新闻热线：010—58884063
E-mail：niecr@stdaily.com
■责编 聂翠蓉
科技日报
2020年4月30日 星期四

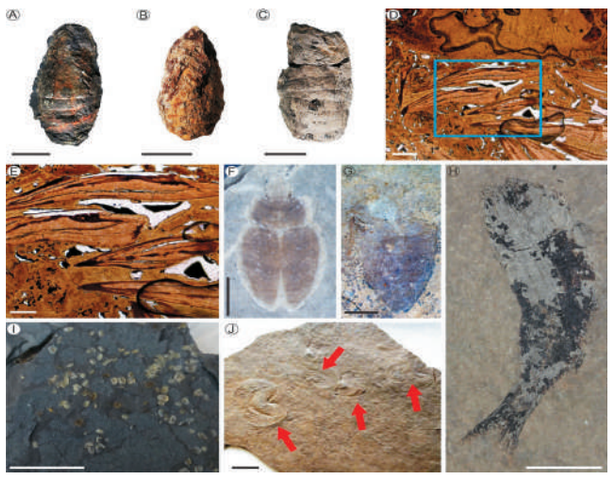
生物大灭绝后，湖泊生态恢复需要多少年？

本报记者 张 晔

假如地球上演生物大灭绝，湖泊和陆地生态系统需要多久才能恢复？

假如这个问题让人难以回答，不妨把目光回溯到2.52亿年前。

那时，二叠纪末期的地球发生了显生宙最大的生物灭绝事件，引发了严重的海洋和陆地生态系统危机，约75%的陆地生物物种消失。



剖面产出的各类代表性化石。A-C，鱼粪；D-E，鱼粪切片；F和G，甲虫；H，鱼；I，介形虫；J，鲎虫。 受访者供图

中国科学院南京地质古生物研究所科研团队最新的研究发现，二叠纪末大灭绝之后，湖泊和森林生态系统可能需要1000万年才能明显恢复，相关成果近日在线发表于《地质学》。

鄂尔多斯盆地下埋藏远古湖泊

中国科学院南京地质古生物研究所现代陆地生态系统起源与早期演化课题组的研究生赵向东和郑大燃博士在王博研究员和张海春研究员的指导下，与长庆油田解古巍工程师等合作，对鄂尔多斯盆地的中三叠统湖相沉积地层进行了系统研究。

他们在鄂尔多斯盆地南缘三条富含油页岩和凝灰岩的剖面（霸王庄、马庄和衣食村）进行了高精度的地层学、沉积学和古生物学研究，并对剖面中的火山灰、凝灰岩和凝灰质砂岩进行了锆石铀-铅定年，最终将湖相油页岩底部年龄卡定在242百万年左右，归于中三叠统铜川组。这套油页岩是二叠纪末大灭绝之后已知最早的深湖相沉积，比之前的记录向前推进了500万年。

研究团队在铜川组油页岩中发现了较丰富的植物、介形虫、叶肢介、鲎虫、昆虫、鱼和鱼粪等化石。其中最大的螺旋状鱼粪化石长达77毫米，表明当时湖泊中已存在体型较大的捕食性鱼类。通过对部分鱼粪化石进行切片，研究团队在其中发现了双翅目昆虫的大颚。

化石研究表明，当时的湖泊中已经出现了复杂的多层营养级关系：其中的初级生产者为各种藻类；初级消费者主要是以藻类为食的介形虫和昆虫等动物；二级消费者包括各类水生肉食性昆虫以及鱼类等；顶级消费者为大型的捕食性鱼类。

这种生态类型与古生代湖泊中双翅目幼虫普遍缺失和水生甲虫稀少的情况明显不同，代表了一个典型的中生代湖泊生态系统。

对三叠纪早中期湖泊生态复苏模式还知之甚少

在三叠纪早期，地球仍处于极端的气候中，陆地和湖泊生态系统不得不缓慢恢复。

王博研究员介绍，不同物种复苏的时间不同，其中最快的是有孔虫、菊石和牙形石，经历1至2个百万年就恢复至大灭绝前的水平，而海洋造礁生物和陆地森林大约需要长达1000万年才能完成恢复，比孢粉学数据推断出的植物群落的恢复时间要长得多。

由于三叠纪早、中期深湖相沉积地层和化石记录较为缺乏，科学家对于湖泊生态系统的复苏模式和时间了解较少。

从目前的地质勘探资料来看，在三叠纪最初的1000万年内，世界各地的陆相地层中普遍缺失煤层，因此这段时期也被称为“煤层缺失期”。

“通常认为，中三叠世煤层的再次出现代表了大灭绝后森林生态系统的明显恢复。”王博研究员说。

在鄂尔多斯盆地，已知最古老的三叠世煤层产出自二马营组的最上部，其年龄略老于铜川组油页岩的年龄。研究结果表明复杂湖泊生态系统的复苏与“煤层缺失期”的结束时间相吻合，表明湖泊和森林生态系统可能通过生物、物理和化学等作用紧密联系在一起。

