

CO₂气体保护半自动焊 焊工培训教程

赵伟兴 编著



哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

CO₂ 气体保护半自动焊焊工培训教程/赵伟兴编著.
哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2003.6
ISBN 7-81073-472-5

I. C… II. 赵… III. 二氧化碳-气体保护焊-教材 IV. TG444

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 044812 号

内 容 简 介

本书叙述了 CO₂ 气体保护焊熔滴过渡及冶金原理;介绍了气体及焊丝、半自动焊机的构造及使用方法、CO₂ 气体保护半自动焊的操作技术;系统地阐述了常用钢和铁的焊接性和焊接工艺;还对 CO₂ 气体保护焊的质量及安全技术作了讨论。

本书是 CO₂ 气体保护半自动焊工培训教材,也可供技校焊接专业师生及从事焊接工作的技术人员的参考。

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市南通大街145号 哈工程大学11号楼
发行部电话:(0451)2519328 邮编:150001
新 华 书 店 经 销
地矿部黑龙江测绘印制中心印刷厂印刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 13.5 字数 300 千字
2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷
印数:1—3 000 册
定价:16.50 元

前 言

对企业而言,人数居多的技术工人是企业的主体,是生产第一线的主力军和骨干力量。技术工人队伍素质的高低,将直接关系到企业的生存和发展。在社会主义市场经济不断发展和完善的今天,拥有一支技术过硬、技艺精湛的技术工人队伍,是使企业获得经济效益,在激烈的国内外市场竞争中立于不败之地的重要保证。因此,强化技能训练,尽快提高技术工人素质,是培训工作的当务之急。

1994年以来,随着《中华人民共和国劳动法》和《职业教育法》的颁布和实施,我国各行各业都逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度,使我国的职业技能培训开始走上了规范化的轨道。为此,我们以国家劳动部和原中国船舶工业总公司在1997年12月颁发的《中华人民共和国职业技能鉴定规范》(考核大纲)为依据,逐步组织编写和出版一套船舶行业特殊工种的初、中、高级工的操作技能培训教材,以解决当前操作技能教材短缺的局面。

本套教材邀请了中国船舶工业集团公司和中国船舶重工集团公司所属有关船厂富有经验的工程技术人员、科技工作者及从事职工教育的同志作为编者,并对编写提纲做了广泛认真的调查和论证。在编写中坚持以提高工人实际操作技能和分析解决生产实际问题的能力为原则,力求使相关工种在本岗位上既有一定的专业知识,又能达到具有熟练的操作技能;既能适应生产实际,又能为适应不断发展的造船技术奠定良好的基础。在教材内容上充分体现了我国当前所采用的先进的造船方法、技术和工艺,具有较好的实用性;在紧密联系船厂实际的同时,也充分考虑了各船厂在产品结构及工艺上的一致性,力求满足不同地区、不同船厂的不同需求。

对我们来说,编写船舶工人操作技能培训教材还是首次,虽然我们尽力做到精心组织,认真编写和出版,亦难免存在不足和缺点,希望广大从事职工教育的同志和读者,在教和学的过程中,能发现问题,并及时和我们联系,以便再版时修订,使之更加完善,更具有实用性。

船舶工业教材编审组
哈尔滨工程大学出版社

编者的话

CO₂ 气体保护半自动焊是一种高效率、低成本的焊接方法,目前已广泛应用于我国船舶制造、汽车制造、车辆制造及其它钢结构制造等部门,正在逐步替代焊条电弧焊,CO₂ 气体保护焊有着广阔的发展前景。随着 CO₂ 气体保护焊的推广应用,需要大量的 CO₂ 气体保护半自动焊工,培训 CO₂ 气体保护半自动焊工已成为焊工培训工作的重要组成部分。鉴于 CO₂ 气体保护焊焊工培训教材的缺乏,编者于 1992 年、1997 年先后两次编写了“CO₂ 气体保护半自动焊焊工培训教材”,作为技校焊接专业理论教学的补充教材和焊接培训站的焊工培训教材,取得了较好的教学效果。为了适应当前 CO₂ 气体保护焊的发展和焊工培训的需要,编者又作了较大的补充和修改,使这本教材的内容更全面,适用性更强。

本书在编写过程中,从焊工实际需要出发,叙述内容力求深入浅出,通俗易懂,图文并茂,理论联系实际,使焊工切实掌握必要的基础知识和专业操作技术,有利于 CO₂ 气体保护半自动焊工技术水平的提高。

本书编写过程中,江南造船(集团)有限责任公司焊接研究所和机装车间的焊接专业人员等给予了大力支持,提供了相关资料,协助编写工作,在此致以衷心感谢。对本书所引用的重要参考文献的作者,表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,实践能力不高,书中会有错误或不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2003 年 1 月

