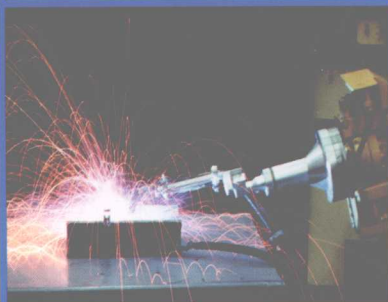




实用焊工技术基础教程

张伯虎 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

实用焊工技术基础教程

张伯虎 主编

王桂英 刘炳海 等编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

全书共分11章,分别为概述,金属学基础知识及焊工识图,普通电弧焊的设备,手工电弧焊技术,氩弧焊技术,二氧化碳气体保护焊,等离子焊接技术,其他焊接工艺,各种金属焊接工艺,气焊焊接工艺与气割技术,焊接缺陷及应力变形校正。

本书着重介绍了焊接类实用技术,内容全面、实用,是不可多得的教材和技术参考书,可供机械制造业、建筑业和其他焊接工程类高职高专、技校、短训班作教材使用,也适合青年工人自学。

图书在版编目(CIP)数据

实用焊工技术基础教程/张伯虎主编. —北京:国防工业出版社,2008.2

ISBN 978-7-118-05505-4

I. 实... II. 张... III. 焊接-技术培训-教材 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 193428 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12¼ 字数 280 千字

2008年2月第1版第1次印刷 印数 1—4000 册 定价 22.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

焊接技术是机械制造的关键技术之一,是许多高新技术产品制造不可缺少的加工方法,在推动工业的发展和产品的技术进步以及促进国民经济的发展等方面都发挥着重要作用。随着我国经济的不断发展,焊接技术已广泛地应用于工业生产的各个部门,从业人员的队伍也在不断地壮大。为提高焊接从业人员的技术水平和焊接企业的整体工艺水平,在有关专家的指导和帮助下,我们特组织专业人士总结实践和教学经验编写了本书。

本书通俗易懂,可操作性强,主要介绍了各种焊接的基本原理,焊接的方法、工艺技巧,设备的原理使用及保养维护方法,同时还讲解了金属切割技术、应力变形和校正技术,具有一定的先进性、科学性和可靠性。

鉴于编者水平有限,书中难免有不足和错漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 11 月

目 录

第1章 概述	1
1.1 焊接优点及分类	1
1.2 焊接安全技术	2
第2章 金属学基础知识及焊工识图	8
2.1 金属学基础知识	8
2.1.1 焊接冶金过程的特点	8
2.1.2 焊接接头的组织和性能	8
2.2 焊工识图基础知识	12
2.3 钳工基本操作	15
2.3.1 划线	15
2.3.2 銼削、锯割、锉削、钻孔	18
第3章 普通电弧焊的设备	21
3.1 普通电弧焊设备	21
3.1.1 弧焊电源的种类、型号及基本要求	21
3.1.2 交流弧焊电源(弧焊机)	22
3.1.3 直流弧焊机	25
3.2 电焊条	30
3.2.1 焊条的种类及合理选用	30
3.2.2 焊条的种类	31
3.2.3 焊条型号的编制	32
3.3 电弧焊的常用工具及辅助设备	39
第4章 手工电弧焊技术	45
4.1 焊接接头的形式及坡口的形式	45
4.1.1 焊缝的起头、结尾及连接工艺	45
4.1.2 焊接接头分类	46
4.1.3 坡口的形式和坡口尺寸	48
4.1.4 焊缝各部分尺寸名称	52

