

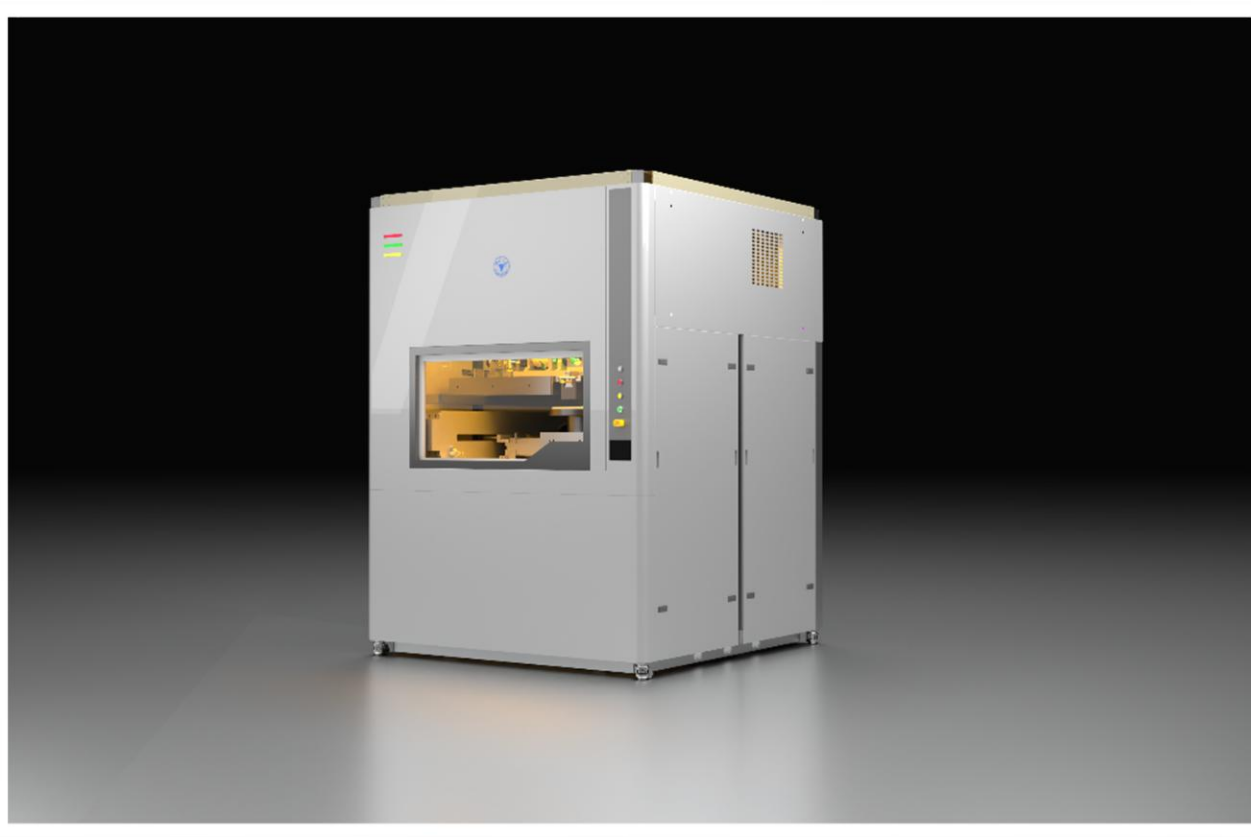
# 简报

# EPISKL

State Key Laboratory of Extreme Photonics and Instrumentation



2025 年 第 4 期  
总第 57 期  
2026 年 1 月



上图：万通道 3D 纳米激光直写光刻装置

极端光学技术与仪器全国重点实验室

# 目录

<b>科研进展</b>	<b>刘旭、匡翠方</b>   基于虚拟调制的高通量荧光波动超分辨显微成像方法.....	1
<b>科研进展</b>	<b>匡翠方</b>   光力引导玻璃打印突破衍射极限.....	2
<b>科研进展</b>	<b>刘旭、匡翠方</b>   一种面向三维纳米制造与表征的多模态方法.....	3
<b>科研进展</b>	<b>唐龙华</b>   量子隧穿与电化学门控耦合的单分子检测技术及应用.....	4
<b>科研进展</b>	<b>俞泽杰</b>   一种极化薄膜铌酸锂波导的集成差频产生 (DFG) 器件.....	5
<b>科研进展</b>	<b>张磊、童利民</b>   一种超灵敏多感觉的微光学触角.....	6
<b>科研进展</b>	<b>王大伟</b>   统计物理中的光计算：傅里叶光子模拟器.....	7
<b>科研进展</b>	<b>林晓、陈红胜</b>   基于菲涅耳-菲索拖拽效应的逆切伦科夫辐射.....	8
<b>科研进展</b>	<b>许迎科</b>   支持多模态解析与协作的虚实共生智能显微镜.....	9
<b>科研进展</b>	<b>谭述润</b>   基于辐射传输理论的植被覆盖地表体-面散射耦合模型.....	10
<b>科研进展</b>	<b>魏准</b>   基于电流空-频动态扩散生成模型的电磁超表面逆向设计方法.....	11
<b>热烈祝贺</b>	李尔平教授当选中国工程院外籍院士.....	12
<b>热烈祝贺</b>	罗明教授、庞晓丹教授当选为美国光学学会 2026 新选会士.....	13
<b>热烈祝贺</b>	沙威长聘副教授当选 2026 年度 IEEE Fellow.....	14
<b>实验室短讯</b>	万通道 3D 纳米激光直写光刻装置成果发布.....	15
<b>实验室短讯</b>	实验室成功举办两次极端光学高端论坛.....	16
<b>实验室短讯</b>	实验室成功举办第一届学术委员会第三次会议.....	17
<b>学术交流</b>	实验室举办 5 期极端光学技术系列论坛讲座.....	18



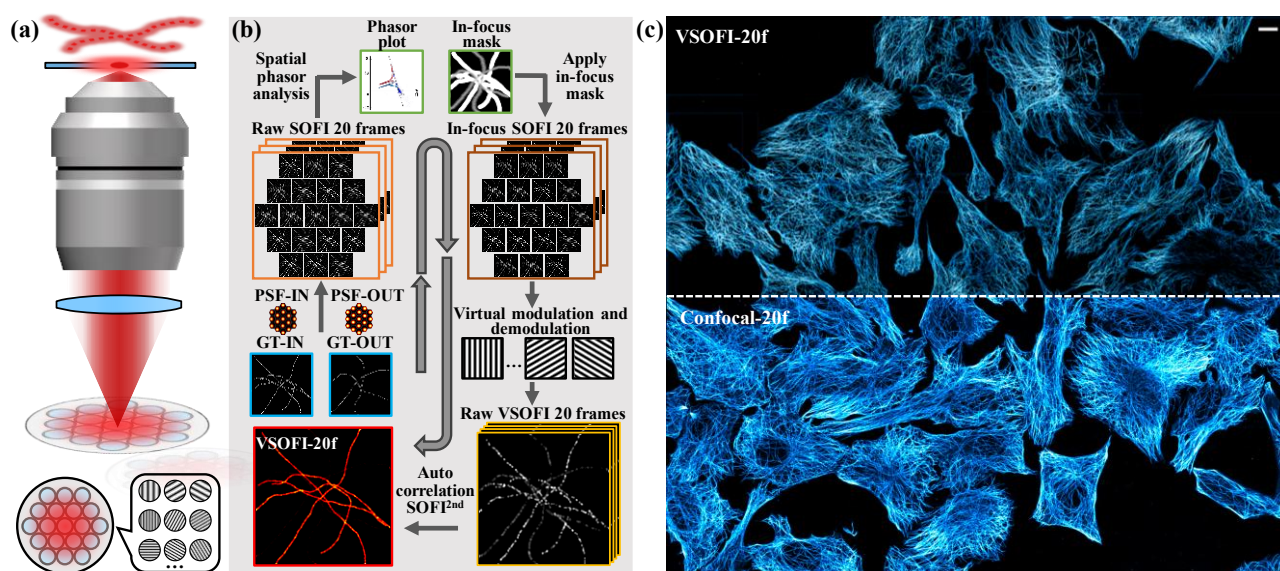
## 科研进展

## 基于虚拟调制的高通量荧光波动超分辨显微成像方法

超分辨光学波动成像 (SOFI) 因具备系统成本低、标记要求宽松等特点, 在生物医学研究中具有独特优势。然而, 传统 SOFI 方法通常依赖于大量图像帧的采集, 成像时间较长, 且分辨率提升程度有限, 制约了其在快速观测中的实际应用。

