

松辽盆地地浸砂岩型铀矿勘查 及其找矿方向

张振强^{1,2}, 金成洙¹, 赵忠华², 桑吉盛², 余新民³

(1. 东北大学 资源与土木工程学院, 沈阳 110004;

2. 核工业二四〇研究所, 沈阳 110032; 3. 核工业 243 大队, 内蒙古 赤峰 024006)

摘 要: 20 世纪 90 年代开始, 在松辽盆地开展了地浸砂岩型铀矿区域评价工作。盆地的西南部投入数万米钻探工作量开展以第三系和白垩统嫩江组、姚家组为目的层的找矿工作, 取得了较大突破, 发现并提交了我中国第一个板状砂岩型铀矿床, 所建立的双混合叠造铀成矿模式丰富了地浸砂岩型铀成矿理论。在此基础上总结出白垩系砂岩型铀成矿控矿因素和找矿标志。盆地东部构造反转有利于形成砂岩型铀矿床。第三系以潜水氧化为主, 还原物质缺乏, 而且新构造运动对其改造微弱, 总的成矿条件不理想, 不宜作为主攻目的层。盆地拗陷阶段沉积的泉头组、青山口组、姚家组为主要找矿目的层, 找矿重点在盆地东南部通辽—双辽—德惠地区。下一步科研工作重点为: 完善 QJD 砂岩型铀矿模式、盆地油气与铀成矿关系、白垩纪水文地质条件的研究。

关键词: 松辽盆地; 地浸砂岩型铀矿床; 勘查; 找矿方向

中图分类号: P612; P619.14 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2006)02-0109-06

1 区域地质概况

松辽盆地基底主要由中深变质岩、浅变质岩和花岗岩组成。盖层主要为上侏罗统火石岭组, 下白垩统沙河子组、营城子组、登娄库组, 上白垩统泉头组、青山口组、姚家组、嫩江组、四方台组、明水组, 第三系依安组、大安组、泰康组和第四系。

盆地的构造演化分为 4 个阶段: 即拉张断陷(火石岭—登娄库期)、热沉降拗陷(泉头—嫩江期)、挤压萎缩(四方台—明水期)、差异沉降(第三纪—第四纪)。

2 松辽盆地地浸砂岩型铀矿勘查历程

2.1 基础地质

松辽盆地基础地质调查及找矿工作程度比较高, 解放后先后有原地矿、石油、煤炭等部门在区内寻找石油和煤等矿产资源, 施工了大量钻孔, 取得了反映深部情况的较为系统的基础地质资料。1955 年

地质部东北地质局组成踏勘组踏勘松辽盆地东部边缘。1956~1957 年地质部松辽石油普查大队在松辽盆地内进行 1 100 万概查, 地质部 904 航磁队和物探 112 队在盆地中进行 1 100 航磁、重力、电测深工作。松辽石油普查大队 1960 年出版了《石油地质图集》, 1978~1979 年吉林油田地质调查指挥部在全区进行地震勘探, 完成 9 条覆盖剖面, 总长 445.2 km。1983 年地矿部航空物探总队开展了 1 20 万石油构造航磁测量。辽河油田、大庆油田和东煤公司对该区进行了比较系统的勘查工作, 施工有参数井和其他井 105 口。完成包括研究区在内的全面地震测量 16 693 km。1997 年东煤 203 队在双辽金宝屯地区进行普查勘探工作, 提交了《双辽煤田勘探报告》。

2.2 铀矿地质

2.2.1 放射性普查

铀矿地质工作始于 20 世纪 60 年代, 1964~1967 年进行了 1 2.5 万大面积放射性普查工作。1975~1980 年进行了重点区 1 5 万伽玛概查和 1 1 万普查工作。

