

诸广山中段庙背垅地区铀成矿地质特征

肖健健, 肖振华, 刘学文

湖南省核工业地质局三〇二大队, 湖南 郴州
Email: 675108371@qq.com

收稿日期: 2021年6月4日; 录用日期: 2021年6月30日; 发布日期: 2021年7月7日

摘要

庙背垅地区位于诸广山岩体中段鹿井铀矿田南部,也是重要的铀成矿区。通过对区内控矿构造基本特征、构造岩及蚀变分带特征、构造控矿及铀矿化特征进行研究,探讨了构造-岩浆活动与铀成矿成因关系,认为庙背垅铀矿床属于中低温热液充填交代成因矿床,且密切与煌斑岩脉、辉绿岩脉等基性岩脉密切相关,提出了本区新的找矿方向及思路。

关键词

庙背垅铀矿, 地质特征, 成矿构造, 基性岩脉, 控矿因素, 诸广山

Geological Characteristics of Uranium Mineralization in Miaobeilong Area, Central Zhuguang Mountain

Jianjian Xiao, Zhenhua Xiao, Xuwen Liu

No. 302 Brigade, Hunan Nuclear Industry Geology Bureau, Chenzhou Hunan
Email: 675108371@qq.com

Received: Jun. 4th, 2021; accepted: Jun. 30th, 2021; published: Jul. 7th, 2021

Abstract

Miaobeilong area is located in the south of Lujing uranium deposit in the middle of Zhuguang Mountain rock mass, and is also an important uranium metallogenic area. Based on the study of the basic characteristics of ore-controlling structure, tectonite and alteration zoning, structural

ore-controlling and uranium mineralization characteristics, the relationship between tectonic-magmatic activity and uranium mineralization is discussed. It is considered that Miaobeilong uranium deposit belongs to medium-low temperature hydrothermal filling metasomatic deposit, and is closely related to basic dikes such as lamprophyre veins and diabase veins. A new prospecting direction and idea in this area are proposed.

Keywords

Miaobeilong Uranium Mine, Geological Characteristics, Metallogenic Structure, Basic Dikes, Ore-controlling Factors, Zhuguang Mountain

