

松辽盆地龙西地区泉四段油气成藏 主控因素及模式

连承波¹ 钟建华² 渠 芳¹ 王志坤³ 杨 军⁴

(1.西南石油大学 资源与环境学院,四川 成都 610500;2.中国石油大学 地球资源与信息学院,山东 东营 257061;
3.中国石油冀东油田公司勘探开发研究院,河北 唐山 063004;4.中石油大庆油田勘探开发研究院,黑龙江 大庆 163712)

摘要:通过对松辽盆地龙西地区泉四段油气成藏主控因素分析,认为青一段烃源岩生成的油气,主要通过两种方式运移到泉四段储层:一种是在青一段泥岩由压实和生烃作用形成超压作用及伴随着构造活动泉四段断层产生扩容空间的负压空吸作用下,形成较大的源储压差,生成的油气沿着高角度断层向下运移到泉四段储层;另一种是在青一段烃源岩沿上倾方向直接和泉四段储层侧向对接的条件下,青一段生成的油气通过侧向运移到泉四段储层。敖古拉—哈拉海断裂带活动导致的差异升降,断裂带以西地区形成明显的向斜区域,油气难以在此运移聚集成藏,而在断裂带以东为斜坡带,有利于油气的侧向运移,断裂带西侧的下降导致青山口组的泥岩和泉四段砂岩对接,形成侧向封堵,这种条件下有利于在敖古拉—哈拉海断裂带以东形成大面积的断层岩性油藏。

关键词:主控因素;成藏模式;泉四段;龙西地区

中图分类号:P618.130.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2011)01-0161-09

龙西地区在区域构造上属于松辽盆地北部中央坳陷区龙虎泡—大安阶地,东部与齐家—古龙凹陷相邻,西部与西部斜坡区泰康隆起带相邻。研究区东部为龙虎泡油田,北邻敖古拉油田,东南为龙南油田。下白垩统泉四段为龙西地区的主要产油层之一,主要发育浅水湖泊三角洲砂体^[1]。上覆青山口组为优质的烃源岩且存在超高,发育的垂向断层使其与泉四段砂沟通疏导,属于上生下储式生储盖组合^[2]。松辽盆地泉四段砂岩的埋藏深,物性差^[3],其独特的地质条件和成藏特点决定了油气聚集规律及控制因素复杂^[4-8],使该区泉四段油藏勘探难度大。为了掌握松辽盆地龙西地区泉四段的油气富集规律,本次在对各种成藏静态地质要素及其空间配置关系分析的基础上,解析油气成藏的主控因素,对松辽盆地龙西地区泉四段油气成藏模式进行了探讨。

1 油气藏基本特征

松辽盆地龙西地区泉四段为低孔低渗透油藏,油水分布较为简单。试油及测井解释结果统计的油水的垂向分布统计结果显示,泉四段及泉三段的上部主要为油层和干层间互为主,偶尔出现油水同层。而下部出现水层,没有统一的油水界面。松辽盆地龙西地区泉四段油水平面分布特征显示,以敖古拉—哈拉海断裂带为界,其西北部为连片水层,东南部大部分以油层为主,局部地区出现了干层和油水同层。断层对油气运移和富集起到通道和封堵遮挡作用,为断层-岩性油气藏。

2 成藏主控因素分析

2.1 青一段烃源岩演化对成藏的影响

松辽盆地龙西地区泉四段油藏为源下油藏,储

收稿日期:2010-03-13;改回日期:2010-04-23

基金项目:四川省应用基础研究项目(2009JY0418)和四川省教育厅青年基金项目(09ZB098)资助。

作者简介:连承波,男,1979年生,博士,主要从事油气藏的形成与分布和储层地质学相关的教学和科研工作;

E-mail:lianchengbo@swpu.edu.cn.

集层与上覆烃源岩之间被有一定厚度的含水地层(具有较高排替压力)所隔,油气要从上部的烃源层运移到下部的储集层,首先要克服浮力的阻力作用,这就需要烃源层具有足够大的异常高压,以使烃源层与储集体之间有足够大的压差。源下油藏势差起阻力作用,烃源层需要足够大的压差才能驱动油气发生自上而下的运移,即压差决定性因素^[4,6-7,9]。流体包裹体测温和自生粘土矿物测年表明^[10-12],松辽盆地龙西地区泉四段油气成藏的主要时期为嫩江组末期和古一新近纪末,其中古一新近纪末为油气大量成藏期。结合区域青一段烃源岩埋藏史和热史、孔隙流体压力史和构造演化研究成果^[13-15]分析,青一段在嫩江组末期烃源岩已开始生油,且青一段由于压实和生烃作用已形成一定程度的高压,伴随着构造运动,早期断层活动成为有利的垂向运移通道,青一段烃源岩生成的油气在超压作用下,油气顺着断层进入泉四段砂岩中聚集成藏,青一段流体压力得到了一定程度的释放。随着埋藏深度的继续增加,压实作用和生烃作用继续进行,青一段又形成了明显的超压,在古一新近纪末伴随着构造活动,断层活动,青一段内的烃源岩生成的油气再一次顺着断层运移到泉四段砂岩中。

