

龙江—肇州地区第三系可地浸砂岩铀成矿岩相古地理条件分析

张振强

(核工业沈阳 240 研究所, 辽宁 沈阳 110032)

摘 要: 通过对龙江—肇州地区第三系依安、大安、泰康组钻孔岩性、综合测井及古生物资料研究, 认为依安组时期地表水流弱, 沉积范围小, 物源单一, 主要为湖沼相的泥岩、粉砂岩沉积和部分冲泛平原相的粉砂岩、细砂岩的沉积; 大安组时期地表水流加强, 北部、西北部物质大量带入, 沉积范围由北向南扩大, 沿盆地西缘形成一条近南北向的条带状沉积, 以砾岩为主的冲洪积相和以砂岩为主的冲泛平原相沉积成为主要沉积相; 泰康组时期西部水流加大, 沉积范围向南、向东扩大, 以灰、灰绿色砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩为主的冲泛平原相广泛发育, 成为主要沉积相, 并在盆地西缘形成了以褐、黄色砾岩为主的冲洪积相沉积。依据可地浸砂岩铀矿岩相准则判别, 本区的大安组冲洪积相和泰康组冲泛平原相具有发育厚层砂体的条件, 是今后地浸砂岩铀找矿的有利层位。

关键词: 龙江—肇州地区; 第三系; 岩相古地理; 可地浸砂岩铀成矿

文献标识码: A

中图分类号: P619.14; P531

1 区域地质概况

龙江—肇州地区位于松辽盆地西北部, 基底为天山—兴安岭海西褶皱系的一部分, 由西部大兴安岭海西褶皱带, 西南部内蒙古海西褶皱带和东部吉黑海西褶皱带拼合而成。岩性主要为古生代、前古生代的中深变质岩、浅变质岩和花岗岩。盆地盖层有上侏罗统、白垩系、第三系和第四系, 盖层总厚度达 10 000 m。

2 第三系地层特征

第三系自下而上为渐新统依安组、中新统大安组、上新统泰康组。岩性以砂砾岩、砂岩为主, 夹有泥岩及薄煤层。

2.1 依安组 (E_3y)

分布在盆地黑龙江省依安、克山地区。分布范围较小, 岩性特征明显。下部为深灰、灰黑色泥岩、页岩、泥质粉砂岩, 偶见红色泥岩, 底部为砂岩及砂砾岩组成的沉积层。上部为灰绿、黄绿色泥岩、泥质粉砂岩, 偶夹红色泥岩, 成岩差, 含钙质结核夹煤层, 厚度 260.95 m, 含介形类、双壳类、腹足类古生物化石。孢粉组合中以裸子植物花粉占绝对优势。

2.2 大安组 (N_1d)

呈狭带状分布在西部边缘, 岩性特征明显, 上部为灰白色、灰绿色粉砂岩及灰绿色、黄灰色、棕红色泥岩, 中上部为灰色黏土页岩和泥岩, 下部为灰白色砂岩及砂砾岩组成的下粗、中细、向上渐粗的河流相沉积物, 泥岩、页岩吸水性强, 发育微细层理。砂砾岩为厚层块状, 泥质胶结, 结构疏松。化石为介形类, 孢粉化石以被子植物花粉为主。

2.3 泰康组 (N_2t)

主要分布于盆地的中、西部广大地区, 呈南北方向带状分布, 面积比较大。上部为灰绿色、黄绿色泥岩、泥质粉砂岩、粉砂质岩互层; 下部为灰白色厚层状砂砾岩组成的河流相沉积层, 厚 134.3 m。化石有介形类、轮藻, 孢粉组合中以木本植物花粉为主。

3 岩相古地理分析

3.1 划分标志

判断沉积环境, 一般需利用岩芯、测井等实际资料, 从物理化学、古生物等方面来判断沉积环境。

3.1.1 岩性标志

岩性是分析岩相特征的重要标志。砾岩、砂砾岩主要分布在盆地西缘的龙江一带, 在镇赉见到棕红色砂砾岩。龙江—保安为砾岩、砂砾岩, 有灰色和红色及杂色, 分选差, 最大砾径 20 cm, 一般砾径 0.5~3

cm, 砾石磨圆较好, 呈正旋回性, 代表洪积相沉积。

砂岩分布范围比较广, 多为灰、灰白、灰黑色, 粒度中值一般在 $2 \sim 3 \phi$ ($0.25 \sim 0.125 \text{ mm}$), 累积曲线 80% 以上的颗粒集中在 $1.5 \sim 3 \phi$ 区间, 与现代河流沙累积曲线十分接近, 推断砂岩主要为河道沙, 是泛滥平原相特征。

