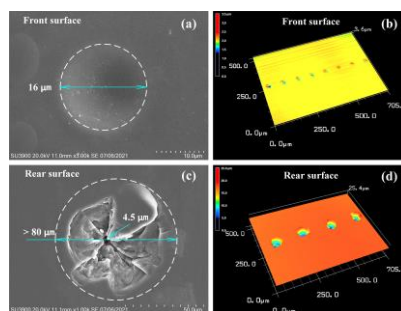


## 脉冲激光“自下而上”高速切割玻璃材料去除机制

范新虎<sup>1</sup>, 黄禹<sup>1</sup>, 李文元<sup>1</sup>, 陈龙<sup>1</sup>, 荣佑民<sup>1,\*</sup>,<sup>1</sup>华中科技大学机械科学与工程学院, 中国武汉, 430074\*Email: [rym@hust.edu.cn](mailto:rym@hust.edu.cn)

硅酸盐玻璃材料具有高强度、耐腐蚀、热稳定及优良的光学性能, 其产品广泛用于光伏、电子显示、医疗、航空航天等领域。硅酸盐玻璃产品的激光切割技术由于高能量、非接触、低应力等特点, 表现出比机械切割、水射流等传统方式更高的切割质量。目前, 玻璃激光切割广泛采用“自下而上”的工艺策略<sup>[1-6]</sup>, 虽然相比于“自上而下”工艺效率提升了两个数量级, 但是切割质量恶化明显。为了兼顾激光切割工艺的切割效率和质量, 研究了纳秒脉冲激光“自下而上”切割工艺的材料去除机制。结果表明, 纳秒脉冲聚焦于前表面仅产生直径接近于光斑的烧蚀坑, 而聚焦于后表面则发生微爆炸, 产生直径超过聚焦光斑直径5倍以上的不规则碎裂坑, 且碎裂坑的深度是烧蚀坑两个数量级。后表面微爆炸的产生是由于激光诱导受约束等离子体在玻璃后表面的突然喷发导致, 材料的缺陷吸收及随后发生的雪崩电离是致密等离子体产生的关键。脉冲能量决定了诱导等离子体的密度, 从而决定了后表面微爆炸引起的碎裂坑直径, 最终影响了“自下而上”的切割工艺的边缘质量。采用波长532nm, 脉冲宽度15ns的纳秒激光“自下而上”切割6mm钠钙硅酸盐玻璃, 脉冲能量0.86mJ、0.63mJ、0.57mJ、0.12mJ分别对应的前表面最大崩边为302.9 $\mu\text{m}$ 、230.6 $\mu\text{m}$ 、203.5 $\mu\text{m}$ 、69.7 $\mu\text{m}$ , 后表面最大崩边为162.5 $\mu\text{m}$ 、129.5 $\mu\text{m}$ 、109.3 $\mu\text{m}$ 、49.8 $\mu\text{m}$ 。



**Fig. 1** Surface topographies formed by single focused nanosecond pulse with energy of 0.86 mJ, (a) SEM image of front surface, (b) confocal image of front surface, (c) SEM image of rear surface, (d) confocal image of rear surface

**关键词:** 后表面聚焦; 微爆破; 缺陷吸收; 表面崩边; 纳秒激光

## 参考文献

1. Chen, C., Wang, Y., Huang, Y. & Rong, Y. Influence of helix geometric parameters on surface quality during laser cutting of photovoltaic float glass. *Optik (Stuttg)*. **220**, 164985 (2020).
2. Li, W. *et al.* Investigation of solar float glass hole cutting using 532 nm nanosecond pulsed laser. *Optik (Stuttg)*. **222**, 165457 (2020).
3. Dong, H. *et al.* 532 nm Nanosecond laser cutting solar float glass: Surface quality evaluation with different laser spot positions in field lens. *Optik (Stuttg)*. **223**, 165620 (2020).



# 第十五届全国激光加工学术会议

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

2022年10月 | 武汉

4. Dong, H., Huang, Y., Li, W., Li, J. & Rong, Y. Error analysis in 532 nm nanosecond laser cutting of solar glass. *Optik (Stuttg)*. **231**, 166451 (2021).
5. Li, W. *et al.* Analysis and comparison of laser cutting performance of solar float glass with different scanning modes. *Front. Mech. Eng.* **16**, 97–110 (2021).
6. Li, W. *et al.* Dimethicone-aided laser cutting of solar rolled glass. *Front. Mech. Eng.* **16**, 111–121 (2021).

\*第一作者（报告人）联系方式：姓名，范新虎；手机号，15198011907；邮箱，[d202080251@hust.edu.cn](mailto:d202080251@hust.edu.cn)