2.2 储层物性演化对成藏的影响

储层物性的好坏对含油性具有明显的影响,同样成藏条件下,储层物性好,含油程度高。从松辽盆

地龙西地区泉四段储层物性与含油性关系统计分析结果来看(图1),总体上储层物性对含油性影响的趋势较明显,一般物性较好,含油性主要表现为饱和油和油浸,而物性较差的则为油斑或油迹。

松辽盆地龙西地区泉四段砂岩成分成熟度和结构成熟度较低,成岩作用对储层物性具有重要的改造作用,其中压实作用是导致储层物性变差的重要原因之一。现今储层物性体现了低孔低渗的特征,而成藏主要时期是在嫩江组末期和新近纪末期,而成藏期的压实程度要比现今的压实强度要低,尤其是在嫩江组末期是储层物性较现今要好,在这种条件下,有利于油气运聚。在油气聚集的过程中将导致青一段的酸性流体和油气进入泉四段储层。酸性流体的溶蚀作用是储层物性改善的重要因素,松辽盆地龙西地区泉四段钾长石发生了溶蚀作用形成溶蚀孔隙,使得储层物性得到一定程度的改善,而这种溶蚀作用主要与青一段在有机质演化过程中形成的酸性流体运移到泉四段砂岩中有关。泉四段的第一次成藏时期,青一段酸性流体的注入使得储层形成了一定的溶蚀孔隙,另一方面油气的注入也一定程度上抑制伊利石等胶结物的形成。因此,早期的油气注入对储层物性起到一定的保护作用,使得泉四段第二期成藏时储层条件较好,有利于油气成藏。

2.3 盖层对油气成藏的影响

松辽盆地龙西地区泉四段油层属下部含油组

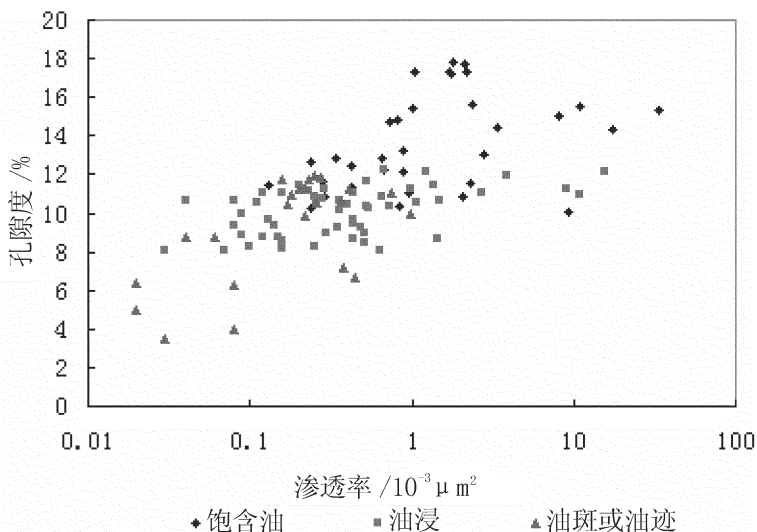


图1 松辽盆地龙西地区泉四段储层物性与含油气性的关系

Fig.1 Relationship between reservoir lithologic character and oil-gas potential of Quan4 Formation sandstone in Longxi area

合,青一段泥岩为区域盖层。青一段盖层具有区域性厚度大、分布广、延续稳定的特点。青一段为湖泛期,沉积了滨浅湖-深湖相大面积暗色泥岩,该层泥岩较纯,砂岩极不发育。厚层泥岩在压实过程中,由于边部泥岩首先脱水压实,形成非渗透性的排水屏障,阻碍内部泥岩的排水压实,引起孔隙流体压力的增高,造成泥质岩层内部易形成欠压实。其中孔隙流体部分承担了上覆静岩压力,造成孔隙流体超压^[6]。当超压值与对应点处的静水压力之和高于其底部储层流体压力时,地层水或烃类物质无法向上运移,而且盖层中超压的存在也间接证明了盖层未被断层破坏。因此超压盖层对烃类的保存具有实际意义。松辽盆地龙西地区青一段泥岩声波时差测井响应(图 2)表明,由于压实作用和生烃作用青一段形成明显的超压,有利于油气的封盖。

2.4 断层对油气成藏的影响

2.4.1 断层对油气运移的影响

断层对松辽盆地龙西地区泉四段成藏过程中的运移具有重要的影响。松辽盆地龙西地区泉四段发育高角度断层沟通了青一段烃源岩和泉四段砂岩,使得油气向下运移成为可能,为油气垂向运移的重要通道,且由于断层沟通了泉四段的上下砂体形成了三维网络运移通道。断层两盘的升降差异会导致青一段烃源岩侧向直接接触泉四段砂体(图 3),使得烃源岩生成的油气在断层静止期可从侧向运移到

