

镀铝锌板与不锈钢板电弧钎焊工艺研究

张 昕

(电力电子基础技术部,陕西 西安 710016)

摘 要 通过了解电弧钎焊的原理和特点,确定镀铝锌板电弧钎焊的工艺方案。

关键词 镀铝锌板 MIG 电弧钎焊 铝青铜焊丝

1 概述

我公司生产的变流器箱体框架是 2mm 热浸镀 5% 铝锌钢板 S250GD - ZA275, 内部与其焊接的零件是 3mm 不锈钢 06Cr19Ni10。

热浸镀简称热镀,是把被镀件浸入到熔融的金属液体中使其表面形成金属镀层的一种工艺方法,镀槽成份控制为 5% 的铝及微量的镧(La)与铈(Ce)之稀土元素混合物、其余为锌生产而得之铝锌合金层,铝的加入抑制脆硬的锌铁合金层的形成,使得热浸镀钢板加工成型时镀层不易龟裂,涂装性良好,防蚀能力佳。

锌的熔点约为 420℃,挥发温度 908℃,这不利于焊接。当电弧一引燃,锌就开始挥发了,锌的挥发和氧化及铝的熔入会导致气孔、未熔合及裂纹,甚至影响电弧的稳定性。当用普通的电弧焊焊接镀铝锌板时,普通熔焊的高温电弧(约 3000 ~ 4000℃)必然促使大量的锌蒸发,并产生大量的白色 ZnO 烟尘,从而导致各种焊接缺陷,并破坏了镀铝锌层的抗腐蚀功能,同时 ZnO 烟尘焊工吸入过多,将患金属烟热病而引起体温急性升高,影响身体健康。

在现有的焊接工艺中,是打磨掉镀铝锌板表面的镀层露出金属基底而进行焊接,焊接完成后再重新进行防腐处理。采用普通气体保护焊,镀铝锌板打磨范围过小,不锈钢板的背面直接产生裂纹,打磨范围过大又破坏了镀铝锌板的表面镀层,使框架几乎变成了碳钢板,焊接后还需要喷锌粉进行防腐。打磨的框架如图 1 所示。



图 1 打磨的镀铝锌板框架

采用镀铝锌板进行打磨的工艺方法,首先打磨范围大,需要焊缝周边 30mm 打磨见金属基底才可以避免产生焊接缺陷,既增加了工人劳动强度,又破坏了镀铝锌板表面的镀层,使镀铝锌板失去了原本的防腐性能,使焊缝位置容易最先开始生锈;其次机械打磨见金属基底的标准不可把控,无法保证所有焊缝处均能打磨到位,这样就不可避免的会产生焊接缺陷。

由此可见,为了保证产品质量以及批量生产的需求,我们需要改进焊接工艺,焊接镀铝锌板最好是减少热输入量,还不打磨破坏镀铝锌板的表面镀层。经过多方咨询请教,我们了解到电弧钎焊可以焊接带镀层的钢板。

2 电弧钎焊的原理和特点

电弧钎焊(arc brazing):利用电弧加热焊件所进行的钎焊。

熔化极脉冲氩弧钎焊即 MIG 电弧钎焊,是在氩气保护下,采用熔化极脉冲氩弧焊电源系统和特制的钎焊焊丝,在焊丝与工件间形成电弧,焊丝连续送进并熔化,形成填充金属将母材连接起来的新型焊接工艺。在整个焊接过程中,若电流较小,母材基本不熔化,其焊接性质属于硬钎焊;若电流较大,母材有少量熔化,其焊接性质属于熔钎焊。

MIG 电弧钎焊可用来焊接低合金钢、非合金钢以及不锈钢,主要用途还是焊接表面有镀层的钢板。它利用焊丝的低熔点及焊接时的低热量输入等特性,减少了工件近缝区及焊缝背面锌的挥发,并且 MIG 钎焊同 MAG 焊一样,可以进行各种类型接头及全位置焊接,即使在立向下、立向上和仰焊的情况下也能获得令人满意的效果,焊接速度同样可以达到 MAG 焊的水平(100cm/min)。

2.1 与普通脉冲 MIG 焊方法相比, MIG 电弧钎焊有以下特点

(1) 填充金属是钎焊焊丝,电弧温度低,对母材

的热输入少,小电流下母材基本不熔化,钎料本身具有较好的流动性,自动填充母材的对接间隙;

(2)对薄板及薄壁容器进行钎焊时变形量很小,操作简便,焊接热影响区小,不易产生烧穿等焊接缺陷,且能较容易地实现单面焊双面成形;

(3)当电极接正极,母材接负极时,因其特有的“阴极雾化”作用,能破碎和清洁钎缝表面的氧化膜;当电极接负极、母材接正极时,又因阳极斑点电离、高温蒸发,以及等离子电弧柱的热激发和易挥发污染物的蒸发作用具有净化作用,克服了钎剂对母材的腐蚀副作用,焊后不用清洗;

