

文章编号: 0258-7106(2008)03-0415-08

鄂尔多斯盆地东北部砂岩型铀成矿模式研究*

韩效忠¹, 张字龙¹, 姚春玲¹, 李西得², 李胜祥¹, 苗爱生², 杨建新²

(1 核工业北京地质研究院, 北京 100029; 2 核工业 208 大队, 内蒙古 包头 014010)

摘要 在分析前人对鄂尔多斯盆地东北部铀成矿模式研究的基础之上, 对该区铀成矿控矿规律进行了详细研究, 提出了鄂尔多斯盆地东北部 4 阶段铀成矿模式, 即: ①潜水氧化板状矿体形成阶段(中侏罗世直罗晚期); ②早期层间氧化作用及主要卷状矿体形成阶段(中侏罗世直罗期末—早白垩世伊金霍洛初期); ③油气还原保矿阶段(早白垩世伊金霍洛期末—东胜期初); ④晚期层间氧化铀矿体改造叠加阶段(中新世至今)。指出研究区存在 2 期古层间氧化带和 1 期新层间氧化带砂岩型铀矿床, 当各期层间氧化带相互叠合时, 矿化明显加大变富, 并认为研究区有利远景地段位于直罗组下段古河道两侧及下游迎水面一带, 断层发育地段也是铀矿找矿的重点部位。

关键词 地质学; 鄂尔多斯盆地; 砂岩型铀矿; 成矿模式; 层间氧化带; 远景评价

中图分类号: P619.14

文献标志码: A

Discussion on metallogenic model for sandstone-hosted uranium deposits in northeastern Ordos Basin

HAN XiaoZhong¹, ZHANG ZiLong¹, YAO ChunLing¹, LI XiDe², LI ShengXiang¹, MIAO AiSheng²
and YANG JianXin²

(1 Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China; 2 No. 208 Geological Party, CNNC, Baotou 014010, Inner Mongolia, China)

Abstract

The complexity, diversity and imperfect comparability of metallogenic characteristics result in the situation that the same metallogenic conditions may not form completely identical ore deposits, and a metallogenic model based on one deposit does not have sufficient representativeness. Therefore, in prognosis and evaluation of different ore deposits in different areas, relevant metallogenic models should be established. Based on previous researches on the metallogenic model for sandstone-hosted uranium deposits in northeastern Ordos Basin, the authors studied in detail the uranium mineralization and ore-controlling regularities of that area. A four-phase uranium metallogenic model has thus been established: ① the formation of tabular ore bodies of phreatic oxidation zone (late Zhiluo epoch in middle Jurassic), ② the interlayer oxidation in the early stage and the formation of major roll-front ore bodies (late Zhiluo epoch in middle Jurassic to early Yijinhuluo epoch in early Cretaceous), ③ oil and gas reduction and ore preservation (late Yijinhuluo epoch to early Dongsheng epoch in early Cretaceous), and ④ the transformation and superposition of ore bodies of the interlayer oxidation zone in the late stage (Miocene to the present). Studies show that there exist two stages of old interlayer oxidation zone and one stage of new interlayer oxidation zone in the study area, and that where two or three interlayer oxidation zones exist in the same place, the uranium ore body usually becomes large and rich. It is hence held that prospective

* 本文为国防科学技术委员会核能开发二期和国家“973”项目(编号 2003CB2146)共同资助成果

第一作者简介 韩效忠,男,1973年出生,硕士,高级工程师,主要从事构造地质学和铀矿地质工作。Email: geohanyao@sina.com.cn

收稿日期 2007-08-14; 改回日期 2007-12-07。张绮玲编辑。

areas seem to be such places as both sides of the paleo-river course of Zhiluo Formation, the upward position where groundwater meets, and the sectors of well-developed faults.

Key words: geology, Ordos Basin, sandstone-type uranium deposit, metallogenic model, interlayer oxidation zone, prospective evaluation

随着科研和勘查工作的深入,地表和近地表的矿床和矿化点已基本被发现殆尽,通过模式寻找隐伏矿床成为目前矿床地质研究的重点内容之一。由于成矿的复杂性、多样性和不确定性,决定了相同成因的成矿作用,不一定形成特征完全相同的矿床。同时,由单一矿床建立的成矿模式往往缺乏一定的代表性。这就需要在不同地区对不同矿种进行远景评价时建立相应的成矿模式。

鄂尔多斯盆地东北部铀矿的找矿工作也是一波三折。上世纪90年代,老一代铀矿地质工作者引入了前苏联的水成铀成矿模式(黄世杰,1994;陈祖伊等,2004),并将该模式成功地应用到伊犁盆地和吐哈盆地铀成矿远景预测中,先后发现了伊犁盆地南缘砂岩型铀矿床和吐哈盆地南缘十红滩铀矿床,该理论在天山造山带山间盆地铀矿找矿中仍然发挥着重要的作用(王果等,2000)。但是,将该理论应用到鄂尔多斯盆地砂岩型铀矿找矿时,一直没有新的突破。曾有一段时间,人们认为该盆地不具备砂岩型铀矿的成矿条件,使该地区铀矿的找矿工作陷入了停滞状态。上世纪90年代末,铀矿地质工作者逐渐认识到,鄂尔多斯盆地与天山造山带构造背景存在较大差别,因此,在对鄂尔多斯盆地地质构造详细研究的基础上,提出了“古层间氧化带”控矿的成矿模式,利用该模式在鄂尔多斯盆地取得了铀矿找矿的巨大突破,目前已提交鄂尔多斯盆地东北部大型铀矿床一个。随着找矿工作的逐渐深入,发现了一系列无法解释的地质现象,制约了该地区的铀矿找矿工作。因此,建立和完善新的成矿理论和模式势在必行。本文拟从对直罗组铀成矿规律深入研究的基础上,建立该地区的铀成矿模式,并对直罗组和延安组进行了成矿远景预测评价。

