

松辽盆地南部扶余—乾安地区泉四段 晚期三角洲环境的探讨

石 国 平

(吉林油田勘探开发研究院)

提要 早白垩世泉头组四段沉积时期,松辽盆地南部存在两个主要陆源。扶余三角洲是南部陆源经河流搬运入湖堆积而成的。

泉四段晚期,古松辽湖泊开始逐渐扩张。在湖侵背景下,扶余三角洲呈现出“叶状”几何形态,其沉积特点是分支河道较多,并在主流线一侧发育,分支河道砂岩发育,河口砂坝较短小。随着湖侵加剧,扶余三角洲沉积结束,代之是普遍的湖相泥、页岩沉积。在泉四段扶余油层上发现的油田,主要分布在扶余三角洲地区,条带状河道砂岩成为良好的储油空间。除构造圈闭外,断层切割河道砂岩具有圈闭石油的重要作用,将是今后不可忽视的勘探目标。

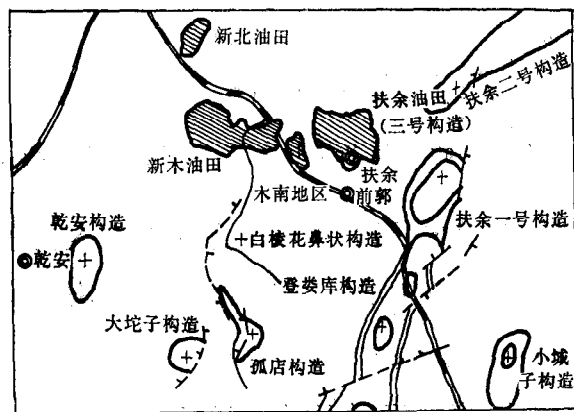


图1 研究区位置图

扶余油层的勘探工作,早在50年代末期就开始了,目前在扶余等地区已经找到多个油田。从勘探实践证明,它仍然是今后松辽盆地南部勘探的主要目的层。1977年,张惠等人在对扶余地区泉四段沉积层研究中,提出了该区扶余油层是“三角洲沉积”的观点。赖婉琦等人也在有关扶余油层的论文中,描述了扶余三角洲的存在。在以上观点基础上,本文着重对晚期扶余三角洲进行解剖和论证,试图建立一个古代湖泊三角洲的沉积模

式。研究区范围仅限于扶余—乾安较密井网地区,面积约四千平方公里(见图1)。研究层位距离“a—b”界线(泉四段与上覆青山口组分界线)约13—15米,“a—b”界线为一组分布极稳定的时间岩性标志层——油页岩层(见图2)。

