
激发波长依赖的多色长余辉发光实现动态防伪

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/31975.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！

激发波长依赖的多色长余辉发光实现动态防伪。



导读

光学防伪技术作为一种防范性技术措施已经深入我们的日常生活中，基于荧光材料设计的视觉可读码因易于检验、成本合理、难以复制的特点被广泛使用，例如第五套人民币上的防伪图案就是通过荧光防伪油墨喷涂打印的。现代科技的高速发展和假冒伪造活动的日益猖獗，对光学防伪技术提出了更高的挑战，基于多学科、多模式综合应用的光学防伪材料体系也获得了广泛的关注。

近日，中山大学王静教授联合重庆邮电大学马崇庚教授和广东工业大学刘伯梅副教授共同提出了基于缺陷工程的设计理念，通过非化学计量组分设计引入空位缺陷，构建了多发光中心与多陷阱中心的微环境，实现独特的激发波长依赖多色余辉现象，并揭示了利用颜色和时间分辨的余辉性质设计信息存储与动态防伪的应用潜力。

该研究成果以"Excitation-wavelength-dependent persistent luminescence from single-component

nonstoichiometric $\text{CaGaxO}_4\text{:Bi}$ for dynamic anti-counterfeiting"为题在线发表在Light: Science Applications。本文第一作者为广东工业大学刘伯梅副教授，通讯作者包括王静教授、马崇庚教授与刘伯梅副教授。合作单位包括中山大学王静教授团队、重庆邮电大学马崇庚教授团队、广东工业大学张辉教授团队。

随着信息存储、传感及光学防伪领域对光电信息材料的遴选标准和应用需求不断提升，越来越多的应用场景需要发光材料像生物体一样对外界刺激作出应答性反应。能够响应不同刺激的智能长余辉发光材料有望推动光学信息存储、显示及防伪等领域的发展，因此，设计制备新型长余辉发光材料，并推动其从实验室走向实际应用场景具有重大的研究价值。

2019年，Huang等人开发了一系列颜色可调（380-505 nm）并具有超长磷光（2.45秒）的有机材料，自此，兼具多色发光与余辉特性的有机材料体系因其在信息加密、光学传感以及多重生物检测中的潜在应用而备受关注。尽管部分碳基材料、金属有机框架材料以及有机-无机杂化材料体系表现出色彩可调的长余辉发光，但实际应用皆受限于化学稳定性差、余辉发光强度低（通常仅持续数秒，且肉眼难以观察）等不利特征。

理论上，具有更高稳定性和更优异多色长余辉发光性能的无机材料体系具有更大的应用前景。然而，无机多色长余辉发光往往是通过多发光中心掺杂或浓度、组分调节实现的多组分混合材料体系，开发单组分多色长余辉无机材料体系仍然是一项巨大的挑战。

研究团队设计出能够响应不同紫外光刺激的非化学计量长余辉发光（persistent luminescence）无机材料 $\text{CaGaxO}_4\text{:Bi}$ ($x < 2$)，其余辉色彩能够随激发波长变化而改变，具有激发波长依赖（excitation-wavelength-dependent）的余辉发射性能，在不同紫外波长激发光刺激下，能够获得三种颜色的稳态发光和余辉发射（绿色、黄色、橙色）。且激发波长从约240nm至400nm连续变化过程中，其发射波长对应从605nm至540nm连续变化，表现出对特定紫外线波长的可视化显示能力（图1）。

