

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2018.04.005

大别山北麓罗山地区中生代火山岩 盆地铀成矿预测

温国栋,张盼盼,陈化凯,莫鸿飞,阿丽莉,张六虎,曾庆海,李明

(河南省核工业地质局,郑州 450044)

摘要: 文章以大别山北麓罗山地区中生代火山岩盆地为研究区对象,在分析盆地火山岩特征及含铀性的基础上,结合现代火山岩型铀成矿理论,认为罗山中生代火山岩盆地具有较好的铀成矿潜力。同时,探讨了罗山冯楼地区铀矿成因,建立了“两层楼”铀成矿模式,并预测本区的主要找矿位置为火山机构内部、盆地基底不整合面上下与切盆断裂交切带内,次要的找矿位置为火山岩盆地内的氧化还原界面附近。

关键词: 大别山北麓;中生代;火山岩盆地;铀成矿潜力;河南省

中图分类号: P619.14;P612 **文献标识码:** A

0 引言

火山岩型铀矿是指成因方面间接或直接与火山作用有关的热液型铀矿床,即铀矿床形成有火山活动参与。火山岩型铀矿床既是目前世界上一种重要的铀矿类型,主要分布在俄罗斯、哈萨克斯坦、加拿大、美国、澳大利亚、意大利等地。火山岩型铀矿床约占我国已发现铀矿类型的20%,也是我国重要的铀矿类型之一。

我国陆相火山岩系主要呈“三撇、二横、一竖”分布^[1]。大别山北麓火山岩盆地是河南省发育最大的中生代火山岩盆地,在以往的勘查工作中,发现了较多的铀异常点、数个铀矿化点和一个铀矿点,其中在冯楼地区白垩系陈棚组中圈定了数十吨的铀资源量。此外,在盆地边缘(外侧)发现有柳林、任山两个小型热液型铀矿床^[2-3]。

罗山地区中生代火山岩盆地在:1)盆地性质及

规模、2)盆地基底含铀建造、3)火山岩盆地盖层、4)火山岩盆地内部切盆断裂构造发育程度、5)剥蚀程度等方面,与相山铀矿田具有一定的可比性,具有发现火山岩型铀矿床的潜力。本文从其成矿地质背景及火山岩盆地基底特征、断裂发育情况、火山岩特征及含铀性等方面入手,分析铀矿化特征及铀矿成因,并建立成矿模式和提出找矿靶区。

1 成矿地质背景概述

大别山构造带形成于三叠纪扬子地块与华北地块之间的陆陆碰撞作用(图1a),它是由多个形成于不同构造环境,有着各自独立的建造、变质变形和构造演化序列的构造地层地体,经过多期次拼贴聚合形成的复杂构造带^[4-5],由南向北分为4个构造-岩石单元^[6]。

大别山北麓由北大别山变质杂岩带和北淮阳构造带两个构造-岩石单元组成。区内断裂构造十

收稿日期: 2017-09-18; 改回日期: 2018-09-05; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 中国地质调查局地调项目(编号:12120113076600)、河南省国土资源厅科研项目(编号:2013-17)联合资助。

作者简介: 温国栋(1985—),男,工程师,本科,主要从事地质矿产勘查工作。通信地址:河南省郑州市惠济区开元路27号,河南省核工业地质局;邮政编码:450044;E-mail:646840009@qq.com

通信作者: 张盼盼(1986—),男,工程师,硕士研究生,主要从事地质矿产勘查工作。通信地址:河南省郑州市惠济区开元路27号,河南省核工业地质局;邮政编码:450044;E-mail:ppanzhang100200@126.com

