
上海高研院在全相干自由电子激光研究方面取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19427.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！

中国科学院上海高等研究院自由电子激光团队在全相干自由电子激光研究方面取得进展，基于上海软X射线自由电子激光装置成功验证了由我国自主提出的回声谐波级联自由电子激光新机制，并获得了具有优异性能的软X射线相干辐射。近日，相关研究成果以Coherent and ultra-short soft X-ray pulses from echo-enabled harmonic cascade free-electron lasers为题发表在Optica上。

X射线自由电子激光是国际上最先进的光源大科学装置之一。目前国际上绝大部分X射线自由电子激光都是基于自放大自发辐射机制（SASE），SASE具有极高的峰值亮度和飞秒级超短脉宽等优异性能，但SASE由噪声起振，其辐射脉冲的相干性和稳定性不高，还不是X射线波段的“激光”。国际自由电子激光领域最重要的发展方向之一就是产生具备常规激光品质的全相干X射线辐射，其重要途径就是采用外种子型自由电子激光运行机制。外种子型自由电子激光的辐射继承了种子激光的特性，具备全相干、相位可控和与外部泵浦激光精确同步等优异特性。然而，受到种子激光波长和脉宽的限制，外种子型自由电子激光的短波长覆盖范围和脉冲长度调节范围有限。为进一步拓展外种子型自由电子激光的短波长覆盖范围，国际上近些年正在大力发展回声谐波产生等新型自由电子激光运行模式。

外种子型自由电子激光是我国发展高增益自由电子激光的主要技术路线之一，目前我国全部四台高增益自由电子激光装置都采用了外种子运行模式。基于上海深紫外自由电子激光装置和上海软X射线自由电子激光装置，科学家已先后实现了国际上首个回声型自由电子激光出光放大和首个极紫外波段回声型自由电子激光饱和放大。为进一步将外种子型自由电子激光向短波长推进，研究团队自主提出了回声谐波级联的全相干自由电子激光新机制，这一机制被上海软X射线自由电子激光装置作为基本方案采用，并完成了从原理验证到软X射线波段出光放大的全过程。研究结果表明，与传统外种子型运行机制相比，这一新机制具有十分优异的光谱特性，通过采用研究人员自主发展的超快X射线脉冲诊断技术（<https://doi.org/10.1016/j.fmre.2022.01.027>），进一步验证了这一新机制在脉冲长度控制和超快脉冲产生方面的优越性能。相关研究成果为产生亚纳米波段的全相干自由电子激光提供了切实可行的技术路线，并将为X射线非线性光学和超快物理化学等领域提供理想的研究工具。

目前，意大利FERMI-FEL装置和瑞士SwissFEL装置均提出了采用这一新机制进一步提升其辐射性能的计划。相关研究工作得到国家重点研发计划项目、国家优秀青年基金项目、国家自然科学基金面上项目和上海市人才计划项目的支持。

[论文链接](#)

回声谐波级联自由电子激光具有优异的光谱性能：左图为常规级联模式，右图为回声谐波级联模式

采用回声谐波级联可实现X射线脉冲长度调节和超快脉冲产生

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