

· 专题 13: 成矿作用过程、成矿末端效应及找矿预测 ·

深度对于斑岩矿床成矿流体演化的制约

毛伟¹, 钟宏^{1*}, Brian Rusk²

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 550081;

2. Department of Geology, Western Washington University

斑岩矿床通常形成在 1~6 km 深的上地壳中, 成因上与中酸性的斑岩体及侵位于深部的岩浆房密切相关(Seedorff *et al.*, 2005)。斑岩矿床的成矿流体主要由深部岩浆房分异产生, 岩浆热液在沿裂隙上升迁移的过程中需要经历降温降压、水岩相互作用、流体“沸腾”作用、大气降水混合等一系列复杂的物理化学演化过程, 最终导致金属沉淀成矿(Burnham, 1979; Shinohara and Hedenquist, 1997)。由于斑岩矿床热液体系演化的温度压力范围与 H₂O-NaCl(-CO₂) 体系发生流体“沸腾”作用的温度压力范围在很大程度上重合, 流体“沸腾”作用导致斑岩矿床普遍发育含石盐子晶和富气相流体包裹体组合(Bodnar *et al.*, 1985)。然而在一些成矿深度大于 4~5 km 的斑岩矿床中, 成矿流体显著缺失流体“沸腾”作用, 极少发育含石盐子晶和富气相流体包裹体组合(Trout Lake, British Columbia; Linnen and Williams-Jones, 1990; Butte, Montana; Rusk *et al.*, 2008; Dabaoshan, China; Mao *et al.*, in press)。因此成矿深度对于成矿流体的演化具有显著的控制作用。

斑岩热液体系中流体“沸腾”作用是指以单相稳定存在的初始低盐度母岩浆流体由于压力降低至低于 H₂O-NaCl(-CO₂) 体系的气液共存面以下, 流体不混溶形成可以共存的高盐度高密度卤水和低盐度低密度气相流体。高盐度卤水被捕获后演化形成

含石盐子晶的流体包裹体, 而低盐度的气相流体被捕获后演化形成富气相流体包裹体。斑岩热液体系中流体压力的降低主要由 2 种地质过程所引发, 一是流体上升迁移导致流体压力逐渐降低, 二是流体压力机制转变时, 由于岩石密度与流体密度的极大差异(地壳密度约 2.75 g/cm³, 流体的密度约 1 g/cm³), 流体由静岩压力转变为静水压力会导致超过 60% 的压力损失, 进而可能导致流体“沸腾”作用(Fournier, 1999; Heinrich, 2007)。综合对比多个形成于不同深度的斑岩矿床的成矿流体演化特征结果表明, 成矿深度 < 2 km 的斑岩矿床, 即使在静岩压力状态下, 成矿流体的上升迁移即可导致其温度压力状态低于 H₂O-NaCl(-CO₂) 体系的气液共存面而导致“沸腾”作用。成矿深度 2~4 km 的斑岩矿床, 静岩压力状态下成矿流体的上升迁移不足以引发显著的流体“沸腾”作用, 而静岩压力向静水压力的转变是引起流体“沸腾”的主要原因。成矿深度大于 4 km 的斑岩矿床, 由于流体压力大, 流体上升迁移和静岩压力向静水压力的转变都不足以诱发显著的流体“沸腾”作用, 因此极少或不发育含石盐子晶和富气相流体包裹体组合。综上所述, 斑岩矿床的成矿深度对于成矿流体的演化具有显著的控制作用, 成矿流体的压力机制与流体包裹体岩相学特征相结合可以有效指示斑岩矿床的成矿深度。

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0600405)

第一作者简介: 毛伟(1988-), 男, 博士后, 研究方向: 岩浆热液矿床成矿流体演化. E-mail: maowei@mail.gyig.ac.cn.

* 通讯作者简介: 钟宏(1971-), 男, 研究员, 研究方向: 岩浆矿床地球化学. E-mail: zhonghong@mail.gyig.ac.cn.