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



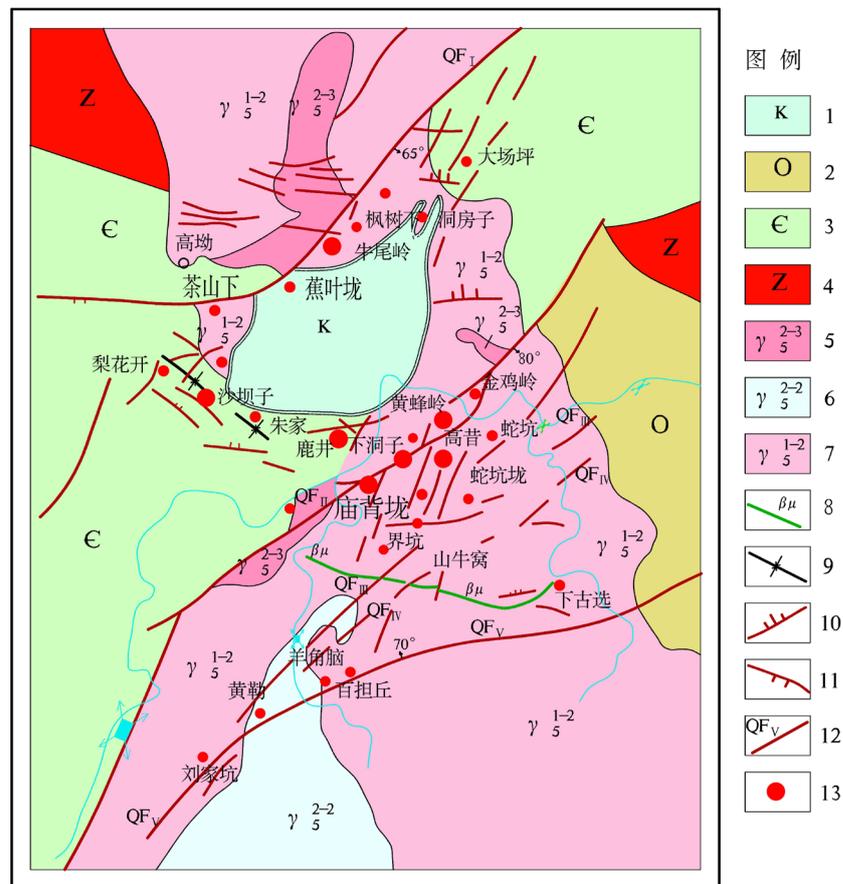
Open Access

1. 前言

铀矿资源是国家重要战略资源,也是保障国家战略性新兴产业发展的关键矿产[1][2]。诸广山岩体中段的鹿井铀矿田成因和空间上均与花岗岩体有着密切的关系[3]。万洋-诸广山岩体是一个多岩浆旋回的巨大复式岩体,万洋-诸广山铀-多金属成矿带是我国五大铀成矿带之一。现已探明铀矿田4处(鹿井、百顺、长江、城口),包括大、中型铀矿床20多个,小型矿床、矿点数十个。其中,位于诸广山岩体中段的鹿井铀矿田经过近五十年的铀矿勘查工作,已探明和控制铀资源储量超万吨[4]。多年来,不少学者对鹿井铀矿田及其矿床地质特征、成岩成矿年龄、成矿流体、矿床成因等方面进行了相关研究[5][6]。近20年来,302大队、230所、306大队、东华理工大学、核工业北京地质研究院等持续在该区开展铀矿地质工作。特别是针对“湖南省诸广山岩体中部铀多金属矿整装勘查区”开展了关键基础地质研究、专项填图与技术应用示范、矿产调查与找矿预测、铀矿地质调查等基础地质科研工作[7][8][9][10][11]。研究对象多为鹿井矿田铀成矿相关的酸性花岗岩和构造,但对与铀成矿相关的基性岩脉研究程度较低。矿田内庙背垅铀矿床经工作研究发现在基性岩脉中发现较富大的铀矿体,其成矿密切与煌斑岩脉、辉绿岩脉等基性岩脉相关[12],该发现为该区铀矿找矿提出一个新的方向及思路。

2. 区域地质背景

庙背垅地区位于诸广山铀成矿带中段的鹿井铀矿田西南部 QF_{II} 号带西段靠接触带(图1)。大地构造位于华南造山带粤湘赣早古生代沉陷带炎陵-汝城冲断褶皱带东部隆起。区域上经历了裂谷盆地阶段、被动大陆边缘盆地转化阶段、陆内造山-岩浆活动阶段和断陷盆地阶段的演化[13][14]。鹿井铀矿田处于闽赣后加里东隆起西部,南北向万洋-诸广山花岗岩带中段最窄处。诸广山岩体处于赣粤湘褶皱区,受九峰-大余东西向隆起带、万洋-诸广山南北向隆起带和万长山北东向隆起带三重控制。其北西面是武功诸广地幔斜坡带,而岩体中心铀成矿的主要部位则为幔坡过渡带,这种褶皱区、隆起叠加区、斜坡带三位一体的区域构造格局,为岩体的形成与演化、构造的发生与发展及相伴产生的铀及多金属元素的活化转移、热流体活动与铀-多金属富集成矿提供了得天独厚的背景条件。区内断裂构造发育,主要为NE向、NNE向、NEE向、NW向、近SN向及近EW向断裂。NE向黄坳断裂、遂川-热水断裂形成的断陷带主要控制了区内铀矿及其他多金属矿产。主断裂的次级构造发育,为铀成矿提供了良好的构造条件[15]。