4.1.5	焊接参数对焊缝形状的影响	53
4.1.6	焊缝外观质量	53
4.2	手工电弧焊基本操作	54
4.2.1	引弧	54
4.2.2	运条	55
4.2.3	收弧	58
4.3	各种位置的焊接技术	58
4.3.1	平焊技术	58
4.3.2	立焊技术	60
4.3.3	横焊技术	63
4.3.4	仰焊技术	64
4.3.5	单面焊双面成形技术	66
4.3.6	手工堆焊技术	71
4.3.7	复合作业	73
第5章	氩弧焊技术	78
5.1	钨极氩弧焊的特点及设备	78
5.1.1	钨极氩弧焊的特点	78
5.1.2	钨极氩弧焊设备	78
5.2	手工钨极氩弧焊工艺	81
5.2.1	电源种类、极性和焊接电流	81
5.2.2	手工钨极氩弧焊的基本操作技术	83
5.2.3	自动钨极氩弧焊操作技术	87
第6章	二氧化碳气体保护焊	88
6.1	CO ₂ 焊的特点及焊接设备	88
6.1.1	CO ₂ 焊的特点	88
6.1.2	CO ₂ 焊的设备	88
6.1.3	CO ₂ 焊的焊接参数	93
6.2	CO ₂ 焊的操作技术	95
6.2.1	基本操作	95
6.2.2	各种位置的焊接	96
6.2.3	CO ₂ 自动焊技术	97
第7章	等离子焊接技术	99
7.1	等离子弧的产生及特点	99
7.1.1	等离子弧的产生原理	99

7.1.2	等离子弧的分类及特点	100
7.1.3	等离子弧电源、电极及工作气体	101
7.2	等离子弧切割	102
7.2.1	等离子弧切割原理	102
7.2.2	等离子弧切割设备	103
7.2.3	等离子弧切割工艺	106
7.2.4	等离子弧切割操作	109
7.2.5	等离子弧切割安全操作规程	112
7.3	等离子弧焊接	113
7.3.1	等离子弧焊接原理及特点	113
7.3.2	等离子弧焊接工艺参数	115
7.3.3	等离子弧焊接操作	117
第8章	其他焊接工艺	119
8.1	埋弧焊接工艺	119
8.1.1	埋弧焊应用及设备	119
8.1.2	自动埋弧焊的工艺参数	121
8.1.3	自动埋弧焊的焊接工艺	123
8.2	电阻焊	125
8.2.1	点焊机及焊接的过程概述	126
8.2.2	点焊焊接操作	127
8.3	电渣焊焊接工艺	131
8.3.1	电渣焊焊接过程及特点	131
8.3.2	电渣焊的操作	132
第9章	各种金属焊接工艺	137
9.1	不锈钢焊接工艺	137
9.1.1	不锈钢组织成分	137
9.1.2	奥氏体不锈钢的焊接	137
9.1.3	马氏体不锈钢的焊接	138
9.2	铸铁的焊接工艺	139
9.2.1	灰口铸铁的热焊	140
9.2.2	灰口铸铁的冷焊	140
9.3	铜和铜合金的焊接工艺	142
9.3.1	铜和铜合金的焊接性能	142
9.3.2	铜及铜合金的操作	142
9.4	铝及铝合金焊接工艺	143

9.4.1	铝及铝合金的焊接性能	143
9.4.2	铝及铝合金的操作	143
9.5	异种金属焊接	144
第10章	气焊焊接工艺与气割技术	146
10.1	概述	146
10.2	气焊焊接材料	146
10.3	气焊设备	148
10.3.1	氧气瓶、乙炔瓶及其瓶阀	148
10.3.2	减压器	150
10.3.3	焊炬割炬及其他工具	152
10.4	气焊焊接工艺	155
10.4.1	气焊火焰的调节及种类	155
10.4.2	焊接工艺参数	157
10.4.3	气焊焊接的操作工艺	158
10.5	火焰钎焊技术	162
10.5.1	火焰钎焊的原理及特点	162
10.5.2	火焰钎焊的钎料和钎剂	163
10.5.3	钎焊接头的设计	167
10.5.4	火焰钎焊工艺	170
10.6	气割技术	172
10.6.1	气割原理概述	172
10.6.2	割炬	173
10.6.3	气割工艺与操作	174
10.7	碳弧气刨	176
10.7.1	碳弧气刨的工作原理及特点	176
10.7.2	碳弧气刨的设备和工具	176
10.7.3	包刨工艺	178
第11章	焊接缺陷及应力变形校正	181
11.1	焊接缺陷	181
11.1.1	焊接缺陷的分类	181
11.1.2	焊接缺陷的检查	184
11.2	应力变形及校正	186
11.2.1	应力变形防范措施	186
11.2.2	应力变形校正	186
参考文献		188

