

6061 铝合金激光-MIG 复合焊接匙孔稳定性研究

李悦¹, 占小红^{1,*}, 王建峰, 赵艳秋, 马超¹南京航空航天大学材料科学与技术学院, 江苏南京, 211106

*Email: xiaohongzhan_nuaa@126.com

激光-MIG复合焊接技术兼备激光焊接与电弧焊接的优点, 具有能量密度高、效率高、桥接能力强等特点, 成为连接中等厚度铝合金结构的高效连接方法, 极具应用前景^[1]。本文开展了6 mm厚6061铝合金激光-MIG复合焊接实验, 分析了焊接接头微观组织形貌、气孔分布规律及气孔率, 并借助高速摄像系统对焊接过程中的熔滴过渡、匙孔动态行为进行了观察。同时, 建立了激光-MIG复合焊接气-液-固三相数学模型, 开展了不同工艺参数下激光-MIG复合焊接过程中熔池和匙孔动态行为研究, 并深入探究了匙孔稳定性对焊缝气孔率的影响^[2-3]。结果表明, 激光-MIG复合焊接接头气孔分布规律表现为上部和中部气孔数量较多、气孔直径较大; 焊缝下部气孔数量和直径均较小。熔滴过渡对匙孔开口大小影响显著, 在熔滴生长后期匙孔波动最为剧烈, 在熔滴与熔池接触时匙孔开口直径最小。匙孔壁和熔池表面流速最快, 熔池尾部受Marangoni环流和表面张力的共同作用向后延伸。熔滴过渡过程中匙孔形态的变化主要体现在匙孔后壁受熔滴的挤压导致匙孔形貌发生改变, 从而影响匙孔稳定性。匙孔的深度变化大致分为三个阶段, 即线性增长阶段、振荡增长阶段和稳态波动阶段。

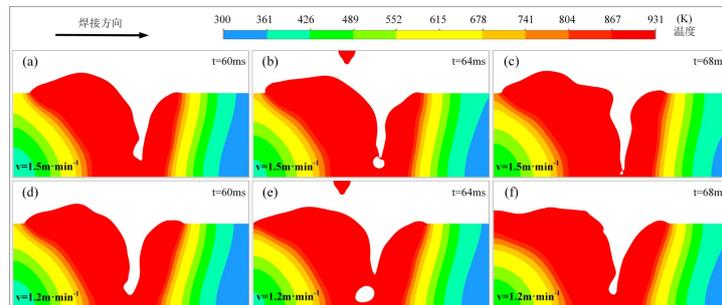


Fig. 1 Simulation results of temperature field in keyhole evolution process under different welding current.

关键词: 激光-MIG复合焊接; 匙孔稳定性; 气孔率; 熔池流动; 熔滴过渡

参考文献

- [1] Xiaohong Zhan*, Yanqiu Zhao, Zemin Liu, Qiyu Gao, Hengcheng Bu. Microstructure and porosity characteristics of 5A06 aluminum alloy joints using laser-MIG hybrid welding, *J. MANUF. PROCESS.*, **35**: 437-445 (2018).
- [2] Yue Li, Yanqiu Zhao, Xudong Zhou, Xiaohong Zhan*. Effect of droplet transition on the dynamic behavior of the keyhole during 6061 aluminum alloy laser-MIG hybrid welding, *INT. J. ADV. MANUF. TECH.*, **119**: 897-909 (2022).
- [3] Leilei Wang*, Yanqiu Zhao, Yue Li, Xiaohong Zhan. Droplet Transfer Induced Keyhole Fluctuation and Its Influence Regulation on Porosity Rate during Hybrid Laser Arc Welding of Aluminum Alloys, *Metals*, **11**:1510 (2021).

*第一作者 (报告人) 联系方式: 李悦、18234893685、liyue_nuaa@163.com