
《科学》发布2025年十大科学突破

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37407.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

《科学》发布2025年十大科学突破

。12月18日，《科学》发布编辑团队评选的2025年度十大科学突破，其中包括1项科学突破冠军奖及9项科学突破入围奖。它们是这一年中最重要的科学发现、科学进展和趋势。

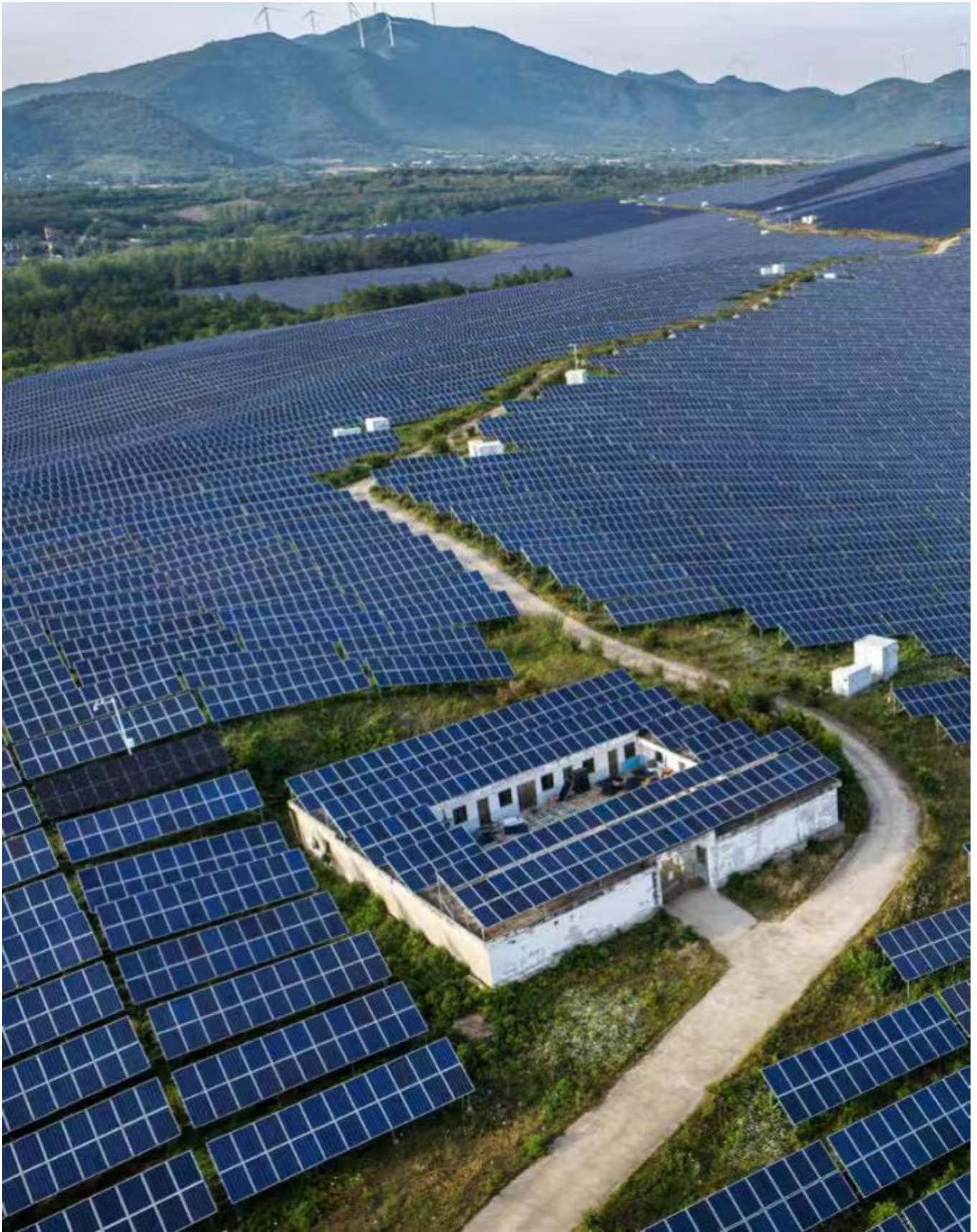
可再生能源的增长势不可挡

目前，可再生能源已在多个方面超越了传统能源。根据能源智库Ember的数据，今年，可再生能源在全球发电量上超过煤炭，并且1月至6月间太阳能和风能的增长足以覆盖全球电力需求的全部增量。

今年9月，中国在联合国宣布，将在10年内将碳排放削减高达10%——不是通过减少能源使用，而是通过加倍发展风能和太阳能。随着非洲和南亚地区的人们意识到屋顶太阳能可以廉价地为照明、手机和风扇供电，这些地区的太阳能电池板进口量激增。在许多人看来，可再生能源的持续增长现在似乎已势不可挡。

