

# 南岭地区几个与 W、Sn 矿化有关的花岗岩地球化学特征及其与矿化关系探讨\*

## Geochemical characteristics of several granitic plutons related to W, Sn mineralization in Nanling region

席斌斌, 张德会, 王汪根

(中国地质大学, 北京 100083)

XI BinBin, ZHANG DeHui and WANG WangGen

(China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

**摘 要** 南岭地区是中国著名的有色、稀有金属地球化学省, 其 W、Sn 矿床尤其引人注目。该地区花岗岩分布广泛, 其中燕山期花岗岩与 W、Sn 矿床关系最为密切。通过对 4 个与 W、Sn 矿床有密切关系燕山期岩体进行稀土元素、高场强元素的地球化学特征以及比较岩体花岗岩源区地幔物质相对含量推断--较多的地幔物质加入源区有利于形成 Sn 矿床, 反之有利于形成 W 矿床; 岩浆期后热液活动强度对矿化程度亦有重要影响, 与大型、超大型 W(Sn)矿床有关的花岗岩往往经历过强烈地热液活动。

**关键词** 南岭; W (Sn) 矿床; REEs; 流体

南岭地区是中国重要的 W、Sn 矿产基地, 亦是著名的花岗岩分布区。该区花岗岩主要形成于加里东—燕山期。其中燕山期花岗岩与 W、Sn 关系最为密切。本文旨在利用微量元素作为手段, 结合近年的研究成果, 对花山-姑婆山岩体、骑田岭岩体、千里山岩体以及大吉山岩体的岩浆演化过程、地幔物质混染以及流体对 W、Sn 矿床的影响进行探讨。

## 1 地质概况

姑婆山—花山岩体位于扬子板块湘南桂东北凹陷与云开隆起的交接处 (图 1), 岩体侵入分 3 个阶段, 第一阶段为印支期, 第二和第三阶段为燕山期; 姑婆山燕山期花岗岩与 W、Sn 及稀土矿床关系密切。骑田岭岩体与大吉山岩体位于粤北凹陷 (图 1), 对骑田岭岩体形成时代存在争议, 随着测试手段的不断改进, 研究者倾向于将其形成时代定为燕山期; 近年来在岩体内部以及接触带发现了大量 W、Sn 矿床, 如芙蓉特大型 Sn 矿田。大吉山岩体形成于燕山早期, 与 W、Sn、Nb、Ta 矿床有成因联系。千里山岩体位于武夷山隆起, 形成于燕山早期 (152~131 Ma), 是柿竹园 W、Sn、Mo、Bi 多金属矿床的成矿母岩。千里山岩体与大吉山岩体出露面积较小, 而其莫霍面深度与其余两个岩体差不多 (图 1)。

## 2 主量元素地球化学

千里山岩体前两期岩体与其余 3 个岩体共同特征是由早到晚, 岩浆岩的演化程度越来越高; 在 Harker

\*本文得到国家自然科学基金(编号: 40173021, 40573033)资助

第一作者简介 席斌斌, 1981 年生, 男, 硕士, 地球化学专业, 从事成矿作用地球化学以及流体包裹体研究工作。E-mail: Jucky1981@163.com

图解上有很好的相关性,显示同源岩浆演化的特征;毛景文等(1995)通过同位素资料证明千里山岩体最晚期的花岗斑岩与前两期花岗岩不是同源产物,并与 W、Sn 矿化关系不大,本文不对花岗斑岩进行讨论。岩浆岩除姑婆山—花山复式岩体早期的牛庙和杨梅山单元个别样品外,其余样品均属于亚碱性系列;岩体均属于偏铝质到过铝质。

