

人类航天器首次改变小行星绕日轨道

为抵御近地天体带来希望

【本报讯】一项3月6日发表于《科学进展》的研究表明，美国国家航空航天局(NASA)的双小行星重定向测试(DART)任务不仅改变了小行星的运动方式，还微调了整个小行星系统围绕太阳运行的轨道。这一发现有力地证明，动能撞击器可作为行星防御手段，重新引导危险的近地天体。

小行星 Dimorphos 与较大的伴星 Didymos 通过引力相互束缚。这两颗小行星围绕一个共同的质心运行，科学家称之为“双星系统”。由于它们之间存在引力联系，任何变化都会影响另一颗的运动。

DART 航天器由美国约翰斯·霍普金斯应用物理实验室设计、制造。2022年9月，它对 Dimorphos 进行了撞击。科学家随后详细追踪了这对小行星的运动。测量结果显示，双星系统围绕太阳运行的 770 天轨道在撞击后发生了 0.15 秒的变化。这标志着人类航天器首次可测量地改变了自然天体绕日轨道。

“变化虽小，但随着时间推移，微小变化足以累积成显著偏转。”NASA 太阳系小天体研究首席科学家 Thomas Stader 表示，“研究团队的精密测量再次验证了动能撞击技术可用于防御小行星的威胁，并展示了仅撞击一个成员就可以使双星系统发生偏转。”

当 DART 航天器撞击 Dimorphos 时，大量岩石碎片被抛入太空，并改变了这颗约 170 米宽的小行星的形状。这些碎片带走了小行星的一部分动量，有效增强了撞击的额外推力。科学家将这种效应称为动量增强因子。

表面喷射的物质越多，对小行星的推力就越大。研究人员发现，DART 航天器撞击的动量增强因子约为 2，意味着碎片使航天器产生的推力增加了约 1 倍。

先前研究表明，这次碰撞使 Dimorphos 围绕直径近 805 米的 Didymos 的轨道比原来的 12 小时缩短了 33 分钟。新研究发现，撞击还使双星系统抛出了大量物质，从而略微改变了它的绕日轨道。具体而言，该系统的轨道周期变化约 0.15 秒。

论文作者、美国伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校的 Rahul Makadia 表示：“双星系统轨道速度的变化约为每秒 11.7 微米，即每小时 4.32 厘米。长期来看，如此微小的变化足以决定危险天体能否撞击地球。”

轨道速度的微小变化表明，如果科学家能尽早发现具有威胁的小行星，就可以利用航天器改变其轨道。为提升对此类威胁的早期探测能力，NASA 正在开发近地天体探测器。该任务由 NASA 喷气推进实验室负责，将部署首台专门用于行星防御的太空望远镜，并搜寻那些难以被发现的近地天体，包括反射可见光极少的暗色小行星和彗星。

追踪这些小行星的运动轨迹也有助于科学家估算这两个天体的密度。研究表明，Dimorphos 的密度低于此前的估计。

这一发现还支持了这样一种观点，即 Dimorphos 是由快速旋转的 Didymos 脱落的碎片形成的。随着时间推移，松散的岩石物质在引力作用下聚集，形成了所谓的“碎石堆”



DART 航天器不仅成功撞击了一颗小行星，还改变了整个小行星系统绕太阳运行的轨道。图片来源：ESA-ScienceOffice.org

小行星。
（文乐乐）
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/sciadv.aea4259>

2025 年德国光伏发电量创新高

【新华社电】德国联邦统计局日前发布的数据显示，2025 年德国光伏发电量同比增长 17.4%，达到 701 亿千瓦时，占国内总发电量的 16%。发电量和占比均创下 2018 年有相关统计以来的新高。德国光伏发电量连续两年同比增长超过 10%。

数据显示，2025 年，德国可再生能源发电量同比下降 0.1%，为 2569 亿千瓦时，占总发电量的 58.6%。风能依然是德国最主要的能源来源，但发电量同比下降 3.6%，降至 1313 亿千瓦时，占总发电量的 30%。水力发电量同比下降 22.5%，降至 158 亿千瓦时，占总发电量的 3.6%。

相比之下，2025 年，德国包括煤炭、天然气在内的传统能源发电量同比增长 3.6%，达到 1813 亿千瓦时，占总发电量的 41.4%。其中，煤炭虽仍是德国第二大能源来源，但其重要性有所下降，发电量同比减少 0.5%，降至 968 亿千瓦时，占总发电量的 22.1%。天然气发电量同比增长 10.2%，达到 706 亿千瓦时，占总发电量的 16.1%。

此外，2025 年，德国电力进口量同比下降 2.6%，降至 796 亿千瓦时；电力出口量同比增长 8.7%，达到 602 亿千瓦时。

德国正大力发展风能、太阳能等可再生能源，计划到 2030 年实现可再生能源占电力供应至少 80% 的目标，到 2045 年成为世界上第一批实现气候中和转型的工业国家之一。

