长春光机所等在激光光谱气体传感研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18154.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！

光学频率梳（Optical Frequency Comb，OFC）提供了测量频率和时间的标尺，从根本上解决了光频计量问题，促进了前沿基础物理研究领域的发展。OFC在频域上表现为一系列相等频率间隔的梳状频谱线，与气体分子作用后进行频域解析，在获得宽光谱覆盖范围的同时可获得极高的光谱分辨率，为高精度光谱测量提供了新的技术手段。然而，这种技术往往依赖于高带宽光电探测器和复杂光谱解析技术，且需要相当长的激光与气体相互作用路径来提高检测灵敏度，限制了光频梳光谱在气体传感领域的应用。因此，如何通过原理上的突破，在紧凑结构下实现气体传感的宽波段、高分辨、高灵敏探测变得尤为重要。

近日，中国科学院长春光学精密机械与物理研究所应用光学国家重点实验室研究员王强团队和香港中文大学教授任伟团队，创造性地提出了双光梳光热光谱方法（DC-PTS），首次实现了基于光频梳的气体分子光热光谱测量。DC-PTS的原理如图1所示，采用双光梳光源作为泵浦光源，用其中一列光脉冲在另一列光脉冲的持续时间内等时长移动，周期性调制光脉冲。在频域内，双光梳光源的每一对梳齿的外差拍频可对气体分子吸收实现特定频率的强度调制。强度调制引起的光热效应会周期性调制介质折射率，因此当双光梳通过气体介质并被吸收时，介质折射率携有一系列的调制频率。采用光学干涉测量折射率调制并进行傅里叶变换，即可得到对应的宽波段范围内的光谱信息。

原理验证实验中，研究采用电光调制器产生了具有天然内禀互相干的双光梳泵浦激光，用一根7cm
的
反谐
振空芯光
纤构建了全光纤Fabry – Pérot干涉仪，仅用mW量级的激
光便可实现kW · cm^{-2}
量级的泵浦光强。在空芯光纤28 μm的空间尺度内，该光梳可同时以上百个不同频率对气体折射率进行调制，对0.17 μL采样体积的气体实现了ppm级的探测灵敏度和超过1THz谱宽的光热光谱测量（图2）。

研究提出的双光梳光热光谱方法具备单波长激光光谱测量的高选择性和快速响应特点。光频梳和光热光谱技术的融合使同时具备宽光谱、高分辨率、极低耗气量和高灵敏度成为可能，为分子探测提供丰富的光谱信息，针对大气监测、深空探测、海洋科学、呼气诊断等不同领域对精密气体探测的需求提供多功能的光谱气体传感技术。

相关研究成果以*Dual-comb Photothermal Spectroscopy*为题，发表在《自然-通讯》（*Nature Communications*）上。研究工作得到国家自然科学基金等的支持。香港理工大学教授靳伟团队和暨南大学教授汪滢莹团队提供关键的反谐振空芯光纤器件。

