

高强钢表面硬质海洋生物污损纳秒脉冲激光清洗去除机理研究

毕思源¹, 雷正龙^{1,*}, 王晨¹

¹ 哈尔滨工业大学 先进焊接与连接国家重点实验室, 哈尔滨, 150001

*Email: leizhenglong@hit.edu.cn

关键词: 激光清洗; 海洋生物污损; 高强钢; 脱附机制; 光谱检测; 声信号检测

金属材料在海洋环境下服役时表面会产生海洋生物污损, 严重影响材料的服役寿命, 必须对其进行定期清理, 而传统的化学与机械去除方法存在清洗效率低、质量差、污染严重等问题。激光除漆由于具有环保、高效等优势, 近年来在该领域取得了比较广泛的关注。围绕高强钢表面海洋生物污损绿色清洗去除的迫切需求, 以30Cr3高强钢表面的硬质海洋生物污损为清洗对象, 采用纳秒脉冲激光进行清洗, 对比分析了不同激光能量密度下的清洗质量, 并对激光清洗过程的脱附行为与光-声信号特征进行了分析, 总结了纳秒脉冲激光清洗高强钢表面硬质海洋生物污损的脱附机理。结果表明, 纳秒脉冲激光对高强钢表面硬质海洋生物污损的清洗效果随着激光能量密度的提高而增大, 采用 9.95 J/cm^2 的激光能量密度可完全清洗表面硬质海洋生物污损, 且对基材损伤较小。硬质海洋生物污损的脱附机制为逆韧致机制, 清洗过程中, 表面污损在脉冲激光作用下局部气化电离为高温等离子体, 通过逆韧致吸收效应吸收激光能量形成局部高压, 产生冲击波压缩表面, 形成表面压应力, 导致硬质海洋生物污损表面产生裂纹, 随脉冲结束, 等离子体膨胀扩散, 表面压应力释放, 硬质海洋生物污损随之以大尺寸碎片形式剥离, 且这一机制的作用效果随着激光能量密度的提高而增大。

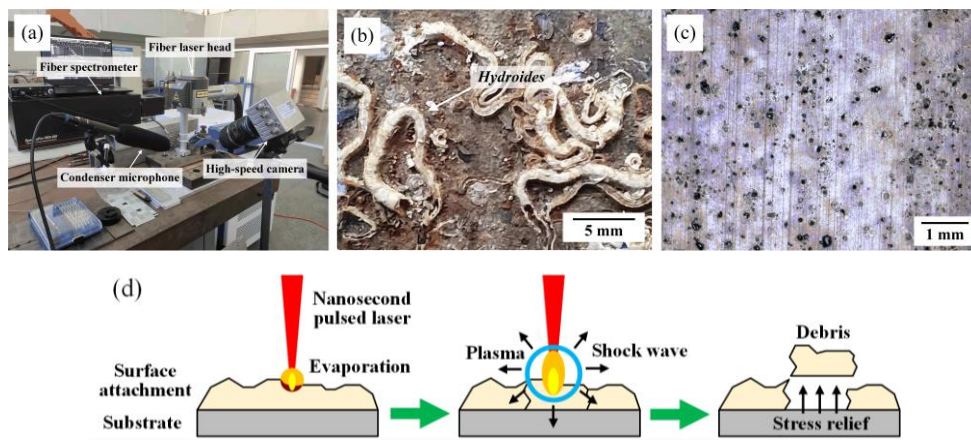


Fig. 1 Nanosecond pulsed laser cleaning of fouling of hard marine organisms: (a) Nanosecond pulsed laser cleaning system; (b) surface before cleaning; (c) surface after cleaning; (d) schematic diagram of the action principle of the inverse bremsstrahlung mechanism

参考文献

- [1] Fusetani N. Biofouling and antifouling, Natural product reports. 21(2004), 94-104.
- [2] Tian Z, Feng J H, Chen X, *et al.* Hybrid laser cleaning characteristic of marine barnacles fouling attached on Al alloys[J]. Journal of Laser Applications, 2021, 33: 042036.
- [3] Tian Z, Lei Z L, Chen X, *et al.* Nanosecond pulsed fiber laser cleaning of natural marine micro biofoulings from the surface of aluminum alloy[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 244: 118724.

*第一作者(报告人)联系方式: 毕思源、18605338219、bsyzero@163.com