

粤北花岗岩型铀矿盆岭耦合成矿作用 与成矿动力学背景制约

祁家明¹⁾, 赖静¹⁾, 刘斌¹⁾, 吴建勇¹⁾, 徐争启²⁾

1) 核工业二九〇研究所, 广东韶关, 512029; 2) 成都理工大学地球科学学院, 成都, 610059

关键词: 花岗岩型铀矿; 盆岭耦合; 成矿作用

粤北地区是我国重要的花岗岩型铀矿集区。已有研究表明在南雄断陷盆地形成之前, 诸广岩体与青嶂山岩体是一个有机的整体, 具有相同的成岩环境及地球化学性质, 理应有相同的铀成矿环境, 但目前两岩体已有找矿成果差异很大。中生代以来, 粤北地区 145~45 Ma 期间共经历了 6 次构造运动 (胡瑞忠等, 2004), 而在南雄断陷盆地形成之后, 是著名的铀成矿爆发期 (90~70 Ma), 且具有持续成矿作用 (最新的棉花坑矿床深部铀矿年龄为 38 Ma^①); 从区域上看, 粤北花岗岩型铀矿床基本分布于断陷盆地或岩体断陷带内部及边缘 (图 1), 那么断陷运动及其边缘深大断裂带在铀成矿过程中起到怎样的作用? 前人并未给出确切的答案。以往研究及勘查工作过于注重单岩体内的找矿, 很少把诸广岩体—南雄断陷盆地—青嶂山岩体—贵东岩体组成的典型盆岭系统作为统一有机整体来研究, 忽略了花岗岩区断陷盆地演化与铀矿成因间的重要认识。

1 铀成矿地质背景

区内以诸广—青嶂山—贵东等印支—燕山期花岗岩体及 NE 向系列白垩系断陷盆地组成 (图 1), 花岗岩以高铀 S 型花岗岩为主, 地球化学属性为高硅、高铝、碱性—钙碱性系列, 成岩年龄为印支期 245~225 Ma、燕山期 170~150 Ma; 岩体含铀量可达 $13 \times 10^{-6} \sim 24 \times 10^{-6}$, 且以高铀副矿物 (如晶质铀矿、铀石、金红石、锆石等) 赋存于花岗岩内, 可为区内铀成矿提供丰富的铀源保障。区内构造活动

强烈, 形成了 SN、EW、NW、NE 等深大断裂, 且具有多次活动的特征。总体上 SN 向断裂较早, EW 向、NW 向断裂次之, 最晚为 NE 向断裂。区内铀矿多产于花岗岩区域内 NE 向主干断裂附近及与其伴生的二、三级硅化碎裂带中, 铀矿类型以微晶石英型、碎裂蚀变带型和“交点”型为主, 成矿温度集中于 250~150℃, 成矿年龄集中于 140 Ma、120 Ma、90 Ma、70 Ma 和 50 Ma 等阶段, 成矿高峰期为 90~70 Ma, 具中低温多期多阶段铀成矿特征。

2 盆岭耦合铀成矿动力学机制

2.1 构造伸展成盆成矿厘定

区内巨大的成岩、成矿时差, 因而铀矿成因几乎不可能来自岩浆热液分异。区内自中生代以来经历了 6 次构造伸展运动: 岩浆断陷盆岭阶段: 145~135 Ma、120~115 Ma 和 110~100 Ma; 陆内伸展断陷沉积盆地阶段: 95~85 Ma、75~70 Ma 和 55~45 Ma (胡瑞忠等, 2004); 并以 NE 向南雄断陷盆地 94.8 ± 0.4 Ma (舒树良等, 2004; 李出安等, 2011) 形成时间为分界线, 随后在 88.9 ± 1.0 Ma、 81.1 ± 2.0 Ma 出现多次明显的热扰动事件; 铀成矿年龄则与该 6 次地壳伸展运动一一对应, 铀成矿高峰期 (90~70 Ma) 更是与南雄断陷活动后的热扰动事件相对应。因而总体上, 断陷盆地边缘深大断裂明显控制铀矿床的空间定位 (图 1) (Li et al., 2002)。

2.2 中基性岩脉与铀成矿新认识

区内中基性岩脉 Ar-Ar 年龄分为 ~140 Ma、~105 Ma、~90 Ma 等 3 个阶段 (李献华等, 1997), 后续学者获得的年龄也多落于此; 中基性岩脉产出

注: 本文为科技部重点研发计划项目 (编号: 2017YFC0602600)、中国地质调查局矿产调查项目 (编号: DD2016005209) 及中国核工业地质局科研项目 (编号: 201836) 的成果。

收稿日期: 2020-01-10; 改回日期: 2020-02-10; 责任编辑: 刘志强。DOI: 10.16509/j.georeview.2020.s1.053

作者简介: 祁家明, 男, 1987 年生, 硕士, 工程师, 地球化学专业, Email: jiaming_qi@126.com。

规模小、岩浆温度高、侵位速度快、氧逸度低，不利于铀的浸取（凌洪飞，2011）。其形成年龄对应的应是华南构造伸展运动的时间，而非铀成矿的时间，因此可基本认为中基性脉岩是华南断陷伸展运动过程中形成的“副产品”，其在铀成矿过程基本上以“交点”形式提供铀沉淀还原环境，其岩浆活动并不直接参与铀成矿过程。

