

文章编号: 1000 0747(2006) 04 0426 06

# 松辽盆地滨北地区油气勘探方向探讨

王璞<sup>1</sup>, 程日辉<sup>1</sup>, 王洪艳<sup>2</sup>, 梁晓东<sup>2</sup>, 单玄龙<sup>1</sup>,  
杨宝俊<sup>3</sup>, 孙效东<sup>2</sup>, 刘万洙<sup>1</sup>

(1. 吉林大学地球科学学院; 2. 中国石油大庆油田勘探开发研究院; 3. 吉林大学地球探测科学与技术学院)

基金项目: 国家自然科学基金(40372066); 高等学校博士学科点专项科研基金(20030183042)

**摘要:** 松辽盆地滨北地区目前已发现深层和中浅层两套烃源岩: 深层断陷层序的沙河口组和营城组发育的暗色泥岩和含煤地层及中浅层拗陷层序发育的青山口组和嫩江组暗色泥岩。该区发育有中浅层砂岩、深层砂砾岩和火山岩储集层, 嫩一段、嫩二段泥岩及青一段泥岩为区域性盖层。根据地层层序和构造特征分析, 认为本区勘探应遵循以下原则: ①注重深层、兼探中浅层; ②拗陷层序以找油为主, 断陷层序以找气为主, 断陷层序中应特别注意寻找类似于XS1井的火山岩气藏; ③以滨北地区的逆断层带为线索, 重点寻找前古近纪形成并保存下来的油气藏和新近纪以来形成的油气藏。图4参18  
**关键词:** 滨北地区; 地层层序; 构造背景; 火山岩储集层; 油气勘探; 拗陷层序; 断陷层序

中图分类号: TE132.1 文献标识码: A

## Strategy for next step oil & gas exploration in Northern Songliao Basin

WANG Pu jun<sup>1</sup>, CHENG Ri hui<sup>1</sup>, WANG Hong yan<sup>2</sup>, LIANG Xiao dong<sup>2</sup>, SHAN Xuan long<sup>1</sup>,  
YANG Bao jun<sup>3</sup>, SUN Xiao dong<sup>2</sup>, LIU Wan zhu<sup>1</sup>

(1. College of Earth Science, Jilin University, Jilin 130061, China; 2. Research Institute of Petroleum Exploration & Development, PetroChina Daqing Oilfield Company, Heilongjiang 163712, China; 3. College of Geo Exploration Science & Information Technology, Jilin University, Jilin 130026, China)

**Abstract:** There are two successions of source rocks in the northern Songliao Basin, which are dark shale and coal developed in the faulted sequences of Shahezi ( $K_{1s}$ ) and Yingcheng ( $K_{1y}$ ) Formation and dark shale in the depressed sequences of Qingshankou ( $K_{2qn}$ ) and Nenjiang ( $K_{2n}$ ) Formation. Reservoir rocks include sandstone and conglomerate in the overall sequence and volcanic rocks in the lower succession of basin fillings. Regional cap rocks are the mudstones of  $K_{2n_{1+2}}$  and  $K_{2qn_1}$ . According to basin filling signature, tectonic evolution, and exploration experiences, the authors predict three kinds of preferred oil and gas potential targets for next step exploration. The first is volcanic reservoirs similar to the high productive Well XS1 drilled in Daqing. The second is unconformities related to those seismic reflections of  $T_3$ ,  $T_4$  and  $T_3$ . The upper and lower sequences of the basin fillings are different concerning tectonic evolution, stratigraphy and relevant hydrocarbon bearing features. Oil is predominantly contained in the upper and gas is expected to be in the lower. The third is reverse fault belts which include both pre-Cenozoic reservoirs and reservoirs formed since Neogene.

**Key words:** Northern Songliao Basin; stratigraphic successions; tectonic setting; volcanic reservoir; oil and gas exploration; depressed sequence; faulted sequence

## 1 概况

滨北地区指松辽盆地哈尔滨至满洲里铁路(滨洲线)以北的广大地区, 面积  $79\ 105\text{km}^2$ , 是中国东北地区重要的油气接替区(见图1)。截至2004年底, 松辽盆地滨北地区共钻探井102口, 对其中的92口进行了取心, 全区覆盖重磁普查和航磁概查, 绝大部分地区已完成重磁详查, 局部地区进行过高精度重磁勘探, 青冈、安达—绥化、乌裕尔—梅里斯、呼兰—隆盛合等区块已完成化探施工。几个主要断陷已完成  $2\text{km} \times 4\text{km}$ 、 $4\text{km} \times 8\text{km}$  测网数字地震勘探, 局部测网密度为  $1\text{km} \times$

