

焊接技术

快速入门丛书

邱言龙 雷振国 聂正斌 编著 王 兵 审

焊条电弧焊技术 快速入门

HANTIAO DIANHUIHAN
JISHU
KUAISU RUMEN

上海科学技术出版社

焊接技术快速入门丛书

焊条电弧焊技术快速入门

邱言龙 雷振国 聂正斌 编著
王 兵 审

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

焊条电弧焊技术快速入门 / 邱言龙, 雷振国, 聂正斌
编著. —上海: 上海科学技术出版社, 2011. 6
(焊接技术快速入门丛书)
ISBN 978 - 7 - 5478 - 0734 - 7

I. ①焊… II. ①邱… ②雷… ③聂… III. ①焊条 -
电弧焊 IV. ①TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 041535 号

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 889 × 1194 1/32 印张: 7.375

字数: 210 千字

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5478 - 0734 - 7/TG · 27

定价: 21.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换



内 容 提 要

本书主要包括:焊工作业安全知识,焊工基础知识,焊接应力与变形,焊条电弧焊设备,焊条电弧焊工艺,典型的焊条电弧焊操作技术,常见焊条电弧焊缺陷及防止措施等。

本书图文并茂,浅显易懂,既便于焊工自学,又可供再就业部门对下岗、求职人员进行转岗、上岗再就业培训使用,还可供进城务工的农民工学习参考。

前 言

焊接是指在两金属件连接处通过加热熔化或加压,或两者并用,以造成金属原子间和分子间的结合而得到永久连接的方法。焊接技术被广泛应用于船舶、锅炉、车辆、飞机和其他金属结构或机器零件的制造。非金属材料(如塑料、玻璃等)也可用焊接方法连接。从焊接工艺的广泛应用,我们可以看出焊接具有如下特点:

(1) 与其他金属连接方法(铆接、螺纹连接)相比,有节约金属材料、生产率高、能保持水密和气密等优点。

(2) 焊接可以化大为小、以小拼大。在制造大型机件与结构件或复杂的机器零件时,可以采用化大为小、化复杂为简单的方法准备坯料,采用铸-焊、锻-焊联合工艺,用小型铸、锻设备生产大型或复杂零件。

(3) 焊接还可以制造双金属结构,如制造不同材料的复杂层容器。

所以,焊接是生产金属构件、机器零件等的重要加工工艺方法,如桥梁、建筑构件、船体、锅炉、车厢、容器等。此外,焊接还是修补铸、锻件的缺陷和磨损零件的重要方法。

为了方便青年工人自学及上岗、转岗再就业人员快速掌握一技之长,我们组织编写了这套“焊接技术快速入门丛书”。本套丛书包括《气焊与气割技术快速入门》、《焊条电弧焊技术快速入门》、《二氧化碳气体保护焊技术快速入门》、《手工钨极氩弧焊技术快速入门》、《等离子弧焊与切割技术快速入门》、《钎焊技术快速入门》、《电渣焊与电阻焊技术快速入门》、《埋弧焊技术快速入门》。每本书中均包含有作业基础知识、操作工艺,以及各种焊接材料、焊接工具、设备的应用,典型焊接工艺实例等内容。丛书还用具体章节详细介绍了焊工技术基础知识和焊工安全文明生产知识、劳动保护知识,包括预防触电及抢救的安全知识,防火、防爆、防辐射的安全知识,预防有害气体和金属烟尘中毒的安全知识,以及高空作

业焊接、水下焊接与热切割应注意的安全事项等。

本套丛书采用图文并茂的形式,把焊接技术和操作技能通过图表的方式一一解析,借助大量实习操作和工程技术图片,使复杂问题简单化,更加方便未入门和初入门的焊工理解和掌握。丛书力求简明扼要,不过于追求系统及理论的深度,突出“快速入门”的特点,且从应用标准、名词术语、计量单位等各方面全都贯穿着一个“新”字,以便于工人尽快与现代工业化生产接轨,适应未来机械工业发展的需要。

本丛书旨在通俗、易懂、简明、实用,编写时综合考虑实际需要和篇幅容量,让焊工通过各种焊接工艺入门知识的学习,了解本工艺的专业基础知识和基本操作技能,轻松掌握一技之长,快速迈入焊工之门。各书独立成书,既相互关联,又互为补充。

由于编者水平所限,加之时间仓促,书中错误在所难免,望广大读者不吝赐教,以利提高!

