

第3版

简明焊工手册

简明焊工手册编写组 编



机械工业出版社
China Machine Press

简明焊工手册

第 3 版

简明焊工手册编写组 编



机械工业出版社

本手册第3版是在1994年第2版基础上修订的。书中整体编写结构虽未作变动,但对某些技术内容和数据作了修改和更新,并采用了最新国家标准和专业标准,使该书更具简明、实用性和先进性。本书内容包括:焊接的一般知识、焊缝坡口的形式和焊件清理、焊接方法、焊接材料、焊接设备、金属材料的焊接、堆焊及热喷涂、热切割、焊接质量检验、安全技术等共10章。

本书可供焊工、焊接工程技术人员、相关专业(钣金、冷作)工人、技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

简明焊工手册/简明焊工手册编写组编.—3版.
—北京:机械工业出版社,2000
ISBN 7-111-04092-9

I. 简… II. 简… III. 焊接 手册 IV. TG4-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第66512号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:俞逢英 版式设计:张世琴 责任校对:韩晶

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年11月第3版·第1次印刷

787mm×1092mm^{1/32}·23.125印张·2插页·662千字

110 211—115 210册

定价:39.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

前 言

本手册 1986 年问世, 1994 年再版, 其间多次重印, 发行数量达 10 万余册。令编者欣慰的是本手册得到了广大读者的认可。值此第 3 版修订之际, 谨向支持、关心本手册的焊接界专家同行和广大读者致以深深的谢意。

为适应新世纪经济、科学技术的迅猛发展和知识不断更新的需要, 在保持本手册原有整体结构、章节编排及突出熔焊、钢的焊接的特色之外, 尽力收集新的国家技术标准和焊接行业新工艺、新设备的资料信息, 在有关专家、教授的支持和帮助下, 本着吐故纳新、去粗存精的宗旨, 对本手册又一次进行了修订, 力求更为简明实用。以满足广大读者的需求。

由于编者知识面的局限性, 手册中遗误之处在所难免, 恳请焊接界的专家、教授和广大焊接工作者批评指正。

本手册仍由原编者修订, 即参加编写的是: 第一章和第十章孙翔、第二章和第八章王明廉、第三章李永德、第四章和第九章戚廷元、第五章陈文焕、第六章魏玉明、第七章李永德和戚廷元。孙翔任主编。参加本手册第 1 版审稿的有: 顾玉熹、沈一龙、顾曾迪、陆仁发、方仲元、张建华、杨百新。参加第 2 版审稿的有: 顾曾迪、董定元、袁传洁、杨泗霖。参加第 3 版审稿的有: 高清宝、苏志东。

对焊接界专家、教授在百忙之中给予本手册的支持和帮助, 再一次表示感谢!

编 者

目 录

前言

第一章 焊接的一般知识	1
一、金属学基础	1
1. 铁-碳合金相图	1
2. 金属材料的力学性能	4
3. 金属的焊接性	5
二、焊接热源	11
1. 焊接热源的种类及其主要特性	11
2. 焊接热效率	12
三、焊缝及热影响区	14
1. 焊缝的形成	14
2. 热影响区的组织和性能	14
3. 焊接接头	15
4. 焊接接头组织性能的调整和改善	17
四、焊接应力与变形	20
1. 焊接应力及变形的种类	20
2. 焊接变形的控制	22
3. 矫正焊接变形的的方法	23
五、焊件的热处理	25
1. 常用的热处理方法	25
2. 钢的热处理工艺代号	26
3. 焊件热处理方法的选择	27
六、焊接结构	28
1. 焊接结构的特点	28
2. 焊接金属结构时应注意的问题	28

七、焊接夹具	31
1. 焊接夹具的选择与使用	31
2. 各种夹具的用途和要求	32
3. 典型结构举例	33
第二章 焊缝坡口的形式和焊件清理	38
一、焊缝符号	38
1. 基本符号	38
2. 辅助符号	39
3. 补充符号	40
4. 焊缝尺寸符号	41
5. 焊接方法和熔焊焊缝缺陷代号	42
6. 焊缝符号的简化标注方法	44
7. 焊缝符号的应用举例	45
二、焊缝坡口的基本形式和尺寸	55
1. 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和埋弧焊焊缝坡口 的基本形式和尺寸	55
2. 点焊和缝焊接头的基本形式和要求	75
3. 对接接头的基本形式和尺寸	77
4. 摩擦接头的基本形式	78
5. 钎接头的基本形式和要求	79
三、焊件的清理	80
1. 焊前清理	80
2. 焊后清理	84
第三章 焊接方法	86
一、气焊	86
1. 气焊的特点	86
2. 气焊的应用范围	88
3. 气焊技术	88
二、焊条电弧焊	92
1. 焊条电弧焊的特点	92
2. 焊条电弧焊的应用范围	93

