

- 主 编：张应立
- 副主编：罗建祥 张 梅

HANGONG  
BIANXIE SHOUCHE

# 焊工 便携手册



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)



# 焊工便携手册

主 编：张应立

副主编：罗建祥 张 梅



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

全书共十六章。在介绍焊接一般知识的基础上,系统地介绍了焊条电弧焊、气焊、埋弧焊、熔化极惰性气体保护焊(MIG焊)、CO<sub>2</sub>气体保护焊、钨极(非熔化极)气体保护焊(TIG焊)、电渣焊、电阻焊、等离子弧焊、电子束焊、激光焊、堆焊及钎焊等焊接技术知识,同时对焊接缺陷与质量检验、焊接劳动安全与卫生等技术知识也作了较详细的介绍。

本书文字简练,深入浅出,图文并茂,通俗易懂,资料新颖、翔实,每种焊接方法均附有实例,立足实用。适合于从事焊接工作的初、中级焊工及参加职业资格考试人员使用,并可供职业学校教师和学生和技术训练课上查询和继续学习使用,还可供焊接技术人员、管理人员、工程监理人员以及焊接专业院校师生和科研人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

焊工便携手册/张应立主编. —北京:中国电力出版社, 2007

ISBN 978 - 7 - 5083 - 4061 - 6

I . 焊 . . .    II . 张 . . .    III . 焊接 - 技术手册  
IV . TG4 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 003902 号

中国电力出版社出版、发行  
(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)  
北京盛通彩色印刷有限公司印刷  
各地新华书店经售

\*

2007 年 1 月第一版    2007 年 1 月北京第一次印刷  
880 毫米 × 1230 毫米 64 开本 16 印张 905 千字  
印数 0001—4000 册    定价 29.80 元

**版 权 专 有    翻 印 必 究**

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

# 前言

焊接是现代工业生产中不可缺少的先进加工工艺，焊接技术越来越受到各行各业的密切关注。焊接工人的操作技能水平对保证焊接产品质量、降低物资消耗、提高企业的经济效益、增加市场的竞争能力无疑是决定性因素之一，因此，建立一支高素质的焊工队伍，对各相关企业有着十分重要的意义。

为适应广大焊接技术工人的学习和职业资格考试的需求，满足企业、职业学校及各类培训机构培训技能人才的需要，我们结合焊工教学和生产实践经验，并参考了大量文献资料，编撰了本手册。手册编写工作始终坚持以下几个方面的原则：立足实用，以满足生产一线焊工和技术人员的需求；尽量达到焊工职业资格考试要求，以适应考试需要；力求内容新颖，其中有许多是国内外焊接的新工艺、新设备和操作技巧；力求数据准确可靠，全面贯彻国家最新焊接标准，计量单位全部采用国家标准。全书文字简练，重点突出，深入浅出，通俗易懂，并配以大量的插图，每种焊接方法均附有实例，具有较强的可读性，相信本书对提高广大焊工的技术水平会有一定的帮助。

本手册由张应立任主编，罗建祥、张梅任副主编，参加编写的有周玉华、张莉、耿敏、毕韬、唐猛、王丹、张峥、王成基、周玉良、周玥、梁润琴、周琳、李家祥、宋培波、吴光莉、程世明、吴宪明、邓尔登、程力、张功，全书由刘军审定。在编写过程中曾得到贵州路桥工程有限公司和黔南地区的领导、焊接专家的帮助与支持。在此一并表示感谢。

限于作者水平，加之经验不足，书中疏漏与不足之处在所难免，诚望使用本书的读者和专家批评指正。

编者

目 录
-----

## 前言

<b>第一章 焊接一般知识</b> .....	1
<b>第一节 金属学基础知识</b> .....	1
一、铁—碳合金相图 .....	1
二、金属材料的力学性能 .....	4
三、金属材料的焊接性 .....	5
<b>第二节 弧焊电源</b> .....	9
一、电弧静特性 .....	10
二、弧焊电源的外特性 .....	11
三、弧焊电源的动特性 .....	12
四、弧焊电源的负载持续率 .....	13
五、弧焊电源的额定电流 .....	13
<b>第三节 焊件清理</b> .....	13
一、焊前清理 .....	13
二、焊后清理 .....	16
<b>第四节 焊件的热处理</b> .....	18
一、常用的热处理方法 .....	18
二、钢的热处理工艺及代号 .....	19
三、焊件热处理方法的选择 .....	20
<b>第五节 焊接接头、坡口及焊接位置</b> .....	21
一、焊接接头的形式 .....	21
二、焊缝坡口的选择 .....	26
三、焊缝坡口的基本形式和尺寸 .....	27
四、焊缝坡口的加工 .....	40

