

西藏雄村铜金矿床 II 号矿体流体地球化学特征及其意义

周云^{1,2)}, 唐菊兴³⁾, 段其发¹⁾, 黄勇²⁾, 郎兴海²⁾

1) 武汉地质矿产研究所, 武汉, 430205; 2) 成都理工大学地球科学学院, 成都, 610059;

3) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037

雄村铜金矿床位于冈底斯成矿带火山-岩浆弧的中段南缘, 拉萨地体南缘, 是近年来在冈底斯成矿带上发现的唯一一个中生代斑岩型铜金矿床。矿区出露的地层有中下侏罗统的火山岩、火山沉积岩和第四系的洪积物、坡积物。主要的岩体有矿体底板的早中侏罗世角闪闪长玢岩体、中侏罗世石英闪长玢岩体、矿体北东侧的始新世黑云母花岗闪长岩, 中下侏罗统雄村组 (J_{1-2x}) 铁镁质凝灰岩是雄村矿床的含矿围岩。岩体遭受了强烈的黑云母-磁铁矿-硫化物蚀变, (黄勇等, 2011)。矿区的褶皱构造和断裂构造均有发育, 褶皱构造出现在研究区的南部和西部, 呈近东西和北北西走向, 研究区内断裂构造较发育, 主要出现在雄村组及侵入其中的岩浆岩中, 走向呈近东西向、近南北向、北西-南东向和北东-南西向, 其中近东西向和北西-南东向断裂与成矿有一定的关系 (郎兴海等, 2010)。

雄村铜金矿床 II 号矿体含矿斑岩石英斑晶、矿化石英脉系及围岩中的硅化石英中均含有丰富的流体包裹体, 但多为次生, 暂未发现熔融包裹体。斑晶石英-细脉石英-围岩中的硅化石英中流体包裹体大小多数为 $2\sim 10\mu\text{m}$, 少数达 $15\mu\text{m}$, 形态以椭圆形、米粒状、不规则状为主, 气液比多为 $10\%\sim 20\%$, 部分样品中流体包裹体气液比不等, 为 $10\%\sim 90\%$ 。根据室温下的相组成和加热时的相变特征分为四个大的类型: 即富液相包裹体、富气相包裹体、 CO_2 三相包裹体和多相包裹体。类型 1: 富液包裹体 ($\text{L}_{\text{H}_2\text{O}}+\text{V}_{\text{H}_2\text{O}}\rightarrow\text{L}$): 气液比小于 40% , 大小为 $2\sim 10\mu\text{m}$, 加热时均一到液相, 在石英斑晶和石英脉均广泛分布; 类型 2: 富气包裹体 ($\text{L}_{\text{H}_2\text{O}}+\text{V}_{\text{H}_2\text{O}}\rightarrow\text{V}$): 气液比一般为 $70\%\sim 90\%$, 大小为 $2\sim 10\mu\text{m}$,

加热时均一到液相, 在石英斑晶和石英脉均广泛分布; 类型 3: CO_2 三相包裹体 ($\text{L}_{\text{CO}_2}+\text{V}_{\text{CO}_2}+\text{L}_{\text{H}_2\text{O}}\rightarrow\text{V/L}$); Type4: 多相包裹体 ($\text{L}_{\text{H}_2\text{O}}+\text{V}_{\text{H}_2\text{O}}+\text{S}\rightarrow\text{L}$) 或 ($\text{L}_{\text{H}_2\text{O}}+\text{V}_{\text{H}_2\text{O}}+\text{S}\rightarrow\text{V}$)。根据显微测温结果, 与铜矿化伴生的脉石英中的流体包裹体均一温度范围为两个范围, 分别为 $170\sim 210^\circ\text{C}$, $350\sim 510^\circ\text{C}$, 与金矿化伴生的脉石英中的流体包裹体均一温度范围为 $120\sim 200^\circ\text{C}$ 。成矿流体是直接从岩浆熔体中出溶 (大于 500°C) 的具高氧化性、高盐度的岩浆流体。早期流体包裹体遭遇始新世黑云母花岗闪长岩岩体的高温热液蚀变破坏, 形成次生流体。

拉曼光谱测试显示铜矿化石英脉中流体包裹体发育 CO_2 、 CH_4 、 N_2 , 存在明显的 CO_2 成分特征峰值 1383 cm^{-1} 。铜矿化阶段以 CO_2 为主, 金矿化阶段以 CH_4 为主, CO_2 是除 H_2O 之外的最丰富的岩浆挥发份之一, 不混溶作用的发生会导致形成富 CO_2 的蒸气和富 Cl 的高盐度熔体。 CO_2 主要意义是缓冲流体 pH 值范围, 增加 Cu、Au 等金属元素在热液中的溶解度, 提高流体中的金属元素含量, 并使其维持与还原硫- H_2S 的络合作用生成络合物, 或者作为气相中的溶剂, 对金属元素的运移发挥重要作用。流体中 CO_2 含量越高, 迁移金等成矿元素的能力越强。

雄村铜金矿体中发育丰富的磁铁矿和石膏, 说明矿化形成的环境是高氧化状态的岩浆-热液体系, 母岩浆是高氧化性的, 这种高氧化状态的岩浆-热液体系可能是由氧化状态较高的岛弧岩浆演化而成 (李光明等, 2006)。在晚期石膏-石英-碳酸盐硫化物阶段, Cu、Au、Fe 元素优先富集于挥发分气相中, Pb、Zn、As、Br、Rb 元素则优先富集于流体的液相中, 说明成矿元素来自高氧化性的岩浆。根据上海光源同步辐射 X 射线荧光微探针分析结果,