3. 焊条电弧焊技术	93
三、埋弧焊	103
1. 埋弧焊的特点	103
2. 埋弧焊的应用范围	104
3. 埋弧焊技术	104
四、电渣焊	111
1. 电渣焊的特点	111
2. 电渣焊的应用范围	111
3. 电渣焊的分类	112
4. 电渣焊技术	114
五、二氧化碳气体保护焊	117
1. 二氧化碳气体保护焊的特点	117
2. 二氧化碳气体保护焊的分类及应用范围	118
3. 二氧化碳气体保护焊技术	119
六、氩弧焊	123
1. 氩弧焊的特点	123
2. 氩弧焊的分类及应用范围	127
3. 脉冲钨极氩弧焊	128
4. 脉冲熔化极氩弧焊	130
5. 氩弧焊技术	130
6. 熔化极混合气体保护电弧焊	133
七、等离子弧焊接	134
1. 等离子弧焊接的特点	134
2. 等离子弧焊接过程	136
3. 等离子弧焊的应用范围	137
4. 等离子弧焊技术	137
八、电阻点焊	139
1. 电阻点焊的特点	139
2. 电阻点焊的应用范围	139
3. 电阻点焊技术	141
九、缝焊	146

1. 缝焊的特点	146
2. 缝焊的种类及应用范围	146
3. 缝焊的焊接参数	147
十、凸焊	148
1. 凸焊的特点及应用范围	148
2. 凸焊技术	149
3. 凸焊的应用实例	151
十一、对焊	152
1. 对焊的特点及应用范围	152
2. 对焊焊接参数	153
十二、钎焊	159
1. 钎焊的特点	159
2. 钎焊的应用范围	160
3. 钎焊工艺	161
4. 不同钎焊方法的主要特点	164
十三、高频焊	166
1. 高频焊的分类及特点	166
2. 高频焊的应用范围	168
十四、摩擦焊	170
1. 摩擦焊的特点及其分类	170
2. 摩擦焊的应用范围	173
3. 摩擦焊焊接工艺	173
十五、其它焊接方法	176
1. 爆炸焊	176
2. 电子束焊	178
3. 激光焊	180
4. 扩散焊	182
第四章 焊接材料	184
一、焊条	184
1. 焊条分类及焊条型号、牌号表示方法	184
2. 选择焊条的要点	189

3. 焊条的使用和保管	191
4. 常用焊条的牌号、特点和用途	192
二、焊丝	210
1. 气体保护焊焊丝	210
2. 熔焊焊丝	212
3. 药芯焊丝	216
4. 硬质合金堆焊焊丝	218
5. 铜及铜合金焊丝	218
6. 铝及铝合金焊丝	220
7. 铸铁气焊丝	221
8. 镍及镍合金焊丝	221
三、钎料	222
1. 钎料型号表示方法	222
2. 铜锌钎料	222
3. 铜磷钎料	223
4. 银基钎料	226
5. 铝基钎料	228
6. 锌基钎料	229
7. 锡铅钎料	230
8. 镍基钎料	231
四、焊剂及熔剂	232
1. 埋弧焊及电渣焊焊剂	232
2. 气焊熔剂	239
3. 钎焊焊剂 (简称钎剂)	240
五、焊接用气体	242
1. 焊接用气体的性质、质量要求和用途	242
2. 各种气瓶的涂色标记	243
六、其它焊接材料	244
1. 电阻焊用电极材料	244
2. 气体保护焊用钨极材料	245
3. 防止飞溅粘结用涂料	245

