

脉冲半自动 MIG 焊在 5083 铝镁合金管道焊接中的应用

中国石化集团第十建设公司 (山东淄博 255438) 王鹏雁

【摘要】 在对铝镁合金进行焊接性分析的基础上,通过脉冲半自动 MIG 焊试验,利用脉冲电源的高频脉冲击碎铝合金表面的氧化膜,利用瞬时峰值脉冲电流实现较低焊接电流下的熔滴喷射过渡形式,从而实现高效率、高质量的铝镁合金管道的半自动焊接。

1. 概述

随着石化行业的不断发展,铝镁合金等有色金属的使用也是越来越多。铝镁合金由于导热快、密度低、表面容易产生氧化膜、焊丝或坡口表面吸附的水分侵入电弧空间并分解为原子氢而溶入液态铝中等因素的影响,所以在焊接过程中非常容易出现气孔、裂纹等缺陷。为了控制铝镁合金焊接过程中气孔等缺陷的产生,目前常用的手段是使用手工交流 TIG 焊的方式进行铝镁合金的焊接,利用交流电源交替的阴极极性来破坏铝镁合金表面的氧化膜,通过清除氧化膜来达到控制气孔等缺陷产生的目的。使用手工交流 TIG 焊焊接铝镁合金在一般情况下虽然能够满足焊接质量要求,但是也存在一定的问题。主要体现在:手工交流 TIG 焊焊接效率低,焊工劳动强度大;另外焊缝成形差、对焊工技能要求高,焊接过程中焊工操作稍有不当,便会出现气孔、夹

杂、裂纹等焊接缺陷,焊接质量不容易得到保障。

铝镁合金焊接过程中,为了解决上述问题,目前比较常用的手段就是使用半自动脉冲电源进行铝镁合金的焊接。半自动脉冲电源的高频脉冲可以对铝合金表面的氧化膜进行“阴极破碎”作用,击碎铝合金表面的氧化膜,降低气孔等焊接缺陷的产生;脉冲电源提供的较高的峰值脉冲电流可以有效改变焊丝熔滴过渡形式,实现较低焊接电流下的喷射过渡形式,改善焊缝成形,提高焊接质量;脉冲电源还可以大幅度地提高焊接热输入,增大焊接熔池面积,延长焊缝熔池金属的冷却时间,使焊缝熔池金属的气体等有充分的时间逸出焊缝金属表面,减少气孔等焊接缺陷的出现。

2010 年我公司在重庆某化工项目中需要焊接 5083 铝镁合金管道,其中最大管径 900mm,最大厚度 25mm,使用常规的手工交流 TIG 焊在焊接质量和

主要采用立式组装或卧式组装方式,如何提高试组装的效率和组装精度,减少现场安装铁塔的修改,是提高钢管塔施工质量的关键。如果能够提高钢管塔加工工艺水平,取消试组装工序,将可大大降低钢管塔的加工成本。

(3) 铁塔防腐技术研究有待加强 我国输电铁塔普遍采用热浸镀锌防腐技术,镀锌自动化水平低,能耗高,对环境污染严重,只有少数塔厂在镀锌环

节进行了酸雾、锌尘收集与处理、废水处理等环保控制措施。同时,热浸镀锌铁塔在沿海海洋盐雾腐蚀环境下抗腐蚀性差,使用寿命短,后期维护需要喷涂油漆或防腐涂料进行处理。因此,开展输电线路杆塔长效防腐技术研究,解决不同腐蚀环境下杆塔的长效防腐问题,可以提高杆塔使用寿命,降低电网运行成本。MW

(20110426)

施工工期上都不能满足工程的需要。为此,公司利用开发成功的脉冲半自动 MIG 焊进行 5083 铝镁合金管道的焊接,施工焊接工期 3 个月,平均功效比焊条电弧焊提高 4~5 倍,焊接一次合格率为 98%,受到了业主的高度评价。

2. 铝镁合金管道的焊接性分析

铝镁合金管道焊接具有以下几大特点:

(1) 易产生夹渣、未熔合等缺陷 铝镁合金在空气中与氧的亲合力很大,在空气中很容易与氧生成 Al_2O_3 薄膜(厚度为 $0.1 \sim 0.2 \mu m$), Al_2O_3 熔点高,一般能达到 $2050^\circ C$,远远超过铝镁合金的熔点(约为 $660^\circ C$),焊接过程中电弧热熔化不了 Al_2O_3 ,而会在焊缝金属内部产生未熔合、夹渣等焊接缺陷;另外,铝镁合金表面的氧化物,进一步增加焊接过程中气孔产生的倾向。

