

doi: 10.12029/gc20220418

孙求实, 宗文明, 王斯佳, 孙守亮, 李永飞, 郜晓勇, 张涛. 2022. 辽西牛营子凹陷中元古界推覆体以下发现早中侏罗世优质烃源岩新地层[J]. 中国地质, 49(4): 1285-1294.

Sun Qiushi, Zong Wenming, Wang Sijia, Sun Shouliang, Li Yongfei, Gao Xiaoyong, Zhang Tao. 2022. Discovery of the Jurassic strata of organic-rich source rocks under the Middle Proterozoic thrust-nappe in Niuyingzi depression, western Liaoning Province[J]. Geology in China, 49(4): 1285-1294(in Chinese with English abstract).

辽西牛营子凹陷中元古界推覆体以下 发现早中侏罗世优质烃源岩新地层

孙求实¹, 宗文明¹, 王斯佳², 孙守亮¹, 李永飞¹, 郜晓勇¹, 张涛¹

(1. 中国地质调查局沈阳地质调查中心(东北地质科技创新中心), 辽宁 沈阳 100034;

2. 辽宁地矿建设集团有限公司, 辽宁 沈阳 110013)

摘要:【研究目的】一直以来辽西牛营子凹陷油气勘探的目的层为中元古界。由于构造抬升等因素, 该凹陷地表未见辽西其他盆地出露的重要油气勘探层系—侏罗系北票组。【研究方法】本次通过辽凌地 1 井钻探, 在牛营子凹陷中元古界碳酸盐岩推覆体下发现了一套厚层暗色泥岩, 对其岩性及孢粉组合特征进行研究, 并与辽西北票盆地实测的三宝四坑剖面北票组进行岩性组合对比。【研究结果】证实辽凌地 1 井中元古界碳酸盐岩推覆体以下厚层泥岩为侏罗系北票组。【结论】有机地球化学指标表明, 该泥岩具有有机质丰度高、生烃潜力大的特点, 是值得关注的优质烃源岩。该套厚层暗色沉积地层的发现表明侏罗系北票组是牛营子凹陷新的勘探层系, 这一认识为研究辽西地区构造演化、油气地质条件提供了重要的基础地质资料。

关键词:地层厘定; 牛营子凹陷; 北票组; 早—中侏罗世; 油气勘查工程; 辽宁西部

创新点:采用孢粉组合特征及岩性组合特征等方法确定辽凌地 1 井中元古界推覆体以下暗色泥岩为侏罗系北票组地层, 依据地球化学指标确定该套地层为优质烃源岩。

中图分类号: TE121.2 文献标志码: A 文章编号: 1000-3657(2022)04-1285-10

Discovery of the Jurassic strata of organic-rich source rocks under the Middle Proterozoic thrust-nappe in Niuyingzi depression, western Liaoning Province

SUN Qiushi¹, ZONG Wenming¹, WANG Sijia², SUN Shouliang¹,
LI Yongfei¹, GAO Xiaoyong¹, ZHANG Tao¹

(1. Shenyang Center of Geological Survey, China Geological Survey (CGS)/Northeast China Center for Geoscience Innovation, Shenyang 110034, Liaoning, China; 2. Liaoning Geology and Mineral Construction Group CO.LTD, Shenyang 110013, Liaoning, China)

Abstract: This paper is the result of oil and gas exploration engineering.

[Objective] The target layer for oil and gas exploration in the Niuyingzi depression in western Liaoning Province has been Meso-

收稿日期: 2019-01-24; 改回日期: 2020-01-04

基金项目: 中国地质调查局项目(DD20190098, DD20221664)资助。

作者简介: 孙求实, 男, 1988 年生, 高级工程师, 主要从事松辽盆地外围油气地质调查工作; E-mail: 70416484@qq.com。

通讯作者: 宗文明, 男, 1983 年生, 高级工程师, 主要从事松辽盆地外围油气地质调查工作; E-mail: 252973823@qq.com。

Neoproterozoic. Due to tectonic uplift and other factors, the Jurassic Beipiao Formation, which is an important hydrocarbon exploration target widely exposed in other basins in western Liaoning, is not found on the surface of this depression. **[Methods]** During the drilling of the LLD1 well, a set of thick dark mudstone layers were discovered beneath the Mesoproterozoic carbonates. Based on correlations of lithology and spore-pollen assemblages of the newly discovered mudstones with those from the Beipiao Formation in the Sanbaosikeng section of Beipiao Basin in western Liaoning Province. **[Results]** The layers discovered were from the Beipiao Formation. **[Conclusions]** Organic geochemical indexes indicate that the mudstone is of high organic matter abundance and high hydrocarbon generation potential. Hence, mudstones from Beipiao Formation in this area is a set of high-quality hydrocarbon source rock worthy of exploration. The discovery of thick dark organic-rich layers indicates that the Jurassic Beipiao Formation is a new target for oil and gas explorations in the Niuyingzi Depression. Moreover, this new discovery also provides important basic geological information for the study of tectonic evolution and hydrocarbon geological conditions in western Liaoning Province.

Key words: definition of formation; Niuyingzi area; Beipiao Formation; Early-middle Jurassic; oil and gas exploration; Liaoning province

Highlights: The dark mudstone below the middle Proterozoic nappe in LLD1 well is identified as Beipiao Formation by means of spore-pollen assemblage and lithologic assemblage; According to geochemical indexes, the strata are identified as high quality hydrocarbon source rocks.

About the first author: SUN Qiushi, male, born in 1988, senior engineer, mainly engaged in oil and gas geological survey of songliao basin periphery; E-mail: sunqiushi1988@qq.com.

Fund support: Supported by the project of China Geological Survey (No.DD20190098, No.DD20221664).

