

· 矿床地球化学 ·

粤北鲁溪和下庄岩体的锆石 U-Pb 年代学、Hf 同位素地球化学、黑云母矿物化学及其对铀成矿的制约

陈佑纬¹, 毕献武¹, 胡瑞忠¹, 朱维光¹, 胥磊落^{1,2}, 董少花^{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室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049

鲁溪岩体和下庄岩体为粤北贵东复式岩体的重要组成部分, 两岩体构造背景相同、空间上紧密共生、时间上相近, 但鲁溪岩体不成矿, 而下庄岩体赋存着大量铀矿床。这种差异的原因探究对深刻揭示花岗岩型铀矿床成矿机制具有重要的意义。

在前人的研究基础上, 我们对鲁溪黑云母花岗岩和下庄二云母花岗岩开展了系统的岩石学、矿物学、年代学及元素地球化学分析, 其结果表明:

(1) 岩石地球化学特征表明, 主量元素上, 两岩体花岗岩具有高碱、高铝、低钛、低磷的特点。微量元素上, 相对原始地幔均富集大离子亲石元素 Rb、U、Th 以及高场强元素 Nd、Zr、Hf 和稀土元素 La、Sm、Y, 而相对亏损 Ba、Nb、Sr、P、Ti。稀土元素特征均属于轻稀土富集型, 在球粒陨石标准化的稀土元素模式图均为右倾型, 均具有明显的负 Eu 异常。两类花岗岩存在明显的演化趋势, 相对鲁溪黑云母花岗岩, 下庄二云母花岗岩分异程度较高。

(2) 单颗粒锆石 LA-ICPMS U-Pb 同位素年龄结果表明, 鲁溪花岗岩的成岩年龄为 (239.4±2.4) Ma, 下庄花岗岩的成岩年龄为 (234.1±1.6) Ma, 均为印支期岩体。锆石的 MC-ICP MS 原位 Hf 同位素比值分析结果表明, 两岩体的锆石中的 ¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf 比较一致, 鲁溪花岗岩中锆石的 ¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf 变化于 0.282307~0.282379 之间, 采用所测得年龄 239 Ma 作为其成岩年龄计算, 得到其 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 变化于 -8.8~-11.8; 二次模式年龄 $T_{\text{DM2}}=1.58\sim 1.71$ Ga; 下庄花岗岩中锆石的 ¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf 变化于 0.282309~0.282370, 采用 234 Ma 作为其成岩年龄计算, 得到其 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 变化于 -9.3~-11.4, 二次模式年

龄 $T_{\text{DM2}}=1.60\sim 1.71$ Ga。可以看出两岩体花岗岩来源于平均地壳存留年龄为 1.58~1.71 Ga、成份上相当于基底附近龙川片麻岩的古元古代变质沉积岩, 其形成过程中没有受到明显的其它物质的混染。

(3) 黑云母的电子探针、穆斯鲍尔谱和 ICP-MS 微量分析表明, 两岩体黑云母的主量元素具有富铁贫挥发分的特点; 微量元素特征类似, 具明显的负钨异常; 相对于鲁溪岩体, 下庄岩体中黑云母的演化程度和挥发性组分 F 含量较高。利用全岩的锆石饱和温度, 结合黑云母的矿物化学研究表明, 鲁溪黑云母花岗岩的成岩温度为 752~819℃, 氧逸度 $\log f_{\text{O}_2}$ 为 -13.9~-13.2; 下庄二云母花岗岩的成岩温度为 666~802℃, 氧逸度 $\log f_{\text{O}_2}$ 为 -16.8~-14.2。从鲁溪黑云母花岗岩到下庄二云母花岗岩, 演化程度增高, 结晶温度降低, 氧逸度也随之减小, 岩体中的 Cl 含量不断地减少, 而 F 含量有所增加, 使铀不断地在熔体中富集, 铀的赋存方式也由不利于成矿的类质同像替换演变为有利于成矿的晶质铀矿形式存在, 这是鲁溪岩体不成矿而下庄岩体有大量铀矿床的主要原因。

通过本次研究可知, 鲁溪黑云母花岗岩和下庄二云母花岗岩具有相似的地球化学特征, 为同一母岩浆先后结晶分异的产物; 岩浆不同演化阶段温度、氧逸度等物理化学条件的变化造成两岩体的铀含量和铀的赋存状态不同, 鲁溪黑云母花岗岩的铀含量低, 且铀主要以惰性铀存在, 不利于成矿, 而下庄二云母花岗岩的铀含量高, 铀多以活性铀的形式存在, 利于后期热液成矿。因此鲁溪岩体不成矿, 而下庄岩体赋存着大量的铀矿床。