

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然》

自旋穿梭结构中的四重奇偶校验

近日，荷兰代尔夫特理工大学的 Lieven M. K. Vandersypen 团队对自旋穿梭结构中的四重奇偶校验展开研究。相关研究成果发表于《自然》。

相干自旋穿梭技术的进步使得稀疏半导体自旋量子比特阵列成为实现量子处理器的一个颇具吸引力的固态平台。穿梭所实现的动态长程连接对于许多量子纠错方案也至关重要。

研究展示了一种硅自旋量子比特器件。该器件包含一条用于相干传输量子比特的输运总线，可使量子比特在 4 个独立位置，即总线站点之间相互作用。研究人员利用穿梭和量子非破坏性自旋测量，动态填充阵列并调谐所有单比特与双比特操作，而无需在器件大部分区域进行电荷探测，最终实现了对有效五量子比特处理器的通用控制，并选择了形成表面码稳定子方格所需的连接方式，该结构支持权重最高为四的 X 型和 Z 型奇偶校验。

研究人员利用这些奇偶校验在阵列中所有量子比特组合之间生成多量子比特纠缠，并报道了五量子比特格林伯格－霍恩－蔡林格态的真正纠缠，这是迄今用栅极定义半导体自旋构建的最大此类态之一。该工作开发的协议为稀疏自旋量子比特阵列的模块化校准和操作奠定了基础，并凸显出使用可移动自旋量子比特进行量子纠错实验的可行性。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10766-3>

海洋铁质施肥的气候效益和生态成本权衡

近日，美国加州大学欧文分校的 Adam C. Martiny 团队对海洋铁质施肥 (OIF) 的气候效益和生态成本权衡进行了研究。相关研究成果发表于《自然》。

OIF 正被作为一种潜在的二氧化碳移除 (CDR) 策略进行讨论。然而，其在气候效益与生态成本之间的权衡关系仍不明确。

研究组利用一个过程丰富的海洋生物地球化学模型，并结合对海洋生物多样性与生物地球化学过程的验证，对近 60 年 10 个海洋生态系统中的施肥潜力及生态系统影响进行了量化。结果发现，不同区域在气候－生态系统权衡方面存在差异：具有相似 CDR 效率的生态系统，其生态结果却截然不同。南大洋和赤道太平洋通过不同途径实现了最高效率：前者通过非本地下游碳输出，后者则通过本地输出但伴随下游损失，因为施肥引发的藻华消耗了源水中的大量营养盐，抑制了非本地生产力。因此，赤道地区的施肥会减少高营养级的能量流动，扩大缺氧区 (OMZs)，并降低大型浮游动物的生物量。

这些生态系统影响若能将施用区域向更高纬度转移，则有可能避免。施肥后恢复实验显示，南大洋生态系统具有较强的恢复力，但由于区域铁的保留效应，赤道太平洋地区仍持续受到干扰。在气候效益与生态风险之间权衡，可划分为 3 个层次：南大洋效率更高 / 风险较低、赤道太平洋及全球施肥效率更高 / 风险更高、亚热带地区效率较低 / 风险适中。60 年的施肥产生净 CDR 为 1.1~5.3 ppm，其中超过一半在施肥结束后的几十年内重新释放。局部干预与全球结果之间的脱节，使碳信用机制难以建立，并引发公平性与治理方面的担忧。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10795-y>

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

“分子钩针”让基因敲入不再“伤筋动骨”

(上接第 1 版)

KE 系统在精准编辑方面展现了独特的优势。研究团队在临床相关的 TRAC 位点实现了 CAR 基因的高效精准整合，平均效率约 32%，最高达 40.6%，同时显著降低了染色体易位和脱靶整合的风险。“这样制备出的 CAR-T 细胞，保持了很好的活性和增殖能力，在体内外都展现出较好的肿瘤杀伤效果。”王海峰介绍。

这一过程中，团队学习了很多国内外同行的前沿方法，尤其从国内优秀团队的工作中获益良多。郜艳敏说：“在做 CAR-T 细胞编辑时，我们一开始并不知道多高的效率才有临床意义。后来从专家那里学习，发现大约 20% 的插入效率在临床达到治疗效果，这给了我们一个清晰的目标。”