$2\text{km}$  或  $0.5\text{km} \times 1\text{km}$ 。此外, 还采集了两轮数字地震大剖面, 其中包括15s的综合地球物理大剖面, 现已完成数字地震累计逾  $3\text{万 km}^2$ 。

从20世纪60年代至今, 经过几个阶段的勘探, 位于东北隆起区绥化凹陷的D5井扶余油层(井深717.4~720.6m)获日产天然气  $30\ 586\text{m}^3$ 。绥棱背斜带R8井扶余、杨大城子、泉一段油层分别获得日产  $120\text{m}^3$ 、 $487\text{m}^3$ 、 $209\text{m}^3$  低产气流<sup>[1]</sup>。DS1井在营城组三段玄武岩中压裂获日产  $8382\text{m}^3$  低产气流, 还有14口井试气见微量气流, 28口井见不同程度的油气显示, 地质浅井中也有2口井(S12井、S17井)见微量天然气<sup>[6-10]</sup>。

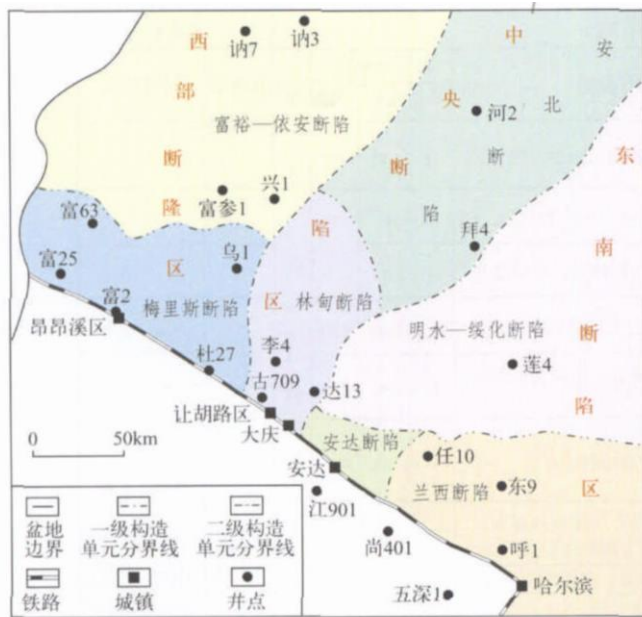


图1 松辽盆地滨北地区地理位置和构造单元区划图

目前滨北地区已发现的烃源岩有深层烃源岩和中浅层烃源岩。深层断陷层序的沙河子组和营城组发育有暗色泥岩和含煤地层,有一定的生烃条件。中浅层拗陷层序的青山口组和嫩江组暗色泥岩发育,其中青山口组暗色泥岩向北逐渐变薄,而嫩江组暗色泥岩几乎全区分布<sup>3</sup>。

该区发育有中浅层砂岩、深层砂砾岩和火山岩储集层。中浅层的萨尔图油层(嫩一段—姚三段)、葡萄花油层(姚一段)和高台子油层(青二段、青三段)砂岩储集层广泛分布,砂岩成分单一、分选好、层理发育、厚度大、储集层物性好。扶余油层(泉四段)和杨大城子油层(泉三段)储集层物性也较好。深层发育泉一段、泉二段和登娄库组致密砂岩储集层,断陷期发育致密砂砾岩和火山岩等特殊岩性储集层。

滨北地区有两套大面积分布的较厚泥岩可作为区域性盖层(上部嫩一段、嫩二段厚约200~300m的泥岩,可作为下伏萨尔图油层、葡萄花油层、高台子油层的盖层;青一段厚约50m的泥岩可作为下伏扶杨油层的盖层),深层泥岩(泉一段、泉二段和登娄库组)、断陷期泥岩及含煤地层等也可充当局部盖层。

## 2 地层层序特征

滨北地区的断陷层序与徐家围子地区相似,自下而上依次为火石岭组( $J_3h$ )、沙河子组( $K_{1s}$ )以及营城组( $K_{1y}$ ),两地区发育的各组、段的岩性和厚度也相当。断陷期生储盖组合关系复杂,但与层序地层的关系比较清楚:多以一个超层序为储集体,下伏或侧向相邻的