针对上述技术瓶颈, 刘旭教授、匡翠方教授团队提出了基于虚拟调制的高通量荧光波动超分辨显微成像方法 (VSOFI)。该方法创新性地将阵列探测器的光学层切与高频信息捕获能力, 通过时间-空间双重调制策略整合于荧光波动超分辨成像框架中, 在提升分辨率的同时显著加快了成像速度。在图像重建过程中, VSOFI 在空间域引入空间相量分析以自适应抑制背景噪声与重构伪影, 并在频域采用虚拟调制-解调策略增强高频信号响应, 通过空频协同处理有效提高了信号提取效率与重建质量。实验结果表明, 仅需 20 帧原始图像, VSOFI 即可实现约 2 倍的横向分辨率提升, 成像效率较传统方法提高 25 倍以上。该方法在不同荧光标记密度与开关占空比条件下均表现出良好的鲁棒性与适用性, 可清晰解析微管等亚细胞结构, 并支持扩展至细胞群体尺度的大视场超分辨观测。本工作为荧光波动超分辨成像提供了一种高效、易集成的技术方案, 不仅拓展了其在生物样本快速观测中的应用前景, 也为发展基于阵列探测器的多模态成像系统提供了可行的技术路径。

本研究相关成果发表于《ACS Photonics》期刊【Ye, H. *et al.* Virtual Modulation Based High-Throughput Fluorescence Fluctuation Super-Resolution Imaging, *ACS Photonics*, 2025, DOI: [10.1021/acsp Photonics.5c02613](https://doi.org/10.1021/acsp Photonics.5c02613)】。



(a) VSOFI 时间-空间双重调制策略示意图; (b) VSOFI 重建算法流程图; (c) 基于 VSOFI 实现的细胞群体尺度大视场超分辨成像 (视场范围  $320 \times 280 \mu\text{m}^2$ )



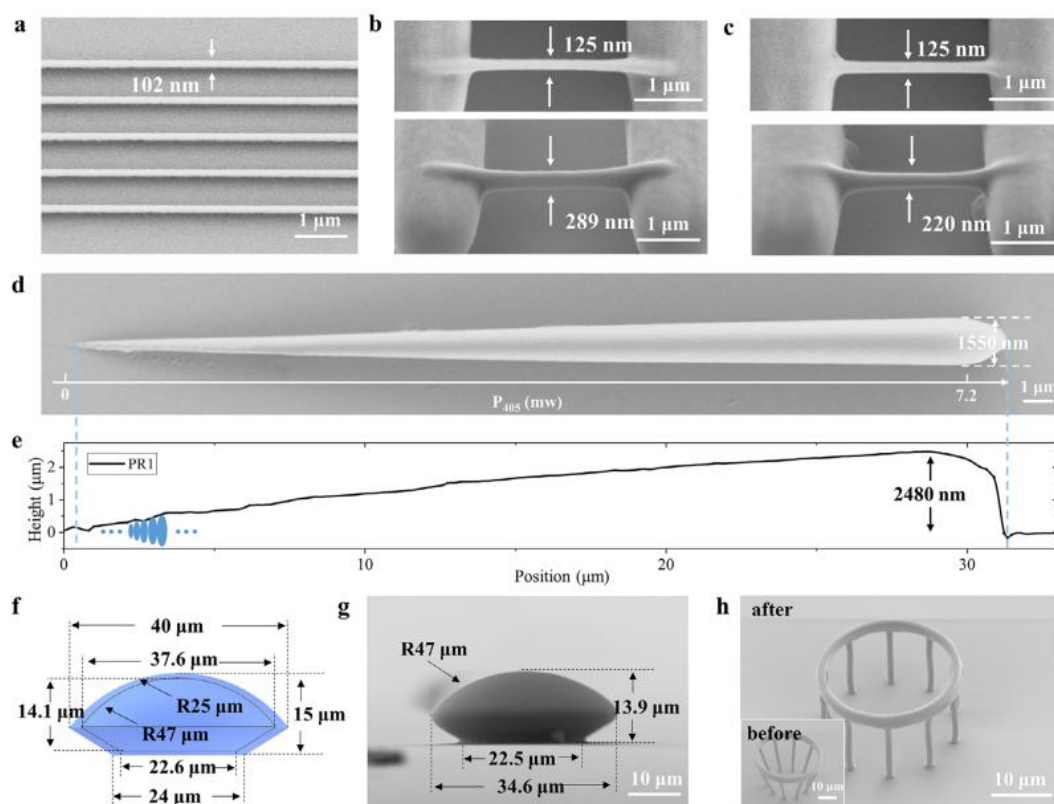
## 科研进展

# 光力引导玻璃打印突破衍射极限

实现高精度的自由三维形态石英玻璃纳米结构,是先进光子学和精密光学领域的关键制造技术。然而,当前基于飞秒激光的加工方法仍存在成本高、产量低和制造面积有限等问题。

针对上述技术瓶颈,匡翠方教授团队提出一种新型纳米尺度增材制造技术,成功使用成本较低的连续激光,实现了突破光学衍射极限玻璃 3D 打印。采用连续激光固化笼状倍半硅氧烷 (polyhedral oligomeric silsesquioxane, POSS) 光敏树脂,随后在 650° C 温度下可转化为熔融石英。该技术利用同步共轴激光束实现了两种不同的光化学机制:通过双色双步吸收过程实现空间约束,并采用光力引导聚合 (optical force-guided polymerization, OFGP) 技术以进行亚衍射结构精修。这种协同方法克服了光聚合物记忆效应带来的空间分辨率限制,实现了 102 nm 的特征尺寸,突破了光学衍射极限。实验成功制备了高保真度的曲面结构,以及具备扩展体素调制范围的可编程灰度光刻结构,为玻璃基底的微光学元件制造开创了全新范式,实现了纳米级精度与工业级量产能力的完美结合。

研究相关成果发表在期刊《Laser & Photonics Reviews》上【Chenliang Ding, Jisen Wen, *et al.*, Subdiffraction-Limit Glass 3D Printing by Optical Force-Guided Polymerization With Two Continuous Wave Lasers, *Laser & Photonics Reviews*, 15 Oct. 2025, DOI: [10.1002/lpor.202501471](https://doi.org/10.1002/lpor.202501471)】



上图: 采用连续波 (CW) 激光制备纳米级 3D 结构

## 科研进展

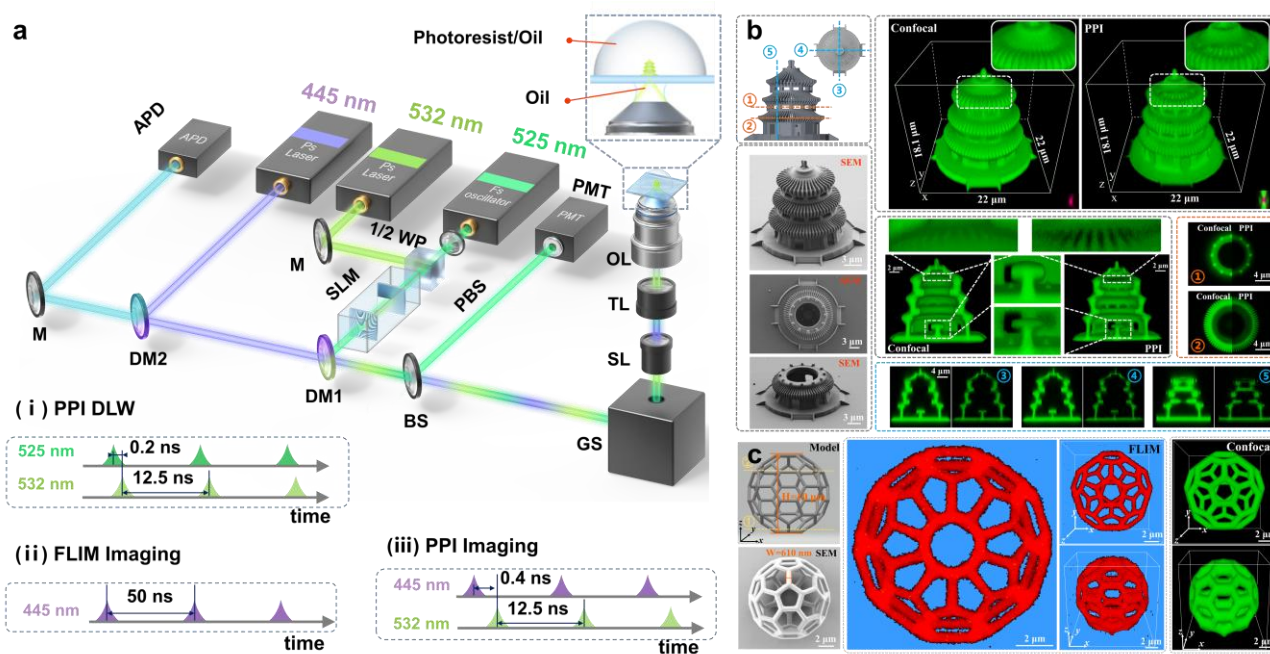
# 一种面向三维纳米制造与表征的多模态方法

三维纳米制造已实现数十纳米的加工精度，但其质量表征仍面临关键瓶颈：传统原位成像分辨率不足，而 SEM/AFM 观测三维内部结构常需破坏样品，制约了其在实际加工中的闭环控制与优化。

