

# 北秦岭光石沟伟晶岩型铀矿床相关花岗岩的地球化学特征及其地质意义

陈佑纬<sup>1</sup>, 胡瑞忠<sup>1</sup>, 毕献武<sup>1</sup>, 董少花<sup>1</sup>, 冯张生<sup>2</sup>

(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, 贵阳 550081;

2. 陕西核工业地质局 224 大队, 陕西 西安, 710024)

北秦岭地区光石沟铀矿床是我国著名的伟晶岩型铀矿床, 是丹凤地区铀矿找矿勘探的重点矿床。铀矿床主要发育在灰池子岩体南部的二长花岗岩和大毛沟碱性长石花岗岩与黑云母伟晶岩的外接触带上。前人对该矿床及相关花岗岩开展了许多研究, 得到了许多重要的认识, 但对于花岗岩的源区特征、形成时代及成岩背景等方面还存在的争议, 特别是对大毛沟碱长花岗岩的相关认识还较为薄弱。

本次研究选择矿床相关的灰池子南部二长花岗岩和大毛沟碱长花岗岩为研究对象, 开展了系统的元素地球化学、年代学及同位素地球化学研究, 结果显示: 主微量元素上, 两花岗岩具有相似的地球化学特征, 均具有高硅、富碱、富钾、准过铝质等特点。在哈克图解上, 两花岗岩的  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{FeO}^{\text{I}}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ , TFMM 均与  $\text{SiO}_2$  呈正相关。微量元素均显示富集大离子离石元素 Rb、Ba、Sr 等, 亏损高场强元素 Nb、Ta、P、Ti 等。稀土元素上均表现为右倾的轻稀土富集型, 二长花岗岩具有弱-正铈异常, 而碱性长石花岗岩具有明显的负铈异常。

锆石的 LA-ICPMS 分析表明, 两花岗岩均为加里东期花岗岩, 其中二长花岗岩成岩年龄为 437~434 Ma, 碱长花岗岩成岩年龄为 424.5~426 Ma。锆石的原位 Hf 同位素特征分析表明, 两岩体具有相似的 Hf 同位素特征, 其中二长花岗岩的  $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$  为 0.282538~0.282839,  $\epsilon_{\text{Hf}}$  为 +1~+11.7, 二阶模式年龄为 1223~876 Ma, 碱长花岗岩的  $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$  为 0.2825545~0.282752,  $\epsilon_{\text{Hf}}$  为 0.6~+8.2, 二阶模式年龄为 1368~892 Ma。锆石的年代学和 Hf 同位素特征表明, 两花岗岩成岩年龄相差约 10 Ma, 但两者具有相似的元素地球化学特征及源区特征, 空间上也紧密共生, 表明两花岗岩可能来源于同一源区不同期次侵入形成。

两花岗岩微量元素上均表现出具有高 Sr、Sr/Y 比值, 以及低 Y 和 Yb 等典型埃达克质花岗岩特征, 同时还具有高 Si, 低 Cr、Ni、Mg<sup>#</sup> 等特征; 空间上花岗岩体附近无具成因联系的基性岩出露; 岩石学、矿物学及同位素地球化学特征上花岗岩也无明显的岩浆混合证据。以上特征暗示花岗岩可能均来源于自新-中元古代从地幔分异加厚的镁铁质下地壳部分熔融。其中二长花岗岩的源区的残留相主要以石榴子石和金红石为主, 无斜长石, 暗示其形成时地壳厚度可能 > 60 km, 而碱长花岗岩具有相对较低的 Sr、Y 含量, Sr/Y 值以及明显的负铈异常, 表明其源区残留相除了相对较少的石榴石外还存在大量斜长石, 暗示其地壳厚度可能 < 50 km。

铀矿床相关的二长石花岗岩和碱性长石花岗岩的形成可能与古生代期间商丹洋壳的俯冲汇聚碰撞, 使下地壳的缩短叠置加厚有关; 二长花岗岩形成于地壳加厚的挤压阶段, 而碱长花岗岩形成于地壳加厚后的伸展阶段, 北秦岭地区加里东期的碰撞造山运动由挤压向伸展转换的时间可能在 430Ma 左右。

**基金项目:** 国家重点基础研究发展计划(973) 项目(2014CB440902); 国家自然科学基金项目(批准号: 41473049; 41103027)

**作者简介:** 陈佑纬, 男, 1983 年生, 副研究员, 主要从事矿床地球化学领域研究. E-mail: chenyouwei@mails.gyig.ac.cn