

湘南柿竹园钨多金属矿集区矽卡岩 岩石学与地球化学

成永生^{1,2,3}, 谭若发⁴, 王 勇⁴

1. 中南大学有色金属成矿预测教育部重点实验室, 长沙 410083; 2. 中南大学地球科学与信息物理学院, 长沙 410083;
3. 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, 贵阳 550002; 4. 湖南柿竹园有色金属有限责任公司, 郴州 423037

我国湘南柿竹园钨锡钼铋多金属矿床位于湖南省郴州市东南约 15km 处的南岭中段, 是东坡矿田中最重要的钨锡钼铋矿床之一。该矿床发现于 1957 年, 20 世纪 60 年代初期开采, 至今已有 50 余年的历史。柿竹园钨锡钼铋多金属矿床具有矿种多、规模大、共生组分丰富、成矿条件复杂等诸多特征, 尤其是以其巨大的金属储量、充足的矿源补给、完善的成矿机制及其十分独特的成矿方式 (Lu et al., 2003), 在我国华南钨、锡成矿区域湘南钨、锡多金属矿集区中脱颖而出, 该矿床已探明的钨、锡、钼和铋的金属总储量已超过百万 t, 成为目前世界上十分罕见的特大型钨多金属矿床。

从大地构造位置来看, 柿竹园钨锡钼铋特大型多金属矿床位于华南板块中部, 钦杭缝合带的中段, 为区域性北北东向东坡一月枚复式向斜的北部昂起端, 断裂构造高度发育, 主要受近南北向、北东向、北西向、东西向共 4 组断层及大量的节理、裂隙等构造控制, 产出于千里山花岗岩体东南内弯处与泥盆系泥质条带状灰岩的接触带上 (Liu et al., 1998), 矿床规模巨大, 南北最长达 1200m, 东西最宽达 600m, 厚度一般为 200~300m。

毋庸置疑, 矽卡岩作为该矿床的重要围岩以及主要的围岩蚀变类型, 与柿竹园钨多金属矿床成矿关系十分密切, 既体现在空间关系上, 也体现在内在成因联系上, 矽卡岩岩石及其造岩矿物记载了大量的与成矿有关的信息。相较而言, 关于矽卡岩的研究则显得尤为薄弱, 对于矽卡岩的成因、形成过程及其与成矿的关系、对成矿的制约以及对深部找矿的指示等方面还值得进一步研究, 利用矽卡岩岩石所记载的成岩、成矿信息来揭示与反演矿床的成矿机制及其成因, 进一步深化对特大型矿床巨量金属资源富集机制的认识, 可谓有效途径之一。

柿竹园矿集区的矽卡岩以石榴子石矽卡岩为主, 其次为硅灰石石榴子石矽卡岩、透闪石斜黝帘石矽卡岩、含白钨石榴子石矽卡岩、符山石石榴子石矽卡岩以及硅灰石矽卡岩等, 由于石榴子石是该区矽卡岩的重要造岩矿物, 因此, 矽卡岩的颜色与色调在一定程度上受到石榴子石含量的影响, 总体显示出红色、紫红色等颜色色调。矽卡岩主要表现为粒状变晶结构、粒(片)状变晶结构等, 以块状构造、浸染状构造、网脉状构造、梳状构造以及条带状构造等构造类型为主。该矿集区内矽卡岩普遍表现出金属矿化现象, 主要包括钨、锡、钼、铋、黄铁、黄铜及稀有金属等矿化类型 (毛景文等, 1998)。

分析测试结果显示, 矽卡岩的主量元素组成主要为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 MgO 以及 CaO , 另有少量的 Na_2O 、 K_2O 、 MnO 、 P_2O_5 和 TiO_2 , 其中, SiO_2 含量最为丰富且变化较大, 从 17.03% 至 71.29%, 平均值为 30.82%, 但是多数含量都小于 30%。矽卡岩中的 Al_2O_3 含量则相对较为稳定, 为 3.08%~12.27%, 平均含量为 8.27%; 岩石中的 Fe_2O_3 含量为 0.85%~14.17%, 平均值为 5.95%。

该矿集区矽卡岩的微量以及稀土元素组成主要为 Li、Be、V、Co、Zn、Ga、Rb、Sr、Y、Ce、Nd、Pb 以及 Bi 等, 其中, 稀土元素总含量为 67.377×10^{-6} ~ 258.701×10^{-6} , 平均值为 163.176×10^{-6} 。轻稀土元素含量以及重稀土元素含量分别为 61.376×10^{-6} ~ 190.141×10^{-6} 以及 6.001×10^{-6} ~ 68.56×10^{-6} , $w(\text{LREE})/w(\text{HREE})$ 为 2.773~14.705, 平均值为 7.604, 轻、重稀土元素之间表现出明显的分馏特征。另外, $w(\text{La}_N)/w(\text{Yb}_N)$ 、 δEu 和 δCe 分别为 1.894~13.962 (均值为 7.821)、0.010~0.588 (均值为 0.247) 和 0.966~1.087 (均值