泥岩主要为黑灰色、浅灰色, 成岩差, 多呈团块状, 质性软, 具滑感, 为湖沼相特征 (在冲泛平原相中也出现但厚度不大, 且与砂岩互层)。

3.1.2 电性标志

运用测井资料作为划相的标志方法很多, 但目前只能用自然电位、电阻曲线两种资料。自然电位反映泥浆水与地层之间的扩散吸附电位, 这种扩散吸附电位可以指示渗透性大小, 也可指示岩石颗粒粗细和孔隙大小等。因此, 自然电位曲线可用于岩相特征的研究工作中。本区地层电阻高达 $50 \sim 60 \Omega \cdot \text{m}$, 自然电位呈箱状, 具正旋回性, 为典型洪积相特征; 自然电位及电阻率曲线均显示底部突变, 有冲刷面, 曲线自下而上递变, 呈正旋回性, 具典型的河道沙沉积特征, 属冲泛平原相^①。

3.1.3 层理及层面特征

砂岩中常见的层理主要有两种, 一种是泛滥平原相的河道砂直线交错层理, 另一种是分流河道沙中的微细交错层理。泛滥平原地区河流下切冲刷作用较强, 因此一般厚度 1 m 以上的砂岩底部都有冲刷面。

3.2 岩相类型划分

第三系是盆地萎缩阶段的产物, 自晚白垩世明水组二段沉积以后, 整个盆地一直外于隆起剥蚀状态, 至渐新世开始才在盆地北部依安地区接受沉积。总的看来, 是一套冲洪积相、河流相和湖沼相, 岩性、岩相分异较差。

冲洪积相: 主要为砂砾岩组成, 砂砾岩厚度大, 厚度变化大, 有机质少。电测曲线显示高电阻, 自然电位负值较大, 呈正旋回性。

冲泛平原相: 以砂岩为主, 泥岩多为块状红色泥岩, 厚度薄, 呈正旋回性。

湖沼相: 以黑色泥岩为主, 砂岩、粉砂岩很少, 无砾岩沉积, 沉积物中含有较多植物根化石, 沉积物为块状或具水平层理。

3.3 地层岩相古地理特征

3.3.1 依安组岩相古地理

该区经过长期隆起剥蚀, 到依安组才接受沉积。该组沉积范围小, 仅分布在齐齐哈尔东、依安。面积

约 4500 km^2 , 占工作区总面积的 10%。依安组沉积中心位于杜尔伯特向阳, 沉积厚度最大达 180 m, 最大埋深 240 m。地表水多以封闭静态湖沼形式存在于地表, 河流作用弱, 沉积物多就地取材, 外部来源物质不多, 只沿南西方向的裕尔河水系带来部分冲积物质 (图 1)。

