

内蒙古舍伯吐地区第三系可地浸砂岩 铀成矿条件研究^①

张振强^{1 2} 李 波³

(1 东北大学资源与土木工程学院 辽宁沈阳 110004)

(2 核工业 240 研究所 辽宁沈阳 110032)

(3 辽宁省交通高等专科学校 辽宁沈阳 110122)

摘要 舍伯吐地区位于松辽盆地西南部,主要找矿目的层为第三系。该区从区域上具有富铀基底、干旱—半干旱、沙漠—半沙漠的现代气候与地貌条件。第三系主要为河流相沉积,砂体广泛发育。砂体后生改造发育,砂岩中有机质较丰富,氧化—还原过渡带铀明显富集,发育泥—砂—泥地层结构,地下水补—径—排体系完善,这些都有利于砂岩型铀矿的形成。此外地层埋深浅,有利于地下浸出,所以该区是地浸砂岩铀成矿较有利地区,应进一步加强找矿工作。

关键词 可地浸砂岩,铀成矿条件,舍伯吐地区

中图分类号: P619.1

文献标识码: A

作为松辽盆地可地浸砂岩铀矿的重点工作地区,内蒙古哲里木盟舍伯吐地区自1999年以来一直在进行1:25万带钻区调。自2000年与哈萨克斯坦开展合作以来,将水成铀矿与深源成矿理论相结合,该区可地浸砂岩铀找矿有了进展,发现了一定规模的铀矿化。

1 区域铀成矿背景

舍伯吐地区位于松辽盆地西南部,隶属内蒙古通辽市。大地构造位置处于吉黑海西褶皱带上,西部为内蒙海西褶皱带,南部与华北地台的内蒙地轴相接。在盆地内部构造分区上属西南隆起区^[1],包括开鲁凹陷和架马吐隆起两个次级构造单元(图1)。

1.1 基底

地层结构划分与松辽盆地南部一致。基底主要由古生代和前古生代的中、深变质的片麻岩、大理岩、千枚岩,浅变质的绢云母绿泥石片岩、砂板岩、灰岩、火山岩以及海西期的黑云母花岗岩、花岗闪长岩组成。古生界岩石铀含量高达 $(4 \sim 8) \times 10^{-6}$,为富铀层。广泛分布的花岗岩、酸性火山岩铀含量普遍较高,一般 $(5 \sim 6) \times 10^{-6}$,最高 9.5×10^{-6} 。

基底断裂十分发育,有NE—NNE、NW、EW和SN向四组,其中以NE—NNE向最为发

^① 收稿日期: 2003-03-10

万方数据

作者简介: 张振强(1966~),男,河南滑县人,高级工程师,从事铀矿地质科研与生产工作。

西部与大兴安岭南段相邻,是低山岩石裸露区,出露古生界片岩、板岩、大理岩和海西期花岗岩,中生界侏罗系安山岩、流纹岩、凝灰岩和燕山期花岗岩,铀含量为 $(5 \sim 10) \times 10^{-6}$ 。它们是松辽盆地盖层的物质和部分铀的主要来源。南部为康法丘陵,分布有太古代角闪斜长片麻岩、浅粒岩、大理岩,侏罗—白垩系火山岩和煤系地层,也是盆地盖层的铀源之一。

1.3 现代气候与地貌

舍伯吐为干旱—半干旱,沙漠、半沙漠地区,蒸发量远远大于降水量。植被覆盖率低,大气降水可以毫无阻挡直接下渗,为可地浸铀成矿提供了良好的现代气候条件。

2 第三系铀成矿条件分析

2.1 沉积体系特征

据国内外铀矿床统计,最有利砂岩铀成矿的岩相为辫状河、曲流河和三角洲相^[2]。舍伯吐地区第三系沉积主要以河流沉积为主,发育辫状河和曲流河两大沉积相。

2.1.1 大安组沉积相

大安期主要发育河流相沉积,并以辫状河为主。辫状河分布于西南、东南及中部,曲流河位于北部和北西部及南部的舍伯吐镇一带。

辫状河相有砾质辫状河和砂质辫状河。砾质辫状河河道滞留沉积为灰色含砾砂岩,厚 $10 \sim 20$ m。心滩为灰色中砂,厚约 $5 \sim 10$ m,发育 $2 \sim 3$ 个小旋回。砂质辫状河河道滞留沉积很薄,只有几 m 厚,主要岩性为灰色含砾砂岩,局部见有底部冲刷。心滩沉积比较厚, $10 \sim 20$ m,由中砂岩和细砂岩组成,多见平行层理,也见小型槽状交错层理。泛平原沉积比较薄, $5 \sim 10$ m,最厚 20 m。以灰色、灰黄色粉砂岩和泥岩为主,有水平层理。共有 $2 \sim 3$ 个由心滩与泛平原沉积的小旋回,反映有三次小的洪水进(退)。

