
软X射线自由电子激光装置实验研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/12904.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！

近日，中国科学院上海高等研究院、上海应用物理研究所自由电子激光团队，在外种子自由电子激光研究方面取得重要进展，理论提出了一种相干能量调制的自放大机制，并基于上海软X射线自由电子激光装置（SXFEL）完成实验验证。研究表明，这一新机制可降低外种子自由电子激光对外种子激光的功率需求，解决了外种子自由电子激光通往高重复频率运行的关键问题。相关研究成果以Self-Amplification of Coherent Energy Modulation in Seeded Free-Electron Lasers为题，发表在Physical Review Letters上。

自由电子激光利用相对论电子束产生具有很高亮度的飞秒至阿秒级X射线脉冲，已成为原子分子物理、材料科学和生命科学等领域的关键工具。外种子自由电子激光利用外部种子激光对电子束团引入相干能量调制，从而产生高稳定性、全相干的自由电子激光脉冲。然而，现有运行模式对种子激光的性能需求，尤其是高峰值功率需求，是外种子自由电子激光通往高重复频率运行的瓶颈。

在该工作中，研究人员提出利用电子束团的自调制来放大初始的相干能量调制，从而将外部种子激光的峰值功率需求放松1-2个量级。同时，利用上海软X射线自由电子激光装置已经具备的硬件条件，演示了对种子激光峰值功率需求10-25倍的放松。实验中，266纳米种子激光仅引入了1.8倍切片能散的能量调制，通过自放大，实现了单级HGHG在种子激光的7次谐波放大出光，两级级联HGHG在种子激光的30次谐波放大出光。这是目前国际上“工作谐波/激光调制”效率最高的外种子自由电子激光放大结果。该研究为兆赫兹级重复频率的外种子自由电子激光铺平了道路，有望为时间分辨谱学和极紫外光刻等技术带来新的突破。

自放大机制在SXFEL的实验运行，对当前及未来自由电子激光等大科学装置的发展，具有重要的实际意义并产生深远的影响。目前，European XFEL、LCLS-II、SHINE等超导加速器驱动的高重复频率自由电子激光装置正在先后建设并投入运行。自放大机制可成为连续波超导加速器驱动的下一代外种子型光源的标准模式，此外，相干能量调制的自放大机制在提升外种子自由电子激光稳定性、增强群聚因子、拓展工作波长及超快脉冲产生等方面具有重要的潜在应用前景。

上海应物所博士研究生颜佳伟为论文第一作者，上海高研院研究员邓海啸、赵振堂为论文共同通讯作者。研究工作得到国家重点研发计划项目、国家自然科学基金重点项目、中科院和上海市的支持。

[论文链接](#)

研究团队单位：上海高等研究院

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](http://www.iikx.com)转发