

科学家揭秘2.52亿年前的海洋生物“统治之争” 腕足类“统主”为何丧失海底家园？ 竟是海水升温窒息而亡

>>释疑

地大学者分析33万条化石记录释疑

腕足类动物“一夜之间”大灭绝：不是竞争失败，而是适者生存

9月13日，记者从中国地质大学(武汉)获悉，该校陈中强教授团队通过古生态模拟分析发现，2.52亿年前双壳类与腕足类动物进化不存在显著的竞争关系，对古生物学教科书上最为典型的生物取代案例的驱动力假说提出质疑。

大灭绝之前 腕足类是海洋生物群落“统主”

海洋里的腕足类动物，例如海豆芽、酸浆贝；双壳类动物，例如蛤蜊、扇贝，都由两瓣壳组成，腕足类的两瓣壳大小不一致，双壳类两瓣壳大小一致，两者形态相似，生态位置重叠。在2.52亿年前(即二叠纪-三叠纪之交)的生物大灭绝之前，腕足类在海洋生物群落中占据绝对的统治地位；大灭绝发生后，双壳类崛起，两者在海洋生物群落中的地位对调。

陈中强介绍，大多数腕足类动物和双壳类动物都栖息在海底，找到合适的位置后，便固定住，不再移动，两者很少同时出现在一片海底。因此，科学家推测，两者存在竞争关系，它们争抢海底地盘，赢者繁衍生息，败者黯然退场。也有观点认为，生物大灭绝期间的环境变化才是两者地位发生转变的原因。

两类生物取代事件与大灭绝 似乎发生在“一夜之间”

“化石记录显示，腕足类是古生代海洋中最常见的底栖生物，无处不在，双壳类在古生代海洋中则为边缘成员。大灭绝之后，两者的地位发生了对调。更为神奇的是，这两类生物的取代事件与大灭绝同时，似乎发生在‘一夜之间’。”陈中强说，早在一个多世纪前科学家就关注此现象，但关于生物取代的驱动力一直悬而未决。

为了解决这一争论，中国地质大学(武汉)陈中强教授团队与英国布里斯托大学迈克·本顿教授团队合作，利用高性能计算机，对五亿年来的近33万条关于腕足动物和双壳动物化石记录进行了厘定和修正，计算出这两类生物在长时间尺度下的新生与灭绝速率，结果表明两者在侏罗纪之前具有相似的演化趋势。

“如果说两者存在竞争，新生率和灭绝率应该是此消彼长的。”陈中强解释道，生态模拟分析证明，两者新生率和灭绝率差不多，这就排除了两者的竞争，相反可能受相同的外部环境变化的影响。

海洋高温延续近500万年 腕足类无奈“窒息而亡”

那到底具体是什么原因导致了两者统治地位的转换？研究团队将二叠纪-三叠纪时期的海平面升降、海水含氧量、海水温度、大陆地块变化等环境因子纳入综合模拟分析，发现海水温度变化是导致两类生物多样性演化率分异的重要原因。

陈中强介绍，生物大灭绝期间，由于大规模的火山作用，海水温度急剧升高约8-10℃。大灭绝后海洋维持高温状态，延续近500万年。在此期间，赤道附近海洋表面温度最高可达40℃。温度上升后，海洋生物需要加快呼吸来获得氧气，许多双壳类动物介壳发育微细孔隙，“呼吸”相对顺畅，腕足类则缺少此类微细孔，无奈“窒息而亡”。因此，2.52亿年前的大灭绝事件对腕足类动物打击非常严重，相反，双壳类受此影响不大，导致腕足类-双壳类统治地位的转换。大灭绝后海洋的高温状态进一步加剧了这一转换过程。

“此研究强调了环境因素对生物宏演化历史的塑造作用，面对如今全球快速变化的气候环境，如何进行生物保护，避免腕足类悲剧的发生是迫切需要考虑的问题。”文章第一作者郭镇说。

约2.52亿年前，地球上发生了一次最大规模的生命灭绝事件，此后海洋中古生代类型的生物被现代型生物所取代，其中双壳类贝壳动物取代腕足类，全面接管了海洋生物群落。

这两类生物的“统治之争”缘何发生？中国地质大学(武汉)陈中强教授团队联合国内外合作者，利用高性能计算机进行古生态模拟分析，发现大灭绝事件与环境因素是导致这两类生物在海洋生物群落的统治地位上发生取代的根本原因，相关研究成果近日发表于国际学术期刊《自然·通讯》。

研究团队发现，双壳类与腕足类并不存在显著的竞争关系。值得注意的是，在转折的关键时期，即大灭绝后，急剧升高的海水温度限制了腕足动物的生存与复苏，但双壳类没有受到影响。

