

消灭“灰氢”，从减少源头碳排放做起

■本报实习生李蓉 记者 张双虎

由于燃烧后仅生成水，氢气曾被视为实现碳中和的理想能源。

然而，目前全球约96%的氢气生产仍依赖化石燃料。每生产1吨这种所谓的“灰氢”，就伴随着10余吨二氧化碳的排放。氢气作为“清洁能源”承载的碳中和目标在制备过程中难以实现，更难实现产业化应用。

“要实现清洁制氢，必须从源头减少碳排放。”北京大学化学与分子工程学院教授马丁已经在金属-碳化钨催化体系深耕10余年。近日，他与合作者两天内先后在《科学》《自然》发表两项突破性成果，向绿色生产氢气迈出了关键一步。

较传统制氢减少38.6%碳排放

氢气是一种二次能源，不能直接开采，需要从水、化石燃料等含氢物质中分解和制备。目前，传统制氢工艺仍以化石燃料为原料，在300℃至1200℃的高温条件下进行，不但能耗巨大，而且伴随着大量二氧化碳排放。

以应用最为广泛的蒸汽甲烷重整(SMR)技术为例，高温条件下，天然气中的甲烷可以与水蒸气在催化剂作用下反应，从而生成氢气和二氧化碳。据统计，用这一化学反应制取1千克氢气的碳排放量超过12千克。

若不能从源头解决氢气生产中的碳排放问题，氢能承载的低碳愿景将难以实现。

马丁与中国科学院大学教授周武课题组、北京大学化学与分子工程学院研究员周继寒课题组以及英国卡迪夫大学教授Graham J.Hutchings联合开发的“选择性部分重整”技术，为破解上述难题带来了希望。

研究人员以农林废弃物转化而来的生物乙醇为起点，将乙醇-水重整反应从传统的完全重整路径转变为选择性部分重整路径。该路径将反应温度降至270℃，



团队成员在做实验。受访者供图

更为关键的是，反应中的碳原子不再生成二氧化碳，而是转化为乙酸。

该氢气生产新路径不仅在不排放二氧化碳的前提下高效生产氢气，还可以联产高附加值化学品乙酸。在这一反应路径中，每吨乙醇约可联产1.3吨乙酸。作为基础化工原料，乙酸的全球年需求量超过1500万吨，市场前景广阔。

与传统方法相比，这项绿色制氢-联产化学品技术构建了“制氢-储碳-产酸”的闭环系统，可以减少38.6%的碳排放量，为可持续的氢能经济发展提供了全新解决方案。相关研究成果发表于《科学》。

催化剂稳定运行超1000小时

在制氢领域，催化剂的“高活性”与“高稳定性”平衡一直是个难题。

催化剂活性和选择性是衡量其性能的核心因素，但在实际工业应用中，稳定性才是影响生产持续性和经济性的关键指标。直接关系催化剂能否真正实现大规模应用。

在乙醇-水重整(MSR)产氢催化体系中，高活性催化剂可以提升催化反应效率，但在反应过程中容易失效。相关

研究报道，传统催化剂的平均寿命不足200小时。

因此，兼具活性与稳定性的催化剂对氢能的生产和应用尤为重要。

在一次偶然的机会中，马丁发现，贵金属铂与碳化钨、氮化钨等活性载体构建的界面催化体系可以在较低温度下制氢。如果想顺利应用该发现，要兼顾催化剂的活性与高稳定性。

为此，马丁提出一种二者兼顾的催化剂稳定策略：在催化剂表面构筑惰性稀土氧化物的纳米覆盖层，形成纳米尺度的“保护层”，以保护界面催化结构，并在不影响界面结构超高催化活性的前提下提升催化剂稳定性。

根据实验结果，该新型催化剂在MSR制氢反应中展现出超过1000小时的稳定性。同时，该催化剂还实现了超过1500万的催化转化数，保持了超高活性，创造了甲醇-水制氢催化反应纪录。

马丁告诉《中国科学报》，该研究还找到了界面催化稳定性的“通用密码”。他发现，上述策略在钨、钼等稀土元素以及钙、锶等廉价金属中，均可能实现类似效果。这一高活性产氢催化剂稳定策略还有机会应用在更多高性能催化剂设计中。相

关研究成果发表于《自然》。

氢气生产的“可持续引擎”

