中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

中国科学院主管　中国科学报社出版　国内统一连续出版物号 CN 11－0084　代号 1－82

扫二维码 看科学报　扫二维码 看科学网

主办：中国科学院　中国工程院　国家自然科学基金委员会　中国科学技术协会

总第 8588 期　2024 年 9 月 10 日　星期二　今日 4 版

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　科学网 www.sciencenet.cn

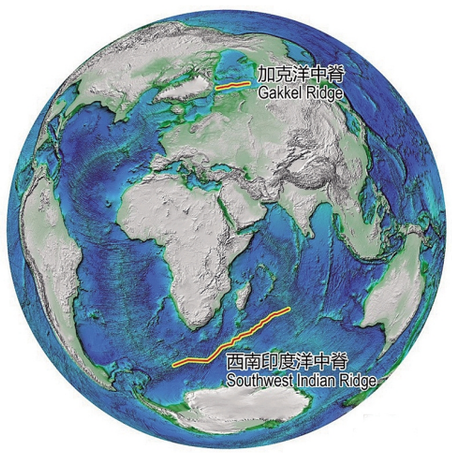
北极之谜：海底岩浆丰富还是极度贫瘠？

■本报记者 朱汉斌 通讯员 李淑

超慢速扩张洋中脊的岩浆是极度贫瘠还是丰富，一直以来都是困扰科学家的难题。传统观点认为，超慢速扩张洋中脊的岩浆供给极度贫瘠。然而，最新的研究成果颠覆了这一观点。

近日，《自然》在线发表了中国工程院院士、自然资源部第二海洋研究所研究员李家彪领衔，中国科学院南海海洋研究所、南方科技大学、法国巴黎地球物理研究所等单位科学家合作的最新成果。他们首次在极端的北极环境中，发现超慢速扩张洋中脊的岩浆活动存在超强变化，部分区域的地壳甚至厚达 9000 米。

“这打破了之前国际上关于北极高纬度密集冰区无法进行海底地震仪探测的论断，颠覆了学术界一直认为的‘超慢速扩张洋中脊岩浆供给极度贫瘠’的观点，完善了地球板块边界动力学理论。”论文共同作者、中国科学院南海海洋研究所特聘研究员林间对《中国科学报》表示，该发现填补了国际研究空白。



全球超慢速扩张洋中脊位置图。**周志远、林间供图**

探究“最后一块拼图”

深海洋中脊是地球表面最长的海底山脉，是洋壳与大洋板块诞生的地方，孕育了大量矿产资源。地球上的超慢速扩张洋中脊山脉，分别位于偏远的西南印度洋与北极之下。早在 2003 年，林间就与合作者对西南印度洋中脊进行了探测，提出了超慢速扩张洋中脊地幔动力学经典模型。

由于北冰洋加克洋中脊海域常年冰封，开展冰下海底地震探测十分困难，成为地球板块边界动力学观测的“最后一块拼图”。为此，李家彪发起了“北冰洋洋中脊国际联合考察计划”，并于 2021 年带队前往北极加克洋中脊开展中国第 12 次北极科学考察。

研究区域覆盖的极厚冰层给仪器安置工作出了难题。幸运的是，研究团队乘坐的“雪龙 2”号破冰船凭借其全球首创的船艏和船艉双向破冰技术，成功克服了这一困难。

破冰船在厚厚的冰层上开辟出一条“水路”，李家彪团队迅速投放了海底地震仪等科学仪器。在破冰船的尾部，他们释放空气枪作为人工地震源，海底地震仪负责接收信号。团队共投放自主研制的海底地震仪 43 台，成功回收 42 台，获得大量珍贵的科学探测数据。之后，研究人员对收集到的数据进行了详细分析。

论文第一作者、自然资源部第二海洋研究所研究员张涛介绍，基于这次海底深部探测和综合调查，研究团队发现了北极超慢速扩张洋中脊极端丰富和变化的岩浆供给特征。“2015 年，科学家在西南印度洋中脊也发现了超厚地壳。将这两种现象结合起来，我们突然醒悟，原来这种超厚地壳很可能是常态，是超慢速扩张洋中脊特有的超强变化。”

