

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【自然—地球科学】

全球冰损失级联解释
融水脉冲 1A 海平面上升模式

美国布朗大学的 Sophie Coulson 团队报道，全球冰损失级联解释了融水脉冲 1A(MWP-1A)海平面上升模式。相关研究成果近日发表于《自然—地球科学》。

在上一次冰川消退期间，全球海平面上升了 120 至 130 米，其中的 10 至 20 米是由单一灾难性事件造成的，称为 MWP-1A。时间在大约 14.6kyr 之前，持续最长不超过 500 年。

该团队采用一种时空海面指纹方法，解决了 MWP-1A 上的冰损失序列。该方法受海面数据时间变化的限制，完全模拟了瞬态黏弹性变形，从而引起时空融化演变。冰盖融化顺序开始于劳伦潮，贡献了约 3 米，时间为 14.6kyr 至 14.2kyr 之前；其次是欧亚大陆和西南极洲贡献了约 7 米和 5 米，时间分别为 14.35kyr 和 14.2kyr 之前。这些数据表明劳伦潮的贡献最小，欧亚冰原复合体的退缩很大。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41561-025-01648-w>

【自然—化学】

用于阴离子或阳离子识别的
两性硫键和卤键轮烷

英国牛津大学的 Paul D. Beer 团队提出了用于阴离子或阳离子识别的两性硫键和卤键轮烷。相关研究成果近日发表于《自然—化学》。

利用各向异性极化硫或碘原子固有的两性性质，研究人员证明了带电客体识别的概念，其中相同的中性宿主结构仅通过其氯或碘原子供体原子结合阴离子或阳离子。通过广泛的 1H 核磁共振谱定实验和计算密度泛函理论计算，一个含硫键 (ChB) 和卤素键 (XB) 机械互锁 [2] 轮烷分子库，被证明可以作为 Lewis 酸性或 Lewis 碱性多齿宿主进行选择性卤化物阴离子和金属阳离子结合。值得注意的是，利用原子固有的两性特征进行阳离子或阴离子识别的策略，构成了超分子主体化学以前未开发领域的开端。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41557-025-01742-x>

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

世界首个！
他们人工设计出跨膜蛋白

(上接第 1 版)

为了走出困境，卢培龙和团队成员一次次开展头脑风暴，想出破解之法——通过设计，将原本小的跨膜蛋白变大，同时保持稳定性。这一思路最终让团队利用冷冻电镜解析了清晰的跨膜荧光激活蛋白的三维结构，不仅突破了局限性，还创下了世界纪录。“据我所知，这可能是目前世界上使用冷冻电镜解析的最小的配体—跨膜蛋白复合体结构。”卢培龙说。

2024 年 12 月 9 日，论文经过多轮审稿和修改后被《自然》正式接收。接收的那一天，恰巧是 2024 年诺贝尔奖颁奖典礼的前一天。彼时，卢培龙抵达瑞典，受邀参加诺贝尔奖纪念活动，见证历史性时刻。

这位曾经的领路人对他说道：“培龙，这是一项重要研究，我很高兴你没有做简单的课题。”

用勇气、兴趣与坚持“开创无限可能”

在西湖大学的个人主页上，卢培龙写着这样一句话：“希望在所有西湖人的共同努力下，在见证下，西湖大学能成为进行多学科交叉研究的理想殿堂，将奇思妙想变为现实，开创无限可能！”

他和团队的新研究正是一件“让不可能成为可能”的事情。这项研究不仅为跨膜蛋白的从头设计提供了新范式，也为未来开发可遗传编码的生物探针和疾病治疗手段打开了全新的大门。

“这项工作设计的荧光跨膜蛋白在成像应用中具有巨大潜力，特别是跨膜受体，可以开发为传感器用于检测膜电位。”一位国际审稿人如此评价。

成果背后，卢培龙与《中国科学报》记者分享了他一路走来的故事。其中，有人生道路上的幸运，但更多的是探索未来的勇气、对科研的兴趣和热忱，以及面对困难时的坚持不懈。

2008 年，还在中国科学技术大学生命学院读大三的卢培龙怀揣兴趣，给彼时在美国普林斯顿大学的施一公发了一封邮件，分享了自己对其发表的一篇膜内蛋白酶评论文中观点的思考。