目 录

第一章 CO ₂ 气体保护焊概述	1
第一节 CO ₂ 气体保护焊的原理及分类	1
第二节 CO ₂ 气体保护焊的优点	4
第二章 CO ₂ 气体保护焊的熔滴过渡及冶金基础知识	6
第一节 CO ₂ 气体保护焊的熔滴过渡	6
第二节 CO ₂ 气体保护焊的飞溅	8
第三节 合金元素的氧化及脱氧措施	9
第四节 气孔	11
第三章 气体和焊丝	13
第一节 CO ₂ 气体	13
第二节 混合保护气体	14
第三节 实心焊丝	15
第四节 药芯焊丝	23
第五节 焊丝及气体消耗量的计算	33
第四章 CO ₂ 气体保护半自动焊机	36
第一节 CO ₂ 气体保护焊的焊接电源	36
第二节 控制装置	47
第三节 送丝机	49
第四节 焊枪	53
第五节 供气系统	58
第六节 CO ₂ 气体保护半自动焊机的连接及焊前准备	60
第七节 焊枪开关的操作	64
第八节 CO ₂ 气体保护半自动焊机的保养及故障	64
第五章 CO ₂ 气体保护半自动焊的操作技术	67
第一节 坡口准备和定位焊	67
第二节 CO ₂ 气体保护焊的工艺参数	72
第三节 焊接线能量	79
第四节 焊工工作位置的组织	80
第五节 焊枪的运动、引弧、收弧及焊缝的连接	81
第六节 平焊	84
第七节 立焊	90
第八节 横焊及仰焊	94
第九节 无衬垫板对接 CO ₂ 气体保护半自动单面焊	97
第十节 陶质衬垫 CO ₂ 气体保护半自动单面焊	99

第十一节	管子焊接	103
第十二节	CO ₂ 气体保护电弧点焊	112
第六章	常用钢和铁的 CO ₂ 气体保护焊	115
第一节	金属的焊接性	115
第二节	碳钢的 CO ₂ 气体保护焊	117
第三节	低合金结构钢的 CO ₂ 气体保护焊	123
第四节	珠光体耐热钢的 CO ₂ 气体保护焊	130
第五节	不锈钢的 CO ₂ 气体保护焊	132
第六节	灰铸铁的 CO ₂ 气体保护焊	144
第七节	异种钢的 CO ₂ 气体保护焊	147
第七章	CO ₂ 气体保护焊的焊接质量	162
第一节	影响焊接质量的因素	162
第二节	电弧的稳定性	164
第三节	CO ₂ 气体保护焊的焊接缺陷	165
第四节	CO ₂ 气体保护焊的焊接质量要求	174
第八章	CO ₂ 气体保护焊的安全技术	176
第一节	预防触电	176
第二节	预防电弧光的伤害	177
第三节	预防灼伤和火灾	177
第四节	预防气体中毒	177
第五节	CO ₂ 液体气瓶的安全使用	178
习题		179
习题答案		193
附录一	国内外焊接标准名称摘录	199
表 1-1	国内外焊接标准名称摘录	199
附录二	部分国家焊丝牌号对照	201
表 2-1	部分国家碳钢实心焊丝牌号对照	201
表 2-2	部分国家碳钢、低合金钢药芯焊丝牌号对照	202
表 2-3	部分国家不锈钢实心焊丝牌号对照	203
表 2-4	部分国家不锈钢药芯焊丝牌号对照	205
附录三	名词、符号、代号、型号对照	206
参考文献		208

第一章 CO₂ 气体保护焊概述

第一节 CO₂ 气体保护焊的原理及分类

一、CO₂ 气体保护焊的发展

CO₂ 气体保护电弧焊是一种高效率、低成本的焊接方法。20 世纪 30 年代,人们已经发明了以氩气作为保护气体的电弧焊,但由于氩气价格昂贵,推广受到了限制,这就逼使人们寻求价廉的保护气体。经过较长时间的科研活动,CO₂ 气体保护电弧焊终于在 1950 年~1952 年问世。我国在 1956 年由江南造船厂首先研制成功了 CO₂ 气体保护电弧焊(包括设备和工艺),并在 1958 年试用于生产,制造锅驮机(是一种由锅炉和蒸汽机组组成的小型动力机械)的结构件。20 世纪 60 年代初,CO₂ 气体保护半自动电弧焊在建造船舶产品舟桥(以若干小舟连接成桥)薄板结构中得到了推广应用。20 世纪 60 年代后期,我国已将混合气体(CO₂ + 氩)保护垂直自动电弧焊用于焊接大型球罐的纵缝。继后我国船厂自行设计制造了混合气体保护三焊丝垂直自动电弧焊机,并用于焊接船体大接缝的立对接焊缝。1982 年我国传统的陶瓷工业生产了 CO₂ 气体保护电弧焊用的陶质衬垫,为 CO₂ 气体保护电弧焊开辟了单面焊接的新道路。陶质衬垫 CO₂ 气体保护单面电弧焊取消了仰焊和碳刨工作,减轻了焊工劳动强度,提高了生产率,缩短了生产周期。20 世纪 80 年代 CO₂ 气体保护电弧焊在造船工业中,作为高效焊得到了全面的推广。20 世纪 90 年代中期 CO₂ 气体保护电弧焊已成为造船工业中工作量最大的焊接方法。

目前我国在船舶制造、汽车制造、车辆制造、石油化工等部门已广泛使用了 CO₂ 气体保护电弧焊,成为一种重要的熔焊方法。近年来基本上改变了焊条电弧焊的落后局面。从焊接技术发展的观点来看,在钢结构制造业中 CO₂ 气体保护电弧焊将会替代部分埋弧自动焊和很大部分的焊条电弧焊。