为此，浙江大学刘旭、匡翠方教授团队提出了集外周光抑制激光直写与双模式成像于一体的系统方法。该方法利用 DETC 分子的“一材两用”特性，使其同时作为光引发剂实现超衍射极限直写，并借助其受激发射损耗行为为超分辨成像提供基础。DETC 在聚合后荧光寿命延长的特性，进一步为原位表征创造了材料条件。

基于此，团队研制出一套集成系统，同步实现三维超分辨制造、未显影结构的共聚焦级原位成像，以及显影后的超分辨验证。该系统可实现线宽 40 纳米、边缘粗糙度 1.6 纳米的加工精度，成像横向分辨率达 50 纳米，并能清晰分辨 200 纳米级的轴向间隙。在三维“塔楼”结构成像中，该方法无损揭示了内部桌椅细节。该系统还实现了共聚焦水平的原位成像，从根本上改变了传统纳米制造依赖后处理进行表征的局限，为纳米制造与实时表征的集成提供了可行的技术路径。

本研究相关成果发表于《International Journal of Extreme Manufacturing》期刊【Qiulan, Liu. *et al.* 3D nanoscale fabrication and imaging: a multimodal approach for in situ and super-resolution characterization, *IJEM* 2025, DOI: [10.1088/2631-7990/ae289e](https://doi.org/10.1088/2631-7990/ae289e)】。



上图：a 集成化 PPI-DLW 与多模态成像系统原理图；b 复杂 3D 结构的加工与 PPI 成像；c 原位 FLIM 成像。

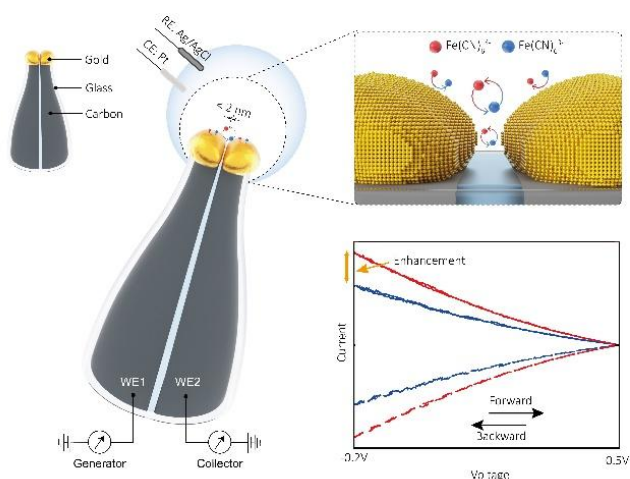
## 科研进展

## 量子隧穿与电化学门控耦合的单分子检测技术及应用

单分子检测在解析分子结构与动力学过程中具有重要意义,但现有方法普遍面临灵敏度受限、信号依赖被动采集以及难以实现分子态主动调控等关键挑战,尤其是在极端纳米限域条件下,实现高灵敏探测与电化学调控的有效协同仍有待突破。

针对上述问题,唐龙华课题组建立了一种结合量子隧穿效应与电化学门控策略的单分子检测方法。通过构建亚 2 nm 纳米间隙的量子隧穿探针,系统阐明了氧化还原循环在隧穿区域内的信号增强效应,揭示了隧穿电导、纳米限域空间尺度与电化学反应动力学之间的内在关联。进一步结合金电极界面核酸适配体功能化策略,实现了对新冠病毒受体蛋白的高灵敏、高特异性检测,并在实际患者样本中完成验证,展示了该方法在复杂生物体系中的应用潜力。

在上述原创研究基础上,课题组进一步围绕单分子量子隧穿传感与限域电化学这一核心方向,对相关方法体系、物理机制及应用进展进行了系统梳理与总结,概括了不同电极间距条件下氧化还原循环增强效应的演变规律,构建了从纳米限域到量子隧穿尺度下电荷传输行为的统一物理图景,并总结了典型实验平台及其在超灵敏分子与生物检测中的代表性应用。



(左) 量子隧穿氧化还原循环增强效应原理图; (右) 单分子量子隧穿传感示意图

相关研究成果有【L. Yi, T. Jiang, *et al.* Quantum Mechanical Tunnelling Probes with Redox Cycling for Ultra-Sensitive Detection of Biomolecules, *Angewandte Chemie International Edition* 2025, e202501941 DOI: [10.1002/ange.202501941](https://doi.org/10.1002/ange.202501941) (封面文章)]; 相关综述成果有【L. Yi, L. Tang, From confinement to quantum tunnelling: Redox cycling electrochemistry across scales for ultra-sensitive molecular sensing, *Trends in Analytical Chemistry*, 2026, 194, 118514, DOI: [10.1016/j.trac.2025.118514](https://doi.org/10.1016/j.trac.2025.118514)】以及【L. Yi, Y. Yang, *et al.* Single-molecule quantum tunnelling sensors, *Chemical Society Reviews*, 2025 (封面文章), DOI: [10.1039/D4CS00375F](https://doi.org/10.1039/D4CS00375F)】

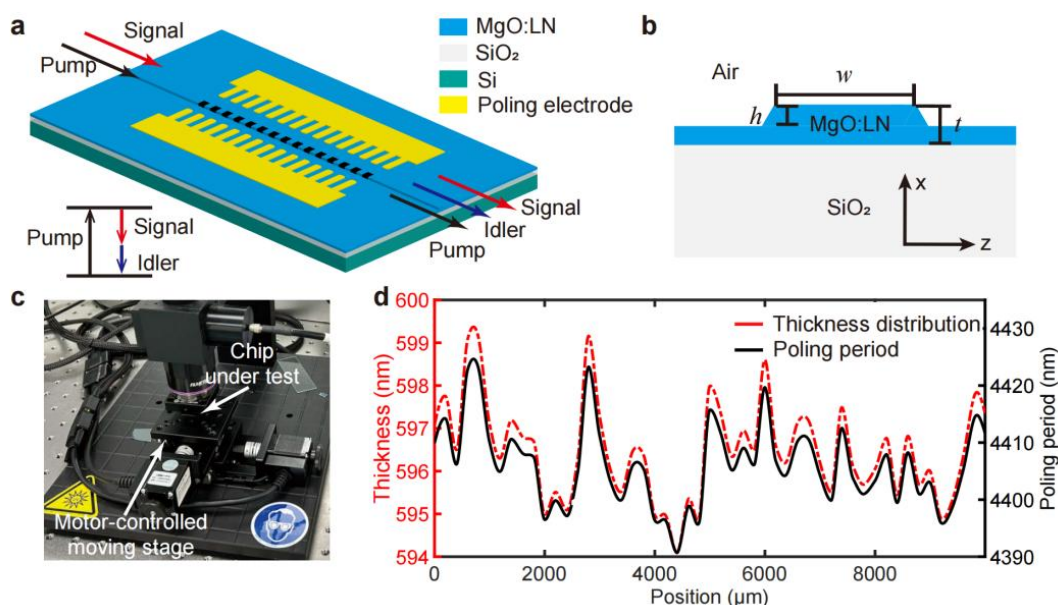


## 科研进展

## 一种极化薄膜铌酸锂波导的集成差频产生 (DFG) 器件

差频生成 (Difference frequency generation) 是非线性光学中的一项重要技术, 旨在实现灵活且宽带的波长转换, 是光通信波长转换与特殊波段激光产生等领域的关键支持手段。此前研究探索了晶体双折射相位匹配、纳米波导均匀周期极化等多种技术路线, 但仍面临转换效率低和难以大规模集成等挑战。尤其是在芯片尺度上实现高效率差频生成的效果尚不理想。

俞泽杰研究团队基于适应性极化薄膜铌酸锂波导的集成差频生成波长转换器件。通过精确测量薄膜铌酸锂层的厚度分布, 实现了周期性极化周期的精准调控, 有效抑制了因薄膜铌酸锂层厚度不均匀性导致的相位失配问题。实验结果表明, 该差频生成过程展现出卓越性能, 绝对转换效率最高达 48.6%。其归一化效率值超过  $100\%W^{-1}cm^{-2}$  的带宽突破 90nm。器件的光-光响应特性与模拟眼图结果, 充分验证了其在光通信系统中的应用潜力。即使信号光在 C+L 波段外, 通过差频过程将信号光转换至 C 波段或 L 波段, 仍能保持信息完整性并以实现 EDFA 光放大。因此, 该集成差频生成器件不仅可为光通信系统扩展通信容量提供解决方案, 还可作为具有特定波长的集成激光源研究的新思路。未来研究将优化差频生成工艺中的极化周期设计, 致力实现从近红外到中红外波段的差频光生成, 以拓展至成像、传感等非光通信领域的实际应用。



