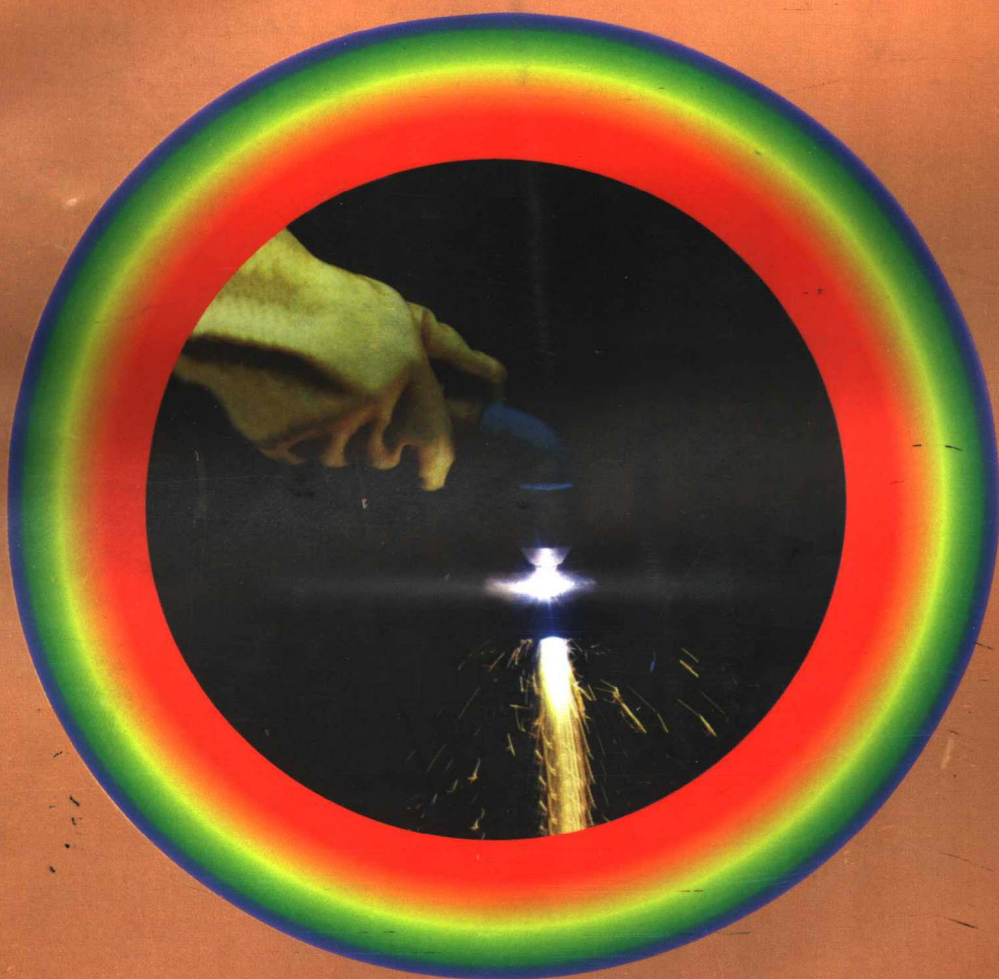


实用焊工手册

胡少荃 主编



航空工业出版社

实用焊工手册

胡少荃 主编

航空工业出版社

1998

内 容 提 要

本手册共分5篇22章,分别为手工电弧焊、手工钨极氩弧焊、埋弧自动焊、二氧化碳气体保护焊、等离子弧焊、电渣焊、点焊、缝焊、对焊、摩擦焊、火焰钎焊、炉中钎焊、感应钎焊、电子束焊、激光焊、真空扩散焊、爆炸焊、氧气切割、碳弧气刨与气割、等离子弧切割等。

本手册贯彻最新技术标准和法定计量单位,以工种为核心,在总结焊接操作经验的基础上,分别叙述了国内使用的各种焊接方法的基本原理、主要焊接设备、焊接工艺及焊接应用实例,各种焊接方法的焊接工艺和焊接实例是重点。