泉四段砂体中。断层活动导致的青一段烃源岩与泉四段砂体的对接,是油气运移的主要机制之一。这种作用主要是发生在同向断层,从松辽盆地龙西地区泉四段顶面断裂系统图(图 4)可以看出,在工区的东部发育此类断层。工区的构造演化研究表明,在古一新近纪末构造基本定型,因此,现今的构造特征与古一新近纪末的成藏期的构造特征基本相同。工区东部泉四段同向断层的断距(部分为紧邻同向断层累加)统计结果表明(图 5),断距较大,平均为 84.72 m,而泉四段的厚度为 80 m 左右,同向断层导致青一段可以与大部分泉四段对接,为油气侧向运移成藏提供了条件。同时这种侧向对接,也为油气向下运移距离增加提供了条件。

松辽盆地龙西地区不同时期形成断层对油气运移所起的作用是不同的。早期发育的断层,断开了青山一段地层和泉四段,且止于青一段地层。这类断层对油气向下运移是有利的^[8-9]。从松辽盆地龙西地区的断裂系统来看,此类断层较少,大部分断层为中长期断层,切穿了青一段地层,这种运移方式较少。切穿了青一段地层的中长期断层,在同等情况下,青一段生成的油气沿断层向上运移量要远大与油气向下运移量。从松辽盆地龙西地区青一段上下相邻的地层岩性特征的差异有利于油气向下运移。松辽盆地龙西地区钻井资料显示,青一段上覆的青二、三段发育约 150 m 厚的暗色泥岩,具有一定的生烃能力,形

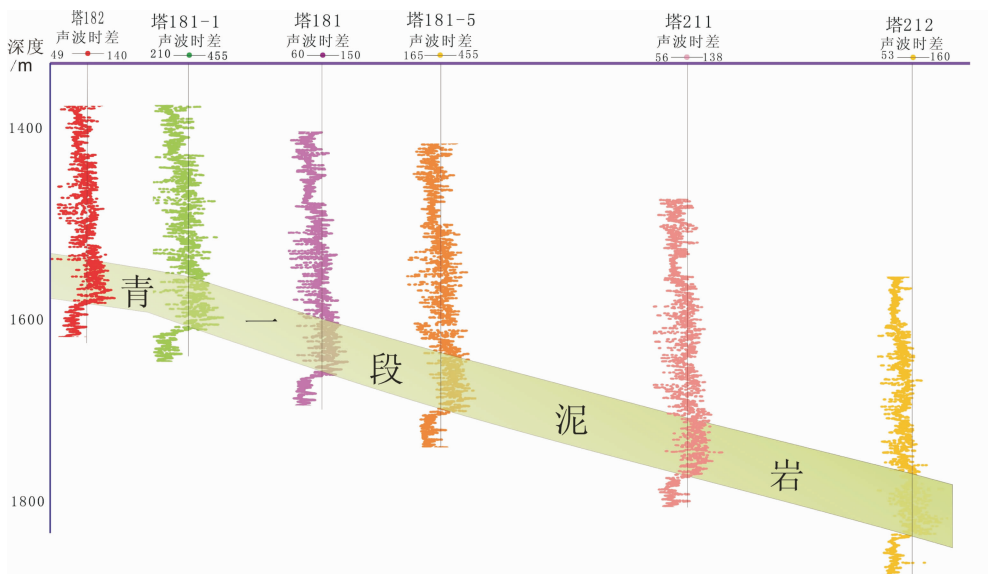


图 2 松辽盆地龙西地区青一段声波时差测井响应特征

Fig.2 Acoustic travel time logging characteristics of Qing1 Formation in Longxi area

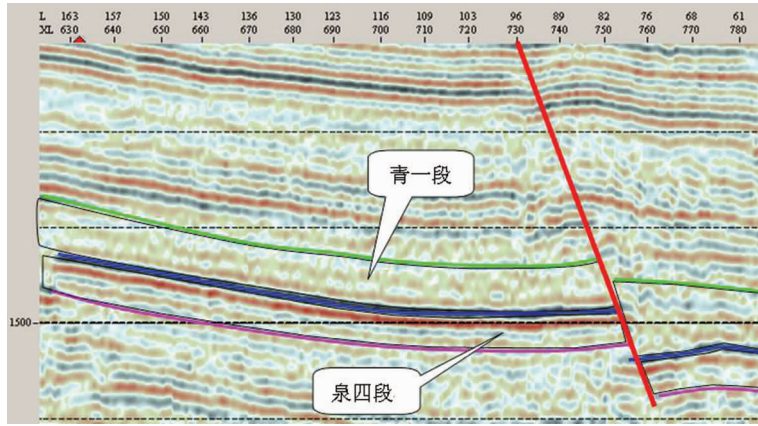


图 3 松辽盆地龙西地区断层导致的青一段直接与泉四段对接
 Fig.3 Lateral connection of Qing1 Formation to Quan4 Formation formed by fault activity