提出地幔动力新机制

超慢速扩张洋中脊是海底扩张和板块运动在地球表面留下的壮观的痕迹之一，它们以极低的速率扩张，形成了独特的地质特征。根据地幔动力学经典理论，洋中脊下的地幔被板块拖曳着向上运动而呈现被动上涌，即被动地幔上涌机制，形成的岩浆量（即地壳厚度）受扩张速率的控制。

“北冰洋加克洋中脊是典型的超慢速扩张洋中脊，科学家一直预测那里难以形成地壳，地壳厚度可能接近于零。”林间告诉《中国科学报》，最新研究提出了全球洋中脊系统均受主动和被动地幔上涌双机制控制的新理论，改变了学界一直认为的超慢速扩张洋中脊岩浆极度贫瘠的观点。

论文共同作者、中国科学院南海海洋研究所助理研究员查财财介绍，根据扩张速率的不同，全球洋中脊被分为快速扩张、慢速扩张和超慢速扩张 3 种类型。传统的被动地幔上涌理论很好地解释了从快速扩张到慢速扩张洋中脊的地壳增生，但在超慢速扩张洋中脊中，理论预测与实际观测存在很大偏差。

该新发现挑战了传统洋壳增生的经典理论，揭示了超慢速扩张洋中脊局部大规模岩浆活动的普遍性。李家彪团队提出，在占全球洋中脊系统约 20%的超慢速扩张洋中脊下，主动地幔上涌机制占据了主导地位。

《自然》审稿专家对该研究成果给予了高度评价，认为这是首次在北极地区进行大规模的冰下海底地震探测实验。这一突破性的尝试将极大激发人们对洋中脊领域的研究兴趣。研究中发现的地壳厚度变化非常显著，并且测量结果与传统观念存在较大差异。这表明需要采用新的理论模型来解释这些发现。

“这项工作不仅丰富了地球板块边界动力学的理论，还增进了我们对超慢速扩张洋中脊地幔动力学的理解，具有重要的科学意义。”林间表示，随着研究的不断深入，人们有望更加全面、深入地认识超慢速扩张洋中脊的岩浆活动特征。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-024-07831-0

恐龙家族又添新成员

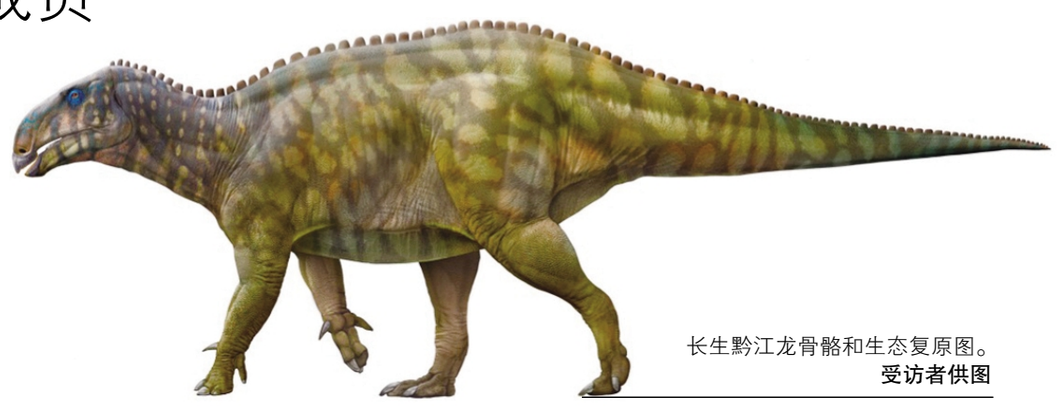
本报讯（记者张双虎）9 月 10 日，重庆市地质矿产勘查开发局 208 地质队、重庆市黔江区规划和自然资源局、云南大学及国家自然博物馆发现并命名了一个新的鸭嘴龙超科恐龙物种——长生黔江龙。该属名取自化石标本产出地重庆黔江区，种名来自首次报道黔江白垩纪恐龙化石的古生物学家王长生。

长生黔江龙是重庆地区首个被正式命名的鸟脚类恐龙，也是发现于中国西南地区的第一个鸭嘴龙类恐龙。该发现为东亚晚白垩世恐龙动物群之间的交流提供了佐证。近日，相关研究成果在线发表于《白垩纪研究》。

