
利用钙钛矿单像素探测器高效提取复杂环境下的超表面图像

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25891.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！

利用钙钛矿单像素探测器高效提取复杂环境下的超表面图像。信息技术在当代社会中扮演着至关重要的角色，无论是日常生活中的社交通信、视听娱乐还是工业生产中的云计算、物联网均与信息技术有着千丝万缕的联系。

信息数据不可避免地会通过人们在生活和生产中的各种应用产生，庞大的信息数据为我们的数据存储和提取工作带来了新的挑战。

为了能够存储更多的数据，人们对信息存储介质的研究从未停歇。在众多数据存储方案中，超表面显示出巨大的应用潜力。超表面能够独立控制光的多个自由度（包括波长、偏振、振幅、动量和相位），使其能够实现优异的光学复用，并有望用于大容量的光学图像信息存储。

虽然，通过对超表面的周期性元胞进行几何形状和材料的特殊设计，可以将大量的图像信息存储在超表面的不同维度中。但是，如何高效地提取出存储的图像信息仍然困扰着我们。

目前，比较成熟的图像提取方案大多基于电荷耦合器件（CCD）或互补金属氧化物半导体（CMOS）实现。但是，由于硅基材料的自身限制，为了实现图像信息的完整提取，CCD和CMOS器件往往需要配合额外的光学元件，并且还需要对目标进行多次测量。此外，CCD或CMOS这类阵列探测器依赖于点对点的成像方式，在有空气湍流、散射介质存在的复杂环境中成像质量较差，甚至不能够准确地提取出目标图像的信息。

近日，澳门大学的刘宏超教授课题组，王双鹏教授课题组以及武汉大学的郑国兴教授课题组通过设计一种双层钙钛矿单像素探测器，在复杂环境中实现了对双色超表面图像的准确且高效的提取。该团队基于双层钙钛矿单像素探测器建立了双色超表面图像提取系统（如图1b），仅通过一次测量，就可以从重叠在一起的双色超表面图像中准确地提取对应不同波长的目标图像。同时，结合单像素成像的独特优势，该系统即使在有散射介质和背景光存在的复杂环境中，也能准确提取出不同颜色的目标图像。

该研究成果发表在 *Light: Science Applications*，题为 *Perovskite single-pixel detector for dual-color metasurface imaging recognition in complex environment*。

