

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【科学】

亚砷基硝基烯介导氮原子插入

美国俄克拉荷马大学的 Indrajit Sharma 团队发现，亚砷基硝基烯介导的氮原子插入可用于 N-杂环的后期骨架编辑。相关研究成果近日发表于《科学》。

含氮杂环化合物的使用在商业药物中越发普遍。而选择性掺入单个氮原子是一种有前景的支架跳跃方法，可以增加药物发现库的化学多样性。

研究人员利用亚砷基硝基烯的独特反应性，插入一个氮原子，将现成的吡咯、咪唑和咪唑啉分别转化为具有合成挑战性的吡啶、噻唑和咪唑。该无添加剂骨架编辑方法采用易于获取的在宽温度范围(30°C 至 150°C)内稳定的亚砷基硝基烯前体。

研究发现，这种方法与多种官能团兼容，包括酚和硫醚等氧化敏感官能团，并已应用于各种天然产物、氨基酸和药物的生产。此外，研究人员还进行了机理研究，通过密度泛函理论计算探索了区域选择性结果。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adp0974>

核桃的性别特异性开花

美国加利福尼亚大学戴维斯分校的 Graham Coop 等研究人员发现，古老的结构变异控制了核桃等的性别特异性开花。相关研究成果近日发表于《科学》。

开花植物采用各种策略避免自花授粉。某些物种，如核桃树、山核桃树和胡桃树，采取了一种动态的方法，在同一季节交替开雄花和雌花。值得注意的是，每棵核桃树始终遵循两种模式中的一种：要么在季节开始时开雄花(雄花先开)，要么开雌花(雌花先开)。

研究人员将两种不同的孟德尔遗传机制与古老(超过 3700 万年)的全基因组 DNA 多态性进行了映射，在核桃中发现了与雌花先开或雄花先开有关的一种基因的两个变体。这种 DNA 多态性至少出现在 9 种核桃中，并且已经稳定了近 4000 万年。此外，研究人员发现，山核桃也有决定开花顺序的平衡基因多态性，但与核桃的基因组不同。山核桃的多态性似乎比核桃更古老，已有 5000 多万年的历史。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.ad05578>

【国家科学院刊】

科学家揭示监测量子动力学的重启不确定关系

以色列巴伊兰大学的 Eli Barkai 研究团队揭示了监测量子动力学的重启不确定关系。相关研究成果近日发表于美国《国家科学院院刊》。

研究团队在受监测的量子动力学的重启背景下，引入了一种时间-能量不确定性关系。先前的研究已经证实，表示返回到初始状态所需时间的平均复发时间被量化为采样时间的整数倍，并在共振点处展现出点态不连续跃迁状态。

这项研究发现，实验中由有限数据收集时间跨度驱动的重启机制的自然运用，会导致平均复发时间跃迁的展宽效应。研究人员提出的不确定性关系捕捉到了这些现象的本质，将共振点附近平均到达时间的展宽与量子系统的本征能量以及复发时间的波动联系起来。这一不确定性关系还在国际商业机器公司(IBM)的量子计算机上得到了远程实验验证。

上述研究成果不仅增进了研究人员对量子测量和动力学相关基本方面的理解，还为设计包含中途测量的高效量子算法提供了实用见解。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1073/pnas.2402912121>

【自然-地球科学】

风驱动过程塑造赤道大西洋季节性生产力

德国亥姆霍兹海洋研究中心的 Brandt Peter 研究团队揭示了赤道大西洋的季节性生产力由独特的风驱动过程形成。相关研究成果近日发表于《自然-地球科学》。

东赤道大西洋拥有一个依赖于硝酸盐向上供应的多产的海洋生态系统，而硝酸盐是该地区主要的限制性营养物质。地表叶绿素水平的升高表明，年生产力峰值出现在北半球的夏季，大致与东风增强的时间一致。为了提高赤道大西洋的生产力，富含硝酸盐的水会上升到赤道暗流上方的湍流层。

