

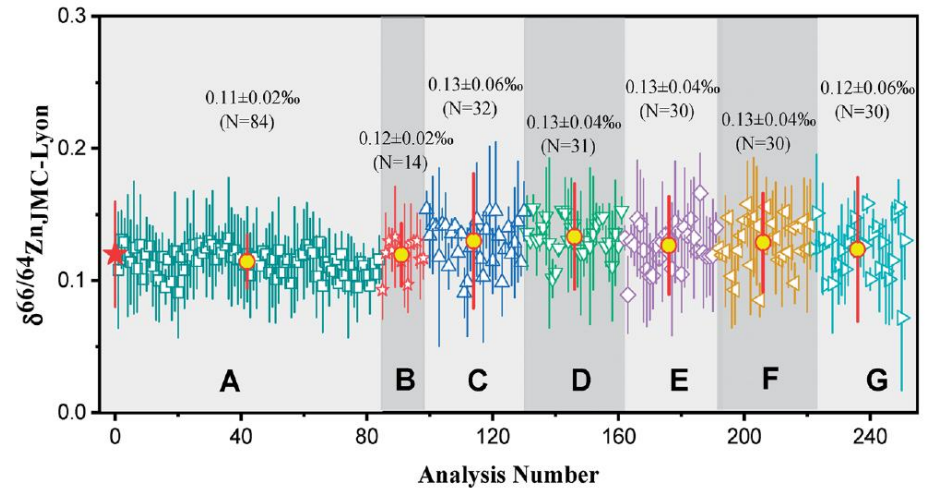
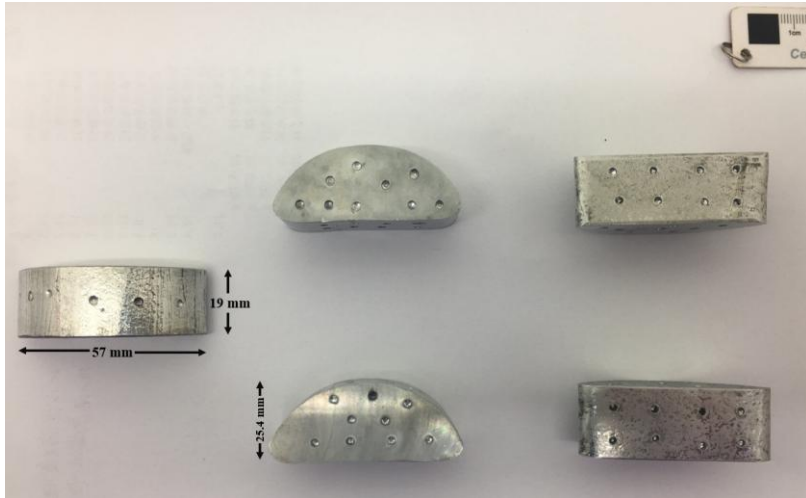
# 金属稳定同位素地球化学的 三个问题

**高质量分析方法：  
开展研究的前提**

**分馏机理和储库：  
理解同位素数据的  
钥匙**

**重要应用：  
地幔演化，岩浆作用，  
变质作用，成矿过程，  
土壤环境**

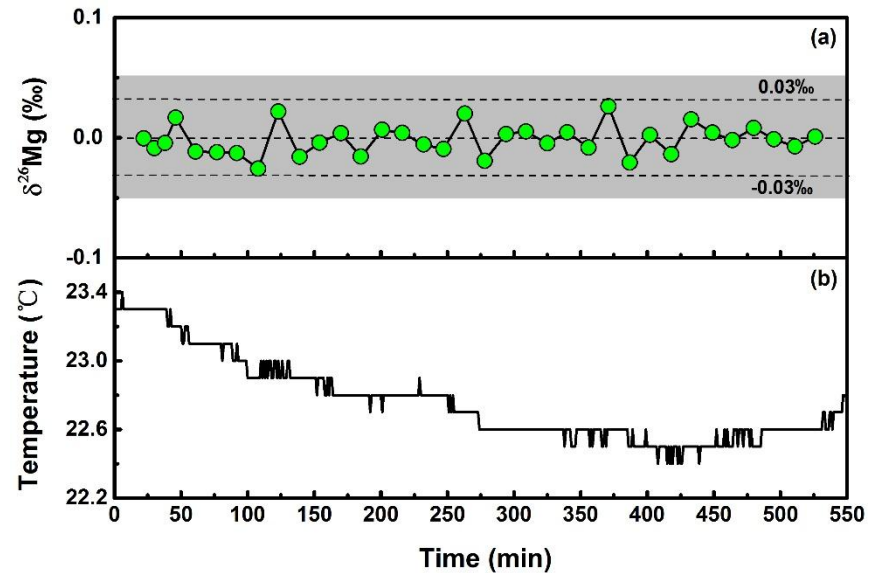
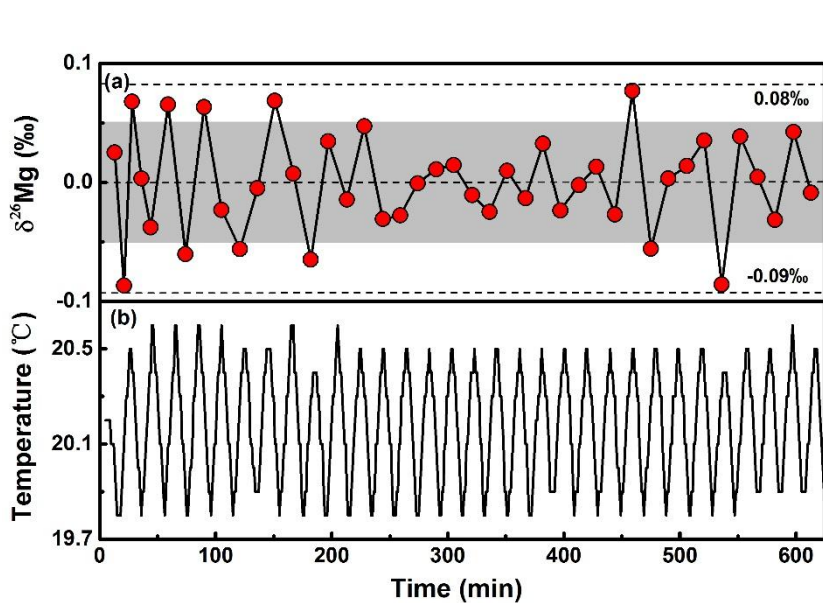
# 分析方法：标准样品



