

表 1 焊接参数

焊接电流 I/A	焊接速度 $v/(mm \cdot min^{-1})$	气流量 $Q/(L \cdot min^{-1})$	弧长 L/mm	钨极直径 d/mm
150	125	15	3	3.2

2 试验结果

2.1 焊缝表面成形

由图 2 可知,采用 FZ-TIG 焊所形成的焊缝表面成

形良好,波纹细腻均匀,余高略有增加。在有活性剂区和无活性剂区交界处,由于活性剂对熔池金属流动的阻碍,存在一个明显的半圆形区域。

2.2 焊缝熔深熔宽

由图 3 可知,与 A-TIG 焊、FB-TIG 焊比较,FZ-TIG 焊增加熔深最明显,达到传统 TIG 焊熔深的 3.3 倍,同时熔宽增加到 TIG 焊的 1.2 倍,焊缝深宽比为 0.71。

2.3 焊缝金相组织

图 4 为焊缝区金相组织。从图中可以看出, FZ-TIG

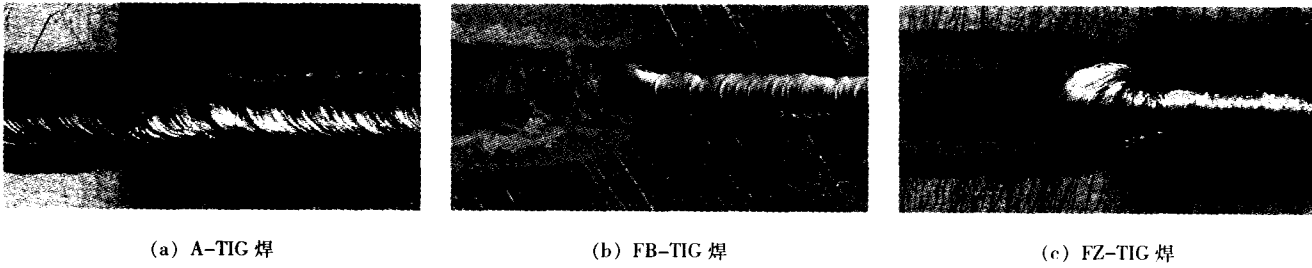


图 2 焊缝表面照片

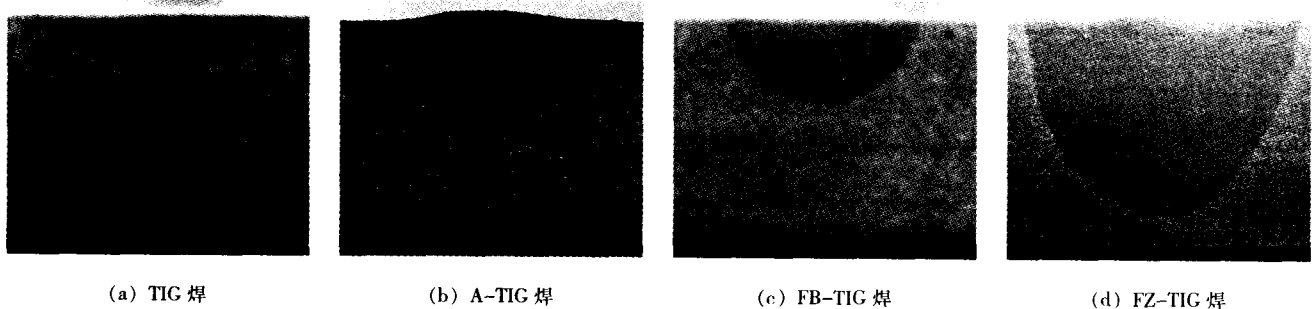


图 3 焊缝截面照片

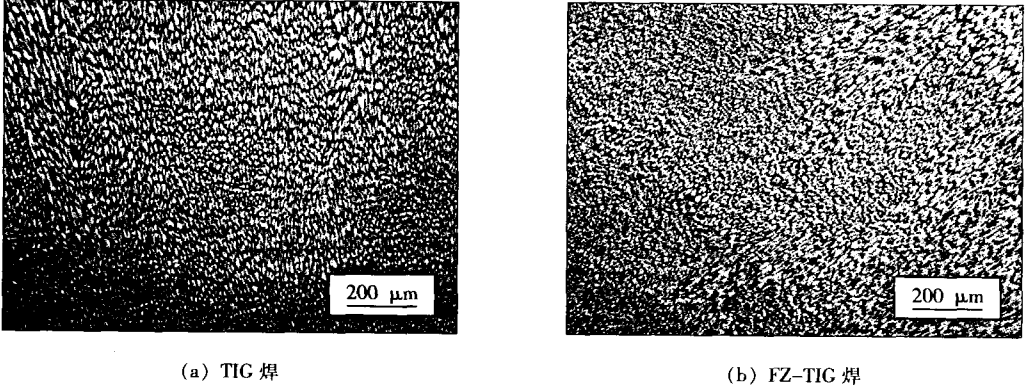


图 4 焊缝区金相组织

焊缝金相组织较 TIG 焊有所细化。

2.4 焊缝显微硬度

图 5 为焊缝显微硬度值分布。图中横坐标表示测试点距焊缝中心线的距离,纵坐标表示显微硬度值。由图可见,采用 FZ-TIG 焊的焊缝区中心区域显微硬度明显高于 TIG 焊和 FB-TIG 焊缝的显微硬度,而和 A-TIG 焊的显微硬度相近。焊缝区边缘区域,几种方法焊接成的焊缝显微硬度没有明显差异。

