

发现·进展

湖北大学、天津大学

实现柔性材料夜间发光

本报讯(记者李思辉 通讯员储思敏)湖北大学教授李振团队联合天津大学研究人员，成功开发出一种新型磷光液晶弹性体材料。该材料不仅能在移除紫外光源后持续发出肉眼可见的绿色余辉，还可随温度变化产生类似肌肉的形变，实现材料在宏观上柔软、微观上刚性的统一，为柔性电子、仿生机器人等前沿领域提供了新的材料选择。近日，相关研究成果发表于《先进材料》。

长期以来，如何在柔软的材料中实现高效、持久的室温磷光是一项国际难题。传统磷光材料往往需要坚硬的环境才能稳定发光，而常见的弹性材料难以有效维持发光性能。

针对这一矛盾，研究团队创新设计思路，将具有磷光特性的分子嵌入可自组装的有序液晶高分子网络。液晶分子排列形成的微观刚性环境能有效稳定发光过程，而交联的高分子网络则赋予材料整体良好的弹性。研究获得的材料 LQ-4TPA 表现出优异性能，其磷光寿命达 532 毫秒，量子产率为 11.03%，断裂伸长率超过 315%。

该材料还具有独特的光热双重响应能力。经紫外光照射，材料可通过消耗局部氧气激活磷光，实现信息的光学写入，并可通过加热擦除；另外，材料内部结构在受热时可发生可逆的有序－无序转变，产生 50%的形变，具备类似“人工肌肉”的驱动功能。研究人员将发光变化与形变过程同步，使发光状态能够实时反映材料的形变。

基于这些特性，研究团队展示了两种应用。一为“仿生液晶花”，其花瓣能随温度变化规律开合，并同步切换磷光明灭；二为“智能磷光抓手”，可通过自身余辉直接、可视化地指示抓取状态，在黑暗环境中依然清晰可辨。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1002/adma.202518840

中国科学技术大学

提出半人工光合作新策略

本报讯(记者王敏)中国科学技术大学苏州高等研究院研究员苏育德团队创新性构建了一种基于非二氧化碳同化微生物的级联生物杂合体系，实现了光驱动下从二氧化碳到乙烯的高效、稳定转化，为半人工光合作用技术的发展提供了全新路径。近日，研究成果发表于《美国化学会志》。

团队选用不能直接利用二氧化碳但具备一氧化碳代谢能力、选择性表达钕铁蛋白的棕色固氮菌，首次将其与硫化镉 @ 硫化锌核壳量子点和钴卟啉类分子催化剂在细胞内共组装，构建出一种新型“量子点－分子催化剂－细菌”三元生物杂合体系。

该系统通过两步串联光催化反应实现二氧化碳到乙烯的高效转化：首先，在光照下，量子点－分子催化剂复合物光催化二氧化碳还原为一氧化碳；随后，原位生成的一氧化碳被细胞内量子点－钕铁蛋白复合物高效利用，在光驱动下进一步合成乙烯。

该策略巧妙解决了两大关键难题：一是反应环境兼容性问题。需氧的固氮菌能够在细胞内部天然构建微厌氧环境，有效保护对氧气敏感的量子点－分子催化剂复合物，避免光生电子被氧气消耗，显著提升一氧化碳产率。二是传质限制问题。细胞内部原位生成局部高浓度一氧化碳，从而加速乙烯的转化速率。

基于时间分辨荧光光谱的机理研究表明，复合物之间存在高效电子传递路径，荧光探针技术进一步验证了中间体一氧化碳在细胞内的光驱动运行。优化后的系统在连续一周的光照反应中稳定运行，累计产生 7.9微摩尔 / 升乙烯，较传统糖驱动的天然系统提升 162%，展现出卓越的催化效率与长期稳定性。

该研究成果不仅拓展了可用于二氧化碳转化的微生物种类，更提出了一种普适性的“细胞内级联”策略，未来有望推广至其他非二氧化碳同化菌株，用于二氧化碳制备生物燃料、生物塑料等多种高附加值化学品。

