

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【自然】

## 在撒哈拉以南非洲采矿引发大面积森林砍伐

英国剑桥大学的 David P. Edwards 团队揭示，在撒哈拉以南非洲，采矿引发大面积森林砍伐。如果管理不善，采矿扩张将对非洲大陆的热带森林构成严重威胁。相关研究成果近日发表于《自然》。

研究组利用非洲大陆范围的森林砍伐后土地数据，并采用稳健的双重差分框架，对 2001 年至 2020 年间的 16627 个矿区进行了时空评估，量化了采矿活动驱动的森林砍伐程度。研究组共计发现直接由采矿驱动的森林砍伐达 18.7 万公顷，即由矿坑、尾矿池和废石堆等与采矿作业直接相关的特征所导致的森林消失。

在矿区 20 公里范围内，甚至在开采 10 年后，森林砍伐水平仍持续高于未采区。对于矿区直接破坏的每一公顷森林，采矿活动平均会在 5 年内通过农业和居民点等辅助活动，额外导致 34 公顷的异地森林损失。提取关键能源转型矿物钴和铜的矿山，造成了最大的异地森林砍伐。

研究人员表示，将异地森林砍伐水平纳入新采矿项目的环境影响评估中，将是确保关键矿物供应链实现零毁林或无净损失并减少未来撒哈拉以南非洲采矿驱动森林损失的关键。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10551-2>

## 机械基因交联增强聚合物弹道能量耗散

美国麻省理工学院的 Jeremiah A. Johnson 团队指出，机械基因交联增强了聚合物的弹道能量耗散。相关论文近日发表于《自然》。

机械失效是塑料在结构件、防护涂层等应用中面临的显著局限。交联被广泛用于提高聚合物的热稳定性和化学稳定性，但在机械变形下，交联通常会使得材料变得更脆，从而限制其抗冲击性能和使用寿命。因此，如何解决稳定性与韧性之间的这一根本性矛盾，仍是一项核心挑战。

研究表明，将一小部分分子机械载体作为交联点嵌入普通聚合物中，可以从根本上解决这一矛盾，制备出的材料具有显著增强的弹道能量耗散能力。在应变率超过  $10^3 \text{ s}^{-1}$  的条件下，机械载体交联网络吸收的能量比传统热固性材料高出约 115%，甚至超过其未交联的热塑性对应物。

研究组在玻璃态的聚苯乙烯和橡胶态的苯乙烯-丁二烯-苯乙烯三嵌段共聚物中验证了该策略的普适性。这些结果表明，机械载体交联可作为将大宗聚合物转化为抗冲击材料的设计原则，并为聚合物力化学与极端应变率材料行为的交叉研究开辟了研究方向。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10557-w>

【细胞】

## 科学家聚集凝聚态函数扰动的深度学习

美国普林斯顿大学 Clifford P. Brangwynne 课题组研究了凝聚态函数扰动的深度学习。相关论文近日发表于《细胞》。

研究人员开发了一个基于神经网络的框架——Deep-Phase（相分离凝聚态的深度学习）。该框架将显微镜图像主题化，以直接测量相关生化过程中药理学改变导致的凝聚态形态变化。他们使用 Deep-Phase 来精确量化多相核苷的时间和浓度依赖性结构扰动，并发现其与抑制核糖体 RNA (rRNA) 转录和加工的药物的效力紧密耦合。

在化学筛选中应用 Deep-Phase，研究人员鉴定了一种独特的核仁形态，并发现了 DNA 拓扑异构酶在 rRNA 加工中的作用。他们还展示了 Deep-Phase 对不同细胞系、标记技术和凝聚态的适应性，为连接分子途径和细胞中尺度组织提供了一个强大的平台。

研究人员表示，将凝聚态内部的分子相互作用与细胞中尺度组织联系起来仍然是一个主要挑战。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.05.010>

