

科学家给原始动物造骨能力“正名”

■本报记者 陈彬

地球上目前生活着超过百万种动物，在 46 亿年的地球演化过程中，已灭绝的动物种类更是不计其数。这些动物形态、习性各异，但绝大部分都拥有一个共同特点——骨骼。

无论是人类、猫狗、禽鸟体内起支撑作用的内骨骼，还是珊瑚、腕足动物、软体动物体外起防御作用的外骨骼，都对生命体的生存起着至关重要的作用。但这些骨骼是何时产生的，又是怎样产生的，一直吸引着人们持续探索。

不久前，西北大学地质学系教授张志飞团队联合国内外专家首次发现了与骨骼矿化结构相关的表皮组织在寒武纪生物大爆发期间的证据，证明了即便是寒武纪时期出现的疑难动物，即不归于任何已知动物门类的原始动物，也具有形成现代高等动物复杂矿化骨骼的能力。

近日，相关成果发表于《地质学》。

尚未解决的问题

根据现有研究，地球上已知最早的动物，其矿化骨骼记录来源于 5.6 亿年至 5.2 亿年前寒武纪生物大爆发时期。动物很可能在此时获得了各种矿化能力，进而产生骨骼。

为什么会出现骨骼？传统观点认为，这可能与捕食者和被捕食者之间的“军备竞赛”，以及海洋化学环境密切相关。

“这仅仅是一种猜测。”张志飞在接受《中国科学报》采访时表示，事实上，不仅“最早矿化骨骼为什么出现”的问题尚未找到答

第六届全国种公牛拍卖会举办

本报讯(记者李晨)近日，第六届全国种公牛拍卖会于内蒙古自治区乌拉盖管理区举办。拍卖会最终成交种公牛 62 头，总拍卖额达到 1671.5 万元，其中华西牛成交 49 头，拍卖金额 1367.5 万元。此次拍卖会“标王”为一头来自内蒙古布林华西牛种业有限公司的华西牛种公牛，成交价 48 万元。

全国政协委员、农业农村部原副部长马有祥在会上指出，我国自主培育的肉牛新品种“华西牛”，打破了我国肉牛主导品种核心种源严重依赖进口的局面，市场占有率超过 20%。

马有祥说，肉牛产业是推进乡村振兴的主导产业，是促进农民增收致富的支柱产业，要以更大的决心、更实的举措，强化协同创新，健全完善育种、推广、应用体制机制，稳基础产能，强种源支撑、促全链升级，推动肉牛种业向更高水平跃升。

拍卖会以“优质种源筑根基，肉牛产业拓新局”为主题，吸引了 23 家肉牛核心育种场、种公牛场、育种合作社参与，共选送 73 头优质种公牛参加竞拍。

全球首创！“考古车”把实验室带到丝绸之路

■本报见习记者 江庆龄

破译北周武帝宇文邕和皇后阿史那的血统之谜、重建 2000 年河西走廊人群及 6000 年山东人群历史、通过遗骸 DNA 鉴定为无名烈士寻亲……

多年来，复旦大学考古研究院副教授文少卿带领团队，将分子生物学前沿技术和考古学相结合，完成了一系列工作。在此过程中，他也在思考，如何改变以往将田野的样本带回学校做实验的方式，让实验室研究与田野考古深度融合。

2023 年，文少卿萌生了一个想法——把实验室“装进”车里，带至田野，就地取材做实验。2024 年 8 月，复旦大学与新疆克拉玛依市人民政府签署合作框架协议，双方合作推动设立克拉玛依市丝路数字经济与产业融合创新中心（以下简称研究中心）。“移动考古实验室车”（以下简称考古车）的想法被正式提上日程。

近日，在上海举行的复旦大学—克拉玛依“古丝绸之路”科技考古与文化传播项目启动仪式上，3 辆考古车颇为引人注目。今年 8 月至 10 月，这 3 辆车将跟随分子考古团队从上海出发，赴新疆进行田野考察。未来几年，它们将沿着“丝绸之路”一路向西，最远抵达罗马，覆盖从古长安至古罗马的古丝绸之路全段。