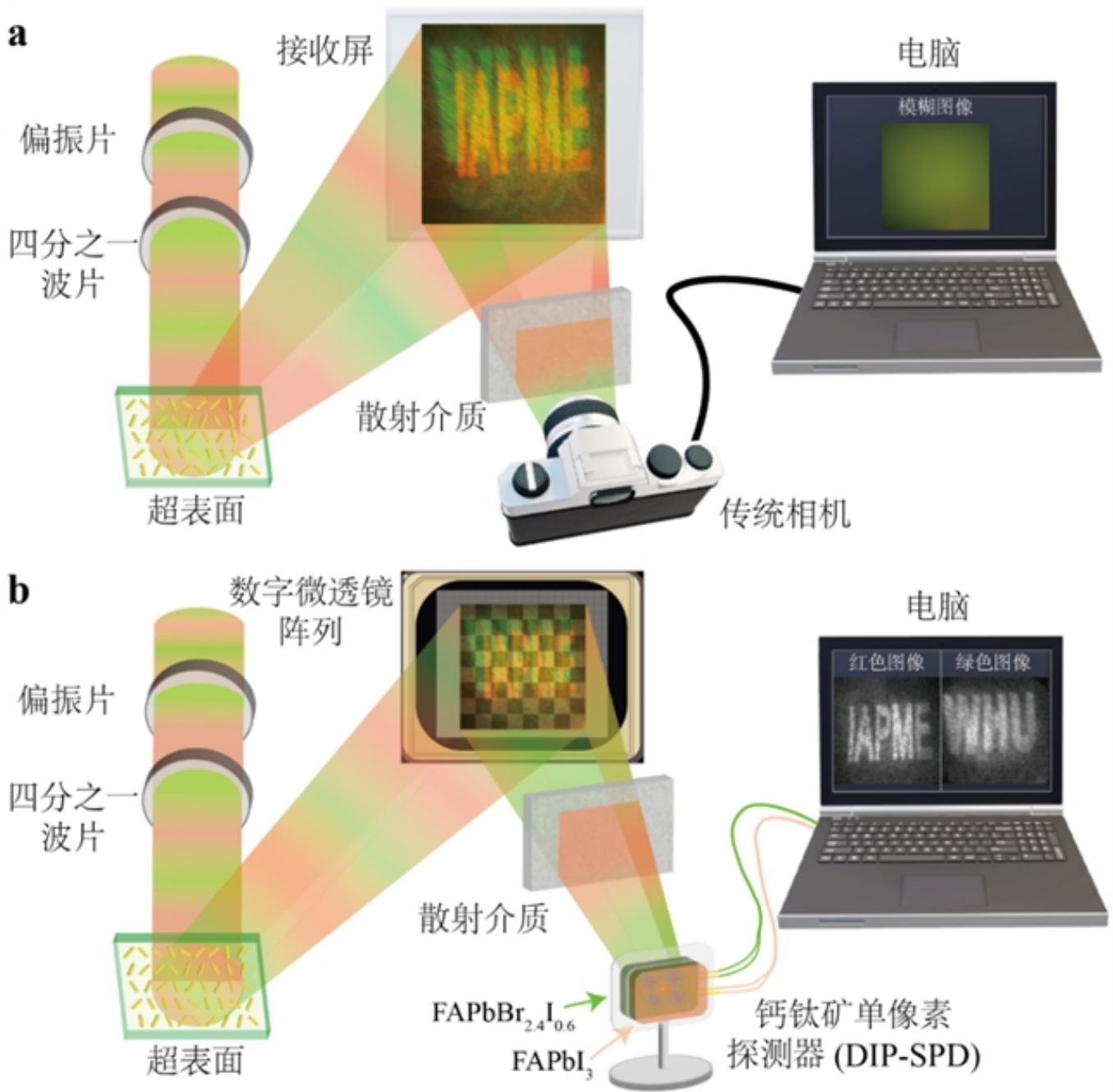


图1：复杂环境下双层钙钛矿单像素探测器与商用相机对双色超表面图像的提取结果对比。a：存在散射介质的情况下使用商用相机对双色超表面图像的提取结果。b：存在散射介质的情况下使用双层钙钛矿单像素探测器对双色超表面图像的提取结果。

论文作者依据钙钛矿材料的波长选择特性，制备了能够分别响应300 - 600 nm和600 - 820 nm两个波段的钙钛矿薄膜。通过将两层薄膜进行堆叠，构造了一个双层钙钛矿单像素探测器。其中，探测器的顶部器件用于吸收300 - 600 nm的光信号，并同时发挥一个自滤波的作用，仅允许大于600 nm的波长进入底部器件；底部器件则用于响应600 - 820 nm波段的光信号。使用该双层钙钛矿单像素探测器，传统相机以及商用硅基单像素探测器，在无额外滤波器件的情况下，对重叠在一起的双色超表面图像进行了单次成像（图2）。与使用传统相机和商用硅基单像素探测器的成像结果进行对比，该团队的提取方案可以仅通过一次测量，从叠加的双色超表面图像中准确识别不同颜色的图像。

