

## CFRP 纳秒紫外激光交错扫描策略高质量切孔研究

李文元<sup>1</sup>, 荣佑民<sup>1,\*</sup>, 黄禹<sup>1</sup>, 陈龙<sup>1</sup>, 陈兴华<sup>1</sup>, 张国军<sup>1</sup><sup>1</sup>华中科技大学机械科学与工程学院, 湖北武汉, 430074

\*Email: rym@hust.edu.cn

碳纤维复合材料 (CFRP) 具有比强度/比模量高、抗疲劳性和耐腐蚀性能优异等特点, 是航空航天领域应用广泛的构件用先进材料。激光加工具有无接触、高峰值功率、窄脉宽等优势, 是 CFRP 复合材料加工的有效方法。但受限于材料各向异性及碳纤维、树脂两相热物性差异巨大, 切割过程存在热影响区等不同热损伤, 严重削弱材料力学性能。在采用自上向下多层同心圆填充扫描工艺实现 CFRP 短脉冲激光切孔的前提下, 基于默认顺序扫描模式 (SSM), 提出了一种改变扫描次序的交错扫描模式 (ISM), 并结合纳秒紫外激光钻孔改善碳纤维增强聚合物 (CFRP) 板的表面质量。分析了 CFRP 纳秒紫外激光作用下材料去除机理及热影响区等损伤形成机制。设计全因子试验, 对比分析了两种不同扫描模式下切割表面质量。与 SSM 相比, ISMs 因增大相邻轨迹扫描间隔, 降低了轨迹间热累积效应, 从而整体平均 HAZ 宽度减少了 25.85%。与默认 SSM 相比, ISM 的最佳参数组合下 HAZ 宽度 (39.81 $\mu\text{m}$  至 17.91 $\mu\text{m}$ ) 和孔锥度 (0.138 至 0.067) 分别降低 55.01% 和 51.48%。同时, ISM 对热影响区及其附近区域的损伤程度更小, 微表面缺陷也更少。

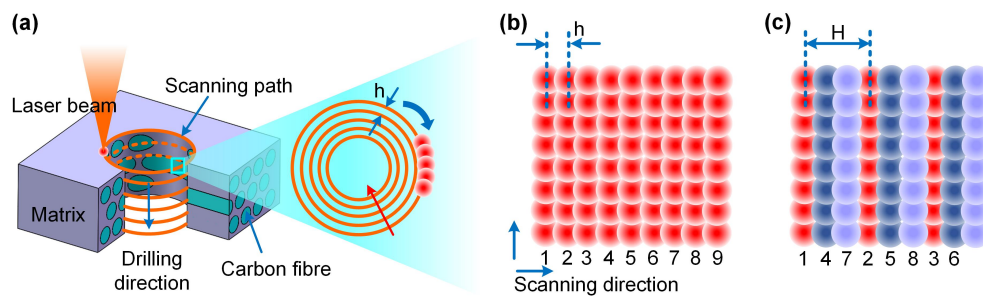


Fig. 1 Schematic description of the nanosecond UV laser cutting process: (a) laser drilling method; (b) sequential scanning mode; and (c) interlaced scanning mode ( $H/h=3$ )

**关键词:** 碳纤维复合材料; 激光切孔; 交错扫描; 热影响区; 锥度

## 参考文献

- [1] Li W., Zhang G., Huang Y., Rong Y., UV laser high-quality drilling of CFRP plate with a new interlaced scanning mode, *Composite Structures*, 273, 114258, (2021).
- [2] Li W., Huang Y., Chen X., Zhang G., Rong Y., Lu Y., Study on laser drilling induced defects of CFRP plates with different scanning modes based on multi-pass strategy, *Optics and Laser Technology*, 144, 107400, (2021).
- [3] Li W., Huang Y., Chen L., Chen X., Zhang G., Rong Y., Effect of anisotropy on the quality of laser cutting corner of CFRP plate, *Journal of Manufacturing Science and Engineering-Transactions of the ASME*, 144(11), 111003, (2022).
- [4] Li W., Zhang G., Huang Y., Rong Y., Drilling of CFRP plates with adjustable pulse duration fiber laser, *Materials and Manufacturing Processes*, 36(11), 1256-1263, (2021).



2022

第十五届全国激光加工学术会

15<sup>th</sup> National Conference on Laser Process

2022年10月 | 武汉

[5] Chen X<sup>1</sup>, Li W<sup>1</sup>, Rong Y., Zhang G., Chen L., Huang Y., Dimethicone-assisted laser cutting of CFRP hole, Archives of Civil and Mechanical Engineering, Revised manuscript submitted, (2022).

\*第一作者（报告人）联系方式：李文元、18534983866、liwenyuan93@126.com