第 1 章 概 述

在金属制造和机械制造中,总是需要将两个或两个以上的部件,按一定形状和位置连接起来,并能有足够的连接强度。连接的方法主要有两大类:一类是可以拆卸的,如螺栓连接、键连接等;另一类是永久性的,如铆接、焊接。在工业生产中,焊接主要用于连接金属材料。要使两金属材料达到永久连接的目的,就必须使分离的金属相互非常接近,只有这样才能使原子间产生足够大的结合力,形成牢固的接头。这对液体来说是很容易的,而对固体来说则比较困难,需要外部给予很大的热量,以使金属接触表面达到原子结合的距离。

1.1 焊接优点及分类

1. 焊接的优点

焊接与铆接、铸造、锻压相比有下列优点。

- (1) 节省金属材料、减轻结构质量、经济效益好。
- (2) 结构强度高,接头密封性好。
- (3) 结构设计的灵活性大,可在不同部位选用不同强度、不同耐磨、耐腐蚀及高温等性能的材料。
- (4) 焊接工艺过程容易实现机械化和自动化。

2. 焊接的分类

按焊接过程中母材料所处状态的不同可分为熔焊、压焊、钎焊三大类。

1) 熔焊

在焊接过程中,将母材的待焊处金属熔化以形成焊缝的焊接方法称为熔焊。熔焊是目前应用最广泛的焊接方法。常用的有手工电弧焊、埋弧焊、二氧化碳气体保护焊及惰性气体保护焊等。

2) 压焊

焊接过程中,必须对焊件施加压力以完成的焊接方法称为压焊。压焊包括电阻焊、热压焊、锻焊、扩散焊、气压焊及冷压焊等。

3) 钎焊

钎焊是硬钎焊和软钎焊的总称。钎焊采用比母材熔点低的金属材料作钎料,将焊件和钎料加热到高于钎料熔点,低于母材熔化温度,利用液态钎料润湿母材,填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件。金属焊接方法分类如图 1-1 所示。

