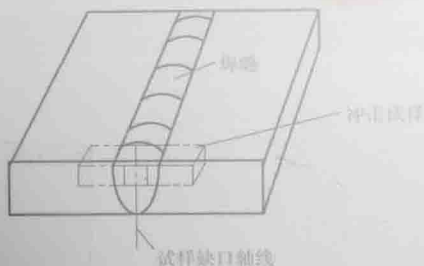


焊工 技能速学与
提高系列

MAIHU ZIDONGHAN
SUXUE YU TIGAO

埋弧自动焊 速学与提高

孙国君 主编



化学工业出版社



技能速学与
提高系列

MAIHU ZIDONGHAN
SUXUE YU TIGAO

埋弧自动焊 速学与提高

孙国君 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

埋弧自动焊速学与提高/孙国君主编. —北京: 化学工业出版社, 2013. 1
(焊工技能速学与提高系列)
ISBN 978-7-122-15674-7

I. ①埋… II. ①孙… III. ①埋弧焊-自动焊
IV. ①TG445

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 247984 号

责任编辑: 周 红
责任校对: 蒋 宇

文字编辑: 项 激
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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张 6¼ 字数 110 千字
2013 年 1 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: 29.00 元

版权所有 违者必究



Foreword 前言

“焊工技能速学和提高系列”是一套焊接工人学习、掌握、提高操作技术的指导书，是针对具有初中或相当学历的城市和农村务工人员就业的需要而编写的，本书从最低端开始，较多采用图解的形式表达操作要点，语言简明扼要，容易学习、理解和掌握。一般初学者，阅读本书后，实际练习两周左右即可引弧焊接。

本系列书是将各种常用焊接方法分册编辑的，包括《焊条电弧焊速学和提高》、《气焊·气割速学和提高》、《手工钨极氩弧焊速学和提高》、《埋弧自动焊速学和提高》。各分册中，详细讲解了焊接入门基本知识和初级的操作技能，以达到初级焊工上岗的基本要求。全书内容注重实用性，语言通俗易懂，结构安排上从焊接识图的基本知识讲起，由浅入深，并且集各种焊接方法的基本操作手法和工程施焊技术于一体，便于焊工对基础操作技能的掌握。本书还通过深入介绍各种实用焊接操作的技能，使焊工通过进一步学习，掌握难焊位置以及难焊金属的焊接操作技巧，以利于有一定焊接操作基础的读者，更全面地提

高焊接技术水平。

本书适合具有初中或相当学历的人员学习，还可作为技工学校和其他中等职业技术学校焊接专业的操作技能培训教材，也适合于各行业广大焊接工人和现场施工的技术人员阅读。

本书是《埋弧自动焊速学和提高》分册，由孙国君主编，参加编写的还有李荣峰、刘文贤、郭淑梅等。

由于编者水平所限，书中缺点和不足之处，敬请读者批评指正。

编者

第1章 埋弧焊的安全文明生产及 安装维护 1

- 1.1 埋弧焊安全文明生产 1
 - 1.1.1 安全文明生产 1
 - 1.1.2 埋弧焊工安全技术要点 2
- 1.2 埋弧自动焊机的安装 2
 - 1.2.1 电网容量的校核 2
 - 1.2.2 焊接电缆的选择 3
 - 1.2.3 焊机容量的选择 4
 - 1.2.4 埋弧焊机的安装接线 7
 - 1.2.5 埋弧焊机开机前的检验项目 8
- 1.3 埋弧焊机的维护 9
 - 1.3.1 埋弧焊机的日常维护 9
 - 1.3.2 埋弧自动焊机常见故障及排除方法 10

第2章 焊接结构识图与焊接符号的 标注 12

- 2.1 识图基本知识 12

2.2 几何作图.....	16
2.2.1 线的划法.....	16
2.2.2 角及角的等分.....	18
2.2.3 圆弧划法、等分及连接.....	20
2.2.4 多边形的划法.....	24
2.2.5 椭圆的近似作法.....	26
2.3 焊接符号及标注方法.....	28
2.3.1 焊缝符号的标注及应用.....	28
2.3.2 焊缝符号在图样上的标注位置.....	30
2.4 冷作焊接结构及图样.....	35
2.4.1 冷作件装配基础知识.....	35
2.4.2 冷作结构图样的识读.....	37