这封邮件成为卢培龙人生道路上的一个转折点。之后，卢培龙幸运地以本科生身份进入施一公在清华大学的实验室，开启科研生涯。在清华大学，卢培龙不仅接受了系统的结构生物学训练，还受到施一公的耳濡目染，养成了良好的科研习惯。

“施老师常说的一句话是‘魔鬼藏在细节中，细节决定成败’。他对科研的严谨性和细节的把控至今仍影响着我。”卢培龙对《中国科学报》说。

博士毕业后，卢培龙决定探索蛋白质设计。当时相关研究方兴未艾，尽管他对未来也没有“百分之百的把握”，但他还是想听从内心的召唤，尝试新的方向。2015 年，卢培龙成为贝克实验室首位在中国获得博士学位的博士后研究员。

今年，是卢培龙加入西湖大学的第六年，跨膜荧光蛋白设计是他在建立实验室之后便开启的工作之一。他坦言，这一成果背后，离不开西湖大学创造的自由、宽松的学术氛围。

谈及未来，卢培龙表示，将继续围绕膜蛋白设计进行研究，利用膜蛋白感知外界信号的生物学机制，设计全新的蛋白质工具，并将其应用到基础研究与疾病干预中。“我们希望能够推动这种技术的跨学科应用，为生物技术领域取得更多的创新和突破。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08598-8>

科学家首次在子宫内治疗罕见遗传病

本报讯 一名两岁半的女孩成为首个在母亲子宫内接受运动神经元疾病治疗的人。如今，孩子没有表现出任何罕见的遗传病迹象。她的母亲在怀孕后期服用了一种基因靶向药物，目前孩子也在继续服药。相关研究 2 月 19 日发表于《新英格兰医学杂志》。

澳大利亚新南威尔士大学悉尼分校的儿科神经学家 Michelle Famar 说：“这名女婴得到了有效治疗，没有出现任何症状。”

这个孩子在母亲怀孕时就患上一种名为脊髓性肌萎缩症的遗传性疾病。这种疾病会影响控制运动的运动神经元，导致肌肉逐渐衰弱。大约每 1 万名新生儿中就有一人患有某种形式的脊髓性肌萎缩症，后者是婴儿和儿童的主要遗传死亡原因。

在最严重的情況下——就像这个孩子一样，人体缺乏 SMN1 基因的两个拷贝，而只有邻近 SMN2 基因的一个或两个拷贝。因此，身体不

能产生足够的蛋白质来维持脊髓和脑干中的运动神经元。这种蛋白质在妊娠中期和晚期以及婴儿出生后的头几个月最为重要。患有严重疾病的儿童通常活不过 3 岁。

在过去 10 年里，美国食品药品监督管理局 (FDA) 已经批准了 3 种治疗新生儿脊髓性肌萎缩症的药物。这项研究中使用的口服药物名为 Risdiplam，由总部位于瑞士巴塞尔的罗氏生物技术公司生产。作为一种小分子药物，它通过改变 SMN2 基因的表达以产生更多 SMN 蛋白来发挥作用。

迄今为止，脊髓性肌萎缩症的治疗都是在婴儿出生后进行的。但是，多达一半的新生儿缺乏 SMN1 基因的两个拷贝，且只有 SMN2 基因的两个拷贝，因此生下来就会出现一些症状。领导这项研究的美国圣裘德儿童研究医院临床神经学家 Richard Finkel 说：“仍有改进的空间。”

“在子宫内给药的想法来自父母。他们遭受了这种可怕疾病的损失，并想知道是否有治疗

方案可以在出生前就开始。”Finkel 说，FDA 最终批准了对这个孩子的研究。

在研究中，这位怀孕 32 周的母亲每天服用 Risdiplam 并持续了 6 周。婴儿从大约 1 周开始服用这种药物，并可能在余生中持续服药。

分娩时的羊水和脐带血测试表明，药物已经到达了胎儿体内。与其他出生时患有同样疾病的婴儿相比，这名女婴血液中的 SMN 蛋白含量更高，神经损伤程度更低。她没有表现出肌肉无力的迹象，肌肉发育正常。

