

文章编号: 1000-5889(2003)01-0019-03.

低碳钢 A-TIG 焊活性剂的焊接性研究

张瑞华, 樊 丁

(甘肃工业大学 材料科学与工程学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 利用自行研制的低碳钢 A-TIG 焊活性剂进行了各种焊接工艺试验. 试验结果表明, 使用本活性剂可使焊缝熔深比常规的 TIG 焊增加 3 倍, 对 12 mm 以下的低碳钢板对接无须开坡口, 可一次焊接完成并能单面焊双面成型. 焊缝表面成型良好, 接头微观组织、焊缝的化学成分和接头力学性能均不受影响. 焊接电流、弧长、焊接速度、涂层厚度和气体种类等均对焊接熔深的增加产生影响.

关键词: A-TIG 焊; 活性剂; 低碳钢; 焊接性

中图分类号: TG444 **文献标识码:** A

Study of weldability of activating flux for A-TIG welding of mild steel

ZHANG Rui-hua, FAN Ding

(College of Materials Science and Engineering, Gansu Univ. of Tech., Lanzhou 730050, China)

Abstract: The welding process test is conducted by using activating flux for A-TIG welding of mild steels. The testing results indicate that the penetration is increased 3 times compared with the conventional TIG welding and, for the plates of 12 mm thick, the fully penetration can be got in a single pass without groove preparation. With this flux, the appearance of weld seam is fine, there is no effect on the micro-structure, chemical components, and mechanical properties. The welding current, travel speed, arc length, coating quantity, and type of shielding gas have effect on the penetration; and these welding specification parameters would be optimal if the flux presented was used.

Key words: A-TIG welding; flux; mild steel; weldability

A-TIG 焊^[1~4]的关键因素在于活性剂成分的选择, 国际市场上已有针对不同材料的活性剂出售^[3]. 但由于这种技术的重要性, 活性剂的成分和配方在 PWI 和 EWI 都有专利限制, 公开出版物上很少报道^[5]. 本文利用自行研制的低碳钢活性剂进行了焊接性试验, 以及熔深增加的影响因素的研究.

1 活性剂的制备

低碳钢活性剂主要由 SiO_2 , TiO_2 , Cr_2O_3 和卤化物等组成. 活性剂的成分范围为 $\text{SiO}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{MnO} > 70\%$, $\text{NaF} + \text{TiO} < 30\%$ ^[6].

用电子天平按质量分数称取各组元. 将称得的各组元置于钵中, 经充分研磨均匀后放在容器中, 与适量的丙酮混合成糊状物备用.

2 焊接性试验及结果

焊接试验采用自动氩弧焊装置, 将氩弧焊枪固定, 工件置于可水平移动的工作平台上, 这样可以保证在焊接过程中弧长不发生变化, 从而可保证焊接工艺过程的稳定性.

试板尺寸为 200 mm × 40 mm × 12 mm, 采用直边坡口, 将两块试板不留间隙对接, 在两端将试板点固, 焊前将对接面及焊道两侧用砂纸做仔细清理, 用扁平毛刷将糊状活性剂刷涂于待焊焊道表面, 为了便于与无活性剂做比较, 焊道只刷涂一半. 涂层宽度约为 20 mm, 刷涂的厚度以能遮盖待焊工件表面金属光泽为宜, 活性剂用量为 0.5 g/m 左右. 待丙酮挥发后, 将涂层区和无涂层区一次焊接完成^[6]. 所用焊接规范见表 1.

2.1 外观形貌

图 1a 为焊缝正面的宏观形貌, 由图可见, 焊道

收稿日期: 2002-05-17

基金项目: 教育部基金项目

作者简介: 张瑞华(1970-), 男, 甘肃景泰人, 讲师, 博士生.

表 1 焊接规范

Tab. 1 Welding condition

电流 I/A	焊速 $v/(cm \cdot min^{-1})$	弧长 L/mm	钨极直径 D/mm	钨极尖角 $\theta/(^{\circ})$	气流量 $q_v/(L \cdot min^{-1})$
220	6.6	4	3.2	60	20

在涂层区明显变窄,表面成型良好,有少量黑色的点状熔渣,同时正面焊道略有凹陷.图 1b 为焊缝背面的宏观形貌,焊缝到达涂层区时试板被焊透,背面焊道成型良好.

