

湖南黄沙坪多金属矿床流体演化及其特征

黄诚^{1,2}, 李晓峰^{1*}

(1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002;

2. 中国科学院大学, 北京 100049)

1 地质概况

黄沙坪矿床位于湖南省桂阳县境内, 是南岭成矿带乃至华南地区的一个重要的矽卡岩型钨钼铜铅锌多金属矿床, 具有矿化范围集中、矿化分带明显等特点; 并且传统上所认为的分属 2 套不同成矿专属性的中高温钨锡多金属和中低温铅锌多金属在矿区范围内大量产出, 引起学者广泛关注。前人研究工作表明矿区的花岗质岩体为成矿母岩, 与成矿具有密切的时空关系, 但由于矿区花岗质岩体规模很小, 能够提供的成矿物质和流体也很有限, 所以可能存在深部岩浆房演化过程中不断分异出富含金属元素的流体参与成矿。因此, 有必要对该矿床漫长的地质历史时期所形成的不同类型金属矿化系统的流体性质与演化进行详细的研究。

黄沙坪矿床大地构造位置处于南岭构造带中段北缘。矿区发育一套晚古生代浅海相台地沉积岩, 呈 NNE 向分布。矿体主要赋存于石炭系下统石磴子组灰岩中, 其次产于测水组砂页岩和梓门桥组白云岩地层中。矿区构造主体为印支期和燕山期所形成的 NNE 向褶皱-冲断构造, 其次为走向 NE、NW 和近 EW 向等方向的断层, 并伴随产生岩浆岩沿褶皱核部和断裂侵入。矿区成矿母岩为花岗质岩体。钨钼矿体主要形成于花岗质岩体与碳酸盐围岩接触带形成的矽卡岩中, 铜铅锌矿体则主要产在矽卡岩外侧和碳酸盐地层中。依据野外观察和矿石镜下特征, 根据不同金属矿化类型的矿物共生组合特点, 将成矿过程分为与钨钼锡成矿有关矽卡岩阶段和与锌铅铜钼成矿有关的硫化物阶段。

基金项目: 国家基础研究重点规划项目 (2012CB416705); 国家自然科学基金项目 (批准号: 41272112; 40872065); 中国科学院“百人计划”项目

作者简介: 黄诚, 男, 1987 年生。博士研究生, 矿床学专业。E-mail: hc2008_china@aliyun.com

* 通讯作者, E-mail: x-f-li@hotmail.com

2 流体包裹体特征

根据室温下流体包裹体相组成特征、冷冻/升温过程中相变行为, 将其分为 3 类:

Type I 气液两相包裹体: 按照气液比及均一方式的区分分为 2 类, Type I a 包括富液相和纯液相包裹体, 是最常见的包裹体类型; Type I b 类包裹体成分以气相为主, 包括富气相和纯气相包裹体。Type II 含子晶多相包裹体: 包括一个或多个子晶矿物, 如石盐、方解石和黑点状不透明子矿物。根据石盐子晶熔化温度和气泡消失温度关系, Type II a 以气泡消失达到均一。Type II b 以子晶消失而达到均一。Type III CO₂ 包裹体: 该类包裹体数量非常少, 室温 (20 °C) 下, 该类包裹体室温下可见典型的“双眼皮”特征, 即 V_{CO₂} + L_{CO₂} + L_{H₂O}。黄沙坪矿床不同期次发育的流体包裹体具有很大的区别, 具体特征如下:

矽卡岩阶段以发育石榴石等进变质矽卡岩矿物和阳起石等退变质矽卡岩矿物为特征, 石榴石和阳起石中的包裹体均一温度为 527.9~600 °C, 普遍发育 Type II a 含石盐子晶包裹体 (盐度达 40%~42.7%) 和低盐度 (3.06%~4.65%) Type II b 富气相包裹体。与 W 成矿有关的白钨矿含有大量的 Type II a 含子晶多相包裹体和 Type I b 纯气体包裹体, 少量的 Type I a 包裹体同样以高温高盐度流体为特征, 成矿温度为 366.4~516.8 °C, 盐度为 34.7%~44.6%。矽卡岩晚期还形成了大量的后期萤石和方解石与白钨矿和辉钼矿共生, 这些与 W-Mo 成矿有关的萤石中主要为 Type I a 富液相包裹体, Type I b 纯气体包裹体和少量 Type II b 包裹体, 温度集中在 180~320 °C, 盐度集中在 6%~18%。Type II b 包裹体, 气泡均一温度介于 200~251.8 °C, 子晶熔化温度介于 250~303.4 °C, 对应盐度介于 34.7%~40.6% 之间。激光拉曼显示气体成分含有 CO₂、H₂O。

