

## 激光金属增材制造显微组织演变的基础研究

肖文甲<sup>1,2</sup>, 许宇翔<sup>2</sup>, 宋立军<sup>2,\*</sup><sup>1</sup>佛山科学技术学院机电工程与自动化学院, 广东佛山, 528225<sup>2</sup>湖南大学智能激光制造湖南省重点实验室, 湖南长沙, 410082

\*Email: ljsong@hnu.edu.cn

激光增材制造技术因具有柔性高、周期短、成形不受材料及形状限制等特点, 极适合复杂整体高性能金属构件的直接成形与修复, 被广泛应用于航空航天、航海、核电、汽车等高端制造业领域。激光增材制造过程涉及激光束-金属粉末-基材的耦合, 它们的耦合关系直接决定了熔池状态, 进而影响熔覆层的显微组织演变和构件质量。本工作采用实验与模拟相结合的方法开展了激光增材制造过程中熔池的热质传输行为和显微组织演变的机理研究, 厘清激光金属增材制造物理、化学、冶金过程。在模拟中, 考虑了光-粉-基材耦合、对流、辐射、潜热、蒸发等作用及粉末输送、熔池内熔体流动等宏观物理过程, 基于有限元和定量相场法构建了激光金属增材制造过程的宏-微观多尺度数学模型。研究了熔池中枝晶生长的规律, 枝晶间 Nb 元素的偏析以及熔池横、纵截面的晶粒演化过程。熔池内凝固组织的形成过程与温度梯度、凝固速率、和晶体取向等凝固条件密切相关。研究结果发展了增材制造显微组织演变的多尺度模拟方法, 丰富了非平衡快速凝固理论, 为金属增材制造形性调控提供理论依据与技术支撑。

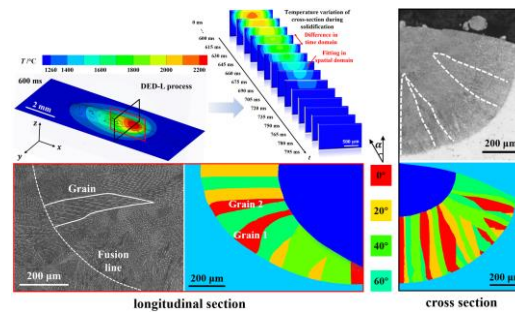


Fig. 1 Figure title in English

关键词: 激光增材制造; 熔池热质传输; 显微组织演化; 组织调控; 多尺度建模

## 参考文献

- [1] Wenjia Xiao, Simeng Li, Cunshan Wang, Yan Shi, J. Mazumder, Hui Xing, Lijun Song. Multi-scale simulation of dendrite growth for direct energy deposition of nickel-based superalloys, Materials and Design, 2019, 164: 107553.
- [2] Wenjia Xiao, Yuxiang Xu, Hui Xiao, Simeng Li, Lijun Song. Investigation of the Nb element segregation for laser additive manufacturing of nickel-based superalloys, International Journal of Heat and Mass Transfer, 2021, 180: 121800.
- [3] 肖文甲, 许宇翔, 宋立军, 面向增材制造的熔池凝固组织演变的相场研究, 力学学报, 2021, 53(12): 3254-3264.
- [4] Xingbo. Liu, Wenjia Xiao, Lijun. Song, Hui Xiao. Solidification structure and aging response of laser additive manufactured Inconel 718, Applied Physics A, 2022 128(6): 516.

\*第一作者(报告人)联系方式: 肖文甲, 15274850010, hnxwj@hnu.edu.cn