

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【国家科学院院刊】

恒河正经历 1300 年来最干旱时期

印度理工学院的 Vimal Mishra 团队揭示了恒河最近的干旱是 1300 年来前所未有的。相关成果近日发表于美国《国家科学院院刊》。

恒河流域正经历着严重且前所未有的干旱，威胁水和粮食安全。研究组根据仪器数据、古文记录和水文建模，使用公元 700 年至 2012 年间 1300 年的径流重建，发现 1991 年至 2020 年的干旱是过去千年中未有过的。

自 20 世纪 90 年代以来，由于长期频繁的干旱，恒河流量下降比历史上最接近的时期，即 16 世纪严重了 76%。这种干旱超过了自然变率，强调了人为因素的主导作用。尽管 CMIP6 模型预测在变暖情景下流量会增加，但最近的下降表明未来水资源可用性预测的复杂性。

该发现强调了研究控制夏季季风降水因素之间相互作用的迫切性，包括大尺度气候变率和人为因素。在气候模型中更好地约束这些过程，对于改善未来的季风预测及实施适应性水管理策略，以确保恒河流域在气候变化下的淡水供应至关重要。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1073/pnas.242613122>

【英国医学杂志】

积极参与乳房 X 光检查可降低乳腺癌死亡率

瑞典卡罗林斯卡医学院的何伟(音)团队研究了参与第一次乳房 X 光检查后 25 年的乳腺癌发病率和死亡率。相关成果近日发表于《英国医学杂志》。

研究组在瑞典斯德哥尔摩进行了一项队列研究，参与者为 43 万余名在 1991 年至 2020 年间接受乳房 X 光筛查项目邀请的女性。在受邀参加首次乳房 X 光筛查的女性中，有 32.1% 未参与筛查。这些未参与者后续筛查参与率持续较低，且更可能被诊断出症状性晚期乳腺癌。具体来说，与第一次筛查参与者相比，非参与者 III 期癌症的比值为 1.53，患 IV 期癌症的比值为 3.61。

这项研究表明，未参与首次筛查的女性群体长期面临乳腺癌死亡风险。这为实施针对性干预以提高筛查依从性，从而降低死亡风险提供了依据。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1136/bmj-2025-085029>更多内容详见科学网小柯机器人频道：
<http://paper.sciencenet.cn/Anews/>

“郟县人”头骨能拨开人类演化“迷雾”吗？

(上接第 1 版)

该团队研究认为，龙人支系与智人支系的分化时间约在 132 万年前；智人支系的起源约在 102 万年前；而龙人支系的起源约在 120 万年前。郟县人头骨化石的地质年代为 110 万年前至 94 万年前，恰好非常接近这两个主要支系的起源时间。

冯小波说，郟县人镶嵌型的形态组合暗示，它可能保留了接近龙人支系与智人支系最后共同祖先的过渡特征。龙人支系和智人支系可能在早期都经历了快速的多样化过程。

如何厘清“中间地带的混乱”

论文共同通讯作者、伦敦自然历史博物馆教授 Chris Stringer 指出：“我们的研究表明郟县人并非直立人，而是与丹尼索瓦人相关的龙人支系的早期成员。这一发现挑战了以往的假设，因为它表明在 100 万年前，我们的祖先已分化为不同群体。这意味着人类演化分支的形成时间远早于此前认知，并且分化程度更为复杂。”

不过，冯小波强调，要进一步验证该论文结论，还需发现更多距今 100 万年左右的古人类化石；获取龙人支系的古 DNA 证据；将非洲同期化石纳入系统分析，以检验人属起源地与扩散路径的假设。“目前人属的谱系还没有完整建立，揭示现代人、尼安德特人与该亚洲人类支系之间的关系还有待发现更多的化石标本。”冯小波说。

该研究发表后，在学术界引发了强烈反响。著名古人类学家、美国威斯康星大学麦迪逊分校教授 John Hawks 在其个人博客上发表长文指出：“没有理由认为 DNA 和形态学之间存在冲突。这两组信息反映的是同一段历史。DNA 能够提供比测量头骨更为精细的谱系图景。同时，头骨反映出一些适应性和生态关系方面的特征，这些特征仅靠 DNA 很难看出。”

