技术学校领导的大力支持，也得到中国能源建设集团山西电力建设有限公司焊接同仁的帮助。笔者在编写过程中查阅、参考和使用了一些与焊接相关的网络及图书资料，如《电焊工一点通》《图解焊工

应知应会 300 问》等，在此表示衷心感谢！

由于水平及经验有限，编写仓促，书中难免有错误和不妥之处，恳请各位读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 焊条电弧焊概述

- 1.1 什么是焊条电弧焊 2
- 1.2 焊接电弧 2
- 1.3 焊条电弧焊的优点和缺点 10

第2章 电焊条

- 2.1 电焊条的组成和作用 14
- 2.2 焊芯的结构和主要元素 15
- 2.3 常用焊芯的牌号 18
- 2.4 电焊条药皮 19
- 2.5 电焊条的规格 22
- 2.6 电焊条的分类 23
- 2.7 焊条型号的表示方法 24
- 2.8 焊条的储存与保管 29
- 2.9 焊条的选用原则 31
- 2.10 焊条使用时的注意事项 33

第3章 手工电弧焊设备

- 3.1 交流弧焊电源 38
- 3.2 直流弧焊电源 43
- 3.3 弧焊逆变器 46

第4章 焊条电弧焊常用工具及焊接防护具

- 4.1 焊接面罩与焊接滤光片 50
- 4.2 焊 钳 53

4.3	焊接电缆	56
4.4	焊接电缆的连接接头	59
4.5	焊条保温桶	60
4.6	焊接检测尺	61
4.7	劳保用品	66
4.8	焊接辅助工具	68

第5章 焊条电弧焊的操作基础知识

5.1	焊缝、焊接接头和焊接坡口	74
5.2	电弧、熔池及焊缝成形	79
5.2.1	电 弧	79
5.2.2	熔 池	81
5.2.3	焊 缝	82
5.3	手工焊条电弧焊操作技能	83
5.3.1	手工焊条电弧焊基本操作技能	83
5.3.2	手工焊条电弧焊的操作要领	91
5.3.3	试件清理	98
5.3.4	工件组装和定位焊	98
5.3.5	焊接工艺参数对焊缝尺寸的影响	101
5.4	单面焊双面成形技术	105
5.4.1	连弧法打底焊的操作方法	106
5.4.2	断弧法打底焊的操作方法	110
5.4.3	其他各层的焊接	112
5.5	立向下焊焊接技能	113
5.5.1	焊接特点	113
5.5.2	管道立向下焊焊接工艺	113
5.5.3	管道立向下焊焊接操作方法	115

第6章 焊条电弧焊操作实例

6.1 单面焊双面成形实例	118
6.1.1 连弧法打底焊	118
6.1.2 断弧法打底焊	121
6.1.3 第一层、第二层及多层焊接	123
6.1.4 试件清理要点	125
6.1.5 工件组装和定位焊要点	126
6.2 板状焊件单面焊双面成形实例	130
6.2.1 板材对接平焊操作技巧	130
6.2.2 板材对接立焊操作技巧	140
6.2.3 板材对接横焊操作技巧	151
6.2.4 板材对接仰焊操作技巧	160
6.3 板材角接焊实例	171
6.3.1 板材角接横焊操作技巧	172
6.3.2 板材角接立焊操作技巧	177
6.3.3 板材角接仰焊操作技巧	182
6.4 管对接焊实例	188
6.4.1 管对接垂直固定焊操作技巧	188
6.4.2 管对接水平固定焊操作技巧	195
6.4.3 管对接 45° 固定焊操作技巧	204
6.5 管板焊接实例	214
6.5.1 管板垂直固定焊操作技巧	215
6.5.2 管板水平固定焊操作技巧	221

参考文献	229
------------	-----

附 录 焊条型号与牌号对照及用途	231
------------------------	-----

第1章

焊条电弧焊概述



1.1 什么是焊条电弧焊

所谓焊条电弧焊,就是焊接操作工人手工操纵焊条进行焊接的一种电弧焊方法。

焊条电弧焊是通过焊条与工件之间产生的焊接电弧,利用焊接电弧产生的热量,将焊条药皮、焊芯及母材金属熔化,熔化后的药皮分解生成气体和熔渣对熔池金属共同保护,防止有害气体侵入熔池,从而得到合格焊缝,如图 1.1 所示。