研究人员认为，早三叠世炎热的气候会限制湖泊中的溶解氧含量，从而阻碍了生态系统的复苏。然而，在安尼期海洋中碳埋藏的大量增加可能会导致大气二氧化碳含量下降和全球降温，从而改善了湖泊的生态条件。此外，火山灰给湖泊带入丰富的营养物质，可能显著提高了鄂尔多斯盆地古湖泊的初级生产力。因此，全球温度降低和火山灰养分输入可能共同促进了鄂尔多斯盆地古湖泊生态系统的繁盛。

同时，该研究层位也是长庆油田的重要产油层，同位素年代学和地层学的研究结果也为精时地层对比和油气资源勘探提供了新的定年和化石证据。

须弥山石窟静卧千年 壁画修复牵出这些谜团

王迎霞

在山坳里静卧1500余年的宁夏须弥山石窟，突然撩拨了世人的神经。

近日，固原市原州区须弥山石窟文物管理所正式启动石窟壁画修复保护工程，对第1窟、第48窟、第50窟、第51窟中共计185.47平方米的壁画进行大规模修复保护。

须弥山石窟现存大小石窟162个、造像1000余尊，错落有致地分布在连绵2公里的8座山峰上，被誉为“宁夏敦煌”。清代之后的百年来，这样的抢救性修复还是头一回，意义自不言说。

清洗污染物、回贴颜料层、局部全色……随着修缮工作的陆续开展，须弥山石窟壁画像一个蒙着面纱的少女，在修复师手中一点点恢复着原来的样貌，同时也将更多谜团抛向了后人。

佛像和墙壁上的黑颜色是怎么形成的？那些壁画的作者是谁？宁南山区特有的红砂岩，采取怎样的手段才能延缓它的风蚀速度？这一个个待解之谜，为这一珍贵的文化遗产更添几分神秘。

经专业人士修复，第48窟内的壁画陆续恢复原有样貌。 李功摄

令人费解

第48窟内为何漆黑一片

来自陕西的专业文物修复师王晓生拿着软毛刷，轻轻为佛像底座刷去浮尘。

走进第48窟，首先映入眼帘的便是这尊鎏金佛像。只见他身着袒右式袈裟，双腿盘坐台座之上，两手叠置，仪态端庄。虽然面部已经脱落，但通过规整的螺发、高隆的肉髻和丰腴的面庞，依然可以想象他弯眉长目、妙相庄严的样子。

佛像的莲花台座，虽劲挺饱满，却是反差极大的黑色，只有凸起的莲瓣尖角，呈现出它本来的金。

佛像两侧各立一尊菩萨像，身着衣裙，体态修长，发髻高束，仍浑身黝黑。抬头、四顾，窟顶和壁画亦是漆黑一片。

第48窟开凿于北周时期，属于未完成的中心柱窟。佛造像既有北周雕刻，也有唐代雕凿。现存佛造像以及壁画，属于元明时期大规模重妆和彩绘遗迹。

窟内为什么会是黑色？众人不解。

须弥山石窟位于六盘山北端，在固原市原州区西北55公里的寺口子河北岸。站在山上远眺，寺口子水库如一颗绿宝石，唾手可得。王晓生分析，有可能是民工当年修建水库时把石窟当成了宿舍，住在里面生火做饭和取暖，长时间烟熏火燎形成的。

但也有另一种说法，称罪魁祸首是这里源源不断的香火。

有人认为，须弥山石窟香火太旺，在这千年的历史长河中，香烟缭绕加上长明灯熏，最终在石窟之内形成了这层黑质。

“其他窟没有香火，只有佛像，就没这种情况……嗯，仔细一想，人家说的也有道理呢。”王晓生顿了顿说。

还没定论

石窟壁画何时创作

作为中国十大石窟之一，须弥山石窟的壁画是绕不过的话题。

第48窟是一座壁画的天堂。在王晓生团队近一个月的努力下，许多壁画已经褪去黑色，恢复了往日的神采。

花叶繁茂的莲花宝瓶；寥寥几笔便栩栩如生的佛像；侧目含笑体态优雅的菩萨……更让人叹服的是，虽然历经千百年，清洗过后的壁画灵韵依旧，色彩古朴又不失明艳，无不彰示着那个时代最高的艺术成就。