目前，氢能技术尚处于发展时期，其大规模产业化应用尚未实现，原因在于传统氢能生产长期面临低产、低成本、高稳定性难以兼顾的困局。

马丁团队一直致力于寻找氢气产业化的可能性。2014年，他启动相关研究，破解绿色制氢难题。10余年来，马丁团队及合作者在金属碳化物催化剂用于氢气生产方面深入研究，一步步打磨实验室的发现，为其产业化带来希望。

该团队通过催化剂设计和反应路径优化，从源头降低了制氢过程的碳排放；同时，通过在催化剂表面构筑惰性纳米覆盖层，进一步突破了催化体系的稳定性瓶颈，形成了高效、稳定的制氢技术。

“目前，化工行业面临的关键挑战是通过可持续的方法，生产我们日常生活中真正需要的产品。”马丁说，“在这项研究中，我们通过绿色制氢技术，降低了能耗，破解了氢气储运难题，为化工、医药等更多产业的低碳转型带来了可能性。”

马丁表示，目前这些成果仍处于基础研究阶段，主要阐释了产氢过程的底层科学，为产业发展和应用提供了“工具箱”和“知识库”。他希望研究成果能够从实验室“走出去”。为此，马丁正在进行相关尝试。

“我们开发了实验室规模的阵列产氢装置，并已形成专利，提供了实验室规模的催化剂放大测试平台，让我们更贴近氢气应用的现实场景。”马丁指出，“真正实现绿色制氢还有很长的路要走。要实现产业化，还需产学研深入合作和相关政策支持。通过政策引导推动全产业链协同发展，才能实现氢能的规模化、低碳化应用。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adt0682>
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-08483-w>

发现·进展

中国科学院南海海洋研究所

全球变暖加速海洋内潮

本报讯(记者朱汉斌)中国科学院南海海洋研究所研究员蔡树群团队与研究员王春在团队合作，突破观测数据瓶颈，首次揭示了全球变暖将显著加速内潮传播速度，并发现层结的强化效应与上层环流的加速趋势起到了至关重要的作用。相关研究成果近日在线发表于《科学进展》。

内潮作为从深海到浅海能量传递的重要机制，能够跨越数千公里并最终在大陆边缘和沿海区域释放能量。内潮的破碎和随之产生的湍流混合推动了水体的垂直输运，对全球海洋翻转环流起到了关键作用。然而，以往的研究多集中于区域尺度，时间跨度较短，未能揭示全球范围内的长期变化规律。

有研究表明，随着气候变暖加剧，上层海洋环流显著加速，这一现象可能对海洋内波动力学过程产生影响。基于这一背景，中国科学院南海海洋研究所团队提出了一个关键猜想，即全球变暖是否会引发内潮的类似响应。

由于内潮的观测数据有限，为解决这一科学问题，研究团队利用第六次国际耦合模式比较计划(CMIP6)模式数据，结合全球高分辨率内潮经验模型(HRET)，评估了1901年—2100年间全球第一模态内潮传播速度的演变趋势。结果表明，全球平均内潮传播速度在此期间增加了约10%(约20厘米/秒)，并在西北太平洋、北太平洋中部、南太平洋等内潮活跃海域呈现出显著的加速趋势。

与此同时，在全球变暖背景下，内潮加速趋势由历史阶段(1901年—2014年)的每10年增加0.4厘米/秒，增长至未来情景(2015年—2100年)的每10年增加2.0厘米/秒。通过对比全球内潮传播速度与各海洋要素间的相关性，研究人员证实了内潮加速趋势主要归因于全球变暖引发的上层海洋层结增强，而上层环流的加速趋势对其影响较小。

该研究首次揭示了全球内潮传播速度的长期加速趋势，厘清了全球变暖对海洋内波动力学过程的深远影响，为评估气候变化、内波湍流混合对海洋环流的影响等提供了新视角。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/sciadv.adq4577>

中国热带农业科学院热带生物技术研究所

成功研发木薯液相育种芯片

本报讯(记者李晨 通讯员赵慧阳)中国热带农业科学院热带生物技术研究所功能基因组与分子育种团队开发出木薯35K液相育种芯片，在木薯功能基因组研究与基因组选择育种方面具有重要意义，进一步提高了我国木薯育种的自主创新能力。相关研究成果近日发表于《园艺研究》。

