

铝镁合金熔化极脉冲 MIG 焊接技术

中国石化集团第十建设公司技术质量部 (山东淄博 255438) 唐元生

随着石油化工技术的不断提高,适应强腐蚀、高温、高压的新材料不断涌现。目前,我公司在煤制气、PTA 等工程中的铝镁合金材料焊接主要采用的还是交流钨极氩弧焊(TIG)焊接。TIG 焊由于采用交流电源,电弧热量低,焊接效率低;钨极烧损大,限制了所使用的焊接电流;熔深较浅,焊缝容易出现缺陷;焊工劳动强度大,已不适应高效、高质量的焊接施工要求。因此,只有开发使用一些焊接新设备、新工艺,才能提高焊接效率和焊接质量。

1. 铝镁合金熔化极脉冲 MIG 焊接的特点

采用直流反接电源的铝镁合金熔化极脉冲 MIG 焊接电流,可以起到对铝合金熔池表面的氧化膜进行“阴极破碎”作用;可在较低的基值电流上周期性叠加导电时间很短的高峰值脉冲电流,故可以在较低的焊接电流下获得电流喷射过渡,实现高效铝合金焊接。可以充分提高热输入效率,减小焊接变形。铝镁合金脉冲 MIG 焊优于连续电流焊接,铝合金焊缝金属的强度、塑性和疲劳寿命得到改善。本文针对厚度为 40mm 的 5083 铝镁合金板材 3G 位置采用脉冲 MIG 焊接工艺试验进行介绍,供焊接工作者参考。

2. 铝镁合金的焊接特性

(1) 氧化能力强 铝在空气中与氧的亲合力很大,容易在表面生成紧密结合的 Al_2O_3 薄膜(厚度为 $0.1 \sim 0.2\mu m$),熔点高达 $2050^\circ C$ 。氧化铝会妨碍金属间的良好结合,易形成夹渣。此外,氧化铝的密度($3.85g/cm^3$)比铝及铝合金约大 1.4 倍,并会吸附水分,促使焊缝生成气孔。因此,焊接前必须把铝合金表面的氧化膜清理掉。

(2) 导热、导电性能好 铝镁合金的热导率、比热容都很大,在焊接过程中,大量的热能被传导到母材内部。为保证焊接质量,必须采用能量集中、功率大的热源,并适当采取预热等措施。

(3) 容易产生气孔 铝镁合金焊接时,氢易溶解于液态铝中,随着温度的降低,氢的溶解度降低,液态铝中氢大量析出,形成气泡。同时铝镁合金的密度小,气泡在熔池中的上升速度慢,加上铝导热性强,熔池凝固快,来不及逸出的氢气在焊缝中形成气孔。

(4) 固态转变时无色泽变化 合金固态变液态时,无明显颜色变化,因此不易判断母材温度,给操作带来困难,从而影响焊接质量。

3. 铝镁合金熔化极脉冲 MIG 焊接设备要求

我们选择唐山松下 YD-400GE2 数字熔化极脉冲 MIG/MAG 焊机,具有初期、焊接、收弧以及多元化等调节功能。

为保证送丝稳定,铝镁合金焊接时配备四轮双驱推丝式送丝机。由于铝镁合金焊丝较软,导丝轮可采用比焊丝直径尺寸稍大的 U 形轮。注意压丝轮不可压丝太紧,否则容易造成焊丝变形,使焊接时送丝不稳,进而造成电弧不稳定。

推丝式焊枪需采用碳素特氟龙导丝管,焊接时为防止过热烫损导丝管,需采用水冷式焊枪,并确保无漏水。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导丝管,需使用长度 300mm 左右的铜合金导管。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

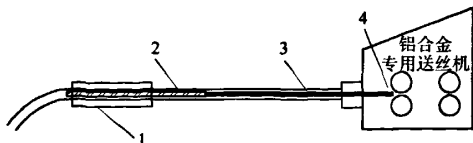


图1 焊枪的碳素特氟龙导丝管的安装

1. 焊枪 2. 铜合金导丝管 3. 碳素特氟龙导丝管
4. 特氟龙导丝管到压丝轮端部

境非常洁净,为防止铝屑堵塞和污染导丝管,需对导丝管每天焊前进行清理。

由于焊接时电流较大,铝材导热较快,故导电嘴宜采用专用铝合金,直径尺寸可比焊丝直径适当增大。

4. 焊接材料的要求

我们采用法国沙福铝镁合金 ER5183 MIG 焊丝进行试验, $\phi 1.2\text{mm}$, 注意保持环境洁净,焊接时需在焊丝保护罩内。

保护气体需采用 99.999% 高纯氩气。通过试验,普通氩气焊接时,氧化膜清除不洁净,熔池表面有杂质,容易形成夹渣和气孔,焊缝成形表面发黑、污染严重。99.999% 高纯氩气焊接时熔池清晰,焊缝表面粗糙度低,焊缝内部质量良好。