超层序为烃源岩,上覆或侧向封堵的超层序为盖层,构成完整的生储盖组合;也有在同一个超层序内部,由不同层序构成的自生自储型的生储盖组合。拗陷期层序发育与三肇地区相似<sup>3,4</sup>,自下而上依次为登娄库组( $K_{1d}$ )、泉头组( $K_{1q}$ )、青山口组( $K_{2qm}$ )、姚家组( $K_{2y}$ )和嫩江组( $K_{2n}$ )(见图2),但厚度明显变薄,主要原因是包括嫩江组在内的上部地层普遍遭受了剥蚀。

滨北地区断陷层序烃源岩主要为沙河子组和营城组的暗色泥岩及含煤地层,以及石炭—二叠系具有二次生烃能力的泥岩<sup>5,7</sup>,盖层主要为沙河子组和登二段湖相泥岩。其他组、段泥岩的生烃能力较差,分布有限,为次要烃源岩和局部盖层。储集层主要为火石岭组和营城组火山岩,以及沙河子组、营二段和登娄库组底部的砂砾岩。据此可将松辽盆地深层断陷期的层序划分为4套生储盖组合:第一套为以火石岭组为主体构成的生储盖组合,即火石岭组火山岩储集层与下伏石炭—二叠系烃源岩及上覆沙河子组泥质盖层构成的生储盖组合;第二套为以沙河子组砂砾岩为储集层、以本组内泥岩和下伏石炭—二叠系为烃源岩、以本组泥岩或营城组火山岩为盖层的自生自储的生储盖组合;第三套为以营一段双孔介质火山岩为储集层、以下伏沙河子组和石炭—二叠系为烃源岩、以营二段含煤碎屑岩为盖层的生储盖组合;第四套为以营三段火山岩和登娄库组底部砾岩为储集层、以下伏沙河子组为主要烃源岩、以登二段泥岩为盖层的下生上储型生储盖组合。

分析产油气层段的地层层序<sup>8,9</sup>发现,松辽盆地北部地层层序对油气成藏的控制作用可归结为:高产工业气藏主要见于超层序组的顶界面;两相邻层序之间为工业气藏和低产气藏的主要分布部位;层序内部多形成低产气藏或差气层。超层序组底界面也具有形成优质储集空间和运聚通道的地质条件,但由于埋藏太深,钻遇探井少或下部烃源条件差,目前仅在该界面处发现了少量天然气藏<sup>10</sup>。由于滨北地区断陷和拗陷都有发育,断陷层序埋藏较浅、且不整合面发育,盆地中部徐家围子地区的几套主要烃源岩层序在滨北地区都有发育,所以滨北地区应考虑断陷层序和拗陷层序兼探,以不整合面为主要勘探目标,预计在 $T_5$ (基底顶面)、 $T_4$ (断陷层序顶面)、 $T_3$ (登娄库组顶面)和 $T_2$ (泉头组顶面)(见图2)等几个区域性不整合面及其附近层位率先实现勘探突破,其中 $T_4$ 希望最大。

