



中国科学院西安光机所在阿秒高时空分辨成像研究取得新进展

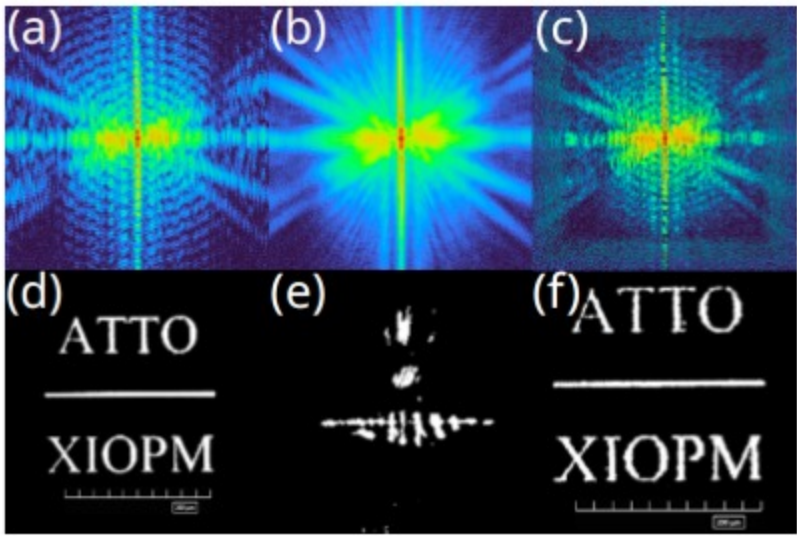
发布时间：2024-10-11 | 来源： | [【大】](#) [【中】](#) [【小】](#) | [【打印】](#) [【关闭】](#)



近日，中国科学院西安光机所阿秒科学与技术研究中心在阿秒高时空分辨成像研究方面取得新进展，研究成果发表于国际高水平学术期刊*Photonics Research*（IF：7.254）。论文第一作者为中国科学院西安光机所特别研究助理李博洋，通信作者为王虎山副研究员和付玉喜研究员。



阿秒光源具有超短脉冲宽度、短波长、高相干性、高精度同步控制等特点，在超快成像领域应用潜力极高。尤其是当阿秒光源达到“水窗”波段，在此波段内，氧、氢原子对该波段的X射线的吸收较弱，因此水对其相对透明，而碳、氮等组成生物体的基本元素则对该波段X射线的吸收非常强，因而可实现高对比度的生物样品成像，有望推动高时空分辨生物活细胞的研究。然而，受时间-能量不确定关系约束，阿秒脉冲兼具极高的时间分辨与超宽的光谱，而后者会在成像系统中造成大量的色差，例如高次谐波产生的孤立阿秒脉冲，其脉宽可达50 as左右，典型带宽可达 $\Delta\lambda/\lambda_0 = 100\%$ 以上（其中 $\Delta\lambda$ 表示光谱的全宽， λ_0 表示中心波长）。同时，阿秒脉冲通常在极紫外/软X射线波段，缺少用于反射、聚焦、分束、合束等的高质量光学器件，这给成像系统带来了诸多限制。因此要实现阿秒成像技术，既要克服短波段成像的困难，还要解决超宽带光谱中不同光谱成分之间的干扰，是困扰当前国内外研究的一大难题。



图（a）（d）窄带光相干衍射成像；（b）（e）宽带光衍射图样直接反演结果；
（c）（f）团队提出的单色化方法实现的宽带光相干衍射成像

研究团队提出了一种高效的基于傅里叶变换模式映射的梯度单色化方法，可以对复色/宽谱的衍射图进行处理，获得高质量的单色衍射图，进而采用传统的相干衍射成像方法实现高分辨成像（如图所示）。该方法极大拓展了成像光源的适用带宽，支持使用光谱带宽达到140%的光源进行单发成像，并将计算时间压缩到了秒级。同时，该方法还支持跨越多个倍频程的梳状光谱，可实现光通量更高的高次谐波光源（阿秒脉冲串）的成像应用。此外，基于该衍射成像技术，研究团队还提出了一种无光栅、无透镜的光谱测量方法，降低了极紫外/X射线波段的阿秒脉冲光谱的测量难度。研究成果迈出突破阿秒高时空分辨成像的关键一步，为“先进阿秒激光设施”成像终端提供了重要技术支撑，有望推动阿秒光源在激光精密加工、生物医药、半导体等领域的应用发展。

研究工作得到了国家重点研发计划-政府间国际科技创新合作专项、中国科学院稳定支持基础研究领域青年团队计划、中国科学院国际伙伴计划、中国科学院重大科技基础设施预研、陕西省自然科学基金基础研究计划等项目的支持。

[论文链接](#)

（阿秒中心、“先进阿秒激光设施”工程办联合供稿）