曲流河河道滞留沉积较薄,一般 10 m 左右,以含砾砂岩为主。不少钻孔见不到滞留沉积,边滩发育,厚度 $5 \sim 15$ m,以灰色、浅黄色中砂、细砂为主,间有泥质砂岩,有小型平行层理。洪泛沉积多为灰色泥岩、粉砂岩,并见有浅黄色泥岩,泥岩中见有植物根痕。洪泛沉积厚度不等,几米至十余米。洪泛沉积过程中由于洪水冲出水道,水流分散而形成天然堤。由边滩和洪泛沉积泥岩组成的小旋回较多,一般 $3 \sim 5$ 个。

2.1.2 泰康组沉积相

泰康时期主要发育辫状河流相,其次为曲流河相。

辫状河相:多为砂质辫状河,主要由心滩和泛平原组成,砾质滞留沉积不发育,沉积旋回一般只有 $1 \sim 2$ 个,滞留沉积主要岩性为泥质砾岩、含砾砂岩、泥质砂砾岩,块状层理。砾石成分为火山岩,一般砾径 15 mm,次棱角—圆状。滞留沉积厚度约 10 m。心滩主要由含砾砂岩、砂岩、细砂岩组成。一般底部含砾粗砂岩,向上过渡为中砂岩、细砂岩,见有小型交错层理,平行层理。心滩厚度一般 $15 \sim 25$ m,最厚达 40 m。泛平原沉积厚度较薄,一般只有几米,主要为泥岩和粉砂质泥岩沉积,块状层理和水平层理。

曲流河相:由曲流河道滞留、边滩、洪泛沉积和天然堤组成。曲流河道滞留沉积不甚发育,且沉积粒度偏细,以块状含砾砂岩为主。边滩沉积物粒度普遍较细,多为细砂岩,为细粒型边滩,具有较明显的向上变细韵律。见有小型交错层理,平行层理较常见。边滩厚度一般 10 m 左右,最厚达 20 m。洪泛沉积多以泥岩为主,夹有泥质粉砂岩,见有植物根痕和残片。沉积厚度较大,一般在 10 m,多则 20 余米。天然堤主要由细粉砂互层组成,粒度细,层系

薄,一般约1 m厚。

2.1.3 体系域的特征

第三系分为低水位体系域、水进体系域和高水位体系域。

低水位体系域为大安组,以大型砾质辫状河流相为主。岩性下部以砾岩、砂砾岩、含砾砂岩为主,上部以泥岩为主,河流下切作用明显。水进体系域为泰康组下部,以砂质辫状河沉积为主,岩性为砂岩、含砾砂岩与泥岩,剖面上可见泰康组超覆在嫩江组—大安组不同层位的地层之上,反映泰康组沉积之前(主要是大安期)盆地经过抬升,准平原化广泛发育。高水位体系域相当于泰康组上部,主要为砾砂质辫状河沉积。下部岩性以含砾砂岩、砂砾岩为主,上部岩性以泥岩及粉砂岩为主。核工业北京地质研究院李胜祥博士对通辽地区某砂岩矿床研究认为,铀矿化主要产于姚家组低水位体系域辫状河流相中的中上部及水进体系域的中下部。铀矿化与这些准层序及体系域相关主要是其中的矿体规模较大,连通性较好,有利于后生改造含矿溶液的运移和成矿^[2]。舍伯吐地区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。舍伯吐地区第三系高水位体系域是河流相。中国地质大学焦养泉博士对吐哈盆地的研究认为,高水位体系与低水位体系都有发育大规模砂体的可能性,所以从体系域角度分析,该区找矿重点是放在发育大型砂质辫状河为主的大安组低水位体系域和泰康组上部的高水位体系域中。但该区多具有潜水氧化的特征,如泰康组上部不少孔的泥岩都已被强氧化,在泰康组多发育潜水氧化,形成层间氧化型铀矿可能性不大。另外泰康组形成至今只有2.4 Ma,成矿时间过短,难以形成大的铀矿化。所以大安组发育潜水氧化带和层间氧化带型铀矿床的可能性比较大。