20 世纪 80 年代, 松辽盆地进行了较为系统的铀矿区调工作。1984~1986 年开展了松辽盆地铀矿

收稿日期: 2005-04-05; 改回日期: 2005-06-09

基金项目: 国家教育部博士点基金项目(1999014513)资助。

作者简介: 张振强(1966-), 男, 河南滑县人, 研究员级高工, 博士研究生, 矿产普查与勘探专业, 长期从事铀矿地质科研与生产工作。

地质条件调查、松辽盆地东南缘五常—昌图铀矿区调和松辽盆地东北部 1 10 万铀矿区调。1986-1987 对整个盆地开展 1 200 万放射性水文地质编图工作。

2.2.2 地浸砂岩型铀矿区域评价阶段

90 年代以后, 随着我国找矿工作重点转移, 加大了松辽盆地可地浸砂岩型铀矿找矿区域评价工作。1995 年开始对松辽盆地进行 1 100 万可地浸砂岩铀矿区调, 并对松辽盆地南部、西南局部地段进行了可地浸铀矿水文地质条件研究, 在阿鲁科尔沁、开鲁、通辽地区进行 1 20 万水文地球化学区调、1 50 万可地浸铀矿区调和航测遥感综合调查。共计投入 40 980 m 钻探工作量, 对原石油钻孔中所显示的异常矿化进行验证与评价。

21 世纪初, 在松辽盆地西部进行了 1 10 万高精度航磁、航放综合测量, 在西北部龙江—肇州地区进行了铀矿区域地质调查(1 50 万)。在松辽盆地西南部开展了 1 25 万铀资源区域评价, 钻探工作量为 27 377 m。在松辽盆地北部投入钻探工作量 4 026 m, 开展以第三系为主要目的层、兼顾姚家组、青山口组的 1 25 万铀资源区域评价生产项目。在盆地东北部对绥化—肇州地区投入 10 025 m 钻探工作量, 开展以泉头组和嫩江组为目的层的 1 25 万铀资源区域评价。在松辽盆地东南部公主岭—九台地区投入钻探工作量 5 000 m, 开展以泉头组为主要找矿目的层 1 25 万铀资源调查评价。

1997-2001 年, 在松辽盆地东南部通辽地区投入大量钻探工作量, 开展砂岩型铀矿勘探工作, 提交一中型可地浸砂岩型铀矿床。

2.2.3 铀矿科研工作

本世纪初, 开展了松辽盆地地质演化与砂岩铀矿找矿方向研究(李胜祥, 2002)、太平川—齐齐哈尔地区可地浸砂岩型铀矿成矿地质条件及远景预测科研工作, 并紧密与生产结合开展了松辽盆地西南部第三系沉积体系与新构造运动研究、第三系后生改造作用研究、松辽盆地东南部中生代构造活动研究、松辽盆地东部白垩系沉积体系、沉积相及白垩系铀成矿条件及控矿因素研究等科研工作。

3 取得的主要成果

3.1 发现了我国第一个板状砂岩型铀矿床

1997 年开始, 在松辽盆地东南部投入了大量的钻探、地质研究工作, 发现并提交了 QJD 中型板状

砂岩铀矿床, 探明 6 个主矿体, 矿体埋深 260-300 m, 平均品位 0.022%-0.028%, 铀矿体总体呈板状、透镜状, 其主矿、单矿体规模大、形态简单、稳定性及连续性为国内砂岩型铀矿床罕见, 铀主要以沥青铀矿和吸附形式存在。

3.2 建立了 QJD 地浸砂岩型铀成矿模式

QJD 中型砂岩铀矿床双混合叠造成矿模式(李胜祥, 2002) 填补了我国该类型矿床研究的空白, 丰富了砂岩型铀成矿理论, 拓宽了松辽盆地寻找地浸砂岩铀找矿的思路。对松辽盆地找矿具有重要指导作用。成矿模式为:

(1) 盆地构造反转——油气油田水上升酸性蚀变及还原作用阶段。嫩江末期, 松辽盆地进入构造挤压反转期, 一些基底断裂再次复活, 深部油气、油田水沿断裂上升进入地层, 油气及油田水的酸性蚀变及还原作用使得原本为紫色、紫灰色的砂岩还原为灰-灰白色砂岩, 产生广泛的高岭石化, 并形成铀的初始预富集。

(2) 盆地构造隆升剥蚀——层间渗入水与上升油田水混合成矿作用阶段。早第三纪, 松辽盆地全面隆升、遭受剥蚀, 白垩系长期接受古地表含氧水的改造。又由于构造隆升, 盆地地下水潜水面不断下降, 有利于层间氧化带向潜水层纵向发展, 当其含水层层间氧化作用与早期或同期深部上升的弱酸性油田水发生混合, 形成了特有的双混合叠造型砂岩铀矿。

