

试论松辽大型陆相湖盆水进 三角洲沉积相

蔺毓秀

(石油工业部大庆石油科学研究设计院)

松辽盆地是我国东部陆相大型含油盆地,主要由上侏罗统及白垩系组成,盆地经历了断陷期(晚侏罗世)—拗陷期(早白垩世)—萎缩期(晚白垩世—第三纪)三个发展阶段。盆地内已经发现的含油气层主要集中在下白垩统的拗陷期的沉积层内,包括泉四段(扶余油层)、青山口组(高台子油层)、姚家组(萨尔图、葡萄花油层)、嫩江组(黑帝庙油层),其中主要生产层为萨尔图、葡萄花油层(表1)。青山口组、姚家组沉积时期,在盆地北、西、东三个方向发育有四个河湖三角洲沉积体系,自边缘向中央拗陷深湖区延展,其中以北安—杏树岗三角洲为最大,面积达4.4万平方公里;保康三角洲次之;英台三角洲、齐齐哈尔三角洲更次之。

本文研究区域为松辽盆地北部,即松花江以北、嫩江以东地区,面积约12万平方公里。沉积相研究工作主要根据外围400多口探井的岩心资料,应用了大庆油田近万口密井网的解剖资料。综合分析,认为松辽大型陆相湖盆的河—湖三角洲与文献上介绍的河—海三角洲有很大不同,为油田的勘探和开发实践,需要总结其特有的沉积模式。

松辽盆地在早白垩世拗陷发育过程中,其沉积明显地受北北东向孙吴—双辽深断裂带的控制,这种控制作用主要表现四方面:一是沿着深断裂带方向,在盆地北部发育有一条从小兴安岭进入湖盆的远物源的巨大水系,在南部还有一条从康平—法库山地进入湖盆的大水系,携带了大量的碎屑物进入湖盆,塑造了顺盆地长轴方向的大型河湖三角洲;二是形成了长形湖盆,在潮湿古气候条件下,出现了巨大的静水体;三是使盆地有节奏地沉降、堆积,蚀源区有节奏地上升、剥蚀,从而多次出现了湖浸—最大湖进—湖退的沉积过程;四是形成古中央隆起带,这个隆起带将盆地分割成东西两个完全不同的沉积区,西部沉积体系大而多,水体深而广,岩相平面分异好,相序完整,东部沉积体系单一,水体浅而静,形成大片淤积红层区。

下白垩统泉头组—青山口组、姚家组—嫩江组沉积时期,是盆地拗陷发育阶段的黄金时代,在沉积剖面上形成二个比较完整的二级复合沉积旋回,二级旋回的顶底为明显的沉积间断面。一个二级复合沉积旋回的形成一般经历了水进期—稳定期(最大水进)—水退期沉积过程,在岩性上为粗—细—粗和红—黑—红的递变,岩相上为浅水—深水—浅水的递变;地球化学环境为氧化—还原—氧化的递变;反映在水介质强度上为高能—低能—较高能的演变。因此,可以把二级复合沉积旋回的下部称水进型沉积,中部

为最大水进期深水沉积，上部为水退型沉积。

研究表明，姚家组为水进型沉积，其中，萨、葡油层的三角洲为水进型三角洲；青二、三段、嫩三一五段为水退型沉积，其中高台子、黑帝庙油层的三角洲为水退三角洲（正常的建设型三角洲）；青一段、嫩一一二段为最大水进期深水沉积，发育有浊流沉积。

本文仅以萨、葡油层水进沉积旋回为对象，讨论北安—杏树岗水进型三角洲的形成特征和模式。

松辽盆地白垩系油层简表

表 1

统	组	段	油 层
下	嫩 江 组	五 段	黑 帝 庙 油 层
		四 段	
		三 段	
		二 段	
	姚 家 组	一 段	萨 尔 图 油 层
		三 段	
		二 段	
	青 山 口 组	一 段	葡 萄 花 油 层
		三 段	
		二 段	
统	泉 头 组	一 段	高 台 子 油 层
		四 段	
		三 段	
		二 段	
	扶 余 油 层	一 段	扶 余 油 层
		三 段	
		二 段	
		一 段	农 安 油 层

一、河—湖水进型三角洲的结构

河—湖水进型三角洲是在湖泊水域不断扩大的水进过程中，与河流共同作用形成的三角洲。大体可分为两种类型：水进正向层序三角洲；水进反向层序三角洲。

1. 水进正向层序三角洲

三角洲单体：三角洲单体的地层单元是一个具韵律性的小层，一般厚度4—6米。平面上自内向外，由四个不同的沉积单元组成，即：河口堆积物、水下分流河道与水下分流河道间沉积物、水下分流前端沉积物，薄层砂、泥沉积物（图1）。其形态呈指掌状，