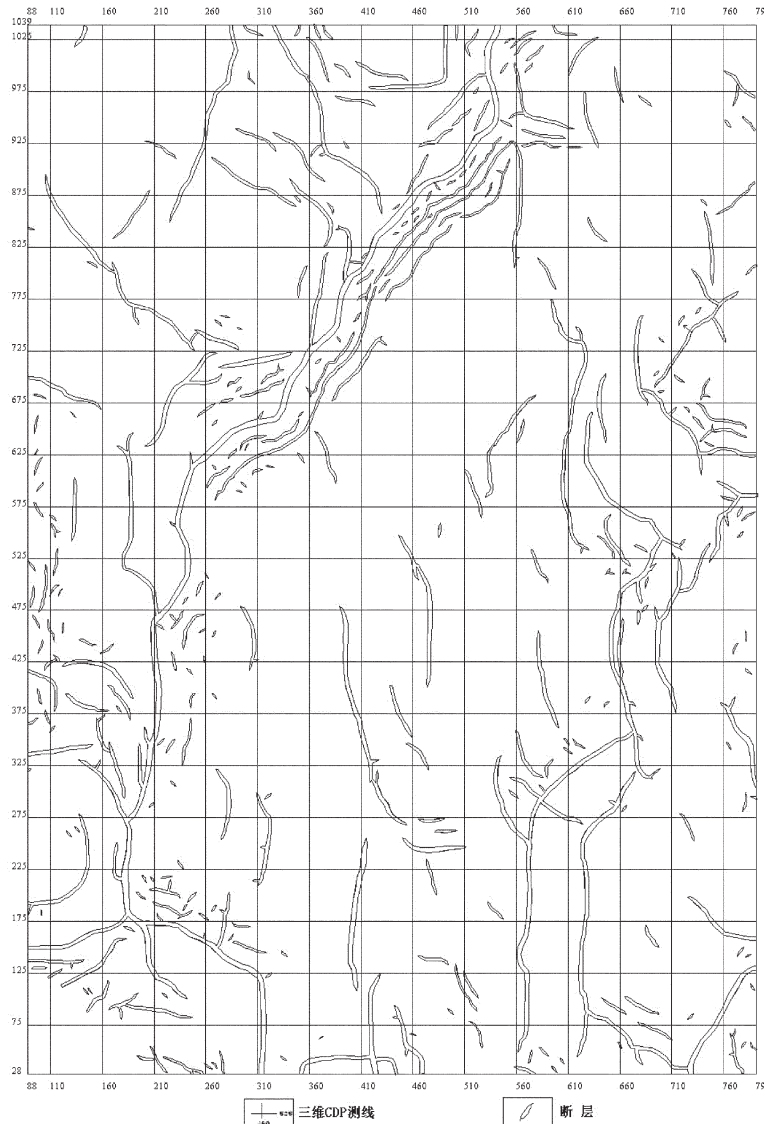


图 4 松辽盆地龙西地区泉四段顶面断裂系统图
 Fig.4 Fault system characteristics at the top of Quan4 Formation in Longxi area

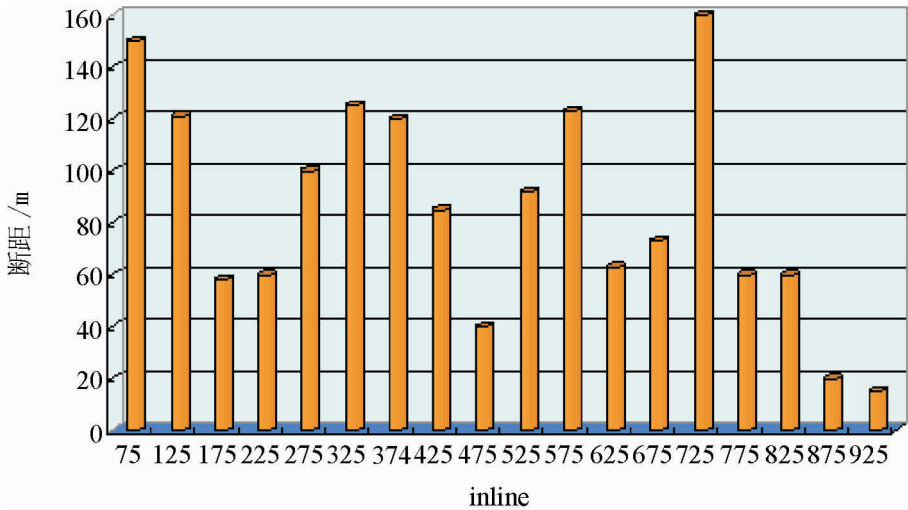


图 5 松辽盆地龙西地区泉四段东部断裂带不同测线同向断层的断距

Fig.5 Fault throws of various survey lines of Quan4 Formation in eastern Longxi area in the upward inclining direction

成了明显的超压。这种具有一定烃浓度和超压的地层,一定程度上减少了青一段生成的油气沿断层向上运移的油气量,而增加了油气沿断层向下运移的油气量。部分学者曾从松辽盆地的岩性和断裂带内部结构角度分析了断裂系统的纵向疏导性^[17-18],认为泥岩含量的增加不利于油气的纵向疏导,泥岩在断裂活动期油气一般以“涌流”的方式垂向运移,这种运移方式发生的重要前提就是存在较大的压差。松辽盆地龙西地区青一段上部的青二、三段地层主要为泥岩,且存在超压,导致青一段与上部地层的压差较小。而青一段的下伏泉四段地层含砂量较高,断裂活动期发生脆性变形,产生瞬间扩容作用,可形成负

