

# 北淮阳盆岭带的构造演化与铀成矿<sup>①</sup>

郭福生<sup>②</sup> 辜骏如 梁鼎新 林银山 张宝友

(华东地质学院, 江西临川, 344000)

**摘要** 北淮阳盆岭构造带是大别造山带的重要组成部分。佛子岭岩群代表了早古生代扬子地块北缘大别古岛弧前海盆的火山-沉积建造,在加里东运动陆块对接过程中变形变质。石炭系梅山群具磨拉石建造特征。在华力西-印支期陆内俯冲褶皱带的基础上,燕山期沿桐柏-桐城断裂伸展北移,近东西向断陷盆地发育,形成盆岭构造景观。南侧大别山强烈隆升,铸就了现今大别山变质核杂岩构造格局。中生代岩浆活动是区内重要铀源,具有成矿潜力的地质体是响洪甸正长岩体和北带粗面质火山碎屑岩。

**关键词** 北淮阳, 构造演化, 盆岭构造带, 铀成矿

秦岭-大别造山带是横贯我国中部的著名大陆造山带。它的构造属性、演化过程和成矿规律历来为中外学者所重视<sup>[1~8]</sup>。由于大别山区出露造山带根部岩石、变质深变形复杂而又缺乏特征明显的古生代沉积记录,因而其构造演化及区域对比研究进展维艰。北淮阳构造带是大别山带的重要组成部分,可鉴别出一套古生代沉积岩系,中生代火山岩系花岗岩体发育,因而是揭示大别山带构造经历的重要窗口,也是值得高度重视的火山岩型-花岗岩型铀矿找矿区段。

## 1 区域地质背景

北淮阳盆岭构造带位于大别造山带北侧。北以确山-合肥深断裂与华北地块相接,其间有早古生代蛇绿混杂岩带,并被合肥中生代盆地覆盖;南以桐柏-桐城深断裂为界与大别山燕山期隆起带相邻,东段为郟庐断裂所截,西端没于南阳盆地之下<sup>[9~10]</sup>。

大别造山带北坡的蛇绿混杂岩带已有许多论著<sup>[11~15]</sup>。其中变质玄武岩的同位素年龄值为327~467 Ma,在浅变质沉积岩断块中采集到寒武纪-志留纪大型动物化石和微古植物化石,硅质岩中含早古生代放射虫和海绵骨针等化石<sup>[16~17]</sup>。因此,这是一条加里东末期的蛇绿

① 收稿日期 1998-09-21 审回日期 1998-10-08

② 第一作者简介:郭福生,男,36岁。硕士,副教授,区域地质与铀成矿。

混杂岩带,代表了古秦岭洋东段向北俯冲消减的残余。该带在信阳以西保存较好,在北淮阳因覆盖只见含砾大理岩块断续出露。

合肥盆地上叠在华北地块和大别造山带邻界部位之上,周边为东西向和北东向断裂围限,为一大型断陷盆地。盆地中部的确山-合肥深断裂是南北两块体基底对接带。盆地形成于早侏罗世,中晚侏罗世达到最大规模,结束于早第三纪末。主体为山麓相、河湖相红色碎屑岩系,南部有安山质熔岩、火山碎屑岩及不规则煤层。沉积中心不断向北迁移,这是大别山在中新生代隆起的历史明证。

大别山燕山期隆起带的主体岩石为大别杂岩。其中表壳岩系为生成环境与岛弧有关的火山-沉积岩系,峰期变质作用达高角闪岩相和麻粒岩相,褶皱变形强烈<sup>[9,18]</sup>。灰色片麻岩系(变质变质侵入体)原岩属钙碱系列,具I型花岗岩特征<sup>[19]</sup>。微量元素的构造环境判别表明,该类岩体侵位于岛弧环境,岩石化学和稀土配分曲线与扬子地块北缘同时代花岗岩体相似,而华北地块南缘同期花岗岩则表现出明显的销亏损。因而,大别古岛弧是高山(1989)和李泽九(1990)提出的扬子地块北缘元古代岛弧系的一部分<sup>[9]</sup>。全岩 Sm/Nd 等时线年龄和锆石 U-Pb 年龄表明,大别杂岩表壳岩系主体为下元古界,可能包括部分上太古界成分,变形变质侵入体的时代则以晚元古代为主<sup>[10]</sup>。宿松岩群不整合覆盖在大别杂岩之上,为一套变质火山-含磷沉积岩系,时代属震旦纪<sup>[20]</sup>,代表了扬子地块北缘晚元古代被动陆缘发展的开始。大别杂岩和宿松岩群中S型花岗岩体广泛发育,侵位时代自华力西期延续到燕山期,其形成与扬子地块基底俯冲、强烈剪切热能导致大别地块深部地壳重熔有关。