1 铀成矿地质背景概况

鄂尔多斯盆地是在华北陆块鄂尔多斯地块古生代海相沉积地层之上形成的中生代陆相沉积盆地。盆地基底包括太古界结晶基底、元古代和古生代沉积地层。陆相沉积主要由三叠系、中侏罗统、下侏罗

统、下白垩统、新近系和第四系组成,缺失上侏罗统、上白垩统、古近系及新近系的中新统。盆地东北部在新近纪以来发生了东西跷变过程,通过热史研究,认为这一事件发生在20~23 Ma以来(任占利,1995)。受这次事件的影响,盆地的构造格局发生了重大变化,即由原来的西高东低转变为东北高西南低,这对盆地东北部铀矿的改造和富集起到了重要作用,具体过程下文将详细论述。同时,由于盆地东北部不断抬升剥蚀,致使三叠系至侏罗系由东往西剥蚀出露地表(图1),有利于含氧、含铀地下水沿目标层露头向盆地内部渗流并富集成矿。铀矿成矿是一个复杂的过程,它对目标层选择有着严格的条件,关于目标层的定位笔者已有详细的论述(韩效忠等,2007),在此不再累述。

鄂尔多斯盆地已知铀矿床、矿化点及异常点主要分布于盆地西南部及北部。赋矿层位以中侏罗统延安组和直罗组为主。盆地东北部已发现的铀矿大部分集中在东胜地区。产铀层位为中侏罗统直罗组,矿体多分布在直罗组下段古河道两侧,据现有勘探资料,南侧矿体优于北侧。矿体受河道砂体、矿区多期活动断层、油气(煤层气)有机质、地下水补-径-排的方式和方向等因素控制。矿化类型主要为砂岩型层间氧化带型,主要矿体多就位于古层间氧化带前锋线(灰色砂岩与灰绿色砂体过渡部位)附近。新层间氧化带前锋(灰色、灰绿色砂体与黄色、紫色砂体过渡部位)也控制部分矿体,但品位较低,规模较小。当它与古层间氧化带前锋相互叠合部位,矿化明显增加,这种现象在孙家梁矿床东段表现非常明显。矿体呈不规则的板状或卷状。岩性为灰绿色、灰色中粗粒长石石英砂岩,分选一般,钙质胶结,较疏松,富含有机质、含少量黄铁矿结核及细分散状黄铁矿。矿化围岩蚀变为绿泥石化、黄铁矿化、碳酸盐化、粘土化等。铀矿物主要为铀石,其次为沥青铀矿、钛铀矿,伴生矿物为硒铅矿、锐钛矿(向伟东等,2006)。矿化具多期次、多阶段的特征。含矿砂岩厚20~35 m,有稳定的泥岩、泥质粉砂岩构成矿化顶板,延安组顶部煤层及厚层泥岩组成的底板,层间氧化作用明显,具有显著后生成矿的特点。