七、焊接材料消耗定额的估算	245
1. 焊接材料消耗定额的估算	245
2. 焊条、焊丝、焊剂、气体消耗定额有关参数	248
第五章 焊接设备	256
一、焊接设备的选用	256
1. 焊接设备的分类	256
2. 选用焊接设备的原则	256
3. 电焊机型号的编制方法	258
4. 电弧焊机额定电流等级	265
二、弧焊电源	265
1. 弧焊电源的外特性	265
2. 弧焊电源的动特性	267
3. 弧焊电源的主要参数	269
4. 弧焊电源的类型	270
5. 逆变弧焊电源	277
三、电弧焊机	279
1. 电弧焊机的结构	279
2. 电弧焊机的送丝机构	280
3. 气体保护焊焊枪	287
4. 电弧焊机的单元控制电路	288
5. 各类电弧焊机的特点	290
四、电阻焊机	294
1. 电阻焊机的分类	294
2. 电阻焊机的组成	297
五、其它电焊机	299
1. 电渣焊机	299
2. 等离子弧焊机	300
3. 摩擦焊机	301
4. 高频电阻焊机	301
5. 电子束焊机	303
6. 激光焊机	304

六、常用电焊机的技术数据和用途	304
1. 弧焊电源	304
2. 电弧焊机	305
3. 电阻焊机	320
4. 其它电焊机	331
5. 控制设备	337
七、气焊设备	340
1. 气瓶和瓶阀	340
2. 乙炔发生器	342
3. 回火防止器	345
4. 减压器	346
5. 焊炬	347
八、切割设备	350
1. 手工气割设备	350
2. 机械氧气切割设备	352
3. 火焰精密切割设备	353
4. 等离子弧切割机	355
5. 碳弧气刨设备	356
九、常用辅助设备和工具	358
1. 电焊钳、护目玻璃和焊接电缆	358
2. 橡胶气管	359
3. 电焊条保温筒	360
4. 自控远红外焊条烘干箱	360
5. 管子坡口机	360
6. 氩气减压流量计	361
7. 二氧化碳减压流量调节器	362
8. 变位机	362
十、焊接设备的使用维护及故障排除	362
1. 电焊机的使用和维护	362
2. 焊接设备常见故障的排除	363
3. 埋弧焊机常见故障的排除	365

第六章 金属材料的焊接	371
一、低碳钢的焊接	372
1. 常用低碳钢的基本性能	372
2. 焊接特点	372
3. 焊条电弧焊	372
4. 埋弧焊	375
5. 电渣焊	387
6. 二氧化碳气体保护焊	388
7. 气焊	398
8. 点焊、缝焊	398
二、中碳钢的焊接	401
1. 常用中碳钢的基本性能	401
2. 焊接特点	401
3. 焊条电弧焊	403
4. 埋弧焊	404
5. 电渣焊	405
6. 二氧化碳气体保护焊	408
7. 气焊	408
8. 点焊、缝焊	408
三、合金结构钢的焊接	410
1. 常用钢号及其基本性能	410
2. 焊接特点	410
3. 焊接工艺要点	417
4. $\sigma_s \leq 410\text{MPa}$ 低合金结构钢的焊接	419
5. $\sigma_s = 420 \sim 540\text{MPa}$ 低合金结构钢的焊接	422
6. $\sigma_s \geq 600\text{MPa}$ 合金结构钢的焊接	424
7. 中碳 (w_C 为 0.25% ~ 0.45%) 合金结构钢的焊接	424
8. 焊接参数	424
四、不锈钢的焊接	431
1. 常用不锈钢的基本性能	431
2. 焊接特点	431

3. 奥氏体型不锈钢的焊接	431
4. 马氏体型不锈钢的焊接	448
5. 铁素体型不锈钢的焊接	449
五、低合金耐蚀钢的焊接	451
1. 常用低合金耐蚀钢的基本性能	451
2. 含铝耐蚀钢的焊接	451
3. 其它低合金耐蚀钢的焊接	453
4. 焊接参数	455
六、耐热钢的焊接	455
1. 常用耐热钢的基本性能	455
2. 焊接特点	455
3. 珠光体型耐热钢的焊接	455
4. 奥氏体型耐热钢的焊接	462
5. 马氏体型耐热钢的焊接	463
6. 铁素体型耐热钢的焊接	464
七、低温用钢的焊接	464
1. 低温用钢的基本性能	464
2. 焊接特点	467
3. 焊接工艺要点	467
4. 焊接材料的选择	468
5. 焊接参数	469
八、高电阻电热合金的焊接	470
1. 电炉丝(带)的焊接	470
2. 热电偶丝的焊接	473
九、铸铁的焊接	476
1. 铸铁的基本类型及力学性能	476
2. 焊接特点	476
3. 焊接工艺要点	479
4. 焊接方法及焊接材料的应用	481
5. 焊接参数	482
6. 机械制造中铸件焊补方法的选择	482