1-白垩系；2-奥陶系；3-寒武系；4-震旦系；5-燕山早期第三阶段细粒少斑状黑云母二长花岗岩；6-燕山早期第二阶段中细粒(斑状)二云母二长花岗岩；7-印支期第二阶段中粗粒似斑状黑云母二长花岗岩；8-辉绿岩；9-向斜轴；10-东西向挤压带；11-北西向挤压带；12-石英断裂带；13-铀矿床。

Figure 1. Geological map of Lujing ore field

图 1. 鹿井矿田地质略图

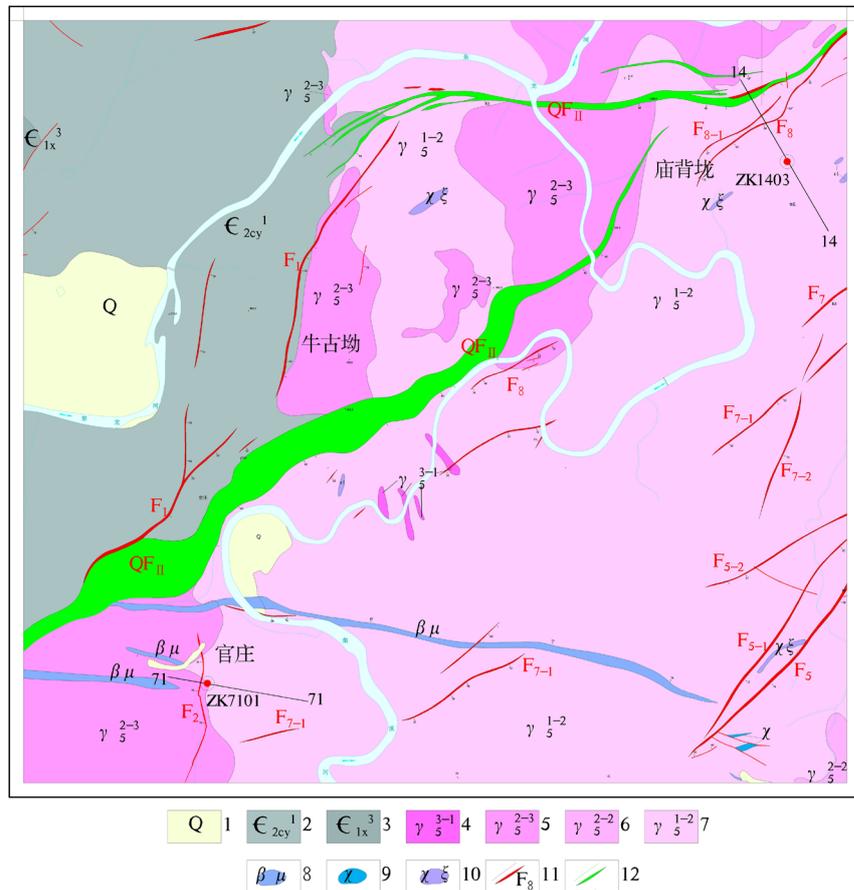
3. 铀成矿地质特征

3.1. 地层

庙背垅外带地层为寒武系浅变质岩石(图 2)，为灰色厚至巨厚层状浅变质石英砂岩、长石石英砂岩为主，夹板岩，板岩中常见星点状和细脉状黄铁矿，铀含量高达 94×10^{-6} (区域背景值为 $5\sim 6 \times 10^{-6}$)，是区内主要含铀层位[16]。

3.2. 岩浆岩

侵入岩为诸广山印支-燕山期复式岩体，主要为印支期第二阶段中粗粒似斑状黑云母二长花岗岩(γ_{5}^{1-2})；燕山早期第三阶段细粒少斑黑云母花岗岩(γ_{5}^{2-3})及脉岩(辉绿岩、煌斑岩和碱交代岩)。印支-燕山期各期次花岗岩的铀含量都高出一一般花岗岩平均铀含量(2.9×10^{-6})的 5~8 倍，具有典型产铀岩体特征。岩石普遍蚀变发育，主要有碱性长石化、硅化、绢云母化、绿泥石化、水云母化等。印支期第二阶段花岗岩(γ_{5}^{1-2})与燕山早期第三阶段花岗岩(γ_{5}^{2-3})接触带常见较强烈的绿色蚀变及硅质脉体充填，为铀成矿提供了有利空间。辉绿岩、煌斑岩和碱交代岩等脉岩侵入为铀成矿提供了有利的条件。



