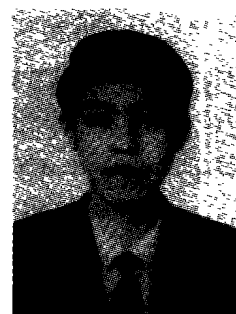


薄板铝合金脉冲交流 TIG 焊工艺

廖 平¹, 陈书杰², 杨文杰¹

(1. 佳木斯大学, 黑龙江 佳木斯 154007; 2. 鹤岗发电责任有限公司, 黑龙江 鹤岗 154109)



廖 平

摘 要: 采用双逆变脉冲交流 TIG 焊机对薄板铝合金的焊接工艺进行了研究, 探讨了脉冲电流幅值、EP 半波时间、脉冲电流频率对焊接工艺的影响。脉冲电流幅值和 EP 半波时间对铝合金表面氧化膜的清理有重要影响, 在焊接薄板铝合金时应采用较低的脉冲频率。采用合适的焊接规范参数, 容易实现焊缝成形的控制, 并能获得较好的焊接质量。

关键词: 铝合金; 脉冲交流; TIG 焊

中图分类号: TG444 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-360X(2003)04-65-03

0 序 言

随着科学技术的发展, 轻质量、高强度的金属材料越来越多地得到应用, 铝合金以其低温特性、重量轻、强度高的优点, 已被广泛地应用在航空航天、汽车和民用工业中, 成为一种重要的加工材料。铝合金在空气中容易被氧化, 其表面形成一层致密难熔、比重大的氧化膜, 阻碍基体金属的熔合。为了有效地清除铝合金表面的氧化膜, 减少钨极的烧损, 焊接薄板铝合金常采用交流 TIG 焊的方法, 但传统的交流 TIG 焊一般为 50 Hz 的固定频率, 电流过零时间相对较长, 尤其是焊接过程中铝合金由正极性过渡到负极性时, 铝阴极发射电子困难, 电弧非常不稳定, 需要采取引弧和稳弧措施^[1]。用脉冲 MIG 焊焊接薄板铝合金, 非常容易将工件烧穿, 焊接过程很难控制, 而且脉冲 MIG 焊的设备成本较高。作者采用双逆变脉冲弧焊电源提供的脉冲方波交流电流, 对薄板铝合金的焊接工艺进行了研究。

1 试验条件

焊接试验的目的是通过调整焊接规范参数, 观察电流波形的变化及对焊缝成形的影响, 研究影响焊接工艺的主要因素及其规律。焊接工艺试验采用日本欧地希公司的 AVP-300 双逆变脉冲交流 TIG 焊机, 该双逆变脉冲交流 TIG 焊机可提供脉冲方波交流电流, 脉冲电流和基值电流的正半波 (EP 半波)、负半波 (EN 半波) 幅值分别是相同的, 电流的

调节主要有脉冲电流幅值和基值电流 (有脉冲时)/焊接电流 (无脉冲时) 两项调节。脉冲电流频率分为高频、低频和无脉冲三个调节档。为了获得清晰的焊接电流的波形, 减少其它因素对电流信号的干扰, 电流采样选用霍尔电流传感器, 用数字式存储示波器记录焊接电流的波形, 工件规格为 200 mm × 50 mm × 2 mm 的 FL21 铝合金, 焊枪喷嘴直径为 $\phi 11$ mm, 钨极直径是 $\phi 3.2$ mm。自制了自动焊接行走机构和便于装卸工件的平台, 焊接试验均在自动焊工作台上进行。

2 焊接规范参数对焊接工艺的影响

通过对薄板铝合金焊接工艺试验研究, 脉冲电流幅值、EP 半波时间、脉冲电流频率等参数对焊接工艺的影响较大。

2.1 脉冲电流幅值对阴极雾化的影响

焊接铝合金时, 其表面氧化膜的清理是一个非常重要的问题, 只有有效地清除铝合金表面的氧化膜, 才可能获得优质的焊接接头。如果表面的氧化膜太厚, 焊前必须采用化学清洗或机械清理的方法去除氧化膜, 当氧化膜较薄时利用交流 TIG 焊的阴极雾化作用可清除氧化膜, 可以减少焊前的准备时间。试验中发现脉冲电流的幅值对阴极雾化的作用影响较大, 在脉冲电流频率、热输入量相同的情况下, 采用不同的脉冲电流 I_m 、基值电流 I_b 进行了焊接试验, 两组焊接规范参数分别为 $I_{m1} = 130$ A、 $I_{b1} = 40$ A; $I_{m2} = 110$ A、 $I_{b2} = 60$ A, 焊缝照片如图 1 所示。从图 1a 可以看到脉冲电流幅值大时, 阴极雾化区的