一、物源

以往对松辽盆地南部泉四段物源问题,曾作过大量工作,看法逐渐趋于统一,认为松辽

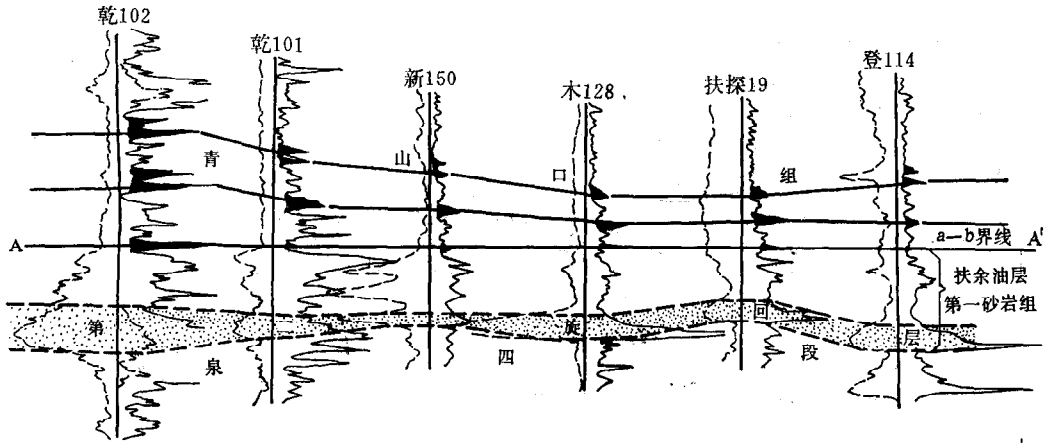


图2 乾102井—登114井地层对比剖面图

盆地南部泉四段存在两个主要物源(英台物源除外)。一个是重矿物以锆石为主的西南保康—太平川陆源；一个是以柘榴子石为主的南部怀德—长春陆源(见表1)。

松辽盆地南部泉四段重矿物组合分类表

表1

井号	花岗岩—片麻岩 (锆石组合)		锆石/柘榴子石	井号	花岗岩—片麻岩—片岩 (柘榴子石组合)		柘榴子石/锆石
	含量 %	组合			含量 %	组合	
乾深9	97.5	/	97.5	扶215	14.3	35.3	2.47
乾101	90.4	0.3	300	扶223	11.3	38.9	3.44
吉15	47.6	2.2	43.3	扶203	18.9	39.5	2.09
新147	35.6	0.5	70.0	扶201	18.2	45.1	2.48
木11	52.8	1.7	31.1	扶101	21.0	47.0	2.24
坨2	35.4	/	35.4	登2	14.5	32.5	2.24
坨3	10.2	1.1	9.3	坨4	21.7	54.8	2.52
七1	33.0	3.2	10.3	岭1	10.3	48.5	4.71
边6	17.7	2.1	8.4	农10	15.2	42.3	2.79
黑2	10.1	5.0	2.02	南73	13.0	47.4	3.65
保1	17.6	5.0	3.5	合2	10.1	35.8	2.22
新198	21.4	5.3	4.04	坨1	21.5	43.4	2.02
木35	21.8	1.3	16.9	南14	4.3	11.4	2.65
扶33	29.1	11.1	2.62	双4	5.6	16.0	2.86
木34	15.0	21.6	0.7				
新169	14.9	19.7	0.76				
两种组合混合型							

