

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

新途径实现木质素高产制己二酸

美国落基山国家实验室的 Gregg T. Beckham 团队实现了木质素高产化学氧化还原制己二酸。相关研究近日发表于《自然》。

为了推动化学品制造业的脱碳进程，学界需要可行的制造路线，利用木质素这类源自植物生物质的可再生原料制造生物基化学品。然而，将顽固的木质素聚合物转化为高价值生物产品是生物精炼领域长期存在的挑战。目前文献报道的木质素单产物最高产率约为20wt%。现有的大多数木质素降解策略以芳基-醚键断裂为目标，但该方法虽能产生芳香族单体，但产率约为30wt%，且产物中包含碳-碳键的二聚体和低聚物的复杂混合物。这些芳香族单元间碳-碳键的顽固性从根本上限制了木质素单产物的产率，因此需要开发这些碳-碳键高效断裂的新策略。

研究团队展示了如何通过还原性工艺处理木质素，获得一种富含烷芳基芳香族单体和低聚物的碳氢混合物。该混合物易于在 Co/Mn/Br 催化作用下通过氧化转化生成芳香族羧酸单体，主要是苯甲酸和邻苯二甲酸异构体，单体产率高达73wt%。

研究团队通过基因工程改造了土壤细菌恶臭假单胞菌 KT2440，使其能够将芳香族羧酸混合物转化为生物基尼龙的单体——黏康酸内酯，最终实现26wt%的己二酸产率，理论最大产率为57wt%。这种将还原步骤与氧化步骤相耦合的木质素加工路线，与石油炼化工艺有相似之处，展示了如何将木质素以高产率转化为单一、有价值的生物产品。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41586-026-10580-x

分子伴侣引导 RNA 诱导沉默复合物组装的结构基础

韩国首尔大学的 Soung-Hun Roh 团队提出了分子伴侣引导 RNA 诱导沉默复合物组装的结构基础。相关研究近日发表于《自然》。

RNA 诱导沉默复合物(RISC)由 Argonaute(A-GO)蛋白和小 RNA 组成，是 RNA 沉默的核心效应器。小 RNA 作为体积庞大的双链体被装载到 AGO 上，但其分子机制知之甚少。

研究团队鉴定出人类 AGO-HSP90-p23 复合物，它捕获无 RNA 状态的 AGO-AGO 成熟复合物(AMC)。纯化的 AMC 能够进行 RNA 装载和 AGO 折叠，忠实地再现从头开始的 RISC 组装。

利用冷冻电镜技术，研究团队确定了与微小 RNA 双链结合的 AMC 的结构。与其在 RISC 中的构象不同，AGO 在 AMC 中呈现出高度开放的构象；N 结构域和 RNA 结合模块(PAZ-MID-PIWI)完全分离并锚定在 HSP90 二聚体的两侧，仅由未展开的 L1 连接器连接。这种排列暴露出一个带正电的间隙，可以容纳 RNA 双链体。AGO 折叠是由含有 5' 端磷酸的小 RNA 双链体促进的，而不是单链 RNA。这揭示了 RNA 双链体作为伴侣样辅助因子指导 AGO 结构组装的作用。

这些发现阐明了 RISC 组装机制，并使 AMC 成为探索最佳 RNA 特征和化学修饰的分子工具，从而为小干扰 RNA 疗法的合理设计提供了依据。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41586-026-10640-2

DNA 修复驱动顺铂诱导的神经元死亡

美国国立卫生研究院的 Andre Nussenzweig 团队分析了 DNA 修复驱动顺铂诱导的神经元死亡。相关研究近日发表于《细胞》。

铂类药物是多种癌症的基础治疗药物，但通常对细胞分裂后组织存在神经毒性。研究团队发现，核苷酸切除修复(NER)介导了神经元中顺铂损伤的修复。然而，与其在细胞分裂中的保护作用不同，NER 在神经元中促进了顺铂诱导的细胞死亡。

这一脆弱性的根源在于神经元的脱氧核糖三磷酸(dNTP)池水平较低。在转录偶联 NER 过程中，dNTP 最初被消耗以解决转录阻断性损伤问题。当 dNTP 耗竭时，修复无法完成，导致双链断裂的积累，尤其是在全基因组 NER 期间。补充脱氧核糖或基因上调 dNTP 合成，可恢复核苷酸池，保护神经元免于细胞死亡，并减少顺铂诱导的神经性疼痛。