宽度较大,其平均宽度为 2.2 mm,清理氧化膜的能力强、效果好。而减小脉冲电流的幅值、提高基值电流时,阴极雾化区的宽度却减小了,雾化区的平均宽度为 1.6 mm,且雾化区清理氧化膜的效果不如脉冲电流大的效果好。因此,在脉冲电流频率和热输入量相同的情况下,增大脉冲电流的幅值,相应减小基值电流,可以提高清除氧化膜的能力。



(a) $I_m=130\text{ A}$, $I_b=40\text{ A}$



(b) $I_m=110\text{ A}$, $I_b=60\text{ A}$

图 1 脉冲电流幅值对阴极雾化区宽度的影响

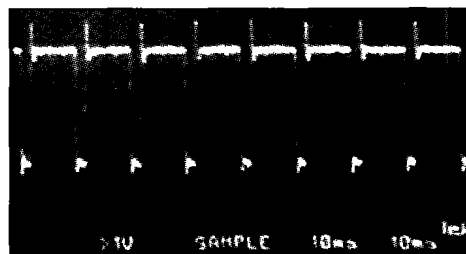
Fig. 1 Pulsed current's effect on cathodic cleaning

2.2 EP 半波时间对焊接电流波形和焊缝成型的影响

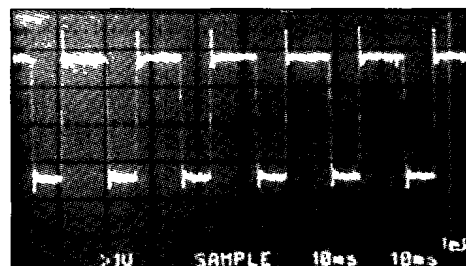
EP 半波时间是钨极为正、铝合金为负的半波时间,EN 半波时间是钨极为负、铝合金为正的半波时间。EP 半波时间的大小决定了阴极雾化作用时间的长短^[2]。在其它参数不变的情况下,无论有无脉冲,在一个周期的 EP 和 EN 时间内,它们的 EP 和 EN 时间分别是相同的。为了观察 EP 半波时间对电流波形的影响,将脉冲电流取消,图 2 为无脉冲电流时的最小 EP 半波时间(2 ms)和最大的 EP 半波时间(8 ms)的电流波形,在 2~8 ms 之间的 EP 半波时间是可以连续调节的。可以看出在改变 EP 半波时间时,该焊机输出的 EN 半波时间并没有改变,即在调节阴极清理宽度时,只是调整 EP 半波时间。当 EP 半波时间较短时,阴极雾化作用太弱,氧化膜清理不干净,焊缝表面有氧化膜的皱褶,焊缝成形不好;当 EP 半波时间较长时,阴极雾化区的宽度较大,氧化膜清理的较干净,但同时钨极发热量增加,钨极的端部变形和烧损严重。因此,在调节 EP 半波时间时,应保证满足阴极清理要求的前提下,尽量减少 EP 的半波时间。

2.3 脉冲频率对焊缝成型的影响

脉冲频率也是保证焊接质量的一个重要参数,不同的焊接条件应选择适当的脉冲频率。在脉冲频率不同而其它焊接规范参数相同的情况下,对薄板铝合金进行了堆焊焊接试验。焊接电流为 $I_m = 130\text{ A}$, $I_b = 40\text{ A}$, EP 半波时间均为 4 ms,焊接速度为



(a) EP time 2 ms

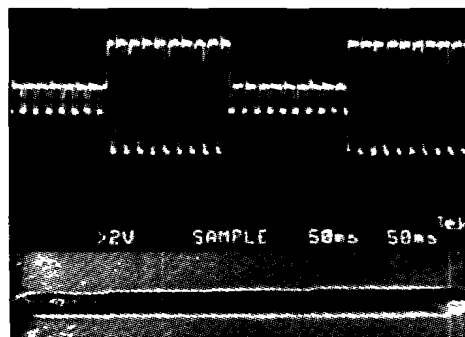


(b) EP time 8 ms

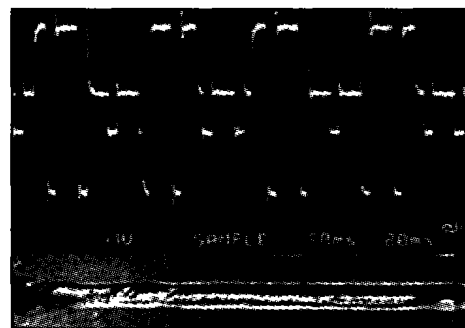
图 2 EP 半波时间对电流波形的影响

Fig. 2 EP time of current wave form

$v = 48.6\text{ cm/min}$,氩气流量为 7 L/min,脉冲电流频率分别是低频为 4 Hz、高频为 25 Hz 的频率,电流波形和焊缝成形如图 3 所示。在电流频率不同,而其