“这显然是非常令人放心的。”Finkel 还建议对孩子进行终身监测。他表示，尽管只涉及一个人，但这项研究强调了早期治疗的重要性。“我们瞄准的治疗窗口非常狭窄。”

研究人员表示，这一积极结果为更大规模的研究打开了大门，从而了解这些发现能否被复制。这也增加了当出生后治疗方法匮乏时，在子宫内治疗其他遗传疾病的可能性。(王方)



患有严重脊髓性肌萎缩症的婴儿缺乏维持运动神经元的足够蛋白质。

图片来源：Ysal/Getty

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1056/NEJMc2300802>

科学此刻

老鼠也会

“口对口”急救

当发现一只老鼠昏迷时，一些老鼠似乎会通过抓挠、撕咬，甚至拉出同伴的舌头清理呼吸道让昏迷的同伴醒过来。这项研究表明，照料行为在动物界可能比人们想象的更为普遍。相关论文 2 月 21 日发表于《科学》。

研究中，美国南加州大学的张砾和同事拍摄了实验室小鼠面对活跃或被麻醉的同伴时的反应。平均而言，这些小鼠在 13 分钟的观察时间内，大约有 47% 的时间用于与昏迷的同伴互动，并表现出 3 种行为。

张砾说：“它们先是嗅闻，然后梳理毛发，接着进行非常激烈的身体互动。它们真的会掰开同伴的嘴巴拉出它的舌头。”

这些更激烈的身体互动还包括舔眼睛和咬嘴等。在把注意力集中在嘴巴上之后，超过 50% 的情况下，小鼠会拉扯失去反应的同伴的舌头。

在另一项测试中，研究人员将一个无毒塑料球轻轻放入昏迷小鼠口中。在 80% 的情况下，提供帮助的小鼠会成功移除小球。南加州大学的团队成员陶慧中说：“如果延长观察时间，成功率可能更高。”

与“没人管”的小鼠相比，有同伴照料的小鼠会更快苏醒并重新行走，且一旦被唤醒的小鼠可以移动，照料它的小鼠就会放慢速度并停止工作。此外，如果小鼠熟悉昏迷的小鼠，照顾



小鼠通过拉扯舌头对失去意识的同伴进行“急救”。

图片来源：Sun Wenjian 等

后者的时间会比照顾陌生小鼠的时间长得多。

张砾指出，这种恢复行为与心肺复苏术不同，后者需要专业训练。而小鼠更像人类采用强效吸盐或拍打唤醒的方式进行基本急救，以确保昏迷者能够呼吸。比如，在手术中，医生将麻醉患者的舌头固定好，使其不会阻塞呼吸道。

研究发现，这些行为是由大脑杏仁核和下丘脑区域释放催产素的神经驱动驱动的。催产素参与了与许多脊椎动物的照顾行为。

在另一项研究中，一个团队也报告了实验室小鼠的类似行为；此外，上个月，第三个研究小组也描述了这一行为。

葡萄牙科英布拉大学神经科学与细胞生物

学中心的 Cristina Múñez 说：“3 个独立实验室都观察到了类似行为，表明这是一个可靠的发现。不过，我们不要把非人类物种中观察到的行为过度拟人化，也不要把观察到的东西赋予超出观察范围的意义。”

张砾和同事认为，这种行为是与生俱来的，而不是后天习得的，部分原因是所有接受测试的动物只有 2 到 3 个月大，以前从未见过这种行为或被麻醉的同伴。这种本能行为有助于增强群体凝聚力，可能广泛存在于社会性动物中。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adq2677>

“木头”护发素 黑臭却环保

水平的科学与古老的传统结合起来，得到了一些非常酷的东西，其简单且有效。”

Pylypchuk 和同事使用木质素作为生物基护发素的原料。木质素从木材中提取出来后，会自然地与水相互作用，同时充当表面活性剂——这是洗涤剂的关键成分。此外，它还含有天然抗氧化剂，有助于护发并隔离紫外线。