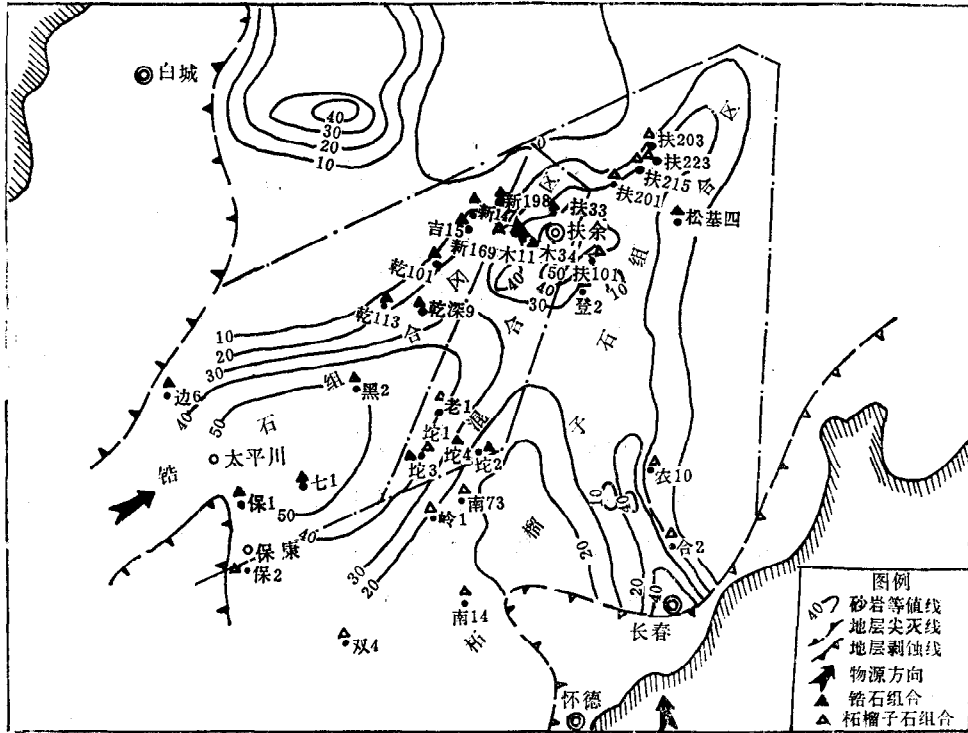


图3 松辽盆地南部泉四段砂岩等厚、重矿物组合分区图

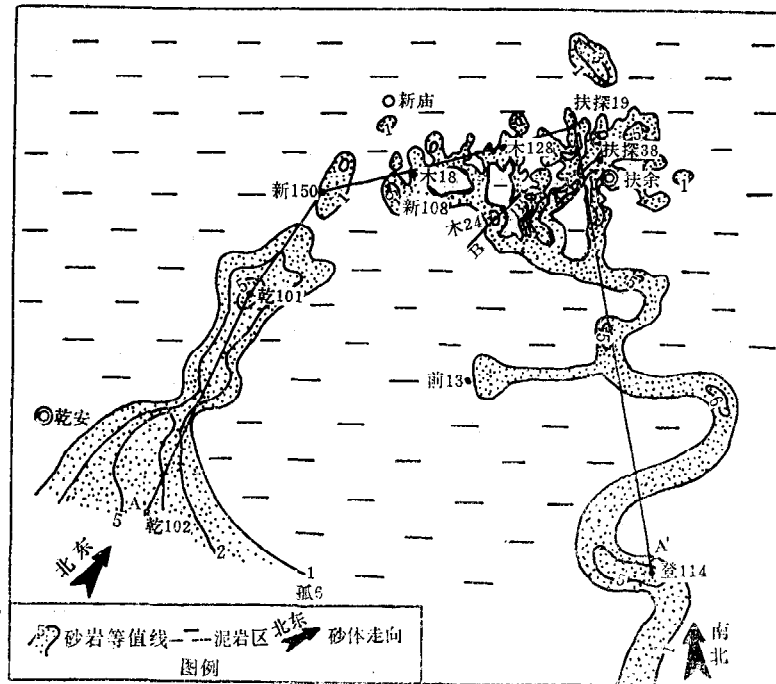


图4 扶余—乾安地区泉四段晚期砂岩体几何形态图

图3是根据表1中重矿物组合资料和砂岩厚度统计资料勾绘的迭加图,图中可辨认出两支物源的来源、沉积方向。即以扶余华字井阶地为分界,其东受怀德物源影响,其西受保康物源影响。但两物源沉积区交界地带出现重矿物组合参杂现象,具双物源特征(新木、双坨子地区)。砂岩等厚图中也在以上地区发生两物源砂体重合现象。因此,想通过单层砂体分析去解决重迭问题,以搞清两支物源之间的关系。

图4是泉四段晚期单层砂体几何形态图(应用600余口井资料)。它揭示了泉四段晚期西南、南部两支陆源在扶余—乾安地区形成的砂岩体展布状态。两支砂岩体之间为泥岩区所隔,可视为分界线,达到了区分物源的目的,证实重矿物分析所得出的关于两个陆源结论是正确的,为本文三角洲的论述提供了依据。

二、三角洲的沉积环境

任何砂岩体的形成过程,都是自然界多种营力对陆源碎屑物质长期作用的结果,在此期间,自然地理环境制约着砂岩体的几何形态。因此,人们常把沉积砂体几何形态当作判别沉积环境和成因类型的重要标志之一。

应用已知沉积模式同发育于扶余地区呈南北方向展布的砂岩体相对比,认为它与密西西比河特杰三角洲相似(见图5)。两者相似之处在于:(1)都是一条主要砂体条带在各处分支组成的“叶状”砂体几何形态;(2)两砂体前缘均相变成海、湖相页岩。邓巴和罗杰斯认为:特杰三角洲是在潮汐作用微不足道的边缘浅海中形成的,而古松辽湖泊在泉四段晚期有相似