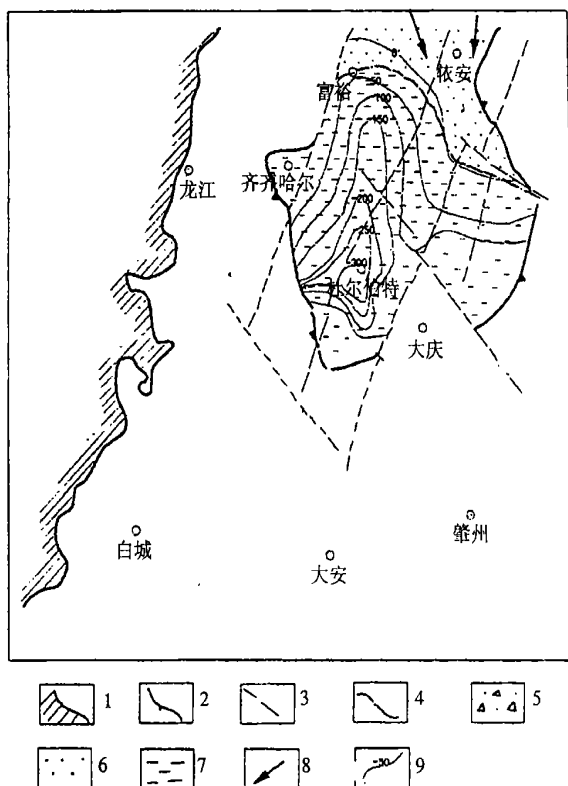


图 1 龙江—肇州地区第三系依安组岩相古地理图

Fig. 1 Lithofacies and paleogeographic map of Tertiary Yifan formation in Longjiang-Zhaozhou area

1—盆地边界 (margin of basin); 2—地层剥蚀线 (boundary of denudation); 3—断裂 (fault); 4—岩相界线 (boundary of lithofacies); 5—冲洪积相 (alluvial-proluvial facies); 6—冲泛平原相 (alluvial-flood plain facies); 7—湖沼相 (limnetic facies); 8—物源方

向 (direction of material source); 9—等深线 (depth contour)

该期发育湖沼相和冲泛平原相沉积。湖沼相为主要沉积相, 约占依安组面积的 $2/3$, 呈环岛状分布于龙安桥—新屯—明水—太平庄—白音诺勒。上部岩性为黑灰色泥岩与浅灰、绿、灰绿色泥质粉砂岩、泥质粉砂岩薄层。下部为黑色泥岩夹薄层浅灰色泥质粉砂岩, 泥岩成岩差。冲泛平原相分布在富裕和依安地区, 上部岩性为灰色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩夹灰白色粉砂岩, 底部为灰白色粉砂岩。依安组底部

① 大庆油田。松辽盆地石油勘探论文集 (内部资料), 1985。

为紫红及砖红色泥岩, 下部为灰紫色、灰色、浅棕色泥岩及灰白色细粒砂岩, 上部为深灰色泥岩。砂岩成分以次棱角状石英、长石为主, 其次为白云母、变质碎裂岩及少量黑色矿物。内含条带状斑点及条带, 具交错层理。

3.3.2 大安组岩相古地理

大安组时期, 地表水流明显加强, 来自北东部、北部及北西部的河流将北部及北西部物质大量带入, 大幅度向南沉积, 后由于香海庙—扶余一带隆起抬升而不再向南扩大。该组沉积总的呈一近南北窄条状, 沉积中心位于永胜和大安附近, 沉积最大厚度 80 m, 最大埋深 240 m (图 2)。

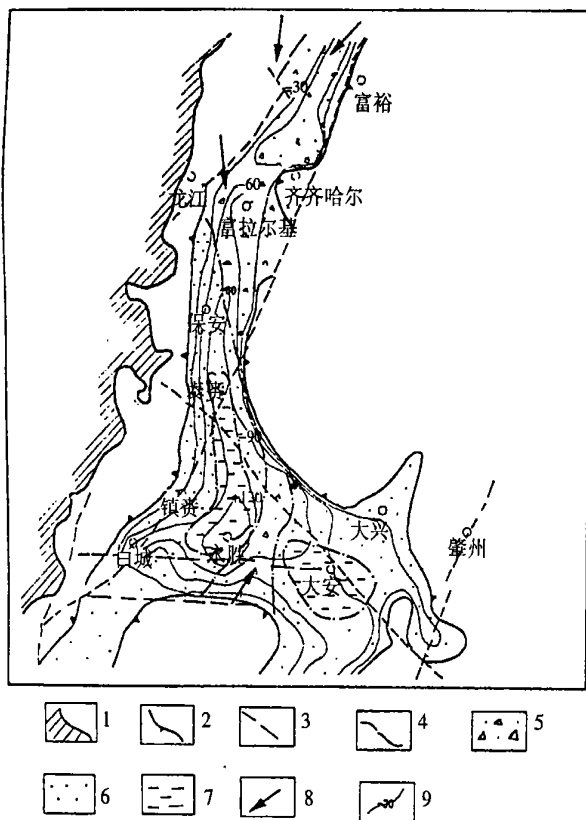


图 2 龙江—肇州地区第三系大安组岩相古地理图

Fig. 2 Lithofacies and paleogeographic map of Tertiary Da'an formation in Longjiang-Zhaozhou area