(4)可以实现异种金属直接的连接,如铜与钢、钢与不锈钢、普通钢与特种钢等。

2.2 与普通的钎焊方法相比,电弧钎焊具有以下特点

(1)与炉中钎焊和真空钎焊相比,不需要整体加热,钎焊后变形很小,对装配间隙不敏感,并且加热时间短,消耗小,成本低;

(2)与火焰钎焊相比,加热区窄,加热更为集中,热输入量小,热影响区窄,加热后变形小,尤其是对于薄壁工件,钎焊效果更为明显,电弧钎焊不会产生母材元素烧损现象。

2.3 电弧钎焊还具有节能高效的特点

由于氩气流对电弧具有压缩作用,热量较集中,加热升温速度快,钎接头在高温停留时间短,母材金属不易产生晶粒过大并使热影响区变窄,其组织与性能变化也较小,钎缝成形美观,速度快,钎接头强度较高;在钎焊镀锌钢板时,可防止锌层的严重破坏及锌的蒸发,钎缝耐腐蚀性能好。

3 镀铝锌板 MIG 电弧钎焊

3.1 焊接材料的选择

镀铝锌板表面含有铝,因此选用铝青铜焊丝 SCu6100A(S214),焊丝直径 $d_{1.0}$ 。

表1 SCu6100A(S214)焊丝化学成份(%)

Cu	Al	Zn	Sn	Mn	Fe	Si	Ni + Mo	其它
余量	7.0 ~ 9.0	≤0.2	≤0.1	≤0.5	≤0.5	≤0.2	≤0.5	≤0.2

表2 熔敷金属物理性能

导电率	密度	固相线	液相线	抗拉强度	延伸率	硬度
8S · m/mm ²	7.7 kg/dm ³	1030℃	1040℃	390 ~ 450N/mm ²	45%	140HB

3.2 焊接设备的选择

(1) 焊机的选择

厚的镀锌层(15 μ m 以上)在焊接时会产生大量锌蒸汽从而影响焊接的稳定性,因此最好采用短弧

的短路过渡或喷射过渡,短弧长可使电弧更加稳定。基于以上原因,对焊接电源及其控制特性就有很严格的要求。

我们使用的2mm 镀铝锌板 S250GD - ZA275 镀层达到了20 μ m,使用唐山松下产业机器有限公司的 YD - 350GS(M 型)数字 IGBT 控制 MIG/MAG 弧焊电源,是松下公司进化到第四代的高速控制电路以及世界率先的融合型机器人 TAWERS 培育出的“二次开关控制技术”平台下开发的新型焊接电源,在无脉冲 MAG 焊时,采用 SP - MAG 重叠精确的波形控制技术,将 CO₂ 焊接的飞溅量减少 85%;采用脉冲 MAG 焊接时,几乎实现了无飞溅焊接。在 MAG 气体环境下,实现了一 PULSE - DIP 的脉冲短路过渡方式,热输入小,通过压缩电弧宽度和长度,抑制了高速焊咬边的发生,同时增加了焊缝熔深,焊接质量得到较大的提升,非常有利于镀铝锌薄板铜基钎料的钎焊焊接。

(2) 焊枪的选择

配套唐山松下 YT - 35CS4HPS MIG/MAG 脉冲焊枪,灵活轻便,操作性好,飞溅小。

3.3 焊接规范的确定

3.3.1 焊接模式及保护气体的选择

(1)由于是镀铝锌板与不锈钢板焊接,首先选择“不锈钢 - MIG - 脉冲”模式,保护气体使用 98% Ar + 2% O₂,焊接试验出现气孔的缺陷,改选“不锈钢 - MIG - 脉冲无”模式,缺陷依然存在,证明不能选用不锈钢模式。

(2)模式选择“碳钢 - MAG - 脉冲”,保护气体使用 98% Ar + 2% O₂,焊缝外观目视检测无气孔、裂纹等缺陷;换用“碳钢 - MAG - 脉冲无”模式,缺少了脉冲激起镀铝锌层的上翻,焊接效果比选用有脉冲的要好,只是焊缝表面由于氧化性气体的加入而氧化发黑,由此确定焊接模式为“碳钢 - MAG - 脉冲无”。

(3)模式确定选择“碳钢 - MAG - 脉冲无”后,保护气体改用 99.99% 高纯氩气,焊缝外观目视检测无气孔、裂纹等缺陷,并且焊缝外观色泽黄亮,如图 2 所示。

