

浅探 CO₂ 气体保护焊的优缺点及适用性

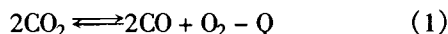
贵州送变电工程公司 陈 霏 张 军 蒲召文 [550002]

在建筑行业中,我们熟知的常用焊接方法是熔焊,其中以手工电弧焊和埋弧自动焊等方法为主,而对 20 世纪 50 年代方才起步研制的 CO₂ 气体保护焊认识和应用较少。手工电弧焊常存在耗材耗能、工序较为复杂、焊接过程可见度较差等缺陷,而埋弧自动焊虽工艺性强、效率高,节约焊接材料和电能,却只适用于平焊位置的焊接。要提高生产效率及焊接质量,应在可行方法中找到一种较为适用的焊接方式。

判断焊接方法是否适用,我们常综合性考虑该方法对焊缝金属的影响、焊缝形成的过程和质量、工艺的可操作性和可控制性,及其材料和能源的消耗来判断该焊接方法的适用性。我们试对 CO₂ 气体保护焊在焊接过程控制、熔池的形成、焊缝的质量、材料及能源的使用等方面进行探讨,旨在介绍 CO₂ 气体保护焊,浅探其优缺点及适用性。

1 焊接过程

1.1 对金属的保护



CO₂ 气体保护焊对熔化的液体金属免受空气侵害的保护与手工电弧焊和埋弧焊等对其的保护不同,不是利用焊剂或焊条药皮在焊接过程中反应形成熔渣和气体隔离空气保护金属,而是通过专用焊枪直接把气体送入焊接区,排除焊接区内的空气,并覆盖在液态金属熔池上,实现保护作用。保护气体的密度及其电离度越大,则其保护效果越强。在三种常用保护气体氩(Ar)、氦(He)、二氧化碳(CO₂)中,CO₂ 密度最大(1.9768 kg/m³),5000 K 时电离度为 0.99%,且在高温时分解为 CO 和 O₂,使其在分解后气体体积增加 50%,增强对焊接区的覆盖能力,有利于气体的保护作用。保护效果直接而有效。

1.2 焊接化学冶金反应

焊接化学冶金过程是分区域(或阶段)连续进行的,CO₂ 气体保护焊与手工电弧焊不同,它没有药皮反应区,而只有熔滴和熔池两个反应区。熔池阶段的反应是焊缝形成的最后阶段,更能影响焊缝金属

的质量。手工焊焊缝的主要贡献来源于熔滴区,而 CO₂ 焊中,这两个阶段的反应都对焊缝最终化学成分有着同样大的贡献,更有利于焊缝质量控制。

1.3 焊接过程的可控性

由于 CO₂ 气体保护焊是以气体作为屏障隔离外界空气,其电弧及熔池的能见度远超过利用药皮、焊剂反应生成气体和焊渣形成的隔离屏障,增强对焊接过程的焊丝走向、速度的控制,可直观地观察焊缝的形成。

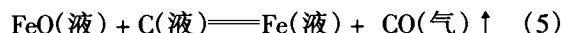
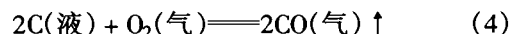
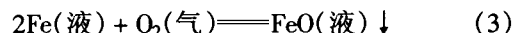
2 焊缝的控制

2.1 焊缝的缺陷控制

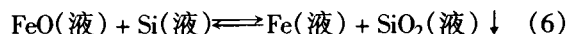
焊缝常见的缺陷有气孔、裂纹、夹渣等。而这些缺陷多以氧、氢、氮对金属作用造成。

CO₂ 焊中 CO 气孔的生成,原因主要是 CO₂ 在高温下分解(式 1),同时吸收了大量热量,对电弧及周围环境(包括熔池)产生冷却作用,而熔池表面没有熔渣覆盖,熔池凝固速度较快造成。

CO 气体的生成,主要是在电弧空间和熔池中靠近电弧的高温区发生式(2)、(3)、(4)的氧化



反应产生,但 CO 气孔的出现,则是因为在熔池的凝固过程中,发生式(5)的还原反应,沿着结晶的金属界面上生成 CO 气体形成气泡,溶池冷凝较快,气泡未完全逸出而形成气孔,多成条虫状。但这些气孔的产生只需对焊丝的选择恰当,选择 C 含量低、含足够脱氧元素(常用 Si、Mn,甚至 Ti、Al)控制 Fe 的氧化,避免成大量 CO,且进行式(6)、(7)还原反应,抑制式(5)的反应,生成渣漂浮至熔池表面,便可得以降低。手工电弧焊也同样如此。



