

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

简单斜坡油气富集规律

——以松辽盆地西部斜坡北段为例

付晓飞^{1,2)}, 王朋岩¹⁾, 申家年¹⁾, 付广¹⁾, 吕延防¹⁾

1) 大庆石油学院地球科学学院, 黑龙江大庆, 163318; 2) 中国石油勘探开发研究院, 北京, 100083

内容提要: 斜坡是断陷和凹陷型盆地的重要构造单元, 按其断裂发育程度和沉积厚度分为复杂斜坡和简单斜坡。松辽盆地西部斜坡为断裂不发育、平缓的简单斜坡, 简单斜坡油气成藏有特殊性, 表现在三个方面: 一是简单斜坡的原油主要来自临近的凹陷, 油气沿砂体以优势路径方式侧向运移, 油气呈“线状”分布; 二是简单斜坡大规模构造圈闭不发育, 圈闭类型以地层、岩性和构造—岩性圈闭为主, 其分布受构造带控制, 超覆带发育岩性上倾尖灭圈闭, 受规模较大的断层控制形成的鼻状构造带上发育断层遮挡和构造—岩性圈闭, 不受断层控制的鼻状构造带主要发育构造—岩性圈闭。三是简单斜坡普遍受大气水的淋滤作用, 由于游离氧的进入使原油遭受氧化降解作用而稠化, 造成简单斜坡稠油分布普遍。这种成藏的特殊性决定了油气富集规律: 只有位于油气运移路径上的圈闭才有成藏的可能。简单斜坡油气勘探方向是, 在油气运移路径上寻找低幅度构造背景下的岩性油气藏(小规模)、规模较大断层附近寻找断层遮挡油气藏(中等规模)和地层超覆带上寻找岩性上倾尖灭油气藏(大规模)。

关键词: 斜坡; 油气分布; 主控因素; 富集规律

松辽盆地西部斜坡隶属于盆地一级构造单元, 北段自东而西划分为两个二级构造单元: 即泰康—富裕缓坡构造带和泰来—甘南超覆带(图1)。泰康—富裕缓坡构造带南部通过敖古拉—小林克—哈拉海断裂与中央凹陷区相隔, 由于紧邻龙虎泡—大安阶地、齐家—古龙凹陷、乌裕尔凹陷, 是一个潜在的油气勘探的有利地区。该区由下往上依次发育白垩系火石岭组、沙河子组、营城组、泉头组、青山口组、姚家组、嫩江组、四方台组、明水组、第三系和第四系, 其中青山口组—嫩江组一、二段为中部含油组合, 包括高台子油层(G)(青二三段)和萨尔图油层(S)[萨二三油层(S_{2+3})对应姚二三段, 萨零—油层(S_{0+1})对应嫩江组一段下部], 是油气勘探的主力目的层, 目前发现了他拉红(G)、白音诺勒(G)、二站(S_{2+3} 和 S_{0+1})、平洋(S_{2+3} 和 S_{0+1})、阿拉新(S_{2+3} 和 S_{0+1})、江桥(G)和富拉尔基油气田(S_{2+3})以及图牧吉、来D6浅层油砂(S_{0+1})(图1)。

松辽盆地西部斜坡在盆地发展过程中长期处于区域性大单斜状态, 自盆地西部边缘向拗陷区倾斜, 断裂极不发育, 构造平缓, 沉积盖层较薄, 根据李火车等(2001)斜坡分类标准, 是典型的简单斜坡。斜坡

带油气一般来自临近的生油凹陷, 侧向运聚成藏, 其成藏规律必有其特殊性。剖析油气分布规律, 分析油气成藏的主控因素, 总结油气富集规律, 对下一步油气勘探具有重要的指导意义。

1 油(气)来源分析

松辽盆地西斜坡北段原油普遍具有密度大、粘度高的特点, 主要为稠油(冯子辉等, 2003a)。油源对比表明(冯子辉等, 2003a), 西部斜坡油气并非来自本区的烃源岩, 而是来自临近的齐家—古龙凹陷, 由于运移的分异效应和后期大气降水渗入的氧化降解作用, 原油普遍稠化。

天然气具有甲烷含量高(一般为70%~95%), 氮气含量高(一般为5%~25%), 干燥系数大的特征, 突出的特点是He气高含量, 部分气藏含有一定的氧(表1), 是齐家—古龙凹陷的热成因气和原地生物气的混合, 主要依据为: ①富拉尔基水溶气是典型的生物气: 从气体的组分上看, 甲烷相对含量在99.9%以上, 甲烷碳同位素小于-70‰, 是典型的生物气(Chung et al., 1988; 戴金星, 1998)。从富拉尔基这几口产气井的位置看, 它们与油田位置有一定

注: 本文为国家“973”攻关项目“高效大气田形成机理及分布研究”(编号2001CB20914)资助成果。

收稿日期: 2005-09-19; 改回日期: 2006-04-07; 责任编辑: 周健。

作者简介: 付晓飞, 男, 1973年生, 在读博士, 主要从事油气藏形成及资源评价方面的工作。通讯地址: 163318, 黑龙江省大庆市大庆石油学院地球科学学院; Email: fuxiaofei2008@sohu.com。