压^[9],青一段与泉四段的压差较大,这种垂向岩性组合特征有利于油气的向下运移。

1.3.2 断层对油气聚集的影响

断层的封堵作用是松辽盆地龙西地区泉四段油气聚集成藏的重要条件之一。断层活动导致的两侧地层发生差异升降,在岩性的配置下可对油气形成封堵作用。在松辽盆地龙西地区这种作用主要发生在反向断层,断层的这种封堵作用在西部的敖古拉—哈拉海断裂带表现的非常明显。敖古拉—哈拉海断裂带的反向断层导致泉四段砂体上倾直接与青山口组泥岩对接(图 6),可对油气形成封堵,导致油气在断层下盘地层富集。通过对松辽盆地龙西地区泉四

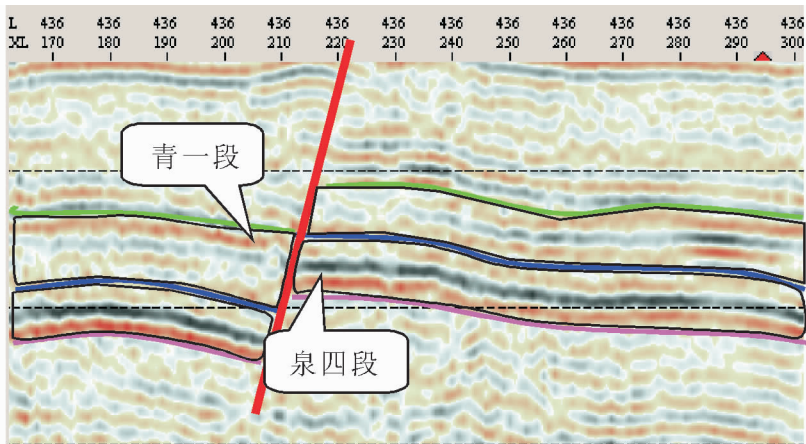


图 6 松辽盆地龙西地区敖古拉—哈拉海反向断层导致的泉四段与青一段对接
Fig.6 Lateral connection of Quan 4 Formation to Qing1 Formation formed by fault activity in the upward inclining direction

段敖古拉—哈拉海断裂带的反向断层断距的统计结果(图 7)可以看出,断距较大,平均为 78.16 m,基本可以完全与泉四段完全对接,起到封堵的作用。

断裂带两侧的差异沉降会导致地层产状发生改变,这种作用在松辽盆地龙西地区西北部的哈拉海断裂带的西侧非常明显。从松辽盆地龙西地区地震剖面(图 8)可以看出,由于敖古拉—哈拉海断裂带的活动,导致西北部形成明显的向斜区,这种构造形态不利于油气的聚集。

2 油气成藏模式

松辽盆地龙西地区泉四段油气成藏主控因素分

析表明,青一段烃源岩生成的油气,主要通过两种方式运移到泉四段储层:一种是在青一段烃源岩由压实和生烃作用形成超压作用及伴随着构造活动泉四段断层产生扩容空间的负压空吸作用下,形成较大的源储压差,生成的油气沿着高角度断层向下运移到泉四段储层;另一种是在青一段烃源岩沿上倾方向直接和泉四段储层侧向对接的条件下,青一段生成的油气通过侧向运移到泉四段储层。运移到泉四段储层中的油气,再进行侧向运移,遇到有效的圈闭,聚集成藏。在嫩江组末期,松辽盆地龙西地区的青一段烃源岩还没大量生烃,而古龙凹陷内的青一段烃源岩已开始大量生烃,且运移到下伏的泉四段

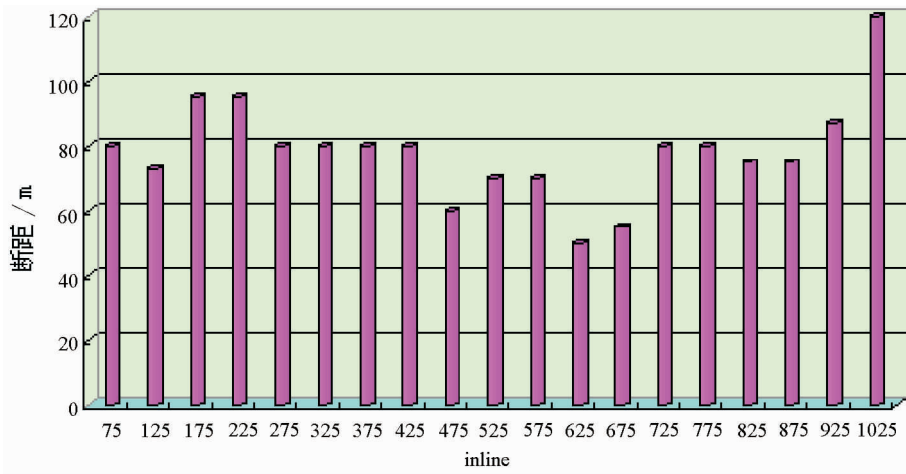


图 7 松辽盆地龙西地区泉四段敖古拉—哈拉海断裂带不同测线同向断层的断距
Fig.7 Fault throws of various survey lines of Quan4 Formation in the Aogula-Hajahai faulted zone of Longxi area

