

发现·进展

中山大学等

揭示埃博拉病毒优势突变

 本报讯(记者朱汉斌 通讯员何嘉敏)中山大学教授钱军团队与合作者通过系统性基因组流行病学分析，揭示了 2018 年至 2020 年埃博拉疫情中出现的优势突变 GP-V75A，并阐明了该突变增强病毒感染性的分子机制。1 月 23 日，相关研究成果在线发表于《细胞》。

 钱军团队联合广州医科大学附属市八医院研究员刘林娜团队、吉林大学第一医院教授刘全团队、中山大学教授杨建荣团队，首先对 480 条埃博拉病毒全基因组进行分析，发现携带糖蛋白 GP-V75A 突变的毒株在疫情早期出现，之后迅速取代原始毒株，其流行趋势与病例激增高度重合，提示该突变可能增加了病毒的传播优势。

 为验证 GP-V75A 的生物学效应，团队利用多种实验模型开展研究。结果表明，该突变能显著增强埃博拉病毒对多种宿主细胞及小鼠的感染能力。机制研究发现，该突变通过稳定蛋白构象增强 GP 与病毒受体 NPC1 的结合，同时降低病毒进入细胞时对宿主组织蛋白酶的依赖。此外，研究发现，该突变能够削弱部分现有治疗性抗体及小分子进入抑制剂的抗病毒效果，提示 GP-V75A 突变可能带来耐药风险。

 该研究不仅阐明了 GP-V75A 突变在埃博拉疫情传播中的关键作用，也凸显了在重大疫情中开展实时病毒基因组监测的重要性，并为未来开发广谱抗埃博拉病毒策略提供了科学依据。

 相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.12.022>

中国科学院深圳先进技术研究院

打造“AI 科学家团队”加速新材料创制

 本报讯(记者刁雯蕙)日前,中国科学院深圳先进技术研究院研究员喻学锋团队打造了一支“AI(人工智能)科学家团队”,即“多 AI-多机器人”协同智能体系系统(MARS),并将其用于微胶囊(封装微球)等多种新材料的创制。相关成果发表于《物质》。

 MARS 创新性地构建了包含 19 个大模型智能体的层级化架构,并与包括移动机器人、导轨机器人等在内的“异构机器人集群”深度集成。在实验中,MARS 展现了多 AI 与多机器人之间的高效协同,在极短时间内实现了微胶囊等功能性材料的快速创制与性能优化,将原本 4 个月的研发时间压缩至 4 小时。

 MARS 的核心在于多智能体协同的层级化架构。受人类研发团队多角色分工启发,该系统构建了“PI(课题组长)”“设计师”“编程师”“实验师”“分析师”五大技术职能组,系统协调 19 个专业智能体与 16 种领域特定工具,就像一支分工明确、配合默契的“AI 科学家团队”。团队成员各司其职,通过自然语言交互完成任务规划、逻辑推理与决策制定,实现了任务规划-实验设计-代码编程-实验执行-数据分析的全流程闭环的自主材料探索。

 相关核心专利“一种面向材料科学的多智能体协作系统及方法”已获得授权,并转让给孵化企业武汉中科先进材料科技有限公司。双方共建“材料中试智能”创新联合体,获批首批国家级先进功能材料制造业中试平台,建设了全国一流的微胶囊中试产线,多个微胶囊产品已走上货架。

 虽然目前仍处于初级的“决策级”探索阶段,但 MARS 展示了一种全新的研发范式,即通过“多 AI-多机器人”的深度协同,将不确定的科学探索转化为可计算、可预测、标准化的智能流程。这种人机协同的科研新范式有望将科学家从重复性劳动中解放出来,为新材料等领域的突破提供高效的智能化解决方案。

 相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.matt.2025.102577>

中国科学院亚热带农业生态研究所等

新型饲料添加剂让仔猪补铁不挨针

 本报讯(记者王昊昊 通讯员王路遥)农业农村部近日批准右旋糖酐铁(ironDextran)等 7 个新饲料添加剂品种。右旋糖酐铁由申亚生物科技有限公司自主研发,中国科学院亚热带农业生态研究所是其有效性与安全性评价试验机构。