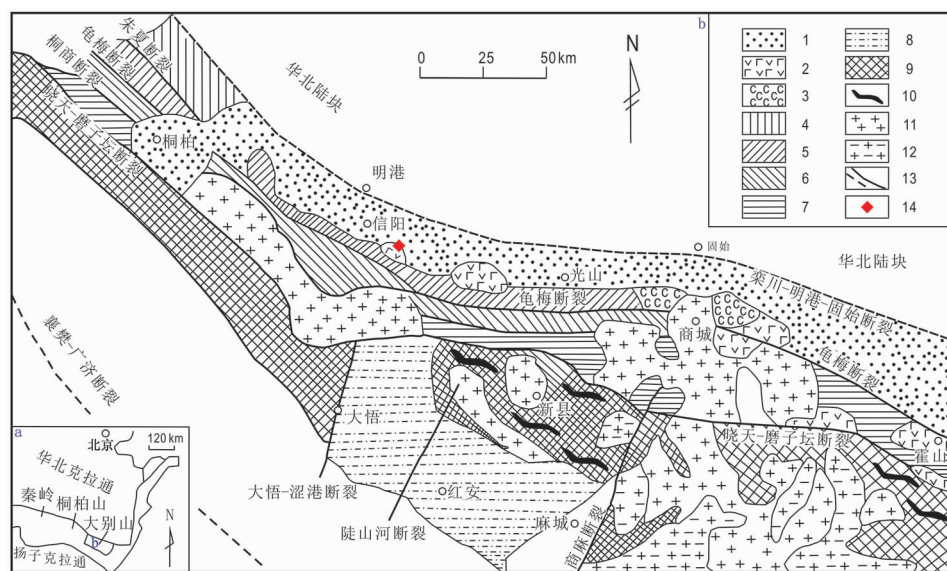
图1 大别山北麓地质图^[7]

Fig. 1 Geological map of Northern Dabie Mountain

1. 中新世沉积物(K-E); 2. 白垩纪火山岩(K); 3. 下石炭统花园墙组(C); 4. 二郎坪群(Pt₃-P₂);
5. 秦岭群变质岩(Pt_{2qn}); 6. 龟山组(Pt_{2g})、南湾组(Dn); 7. 肖家庙岩组(Z-O₁);
8. 红安群含磷变质岩(Pt₃); 9. 大别-桐柏变质杂岩(Ar₃-Pt₁); 10. 超高压变质榴辉岩;
11. 燕山期花岗岩; 12. 晋宁期花岗岩类; 13. 实测和推测断层; 14. 工作区位置

分发育,近EW向的大型断裂有龟山—梅山断裂、桐柏—商城断裂,NNE向断裂有大悟—涠港断裂、陡山河断裂、商城—麻城断裂(图1b)。此外,尚有NNE向—NE向次级断层、NW向断层,它们对该区金属矿产资源形成具有重要的作用。区内火山岩直接覆盖在中生代之前的岩石之上,盆地基底由上下两层组成:下层由古元古界秦岭群和中元古界涠湾组、龟山组等构成,主要岩性为片岩、片麻岩等;上层由早古生代花岗闪长岩—石英闪长岩等构成。火山岩为下白垩统陈棚组(K_{1c}),主要岩性为熔结凝灰岩、晶屑玻屑凝灰岩、粗面岩、珍珠岩、流纹斑岩、膨润土及含沸石流纹质角砾熔岩等。河南省地质矿产勘查开发局第三地质调查队曾将陈棚组划分为5段^[8],原核工业三〇八将其划分为4段^[9],本文根据火山岩的岩性特征并结合前人成果资料,认为将陈棚组(K_{1c})划分为上(K_{1c}³)、中(K_{1c}²)、下(K_{1c}¹)三段最佳。火山岩上覆盖层为上白垩统周家湾组(K_{2z}),主要岩性为含砾凝灰质砂岩和砂砾岩。

罗山中生代火山岩盆地发育于大别山北麓西段信阳东南部,地处北秦岭褶皱带与潢川凹陷的衔接部位,是我国东部火成岩省的重要组成部分,其形成受我国东部中生代燕山期地球动力学制约(图2),属山前伸展断陷盆地,其形成经历了早侏罗世拗陷

阶段、中晚侏罗世伸展阶段、晚侏罗世—早白垩世早期逆冲阶段和早白垩世晚期的伸展或走滑阶段4个阶段^[10]。火山喷发发生在130~136 Ma之间,火山岩直接覆盖在白垩纪早期的褶皱隆起上,属于上叠式陆相火山盆地喷发环境,且该区的火山岩氧化度普遍较高^[11],可见到红色氧化顶;火山碎屑岩分选差、相变快,柱状节理十分发育^[12]。

火山岩盆地内火山机构发育,仅冯楼地区就有火山通道14处,且可以划分出火山通道充填相、火山爆发相、火山侵入—溢流相、火山侵入—次火山岩相、火山喷发沉积相及火山沉积喷发相六个岩相。火山喷发为裂隙—中心复合式喷发,经历了三个火山喷发旋回,火山塌陷主要形成于第二旋回和第三旋回时期。已发现的表层铀矿(化)与这两期次的喷发密切相关^[9]。