第一代国际Zn同位素标样已经用完，我们提出NIST 683可以作为第二代标样， $\delta^{66/64}\text{Zn}_{\text{JMC-Zn}} = 0.12 \pm 0.03$  (2SD) ‰

Yang Y.-H., ....., Huang, F.\* 2018 (JAAS)

# 分析方法：实验室温度的影响



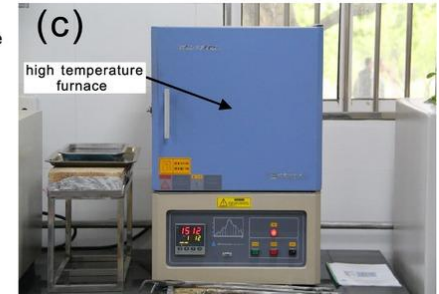
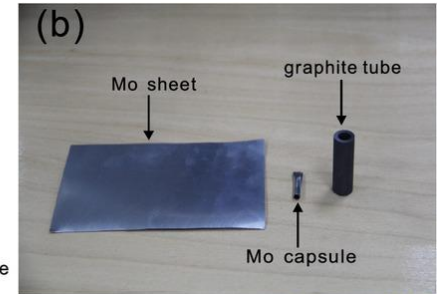
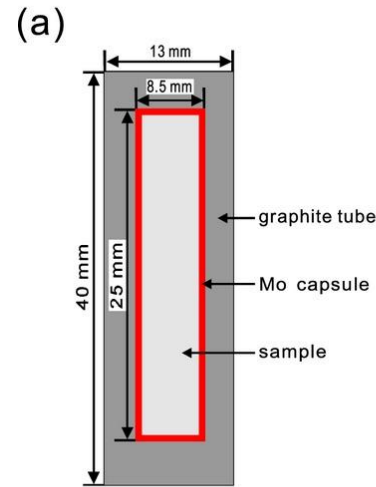
- 温度震荡会破坏MC-ICP-MS的稳定性，保持室温稳定对于获取高精度同位素数据非常重要；
- 实现功率渐变调节，热通量精确匹配，获得稳定的实验室稳定。

Zhang, X.-C., ....., Huang, F., Yu, H.-M.\* 2018 (Rapid Comm. MS)

# 分析方法：橄榄岩的微量元素



尖晶石橄榄岩



实验所用的Mo管及石墨的组合

- 橄榄岩中有尖晶石等难溶矿物，常规酸溶法过程繁琐；
- 用钠长石作为橄榄岩的助熔剂，熔融后淬火形成均一玻璃，用激光ICP-MS快速测量主微量元素。

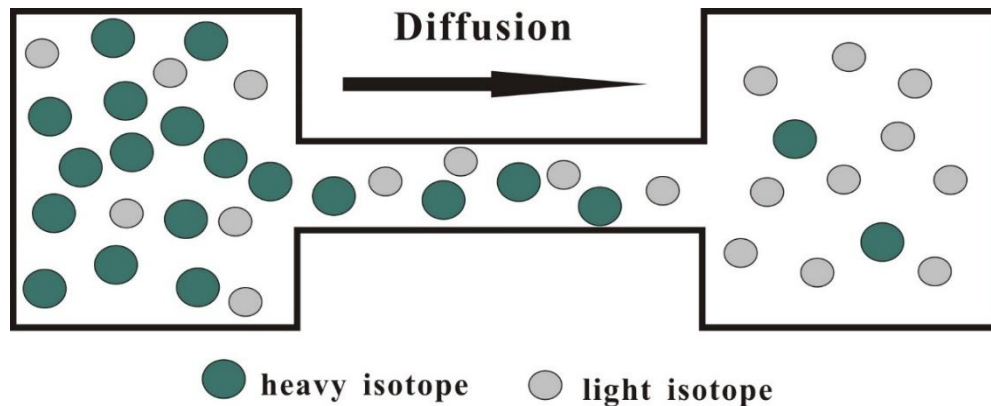
Zhang, S.-Y., Zhang, H.-L.\*, ....., Huang, F.\* 2018 (GGR)

