

# 广西摩天岭地区 376 矿床成矿流体特征

祁家明

核工业二九〇研究所, 广东韶关, 512029

桂北摩天岭花岗岩体位于扬子板块和华南板块的边缘活动带, 是华南地区最老的产铀花岗岩之一, 376 矿床则处于该花岗岩体的西南边缘。该地区的铀矿勘查工作始于 20 世纪 60 年代, 先后发现了包括 376 矿床在内的 2 个中型铀矿床。由于受当时浅源铀成矿理论以及勘查技术的限制, 因而对 376 矿床的成因研究存在诸多争议, 导致近年来对该区的铀矿勘查一直没有取得重大突破。近年来在该矿区钻孔均深部见矿。本文以此为契机探讨该区铀成矿流体来源及演化特征, 指导该区的下一步勘查工作。

## 1 矿床地质特征

摩天岭花岗岩体在大地构造上位于扬子板块和华南板块的边缘活动带。376 矿床则位于摩天岭岩体西南边缘弯曲部位的接触带上, 矿床及外围面积 58km<sup>2</sup> 范围内。矿床西部出露中元古界四堡群九小组变质岩, 东南部出露为雪峰期摩天岭岩体边缘相细粒黑云母花岗岩、过渡相中粒黑云母花岗岩, 以及晚期侵入体细粒斑状黑云母花岗岩。

矿体明显受断层控制, 绝大多数矿体呈透镜体状, 位于断层下盘的断裂蚀变带内, 且矿体产状与断层产状一致。376 矿床总储量属中型矿床。矿石结构构造简单, 主要有胶状、脉状、网脉状、浸染状、角砾状等构造。铀矿物以沥青铀矿为主, 地表氧化带可见铀黑、硅钙铀矿等次生铀矿。金属矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、赤铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等。

## 2 碳、氧同位素特征

热液成矿流体中碳一般有以下三种来源: 岩浆

或地幔来源的碳、沉积碳酸盐岩的碳以及和有机质中的碳(沈渭洲, 1987)。从 376 矿床成矿期的方解石碳、氧同位素组成特征来看,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$  介于 -17.45‰~-8.42‰之间;  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$  介于 10.45‰~17.99‰之间。

376 矿床的碳氧同位素值投影点主要落在岩浆-地幔等深部流体碳与沉积有机碳之间, 并且主要靠近于岩浆流体, 沿着岩浆流体去气漂移方向排列, 说明了 376 矿床成矿流体的来源的多源性(Zheng et al., 1993; 胡瑞忠等, 2001), 但主要是以深部流体来源为主, 流体去气作用使得  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$  和  $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$  发生漂移(Demeny et al., 2010), 然后成矿后期来自大气降水或淋滤带来的少部分有机碳的碳同位素与原来的碳同位素发生混合。

## 3 稀有气体同位素特征

$n(^3\text{He})/n(^4\text{He})$  比值为 0.001~0.046Ra, 平均值为 0.019Ra, 研究表明, 地壳物质的  $n(^3\text{He})/n(^4\text{He})$  值为 0.01~0.05 Ra, 地幔流体的  $n(^3\text{He})/n(^4\text{He})$  值为 6~9 Ra (Turner et al., 1993; 叶先仁, 2001)。376 矿床成矿流体  $n(^3\text{He})/n(^4\text{He})$  正好处于地壳物质的范围内。 $n(^{40}\text{Ar})/n(^{36}\text{Ar})$  值除其中一个样品未被检测出来外, 其余样品为 270.8~3195.8, 平均值为 893.2。除一个样品外, 其余样品的  $n(^{40}\text{Ar})/n(^{36}\text{Ar})$  均明显高于大气 Ar 同位素组成 ( $n(^{40}\text{Ar})/n(^{36}\text{Ar})=295.5$ )。由于 376 矿床为花岗岩型铀矿, 样品本身就有一定的放射性 U, 加之 376 铀矿床形成年龄为 350 Ma, 尽管采样主要是以成矿期石英脉中黄铁矿为对象, 但在如此长的放射性累计效应中, 也难免会对样品产生一定的影响。但样品  $n(^3\text{He})/n(^4\text{He})$  与  $n(^{40}\text{Ar})/n(^{36}\text{Ar})$  值之间存在着良好的线性关系,

