
科研人员提出空气激光级联放大方案并实现高灵敏气体探测

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36009.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！

科研人员提出空气激光级联放大方案并实现高灵敏气体探测。

超快强光场驱动的空气激光为大气遥感、燃烧诊断等领域提供了具有潜力的探测工具。然而，空气激光的输出能量

通常局限在纳焦量级，甚至更低水平

，限制了其实际应用。

因此，如何利用毫焦耳级商用飞秒激光器产生更高能量的空气激光，是空气激光走向实际应用需攻克的核心问题。

近期，中国科学院上海光学精密机械研究所研究团队，提出了空气激光级联放大方案，产生了目前公开报道输出能量最高的空气激光，并发展了高灵敏、单光束相干拉曼光谱技术，展示了其在多组分气体灵敏探测方面的优势。

研究团队提出的级联放大方案，将一束800nm、5.7mJ、40fs

的激光脉冲经凹面镜在氮

气中多次聚焦，实现了单脉冲能量高达4.4 μJ的氮气离子空气激光输出

，刷新了目前公开报道

最强的空气激光纪录。其相应转化效率为 7.7×1

0^{-4} ，相较于其他

大能量激光系统产生的空气激光，转换效率

提高了3个数量级以上。

该方案克服了单次聚焦过程中，泵浦光强与增益长度难以同时优化的矛盾，可最大化利用粒子数反转，在固定泵浦能量下，实现最高能量的空气激光输出。同时，该方案将空气激光的泵浦能量阈值从3.3mJ降低到了0.9mJ

，为利用掺镱固体超快激光器甚至光纤激光器产生高重频、高通量、小型化空气激光光源提供了可能，拓展了空气激光的应用场景

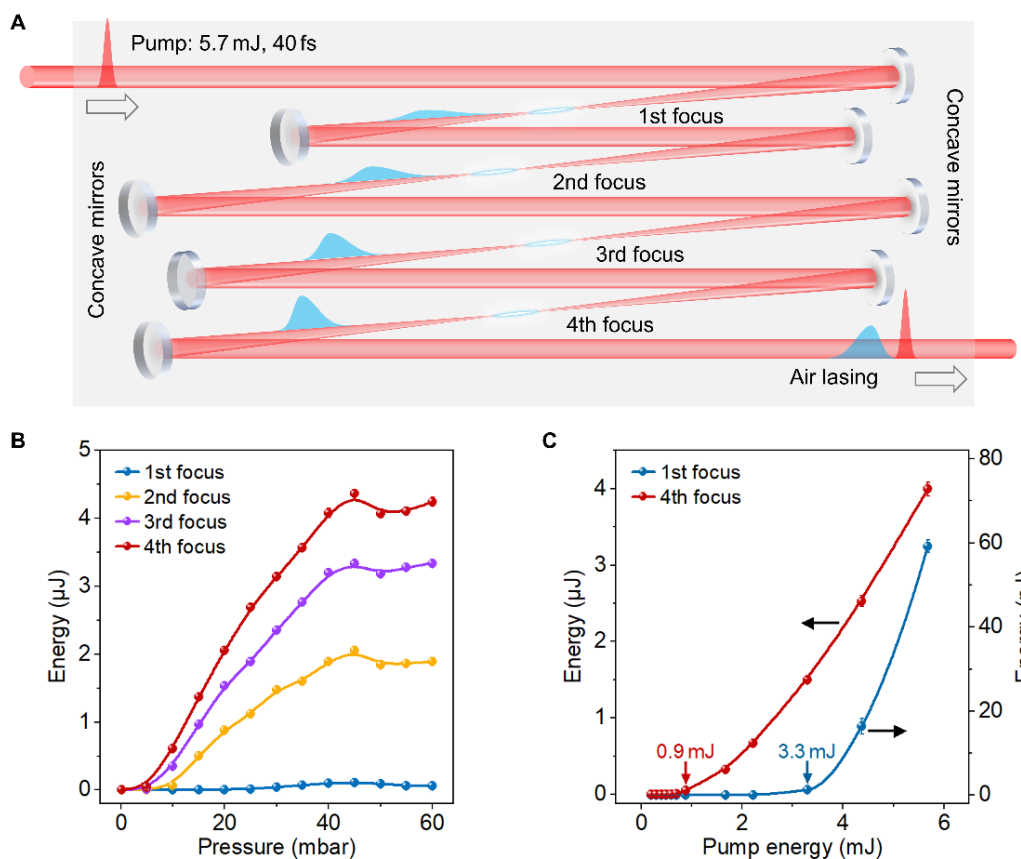
，并为构建单光束相干拉曼光谱仪提供了天然时空锁定的飞秒/皮秒双色光源。

研究团队基于四次聚焦产生的泵浦光和空气激光，进一步发展了高灵敏的单光束相干拉曼光谱技术，实现了SF₆、CO₂、O₂以及光丝中产生的O₃等多种分子同时探测，且SF₆气体最小探测浓度达到30ppm水平。

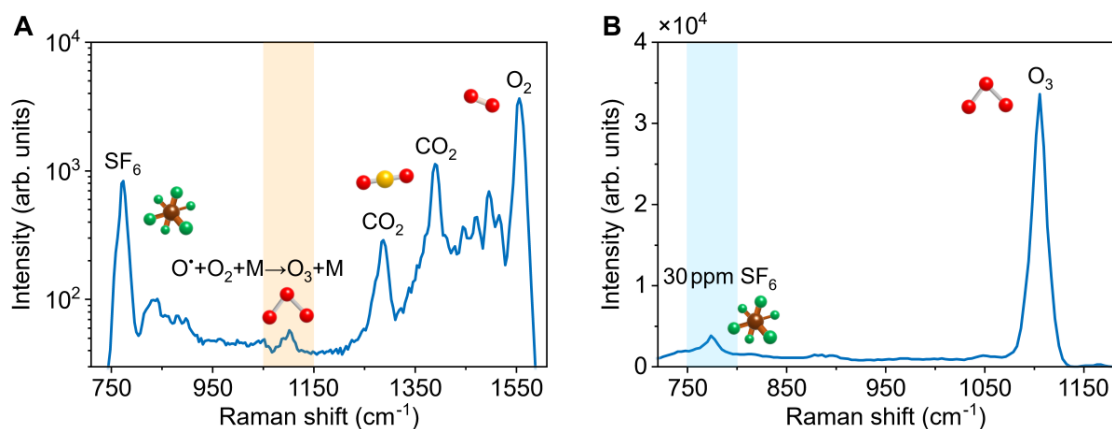
该研究利用级联放大方案，突破了空气激光输出能量、转换效率及泵浦阈值的多重限制，同步实现了泵浦激光光谱展宽与空气激光的脉冲压缩。同时，基于级联放大方案发展的单光束相干拉曼光谱技术，展示出ppm级高灵敏探测能力和相对优越的多组分检测优势，为大气污染溯源和极端环境燃烧诊断提供了新的技术手段。

相关研究成果发表在《科学进展》（Science Advances）上。研究工作得到国家自然科学基金委员会、中国科学院的支持。

[论文链接](#)



(A) 空气激光的级联放大方案示意图；(B) 不同聚焦次数下获得的空气激光能量随气压的变化；(C) 单次和四次聚焦情况下，在40 mbar氮气中获得的空气激光能量随泵浦能量的变化



基于级联放大方案发展的单光束相干拉曼光谱技术在多组分、高灵敏气体检测中的应用展示

研究团队单位：上海光学精密机械研究所

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