

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【科学】

## 锥虫双体微管结构揭示鞭毛组装和运动机制

美国加利福尼亚大学洛杉矶分校研究团队通过锥虫双体微管结构揭示了鞭毛组装和运动机制。相关研究近日发表于《科学》。

研究人员提出了高分辨率(2.8埃)的冷冻电镜结构的布氏锥虫鞭毛双微管(DMT)。集成模型鉴定了DMT内外154种不同的轴突蛋白,并结合遗传和蛋白质组学调查,揭示了鞭毛组装和运动的保守以及锥虫特异性基础。

研究人员捕捉到轴突动力马达在动力冲程前的状态,并通过对比力量击打前后的原子模型,确定了鞭毛击打过程中,动力蛋白结构变化驱动相邻DMT滑动的机制。

该研究阐明了鞭毛运动的结构动力学,并确定了病原体特异性蛋白质,为针对被忽视疾病的治疗干预提供了参考。

布氏锥虫的鞭毛驱动寄生虫特有的螺旋状运动,对其复制、传播和发病至关重要。然而,这一过程的分子细节仍不清楚。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adr3314>

【物理评论 A】

## 捕获偶极玻色混合物中双超固体的激发光谱

德国莱布尼茨大学 Luis Santos 团队研究了捕获偶极玻色混合物中双超固体的激发光谱。相关研究成果近日发表于《物理评论 A》。

偶极玻色-爱因斯坦凝聚体是研究超固体的优秀平台,具有密度调制和超流性共存特征。偶极混合物开辟了有趣的新场景,最引人注目的是实现由两个相互作用的超流体组成双超固体的可能性。研究人员分析了混合捕获偶极玻色混合物的复杂激发光谱。它提供了关于双超固体状态的关键见解。

研究表明,通过监测与每个组分不同超流体特性相关的双超流体压缩模式,可以很容易地在实验中探索相关机制。此外,偶极超固体混合物表现出偶极质子、希格斯激发和低戈德斯通模的非平凡自旋性质。研究人员通过分析对最低层模式实现了监测其中一个成分向非相干液滴状态的转变。此过程中另一个成分保持相干,突出了它们不同的超流体特性。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.111.033310>

【地质学】

## 北大西洋南部异常无裂缝海底形成机制

加拿大纽芬兰纪念大学 J. Kim Welford 团队揭示了纽芬兰和伊比利亚之间北大西洋南部异常无裂缝海底的形成,可通过古元古代以来的复合构造继承加以解释。相关研究成果近日发表于《地质学》。

与北大西洋其他地区相比,纽芬兰(加拿大东部)和伊比利亚(欧洲西南部)之间的海底缺乏断裂带。鉴于海洋断裂带通常与陆上继承的岩石圈弱点在空间上相关,它们的缺失可能表明边缘具有更强、更宽、更均匀的继承岩石圈结构。

光滑无裂缝的海底归因于大规模圣劳伦斯海角的长期影响,该海角形成于古生代伊佩坦裂谷,随后控制了阿巴拉契亚造山运动的时空演化,最终决定了大西洋裂谷和海底扩张期间大浅滩大陆架的几何形状和纽芬兰-亚述尔断裂带的位置。

此外,根据邻近前寒武纪克拉通和祖先劳伦特造山带的空间分布,圣劳伦斯海角本身的形成归因于劳伦特形成期间和罗迪尼亚超大陆融合期间古元古代造山运动早期事件的继承。这表明岩石圈继承对随后构造运动的影响可能持续近 20 亿年,并可以通过多个威尔逊旋回检测到。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1130/G53057.1>

更多内容详见科学网小柯机器人频道:

<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>

## 世界首例！钛心脏男子存活 100 天

## 直至接受人类心脏移植手术

本报讯 据《自然》近日报道,一名 40 多岁的澳大利亚男子成为全球首位携带钛制人工心脏出院的人。该设备可为等待心脏移植的心力衰竭患者提供临时支持。此前接受这种人工心脏移植的患者一直待在医院的医院中。

该男子依靠钛心脏生活了 3 个多月,直至接受捐赠的人类心脏移植手术。根据开展手术的澳大利亚悉尼圣文森特医院的声明,该男子术后恢复良好。

这位澳大利亚人是全球第六位植入这种名为 BiVACOR 的设备的人,也是首个携带它超过一个月的人。

澳大利亚蒙纳士大学维多利亚心脏研究所的心脏外科医生 Julian Smith 说:“这无疑是该领域的一个重要进展。”