五、焊接位置 .....	41
<b>第六节 焊缝类型与焊接符号 .....</b>	<b>41</b>
一、焊缝类型 .....	42
二、焊缝符号 .....	42
三、焊接方法和熔焊焊缝缺陷代号 .....	48
四、焊缝符号的简化标注方法 .....	51
五、焊缝符号的应用举例 .....	52
<b>第七节 焊接方法及其选择 .....</b>	<b>63</b>
一、焊接方法的分类 .....	63
二、各种不同焊接方法的适用范围 .....	64
三、常用金属材料适用的焊接方法 .....	65
四、常用焊接方法所适用的接头形式及焊接位置 .....	65
<b>第二章 焊条电弧焊 .....</b>	<b>70</b>
<b>第一节 焊接原理、特点及应用范围 .....</b>	<b>70</b>
一、焊条电弧焊的原理 .....	70
二、焊条电弧焊的特点 .....	70
三、焊条电弧焊的应用范围 .....	70
<b>第二节 焊接电弧及其特性 .....</b>	<b>71</b>
一、焊接电弧的产生 .....	71
二、焊接电弧的组成 .....	71
三、焊接电弧的特性 .....	72
<b>第三节 焊条电弧焊设备 .....</b>	<b>72</b>
一、焊条电弧焊对电源的要求 .....	72
二、焊条电弧焊电源的分类和型号 .....	73
三、焊条电弧焊电源的型号及技术数据 .....	75
四、焊条电弧焊设备的选择与使用 .....	100
五、交、直流弧焊电源的优缺点比较 .....	103
六、焊条电弧焊辅助设备及工具 .....	104
<b>第四节 焊条 .....</b>	<b>115</b>

一、焊条的组成及作用·····	115
二、焊条的分类、型号和牌号·····	115
三、常用焊条的主要性能及用途·····	135
四、焊条的选用原则·····	161
五、焊条的检查、使用和保管·····	163
<b>第五节 焊条电弧焊工艺</b> ·····	164
一、焊前准备·····	164
二、工艺参数的选择·····	165
三、焊接操作技术·····	172
四、各种类型焊件的焊接技术·····	193
<b>第六节 焊条电弧焊常见缺陷及防止措施</b> ·····	200
<b>第七节 焊条电弧焊工程实例</b> ·····	203
一、不锈钢的焊条电弧焊·····	203
二、低压管道的焊条电弧焊·····	204
三、高压容器的焊条电弧焊·····	206
四、锅炉泄漏管道的补焊·····	207
五、锻件缺陷的补焊·····	207
<b>第三章 气焊</b> ·····	209
<b>第一节 气焊的原理、特点及应用范围</b> ·····	209
一、气焊的原理·····	209
二、气焊的特点·····	209
三、气焊的应用范围·····	209
<b>第二节 气焊用气体</b> ·····	210
一、乙炔·····	210
二、液化石油气·····	212
三、氧气·····	212
<b>第三节 气体火焰</b> ·····	213
一、可燃气体的特点及火焰温度·····	213
二、火焰的种类与选择·····	214



三、火焰的异常现象、原因及消除方法·····	215
<b>第四节 气焊设备、工具及其使用方法</b> ·····	<b>216</b>
一、气焊设备的组成·····	217
二、气瓶和瓶阀·····	217
三、乙炔发生器·····	222
四、回火防止器（GB 12136—1989）·····	225
五、乙炔过滤器及干燥器·····	225
六、减压器·····	227
七、焊炬·····	230
八、工具及其他·····	235
九、气焊设备的使用方法·····	236
<b>第五节 气焊材料</b> ·····	<b>239</b>
一、可燃气体·····	239
二、助燃气体·····	240
三、气焊丝·····	240
四、气焊熔剂·····	244
<b>第六节 气焊工艺</b> ·····	<b>248</b>
一、焊前准备·····	248
二、气焊工艺参数的选择·····	250
三、气焊操作技术·····	254
<b>第七节 气焊常见缺陷及防止措施</b> ·····	<b>261</b>
<b>第八节 气焊工程实例</b> ·····	<b>262</b>
一、合金结构钢的气焊·····	262
二、奥氏体不锈钢的气焊·····	263
三、铝及铝合金的气焊·····	264
四、铜及铜合金的气焊·····	265
五、铬酸电镀池铅衬板的气焊·····	266
六、铸铁齿轮崩齿的补焊·····	267
<b>第四章 埋弧焊</b> ·····	<b>268</b>