车轮上的研究中心

所谓分子考古，是指对出土材料进行分子生物学研究，特别是古 DNA 研究，进而结合群体遗传学分析方法，为人群起源、迁徙和演化等研究提供直接证据。

案，在寒武纪时期，后生动物如何控制矿化骨骼形成也一直困扰着科学界。后生动物即动物界中除原生动物门外的所有多细胞动物。

究其原因，主要在于前寒武纪—寒武纪界限附近发现的小壳化石材料只是不同程度地保存了较精细的壳体形态，但没有相关证据证明是什么控制形成了早期动物骨骼。

“现代生物学研究认为，虽然不同动物骨骼的矿化机制和生理过程可能不同，其矿化结构均是在表皮组织或结缔组织的控制下形成的。”张志飞说，比如大部分贝壳、珊瑚等生物的外骨骼是由表皮细胞控制形成，而人类的内骨骼则是由结缔组织形成。

但是，地球最早出现的具有骨骼的化石群（小壳化石）是否已经有了类似分化？寒武纪丰富的骨骼化石又是如何矿化形成的？对于这些问题，目前科学界开展的研究极少，更缺乏足够的论证证据。

张志飞团队的研究瞄准的便是此类问题。

一个假说的证明

这项研究从一种生活在寒武纪、名叫“开腔骨”的疑难动物化石开始。

“早在上世纪初，人类就已经发现了开腔骨化石，但经过 100 多年的研究，仍然没有在相关化石上发现控制骨骼形成的生物结构。”张志飞的博士生胡亚洲说。

但就在 2021 年，胡亚洲却在自己家乡徐淮地区的地层中发现了多门类小壳化石

群，其中就有开腔骨化石。

两年后的 2023 年，正在瑞典参加国际会议的张志飞、胡亚洲等人，需要完成一份国家项目申请。他们在讨论项目申请时，张志飞提出了一个假说——在寒武纪时期，动物或许已经有了“表皮细胞形成外骨骼、结缔组织形成内骨骼”的分化了。

“当时，这只是张老师的一个猜想，但我忽然想到，之前对开腔骨化石进行研究时，化石的某些特征或许可以印证这一猜想。”胡亚洲说。

此后几年间，研究团队对开腔骨的化石骨片进行了更加深入的研究。

开腔骨化石由大量星状骨片构成，每个骨片由很多长长的针状凸起（射骨）组成。这些凸起相互联系，骨片上存在大量以黏土形式保存的多边形结构，这些多边形包覆整个开腔骨骨片，且在组成骨片的各射骨间也有发现。

张志飞团队在研究中发现，这些多边形网状结构在大小、形态和显微结构上，与现生软体动物“珠母贝”的棱柱层间有机质框架存在极大相似性。

胡亚洲告诉《中国科学报》，棱柱层是软体动物贝壳的重要组成部分，位于外层角质层与内层珍珠层之间主要由碳酸钙构成，呈现出多边形棱柱状结构。棱柱状结构间存在的多边形有机质框架，近似于开腔骨骨片上的多边形结构。

“更重要的是，现代研究已经证明，珠母贝的这层结构是由其表皮细胞控制形成的。根据地质学研究中‘将今论古’原则，我们完全可以断定，开腔骨类化石骨片上有机质框

20 年间，长隆考拉家族从 6 只壮大到八代同堂



长隆考拉家族第八代长孙“小叶子”。

邓泳怡供图

本报讯(记者朱汉斌)近日，广州长隆野生动物世界（以下简称长隆）举行“考拉嘉年华暨引进澳洲考拉 20 周年启幕仪式”，并设立“有袋类动物研究中心”，同时推出考拉家族纪录片《八代同堂》，以珍贵影像记录种群从 6 只到 85 只的发展历程，生动诠释生命保护的科学实践。