2.2 砂体发育特征

由于该区第三系主要为河流相沉积,其砂体广泛发育。经钻孔揭露,在上第三系中见到三层稳定的砂体,从上至下为I号、II号、III号砂体(图2)^[3]。由于砂体中泥岩隔水层存在,I、II、III层砂体的某些地段又可各自划出2个亚砂层。以舍伯吐为起点,三层砂体呈扇形向东北方向撒开,直至瞻榆一带,长约100 km,宽80 km,面积约为8000 km²。砂体埋深为80~300 m,舍伯吐—瞻榆一带埋藏深度最大,为160~320 m。这一带也是砂体最厚的地段,厚达150~200 m。由此向南、北两翼厚度递减,北翼递减缓慢,南翼陡变。单层砂体的厚度为20~30 m,最厚可达53 m。三层砂体的单层厚度不等,I→II→III砂体厚度逐渐增大。纵向上,砂体厚度无多大变化,呈厚层状,平缓的由西南向东北方向倾斜、延伸。横向上变化较大,中间厚、两翼薄,呈透镜状,两翼向中心倾斜。

砂体的“泥—砂—泥”结构完整,砂体与砂体之间有一层不透水的泥岩间隔,泥岩层分布比较稳定,厚度5~30 m。最顶上的一层泥岩较厚为10~40 m,是一个完全可靠的屏蔽层。泥岩层的空间变化与砂体相同,纵向上分布稳定,很少有尖灭或缺失,横向上不稳定,中间厚、两翼薄,有间断和再现的现象。砂体的形态及其空间展布反映了古地表水的流动方向是由西南向东北。

砂体由不同粒度的砂岩组成,岩性有粉砂岩、细砂岩、中砂岩和粗砂岩、砂砾岩等。其中以中、细砂岩为主,砂体中还夹有泥岩和砾岩的薄层或透镜体。砂岩为亮灰色、暗灰色、浅绿色、灰绿色,氧化后变为浅黄色、黄色、黄褐色及灰—黄混杂色。岩芯中见有水平层理、斜层理和交错层理。岩石的成岩程度低,未胶结或弱胶结,疏松,硬度1~3级。透水性好。

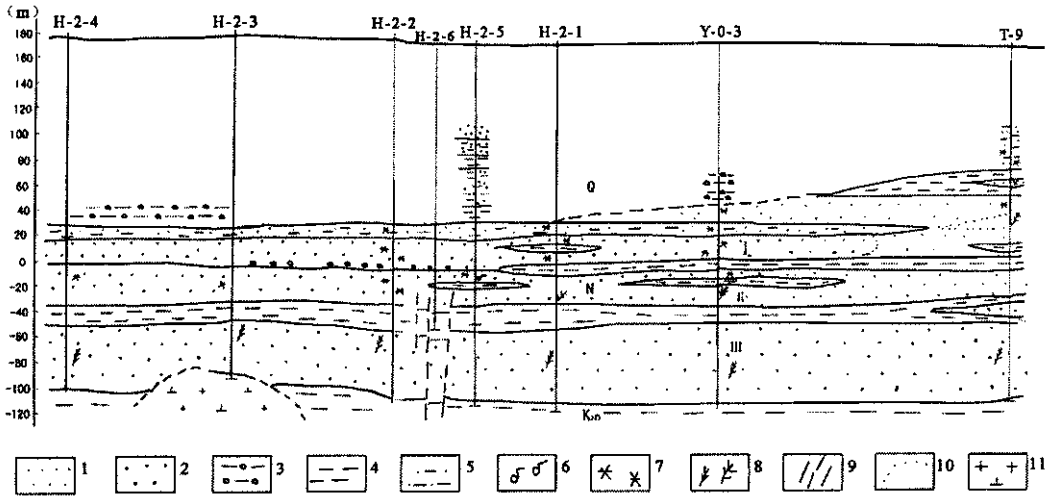


图2 舍伯吐地区 H-2 号勘探线地质剖面图

Fig.2 Geological profile of exploring route No. H-2 in Shebotu area

1 - 中细砂岩 2 - 粗砂岩 3 - 泥质砾岩 4 - 泥岩 5 - 泥质粉砂岩 6 - 构造角砾岩 7 - 褐铁矿化 (氧化带) 8 - 炭屑 (还原带) 9 - 断裂构造破碎带 10 - 氧化—还原界线 11 - 闪长岩脉

