



寄生虫“鼻祖”找到了

■本报记者 张楠

拥有 1.6 亿年历史的化石里,究竟封印的是什么?

为了给一块侏罗纪化石正名,中国科学院南京地质古生物研究所(以下简称南京古生物所)的研究人员与国内外科学家合作,通过化石形态分析等研究,不仅在化石中找到了寄生虫“鼻祖”,还破解了棘头动物门的起源之谜,建立了从“自由生活的轮虫到外寄生的轮虫,再到内寄生的棘头虫”的生态演化路径。

近日,相关研究论文发表于《自然》。

执着成就“逆袭”

界、门、纲、目、科、属、种是生物的 7 个基本分类等级。其中,界是初步区分不同生命形式的最高分类等级;门是第二级,反映了生物在进化中的主干分支。

动物界包含 30 余个门级分类单元,它们共同构建了动物演化的基本框架。而每个门的起源一直是科学家研究的重点。

人类迄今对极少数门类级类群的起源仍知之甚少,建立已有 200 余年的棘头动物门便是其中之一。

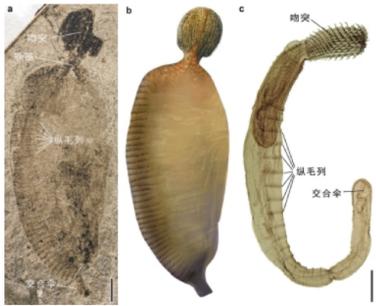
南京古生物所博士生罗慈航在研究员王博的指导下,与其他学者合作,系统研究了产自内蒙古道虎沟约 1.6 亿年前的棘头虫化石。该研究填补了棘头虫的演化空白,为揭示棘头动物门的起源之谜提供了实证。

不过,这块化石在该所标本库等了 7 年才开启“逆袭”之旅。

“我们在当地老乡处多次见到此类标本,但一直没有专门收集。当时这块 7 年前收入标本库的化石,被我们鉴定为一类奇怪的蠕虫,但我们一直没有意识到此类化石的重大意义。”谈及研究的缘起,王博对《中国科学报》记者说。

分析个中原因,王博认为由于中生代蠕虫化石年代较新,一般被认为缺乏门类起源等关键演化信息,长期以来被学界所忽视。此外,中生代蠕虫往往个体较小、身体结构趋同,分类特征不清,多属于疑难化石,其鉴定要求高,研究难度大。他就曾将琥珀中的蠕虫误认成棘头虫。

这次预料之外的突破性发现,完全源自罗慈航对科研的热爱。“他提前完成了博士论文工作,没有了毕业压力,恰好又对寄生蠕虫很感兴趣,于是决定利用博士阶段的剩余时间开展一些尝试性研究,却得到了意外收获。”王博说。



侏罗虫化石(a)与复原的侏罗虫(b)及现生棘头虫(c)的对比图。杨定华/绘

侏罗虫现形记

棘头虫是一类海洋和陆地生态系统中常见的体内寄生蠕虫,能够感染人、猪、犬、猫、鱼等各类物种,是一类重要的医学寄生虫。

蠕虫状的外形和可外翻的吻突是棘头虫的最典型特征。吻突上有成排的倒钩,用于附着在宿主的消化道内。《科学》曾在 1969 年报道了棘头虫感染史前人类的案例。

长期以来,棘头虫一直被认为是一个独立的门,即棘头动物门。由于棘头虫的身体构造高度特化,其系统分类位置一直存在很大争议。

“此前,科研人员对棘头虫的起源和早期演化知之甚少。”王博介绍,作为一种体内寄生虫,棘头虫化石很难保存,此前唯一的化石记录是来自晚白垩世鳄鱼动物粪便中的 4 枚疑似棘头虫卵。

因此,中生代蠕虫化石一直是古生物学领域的“冷门”,迄今仅开展了零星研究。此次新发现的棘头虫,由于来自著名的内蒙古道虎沟侏罗纪生物群,因此被命名为“道虎沟侏罗棘头虫”,简称“侏罗虫”。

研究团队借助扫描电镜、能谱分析等方法,对其进行精细的解剖学研究,发现侏罗虫身体整体呈纺锤形,分成明显的三部分,即吻突、颈和躯干。

侏罗虫的吻突具有硬化的、略向下弯曲的刺,身体上有约 32 对纵毛列,类似结构也常见于现生棘头虫。侏罗虫的吻突中央保存了消化

道,但躯干整体未发现明显消化道,其身体末端还有一个类似现生棘头虫雄性交合伞的结构。

侏罗虫最奇特的特征是位于躯干最前方的颚器。颚器整体向前方汇聚,且前部的颚较小,向后逐渐变大,齿的数量也更多。颚器中的齿整体都朝向身体前方,且所有的颚不超过棘头虫的身体边界。类似颚器在棘头虫可能的祖先——包含轮虫动物的有颚动物类中广泛存在。

