

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【国家科学院院刊】
科学家成功为材料组装设计编写补丁粒子

美国哈佛大学的 Michael P. Brenner 团队成功为材料组装设计编写了补丁粒子。相关研究成果近日发表于美国《国家科学院院刊》。

研究团队引入了一个可进行微材料设计的模型，其组件简单，但足够强大，可以捕获复杂的材料特性——刚体由具有定向相互作用的球形粒子（补丁粒子）组成。研究人员展示了一种从开放晶格到自限制团簇的自组装设计方法，这些都是众所周知具有挑战性的设计目标。运用梯度下降算法直接优化补丁粒子上补丁的位置和相互作用的方法，显著缩短了寻找最佳构建块的计算时间。

直接设计复杂的功能材料将彻底改变从可打印器官到新型清洁能源装置的技术。然而，即使是设计功能材料的渐进式步骤也被证明是具有挑战性的。如果材料由高度复杂的组件构成，那么材料属性的设计空间很快就会因计算成本太高而无法搜索。另一方面，非常简单的组件，如均匀的球形粒子，不足以捕获丰富的功能行为。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1073/pnas.2311891121>

湍流液滴合并对暖积云的降雨形成起主导作用

美国国家大气研究中心的 Kamal Kant Chandrakar 团队发现，湍流液滴合并对暖积云的降雨形成起主导作用。近日，相关研究成果发表于美国《国家科学院院刊》。

研究团队通过比较高分辨率的积云密集云观测与最先进的大涡模拟，以及基于拉格朗日粒子的微物理方案，为湍流对雨滴大小分布和降雨形成的演变的显著影响提供了大量证据。湍流凝结必须包含在模型中，以准确表示观测到的雨滴大小分布，特别是云中较低高度的细雨雨滴大小。与只考虑重力凝结的模拟相比，湍流导致了更早的降雨形成和更大的降雨积累。

研究观测到云底上方的雨滴大小分布遵循幂律标度，该标度偏离了考虑纯重力碰撞核或忽略液滴惯性效应的湍流核的理论标度，为云中的湍流合并提供了额外证据。相比之下，作为云凝结核（巨型 CCN）的大气气溶胶对雨的形成没有显著影响。总体而言，湍流液滴合并对暖积云的降雨形成起主导作用，而巨型 CCN 的影响有限。

雨的形成是控制云的生命周期和辐射作用力的关键因素，因此它是影响天气和气候的关键因素。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1073/pnas.2319664121>【细胞】
口服 Th17 拮抗剂小蛋白的临床前原理证明

美国华盛顿大学的 David Baker 和 Stephanie Berger 给出了口服 Th17 拮抗剂小蛋白的临床前原理证明。相关研究成果近日在线发表于《细胞》。

白细胞介素（IL）-23 和 IL-17 是公认的自身炎症性疾病的治疗靶点。靶向 IL-23 和 IL-17 的抗体已显示出临床疗效，但由于需要胃肠外给药，因此受到高成本、安全风险大、缺乏持续疗效等因素的限制。

研究人员开发了抑制 IL-23R 和 IL-17 的迷你蛋白，它们具有类似抗体的低皮摩尔亲和力和分子大小仅为原来的一小部分。该迷你蛋白在体外能有效阻断细胞信号传导，非常稳定，能够口服给药和低成本生产。口服给药的 IL-23R 迷你蛋白在小鼠结肠炎中表现出比临床抗 IL-23 抗体更好的疗效，并在大鼠中具有好的药代动力学和生物分布特征。

这一研究表明，口服新设计的迷你蛋白可以通过肠道上皮屏障达到治疗目标。凭借高效能、肠道稳定性和简单的可制造性，从头设计的迷你蛋白是一种很有前景的口服生物制剂。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.05.052>

