

我国华南地区花岗岩型铀矿成矿作用特征

徐浩^{1,2)}, 蔡煜琦²⁾, 郭春影²⁾, 张闯²⁾, 刘佳林²⁾

1) 中国地质大学(北京) 地球科学与资源学院, 北京, 100083;

2) 核工业北京地质研究院, 北京, 100029

勘查区找矿预测是矿产预测的重要部分。叶天竺通过“全国危机矿山找矿专项”的经验, 总结了一套勘查区成矿地质体地质模型找矿预测方法, 强调在成矿作用研究的基础上确定成矿地质体、研究成矿构造和成矿结构面特征, 确定成矿作用特征标志, 最后建立找矿预测地质模型^①。花岗岩型铀矿是我国重要的铀矿化类型之一, 本文通过对我国华南地区花岗岩型铀矿大量资料的整理与分析, 总结了花岗岩型铀矿成矿作用特征。

1 花岗岩型铀矿床概述

花岗岩型铀矿是指发育在花岗岩体内及其外围地层中(一般不超过 2km)的热液铀矿床(杜乐天, 1982)。我国花岗岩型铀矿床主要分布在华南地区, 其成矿年龄主要集中分布在 40~140Ma 之间, 以 100Ma 为间隔, 大致可分为早、晚两期。以下庄铀矿田为例, 早期铀矿与火山后活动的深源酸性、中基性岩浆有关, 并在碱性中—高温热液条件下成矿, 矿体赋存于碱交代及绿泥石化带中(李子颖等, 2010); 晚期铀矿则与硅质热液活动有关, 在酸性中—低温热液条件下成矿, 矿体赋存于硅化带中(黄国龙等, 2006)。

2 成矿地质体特征

“成矿地质体”指形成矿体(床)的成矿地质作用的实物载体^②。花岗岩型铀矿床中, 能提供成矿物质与热流体, 且在时间和空间上与铀成矿关系密切的成矿地质体尚不明确。华南花岗岩型铀成矿与酸性侵入岩体关系密切, 铀矿主要产在富铀花岗岩体内或岩体外接触带, 岩体为铀成矿提供了铀源及赋存空间。此外部分交点亚型铀矿床与基性岩脉在空

间上紧密伴生, 其形成时间与铀成矿时间也接近。基性脉岩可能为铀成矿提供了部分热源及矿化剂。产铀花岗岩体及与铀定位较为紧密的晚期基性岩脉的判别标志为:

(1) 产铀岩体多为多期多阶段复式岩体, 化学成分上富硅、富碱, 铝过饱和;

(2) 岩体中多发育有燕山晚期的基性脉岩, 交点型铀矿体赋存于硅化带与辉绿岩等基性脉岩的交切部位; 基性脉岩相对富锂、铯、铷、钨、锡和铀等元素(李子颖等, 2010);

(3) 产铀花岗岩体的铀含量一般大于 10×10^{-6} , 其晶质铀矿含量较高, Th/U 比值小于 3;

(4) 产铀花岗岩的稀土元素配分曲线属轻稀土富集—负钕异常型, $(La/Yb)_n$ 一般 > 3 ;

(5) 产铀的花岗岩体普遍遭受强烈热液蚀变;

(6) 产铀的花岗岩体常分布在白垩纪—古近纪的红色建造盆地旁, 岩体内断裂及其发育。

3 成矿构造特征

华南花岗岩型铀成矿作用与燕山晚期造山后伸展构造关系密切(胡瑞忠等, 2007)。时间上, 铀成矿与区内伸展构造活动相一致。空间上, 铀矿主要产于区域伸展构造的次级构造带内。

华南地区花岗岩型铀成矿构造系统主要为断裂构造系统, 部分外带型铀矿床还受褶皱控制。华南地区铀成矿构造主要为北东向断裂构造, 包括切割花岗岩体的断陷带、大型的硅化断裂带及其次级裂隙带、破碎带等。铀成矿结构面有原始性结构面(不整合界面、侵入体接触面)和次生结构面(断裂、节理、裂隙), 并以次生结构面为主。

注: 本文为老矿山深部与外围找矿项目(1212011220735)资助的成果。

收稿日期: 2015-2-4; 改回日期: 2015-3-14; 责任编辑: 黄敏

作者简介: 徐浩, 男, 1982 年生。在读博士, 高级工程师, 铀矿地质。Email: xuhaocugb@163.com。

4 成矿作用特征

4.1 矿化特征

花岗岩型铀矿体多呈透镜状、脉状、囊状、柱状、网脉状等；矿石中常可见到棕红色或烟灰色石英、红色和灰色方解石以及紫黑色萤石等脉石矿物。铀矿物主要为沥青铀矿，其次为铀石、晶质铀矿等，其它金属矿物有黄铁矿、针铁矿、方铅矿等。