注: 本文为中国地质调查局“全国铀矿资源调查”项目(编号 1212011220781)、国家科技支撑计划项目(编号 2011BAB04B07)等联合资助的成果。  
收稿日期: 2015-02-04; 改回日期: 2015-03-14; 责任编辑: 章雨旭。  
作者简介: 祁家明, 男, 1987 年生。硕士, 助理工程师, 地球化学专业。Email: jiaming\_qi@126.com。

以地壳区域为主, 具有逐渐向地幔区域演化的趋势 (张国全等, 2010), 显示了成矿流体具有地壳与地幔流体混合的特点。

#### 4 稀土元素特征

从稀土元素分布模式可以看出, 稀土分布向右倾斜, 轻稀土相对富集, 而重稀土则相对亏损。围岩的分布线在 Eu 出现低谷, 呈“海鸥”型, 表明具有明显的负 Eu 异常。矿石的分布曲线差异较大, 表明成矿热液并非来自同一期次或不同的来源, 矿石的曲线与围岩的相似, 反映出其物质来源上的关联性 (Bau, 1995); 而 ZK2-5 沥青铀矿的稀土元素分馏不明显, 未出现明显的 Eu 异常, 与围岩稀土分布曲线明显不同。

围岩的稀土元素总量为  $36.9 \times 10^{-6} \sim 74.45 \times 10^{-6}$ , 明显低于地壳平均值 ( $146.8 \times 10^{-6}$ ); 而矿石和沥青铀矿稀土元素则为  $28.53 \times 10^{-6}$  和  $339.72 \times 10^{-6}$ , LREE/HREE 比值为 2.70~7.34, 平均值为 4.08;  $(La/Yb)_N$  平均值为 3.48,  $\delta Eu$  平均值为 0.33。

#### 5 结论

据上文之分析, 可得出以下结论:

(1) C、O 同位素表明 376 矿床成矿流体的来源的多源性, 但主要是以深部流体来源为主。

(2) 稀有气体表明成矿流体具有逐渐向地幔区域演化的趋势。

(3) 矿石稀土元素表明成矿热液并非来自同一期次或不同的来源, 具有混合特点。

通过对矿床流体地球化学的研究发现, 流体可能来自下地壳花岗岩熔融并受到上地壳围岩的混染, 具有深源性质。

#### 参 考 文 献 / Reference

- 胡瑞忠 等. 2001. 湘中锡矿山超大型铋矿的碳、氧同位素体系[J]. 地质评论, 47(1): 34-41.
- 沈渭洲. 1987. 稳定同位素地质[M]. 北京: 原子能出版社.
- 叶先仁 等. 2001. 岩矿样品中稀有气体同位素组成的质谱分析[J]. 岩矿测试, 20(3): 174-178.
- 张国全, 胡瑞忠 等. 2010. 幔源挥发性组分参与 302 铀矿床成矿作用的氦同位素证据. 地球化学, 39(4): 386-395.
- Bau M, Dulski P. 1995. Comparative study of yttrium and rare-earth element behaviours in fluorine-rich hydrothermal fluids[J]. Contrib Mineral Petrol, 119: 213-223.
- Demeny A et al. 2010. Origin of CO<sub>2</sub> and carbonate veins in mantle derived xenoliths in the Pannonian Basin[J]. Lithos, 117: 172-182.
- Turner G et al. 1993. Tracing fluid sources and interactions[J]. Phil Trans R Soc A, 334(1670): 127-140.
- Zheng Yong-fei, Hoefs J. 1993. Carbon and oxygen isotopic covariations in hydrothermal calcites[J]. Mineral Deposita, 28(2): 79-89.