
超分辨X光单像素成像研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/9782.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！

X光透射成像/CT作为非侵入式的诊断方式，是目前医学领域最重要的临床检测手段。但由于电离效应X射线对于蛋白质、细胞等会造成相当程度的辐射损伤，据国际放射学会研究报告，每年X射线的医学诊断就会导致相当数量的癌症和白血病患者，因此如何降低诊断所需的剂量至关重要。而自1895年伦琴发现X射线以来，成像的方法并没有根本上的改变，都是采用直接投影到面探测器，通过累计带有物体信息的光子来展现出一定灰度分布的技术，因此这种方式的成像效率很低，不仅难以大幅度地降低成像所需剂量，而且分辨率受光源尺寸及探测设备分辨力的限制，成为制约传统成像方法的两大相互牵制的瓶颈问题。

针对辐射剂量的瓶颈问题，2018年中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心光物理重点实验室研究员吴令安和陈黎明合作，首次利用随机调制光强度的简单方法实现了台面式X光“鬼”成像，这种间接的成像方式是基于光场的二阶关联，成像质量取决于探测信号的涨落而非强度的绝对值

。以此为基础，团队完成了

单光子量级的超低剂量成像，成果发表在Optica

以后受到了广泛关注，被Science 在深度栏目中报道。在Science

的报道中，同领域的专家给予了高度评价：“如果应用于医学成像领域，这将是一项革命性的进步”，与此同时也对该工作提出希望：“提高成像的分辨率与质量，以适应医学成像的要求”。

基于上述实际需求，物理所研究员吴令安与现上海交通大学教授陈黎明再次合作，开启了解决成像分辨率瓶颈问题的探索。

近期研究团队中的博士生何雨航和张艾昕（共同一作），利用自主研发的Hadamard金掩模振幅调制板，首次实现了基于真正单像素探测器的非相干X光鬼成像。相比于随机调制的方案，该方法利用了Hadamard矩阵的正交完备特性，因此即使在稀疏采样下也能重构出较好的图像。在此基础上，通过引入压缩感知以及卷积神经网络对原有算法进行了升级，最终利用37

μm 源尺寸的X光源，在仅18.75%的采样率下就得到了10 μm 分辨率的成像结果，实现了突破源尺寸限制的超分辨成像，足以对癌变组织进行直接判断，达到了临床医学精细成像的分辨率要求。在计算鬼成像的框架下，高性能的算法以及调制板的精细结构保证了超分辨下较好的图像质量，而更低的采样率意味着更短的曝光时间以及更低的剂量，因此有望利用该技术进一步降低剂量。整个实验布局简单，使用方便，单像素探测器的应用也可极大地降低成本。另一方面，应用该方法极大地降低了对放射源的空间相干性和强度的要求，可以大大推进X光鬼成像的实用化进程。

以上研究成果已在线发表于APL Photonics 5, 056102 (2020)。该工作得到科技部（2017YFA0403301、2017YFB0503301、2018YFB0504302）、国家自然科学基金（11721404、11991073、61975229、618

05006、11805266)、中科院 (XDB17030500、XDB16010200) 有关项目基金的支持。

文章链接：[123](#)

(a) 物体的3D示意图；(b) 金掩模板扫描电镜图像；(c) 样品的X光透射成像图，曝光时间为5s；(d) 经过4096次曝光后利用TVAL3算法重构的图像，对比度/噪声比 (CNR) 为0.27；(e) 经过768次曝光后利用CH-MWCNN算法重构的图像，CNR为2.65。

研究团队单位：物理研究所

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