

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【细胞】

整合因子缺失
触发应激反应

美国哈佛大学的 Karen Adelman 团队揭示了整合因子缺失导致双链 RNA 形成，从而触发了综合应激反应。4月14日，相关论文发表于《细胞》。

研究人员证明，人类细胞中整合酶 (INT) 介导的转录终止功能丧失会触发综合应激反应 (ISR)。INT 耗竭会造成短基因上调，例如 ISR 转录因子激活转录因子 3 (ATF3)。此外，在 INT 耗竭的情况下，逃逸到基因中的未成熟 RNA 聚合酶 II (RNAP II) 容易提前终止，生成保留内含子的不完全前体 mRNA。保留在这些内含子中的逆转座元件会形成双链 RNA，并被蛋白激酶 R (PKR) 识别，进而驱动 ATF4 的激活和 ISR 的持续激活。重要的是，携带 INT 突变的患者细胞表现出双链 RNA 积累和 ISR 激活，这表明慢性 ISR 与由 INT 缺陷引起的疾病密切相关。

INT 是一种后生动物特异性复合物，功能是靶向启动子近端暂停的 RNAP II 并诱导转录终止，从而阻止未成熟的 RNAP II 进入基因主体区域，并功能性减弱应激反应基因的转录。INT 亚基突变与多种人类疾病相关，包括癌症、纤毛疾病和神经发育障碍。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.03.025>

迄今存在外星生命最有力证据问世

科学家表示需谨慎解读

本报讯 近日，天文学家声称发现了迄今在另一颗行星上存在生命的最有力证据。但一些天文学家提醒人们保持谨慎，直到其他研究团队证实这一发现，并排除可能的非生物学解释。

2015年，天文学家首次发现了系外行星 K2-18b，并很快确定这是一个有希望寻找生命的地方。这颗行星的质量大约是地球的 8 倍，围绕一颗距离地球 124 光年的恒星运行。它位于主恒星的宜居带，那里可能存在液态水。

2019年，研究人员在进一步观测中发现了水蒸气的证据，表明这颗行星可能被海洋覆盖，其上方是富含氢气的大气层。不过，并非所有天文学家都认同这一观点。

2023年，英国剑桥大学的 Nikku Madhusudhan 和同事使用美国国家航空航天局 (NASA) 的詹姆斯·韦布空间望远镜 (JWST)，在近红外光下观测了 K2-18b 的大气层，再次发现了水蒸气、二氧化碳和甲烷存在的证据。

与此同时，他们发现了一条令人兴奋的线索——二甲硫醚 (DMS)。这种分子在地球上仅由生物产生，主要是海洋浮游植物。然而，DMS 的迹象非常微弱。许多天文学家认为，需要更有力的证据确定这种分子的存在。

现在，Madhusudhan 和同事使用 JWST 上的另一种仪器中红外相机观测了 K2-18b，结果发现了一个更强的 DMS 信号，以及一种可能相关的分子——二甲基二硫化物 (DMDS)，后者在地球上同样只由生物产生。研究人员在新闻发布会上宣布了这一发现。

Madhusudhan 说：“我们发现的是——一条独立证据线，在不同波长范围内，利用不同仪器证明了这颗星球上可能有生物活动。”

NASA 艾姆斯研究中心的 Nicholas Wogan 表示，这一证据比 2023 年的结果更有说服力，但仍需要其他团队进行验证。一旦数据公布，其他研究人员就可以开始确认这些发现。但由于解读 JWST 的数据有难度，这可能需要数周或数月的时间。“这不是你下载数据，然后看是否有 DMS 那么简单。这是一个超级复杂的过程。”

其他科学家则对此持怀疑态度。美国密歇根大学的 Ryan MacDonald 说：“JWST 的观测结果并没有提供令人信服的证据，证明 DMS 或 DMDS 存在于 K2-18b 的大气层中。”

“对于 K2-18b，我们面临‘狼来了’的情况，之前多个达到 3 西格玛水平的检测结果在经过更仔细的审查后都站不住脚。任何关于地球外存在生命的说法都需要其他科学家的严格检验。”MacDonald 补充说。

Madhusudhan 团队估计，用 JWST 进行 16 至 24 小时的进一步观测，有助于达到 5 西格玛水平，但观测行星大气层的难度意味着他们不能保证这一点。

“大气层与行星的比例有点像苹果皮与苹果的关系。”美国威斯康星大学麦迪逊分校的 Thomas Beatty 说，如果进一步观测能够证明这是一个真正的发现，那将是一个“巨大的进步”。