## 3 构造特征

松辽盆地以北200~600km的鄂霍茨克缝合带对松辽盆地断陷层序的影响较大,强于东部太平洋板块

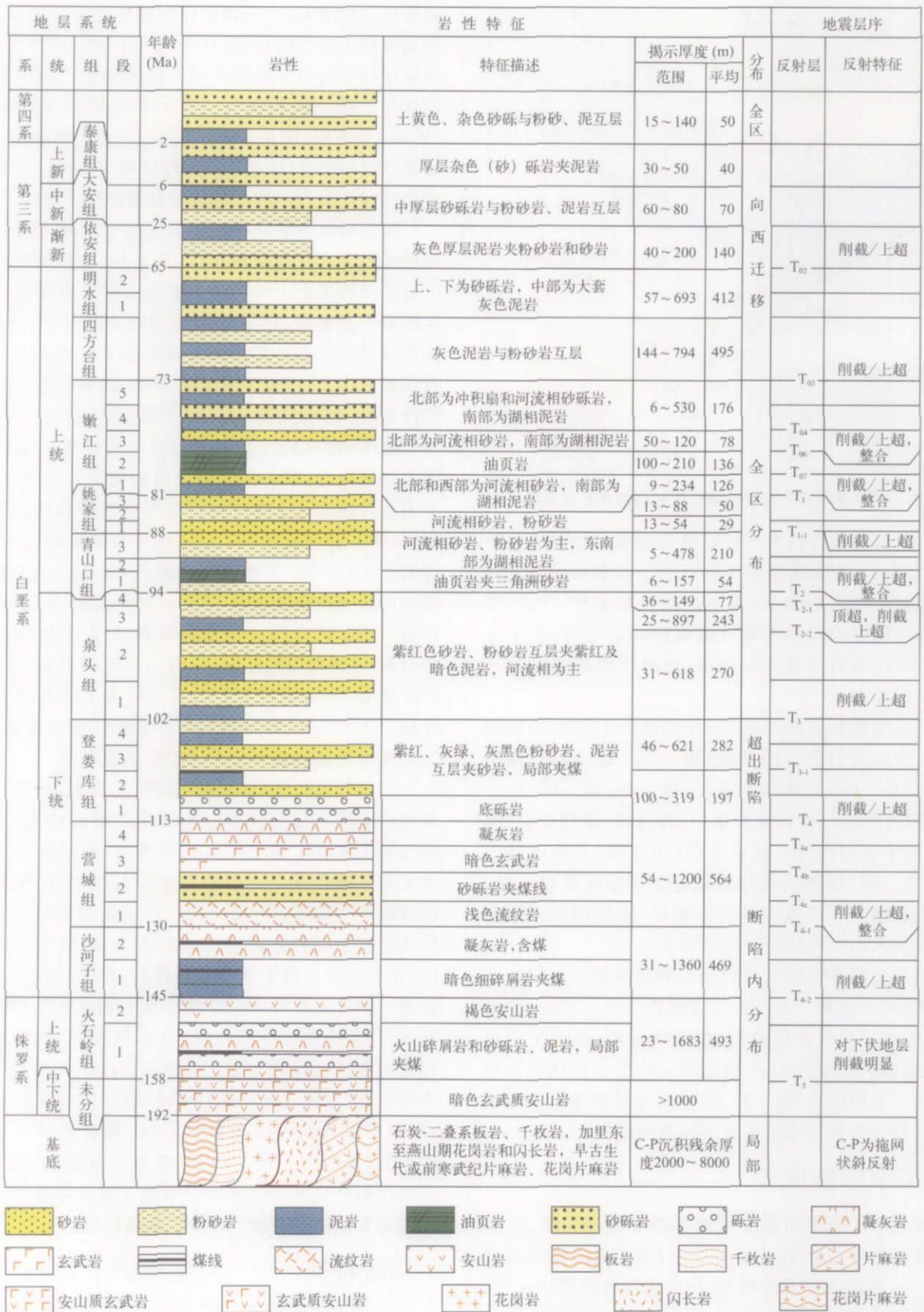


图2 松辽盆地滨北地区岩性柱状图

的影响。断陷期( $J_3 - K_1$ , 距今 158Ma 至 113Ma)是鄂霍茨克洋构造带成盆期; $K_1$ 后期到新生代是太平洋构造带成盆期<sup>[11, 12]</sup>。由于力源来自于北部,所以滨北地区的断陷层序发育好于滨洲线以南的徐家围子地区。在已有研究成果基础上<sup>[13, 15]</sup>,笔者将滨北地区构造演化划分为以下6个阶段:拼合基底形成期(前三叠纪);挤压隆升期( $T - J_1$ 沉积期);火山断陷成盆期( $J_3$ 火石岭组— $K_1$ 营城组沉积期);区域热挠曲沉降成盆期( $K_1$ 登娄库组— $K_2$ 嫩江组沉积期),包括断拗转化亚期( $K_1$ 登娄库组沉积期)和拗陷亚期( $K_1$ 泉头组— $K_2$ 嫩江组沉积期);盆地迁移萎缩期( $K_2$ 四方台组— $K_2$ 明水组沉积期);构造反转期(新近纪)。

从滨北地区构造图<sup>[16]</sup>可见,滨北地区至少发育两条规模较大的逆断层,发育时期较晚,穿切层位较多,可能成为重要的勘探目标。地震剖面上逆断层地震相特点为:①绥棱背斜带西北部被断层穿切层位为 $T_5$ 、 $T_4$ 及 $T_3$ ;垂向断距 $T_5$ 为40m, $T_4$ 为70m, $T_3$ 为100m;上盘整体位于隆起部位, $T_2$ 及以上反射层已不存在,断层附近的 $T_2$ 层似盖在 $T_3$ 层上,而不是受同类应力作用的结果。②乌裕尔凹陷东侧被断层穿切层位为 $T_2$ 及 $T_3$ ,其下盘位于下部正断层的下盘(上升盘),不存在 $T_3$ 层。该处的地质演化过程比较复杂, $T_5$ 层发生剧烈隆起,上升盘没有 $T_3$ 反射层;之后两侧沉积泉头组,同时经受压扭作用,形成了 $T_3 - T_2$ 的逆断层。③海伦隆起带南部逆断层被断层穿切层位为 $T_5$ 、 $T_3$ 、 $T_2$ 及 $T_1$ (姚家组顶面),其应力场性质为挤压式。