## 调控 DNA-蛋白相互作用的单细胞定位

美国威尔康奈尔医学院的 Ivan Raimondi 团队研究了调控 DNA-蛋白相互作用的单细胞定位。相关研究成果近日发表于《细胞》。

研究人员开发了对接和脱靶，然后进行测序 (D&D-seq)，用于分析 DNA-蛋白质相互作用。D&D-seq 将抗体结合纳米体与胞嘧啶碱基编辑器结合，这种组合可以通过靶向胞嘧啶-尿嘧啶编辑在蛋白质结合的基因组位点检测弱或短暂的因子结合。这种方法与标准的单细胞多组学工作流程兼容，因此可以对基因组进行综合分析。利用转座酶可及染色质主题测序 (ATAC-seq) 和单细胞 ATAC-seq (scATAC-seq) 测定，研究小组评估了染色质可及性作为 TF 活性的功能读数，并通过 D&D-seq 与全基因组测序相结合，捕获了 CTCF 在活性和非活性染色质区室中的结合。

不过，在单细胞中绘制这些相互作用，特别是那些弱亲和力和/或短暂时性的相互作用，在技术上仍然具有挑战性。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.05.014>

更多内容详见科学网小柯机器人频道：  
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

## 与植物交换养分，有助于调节气候

## 全球首张地下真菌网络地图问世

本报讯 在地表之下，长达 110 千万亿公里的富含碳的真菌与植物根系交织在一起。如今，科学家绘制出首张全球菌丝体网络数字地图，揭示了这一庞大的网络。这项 6 月 11 日发表于《科学》的研究发现，这些真菌不仅能够与植物交换养分，还有助于调节全球气候。

从枝菌根真菌是一类古老的土壤真菌，遍布于大多数陆地生态系统中。它们与全球约 70% 的植物物种形成共生关系，为后者提供养分和水并换取碳元素。“有人称植物是这些真菌的救星，但真菌其实也是植物的救星。”地下真菌保护协会 (SPUN) 的 Justin Stewart 说，“如果不与枝菌根真菌共生，那么在植物世界里也算是异类。” SPUN 是一个致力于研究、保护和提升公众对地下真菌网络认知的非营利组织。

鉴于真菌的重要性，在这项研究中，Stewart 和同事 Toby Kiers 等人着手量化这种隐藏的网络，并绘制出这张地下循环系统的分布图。

研究人员首先分析了从全球各地采集的 1.6 万份土壤样本数据，这些样本来自之前的 322 项研究。他们还利用机器人成像技术，测量了实验室培养的 30 多万根真菌菌丝，从而估算出这些网络中储存的总生物量和碳含量。最后，研究团队对上述数据进行了整合，并将估算范围扩展到沙漠、苔原、森林及其他直接测量数据稀少或缺失的地区。

研究结果表明，全球从枝菌根真菌网络所蕴藏的碳总量相当于现在所有人类碳含量总和的 5 倍。“它们对地球的许多不同功能都至关重要，例如将碳封存到地下，这对气候变化有重要影响。”Stewart 说。

研究人员估计，全球约 40% 的从枝菌根真菌生活在草原生态系统中，特别是位于南苏丹、美国佛罗里达大沼泽地等地的生态系统。他们表示，这很令人担忧，因为草原正在迅速转变为农田。

与此同时，农田中的真菌已显著减少。尽管农田中的植物数量很多，但与未开垦的生态系统相比，大规模种植作物的土壤中的真菌网络密度低了约 50%。Stewart 说，这可能是由于杀菌剂能够直接杀死真菌，而耕作则破坏了它们的网络。此外，大量使用化肥可能破坏了真菌与植物间维持共生关系的碳和养分交换。

去年，英国利兹大学的 Laura Carter 和同事开展的研究发现，一种广泛用于防治作物霉菌和腐烂等真菌病害的唑类抗真菌剂，会使菌丝密度降低约 70%，并使有益真菌在植物根部的定殖程度降低 80%。Carter 表示，结合上述新研究，“表明当前的做法可能正在削弱农作物的一个关键的自然盟友”。保护从枝菌根真菌不仅是保护生态的关键一环，更是改善土壤健康、增强土壤韧性和提供作物长期生产力的一条切实途径。