## 2 北淮阳盆岭构造带的形成与演化

### 2.1 岩石建造及变形变质特征

佛子岭岩群在区内广泛出露,是一套总体有序、局部无序,经受变形变质改造(高绿片岩-低角闪岩相)的构造地层单位。由云母石英片岩、浅粒岩、石英岩、大理岩、斜长角闪岩组成。按原岩类型可恢复两个大的沉积旋回,下部为变火山-沉积岩系,上部为具类复理石建造特征的碎屑岩系。微古植物时代和同位素年龄范围较大,可能是一个以下古生界为主体含有前震旦纪变质岩块的构造地层体<sup>[10,21]</sup>。该岩群向西断续延伸至河南境内,与原信阳群、商城群、苏家河群相连。东端有小溪河片麻岩套,为震旦纪花岗岩体变形变质而成,与佛子岭岩群底部的郑堂子岩组(变基性火山-碎屑岩系)呈侵入接触<sup>[10,22]</sup>。两者共同构成原卢镇关群。其中片麻岩套化学成分在 Batchelor 和 Bocoden(1985)的  $R_1-R_2$  图解上落在造山晚期花岗岩和同造山花岗岩(S型)过渡区域内,与会聚板块边缘的构造环境有关(图1)。

佛子岭岩群的构造变形可划分为二个大阶段,早期属中深层次变形变质,造成大型平卧褶皱,轴面片理发育。伴生小型褶皱轴面北倾,表明自北向南的推覆剪切作用。伴随区域性面理纯变质成因的白云母  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄  $250.9 \pm 1.6 \text{ Ma}$ <sup>[10]</sup>,变质基性岩角闪石  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄  $401.5 \text{ Ma}$ ,经韧性剪切变形的斑状花岗岩钾长石  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄  $273.5 \pm 7.1 \text{ Ma}$ <sup>[23]</sup>,反映了加里东期、华力西—印支期的变形变质事件。晚期构造变形是在纵弯褶皱作用下,以早期  $S_1$  面

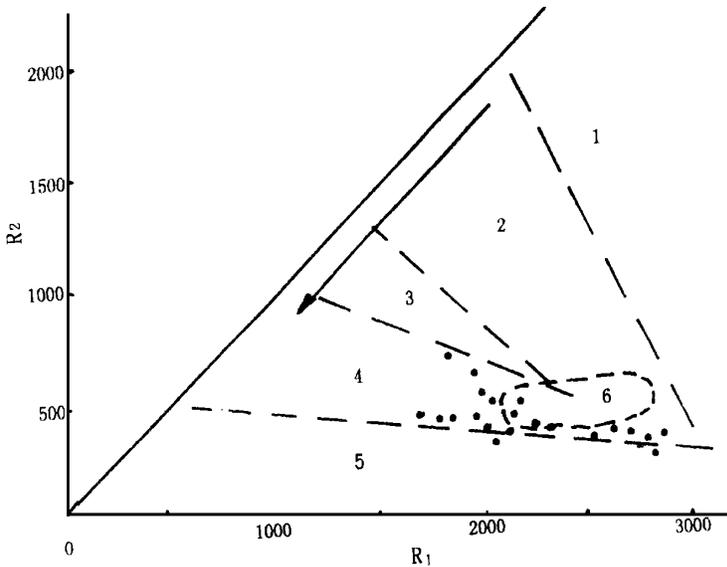


图 1 小溪河片麻岩套构造环境判别图

(仿 Batchelor 等, 1985,  $R_1$ - $R_2$  图解)