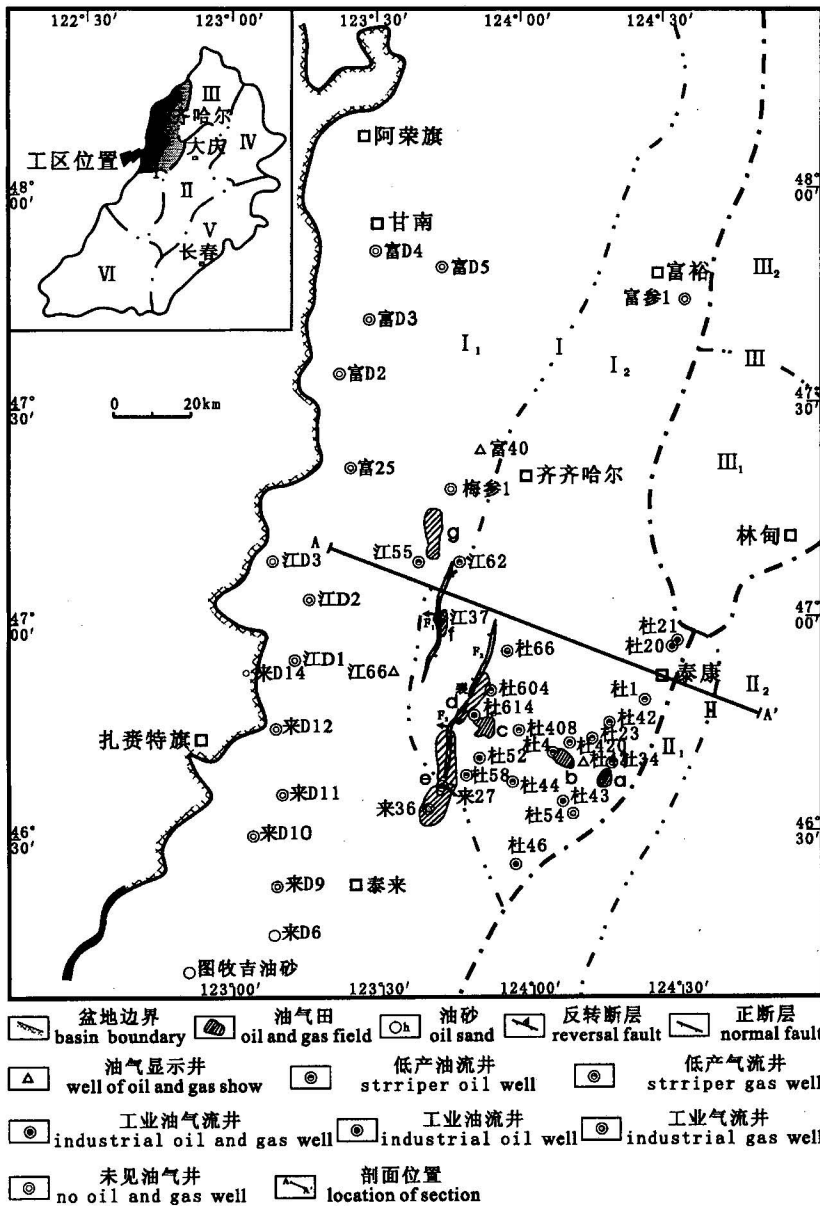


图 1 松辽盆地西部斜坡北段概况及油气分布

Fig. 1 Outline and distribution of oil and gas in western slope zone of the north area of Songliao basin

I—西部斜坡区：I₁—泰来—甘南超覆带，I₂—泰康—富裕缓坡构造带；II—中央拗陷区：II₁—龙虎泡—大安阶地，II₂—齐家—古龙凹陷；III—北部倾没区：III₁—乌裕尔凹陷，III₂—依安凹陷；IV—东北隆起区；V—东南隆起区；VI—西南隆起区；a—他拉红气田；b—白音诺勒气田；c—二站气田；d—阿拉新气田；e—平洋油气田；f—江桥油田；g—富拉尔基油田

I—Western slope: I₁—Tallai-Gannan overlap zone, I₂—Taikang-Fuyu low dip structural zone; II—central depression: II₁—Longhupao-Daan terrace, II₂—Qijia-Gulong sag; III—northern incline zone: III₁—Wuyuer sag, III₂—Yian sag; IV—north-eastern upheaval zone; V—south-eastern upheaval zone; VI—south-western upheaval zone; a—Talahong gas pool; b—Baiyinuoer gas pool; c—Erzhan pool; d—Alaxin pool; e—Pingyang oil and gas field; f—Jiangqiao oil field; g—Fulaerji oil field

距离，仅有气和水，这种水溶气是斜坡未熟烃源岩产生的生物气(戴金星, 1998)。② C₁/C₂值变化规律说明西部斜坡的天然气是齐家—古龙凹陷的热成因气(油型气)和生物气的混合：天然气中的不同组分在气液两相中的分配系数是不同的，由热平衡理论可以证明，在低温低压下释放出来的气的 C₁/C₂ 值大于高温高压下释放出来气的 C₁/C₂ 值。西部斜坡自东南新店地区向西北富拉尔基地区出现了 C₁/C₂ 逐步增加的趋势(图 2a)，这种趋势一方面是齐家—古龙凹陷的热成因气运移分异效应引起的，另一方面与西部斜坡未熟烃源岩生成生物气的混入有关。③ 天然气或甲烷的碳同位素体现了生物气和热成因气的混合(图 2b)，根据加权平均的原理对西部斜坡各油田的生物气贡献做出估算，富拉尔基地区是纯生物气，江桥是 40%~60% 的生物气，平洋约 35%，阿拉新地区约 50%，二站约 40%，新店、白音诺勒基本为热成因气。

松辽盆地西部斜坡北段原油来自齐家—古龙凹陷，受后期大气降水渗入影响普遍氧化降解稠化，天然气并非是原油菌解气(冯子辉等, 2003a)，主要是齐家—古龙凹陷的热成因气和原地生物气的混合。

2 油气分布规律

松辽盆地北部西部斜坡油气主要分布在高台子油层和萨尔图油层，萨尔图油层油气数量明显多于高台子，在萨尔图油层中萨零—油层比萨二三油层更富集，同一构造部位具有“下油上气”的分布规律。

平面上高台子油层油气分布范围相对较小，油气分布的西部范围明显受阿拉新和江桥两条断裂的控制，在近源区分布范围较宽，

表 1 松辽盆地西部斜坡北段天然气组成特征

Table 1 The components of natural gas in the western slope of the north area of Songliao basin

井号	深度(m)	层位	C ₁ (%)	C ₂₊ (%)	N ₂ (%)	CO ₂ (%)	其他非烃	O ₂ (%)	C ₁ /C _{1~5}
富拉尔基	455~499	S(1),G(2)	76.82	0.010	21.75	0.29		1.123	0.9999
江桥	492~616	S(4),G(1)	85.86	0.698	12.95	0.284	0.124	0.41	0.9926
平洋	589~653	S(4),G(1)	94.38	0.033	5.08	0.422	0.101		0.9996
阿拉新	684~789	S(15)	83.60	0.139	11.82	0.542	8.497	0.693	0.9975
二站	751~893	S(13),G(8)	92.06	0.052	7.28	0.346	1.727	0.414	0.9994
新店	1249~1472	S(2),G(2)	96.50	1.293	1.75	0.455		0.9868	
白音诺勒	1030~1445	G(24),S(8)	87.07	0.441	11.76	0.607		0.655	0.9949
泰康	1138~1688	G(4),S(1)	85.52	6.347	6.78	0.874			0.9300

