

# 松辽盆地南部地层单元空间分布特征研究

郭强<sup>1\*</sup>, 肖菁<sup>1</sup>, 贾立城<sup>1</sup>, 邓福理<sup>2</sup>, 黄笑<sup>2</sup>, 王良玉<sup>2</sup>

<sup>1</sup>核工业北京地质研究院, 北京

<sup>2</sup>核工业243地质大队, 内蒙古 赤峰

Email: \*guoqiang9818@126.com

收稿日期: 2021年8月10日; 录用日期: 2021年9月7日; 发布日期: 2021年9月14日

## 摘要

松辽盆地是我国东北部中生代陆相沉积盆地, 蕴含丰富的石油、天然气、煤炭和铀资源。前人研究了松辽盆地南部砂岩型铀矿同沉积地层间的关系, 但对区域地层空间分布规律的研究则较为薄弱。本研究在系统收集测井、岩心编录、野外露头调查和古生物等资料的基础上, 借助多井联合地层剖面编制与分析技术, 建立了松辽盆地南部等时地层格架, 发现上白垩统泉头组-青山口组-姚家组-嫩江组存在着由东往西的超覆现象, 可能代表了不同沉积期沉降中心由东往西迁移的规律。嫩江组区域分布稳定且厚度较大, 姚家组分布较稳定且厚度偏薄, 青山口组和泉头组区域分布稳定性较差且呈现自东向西超覆的特征。总体而言, 上白垩统地层走向以北东向为主, 与松辽盆地展布方向相吻合。

## 关键词

松辽盆地, 白垩纪, 铀矿, 沉积地层, 空间分布

# Study on Spatial Distribution Characteristics of Stratigraphic Units in Southern Songliao Basin

Qiang Guo<sup>1\*</sup>, Jing Xiao<sup>1</sup>, Licheng Jia<sup>1</sup>, Fuli Deng<sup>2</sup>, Xiao Huang<sup>2</sup>, Liangyu Wang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing

<sup>2</sup>No. 243 Geological Surveying Team of Nuclear Industry, Chifeng Inner Mongolia

Email: \*guoqiang9818@126.com

Received: Aug. 10<sup>th</sup>, 2021; accepted: Sep. 7<sup>th</sup>, 2021; published: Sep. 14<sup>th</sup>, 2021

\*通讯作者。

文章引用: 郭强, 肖菁, 贾立城, 邓福理, 黄笑, 王良玉. 松辽盆地南部地层单元空间分布特征研究[J]. 自然科学, 2021, 9(5): 746-754. DOI: 10.12677/ojns.2021.95081

## Abstract

Songliao basin that is rich in oil, natural gas, coal and uranium resource is a Meso-Cenozoic continental sedimentary basin in Northeast China. The relationships between sandstone type uranium deposits and sedimentary strata in South Songliao Basin have been reported by many previous literatures, while the regional distribution characteristics of these sedimentary strata have not been well understood. This study established the framework of the isochronous strata for South Songliao Basin based on the core logging data collection and analysis, field outcrop investigation, and paleontology data analysis with the help of multi-well stratigraphic cross section profile establishment and analysis technology. An overlap has been found for Upper Cretaceous strata from Quantou and Qingshankou Formations in the east to Yaojia and Nenjiang Formations in the west, which indicates that the center of deposition once migrated from east to west in sedimentary history. The regional sedimentary strata of Nenjiang Formation are stable and thick, while those of Yaojia formation are stable and thin. Regional sedimentary strata of Qingshankou and Quantou Formation are unstable and overlapped from east to west. The strikes of the Upper Cretaceous strata are in NE direction and consistent with the distribution direction of Songliao Basin.

## Keywords

Songliao Basin, Cretaceous, Uranium Deposit, Sedimentary Strata, Spatial Distribution Characteristics

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

位于我国东北部的松辽盆地是一个中生代陆相沉积盆地[1]-[8]。该盆地不仅有世界闻名的四大黑土地之一的中国东北黑土地，还蕴含着丰富的石油、天然气、煤炭和铀资源[9] [10] [11]。钱家店是松辽盆地首个发现与探明的砂岩型铀矿床，其矿体具有明显层控特征，主要产于中生代晚白垩世姚家组下段和上段中，呈板状和透镜状分布[12] [13] [14] [15]。