他认为，这项研究说明，中国和东亚的古代族群在一张可能延续了数十万年的网络中彼此松散地联系着。新来到该地区的人群，比如第一批丹尼索瓦人，会遇到那些祖先早已适应当地环境的族群。他们的生物学特征有重叠之处。其中一些重叠是其祖先群体不完全谱系分选的遗留结果，一些则反映了基因交流，还有一些是他们所共享的生态环境自然选择作用的结果。

Hawks 认为，这种进化模式使科学家很难对这些远古人类进行分类。

美国得克萨斯农工大学古人类学家 Sheela Athreya 则指出，虽然重建后的郟县人 2 号头骨化石让人兴奋，但中更新世的古人类演化过程仍是一个未解之谜。她认为，郟县人 2 号及其他直立人化石展现出不同的骨骼特征组合，这些特征难以轻易归入不同的谱系。目前而言，丹尼索瓦人和郟县人 2 号及其他龙人的关系，人们还了解得很少。

“对郟县人头骨化石的研究，有助于我们追溯多种古人类的起源。”Stringer 认为，它能帮助厘清所谓“中间地带的混乱”——100 万年前至 30 万年前那些令人困惑的人类化石。“郟县人等古人类化石表明，关于人类起源，我们仍有太多未知。”

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.ad09202>

小胶质细胞替代疗法有望治疗脑病

本报讯 过去几个月发表的一系列新研究，凸显了小胶质细胞替代技术在脑病治疗方面的潜力，并探索了使其更加安全、有效的方法。

小胶质细胞是在大脑中“巡逻”的免疫细胞，负责清除受损细胞、入侵病原体及其他有害物质。在癫痫、中风等突发性疾病中，小胶质细胞有助于保护神经元，而在正常大脑发育过程中，它们能修剪神经元之间不必要的连接。

“小胶质细胞发挥着很多重要作用，所以它们参与许多疾病的发病机制也就不足为奇了。”美国费城儿童医院的 Chris Bennett 说。此外，功能失调的小胶质细胞还与阿尔茨海默病、帕金森病等病因复杂的常见疾病及衰老有关。

这促使研究人员开始探索一种可能性，即替换致病的小胶质细胞或许能治疗某些脑部疾病，但这种疗法具有挑战性。这是因为小胶质细胞几乎只存在于中枢神经系统中，相比依赖骨髓中的干细胞分化，它们通常只通过自身分裂产生新的细胞。

目前，科学家已经在小胶质细胞替代疗法方面取得了一些进展。7 月，复旦大学的彭勃团队通过替换中枢神经系统的致病性小胶质细

胞，成功阻断了 CSF1R 相关脑白质病(ALSP)在动物模型中的进展。该疗法在 8 名患者参与的小规模试验中获得成功。在治疗后的两年里，患者运动或认知能力均未下降，而未接受治疗的对照组在这两方面的表现均有所恶化。相关研究日前发表于《科学》。

Bennett 指出，上述试验成功的一个可能原因是这种疾病的特性，因为 ALSP 患者产生的小胶质细胞相对较少，这可能为移植细胞提供了生长空间。

可见，为移植的小胶质细胞创造生长空间是小胶质细胞替代疗法的关键一步，但这可能引发一些问题。为了腾出空间，医生必须尽可能多地清除大脑中固有的小胶质细胞，这需要高强度的化疗或放疗。患者在治疗过程中易感染，并增加长期患癌的风险。

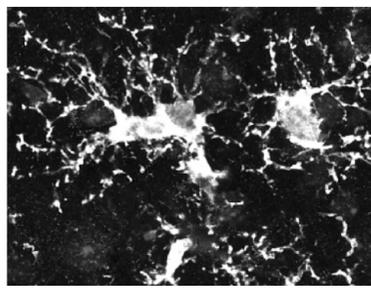
美国斯坦福大学医学院的 Pasqualina Colella 指出，这意味着，目前小胶质细胞替代疗法仅适用于像 ALSP 这样病情严重且进展迅速的疾病。