上图 (a) 基于适应性周期性极化铌酸锂波导的差频生成器件原理示意图。(b) 薄膜周期性极化铌酸锂波导横截面示意图。(c) 厚度测量系统示意图。(d) 沿周期性极化铌酸锂波导分布的测量厚度 (虚线) 与对应极化周期 (实线) 分布。

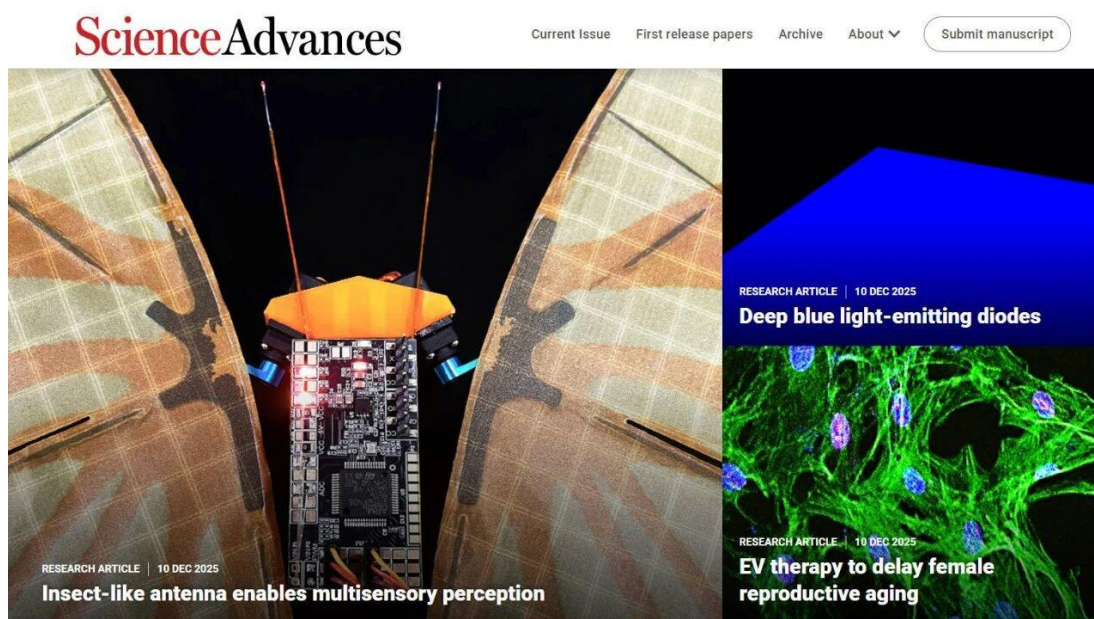
相关成果发表于《Nature Communications》【Li, H., Guo, J., Huang, F. *et al.* Integrated broadband and high-efficiency difference frequency generation. *Nat Commun* 16, 11014 (2025). DOI: [10.1038/s41467-025-65953-z](https://doi.org/10.1038/s41467-025-65953-z)】。浙江大学光电学院硕士研究生李灏然、郭婧妍为第一作者; 浙江大学百人计划研究员俞泽杰为通讯作者。该工作得到了国家自然科学基金委员会和浙江省自然科学基金委员会项目资金支持。

## 科研进展

## 一种超灵敏多感觉的微光学触角

传感器的微型化与多功能集成化在小型机器人、生物医学监测以及精密操控等领域的需求日益增加。在微观尺度上集成多种感知模式，使得传感器能够在保持小型化和低功耗的同时提供更强大的功能。相比于在小型化过程中可能受到欧姆损耗、延迟和串扰影响的电子结构，光纤系统通常具有低损耗、快响应以及抗电磁干扰的优势。近年来，基于微纳光纤的触觉、超声和生化传感器得到了快速发展，但是要实现一种具备类似生物触角多感官能力、且可与小型机器人集成的微型传感器件仍然充满挑战。

基于上述挑战，张磊、童利民教授团队联合李铁风团队提出了一种微光学触角，由一根模拟神经感受及信号传输功能的微纳光纤和化学敏感的聚合物薄膜构成，首次利用单一器件实现了超灵敏的触觉、听觉、嗅觉感知与解耦，具有媲美/超越昆虫触角的感知能力；首次在单个器件中实现了触觉、听觉、嗅觉的超灵敏感知与解耦，其中力学检测范围覆盖皮牛至微牛级、声学检测频率可达 10MHz、化学分子检测能力可达十亿分之一级，多感觉传感性能远超过去报道的小型化传感器。进一步开发了高效集成的传感系统，实现了小型扑翼蝴蝶飞行机器人在运动中的多感觉融合与自主控制，为智能传感器件的微型化、多功能集成化及小型机器人的感知与控制提供了新原理和方法。



相关成果发表于《Science Advances》【Xitao Tu, Chen Qian *et al.* Insect-inspired micro-optical antenna enables ultrasensitive multisensory perception. *Sci. Adv.* 11, 50, (2025) DOI: [10.1126/sciadv.aec4252](https://doi.org/10.1126/sciadv.aec4252)】。论文第一作者为浙江大学光电学院博士生屠锡涛，共同通讯作者为极端光学技术与仪器全国重点实验室张磊教授、童利民教授和航空航天学院李铁风教授；此外，航空航天学院的钱辰博士、冯涛博士和光电学院的甄煜琦博士、崔博文博士也在其中作出了重要贡献。该研究得到了国家自然科学基金、新基石研究员项目、浙江省尖兵领雁计划项目和中央高校基本科研业务费等的资金支持。

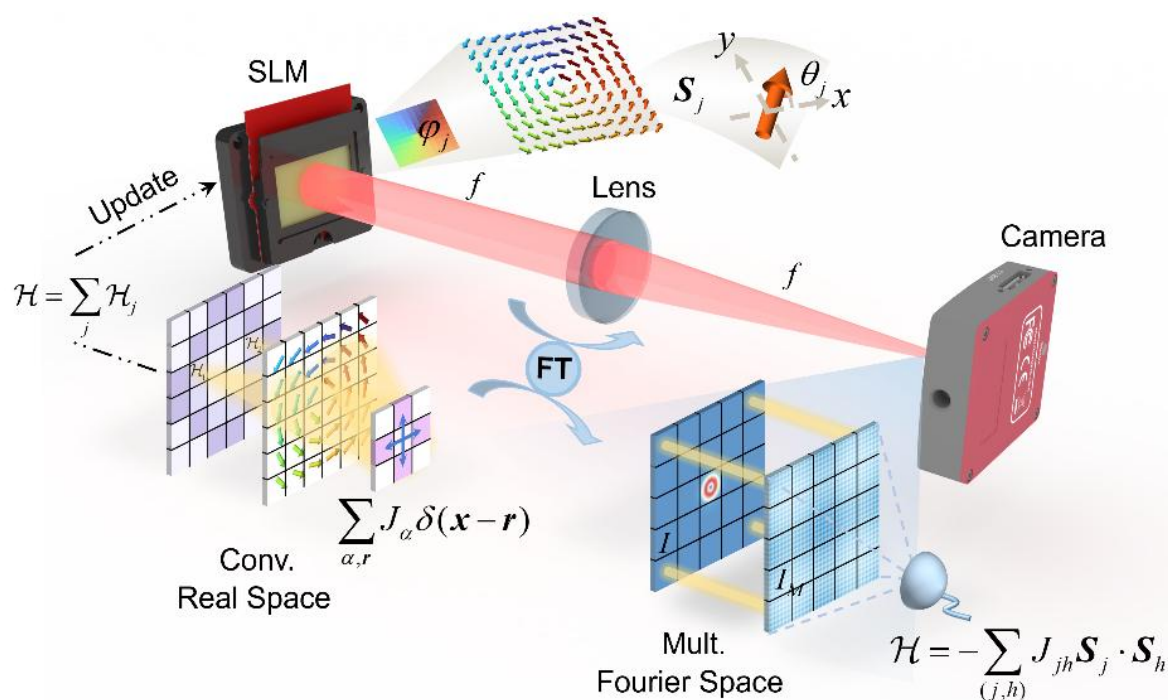


## 科研进展

## 统计物理中的光计算：傅里叶光子模拟器

XY 模型是描述二维平面上具有连续自旋取向的统计物理模型。该模型可解释薄膜超导、超流液氦等强关联体系相关的实验结果。然而，由于自旋取向的连续性、自旋间相互作用的相互竞争以及晶格几何结构等因素，其计算复杂度随着自旋数目指数增加。这是一种典型的 NP-hard 难题。

