

地质地球所揭示西准噶尔包古图还原性斑岩铜矿岩浆过程

文章来源：地质与地球物理研究所

发布时间：2014-08-19

【字号：小 中 大】

学术界一般认为，形成于俯冲期或碰撞后的大型-巨型斑岩Cu矿，其在空间上和成因上总是表现出与高氧化性、磁铁矿系列、I-型花岗岩有关，发育大量的高氧化特征矿物（如硬石膏、磁铁矿和赤铁矿），岩浆-流体氧逸度通常 $\geq NNO+2$ 。Rowins（2000）首次提出存在还原性斑岩Cu-Au矿，其成因与还原性、钛铁矿系列、I-型花岗岩有关，以发育大量岩浆磁黄铁矿和富 CH_4 成矿流体为特征，其岩浆-流体氧逸度通常 $\leq NNO$ 。由于全球缺乏还原性斑岩铜矿实例，导致许多成岩-成矿相关科学问题尚未解决，如金属富集机制和富 CH_4 成矿流体形成机制等。申萍等人（2010）报道了西准噶尔包古图斑岩铜矿成矿流体富含大量 CH_4 ，暗示其可能为一典型还原性斑岩铜矿。

中国科学院地质与地球物理研究所固体矿产资源研究室博士后曹明坚与其合作导师秦克章研究员和李光明副研究员等人为明确包古图斑岩铜矿是否为还原性斑岩铜矿，并探讨其金属富集机制和富 CH_4 成矿流体形成机制，对包古图铜矿进行了详细的岩相学、矿物学、流体包裹体及稳定同位素研究。研究结果显示：（1）矿区普遍发育岩浆阶段的磁黄铁矿以及大量的热液磁黄铁矿和毒砂，而缺少高氧化特征的矿物；（2）成矿岩石为钛铁矿系列、I-型花岗岩；（3）成矿流体富含 CH_4 ，为 $H_2O-NaCl-CH_4 \pm CO_2$ 体系（图1）；（4）成矿岩石和流体的氧逸度为 $NNO \sim NNO-2$ 。据此，他们证实包古图斑岩铜矿是一个典型的还原性斑岩铜矿，且为国内发现的首例还原性斑岩铜矿。

他们进一步开展了显微观察，表明成矿岩石中斜长石存在明显的溶蚀边。微区成分分析显示，斜长石化学成分显示出明显的An和FeO正相关关系，同时剖面组成显示较大的An变化范围，以及重复性An、FeO和Sr同位素逆向环带（图2）。以上结果一致表明深部岩浆房发生了重复性基性岩浆注入，伴随该过程，可能带来了大量Cu等成矿元素，造成成矿元素逐步富集，最终形成矿床。详细的激光拉曼测试显示，早期岩浆阶段流体C以 CO_2 的形式存在，晚期岩浆阶段和热液流体中的C转变为 CH_4 ；流体包裹体 CH_4 的C-H同位素组成（ $\delta^{13}C = -28.6 \sim -22.6\%$ ； $\delta D = -108.0 \sim -59.5\%$ ），显示明显不同于生物成因和热解成因的 CH_4 同位素组成，而与费托反应（ $CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$ ）成因 CH_4 同位素组成相似（图3）。因此，他们认为包古图斑岩铜矿成矿流体中的 CH_4 是由岩浆阶段的 CO_2 经费托反应转变而来，而非来自含碳地层的热解作用。

以上研究不仅丰富了全球还原性斑岩铜矿实例，同时为还原性斑岩铜矿成岩-成矿相关理论研究提供了科学依据。该研究的系列成果分别发表于国际地学期刊 *Ore Geology Reviews*、*Journal of Asian Earth Sciences*、*Geochimica et Cosmochimica Acta*。

