

面向动态与三维X射线成像的高性能有机-无机锑（III）卤化物闪烁体

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41020.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！

面向动态与三维X射线成像的高性能有机-无机锑（III）卤化物闪烁体。导读

动态与三维X射线成像技术能够精准解析复杂材料的内部结构，然而使用刚性闪烁屏对非平面或不规则物体进行成像时，剂量分布不均会导致图像失真，因此亟需开发能够贴合物体表面的高性能柔性闪烁屏。Sb³⁺具有高立体化学活性的ns²电子构型，由其构建的有机-无机锑（III）卤化物不仅可实现高效短寿命发光，还凭借高原子序数赋予的优异X射线吸收能力，展现出成为高性能闪烁体候选材料的巨大潜力。近期，南京邮电大学赵强教授和刘淑娟教授领导的研究团队设计和制备了两种高性能有机-无机锑（III）卤化物闪烁体，分别为(BPP)₂SbCl₅和(BPP)₂SbCl₅·0.5H₂O，并进一步将(BPP)₂SbCl₅·0.5H₂O与高弹性聚合物复合，制成了可用于动态和三维X射线成像的柔性闪烁屏。相关研究成果以Highly Luminescent Organic-Inorganic Hybrid Antimony Halide Scintillators for Real-time Dynamic and 3D X-ray Imaging为题发表于《Light: Science Applications》。

研究背景

X射线凭借其穿透能力强的特性，已成为医学影像、工业无损探测及高能物理等领域中不可或缺的研究工具。其中，动态与三维X射线成像技术能够精准解析复杂材料的内部结构，是该领域至关重要且极具挑战的前沿方向。然而，在实际应用中，使用刚性平板探测器对非平面或不规则物体进行成像时，常因X射线剂量在空间中分布不均而导致图像失真。因此，开发能够贴合不规则物体表面的高性能柔性闪烁屏，已成为推动X射线成像技术进一步发展的重大需求。

Sb³⁺具有高立体化学活性的ns²电子构型，赋予其金属卤化物高效的短寿命发光特性；同时，锑元素较高的原子序数也使其具备优异的X射线吸收能力。此外，该类材料还兼具制备工艺简单、稳定性高等优点。这些特性使得有机-无机锑（III）卤化物展现出作为高性能、环境友好闪烁体候选材料的巨大潜力。然而，目前关于该类材料在X射线探测与成像方面的研究仍处于初步探索阶段，其发光机理、性能优化与应用拓展仍需进一步深入研究。

研究亮点

在此背景下，团队设计和制备了两种高性能有机-无机锑（III）卤化物闪烁体，分别为(BPP)₂SbCl₅（CP1）和(BPP)₂SbCl₅·0.5H₂O（CP2）。实验与理论计算表明，与CP1相比，CP2晶格中的水分子诱发了更大的结构畸变，并降低了其分子运动自由度，前者促进了激子的自捕获，后者抑制了非辐射跃迁，从而共同导致了CP2光物理性能的显著提升（图1），具体表现为光致发光量子

效率 (PLQY) 从73.38% (CP1) 增至97.25% (CP2)。此外, CP2的光产额高达32,332 photons MeV⁻¹, 是商用闪烁体BGO的3.2倍。

