阿秒X射线脉冲产生机制研究获进展br

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/33479.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！

阿秒X射线脉冲产生机制研究获进展br
。阿秒光源作为研究量子系统亚飞秒尺度电子动力学的关键工具，面临实现高强度孤立X射线脉冲的挑战。X射线自由电子激光（XFEL）能够产生超短超强的激光脉冲，是基于电子直线加速器的先进光源。增强型自放大自发辐射是FEL中产生超短脉冲的主流方法，该方法通过增强电子束的局部峰值流强来产生阿秒量级的超快X射线。为实现阿秒X射线与外部泵浦激光精确同步，理想方案是采用超快激光对电子束进行调制，但这一方案的主要问题是调制激光会在主峰旁边产生多个小峰，严重降低阿秒脉冲的信噪比。

针对上述问题，中国科学院上海高等研究院研究员冯超团队联合上海光学精密机械研究所副研究员黄志远团队，提出利用气压梯度空芯光纤良好的宽谱传输能力与可调控的色散/非线性特性，将多周期中红外激光压缩至亚周期尺度，并利用该亚周期激光调制电子束来获得孤立的电流尖峰，且在波荡器中实现高信噪比孤立阿秒FEL脉冲的产生。同时，该亚周期激光与阿秒FEL自然同步，为阿秒泵浦-探测提供理想的工具。

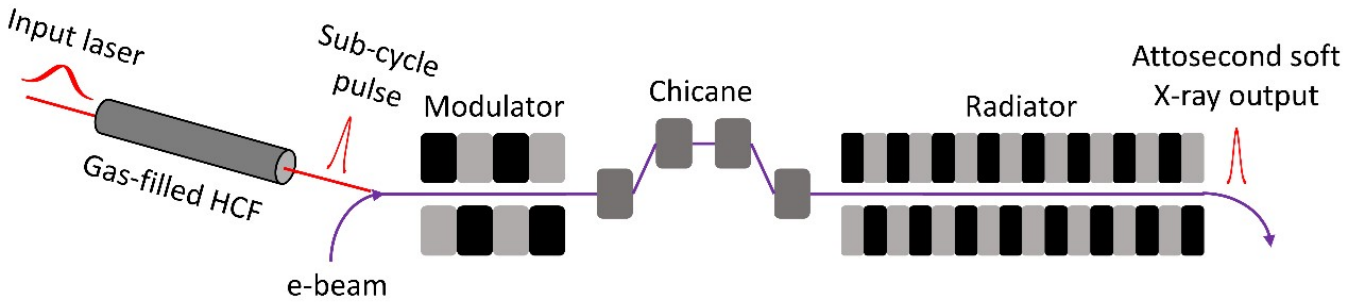
研究发现，气压梯度空芯光纤
核心优势在于通过精确选择气体介质与优化气压梯度，可实现非线性与色散特性的灵活调控。基于孤子自压缩效应，激光脉冲在波导反常色散与自相位调制的协同作用下可实现高效压缩。模拟结果表明，采用气压梯度空芯光纤可将中心波长4μm、脉冲能量640μJ、脉冲长度40fs的输入脉冲压缩至5.7fs（约0.4个光周期）。

同时，研究显示，气压梯度空芯光纤产生的亚周期激光与FEL中电子束发生相互作用，使电子束产生近乎单周期的能量调制，进而产生单尖峰的电流调制。进一步，该电子束被传输到FEL放大器中，最终辐射输出高强度、高信噪比的孤立X射线脉冲，其中心波长为1nm，脉宽约580as，峰值功率达30GW。这种高强度超短脉冲可为价电子动力学探测、光电发射延迟测量以及量子隧穿时间表征等前沿科学研究提供新工具。

该研究实现了空芯光纤产生的超强亚周期脉冲与阿秒FEL脉冲自然的时间同步性，可基于X射线自由电子激光大科学装置构建高精度红外激光泵浦-
阿秒X射线探测实验平台，并有望应用于超快科学领域。

近期，相关研究成果以*Isolated attosecond free-electron laser based on a sub-cycle driver from hollow capillary fibers*为题，发表在《超快科学》（*Ultrafast Science*）上。研究工作得到国家自然科学基金委员会和中国科学院的支持。

论文链接



方案布局示意图

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转发