研究人员对两次跨大西洋赤道调查的数据以及赤道系泊的延长序列进行分析，进而探究 3 个独立的风驱动过程如何塑造赤道大西洋的季节性生产力：硝酸盐化浅滩对增强的东风的响应；赤道暗流核心深度由最大东向速度所定义，受海盆尺度赤道驻波的年振荡控制；赤道暗流核心上方剪切带的混合强度受局地瞬时风的控制。

研究结果显示，这 3 种风驱动机制的相互作用塑造了赤道大西洋营养供应和生产力的独特季节性循环，受赤道暗流影响，4 月的生产力最低，因浅层硝酸盐加上增强的混合，7 月份的生产力最高。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41561-024-01609-9>

数月极端异常天气加剧美加州野火

本报讯 在美国加利福尼亚州火灾季结束很久之后，洛杉矶地区迅速蔓延的野火却似乎失去了控制。在每年的这个时候，强劲的圣安娜风并不罕见，但这次它们是在数月的干旱之后到来的。两者的结合导致了一系列灾难性火灾，这可能表明气候变化正在改变加州的火灾。

圣安娜风是秋冬季节出现在加州南部山谷中的季风，来自内陆荒漠地带，吹向太平洋沿岸，极度干燥，因易于引发山火，被当地人称为“魔鬼之风”。

美国加利福尼亚州立大学默塞德分校的 Crystal Kolden 说：“虽然圣安娜风导致的火灾在南加州并不新鲜，但这种爆发性的火灾事件以前从未在 1 月发生过，在 12 月也只发生过一次。”

如今，由于气候变化加剧了一系列不太可能发生的极端天气事件，因此在常规火灾季节结束后，剧烈的野火仍在燃烧。

据美国加州林业和消防部门的说法，截至 1

月 8 日，洛杉矶地区至少有 4 起野火在燃烧。最大的两场火灾是帕利塞德斯大火和伊顿大火。这两起火灾在一天内烧毁了 4000 多公顷土地。大火已造成至少两人死亡，1000 所房屋被毁，数万人被迫疏散。大火还威胁到美国国家航空航天局的喷气推进实验室和盖蒂博物馆。

强劲的圣安娜风的风速已达到每小时 129 公里，从而助长了火势并使其迅速蔓延。美国国家气象局表示，这场大风预计将是自 2011 年以来最猛烈的一次，形成了“极其严峻的火灾天气条件”。火灾天气可能会持续到 1 月 10 日，给消防工作带来了挑战。

美国加利福尼亚州立大学洛杉矶分校的 Park Williams 说，这是一系列极端气候和天气事件导致的最新一场大火。圣安娜风是南加州天气的一个常见特征，但是以往进入潮湿的秋冬季后，它们对火灾的影响较小。然而 2025 年的雨季还没有到来，植被却已经干枯，并随时可能

燃烧。此外，由于 2023 年潮湿的冬季促进了植被的生长，而 2024 年全年的酷热和干旱又使其干枯，因此有更多植被可以作为燃料。

Kolden 说，大量优质燃料、干旱，以及强烈、炎热、干燥的风结合在一起，导致了“可以想见的最具爆发性的火灾”。

当地官员仍在调查起火原因。了解气候变化可能起到的作用也需要一些时间。然而，有理由认为气候变化使火灾变得更加严重。

太平洋的海面温度高于平均水平，部分原因可能是气候变化，这也是造成干旱的原因之一。加州大学洛杉矶分校的 Daniel Swain 表示，较高的海洋温度造成了高压脊，阻碍气流携带湿润空气到达南加州。

美国加利福尼亚州立大学圣地亚哥分校的 Daniel Cayan 说，在过去 50 年里，该地区出现这种高压天气系统的频率越来越高，这可能也是气候变化的一个征兆。(李木子)



帕利塞德斯大火向洛杉矶的房屋蔓延。图片来源：Ethan Swope

科学此刻

眨眼让大脑“休息”片刻

眨眼，是一种自然的生理反应，能清除眼内杂质、保持湿润。近日，科学家发现眨眼还具有某种认知功能，例如当我们在阅读中遇到不熟悉的词汇时，通常会下意识眨眼。相关研究公布于 PsyArXiv。