鸭嘴龙超科是一类长有鸭嘴状头骨吻部和复杂齿排的鸟臀类恐龙，该类群由禽龙类演化而来。鸭嘴龙超科的早期分支类群共同构成了一个庞大族群，反映了早期分支禽龙类向鸭嘴龙科转变的过渡形态。

长生黔江龙展示了一系列非鸭嘴龙科鸭嘴龙超科的典型特征。此外，该类群的化石材料还具有一些常见于鸭嘴龙科却很少发现于早期分支鸭嘴龙类的“进步”特征。实验分析表明，长生黔江龙是一类晚期分支的非鸭嘴龙科鸭嘴龙超科恐龙。

长生黔江龙的发现为评估正阳组顶部时代范围提供了全新视角。研究人员建立的系统发育框架发现了 8 个同长生黔江龙亲缘关系较密切的非鸭嘴龙科鸭嘴龙超科恐龙，它们构成了一个横跨晚白垩世晚期的时代组合。



长生黔江龙骨骼和生态复原图。**受访者供图**

科研团队还应用层次聚类分析，发现所有同正阳组密切相关的岩组及其恐龙化石组合均被限定在晚白垩世晚期。论文通讯作者、国家自然博物馆副研究员邢海表示：“该研究证实了晚白垩世晚期中国南方和蒙古南部之间的生物地理学联系和恐龙动物群交流，并且同系统发育分析得出的黔江龙和近鸭嘴龙之间的姐妹群关系吻合。”

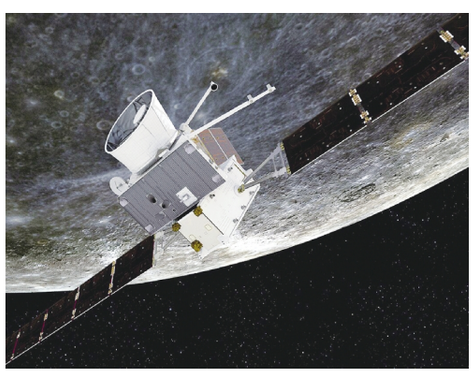
“长生黔江龙的发现和整合研究，有助于理解非鸭嘴龙科鸭嘴龙类恐龙在骨骼形态学、系统发育学和古生物地理学方面的进化史，对限定上白垩统正阳组的具体时代范围意义重大。”该论文第一作者、重庆市地质矿产勘查开发局 208 地质队研究员代辉说。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1016/j.cretres.2024.105995

寰球眼

“比皮科伦坡”水星之旅将推迟



“比皮科伦坡”探测器近距离掠过水星的概念图。**图片来源：ESA/EYEVINE/REDUX**

本报讯 由于推进系统故障，“比皮科伦坡”探测器的水星之旅将变得更加漫长和曲折。据近日《科学》报道，该探测器计划于 2026 年 11 月抵达水星，这比原定计划晚了 11 个月。

“比皮科伦坡”探测器耗资 18 亿美元，由欧洲航天局（ESA）与日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）合作开发。ESA 在日前发布的一份声明中表示，“比皮科伦坡”任务的科学目标不会受延迟的影响。9 月 5 日，该探测器在重力辅助下飞越水星表面 165 公里处。这次与水星“相遇”的距离比原计划近了 35 公里，为测试仪器和研究太阳风与地球磁场间的相互作用提供了机会。

“比皮科伦坡”探测器于 2018 年 10 月发射，携带两个轨道器，一个是 ESA 的水星行星轨道器，配备 11 台仪器；另一个是 JAXA 的水星磁层轨道器，配备 5 台仪器。它们被堆放在转移舱上，前往太阳系最小且很少被研究的行星——水星。到达后，它们将分离并进入单独的轨道。

在飞抵水星的过程中，“比皮科伦坡”探测器会在地球、金星、水星附近一共实施 9 次“绕行星变轨”，利用行星引力反复改变轨道和速度。截至目前，“比皮科伦坡”已经一次飞越地球、两次飞越金星、4 次飞越水星。

今年 4 月，管理人员发现，“比皮科伦坡”探测器的离子推进器没有以全功率运行。离子推进器依赖传输模块的太阳能电池提供电力。工程师最终发现，在太阳能电池阵列和向航天器其他部分分配电力的设备之间，出现了意想不到的电流流动，导致离子推进器电力不足。为此，ESA 绘制了一条减少推力的修正路线。