8 月，德国弗莱堡大学的 Marco Prinz 团队报告称，他们利用小胶质细胞替代疗法治疗了

患有桑德霍夫病的小鼠。这种由基因突变引发的疾病会导致神经死亡。之所以选择小胶质细胞替代疗法，是因为研究人员发现导致桑德霍夫病的突变会中断小胶质细胞与神经元的正常交流。通过骨髓移植，未携带桑德霍夫病突变的细胞被植入患病小鼠，后者的存活率和活动能力均有所提高。相关研究日前发表于《自然》。

同月，美国斯坦福大学医学院的 Marius Wernig 团队也利用小胶质细胞替代疗法治疗了桑德霍夫病，但没有进行骨髓移植。研究人员分离出能够生成小胶质细胞的特定细胞群，并在实验室培养出更多此类细胞。然后，他们将培养的细胞直接注射到小鼠大脑中，这意味着团队仅对小鼠头部进行了放疗。这种方法虽然可以减轻全身放疗给患者带来的副作用，但头部暴露在放射线中仍然存在安全隐患，比如可能会杀死大脑中产生新神经元的干细胞。

科学家指出，未来或许会有更安全的小胶质细胞替代方法。今年早些时候，一项研究发现，使用一种能杀死小胶质细胞的药物进行三



小胶质细胞的免疫荧光显微图像。
图片来源：《自然》

轮治疗，可能足以让移植细胞顺利存活。一旦安全问题得到解决，小胶质细胞替代疗法就有望用于治疗病因复杂的脑部疾病。(徐锐)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adr1015><https://doi.org/10.1038/s41586-025-09477-y>

■ 科学此刻 ■

吃水果
保护肺

近日在荷兰举办的欧洲呼吸学会年会发表的一项研究表明，吃水果可能会减轻空气污染对肺功能的影响。

英国莱斯特大学博士生 Pimpika Kaewrsi 表示：“全球 90% 以上的人口暴露在超过世界卫生组织标准的空气污染中，而大量研究表明，暴露于高水平的空气污染与肺功能下降有关。而健康饮食则与良好的肺功能相关，尤其是富含水果和蔬菜的饮食。”

研究团队希望探究健康饮食或特定食物组合，能否消除或在一定程度上减轻空气污染对肺功能的有害影响。他们基于英国生物银行约 20 万参与者的数据，将人们的饮食模式，包括水果、蔬菜和全谷物摄入量，与肺功能指标(FEV1)及其暴露于细颗粒物(PM2.5)空气污染的情况进行了比较。此外，他们还考虑了年龄、身高和社会经济状况等其他因素。

研究团队观察到，在女性中，PM2.5 浓度每增加 5 微克/立方米，低水果摄入组的 FEV1 就会下降 78.1 毫升；相比之下，高水果摄入组仅下降 57.5 毫升。

Kaewrsi 表示，该研究证实了“无论空气污



水果作为一种天然屏障，可能抵御空气污染对肺部的有害影响。
图片来源：Shutterstock

染程度如何，健康饮食都与人们良好的肺功能相关。与水果摄入量较少的女性相比，每日食用 4 份或更多水果的女性，与空气污染相关的肺功能下降幅度似乎更小”。

Kaewrsi 解释说：“部分原因或许在于水果中天然存在的抗氧化和抗炎化合物。这些化合物可能有助于减轻 PM2.5 引起的氧化应激和炎症，从而抵消空气污染对肺功能的有害影响。”

Kaewrsi 还指出，男性报告的水果摄入量通常低于女性。“这种饮食模式的差异可能有

助于解释为何水果对空气污染的潜在防护作用仅在女性中被观察到。”她计划扩展这项研究，探究饮食是否会随着时间推移影响肺功能的变化。

欧洲呼吸学会职业与环境健康专家组主席 Sara De Matteis 表示，这项研究证实了健康饮食，尤其是富含新鲜水果的饮食，对呼吸系统健康的潜在益处。“应当从小学开始就在人群中推广富含植物的健康饮食，这不仅是为了预防慢性疾病预防，也是为了减少肉类饮食的碳足迹。”

(王体瑶)

气候变化使亚马孙树木更高大

本报讯 随着大气二氧化碳水平的上升，亚马孙雨林中的树木平均尺寸稳步增加，这意味着这些更大的树木在决定森林能否保持碳汇功能方面发挥着更重要的作用。相关研究成果 9 月 25 日发表于《自然-植物》。

