

光电动态

月报

2022年5月
(总第一百五十四期)
《内部资料 仅供交流使用》



主编：骆清铭 张新亮 夏松 • 副主编：韩晶 陆培祥 董建绩 • 责任编辑：苟冰冰

武汉光电国家研究中心 主办

研究中心三项成果入选2021中国光学十大进展

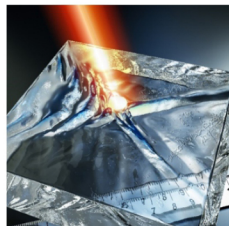
5月23日，中国激光杂志社2021中国光学十大进展评选结果公布，武汉光电国家研究中心三项成果上榜。

【一】

张新亮、李培宁教授课题组领导的国际研究团队，与国家纳米科学中心戴庆研究员、新加坡国立大学仇成伟教授等合作，在双折射晶体中发现“幽灵”双曲极化激元，入选2021中国光学十大进展（基础研究类）。

团队理论提出并实验证明了传统的双折射晶体中存在一种处于中红外波段的“面-体”复合型双曲极化激元电磁波，该原创性成果拓展了极化激元基础物理定义，对凝聚态物理、光物理、电磁学等领域的基础研究具有重要指导意义。

论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03755-1>



方解石晶体中“幽灵”双曲极化激元各向异性传播的艺术示意图

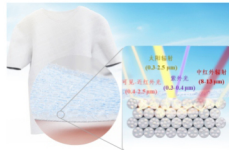
【二】

陶光明教授团队与浙江大学马耀光团队等多家科研和产业单位基于形态学分级结构(Hierarchical-morphology)设计研发的无源降温光学超材料织物(Metafabric)入选2021中国光学十大进展（应用研究类）。

团队进行交叉学科联合创新，基于辐射制冷原理和结构分级设计理念，研发了具有形态分级(Hierarchical-morphology)结构的超材料织物(Metafabric)，在户外暴晒环境可为人体表面降温近5℃。

论文链接：

<https://science.sciencemag.org/content/early/2021/07/07/science.abi5484>



无源降温光学超材料织物示意图

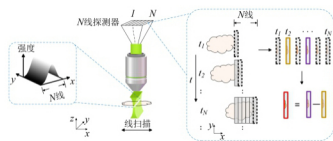
【三】

骆清铭院士团队通过发明线照明调制显微术实现了高清成像入选2021中国光学十大进展（应用研究类）。

骆清铭团队提出了一种全新的光学层析显微成像新原理——线照明调制(Line-illumination modulation

microscopy, LiMo)显微术。基于此，进一步发展了高清荧光显微光学切片断层成像(High-definition fluorescent micro-optical sectioning tomography, HD-fMOST)新技术，将全脑光学成像从高分辨率提升到清晰度的新标准，在数据存储、传输、处理和分析等方面效率显著提升，有望在标准化、规模化的脑科学研究中发挥巨大作用，为绘制单细胞分辨的介观脑图谱贡献一份力量。

论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41592-021-01074-x>



LiMo显微术成像原理示意

据悉，经过评审委员会多轮遴选，本次中国光学十大进展共评选出10项基础研究类和10项应用研究类进展，此外，还有19项成果分别荣获基础研究和应用研究十大进展提名奖。

PDSL团队打破超算IO500排行榜世界记录

5月31日，2022国际超级计算大会(ISC2022)公布IO500(超算存储500强)结果，研究中心并行数据存储实验室PDSL团队夺得“10节点榜单”第一，将世界记录提高36%。



PDSL团队，从左到右：谭志虎、谢长生、杨豪迈、郭一兴、万继光

IO500是高性能计算领域针对存储性能最权威的世界排行榜。自2017年11月开始，IO500榜单在高性能计算领域顶级会议——全球超级计算机大会(SC)和国际超级计算大会(ISC)上发布。IO500包括“总榜单”和“10节点榜单”两类。其中，10节点榜单将基准性能测试限制为10个计算节点，可以准确反映存储系统为实际程序提供的I/O性能，便于用户横向对比，参考价值更高。IO500涵盖带宽和元数据两项基准测试，计算整个存储系统的性能评分。

