

陕西北秦岭铀矿化与红层的关系及找矿意义

权志高

(咸阳二〇三研究所)

提 要 本文通过对北秦岭地质发展史、区域上红层和铀矿化的综合分析,阐明了铀矿化在时间上是区域拉张断裂和红层的发育期;空间上是富铀地质体和断陷红盆的迭置区。并探讨了它们之间的内部联系及可能的成矿机理,为在该区寻找铀矿提供了一定的依据。

关键词 区域扩张 断陷红盆 红层 铀矿化

本文试图对陕西北秦岭(以下简称北秦岭)地区基本地质条件、区域铀矿化和红层的综合分析对比,阐明与区域铀矿化伴生的主要地质事件及区域地质背景,并进一步探讨它们与红层间的联系及可能的成矿机理。

一、北秦岭地质发展简史

北秦岭地区的构造发展演化,大致经历以下四个阶段:

1. 震旦纪前的构造发展阶段

中朝地块经过吕梁运动,结束了其漫长的地槽活动状态,进入了稳定的地台发展阶段。但秦岭仍处于优地槽阶段,特别是北秦岭活动最激烈,形成宽坪群和陶湾群巨厚的火山岩、硅质岩、陆源碎屑岩和碳酸盐岩建造,与中朝地块形成鲜明的对照。随着地壳的分异作用。秦岭地槽北缘断裂已开始出现,晋宁运动使本区和中朝地块连为一体。

2. 早古生代构造发展阶段

早古生代初,大体沿着洛南—卢氏一线,产生了巨大幅度的南北向拉张运动,将中朝地块和扬子地块分开,形成了巨型的秦岭地堑型裂谷^[1]。随后逐渐发展为早古生代海槽,出现了南、北秦岭两个北西西向强裂的拗陷带。早古生代末期,中朝地块和扬子地块相互强烈挤压,在秦岭地槽形成强大的应力集中带,使其强烈褶皱回返,伴随大量岩浆侵入和变质作用,结束了优地槽生命。北秦岭褶皱回返较早,大致在奥陶纪末期。

3. 晚古生代构造发展阶段

晚古生代全区处于相对平静的构造发展阶段,经过加里东运动,全区处于隆起剥蚀状态。普遍缺失下泥盆统。但在中秦岭,伴随南北秦岭的上升产生了拉张运动,沿北侧太白—商县断裂和南侧佛坪—镇安断裂强裂拗陷,形成北西西向断陷海槽,沉积了巨厚的复理石建造。

4. 中—新生代构造发展阶段

中生代早期,北秦岭仍继续趋于稳定,构造运动向南迁移。晚三迭世的印支运动,使秦岭

地槽最后封闭,中朝和扬子两个地块联成一体,并在秦岭褶皱区的背后形成鄂尔多斯大型陆相为主的沉积盆地^[2]。这次运动对北秦岭来说不占主导地位,使其整体上仍处于上升状态,原有的大断裂继续活动,并形成规模不大的断陷带,在陇宝等地局部见有岩浆侵入和成矿作用。

印支运动后,北秦岭的地质发展,主要受滨太平洋构造域和特提斯—喜马拉雅构造域强烈活动的双重影响,明显表现出断块运动及褶皱山系复活两大特点^①。由于受太平洋板块向亚洲大陆俯冲和库拉太平洋板块潜没于亚洲大陆之下^[3]影响产生的燕山运动是波及整个秦岭褶皱带的重要构造运动,以断块活动和岩浆作用为特征,除 NWW 向断裂再次活动外,产生了一系列 NEE 向断陷,形成许多断陷盆地,奠定了秦岭褶皱带的地貌和构造轮廓。印度大陆与欧亚大陆相撞发生的喜马拉雅运动,主要表现为原有构造的复活,使以断裂为主的中生代构造盆地继续接受新的沉积。由于受印度大陆向北挤压和太平洋俯冲的双重影响,在秦岭褶皱山系和整体上升的鄂尔多斯盆地间形成了渭河地堑。

二、北秦岭地史上的红层(期)

