

喇嘛苏铜矿成矿流体研究*

石海岗, 薛春纪, 段士刚, 李志丹

(中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室 地球科学与资源学院, 北京 100083)

近年来, 新疆西天山斑岩铜矿带陆续发现了喇嘛苏、达巴特、冬吐劲、3571、莱历斯高尔、肯登高尔、群吉等一系列斑岩(矽卡岩)铜钼矿, 因此该带的矿产勘查和研究受到了各界关注。喇嘛苏铜矿床是新疆西天山汗吉尕斑岩铜矿带内最重要的矿床之一。作为西天山发现的最大的铜矿床, 喇嘛苏铜矿自发现以来就不断被认知, 在研究区已经积累了不少研究成果。但对研究区成矿流体的认识以及矿床成因类型划分依然分歧较大, 因此, 对矿床的认识尤其对成矿流体的认识亟待提高。由于流体包裹体是成矿流体客观反映以及厘定矿床成因类型的重要标志(陈衍景, 2006; 池国祥等, 2009), 本文选择与喇嘛苏铜矿石英硫化物期成矿密切的石英、方解石作为研究对象, 利用冷热台和激光拉曼分析技术, 试图探讨成矿流体的性质, 从而为成矿条件进行约束, 从而为地质勘探和研究提供参考。

1 矿床矿体地质特征

喇嘛苏铜矿床位于新疆博乐市温泉县赛里木湖北西侧 3 km 处。该矿床是由新疆地矿局 703 队于 1985 年进行 1:5 万地球化学扫面中发现。根据地表和地下工程控制, 铜的储量达到 66.9 万吨, 锌储量达到 34.4 万吨, 因此, 喇嘛苏矿床至少是中型矿床。

该矿区出露的主要地层是中元古界蓟县系库松木切克群下亚群(Pt₂k), 为一套浅海相碳酸盐岩夹有硅质岩和碎屑岩的沉积建造, 出露总厚度大于 1 000 m。地层中主要的成矿元素铜、铅、锌均高于克拉克值数倍至数十倍, 是矿物质潜在来源。矿区构造形迹主要表现为断裂构造, 总体具有以近东西向和北东、北西向构造为主组成的菱形格局, 深刻的影响着岩体、含矿地质体的分布、规模、形态, 显示出构造对矿床的控制。区内岩浆岩岩性较为复杂, 数量众多, 但总体看主岩体为斜长花岗斑岩和花岗闪长斑岩, 形态多为岩枝、岩脉, 总体呈近东西向或北北西向展布, 它们既可单独组成岩体, 也可在同一岩体出现, 两者呈渐变接触关系。无论是从空间上、时间上和成矿物质来源等方面喇嘛苏铜矿的成矿作用与中酸性斑岩体和矽卡岩关系密切。铜矿体在矿带上的分布与拆离断层、北东、北西向节理密集带以及斑岩体有关, 并常在其复合部位富集、膨大, 空间上表现为矿体沿走向和倾向具有明显的膨胀狭缩、分支复合、尖灭再现特征, 区内已施工的钻孔情况证实, 单层矿体有较稳定的延伸。

矿床由于经历了多期次成矿作用的叠加, 矿体中矿石矿物组分较复杂, 其中: 硫化物主要有磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿, 其次是闪锌矿、白铁矿、辉钼矿、辉铋矿、方铅矿、斑铜矿; 氧化矿物以磁铁矿为主; 次生矿物有褐铁矿、孔雀石、铜蓝、蓝铜矿、赤铁矿和白铅矿等。脉石矿物主要为石英、方解石、石榴子石、透辉石等, 还有少量的绿帘石, 绿泥石等。

根据矿床成矿地质特征、典型矿物组合、矿石组构特征, 将整个成矿过程划分为矽卡岩期、热液成矿期和表生期, 其中矽卡岩阶段主要划分为干矽卡岩阶段和湿矽卡岩阶段, 热液期主要划分为早期热液阶段和晚期热液阶段。成矿作用主要集中在热液作用成矿期。

*本文得到地质过程与矿产资源国家重点实验室开放基金(GPRM200832)、中央高校基本科研业务费专项资金(2009PY04)、高等学校学科创新引智计划(B07011)、长江学者和创新团队发展计划(IRT0755)、国家自然科学基金(40772061、40472054)联合资助

第一作者简介 石海岗, 男, 1984年生, 硕士研究生, 矿产普查与勘探专业。

通讯作者 薛春纪, 男, 1962年生, 教授, 博士生导师, 矿床学、矿产普查与勘探专业。Email: chunji.xue@cugb.edu.cn

2 流体包裹体特征

研究样品主要采自喇嘛苏铜矿床 I 号矿洞内, 主要包括早期热液阶段和晚期热液阶段铜矿石样品 12 件。将样品磨制成双面抛光的薄片, 进行矿相学和流体包裹体岩相学研究, 选择有代表性的包裹体进行显微测温 and 激光拉曼探针分析。