相关论文信息：https://doi.org/10.1021/jacs.5c20893

清华大学

在新型混合光刻技术方面获进展

本报讯(记者刁雯蕙)近日，清华大学深圳国际研究生院副教授李星辉课题组在分焦面超像素阵列光刻制造领域取得新突破，为中红外偏振成像系统的核心器件制备提供了新方案。相关研究成果发表于《极端制造》。

分焦平面阵列因具备高集成度、高鲁棒性和高动态适应性等优势，在偏振成像领域受到广泛关注。制造分焦平面阵列的关键，在于制备阵列化的各向异性亚波长光栅。

针对中红外偏振成像场景，研究团队提出单循环接触－干涉混合光刻技术。该技术采用不包含光栅精细条纹结构的窗口掩膜，对干涉光刻产生的条纹进行分区裁切，通过四步曝光法，在 20 纳米×20 纳米区域内曝光形成 34 微米×34 微米超像素阵列的潜像条纹，其中每个阵列包含 4 个不同方向的 800 纳米周期光栅。后续通过单循环的显影、刻蚀、镀膜等工艺，实现图形转移。

团队采用有限差分域法，模拟分析了间隙大小及间隙填充介质对干涉条纹的影响；选用折射率匹配材料填充间隙，抑制掩膜与基底间隙造成的干涉条纹质量下降。同时，团队构建了基于显微成像技术的亚微米级精度对准观察平台，利用掩膜板上的双区域周期性条纹标记，实现掩膜与基底顶点的对准，成功完成分步光刻套刻对准。

团队对加工样品进行了系统的表面形貌表征与光学性能测试。扫描电子显微镜表征结果显示，加工区域内表现出良好的条纹质量和套刻对准精度，在 3 微米至 15 微米的中红外波段内，该阵列的光学素质对横磁光的最大透过率达到 50%，偏振消光比达到 20 分贝。该研究提出的混合光刻技术，在分焦平面亚波长阵列等中等复杂度、多周期结构的加工上具有显著优势。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1088/2631-7990/ac23a0

连续 9 年刷新纪录！全球海洋又度过最热一年

■ 本报记者 高雅丽

在菲律宾巴拉望海域，一场寂静的危机正在蔓延。曾经五彩斑斓的珊瑚大面积白化，如同神话中倾颓的龙宫廊柱；往日威风凛凛的“虾兵蟹将”毫无生气，甲壳变红、黯淡无光，蜷缩在珊瑚残骸间，守护着这个逐渐升温的海洋王国。

1月9日，《大气科学进展》以一张充满神话语色彩的封面图片，揭示了一个严峻的科学事实：2025 年全球海洋上层 2000 米热含量再创历史新高，已连续 9 年刷新有观测记录以来的最高值；同时，全球平均海表温度位居历史第三高，全球变暖趋势十分明确。

这已是中国科学院大气物理研究所（以下简称大气所）联合国国际团队连续第九年率先向世界发布这份海洋年度“体检报告”。数据显示，2025 年海洋上层 2000 米热含量比 2024 年增加 23±8ZJ(1ZJ=10²¹ 焦耳)。

“增加的 23ZJ 相当于一辆电车绕地球赤道行驶 1 万亿圈所需的能量。若按一个汉堡 300 大卡来算，全球 78 亿人需每人连续食用 230 万个汉堡，才能将这些能量消耗完毕。”论文通讯作者、大气所研究员成里京形象地解释道。

一场比往年更快的热量积累

“增量这么大，是不是说明全球变暖在加速？”这是报告发布后，科学家激烈争论的核心科学问题之一。然而，答案并非简单的“是”或“否”。

成里京指出，海洋吸收了人类活动引起的地球系统增暖中超过 90%的热量，因此，海洋热含量被认为是衡量全球变暖最稳定、最可靠的指标之一。不过，数据的不确定性、近年来全球气溶胶排放减少导致的地球系统冷却效应减弱、全球海洋观测数据因经费等问题可能产生的波动，都是潜在的影响因素。