2024 年 12 月和 2025 年 1 月，“比皮科伦坡”探测器还会两次飞越水星。届时，它将收集有关水星超大铁核、地壳中挥发性元素以及行星磁层结构和动力学的数据。**（李木子）**

中国科学院与国务院国资委推进所企务实合作

本报讯 日前，中国科学院与国务院国资委在京举行合作会商。中国科学院院长、党组书记侯建国，国务院国资委党委书记、主任张玉卓出席活动并讲话。国务院国资委党委委员、副主任苟坪主持活动。中国科学院副院长、党组成员汪克强、丁赤飚，党组成员、秘书长翟立新，国务院国资委秘书长庄树新出席活动。

会商活动上，双方共同认真学习贯彻党的二十届三中全会和全国科技大会精神，贯彻落实习近平总书记关于科技创新的系列重要论述，围绕共同履行国家战略科技力量职责使命、更好发挥新型举国体制优势，立足各自优势和特点，聚焦提高科技成果转移转化效率、促进研究所与企业提前精准对接需求、推动科技创新上下游深度融合，开展了深入合作会谈。汪克强介绍了双方合作进展情况和工作要点。中国科学院及相关研究所与中央企业就有关重点科研项目签署了一批合作协议。

侯建国感谢国资央企长期以来对中国科学院的支持和帮助。他表示，双方紧扣国家重大需求，聚焦各自使命定位和优势特色，携手而行、协同创新，推动合作内容不断深化、合作渠道更加畅通、合作成效不断彰显，履行了国家战略科技力量的责任担当，更好地发挥了新型举国体制优势。希望双方合力抓好重点项目落实落地，集聚精锐力量、整合优势资源、全力以赴攻关，努力抢占一批科技制高点，产出一批关键性、原创性、引领性重大科技成果，更好支撑现代产业体系构建和新质生产力发展；积极探索形式多样、务实高效的合作机制，创新重大科技任务联合选题机制，以及“交钥匙”转化、“手拉手”开发、“订单式”研发等多样化合作方式，形成需求牵引和技术推动的强大合力；进一步拓宽合作渠道与合作重点，在平台机构建设、资源开放共享、人才培养交流等方面加强深度务实合作，共同为科技强国建设、推动经济高质量发展作出更大贡献。

张玉卓对中国科学院长期以来给予国资央企的关心支持表示衷心感谢。他表示，自国务院国资委与中国科学院签署战略合作协议以来，双方共同搭桥梁、建机制，推动更多中央企业与研究所紧密合作，实现了从基础研究到关键共性技术、前沿引领技术等全面布局，协同创新持续走深走实。希望双方共同践行新型举国体制，联合组织承担科技创新重大项目、重点研发计划，共同建好创新联合体，推动从基础研究到产业化的全链条创新；共同提升创新体系效能，聚焦战略性新兴产业和未来产业进一步加强战略对接，发挥中央企业应用场景和市场优势，加快研究所原创成果应用推广，形成产业发展和科技创新的良性循环；共同打造高水平人才队伍，围绕中央企业重点领域人才需求，联合培养顶尖人才，用活、用好科技人才，建立科技人才双向交流柔性机制，加快培养造就一支规模宏大、结构合理、素质优良的创新型科技人才队伍。

部分中央企业负责同志，中国科学院机关相关部门、院属单位和国务院国资委有关厅局负责同志参加活动。**（柯讯）**

科学家阐明拓扑驱动胶体纠缠的物理机制

本报讯（记者王敏）近日，中国科学技术大学教授彭晨晖团队和香港科技大学教授张锐团队合作，以液晶为研究体系，解析了具有不同拓扑结构的向错线和胶体颗粒形成胶体纠缠结构的机制，展示了拓扑结构的非平衡态相互转换可激发胶体纠缠结构的手性变化，阐明了利用向错线的拓扑和几何特性实现胶体纠缠结构集体手性转换的物理机制。日前，相关研究成果发表于美国《国家科学院院刊》。

拓扑纠缠是理解固体系统中拓扑序的关键。在软物质凝聚态系统特别是液晶体系中，拓扑纠缠以具有三维拓扑结构的向错线缠绕胶体颗粒的形式存在。驱动非平衡态拓扑纠缠并实现其可重构自组装，一直是凝聚态物理领域的巨大挑战。

