
研究揭示气候变冷期的缺氧海水扩张逆转奥陶纪生物大辐射

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/20461.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

研究揭示气候变冷期的缺氧海水扩张 逆转奥陶纪生物大辐射

。奥陶纪是生物与环境协同演化的关键时期，见证过大气氧气含量的阶段性上升和二氧化碳浓度的长期下降，并记录着海洋动物的爆发和早期植物的登陆。其中，海洋动物多样性的迅速增长和生态系统的复杂化，在地球生物演化史上被称为“奥陶纪生物大辐射”。对此，前人提出多种成因假说，如气候变冷、大气氧化、海平面上升，甚至包括地外因素如小行星分解等。然而，多样性峰值之后的转折及其环境背景机制，却尚未研究。

近日，中国科学院南京地质古生物研究所博士张俊鹏、研究员张元动，与美国加州大学河滨分校杰出教授Timothy W. Lyons、美国辛辛那提大学教授Thomas J. Algeo等合作，揭示了气候变冷期的缺氧海水大幅扩张，曾导致中-晚奥陶世海洋生物多样性发生明显转折。相关研究成果在线发表在《地球与行星科学通讯》(Earth and Planetary Science Letters)上。

该研究选取华南地区奥陶系扬子地台陆棚洼陷(真金剖面)的庙坡组与斜坡相(安页1井)的宁国组和胡乐组泥页岩为材料，开展了铁组分、主微量元素、 $^{15}\text{N}_{\text{bulk}}$ 、 $^{34}\text{S}_{\text{py}}$ 等多种地球化学指标相结合的研究工作，并首次报道华南地区中奥陶统黑色页岩的 ^{98}Mo 数据(图1)。其中，安页1井的 $^{15}\text{N}_{\text{bulk}}$ 表现出由下到上、从~5.5‰到~2‰的长期负漂，且与真金剖面一样，在达瑞威尔阶与桑比阶界线附近表现出~1-2‰的低值(图1、2A)，表明细菌固氮方式在达瑞威尔晚期到桑比早期逐渐占据主导地位，这与中-高的海洋初级生产力水平以及贫氧-缺氧的底水环境特征相符合。铁组分和 $^{34}\text{S}_{\text{py}}$ 证据揭示斜坡环境从大坪晚期到桑比早期底水氧化还原条件呈现出“氧化 缺氧(铁化) 缺氧(硫化) 氧化”的连续演化序列(图1, Interval I-IV)。同时，氧化还原敏感元素Mo和U的相对富集模式表明，华南扬子海斜坡环境在达瑞威尔期与桑比期之交底水环境以硫化状态为主(图2B)。胡乐组黑色页岩Mo/TOC平均约18(ppm/%)，表明盆地内水体Mo储库因海水周期性涌入并未被消耗殆尽，即此时的扬子海处于半封闭状态(图2C)。如果硫化沉积物的 ^{98}Mo 能充分记录海水组成，模型重建的海水 $^{98}\text{Mo}_{\text{SW}}$ 为0.8-1.1‰，和前人预估的奥陶纪海水平均 ^{98}Mo 组成(1.1-1.3‰)相近，反映当时的海洋远没有之前预期的那样氧化(图2D)。特别是，同时代的黑色页岩在全球广泛分布，除本文研究的地层外，还包括我国塔里木地区的萨尔干组与华北鄂尔多斯地区的乌拉力克组、劳伦板块西北缘的Roadriver Group和波罗的板块的Alum Shale等。这些黑色页岩均形成于易被上升洋流影响的中低纬度近海盆地。类比现代海洋，气候变冷时，来自高纬度的深部冷流增强，会以上升洋流的形式携带更多营养盐到达中低纬度的陆棚区，刺激表层海水生产力增高，向下输出的有机质增多，到达海底的有机质分解时消耗大量溶解氧，从而形成海底缺氧现象。