分析滨北地区构造图<sup>[16]</sup>发现:①盆地底界面 $T_5$ 比以往解释结果深500~2000m,说明滨北地区断陷层序发育,断陷层序厚度和序列特征与南部的徐家围子地区相同。这一结果与 $J_3 - K_1$ 沉积期滨北地区的构造演化结果相同,即断陷期成盆动力来自于西北部的鄂霍茨克缝合带<sup>[16]</sup>,滨北地区与盆地中部处于相同的成盆背景,而且成盆强度应不亚于盆地中心部位。故滨北深断陷的背斜可能是有利勘探目标。②在滨北地区构造图上, $T_1$ 、 $T_2$ 层往往存在一个大的单斜构造带,可能是滨北地区中浅层找油的重点地带,原因在于:下部 $T_5$ 层深断陷纵向断层通道发达,单斜带中可能存在地层岩性圈闭和鼻状构造等。③滨北地区存在两个逆断层带,断层穿切层位有较大变化,这表明滨北地区在晚白垩世以来经受了挤压(或压扭)作用;滨南地区少有成带的逆断层,基底上部存在多组低角度断裂。因此,可以推测,松辽盆地上部地壳所遭遇的挤压应力场在南北两大地区存在差别,逆断层带常常形成局部背斜圈闭,可能是有利的油气聚集构造带。

总之,滨北地区断陷层序与上覆拗陷层序属于两个在不同成盆期形成的层序,应区别对待。依据松辽盆地勘探现状,拗陷层序应以找油为主,断陷层序以找气为主。深断陷内的“凹中隆”、中浅层岩性尖灭单斜带及中浅层的逆断层带,是滨北地区深层天然气和中浅层油气勘探的3个重点领域。

## 4 保存条件

在滨北地区近年来已完成的新一轮油气评价中,一级评价参数包括烃源岩条件(权系数40%)、圈闭条件(权系数10%)、保存条件(权系数25%)、运聚条件(权系数20%)、储集层条件(权系数5%)<sup>[17]</sup>,因此注重保存条件对滨北地区油气勘探的重要意义。滨北地区青一段、嫩二段、四方台组和明水组中部都发育有厚层泥岩,可作为区域盖层。另外本区几个主要区域反射层 $T_{02}$ (白垩系顶面)、 $T_{03}$ (嫩江组顶面)、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$ 普遍遭受剥蚀,其中 $T_5 - T_4$ 层的剥蚀量为400~2200m, $T_3$ 以上层位剥蚀量为80~350m,说明滨北地区从晚侏罗世以来构造活动较之松辽盆地南部更为强烈。强烈的构造活动可能导致油气藏被破坏和油气再次运聚成藏,对深层而言,再成藏的可能性更大,而对于中浅层可能二者都有。从目前掌握的资料看<sup>[17, 18]</sup>,地层水对油气运聚成藏影响较大,地层水活跃的区域不利于成藏,地层水汇聚的滞留区有利于成藏。本区的油气保存条件很复杂,如深层与中浅层、沉积岩储集层与火山岩储集层在油气保存方面的差异等诸多问题都有待于进一步研究。

## 5 邻区勘探与滨北地区油气勘探方向

滨洲线附近及其以南的安达—宋站、升平—汪家屯和兴城等地区发育一系列近南北向和北北西向的深断裂,沿断裂发育了一系列火山岩,以营城组一段、三段火山岩为主。目前这些火山岩已经成为大庆油田深层勘探的主要目的层,在徐家围子探区内已累计提交天然气探明储量超过1000亿 $m^3$ 。1997—1998年钻探的ZS6井于3450~3550m井段钻遇了营城组一段火山岩,经岩相分析为喷溢相气孔流纹岩,储集层物性中等—好,虽经测试为水层,但证实火山岩的储集性能良好。通过岩相对比,于1999年沿基岩隆起在斜坡高部位部署了ZS8井,于营城组一段的喷溢相上部亚相流纹岩中见气水同层,随后于2000年在该基岩隆起的肩部钻探ZS10井获工业气流。从ZS6井到ZS10井的勘探实践说明,断陷层序的沙河子组及营城组泥岩具有烃源条件,营城组火山岩具有储集能力,沙河子组—登

