海洋所通过全球岩浆岩化学成分变化确定地质历史时期两次全球性氧化事件

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/6701.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！

海洋所通过全球岩浆岩化学成分变化确定地质历史时期两次全球性氧化事件。日前，《美国国家科学院院刊》(PNAS)刊发了中国科学院海洋大科学研究中心、中国科学院海洋研究所深海中心研究员孙卫东课题组最新研究成果，研究人员首次通过全球岩浆岩的化学成分变化确定了地质历史时期两次全球性的氧化事件，为地球上大气氧含量的演化历史提供了重要研究依据。

地球形成早期，大气圈中几乎没有氧气，大气氧是在地质历史时期经历了两次大规模的升高后逐渐演化为今天的含量的。上世纪以来，科学家们便对地质历史时期全球性氧化事件的发生时间开展了一系列研究。然而，几乎所有此类研究均是针对沉积岩的地球化学特征而开展的，这是因为沉积岩的元素含量、同位素组成等可以直接受到大气-海水中氧含量的影响而发生变化，而源于深部的岩浆岩则需要更为复杂的地质过程才能发生成分改变。

孙卫东指导其博士后刘鹤，联合国外科学家以全新手段和视角对全球性氧化事件的发生时间进行了限定。研究发现，在当今地球上，形成于阿留申群岛、堪察加半岛、千岛岛弧、日本群岛和琉球群岛的弧岩浆岩中Th元素含量和U元素含量的比值(Th/U)明显低于亚洲东部的内陆型岩浆岩。Th和U是地球化学性质十分相近的两种元素，因此不同岩性的岩浆岩中的平均Th/U基本保持一致。弧岩浆岩具有低Th/U的原因是在大气和海水中氧气的氧化作用下，地表河流和海水中的U元素主要以溶于水的U^{6+}形式存在，但Th元素仍以不溶于水的Th^{4+}形式存在，致使现代海水中的U元素含量远高于Th元素含量，从而造成蚀变的海底洋壳具有低Th/U。这些蚀变洋壳在沿俯冲带向深部俯冲过程中，通过洋壳脱水等作用将其低Th/U的特征随着流体运移最终带入到俯冲带上方形成的弧岩浆岩中。

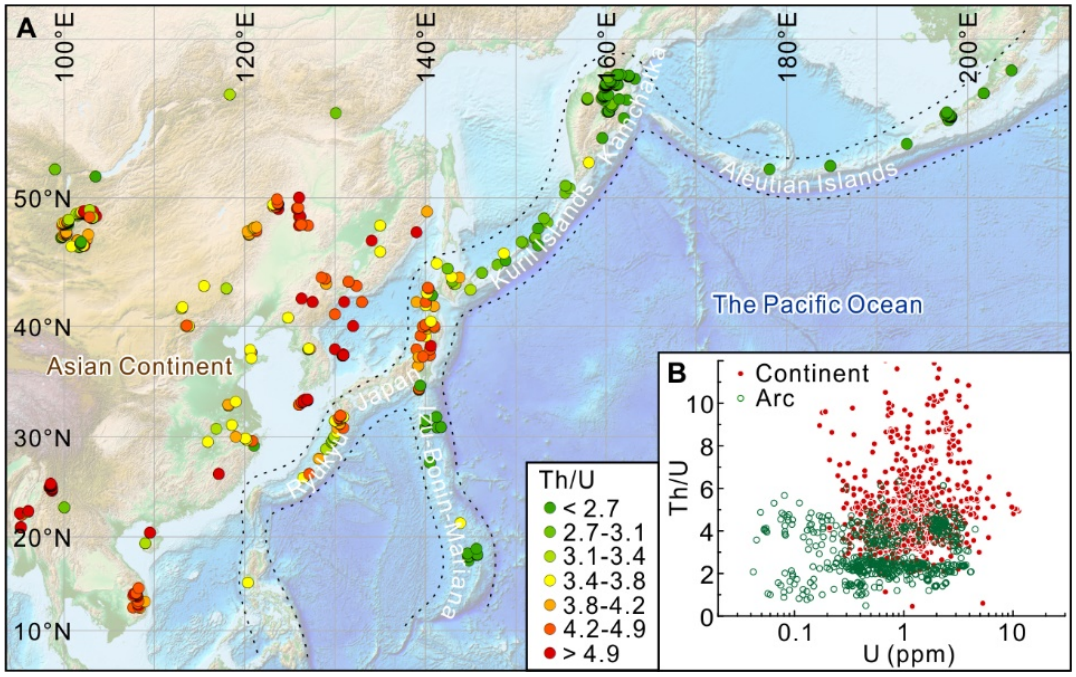
在地球早期大气和海水中均没有氧气的情况下，蚀变洋壳不会具有低Th/U特征，当时板块俯冲作用所形成的弧岩浆岩Th/U也不会降低。基于这一设想，刘鹤等人从全球岩浆岩数据库中筛选了30亿年前至今形成的所有中酸性弧岩浆岩的地球化学数据，以统计学方法计算出全球弧岩浆岩的Th/U随时间的变化规律。结果发现，弧岩浆岩的平均Th/U在地质历史时期的两次大幅度降低刚好记录了大约24亿年前和大约7.5亿年前两次全球性氧化事件的发生。

全球第一次氧化事件被称为“大氧化事件”，开始于大约24亿年前，结束于大约21亿年前，其发生和结束时间原是基于沉积岩的硫同位素和碳同位素组成变化而限定的。刘鹤等首次采用岩浆岩的成分精确限定“大氧化事件”的时代，弧岩浆岩的平均Th/U变化也进一步证实了在24~21亿年前大气和海水中的氧含量曾发生过一次大规模的先升高再降低的事件。全球第二次氧化事件被称为“新元古代氧化事件”，发生于大约7.5亿年前。这次氧化事件以后，地球上的氧气没有大幅