面积可达2000平方公里。手掌部位为河口堆积物,是由若干个散开水下分流河道长条砂体横向连接而成,面积约占三角洲单体的1/5,手指部分为枝状水下分流河道和分流间沉积物,延伸可达50公里,面积约占2/5。后两个沉积单元约占三角洲单体面积的2/5。

一个小层地层单元,在同一个沉积体系内,可以由几个河口形成几个指掌状的三角洲单体。

三角洲复合体:三角洲复合体是由同一沉积体系内的三个地层单元(小层)在时间上的加积和在空间上的叠置(图2),面积可达5500平方公里,复合体之间由稳定湖泥层隔开。这种复合体在垂向上具有明显的正旋回性,由三个部分组成(图3):(1)下部沉积类型为河流河口沉积,粒度较粗,以中、细砂岩为主,层间或底部具有冲刷面含砾石、碳化植物枝杆,砂岩发育大型直线斜层理,或大型弧形斜层理,夹有紫红杂色或灰绿色块状泥岩,厚度变化比较大,一般占整个序列的1/3,有时可达2/3;(2)中部为水下河道和河道间砂泥沉积,粒级变细,以厚层细砂岩为主夹灰绿色或暗紫灰色泥岩,砂岩底部与下伏层一般为突变关系,偶见冲刷和砾石,发育弧形斜层理或小型斜层理,泥岩为块状构造,含钙质团块;(3)上部为薄层粉砂与灰黑色、灰色泥岩或过渡层互层,含介形虫化石和鱼碎片,粒级更细,具有微细水平层理;顶部有一层薄的湖相泥岩层。

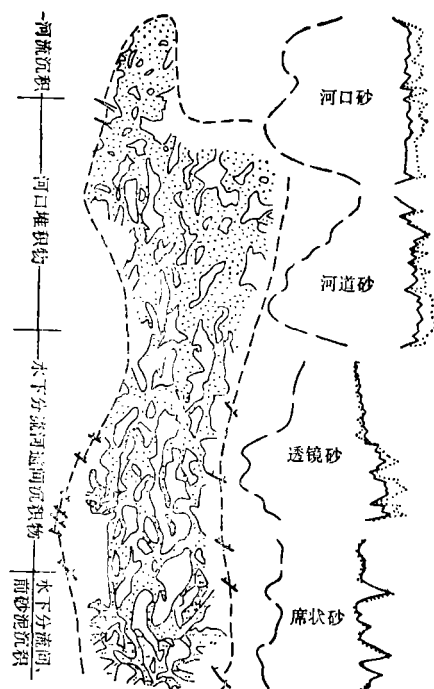


图1 水进型正向层序三角洲单体(葡I₂)平面图

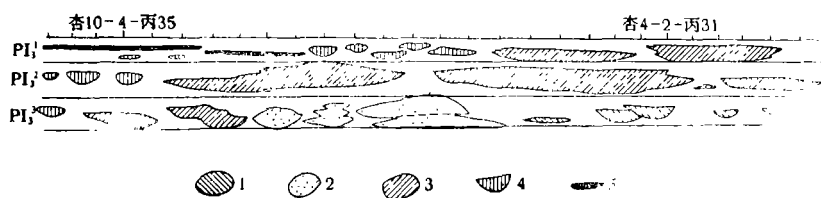


图2 水进型正向层序三角洲复合体横向剖面图(葡I₂-3)

