

图解机械加工实用技术丛书

电焊工

一点通

范绍林 雷鸣 主编



科学出版社

图解机械加工实用技术丛书

电焊工一点通

范绍林 雷 鸣 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要以图解方式介绍焊条电弧焊、CO₂气体保护半自动焊、手工钨极氩弧焊(TIG焊)及氩电联焊(TIG焊+焊条电弧焊)单面焊双面成形的操作方法;用实例介绍T91、不锈钢等高合金材料的焊接工艺,并细致讲解焊接安全与劳动保护常识,是一本内容丰富、涉及面广,语言通俗易懂、深入浅出,实用性强的焊接技术专业图书。

本书可供广大焊接工作者,尤其是青年焊工与农民焊工阅读,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

电焊工一点通/范绍林,雷鸣主编. —北京:科学出版社,2011
(图解机械加工实用技术丛书)
ISBN 978-7-03-030328-8

I. 电… II. ①范… ②雷… III. ①电焊-图解 IV. TG443-64
中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第025056号

责任编辑:张莉莉 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨
责任印制:赵德静 / 封面制作:刘 源

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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年4月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2011年4月第一次印刷 印张:10 1/4

印数:1—5 000 字数:270 000

定价:25.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序 一

伴随着我国改革开放的春风，特别是2002年国家实施电力体制改革以来，经过近年来电力建设持续高位增长，两肩雨雪的火电施工企业在市场经济洗礼下变得更加坚强，企业的施工能力和技术水平有了很大提升。作为电力建设必不可少的焊接专业，随着火电机组朝着“大容量、高参数”方向发展，大量的新型耐热材料被广泛应用，对耐高温、耐高压材料的性能提出了越来越高的要求，焊接专业具有钢种多、结构复杂、工艺复杂等特点，逐步成为了企业的“王牌专业”。

在电建企业摸爬滚打了20多个春秋，我每每忆及机组安装的火热场景，总被同志们那种不怕困难、不畏艰辛、不讲条件、不计代价的奉献精神感佩于心，尤其是从事焊接工作的师傅们在炎热的酷暑和刺骨的寒冬岁月里依然奋战，那朵朵飞溅的焊花深深地撞击着我的心扉，相信也同样撞击着每个享受光明者的心扉。为了祖国的电力建设事业，他们在平凡的岗位上肩负的这份神圣职责、担负的这份庄严使命、展现的这份殷殷情怀，始终是我努力奋进、不懈追求的源泉和动力，我将矢志不渝地与他们风雨同舟、荣辱与共。

焊接培训中心的同志们在南征北战的工程建设间隙，立足于企业发展大局和焊接专业长足进步，认真总结焊接实战经验，精心提炼焊接技术成果，虚心学习借鉴兄弟单位的先进焊接工艺，编写了这本《电焊工一点通》。从书

中的字里行间，我仿佛看到了焊工师傅们挥汗如雨、顶风冒雪的片片场景，心中激动万分。这本书是他们广泛收集资料、深入调查研究、反复讨论修改而成的，是他们勇于探索、博采众长的知识积累，我为公司拥有这套融科学性、先进性、可靠性和实用性为一体的焊接技术体系感到无上荣光。在此，特向焊培中心的同志们表示问候，并向给予本书大力支持和精心指导的范绍林老师表示衷心感谢！

本书紧跟电力行业焊接工艺发展的时代步伐，展现出了焊接技术的新工艺、新方法、新成果，十分注重理论与实践的高度融合，实用性、操作性很强，既是一本焊接专业作业指导书，又是一本焊接基础知识普及读本。我相信，这本书对提高焊接工艺水平一定大有裨益。望广大从事焊接专业的技术人员认真学习、深入研读，掌握焊接技能，提高工艺水平，勇于探索、勤于钻研，为提高企业的安装技术水平、为祖国的电力建设事业做出新的更大贡献！

