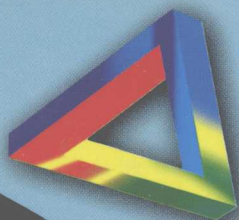


技工系列工具书

徐越兰 主编



电焊工



实用技术手册

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

技工系列工具书

电焊工实用技术手册



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电焊工实用技术手册/徐越兰主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2006. 1

(技工系列工具书)

ISBN 7-5345-4820-9

I. 电... II. 徐... III. 电焊-焊接工艺-技术手册 IV. TG443-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 148597 号

技工系列工具书

电焊工实用技术手册

主 编 徐越兰
责任编辑 孙广能
责任校对 苏 科
责任监制 张瑞云

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)
网 址 <http://www.jsjpub.com>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京展望文化发展有限公司
印 刷 无锡春远印刷厂

开 本	850 mm×1168 mm	1/32	印 张	27.75
插 页	4		字 数	690 000
版 次	2006 年 1 月第 1 版		印 次	2006 年 1 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 7-5345-4820-9/TB·31
定 价 53.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

前 言

焊接技术作为材料加工成型的重要手段,近年来,随着科学技术的发展得到了迅速的提高。当今焊接技术的发展已进入手工、半自动、自动化共同发展的新时期。电弧焊新技术新材料及新工艺的发展与应用日渐广泛。为此,对电焊工的综合素质提出了更高的要求。

本手册编写宗旨是要起到提高电焊工的理论知识和实践水平的作用。手册围绕电弧焊技术,系统、详细地介绍了电弧焊基本原理;电弧焊焊接方法;电弧焊设备;电弧焊焊接材料以及金属材料的焊接性和焊接工艺要点,并配有部分焊接操作实例;焊接检验方法及原理;焊接装备及焊接生产管理知识等。

手册对象主要是初、中级电焊工,部分内容亦可供高级电焊工参考。力求文字通俗易懂,理论介绍与实践操作结合,并引用大量图表及最新相关标准。

手册共分十八章。徐越兰教授任主编,庞怀信任主审。第一章由王金雪编写;第二章由成志富编写;第三章由浦江编写;第四、六、七、八章由陈文华编写;第五章由张俊、徐越兰编写;第九章由徐越兰、王克鸿、余进编写;第十章由朱武营编写;第十一、十二章、十五章的第四、五节由庞怀信编写;第十三、十六章由孔建寿编写;第十四章由宁文华编写;第十五章的一、二、三节由余进编写;第十五章的六、七节由任江毅、庞怀信编写;第十五章的八、九、十、十一、十二节由张德库编写;第十七、十八章由徐越兰、顾民乐编写。

手册的编写引用了大量文献资料,对于书末所列参考文献以及未能悉数提及的文献资料作者,在此一并表示感谢!

限于编者学识水平,所及不足之处,还望读者指正。

编者

2006.1

目 录

第一章 焊接电弧	1
第一节 电弧的物理基础	1
一、焊接电弧的本质与特点	1
二、焊接电弧的导电机构	2
第二节 焊接电弧的引燃	10
一、接触引弧	10
二、高频及脉冲引弧	11
第三节 焊接电弧的静特性	12
一、焊接电弧的静特性曲线	12
二、影响焊接电弧静特性的因素	13
第四节 焊接电弧的稳定性	14
一、焊接电源的影响	15
二、焊条药皮的影响	15
三、外界气流的影响	15
四、焊接处清洁程度的影响	15
五、焊接电弧的磁偏吹及其控制	16
第二章 焊接冶金及焊接学基础	18
第一节 焊丝(或焊条)的熔化及熔滴过渡	18
一、焊丝(或焊条)的加热及熔化	18
二、熔滴的形成及过渡	20
第二节 焊接熔池及焊缝成型	24
一、母材熔化和焊缝成型	24
二、焊缝形状尺寸与焊缝质量的关系	25