(3) 盆地差异沉降——油田水上升还原再次成矿作用。晚第三纪以来, 以潮湿-半潮湿气候为主, 层间氧化作用向下进行的深度和强度都有限, 所以成矿作用可能以深部油气及油田水上升还原作用为主, 油田水可以使早期铀矿化更加富集, 也可以使早先形成的预富集铀矿化发生再分配, 在后期油气及油田水还原作用下, 矿体附近的层间氧化带弱氧化甚至被再次还原, 发生氧化带后退和弱氧化岩石中见铀矿化及异常现象。

3.3 确定双混合叠造型砂岩铀找矿标志

根据 QJD 矿床成矿机理, 确定出盆地白垩系中双混合叠造型铀矿床找矿标志(李胜祥, 2002):

(1) 含矿建造沉积于弱伸展构造环境, 尔后经历了挤压-缓慢隆升的构造背景;

(2) 含矿层之下深部有油气藏存在;

(3) 区内发育深大断裂, 并将深部油气及油田水导入含矿层, 使含矿层遭受次生还原作用。

(4) 含矿层形成之后, 在盆地弱挤压-缓慢隆升阶段经历了较长时间的干旱-半干旱性古气候, 层间

氧化作用发育;

(5) 矿化形成之后, 区内构造微弱, 无大的沉降或隆升作用, 含矿层埋深应小于 500 m。

3.4 查明盆地构造演化与层间氧化带砂岩型铀矿形成的关系

(1) 拉张断陷期难以形成层间氧化带砂岩型铀矿。上侏罗统火石岭组和下白垩统沙河组、营城组、登娄库组形成于盆地强伸展作用阶段, 尔后又是在较长时间(约 50 Ma)的弱伸展构造期, 然后才是盆地的弱挤压构造期。

地层沉积时松辽盆地多为相互独立的断陷小盆地, 地层的泥-砂-泥岩性组合不稳定, 含氧含铀水很难进入这些地层的砂体中形成层间氧化带型铀矿化; 断陷期沉积之后的拗陷期沉积是湖盆逐渐扩大的超覆性沉积, 即使当时的古气候是干旱性质也不利于古层间氧化带砂岩铀矿床的形成。

(2) 热降拗陷期沉积基本具备了层间氧化带砂岩型铀矿的条件。泉头组、青山口组、姚家组、嫩江组地层形成于弱伸展(拗陷)期, 尔后又经历了弱挤压及隆升剥蚀, 地层形成后在挤压后期经历了 10 Ma 左右的干旱-半干旱性古气候。

(3) 挤压萎缩期难以形成层间氧化带型铀矿。明水组和四方台组地层形成于弱挤压构造, 而非弱伸展构造背景; 泥-砂-泥岩性组合不稳定, 由于没有大的湖泊, 有利成矿的三角洲相也不发育; 以半潮湿性气候为主, 干旱-半干旱气候较短, 影响了层间氧化带的发育。

(4) 差异沉降期不具备层间氧化带砂岩型铀矿成矿条件。第三系形成于弱伸展构造背景, 其后的第四系沉积期仍为弱伸展, 缺乏目的层形成之后的弱挤压构造环境。尽管第三系大安组和泰康组都有规模较大的灰色砂体, 泥-砂-泥岩性组合稳定, 并发现了一定的异常矿化; 但第三系形成后, 古气候基本上以半潮湿为主, 大大影响了层间氧化带的发育; 即使第四纪为半干旱-干旱性古气候, 由于上第三系形成后成矿作用的延续时间短(不超过 2 Ma), 所形成的层间氧化带铀矿化的品位、规模也很有限。

综上所述, 松辽盆地热降拗陷期形成的泉头组、青山口组、姚家组及嫩江组都是有利的找矿目的层。

3.5 成矿条件和成矿前景研究

查明了盆地西南部上第三系铀成矿条件, 评价了第三系地浸砂岩型铀成矿前景。

(1) 第三系古气候条件为半潮湿-潮湿气候条件, 但在第四纪初期有短暂的半干旱条件。

(2) 泰康组后生氧化具有潜水氧化特点, 大安组具有潜水-层间氧化特点。

(3) 第三系有机质含量低, 且分布不均匀, 有机质腐殖化程度低, 腐殖酸含量接近泥炭, 而远低于褐煤值。岩石硫、烃含量较低。后生还原作用总体较弱。

(4) 大安组主要为低水位体系域, 泰康组为水进体系域与高水位体系域。已发现铀矿化产于泰康组水进体系域曲流河相边滩中, 所以不具规模。大安组发育大规模辫状河沉积。从沉积体系分析第三系有利的找矿目的层应是低水位体系大安组中的辫状河沉积相发育部位。