“这些佛像是北周时期的，但壁画是元明清三代的画师补上去的。至于谁画的，不清楚，无从考证。”须弥山文物保护中心主任陈运涛告诉科技日报记者。

王晓生表达了同样的观点。他的理由是，须弥山石窟“开创于北魏晚期，西魏、北周、隋、唐、宋、明等朝代继续营造修缮，壁画创作应该是个持续的过程，不可能在北周时期一下子完成”。

也有人持不同看法。他们认为石窟开凿于北魏晚期，所以壁画作者就应该属于那个时代。

根据现场勘察情况，壁画所在窟体开凿于砂砾岩体，个别洞窟坍塌严重，再加上外界保存环境相对恶劣，现壁画存在空鼓、地仗脱落、裂隙、坍塌等危及安全保存的病害。

这次壁画修复保护工程将遵循“最小干预，修旧如旧”原则，尊重和恪守文化遗产的历史风貌，确保壁画的真实性和完整性。

主要工作内容有：壁画的表面覆盖、起甲修复、空鼓、裂隙、烟熏、历史修复、酥碱、颜料脱落、地仗脱落、龟裂、涂写等。

有些佛像的脸只剩下半边，王晓生说他咨询过专家，把灰尘扫干净就行，“不能刻意修复，不然就把文物破坏了，这样还能起到一点保护作用”。

有待探究

大规模石窟何人开凿

第51窟是一座整山包掏空开凿而成的覆斗顶、平面方形中心柱窟，被国内文物专家称为“须弥之光”。

只是，由于自然风化原因，部分佛像已经模糊不清。蹲下细看，地上一层红沙。“这是由固原当地的红砂岩雕刻的，外表硬，但里面‘嘶嘶嘶’地就跟细沙子一样往下掉。”陈运涛说。

公元574年，北周武帝推行灭法政策，第51窟终止开凿。1920年，海原8.5级环球大地震又致石窟前半部分坍塌，后半部分被砂石填埋后整体保存下来。直到1985年文物部门对其进行了加固修缮，这一艺术瑰宝才得以流传下来。

其实，关于须弥山石窟，还有两个谜。

须弥是梵文中的“宝山”，在佛经里是宇宙的中心，众神居住的地方，是什么人用“须弥”二字来命名这座山的？

这样的大规模佛教石窟，理应是当时的执政者下令开凿的，但史料中却未留下任何记录。它最早由何人开凿？

开凿石窟需要耗费大量的人力、物力、财力，这样的工程历朝历代理应备受关注。但历经南北朝、隋、唐、五代、宋、元，令后人叹为观止的须弥山石窟，包括身躯伟岸的须弥山大佛，竟在国史和地方志中都找不到一点记载。

到了明朝，《万历固原州志》才第一次给了须弥山佛教建筑在史册上亮相的机会：“须弥山……元封圆光寺。”但专家认为这是张冠李戴，圆光寺并非元封，而是明英宗朱祁镇赐名。

也许，正因为这些有待进一步探究之处，这座石窟才愈发吸引世界的目光。

相关链接

宁夏抢救性修复石窟壁画

从4月起，宁夏固原市原州区须弥山石窟文物管理所开始组织专业技术人员对须弥山石窟现存所有壁画进行修复，这也是自清代以来首次对石窟壁画开展抢救性修复。

须弥山石窟文物管理所所长王玺说，因自然风化和人为损坏，须弥山石窟壁画出现了地仗脱落、裂隙、酥碱、颜料层粉化脱落、空鼓、壁画起甲、脱落等病害，亟待抢救性修缮。

“此次壁画修复团队由来自全国多地的文物修复专家组成，尽可能最大程度还原壁画的原始风貌。”王玺说，这次壁画修复工作完成后，今年还将进行须弥大佛窟沿加固前期勘查设计项目、石窟加固一期项目、石窟安防提升改造项目、须弥山石窟数字化展示中心建设。

而“十四五”期间，该所将向国家文物局积极申报项目，打算利用5年时间，分3期进行石窟岩体加固、石窟渗漏水治理、须弥山石窟数字化建设。另外加上须弥大佛本体修复等，预计争取文物修复资金达1.2亿元。

新解

斐济蜜蜂讲述新版本进化故事 多样性源于无法适应栖息地环境

科技日报讯（记者**刘霞**）进化生物学认为，新物种出现并进化是为了适应不同的生态环境，但澳大利亚科学家在斐济高山地区发现的稀有蜜蜂讲述了另外一个版本的进化故事。据物理学家组织网近日报道，这些蜜蜂提供的证据表明，它们还没来得及适应不同栖息地，就已经进化成许多种类。