近年来，随着松辽盆地铀矿勘查工作的持续推进，在钱家店矿床周边又接连发现了白兴吐、宝龙山、海力锦等多个具有类似地质特征的铀矿床。这些矿床的矿体也都集中于姚家组砂体中。前人研究认为，晚白垩世沉积特征对松辽盆地南部的铀矿化有一定制约作用[16] [17]，其中姚家组主要以冲积扇、辫状河、三角洲和湖泊沉积为主，形成了具稳定泥-砂-泥结构的地质层，砂体厚度稳定，分布范围广，渗透性、成层性较好，非常易于形成层间氧化带型铀矿。

虽然前人针对松辽盆地南部地层沉积同铀矿成矿间关系开展了大量研究，也取得了阶段性的认识，但这些研究主要依靠特定地段的地质层序分析，研究重点仅在于揭示沉积特征同铀矿化间的关系，缺少对松辽盆地南部沉积地层在区域尺度的空间分布特征研究。事实上，由于砂岩铀矿层控特征明显，开展上述研究对指导松辽盆地下一步铀矿找矿工作具有重要意义。

因此，本研究在系统收集测井、岩心编录、野外露头调查和古生物等资料的基础上，借助多井联合地层剖面编制与分析技术，建立了松辽盆地南部等时地层格架，总结了各地层单元的空间分布规律，为

松辽盆地南部铀矿找矿工作提供了重要的参考。

## 2. 地质背景

从地理特征上看,松辽盆地位于我国东北部(图 1(a))。该盆地整体呈北东-南西走向,其中北东-南西延伸约 700 km,北西-南东延伸约 350 km,盆地总面积约 26 万平方公里(图 1(b)) [7]。盆地有 4 条明显边界:东部边界为佳木斯-伊通断裂,向东与张广才岭相邻;西部边界为嫩江-八里罕断裂,向西与大兴安岭相邻;北部边界为小兴安岭;南部边界为法库丘陵带,向南与华北克拉通相邻。盆地内富含石油、天然气和铀矿等资源,是非常重要的能源型盆地。