浙江大学量子光学研究团队王大伟教授提出了一种傅里叶光子模拟器 (FPS)。该模拟器利用空间光调制器将 XY 自旋的取向编码为光场的相位，并通过精心设计的傅里叶掩模，在光学傅里叶平面上直接实现自旋间相互作用的“并行计算”。与电子计算机上逐项计算哈密顿量的方式不同，FPS 借助光学傅里叶变换的天然并行性，实现了与相互作用范围无关的线性计算复杂度，从而使得在实验中构建具有复杂晶格和长程相互作用的 XY 模型成为可能，实现了自旋拓扑相变和几何阻挫的模拟与观测。



傅里叶光子模拟器的工作原理

相关成果发表于《物理评论快报》【Yuxuan Sun, Weiru Fan, Xingqi Xu, Da-Wei Wang, and Hai-Qing Lin, Topological Defects and Geometrical Frustration in Fourier Photonic Simulator, *Phys. Rev. Lett.* 135, 257101 (2025), DOI: [10.1103/tgt8-gb13](https://doi.org/10.1103/tgt8-gb13)】。论文第一作者为浙江大学物理学院博士生孙宇轩与范伟如博士，通讯作者为范伟如博士、王大伟教授和林海青院士，其他作者还包括浙江大学徐兴奇研究员。该研究得到了国家自然科学基金、国家重点研发计划、“量子通信与量子计算机”国家科技重大专项等项目的支持。

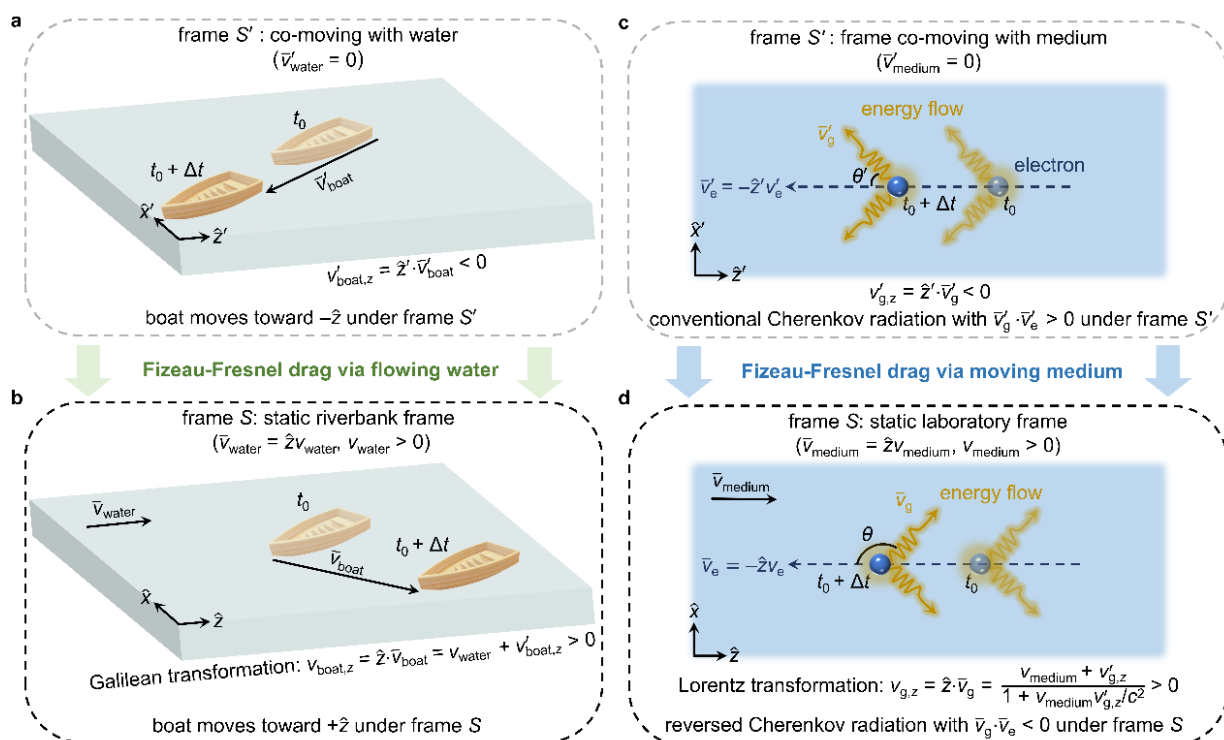
## 科研进展

## 基于菲涅耳-菲索拖拽效应的逆切伦科夫辐射

切伦科夫辐射 (Cherenkov radiation) 是一类源于带电粒子与物质相互作用的自发光辐射, 可用于未知粒子探测, 直接导致了反质子、 $J/\psi$  粒子、中微子振荡等系列诺奖工作的发现, 在 高能物理等基础领域影响深远。然而, 传统切伦科夫辐射方向严格受材料本征属性和结构属性限制。具体而言, 各向同性的均匀正折射率媒质长期以来被认为不存在辐射方向与粒子运动反向的逆切伦科夫辐射 (Reversed Cherenkov radiation)。

最近, 林晓研究员和陈红胜教授研究团队揭示了在各向同性的均匀运动媒质中存在逆切伦科夫辐射。该物理图景可类比于急流中被反向拖拽的运动物体 (如小船)。其辐射机理源于运动媒质中的菲涅耳-菲索拖拽效应 (Fizeau-Fresnel drag): 即常规切伦科夫辐射被运动媒质向电子运动反方向“拖拽”, 从而产生逆切伦科夫辐射。该工作进一步揭示了逆切伦科夫辐射产生的媒质运动速度阈值, 这可为切伦科夫辐射方向调控提供全新的自由度。

研究成果在线发表于《Applied Physics Reviews》期刊上。【Bowen Zhang, Zheng Gong, Hongsheng Chen, Ido Kaminer, Xiao Lin *et al.* Reversed Cherenkov radiation via Fizeau-Fresnel drag. *Applied Physics Reviews* **12**, 041421 (2025). DOI: [10.1063/5.0296513](https://doi.org/10.1063/5.0296513).】浙江大学博士研究生张博闻、龚政为共同第一作者, 以色列理工学院 Ido Kaminer 教授、浙江大学陈红胜教授和林晓研究员为共同通讯作者。

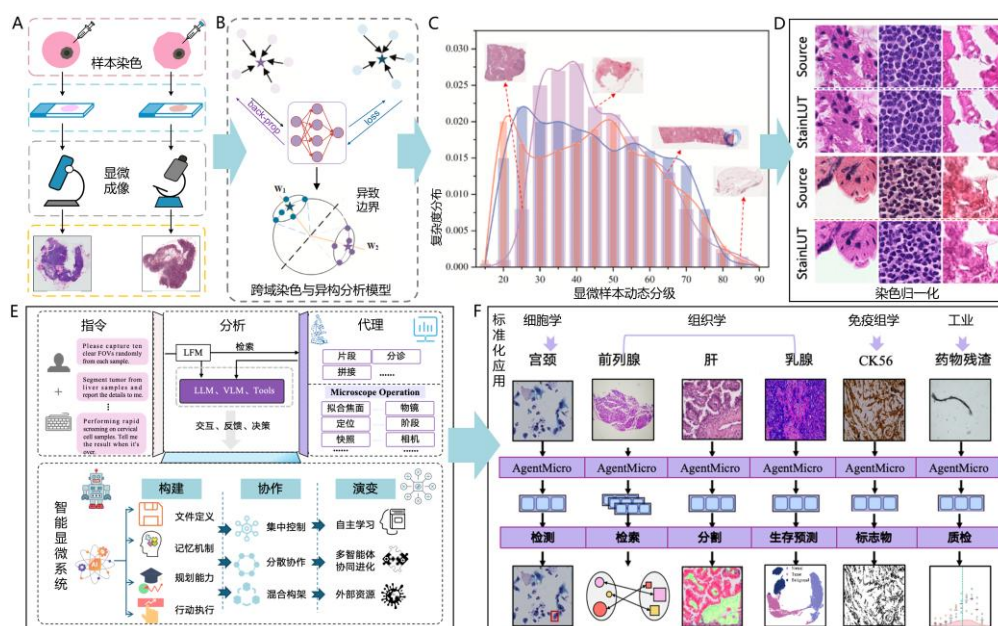


## 科研进展

## 支持多模态解析与协作的虚实共生智能显微镜

显微镜是获取病理组织形态的必需光学设备，但其智能化应用仍面临多重瓶颈。不同机构制片流程和染色方案差异在光学成像阶段引入显著颜色偏移与噪声放大，成像系统聚焦误差、照明不均等视觉因素，手动操作和主观判断等观测过程，都会导致依赖多尺度形态上下文推理的病理组织异质性与样本复杂度难以被完美刻画。