中国强大的工业引擎是驱动力。经过多年通过补贴耐心培育该行业，中国如今主导着全球可再生能源技术的生产。中国生产了全球80%的太阳能电池、70%的风力涡轮机和70%的锂电池，其价格令竞争对手无法企及。

随着产量激增，价格下降，需求起飞，生产规模随之扩大以跟上步伐，进一步拉低价格并激发更多需求。结果形成了一个良性循环，使可再生能源技术发展成为一个目前占中国经济比重超过10%的产业。风能和太阳能成为世界上大部分地区最便宜的能源。中国的太阳能发电量在过去10年增长了20多倍，太阳能和风力发电场的总装机容量足以供整个美国使用。



在中国安徽，太阳能电池板如铠甲般覆盖着整片山坡，仅留出一条通道穿行其间。图片来源：George Steinmetz

定制化基因编辑为极罕见疾病带来新希望

今年，一名患有致命代谢疾病的男婴成为全球首位接受个性化基因编辑治疗的患者。这一创举可能为针对独特或极罕见基因突变的个体化基因编辑器开辟道路。

KJ Muldoon去年在费城出生，他的CSP1基因存在缺陷。该基因编码肝脏分解氨所需的一种酶。患有此类疾病的婴儿必须严格限制蛋白质饮食以避免血液和大脑中氨的积聚，且常常需要进行高风险的肝脏移植。

在KJ出生后不久，研究人员迅速开发出一种碱基编辑器——CRISPR基因编辑工具的变体，以修正其缺陷基因中的一个“拼写错误”。在细胞和实验动物中测试了这种定制化碱基编辑器后，团队于今年2月获批通过输注脂质纳米颗粒递送碱基编辑器为当时6个月大的KJ进行治疗。到5月，在接受额外两剂治疗后，KJ已能摄入更多蛋白质，体重增加，且控制血氨水平所需的药物剂量减少。