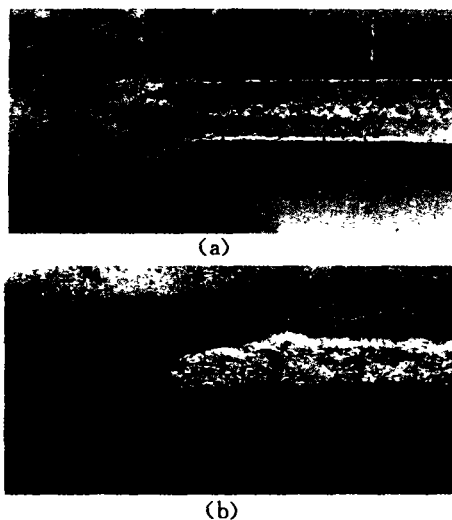


图 1 焊缝的宏观形貌

Fig. 1 Macro-morphology of weld

2.2 熔深试验

在相同的焊接规范下,无活性剂的熔深只有 4~5 mm,有活性剂的熔深为 12 mm.有活性剂的熔宽比无活性剂的熔宽略有减小,熔池形状为典型的指状熔池,背面余高小于 2 mm,如图 2 所示.

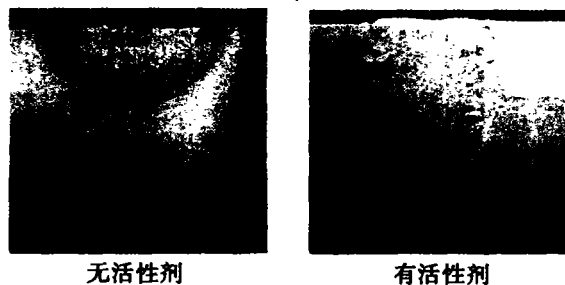


图 2 熔池形状

Fig. 2 Shape of melting path

2.3 接头微观组织

图 3 所示为有涂层区与无涂层区的焊缝的金相组织照片.无涂层区的焊缝组织与有涂层区的焊缝组织相同,均为铁素体+珠光体组织.

2.4 化学成分分析

在不填丝的 TIG 焊中,焊缝的化学成分与母材的基本相同,使用焊剂涂层后,母材与焊缝的各成分



无活性剂

有活性剂

图 3 焊缝金相组织 400×

Fig. 3 Metallograph of weld

的质量分数 w 见表 2,显然,使用活性剂没有改变其化学成分.

表 2 各成分质量分数的 w 对比

Tab. 2 Comparison of chemical compositions %

元 素	C	Si	Mn	S	P
母 材	0.14	0.19	0.60	0.038	0.021
焊缝(无活性剂)	0.12	0.22	0.53	0.038	0.021
焊缝(有活性剂)	0.12	0.22	0.53	0.038	0.021

2.5 力学性能

使用活性剂后,所测定的焊接接头的力学性能如表 3 所示.显然,使用活性剂后对焊接接头的力学性能也没有影响.

表 3 焊接接头的力学性能

Tab. 3 Mechanical property of weld joint

拉伸试验 σ_b/MPa	酸蚀试验(JB 4708—92)
460	未见任何焊接缺陷

2.6 其它性能

不使用活性剂时不锈钢 TIG 焊焊缝熔深对母材微量元素的波动很敏感,尤其是 O,S 等表面活性元素的波动,在相同的焊接规范条件下往往得不到相同的焊接熔深,这给实际操作造成很多困难^[7].使用活性剂后就可以有效降低焊缝熔深对母材微量元素波动的敏感性,得到的焊缝熔深始终保持均匀一致.使用活性剂后,虽然焊接熔深显著增加,但焊接电流并未变化,因此在相同的焊接电流条件下,焊接变形最小.

3 熔深增加的影响因素

使用活性剂后,焊接电流、弧长、焊接速度、涂层厚度和气体种类均对焊接熔深产生影响.

3.1 焊接电流对熔深的影响

在其它规范条件不变的情况下,改变焊接电流,观察活性剂对熔深的影响,其结果如图 4 所示.随着焊接电流的增加,有活性剂和无活性剂的熔深都增加,只是有活性剂时熔深增加的更快.当焊接电流达

到 180 A 左右时,对熔深的增加效果最为显著.焊接电流继续增加,则对熔深的增加效果反而下降.原因分析认为,电流增加对活性剂的烧损加剧,从而对熔深的增加效果反而下降.