红层是特殊地质作用下的产物,它总是发生在板块拉张期所形成的减压带,与裂谷活动关系密切^[4]。按照传统的构造学说,它形成于造山期后的准平原化过程中,时间为历次影响本区主要构造运动之余动期或这类余动期与下一次构造运动之萌动期之间的过渡阶段,其空间展布则明显受当时活动的主要构造体系控制^[5]。

红层主要形成于干旱炎热的古气候条件下,但不排除在其它气候条件下也能形成局部红层。北秦岭地区地史上出现的红层主要有五期(表 1),兹分述如下:

陕西北秦岭地史上的红层期

表 1

Table 1 Red bed in geological history of periods North Qinling in Shanxi

红层期	名 称	时 限	地层
I	蓟县纪红层期	13—15 亿年	P_{12j}
II	中—晚寒武世红层期	5—5.7 亿年	$\epsilon_1-\epsilon_2$
III	泥盆纪红层期	3.2—3.5 亿年	D_3
IV	白垩纪红层期	0.7—1.4 亿年	K_1-K_2
V	第三纪红层期	0.6—0.02 亿年	E—N

1、蓟县纪红层期(I)

主要地层为高山河组,分布于陇县麻家堡东南;洛南黄龙铺、高山河、石坡、陈耳沟及石峪

①戴文晗等,1982,陕西北秦岭地区构造特征及其演化历史。(研究报告)

河一带。岩性主要为一套滨海—浅海相沉积的紫红色中厚层石英砂岩、千枚状页岩、含砾石英砂岩、白云质砂岩、长石石英砂岩、砂质白云岩及泥板岩。厚 400—1000 米。

2、中—晚寒武世红层期(II)

主要分布于陕甘宁盆缘的陇县周家渠、水眼沟、老龙；岐山涝川和洛南马家沟、石墙后塬、路家街、坡底下等地。地层有下寒武统昌平组、馒头组；中寒武统毛庄组、徐庄组。主要岩性为紫红、粉红色中薄层泥灰岩与紫红色页岩互层，下部为紫红、灰紫色含白云质砂岩。属滨海—浅海环境下的碎屑岩沉积。厚 200 余米。局部地段含食盐假晶，反映了当时为干燥性的气候条件。

3、泥盆纪红层期(III)

分布于甘肃两当县东喻沟、湘潭子至凤县庞家河一带。地层为上泥盆统大草滩群，岩性为灰紫、紫红、浅灰色变质砂岩、含砾变质石英砂岩、细砂岩夹紫红色粉砂质板岩，底部为 20—50 米厚的紫红色中—厚层砾岩，地层厚度 600—2900 米，属海陆交互相沉积。

4、白垩纪红层期(IV)

主要见于宝鸡市香泉镇—赤砂镇、坪头、上庄里及王爷庙等地。地层为下白垩统三桥组及东河群，为紫红色花岗质砾岩、砂砾岩及灰紫红色砂砾岩、粉砂岩、粗砂岩互层，其间夹有泥灰岩。厚 100—300 米。为山前、山间陆相盆地堆积。

5、第三纪红层期(V)

该期红层分布较广泛，区内大部分地区都有不同程度的分布，主要形成于断决运动形成的山间盆地中，岩性为紫红色砾岩、砂砾岩、含钙砂岩及页岩、粘土及粘土质页岩，分选性差。厚 100—500 米。

综上所述，北秦岭地区的红层，有下列两点基本特征：

(1) 红层的沉积环境由早期的海相发展到晚期的陆相，即 I、II 期为海相红层；第 III 期为海陆交互相红层；第 IV、V 期为陆相红层。

(2) 从早期到晚期，红层的规模由小到大，由局部到区域，I、II、III 期为局部红层，横向延伸不稳定，IV、V 期为区域红层，横向延伸较稳定。

三、北秦岭铀矿化的基本特征

北秦岭地区是我国一条重要的铀成矿带，已经发现四种不同成因类型的铀矿床若干个和许多矿点。矿化点(表 2)，这些矿床、矿点具有下列共同特征：

1、含矿主岩的多样性和长期性

本区铀矿化对岩石没有明显的选择性，含矿主岩主要有花岗岩、大理岩、混合岩、石英片岩、片麻岩、脉岩等^①。这些岩石多属脆性较大，易于破碎，在构造作用下形成破碎带及大量微

