



YAHUHAN JISHU
RUMEN YU TIGAO

氩弧焊技术

入门与提高

第二版

孙景荣 主编



化学工业出版社

RUMEN YU TIGAO

氩弧焊技术

入门与提高

第二版

孙景荣 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

氩弧焊技术入门与提高/孙景荣主编. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2012. 1

ISBN 978-7-122-13223-9

I. 氩… II. 孙… III. 气体保护焊 IV. TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 003849 号

责任编辑: 周 红

文字编辑: 项 激

责任校对: 顾淑云

装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张 11 $\frac{1}{2}$ 字数 263 千字

2012 年 6 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

第二版前言

手工钨极氩弧焊是国内目前发展最快、应用最广泛的一种实用焊接技术。近年来，氩弧焊接，特别是手工钨极氩弧焊接技术已经成为各种金属结构连接手段中不可缺少的技术。所以，国内各行各业对氩弧焊工人的需求越来越大。近几年来氩弧焊的机械化、自动化程度不断提高，并向着数控化方向发展，达到了一个工业技术需求更高的阶段。

氩弧焊之所以能获得如此广泛的应用，主要是因为有下列优点。

① 氩弧焊采用惰性气体保护，减少了合金元素的烧损，可以得到致密、无飞溅、高质量的焊接接头。

② 氩弧焊的电弧稳定，热量集中，弧柱温度高，热影响区窄，焊件应力、变形、裂纹倾向小。

③ 氩弧焊为明弧焊接，方便焊接过程的观察，容易操作。

④ 氩弧焊几乎能焊接所有金属，特别是难熔金属、易氧化金属，如钛、镁、镍、锆、铝等及其合金。

⑤ 不受焊件的位置限制，可在任何情况下，进行全位置焊接。

⑥ 容易实现机械化和自动化控制。

氩弧焊接技术在焊接行业分布广泛，其焊件设计的结

构、压力、温度，因使用条件不同而各异。为了满足使用要求，往往还要采用多种材质，如碳素钢、低合金钢、珠光体耐热钢、奥氏体不锈钢、耐热合金钢、低温钢，以及铝及铝合金，铜及铜合金、镍及镍合金、钛及钛合金等。由于选用材质复杂、规格多种多样，所处的焊接位置不同等，都会给焊工带来不同的氩弧焊接操作困难。因此，氩弧焊接操作技术及工艺措施要因地制宜。本书本着这一宗旨，就常见材质的手工钨极氩弧焊接技巧，进行了必要的介绍，希望有助于解决手工钨极氩弧焊操作技术的难题和技术问题。

本书以氩弧焊的实用操作技术为主，兼顾具有初、中级基础的焊工，提高操作技术水平。理论上通俗易懂，密切联系实际，是一本突出实用、针对性强的氩弧焊实用资料。书中包括基础知识、设备、材料、焊接坡口、工艺参数、操作技能、质量检验、各种金属的焊接方法、应用焊接实例及焊接安全技术等内容，对氩弧焊技术进行了全面、系统的阐述。

本书的编辑出版，旨在为从事钨极氩弧焊及与氩弧焊接相关的工作人员，提供一本突出应用实践、针对性强的技术资料书。也为提高氩弧焊工人的焊接技术水平，增强工人在日常生产中解决实际问题的能力而编写。

本书由孙景荣主编，刘文贤参加编写了第14章；郭淑梅参加编写了第15章。由于编者水平所限，书中疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 氩弧焊基础知识	1
1.1 氩弧焊概述	2
1.1.1 GTAW 电弧的结构与特性	2
1.1.2 氩弧的形成	5
1.1.3 气体的电离现象	8
1.1.4 气体的保护作用	9
1.1.5 电弧的刚度	12
1.2 GTAW 焊的特点	13
1.3 GTAW 焊的电源种类与极性	14
1.4 手工钨极氩弧焊的基本操作方法	16
1.5 熔化极氩弧焊熔滴过渡特性	18
1.6 手工钨极氩弧焊的工艺参数及操作过程	19
1.6.1 电极	19
1.6.2 喷嘴	20
1.6.3 焊接速度	21
1.6.4 接头形式与焊件结构	21
1.7 电弧产生偏吹及稳定措施	21
第 2 章 氩弧焊设备	23
2.1 钨极氩弧焊设备的分类及特点	24
2.1.1 钨极氩弧焊设备的组成	24
2.1.2 钨极氩弧焊设备的特点	24

