

# 湘南千里山花岗岩岩石学及地球化学特征

成永生<sup>1,2,3</sup>, 谭若发<sup>4</sup>, 王勇<sup>4</sup>

(1. 中南大学 有色金属成矿预测教育部重点实验室, 湖南 长沙 410083;

2. 中南大学 地球科学与信息物理学院, 湖南 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, 贵州 贵阳 550002;

4. 湖南柿竹园有色金属有限责任公司, 湖南 郴州 423037)

燕山期千里山花岗岩复式岩体位于湖南省郴州市东南部, 处于南岭成矿带中段, 构造位置为郴县—桂阳东西向构造岩浆岩带和茶陵—临武大断裂交汇部位, 东坡—月枚复向斜北部拗起端。岩体呈岩株状侵位于震旦系以及泥盆系的中、上统地层, 从平面上看北宽南窄, 形似葫芦状, 系一个由多期多阶段侵人体组成的复式岩体。围绕该岩体产出巨量的金属矿产资源, 如世界著名的柿竹园钨锡钼铋多金属矿, 该矿床位于千里山花岗岩体东南内弯处, 拥有钼储量居世界首位, 钨资源储量位居世界第二(龚庆杰等, 2004), 锡、铍、钼、氟等资源也十分丰富。

长期以来, 关于千里山岩体与成矿关系的研究国内外学者做了大量的研究工作, 具体涉及到岩石学、同位素地球化学、包体岩石学、主量元素地球化学、微量以及稀土元素地球化学等方面, 为千里山岩体的成因及其与柿竹园矿区的成矿作用提供了大量的科学依据。涂英伟(1984)指出, 千里山复式岩体的岩浆侵入分异演化是决定柿竹园多金属矿床形成的关键因素。赵永鑫(1987)年就对千里山花岗岩体的剖面模型开展了研究, 为地质找矿提供了重要的依据。张理刚(1989)利用稳定同位素对千里山复式花岗岩的形成、演化及其与柿竹园矿区多阶段的矿化关系进行了详细的分析与探讨。杨超群(1992)认为, 花岗岩浆富含成矿元素、碱和稀碱金属以及氟、硼、氯等矿化剂是超大型柿竹园钨多金属矿床形成的主要内因条件。毛景文等(1995)对千里山花岗岩形成及其演化的地球化学特征、物质来源等进行了分析, 论述了该岩体特殊的成矿作用。沈渭洲等(1995)认为千里山复式花岗岩体源于

地壳物质, 属陆壳改造型花岗岩, 是柿竹园大型稀有—有色金属矿床的成矿母岩。最近, 全立华等(2012)又探讨了柿竹园钨矿体的形成过程与千里山主岩体的成因联系。总之, 目前学术界对于柿竹园钨锡钼铋多金属矿与千里山花岗岩体在时空上的密切关系具有较好的一致认识, 认为千里山岩体是柿竹园矿集区巨量金属元素富集的关键因素, 围绕千里山岩体及其有利部位开展地质找矿工作也是该区今后资源可持续发展的重要思路。

为进一步研究探讨千里山岩体的地球化学特征, 对巷道最新揭露的岩体又进行了采样, 从岩石学特征、主量元素、微量元素以及稀土元素等方面进行了系统的研究。岩石显微鉴定显示, 岩体主要为二长花岗岩, 块状构造, 矿物成分主要为石英、斜长石、钾长石及黑云母。石英主要呈他形晶, 粒状, 大部分颗粒具有不同程度的波状消光, 与斜长石、钾长石相互嵌布。斜长石主要呈他形晶, 粒状或板状, 可见聚片双晶, 部分颗粒发生绢云母化, 与石英、钾长石相互嵌布。钾长石主要呈他形晶, 粒状, 可见卡式双晶, 部分发生泥化、绢云母化, 与石英、斜长石等嵌布共生, 部分粗粒钾长石中包裹细粒石英、斜长石。黑云母主要呈他形晶, 片状, 主要分布于石英、斜长石、钾长石颗粒之间。

岩体的主量元素分析结果表明, 岩体中  $\text{SiO}_2$  含量为 74.96%~77.75%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量为 11.94%~13.31%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量为 0.6%~1.38%,  $\text{CaO}$  含量为 0.42%~0.68%,  $\text{MgO}$  含量为 0.04%~0.13%,  $\text{Na}_2\text{O}$  含量为 3.17%~4.1%,  $\text{K}_2\text{O}$  含量为 3.9%~4.61%, 其它氧化物的含量均较低。不难发现, 岩体富  $\text{SiO}_2$ , 平均含量可达 75.92%, 而贫  $\text{MgO}$ , 平均含量仅为 0.07%。

岩体的微量元素含量主要为 Ba ( $9.1 \times 10^{-6}$ ~ $32.1 \times 10^{-6}$ )、Ce ( $57 \times 10^{-6}$ ~ $72.9 \times 10^{-6}$ )、Cs ( $16.25 \times 10^{-6}$ ~ $35.2 \times 10^{-6}$ )、Dy ( $27.9 \times 10^{-6}$ ~ $33.5 \times 10^{-6}$ )、