1. 河流沉积砂体
2. 河口堆积砂体
3. 水下分流河道沉积条带砂体
4. 水下分流河道间、前端沉积透镜体
5. 水下砂泥薄互层沉积席状砂体

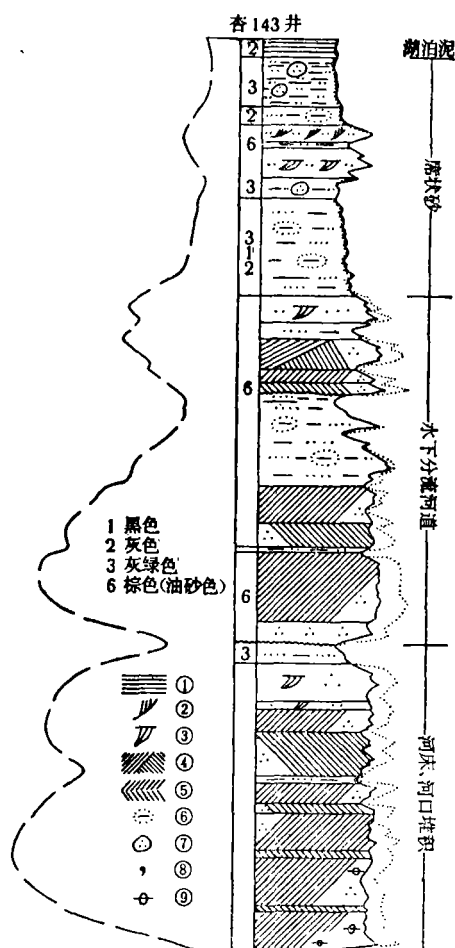


图3 水进型正向层序三角洲单体垂向剖面图

- | | |
|-----------|----------|
| 1. 微细水平层理 | 2. 微细斜层理 |
| 3. 小斜层理 | 4. 交错层理 |
| 5. 直线斜层理 | 6. 斑块构造 |
| 7. 掺和构造 | 8. 介形虫 |
| 9. 泥砾石 | |

2. 水进反向层序三角洲

三角洲单体的地层单元一般厚5—6米。平面上自内向外,也是由四个不同的沉积单元组成,即分流河道和分流河道间沉积物、水下分流前端沉积物、薄层砂泥沉积物

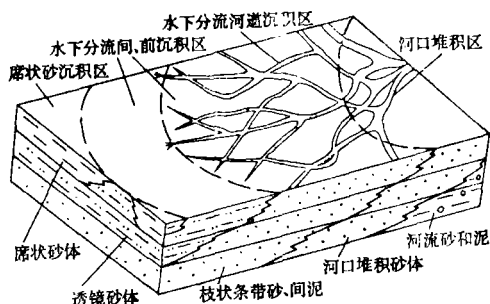


图4 水进正向层序三角洲理想结构模式图

(图5),形态呈不规则枝状,面积约3000平方公里,分流河与分流间沉积部位是由枝状的条带砂和间泥组成。所占面积约2/5,水下分流河道骨架砂体与间泥呈不规则枝状,面积约占1.5/5,水下分流河道前端的两类沉积物约占1.5/5。

三角洲复合体:由上述三个含三角洲单体的地层单元(小层)加积而成(图6),复合体之间亦由稳定湖泥层隔开。垂向上具明显的反旋回结构,也有四部分组成(图7);下部具页理黑色泥岩含介形类化石,夹薄层粉砂岩具有微细水平层理,中部为水下河道末端散开处的砂、泥岩与过渡层为互层,砂岩具有微细斜层理,泥质岩具水平层理,含有不多的介形类化石,过渡层中具有不规则的掺和、斑块构造,上部为水下河道及河道间沉积物,顶部为水上分流河道的产物或是分流河道间沉积,为块状、厚层砂岩与紫红色、灰绿色泥岩组合,底部有冲刷,含泥砾,砂岩发育大型直线斜层理和交错层理。