是为序。

山西省电建四公司总经理



序 二

改革开放30多年来，中国的焊接技术经历了前所未有的变革和发展，取得了辉煌的成就，尤其近几年，我国在高层焊接钢结构建筑、大跨度空间钢结构已在各种体育馆、展览中心、大剧院、候机楼、飞机库和一些工业厂房中得到广泛应用，桥梁钢结构方兴未艾；钢结构住宅在我国也经过近几年的深入研究和开发后，也正进入一个新的发展阶段。建筑钢结构、压力容器设计愈来愈先进，趋向于越来越多地使用高强度、大厚度钢材，而且随着材料制造工艺水平的不断提高，铸钢、不锈钢、复合钢板等材料也得到越来越多的应用。作为全国从事工业与民用建设项目为主的工程施工总承包、冶炼特级企业，我集团公司的施工技术也愈来愈成熟。焊接作为构建钢结构、压力容器的一种主要连接方法，在建筑钢结构、压力容器发挥着重要作用。据统计，约50%以上的钢材在投入使用前需要经过焊接加工处理，因此，焊接水平的提高是实现钢结构、压力容器等快速发展的关键所在，而搞好焊接技能人员的培训与提高焊接人员素质是保证焊接施工工程质量的重中之重。

中冶天工钢构容器分公司焊培中心是中冶天工集团有限公司下设从事焊接工艺研究与焊工技术培训的专门机构，同时也是山西省与太原市质量技术监督局授权的“锅炉压力容器、压力管道焊工”与“钢结构焊工”技术培训考试单位，经多年实践，并在吸取和借鉴全国先进单位培

训经验的基础上，总结出一套适用焊条电弧焊、CO₂气体保护焊、TIG焊及TIG+焊条电弧焊（氩电联焊）单面焊双面成形的操作技巧和运条（丝）操作法。在锅炉、压力容器、压力管道及钢结构的焊工取证培训中，在各类焊工技术大赛上，均收到了很好的效果，取得了较好的成绩，为企业的发展，保证焊接施工工程质量做出了贡献。

电力建设单位的焊接技术一直走在全国同行业的前列，能和电力建设企业的焊接专家一同编写《电焊工一点通》，是我公司焊接工作者一次学习交流的极好机会。我相信山西省电建四公司焊培中心与中冶天工钢构容器分公司焊培中心的焊接同仁通过编写该书，将发挥冶金、电建两大行业焊接技术的特长，博采众长，相互交流，取长补短，共同提高，为中国的焊接事业做出我们的最大贡献。

该书图文并茂，深入浅出，通俗易懂，实用性较强，书中充分体现出一个宗旨，在焊工技能操作培训上能使读者一看就明白，看了就能照着去干，干了就有所体会和提高。《电焊工一点通》一书的问世，不仅是对冶金建设与电力建设行业焊接技术培训工作的贡献，更重要的是能够推动其他行业焊接技术的水平的发展。

相信此书会成为您成才道路上的“良师益友”。

中冶天工钢构容器分公司党委书记

田文龙

前 言

随着我国国民经济的高速发展，我国的火电、核电、冶金、化工、制造业等行业，正向高技术、大参数方向发展。这些行业所涉及的部件长期在高温、高压、高速转动或各种腐蚀环境和工况下运行，加之引进设备的国家所采用的材料体系不同，性能差异较大，为了确保机组的安全运行，充分发挥金属材料部件的安全运行，有效延长使用寿命，设计、制造、安装、运行和检修环节都具有极其重要的意义。焊接作为这些环节中的一环，其重要性可见一斑。

本书结合焊工培训大纲及焊接工艺规程，以图文并茂的方式介绍了焊条电弧焊、CO₂气体保护半自动焊、手工钨极氩弧焊（TIG焊）及氩电联焊（TIG焊+焊条电弧焊）单面焊双面成形的操作方法，是一本深入浅出、通俗易懂、涉及面广、实用性强的焊接技术专业图书。本书介绍的30多项焊接操作方法，增加了一些特殊钢材。例如，T91、不锈钢等高合金材料的焊接工艺，是经过我们多年的实践，同时也吸取和借鉴了一些单位的先进培训经验，总结出一套适用于上述焊接方法的单面焊双面成形的操作技巧和运条（丝）操作法，在锅炉、压力容器和压力管道、钢结构的焊工培训、考核取证中，在各类焊工技术大赛上，均收到了很好的效果，取得了较好的成绩。我们的心愿是使读者一看就懂，看了就能照着干，干了就能有所领悟和提高。同时，本书还讲解了这些焊接操作方法用于国内工程

中的实例。

本书在编写中得到中冶天工集团有限公司与山西省电建四公司领导的大力支持，经中冶天工钢构容器分公司焊培中心与山西省电建四公司焊培中心的全体员工的共同努力，在此，对他们的支持和付出的辛勤劳动表示衷心的感谢！

