发现·进展

上海海洋大学等

发现并命名鲤科鱼类首个性别决定基因“盘古”

本报讯(记者江庆龄)上海海洋大学与中国科学院水生生物研究所等单位的科研人员合作，以鲤科代表物种黄河鲤为对象，发现了鲤科鱼类的首个性别决定主效基因，并将其命名为“盘古(pangu)”，寓意其在决定鱼类雄性发生、开启雌雄发育命运的关键功能。相关成果近日发表于《科学进展》。

鲤科鱼类是世界淡水鱼类中种类最丰富、分布最广泛的类群，在物种起源和生物系统演化中具有非常重要的地位。然而，鲤科鱼类经历了额外的全基因组复制，形成了复杂的多倍化基因组，因此鉴定其性别决定基因极具挑战性，迄今尚未见功能确证的鲤科鱼类性别决定基因报道。

研究团队结合基因组和群体基因组重测序筛选出一个雄性特异DNA片段，并从该片段中锁定编码基因“盘古”。该基因表达于雄鲤精巢分化早期，敲除“盘古”的雄鲤会发生雄性向雌性的性逆转，在雌鲤中表达“盘古”则能够诱导雌性向雄性的性逆转。系列结果表明，“盘古”的特征完全符合性别决定主效基因判定的“金标准”。

团队进一步发现，“盘古”决定性别的分子机制可能是通过抑制cyp19a1a介导的雌性分化通路实现的。团队还在红鲤、锦鲤、德国镜鲤等鲤属物种中发现了“盘古”及其雄性性别决定功能的保守性，提示“盘古”可能是鲤属鱼类共有的主效性别决定基因。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/sciadv.aeg3698

中国科学技术大学

揭示人类如何重塑北半球地表侵蚀过程

本报讯(记者王敏)中国科学技术大学教授周鑫课题组基于北半球213个湖泊沉积记录，采用统一方法校正，定量重建了全新世(约11.7千年以来)土壤侵蚀的演变过程，揭示了气候与人类活动在塑造地表过程中的角色转换。这为理解人类世地表过程转型提供了关键定量证据。相关成果近日发表于《地球科学评论》。

该研究基于流域－湖泊物质平衡原理，综合考虑湖泊面积、沉积物压实作用、外源物质比例等变化参数，将湖泊中保存的沉积物反演为流域尺度的土壤侵蚀速率，有效降低了以沉积速率作为代用指标带来的不确定性，重建了更可靠的侵蚀速率序列。在此基础上，研究团队引入可解释机器学习模型XG-Boost-SHAP，系统分析了土壤侵蚀对气候变化和人类活动的响应。

结果发现，在自然状态下，全新世土壤侵蚀与自然环境变化紧密耦合。在人类扰动区，土壤侵蚀变化从晚全新世开始快速增强。研究识别出人类活动对欧洲、亚洲和北美洲土壤侵蚀产生显著影响的起始时间分别为3.4千年、3.1千年和0.4千年，这一时间序列与全球不同区域农业发展和土地开垦的历史高度吻合。定量计算显示，3千年以来，人类活动使欧洲和亚洲的土壤侵蚀强度分别较自然背景值增加了73.1%和117.6%。机器学习分析进一步证实，在人为扰动区，人为土地覆盖变化已取代气候成为控制侵蚀变化的首要因子；而在自然区，降水或气温仍是主导因素。

研究强调，未来应进一步将过程模型与湖泊沉积记录相结合，以更精细地重建流域尺度上“侵蚀—输移—沉积”的完整过程，为评估气候变化与人类活动背景下的未来侵蚀风险提供更可靠的科学支撑。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2026.105700

香港中文大学

利用银杏研发出抑制脑部炎症的药物分子

本报讯(记者冯丽妃)香港中文大学副教授吴潍龙团队利用精准分子编辑技术，以银杏天然化合物白果内酯为基础，研发出潜在药物分子BB56。该分子可通过抑制脯氨酰内切肽酶活性，有效阻断有害脑部炎症反应，为开发治疗中风、阿尔茨海默病等严重神经系统疾病的新药提供新方向。相关成果近日发表于《先进科学》。

大脑免疫细胞小胶质细胞过度激活时会过量释放脯氨酰内切肽酶，扰乱大脑保护信号并加剧炎症反应。因此，开发能阻断该炎症过程的药物对保护记忆、运动等核心认知功能至关重要。

