

中子鬼成像首次实现

2020-11-06 | 文章来源: 东莞分部 | 【大 中 小】

近日, 由中科院高能所梁天骄研究员、上海交通大学物理与天文学院陈黎明教授、中科院物理所吴令安研究员组成的联合研究团队探索出一种用于真实物体的单像素中子成像的新方法。

该方法通过深硅刻蚀和填充高中子吸收截面的粉末的方式制作了中子调制器件, 使得中子束穿过调制器件后在空间上的分布具有预设的涨落, 然后再照射在成像对象上, 利用不具有空间分辨能力的单像素探测器收集信号, 最后将该信号和预设的调制图案通过强度关联还原出成像物体的像, 空间分辨率达到100微米。此外, 研究团队还结合飞行时间成像模式, 使成像的波长(能量)分辨率可达到0.4%(@1 Å), 并且每帧图案仅需1000左右的中子计数。

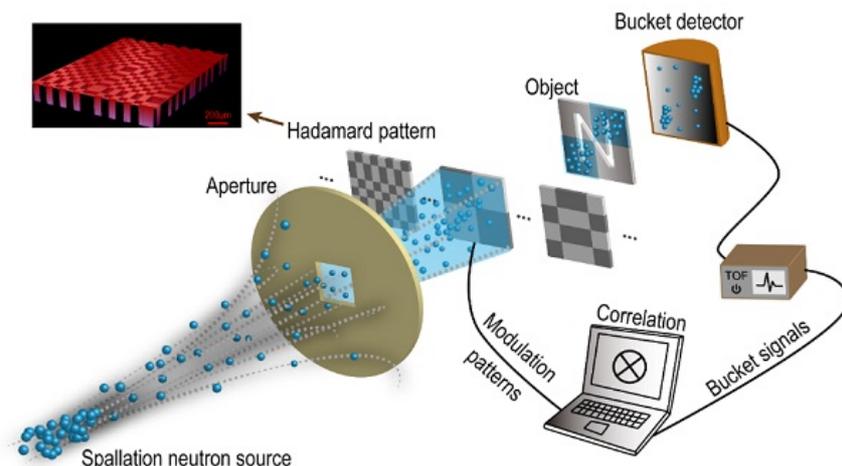
上述实验在中国散裂中子源20号束线完成, 与现有的中子透射成像相比, 该方法成本低、装置简单, 不仅适用于较低强度的紧凑型中子源, 而且在上述两方面更加适用于诸如可移动式的激光驱动脉冲中子源, 在工业应用、材料科学和生物学上将具有非常重大的应用前景。

相关研究成果近期在线发表于《Science Bulletin》(IF=9.511), 共同第一作者为高能所曾智蓉和中科院物理所博士生何雨航、黄祎祎。这项工作得到了国家重点研发项目、国家自然科学基金项目、中科院先导计划项目、民用空间项目和科学挑战计划项目的资助。

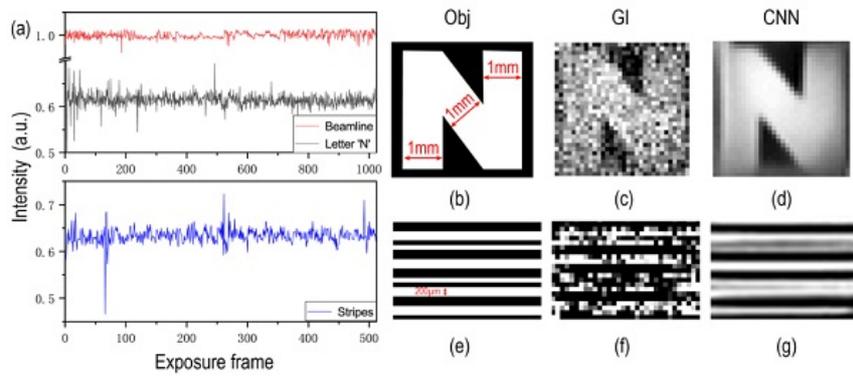
中子成像利用中子的高穿透性和对轻元素灵敏等特性在无损伤检测中具有独特而重要的意义。随着中国散裂中子源、中国先进研究堆等大科学装置的建成, 中子成像有望在我国众多领域的研究与应用发挥重要的作用。但大型中子源机时紧张且不具有移动性, 限制了其广泛的应用。而对于紧凑型中子源, 其强度又难以在可接受的时间范围内使用传统中子成像的方法得到高空间分辨的二维图像。另外, 利用散裂中子源的脉冲时间特征, 时间飞行(time-of-flight, ToF)成像模式可以进行波长分辨, 但这对中子源强度提出了更高的要求, 紧凑型中子源也就不具备该能力。因此, 独创一种利用较低强度、可移动式的脉冲中子源进行空间和时间分辨成像的方法, 成为中子成像众多实际应用的关键。

单像素成像技术, 是通过使用没有空间分辨能力的探测器进行物理信号的采样, 需要将大量在空间上进行调制的不同波场, 按时间顺序投射到目标物体以获取空间分辨, 进而重建出高空间分辨率的图像。目前该方法已在可见光和X射线波段实现。因工业应用和生物医学等领域希望使用较弱的中子源实现高质量的中子成像, 由此催生了单像素中子鬼成像技术的巨大需求。

相关链接: [https://authors.elsevier.com/sd/article/S2095-9273\(20\)30626-5](https://authors.elsevier.com/sd/article/S2095-9273(20)30626-5)



中子单像素成像实验方案。插图是三维光学显微镜记录的典型调制模式



归一化桶探测器信号和重建图像。(a) 桶探测器记录的每一帧中子束强度;上图为束线波动,下面两个线分别为加了字母N和条纹的束线强度;
 (b) 物体N; (c)、(d) 常规GI和卷积神经网络(CNN)分别从1024次采样中获取的物体N和图像。(e) 条纹物体; (f)、(g) 常规GI和CNN分别从
 512次采样中获取的条纹图像