该研究揭示了有限的 dNTP 可用性是有丝分裂后细胞的关键脆弱点，并提示核苷酸补充法有望成为减轻化疗诱导神经毒性的潜在策略。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.05.025

复合气候事件 威胁热带半封闭海洋生态系统

澳大利亚联邦科学与工业研究组织(CSIRO)的 Eva E. Plaganyi 团队揭示了复合气候事件会威胁热带半封闭海洋生态系统。相关研究近日发表于《科学》。

人为造成的海洋变暖会影响生态系统功能，但未必是调节热带海域的主要气候驱动因素。人们对热带半封闭海洋生态系统了解甚少，这类生态系统地理特征独特，并受全球变暖、气旋、季风、淡水涌入以及大规模海平面和环流变化等的多重影响。

研究团队统一了对这些大规模海洋-大气-生物集成系统的气候风险认知，表明复合气候事件使当地物种暴露于更大、更持久的波动中，从而导致空间格局重组和持续水文连通性的丧失。他们将这些系统中物种丰度的变化归因于极端温度、暴露程度、浊度与水文连通性之间累积的复杂组合效应。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1126/science.adv0367

更多精彩内容详见科学网小柯机器人频道：
http://paper.sciencenet.cn/AInews/

外星信号可能抵达地球，只是我们不知情

本报告 美国非营利机构“搜寻地外文明研究所”(SETI 研究所)的一项研究表明，人类搜寻地外智慧生物的工作可能面临着一个意想不到的挑战——影响系外行星周围环境的恒星活动，会大幅增加探测外星无线电信号的难度。相关研究成果近日发表于《天体物理学杂志》。

SETI 研究所的多数项目都将目标锁定在频段极窄的无线电信号上，因为这类信号基本不会由宇宙自然现象产生。但研究人员发现，即便外星文明发出了这类信号，它们在离开母星系前就可能被扭曲了。

数十年来，SETI 研究所的天文学家一直在寻找无线电频率中的尖锐窄峰信号，认为这是先进技术存在的标志。科学家的设想是，一个外星信号发射器会生成高度集中的信号，能轻易从宇宙自然背景噪声中区分出来。

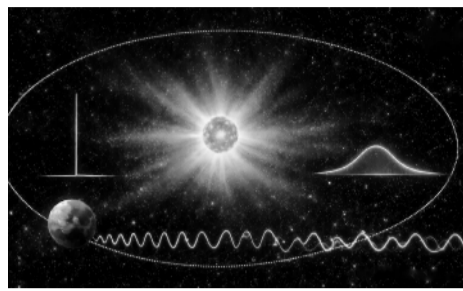
新的研究揭示了这种方法存在的一个关键漏洞。即便一个外星文明发射出完美的窄带无线电信号，在穿过母星周围的空间环境后，它也会彻底改变之前的样子。天文学家早已考虑过无线电波穿越星际空间时产生的各类衰减、偏移效应，而这项研究考察了离信号源头更近的地方发生的情况。

恒星风中的等离子体密度波动，再加上日冕物质喷射这类恒星爆发事件，会在信号发射地附近改变无线电波。这些效应会使信号能量在更宽的频段范围内传播，抹去现有观测手段所依赖的尖锐窄峰。

论文作者、SETI 研究所的 Vishal Gajjar 表示：“当前的 SETI 搜索通常针对极窄信号进行优化。如果一个信号被所在的母星环境拓宽了，哪怕它真实存在，其强度也会低于设备探测的下限。这或许有助于解释我们在技术特征搜索中看到的一些‘无线电静默’。”

为了量化这种波形拓宽的程度，研究团队选取了一个太阳系内现成的数据来源，即各类深空探测器发出的无线电信号。他们利用太阳系探测器的观测数据，校准了湍流等离子体对窄带无线电信号的影响规律，然后再将这些推算模型应用到各类恒星环境，以推算相同的过程对来自其他恒星系统周围的信号的影响。最终，研究人员搭建出一套实用的计算框架，能够估算在不同类型的恒星周围和不同观测频段下信号会扩大多少，特别是在一些恒星活动剧烈、空间天气扰动频繁的恒星系统中。