作为国内首个获批引进澳大利亚考拉的机构，长隆自 2006 年 4 月迎来首批 6 只考拉以来，创下了令人瞩目的保育成就。获批引进仅半年后，考拉“淘淘”顺利诞下全球唯一考拉双胞胎“欢欢”“乐乐”。如今考拉家族已壮大至 85 位成员，形成“八代同堂”的稳定种群，是澳大利亚境外规模最大的考拉种群。其中，“淘淘”已经是考拉园内的“祖奶奶”，相当于人类的百岁以上老人。

据介绍，20 年间，长隆培育了一支专业的考拉保育团队，攻克了人工哺育、桉树保鲜等多项技术难题，从建立 50 亩专属桉树基地到创新应用中医疗法，构建起一套完整的异地保育技术体系，实现了考拉在亚热带环境下的健康繁衍。



CT 考古车内部。

复旦大学供图

让科技考古更“出圈”

工作之余，文少卿会做很多与科技考古相关的科普工作。一次面向青少年的科普活动结束后，一名初中生找到他说：“文老师，我特别想看看你们是怎么做实验、怎么得到数据，最后又是怎么得到结果的。”

文少卿深受触动。他意识到，科研工作更多是在“黑匣子”中进行，很多考古爱好者无法了解科学家具体是如何工作的。

“这一次，我们要把‘黑匣子’打开，让所有人都知道我们的研究流程。”文少卿说。

此次考古车队新疆之行，将通过纪录片与真人秀的形式记录科学考古日常工作，并向全球传播，不仅展现中华文明魅力，助力新疆文化遗产保护研究，同时还带动沿线文旅产业发展。

团队将借助传媒力量，以纪实、采访、模拟场景、历史还原等多重影像形式，全景式记录这场科考之旅，并邀请相关专家阐述历史融合与发展的内在逻辑。后续，团队还将推出 8 集大型考古真人秀《丝路考古大

发现·进展

深圳技术大学等

开发出偏振光探测器芯片

本报讯(记者刁雯蕙)近日，深圳技术大学工程物理学院教授李佳团队与合作者将表面等离子体(SPP)超构表面与有机光电二极管相互集成，突破了传统光电探测器只能探测光场强度的限制，在芯片尺度上开发出全集成、高精度、超薄、超轻量、低成本、柔性的光场偏振态探测器。相关研究成果发表于《ACS 光子学》。

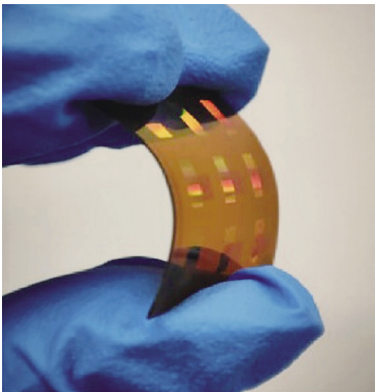
SPP 是光波与金属表面自由电子集体振荡耦合形成的电磁模式，是调控光与物质相互作用的理想媒介。SPP 的激发依赖入射光的偏振态，TM 偏振光能激发 SPP 共振并显著增强光吸收，而 TE 偏振光则会诱导 SPP 激发效率极低，这一特性为高精度偏振分辨奠定了物理基础。

研究团队利用一维金属光栅作为 SPP 激发平台，并将其作为电极直接集成于有机异质结光电二极管中，通过“超构—有机界面协同设计”，成功在近红外波段实现 SPP 共振与有机异质结的协同匹配。