第3章 埋弧自动焊机 40

3.1 埋弧焊机的组成及功能.....	40
3.1.1 焊接小车（机头）.....	41
3.1.2 焊接电源.....	41
3.1.3 送丝机构.....	42
3.1.4 焊剂输送与回收装置.....	43
3.1.5 控制盘.....	43
3.1.6 机头搭载机构.....	43
3.2 埋弧焊工艺对焊机的基本要求.....	43
3.2.1 控制功能要求.....	44
3.2.2 等速送丝系统的电弧调节要求.....	44
3.2.3 变速送丝系统的电弧调节要求.....	46

3.3 埋弧焊机的分类及主要技术数据	47
3.3.1 埋弧焊机的分类	47
3.3.2 国产埋弧自动焊机主要技术数据	48
3.4 MZ-1000 型埋弧焊机	50
3.4.1 MZ-1000 型埋弧焊机的性能	50
3.4.2 MZ-1000 型焊机的机械结构	51

第4章 埋弧自动焊的基本操作 55

4.1 焊接准备	55
4.1.1 焊接所用物品	55
4.1.2 焊前检查及清理	56
4.1.3 装配定位焊、引弧板与引出板	57
4.2 空车基本操作练习	59
4.2.1 初学操作	59
4.2.2 平板埋弧自动焊操作技术	61
4.2.3 平对接直缝的埋弧自动焊接	63
4.3 埋弧焊接的注意事项	69
4.3.1 操作质量要求	69
4.3.2 注意防火、防毒	72

第5章 埋弧焊的焊接过程及工艺参数 73

5.1 埋弧焊的焊接过程	73
5.1.1 焊接操作过程	73
5.1.2 焊缝的形成	74

5.2 埋弧焊工艺参数	74
5.2.1 焊接接头及坡口	75
5.2.2 焊接电流与电弧电压	86
5.2.3 其他重要工艺参数	86
5.2.4 焊接工艺参数对焊接质量的影响	88
5.2.5 焊接工艺参数的选择方法	89

第6章 埋弧自动焊用焊接材料 ——— 92

6.1 埋弧焊的焊接材料简介	92
6.1.1 埋弧焊焊丝	92
6.1.2 埋弧焊焊剂	93
6.2 国产焊丝、焊剂牌号的编制方法	95
6.2.1 焊丝牌号的编制	95
6.2.2 焊剂牌号的编制	96
6.3 埋弧焊用碳钢、低合金钢焊丝和焊剂	99
6.3.1 碳钢焊丝和焊剂标准	99
6.3.2 低合金钢焊丝和焊剂标准	100
6.3.3 不锈钢用焊丝和焊剂	107
6.4 埋弧焊常用焊接材料的选择	111
6.4.1 焊接材料的选用原则	111
6.4.2 碳素结构钢及热轧状态的低合金结构钢 的焊材选择	112
6.4.3 正火状态供货的低合金钢焊材选择	113
6.4.4 低温钢埋弧自动焊的焊材选择	114
6.4.5 低合金耐热钢埋弧焊的焊接材料选择	117

6.4.6	低碳调质钢埋弧焊的焊材选择	117
6.4.7	耐热钢、低温钢及耐候钢的焊材料 选择	117

第7章 埋弧焊自动焊技术的提高 — 119

7.1	碳素结构钢的埋弧自动焊	119
7.1.1	碳素结构钢简介	119
7.1.2	碳素结构钢的焊接性	122
7.1.3	碳素结构钢焊丝与焊剂的选择	126
7.1.4	碳素结构钢埋弧焊工艺	126
7.2	低合金结构钢的埋弧焊	129
7.2.1	低合金结构钢简介	129
7.2.2	低合金高强钢的焊接性	130
7.2.3	低合金高强钢的焊接工艺	134
7.3	低温钢的埋弧焊	137
7.3.1	低温钢的性能特点	137
7.3.2	低温钢的埋弧焊接特点	139
7.3.3	低温钢的埋弧焊接工艺	140
7.4	低合金耐热钢的埋弧自动焊	143
7.4.1	低合金耐热钢简介	143
7.4.2	低合金耐热钢的焊接特点	143
7.4.3	低合金耐热钢的焊接工艺	146
7.4.4	2.25Cr-1Mo 钢埋弧自动焊工艺	147
7.5	不锈钢的埋弧自动焊技术	149
7.5.1	不锈钢简述	149

