

文章编号: 1000-0550(2003)03-0404-05

松辽盆地保乾三角洲前缘带演变及其勘探意义

王立武^{1,2} 李建忠³ 王兆云³ 卢宗盛⁴

1(中国科学院广州地球化学研究所 广州 510640) 2(中国石油吉林油田分公司 吉林松原 138001)

3(中国石油勘探开发研究院 北京 100083) 4(中国地质大学 武汉 430074)

摘要 岩性油藏是松辽盆地最主要油藏类型之一,而三角洲前缘带是形成岩性油藏的有利相带。通过保乾三角洲沉积体系在不同地质时期沉积微相和沉积模式的深入研究,动态再现了保乾三角洲前缘带的演化过程。前缘带砂体经历了退积、进积和大规模迁移三个过程,物源方向总体由西南向西北方向逐步迁移,三角洲朵体形态由“深湖型”朵叶式逐步转变为“浅湖型”树枝式。保乾三角洲前缘带不同沉积时期的迁移规律对岩性油藏的勘探具有重要指导意义。

关键词 松辽盆地 保乾三角洲 前缘带 沉积演化 岩性油藏

第一作者简介 王立武 男 1964年出生 高级工程师 石油地质综合研究

中图分类号 TE121.3 **文献标识码** A

1 引言

白垩纪期间,沿统一的松辽古湖盆周围发育了六个主要的河流—三角洲沉积体系,物源来自盆地周缘的山地^[1]。其中,在松辽盆地南部主要分布着三个三角洲体系:西部的白城—英台扇三角洲体系、西南部的保康—乾安三角洲体系、东南部的长春—怀德三角洲体系^[2]。保康—乾安河流—三角洲(简称保乾三角洲,下同),大致沿盆地长轴方向呈SW—NE向延伸,物源来自保康以南的大兴安岭—铁法山地^[3],之后分保康和通榆两支砂体在长岭凹陷分流入湖,前缘砂体终止于乾安地区一带^[4]。青山口组沉积时期是保乾三角洲发育的鼎盛期,在经历了青一段最大水进期沉积之后,于青二三段形成了大型的高建设性水退型三角洲^[3-5],整个三角洲长约150 km、宽约100 km,其中前缘带砂体分布面积达5000 km²,成为松辽南部最重要的储集砂体来源。

对保乾三角洲的勘探首先发现了乾安油田,含油层系为青三段。近年来,在青一、二段又发现了亿吨级的大情字井油田。为满足勘探的需要,我们利用工区内310口探井、1500 km²二维地震和800 km²三维地震资料,在区域层序地层格架控制下,对保乾三角洲的沉积微相进行了系统研究。本文在最新研究成果基础上,重点对青山口组沉积时期前缘相带的沉积演变规律进行了探讨,并讨论了这种演变在岩性油藏勘探中的意义。

2 保乾三角洲前缘带演化特征

2.1 垂向上由“深湖型”三角洲向“浅湖型”三角洲演变

三角洲是在河流入湖部位形成的沉积砂体,其形成不仅受河流的影响,在前缘部分还受到湖浪的改造,是河湖共同作用的产物^[6]。而前缘相的保存状况取决于盆地水深和河水的流速^[7,8];保乾三角洲在演化过程中,受松辽古湖盆构造演化和古气候的影响,在不同沉积时期表现出不同的沉积特点和微相类型。总体来看,青一、二段时期表现为“深湖型”三角洲,青三段—姚家组则转变为“浅湖型”三角洲。

青一、二段沉积时期,湖盆水体较深,保乾三角洲前三角洲、三角洲前缘、三角洲平原的反粒序沉积序列完整。三角洲前缘主要有水下分流河道、河口坝、席状砂、分流河道边部等微相类型,其中以河口坝和水下分流河道为主力砂体类型。前三角洲相主要为粉砂质泥岩,上部夹薄层粉砂岩,滑塌构造发育,厚度一般在15~20 m,下伏为厚度较稳定的黑色泥岩。湖相沉积为稳定的灰黑色泥岩,是深湖—半深湖环境下形成的优质生油岩(图1)。该时期三角洲特点与鄂尔多斯盆地上三叠统“吴旗三角洲”^[9]、济阳拗陷沙河街组“惠民三角洲”^[10]类似。

青三段和姚家组沉积时期,松辽盆地水体显著变浅,表现出浅湖型三角洲特点。其突出特点是三角洲垂向序列不完整,单砂层厚度较小,前三角洲沉积层不明显,前缘相河口坝沉积不发育,水下分流河道延伸较