填补生态演化空白

为进一步确定侏罗虫的演化位置,研究团队构建了一个最新的、包含各类现生和化石蠕虫动物的形态数据矩阵,并展开了系统发育分析。结果表明,侏罗虫的演化位置位于棘头虫的最根部,是棘头虫的基干类群。

虽然近年的分子系统发育分析表明,棘头虫最有可能是轮形动物中一个特化的类群,但在轮形动物内部的演化发育关系争议极大,学界基于不同形态学证据和分子生物学证据,提出了相互矛盾的数种假说,几乎涵盖所有可能的排列组合。

系统发育学分析表明,侏罗虫是尾盘轮虫向棘头虫演化的过渡类群,从而在形态学矩阵分析中获得了与分子生物学分析相近的结果,成功弥合了形态学研究与系统发育基因组学研究之间的分歧。

该研究为探索棘头动物门的起源和早期演化提供了重要线索——侏罗虫展示了棘头动物先前未知的形态多样性和生态特性。具钩的吻突和较大的体形表明,棘头虫在侏罗纪可能已经演化出和蛔虫、绦虫一样寄生在另一种生物体内的内寄生习性,表明棘头虫可能起源于陆地环境,并在侏罗纪与其他轮虫分化。

“中生代蠕虫化石并不是‘研究荒漠’,它们为我们了解蠕虫类形态和生态的演化提供了不可或缺的证据。”王博表示,虽然分子生物学能够解决一些传统形态学研究难以解决的系统发育关系问题,但过渡类型的化石仍然在探究动物身体构型革命性演化中扮演了非常重要的角色。

审稿人表示,该工作颠覆了学界对“中生代蠕虫不重要”的传统认知,为棘头虫起源研究提供了重要的古生物学见解。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08830-5>

“星”火相传 “数”筑根基

■武观

走进中国科学院与“两弹一星”纪念馆,泛黄的实验手稿再次把我带回那个波澜壮阔的年代。上世纪五六十年代,中国处于“一穷二白”的艰难时期,研制“两弹一星”不可能依靠大规模实验,必须脚踏实地发展数学模型、计算方法和理论分析,深刻认识核武器的内在规律,才能显著提高试验效率。中国科学院的数学家为此作出不可磨灭的卓越贡献。

关肇直放弃原本热爱的研究方向,投身到研制多种型号导弹、人造卫星等国家任务中,并主持第一颗人造卫星轨道计算任务;秦元勋专注于原子弹和氢弹设计中的物理力学数学原理研究;冯康指导并参与中子输运方程计算理论等多项研究,为原子弹试制提供了可靠的数据与数学模型;张锁春曾深度参与氢弹设计的理论验算工作,严谨验证“于敏方案”及新构型,为氢弹试验模型的最后确定奠定基础。此外,还有吴新谋、刘易成、陆维民、刘慎全、王汝全、敖超、李荫藩等一批默默奉献的数学家。

岁月变迁,“热爱祖国、无私奉献、自力更生、艰苦奋斗、大力协同、勇于登攀”的“两弹一星”精神,在当下依然熠熠生辉。数学实力是国家实力的重要基石,世界强国往往都是数学强国。我们必须以先辈精神为指引,秉承优良学风和优良传统,在基础前沿交叉融合发展方面,中国科学院数学与系统科学研究院(以下简称数学院)着力强化数学基础的体系化支撑和引领,从实际应用中寻找真问题、真需求。例如,成立基础软件研究中心,向构建新一代先进制造相关工业软件的数学内核发起冲击。经过艰苦攻关,我们已取得一系列阶段性成果。

在承担国家重大任务方面,数学院完成从点到面再到链的科研升级,为国家重大任务提供关键性数学理论支撑,在地震勘探、人工智能大模型运算、海洋天气预报等领域,均取得了重要成果。此外,在人工智能、量子计算、生物技术和集成电路等前沿领域,数学院组建了 4 支队伍,随时准备响应国家和中国科学院的号召。令人欣慰的是,我们的青年学者已经开始主动请缨、勇挑重担。一位从事量子计算的年轻研究员表示:“只要国家需要,我随时带队攻关!”

