

## [补充信息]

### 含微量铒元素 Al-5.5Mg-1Zn 焊丝焊接 7075 铝合金 TIG 焊缝的组织 and 性能

何柔月<sup>1,2</sup>, 黄启波<sup>1,2</sup>, 崔洪波<sup>1,2</sup>, 唐鑫<sup>1,2,✉</sup>

1 桂林理工大学材料科学与工程学院, 桂林 541004

2 桂林理工大学, 有色金属及有色材料先进制备技术教育部重点实验室, 桂林 541004

## [Supplementary Information]

### Microstructure and Properties of Tungsten Inert Gas Welded 7075 Aluminium Joints Prepared with Al-5.5Mg-1Zn Filler Containing Trace Element Er

HE Rouyue<sup>1,2</sup>, HUANG Qibo<sup>1,2</sup>, CUI Hongbo<sup>1,2</sup>, TANG Xin<sup>1,2,✉</sup>

1 School of Materials Science and Engineering, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China

2 Key Laboratory of New Processing Technology for Nonferrous Metal & Materials, Ministry of Education, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China

## 实验试剂与仪器

本实验中用到的硝酸、盐酸、氢氟酸、甲醇为分析纯, 从西陇科学股份有限公司采购; 酒精为分析纯, 从广州市金华大化学试剂有限公司采购; 99.94% (质量分数) 的高纯铝从广西百矿铝业有限公司采购; 高纯氩气 (99.999%) 从桂林市鑫宏益气体有限责任公司采购; 99.9% (质量分数) 的工业纯镁和 Al-5Er 中间合金从湖南稀土院采购; 无砷锌粒为分析纯, 从西陇化工股份有限公司采购; 熔炼用坩埚从上海东城电子材料有限公司采购; 4 mm 的 7075-T651 板材从西南铝业采购。

铸造棒材均匀化采用 KSL-1200X 型马弗炉; 焊丝轧制采用本课题组自行设计的轧尖机; 焊机实验采用松下公司生产的 YC-500WX 交流标准 TIG 焊机和 TA-1400 可编程焊接机器人; 样品切割采用 DK7732 型电火花数控切割机床; 金相样品抛光采用美国 Struers 公司生产的 LaboPol-6 自动抛光机。

表面形貌测试采用 Leica-DMi8 型光学显微镜 (OM) 和日本高新公司生产的 Hitachi S4800 型扫描电子显微镜; 能谱测试采用英国牛津公司生产的能谱仪; X 射线衍射测试采用荷兰帕纳科 (PANalytical) 公司生产的 X 射线衍射仪; 透射电镜采用日本电子生产的 JEM-2100F 场发射透射电子显微镜; 试样拉伸测试采用 SHIMADZU 公司生产的拉伸仪; 硬度测试采用 LECO AMH43 型硬度计。

## 焊丝制备过程

以纯度为 99.94% (质量分数) 的高纯铝、99.9% (质量分数) 的工业纯镁、99.99% (质量分数) 的无砷锌粒和 Al-5Er 中间合金为原料, 焊丝制备详细实验步骤为:

- (1) 将称量好的高纯铝放入电阻炉中加热熔化 (700 °C) 扒渣;
- (2) 通入高纯氩气, 然后加入无砷锌粒和工业纯镁, 手动搅拌至熔化, 然后加入 Al-5Er 中间合金, 保温 30 min;

- (3) 利用电阻炉熔炼辅助自动搅拌器进行搅拌，搅拌速度为 350~450 r/min;
- (4) 利用超声波进行超声处理，采用提前压制成片的  $C_2Cl_6$  进行除气，然后扒渣，最后升温至 750 °C 保温 10 min;
- (5) 浇注至预热到 350 °C 的钢模中得到直径为 10 mm 的棒材，然后对铸造所得到的棒材进行 470 °C /10 h 的均匀化处理;
- (6) 进行热轧 (520 °C)、冷轧，转速为 12 r/min，将轧制后的焊丝进行碱洗 (质量分数为 3% 的氢氧化钠溶液)、酸洗 (体积分数为 3% 的硝酸溶液)、酒精清洗除油处理，然后进行 350 °C 保温 3 h 的烘烤除油处理。

## 透射样品的制备

用电火花切割机将焊缝切割成厚度为 1 mm 的薄片，再用砂纸进行预减薄至 70  $\mu\text{m}$ ，穿孔为直径 3 mm，用甲醇、硝酸体积比为 7: 3 的溶液在 TenuPol-5 双喷仪上于 -40 °C 下进行电解双喷 2 min，后在 Gatan656 离子减薄仪进行最终减薄至微量穿孔，最终在真空干燥箱中保存，以备透射测试。