娄库组可构成良好的生储盖组合。

20世纪80年代末期,大庆油田于东北隆起区绥化凹陷D5井扶余油层(717.4~720.6m井段)获日产气量30586m<sup>3</sup>。在717~720m井段进行取样分析,甲烷的平均含量为85%,乙烷的平均含量为0.412%,天然气的相对密度为0.6206,氮气的含量为13.9835%,二氧化碳的含量为0.5545%。地层水总矿化度为6228mg/L,水型主要为CaCl<sub>2</sub>型。通过D5井扶余油层测温资料分析,该油层温度为39~90℃,压力为8MPa。甲烷碳同位素组成为-29.72‰,表明D5井属于比较典型的煤型气。由于滨北地区的煤型气主要来自深层,所以初步分析认为D5井的天然气来自于深层营城组和沙河子组。新近纪在区域挤压应力作用下地层抬升剥蚀,厚度减薄,并发育了从基底T<sub>5</sub>(或T<sub>4</sub>)至中浅层的断裂,导致烃源断裂发育,深层源岩生成的油气沿断裂向上运移,最终在断层岩性圈闭中聚集成藏(见图3)。

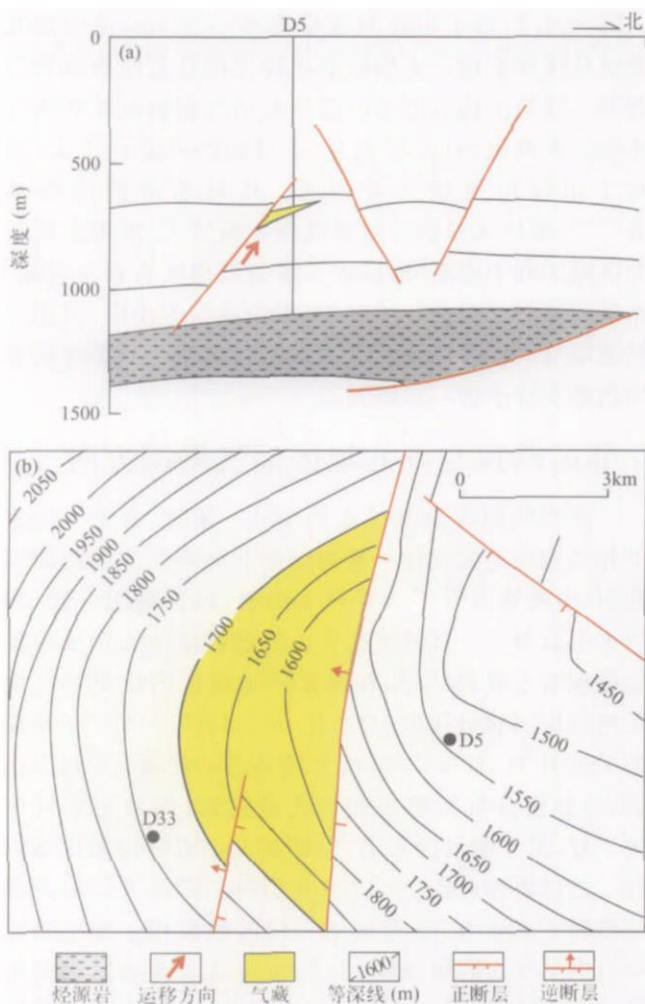


图3 松辽盆地滨北地区D5井圈闭剖面图(a)及平面图(b)

滨北地区与上述地区有着相同的构造背景,发育

有相似的深大断裂,火山岩发育。在兰西断陷已经找到了类似于XS1井的“火山岩掀斜构造”<sup>[10]</sup>,其生储盖组合也与徐家围子地区相似。因此,在滨北地区断陷层序中(T<sub>4</sub>-T<sub>5</sub>反射层之间)应特别注意寻找类似于XS1井的火山岩气藏。目前滨北地区已经发现了一系列与火山岩隆起有关的构造圈闭,如滨北兰西断陷7号构造(见图4)。

