



## 国家自然博物馆正式揭牌

据新华社电 6月5日，国家自然博物馆在北京正式揭牌。

国家自然博物馆的前身可追溯至1951年4月成立的中央自然博物馆筹备处，1959年由故宫博物院内的旧址迁至天桥新址开馆，1962年定名为北京自然博物馆。它是新中国依靠自身力量筹建的第一座大型自然历史博物馆，是首批国家一级博物馆，于2008年免费对社会开放。它主要从事地球科学领域、生命科学领域的标本收藏、科学普及、标本制作以及展览展示等工作，现有建筑面积2.3万余平方米，年接待观众达180万人次。

近年来，北京自然博物馆专业持续开展科学考察、标本采集、标本制作以及展览展示等工作，现拥有馆藏藏品37万余件，珍稀标本数量

在国内自然博物馆中位居首位。

今年1月，位于北京中轴线南段东侧、毗邻世界文化遗产北京天坛的北京自然博物馆，经有关部门批准同意，更名为“国家自然博物馆”。

据介绍，国家自然博物馆将立足新的使命定位，代表国家保护、研究、收藏、阐释和展示自然物以及人类社会发展历程中具有历史、科学和艺术价值的自然遗产，将高质量推进新馆建设，大幅提升保护、收藏和服务公众的能力。规划设计中的新馆位于北京南中轴地区的大红门博物馆群。

当天，国家自然博物馆推出馆藏精品展，还发布了标识设计方案征集公告，明确要求设计方案需突出体现绿色发展理念、人与自然和谐共生的内涵。（罗鑫）

## 早期海洋为何长期“缺氧”？

■本报记者 韩扬眉 杨晨

地球迄今约有45亿~46亿岁，早期约40亿年的历史被称为前寒武纪。总体而言，前寒武纪的海洋始终保持一种“缺氧”状态，直至晚期海洋开始实质性氧化，复杂真核生命出现、爆发，且总体保持稳定的氧化状态，才逐渐演化为现代海洋。

为什么早期海洋的“缺氧”状态和现代海洋的“氧化”状态始终能维持稳定？它又是如何从“缺氧”切换到“氧化”的？生命关键组成元素——磷与氧是怎样推动地球向现代宜居性状态演化的？在成都理工大学教授李超看来，这都是地球演化迷人的地方。

过去数十年里，国外科学家始终站在重建早期地球海洋环境演化的最前端，他们掌握着最先进的技术手段。“技术创新才能驱动科学创新，先进技术是我们在该领域实现领跑的关键。”基于这一理念，近20年，李超几乎把全部精力投入其中。

最近，李超团队利用最新研发的技术直接追踪古海洋磷含量波动，重建了地质关键期埃迪卡拉纪古海洋溶解磷含量演化，发现了埃迪卡拉纪海洋生命营养元素磷含量和海洋氧化程度之间具有不同于现代海洋的关系，提出了外部因素是古海洋实现氧化的原始驱动力假说。

该研究极大深化了人类对地球宜居性演化和复杂生命演化规律的理解，对于早期地球海洋环境下相关矿产资源和油气资源的形成与勘查有重要启示。相关研究成果近日发表于《自然》。

### 问题：古海洋为何持续“缺氧”

磷和氧是生命不可或缺的关键元素。磷是控制现代和地质历史时期海洋生产力大小的首要营养盐，而氧气则是复杂真核生命代谢所必需的氧化剂，破解二者关系是地球宜居性演化研究的关键内容。

研究表明，在百万年的地质时间尺度上，现代海洋中磷和氧为负反馈关系，即当海洋氧气升高时，磷会减少。海洋会通过增加铁锰氧化物吸附等方式将磷移出海水，使其进入沉积物，导致海洋生产力以及光合作用产氧量下降，从而阻止海洋进一步氧化。

相反，海洋氧气降低，磷就会增加。“缺氧”的环境下，沉积物中的磷会再度活化，重新进入海洋，从而增加海洋生产力和氧气产量，阻止海洋缺氧。

“磷氧相互作用将现代海洋锁定在一个相对稳定的氧化世界里，使地球上的复杂生命得以繁衍。”李超告诉《中国科学报》，这是地球系统自我调节的重要机制。

而在前寒武纪海洋，缺氧状态稳定维持了几十亿年。它是如何稳定维持“缺氧”状态的？现代海洋中的磷和氧负反馈过程是否也存在于前寒武纪海洋中呢？

过去，有科学家猜测，由于前寒武纪海洋缺氧，海洋磷循环速率很低，海洋磷含量也很低，但在前寒武纪的最后一个阶段，也就是从6.35亿年前持续到5.39亿年前的埃迪卡拉纪，缺氧的海洋出现了重大氧化事件，海洋磷循环速率和磷含量大幅增加，变成了现代海洋类型的磷循环。

