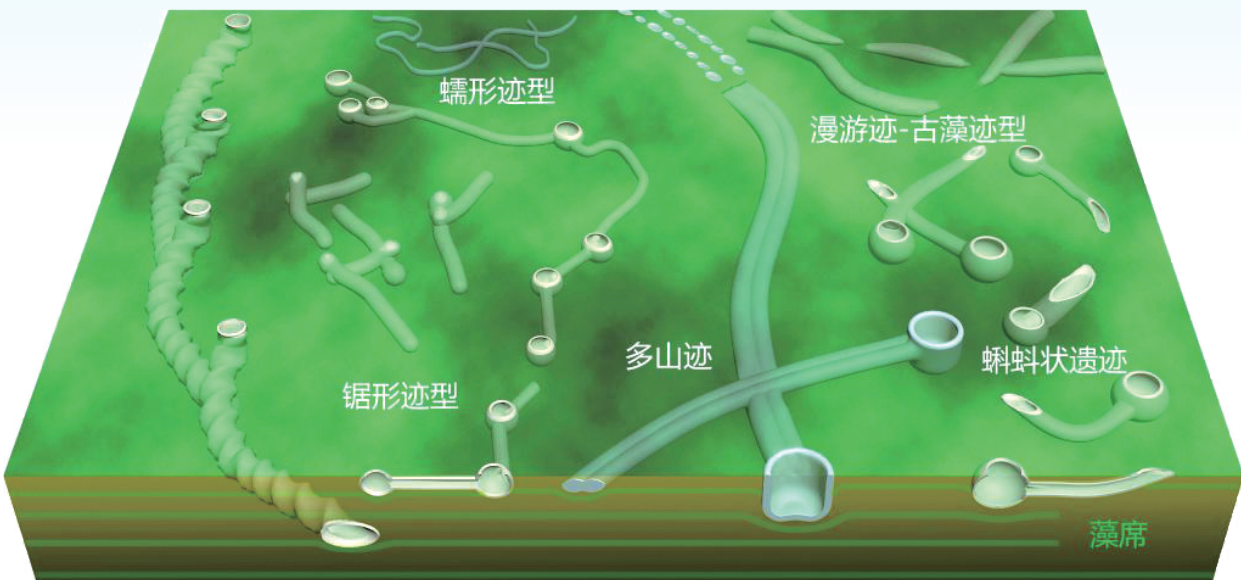


最古老的“生态系统工程师” 我国科学家发现5.5亿年前“地下公寓”

“在生命演化的长河中，谁是地球最早的‘生态系统工程师’？在湖北宜昌的三峡地区，有一处名为‘石板滩生物群’的化石宝库，或为完美的‘时间胶囊’。”

近日，中国科学院南京地质古生物研究所的科学家们，在宜昌石板滩生物群发现了一套距今约5.5亿年的复杂三维动物潜穴系统，这是迄今发现的最古老的动物“地下公寓”，相关研究成果发表于国际权威期刊《科学进展》。

这一发现将动物复杂掘穴行为的确切出现时间提前了约1000万年，为理解地球历史上最深刻的生态系统变革提供了关键证据。“发现这些复杂的‘地下工程’，意义远不止于证明‘远古的虫子会打洞’。它彻底改变了我们对当时动物能力的认知，约5.5亿年前远古动物对生态空间的利用，发生了从二维平面到三维立体的根本性跃迁。”领导此项研究的中国科学院南京地质古生物研究所研究员陈哲接受采访时说。



石板滩生物群的遗迹化石复原图。

2 从二维平面到三维立体



此次研究发现的遗迹化石新种“螺旋锯齿形迹”。

发现这些复杂的“地下工程”，意义远不止于证明“远古的虫子会打洞”，这一发现彻底改变了科学界对当时动物能力的认知。

约5.5亿年前，远古动物对生态空间的利用，发生了从二维平面到三维立体的根本性跃迁。陈哲指出，锯齿形迹被视为动物首次向沉积物内部进行三维探索的标志性遗迹，具有重要的演化生物学、动物行为学和生态学意义。

石板滩的新发现将动物复杂掘穴这一革命性行为的出现时间大幅提前。在埃迪卡拉纪海洋中，海底大多被坚韧的微生物席覆盖，叶状体、圆盘状生物固着其上，世界安静而稳定。微生物席为当时固着或简单移动的大多数生物提供了稳定的栖息地。

然而，随着具备掘穴能力的动物出现，这一切被彻底打破。这些远古“挖掘工”不仅是探索者，更是“破坏者”与“重建者”。它们的活动不仅破坏了海底由微生物和微生物分泌物共同构成的席状群落也就是微生物席，同时也瓦解了依赖这层微生物席生存的埃迪卡拉型生物的生态环境。

研究显示，在石板滩地层中，随着潜穴密集出现，典型的埃迪卡拉化石明显减少。这种此消彼长的关系揭示了这些早期动物如何通过行为，逐步动摇了旧世界的生态根基。

3 生命演化：寒武纪大爆发拉开序幕

这场由“小虫”引发的“地质革命”，并不是一次孤立的生态事件，而是一场持续数百万年的系统性变革。

三维潜穴行为在约5.5亿年前的出现与多样化，对埃迪卡拉生物造成了三重毁灭性打击，这种行为直接破坏了覆盖海底的、坚韧的微生物系统，等于拆毁了埃迪卡拉纪生物赖以附着和生存的“家园”。

“小虫们”的挖掘像在给海底松土，增强了沉积物内部水体与海水的交换，从而改变了海底的化学环境，影响了氧气和营养物质的循环和分布。

它们还与固着不动的埃迪卡拉生物竞争生存空间和资源。这些效应叠加，很可能促成了约5.5亿年前埃迪卡拉生物的第一次大灭绝。而在寒武纪来临之际，环境剧变与生态竞争的加剧，最终导致旧生物群的彻底退出。

与此同时，被扰动、松软而层次分明的混合底质，也为需要藏匿、觅食和建造庇护所的新生物如节肢动物、鳃曳动物等创造了全新的生态位。

正是这些“被准备好的舞台”，为寒武纪生命大爆发的到来铺平了道路。“寒武纪生命大爆发并非无源之水。它的源头，可以追溯到5.5亿年前，第一批向沉积物深处掘进的微小动物。”陈哲说。

华西都市报-封面新闻记者 边雪
图据新华社

1 时间胶囊：石板滩的生物遗迹

宜昌三峡地区的石板滩生物群，隐藏着解读地球生命演化史的钥匙。这片化石宝库被誉为埃迪卡拉纪向寒武纪过渡的“咽喉”，其地质年代约5.5亿年至5.43亿年前。

这里保存的不仅有生物实体化石，更有远古动物行为的“日志”——遗迹化石。近期，陈哲研究员与博士生刘雅榕对此进行了系统研究。

5.5亿年前的“地下工程”有多复杂？陈哲描述，这些遗迹化石忠实记录了远古动物在海底泥沙里“钻、撬、挖、住”的痕迹：有的呈“之”字或阶梯状形态，显示掘穴生物进行有节奏、可重复的推进和探测；有的则像包含“前厅”“通道”“餐厅”等多种功能结构的“复式公寓”；还有的酷似蝌蚪，一头膨大，仿佛动物挖了一个“取食坑”后掉头离开，展现出精细的空间规划能力。

根据其中一类“之”字形遗迹，科研团队还建立了一个新遗迹化石种——“螺旋锯齿形迹”。

与此前在海底表面留下的简单爬痕或浅层水平潜穴不同，这些三维潜穴是动物行为复杂化的重要标志，首次展现出动物向沉积物内部“纵向探索”的能力。