1、第四系；2、寒武系中统茶园头组下段；3、寒武系下统香楠组上段；4、燕山晚期花岗岩；5、燕山早期花岗岩；6、燕山早期花岗岩；7、印支期花岗岩；8、辉绿岩；9、煌斑岩；10、碱交代岩；11、构造角砾岩带及编号；12、石英脉硅化带及石英脉。

Figure 2. Geological map of Miaobeilong area

图 2. 庙背垅地区地质简图

3.3. 构造

庙背垅地区位于鹿井矿田骨干断裂构造 QF_{II} 与 QF_{III} 夹持区内，主要构造为断裂构造，区内不同方向的断裂构造发育，蚀变强烈，是铀成矿极为有利部位。骨干断裂构造 QF_{II} 号带及其次级构造 F₂ 号带与铀成矿密切相关。QF_{II} 号石英硅化断裂带，属热水断裂北段带状撒开部分，宽 5~150 m，总体走向 NE60°~65°，SE 倾，倾角 45°~65°沿走向多处出现分枝、复合现象；构造带物质成分复杂，活动期次多，结构面性质经多次转换；其上、下盘的分枝和平行次级构造夹持部位，形成一定范围的碎裂蚀变花岗岩带，成为赋矿有利围岩。F₂ 号构造角砾岩带穿切 γ_5^{2-3} 与 γ_5^{1-2} 接触部位，走向长约 550 m，宽 2~5 m，总体走向 345°~20°，总体倾向西，倾角 68°~78°，倾角较陡；该构造角砾岩物质成分主要为花岗岩挤压破碎后形成的角砾，多为棱角状，胶结物为岩粉和长石、石英等矿物碎屑，经硅化，胶结较紧密；带内暗褐红色赤铁矿极发育，呈线状沿裂隙发育，蜡状淡黄绿色水云母化、胶状黄铁矿、绿泥石化等，为赋矿有利围岩。

3.4. 含矿岩性及围岩蚀变特征

庙背垅地区的含矿岩性有官庄矿段的碎裂蚀变花岗岩及庙背垅地段的煌斑岩，官庄地段含矿岩性为印支期第二阶段中粗粒似斑状黑云母二长花岗岩(γ_5^{1-2})与燕山早期第三阶段细粒少斑黑云母花岗岩(γ_5^{2-3})；

庙背垅地段含矿岩性除以上两种还有基性煌斑岩脉。

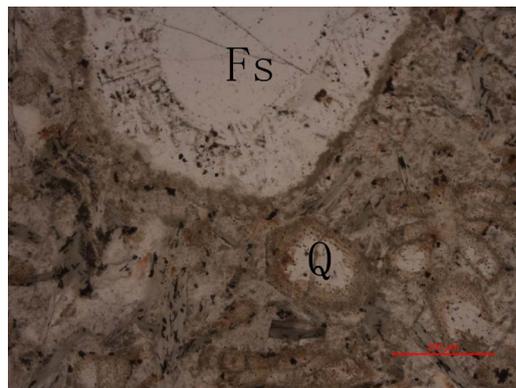
官庄地段铀矿体产于 F_2 号带及下盘的构造碎裂蚀变岩内，碎裂岩原岩为印支期第二阶段中粗粒似斑状黑云母二长花岗岩(γ_5^{1-2})与燕山早期第三阶段细粒少斑黑云母花岗岩(γ_5^{2-3})，含矿岩石颜色为棕红色、紫红色、暗红色，发育有胶状黄铁矿、浸染状黄铁矿、棕红色玉髓细脉、浅肉红色方解石脉，矿石呈胶结角砾状或角砾网脉状。