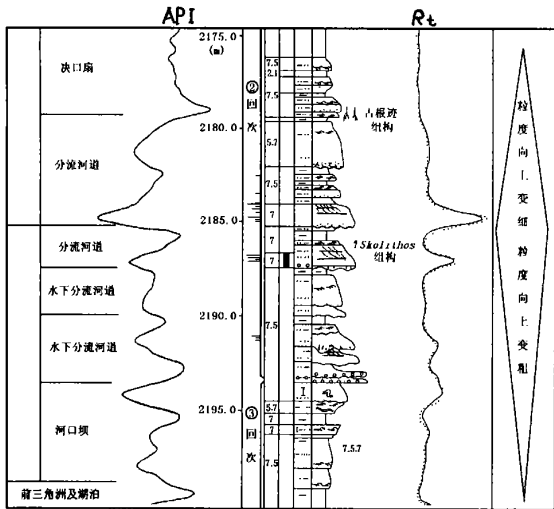


图 1 深湖型三角洲沉积序列(黑 51 井, 青山口组二段)

Fig. 1 The deep-lake sedimentary sequence

(Well H51, Second Member of Qingshankou Formation)

远,常直接与湖相泥岩呈冲刷接触。湖相泥岩基本为灰紫色,反映了水体较浅的滨浅湖相沉积特征(图 2)。

2.2 平面上物源方向由 SW 向 NW 的演变

通过精细的沉积微相编图证实,随着湖平面及物源供给量的变化,保乾三角洲前缘带发生多期的进积、退积,物源方向也逐渐发生迁移,砂体展布方向和分布范围呈动态变化的特点。概括起来,青山口组时期保

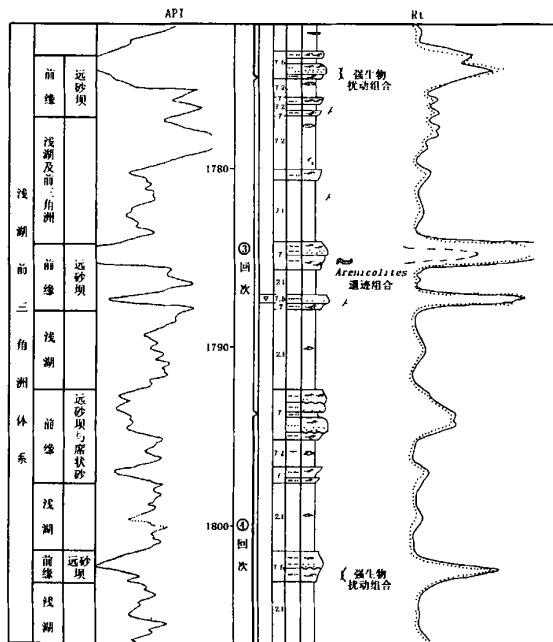


图 2 “浅湖型”三角洲前缘沉积序列(让 21 井, 青山口组三段)

Fig. 2 The shallow-lake sedimentary sequence

(Well R21, 3rd Member of Qingshankou Formation)

乾三角洲物源方向总体由西南向西北方向逐步迁移,(图 3)三角洲朵体形态由“深湖型”朵叶状逐步转变为“浅湖型”树枝状(图 4)。青山口组一段沉积时期是松辽湖盆逐渐扩张期,三角洲前缘砂体自西南—北东展布,垂向上呈缓慢退积特征,前缘带核心位于大情字井地区。青一段下部前缘边界位于乾 156 井—乾 21 井—乾 123 井—乾 149 井—一线,至青一段上部砂体分布范围明显减小,前缘边界线向后退缩了约 10 km。该时期三角洲前缘砂体较厚,河口坝砂体发育、三角洲朵体为“深湖型”朵叶式,水下分流河道方向和位置相对稳定。

青山口组二段沉积时期,物源方向逐渐向西迁移,前缘砂体缓慢进积,反映了逐渐水退的过程,大情字井仍是前缘砂体的主要分布区。青二段早期,前缘边界位于黑 90 井—乾 101 井—黑 86 井—一线,至青二段晚期前缘边界线向前推进至乾 121 井—乾深 6 井—乾 20 井一带,进积距离约 20 km。

青山口组三段沉积时期,物源方向发生重大改变。早期,主物源来自海坨子地区,呈北西—南东向展布。三角洲朵体呈树枝状,为典型的“浅湖型”三角洲形态。前缘砂体以水下分流河道砂和席状砂为主,水下分流河道延伸较远,且容易发生迁移。青三段晚期,由早期单一的西北物源逐渐演化为北、西、南多支物源的注入。与青一、二段相比,青三段前缘砂体的核心明显北移,位于乾安地区。