远离烃源岩油气分布范围越来越窄,基本呈线状分布(图1)。萨二三油层和萨零一油气分布范围相似,但萨零一油层发现的油层数明显多于萨二三油层。萨尔图油层油气在近源区分布范围依然很宽,远源区油气呈现“入”字型分布模式:两个油层北北西向“线状”油气分布一致,北北东向“线状”油气分布受阿拉新和平洋断裂的控制,是顺着断裂走向方向上的一系列油气聚集。油气“线状”分布特征反映了成藏规律的独特性,因此剖析油气成藏的主控因素是分析油气分布和富集规律的钥匙。

3 油气成藏主控因素分析

“源控论”(胡朝元,1982)和“源盖联控论”(周兴熙,1997)指明了油气分布与成藏主要受烃源岩和盖

层双重因素的控制,油气成藏的主控因素分析是在源盖的基础上去剖析油气成藏的特殊性,这种特殊条件既能解释油气何以成藏,又能清晰地分析钻探失利的原因。西部斜坡油气成藏的特殊性在于:①油气不是来自本区的烃源岩,主要来自齐家—古龙凹陷,是侧向运移的;②构造圈闭不发育,主要为地层、岩性和构造-岩性圈闭,其分布有一定的规律性。这两个条件是控制西部斜坡油气成藏与分布的主控因素。

3.1 油气运移规律

西部斜坡的油气主要来自齐家—古龙凹陷的青山口组,油气侧向西运移无可置疑,咪唑类化合物相对丰度变化证实了这个事实(冯子辉等,2003b),关键的问题是要搞清油气运移的通道、时期和路径。

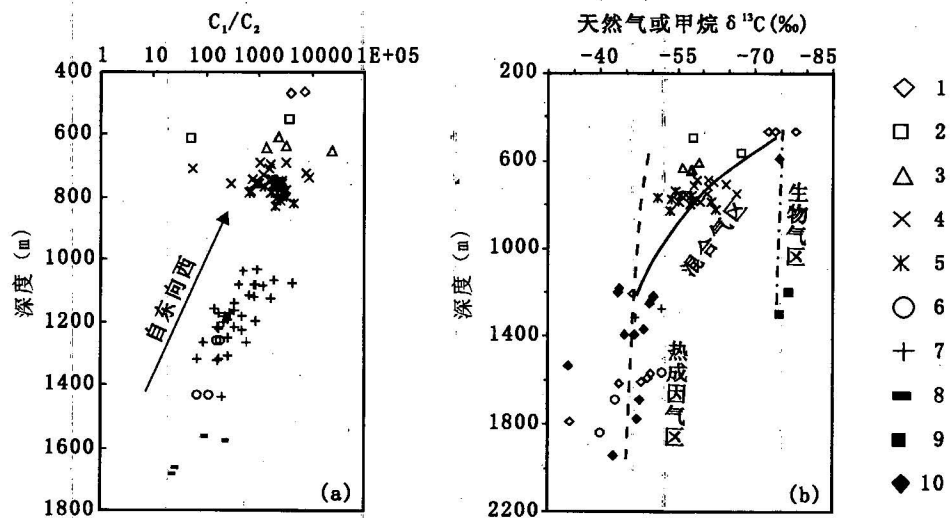


图 2 天然气成因分析

Fig. 2 Analysis on the formation of natural gas

(a)—C₁/C₂与深度关系;(b)—甲烷同位素与深度关系;1—富拉尔基油田;2—江桥油田;3—平洋油田;4—阿拉新油气田;5—二站气田;6—新店气田;7—白音诺勒气田;8—泰康地区油气;9—林甸地区天然气;10—塔字号井区天然气

(a)—Relation between C₁/C₂ and depth; (b)—the relation between methane isotope and depth; 1—Fulaerji oil field; 2—Jiangqiao oil field; 3—Pingyang oil field; 4—Alaxin oil and gas field; 5—Erzhan gas field; 6—Xindian gas field; 7—Baiyinuole gas field; 8—oil and gas of Taikang zone; 9—natural gas of Lindian area; 10—natural gas of Ta well area

油气运移通道类型	主目的层(T_1 反射层)断裂特征		青山口组和陈家组之间的界面 T_1 不整合面		砂体	
	走向	倾向	不整合面结构	不整合面上岩性分布	高台子油层(G)	萨二+三油层(S_{2+3})
运移通道的基本特征					高台子油层(G) 15~69 50~70, 最大90 5~95个 自西而东逐渐增多	萨二+三油层(S_{2+3}) 5~30 30~40, 最大80 2~42个 自西而东逐渐增多
			不是主要的输导通道	不是主要的输导通道	高台子油层(G) 15~69 50~70, 最大90 5~95个 自西而东逐渐增多	萨二+三油层(S_{2+3}) 5~30 30~40, 最大80 2~42个 自西而东逐渐增多
在油气中作用	不是主要的输导通道		不是主要的输导通道	不是主要的输导通道	高台子油层(G) 15~69 50~70, 最大90 5~95个 自西而东逐渐增多	萨二+三油层(S_{2+3}) 5~30 30~40, 最大80 2~42个 自西而东逐渐增多
	不是主要的输导通道		不是主要的输导通道	不是主要的输导通道	高台子油层(G) 15~69 50~70, 最大90 5~95个 自西而东逐渐增多	萨二+三油层(S_{2+3}) 5~30 30~40, 最大80 2~42个 自西而东逐渐增多

图 3 松辽盆地西斜北段油气运移通道类型及基本特征

Fig. 3 The type and basic property of migration passage in the western slope of Songliao basin

(1) 油气运移通道的构成: 油气输导通道主要有三种基本类型: 即断层、不整合面和砂体 (Ghisetti et al., 2000; 郝芳等, 2000; 周凤英等, 2001; Me et al., 2001; Chen et al., 2002; 罗群等, 2005)。松辽盆地西部斜坡 T_1 和 T_1' 反射层断层规模小, 一般断距为 10~40 m, 延伸距离短, 与油气运移方向一致的 NNW 断裂不成带展布, 故其不是油气长距离运移的主要通道 (图 3)。 T_1' 确实是一个不整合面, 但做为不整合输导油气两种通道——不整合面之下的淋滤带和之上的底砾岩层都不发育, 也不是主要的输导体 (图 3)。西部斜坡最主要的输导体系还是砂体, 但高台子油层、萨二三油层和萨零一油层砂体发育规律存在显著的差异 (图 3)。高台子油层砂体非常发育, 砂岩累积厚度大, 一般在 15~69 m, 砂地比值高, 一般大于 70%, 多期分流河道砂体、远砂坝和席状砂错叠连片^①, 是西部斜坡主要的输导层之一。萨二三油层砂体也很发育, 砂岩累积厚度较大, 为 5~30 m, 砂地比值高, 一般大于 40%, 沿着现今气藏分

