



2023 年第 1 期
总第 46 期
2023 年 4 月 5 日
编辑：夏孟华

浙江大学现代光学仪器国家重点实验室

TEL: 0571-87951432

本期目录

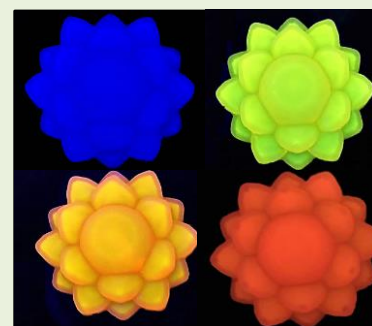
- 核心器件：**邱建荣 | 大尺寸金属有机无机框架结构玻璃.....1
- 核心器件：**杨旸 | 具有“零”暗电流、超高信噪比的钙钛矿 X 射线探测器及成像阵列.....2
- 成像算法：**冯华君、徐之海 | 解决单幅图像中局部运动物体的模糊问题.....3
- 系统装备：**刘东、刘崇 | 基于偏振高光谱分辨率激光雷达的沙尘气溶胶质量浓度和光学特性同时探测研究.....4
- 前沿技术：**斯科 | 生物组织深层非侵入、单细胞精度光遗传学光刺激技术.....4

核心器件

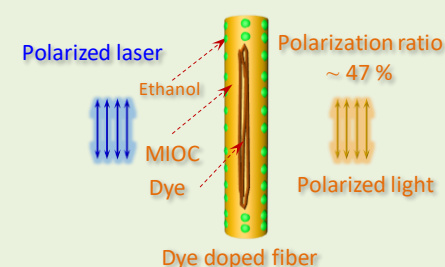
大尺寸金属有机无机框架结构玻璃

MOF（金属有机无机框架结构）玻璃由于具有不同于传统无机玻璃和有机玻璃的特性，近年来引起学术界的关注。但因为前驱体 MOF 晶体中含有有机基团，采用传统的熔融冷却方法制备时，由于 MOF 晶体的熔化温度与分解温度很近，一般只能制备很小尺寸（mm 级）以及因为分解带有灰色或黑色的玻璃。如何制备大尺寸的玻璃一直是大家希图解决的难题。

a



b



最近，邱建荣教授课题组提出了如何解决这一悬而未决问题的策略，1 是寻找熔化温度与分解温度差比较大的 MOF 体系，2 是从玻璃形成的原理出发，通过添加特种组分，阻碍冷却过程析晶的产生，即采取所谓的 Perturbation strategy（干扰策略）实现大尺寸的玻璃。他们成功制备了尺寸大于 10cm 的 zeolitic-imidazolate framework-7-III (ZIF-7-III) 体系金属有机无机框架结构玻璃，并且发现这种玻璃具有神奇的橡胶特性（拉升后会逐渐恢复形状），进一步发现其很容易掺杂各种染料实现各种发光（图 a），拉制的纤维具有各向异性（图 b），为 MOF 玻璃走向应用方面打开了大门。

研究成果在线发表于《Angew Chem. Int. Ed》期刊上。【M. Ali *et al.* Fabrication of Super-Sized Metal Inorganic-Organic Hybrid Glass with Supramolecular Network via Crystallization-Suppressing Approach, *Angew. Chemie. Int. Ed.* (2023), e202218094. DOI: [10.1002/anie.202218094](https://doi.org/10.1002/anie.202218094).】

