

# 中国激光

## 高平坦大带宽 25 GHz 双光频梳源

双光频梳相干探测技术具有灵敏度高、频率分辨高和光谱覆盖范围广等优点,可以应用于痕量气体检测、空间绝对距离测量、电磁信号处理等领域。自由光谱范围具有一定差别的双光频梳光源是双光梳相干探测系统的核心组件,利用它可以巧妙地实现待测信息从光域到射频域的高精度转换。相比于锁模光频梳和克尔光频梳,电光调制光频梳的频率可调谐性强、稳定性高,但受链路总调制深度的制约,电光调制器直接产生电光调制光频梳的光谱范围较窄。2020 年 8 月,国防科技大学采用电光调制技术和非线性变频技术,成功实现了自由光谱范围

在 10~12.5 GHz 内的高平坦大带宽电光调制光频梳源。2021 年 1 月,国防科技大学通过倍增驱动微波信号频率、优化光链路设计,进一步提升光频梳光谱平坦度和梳齿功率,成功研制出高平坦大带宽 25 GHz 双光频梳源。

图 1(a)给出了国防科技大学研制的 25 GHz 双光频梳源的光路结构示意图。光频梳源以 1 台分布式反馈窄线宽激光器作为种子光源,通过光学分束器将种子光分为两路,每一路均利用 3 个相位调制器和 1 个强度调制器的串联调制产生种子光频梳。对两路驱动微波信号进行内参考锁相,两路信号频

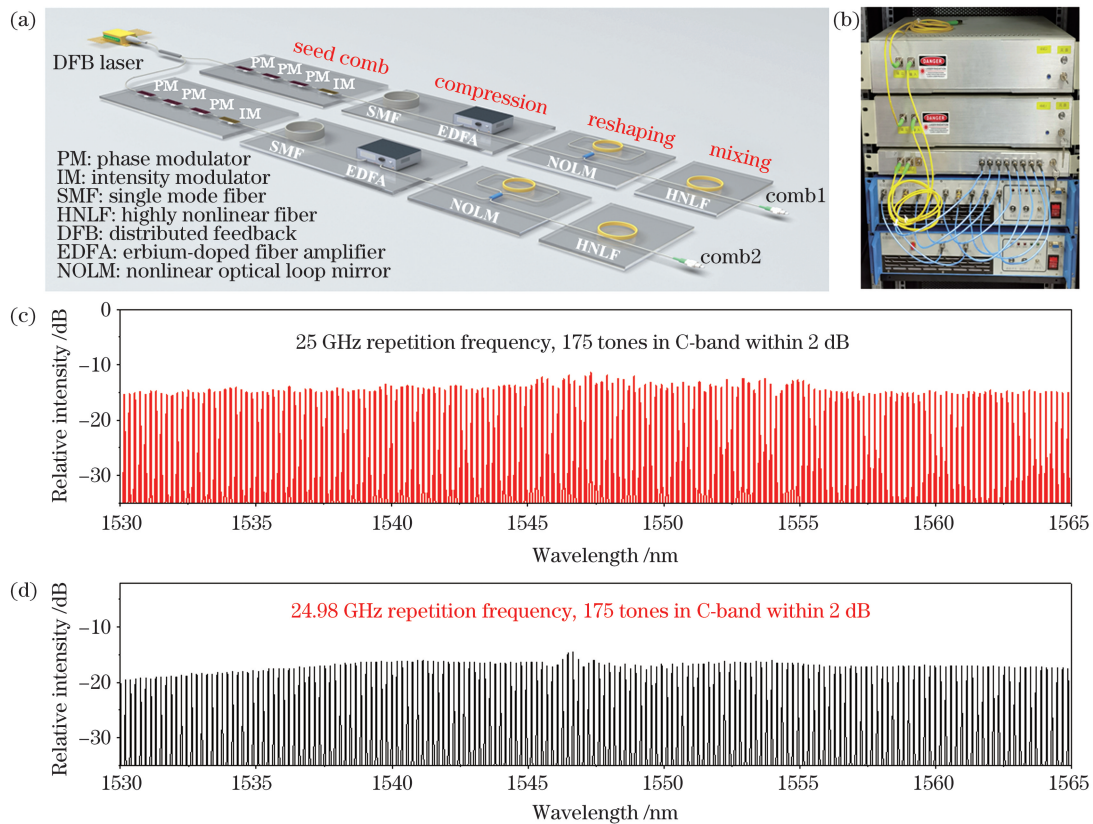


图 1 (a) 双光频梳源系统光路结构示意图; (b) 双光频梳源样机照片; (c) 25 GHz 光频梳光谱; (d) 24.98 GHz 光频梳光谱  
Fig. 1 (a) Schematic diagram of optical path of dual optical frequency comb source system; (b) photo of dual optical frequency comb source; (c) spectrum of 25 GHz optical frequency comb; (d) spectrum of 24.98 GHz optical frequency comb

率分别为 25 GHz 和 24.98 GHz。随后双光频梳种子光分别通过脉冲压缩、滤波整形、非线性变频等模块作用,最终获得了光谱范围大于 100 nm 的高平坦大带宽光频梳输出,输出功率达 430 mW,对应的单根梳齿功率接近 0 dBm。图 1(b)所示为研制的双光频梳光源样机的照片。图 1(c)、(d)给

出了双光频梳源在通信 C 波段 1530~1565 nm 范围的光谱形状,它们的光谱平坦度均在 2 dB 以内。本次研究获得的高可靠度、高性能双光频梳源的性能指标处于国内领先、国际先进水平,对团队后续开展微波光子信号处理工作具有重要支撑作用。

张馨<sup>1,3</sup>, 殷科<sup>2</sup>, 张江华<sup>2</sup>, 邓清辉<sup>1,3</sup>, 郑鑫<sup>2</sup>, 程湘爱<sup>3</sup>, 江天<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>国防科技大学前沿交叉学科学院第四学科交叉中心,北京 100020;

<sup>2</sup>军事科学院国防科技创新研究院,北京 100071;

<sup>3</sup>国防科技大学前沿交叉学科学院高能激光技术研究所,湖南 长沙 410073

\*E-mail: tjiaang@nudt.edu.cn

收稿日期: 2021-03-05; 修回日期: 2021-03-18; 录用日期: 2021-03-24