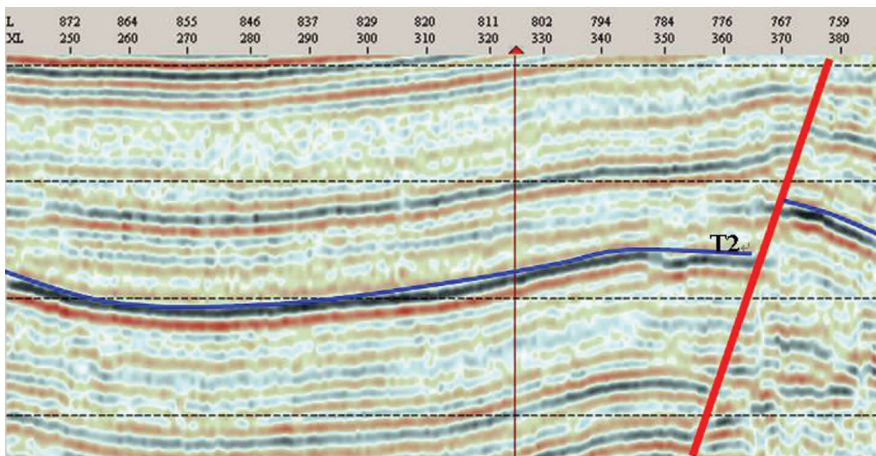


图 8 松辽盆地龙西地区西北部敖古拉—哈拉海断裂带西侧的向斜
Fig.8 Regional syncline formed by the activity of Aogula-Hajahai faulted zone in Longxi area

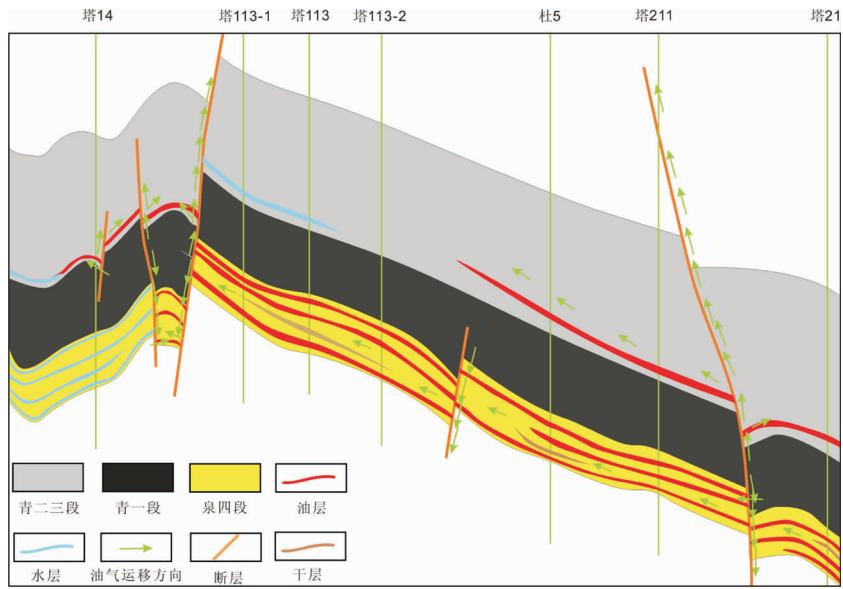


图 9 松辽盆地龙西地区泉四段油气成藏模式

Fig.9 Hydrocarbon accumulation mode of Quan4 Formation in Longxi area

砂体,部分油气通过侧向运移到龙西地区,形成一定的油藏。在古—新近纪末,松辽盆地龙西地区的青一段烃源岩已经大量生烃,油气主要来自本区上覆的青一段烃源岩,龙西地区泉四段开始大量成藏。综合上述分析,总结出了松辽盆地龙西地区泉四段成藏模式,具体特征如图 9 所示。

3 结论

(1)青一段泥岩由压实和生烃作用形成超压作用及伴随着构造活动泉四段断层产生扩容空间的负压空吸作用下,形成较大源储压差,为青一段生成的油气沿着高角度断层向下运移的提供动力。

(2)在青一段烃源岩沿上倾方向直接和泉四段储层侧向对接的条件下,青一段生成的油气可以通过侧向运移到泉四段储层。

(3)敖古拉—哈拉海断裂带活动导致的差异升降,断裂带以西地区形成明显的向斜区域,油气难以在此运移聚集成藏,而在断裂带以东为斜坡带,有利于油气的侧向运移,断裂西侧的下降导致青山口组的泥岩和泉四段砂岩对接,形成侧向封堵,这种条件下有利于在敖古拉—哈拉海断裂带以东形成大面积的断层岩性油藏。

参考文献(References):

[1] 万俭英,王始波,赵秋枫,等. 大庆长垣及以西地区泉三、四段扶

杨油层储层特征[J]. 大庆石油地质与开发, 2007, 26(5):14-17.