布一线下切谷充填沉积的砂体连片分布^①, 也是主要的输导层。萨零一油层砂体不发育, 砂岩累积厚度小, 泥地比值低, 砂体多呈孤立状态, 因此不是主要的输导通道。

(2) 油气运移时期: 伊利石 Ar-K 同位素测年反映高台子油层油气两期成藏, 一期是青山口组沉积末期—姚家组沉积时期; 二期为嫩江组沉积末期。萨尔图油层成藏时期分别为嫩江组沉积末期和明水组沉积末期 (图 4a、b)。倾缓单斜构造背景下油气侧向运移的动力为浮力和源动力 (压力), 因此烃源岩演化历史和斜坡坡度变化共同决定油气运移的时期。根据 T_1 反射界面各时期古构造图计算斜坡的坡度来看 (图 4c), 西部斜坡坡度是随上覆沉积物不断增厚而增大, 在明水组沉积末期坡度明显增大, 此时齐家—古龙凹陷青山口组的烃源岩处于大量生排烃时期 (图 4d), 明水组沉积末期是油气运聚成藏的主要时期, 嫩江组沉积末期之前为次要成藏时期。

(3) 油气运移路径: 油气在砂体中是沿着一定

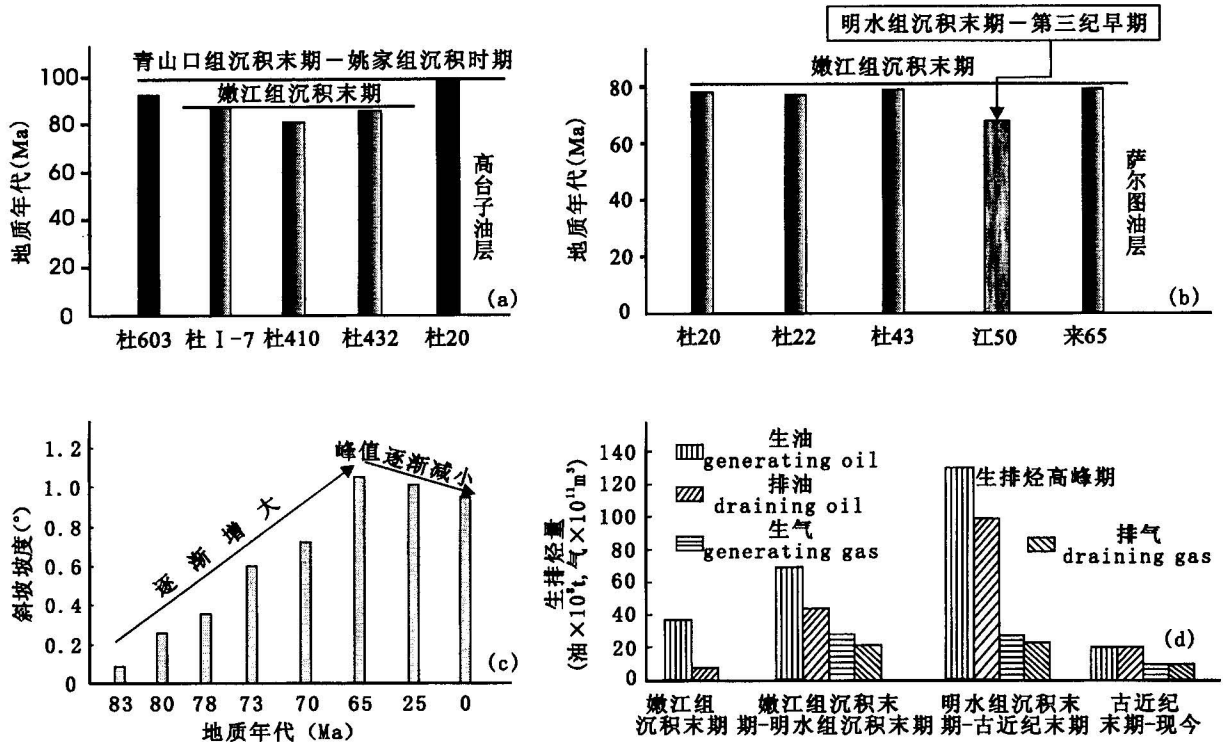


图 4 松辽盆地西部斜坡北段油气成藏时期及地质背景

Fig. 4 The accumulation period and its geological surrounding in the western slope of the north area of Songliao basin

(a) —高台子油层油气成藏年代; (b) —萨尔图油层油气成藏年代; (c) —萨尔图油层底界面坡度变化; (d) —青山口组烃源岩不同时期的生排烃量

(a) —The period of oil and gas migration and accumulation of Gaotaizi reservoirs; (b) —the period of oil and gas migration and accumulation of Saertu reservoirs; (c) —the gradient change of Saertu reservoirs bottom interface; (d) —generating and draining hydrocarbon quantity of Qingshankou Formation source rock in different geological and historical times

优势路径侧向运移的 (Hindle, 1997; 李本亮等, 2003), 大规模的断层视其封闭程度影响着路径的变化 (Hindle, 1997), 在平面上砂体物性相当的情况下, 源动力 (排烃量大小)、断层和构造脊线是约束油气运移路径的主要因素 (向才富等, 2004)。不同时期烃源岩排烃量 (源动力) 不同, 构造形态和断裂发育规模不同, 油气运移的路径不同。

嫩江组沉积末期之前, 烃源岩没有进入生油窗, 源动力非常小, 小林克一敖古拉一巴彦查干断裂没有形成, 齐家一古龙凹陷生成的油气大面积向西运移, 但运移的距离短, 造成早期近源油气大面积分布 (图 5a)。

明水组沉积末期一古近纪是盆地构造反转时期, 也是构造最终定型的时期, 小林克一敖古拉一巴彦查干断裂复活向上穿断到 T_1 , 同时阿拉新和江桥断裂发生反转, 向上断穿到 T_{06} 。此时齐家一古龙凹陷青山口组烃源岩达到大量生排烃时期, 较高的源动力和构造形态的变化, 影响了油气西运的路径。齐