^①彭永石，胡俊桢等，陕西省北秦岭地区区域地质条件及铀成矿远景的分析研究，1982(科研报告)

陕西北秦岭地区矿化类型及特征

The type and featuree of mineralization of North Qinling in Shanxy

表 2

序 号	类 型	矿 床	含 矿 层 位	成矿年龄(Ma)
I	大理岩型	(高山寺) 730	An-: 不纯大理岩	153. 135. 122. 112
II	变质炭板、 砂岩型	7901 (中川)	C ₂ : 石英砂岩、炭质板岩 互层	
III	花岗岩型	401 矿田 2011	r ₁ : 肉红色细中粒花岗岩; 二长花岗岩 r ₂ 花岗质硅化碎裂岩	98. 95. 96. 12. 408. 135. 130
IV	脉岩型	桃园华阳川	An-: 古老变质岩、方解石脉、石 英脉、方解石石英脉	

裂隙, 有利于后期改造的进行, 也为矿源活动提供场所。含矿主岩的形成时代延续很长, 从太古代到新生代的岩石中都有铀矿化; 就花岗岩来说, 不同时代, 不同成因的花岗岩都发现有铀矿化。

2、成矿时代的集中性

区内各类铀矿床的成矿围岩虽有老有新, 但铀矿化年龄却十分相似, 集中在白垩纪—第三纪这样一个较短的地质时间内(表 3), 成矿时间与本区出现明显扩张作用及干热气候条件下的陆相红层发育期相当。而与海相红层及温湿气候条件下的红层发育期关系不大。

陕西北秦岭热液铀矿化与围岩年龄对比表

Table 3. Comparison of hydrothermal uranic mineralization with adjoining rock age, North Qinling in Shanxi

表 3

矿 化 围 岩	围岩年龄(变质年龄)(Ma)	成 矿 年 龄 (Ma)
秦岭群大理岩	Pt (元古代)	105—135
高山河组云母石英片岩	P ₂ (中元古代)	154
宽坪群绢云石英片岩	P ₂ (中元古代)	153
下古生界混合岩	400—500	85. 96
加里东期花岗岩	407—498	129±7
印支期花岗岩	179—206	85. 96
燕山期花岗岩	110—180	(98?) 12

3、成矿空间对红盆有依附性

在空间分布上, 区内铀矿床, 矿点与红色断陷盆地共存(表 4)。如 7614 矿床附近发育有第三纪红盆(图 1); 904 铀矿床距白垩纪红层(盆)不足 2 公里(图 2); 401 铀矿田就处于小秦

岭—榨水隆起带与西面第三纪红盆的过渡部位上(图3);距红盆数百米,部分矿体就产于红盆下伏的花岗岩中;2011矿床距红盆也仅1公里(图4);130地区的主要矿床、矿点均分布在六盘山隆起带南端与白垩纪红盆过渡部位上,距红盆一般不超过2公里。

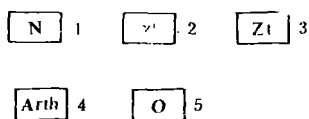
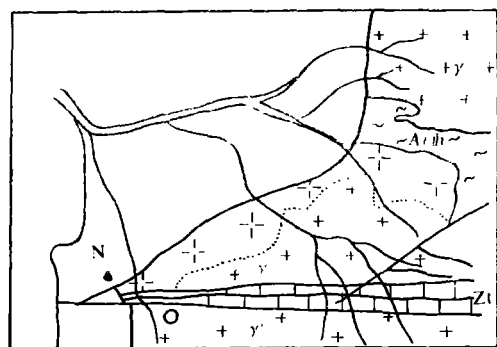