联系方式: 成永生, E-mail: 516051831@qq.com。

为 1.017)。然而, δEu 表现出明显的负异常特征, 另根据 δCe 值的变化情况, 其平均值大于 1, 具有微弱的正异常特征。

显然, 柿竹园钨多金属矿集区的燕山期千里山复式花岗岩体是与矽卡岩和钨、锡、钼、铋矿床形成密切相关的侵入岩体, 钨多金属矿体围岩为钙矽卡岩。矽卡岩主要由钙铝—钙铁榴石、透辉石、钙铁辉石、符山石和硅灰石等标型交代矽卡岩矿物所组成, 其中含有少量的闪石类、帘石类和绿泥石类以及黑柱石、萤石等矿物。钨、锡、钼、铋矿化与石榴子石矽卡岩、辉石矽卡岩关系密切。该矿床中与 W、Sn、Mo、Bi 等矿化有关的主要蚀变是矽卡岩化、云英岩化以及萤石化, 其次为钾长石化、斜长石化、电气石化和绿泥石化等。

矽卡岩型矿床在世界各地分布十分广泛, 是一种具有重要工业意义的矿床类型, 更是钨金属矿产资源的最主要来源之一。我国是世界上矽卡岩型矿床分布最广、采冶历史最悠久的国家之一, 尤其是我国富铁矿、富铜矿和钨、锡、铋矿的主要矿床类型。

经过长期的研究与发展, 关于矽卡岩的成岩与成矿理论演变出了多种成因观点: 主要包括岩浆热液成因、岩浆成因说、区域变质成因说以及混合岩化成因说等。针对柿竹园矿集区典型矽卡岩的特征、成因及其成矿规律等, 国内外诸多地质学者开展了大量的研究工作, 进一步深化了该区矽卡岩的成因机制, 尤其是为深刻认识矽卡岩型矿床的成矿机制及指导成矿预测发挥了十分重要的作用。陈俊等(1994)认为柿竹园矽卡岩的形成主要经历了热接触变质阶段、热液交代阶段以及退化变质阶段 3 个阶段, 对于各个演化阶段, REE 以及其它化学元素均表现出不同的地球化学行为。赵劲松等(1996)研究发现, 柿竹园钨多金属矿床矽卡岩主体属于岩浆成因, 而且矿化范围与矽卡岩体范围大致相同, 在矽卡岩形成时成矿元素就有了初步富集并较均匀地分布于矽卡岩中, 矽卡岩形成之后的岩浆期后矿化作用(主要是云英网脉的穿入、萤石化作用等)叠加, 使矿石品位提高, 矿床储量增大, 形成超大型矿床。一般而言, 矽卡岩型矿床的形成受到构造、岩浆岩、围岩及物理化学条件的制约, 尤其是岩石的空间分带特征能反映流体演化、围岩成分、温度变化以及氧化还原环境、形成深度等。因此, 毛景文等(1998)指出, 千里山花岗岩体周围块状矽卡岩的形成很难用单纯化学组分扩散作用来解释, 来自岩体的高温热液沿裂隙进行渗浸交代作用及扩散作用可能是其形成之主要因素; 当块状矽卡岩形成之后, 于岩体富集接触带广泛出现原生矽卡岩的退化蚀变作用, 或沿张裂隙及在晚生云英岩脉旁侧的矽卡岩中均可见程度不一的退化蚀变现象, 形成退化蚀变岩或称复杂矽卡岩。近年来, 程细音等(2012)认为, 柿竹园地区矽卡岩的形成主要经历了矽卡岩阶段、退变质阶段以及硫化物阶段共 3 个过程, 碱交代脉制约和影响矽卡岩的演化和成矿, 贯穿矽卡岩演化的矽卡岩阶段和退变质阶段。

参考文献:

- [1] Liu Y M, Lu H Z, Wang C L, et al. On the ore-forming conditions and ore-forming model of the superlarge multimetal deposit in Shizhuyuan[J]. Science in China (Series D), 1998, 41(5): 502—512.
- [2] Lu H Z, Liu Y M, Wang C L, et al. Mineralization and fluid inclusion study of the Shizhuyuan W—Sn—Bi—Mo—F skarn deposit, Hunan province, China[J]. Economic Geology, 2003, 98: 955—974.
- [3] 陈骏, Halls C, Stanley C J. 柿竹园矽卡岩型钨锡钼铋矿床主要造岩矿物中 REE 的分布特征及成岩意义[J]. 地球化学, 1994, 23(S): 84—92.
- [4] 程细音, 祝新友, 王艳丽, 等. 柿竹园钨锡多金属矿床矽卡岩中碱交代脉研究[J]. 中国地质, 2012, 39(4): 1023—1033.
- [5] 毛景文, 李红艳, 宋学信. 湖南柿竹园钨锡钼铋多金属矿床地质与地球化学[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [6] 赵劲松, Newberry R. 对柿竹园矽卡岩成因及其成矿作用的新认识[J]. 矿物学报, 1996, 16(4): 442—449.