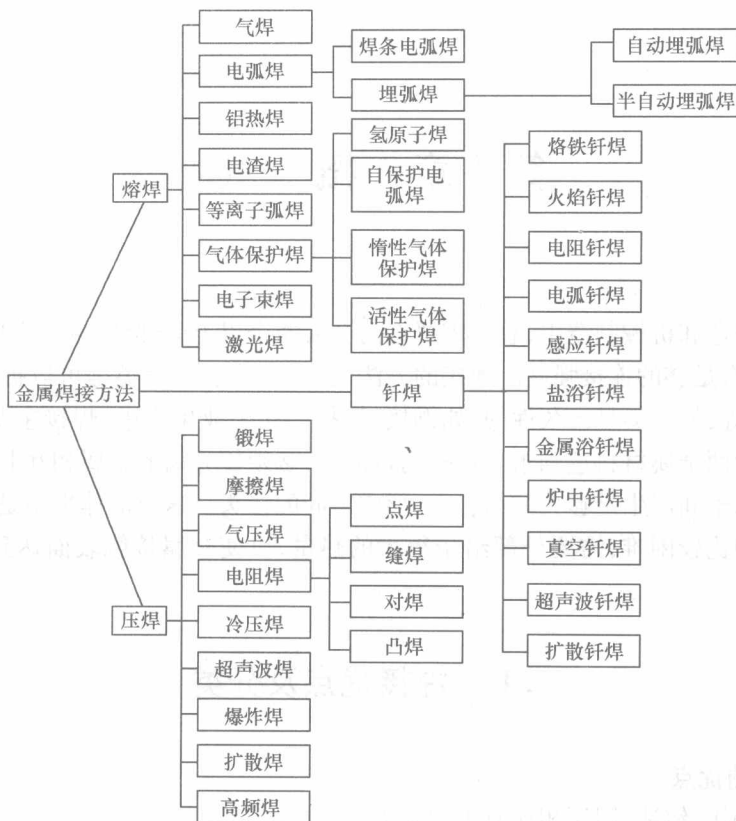


图 1-1 金属焊接分类图

1.2 焊接安全技术

1. 触电

触电事故是指人体触及带电体,电流对人体的危害。

电击:电流通过人体内部时,会对人的心脏、肺部以及神经系统造成伤害,使人出现痉挛、窒息、心颤、心脏骤停以至危及人的生命。因此,绝大部分触电死亡事故都是由电击造成的。通过工件的电流大小,取决于外加电压和触电者本身的人体电阻。一般情况下,人体电阻约为 $1000\Omega \sim 1500\Omega$;当皮肤潮湿多汗、带有导电性粉尘、与带电体的接触面积和压力加大、皮肤破损、操作者情绪波动时,人体的电阻就会下降为 $500\Omega \sim 6500\Omega$ 。电磁场生理伤害:在高频电磁场的作用下,使人产生头晕、乏力、记忆力衰退、失眠多梦等神经系统症状。

触电事故有多种不同情况,可以分为直接接触和间接触电。

1) 直接接触

直接接触即直接触及焊接设备或靠近高压电网及电气设备而发生的触电。发生直接接触的原因如下。

(1) 更换焊条和焊接过程中,焊工赤手或身体接触到焊条、焊钳或焊枪的带电部分,而脚或身体其他部位与地或焊件之间无绝缘防护。

(2)当焊工在金属容器、管道、锅炉、船舱或金属结构内部施工时,没有绝缘防护或绝缘防护用品不合格等。

(3)当焊工或辅助人员身体大量出汗,或在阴雨天焊接施工,或在潮湿地方进行焊接作业时,没有绝缘防护用品或绝缘防护用品不合格而导致触电事故发生。在带电接线、调节焊接电流或带电移动焊接设备时,容易发生触电事故。登高焊接作业时,身体触及低压线路或靠近高压电网而引起的触电事故。

2) 间接触电

间接触电即触及意外带电体的发生的触电。意外带电体是指正常情况下本该不带电,由于绝缘损坏或电气设备发生故障而带电的导体。发生间接触电的原因如下。

(1)焊接设备的绝缘意外烧损或机械损伤导电线圈潮湿,绝缘损坏;焊机长时期超负荷运行或短路时间过长,使绝缘降低,烧损而漏电;焊机遭受振动、碰击而使绝缘损坏;工作现场混乱,掉进金属物品,造成短路导致绝缘损伤部位碰到焊接设备外壳,人体触及外壳而引起触电。

(2)焊机的相线及零线错接,使外壳带电。焊接过程中,人体触及绝缘破损的电缆、胶木电闸带电部分等。

(3)由于利用厂房的金属结构、轨道、管道、天车吊钩或其他金属材料拼接件等,作为焊接回路而发生的触电事故。

2. 焊接烟尘

1) 焊接烟尘的产生

焊接过程中会产生大量的烟尘。电焊的烟尘主要包括烟和尘,直径小于 $0.1\mu\text{m}$ 的称为烟,直径在 $0.1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 的称为尘。电焊烟尘是焊条和母材金属熔化时产生的金属蒸气,在空气中冷凝及氧化而形成的不同粒度的尘埃,其尘粒有 $5\mu\text{m}$ 以下,以气溶胶的形态漂浮于作业环境的空气中。电焊烟尘的浓度及成分主要取决于焊接方法、焊接材料及焊接参数。

2) 焊接烟尘的危害

焊接过程中,焊条药皮、焊芯、焊件材料等在电弧高温作用下熔化、蒸发,经氧化、凝聚而形成溶胶,焊工长期吸入这种气溶胶,就会患电焊工尘肺。

焊工尘肺是焊接烟尘、焊接过程中有毒气体被焊工吸入,超过一定量时,引起肺组织弥漫性、纤维化病变所致的疾病。焊工尘肺的发病一般比较缓慢,多在接触焊接烟尘后10年,有的长达20年以上。电弧焊尘肺既不是铁的微粒沉着症,也不同于矽肺病,而是长期吸入氧化铁、硅酸盐、二氧化碳以及臭氧、氮氧化物等混合性烟尘和有毒气体所致。主要发生在呼吸系统,有气短、咳痰、胸决和胸疼等症状。有的电焊工患尘肺,可呈现身体无力、食欲减退、体重减轻以及神经衰弱症等,同时对肺的功能也有所影响。X射线诊断一期尘肺中,有较多的中小点状影,肺纹理明显紊乱等。