木薯是大戟科木薯属植物，是全球三大重要薯类作物之一，具有耐干旱、耐贫瘠、高产等优良特性。开发一种低成本、高通量、高灵活性和高效率的基因分型平台，对于木薯功能基因组研究与基因组选择育种具有重要意义。

单核苷酸多态性(SNP)芯片作为一种成熟的基因分型技术，可用于高通量检测基因组中的SNP位点。SNP芯片的优势包括高通量、精确性、可重复性和相对较低的成本。在农业领域，SNP芯片已广泛用于群体遗传学分析、遗传图谱构建、全基因组关联分析和品种权保护等。

研究团队基于377份木薯种质全基因组SNP标记、2980种代谢物QTL(数量性状基因座)和23个田间农艺性状等信息，筛选出基因组高多态性、低缺失率、分布均匀的35369个SNP作为背景位点。其中，性状紧密关联的586个SNP作为前景位点进行探针设计，团队成功研发出全球首款木薯液相育种芯片“GenoBaits Cassava35K”。

该基因芯片在群体多样性分析、系统发育分析、全基因组关联分析中具有较好的效果。该芯片的研发有助于缩短木薯育种周期，提升育种效率，进一步提高了我国木薯育种的自主创新能力。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1093/hr/uhac305>

我国首次发现中生代蝎化石

本报讯(记者张楠)中国科学院南京地质古生物研究所现代陆地生态系统起源研究团队报道了在热河生物群发现的中生代蝎化石——龙城热河蝎。在此之前，我国仅报道了3块蝎类化石。这是热河生物群首次报道发现蝎化石，填补了我国中生代蝎化石的空白。相关研究成果近日发表于《科学通报》。

之所以称为“龙城热河蝎”，缘于该化石来自热河生物群，种名指示正模标本的存储地属于辽宁省朝阳市龙城区。热河生物群因发现多种特异埋藏化石而被誉为“20世纪全球最重要的古生物发现之一”。

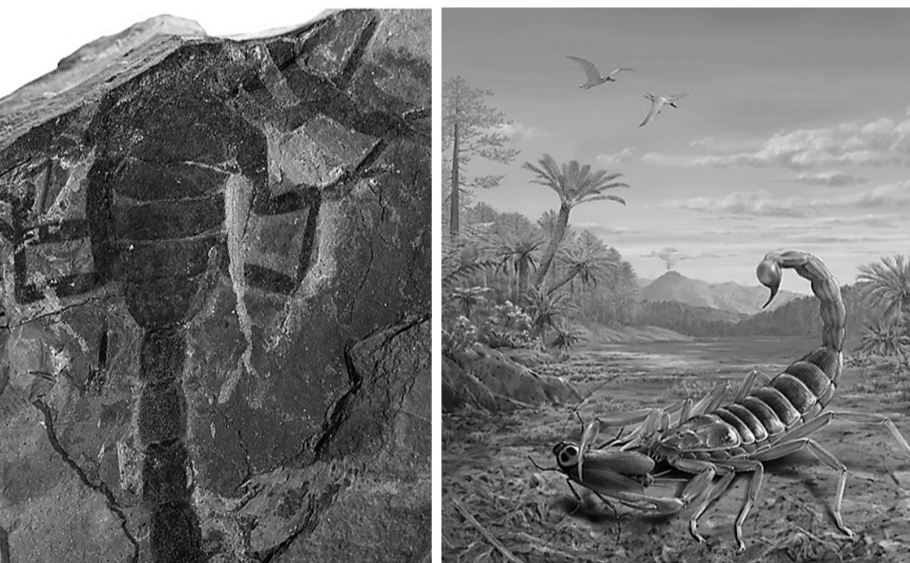
龙城热河蝎标本基本完整，部分前体缺失，保存于灰黄色泥岩中。其须肢纤细，足关节与附节较长，胸板呈五边形，毒刺尾针较长，可归入杀牛蝎小目Buthida，因缺少毛序

及螯肢等特征，科级单元未定。

龙城热河蝎化石体形较其他国家中生代蝎类化石更大。根据分析，该蝎化石长度可达10厘米，体形相对较大，生前可能是热河生物群食物网中的次级或三级消费者，或以昆虫、蜘蛛为食，甚至可能捕食小型脊椎动物幼体。它也可能是一些中大型脊椎动物的食物，如早期鸟类和哺乳动物，以及恐龙等。