1 引 言

随着近些年油气勘探的逐步深入,已证实了辽西地区侏罗系北票组泥岩具有很好的生烃潜力,是该区重要油气勘探层系(李永飞等,2014;孙守亮等,2017;肖飞等,2017;赵洪伟等,2018;孙求实等,2018;张君峰等,2018;刘森等,2018,2019)。北票组主要分布于辽西地区金羊盆地、北票盆地等中生代盆地,在凌源地区牛营子凹陷地表未见发育。牛营子凹陷是松辽外围南部盆地群油气基础地质调查的重点凹陷,之前的勘探目的层为中元古界高于庄组,并获得了油气发现(肖飞等,2018;Sun et al.,2019)。

牛营子凹陷位于华北地台北缘东段,是辽西凌源—宁城盆地东南部的次级凹陷,凹陷近NE走向,长约20 km,宽约6 km,面积约120 km²(孙求实等,2017;王浩等,2019)。在中生代经历了燕山期的逆冲推覆,逆冲推覆断裂大致呈15°,沿柴杖子北庄—太平杖子—牛营子方向延伸,断面倾向北西,倾角50~70°,伴有同构造沉积,形成特有的邓杖子组(J₂d)碳酸盐岩砾岩沉积(图1)。

2017年中国地质调查局沈阳地质调查中心组织实施辽凌地1井钻探,在中元古界高于庄组灰色白云质灰岩之下,井深1527.91~1722.78 m(未见底),钻遇

厚层暗色优质烃源岩,岩性以泥砂互层为主,并夹少量煤线。从钻井揭示的地层发育情况来看,该套地层厚度超过195 m,其中泥岩累计总厚度102.58 m,单层厚度大于3 m的泥岩厚度为33.69 m,砂岩累计厚度92.42 m,泥地比59.79%,并见多段气测异常:该井段气测录井全烃值大于背景值2倍地层厚度为39 m;全烃最大值为10.78%。牛营子凹陷地表并未发现有可类比地层(徐刚等,2003;胡健民等,2005),该套暗色泥岩的时代存在不确定性,因此厘定该套地层成为该地区油气勘探的重要工作。

本文综合分析辽凌地1井钻孔资料,结合区域地层资料,通过岩性及孢粉组合特征的研究将该套地层厘定为早侏罗统北票组(J₂b)。这一地层新发现为研究牛营子凹陷构造演化以及油气地质调查中找寻侏罗统烃源岩层提供了重要的基础地质资料。早侏罗统北票组(J₂b)地层的确定,将该地区原有单一的中新元古界勘探层系拓展为中新元古界黑色碳酸盐岩地层和中生界北票组泥岩两套深部油气勘探层系。该认识对于辽西地区油气勘探工作,乃至松辽外围南部盆地群的油气勘探工作都有重要意义。

2 钻孔剖面描述

辽凌地1井中元古界推覆体下沉积岩地层钻孔

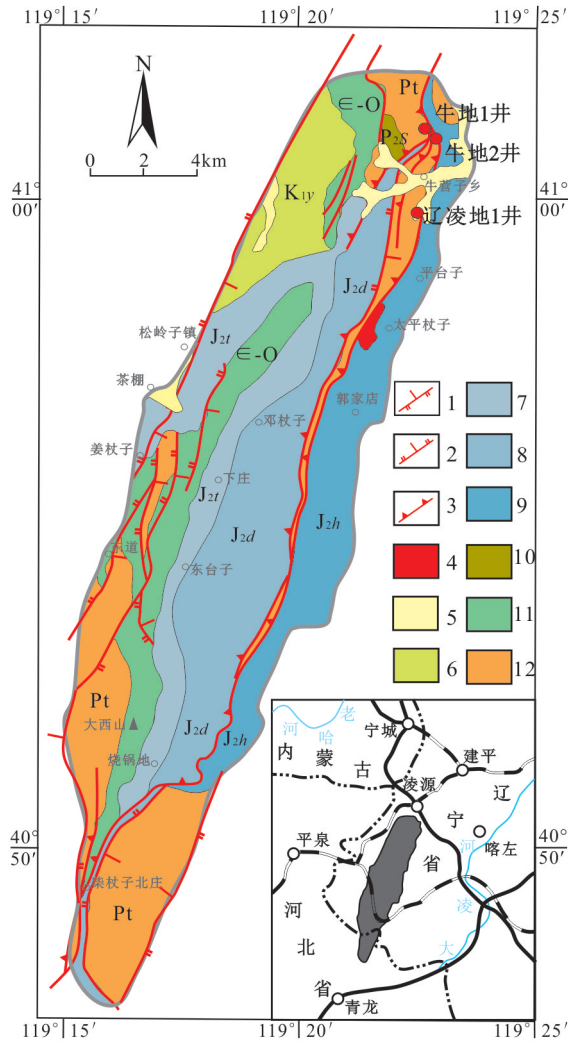


图1 牛营子凹陷地质略图

1—逆断层;2—正断层;3—逆冲推覆构造;4—侵入岩;5—第四系(Q);6—白垩系义县组(K_{1y});7—侏罗系髫髻山组(J_{1t});8—侏罗系邓杖子组(J_{2d});9—侏罗系海房沟组(J_{2h});10—二叠系石盒子组(P_{2s});11—寒武系—奥陶系并层(ε—O);12—中新元古界并层(Pt)

Fig.1 Geological sketch map of Niuyingzi depression

1—Reverse fault; 2— Normal fault; 3—Thrust nappe structure; 4—Intrusive rock; 5—Quaternary; 6—Yixian Formation; 7—Tiaojishan Formation; 8—Dengzhangzi Formation; 9—Haifanggou Formation; 10—Shihezi Formation; 11—Cambrian-Ordovician; 12—Mesoproterozoic-Neoproterozoic

剖面描述如下(图2):

断层下盘侏罗系地层(J) $>$ 194.87 m

上覆地层:中元古界高于庄组碳酸盐岩

===== 断层 =====

27. 黑色泥岩 23.54 m
 26. 灰色细粒石英砂岩, 石英含量约95%, 长石岩屑约5%。细粒结构, 其中细粒约70%, 细粒大小约0.2 mm, 分选中等, 磨圆好。 7.26 m

