
基于新型杂化卤化亚铜的柔性X射线闪烁体薄膜的成像技术

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37434.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！

基于新型杂化卤化亚铜的柔性X射线闪烁体薄膜的成像技术。 导读

近期，西安电子科技大学郝跃院士团队常晶晶教授等人在Light: Advanced Manufacturing发表了题为Large-area, High-resolution, Flexible X-Ray Scintillator Film Based on a Novel 0D Hybrid Cuprous Halide的研究论文。

该研究制备了一种新型有机无机杂化铜基卤化物闪烁体(MTP)₂Cu₄I₆，表征了其结构特性和光学性能。基于X射线激发下的闪烁性能研究，团队进一步开发了(MTP)₂Cu₄I₆/PDMS复合闪烁薄膜，并实现了高分辨X射线成像。该材料展现出高光产额、低探测限以及高空间分辨率等优异性能，同时具备良好的热稳定性和辐照稳定性。这项工作为开发新型非铅高效闪烁体提供了重要参考，在柔性X射线探测和成像领域展现出广阔的应用前景。

X射线探测技术作为现代科技的重要技术之一，广泛应用于医疗影像、安防安检、无损探测等领域。其中，以闪烁体为核心部件的间接X射线探测器因其低成本和高探测效率成为主流技术。制备高性能的闪烁体材料是发展间接X射线探测技术的核心驱动力。传统闪烁体受限于复杂的制备流程及高昂的成本，阻碍了其广泛应用。

铅基卤化物钙钛矿材料因其制备简单、成本低廉以及优异的光电性能等优势成为X射线闪烁体的研究热点。然而，铅元素的毒性以及严重的自吸收问题阻碍了其在实际中的应用。为了避免铅毒性的问题，急需寻找无毒金属元素取代铅元素以开发非铅金属卤化物。

有机无机杂化金属卤化物材料凭借其独特的结构特征和卓越的发光特性等特点而被广泛研究。与全无机金属卤化物相比，杂化金属卤化物不仅具有更高的稳定性，还可以通过有机组分的灵活调控实现发光性能的优化。大尺寸的有机阳离子可以使晶格结构更软，电子-声子耦合作用更强，从而使发光更加高效。有机阳离子对金属离子发光中心的包裹可以增强晶体结构的限域程度，有利于提高辐射跃迁效率，应用于X射线探测技术中。其中，Cu⁺作为一种非铅金属离子凭借其无毒、储量丰富、成本低廉以及优异的光学性能，成为替代Pb²⁺的理想选择。Cu⁺能够通过自限域激子（Self-trapped exciton，STE）发光机制实现宽谱发射，为高性能闪烁体的设计提供新的思路。