这一结论可能会影响 SETI 研究所的恒星目标筛选与观测策略。研究显示，大约占银河系中所有恒星 75% 的 M 型红矮星，最容易在窄带无线电信号逃出恒星系统前将其拓宽。



一颗行星发出的无线电信号最初可能是尖锐窄峰(左)，但恒星周围的等离子体风会将其变得更宽、更弱的信号(右)。

图片来源: Vishal Gajjar

研究人员因此建议，未来的观测设备需提升对宽带信号的识别灵敏度，不能只局限于传统项目重点搜索的极窄特征信号。

论文作者、SETI 研究所的 Grayce C. Brown 说：“我们量化了恒星活动重塑窄带信号的规律，据此可以重新设计观测方案，匹配实际到达地球的信号特征，而不仅仅是外星文明可能发射的信号。” (王方)

相关论文信息：
https://doi.org/10.3847/1538-4357/ae3d33



鸟群中的个体只对周围环境的一部分做出反应，“违背”了牛顿第三定律。

图片来源: Kilian Neddermeyer

科学此刻

鸟儿如何“违背”牛顿第三定律

鸟群和细菌群的行为经常会“违背”牛顿第三定律。现在，科学家通过在模型中加入精心设计的“虚拟伙伴”，解释了这个长期存在的问题，并以前所未有的精度模拟了这些复杂系统。相关研究近日发表于《自然-物理学》。

牛顿第三定律指出，两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。这一原理在日常生活中很容易观察到。比如，人奔跑时，双脚会推压地面，地面也以相等的力反推。同样的原理可以解释汽车如何行驶、人如何划船，以及气球充气时为何向前冲。300 多年来，牛顿第三定律一直是经典物理学的一块基石。

“在理论物理学中，我们通常教给学生的内容最终都建立在作用力与反作用力原理之上。”论文通讯作者、德国马克斯·普朗克复杂系统物理研究所的 Marin Bukov 说。

然而，鸟类在成群飞行时只关注自己旁边或前方的鸟，不会与后方的鸟保持动作一致。这种行为似乎与牛顿第三定律相冲突。

鸟群并不是唯一看起来不符合这一规则的系统。细菌群、人群，甚至活体组织中的细胞群都有类似的行为。在这些系统中，个体只对周围环境的一部分，而非全部做出反应，这就导致相互作用是单向的，作用力和反作用力不再平衡。物理学家将这称为“非互易相互作用”。传统理论是为遵循牛顿第三定律的系统设计的。这一局限性，导致科学家一直难以精确模拟非互易相互作用系统。而这对于理解生物过程、群体行为及动物的集体运动至关重要。

如今，马克斯·普朗克复杂系统物理研究所的研究人员为这个问题找到了解决方案。他们通过扩展传统的作用力-反作用力框架，开发并证明了一种理论，使这些不适用于牛顿第三定律的系统也可以被精确地描述和模拟，甚至可以使用既有的方法进行模拟。该方法的关键在于引入了额外的人工变量。

物理学家通常使用与现实属性对应的数学变量描述自然系统，如鸟的位置和速度、鱼在鱼群中的位置、汽车在交通中的位置。论文通讯作者、马克斯·普朗克复杂系统物理研究所的 Ricard Alert 解释，新理论背后的诀窍在于，它为系统的每个组成部分构建了一个在自然界中不存在的“虚拟伙伴”，从而将原有的非互易相互作用用这些具有辅助自由度的互易相互作用替代。

该方法在实践中如何运用？研究人员以鸟群为例进行了验证。

“为了精确模拟鸟类的运动，我们使用上述方法将鸟群这一非互易相互作用的动态系统描述为一个互易系统。具体而言，我们在每只真鸟的前面放了一只方向完全相反的虚拟鸟。”Alert 说，这些“虚拟伙伴”是数学工具，允许研究人员将单向作用转化为可以使用现有方法分析的形式。

科学家指出，在物理学中使用辅助自由度并不新鲜。该研究的新颖之处在于辅助自由度被应用于具有非互易相互作用的系统。这使得科学家能够利用成熟的多体物理学框架，同时还能更精确地模拟复杂系统。更重要的是，它提供了对底层物理学的更深入理解，为未来的发现奠定基础。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41567-026-03317-0