2 火山岩特征及含铀性

2.1 火山岩岩石化学特征

本次在研究区的不同位置采集具有代表性的岩石样品15个。火山岩主量元素分析由河南省核工业放射性核素检测中心承担,分析仪器为帕纳科X

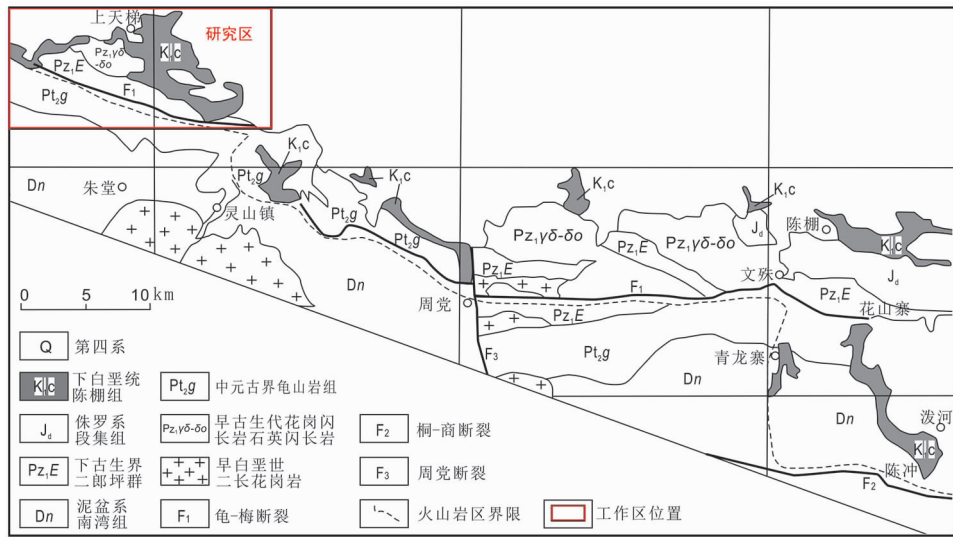


图 2 大别山北麓中生代火山岩地质简图^[10]

Fig. 2 Geological sketch showing the distribution of Mesozoic volcanic rocks in northern Dabie Mountain

表 1 大别山北麓罗山地区陈棚组火山岩主量元素含量分析结果

Table 1 Analysis of major elements of volcanic rocks of Chenpeng Formation in Luoshan area of Northern Dabie Mountain

样号	HX-1	HX-2	HX-3	HX-4	HX-5	HX-6	HX-7	HX-8	HX-9	HX-10	HX-11	HX-12	HX-13	HX-14	HX-15
岩石类型	熔结凝灰岩	流纹质熔结凝灰岩	流纹质熔结凝灰岩	英安岩	英安岩	英安岩	晶屑凝灰岩	晶屑凝灰岩	流纹岩	流纹岩	流纹岩	珍珠岩	珍珠岩	沸石化玻屑凝灰岩	粗面凝灰岩
取样位置	佛山	皇城山	皇城山北	双桥	双桥	响湾	打石窝	杨家湾	上天梯	杨家湾	杨家湾	杨家湾	杨家湾	杨家湾	双桥
SiO ₂	80.50	77.76	70.89	69.17	69.73	64.12	74.19	74.14	73.16	77.50	74.37	75.17	71.85	67.24	72.76
TiO ₂	0.14	0.23	0.32	0.36	0.55	1.04	0.29	0.25	0.15	0.06	0.07	0.09	0.11	0.35	0.38
Al ₂ O ₃	11.11	14.08	13.52	14.50	14.74	15.50	12.63	12.34	12.32	10.74	11.18	11.48	12.22	12.01	13.52
Fe ₂ O ₃	1.35	1.04	1.14	2.42	2.28	4.36	1.17	1.14	0.93	0.86	0.76	0.73	0.60	11.16	0.76
FeO	0.38	0.34	0.55	0.39	0.61	0.49	0.25	0.25	0.83	0.50	0.48	0.46	0.41	0.10	0.41
MnO	0.08	0.03	0.06	0.02	0.01	0.04	0.01	0.02	0.07	0.03	0.04	0.04	0.05	0.02	0.05
CaO	0.23	0.20	0.93	1.70	1.52	1.55	0.48	0.45	1.02	0.54	0.79	0.84	1.15	1.92	0.31
MgO	0.15	0.13	0.56	0.42	0.33	0.97	0.35	0.25	0.27	0.24	0.25	0.27	0.29	1.01	0.40
K ₂ O	0.14	0.10	4.63	4.71	4.34	4.80	5.80	5.76	4.21	4.40	4.23	4.09	3.78	2.57	5.76
Na ₂ O	0.20	0.08	1.91	3.38	2.89	1.33	1.56	1.47	2.85	2.78	2.82	2.86	2.93	0.51	1.45
P ₂ O ₅	0.02	0.08	0.06	0.15	0.19	0.67	0.05	0.03	0.08	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.09
LOI	4.38	5.18	4.69	2.14	2.04	4.68	3.18	3.26	3.15	1.49	4.87	3.77	6.04	3.02	3.25
Total	98.66	99.25	99.26	99.36	99.23	99.55	99.96	99.36	99.04	99.16	99.88	99.82	99.46	99.96	99.14
σ	0.00	0.00	1.53	2.50	1.96	1.78	1.74	1.68	1.60	1.49	1.58	1.50	1.56	0.39	1.75
w(K ₂ O+Na ₂ O)	0.34	0.18	6.54	8.09	7.23	6.13	7.36	7.23	7.06	7.18	7.05	6.95	6.71	3.08	7.21
w(K ₂ O)/w(Na ₂ O)	0.71	1.25	2.42	1.39	1.50	3.61	3.72	3.92	1.48	1.58	1.50	1.43	1.29	5.04	3.97