“他们猜测的依据是，地质历史时期黑色页岩总磷的平均含量在埃迪卡拉纪实质性增加约4倍，推测是海洋的氧化加速了海洋磷自身的循环，导致了海洋磷增加并形成了现代海洋类型的磷循环，这些最终推动了寒武纪生命大爆发。”李超解释说。然而，这种推测并没有直接的数据支持，因为一直以来缺乏能够有效追踪古海洋溶解磷含量的定量指标。

既然没有直接重建古海洋关键营养元素磷含量变化的指标技术，李超就想自己研发一个。

### 技术：工欲善其事的“利器”

李超带领团队经过多年尝试，最终于2021年成功研发出碳酸盐结合态磷酸盐(CAP)技术，作为直接追踪或重建古海洋磷含量的新手段。

前人研究发现，珊瑚在生长过程中会吸收海水中的磷，并把磷酸盐固定在骨骼中。想知道海水中磷含量发生了怎样的变化，珊瑚就是“证人”。李超从中获得了灵感：早期地球海洋中的碳酸盐矿物在沉淀时，会不会把海洋中的磷酸盐给“吸收”到矿物晶格里了呢？

“就像拍照一样，以某种方式把信息直接记录在了岩石档案中。”李超解释道。于是，他带着团队成员开始验证这个想法。

他们通过控制环境溶液的磷含量、酸碱度、温度以及碳酸盐矿物相来研究响应结果，发现在实验室各种模拟环境下，沉淀出的碳酸盐的CAP和溶液中的磷酸根都会有线性关系。

“只有线性关系，才能用于重建早期海洋磷含量波动。”李超说。

现代和古代自然沉积碳酸盐的研究进一步证实了在特定地史条件下，只要样品未受到明显的后期成岩作用，无论是从灰岩还是从白云岩中提取的CAP组成，均能很好地记录当时海水中的磷含量波动。

有了技术支撑，研究团队把目光投在一段特殊的地层单元——埃迪卡拉纪SE事件地层。SE事件是埃迪卡拉纪最重要的古海洋氧化事件之一。这段地层记录了地球历史上最强烈的一次碳酸盐同位素负偏事件，被认为可能与全球海洋氧化性的显著增强有关，且地层通常由碳酸盐岩组成，便于CAP技术的应用。因此，埃迪卡拉纪SE事件地层成为了首选目标。

### 意外：与过去推测相反的结论

在李超的统筹协调下，团队成员收集了来自中国华南和西北塔里木地区、澳大利亚、美国和墨西哥4个古大陆上6条不同地区记录SE事件的剖面样品，并开展了CAP分析。分析结果让李超意外又振奋。

6条不同地区记录SE事件剖面的样品CAP数据显示，随着海洋氧化，磷含量的波动变化一致，都呈现“M”形演化趋势，这与现代海洋中的磷和氧负反馈过程截然不同。

在“M”形演化趋势中，随着海洋的氧化，海洋磷含量先增加再下降，出现了第一个峰值；当海洋氧化程度下降，磷含量再次增加后下降，形成了第二个峰值。“尽管在海洋氧化程度最强时，磷含量降到最低值，但这个最低值与SE事件前后海洋氧化程度最弱时并无区别，这说明埃迪卡拉纪海洋磷含量和海洋氧化程度之间具有不同于现代海洋的解耦关系。”李超说。（下转第2版）

## 我国海上风电无淡化海水直接电解制氢海试成功

本报讯(记者陈欢欢、刁雯蕙)近日，全球首个海上风电无淡化海水原位直接电解制氢原理技术装备在福建海试成功。该装备由深圳大学/四川大学谢和平院士团队与东方电气集团联合打造，在3级~8级大风、0.3米~0.9米海浪强干扰的真实海洋环境下，连续稳定运行超过240小时，验证了由我国科学家原创的海水无淡化原位直接电解制氢原理与技术的可靠性。

海水制氢是一种理想的制氢方式，目前有海水直接制氢和间接制氢两条不同的技术路线。其中，间接制氢本质上是海水淡化后制氢，工艺流程复杂、成本较高；而直接制氢技术则自提出以来，半个世纪未有突破性进展。

2022年11月30日，谢和平团队在《自然》发表研究，开创了海水原位直接电解制氢的全新原理与技术，实现了无淡化过程、无副反应、无额外能耗的规模化高效制氢，获评2022年中国十大科学进展新闻。