研究人员目前计划调整用于KJ的碱基编辑器，以治疗另外5名由其他基因缺陷引发类似代谢性疾病的患者。



KJ Muldoon 图片来源：CHILDREN ' S HOSPITAL OF PHILADELPHIA

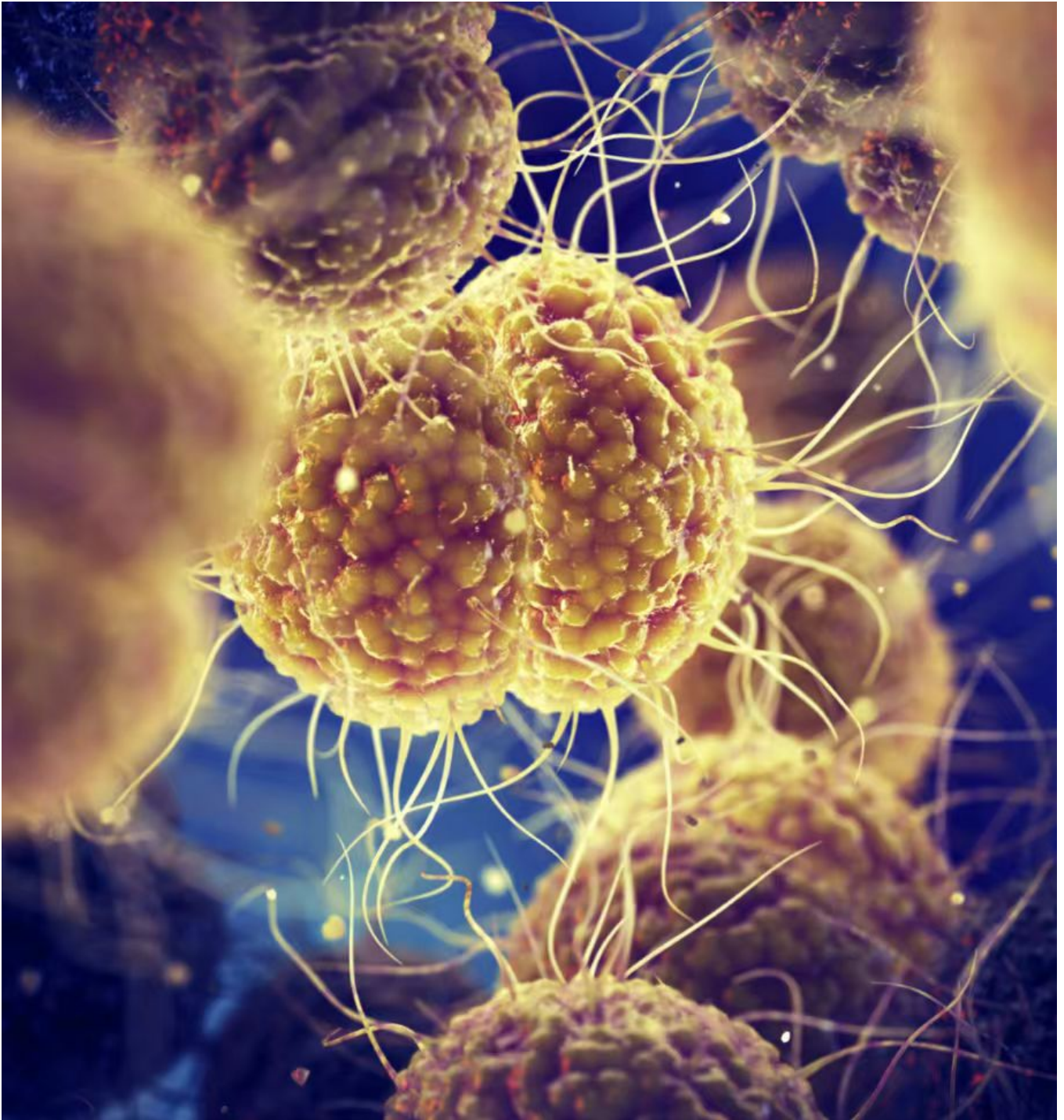
对抗性传播疾病的新武器

今年，两种治疗淋病的新药在大型临床试验中证实有效，并于本月获得美国食品药品监督管理局批准。作为数十年来针对这种性传播疾病的首批新武器，它们的出现正值现有疗法逐渐失效之际。

今年5月，《柳叶刀》发表了新药Gepotidacin的三期临床试验结果。该药物已获批用于治疗尿路感染，其对淋病的治愈效果与现有药物相当。作为全新一类抗生素的首个药物，Gepotidacin以细菌DNA复制至关重要的两种酶——DNA旋转酶和拓扑异构酶IV为靶点。

另一种新药Zoliflodacin同样以DNA旋转酶为靶点，但属于作用机制不同的另一类药物。12月11日《柳叶刀》发表的涵盖五国的三期研究表明，该药有效且未引起严重副作用。

与最广泛使用的头孢菌素相比，这两种药物均具有一项重要优势：可以口服片剂形式使用，无需注射。科学家对这两种新药的出现表示欢迎，但同时谨慎指出，与此前所有药物一样，它们的有效使用期可能有限。面对淋病奈瑟菌这般狡猾的微生物，寻找新型抗生素的征程永无止境。



导致淋病的独特淋病双球菌，已对几乎所有抗生素产生耐药性。

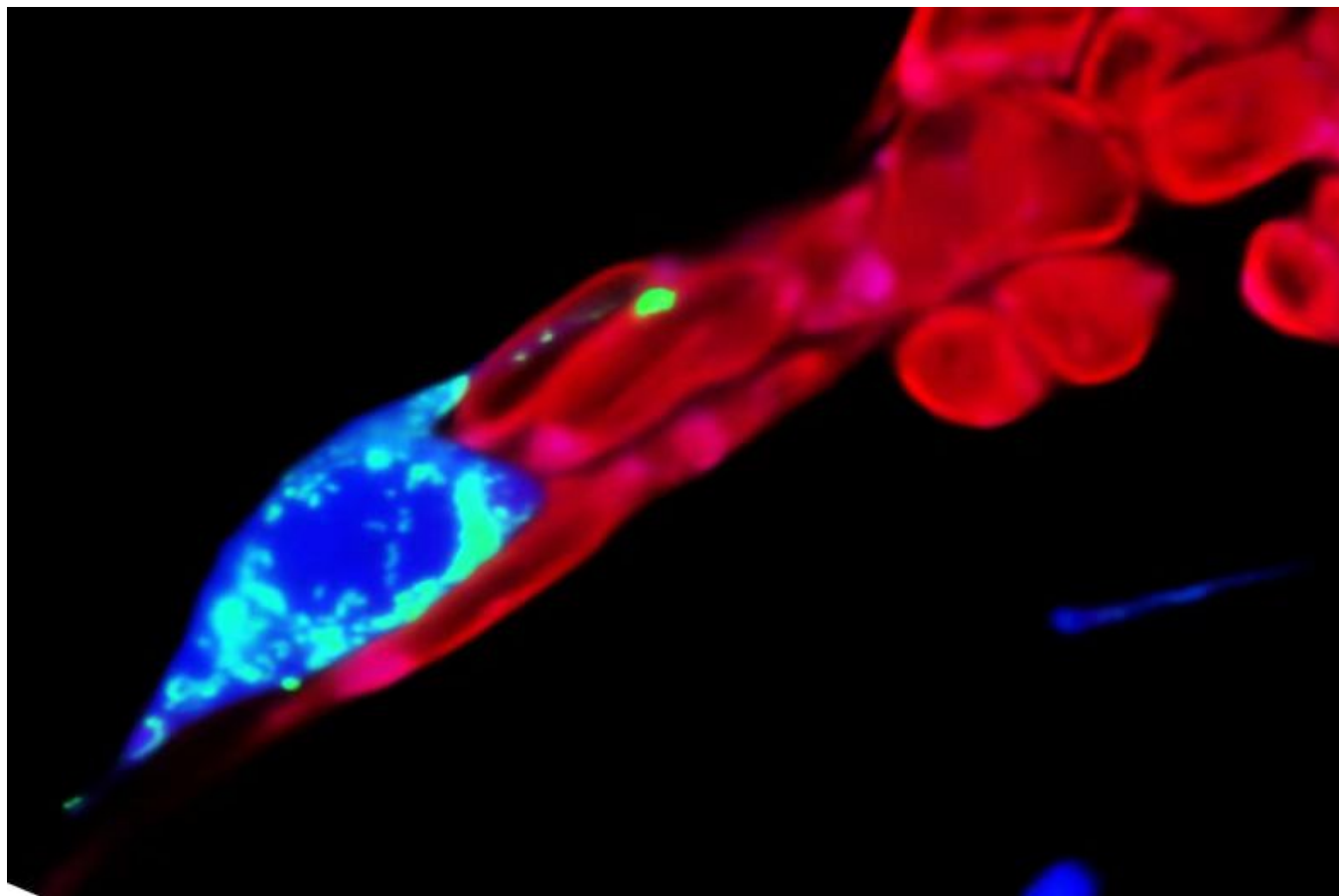
图片来源：NOBEASTSOFFIERCE/SCIENCE PHOTO LIBRARY