第一节 埋弧焊原理、特点及应用范围 .....	268
一、埋弧焊的原理 .....	268
二、埋弧焊的特点 .....	268
三、埋弧焊的应用范围 .....	269
第二节 埋弧焊设备 .....	270
一、埋弧焊电源 .....	270
二、埋弧焊机的组成、结构及技术参数 .....	270
三、典型机械化埋弧焊机简介 .....	273
四、埋弧焊机的使用方法 .....	278
五、埋弧焊机的维护保养 .....	280
六、埋弧焊机常见的故障与排除 .....	281
七、埋弧焊的辅助设备 .....	284
第三节 埋弧焊材料 .....	290
一、焊丝 .....	290
二、焊剂 .....	293
三、埋弧焊丝及焊剂的选配原则 .....	306
第四节 焊接工艺 .....	307
一、焊前准备 .....	307
二、定位焊 .....	308
三、工艺参数的选择 .....	309
四、工艺参数与焊缝质量的关系 .....	311
五、焊接操作技术 .....	314
第五节 埋弧焊常见缺陷及防止措施 .....	325
第六节 埋弧焊工程实例 .....	329
一、低碳钢对接纵缝的焊接 .....	329
二、锅炉筒体环缝的焊接 .....	331
三、角接焊缝的焊接 .....	332
四、容器大接管的焊接 .....	334
五、电站锅炉主焊缝双面埋弧焊 .....	336

六、窄间隙埋弧焊接·····	338
<b>第五章 熔化极惰性气体保护焊 (MIG 焊)</b> ·····	<b>340</b>
<b>第一节 MIG 焊的原理、特点及应用范围</b> ·····	<b>340</b>
一、MIG 焊的原理·····	340
二、MIG 焊的特点·····	340
三、MIG 焊的应用范围·····	341
<b>第二节 MIG 焊熔滴过渡类型及影响因素</b> ·····	<b>341</b>
一、MIG 焊熔滴过渡类型·····	341
二、MIG 焊熔滴过渡的影响因素·····	342
<b>第三节 MIG 焊设备</b> ·····	<b>343</b>
一、MIG 焊设备的组成·····	343
二、MIG 焊常用焊机·····	351
三、MIG 焊焊机常见故障及其排除方法·····	355
<b>第四节 MIG 焊材料</b> ·····	<b>359</b>
一、保护气体·····	359
二、焊丝·····	359
<b>第五节 MIG 焊工艺</b> ·····	<b>365</b>
一、焊前准备·····	365
二、焊接工艺参数·····	365
三、MIG 焊操作技术·····	378
<b>第六节 熔化极脉冲氩弧焊</b> ·····	<b>382</b>
一、焊接特点与应用范围·····	382
二、熔化极脉冲氩弧焊设备·····	383
三、熔化极脉冲氩弧焊工艺·····	386
<b>第七节 熔化极气体保护焊常见缺陷与防止措施</b> ·····	<b>388</b>
<b>第八节 MIG 焊工程实例</b> ·····	<b>390</b>
一、T <sub>3</sub> 铜管与 1Cr18Ni9Ti 不锈钢板的 MIG 焊 ·····	390
二、87m <sup>3</sup> 纯铝浓硝酸贮槽 MIG 焊 ·····	392
三、30CrMnSiA 熔化极脉冲氩弧焊 ·····	394