细胞外基质影响线粒体稳态

美国加利福尼亚大学伯克利分校的 Andrew Dillin 团队提出，细胞外基质（ECM）能够影响线粒体稳态。日前，相关研究成果在线发表于《细胞》。

细胞内稳态受到微环境刺激的复杂影响，包括信号分子、代谢物和病原体。线粒体作为细胞内的信号中枢，整合来自不同细胞内区室的信息，调节细胞信号和代谢。多项研究表明，线粒体可能对各种细胞外信号事件作出反应。然而，尚不清楚 ECM 的变化如何影响线粒体稳态以调节动物生理。

研究人员发现 ECM 重塑以演化保守的方式改变线粒体稳态。从机制上讲，ECM 重塑触发 TGF- β 反应，以诱导线粒体分裂和线粒体的未折叠蛋白反应。从有机体层面上讲，ECM 重塑通过增强线粒体应激反应促进动物防御病原体。

研究人员认为，这种 ECM-线粒体相互作用代表了一种古老的免疫途径，它可检测感染或机械应激诱导的 ECM 损伤，从而启动适应性线粒体免疫和代谢反应。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.05.057>

卵巢里的卵子为何能存活几十年？

科学家发现卵母细胞长寿蛋白

本报讯 包括人类在内的哺乳动物生来就拥有全部的卵母细胞。与其他寿命较短的细胞不同，一些卵母细胞甚至能够健康存活 40 年以上。

如今，两项小鼠研究揭示了卵母细胞长寿并使动物成年后能够一直保持生育能力的可能原因。卵巢是卵母细胞的老家，其包含的蛋白质几乎都和动物一样长的寿命，可以帮助卵母细胞存活。但人类卵巢的蛋白质是否具有同样的“寿命”尚不清楚。

未参与这两项研究的英国伦敦大学学院分子生物学家 John Lubbada 说：“这些研究结果令人兴奋。几十年前的蛋白质可能有助于新生命诞生。”

一个 20 周大的女性胎儿通常拥有 600 万到 700 万个卵母细胞。其中的大多数卵母细胞会死亡，但约有 30 万个会进入青春期，约有 1000 个会活到 50 岁左右的更年期。

科学家之前在眼睛晶状体、关节软骨、大脑和线粒体中发现了可在啮齿动物体内存活数年、在人类身上存活数十年的长寿蛋白质。此外，科学家已经知道卵巢中有一些“长寿”的蛋白质，但并不知道它们有多普遍。

为了找出答案，两个研究团队使用了类似的策略，旨在确定蛋白质的存活时间。

研究人员给雌性小鼠喂饲了含有大量重碳或重氮的食物。幼鼠出生后不久，则换成了含有更轻、更常见形式的碳或氮的食物。这些第二代小鼠在食物转换之前产生的任何蛋白质都含有较重的元素，而后来产生的蛋白质则会携带较轻的元素。这样研究人员就能够测量蛋白质的年龄。

德国马克斯·普朗克多学科研究所细胞生物学家 Melina Schuh 领导的团队分析了 8 周小鼠的卵母细胞，后者正处于繁殖高峰期。6 月 20 日，他们在《自然-细胞生物学》报告称，这些卵母细胞中约 10% 的蛋白质是在子宫内形成的。

为了确定这些蛋白质的分解速度，研究人员再次使用食物转换的方法标记了 15 个月大的成年小鼠卵巢中的蛋白质。数学模型表明，超过 10% 的蛋白质的半衰期超过 100 天，这个数

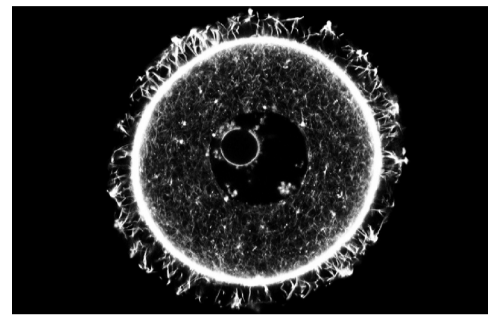
字大约是小鼠寿命的 13%。

美国宾夕法尼亚大学神经科学家 E-wa Bomba-Warczak 和同事也有类似的发现，并在 *eLife* 上发文对此进行了描述。他们分析了 7 个月大小鼠的卵母细胞，发现大约 5% 的卵母细胞蛋白质是在出生前或出生后不久合成的。到小鼠 11 个月大的时候，长寿蛋白质仍然有近 10%。