**基金项目:** 湖南有色基金项目; 国家自然科学基金项目(批准号: 41202051); 中国博士后科学基金项目(2012M521721); 中南大学贵重仪器设备开放中心基金项目(CSUZC2013021)

**作者简介:** 成永生, 男, 1979年生, 副教授, 博士后, 主要从事矿床学和矿床地球化学方面的科研和教学工作。E-mail: cys968@163.com

Er ( $17.2 \times 10^{-6} \sim 21 \times 10^{-6}$ )、Ga ( $35.6 \times 10^{-6} \sim 39.6 \times 10^{-6}$ )、Gd ( $20.5 \times 10^{-6} \sim 25 \times 10^{-6}$ )、Hf ( $4.2 \times 10^{-6} \sim 6.2 \times 10^{-6}$ )、Ho ( $5.76 \times 10^{-6} \sim 6.97 \times 10^{-6}$ )、La ( $21.7 \times 10^{-6} \sim 27.7 \times 10^{-6}$ )、Lu ( $3.06 \times 10^{-6} \sim 3.73 \times 10^{-6}$ )、Nb ( $28.9 \times 10^{-6} \sim 35.5 \times 10^{-6}$ )、Nd ( $35.7 \times 10^{-6} \sim 44.7 \times 10^{-6}$ )、Pr ( $8.27 \times 10^{-6} \sim 10.45 \times 10^{-6}$ )、Rb ( $729 \times 10^{-6} \sim 923 \times 10^{-6}$ )、Sm ( $15.75 \times 10^{-6} \sim 18.75 \times 10^{-6}$ )、Sn ( $11 \times 10^{-6} \sim 35 \times 10^{-6}$ )、Sr ( $8.6 \times 10^{-6} \sim 19 \times 10^{-6}$ )、Ta ( $13.1 \times 10^{-6} \sim 31.3 \times 10^{-6}$ )、Tb ( $4.38 \times 10^{-6} \sim 5.22 \times 10^{-6}$ )、Th ( $17.9 \times 10^{-6} \sim 25.5 \times 10^{-6}$ )、Tl ( $3.1 \times 10^{-6} \sim 3.8 \times 10^{-6}$ )、Tm ( $2.96 \times 10^{-6} \sim 3.58 \times 10^{-6}$ )、U ( $18.7 \times 10^{-6} \sim 29.3 \times 10^{-6}$ )、W ( $248 \times 10^{-6} \sim 546 \times 10^{-6}$ )、Y ( $156.5 \times 10^{-6} \sim 199.5 \times 10^{-6}$ )、Yb ( $21.5 \times 10^{-6} \sim 25.3 \times 10^{-6}$ )、Zr ( $42 \times 10^{-6} \sim 59 \times 10^{-6}$ )，而 Eu 明显亏损 (均小于  $< 0.03 \times 10^{-6}$ )。

标准矿物计算显示,岩体主要矿物组成为石英 (33.9%~42.74%)、钙长石(An) (2.03%~3.32%)、钠长石(Ab) (27.37%~35.21%)、正长石(Or) (23.51%~23.96%)、刚玉(C) (0.7%~2.58%)、紫苏辉石(Hy) (0.41%~0.82%)、磁铁矿(Mt) (0.48%~1.09%)、磷灰石(Ap) (0.03%~0.04%)。A/CNK 介于 1.052~1.245 之间, SI 值为 0.48~1.56, AR 值范围为 3.34~4.14,  $\sigma_{43}$  介于 1.48~2.18,  $\sigma_{25}$  介于 0.98~1.42, A/MF 范围为 6.61~13.39, C/MF 范围为 0.42~1.24。随着石英含量的增加, A/CNK 以及 SI 值均表现为增高的趋势, A/CNK 值均大于 1, 平均值为 1.13, 表明岩体具有高铝特征, 属于铝过饱和系列花岗岩。岩体分异指数较高, 平均值为 94.67%, 从一定程度上反映岩浆具有较高的分离结晶程度

## 参 考 文 献:

- 龚庆杰, 於崇文, 张荣华. 柿竹园钨多金属矿床形成机制的物理化学分析. 地学前缘, 2004, 11(4): 617-625.
- 毛景文, 李红艳, 裴荣富. 千里山花岗岩体地质地球化学及与成矿关系. 矿床地质, 1995, 14(1): 12-25.
- 沈渭洲, 王德滋, 谢永林, 刘昌实. 湖南千里山复式花岗岩体的地球化学特征和物质来源. 岩石矿物学杂志, 1995, 14(3): 193-202.
- 全立华, 汪洋. 千里山钨锡金属矿床物质运移模式与成岩成矿关系——小岩体成大矿的一个实例. 西北地质, 2012, 45(4): 380-389.
- 涂英伟. 论东坡矿田复式花岗岩体的侵入作用与成矿作用. 矿物岩石, 1984, (4): 43-56.
- 杨超群. 超大型柿竹园钨多金属矿床形成的地质、地球化学条件. 中国地质科学院宜昌地质矿产研究所刊, 1992, (18): 49-62.
- 张理刚. 湖南东坡千里山花岗岩和钨多金属矿床稳定同位素地球化学. 桂林冶金地质学院学报, 1989, 9(3): 259-267.
- 赵永鑫. 湘南千里山花岗岩地质特征及成因. 现代地质, 1987, 1(3-4): 357-366.