浙江大学光电学院博士后 M. Ali 为第一作者, 邱建荣教授为通讯作者。合作单位包括英国剑桥大学、丹麦奥尔堡大学、加州大学戴维斯分校、美国强磁场国家实验室等。

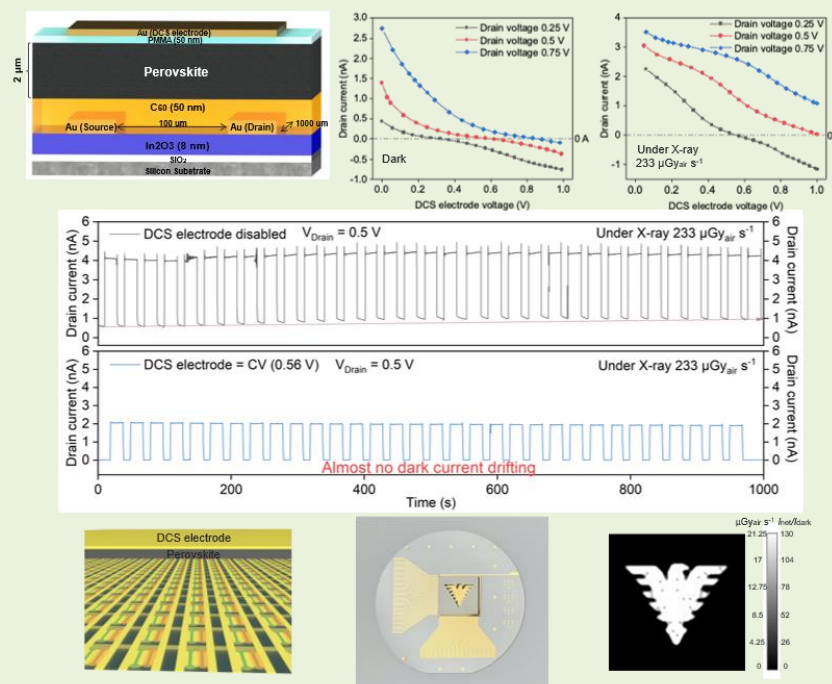
核心器件

具有“零”暗电流、超高信噪比的钙钛矿 X 射线探测器及成像阵列

金属卤化物钙钛矿(MHPs)有着非常理想的光电及 X 射线探测性能, 包括高迁移率-寿命积, 强 X 射线吸收能力, 简单便宜的制备方法, 优异的射线探测灵敏度等。在 X 射线探测器应用领域, 目前, 最常用的直接型 X 射线探测器为光电导型平板 X 射线探测器, 它通常需要远低于 1 nA cm^{-2} 的暗电流密度来保持高探测量子效率和高探测动态范围。然而, 钙钛矿光电导探测器较高的暗电流, 以及暗电流随时间漂移的现象在很大程度上阻碍了它们在实际 X 射线成像中的使用。首先, X 射线照射之前, 暗电流会迅速填满探测器背板上的 TFT 或 CMOS 像素存储电容, 从而严重降低图像对比度和动态范围。此外, 较高的暗电流会带来更高的噪声电流, 大大降低信噪比(SNR)。

最近, 杨旸教授课题组提出一种新颖而通用的器件结构, 它可以分离暗电流和光电流, 理论上暗电流可以被完全抑制, 这种方法被称为 dark-current-shunting (DCS)方法。并根据这个设计理念, 团队联合西湖大学朱博文教授课题组成功设计并制作了 DCS X 射线探测器, 并在 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ 的 TFT 背板上成功设计并展示了 64×64 像素的 DCS 探测器阵列及其 X 射线成像应用。通过对 DCS 电极电压的调控, 当

DCS 调控电压正好为 Critical Voltage (CV)时, 暗电流可完全压制为零。在这种工作条件下的探测器在 X 射线照射下, 光电流始终为正, 且相对于 DCS 电极禁用时, 光电流强度仅微微减弱。DCS X 射线探测器的暗电流和噪声电流分别低至 51.1 fA 和 152 fA , 接近普通半导体参数分析仪或数字源表的最低检测下限。同时光电流响应信号非常稳定, 且基本没有电流基线漂移。从而使得 X 射线探测器在暗电流水平, 探测灵敏度, 最低探测极限, 稳定性等各个指标上都达到非常优秀的水平, 极大提高 X 射线探测器的综合性能。该方法使得低成本短时间溶液法制备的多晶钙钛矿 X 射线探测器的信噪比甚至比目前最好的钙钛矿单晶 X 射线探测器还要高两个数量级以上。



研究成果在线发表于《Nature Communications》期刊上。【Peng Jin, Yingjie Tang, Dingwei Li, Yan Wang, Peng Ran, Chuanyu Zhou, Ye Yuan, Wenjuan Zhu, Tianyu Liu, Kun Liang, Cuifang Kuang, Xu Liu, Bowen Zhu* & Yang (Michael) Yang* Realizing nearly-zero dark current and ultrahigh signal-to-noise ratio perovskite X-ray detector and image array by dark-current-shunting strategy. *Nat. Commun.* **14**, 626 (2023). DOI: [10.1038/s41467-023-36313-6](https://doi.org/10.1038/s41467-023-36313-6)】