25. 灰黑色泥岩 14.85 m
 24. 灰色含砾中砂岩, 砾石主要为石英, 砾径大小约5 mm \times 6 mm, 次棱角状, 分选一般, 局部见炭屑。 3.23 m
 23. 黑灰色泥岩 12.25 m
 22. 灰色砂质细砾岩, 砾石成分主要为石英砂岩, 砾石大小2~5 mm, 次棱角状, 分选一般, 含量70%, 砂质胶结, 局部见少量岩屑。 8.66 m
 21. 黑色泥岩 5.56 m
 20. 灰色中粒石英长石砂岩, 中细粒砂状结构, 碎屑成分主要为石英, 大小0.5 mm, 含量约20%; 长石, 大小0.4~0.5 mm, 含量约70%。石英、长石颗粒磨圆较好, 分选一般, 颗粒支撑, 硅质胶结, 致密坚硬。 22.08 m
 19. 灰黑色粉砂质泥岩, 含植物碎屑。 21.61 m
 18. 灰色石英长石中砂岩, 中粒砂状结构, 粒径大小约0.4 mm, 与上层渐变接触。 4.69 m
 17. 黑灰色粉砂质泥岩, 含植物碎屑 4.2 m
 16. 灰色石英长石中砂岩, 中粒砂状结构, 粒径大小约0.4 mm。 6.49 m
 15. 灰黑色泥岩 3.03 m
 14. 灰色石英长石中砂岩 3.30 m
 13. 黑色炭质泥岩 4.26 m
 12. 灰色石英长石中砂岩, 中粒砂状结构, 粒径大小约0.4 mm。 4.23 m
 11. 黑色炭质泥岩 3.96 m
 10. 灰色石英长石中砂岩, 中粒砂状结构, 粒径大小约0.4 mm。 3.70 m
 9. 黑色炭质泥岩 6.74 m
 8. 灰色石英长石中砂岩, 中粒砂状结构, 粒径大小约0.4 mm。 3.88 m
 7. 黑色炭质泥岩, 含植物碎屑。 3.81 m
 6. 灰色石英长石中砂岩, 中粒砂状结构, 粒径大小约0.4 mm。 3.85 m
 5. 深灰色细砂岩, 砂状结构, 局部含炭屑, 分选好, 粒径大小约0.2 mm。 4.46 m
 4. 深灰色石英长石中砂岩, 中粒砂状结构, 粒度逐渐变粗, 倾角约30°, 局部层理发育。 3.06 m
 3. 灰黑色粉砂质泥岩 5.11 m
 2. 深灰色粉砂岩, 粉砂质结构, 矿物碎屑主要为石英、长石。 3.43 m
 1. 灰色细砂岩, 砂状结构, 成分主要为石英、长石, 分选好, 次棱角状, 粒径约0.2 mm。
 未见底

3 孢粉组合特征及时代

为了获得目的层较全面的孢粉植物群资料, 对

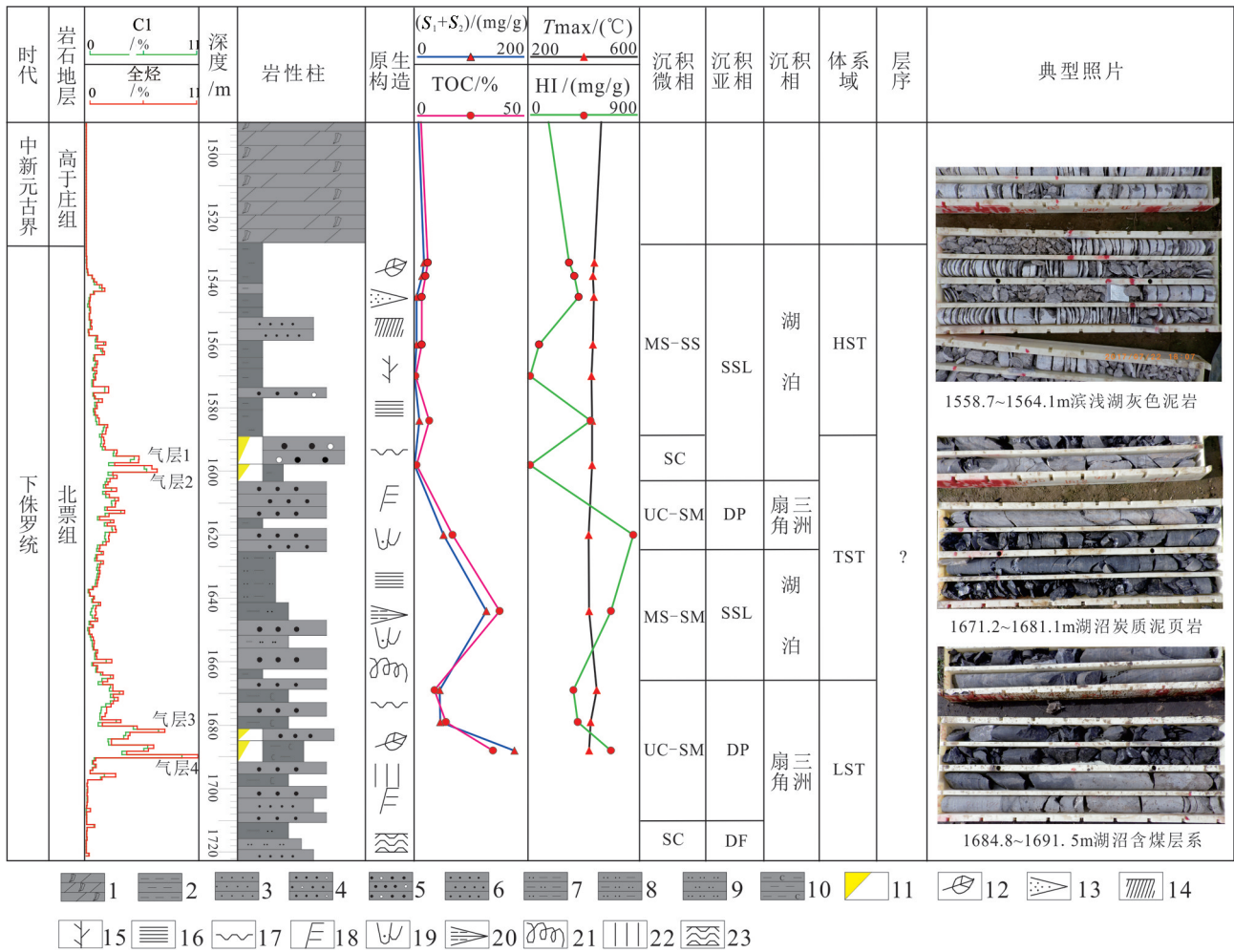


图2 辽凌地1井北票组综合柱状图

1—砾屑白云岩;2—泥岩;3—细砂岩;4—含砾中砂岩;5—含砾粗砂岩;6—中砂岩;7—粉砂质泥岩;8—泥质粉砂岩;9—粉砂岩;10—炭质泥岩;11—含气层;12—植物叶片;13—砂质条带;14—斜层理;15—植物茎秆化石;16—水平层理;17—冲刷面;18—爬升层理;19—槽状交错层理;20—泥质条带;21—生物扰动构造;22—块状层理;23—波状层理

Fig.2 Stratigraphic section of LLD1 well

1—Dolorudite; 2—Mudstone; 3—Fine sandstone; 4—Conglomeratic medium sandstone; 5—Conglomeratic gritstone; 6—Medium sandstone; 7—Silty mudstone; 8—Argillaceous siltstone; 9—Siltstone; 10—Carbon mudstone; 11—Gas bearing formation; 12—Plant leaves; 13—Sandy belt; 14—Oblique bedding; 15—Fossilized plant stalks; 16—Horizontal bedding; 17—Scour surface; 18—Climb bedding; 19—Trough cross-bedding; 20—Argillaceous stripe; 21—Bioturbate structures; 22—Massive bedding; 23—Wave bedding

