



HANGONG CAOZUO JINENG DAQUAN

焊工操作 技能大全

孙景荣 主编



化学工业出版社



焊工操作 技能大全

孙景荣 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

焊工操作技能大全/孙景荣主编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 9
ISBN 978-7-122-21133-0

I. ①焊… II. ①孙… III. ①焊接-基本知识
IV. ①TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 142561 号

责任编辑: 周 红
责任校对: 陶燕华

文字编辑: 项 激
装帧设计: 王晓宇

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张 14½ 字数 386 千字
2014 年 11 月北京第 1 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: 49.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

随着经济建设的迅猛发展,焊接技术在国民经济中的地位有了显著提高,成为国民经济建设中不可缺少的先进技术之一。据不完全统计,我国目前有近 400 多万的焊接工作者,他们是我国工业发展的重要技术力量。我国焊接工人的素质、生产效率、操作技能的熟练程度等,都处于世界先进水平,成为世人瞩目的强大技术队伍。为更好地配合焊接生产力的发展,提高焊接工人素质,使我们的焊工都能成为技术精湛的佼佼者,我们编写了这本《焊工操作技能大全》。

本书以《国家职业标准》(焊工)为依据,以客观反映现阶段职业水平和对从业人员要求为目标,在充分考虑经济发展、科技进步对职业影响的基础上,对职业操作技能要求和知识水平,作了全面说明。本书注入了较多的新技术、新工艺、新材料和新设备;针对各种常用的焊接方法,重点突出了手工操作技能。为方便读者查阅,在章节结构上,作了较大调整。

本书由焊条电弧焊、手工钨极氩弧焊、有色金属的手工钨极氩弧焊操作技术、埋弧自动焊操作技术、二氧化碳气体保护焊操作技术、气焊与气割操作技术、特殊焊接方法操作技术、焊接质量检验与试验、焊工技能考试及管理 and 焊接安全技术等内容组成。

全书紧密结合生产实践,概括了焊接过程中的应用技术的操作技能,是一本实用的焊工日常工作指导用书。为便于阅读和查找,书中内容多以表格、图解形式编写,数据精确,符合国家新标准要求。全书力求突出技术数据,尽量减少、压缩理论论述,以工作中的应用性操作技能为主导。所以本书也可作为焊工实习的辅导、学习教材。

本书由孙景荣主编，参加编写的还有孙国君、孙琳琳、刘文贤、郭淑梅、孔令秋、崔彦鹏、李诗文、李荣峰、关志宇等同志。

由于编者水平所限，时间仓促，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者



目 录

CONTENTS

第 1 章 焊条电弧焊	1
1.1 焊条电弧焊机	1
1.1.1 对焊条电弧焊电源的要求	1
1.1.2 焊条电弧焊电源的种类及型号	3
1.1.3 焊条电弧焊焊机的铭牌	5
1.1.4 焊条电弧焊机的特性及应用	7
1.1.5 交流弧焊机	8
1.1.6 直流弧焊机	11
1.1.7 脉冲弧焊电源	15
1.1.8 焊条电弧焊机的极性	17
1.1.9 电弧焊机常见故障及排除方法	18
1.2 电焊条	20
1.2.1 电焊条的组成	20
1.2.2 焊条芯	21
1.2.3 电焊条的保管	21
1.2.4 碳钢电焊条的使用	22
1.2.5 焊条与焊件的匹配	22
1.3 焊条电弧焊常用工具及用具	23
1.3.1 焊钳	23
1.3.2 焊接用电缆	24
1.3.3 胶管	24
1.3.4 焊条保温筒	25
1.3.5 角向磨光机	25
1.4 焊条电弧焊的接头形式与坡口	26

1.4.1	焊接接头形式	26
1.4.2	坡口形式和尺寸	28
1.5	焊条电弧焊基本操作方法	29
1.5.1	基本操作方法	29
1.5.2	平对接焊操作方法	34
1.6	平角焊操作	39
1.6.1	操作准备	39
1.6.2	操作要领	39
1.7	立对接焊操作	43
1.7.1	操作准备	43
1.7.2	操作要领	44
1.7.3	不开坡口的对接立焊操作	44
1.7.4	开坡口对接立焊	46
1.7.5	向下立焊法	47
1.7.6	立角焊	47
1.8	横对接焊	49
1.8.1	操作准备	49
1.8.2	操作要领	49
1.9	仰焊	51
1.9.1	操作准备	51
1.9.2	操作要领	52
1.10	固定管的焊接	53
1.10.1	操作准备	53
1.10.2	操作要领	54