# 分馏机理：Mg同位素扩散系数

轻重同位素的扩散系数和其质量成反比

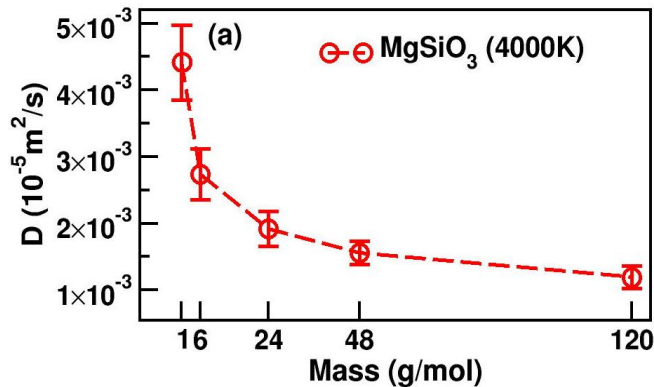
$\beta$ 是经验参数， $\beta$ 的大小可以表征分馏的尺度。

$$\frac{D_2}{D_1} = \left( \frac{m_1}{m_2} \right)^\beta$$

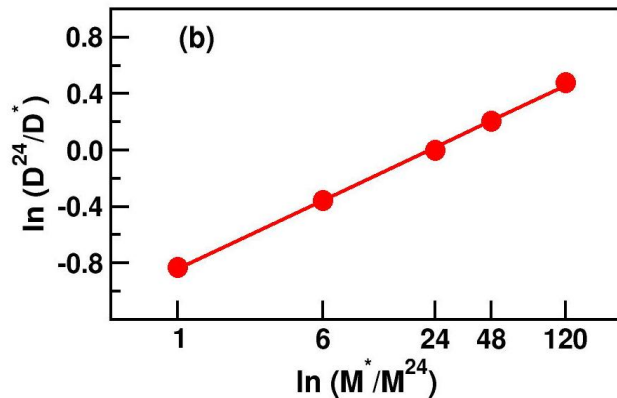


实验测量高温下熔体中同位素扩散系数十分困难，我们利用第一性原理分子动力学计算，得到了高温下硅酸盐熔体中Mg同位素的扩散系数。

# MgSiO<sub>3</sub>熔体中Mg同位素扩散



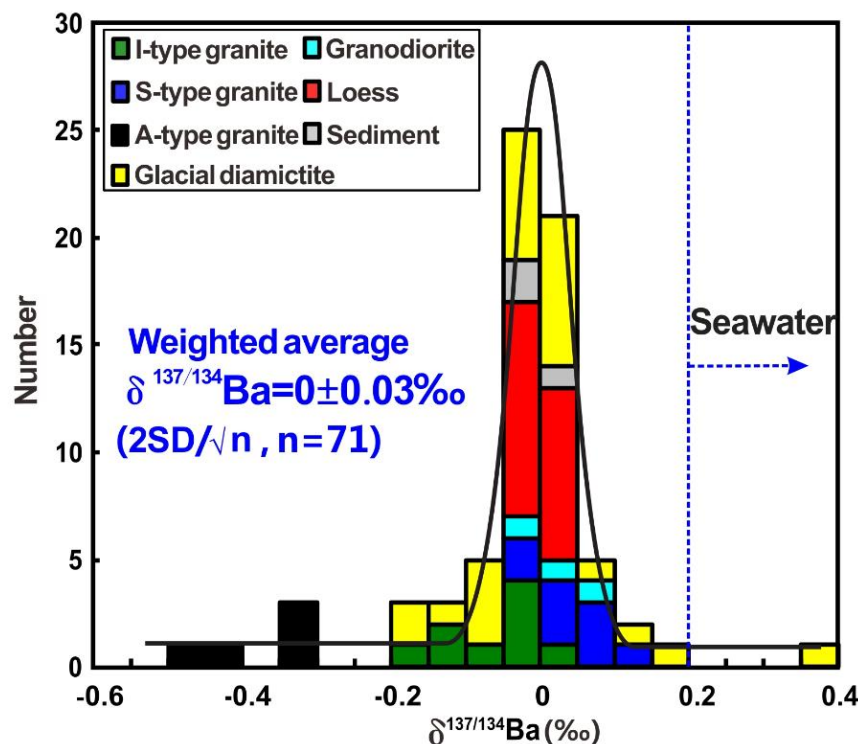
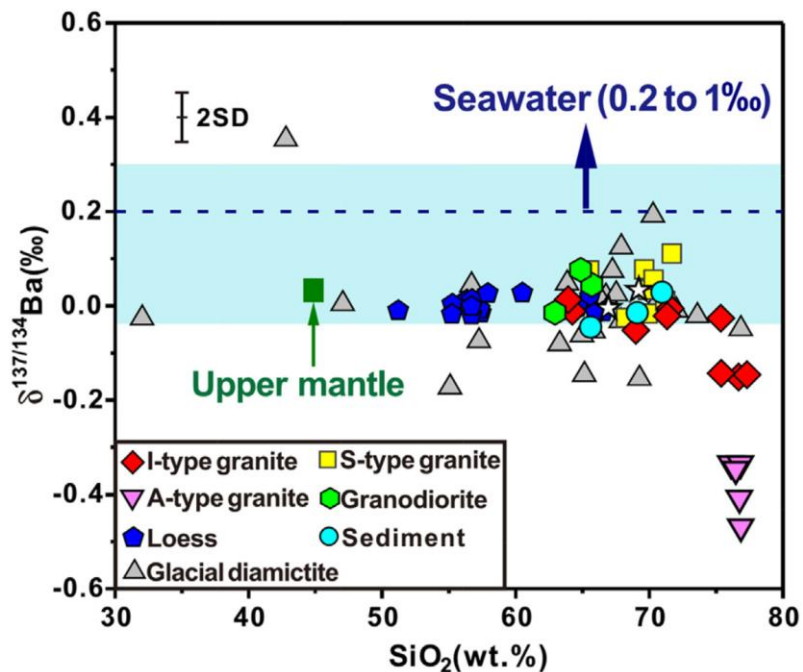
- 4000K 时 $\text{MgSiO}_3$ 熔体中Mg同位素扩散的 $\beta$ 值为 $0.272 \pm 0.005$ ，与相同温度下 $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ 熔体的 $\beta$ 值 ( $0.257 \pm 0.012$ ) 具有微小的差异。
- 建立了利用第一性原理分子动力学计算同位素扩散分馏系数的方法，如果计算资源丰富，可以解决硅酸盐熔体扩散的基本问题。