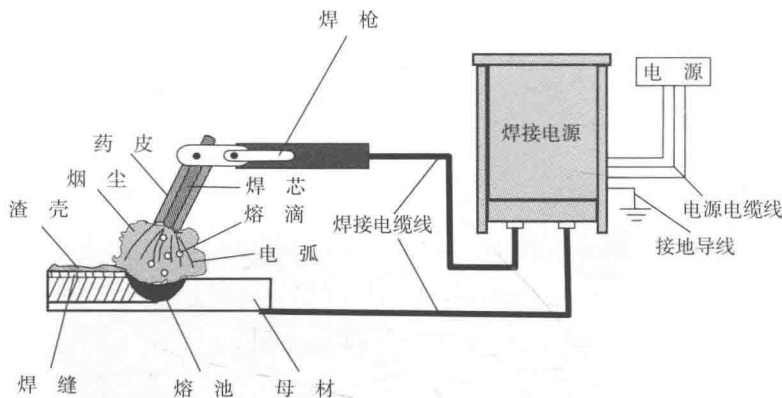


图 1.1 焊条电弧焊示意图

1.2 焊接电弧

焊接电弧是由焊接电源供给的,具有一定电压的电极与母材之间(两个电极之间),在气体介质中产生的强烈而持久的放电现象。图 1.2 所示为在焊接工作现场产生的焊接电弧。



图 1.2 焊接电弧

1. 焊接电弧空间区域组成

焊接电弧由阴极区、阳极区和弧柱区三部分（区域）组成，如图 1.3 所示。

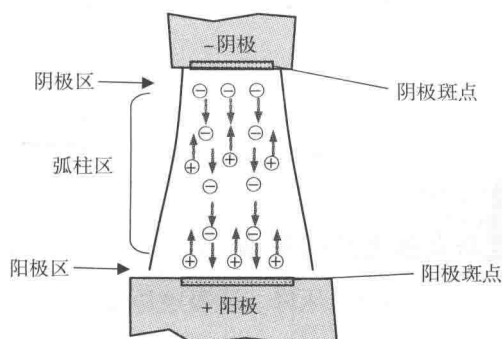


图 1.3 焊接电弧的组成

（1）阴极区：紧靠负电极的焊接电弧区域称为阴极区。阴极区很窄，电场强度很大。在阴极表面上有一个明亮的斑点，称为阴极斑点。它是电子发射的地方，电流密度很大，也是阴极区温度最高的地方。

（2）阳极区：紧靠正电极的焊接电弧区域称为阳极区。阳极区的表面比阴极区的表面要大。在阳极表面也有一个光亮的斑点，称为阳极斑点。它是接收电子的区域。阳极区的电场强度比阴极区小得多。

（3）弧柱区：在阴极区和阳极区之间的电弧部分称为弧柱区，电

弧中绝大部分为弧柱区。

2. 焊接电弧的温度

焊接电弧中阴极区、阳极区和弧柱区的温度是不一样的，不均匀的，如图 1.4 所示。温度由高到低依次为：弧柱区、阳极区、阴极区。一般情况下，弧柱区的温度最高，但弧柱区沿其截面分布不均，弧柱中心温度最高，可达 $5000 \sim 8000\text{K}$ （K 为国际制温度单位，读开尔文，简称开， $0^{\circ}\text{C} = 273.15\text{K}$ 。例如 $100^{\circ}\text{C} = 373.15\text{K}$ ）。