如上所述,对水进反向层序三角洲的结构模式作图8表示。

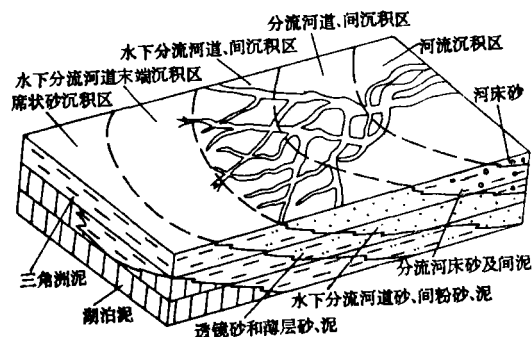


图8 水进反向层序三角洲理想结构模式图

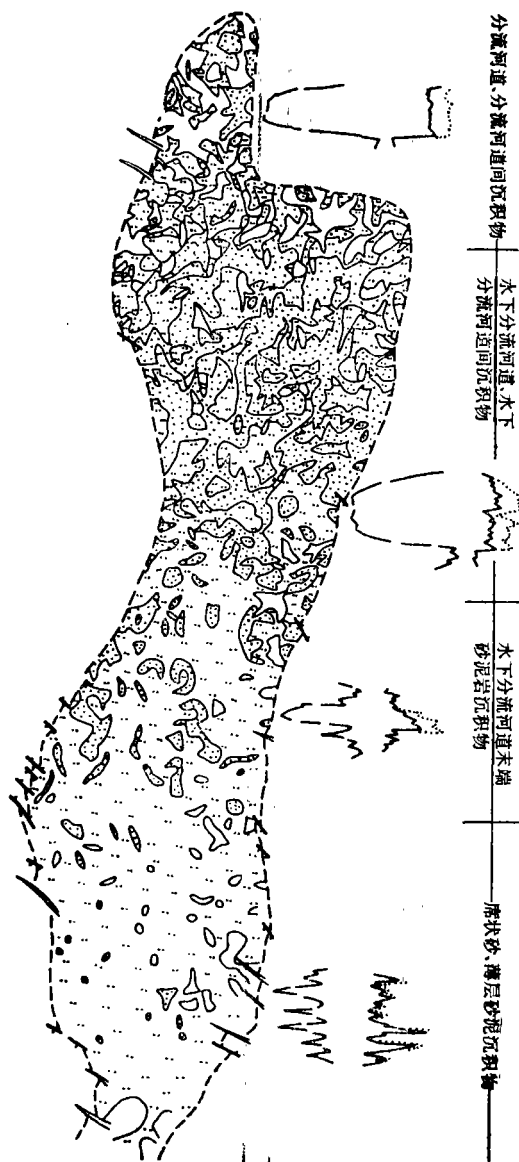


图5 水进反向层序三角洲单体(萨Ⅱ)平面图

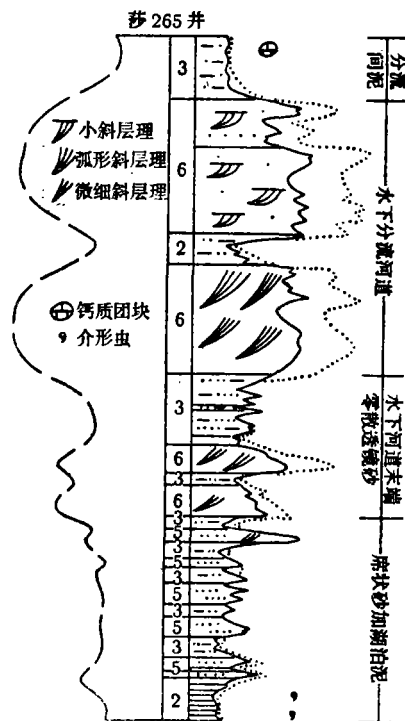


图7 水进反向层序三角洲单体垂向剖面图

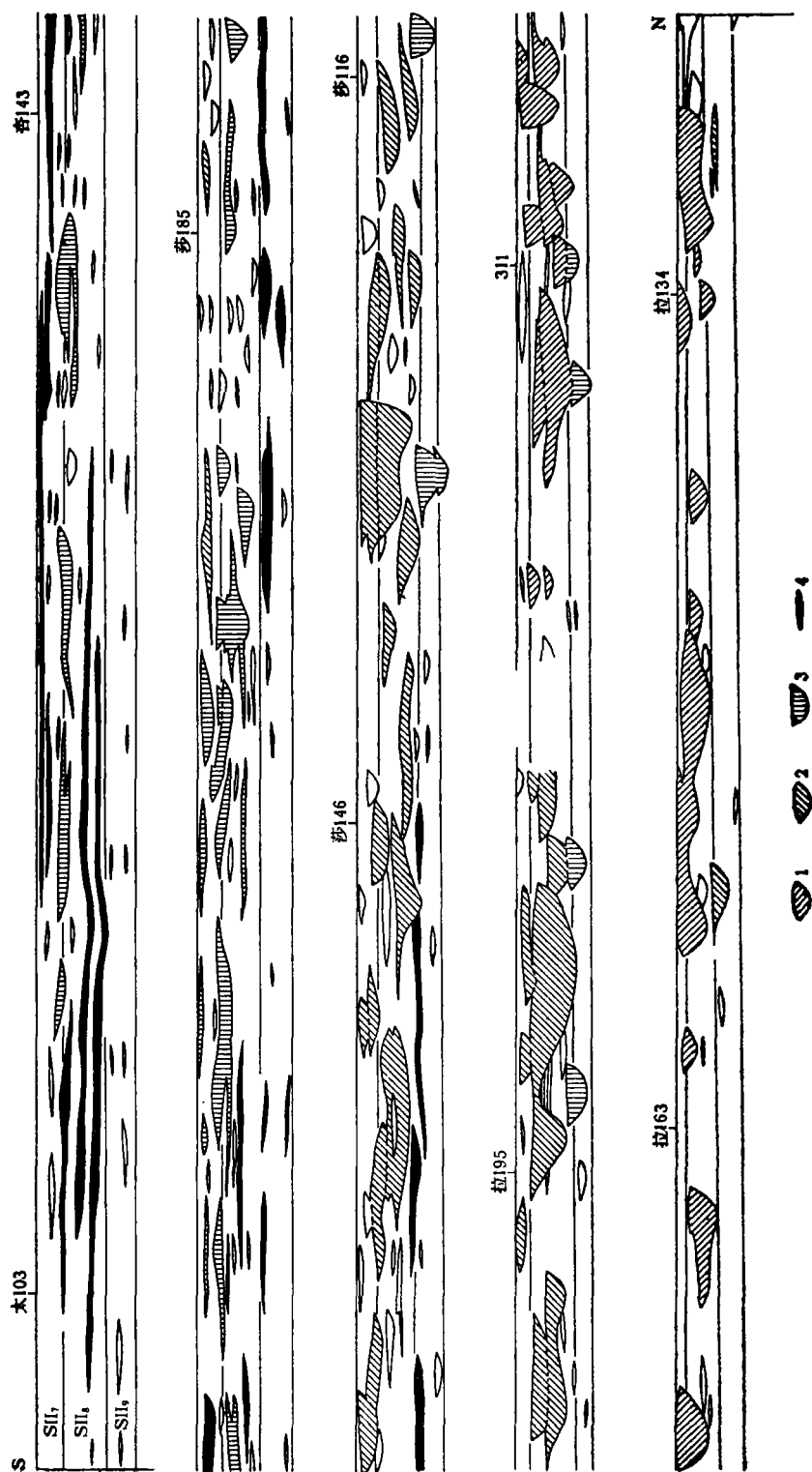


图 6 水进反向层序三角洲复合体 (SI₇₋₉) 剖面图

1. 分流河道沉积砂体
2. 水下分流河道砂体
3. 水下分流河道末端(前)沉积透镜砂体
4. 水下砂泥薄互层沉积席状砂体

二、水进型三角洲的形成特征

松辽湖盆顺长轴方向的水进型三角洲是在湖进条件下, 由强大的河流进入湖盆散开为较强的定向水流作用下形成的。而湖水动力弱, 比较平稳, 两者相差悬殊(表2)根据粒度资料计算, 定向水流在三角洲河口及水下分流河道部位流速一般0.13米/秒, 比湖流流速要大的多。

水进型湖流流速对比表

表 2

参数	喇嘛甸(P1 ₂)	萨尔图(P1 ₂)	杏树岗(P1 ₂)	青海湖
坡降(‰)	0.5	0.58	0.58	0.3—1.0
流速(米/秒)	0.13	0.13	0.12	0.036