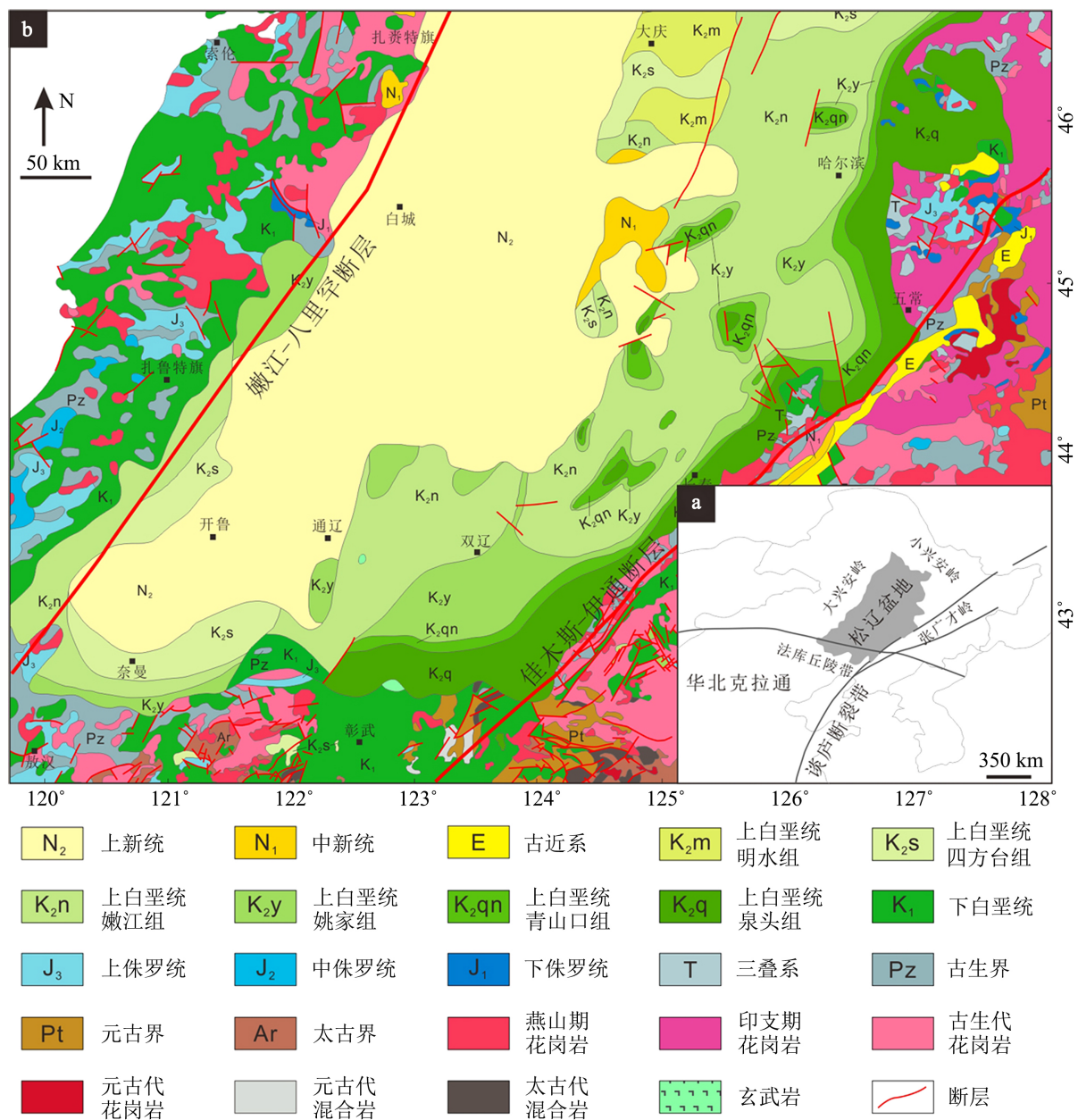


Figure 1. (a) Tectonic location of Songliao Basin (modified after [7] [8]); (b) The geological map of Songliao Basin  
图 1. (a) 松辽盆地大地构造位置图(据[7] [8]修改); (b) 松辽盆地及其周缘地质图

从地质特征上看,松辽盆地是先期存在的增厚地壳发生重力垮塌,并在塑性下地壳侧向流作用下形成的一个典型的裂谷型盆地。盆地内部又发育了多个次级盆地。盆地地层分基底和盖层 2 部分。基底由古生代和早中生代的沉积地层构成,岩性主要为古生代花岗岩、变质岩以及三叠纪的火山碎屑沉积岩。盖层根据沉积特征差异可分为南、北两部分,其中盆地北部经历了同裂谷期沉降和后裂谷期的热沉降,该区域的次级盆地多发育更厚的白垩纪地层,而盆地南部主要经历同裂谷期沉降,但后裂谷热沉降作用影响较小,次级盆地发育的后裂谷期上白垩统厚度小[7]。同裂谷期的下白垩统主要以浅湖-深湖相泥岩、粉砂岩,辫状河三角洲及扇三角洲的细粒-中粒砂岩。后裂谷期的上白垩统,包括了青山口组、姚家组、嫩江组、四方台组、明水组,岩性主要为深湖相泥岩、曲流河三角洲细粒砂岩,局部含有粗砂岩。白垩系厚度最大可达 7000 m (图 2)。此外,白垩系之上还沉积有新生代地层,岩性主要为洪泛平原沉积的中-细粒砂岩、冲积成因的粗粒砂岩[1] [4] [6]。