辽凌地1井中元古界推覆体下细碎屑沉积地层中进行了孢粉样品采集工作,共采集样品24件,采样间距0.2 m,样品岩性主要为灰黑色细砂岩、灰黑色粉砂岩以及含植物碎屑的黑色泥页岩,每件样品重500 g。孢粉样品经过盐酸、HF浸泡,加重液离心,显微镜下观察(丁秋红等,2003;宋之琛等,2008),经分析在24个样品中有8个样品产有孢粉,其中LD1-1542.2、LD1-1543.3、ND2-1492三个样品孢粉含量较高(>20粒),共计25个属。具体结果见表1。

样品孢粉化石组合特征如下:(1)裸子植物花

粉占据优势地位,其中双气囊裸子类花粉具有较高的含量,如 *Podocarpidites* sp., *Pinuspollenites* sp., *Piceites* sp. 等,样品中可见少量气囊发育欠佳的古老类型,如 *Paleoconiferus* sp.;具单远极沟类的 *Cycadopites* sp., *Monosulcites* sp. 含量较少;掌鳞杉科的 *Classopollis* sp. 仅在个别样品中少量出现,(2)蕨类植物孢子含量相对较低,孢子中数量较多的是 *Cyathidites* sp., *Deltoidospora* sp., *Osmundacidites* sp. 等,见图3。

根据孢粉所显示出的特征看,裸子植物花粉在

表1 辽凌地1井孢粉化石统计表
Table 1 Statistics of sporomorph in LLD1 well

孢粉名称		样品号							
		LD1-1542.2	LD1-1543.3	ND2-1375	ND2-1388	ND2-1428.5	ND2-1468.5	ND2-1492	ND2-1498.5
无突肋纹孢属	<i>Cicatricosisporits</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1	0
凹边孢属	<i>Concavisporites</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1	0
三角块瘤孢属	<i>Converrucosisporites</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	0
杪楔孢属	<i>Cyathidites</i> sp.	1	1	0	0	1	1	9	2
三角孢属	<i>Deltoidospora</i> sp.	1	0	0	1	0	0	4	0
三角粒面孢属	<i>Granulatisporites</i> sp.	1	0	0	2	0	0	0	0
弓堤孢属	<i>Kyrtomispors</i> sp.	0	0	0	0	1	0	1	0
紫萁孢属	<i>Osmundacidites</i> sp.	0	0	0	2	0	0	1	0
托第蕨孢属	<i>Todisporites</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1	0
波缝孢属	<i>Undulatisporites</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0
广口粉属	<i>Chasmatosporites</i> sp.	0	0	0	1	0	0	2	1
克拉梭粉属	<i>Classopollis</i> sp.	1	0	1	2	0	0	0	0
苏铁粉属	<i>Cycadopites</i> sp.	1	1	0	0	0	0	2	0
单远极沟粉属	<i>Monosulcites</i> sp.	0	2	0	0	0	0	0	0
古松柏粉属	<i>Paleoconiferus</i> sp.	0	1	0	0	0	0	4	0
云杉粉属	<i>Piceapollenites</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0
拟云杉粉属	<i>Piceites</i> sp.	4	5	0	0	0	0	2	0
双束松粉属	<i>Pinuspollenites</i> sp.	4	4	0	0	0	0	6	1
罗汉松粉属	<i>Podocarpidites</i> sp.	4	4	0	1	0	0	3	1
原始松柏粉属	<i>Protoconiferus</i> sp.	3	0	0	0	0	0	0	0
原始云杉粉属	<i>Protopicea</i> sp.	1	1	0	0	0	0	2	0
原始松粉属	<i>Protopinus</i> sp.	2	2	0	0	0	0	0	0
假云杉粉属	<i>Pseudopicea</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0
皱球粉属	<i>Psophospheara</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	1
四字粉属	<i>Quadraeculina</i> sp.	1	0	0	0	1	0	1	1

样品中极为丰富,而以具囊花粉最盛,*Classopollis*的含量相对较少。蕨类孢子以杪楔科的*Cyathidites*和*Deltoidospora*占显著地位,是世界各地—中侏罗统孢粉谱的常见特点,但通常到中侏罗世,它们才最为繁盛。通过与东北地区早侏罗世晚期北票组*Cyathidites*—*Cycadopites*—*Paleoconiferus*组合及中侏罗世海房沟组*Cyathidites*—*Cycadopites*—*Classopollis*组合对比(王宪曾等,2000;宋之琛等,2008),可将样品的时代确定为早侏罗世晚期—中侏罗世。

4 岩石组合特征

参考《辽宁地质志》的地层划分以及《辽宁省岩石地层》地层资料(辽宁省地质矿产局,1985;辽宁省地质矿产勘查开发局,1997),结合野外地质调查,

燕辽地区区域上中生代主要有以下地层展布(图4):下侏罗统兴隆沟组(J_1x)、北票组(J_1b),中侏罗统海房沟组(J_2h)、邓杖子组(J_2d)、髫髻山组(J_2t),上侏罗统土城子组(J_3t),沙河子组(J_3s)。辽宁凌源地区地表出露的侏罗世地层主要有:下侏罗统水泉沟组(J_1s),中侏罗统海房沟组(J_2h)、邓杖子组(J_2d)、髫髻山组(J_2t),上侏罗统土城子组(J_3t),该地区北票组时期地表地层缺失(图4中红色区域)(张路锁等,2016)。

区域上展布的早—中侏罗世地层主要为兴隆沟组(牛营子凹陷命名为水泉沟组)、北票组和海房沟组(徐刚,2003)。兴隆沟组(J_1x)以玄武岩、玄武安山岩、安山质角砾岩及集块岩为主,局部具沉积岩夹层的一套中基性火山岩地层(辽宁省地质矿产局,1985;辽宁省地质矿产勘查开发局,1997),辽凌