2.3 砂体后生改造

层间氧化带广泛发育于舍伯吐地区。以舍伯吐镇—瞻榆一线为界,以东的太平川地区的第三系砂体为原生灰色、灰黑色。以西的舍伯吐地区则被氧化成了浅黄色、黄色、黄褐色,形成了呈面状分布的氧化带。这是砂体中含氧承压水从西向东全线推进的结果^[3]。

在氧化带中,岩石的氧化程度极不均匀,一般地讲,颗粒粗、透水性好的砂岩易被氧化。在强氧化带中,砂岩全部被氧化,岩石变为棕色、黄褐色,泥质粉砂岩中的砂砾被氧化,呈透镜状、巨斑状。泥砂互层的岩层,砂岩层全部被氧化,呈条带状,泥岩中见有裂隙式氧化。弱氧化带中,见斑点状、浸染状褐铁矿化,灰色的粉砂岩、泥质粉砂岩常带有浅黄的色调。

2.4 砂体有机质及铀含量

舍伯吐地区砂体中砂岩的铀含量普遍偏高,平均为 5.8×10^{-6} ,最高达 19.0×10^{-6} 。砂岩自身铀含量高可为层间含矿溶液提供丰富的铀源。

有机质可在缺氧条件下分解产生 H_2 、 CH_4 、 H_2S 作为有效还原剂,促使铀的沉淀。当砂体中还原剂含量中等偏高(有机炭 0.05% ~ 0.3% 至 1% ~ 2%)最有利于成矿。第三系有机质含量多在 0.18% ~ 0.21%,岩石硫总量一般 $< 0.01\%$,最高 0.10%,反映岩石中还原剂以有机质为主,黄铁矿较少。但有机质在该组岩石中含量不均匀,钻孔中植物碎屑呈窝状,团块状,有的是没有炭化的木屑,腐殖化程度低,还原能力低,难以使铀沉淀富集,即使成矿,矿体的连续性也较差,影响矿床的经济效益。

2.5 水文地质特征

本区是在拗陷运动制约下形成的白垩系、第三系和第四系叠置的盆地平原区,由于松辽分水岭的分割,本区属于一个相对独立的水文地质单元。具有北、西、南三面高,东面低的地形特点,这一特点以及砂质岩性结构为本区地下水的补给、汇集创造了有利条件。因此,构

成了一个大型渗入型自流盆地,赋存了稳定的浅、中、深多层地下水。

2.5.1 第三系碎屑岩层中承压水

泰康组承压含水层分布全区。主要富水岩性为砂岩、砾岩,夹有多层泥岩。顶板埋深40~140 m,开鲁地区达200 m。水位埋深1~10 m,局部洼地可见自流,水头高出地表5.6 m。由于承压含水层隔水顶板泥岩厚度的变薄或尖灭,往往以越流或天窗形式与上部第四系潜水和下部大安组承压水层发生水动力联系。因此,局部在垂向上接受上部潜水的补给,又得下伏大安组承压水层的补给。该水层的厚度30~60 m。富水性强, $Q > 1000 \text{ t/d}$ 。水化学类型主要为 $\text{HCO}_3\text{—Na} \cdot \text{HCO}_3\text{—Na} \cdot \text{Ca}$ 型。pH值为7.5~8.0。矿化度 $< 1 \text{ g/L}$ 。

大安组承压含水层主要分布于本区的北部。含水层为砾岩、砂砾岩,厚10~60 m,顶板埋深60~180 m,水位埋深1~10 m,水头高出地表1~18 m。顶板较稳定,局部与上覆泰康组承压水直线连通,接受泰康组承压水的补给。周边可以接受地下潜水的侧向补给。中心部位富水性强, $Q > 1000 \text{ t/d}$,两侧 $Q = 100 \sim 1000 \text{ t/d}$ 。水化学类型为 $\text{HCO}_3\text{—Na}$ 型、局部为 $\text{HCO}_3\text{—Cl}$ 型,矿化度小于 $1 \text{ g/L}^{[4]}$ 。

2.5.2 地下水—补—径排体系

地下水在南部是自西南向北东方向流动。北部转变为自西、西北向东、东南方向流动。

大气降水的渗入是本区地下水的主要补给来源,尤其是地形平坦,表层岩石疏松、透水性好、潜水浅藏等均有利于降水的渗入补给。西辽河、老哈河、新开河及水库、水泡等季节性积水,对潜水均有补给作用。侧向上,西南部山区的基岩裂隙水的径流也为深部含水层的补给源。长期活动的NE向断裂、大面积的地表蒸发是地下水排泄的重要途径。从西南部补给区到北东部排泄区达200余km,径流距离长,水力坡度大于1/2500,地下水循环交替比较强烈,运移通畅,有利于地下水长期渗入、岩石充分氧化和区域层间氧化带的形成。