针对以上难题，浙江大学许迎科教授团队构建从“被动成像”到“动态诊断”的智能显微体系。该研究首次建立病理事件驱动的多模态解析与交互多智能体框架，实现从感知、解析、诊断、报告生成的决策闭环。团队提出自监督染色归一化模型，通过引入灰度域转换与可学习查找表机制，显微系统实时颜色校正确保跨域镜下视野一致性。为克服成像异质性建模难题，提出融合多维复杂度因子联合校准方法，形成微观图像难度分级特征分布。系统可于100×镜下视野稳定识别肿瘤区域（Dice=0.90），并通过视觉-语言驱动，主动切换200×精准定量微血管亚细胞结构（Dice=0.85）。在11种疾病的临床测试中，智能显微镜达到高年资病理医生的诊断水平。该研究显著提升光学显微系统在即时分析的智能化应用潜力，有望推动实时成像与在线交互的新一代智能显微仪器的标准化。



研究成果发表于《npj Digital Medicine》、《Medical Image Analysis》和《Communications Biology》【Wang, J., Yu, J., Yang, H. *et al.* Self-supervised stain normalization empowers privacy-preserving and model generalization in digital pathology. *npj Digit. Med.* (2025). DOI: [10.1038/s41746-025-02196-8](https://doi.org/10.1038/s41746-025-02196-8)】; 【Jiahui Yu, Xuna Wang, *et al.* Exploring Complexity-Calibrated morphological distribution for whole slide image classification and difficulty-grading, *Medical Image Analysis*, Vol 105, Oct. 2025, 103707 DOI: [10.1016/j.media.2025.103707](https://doi.org/10.1016/j.media.2025.103707)】; 【Yu, J., Ma, T., Chen, F. *et al.* Task-driven framework using large models for digital pathology. *Commun Biol* 7, 1619 (2024). DOI: [10.1038/s42003-024-07303-1](https://doi.org/10.1038/s42003-024-07303-1)】博士后于佳辉、博士生王建行分别为第一作者，许迎科教授为通讯作者。

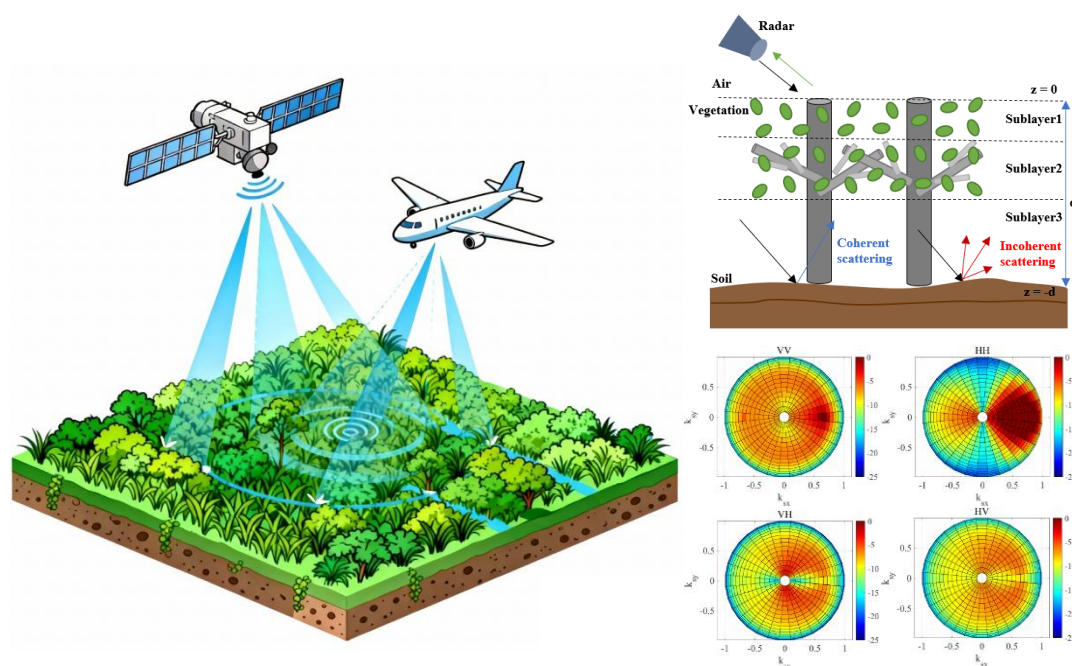


## 科研进展

## 基于辐射传输理论的植被覆盖地表体-面散射耦合模型

面向植被覆盖地表的 L-波段微波遥感，雷达后向散射与辐射计亮温同时受植被—土壤耦合、多次散射、后向增强以及植被垂直非均匀结构共同影响，但现有主动 RT 模型往往对关键机制做了简化，难以用同一组物理参数同时解释主动与被动观测，制约土壤湿度与植被含水量等参数的可靠反演。

针对这一问题，浙江大学谭述润教授研究团队提出一个面向植被地表的综合主动微波辐射传输模型，在统一框架下系统纳入体散射与面散射耦合、迭代求解的多阶散射、循环项导致的后向增强，以及垂直结构异质性刻画。在方法上，地表边界同时考虑镜面相干反射，以及粗糙面双站非相干散射；并采用高级积分方程模型和三维数值麦克斯韦模型混合策略求解下垫面土壤的双站散射，以兼顾效率与物理真实性。研究表明，当土壤均方根误差高度超过 2 cm 且有一定植被覆盖时，若忽略土壤双站散射会在 L 波段产生显著误差，尤其体现在交叉极化后向散射。通过利用 SMAPVEX12 外场实验数据进行主动-被动联合验证结果表明，采用同一组物理输入参数，主动模型预测均方根误差为 1 dB 以内，被动模型均方根误差为 3~5 K。该统一框架为森林与农田场景下的雷达与辐射计协同观测提供了一致的物理基础，从而为土壤湿度、植被含水量等关键生物物理参数的精确反演奠定了理论基础。



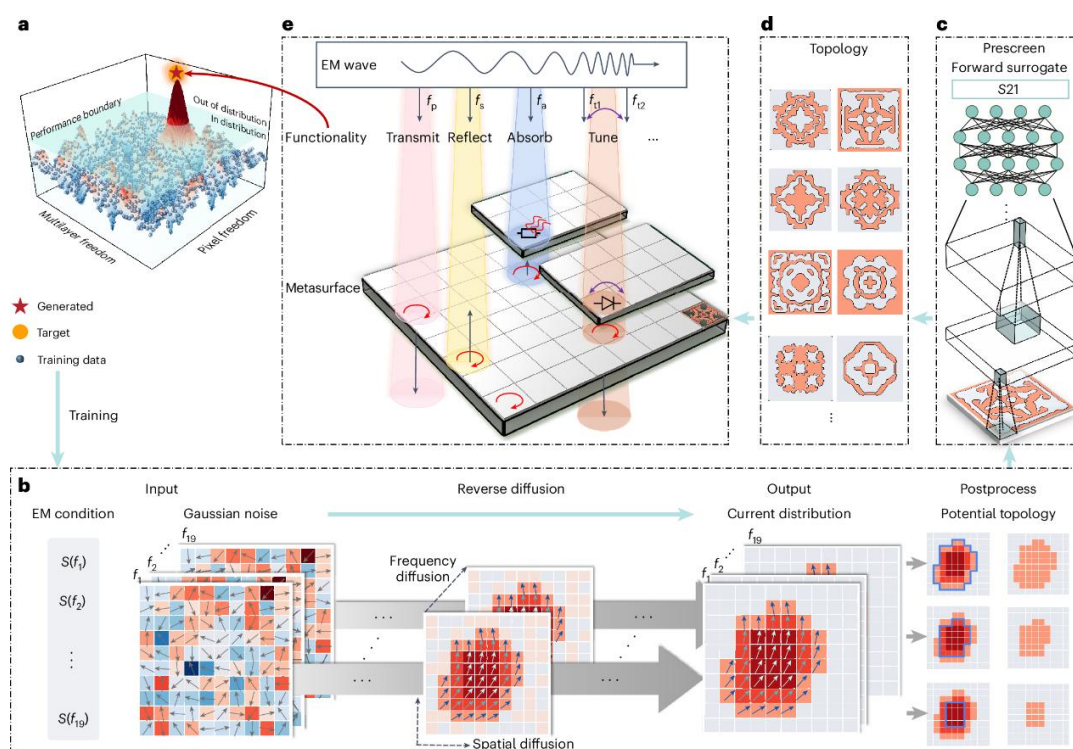
该研究成果被《IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing》期刊接收【T. Zhang, K. Chen, & S. Tan, A Comprehensive Radiative Transfer Model for Vegetated Land Surfaces Incorporating Multiple Volume-Surface Scattering Coupling Effects. *TechRxiv*. July 20, 2025. DOI: [10.36227/techrxiv.175303784.49839476/v1](https://doi.org/10.36227/techrxiv.175303784.49839476/v1)】。论文第一作者是浙江大学伊利诺伊大学厄巴纳香槟校区联合学院硕士生张腾峰，通讯作者为浙江大学谭述润教授。