二、CO₂ 气体保护焊的原理

以焊丝和焊件作为两个电极,产生电弧,用电弧的热量来熔化金属,以 CO₂ 气体作为保护气体,保护电弧和熔池,从而获得良好的焊接接头,这种焊接方法称为 CO₂ 气体保护电弧焊(图 1-1),简称 CO₂ 气体保护焊。电弧焊过程中,焊丝被电弧热量熔化而敷入焊件间空隙,同时焊件也部分熔化,焊丝的熔敷金属和焊件的熔化金

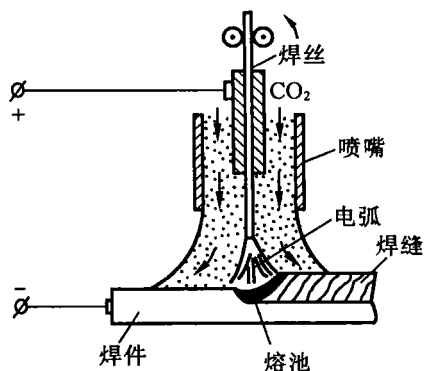


图 1-1 CO₂ 气体保护电弧焊原理

属两者熔合构成熔池,冷却后形成焊缝。

CO₂ 气体保护焊不同于焊条电弧焊和埋弧焊,对于实心焊丝来说,它没有焊条上的药皮和焊丝外的焊剂,焊接电弧和熔池的保护都是由 CO₂ 气体来实现的,其焊接冶金处理是依靠焊丝来实现的。而对于药芯焊丝来说,它既有气体保护,又有熔渣保护,实施气体-熔渣联合保护,可以达到较好的冶金处理效果。

三、CO₂ 气体保护焊的分类

CO₂ 气体保护焊可按下列方法分类见表 1-1。

表 1-1 CO₂ 气体保护焊分类

CO ₂ 气体保护焊	按机械化程度分	CO₂ 气体保护自动焊 CO₂ 气体保护半自动焊
	按所采用的焊丝直径粗细分	CO₂ 气体保护细丝焊($d \leq 1.2\text{mm}$) CO₂ 气体保护中丝焊($d = 1.4\text{mm}$) CO₂ 气体保护粗丝焊($d \geq 1.6\text{mm}$)
	按所采用的保护气体组成成分	纯 CO₂ 气体保护焊 混合气体保护焊
	按所采用的焊丝结构分	实心焊丝 CO₂ 气体保护焊 药芯焊丝 CO₂ 气体保护焊