从一次偶然的发现到一个原创工具的诞生，再到具有临床前景的应用尝试，团队走了整整 4 年。其间经历了多轮系统优化和修改打磨，写了 200 多页的审稿回复，但团队最终坚持了下来。

“我希望我们的工具能够真正发挥作用。”王海峰说。怀揣着对解决真正科学问题的渴望，这个年轻的团队不断前行。他们用一枚温柔的“分子钩针”，在基因组的“天书”上绣出了一幅安全与高效并重的未来图景，期望为那些患有被视作不治之症的遗传病和肿瘤疾病的人带来一线曙光。

和很多基因编辑工具一样，KE 系统的应用也会受到递送系统的限制。此外，依赖单链切口介导同源重组修复 (HDR) 的分子机制仍需要进一步解析。团队下一步的方向是继续优化递送系统，探索招募模块的迭代，以及研究单链切口介导 HDR 的分子机理。

“专业的事需要专业的人去做。”王海峰说，“我们希望与更多领域的专家开展合作，也期待有相关背景的人才加入团队，探索这一系统在疾病研究和精准医学应用中的潜力。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10819-7>

首次粪便移植治疗食物过敏结果喜人

本报讯 8 月 5 日发表于《科学－转化医学》的一项研究显示，6 名花生重度过敏患者在接受粪便移植后能够耐受花生。这项小型试验首次证明粪便移植可以治疗食物过敏。

“此前，相关试验仅停留在小鼠模型阶段，现在我们拿到了人体试验数据，这令人振奋。”美国芝加哥大学的免疫学家 Cathryn Nagler 说。

当前，针对食物过敏的治疗方法十分有限，医生通常建议患者避免接触过敏原，并随身携带肾上腺素注射液，在产生免疫反应时使用。

过往多项研究已将食物过敏与某些肠道细菌水平低下联系起来。小鼠研究也显示，几种肠道细菌组合治疗可抑制食物过敏。因此，研究人员猜测，粪便移植或许能抑制过敏者的免疫反应。这种方法就是将取自健康供体粪便样本中的肠道细菌移植至患者肠道内。

本次试验中，研究人员招募了 15 名对花生蛋白过敏的受试者，并让其服用了一种无味的药丸，其中含有无花生过敏史的健康志愿者的肠道细菌。大多数受试者一天内服用了 36 粒药丸，并

未引发严重副作用。其中 5 名受试者在移植前还接受了 4 天的抗生素治疗。

在参与试验前，受试者摄入不足 100 毫克的花生蛋白(不到半粒花生的含量)就会产生免疫反应。在接受移植 4 个月 后，有 1 人能摄入 300 毫克的花生蛋白，5 人能摄入 600 毫克以上——相当于两粒半花生的蛋白。

这些受试者表现出的持续性抗过敏效果非常关键。“这种疗法具有产生持久益处的潜力。这恰恰是现有其他疗法所面临的困境——疗效会减弱，需要持续治疗和暴露才能维持疗效。”美国北卡罗来纳大学教堂山分校的过敏症专家 Edwin Kim 说。

剩余 9 名受试者对菌群移植无应答。研究人员认为，移植的细菌可能并未在这些受试者体内定植，原因可能与性别有关——6 名有应答的受试者中 5 名为男性；也可能是因为单日给药，并且大多数无应答者在治疗前未接受抗生素治疗。

研究人员还将受试者粪便样本中的肠道细菌移植到小鼠体内，发现来自应答者的细菌也

能使小鼠不再对鸡蛋蛋白产生过敏反应。相比之下，接受了重度过敏者细菌的小鼠会对鸡蛋蛋白过敏。

论文作者之一、美国哈佛医学院的免疫学家 Talal Chatila 说，由于小鼠研究测试的是不同的过敏原，表明粪便移植治疗很可能不仅对花生过敏有效。

研究团队鉴定出一种名为卵形拟杆菌的细菌，能够使小鼠不产生过敏反应。Chatila 说，找到一种能使免疫系统反应性降低的特定细菌，“是食物过敏研究领域的‘圣杯’”。

不过，研究人员强调，移植肠道细菌治疗食物过敏距离临床应用还很远。美国明尼苏达大学的胃肠病学专家 Alexander Khoruts 指出，在资金充足、风险资本参与的情况下，这种细菌获得监管部门批准“大约需要 10 年”。