“我们非常谨慎地使用‘加速’这个词。”成里京强调。报告显示，自上世纪 90 年代起，海洋增暖速率明显增加。1960 年至 2025 年间，海洋增暖速率约为每 10 年每平方米 0.14 瓦特；而 2005 年至 2025 年这 20 年，这一速率增至每 10 年每平方米 0.32 瓦特。



《大气科学进展》封面。

受访者供图

报告进一步揭示，全球海洋变暖存在显著的区域差异。2025 年，全球海洋有 57%的面积热含量达到局地的历史前五水平，主要集中在南大洋、北印度洋、热带和南大西洋以及地中海等关键海区。

海洋表层与深层的“温度背离”是另一个值得关注的现象。2025 年，全球平均海表温度比 2024 年略有下降，位居历史第三高。这主要归因于拉尼娜气候事件，它像一个巨大的泵，将热量从海洋表层“压”向 100 至 300 米的次表层。

国外数据又出问题，但不影响结论

成里京团队已坚持 9 年为全球海洋撰写“体检报告”。“刚开始是因为有点不服。”成里京回忆。9 年前，他和导师、大气所研究员朱江看到美国宇航局(NASA)与美国海洋和大

电影 + 大展，
上海科技馆回归“彩蛋”

本报讯(见习记者江庆岭)1月9日，全球首部生肖动物巨幕电影《马到功成》首映式在升级改造后的上海科技馆巨幕影院举行。同日，故宫联名大展“奇骥奔腾”也正式开启预售，将于2月17日正式对公众开放。

首映式所在的上海科技馆 CINITY science 巨幕影院，是全球首座应用 LED 电影屏放映系统的科技馆影院。该系统集结了 4K、3D、高亮度、高帧率等七大顶尖放映技术，配合新一代 CLED 透声屏方案，解决了传统投影在细节呈现上的痛点。

“奇骥奔腾”马年科技文化特展则是上海科技馆与故宫博物院的首次联袂。在展览中，高清人工智能摄像头配合机器学习算法，能实时捕捉观众微表情并生成对应的马脸情绪肖像。

《马到功成》
全球首映启动仪式

首映式启动仪式。

上海科技馆供图

面对近视高发，应从单一干预转向系统防控

■ 本报记者 张思玮

近日，国家卫生健康委等 13 部门公布了《儿童青少年“五健”促进行动计划(2026—2030 年)》，近视防治位列其中。该计划强调从 0~6 岁儿童的眼保健入手，加强学生视力监测并发挥家庭防控的关键作用。

数据显示，我国儿童青少年总体近视率已达 52.7%，其中高中生、初中生、小学生近视率分别为 80.5%、71.1%、35.6%，6 岁儿童近视率已攀升至 14.5%。其中，约 10%至 15%的高中生患有 600 度以上的高度近视。

“高度近视往往会增加视网膜色素变性、白内障、眼底病变等病理变化的风险，一旦出现视网膜脱落，不仅损害视力，甚至有致盲风险。”苏州大学苏州医学院教授潘臣炜表示，我国近视呈现“高发、低龄、重度化”三大趋势，防控形势严峻。

鉴于此，潘臣炜团队多年来致力于儿童近视的成因与干预研究，研究方向逐步从“行为因素”深入至“视觉环境因素”，提出并验证了一系列创新性理论与技术，为近视防控提供了新思路、新方法。

从行为到环境，近视防控的范式转变

长期以来，近视相关研究多聚焦于遗传与行为因素。“我们在早期研究中系统分析了 22 个行为危险因素，确认了父母近视史、视屏时间、近距离工作等 10 个具有显著影响的变量。”潘臣炜表示。