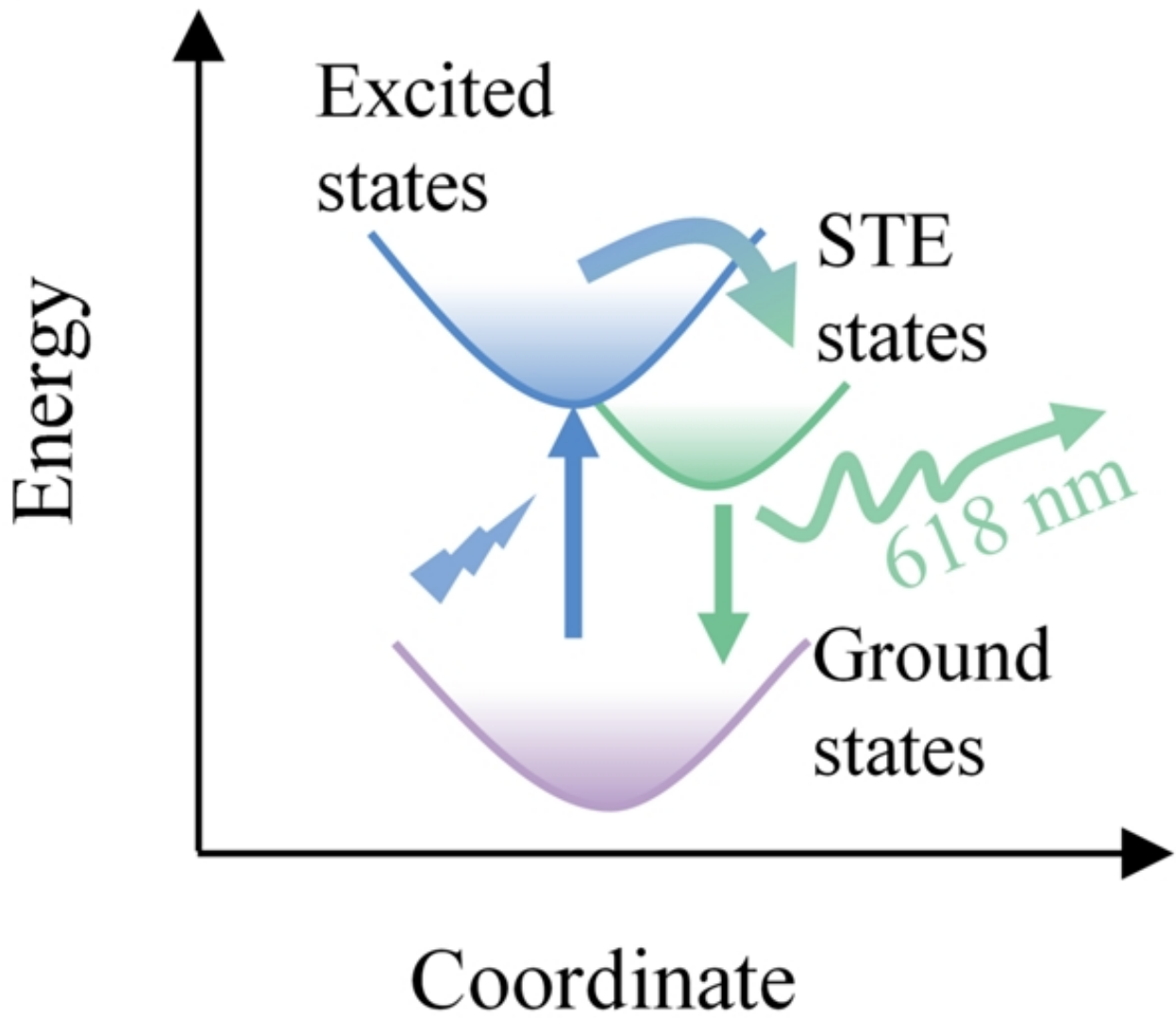


图1：STE发光示意图

该研究团队基于溶液法开发了一种新型0D有机无机杂化卤化铜闪烁体(MTP)₂Cu₄I₆，突破了传统闪烁体含铅有毒和制备工艺复杂的限制。该材料展现出明亮的黄光发射，其独特的0D结构实现了近完美的荧光量子产率（PLQY，99.9%）和大的斯托克斯位移（185 nm），变温PL光谱进一步表明了其STE发光机制。所制备的MTP₂Cu₄I₆单晶的晶体结构和实物图如图2所示。