<b>第六章 CO<sub>2</sub> 气体保护焊</b> .....	395
<b>第一节 CO<sub>2</sub> 焊的原理、特点和应用范围</b> .....	395
一、CO <sub>2</sub> 焊的原理 .....	395
二、CO <sub>2</sub> 焊的特点 .....	395
三、CO <sub>2</sub> 焊的应用范围 .....	397
<b>第二节 CO<sub>2</sub> 焊设备</b> .....	397
一、CO <sub>2</sub> 焊设备的组成 .....	397
二、CO <sub>2</sub> 焊常用焊机 .....	403
三、CO <sub>2</sub> 焊机常见故障及排除方法 .....	407
<b>第三节 CO<sub>2</sub> 焊材料</b> .....	411
一、保护气体 .....	411
二、CO <sub>2</sub> 焊丝 .....	413
<b>第四节 CO<sub>2</sub> 焊工艺</b> .....	420
一、焊前准备 .....	420
二、定位焊 .....	420
三、CO <sub>2</sub> 焊工艺参数的选择 .....	421
四、焊接操作技术 .....	425
<b>第五节 药芯焊丝 CO<sub>2</sub> 气保焊 (TCAW)</b> .....	432
一、药芯焊丝气保焊原理、特点和用途 .....	432
二、药芯焊丝的应用分类 .....	437
三、药芯焊丝气保焊工艺 .....	438
<b>第六节 CO<sub>2</sub> 焊的焊接缺陷及防止措施</b> .....	443
<b>第七节 CO<sub>2</sub> 焊工程实例</b> .....	447
一、汽车传动轴机械化 CO <sub>2</sub> 焊接 .....	447
二、车辆骨架及车身的半机械化 CO <sub>2</sub> 焊接 .....	448
三、船体结构的 CO <sub>2</sub> 单面焊双面成形焊接 .....	450
四、小直径容器对接焊缝 Ar + CO <sub>2</sub> 混合气体保护焊 .....	451
五、细丝 CO <sub>2</sub> 气体保护冷焊铸铁 .....	453

六、大型铸铁齿轮的 CO <sub>2</sub> 焊修复	454
<b>第七章 钨极（非熔化极）气体保护焊（TIG 焊）</b>	<b>457</b>
<b>第一节 TIG 焊的原理、特点及应用范围</b>	<b>457</b>
一、TIG 焊的原理	457
二、TIG 焊的特点	457
三、TIG 焊的应用范围	458
<b>第二节 TIG 焊设备</b>	<b>459</b>
一、TIG 焊设备的组成	459
二、手工钨极氩弧焊机	465
三、TIG 焊机常见故障及排除方法	477
<b>第三节 TIG 焊材料</b>	<b>480</b>
一、保护气体	481
二、焊丝	483
三、电极材料	485
<b>第四节 TIG 焊工艺</b>	<b>488</b>
一、焊前准备	488
二、定位焊	491
三、TIG 焊工艺参数的选择	491
四、手工 TIG 焊操作技术	503
<b>第五节 脉冲钨极（非熔化极）氩弧焊</b>	
（CP - TIG 焊）	510
一、CP - TIG 焊的原理、特点及应用范围	510
二、CP - TIG 焊工艺参数的选择	511
三、CP - TIG 焊典型工艺参数	512
<b>第六节 TIG 焊常见缺陷及防止方法</b>	<b>514</b>
<b>第七节 TIG 焊工程实例</b>	<b>517</b>
一、铝合金板对接 TIG 平焊	517
二、用 1Cr5Mo 管制造 500 万大卡三聚氰胺熔盐炉 的手工 TIG 焊	518

三、2A12 铝合金冷凝器 TIG 焊 .....	521
四、海底充油电缆软接头 TIG 焊 .....	523
五、薄板对接脉冲 TIG 焊 .....	525
六、TA2 钛板与 Q235 钢板的 TIG 焊 .....	526
<b>第八章 电渣焊</b> .....	<b>528</b>
<b>第一节 电渣焊的原理、特点及应用范围</b> .....	<b>528</b>
一、电渣焊的原理 .....	528
二、电渣焊的特点 .....	529
三、电渣焊的应用范围 .....	529
<b>第二节 电渣焊设备</b> .....	<b>532</b>
一、各种电渣焊设备的组成 .....	532
二、电渣焊机 .....	532
三、电渣焊机一般故障及排除 .....	539
<b>第三节 电渣焊材料</b> .....	<b>540</b>
一、电极材料 .....	540
二、焊剂 .....	542
三、管极涂料 .....	543
<b>第四节 电渣焊工艺</b> .....	<b>545</b>
一、焊前准备 .....	545
二、焊接工艺参数 .....	547
三、焊接过程的操作 .....	558
四、电渣焊焊后热处理 .....	559
<b>第五节 电渣焊常见缺陷及防止措施</b> .....	<b>560</b>
<b>第六节 电渣焊工程实例</b> .....	<b>562</b>
一、立辊轧机机架的熔嘴电渣焊 .....	562
二、250mm 轧机辊支架的板电渣焊 .....	564
三、轧钢机机架的电渣焊 .....	565
<b>第九章 电阻焊</b> .....	<b>567</b>
<b>第一节 点焊</b> .....	<b>567</b>