SC和ISC是世界公认高性能计算大会，每年举行一次。ISC2022于5月30日在德国汉堡召开。“全球最快的500台超级计算机排行榜”(Top500)就在SC和ISC会议上公布。我国超算“神威·太湖之光”于2016~2018年连续2年蝉联第一，“天河2号”于2010~2015年连续6年称雄。

数据是国家基础性战略资源，已成为重要的生产要素，以数据为核心的数字技术逐步成为经济发展的新驱动力；存储是大数据产业发展的关键环节，是数据赖以存在和发挥效能的基础平台，是数字经济中至关重要的数据基础设施，不仅关乎企业数据的安全存放，也关乎

数字经济产业安全、国家安全。实现存储产业端到端的自主创新才能保障数据安全，从根基上提升我国数据安全产业基础能力。因此PDSL实验室针对国内超算大数据和人工智能等应用的存储需求，研究了高性能FlashFS并行文件系统，FlashFS采用PDSL自研的网络通信框架、任务调度框架和存储引擎，又在元数据布局、文件同步、目录扫描等多个关键技术上大胆创新，实现突破。

PDSL实验室团队与国家超级计算济南中心合作基于“山河”超级计算平台对FlashFS及配套应用环境适配性进行了验证和优化，测试结果展现出FlashFS优异的线性扩展能力，表明其在输出带宽和HPC应用适应性方面具有持续稳定的表现。

PDSL研究团队是谢长生、万继光、谭志虎教授指导的以研究网络存储技术为主的团队。主要研究方向包括：分布式大数据存储系统、分布式云存储系统、智能存储系统研究等。该团队承担了国家自然科学基金等十几项国家级科研项目，并与华为、PingCAP等企业密切合作，开展长期联合研究，还在人才培养和存储相关竞赛上取得耀眼成绩：优秀博士生姚婷获得华为天才少年和ACM ChinaSys优博；硕士研究生杨豪迈、郭一兴和博士研究生刘鹏宇，在首届NVIDIA DPU中国黑客松比赛中获得冠军；硕士研究生单海康、李响参加国内首个分布式数据库内核开发大赛“OceanBase数据库大赛”获得季军，也是华中地区唯一获奖团队；硕士研究生李思岑，王能杰，陈劲刚，李响四位同学获得Talent Plan课程优秀学员，并担任Talent Plan学习社区学习营导师，指导400多名高校学员。

高分辨率可扩展的级联纳米梁光谱仪

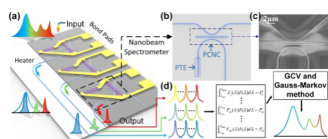
光谱分析在科学研究中是一种重要的方法。传统台式光谱仪所使用的体积庞大的系统具有超高分辨率和超大带宽，但由于其物理尺寸、功耗和昂贵的部件，它们在追求小型化的应用中会遇到各种限制。因此，微型光谱仪在关键集成应用中受到了越来越多的关注。

现有研究表明，色散型光谱仪和傅里叶变换型光谱仪的分辨率依赖于器件可提供的光程（或光程差），故这两种类型的光谱仪小型化后会造性能降低。近年来，通过构建预校准传输谱并求解线性方程组的重建型光谱仪被认为是一种可行的微型化方案。已经被证明，探测单元响应函数的互相关性是限制重建型光谱仪分辨率的主要因素；同时，其响应曲线的宽谱特点限制了工作带宽的灵活性。

近期，张新亮教授团队以 Cascaded nanobeam spectrometer with high resolution and scalability 为题，在 Optica 上发表了高分辨率可扩展的级联纳米梁光谱仪的研究工作。