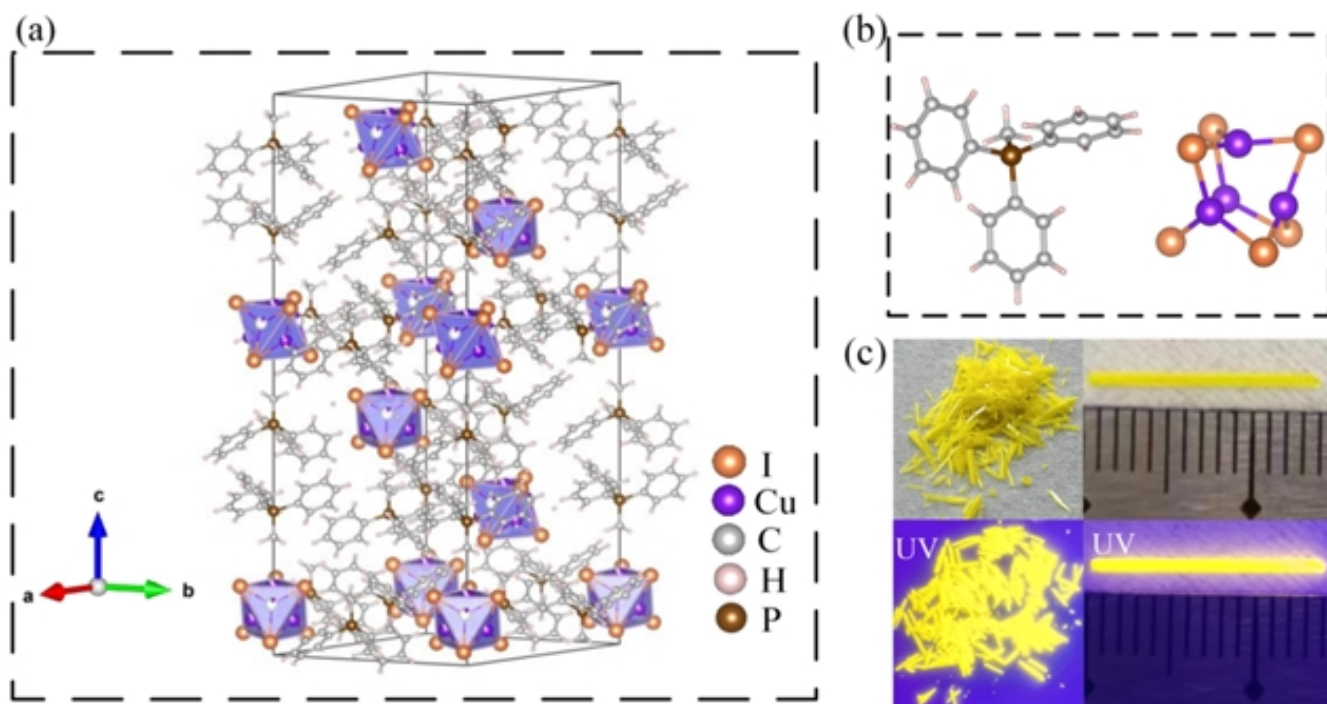


图2：(MTP)₂Cu₄I₆单晶的晶体结构和实物图

研究团队进一步考察了(MTP)₂Cu₄I₆的X射线闪烁性能，发现其在X射线激发下具有43800 photons MeV⁻¹的高光产额和37.4 nGyair s⁻¹的低探测限，同时表现出优异的空气稳定性和辐照稳定性。这些特性使其成为低剂量X射线探测的理想候选材料。此外，团队还通过物理混合法制备了(MTP)₂Cu₄I₆/PDMS柔性薄膜，其X射线成像性能测试结果如图3所示。