Fig. 1 Discrimination of tectonic environment of Xiaoxihe gneiss suit

1. 幔源花岗岩 2. 碰撞前消减地区花岗岩(I 型) 3. 碰撞后隆起花岗岩(I 型) 4. 造山晚期花岗岩 5. 板内 A 型花岗岩 6. 同造山期花岗岩(S 型)

理( $S_1$  平行  $S_0$ ) 为运动面, 形成宽缓程度不一的北西西向褶皱, 区域上构成一个复式叠加向斜, 同时伴随自南向北多期次滑覆冲断作用, 佛子岭岩群逆冲到侏罗统火山岩及红层之上。该期中浅层次构造变形与燕山期大别山隆升事件密切相关。

石炭系梅山群出露在金寨以北, 不整合覆盖于佛子岭岩群之上, 为含植物化石碎片的变质砂岩, 碳质岩层。属陆相、海陆交互相沉积, 其沉积型相与北秦岭南缘的石炭系相同。

在华力西—印支褶皱带的基础上, 燕山期发育近东西向断陷盆地, 盆缘多为高角度正断层所限。与不同时代变质岩所组成的基底凸起相间排列, 形成盆岭构造景观。盆地内中侏罗统广泛分布, 由紫红色砾岩、砂岩组成, 厚达千米以上。晚侏罗世分别形成南北两个火山岩带, 火山岩以安山质、粗面质火山碎屑岩为主, 岩浆由中性向碱性方向演化。南带以中性岩为主, 北带粗面质火山岩增多, 火山活动自南向北时代变新。与火山岩同源的侵入体由辉长岩—闪长岩—花岗岩—碱性花岗岩组成岩体, 带有明显的 I 型花岗岩特征<sup>[9]</sup>。

## 2.2 构造演化

北淮阳带的构造演化可划分为三个主要阶段。早古生代及晚元古代为地槽发展阶段, 在加里东碰撞褶皱带的基础上发育华力西—印支陆内俯冲褶皱带, 燕山期为盆岭构造带发育时期。

(1) 晋宁运动使扬子地块整体抬升, 大别古岛弧造山期及期后隆起型花岗岩发育, 弧后盆地不断扩张, 接受宿松岩群、红安岩群为代表的火山—含磷沉积岩系。北缘的佛子岭岩群以及

信阳岩群、苏家河岩群的主体是加里东旋回弧前海盆的火山-沉积建造,代表了本区地槽发展阶段产物。华北地块南缘在加里东期也由被动陆缘向会聚边缘转化,以二郎坪群为代表的早古生代岛弧形成。古洋壳在大别地块和华北地块之间双向俯冲消减,最终导致大别地块拼贴于华北地块南缘,南北两大块对接,从而进入板内发展阶段。

(2) 北淮阳石炭纪陆相、海陆交互相煤系沉积是在加里东碰撞造山带的山间盆地发展起来的。华力西期大别地块以一种新的陆内俯冲方式继续与华北地块相向运动,至印支旋回达到陆内俯冲的高潮期,形成北淮阳华力西-印支褶皱带。就整个大别造山带而言,印支旋回沿确山-合肥深断裂、桐柏-桐城深断裂、新城-黄陂-广济深断裂,华北地块、北淮阳地块、大别地块依次向南仰冲,引起大别山榴辉岩、蓝闪片岩高压变质作用以及自北向南大规模的韧性推覆剪切作用。由于陆壳的叠覆,大别山开始上升。

(3) 由于漫长持续的陆内俯冲过程,基底剪切热能引起大别地块基底重熔形成花岗岩穹隆,岩浆上拱作用以及地壳均衡调整作用,促使大别山体于中侏罗世迅速抬升,并伴随向南滑移运动。在南侧引起冲断带和脆性构造混杂岩发育。北侧的北淮阳地区则发生地壳伸展构造作用,表现为桐柏-桐城剥离断层及北淮阳一系列高角度正断层的形成,并伴随有大量偏碱性火山岩及侵入杂岩。近东西向的断陷盆地中发育侏罗纪火山岩和红层,与佛子岭岩群、梅山群等变质岩系所组成的基底凸起相间排列,形成盆岭构造地貌。