本书可供广大焊接工作者，尤其是青年焊工与农民焊工阅读，也可供有关专业的工人、技术人员以及大中专、技工学校师生参考。

由于编者水平有限，书中难免有不妥与疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

《电焊工一点通》编委会

主 编	范绍林	雷 鸣		
副 主 编	王影建	樊建兵	韩丽娟	张建景
参编人员	师正禄	胡东生	王子明	范喜原
	李显峰	李 涛	税小勇	刘 可
	贾向东	赵德江	郭改清	

目 录

第1章 概 述

1.1 焊接方法的分类	2
1.2 焊接的应用	4
1.3 焊接作业的基本流程	4
思考与练习	9

第2章 常用焊接设备

2.1 手工弧焊电源	12
2.1.1 交流弧焊电源	12
2.1.2 直流弧焊电源	14
2.1.3 逆变弧焊电源	15
2.2 钨极氩弧焊设备	15
2.2.1 水冷直流钨极氩弧焊设备	16
2.2.2 手工钨极氩弧焊机	16
2.3 CO ₂ 电弧焊设备	17
2.4 焊机使用步骤	18
2.4.1 交流弧焊机使用步骤	18
2.4.2 逆变直流焊机的使用步骤	20
2.4.3 CO ₂ 气体保护焊焊接步骤	23
思考与练习	28

第3章 手工焊条电弧焊

3.1 基本操作技术及工艺参数	30
3.1.1 引 弧	30
3.1.2 运 弧	31
3.1.3 停 弧	32
3.1.4 接 头	33
3.1.5 收 弧	35
3.1.6 焊接工艺参数的选择	36
3.2 手工电弧焊技能操作	38
3.2.1 板对接平焊操作图解	38
3.2.2 板对接横焊操作图解	46
3.2.3 板对接立焊操作图解	53
3.2.4 板对接仰焊操作图解	61
3.2.5 平角焊操作图解	67
3.2.6 立角焊操作图解	71
3.2.7 仰角焊操作图解	74
3.2.8 管板带坡口插入式垂直固定焊操作图解	78
3.2.9 管板带坡口插入式水平固定操作图解	83
3.2.10 板的补焊45° 固定操作图解	87
思考与练习	91

第4章 手工钨极氩弧焊

4.1 一般焊接工艺	94
4.1.1 焊接工艺参数	94
4.1.2 基本操作技术	98
4.2 手工钨极氩弧焊技能操作	102
4.2.1 小管全氩垂直固定焊操作图解	104
4.2.2 小管全氩水平固定焊操作图解	109

4.2.3	小管全氩45°固定焊操作图解	113
4.2.4	小管氩电垂直固定焊操作图解	116
4.2.5	小管氩电水平固定焊操作图解	122
4.2.6	小管氩电45°固定焊操作图解	127
4.2.7	中管氩电垂直固定焊操作图解	132
4.2.8	中管氩电水平固定焊操作图解	137
4.2.9	大管氩电垂直固定焊操作图解	142
4.2.10	大管氩电水平固定焊操作图解	148
4.2.11	不锈钢小管全氩垂直固定焊操作图解	154
4.2.12	不锈钢小管全氩水平固定焊操作图解	158
4.2.13	不锈钢小管全氩45°固定焊操作图解	162
4.2.14	不锈钢大管氩电垂直固定焊操作图解	166
4.2.15	不锈钢大管氩电水平固定焊操作图解	171
4.2.16	不锈钢小管全氩水平固定摇摆焊操作图解	176
	思考与练习	180

第5章 CO₂气体保护焊

5.1	一般焊接工艺	184
5.1.1	焊前准备工作	184
5.1.2	工艺参数	185
5.1.3	操作技能	188
5.2	CO ₂ 气体保护焊技能操作	191
5.2.1	CO ₂ 气体保护焊板对接平焊操作图解	191
5.2.2	CO ₂ 气体保护焊板对接横焊操作图解	197
5.2.3	CO ₂ 气体保护焊板对接立焊操作图解	201
5.2.4	CO ₂ 气体保护焊板对接仰焊操作图解	205
5.2.5	CO ₂ 气体保护焊平角焊操作图解	209
5.2.6	CO ₂ 气体保护焊立角焊操作图解	211