在前期研究工作的基础上，研究团队通过在向列相液晶中引入两种不兼容的拓扑模式，制备了胶体纠缠结构。胶体纠缠的形成机制源于向错线拓扑结构与胶体拓扑结构的耦合。在没有外部刺激的情况下，非手性向列相液晶中可随机产生两种不同手性的胶体纠缠结构。然而，向错线在光驱动至非平衡状态时，胶体纠缠结构的重构得以实现。具体来说，向错线中拓扑结构的转变诱导胶体纠缠结构手性的可控转换。研究团队还实现了胶体纠缠的合并和分裂等多种集体行为。手性转换表现为胶体自组装的集体旋转的“多米诺效应”。此外，通过控制向错线网络的时空演化，他们还实现了一种复杂的胶体纠缠双螺旋结构。

通过深入理解拓扑纠缠的形成和重构机制，研究人员能够精确控制材料的微观结构，从而实现对其宏观性能的调控。该工作为设计智能胶体复合材料开辟了新方向。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1002/pnas.2402395121

研究实现高效甘油电氧化制甲酸

本报讯（记者孙丹宁）中国科学院大连化学物理研究所研究员吴忠帅团队与研究员肖建平团队合作，设计开发出一种铜掺杂镍钴合金（Cu-NiCo/NF）高活性催化剂，并构建出节能的硝酸还原合成氨耦合甘油氧化制甲酸系统，实现了高活性、高选择性的甘油电氧化制甲酸。近日，相关研究成果发表于《德国应用化学》。

甘油可通过酯化、氧化和醚化等反应转化为高附加值化学品。然而，大多数转化方法通常需要高压、高温和额外的氧源。而甘油电氧化仅需要调节电压、电解质和催化剂，因此被认为是一种生产增值产品的有效手段。近年来，镍基催化剂因含量丰富、成本低廉、耐腐蚀等特点，被广泛应用于电氧化反应中。然而，镍基催化剂的电氧化活性较差，相比之下，合金催化剂更有竞争力。

该研究发现，通过一步电沉积制备的 Cu-NiCo/NF 展现出优异的甘油氧化反应性能，并且甲酸盐的法拉第效率达到 93.8%。与其他生物质衍生物相比，该催化剂展现出较为优异的电氧化活性。原位拉曼、准原位 XPS 和理论计算表明，催化剂表面产生的 NiII-I-OOH 和 CoIII-OOH 是甘油氧化的反应活性物种，在反应过程中，这些活性物种会快速地与甘油发生反应，从而避免了催化剂的过度氧化，保证了催化剂的结构稳定。

研究表明，Cu 掺杂能够促进合金表面的 *O 与反应中间体实现 C-O 偶联，获得形成甲酸的关键中间体，降低 C-O 偶联过程的能垒，提高甘油氧化活性。该催化剂对硝酸盐还原反应也展现出较高的活性和选择性。以 Cu-NiCo/NF 为双功能催化剂，科研人员在流动电解槽中构建了硝酸还原耦合甘油氧化系统，并同步生成了氨气和甲酸，该系统具有长达 144 小时的稳定性。该系统中甲酸仍是阳极的主要产物，当甘油的转化率为 87.6%时，甲酸的收率达到 80.6%。

该工作不仅开发了一种具有高催化活性的甘油氧化和硝酸盐还原双功能电催化剂，还为电化学精炼实现产品升级提供了新思路。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1002/ange.202411542

9 月 9 日，香港新渡轮 400 客位纯电池动力推进客渡船“新明珠 39”号下水仪式在广州南沙举行。这是目前香港地区首艘整船采用国产碳纤维材料建造的客渡船，打破了高端碳纤维进口材料在国产客船中的技术垄断局面。

碳纤维复合材料是船舶领域的一种理想材料，具有重量轻、耐腐蚀、噪声低等特点，相比传统船用材料可进一步节省燃油、降低维护费用，节能减排、低碳环保优势明显。得益于采用碳纤维结构，“新明珠 39”号重量轻，能耗低，续航里程长，可以满足每天夜间充电、白天连续运营的要求。图为准备下水的“新明珠 39”号。**本报记者朱汉斌摄影报道**