

<https://doi.org/10.3799/dqkx.2022.807>



# 地球深部物质释放如何影响地表环境?

刘勇胜, 宗克清, 何德涛, 汪在聪, 陈康, 沈俊

中国地质大学地球科学学院, 地质过程与矿产资源国家重点实验室, 湖北武汉 430074

因研究对象的不同, 不同学科将地球分为浅表(环境、海洋、大气科学等)和深部(地质学)分别进行研究. 从物质和能量角度, 地表环境所占整个地球的比例都是极少的. 所以深部地质过程释放的物质和能量必然会显著影响地表环境. 人们通常认为地质时间尺度太长(以百万年计), 故将深部地质活动视为地表环境变化的背景因素. 但地质活动演变既有渐变式的(板块俯冲作用), 更有突变式的岩浆作用. 如火山爆发的时间尺度只有数小时到数天, 这种时间尺度的变化可以明显影响人类文明尺度的地表环境变化. 因此, 深部物质释放过程, 尤其是岩浆作用等影响地表环境的机理、范围和程度等问题已成为地球系统科学研究的前沿领域和难点问题之一.

## 1 核心思想

地球是一个多圈层协同演化的整体, 一些深部地质活动(如火山等)可将地球深部物质带入到地表环境中. 相对于深部地球, 地表环境所含物质有限, 维持自平衡的能力易受深部地质活动的影响. 例如, 大气总质量仅相当于地球质量的百万分之一, 其中的碳含量很容易受到深部火山作用的影响. 所以, 首先需要详细研究各深部地质活动携带和释放物质的通量及速率. 在此基础上, 研究地表环境对此的负反馈过程及程度. 例如, 基性火山作用虽然会直接向大气喷发  $\text{CO}_2$  温室气体, 但地表基性岩石的大量出露也会增加化学风化强度, 进而固存大气中的  $\text{CO}_2$ . 同时, 深部地质活动也会将地球深部的能量带入地表, 这些能量也会显著改变地表环境. 例如, 固存在浅表的沉积碳酸盐岩由于岩浆

侵入发生接触热变质作用会释放  $\text{CO}_2$  进入大气中.

## 2 科学价值

地表环境是影响地球宜居性最关键、直接的因素. 它的轻微变化便足以影响生态圈的稳定以及人类的生存质量, 是当前国家生态文明建设的关键支撑之一, 也是地球系统科学研究的前沿领域和难点问题. 大气温度是表征地表环境的关键指标之一, 其在十亿年的尺度上是由太阳的光照强度(自地球形成以来, 太阳光度已增加 30%)控制, 在万年的尺度上大气温度是由轨道动力学控制(米兰科维奇循环), 在百万年(Ma)的尺度上则由地球大气中  $\text{CO}_2$  含量控制. 而地质历史时间尺度上( $\sim 1 \sim 10$  Ma)的  $\text{CO}_2$  浓度变化主要由深部地质作用(如火山喷发)和地表风化共同控制. 火山作用也会向地表喷发 Hg 等有毒重金属, 胁迫生态圈演化. 火山作用喷发的 S 进入海水后可显著改变古海水中 pH 值等. 目前观察到多次的生物灭绝事件均和大火成岩省的喷发在时间上耦合. 总之, 深部地质作用是驱动地表环境演化的深层关键因素.

## 3 发展前景

地球各圈层是统一的整体, 地球深部和浅表无时不在发生物质和能量的交换. 目前的地球科学已发展到地球系统科学阶段, 深部地质作用是地球深部向地表输送物质和能量的主要方式. 对该过程的研究是地球系统科学的重要一环, 也是传统地质学向新时代转型的关键阶段, 既具有重大的科学价值也是国家发展战略的需要.

作者简介: 刘勇胜(1971—), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事元素和同位素分析技术、壳—幔物质交换以及地球深部碳循环作用等研究.  
E-mail: yshliu@cug.edu.cn

引用格式: 刘勇胜, 宗克清, 何德涛, 汪在聪, 陈康, 沈俊, 2022. 地球深部物质释放如何影响地表环境? 地球科学, 47(10): 3783.

Citation: Liu Yongsheng, Zong Keqing, He Detao, Wang Zaicong, Chen Kang, Shen Jun, 2022. How the Release of Deep Earth Materials Affects the Environment? *Earth Science*, 47(10): 3783.