三、焊接规范和工艺因素对焊缝成型的影响	26
四、焊缝成型缺陷及产生原因	30
第三节 焊接热影响区的组织与性能	33
一、在焊接加热及冷却条件下热影响区组织转变特点	33
二、热影响区的组织与性能	36
三、焊接热影响区组织分布	36
第四节 焊缝中的气孔	39
第五节 焊接裂纹	41
第三章 焊接材料	44
第一节 焊条	44
一、焊条的分类、型号及牌号	44
二、焊条的选用	62
三、焊条消耗量估算	73
四、焊条的现场质量管理	75
第二节 焊丝	78
一、实心焊丝	78
二、药芯焊丝型号和牌号	93
第三节 焊剂	116
一、埋弧焊用焊剂	116
二、电渣焊用焊剂	124
第四节 其他焊接材料	128
一、气体保护焊用气体	128
二、气体保护焊用钨极材料	132
三、碳弧气刨用碳电极	134
第四章 焊接设备	136
第一节 电弧焊设备	136
一、焊接设备的选用	136
二、弧焊电源	146

三、埋弧焊设备	190
四、二氧化碳气体保护电弧焊设备	196
五、氩弧焊设备	205
六、等离子弧焊(割)设备	217
第二节 其他焊接设备	226
一、电渣焊机	226
二、碳弧气刨设备	230
第三节 常用辅助设备	232
一、电焊钳	232
二、护目玻璃	232
三、焊接电缆	233
四、碳弧气刨枪	234
五、流量计	237
六、焊条烘干箱	237
七、焊条保温筒	238
第五章 手工电弧焊	239
第一节 焊接接头的型式及焊缝型式	239
一、焊接接头型式	239
二、焊缝型式	243
第二节 手工电弧焊工艺参数的选择	244
一、焊接工艺参数的确定	244
二、低碳钢、低合金钢手工电弧焊工艺参数	246
第三节 手工电弧焊操作技能	249
一、引弧和运条方法	249
二、焊缝的起头、收尾及连接	253
三、各种位置的焊接方法	255
四、手工单面焊双面成型	261
五、管子的焊接	266

第四节 手工电弧焊焊接缺陷及防止措施·····	271
第六章 埋弧焊 ·····	273
第一节 概述·····	273
一、埋弧焊的基本原理·····	273
二、埋弧焊的特点·····	274
三、埋弧焊的分类及应用范围·····	274
第二节 埋弧焊的冶金过程特点及焊接材料选择·····	275
一、埋弧焊的冶金过程特点·····	275
二、埋弧焊用焊丝与焊剂的选配·····	276
第三节 埋弧焊工艺·····	276
一、焊前准备·····	276
二、埋弧焊工艺及规范·····	282
第四节 埋弧焊焊接缺陷及防止措施·····	289
第七章 电渣焊 ·····	291
第一节 概述·····	291
一、电渣焊的基本原理·····	291
二、电渣焊的特点·····	292
三、电渣焊的应用·····	292
第二节 电渣焊的热源和冶金特点·····	292
一、电渣焊热过程特点·····	292
二、电渣焊冶金过程特点·····	293
第三节 电渣焊工艺·····	295
一、焊前准备·····	295
二、渣池建立·····	297
三、焊接参数·····	297
四、焊接收尾·····	300
第四节 焊接实例·····	301
第五节 电渣焊焊接缺陷及防止措施·····	301

第八章 钨极氩弧焊	303
第一节 概述	303
一、应用范围	303
二、优缺点	303
第二节 钨极氩弧焊工艺	304
一、接头型式及坡口	304
二、焊接工艺参数	309
三、操作技术	312
四、手工钨极氩弧打底焊	316
五、钨极氩弧点焊	321
第九章 熔化极气体保护(电弧)焊	323
第一节 概述	323
一、基本原理	323
二、分类	325
三、气体保护电弧焊的应用范围	326
第二节 熔化极惰性气体保护电弧焊	329
一、熔化极惰性气体保护电弧焊的特点及应用	329
二、熔化极惰性气体保护焊的熔滴过渡型式	330
三、熔化极惰性气体保护焊(MIG)工艺	330
四、不锈钢熔化极气体保护电弧焊典型工艺参数及实例	335
第三节 熔化极脉冲氩弧焊(PMIG 焊)	338
一、熔化极脉冲氩弧焊的原理	338
二、熔化极脉冲氩弧焊熔滴过渡的特点	339
三、PMIG 焊规范参数的选择	341
四、熔化极脉冲氩弧焊的应用	347
五、焊接实例	348
第四节 熔化极混合气体保护电弧焊	349
一、熔化极混合气体保护电弧焊的特点及应用	349

