

西藏甲玛铜多金属矿床成矿流体特征及演化^{*}

周 云¹, 汪雄武¹, 唐菊兴², 秦志鹏², 彭惠娟¹, 李爱国³,
杨 科³, 王 华³, 李 炯³, 张继超³

(1 成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059; 2 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037;
3 中国科学院上海应用物理研究所, 上海 201204)

甲玛铜多金属矿床不同阶段矿物中流体包裹体测温表明, 成矿流体来源为岩浆向热液过渡过程中, 富含挥发分的岩浆从深部岩浆房出溶的中等盐度的超临界流体。从岩浆中出溶的流体为近饱和的超临界流体, 可以溶解大量成矿金属元素

(Bodnar, 1998), 其捕获温度范围为 410~530℃, 盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 在 15%~22% 左右, 临界压力为 591×10^5 Pa, 流体出溶深度约 2.1889 km。随着出溶流体温度压力的下降, 超临界流体在上升过程中发生相的分离, 分离出一个低盐度的气液相 (约 10NaCl%) 和一个高盐度的三相流体 (约 46NaCl%), 代表了超临界流体分离后的两种端元组成。导致斑岩体石英斑晶中含石盐子晶的高盐度三相流体包裹体与中低盐度的气液两相流体包裹体共存, 均一温度为 250~540℃, 流体平均密度为 1.0805 g/cm^3 , 最高捕获压力为 373×10^5 Pa。石盐子晶的高盐度三相流体包裹体以石盐子晶溶化温度高于气液相均一温度为特征。两者气液比悬殊, 盐度差异较大, 而均一温度大致在同一温度范围内, 显示为不均一捕获的产物。石英斑晶的流体包裹体内含有黄铜矿子矿物, 表明在岩浆结晶分异过程中已经有富含成矿金属物质的流体存在, 暗示成矿金属物质来自岩浆。岩浆期后热液阶段, 高盐度流体进一步发生高盐度

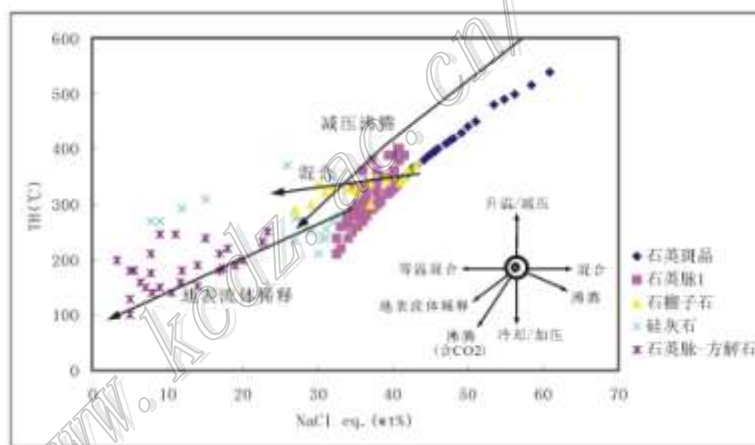


图 1 甲玛铜多金属矿床不同流体演化过程的 Th-盐度图解

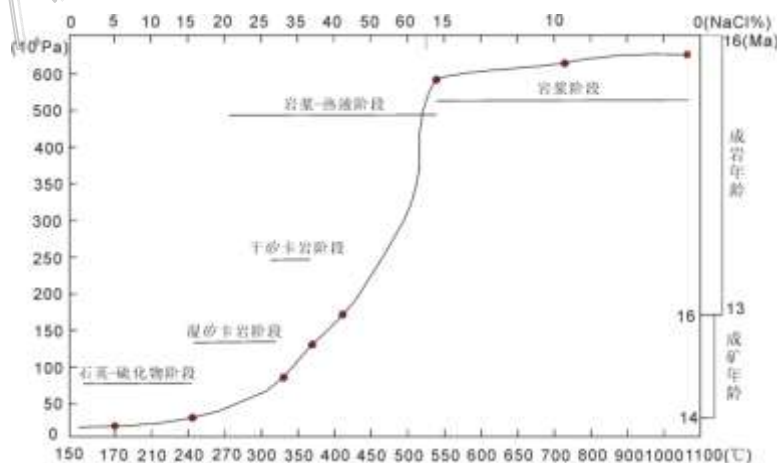


图 2 甲玛铜多金属矿床岩浆阶段到晚期热液阶段的 P-T-t 演化轨迹

^{*}本文得到国土资源部西藏甲玛斑岩铜多金属矿科学基地协作研究(BH0908-3)、地质调查项目念青唐古拉地区成矿条件研究与找矿靶区优选(N0807)、青藏专项(编号: 1212010818089)、西藏华泰龙矿业开发有限公司勘探项目、技术开发项目“西藏墨竹工卡县甲玛铜多金属矿床地质特征及找矿方向研究项目(编号: E0804)”、教育部岩石学矿床学国家重点(培育)学科建设项目 (SZD0407) 的联合资助
第一作者简介 周 云, 女, 1984 年生, 主要从事成矿规律与成矿预测研究工作。Email: bohet2007@yahoo.com.cn