桐柏-桐城断裂(安徽境内称磨子潭-晓天断裂)在地面所见,主断裂面北倾,为高角度正断层,并为钻探资料和震源剖面图所证实<sup>[24]</sup>。从北淮阳磁性基底的埋深可知北盘落差大于 10 km<sup>[25]</sup>,断裂面在深处变缓并近水平向北延伸。在大地电磁测深剖面上则清楚地看出,该断裂为铲状断裂,并限制北淮阳构造带只具 10 余公里的深度规模<sup>[26]</sup>。早期糜棱岩带宽 10~15 km 并被破碎为角砾岩,晚期角砾岩带宽 100 余米。

根据变质矿物的温度、压力估算,大别杂岩成岩深度为 25 km 以下的下地壳,由于大别山隆升剥蚀以致于在地表大面积出露,成为该带现今上地壳的组成部分<sup>[18~19,27~28]</sup>。北淮阳地块的岩石隆升作用主要发生于侏罗纪之前,而大别地块在侏罗纪之后还发生了强烈的降升-剥露<sup>[28]</sup>。陈江峰等(1993)<sup>[29]</sup>根据冷却年龄理论和 K-Ar 表面年龄的平面分布研究指出,大别造山带整体在印支期隆起,中部罗田、英山一带隆起主要发生在燕山晚期。说明侏罗纪以来的伸展作用和花岗岩浆活动对大别地块的抬升有重要作用,表现出变质核杂岩构造特点,北侧形成北淮阳盆岭构造带。

### 3 地壳演化与铀成矿作用关系及找矿方向

#### 3.1 陆壳组成特征与铀成矿潜力

铀成矿作用与陆壳演化有着非常密切的联系。这是因为,铀在各类地质体中的丰度很低,从地壳平均丰度到现代工业利用水平,要富集 200 倍左右,如此大的浓集系数显然需要多种或多次地质作用的叠加。国外重要产铀区(澳大利亚、加拿大等)地壳演化的共同特点是地壳发展起步早、成熟早、成熟度高,太古代末期钾质花岗岩把铀和其它亲石元素带到地壳上部,为早

元古及后来各种地质作用提供了成矿物源基础<sup>[30~32]</sup>。这些地区基底岩石变质程度一般从绿片岩相到低级角闪岩相,有利于铀在岩石中的活化和初始富集,陆壳长期稳定的构造环境也对铀元素在各种冷、热水体系中迁移富集非常有利。

北淮阳基底岩石大别杂岩的演化成熟度低、变质程度深;原始陆壳形成时间晚、稳定程度差。大别地块原始陆壳主要形成于早元古代,明显晚于华北地块原始陆壳的形成时代<sup>[30~31]</sup>。加里东旋回完成了南北两陆块对接,本区从岛弧型过渡性地壳转变为陆壳发展阶段,但从此却开始了漫长的陆内俯冲过程。由此可见,本区基底铀源差、铀成矿条件不佳。但与燕山期伸展构造有关的岩浆活动为本区铀成矿作用注入了活力。大量偏碱性火山岩及侵入杂岩是深部铀源的携带者,也为成矿过程提供了热动力。

### 3.2 岩石铀钍丰度的铀成矿信息及找矿方向

本区不同时代地质体的铀、钍丰度与华南相比普遍偏低。造山带基底岩石大别杂岩和北淮阳佛子岭岩群、梅山群、老变形岩体铀含量都较低(表1)。中生代岩体的铀、钍含量较高,响洪甸正长岩体最高。侏罗纪火山岩北带U和Th含量均明显高于南带,反映了北带铀源条件优于南带。

笔者等曾用性能稳定的GAD-6型四道γ能谱仪对北淮阳各地质体进行了野外放射性测定,在能谱特征参数计算的基础上,将富铀钍地质体划分为铀源体、富铀体和含铀体,并探讨其空间组合特征与铀成矿的关系。研究表明,本区响洪甸岩体、河棚岩体及侏罗纪火山岩北带西段成矿的可能性最大<sup>[34]</sup>。

综上所述,本区基底岩石铀源差,铀找矿前景不佳。区内重要铀源是中生代岩浆活动。侏罗纪火山盆地铀成矿远景较好。从已知矿点、矿化异常及本次研究结果来看,火山岩型热液铀矿床有一定的找矿前景,尤其是北带粗面质火山碎屑岩中构造破碎带、正长岩脉发育处。响洪