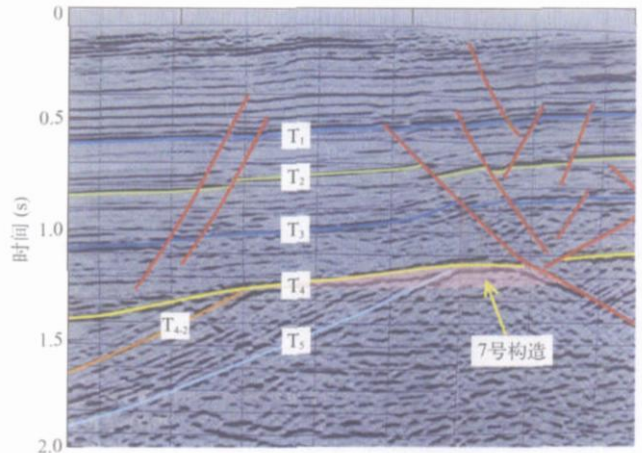


图4 滨北地区兰西断陷火山岩隆起掀斜型构造圈闭

## 6 结论

通过对滨北地区地层层序和构造特征分析,并结合邻区勘探成功的经验,可得出以下结论:①注重深层、兼探中浅层,则有望在T<sub>5</sub>、T<sub>4</sub>、T<sub>3</sub>和T<sub>2</sub>等几个区域性不整合面及其附近层位率先实现勘探突破,其中T<sub>4</sub>层希望最大。②滨北地区断陷与坳陷层序是两期充填序列的叠置,应区别对待。根据邻区勘探经验,坳陷层序应以找油为主,断陷层序以找气为主。③在滨北地区的断陷层序中,应特别注意寻找类似于XS1井的火山岩气藏。④以滨北地区的逆断层带为线索,重点寻找前古近纪形成并保存下来的油气藏和新近纪以来形成的油气藏。⑤滨北地区普遍经历了复杂的沉积、抬升剥蚀过程,最大古地温大于现今对应烃源岩的温度,所以详细分析地史、热史和成烃史,圈定有效烃源岩的范围和厚度,是本区找油气的前提<sup>[18]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 付广,卢双舫,李宏涛.滨北地区扶余油层油气远景预测[J].油气地质与采收率,2003,10(5):25-27.(FU Guang, LU Shuangfang, LI Hongtao. Oil and gas prospect prediction of Fuyang oil bearing formation in Binbei region[J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2003, 10(5): 25-27.)
- [2] 高瑞祺,蔡希源.松辽盆地大油田形成条件与分布规律[M].北京:石油工业出版社,1997.47-103.(GAO Ruiqi, CAI Xiyan.