氢、氮缺陷的产生,则是在焊接过程中不注意焊前清理或操作不当造成。

氢的渗入对焊接质量有着直接的影响,将导致焊缝出现氢脆、白点、形成气孔、产生冷裂纹等缺陷,尽量减少氢含量是控制焊缝质量的重要指标之一。氢的产生是水在电弧热作用下按式(8)进行的,因此,增加电弧气氛的氧化性,将减弱水的分解,即降低氢的产生,从而防止氢气孔生成。表1中,是以不同的焊接方法焊接碳钢,在40~50℃停留48~72h测定熔敷金属扩散氢;真空加热测定熔敷金属残余氢的一组数据^[2]。低碳钢板和焊丝的含氢量很低,一般为0.2~0.5 cm³/100 g。



表1 焊接碳钢试熔敷金属中的含氢量 单位:cm³/100 g

焊接方法	扩散氢	残余氢	总氢量
手工电弧焊(低氢型)	4.2	2.6	6.8
埋弧焊	4.4	1~1.5	5.90
CO ₂ 气体保护焊	0.04	1~1.5	1.54

从表1中可看出,所有焊接方法都使熔敷金属增氢,而正如前述,CO₂焊具有较强的氧化性,能有效控制焊接材料的氧化还原势,如式(8),减弱氢的有害作用,使得熔敷金属扩散氢含量极少,是一种公认的超低氢型的焊接方法,可以有效缓解氢对焊接质量的影响,非常适宜于焊接对冷裂敏感的低合金钢。只需在焊前做好对焊丝和焊件表面上杂质的清除即可。

而手工电弧焊除焊前准备外,还须在药皮和焊剂中加入氟化物、碳酸盐、微量稀土或稀散元素等,控制制造焊条、焊剂选用不含或含氢少的材料,对易于产生冷裂纹的焊件进行脱氢处理。整体工序复杂,成本较高,对低合金钢的焊接成效不大。

而氮主要来源于焊接区周围的空气,当温度为2200℃时,氮在液态铁中的溶解度达到最大值47 cm³/100 g(0.059%),液态铁凝固时,氮的溶解度突然下降至1/4左右。致使焊缝中氮元素以分子形式、氮化物形式(针状Fe₄N)存在,促使焊缝产生气孔、提高低碳钢和低合金钢焊缝金属强度、降低塑性和韧性、促使焊缝金属时效脆化等,对焊缝质量产生负面效应。在焊缝金属中加入能形成稳定氮化物的元素,如钛、铝、锆等,可以抑制或消除时效现象,但是氮不同于氧,一旦进入液态金属,脱氮就比较困难,所以最为有效的措施就是加强保护,防止空气与金属作用。前述得知,CO₂焊对焊接区的保护优于手工电弧焊,掌握好送气管路的气流量与电流、电压的关系,在焊丝中添加相应成分,即可实现较好的防止、消除氮元素溶入的效果。

焊缝中其他有害元素S、P以FeS、Fe₂P、Fe₃P形式存在,增加了焊缝金属产生结晶裂纹的倾向。对于CO₂焊而言,只需在焊丝中加入Mn、Si等元素,便可方便地对焊缝进行脱硫、脱磷。

2.2 焊缝熔池

CO₂焊的冷却作用,一方面使电弧压缩,焊丝端头熔滴上电弧斑点比较集中,使得斑点处表面温度高,金属强烈蒸发和熔化;另一方面熔池表面也受到电弧力作用,产生较大的下掘力,而形成较大的熔深,这两方面的影响使得反映焊接生产率的焊丝的熔敷系数 α_H 较手工电弧焊高,且利于工件的焊透,适宜于对厚板的焊接或单面焊。

2.3 焊接工艺

手工电弧焊工艺包括焊缝坡口准备、装配、规范参数和焊接操作技术。

CO₂气体保护焊因由平外特性电源供电并采用直径2 mm以下的细丝,其过程特点与其他弧焊方法有很大的不同。这些特点集中表现在熔化焊丝金属的过渡形式上。按照所选用的焊丝直径和电规范参数(焊接电流、电弧电压),熔化的焊丝金属过渡形式基本上有两种:大熔滴焊接法和短路过渡焊接法。

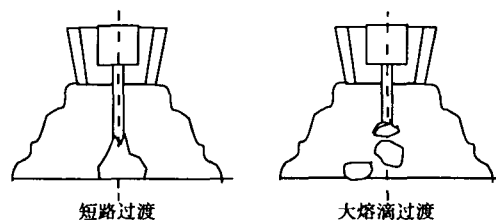


图1 CO₂焊熔滴过渡的两种基本形式

短路过渡参数:采用直径0.8~1.2 mm细焊丝和低焊接电弧电压及焊接电流焊接时产生的。熔化金属只是在焊丝与熔池相接触产生短路的瞬间过渡产生,过渡频率月20~200次/S。

大熔滴过渡参数:是在较低的焊接轮流和较高的电弧电压下焊接时产生的。熔滴的尺寸在表面张力和阳极反作用力的影响下可能长大到焊丝直径的1.5~2倍,然后在电磁收缩力和重力的作用下向熔池过渡。