神经元向癌细胞进行致命输送

肿瘤能诱使包括神经元在内的多种人体细胞生长和扩散。今年，研究人员揭示了神经细胞提供这种援助的方式：通过传递线粒体——这种细胞器为细胞提供大部分化学燃料。其结果便是癌细胞获得额外能量，更容易扩散到身体其他部位。这一发现表明，阻断线粒体转移或许能延缓癌症转移。

由于癌细胞分裂迅速、对能量需求巨大，研究人员使用自身线粒体缺陷培养癌细胞进行实验，发现这些传递而来的线粒体能显著提升细胞代谢水平。为探究线粒体转移如何影响癌症生长，他们开发出一种技术：当癌细胞从其他细胞获得线粒体时，会发出绿色荧光。科学家将神经细胞与癌细胞的混合物植入小鼠体内，待其形成肿瘤并转移至其他组织后进行分析。结果显示，在原发肿瘤中仅有5%的癌细胞呈现绿色，表明其获得了神经细胞线粒体，但在肺转移灶中这一比例升至27%，脑转移灶中高达46%。

其他细胞也会共享线粒体，但新发现提示神经元可能尤为慷慨。未来，这一机制有助于研发新型疗法，迫使神经细胞“保管好”自己的线粒体。



线粒体从神经元移动至相邻的癌细胞，可能促进癌转移。图片来源：GUSTAVO AYALA AND SIMON GRELET

巡天慧眼：全景天文新时代

今年，智利一座山顶上建成了一台旨在开启全新天文学研究范式的望远镜。与多数望远镜聚焦特定目标不同，薇拉·C·鲁宾天文台将持续扫视太空。从明年初起，它将在10年间每3天对全天空进行一次前所未有的精细扫描。每晚将产生数百万条天体动态警报——标记出移动、变化或突然出现的天体。一年内，鲁宾天文台收集的光学数据量将超历史总和，并逐步构建最精细的宇宙三维图谱，通过在线平台向全球开放。

实现如此高效的巡天需要突破性技术支撑：一套能覆盖45个满月视场范围的无畸变复杂光学系统，以及一台汽车大小、可在数秒内生成3200兆像素图像的巨型相机。光纤将图像数据从智利帕琼山顶实时传输至美国加利福尼亚，计算机阵列将在图像拍摄后1分钟内完成分析并向天文学家发布警报。面对每晚千万条警报，天文学家将依托智能算法从海量数据中筛选科学瑰宝。

数据洪流将席卷天文学所有领域。该天文台将使太阳系已知天体数量倍增——可能有机会发现海王星外假想的第九行星。它将为各类宇宙爆发事件提供最佳观测席位，揭示星系形成、生长、合并及演化为宇宙巨结构的全过程，助力科学家探究暗物质如何塑造星系，以及暗能量如何推动宇宙膨胀。



图片来源：Aliro Pizarro Diaz

与丹尼索瓦人面对面

今年，研究人员终于为我们早已消失的亲属复原了面容——DNA证据证实，被称为“龙人”的14.6万年前的头骨属于丹尼索瓦人。这个已灭绝的人类支系曾与尼安德特人一样，与现代人类共同生活在地球上。

