
X射线自由电子激光振荡器研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14718.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！

上海光源科学中心自由电子激光团队在X射线自由电子激光振荡器研究方面取得重要进展，理论提出了一种产生涡旋X光的方法。研究表明，仅仅通过增益失谐的调节，X射线自由电子激光振荡器的输出就可以从传统的高斯光变为涡旋光。7月17日，相关研究成果以Generating X-rays with orbital angular momentum in a free-electron laser oscillator为题，以研究快报的形式，发表在Optica上。

涡旋光是特殊性质的光，其产生、调控和探测是光学领域的研究热点。涡旋光已应用于数据传输、操纵微观粒子运动和精密测量等领域。涡旋光的产生通常需要螺旋相位板或全息光栅等难以加工的光学器件，非常不易，尤其是X射线涡旋光的产生是亟待解决的关键问题。自由电子激光是一种基于粒子加速器的先进光源，可以产生高亮度，短脉冲的X射线，涡旋光与自由电子激光结合有望为光子科学提供新的机遇。当前，自由电子激光产生涡旋X光的方案需要螺旋波荡器，且要工作在调制激光的高次谐波上，也不易实现。

为了解决这一问题，研究人员提出了一种在X射线自由电子激光振荡器中产生全相干涡旋光的方法。该方法无须光学转换元件和螺旋波荡器，仅仅利用了增益失谐来控制高阶横向模式的增益，从而在传统X射线自由电子激光振荡器中自然地产生涡旋光。基于上海硬X射线自由电子激光装置的模拟结果显示，该方法能在1兆赫兹重复频率下产生单个脉冲能量为100微焦的涡旋X光束。这是目前全相干涡旋X光的唯一产生方案，对于进一步拓展X射线自由电子激光振荡器研究、开发新的实验方法有重要意义。

2008年，X射线自由电子激光振荡器概念提出以来，上海光源中心自由电子激光团队已在X射线自由电子激光振荡器研究方面取得进展：提出了X射线自由电子激光振荡器的谐波运行模式（Physical Review Letters, 108, 034802），在该模式下，中等能量电子束团可以驱动X射线自由电子激光振荡器，降低了对电子束能量的要求（2012年）；提出了增益光导型X射线自由电子激光振荡器（Applied Physics Letters, 113, 061106），在没有聚焦元件状态下，增益自聚焦效应可以维持X射线自由电子激光振荡器的横向模式，而输出效率和稳定性不受影响（2018年）。

研究工作得到国家自然科学基金重点项目、国家重点研发计划、中科院和上海市的支持。

[论文链接](#)