1945 年，英国谢菲尔德大学的 Arthur Hall 研究了人们在阅读时眨眼的频率，发现这种行为在人们读到文字中的空白处时发生。他认为，眨眼可以帮助人们在阅读时暂停片刻。

为了进一步研究这个观点，比利时根特大学的 Louisa Bogaerts 和同事分析了“根特眼动追踪语料库”中的数据。在这项研究中，15 名参与者在 4 次阅读阿加莎·克里斯蒂的小说时接受了监测，总共记录到 30367 次眨眼行为。

“结果清楚地表明，我们在阅读时的眨眼不是随机的。”Bogaerts 说。

研究团队发现，相较于不常见的词语，参与者在阅读常用词语时的眨眼频率较低。Bogaerts 说：“在看到不常见的词汇时，参与者的眨眼频率会提高，这表明认知行为会影响眨眼行为。”研究人员在论文中表示，眨眼行为可能提供了



图片来源：gaiamoments/Getty Images

一种“认知休息”。

研究人员还发现，与文本中的其他位置相比，标点符号处的眨眼频率平均高出 4.9 倍；在行尾处的眨眼频率要高出 3.9 倍；而当标点符号与行尾重合时，眨眼频率会高出 6.1 倍。

“标点符号和行尾处的眨眼次数增加，反映出这些地方是天然的注意力间隔点——我们会与文本中的这些间隔点保持一致，眨眼休息一下。”Bogaerts 说，“这些发现共同证明了这一假设，即阅读时的眨眼行为并非随机的，而是与文

本中的认知需求策略保持一致。”

“眨眼能让视觉输入暂停，以整合新的信息。”新西兰奥克兰大学的 Paul Corballis 说，“我认为未来可以通过在线追踪眨眼和眼动行为监测飞行员或空中交通管制员的状态，或者其他需要在监控、分析数据时保持高度警惕的人，比如‘无人’驾驶汽车的司机，当然这还有很长的路要走。”(赵宇彤)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.31234/osf.io/pu9vc>

与 SpaceX 竞争！“蓝色起源”将首发可重复使用火箭



等待发射的新格伦火箭。图片来源：蓝色起源

本报讯 美国亚马逊公司创始人杰夫·贝索斯旗下的太空公司蓝色起源将于 1 月 10 日首次发射可重复使用的新格伦火箭。该火箭可能会成为美国太空探索技术公司(SpaceX)猎鹰重型火箭的竞争对手，后者已成为那些希望将大型有效载荷送入轨道的公司的首选。

新格伦火箭高 98 米，大约有 30 层楼高，可

向近地轨道运送约 45 吨的有效载荷。预计它将与 SpaceX 的猎鹰重型火箭竞争，后者可以携带约 64 吨的货物。

新格伦火箭有两级。第一级用于在海上平台着陆，这与猎鹰重型火箭类似。蓝色起源公司表示它可重复使用 25 次。火箭顶部的第二级是一次性的，可以储存货物和任务有效载荷。

美国联邦航空管理局(FAA)已批准新格伦火箭可在当地时间 1 月 10 日凌晨 1 时开始的 3 个小时内，从佛罗里达州卡纳维拉尔角空军基地发射升空。

此前，FAA 已经批准了 1 月 6 日的发射窗口，但 1 月 10 日的发射窗口是蓝色起源公司首次确认的。该公司的 Jarrett Jones 在一份声明中说：“这是我们的第一次飞行，我们为此做了充分的准备。”

蓝色起源公司在 2016 年宣布开发该火箭后，最初计划于 2020 年发射，但延误和挫折推迟了首次发射。

这次名为 NG-1 的试飞任务的主要目标

是让火箭进入轨道，此外第二级还将携带蓝色起源公司的“蓝环探路者”。后者是“蓝环”航天器的通信设备、电力系统和飞行计算机集合，将有助于引导和操纵未来的有效载荷进入轨道。

蓝色起源公司的目标是模仿 SpaceX 的快速测试和开发计划，即尽可能频繁地发射，即使一些测试以爆炸告终。Jones 说：“无论发生什么，我们都会学习、改进，并将这些知识应用于下一次发射。”