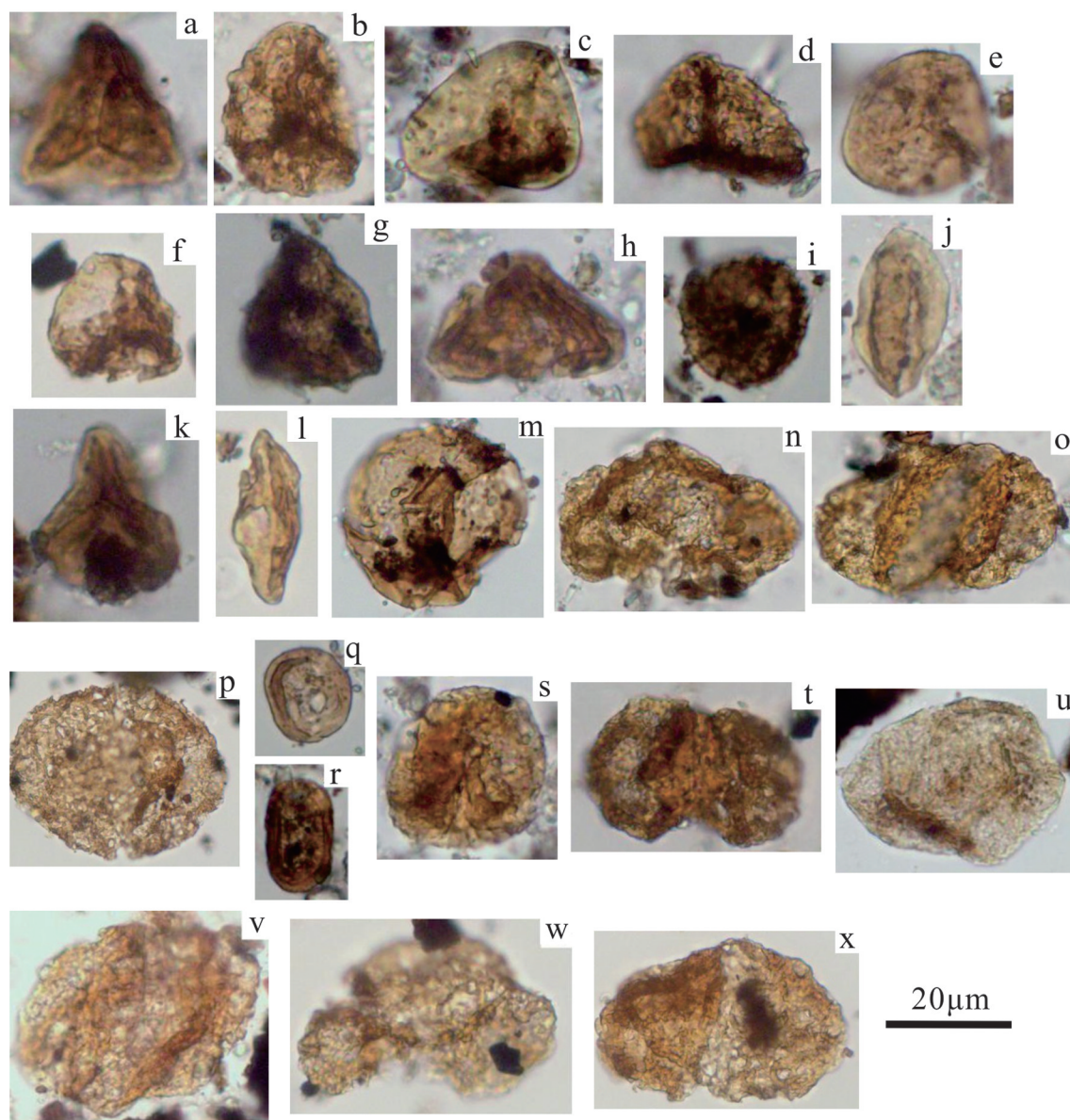


图3 辽凌地1井代表性孢粉属种

Fig.3 The representative sporopollen of LLD1 well

a—无突肋纹孢属 *Cicatricosisporites* sp.; b—凹边孢属 *Convverrucosisporites* sp.; c—桫椏孢属 *Cyathidites* sp.; d—三角粒面孢属 *Granulatisporites* sp.; e—托第蕨孢属 *Todisporites* sp.; f—波缝孢属 *Undulatisporites* sp.; g—三角孢属 *Deltoidospora* sp.; h—弓堤孢属 *Kyrtomisporis* sp.; i—紫萁孢属 *Osmundacidites* sp.; j—苏铁粉属 *Cycadopites* sp.; k—凹边孢属 *Concavisporites* sp.; l—单远极沟粉属 *Monosulcites* sp.; m—皱球粉属 *Psophosphaera* sp.; n—云杉粉属 *Piceapollenites* sp.; o—拟云杉粉属 *Piceites* sp.; p—原始松粉属 *Protopinus* sp.; q—克拉梭粉属 *Classopollis* sp.; r—广口粉属 *Chasmatosporites* sp.; s—四字粉属 *Quadraeculina* sp.; t—罗汉松粉属 *Podocarpidites* sp.; u—古松柏粉属 *Paleoconiferus* sp.; v—假云杉粉属 *Pseudopicea* sp.; w—双束松粉属 *Pinuspollenites* sp.; x—原始云杉粉属 *Protopicea* sp. (所有孢粉的实体化石及图片均保存于中国地质大学(武汉)地球科学学院微体古生物实验室,化石图片均放大800倍)

地1井下的暗色泥岩与其区别明显。区域上北票组和海房沟组主要通过岩性组合特征区分。

为进一步确定辽凌地1井中元古界碳酸盐岩推覆体下厚层暗色泥岩地层的时代,需要与北票组和海房沟组的代表剖面进行岩性对比。笔者选择北

票盆地三宝四坑剖面进行了实测(图5为实测的岩性柱),该剖面是北票组的建组剖面,具有代表性(孙守亮,2017;孙求实,2018)。剖面描述如下:

