

交变磁场辅助铝钢激光熔钎焊成形机理及组织性能调控研究

闫飞

武汉理工大学

摘要:

本文采用填充焊料并辅助外加磁场方法对铝钢异种材料进行激光熔钎焊接技术研究。借助光学显微镜、扫描电子显微镜、X射线衍射仪等仪器研究铝钢接头表面成形、润湿铺展性、界面的微观结构、显微组织以及力学性能，并探讨铝钢界面的反应机理。结果发现，磁场频率为 150 Hz 时，焊缝成形质量最佳，铺展角为 48.3° ，界面层宽度为 3.37 mm。随着磁场频率增加，钢侧界面结构由带状向锯齿状转变，而界面层的厚度不均匀可能与激光热源自身的特性有关。填充焊料中 Zn 元素不仅提高钢表面的液态金属的润湿铺展性，还促使钢侧界面形成 η -Al₅Fe₂Zn_{0.4} 相和 δ -FeZn₁₀ 相。这些析出相具有良好的延性，能够降低焊缝中热裂纹的敏感性，并增强界面的结合行为。而铝侧由于 Al 基体的溶蚀和安培力的调控，形成细小的柱状组织和等轴晶组织。界面的冶金行为主要分为三个阶段：溶质的迁移、强化相的形核与长大。磁场对熔池的驱动力可以有效地调控析出相的大小与分布，有效地提高铝钢接头的界面性能。与未加入磁场相比，其承载能力提高到 126%，接头伸长率提升到 144%。