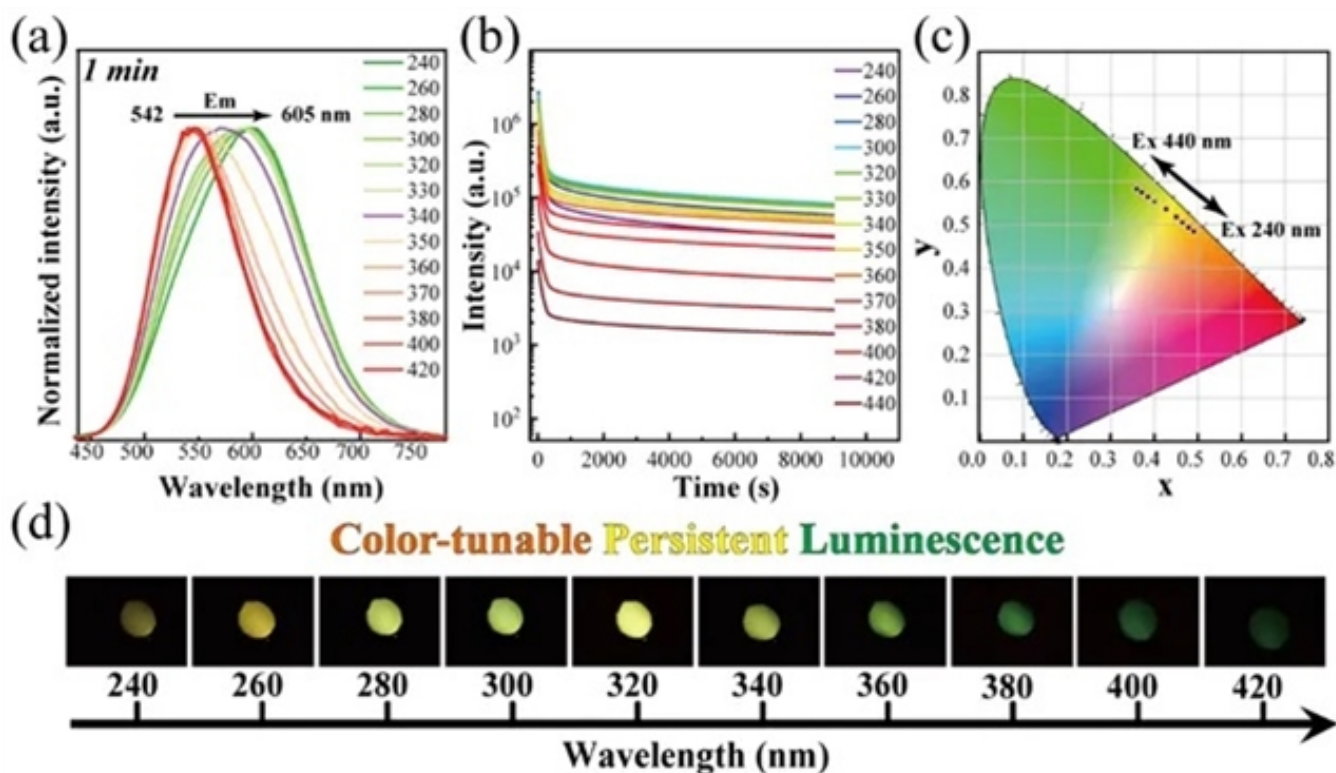


图1：激发波长依赖的长余辉发光性能与可视化观测

不同于传统无机长余辉材料只能实现单一颜色的余辉影像显示，本研究通过单一组分材料体系制备的PDMS复合薄膜可实现多色余辉图案的显示。如图2所示，利用不同的光学掩模版（Mask Reticle），基于材料对特定激发波长的余辉响应能力，实现不同紫外波长激发下不同颜色和不同图案的余辉影像显示。

此外，通过控制激发波长和辐照时间可以进一步实现余辉色彩与余辉时间编码的新型信息存储模式，通过控制 254 nm 和 365 nm 光源的辐照时间和辐照图案，可以在复合薄膜中控制黄色和绿色余辉数字图案的显示时间。不同颜色的余辉数字图案信息有其观察窗口期，因此实现了一种的新型信息读写模式。