团队研发的核心母体化合物为银杏叶片、果实特有的天然活性成分——白果内酯。该物质已被证实具备神经细胞保护与抗炎活性，但由于其分子结构复杂、脆弱，难以系统性改造。团队采用分子编辑技术，在保留其核心结构的基础上选择性修饰关键部位，并策略性引入氟元素，成功开发出优化衍生物BB56。

临床前实验显示，BB56在细胞层面效力显著提升，能有效抑制小胶质细胞过度激活，减少炎症分子产生并减弱相关炎症信号传递。团队通过培养的小胶质细胞及脑部炎症斑马鱼幼体模型，验证了BB56的抗炎功效并阐明其作用机制。

这项工作完整呈现了从分子编辑、靶点识别到活体验证的转化研究路径。团队后续将推动这一原创成果向新药转化，惠及神经系统疾病患者。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1002/advs.202600011

吃大豆膳食纤维，破解沙门菌毒力

■本报记者 李晨 通讯员 王一凡

秋冬季节是肠道感染的高发期。腹泻、腹痛看似是小毛病，但在抗生素耐药问题日益严峻的今天，可能暗藏大隐患。实际上，通过科学饮食能够养护肠道，从而提升机体的自主抗感染能力。

近日，扬州大学教授王志强团队在《细胞报告》发表研究成果，揭示了大豆膳食纤维在肠道内衍生的一种代谢物harmaline(HAL)有效抵御耐药沙门菌定殖的新机制，为肠道健康防护、耐药病原菌防控提供了全新理论支撑。

细菌为何“钟爱”肠道

肠炎沙门菌是全球引发肠道感染的主要致病菌之一。人们常因食用受污染的肉蛋奶等食品中招，轻则腹痛腹泻，重则危及生命。

为什么沙门菌偏偏“盯上”了肠道？王志强解释，肠道不仅是食物消化吸收的场所，也是一个营养丰富、温度适宜的微环境，恰好符合沙门菌生存、增殖的需求。

研究团队指出，沙门菌致病的关键在于定殖。通俗来说，就是这些外来细菌进入肠道后成功“安家落户”，并大量繁殖。

“炎症是机体清除病原的防御武器，但沙门菌演化出了惊人的‘逆向操作’能力。”论文第一作者、扬州大学博士研究生刘为向《中国科学报》介绍，它会主动攻击肠上皮细胞触发炎症，而炎症产生的特定物质恰好成为其呼吸作用的“燃料”，使其在肠道竞争中占据绝对优势，从而形成“毒力—炎症—扩增”的自我强化循环。这是传统抗生素难以根除沙门菌感染的重要原因。

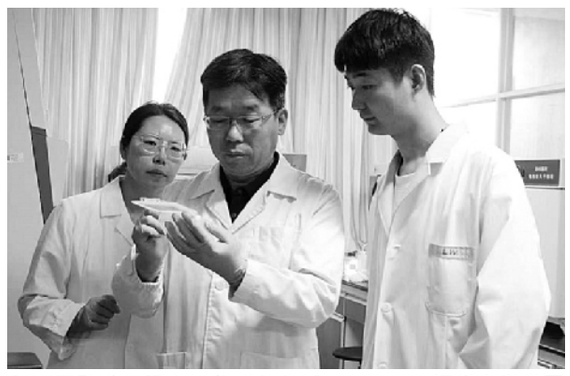
近年来，已有研究证实，肠道微生物产生的代谢物深度参与宿主和病原菌的相互作用。那么，是否存在一种代谢物，能够同时削弱病原菌在肠道黏附侵袭力、调节肠道炎症水平，并打破沙门菌定殖过程中的自我强化循环呢？团队将目光锁定在膳食纤维及其肠道代谢调控机制上。

大豆膳食纤维重塑肠道“微生态”

既然沙门菌可利用肠道环境“借势”繁殖，通过饮食干预重塑肠道菌群结构、优化肠道微生态，也许可以从根源削弱病原菌生存优势。为此，团队成员依托小鼠模型开展系统性实验验证。结果表明，膳食补充大豆膳食纤维可显著降低沙门菌在肠道及脏器中的定殖数量，有效抑制病菌扩散增殖，具备明确的肠道抗感染效果。

不过，膳食纤维并非大豆独有，谷物、蔬菜、水果都有，为什么偏偏是大豆？王志强解释，大豆膳食纤维含有多种可溶性多糖和低聚糖成分，其独特的分子结构和比例可能对肠道菌群有特定的调节作用。更重要的是，大豆来源广泛、经济易得，而大豆膳食纤维作为豆制品加工的副产物，成本低、可持续，适合作为膳食干预的候选。