3 勘探意义

松辽盆地勘探实践证明,三角洲前缘是形成岩性油藏的有利相带^[11]。其根本原因在于,三角洲前缘相带砂、泥岩地层接触频繁,邻近油源区,造成砂岩横向连通性差,加之断层的影响,可以形成多种类型的岩性及复合型圈闭。此外,多期的进积、退积导致前缘带砂体垂向上叠置、平面上连片,易于形成大面积岩性油藏。

前面所述的保乾三角洲前缘带砂体演变特征对岩性油藏的勘探具有重要意义,主要表现在:

(1) 从图 5 可以看出,青一、二段岩性油藏主要分布于大情字井地区。受青一、二段前缘砂体分布范围控制,在大情字井地区形成了大面积岩性油藏,沿南西—北东方向呈扇形展布,与前缘带形态基本一致。最有利的储集砂体以河口坝和席状砂微相为主。油藏类型为岩性、断层—岩性油藏。目前,在大情字井油田东、西两侧,岩性油藏勘探扩展的潜力仍很大。

(2) 图 6 则反映了青三段沉积相与油藏分布范围的关系。可以看出,青三段岩性油藏主要分布于乾

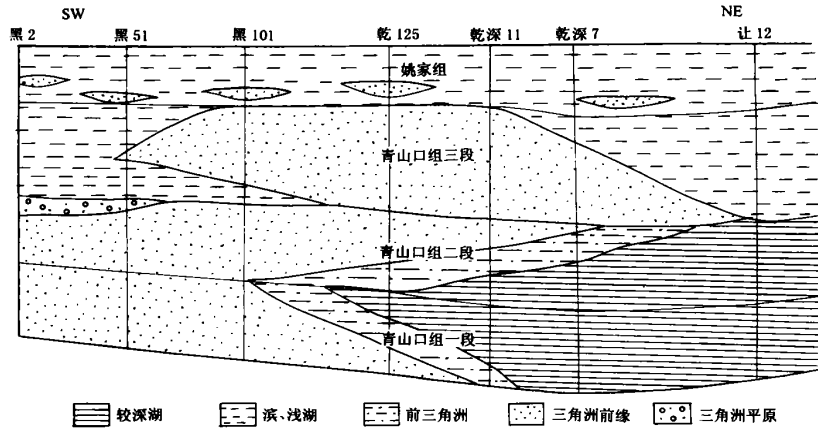


图 3 保乾地区青山口组沉积剖面简图(SW-NE 向)

Fig. 3 Depositional section of Qingshankou Formation, Baoqian area

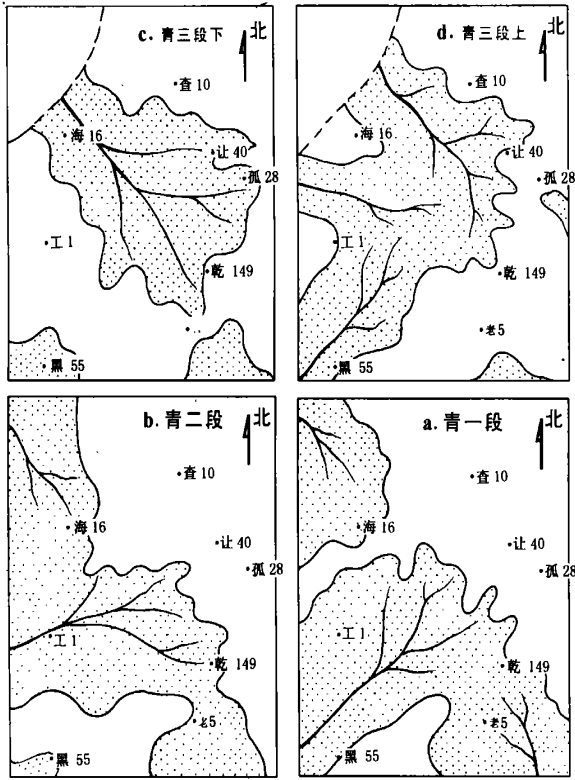


图 4 保乾三角洲前缘带演化模式示意图

Fig. 4 The sedimentary evolution model of the front facies of Baoqian delta

好。与青一、二段相比,青三段岩性油藏储集类型也有变化,主要以水下分流河道和席状砂微相为主。显然,保乾三角洲前缘带不同沉积时期的迁移规律对岩性油藏勘探具有重要的指导意义。通过明确不同层系前缘砂体的分布范围,可以带动相关层系岩性油藏的勘探。

