

铝合金扫描激光焊接

陆洋¹, 姜来合格¹, 石林¹, 高明^{1,*}

¹ 武汉光电国家研究中心 (WNLO), 华中科技大学, 武汉, 430074

*Email: mgao@mail.hust.edu.cn

铝合金作为结构轻量化设计中最重要结构材料之一, 被广泛应用于汽车、航空航天、高速列车制造等行业。但是因为特殊的物理化学特性, 铝合金高质量高精度激光焊接一直存在冶金缺陷控制难, 接头强韧性不理想的问题。要解决这一问题, 本质上需要深入了解焊接物理冶金行为。本报告基于扫描激光/激光-电弧复合焊接工艺, 介绍扫描激光条件下的物理冶金行为及其对焊缝成形、缺陷和组织性能的影响规律, 以及相关工作的最新进展。具体内容包括: 相对于横向、纵向扫描模式, 圆形扫描模式有利于提高焊接工艺稳定性, 最终获得成形质量最好, 焊缝表面缺陷最少的焊缝; 圆形扫描焊缝完全消除气孔的扫描频率阈值随着扫描振幅的增加而减小; 振荡扫描激光束扩大小孔直径并降低小孔失稳坍塌倾向, 小孔对熔池的搅拌作用促使熔池流动从层流变为湍流状态, 为小孔捕获气孔创造条件; 与复合焊接无扫描焊缝相比, 当扫描振幅 $A \geq 0.8$ mm且扫描频率 $f \geq 300$ Hz时, 焊缝宏观偏析程度降低至0.28%以下, 较无扫描焊缝降低近300%; 扫描复合焊接AA2219和AA6082铝合金, 光束振荡扫描对AA2219铝合金有更好的晶粒细化效果, 焊缝等轴晶含量达80%以上。无扫描焊接AA2219时, 必须在300 A以上大电流时才能获得最佳力学性能, 而加入光束振荡扫描后, 焊缝抗拉强度和延伸率分别达到320 MPa和6%, 比无扫描焊缝抗拉强度提高20 MPa, 延伸率提高40%, 同时焊接热输入降低10%。

关键词: 激光焊接; 激光-电弧复合焊接; 光束振荡扫描; 铝合金;

参考文献

- [1] Wang L., Liu Y., Yang C., and Gao M., Study of porosity suppression in oscillating laser-MIG hybrid welding of AA6082 aluminum alloy, *J. Mater. Process. Technol.*, **2021**, **292**, 117053.
- [2] Zhang C, Yu Y, Chen C, Zeng X., and Gao M., Suppressing porosity of a laser keyhole welded Al-6Mg alloy via beam oscillation. *J. Mater. Process. Technol.*, **2020**, **278**, 116382.
- [3] Wang L., Li X., Gao M., and Zeng X., Stabilization mechanism and weld morphological features of fiber laser-arc hybrid welding of pure copper, *J. Manuf. Process.*, **2017**, **27**, 207-213.
- [4] Wang L., Gao M., Zhang C., and Zeng X., Effect of beam oscillating pattern on weld characterization of laser welding of AA6061-T6 aluminum alloy, *Mater. Des.*, **2016**, **108**, 707-717.

*第一作者 (报告人) 联系方式: 陆洋、15827280896、yungl@hust.edu.cn