实验表明，在 SPP 激发下，有机光电探测器 TM 偏振光响应较 TE 偏振光提升近 13 倍，线性偏振比高达 0.8(理论极限为 1)，达到国际领先水平。

此外，研究团队还验证了 SPP 共振对光响应的调控机制，并进一步开发了柔性偏振探测器。测试发现，该器件在弯曲条件下仍保持优异的偏振响应能力，为可穿戴设备、曲面偏振成像、曲面导航等应用奠定基础。未来，该技术可拓展至相位、波长等多参数同步探测，在自动驾驶激光雷达、医学偏振成像、柔性电子等领域极具应用潜力。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1021/acsp Photonics.5c00279>



柔性偏振光探测器实物图。研究团队供图

中国科学院海洋研究所

首次揭示海草隐存种

本报讯(记者廖洋 通讯员王敏)近日，中国科学院海洋研究所海洋生态与环境科学重点实验室首次揭示了海草中的隐存种。相关成果发表于《新植物学家》。

研究团队借助大尺度采样与种群基因组学分析，首次发现并证实广泛分布于西北太平洋的日本鳗草内部存在隐存种。这一发现表明全球海草种多样性可能被严重低估。

日本鳗草是目前全球少数能够跨越温带与热带—亚热带沿海分布的海草物种。它原本仅分布于西北太平洋，20 世纪初，因牡蛎运输活动扩散至北美太平洋沿岸。此前，研究团队运用微卫星等传统分子标记方法，系统评估了全球日本鳗草的种群遗传结构，发现所有种群在遗传上显著分化为南北两个分支，由此推测其内部可能存在隐存种。

为验证这一推测，研究团队首先组装了我国南北方日本鳗草两个染色体水平的高质量参考基因组，并对西太平洋地区的 17 个地理种群进行了全基因组重测序。

种群基因组学分析结果表明，南北两个遗传分支的分化时间约为 416 万年。相比之下，南方分支与欧洲姐妹种诺氏鳗草的分化时间更短，为 267 万年。此外，团队利用创新的基因组数据分析方法，在南北分支的接触区发现了少量杂交个体，且这些个体的遗传状态仅表现为第一代杂交代后二倍体，为生殖隔离的存在提供了有力证据。

进一步分析揭示，两个遗传分支间存在一个长达 42 兆碱基对的染色体倒置，且倒置区在两个分支间固定为不同的纯合状态，这可能是生殖隔离形成的重要机制之一。

基于以上发现，研究团队认定当前定义的日本鳗草实际包含两个独立的物种。该研究成果为海草分类与保护策略的制定提供了重要的科学依据。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1111/nph.70355>

安徽理工大学

新型消防服面料兼具耐火与智能传感功能

本报讯(记者王敏 通讯员施培松)近日，安徽理工大学副教授董翔团队通过将新型二维纳米材料应用于芳纶，制备出了一种新型纳米复合涂层芳纶材料(NCANF)，可实现火场防护、火灾报警与行为识别等智能消防应用。相关研究成果发表于《先进纤维材料》。

“研究发现，新型纳米复合涂层芳纶材料遇火会形成独特的‘金属—炭—空气’蜂窝状缓冲层，可承受 1300 摄氏度火焰至少 60 秒的冲击，有望解决现有智能消防织物无法严格防火的难题。此外，该材料的低热导特性使其在直接接触热源时具有优异防护性。”董翔介绍。

此外，NCANF 还可应用于快速火灾报警响应及智能传感。“这归因于材料中的银纳米颗粒。其热/压敏特性是 NCANF 实现火灾报警响应和可靠动作识别功能的基础。这些功能为 NCANF 带来了智能消防应用的可能性。例如结合无线信号传输，向消防员警示危险，或者传达手势信息，实现与指挥中心的快速联动和信息共享。”董翔说。

董翔表示：“NCANF 的耐火性能关键指标超越现役消防服耐火层，并具备高效热传导/辐射防护能力。同时，NCANF 具有热/压敏电阻特性，可实现早期火灾分级报警和消防员肢体语言智能识别，通过集成信号采集与传输技术，建立基于实时现场信息采集的联动救援模式。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1007/s42765-025-00569-y>