最终，蓝色起源公司希望新格伦火箭能够发射卫星，作为亚马逊公司“柯伊伯计划”的一部分，这是一个计划中的卫星互联网星座，类似于 SpaceX 的星链。同时该火箭还会为该公司正在开发的空间站运送部件。

蓝色起源公司此前一直专注于太空旅游。2021 年，其新谢泼德火箭将贝佐斯和其他 3 名乘客送入离地 107 公里的高空。此后，该公司又将 8 名宇航员送入了类似高度，最近一次发射是在 2024 年 11 月。(文乐乐)

“比皮科伦坡”探测器第六次飞掠水星

据新华社电 欧洲航天局表示，水星探测器“比皮科伦坡”已在 1 月 8 日实施第六次飞掠水星，利用水星引力减速并调整航向，为 2026 年进入水星轨道做好准备。

据欧洲航天局介绍，“比皮科伦坡”探测器从水星入夜的一侧接近这颗行星，其间超过 20 分钟探测器无法接收到阳光直射，完全依赖自身电池供电。随后，探测器飞掠水星北极区域，使其能够观测到位于“永久阴影区”的陨石坑。此次飞掠过程中，探测器与水星表面最近的距离仅为 295 公里。

“比皮科伦坡”探测任务是欧洲航天局和日本宇宙航空研究开发机构的合作项目，由前者主导开展。其中涉及的探测器于 2018 年 10 月 20 日启程飞向离太阳最近的行星——水星。

该探测器携带了两个独立探测设备：由欧洲航天局研发的“水星行星轨道飞行器”，主要用于探测水星的表面和组成；由日本宇宙航空研究开发机构研发的“水星磁层轨道飞行器”，主要负责探测水星的磁场。按计划，探测器将在 2026 年正式进入水星轨道，届时其中的两个探测设备将分开并在轨道不同方位开展相关探测作业。(罗毓)

美国研究发现针对恶性疟原虫的新抗体

据新华社电 美国科研人员在新一期《科学》杂志上报告说，他们发现了一批针对疟疾主要病原体——恶性疟原虫的新抗体，其与抗原表面结合的位点是以往未曾发现的。

这项研究由美国国家过敏与传染病研究所、斯克里普斯研究所等机构联合进行。在动物实验中，有一种新抗体成功地与孢子(即孢子状的寄生虫)阶段的恶性疟原虫结合并杀死它们，保护小鼠免受感染。如果进一步研究证实这些抗体对人类有效，可望开发出全新的疟疾疫苗。

疟疾是一种通过蚊子传播给人类的恶性传染病，恶性疟原虫是危害最大的疟疾病原体。雌蚊叮咬人类时，唾液中的疟原虫孢子进入人体，随血流侵入肝细胞。此前研制的疟疾疫苗中抗体作用对象主要是包裹孢子孢子的“孢子蛋白”表面的一个特殊区域，称为中央重复区。

为了寻找新抗体，研究人员用一套新方法对人体 B 细胞产生的抗体进行筛选，最终识别出 10 种单克隆抗体，它们能与孢子蛋白结合，但结合位点不属于中央重复区，是前所未有的新型位点。这类新位点广泛分布于孢子表面，仅在孢子发育的特定阶段打开，可望成为理想的免疫靶点。

此前已有两种疟疾疫苗由世界卫生组织推荐投入使用，所用抗体的结合对象都是中央重复区的特定基因序列。由于作用区域完全不同，基于新型抗体的疫苗不会与上述疫苗相互干扰，可以联合使用，初步试验也证实了这一点。

世界卫生组织的数据显示，2023 年全球有 2.63 亿疟疾病例，约 60 万人因疟疾死亡。(王艳红)

(上接第 1 版)

三个“世界第一”

锁定盐穴之后，团队开始了更细致和紧张的工作。

用时一年，团队与中能建数字科技集团有限公司深地技术科研团队、中国石油天然气集团有限公司系统内多家单位深度合作，采用声呐、三维地震探测等技术手段，对盐穴的内部情况进行调查，逐渐摸清盐穴里的详细情况。他们又用时半年完成盐穴的稳定性、密封性、地面沉降评价，对盐穴进行全套力学实验。