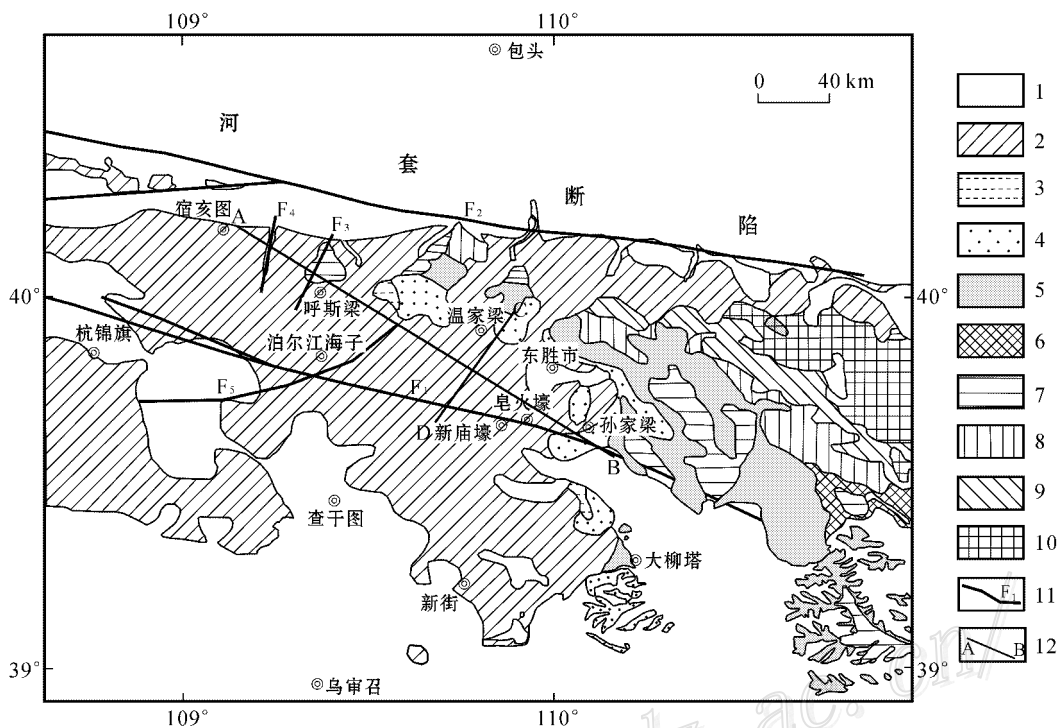


图 1 鄂尔多斯盆地东北部地质略图

1—第四系；2—下白垩统；3—中侏罗统安定组；4—中侏罗统直罗组；5—中侏罗统延安组；6—下侏罗统富县组；7—上三叠统延长组；8—中三叠统二马营组；9—下三叠统和尚沟组；10—下三叠统刘家沟组；11—断层及编号；12—模式剖面位置

Fig. 1 Sketch map of northeastern Ordos basin

1—Quaternary；2—Cretaceous；3—Middle Jurassic Anding Formation；4—Middle Jurassic Zhilou Formation；5—Middle Jurassic Yan'an Formation；6—Lower Jurassic Fuxian Formation；7—Upper Triassic Yanchang Formation；8—Middle Triassic Ermaying Formation；9—Lower Triassic Heshangou Formation；10—Lower Triassic Liujiagou Formation；12—Fault and its serial number；13—Section location

2 前人研究成果与存在问题

前人对鄂尔多斯盆地东北部铀成矿模式进行了大量有益的探索，并从不同的角度对该区铀成矿模式进行了研究。核工业 208 大队提出了预富集阶段、古层间氧化作用阶段和后期还原作用阶段的三阶段成矿模式。夏毓亮等(2003)和刘汉彬等(2007)通过对东胜矿带铀-铅同位素年龄测试分析，认为东段孙家梁矿床翼部矿体成矿年龄为 (120 ± 11) Ma 和 (80 ± 5) Ma，矿体卷头部位铀成矿年龄为 (20 ± 2) Ma、 (8 ± 1) Ma，中部沙坨台及以西矿床成矿年龄为 (124 ± 6) Ma 和 (80 ± 5) Ma。刘德长等(2007)在断隆成矿观点的前提下，认为成矿可分为 3 个阶段：即早期断隆构造发育初期活动形成了早期层间氧化带型铀矿床(约 120 Ma)；中期早白垩世后期断层活动油气向上运移改造早期成矿阶段，形成了 80 Ma 左右的铀矿化；晚期河套断陷的发生，使研究区东北部抬升剥蚀并成矿，形成 20 Ma、8 Ma 的铀矿化。

综上所述，前人对该区铀成矿的基本认识为：①铀成矿是一个多阶段的成矿过程；②油气活动对该区的铀成矿起了一定的作用；③研究区主成矿期为古层间氧化作用；④构造活动对铀成矿起到了重要的作用。

这些认识很好的解释了某一阶段的成矿过程，但仍存在以下无法解释的地质现象：

(1) 南部孙家梁-新庙墩矿带严格地受近东西向层间氧化带前锋控制，北部呼斯梁-温家梁铀异常带也发育灰色和灰绿色氧化还原过渡带，即发育南、北两条近平行于蚀源区展布的层间氧化带前锋，这用经典的层间氧化带观点是无法解释的(图 2)；