- Formation and distribution of large scale oil field in the Songliao Basin[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997. 47-103.)
- [3] 王璞, 杜小弟, 王骏, 等. 松辽盆地白垩纪年代地层研究及地层时代划分[J]. 地质学报, 1995, 69(4): 372-381. (WANG Pu jun, DU Xiao di, WANG Jun, et al. Chronostratigraphy and stratigraphic classification of the Cretaceous of the Songliao Basin [J]. Acta Geological Sinica, 1995, 69(4): 372-381.)
- [4] 迟元林, 王璞, 单玄龙, 等. 中国陆相含油气盆地深层地层研究——以松辽盆地为例[M]. 长春: 吉林科技出版社, 2000. (CHI Yuan lin, WANG Pu jun, SHAN Xuan long, et al. Study on non marine deep stratigraphy of oil bearing basin in China—An example from Songliao Basin[M]. Changchun: Jilin Science & Technology Press, 2000.)
- [5] 郭占谦, 王先彬, 刘文龙. 松辽盆地非生物成因气的成藏特征[J]. 中国科学(D辑), 1997, 27(2): 143-148. (GUO Zhan qian, WANG Xian bin, LIU Wen long. Trap forming features of abiogenic natural gas in the Songliao Basin[J]. Science in China (Series D), 1997, 27(2): 143-148.)
- [6] 宋岩, 陈孟晋, 秦胜飞, 等. 中国天然气地质理论进展[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(3): 94-96. (SONG Yan, CHEN Meng jin, QIN Sheng fei, et al. Progress in the study of natural gas in China[J]. Petroleum Exploration and Development, 2005, 32(3): 94-96.)
- [7] 宋桂侠, 惠荣耀, 卢双舫, 等. 松辽盆地滨北地区生物气源岩中醇、酮含氧化合物的地球化学特征[J]. 天然气地球科学, 2004, 15(4): 360-366. (SONG Gui xia, HUI Rong yao, LU Shuang fang, et al. Geochemical characteristics of neutral bearing oxygen compounds in source rocks of biogas Binbei area Songliao Basin [J]. Natural Gas Geoscience, 2004, 15(4): 360-366.)
- [8] 任延广, 徐宏. 松辽盆地地层层序与含油性[A]. 大庆研究院建院三十周年论文集[C]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 1995. (REN Yan guang, XU Hong. Sequence stratigraphy and oil & gas bearing features[A]. The 30<sup>th</sup> Anniversary Volume of Daqing Exploration Institute [C]. Haerbin: Heilongjiang Science & Technology Press, 1995.)
- [9] 刘万洙, 任延广, 王璞, 等. 松辽盆地层序地层研究(I): 层序地层[J]. 长春科技大学学报, 2001, 31(4): 19-24. (LIU Wan zhu, REN Yan guang, WANG Pu jun, et al. Study on the dump strata of the upper Jurassic lower Cretaceous of the Songliao basin (I): Sequence stratigraphy [J]. Journal of Changchun University of Science and Technology, 2001, 31(4): 19-24.)
- [10] 蒙启安, 王璞, 杨宝俊, 等. 松辽盆地断陷期超层序界面的地质属性刻画及其油气地质意义[J]. 地质论评, 2005, 51(1): 46-54. (MENG Qi an, WANG Pu jun, YANG Bao jun, et al. Geological signatures of super sequence boundary of the Songliao Basin: new interpretation and their relation to gas accumulation [J]. Geological Review, 2005, 51(1): 46-54.)
- [11] WANG Pu jun, LIU Wan zhu, WANG Shu xue. <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar and K/Ar dating on the volcanic rocks in the Songliao basin, NE China: Constraints on stratigraphy and basin dynamics [J]. International Journal of Earth Sciences, 2002, 91: 331-340.
- [12] WANG Pu jun, REN Yang guang, SHAN Xuan long. The Cretaceous volcanic succession around the Songliao Basin, NE China: relationship between volcanism and sedimentation [J]. Geological Journal, 2002, 37(2): 97-115.
- [13] 张始侠, 孙运生, 张兴洲, 等. 中国满洲里—绥芬河地学断面[M]. 北京: 地质出版社, 1999. (ZHANG Yi xia, SUN Yun sheng, ZHANG Xing zhou, et al. China Manzhouli Suifenhe geo transection [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999.)
- [14] 王璞, 刘万洙, 单玄龙, 等. 事件沉积: 导论·实例·应用[M]. 长春: 吉林科技出版社, 2001. (WANG Pu jun, LIU Wan zhu, SHAN Xuan long, et al. Depositional events: Introduction, example and application [M]. Changchun: Jilin Science & Technology Press, 2001.)
- [15] 朱德丰, 吴相梅, 林铁峰. 松辽盆地及邻区基底结构及其对中生代盆地的控制作用[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2003, 33(5): 4-8. (ZHU De feng, WU Xiang mei, LIN Tie feng. Characteristics of the basement of the Songliao Basin and adjacent area and its controlling on the Mesozoic sedimentary basins [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2003, 33(5): 4-8.)
- [16] 杨宝俊, 张梅生, 王璞. 中国油气区地质地球物理解析(上卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2003. (YANG Bao jun, ZHANG Mei sheng, WANG Pu jun. Geological geophysical analytic interpretation on oil and gas potential region of China (Volume 1) [M]. Beijing: Science Press, 2003.)
- [17] 庞雄奇, 柳广弟, 姜振学, 等. 滨北地区油气运聚与成藏条件研究[R]. 北京: 中国石油天然气股份有限公司重点项目课题报告, 2004. (PANG Xiong qi, LIU Guang di, JIANG Zhen xue, et al. Study on oil & gas migration and trapping conditions of the Northern Songliao Basin [R]. Beijing: Key Proposal Report of PetroChina Limited Company, 2004.)
- [18] 张抗. 中国克拉通盆地油气成藏特点和勘探思路[J]. 石油勘探与开发, 2004, 31(6): 8-13. (ZHANG Kang. Oil and gas accumulation in craton basins in China and exploration strategy [J]. Petroleum Exploration and Development, 2004, 31(6): 8-13.)

第一作者简介: 王璞 (1959), 男, 黑龙江绥滨人, 博士, 吉林大学地球科学学院教授, 从事石油与天然气地质勘查方面的研究和教学工作。地址: 吉林省长春市建设街2199号(鸽子楼), 吉林大学地球科学学院, 邮政编码: 130061; 电话: (0431) 8502620. E-mail: wangpj@jlu.edu.cn

收稿日期: 2005 10 20 修回日期: 2006 03 01

(编辑 黄昌武 绘图 李秀贤)