编写形式以工人操作技能为主,内容符合国家颁发的技能鉴定规范、焊工考核大纲的要求,既反映国内目前现状,又反映现代焊接最新技术和工艺,符合焊接工业发展方向。理论联系实际,以图表为主,是一本以技能操作为主、非常实用的焊工手册。既可作为各行业焊工培训教材,也可作为技工学校、职业高中焊接专业的参考教材;还可作为焊工的自学参考书,亦可供有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用焊工手册 / 胡少荃主编. —北京: 航空工业出版社,
1998. 1

ISBN 7-80134-239-9

I. 实… II. 胡… III. 焊接-手册 IV. TG4-62

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第17595号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

北京通县向阳印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

1998年1月第1版

1998年1月第1次印刷

开本·787×1092 1/16

印张 31

字数 774千字

印数 1—5000册

定价 45.00元

前 言

我国的焊接工业已取得重大发展。但从人口的增长对钢铁工业的需求及国防的现代化、能源及海洋工程的开发诸方面来说,焊接工业将面临严峻的挑战。据分析预测,制造高精尖产品所需的高素质的焊接工人队伍将是一个突出的矛盾。为此,着手培养一大批有高技术水平的焊接工人队伍的工作,必须从现在就应抓起。在我们多次下厂调研,和不同层面的焊工师傅的交谈中了解到,广大焊接工人最需要能指导焊接操作的实践性较强的参考书,而此类书目前较少。根据航空工业出版社的安排,编写一本实用性较强的焊工手册实属当务之急。

此手册与其它手册的不同之处:

1. 编写形式上,参照联合国国际劳工组织推行的MES(模块)教学模式,以工种操作技能为主,叙述各工种的焊接基本原理、主要设备、焊接工艺和焊接实例。理论联系实际,以图表为主,是介于手册与教材之间的一种编写形式。
2. 在适用范围上,考虑我国目前仍以工种操作为主,所编写内容符合国家颁发的技能鉴定规范、焊工考核大纲的要求,能满足各行业中、高级焊工考核培训的需要。
3. 全部贯彻国家技术标准和法定计量单位。
4. 符合焊接工业的发展方向,书中内容既反映现代焊接最新技术、工艺,也不脱离国内目前现状;既是工人的实用参考书,亦可供技术人员参考。

总之,这种以技能操作为主,介于手册和教材之间的编写形式的焊工手册,非常实用,国内外尚未出版过。

《实用焊工手册》涉及内容广泛、丰富,总结了焊接操作经验,实践性强,对提高焊接操作质量很有益处。既适合各行业焊工培训,也可作为技工学校、职业高中焊接专业的参考教材,亦可作为焊工的自学参考书。

本手册共分5篇22章,胡少荃主编。参加编写的有胡少荃,编写第1、8、9、10、11、16、17、18、19章;宋振忠编写第2、7章;周述经编写第3、4、5、6、20、21、22章;曹斌升编写第12、13、14、15章。姜玉珍参加本手册的制图工作;沈阳黎明发动机制造公司焊接试验室对编写本手册给予了热情支持;特别是航空工业出版社的杨步云,为本手册的策划与出版付出了极大努力,对此我们深表谢意。

由于本手册的编写形式尚属首次,在内容结构等诸方面可能会存在这样或那样的不足;由于编者水平和经验所限,加之时间比较紧促,错漏和不妥之处在所难免,敬请读者不吝赐教,使本手册在以后的再版中能吸取所长,使之发挥更好的作用。