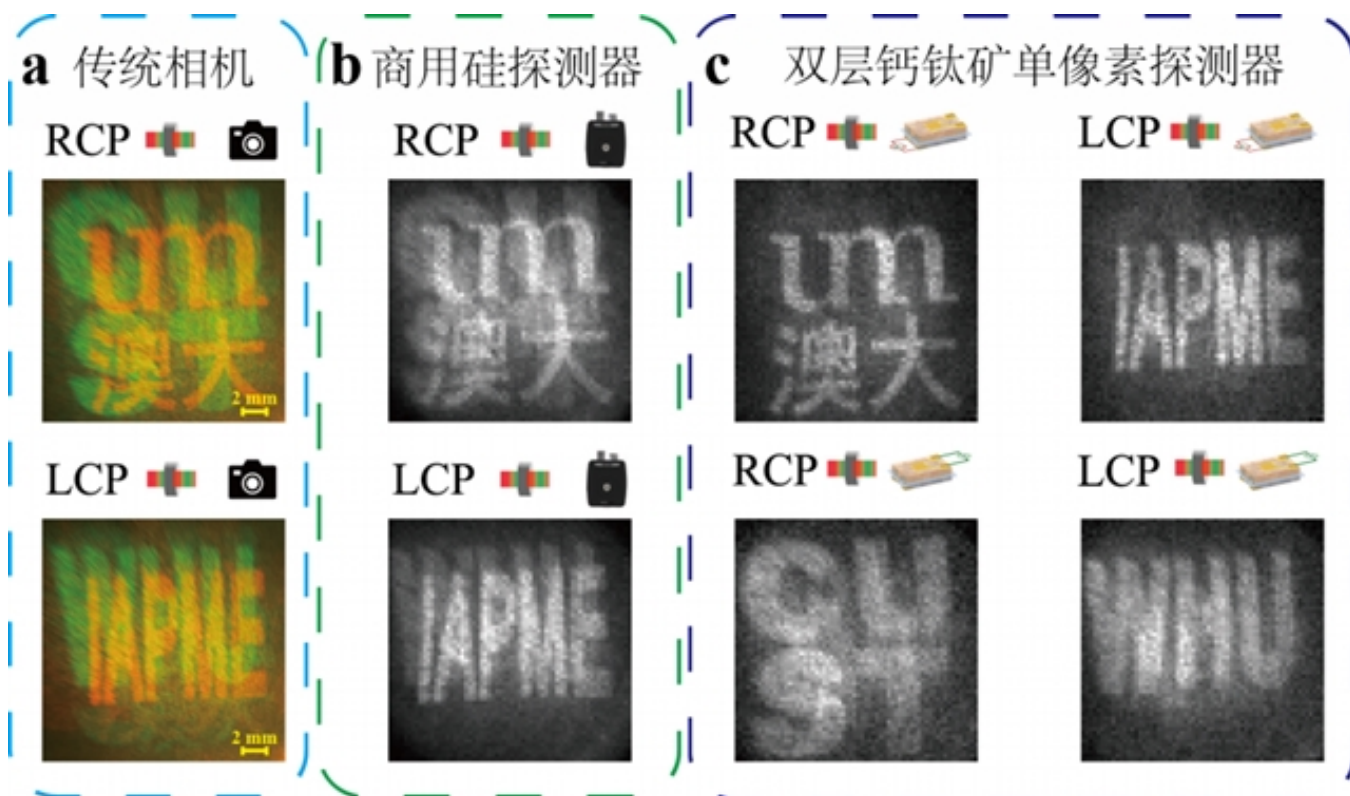


图2：不同提取方案的单次图像提取结果对比。a：商用相机分别在以612 nm和532 nm的右旋圆偏振（RCP）和左旋圆偏振（LCP）激光束作为光源时的单次成像结果。b：商用硅基单像素探测器分别在以612 nm和532 nm的RCP和LCP激光束作为光源时的单次成像结果。c：双层钙钛矿单像素探测器分别在以612 nm和532 nm的RCP和LCP激光束作为光源时的单次成像结果。

此外，通过将钙钛矿单像素探测器的高检测灵敏度的优势与单像素成像模式进行有效结合，使得该系统在即使有散射介质和背景光存在的复杂环境中，也能准确提取出不同颜色的目标图像。