澳大利亚悉尼大学的血管外科医生 Sarah Aitken 表示:“这非常具有创新性。”但她补充

说,关于使用者能够达到的功能水平以及设备的最终成本,仍有许多悬而未决的问题,而且手术的风险极高。

美国得克萨斯心脏研究所的心脏病专家兼所长 Joseph Rogers 表示,最近的成功将帮助研究人员了解人们在现实生活中是如何与这种设备“共处”的。Rogers 去年在美国主持了 BiVACOR 的首次试验。

在所有病例中,BiVACOR 都被用作临时措施,直到捐赠的供体心脏出现。一些心脏病专家表示,对于那些因年龄或其他健康状况而不符合移植条件的人来说,这可能成为一种永久的选择,尽管这一想法仍需进行验证。在美国,近 700 万成年人患有心力衰竭,但在 2023 年仅进行了约 4500 例心脏移植手术,部分原因是供体心脏短缺。

BiVACOR 由生物医学工程师 Daniel

Timms 发明。他创立了一家以该设备命名的公司。

BiVACOR 是一种全心脏替代物,能够像一个连续泵一样工作,其中一个磁悬浮转子以有规律的脉冲推动血液在全身流动。而皮肤下的一根电缆将设备连接到外部便携控制器,后者可以充电,也可以使用电池。

许多机械心脏设备通过将血液收集在一个袋子中工作,后者每年挤压约 3500 万次以泵血。但所有这些设备有许多部件,经常会发生故障。Rogers 说,BiVACOR 只有一个活动部件,理论上机械磨损问题较少。

这个被植入 BiVACOR 的澳大利亚人患有严重心力衰竭,并于去年 11 月接受了 6 小时的移植手术。今年 2 月,他出院后住在医院附近,过着相对正常的生活。3 月,他被植入了一颗捐赠的心脏。

## ■ 科学此刻 ■

## AI 机器人空中大灌篮

日前,谷歌 DeepMind 已将大型语言模型(LLM) Gemini 应用于机器人。该公司表示,借助该模型,机器人无须观察其他机器人的动作就可以完成某些任务。例如,将迷你篮球“扣”入桌上的篮筐。

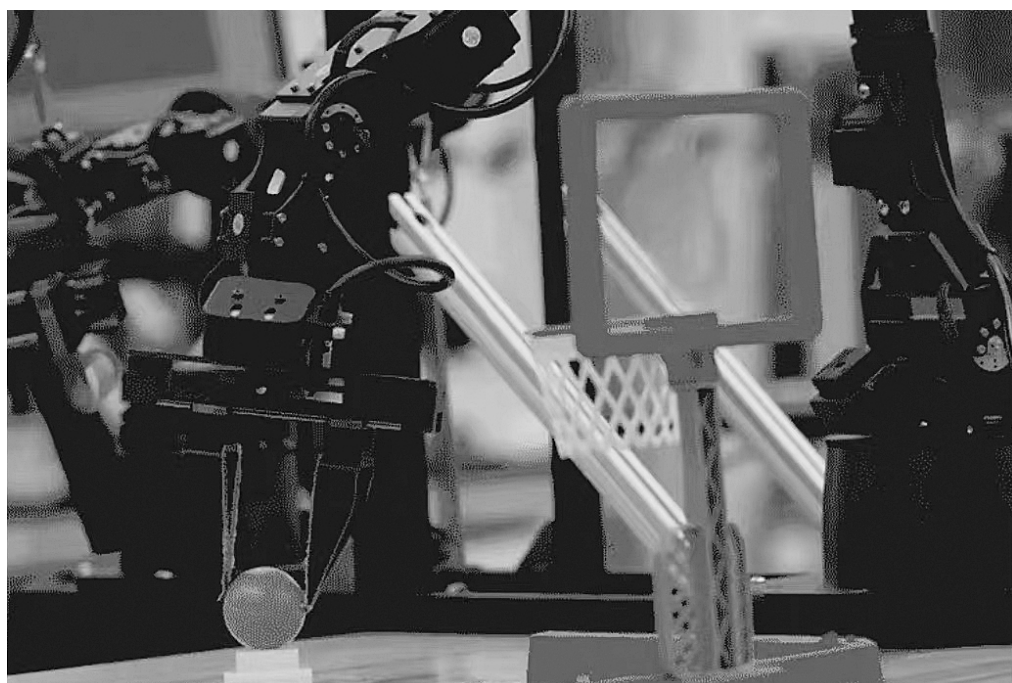
DeepMind 是尝试利用聊天机器人技术开发通用机器人的企业之一。然而,考虑到此类模型容易生成错误和有害的结果,该技术路径存在安全隐患。