庙背垅地段其含矿岩性为煌斑岩，以岩枝状在深部侵入，浅绿色、暗灰色，风化后呈黄色，煌斑(斑状)结构，块状构造，斑状结构，斑晶为单晶或多晶石英，边部蚀变较强，蚀变矿物为绢云母，个别斑晶为重结晶的石英，斑晶大小可达 1.0~2.0 mm，含量约为 10%~15%，主要矿物为斜长石、黑云母、石英等(图 3、图 4)。长石含量约 40%，自形 - 半自形，蚀变矿物为极细小的水云母、绿泥石等；黑云母含量约 40%，呈自形的针片状，无定向排列，多蚀变为绿泥石；石英含量 15%~20%，呈自形六边形斑晶，边缘北交代蚀变；见有方解石细脉、少量浅棕色玉髓细脉和少量黄铁矿细脉。



Figure 3. Photographs of lamprophyre in borehole Zk1403

图 3. Zk1403 孔中煌斑岩照片



Fs: 长石; Q: 石英。

Figure 4. Porphyry-photo (transmitted light)

图 4. 煌斑岩 - 光片(透射光)

庙背垅地区铀矿体围岩虽然较复杂，但不同岩性中的矿石物质组成、热液蚀变类型和成矿物质来源、成矿温度等均一致性较高，均属于中低温热液成矿，铀矿化对赋矿主岩的选择性不明显，属于同一成矿作用系列产物[17]。诸广山岩体中部铀矿床根据已发现大小铀矿床的产出部位及矿化特征，分为岩体内带型、岩体外带型、岩体内接触带型铀矿床，其中岩体内带型铀矿床又分为硅质脉型、碎裂蚀变岩型两

个亚类。庙背垅矿床矿体与以羊角脑矿床为代表岩体内带型硅质脉亚类和以黄峰岭矿床为代表的岩体内带型碎裂蚀变岩亚类又稍有区别。其矿体的形成密切与基性煌斑岩脉和辉绿岩脉相关。基性岩脉与鹿井矿田骨干断裂构造 QF_{II} 及其次级构造共同控制了庙背垅铀矿体的产出。特别是与辉绿岩相关的铀矿体成矿类型类似于下庄地区的“交点型”铀矿床[18]，为鹿井矿田找矿提供新的找矿方向及思路。

3.5. 铀矿体特征

庙背垅地区铀矿体受含矿构造控制明显，矿体产状基本与含矿断裂构造一致。其中官庄地段铀矿体空间分布及形态与含矿构造 F_2 密切相关，其产状与含矿构造 F_2 产状一致，呈近北东向展布，陡倾角，近直立，矿体呈脉状，似层状；铀矿物主要为沥青铀矿，伴生金属矿物主要有黄铁矿(图 5)。脉石矿物主要有方解石、微晶石英、玉髓等。