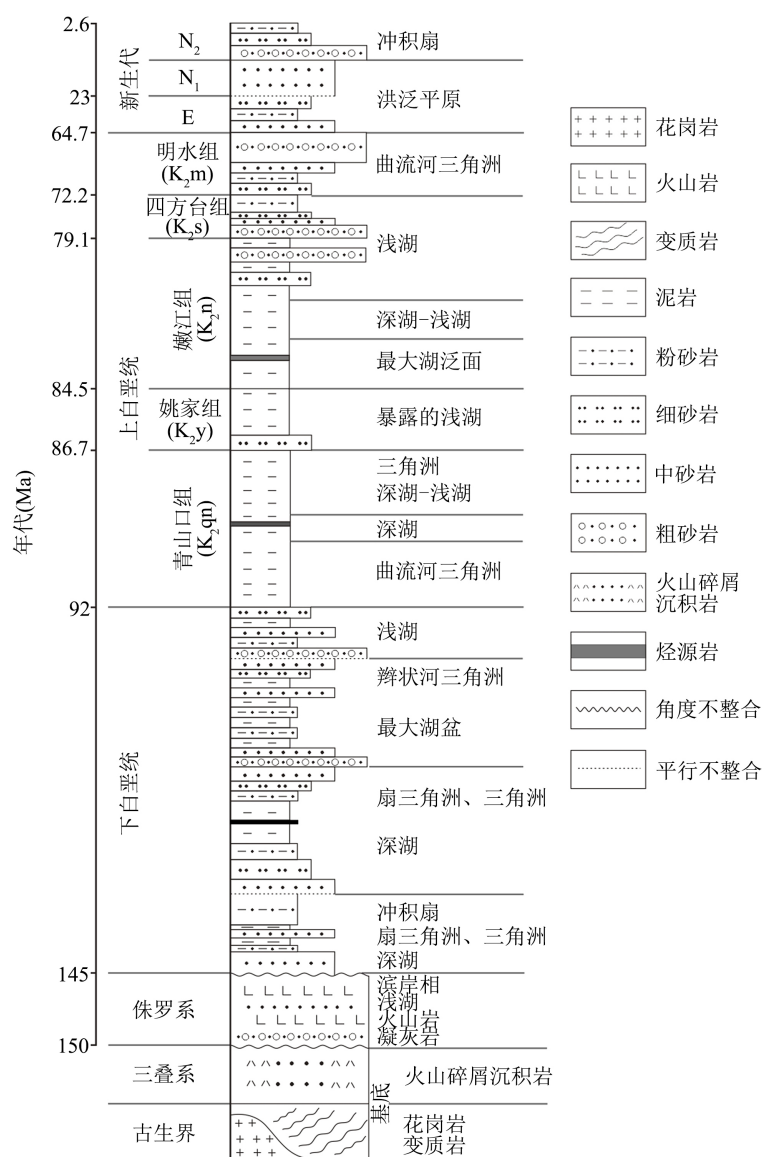


Figure 2. Comprehensive columnar map of Songliao Basin (modified after [4] [6])  
图 2. 松辽盆地综合柱状图(据[4] [6]修改)

### 3. 技术方法

本研究采用的技术方法以文献资料搜集与整理、实物资料分析、电脑制图、图形对比等方式开展。文献资料搜集主要包括搜集钻孔测井数据、岩心编录数据、区域地层岩性特征及古生物标志等。

实物资料分析主要包括对实物钻孔岩心的岩性、手标本尺度沉积特征以及微体古生物化石的分析，并结合了部分露头尺度的调查分析。

电脑制图主要以多井联合地层剖面的编制为主。井位和剖面在水平空间的分布如图 3 所示，包含了 4 条近东西向(WE-1, WE-2, WE-3, WE-4)和 2 条北东 - 南西向的剖面(SN-1, SN-2)。

