

基于双飞秒激光频率梳的精密绝对距离测量

肖涵¹, 孙敬华^{1,*}, 柏汉泽², 谢仲业¹¹ 东莞理工学院 电子工程与智能化学院, 广东省东莞市松山湖区大学路1号, 523808² 广东大湾区空天信息研究院, 广州市黄埔区开源大道11号, 510700

*Email: sunjh@dgut.edu.cn

激光作为光学精密测量技术的光源已经得到广泛应用。近年来从空间探索到大型装备制造等众多领域对测距技术提出兼具远距离、高速、高精度的测量需求, 传统激光测距方法已无法全面满足。光学频率梳技术作为能够连接光频段与射频段的工具, 在时域与频域上能够提供高精度的参考, 将光频梳作为测距光源能够集多种传统测量手段的优势, 成为绝对距离测量领域的新工具[1,2,3]。

本团队基于双光学频率梳测距技术, 搭建了基于掺铒光纤飞秒双光梳系统。光梳的重复频率(f_r)为155MHz, 但两光梳可以具有kHz量级的重频差(Δf_r)调节范围[4]。各光梳的平均功率约80mW。当采用12 nm滤波器限制激光脉冲的光谱时, 双光梳的重频差锁定在3.5 kHz。在此测量速率下(0.28ms测量时间)达的测距分辨率达到了8.46 μm , 在20ms的平均时间内能获得1 μm 的分辨率。随后, 我们采用1nm滤波器限制激光脉冲的光谱宽度, 这使得在无频率混叠的情况下双光梳系统的重频差具有更大的选择范围。当重频差锁定在10kHz时, 最快更新速率(0.1ms测量时间)下测距分辨率达到4.85 μm ; 当平均时间达到3 ms时, 测距精确度达到1.00 μm ; 当平均时间达到48 ms时, 测距精确度达到78 nm。实验结果见Fig.1。

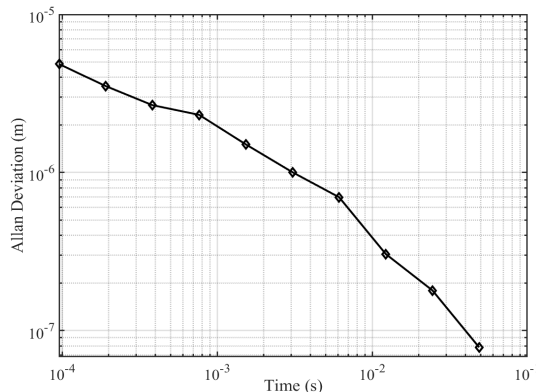


Fig. 1 Allan deviation of the distance measurement results when Δf_r is 10kHz.

关键词: 双飞秒光梳; 绝对距离测量; 飞秒激光器; 艾伦偏差

参考文献

- [1] Ye J. Absolute measurement of a long, arbitrary distance to less than an optical fringe. *Optics Letters*, 29(10), 1153-1155 (2004).
- [2] Coddington I, Swann W C, Nenadovic L, et al. Rapid and precise absolute distance measurements at long range. *Nature Photonics*, 3(6), 351-356 (2009).
- [3] Li Y., Cai Y., Li R., et al., Large-scale absolute distance measurement with dual free-running all-polarization-maintaining femtosecond fiber lasers, *Chinese Optics Letters*, 17(9), 091202 (2019).
- [4] 容驹驹, 陈新度, 孙敬华, 等. 双光梳重复频率差异步锁定技术研究, 红外与激光工程, (2022), 网络首发: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1261.TN.20220401.1333.002.html>

*第一作者(报告人)联系方式: 肖涵、15529652687、邮箱: 1282868995@qq.com