(5) 新构造运动对第三系砂岩型铀成矿产生不利影响。上第三系形成后, 新构造运动没能将其掀斜, 仍保持原来的水平状态, 尽管有很好的泥-砂-泥结构 3 层砂体存在, 但是, 如果没有适当的倾斜度($10^{\circ} \sim 15^{\circ}$), 含氧水就不能在层间作长距离的、定向的流动, 就形不成层间氧化带砂岩型铀矿。

(6) 第三系中的铀矿化成因。一是与第四纪初古潜水氧化作用有关。上第三系沉积之后, 第四纪初期有个短暂时期的垂直抬升, 因而在泰康组上部广泛发育了潜水氧化带, 铀矿化异常就分布在古潜水氧化面下部或潜水转层间引起的局部性层间氧化带的底板或前锋线附近; 二是属原生的沉积岩型铀矿, 其赋存岩性以泥质岩、粉砂岩为主, 分布于未氧化的原生带中, 经济价值不大。

综合以上分析认为, 第三系难以形成大型地浸砂岩型铀矿床, 不宜作为松辽盆地主攻目的层。

3.6 确定了盆地东部反转构造与砂岩型铀成矿关系

(1) 地层抬升, 长期剥蚀, 地表水渗入, 有利于形成层间氧化带。构造反转使原来的负向地形变为相对较高的正向地形, 东南隆起缺失四方台组和明水组沉积, 有长达 80 Ma 的剥蚀, 原来位于深部的地层抬升, 有些反转背斜的轴部地层直接裸露地表形成了剥蚀天窗。大气降水可以在剥蚀天窗处以及单斜岩层的出露处毫无阻挡的渗入, 源源不断地进行补

李胜祥, 蔡煜琦, 董文明. 松辽盆地地质演化与砂岩型铀矿找矿目的层探讨. 见: 核工业北京地质研究院建院 45 周年文集.

马克西莫娃 М. Ф, 什玛廖维奇 Е. М [俄] (核工业西北地质局 203 研究所译). 层间渗入成矿作用. 1996.

舒米林 М. Р [苏] (夏同庆, 白凤周译). 地浸铀矿勘探. 核工业西北地质局 203 研究所, 1992.

给。这些大气降水饱含氧气,在渗入和流动过程中可形成局部的区域性的层间氧化带。大气降水在地表氧化环境中把蚀区的铀带入地下,在氧化-还原带富集成矿。

(2) 构造反转改变了拗陷构造层地下循环状态。反转构造运动促进断裂发育,改变了地层产状,使地下水从滞流状态变为循环状态,形成局部或区域性的层间承压水补-迳-排的水循环机制。

(3) 构造反转改善了地层和岩石的物理性质,促进地下水流通,拓宽了容砂空间。构造反转主要为压扭,也有伸展,多种构造机制的频繁转化,经过长期改造在拗层断裂、裂隙发育,并处于长期开启状态。

嫩江组末,拗陷层(泉头组—嫩江组)已经成岩,岩石逐渐处于刚性状态,在强大挤压-剪切力作用下,形成多组不同方向、不同力学性质的裂隙,背斜轴部尤为发育。它们加大了岩石(层)的孔隙度和渗透率,提高了岩石的容矿能力。

(4) 构造反转导致油气和 CO_2 向上运移,改变了浅部地层地球化学性质,有利于铀的次生富集。反转作用产生的断裂或早期断层重新活动,沟通了深部生油岩与浅层的储集层,起到了油气运移通道的作用。由于地层埋深大、地层压力大,油气沿断层向上运移比沿地层侧向运移容易,因此断层是油气运移的优选通道。

构造反转作用导致深部油气沿断裂运移到浅部层中,产生了酸性蚀变(高岭石化),使原属氧化性质的紫色杂岩砂岩被还原成灰-灰白色,而且岩石中还保留有大量的烃类和 H_2S 。油气及油田水中的 H_2S 及烃类气体是砂岩型铀矿的主要还原剂,含水层中 U^{6+} 被还原成 U^{4+} , Fe^{3+} 被还原成 Fe^{2+} , 沥青铀矿和胶状黄铁矿发生沉淀。同时大量 U^{6+} 被早期酸性的高岭石吸附沉淀,富集成矿。