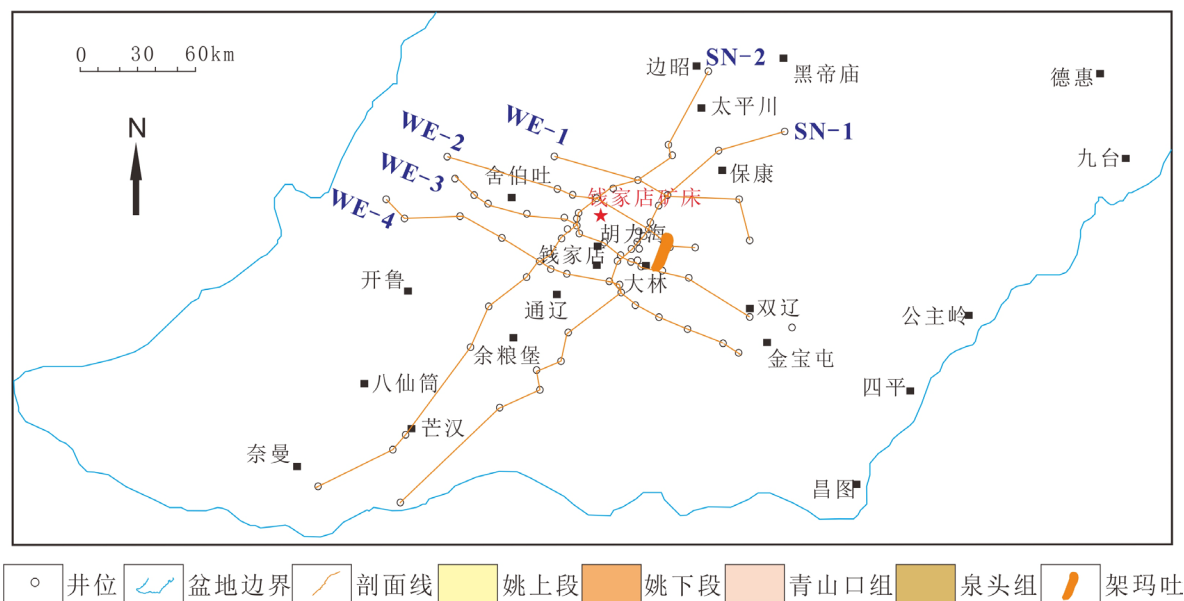


Figure 3. Locations of composite profiles on the map with wells

图 3. 多井联合地层剖面在水平空间上的分布位置图

图形对比包含 4 个步骤：首先，依据搜集的文献资料，将剖面上单孔白垩系数据自下而上划分为泉头组、青山口组、姚家组、嫩江组、四方台组和明水组六个地层单元。其次，选择嫩江组为区域性标志层，因该组具备岩性、测井曲线和古生物 3 方面的特征：岩性上主要以大套暗色泥页岩沉积为主，局部夹薄层灰色、灰绿色粉砂岩，层厚稳定，且覆盖范围广，可在全区范围内进行追踪对比；测井曲线上表现为平直低阻；古生物上可见到鲕状介壳灰岩及大量介形虫成层分布。再次，将分层结果对比到剖面间钻孔，实现区域范围内地层对比，勾勒出地层形态及充填样式。最后，通过反复对比与修改，逐步完成等时地层格架，并绘制各地层单元在空间上的分布范围。

### 4. 分析结果

本研究共对 4 条近东西向(WE-1, WE-2, WE-3, WE-4)和 2 条北东 - 南西向的剖面(SN-1, SN-2)进行了分析，分析结果如下：

WE-1 剖面自西向东横跨架玛吐以北海力锦、保康一线，从剖面看出姚家组、青山口组、泉头组沉积期地层整体表现呈凹隆相间，向西部超覆明显，保康与海力锦地区为两个相对凹陷地区，地层依次向西超覆，至剖面最西侧为嫩江组直接覆盖于基底之上。WE-2、WE-3、WE-4 剖面均为架玛吐以南地区，地层依次向西超覆减薄至尖灭，表现为泉头组、青山口组逐步填平补齐的沉积充填样式。且 WE-2 至 WE-4



剖面可见地层逐渐增厚的趋势，WE-2 剖面泉头组不沉积，青山口组直接覆盖于基底之上，地层呈现中间厚两边薄的趋势。WE-3 剖面西侧钻孔姚家组厚度较薄，且直接覆盖于基底之上，往东地层变厚，泉头组沉积，中部偏东一侧的大林一线仍受到架玛吐隆起的影响，表现为局部相对高地，泉头组没有沉积，越往东地层越厚。WE-4 剖面地层也是呈现出一个向西超覆的趋势，且地层厚度较 WE-2、WE-3 剖面更厚，分布较为均匀(图 4)。

SN-1、SN-2 剖面自北向南整体反映南北向的地层展布、沉积充填特征，从地层分布来看青山口组至嫩江组地层分布较为连续，均表现中间架玛吐一线较薄，往两侧变厚的特征；姚家组分布最为连续、稳定，青山口组分布较为连续，仅在钱家店矿床、宝龙山一线厚度减薄，而泉头组沉积范围相对局限，在大林、双宝以南一线才稳定发育(图 5)。

