

## 地质地球所等揭示大气氧逃逸是地磁倒转-生物大灭绝 因果关系链的重要环节

文章来源：地质与地球物理研究所

发布时间：2014-04-21

【字号：小 中 大】

地球是一个从内部（地核）到空间（磁层）多圈层耦合的复杂系统。该系统的中间环节，即与人类和其他生物生存紧密相关的大气圈、生物圈和水圈等圈层，不仅被内部的动力学过程控制，还受到空间的各种物理过程的影响。地质记录数据展示出的各种演化行为和重大事件的驱动因素，往往是起源于内部、耦合于空间、并牵涉到物质与能量的转换和转移的各种过程的叠加。

地球显生宙阶段的演化，有三个参数呈现出有趣的相关性：地磁倒转频率、大气氧含量和生物数量（图1）。早在1963年就有人提出，地核变化所导致的磁场倒转可能是生物大灭绝的原因。人们曾认为地磁倒转期间地球失去磁场的保护，外来的高能粒子等“杀手”得以危害生物圈。后来随着数据的逐渐丰富，地磁倒转频率与生物数量的相关性逐步得到证实。但是，这些数据反而否决了人们最初的思路：显生宙有近千次地磁反转，却只有5次全球性的大灭绝；人类在数百万年的演化过程中曾经历过数十次地磁倒转，却并未灭绝。于是，地磁倒转与生物灭绝的因果关系受到广泛质疑。2005年，人们又发现了大气氧含量与生物数量的相关性，于是开始致力于研究其间的因果关系。但是，这个因果关系链的上游环节——氧含量下降的成因，仍是一个无解的问题。

中国科学院地质与地球物理研究所地磁与空间物理研究室研究员魏勇与北京大学、清华大学、德国马普太阳系研究所等单位的学者合作开展了针对性研究，并提出了全新的观点：首先，地磁倒转与生物大灭绝应该是“多对一”的对应关系，而非传统观点认为的“一对一”关系，即地磁倒转对生物生存环境造成的损害应该是长期的、可积累的；其次，地磁倒转造成磁层保护作用减弱既能造成高能粒子入侵，又使得氧离子逃逸加剧，但只有氧离子逃逸是可积累的；最后，相比当前的氧逃逸的情况，地磁倒转期间的氧逃逸机制更接近于当前的火星（图2）。

在地球和行星的空间环境中，驱动粒子逃逸的主要因素是太阳风。该合作团队分别使用了恒星演化模型和位于天蝎座南部的一颗比太阳年轻3亿年以上的恒星18 scopii来近似求取显生宙太阳风的变化范围。削弱行星粒子逃逸的主要因素是内禀磁场。地核中存在活跃的发电机，其所产生的磁场延伸到空间形成磁层，阻止太阳风与空间粒子直接接触，从而削弱其剥蚀效应；而当前火星没有发电机，仅有微弱的岩石剩磁，据估计其发电机可能在几十亿年前已经停止。由于缺乏磁场的保护，火星上水几乎已逃逸殆尽。他们采用比较行星学的方法，改造火星氧逃逸的模型应用于磁场倒转时期的地球，对氧粒子逃逸率的变化情况进行了估算。结果发现，地磁倒转期间氧逃逸率可增加1000倍以上，量级上接近1986年哈雷彗星飞掠地球轨道时所测得的氧损失率，其累积结果可以解释大气氧含量的下降，从而证实了新观点的可能性。

这项研究对地磁倒转和生物大灭绝的因果关系提出了新的解释：在长达数百万年的时间里，地磁倒转频率升高，地磁场对氧粒子的保护作用频繁减弱，氧粒子逃逸率频繁增加，导致大气氧含量持续下降，并最终降至诱发生物大灭绝的阈值。该研究结果不仅为建立“地磁倒转-氧逃逸-生物灭绝”因果关系链提供了理论依据，还为地球与行星物理的综合研究提供了例证和思路。

该研究成果近期发表于国际地学期刊*Earth and Planetary Science Letters* (Wei et al. *Oxygen escape from the Earth during geomagnetic reversals: implications to mass extinction. Earth and Planetary Science Letters*, 2014, 394: 94-98)。

[原文链接](#)

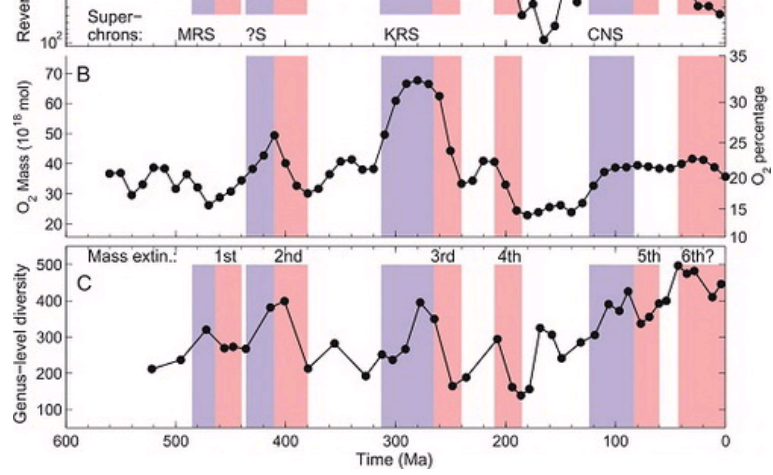


图1 显生宙地磁倒转率（向下为增加）、大气氧含量、生物数量的对比

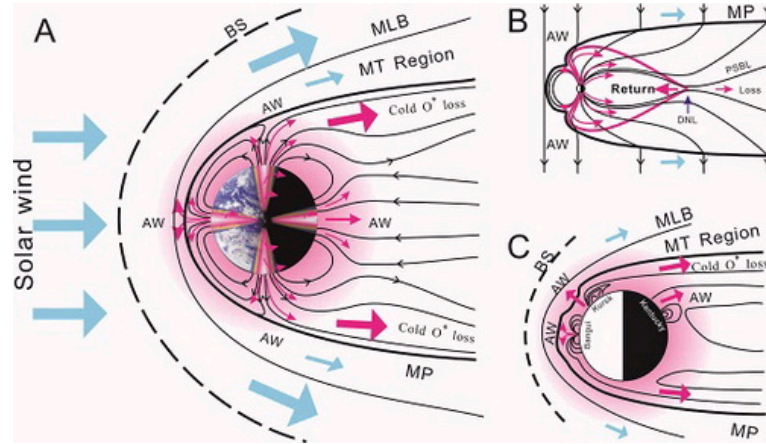


图2 (A) 地磁倒转时期可能的四极子磁层位形；(B) 当前的偶极子磁层位形；(C) 地磁发电机停止后的感应磁层位形，类似于火星。

打印本页

关闭本页