(一)按焊接过程机械化程度可分为半自动焊和自动焊。

半自动焊(图 1-2)的焊丝给送是机械的,而电弧沿焊接方向移动是手工操作的。如果电弧沿焊接方向移动也是机械的,则称为自动焊(图 1-3)。

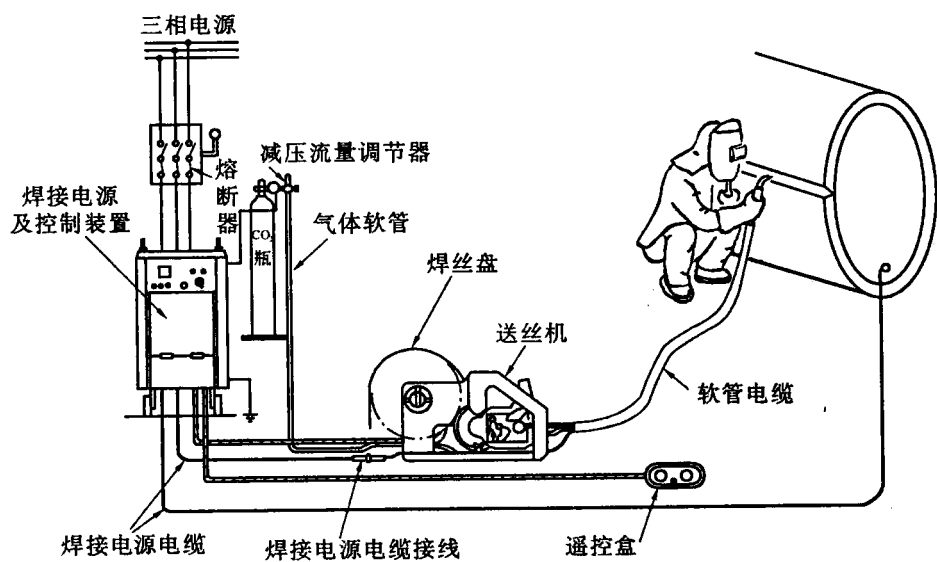


图 1-2 CO₂ 气体保护半自动焊

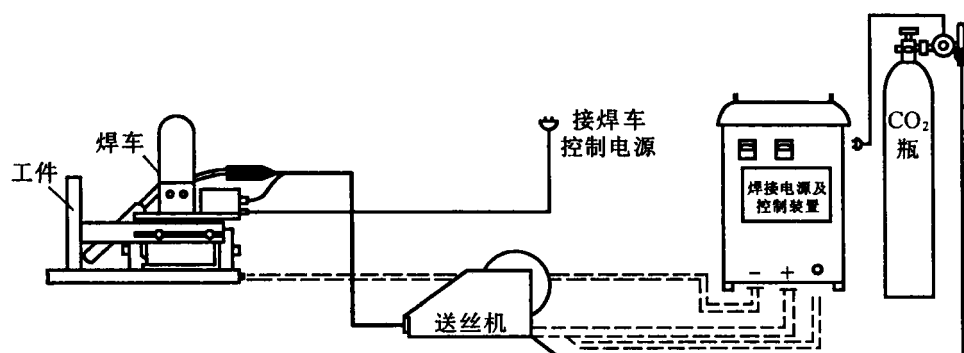


图 1-3 CO₂ 气体保护自动焊

(二)按所采用焊丝直径的粗细可分为:粗丝焊、细丝焊、中丝焊。

粗丝焊的焊丝直径 $\geq 1.6\text{mm}$,焊接电流大,生产率高。

细丝焊的焊丝直径 $\leq 1.2\text{mm}$,焊缝成形好,并能实现全位置焊接。

中丝焊的焊丝直径为 1.4mm 。

(三)按所采用保护气体的组成可分为纯 CO₂ 气体保护焊和混合气体保护焊。

CO₂ 20%和氩(Ar) 80%混合作为保护气体,焊接时能减小飞溅。

CO₂ (75%~80%)和氧(20%~25%)混合气体保护焊,可使用大电流,生产率高,并有良好的抗裂性。

(四)按焊丝结构的型式可分为实心焊丝 CO₂ 气体保护焊和药芯焊丝 CO₂ 气体保护焊。

实心焊丝是容易理解的。药芯焊丝又称管状焊丝,其中间为药粉,外裹钢皮。药芯焊丝 CO₂ 气体保护焊(图 1-4),电弧在 CO₂ 气体保护下,使药粉熔化成渣,熔渣覆盖保护着熔池,形成气体-熔渣联合保护,电弧稳定,飞溅少,焊缝外形美观。

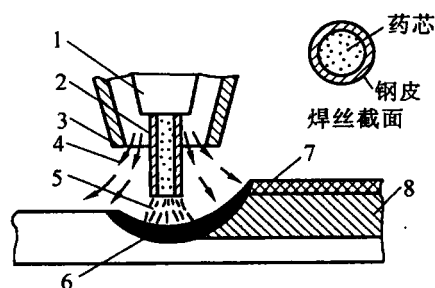


图 1-4 药芯焊丝 CO₂ 气体保护焊

(五)CO₂ 气体保护焊有单面焊和双面焊。

单面焊时按所用的衬垫不同可分为:无衬垫板 CO₂ 气体保护单面焊、钢衬垫 CO₂ 气体保护单面焊、铜衬垫 CO₂ 气体保护单面焊、陶质衬垫 CO₂ 气体保护单面焊、焊剂石棉衬垫 CO₂ 气体保护单面焊。

第二节 CO₂ 气体保护焊的优点

一、生产率高

CO₂ 气体保护焊焊丝的电流密度(焊丝单位面积通过的电流, $j = I/S$)很大, 电弧热量集中, 焊丝的熔敷系数(焊丝在 1 小时内 1 安电流能熔敷入焊缝的质量数)很大, 不仅远大于焊条电弧焊, 且比埋弧焊还大见表 1-2。熔敷系数大就是焊丝熔化快, 生产率高。还有 CO₂ 气体保护焊由于焊丝给送是连续的, 可以持续长时间工作, 不需要更换焊条(焊条电弧焊受焊条长度的限制要更换焊条), 又很少清理焊渣, 因此大大节省了辅助工作时间。CO₂ 气体保护焊的生产率比焊条电弧焊提高 1~3 倍。

表 1-2 几种焊接方法的熔敷系数

焊接方法	焊条电弧焊	埋弧焊	CO ₂ 气体保护焊
焊接电流密度/(A/mm ²)	13~18	45~55	100~300
熔敷系数/[g/(A·h)]	8~9	13~17	15~22

二、成本低

CO₂ 气体来源广, 有的是酿造厂和化工厂的副产品, 价格低廉。CO₂ 气体保护焊的能源消耗也少(电弧热能利用率高, 实心焊丝基本上没有焊渣或焊剂消耗的能量)。通常 CO₂ 气体保护焊的成本仅为焊条电弧焊的 40%~50% 左右, 是目前廉价的焊接方法。

三、焊接变形小

CO₂ 气体保护焊的电弧热量集中, 加热面积小, 并且 CO₂ 气体从喷嘴射向焊件, 可以带走一些焊件的热量, 从而使焊接热影响区减小, 焊接变形明显减小, 尤其在焊接薄板时更为突出。

四、抗锈能力强

CO₂ 气体保护焊对铁锈和水分的敏感性比埋弧焊和氩弧焊低, 焊缝的含氢量低, 在焊接低合金钢时, 比较不易产生冷裂纹。

五、应用范围广

CO₂ 气体保护焊可以焊接碳钢、低合金结构钢、耐热钢、不锈钢及铸铁; 可以焊接 0.8mm 以上的薄板; 可以进行全位置焊接; 可以用于缺陷修补。表 1-3 为 CO₂ 气体保护焊的应用范围。