家一古龙凹陷中分割槽以西的烃源岩生成的油气大规模向西运移, 受小林克一敖古拉一巴彦查干断裂遮挡, 部分油气聚集成藏, 部分油气沿断层控制的构造-岩性脊线侧向运移, 在断层不连续分布的地区绕过断层继续向西运移。受小林克一敖古拉一巴彦查干断裂控制, 向西运移的油气呈三条优势运移路径: 即北部运移路径、中部运移路径和南部运移路径 (图 5b)。沿南部优势运移路径运移的油气受到南部相对平缓构造脊线的控制, 形成了吐牧吉和来 D6 浅层油砂, 由于构造脊线相对平缓, 运移路径发散, 聚集起来的油气数量相对较少。油气沿中部路径运移, 是向着他拉红、白音诺勒、二站和阿拉新一线, 受构造背景和岩性的共同遮挡, 形成了他拉红、白音诺勒、二站油气藏, 继续西运遇阿拉新断裂后部分聚集, 形成了阿拉新和平洋油气藏, 部分油气绕过阿拉新断裂向富拉尔基方向运移, 形成了富拉尔基油藏, 只有极少部分油气沿阿拉新断裂局部开启段向西运移, 形成了江桥油藏。北部路径也对富拉尔基油气藏的形

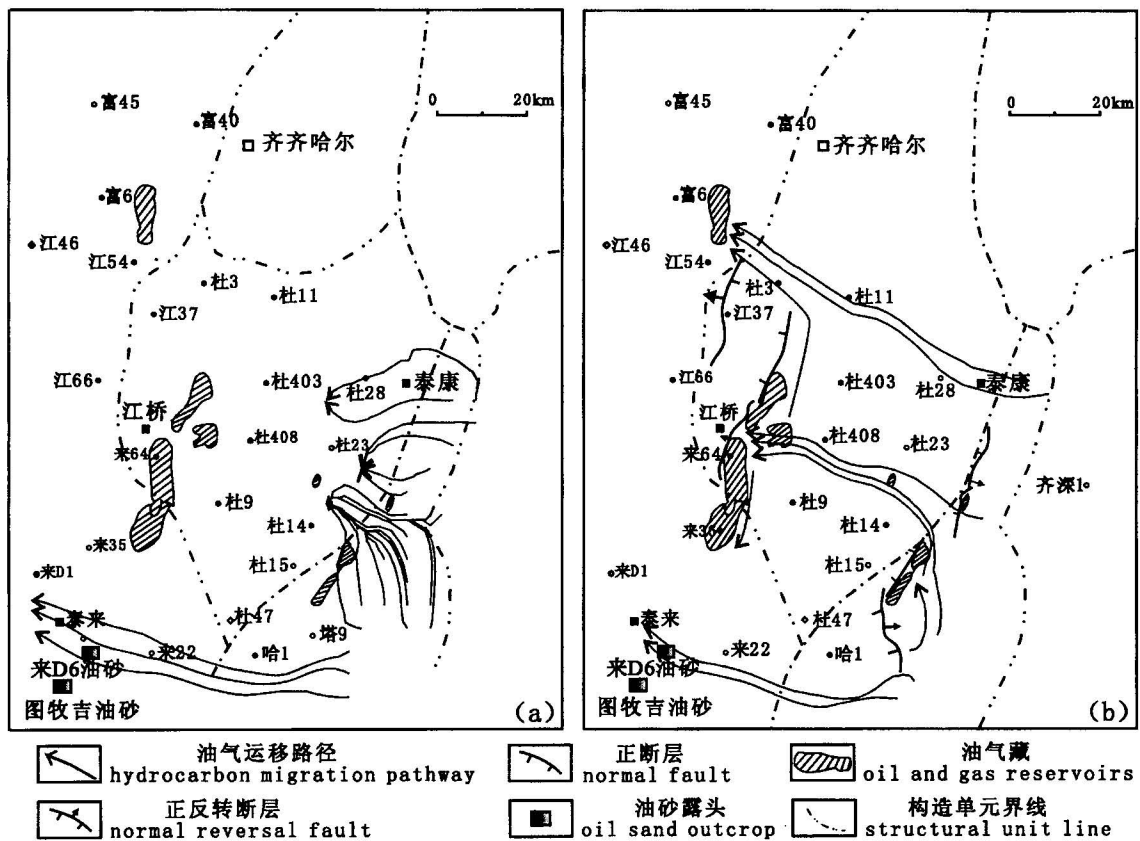


图 5 地质历史时期油气运移路径及油气分布关系

Fig. 5 Petroleum migration pathways and distribution in geological and historical time

(a)—嫩江组沉积末期油气运移路径; (b)—明水组沉积末期—古近纪末期油气运移路径

(a)—Petroleum migration pathways during the later period of Nenjiang Formation sedimentation; (b)—petroleum migration pathways between the later period of Mingshui Formation sedimentation and Early Tertiary

成具有重要贡献。勘探实践证明(图1),中部路径是油气向西运移的主要路径。

松辽盆地西部斜坡的油气是侧向运移的,主要的输导通道是萨二三油层和高台子油层。高台子油层由于砂体特别发育,油气很难聚集,因此发现油气层的数量较少。萨二三油层砂体也较发育,但单层厚度小,横向错叠连片的程度低,形成了一些构造背景上的岩性圈闭,聚集起来的油气数量较多。萨零一油层不是主输导层,透镜状砂岩主要靠断层沟通主输导通道成藏,断层在鼻状构造背景上相对发育,是萨零一油层易于成藏的部位,因此萨二三和萨零一油层油气的分布具有相似性。早期油气运移的路径不明显,大面积短距离向现今气藏分布一线靠拢,烃源岩大量排烃期,受小林克—敖古拉—巴彦查干断裂的影响,油气侧向运移明显呈三条路径,中部路径是主要的,受优势运移路径和封闭断层的控制,西部斜坡油气的分布呈“线状”。溶解在油中和水中的热成因气向西运移过程中,由于温度压力降低而脱溶(庞雄奇等,2003),优先沿断裂向上运移而在萨零一油层中聚集,因此同一油层具有“下油上气”的分布特征,萨零一油层主要是气,萨二三油层有油也有气,高台子油层主要是油。