编 者

目 录

前言	1
第一章 作业安全知识	1
第一节 安全用电及个人防护	1
一、安全用电	1
二、个人防护	3
第二节 防火、防爆及防弧光辐射	9
一、防火、防爆	9
二、防弧光辐射	11
第三节 特殊环境焊接的安全知识	13
一、容器内的焊接	13
二、高空作业焊接	14
三、露天或野外作业焊接	14
第二章 焊条电弧焊基础知识	16
第一节 概述	16
一、焊条电弧焊的定义及特点	16
二、电弧特性及冶金特点	16
三、金属材料的力学性能	20
四、热处理的基本知识	22
五、电工常识	25
第二节 焊接接头	30
一、焊接接头的特点	30
二、焊接接头的形式及焊接位置	30
三、焊缝符号的表示方法	35

第三章 焊接应力与变形	40
第一节 概述	40
一、焊接应力与变形的危害性	40
二、焊接应力与变形产生的原因	41
三、焊接应力与变形的影响因素	43
第二节 焊接应力	44
一、内应力及焊接应力	44
二、焊接残余应力的调节	46
三、焊后消除内应力的方法	52
第三节 焊接变形	54
一、焊接变形的种类	54
二、焊接变形的控制与矫正	57
第四章 焊条电弧焊设备	62
第一节 焊条电弧焊电焊机的种类及对电焊机要求	62
一、电焊机的种类	62
二、焊条电弧焊对电焊机的要求	66
第二节 焊条电弧焊辅助设备及工具	69
一、焊条电弧焊辅助设备	69
二、焊条电弧焊辅助工具	72
第三节 焊条电弧焊设备常见故障及解决方法	76
一、弧焊变压器常见故障及解决方法	76
二、弧焊整流器常见故障及解决方法	77
第五章 焊条电弧焊工艺	79
第一节 焊条	79
一、焊条的组成与分类	79
二、常用焊条的型号	83
三、焊条的选用原则	90
第二节 基本操作工艺	94
一、焊接工艺参数	94
二、引弧	98
三、运条	105
四、起头和接头	110

五、收弧	114
六、定位焊与定位焊缝	115
第三节 各种位置的焊接工艺	117
一、平敷焊	117
二、V形坡口平对接焊	126
三、I形坡口平对接焊	129
四、平角焊	135
五、V形坡口立对接焊	143
六、I形坡口立对接焊	147
七、立角焊	151
第六章 焊条电弧焊操作技术	157
第一节 典型的焊条电弧焊操作技术	157
一、单面焊双面成形技术	157
二、薄板焊接	164
三、水平转动管焊接	166
四、水平固定管焊接	171
第二节 常用金属材料的焊条电弧焊	176
一、碳素钢	176
二、低合金结构钢	183
三、耐热钢	185
四、低温钢	188
五、不锈钢	190
六、铸铁	196
第七章 常见焊条电弧焊缺陷及防止措施	201
第一节 焊接质量要求	201
一、焊接质量对外形尺寸的要求	201
二、焊接质量对焊接区内气体的要求	204
第二节 焊接质量检验	206
一、焊接质量检验过程	206
二、焊接质量检验的方法	207
第三节 常见焊接缺陷及防止方法	216
一、焊缝外形尺寸不符合要求	216

二、咬边.....	216
三、烧穿.....	217
四、焊瘤.....	217
五、夹渣.....	218
六、未焊透.....	218
七、气孔.....	219
八、过热(过烧)	220
九、未熔合.....	220
十、弧坑.....	221
十一、裂纹.....	221
十二、错边.....	223

第一章 作业安全知识

第一节 安全用电及个人防护

焊条电弧焊属于特种工作业，焊接时对操作者本人，尤其对他人和周围设施的安全有重大的危害。为了加强特种作业人员的安全技术培训、考核和管理，实现安全生产，提高经济效益，从事焊接作业人员，必须进行安全教育和安全技术培训，取得操作证方能上岗独立作业。

焊条电弧焊作业中要经常与电气设备、易燃易爆物质、压力容器等接触，如果安全措施不当或工作疏忽，很容易造成事故。焊接过程中如不严格遵守安全操作规程，就可能发生触电、引起火灾甚至爆炸事故。因此为了保障操作者的安全，改善卫生条件，防止工伤事故和减少经济损失，每个操作者都必须牢固树立起安全第一的思想，掌握安全防护知识，自觉遵守安全操作规程。