表 1-3 CO₂ 气体保护焊的应用范围

可焊金属	碳钢、低合金结构钢、耐热钢、不锈钢、灰铸铁。
焊接位置	粗丝焊用于平焊,细丝焊用于全位置焊。
焊缝形状	直线焊缝、曲线焊缝、点焊。
可焊板厚	最薄为 0.8mm,最厚为 ≥ 350 mm。
接头形式	对接接头、T 形接头、角接接头、搭接接头、耐磨零件堆焊、铸件缺陷修补。

CO₂ 气体保护焊的技术尚在不断发展和完善中,目前还存在着以下缺点:

1. 室外作业遇风时,必须设挡风装置才能施焊;
2. 目前不能焊接易氧化的有色金属(铝、镁合金等);
3. 采用实心焊丝焊接,焊缝外形粗糙,飞溅严重。如今采用药芯焊丝焊接,可克服这个缺点。

随着科学技术的发展,CO₂ 气体保护焊将不断克服缺点,日臻完善,成为应用最广泛的焊接方法。

第二章 CO₂ 气体保护焊的熔滴过渡及冶金基础知识

第一节 CO₂ 气体保护焊的熔滴过渡

一、CO₂ 气体保护焊的熔滴过渡形式

电弧焊时,焊丝(或焊条)被电弧熔化的液态金属熔滴,它通过电弧空间向熔池转移的过程称为熔滴过渡。CO₂ 气体保护焊的熔滴过渡形式有三种:滴状过渡、短路过渡和喷射过渡。

(一)滴状过渡

当电流不大、电弧较长(电弧电压高)焊接时,焊丝末端形成较粗大的熔滴,待熔滴大到一定尺寸后,受重力和气体吹送力的作用,熔滴便脱离焊丝末端,通过电弧空间而落入熔池(图 2-1, a)。滴状过渡的电弧不稳,飞溅严重及焊缝成形差,目前很少被采用。

(二)短路过渡

当电流不大、电弧较短(电弧电压低)焊接时,由于弧短,形成的熔滴尚未长得很大,熔滴表面就和熔池相接触,熔滴使焊丝和熔池短路,然后液态熔滴金属过渡到熔池中(图 2-1, b),这种熔滴呈短路状态过渡到熔池的过渡形式,称为短路过渡。短路过渡时电弧稳定,飞溅小,焊缝成形良好。短路过渡用于细丝焊,焊接薄板及全位置焊缝。

(三)喷射过渡

当电流很大、电弧较长焊接时,在大电流作用下,焊丝末端形成细小的熔滴,脱离焊丝末端沿电弧轴线方向喷射,熔滴射入熔池,完成了熔滴过渡(图 2-1, c)。喷射过渡多用于粗丝焊,焊接电流大,生产率高,但只能进行平焊。

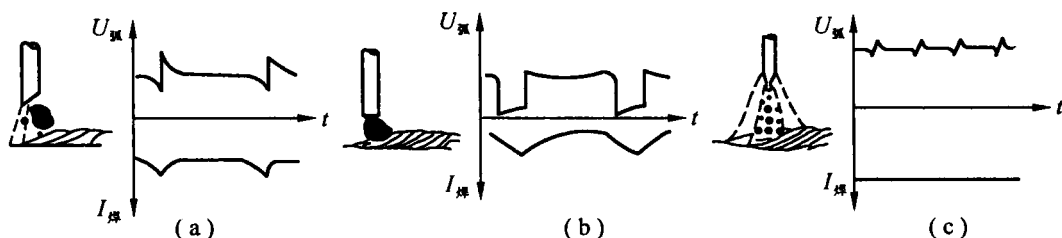


图 2-1 CO₂ 气体保护焊熔滴过渡形式

(a)滴状过渡;(b)短路过渡;(c)喷射过渡

二、短路过渡的特点

(一)短路过渡的过程

我们从 CO_2 气体保护焊短路过渡的高速摄像和示波器显示的电流、电压波形来进行分析(图 2-2),一个短路过渡周期中,可分为四个阶段:①燃弧;②短路成液桥;③液桥呈现缩颈和断开;④电弧恢复燃烧。

在燃弧阶段中,焊丝末端的金属被电弧加热熔化形成熔滴,熔滴尺寸逐渐增大,由于电弧长度短,熔滴尺寸尚未长得很大时,熔滴端面就和熔池接触而形成短路。短路成液桥,即电弧被熄灭,电压近似于零,而电流迅速增大,随着时间的推移,短路电流明显增大,液桥金属量也相应增大。在电磁收缩力和液体表面张力共同作用下,使焊丝末端逐渐形成缩颈,最后使液桥在缩颈处断开,液桥金属过渡到熔池中。液桥断开后,焊丝末端和熔池表面又出现了小的间隙,这时电源电压恢复速度足够快,就使电弧重新引燃恢复燃烧。这就是短路过渡的一个周期,继后重复进行,一秒钟内短路次数达几十次至一百多次,形成了稳定的熔滴过渡。