## 科研进展

## 基于电流空-频动态扩散生成模型的电磁超表面逆向设计方法

新型人工电磁结构具有调控电磁波吸收、透射和散射等一体化功能，在探-通-攻一体化平台上的新型隐身部件、智能蒙皮、共口径电磁窗口等方面有重要的应用价值。传统设计方法需针对目标设计进行大量的全波仿真，特别是针对高自由度、多目标设计时，面临“欠设计”和“过设计”等诸多挑战。近年来，基于正向代理模型和生成式模型的深度学习方法在逆向设计中展现出强大的快速寻优能力。然而，人工电磁结构逆向设计仍然面临两大困境，首先是不同拓扑结构可能具有相同或者相似的电磁响应，即非唯一性，尽管它有助于实现结构设计的多样性，但极易造成逆向设计模型算法的收敛困难；另外，拓扑结构的细微变化可能引起拓扑连通性突变，对应的电磁响应截然不同，基于拓扑编码的学习方式难以精确表征和学习其物理特征。

最近，魏准研究员、尹文言教授课题组提出了一种基于空间-频域动态电流扩散模型的学习框架（MetaAI），将电磁波与人工电磁结构的作用过程作为从电磁响应谱到拓扑结构的中间桥梁，采用视频生成模型框架反演电流的空间-频域动态。针对分布内、外性能的电磁响应需求，实现了单层和多层自由形式的结构快速设计，该框架支持以训练数据频带的子集作为输入条件，实现不完整条件的生成，这进一步提升了设计框架的灵活性。通过与有源器件层联合，实现了可调人工电磁结构和吸-透一体多层结构的快速设计，为多功能一体化人工电磁结构研发提供了一种全新范式。



研究成果在线发表于《Nature Machine Intelligence》期刊上。【Li, E., Wang, Y., Jin, L. *et al.* Current-diffusion model for metasurface structure discoveries with spatial-frequency dynamics. *Nat Mach Intell* (2025). DOI: [10.1038/s42256-025-01162-z](https://doi.org/10.1038/s42256-025-01162-z)】浙江大学信电学院博士生李尔吉和王郁松是共同第一作者，魏准研究员和尹文言教授为通信作者。

**热烈祝贺****李尔平教授当选中国工程院外籍院士**

11月21日，中国工程院公布2025年新增院士名单。浙江大学极端光学技术与仪器全国重点实验室李尔平教授当选为中国工程院外籍院士。



李尔平，男，汉族，1962年11月出生，河北平山人。2009年全职加入浙江大学，求是讲席教授。李尔平教授是微纳芯片及封装集成电磁兼容国际开拓者和引领者。率先引入量子电流密度拓展麦克斯韦方程，发现了极小尺度电路中微观电荷转移的量子隧穿效应，推动了后摩尔时代纳尺度半导体超小型化技术产业发展。建立了电磁兼容跨尺度协同理论，解决摩尔定律逼近物理极限时的高频电磁干扰问题，成为高性能芯片及封装电磁设计规范主导设计标准。解决了宽带电磁隔离及高效抑制难题，实现全方位电磁防护，带动我国在该领域研究世界领先。成果在微纳集成电路和通信产业广泛应用。2008年当选 IEEE Fellow，2009年入选首批“国家高层次人才计划”特聘专家后加入浙江大学。2022年当选新加坡工程院院士。发表期刊论文420篇，专著6部，其杰出学术成果荣获国内外重要学术奖20余项，他还是全球唯一获该领域的国际三大奖的华人学者，国际三大奖为：最高奖 IEEE 理查德·斯托达特 (Richard Stoddart Award) 杰出成就奖(全球每年仅授一位)、劳伦斯·克明(Laurance G. Cumming Award)卓越贡献奖和 IEEE 技术成就奖。

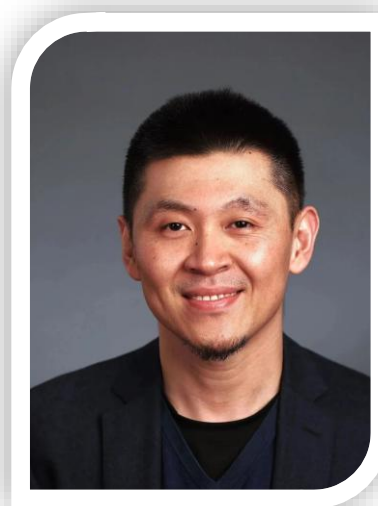


**热烈祝贺****罗明教授、庞晓丹教授当选为美国光学学会 2026 新选会士**

11 月 25 日，美国光学学会（Optica，原名 OSA）宣布了 2026 年新当选会士名单，来自世界各地的 121 名科学家新当选为美国光学学会会士（OPTICA FELLOW）。极端光学技术与仪器全国重点实验室的罗明教授、庞晓丹教授双双入选。罗明教授因其在颜色科学、视觉与成像科学与工程领域的重要贡献，以及在建立国际标准方面所做的工作而入选；庞晓丹教授因其在自由空间及光纤通信领域的开创性贡献，以及对光学与光子学社区的卓越服务而入选。



**罗明**，浙江大学求是讲席教授，博士生导师。美国光学学会（OSA），美国影像科学学会（IS&T）英国颜色科学学会（SDC）的会士。颜色科学及应用（Color Research and Applications）及 IEEE Photonics 国际期刊副编辑。研究方向主要包括颜色科学，图像科学，照明工程。迄今已发表了 264 篇 SCI、546 篇会议论文、担任国际照明委员会(CIE) 3 个技术委员会主席。参与制定多项 CIE 国际标准。主持参与多次国家纵向项目（国家自然科学基金面上项目、国家重点研发计划等），同时也与多家国内外知名企业合作，一直致力于产学研合作与工业产品的研发，更好地推动“产教融合、校企合作”。曾获得了多项学术奖项包含国际颜色科学学会颁布的 AIC 2017 Judd 颜色科学终身成就奖及 2020 年 Newton 奖章等。



**庞晓丹**，浙江大学求是特聘教授，国家级高层次人才。长期致力于高速空间光通信和光纤通信的研究，报道了多个超高速光互连和中红外空间通信纪录性实验工作。在 Nature Communications 等国际期刊及重要学术会议上发表论文 250 余篇，其中包括 13 篇特邀论文。在 OFC、ECOC、ACP 等国际顶级会议上受邀作主旨与邀请报告 40 余次，发表 Postdeadline 论文 8 篇，并荣获 Top-Scored 论文及最佳论文奖 10 余次。任 IEEE Transactions on Communications 期刊编委（Editor at Large），担任 2025 年全球光通信大会（OFC）的程序委员会主席，并将担任 2027 年 OFC 的大会主席。

美国光学学会成立于 1916 年，是光学领域权威的国际性学术组织，其宗旨是促进光学和光子学知识的发展和应用及其在全世界范围的广泛传播。Optica Fellow 是美国光学学会授予该领域专家的最高学术荣誉，其遴选程序非常严格，最终当选 Fellow 的学者必须对光学和光子学的发展作出过卓越贡献。

**热烈祝贺****沙威长聘副教授当选 2026 年度 IEEE Fellow**

近日，国际电气电子工程师学会（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）公布了 2026 年度 IEEE 会士（Fellow）名单。极端光学技术与仪器全国重点实验室沙威长聘副教授因其在“计算纳米电磁学与计算量子电磁学”领域的卓越贡献当选 IEEE Fellow。



浙江大学长聘副教授、博士生导师，国家高层次青年人才，长期从事计算电磁、量子电磁、电磁信息等方向的基础与应用研究，已发表学术论文 200 余篇，谷歌学术引用逾 1.3 万次，h 指数达 60。

沙威于 2003 年和 2008 年分别在安徽大学获得电子信息工程学士学位、电磁场与微波技术博士学位。2008—2012 年在香港大学电机电子工程系从事博士后研究，2012—2017 年任香港大学研究助理教授、博士生导师。2018—2019 年获欧盟“玛丽居里学者计划”资助赴伦敦大学学院（UCL）访学。2017 年加入浙江大学，现任信息与电子工程学院/极端光学技术与仪器全国重点实验室长聘副教授、电磁信息与电子集成创新研究所副所长；2023—2024 年兼任计算机科学与技术学院副院长（双专计划）。曾担任华为技术有限公司电磁信息论独立顾问（2021—2022），逍遥科技有限公司首席科学家（2022—2025）。现为 IEEE Journal on Multiscale and Multiphysics Computational Techniques、IEEE Open Journal of Antennas and Propagation、Electromagnetic Science 等期刊编委。曾获国际应用计算电磁学会（ACES）技术成就奖（国内学者首次获奖）、安徽省科学技术奖、通信学会科学技术奖等多项荣誉。