2010年，遗传学家宣布，在西伯利亚丹尼索瓦洞穴中发现的手指骨碎片中提取的DNA揭示了一种新的古人类，他们与尼安德特人和现代人类亲缘关系密切。但在随后的15年里，丹尼索瓦人始终面目不清。从中国台湾到西藏等亚洲遗址发现的小块骨骼中也提取到了丹尼索瓦人DNA，但由于没有完整的个体甚至头骨，科学家无从知晓他们的样貌，也无法通过形态特征识别可能已收藏在博物馆中的丹尼索瓦人化石。

这一局面在今年得以改变——中国研究人员成功从数十年前在哈尔滨附近发现的古人类头骨中提取出DNA。DNA的来源非同寻常，其并非来自牙齿或内耳骨这些古遗传物质的常见载体，而是从“龙人”唯一残留的牙齿上刮取的0.3毫克硬化牙结石样本。

那颗发黑白齿上的化石牙结石将DNA锁在矿物基质中，比多孔的骨骼保存得更久。测序结果显示，“龙人”的DNA与先前测序的丹尼索瓦人遗传信息相匹配。后续研究还将牙结石中的蛋白质与其他丹尼索瓦人化石对比，确认了这具拥有厚重眉脊、粗壮骨骼和有力下颌的头骨属于丹尼索瓦人。随着“龙人”身份揭晓，研究人员将能更便捷地通过骨骼和牙齿形态识别其他丹尼索瓦人。