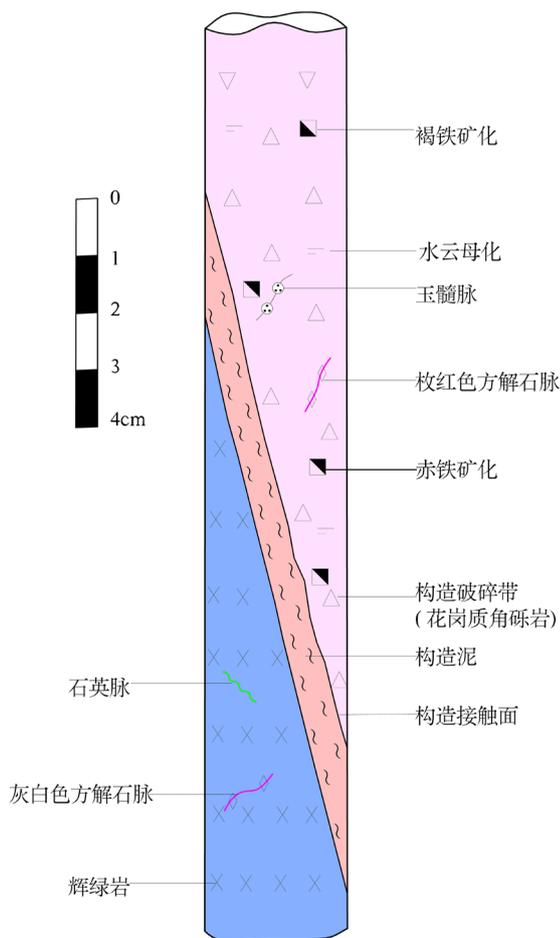


Figure 5. Ore sketch map of ZK7101 borehole in Guanzhuang ore section

图 5. 官庄矿段 ZK7101 孔中矿石素描图

庙背垅地段的铀矿体产状基本与沿 QF_{II} 号带构造上侵的煌斑岩脉产状一致，走向北东东，矿体呈脉状，围岩均有不同程度的碎裂蚀变。铀矿体为深灰色、深黑绿色，发育浅肉红色方解石细脉、浅棕红色玉髓细脉、黄铁矿细脉。铀矿物主要为晶质铀矿，伴生金属矿物主要有黄铁矿(图 6、图 7)。脉石矿物主要有方解石、玉髓等。

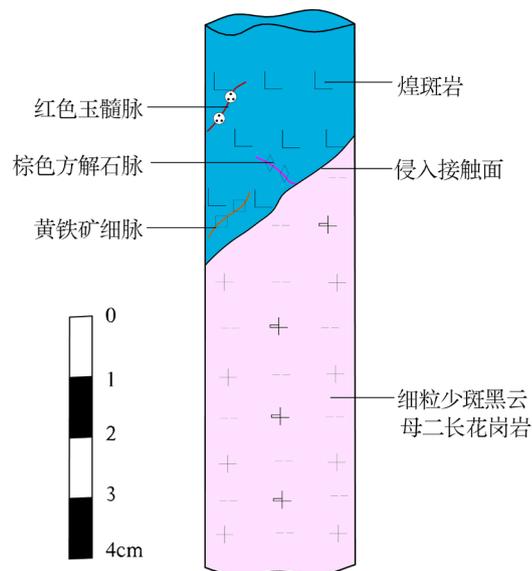
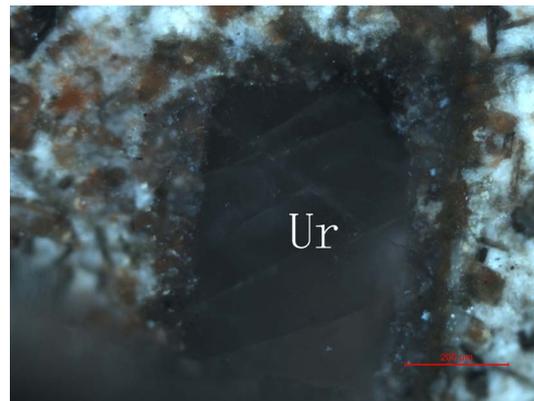


Figure 6. Ore sketch map of borehole ZK1403 in Miaobeilong ore section

图 6. 庙背垅矿段 ZK1403 孔中矿石素描图



Ur: 晶质铀矿。

Figure 7. Crystalline uranium ore in ZK1403 borehole

图 7. ZK1403 孔中矿石中的晶质铀矿

4. 控矿因素分析

庙背垅地区为鹿井矿田内远景区之一，具有十分有利的区域铀成矿地质背景，处于区域深大断裂交汇区，印支 - 燕山期复式岩体出露区。外带富铀地层广泛分布区，成矿酸性花岗岩强烈活动区，热液脉体活动发育区。区别于鹿井矿田内其他矿床，该区辉绿岩与煌斑岩等基性岩脉活动发育，且基性岩脉与构造共同控制了该区铀成矿。这些是低温热液铀矿床成矿的地质前提。该区具体的控矿因素有：