石英、方解石中观测到可研究的流体包裹体。总体来说, 距离矿化越近, 包裹体数量越多, 气液相比值越高。石英中包裹体形态多呈椭圆状、长方形以及不规则状, 产状以孤立产出的原生包裹体为主, 次生、假次生包裹体较少, 包裹体类型主要以富液相水溶液包裹体和单相水溶液包裹体为主, 偶见三相包裹体, 单相气体包裹体少见。其中, 富液相水溶液包裹体约占包裹体总量 60%, 大小一般为 3.8~30 μm , 主要集中在 6~18 μm , 气相分数的变化范围为 3%~>50%, 主要集中在 5~35%; 单相水溶液包裹体约占包裹体总量的 30% 以上, 大小不一。方解石中包裹体数量相对较少, 以气液两相为主, 形态多为负晶形和不规则形态, 大小一般为 4~30 μm , 气相分数集中在 5%~30%。

流体包裹体进行较详细的显微测温, 共测得 236 个均一温度数值, 其中石英中包裹体 156 个, 方解石 80 个; 192 个冰点数据, 其中 119 个来自石英, 73 个测自方解石中。

石英中早、晚阶段流体包裹体均一温度范围变化于 96~400 $^{\circ}\text{C}$, 测得一个含子晶的包裹体最高值超过 480 $^{\circ}\text{C}$, 爆裂时仍未均一, 峰值主要集中在 131.3~249.7 $^{\circ}\text{C}$ 和 271.2~350.0 $^{\circ}\text{C}$, 均值为 214.9 $^{\circ}\text{C}$; 方解石中包裹体均一温度范围变化于 84.3~387.5 $^{\circ}\text{C}$, 峰值主要集中在 112.3~206 $^{\circ}\text{C}$, 均值为 175.3 $^{\circ}\text{C}$ 。方解石中包裹体的温度与晚期热液阶段的石英中的包裹体均一温度一致。

两者冰点相近, 温度范围为 -0.5~-20 $^{\circ}\text{C}$, 主要集中在 -2~-11 $^{\circ}\text{C}$, 平均为 -6.8 $^{\circ}\text{C}$ 。冰点温度对应的盐度不高于 23.2%, 根据刘斌 (1987) 的盐度、密度计算公式, 得到盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 范围为 1.9%~22.5%, 主要集中在 5.7%~16.0%, 方解石中水溶液的盐度范围为 1.4%~22.0%, 主要集中在 5.3%~15.5%; 流体密度范围为 0.65~1.10 g/cm^3 , 平均为 0.96 g/cm^3 。其中, 早期阶段石英中密度范围 0.65~0.92 g/cm^3 , 平均为 0.83 g/cm^3 , 晚期阶段的石英中流体的密度为 0.74~1.06 g/cm^3 , 平均为 0.96 g/cm^3 , 而方解石中流体的密度为 0.77~1.10 g/cm^3 , 平均为 0.97 g/cm^3 。晚期阶段的石英和方解石中流体密度略大于早期阶段石英中流体的密度, 这与早阶段的相对高温高挥发份, 经过一定的时空变化, 至晚阶段挥发份减少有关。

石英和方解石中包裹体初熔温度为 -42.5~-19 $^{\circ}\text{C}$, 主要范围为 -30.0~-25.0 $^{\circ}\text{C}$ 。 $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$ 体系初熔温度一般最大为 -21.2 $^{\circ}\text{C}$, 在亚稳定状态为 -30 $^{\circ}\text{C}$ (Oakes et al.), 而喇嘛苏铜矿区石英、方解石中包裹体初熔温度为 -25.0~-42 $^{\circ}\text{C}$, 因此该矿区矿化流体组分为 $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$ 体系。

利用激光拉曼对石英和方解石中的流体包裹体进行了测试, 结果显示, 包裹体的液相成分以水为主, 而气相成分则以甲烷 CH_4 和水蒸气为主, 少量包裹体检测出 CO_2 的成分, 说明热液期硫化物沉淀受到甲烷和二氧化碳流体的影响。流体中大量的还原硫 (大量的硫化物的存在) 及甲烷的存在, 说明成矿过程中流体始终处于相对还原环境。

3 结 论

流体包裹体和激光拉曼探针分析显示, 热液成矿期流体为 $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{CaCl}_2$ 流体体系, 成矿过程始终处于相对还原环境。早期热液阶段和晚期热液阶段均一温度分别为 271.2 $^{\circ}\text{C}$ ~350.0 $^{\circ}\text{C}$ 和 131.3~249.7 $^{\circ}\text{C}$, 盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 峰值变化于 5.3%~16.0%, 流体密度小于 1.00 g/cm^3 , 属于中-低温、低盐度、低密度流体。结合矿床产出背景、矿床地质、矿物组合、控矿构造等特点, 喇嘛苏铜矿具有矽卡岩矿床特点。

参 考 文 献 (略)