(a) Pulsed frequency $f=4\text{ Hz}$



(b) Pulsed frequency $f=25\text{ Hz}$

图 3 脉冲频率对电流波形和焊缝成型的影响

Fig. 3 Pulsed frequency's effect on current wave form and welding appearance

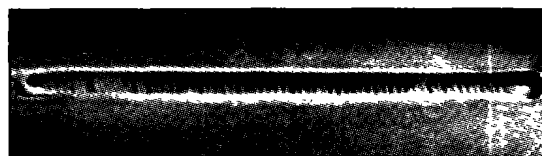
它焊接规范参数相同的情况下,电弧的热输出量不同。当电流频率变化时,脉冲周期也发生了变化,即形成熔池的间歇时间不同了,熔池是在脉冲电流的作用下产生的,而基值电流只是维持电弧的燃烧。当电流频率与焊接速度匹配合理时,在基值电流维持期间,前一个脉冲电流产生的熔池已经凝固,后一个脉冲电流将产生新的熔池,如此反复就获得了由多个焊点相互搭接而成的连续焊缝,外观呈均匀的鱼鳞波纹,因此,当脉冲电流频率较低时焊缝成形较好,如图3a所示。当焊接电流频率过高时,前一个熔池还未凝固,后一个脉冲电流接着又产生一个新的熔池,在电弧吹力的作用下,未凝固的熔池发生流动,使焊缝外观像指纹一样,如图3b所示,由于电弧的热输入量大,造成了焊缝下塌,焊缝背面的成形也差。当电流频率太低时,由于前后脉冲电流的时间间隔长,相邻两个焊点的搭接很小或搭接不上,严重时焊缝会不连续。因此,在焊接时应采用较低的脉冲电流频率,如果要提高脉冲电流频率,则要相应地提高焊接速度,但对于TIG焊来说提高焊接速度是有限的。

3 薄板铝合金对接焊试验

采用脉冲交流方波TIG焊焊接薄板铝合金时,要获得良好的焊缝成形,需要影响焊接工艺的各种因素的合理配合。根据对影响焊缝成形主要因素的研究,在开环控制的条件下,采用一组焊接规范参数对薄板铝合金对接单面焊双面成形进行了焊接试验,焊接参数为 $I_m = 130\text{ A}$ 、 $I_b = 40\text{ A}$ 、 $f = 5\text{ Hz}$,焊接速度为 $v = 48.6\text{ cm/min}$,氩气流量为 7 L/min ,对接间隙为0,焊缝的正、反面成形如图4所示。焊缝的正面成形均匀、光亮、美观,焊缝背面完全熔透。

4 结 论

(1) 使用脉冲方波交流TIG焊焊接薄板铝合



(a) Front weld appearance



(b) Back weld appearance

图4 薄板铝合金对接焊缝照片

Fig. 4 Butt weld picture of aluminium alloy sheet

金时,脉冲电流幅值和EP半波时间决定了阴极清理氧化膜的能力。脉冲电流大、EP半波时间长则阴极雾化作用强、清理氧化膜的效果好,但是如果EP半波时间过长,会引起钨极的严重烧损和钨极端部的变形。

(2) 使用方波交流脉冲TIG焊焊接薄板铝合金时,应采用合适的较低脉冲频率,可获得美观的焊缝成形。

(3) 在开环控制的条件下,采用合适的焊接规范参数,使用该焊机焊接薄板铝合金时容易实现对焊缝的成形控制。

参考文献:

- [1] 姜焕中. 电弧焊及电渣焊[M]. 北京:机械工业出版社,1993.
- [2] 耿正,张广军,邓元召,等. 铝合金变极性TIG焊工艺特点[J]. 焊接学报,1997,18(4):232~237.

作者简介:廖平,男,1965年1月出生,副教授,博士研究生。主要从事焊接设备及弧焊质量控制方面的研究,发表论文10余篇。

Email: lpjms@sina.com