表1 北淮阳各地质体铀钍平均含量\*

Table 1 List of U and Th abundances of various geological bodies in Beihuaiyang

地层单位(岩体)	$w(U)/10^{-6}$	$w(Th)/10^{-6}$	样品数/个
侏罗纪火山岩北带	4.16	36.18	28
侏罗纪火山岩南带	2.57	12.15	30
西汤池杂岩体	5.04	34.09	17
响洪甸正长岩体	33.01	43.83	13
小溪河片麻岩套	1.63	10.23	10
大别片麻岩套**	3.07	11.68	27
梅山群	3.89	12.05	14
佛子岭岩群	2.70	9.46	24
大别表壳岩系**	3.83	10.45	17
华南东部***			
改造型花岗岩	11.66		
同熔型花岗岩	6.91		
华南地壳(沉积岩)***	4.94	11.53	629

\* 元素含量由中国科学院高能物理研究所测试(仪器中子活化分析,1994);\*\* 大别造山带结晶基底;\*\*\* 引自张祖还等(1991)<sup>[33]</sup>

甸正长岩体及河棚花岗岩成矿远景最好,可能存在具工业意义的花岗岩型热液铀矿化,这也符合花岗岩-火山岩地区统一铀成矿模式<sup>[35]</sup>的找矿指导思想。岩体内外接触带或内部(包括华盖山、龙眼寨石英正长斑岩等)应注意寻找隐爆角砾岩筒型铀矿床。

参加工作的还有吴培琦、乐仁昌、刘海鹰等同志,龚由勋研究员审阅了论文初稿,作者向他们表示衷心感谢!

## 参考文献

1. Mattauer M, et al. Tectonics of the Qinling Belt: buildup and evolution of eastern Asia. *Nature*, 1985, 317: 496~ 500
2. Hsu K J, et al. Tectonic evolution of Qinling Mountains, China. *Eclogae Geol. Helv*, 1987, 80(3), 735~ 752
3. Zhang G, Yu Z. The major suture zone of the Qingling orogenic belt. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 1989, 3(1~4): 63~ 67
4. 李石, 王彤. 桐柏山-大别山花岗岩类地球化学. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991. 1~ 10
5. 徐树桐, 等. 大别山区(安徽部分)的构造格局和演化过程. *地质学报*, 1992, (1)
6. Shuguang Li, et al. Collision of the North China and Yangtze Blocks and formation of coesite-bearing eclogites: Timing and processes. *Chemical Geology*, 1993, 109, 89~ 111
7. 索书田, 桑隆康, 韩郁菁, 游振东, 等. 大别山前寒武纪变质地体岩石学与构造学. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993. 1~ 39
8. 汤加富, 等. 安徽大别山-张八岭地区新的构造格局与非板块碰撞造山过程. *安徽地质*, 1995, 5(5): 1~ 12
9. 梁鼎新, 辜骏如, 郭福生, 林银山. 大别造山带的构造演化. *华东地质学院学报*, 1995, (2): 135~ 142
10. 郭福生, 等. 大别造山带地壳结构与岩石组成模型研究. *安徽地质*, 1997, 7(3): 39~ 47
11. 石铨曾, 等. 睡仙桥一带混杂岩的发现及其大地构造意义. *河南地质*, 1980, (1)
12. 张兆忠. 豫鄂境内桐柏山-大别山双变质带. *地震地质*, 1981, (4)
13. 于贵田. 桐柏地区的蛇绿岩. *河南地质*, 1984, (2)
14. 王艺芬, 等. 东秦岭-桐柏-大别山碰撞造山带北坡早古生代变质火山岩的特征及其成岩构造环境. *岩石学报*, 1991, 7(1)
15. 徐贵忠, 王艺芬. 桐柏-大别山造山带碰撞前期的沟-弧-盆系的地质证据. 见: 徐贵忠, 常承法主编. *大陆岩石圈构造与资源*. 北京: 海洋出版社, 1992
16. 张秋生, 等. *中国东秦岭变质地质*. 吉林人民出版社, 1980
17. 王铭生. 豫陕省界东秦岭地区主要地层归属及有关构造特征的讨论. *中国区域地质*, 1985, (13)
18. 王江海, 等. 鄂东北大别杂岩中表壳岩系的多期褶皱. *中国区域地质*, 1992, (2)
19. 周存亭, 汤加富, 等. 大别山地区片麻岩套的建立与成岩时代讨论. *安徽地质*, 1995, (3)
20. 侯明金, 荆延仁, 等. 重新认识宿松群. *安徽地质*, 1995, 5(3)
21. 汤加富, 等. 北淮阳地区变质地层序列与构造变形特征. *安徽地质*, 1995, (3)
22. 张鹏. 北淮阳东段“小溪河组”的解体与构造环境的分析. *安徽地质*, 1992, 2(3)
23. 牛宝贵, 刘志刚, 等. 桐柏-大别山地区<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar同位素地质年代学研究取得新进展. *中国区域地质*, 1993, (3)
24. 向缉熙, 等. *安徽省大地构造与成矿*. 中国地质大学出版社, 1988
25. 李秀新, 等. 合肥盆地重磁场的解释延拓对深部构造分析的意义. *石油物探*, 1979, (2)
26. 董树文, 孙先如, 张勇, 黄德志, 王刚, 戴世坤, 于邦存. 大别山碰撞造山带基本结构. *科学通报*, 1993, 38(6): 542~ 545