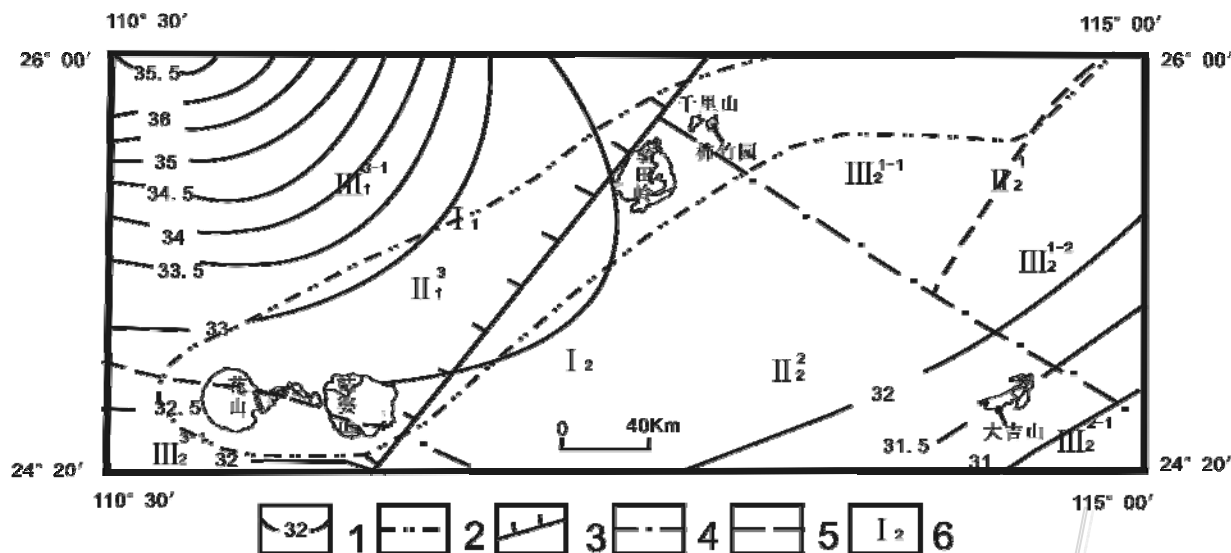


图 1 研究区地质简图

1—莫霍面等值线; 2—高  $\epsilon_{Nd}$  低  $t_{DM}$  带; 3—一级单元界线; 4—二级单元界线; 5—三级单元界线; 6—单元编号;  $I_1$ —扬子板块;  
 $II_1^3$ —南华裂陷槽;  $III_1^{3-1}$ —湘南桂东北凹陷;  $I_2$ —华夏板块;  $II_2^1$ —武夷山隆起;  $II_2^2$ —粤北凹陷;  $III_2^{1-1}$ —赣西-湘东凹陷;  $III_2^{1-2}$ —  
 武夷山隆起;  $III_2^{2-1}$ —粤北凹陷;  $III_2^{3-1}$ —云开隆起

### 3 稀土元素地球化学

由图 2 知,姑婆山—花山复式岩体、骑田岭岩体与大吉山岩体由早到晚稀土元素配分曲线逐渐由右倾型转变为“V”型, Eu 负异常越来越明显; 另外大吉山岩体最晚期的白云母花岗岩与二云母花岗岩的稀土配分模式有着突变关系, 花岗岩浆随着分离结晶程度的进行, 稀土总量逐渐降低, 配分曲线逐渐由右倾型演化为“V”字型(李献华等, 1992)。本文所研究岩体均具有上述特征, 说明 4 个岩体的岩浆演化过程以分离结晶为主。大吉山岩体的白云母花岗岩与二云母花岗岩稀土配分模式呈突变关系, 可能反映岩浆后期产生了液态分离(王联魁等, 1999)。

### 4 地幔组分对 W、Sn 成矿的影响

由图 1 可知, 姑婆山—花山、骑田岭以及千里山岩体均处在高  $\epsilon_{Nd}$ 、低  $t_{DM}$  带上(据洪大卫等, 2002), 说明花岗岩源区有较多地幔物质的加入。毛景文等(1995)研究发现千里山岩体与 W、Sn 矿化有密切相关的等粒黑云母花岗岩的 Sm/Nd 值相当分散, 反映岩浆中有较多外来物质进入。笔者认为考虑到等粒黑云母花岗岩侵位深度可能较浅, 毛所指的外来物质很可能是地壳物质。由此可以推断, 4 个岩体受地幔物质混染程度最高的是骑田岭与姑婆山—花山岩体, 其次为千里山岩体, 最后是大吉山岩体。大吉山岩体与 W 矿化有密切关系、千里山岩体与 W、Sn 矿化有密切关系而骑田岭与姑婆山—花山岩体则与 Sn 矿化关系最密切。据此可以看出, 花岗岩源岩中地幔物质的相对含量与 Sn 矿化程度呈正相关。毛景文等(1995)认为, 湘东南上地幔已经是一个富集 W、Sn、F、B 等成矿元素的上地幔。因此上地幔物质除了提供岩浆演