Liu, X.-H., Qi, Y.-H., ..., He, L.-X.\*, Huang, F.\* 2018 (GCA)

# 储库研究：大陆上地壳的Ba同位素

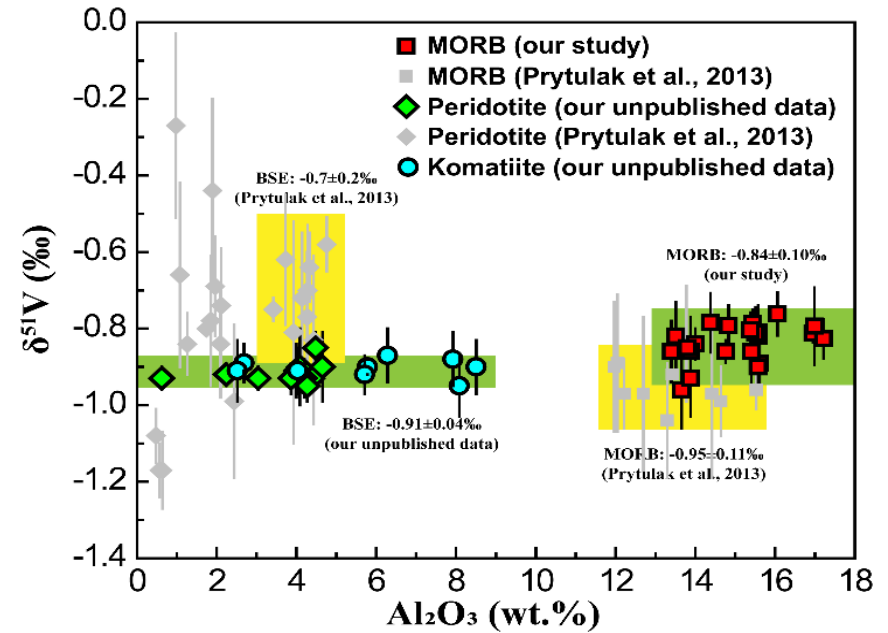
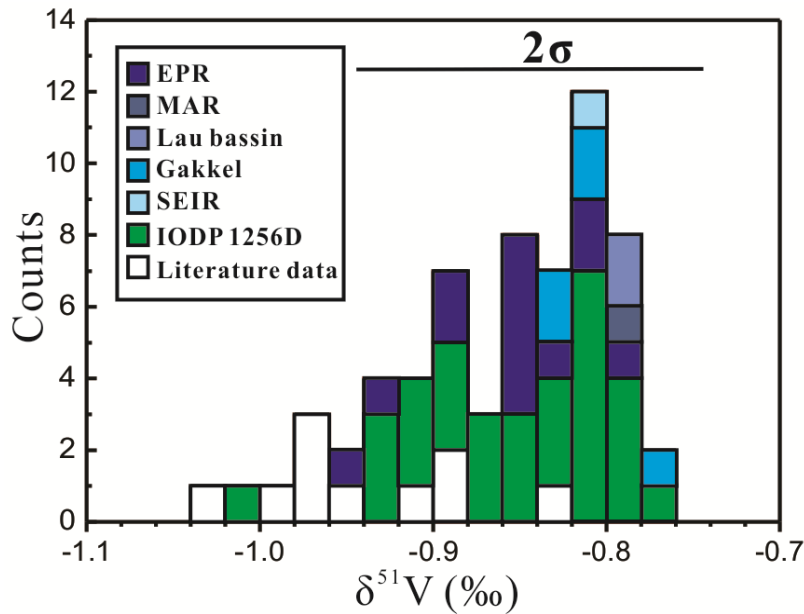
花岗岩，黄土，冰碛岩，河流沉积物



$\delta^{137/134}\text{Ba}$ 的变化范围为-0.47‰ ~ 0.35‰，加权平均后为 $0.00 \pm 0.03\text{‰}$  (2SE).