编 者

1997年8月

目 录

第 1 篇 熔 焊

第 1 章 手工电弧焊	1
1.1 焊接基本原理	1
1.1.1 焊接电弧的引燃	1
1.1.2 焊接电弧的构成	2
1.1.3 焊接电弧的静特性	3
1.1.4 焊接时的熔滴过渡	4
1.1.5 焊接熔池与冶金特点	6
1.1.6 焊缝的形成和结晶	6
1.1.7 熔化金属与气体的相互作用	7
1.1.8 熔渣的作用	8
1.1.9 焊接接头的组织	9
1.2 主要焊接设备.....	10
1.2.1 对手弧焊设备的要求.....	10
1.2.2 选择手弧焊机方法.....	10
1.2.3 常用弧焊机的主要用途.....	11
1.2.4 BX1-330 型弧焊变压器.....	12
1.2.5 AX1-500 型弧焊发电机	14
1.2.6 ZXG-300 型弧焊整流器	16
1.3 焊接工艺.....	18
1.3.1 焊接热循环与焊接工艺的关系.....	18
1.3.2 金属焊接性与焊接工艺的关系.....	19
1.3.3 焊条.....	20
1.3.4 焊接工艺参数.....	33
1.4 焊接实例.....	36
1.4.1 焊前准备.....	36
1.4.2 操作示例.....	43
1.5 常见焊接缺陷和检验方法.....	76
1.5.1 常见焊接缺陷及产生原因.....	76
1.5.2 焊接检验的基本内容.....	77
1.5.3 常用焊接检验方法.....	77
1.6 安全知识.....	79
1.6.1 安全生产的具体要求.....	79
1.6.2 预防触电.....	80
1.6.3 预防金属飞溅物和电弧光灼伤.....	80

1.6.4	预防爆炸和火灾	80
1.6.5	预防中毒	81
1.6.6	高空作业安全	81
第2章	手工钨极氩弧焊	82
2.1	焊接基本原理	82
2.1.1	手工钨极氩弧焊概述	82
2.1.2	焊接电弧的形成	82
2.1.3	焊接电弧的静特性	83
2.1.4	焊接熔池的形成及熔滴过渡	85
2.1.5	焊接区内气体来源及其影响	87
2.1.6	焊接接头的组织变化	87
2.1.7	氩弧焊的特点	89
2.2	主要焊接设备	90
2.2.1	手工钨极氩弧焊设备的组成	90
2.2.2	手工钨极氩弧焊电源的工作实例	99
2.2.3	氩弧焊机常见故障及排除方法	100
2.3	焊接工艺	101
2.3.1	电源种类和极性的选择	101
2.3.2	焊接工艺参数的选择	102
2.3.3	常用金属材料的焊接	106
2.4	焊接实例	111
2.4.1	焊前准备	111
2.4.2	焊接示例	112
2.4.3	焊接缺陷与检验	119
2.4.4	安全注意事项	122
第3章	埋弧自动焊	124
3.1	焊接基本原理	124
3.2	主要焊接设备	125
3.2.1	埋弧自动焊机	125
3.2.2	埋弧自动焊其它设备	131
3.3	焊接工艺	134
3.3.1	埋弧自动焊焊接材料	134
3.3.2	焊接工艺参数对焊接质量的影响及选择原则	139
3.3.3	不同材料、不同厚度金属的埋弧自动焊焊接	141
3.4	焊接实例	147
3.4.1	焊前准备	147
3.4.2	操作要领	149
3.4.3	焊接缺陷及检验方法	159
3.4.4	安全注意事项	160

第4章 二氧化碳气体保护焊	162
4.1 焊接基本原理	162
4.1.1 气体保护电弧焊的原理、特点、分类及其应用	162
4.1.2 CO ₂ 焊接	165
4.2 焊接主要设备	167
4.2.1 CO ₂ 焊接电源	167
4.2.2 送丝系统	170
4.2.3 焊枪	172
4.2.4 供气系统	172
4.2.5 控制系统	173
4.2.6 常用国产焊机介绍	173
4.2.7 使用 CO ₂ 焊机的注意事项	178
4.2.8 CO ₂ 半自动焊机的故障及排除方法	179
4.3 焊接工艺	179
4.3.1 焊丝	179
4.3.2 CO ₂ 气体	180
4.3.3 焊接工艺参数	181
4.4 焊接实例	186
4.4.1 焊前准备	186
4.4.2 各种位置下的半自动焊接操作要领	187
4.4.3 常见缺陷的产生原因及检验方法	195
4.4.4 安全注意事项	196
第5章 等离子弧焊接	197
5.1 焊接基本原理	197
5.1.1 等离子弧产生的机理	197
5.1.2 等离子弧的特点	197
5.1.3 等离子弧的类型及其用途	198
5.1.4 等离子弧焊接及用途	199
5.1.5 等离子弧焊的优点和缺点	200
5.2 焊接设备	200
5.2.1 焊接电源	200
5.2.2 焊枪	203
5.2.3 气路系统和水路系统	206
5.3 焊接工艺	206
5.3.1 等离子弧焊用气体	206
5.3.2 工艺参数选择	207
5.3.3 各种材料的等离子弧焊接特点	208
5.3.4 手工等离子弧焊双弧的产生与克服方法	210
5.4 焊接实例	212
5.4.1 焊前准备	212

