

文章编号:1009-3850(2011)02-0055-06

## 盐湖盆地浅水三角洲沉积模式

——以江汉盆地潜江凹陷新沟咀组为例

万赟来<sup>1</sup>, 胡明毅<sup>1,2</sup>, 胡忠贵<sup>1,2</sup>, 贾秀容<sup>1</sup>, 谢春安<sup>1</sup>

(1. 长江大学 地球科学学院, 湖北 荆州 434023; 2. 长江大学油气资源与勘探技术教育部重点实验室, 湖北 荆州 434023)

**摘要:**本文通过岩心、测井、录井资料,结合研究区古气候特征、岩性特征、古生物标志和沉积构造特征,提出江汉油田潜江凹陷新沟咀组属于盐湖盆地浅水湖泊三角洲沉积。在盐湖沉积背景下,新沟咀组沉积时期气候相对干旱,水体较浅,无深湖-半深湖沉积,且研究区地势平缓,倾角相对较小,在河流入湖处发育浅水三角洲沉积体系,并且发育三角洲平原、三角洲前缘和前三角洲泥三种沉积亚相。以沉积相平面分布图为基础,建立了新沟咀组浅水三角洲沉积模式。

**关键词:**浅水三角洲; 盐湖盆地; 新沟咀组; 沉积模式

中图分类号:P618.130.2

文献标识码:A

浅水三角洲通常是在水体较浅和构造相对稳定的陆表海或地形平缓、整体缓慢沉降的盆地条件下形成的。研究表明,不同盆地、不同地区由于所处构造背景、盆地演化阶段及物源供给特征的不同,发育不同类型的浅水三角洲沉积<sup>[1,2]</sup>。浅水三角洲的泥岩颜色以紫色、紫红色为主,多发育在气候相对干旱、地势较平、坡度较小、水体较浅的背景下;氧化与还原环境交替,无典型的深湖、半深湖沉积;三角洲前缘相带宽广,水下分流河道发育,砂体展布有明显的方向性。

本文以江汉盆地马王庙地区新沟咀组为例,总结了盐湖盆地浅水三角洲的沉积特征及相模式。

江汉盆地是中国东部的一个板内裂谷式沉积盆地。古近系发育有大量的蒸发岩,是一个较大的内陆盐湖盆地。盆地内部发育潜江凹陷、江陵凹陷等十个凹陷。潜江凹陷位于江汉盆地中部,是全盆地中基底最深、沉降速度最快的凹陷,面积为2530km<sup>2</sup>。潜江凹陷历经三十年的石油勘探,近

2000口油田钻井的资料统计表明,潜江凹陷盐系地层厚度大,分布广,盐间层段油气显示丰富,说明盐间地层是一种十分重要的油气勘探目标层段<sup>[3]</sup>。新沟咀组是潜江凹陷中主要的生油层段和主要勘探层段之一。

### 1 盐湖盆地浅水三角洲沉积特征

#### 1.1 岩性特征

新沟咀组上段为紫红色/灰绿色泥岩、泥膏岩、石膏质粉砂岩,下段岩性以深灰色泥岩为主,夹砂岩、泥膏岩及泥灰岩,且具有以下特征:①泥岩中普遍含有白云石、方解石,砂岩中也往往含有白云石、方解石、硬石膏等矿物,泥灰岩、泥膏岩中的盐类矿物等均反映了高盐度的盐湖水体特征;②泥岩颜色是区分沉积环境的良好标志,可以将灰色、灰绿色泥岩发育区定义为水下的浅湖区,将杂色泥岩发育区定义为枯水期和丰水期之间的过渡带,将棕红色泥岩发育区定义为水上沉积<sup>[3,4]</sup>。新沟咀组下段的

收稿日期:2010-10-15; 改回日期:2011-04-20

作者简介:万赟来(1987-),女,长江大学地球科学学院矿物学、岩石学、矿床学在读硕士生

I 油组和Ⅲ油组以棕色、紫色、红色与灰色间互,反映沉积水体总体较浅,氧化还原环境交替(图5)。II 油组以灰色-深灰色为主,表明沉积期水体相对较深,处于弱还原和还原环境;③砂岩的粒度在 0.012~0.158mm 之间,为粉砂-细砂岩,以粉砂岩为主。结构成熟度较好,风化程度中-浅。分选程度为差-中-好,以中-好为主。颗粒以悬浮-点-线接触,以点接触为主。颗粒呈次棱角状-次圆状,反映距物源较远的三角洲-湖泊沉积特征;④碳酸盐岩(方解石、白云石、铁方解石和铁白云石)胶结和硬石膏胶结的长石砂岩反映距物源相对较远的三角洲-湖泊沉积特征。