然而，行为干预虽有一定效果，却难以从根本上遏制近视的蔓延势头。“行为干预依赖个体的自觉性与持续性，

儿童青少年恰恰是自控力较弱的群体。”基于此，潘臣炜开始思考，能否通过改变儿童青少年所处的视觉环境，实现“被动受益”的防控效果。

于是，研究团队将视角转向“视觉环境”，探索光环境、空间频率、环境屈光均匀性等物理因素对近视发生发展的影响。这一转变不仅拓展了近视研究的边界，也为升级防控策略提供了科学依据。

视觉环境中的“隐形推手”

研究团队发现，光线的波长、色温、照度等因素与近视发生密切相关。低色温光线可能对近视具有保护作用，其效果还受到照射时间与波长组合的影响。

更令人惊喜的是，研究团队在国际上首次提出并验证了“虹膜颜色”作为近视预测指标的可能性。研究发现，虹膜颜色越深，屈光度越易发生“近视漂移”，眼轴长度也越长。

这一发现于 2018 年至 2019 年间先后发表于《眼科和生理光学》与《英国眼科杂志》，并由英国生物样本库眼病研究组在《人类遗传学》上进行了专门评述，认为“从眼睛颜色预测近视风险是一个有前景的研究方向”。

如果说光线是视觉环境的“亮度维度”，那么“空间频率”就是“纹理维度”，反映了视觉场景中的细节密集度与分布规律。

研究团队在国际上率先将“空间频率”系统性引入儿童近视研究，开发出基于图像分析的空间频率量化方法，并获国家发明专利。

气管理局(NOAA)每年召开全球地表温度新闻发布会后萌生想法：“我们为什么不能做一份中国主导的全球海洋温度报告？”

2018 年 1 月第一份报告发表时，作者只有两人。而 2026 年 1 月发布的最新报告，作者已覆盖全球 30 多家机构的 50 余位科学家。其间，中国自主数据产品也实现了从无到有、从有到优。

新研究首次系统集成了多套中国自主海洋表面温度数据产品，包括国家卫星气象中心基于“风云三号”卫星反演的海温数据、国家气象信息中心自主研发的重构产品，这些数据与 NOAA、欧盟哥白尼海洋监测中心等的主流结果高度一致。

在 2025 年数据分析过程中，国外合作团队曾出现一次“意外”——数据集出现异常，得出的热含量增量远超合理范围。“幸好我们有成熟的自主数据处理流程和扎实的技术储备，才能客观分析国外数据出现异常的原因，不影响整体结论。”成里京表示，中国团队在数据处理流程上的严谨性和先进性，已成为国际合作中不可或缺的核心力量。

成里京告诉《中国科学报》，2025 年 1 月初发布报告前，曾碰到过美国因夏季飓风导致数据无法按时更新，法国第 12 个月数据无法提交等各种突发情况，不过团队没有慌乱。过去两年，他们已将数据源从单一美国机构拓展至中国自然资源部第二海洋研究所、全球温盐廓线计划(GTSP)、欧盟哥白尼海洋监测中心等多个渠道。一旦主渠道失效，备份系统会迅速启动。

“主动权必须握在自己手中。”成里京说，“只有完全掌握数据源和处理体系，关键时刻才能顶得上。”

不过，成里京坦言，我国在更深层次的海洋观测网络上仍有不足。例如，作为全球海洋观测核心装备的 Argo 浮标，中国目前的布放数量仅占全球总量的约 3%，“这与中国海洋大国的地位极不相称”。他呼吁，中国应加快建立自主的全球海洋立体观测网，特别是在太平洋、印度洋、极地等攸关国家利益与全球气候的关键海域。

9 年来，团队从最初熬夜手动处理数据，到如今将流程自动化、移植到超算平台；从数据使用者到数据生产者，再到国际科技合作的核心组织者，这份报告已成为国际社会了解海洋状态的一个重要窗口，也见证了我国科学实力的增长。