Wogan 补充说，由于数据中的噪声量，达到 5 西格玛水平也许从根本上就是不可能的。

Madhusudhan 团队计算出，K2-18b 上 DMS 和 DMDS 的可能浓度似乎超过百万分之 10，是地球大气浓度的数千倍。如果被证明是正确的，可能表明那里的生物活性比地球高得多，但要确定这些化学物质源自生物体还需进行更多工作。

“我们必须格外谨慎。”Madhusudhan 说，



行星 K2-18b 及主恒星艺术图。

图片来源: ESA/Hubble, M. Kommesser

“在现阶段，即使我们检测到 DMS 和 DMDS，也不能断言这是由生物活动产生的。但参考已有文献，目前没有任何一种非生命机制能够解释我们所观测到的现象。”

美国麻省理工学院的 Sara Seager 表示，由于很难证明观测到的现象不可能有非生物学解释，K2-18b 可能会在很长一段时间内被列为“候选”天体。“这个问题也许永远无法得到彻底解决。” (王方)

科学此刻

他们在实验室
种出块鸡肉

科学家借助一种模仿体内循环系统的生物反应器，成功培养出 10 多克鸡肉。相关成果 4 月 16 日发表于《生物技术趋势》。

“我们的研究提出了一种可扩展的、自上而下的策略，通过可灌注的中空纤维生物反应器生产整块人造肉。”论文通讯作者、日本东京大学的 Shoji Takeuchi 说，“该系统能够实现细胞分布、排列、收缩，并改善食物特性。它提供了基于一种血管方法的实际替代方案，不仅会影响食品生产，还会影响再生医学、药物测试和生物混合机器人技术的发展。”

重建大规模组织的一个重要障碍是建立分布良好的血管网络，因为仅靠扩散不能保证细胞跨越相当远的距离。没有集成循环系统的组织厚度通常会限制在 1 毫米以下，这使生产具有密集细胞的厘米级或更大组织具有挑战性。

“我们使用了半渗透中空纤维，它能模仿血管向组织输送营养的方式。”Takeuchi 说，“这些纤维已经广泛用于家用过滤器和肾透析患者的透析机。令人兴奋的是，这些微小的纤维也可以有效帮助制造人造组织，甚至可能在未来制造整个器官。”



去除中空纤维后的鸡肉组织。

图片来源: Shoji Takeuchi

研究人员展示了通过中空纤维生物反应器制造厘米级鸡骨骼肌组织的生物制造过程。该反应器由 50 根中空纤维组成。此外，他们还打造了机器人辅助组装系统，它可制造 1125 根纤维的反应器，并利用鸡成纤维细胞生产了重达 10 克以上的整块鸡肉。

“我们的技术能够改善人造肉质地和风味，从而加速其商业化可行性。除了食品领域，这一平台还可能对再生医学和软体机器人技术产生影响。”Takeuchi 说。

未来研究面临的挑战包括确定灌注对组织质量的长期影响、将该技术扩展用于器官制造

和生物混合机器人技术，以及进一步改善组织的机械性能和结构完整性，从而更好地模仿天然肌肉组织的特性。

“我们通过以微米级精度排列中空纤维，在厚组织中实现灌注。”Takeuchi 说，“下一步需要克服的困难还有改善较大组织中的氧输送、自动化纤维移除，以及使用食品级材料。解决方案则包括使用人工氧载体模拟红细胞、建立可在单次操作中完成的高效束状移除机制，以及采用可食用或可回收的纤维。” (冯维维)

相关论文信息：

<http://doi.org/10.1016/j.tubtech.2025.02.022>

古人类可能 4.1 万年前就会“防晒”

本报讯 大约 4.1 万年前，地球的磁场强度骤降至现代水平的 10%，导致到达地表的辐射大量增加。研究人员近日提出，这一所谓“拉斯尚事件”可能将尼安德特人推向灭绝，而当时的现代人可能通过制造衣物和使用赭石防晒霜等保护自己。

地球磁场一直延伸到太空，构成了抵御有害辐射的天然屏障。磁极通常与南北极一致，但由于地球液态外核的变化，偶尔也会发生偏移。“这一系统的波动会使地球磁场强度和方向发生变化，就像在拉斯尚事件中观察到的现象。”美国密歇根大学的 Agnit Mukhopadhyay 表示。

通过研究火山岩和沉积物中保存的磁性特征，Mukhopadhyay 和同事重建了拉斯尚事件中地球磁场的详细 3D 模型。他们发现，当时的磁极向赤道方向偏移，并且磁场强度减弱至今天强度的 10%。

由带电粒子撞击高层大气形成的极光，通常仅在极地附近可见，但拉斯尚事件发生期间，“极光可能在更广阔的区域出现，甚至在赤道附近可见”。Mukhopadhyay 说。

磁场减弱会让更多太阳辐射和宇宙辐射抵达地表，并可能改变区域气候。他指出：“这些环境变化可能推动了人类的适应性行为，比如更多使用衣物和赭石屏蔽紫外线。”