27. 肖益林, 李曙光. 大别山石马地区榴辉岩  $P-T-t$  轨迹及其构造意义. 大地构造与成矿学, 1993, (3)
28. 马昌前, Carl Ehlers, 等. 华中大别山高压变质地体的形成和差异岩石隆升—剥露: 来自火成岩的证据. 地球科学, 1995, (5)
29. 陈江峰, 董树文, 等. 大别造山带钾氩年龄的解释—差异上升的地块. 地质评论, 1993, (1): 17~ 21
30. 章邦桐, 等. 华南东部陆壳演化与铀成矿作用. 原子能出版社, 1993
31. 胡绍康. 华北地台铀成矿条件及成矿远景分析. 铀矿地质, 1988, 4(3)
32. Ferguson J. Proterozoic unconformity and stratabound uranium deposits. IAEA VIENNA, 1984, 325~ 337
33. 张祖还, 章邦桐, 赵懿英, 等. 华南产铀花岗岩及有关铀矿床研究. 北京: 原子能出版社, 1991. 77~ 194
34. 郭福生, 乐仁昌, 辜骏如, 等. 大别山地面  $\gamma$  能谱资料的统计分析及其铀成矿信息. 铀矿地质, 1998, 14(5): 307~ 314 (印刷中)
35. 周维勋. 试论中国铀矿床经济技术类型及其勘查方向. 华东地质学院学报, 1995, (2)

## REGIONAL TECTONIC EVOLUTION AND URANIUM MINERALIZATION OF THE BEIHUAIYANG BASIN AND RANGE STRUCTURAL BELT

*Guo Fusheng Gu Junru Liang Dingxin Lin Yinshan Zhang Baoyou*  
*East China Geological Institute, Linchuan, Jiangxi 344000*

### Abstract

Beihuaiyang basin and range structural belt is an important part of Dabie orogenic belt. Fuziling Rock Group represented Caledonian cycle of fore-arc sea basin volcanic-sedimentary formation. It underwent deformation and metamorphism during the convergence of the north and south massifs in Caledonian Movement. The Meishan group of Carboniferous system has the nature of molasse formation. On the base of Variscan-indosinian fold belt of intracontinental subduction, crustal extensional tectonic movement took place along Tongbai-tongcheng fault in Yanshan age, thus, fault basin developed nearly east to west, forming the basin and range structural landscape. Dabieshan mountain uplifted rapidly, the present structural framework of Dabie metamorphic core complex was formed. The Mesozoic magmatic rocks is the important uranium source in this region. The alkali granite in Xianghongdian and Jurassic trachytic pyroclastic rock of the north belt have uranium mineralization potentiality.

**Key words** Beihuaiyang, Tectonic evolution, Basin and range structural belt, Uranium mineralization