在基础研究方面,数学院稳定支持 6 个由国际顶尖数学家领衔,以优秀青年人才为主的国际合作团队。为营造良好的科研环境,数学院成立天元数学国际交流中心,支持科研人员合作攻关数学难题,力求取得突破。



秦元勋(前排右)和彭桓武院士(前排左)参加庆祝中国第一颗氢弹爆炸成功二十周年纪念活动。数学院供图

为更好地推动有组织的科研工作,数学院逐步完善激励机制和改革评价体系。在激励机制上,鉴于数学家的创造力往往集中在青年时期,数学院倡导科研人员在职业生涯早期专注理论创新,积累一定成果后再转向应用研究,同时鼓励资深研究人员带着数学工具和对接应用需求。在评价体系上,数学院采用符合数学研究规律的分类评价方法;对从事基础数学的研究人员,重点评价其在发展数学新理论和解决重大难题上的表现;对从事应用数学的研究人员,侧重评估其研究方法的有效性、应用潜力和实际贡献;对从事数学交叉应用的研究人员,着重考量其对其他领域及国家战略需求的实际贡献。

站在纪念馆的长廊,先辈们的目光仿佛穿越历史注视着未来。时代改变了科研条件,但科研人员的家国情怀和科学报国的奋斗姿态始终未变。未来,我们将坚定理想信念,让基础研究照亮科技自立自强之路,站在先辈们打下的阵地上,在实现科技强国的新征途中国本强基。

(作者系中国科学院数学与系统科学研究院党委书记,中国科学报社记者韩扬眉、实习生葛家诺采访整理)

所长书记谈 “两弹一星”精神

多国科学家倡议培育绿色营养超级稻

本报讯(记者李思辉 通讯员张金光)近日,中国科学院院士、华中农业大学教授张启发联合多国科学家在《科学通报》发表文章,倡议培育绿色营养超级稻,提高全民健康水平。该倡议基于近 20 年绿色超级稻的实践,旨在改变“精米为主食”的传统,让主粮承担起提高人民营养健康水平的使命。联合发出倡议的包括国际水稻研究所首席科学家 Jauhar Ali、中国工程院院士胡培松、中国科学院院士李家洋、美国哈佛大学教授 Walter Willett 等在内的 10 多位科学家。

张启发介绍,水稻作为全球半数人口的主要粮食作物,在保障全球粮食安全方面意义重大。长期以来,中国以 8% 的耕地养活了全球 20%-22% 的人口,水稻年产量占全球总产量的 30%,但消耗了全球超过 35% 的农药和化肥。为缓解这一矛盾,本世纪初,中国科学家提出绿色超级稻的构想。这种水稻具有产量潜力大、抗病虫害、耐非生物胁迫以及水分养分高效利用等特性。这些性状可以通过借助基因组选择技术,从水稻种质资源中引入目标基因加以实现。

张启发表示,禾本科全谷物由果皮、种皮、糊粉层、胚和胚乳构成,而精白米类精加工谷物仅保留了胚乳部分。有色稻米中,全谷黑米营养成分为丰富,富含蛋白质、膳食纤维等多种营养成分,其果皮和种皮中的花青素具有促进健康、延长寿命的功效。多项研究表明,足量摄入全谷物可降低 30% 以上的疾病及死亡风险,全谷黑米

能为人类健康提供全面丰富的营养来源。

基于此,目前多位科学家已着手开展将黑米推广为营养主食的行动。针对当前黑米普遍存在的煮难、口感不佳等问题,华中农业大学育种团队成功培育出全谷黑米新品种“华墨香 3 号”。该品种煮出的米饭食味极佳,全谷营养丰富且均衡,产量根据生产条件在 5.5 至 11 吨/公顷之间。“华墨香 3 号”满足了消费者对能量和营养健康的双重需求,被赋予“米饭型全谷黑米”的全新理念,为人类解锁黑米的营养宝藏创造了重要契机。

倡议还提出绿色营养超级稻基因组育种的技术策略。首要步骤是对水稻品种目标性状进行基因组设计。针对特定稻作区,设计需综合考虑环境适应性及开花时间、产量水平及相关农艺性状、生物和非生物胁迫的抗性,以及全谷物营养成分等因素。同时,育种计划设计还需考量核心亲本及特定性状供体的选择,并列出与育种计划匹配的目标性状、育种方案及程序的目标基因清单。

张启发告诉《中国科学报》,实现主食变革需从政策支持、公众教育、社会认知、知识创新等多方发力。不同国家的科学家需积极开展跨学科研究,整合植物学、育种学、食品营养学与健康医学等领域力量,共同推动科学前沿进步。产业界也应积极投身其中,生产并向消费者推广营养健康的稻米产品。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.scib.2025.04.025>