论文第一作者为浙江大学光电学院硕士生金鹏和西湖大学工学院博士生唐颖捷，通讯作者为浙江大学杨旻教授和西湖大学朱博文教授。该工作得到了刘旭教授和匡翠方教授的指导和帮助，也获得国家自然科学基金和浙江省自然科学基金等经费支持。

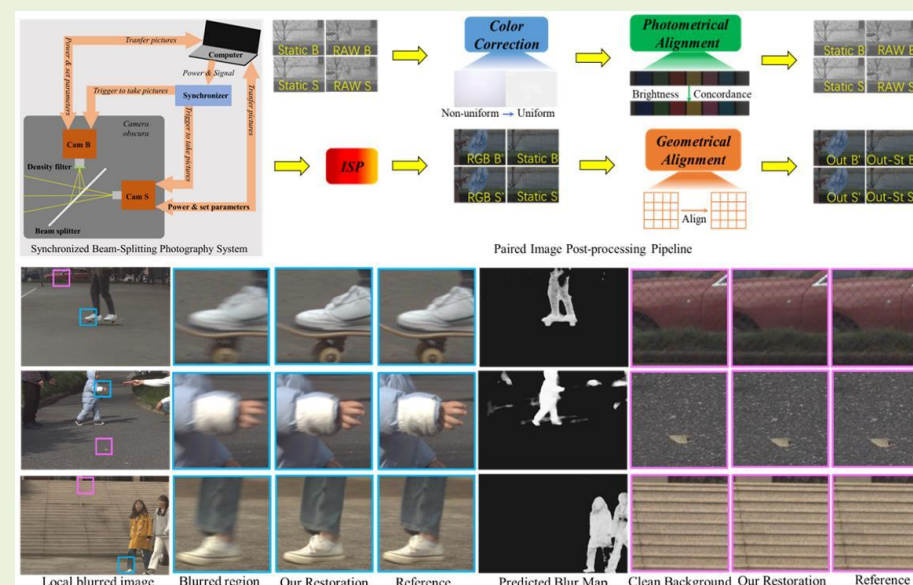
成像算法

解决单幅图像中局部运动物体的模糊问题

随着移动端成像和深度学习的发展，摄影时由于相机晃动而产生的全局运动模糊已经得到大幅度的解决，但是由物体运动引起的局部运动模糊任务仍然遗留许多技术空白。冯华君教授、徐之海教授团队教师和博士生李昊颖等创建了第一个真实的局部运动模糊数据集 ReLoBlur，并设计了局部模糊感知门控网络（LBAG）及一系列针对局部运动模糊的解决方案。这些创新性的解决方案构建了解决局部运动模糊和全局运动模糊的桥梁，实现了单幅图像中存在局部运动物体时的清晰成像。

为了解决单图像局部运动模糊的训练数据问题，团队自主设计研发的同步分光摄影装置同时获取局部运动模糊图像及其对应的清晰图像，后期处理算法校正图像对之间的亮度、颜色和空间位置差异。

该数据集构建方法真实地复现了局部运动模糊产生的原理，呈现了局部运动物体自身和背景产生的混叠效应，为单图像去局部运动模糊提供了可靠的数据支撑和评价参考。同时，团队创新性地构建了一种局部模糊感知门控网络（LBAG），该网络基于背景差分法，可以智能地定位模糊区域；基于模糊感知的块裁剪策略，解决了训练数据输入网络的不平衡问题；该网络中的门控机制，引导深度神经网络专注于改善模糊区域的图像质量，节约了计算成本。



大量实验表明，该工作在局部运动模糊领域达到尖端水平，成果被多篇微信公众号报道（“我爱计算机视觉”、“机器学习算法和自然语言处理”、“PaperWeekly”等），并被评价为“填补了深度学习在局部运动模糊问题上的空缺”。