海洋变暖连锁反应显现

封面中“虾兵蟹将”的困境只是海洋变暖引发连锁反应的一个缩影。“海洋变暖对普通人有什么影响？大家可能没有直观感受。”成里京说，“但如果海洋环境的恶化让神话里‘虾兵蟹将’的家园衰败，让它们‘生病’、变得虚弱，大家就更容易理解了。”

这个充满中国传统文化寓意的封面，意外引起了国外合作者的兴趣。“他们问我：这是不是‘忍者神龟’？”成里京笑道。在他看来，这正是一个向世界讲述中国故事的巧妙契机，将深奥的气候科学与中国文化意象结合，能引发更大的共鸣。

研究报告指出，海洋持续变暖已对海洋生态系统和人类社会造成深远影响。成里京举例，近年来，中国北方地区的暴雨洪涝事件，背后就有海洋变暖的推动。海洋增暖使大气水汽含量增加，在台风等天气系统助力下，大量水汽被输送至北方，导致降水强度显著增强。

对沿海地区而言，热胀冷缩与冰川融水叠加，持续推高海平面，使得沿海城市与一些岛国在风暴潮面前变得更加脆弱，“海水进城”的风险逐年累积。对渔业来说，海水温度变化导致渔场迁移，酸化和暖化影响贝类生长，直接冲击沿海地区的经济发展。

“海洋变暖不是单一区域的问题，而是关乎全球生态安全 and 经济可持续发展的系统性挑战。”成里京强调。未来，他们计划将观测变量从温度、盐度拓展到溶解氧、海洋碳汇等要素，同时通过超算自动化处理实现数据实时更新，为气候科研和政策制定提供全面支撑。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1007/s00376-026-5876-0

全球最大全钒液流电池储能电站投产运行

本报讯(记者孙丹宁)近日，由中国科学院大连化学物理研究所研究员李先锋团队提供技术支持、大连融科储能技术发展有限公司参与建设的三峡能源吉木萨尔 200 兆瓦 /1 吉瓦时全钒液流储能电站实现全容量投产运行。

该电站是目前全球规模最大的全钒液流电池储能电站，储能时长达 5 小时。电站位于新疆昌吉州吉木萨尔县，总投资超 19 亿元，由储能单元、能量转换单元和动力系统等组成，相当于 1.6 万辆电池容量为 60 度(千瓦时)的纯电动汽车的电量总和。项目配套建设了装机容量达 100 万千瓦的光伏电站。

经测算，整个项目年均发电量可达 17.2 亿千瓦时，对构建灵活可靠的新型电力系统具有重要的先行示范意义。

据悉，研究团队此前已突破了新一代全钒液流电池关键材料及高功率密度电堆等关键技术，大幅度降低了电池成本。

从“人防”到“技防”的跨越

除了理论层面，潘臣炜更注重技术的转化与应用。他带领团队，利用虚拟现实技术搭建教室场景，模拟不同建筑参数下的光环境，验证其在近视研究中的替代性与适用性。

研究人员表示，这项技术为未来建筑设计 with 教室光环境优化提供了低成本、高效率研究平台。

值得一提的是，研究团队构建了“环境－基因－人工智能”三位一体的交互干预体系，整合视觉环境数据、遗传信息与人工智能技术，实现儿童近视风险的动态分层与个性化干预。

“未来，近视防控势必进入‘精准医学’时代。”潘臣炜表示，尽管团队在视觉环境与近视研究方面取得了系列突破，但仍面临多重挑战。

首先是技术标准化问题，如何将空间频率、屈光均匀性等指标转化为可推广的标准化产品，仍需进一步探索；其次是跨学科协作需求，建筑学、光学、计算机科学、医学等多学科深度融合是推动视觉环境研究的关键；最后是公共卫生推广难度，从实验室到教室、家庭，如何实现技术的大规模、低成本落地，是未来防控工作的难点。

“我们的目标是让每一双眼睛都能看见更清晰的未来。”潘臣炜表示，下一步，研究团队将继续深化视觉环境与近视机制的基础研究，推动技术产品的标准化与产业化，并探索如何在政策层面落地。