
太赫兹混沌研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36696.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！

太赫兹混沌研究取得进展。

近日，中国科学院上海微系统与信息技术研究所研究团队等，在太赫兹（THz）量子级联激光器（QCL）混沌领域取得进展。

团队在无需外部光学反馈或光注入等复杂扰动条件下，仅通过单一电流调控实现并验证了自由运行THz

QCL的混沌产生，并构建了基于Maxwell-Bloch方程的完整模型与基于复Ginzburg-Landau

方程的简化模型，揭示了混沌形

成的物理机制源于群速度色散（GVD）与线宽增强因子（ α 因子）协同驱动的缺陷介导湍流。

团队通过调谐激光器电流，在实验中观测到模间拍频信号由单一窄线宽状态至多边带状态，最终呈现超宽线宽特征的演化过程

，并测量了对应的时域信号和相图，在实验上实现并验证了自由运行THz QCL的混沌产生。进一步，研究通过李亚普若夫指数与关联维度计算，证明了THz混沌的产生。

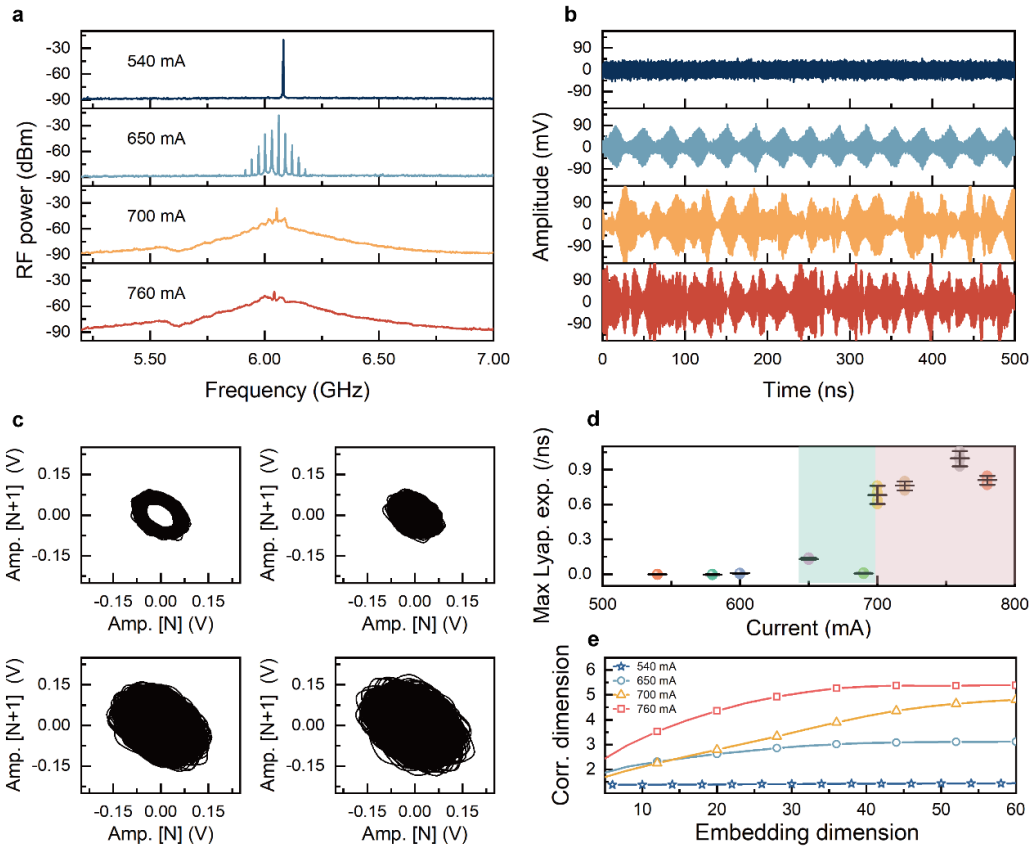
针对自由运行THz QCL的混沌产生机制，团队构建了基于Maxwell-Bloch方程的完整模型和基于复Ginzburg-Landau方程的简化模型并开展研究。结果表明， α 因子增大可使THz QCL从稳定态过渡至混沌态，而GVD的调控对混沌态频谱特性也有影响。研究进一步揭示了混沌形成的物理根源，即THz QCL以光频梳模式工作时，时域信号幅值与相位呈周期性变化；当进入混沌态时，幅值与相位均表现出强烈的随机性和不规则性。同时，幅值为零的缺陷点出现，这些缺陷点非线性系统中传播，引发更多随机相位与幅值波动，进而产生新缺陷，最终导致系统演化为高度无序的混沌态。研究指出，缺陷介导湍流是自由运行THz QCL中产生混沌行为的内在物理机制。

该研究为突破太赫兹混沌光源的关键技术瓶颈、探索自由运行多模THz QCL的内在物理机制，以及发展结构紧凑且高度可调的实用化THz混沌光源奠定了重要基础。

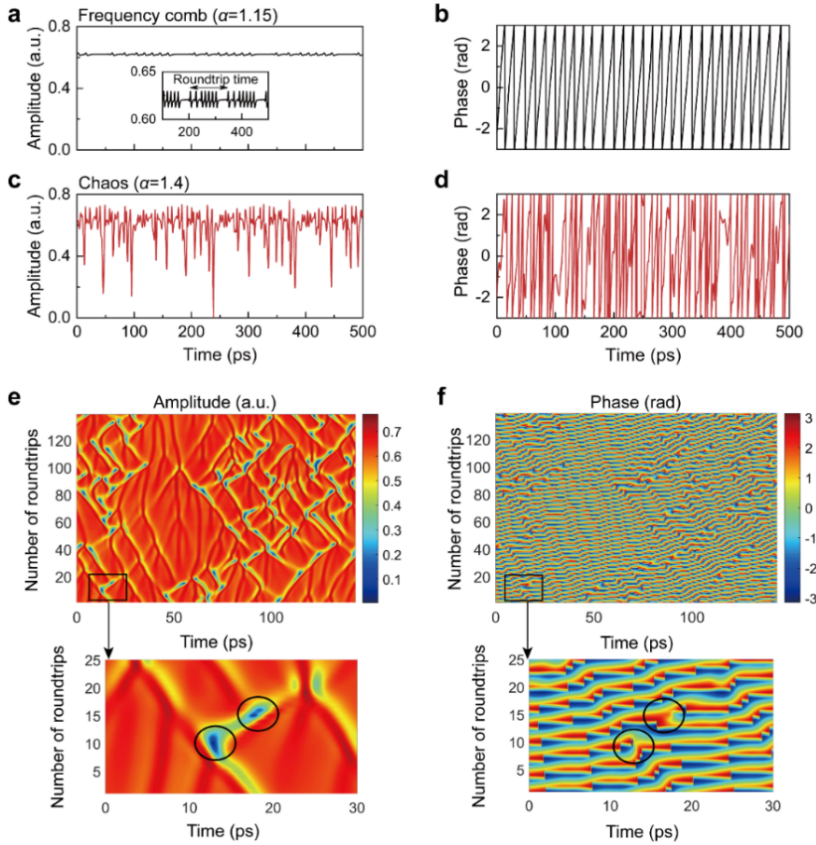
相关研究成果发表在《自然-通讯》（Nature Communications

）上。研究工作得到国家自然科学基金、科技创新2030重大项目、中国科学院“从0到1”原始创新项目等的支持。

[论文链接](#)



自由运行THz QCL混沌信号实验测量结果



THz QCL幅值和相位随时间的演化

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