这两项研究还发现，一些蛋白质比其他蛋白质更具黏附性。*eLife* 论文作者之一、美国西北大学神经科学家 Jeffrey Savas 说，其中最突出的是 ZP3，它是卵子表面允许精子进入的受体。

线粒体也富含长寿蛋白质。后代从母亲那里继承线粒体，而拥有长寿蛋白质可以确保线粒体在通过卵子传递时是健全的。美国密苏里大学医学院生殖生物学家雷磊（音）说：“母亲把所有线粒体都给了下一代，它们最好是优良的。”

研究结果并没有提出显著提高卵巢功能的方法。但美国耶鲁大学医学院生殖生物学家 Amanda Kallen 表示，基于长寿蛋白水平的诊断



小鼠卵母细胞可以存活多年，可能缘于其中的长寿蛋白质。图片来源：MELINASCHUH

测试对担心自己生育能力的患者可能很有价值。“即使不能阻止卵巢衰老，但如果能预测谁的卵巢衰老速度更快，也可以提供一些冷冻卵子之类的服务。”（王方）

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41556-024-01442-7><https://doi.org/10.7554/eLife.93172.1>

■ 科学此刻 ■

复活节岛
未曾崩溃

人们普遍认为，由于过度开发自然资源，复活节岛上的古代居民经历了社会崩溃。如今，这一说法受到了质疑。一项对农业耕作方式的分析表明，在欧洲人到来之前，这里有少量稳定的人口，生活了几个世纪。6 月 21 日，相关研究成果发表于《科学进展》。

位于太平洋上的复活节岛，也被称为拉帕努伊岛，以其高耸的石像而闻名。从公元 1200 年左右开始，波利尼西亚人就居住在这里。当时，岛上 164 平方公里的土地被棕榈林覆盖，但这些森林很快就被摧毁了，可能是由于鼠害和过度采伐造成的。

根据广为流传的历史学家 Jared Diamond 的说法，在 1722 年欧洲人到来之前，资源的不可持续使用造成了复活节岛人口增长的失控和随后的崩溃。

岛上的居民主要靠石园艺为生，这是一种在土壤贫瘠或气候恶劣的地方广泛采用的农业形式。石头散落在田野周围，形成小栖息地和防风屏障，并保持水分，提供重要的矿物质。

此前的研究认为，多达 21 平方公里的复



复活节岛上的居民制作了数百座被称为摩艾的巨石雕像。

图片来源：Stephanie Morcinek/Unsplash

活节岛被岩石园艺区域所覆盖，养活了 1.6 万多人。

为了解更多信息，美国纽约州立大学宾汉姆顿分校的 Carl Lipo 和同事将卫星图像与经过地面调查训练的机器学习模型相结合，对全岛的岩石园艺地点进行了估计。

研究发现，岩石园艺区域仅有 0.76 平方公里。研究人员估计，这样的系统无法养活 4000 多人——在欧洲人抵达时居住在那里的人口数量。换言之，研究小组认为，这里的人口相当稳定。

Lipo 说，那些继续把复活节岛作为退化和社会崩溃事例研究的人需要看看新的证据。

“我们得出的结果支持我们的假设，即该岛从未有大量人口过度消耗资源。”他说，“总的来说，我们在考古记录中没有发现欧洲人到来之前人口崩溃的证据。”

Lipo 说，相反，岛民改变了这里的环境，使其能够世代代可持续生活。“在欧洲人到来之前的 500 多年里，人口少、密度低、分散的定居模式使这里能够可靠地生产足够的食物。”

