

## 微尺度激光粉末床融合成形 316L 不锈钢组织与性能研究

韦怡<sup>1,2</sup> 陈根余<sup>\*1,2</sup> 周云龙<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082

<sup>2</sup>湖南大学 激光研究所, 长沙 410082

\*Email: hdgychen@163.com

**摘要:** 微尺度激光粉末床融合 ( $\mu$ -LPBF) 增材制造技术因其焦斑直径小、粉末细和铺粉层厚小而具有成形精度高、力学性能优异等特点, 在复杂精细化微金属零件制造方面具有巨大的潜力。研究和分析  $\mu$ -LPBF 成形 316L 不锈钢单道的表面形貌和几何特征。为了获得最佳试样致密度, 采用正交试验法和响应曲面试验法对  $\mu$ -LPBF 的工艺参数进行优化。研究最佳致密度试样光学显微图 (OM)、表面粗糙度、显微组织和力学性能的影响, 以及热处理对显微组织和力学性能的影响。此外, 研究焦斑直径与粉末粒径对试样致密度、OM、表面粗糙度、显微组织和力学性能的影响, 并验证  $\mu$ -LPBF 在成形微零件的优势。结果表明: 激光功率和扫描速度对单道的连续性有显著影响, 熔池宽度 ( $55\pm 5$ ) $\mu\text{m}$ , 成形精度高; 确定激光功率-扫描速度的工艺窗口分为为不连续区、连续不稳定区、连续稳定区和过熔不稳定区; 利用正交试验法和响应曲面试验法确定最佳工艺参数, 并通过方差分析获得致密度回归方程; 微熔池非平衡快速凝固与非线性 Marangoni 相互耦合作用, 试样中存在六角胞、伸长胞和条状胞亚晶粒组织。 $\mu$ -LPBF 中较大温度梯度和凝固速度致使晶粒细化。热处理后, 偏析化合物溶解和残余应力消除使晶粒细化, 组织均匀, 力学性能较好。拉伸端口韧窝分布均匀, 呈等轴韧窝形貌。

**关键词:** 微尺度激光粉末床融合; 316L 不锈钢; 工艺优化; 微观组织; 力学性能

### 参考文献

- [1] Wei Y, Chen G, Li W, et al. Micro selective laser melting of SS316L: Single Tracks, Defects, microstructures and Thermal/Mechanical properties[J]. Optics & Laser Technology, 2022, 145(9-12):107469.
- [2] Wei Y, Chen G, Li W, et al. Process optimization of micro selective laser melting and comparison of different laser diameter for forming different powder[J]. Optics & Laser Technology, 2022, 150:107953.

\*第一作者 (报告人) 联系方式: 韦怡, 17673047968, hndxywei@163.com.  
(申请参加优秀学生报告评选)