

湖北铜绿山铜铁矿床成矿流体研究

赵海杰¹, 毛景文¹, 谢桂青¹, 魏克涛², 柯于富²

(1 中国地质科学院矿产资源研究所国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037; 2 湖北省鄂东南地质大队, 湖北 大冶 435100)

铜绿山矿床位于长江中下游成矿带最西端鄂东南矿集区, 是目前中国最大的、典型的矽卡岩型 Cu-Fe 矿床之一(魏克涛等, 2007)。矿床由 13 个大小不等的矿体群组成, 多位于铜绿山石英闪长岩与三叠系大冶组碳酸盐岩地层的接触带上。根据矿物共生组合及脉体穿插关系, 成矿大致分为 4 个成矿阶段, 即干矽卡岩阶段, 湿矽卡岩阶段, 石英-硫化物阶段和碳酸盐阶段。

1 流体包裹体研究

本文测试的流体包裹体的寄主矿物主要为石榴子石, 透辉石, 绿帘石, 石英, 方解石。分别形成于不同成矿阶段, 大致代表了不同成矿阶段的流体。

1.1 流体包裹体类型

铜绿山矿床发育的 3 类流体包裹体, 分别是: 气液两相包裹体(I 型)、含子矿物的三相包裹体(II 型)和富气及纯气相包裹体(III 型)。II 型包裹体的子矿物有石盐、钾盐、方解石和不透明金属矿物。

1.2 不同成矿阶段包裹体温度与盐度

矽卡岩阶段的流体包裹体主要赋存于石榴石、透辉石中, 以 II 型为主, 其次为 I 型气液两相包裹体, III 型富气及纯气相包裹体含量很少。I 型包裹体的均一温度为 430~>550℃, 流体盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 多集中于 7%~10% (平均 8.69%)。大多数 II 型包裹体子晶先溶解, 多通过气泡的消失而均一, 子矿物的溶解温度为 529~>550℃, 盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 63.75%~66.57%, 均一温度为 493~>550℃。可见, 矽卡岩阶段形成于温度 >550℃, 盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ >66.57% 的高温、高盐度流体。

退化蚀变阶段的包裹体主要赋存在绿帘石及透闪石中, 以 I 型和 II 型为主, 含有少量 III 型。两类包裹体的均一方式与矽卡岩阶段一致。I 型包裹体均一温度为 405~>550℃, 盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 7.17%~11.81%。含子矿物的 II 型包裹体均一温度为 502~>550℃, 子矿物的溶解温度为 409~465℃, 获得的盐度 ($w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$) 为 48.43%~55.15%)。低盐度流体盐度与矽卡岩阶段相近, 但是高盐度流体明显降低。

石英-硫化物阶段的包裹体主要赋存在与硫化物共生的石英及方解石中, 钾长石少量, 各种类型的包裹体均有产出, 特别是, 富气相包裹体数量明显增多。I 类气液两相包裹体的均一温度及盐度区间变化较大分别为 249~456℃ (平均 364℃), 盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 5.41%~12.85% (平均 8.4%)。II 类包裹体的均一方式与前两阶段不同, 多为气泡先消失, 包裹体通过子矿物的溶解而均一, 气泡消失温度 253~339℃ (平均 281℃), 子矿物消失温度为 339~429℃ (平均 304℃), 盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 介于 41.39%~50.78% 之间。此阶段两组成矿流体的温度集中与 240~370℃, 盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 4.65%~52.0%, 区间明显增大。计算的密度范围为 1.071.13 g/cm³, 圈闭压力约 11.622.2 MPa。

碳酸盐阶段的方解石脉中包裹体只发育 I 类气液两相包裹体, 获得的盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 为 1.57%~4.03%, 包裹体最终均一到液相, 均一温度集中于 174~284℃。

2 流体沸腾作用与成矿

综合流体包裹体研究表明,铜绿山矿床在各成矿阶段包裹体的类型和含量明显不同,成矿流体系统从早到晚发生了一系列规律性的变化,包括:①包裹体类型变化,矽卡岩阶段以II类含子矿物多相包裹体为主,石英硫化物阶段III类富气相包裹体比例增大,且这些包裹体多为假次生,晚期碳酸盐阶段只发育I类气液两相包裹体;②从均一温度-盐度相关图上看,二者在流体演化从早到晚的过程中,基本显示了稳定持续下降的趋势。由早阶段 $>550^{\circ}\text{C}$,经中阶段 $240\sim 370^{\circ}\text{C}$,降低到晚阶段 $174\sim 284^{\circ}\text{C}$;③矿床成矿流体由两组不同的流体组成:高盐度流体和低盐度流体。早期矽卡岩阶段和退化蚀变阶段的高盐度流体基本上沿饱和曲线逐渐减低,而低盐度的流体在两阶段却没有表现出明显的变化趋势。在石英硫化物阶段,包裹体的盐度区间明显增大,两组流体的盐度均出现升高的现象。晚期碳酸盐阶段,流体演化为单一的低盐度流体,且盐度呈现明显的下降。

在石英硫化物阶段III类纯气相包裹体和II类含子矿物多相包裹体含量明显增多,I类气液两相包裹体减少,三类包裹体紧密共生,显示出它们捕获于一种不均匀的流体状态(Shepherd et al., 1985)。含子矿物包裹体的均一方式由通过气泡的消失而均一转变为通过子矿物的溶解而均一,说明包裹体所捕获的原始溶液由原始不饱和溶液变为饱和溶液,同时在石英硫化物阶段,富气相包裹体大量发育且个体半径增大,成群分布,与含石盐子晶的高盐度的多相包裹体共存,均一温度相近,盐度相差较大,说明此时石盐子晶的包裹体是在富气相的环境中捕获的,而这种富气相的环境正是沸腾作用所致。沸腾作用消耗了溶液中的部分水,导致残余流体的盐度升高,同时流体从不饱和溶液转为饱和溶液。铜绿山矿区发育有爆破角砾岩(刘继顺等, 2007)可能是沸腾作用的宏观表现。

3 结 论

综合上述研究认为,铜绿山矿床的成矿流体属于 $\text{NaCl-H}_2\text{O}$ 高盐度体系,演化过程中发育两种不同的流体,高盐度流体和低盐度流体。石英硫化物阶段形成温度为 $240\sim 370^{\circ}\text{C}$,压力约 $11.6\sim 22.2\text{ MPa}$,流体发生较明显的沸腾作用。沸腾作用可能是促使Cu等矿质大量沉淀的主要原因。

参 考 文 献 (略)