第2章 手工钨极氩弧焊

2.1	手工钨极氩弧焊的电弧	65
2.1.1	氩弧的构成	65
2.1.2	气体的电离	66
2.1.3	气体保护作用	66
2.1.4	电弧的刚度	69
2.1.5	手工钨极氩弧焊的特点	70

2.1.6	手工钨极氩弧焊的工艺流程	71
2.1.7	钨极氩弧焊的电源种类与极性	75
2.2	手工钨极氩弧焊机	76
2.2.1	手工钨极氩弧焊机简介	76
2.2.2	焊枪及供气系统	78
2.2.3	水冷系统及附加特殊保护装置	80
2.3	氩弧焊填充焊丝	82
2.3.1	氩弧焊用焊丝一般知识	82
2.3.2	钢焊丝的分类及选用原则	83
2.3.3	焊丝的牌号及化学成分、力学性能	84
2.3.4	钢焊丝的型号	86
2.3.5	药芯焊丝型号	91
2.4	焊接坡口、焊前清理及气体保护	93
2.4.1	手工氩弧焊的坡口	93
2.4.2	焊前清理	95
2.4.3	气体保护	98
2.5	手工钨极氩弧焊基本操作方法	101
2.5.1	引燃焊接电弧的方法	101
2.5.2	焊炬的握法及操作方向	102
2.5.3	焊炬的运动形式	103
2.5.4	控制(熔池)温度	105
2.5.5	焊丝的握持和送进方法	106
2.5.6	接头	111
2.5.7	收弧	111
2.6	手工钨极氩弧焊在各种焊接位置的操作技能	112
2.6.1	平敷焊	112
2.6.2	平角接焊	114
2.6.3	焊缝的接头	117
2.6.4	各种位置焊接操作要领	118
2.7	钨极氩弧焊打底焊操作技能	123
2.7.1	操作方法	123

2.7.2	打底焊工艺	124
2.7.3	打底层焊接的注意事项	127
2.8	常见焊接缺陷及预防	129
第3章	有色金属的手工钨极氩弧焊操作技术	134
3.1	镍及镍合金的氩弧焊	134
3.1.1	镍及镍合金的焊接特点	134
3.1.2	镍及镍合金焊材	135
3.1.3	镍及镍合金的焊接工艺	136
3.2	铝及铝合金的氩弧焊	137
3.2.1	铝及铝合金性能及应用特点	138
3.2.2	铝及铝合金的焊接性	139
3.2.3	焊接	142
3.2.4	铝镁合金双面同步氩弧焊技术	143
3.3	镁及镁合金的氩弧焊	143
3.4	铜及铜合金的氩弧焊	145
3.4.1	铜及铜合金的焊接特点	145
3.4.2	紫铜的焊接	146
3.4.3	黄铜的氩弧焊接	149
3.4.4	青铜的氩弧焊接	151
3.5	钛及钛合金的手工氩弧焊接	153
3.6	锆及锆合金的氩弧焊	155
第4章	埋弧自动焊操作技术	157
4.1	埋弧自动焊技术概述	157
4.1.1	埋弧自动焊的特点	157
4.1.2	埋弧焊的物理现象	158
4.1.3	埋弧焊工艺参数	159
4.1.4	埋弧焊的接头形式	162
4.2	埋弧焊机	163
4.2.1	埋弧焊机种类及应用	163
4.2.2	MZT-1000 型自动焊接小车	164
4.2.3	导电嘴	165