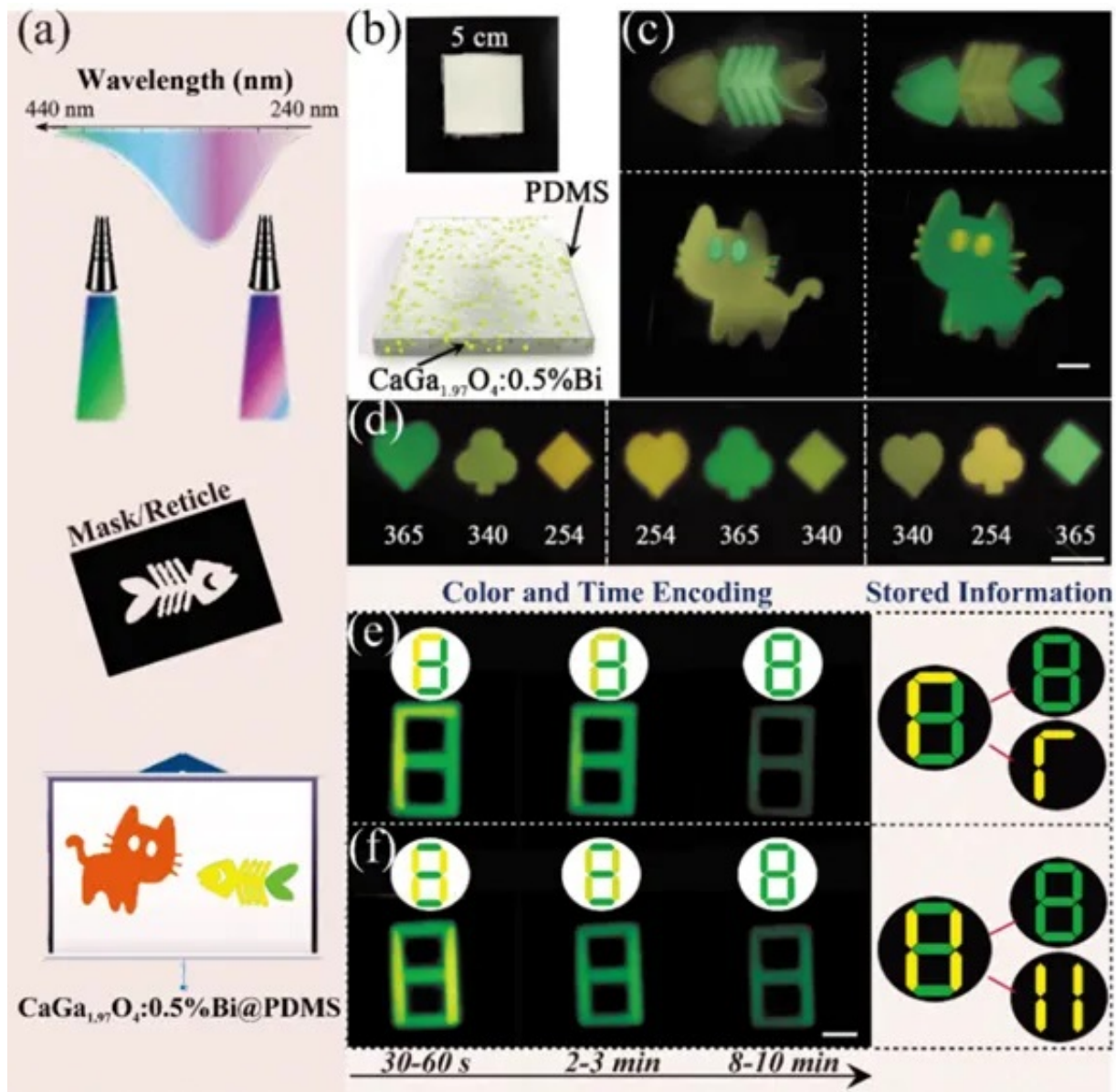


图2：用于多色余辉显示和光学信息读写的应用展示。

研究团队模拟荧光防伪标签，通过选择激发波长、辐照时间和光激励发光模式。可以在模拟货币上实现动态的光学防伪信息写入与读取（图3）。此外，团队通过对比市面上各种类型的荧光油墨，揭示所制备的多色长余辉荧光油墨表现出优异的动态加密属性。