1) 庙背垅位于区域遂川(矿田 QF_I) - 热水(矿田 QF_V)深大断裂夹持的断陷带内及丰州洼陷盆地的边缘。矿田控制构造 QF_{II} 号带西段上、下盘次级构造发育区，成矿体辉绿岩脉、煌斑岩脉多有出露或隐伏发育，为铀矿床的产出提供良好的成矿地质条件，构造与基性岩脉相加及叠加区为成矿有利结构面。

2) 矿体一般产于成矿构造带内及两侧碎裂红化蚀变岩中，尤其是不同成矿地质体(花岗岩、辉绿岩、煌斑岩脉)与前期岩体侵入接触界面并有成矿构造发育，穿切部位对成矿更为有利。

3) 官庄地段近南北向展布的 F_2 硅化角砾岩带, 发育在成矿地质体 γ_5^{2-3} 与中粗粒似斑状黑云母花岗岩体侵入接触界面附近, 又有近东西走向的辉绿岩脉与之交切, 官庄地段矿体直接产在成矿构造 F_2 硅化角砾岩带内, 而且矿体的形态、规模、产状和品位与 F_2 号带的发育程度关系密切。

4) 庙背垅矿段矿体产在 QF_{II} 号带下盘次级构造夹持部位, 并有细粒少斑状黑云母花岗岩(成矿地质体)呈岩枝状产出。不同处是前者产于成矿地质体两侧的碎裂红化蚀变花岗岩中(γ_5^{1-2}), 后者则产在沿细粒少斑状黑云母花岗岩(γ_5^{2-3})与中粗粒似斑状黑云母花岗岩接触界面侵入的煌斑岩脉中, 而且含矿的浅红色方解石脉也较为发育。

综上所述, 该区铀成矿控矿因素是: 成矿地质体是基础, 构造是主导, 结构面是环境, 热液脉体活动是条件, 四者缺一不可。

5. 结论

诸广山岩体中段的鹿井铀矿田经过近五十年的铀矿勘查工作及基础地质科研工作, 对该区铀成矿与区内多期次花岗岩体和构造关系密有较深的认识, 也形成了共识。但对区内基性岩脉与铀成矿相关的研究程度较低。矿田内庙背垅铀矿床经工作研究发现在基性岩脉中发现较富大的铀矿体, 该发现为该区铀矿找矿提出一个新的方向及思路。

庙背垅地区在鹿井矿田优越的区域成矿地质背景下, 区内大面积出露富铀酸性花岗岩、及富铀的后期基性岩浆的多次侵入活动, 基性辉绿岩脉、煌斑岩脉多有出露或隐伏发育, 是成矿地质体发育区, 是成矿的基础; 区内 QF_{II} 号带西段上、下盘次级构造发育, 多期次的控矿、含矿构造活动, 并复合、穿切成矿地质体与前期岩体接触界面为含矿流体的运移、聚集提供了通道和成矿结构面, 其间伴随的多期次圈岩蚀变和热液脉体活动为铀的活化、富集成矿提供了空间和良好的物化环境。富铀的辉绿岩、煌斑岩等基性岩脉的多次活动为成矿提供铀源基础, 成矿构造的复合、穿切是主导, 广泛发育的多种围岩蚀变是前提, 含铀的热液脉体活动是关键, 铀成矿四者缺一不可。

庙背垅地区以往的地质工作程度相对较低, 官庄地段控矿构造为近南北走向的 F_2 有较好的找矿前景, 与 F_2 相切的辉绿岩内有铀矿化, 在 F_2 附近地表出露有多条近平行的呈近东西走向的辉绿岩脉, 类比广东下庄矿田的交点型矿床, 在该地区或可探寻该类型铀矿床。庙背垅地段控矿构造 QF_{II} 下盘次级构造与隐伏侵入的煌斑岩复合叠加区揭露有厚大铀矿体, 属于隐伏矿体, 该区段隐伏煌斑岩与构造复合区可作为下步找矿方向, 争取找矿突破。