1—盆地边界 (margin of basin); 2—地层剥蚀线 (boundary of denudation); 3—断裂 (fault); 4—岩相界线 (boundary of lithofacies); 5—冲洪积相 (alluvial proluvial facies); 6—冲泛平原相 (alluvial-flood plain facies); 7—湖沼相 (limnetic facies); 8—物源方向 (direction of material source); 9—等深线 (depth contour)

冲洪积相为大安组时期的主要沉积相, 呈近南北窄条状分布于雅尔基—齐齐哈尔—莫莫格—永胜一带。分布面积约 10 500 km², 占大安组沉积面积的

35%。工作区从北至南部岩性基本不变, 可能为同一来源。岩性具有两分性, 上部为灰色泥岩, 性软, 易造浆, 电性特征呈平滑低电阻, 泥岩底部在电阻曲线上出现极小值; 下部为砾岩, 北部为杂色, 向南都为灰色, 为砾岩、砂砾岩, 成岩差, 磨圆差, 胶结松。砾石成分以石英为主, 含较多乳白色不透明燧石及少量黑色矿物, 自下而上由粗变细, 呈正旋回, 厚度稳定在 60~80 m, 电性特征上部为平直低电阻, 下部为块状高电阻层, 呈尖刀状。

冲泛平原相在盆地西部呈弧形分布于泰贛—镇贛—白城一带, 东南部呈“星形”分布于大兴一带。该相分布面积 12 000 km², 约占大安组沉积面积的 50%。岩性特征为灰色泥岩、泥质粉砂岩与灰白色粉砂岩组成一个韵律层, 灰色泥岩夹泥质粉砂岩及灰绿色泥岩与杂色砂砾岩组成另一个韵律层。

湖沼相呈“蠕虫”、“孤岛”状分布于泰贛—永胜和大安一带, 面积 814 km², 占大安组面积的 15%。其岩性均具明显的两分性, 上部为灰色泥岩, 性软、质纯, 成岩性差, 易碎, 在岩屑中不易保存, 具有一定的造浆性能, 电性特征是一组滑而平直的低电阻, 在底部出现电阻的极小值; 下部为灰色砂岩, 矿物成分以石英为主, 次为玉燧, 粒径一般为 0.5~1 mm, 成岩性差, 松散状, 电性特征为一高层层。

3.3.3 泰康组岩相古地理

泰康组时期北部嫩江水流作用减弱, 盆地西部水流大大增强, 雅鲁河和绰尔河携带大量碎屑物质进入盆地, 在盆地西缘形成了较大范围的冲洪积物。泰康组在大安组基础上向东较面积沉积, 沉积范围约比大安组增加一倍。总的沉积形态基本与大安组一致, 即呈近南北向带状。有南北两个沉积中心, 北部以杜尔伯特为中心, 最大沉积厚度 120 m, 南部以莫莫格为沉积中心, 最大沉积厚度也为 120 m。泰康组最大埋深为 180 m。

泰康组岩相主要发育冲泛平原相, 其次为冲洪积相, 湖沼相仅星点状出现于南北沉积中心附近 (图 3)。

冲洪积相呈半扇状分布于盆地西缘之龙江—泰康一带。分布面积 5 000 km², 约占泰康组沉积面积的 15%。北部岩性上部为灰褐色、灰绿色、灰黄色泥岩, 中部为厚层状杂色砾岩及砂砾岩, 成分以石英为主, 其次为火成岩及变质岩块, 砾石分选性差, 直径约 2~10 mm, 砾石呈次棱角—次圆状, 砂质胶结, 疏松; 下部为灰色、深灰色泥岩, 底部为薄层的含砾