4.2 蚀变特征

花岗岩型铀矿床中钾长石化、钠长石化蚀变一般形成较早，是铀元素富集的过程。铀成矿一般与后期酸性交代有关，相关蚀变主要有赤铁矿化、硅化、绿泥石化、伊利石化等，且从矿化中心往外，大致有硅化—赤铁矿化—强伊利石化、强绿泥石化—弱伊利石化、弱绿泥石化—蒙脱石（高岭土）化—新鲜花岗岩的水平蚀变分带。花岗岩型铀矿床垂向方向上的蚀变分带不太明显，部分铀矿床可以见到“上酸下碱”的蚀变特征（张万良等，2011）。

4.3 地球化学特征

产铀花岗岩体相对富集轻稀土元素，Eu 负异常明显。铀矿石的稀土元素、微量元素配分型式与产铀的蚀变花岗岩相似，铀很可能来源于蚀变的花岗岩（金景福等，1993；黄国龙等，2010）。

4.4 流体特征

根据几个花岗岩铀矿床的流体数据分析（张祖还，1991），花岗岩铀矿床热液总体成分属于 $\text{Ca}^{2+}\text{-Na}^+\text{-Mg}^{2+}/\text{HCO}_3^-\text{-F}^-\text{-SO}_4^{2-}$ 型；成矿热液的 pH 值变化在 6~7.51 之间，Eh 值在 -0.39~-0.54 (t=200℃) 之间。铀成矿期流体包裹体的均一温度多在 120~250℃，近年来越来越多的学者提出华南还存在早期中高温的铀矿化（杜乐天，2009）。华南花岗岩型铀矿床成矿压力大致在 25~80MPa（商朋强等，2007），成矿流体中气体组分主要为 CO_2 、 CH_4 、 CO 和 H_2 ， CO_2 在铀的迁移和沉淀过程中可能起着重要作用（胡瑞忠等，1994）。

4.5 同位素特征

下庄和诸广山地区花岗岩型铀矿床方解石 $\delta_{13}\text{C}$ 值绝大部分为 -3‰~-9‰，说明碳主要来自地幔（胡瑞忠，1994）。 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 变化较大，成矿流体多为深源流体与大气降水混合组成。幔源深部流体参与热液铀成矿作用已被稀有气体同位素研究所证实（张国全，2010）。此外，某些铀矿床成矿溶液 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值从成矿早期到晚期是逐渐降低的（商朋强等，

2007），这可能是由于成矿溶液由深部向浅部运移时，通过构造裂隙与大气降水混合而成。花岗岩型铀矿床黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等金属矿物相对富集 ^{32}S 。花岗岩外接触带比花岗岩内带型铀矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值低，且变化范围更大，更接近沉积岩硫同位素的特征，说明花岗岩铀矿硫同位素主要受围岩控制。

5 结语

在对华南花岗岩型铀矿成矿地质体、成矿构造分析的基础上，总结了花岗岩型铀矿的成矿作用特征标志，望在后续工作中能不断修正完善，在此基础上进一步建立花岗岩型铀矿的找矿预测模型，以期在勘查工作中能得到较好的应用。

注 释 / Notes

①叶天竺. 2013. 《勘查区找矿预测理论与方法》，内部资料。

参 考 文 献 / References

- 杜乐天. 1982. 花岗岩型铀矿文集. 原子能出版社.
- 杜乐天, 王文广. 2009. 华南花岗岩型铀矿找矿新目标—绢英岩化铀矿类型. 铀矿地质, 25 (2): 85~90.
- 胡瑞忠. 1994. 花岗岩型铀矿床成因讨论—以华南为例. 地球科学进展, 9(2): 41~46.
- 胡瑞忠, 毕献武, 彭建堂等. 2007. 华南地区中生代以来岩石圈伸展及其与铀成矿关系研究的若干问题. 矿床地质, 26(2): 139~152.
- 黄国龙, 吴烈勤, 邓平等. 2006. 粤北花岗岩型铀矿找矿潜力及找矿方向. 铀矿地质, 22 (5): 267~280.
- 黄国龙, 尹征平, 凌洪飞等. 2010. 粤北地区 302 矿床沥青铀矿的形成时代、地球化学特征及其成因研究. 矿床地质, 29 (2): 352~360.
- 金景福, 刘埃平. 1993. 361 铀矿床花岗岩特征和铀源. 矿床地质, 12 (3): 253~264.
- 李月湘, 李田港, 童航寿等. 1995. 201 富铀矿床氢、氧、碳、硫、铅同位素研究. 铀矿地质, 11 (5): 273~277.
- 李子颖, 黄志章, 李秀珍等. 2010. 南岭贵东岩浆岩与铀成矿作用. 北京: 科学出版社, 1~292.
- 商朋强, 胡瑞忠, 毕献武等. 2007. 华南热液铀成矿作用若干问题探讨. 矿物岩石地球化学通报, 26 (3): 290~294.
- 张国全, 胡瑞忠, 蒋国豪等. 2010. 幔源挥发性组分参与 302 铀矿床成矿作用的氢同位素证据. 地球化学, 39 (4): 386~395.
- 张万良. 2011. 华南铀矿类型、特点及其空间分布. 矿产与地质, 25 (4): 265~272.