上覆:髻髻山组(J,t)灰绿色安山质角砾凝灰熔岩
 ————— 平行不整合 —————

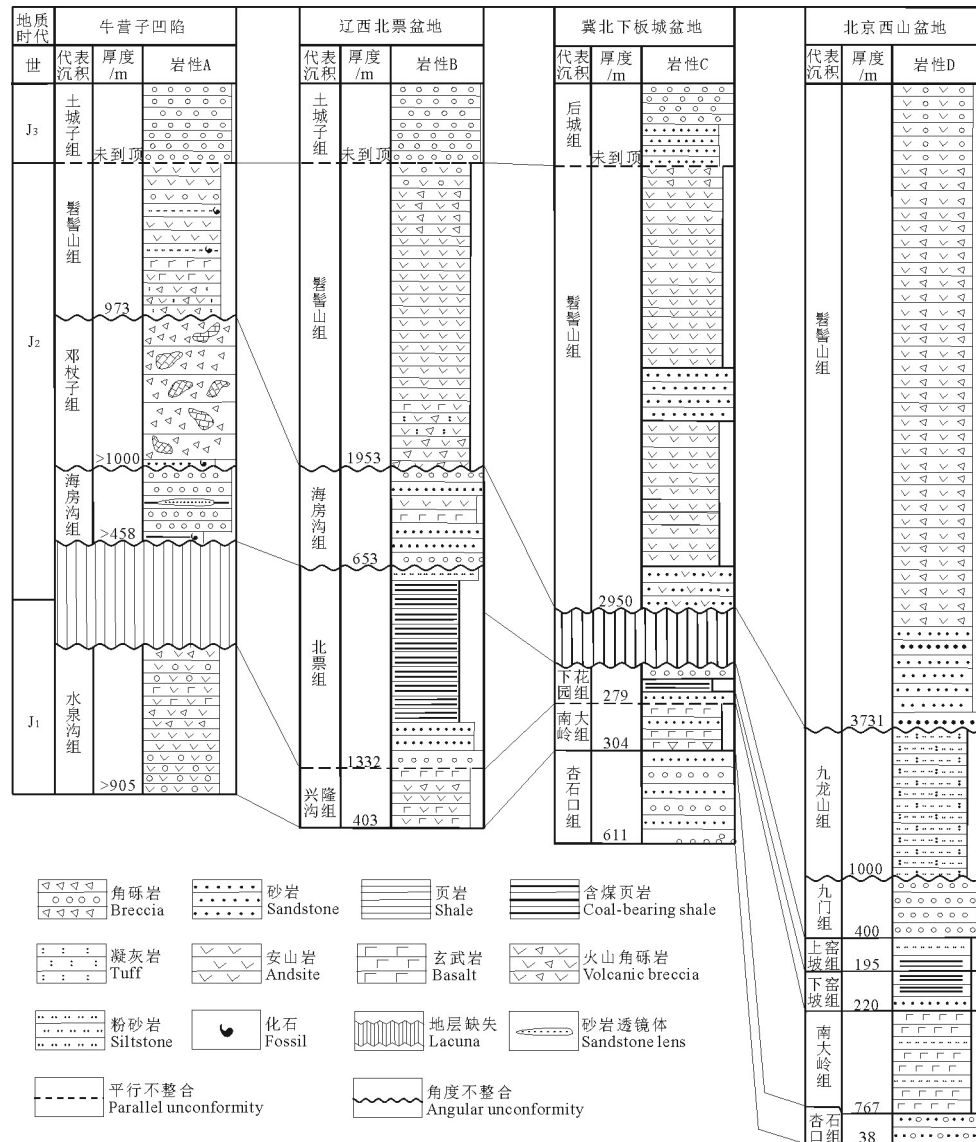


图4 燕辽地区侏罗世地层对比图(徐刚等,2003)

Fig.4 The Comparison of Jurassic strata in Yanshan-Liaoning area(Xu Gang et al., 2003)