图1 包古图不同产状石英代表流体包裹体激光拉曼光谱

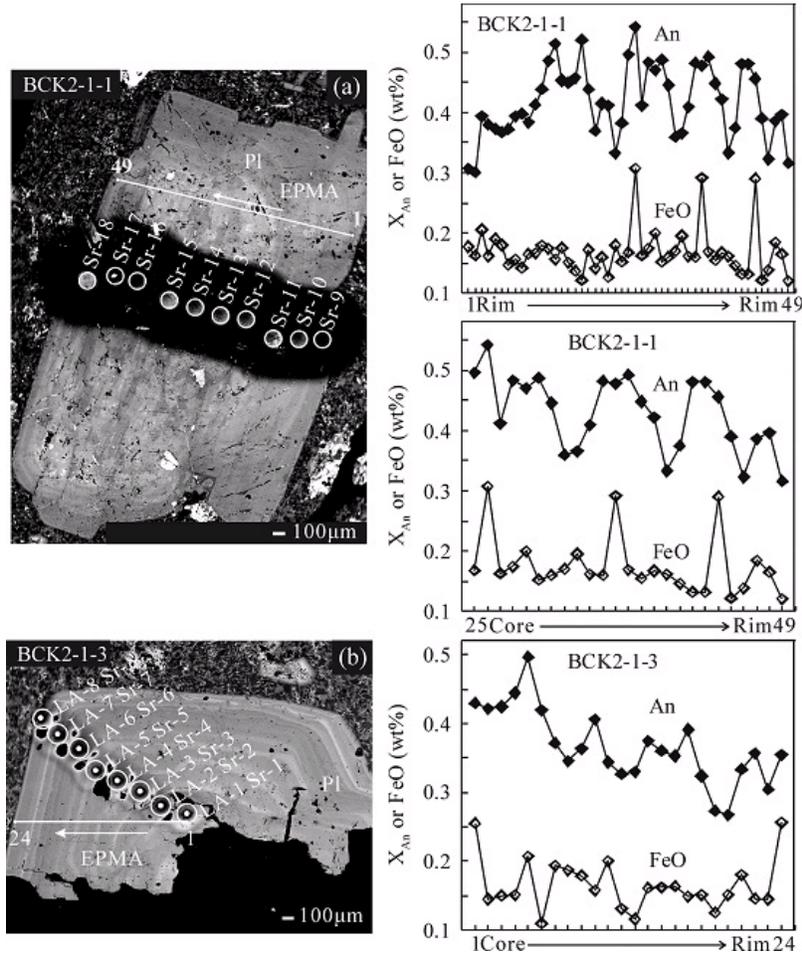


图2 包古图矿床代表性斜长石斑晶BSE照片及剖面化学成分变化

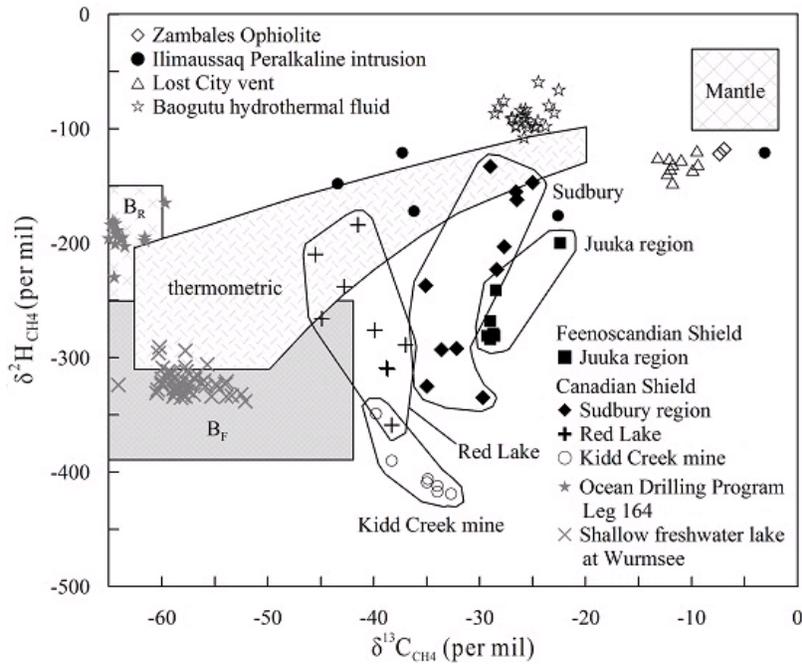


图3 包古图成矿流体CH₄的δ¹³C与δD变化图解