5. 坡口形式的选择

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双 V 形 $65^\circ \pm 5^\circ$ 坡口形式(见图 2),焊接参数见下表。

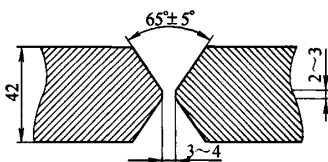


图 2 坡口形式
焊接参数

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

焊接层次	电流/A	电压/V	喷嘴直径/mm	气体流量/L·min ⁻¹
根焊	110 ~ 130	18 ~ 22	16	20 ~ 25
填充	150 ~ 180	22 ~ 26	16	20 ~ 25
盖面	150 ~ 180	22 ~ 26	16	20 ~ 25

6. 焊前准备工作

铝镁合金焊接前,必须清理焊件和焊丝表面的油污和氧化膜。清理步骤是先去除油污,再清除氧化膜。

(1) 清理表面油污、脏物 将焊丝表面、焊件的坡口及其两侧(约 30mm)的油污、脏物清洗干净。一般采用丙酮等溶剂擦洗油污。

(2) 清除表面氧化膜 使用绞刀、不锈钢丝轮将坡口及两侧的氧化膜去净。一般不宜用砂轮或砂纸等打磨,因砂粒容易留在金属表面,焊接时会产生夹渣等缺陷。清理后焊件和焊丝应保持清洁和干燥,否则在存放过程中,特别在潮湿环境中很快生成新的氧化膜。因此,清洗后的焊件和焊丝存放时间应尽量缩短,在气候潮湿的情况下,一般应在清理后 4~8h 内施焊,如存放时间过长则需重新处理。

7. 焊前预热

铝镁合金采用熔化极脉冲 MIG 焊接时,一般可不用对材料预热。特殊情况下,可对焊缝两侧预热到 50~100℃,可采用火焰预热,也可以采用电加热形式进行预热。

8. 铝镁合金熔化极脉冲 MIG 焊接技巧

(1) 铝板立焊打底焊接时,背面需氩气保护。焊接前,检查保护气体流量的大小是否合适,落实好防风措施。焊接时注意焊枪角度垂直焊缝 90°。为防止根部传丝,必要时,焊枪角度要前倾。为防止正面焊缝两侧夹沟和背面焊缝呈驼峰状,影响填充层的焊接,焊接时注意电弧在两边稍作停顿,中间要快速过渡。

(2) 焊接时注意电流、电压值匹配好,亚射流过渡对铝镁合金焊接有利。不能盲目增大电压,否则虽然会实现喷射过渡,但也会造成电弧过长,熔深较浅,同时不利于视线观察。

(3) 填充前必须把夹沟、焊接接头起弧处、焊瘤等用合金锯片或合金铰刀清理干净,并用不锈钢丝刷认真清理打底层(包括每一层,如图 3 所示)表面。同时,焊前注意喷嘴、导电嘴是否清理干净。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

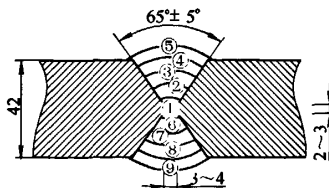


图 3 焊接层次示意

(下转第 34 页)

五、钢箱梁中合拢

(1) 利用废料钢做成搁墩, 一个分段放 6 个支点, 用水准仪按图样要求测出各分段标高点, 随后分段放在搁墩上固定, 对分段需测量结构尺寸、切割余量, 开好 V 形坡口并打磨。另一个分段同样按标高点设置搁墩, 并由行车缓慢吊起插入拼装接口, 合拢后复测构件中合拢箱梁长度。中合拢拼装顶板、底板错开, 以腹板为中心各相隔 250mm (实际 500mm)。装配定位采用码板, 选用一面焊接两面成形方法, 拼装间隙根据陶质衬垫成形槽大小, 间隙 6~7mm, 药芯焊丝焊接。