7.5.2	不锈钢的焊接特点	150
7.5.3	焊接工艺参数选择	151
7.5.4	不锈钢的埋弧自动焊工艺	152
7.6	异种钢的埋弧自动焊	154
7.6.1	焊接材料的选择	154
7.6.2	焊接坡口	155
7.6.3	工艺参数	155
7.6.4	操作要点	156

第8章 焊接质量检验 157

8.1	无损检测	158
8.1.1	射线检测	159
8.1.2	超声检测	160
8.1.3	磁粉检测	162
8.1.4	渗透检测	163
8.1.5	涡流检测	164
8.1.6	声发射检测	165
8.2	力学性能试验	166
8.2.1	焊接接头的拉伸性能试验	166
	(GB 2651)	166
8.2.2	焊缝及熔敷金属拉伸试验	168
	(GB 2652)	168
8.2.3	焊接接头的弯曲试验 (GB 2653)	168
8.2.4	焊接接头冲击试验 (GB 2650)	174
8.2.5	焊接接头硬度试验 (GB 2654)	176

8.3 焊接接头耐晶间腐蚀试验	177
8.3.1 不锈钢 10% (体积分数) 草酸浸蚀 试验方法	178
8.3.2 硫酸-硫酸铜腐蚀试验方法	178
8.3.3 硫酸-硫酸铁腐蚀试验方法	180
8.3.4 65%硝酸腐蚀试验方法	180
8.3.5 硝酸-氢氟酸腐蚀试验方法	181
8.4 致密性试验	181
8.4.1 水压试验	182
8.4.2 气压试验	182

第①章

埋弧焊的安全文明生产及 安装维护

1.1 埋弧焊安全文明生产

1.1.1 安全文明生产

从广义上讲，安全文明生产是指以科学的态度，坚持按规章制度从事生产，最大限度地提高产品质量和劳动生产率。从狭义上来讲，就是常说的安全、秩序和劳动卫生。

对于安全文明生产，必须引起足够的重视。尤其是焊接操作人员，因其经常与可燃气体、火焰、电弧及电器设备及各种金属构件打交道，所以必须严格地执行安全技术规程，严禁违反科学规律地蛮干，以免造成设备和人身事故。

生产环境的卫生，与安全文明生产有着直接的关系。把构件、工具等按一定的要求摆放整齐，可杜绝工作现场杂乱无章现象，这必然为安全文明生产带来一定的好处。

1.1.2 埋弧焊工安全技术要点

- ① 埋弧焊电源的控制箱、外壳等必须可靠接地。
- ② 埋弧焊设备接通电源后，不可触及电缆接头、焊丝、导电嘴及支架等带电物，以免发生触电。
- ③ 清除焊机通道上可能造成焊丝与焊件短路的金属构件，防止意外短路。
- ④ 按启动按钮引弧时，应放置好焊剂，以免产生明弧。
- ⑤ 焊接前，焊工应按规定穿好工作服、绝缘鞋，戴好绝缘手套。
- ⑥ 操作现场要有良好的通风，能及时排除烟尘及有害气体。

1.2 埋弧自动焊机的安装

1.2.1 电网容量的校核

由于埋弧焊的焊接电流大，电弧燃烧时间长，消耗电能比较大，因此，埋弧（自动）焊机在接入电网前，要对电网的容量进行校核。

为了防止焊接设备对其他电器设备产生影响，也为保持焊接规范参数的稳定，避免受电网电压的影响，最好采

用专用的变压器供电。

供电电源的容量,要考虑焊接设备的特点,即焊接设备通常都是断续使用的,它不同于照明、机床等设备。并且,由于焊机要求的电流大小也不相同,通常都不是采用额定的最大电流工作,因此,还要考虑焊机的负载持续率及其平均使用电流。其电源容量的计算方法如下。

焊机为1台时:

$$Q = P\sqrt{\alpha\beta}$$

焊机为2~10台时:

$$Q = \beta P \sqrt{n\alpha [1 + \alpha(n-1)]}$$

$$\beta = \frac{\text{平均焊接电流}}{\text{额定焊接电流}}$$

式中 Q ——电源设备的容量, $\text{kV} \cdot \text{A}$;