2.2	氩弧焊电源	26
2.2.1	交流钨极氩弧焊机	26
2.2.2	直流钨极氩弧焊机	30
2.2.3	逆变式直流氩弧焊机	35
2.2.4	脉冲钨极氩弧焊机	39
2.3	手工钨极氩弧焊枪	42
2.3.1	焊枪的作用与要求	42
2.3.2	焊枪的分类与结构	42
2.4	供气系统	44
2.4.1	氩气瓶	44
2.4.2	减压器	44
2.4.3	气体流量计	45
2.4.4	电磁气阀	45
2.5	水冷系统及送丝机构	45
2.5.1	水冷系统	45
2.5.2	送丝机构	46
2.6	特殊保护装置	46
2.6.1	平板对接的正面保护	46
2.6.2	平板对接的背面保护	47
2.6.3	小直径管子对接的保护	48
第3章	氩弧焊填充焊丝	49
3.1	氩弧焊用焊丝一般知识	50
3.1.1	焊丝的分类	51
3.1.2	焊丝的选用原则	52
3.2	碳钢和低合金钢焊丝	52
3.2.1	实心焊丝牌号	53
3.2.2	药芯焊丝牌号	53
3.2.3	焊丝的类型	53

3.3	不锈钢焊丝	59
3.3.1	不锈钢实心焊丝	59
3.3.2	不锈钢药芯焊丝	61
3.4	有色金属焊丝	62
3.4.1	铝及铝合金焊丝	62
3.4.2	钛及钛合金焊丝	63
3.4.3	镍及镍合金焊丝	65
3.4.4	铜及铜合金焊丝	65
3.4.5	镁焊丝	67
3.5	熔化衬垫	67
3.6	焊丝使用注意事项	68
第4章	钨极和保护气体	71
4.1	钨极	72
4.1.1	钨极的型号及特点	72
4.1.2	钨极的许用电流和电弧电压	74
4.1.3	钨极的形状及制备	75
4.1.4	钨极的选用	77
4.2	保护气体	78
4.2.1	氩气	78
4.2.2	氦气	79
4.2.3	混合气体	80
第5章	焊接坡口、焊前清理及气体保护	83
5.1	焊接坡口	84
5.1.1	对接接头坡口	84
5.1.2	T形接头及坡口	85
5.1.3	角接接头及坡口	86
5.2	焊前清理	86

5.2.1	机械清理法	86
5.2.2	化学清理法	87
5.3	气体保护	91
第6章	焊接工艺参数的选择	95
6.1	焊接条件	96
6.2	焊丝直径	97
6.3	钨极直径和端头形状	98
6.4	焊接电流	99
6.5	喷嘴直径	100
6.6	气体流量	101
6.7	焊接速度	102
6.8	预热和层间温度	102
6.9	焊接顺序	103
6.10	喷嘴至工件距离和电弧长度	103
6.11	钨极伸出长度	104
第7章	基本操作技术入门	105
7.1	引弧	106
7.1.1	接触短路引弧	106
7.1.2	高频高压引弧	106
7.1.3	高压脉冲引弧	107
7.2	手工GTAW的焊炬握持方法	108
7.3	手工GTAW的焊丝握持方法	108
7.4	手工GTAW的焊丝送进方式	109
7.4.1	连续送丝	109
7.4.2	断续送丝	110
7.4.3	通用送丝	110
7.4.4	焊丝紧贴坡口或钝边填丝法	111

7.4.5	送丝操作的注意事项	111
7.5	焊炬的移动方法	112
7.5.1	左焊法	113
7.5.2	右焊法	113
7.5.3	焊炬的运动形式	113
7.5.4	摇把焊(跳弧法)	115
7.6	焊丝的填充位置	116
7.6.1	外填丝法	116
7.6.2	内填丝法	117
7.6.3	依丝法	118
7.6.4	焊丝的续进手法	119
7.6.5	双面同时焊接法	120
7.7	接头和收弧	121
7.7.1	接头	121
7.7.2	收弧	122
第8章	手工 GTAW 入门操作技能	123
8.1	平敷焊	124
8.1.1	在不锈钢板上的平敷焊	124
8.1.2	在铝板上的平敷焊	126
8.2	平对接焊	128
8.3	平角焊	130
8.4	焊缝接头	133
8.5	各种位置焊接操作要领	134
8.5.1	平焊(1G)操作要领	135
8.5.2	横焊(2G和2R)操作要领	136
8.5.3	立焊(3G)操作要领	137
8.5.4	仰焊(4G)操作要领	138
8.5.5	管子水平固定和45°固定焊(5G和6G)	

