

AZ31B 镁合金光纤激光焊接焊缝成形机理与性能研究

张明军¹, 李雄¹, 李晨希¹, 吴杰¹, 吴乐峰¹, 毛聪¹, 胡永乐¹

机械装备高性能智能制造关键技术湖南省重点实验室, 长沙理工大学, 湖南 长沙, 410114

*Email: mj_zhang@csust.edu.cn

针对镁合金激光焊接焊缝成形和接头性能差的问题, 提出了可调环形光斑光纤激光焊接、功率调制激光焊接、激光清洗+激光焊接三种工艺方法。研究了中心光束激光功率占比、激光功率调制参数和激光清洗预处理对AZ31B镁合金焊缝宏观成形、显微组织和力学性能的影响规律。结果表明: 与单一激光焊接相比, 镁合金可调环形光斑光纤激光焊接可以改善焊缝成形, 但存在严格的中心光束和环光束功率配比要求; 当中心光束激光功率占比为55%时, 焊接小孔开口较大且轮廓清晰, 熔池上表面波动平稳, 焊缝气孔率低; 环形光束的加入可以改善镁合金激光焊接头的延伸率, 且在优化工艺参数下可以得到抗拉强度较好的焊缝接头。与恒功率激光焊接相比, 功率调制激光焊接对表面塌陷和飞溅有一定的改善作用, 但是对气孔抑制效果不明显且工艺窗口很窄。采用功率调制和可调环形光斑激光复合作用时, 中心光束正弦功率调制对镁合金环形光斑激光焊接焊缝表面成形具有极佳的改善作用, 焊缝表面鱼鳞纹细小且均匀, 气孔少, 工艺窗口宽。中心光束功率调制可以减小焊缝熔合线附近胞状晶区宽度和焊缝中心的等轴晶大小。优化参数下接头抗拉强度最大为233 MPa, 约为母材的82.3%, 延伸率为9.5%, 约为母材的76%。纳秒脉冲激光清洗可以有效去除镁合金表面的氧化膜, 且试件表面形成细密的微结构特征。与未处理和钢刷打磨处理相比, 焊前激光清洗的焊缝表面鱼鳞纹均匀细小, 接头显微组织沿板厚方向分布均匀, 气孔和裂纹等缺陷少。焊前激光清洗可以显著提升镁合金激光焊接接头伸长率。

关键词: 镁合金; 激光焊接; 可调环形光斑光纤激光; 功率调制; 焊缝成形; 力学性能

参考文献

- [1] 张明军, 吴乐峰, 毛聪, 等. AZ31B镁合金可调环形光斑光纤激光焊接试验研究[J]. 中国激光, 2021, 49(22): 1-14.
- [2] Mingjun Zhang, Jie Wu, Cong Mao, et al. Impact of power modulation on weld appearance and mechanical properties during laser welding of AZ31B magnesium alloy. Optics & Laser Technology (under review).
- [3] 张明军, 李雄, 李河清, 等. 纳秒脉冲激光清洗对AZ31B镁合金光纤激光焊接质量的影响[J]. 汽车工程 (已录用).

*第一作者(报告人)联系方式: 张明军、15574344807、Email: mj_zhang@csust.edu.cn