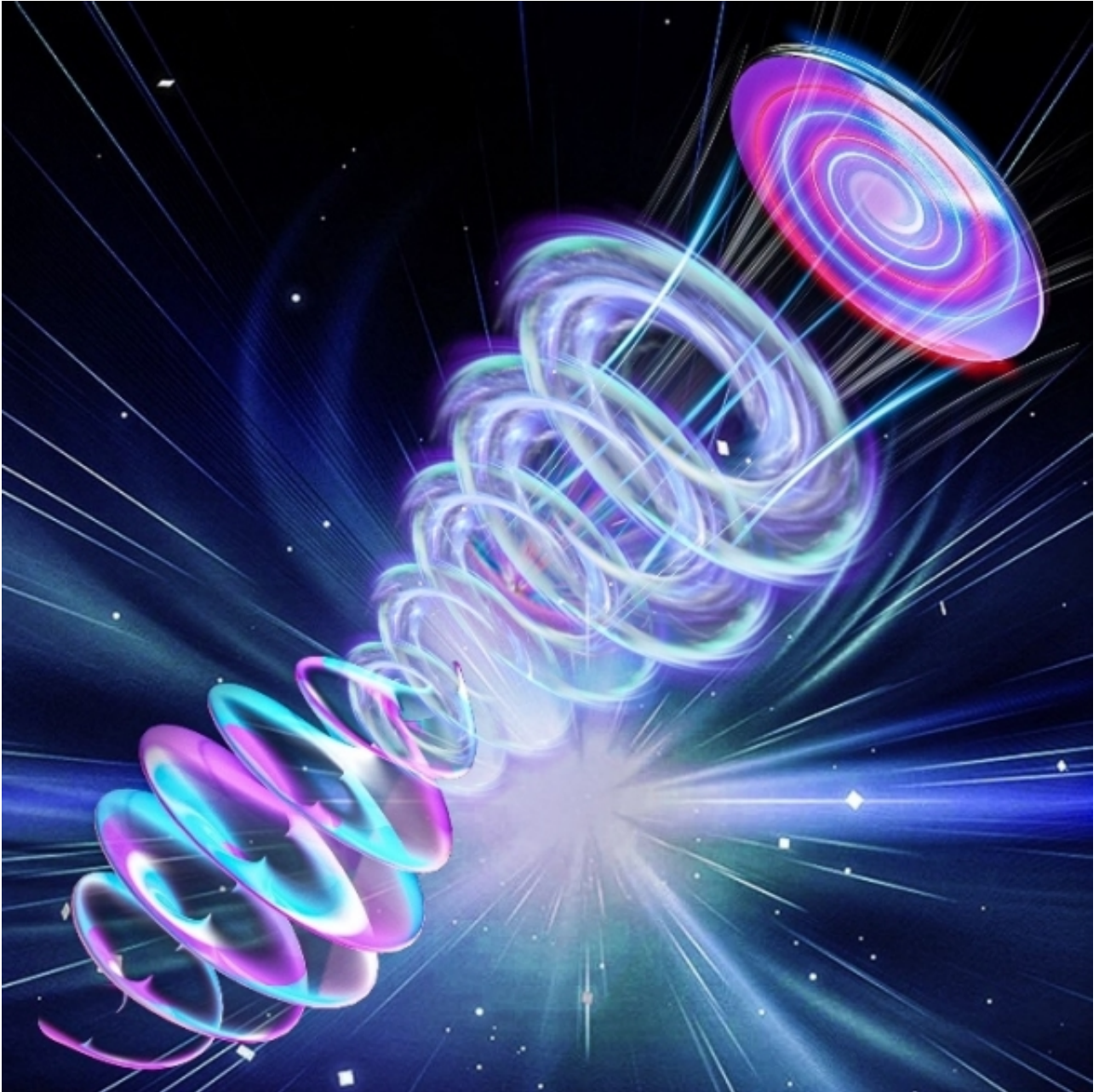


图1.X射线自由电子激光振荡器产生全相干涡旋X光示意图

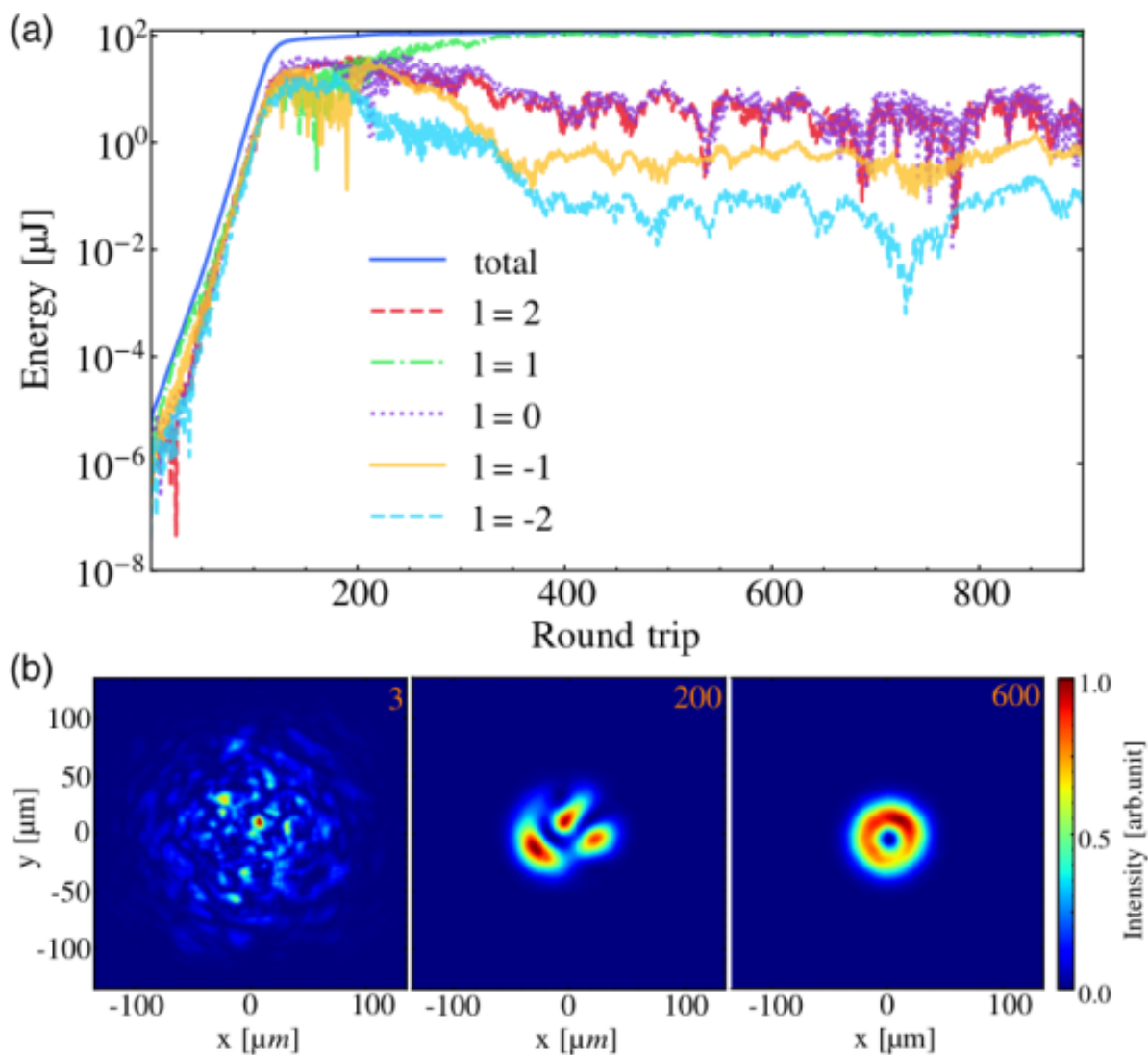


图2.X射线自由电子激光振荡器中横向模式的演化

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