三通道级联纳米梁光谱仪的基本单元是 Fano 增强的纳米梁谐振腔。输入光被引导并耦合到光子晶体纳米梁结构中，被两侧的一维刻蚀孔反射形成谐振，而非谐振光传输到下一个单元。每个单元的谐振波长经过设计分别为 1547.44 nm、1552.80 nm 和 1558.21 nm，并且配置了热电极以调

谐使得谐振波长覆盖整个工作波段。通过预存每个调谐状态下输出端口的传输谱，并探测信号输入时的输出功率，可以构建出关于输入信号的线性方程组。然后再使用重建算法求解该方程组，即可以实现输入信号的恢复。



级联纳米梁光谱仪工作原理

作为分辨率的表征，该工作演示了 0.16 nm 线宽的窄带信号以及 0.32 nm 间距的双峰信号的重建。此外，实验结果还展示重建了不对称双峰、多峰以及 16 nm 宽带信号。得益于纳米梁谐振腔传输谱具有高度正交性的特点，该系统具有高分辨率、可扩展的带宽以及紧凑的尺寸，并且有望移植到其他波段，是光谱测量的一个有效的解决方案。

董建绩教授为论文的通讯作者，张佳晖博士为论文的第一作者。论文的合作作者还包括华中科技大学的程资为博士和张新亮教授。该工作得到了中国国家自然科学基金和湖北光谷实验室创新科研项目项目的支持。

文章链接：

<https://doi.org/10.1364/OPTICA.453483>

构建锂合金界面实现无锂负极高电化-机械稳定性

“无负极”锂金属电池直接使用集流体作为负极，避免了金属锂的使用，可以最大化电池的能量密度。在充电过程中，正极中的活性锂沉积在负极集流体上，并在后续的充电过程中溶解回到正极。然而，由于其较差的电化学可逆性，电池失效往往快速出现。一个主要原因是锂在负极集流体上不均匀地沉积/溶解造成的大量非活性锂累积和严重的副反应，其中，沉积锂与集流体之间的机械稳定性是至关重要的但是在先前的研究中往往不被关注。因此，急需寻找行之有效地途径来提高无锂负极的机械稳定性和电化学可逆性。

近日，孙永明教授课题组通过构建稳定的锂合金界面，调控了锂沉积形貌，增强了沉积锂与基底的连接，实现了良好的电化学机械稳定性。锂合金具有低的锂沉积势垒并且与沉积锂之间有强的结合能，确保了平整致密的锂沉积和与基底之间紧密的连接。对于纯 Cu 集流体，在经过

50 次循环后，沉积锂与基底完全脱离。在半电池评估中，锂合金修饰的集流体在普通碳酸酯体系可以稳定循环 400 次并且具有 94.1% 的平均库伦效率，而纯铜电极在 70 圈后即展现出快速的失效。当其应用在无负极锂金属全电池中时，也表现出优异的电化学性能。工作揭示了提升无负极锂金属电池性能在于通过调控锂的沉积和与基底之间的结合来提高沉积锂的机械稳定性和电化学可逆性。

Energy Storage Materials 线上刊发了相关研究成果 Li plating on alloy with superior electro-mechanical stability for high energy density anode-free batteries。该研究工作第一完成单位为华中科技大学武汉光电国家研究中心，得到了国家自然科学基金的资助。

文章链接：

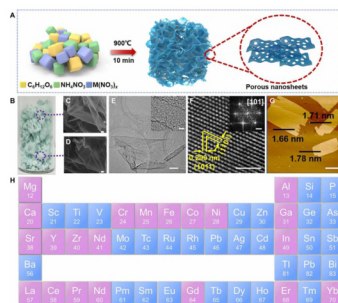
<https://doi.org/10.1016/j.ensm.2022.04.009>