植物与真菌在我们的脚下相互作用。  
图片来源: Andrea Oberzova

美国加州大学尔湾分校的 Steven Allison 表示，研究人员已经量化了损失规模，那么设计重建真菌网络的干预措施应该会更容易些。这项研究还可能促使农民调整他们的耕作方法。

Stewart 说，他们还绘制了一幅交互式地图，以前所未有的细节揭示了真菌网络的全球分布。Kiers 表示，团队计划在今年 8 月于蒙古举行的联合国防治荒漠化会议上，向政策制定者们展示这些发现。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1126/science.adu4373>

## 科学此刻

## 捕蝇草“大嘴”如何“秒”闭

1875 年，著名生物学家查尔斯·达尔文表示，捕蝇草是世界上“最奇妙”的植物之一。从那时开始，科学家便试图弄清楚它如何在不到 1 秒钟的时间内迅速闭上“嘴巴”、逮住猎物。6 月 11 日发表于《科学》的一项研究指出，当昆虫爬入捕蝇草的“血盆大口”后，构成植物“嘴巴”的铰链状叶片外表面的细胞会变软，这使得叶片得以改变形状并合拢。

“这是一篇令人惊叹、非常精妙的论文。”德国达姆施塔特工业大学植物园园长、生物物理学研究员 Simon Poppinga 说，植物可以通过放松细胞坚硬的外壁来促进生长，但这一过程比捕蝇草的迅速闭合要慢得多。像捕蝇草那样的细胞快速软化现象，科学家此前从未见过。

Poppinga 补充说，这一发现不仅有助于科学家更好地了解植物的基本生理过程，还能启发他们设计出精密的柔性机器人——当构成这些机器人的某种材料的刚度发生改变时，它们便能迅速启动。

自从达尔文赞叹捕蝇草的“速度”以来，研究人员一直试图解开这背后的奥秘。一些研究表明，当昆虫刺激到捕蝇草口部的“毛发”时，一股电脉冲便会传遍叶片，触发叶子因禁并消化猎物。

2005 年，法国艾克斯-马赛大学的物理学家 Yoel Forterre 和同事报告称，当构成植物口部的铰链状叶片处于“张开”状态时，它



构成捕蝇草“嘴巴”的叶瓣能够向内弯曲捕获猎物。  
图片来源: Chris Mattison/Nature Picture Library

的两个叶瓣会向外弯曲，并处于一种紧张的状态。研究发现，当昆虫落入口中时，这种张力会突然释放，在短短 1/10 秒内，使得瓣片翻转并向内弯曲，从而关闭“陷阱”。

如今，Forterre 又解开了另一个谜团。长期以来，研究人员一直在争论捕蝇草叶片内的张力究竟是如何释放的。一种理论认为，水分从叶片内表面迅速转移到外表皮的细胞中，导致细胞膨胀，从而驱动叶片闭合。另一种理论则认为，外表皮细胞的刚性细胞壁会突然软化，从而释放张力。

通过一系列实验，Forterre 和同事证明了后一种理论是正确的。其中一项实验探测了捕蝇草口部外表皮细胞的硬度。结果显示，在“陷阱”被触发后，这些细胞确实发生了软化。

另一组测量和计算则表明，水分需要 30 到 150 秒才能穿过叶片到达外表皮细胞——这一速度太慢了，根本无法解释“陷阱”的瞬间闭合现象。

尽管 Forterre 对成功揭示这一机制感到欣慰，但他表示，研究并未结束。研究团队至今仍不清楚究竟是什么软化了这种植物的细胞壁。不过，通过与植物专家的交流，Forterre 已提出一些想法——植物细胞壁由柔软的凝胶状基质和坚硬的纤维网组成，当昆虫落入后，捕蝇草会释放出一种混合酶，削弱纤维与基质之间的连接，从而造成细胞壁软化。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1126/science.aed5051>

## 环球科技参考

中国科学院成都文献中心

## 比利时微电子研究中心制造出全球首个量子点量子比特器件

比利时微电子研究中心 (IMEC) 近日在 ITF World 大会上宣布，该中心已开发出全球首款采用高数值孔径极紫外光刻技术制造的量子点量子比特器件。该成果是利用先进半导体制造技术实现量子计算硬件产业化进程中的一个重要里程碑。这些先进半导体制造技术正用于人工智能和高性能计算芯片。