研究团队希望开发出操作直观、可完成多种物理任务的机器,而无须人类监督或预设程序。DeepMind 机器人团队负责人 Carolina Parada 指出,通过连接 Gemini 模型,开发人员可以提升机器人的能力,使其能够“理解自然语言,并更精细地认知物理世界”。

这款名为 Gemini Robotics 的模型于 3 月 12 日发布。美国人工智能(AI)公司 Collected AI 联合创始人、AI 研究员 Alexander Khazatsky 评价称,这是向着实现通用机器人目标迈出的“切实的一小步”。

DeepMind 团队以其最先进的视觉与语言模型 Gemini 2.0 为基础展开研究,通过分析海量数据中的模式进行训练。

团队开发了一个 Gemini 的专用版本,旨在



搭载 Gemini Robotics AI 模型的机器人可将篮球投入篮筐。

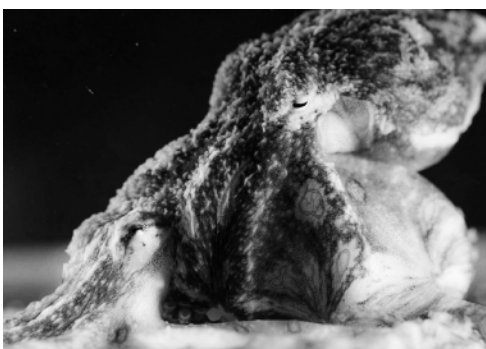
图片来源:谷歌 DeepMind

提升涉及三维物理和空间推理的任务能力,例如预测物体运动轨迹,或从不同角度拍摄的图像中识别物体的同一部分。

此外,研究人员利用数千小时实际远程操作机器人演示数据对模型进行了强化训练。这使得机器人“大脑”能够执行实际任务,其原理类似于 LLM 通过学习可关联生成句子中的下一个词。

研究人员在类人机器人和机械臂上对 Gemini Robotics 进行了测试,涵盖了训练中出现任务以及未接触过的新任务。他们说,无论面对调整了细节的熟悉任务还是新任务,搭载该模型机器人的表现均优于竞争对手。

## 为交配,雄章鱼给伴侣注入致命毒液



一只雄蓝纹章鱼交配时将毒液注入雌章鱼体内。图片来源:WEN-SUNG CHUNG

本报讯 在自然界,一些雄章鱼会在交配时被伴侣咬伤,但雄章鱼却借助自然界中最强效的毒液避免了这一厄运。

通常情况下,动物会借助毒液杀死猎物或抵御天敌。例如,作为一种防御机制,某些河豚会产生自然界最强的毒液——河豚毒素。而一些蓝环章鱼会利用河豚毒素作为有力武器,迅速捕捉和杀死猎物。

最近,澳大利亚昆士兰大学的 Wen-Sung Chung 和同事首次发现,其中一种蓝环章鱼——蓝纹章鱼在繁殖过程中也使用了相同的毒素。在交配时,它们会向雌性体内注入河豚毒素以麻痹后者,从而避免被吃掉。3 月 10 日,相关研究成果发表于《当代生物学》。

通过行为实验,研究小组观察到雌章鱼会爬到伴侣身上,在其主动脉搏附近咬一口并注入毒素。这种毒液会迅速导致雌性呼吸减慢,体色变白。

虽然河豚毒素对大多数动物是致命的,但章鱼已进化出对自身毒液的天然抵抗力;这种毒液不会杀死雌章鱼,但会使其无法动弹。这就确保了雄章鱼可以成功交配,同时避免被体形更大的雌章鱼吃掉。

Chung 说:“我们还发现,雌章鱼的毒腺比雌章鱼大得多也重得多,这可能是由于雌章鱼需要分泌更多毒液抵消雌章鱼的先天抵抗力。”

(赵宇彤)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.cub.2025.01.027>

(上接第 1 版)

“很难想象,在 1100 个大气压、完全无光和接近零度的环境中,竟然有这么欣欣向荣的生态系统。”论文共同通讯作者、华大生命科学研究院院长徐讯激动地说。2021 年,他与肖湘团队一同前往马里亚纳海沟深渊。