3.7 总结出松辽盆地东部白垩系铀控矿因素

(1) 地层处于盆地构造演化拗陷期: 主要包括泉头组、青山口组、姚家组。

(2) 存在后期构造反转作用: 构造反转作用使一些基底断裂再次复活,深部油气及油田水沿断裂上升,进入含矿层,产生广泛的酸性蚀变退色作用。构造反转形成剥蚀天窗,长期接受古地表含氧水的改造。

(3) 地层层序与岩相古地理: 形成于盆地拗陷期超层序发育期,产于低水位体系域中,处于三角洲平原上的辫状河流相中。

(4) 砂体规模: 适中,连通性及透水性好。砂体厚度 10~40 m, 最佳厚度 15~30 m。

(5) 古气候条件: 地层最好形成于潮湿气候条件,或地层虽形成于干旱-半干旱气候条件,但在含矿建造沉积前,盆地经历了长期、多次的湿温古气候,发育一系列含油、煤暗色碎屑建造。

(6) 油气、油田水的后生还原作用: 深部油气、油田水进入容矿层,产生广泛的酸性蚀变(高岭石化),使原生氧化性质的紫色杂砂岩被还原成灰、灰白色,并从深部带入大量的烃类、 H_2S 等还原物质。

(7) 层间氧化带: 发育,含氧水在灰色地层中流动,促使铀的迁移、富集,并在氧化带前锋线及其附近沉淀,形成砂岩型铀矿床。

4 下一步科研工作

(1) 完善 QJD 双混合叠造成矿模式。成矿模式中仍然有一些问题需要解决,主要有: 铀预富集是沉积时形成的还是油气造成的,灰色砂岩是否为油气还原作用所致,预富集是否为必备条件; 矿床中氧化带发育程度、完善程度对铀成矿影响; 深部断裂断裂的控矿作用,何种断裂对油气上升-运移最为有利; 油气包裹体气-液比与成矿的关系; 碳酸盐化成因是原生沉积还是油气改造产生的。

(2) 双混合叠造模式对于整个盆地是否具有适用性。松辽盆地是否具备典型层间氧化带型铀矿形成条件。

(3) 盆地找矿中是以一个目的层为主,还是几个目的层同时兼顾。姚家组灰色层是由于同生还是油气还原(姚家组)形成。泉头组为原生红色沉积建造,局部灰色是否为油气还原作用造成。

(4) 深入研究并总结油气活动在铀成矿中的作用,探索油气活动程度及显示标志,油气还原作用的机理及与铀成矿的关系。松辽盆地为我国重要的含油盆地,盆地深部有油气田存在或有油气显示,区内有著名的大庆油田、扶余油田和油气、油井; 含油层位较多,主要有嫩江组、青山口组,其次为泉头组、姚家组、明水组、四方台组; 根据 QJD 模式,油气、油田水的上升与本区砂岩型铀成矿关系密切。但其研究对象和研究范围代表性不强,需要加强整个盆地油气田与地浸砂岩铀成矿及其时空分布规律研究。

(5) 油气对泉头组砂岩后生改造作用研究。泉头组沉积期为半干旱-干旱古气候,多为红色建造,地层中原生有机质少,深部油气或煤层气是否发生次生还原作用。

(6) 松辽盆地东部白垩纪水文地质条件分析。层间氧化带的形成、发育与地下水形成-演化密切相关,地下水参与了层间氧化带铀矿床的形成过程。因此,从水文地质条件分析入手,对盆地的铀成矿条件进行综合分析应作为评价盆地铀成矿前景的一个有效手段。前人的水文地质条件研究仅限于较浅部层位,对于白垩纪水文地质条件,尤其是古水文地质条件研究开展不够。

5 下一步找矿方向

(1) 找矿目的层: 以上白垩统泉头组、青山口组、姚家组作为找矿目的层,以姚家组、泉头组为主攻目的层位。

(2) 找矿远景区: 重点放在松辽盆地东南、东部、东北边缘地区。

开鲁—通辽地区。冲积平原相十分发育,辫状河亚相沉积泥-砂-泥岩性组合稳定。地层底板埋深小于 300 m,陆家堡凹陷、钱家店凹陷等均发现了较好的油气,它们可以为姚家组砂体内铀成矿提供还原剂。