Wan Jianying, Wang Shibo, Zhao Qiufeng, et al. Reservoir characteristics of Fuyang oil layer in Q3 and Q4 Member in Daqing placanticline and area to its west [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 2007, 26 (5):14-17 (in Chinese with English abstract).

[2] 张革,林景晔,杨庆杰,等. 松辽盆地西部扶杨油层成藏条件和勘探潜力[J]. 大庆石油地质与开发, 2002, 21(5):5-7.

Zhang Ge, Lin Jingye, Yang Qingjie, et al. Reservoir-forming conditions and exploration potential of Fuyang oil layer in the Western Songliao Basin [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 2002, 21(5):5-7(in Chinese with English abstract).

[3] 连承波,钟建华,杨玉芳,等. 松辽盆地龙西地区泉四段储层成岩作用对储层物性的影响 [J]. 天然气地球科学, 2009, 20 (5):691-694.

Lian Chengbo, Zhong Jianhua, Yang Yufang, et al. Influence of Quan4 formation sandstone diagenesis on reservoir properties in Longxi region, Songliao basin [J]. Natural Gas Geoscience, 2009, 20 (5):691-694(in Chinese with English abstract).

[4] 迟元林,萧德铭,殷进垠. 松辽盆地三肇地区上生下储“注入式”成藏机制[J]. 地质学报, 2000, 74(4):371-377.

Chi Yuanlin, Xiao Deming, Yin Jinyin. The injection pattern of oil and gas migration and accumulation in the Sanzhao Area of Songliao Basin[J]. Acta Geologica Sinica, 2000, 74(4):371-377(in Chinese with English abstract).

[5] 崔永强,崔永胜. 重论“上生下储”与“侧向运移”[J]. 地球物理学进展, 2004, 9(3):547-553.

Cui Yongqiang, Cui Yongsheng. Reconstruction of the oil and gas

- migration and accumulation patterns of the "injection migration" and the "later migration"[J]. *Progress in Geophysics*, 2004, 9(3): 547-553(in Chinese with English abstract).
- [6] 邹才能, 贾承造, 赵文智, 等. 松辽盆地南部岩性-地层油气藏成藏动力和分布规律[J]. *石油勘探与开发*, 2005, 32(4):125-130. Zou Caineng, Jia Chengzao, Zhao Wenzhi. Accumulation dynamics and distribution of litho-stratigraphic reservoirs in South Songliao Basin [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2005, 32(4): 125-130(in Chinese with English abstract).
- [7] 付广, 王有功. 三肇凹陷青山口组源岩生成油向下“倒灌”运移层位及其研究意义[J]. *沉积学报*, 2008, 26(2):355-360. Fu Guang, Wang Yougong. Migration horizons downward of oil from K_{1qn} source rock of F,Y oil layer in Sanzhao depression and its significance[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2008, 26(2):355-360(in Chinese with English abstract).
- [8] 罗群, 宋子学. 油气沿断裂向下幕式运移的机理 [J]. *新疆石油地质*, 2008, 29(2):170-171. Luo Qun, Song Zixue. Mechanism of episode petroleum migration along faults down [J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 2008, 29(2): 170-171(in Chinese with English abstract).
- [9] 张云峰, 王朋岩, 陈章明. 烃源岩之下岩性油藏成藏模拟实验及其机制分析[J]. *地质科学*, 2002, 37(4):436-443. Zhang Yunfeng, Wang Pengyan, Chen Zhangming. A modeling experiment on lithologic reservoir formation underlying source rocks and analysis of the mechanism. [J]. *Scientia Geologica Sinica*, 2002, 37(4):436-443(in Chinese with English abstract).
- [10] 侯启军, 蒙启安, 张革. 松辽盆地齐家-古龙地区扶杨油层流体包裹体特征[J]. *石油勘探与开发*, 2004, 31(4):48-351. Hou Qijun, Meng Qian, Zhang Ge. Characters of fluid inclusions in the Fuyang reservoir, Qijia-Gulong area, Songliao Basin [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2004, 31(4):48-351(in Chinese with English abstract).
- [11] 侯启军, 冯子辉, 邹玉良. 松辽盆地齐家-古龙凹陷油气成藏期次研究[J]. *石油实验地质*, 2005, 27(4):390-393. Hou Qijun, Feng Zihui, Zou Yuliang. Study on the pool-forming periods of oil and gas in Qijia-Gulong sag in Songliao Basin [J]. *Petroleum Geology & Expeximent*, 2005, 27(4):390-393(in Chinese with English abstract).
- [12] 闫建萍, 刘池洋, 郭桂红. 松辽盆地扶杨油层油气成藏期次和时限确定[J]. *兰州大学学报*, 2008, 44(5):26-29. Yan Jianping, Liu Chiyang, Guo Guihong. Determination of oil/gas entrapment stage and time in Fuyang Reservoir of Songliao Basin [J]. *Journal of Lanzhou University*, 2008, 44(5):26-29(in Chinese with English abstract).
- [13] 付广, 苏玉平. 泥岩盖层抑制浓度封闭形成与演化及其研究意义[J]. *沉积学报*, 2006, 24(1):142-147. Fu Guang, Su Yuping. Recovering to formation and evolution of restraining concentration seal of mudstone caprock and its significance[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2006, 24(1):142-147(in Chinese with English abstract).
- [14] 付广, 王有功, 苏玉平. 古龙凹陷青山口组超压源岩天然气扩散速度演化史[J]. *吉林大学学报*, 2007, 37(1):91-97. Fu Guang, Wang Yougong, Su Yuping. Evolution history of gas diffusion velocity from overpressured source rock of Qingshankou Group in Gulong Sag [J]. *Journal of Jilin University*, 2007, 37(1): 91-97(in Chinese with English abstract).
- [15] 付广, 孙克智, 宋国徽. 大庆长垣东西两侧青一段泥岩超压形成与演化的差异性[J]. *大庆石油学院学报*, 2008, 32(5):1-5. Fu Guang, Sun Kezhi, Song Guowei. Difference of formation and evolution of overpressure of K_{1qn1} mudstone east and west of Daqing placanticline [J]. *Journal of Daqing Petroleum Institute*, 2008, 32(5):1-5(in Chinese with English abstract).
- [16] 杨智, 何生, 李奇艳, 等. 准噶尔盆地腹部盆1井西凹陷超压研究 [J]. *中国地质*, 2008, 35(2):239-245. Yang Zhi, He Sheng, Li Qiyang, et al. Overpressure in the well Pen-1 West subbasin in the interior of the Junggar basin [J]. *Geology in China*, 2008, 35(2):239-245(in Chinese with English abstract).
- [17] 雷茂盛, 林铁峰. 松辽盆地断裂纵向疏导浅析[J]. *石油勘探与开发*, 1999, 26(1):32-35. Lei Maosheng, Lin Tiefeng. A preliminary analysis of the vertical flow conductivity of fault systems in Songliao basin [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 1999, 26(1):32-35(in Chinese with English abstract).
- [18] 宋胜浩. 从断裂带内部结构剖析油气沿断层运移规律[J]. *大庆石油学院学报*, 2006, 30(3):17-20. Song Shenghao. Analysis of hydrocarbon migration based on the interior structure of fault zone [J]. *Journal of Daqing Petroleum Institute*, 2006, 30(3):17-20(in Chinese with English abstract).
- [19] 渠芳, 陈清华, 连承波, 等. 黄骅拗陷南区油气分布规律及其成藏机制[J]. *石油勘探与开发*, 2008, 35(3):294-300. Qv Fang, Chen Qinghua, Lian Chengbo, et al. Distribution and accumulation of the oil and gas in southern Huanghua Depression[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2008, 35(3):294-300(in Chinese with English abstract).