II 号矿体晚期石膏脉体中流体包裹体富集成矿元素(图 1),说明成矿流体是直接从岩浆熔体中出溶的具高温、高氧化性、高盐度的富含 Cu、Au、Fe、Pb、Zn 元素的岩浆流体。岩浆高氧化性的特征可能是 Cu、Au 等成矿元素进入岩浆熔体最主要的机制。具有形成铜、金矿床潜力的弧岩浆具有高于 FMQ 两个对数单位的氧逸度,才能使亲铜元素从地幔中释放出来,只有板片来源的流体或熔体才能提供上覆地幔楔熔融具有高氧逸度的特征。

岩浆热液过渡阶段是一个非常复杂的多相体系,它对与岩浆热液有关的金属成矿极为重要。不同相态流体中金属物种集中的偏向主要取决于络合物配位基,Cl 具有强烈分配进入盐水热液的趋势,而 S 则偏向于分配进入蒸气。在岩浆-热液过渡过程中,元素在流体出溶和分离各相中的不均匀分配是成矿元素最终富集成矿的关键因素。斑岩型矿床中,高温热液流体相分离(沸腾)过程中,不同元素有着完全不同的地球化学行为。上海光源同步辐射 X 射线荧光微探针分析结果显示,雄村铜金矿床中,Na、Ag、Cs、Tl、Bi、Ba、Sr、Sn、W、Co 优先进入流体的液相。而 Cu、Pb、Zn、Fe、Au、As、S、K、Ca、Al、Mn、Rb、Ni、Br 则选择性进入挥发分气相(图 1)。在不同的岩浆热液阶段,

随着温压等物理化学条件的变化,某些元素的地球化学行为会随之发生变化,岩浆期后热液阶段的晚期,Pb、Zn、As、Br、Rb 元素与流体相具有更大的亲和性,Cu、Au、Fe 元素仍然优先进入气相,但与液相亲和性增强。在高温高压的岩浆-热液过渡阶段,与挥发分气相更具亲和性的 Cu、Au、Zn 等元素趋于富集在气泡的中心区域,中低温度的热液晚期阶段,与挥发分气相更具亲和性的 Cu、Au、Fe 等元素趋于富集在气泡的边缘区域,Pb、Zn、As、Br、Rb 元素也优先富集于气泡边缘。

雄村铜金矿床中铜、金沉淀与热液磁铁矿的形成关系密切。在氧化环境下 S 主要以高价态硫形式存在,磁铁矿的结晶导致还原 S 产生可能导致 Cu 沉淀,研究表明磁铁矿结晶促使会聚板边缘岩浆中含金流体的释放(Sun 等, 2004; 李光明等, 2006)。因此,成矿流体演化过程中氧逸度变化可能是铜、金沉淀的重要控制因素之一。这与雄村矿床 Cu、Au 矿化与磁铁矿密切共生的现象相符合。成矿流体演化过程中氧逸度变化可能是铜、金沉淀的重要控制因素之一。

结论

(1) 与铜矿化伴生的脉石英中的流体包裹体均一温度范围分别为 170~510℃,与金矿化伴生的脉石英中的流体包裹体均一温度范围为 120~200℃,成矿流体是直接从岩浆熔体中出溶(大于 500℃)的岩浆流体。矿化石英脉中流体包裹体发育 CO₂、CH₄、N₂。

(2) 成矿流体是直接从岩浆熔体中出溶的具高温、高氧化性、高盐度的富含 Cu、Au、Fe、Pb、Zn 元素的岩浆流体。高温热液流体相分离(沸腾)过程中,成矿元素是选择性迁移,在各相中的进行不均匀分配。

(3) 磁铁矿的结晶导致还原 S 产生可能导致 Cu 沉淀,成矿流体演化过程中氧逸度变化可能是铜、金沉淀的重要控制因素之一。

本文为国家 973 项目(编号 2011CB403103)和中国地质调查局“扬子型铅锌矿成矿规律研究与选区评价”项目(编号 1212011120790)的成果。

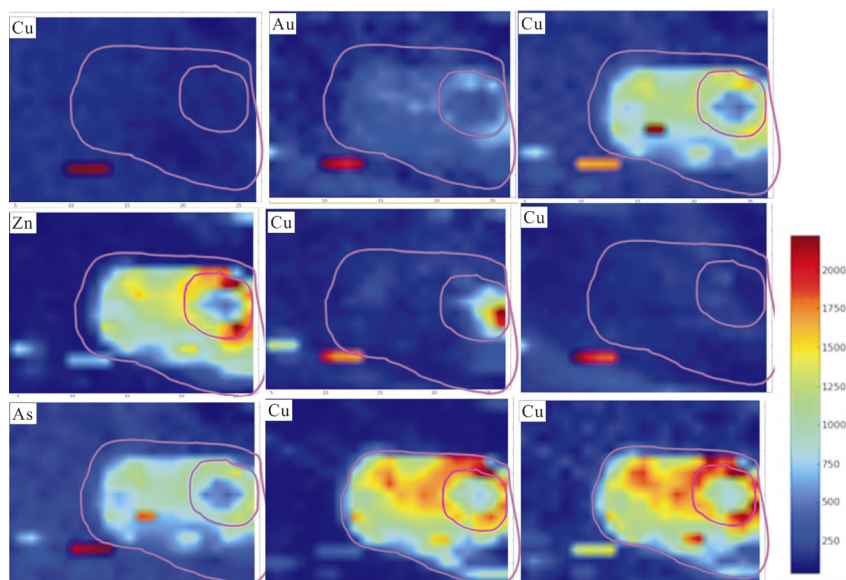


图 1 西藏雄村铜金矿床 II 号矿体石英脉中流体包裹体成矿元素微区分布图

Fig.1 Ore-forming elements distribution of fluid inclusion in quartz vein from II orebody,Tibet