 长期以来,为保障仔猪生长所需的铁供给,企业主要采取肌肉注射补铁法,但肌肉注射补铁有弊端。为何不采用更符合生理习惯的口服补铁?“核心难点在于生物利用度与胃肠刺激间的矛盾。”中国工程院院士、中国科学院亚热带农业生态研究所研究员印遇龙表示,传统的无机铁盐在胃酸环境下极易解离为高活性的游离铁离子,诱导肠道黏膜产生氧化应激;而部分有机铁络合物溶解性差,难以穿透肠道屏障。

 要实现铁的高效递送,关键在于寻找一种既能屏蔽胃酸干扰又能被肠道上皮细胞识别的载体。右旋糖酐铁就是理想载体,它的重分子量稳定在 6000 道尔顿左右,分布系数控制在 1.2 至 1.6,这种特定的网状络合空间构象能有效包裹铁核,使其在酸性环境中保持化学惰性直至抵达小肠。

 研究表明,右旋糖酐铁具有突破肠道屏障的独特路径。不同于无机离子的主动运输,右旋糖酐铁主要通过肠道细胞的受体介导胞吞作用摄入。这意味着,它能够利用细胞膜表面的特异性受体,以整体形式进入细胞内部,从而规避了传统铁剂在肠道内沉淀或被竞争性抑制的问题。进入细胞后,络合物在溶酶体酶的作用下解体,配合右旋糖酐被水解为葡萄糖参与产能代谢,铁则参与血红蛋白合成等代谢过程。

 从有效性评价结果看,右旋糖酐铁在平均日增重、血红蛋白浓度和红细胞压积等关键指标上,能够以较低剂量替代硫酸亚铁,且对断奶仔猪是安全的,在 20 倍有效剂量下经试喂的血常规、血液生化、脏器、粪便形等均未见异常,其耐受剂量至少在 500 毫克/铁每千克以上。

梳理领域发展趋势

RISC-V 开源生态“导航图”发布

■本报记者 杨晨

 指令集，相当于芯片设计中的“基础语言”和“语法规则”。目前，主导市面上个人计算机与服务器的中央处理器(CPU)指令集由少数西方公司垄断，这如同在数字世界的底层构筑了一道无形壁垒。

 然而，一片属于所有人的“开源沃土”正在兴起。它就是 RISC-V，译为“第五代精简指令集”。其可视为一套开放、免费的芯片设计“基础语法”，任何公司或个人都能基于此自由地创造芯片，这为许多国家绕开壁垒、实现架构自主创新开辟了一条道路。

 过程并非坦途。RISC-V 生态发展迅猛，参与者众多，信息繁杂。这片生态的全貌究竟如何？我们身处何方？机遇与挑战又在哪里？

 1 月 22 日，一份由中国科学院成都文献情报中心研究撰写的《RISC-V 开源生态发展报告 2025》(以下简称报告)正式发布。它如同一份“生态导航图”，不仅是对领域内脉络与趋势的梳理，更回应国家在关键核心领域的战略需求，帮助各方在这片“新大陆”上看清格局、找准航向。

更宏观的分析框架

 当前，市场上已有一些聚焦 RISC-V 开源生态的研究报告，但各有侧重。作为撰写团队负责人，成都文献情报中心下属的新一代信息科技战略研究中心主任、研究员唐川介绍，相比之下，此次发布的报告构建了一个视野更为广阔的分析框架，覆盖宏观生态、技

术生态与产业生态。

 其中，宏观生态板块聚焦支撑技术与产业发展的整体环境，包括 RISC-V 国际基金会引领的全球性态势、开源社区与产业联盟建设等。技术生态板块纵向贯穿从软件、指令集到硬件这一相互依存、协同发展的创新生态系统的发展态势。产业生态板块则横向剖析市场规模、市场预期、当下主流产品类型，以及在汽车、人工智能等具体应用场景的落地实效，以反映其商业价值与市场活力。