5.4.2	操作要领	213
5.4.3	等离子弧焊接缺陷及检验方法	216
5.4.4	安全注意事项	217
第6章	电渣焊	218
6.1	焊接基本原理	218
6.1.1	电渣焊焊缝的成形过程	218
6.1.2	电渣焊的特点	218
6.1.3	电渣焊的分类	218
6.2	电渣焊设备	220
6.2.1	机头	222
6.2.2	导轨	222
6.2.3	焊丝盘	222
6.2.4	控制箱	222
6.2.5	焊接电源	222
6.3	焊接工艺	222
6.3.1	电渣焊用材料	222
6.3.2	焊接工艺参数的选择	224
6.3.3	各种材料的电渣焊工艺参数	226
6.4	焊接实例	228
6.4.1	焊前准备	228
6.4.2	操作要领	231
6.4.3	电渣焊常见缺陷及质量检验	234
6.4.4	安全注意事项	234
第7章	气焊	237
7.1	焊接基本原理	237
7.1.1	概述	237
7.1.2	气焊火焰的形成	238
7.1.3	焊接熔池	239
7.1.4	焊缝区内的气体来源及其影响	240
7.1.5	焊接接头组织变化	242
7.2	气焊主要设备	243
7.2.1	乙炔发生器	243
7.2.2	乙炔瓶	244
7.2.3	乙炔减压器	245
7.2.4	回火保险器	246
7.2.5	氧气瓶	246
7.2.6	氧气减压器	247
7.2.7	焊炬	248
7.2.8	橡皮管	250
7.2.9	橡皮管接头	250

7.3	焊接工艺	251
7.3.1	气焊工艺参数的选择	251
7.3.2	常用金属材料的焊接	253
7.4	焊接实例	256
7.4.1	焊前准备	256
7.4.2	焊接示例	258
7.4.3	焊接缺陷与检验	266
7.4.4	安全注意事项	269

第 2 篇 压 焊

第 8 章	点焊	271
8.1	焊接基本原理	271
8.1.1	接触区的电阻	271
8.1.2	点焊的热过程	272
8.1.3	点焊的冶金过程	273
8.1.4	焊点形成过程	273
8.2	主要焊接设备	274
8.2.1	点焊机的分类	274
8.2.2	DN2-200 型点焊机	275
8.2.3	点焊机常见故障及排除方法	275
8.3	焊接工艺	276
8.3.1	点焊方式及选用	276
8.3.2	几种金属材料点焊可焊性	276
8.3.3	焊接工艺参数的选择及对点焊质量的影响	278
8.3.4	常用金属材料的工艺参数	278
8.4	焊接实例	282
8.4.1	焊前准备	282
8.4.2	操作示例	285
8.4.3	点焊常见缺陷	287
8.4.4	焊点质量检验方法	288
8.4.5	安全注意事项	289
第 9 章	缝焊	290
9.1	缝焊基本原理	290
9.1.1	缝焊的电阻特点	290
9.1.2	缝焊的加热特点	290
9.2	主要焊接设备	290
9.2.1	缝焊机的分类	290
9.2.2	FN1-150-1 型缝焊机的构造	292
9.3	焊接工艺	292