其间，他们设计出大口径气密封井、新的排卤方案等一系列复杂盐穴高空高效率利用的成套技术。例如，团队首次实现了高位注气、低位排卤的沉渣空隙储气扩容新方案。

与国外的盐矿不同，国内的盐矿开采完后，空腔部分相对较少，很大一部分会被沉渣占据。盐矿里的盐溶进水里，变成卤水被排出来，但矿里的残渣还会留在腔体中。关于“沉渣空间能不能用来储气”，学界争论了十几年。一些人认为沉渣是泥或沙，不能储气，但杨春和团队坚持认为，沉渣是石块，缝隙里可以储气。

为超级“空气充电宝”托底

通过现场测试，研究团队揭示了沉渣空间良好的连通性。他们用一根相对短的管道为盐穴注气，又用另一根伸向沉渣底部的长管道向外排卤。随着卤水不断排出，盐穴里的储气空间越来越大，空间利用率从最初的 20% 提高到 70% 以上。

“目前我们已经在盐穴里腾出大约 70 立方米的储气空间，超过了企业最初提出的需求。”杨春和说。

与此同时，他们还在世界范围内首次利用压裂盐穴开展地下储能，为我国盐穴采空区的大规模利用奠定了基础；首创国内最大口径注采井方案，大幅提高了盐穴空腔利用率和注采井的注采气量，降低了工程造价并缩短了建设工期。

2024 年 4 月 9 日，湖北应城 300 兆瓦盐穴压缩空气储能电站并网发电。如今，该电站正式投入商业运行，并实现了三个“世界第一”——单机功率世界第一、储能规模世界第一、转换效率世界第一。

“它的单机功率达到 300 兆瓦级，储能容量达 1500 兆瓦时，系统转换效率约 70%，每天储能 8 小时、释能 5 小时，年均发电约 5 亿千瓦时。以空气为介质，它一年转换的电量可以满足 75 万居民的用电需求。”马洪岭说。

面对这座崭新的电站，万明忠感慨：“目前它可以有效应对新能源发电的波动性、间歇性和随机性，为湖北省电网安全稳定运行和省内新能源消纳发挥重要作用。”

信任与未来

2024 年 12 月 24 日，在工程现场，庞大的注采井上涂着鲜红的漆，马洪岭看了看旁边的仪表盘，上面显示着“7.359MPa”。此时，在脚下看不见的盐穴里，空气已经被压到了 73.59 个大气压。“我们给企业的建议是最高到 90 个大气压，最低保持在 60 个大气压。”马洪岭说。

对于科学家，万明忠及其企业团队非常信任。过去 3 年里，双方已经成了好朋友。“我们随

叫随到，他们也随叫随到。以前，我们对盐穴一点都不懂，现在在杨院士团队的支持下，我们团队也有了专家。”万明忠说。

在这个项目中，杨春和团队史无前例地提供了全过程的技术支撑。盐穴投入商业运行之后，他们还将继续帮助企业监测地面沉降情况，以确保储能电站安全运行。

“我们原本做的是一个很小众的研究方向，但遇到了能源转型的机遇期。”马洪岭回忆，2008 年，团队刚开始做地下盐穴利用研究时门可罗雀，如今，“双碳”政策的驱动让新型电力系统和盐穴储能出现了井喷式发展，也让科技在服务经济发展方面有了用武之地。有时实验室刚开发出一项技术，立马就有企业想要承接。

与企业合作时，杨春和总是跟团队成员说：“企业的钱不是大风刮来的，你得给别人解决问题、带来经济效益，别人才会持续地跟你合作。”杨春和计划，未来不仅要带着团队做“从 0 到 1”的工作，也要关注“从 1 到 0”的问题。“在工程取得成功之后，我们要反思为什么会成功，优化的空间在哪里，还有哪些基础原理没有研究透彻，以便进行下一步的技术迭代。”杨春和说。