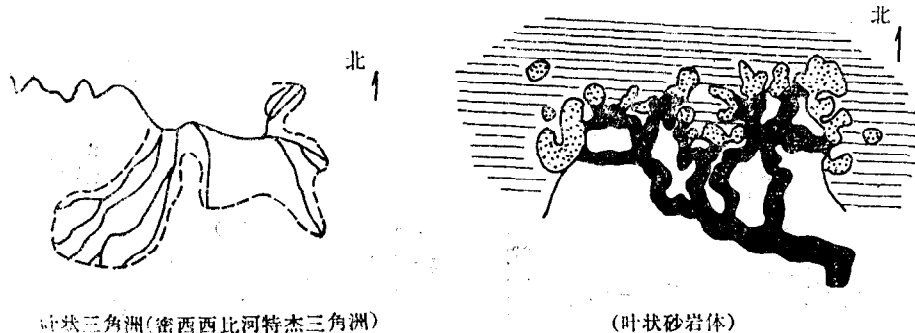


图5 扶余地区泉四段晚期砂岩体几何形态与密西西比河特杰三角洲对比图

的沉积背景。根据泉四段轮藻化石特别发育情况判断,当时湖泊水体较浅,并形成较缓的入湖坡降,因此,当河流注入时,就容易形成较低能的叶状三角洲。由于湖泊不存在潮汐作用,波浪作用也微不足道,不可能破坏已形成的三角洲。由于井稀,西南物源在乾安地区形成的砂岩体面貌还不清楚,但从砂岩体尖灭趋势来看,推测它与扶余砂岩体在成因类型上应该是相同的。

观察本区砂岩(分析层位)一般以细—粉粒为主,砂岩单层厚度一般在5—10米,绝大部分正韵律明显,其电测曲线形态与河流相模式十分相似,可作为判断成因类型的依据之一(见图6)。岩心中砂岩的结构、构造

模式	自然电位曲线特征
河流相及分支河流相	
山塔,什维尔 (1988)	

图6 扶余—乾安地区泉四段晚期砂岩自然电位曲线形态与河流相模式对比图

特征是：砂岩粒序向上变细，砂层底部多见呈定向排列的滞留沉积——泥砾、火成岩砾等；冲刷面构造、交错层理、上攀沙纹层理、水平层理向上依次发育。以上是公认的河流相沉积标志，它具有重要的指相意义(见图7)。

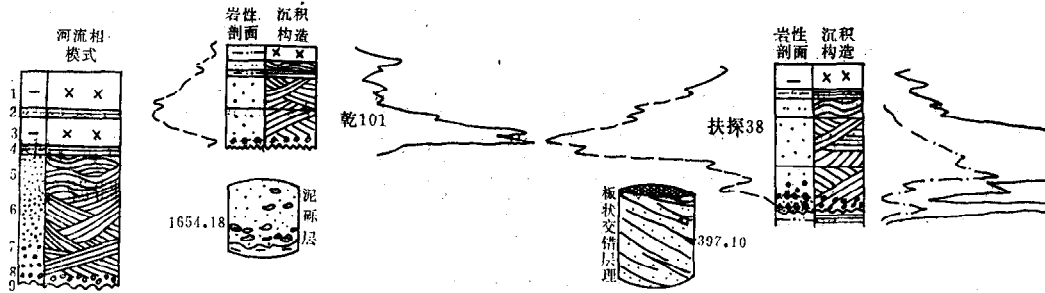


图7 河流相沉积模式与实例

- 1—块状构造； 2—水平层理； 3—块状构造； 4—水平层理； 5—上攀沙纹层理； 6—槽状交错层理；
- 7—板状交错层理； 8—滞留沉积； 9—冲刷构造

粒度分析结果符合以上结论。扶探38井的概率曲线图形与现代密西西比河分支河道概率曲线图形吻合得很好，说明两者搬运方式和水动力状况基本相同(见图8)。如果从现代密西西比河河水动力条件占主导地位这一事实出发，推测泉四段晚期河流的作用力是较强的。