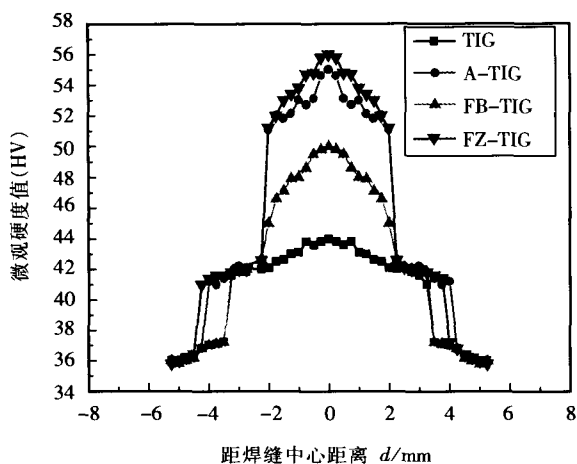


图 5 焊缝显微硬度

2.5 焊缝拉伸性能

进行了拉伸试验,拉伸速度为 5 mm/min,拉伸试验结果如表 2 所示,FZ-TIG 焊缝强度及伸长率略大于传统 TIG 焊。

表 2 拉伸力学性能

试件	屈服强度 R_{eL}/MPa	抗拉强度 R_m/MPa	断后伸长率 $A(\%)$
TIG	75.0	115.0	31
A-TIG	75.8	115.1	34
FB-TIG	73.3	114.8	30
FZ-TIG	76.7	116.5	34

3 讨论

关于活性剂增加 A-TIG 焊熔深的作用机理,目前主要有从活性剂影响电弧行为提出的电弧收缩理论和从活性剂影响焊接熔池行为提出的表面张力梯度改变理论,但还没有形成统一的认识。

在 FZ-TIG 焊接试验中,活性剂 AF108 的主要成分是低熔点卤化物。以往的试验研究表明,在铝合金的交流 A-TIG 焊中,AF108 可使熔深达到 TIG 焊的 1.8 倍,而这与活性剂粒子通过蒸发进入电弧后在电弧的高温作用下所发生的电离和复合动态平衡过程有关。由于卤化物中的 Cl 和 F 粒子具有很高的电子亲和能,在电弧外围低温区域捕捉电子形成负离子,从而使得作为载流子的电子数量减少,电弧导电通道变窄,电弧弧柱区收缩。另外,在 FZ-TIG 焊接法中,卤化物两侧涂敷的是 SiO_2 ,由于其具有高的熔沸点和电阻率,在焊接过程中形成绝缘层,从而使得电弧弧根被强制收缩在导电通道电阻较小的卤化物区域内。电弧在上述两种作用下发生强烈收缩,从而使得电弧及熔池内的 Lorentz 力增大,焊缝熔深显著增加。有关其作用机理还需进一步研究。

4 结论

(1) 针对铝合金材料,提出了一种新焊接方法——FZ-TIG 焊。该方法在传统 TIG 焊前,在待焊焊道表面中心区域涂敷低熔沸点低电阻率活性剂,在两侧区域分别涂敷高熔沸点高电阻率活性剂,然后进行正常焊接,可以同时保证焊接熔深显著增加和焊缝表面成形良好。

(2) 采用自行研制的活性剂 FZ108 进行 FZ-TIG 焊,可使焊接熔深显著增加,在相同焊接参数下,可达到传统 TIG 焊熔深的 3 倍以上,明显高于传统 TIG 焊、A-TIG 焊和 FB-TIG 焊,并且焊缝成形良好,焊缝组织细化,力学性能改善。

参考文献

- [1] 张京海,鲁晓声,余巍. 304 不锈钢氩弧焊焊剂的研制[J]. 材料开发与应用,2000,15(6):1-4.
- [2] Sire S, Marya S. New perspectives in TIG welding of aluminum through flux application FBTIG process[A]. Proc. of the 7th Symp[C]. Kobe, Japan, 2001. 113-118.
- [3] 黄勇,樊丁,樊清华. 活性剂增加铝合金交流 A-TIG 焊熔深机理研究[J]. 机械工程学报,2006,42(5):45-49.
- [4] 黄勇,樊丁,樊清华. 铝合金 FB-TIG 焊的试验研究[J]. 焊接,2004(3):10-12.

(图)

作者简介: 黄勇,1972 年出生,讲师,博士研究生,主要从事焊接电弧物理研究,共发表论文 20 篇。