9.3.1	缝焊种类及选用	292
9.3.2	缝焊工艺参数与选择	292
9.3.3	常用金属材料缝焊工艺参数	293
9.4	焊接实例	296
9.4.1	焊前准备	296
9.4.2	操作示例	296
9.4.3	缝焊常见缺陷及产生原因	298
9.4.4	缝焊安全注意事项	299
第10章	对焊	300
10.1	焊接基本原理	300
10.1.1	电阻对焊	300
10.1.2	闪光对焊	300
10.2	焊接主要设备	301
10.2.1	对焊焊机的分类	301
10.2.2	UN1-75对焊机	302
10.3	焊接工艺	303
10.3.1	对焊种类及选用	303
10.3.2	对焊工艺参数及选用	304
10.3.3	金属材料对焊可焊性	305
10.4	焊接实例	305
10.4.1	焊前准备	305
10.4.2	操作要领	306
10.4.3	对焊常见缺陷	308
10.4.4	对焊安全注意事项	308
第11章	摩擦焊	309
11.1	焊接基本原理	309
11.1.1	概述	309
11.1.2	摩擦焊的特点	310
11.2	焊接主要设备	310
11.2.1	焊机构造	311
11.2.2	焊机的技术数据	311
11.3	焊接工艺	312
11.3.1	各种材料摩擦焊可焊性	312
11.3.2	摩擦焊工艺参数及其选择原则	313
11.3.3	几种材料摩擦焊工艺参数	313
11.4	焊接实例	314
11.4.1	焊前准备	314
11.4.2	焊接示例	314
11.4.3	焊接质量检验	316
11.4.4	安全注意事项	316

第3篇 钎 焊

第12章 钎焊工艺基础	317
12.1 钎焊的基本原理	317
12.1.1 钎料的润湿作用	317
12.1.2 毛细作用	318
12.1.3 影响钎料润湿作用的因素	318
12.2 常用钎焊方法的特点及应用范围	319
12.3 钎焊接头的基本形式及合适间隙	319
12.4 钎焊材料	323
12.4.1 钎料	323
12.4.2 钎剂	340
12.5 常用金属材料的钎焊性能及钎料、钎剂的选择	342
12.6 零件表面的清理、表面预镀覆及焊后清洗	344
12.6.1 零件表面的清理	344
12.6.2 零件表面的预镀覆	345
12.6.3 焊后清洗	346
12.7 钎焊接头的质量检验	346
12.7.1 钎焊接头的缺陷及产生原因	346
12.7.2 钎焊接头缺陷的检验方法	348
第13章 火焰钎焊	349
13.1 火焰钎焊的基本原理	349
13.2 手工火焰钎焊设备	349
13.2.1 乙炔发生器和乙炔瓶	350
13.2.2 氧气瓶	351
13.2.3 减压器	351
13.2.4 焊炬	351
13.2.5 胶管	353
13.3 手工火焰钎焊工艺	354
13.3.1 钎料和钎剂的选择	354
13.3.2 采用正确的接头设计	354
13.3.3 钎焊前的清理	354
13.3.4 填加钎剂	355
13.3.5 装配	355
13.3.6 加热	355
13.3.7 送入钎料	356
13.3.8 钎焊后的清理	356
13.3.9 质量控制和检查	356
13.4 自动火焰钎焊	357

13.5	火焰钎焊实例	359
13.5.1	手工火焰钎焊热交换器的 U 型弯头	359
13.5.2	电火花磨轮的火焰钎焊	359
13.5.3	不锈钢管与纯镍管组件的火焰钎焊	360
13.5.4	铝合金的火焰钎焊	361
13.6	火焰钎焊安全注意事项	362
13.6.1	使用氧气瓶的安全措施	362
13.6.2	使用乙炔瓶注意事项	362
13.6.3	使用液化石油气瓶注意事项	362
13.6.4	火焰钎焊作业场所通风	363
第 14 章	炉中钎焊	364
14.1	炉中钎焊的基本原理及特点	364
14.1.1	空气炉中钎焊	364
14.1.2	保护气氛炉中钎焊	364
14.1.3	真空炉中钎焊	365
14.2	炉中钎焊设备	366
14.2.1	空气炉中钎焊设备	366
14.2.2	保护气氛炉中钎焊设备	366
14.2.3	真空钎焊炉	368
14.3	炉中钎焊工艺	370
14.3.1	钎焊前的表面清理	370
14.3.2	钎焊前的装配	371
14.3.3	钎料的放置	373
14.3.4	涂敷阻流剂	373
14.3.5	钎焊工艺参数的选用	374
14.4	炉中钎焊实例	375
14.4.1	铝叶轮空气炉中钎焊	375
14.4.2	热交换器的气体保护炉中钎焊	376
14.4.3	不锈钢与钛氩气保护炉中钎焊	377
14.4.4	活门壳体的部分真空钎焊	379
14.4.5	前封严环蜂窝组件的真空钎焊	380
14.5	炉中钎焊安全注意事项	381
14.5.1	防易燃气体爆炸	381
14.5.2	防止窒息	381
第 15 章	感应钎焊	382
15.1	感应钎焊的基本原理及特点	382
15.1.1	基本原理	382
15.1.2	特点	382
15.2	感应钎焊设备	382
15.3	感应钎焊工艺	385