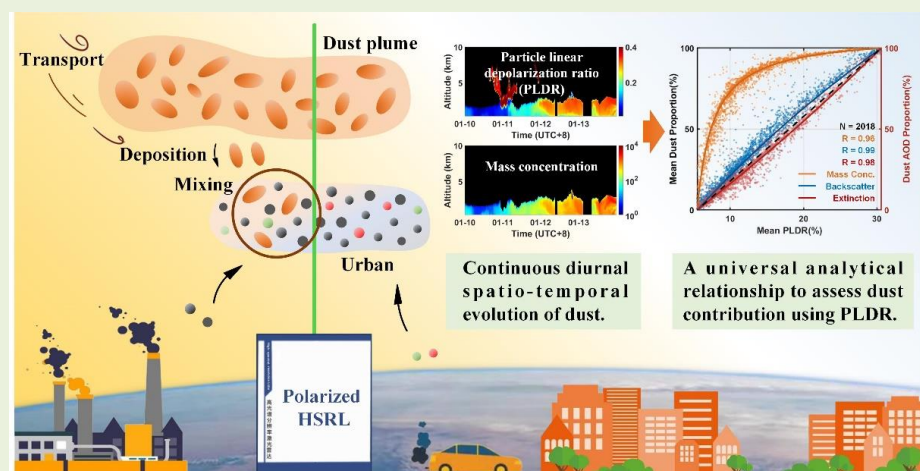


研究成果在线发表于 Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) 会议, 并被评为 Oral 论文, 【Haoying Li, Ziran Zhang, Peng Luo, Tingting Jiang, Huajun Feng, Zhihai Xu, Real-World Deep Local Motion Deblurring, DOI: [10.48550/arXiv.2204.08179](https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.08179)】

系统装备

基于偏振高光谱分辨率激光雷达的沙尘气溶胶质量浓度和光学特性同时探测研究

沙尘气溶胶占大气气溶胶总质量~35%, 是大气中最丰富的气溶胶类型。源自沙漠地区的沙尘颗粒可以远距离传输, 对源区和顺风地区的气候、环境、社会经济和人类健康构成严重威胁。迄今为止, 一直缺乏对沙尘气溶胶垂直分辨的质量浓度和光学特性的连续昼夜观测, 这阻碍了我们对气溶胶的混合与分层过程、气溶胶-云相互作用及对环境影响的理解。亟需昼夜连续的、高精度的、高时空分辨率的沙尘气溶胶观测资料作进一步研究。



为了填补观测资料的空白, 刘东教授及刘崇教授团队首次利用高光谱分辨率激光雷达(HSRL)实现了昼夜连续的沙尘气溶胶质量浓度以及光学特性观测。HSRL 的观测结果与辅助数据表现出了良好的一致性, 并与历史观测资料相符合。受 HSRL 观测结果的启发, 研究团队发现了一个通用的解析关系, 基于该解析关系可以直接利用气溶胶退偏比 (PLDR) 来估算沙尘气溶胶后向散射、消光、光学厚度和质量浓度的占比, 为量化沙尘气溶胶的贡献提供了一种简单有效的方法。这些宝贵的观测资料有助于进一步加深人类对沙尘气溶胶在气候和环境中的影响的理解, 并有助于补充沙尘气溶胶数据库。

该研究成果发表于《Science of The Total Environment》期刊上。【Xiao D *et al.*, Simultaneous profiling of dust aerosol mass concentration and optical properties with polarized high-spectral-resolution lidar, *Science of The Total Environment*, 2023. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2023.162091](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162091)】, 刘东教授为唯一通讯作者。

