

专题 8: 地球深部物质物理化学属性和深部过程

硅酸盐熔体和铁熔体间的C同位素分馏

杨宇红¹, 刘耘^{2*}

1.中国科学院 地球化学研究所 月球与行星科学研究中心, 贵阳 550002; 2. 中国科学院 地球化学研究所
矿床地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002

我们利用第一性原理分子动力学方法计算了硅酸盐熔体和铁熔体间C同位素分馏系数。并考虑了氧化还原条件和压力条件(0~120GPa)对C同位素分馏系数的影响。我们的计算结果显示,即便在地核形成的高温高压条件下,较重的¹³C依然显著倾向富集于硅酸盐熔体中。硅酸盐熔体的氧化程度越高,C同位素的分馏越显著。压力对C同位素分馏具有不可忽略的影响,但是压力效应的方向和大小很大程度上取决于硅酸盐熔体的氧化还原程度。因此,我们认为低压实验可能不适用于研究核幔分异过程中的碳同位素分馏。此外,我们还计算了包括菱镁矿(MgCO₃)、金刚石、莫桑石(SiC)和各类铁碳合金在内的矿物晶体间的碳同位素分馏系数。结果显示,用晶体代替熔体来预测核幔分异过程中的C同位素分馏可能获得有瑕疵的结论。

基于本研究的计算结果,我们认为硅酸盐地球的C同位素组成不大可能建立于地球核幔分异过程中的硅酸盐熔体和铁熔体间的平衡。反而,星胚和星子的平衡核幔分异过程可以使其硅酸盐部分具有与当前地幔相近的C同位素组成。因此,我们支持李元等(2016)关于硅酸盐地球的C元素来自于一个分异的富C星胚的假说。一些证据还显示,这个星胚可能是一个火星类似物。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(批准号: 41403013, 41530210)

第一作者简介: 杨宇红(1984-), 女, 副研究员, 研究方向: 地球吸积与核幔分异. E-mail: yangyuhong@mail.gyig.ac.cn

*通信作者简介: 刘耘 (1968-), 男, 研究员, 研究方向: 计算地球化学. E-mail: liuyun@vip.gyig.ac.cn