膨化制备超薄氧化物新策略

二维多孔金属氧化物具备高的表面原子占比、较短的离子传输路径、丰富的活性位点，在催化、传感、能源存储和转化等领域极具应用前景。然而大部分金属氧化物非本征层状结构，原子或分子的键能在所有维度上具有相同强度，难以自发形成二维形貌。其次，陶瓷类氧化物的形成能较高，需要在高温条件下长时间煅烧。因此二维多孔金属氧化物的研究与应用仍然受限于其制备方法。

5月20日，黄亮课题组受到中国古代四大发明之一黑火药的启发，提出了一种膨化制备超薄氧化物的策略。该策略利用硝酸铵和葡萄糖的美拉德反应与剧烈的氧化还原反应形成的大尺寸碳纳米片作为牺牲模板，成功合成出 36 种多孔金属氧化物纳米片，其中包括稀土氧化物、过渡金属氧化物、II 主族金属氧化物、III 主族金属氧化物、钙钛矿结构氧化物以及复合型钙钛矿氧化物（图 1-3）。该方法简单、高效、可批量化制备多孔金属氧化物纳米片，且无需后续纯化处理，具有广阔的应用前景。

(A) 膨化制备的二维多孔氧化物的示意图；(B) Nd_2O_3 多孔纳米片的光学照片；(C和D) Nd_2O_3 多孔纳米片在不同区域的 SEM 图像，比例尺是 1；(E) Nd_2O_3 多孔纳米片的 TEM 图像，插图是 TEM 图像的放大图像；(F) Nd_2O_3 多孔纳米片的高分辨 TEM 图像，插图为相应的 FFT 图案；(G) Nd_2O_3 多孔纳米片的 AFM 图像。(H) 粉红色标注为膨化制备的超薄金属氧化物。



该研究成果以 Puffing ultrathin oxides with nonlayered structures 为题发表在 Science Advances 上。该研究工作第一完成单位为华中科技大学武汉光电国家研究中心，得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金以及 WNLO 创新基金的支持。

文章链接：

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abn2030>

研究中心入选首批科学家精神教育基地名单

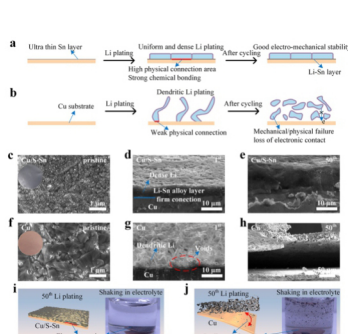
5月30日，中国科协、教育部、科技部等七部委共同发布了全国首批科学家精神教育基地名单，研究中心作为湖北省仅有的4家单位之一成功入选。研究中心继年初获批全国科普教育基地之后，再次获批新基地，是湖北省唯一获批两大教育基地的单位。

基地旨在充分发掘和利用科学家精神教育资源，鼓励社会力量大力弘扬以爱国、创新、求实、奉献、协同、育人为内核的科学家精神，在全社会形成尊重知识、崇尚创新、尊重人才、热爱科学、献身科学的浓厚氛围。

研究中心学子收获光学领域多项学术荣誉

武汉光电国家研究中心 2015 级博士生罗家俊获得 2021 年度中国光学学会郭光灿光学优秀博士学位论文

奖，2019 级硕士生曾少宁获得第十八届中国光学学会王大珩光学奖学生奖。



图·锂在 (a) Cu/Sn 电极以及 (b) 纯 Cu 电极上沉积的结构演变示意图；(c) 初始 Cu/Sn 电极以及 (f) 纯 Cu 电极的表面 SEM 图；(d) 在 Cu/Sn 电极以及 (g) 纯 Cu 电极上初次锂沉积的截面 SEM 图；(e) 在 Cu/Sn 电极以及 (h) Cu 电极上第 50 次锂沉积的截面 SEM 图；(i, 左) 纯 Cu 电极在第 50 次锂沉积后的结构演变示意图；(i, 右) 第 50 次锂沉积后的 Cu/Sn 电极以及 (j, 右) 纯 Cu 电极在电解液中晃动 5 秒后的数码照片。