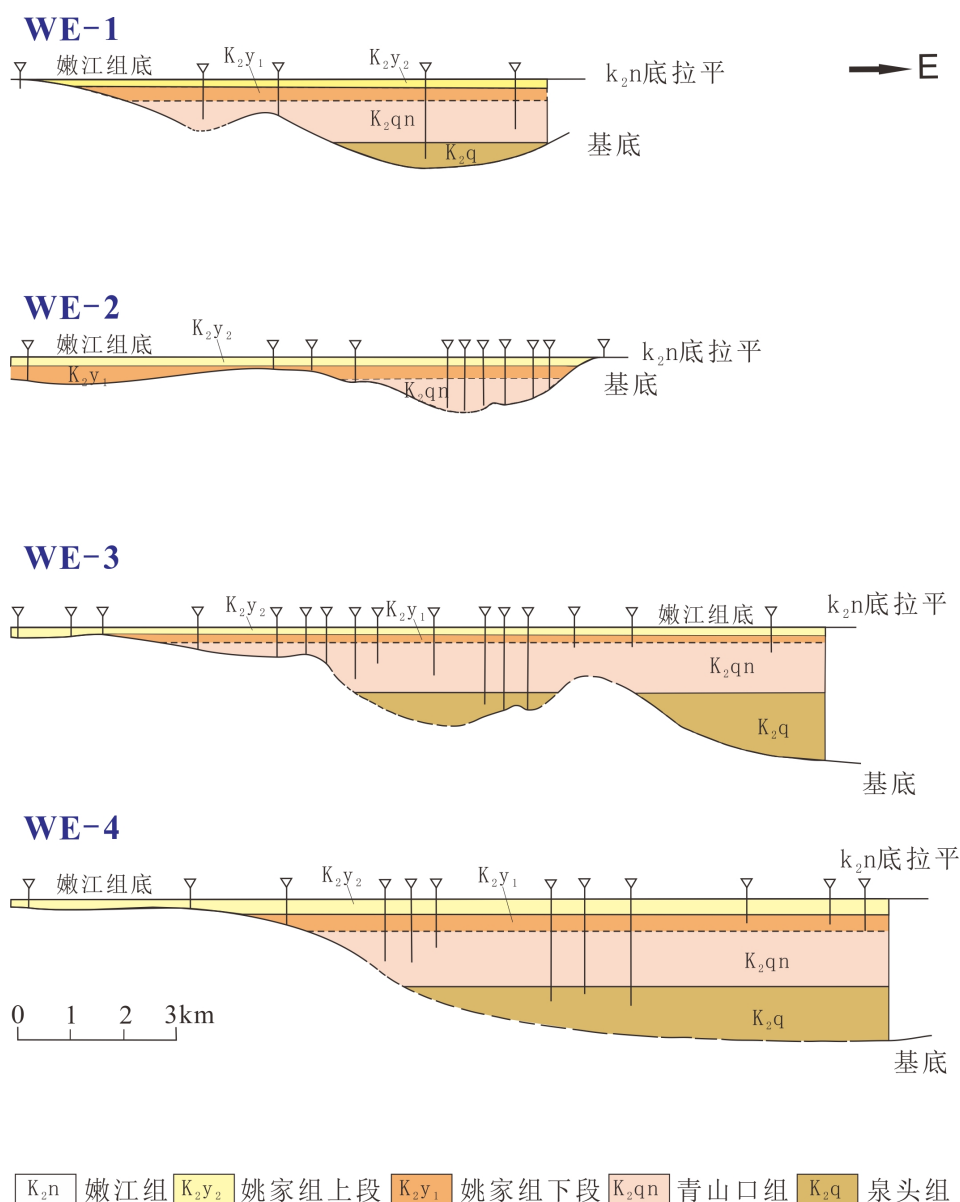


Figure 4. Cross-cut profiles in the direction of E-W

图 4. 近东西向剖面地层划分图

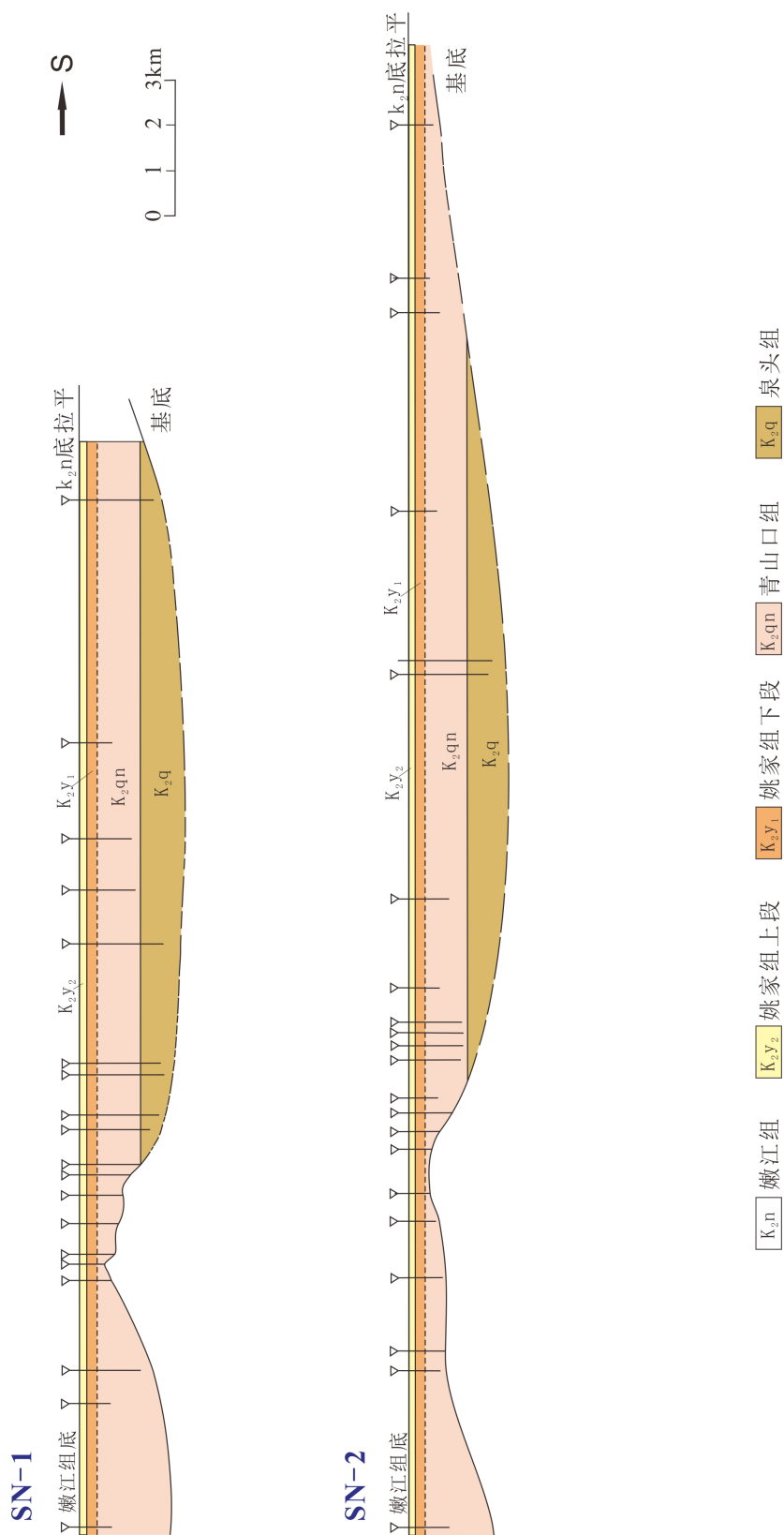


Figure 5. Cross-cut profiles in the direction of NE-SW  
 图 5. 北东 - 南西向剖面地层划分图

## 5. 结论

松辽盆地上白垩统地层走向总体上以 NE 向为主, 与松辽盆地展布方向相吻合。盆地南部晚白垩时期地层分布明显受坳陷盆地结构的影响, 呈现出由盆地边缘向盆地中心地层逐渐增厚的趋势。从多井联合地层剖面划分出的地层分布情况看, 嫩江组区域分布稳定且厚度较大, 姚家组分布较稳定且厚度偏薄, 青山口组和泉头组区域分布稳定性较差且呈现自东向西超覆的特征。上白垩统从泉头组 - 青山口组 - 姚家组 - 嫩江组存在的由东往西的超覆现象可能代表了不同沉积期沉降中心由东往西迁移的规律。