(2) 在研究油气对该区铀矿化的作用时，没有回答油气向上运移的时间是成矿前还是成矿后，其机理又是如何？因而在解释油气是促进成矿还是只起到保矿作用时不够明确；

(3) 对新层间氧化带发育范围及其对该区铀成矿影响的研究力度不够，因而无法解释孙家梁矿床两翼成矿年龄较大，卷头矿体成矿年龄较小，而其

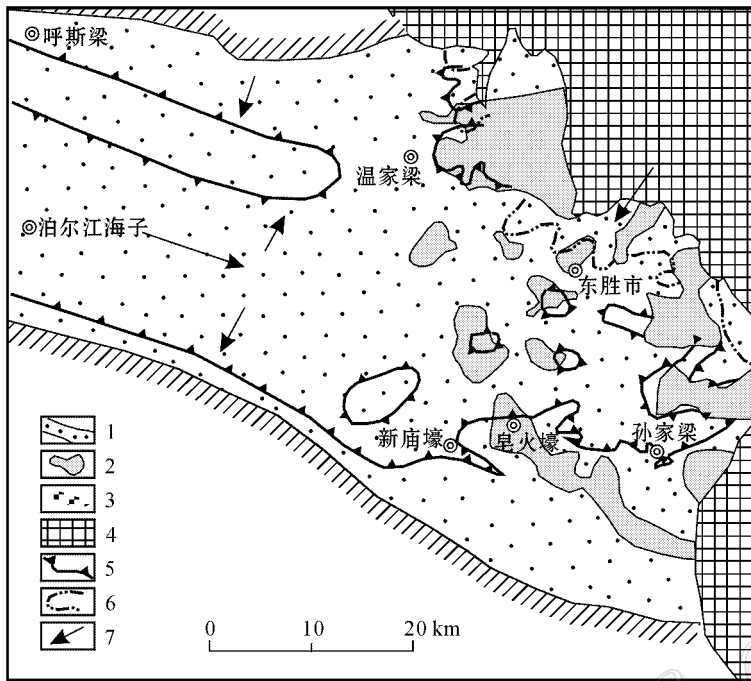


图2 鄂尔多斯盆地东北部直罗组下段古河道与层间氧化带前锋分布图

1—河道亚相；2—河道间亚相；3—泛滥平原相；4—前直罗组；5—古层间氧化带前锋线；6—新层间氧化带前锋线；7—地下水流动方向

Fig. 2 Distribution of the paleo-river courses and the front of the interlayer oxidation belt in northeastern Ordos Basin

1—Riverwag subfacies ; 2—Interfluve subfacies ; 3—Floodplain facies ; 4—Anzhiyou Formation ; 5—Front of the paleo-interlayer oxidation belt ; 6—Front of the new-interlayer oxidation belt ; 7—Flow direction of groundwater

他矿床的不同地段成矿年龄均较大的问题。

3 盆地东北部砂岩型铀成矿模式

本研究小组博采众家之长,结合近几年研究区的钻探成果,在对鄂尔多斯盆地东北部直罗组铀成矿规律和控矿因素进行了深入研究的基础上,提出了鄂尔多斯盆地东北部4阶段铀成矿模式(图3)。

3.1 潜水氧化板状矿体形成阶段(中侏罗世直罗晚期)

直罗晚期,研究区直罗组长期处于隆升剥蚀状态,未接受晚侏罗世沉积,加之当时气候炎热干旱,造成直罗组上段整体呈紫红色,而在直罗早期,气候温暖潮湿,使得直罗组下段为灰色地层。造成紫红色层与灰色层分界面附近存在较强的氧化还原地球化学环境,形成了该处潜水氧化带型铀矿化。在研究区内潜水氧化带砂岩型铀矿床的形成过程中,地下水补给方式一直让人难以理解,直罗组上段发育厚大的泥岩层,后期地表水无法垂直层面向下运移,但直罗组下段上部发育于灰绿色氧化带砂体中连续性差、厚度薄、品位低、标高相近或相同的铀矿体,说明该处确实存在潜水氧化成因的铀矿体。笔者认为

在岩石固结过程中,岩层中地下水不断向外渗流,由于直罗组上段泥岩夹层厚度大,地下水无法直接排出地表,与之相对应的是直罗组下段发育厚度大(在呼斯梁一带厚度达120 m砂体)连通性好的辫状河道砂体,这种环境有利于直罗组上段地层中的地下水垂直层面向直罗组下段渗流。直罗组上段沉积时气候炎热干旱,形成代表强氧化环境的红色岩系,地层中的铀处于活化迁移状态;而直罗组下段灰色砂体(因后期油气还原,现为灰绿色砂体)处于还原环境,在两者接触部位形成氧化还原地球化学障,易于在直罗组下段上部砂体中形成板状的铀矿体,矿化年龄约为160 Ma。因受当时铀源条件及地下水渗流方式(地下水渗流垂直于层面,即主要是地层本身供铀,这种供铀数量相当有限)的限制,铀矿品位较低(图3a)。

3.2 早期层间氧化作用及主要卷状矿体形成阶段(中侏罗世直罗期末—早白垩世伊金霍洛期初)

对鄂尔多斯盆地燕山期点应力状态的统计结果表明,燕山运动的最大主压应力轴的优选产状为 $130^{\circ}/2^{\circ}\sim 310^{\circ}/4^{\circ}$,最小主压应力轴的方向为 $40^{\circ}\sim$