与这些环境变化相对应的是，海洋动物在种一级的多样性上表现出明显的下降趋势(华南板块，~50%，图3)。虽然奥陶纪生物大辐射表现在生物多样性上的峰值，在不同板块表现出不同的时间节点，但可以确定多样性的明显转折多发生在达瑞威尔期与桑比期之交。因此，该时期的气候变冷和缺氧海水大幅扩张，或是导致这次生态危机的主要诱因(图3)。该成果为奥陶纪生物大辐射的转折提供重要的环境背景证据，并为地质历史时期气候变冷与生物灭绝事件的机制研究提供重要启示。

研究工作得到中科院战略性先导科技专项、国家自然科学基金、江苏省自然科学基金、国家重大科技专项等的支持;研究涉及的地球化学分析得到南京古生物所公共实验技术中心、中国地质大学(武汉)、中科院地球化学研究所与美国加利福尼亚大学滨河分校的协助。

[论文链接](#)

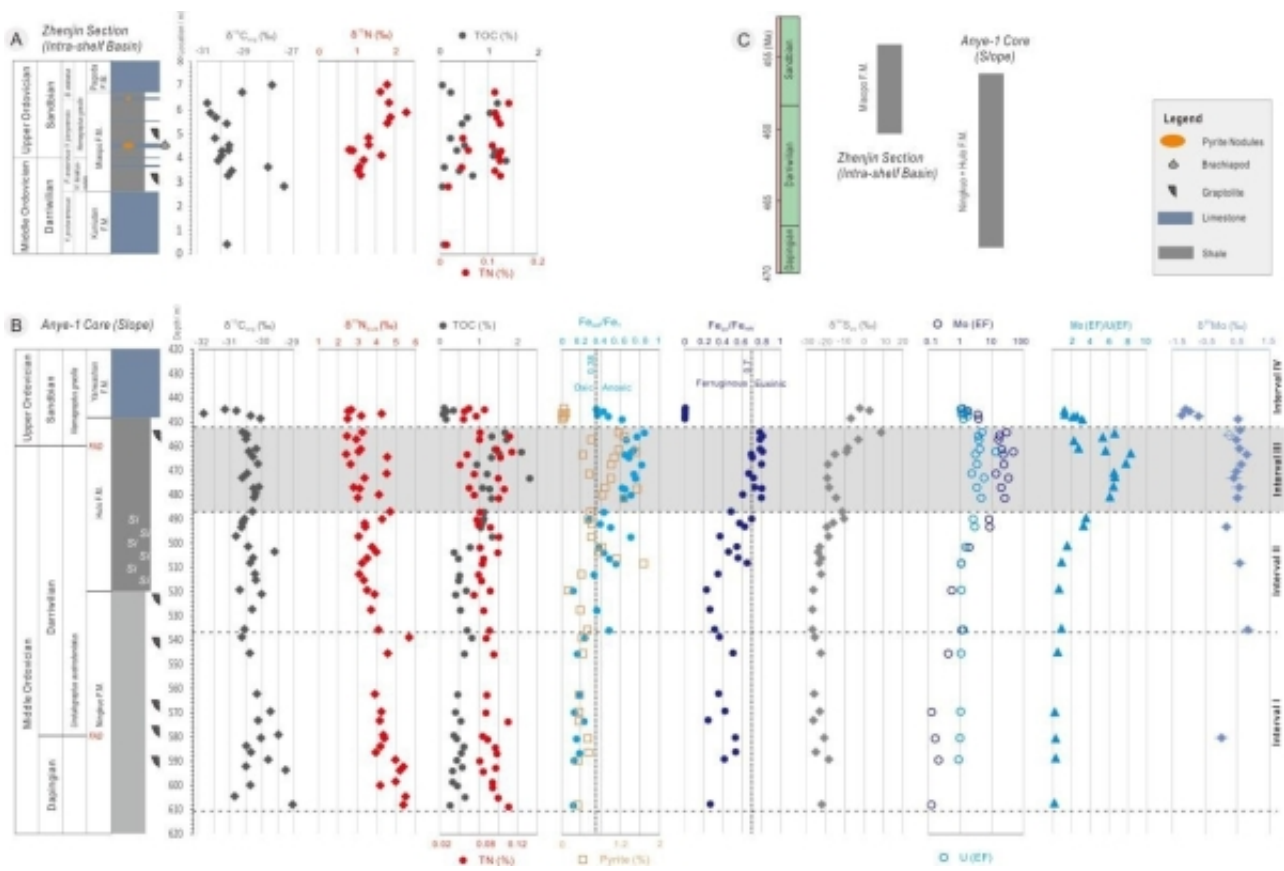


图1.真金剖面与安页1井的地球化学数据

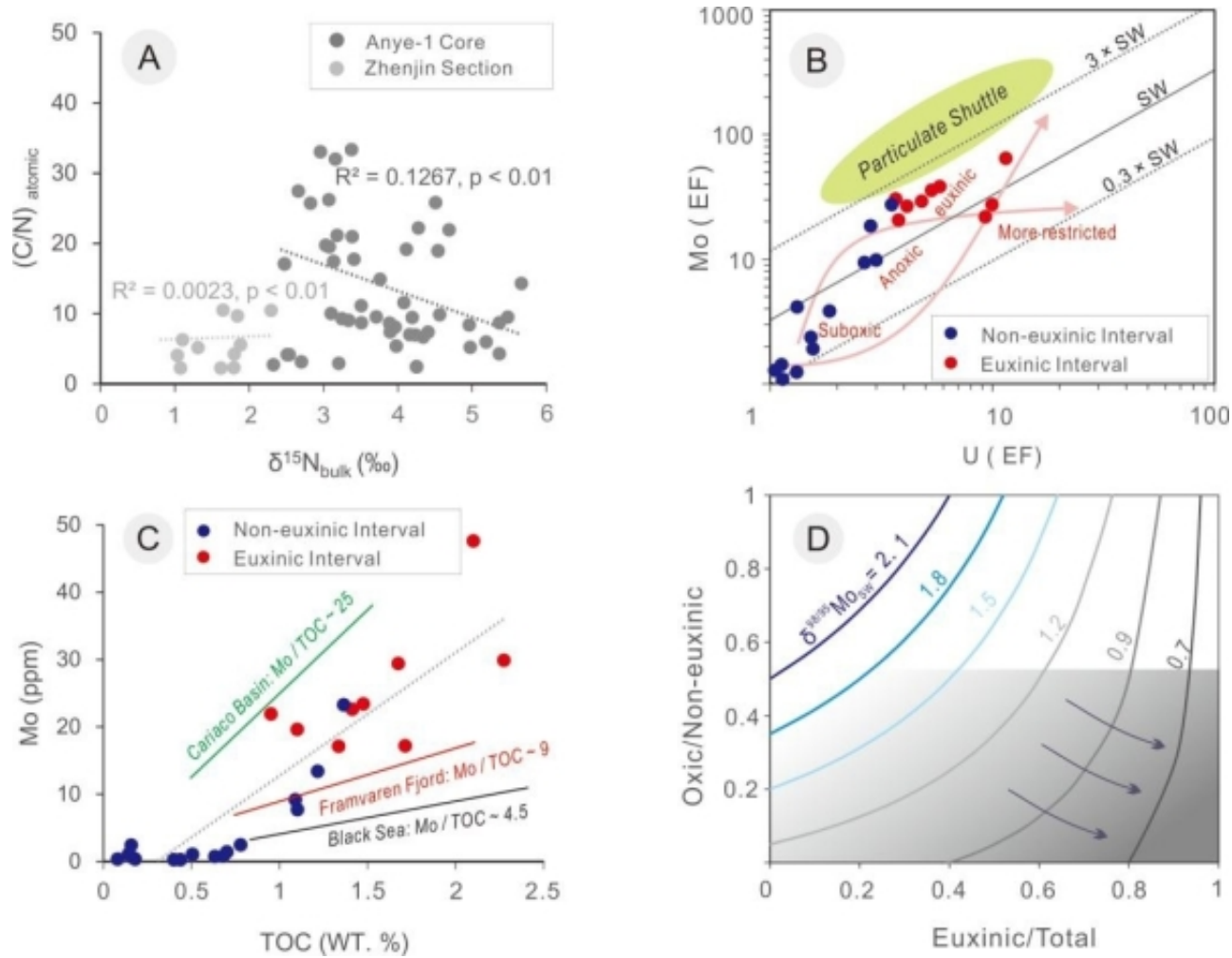


图2.数据关系投图(A、B、C)与海水钼同位素模拟结果(D)