(2) 易产生焊接裂纹 铝镁合金的线膨胀系数比钢大两倍左右,凝固时体积收缩率能达到 $6.5\% \sim 6.6\%$ 。所以在焊接铝镁合金过程中,在焊缝金属内部会产生较大的拉应力,在拉应力作用下,焊缝金属非常容易在低熔点共晶物处被拉开,形成开裂。

(3) 易产生气孔 铝镁合金表面一般存在着了一层致密的 Al_2O_3 薄膜,这层薄膜非常容易吸附空气中的水分。在焊接铝镁合金过程中, Al_2O_3 薄膜中的水分会分解形成 H_2 和 CO , H_2 在焊缝金属中的溶解度非常低,焊接过程中焊缝金属中的这些氢气将以氢气气泡的形式向熔池表面浮出。由于铝镁合金的密度小,氢气气泡在熔池中的上浮速度较慢,加上铝导热性强,熔池冷却凝固快,大量氢气来不及逸出,停留在焊缝金属内部形成氢气孔。

3. 5083 铝镁合金管道的焊接

(1) 焊接设备 我们采用唐山松下 YD—400GE3 数字熔化极脉冲 MIG/MAG 焊机,该设备具有一元化调节功能,焊接时把电压调节旋钮打到标准档上,调节焊接电流可自动匹配出合适的电压,操作简便。

铝镁合金焊接时为保证送丝稳定性,送丝机采用推丝式四轮双驱。由于铝镁合金焊丝材质较软,送丝轮选用比焊丝直径尺寸稍大的 U 形轮。压丝轮不可压丝太紧,否则容易造成焊丝变形,使焊接送丝不稳造成电弧不稳定。

焊枪导丝管为铝镁合金专用碳素特氟龙导丝管,

焊接时为防止温度过高烫损导丝管,采用水冷式焊枪。焊枪长度一般以 3m 左右为佳,不宜太长。为防止焊枪端部焊接时过热烧损特氟龙导丝管,需使用长度 300mm 左右铜合金导丝管。需注意导丝管尾部到送丝轮“导管”不宜采用铜质或铁质,此导管也需采用碳素特氟龙导丝管(见图 1)。同时,由于铝镁合金焊接要求环境非常洁净,为防止铝屑堵塞和污染导丝管,所以最好每次焊前清理导丝管。

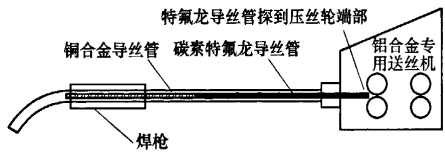


图 1 焊枪的碳素特氟龙导丝管的安装

由于焊接时电流较大,铝材导热较快且热膨胀系数大,故宜采用专用铝合金导电嘴,导电嘴孔径尺寸可比焊丝直径适当大些,以保证送丝稳定性。

(2) 焊接材料 选用法国沙福铝镁合金 ER5183 MIG 焊丝进行 5083 铝镁合金管道的焊接,直径 1.2mm。保护气体需采用 99.999% 高纯氩气(99.999% 高纯氩气焊接时熔池清晰,焊缝表面光洁,焊缝内部质量良好)。

(3) 坡口形式 为了便于铝镁合金焊接时气孔的浮出,焊缝的接头形式一般采用标准规范的 V 形或双 V 形 $65^\circ \pm 5^\circ$ 坡口形式,如图 2、图 3 所示。

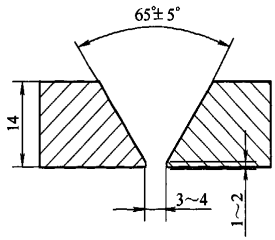


图 2 V 形坡口形式

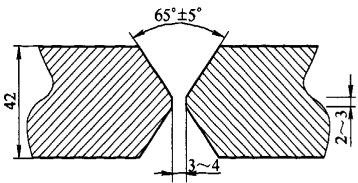


图 3 双 V 形坡口形式

(4) 焊前清理 铝镁合金管道焊接前, 必须对坡口表面的氧化膜进行彻底清理。根据工件大小及施焊条件不同, 有机械清理和化学清理两种方法。

机械清理: 使用不锈钢丝轮、绞刀以及硬质合金锯片将铝镁合金管道坡口及两侧的氧化膜去净。一般不宜用砂轮机或砂纸等打磨, 因为这种打磨会将沙粒粘留在金属表面, 焊接时会产生夹渣等缺陷。