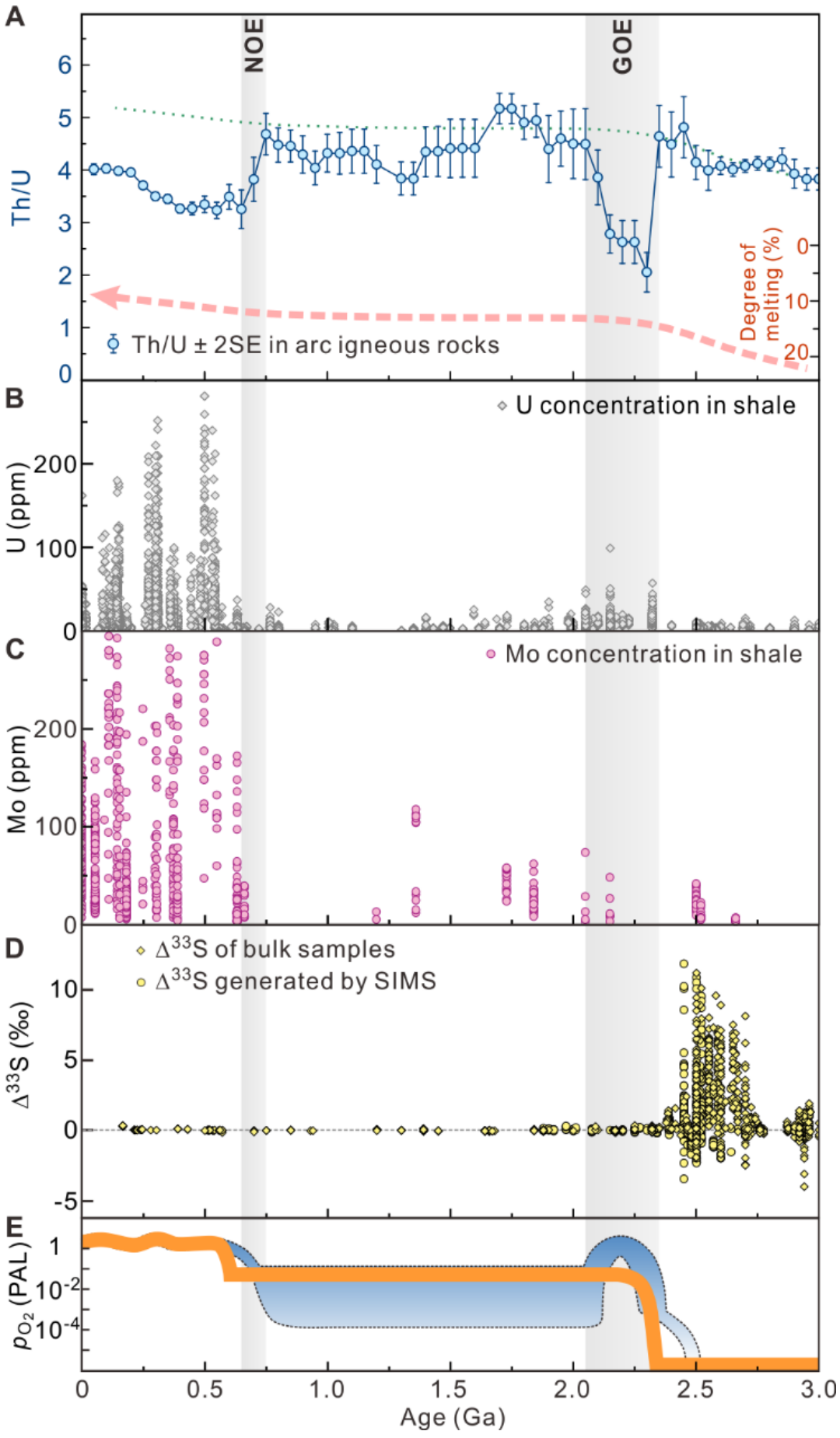
度回落，而是在相对较高的含量范围内变化，从而为埃迪卡拉纪动物繁盛(5.8亿年前)和寒武纪生命大爆发(5.4亿年前)奠定了基础。弧岩浆岩的Th/U在7.5亿年前大幅度降低，昭示着大气-海水中的氧含量大规模升高，这与前人通过沉积岩的Cr同位素组成、Mo元素含量以及硫酸盐蒸发岩定年的研究成果相一致。

相比于沉积岩，岩浆岩的年龄数据更为可靠，且样品数量几倍于沉积岩，分布范围更广。因此，基于弧岩浆岩的化学成分变化而取得的成果为确定两次氧化事件的形成时间提供了更加令人信服的证据。此前绝大部分研究成果都是通过针对性研究分别限定两次氧化事件的发生时间，而该研究所采用的弧岩浆岩的Th/U比值可以同时指示两次氧化事件的发生，为地球上大气氧含量的演化历史提供了重要的研究依据。

该研究得到中科院战略性先导专项B(XDB18020102)和国家重点研发专项(2016YFC0600408)支持。



东亚地区和太平洋北部1000万年前至今的岩浆岩的Th/U分布特征


A
NOE
GOE
Th/U
Th/U ± 2SE in arc igneous rocks
Degree of melting (%)
B
U concentration in shale
U (ppm)
C
Mo concentration in shale
Mo (ppm)
D
Δ33S of bulk samples
Δ33S generated by SIMS
Δ33S (‰)
E
pO2 (PAL)
Age (Ga)

氧化还原敏感性元素在地质历史时期的变化特征

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