通辽—双城地区。青山口组二、三段形成于湿热古气候,并发育有冲积平原及三角洲相沉积,地层内灰色砂岩岩层较发育,具有稳定的泥-砂-泥岩性组合,有一定厚度的砂体发育。地层形成后具备干旱-半干旱气候、形成层间氧化带的条件。青山口组底板在通辽—榆树一线南东埋深小于 400 m。

通辽—四平地区。泉头组在通辽—四平一带冲积扇规模较大,并发育辫状河三角洲相沉积,泥-砂-泥岩性组合稳定。泉头组埋深一般小于 600 m,在盆缘地带甚至有砂层出现在地表。

双辽—德惠凹陷。有反转构造剥蚀形成的构造剥蚀天窗,EW 向、NE 向断裂构造发育,既为深部还原气液上升运移通道,又可成为地下水排泄带。泉头组(三、四段)、姚家组 NW 倾,有砂体发育。凹陷产油气和煤,后生还原剂丰富,二次还原作用发育。凹陷 NW 向导油气断裂构造发育,且可能为区域氧化带发育部位。钻孔中有铀异常。

长春—伏龙泉。向西北部缓倾斜的单斜构造,地层倾角 3° ~ 8° ;泉头组属辫状河道沉积砂体,氧化砂体在地表见露头,岩性为黄褐色含砾中粗砂岩。青山口组以三角洲前缘亚相沉积为主,发育三角洲前缘沉积砂体。有油气显示,基底断裂派生的张性断

裂穿过目的层位,为深部油气上升创造了条件。

参考文献:

- [1] 戈利得什金 Р И, 布文 К Г, 卡里莫夫 Х К, 等(狄永强, 赵致和, 熊福祥, 等译). 中亚自流盆地的成矿作用[M]. 北京: 地震出版社, 1994.
- [2] 别列里曼 А И(熊福清, 译). 水成铀矿床[M]. 北京: 原子能出版社, 1995.
- [3] 张振强, 李国宽, 桑吉盛, 等. 松辽盆地南部可地浸砂岩型铀矿成矿条件研究[J]. 铀矿地质, 2001, 17(3): 145-149.
- [4] 丁万烈, 申科丰. 水成铀矿沉积岩的后生蚀变[J]. 铀矿地质, 2003, 19(1): 83-89.
- [5] 王正邦. 国外地浸砂岩型铀矿地质现状与展望[J]. 铀矿地质, 2002, 18(1): 9-21.
- [6] 陈祖伊. 亚洲砂岩型铀矿床区域分布规律和中国砂岩型铀矿找矿对策[J]. 铀矿地质, 2002, 18(3): 129-137.
- [7] 陈法正. 砂岩型铀矿的成矿地质条件与战略选区[J]. 铀矿地质, 2002, 18(3): 138-143.
- [8] 李胜祥, 陈肇博, 陈祖伊, 等. 层序地层学在陆相沉积盆地内砂岩型铀矿找矿中的应用前景[J]. 铀矿地质, 2001, 17(4): 204-208.
- [9] 张振强. 龙江—肇洲地区第三系可地浸砂岩铀成矿相古地理条件分析[J]. 地质与资源, 2001, 10(4): 215-219.
- [10] 李国宽, 桑吉盛, 张景训, 等. 松辽盆地舍伯吐地区第三系砂体层间氧化-还原过渡带发育特征及其含铀性[J]. 铀矿地质, 2002, 18(18): 335-339.
- [11] 赵忠华, 范玉杰, 张振强, 等. 松辽盆地西部斜坡区层间氧化带砂岩型铀成矿条件及远景预测[J]. 铀矿地质, 2003, 19(3): 154-160.
- [12] 张振强. 内蒙古通辽地区第三系层间氧化带砂岩型铀矿成矿条件研究[J]. 铀矿地质, 2003, 19(4): 203-207.
- [13] 张振强. 内蒙古舍伯吐地区第三系可地浸砂岩型铀矿成矿远景分析[J]. 资源调查与环境, 2003, 24(4): 260-266.
- [14] 韩德仁, 白凤周, 林双幸. 层间氧化带砂岩型铀矿区域预测准则及其在新疆准噶尔盆地东部的运用[J]. 铀矿地质, 1995, 11(3): 129-139.
- [15] 李胜祥. 松辽盆地地质演化史与砂岩铀矿找矿方向研究(博士论文)[D]. 北京: 核工业北京地质研究院, 2002.
- [16] 夏毓亮, 林锦荣, 李子颖, 等. 中国核科技报告(CNIC01735): 松辽盆地钱家店凹陷砂岩型铀预测评价和成矿规律研究[M]. 北京: 原子能出版社, 2001.
- [17] М иронов Ю Б Уран Монголии [M]. Санкт Петербург 2003.
- [18] Грушевой Г В Печенкин И Г. Металлогения Ураноносных Осадочных Бассейнов Центральной Азии [M]. Москва 2003.
- [19] Печенкин И Г. Металлогения Туранской Плиты [M]. Москва 2003.