新方法的主要优势之一是利用高数值孔径极紫外光刻技术制造稳定量子比特运行所需的极其微小且精确的结构。研究人员成功制造了控制电极间隙小至 6 纳米的功能性量子比特网络。减小这些间隙，可提高相邻量子点之间的耦合强度，同时最大限度减少可能破坏量子信息稳定性的环境噪声。研究团队表示，理论上，这种纳米级尺寸可将数百万个量子比特集成到单个芯片上。

除了小型化之外，这项工作还展示了在 300 毫米晶圆产线兼容、可重复的量子制造方面取得的进展，而不仅仅是孤立的实验室原型。IMEC 的项目负责人兼量子集成工程师 Sofie Beyne 表示：“我们可以依托半导体领域数十年的创新成果，并重复利用整个硅基器件微缩生

态系统，将量子器件从实验室实验推向大规模可制造的系统。”

## 美国宣布 20 亿美元量子投资计划

近日，美国政府宣布将依据《芯片与科学法案》向 9 家量子计算公司提供总额 20 亿美元（约合 135.9 亿元人民币）的拨款，并持有每家量子计算公司的少量股权。此举旨在加速扶持这一被视为经济与国家安全战略重点的新兴产业，尤其看重其与人工智能 (AI) 技术结合的潜在科研效益。

其中，IBM 将获得 10 亿美元，用于合作建设美国首座“专用量子晶圆代工”；芯片制造商 GlobalFoundries 将获得 3.75 亿美元；专注量子计算技术研发与应用 D-Wave Quantum、从事全栈量子计算业务的 Rigetti Computing 等公司也将获得不同程度的资助。

这是特朗普政府一系列“政府入股”模式的最新案例。美国商务部部长卢特尼克表示，此举旨在引领美国创新。政府将通过同时投资多家公司分散风险，并确保纳税人最终受益。业内人士认为，随着资金注入和技术突破，量子计算行业的商业化落地路径将更加清晰，发展周期明显缩短，类似 10 年前的 AI 芯

片产业。

## 日本启动 SIP 量子技术第三期项目

近日，日本量子科学技术研究开发机构 (QST) 宣布，战略创新创造计划 (SIP) 第三期“先进量子技术的社会应用推广”启动。该计划聚焦量子计算、量子通信安全、量子传感及创新生态平台建设，旨在加速 Society 5.0 进程，为量子技术的产业化注入动力。

SIP 是日本内阁府科学技术与创新会议 (CSTI) 主导的跨部门国家项目，统筹各省厅多领域预算，推动从基础研究到社会应用的全链条创新。本次启动的第三期项目旨在通过先进技术推动量子技术在应对社会挑战中的广泛应用。该项目下设 4 个子项目，系统推进量子技术的社会应用。一是量子计算：建设量子与经典混合试验平台用户环境；推动有助于新产业创造和生产率提高的应用案例开发与实证；推进量子计算机软件的标准测试与国际标准制定；开展大规模量子计算机系统路线图与关键技术评估。二是量子安全与网络：利用量子安全云构建先进信息处理基础设施；推进应用案例开发与实证；开发能够保护隐私的数据分析安全计算及相关技术。三是量子传感：创建量子传感及

## 天文学家探测到极早期宇宙类星体的“闪烁”

据新华社电 美国天文学家发现一个遥远类星体会忽明忽暗地闪烁，它来自“宇宙黎明”时期，即大爆炸后仅 8.5 亿年。这是迄今探测到的最早的闪烁类星体，其亮度变化可帮助揭示幼年宇宙中的超大质量黑洞是怎样形成的。

能量最强的超大质量黑洞被称为类星体，它们是宇宙中最活跃、最明亮的天体之一。通过研究类星体亮度的变化，也就是它们如何闪烁，可以推算超大质量黑洞周围物质吸积盘的形态、质量增长方式等。人们已经借此对离地球较近的类星体有所了解，但宇宙早期的类星体格外遥远，很难观测到它们的亮度变化。