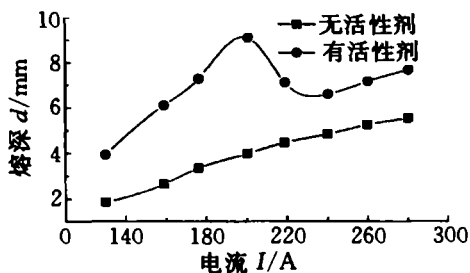


图4 焊接电流对熔深的影响

Fig. 4 Effects of welding current on weld penetration

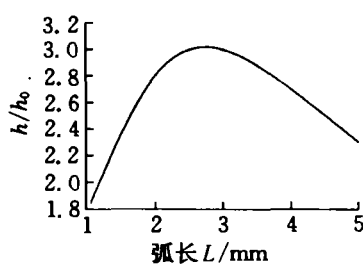


图5 弧长对熔深比的影响

Fig. 5 Effects of weld arc length on weld penetration ratio

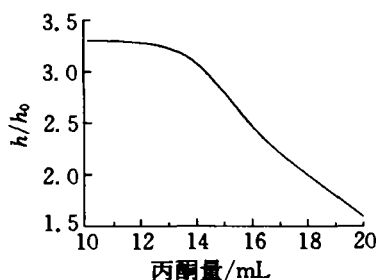


图6 涂层厚度对熔深比的影响

Fig. 6 Effects of coating thickness on penetration ratio

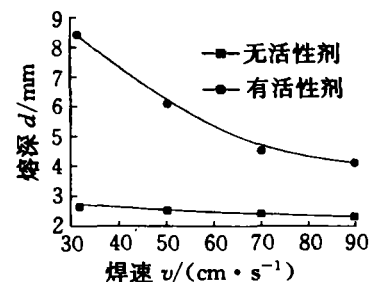


图7 焊接速度对熔深的影响

Fig. 7 Effects of weld speed on penetration ratio

3.4 焊接速度对熔深的影响

随着焊接速度的增加,有活性剂和无活性剂的熔深都减小,有活性剂时熔深减小的更快.焊接速度低时,活性剂促使熔池中的流体充分流动的作用明显;焊接速度增加,则这种作用减弱(见图7).

3.5 气体种类对熔深的影响

使用 He 或 He+Ar 气,可以使焊接熔深增加.使用活性剂后熔深增加更多,在其它规范条件都不变的情况下,仅仅用 130 A 的焊接电流就可以焊透 10 mm 厚的钢板.

4 结论

1) 利用所研制的低碳钢 A-TIG 焊活性剂,可以使焊接熔深比常规的 TIG 焊增加 3 倍,对 12 mm 以下的钢板对接无须开坡口,可以一次焊接完成,并且单面焊双面成型.

2) 使用活性剂后,焊缝表面成型良好,焊缝接头微观组织与不使用活性剂的组织无区别,焊缝的化学成分与不使用活性剂的成分一致.

3) 使用活性剂后,焊接接头的综合性能能满足

3.2 弧长对熔深的影响

随着弧长的变化活性剂对熔池形状的影响如图 5 所示.从图中反映出,弧长为 3 mm 时熔深增加最多.这从另一个侧面说明,电弧收缩可以使熔深增加.因为如果仅仅是熔池流态影响熔深的增加,弧长的变化应该对熔深增加比 h/h_0 (h 为有活性剂的熔深, h_0 为无活性剂的熔深) 不产生影响.

3.3 涂层厚度对熔深的影响

将相同质量的活性剂作溶质,丙酮作溶剂,用变化丙酮的量来调节浓度,进而达到调节涂敷厚度的目的.活性剂的涂敷厚度对熔深的影响见图 6.当涂敷量小于 0.5 g/m,随涂敷厚度的增加,熔深增加倍数也增加;继续增加涂敷量,则熔深的增加不明显

低碳钢焊接性有关标准的要求.

4) 使用活性剂后,焊接电流、弧长、焊接速度、涂层厚度和气体种类均对焊接熔深产生影响.

参考文献:

- [1] Simonik A G. The effect of contraction of the arc discharge upon the introduction of electro-negative elements [J]. Welding Production, 1976, (3): 49-51.
- [2] Lucas W, House D S. Activating flux increasing the performance and productivity of the TIG and plasma processes [J]. Welding and Metal Fabrication, 1996, (1): 11-17.
- [3] Panton B E. Contraction of the welding arc caused by the flux in tungsten-electrode argon-arc welding [J]. The Paton Welding Journal, 2000, (1): 5-11.
- [4] 樊丁,顾玉芬,林焰,等.低碳钢 A-TIG 焊接法的试验研究 [J]. 甘肃工业大学学报, 2000, 26(3): 16-21.
- [5] 杨春利,牛尾诚夫,田中学. TIG 熔池表面张力的测定及表面活性剂的影响 [J]. 机械工程学报, 2000, 36(10): 59-63.
- [6] 张瑞华,樊丁,尹燕,等.低碳钢高效 TIG 焊活性剂研究 [J]. 甘肃工业大学学报, 2001, 27(4): 8-10.
- [7] Heiple C R, Roper J R, Stagner R T, et al. Surface active element effects on the shape of GTA, laser and electron beam welds [J]. Welding Research Supplement, 1983, (3): 72-77.