
软X射线自由电子激光装置实现水窗波段放大出光

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/13864.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，我国首台X射线自由电子激光用户装置——上海软X射线自由电子激光装置（简称SXFEL）调试工作连续取得突破性进展，先后在5.6纳米、3.5纳米、2.4纳米和2.0纳米波长实现自由电子激光放大出光，实现了“水窗”波段全覆盖，并在3.5纳米实现饱和，输出峰值功率超过500MW，X射线贯通光束线传输到达实验站。该进展表明我国在软X射线自由电子激光研制方面已步入国际先进行列。

“水窗”是指波长在2.3纳米到4.4纳米范围的软X射线波段，在此波段内，水对X射线是透明的，但其他构成生命的重要元素，例如碳等仍会与X射线相互作用，因而水窗波段的X射线可用于活体生物细胞显微成像等，具有十分重要的科学应用价值。在水窗波段，自由电子激光的峰值亮度比同步辐射高十亿倍以上，且同时具备横向和纵向相干性，能够为物理、生物、化学等学科提供革命性的研究工具。

SXFEL装置是我国第一台X射线相干光源，将与上海同步辐射光源、硬X射线自由电子激光装置和超强超短激光装置等一起在浦东张江构建具有全球影响力的光子科学设施集群和光子科学研究中心。整个装置的研制分为试验装置和用户装置两个阶段进行，其最终目标是建成波长覆盖水窗波段的高亮度软X射线自由电子激光光源，并为首批5个实验站供光。SXFEL试验装置已于2020年11月通过国家验收，SXFEL用户装置于2021年1月完成了基于试验装置的升级改造和总体集成。SXFEL装置包括1台光阴极注入器驱动的高性能C波段电子直线加速器、2台束团压缩器、2条50米长的波荡器线、两条光束线以及5个实验站。电子束最大能量为1.5GeV，发射度为 $1.5\mu\text{m}\cdot\text{rad}$ ，峰值流强超过800A，束团电荷量超过500pC。SXFEL团队于3月完成了直线加速器的调试，之后以国际少有的速度相继实现了5.6纳米、3.5纳米、2.4纳米和2.0纳米自由电子激光的出光放大，输出性能优异。此外，经过昼夜不停的紧张调试，自由电子激光已贯通整个光束线并到达实验站。在目前调试工作的基础上，SXFEL团队正在进一步优化装置参数和性能，将在年内全面实现装置性能达标，为我国光子科学研究和应用提供前所未有的高时间分辨率和高空间分辨率利器。

图1.5.6纳米（左图）和2.0纳米（右图）自由电子激光光斑

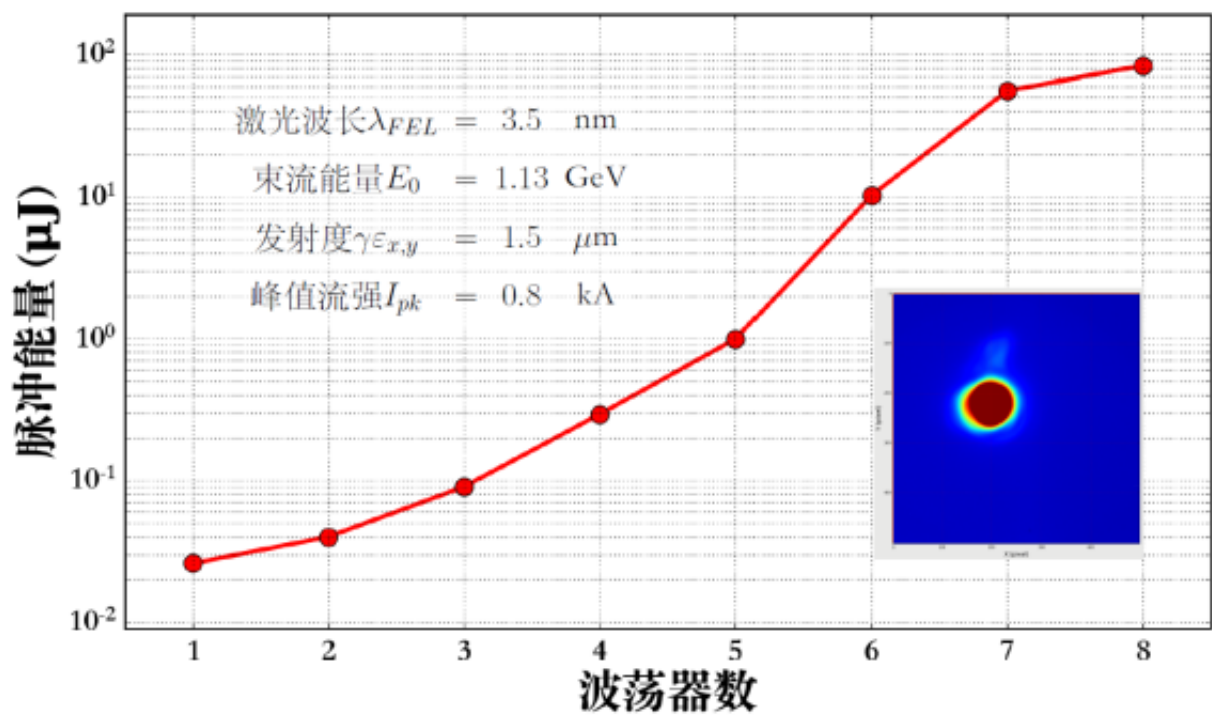


图2.3.5纳米自由电子激光饱和增益曲线、光斑和主要参数

图3.上海软X射线自由电子激光用户装置



图4.直线加速器隧道



图5.波荡器大厅

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](https://www.iikx.com)转发