一、点焊的原理、特点及应用范围	567
二、点焊设备及使用方法	568
三、点焊工艺过程及参数选择	581
四、常用金属材料的点焊要点及典型工艺参数	593
五、点焊接头的质量	606
<b>第二节 缝焊</b>	<b>610</b>
一、缝焊的原理、特点及应用范围	611
二、缝焊的基本形式	611
三、缝焊设备及使用方法	612
四、缝焊工艺	618
五、常见金属材料的缝焊要点及典型工艺参数	623
六、缝焊常见缺陷及排除方法	630
<b>第三节 凸焊</b>	<b>630</b>
一、凸焊的特点及应用范围	630
二、凸焊设备	632
三、凸焊工艺过程及参数选择	633
四、常用金属材料的凸焊典型工艺参数	636
五、凸点位移原因及防止措施	640
<b>第四节 对焊</b>	<b>641</b>
一、对焊的原理、特点及应用范围	641
二、对焊设备	642
三、对焊工艺	650
四、常用金属材料的对焊要点及典型工艺参数	654
五、对焊常见缺陷及防止方法	662
<b>第五节 电阻焊工程实例</b>	<b>662</b>
一、铝合金轿车门的点焊	662
二、钛框构件的闪光对焊	664
<b>第十章 等离子弧焊</b>	<b>666</b>
<b>第一节 等离子弧的形成、类型及特点</b>	<b>666</b>

一、等离子弧的形成	666
二、等离子弧的类型	667
三、等离子弧的特点	667
第二节 等离子弧焊的特点及应用范围	668
一、等离子弧焊的特点	668
二、等离子弧焊的应用范围	669
第三节 等离子弧焊设备	669
一、等离子弧焊机的分类	669
二、等离子弧焊机的组成	670
三、等离子弧焊机的型号及技术数据	677
四、等离子弧焊机的使用方法	680
五、等离子弧焊机的一般故障及排除	681
第四节 等离子弧焊材料	681
一、焊丝	681
二、钨极	681
三、气体	681
第五节 等离子弧焊工艺	683
一、等离子弧焊的基本方法	683
二、等离子弧焊的接头形式	685
三、等离子弧焊的焊件清理	685
四、等离子弧焊的焊件装配与夹紧	685
五、等离子弧焊工艺参数的选择	686
六、等离子弧焊操作技术	692
第六节 等离子弧焊常见缺陷及防止措施	695
第七节 等离子弧焊工程实例	696
一、不锈钢筒体的等离子弧焊	696
二、厚 8mm 的 30CrMnSiA 大电流等离子弧焊	698
三、双金属锯条的等离子弧焊	698
四、厚 0.2mm 不锈钢微束等离子弧焊	701



五、直管对接等离子弧焊·····	702
六、TA2 工业钝钛板自动等离子弧焊·····	703
<b>第十一章 电子束焊</b> ·····	<b>705</b>
<b>第一节 电子束焊的原理、特点及应用范围</b> ·····	<b>705</b>
一、电子束焊的原理·····	705
二、电子束焊的特点·····	705
三、电子束焊的类型与应用范围·····	707
<b>第二节 电子束焊接设备</b> ·····	<b>709</b>
一、电子束焊机的分类·····	709
二、电子束焊机的组成·····	710
三、电子束焊机的型号及主要技术数据·····	712
四、电子束焦点与焊缝的对中用设备及对中方法·····	712
<b>第三节 电子束焊接工艺</b> ·····	<b>714</b>
一、电子束焊的焊接性·····	714
二、电子束焊的焊前准备·····	715
三、电子束焊的装配·····	717
四、电子束焊参数的选择·····	717
五、电子束焊工艺要点·····	720
<b>第四节 电子束焊常见缺陷与改善质量的措施</b> ·····	<b>721</b>
一、电子束焊常见缺陷分析·····	721
二、电子束焊常见焊接缺陷及防止方法·····	724
三、改善电子束焊接头质量的措施·····	726
<b>第五节 电子束焊工程实例</b> ·····	<b>727</b>
一、双金属带锯的电子束焊接·····	727
二、130mm 厚的调质钢电子束对接焊·····	727
三、陶瓷与金属的电子束焊·····	727
<b>第十二章 激光焊</b> ·····	<b>730</b>
<b>第一节 激光焊的原理、特点及应用范围</b> ·····	<b>730</b>
一、激光焊的原理·····	730