现代人属于智人演化的晚期阶段。研究人员认为，穿戴特制衣物、使用赭石作为防晒霜，可能使他们比尼安德特人更具优势，后者被认为在此期间灭绝。

“古代的现代人类进入欧洲的时间与拉斯尚事件发生的时间确实大致重合。”澳大利亚悉尼博物馆的 Amy Mosig Way 说，“但说现代人的特制衣物防晒效果比尼安德特人更好，并因此迁徙得更远、最终统治欧亚大陆，恐怕有些牵强。”

美国耶鲁大学的 Veronica Waweru 指出，有证据显示古人类在这一时期使用赭石。例如，埃塞俄比亚 Porc-Epic 遗址记录了 4.5 万年前使用赭石的情况，并且这种情况在 4 万年前显著增多。赭石可能被用于防晒或其他用途，如制作艺术品或黏合剂。

捷克 JCMM 研究所的 Ladislav Nejean 表示，目前尚不确定现代人是否将赭石用作防晒霜。“若属实，可能会提供更多保护，但未必起决定性作用，毕竟当时欧洲人类的处境实在艰难。”

“相比尼安德特人，智人的巨大优势是在非洲和其他地区有大量人口，因此这一事件发生后，智人仍能迁入欧洲。”Nejean 说。

相关研究结果 4 月 16 日发表于《科学进展》。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adq7275>世界最快闪存
在中国“破晓”

(上接第 1 版)

电荷注入指通过物理手段将电子注入存储器的存储单元，从而实现数据写入。在读取数据时，通过检测电流变化来判读存储的是“0(有电荷)”还是“1(无电荷)”。

在现有技术框架下，尽管可以通过加大电压，以能耗换效率的方式提高闪存注入速度，但随着电荷注入逼近峰值，高电压能够起到的正面作用变得十分有限。

“传统闪存就像‘爬’楼梯，由于人的体力有限，无论如何分配，平均速度肯定快不了。无极限超注入新机制则可以理解为坐火箭‘飞’，速度实现了极大的提升。”刘春森说。

破晓时刻，曙光初现

周鹏常对刘春森说：“硅技术积累了太多专利壁垒，我们要聚焦前沿另辟蹊径，用新材料实现技术突破，在集成电路基础制造上走下去、再走下去。”

实验室从“0 到 1”的突破固然令人激动，但更重要的还是用之于民。团队的初心始终是通过二维半导体材料和技术的更新，解决行业痛点，助力集成电路产业发展。

目前，团队正以“破晓”原型器件为起点，加快推进皮秒闪存器件的产业化。

“我们在同步开展一项 Kb 级小规模量产工作。”刘春森介绍，“结合标准 CMOS 工艺，我们成功获得了可支持高速读写、存储的皮秒闪存器件，这类器件同时具备 AI 相关的矩阵运算能力。”

值得一提的是，“破晓”存储器件的稳定性高度依赖工艺流程的一致性，通过 AI 算法对工艺测试条件进行科学优化，能够推动技术创新与落地。

“这项高速非易失闪存技术有望重塑全球存储技术格局，推动产业升级并催生全新应用场景，还将为我国实现技术引领提供强有力支撑。”周鹏表示。

因此，周鹏把这一皮秒闪存器件命名为“破晓”——“破”和“皮秒”的“皮”谐音，同时破晓是一天中曙光初现的时刻。“我们希望，这项技术可以帮助中国半导体产业度过黎明前最黑暗的那段时光。”

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08839-w>

在微观世界突破极限，去“无人区”点亮星光

(上接第 1 版)

晶界弛豫是晶粒尺寸微小化后的必然现象，这一发现彻底颠覆了“晶粒越小越不稳定”的传统观念，为理解金属的晶界结构提供了全新视角，也为高温合金的研发提供了新思路。

团队成员张宝兵通过引入晶界弛豫效应，成功开发出纳米高温合金，在航空航天领域展现出巨大应用潜力。这一成果再次发表于《科学》。

受限晶体：从数学概念到材料革命

在探索金属小晶粒尺寸效应的道路上，该团队不断取得突破。

工欲善其事，必先利其器。在加工装备上，团队研制出同时满足低温、高压、高剪切条件的低温高压扭转设备。在材料研究上，他们在将纯铜晶粒细化至 3~5 纳米时，发现材料转变为一种全新的亚稳态结构——受限晶体。