4.2.4	埋弧焊机的安装使用	167
4.3	埋弧自动焊辅助设备及工具	170
4.3.1	翻转架	170
4.3.2	焊接滚轮架	170
4.3.3	焊接操作机	172
4.3.4	自动焊接中心	177
4.3.5	焊接自动机	180
4.3.6	埋弧焊用具及工具	184
4.3.7	焊剂输送与回收装置	189
4.4	埋弧自动焊操作技术	193
4.4.1	空车操作前检查和调整	193
4.4.2	引弧和收弧操作	194
4.4.3	平板对接焊缝埋弧焊操作技能及要点	195
4.4.4	角焊缝埋弧焊操作技能及要点	203
4.5	常用金属材料的埋弧焊操作要点	205
4.5.1	碳素结构钢的埋弧焊	205
4.5.2	低合金高强钢的埋弧焊	215
4.5.3	低温钢的埋弧焊	219
4.5.4	低合金耐热钢的埋弧焊	227
4.5.5	不锈钢埋弧自动焊操作	231
4.5.6	异种钢的埋弧自动焊	237
第5章 二氧化碳气体保护焊操作技术		239
5.1	概述	239
5.1.1	二氧化碳气体保护焊的特点	239
5.1.2	二氧化碳气体保护焊分类及应用范围	240
5.2	CO ₂ 气体保护焊的焊接设备	241
5.2.1	CO ₂ 气体保护焊设备的组成	241
5.2.2	CO ₂ 气体保护焊的送丝机构	242
5.2.3	焊枪(焊炬)及导电嘴	248
5.2.4	焊丝盘	252
5.2.5	气路装置	252

5.2.6	CO ₂ 气体保护焊机的保养及故障排除	253
5.3	CO ₂ 气体保护焊基本操作技术	255
5.3.1	CO ₂ 气体保护焊引弧	255
5.3.2	CO ₂ 气体保护焊焊枪摆动方式	257
5.3.3	CO ₂ 气体保护焊的接头	259
5.3.4	CO ₂ 气体保护焊的收弧	259
5.3.5	CO ₂ 气体保护焊定位焊	260
5.3.6	CO ₂ 气体保护焊左焊法与右焊法	260
5.4	CO ₂ 气体保护焊工艺	261
5.4.1	焊接工艺参数的选择	261
5.4.2	CO ₂ 气体保护焊操作技术	273
5.4.3	常用金属材料 CO ₂ 气体保护焊特点	278
5.5	常用操作技能练习	279
5.5.1	薄板对接单面焊双面成形操作技能	279
5.5.2	中厚板对接单面焊双面成形操作技能	282
5.5.3	大直径中厚度管子对接水平固定焊操作技能	288
5.5.4	板与管(插入式) T 形接头水平固定焊操作技能	290
第 6 章	气焊与气割操作技术	292
6.1	气焊、气割基本原理与应用	292
6.1.1	气焊火焰	292
6.1.2	气焊熔池	294
6.1.3	气割	296
6.2	气焊设备及工具	299
6.2.1	氧气瓶	299
6.2.2	乙炔瓶	300
6.2.3	减压器	301
6.2.4	焊炬和割炬	302
6.2.5	机械气割设备	308
6.3	气焊的基本操作技术	312
6.3.1	气焊火焰的点燃、调节和熄灭	312
6.3.2	气焊的操作要领	314

6.4 气割的基本操作技术	317
6.4.1 气割工艺参数的选择	317
6.4.2 常用型钢气割的基本操作技术	319
6.5 各种位置的气焊操作方法	322
6.5.1 平焊操作	322
6.5.2 立焊操作	325
6.5.3 横焊操作	327
6.5.4 仰焊操作	328
6.5.5 搭接接头和 T 形接头的立焊、仰焊操作	328
第 7 章 特殊焊接方法操作技术简介	331
7.1 等离子焊接和切割	331
7.1.1 等离子弧焊接	331
7.1.2 等离子弧切割	333
7.2 电渣焊	334
7.2.1 电渣焊的特点、种类和应用范围	334
7.2.2 电渣焊工艺操作技术	335
7.3 电阻焊	336
7.3.1 点焊	336
7.3.2 缝焊	337
7.3.3 凸焊	338
7.3.4 对焊	339
7.4 高频焊	341
7.5 爆炸焊	342
7.6 电子束焊	343
7.7 激光焊	345
7.8 超声波焊	346
7.9 热喷涂	346
7.10 粘接	348
第 8 章 焊接质量检验与试验	352
8.1 各种焊接方法常见缺陷及防止措施	352
8.2 焊接接头的无损检验	363