应用粒度参数对砂岩成因类型进行判别如图9所示，其样品分析的数据集中在河砂范区

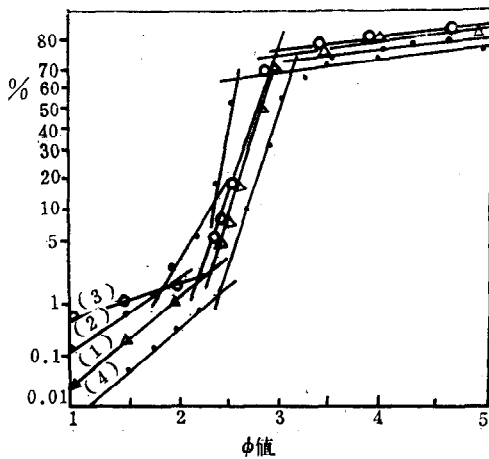


图8 概率曲线图形对比图

- (1)，(2)，(3)—扶探38井； (4)—分流河道
- (密西西比河三角洲)

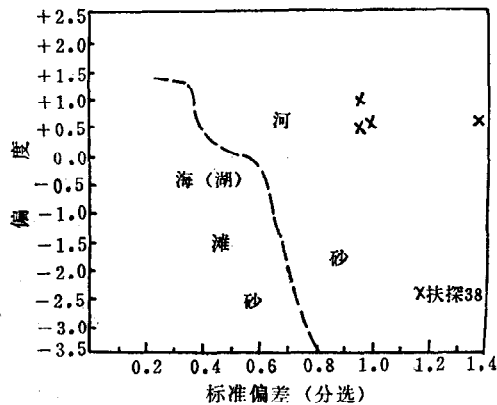


图9 应用标准偏差与偏度参数判别河砂与海(湖)滩砂图

内。然而，给人最直观印象的是一条分支河道横断面(见图10)，它揭示了河流沉积砂体的全貌，其位置在扶余叶状砂岩体最西面一条分支中段，砂岩体宽约1公里。

剖面中河道砂岩是一个上平下凸的不对称砂岩透镜体，砂岩核部粒度较粗。由于差异压实作用，砂岩透镜体最大厚度处(木24井)上方的泥岩盖层略为变薄，其砂岩透镜体形态同丹尼尔A. 布什所著“砂岩地层圈闭”一书中描述的河道砂岩横剖面形态相似。砂岩是由河床砂(木24井为代表)、边滩砂(木76井为代表)、堤岸砂坝砂(木60井为代表)共同组成的，其两侧