 报告可服务于不同主体的决策需求。唐川表示，政府决策者可依据其中的数据与材料，研判在特定行业布局 RISC-V 的可行路径；企业能够借此了解竞争对手动态与学术前沿，辅助制定发展策略。“科研院所则可通过报告把握宏观态势与重要数据，为其研究方向与政策建议提供支撑。”

 值得一提的是，报告创新性地对 RISC-V 规范制定的生命周期进行了可视化梳理，有助于业内人士直观了解目前规范标准的进展。

 中国科学院计算技术研究所副所长、研究员包云岗表示，报告内容详实、脉络清晰，无论是对 RISC-V 领域的初学者还是资深从业者，都具有极高的参考价值。

信息多渠道采集、智能化分析

 RISC-V 作为开源芯片指令集，其生态发展涉及标准制定、技术研发、产品落地、人

才培养等多个层面，因此相关的数据采集工作相当繁杂。

 此次报告的数据来源于多个有效渠道。例如，指令集标准的制定进程，通过直接追踪 RISC-V 国际基金会官网的工作日志获得；技术项目的活跃情况，则主要来自对全球最大开源社区 GitHub 的监测。

 成都文献情报中心新一代信息科技战略研究中心副主任杨况骏瑜透露，面对如此庞杂的非结构化数据，所有原始资料首先经由自研的智能情报平台进行自动化处理，基于预设规则对文本进行初步解析、打上标签。在对部分无法用数据直观掌握的趋势进行研判时，还会结合领域专家观点进行交叉论证。

 业内专家普遍认为，发展 RISC-V 并非单纯的技术突破，而在于整个应用生态的成熟。因此，开发者数量是衡量生态健康的最核心指标之一。

 更好地估测全球 RISC-V 开发者是此次报告撰写过程中的一大难题。“在 GitHub 上，一名开发者往往参与多个项目，简单加总会导致严重的重复计数。”杨况骏瑜表示，为此，报告团队创新性地采用了两套计算方法进行相互验证。

 “一种方法是以社区项目分支数数量为基准，分区间统计开发者数量；另一种则通过随机抽取项目与开发者，利用公式推算去重后总量。两种方法得出的结果相差不多，为评估生态规模提供了可靠依据。”杨况骏瑜介绍。

构建一个更立体、完整的决策参考体系

 “历史上，x86 指令集生态形成了 Wintel 全闭源体系，ARM 指令集生态出现了 Android-ARM 半开放体系。RISC-V 正在成为指令集的国际标准，有望出现操作系统和处理器 IP 核均全面开源的新体系。”中国科学院软件研究所副所长、研究员武延军表示，这份报告不仅提供了多维度的观察视角、系统化的文献资讯，也希望能够以编年体的方式，持续记录这一信息领域变革的点滴过程。

 在报告首次发布后，团队已着手规划其迭代版本。据悉，报告将保持年度更新的频率，并逐步增强专家观点与长期趋势两方面的内容。

 目前，报告主要基于客观数据进行研判，确保了内容的准确性与一致性，但也使得一些更具发散性、前瞻性的个体见解未能充分呈现。杨况骏瑜坦言，一些领域顶尖专家在社交媒体上分享的对产业发展的见解和思考极具价值，“但此次报告在体系化设计上尚未全面容纳此类观点”。

 为此，团队计划在未来的版本中专门增设类似“专家点评”章节，系统性收录业界权威专家对该年度技术演进、生态变化及未来机遇的独立分析与建议，使报告在客观数据之外，融入更多元、更具前瞻性的行业智慧。