利用先进的“奋斗者”号,他们能在深渊现场选择特征区域采样,比如,根据沉积物颜色判断氧化程度、通过岩石质地推测地质活动强度。这种“眼见为实”的采样方式,使样品数量和质量实现了质的飞跃。

样本采集回来后,科学家开始分头处理生物样本。“为了保证样本质量,我们下潜回来后第一时间就要对深海样本进行处理,每次处理样本至少需要连续工作三四个小时。”论文共同通讯作者、华大集团海洋领域科学家刘珊珊说。这要求研究人员能够长时间精细操作,还要有一定的生物组织识别能力,既考验技术,也考验毅力。

“当样本从深海转移至海面常压环境时,DNA 会因环境剧变迅速降解。”青岛华大基因研究院副研究员、论文共同第一作者宋跃坦言:“我们面临的不仅是技术难题,也是一场与时间的赛跑——如何在样本损毁前‘抢救’出完整的遗传

信息。”

为此,实验团队针对深海 DNA 特性反复优化提取方案,经过数十次尝试,最终摸索出在常规实验室环境下成功提取满足测序要求的 DNA 的实验条件,为后续高质量基因组解析奠定了基石。

通过对 1648 份沉积物、622 个钩虾样本及 11 种深海鱼类的分析,科学家团队获取了 7564 个物种水平的代表性基因组数据,其中 89.4% 为未报道新发现物种。这些新物种的多样性规模与全球已知海洋微生物总多样性体量相当。

“原以为能有 20%~30% 的新物种就了不得了,结果发现将近 90% 都是未知物种!”赵维曼说,深海微生物通过两种适应策略,支撑起深海生态系统的繁荣。一种是“断舍离”——缩小基因组专注核心功能;另一种是“海纳百川”——吸纳外源基因增强环境适应性。

中国科学院深海科学与工程研究所科学家主要负责深渊钩虾和深渊狮子鱼的研究。作为深渊生态系统的关键物种,深渊钩虾有着双重角

色:既是分解者——以海洋动物尸体等腐殖质为主要食物来源,又是能量传递者——是深渊狮子鱼等顶级掠食者的主要猎物。

研究发现,在马里亚纳海沟等区域,钩虾呈现显著的优势种群特征,生物量居生态系统主导地位。研究还揭示了钩虾适应极端环境的策略——13.1GB 超大基因组包含大量重复序列,特异性基因能调控网络应对高压、低温、黑暗及食物匮乏环境,而代谢通路的优化则实现了能量的高效利用。

作为深渊鱼类代表,狮子鱼备受瞩目。传统理论认为,深海鱼依赖氧化三甲胺抗压,其机制类似腌菜防腐。但科学家研究发现,11 种深渊鱼类通过多不饱和脂肪酸积累,实现了细胞膜重塑,其演化轨迹可追溯至白垩纪。

中国方案:向全球开放共享

MEER 不仅实现了技术突破,也实现了协作

模式的创新。上海交通大学、中国科学院深海科学与工程研究所、华大集团三方协同实现了载人深潜取样装置、低成本高通量基因组测序平台、全海深环境模拟培养体系的国产化,为深渊科学研究提供了自主可控的技术支撑。

这个平均年龄不足 40 岁的团队践行“只有岗位、没有单位”的理念,打破了传统科研边界。正如肖湘所言:“深海研究需要全球科学家共同解答生命起源、环境适应等终极命题”。

当“奋斗者”号触底,肖湘作为 MEER 的召集科学家,通过水声通信系统向海面科考船传输了一段音频。这段被永久存档的宣言,标志着《马里亚纳共识》的诞生——“向全球开放共享深渊生命数据,协力攻坚深渊环境与生命的重大科学问题”。

“我们建立了全球最大的深渊生物大数据库,包含微生物基因组、钩虾及鱼类基因组数据集。深渊微生物的超高新颖性和多样性,展示了深渊在新基因、新结构和新功能方面的巨大资源潜能。这些

在 Rogers 领导的美国试验中,5 名 45 岁至 65 岁的男性去年移植了早期版本的 BiVA-COR。该设备使这些人在医院里维持了一个月的时间,但当时设备不支持在家中使用。这 5 人后来都移植了捐赠心脏并出院。Rogers 计划在 4 月的科学会议上公布相关研究结果。

得克萨斯心脏研究所的心脏外科医生兼 BiVACOR 首席医疗官 William Cohn 表示,从那时起,BiVACOR 团队对设备进行了改进,以降低失败风险。

美国食品药品监督管理局(FDA)已批准将试验范围扩大到另外 15 人。Aitken 表示:“在这种治疗成为普通公众能够获得的治疗方式之前,还有许多步骤需要完成”。