量单位: w_B/%

荧光仪,型号为PW4400;表1为火山岩主量元素分析分析结果。

可以看出火山岩的 SiO₂ 含量在 w(SiO₂) = 64.14%~80.50%,酸度较高。CaO 含量 w(CaO) = 0.20%~1.92%,平均值为 0.91%,含量较低且变化较大。碱含量 w(K₂O + Na₂O) = 0.18%~

8.09%,平均值为 5.89%,变化较大,且 w(K₂O) > w(Na₂O)、w(K₂O)/w(Na₂O) > 1。

从图 3a 可以看出,该区火山岩投点均落在硅-碱图的亚碱性区域;而在图 3b 中,火山岩大部分点落在硅-钾图中的高钾区域,因此该区的火山岩属于高钾系列。此外,火山岩岩石组合指数 σ = 0~2.5,

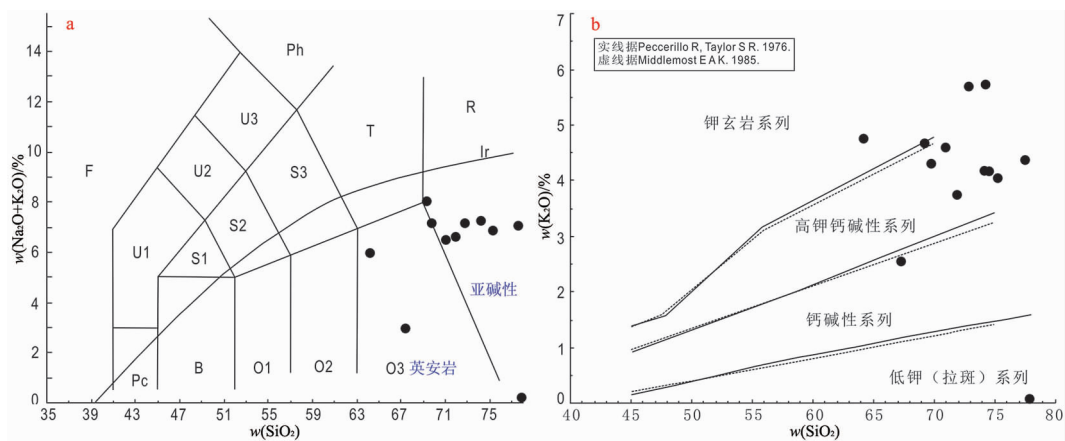


图 3 大别山北麓罗山地区陈棚组火山岩硅-碱和硅-钾图解^[13-15]

Fig. 3 TAS and $w(K_2O)$ vs $w(SiO_2)$ diagram of volcanic rocks in Chenpeng Formation of Luoshan area in the Northern Dabie Mountain

平均值为 1.4,说明本区火山岩属钙性组合。因此,该区火山岩属于高钾钙碱性火山岩系。

由于本区未发育玄武岩,因此,推测本区火山岩为由黏土或富含云母的石英质沉积岩在一定的温压条件下经过熔化而形成的,即由混入大量壳源物质的幔壳混熔型岩浆派生的中酸性英安质岩浆演化而成的(这与杨梅珍等^[12]得出的结论相吻合);这种大量壳源物质主要由洪湾组和龟山组的含铀岩石组成,从而为铀矿的形成提供有效而丰富的含铀热液或热气,并且这种中酸性的岩浆岩能够为铀矿形成提供必要条件。