十、铝及铝合金的焊接	485
1. 铝及铝合金的基本性能	485
2. 焊接特点	495
3. 焊接材料的选择	496
4. 焊接工艺	499
十一、铜及铜合金的焊接	506
1. 铜及铜合金的基本性能	506
2. 焊接特点	508
3. 焊接材料的选择	508
4. 焊接工艺	515
十二、钛及钛合金的焊接	522
1. 钛及钛合金的基本性能	522
2. 焊接特点	522
3. 焊接工艺	525
4. 焊接参数	528
十三、镁合金的焊接	531
1. 镁合金的基本性能	531
2. 焊接特点	531
3. 焊接工艺	533
4. 焊接参数	534
十四、镍及镍合金的焊接	536
1. 镍及镍合金的基本性能	536
2. 焊接特点	536
3. 焊接工艺	542
4. 焊接参数	544
十五、铅及铅合金的焊接	552
1. 铅及铅合金的主要性能及用途	552
2. 焊接特点	555
3. 焊接工艺	555
十六、锆及锆合金的焊接	557
1. 锆及锆合金的基本性能	557

2. 焊接特点	557
3. 焊接工艺要点	557
4. 焊接参数	559
十七、钨、钼、铌、钽及其合金的焊接	561
1. 焊接特点	561
2. 不同材料、不同焊接方法的焊接性能	561
3. 焊接工艺	562
4. 焊接参数	562
十八、异种金属材料的焊接	563
1. 异种钢的焊接特点	564
2. 碳钢与铸铁的焊接	567
3. 钢与纯铜的焊接	568
4. 钢与钛的焊接	570
5. 钢与铝的焊接	572
6. 不锈钢与铅的焊接	573
7. 铝与铜的焊接	573
十九、复合材料的焊接	574
1. 耐蚀复合钢板的焊接	574
2. 无氧铜-碳钢复合板的焊接	580
第七章 堆焊及热喷涂	583
一、堆焊	583
1. 堆焊的特点及应用	583
2. 堆焊工艺	584
3. 堆焊材料	587
二、热喷涂	604
1. 热喷涂的特点及应用	604
2. 热喷涂工艺及方法	605
3. 热喷涂材料	608
第八章 热切割	622
一、气割	623
1. 氧-乙炔切割	626

2. 氧-液化石油气切割	632
3. 仿形切割	635
4. 其它切割方法	637
5. 切割质量的检验	639
二、等离子弧切割	642
1. 等离子弧切割的特点	642
2. 切割技术	642
3. 水压缩等离子弧切割	646
4. 空气等离子弧切割	649
5. 切割质量检验	650
三、碳弧气刨	652
1. 特点及应用	652
2. 碳弧气刨技术	652
3. 碳弧空气切割	655
4. 水碳弧气刨	656
第九章 焊接质量检验	657
一、焊接缺陷及其产生原因	659
1. 熔焊缺陷	659
2. 电阻焊缺陷	669
3. 钎焊缺陷	675
二、常用的检验方法	678
1. 目视检验	678
2. 耐压检验	679
3. 无损探伤检验	680
4. 力学性能试验	681
5. 金相检验	684
6. 化学分析试验	687
三、焊接质量标准选编	688
1. 钢熔化焊对接接头射线照相和质量 分级 (GB/T3323—1987)	688
2. 钢制焊接压力容器技术条件 (GB150—1998)	691

3. 钢焊缝手工超声探伤方法和探伤结果的 分级 (GB/T11345—1989)	693
4. 铝制压力容器一般技术要求	695
5. 蒸汽锅炉焊接质量评定标准	696
第十章 安全技术	701
一、焊接的有害因素	701
1. 各种焊接方法的有害因素	701
2. 焊接的烟尘及毒物	702
3. 电弧的辐射	703
4. 气体的爆炸性	704
二、设备的安全技术	706
1. 电焊设备	706
2. 气焊、气割设备	707
三、焊接、切割的劳动保护	710
1. 焊接、切割操作中的注意事项	710
2. 焊工防护措施	711
3. 焊接作业场所的通风	713
4. 焊接、切割的防火措施	715
四、常用焊接方法的操作安全事项	716
1. 气焊、气割	716
2. 焊条电弧焊	717
3. 氩弧焊、等离子弧焊及切割	718
4. 电阻焊	718
五、高空、容器内、野外焊接时注意的事项	719
1. 高空作业	719
2. 容器内焊接	719
3. 野外 (或露天) 作业	720
参考文献	720