液相包裹体的沸腾作用,经不均一捕获形成子矿物温度低于气液相均一温度的高盐度包裹体和富气相包裹体,均一温度为 $250\sim 410^{\circ}\text{C}$,流体平均密度为 1.0696 g/cm^3 ,最高捕获压力为 $176\times 10^5\text{ Pa}$ 。这是流体中成矿元素浓度富集的主要时期。经不均一捕获形成的高盐度包裹体和富气相包裹体经与多底沟组灰岩的接触交代作用,流体的、压力、盐度从矽卡岩阶段的温度 $250\sim 370^{\circ}\text{C}$,压力 130 MPa ,盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 $25\%\sim 41\%$,密度 1.0685 g/cm^3 ,最终降为石英-硫化物-方解石阶段的温度 $170\sim 244^{\circ}\text{C}$,压力 29 MPa ,盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 $3\%\sim 17\%$,密度 0.9233 g/cm^3 。成矿流体体系由岩浆热液阶段共存的 $\text{NaCl-H}_2\text{O}$ 体系和 $\text{NaCl-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 体系逐渐演变为最后独立的 $\text{NaCl-H}_2\text{O}$ 体系。

富含成矿元素的岩浆期后热液与挥发分在上升过程中与碳酸盐沉积地层即发生接触交代作用形成矽卡岩及角岩,干矽卡岩阶段流体包裹体均一温度为 $320\sim 370^{\circ}\text{C}$,盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 在 $28\%\sim 41\%$ 左右,流体平均密度为 1.0685 g/cm^3 ,最高捕获压力为 $130\times 10^5\text{ Pa}$ 。湿矽卡岩阶段流体包裹体均一温度为 $250\sim 330^{\circ}\text{C}$,盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 在 $25\%\sim 35\%$ 左右,流体平均密度为 1.0266 g/cm^3 ,最高捕获压力为 $86\times 10^5\text{ Pa}$ 。石英-硫化物阶段成矿元素在矽卡岩中沉淀富集成矿,流体包裹体均一温度为 $170\sim 244^{\circ}\text{C}$,盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 在 $3\%\sim 17\%$ 左右,流体平均密度为 0.9233 g/cm^3 ,最高捕获压力为 $29\times 10^5\text{ Pa}$ 。根据各阶段流体包裹体的不同演化过程均一温度-盐度图(图1),岩浆-热液过渡阶段,

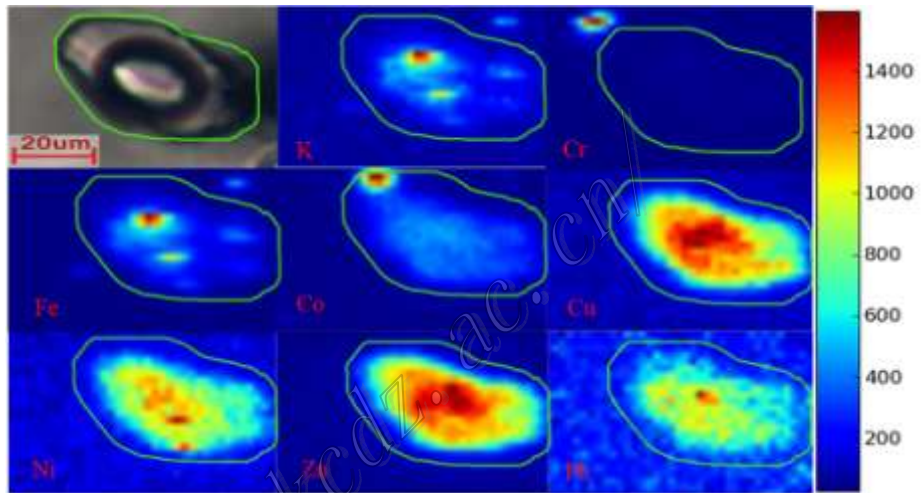


图3 甲玛矿床斑岩中石英脉的单个流体包裹体微量元素富集浓度图

流体发生了减压沸腾,在矽卡岩阶段至石英硫化物阶段发生了流体的混合,产生地表流体稀释作用,流体温度与盐度均降低。图2是甲玛铜多金属矿床从岩浆阶段到晚期石英-硫化物阶段的整个 P (压力)- T (温度)- t (年代)- X (成分)演化轨迹。

首次对甲玛矿床斑岩中热液黑云母石英脉单个流体包裹体进行了同步辐射X射线荧光MAPPING分析(图3),金属元素在流体包裹体的气相中尤其富集,液相中的金属元素浓度低。这一发现表明岩浆在结晶过程中 Cu 、 Au 、 Pb 、 Zn 等金属元素强烈地选择性进入挥发分气相中进行迁移。

因此,甲玛铜多金属矿床成矿流体的形成和演化经历了岩浆出溶→超临界流体的相分离→流体的减压沸腾作用→岩浆热液、挥发分与碳酸盐围岩接触带的充填/交代作用,流体混合作用。岩浆在结晶过程中成矿元素强烈地选择性进入挥发分气相中进行迁移的结论,对于下一步在甲玛铜多金属矿床寻找大型斑岩型矿床具有重大的指导意义。同时,还将需关注由于蒸汽相可能对成矿元素的远距离迁移导致在斑岩体外围形成的热液脉型矿体。

参考文献

- 周云. 2010. 西藏墨竹工卡县甲玛铜多金属矿成矿流体特征及演化(硕士学位论文)[D]. 成都: 成都理工大学.
Bodnar Iu. 1998. Fluid evolution in porphyry copper deposits[J]. Goldschmidt Conference abstracts: 180-181.