该文章第一作者、弗林德斯大学的詹姆斯·道里说：“科学家们通常认为，适应新栖息地和生态环境会推动并促进物种多样化，但我们发现，单一蜜蜂物种在斐济的殖民化行为最终进化出20多种地方性蜂种。至少对斐济蜜蜂而言，物种的多样性是由于无法很好地适应栖息地所致。”

研究作者、弗林德斯大学副教授迈克·施瓦兹补充说：“如果达尔文研究的是斐济蜜蜂而非加拉帕戈斯的雀科，他可能对物种起源得出不同结论。”

研究人员解释称，斐济蜜蜂的“祖先”起初在气候寒冷时定居于低地，但随着气候变暖，低地变得太热导致蜜蜂无法舒适地生活，因此，这些蜜蜂便分道扬镳，迁往不同山坡安家，这些“各自为政”的蜜蜂种群后来演化成新物种，且此后每个气候周期都有可能产生新物种。

研究人员表示，他们鉴定出的22种斐济蜜蜂物种中，受温度限制，大多数生活于极其有限的海拔范围内，其中14种来自不同的山顶。

道里指出：“这说明自殖民斐济以来蜜蜂适应新气候的速度有多慢，这种系统发育信号可能表明，蜜蜂面临与气候有关的灭绝风险。确实，自上世纪70年代‘现身’以来，一种斐济蜜蜂的数量日益稀少，人们也由此开始关注来自其他山峰的13个物种。如果气候继续变暖，这些蜜蜂可能无处可去，因此，遏制全球温室气体排放有利于物种多样性的保护。”

一种斐济蜜蜂 图片来源：物理学家组织网

这枚鸵鸟蛋透露一个秘密 5000年前人们就爱“奢侈品”

科技日报讯（记者**刘霞**）在俄沙皇时期法贝热彩蛋出现之前，装饰华丽的鸵鸟蛋就广受地中海文明精英的追捧，但人们对这些“奢侈品”背后复杂供应链的了解却甚少。据物理学家组织网近日报道，现在，由英国科学家主导的一个国际专家团队揭示了5000年前鸵鸟蛋的生产和交易之谜。

在最新研究中，布里斯托尔大学的塔玛·霍多斯博士和大英博物馆资深科学家卡罗琳·卡特赖特博士等，使用最先进的扫描电子显微镜，研究了大英博物馆藏品中的鸵鸟蛋，试图揭示有关其起源、制造方法和制造地点的秘密。

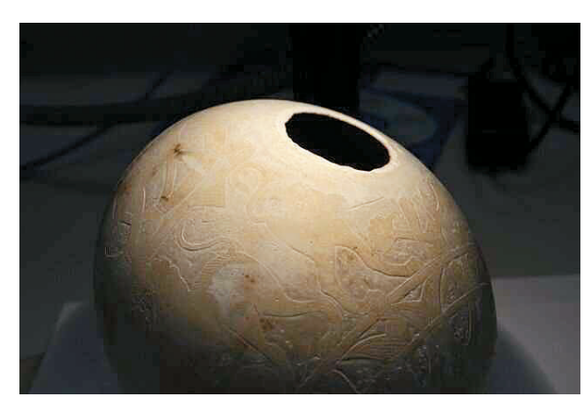
在最新一期《古物》杂志上，研究人员首次描述了鸵鸟蛋生产背后令人惊讶的复杂系统，包括有关鸵鸟蛋的来源、鸵鸟是圈养还是野生、制造方法与不同地区的关联等证据。

霍多斯说：“装饰鸵鸟蛋的整个生产系统比我们想象的要复杂得多。而且，我们的新发现表明，古代各国之间的联系比我们想象的要更加紧密。”

她解释道，地中海鸵鸟是东地中海和北非的本土动物，但其他地方也发现了来自这两个地方的鸵鸟蛋，表明这些地区之间存在频繁的贸易往来。

研究团队还发现，鸵鸟蛋需要一段时间干燥，然后才能雕刻外壳，因此需要先存储起来。这一点具有经济意义，因为存储需要长期投资，再考虑中间牵涉的风险，所以，鸵鸟蛋成为了当时的奢侈品。

这项研究是正在开展的古老奢侈品研究项目“奢侈品全球化”的一部分。霍多斯解释说：“我们不仅在评估古代奢侈品的生产方式，也在评估不同人如何使用它们。这些问题对于当今社会至关重要，因为在同一社会中，同一物体可能对不同人具有不同的社会或象征意义，此类研究获得的认知有助于促进人与人之间的宽容和尊重。”



来自意大利伊西斯墓里的鸵鸟蛋 图片来源：物理学家组织网