随后，东方电气集团与谢和平团队联合研制了漂浮式海上制氢平台和供电系统。本次海试是

基于三套原理样机并联建立的设计值为每小时1.2标准立方米制氢规模的装备系统，自2023年5月17日至26日于福清市兴化湾海域对接海上风电连续稳定运行10天。第三方技术检测机构数据表明，本次海试制氢气规模达每小时1.3标准立方米，超出设计值；电解能耗为每标准立方米氢气5度电；运行10天后海水杂质离子阻隔率仍然高达99.99%以上，与纯净水直接电解制氢效果相当，制氢纯度达到99.9%~99.99%，稳定性良好。

按照海上风电上网电价0.2元/度~0.3元/度计算，该技术成本为每公斤氢气11.2元~16.8元，略高于煤制氢成本(9元~12元)，明显低于天然气制氢成本(20元~24元)，更为绿色、环保、可持续。未来，随着海上风电技术的发展和上网电价下降，这一成本有望继续降低。

谢和平表示，此次海试为未来实现并联储大规模海水直接制氢提供了技术验证，有望形成无淡化、无额外催化剂工程、无海水运输、无污染处理的原位海水直接电解制氢全新模式。



可再生能源海水无淡化原位直接电解制氢平台。受访者供图

## 从恐龙到鸟演化为何变慢

本报讯(记者胡琨琦)生命演化史上有一些重要的节点事件，比如颌出现、鱼类登上陆地、爬行动物飞上天等。过去，科学家理所当然地认为，当这类具有“演化革新”意味的特征或者形态功能在某一类群中刚刚出现时，该类群的演化速率会变快，多样性也会增加。原因是这些“革新”能够帮助生物快速进入新的生态位。

中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员王敏一直从事早期鸟类演化研究，然而根据他所观察到的中生代鸟类化石标本，刚飞上蓝天的早期鸟类的多样性似乎并不高。于是，他对演化生物学的这个“常识”重新进行了求证，而结果也确实与先前的认知大相径庭。相关研究6月5日发表于《自然-生态与进化》。

恐龙到鸟是脊椎动物演化史上最为震撼

的事件之一，这一过程涉及大量骨骼系统、肌肉系统和表皮衍生物等结构的变化。“其中最关键的变化，就是以肢骨长度为代表的体形改变。”王敏介绍说，比如，从整体趋势看，在演化谱系中和鸟类关系更近的兽脚类恐龙有着相对更长的前肢。

按照过去的猜想，早期鸟类的肢骨演化速率会比较快，整体多样性也应该比较高。可是，研究人员系统比较了鸟类、非鸟类副鸟类及非副鸟类兽脚类恐龙这3个类群的肢骨多样性，发现早期鸟类肢骨的整体多样性竟然是最低的，而非副鸟类兽脚类恐龙是最高的，这种差异主要反映在前肢上。

研究人员又对包括鸟类在内的中生代兽脚类恐龙肢骨的演化速率进行了计算，发现了相似规律。前后肢整体的演化速率在接近鸟类起源节点时变慢了，而这种趋势在前肢上表现

最为明显。

如何解释早期鸟类在肢骨形态上多样性的贫瘠，以及演化速率的降低？王敏认为，这一现象主要受到鸟类前肢的“拖累”。“在早期鸟类演化中，飞行具有很强的自然选择作用。因此，原始鸟类的前肢只能在适合空气动力学作用的框架下发生有限的变化。随着许多和飞行相关的进步特征的出现，鸟类前肢的变化才能突破‘瓶颈’，最终演化出现代鸟类所呈现的形态多样的前肢结构。”

“当生物在获得了某种重要特征、功能时，会对整个物种发展产生巨大的促进作用。但这项研究告诉我们，还需要精细区分，因为这种促进作用在不同演化时期所产生的影响不同。”王敏表示。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41559-023-02091-z>

## 元素周期表等退出印度教科书



本报讯 在印度，5月开学返校的16岁以下学生将不再学习进化论、元素周期表、能源等内容。

据《自然》报道，该政策由负责制定印度学校课程和教科书内容的全国教育研究与培训委员会(NCERT)于去年宣布，并称这将缓解新冠疫情期间学生在线学习的压力。教师和研究人员的原本预计，一旦学生重返线下课堂，这些内容就会恢复，而现实情况恰恰相反，NCERT不但印制了删减内容后的新学年教科书，而且表示这一变化在未来两年都将持续。

上个月，印度将删除15-16岁学生课程中与进化论相关内容的消息引起了许多人的不满，更

有数千人通过联名请愿书对此举表示抗议。

但官方发布的指导意见并没有改变，甚至元素周期表、能源和环境可持续性等其他内容也将被删除。低年级学生将不再学习与污染和气候变化相关的科目，高年级学生的生物、化学、地理、数学和物理等科目内容也都有所删减。这些变化将影响印度学校约1.34亿名11-18岁的学生。