海房沟组(J ₂ h)	290.72 m	11. 黄褐色薄—中厚层中细粒长石砂岩夹灰色粉砂质页岩	42.57 m
18. 黄褐色中—厚层粗粒长石石英砂岩	22.81 m	10. 黄褐色页岩夹黄褐色薄—中厚层细粒长石砂岩及薄层粉砂岩	88.77 m
17. 黄色泥质页岩	35.77 m	9. 黄褐色中厚层中粒长石砂岩夹细砂质页岩	18.27 m
16. 黄褐色中—厚层细砾复成分砾岩夹黄褐色中层中粗粒长石石英砂岩	37.03 m	8. 黄褐色泥质页岩	140.98 m
15. 灰色中—厚层细砾复成分砾岩	138.74 m	7. 黄褐色中—厚层含砾中粗粒长石石英砂岩夹泥质页岩	24.25 m
14. 灰绿色流纹质沉凝灰岩	20.00 m	6. 黄褐色页岩夹黄褐色薄—中厚层中细粒长石砂岩	105.83 m
13. 黄灰色厚—巨厚层中粗砾复成分砾岩	36.37 m	5. 黄褐色中—厚层中细砾复成分砾岩	13.94 m
~~~~~角度不整合~~~~~		4. 黄褐色中厚层中粗粒岩屑长石砂岩夹页岩	96.54 m
北票组(J ₁ b)	767.34 m		

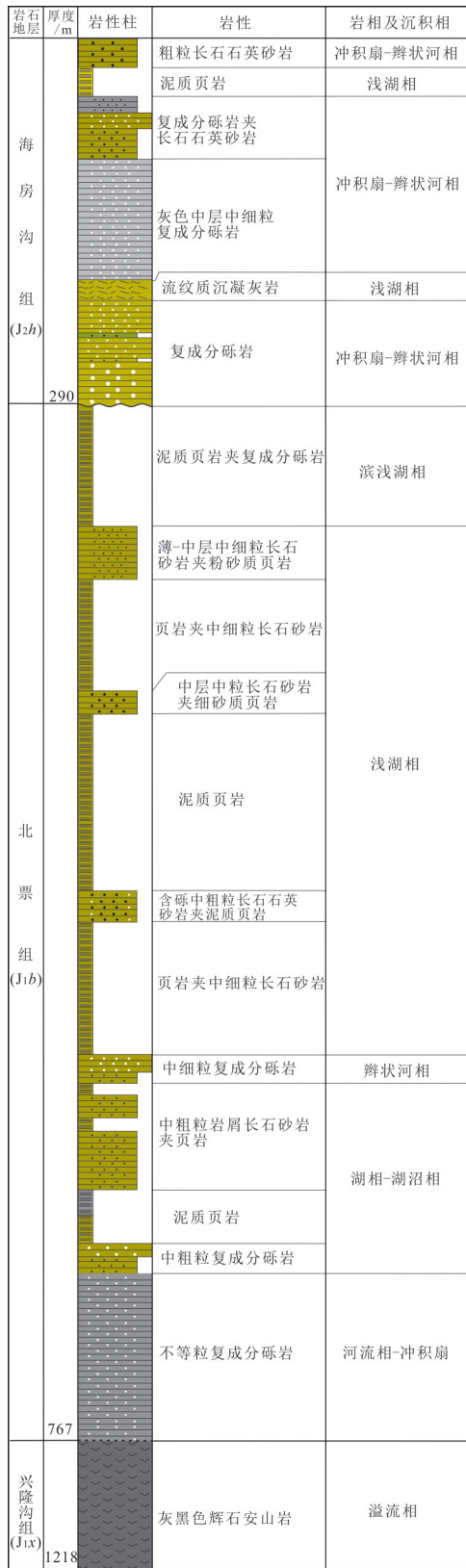


图5 北票盆地三宝四坑实测剖面北票组柱状图

Fig.5 The histogram of Beipiao Group of the Sanbaosikeng measured section in Beipiao Basin

- 3. 灰色泥质页岩夹煤线 39.99 m
- 2. 黄褐色厚层中粗砾复成分砾岩 34.02 m
- 1. 灰色、灰紫色中厚层不等粒复成分砾岩 75.19 m

————— 平行不整合 —————

下伏: 兴隆沟组 (J1x) 灰色安山岩夹灰褐色安山岩质角砾熔岩.

总结北票盆地三宝四坑剖面岩性特征, 结合前人研究资料(丁秋红等, 2016), 北票组和海房沟组岩性差异明显, 北票组的岩性组合特征是以长石石英砂岩、长石砂岩和灰色灰黑色页岩为主, 夹单成分或复成分砾岩及煤线的一套沉积岩层; 海房沟组是不整合于北票组或其他老地层之上的灰白色黄灰色复成分砾岩夹黄灰色长石石英砂岩, 局部夹炭质页岩、煤层及灰色灰绿色流纹质凝灰熔岩、凝灰岩的一套沉积组合。辽凌地1井下的这套沉积岩层以灰黑色泥页岩和中—细粒石英长石为主, 局部夹薄煤层, 从岩石组合特征来看, 与区域上的海房沟组差异明显, 与北票组具有可对比性。

## 5 结 论

(1) 辽西地区牛营子凹陷辽凌地1井中元古界地层推覆体之下发现的暗色厚层沉积岩层, 通过对岩性及孢粉组合特征的研究, 证实该套地层时代为早—中侏罗世, 可与辽西其他地区北票组对比。

(2) 有机地球化学指标表明, 该套泥岩具有有机质丰度高、生烃潜力大的特点, 是值得关注的优质烃源岩, 可作为该地区油气基础地质调查的新层系。这一认识为研究区域构造演化、油气地质条件提供了重要的基础地质资料。

(3) 该套地层的发现和厘定, 为松辽外围南部盆地群油气地质调查中找寻侏罗系烃源岩层提供了重要的基础地质资料, 丰富了凌源地区的油气勘探层系: 将原有单一的中新元古界勘探层系拓展为中新元古界黑色碳酸盐岩地层和中生界北票组泥岩两套深部油气勘探层系, 这一新发现对于辽西地区油气勘探工作, 乃至松辽外围南部盆地群的油气勘探工作都有重要意义。

## References

Bureau of Geology and Mineral Resources of Liaoning Province. 1985. Regional Geology of Liaoning Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 245–246 (in Chinese).



- Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Liaoning Province. 1997. Study on Multiple Stratigraphic Division and Correlation in China: Rock Strata of Liaoning Province[M]. Beijing: China University of Geosciences Press, 112–177 (in Chinese).
- Ding Qihong, Zhang Lidong, Guo Shengzhe, Zhang Changjie, Peng Yandong, Jia Bin, Chen Shuwang, Xing Dehe. 2003. Paleoclimatic and palaeoenvironmental proxies of the Yixian Formation in the Beipiao area, western Liaoning[J]. Geological Bulletin of China, 22(3):186–191 (in Chinese with English abstract).
- Ding Qihong, Chen Shuwang, Li Xiaohai, Li Wenbo, Gong Fanhao, Li Shichao, Sun Qiushi. 2016. The determination of the middle Jurassic strata in Xiushui area, northern Liaoning Province, and its geological significance[J]. Geological Bulletin of China, 35(8): 1223–1229 (in Chinese with English abstract).
- Hu Jianmin, Zhao Yue, Liu Xiaowen, Shi Yuruo, Zhao Guochun. 2005. SHRIMP U–Pb dating for zircons from pyroxene andesite of Shuiquangou Formation in western Liaoning Province and its tectonic significance[J]. Geological Bulletin of China, 24(2): 104–109 (in Chinese with English abstract).
- Li Yongfei, Chen Shuwang. 2014. New discovery of oil and gas resources in Jinlingsi–Yangshan basin in western Liaoning[J]. Geological Bulletin of China, 33(9): 1463–1464(in Chinese with English abstract).
- Liu Miao, Chen Jingsheng, Sun Shouliang, Li Bin, Yang Fan, Zhang Tao, Wang Yan, Wu Zhen. 2018. Stratigraphic sequence and characteristics of depositional system of the Beipiao Formation in the Beipiao (Jin–Yang) basin, western Liaoning [J]. Geological Bulletin of China, 37(9): 1755–1759 (in Chinese with English abstract).
- Liu Miao, Zhang Yujin, Sun Shouliang, Chen Jingsheng, Li Bin, Yang Fan, Zhang Tao, Wang Yan, Wu Zhen. 2019. Palynological assemblages of the Beipiao Formation in the Jinyang Basin of western Liaoning, and their age and paleoclimatic significances[J]. Earth Science, 1–29 (in Chinese with English abstract).
- Sun Qiushi, Xiao Fei, Gao Xiaoyong. 2019. A new discovery of Mesoproterozoic erathem oil, and oil–source correlation in the Niuyingzi area of western Liaoning Province, NE China[J]. Marine and Petroleum Geology, 110: 606–620.
- Song Zhichen, Wang Weiming, Mao Fangyuan. 2008. Palynological Implications for relationship between aridification and monsoon climate in the tertiary of NW China[J]. Acta Palaeontologica Sinica, 47(3):265–272 (in Chinese with English abstract).
- Sun Shouliang, Li Yongfei, Chen Shuwang, Gao Xiaoyong, Sun Qiushi, Zhang Kun, Zhou Tiesuo. 2017. Depositional environment and organic geochemical characteristics of source rocks of Beipiao Formation in Jinyang Basin[J]. Global Geology, 36(3): 889–902 (in Chinese with English abstract).