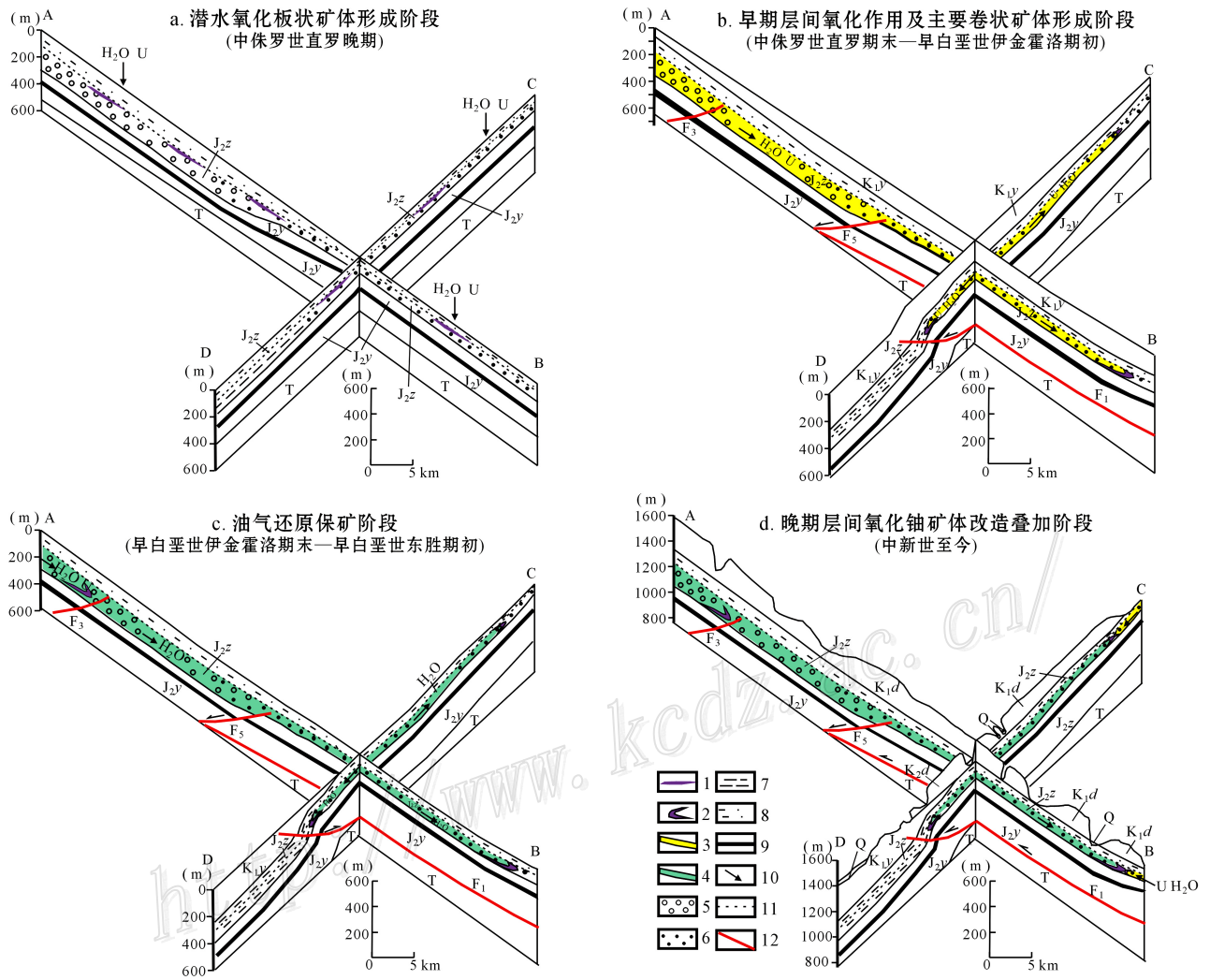


图 3 鄂尔多斯盆地东北部东胜地区砂岩型铀成矿模式图(剖面位置见图 1)

1—层状矿体；2—卷状矿体；3—油气还原砂体；4—层间氧化砂体；5—砾质辫状河；6—砂质辫状河及分流河道；7—湖相泥岩；8—泛滥平原相沉积；9—煤层；10—地下水渗入方向；11—潜水氧化界面；12—断层

Fig. 3 Metallogenic model for sandstone-type uranium deposits of Dongsheng area in northeastern Ordos Basin (section location see Fig. 1)

1—Stratiform body; 2—Roll-shaped ore body; 3—Sand body from oil-gas reduction; 4—Sand body of interlayer oxidation; 5—Sandy braided river facies; 6—sandy braided river and diffluence river channel subfacies; 7—Mudstone of lacustrine facies; 8—Floodplain facies; 9—Coal seam; 10—Flow direction of underwater; 11—Interface of phreatic oxidation; 12—Fault

220°, 倾角近于水平; 各点的中间主压应力轴的平均倾角均在 80°以上(张泓等, 1996)。表明研究区当时主要受 NW-SE 向挤压。

受这次构造运动的影响, 在直罗期末研究区西北部挤压抬升, 造成该区直罗组地层向东南掀斜, 使目标层直罗组下段在研究区西北部剥蚀出露地表, 形成直罗组与伊金霍洛组长期沉积间断面, 有利于含氧含铀地下水从该露头沿直罗组下段辫状河道向东南方向不断渗流。因直罗组辫状河道中部砂体厚

大, 且质地较纯, 有机质等还原物质相对较少(东胜地区直罗组还原砂岩中平均有机碳为 0.151%, 比中国其他产铀盆地目标层有机质含量少, 如在伊犁地区 512 矿床水西沟群 203 个还原砂岩样品中平均有机碳含量为 0.31%, 最高为 2.55%), 加之氧化时间较长, 使得氧化距离超过 70 km。同时因直罗组产状较平缓, 地下水不断向辫状河道边部两侧渗流, 形成了古河道边部和主迎水面成矿的特征(图 3b)。众所周知, 一次挤压应力撤除, 必然会继之于伸展运

动,造成伊金霍洛组超覆不整合在直罗组之上时,目标层地下水补给区被覆盖,该期成矿结束。120 Ma的铀矿体就是这一阶段的产物。

在伊金霍洛期末,伴随着盆地 NW-SE 向挤压的进一步加强,在中侏罗统延安组底部因变形调节发生滑脱挤压作用,形成东胜矿床南侧的近 EW 向断层 F_1 断层切穿直罗组和伊金霍洛组大部(图 3b),因该断层左行剪切,配生了近 SN 向断层 F_3 和 F_4 ,这些断层在后期对成矿起到了重要的作用。