操作要领	138
8.6 GTAW 打底焊技术	140
8.6.1 操作方法	140
8.6.2 打底焊工艺	142
8.6.3 打底焊注意事项	144
8.7 常见焊接缺陷及预防	147
第9章 常用金属材料的 GTAW 焊	153
9.1 碳钢	154
9.1.1 低碳钢板对接焊的操作要点	154
9.1.2 焊接操作工艺	155
9.1.3 焊接	156
9.2 低合金钢	158
9.2.1 低合金高强度钢的焊接	159
9.2.2 低合金耐蚀钢的焊接	160
9.2.3 低温钢的焊接	162
9.3 珠光体耐热钢	168
9.3.1 对耐热钢的要求	168
9.3.2 铬钼珠光体耐热钢的化学成分	170
9.3.3 铬钼珠光体耐热钢的焊接特点	170
9.3.4 铬钼中温钢的焊材选择	170
9.3.5 铬钼中温钢的焊接工艺要点	170
9.4 马氏体耐热钢	173
9.4.1 马氏体耐热钢的焊接要点	174
9.4.2 马氏体耐热钢的热处理	175
第10章 不锈钢的焊接	178
10.1 不锈钢的分类及特性	178
10.1.1 马氏体不锈钢	178

10.1.2	铁素体和半铁素体或半马氏体不锈钢	179
10.1.3	奥氏体和奥氏体-铁素体不锈钢	181
10.2	奥氏体不锈钢的焊接性	182
10.2.1	晶间腐蚀	183
10.2.2	刀状腐蚀	183
10.2.3	应力腐蚀	185
10.2.4	热裂纹	186
10.2.5	热脆化	187
10.2.6	合金元素烧损	188
10.3	奥氏体不锈钢的焊材选用	188
10.4	奥氏体不锈钢的焊接工艺	189
10.4.1	焊前准备	189
10.4.2	焊件组装与定位	190
10.4.3	焊接	190
10.5	奥氏体不锈钢的焊后热处理	193

第 11 章 铝及铝合金的焊接 195

11.1	铝及铝合金材料的分类及牌号	196
11.1.1	铝及铝合金材料的分类	196
11.1.2	铝及铝合金材料的牌号(代号)表示方法	198
11.2	铝及铝合金的性能	201
11.2.1	铝及铝合金性能及应用特点	201
11.2.2	铝及铝合金的焊接性	204
11.3	焊前准备	209
11.3.1	接头形式和焊接坡口	209
11.3.2	焊前清理	210
11.3.3	装配	213
11.4	焊接材料	213

11.5	手工钨极氩弧焊工艺	218
11.5.1	预热	218
11.5.2	焊接工艺参数	220
11.6	手工钨极氩弧焊基本操作技能	226
11.6.1	引弧	226
11.6.2	运弧及送丝	226
11.6.3	停弧	228
11.6.4	熄弧	228
11.6.5	定位焊	229
11.7	各种位置的焊接	229
11.7.1	板件的焊接	230
11.7.2	管子的焊接	232
第 12 章 有色金属的 GTAW 焊		235
12.1	镍及镍合金	236
12.1.1	镍及镍合金的焊接特点	236
12.1.2	镍及镍合金的焊材选用	237
12.1.3	镍及镍合金的焊接工艺	238
12.2	镁及镁合金	239
12.3	铜及铜合金	240
12.3.1	铜及铜合金的焊接特点	241
12.3.2	紫铜的焊接	242
12.3.3	黄铜的焊接	245
12.3.4	青铜的焊接	247
12.4	钛及钛合金	250
12.5	锆及锆合金	252
第 13 章 GTAW 应用实例		255
13.1	管道安装手工 GTAW 打底焊	256

