

赣南西华山花岗岩的演变过程及其对钨成矿的约束

阳杰华^{1, 2}, 彭建堂^{1, 3}, 符亚洲¹, 杨晨^{1, 2}

(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, 贵州 贵阳 550002; 2 中国科学院研究生院, 北京 100049

3 中南大学地学与环境工程学院, 湖南 长沙 410083)

华南不同时代花岗岩类十分发育, 特别是在南岭地区, 燕山期花岗岩广泛出露。南岭地区也是世界上最著名的 W-Sn-Nb-Ta 等稀有金属矿产资源的产地, 其中金属钨的储量占全世界总储量的 1/2 以上。该区钨成矿与燕山期花岗岩具有密切的时间、空间和成因联系, 钨矿化一般与高度分异演化的花岗岩有关, 通常形成于岩浆演化的晚期阶段。

在赣南的西华山地区, 石英脉型钨矿脉广泛分布, 该区的钨成矿与花岗岩密切相关, 是进行钨矿化与花岗岩关系研究的理想场所。西华山复式花岗岩位于南岭花岗岩带的北带, 该岩体侵入于寒武系浅变质岩中, 分期、分带十分明显。长期的野外地质调研和系统的岩相学观察显示, 西华山花岗岩主要有三种类型: 第一种类型为斑状中粒黑云母花岗岩 (G-a), 主要矿物组成石英 (20%~30%)、条纹钾长石 (12%~18%)、奥长石 (An_{10-12}) (28%~39%) 和黑云母 (8%~12%); 副矿物主要由锆石、独居石、磷钇矿、氟碳铈矿。第二种类型为中粒黑云母花岗岩 (G-b), 为该区最主要的含矿岩石类型, 主要矿物组成为石英 (25%~36%)、条纹钾长石 (15%~35%)、钠长石 (An_{0-2}) (10%~20%) 和黑云母 (5%~9%); 副矿物主要有锆石、石榴石、萤石、氟碳铈矿、磷钇矿、硅铈钇矿、氟碳钇矿。第三种类型为 (含斑) 细粒二云母花岗岩 (G-c), 也是主要含矿岩石类型, 其矿物组成与中粒黑云母花岗岩相似, 但石榴石和萤石的含量相对更高。上述三种花岗岩的矿物粒度和矿物组成是逐渐变化的, 从斑状中粒黑云母花岗岩→中粒黑云母花岗岩→(含斑) 细粒二云母花岗岩, 石英含量逐渐增加, 黑云母的含量逐渐减少, 石榴石的含量增加。另外, 矿区还有晚期的花岗斑岩和细晶岩 (G-d) 成脉状产出, 穿插于花岗岩中, 与成矿关系不大。

笔者对西华山矿区不同类型的花岗岩进行 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄测定。测试结果表明, 该区斑状中粒黑云母花岗岩 (G-a) 成岩年龄为 $(155.48 \pm 0.41) \text{ Ma}$, 中粒黑云母花岗岩 (G-b) 成岩年龄为 $(152.92 \pm 0.64) \text{ Ma}$, (含斑) 细粒二云母花岗岩 (G-c) 成岩年龄为 $(152.78 \pm 0.86) \text{ Ma}$ 。上述年龄数据显示, 西华山矿区三种类型花岗岩形成时间相差不大, 应为同一成岩事件不同演化阶段的产物。

西华山矿区所有的花岗岩均显示为硅过饱和、全碱含量高, 为高钾钙碱性岩系。铝过饱和指数 $A/CNK=0.9 \sim 1.1$, 为准铝质到弱过铝质花岗岩。从斑状中粒黑云母花岗岩→中粒黑云母花岗岩→(含斑) 细粒二云母花岗岩, 随着 SiO_2 含量的增加, Fe_2O_3 、 FeO 、 MgO 、 CaO 、 P_2O_5 、 TiO_2 、 Sr 、 Ba 含量逐渐降低, 而 MnO 、 Rb 含量增加, 分异指数 DI 升高。整个复式岩体明显亏损 Ba 、 Sr 、 P 、 Ti 、 Nb 和 Eu 等元素, 特别是中粒黑云母花岗岩和 (含斑) 细粒二云母花岗岩中这些元素的亏损更显著。西华山花岗岩的稀土元素含量相对较高, 但不同类型花岗岩的 REE 配分模式明显不同: 斑状中粒黑云母花岗岩为 LREE 较为富集, 而中粒黑云母花岗岩和 (含斑) 细粒二云母花岗岩中 HREE 较为富集。从斑状中粒黑云母花岗岩→中粒黑云母花岗岩→(含斑) 细粒二云母花岗岩, Zr/Hf 、 K/Rb 、 Nb/Ta 、 Sr/Eu 比值逐渐降低, 而 $\lg(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO})$ 、 $\Delta_{\text{ox}}(\lg(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}) + 0.3 + 0.03 + \text{FeO}^*)$ 逐渐升高。这些组分的逐渐变化暗示西华山复式岩体的形成是一

个逐渐演化的过程,成岩环境从还原态向氧化态转变,经历高度的结晶分异作用,伴随着斜长石、黑云母和一些副矿物的分离结晶,形成不同的花岗岩类型。西华山不同类型的花岗岩,其 Nd 同位素组成基本一致, $\varepsilon_{\text{Nd}}(t) = -9 \sim -11$, 高于区域上堇青石花岗岩 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t) = -13$; Sr 同位素初始值为 $0.7163 \sim 0.7168$ (沈渭洲等, 1994), 低于堇青石花岗岩 $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.73$, 这表明西华山花岗岩是由成熟度很低的地壳物质部分熔融形成的。

如上所述,西华山复式花岗岩体是属于同源、同一次岩浆活动的产物,大约侵位于 154 Ma; 而该矿区钨成矿年龄为 $(149.4 \pm 1.5) \text{ Ma}$ (穆治国等, 1988), 与中粒黑云母花岗岩和(含斑)细粒二云母花岗岩的成岩年龄非常接近。这表明西华山地区花岗质岩浆的侵入就位冷凝固结和矿化作用均是在很短的时间跨度内发生的,两者关系非常密切。同位素的模拟计算显示,西华山复式岩体主要由 90% 左右富钨上地壳物质的部分熔融形成。在岩体的就位过程中,岩浆发生了强烈的结晶分异作用,体系组分特征、演变程度、结晶分异程度、氧化态等逐渐变化,在不同阶段结晶形成了不同矿物组合的花岗岩。

上地壳的部分熔融形成富钨的花岗质熔体,熔体逐渐向浅部地壳迁移过程中,由于温度、压力下降,还原性气体的逃逸和氧逸度增加,钨络合物容易在轻微的氧化环境中分解,钨被氧化形成钨矿物。随着岩浆的演化程度的增加,钨不断富集于中粒黑云母花岗岩和(含斑)细粒二云母花岗岩中,从而形成了西华山地区得主要含矿母岩。

参 考 文 献

- 穆治国, 黄福生, 等. 1988. 华南某些含钨花岗岩的 K-Ar 年龄[J]. 岩石矿物学杂志, 7(2):109-118.
- 沈渭洲, 徐士进, 王银喜, 等. 1994. 西华山花岗岩的 Nd-Sr 同位素研究[J]. 科学通报, 39(2):154-156.