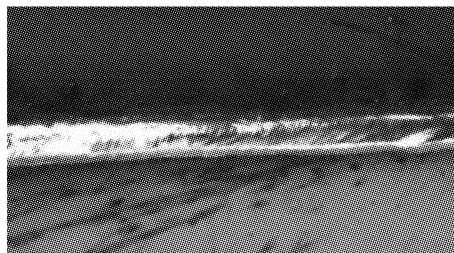


图2 使用99.99% 高纯氩气焊接的焊缝

综上所述,最终确定焊接模式为“碳钢 - MAG - 脉冲无”,保护气体为 99.99% 高纯氩。

3.3.2 焊接规范的确定

镀铝锌板与不锈钢板的接头型式有搭接和角接两种型式,如图 3、图 4 所示。

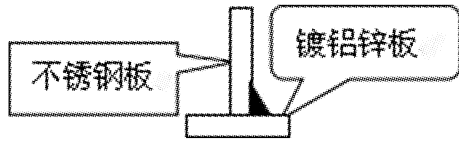


图 3 角接焊缝型式

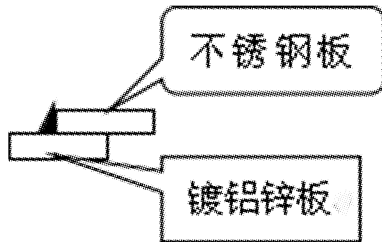


图 4 搭接焊缝型式

表 3 焊接规范

接头形式	焊接电流(A)	焊接电压(V)	焊接速度 (mm/s)	气体流量 (L/min)
角接	165 ~ 175	16.2 ~ 17.2	50 ~ 70	15
搭接	150 ~ 160	15.5 ~ 16.5	50 ~ 70	15

3.3.3 操作规范

焊枪行走采用前进法(左向焊法),焊丝伸出长度 8 ~ 10mm,焊缝熔深浅,焊缝内外质量好,外形美观。

3.4 宏观金相

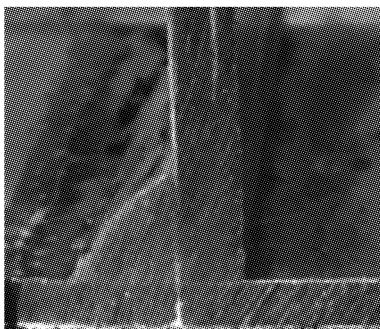


图 5 角焊缝的宏观金相

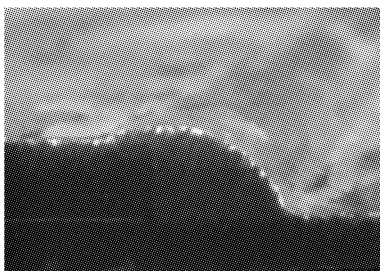


图 6 搭接焊缝的宏观金相

3.5 电弧钎焊焊缝的拉伸试验

为了检测电弧钎焊焊缝的强度,制作了焊接拉伸试件,试件尺寸 200 × 20,数量 3 件,搭接长度 30 进行焊接。

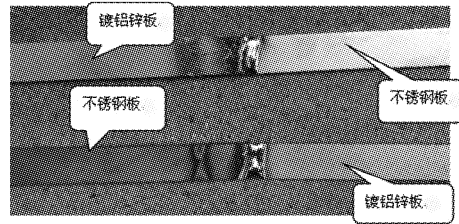


图 7 拉伸试件焊接状态

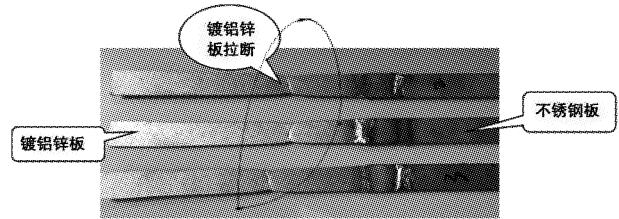


图 8 拉伸试件拉断状态

拉伸试件在母材镀铝锌板处拉断,焊缝无损伤。

根据检测报告,3 个试件的拉断力分别为 16.282kN、16.196kN、16.296kN,平均拉断力为 16.258kN,试件横截面积为 $20 \times 2 = 40\text{mm}^2$,试件平均抗拉强度为 $16.258\text{kN}/40\text{mm}^2 = 406.45\text{N}/\text{mm}^2$ 。

根据 EN10346 - 2009《连续热浸镀锌钢平板产品交货技术条件》标准,2 镀铝锌板 S250GD - ZA275 的抗拉强度要求 $\geq 330\text{N}/\text{mm}^2$,拉伸试件平均抗拉强度 $406.45\text{N}/\text{mm}^2$ 满足要求,而钎焊焊缝丝毫不损伤,说明焊缝的抗拉强度高于母材镀铝锌板的抗拉强度,满足产品使用要求。

4 结语

2mm 镀铝锌板在纯氩气保护下的 MIG 电弧钎焊,采用 d1.0 低熔点的铜基铝青铜焊丝 SCu6100A (S214),不用打磨镀铝锌层,具有焊丝熔化速度快,电弧稳定性好,熔深浅,母材不熔化,焊缝强度高于母材强度,工件热影响区很小,焊缝具有良好的耐腐蚀性等工艺特点。镀铝锌板表面涂层未烧损,不影响板材的防腐效果,焊后薄板变形小,焊缝质量满足产品设计要求,焊接效果最好。

参考文献

- [1] 林三宝,宋建岭.电弧钎焊技术的应用及发展.2014 - 09.
- [2] 王玉松.MIG 电弧钎焊工艺在镀层板材焊接中的应用.
- [3] 罗正武,魏占静,王越.MIG 电弧钎焊技术.