参考文献

- [1] 毛景文, 杨宗喜, 谢桂青, 等. 关键矿产——国际动向与思考[J]. 矿床地质, 2019, 38(4): 689-698.
- [2] 王登红. 关键矿产的研究意义、矿种厘定、资源属性、找矿进展、存在问题及主攻方向[J]. 地质学报, 2019, 93(6): 1189-1209.
- [3] 熊沈浜, 刘学文, 肖健健, 等. 鹿井矿田铀矿床成矿系列研究[J]. 有色冶金设计与研究, 2020, 41(4): 4-7.
- [4] 李德平, 王志成, 范少云. 鹿井铀矿田危机矿山后备资源勘查地质经济的初步分析[J]. 铀矿地质, 2006, 22(5): 315-319.
- [5] 张万良, 吕川, 韦金文. 鹿井铀矿田成矿地质特征及成因[J]. 矿床地质, 2010, 29(S1): 162-164.
- [6] 董恒达, 郑翔. 湘东南鹿井矿田与花岗岩有关铀矿床地质特征及成因[J]. 江西科学, 2015, 33(1): 20-24, 51.
- [7] 肖振华, 刘学文, 肖健健, 等. 湖南省诸广山岩体中部铀矿整装勘查区矿产调查与找矿预测子项目成果报告[R]. 湖南省核工业地质局二零二大队, 2019.
- [8] 庞雅庆, 高飞, 夏宗强, 等. 诸广山岩体南部区域铀成矿模式及找矿方向[J]. 铀矿地质, 2015(z1): 198-205.
- [9] 王前林, 蒋红安, 欧阳平宁, 等. 诸广中段中山地区铀矿床地质特征及找矿潜力分析[J]. 铀矿地质, 2017, 33(1): 16-21.

-
- [10] 刘翔, 陈小东, 邓志强, 等. 湖南省铀矿床类型、成矿系列成矿谱系与找矿新进展[J]. 地质学报, 2020, 94(1): 127-148.
- [11] Xiao, Z.-H., Xiong, S.B., Li, C.-H., Liu, Y., Yang, Z.-D., Feng, X.-X. and Liu, X.-W. (2020) Types of Uranium Deposits in Central Zhuguang Mountains in Hunan Province, South China and Their Metallogenic Regularity and Prospecting Directions. *China Geology*, 3, 411-424.
- [12] 肖健健, 肖振华, 张新民, 等. 湖南省汝城县庙背垅地区铀矿普查报告[R]. 湖南省核工业地质局二零二大队, 2019.
- [13] 柏道远, 黄建中, 李金冬, 等. 华南中生代构造演化过程的多地质要素约束——湘东南及湘粤赣边区中生代地质研究的启示[J]. 大地构造与成矿学, 2007(1): 1-13. <https://doi.org/10.16539/j.dgzzyckx.2007.01.001>
- [14] 柏道远, 黄建中, 刘耀荣, 等. 湘东南及湘粤赣边区中生代地质构造发展框架的厘定[J]. 中国地质, 2005(4): 33-46.
- [15] 孙岳, 潘家永, 肖振华, 等. 诸广山中部鹿井铀矿田构造解析与找矿远景探讨[J]. 中国地质, 2020, 47(2): 362-374.
- [16] 邵飞, 朱永刚, 郭湖生, 等. 鹿井矿田铀成矿地质特征及找矿潜力分析[J]. 铀矿地质, 2010, 26(5): 295-300.
- [17] 李先福, 李建威, 傅昭仁. 湘赣边鹿井矿田与走滑断层有关的铀矿化作用[J]. 地球科学, 1999, 24(4): 476-479.
- [18] 王其正, 吴烈勤, 张国玉. 粤北中洞地区“交点型”铀矿成矿控制因素研究[J]. 中国核科技报告, 2007(2): 157-177.