进一步机制解析表明，大豆膳食纤维并非直接作用于病原菌，而是通过重塑肠道菌群结构间接发挥调控作用。在饮食中补充大豆膳食纤维后，肠道内的有益菌，特别是嗜黏蛋白阿克曼菌(*Akkermansia*)明显上升。而该菌的代谢产物中，一种名为HAL的小分子代谢物在肠道内明显富集。



科研团队进行肠道细菌群落分析。 扬州大学供图

HAL在抵御沙门菌在肠道定殖过程中发挥了关键作用。“HAL不是直接杀灭细菌，而是剥夺其利用炎症的能力，同时避免过度炎症对肠道屏障的损伤。”论文共同通讯作者、扬州大学教授肖霞解释，一方面，它能削弱沙门菌的致病能力，让病菌失去攻击肠道的“武器”；另一方面，它能调节肠道炎症反应，避免过度发炎损伤肠道黏膜，同时减少病菌繁殖所需的物质，让沙门菌难以在肠道里“安家”。

对此，华南农业大学教授孙坚认为，该研究的科学价值不仅是发现了一个新分子，对于抗感染治疗而言也是一种“革新”，提供了一种精准营养干预、削弱病原菌适应能力的新思路，为耐药菌感染防控开辟了全新方向。

均衡饮食筑牢健康防线

既然大豆膳食纤维具有潜在保护作用，是否意味着多吃大豆就能预防腹泻？对此，研究团队明确表示，不能简单画等号。

王志强解释，研究模型采用固定比例大豆膳食纤维、经过长期持续干预，才观测到显著抑制沙门菌定殖、缓解感染的效果。日常食用大豆、豆制品，无法复刻实验中的纤维摄入量、干预时长和代谢环境，不能直接起到针对性预防细菌性腹泻、抵抗耐药菌感染的作用。

肖霞进一步提醒，膳食纤维并非越多越好。盲目过量补充单一纤维，反而容易加重肠道代谢负担，引发腹胀、消化不良、腹泻等不适症状。此外，膳食纤维的作用效果因人而异，与个体肠道菌群结构、身体状态密切相关。

“我们更希望传递均衡饮食的理念。中国居民膳食指南建议成人每天摄入25至30克膳食纤维，而目前大多数人摄入不足推荐量的一半。因此，从公共卫生角度看，大众首先需要补上基础膳食纤维缺口，维持肠道菌群基本稳态。”王志强说，如果已经发生腹泻等肠道问题，应及时就医，不能单纯依赖饮食。

“未来，研究团队将进一步探索HAL生成的关键微生物代谢通路，并评估其在人群精准营养干预中的应用价值，推动基础研究成果向精准营养干预和新型抗感染策略转化，为应对全球抗生素耐药挑战贡献力量。”王志强表示。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1016/j.celrep.2026.117858

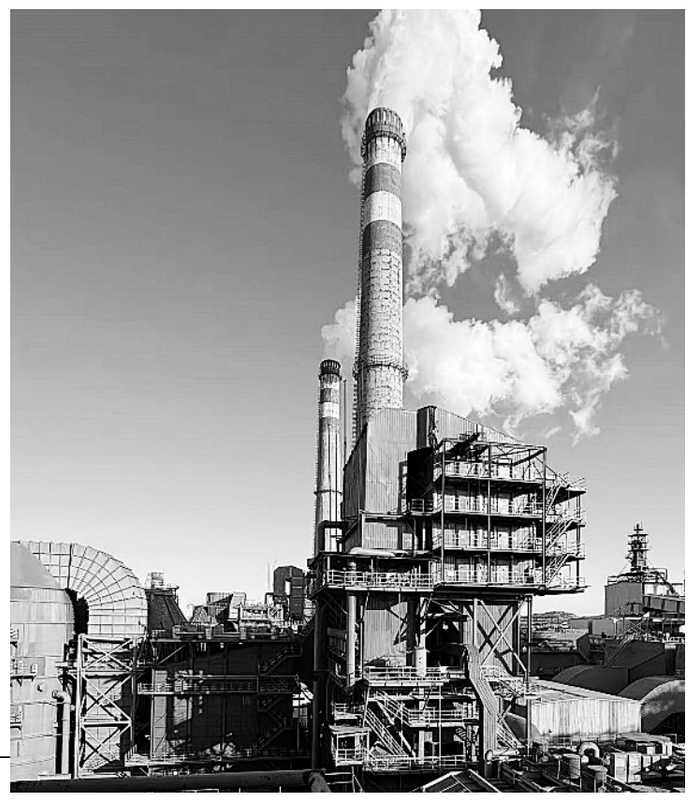
新催化剂实现烧结烟气一氧化碳净化稳定运行12个月

本报讯(记者孙丹宁)近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员王胜、研究员程昊团队开发的贵金属整体结构燃烧催化剂，在河北燕山钢铁2号300平方米烧结机烟气一氧化碳催化氧化工业装置上连续稳定运行12个月。

