

CFRP 超短脉冲激光制孔“碗底现象”成型机理研究

陶能如^{1,2} 陈根余^{*1,2} 肖铮铭^{1,2}

¹湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082

²湖南大学 激光研究所, 长沙 410082

*Email: hdgychen@163.com

摘要: 碳纤维增强树脂基复合材料 (CFRP) 具有比强度高、抗疲劳性能好等优良力学性能, 已在航空、航天、汽车等领域得到广泛应用。采用超短脉冲激光制备 CFRP 孔可以获得高的加工表面质量, 但通常会产生孔锥度。鉴于此, 构建了超短皮秒脉冲激光制备 CFRP 孔的锥度成型理论模型, 发现脉冲激光制备 CFRP 孔时存在孔锥度的“碗底现象”, 即成型孔的横截面锥度存在突变, 锥度曲线像碗截面型线。对“碗底现象”的成形过程及成型机理展开了分析。研究表明超短脉冲激光制孔锥度的“碗底现象”成型过程可以分为三个阶段: 锥度初始成型阶段 (阶段 I)、锥度累积阶段 (阶段 II) 和碗底成型阶段 (阶段 III)。其中, 孔锥度的初始成型机理主要是激光束高斯能量分布不均性导致材料去除的不一致; 孔锥度的累积主要归因于入射激光束被上层斜面遮挡导致聚焦光斑面积扩展以及上层斜面的锥度变化导致投影面积的扩展; 碗底成型过程是被遮挡的激光束对孔成型锥度进行二次加工修正的过程; 提高入射激光通量可有效减小“碗底现象”。进一步地, 对“碗底现象”关联的激光制孔效率和热影响区展开工艺试验研究, 为后续减小激光制孔锥度、提高制孔效率提供了理论依据。

关键词: 碳纤维增强树脂基复合材料; 皮秒脉冲激光制孔; 孔锥度; 热影响区; 制孔效率

参考文献

[1] Tao N R, Chen G Y, Yu T Y, et al. Dual-beam laser drilling process for thick carbon fiber reinforced plastic composites plates. *Journal of Materials Processing Technology*, 2020, 281:116590.

*第一作者 (报告人) 联系方式: 陶能如, 13975880780, taonengru_2006@126.com.