研究人员将实验室开发的木质素凝胶与椰子油、水混合，制成了最终的产品。斯德哥尔摩大学的团队成员 Mika Sipponen 称，它的效果几乎与商业护发素一样好。他们把这种木质护发素用在染过的头发样本上，然后洗掉。在头发仍然潮湿的情况下，梳头时的“阻力”减少了 13%，而商业护发素减少了 20%。

Sipponen 说，目前，这种护发素的潜在缺点是“漆黑的”颜色，并且闻起来像“煮熟的木头”，类似于泥炭。但这并没有阻止研究人员考虑将其商业化。

“我们正在利用大自然的力量。”瑞典斯德哥尔摩大学的 Ievgen Pylypchuk 说，“我们将高

产品，并发现洗掉后不会留下污渍。Pylypchuk 说，甚至气味也令人愉悦。“我个人以及实验室的大多数人都喜欢它，也许是因为他们都研究木质素。”

Pylypchuk 和 Sipponen 拥有木质素凝胶的专利，并希望木质护发素能够成为一种消费品，以取代目前依赖化石燃料成分的产品。下一步，他们将志愿者头发上进行测试，看看这种护发素是否会对眼睛和皮肤造成刺激。

不过，曾就职于美国普林斯顿纺织研究所的化妆品研究员 Trefor Evans 表示，木质护发素的外观和不寻常的气味可能让消费者望而却步。“专利文献中到处是各种从未使用过的护发素配方，但对消费者来说，不仅需要功效，还需要美学。”

那么，一种黑色、有木头味、环保的护发素会受到消费者的欢迎吗？Evans 说：“听起来有点不太可能。”(李木子)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adr8372>

丘成桐：2030 年是中国数学崛起的重要时刻

(上接第 1 版)

《中国科学报》：你认为中国数学的发展路线和目标应该是什么样的，计划如何实现？

丘成桐：数学就是找到大自然的规律，包括物理规律、社会问题规律等，都可以从纯数学的基础上发展出来。始终发展一个方向对整个数学而言是有损害的，需要基础数学、应用数学、交叉领域等各个研究方向齐头并进。

路线和目标很简单，很清楚。首先是培养人才，通过清华大学求真书院的领军人才计划、少年班，以及大学生数学竞赛、中学生科学奖，我们遴选和培养了一批优秀人才，已经看到很好的成果。其次是国际交流，邀请世界级学者来中国工作或访学，举办顶尖学术交流活动。国际基础科学大会、世界华人数学大会等都是很好的例子。中国学者可以展示自己的成果，参与科学

前沿的讨论，同时也为学生们打开视野。

2030 年在中国举办国际数学家大会，是延续了这个路线，也为中国数学设立了一个清晰的目标。

人工智能还需“从 0 到 1”的突破

《中国科学报》：现在，DeepSeek 在部分能力上已经持平甚至超越了 ChatGPT。未来，我们在人工智能有关的数学领域能否取得更大突破？

丘成桐：人工智能大模型主要是从海外发展而来，我们则进行了改进和提高。中国要想真正引领人工智能的发展，必须从基础开始努力，也就是要在“从 0 到 1”的问题上实现突破。数学对实现人工智能原创性突破有重要的推动作用。

《中国科学报》：国际一流大模型团队里的

年轻人中有不少是华人，为什么他们在海外能快速崭露头角？

丘成桐：这些人大多接受了美国的教育和训练。我们的教育在激发创造性方面与美国相比仍有差距，特别是在基础科学领域。我在国内创办求真书院，设立少年班，也是希望中国能培养出优秀的基础科学人才。

《中国科学报》：DeepSeek 在中国诞生并爆发，背后团队是本土人才，你认为这件事的发生是偶然的吗？这对中国的创新，尤其是你一直强调的培养一流人才有哪些启发？

丘成桐：事实上，DeepSeek 团队里的年轻人很多都不是博士生。我觉得，我们在人工智能的发展上陷入了一个误区，就是一定要成熟的研究人员来开发，其实很多本科生甚至高中生已经对此展开了研究。