 唐川表示，“迭代版本”的报告还将强化跨年度的“持续性分析”，通过选取关键维度进行长期跟踪与对比，从而揭示 RISC-V 生态发展的深层脉络与周期性规律。

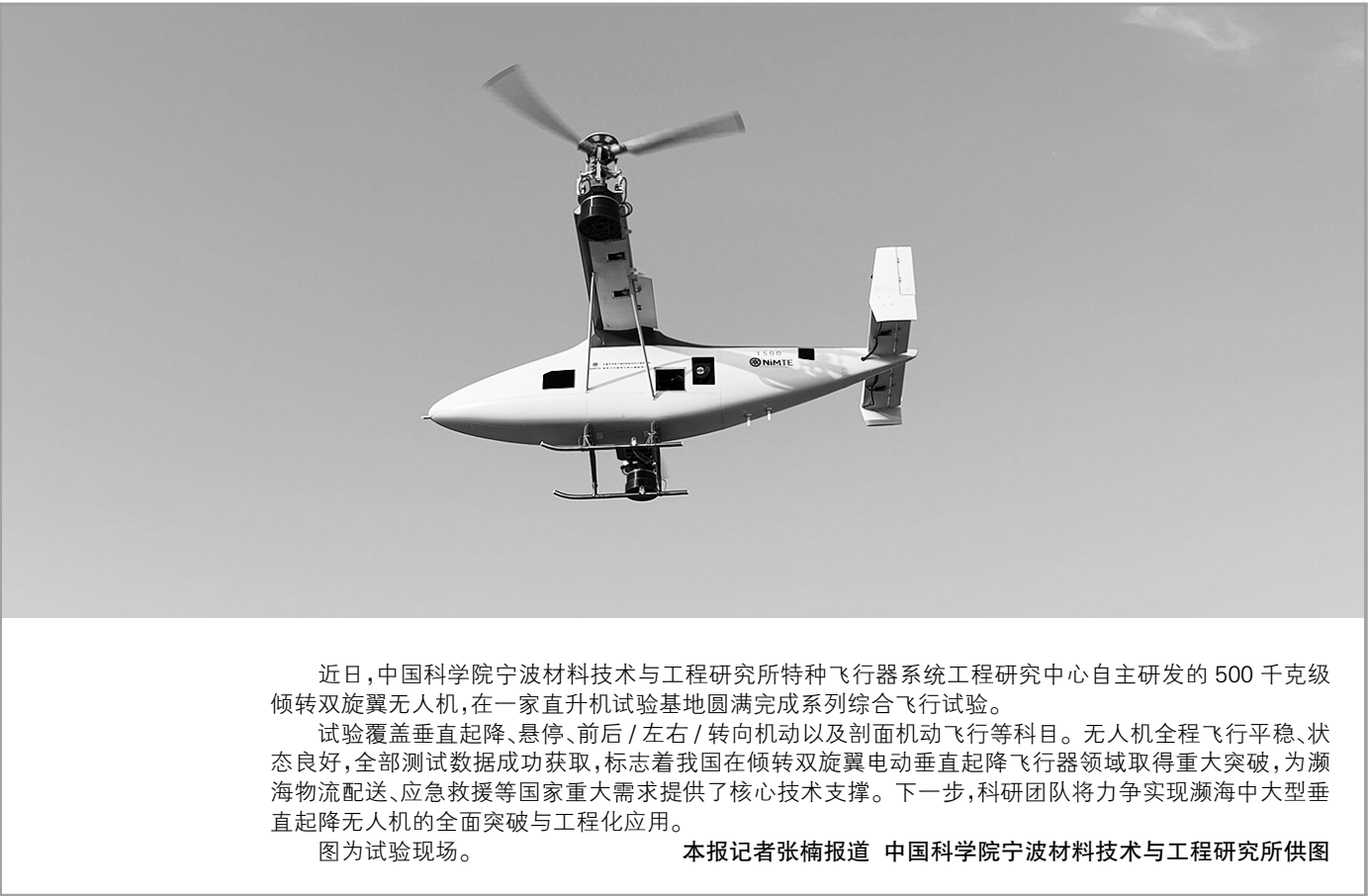
卵子“唤醒”技术为女性保存生育力

 本报讯(记者王昊昊 通讯员洪雷)“冻存的 14 枚卵子全部复苏,移植 1 枚,目前已怀孕。”记者近日从中信湘雅生殖与遗传专科医院(以下简称中信湘雅)获悉,卵子“唤醒”技术为一名曾患有卵巢巨大囊肿的女性成功保存生育力。该女性于 2024 年 12 月在中信湘雅生殖中心做冻卵生育力保存,2025 年 11 月婚后的她解冻复苏了自己之前冻存的卵子,并配成囊胚进行移植,目前妊娠情况稳定。