图1 某铀矿田地质图

Fig1. Geological diagram of certain uranic deposit field

说明: 1—红层; 2—燕山期花岗岩; 3—陶湾组;
4—太华群; 5—铀矿田

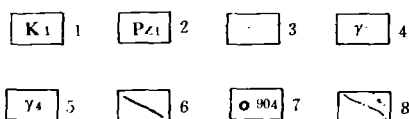
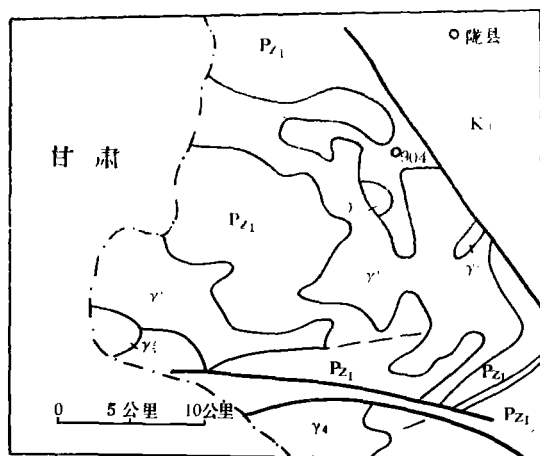


图2 904 铀矿床与红层关系示意图

Fig2. The diagram of relation between red beds and 904 uranic deposit

说明: 1—红层; 2—下古生界变质岩; 3—印支期花岗岩; 4—燕山早期花岗岩; 5—海西期花岗岩; 6—断层; 7—铀矿床; 8—省界;

4、构造减压带对矿床具定位性

矿化常常分布在构造破碎带和花岗岩体内外接触带,受构造控制明显,多产于区域性大构造的次级配套构造中,形成于全区出现拉张作用阶段,并与富铀地质体有明显的趋向性。矿区、矿化区主要集中在区域性大断裂与相对富铀地质体相交切的范围内。如130地区的矿化主要分布在大断裂与印支期花岗岩(r_1^1)及下古生界碎屑岩相交切的部位;兰田地区矿化主要集中在铁炉子断裂与牧护关岩体(r_2^{2-2})相交切的范围内;丹风矿化主要分布在丹风断裂与下古生界石英片岩、秦岭群混合岩及加里东期花岗岩相交切的部位。

5、矿物组分简单及成矿溶液的变化性

区内所有铀矿化的矿石物质成分都较简单,铀以沥青铀矿及分散吸附形式存在。伴生的金属矿物主要有黄铁矿、方铅矿、赤铁矿;脉石矿物主要是石英、萤石、粘土矿物及方解石。有用元素仅有铀,元素组合往往与围岩组分相当,说明溶液的组分较简单,成矿方式均以充填为主,交代作用弱,近围岩蚀变主要是硅化、黄铁矿化、萤石化、粘土化、赤铁矿化、绿泥石化等。

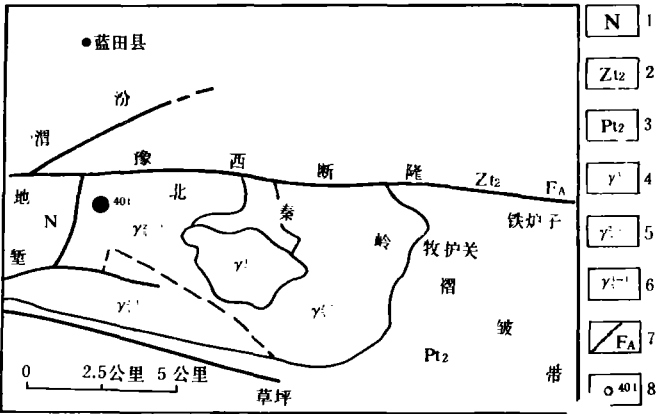


图3 401 铀矿区与红层关系示意图

Fig.3 The diagram of relation between red beds and 401uranic deposit district

说明: 1—红层; 2—石英片岩、大理岩; 3—绿片岩, 石英片岩;
4—细粒黑云母二长花岗岩; 5—中粒含黑云母二长花岗岩;
6—中粒斑状黑云母二长花岗岩; 7—断裂带; 8—铀矿床

蚀变范围狭窄,一般都小于10米。成矿溶液早期呈酸性,主成矿期逐渐转化为碱性,由矿石中黄铁矿硫同位素测定结果, $\delta^{34}\text{S}$ 分别在1.5—5‰及+5.4—19‰^①,且在矿体上某些含铀粘土—赤铁矿脉中 Fe_2O_3 的含量高达33.48%。这些特征说明溶液以大气降水为主,局部可能有深部热液的混合。