## 基金项目

本文受国防科工局核能开发项目(HSL1407)资助。

## 参考文献

- [1] 冯有良, 邹才能, 蒙启安, 吴卫安, 鲁卫华, 朱吉昌. 构造及气候对后裂谷盆地层序建造的影响: 以松辽盆地西斜坡晚白垩世为例[J]. 2018, 地球科学, 43(10): 3445-3461.
- [2] Gao Y., Ibarra D.E., Rugenstein J.K.C., Chen, J., Kukla, T., Methner, K., *et al.* (2021) Terrestrial Climate in Mid-Latitude East Asia from the Latest Cretaceous to the Earliest Paleogene: A Multiproxy Record from the Songliao Basin in Northeastern China. *Earth-Science Reviews*, **216**, Article ID: 103572. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103572>
- [3] Qiu, L., Yan, D.P., Xu, H., Shi, H., Dong, W. and Sun, S. (2020) Late Cretaceous Mud Volcanism in the Southwestern Songliao Basin Records Slab Rollback of the Subducted Paleo-Pacific Plate Underneath NE China. *Journal of Asian Earth Sciences: X*, **3**, Article ID: 100028. <https://doi.org/10.1016/j.jaesx.2020.100028>
- [4] Song, Y., Ren, J., Stepashko, A.A. and Li, J. (2014) Post-Rift Geodynamics of the Songliao Basin, NE China: Origin and Significance of T11 (Coniacian) Unconformity. *Tectonophysics*, **634**, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2014.07.023>
- [5] Song, Y., Stepashko, A.A. and Ren, J. (2015) The Cretaceous Climax of Compression in Eastern Asia: Age 87 - 89 Ma (Late Turonian/Coniacian), Pacific Cause, Continental Consequences. *Cretaceous Research*, **55**, 262-284. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2015.01.002>
- [6] Wang, P., Mattern, F., Didenko, A., Zhu, D.-F., Singer, B. and Sun, X.-M. (2016) Tectonics and Cycle System of the Cretaceous Songliao Basin: An Inverted Active Continental Margin Basin. *Earth-Science Reviews*, **159**, 82-102. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.05.004>
- [7] Wei, H., Liu, J. and Meng, Q. (2010) Structural and Sedimentary Evolution of the Southern Songliao Basin, Northeast China, and Implications for Hydrocarbon Prospectivity. *AAPG Bulletin*, **94**, 533-566. <https://doi.org/10.1306/09080909060>
- [8] Zhu, J., Feng, Y., Meng, Q., Li, S., Wu, G. and Zhu, R. (2019) Decoding Stratigraphic and Structural Evolution of the Songliao Basin: Implications for Late Mesozoic Tectonics in NE China. *Journal of Asian Earth Sciences*, **194**, Article ID: 104138. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2019.104138>
- [9] Xu, J., Liu, Z., Achim, B., Meng, Q., Sun, P., Jia, J., *et al.* (2015) Basin Evolution and Oil Shale Deposition during Upper Cretaceous in the Songliao Basin (NE China): Implications from Sequence Stratigraphy and Geochemistry. *International Journal of Coal Geology*, **149**, 9-23. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2015.07.005>
- [10] 张振强, 赵忠华, 杨冰, 杨福, 李鹏飞. 松辽盆地南部白兴吐地区油气后生还原对铀成矿的作用[J]. 铀矿地质, 2009, 25(5): 290-295.
- [11] 施立志, 祁越, 张永生, 王卓卓, 汪彪. 松辽盆地齐家地区“四史”模拟及其地质意义研究[J]. 地质与勘探, 2019, 55(2): 217-228.
- [12] 蔡煜琦, 李胜祥. 钱家店铀矿床含矿地层——姚家组沉积环境分析[J]. 铀矿地质, 2008, 24(2): 66-72.
- [13] 蔡建芳, 郭福能, 周文博, 佟术敏, 翟亮亮, 刘庆. 松辽盆地南部氧化带发育特征与铀成矿关系[C]//中国核学会. 中国核学会 2015 年学术年会论文集. 绵阳, 2015: 105-109.
- [14] 李林强. 钱家店铀矿床红色泥砾砂岩岩石学特征及矿化成因分析[J]. 铀矿地质, 2014, 30(5): 271-275.
- [15] 罗毅, 马汉峰, 夏毓亮, 张泽贵. 松辽盆地钱家店铀矿床成矿作用特征及成矿模式[J]. 铀矿地质, 2007, 23(4): 193-200.



- [16] 吴真玮, 曾昭发, 李静, 赵雪宇, 许天福. 基于重磁场特征的松辽盆地基底岩性研究[J]. 地质与勘探, 2015, 51(5): 939-945.
- [17] 赵忠华, 张振强, 于文斌, 董清水. 松辽盆地南部砂岩型铀矿成矿主控因素及找矿方向[J]. 世界核地质科学, 2012, 29(4): 199-202+226.