硫化物阶段不同矿化组合在流体包裹体特征和温度上具有连续的变化。与 Mo 成矿有关的含辉钼矿石英脉中含有大量的 Type I a 和 Type I

b 包裹体, 均一温度集中在 300~340℃, 盐度集中在 12%~14%, 表明是以中高温、低盐度流体为特征。激光拉曼显示气体成分含有 CH₄、CO₂、H₂O。与 Cu-Mo 成矿有关的萤石主要为 Type I a 包裹体, 温度集中在 240~320℃, 盐度主要集中在 6%~8%。与 Cu 成矿有关的方解石和萤石、主要为 Type I a 包裹体, 温度集中在 200~260℃, 盐度主要集中在 10%~14%。与 Zn-Pb-Cu 成矿有关的萤石以 Type I a 富液包裹体为主。总体而言, 该阶段流体包裹体均一温度介于 134.6~313.2℃, 主要集中在 160~240℃, 盐度介于 0.88%~16.58%, 主要集中在 4%~10%和 14%~18%。铅锌成矿阶段流体已演化为中低温、低盐度流体。

3 流体性质及演化

黄沙坪矿床不同期次包裹体具有不同的类型、成分组合反应了成矿作用过程中温压条件的变化大、成矿流体的演化复杂。

隐伏在黄沙坪矿床深部的母岩浆房侵位过程中, 分异的超临界流体的温度降至 527.9~600℃, 深度 2.2~3 km 左右, 将与固相线相交, 形成了高盐度卤水相和低盐度富气相包裹体。矽卡岩中的石榴石和阳起石中的包裹体记录了该不混溶的过程, 石榴石以钙铁榴石为特征、磁铁矿发育和硫化物含量很少等特点也反映了母岩浆和矽卡岩系统时的氧化性较强的特点, Soloviev (2011) 认为岩浆分异作用导致分异形

成的岩浆热液中的 W 初步富集。随着温度压力下降和不混溶作用的继续, 沸腾温度介于 346.6~516.8℃, 流体中钨络合物由于 PH 值升高等原因变得不稳定, 并发生大规模沉淀, 形成白钨矿。W-Mo 成矿有关的紫色萤石中的 Type II b 包裹体记录了在脆韧转换过程中, 随着岩浆房持续出溶流体使得岩石中产生局部的过高压 (overpressuring), 压力介于 150~200 MPa。过高压的产生诱使脆性断裂的产生, 导致压力从静岩压力向静水压力转换。

进入硫化物阶段, 含 Mo 石英脉中 Type I a、Type I b 和 Type III 包裹体共存, 显示了具有沸腾包裹体特征 (温度 227.6~366.6℃, 所形成的盐度范围则宽, 分散范围 5.86%~16.24%)。激光拉曼分析显示气相成分中除了 CO₂、还有大量 CH₄ 存在, 表明体系转变为还原环境。母岩浆房中残余的岩浆所结晶分异出超临界流体在温度降到 370℃左右, 流体到达古水平面以下 2 km 位置, 该深度与之前的矽卡岩和白钨矿的深度一致, 但是由于静水压力条件, 压力值为 200 bar, 会与气相线相交, 流体发生沸腾。由于沸腾作用和氧逸度降低等条件有关, Mo⁶⁺转变为 Mo⁴⁺形成含辉钼矿石英脉。从 Cu-Mo→Cu→Zn-Pb-Cu, 流体温度压力不断的降低, 萤石和方解石中主要发育中、低温和低盐度的 Type I a 富液相包裹体, 与此同时, 由于流体压力超过了静岩压力, 会形成一系列断裂, 加上岩浆作用逐渐减弱, 流体中大气降水的成分可能会增多。