可根据实际情况选择过渡方式。由于它的熔池受保护气体的有压覆盖保护,使其适合于任何位置的焊接。而现行的CO₂焊用钢焊丝国家标准GB8110-87中仅列出H08Mn2SiA、H08Mn2Si一类两种焊丝,焊丝的选择对焊缝质量影响不大。

CO₂气体保护焊多为半自动焊,所以,其工艺参

数的选择和操作较手工电弧焊更为容易和掌握。但要注意的,CO₂ 焊的气体易受外来气流的干扰,施焊时应加设挡风屏障。

3 成本控制

3.1 设备与维修

手工电弧焊设备包括焊接电源,电流调节器,焊钳和电缆线组成。

实际 CO₂ 气体保护焊多用半自动焊,设备由四部分组成:① 焊接电源;② 送丝系统及控制器;③ 焊枪及其附件;④ 气瓶或送气系统。

CO₂ 气体保护焊的设备比手工电弧焊较复杂,相应其维修费用较高。

3.2 耗材与能源的消耗

随着设备研究技术的加强和焊接多为小电流,CO₂ 焊的电源耗电量低,节能较为显著;由于焊丝是呈盘状,没有引弧、收弧的损耗,无需清渣、换焊条,且工艺简单易操作,焊丝的利用率和焊接效率得到很大的提高。

从长期生产来看,虽然 CO₂ 焊设备一次性投入成本和一年一次的维修成本较高,但相较而言,对常用耗材及能源、时间所节约的成本远比其购置、维修成本差额高出 2 倍以上。

4 总结

综上所述,CO₂ 气体保护焊与手工电弧焊相比

较,其优点在于:熔敷率高;电弧和熔池的可见度好,便是实现焊接工程的自动化;焊缝金属的含氢量低,适宜于焊接对冷裂敏感的低合金钢;工艺适应性强,可在各种位置下进行焊接;焊接材料的利用率高;省去清渣和换焊条的辅助时间,提高了焊接效率;焊接电源节能显著。

CO₂ 气体保护焊的缺点在于:焊接区的保护气体易受外界气流干扰,需在施焊现场加设挡风屏障;设备复杂,购置和维修费用较高;熔滴处在重力、表面张力、电磁力和斑点压力作用下,不断在焊丝端头跳动,易产生飞溅。

参考文献

- 1 董若 . 冶金原理.北京:机械工业出版社,1980.
- 2 张文钺.焊接冶金学.北京:机械工业出版社,1995.
- 3 姜焕中.电弧焊及电渣焊.北京:机械工业出版社.
- 4 杨津瑜,等.容器制造 CO₂ 焊打底焊的焊接工艺.焊接杂志,2001(7).
- 5 殷树言.CO₂ 焊接设备原理与调试.北京:机械工业出版社,2000.
- 6 殷树言,等.CO₂ 焊接技术及应用.哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1992.
- 7 机械工程手册电机工程手册编辑委员会编.机械工程手册(第二版):机械制造工艺及设备卷(一).北京:机械工业出版社,1996.
- 8 中华人民共和国建设部.建筑钢结构焊接技术规程(JGJ 81-2002,J218-2002).北京:中国建筑工业出版社,2002.

(收稿日期:20050325)

都匀供电局“优化通讯网络,提高通道完好率”改造工作结束

8月4日,都匀供电局“优化通讯网络,提高通道完好率”改造工作已结束,解决了当信息主通道 ADSS 光缆故障拉断后,需保证办公、调度、保护安稳系统等信息不被长时间中断的问题,提高了电网防御事故保持安全运行的能力。

ADSS 光缆已成为电网办公自动化系统、SCADA 调度系统、保护安稳系统信息传输的神经中枢。当 ADSS 光缆因不可抗力断开后,位于断点后的信息将因此而中断,即光缆断点后的办公信息、SCADA 调度信息、保护安稳信息不能传输。

为保证办公信息、调度信息和保护安稳信息不因光缆有断点而影响其传输,通信传输班把“优化通讯网络,提高通讯通道完好率”作为一个急待解决的问题,组织 QC 小组进行攻关。他们一方面通过建立微波 2M 路由,实现与通信主通道的自由倒换,以解决光缆中断后电网内办公自动化系统及保护安稳系统信息的传输问题;另一方面通过改造音频配架来实现变电站快速投用备用通道的方式,保证了 SCADA 调度信息在光缆事故状态或光缆检修状态下信息传输的完好率。

目前,该局已把 110 kV 及以上电压等级的变电站进行了改造。通讯网络的优化,为抢修 ADSS 光缆及恢复光纤通信主通道赢得了宝贵时间,达到了因信息传输中断而引发恶性电网事故的目的。

(都匀供电局 潘忠先)