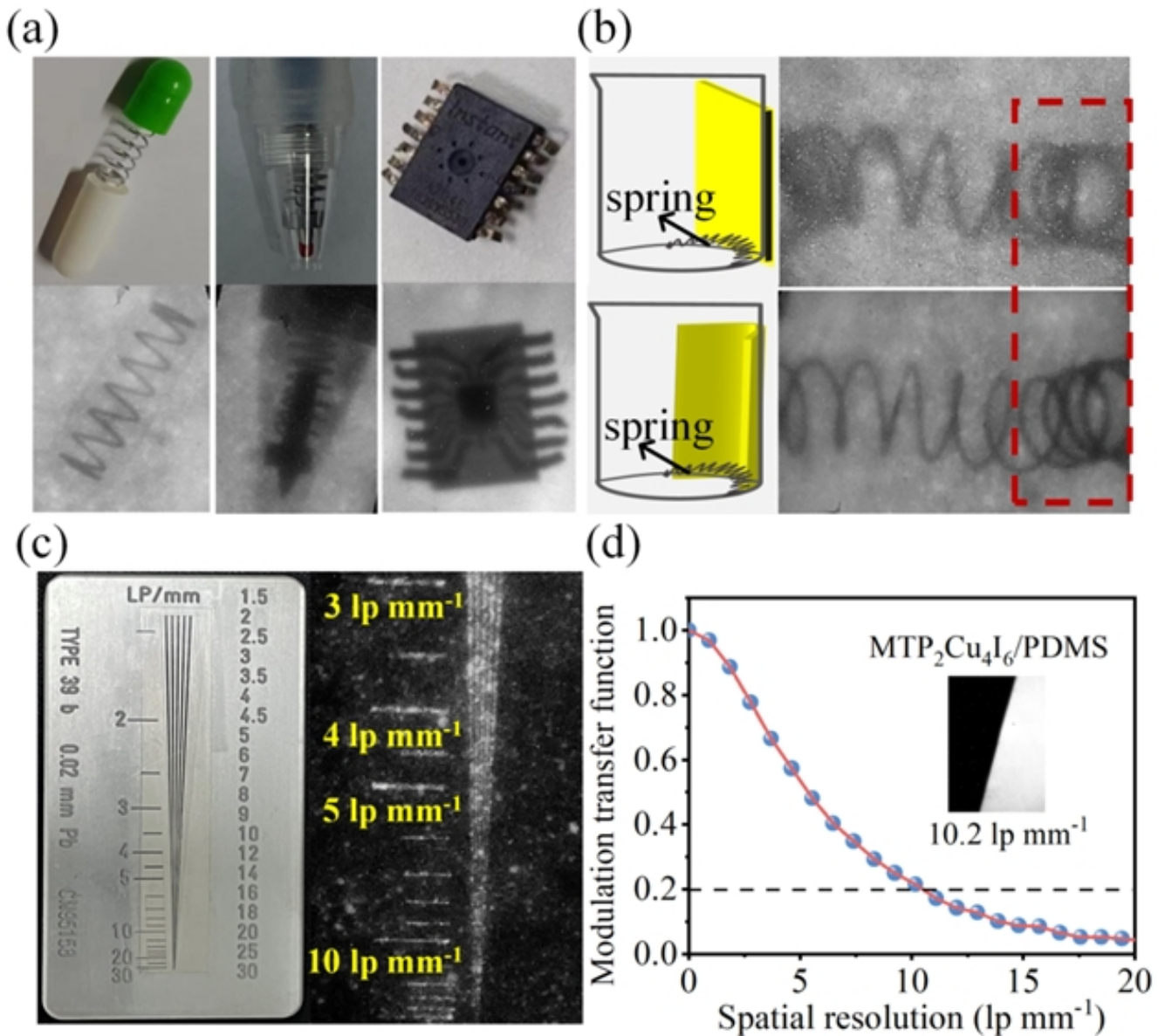


图3：(MTP)₂Cu₄I₆/PDMS薄膜的X射线成像性能测试结果图

需要特别指出的是，该柔性闪烁薄膜不仅实现了对弹簧、芯片等样品的清晰成像，还展现出10.2 lp mm^{-1} 的高空间分辨率，这一性能与部分商用闪烁体相当。研究证实，这种基于铜基杂化卤化物的闪烁体在保持高性能的同时，完全避免了铅的毒性问题，为发展新一代环保型X射线探测闪烁体材料开辟了新途径。该成果为柔性X射线成像技术的发展提供了重要的材料基础和技术支撑。

总结与展望

该研究通过溶液法制备了新型0D铜基卤化物闪烁体 $(\text{MTP})_2\text{Cu}_4\text{I}_6$ ，突破了传统闪烁体含铅有毒和制备复杂的瓶颈。明亮的黄光发射与近乎完美的发光效率相互辉映，在X射线探测领域谱写了一首新型闪烁体的新乐章。该材料展现出高的光产额和低的探测限，配合柔性薄膜的优异成像性能，为低剂量X射线检测开辟了新途径。相信这种无毒、高效的新型闪烁体，将在医疗成像等领域绽放异彩，推动柔性X射线成像技术迈向新高度。（来源：先进制造微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.37188/lam.2025.044>

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：郝跃等 来源：《光：先进制造》

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