2.3 盆岭耦合铀成矿作用

在 95 Ma 左右华南地区由岩浆断陷盆岭阶段转为陆内伸展断陷盆地阶段，构造应力由 NW-SE 向挤压环境转变为拉张环境，而区内铀成矿高峰期为 90~70 Ma，可认为 95 Ma 形成的 NE 向南雄断陷盆地是粤北铀成矿大爆发的标志。沿 NE 向断陷带张扭形成系列深大断裂并切穿地壳深部，此时伴随着少量中基性岩浆上涌并快速侵位；深大断裂带的持续活动导致地壳深部热液逐渐上涌，伴随着 Σ

CO₂ 的加入（胡瑞忠等，2004），但此时的热液氧逸度低，在高温高压下沿断裂向上运移的过程中，不断的与岩体内下渗的地热裂隙水（大气降水）不断混合，形成高氧逸度、高萃取性的临界流体（凌洪飞，2011），与所经岩体发生水—岩反应，使岩体内高铀副矿物预活化的 U⁴⁺ 被氧化成 U⁶⁺ 而形成成矿流体。随着成矿流体的不断上升，流体温度、压力的变化、氧化还原电位的变化、氧逸度的降低等多种因素耦合而发生铀的沉淀。

因此，受华南中—新生代 NE 向断陷盆地边缘深大断裂活动驱动、产铀花岗岩体分布等双重要素制约的铀成矿过程即为盆岭耦合铀成矿作用；以 NW-SE 向的陆内伸展运动形成的以南雄断陷盆地为标志的系列 NE 向深大断陷活动，是区内铀成矿作用的主要驱动力。

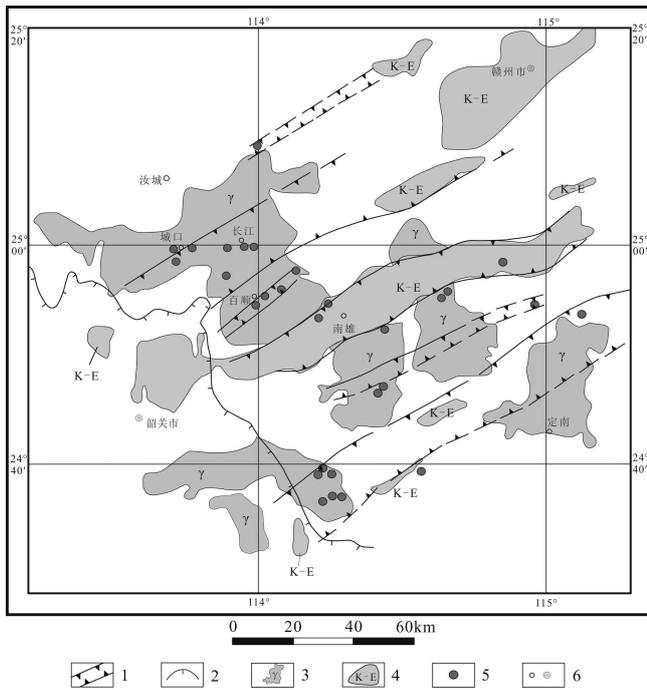


图 1 粤北花岗岩、断陷带与铀矿分布图

1—断陷带；2—古陆边缘线；3—花岗岩体；4—白垩—古近系红层；5—铀矿床；6—地名

注 释 / Notes

① 中国核工业地质局. 2014. 粤北花岗岩型特富铀成矿环境和成矿机理研究. 内部报告.

参 考 文 献 / References

胡瑞忠, 毕献武, 苏文超, 彭建堂, 李朝阳. 2004. 华南白垩—第三纪地壳拉张与铀成矿的关系. 地学前缘, 11(1): 153~160.

李出安, 邹和平. 2011. 广东南雄断裂带裂带 Ar-Ar 年龄及其地质意义. 中山大学学报(自然科学版), 50(1): 129~132.

李献华, 胡瑞忠, 饶冰. 1997. 粤北白垩纪基性脉岩的年代学和地球化学. 地球化学, 26(2): 14~31.

凌洪飞. 2011. 论花岗岩型铀矿床热液来源——来自氧逸度条件的制约. 地质论评, 57(02): 193~206.

舒良树, 邓平, 王彬, 谭正中, 余心起, 孙岩. 2004. 南雄—诸广地区晚中生代盆山演化的岩石化学、运动学与年代学制约. 中国科学 (D 辑: 地球科学), 34(1): 1~13.

Li J W, Zhou M F, Li X F, Fu Z R, Li Z J. 2002. Structural control on uranium mineralization in South China: Implications for fluid flow in continental strike-slip fault. Science in China (Series D), 45(9): 851-864.

QI Jiaming, LAI Jing, LIU Bin, WU Jianyong, XU Zhengqi: Constraints of basin-mountain coupling mineralization and dynamic background of granite-related uranium deposits in Northern Guangdong

Keywords: granite-related uranium deposits, basin-mountain coupling; mineralization