美国麻省理工学院、密歇根大学等机构人员组成的研究团队说，他们对近地天体广域红外巡天探测卫星的观测数据进行系统性搜索，发现约 129 亿光年外的一个类星体的亮度存在显著变化。它的黑洞质量约为太阳的 6 亿倍，亮度约为太阳的 12 万亿倍，活动非常剧烈，吞噬物质的速度接近极限。

结合哈勃空间望远镜等其他设备的数据，研究人员确认该类星体亮度变化没有规律，且在不同波段的变化大不相同，例如 X 射线的亮度变化幅度是红外光的 8 倍。

研究人员根据亮度数据推算出，该黑洞周围吸积盘呈现“几何薄、光学厚”的特征，即物质组成的盘面很扁，但非常致密、光线难以穿透。这意味着，在吞噬物质的速度接近极限时，超大质量黑洞的吸积盘仍保持薄盘形态，与吞噬速度较慢时一样，该发现有助于探索早期超大质量黑洞的生长机制。

宇宙大爆炸后仅几亿年，就出现了质量达到太阳数百万倍甚至数十亿倍的超大质量黑洞，传统的恒星和星系演化理论难以解释它们的存在。新研究显示，用类星体亮度变化深入研究早期超大质量黑洞是可行的。

相关论文日前发表于《自然-天文学》。(王艳红)

## 世卫组织发布新版高温应对指南

据新华社电 世界卫生组织欧洲区域办事处 6 月 11 日在德国柏林发布新版世卫组织《热浪与健康行动计划指南》，为各国政府和相关部门有效开展高温防护工作提供科学框架。

世卫组织欧洲区域办事处当天发布新闻公报说，全球极端高温天气频发，高温导致的健康问题和过早死亡病例数每年都在增加，心血管疾病尤其容易在高温影响下多发或加重。同时，随着城市化进程以及老年人、基础疾病患者等高风险人群比例上升，持续性热浪对公共卫生构成日益严峻的威胁。

公报介绍，新版指南围绕 8 个核心要素提出建议，包括完善地方高温预警系统、优化与脆弱群体的风险沟通等。与 2008 年首次发布的版本相比，新版指南整合了近年来科研与实践的最新进展。

世卫组织欧洲区域主任汉斯·克吕热说，欧洲升温速度快于其他大陆，过去 4 年已有超过 20 万人死于高温。

他表示，高温是“沉默的杀手”，但其造成的损害并非不可避免。新版指南为各国政府部门建立高温应对体系提供了清晰路线图。

据公报介绍，欧洲极端高温导致的过早死亡病例中，意大利最多，其后为西班牙、德国和希腊，其中希腊的每百万人口中与高温相关的死亡人数最多。德国疾控机构罗伯特·科赫研究所数据显示，2025 年德国约有 2500 例高温相关死亡病例，老年人和基础疾病患者受高温影响尤为明显。(褚怡)

相关技术的应用、测试与评估环境；推动基于量子传感的应用案例开发与实证；构建支持超快通信与移动性的时空业务基础设施。四是创新创造平台：推进新业务与初创企业的创建与支持；开发并实施量子人才教育项目；开展创意挖掘与生态系统构建。

## 欧盟投资 73 亿欧元 强化 AI 与数字技术发展

近日，欧盟委员会宣布通过“地平线欧洲”工作计划，投入 73 亿欧元（约合 571.2 亿元人民币）专项资金，强化欧洲科研创新引擎，提升全球竞争力，加速绿色与数字化转型。该计划覆盖气候与能源转型、人工智能 (AI) 与数字技术、汽车产业创新及人才支撑等领域。

AI 与数字技术领域是本次资金投入的重点方向，获得约 26.3 亿欧元的预算经费支持，占比最高，达 36%。其中，16 亿欧元专项用于 AI 研发，主要涉及算法优化、伦理治理及工业应用。此外，该领域资金还将用于升级太空与网络安全技术，强化欧洲数字领域领导力。

汽车产业创新领域则重点聚焦车联网安全、智能制造等数字信息技术研发，推动产业数字化升级。(蒲虹君 唐衢)