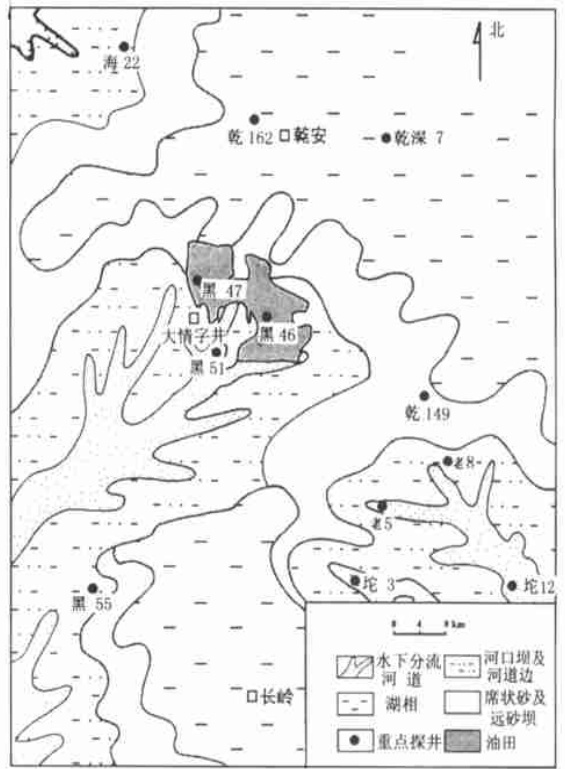


图 5 保乾三角洲青一、二段岩性油藏分布与沉积相关关系图

Fig. 5 The relationship between the distribution of the Lithologic oil pool and sedimentary phase of the first and second Member of Qingshankou Formation of Baoqian delta

安周围地区。

由于物源方向的迁移,青三段前缘砂体分布中心北移至乾安地区,已经发现了乾安构造—岩性油藏,且由于物源主要来自西北方向,在乾安的西侧也有利于形成大面积岩性油藏。目前,在乾安以西地区已有乾 162 等多口探井于青三段获得工业油流,勘探前景看

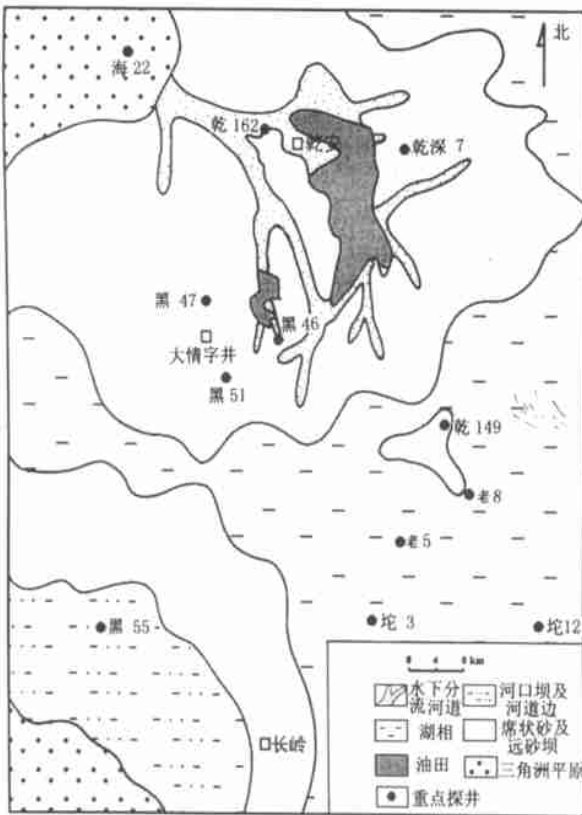


图6 保乾三角洲青三段岩性油藏分布与沉积相关系图

Fig. 6 The relationship between the distribution of the lithologic oil pool and sedimentary facies of the 3rd Member of Qingshankou Formation of Baoqian delta

4 讨论

关于保乾三角洲青三段物源方向改变的原因, 目前尚无统一的想法。笔者认为, 青二段与青三段之间可能存在一次局部构造事件, 使大情字井西南侧隆升, 从而导致三角洲物源方向发生改变。这次构造事件在过去的文献中未见有报道。笔者主要基于两个方面的证据。其一, 青一、二段沉积时期为温暖潮湿气候特征, 发育优质的灰黑色泥质生油岩, 至青三段却很快变为紫红色泥岩, 反映了气候条件的突变, 而这种突变很可能与局部构造事件有关。其二, 该地区多口探井于青三段底部钻遇厚约 50 m 的玄武岩, 说明青三段早期存在强烈的火山活动, 而火山活动往往是构造活动活跃的产物。因此, 笔者认为, 保乾三角洲物源方向的改