二、熔化极混合气体保护焊的熔滴过渡型式	351
三、熔化极混合气体保护焊(MAG)工艺	353
第五节 二氧化碳气体保护(电弧)焊	359
一、CO ₂ 气体保护焊的特点、应用及分类	359
二、CO ₂ 气体保护焊的冶金特点	360
三、实心焊丝 CO ₂ 气体保护焊焊接工艺	362
四、药芯焊丝 CO ₂ 气体保护焊焊接工艺	367
五、实心焊丝与药芯焊丝 CO ₂ 焊性能比较	370
六、CO ₂ 电渣点焊	372
第六节 熔化极气体保护焊焊接缺陷及防止措施	374
第十章 等离子弧焊接与切割	377
第一节 概述	377
一、等离子弧的形成	377
二、等离子弧类型	378
三、等离子弧特点	380
第二节 等离子弧焊接	381
一、等离子弧焊接分类	381
二、等离子弧焊接工艺	384
三、双弧现象及防止措施	392
四、等离子弧焊接应用实例	394
第三节 等离子弧切割	402
一、等离子弧切割原理及特点	402
二、等离子弧切割分类	404
三、等离子弧切割工艺	406
四、等离子弧切割质量及操作技术	414
五、空气等离子弧切割	423
第十一章 堆焊	427
第一节 概述	427

第二节 堆焊材料	428
一、堆焊金属的类型	428
二、堆焊材料的主要成分、特性及用途	429
三、堆焊材料的选择	429
第三节 堆焊方法与工艺	450
一、焊条电弧堆焊	450
二、埋弧堆焊	453
三、钨极氩弧堆焊	455
四、熔化极气体保护和自保护电弧堆焊	455
五、等离子弧堆焊	456
六、电渣堆焊	456
第四节 堆焊实例	457
一、40CrMnMo 钢大模数齿轮轴人字齿齿形表面堆焊修复	457
二、 $\phi 2\ 800\ \text{mm}$ 尿素合成塔球形封头内壁带极埋弧堆焊	458
三、700 t 压力机主轴粉末等离子弧堆焊修复	460
四、其他	461
第十二章 碳弧气刨与切割	464
第一节 碳弧气刨与切割的原理、特点及应用	464
一、原理	464
二、特点	464
三、应用	466
第二节 碳弧气刨用材料	466
第三节 碳弧气刨工艺	469
一、碳弧气刨工艺参数	469
二、碳弧气刨的操作技能	471
三、碳弧气刨常见缺陷及排除措施	473
第四节 金属材料的碳弧气刨与切割	474
第十三章 焊接力学	476

第一节 焊接应力与变形	476
一、焊接应力与变形产生的原因	476
二、焊接变形的类型及其成因	476
三、焊接变形的预防措施	478
四、焊接变形的矫正方法	479
五、减少焊接应力的措施	480
六、消除焊接应力的方法	482
七、实例分析	483
第二节 焊接接头静载强度计算和焊接结构的破坏	485
一、应力集中的概念	485
二、焊缝许用应力	486
三、焊接接头中的应力分布	487
四、焊接接头静载强度计算	493
五、焊接结构的脆性断裂	498
六、焊接结构的疲劳断裂	499
第三节 焊接接头试验方法	501
一、焊接接头力学性能试验取样方法	501
二、焊接接头拉伸试验方法	506
三、焊接接头冲击试验方法	507
四、焊接接头弯曲及压扁试验方法	509
五、焊接接头及堆焊金属硬度试验方法	513
第十四章 典型焊接结构的制造	515
第一节 梁与柱的焊接	515
一、概述	515
二、工字断面的梁和柱	516
三、箱形断面的梁和柱	525
第二节 大型钢制储罐的自动焊接	533
一、概述	533