一、安全用电

1. 电流对人体的危害

电流对人体的危害有三种类型，即电击、电伤和电磁场生理伤害。

1) 电击 电流通过人体内部，破坏心脏、肺部或神经系统的功能叫电击，通常也称触电。

2) 电伤 接通电流加热工件或人体外部或加热工件的火花飞溅落到皮肤上引起的烧伤叫电伤。

3) 电磁场生理伤害 电磁场生理伤害是指在高频电磁场的作用下，使人头晕、乏力、记忆力减退、失眠多梦等神经系统的症状。

2. 用电的安全知识

电焊机的安全使用在于防止设备损坏和预防触电。焊接过程中,工作场地所有网路电压为 380 V 或 220 V,电焊机的空载电压一般都在 60 V 以上。当通过人体的电流超过 0.05 A 时就有生命危险,0.1 A 电流流过人体时只要 1 s 就会使人致命。流过人体的电流不仅取决于线路电压,而且与人体电阻有关。人体电阻包括自身电阻和人身上的衣服、鞋等附加电阻。干燥的衣服、鞋及干燥场地会使人体电阻增加;自身电阻与人的精神、疲劳状态有关。人体电阻一般在 $800 \sim 5\,000\ \Omega$ 之间变化。当人体电阻降至 $800\ \Omega$ 时,40 V 电压就会导致人的生命危险。所以电焊机的电源电压、二次空载电压(70 V 以上)都远远超过了安全电压(36 V),如果设备漏电就可能造成触电事故。因此,焊工应注意安全用电,掌握电气安全技术。电气安全要求见表 1-1。

表 1-1 电气安全要求

焊接方法	安全技术要求
电弧焊、气体保护焊、电子束焊、等离子弧焊接及等离子弧切割	1. 外壳应接地,绝缘应完好,各接线点应紧固可靠。焊炬、割炬和电缆等必须良好 2. 电焊机空载电压不能太高。一般弧焊电源:直流$\leq 100\text{ V}$,交流$\leq 80\text{ V}$;等离子弧切割电流空载电压高达 400 V,应尽量采用自动切割,并加强防触电措施 3. 电焊机带电的裸露部分和转动部分必须有安全保护罩 4. 用高频引弧或稳弧时应应对电缆进行屏蔽。电子束焊设备还应当做到: (1) 电压$\geq 204\text{ V}$时,应有铅屏防护或进行遥控操作 (2) 定期检查设备的放射性($\leq 5.16 \times 10^{-7}\text{ C/kg}$)
压力焊	1. 电焊机及控制箱必须可靠地接地 2. 由于控制箱内某些元件电压可达 650 V 左右,所以检查时要特别小心,工作时应关闭电焊机门 3. 焊接时应采取措施防止金属飞溅灼伤工人和引起火灾

焊工在操作时应注意以下问题:

(1) 焊接设备的安装、修理和检查必须由电工进行,焊工不得自行处理。

(2) 防止电焊钳与焊件短路。在锅炉、容器内焊接结束时,应将焊钳放在安全地点或悬挂起来,然后再切断电源。

(3) 电缆线应有良好的绝缘,破皮、漏电处应及时修好。

(4) 使用刀开关时,焊工应戴好干燥手套,同时面部应躲开,以防产

生电弧引起烧伤。

(5) 在锅炉、容器内焊接时,焊工必须穿绝缘鞋,戴皮手套,脚下垫绝缘垫,以保持人体与焊件间的良好绝缘。同时应由两人轮换工作,以便相互照顾。

(6) 使用工作灯时,其电压不得超过 36 V。

(7) 遇到有人触电时,切不可赤手去拉触电者,应迅速切断电源进行抢救。

二、个人防护

焊工在现场施焊,为了安全,必须按国家规定,穿戴好防护用品,见图 1-1。焊工的防护用品较多,主要有防护面罩、头盔、防护眼镜、防噪声耳塞、安全帽、工作服、手套、绝缘鞋、防尘口罩、安全带、防毒面具及披肩等。

1. 焊接防护面罩及头盔

焊接防护面罩是一种用来防止焊接飞溅、弧光及其他辐射对焊工面部及颈部损伤的一种遮盖工具,最常用的面罩有手持式面罩和头盔式面罩两种。而头盔式面罩又分为普通头盔式面罩、封闭隔离式送风焊工头盔式面罩及输气式防护焊工头盔式面罩三种。

普通头盔式面罩戴在焊工头上,面罩主体可以上下翻动,便于焊工用双手操作,适合各种焊接方法操作时防护用,特别适用于高空作业,焊工一手握住固定物保持身体稳定,另一手握焊钳焊接。