3.2 圈闭的发育规律

西部斜坡大型构造圈闭数量较少,主要还是受晚期形成的小规模断裂控制的低幅度构造,圈闭面积一般不超过5 km²,圈闭类型以小型鼻状构造和断背斜为主。

通过油气藏解剖(图6)可以看到,松辽盆地西部斜坡北段油气藏类型主要以岩性、构造-岩性油气藏为主,高台子油层主要发育构造-岩性、断层遮挡油气藏,萨二三油层主要发育构造-岩性、岩性上倾尖灭和断层遮挡油气藏,萨零一油层主要发育砂岩透镜体和构造-岩性油气藏。

油气藏类型的分布明显受构造带控制(图6),构造带类型影响圈闭的类型,同一构造带的不同构造部位圈闭的类型不同。泰康—富裕缓坡带发育宽缓的鼻状构造,其中阿拉新一二站鼻状构造带和江桥—泰来鼻状构造带是受断层控制形成的,其上圈闭发育模式为:靠近断裂附近发育断层遮挡油气藏,“鼻子”主体部位发育构造-岩性油气藏。白音诺勒—他拉红鼻状构造带是不受断层控制的,其上圈闭主要为“鼻子”主体部位发育构造-岩性油气藏和小规模断层遮挡油气藏。泰来—甘南超覆带由于各套地层尖灭线交替变更,受地层尖灭线控制主要发育岩

性上倾尖灭油气藏。微幅度构造背景下易于形成岩性圈闭,同时产生部分小规模张性正断层,萨二三油层成藏的同时,部分油气沿断层上运,在萨零一油层中聚集成藏,萨二三和萨零一油层油气分布具有一致性。

从油气藏规模来看,岩性上倾尖灭油气藏规模最大,构造背景下的岩性油气藏较大,断层遮挡油气藏规模次之,砂岩透镜体油气藏规模最小。

4 油气成藏模式及富集规律

基于油气藏类型和油气成藏的主控因素分析,建立了西部斜坡油气成藏模式(图7):齐家—古龙凹陷青山口组生成的油气受小林克—敖古拉—巴彦查干断裂的调整向高台子油层、萨二三油层供给,并主要沿中部路径向西运移,运移途中遇到鼻状构造背景下岩性圈闭和小规模断层控制的低幅度构造圈闭,部分油气聚集成藏,先形成了他拉红、白音诺勒、二站油气藏,油气聚集的层位不仅是高台子油层和萨二三油层,萨零一油层因小规模断层沟通主输导通道,也成为油气聚集的主要层位。继续西运的油气遇阿拉新断裂后,受断层遮挡形成了阿拉新和平洋油气藏,由于高台子油层砂体特别发育,因此阿拉新断裂在高台子油层封闭性相对较差,部分油气穿过断裂西运,之后受江桥断裂遮挡形成了江桥油藏。萨二三和萨零一油层泥岩较发育,阿拉新断裂封闭性较好,沿萨二三油层运移的油气部分聚集后绕过断裂向富拉尔基方向运移,受岩性尖灭遮挡作用形成了富拉尔基油田,该区断裂极不发育,萨零一油层尽管砂岩透镜体圈闭发育,但因没有断层沟通主输导通道基本都是空圈闭,没能成藏。同时沿北部路径运移的油气可能对富拉尔基成藏有贡献,沿南部路径运移的油气受地层尖灭的控制形成了图牧吉和来D6油砂。

5 结论

从油气分布、成藏规律及成藏模式剖析松辽盆地西部斜坡北段油气富集规律,可以概括为两点:

(1) 位于油气运移路径上的圈闭才是有效的圈闭。

(2) 低幅度构造背景上的构造-岩性圈闭,规模较大的断层附近的断层遮挡圈闭和超覆带的岩性上倾尖灭圈闭是高台子和萨二三油层的主要圈闭类型。萨零一油层的圈闭类型主要是砂岩透镜体,只有断层沟通高台子和萨二三油层的砂岩透镜体才有成