森林将如何应对气候变化是一个悬而未决的问题。有一种假说认为，大型树木的数量会减少，因为它们更容易受到干旱或大风等气候相关现象的影响。了解其走向对未来气候模型至关重要，因为森林从大气中吸收并锁定了大量二氧化碳，从而减缓全球变暖。

英国剑桥大学的 Adriane Esquivel-Muelbert 和亚马孙森林调查网络的同事一直在测量亚马孙流域 1.2 万平方公里的 188 个地块的树木直径。监测周期各不相同，其中有些长达

30 年。在此期间，大气二氧化碳浓度上升了近 1/5。

“我们追踪了森林中的一些空间，在这里，树木平均尺寸变大了，这意味着它们在同样空间内锁定的碳比过去更多。”Esquivel-Muelbert 说。研究人员发现，树木的直径平均每 10 年增长约 3.3%。

“亚马孙森林的结构在整个盆地内不断变化。”英国布里斯托大学的 Rebecca Banbury Morgan 说，“这里有了更多的大树和更少的小树，所以平均尺寸已经向上偏移，更偏向那些大型树木。”

在未受干扰的原始森林区域，树木的平均直径通常大致保持不变，因为树龄会取代倒下的大树并生长起来。研究人员认为，亚马孙的树

木正在通过加速生长和积累更多生物量来应对大气二氧化碳浓度的上升。“赢家是那些大树，它们在争夺光照和水方面更具优势。”Esquivel-Muelbert 说。

这意味着，大树对于森林固碳能力的重要性是超乎寻常的，而失去它们的后果将极其严重。

“重要的发现是，二氧化碳一直起着肥料的作用，促进了树木生长，这是令人安心的，因为树木是全球重要的碳汇。”英国杜伦大学的 Peter Etecheberry 说，“然而，气候持续变化，可能打破生长、养分、温度和二氧化碳之间的平衡，这种情况还会持续下去吗？”(李木子)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41477-025-02097-4>

科学快讯

(选自 Science 杂志, 2025 年 9 月 25 日出版)

农业景观中有效保护传粉媒介的关键生境阈值

人类主导景观中的生物多样性正持续衰退，但依然缺乏可用于指导此类景观的、基于实证的保护目标国际政策。

研究者提出一个面向生境保护政策的决策框架，该框架通过提升生境数量与质量制定保护策略，并定义了当生境数量达到特定阈值时需同步优先考虑质量优化的关键节点。研究综合分析了来自 19 个国家的 59 项研究数据，将此框架应用于传粉昆虫。

在低生境质量条件下，食蚜蝇的阈值最低(半自然生境覆盖率达 6%)，其次为独居蜂(16%)、熊蜂(18%)和蝴蝶(37%)。这些数值代表了农业景观中的最低生境阈值，当生境数量受限时，需显著提升生境质量才能达到相当的保育效果。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adr2146>

地球气候地质调控的不稳定性

陆地硅酸盐矿物风化介导的气候与大气二氧化碳之间的负反馈，此前被认为是地质时间尺度上地球气候的主要调节机制。而这项研究发现，涉及有机质的快速反馈不仅对地球系统恢复至关重要，还可能引发意想不到的不稳定性。

研究者的地球系统模型实验表明，沉积有机碳埋藏作用在氧化还原敏感性磷再生机制的放大效应下，能够超越硅酸盐风化作用，并在响应大规模二氧化碳释放时反常驱动气候过度冷却。

这种不稳定性不仅取决于全球磷循环状态，还受硅酸盐风化与有机碳埋藏初始平衡的影响。该现象在中等海洋氧化还原状态下表现最为显著，这可能有助于理解过去冰河期的形成时机。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adh7730>

可扩展光子平台的量子学习优势

量子技术的最新进展表明，量子系统在特定任务中可超越经典系统，这一概念被称为量子优势。尽管既往研究主要聚焦于计算加速，但能够被严格证明且经典系统无法实现的量子优势始终难以捉摸。