- Sun Qiushi, Gao Xiaoyong, Zong Wenming. 2017. Study on tectonic evolution of lingyuan–ningcheng basin in early Mesoproterozoic[J]. Geological Review, 63(S0): 133–135 (in Chinese).
- Sun Qiushi, Zhang Kun, Li Yongfei, Gao Xiaoyong, Sun Shouliang, Zhang Tao, Zong Wenming, Sun Peng. 2018. Characteristics and implication of biomarker compounds in source rocks from Beipiao Formation in Jinyang basin, Western Liaoning province[J]. Geology and Resources, 27(1): 69–76(in Chinese with English abstract).
- Wang Hao, Ren Shoumai, Zhou Zhi, Wang Shengjian, Liu Yimin, Ge Mingna, Guo Tianxu, Hou Qidong, Jin Jihao. 2019. Oil and gas exploration status analysis of the Meso–Neoproterozoic strata in Yanshan area, North China [J]. Geological Bulletin of China, 38(2/3):1–10 (in Chinese with English abstract).
- Wang Xianzeng, Ren Dong, Wang Yufei. 2000. First discovery of angiospermous pollen from Yixian Formation in Western Liaoning[J]. Acta Geologica Sinica, 74(3): 265–272 (in Chinese with English abstract).
- Xiao Fei, Zhao Hongwei, Li Yongfei, Zhang Haihua, Zhen Zhen, Zhang Dejun, Qin Jianyi, Wu Tong. 2017. Re–understanding of oil source of the Lower Cretaceous Shapai Formation in the Fuxin Basin, western Liaoning Province[J]. Geology in China, 44(3): 604–605 (in Chinese).
- Xiao Fei, Gao Xiaoyong, Li Yongfei, Sun Qiushi, Zong Wenming, Sun Peng. 2017. Geochemical characteristics of source rocks in the Jurassic Haifanggou Formation at the Niuyingzi Area in the Lingyuan · Ningcheng Basin: A Case Study from the Well Niu D1[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 37(1): 32–42 (in Chinese with English abstract).
- Xu Gang, Zhao Yue, Hu Jianmin, Zeng Qingli, Liu Xiaowen, Wu Hai, Song Biao. 2003. Late Triassic thrusting in the Niuyingzi Region, Western Liaoning, China[J]. Acta Geologica Sinica, 77(1): 25–35 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Junfeng, Xu Hao, Zhao Junlong, Ren Pengfei. 2018. Geological characteristics and exploration potential of oil and gas in the northeast area of China[J].Geology in China, 45(2): 260–273 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Lusuo, Xie Mingzhong, Zhang Shushing, Zhang Xinsheng, Shang Hongtian, Li Xuhui, Wu Ruifang. 2016. Rediscussion On geologic age and regional correlation about Beipiao Formation in Western Liaoning[J]. Geological Review, 62(6): 1392–1402 (in Chinese with English abstract).
- Zhao Hongwei, Chen Shuwang, Wang Daming, Zhang Dejun, Xiao Fei. 2018. Major breakthroughs have been made in oil and gas exploration in Fuxin basin [J]. Geology in China, 45(4): 857–858 (in Chinese).

## 附中文参考文献

辽宁省地质矿产局. 1985. 辽宁地质志[M]. 北京:地质出版社, 245–

- 246.
- 辽宁省地质矿产勘查开发局. 1997. 全国地层多重划分对比研究: 辽宁省岩石地层[M]. 北京: 中国地质大学出版社: 112-177.
- 丁秋红, 张立东, 郭胜哲, 张长捷, 彭艳东, 贾斌, 陈树旺, 邢德和. 2003. 辽西北票地区义县组古气候环境标志及其意义[J]. 地质通报, 22(3): 186-191.
- 丁秋红, 陈树旺, 李晓海, 李文博, 公繁浩, 李士超, 孙求实. 2016. 辽宁北部秀水地区中侏罗统地层的厘定及其他地质意义[J]. 地质通报, 35(8): 1223-1229.
- 胡健民, 赵越, 刘晓文, 石玉若, 赵国春. 2005. 辽西凌源地区水泉沟组辉石安山岩锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其意义[J]. 地质通报, 24(2): 104-109.
- 李永飞, 陈树旺. 2014. 辽西地区金岭寺—羊山盆地油气资源调查新发现[J]. 地质通报, 33(9): 1463-1464.
- 刘森, 陈井胜, 孙守亮, 李斌, 杨帆, 张涛, 汪岩, 吴振. 2018. 辽西北票(金—羊)盆地北票组层序地层及沉积体系特征[J]. 地质通报, 37(9): 1755-1759.
- 刘森, 张瑜金, 孙守亮, 李斌, 杨帆, 张涛, 汪岩, 吴振. 2019. 辽西金羊盆地北票组孢粉组合及其时代和古气候意义[J]. 地球科学, 1-29.
- 孙求实, 肖飞, 郜晓勇, 宗文明, 李永飞, 张健, 孙守亮, 陈树旺. 2019. 中国东北辽西牛营子地区中元古代古生界油气新发现及油源对比[J]. 海洋石油地质, 110: 606-620.
- 宋之琛, 王伟铭, 毛方园. 2008. 依据孢粉资料探讨我国西北地区第三纪时期的干旱化及其与季风的关系[J]. 古生物学报, 47(3): 265-272.
- 孙守亮, 李永飞, 陈树旺, 郜晓勇, 孙求实, 张坤, 周铁锁. 2017. 金羊盆地北票组沉积环境及烃源岩有机地球化学特征[J]. 世界地质, 36(3): 889-902.
- 孙求实, 郜晓勇, 宗文明. 2017. 凌源—宁城盆地中元古代早期盆地构造演化过程研究[J]. 地质评论, 63(S0): 133-135.
- 孙求实, 张坤, 李永飞, 郜晓勇, 孙守亮, 张涛, 宗文明, 孙鹏. 2018. 辽西金羊盆地北票组烃源岩生物标志化合物特征及意义[J]. 地质与资源, 27(1): 69-76.
- 王浩, 任收麦, 周志, 王胜建, 刘一珉, 葛明娜, 郭天旭, 侯启东, 金继浩. 2019. 燕山地区中—新元古界油气勘查形势[J]. 地质通报, 38(2/3): 1-10.
- 王宪曾, 任东, 王宇飞. 2000. 辽宁西部义县组被子植物花粉的首次发现[J]. 地质学报, 74(3): 265-272.
- 肖飞, 赵洪伟, 李永飞, 张海华, 甄甄, 张德军, 秦建义, 吴桐. 2017. 辽西阜新盆地地下白垩统沙海组油源再认识[J]. 中国地质, 44(3): 604-605.
- 肖飞, 郜晓勇, 李永飞, 孙求实, 宗文明, 孙鹏. 2018. 凌源—宁城盆地牛营子地区侏罗系海房沟组烃源岩地球化学特征: 以牛D1井为例[J]. 矿物岩石地球化学通报, 37(1): 32-42.
- 徐刚, 赵越, 胡健民, 曾庆利, 刘晓文, 吴海, 宋彪. 2003. 辽西牛营子地区晚三叠世逆冲构造[J]. 地质学报, 77(1): 25-35.
- 张君峰, 许浩, 赵俊龙, 任鹏飞. 2018. 中国东北地区油气地质特征与勘探潜力展望[J]. 中国地质, 45(2): 260-273.
- 张路锁, 谢明忠, 张树胜, 张新生, 尚洪田, 李绪慧, 吴瑞芳. 2016. 关于辽西北票组地质时代及区域对比的再讨论[J]. 地质论评, 62(6): 1392-1402.
- 赵洪伟, 陈树旺, 汪大明, 张德军, 肖飞. 2018. 阜新盆地油气勘探获得重大突破[J]. 中国地质, 45(4): 857-858.