今年 2 月,FDA 还批准了首例猪器官移植试验,这是另一项有助于解决全球捐献器官短缺问题的技术。

(文乐乐)

## 科学家认为海洋温度“异常”并不意外

本报讯 一项研究认为,2023 年和 2024 年海洋表面温度的大幅上升虽然是异常现象,但用气候模型预测后并不意外。这表明,全球变暖并未像人们起初担忧的那样发生超预期的加速,但仍意味着温度飙升可能由人为因素造成的气候变化所致。相关研究近日发表于《自然》。

2023 年和 2024 年,全球海洋表面温度达到创纪录的高点,比此前的纪录高出约 0.25°C。这一突然升温令人担心全球变暖是否已经加速,以及现有的气候模型是否能准确描绘气候系统。为回答这些疑问,瑞士伯尔尼大学的 Jens Terhaar 和同事使用了基于观测的统计模型,以确定在当前对气候模式的理解下,出现这一海洋表面温度高峰的可能性。

这些模型表明,相对目前的变暖趋势,这两年海洋表面温度的飙升是一个 512 年一遇的事件。这一结果意味着这一事件并非完全超出预期。但研究者提到,如果没有全球变暖的趋势,这类异常事件几乎不可能发生。他们补充说,预计到 2025 年 9 月之前,海洋表面温度会在这种跳跃飙升之后再次呈现长期变暖趋势。

研究者总结说,2023 年和 2024 年海洋表面温度异常事件的准确模拟表明,当前的气候模型仍适用。

(冯丽妃)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08674-z>

## 美载人“龙”飞船与国际空间站对接

据新华社电 搭载 4 名宇航员的美国太空探索技术公司“龙”飞船于美国东部时间 3 月 16 日凌晨抵国际空间站,并完成自动对接。

“龙”飞船于美国东部时间 14 日搭乘“猎鹰 9”火箭从佛罗里达州肯尼迪航天中心发射升空。在飞行约 29 小时后,飞船于美国东部时间 16 日 0 时 04 分左右与国际空间站自动对接。

这是载人“龙”飞船第 10 次为国际空间站运送轮换宇航员。搭乘“龙”飞船前往空间站的 4 名宇航员分别是美国宇航员安妮·麦克莱恩、尼科尔·艾尔斯,日本宇航员大西卓哉和俄罗斯宇航员基里尔·佩斯科夫。这 4 名宇航员计划在空间站停留大约 6 个月。

据美国国家航空航天局介绍,待宇航员完成交接工作后,“龙”飞船将接回包括因“星际客机”故障滞留空间站的美国宇航员威尔莫尔和威廉姆斯在内的 4 名宇航员。这 4 名宇航员最早将于 3 月 19 日返回地球。

威尔莫尔和威廉姆斯于 2024 年 6 月 5 日搭乘美国波音公司“星际客机”飞赴空间站。因“星际客机”出现推进器故障和氢气泄漏等问题,只能不载人返回地球,这两名宇航员返航时间一再被推迟。另外两名返回地球的宇航员为美国宇航员尼克·黑格和俄罗斯宇航员亚历山大·戈尔布诺夫,他们于 2024 年 9 月 28 日飞赴空间站。(谭晶晶)

## 破译马里亚纳“黑暗绿洲”的生命密码

资源为打破全球生物资源枯竭困境提供了新选择,也为生物技术、医药、能源等领域的创新应用开拓了广阔前景。”肖湘说,这些宝贵的数据是人类不可复现的历史记录。他希望能够把这些数据用好用,为全球深海科技发展贡献中国智慧。

《马里亚纳共识》为应对生物资源枯竭挑战提供了新思路,推动了全球深海生命研究从竞争走向协作,为全球深海科技发展提供了中国方案。

刘珊珊坦言:“我们计划对这些数据开展深度解析与系统性挖掘,重点围绕生命起源这一基础科学命题展开多维度探索,通过建立基于机器学习的功能预测模型,为后续科研提供更好的工具。未来,这些研究成果和技术突破将为生物经济产业发展提供新的可能性。”

正如肖湘所言:“深渊教会我们,真正的科学突破从不属于某个国家,而是人类共同跨越认知边界的里程碑”。这场始于万米海底的科研革命,正在将中国方案转化为全球探索深海的新范式。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.12.037><https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.12.036><https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.01.002><https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.01.030>