 “该女性冻存卵子时 34 岁,属于卵子质量相对较好的年龄段。冻存卵子相当于为未来的生育希望上了一份‘保险’。”中信湘雅生殖中心副主任郭慧说。

 “医院采用玻璃化冷冻的方法冷冻卵子,目前该方法的卵子复苏率为 96.72%左右,冷冻卵子解冻后受精形成胚胎,移植妊娠率约为 62.5%。”中信湘雅首席科学家卢光琇表示,该案例展现了我国在卵子冷冻、复苏、培养这一完整链条上的技术可靠性。

 卢光琇介绍,根据 2020 年《中国肿瘤临床》、2020 年第 47 卷第 5 期《中国女性肿瘤患者生育力保护及保存专家共识》、2021 年《子宫内膜异位症生育力保护策略》、2017 年巴塞罗那国际社会生育力保护协会及 2021 年《女性生育力保存临床实践中国专家共识》,4 类人群可实施冻卵进行生育力保存,分别是女性恶性肿瘤患者、卵巢功能不全倾向的患者、有自身免疫性疾病者,以及血液病患者。



 近日,中国科学院宁波材料技术与工程研究所特种飞行器系统工程研究中心自主研发的 500 千克级倾转双旋翼无人机,在一家直升机试验基地圆满完成系列综合飞行试验。

 试验涵盖垂直起降、悬停、前后/左右/转向机动以及剖面机动飞行等科目。无人机全程飞行平稳、状态良好,全部测试数据成功获取,标志着我国在倾转双旋翼电动垂直起降飞行器领域取得重大突破,为濒海物流配送、应急救援等国家重大需求提供了核心技术支撑。下一步,科研团队将力争实现濒海中大型垂直起降无人机的全面突破与工程化应用。

 图为试验现场。

 本报记者张楠报道 中国科学院宁波材料技术与工程研究所供图

蜂王“躺平”:被“大舌头”封印战力

■本报记者 张楠

 Bumblebee,作为动漫角色被译为“大黄蜂”,但在自然界,它是另一种蜂——熊蜂。熊蜂作为一种半社会性昆虫,处于独居到真社会性之间的过渡阶段,是研究社会性的理想系统之一。

 由机械工程专业、生态学专业、力学专业的学者合作完成的一项深度交叉研究发现,熊蜂蜂王与工蜂的功能器官微结构存在细微偏差,足以在群体尺度上影响它们的劳动分工。相关成果近日发表于美国《国家科学院院刊》。

 以往的研究通常从环境因素、生理调控或分子机制等方面解释这种分工体系。而中国科学院南京地质古生物所研究员王博与中山大学教授吴嘉宁、北京理工大学教授赵杰亮组成的跨学科团队,在流体力学层面为熊蜂的觅食行为分工提供了新解释。

 熊蜂浑身具有鲜亮的绒毛,身体粗壮、行动缓慢,确实有股“熊样儿”。但它性情温顺,常在花丛中悠闲飞行,人们很容易被它“可爱”和“美丽”的外表所吸引。

 对于熊蜂而言,除了体形大小的差异外,蜂王和工蜂几乎没有外观上的形态差异,甚至同样勤奋。

 每到春天,当蜂王从冬眠中苏醒,开始筑巢时,它会非常努力地采集花蜜来补充能量,为新的蜂群提供养分。然而,当第一批工蜂羽化后,蜂王就会开始“懈怠”,将外出采蜜的任务分配给工蜂,转而以产卵和巢内活动为主。