变既是一次沉积事件, 但本质上是存在一次构造事件。

参考文献 (References)

- 1 王东坡, 刘招军等. 松辽盆地演化与海平面升降 [M]. 北京: 地质出版社, 1994. 114~127 [Wang Dongpo, Liu Zhaojun, *et al.* Evolution of Songliao basin and global changes of sea level [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994. 114~127]
- 2 王永春. 松辽盆地南部岩性油气藏的形成和分布 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2001. 120~124 [Wang Yongchun. Formation and distribution of lithologic oil pools in Southern Songliao basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001. 120~124]
- 3 吉林油田石油地质志编写组. 中国石油地质志卷二(下) [M]. 北京: 石油工业出版社, 1993. 142~148 [Editorial group of Petroleum Geology of Jilin oil field. Petroleum Geology of China Vol. 2-2 [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1993. 88~122]
- 4 张本福, 赵华升. 松辽盆地青山口组中晚期乾安三角洲含油远景 [J]. 石油勘探与开发, 1989, 16(3): 24~31 [Zhang Benfu, Zhao Huasheng. Petroleum prospect of Qianan delta, middle-upper Qingshankou group in Songliao basin [J]. Petroleum Exploration and Development, 1989, 16(3), 24~31]
- 5 薛良清. 层序地层学在湖相盆地中的应用探讨 [J]. 石油勘探与开发, 1990, 17(6): 29~34 [Xue Liangqing. Discussion on the application of sequence stratigraphy in lacustrine basin [J]. Petroleum Exploration and Development, 1990, 17(6), 29~34]
- 6 吴崇筠, 薛叔浩等. 中国含油气盆地沉积学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1992. 48~56 [Wu Chongyun, Xue Shuhao, *et al.* Petroleum basins sedimentology of China [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1992. 48~56]
- 7 Frideman G M and Sanders J E. Principles of sedimentology [M]. New York: John Wiley, 1978. 5~121
- 8 Haszeldine R S. Muddy deltas in freshwater lakes and tectonism in the Upper Carboniferous coalfield of NE England [J]. Sedimentology, 1984, 31(6): 811~822
- 9 梅志超, 林晋炎. 湖泊三角洲的地层模式和骨架砂体的特征 [J]. 沉积学报, 1991, 9(4): 1~8 [Mei Zhichao, Lin Jinyan. Stratigraphic pattern and character of skeletal sand bodies in lacustrine deltas [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1991, 9(4): 1~8]
- 10 信荃麟等. 碎屑岩沉积相研究 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1988. 192~204 [Xin Quanlin, *et al.* Study on clastic sedimentary facies [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1988. 192~204]
- 11 魏志平, 毛超林等. 松辽盆地南部大情字井地区油气成藏过程分析 [J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(3): 1~4 [Wei Zhiping, Mao Chaolin, *et al.* Oil and gas accumulation process in Daqingzi region of southern Songliao basin [J]. 2002, 29(3): 11~12]

Evolution of Front Facies Belt of Baoqian Delta in Songliao Basin and Its Role on Hydrocarbon Exploration

WANG Li-wu^{1,2} LI Jian-zhong³ WANG Zhao-yun³ LU Zong-sheng⁴

1 (Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640)

2 (Jilin Oil Field Company, Songyuan Jilin 138001)

3 (Scientific Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing 100083)

4 (China University of Geosciences, Wuhan 430074)

Abstract Lithologic oil pool is one of the most important oil pool types in Songliao Basin, and the front facies belt of delta is a favourable phase to form lithologic oil pool. Through the deepgoing study of sedimentary microfacies and sedimentary model of Baoqian delta during the different geological era, it can be dynamically shown that the sedimentary evolution process of the front facies belt of Baoqian delta. The front facies belt sandbody underwent three processes of regression and transgression and large-scale migration. The major direction of the mass-source gradually moved from southwest to northwest, and the shape of the flower-like delta changed from deep-lake lobe like shape to shallow-lake branch-like shape. This cognition plays an important role in the exploration of the lithologic oil pool that is controlled the migration law of the front facies belt of Baoqian delta at different sedimentary period in Songliao Basin.

Key words Songliao Basin, Baoqian delta, front facies belt, sedimentary evolution, lithologic oil pool