8.2.1	射线探伤	364
8.2.2	焊缝的超声波探伤	367
8.2.3	磁粉探伤	369
8.2.4	渗透探伤	370
8.3	焊接接头的力学性能试验	371
8.3.1	焊接接头的拉伸试验	371
8.3.2	焊缝及熔敷金属拉伸试验	373
8.3.3	焊接接头的弯曲试验	373
8.3.4	焊接接头冲击试验	376
8.3.5	焊接接头硬度试验	378
8.3.6	焊接接头的压扁试验	379
8.3.7	金相检验	380
8.3.8	化学分析	383
8.4	压力容器的致密性试验方法	383
8.4.1	耐压试验	383
8.4.2	气密性检验	384
8.4.3	密封性检验	385
8.5	焊接材料质量评定试验	385
8.5.1	电焊条的质量评定试验	385
8.5.2	焊接工艺性能试验	387
8.6	可焊性试验	392
8.6.1	可焊性的定义	392
8.6.2	可焊性试验的分类	393
8.6.3	焊接使用过的试验方法	393
第9章 焊工技能考试及管理		397
9.1	焊工考试	397
9.1.1	焊工考试的重要性	397
9.1.2	锅炉压力容器焊工考试内容及方法	398
9.1.3	考试试件	402
9.1.4	试件适用范围	402
9.1.5	对焊工技能考试的要求	406

9.2 考试成绩评定及管理	408
9.2.1 考试成绩评定	408
9.2.2 持证焊工的管理	413
第 10 章 焊接安全技术	418
10.1 焊接的有害因素	418
10.1.1 电弧辐射	419
10.1.2 金属烟尘	421
10.1.3 有毒气体	423
10.1.4 其他有害因素	425
10.2 焊工操作个人安全防护	425
10.3 焊工安全用电	430
10.3.1 电焊机使用安全技术	430
10.3.2 焊机接地安全技术	431
10.3.3 焊接电缆安全技术	431
10.3.4 电焊钳安全技术	432
10.4 气焊、气割用气瓶安全技术	432
10.5 登高作业安全技术	433
10.6 罐内焊接安全技术	434
10.7 常用焊接方法安全技术要点	436
10.7.1 焊条电弧焊安全技术要点	436
10.7.2 埋弧自动焊安全技术要点	437
10.7.3 钨极氩弧焊安全技术要点	437
10.7.4 熔化极气体保护电弧焊安全技术要点	438
10.7.5 等离子弧焊与切割安全技术	438
10.7.6 电渣焊操作安全技术	439
10.7.7 电阻焊安全技术	440
10.7.8 钎焊安全技术	441
10.7.9 水下焊接与切割安全技术	442
参考文献	444

焊条电弧焊

焊条电弧焊是利用手工操纵焊条的一种电弧焊接方法。焊接操作时,焊条和焊件分别作为两个电极,利用焊条和焊件之间产生的电弧热来熔化焊件金属,冷却后形成焊缝。

焊条电弧焊设备简单,操作方便、灵活,适用于各种条件下的焊接,特别适用于结构形状复杂、焊缝短小、弯曲等焊缝;以及各种空间位置焊缝的焊接。所以,在当前科学技术空前发展的今天,仍然是我国各工业部门应用最广泛的焊接方法。

由于焊条电弧焊的操作位置变化很多,掌握操作技术的难度较大,而焊接质量在很大程度上又取决于焊工操作技术的熟练程度。所以初学者要理论联系实际,勤学苦练,在反复的手工操作焊接练习过程中,掌握操作技能。

1.1 焊条电弧焊机

1.1.1 对焊条电弧焊电源的要求

焊条电弧焊电源是一种利用焊接电弧产生的热量来熔化焊条和焊件的电器设备。在焊接过程中,焊接电弧的电阻值一直在变化着,并且随着电弧长度的变化而改变,当电弧长度增加时,电阻就大,反之电阻就小。