P ——焊接电源的额定功率, $\text{kV} \cdot \text{A}$;

α ——焊接电源的额定负载持续率;

n ——焊机台数;

β ——递减系数。

1.2.2 焊接电缆的选择

选择焊接电缆主要应考虑电缆通过电流后的温升,温升太高就会烧损橡胶套。温升和电流的平方成正比,所以,电缆的截面积主要根据电流来选择。一般按 $7\text{A}/\text{mm}^2$ 来选用。

例如,对20m以下长度的焊接电缆,当采用300A的

焊接电流, 负载持续率为 60% 时, 则计算电流为 $300\text{A} \times \sqrt{60\%} \approx 300\text{A} \times 0.78 = 234\text{A}$ 。所以, 电缆的截面积 $S = 234/7 = 33.4\text{mm}^2$ 。经查表 1-1, 可选用 YHH-35 型橡胶套电缆。

如果电缆长度超过 50m, 还应考虑电缆上的电压降。电压降应限制在空载电压的 5% 以内, 即不超过 4V, 这样, 可以防止能量的损耗。铜芯电缆的电阻率 $\rho = 0.0184\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 。电缆长度为 L , 截面积为 S , 则电缆上的电压降 U :

$$U = IR = I\rho \frac{f}{S}$$

$$S = \frac{I\rho f}{U}$$

令 $U = 4\text{V}$, $\rho = 0.0184\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, 电缆长度 $f = 70\text{m}$, $I = 300\text{A}$, 负载持续率为 60%, 则电缆截面积 S 为

$$S = \frac{300 \times \sqrt{60\%} \times 0.0184 \times 70}{4} \approx 75.3 \quad (\text{mm}^2)$$

可选用 YHH-70 型电缆。

从计算结果看出, 当电缆长度为 70m 时, 其截面为 70mm^2 , 远大于长度在 20m 以下的 35mm^2 。

表 1-2 为焊接电缆截面与电流、电缆长度的关系。

1.2.3 焊机容量的选择

埋弧焊的特点是电流大, 焊接时间长, 因此, 要十分

注意焊机的容量选择，特别要注意焊机的负载持续率。

表 1-1 焊接用橡胶套电缆规格

mm

电 缆 型 号	线芯数及 标称截面 /mm ²	导线芯			绝缘层 厚度 δ	电缆 外径 D	铜线质 量/kg· km ⁻¹	橡胶厚 度 δ	电 缆 线 质 量/kg · km ⁻¹
		铜线根 数/根	铜线 直径 D	线 芯 直径 d					
YHH 型	1×16	228	0.3	6.27	0.8	11.5	145	1.2	282
	1×25	342	0.3	7.50	0.8	12.6	222	1.4	397
	1×35	494	0.3	9.23	0.8	15.5	321	1.6	557
	1×50	703	0.3	10.50	0.8	17.0	457	1.8	737
	1×70	999	0.3	12.95	1.0	20.6	637	2.2	990
	1×95	1323	0.3	14.70	1.0	22.8	861	2.4	1339
	1×120	1702	0.3	17.15	1.2	25.6	1083	2.4	1613
	1×150	2109	0.3	18.90	1.2	27.3	—	2.4	—
	1×6	189	0.2	3.69	0.8	8.5	55	1.2	—
	1×10	322	0.2	4.89	0.8	9.0	93	1.2	—
	1×16	513	0.2	6.15	0.8	10.8	145	1.2	—
	1×25	798	0.2	8.00	0.8	13.0	222	1.4	—
	1×35	1121	0.2	9.00	0.8	14.5	321	1.6	—
	1×50	1596	0.2	10.60	0.8	16.5	457	1.8	—
	1×70	999	0.3	12.95	1.0	20.0	637	2.2	—
	1×95	1332	0.3	14.70	1.0	22.0	861	2.4	—

表 1-2 焊接电缆截面与电流、电缆长度的关系

额定电 流 I/A	截面面积 S/mm^2								
	长度 L/m								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
100	25	25	25	25	25	25	25	28	30
150	35	35	35	35	50	50	60	70	70
200	35	35	35	50	60	70	70	70	70
300	35	50	60	60	70	70	70	85	85
400	35	50	60	70	85	85	85	95	95
500	50	60	70	85	95	95	95	120	120
600	60	70	85	85	95	95	95	120	120