Nan, X.-Y., ..., Huang, F.\* 2018 (GCA)

# 储库研究：MORB的V同位素

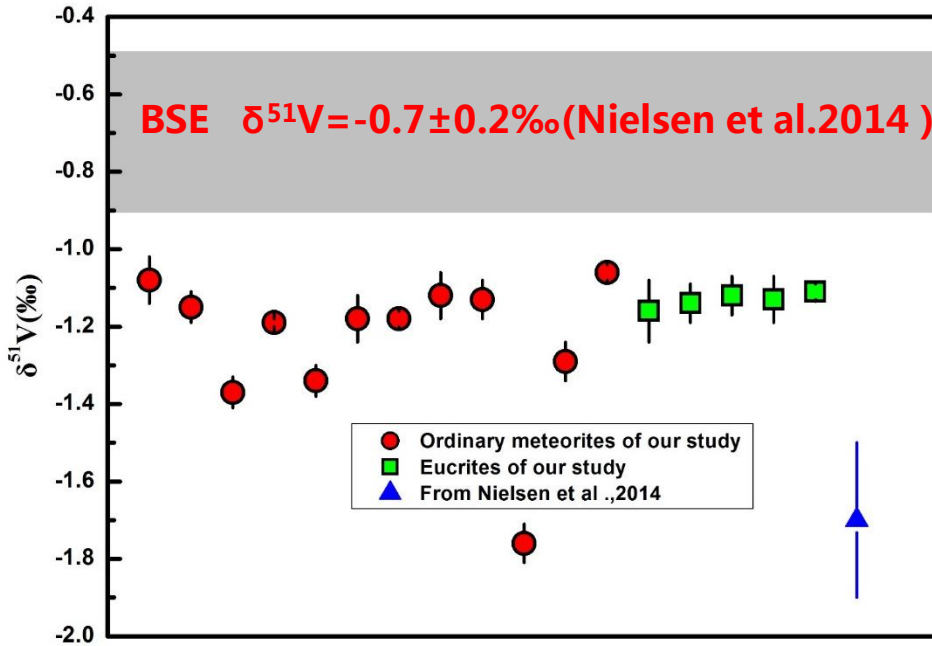


文献中MORB的平均 $\delta^{51/50}\text{V}$ 为 $-0.95 \pm 0.11$  ‰，比BSE还低，不合同位素分馏基本原理。我们新测量的数据为 $-0.84 \pm 0.10$  ‰ (2SD)，略高于BSE值。

Wu, F., ..., Huang, F.\* 2018 (EPSL)



# 储库研究：陨石的V同位素



L3型:  $\delta^{51}\text{V} = -1.76 \sim -1.29 \text{‰}$

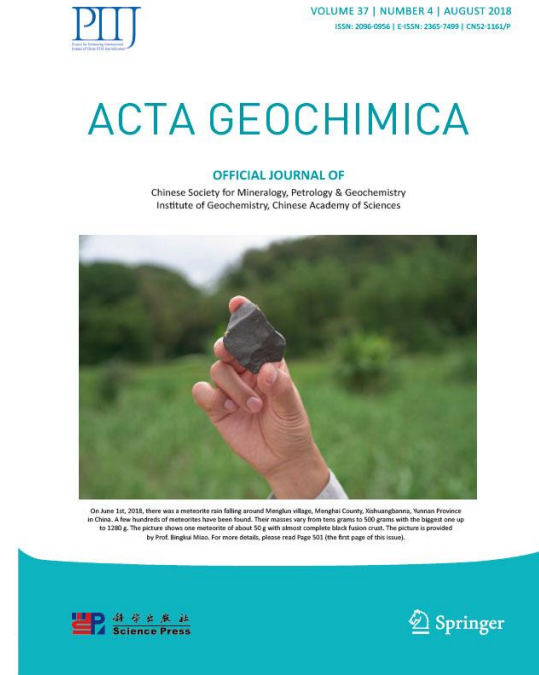
L4型:  $\delta^{51}\text{V} = -1.13 \pm 0.05 \text{‰}$

L5型:  $\delta^{51}\text{V} = -1.12 \sim -1.18 \text{‰}$

L6型:  $\delta^{51}\text{V} = -1.37 \sim -1.08 \text{‰}$

灶神星陨石:  $\delta^{51}\text{V} = -1.13 \pm 0.02 \text{‰}$  (2SD)