论文链接

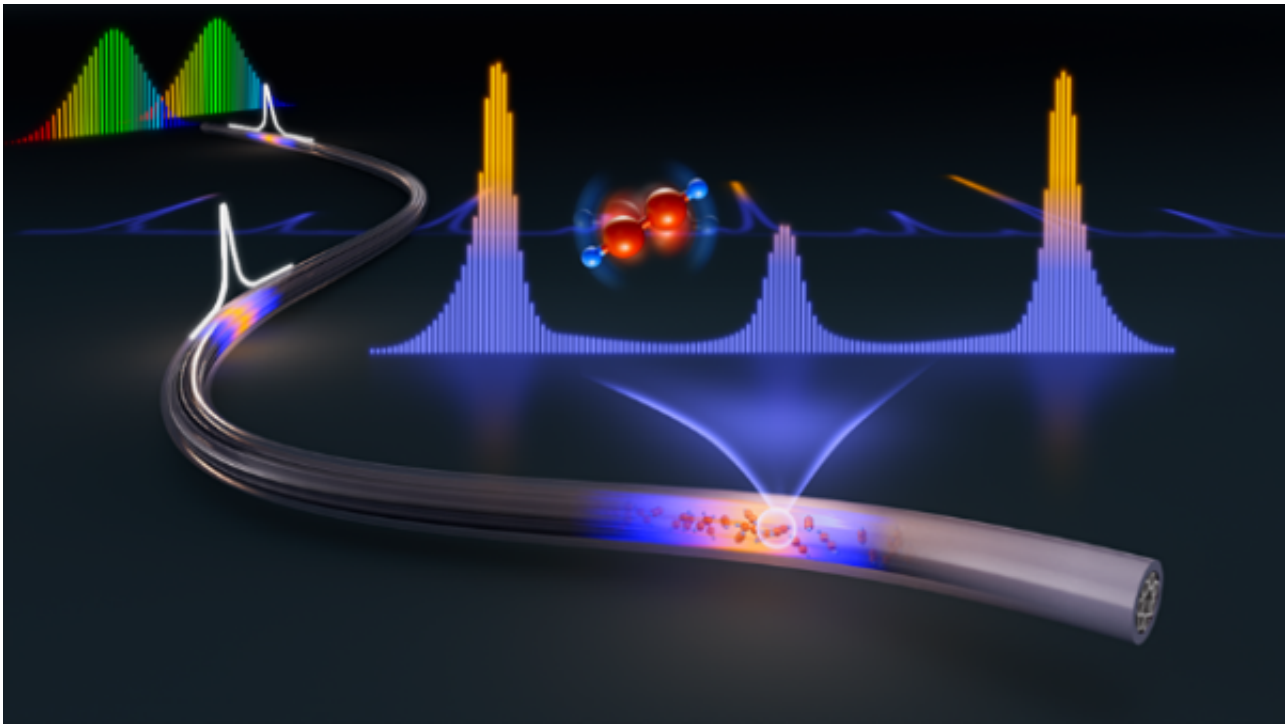


图1.双光梳光热光谱方法概念图

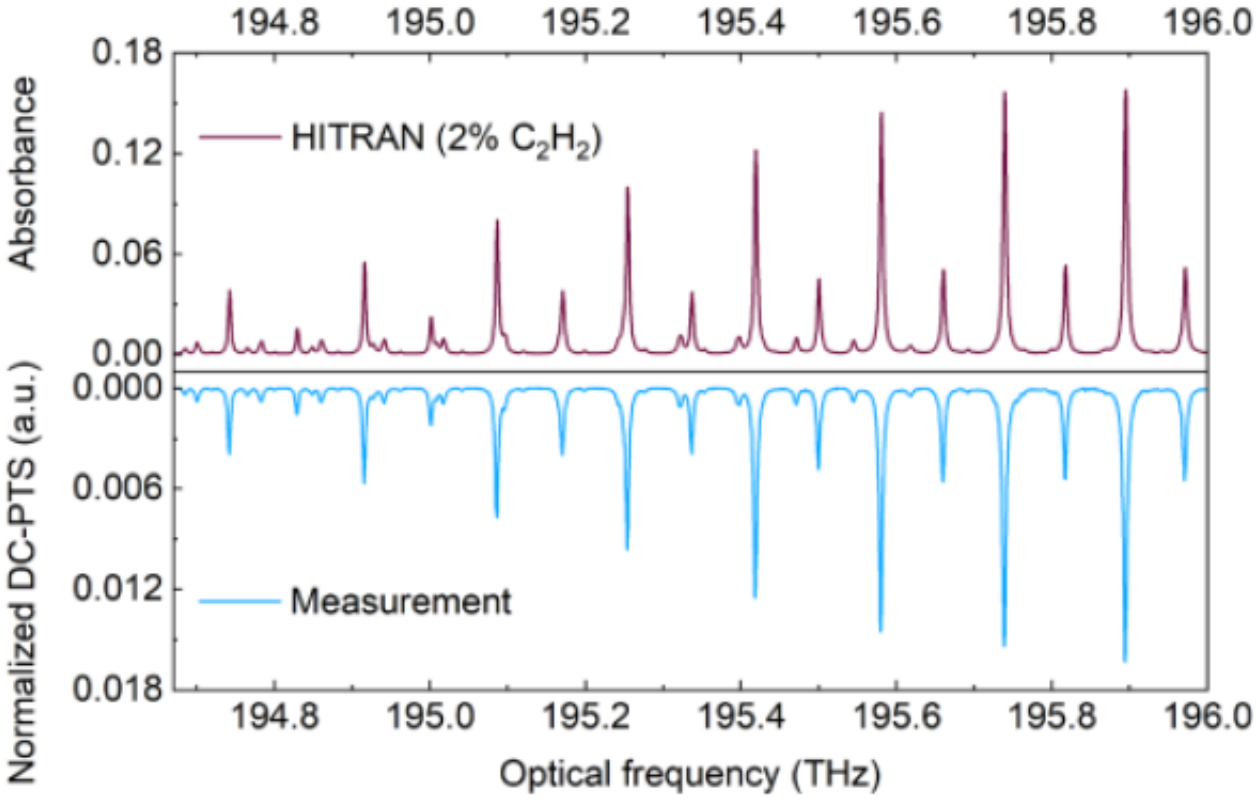


图2.乙炔气体宽波段双光梳光热光谱

研究团队单位：长春光学精密机械与物理研究所

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转发