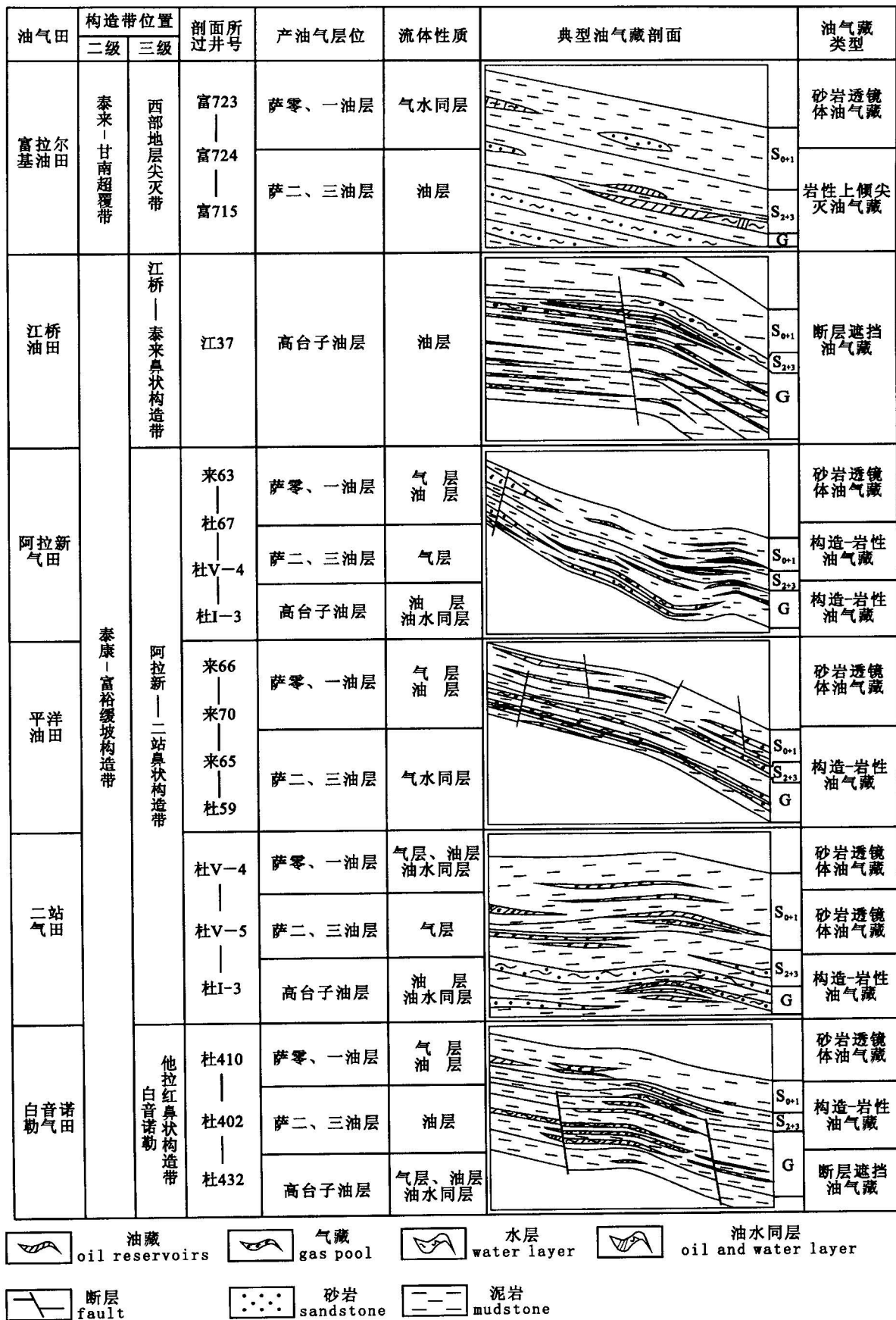


图 6 松辽盆地西部斜坡北段油气藏类型及分布规律

Fig. 6 The type and distribution of oil and gas reservoir in the western slope of the north area of Songliao basin

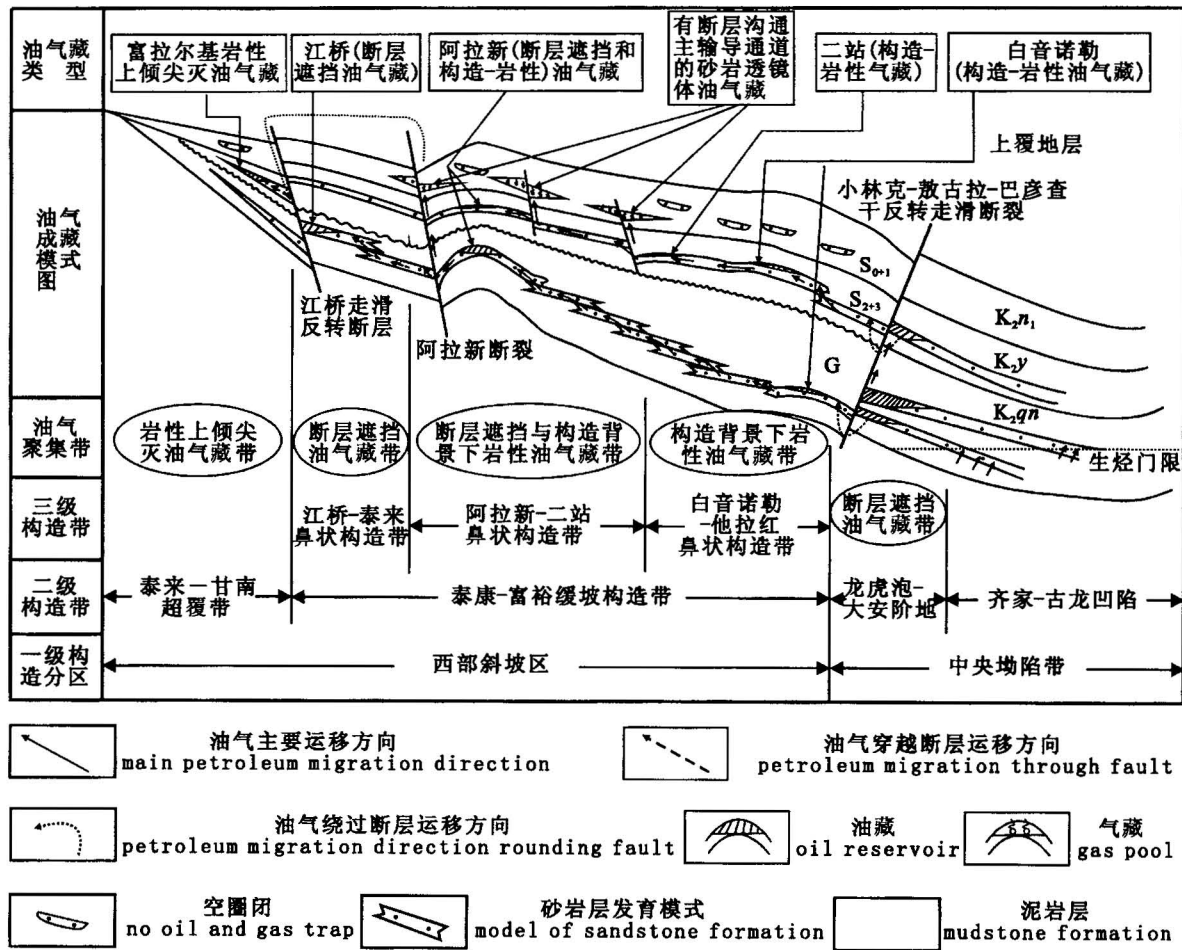


图 7 松辽盆地西部斜坡北段油气运聚成藏模式

Fig. 7 The model of migration and accumulation of oil and gas in the western slope of the north area of Songliao basin

藏的可能。

下一步勘探的方向是,在油气运移路径上预测地层-岩性圈闭,泰来-甘南超覆带主要寻找岩性上倾尖灭油气藏,在泰康-富裕缓坡构造带规模较大断层附近寻找断层遮挡油气藏,大型鼻状构造背景下寻找构造-岩性油气藏。

注释

① 辛仁臣. 2004. 松辽盆地北部西斜坡层序地层学及岩性圈闭预测. 中国地质大学科研报告, 38~94.