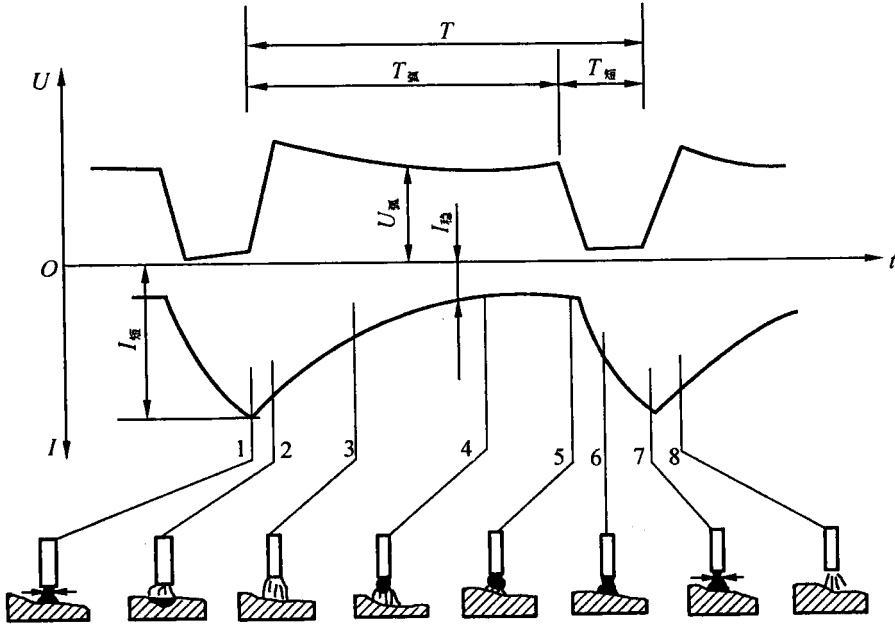


图 2-2 短路过渡过程电流、电压波形图

1—形成缩颈即将断开;2—重新引燃电弧;3—电弧燃烧;4—弧长逐渐缩短;5—即将短路;6—开始短路形成液桥;7—形成缩颈即将断开;8—重新引燃电弧; T —1 个短路周期的时间; $T_{\text{燃}}$ —电弧燃烧时间; $T_{\text{短}}$ —短路时间; $U_{\text{燃}}$ —电弧电压; $I_{\text{短}}$ —短路电流; $I_{\text{稳}}$ —稳定的焊接电流

(二)短路过渡的加热特点

整个短路过渡周期 T ,也可看成是由电弧燃烧时间 $T_{\text{燃}}$ 和短路时间 $T_{\text{短}}$ 组成。

在短路过渡中电弧燃烧期间,电弧热熔化金属,它的功率大,热量也大,足以使母材熔化而形成一定的熔深,同时使焊丝熔化,不断转化为熔滴。而短路期间电弧被熄灭,其热量是焊接电流通过焊丝伸出端、液桥及熔池产生的电阻热,由于电阻不大,电压又很低,所以产生的电阻热要比电弧热少得多。对于熔池来说,短路时熔池吸收的电阻热少于熔池被母材热传导散失的热量,实质上短路期间是个熔池降温冷却的过程。所以说短路过渡是熔池的“加热—冷却”的交替过程。

(三)短路过渡的工艺特点

1. 焊接过程稳定 短路过渡虽然使用小电流,但由于焊丝细,所以它的电流密度仍很高,电弧燃烧仍然稳定。由于短电弧和大的电磁收缩力,使液桥断裂过程也显得平稳。所以说,短路过渡的焊接过程是稳定的。

2. 熔深不大 由于短路过渡的条件是小电流、低电压,所以功率小,电弧作用于焊件形成的熔深不大,熔池体积也小,宜焊薄板。

3. 能全位置焊接 由于短路过渡对熔池是“加热-冷却”的交替过程,这就解决了全位置焊接的熔池冷凝成形的问题,所以用短路过渡的 CO_2 气体保护细丝焊进行立焊时,其焊缝成形美观,不逊于焊条手工电弧焊。

第二节 CO_2 气体保护焊的飞溅

一、产生飞溅的原因

CO_2 气体保护焊在熔滴过渡过程中,飞溅较为严重,约占焊丝金属的 5%~10%,其原因有以下几点。

(一)冶金反应生成 CO 引起的飞溅

CO_2 气体保护焊时,冶金反应会生成 CO 气体,CO 气体在高温下要升压、膨胀,结果是使熔滴和熔池产生爆破,其中一部分破碎的金属滴飞出熔池外,造成了飞溅(图 2-3)。

(二)焊丝极点压力过大引起的飞溅

焊件接正极,焊丝接负极,称为直流正接。 CO_2 气体保护焊用直流正接时,由于焊丝是阴极,电弧中质量大的正离子向阴极撞击(撞击力称为极点压力),焊丝上熔滴受到过大的极点压力作用,形成粗大的熔滴,且被撞击而产生非轴向过渡,由此出现大颗粒的飞溅。直流反接(焊件接负极,焊丝接正极)焊接时,撞击焊丝的是质量很小的电子(带负电),极点压力明显减小,飞溅也小。