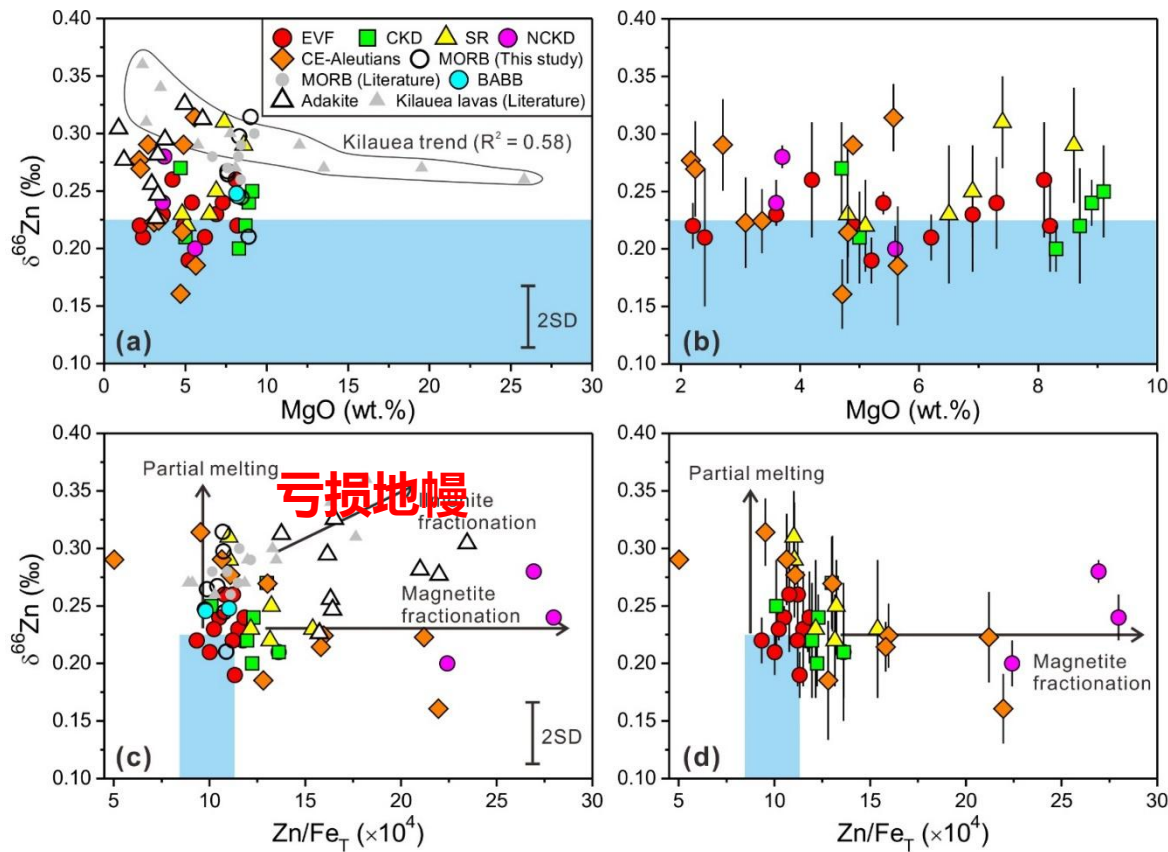
地外样品V同位素组成比硅酸盐地球略轻



## 第一次精确测量陨石的V同位素组成

Xue, Y.-L., ..., Miao, B.-K.\*,  
 Huang, F.\* 2018  
 (Acta Geochimica)

# 示踪俯冲物质：岛弧岩浆岩的Zn同位素



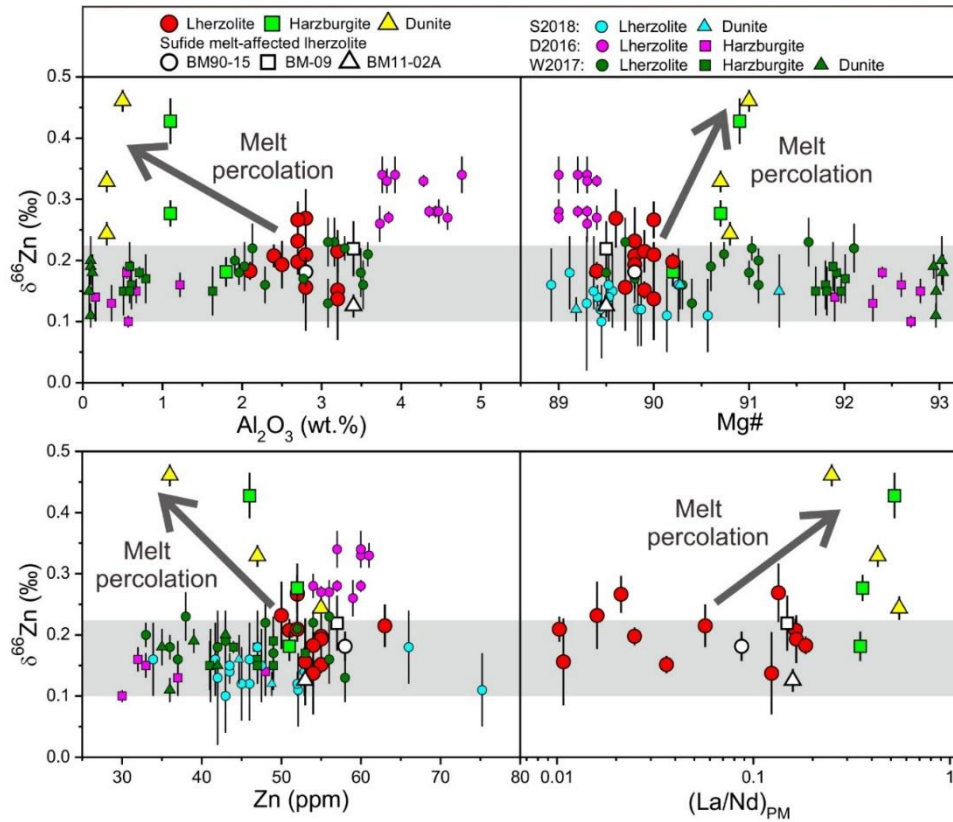
- 发现岛弧岩浆岩的 $\delta^{66}\text{Zn}$ 与MORB一致，且都高于DMM；
- 否定了“俯冲板片流体导致岛弧岩浆岩比MORB富集重锌同位素”的假说。