（杜哲宇 褚怡）

超亮超新星为何如此耀眼

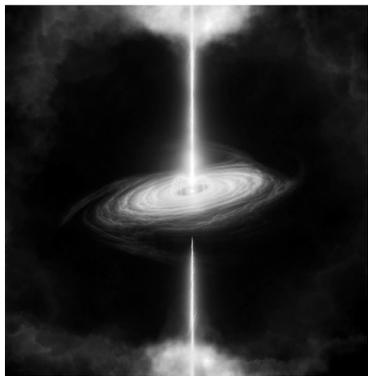
【本报讯】科学家观测到一次极亮的恒星爆发，即超亮超新星，表明这一事件可能由高度磁化的恒星所驱动。这项研究为超亮超新星的亮度机制带来了新见解。相关研究结果 3 月 12 日发表于《自然》。

超亮超新星的亮度至少是标准超新星的 10 倍。研究者怀疑是磁星驱动了这些爆发，但一直缺乏确凿的证据。磁星是一类磁化的中子星，由超新星演化而来。

在这项研究中，美国拉斯孔布雷斯天文台的 Joseph Farah 和同事分析了超亮超新星 2024afv 发射的光，它距离地球 327 百万秒差距（超过 10 亿光年）。在超新星最初爆发后，他们观察到这一事件发出的光时增时减，且随着时间推移变化速度不断加快。经过计算机建模，作者推断，如果超新星核心有一颗磁星，且周围环绕着向恒星坠落的物质盘，则可能会观察到此类行为。他们进一步认为，这一物质盘是倾斜的，造成了从地球上观测到的明暗变化现象。

研究人员提出，这一模型可以解释其他观察到类似光变曲线的超亮超新星现象。未来的观测，如时空遗产巡天计划等，可通过扩大超亮超新星的样本量及为研究人员提供更高分辨率、更长光变曲线，助力完善这一模型。

（赵熙熙）
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10151-0>



磁星及周围展现的吸积盘。图片来源：Joseph Farah



考拉。图片来源：Desley Whisson/Cesar Australia

科学此刻

考拉因何绝处逢生

一项 3 月 5 日发表于《科学》的研究，挑战了人们关于如何衡量濒危物种遗传风险的固有认知。研究人员分析了数百只考拉的基因组，发现此前被认为处境最危险的种群，如今正显现出基因再生的迹象。

保护生物学家一直认为，当种群数量骤减，即出现所谓的遗传瓶颈时，遗传多样性便会下降，同时近亲繁殖与有害突变的累积会使物种灭绝风险上升。而这项研究提供了全球首个证据，表明实际情况更为复杂。

2019 年至 2020 年，澳大利亚东海岸“黑色夏季”森林大火后，人们对考拉的未来越发担忧，一项大规模基因组测序工作就此启动。

“特大火灾，我们迫切需要为考拉建立一个长期的基因组资源库。”论文作者、澳大利亚悉尼大学的 Luke Silver 表示，“通过测序 418 个考拉全基因组，我们搭建了一个关键的基线，以了解种群随时间的演化过程。”

基因组分析显示，遗传多样性较高的种群，如澳大利亚北部种群，通常携带更多有害基因突变，并显示出有效种群规模的下降。

“考拉是一个非常有趣的研究案例。不同地区的种群管理方式差异极大，意味着它们的基因特征也显著不同。这项研究借助这些差异，为保护基因组学提供了更具普遍性的启示。”论文第一兼通讯作者、澳大利亚塞萨尔研究所的 Collin Ahrens 说。

Ahrens 表示：“令人意外的是，那些经历过严重遗传瓶颈的种群，反而正在扩张，这带来了新突变的累积和更丰富的基因组合。就像我们在维多利亚州观察到的那样，这里的种群增长伴随着实实在在的遗传优势——有害基因突变更少、适应能力更强，并且出现了基因再生的早期迹象。”

澳大利亚各地的考拉保护工作仍面临挑战。北部种群数量在急剧下降，而南部种群却数量过剩。管理者需要同时应对危机种群和过剩种群。过去人们普遍采用易地迁移的方式，但如今这种方式被认为风险

高、流程复杂且成本高昂。

长期以来，维多利亚州的考拉种群一直被认为存在基因缺陷，因为它们大多源自一次严重的历史遗传瓶颈。尽管这些种群仍保留着那次事件的基因印记，但新研究表明，其中许多种群如今正在恢复。通过基因重组及新变异累积，它们的有害突变正在减少，适应潜力也在增强。

“研究结果展现的是这些种群的基因恢复，而非崩溃。”Ahrens 表示，“这是全球首个证据，表明保护决策不能依赖静态的遗传多样性指标，而需要了解种群的演化方向。”