2.2 含铀性

研究区火山岩面积广、厚度大,其铀含量 $w(U) = 5.7 \times 10^{-6} \sim 15.0 \times 10^{-6}$,远高于同类岩石的地壳平均值^[16]。

地面伽玛总量测量结果(表 2)显示,该区的陈棚组火山岩的放射性强度平均值一般在 24×10^{-6} 以上,明显高于周围岩石的平均值 17×10^{-6} ,特别是晚期喷发的火山碎屑岩其值一般都在 21×10^{-6} 以上,平均值在 46×10^{-6} 以上,最高可达 220×10^{-6} 。杨梅珍等^[12]对罗山双桥火山岩地区取锆石样打点分析 U 品位一般在 $w(U) = 0.012\% \sim$

0.063% ,个别样品打点品位最高可达 $w(U) = 0.348\%$,达到工业品位的 6 倍以上;而珍珠岩样品的平均铀含量为 $w(U) = 14.2 \times 10^{-6}$,沸石化玻屑凝灰岩平均铀含量为 $w(U) = 8.38 \times 10^{-6}$,均属于富铀岩石。

此外,该区属于航空放射性 U 偏高场区、异常区和水化异常高场区^[8,17],并且以往工作已在研究区发现了多个异常点、铀矿化点和矿点。由此可以说明:研究区火山碎屑岩具有较好的含铀性,特别是白垩纪晚期的火山岩碎屑岩。

3 铀矿化特征

在以往的地质勘查中,已在研究区陈棚组火山碎屑岩中发现多个含铀层,其含矿岩石以流纹质晶屑凝灰岩、流纹质玻屑凝灰岩为主。矿化主要受火山机构、断层和层位控制;矿体呈透镜状、似层状、层状,矿化厚度一般为 $0.80 \sim 2.00$ m,最大厚度可达 5.10 m,矿体产状与地层基本保持一致(图 4),总体倾向 NNE,倾角较缓,一般在 $8^\circ \sim 15^\circ$ ^[18]。矿层的品位 $w(U) = 0.070\%$,最高可达 0.135% 。

表 2 罗山地区主要岩性地表伽玛测值统计表

Table 2 Statistics of the γ intensity of the major rocks at surface in Luoshan area

地层代号	岩性	统计点数	伽玛值最低值/ 10^{-6}	伽玛值最高值/ 10^{-6}	伽玛值平均值/ 10^{-6}
γ_2^2	燕山期花岗岩	18	12	20	17
K_1c^1	陈棚组下段含角砾凝灰岩	24	18	33	24
K_1c^2	陈棚组中段熔结凝灰岩	21	21	117	46
K_1c^3	陈棚组上段蒙脱石黏土岩	81	29	220	55

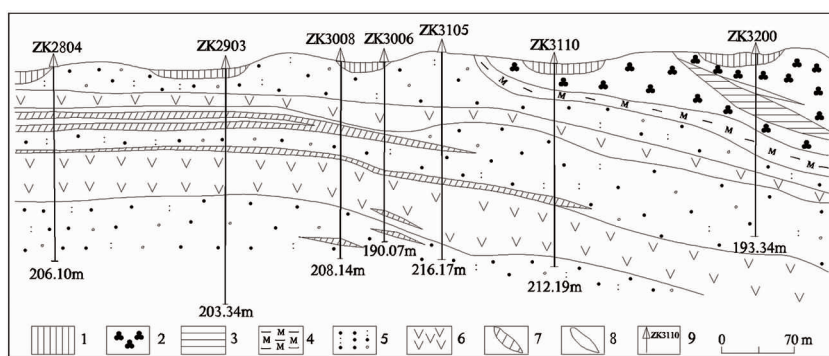
图4 冯楼铀矿点矿体纵投影图^[7]

Fig. 4 Vertical projection of Uranium ore occurrences in Fenglou area

1. 第四系黄土; 2. 珍珠岩; 3. 页岩; 4. 膨润土; 5. 含砾凝灰质砂岩; 6. 火山岩;
7. 铀矿化层; 8. 铀异常层; 9. 钻孔及编号

铀矿化主要位于含铀岩层的变异部位和断裂带的两侧。主要产在吸水性和透水性较好的火山岩岩层中,且铀矿化与黄铁矿、腐植质及炭屑等具有还原或吸附作用的物质关系密切,上述物质发育地段就是铀矿富集地段^[18]。