6、成矿深度浅,温度低

区内矿体形态简单,埋藏浅,垂幅一般不超过500米,成矿温度均在90℃—300℃之间,具中—低温浅成特征。

陕西北秦岭花岗岩型铀矿化围岩,成矿年龄及附近红层对比表

表4

Table 4. Comparison of adjoining rock and mineraluzation age of granite—uranic deposit with nearby red beds, North Qinling in Shanxi

矿床名称或代号	矿化围岩及年龄(Ma)	成矿年龄(Ma)	附近红层
401 矿田	$r_2^{1-2}(147)$	98—96, 12.7	$K_1 \cdot N$
2011 矿床	$r_3^1(428)$	100—135	$K_1E - N$
904 矿床	$r_3^1(203)$	98—85	K_1
7614 矿床	$r_3^1(195)$	28—27	$E - N$
7962 矿床	$r_3^1(174 - 227)$		$E - N$
730 矿床	$r_3(539An(-))$	112—153	K_1

①张聚杰等,1982,陕西北秦岭铀矿化控制因素。(科研报告)

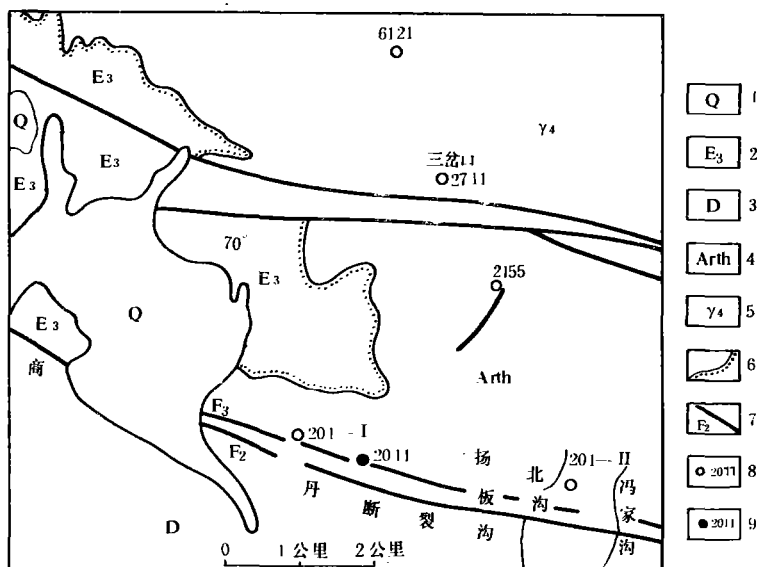


图4 2011 铀矿床与红层关系示意图

Fig. 4 The diagram of relation between red beds and 2011 uraniferous deposit

说明: 1—第四系; 2—红层; 3—泥盆系; 4—太华群; 5—片麻状花岗岩;
6—角度不整合; 7—断层及编号; 8—矿点及编号; 9—矿床;

四、成矿期的主要地质事件及成矿机理

本区红层与铀矿化存在着引人注目的时空关系,反映了它们之间一定存在着某种规律。我们知道,红层与铀矿化都是地质发展过程中一定阶段的产物,与该区主要的构造运动,热事件及古气候变化密切相关。

1、拉张断块构造是本区红层和铀矿化形成的基本地质背景。中生代以后,本区受太平洋板块向亚洲大陆板块俯冲的影响,应力场发生了明显的变化,由南北向的压应力场转化为北西—南东向,构造性质也由褶皱造山运动变为以断块运动为主,使得早期处于挤压状态的近东西向区域性深大断裂表现出明显的扩张特点,并形成了大量印支期和燕山早期大规模的花岗岩体,为日后成矿奠定了物质基础。侏罗纪以后,随着NW—SE向压应力增强,区内产生了一系列NE—SW向展布的隆起带和拗陷带,在隆起带的早期岩体和地层抬升地表遭受剥蚀,而拗陷带广泛发育白垩纪陆相红层。并形成了区内一些重要铀矿床,如904矿床、730矿床等。第三纪,由于特提斯—喜马拉雅构造域碰撞作用的影响及太平洋板块向中国大陆板块俯冲作用的减弱,形成了一系列呈近北东向展布的张性断裂破碎带,为本区铀矿床的重要含矿构造。第三