13.2	15CrMo 钢管的全位置 GTAW 焊	260
13.3	苯乙烯蒸气炉管的手工钨极氩弧焊	261
13.3.1	HK40 与 P22 钢的焊接性分析	261
13.3.2	焊接方法及材料的选择	262
13.3.3	焊接工艺评定	263
13.3.4	焊工考试	265
13.3.5	炉管的现场焊接	265
13.4	磷脱氧铜的 GTAW 焊	265
13.4.1	焊接工艺及性能	266
13.4.2	焊接缺陷产生原因及防止方法	268
13.5	碳钢法兰与紫铜管的氩弧焊	270
13.5.1	可焊性分析	270
13.5.2	焊接工艺	271
13.5.3	焊接接头质量检验	273
13.6	不锈钢薄板的 GTAW 焊	273
13.6.1	不锈钢薄板的焊接工艺性分析	273
13.6.2	不锈钢薄板的钨极氩弧焊技术要领	275
13.6.3	结论	278
13.7	纯镍蒸发器的 GTAW 焊	278
13.7.1	蒸发器的材料及结构	278
13.7.2	施工现场环境	279
13.7.3	焊前准备	280
13.7.4	焊接工艺	282
13.7.5	焊后检验	283
13.7.6	结论	283
13.8	Q235 钢与 TA2 钛复合板的氩弧焊	284
13.8.1	钢/钛复合板的焊接性能分析	284
13.8.2	钢/钛复合板的焊接接头设计	285
13.8.3	焊接材料选择	286

13.8.4	焊前准备	287
13.8.5	焊接	287
13.8.6	焊后检验	288
13.8.7	结论	289
13.9	000Cr26Mo1 高纯铁素体不锈钢的 GTAW 焊	289
13.9.1	材料的性能分析	289
13.9.2	焊接试验	291
13.9.3	焊接工艺	291
13.9.4	焊缝质量检验要求	292
13.9.5	结论	294
13.10	在 42CrMo 钢轴上氩弧堆焊铝青铜	294
13.10.1	焊接性分析	295
13.10.2	堆焊工艺	296
13.10.3	结论	298
第 14 章	焊接质量检验	299
14.1	无损检测	301
14.1.1	射线检测	302
14.1.2	超声检测	303
14.1.3	磁粉检测	304
14.1.4	渗透检测	305
14.1.5	涡流检测	307
14.1.6	声发射检测	307
14.2	焊接接头的拉伸试验	308
14.2.1	焊接接头的拉伸试验 (GB 2651)	308
14.2.2	焊缝及熔敷金属拉伸试验 (GB 2652)	309
14.3	焊接接头的弯曲试验 (GB 2653)	310
14.3.1	弯曲试验的种类	310
14.3.2	弯曲试验的试样尺寸	311

14.3.3	试验方法	313
14.3.4	合格指标	314
14.4	焊接接头的冲击试验 (GB 2650)	314
14.4.1	冲击试验的试样	315
14.4.2	冲击试样的截取	315
14.4.3	试样的制备	317
14.5	焊接接头的硬度试验 (GB 2654)	317
14.6	焊接接头的耐晶间腐蚀试验	318
14.6.1	不锈钢 10% (体积分数) 草酸浸蚀试验 方法 (GB 4334.1)	318
14.6.2	硫酸-硫酸铜腐蚀试验方法	319
14.6.3	硫酸-硫酸铁腐蚀试验方法	320
14.6.4	65% 硝酸腐蚀试验方法	320
14.6.5	硝酸-氢氟酸腐蚀试验方法	321
14.7	耐压试验	321
14.7.1	水压试验	321
14.7.2	气压试验	322

第 15 章 焊工安全技术 323

15.1	一般规定	324
15.1.1	影响焊接生产安全的危险因素	324
15.1.2	影响人体健康的有害因素	324
15.1.3	焊割作业是一种特种作业	324
15.1.4	焊割作业环境卫生标准	325
15.1.5	焊割作业中的一般安全技术	326
15.2	焊接安全用电	327
15.2.1	电流对人体的危害	327
15.2.2	发生焊接触电事故的原因	328
15.2.3	预防焊接触电的安全措施	329

15.3	氩弧焊安全技术	330
15.3.1	预防高频电磁场伤害	330
15.3.2	预防放射线伤害	331
15.3.3	预防弧光伤害	331
15.3.4	预防金属飞溅灼伤	333
15.3.5	预防焊接粉尘及有害气体中毒	334
15.3.6	预防火灾和爆炸	338
15.3.7	气瓶安全使用	339
15.3.8	预防噪声伤害	341
15.4	检修现场焊割安全作业	342
15.4.1	焊割前检查和安全准备	342
15.4.2	焊割作业前安全措施	342
15.4.3	焊割作业后安全检查	344
15.4.4	现场作业“十不焊”	344
	参考文献	346