河流携带碎屑物质进入湖区以后, 水动力条件突变, 在河口大量堆积, 形成掌状和枝状砂体, 由于水动力很强, 河口堆积依然保持着河流的冲刷能力, 在剖面上可以出现几次冲刷; 砂体延展方向显示定向水流的方向, 具水下河道性质, 不具备坝的性质。继续向湖盆流动的水流分成多个水下分流, 携带碎屑以细粒为主, 水动力减弱, 沿水下分流河道形成大型的不规则的枝状砂体条带。当定向水流的能量接近消失, 湖浪作用则进一步加强, 在双重水动力作用下, 形成许多以粉细粒为主的零散的方向性不强的小型砂体—透镜砂体。再向湖延展, 则定向水流消失, 碎屑物质更细, 为粉粒, 湖流和湖浪作用占主导地位, 从而形成薄而稳定的席状砂。

以上是对一个地层单元(小层)三角洲单体四个沉积单元形成过程的粗略描绘。随着地质时间的推移, 各个地层单元在时间上的加积, 各个三角洲单体在空间上的叠置, 形成了三角洲复合体。

此外, 陆相大型湖盆水进三角洲沉积的形成还受蚀积均衡面下降的控制, 在蚀源区上升、湖盆下降的构造运动过程中, 湖盆水体在不断扩大, 若堆积速度始终小于沉降速度, 形成水进正向层序三角洲, 如相反, 即出现短暂水退, 则形成在总的水进背景下的反向层序三角洲。

根据上面对水进三角洲形成过程的描述, 可以归纳如下几个特点:

1. 水进三角洲基本地层单元——小层的顶底界面就是等时面, 该面可以在水平方向穿过三角洲复合体的各个相区。这与湖底地形十分平坦, 沉积面保持水平有关, 根据大庆油田北部计算, 古坡降为0.5‰, 古坡度为1′—2′。大量勘探和开发资料证明: 大型湖盆三角洲的垂向层序与正常湖相层的层序是一致的, 两者有很好的对比性, 因此松辽盆地顺长轴的水进三角洲未形成具倾斜层序的前积层, 都是水平层。