(2) 焊接参数中合拢焊缝焊接参数见表 5。

表 5

焊接方法	焊丝直径 /mm	焊接电流 /A	电压 /V	焊接速度 /mm · min ⁻¹	焊接位置	气体流量 /L · min ⁻¹
FCAW	1.2	220~260	25~30	23~32	平对接	18~20

(3) 中合拢完成后对中合拢焊缝进行外观 VT 检查, 进行 100% UT 检测, 并对拼板的 T 形接头实施 RT 射线拍片, 检测结果全部符合质量技术要求。

六、现场大合拢

中合拢构件出厂运至安装现场, 用全站仪测量标高及 L_1 、 L_2/X 、 Y 、 Z 轴线, 切除余量, 放置盆式支座及垫板, 先把中间分段 L_2 箱梁放在墩身上定位 (见图 7)。

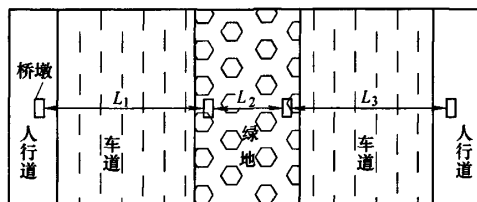


图 7

为了不影响道路的正常通行, 采取道路一侧两个车道临时封路, 其中在一个车道上设置临时搁墩, 随后 L_1 吊在永久墩身和临时墩身上与 L_2 拼装, 拼装方法及要求与中合拢相同。由于是 12 月份冬季温度偏低, 外场风力较大, 对气体保护焊影响较大, 针对外场焊接特别强调焊前要对大合拢焊接坡口中心两边各 100mm 区域进行去湿加温处理, 温度控制在 25~30℃, 对陶质衬垫进行烘焙, 并对焊接区域设置移动防风罩及风向挡板, 确保焊接质量。焊接方法采用药芯焊丝气体保护焊

一面焊接反面成形, 具体要求与中合拢相同, 焊完后 VT 检查, 24h 后 100% UT 和 10% RT。探伤合格后, L_1 段箱梁下临时搁墩可以卸载。 L_3 段箱梁安装焊接与 L_1 相同程序。全箱梁天桥在完成大合拢拼装焊接后进行整体验收, 按照 TB 10212—1989 标准对焊缝进行 VT 外观检查, 结构尺寸检查, 100% UT、10% RT 检测, 各项技术指标都符合要求。

七、结语

针对 Q345qD 板钢种, 选择合理焊接方法、焊接坡口及焊接材料, 通过焊接工艺评定、物理试验制定合理的焊接工艺规程, 以及在制作和焊接中工艺纪律的执行与控制, 是质量完全符合工程技术要求的关键。

MW (20101125)

(上接第 30 页)

较低、铁液流动性较差。因此, 填充焊接时, 要求焊接时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, 避免熔池之间脱节现象, 从而形成的焊缝花纹细腻。同时焊接时注意两边不要停顿时间过长, 否则熔池会出现“劈劈啪啪”沸腾现象, 飞溅较大, 不但影响焊接, 还会造成熔池不清晰, 形成缺陷。收弧时应回焊 10mm 左右, 以避免产生弧坑裂纹。

(4) 盖面时, 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相适应, 保证盖面层焊缝表面尺寸和边缘熔合整齐。

9. 结语

利用熔化极脉冲 MIG 焊接铝镁合金, 可实现对焊丝熔化及熔滴过渡的控制, 改善电弧稳定性, 可用小的平均电流实现熔滴喷射过渡, 也可进行全位置焊接; 铝镁合金熔化极脉冲 MIG 焊时, 焊丝作为阳极, 可采用比 TIG 焊更大的焊接电流, 电弧功率大, 熔深好, 焊接效率高, 特别适合于中厚板材和管材铝镁合金的焊接, 焊接效率一般是 TIG 焊接的 3~5 倍; 一般采用较低的电弧电压和较大的电流, 过渡形式一般采用介于喷射过渡和短路过渡之间的亚喷射过渡, 这种过渡形式可使电弧稳定、飞溅少、熔深大、阴极破碎区宽以及焊缝成形美观等。MW (20100924)