3. 弧光辐射

焊接电弧温度高,产生强烈的弧光,主要是强烈的可见光和不可见的紫外线和红外线。

1) 紫外线

紫外线的波长为 $180\mu\text{m} \sim 400\mu\text{m}$ 。焊条电弧焊形成的紫外线波长一般在 $230\mu\text{m}$ 左

右;氩弧焊时紫外线辐射光谱在 $390\mu\text{m}$ 以下;紫外线的作业强度,钨极氩弧焊比焊条电弧焊大 5 倍,熔化极氩弧焊比焊条电弧焊大 20 倍~30 倍;等离子弧焊的紫外线强度比氩弧焊还高。尤其是产生强烈生物学作用的短波紫外线($290\mu\text{m}$ 以下)的强度较强;中波紫外线可以透过人体皮肤角质层,被深部组织吸收和真皮吸收,产生红斑和轻度烧伤,并能损坏眼结膜和角膜。眼睛短时内受强烈的紫外线照射会引起电光性眼炎,这是明弧焊焊工和辅助人员常见的职业病。紫外线对眼睛的伤害,与照射时间成正比,与电弧至眼睛的距离平方成反比。

2) 红外线

红外线的波长是 $760\mu\text{m} \sim 15000\mu\text{m}$,焊条电弧焊时,可以产生全部上述波长的红外线。红外线波长越短,对人体的作用越强,长波的红外线被皮肤表面吸收,使人体产生热的感觉。短波红外线被皮肤组织吸收后,可使血液和深部组织加热,产生灼伤。眼睛长期在短波红外线的照射下,可产生红外线白内障和视网膜灼伤等。

3) 可见光线

焊接电弧的可见光线光度,比正常情况下肉眼所承受的光度约大 1 万倍。眼睛受到可见光照射时,有疼痛感,一时看不清东西,通常叫电弧“晃眼”,短时间丧失劳动力,但不久即可恢复。

4. 放射性物质

在钨极氩弧焊和等离子弧焊时,使用的电极是钍钨电极,其中钍是天然放射性物质,能放出 α 、 β 、 γ 三种射线。焊接过程中,其危害形式是钍及其衰变产物的烟尘被吸入人体后,很难排出体外,因而形成体内照射。三种射线中 γ 射线穿透较强,危害最大。根据对氩弧焊和等离子弧焊的放射性测定,一般都低于国家允许的最高允许剂量。但有两种情况必须注意:一是在容器内部焊接时,产生放射性气溶胶;二是在磨削钍钨棒的地方,放射性气溶胶和放射性粉尘浓度可能超过国家规定的卫生标准。人体长期受放射线照射,或放射性物质经常少量进入人体内积蓄,则可造成中枢神经系统、造血器官和消化系统等疾病。所以在焊接过程中一定要注意通风良好,焊接过程中最好穿纯棉白色工作服装,避免辐射及光线直接照射皮肤。

5. 高频电磁场

在非熔化极氩弧焊和等离子弧焊作业的时候,常用高频振荡器激发引燃电弧,有的交流氩弧焊机还用高频振荡器来稳定电弧。人体在高频电磁场的作用下,能吸收一定的辐射能量,产生生物学效应和神经衰弱等病,表现为全身不适,头昏、疲乏、食欲不振、失眠及血压偏低等症状。高频电还会使焊工产生一定的麻电现象,这在高空作业中是非常危险的,所以在高处焊割作业过程中,不准使用高频振荡器。

6. 焊工个人防护措施

焊工在现场施焊时,为了安全,必须按国家规定,穿戴好防护用品等,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、耳罩、手套、绝缘鞋、防尘口罩,安全带、防毒面具及披肩等。