Main factors controlling hydrocarbon accumulation mode of Quan4 Formation in Longxi area, Songliao Basin

LIAN Cheng-bo¹, ZHONG Jian-hua², QV Fang¹, WANG Zhi-kun³, YANG Jun⁴

(1. School of Resources and environment, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, Sichuan, China;

2. School of Earth Resources and Information, Petroleum University, Dongying 257061, Shandong, China; 3. Exploration and Development Research Institute of Jidong Oilfield Co., Ltd., Tangshan 063004, Hebei, China; 4. Exploration and Development Research Institute of Daqing Oilfield Co., Ltd., Daqing 163712, Heilongjiang, China)

Abstract: Based on a study of main factors controlling hydrocarbon pooling of Quan4 Formation in Longxi area of Songliao basin, the authors hold that oil and gas generated from hydrocarbon source rock of Qing1 formation mainly migrate into Quan4 Formation in two ways. One is the downward migration of oil and gas generated from hydrocarbon source rock of Qing1 Formation along the faults into Quan4 Formation under the large below-source pressure difference. The large below-source pressure difference results from abnormal pressure of Qing1 Formation formed by compaction and hydrocarbon generation and negative pressure of Quan4 Formation generated along with fault activity. The other one is the lateral migration of oil and gas generated from hydrocarbon source rock of Qing1 Formation into Quan4 Formation under the conditions of upward-inclining lateral connection of hydrocarbon source rock of Qing1 Formation to Quan4 Formation caused by fault activity. The activity of Aogula-Hajahai faulted zone has formed the regional syncline to its west, which is not conducive to migration and accumulation of oil and gas. The eastern area of Aogula-Hajahai faulted zone is a slope, which is favorable for lateral migration of oil and gas. The activity of Aogula-Hajahai faulted zone caused the lateral connection of the mudstone of Qingshankou Formation to the sandstone of Quan4 Formation in the upward inclining direction on the western side of Aogula-Hajahai faulted zone, which is conducive to accumulation of oil and gas. A large number of fault-lithologic oil and gas pools were formed in the eastern area of Aogula-Hajahai faulted zone.

Key words: main controlling factors; mode of occurrence; Quan4 Formation; Longxi

About the first author: LIAN Cheng-bo, male, born in 1979, doctor, mainly engages in the teaching and study of formation and distribution of oil accumulations; E-mail: lianchengbo@swpu.edu.cn.