图片来源：河北地质大学

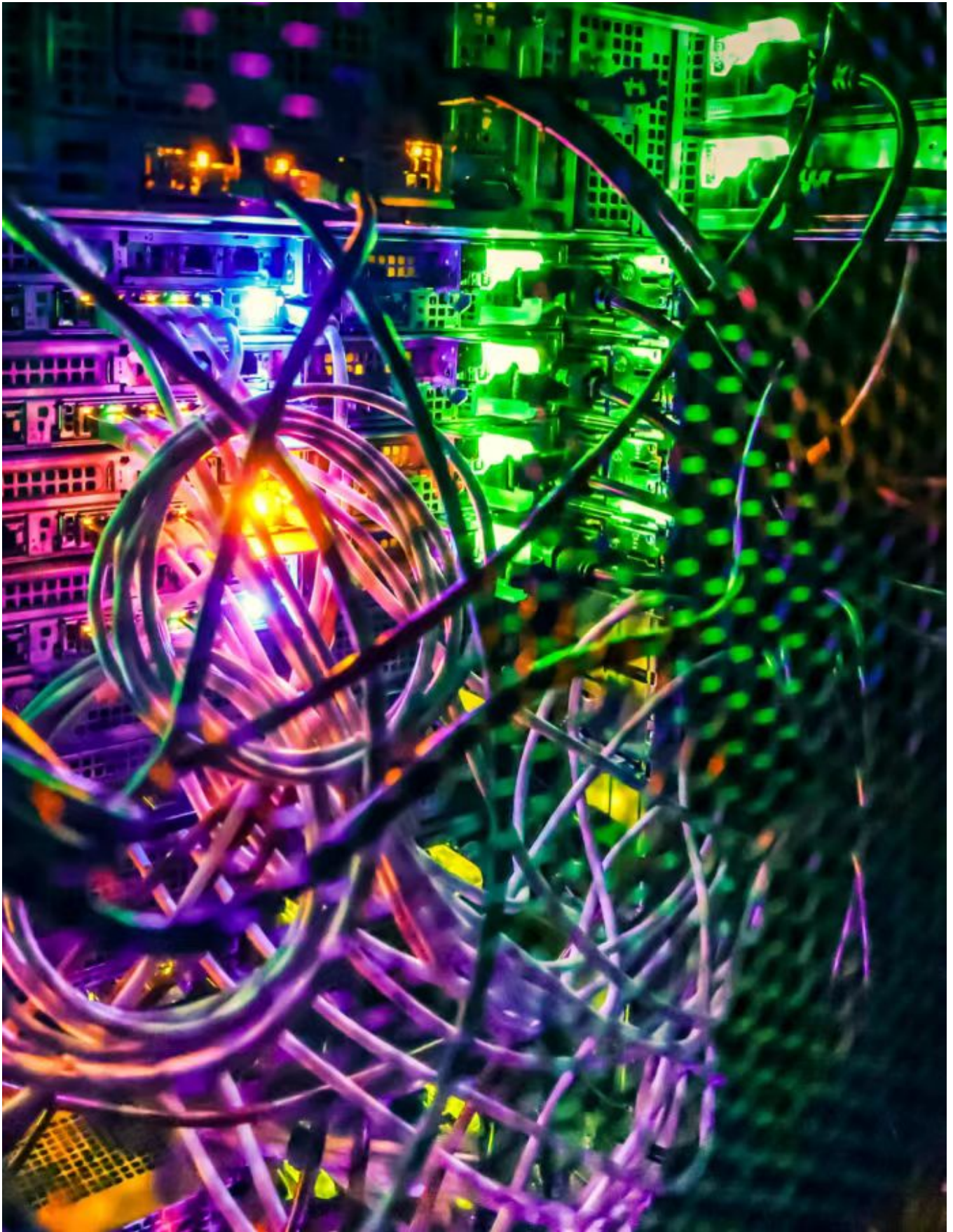
大型语言模型助力科学研究

当谷歌DeepMind在2020年推出蛋白质结构预测工具AlphaFold2时，颠覆了人们对人工智能在科学领域潜力的认知。它被《科学》评为2021年度科学突破，其开发者随后于2024年获得诺贝尔化学

奖。当时很少有人想到，基于数万亿单词训练、仅优化文本生成能力的通用大型语言模型（LLM）也能在科学领域取得类似成就。然而，随着LLM规模的扩大，这一观念正在发生转变。今年，LLM在广泛科学领域展现出博士级别的敏锐洞察力。

在数学领域，DeepMind使用其Gemini LLM的进阶版本，在全球最难的高中生数学竞赛——国际数学奥林匹克竞赛中获得金牌，这一成就比2021年专家预测的实现时间（2043年）提前了近20年。OpenAI的GPT-5也在组合数论和图论领域取得原创性突破，解决了困扰数学家数十年的难题。

LLM不仅擅长应试与理论推演，还加速了科学发现的进程。在化学领域，Meta公司基于Llama LLM微调的模型仅通过15次实验就为一种从未报道的复杂反应确定了最优条件，为研究人员节省了数百次、耗时数周的实验室试错。在生物学领域，谷歌的“智能体”人工智能（AI）协研员从现有药物中筛选出肝纤维化治疗新候选药物，并在两天内重现了关于细菌DNA寄生传播机制的重要发现，而这一成果原本耗费了研究人员数年时间。