2.6 铀的次生富集

氧化—还原过渡带有明显的铀的次生富集,形成了一条具有一定规模的铀矿化异常带。矿化—异常带产于第Ⅱ层砂体层间氧化带中,距地表187~200 m,标高为-10~-25 m,厚度为10~25 m。该带是由透水性好、结构疏松、不含钙质的石英砂岩组成。砂岩上细下粗,中间夹有小泥岩透镜体,底部偶见砾石,顶、底板为厚7~10 m的不透水泥岩。

铀矿化—异常带产于Ⅱ层砂体下部高岭土化的灰色、灰白色的砂岩或底部泥质粉砂岩、泥岩中。肉眼下没见到铀或含铀矿物及其它金属矿物。矿化—异常比较稳定,宽度450 m,厚度2.0~9.5 m。铀含量0.0050%~0.01%。

2.7 地层泥—砂—泥结构

地浸砂岩铀成矿最有利的砂泥比为4:1至1:1。适宜的砂泥比有利于层间氧化带的形成。大安组下部为砾砂质辫状河相,底板为嫩江组厚层黑色泥岩,个别地段为四方台组红色泥质粉砂岩,为不透水层。顶板为泛平原沉积泥岩,厚几米至15 m。砂体单层厚度较大40~60 m,单层砂体厚度(包括滞留与心滩)最小为20 m。砂泥比2:1至5:1。

3 结论

通过以上分析可以看出,舍伯吐地区不但具有利的区域铀成矿背景:富铀的花岗岩、酸性火山岩基底,有沟通深部铀源与还原性气体的深大断裂,干旱—半干旱,沙漠—半沙漠化

现代地貌。而且,第三系目的层具有较有利的泥—砂—泥结构、河流相沉积,广泛发育砂体,且后生蚀变发育,氧化过渡带上有铀的明显次生富集。此外目的层埋深小于 500 m,第三系埋深 20 ~ 290 m,一般为 100 ~ 200 m,最深达 297 m,符合地浸砂岩铀矿开采的最基本条件。所以舍伯吐地区是一个地浸砂岩铀找矿很有远景的地区。但砂体中有机质分布不均匀,腐殖化程度低,也是影响砂岩铀成矿的不利因素。

参考文献

- [1] 吉林油田石油地质缩写组. 中国石油地质志,卷 2,大庆、吉林油田(下册) [M]. 北京:石油工业出版社,1993: #12 - 150.
- [2] 李胜祥. 松辽盆地地质演化历史与砂岩型铀矿找矿方向研究 [D]. 博士论文, 2002: 31 - 37.
- [3] 李国宽,张景训,桑吉盛,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(6): 335 - 339.
- [4] 张振强,李国宽,桑吉盛,等. 松辽盆地南部第三系可地浸砂岩型铀矿成矿条件研究 [J]. 铀矿地质, 2001, 17(3): 145 - 149.

Tertiary metallogenic conditions of in-situ leachable sandstone uranium deposit in Shebotu of Inner Mongolia

ZHANG Zhen-qiang^{1 2}, LI Bo³

(1 School of Resources & Civil Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China)

(2 Research Institute No. 240 of Nuclear Industry, Shenyang 110032, China)

(3 Professional Traffic College of Liaoning, Shenyang 110000, China)

Abstract

Tertiary is the target layer for exploring in-situ leachable uranium deposit in Shebotu area, southwest Songliao Basin. The area has favourable regional metallogenic setting for sandstone uranium deposit, i. e. uranium-rich basement, with arid to semiarid climate and desert to semiarid morphologic. Meanwhile, the Tertiary is also favourable for sandstone uranium mineralization. The Tertiary mainly belongs to fluvial deposit where sandstone bodies develop extensively. Epigenetic alteration developed in sandstone bodies and organic matter exists in sandstone. Uranium enriched in oxidation reduction transition zone. Alimentation-runoff-outflow system in underground water and mudsandstone-mud layer structure are well developed. Therefore this area is prospect for in-situ leachable uranium exploration.

Key Words : in-situ leachable sandstone ;uranium deposit ;metallogenic conditions ;Shebotu area