首款 mRNA 流感疫苗有望提供更多免疫保护

本报告 一项研究发现，一种处于研究阶段的 mRNA 流感疫苗能够帮助免疫系统识别比现有标准疫苗更多的流感病毒，从而提供更强大、更持久的保护。6 月 15 日，相关研究成果发表于《自然-免疫学》。这款由美国莫德纳公司研发的疫苗目前正在接受美国食品药品监督管理局的审查，如果获批，将成为首款采用 mRNA 技术的流感疫苗。

全球每年约有 10 亿人感染流感。流感疫苗虽能减少住院和死亡人数，但当疫苗毒株与流行病毒不完全匹配时，其有效性会大打折扣。然而，即使病毒变异速度快于疫苗制造商更新疫苗的速度，更广泛的免疫反应也能使疫苗更加有效。

“我们看到，mRNA 流感疫苗不仅能增强免疫系统对已知病毒的响应，还能帮助扩大和丰富抗体反应，从而覆盖更广泛的流感毒株。”论文通讯作者、美国圣路易华盛顿大学医学院的 Ali Ellebedy 说，“如果我们能让流感免疫范围更广、效果更持久，那么住院和死亡人数就会减少，这将对公共卫生产生重大影响。”

流感病毒在人际传播过程中会发生变异，随着时间推移会积累微小的基因突变。这些由免疫压力驱动的变化迫使病毒发生微小变异以逃避抗体攻击。最终，这些微小变异足以改变病毒表面蛋白，使得之前获得的免疫保护无法完全抵御新毒株。

同时，由于生产周期较长，目前的疫苗要在流感季到来前数月生产出来。当预测出现偏差时，毒株不匹配会使流感疫苗的有效性从情况较好年份的约 60%降至 19%。除了引发更广泛的免疫反应外，曾改变新冠疫情进程的 mRNA 技术还能让疫苗制造商快速更新和生产新疫苗，从而对新出现的病毒株迅速作出响应。

在另一项 III 期临床试验中，莫德纳公司研究人员发现，其 mRNA 流感疫苗在降低老年人患病风险方面比标准流感疫苗更有效。为了探究这种更强保护作用的原因，这项研究考察了 mRNA 流感疫苗与标准疫苗引发的免疫反应有何不同。

研究人员对 75 名 20 至 50 岁的成年人进行了跟踪研究，时间分别是 2022—2023 年和

2023—2024 年流感季。其中约一半人接种了名为 mRNA-1010 的试验性 mRNA 疫苗。该疫苗通过携带遗传指令，促使人体合成 4 种流感病毒毒株的蛋白质，从而引发针对入侵病毒的免疫反应。另一半人接种了 Fluaxix，这是一种已获批准的流感疫苗，含有在鸡蛋中培养的 4 种流感病毒毒株的灭活片段。这两种疫苗针对的是相同的流感病毒株。

通过分析血液样本，研究人员发现，与接种标准流感疫苗的人相比，接种 mRNA 疫苗的参与者产生了更强烈的免疫反应。具体来说，后者产生了更多的流感特异性抗体和记忆 B 细胞，这些免疫细胞能够记住以往的感染经历，并能迅速产生相应抗体。

“流感病毒在不断变异，以逃避我们的免疫系统。”论文第一作者、圣路易华盛顿大学医学院的 Hanover Matz 表示，“如果我们研制出能激活多种 B 细胞、针对广泛流感病毒的疫苗，就有更大机会避免毒株不匹配的问题，甚至可能减少接种疫苗的频率。”

为探究该疫苗促进 B 细胞多样性的能力，研究人员对部分参与者的生发中心，即免疫系

能够管理患者的 医疗 AI 系统来了

本报讯 《自然》6 月 17 日发表的论文介绍了两个独立的人工智能(AI)模型，它们能够为从诊断到治疗决策的多个患者管理阶段提供帮助。这两套系统——MIRA 和谷歌的 AMIE 的表现与内科医生相当，证明对话式 AI 工具在疾病管理方面具有潜力。

大语言模型(LLM)在临床应用方面展现出令人振奋的进展，但它们往往主攻定义狭窄的任务。患者的临床管理需要多维度的方法，包括深入了解病史、进行适当的检查、做出准确的诊断、规划治疗方案，以及在多次就诊中监测治疗结果。如果 AI 智能体能够执行此类任务并实现有效的管理推理，它们或许能够协助医生处理常规工作，甚至可能缓解全球某些地区的医生短缺问题。

