研究揭示埃迪卡拉纪近于崩塌的地磁场或驱动大气增氧和动物辐射

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/27143.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！

研究揭示埃迪卡拉纪近于崩塌的地磁场或驱动大气增氧和动物辐射。

新元古代埃迪卡拉纪的地球磁场处于异常状态，同时这一时期埃迪卡拉软体多细胞无脊椎动物群迅速多样化并繁盛起来。然而，两者之间是否存在关联尚无定论。

近日，中国科学院青藏高原研究所研究员
黄文涛带领的碰撞隆升及影响团队，联合美国罗切斯特大学、美国弗吉尼亚理工大学、南京大学等的科研人员，在缓慢冷却的南非布什维尔德辉石岩和巴西辉长岩中分离出斜长石颗粒。这些斜长石颗粒的载磁矿物为岩浆冷却过程中高温出熔的针状单磁畴（钛）磁铁矿。它们的粒径小于200 nm，记录着原生剩磁，是进行古地磁场强度测试的理想材料。实验采用古强度测试最准确的Thellier-Coe方法，基于CO_2
激光的快速加热，使用严格的数据筛选标准排除被氧化的样品，获得了22个布什维尔德斜长石颗粒和21个巴西斜长石颗粒的高质量古强度数据。数据显示，布什维尔德辉石岩记录的地磁场强度为69.0 ± 4.3 μT，巴西辉长岩记录的地磁场强度为2.73 ± 0.69 μT。该研究对数据进行各向异性与冷却速率校正后，获取的20.5亿年前和5.91亿年前的时间平均的地磁场视偶极矩分别为$8.04 \pm 0.40 \times 10^{22}$ Am^2和$0.25 \pm 0.02 \times 10^{22}$ Am^2
。这指示20.5亿年前的古地磁场强度高出现今地磁场强度30%，而5.91亿年前的地磁场强度仅为现今的1/30，为目前已报道的地磁场强度最低值。研究结合既往成果推断，太古宙的强地磁场期延伸到古元古代。同时，埃迪卡拉纪存在强度小于现今磁场强度10%的极弱地磁场期。该时期至少从5.91亿年前持续到5.65亿年前，延续了2600万年。

古生物学研究发现，埃迪卡拉动物群种群数量从5.75亿年前开始迅速增多，并在5.65亿年前达到全盛。前人对埃迪卡拉动物群突然出现的研究侧重于基因学、生态学和对环境因素的考量。埃迪卡拉动物群出现与繁荣的时间，与科学家定义的埃迪卡拉纪极弱地磁场期重合。该团队重新审视了环境因素的驱动作用尤其是大气与海洋中增氧事件的影响。研究发现，形态复杂、可以自由移动的宏体生物对环境氧含量具有较高要求；拥有长食物链的动物生态系统需要大量氧气支持；埃迪卡拉动物群存在尺寸达到分米级别的宏体可移动动物，对氧气含量有较大需求。地球化学研究表明，晚埃迪卡拉纪大气与海洋中的氧气含量增加，尤其在5.75-5.65亿年前出现的Shuram δ^{13}C负偏期间。沉积于5.7-5.6亿年前的黑色页岩的 δ^{98}Mo和 $\delta^{82/76}$

Se的上升以及[Mo]、[U]、[V]等元素丰度的增大，均指示了环境中氧气含量的增加。古生物学记录到埃迪卡拉动物群突然出现与繁荣、古地磁学研究确定的极弱地磁场期以及地球化学研究显示的增氧事件，均显示出同时性。因此，它们之间的关联值得进一步研究。

氢（H）向外太空的逃逸存在
两种机制——热作用和非热作用，均可增加大气中的氧含量。埃迪卡拉纪同位素记录指示的气候变化与甲烷释放可能产生利于H逃逸的热作用条件，但存在争议。使用太阳风演化模型可以计算出稳态磁顶层高度在5.65亿年前低于4.5$R_{\oplus}$（$R_{\oplus}$
指地球半径），在5.91亿年前低于4.2$R_{\oplus}$，低于现今的约10.7$R_{\oplus}$
。在极端太阳活动的日冕
巨量喷发时期，磁顶层高度可能被压缩到1.6$R_{\oplus}$
。降低的磁顶层高度扩大了两极地区非闭合磁力线区域的面积，增加了H的非热作用逃逸通道。两极地区非闭合磁力线区域的面积在5.91亿年前是现今的3.5倍，而该面积在日冕巨量喷发时期可能更大。此外，极弱地磁场期降低的磁顶层高度可能接近甚至低于电离层高度，而电离层的等离子体以H^+为主，因而有更多H^+
的逃逸。极弱地磁场期磁层范围缩小使太阳风更易轰击更多大气中的H原子，使它们获取动能后逃逸。降低的磁顶层高度使得更多高能质子以更大的角度穿透大气层，催化光化学反应生成氮氧化物，造成臭氧层空洞。强烈紫外线引起的水气分解使得H向外太空输送和逃逸。在弱-
极弱地磁场条件下， H通过上述过程从地球磁层的非热作用逃逸可能持续几千万年至上亿年，从而引起大气中氧含量的持续增长，这为埃迪卡拉动物群的繁盛与其后的寒武纪生命大爆发奠定了氧气基础。

相关研究成果作为封面亮点成果，以*Near-collapse of the geomagnetic field may have contributed to atmospheric oxygenation and animal radiation in the Ediacaran Period*为题发表在《通讯-地球与环境》（*Communications Earth Environment*）上。

论文链接

研究团队单位：青藏高原研究所

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转发