化学清理: 将铝镁合金管道和铝焊丝放入温度为 40~60℃、浓度 8%~10% 的氢氧化钠溶液中侵蚀, 保持 10~15min (对于铝合金只需 5min) 后取出, 用冷水冲洗 2min; 再置于 30% 的硝酸溶液中处理, 然后再用流动的冷水冲洗 2~3min。化学清理完成后, 铝镁合金管道应封口晾干后马上使用, 铝焊丝应置于 150~200℃ 的烘箱内, 随用随取。

(5) 焊前预热的要求 采用熔化极脉冲 MIG 焊接时, 一般不用对材料预热; 特殊情况下, 可对焊缝两侧预热到 50~100℃, 预热可采用火焰预热也可以采用电加热形式进行预热。

(6) 焊接参数 使用的焊接参数如附表所示。

焊接参数

焊接层次	焊丝牌号	焊接方式	焊机牌号	焊接形式	电源极性	焊丝直径/mm
根焊	ER5183	GMAW	唐山松下 YD-400GE2	向上立焊	DC/EP	1.2
填充	ER5183	GMAW	唐山松下 YD-400GE2	向上立焊	DC/EP	1.2
盖面	ER5183	GMAW	唐山松下 YD-400GE2	向上立焊	DC/EP	1.2
焊接电流/A	焊接电压/V	喷嘴直径/mm	气体流量/L·min ⁻¹	气体类型		
110~130	18~22	16	20~25	99.999% 高纯氩		
150~180	22~26	16	20~25	99.999% 高纯氩		
150~180	22~26	16	20~25	99.999% 高纯氩		

(7) 焊接过程中注意的事项 5083 铝镁合金管道焊接前, 先使用焊机检气按钮检查调节气体流量, 焊接时焊枪角度垂直焊缝 90°, 为防止根部熔烧垫板, 可根据焊接情况调节焊枪角度前倾。为防止正面焊缝两侧夹沟和背面焊缝成形呈驼峰状, 影响填充层的焊接, 所以焊接时应注意电弧在两边稍作停顿, 中间要快速过渡。

焊接前注意喷嘴和导电嘴是否清理干净。焊接

时, 注意保证焊接电流、电弧电压相匹配, 不能依靠增大电弧电压来实现喷射过渡, 焊接过程中单纯的增大电弧电压会产生电压力弱、熔深浅, 电弧燃烧不稳定等问题。

由于铝镁合金导热性好, 起弧焊接时温度上升比碳钢材料要慢, 所以起弧易造成未熔合及夹杂等缺陷。为防止这些问题的出现, 可使用焊机四步起弧、收弧参数设置功能, 将起弧电流设置的比焊接电流大些, 等温度上升后再用正常焊接电流焊接, 收弧时为避免弧坑裂纹和缩孔的出现, 可设置小的收弧电流使熔池弧坑缓慢冷却, 减少焊接缺陷。

下一层焊缝焊接前, 必须把上层焊道的夹沟、起弧点、焊瘤等先使用合金锯片或合金绞刀进行彻底清理, 然后使用不锈钢丝刷进行打磨处理。

由于熔化极 MIG 焊接时熔池较小, 尺寸为焊条电弧焊的 1/10 左右, 同时铝镁合金自身导热性较好, 这些原因会造成熔池热量较低、熔池金属流动性较差。所以, 填充焊接时要求焊枪采用正月牙运枪法, 摆动频率要适当加快, 才能保证熔池之间熔合良好, 从而形成细腻的焊缝波纹。另外, 还要注意两边不要停顿时间过长, 否则熔池会出现“劈劈啪啪”的沸腾现象, 飞溅较大, 会影响正常焊接, 还会造成熔池不清晰, 形成缺陷。收弧时回焊 10mm 左右, 以避免产生弧坑裂纹。

盖面焊接时, 应在坡口边缘稍作停顿, 以保证熔池与坡口更好地熔合。焊接过程中, 焊枪的摆动幅度和频率要相适应, 以保证盖面层焊缝表面尺寸和边缘熔合整齐。

4. 结语

铝镁合金脉冲 MIG 焊的使用, 既能够满足现场焊接施工的技术质量要求, 又可以提高生产效率, 节约焊接成本, 是替代交流氩弧焊的最佳选择。

MW (20110413)

提 示

近期发现个别作者在 www.metalworking1950.com 网络上投稿时无法成功投稿的情况, 对于这种现象, 作者可以直接把文章发到我刊编辑部: RB1950@126.com, 对此造成对您的不便还请广大读者谅解。

本刊编辑部