纪的块断活动,一方面为铀矿提供了赋矿空间,另一方面富铀地质体的风化剥蚀,使铀得以活化转移,并富集成矿。

2、干旱炎热的古气候条件是区域红层形成和铀得以活化转移乃至富集成矿的重要条件。据兰州地质研究所对西北地区古气候的研究表明,西北地区中新世代古气候的演变表现为,从晚三叠到早白垩世的过渡性气候,演变到晚白垩世至第三纪的半干燥—干燥性气候^[6]。因而在白垩纪至第三纪出现了一系列红色建造。红层是在强氧化环境下形成的,这种富氧的半干燥—干燥气候对岩石进行强烈的风化改造,使低价铀变成高价铀。干旱炎热的古气候条件,不仅能使总矿化度提高,而且不至于象潮湿气候条件下那样,成矿物质大量随水冲走流失。据称,现在干旱区不同水域中铀含量比起潮湿区相同水域来,大致要高出1~2个数量级^[7]。当富氧富铀的高矿化度地下水渗入深部,被热源体加热,可能构成含铀热液的循环对流体,最终在有利部位形成渗流热液铀矿床,或者上述含氧大气降水直接将铀携至氧化还原过渡带,经还原、沉淀,形成淋积型铀矿床。

3 在中新生代断块构造活动的背景下,较强烈的岩浆活动,一方面为成矿提供了部分矿源,另一方面是含铀溶液活化迁移的重要热源,它既增大了含矿溶液的溶解度,也加快了成矿热液扩散迁移速度。

对北秦岭地区铀矿化地质背景的综合分析对比,可以认为,经褶皱增厚的陆壳,遭受拉张而裂陷,导致深部地壳的部分熔融,广泛的岩浆活动和地幔底辟,热流扩散,有些地方伴随有酸性火山活动,对扩张区的陆壳进行改造。同时,在浅部强氧化环境下堆积陆相红层,这是北秦岭地区区域铀矿化出现时的基本地质背景。

五、结论及找矿意义

1、铀成矿的时间应是区域拉张和红层发育期在时间上的重合;成矿空间是断裂红盆系与富铀地质体的迭置区。

2、构造、红层、铀源层(体)“三位一体”是铀成矿的充分必要条件。

3、铀矿化仅与干热气候条件下的陆相红层发育期相联系,即形成于白垩纪—第三纪红层发育期内,而与海相红层发育期及其它气候条件下形成的红层关系不大。

因此,在该区,应在白垩系—第三系陆相红盆中或其附近断裂构造与富铀地质体相交切的部位寻找铀矿,将会提高找矿的准确性,减少找矿的盲目性。

参考文献

- [1] 张文佑等,《中国及其邻区海陆大地构造》,第1版,北京,科学出版社,1986,216—218
- [2] 黄汲清,任纪舜等,《中国大地构造及其演化》。第1版,北京,科学出版社,1980,113
- [3] 上田诚田等,板块构造和日本列岛构造史,国外地质,(7) 1975
- [4] 金性春,《板块构造基础》,第1版,上海,科学技术出版社,1984,131
- [5] 张邻素,华南红层及其与铀成矿关系,北京铀矿地质研究所年报,1980,99
- [6] 中国科学院兰州地质研究所,《中国陆相油气的形成演化和运移》,第1版,甘肃,人民出版社,1981,18—24
- [7] 陈祖伊等,华南断块运动—陆相红层发育期与区域铀矿化,地质学报,(3) 1983,297—299

RELATION BETWEEN URANIC MINERALIZATION AND RED BEDS AND THE EXPLORATION TARGETS FOR URANIC DEPOSITS IN THE NORTH QINLING AREA, SHANXI PROVINCE

Quan Zhigao

(The 203 Institute in Xian)

Abstract

This paper presents integrated analysis of the geological history, the regional development of red beds and uranic mineralization. Uranic mineralization is temporally related to the period of development of regional tension faults and red beds and spatially related to the superimposition of the geological masses with high U—abundance and the red fault basin. Based on this the author put forward the metallogenic mechanism and exploitation targets.