上述变动让印度和其他国家的研究人员感到震惊。美国斯坦福大学科学教育研究员Jonathan Osborne指出，进化论是生物学的基础，而元素周期表解释了生命的组成部分是如何结合在一起产生性质截然不同的物质的，是化学家的伟大成就之一。

“与空气污染、水资源以及其他资源管理有关的内容都被删除了。但我不认为水资源和空气保护与我们无关，目前来讲更是如此。”印度塔塔社会科学研究所科学教师培训师Mythili Ramchand说。

为此，有4500多名科学家、教师和科学传播工作者签署了由非营利组织——突破科学协会组织发起的联名书，以期恢复被砍掉的进化论等内容。

但目前NCERT尚未对上述诉求作出回应，也没有与教师和家长进行沟通。（徐锐）



图片来源：Noah Seelam/AFP/Getty

## 在技术与伦理边缘徘徊的线粒体置换

■彭耀进 韩怡婕

近日，英国人类受精与胚胎学管理局证实，已有几名婴儿通过线粒体置换技术(MRT)诞生。实际上，该国早于2015年3月就通过立法，成为世界上第一个将MRT应用合法化的国家。不过，截至目前，该技术仍面临着技术、伦理及社会等诸多方面的争议。

MRT是一种生殖遗传干预技术，其通过显微操作将细胞核DNA(mtDNA)从含有缺陷线粒体DNA(mtDNA)的卵母细胞或受精卵中，转移到具有正常线粒体的去核卵母细胞或受精卵中，从而预防或治疗由线粒体遗传引起的严重疾病。虽然科研人员声称该技术可避免将有害mtDNA遗传给下一代，为预防严重线粒体遗传病带来了希望，但这项技术仍处于基础研究向临床应用转化的早期阶段，不仅在科学和安全方面存在大量争议，而且面临诸多伦理和社会方面的隐忧。

MRT应用的技术风险主要包括操作困难，以及将突变的mtDNA引入重构受精卵中，进而导致后代仍有患上遗传性线粒体疾病的风险。更为重要的是，由于MRT是一种新兴技术，人们目前对于nDNA与mtDNA之间的互作机制了解有限，尚不清楚患者自身nDNA与捐赠者mtDNA之间是否相容以及对后代健康是否有影响。尤其是线粒体疾病可能是由调控线粒体功能的其他细胞核基因异常引起的，因此即使是将有缺陷的mtDNA移除并移植到捐赠者健康的mtDNA，患者自身的nDNA仍有可能对新合成细胞的线粒体发挥调控作用，进而导致重构后卵母细胞中的线粒体发生异常。因此，需要进一步研究揭示这种互作机制，以更好评估MRT的风险和效果。总之，MRT虽然为预防严重线粒体遗传病带来了希望，但仍面临一些技术风险和挑战。

此外，MRT的应用还引发伦理和社会争议。例如，MRT产生的子代会携带来自3个人的遗传信息，因而通常又被媒体称为“三亲婴儿”。这种遗传信息来源的改变可能被视为对传统家庭伦理的挑战。例如，提供健康线粒体的女性能否成为孩子生物学或法律意义上的母亲？经由MRT出生的孩子长大后是否会在自我身份认同方面出现问题？这引发了MRT应用中关于线粒体捐赠者母亲身份和子代自我身份认同的争论。

此外，MRT涉及受精卵mtDNA的改变，引

发人们对人类生殖系基因改造的担忧。当前，国际社会普遍认为不应该将基因改造用于生殖目的。如果将MRT定义为人类生殖系基因改造，那么它的临床应用将被视为违法行为。因此，关于这个问题的理解和解释对于MRT的合法性至关重要。

对此，英国立法者认为MRT不是人类生殖系基因改造，因为两者在作用对象(mtDNA和nDNA)以及作用方式(整体替换和局部修饰)上存在区别。但是，有批评指出英国在这个问题上掺杂了过多的政治考量，并重新“定义”了基因改造。

相较而言，美国医学研究所(IOM)认为，MRT即便不涉及基因编辑，但包含对基因物质的“新结合”，是“对细胞内遗传物质的改变”，因而属于人类生殖系基因改造的范畴。

当然，MRT的应用还存在诸多其他伦理、社会争议，例如MRT旅游、MRT应用的公平获取等问题。因此，各国在未来构建MRT的规制制度时，需要充分考量这些潜在伦理和社会问题，基于科技进步，并结合本国国情、患者需求、风险因素以及现有辅助生殖技术的规制框架，进行综合设计，以共同应对各项挑战，确保技术的可持续发展，最大限度造福人类。

(作者单位分别为中国科学院动物研究所和中国科学院监管局科研诚信与伦理办公室)

科学网客户端全新上线!



更多科教资讯，扫描二维码下载查看