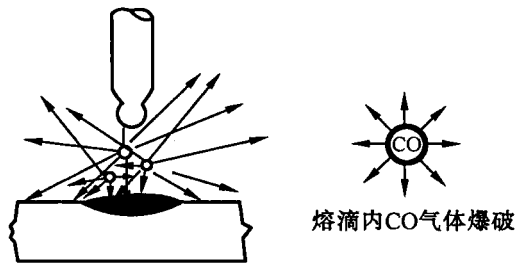


图 2-3 冶金反应生成 CO 引起的飞溅

(三)熔滴过渡不正常引起的飞溅

短路过渡时飞溅的大小,很大程度上与熔滴短路时的短路电流增长速度有关。当短路电流增长速度过慢时,熔滴缩颈处不能很快熔化平稳过渡,而焊丝伸出部分在电阻热作用下会成段发红软化,甚至熔化爆断,结果伴随有较大的飞溅。当短路电流增长速度太快时,焊丝末端熔滴与熔池一接触,短路电流迅速增大,在接触处由于短路电流的剧烈加热和很大电磁力的作用,熔滴金属也会发生爆破而产生大量飞溅。只有短路电流增长速度适当,才能使飞溅减少。

(四)焊接工艺参数不当引起的飞溅

如果电弧电压过高,即电弧太长,易引起焊丝末端的熔滴长大,熔滴在焊丝末端会产生

无规则的晃动,或形成粗大的液态金属桥,过渡时就会产生较大的飞溅。

二、减少飞溅的措施

减少 CO_2 气体保护焊的飞溅,可以采取以下几点措施。

(一)采用低飞溅的焊丝

①尽可能选用含碳量低的焊丝,以减少生成的 CO 气体;②采用药芯焊丝,在药芯焊丝的药粉中含有稳弧剂、脱氧剂及造渣剂,可使电弧稳定,飞溅减少。

(二)在 CO_2 中加入氩(Ar)气

在 CO_2 中加入大量的氩,有时可达 80%,这样充分利用氩气的优点,可使熔滴尺寸减小,熔滴过渡性能改善,飞溅减少。

(三)合理选择焊接电源特性

对于不同的焊丝直径,要有不同的短路电流增长速度,这就要求焊接电源应具有调节电感的功能,改变焊接回路中的电感值,获得合适的短路电流增长速度,可使熔滴平稳过渡,飞溅减少。细焊丝焊接时,短路频率高,短路电流增长速度应快些,电感值就应小些。

(四)合理选用焊接工艺参数

正确选择电弧电压和焊接电流,并使两者匹配,能减少飞溅。还要选择合适的焊枪角度(可选用右焊法)和适当的焊丝伸出长度。这些措施都可使飞溅有所减少。

(五)选用直流反接

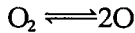
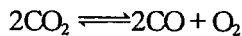
选用直流反接,可使焊丝极点压力减小,飞溅减少。还有当使用药芯焊丝时,若药粉是碱性渣的,则必须用直流反接,才能稳定电弧,同时飞溅也减少。

第三节 合金元素的氧化及脱氧措施

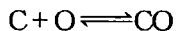
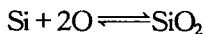
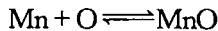
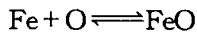
一、合金元素的氧化

(一)氧原子的作用

CO_2 气体在电弧高温作用下,要分解成 CO 和 O_2 , O_2 在高温下又进一步分解成氧原子 O ,其化学反应式为

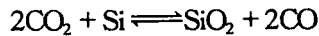
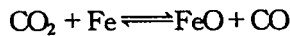


氧原子具有强烈的氧化性,极易使合金元素产生氧化反应,形成合金元素的氧化物,其化学反应式为



(二) CO_2 的作用

CO_2 气体也能直接和合金元素作用,产生氧化反应



CO_2 气体保护焊过程中,由于氧原子和 CO_2 跟合金元素发生作用,使合金元素氧化,这就说明了 CO_2 气体保护焊的氧化性。其氧化作用在电弧柱和熔滴中均有发生,而以电弧柱中反应较为强烈,这是由于电弧柱温度高,且熔滴金属和电弧气氛接触面积大之故。至于氧化的程度,则取决于各种合金元素对氧的亲合力的大小,以及合金元素的含量。

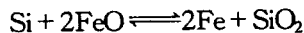
二、 CO_2 气体保护焊的脱氧措施

(一) FeO 的危害

合金元素的氧化反应,生成 FeO 、 MnO 及 SiO_2 等, FeO 能融于熔池金属中,凝固后使焊缝的力学性能降低。 FeO 还可和钢中的 C 化合,生成 CO 气体,使焊缝产生气孔和飞溅,为此有必要使 FeO 脱氧,还原成 Fe。

(二) 脱氧原理

脱氧原理是在焊丝中加入对氧亲和力比 Fe 大的合金元素,这些合金元素(例 Si、Mn)抢先和氧化合,即阻止 Fe 被大量氧化;在熔池开始冷凝时, Si 和 Mn 还能对熔池中的 FeO 起还原作用



(三) 脱氧剂

上述合金元素 Si、Mn 起着脱氧作用,故称脱氧剂。合金元素脱氧能力的强弱,也就是合金元素对氧亲和力的大小,按照元素对氧亲和力的大小,可排成下列顺序:

