



钒同位素研究揭示地球大陆地壳成分的演化历史

来源: 科研部 发布时间: 2023-03-13 浏览次数: 64

近日, 地球和空间科学学院黄方教授课题组和美国加州大学Santa Barbara分校Roberta L. Rudnick教授合作, 通过冰碛岩和火成岩的钒(V)同位素研究, 确定长英质成分主导的陆壳形成于距今30亿年之后。相关研究成果以《Dominance of felsic continental crust on Earth after 3 billion years ago is recorded by vanadium isotopes》为题在线发表于《Proceedings of the National Academy of Sciences》。

自从45.6亿年前地球形成以来, 地球经历了漫长的演化和分异。现今的地球是太阳系中唯一一个拥有长英质大陆地壳的类地行星。大陆地壳最初的成分是来自地幔的镁铁质岩浆, 而板块运动使得大陆地壳进一步演化, 并形成大面积的长英质陆壳。大陆地壳的化学成分变化与地球演化、板块运动和行星宜居性有着重要的意义。几十年来, 研究者们根据不同的方法得出两种相反的认识。其一是太古宙早期以来大陆地壳就已经是长英质成分主导, 另一种认识是太古宙中晚期之前大陆地壳成分仍然是镁铁质成分主导, 从镁铁质向长英质成分的转变发生在太古宙中晚期-元古宙早期。产生争议的主要原因在于采用的地球化学指标具有多解性, V同位素则提供了一个可靠的方法。

科研人员首先通过分析俯冲带钙碱性火成岩的V同位素组成, 对比全球拉斑和钙碱性火成岩、太古宙绿岩带火成岩的数据, 在排除磁铁矿过度结晶的样品后, 发现火成岩的 $\delta^{51}\text{V}$ 和 SiO_2 以及 MgO 的相关性适用于太古宙的样品。为了探索大陆上地壳成分随时间的变化, 该论文进一步测量了冰碛岩V同位素组成。冰碛岩常被用来研究大陆地壳组成, 但是冰碛岩受到胶结物质以及风化改造的影响, 其主量元素不能直接用来指示陆壳成分。作为国际上少数实现高精度V同位素测量的团队之一, 黄方团队前期的研究表明, V同位素组成不易受到风化、蚀变改造的影响。冰碛岩的V同位素组成(图1)可用于直接计算其原岩的主量元素含量。结合得到的岩浆岩 $\delta^{51}\text{V}$ - SiO_2 - MgO 线性关系与冰碛岩V同位素组成, 重建了古老大陆上地壳成分(图2), 发现在中太古代(距今~30亿年前)时大陆上地壳依然以镁铁质成分为主, 而从镁铁质到长英质地壳的转变发生在距今~30亿年之后。这个成分转变可能标志着全球板块构造的开始, 表明全球板块构造运动的启动不可能早于30亿年前。

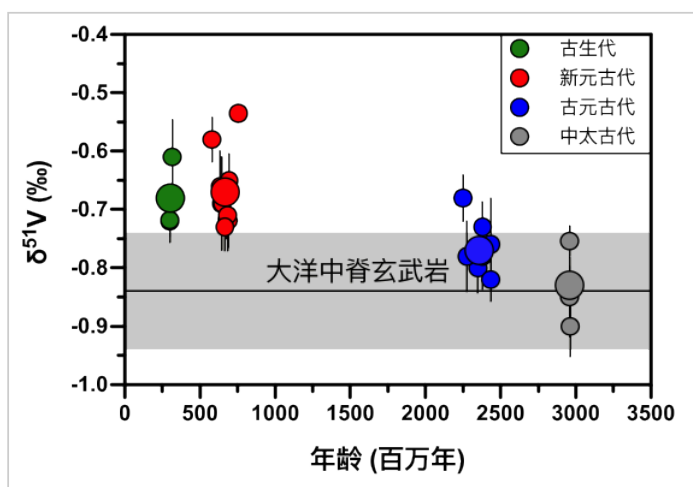


图1 冰碛岩V同位素组成和时间关系图

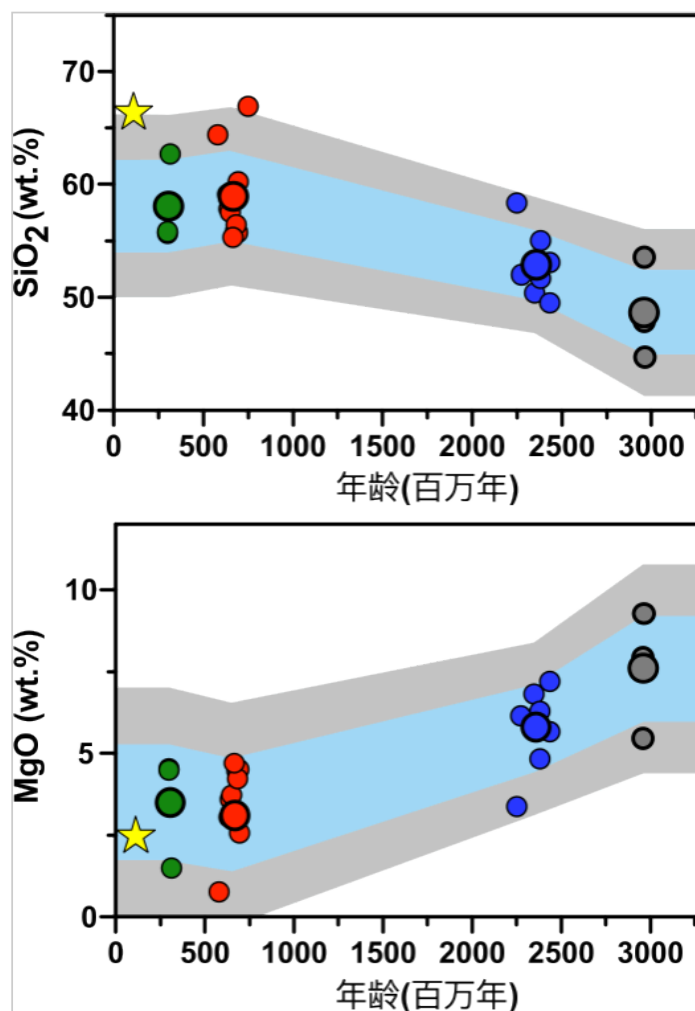


图2 基于冰碛岩V同位素计算得到的SiO₂和MgO含量与时间关系图

文章的第一作者分别为田笙谕(地空学院2018届硕士生)和丁昕副研究员, 黄方教授和Roberta L. Rudnick教授为共同通讯作者, 合作研究人员包括中国地质大学(武汉) 吴非教授、中科院南京地质古生物研究所蔡悦研究员、马萨诸塞大学Richard M. Gaschnig副教授, 地空学院2019届博士生戚玉茵以及在读博士研究生肖子聪、吕炜昕。该研究得到国家自然科学基金重点项目(41630206), 国家自然科学基金杰出青年基金(41235011)和中国科学院战略性先导研究计划(XDB18000000)的资助, 也得到中国科学技术大学地球和空间科学学院、中科院壳幔物质与环境重点实验室、中科院比较行星学卓越创新中心的支持。

论文链接: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2220563120>

(地球和空间科学学院、科研部)