在一项研究中，德国海德堡大学医学院的 Jakob Kather 和同事介绍了 MIRA——一个能够访问独立电子病历系统中的患者数据的 AI 模型。研究人员利用 500 多例急诊科临床病例的真实世界数据对该模型进行了评估。MIRA 可从 8.5 万多种选项中进行选择，以安排诊断检测、解读结果并制定治疗方案，包括开具处方、安排手术及办理入院手续。其平均诊断准确率达到 87.8%，而由 6 位跨科医生组成的专家组的准确率仅为 78.1%。作者总结指出，未来需要进一步开展研究以提高准确率，并在真实世界中验证其泛化能力。

谷歌研究团队的 Mike Schackermann 和同事则介绍了 AMIE——一个针对临床管理和对话进行优化的基于 LLM 的系统。该模型能够对多次就诊数据进行连续推理，从而追踪疾病进展和治疗反应。AMIE 利用谷歌的 Gemini 分析从患者处获取的信息，并使其输出结果与最新的相关临床实践指南及药物目录保持一致。

在一项虚拟临床检查研究中，AMIE 与 21 名全科医生在 100 个就诊案例场景及 5 个医学专科领域进行了对比，这些场景旨在反映英国国家卫生与临床优化研究所的指导意见及《英国医学杂志》的最佳实践指南。在管理推理能力方面，AMIE 的表现与真实医生相当；而在治疗和检查的精准度、对临床指南的遵循程度以及基于指南制定管理方案的合理性方面，AMIE 的表现均优于医生。此外，AMIE 在处理疑难病例时的表现优于医生。作者指出，AMIE 在投入临床护理前仍需进一步完善，但这项研究朝着利用对话式 AI 工具辅助医生进行疾病管理迈出了重要一步。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41586-026-10675-5

https://doi.org/10.1038/s41586-026-10764-5

尼日利亚霍乱疫情持续蔓延

据新华社电 尼日利亚近来的霍乱疫情持续蔓延，该国高原州卫生部门近日报告 5 例死亡病例，此前博尔诺州已报告 85 例死亡病例。

高原州卫生部门 6 月 14 日报告，该州目前累计确诊病例 11 例，疑似病例 53 例，死亡病例 5 例。

据博尔诺州卫生部门统计的数据，今年 5 月 1 日至 6 月 7 日期间，该州报告 85 例死亡病例，累计确诊病例达 8457 例。

尼日利亚疾病预防控制中心表示，本轮霍乱疫情受雨季来临和供水基础设施受损等因素影响。历史数据显示，每逢雨季，尼日利亚霍乱病例通常会呈现增长。

为遏制疫情扩散，尼日利亚政府已向受影响地区派遣多支医疗队。世界卫生组织、联合国儿童基金会等国际机构也已派遣人员，协助当地开展疫情防控和医疗救治工作。

博尔诺州政府秘书布卡尔·提贾尼表示，该州已采取多项紧急措施，包括限制居民从部分水库取水，通过水罐车供应安全饮用水等。目前，对疫情源头的调查仍在进行中。

霍乱是由霍乱弧菌引起的急性肠道传染病，主要经由不洁水源和食物传染，患者常出现呕吐、腹泻、脱水和高烧等症状，重症和延误治疗可致死亡。

(洪泽华)

统的“训练中心”进行了研究。在生发中心内，B 细胞会提高其识别病毒的能力，并产生针对病毒不同部分的抗体，从而形成更有可能识别并对抗新变异株的多样化抗体库。

在 13 名接受 mRNA 流感疫苗接种的人中，有 5 人的淋巴结出现了流感特异性的人生发中心免疫反应，且这种反应在为期 26 周的研究中持续存在。相比之下，在 15 名接种传统流感疫苗的参与者中，未观察到持续的免疫反应。

此外，从接种疫苗 4 周后直至研究结束，mRNA 疫苗接种者的抗体能够识别并结合数十年来病毒进化过程中出现的多种流感毒株，尤其是那些已知会引发最广泛疫情的毒株。而常规疫苗接种者的抗体则只能结合较少数量的变异病毒株。

“我们观察到，mRNA 流感疫苗正在引发强烈且持续的生发中心反应。”Ellebedy 表示，“这可以拓宽抗体反应范围，使免疫系统更好地应对不断变异的病毒。” (文乐乐)

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41590-026-02569-5