2. 水进型三角洲的沉积层序(正向、反向)与正常湖相层的沉积旋回性是一致的, 但三角洲以底部含河流沉积和顶部含沼泽泥以及巨大的砂体厚度可与湖相正、反旋回层相区分。这种旋回性主要反映了盆地整体升降的构造活动和蚀积均衡面的变化。水进反向层序三角洲的顶部沉积含不厚的沼泽泥层, 这与水退时间短暂有关。

3. 水进正向层序三角洲复合体和三角洲单体向陆地地方迁移, 这是水域的扩大和地质时间的更新所致。水进反向层序三角洲复合体也具有此种特点, 但是组成该复合体的诸单体则向湖区迁移, 这是由于在总的水进背景下的短暂水退造成的。为了说明这一特点, 现举出美国象峰水库和我国巴家咀水库现代水进三角洲沉积的实例 (图9、10)。

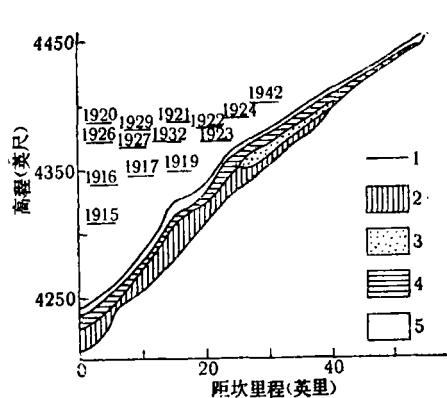


图9 三角洲重叠的淤泥形态图
(美国象峰水库)

1. 历年最高水位(英尺)
2. 1915—1920年淤积
3. 1920—1925年淤积
4. 1925—1935年淤积
5. 1935—1947年淤积

松辽盆地北安—杏树岗三角洲沉积体系在姚家组形成了六个大型水进型三角洲复合体, 它们在时间上自老而新, 空间上自南而北依次排列。如杏树岗 (PI_1)、萨尔图 (PI_2)、喇嘛甸 (PI_{1-2})、黑鱼泡 (SP夹层, SII)、拜泉 (SII上)。(图11)

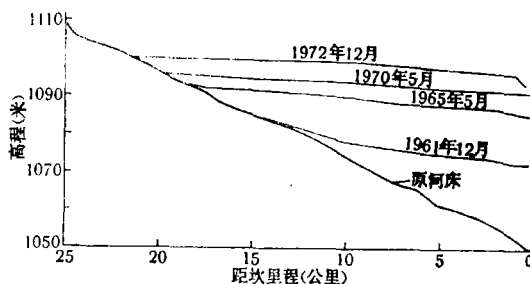


图10 巴家咀水库锥体淤积形态图

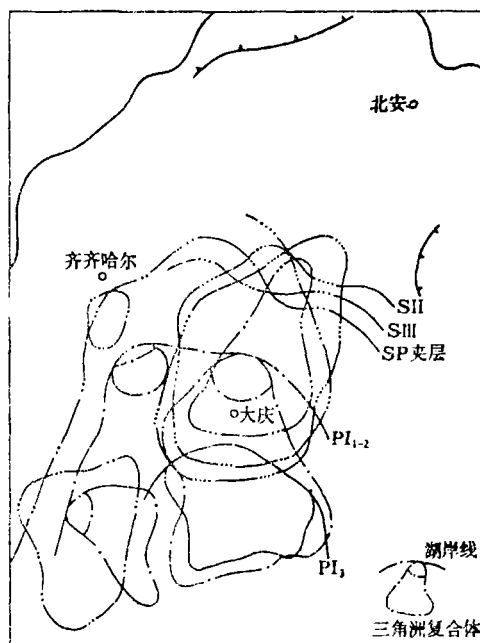


图11 松辽湖盆水进型三角洲复合体向陆地迁移图

三、水进型三角洲的沉积模式

大型陆相湖盆水进型三角洲的沉积类型和沉积相都比较单一, 划相的依据主要考虑三角洲体的沉积层序、岩性组合类型、砂体的几何形态、数量不多的生物化石及其它含有物等。

水进正向层序三角洲相可划分为四个亚相序 (图12): 河口堆积亚相、水下分流河道亚相、水下分流河道间亚相、席状砂亚相。其砂体模式为河口堆积主砂体—水下分流

河道条带砂体—水下分流河道间透镜砂体—席状砂体; 主相带是水下分流河道亚相; 主骨架砂体是水下分流河道条带砂体。砂体特征如下:

1. 河口堆积主砂体

砂体底部或砂体内部有冲刷面, 可加积3—6个单层, 单砂体方向大体与河流入湖方向一致, 呈伸长状(条带状), 剖面底凸顶平或凹, 不具坝的性质, 厚度可达18.5米, 单层厚5—6米, 中粒砂岩, 正粒序。

2. 水下分流河道条带砂体

砂体底部具冲刷面, 砂体内部有稳定泥岩隔开, 单砂体呈条带状, 剖面顶平底凸, 厚度两侧对称, 砂体条带可延伸约2公里, 沿水下分流河道方向断续分布, 层位错迭。一般厚10米, 单层厚2—4米, 细粒砂岩, 正粒序。

上述两种砂体自河口向湖区在平面上呈指掌状分布, 河口主砂体(伸长状砂体加积)象手掌, 水下分流河道砂体象手指, 但呈不规则枝状, 可延伸40—50公里。

3. 水下分流河道间透镜砂体

单砂体呈不规则透镜状, 在空间错迭。底部与下覆泥质岩呈突变接触, 厚度6—8米, 单层2—3米, 在水下分流河道之间及前端发育, 粉细粒砂岩。

4. 席状砂体

砂岩呈薄层, 似席状, 分布稳定, 厚4—6米, 单层小于2米, 粉细粒砂岩。

水进反向层序三角洲相也可分为四个亚相(图13): 分流河道、分流河道间亚相—水下分流河道、水下分流河道间亚相—水下分流河道末端散开亚相—席状砂亚相。与之相应的砂体模式是: 分流河道长条透镜砂体—水下分流河道透镜砂体—水下分流河道末端零散透镜砂体—席状砂体。其特点如下:

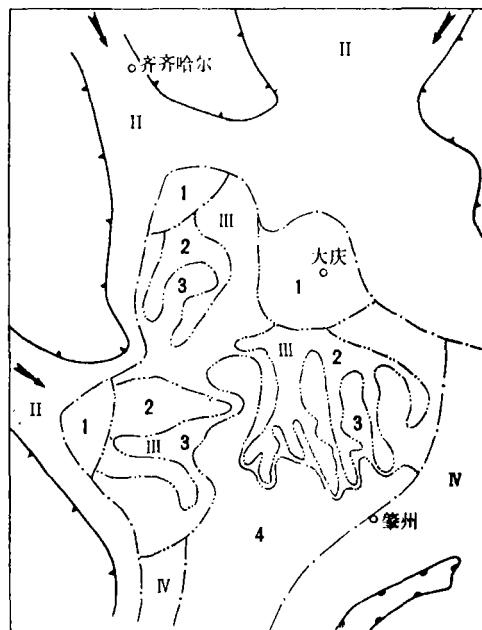
1. 分流河道长条砂体

砂体底部、内部均有冲刷现象, 可加积3—5个单层, 砂岩内部连通性好。单砂体呈长条状, 延伸约2—3公里, 砂体方向与分流河道方向一致, 剖面形态顶平底凸, 两侧厚度不对称, 砂体厚10米以上, 单层厚4—6米, 中细砂, 正粒序。

2. 水下分流河道条带砂体

单砂体呈条带分布, 与水下分流河道方向一致, 其周围分布薄层砂岩将条带连接, 砂体内部连通性好, 剖面形态顶平底凸, 厚度两侧对称, 最大厚12米左右, 一般厚8—10米, 单层厚4—6米, 细粒砂。