参考文献 / References

戴金星. 1998. 天然气地质和地球化学论文集(卷一). 北京:石油工业出版社, 231~239.
 冯子辉, 廖广志, 方伟, 等. 2003a. 松辽盆地北部西斜坡区稠油成因与油源关系. 石油勘探与开发, 30(4): 25~28.
 冯子辉, 黄春艳, 方伟, 等. 2003b. 松辽盆地稠油咪唑类化合物分布及运移特征. 大庆石油地质与开发, 22(5): 5~6.
 胡朝元. 1982. 生油区控制油气田分布——中国东部陆相盆地进行区

域勘探的有效理论. 石油学报, 2(2): 9~13.
 郝芳, 邹华耀, 姜建群. 2000. 油气成藏动力学及其研究进展. 地学前沿, 7(3): 11~21.
 李本亮, 王明明, 魏国齐, 等. 2003. 柴达木盆地三湖地区生物气横向运聚成藏研究. 地质论评, 49(1): 93~100.
 李火车, 刘秋生, 王亚红, 等. 2001. 斜坡油气勘探. 石油地球物理勘探, 36(5): 602~610.
 罗群, 庞雄奇, 姜振学. 2005. 一种有效追踪油气运移轨迹的新方法——断面优势运移通道的提出及其应用. 地质论评, 51(2): 156~162.
 庞雄奇, 罗群, 姜振学, 等. 2003. 叠合盆地断裂上、下盘油气差异聚集效应及成因机理. 地质科学, 38(3): 413~424.
 向才富, 夏斌, 解习农, 等. 2004. 松辽盆地西部斜坡带油气运移主导通道. 石油与天然气地质, 25(2): 205~215.
 周凤英, 孙玉善, 张水昌. 2001. 塔里木盆地轮南地区油气运移的路径、期次及方向研究. 地质论评, 47(3): 329~336.
 周兴熙. 1997. 源-盖共控论述要. 石油勘探与开发, 24(6): 4~7.
 Chen Q, Kinzelbach W. 2002. An NMR study of single- and two-phase flow in fault gouge filled fractures. Journal of Hydrology, 256: 236~245.
 Chung H M, Gormly J R, Squires R M. 1988. Origin of gaseous hydrocarbon in subsurface environments; theoretical considerations

- of carbon isotope distribution. *Chemical Geology*, 71: 97~103.
- Hu Zhaoyuan. 1982. Oil generative zone controlled the distribution of oil and gas field—the effective theory of regional exploration in the terrestrial basin in the eastern of China. *Acta Petroleum Sinica*, 2(2): 9~13 (in Chinese with English abstract).
- Ghisetti F, Uezzani L. 2000. Detachments and normal faulting in the Marche fold-and-thrust belt (central Apennines, Italy); inferences on fluid migration paths. *Journal of Geodynamics*, 29: 345~369.
- Hao Fang, Zou Huayao, Jiang Jianqun. 2000. Dynamics of petroleum accumulation and its advances. *Earth Science Frontiers*, 7(3): 11~21 (in Chinese with English abstract).
- Hindle A D. 1997. Petroleum migration pathways and charge concentration: a three-dimensional model. *AAPG Bull.*, 81(8): 1451~1481.
- Li Benliang, Wang Mingming, Wei Guoqi, et al. 2003. Lateral migration and accumulation of biogenic gas in the Sanhu area, Qaidam Basin. *Geological Review*, 49(1): 93~100 (in Chinese with English abstract).
- Li Huoche, Liu Qiusheng, Wang Yahong, et al. 2001. Oil and gas exploration in slope. *Petroleum Geophysical Exploration*, 36(5): 602~610 (in Chinese with English abstract).
- Luo Qun, Pang Xiongqi, Jiang Zhenxue. 2005. A new method for effective trace petroleum migration path—Concept of fault section dominant migrating channel and its application. *Geological Review*, 51(2): 156~162 (in Chinese with English abstract).
- Me F J, Li S T, Wang H, et al. 2001. Lateral migration pathways of petroleum in the Zhu III subbasin, pearl river mouth basin, South China Sea. *Marine and Petroleum Geology*, 18: 561~575.
- Pang Xiongqi, Luo Qun, Jiang Zhenxue, et al. 2003. Accumulating diversity and its mechanism between hanging and lower wall of fault in superimposed basin. *Chinese Journal of Geology*, 38(3): 413~424 (in Chinese with English abstract).
- Xiang Caifu, Xia Bin, Xie Xinong, et al. 2004. Major hydrocarbon migration pathway system in western slope zone of Songliao basin. *Oil and Gas Geology*, 25(2): 205~215 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Fengying, Sun Yushan, Zhang Shuichang. 2001. Study on direction, phases and pathways of petroleum migration in the Lunnan area, Tarim Basin. *Geological Review*, 47(3): 329~336 (in Chinese with English abstract).

Migration and Accumulation of Oil and Gas in a Simple Slope Area: A Case Study on the Western Slope of the Northern Songliao Basin

FU Xiaofei^{1,2)}, WANG Pengyan¹⁾, SHEN Jianian¹⁾, LÜ Yanfang¹⁾, FU Guang¹⁾

1) *Geoscience College, Daqing Petroleum Institute, Daqing, Heilongjiang, 163318*

2) *Petroleum Exploration and Development Science Research Institute of China National Petroleum Corporation, Beijing, 100083*

Abstract

A slope area is one of the important structural units in a rift-subsidence and sag basin. According to the fault property and depositional thickness, a slope is divided into two kinds: complex slope and simple slope. The western slope of the northern Songliao Basin is a simple slope that is characteristic of few faults and low dip. Through an analysis on the condition of migration and accumulation, we think that a simple slope has its special character. This special character is reflected in three aspects: the first is that crude oil in a simple slope is not original, and mainly come from near sag, oil and gas migrate laterally in the narrow path through sands in the main passage, and oil and gas distribute linearly. The second is that big structural traps are not many in a simple slope and mainly microstructures develop. Traps in a simple slope mainly contain Stratum traps and lithologic traps, and their distribution is controlled by structural belts. Traps in a overlap area are lithologic pinchout traps, and traps in a nose structure that is controlled by big faults mainly developed barrier faults traps and structural-lithologic traps. Traps in a nose structure that is not controlled by big faults mainly developed structural-lithologic traps. The third is that a simple slope is universally suffered by leaching of atmospheric rainfall. Because free oxygen with atmospheric rainfall percolates into reservoir, crude oil is transformed into heavy oil by oxidative degradation, and heavy oil is distributed universally. The special condition of migration and accumulation decide the accumulation of oil and gas. Oil and gas were accumulated in the traps in the migration pathway and in sandstone lens in the non-main passage by small faults. In a simple slope the exploration targets are the structural-lithologic reservoir (small scale) in the microstructures and fault reservoir (Middle scale) surrounding a large fault and lithologic pinchout oil reservoir in a stratigraphic overlap zone in the migration pathways on the basis of research on the stratigraphic sequence.

Key words: slope zone; distribution; oil and gas; mainly controlling factors; migration and accumulation