AI 工具辅助
创意电子游戏开发

本报讯 美国微软公司研究团队开发了一个可协助电子游戏设计师迭代设计游戏的生成式人工智能 (AI) 工具。这个 AI 模型生成的三维 (3D) 世界能够遵循用于设计电子游戏的机制。相关研究 2 月 20 日发表于《自然》。

为了解电子游戏开发者的需求，微软公司的 Katja Hofmann 和同事采访了创意团队的 27 名电子游戏设计师。这些设计师认为，当前用于打造电子游戏的 AI 方案缺乏生成多种创意的能力。他们还强调了通过设计过程持续微调游戏各方面，即迭代实践的重要性。研究人员随后开发了名为“世界与人类行动模型”(WHAM) 的 AI 模型，该模型使用 3D 多玩家战斗模拟器《嗜血边缘》中人类玩家的体验进行了训练。

研究人员发现，WHAM 可以设计出符合《嗜血边缘》预存机制的复杂 3D 电子游戏序列，其关卡设计具有明显的多样性，且创意人员可对输出进行迭代调整。Hofmann 和同事还开发了 WHAM 示范器，作为供用户操作和自定义 WHAM 输出的一个可视化界面。

考虑到 WHAM 仅通过玩游戏的训练就能学会生成序列，而无须任何先前知识，该工具有望轻松转换为生成来自其他电子游戏的关卡。研究人员认为，WHAM 一类的 AI 工具可辅助人类游戏设计师。(冯维维)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08600-3>

一个超大质量黑洞
像在“开派对”

据新华社电 一个国际研究团队利用美国航天局的詹姆斯·韦布空间望远镜对银河系中心一个超大质量黑洞进行观测发现，围绕该黑洞的吸积盘正在发射一系列强度和持续时间不同的闪光，像舞厅灯光产生的效果，这使得黑洞看起来像在“开派对”。新发现有助于更好地理解黑洞的基本性质及其与周围环境的相互作用等。

美国西北大学等机构的研究人员利用韦布望远镜的近红外相机在一年时间内对超大质量黑洞人马座 A* 进行了持续观测，每隔 8 至 10 个小时观测一次，累积观测时长达 48 小时。这也是迄今关于这一黑洞时间最长、最详细的观测记录。

观测结果显示，人马座 A* 比研究人员预期的还要活跃，每天都在不断发射着亮度和持续时间不同的闪光。围绕黑洞的吸积盘每天会产生 5 到 6 个类似太阳耀斑的大闪光，并且在这些大闪光之间还有几个小的亚闪光等现象。

研究人员推测，微弱的闪光可能由吸积盘内的微小扰动产生，而大的明亮闪光则归因于偶尔发生的磁重联事件（两个磁场碰撞释放能量的过程）。

研究团队希望下一步利用韦布望远镜对这一黑洞进行更长时间的观测，以减少干扰因素对观测结果的影响，并观察到更多细节。

研究成果发表在新一期美国学术期刊《天体物理学杂志通讯》上。(罗国芳)

这些年轻人取得的成果给我们的启示是，要注重年轻人，尤其是拔尖人才培养。在国际科技竞争中，成就往往不是看平均水平，而是看最尖端的部分。

《中国科学报》：我国中学生的数学天赋已展现出来，但顶尖人才常出现“断层”。在人工智能时代，你觉得拔尖人才该如何培养？

丘成桐：我最近出版的一本书《我的教育观》专门讨论了这个问题。该问题的根源在于刷题，它导致学生进入大学后已经失去了探究学问的兴趣。

中考、高考是每个学生人生中最重要节点，考不了高分可能就无法进入心仪的学校。考试需要花费 1-2 年时间准备，唯一的方法就是刷题，这是对年轻人创造能力的最大打击。进入数学研究领域却没有兴趣，就失去了培养数学家的本意。

面对这种情况，如何培养思考力、创造力，我认为不是不考试，而是对最拔尖的学生采用不同的方法进行培养。但许多家长都觉得自家小孩是天才，因此这种方法实施起来会有困难。