三维周期性极小面结构最早由德国数学家

施瓦茨在 19 世纪提出，受限晶体的晶界网络具有三维周期性极小面的特征，因此，具有前所未有的超高温稳定性和超高强度，颠覆了人们对传统晶体结构的认知。

在发现晶界弛豫后不到 1 年，该团队就在试验中观察到这种全新结构，但同样出现了新的问题：难以解析这个拓扑结构。

他们又花了两年时间进行分析，结果又遇到新问题：怎么把观察到的平面用三维结构表现出来？他们拿乒乓球当原子进行拼搭，粘了几百个，还是没有实现；又用 3D 打印机打印了很多小结构，想用组装的方式实现，依然不奏效。

在一个春节假期，有团队成员突然意识到，新结构应该是受限晶体，引发了激烈讨论，大家都认为这个设想可能性非常大。

在接下来的研究中，团队通过计算机模拟验证了这个想法。“这个结构肉眼可见了。”李秀艳说。

随后，他们揭示了受限晶体形成的物理机制——晶界弛豫首先形成同样存在于猜想中的

Kelvin 晶体，然后进一步调整为相应的极小面结构，最终形成受限晶体。该成果被《物理评论快报》选为封面文章。

今年春节前后，该团队因首次发现纳米尺度下 Kelvin 晶体的存在，再次在《物理评论快报》发表成果。他们同时还证实，受限晶体是比 Kelvin 晶体更稳定、更普遍的亚稳态结构。

受限晶体的发现表明，在单晶和非晶之外还存在其他亚稳态，其稳定性远高于非晶，而强度远高于单晶。鉴于目前已经在十多种金属中发现了受限晶体，说明其可能是金属细化到晶粒尺寸极限时的一种普遍选择，为新型金属材料的设计和开发提供了新方向。

团队成员徐伟因发现受限晶体铝合金具有超低原子扩散率，能够显著抑制合金中扩散主导的析出、调幅分解和熔化等动力学过程，攻克了高温下金属高原子扩散率带来的不稳定性难题。成果同样发表于《科学》。

团队成员罗兆平在 3~8 纳米晶粒的稳定面

心立方结构纯镍中，发现了密排六方结构的异常相变，表明晶粒尺寸小时，可能诱发某些金属晶体结构失稳。该成果发表于《材料学报》。

从实验室到工厂：星星之火，可以燎原

晶界弛豫、受限晶体结构和异常相变等效应表明，极小晶粒金属结构呈现了前所未见的变化，为固体结构探索开辟了新空间，也可能为金属带来新的独特性能。

“基础研究的价值在于应用。”团队成果不仅停留在理论层面，还成功转化为实际产品。

团队与中铝西南铝业合作开发出表面晶粒约 30 纳米的轧辊，替代传统镀铬辊，显著降低了成本和环境污染。目前，该纳米轧辊已在西南铝业工业化生产铝卷 2 万余吨，经济效益和社会效益显著。

“过去铝箔轧辊需要镀铬，既昂贵又不环保。我们的技术只需在现有工艺上增加一道处理工序，

公 示

为规范新闻记者证管理，保障新闻记者合法采访权益，根据《新闻记者证管理办法》和有关规定，中国科学报社已对申领记者证人员的资格进行严格审核，现将《中国科学报》拟申领新闻记者证人员名单进行公示。

国家新闻出版署新闻记者证核发办公室
监督电话：010-83138953
中国科学报社监督电话：010-62580740
本次申领新闻记者证人员名单如下：
杜珊妮

中国科学报社
2025 年 4 月 18 日

在降低成本的同时大幅提升性能。”徐伟介绍。

此外，团队还开发出表面晶粒约 20 纳米的一些关键零部件，大幅提升其耐磨性和穿透性。相关产品已通过用户测试。

高温合金领域的应用同样令人期待。通过晶界弛豫和受限晶体效应，团队成功研发出高性能纳米晶粒高温合金。这种合金在不添加贵金属的条件下，显著提升了高温强度和抗蠕变性能，为航空航天领域的自主可控提供了有力支撑。

“我们的高温合金样品目前只有厘米级，但已展现出超越传统合金的性能。”李秀艳表示，团队正在与企业合作，探索如何在更大尺寸部件中实现性能调控。

该团队取得的一系列成果，离不开对科学真理的执着追求和对未知领域的勇敢探索。“大家就是被对科学的热爱和对真理的追求所驱动，不停前进。”罗兆平说。

面向未来，团队充满信心。“我们将继续探索极小晶粒尺寸效应的更多可能性，特别是在导电导热等性能上的特殊表现。”李秀艳表示，团队希望为材料科学贡献更多“从 0 到 1”的原始创新，为国家科技自立自强提供坚实支撑。“科学的魅力，在于从‘无人区’中寻找答案。”