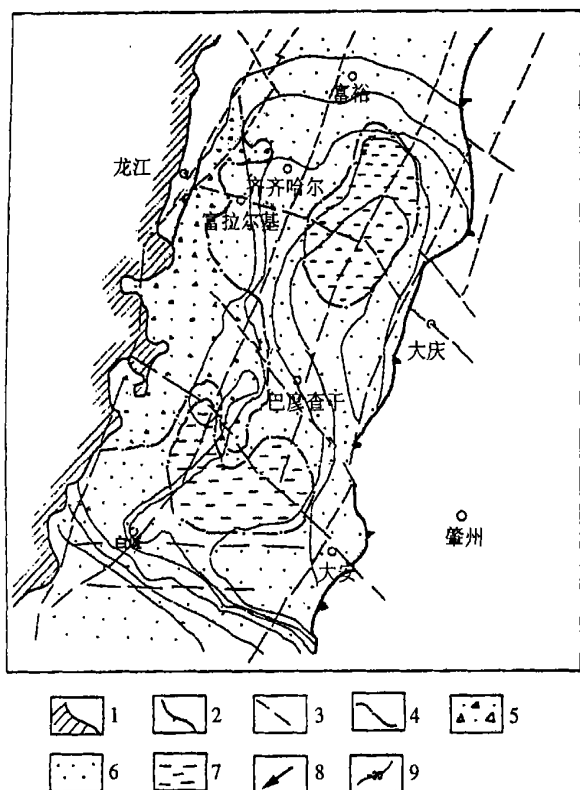


图3 龙江—肇州地区第三系泰康组岩相古地理图

Fig. 3 Lithofacies and paleogeographic map of Tertiary Taikang formation in Longjiang-Zhaozhou area

1—盆地边界 (margin of basin); 2—地层剥蚀线 (boundary of denudation); 3—断裂 (fault); 4—岩相界线 (boundary of lithofacies); 5—冲洪积相 (alluvial-proluvial facies); 6—冲泛平原相 (alluvial-flood plain facies); 7—湖沼相 (limnetic facies); 8—物源方向 (direction of material source); 9—等深线 (depth contour)

砂岩。南部地区岩性上部为浅灰绿色黏土，中部为灰色砂砾，底部为一套砂砾岩层。

冲泛平原相为泰康组主要沉积相，分布面积约 30 900 km²，占泰康组沉积面积的 75%，呈南北向的带状。北部地区顶部岩性为灰色泥岩，成岩性较差，沉积不稳定；下部为粗粒石英砂岩、砾岩。砂岩胶结疏松，磨圆较好，成分以石英为主，含少量红色和黑色矿物。电性特征，顶部电性特征为低电阻，下部为块状高电阻，电性曲线形态呈台阶状。南部地区由灰色、灰绿色泥岩、泥质粉砂岩与粉砂岩、砂岩组成 3 个较明显的韵律层。第 1 韵律层为灰色泥岩、泥质粉砂岩、砂岩组成，泥岩质纯，泥质粉砂岩具不明显的蠕虫状构造，粉砂质含量不均匀，粉砂岩中黑色矿物含量相对增多；第 2 韵律层为灰绿色泥质粉砂岩、粉砂岩夹泥质粉砂岩，粉砂质含量由下而上递增，颜色

变深，粉砂岩主要为次棱角状石英、长石；第 3 韵律层为灰绿色泥岩，杂色砂砾岩夹砂岩薄层，砾石成分主要为酸性火成岩。

湖沼相呈片状分布，北部分布在杜尔伯特，南部分布在莫莫格，总面积约 1 900 km²，约占泰康组沉积的 10%。岩性为灰、灰绿、灰白色泥质粉砂岩、泥岩，成岩均较差，粉砂岩岩屑呈散砂，泥岩多呈黏土状，黏、滑、软。

4 可地浸岩砂岩岩相成矿条件分析

本区第三系发育冲洪积相、冲泛平原相及少部分湖沼相。湖沼相的岩性主要为泥岩、泥质粉砂岩，形成不了大的砂体。冲洪积相为砾岩、砂砾岩组成，成岩差，透水性好，厚度大且比较稳定，最厚可达 80 m，可形成大的砂体；冲泛平原相岩性为由泥岩—砂岩—砾岩组成的韵律层，有的底部为砾岩层，最大沉积厚度 60 m，能形成大的砂体。从颜色上看，冲洪积相砾岩、砂砾岩较多出现褐、灰褐、杂色；冲泛平原相的岩石多为灰、灰白色，在白城东南出现灰黄色粗砂岩、砂砾岩，可能代表氧化环境。