化所需的热量外,很可能也是成矿元素以及挥发组分的重要来源。对于地幔物质对 Sn 矿化影响的具体机制还需要进一步研究。

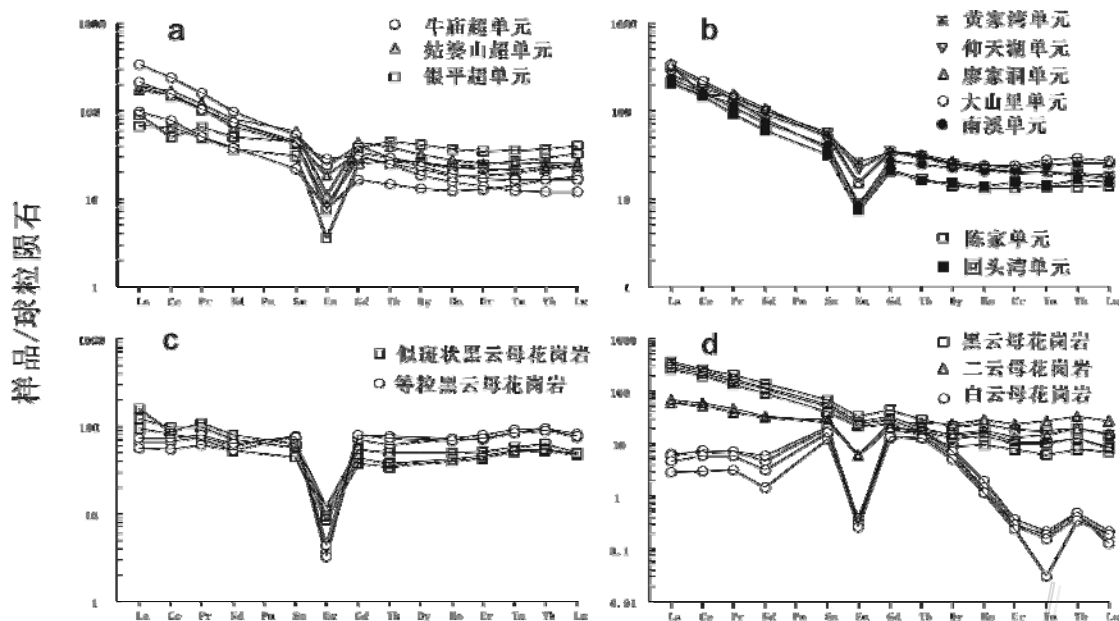


图 2 稀土元素配分图

a. 姑婆山-花山岩体; b. 骑田岭岩体; c. 柿竹园岩体; d. 大吉山岩体

稀土元素标准化数值据 Boynton(1984), 本文所有数据均来自参考文献(下同)

## 5 流体对成矿作用的影响

通过计算四个岩体的  $K/Rb$  值发现, 其岩浆演化到晚阶段的产物,  $K/Rb$  值均较低绝大多数都小于 150,  $K/Rb$  值小于 150 不可能为正常的岩浆演化所形成, 岩浆期后热液很可能是造成  $K/Rb$  值异常低的原因。因此可以推断, 四个岩体在岩浆演化晚期均受到了流体的影响。 $Zr$ 、 $Hf$  在地球化学分类中属于高场强元素, 在岩浆演化的大部分阶段  $Zr/Hf$  值保持在较稳定的数值范围内 (Michael, 1996; Dostal et al., 2000), 当岩浆高度演化时, 尤其是有流体参与时,  $Zr/Hf$  值开始有较大的变化。由图 3 知与骑田岭岩体相比大吉山岩体和千里山岩体  $Zr/Hf$  值与大多数火成岩平均值 (33~40) 偏离程度更大,

反映其在岩浆演化的晚期受到的流体作用要比骑田岭岩体强烈。并且大吉山岩体最晚阶段的白云母花岗岩由于后期的流体影响在岩体中造成了浸染状 W 矿化。笔者认为, 花岗岩源区中含有较多的地壳物质, 易于造成流体的出溶是造成千里山岩体和大吉山岩体受流体影响更强烈以及岩体侵位深度较深的原因。由此可知, 四个岩体在岩浆演化后期均受到了流体的影响, 以大吉山岩体和千里山岩体最为明显。据此可推断强烈的流体作用对于 W、Sn 成矿有着积极的影响, 这从 4 个地区均发育裂隙充填型矿床亦可以得到佐证。