>>追问

2.52亿年前那场高温野火到底有多猛？

约81%的海洋生物和89%的陆地生物在短时间内灭绝

据中科院微信号“中科院之声”5月26日消息，二叠纪末高温野火事件导致热带雨林生态系统崩溃。

2.52亿年前的二叠纪末生物大灭绝严重破坏了海洋和陆地生态系统，导致约81%的海洋生物和89%的陆地生物在短时间内灭绝。近期，中国科学院南京地质古生物研究所晚古生代研究团队研究员张华、硕士研究生角升林和博士蔡焱峰，联合南京大学和云南大学，通过高精度的生物标志化合物多环芳烃有机地球化学分析，证实了二叠纪末存在大规模高温野火燃烧事件，为探索该时期陆地生态系统的崩溃过程提供了重要证据。

特提斯周缘强烈的酸性火山活动和西伯利亚大火成岩省通过释放大量温室气体和有毒气体，导致全球变暖，而干旱和高温的气候条件使得野火事件显著增加。野火事件产生的多环芳烃(PAHs)有很强的化学惰性和生物惰性，能够在地质中长期稳定保存，成为恢复古代野火历史常用的一类指标。然而，全球二叠纪-三叠纪转折期关于多环芳烃的研究多基于海相记录，而对陆相材料的研究程度相对不足。因此，利用陆相记录探索该时期野火事件，对剖析二叠纪-三叠纪转折期陆地生态系统的崩溃和植被的演替过程具有重要意义。

晚二叠世—早三叠世陆地生态系统重建



二叠纪末大灭绝后陆地生态系统发生根本性变化，在大灾难中幸存下来的二齿兽一统江湖，成为陆地之王。

>>揭秘

二叠纪末期大灭绝之后地球用了1000多万年才“活”过来

2.52亿年前的二叠纪末期大灭绝之后，陆地生态系统花费多长时间才恢复？陆地生物又是如何恢复的？

中国地质大学(武汉)团队联合有关国际研究团队首次利用数学模拟等技术研究发现，大灭绝之后的陆地生态系统耗时1000多万年才得以恢复。新研究还揭示了该阶段的生物复苏过程。

记者近日从中国地质大学(武汉)陈中强教授团队了解到，研究团队发现，2.52亿年前的大灭绝比其他灭绝事件对陆地生态系统更具破坏性，几乎每20个物种中就有19个灭绝，仅有5%的物种存活下来，生态系统需要重新建立。

“大灭绝后，少数高级消费者和生态系统底层的微生物等幸存了下来。比如二齿兽，在此后一段时间里一统江湖，成为陆地之王。”陈中强解释。

“但是食物链中间环节的断裂和残缺，使得地球陆地生态系统非常脆弱，难以承受恶劣环境带来的毁灭性打击，以至于地球要花上1000多万年的时间来慢慢恢复往日的生机。”陈中强说。

陈中强介绍，团队首次运用生态系统数学模拟技术，运用计算机编程技术和计算系统，针对产自我国新疆地区二叠系-三叠系地层中数万多条化石记录信息，进行大数据分析。

“通过系统研究生物化石保存的形态功能特征、牙齿、胃容物和粪便化石，可以知道不同生物之间的捕食关系。”陈中强解释，把古食物链金字塔分为初级生产者、初级消费者、次级乃至高级消费者等关系，就像人们熟悉的大鱼吃小鱼，小鱼吃虾米。

研究中的古食物网由植物、软体动物、生活在湖泊中的昆虫、鱼类、两栖类和四足动物构成。这些四足动物小到蜥蜴类、大到巨型植食性动物，其中也包含掠食者。

当这些动物灭绝后，接下来的1000多万年间，没有生物接替它们的位置，从而形成了极不稳定、脆弱的陆地生态系统。此后，恐龙和哺乳动物在三叠纪晚期开始出现。

“在此之前，我们可以描述古食物网，但很难定量测试它们的稳定性。”陈中强说，对古食物网的深入研究或将为未来的生态系统管理提供启示。

据《南方都市报》

科研团队利用中国华南海陆过渡相的冷清沟剖面钻探岩心开展了高精度的生物标志化合物多环芳烃有机地球化学分析。研究发现，在二叠纪-三叠纪转折时期，多环芳烃含量均显示较为一致的显著富集，并与有机碳同位素异常呈耦合关系，表明在该时期高温且干旱的古气候条件下存在大规模高温野火燃烧事件。在这些多环芳烃化合物中，低分子质量的二苯并喹啉(DBF)等化合物主要来源于陆地植物多糖和木质素的生物降解，这些化合物在二叠纪-三叠纪转折期的异常富集以及与燃烧源多环芳烃之间的协同变化，表明多环芳烃主要来源于陆地植物的高温野火燃烧，且该时期的热带雨林植被系统为大规模野火燃烧提供了充足的燃料。

此外，早三叠世极低的多环芳烃含量和明显变化的多环芳烃参数指标表明，在经历陆地二叠纪末生物大灭绝事件后，陆地生态系统受到影响，分布于古特提斯洋东岸地区高度多样化的热带雨林消失，取而代之的是草本石松类植物所代表的“草地”植被系统，在一定程度上印证了大羽羊齿植物群在二叠纪末期发生了“快速”的绝灭。

相关研究成果发表在《地球与行星科学通讯》上。研究工作得到国家自然科学基金重大项目和中国科学院战略性先导科技专项的支持。