 以往的研究通常从环境因素、生理调控或分子机制等方面解释这种分工体系。而中国科学院南京地质古生物所研究员王博与中山大学教授吴嘉宁、北京理工大学教授赵杰亮组成的跨学科团队,在流体力学层面为熊蜂的觅食行为分工提供了新解释。

“大舌头”拖后腿

 论文第一作者、中山大学硕士研究生黄泽翔告诉《中国科学报》,熊蜂演化出一种特别的嚼吸式口器,其中用于采蜜最重要的部分是一根灵活的中唇舌。

 在采蜜过程中,中唇舌进行快速往复运动,持续将花蜜捕获并送入口中。中唇舌上密布的细小刚毛,在中唇舌伸出的同时展开,是采集花蜜的重要微结构。研究人员通过扫描电子显微镜对中唇舌的形态学进行了详细表征,并提取出两个至关重要的形态学参数——中唇舌的整体长度和刚毛间距。

 根据 67 只工蜂和 32 只蜂王的解剖结果,熊蜂中唇舌的长度为 4 至 10 毫米,体形更大的熊蜂具备更长的中唇舌和更宽的刚毛间距。其中,作为蜂群中最大的个体,蜂王中唇舌的刚毛间距几乎都保持在 40 至 50 微米左右,和其体形大小无关;而工蜂的刚毛间距则根据体形大小在 15 至 45 微米之间变化。

 研究人员利用显微高速摄影技术,定量得到中唇舌每一次往复运动摄入的花蜜体积。观测发现,随着熊蜂个体增大,单次往复摄入体积总体上升,但这一增长显著慢于中唇舌内部可用空间随体形增大的速度,体形更大的熊蜂并不能按比例获得更高的有效摄入量。

 尤其对于蜂王而言,即便具有和工蜂大小相同的体形,由于刚毛间距更大,其中唇舌的花蜜填充率也低于工蜂。总之,体形越大、刚毛间距越宽的熊蜂越难有效利用中唇舌内部的空间来储存花蜜。

 对此,研究人员进一步分析发现,中唇舌回缩时,相邻刚毛形成弯曲的气液界面,这些界面提供了一个额外的毛细压力梯度,增强了黏度花蜜的夹带。而当刚毛间距变宽或中唇舌长度变长,都会导致中唇舌的液体承载能力下降。

 除了液体的表面张力,液体黏度也对捕获花蜜发挥了作用。由于中唇舌结构的生长限制,当熊蜂体形增大时,重力将起主导作用,因而降低花蜜的填充率。

 “可以将蜜蜂的中唇舌看作一块海绵,将刚毛间距看作海绵的孔隙,当‘孔隙’过大,‘海绵’吸收花蜜的能力自然会降低。”黄泽翔解释说。正因为此,蜂王的“大舌头”并不高效。

“微结构缺陷”启发仿生研究

 体形更大、中唇舌更长的蜂王,为什么反而不负责采蜜?这项研究回答了这个核心问题:身体结构导致的物理学限制是一个根本原因。根据作者的理论框架,最适合采蜜的熊蜂实际上是蜂群中一些体形较大的工蜂,这与以往的行为学研究一致。这些工蜂的中唇舌整体长度较长,但刚毛间距较小,兼具较高的花蜜采集量和填充率。

 美国佐治亚理工学院的生物物理学家萨



 在实验室中取食人工花蜜的熊蜂工蜂(左)和蜂王。

 黄泽翔供图

德·巴姆拉表示,该工作为预测不同种类蜜蜂采集不同浓度和黏度花蜜的能力提供了关键线索。“这有助于授粉昆虫的选育与规模化授粉管理。”

 论文通讯作者王博表示,这项研究把蜂-花关系从单纯的“舌头长度匹配花冠深度”的几何层面,推进到“口器结构匹配花蜜物理性质”的物理层面,建立了个体结构与功能相匹配的理论框架,并为仿生界面与液体输运系统提供启发,助力设计微量液体样本采集与检测的工具。

 相关论文信息：
<https://doi.org/10.1073/pnas.2527391123>