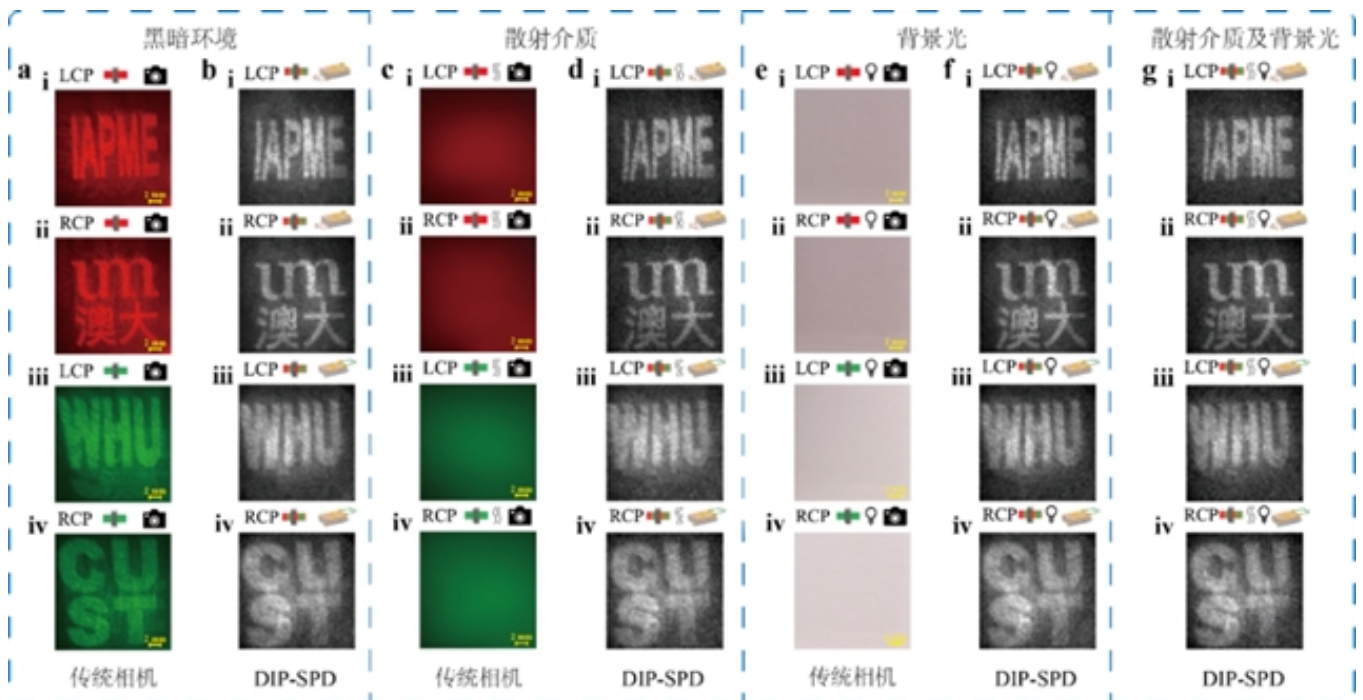


图3：复杂环境中不同提取方案的图像提取结果对比。a：传统相机（b：双层钙钛矿单像素探测器）在没有散射介质的黑暗环境中的成像结果。c：传统相机（d：双层钙钛矿单像素探测器）在有散射介质的黑暗环境下的成像结果。e：传统相机（f：双层钙钛矿单像素探测器）在有背景光的环境下的成像结果。g：双层钙钛矿单像素探测器在散射介质和背景光同时存在的环境下的成像结果。

与使用单像素钙钛矿探测器进行点扫描的图像提取方案不同，该单像素成像系统省去了对 x-y 双轴移动平台的要求，可以实现大尺寸图像的提取。并且系统中的单像素探测器无需移动，配合数字微透镜阵列（DMD）可在几秒钟内完成物体成像，远低于传统的光栅扫描单像素成像方法所需的成像时间（约1小时）。

前景展望

这个工作针对双色超表面图像提出了一种高效、简洁的提取方案，设计并制备了一个紧凑的，无需额外滤波器件的双层钙钛矿单像素探测器，并以此为基础搭建了一套单像素图像提取系统。该系统仅需一次测量，就能够在复杂环境中从重叠在一起的双色超表面图像中提取对应的目标图像。该工作不仅为存储在其他光自由度下的图像提取提供了新的灵感，也为钙钛矿探测器的彩色成像铺平了道路。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-023-01311-2>

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：刘宏超等 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](http://www.iikx.com)转发