焊条电弧焊时，阳极区的温度大于阴极区的温度。

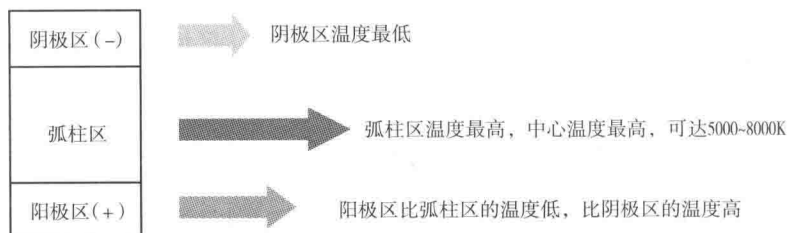


图 1.4 焊接电弧中阴极区、阳极区和弧柱区的温度差别图

3. 电弧长度与电弧电压的关系

焊接电弧电压是由阳极电压降、阴极电压降和弧柱电压降组成。一般情况下，在电极材料（焊条）和气体介质（如空气）一定的条件，阳极电压降、阴极电压降基本是一定的，但弧柱电压降随电弧长度成正比变化。所以当焊条抬高时，弧柱电压就升高，反之亦然，如图 1.5 所示。

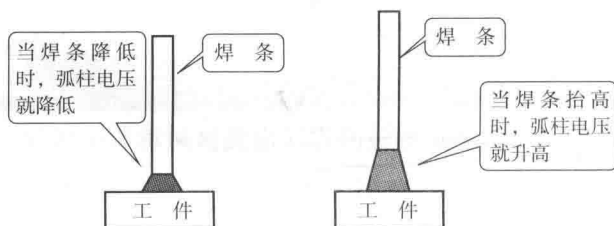


图 1.5 焊条距工件的距离与电弧电压的关系

4. 焊接电弧偏吹的原因

进行焊条电弧焊操作时,焊接电弧就是由气体电离构成的柔性导体,呈喇叭状。在正常焊接时,电弧中心线与焊条中心线一致,可以有效控制焊缝成形、尺寸及熔合,保证焊接质量。但在焊接过程中,若焊条偏心或受风力、磁力等其他外力的影响,电弧都要发生偏吹。图 1.6 所示为在焊接过程中,电弧发生偏吹的示意图。

产生偏吹的原因主要有以下几点:

(1) 焊条的偏心度大。焊条在制造过程中因工艺不当会发生少量比例的焊条偏心。焊接时,若焊条部分药皮脱落,焊接时由于药皮熔化不均匀,电弧将向药皮熔化速度较快或无药皮一侧偏吹。图 1.7 所示为焊条药皮脱落的情况。

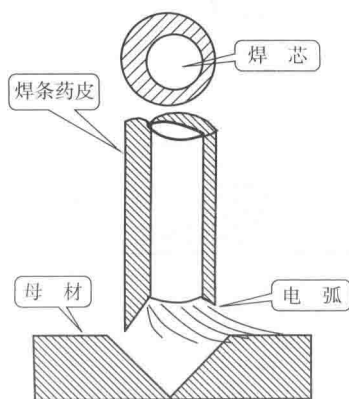


图 1.6 电弧发生偏吹示意图

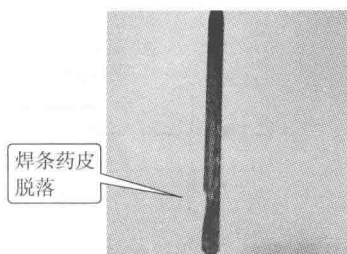


图 1.7 焊条药皮脱落

(2) 电弧周围气流的影响。主要有以下几种情况:

- ① 在室内外,特别是野外作业,当风力过大时,会将电弧吹向一侧,造成偏弧。
- ② 在大径管道或容器内焊接时,由于管道或容器内的空气流速过快,也会造成电弧偏吹。
- ③ 在较长管道外焊条电弧焊打底焊时,由于管道内有空气快速通