5.2.7	CO ₂ 气体保护焊仰角焊操作图解	213
5.2.8	CO ₂ 气体保护焊中管垂直固定焊操作图解	217
5.2.9	CO ₂ 气体保护焊中管水平固定焊操作图解	220
	思考与练习	223

第6章 焊接缺陷

6.1	焊接缺陷的分类	226
6.2	常见焊接缺陷的产生原因及其预防措施	226
6.2.1	气 孔	226
6.2.2	固体夹渣	229
6.2.3	未焊透	230
6.2.4	未熔合	231
6.2.5	形状缺陷	232
6.3	小管焊接缺陷返修操作图解	236
	思考与练习	238

第7章 工程实例

7.1	大口径热力钢管道的焊接	240
7.2	埋弧自动焊在钢卷管焊接上的应用	244
7.3	大型高炉 (750m ³) 炉壳的焊接工艺	247
7.4	“下向焊”在高压输送管道工程中的应用	254
7.5	SA213-T91焊接	258
7.6	超低碳不锈钢 (TP316L) 管道焊接实例	264
7.7	SA335-P92钢焊接实例	269
7.8	SA213-T23+SA213-T91焊接工艺实例	274

第8章 焊接安全与劳动保护

8.1	焊接安全	280
-----	------------	-----

8.1.1	触电危险性分析及事故预防	280
8.1.2	发生火灾、爆炸事故原因和预防及应急措施	287
8.1.3	发生中毒窒息事故的原因及预防措施	288
8.2	焊接劳动卫生与防护	288
8.2.1	有害因素来源及危害分析	288
8.2.2	劳动卫生与防护	290
	思考与练习	291

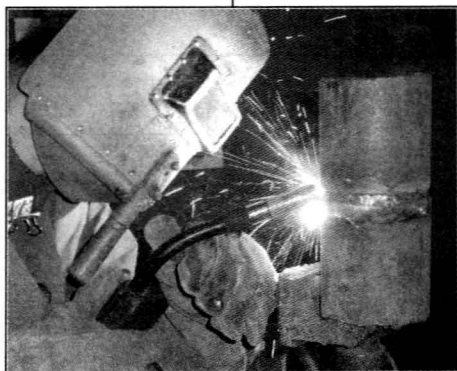
附 录

附录1	名词解释	294
附录2	焊材选用表	309
参考文献		311

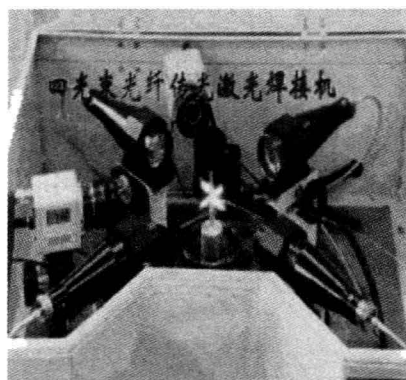
第1章

概 述

- 1.1 焊接方法的分类
- 1.2 焊接的应用
- 1.3 焊接作业的基本流程



从广义上讲，焊接就是通过加热或加压，或两者并用，使用（或不使用）填充材料，使两个工件达到永久性结合的一种方法。它是由铆接发展、延伸的一种更方便、更经济的连接方法。随着科学技术的发展，焊接方法也得到飞速发展，例如氩弧焊、等离子弧焊以及激光焊（照片1.1）等，激光焊接原理如图1.1所示。



照片1.1 激光焊接

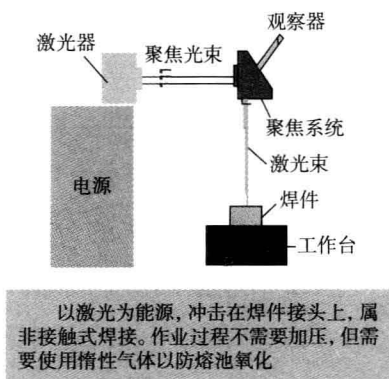


图1.1 激光焊接原理示意图

1.1 焊接方法的分类

焊接的方法主要分为熔化焊、压力焊、钎焊三大类，如图1.2所示。其中，熔化焊多数用于压力容器及钢结构。

熔化焊	包括电弧焊（焊条电弧焊、埋弧焊、气体保护焊）、等离子焊、电渣焊、电子束焊、激光焊等。氩弧焊、CO ₂ 气体保护焊是气体保护焊的一种
压力焊	包括电阻焊、冷压焊、摩擦焊、爆炸焊、扩散焊、超声波焊等
钎焊	包括软钎焊（烙铁钎焊、火焰钎焊）、硬钎焊（电阻钎焊、盐浴钎焊、感应钎焊）等

图1.2 焊接的方法分类