

激光熔覆合金表面的激光抛光熔池动力学仿真及工艺研究

赵爽¹, 王度^{1,*}, 于明杰¹

¹武汉大学 工业科学研究所, 武汉, 430074

*Email: wangdu@whu.edu.cn

摘要: 激光熔覆技术在表面强化、修复等方面应用广泛, 但仅通过优化工艺参数提高零件表面质量, 尤其是表面粗糙度, 效果不理想, 仍需对熔覆件表面进行抛光处理。激光抛光作为一种新兴的表面处理技术, 为降低微细尺度精密零件的表面粗糙度提供了一种经济有效的解决方案。本研究以激光熔覆的合金表面为研究对象, 通过有限元仿真技术建立了基于温升、传热、相变、微流动等多物理场二维动态数值模型对动态激光抛光过程中熔池的流动行为进行模拟仿真, 并设计实验对激光抛光工艺参数, 包括激光功率密度、扫描间距、扫描速度以及扫描次数, 进行规律探索。结果表明, 在熔池的形成-流动-平滑-振荡-凝固的过程中, 熔池流动行为变化与功率密度密切相关, 每个功率密度下有且仅有一个时间点使得熔池表面最光滑, 这个时间被定义为熔池流动平滑时间尺度。为获得抛光后的最优表面, 不同激光功率密度对应不同扫描速度。实验结果表明, 多次快速扫描后的表面粗糙度要远远小于慢速单次扫描的粗糙度, 通过优化抛光工艺参数将原始表面的粗糙度为Sa为20 μm以上抛光至Sa=0.242 μm, 表面粗糙度下降98%以上。本研究为激光抛光高表面粗糙度的样品提供了方案参考。

关键词: 激光熔覆; 激光抛光; 熔池; 表面粗糙度; 多次抛光

参考文献

- [1] Wang D., Fei F., Liu M., Tan T., Li H., and Li Y., Top-Hat and Gaussian Laser Beam Smoothing of Ground Fused Silica Surface, *Optics & Laser Technology*, 127, 106141 (2020).
- [2] Zhao S., Wang D., Liu J., Yu M., Yan R., Cui E., Liu S., and Lei C., "Analysis of Molten Pool Dynamics and Surface Smoothing Time Scale in Laser Polishing Alloy Materials." *Optics & Laser Technology*, 161, 109183 (2023).