科研人员通过初步重建热河生物群的食物网，发现龙城热河蝎在生态网络中具有很高的“介数中心性”，表明它可能与当时陆地生态系统的多个物种产生复杂的生态互动。这一研究为了解热河生物群食物网的复杂性提供了新证据。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.scib.2025.01.035>



龙城热河蝎正模标本。课题组供图 龙城热河蝎生态复原图。孙捷/绘

警惕AI“幻觉”带来的安全风险

■刘永谋

有媒体报道，经调查，近日引发广泛关注和讨论的“截至2024年末，‘80后’死亡率突破5.2%，相当于每20个‘80后’中就有1人已经去世”“‘80后’的死亡率已经超过‘70后’”等消息，与真实情况不符。类似虚假信息很可能是与大模型产品对话的结果。

大模型产品之所以会输出假数据，是因为生成式人工智能(AI)始终存在着“AI幻觉”问题，可能对事实性信息进行胡编乱造。

从原理上说，AI幻觉源于统计学上的“随机猜测”现象，所有大模型都不可能完全避免，而且推理能力越强的大模型产品，如DeepSeek，越可能出现AI幻觉。据报道，AI行业权威的Vectara HHEM人工智能幻觉测试显示，DeepSeek-R1的幻觉率为14.3%，远高于行业平均水平。

不过，这种现象可以尽力消除，也应该尽力消除。如果大模型只用作虚构性的娱乐工具，撰写“小作文”、帮助调节情绪，出现AI幻觉似乎问题不大。可是，如果将之作为高效劳动工具和严肃的信息来源，AI幻觉问题处理不好就会存在风险，甚至是致命危险。比如，上述AI虚假信息的传播导致大范围的信息混乱，煽动了某种社会负面情绪的传播，在一定程度上引发了信息安全问题。毫不夸张地说，解决AI幻觉问题事关信息安全，是生成式AI发展的基础性和前提性安全，任何一种大模型应用都无法绕开该问题。

当然，在处理事实性问题方面，大模

型并非一点作用也没有。比如，目前使用DeepSeek收集学术资料，虽然常会出现将作者与作品张冠李戴、社撰子虚乌有的文献与作者，以及胡乱进行内容描述的情况，但是仅作为资料收集的框架性参考和提示，它还是能发挥一定辅助作用的。总的来说，在目前阶段，完全相信DeepSeek提供的数据信息，不仅无法切实提高工作效率，反而会导致矛盾、混乱和错误。

应该说，一个数字素养高的人很可能会避开AI虚假信息的“坑”，但当前很多人数字素养不高，容易迷信大模型产品。

2025年春节以来，DeepSeek由于在中文问答方面的优异表现，受到中文大模型用户的追捧，同时带动了其他中文大模型产品的下载，如文小言、豆包、Kimi、腾讯元宝的下载。即便不做专业技术测评，用户也可以直观感受到DeepSeek强大的推理能力可能超过很多忽视逻辑推理能力训练的普通人。此外，DeepSeek令人惊诧之处还有中文表述上的文采，很多人评价其“辞藻华丽”“情绪给到位”“人情味很浓”。加上AI创新竞争的国际化环境，DeepSeek几乎被很多人盲目推崇，不许有任何质疑，哪怕是善意的质疑。这属于典型的“AI迷信”现象。

比如，最近网上出现不少用DeepSeek评价学者、著作、论文和某项研究水平的帖子，声称它绝对客观公正，可以杜绝人情、关系和权力等因素的干扰。这些人崇拜AI，大模型至上，将之凌驾于人的判断之上。事实上，国际通行的学术评议方式是同行评议，

也就是由专业小同行进行学术评价。从根本上说，大模型产品不理解人类作品的含义，只是通过搜索、学习、上下文概率排序和模式识别等技术手段生成内容，本质上是网上信息、数据和内容的“镜子”或“平均值”。显然，网上内容大部分不专业、不精确、不客观，如此得到的AI生成内容(AIGC)怎么可以取代同行评议呢？因此，完全以幻觉严重的AI产品作为研究根据，在学术上万万不行。