此阶段油气并未参加成矿作用,其主要原因是煤成气形成要有一定的温压条件,其形成是随着伊金霍洛组不断沉积,延安组煤层不断埋深增温的条件下产生的(桑树勋等,2001),即在伊金霍洛期大部分时间内,煤层温度还没有达到产生煤层气的温度临界条件,不可能产生大量的烃类等还原物质。同时,当时控矿断层为逆断层,因其具有封堵作用而不利于下部油气向上运移。

东胜矿区烃类化学分析数据也支持油气还原作用晚于主成矿期的论断(表 1)。

从表 1 中可见,富矿段烃含量总体高于矿化段和无矿段。 CH_4 、 C_2H_6 、 C_3H_8 轻烃在富矿段明显含量增高,富矿段 CH_4 平均为 $569.43 \mu\text{l}/\text{kg}$,无矿段为 $156.12 \mu\text{l}/\text{kg}$; $i-C_4H_{10}$ 、 $n-C_4H_{10}$ 、 $i-C_5H_{12}$ 和 $n-C_5H_{12}$ 重烃类在各矿化段平均总含量较低,从 $4.15 \sim 0.58 \mu\text{l}/\text{kg}$ 变化,但富矿段仍高出无矿段和矿化段约 1~3 倍。另外,从表中分析的结果来看,无矿段和矿化段烃类变化不明显,除 CH_4 、 C_2H_6 、 C_3H_8 略呈正相关之外,其他烃类矿化段,略低于无矿段,如果考虑到分析误差,可认为无矿段和矿化段,除 CH_4 之外,其他烃类含量基本相同。烃含量与高品位铀矿化呈明显的正相关以及无矿段和矿化段烃类变化不明显这些事实说明:① 烃类对铀的还原富集起重要的作用,在各种烃类之中,甲烷对铀的还原沉淀起的作用更大。其主要原因是延安组煤的镜质体反射率为

0.42~0.47,处于煤成气最初甲烷气阶段(桑树勋等,2001),生成的烃类主要是甲烷,其他烃类含量要低得多,因而甲烷对铀的还原沉淀起主要作用。② 油气不是该区主成矿形成的主要还原剂,油气沿断裂向上运移的时间晚于主成矿期。东胜地区主要矿段铀品位多为 0.01%~0.05%,即对应于表 1 中的矿化段,该段烃类含量比无矿段变化不大,说明该阶段油气对铀成矿起的作用不明显。但根据烃类对富矿石的还原富集起到重要的作用,并从富矿石形成时间较晚这些事实,推测油气形成要晚于主成矿期,油气对铀成矿主要起后期叠加富集的作用。该区主成矿期约为 80~120 Ma,即油气向上运移的时期要稍晚于 80~120 Ma。

3.3 油气还原保矿阶段(早白垩世伊金霍洛期末—早白垩世东胜期初)

伊金霍洛期末盆地 NW-SE 向挤压加强,近 EW 向断层活动加强,断层上盘持续向南逆冲推覆,造成上盘伊金霍洛组剥蚀殆尽。直罗组下段再次被剥蚀,裸露地表,根据 1:20 万区调图,在东胜组(K_1d)沉积之前,直罗组露头在研究区北部大面积出露,地下水在以 SE 向径流作用的同时还有近南北向的补给方式,图 2 所示的向东南凸出的弧形氧化带前锋就是不同方向地下水补给方向造成的结果,古层间氧化作用得以继续进行,形成东胜地区 80 Ma 的铀矿体。之后,随着挤压应力撤除,断层上盘因重力作用发生松弛跨塌,断层发生正反转,即由原来的挤压应力转变为拉张状态,加上断层上盘因剥蚀卸荷载作用,深部煤成气等烃类物质沿断层向上运移并弥散至直罗组辫状河砂体当中,将已经受氧化的黄色砂体还原成灰绿色砂岩。断层附近因油气作用,氧化还原地球化学障最强,该时期形成的铀矿体多就位于这些部位,成为该地区铀矿找矿的重要标志之一。关于油气还原的证据其他研究者已进行了大量研究(肖新建等,2004;赵军龙等,2006),本文不再一一列举。

表 1 东胜矿带酸解烃含量分析结果

Table 1 Analysis result of the acidolytical hydrocarbon in Dongsheng uranium deposit

样品数	$w(B)(\mu\text{l}/\text{kg})$							
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	$i-C_4H_{10}$	$n-C_4H_{10}$	$i-C_5H_{12}$	$n-C_5H_{12}$	
无矿段, $w_U < 0.005\%$	7	156.12	35.24	18.63	1.44	3.72	1.49	1.56
矿化段, $w_U 0.005\% \sim 0.049\%$	7	174.93	37.26	15.69	2.01	1.70	0.58	0.58
富矿段, $w_U > 0.05\%$	5	569.43	99.42	48.43	4.15	7.88	2.69	2.45