图片来源：LAURENT GRANDGUILLOT/REA/REDUX

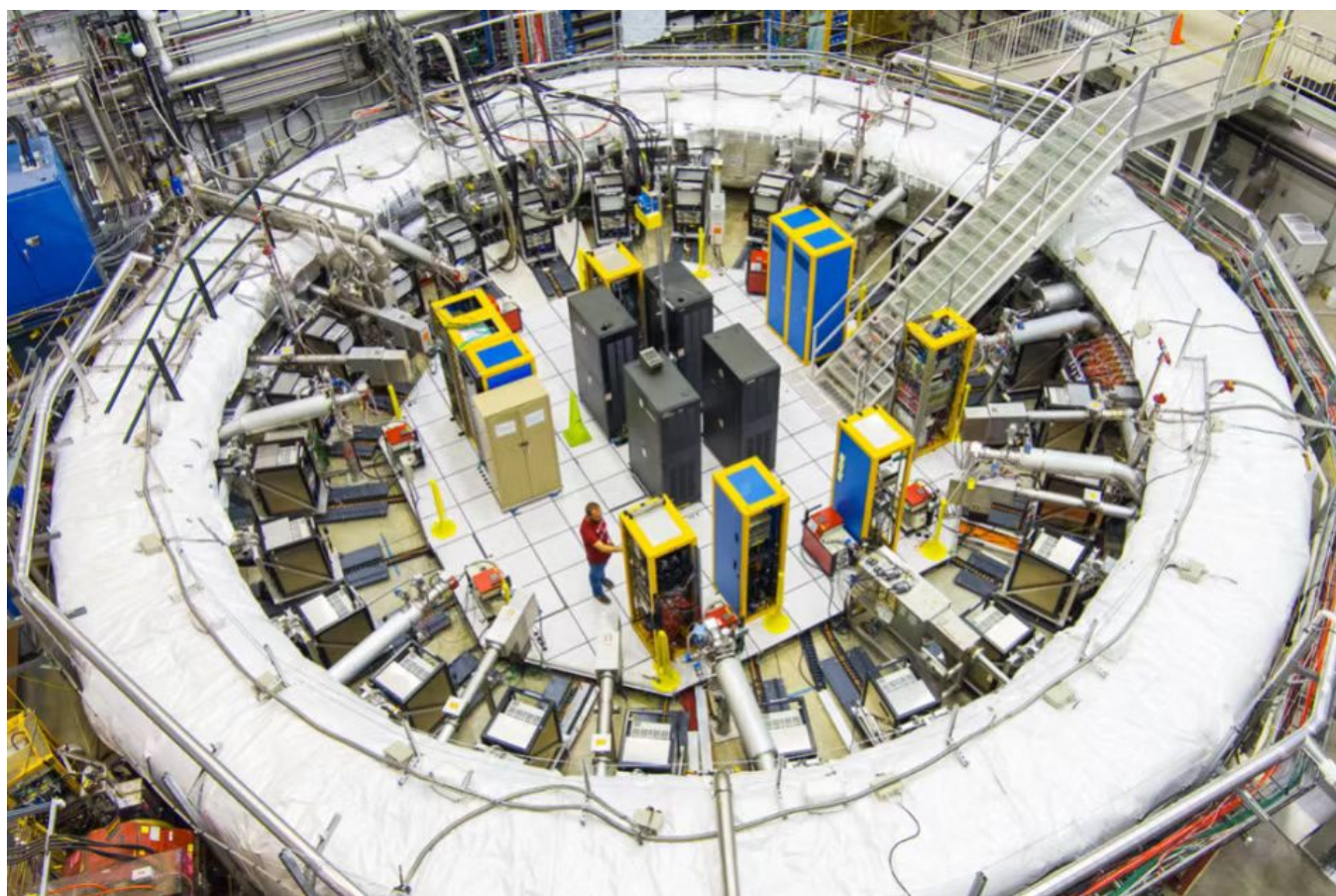
计算力学消除粒子物理学疑云

数十年来，粒子物理学家一直渴望发现现有主流理论（即标准模型）无法解释的现象。今年六月，一项持续多年的实验报告称， μ 粒子的磁性并未如先前宣称的那样强于标准模型预测，这或许意味着最引人遐想的新物理迹象已然消失。但失望之余隐藏着胜利的曙光：理论物理学家终于能通过格点规范理论技术，从头精确计算出 μ 粒子的磁性。

μ 子是电子的一种更重、不稳定的“近亲”。由于量子不确定性，真空中不断涌现又消失的虚粒子会轻微增强其磁性（该效应记作 $g-2$ ）。如果这些“虚粒子”包含标准模型之外的未知粒子， μ 子磁性就可能偏离理论预测。

但理论预测本身始终艰难。尤其困难的是计算夸克与胶子的贡献。2020年，“ μ 子 $g-2$ 理论倡议”组织根据对撞机数据推算出虚夸克与胶子对 μ 子磁性的贡献估值，但最优数据仍存在矛盾。

与此同时，理论学家通过超级计算机与格点规范理论——一种将连续时空离散化为四维格点的数值技术，实现了从头计算夸克与胶子贡献的突破。得益于计算能力的持续提升与技术方法的无数改进，近期格点计算对 μ 子磁性的预测精度已堪比数据驱动方法。今年5月，该理论倡议组织摒弃数据外推法，转而采用格点计算更新预测值。新预测的 μ 子磁性高于既往计算，并与随后公布的 μ 子 $g-2$ 最终测量结果一致。