焊接过程中,焊条熔化形成的金属熔滴从焊条末端分离时,会产生电弧的短路现象,一般,每秒钟这种短路过渡可达 20~70 滴。当这

些金属熔滴被分离后,电弧能在 0.05s 内恢复。综合上述各种现象,为满足在焊接时的电弧变化需要,对焊条电弧焊机提出如下要求。

(1) 具有陡降的外特性

电源的外特性是指在稳定的工作状态下,焊接电源输出的焊接电流与输出的电弧电压之间的关系,称为电弧电源的外特性。当这种关系用曲线来表示时,该曲线就称为电弧焊电源的外特性曲线。调节焊接电流,实际上是调节电源外特性曲线。电源外特性曲线如图 1-1 所示。

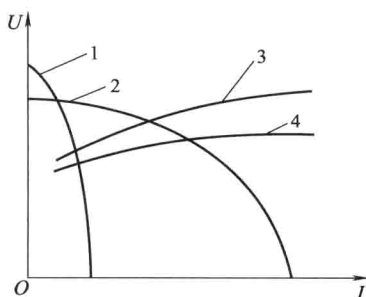


图 1-1 电源的外特性曲线示意图

1—陡降外特性曲线; 2—缓降外特性曲线;

3—上升特性曲线; 4—平特性曲线

由于一台焊机具有无数条外特性曲线,调节焊接电流实际上就是调节电源的外特性曲线。在实际焊接过程中,电源外特性曲线是选用陡降的,这样,

即使焊接电弧的弧长有变化,也能保障焊接电弧稳定燃烧和焊缝成形良好。

(2) 适当的空载电压

焊条电弧焊在焊接过程中,当进行频繁引弧使熔滴短路时,维持电弧稳定燃烧的工作电压是 20~30V,焊条正常引弧的电压则是 50V 以上。因为在焊条电弧焊时,焊接电源的空载电压一般为 50~90V,从而能满足焊接过程中不断引弧的要求。

(3) 适当的短路电流

焊条电弧焊在焊接过程中,引弧及熔滴过渡等都会造成焊接回路的短路,如果短路电流过大,不但会使焊条过热、药皮脱落、焊接飞溅增大,而且还会引起焊接电源过载而烧坏。如果短路电流过小,则会使焊接引弧及熔滴过渡产生困难,导致焊接过程难以继续进行。所以,陡降外特性电源应具有适当的短路电流。通常,规定的短路电流等于焊接电流的 1.25~1.5 倍。

(4) 良好的动特性

焊接过程中,焊接电源的负荷总是在不断地变化着,焊条与焊件之间会发生频繁的短路和重新引弧。如果焊机的输出电流和电压不能迅速地适应电弧焊过程中的这些变化,焊接电弧就不能稳定燃烧,甚至熄灭。这种弧焊电源适应焊接电弧变化的特性,称为动特性。动特性,是用来表示电弧焊电源对负载瞬时变化的快速反应能力。动特性良好的电弧焊电源,在焊接过程中,电弧柔软、富有弹性,容易引弧,焊接过程稳定,飞溅小。

(5) 适当的调节特性

电弧焊电源的焊接电流,必须能在较宽的范围内均匀灵活地调节。一般,要求焊条电弧焊电源的电流调节范围为电弧焊电源额定焊接电流的 0.25~1.2 倍。

1.1.2 焊条电弧焊电源的种类及型号

(1) 焊条电弧焊电源的种类

焊条电弧焊电源按产生焊接电流种类的不同,可分为交流电源和直流电源两大类。

交流电源有弧焊变压器,直流电源有弧焊整流器、弧焊发电机和弧焊逆变器等。

① 弧焊变压器 弧焊变压器是一种具有下降外特性的特殊降压变压器,在焊接行业里又称交流弧焊机。获得外特性的方法是在焊接回路里增加电抗(在焊接回路里串联电感和增加变压器自身漏磁)等。

② 弧焊整流器 弧焊整流器是一种用硅二极管作整流元件,把工频交流电经过变压、整流后,供给电弧焊接负载的直流电源。

③ 弧焊发电机 弧焊发电机是用一种电动机和特种直流发电机的组合体。因为焊接过程噪声大,耗能多,焊机重量大,现已被淘汰。另一种则是柴油机和特种发电机的组合,用以获得产生适用于焊条电弧焊的直流电,这种弧焊发电机多用于野外没有电源的地方进行焊接施工。

④ 弧焊逆变器 弧焊逆变器是一种新型、高效、节能的直流