论文作者、塞萨尔研究所的 Andrew Weeks 称，这项研究的意义远不止考拉。“几十年来，我们一直简单地把遗传多样性当作衡量灭绝风险的评分卡。但演化是动态的。了解一个种群是扩张、稳定还是衰退，或许与衡量当前的多样性水平同等重要。”

除考拉外，许多濒危物种都经历过遗传瓶颈，栖息地丧失和快速的环境变化。该研究表明，仅依靠静态遗传指标判断灭绝风险，可能会错误评估物种的濒危程度与恢复状态，同时凸显了理解跨世代演化过程的重要性。

（王方）
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adz1430>

“虚拟细胞”首次模拟生命最基本过程

【本报讯】研究人员首次模拟了活细菌细胞中几乎所有的化学反应，以及虚拟细胞复制其 DNA 并分裂成两个细胞的过程。论文作者、美国伊利诺伊大学香槟分校的 Zane Thornburg 表示，这项模拟有助于研究人员理解细胞壁内蛋白质、核酸、脂肪和其他分子的相互作用是如何产生生命的。3 月 9 日，相关研究成果发表于《细胞》。

为了模拟细菌，Thornburg 选择了一个最简单的例子：具有“最小”基因组的细菌细胞。这种名为 JCVI-Syn3a 的生物是通过将寄生虫支原体的基因组删减到 493 个基因创造出来的，它剔除了 400 多个非必需基因。

Thornburg 构建了一个三维模型，用来模拟细胞的 DNA、蛋白质、核糖体和其他生命分子随时间推移发生的变化。特定分子，如 DNA 复制酶，遵循基于现实世界测量的规则，相互作用的分子在物理空间靠近就会发生反应。

而有些功能细节则被模糊了，例如，几十个 JCVI-Syn3a 基因的功能仍然未知，因此研究人员将它们建模为惰性球体。此外，在真实细胞中，多个核糖体可以利用相同的 mRNA 转录本合成蛋白质，但 Thornburg 的模型只允许每个转录本对应一个核糖体。

团队的目标是模拟 JCVI-Syn3a 复制

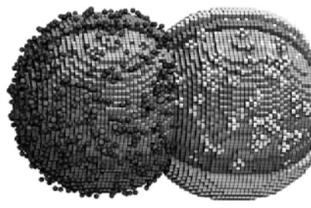
DNA 并分裂成两个细胞的过程，即细胞周期。Thornburg 说，一些早期尝试失败了，因为基因组的分解速度超过了合成速度，导致基因组从细胞膜中溢出。

在对这些问题进行调整后，他们运行了模型，最终重现了许多真实生命体的细节，包括细胞分裂时的膨胀和伸长。Thornburg 表示，虚拟细胞分裂所需的 105 分钟与真实细胞繁殖所需的时间“惊人地接近”。然而，模拟这 105 分钟的过程在超级计算机上需耗时 6 天，凸显了运行此类细胞模型所需的计算强度。

美国加利福尼亚大学圣地亚哥分校的 Bernhard Palsson 说，这项模拟之所以意义重大，因为它捕捉到细胞活动的广度。“让所有这些过程在细胞周期中协调一致是一项巨大挑战。”

美国哈佛大学医学院的 Marinka Zitnik 认为，JCVI-Syn3a 的模拟可以激发利用人工智能创建“虚拟细胞”的工作。人工智能虚拟细胞的目标是通过学习大量细胞生物学数据来模拟细胞的内部运作，而不是像 Thornburg 团队那样对生物化学的详实规则进行编码。

然而，为更好地反映生命，人工智能虚拟细胞需要像 JCVI-Syn3a 模型那样，考虑细胞如何随时间变化。“这项研究为数字细胞模型奠定了重要基础。”Zitnik 补充道。



计算机生成的模拟细胞早期分裂阶段示意图。图片来源：Zane Thornburg

美国斯坦福大学的 Markus Covert 说，与人工智能虚拟细胞相比，JCVI-Syn3a 模拟及类似“机制”的模型具有明显的优势。一些科学家认为，人工智能虚拟细胞可能还要十年才会出现。

此外，JCVI-Syn3a 模拟和 Covert 团队正在开发的一个大肠杆菌模型，对数据的需求比人工智能模型小，而且从细胞模拟中获得见解易于验证的生化机制。“这些模型可以引导我们思考以前从未考虑过的科学问题。”Covert 说。

（王钰）
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.02.009>

（上接第 1 版）

三是预测模型与基因组选择。这是李慧慧团队的核心工作。“我们要做的 AI 模型就在育种家的脑子里。”李慧慧说，他们研发的全流程智能设计育种平台实现了从田间数据自动采集（扫码、无人机）、存储到智能分析的一站式服务，对亲本选配和后代选择进行预测、打分，提前淘汰不良组合，极大提高选择效率。他们与玉米育种家合作，仅用 3 年就获得了用 AI 设计培育并进入国家审定程序的苗头性品种。