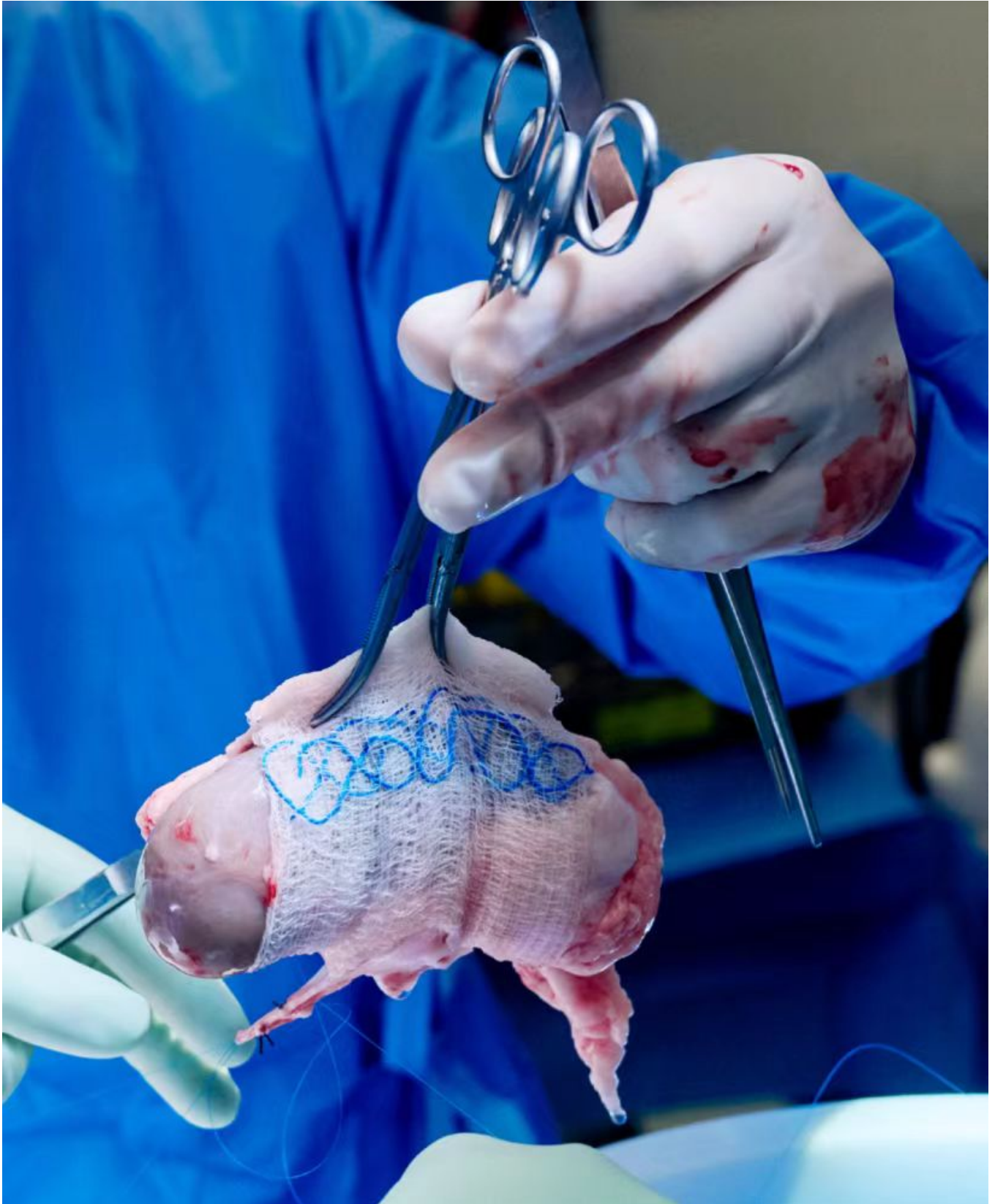
μ 子 $g-2$ 实验于2023年在费米实验室完成了最后一次数据采集。图片来源：RYAN POSTEL/FERMILAB

异种器官移植创下新纪录

作为缓解人类捐赠器官严重短缺的潜在解决方案，异种移植在今年取得了令人瞩目的进展。这得益于基因编辑猪的出现，其组织经过改造后移植安全性更高，引发人体免疫排斥的风险更低。

最引人注目的是，一颗拥有69个基因修饰的猪肾脏在美国一名男性体内正常工作近9个月，直至10月才衰竭，仅比史上最长异种移植纪录少几天。在中国，另一名女性移植了仅含6个基因修饰的猪肾脏，也维持了相近时长。

这些成果刷新了此前基因编辑猪肾脏的存活纪录。研究者普遍认为，供体猪仍需进行更多尚未确定的基因修饰以延长移植器官存活时间。同时，科学家正尝试开发更安全有效的抗排斥药物，并探索促进免疫耐受的新策略，例如将猪胸腺与肾脏同时移植，以彻底避免使用免疫抑制剂。尽管数十年来媒体时常过早渲染突破，但今年的成功无疑让异种移植向现实迈进了扎实的一步。



一名外科医生手持一颗准备移植到人体内的基因编辑猪肾。图片来源：JOE CARROTTA/NYU LANGONE HEALTH

耐热水稻：对抗高温的基因突破

作物若有充足水分尚能忍受热浪的炙烤，但闷热的夜晚却可能带来尤为严重的危机——高温会加剧呼吸作用，这一代谢过程通常在黑暗环境中保持稳定。今年，中国研究人员发现了一个能帮助水稻抵御高温双重危害（减产与品质下降）的基因。若将该基因通过育种或基因编辑导入商用品种，或将助力水稻在气候变暖的威胁下稳产保收。

过去十年间，该研究团队在中国多地异常高温区域试种了533个水稻品种。通过对表现最优的品种进行杂交育种，他们在第12号染色体上定位到一个关键基因，并将其命名为“QT12”。研究显示，在高温下表现不佳的水稻品种携带的QT12基因变体会被激活，导致淀粉分子排列紊乱。其结果便是产出垩白粒多、质地松脆、口感黏腻的劣质大米。然而，携带高温不易激活型QT12等位基因的品种则能保持良好品质。该等位基因同时具备保产效应，其机制尚待阐明。

当研究人员将这种保护性等位基因导入商用稻品种后，高温环境下其产量最高提升78%，垩白粒比例显著降低。他们在实验稻种中还发现，通过基因编辑敲除QT12基因也能产生类似抗热效益。

。



为躲避当地日益加剧的夏季高温，越南稻农选择在夜间插秧。图片来源：Nhac Nguyen/AFP via Getty Images

作者：李惠钰 来源：中国科学报

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发