15.3.1	接头准备和部件的组装	385
15.3.2	感应钎焊操作过程	385
15.3.3	感应钎焊工艺规范的选择	386
15.4	感应钎焊实例	387
15.4.1	阀—管组合件的感应钎焊和表面淬火	387
15.4.2	铜制换向阀组件的感应钎焊	388
15.4.3	不锈钢导管的氩气保护感应钎焊	390

第 4 篇 焊接新技术

第 16 章	真空电子束焊	393
16.1	焊接基本原理	393
16.2	焊接主要设备	394
16.2.1	电子束焊机类型	394
16.2.2	ES-30-250 型真空电子束焊机	394
16.3	焊接工艺	396
16.4	焊接实例	397
16.4.1	焊前准备	397
16.4.2	操作要领	397
16.4.3	真空电子束焊接缺陷及防止措施	400
16.4.4	安全注意事项	400
第 17 章	激光焊	401
17.1	焊接基本原理	401
17.1.1	概述	401
17.1.2	激光焊接主要特点	401
17.2	焊接主要设备	402
17.2.1	激光焊接设备构造	402
17.2.2	GD10-1 型激光焊机	402
17.3	焊接工艺	403
17.3.1	脉冲激光点焊	403
17.3.2	连续激光焊接	404
17.3.3	安全注意事项	405
第 18 章	真空扩散焊	406
18.1	焊接基本原理	406
18.1.1	概述	406
18.1.2	真空扩散焊的特点	406
18.2	焊接主要设备	406
18.2.1	真空扩散焊设备构造	406
18.2.2	半自动五位置转盘式真空扩散焊机	407
18.3	焊接工艺	408

18.3.1	真空扩散焊主要工艺参数及其对质量的影响	408
18.3.2	真空扩散焊可连接的金属	408
18.3.3	真空扩散焊工艺参数实例	409
18.4	焊接实例	410
18.4.1	焊前准备	410
18.4.2	操作要领	410
18.4.3	焊接缺陷及其检验方法	411
第19章	爆炸焊	412
19.1	焊接基本原理	412
19.1.1	概述	412
19.1.2	爆炸焊的特点	412
19.2	焊接工艺	413
19.2.1	焊接工艺参数	413
19.2.2	爆炸焊可连接的金属	413
19.3	焊接实例	414
19.3.1	焊前准备	414
19.3.2	操作要领	414
19.3.3	爆炸焊常见缺陷和检验方法	415
19.3.4	爆炸焊安全注意事项	416

第5篇 热切割

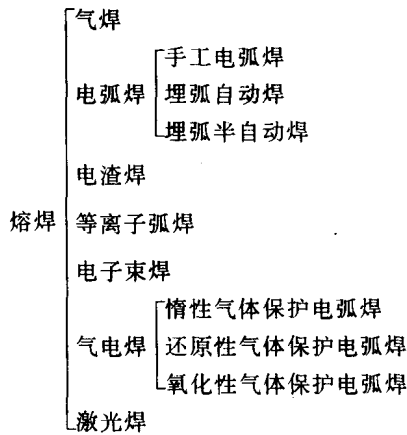
第20章	氧气切割	422
20.1	切割基本原理	422
20.1.1	切割基本概念	422
20.1.2	切割条件与切割过程	423
20.2	切割主要设备	424
20.2.1	割炬	424
20.2.2	气割的其它设备	429
20.3	切割工艺	429
20.3.1	工艺参数的选择原则	429
20.3.2	气割顺序的确定原则	430
20.3.3	各种材料的气割工艺参数	430
20.4	切割实例	432
20.4.1	气割工具与待割件	432
20.4.2	割前清理与准备	433
20.4.3	气割操作	433
20.4.4	直线的气割	434
20.4.5	管子的气割	434
20.4.6	法兰的气割	435