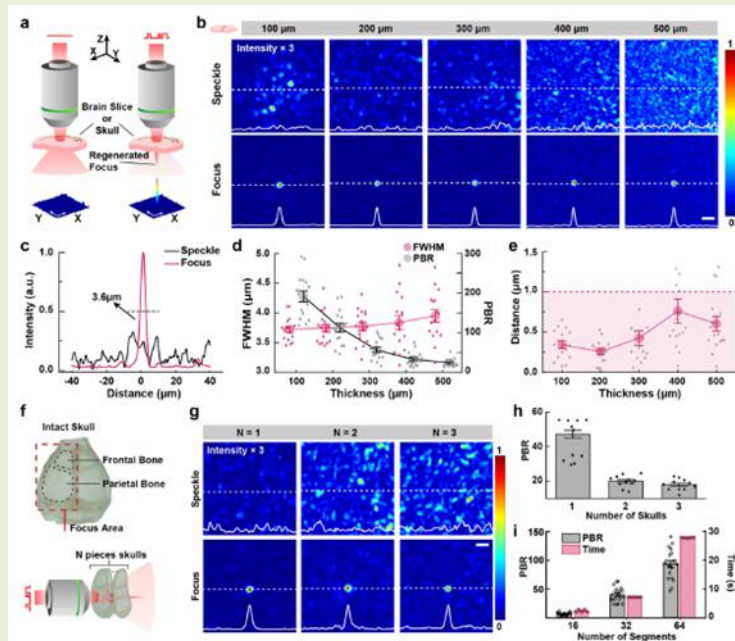
前沿技术

生物组织深层非侵入、单细胞精度光遗传学光刺激技术

光遗传学技术通过将特定光敏蛋白表达在特定神经元中, 再利用光对其进行类似开关的操纵, 在时间、空间和细胞种类选择性上成功克服了传统技术 (如电生理) 的不足。光遗传学已被广泛的用于神经科学的各个研究领域, 从某种意义上说, 光遗传学推动了整个神经科学领域的快速发展。但是, 生物组织对可见光具有极强散射特性, 并且活体生物组织的散射特性实时变化, 其退相干时间不足 10ms, 导致可见光难以穿透具有强散射特性的活体脑组织并形成稳定聚焦。

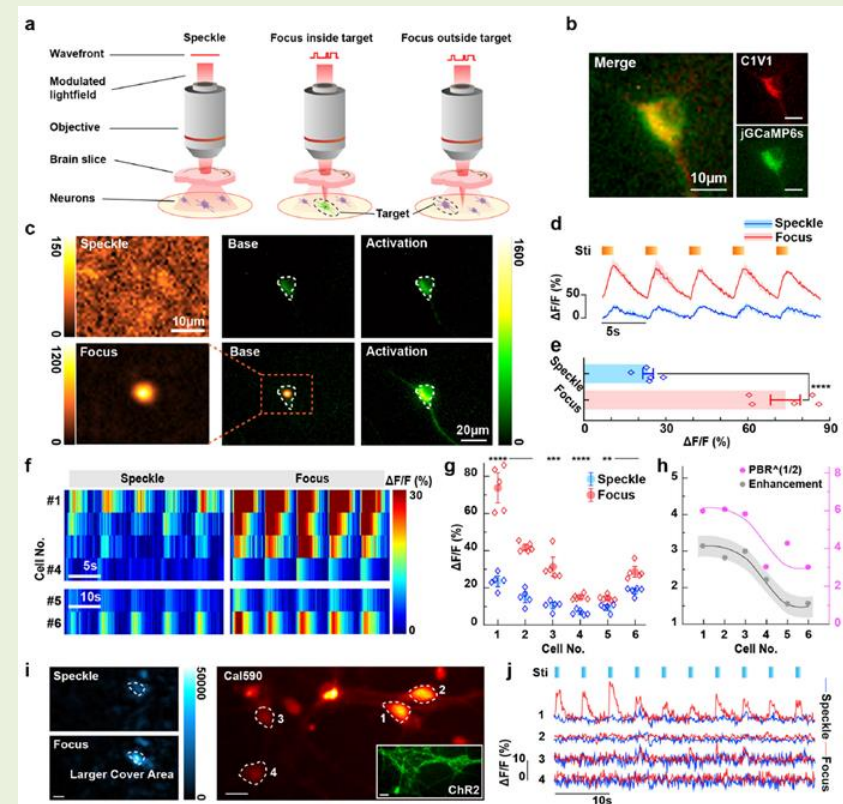
斯科教授课题组提出了极低信噪比环境下的二值化、自适应、高速并行像差探测方法，首次利用可见光，以非侵入方式在活体动态组织内部深处(深度 500 微米以上)实现稳定的光聚焦(持续 60s 以上，退相干时间提升了 6000 倍)，解决了单光子精准神经光调控技术无法非侵入在动态脑组织内部深处精准稳定聚焦的难题，并成功研制出原型样机。研究团队进一步证实了这种聚焦技术在实际光遗传学中的实验效果，并探索了神经环路精细化研究的可能性。实验表明，利用新技术对单个神经元和神经元集群进行了单细胞精度的精准刺激，并且得到高达 300% 的激活效率提升。

研究成果在线发表于《Communications Biology》期刊上。【Zhenghan



上图：fCOAT 聚焦系统在不同组织中的聚焦性能体现

Li, Yameng Zheng, Xintong Diao, Rongrong Li, Ning Sun, Yongxian Xu, Xiaoming Li, Shumin Duan, Wei Gong* and Ke Si*, "Robust and adjustable dynamic scattering compensation for high-precision deep tissue optogenetics," *Communications Biology* 6, 128 (2023). DOI : [10.1038/s42003-023-04487-w](https://doi.org/10.1038/s42003-023-04487-w)】浙江大学光电学院博士生李政翰为第一作者，斯科教授为共同通讯作者（主通）。



上图 fCOAT 系统的精准光遗传实验实现