1) 面罩

面罩的作用是保护焊工的面部,免受强烈的电弧光和金属飞溅的灼伤。面罩有手持式和头戴式两种形式,可根据不同的工作场合进行选用。

面罩是由轻而坚韧的深褐色或暗红色纤维纸板制成。在面罩的正面有安置护目玻璃片的铁框,内有弹簧钢片压住护目玻璃,起固定作用。

2) 护目玻璃片

护目玻璃片(也称黑玻璃)用来减弱电弧光的强度,而且还过滤了红外线和紫外线。焊接时焊工通过护目玻璃观察熔池情况,掌握焊接过程而不会使眼睛受弧光灼伤。护目玻璃片的颜色是有深浅的,焊工可根据具体情况进行选用,为了防止护目玻璃被飞溅的金属损坏,因此必须在护目玻璃内外各用普通白玻璃片进行保护。护目玻璃片适用范围见表 1-1。

表 1-1 护目玻璃片适用范围

颜色号	6~8	9~10	11~12
颜色深度	较浅	较中等	较深
适用焊接电流范围/A	<100	100~350	≥350

焊工在电焊操作中,滤光片的遮光编号以可见光透过度的大小决定,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。焊接滤光片分阶段吸收式、吸收—反射式及电光式三种。

焊工在选择护目玻璃时,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,而眼睛也会因过度精神看熔池,视神经容易疲劳,长久下去会造成视力的下降。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	推荐光号
焊条电弧焊	<2.5	<60	7	—
	2.5~4	60~160	8	10
	4~6.4	160~250	10	12
	>0.4	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

(续)

焊接方法	焊条尺寸/mm	焊接电流/A	最低遮光号	推荐光号
等离子弧焊	—	< 20	6	6 ~ 8
		20 ~ 100	8	10
		100 ~ 400	10	12
		400 ~ 800	11	14
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	—	—	—	14
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

3) 安全帽

在高层交叉作业(或立体上下垂直作业时)现场,为了预防高空外界飞来物体的危害,焊工应佩戴安全帽。

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。

4) 工作服

焊工的工作服,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或颈部造成灼伤,焊工应使用石棉物制作的披肩帽、长套袖、围裙和鞋盖等防护用品。

焊接过程中,为了防止高温飞溅物烫伤焊工,所以工作服上衣不应该系在裤子里面;工作服穿好后,要系好袖口和衣领上的衣扣,工作服上不要有口袋,以免高温飞溅物掉进口袋中引发燃烧;工作服上衣要做大,衣长要过腰部,不应有破损孔洞、不允许沾有油脂、不允许潮湿,工作服应较轻为宜。

5) 手套

焊接和切割过程中,焊工必须戴防护手套。手套要求耐磨,耐辐射,不容易燃烧和绝缘性良好。最好采用牛(猪)绒面革帛作手套较好。

6) 工作鞋

焊接过程中,焊工必须穿绝缘工作鞋。工作鞋应该是耐热、不容易燃烧、耐磨防滑的绝缘鞋。焊工的工作鞋使用前,须经耐电压试验(5000V 合格),在有积水的地面上焊接时,焊工的工作鞋必须是经耐电压试验(6000V 合格)的防水橡胶鞋。工作鞋是黏胶底或橡胶底的,鞋底不得有鞋钉等铁物。

7) 鞋盖

焊接过程中,强烈的焊接飞溅物坠地后,四外飞溅。为了保护脚不被高温飞溅物烫伤,焊工除了要穿工作鞋外,还要系好鞋盖。鞋盖可起到隔离高温和焊接飞溅物的作用,通常用帆布或皮革等制作而成。