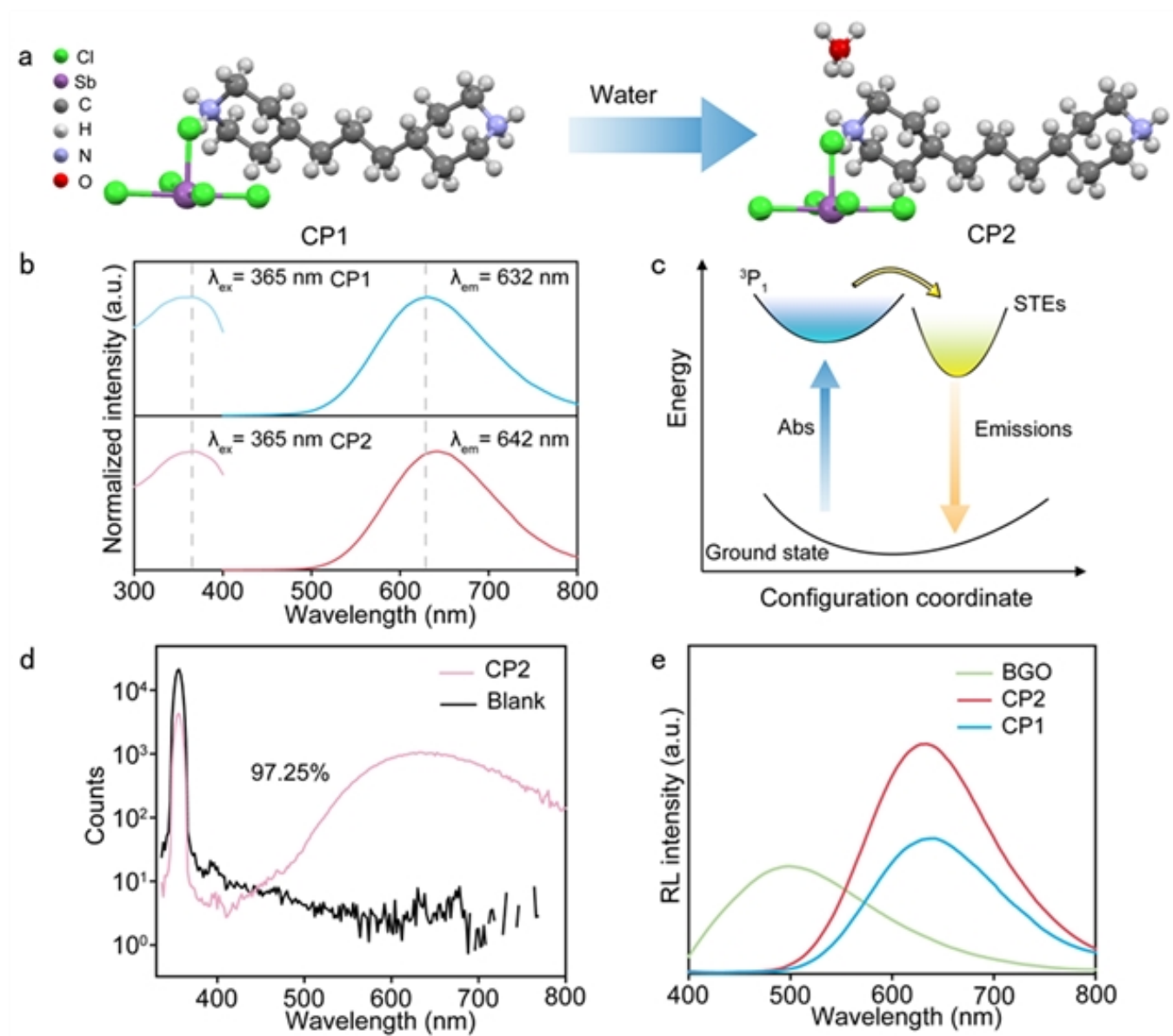


图1 (a) CP2晶体中引入水分子的示意图; (b) CP1和CP2晶体的激发和发射光谱; (c) CP2的发光机理图; (d) CP2的量子效率; (e) CP1, CP2和BGO在相同剂量的X射线辐照下的发光光谱。

为了验证闪烁体的成像性能, 团队将CP2与改性后的高弹性聚合物SEBS复合, 制备成具有良好机械性能的柔性闪烁屏。该柔性薄膜可反复拉伸和弯折而不发生变形 (图2), 而且能紧密贴合在非平面物体表面, 从而实现高质量的X射线曲面成像。此外, 通过深入探索, 首次成功实现了基于有机-无机锑 (III) 卤化物柔性闪烁屏的动态与三维X射线成像 (图3)。