目前，研究团队即将完成更大规模试验的招募工作。该试验将在 1 个月内分次给予受试者更大剂量的肠道细菌，约为本次试验的 12 倍。研究人员希望大规模试验能为寻找其他具有积极作用的细菌提供更多线索，以及研究细



科学家找到了一种治疗花生过敏的新方法。
图片来源：Valentyn Volkov/Alamy

菌组合可能对哪些人有效。
“我们所期望的是，微生物组调节能让过敏者摆脱肾上腺素注射，并且能够食用一定量的花生。”论文作者之一、哈佛医学院的免疫学家 Rima Rachid 说。
(徐锐)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aee3263>

新西兰加强保护两种稀有本土物种

据新华社电 新西兰环保部长塔马·波塔卡 8 月 4 日宣布，新西兰政府将出资加强保护两种仅见于该国、面临灭绝风险的本土物种。

波塔卡发表声明说，哈氏滑蹯蟾和霍帕拉特娅石龙子目前都面临“严重灭绝风险”，政府资金将用于为它们建立安全的备份种群。

根据计划，200 只哈氏滑蹯蟾将被转移至奥克兰动物园和位于克赖斯特彻奇的奥拉娜野生动物园的新建繁育设施内，以繁育更多幼蛙，支持其野生种群恢复。另外，奥拉娜野生动物园内将建立一个受保护的霍帕拉特娅石龙子种群。

哈氏滑蹯蟾俗称“汉密尔顿蛙”。根据新西兰环保部的信息，其主要野生种群数量已减少约 80%。与大多数蛙类不同，哈氏滑蹯蟾栖息于原生森林而非池塘。它们不发出鸣叫，在陆地上繁殖，雄性负责守护卵和蝌蚪。该物种的寿命可达 45 年。

霍帕拉特娅石龙子目前在野外仅存不到 100 只，且仅在新西兰南岛的坎特伯雷地区存在 3 个极小的野生种群。
(易爱军 龙雷)

研究预测气候变化将重塑非洲疟疾流行版图

据新华社电 南非开普敦大学日前宣布，该校研究人员和国际同行开展的研究预测，气候变化将改变非洲疟疾流行版图。未来数十年，非洲南部和东部较凉爽地区的疟疾传播风险将上升，而西部和中部部分高温地区的传播风险可能下降。

疟疾是一种由疟原虫引起、可通过蚊子叮咬传播给人类的严重传染病。疟疾患者会出现发热、头痛、寒战等症状，如不及时治疗，可能危及生命。据世界卫生组织统计，2024 年非洲有约 57.9 万人死于疟疾，其中约四分之三为 5 岁以下儿童。

研究人员分析了 100 多年来非洲气候变化对儿童疟疾传播的影响，并结合未来气候情景展开预测。结果显示，在气候较为凉爽的南部非洲及东非高海拔地区，气温升高将使环境更适宜传播疟疾的蚊虫生存，疟疾传播风险随之增加。到 2100 年，东非大裂谷和南部非洲沿海等地区疟疾风险可能上升约 20%。

研究还显示，随着气温持续升高，在当前气候炎热且疟疾高发的非洲部分地区，由于气温逐渐超出适宜蚊虫生存的范围，疟疾传播可能受到抑制。预计西非国家——尼日利亚、布基纳法索和马里的病例将减少约 5%。在极端炎热的尼日尔、冈比亚、几内亚比绍和索马里，疟疾甚至可能被消除。

研究认为，若全球升温控制在 2 摄氏度以内，可减少南部非洲及东非高海拔地区新增儿童疟疾病例，并减轻气候变化带来的其他健康影响。研究成果已发表于《自然》。
(王晓梅 王雷)



在中年保持积极的生活方式可延长没有痴呆症的寿命。
图片来源：Richard Levine/Alamy

科学此刻

避免中年“三大件” 延缓痴呆 13 年

一项 8 月 5 日发表于《神经病学》的研究发现，在 50 多岁时戒烟，同时保持健康生活习惯，预防糖尿病和高血压的人，相较生活不太健康的中年人，预计可以多拥有 13 年远离痴呆症的时光。