Zinc isotopic systematics of Kamchatka-Aleutian arc magmas controlled by mantle melting

Jian Huang<sup>a,\*</sup>, Xing-Chao Zhang<sup>a</sup>, Sha Chen<sup>a</sup>, Limen Tang<sup>b</sup>, Gerhard Wörner<sup>c</sup>, Huimin Yu<sup>a</sup>, Fang Huang<sup>a,\*</sup>

Huang, Jian\*, ..., Huang, F.\* 2018 (GCA)

# 示踪地幔演化：橄榄岩的Zn同位素



➤ 地幔熔融导致橄榄岩非常小的Zn同位素变化

➤ 地幔交代导致橄榄岩显著的Zn同位素分馏

Journal of Geophysical Research: Solid Earth

RESEARCH ARTICLE  
10.1002/2017JB015287

Effects of Melt Percolation on Zn Isotope Heterogeneity in the Mantle: Constraints From Peridotite Massifs in Ivrea-Verbano Zone, Italian Alps

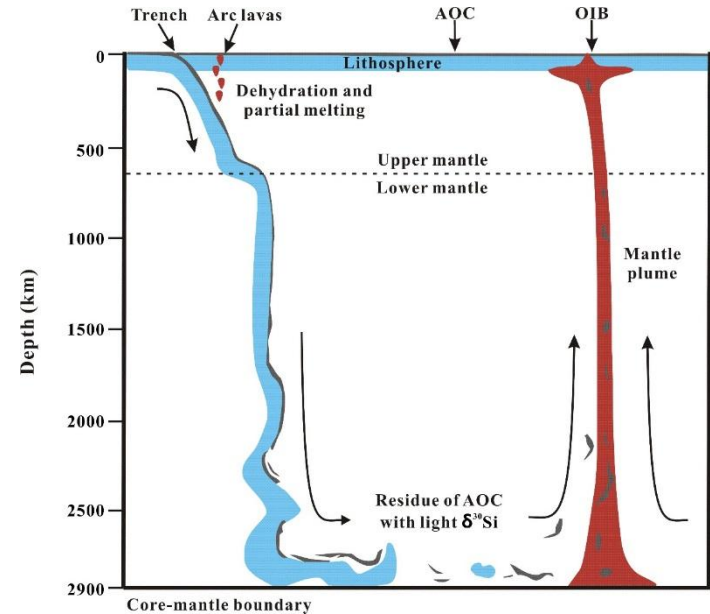
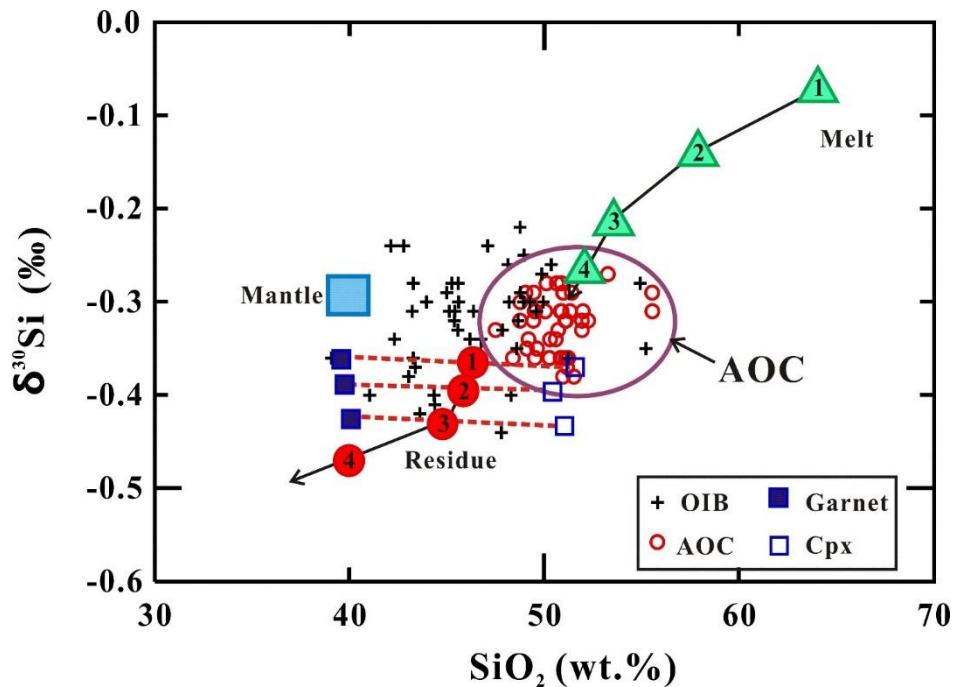
Key Points:

- A first systematic study of Zn isotopic compositions for massif peridotites

Jian Huang<sup>1</sup>, Sha Chen<sup>1</sup>, Xing-Chao Zhang<sup>1</sup>, and Fang Huang<sup>1</sup>

Huang, Jian\*, ..., Huang, F.\* 2018 (JGR-SE)

# 示踪地幔演化：蚀变洋壳的Si同位素

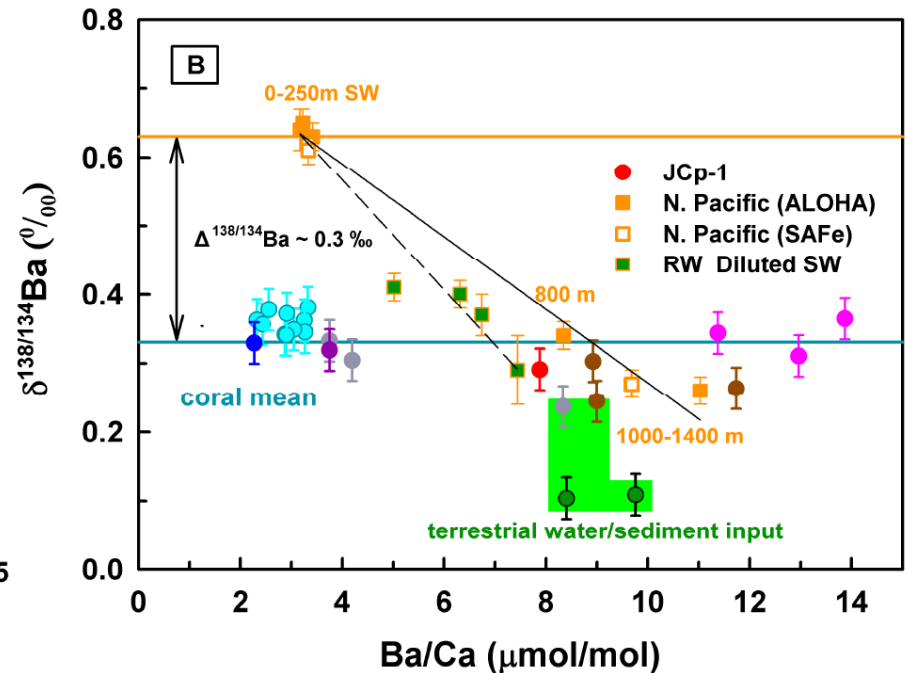
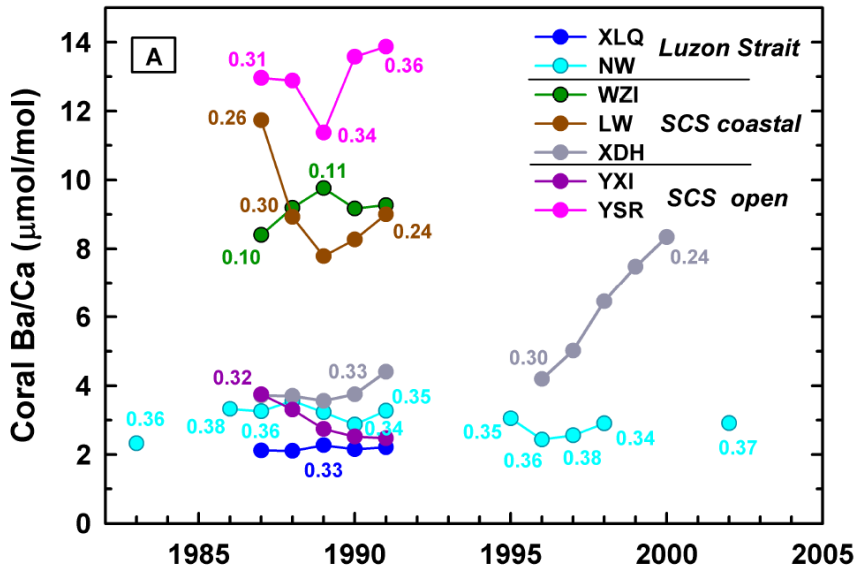


蚀变洋壳 (AOC) 的Si同位素比较均一，和MORB类似，但是洋壳的熔体和残留之间可以有显著的Si同位素分馏。OIB源区中如含有经历过部分熔融的俯冲洋壳残片，则有可能具有轻的硅同位素特征。

Yu, H.-M.\*, ..., Huang, F.\* 2018 (Chem. Geol.)

# 利用珊瑚研究大洋中Ba的循环

$\Delta^{138/134}\text{Ba}_{\text{coral-seawater}} : \sim -0.3 \text{ ‰}$



- 珊瑚的Ba/Ca可用来研究河流输入和洋流上涌，但可能受多因素的影响。
- 珊瑚的Ba同位素组成不受生物矿化、温度的影响，可以反映古海水的信息。

Liu, Y.\*, Li, X, Zeng, Z., Yu, H.-M.\*, Huang, F., Felis, T., Shen, C. (GCA, accepted)