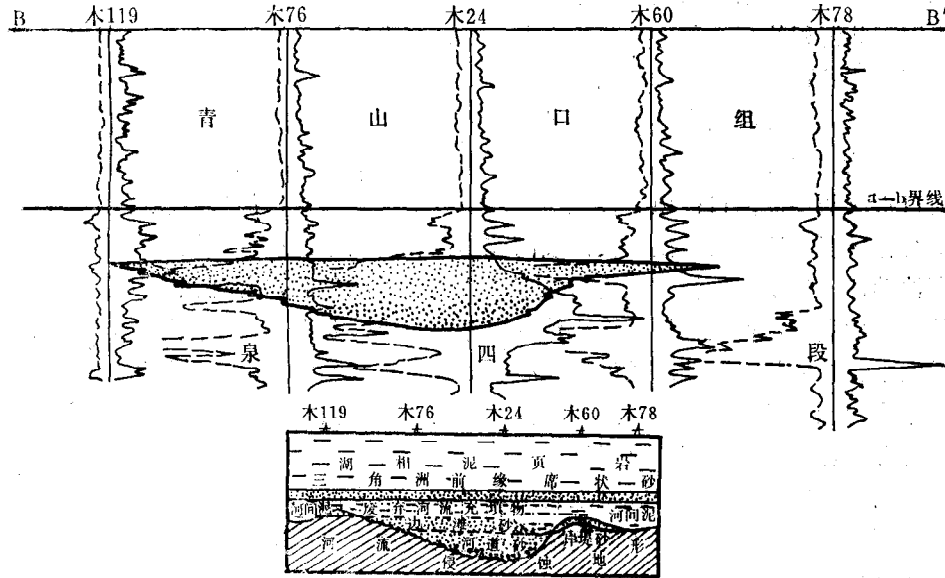


图10 木119井—木78井泉四段晚期砂岩对比及相分析剖面图

为河间泥(木119井,木78井)。河道平面形态为弯曲条带状,其凹岸一侧发育了一个决口扇,因为主流线东侧出现一个向外开口的小扇形体,扇形体岩性较细并与泥岩互层,应是河流发洪时漫出堤岸的产物—决口扇沉积。

河道砂岩上覆岩性变化急剧,砂岩很快相变成深湖相页岩,证明自泉四段晚期到青一段早期湖侵愈演愈烈。那么,深湖相页岩沉积之前的一层分布稳定的薄层粉砂岩(具反韵律),就是扶余三角洲在本区最后消失的痕迹—三角洲前缘席状砂。以上垂向演化,记录了从冲积环境过渡到湖泊环境的相变过程,是泉四段晚期湖泊扩张的证明。

	模 式	自然电位曲线特征
河口砂坝砂		
湖内席状砂		

图11 电测曲线形态与已知模式对比图

除河道砂岩占很大比例外,本区还出现分流河口砂坝、三角洲前缘席状砂、湖湾相等沉积类型。前两种沉积类型是三角洲重要的组成部分,后者是区分两物源三角洲的依据。河口砂坝砂岩呈反粒序产出于分支河道砂体前缘,形态似豆状。三角洲前缘席状砂一般厚1米左右,分布于河口砂坝前方,并为湖相泥页岩包围(见图4)。

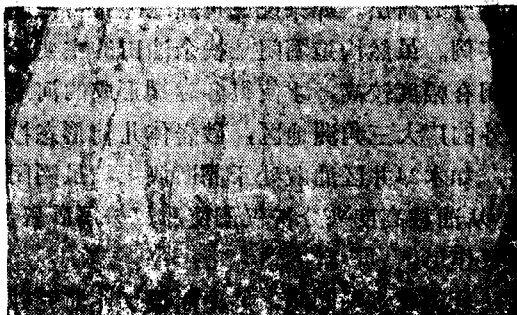


图12 孤6井波状层理(对称,浪成)1618.90米

以上类型与山塔和什维尔(1968)建立的河口砂坝曲线模式以及盆地红岗地区席状砂曲线模式基本相同(见图11)。孤6井泉四段晚期湖湾相沉积特征十分明显,与盆地北部泰康湖湾沉积物相似,即富含水生动物化石的泥、页岩与薄层粉砂岩频繁互层,砂岩层面见对称性较好的浪成波痕,断面呈微波状层理(见图12)。

综上所述,认为扶余三角洲是一个典型的陆相湖泊三角洲。它的发育过程正处于湖泊扩张阶段,因而其沉积特征有着许多独特之点:(1)分支河流数量较多并具低弯度;(2)分流河道在主流一侧发育;(3)河口砂坝较短小;(4)三角洲前缘席状砂呈透镜状。造成这些特点的原因很多,主要是湖泊水体的不断扩张和入湖坡降较缓造成的。

湖水扩张,阻止了河流向前推进,形成发育的分支河道砂岩沉积。由于河流动能较强,部分碎屑在河口形成短小的河口砂坝。但在一些较小分支河道前缘,河口砂坝并不发育,没有见到明显反韵律砂岩。这可能是湖侵较快或河流动能相对较小造成的。湖面扩大,水体变深,加强了湖泊动能。使水下砂粒在湖内富集形成透镜状席状砂岩,并沉积在扶余三角洲前缘。