吸烟、糖尿病和高血压会损伤血管、诱发大脑炎症，这两种情况都会损害与记忆和学习功能相关的神经元，进而增加患痴呆症的风险。美国纽约大学的 Josef Coresh 表示，此前很少有研究关注在 50 多岁时避免这些因素，会对以后无痴呆症的生存时间产生怎样的影响。“我们认为，聚焦‘获得的健康时间’或许有助于人们理解避免痴呆风险带来的益处。”

Coresh 和同事分析了一项队列研究的数据。该研究纳入了 1.2 万余名美国成年人，平均随访时间为 26 年。这些人参加研究时的平均年龄为 56 岁，且未患痴呆症，他们同时报告了自己是否吸烟，以及有无糖尿病或高血压。

后来大约 1/4 的受试者患上了痴呆症。研究人员发现，中年患有糖尿病、高血压且吸烟的人，患痴呆症的风险最高。他们患病的可能性是完全避免了这 3 种风险的

司机们，美洲狮让道路更安全

和空间利用的影响，能够使道路变得更加安全。”论文作者、美国“保护科学伙伴”组织的 Justin Suraci 表示。

Suraci 说：“当美洲狮出现时，鹿会改变对空间和时间的使用方式，与道路之间的重叠减少了，并降低了夜间活动的频率——一些最危险的碰撞事故往往发生在这一时段。因此，提高道路安全性是像美洲狮这样的大型食肉动物能够为人类社会提供了一种生态系统服务。”

研究人员对量化这些生态系统服务产生了兴趣。虽然有人提出，鹿和其他有蹄类动物的捕食者可能会减少发生车祸的可能性，但这种说法在大型食肉动物种群广泛分布的地区并未得到明确的展示或量化。

在这项研究中，Suraci 和同事研究了大量相机陷阱数据以及车辆与野生动物碰撞的空间数据，以探究美洲狮对猎物行为的影响，及其对美国华盛顿州奥林匹克半岛地区驾驶员可能产生的影响。

Suraci 表示：“重要的是要知道，大型食肉动

物与许多野生动物一样，只有在与人类共享生存空间的前提下才能得以存续。而在许多情况下，这往往需要我们改变自身的行为和态度，以实现共存。”

研究人员发现，在有美洲狮出没的地方，鹿更愿意在白天活动。此外，它们出现在道路密集区域的可能性降低了 15%，转而选择在偏远的栖息地停留更长时间。

基于鹿的活动方式发生的这些变化，研究人员测算出鹿与车辆发生碰撞的可能性下降了 67%。他们估计，5 年里车辆与鹿发生碰撞的数量将减少 76%。追踪项圈数据表明，白天与鹿发生交通事故的次数相比晚上有所增加，但夜间此类事故的后果往往更为严重。

“鹿会尽力避开美洲狮带来的风险，由此减少了在道路附近逗留的时间，发生的碰撞事件也相应减少。”Suraci 说，“肉食动物或许正为全球其他地区的道路安全提供类似的服务。它们在这些地区的种群数量一直保持稳定，而这一宝贵的生态系统服务迄今未受到重视。”

通过这项研究，科学家希望更多人能够意识到生活在大型食肉动物中间的好处。“美国东部和加拿大可能尤为如此。在这些地区，美洲狮正在缓慢、自然地回归，并且人们正在进行有关重新引入这些食肉动物的讨论。”美国 Panthera 组织的 Mark Elbroch 表示。

“尽管野生动物本身具有内在价值，而不仅仅是它们为人类带来的帮助，但明确阐述这些益处，例如作为自然捕食－猎物互动的副产品而带来的道路安全提升，可以成为一种非常有价值的工具，有助于增强人们对捕食性野生动物的容忍度，并促进共存所必需的行为改变。”Elbroch 说。

“当谈论美洲狮时，我们往往侧重于它们所构成的风险，但很少思考它们还能以多种方式给我们带来益处。”Elbroch 说，“与大型食肉动物共处并非只是关乎保护野生动物，还涉及它们每天默默为我们带来的诸多益处。”
(赵熙熙)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2026.06.072>



智利公路上的美洲狮。 图片来源：Nick Garbutt