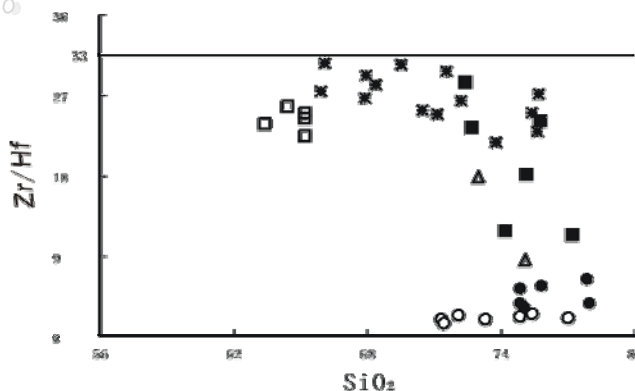


图 3  $SiO_2$ - $Zr/Hf$  图解

图例: 大吉山岩体--□ 黑云母花岗岩 △ 二云母花岗岩  
◇ 白云母花岗岩 千里山岩体--■ 似斑状黑云母花岗岩 ● 等粒黑云母花岗岩 \* 骑田岭岩体

## 6 结 论

结晶分异作用在 4 个岩体演化过程中起着重要作用,大吉山岩体由于在演化后期经历了岩浆液态分离,使得 Nb、Ta 在白云母花岗岩中富集成矿。上地幔组分加入花岗岩源区很可能是成矿元素以及挥发组分的重要来源。地幔组分在花岗岩源区中的相对含量可能与 Sn 矿化呈正相关。四个岩体在演化后期均经历了岩浆期后热液的影响,大吉山岩体与千里山岩体受到了比其它两个岩体更为强烈地流体作用形成了大型与超大型矿床。

## 参 考 文 献

- 柏道远, 陈建超, 马铁球, 等. 2005. 湘东南骑田岭岩体 A 型花岗岩的地球化学特征及其构造环境. 岩石矿物学杂志, 24(2): 255~271.
- 陈毓川, 裴荣富, 张宏良, 等. 1989. 南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色及稀有金属矿床地质. 北京: 地质出版社.
- 地矿部南岭项目花岗岩专题组. 1989. 南岭花岗岩地质及其成因和成矿作用. 北京: 地质出版社.
- 冯佐海. 2003. 广西姑婆山—花山花岗岩体侵位过程及构造解析. 湖南: 中南大学. 指导教师: 梁金城, 戴塔根. 1~147.
- 洪大卫, 谢锡林, 张季生. 2002. 试析杭州—诸广山—花山高  $\epsilon_{\text{Nd}}$  值花岗岩带的地质意义. 地质通报, 21(6): 348~354.
- 蒋国豪. 2004. 氟、氯对热液钨、铜成矿的制约—以江西德兴铜矿、大吉山钨矿为例. 贵阳: 中国科学院地球化学研究所. 指导教师: 胡瑞忠. 32~44.
- 李献华. 1992. 诸广山中生代花岗岩的成因. 广东地质, 7(2): 1~13.
- 毛景文, 李红艳, 裴荣富. 1995. 千里山花岗岩体地质地球化学及与成矿关系. 矿床地质, 14(1): 12~25.
- 裴荣富. 1995. 共(源)岩浆补余分异作用与成矿. 矿床地质, 14(4): 376~379.
- 王联魁, 王慧芬, 黄智龙. 1999. Li-F 花岗岩液态分离的稀土地球化学标志. 岩石学报, 15(2): 170~180.
- 汪雄武, 王晓地, 刘家齐, 等. 2004. 湖南骑田岭花岗岩与锡成矿的关系. 地质科技情报, 23(2): 1~12.
- Dostal J and Chatterjee AK. 2000. Contrasting behaviour of Nb/Ta and Zr/Hf ratios in a peraluminous granitic pluton(Nova Scotia,Canada). Chem. Geol., 163: 207~218.
- Michael B. 1996. Controls on the fractionation of isovalent trace elements in magmatic and aqueous systems: Evidence from Y/Ho, Zr/Hf, and lanthanide tetrad effect, Contrib. Mineral. Petrol., 126: 323~333.