8) 安全带

焊工在高处作业时,为了防止意外坠落事故,必须在现场系好安全带后再开始焊接操作。安全带要耐高温、不容易燃烧,要高挂低用,严禁低挂高用。

7. 焊接过程注意事项

(1) 焊前必须穿戴好符合国家有关标准规定的防护用品,严禁穿化纤工作服、不符合绝缘要求的工作鞋、戴绝缘不合格的手套上岗。焊工在更换焊条时,必须戴绝缘手套。

(2) 在距焊接场所 10m 以内不得放置易燃易爆物品,在人员密集的场所内进行焊接时,必须设置有效的活动遮光板。

(3) 焊接操作前,必须对焊机接线是否正确、接地是否可靠、电流调整是否可靠以及工装夹具进行安全检查。对机械设备进行焊接时,必须将该设备的保护接地暂时拆除。

(4) 在金属容器内和金属结构上及触电危险性大的场所焊接时,必须执行专门安全机构审批的安全措施。禁止在密封容器、有压力的容器和带电设备等上进行焊接。

(5) 焊机必须装有独立的专用电源开关,其容量应符合要求。控制开关应选用封闭式自动空气开关,当焊机超负荷时,应能自动切断电源。禁止多台焊机共用一个电源开关。

(6) 电源控制装置应置于焊机附近、人手便于操作的地方,周围应有安全通道,以便能迅速开关电源控制装置。采用启动器启动焊机时,必须先合上电源开关,再启动焊机。

(7) 焊机的一次电源线长度在 5cm ~ 8cm,当需要接长电源线时,应沿墙或立柱用瓷瓶隔离布置,其高度必须距地面 2.5m 以上,不允许将一次电源线拖在地上。

(8) 焊机的二次输出线必须使用焊接电缆线,其长度为 20m ~ 30m,严禁用其他金属管、棒等代替。禁止用建筑物上的金属构架和设备作为焊接电源回路。

(9) 焊机外壳必须可靠接地保护,接地电阻小于 4Ω 时,接地线固定螺栓直径不得小于 M8。工作完毕后或临时离开工作场地时,必须及时切断焊机电源。

(10) 在禁火区内进行焊接,必须事先到有关单位办理动火审批手续等。

(11) 电弧焊外露的带电部分,要有完好的隔离防护措施,接线柱之间、接线柱与机壳之间必须绝缘良好。露天放置的焊机,必须有遮阳和防止雨、雪的安全措施等。

(12) 焊接过程中焊工身体出汗、衣服潮湿时,不得靠在带电的焊件上。

第2章 金属学基础知识及焊工识图

2.1 金属学基础知识

在焊接过程中,由于电弧的高温作用,使金属局部熔化形成熔池,熔池中的液态金属,一般由部分熔化的金属和熔化的焊条金属组成,随着电弧的移动,熔池金属不断冷凝形成焊缝。

焊接时,熔池的周围充满着大量的烟尘,熔池中还覆盖着熔渣,这些烟尘、熔渣与液体金属之间不断地进行着一系列复杂的物理反应、化学反应,一般称为冶金反应。反应的结果,在很大程度上决定着焊缝的质量,因此,应了解与掌握一些冶金反应的规律,通过冶金处理方法,消除焊缝中的有害杂质,增加焊缝金属中某些有益元素,从而保证焊缝的各种性能值。

2.1.1 焊接冶金过程的特点

1. 电弧区和熔池的温度高

焊接电弧的温度很高,一般可达 $6000^{\circ}\text{C} \sim 8000^{\circ}\text{C}$,熔池的平均温度在 1600°C 以上。由于温度高,加上电弧对熔池的强烈燃烧,因此,电弧区和熔池中的冶金反应非常强烈,反应速度很快。

2. 熔池金属不断更新

焊接过程中,随着焊接位置的移动,不断有新的液态金属和熔渣加入到熔池中,熔池金属不断更新,这就增加了焊接过程的复杂性。

3. 熔池体积小,存在的时间短

由于熔池体积小,存在时间只有几秒钟,所以各种冶金反应不能充分进行。

4. 反应接触面积大

焊接时,熔化的液态金属是以滴状从焊条顶端过渡到熔池中的,因此,熔滴与气体及熔渣的接触面积大大增加,加速了冶金反应的过程。同时气体侵入液体金属的机会也增多,使焊缝金属易于氧化、碳化和产生气孔夹渣等现象。