纵观以上分析可知：(1) 龙江—肇州地区依安组主要为湖沼相，形成不了大的砂体，不利于铀成矿。(2) 大安组冲洪积相冲积扇前缘（美国科罗拉多砂岩型铀成矿有相当一部分产在冲积扇前缘砂体中）为砾岩、砂砾岩，厚度较大，沉积稳定，尤其在齐齐哈尔的达胡店、雅尔基一带出现代表氧化环境的褐、杂色砂砾岩，顶部一般都有泥岩，具泥—砂结构，从岩相看较为有利；冲泛平原相沉积的岩性多以粉砂岩为主，颜色多为灰、灰白，粒度偏细，从岩相看意义不大。(3) 泰康组大面积分布冲泛平原相，岩性有粗粒石英砂岩和砂砾岩，成岩差，透水性好，具有较好的韵律结构，顶部为泥岩，砂岩在韵律中间，底部为泥岩、底砾岩，齐齐哈尔附近的粗粒石英砂岩见有红色矿物。大岗子—白城一带出现了灰黄褐色、杂色砂砾岩、砂岩。位于泰康组冲积扇前缘的雅尔基，上部为泥岩，中部为厚层状杂色砾岩，砾石成分为石英及火成岩、变质岩，下部又为深灰色泥岩，具典型泥—砂—泥结构，且出现代表氧化—还原过渡的杂色，反映有后生层间氧化现象，是可地浸砂岩铀成矿较有利地段。

参考文献：

[1] 李胜祥，等。伊犁盆地中下侏罗统水西沟群沉积相特征及其与铀

成矿关系 [A]. 见: 王英华, 鲍志东, 朱筱敏, 等编. 沉积学及岩相古地理学新进展 [C]. 北京: 石油工业出版社, 1995. 635—637.

[2] 翁庆萍, 等. 利用测井资料研究沉积相 [A]. 见: 王英华, 鲍志

东, 朱筱敏, 等编. 沉积学及岩相古地理学新进展 [C]. 北京: 石油工业出版社, 1995. 635—637.

[3] 黑龙江省地质矿产局. 黑龙江区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1993.

ANALYSES OF LITHOFACIES AND PALEOGEOGRAPHIC CONDITIONS OF TERTIARY FOR IN-SITU LEACHABLE SANDSTONE URANIUM IN LONGJIANG-ZHAOZHOU AREA

ZHANG Zhen-qiang

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

Abstract: By analyzing drill-hole lithology, comprehensive log and paleontology of the Tertiary formations in Longjiang-Zhaozhou area, the paper focuses on the lithofacies and paleogeographic features of Yi'an, Da'an and Taikang formations of Tertiary. The conclusions are as follows.

(1) Due to a weak surface water power of Yi'an period, the sediment range was limited, with single material source. The major precipitation facies were mudstone and siltstone of limnetic facies and siltstone and fine sandstone of alluvial-flood plain facies.

(2) During Da'an period, numerous materials were brought from the northern and northwestern parts of sedimentary basin by strong surface water power. Sedimentary range expanded from north to south. A north-south extending banded deposition formed along the west margin of the basin. Alluvial-proluvial conglomerate and alluvial-flood plain facies sandstone and siltstone were principal facies.

(3) As for Taikang period, stronger water flow from the west broadened the sedimentary range to east and south. Grey and greyish green sandstone, siltstone and pelitic siltstone of alluvial-flood plain facies were developed widely and became chief facies. Brown and yellow conglomerate of alluvial-proluvial facies was developed along the western margin of the basin.

(4) According to the lithofacies criterion of in-situ leachable sandstone, Da'an and Taikang formations are ideal layers for in-situ leachable sandstone uranium deposit, because thick sandstone bodies are developed in Da'an alluvial-proluvial facies and Taikang alluvial-flood plain facies, and more, interlayer oxidation has been found in sandstone of Taikang formation.

Key words: Longjiang-Zhaozhou area; Tertiary; lithofacies and paleogeographic condition; in-situ leachable sandstone uranium deposit

作者简介: 张振强 (1966—), 男, 高级工程师, 1987 年毕业于华东地质学院, 现从事可地浸砂岩铀矿科研与生产工作; 通讯地址: 沈阳市 760 信箱, 邮政编码 110032, E-mail: zzq@shenyang.cngb.com