
上海微系统所在自参考太赫兹双光梳研究方面取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/22747.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

上海微系统所在自参考太赫兹双光梳研究方面取得进展

。近日，中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究员曹俊诚、黎华团队与华东师范大学教授曾和平团队合作，在高稳定自参考太赫兹双光梳方面取得研究进展。研究团队提出自参考方法，完全消除了THz双光梳共有载波噪声，同时抑制了重复频率噪声，将THz双光梳梳齿线宽由未稳频的2-3 MHz量级压缩至14.8 kHz，大幅提升了THz双光梳光源的稳定度。相关成果以Terahertz Semiconductor Dual-comb Source with Relative Offset Frequency Cancellation为题发表在《激光与光子学评论》(Laser Photonics Reviews)上，并被遴选为封面论文。

双光梳由两个重复频率略有不同的光频梳组成，通过多外差采样将光谱信息直接映射在微波波段，这种不依赖机械扫描的时间延迟结构令双光梳天然具有高速、高分辨等优势，在高精度光谱、成像、测距以及大容量高速通信方面具有重要应用。在THz波段，基于电泵浦的半导体量子级联激光器(quantum cascade laser, QCL)是实现THz光频梳与双光梳的理想载体。当前，THz QCL双光梳通常工作于自由运行模式，具有较高的相位噪声，限制其高精度应用。提高双光梳频率稳定性的主要思路是分别控制两个光频梳基础频率分量，即载波包络偏移频率和重复频率。要完全锁定THz QCL双光梳需要同时锁定四个不同频率，即两个载波包络偏移频率和两个重复频率。尽管研究团队在前期工作中将THz双光梳一根梳齿通过锁相环实现了锁定，提升了双光梳的稳定性，但是还未实现THz双光梳的完全硬件锁定，而要在实验室实现四个频率的完全锁定，将涉及复杂的硬件系统。

该工作中，研究人员提出了自参考“软锁定”方法，不采用任何硬件锁模模块，对双光梳整体信号进行操控，实现了高稳定自参考THz QCL双光梳光源。双光梳梳齿噪声来源于两个未锁定的光频梳的载波包络偏移频率和重复频率噪声，通过多外差拍频产生的双光梳的每根梳齿都享有相同的载波包络频率及噪声。通过消除共有的载波包络频率噪声，则可以显著提高每根双光梳梳齿的稳定性。研究通过窄带滤波器将双光梳的一根梳齿滤出并将其与整个双光梳信号进行混频，从而彻底消除双光梳梳齿的共有载波噪声，同时还可以抑制重复频率噪声，构造出无载波包络偏移频率的零偏双光梳，显著提高双光梳信号的长期稳定性。未稳频THz双光梳光谱在15

s的测试时间内，测得的梳齿“最大保持”线宽为2

MHz。施加自参考稳频之后测得的THz双光梳光谱，在60 s内，测得的“最大保持”线宽为14.8 kHz，比未稳频的THz双光梳梳齿线宽提升了130倍以上。研究工作提出的自参考稳频方法，不依

赖任何锁定元件，同时可方便移植于其他激光系统中，为提高光谱、成像等各种应用的稳定性提供一种简单有效的稳频方法。

[论文链接](#)

相关研究工作得到国家自然科学基金重点项目、国家优秀青年科学基金项目、中科院稳定支持基础研究领域青年团队计划、中科院“从0到1”原始创新项目、中科院科研仪器设备研制项目、上海市优秀学术带头人计划等的支持。

图1(a)自参考稳频原理。其中 f_{rep1} 和 f_{rep2} 分别是两个光频梳的重复频率，其中 f_{rep2} 通过微波注入锁定到 f_{RF} 。“彩虹”频谱表示MHz范围内的下转换双光梳信号，通过带通滤波器将其中一根梳齿滤出(虚线框)，从而采用混频实现零偏自参考双光梳。(b)未稳频THz双光梳“最大保持”频谱，测量时间为15 s。(c)自参考双光梳“最大保持”频谱，测量时间为60 s。

研究团队单位：上海微系统与信息技术研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发