EXPLORING DEGREE AND PROSPECTING GUIDE TO IN- SITU LEACHING SANDSTONE URANIUM DEPOSIT IN SONGLIAO BASIN

ZHANG Zhen-qiang^{1,2}, JIN Cheng-zhu¹, ZHAO Zhong-hua², SANG Ji-sheng², SHE Xin-min³

(1. School of Resource & Civil Engineering of Northeastern University Shenyang 110004, China;

2. Research Institute No 240 of Nuclear Industry, Shenyang 11003, China;

3. Geological Party 243 of Nuclear Industry, Chifeng 024006, China)

Abstract: Since 1990 a large amount of regional evaluation work for exploring in-situ leaching sandstone uranium deposit has been done in Songliao Basin and hundreds of thousands of total footage drilled in Yaojia Formation, Nenjiang Formation of Upper Cretaceous Series, and the first medium-sized lathlike sandstone uranium deposit in our country has been found. Metallogenic control factors are summarized, exploration criteria for the sandstone uranium deposit in Cretaceous System set up. The double-mixed superposed-transformation metallogenic model of Qianjiadian deposit enriches the ore-forming theory of in-situ leaching uranium deposit. Structure inversion can contribute to formation of the sandstone uranium deposit in Southeast Songliao Basin. Tertiary rock can not be main target layer for uranium exploration because of epigenetic phreatic oxidation, low organic matter content, weak transformation of neotectonic movement. Quantou Formation, Qingshankou Formation, Yaojia Formation which deposited in depression period of Songliao Basin are the main target layers. The prospective areas are in Tongliao-Shuangliao-Dehui area in Southeastern Songliao Basin. The next research is to consummate metallogenic model of Qianjiadian uranium deposit, reveal relationship between gas-oil and uranium mineralization and study sandstone paleo-hydrogeological conditions of upper Cretaceous Series.

Key Words: Songliao basin; in-situ leaching sandstone uranium deposit; exploratory degree; prospecting guide

(上接第 103 页)

- [3] 赵喜民, 张国耀. 河南省嵩县前河金矿田石家岭—舌里沟矿区普查地质报告[R]. 郑州: 河南省地质矿产厅, 1998.
- [4] 黎世美. 熊耳山地区蚀变构造岩型金矿成矿地质条件及富集规律研究[R]. 郑州: 河南省地质矿产局, 1984.
- [5] 刘国范. 东秦岭金、银、多金属成矿带成矿规律及找矿标志[J].

地质找矿论丛, 2003, 18(3): 178-184.

- [6] 冷四光. 江西省德兴市石碑金矿床地质特征及找矿方向[J]. 地质找矿论丛, 2004, 19(4): 233-237.
- [7] 张科, 胡明安. 广西大瑶山及其西侧铅锌成矿区地质特征及找矿方向[J]. 地质找矿论丛, 2005, 20(1): 21-25.

ORE CHARACTERISTICS AND ORE- SEARCHING DIRECTION OF QIANHE GOLD MINE IN SONGXIAN COUNTY, HENAN PROVINCE

BA An-min, MA Hong-yi, ZHANG Song-sheng, TIAN Xiu-qi

(No.2 Geoexploration Party of Henna Bureau of Geoexploration and Mineral Development, Xuchang 461000, China)

Abstract: Qianhe gold deposit belongs to the medium-low temperature hydrothermal ore deposit of altered rock type. It locates to the north of Machaoying grand rift and Heyu granite rock body of Yanshan period. There are many gold deposits of this kind in this region. This paper describes in detail the gold ore characteristics, ore-controlling factors, ore-forming conditions, ore-searching direction and ore-searching signs. and points out the direction to the ore-searching of next step.

Key Words: Qianhe gold ore deposit; ore characteristics; ore-controlling factors; ore-forming conditions; ore-searching direction; Henan province