二、储罐底板的焊接	535
三、储罐壁板的焊接特点分析	539
四、储罐壁板环焊缝的自动埋弧焊	540
五、储罐壁板立焊缝的气电立焊	547
六、工程实例	552
第三节 球形储罐的焊接	557
一、概述	557
二、球罐的组装	558
三、球罐的焊接特点	559
四、球罐焊缝的质量标准	560
五、焊接方法选择	560
六、焊接管理	560
七、焊接注意事项	561
八、焊缝返修	562
九、球罐的手工电弧焊	563
十、球罐的自动焊接	568
第十五章 常用金属材料的焊接	573
第一节 焊接性及试验方法	573
一、金属材料的焊接性	573
二、钢材焊接冷裂纹敏感性碳当量计算	573
三、焊接裂纹试验	575
第二节 碳素钢的焊接	580
一、低碳钢的焊接	581
二、中碳钢的焊接	591
三、高碳钢的焊接	595
第三节 低合金结构钢的焊接	598
一、常用普低钢的牌号及基本性能	598
二、常用普低钢的焊接特点	600

三、常用普低钢的焊接工艺	601
第四节 不锈钢的焊接	607
一、概述	607
二、不锈钢的分类、性能及用途	608
三、不锈钢的焊接性	624
四、奥氏体不锈钢的焊接工艺	630
五、铁素体不锈钢的焊接工艺	647
六、马氏体不锈钢的焊接工艺	648
七、不锈钢复合钢板的焊接工艺	649
八、焊接实例	653
第五节 低合金耐蚀钢的焊接	654
一、低合金耐蚀钢的牌号及基本性能	654
二、低合金耐蚀钢的焊接特点	655
三、低合金耐蚀钢的焊接工艺	658
第六节 耐热钢的焊接	669
一、耐热钢的分类、牌号及性能	669
二、珠光体耐热钢的焊接	675
三、马氏体耐热钢的焊接	678
四、奥氏体耐热钢的焊接	680
第七节 低温钢的焊接	681
一、低温钢的分类、牌号及性能	681
二、低温用钢的焊接特点	682
三、低温钢的焊接工艺要点	687
第八节 铸铁的焊补	691
一、铸铁的牌号及性能	691
二、铸铁的焊接性	693
三、铸铁的焊接工艺要点	695
四、铸铁常见缺陷的焊补	698

第九节 铝及其合金的焊接	701
一、铝及铝合金的分类、牌号及性能	701
二、铝及铝合金的焊接性	705
三、铝及铝合金焊接材料的选用	707
四、焊前准备与焊后清理	711
五、焊接工艺	712
第十节 铜及铜合金的焊接	720
一、铜及铜合金的分类、牌号及性能	720
二、铜及铜合金的焊接性	724
三、焊接材料的选择	726
四、铜及铜合金焊接工艺	727
第十一节 钛及钛合金的焊接	739
一、钛及钛合金的分类、牌号及性能	739
二、钛及其合金的焊接性	742
三、钛及其合金的焊接工艺	743
第十二节 异种金属的焊接	749
一、珠光体钢与铁素体钢的焊接	749
二、珠光体钢与奥氏体钢的焊接	756
三、铁素体钢与奥氏体钢的焊接	762
四、钢与铜及铜合金的焊接	766
五、钢与铝及铝合金的焊接	768
第十六章 焊接结构的生产	770
第一节 焊接结构生产过程简介	770
一、焊接结构生产工艺流程	770
二、焊接结构生产主要工艺过程	770
第二节 焊接结构的工艺性	776
一、合理布置焊缝	776
二、合理的装配焊接顺序	778

第三节 焊接机械装备	780
一、焊接夹具	780
二、焊接变位机械	785
三、焊接滚轮架	787
四、焊接操作机	791
第四节 焊接结构生产工艺规程	794
一、焊接工艺规程的作用	794
二、焊接工艺规程编制的原则	794
三、焊接工艺规程编制的依据	795
四、焊接工艺规程的内容	795
第五节 电弧焊技术定额	799
一、焊接材料的消耗定额	800
二、电力消耗的定额	804
三、劳动工时定额	805
第十七章 焊接质量检验	817
第一节 电弧焊常见焊接缺陷	818
一、裂纹	819
二、气孔	821
三、固体夹杂	822
四、未熔合和未焊透	822
五、形状缺陷	823
六、其他缺陷	823
第二节 焊接(产品)质量检验	823
一、破坏性检验	824
二、非破坏性检测	826
三、焊接缺陷的返修及焊补	843
第三节 钢材电弧焊接头几何缺陷质量等级	851
一、检测依据	851