在实际烧结烟气工况下，团队开发的贵金属燃烧催化剂展现出良好的低温活性：一氧化碳氧化起燃温度低于220℃；在270℃至280℃的实际运行温度下，一氧化碳脱除率稳定在85%。运行12个月后，反应器出口烟气中一氧化碳浓度维持在800至1000毫克/标准立方米，低于河北省2800毫克/标准立方米的控制线。该装置年可减排一氧化碳约4万吨，节约高炉煤气8000万标准立方米以上。

该催化剂依托贵金属活性组分的高本征活性，在较低温度下即可实现一氧化碳高效氧化；整体式载体与涂层结构的优化设计，降低了床层压降和贵金属用量，提升了技术经济性。

此外，这项技术还在焦化行业完成干熄炉循环放散烟气、焦炉烟气脱一氧化碳等多项中试，验证了催化剂的长周期稳定性。



▶工业装置。 中国科学院大连化学物理研究所供图

第四届光谷人工智能大会举办

本报讯(记者李思辉)近日，第四届光谷人工智能大会在湖北武汉举办。大会现场设置智能控制、群体智能、具身智能、工业智能、感知智能等专题板块。来自清华大学、浙江大学、中国科学院自动化研究所等机构的60余位专家学者，围绕工业大模型、脑机接口、医学人工智能等前沿方向作学术报告。

中国科学院院士钱德沛提出“超智融合”理念，认为智算与超算深度融合将成为破解大模型时代算力瓶颈的关键路径。中国科学院院士于登云认为，针对航天场景“高风险、高复杂、不确定”及“三少两多”的特点，应加强特种机器人技术等关键技术攻关。中国工程院院士王耀南指出，具身智能作为人工智能与实体经济深度融合的重要载体，正处于从技术研发走向产业应用的关键期。中国工程院院士陈学东则系统梳理了具身智能的概念、架构与关键技术，分享了团队的实践探索。

与会专家一致表示，加强原创性基础研究、推动算力基础设施升级、促进人工智能与实体经济深度融合，是释放智能技术赋能最大效能的关键路径。

大会由华中科技大学主办，同期举办企业家论坛和武汉人工智能与机器人博览会。

精准识别“信号灯”，航行器在浑水中也能可靠对接

■本报记者 李媛

在实验室水池里测试时明明很稳定，一进入真实的湖海环境却频频失效。中国科学院西安光学精密机械研究所（以下简称西安光机所）研究员吴国俊团队在研究的前期测试中反复出现问题，他们感到非常棘手。

经过一年外场试验积累，团队跳出反复调参的传统思路，在复杂水环境自主水下航行器(AUV)光学对接领域取得进展，提出物理引导与几何约束融合的水下光信标显著目标检测与定位框架(PGF-ULB)。该技术可在浊度、光照多变水体中精准识别信标，为AUV长航时水下观测、设施巡检等任务的自主返回对接提供可靠感知支撑。相关成果近日发表于《信息融合》。

精细阶段难以替代

AUV光学对接是水下持久观测、设施巡检与资源勘探等长航时海洋任务的关键支撑技术。水下图像中信标的精准检测与定位，直接决定对接的可靠性与安全性。水体及悬浮颗粒的吸收与散射，会造成信标图像对比度下降、边缘模糊、结构畸变，图像退化程度随浊度、光照、目标距离实时变化。



团队在水下导引海试试验的工作场景。 受访者供图

传统方法稳健性有限，深度学习方法又依赖大规模标注样本训练与图形处理器算力，难以部署在算力、功耗受限的AUV上。

“如果算法主要依靠‘亮度最高’‘类圆形特征’识别目标，容易将光晕、反光误判为信标，或漏掉真实目标。一旦信标中心定位出错，后续位置、姿态计算就会发生偏差、跳变甚至中断，直接影响对接导引。”论文第一作者、西安光机所工程师苗宇宏介绍。

清水环境之外，浑浊水域信号弱、干扰强，且环境动态变化。航行器逐步靠近对接站时，信标成像尺寸持续改变，散射与环境光干扰同步变化，依靠单一特征的传统方法很难持续稳定工作。“没有可靠的对接能力，AUV难以实现水下长期驻留，无法反复自主执行任务。”苗宇宏说。