在这项研究中，通过实施量子增强的高维物理过程学习协议，研究者展示了可证明的光子量子优势。利用不完美的爱因斯坦-波多尔斯基-罗森纠缠态，研究者实现了相较于无纠缠经典方法 11.8 个数量级的样本复杂度降低。

这些结果表明，大规模可证明的量子优势可通过现有光子技术实现，标志着量子计量与机器学习领域向实用化量子增强学习协议迈出关键一步。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adv2560>新研究发现
可通过呼气检测查肝病

据新华社电 细胞铁死亡已被证实与多种肝脏疾病的发生发展相关。日本一项新研究发现，细胞铁死亡过程中会产生两种挥发性分子，并在患者的呼气中被检测到。

铁死亡是一种特殊的细胞程序性死亡方式，其核心机制依赖于细胞内铁离子的异常积聚以及脂质过氧化反应的发生。铁死亡主要病理过程是脂质过氧化对细胞膜结构造成不可逆破坏，从而导致细胞功能丧失。目前检测细胞铁死亡主要依靠组织活检，但此类侵入性方法给身体带来较大负担。

日本京都大学日前发布新闻公报说，人呼吸时会有超过 1000 种挥发性有机物被排出体外，这些分子中包含着大量体内代谢信息。如果能详细分析铁死亡进行时细胞排出的挥发性分子，就有可能实现通过呼气来检测铁死亡及与此相关的疾病进展。

京都大学和其他多家机构的研究人员利用新研发的氧化挥发物组学分析技术，详细分析了铁死亡进行时细胞排出的挥发性分子，发现两种“铁气味分子”会随着细胞铁死亡的进展而增加。研究团队发现，在肝病模型实验鼠的肝脏和呼出气中，以及肝病患者的呼出气中，这两种分子的量都有增加。

公报说，基于这项新研究成果，可开发出替代肝活检的方法，应用于健康诊断及把握肝病相关进程。相关研究成果已发表于荷兰《氧化还原生物学》杂志。(钱铮)

阿根廷发现新肉食恐龙

本报讯 阿根廷科学家发现了一种南美捕食性恐龙新物种，命名为 *Joaquinator casali*。该物种是兽脚类大盗龙科的成员，可追溯至约 7000 万至 6600 万年前的白垩纪晚期，是该地区的顶级捕食者。相关研究近日发表于《自然-通讯》。

大盗龙科有着细长的头骨、强壮的前臂和大爪子。不过，人们对该物种的理解受限于完整化石的缺失。阿根廷塔哥尼亚地质和古生物研究所的 Lucio Ibaric、Matthew Lamanna 和同事描述了一枚来自巴塔哥尼亚 Lago Colhue Huapi 地层的化石。该化石保存完好，部分关联，包含大部分颅骨、前后肢、肋骨和椎骨。研究者确定它可追溯至白垩纪晚期。

根据骨骼微结构，研究者认为该化石标本为成年个体，但可能尚未完全成熟，死亡时约 19 岁。根据其其他大盗龙残骸进行推断，研究者估计这一恐龙物种体长约 7 米、重 1000 多公斤。沉积物证据显示，它曾生活在温暖潮湿的泛滥平原环境。压着 *J.casali* 下颌的鳄鱼腿骨化石揭示了其摄食行为，提示它可能是该地区的顶级捕食者。

作者指出，仍需开展更多研究才能进一步理解 *J.casali* 的行为和生态角色。(冯维维)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41467-025-63793-5>

昆虫警戒色的全球自然选择规律

自然选择反复催生了两种警戒色策略的演化：通过伪装避免被发现，或通过警戒作用宣扬自身的不可食性。但人们依然缺少对于生态背景如何促使其中一种策略胜出的理解。

研究者在全球六大洲 21 个地点开展重复捕食实验，通过 15018 只具有隐蔽色或警戒色的人造纸质“飞蛾”猎物，检验捕食者群落、猎物群落及视觉环境如何影响捕食风险。

结果表明，警戒作用策略在捕食强度低的环境中更具优势，而伪装策略则在其他伪装猎物物种稀少且光照水平较低时更有利。这项研究揭示了多重机制如何塑造防御策略，为解释伪装与警戒作用的动物演化及全球分布提供了新见解。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adr7368>

(李言编译)