20.4.7	坡口的气割	436
20.4.8	薄钢板的气割	437
20.4.9	厚钢板的气割	438
20.4.10	机械气割	438
20.4.11	手工气割常见故障	442
20.4.12	气割缺陷与排除	442
20.4.13	切割面质量和尺寸偏差	443
20.4.14	安全注意事项	446
第 21 章	碳弧气刨与切割	447
21.1	基本原理	447
21.1.1	碳弧气刨与切割的概念	447
21.1.2	碳弧气刨与切割的特点及使用范围	447
21.2	碳弧气刨与切割的设备和材料	447
21.2.1	碳弧气刨与切割的设备	447
21.2.2	刨枪	447
21.2.3	碳棒	449
21.2.4	外部接线	449
21.3	碳弧气刨与切割工艺	450
21.3.1	极性	450
21.3.2	碳棒直径和刨削电流	450
21.3.3	刨削速度	450
21.3.4	压缩空气压力	451
21.3.5	弧长	451
21.3.6	碳棒的倾角和伸出长度	451
21.3.7	刨缝装配间隙	451
21.4	碳弧气刨与切割实例	452
21.4.1	刨削与切割用工具及材料	452
21.4.2	碳弧气刨与切割实例	452
21.4.3	碳弧空气切割	456
21.4.4	质量检查与要求	457
21.4.5	碳弧气刨的常见缺陷	457
21.4.6	安全注意事项	458
第 22 章	等离子弧切割	459
22.1	切割基本原理	459
22.1.1	普通等离子弧切割	459
22.1.2	水再压缩等离子弧切割	459
22.1.3	空气等离子弧切割	460
22.2	等离子弧切割设备	460
22.2.1	电源	460
22.2.2	电气控制箱	461

22.2.3	水路系统	462
22.2.4	气路系统	462
22.2.5	割炬	462
22.2.6	国产等离子弧切割机	463
22.2.7	LG-400-1型等离子弧切割机	464
22.3	等离子弧切割工艺	465
22.3.1	切割用气体	465
22.3.2	电极材料与极性的选择	466
22.3.3	电极与喷嘴的同心度	466
22.3.4	等离子弧切割工艺参数选择	467
22.3.5	各种金属材料的等离子弧切割	468
22.4	切割实例	469
22.4.1	割前准备	469
22.4.2	操作要领	469
22.4.3	实例操作	471
22.4.4	常见割口缺陷及产生原因	472
22.4.5	安全注意事项	472
附录		473
附录 1	焊接工艺方法符号	473
附录 2	国内部分标准代号	474
附录 3	国内焊接标准	474
参考文献		480

第 1 篇 熔 焊

熔焊是一种常用的焊接方法。它能将焊接部位的金属局部加热至熔化状态,然后加入或不加入填充金属,在不加压力的情况下完成焊接过程。由于在加热形成溶池的过程中增强了金属原子的动能,增加了原子间的相互结合力,因而待熔池冷却凝固后,形成的焊缝十分牢固。根据加热的的热源不同,熔焊分类如下:



第 1 章 手工电弧焊

1.1 焊接基本原理

电弧焊是利用在两极之间的气体介质中产生持久而强烈的放电现象,产生高温使焊件熔接在一起。其主要特点是,电弧是熔化金属的热源,而电弧的能量来自电源。

手工电弧焊(简称手弧焊),是利用手工操纵焊条进行电弧焊的方法。操作时,焊条和焊件分别作为两个电极,利用焊条与焊件之间产生的电弧热量来熔化焊件金属,冷却后形成焊缝。其操作示意图如图 1-1 所示。

1.1.1 焊接电弧的引燃

手工电弧焊开始,焊机开动,虽有空载电压作用在焊条和焊件(或称两极)上,但这时电极之间的气体仍保持为原子状态,还没有产生电弧,而电弧只有经过引燃过程后才能产生。当气体原子或分子获得足够能量时,便可释放电子,形成正离子和负离子。这些由正、负离子及电子组成的带电质点,在气体中达到一定浓度以后,就使气体变成导电体。