图2 (a) 基于CP2薄膜的柔性展示; (b) 柔性薄膜的循环拉伸测试; (c) 柔性薄膜的拉伸应力-应变曲线。

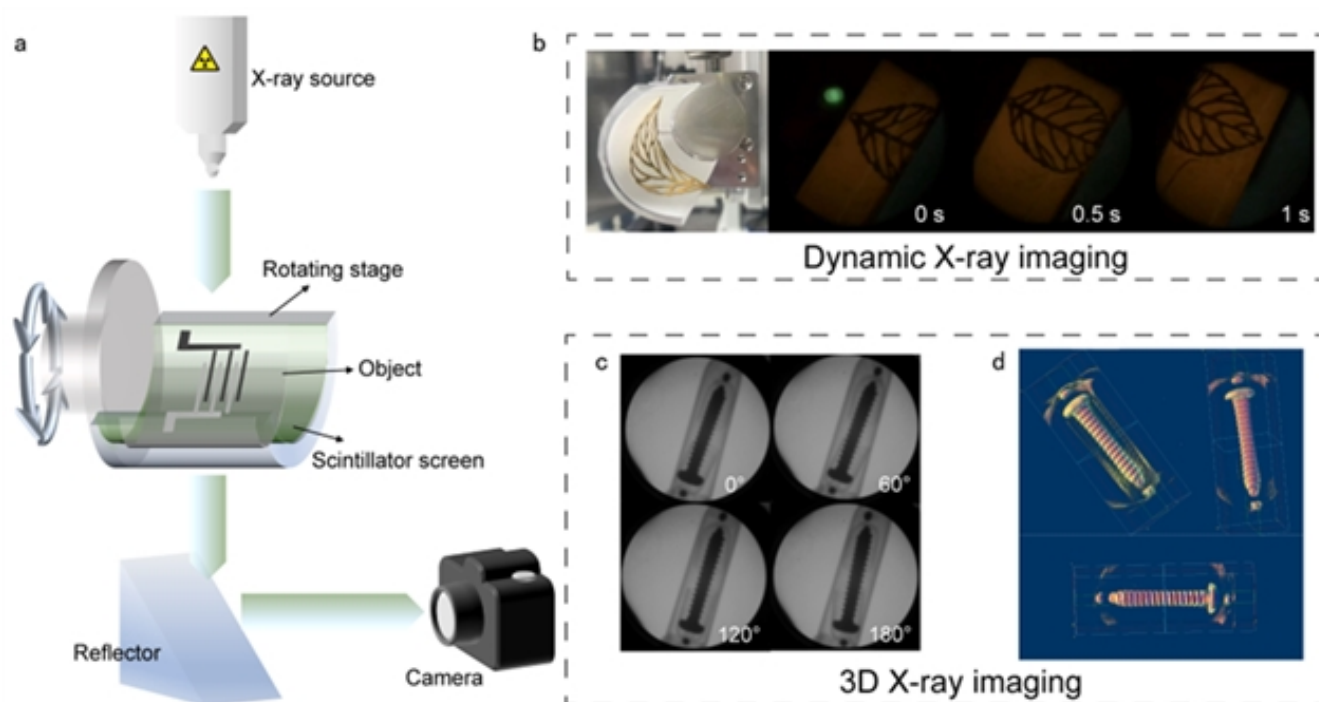


图3 (a) 基于旋转样品台的X射线成像系统示意图; (b) 弯曲铜饰物的动态X射线投影图; (c) 钉子在不同旋转角度下的X射线投影图; (d) 钉子的三维重建图。

总结与展望

本研究设计并制备了两种高性能有机-无机铟(III)卤化物闪烁体。它们不仅具有优异的发光性能和较好的X射线阻挡能力,还可与高弹性聚合物复合,制成能紧密贴合非平面物体的柔性闪烁屏。基于该柔性闪烁屏,本研究成功实现了高质量的动态及三维X射线成像。这是有机-无机铟(III)卤化物柔性闪烁屏在动态及三维X射线成像领域的首次成功应用,为后续相关技术的发展与创新奠定了坚实基础。(来源:LightScienceApplications微信公众号)

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41377-025-02152-x>

特别声明:本文转载仅仅是出于传播信息的需要,并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性;如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用,须保留本网站注明的“来源”,并自负版权等法律责任;作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜,请与我们联系。

作者:赵强等 来源:《光:科学与应用》

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](https://www.iikx.com)转发