封闭隔离式送风焊工头盔式面罩,主要应用在高温、弧光强、发尘量高的焊接与切割作业。如二氧化碳(CO_2)气体保护焊、氩弧焊、空气碳弧气刨、等离子弧切割及仰焊等,该头盔在焊接过程中呼吸畅通,既防尘又防毒。不足之处是价位较高,设备较

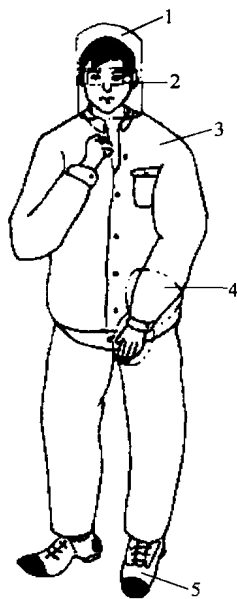


图 1-1 焊工个人劳动防护用品

1—面罩; 2—护目镜; 3—工作服;
4—焊工手套; 5—工作鞋

第一章 作业安全知识

复杂(有送风系统),焊工行动受送风管的长度限制。输气式防护焊工头盔式面罩,主要用于熔化极氩弧焊,该头盔有新鲜空气连续不断地供给眼、鼻、口处,特别是在密闭的空间内焊接,能够隔离氩弧焊产生的臭氧及大量烟尘,从而起到保护作用。

手持式电焊面罩如图 1-2 所示,目前已经采用了护目镜可启闭的 MS 型面罩;普通头盔式面罩如图 1-3 所示;封闭隔离式送风焊工头盔面罩如图 1-4 所示。

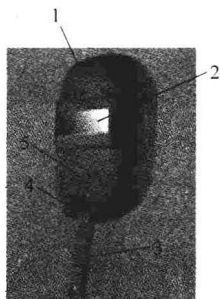


图 1-2 手持式电焊面罩

1—上弯面; 2—观察窗; 3—手柄;
4—下弯面; 5—面罩主体

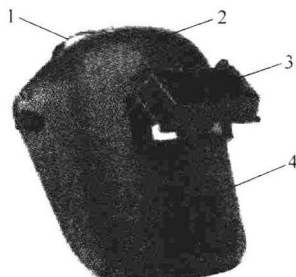


图 1-3 普通头盔式面罩

1—头箍; 2—上弯面;
3—观察窗; 4—面罩主体

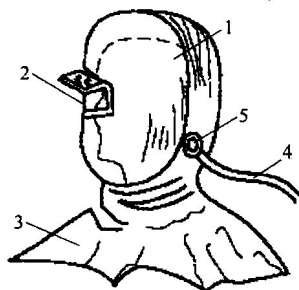


图 1-4 封闭隔离式送风焊工头盔面罩

1—面盾; 2—观察窗; 3—披肩; 4—送风管; 5—呼吸阀

2. 防护眼镜

焊工用防护眼镜,包括滤光玻璃(黑色玻璃)和防护白玻璃两层,焊工在气焊和气割操作中必须佩戴防护眼镜,它除与普通防护镜片有相同的滤光要求外,还应满足镜框受热后镜片不脱落;接触面部部分不能有锐

角;接触皮肤部分不能用有毒物质制作。

焊工在电焊操作中,选择滤光片的遮光编号由可见光透过率的大小决定,可见光透过率越大,编号越小,玻璃颜色越浅,焊工比较喜欢用黄绿色或蓝绿色滤光片。焊接滤光片分为吸收式、吸收-反射式及电光式三种。

焊工在选择滤光片时,主要依据焊接电流的大小、焊接方法、照明强弱及焊工本人视力好坏来选择滤光片的遮光号。选择小号的滤光片,焊接过程会看得比较清楚,但紫外线、红外线防护不好,会伤害焊工眼睛。如果选择大号的滤光片,对紫外线与红外线防护较好,滤光片玻璃颜色较深,不易看清楚熔池中的熔渣和铁液及母材熔化情况,这样,不由自主地使焊工面部与焊接熔池的距离缩短,从而使焊工吸入较多的烟尘和有毒气体,而眼睛也会因过度集中精神看熔池,视神经容易疲劳,长久下去会造成视力下降。如何正确选择护目镜遮光号可参见表1-2。