IEEE Fellow 是 IEEE 学会最高等级会员，是 IEEE 授予成员的最高荣誉，在学术科技界被认定为权威的荣誉和重要的职业成就。当选 Fellow 需要对工程科学与技术的进步或应用做出重大贡献，为社会带来重大价值。学会规定当选人数不超过 IEEE 当年会员总数的 0.1%，最近十年里每年约有 300 人当选。

**实验室快讯****万通道 3D 纳米激光直写光刻装置成果发布**

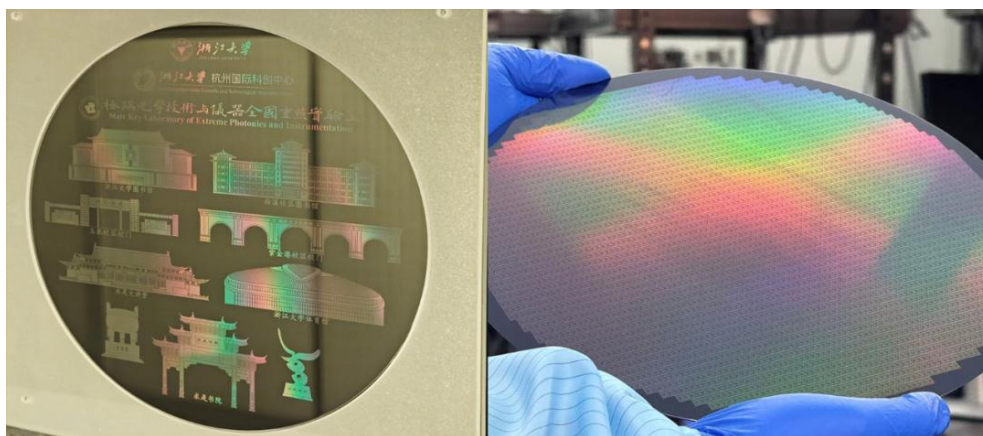
9月25日，极端光学技术与仪器全国重点实验室的重要成果“万通道 3D 纳米激光直写光刻装置”通过了中国光学学会组织的科技成果评价会。与会专家委员会一致认为，该项目在系统架构、光场调控算法与高通量加工策略方面具有显著创新性，整体性能指标达到国际领先水平。

双光子激光直写技术因具备高分辨率、低热效应、无掩模和三维加工能力，一直是微纳加工领域的前沿方向，广泛应用于芯片制造、生物医药、光存储、微流控和精密传感等领域。然而，传统的单通道激光直写在加工速度上存在瓶颈，难以满足高精度、大面积制造的产业化需求。

为突破这一难题，浙江大学匡翠方教授团队研发出具有自主知识产权的“万通道 3D 纳米激光直写光刻装置”，实现了在多通道光场调控与高速纳米加工技术上的重大突破。



该团队创新性地提出了数字微镜协同微透镜阵列的光场调控方案，可在系统中生成1万多个（ $137 \times 77$ ）可独立控制的激光焦点。每个焦点能量可实现169阶以上的精细调节，从而实现真正意义上的多通道独立控制。得益于此，装置实现了  $2.39 \times 10^8$  voxels/s 的超高打印速率，加工速度和精度均处于国际领先水平。



该装置的加工精度可达亚 30 nm，加工速率可达  $42.7 \text{ mm}^2/\text{min}$ ，最大刻写尺寸覆盖 12 inch 硅片，为大面积微纳结构的高通量、高精度制造提供了新途径。

专家们认为，该装置的成功研制，为我国在超分辨光刻、光子芯片制造、高端掩模版加工等领域提供了关键技术支撑，标志着我国在高精度微纳制造装备领域迈上了新的台阶。



## 实验室短讯

## 实验室成功举办两次极端光学高端论坛

实验室分别在 2025 年 7 月 18 日至 19 日举办了“极端光学干涉高端论坛”，在 2025 年 12 月 5 日至 6 日举办了“极端光学元件及薄膜缺陷检测论坛”。论坛由极端光学技术与仪器全国重点实验室、中国光学学会主办，浙江大学杭州国际科创中心、光电科学与工程学院协办。两次会议分别吸引了来自全国 100 余位专家学者及行业精英，共同深入探讨极端光学干涉领域和极端光学元件及薄膜缺陷检测领域的基础研究、应用创新与产业化发展的最新进展，促进了学术交流与合作。



两次论坛学术氛围浓厚，亮点纷呈。特邀权威专家作大会报告，报告专家及学生分别就各自研究领域交流了前沿研究成果与创新见解。

极端光学技术与仪器全国重点实验室自重组以来，始终将目光锚定于国家重大战略需求，通过积极与国内范围内的高水平专家建立长期合作与交流机制，实验室已构筑起坚实且成效显著的合作根基，搭建高校-研究所-链主企业的学术交流平台，并在多个科研领域收获了卓越的创新成果。两次论坛的举办，将为实验室在相关领域深化合作研究注入更为强劲的动力。

**实验室短讯****第一届学术委员会第三次会议在杭州召开**

2025 年 12 月 18 日, 极端光学技术与仪器全国重点实验室第一届学术委员会第三次会议在杭州召开。浙江大学省委常委、副校长陈刚出席本次会议并致辞, 学术委员会副主任吴汉明院士主持本次学术委员会会议。实验室学术委员会委员、特邀院士专家以及实验室骨干等出席本次会议。

实验室主任刘旭教授作了实验室 2024-2025 年度工作报告, 汇报了极端光学技术与仪器全国重点实验室过去一年多的实验室建设以及实验室在关键研究方向上取得的科研进展, 同时还汇报了下一步工作计划。实验室的陈红胜、狄大卫、刘东以及匡翠方教授分别围绕电磁波的极限调控、钙钛矿半导体激光器、超高精度光学干涉仪以及先进光刻相关关键技术方向学术进展报告。委员会还参观视察了实验室位于杭州国际科创中心的工程总部。

委员们认为: 实验室在极端光学技术的前沿科学问题以及国家在高端装备上的重大需求, 做了很好的布局, 取得显著成效。有效融入国家在集成电路装备的创新战略科技力量体系, 成为我国超高精度光学测量等的重要科研力量, 为我国集成电路重大装备的自主创新发展提供关键技术支撑。实验室围绕高端装备中的超精密传感与检测需求, 特别是超高精密干涉仪、极端光源、高通量激光直写、光刻关键技术方面取得系列重要进展; 与合作伙伴建立制度化、紧密的研用合作机制, 支撑了我国集成电路重大核心装备的发展。

2025 年实验室新增中国工程院外籍院士 1 人, 新引育杰青万人 8 人, 引进百人计划研究员和专职研究员 20 余人, 支撑实验室逐步建立起一支理论基础扎实、工程实践能力强的专业化技术攻坚队伍。

委员们希望实验室紧密围绕国家重大战略需求, 集中优势资源解决绝对精度面形测量、极限灵敏度缺陷探测、波像差绝对精度溯源等难题, 力争“十五五”期间在集成电路等领域关键核心技术攻关中取得决定性突破, 成为集成电路领域国家战略科技体系力量的关键节点。





## 学术交流

## 实验室成功举办 5 期极端光学技术系列论坛

浙江大学 ZHEJIANG UNIVERSITY

极端光学技术系列论坛 第四十八期



压缩光与压缩激光

王雅君

10月24日（周五）下午 15:00  
浙大科创中心水博园区B02楼310会议室

浙江大学 ZHEJIANG UNIVERSITY

极端光学技术系列论坛 第四十九期



Characterization of atmospheric aerosol based Mie-Raman-Fluorescence lidar observations

Igor Veselovskii

11月3日（周一）下午 14:00  
浙江大学玉泉校区第三教学大楼4F-440会议室

浙江大学 ZHEJIANG UNIVERSITY

极端光学技术系列论坛 第五十期



面向原子级精度的等离子体原子级制造技术

邓辉

11月12日（周三）下午 14:30  
浙大科创中心水博园区B02楼310会议室

浙江大学 ZHEJIANG UNIVERSITY

极端光学技术系列论坛 第五十一期



计算全息图（CGH）的多领域应用进展

国成立

12月4日（周四）下午 14:30  
浙大科创中心水博园区B02楼310会议室

浙江大学 ZHEJIANG UNIVERSITY

极端光学技术系列论坛 第五十二期



奇点光场调控与皮米光子学

袁小聃

12月26日（周五）下午 13:00  
浙大科创中心水博园区B02楼310会议室





# 极端光学技术与仪器全国重点实验室

State Key Laboratory of Extreme Photonics and Instrumentation



浙江大学  
ZHEJIANG UNIVERSITY

**地址：**浙江省杭州市萧山区平澜路 2118 号  
杭州市浙大路 38 号（浙江大学玉泉校区）  
**电话：**0571-82395600  
**网站：**[www.epi.zju.edu.cn](http://www.epi.zju.edu.cn)  
**邮箱：**[epi@zju.edu.cn](mailto:epi@zju.edu.cn)



官方网站



官方微信公众号