铀主要以吸附状态存在于岩屑、胶状黄铁矿、沸石及腐植质中。围岩蚀变有红化、黏土岩化(即高岭土化、伊利石化、蒙脱石化)、沸石化及硅化。本区一般有红化就有铀的偏高反映,红化愈强铀含量愈高。在部分红化岩石的周围见有褪色晕。红化蚀变岩石中的 Fe_2O_3 含量普遍较高,推测可能与火山喷发后期混合水(天然水+热液水)活动作用的有关。

此外,研究区白垩系陈棚组岩石具有铀浸出率较高的特征,说明该区的铀多呈活性铀离子形式存在,容易被活化及转移^[17]。

的产铀火山岩盆地特征,可以确定研究区所处的盆地为产铀火山岩盆地,且符合“两层楼”成矿模式,即“基底+火山岩盖层”模式(图5)。

首先,富含铀的火山碎屑岩(特别是中后期火山喷发岩)由于火山的喷发而被带出来,同时随着火山碎屑的沉积而进行初次沉积聚集,此时铀比较分散,只显示异常,不能成矿,这是研究区大面积陈棚组火山碎屑岩虽地表放射性强度较高而没有发育成矿的原因。

在沉积之后,由于受到雨水淋漓和地下水的运移作用,使得周围海拔相对较高处火山碎屑岩中的铀被活化而淋滤出来,并随着地表水或地下水迁移至古隆起控制的火山洼地中,在古氧化还原界面附近部分铀或被 Fe^{2+} 等还原物质还原沉淀、或被碳质或黏土吸附进行铀再次的富集,此时可能形成具有

4 成因探讨及成矿预测

4.1 成因探讨

以往研究认为,研究区的铀矿体埋藏浅,位于氧化还原过渡带内。黄宏业等^[16]认为研究区已发现的表层铀矿化是由于含铀地下水在水化学条件改变使铀沉降下来,被碳质或黏土矿物吸附所形成。

本次通过对大别山北麓罗山地区中生代火山岩盆地铀矿(化)特征等分析表明,研究区铀矿(化)与济源盆地铀矿(化)形成具有一定的相似性^[19],铀以易于浸出的活泼形态存在,铀矿(化)形成与含铀地下水的迁移有关,且与氧化还原界面密切相关,并随氧化还原界面变化而变化。根据黄净白等^[20]提出

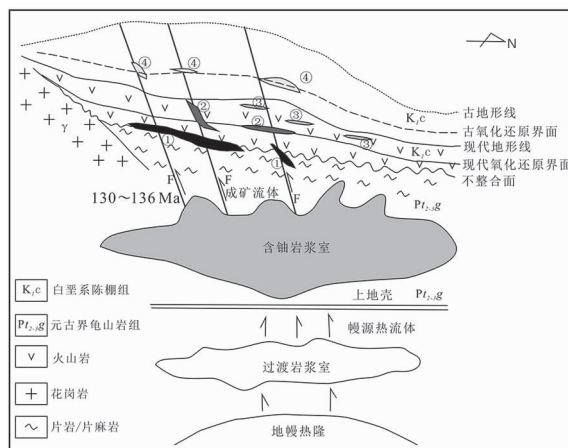


图5 罗山地区火山岩型铀矿床成矿模式示意图

Fig. 5 Metallogenic model of volcanic type uranium deposits in Luoshan area

一定规模和强度的铀矿(化)。次要含矿层主要形成在该阶段。

后期,由于持续的火山喷发作用使得火山机构内部压力逐渐降低造成火山塌陷,从而在火山口附近形成环形的断裂构造和由断裂构造引起的次一级裂隙,富含铀的热液沿断裂上涌并与降雨、地下水等进行混合形成富铀溶液(混合水),同时激活古氧化还原带内的铀,而此时的氧化还原界面也由于火山作用发生改变,这些富铀溶液在地下水动力条件的作用下沿裂隙迁移。在迁移过程中,部分铀在水化条件改变时沉降下来,或被碳质、黏土矿物吸附,在断裂裂隙、次级裂隙和火山通道附近等有利部位进行富集成矿,部分随地下水被再次迁移至新的氧化还原界面附近,在黄铁矿等还原剂的作用下再次沉淀富集,同时在转移沉淀过程中 Fe^{2+} 被氧化形成红化,而红化越强表明被还原的铀越多,这是红化愈强铀含量愈高的原因。当氧化还原界面附近的铀被完全还原后,仍有较多还原剂时,氧化的 Fe^{3+} 被多余的还原剂还原造成红化消失,就造成岩石的“褪色”现象。然而,由于氧化还原界面是动态变化的,在地质历史时期经历了多次变化,因此形成了该区的多层铀矿化(如图5中的②、③和④)。