过，也就是大家常说的穿堂风时，也会造成电弧偏吹。

(3) 磁场的干扰。电弧因受磁场的干扰而造成的偏吹，称为磁偏吹。磁偏吹产生的主要原因是：

① 接地线位置不当引起的电弧偏吹。在图 1.8 中，当焊接电流从焊机“+”极流经焊件，穿过电弧到焊条再进入“-”极，沿途产生的磁力线分布在电流通路的周围，但电流流经焊件拐弯到电弧时，在电弧左右两半部分的磁力线分布就极不均匀，电弧左半部分（在接点方向的一边）的磁力线较右半部分的磁力线密集，结果造成了电弧左半部分的磁场强度大于右半部分的磁场强度，使电弧向磁场强度较小的右侧偏吹，从而产生磁偏吹现象。反之亦然。

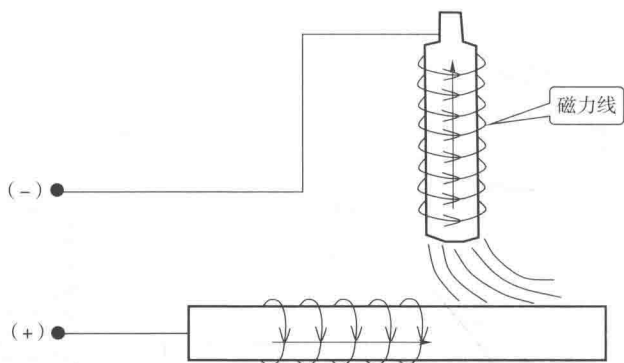


图 1.8 电弧磁偏吹

② 铁磁物质引起的电弧偏吹。由于钢板、铁块等都属于铁磁物质，其导磁能力远远大于空气，因此，当焊接电弧周围有这些铁磁物质存在时，在靠近铁磁物质的一侧磁力线大部分都通过铁磁物体形成封闭曲线，使电弧同铁磁体之间的磁力线变得稀疏，没有铁磁物质一侧的磁力线就显得密集一些，因此电弧就向有铁磁物质一侧偏吹，如图 1.9 所示。但随着焊接时铁磁物质温度的升高，其导磁能力就降低，电弧磁偏吹现象也就减少和消除。

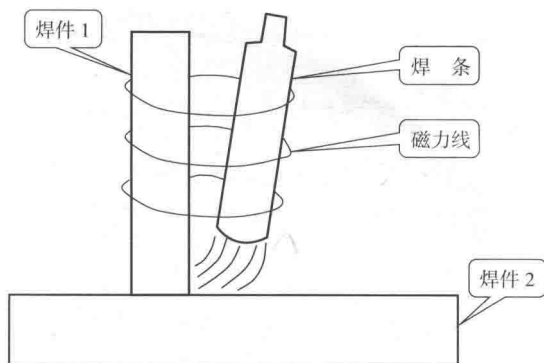


图 1.9 铁磁物质引起的电弧偏吹

③ 焊条和焊件的位置不对称引起电弧偏吹。当我们在靠近焊件边缘的起头端和收末端处开始焊接时，经常会发生电弧偏吹，而当逐渐靠近焊件中心时，电弧的偏吹现象就逐渐减少或消失。这是由于在焊接焊缝的起头端、收末端时，焊条与焊件所处的位置不对称，造成电弧周围的磁场分布不平衡，再加上热对流的作用，就产生电磁偏吹，如图 1.10 所示。

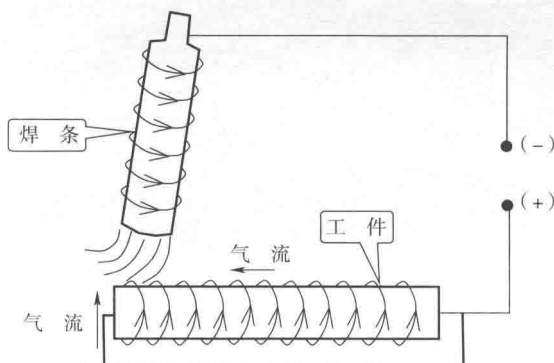


图 1.10 焊条和焊件的位置不对称引起电弧偏吹

④ 温度、电流对电弧的影响。焊接时，随着铁磁物质温度的升高，其导磁能力就降低，电弧磁偏吹现象也就减少和消除。焊接电弧的磁偏吹与焊接电流也有关，焊接电流越大，磁偏吹现象越严重，尤