分析单位:上海大学生命科学学院中心实验室。

油气大规模向上运移时,研究区总体构造格局并未发生大的改变,含氧含铀地下水流向仍以 SE 向为主,只是由于油气向上不断运移,直罗组的还原容量大大增强,地下水中的氧在直罗组辫状河道砂体中流经不远就被消耗殆尽,六价态铀被还原沉淀。一次氧化作用结束随即就被油气再次还原,如此周而复始,在泊尔江海子 F₃ 断层一带形成高品位铀矿化(图 3c),在该地区某钻孔中铀品位最高可达 3‰。此时,对于东胜南部新庙壕-孙家梁矿带来讲,由于古河道上游截游作用的影响,到达该处的地下水已不含铀,使得该时期在此未能进一步成矿,但油气的还原作用保证了先期形成的矿体不被后期改造或破坏,使该成矿带得以完整保留。当东胜组超覆不整合在之下地层时,稍晚一期的古层间氧化作用随之结束,其原理同 3.2。

3.4 晚期层间氧化铀矿体改造叠加阶段(中新世至今)

喜马拉雅期,盆地构造格局发生了重大变化,主压应力由原来的 NW 向转变为 NE 向。张泓等(1996)研究发现,喜马拉雅期最大主压应力轴的方位为 30~120°,倾角 1~2°,最小主压应力轴的优势位是 121~301°,倾角近于水平,中间主压应力轴多近于直立或倾角 80°左右,盆地发生东西跷变过程中,研究区东北部直罗组再次被剥蚀出露地表,层间氧化带作用得以进行。为了与“古层间氧化作用”相区别,将这次层间氧化称之为“新层间氧化作用”。此时含氧含铀地下水流向改为 NE 向(图 3d),它对已形成的温家梁地区铀矿化带和东胜地区南矿带东段的孙家梁铀矿床进行了叠加改造,使得这些地区铀品位较大幅度提高,形成了孙家梁卷头部位富矿段 8 Ma 和 20 Ma 的铀矿化。这些地段的含矿砂体往往具黄色斑点,指示其经受了不同程度的新层间氧化作用的改造(图 3d)。因层间氧化距离所限,该期层间氧化带未能对东胜地区南矿带中、西段的沙沙圪台、皂火壕和新庙壕矿床进行铀的叠加改造,因而这几个矿床的成矿年龄均较大。

喜马拉雅期末的另外一次重要地质事件是发生了盆地周缘断陷,产生了一系列断陷盆地,对研究区影响重大的是河套断陷,它阻隔了阴山造山带的铀源进入盆地内部,使得新层间氧化作用的铀源条件较差,在没有与古层间氧化带叠加的部位只发育一系列铀异常点,而没有形成具有工业意义的铀矿化。即单独由新层间氧化作用控制的地区铀成矿前景较差,而新、古层间氧化作用相互叠加的地区,则是研

究区铀资源远景评价的重点部位。

5 基于模式的成矿远景评价

通过成矿模式研究,对该地区远景预测时应着重考虑如下一些重点部位。

(1)盆地内铀矿体重要赋存位置为直罗组辫状河道边部和其下游辫状河三角洲分流河道,特别是对河道分叉、拐弯部位要加强研究,这些部位的有机质丰富,有利于成矿。

(2)盆地内铀矿化就位于层间氧化带前锋附近,在注重古层间氧化带前锋的同时,还应注意新层间氧化带前锋,在新层间氧化与古层间氧化相互叠加的部位,矿体品位明显增加,是成矿预测的重点位置,这些部位多在盆地北缘和东北缘一带(图 2)。

(3)在盆地东北部直罗组辫状河上游主河道中,特别要注意断层发育的部位(如呼斯梁一带),这些部位由于受后期断层切割,成为油气向上运移的重要通道,是稍晚一期古层间氧化带(相对新庙壕-孙家梁)控矿的重要部位。

(4)对延安组进行成矿远景预测时,除了注重上述控矿位置之外,还要注意该地层本身还原容量较大的部位(为含煤系地层),使得氧化带前锋线较直罗组更靠近盆缘一侧,有利成矿预测部位不易超出现今盆缘 10 km 之外,而直罗组古层间氧化前锋距盆缘补给区可达 70 km 以上。需要说明的是,上文提到的“盆缘”系指中生代盆地北部边缘。

志 谢 在成文过程中得到了黄净白研究员的悉心指导,审稿人提出了宝贵的修改意见,在此向他们致以衷心的感谢!