总体来说,研究区古元古界秦岭群和中元古界变质岩经历多期次构造-岩浆活动(特别是燕山期),使地壳由混熔到重熔,产生大量中酸性酸性岩浆,同时由于龟山组和浒湾组岩层为富铀岩层,从而使酸性岩浆形成富铀岩石。这些富铀火山岩或喷出地表或隐伏地下。当地下预富集体经历深成的含矿化剂的热流体改造,铀元素得到活化,就会产生含铀热流体。在研究区热动力的驱动下,含铀热液流体上升,一部分与地下水和雨水形成富含铀的混合水,从而在表层火山岩和氧化还原带内形成了该区的表层铀矿(化)体(如图5中的②、③和④);另一部分则可能随着近地表温压下降,在开放性的断裂裂隙及不整合面附近交代围岩,沉淀成矿质,形成各种形态的隐伏铀矿体(见图5中①)。在火山机构内,可以利用火口熔浆喷发时产生的破碎带或裂隙网作为有利容矿场所而形成矿体,而这种铀矿体是该类型铀矿的主要找矿目的层。由于表层铀矿(化)体的埋藏浅,受外动力条件影响较大,所以其成矿规模小和品位相对较低,而深部主要含矿层的埋藏深、品位高,即表层铀矿(化)体存在可以作为深部主要矿体找矿的依据^[20]。

4.2 成矿预测

大别山北麓罗山地区中生代火山岩盆地为伸展断陷盆地,其基底为古元古界秦岭群和中元古界变质岩;火山机构发育,以裂隙为主的裂隙-中心复合是喷发,有3个火山喷发旋回,形成了该区大面积的陆相中酸性火山岩建造,并伴随有火山塌陷。盆地内发育有切盆断裂,且次级断裂十分发育。研究区还具有大范围的航放测量铀偏高场、高场和异常点,以及已经发现的小型铀矿床。因此,结合目前火山岩铀成矿理论认识,认为研究区具有较好的铀矿找矿潜力。

目前已在研究区火山岩盆地和盆地内的火山机构附近发现了大量铀异常点和多个铀矿体(见图5中的②和③),其铀矿化属于火山岩盆地和盆地内的火山机构附近受次生作用和后期热液活动影响的氧化还原带型铀矿,其形成与本区的氧化还原带密不可分,而氧化还原带是动态的,在地质时期多次出现,且其标高也随着地下水位的变化而变化,导致其呈多层性和不稳定性。因此,可以确定研究区内的氧化还原界面仍然对实现铀矿找矿突破具有重要意义。然而,研究区的主要找矿位置应为火山机构内部及切盆断裂构造两侧与基底不整合界面附近(见图5中①)。

5 结语

(1)罗山地区中生代火山岩盆地区内的火山岩为高钾钙碱性酸性和中酸性火山岩,由混入大量的壳源物质的幔壳混熔型岩浆派生的中酸性英安质岩浆演化而成的,对研究区铀矿形成具有重要作用。

(2)罗山地区中生代火山岩盆地为产铀火山岩盆地,具有较好的铀矿找矿潜力。

(3)区内已发现的铀矿(化)属于表层铀矿(化),经历三个阶段;红化蚀变及褪色蚀变与铀矿化密切相关,其形成与富含铀的热水中的还原剂 Fe^{2+} 含量有关。

(4)罗山地区中生代火山岩型铀矿床具有火山岩盆地“二层楼”铀成矿模式;区内的主要找矿位置为火山机构内部、盆地基底不整合面上下与切盆断裂交切带内,次要的找矿位置为火山岩盆地内的氧化还原界面附近。

参考文献:

[1] 方锡珩,方茂龙,罗毅,等.全国火山岩型铀矿资源潜力评价

- [J]. 铀矿地质, 2012, 28(6): 342-348.
- [2] 李靖辉. 豫南灵山岩体铀矿化特征[J]. 中国地质, 2008, 35(3): 496-502.
- [3] 张光伟, 姚利, 李靖辉. 柳林铀矿床地质特征及矿区远景评价[J]. 铀矿地质, 2010, 26(2): 88-94.
- [4] 王勇生, 朱光, 王道轩, 等. 大别山东缘郧庐两期走滑剪切带形成的温压条件与造山带折返的关系[J]. 大地构造与成矿学, 2004, 28(3): 228-23.
- [5] 翟明国. 华北克拉通破坏前的状态-对讨论华北克拉通破坏问题的一个建议[J]. 大地构造与成矿学, 2008, 32(4): 516-520.
- [6] 王清晨, 丛柏林. 大别山超高压变质带的大地构造框架[J]. 岩石学报, 1998, 14(4): 481-492.
- [7] 杨泽强. 河南商城县汤家坪钼矿辉钼矿-钼同位素年龄及地质意义[J]. 矿床地质, 2007, 26(3): 289-295.
- [8] 1:5 万文殊寺幅、千斤河棚幅、浍陂河镇幅、新县幅、两路口幅区域地质调查报告[R]. 河南省地质矿产勘查开发局第三地质调查队, 2001.
- [9] 河南省罗山县冯楼地区及外围火山机构与铀矿化关系[R]. 原核工业 308 大队, 1986.
- [10] 李双应. 大别造山带北缘中生代沉积学、盆地分析和构造演化[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2003: 100-101.
- [11] 豫南大别山北麓中生代火山岩地质特征与银金多金属矿产研究报告[R]. 河南省地质矿产勘查开发局第三地质调查队, 1990.
- [12] 杨梅珍, 曾键年, 任爱琴, 等. 大别山北缘西段双桥中生代火山岩地球化学及锆石 U-Pb 同位素年代学[J]. 岩石矿物学杂志, 2012, 31(2): 133-144.
- [13] Le Bas M J, Le Maitre R W, Streckeisen A, et al. A chemical classification of volcanic rocks based on the total silica diagram [J]. JOURNAL OF PETROLOGY, 1986, 27: 745-750.
- [14] Peccerillo R, Taylor S R. Geochemistry of Eocene cal-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey Contrib [J]. MINERAL PETROL, 1976, 58: 63-81.
- [15] Middlemost E A K. Magmas and Magmatic Rocks [M]. London: LONGMAN, 1985: 1-266.
- [16] 黄宏业, 范少云, 翦勋平, 等. 河南潢川盆地冯楼砂岩型铀矿点成矿地质条件分析[J]. 铀矿地质, 2004, 20(1): 23-29.
- [17] 曹晓满. 地球物理场特征与砂岩型铀矿化关系的探讨-以潢川盆地为例[C]//全国地质勘察与矿山地质学术研讨会, 2004: 151-157.
- [18] 李靖辉. 河南省铀矿床类型及其矿化特征[J]. 资源导刊·地球科技版, 2013(3): 11-14.
- [19] 张盼盼, 陈化凯, 齐永安, 等. 济源盆地铀成矿条件及成因分析[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2016, 35(1): 49-54.
- [20] 黄净白, 方锡珩, 谢佑新. 中国铀矿床研究评价(第二卷 火山岩型铀矿床)[M]. 中国核工业地质局、核工业北京地质研究院, 2011: 261-266.

Uranium ore prediction in Mesozoic volcanic basin at north side of Dabie Mountain in Luoshan county

WEN Guodong, ZHANG Panpan, CHEN Huakai, MO Hongfei, A Lili,

ZHANG LiuHu, ZENG Qinghai, LI Ming

(Henan Province Nuclear Geology, Zhengzhou 450044, China)

Abstract: This paper deals with Mesozoic volcanic basin in the north side of Dabie Mountain. Based on characteristics of the volcanics and its uranium ore-bearing property and the modern uranium metallogenic theory, the Mesozoic volcanic basin in Luoshan county is potential for prospecting volcanic basin type uranium deposit. Genesis of Fenglou uranium deposit in the basin is discussed and 2-layer ore-forming model is built. Targets are mainly predicted at interior of volcanic edifice, above and below the unconformity face of the basin basement and in the interior of the zones where faults cut the basin, then near the oxidation reduction interface in the basin.

Key Words: the North side of Dabieshan mountain; Mesozoic; volcanic basin; Uranium metallogenic potential; Henan province