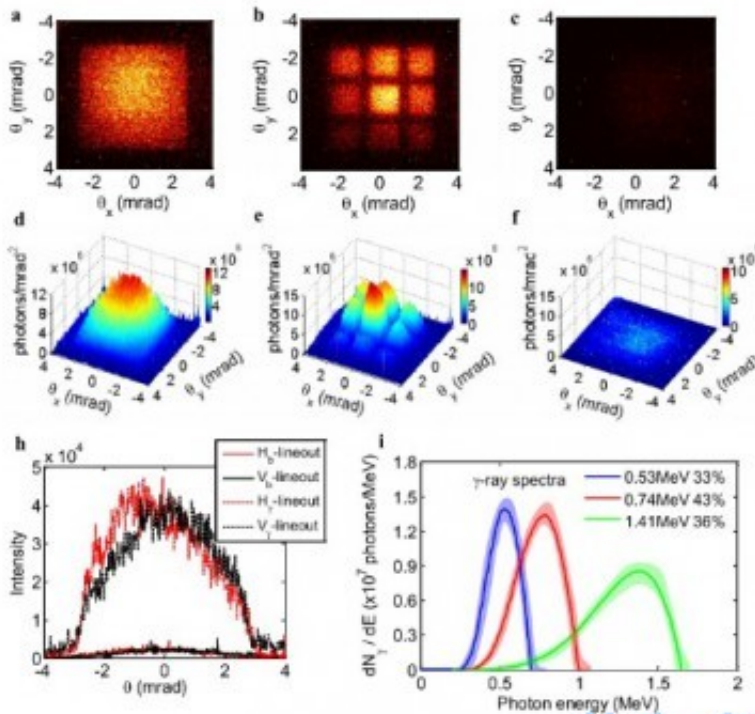


## 上海光机所成功实现超强超短激光驱动的超高亮度伽马射线源



(a-c) 实验测量的伽马射线束斑分布、经过不同衰减片后的束斑分布及背景辐射；(d-f) 分别为对应(a-c)的伽马射线光子空间分布；(g) 射线源及背景在横向和纵向方向上的强度分布；(h) 量子化伽马射线源能谱。

近期，中国科学院上海光学精密机械研究所强场激光物理国家重点实验室徐至展、李儒新带领的研究团队，基于超强超短激光驱动的超高亮度伽马射线源研究取得突破性进展。利用超强超短激光驱动的级联尾波场加速获得高性能高能电子束与激光对撞产生超高亮度准单色MeV量级伽马射线源，其最高峰值亮度达 $3 \times 10^{22}$  photons  $s^{-1}$  mm<sup>-2</sup> mrad<sup>-2</sup> 0.1% BW，与国际上报道的同类伽马射线源亮度相比高出一个量级以上，比传统伽马射线源同能区的峰值亮度提高了10万倍。相关研究结果发表于《科学报告》[Scientific Reports 6, 29518 (2016)]。

基于相对论电子束与激光对撞的逆康普顿散射是目前产生高能伽马射线源的最有效途径。高能伽马射线源在核物理与核光子学、粒子物理、无损检测、材料科学、医疗诊断、核能、空间技术等诸多领域有着极其重要的应用价值，世界上很多国家包括中国都在积极建立伽马射线源，但基于传统加速器的伽马射线源装置体积庞大，造价昂贵，大大限制了其发展与应用。超强超短激光驱动等离子体尾波场电子加速是一种全新的电子加速机制，其加速梯度相比于传统电子加速器提高了3个量级以上，能够极大地降低系统的规模和成本，实现康普顿伽马射线源装置的小型化。此外，超强超短激光加速产生的相对论电子束天然具有飞秒尺度脉宽、微米量级尺寸的特性，使伽马射线脉冲具有传统方法难以获得的超短脉冲、超高亮度等显著优点。

近几年来，上海光机所研究团队在激光尾波场电子加速方面开展了独具特色的研究，国际上首次成功实现级联双尾波场准单能高能电子加速新方案，获得了GeV级准单能电子束等重要研究成果[Phys. Rev. Lett. 107, 035001 (2011); Appl. Phys. Lett. 103, 243501 (2013)]。在本项康普顿射线源的研制过程中，利用自行研制的高重复频率200TW超强超短激光装置，通过优化级联尾波场电子加速中的电子注入位相，获得了峰值能量在200~500 MeV范围，能散~1%，电量~50pC，发散角<0.4 mrad，脉宽~10fs的高性能准单能电子束。并利用等离子体镜反射驱动激光与该电子束实现自同步精确对撞，产生了峰值能量在0.2-2 MeV范围可调谐的准单色伽马射线源。最高峰值亮度达到 $3 \times 10^{22}$  photons  $s^{-1}$  mm<sup>-2</sup> mrad<sup>-2</sup> 0.1% BW，比传统伽马射线源同能区的峰值亮度提高10万倍，同时单发伽马光子数达到 $5 \times 10^7$ 光子。

这种小型化超高亮度准单色MeV量级伽马射线源将在核物理与核光子学、材料科学、无损检测、医疗诊断等方面有着广泛的应用前景。

该项研究的伽马射线源的诊断测量与西北核技术研究所合作完成。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/97218.html>