2.1.2 焊接接头的组织和性能

1. 焊接接头的组成

用焊接方法连接的接头叫焊接接头,如图 2-1 所示。

焊接接头包括焊缝(OA)、熔合区(AB)和热影响区(BC)三部分。焊缝是焊件经焊接后形成的结合部分,通常由熔化的母材和焊条组成,有时全部由熔化的母材组成。熔合区是

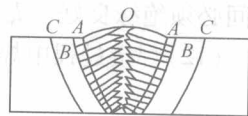


图 2-1 焊接接头示意图

焊接接头中焊缝与母材交接的过渡区域,它是刚好加热到熔点与凝固温度区间的部分。热影响区是焊接过程中,母材因受热的影响而发生金相组织和力学性能变化的区域。

2. 焊缝金属的组织变化

焊缝金属由高温的液体状态冷却至常温的固体状态,经历了两次结晶过程,即从液体转变为固体的一次结晶过程和固体焊缝金属中出现组织转变的二次结晶过程。

焊缝金属的结晶过程对焊缝金属的组织、性能有较大影响。

1) 焊缝金属的一次结晶

(1) 焊缝金属的一次结晶过程。焊接时,随着电弧的移动,熔池液态金属温度逐渐降低,原子间的活动能力逐渐减小。降到一凝固温度时,液态金属的原子中的部分原子开始作有规律的排列,形成晶核。在熔池中,因熔合线处的温度最低,所以最先出现晶核的部位是在熔合线上(图2-2(a))。随着熔池温度的不断降低,晶核开始向着与散热方向相反的方向长大,同时也向两侧缓慢地增长(图2-2(b))。在晶体长大过程中,由于受到相邻长大晶体的阻碍,晶体只能向熔池中心生长,从而形成柱状晶(图2-2(c))。当柱状晶体不断长大至互相接触时,焊缝一次结晶过程结束(图2-2(d))。

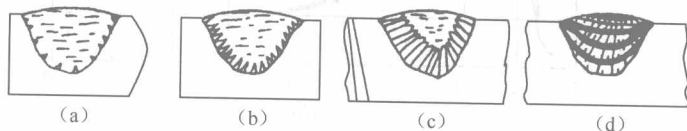


图2-2 焊缝熔池的结晶过程

(a) 开始结晶; (b) 晶粒长大; (c) 柱状结晶; (d) 结晶结束。

(2) 焊缝结晶过程中的偏析现象。焊缝一次结晶过程中,由于冷却速度很快,焊缝金属的化学成分来不及扩散,因此,合金元素的分布是不均匀的,这种现象称为偏析。偏析对焊缝金属的质量影响很大,它不仅由于化学成分不均匀而导致性能改变,同时也是产生裂纹、气孔夹渣等焊接缺陷的主要原因之一。

焊缝的偏析主要有显微偏析、区域偏析和层状偏析三种。

①显微偏析。在一个晶粒内部或晶粒之间的化学成分不均匀现象叫显微偏析。焊缝结晶时晶粒中心的金属最纯,而后结晶部分含的合金元素和杂质略高些,最后结晶的部分即晶粒的外缘含合金元素杂质最高。

②区域偏析。熔池结晶时,由于柱状晶体的不断长大和推移,会把杂质推向熔池中心部位,使熔池中心的杂质比其他部位多,这种现象叫区域偏析。

③层状偏析。层状偏析是在焊缝横断面上出现的分层组织,但不同的分层,化学成分的分布也是不均匀的,因此称为层状偏析。层状偏析会使焊缝的力学性能和耐腐蚀性能不均匀等。

2) 焊缝金属的二次结晶

焊缝一次结晶后,已转为固态焊缝,高温焊缝金属冷却到室温时,要经过一系列的相变过程,这种相变过程称为二次结晶。

焊缝金属二次结晶的组织 and 性能与焊缝的化学成分、冷却速度及焊后热处理有关。以低碳钢为例,平衡状态下的二次结晶组织是铁素体加上少量的珠光体,随着冷却速度增加,珠光体含量增多,铁素体减少,焊缝的硬度和强度均会有所提高,而塑性和韧性也会随