河流的向后退缩,促成向岸方向分流河道不断生成。加之入湖坡降较小,分流河道呈低弯度以适应平缓的地势。分流河道沿主流线一侧发育可能是古地貌差异性引起的,可反映构造沉降的不均匀性。随着地壳沉降速度加快,湖侵加剧,扶余地区相继沉入水下,三角洲沉积结束,代之是普遍的湖相泥、页岩沉积。

总观扶余—乾安地区泉四段晚期之古地理景观,三角洲环境占突出地位,两三角洲之间为湖湾区所隔。此分布格局再现了两支陆源砂体同时注入古松辽湖泊的沉积史,揭示了古地理环境(见图13)。

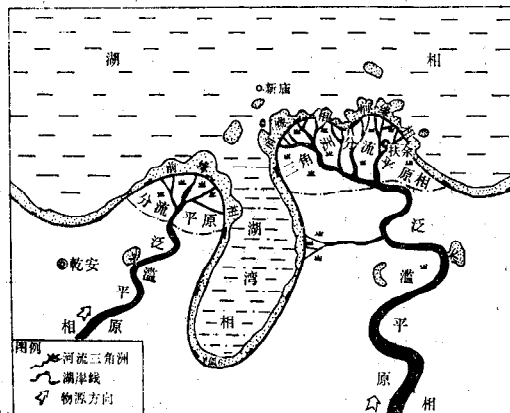


图13 扶余—乾安地区泉四段晚期古地理概貌图

三、勘探目标

扶余三角洲是湖侵背景下形成的低建设类型三角洲。由于充足的砂质补给和河流动能较强,使三角洲地区堆积的砂岩十分发育,形成良好的储层。如果说三角洲地区常常是油气聚集的有利场所,那么扶余等油田则是其中生动实例。虽然构造圈闭是扶余油田的主要控制因素,但其开采层却是条带状的。只不过因构造闭合幅度较高,才使得各时期形成的河道砂岩叠加连片,成为大面积油田。但在构造圈闭以外的广大三角洲地区,砂岩体几何形态控制含油边界的现象变得更为突出。这样的实例很多,如木24井区油藏处于高断块上,虽圈闭面积有2.5平方公里,但含油面积仅0.76平方公里。从油柱高度来分析仅能使一、二层砂岩含油,说明对于低幅度圈闭,岩性起着重要的控制油气作用。

以上事实说明,在断裂发育的三角洲地区,可造成多种圈闭,其中断层切割河道砂岩是形成地层圈闭的重要类型。只有加强沉积相和断裂方面的研究,才能作出准确的判断。

THE DISCUSSION OF THE DELTA ENVIRONMENT IN LATE QUANTOU-4 FORMATION IN THE FUYU-QIANAN AREA IN THE SOUTH SONGLIAO BASIN

Shi Guoping

(Institute of Exploration and Development of the Jilin Oil Field)

Abstract

There were two main continental origins in the southern part of Songliao Basin during the deposition of the Quantou-4 Formation in early Cretaceous. Fuyu delta was deposited from the south origin by action the transportation thru channel streams and deposition thereafter in the lake.

In late Quantou-4 stage, the ancient Songliao Lake progressed gradually. With the background of lake transgression, Fuyu delta gave a lobate geometric feature. The deposition is characterized by a numerous of distributary channels developed on one side of the main streams, more developed distributary channel sandstone and short and small river mouth point bars. As the lake progressed farther the deposition of the delta was stopped and followed by a deposition of lake phase silts and shales.

All oil reservoirs found in Fuyu Field are mainly located in the Fuyu delta area of the Quantou-4 Formation. The reservoir rocks are strings of channel sandstones with fairly good petrophysical properties. In addition to the structural traps found already, the action of faults on the channel sandstones to entrap oil and gas is also important and such oil reservoirs should be expected in the future oil and gas exploration.