针对这一难题，团队提出了PGF-ULB框架：依托水下成像物理模型抑制后向散射、衰减前向散射光晕，凸显信标本体；利用信标径向对称的几何特性构造抗退化结构线索；再借助条件随机场，依据两条线索的可信度进行自适应融合。

水下对接的末端精细接近阶段，光学感知具备独特优势：信息密度高、定位精度高、抗电磁干扰，主动发光信标可在近距离提供高精度相对位姿。“这是我们主攻该方向的核心原因，希望为水下装备长期自主运行补齐基础感知短板。”吴国俊告诉《中国科学报》。

“对接末端对相对位置判断精度的要求极高。信标中心定位越准，输入后续位姿估计的数据就越干净、稳定，为下游高精度导引打下基础。”苗宇宏说。

800幅湖试和海试图像

依托湖试与海试实测试验，团队构建了包含800幅像素级标注图像的水下光信标显著目标检测数据集(ULBSOD)。数据集覆盖多种对接站构型，囊括不同浊度、光照、目标尺度场景。

团队将PGF-ULB与包括传统方法、深度学习、水下专用算法在内的9种代表性算法进行对比测试。结果表明，在ULBSOD上，PGF-ULB检测成功率100%，质心定位达到亚像素级精度，各项核心指标全面领先。

100%检测成功率意味着，ULBSOD所覆盖的全部浊度、光照和目标尺度条件下，所有图像均可成功检出信标。亚像素定位意味着，信标中心的平均图像误差只有0.384像素，不足1个像素。

苗宇宏将PGF-ULB比作两名各司其职的“观察员”：一名“观察员”掌握水下光传播规律，通过成像物理模型抑制后向散射、衰减前向散射光晕，突出目标本体；另一名“观察员”挖掘信标几何特征，即便轮廓模糊，仍依靠径向对称特性锁定目标中心。系统根据两类线索可信度自适应融合判断结果，动态分配权重，保证检测结果空间连续、无破碎。物理分支负责去雾、抑制光晕，几何分支负责目标中心定位，融合模块负责动态权衡两条线索。

“我们依据两类线索的可靠性差异，利用条件随机场完成图像级、像素级融合，并不是简单取两种结果的平均值。”苗宇宏说。

团队将PGF-ULB接入单目相机位姿测算模块，开展面向实际对接的视觉导引实验，验证了“检测—位姿估计—视觉导引”的全链路性能。

“水下对接如同船舶靠泊码头，航行器必须精准识别对接站的‘信号灯’才能稳定停靠。新技术相当于为视觉系统同时配备‘去雾滤镜’与‘形状校验器’，双重线索互为印证，即便在浑浊水体中也能精准锁定目标，规避传统方法容易‘看走眼’的缺陷。”吴国俊解释，该方案为浑浊、多变水下环境中主动光信标的稳健感知，提供了一条可解释、计算高效、便于AUV搭载部署的技术路径。

科研要经得起检验

研究之初，令苗宇宏印象深刻的是高浊度近海数据分析中发现的特殊现象：远距离小目标尚可偶尔检出，但随着AUV靠近、画面中信标逐渐变大，光晕增强、信标边缘模糊甚至粘连，会造成位姿输出中断。

团队起初怀疑是检测阈值、参数设置问题，试图依靠调参恢复信标识别效果，但后来发现症结不在于此。强散射环境会同时干扰两条感知线索：物理分支受残余前向散射光晕影响，几何分支因图像严重模糊导致径向梯度一致性下降。强散射条件下，任意单一线索都无法保持稳定。

这一发现让团队放弃寻找“万能单一特征”，转而将物理线索、几何线索纳入同一自适应融合框架。“这一过程让我体会到，科研不只是完成算法开发，更重要的是接受真实环境检验。水下装备只有持续稳定工作才具备实用价值。”苗宇宏感慨。

当前，这项技术主要用于搭载主动光信标的AUV光学对接，重点服务对接末端高精度视觉导引，有望应用于海洋观测、设施巡检、资源勘探、水下考古、地形测绘、生物探测等需要自主返航的水下作业场景。

虽然团队已完成湖试、近海与深海海试的数据验证以及位姿估计全链路验证，但与标准化、规模化工程应用还有一段距离，需持续考核长期运行可靠性。面向未来，团队将继续提升算法的复杂环境适应性。“我们不只关注实验室条件下的精度，也看重装备端的算力开销、可靠性与长期运行能力，希望逐步搭建完整的水下感知与自主对接技术链条。”吴国俊说。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1016/j.inffus.2026.104741