上述水下分流河道条带砂体是三角洲的骨架砂体, 平面上呈不规则枝状展布。



II 河流相 III 三角洲相 1 河口亚相 2 水下分流河道亚相
3 水下分流河道间亚相 4 席状砂岩亚相 IV 滨浅湖相

图12 松辽盆地北部葡萄花
油层岩相分区图

3. 水下分流河道末端零散透镜砂体

单砂体呈透镜状, 方向性不明显, 透镜砂体周围分布薄层砂岩, 砂体厚2—4米, 细粒砂岩。

4. 席状砂体

单砂体层薄, 侧向稳定呈席状分布, 一般砂岩厚2米, 单层厚40—50公分, 粉细砂岩。

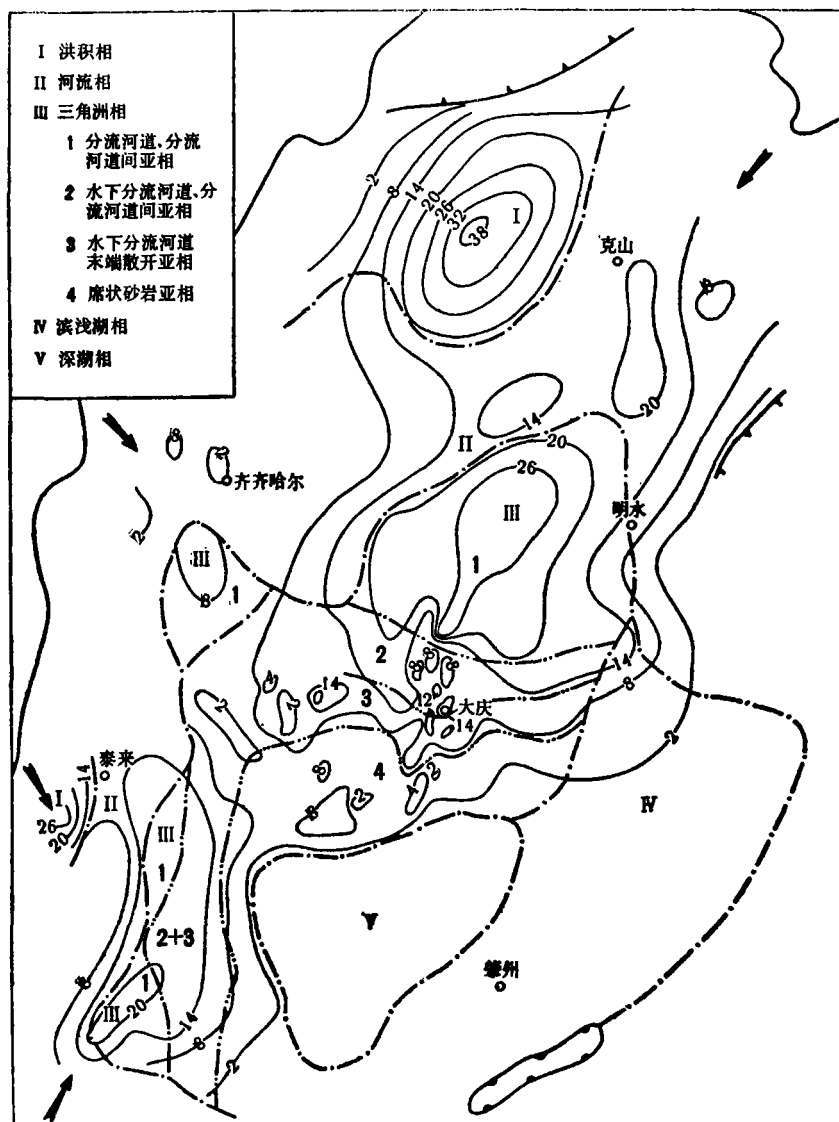


图13 松辽盆地北部萨尔图油层萨二组岩相分区图

四、结 论

松辽大型陆相湖盆, 在拗陷发展中期的水进沉积阶段, 形成了顺长轴方向的大型水

进三角洲沉积体系。

水进型三角洲可分为正向层序三角洲和反向层序三角洲两种类型。三角洲单体的基本地层单元为小层。三角洲单体有四个沉积单元组成, 三角洲单体在空间上叠置成为三角洲复合体。

顺长轴方向平缓的古斜坡、远源水系入湖后的强大定向水流和蚀积均衡面的下降, 是形成水进型三角洲的主因。这种三角洲的等时面就是小层的沉积界面, 三角洲复合体具有明显的旋回性, 与正常湖相沉积层序和旋回性一致。

水进型正向层序三角洲砂体模式是: 河口堆积主砂体—水下分流河道条带砂体—水下分流河道间透镜砂体—席状砂体。水进型反向层序三角洲砂体模式是: 分流河道长条透镜砂体—水下分流河道条带砂体—水下分流河道末端零散透镜砂体—席状砂体。

(收稿日期 1983年5月25日)

AN APPROACH TO THE SEDIMENTARY FACIES OF THE LARGE LACUSTRINE BASIN WATER-TRANSGRESSION DELTA IN SONGLIAO

Lin Yuxiu

(Research and Planning Institute of Daqing Oilfield,
Ministry of Petroleum Industry)

Abstract

This article discusses the sedimentary features of the delta of the Salatu and Putaohua pays, exemplifying by the Bei'an - Xingshugang Delta with the most plentiful informations available. It is pointed out that the delta in the Putaohua pay in K_1Y^1 is a lacustrine water-transgression delta, whereas that in K_1Y^{1-2} and K_1Y^3 is one with a lacustrine water-transgressive background, and the sand bodies in Sa_0 and Sa_1 formations are of turbidity deposits. Patterns of both facies and the sand bodies are also covered.