表 1-2 正确选择护目镜遮光号

焊接方法	焊条尺寸(mm)	焊接电流(A)	最低遮光号	推荐遮光号 ^①
焊条电弧焊	<2.5	<60	7	
	2.5~4	60~160	8	10
	4~6.4	160~250	10	12
	>6.4	250~550	11	14
气体保护焊及 药芯焊丝电弧焊		<60	7	
		60~160	10	11
		160~250	10	12
		250~500	10	14
钨极惰性气体 保护焊		<50	8	10
		50~100	8	12
		150~500	10	14
空气碳弧切割		<500	10	12
		500~1000	11	14
等离子弧焊		<20	6	6~8
		20~100	8	10
		100~400	10	12
		400~800	11	14

(续表)

焊接方法	焊条尺寸(mm)	焊接电流(A)	最低遮光号	推荐遮光号 ^①
等离子弧切割		<300	8	9
		300 ~ 400	9	12
		400 ~ 800	10	14
硬钎焊				3 或 4
软钎焊				2
碳弧焊				
气焊	板厚(mm)			
	<3			4 或 5
	3 ~ 13			5 或 6
	>13			6 或 8
气割	板厚(mm)			
	<25			3 或 4
	25 ~ 150			4 或 5
	>150			5 或 6

注：① 根据经验，开始使用太暗的镜片难以看清焊接区，因而建议使用可以看清熔池的较适宜的镜片，但遮光号不要低于下限值。

如果焊接，切割中的电流较大，就近又没有遮光号大的滤光片，可将两片遮光号小的滤光片叠加起来使用。

焊接过程中，焊工及焊接辅助工必须佩戴符合国家劳动保护标准的面罩和护目镜。否则，受弧光辐射的伤害，会发生急性电光性眼炎，如果



图 1-5 防电光性
眼炎护目镜

一个人多次发生电光性眼炎的病症，将使视力下降。也可能因长期受到红外线的伤害，眼睛产生白内障，既影响焊工身体健康，又影响焊工正常工作。目前有一种防电光性眼炎的护目镜，如图 1-5 所示，在发病率多的电焊辅助工操作上得到了广泛的运用。

3. 防噪声保护用品

个人防噪声保护用品主要有耳塞、耳罩及防噪声棉等。最常见的是耳塞、耳罩，最简单的是在耳内塞棉花。

1) 耳罩 耳罩对高频噪声有良好的隔离作用，平均可以隔离噪声值

为 15 ~ 30 dB。它是一种以椭圆形或腰圆形罩壳把耳朵全部罩起来的护耳器,如图 1-6 所示。

2) 耳塞 耳塞是插入外耳道最简便的护耳器,它有大、中、小三种规格供人们选用。耳塞的平均隔噪声值为 15 ~ 25 dB,它的优点是防声作用大,体积小,携带方便,容易保持,价格便宜。佩戴耳塞时,推入外耳道时要用力适中,不要塞得太深。



图 1-6 防护耳罩

4. 安全帽

在高层交叉作业(或立体上下垂直作业)现场,为了预防高空和外界飞来物的危害,焊工应佩戴安全帽,常见的组合式安全帽如图 1-7 所示。

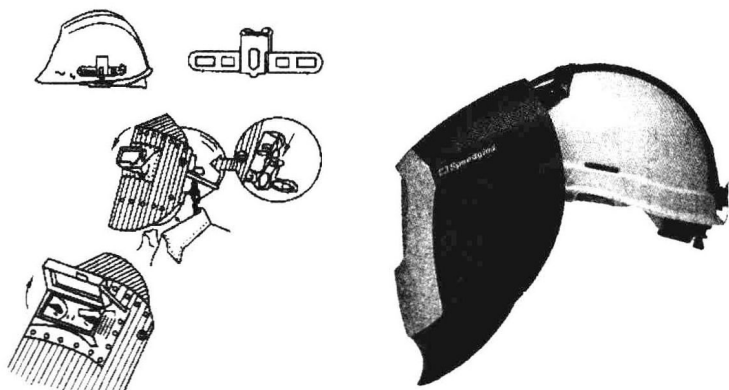


图 1-7 组合式安全帽

安全帽必须有符合国家安全标准的出厂合格证,每次使用前都要仔细检查各部分是否完好,是否有裂纹,调整好帽箍的松紧程度,调整好帽衬与帽顶内的垂直距离,应保持在 20 ~ 50 mm 之间。

5. 工作服

焊工用的工作服,主要起到隔热、反射和吸收等屏蔽作用,使焊工身体免受焊接热辐射和飞溅物的伤害。

焊工常用白帆布制作的工作服,在焊接过程中具有隔热、反射、耐磨和透气性好等优点。在进行全位置焊接和切割时,特别是仰焊或切割时,为了防止焊接飞溅或熔渣等溅到面部造成灼伤,焊工应用石棉物制作的