四是智能装备与机器人研发。中国科学院遗传与发育生物学研究所研究员许操团队研制出世界首台自动巡航授粉机器人“吉儿”，利用 AI 识别毫米级的花卉柱头，完成精准授粉，破解了人工杂交授粉的成本难题。

此外，还有智慧农场管理。通过 AI 整合土壤、气象、作物生长等多源数据，可实现灌溉、施肥的精准调控，提高资源利用效率。

深水区的难题

“尽管如此，我们必须清醒地认识到，当前 AI 育种整体上仍处于初步探索阶段。”种康强调，这主要受限于两方面：一是 AI 算法本身需要不断优化和针对特定问题进行设计；二是需要有充足、高质量的数据来“喂养”和校准这些算法。

种康告诉《中国科学报》，目前，数据在一定程度上还比较有限和分散，算法与数据需要相互促进、共同发展。未来理想的状态是育种家在计算机上输入目标性状，如高产、抗盐、高蛋白，AI 就能模拟并给出实现这些性状所需的“基因模块”组合方案，甚至直接推荐含有这些模块的品种及其实现方式。这将使育种从“田间试错”转向“计算机模拟+田间验证”，极大提高效率 and 精准性。

钱前指出，许多 AI 工具如同黑箱，决策过程不可解释，导致育种家信任度低。发展“可解释的 AI”，让 AI 不仅能推荐亲本组合，还能说明是基于哪些基因和位点，将成为未来的关键方向。

此外，浅层的“数据嫁接”不是真正的交叉。黄三文认为，当前的一些研究，更像是“技巧”而非深耕。“交叉学科不是简单的组合，需要对各学科有深入的理解和感悟。AI 算法要与农场景景深度适配，这不是开几次会就能解决的。”

李慧慧则发现，育种家在田间通常只保留“好材料”的数据，其他材料则直接淘汰，导致 AI 训练缺乏正反样本对比。更严峻的是，我国种业以中小企业为主，数据是“孤岛”，而国际巨头公司内部有海量、连贯的数据。

人才匮乏是另一个紧迫的挑战。李慧慧感叹：“学 AI 的学生不爱来农业领域。”而有农学背景的学生培养 AI 思维则需要更多时间。虽然一些农业高校开始设立 AI 专业，但尚未形成成熟的人才培养和输送体系。

多方合作协同破局

面对 AI 赋能农业征程上的重重挑战，没有任何一方能独辟蹊径。受访者们认为，这需要政府、学术界、产业界深度融合，形成合力，将前沿技术的潜力转化为田野里实实在在的生产力。

钱前指出，政府应“通过出台‘AI+’等相关产业政策为 AI 育种发展指明方向”，担当顶层设计者与奠基人的角色。这将为整个领域提供清晰的战略框架和发展预期。

数据是 AI 的“粮食”，但目前我国宝贵的种质资源、品种审定、田间表现等数据，却分散在不同部门和机构中，形成了“信息孤岛”。钱前和种康都呼吁建立国家级平台来整合这些数据资源。唯有打破壁垒，实现高质量数据的汇聚与开放共享，才能为训练出强大的农业领域 AI 大模型提供充足的“养分”，这是我国在该领域实现自主创新、避免受制于人的基础工程。

与此同时，破解最紧迫的“人才荒”，也需要从科研和教育体系入手。黄三文介绍，中国农业科学院正与哈尔滨工业大学共建农业人工智能学院，尝试从人才培养的源头推动深度学科交叉。这旨在培养既懂农业生物学规律，又掌握先进算法原理的复合型“新农人”，为未来储备核心力量。

而种业公司是将实验室技术转化为市场品种、服务国家粮食安全战略的关键载体。李慧慧团队清晰地认识到这一点，从 2023 年开始便积极与种业公司合作，推动其算法模型的“国产化替代”和产业化落地。

今年初，中国农业科学院启动了“植物星球计划”，核心是在 AI 技术的辅助下对所有陆地植物主要分支进行基因组分析，识别植物王国的“共同语言”，发现耐旱、抗病、高产等关键基因，为保障全球粮食安全和推动可持续农业提供科学依据。

“AI 育种是一条提升国家粮食自给能力和竞争力的至关重要的路径。”种康指出，保障粮食安全，在依靠传统方法的同时，必须借助前沿技术加速该进程。AI 技术正是其中关键一环。AI 与育种乃至整个智慧农业的结合，是一个宏大的未来图景。它不仅是技术的应用，更是科学研究范式的转变。“我们要在自主创新和数据整合上持续投入，推动这一领域健康发展。”