新材料具备早期火灾主动预警和被动防火双重功能

本报讯(记者王敏)近日,中国科学技术大学俞书宏院士团队提出一种将原子掺杂设计与仿生结构设计相结合的策略,并制备出仿珍珠母氧化铝-氰酸酯复合材料。这种材料具备早期火灾主动预警和被动阻燃的双重功能。相关成果发表于《国家科学评论》。

先进结构材料已在航空航天、建筑和汽车制造等领域得到广泛应用。通过模仿珍珠母高度有序的“砖-泥”结构,并引入矿物桥增强机制,可以制备出兼具强度与韧性的高性能仿生结构材料。然而,这种材料中有机成分固有的热稳定性限制了整体高温性能。为应对这一挑战,通常需要引入火灾报警和阻燃系统,但系统的复杂性增加将会影响其可靠性。因此,开发兼具主动早期火灾预警和被动阻燃功能的多功能结构材料具有重要的现实意义。

研究团队通过可控的固溶反应合成了铬原子掺杂的氧化铝微晶片,并将其作为仿珍珠母结构中的“砖”。这些微米级组装机单元表现出独特的可逆热致变色特性。同时,该原子级掺杂策略同步实现了固溶强化效应,与仿珍珠母

多级结构设计协同作用,使仿生复合材料具有高弯曲强度和断裂韧性的机械性能。

采用基于机器学习的 K-means 模型的图像识别技术制备出的仿珍珠母氧化铝-氰酸酯复合材料,在 250°C 时的响应时间为 9 秒,适用于早期火灾预警。此外,高度有序的“砖-泥”结构有效阻碍了氧气传导,实现了 50% 的极限氧指数,从而赋予仿生复合材料优异的阻燃性能。该材料在保持优异机械性能的基础上,通过集成早期火灾主动预警与被动阻燃双重功能,构建了主动-被动协同防护体系,从而使其成为兼具结构承载与智能防护功能的多功能材料,在智能火灾预警系统领域展现出广阔的应用前景。

研究人员介绍,这项工作有效结合了结构与功能设计,实现了主动早期火灾预警和被动阻燃协同作用机制,为恶劣复杂环境下新一代智能火灾预警系统的高性能结构材料开发提供了一条崭新途径。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwaf098>

4 月 15 日,第 137 届中国进出口商品交易会(广交会)在广州开幕。本届广交会展览总面积达 155 万平方米,展位总数约 7.4 万个,参展企业约 3.1 万家,其中出口参展企业首次突破 3 万家。

本届广交会 4 月 15 日至 5 月 5 日在广州分 3 期举办,分别以“先进制造”“品质家居”“美好生活”为主题,共设 55 个展区、172 个产品专区,并首次增设服务机器人专区、首次新设集成房屋专区。

服务机器人专区集中展示了具身机器人、商用服务机器人、教育娱乐机器人等各类型产品。图为一款巡逻机器人正在进行动态展示。

中新社记者陈骥曼/摄
图片来源:视觉中国



AI 将使全球数据中心能耗增加一倍



据中心服务器的比例,发现到 2024 年,这类服务器的电力需求占有服务器电力需求的 24%,占数据中心能源总需求的 15%。

IEA 的报告还指出,美国、欧洲和中国目前占数据中心相关能源消耗的 85%。到 2030 年,在预测的消耗增长中,发展中经济体占比约 5%,发达经济体占比将超过 20%。为此,各国正在建设发电厂并升级电网,以满足数据中心未来的能源需求。但 IEA 估计,计划建立的数据中心有 20% 可能延迟并网。

荷兰阿姆斯特丹自由大学研究员 Alex de Vries 认为,IEA 的预测仍然低估了这类电力的需求,因为报告“在谈到 AI 时有点模糊”。

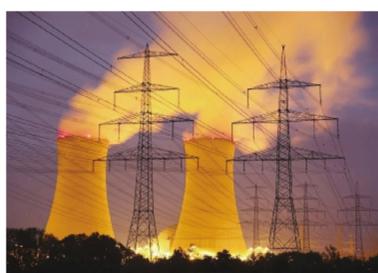
对此,报告编写者表示,预测存在不确定性,部分原因是目前尚不清楚未来人们使用 AI 的程度,数据中心也只能以有限的方式收集和报告其能源使用情况。

在 Vries 看来,数据中心用电量的增加可能对气候目标的实现构成威胁。尽管预计 2/3 的计划电力将来自可再生能源,但对化石燃料的依

赖仍难以避免。

此外,IEA 报告指出,目前全球电力消耗与预期的增长并不一致,而企业倾向于集中建立数据中心,这可能给当地电网系统造成压力。

(徐锐)



电网升级可能无法满足数据中心的电力需求。图片来源:Sean Gallup/Getty