References

- Chen Z Y, Zhou W X, Guan T Y and Li Z Y. 2004. Formation-evolution model of uranium-productive basins and its recognition criteria [J]. World Nuclear Geosciences, 21(3):141-151(in Chinese with English abstract).
- Han X Z, Li S X, Zhang Z L, Yao C L, Wang F G and Zhang W M. 2007. Distinguishing technology of the valuable target-layer and sandstone body in the containing uranium basin- example for sandstone uranium deposit of interlayer oxidation type in the northeast Ordos basin[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 26(Supp.):378-381(in Chinese with English abstract).
- Huang S J. 1994. Formation conditions and prospecting criteria for sand-

- stone uranium deposit of interlayer oxidation type[J]. Uranium Geology , 10(1): 6-13(in Chinese with English abstract).
- Liu D C , Ye F W and Zhang J B. 2007. Proposing metallogenic viewpoint of fault-uplift and its geological significance[J]. Uranium Geology , 23(1): 38-42(in Chinese with English abstract).
- Liu H B , Xia Y L and Tian S F. 2007. Study on geochronology and uranium source of sandstone-type uranium deposit in Dongsheng area [J]. Uranium Geology , 23(1): 23-29(in Chinese with English abstract).
- Ren Z L. 1995. Thermal history of Ordos basin assessed by apatite fission track analysis[J]. Acta Geophysica Sinica , 35(3): 339-349 (in Chinese with English abstract).
- Sang S X , Qin Y and Bo X H. 1998. Geology of coalbed methane in the continental Basins-a case of Jungaar and Turpan-Hami basins[M]. Beijing : China University of Mining and Technology Press. 54-56 (in Chinese).
- Xia Y L and Liu H B. 2005. Pre-enrichment and metallogeny of uranium in Zhiluo Formation sand bodies of Dongsheng area , Ordos Basin [J]. World Nuclear Geoscience , 22(4): 187-191(in Chinese with English abstract).
- Xiang W D , Fang X H , Li T G , Chen X L , Pang Y Q and Chen H H. 2006. Metallogenic characteristics and model of Dongsheng uranium deposit in Ordos basin , North China[J]. Uranium Geology , 22(5): 257-265(in Chinese with English abstract).
- Xiao X J , Li Z Y , Fang X H , Ou G X , Sun Y and Chen A P. 2004. The evidences and significances of epithermal mineralization fluid in the Dongsheng sandstone type uranium deposit[J]. Bulletin of Mineralogy , Petrology and Geochemistry , 23(24): 301-304(in Chinese with English abstract).
- Wang G , Hua R M and Qin L F. 2000. The role of fluids in the ore-forming process of the interlayer uranium deposits of Wukurqi district on the southern margin of Yili Basin[J]. Mineral Deposits , 19(4): 340-349(in Chinese with English abstract).
- Zhang H. 1996. Mesozoic and Cenozoic Palaeotectono-stress field of Ordos basin[J]. Jour. Geol. & Min. Res. North China , 11(1): 87-92(in Chinese with English abstract).
- Zhao J L , Tan C Q , Liu C Y and Li Q C. 2006. Enrichment features of oil , gas , coal and uranium in Ordos Basin[J]. Acta Petroleum Sinica , 27(2): 58-64(in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 陈祖伊 , 周维勤 , 管太阳 , 李子颖. 2004. 产铀盆地的形成演化模式及其鉴别标志[J]. 世界核地质科学 , 21(3): 141-151.
- 韩效忠 , 李胜祥 , 张字龙 , 姚春玲 , 王凤岗 , 张文明. 产铀盆段有利目标层及砂体识别技术-以鄂尔多斯盆地东北部层间氧化带砂岩型铀矿为例[J]. 矿物岩石地球化学通报 , 26(增刊): 378-381.
- 黄世杰. 1994. 层间氧化带砂岩型铀矿的形成条件及找矿判据[J]. 铀矿地质 , 10(1): 6-13.
- 刘德长 , 叶发旺 , 张静波. 2007. 东胜铀成矿区断隆成矿观点的提出及其地质意义[J]. 铀矿地质 , 23(1): 38-42.
- 刘汉彬 , 夏毓亮 , 田时丰. 2007. 东胜地区砂岩型铀矿年代学及成矿铀源研究[J]. 铀矿地质 , 23(1): 23-29.
- 任占利. 1995. 利用磷灰石裂变径迹法研究鄂尔多斯盆地地热史[J]. 地球物理学报 , 38(3): 339-349.
- 桑树勋 , 秦勇 , 傅雪海. 2001. 陆相盆地煤成气地质——以准格尔、吐哈盆地为例[M]. 北京 : 中国矿业大学出版社. 54-56.
- 夏毓亮 , 刘汉彬. 2005. 鄂尔多斯盆地东胜地区直罗组砂体铀的预富集与铀成矿[J]. 世界核地质科学 , 22(4): 187-191.
- 向伟东 , 方锡珩 , 李田港 , 陈晓林 , 庞雅庆 , 程华汉. 2006. 鄂尔多斯盆地东胜铀矿床成矿特征与成矿模式[J]. 铀矿地质 , 22(5): 257-265.
- 肖新建 , 李子颖 , 方锡珩 , 欧光习 , 孙晔 , 陈安平. 2004. 东胜砂岩铀矿床低温热液体的证据及意义[J]. 矿物岩石地球化学通报 , 23(4): 301-304.
- 王果 , 华仁民 , 秦立峰. 2000. 乌库尔其地区层间铀成矿过程中的流体作用研究[J]. 矿床地质 , 19(4): 340-349.
- 张泓. 1996. 鄂尔多斯盆地中生代构造应力场[J]. 华北地质矿产杂志 , 11(1): 87-92.
- 赵军龙 , 谭成仟 , 刘池阳 , 李庆春. 2006. 鄂尔多斯盆地油、气、煤、铀富集特征分析[J]. 石油学报 , 27(2): 58-64.