Ca(钙)、Mg(镁)、Al(铝)、Zr(锆)、Ti(钛)、C(碳)、Si(硅)、Mn(锰)、Cr(铬)、Mo(钼)、Fe(铁)、Ni(镍)……。凡是在 Fe 前的元素均可作为 FeO 的脱氧剂,使之还原成 Fe。在 Fe 后面的 Ni,还有 Cu(铜),则不能作为脱氧剂。

常用的脱氧剂是 Al、Ti、Si、Mn,用得最广的是 Si、Mn。

(四) Mn、Si 联合脱氧

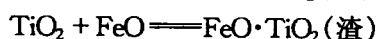
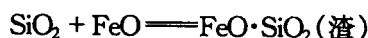
用 Mn 作脱氧剂, Mn 使 FeO 还原,而 Mn 氧化成 MnO ;用 Si 作脱氧剂,生成 SiO_2 。 MnO 和 SiO_2 又复合成 $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ (硅酸盐),熔点只有 1270°C ,密度较小为 $3.6\text{g}/\text{cm}^3$,且能凝集成块状而浮出熔池,凝固后成为渣壳,覆盖在焊缝表面。实心焊丝 CO_2 气体保护焊不是没有渣,而是渣很少,这个渣的主要成分就是 $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ 。 MnO 和 SiO_2 也要有一定的比例才能全部复合成渣。若 MnO 过多或 SiO_2 过多,则多余部分可能留在焊缝中,会使焊缝金属的韧性和塑性下降。通常焊丝中的锰硅比($\frac{\text{Mn}}{\text{Si}}$)为 $1.5 \sim 3$ 。如果 Si、Mn 合金元素完成脱氧任务后,尚有多余量,就留在焊缝金属中,可改善焊缝的力学性能。

常用的钢焊丝 H08Mn2SiA 中含有较多的 Mn 和 Si,其 Mn/Si 约为 $1.9 \sim 3.1$ 。有些焊丝中还含有适量的 Al 和 Ti, Al、Ti 的脱氧能力强于 Si、Mn。

(五) 药芯焊丝的脱氧

实心焊丝的脱氧全靠焊丝中的 Mn、Si、Ti、Al 的作用。药芯焊丝的脱氧,除了靠钢皮

(或钢管)中的合金元素脱氧外,也可在药粉中加入合金元素脱氧,而主要是利用药粉形成熔渣中的氧化物进行脱氧,例熔渣中的 TiO_2 和 SiO_2 和焊缝中的 FeO 反应,生成复合物,其化学反应式为



这个复合物就是渣,焊后清除,达到了清除焊缝中氧化铁的目的。

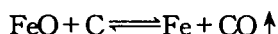
第四节 气 孔

熔池金属中的气体在金属冷凝过程中来不及逸出,就在焊缝中形成气孔。 CO_2 气体保护焊时,由于熔池表面熔渣很少,且 CO_2 气流对焊缝起着一定的冷却作用,故熔池金属冷凝快,这就增加了产生气孔的可能性。

CO_2 气体保护焊时,可能产生三种气孔:CO 气孔、氢气孔、氮气孔。氧气只能使 Fe 氧化成 FeO ,或和 Mn、Si 生成它们的氧化物,而不会产生氧气孔。

一、CO 气孔

CO 气体可以有三个方面的来源:①目前市场供应的 CO_2 气体中,通常含有 CO 杂质,当 CO 含量过多时,就会混入熔池;② CO_2 气体在电弧高温作用下会分解出 CO 气体;③当焊丝金属中脱氧元素不足时,焊接过程也会有较多的 FeO 融于熔池金属中,然后和钢中的 C 产生化学反应,便生成 CO 气体



焊缝冷却时,如 CO 气体来不及从焊缝中逸出,便形成 CO 气孔。通常 CO 气孔出现在焊缝内部,也有延伸到外部的。CO 气孔常呈条虫状。

防止产生 CO 气孔的措施是:①限制 CO_2 气体中 CO 含量,这对于目前供应 CO_2 气体的质量控制是个重要内容,必须引起重视;②焊丝中要有足够量的脱氧剂,抑制生成 FeO ;③使用低碳焊丝,含 C 量少,则由 FeO 和 C 生成的 CO 也会减少。

二、氢气孔

水、锈、漆、油等污物都是含有氢的,在电弧高温下,这些物质都会分解出氢。氢在高温下溶于熔池金属中,但在熔池冷凝固结晶时,氢的溶解度急剧下降,于是氢被析出,若来不及逸出焊缝外,焊缝就有氢气孔。氢气孔通常出现在焊缝外表,呈螺钉状。

防止氢气孔的措施是:①清除焊件表面的水、锈、油、漆等污物;②清理焊丝表面的油、锈;③限制 CO_2 气体中的含水量,对 CO_2 气体进行提纯和干燥处理;④不使用 CO_2 液化气瓶内压力低于 1MPa 的气体;⑤下雨、下雪天不准露天作业。

不过,由于 CO_2 气体保护焊的氧化性,氢和氧也会化合,所以出现氢气孔的可能性较少。

三、氮气孔

如果 CO_2 气体保护电弧的效果不佳,空气中的氮就侵入电弧和熔池,冷凝前来不及逸