美国伊利诺伊大学的 Dale F. Simpson 说，需要做更多的工作来评估研究使用的模型的精度和准确性是否符合考古记录。（文乐乐）

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/sciadv.ado1459>

每天吃多种维生素不会降低死亡风险

本报讯 一项大型数据分析发现，定期服用多种维生素与降低死亡风险之间没有关联。这项由美国国立卫生研究院国家癌症研究所科学家主持的研究，对近 40 万名健康的美国成年人进行了为期 20 多年的跟踪调查。6 月 26 日，相关研究成果发表于《美国医学会杂志网络开放版》。

在美国，为了改善健康状况，许多成年人都会服用多种维生素。然而，定期服用多种维生素的益处和危害尚不清楚。

此前关于多种维生素的服用和死亡率的研究得出了喜忧参半的结果，并因随访时间短而受到限制。

自然要览

（选自 Nature 杂志，2024 年 6 月 27 日出版）

混合办公可在不影响工作表现的情况下提高员工留存率

研究人员进行了一项为期 6 个月的随机对照试验，调查了 2021 至 2022 年间一家中国科技公司 1612 名员工在家混合办公的情况。研究发现混合办公提高了工作满意度，并使辞职率降低了 1/3。对于非管理人员、女性员工和通勤时间较长的人来说，辞职率下降显著。在今后两年的审查中，混合办公不影响绩效成绩。没有任何证据表明，在接下来的两年里晋升方面存在差异。

零等效性测试也表明，混合办公对计算机工程师员工编写代码没有影响。研究还发现，在试验中，395 位管理者改变了他们关于混合办公对生产力影响的看法，从试验前的负面影响（平均为 -2.6%）到试验后感知到的积极影响（+1.0%）。这些结果表明，每周在家工作两天的混合办公计划不会影响员工的表现。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07500-2>

睡眠不足减少海马体再激活和重放能力

研究人员记录了大鼠在经历迷宫探索、睡眠和睡眠剥夺后进行恢复性睡眠 12 小时的 CA1 神经元活动。

研究显示，在睡眠剥夺期间，海马体波涟漪（SWRs）表现出持续或更高的频率，但功率较低、频率波动较大。锥体细胞在睡眠剥夺时表现出持续放电，而在睡眠状态时则表现出放电减少，但无论睡眠状态如何，它们在 SWRs 期间的放电率都是相似的。尽管在睡眠剥夺期间有强大的放电和丰富的 SWRs，但研究发现，在这一时期神经元放电模式的再激活和重放减少了，与自然睡眠时相比，在某些情况下甚至完全消失了。在恢复性睡眠后，大脑

的再激活会部分反弹，但没有达到自然睡眠时的水平。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07538-2>

用于能量转换的大面积自愈嵌段共聚物膜

该研究介绍了一种自组装策略，可使用双水相系统的界面来模板化和稳定扩展面积超过 10cm² 且无缺陷的分子薄膜（约 35nm）仿生嵌段共聚物双层。

这些薄膜可自我修复，且对离子通过具有屏障功能（比电阻约为 1M Ω cm²）。薄膜的流动性使分子载体能够直接功能化，这些分子载体具有比钠离子更优异的选择性，可以使钾离子沿浓度梯度向下穿梭。这种离子选择性使得在模拟电射线的电器官装置中，NaCl 和 KCl 的等摩尔溶液能够产生电能。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07481-2>

对倾斜海底峡谷中底旋上升流的观测

一项研究展示了以每天 100 米的速率沿等高压线上升的强烈近底部上升流，以及近边界和内部流体的绝热交换。这些观测是通过在倾斜海底峡谷内靠近海底释放一种染料进行的，它们为深海中以底部为中心的强烈底旋上升流提供了直接证据。

这支持了先前的观点，即混合的地形特征（如峡谷）会在全球范围内导致显著的上升流。该研究观测到的上升流速率大约比全球净上升流的平均值（约 30 \times 10⁶ m³ s⁻¹）高 1 万倍。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07411-2>

（李青编译）