

专题 10: 地质过程的流体作用及成矿、成藏效应

挥发份 F、CO₂ 对形成斑岩型 Mo 矿床的制约蒋子琦^{1,2}, 尚林波^{1*}

1. 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;

2. 中国科学院大学, 北京 101407

世界上钼资源主要来自于岩浆热液作用形成的斑岩型矿床, 其中 F 是广泛分布在各类型的斑岩钼矿中的一个重要挥发份(Audéat and Li, 2017), 并且在陆内碰撞型的斑岩钼矿中, 成矿流体富集 CO₂ 更是成为区别于其他类型斑岩钼矿的重要特点(Chen et al., 2017)。最近的一项研究也显示, 榴石中 F 的含量(>0.3wt.%)和斑岩 Mo 的矿化有着很好的相关性(Pan et al., 2018)。F 和 CO₂ 在形成斑岩钼矿过程中的作用机制是什么? 普遍认为, F 会降低花岗质岩浆的粘度, 增加岩浆的流动性, 有利于残余岩浆的聚集, 进而形成大体积的致矿岩浆(Mercer et al., 2015)。但是 F 在降低花岗质岩浆流动性的同时, 能否使得岩浆相对的富集 Mo, 这一问题尚不清楚。而 CO₂ 在热液流体中的作用, 根据软硬酸碱理论, 并不能直接和 Mo 进行络合(Pearson, 1968), 进而增加 Mo 在热液中的溶解度, 使其迁移到地壳浅部成矿。但是在碰撞型斑岩钼矿中广泛存在的 CO₂ 对 Mo 分配进入岩浆有何影响, 也有待进一步的研究。

依据前人对熔体结构的研究以及相关的实验结果, 结合斑岩钼矿, 我们认识到, 在斑岩钼矿形成的岩浆阶段, F 的存在会降低长英质熔体的聚合程度, 增加熔体中的非桥氧(NBO), 而 Mo 在熔体中是以 Mo-O 四面体的形式存在(Farges et al., 2006), 因此 NBO 的增加, 会增加 Mo 在长英质岩浆中的溶解度, 使得初始的长英质岩浆相对的富集 Mo ((10~20)×10⁻⁶)。并且由于熔体聚合程度的降低, 会降低熔体的粘度, 也使得熔体更易于从岩浆源区分离出来, 通过断裂汇集形成较大体积的岩浆。同样该过程也有利于结晶分离作用的充分进行, 进而形成结晶较少的残余岩浆, 而该过程也被认为是形成斑岩钼矿的重要作用过程(Zhang and Audéat, 2017)。而在岩浆热液过渡阶段, 另一组分 CO₂ 的加入, 会消耗熔体中的非桥氧(NBO)(Lowenstern, 2001), 进而降低 Mo 在熔体中的溶解度, 相对的促使 Mo 分配进入到流体相中, 这与李诺等(2012)对鱼池岭斑岩钼矿中流体包裹体的研究结果相一致。因此我们认为, CO₂ 在斑岩钼成矿的岩浆热液阶段的存在, 不是直接同 Mo 进行络合, 使其进入到流体相中, 而是以一种间接的方式, 通过改变熔体相的物理化学状态, 来改变 Mo 在其的溶解度, 以使得 Mo 更多的分配进入到热液流体相中。

利用实验地球化学的方法, 评估花岗质熔体中 F 含量对 Mo 溶解行为的影响以及 CO₂ 对 Mo 在熔/流体之间分配行为的影响, 对进一步深入理解挥发分 F 和 CO₂ 在斑岩钼矿形成过程中的作用将具有重要意义。

基金项目: 国家自然科学基金项目(批准号: 41673067)

第一作者简介: 蒋子琦(1990-), 男, 博士研究生, 研究方向: 实验地球化学. E-mail: jiangziqi@mail.gyig.ac.cn

*通信作者简介: 尚林波(1976-), 女, 研究员, 研究方向: 实验地球化学. E-mail: shanglinbo@vip.gyig.ac.cn