

广东大宝山斑岩钼矿热液体系演化研究

毛伟¹, 李晓峰^{1,2*}, Brian Rusk³

(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, 贵州 贵阳 550081; 2. 中国科学院 地质与地球物理研究所 固体矿产资源研究室, 北京 100029; 3. Department of Geology, Western Washington University, Bellingham, Washington 98225, USA)

大宝山多金属矿床位于南岭成矿带中带南侧, 东西向的大东山-贵东花岗岩体与北北东向四会-吴川深大断裂交汇的部位。矿区包含燕山早期斑岩型钼矿床和发育在泥盆系碳酸盐地层中的似层状 Cu-Pb-Zn 矿床, 其中似层状 Cu-Pb-Zn 矿床与斑岩系统的关系仍存在争议。依据斑岩体系中石英脉的矿物组合、蚀变特征、脉体结构构造及空间分布等特征, 划分出四期石英脉: 早期无矿石英脉、石英-辉钼矿脉、石英-黄铁矿脉和少量晚期石英-铅锌铜矿脉。流体包裹体岩相学研究表明所有的石英脉中均未见含石盐子晶和富气相流体包裹体, 流体包裹体主要为气-液两相包裹体和少量含 CO₂ 三相包裹体。我们对各期石英脉进行了流体包裹体测温学、SEM-CL 图像分析和 LA-ICP-MS 微量元素分析综合研究。通过石英 Ti 含量温度压力计 (Huang and Audétat, 2012) 与流体包裹体等容线结合的方法, 获得了不同期次流体的温度-压力-流体盐度特征, 揭示了该斑岩体系的演化过程。

流体包裹体测温学研究表明大宝山斑岩体系流体盐度低, 变化范围窄, 平均盐度约为 4.2wt%NaCl equiv.。石英 Ti 含量随着热液体系的演化逐渐降低, 早期无矿石英脉中 Ti 平均含量为 $\sim 43 \times 10^{-6}$, 石英-辉钼矿脉为 $\sim 22 \times 10^{-6}$, 石英-黄铁矿脉为 $\sim 5 \times 10^{-6}$, 晚期石英-铅锌铜脉为 $\sim 2 \times 10^{-6}$ 。由不同期次脉体的石英 Ti 含量温度压力计与对应的流体包裹体等容线的交点获得各期次石英脉的温度压力条件: 早期无矿石英脉形成温压条件为 $\sim 650^\circ\text{C}$ 和 ~ 2.7 kbar, 石英-辉钼矿脉为 $\sim 530^\circ\text{C}$ 和 ~ 1.9 kbar, 石英-黄铁矿脉为 $\sim 400^\circ\text{C}$ 和 ~ 0.65 kbar, 晚期石英-铅锌铜脉为 $\sim 300^\circ\text{C}$ 和 ~ 0.60 kbar。各期石英脉形成的温压条件均高于 H₂O-NaCl (-CO₂) 体系的流体不混溶界面 (Gehrig et al., 1986; Driesner and Heinrich, 2007), 流体未经不混溶过程, 没有形成含石盐子晶和富气相的流体包裹体。无矿石英脉和石英-辉钼矿脉阴极发光图像中的石英呈均一的他形粒状镶嵌结构, 表明石英在压性裂隙中结晶, 不能定向生长。石英-黄铁矿脉和石英-铅锌铜脉阴极发光图像中的石英呈自形-半自形结构, 具有显著的生长环带, 表明石英在张性裂隙中自由生长。斑岩体系中流体静岩压力和静水压力的分界温度约为 400°C (Fournier, 1999), 推测认为无矿石英脉和石英-辉钼矿脉形成于静岩压力环境, 石英-黄铁矿脉和石英-铅锌铜脉形成于静水压力环境。假设上地壳岩石密度为 2.75 g/cm³, 流体密度为 1.0 g/cm³, 换算获得各期石英脉的形成深度: 无矿石英脉为 ~ 9.8 km, 石英-辉钼矿脉为 ~ 6.9 km, 石英-黄铁矿脉为 ~ 6.5 km, 石英-铅锌铜脉为 ~ 6.0 km。早期无矿石英脉具有波状边界, 形成温度高, 推测其形成时斑岩处于半塑性状态, 流体从岩浆房向上迁移过程中形成流体超压 (Carrigan et al., 1992)。早期无矿石英脉的空间分布与石英-辉钼矿脉重叠, 两者的形成深度应相近。推测认为计算获得的 9.8 km 的深度反映了该矿床深部岩浆房的深度。由岩浆房分异产生的流体向上迁移, 在约 7~6 km 的深度形成大宝山斑岩钼矿床, 其深度超过了多数斑岩体系的深度 (1~5 km), 不同期次石英脉的特征反映了热液体系的演化历史。

基金项目: 国家基础研究重点规划项目、中国科学院“百人计划”项目联合资助项目 (批准号: 2012CB416705)

作者简介: 毛伟, 男, 1988 年生, 博士, 主要从事矿床地球化学研究. E-mail: dzmaowei@163.com

* 通讯作者, E-mail: x-f-li@hotmail.com