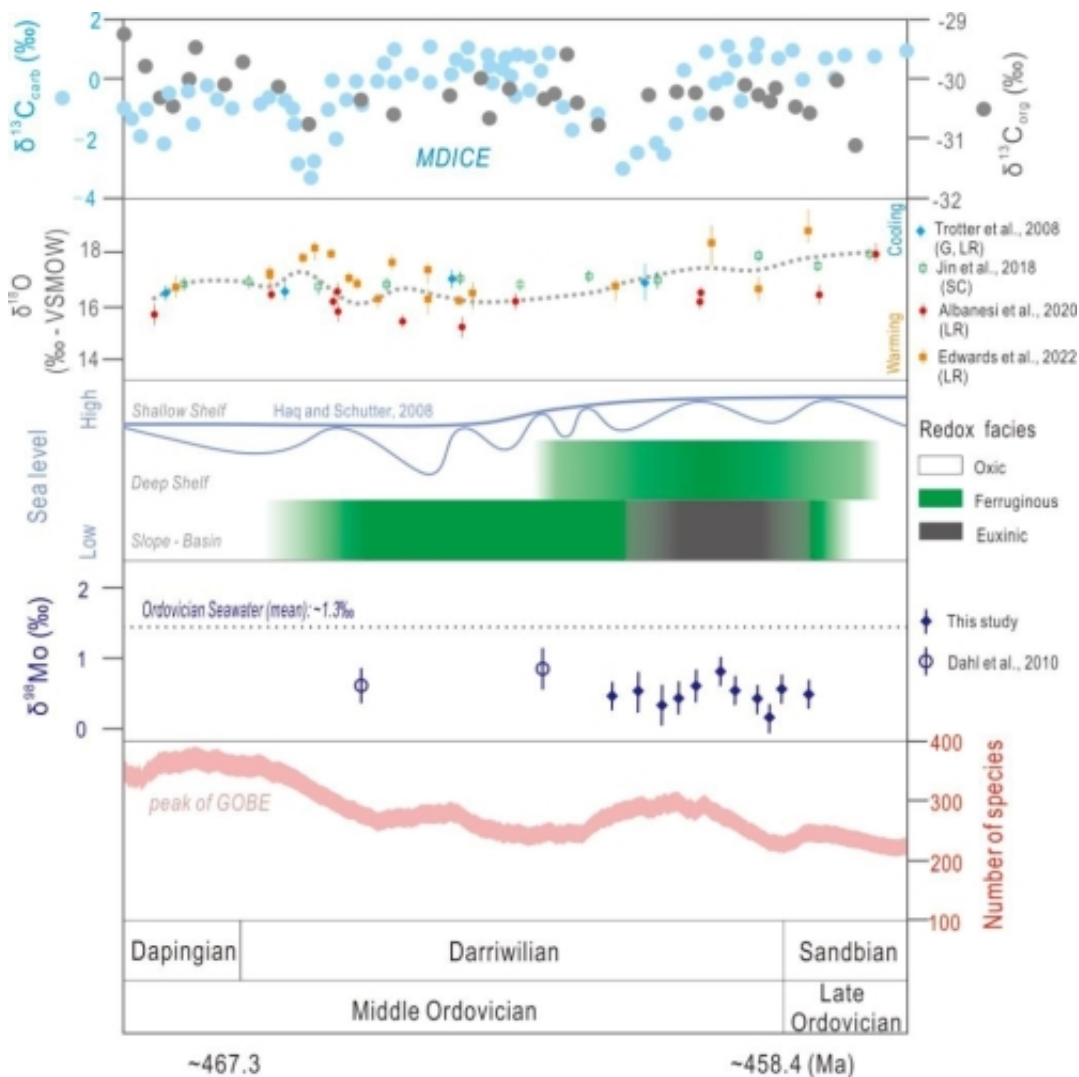


图3.中-晚奥陶世气候-环境变化与生物事件综合图

研究团队单位：南京地质古生物研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发