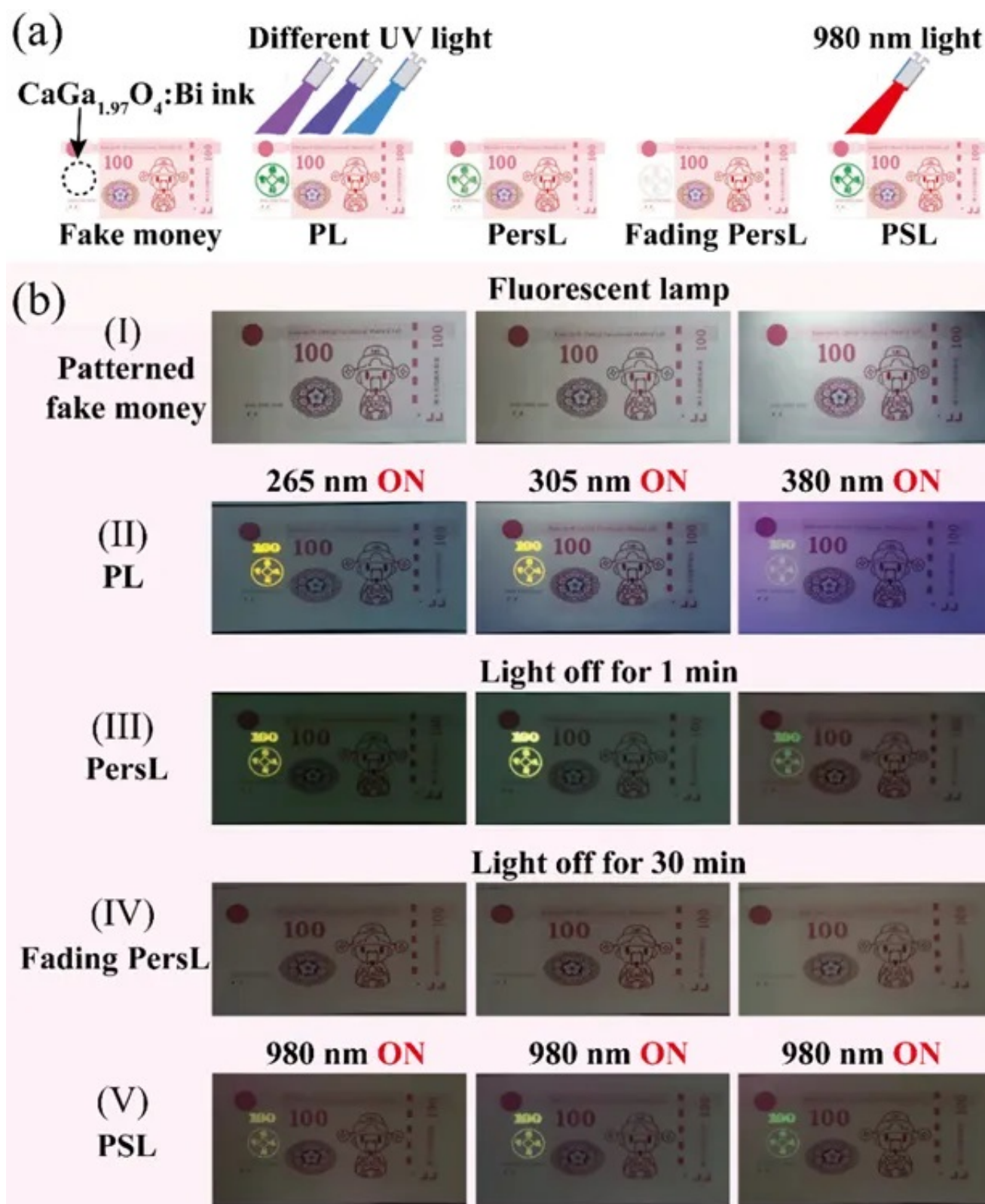


图3：基于多色长余辉荧光油墨的防伪应用展示。

总结与展望

本项工作基于缺陷工程的设计理念，通过非化学计量组分设计引入空位缺陷，改变了发光中心的

局域环境，形成了多发光中心与多陷阱中心的微环境，可响应不同的激发光并将能量存储在局域结构中，最终释放能量并产生连续可调的多色余辉发光。基于独特的余辉发光性质，本研究设计了一种安全性高的动态发光防伪策略，通过控制激发波长、辐照时间和激发模式，实现了多色长余辉的调控和差异化显示。该项研究成果为设计高度集成的智能发光材料开启了新的思路，推动光学材料在信息加密、先进防伪和光学显示等领域的创新应用。（来源：中国光学微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01635-7>

作者：王静等 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