此外，网上泛滥的虚假信息，让AI幻觉雪上加霜，因为AI根本没有真假的概念，更没有输出内容与真实世界必须符合的要求。

长久以来，网络水军肆虐，各种谣言、阴谋论层出不穷，到处是“键盘侠”，上来就站队、开怼、开骂，毫无根据地“灌水”，完全没有耐心也不想搞清楚真相是什么，“干就完了”。于是，网上的消息不断反转，时常比肥皂剧的剧情还离谱。现在有了生成式AI工具，开启不拿工资、24小时不眠不休的AI水军模式，真相更加难以寻觅。此种状况，有人总结为“后真相状况”，即网络世界越来越没有真相，很多人越来越忽视真相，思考问题、处理问题、评价问题越来越诉诸个人情绪、成见甚至迷信。

AI幻觉严重的大模型产品如果接入新闻、自媒体，大量假消息、假信息会迅速生成。再加上开放和便捷的互联网传输，以及社交媒体去中心化、反权威性，肯定会大大加剧后真相时代AI虚假信息泛滥。使用大模型辅助生成各种文本的学

生、文员和策划人员，如果长期使用AI幻觉严重的大模型产品，则会逐渐丧失判断力，甚至觉得只要形式精致、表述华丽就可以，是真是假不重要。

当事实性输出有问题时，不管AI工具的推理能力多强大，以错误事实为基础作决策都是非常危险的。当然，不可否认会有“瞎猫碰到死耗子”的情况出现，但概率微乎其微，因为科学决策以准确而完善的信息收集为前提。有了决策对象各方面的信息，才能提出有针对性的备选方案，决策者才能从中挑选适合国情、时情的决策方案。因此，最近多见诸新闻报道的大模型产品用于政务活动，首先要认真评估产品的除幻觉能力才行。

那么，如何防范AI幻觉可能导致的幻觉安全问题？现阶段首要责任在大模型企业。首先，它们必须投入人力、财力、物力压缩幻觉率，使之达到安全阈值。其次，要提高大模型产品使用人员的数字素养，不迷信AI，牢记以AI辅助劳动的“辅助”为主，让AI为人所用，严防AI反客为主。再次，对于一些专业领域的大模型运用，文本生成精度要有特殊标准，接入前要进行严格而有针对性的幻觉率评估，切不可操之过急。最后，从长远来看，大模型信息安全问题值得各方合作进行深入而细致的跨学科研究，形成系统化防范方案，有步骤、有预案、有章法地推进大模型产品在各行各业的深度应用。

(作者系中国人民大学吴玉章讲席教授)

上海海洋大学

新方法让生态监测更聪明



研究人员开展鱼体重量、数量及投喂情况对eDNA影响的实验。研究团队供图

本报讯(见习记者江庆龄)上海海洋大学教授李晨虹团队开发了基于分离位点数的环境DNA(eDNA)定量方法，有望提升eDNA在物种监测、生态评估及生物多样性研究中的应用精度，未来可进一步拓展至更广泛的生境和目标物种，并优化其在实际生态监测中的应用策略。相关研究近日发表于《分子生态资源》。

eDNA是指生物体释放至体外环境中的DNA片段。借助eDNA进行生物监测，是一种高效、灵敏且对生物无损伤的技术手段，在生物多样性评估、濒危物种保护以及入侵生物监测等领域展现出巨大的应用潜力。然而，eDNA浓度与环境生物量的相关性较弱，eDNA技术只能判断“有没有鱼”，很难说清楚“有多少鱼”。

研究团队从基因序列差异的角度入手，探讨eDNA与物种数量的关系。具体而言，环境中同一物种不同个体的DNA序列会出现一定程度的差异，个体数量越多，序列差异越大。

研究人员首先通过模拟数据验证分离位点数量在eDNA定量分析中的可行性。统计分析结果表明，在3种不同突变频率的模拟数据中，分离位点数量与序列数量均呈现出极显著的正相关性，且基因突变频率越高，该相关性越强。

经过对比筛选，研究团队决定选用具有较高遗传多样性且易于饲养的牙尾刺鲈开展进一步实验。结果显示，相较于DNA拷贝数，分离位点数量与样本个体数的正相关性更强，表明“差异点数”与鱼的数量匹配度显著高于传统DNA浓度法，且不受鱼是否进食、体形肥瘦的影响。

李晨虹表示，团队开发的基于分离位点数的eDNA定量方法，优于当前主流的eDNA拷贝数法，不受物种体形、摄食行为等环境变量的干扰，能够更加稳定、精准地评估目标物种的数量。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1111/1755-0998.14076>