### 1.2 古气候特征

古近系新沟组下段Ⅲ油组沉积时期,气候较干旱,出现咸水湖泊-浅水三角洲环境,发育一套红灰间互的砂泥质沉积;II 油组沉积时期,由半干旱-干旱气候向潮湿方向发展,湖泊水体变深,物源供给较前期增强,三角洲向前推进,发育一套以灰色-深灰色为主的泥质砂岩;I 油组沉积时期,气候由潮湿向半干旱方向发展,湖泊水体变浅,出现咸水湖泊和浅水三角洲环境,发育一套红灰间互的砂泥质沉积。总体上,新沟组从Ⅲ油组到II 油组再至I 油组,气候的变化为半干旱-干旱-潮湿-半干旱<sup>[5]</sup>(图5)。

### 1.3 古生物标志

新沟组下段泥岩中保存有孢粉、介形虫、轮藻类等化石。孢粉质量轻,在近源泥岩和吸附能力较高的滨浅湖中含量相对较高。介形虫从淡水到半咸水环境,种类分布减少。轮藻类主要生活在湖泊、水塘等内陆水体中,属淡水种类,对水深和盐度较敏感,它对于判别浅水、淡水,确定古河流和古湖泊界限都具有指向意义<sup>[6]</sup>。研究区古生物的种类和数量表明这一地区水的盐度稍高,属于微咸-半咸水的滨浅湖泊沉积环境。

### 1.4 沉积构造

新沟组原生沉积构造有底冲刷构造、板状层理、楔状交错层理、小型波状交错层理、平行层理、水平层理及生物扰动构造。底冲刷构造是分流河道沉积的证据之一,板状交错层理广泛发育于三角洲前缘分流河道和浅湖砂坝沉积中,楔状交错层理广泛发育于三角洲前缘分流河道和浅湖砂坝沉积中,浪成沙纹层在三角洲前缘带和浅湖砂坝中均有发育,平行层理在三角洲和浅湖滩坝沉积体系中均发育,常与板状交错层理共生,在水下分流河道和浅湖砂坝中均有发育。水平层理广泛发育于滨浅

湖和三角洲相的泥岩、粉砂质泥岩中(图1,图5)。

## 2 沉积微相类型及特征

研究区新沟组主要为一套浅水三角洲沉积,进一步细分为三角洲平原与三角洲前缘和前三角洲三种亚相,其中三角洲平原以分流河道和分流间湾发育为主,局部发育天然堤,三角洲前缘以水下分流河道、水下分流间湾发育为特征,而很少发育河口坝和席状砂微相(图1)。

### 2.1 三角洲平原亚相

#### 1. 分流河道微相

研究区新沟组分流河道微相以砂质沉积为主,主要由棕色/紫色粉砂岩、泥质粉砂岩组成,剖面上具正韵律特征,自然伽马曲线为齿化的箱形、钟形(图1)。

#### 2. 分流间湾微相

分流间湾为分流河道的凹陷区,常与湖泊相通。分流间湾微相的岩性主要由棕紫色泥岩、粉砂质泥岩、膏质泥岩组成。沉积构造以块状层理、水平层理为主,生物扰动作用强烈。自然伽马曲线以低平齿化形态为特征。

#### 3. 天然堤微相

天然堤位于河道两侧,向河道方向一侧较陡,向外一侧较缓。由棕紫色薄层泥质粉砂岩组成,发育水平层理、波状层理和生物钻孔。

### 2.2 三角洲前缘亚相

#### 1. 水下分流河道微相

由于盆地地形十分平缓,湖泊水动力相对较弱;而河流水动力较强,水下河道向湖泊中心方向延伸,形成水下分流河道微相<sup>[7]</sup>。浅水三角洲的分流河道十分发育,分流河道是水上平原分支河道入湖后继续做惯性运动的水下延伸部分,它与浅水三角洲平原分流河道砂具有许多相似之处,所不同的是水下分流河道侧向上与之伴生的是经湖浪改造的席状砂。浅水三角洲的骨架砂体是分流河道砂体,分流河道砂体是浅水三角洲中砂层的集中发育带,而不是在浅水三角洲前缘的河口坝、席状砂。水下分流河道在新沟组下段II 油组和Ⅲ油组广泛发育,以浅灰色/灰白色粉砂岩为主,常夹少量粉砂质泥岩条带,粒度从下到上由粗变细,剖面上具有正韵律或复合韵律特征(图1),发育底冲刷构造,楔形交错层理,板状交错层理,平行层理及波状和浪成沙纹层理。自然伽马测井曲线表现为箱形或钟形,箱形说明水动力较强,钟形说明水动力较弱(图1)。

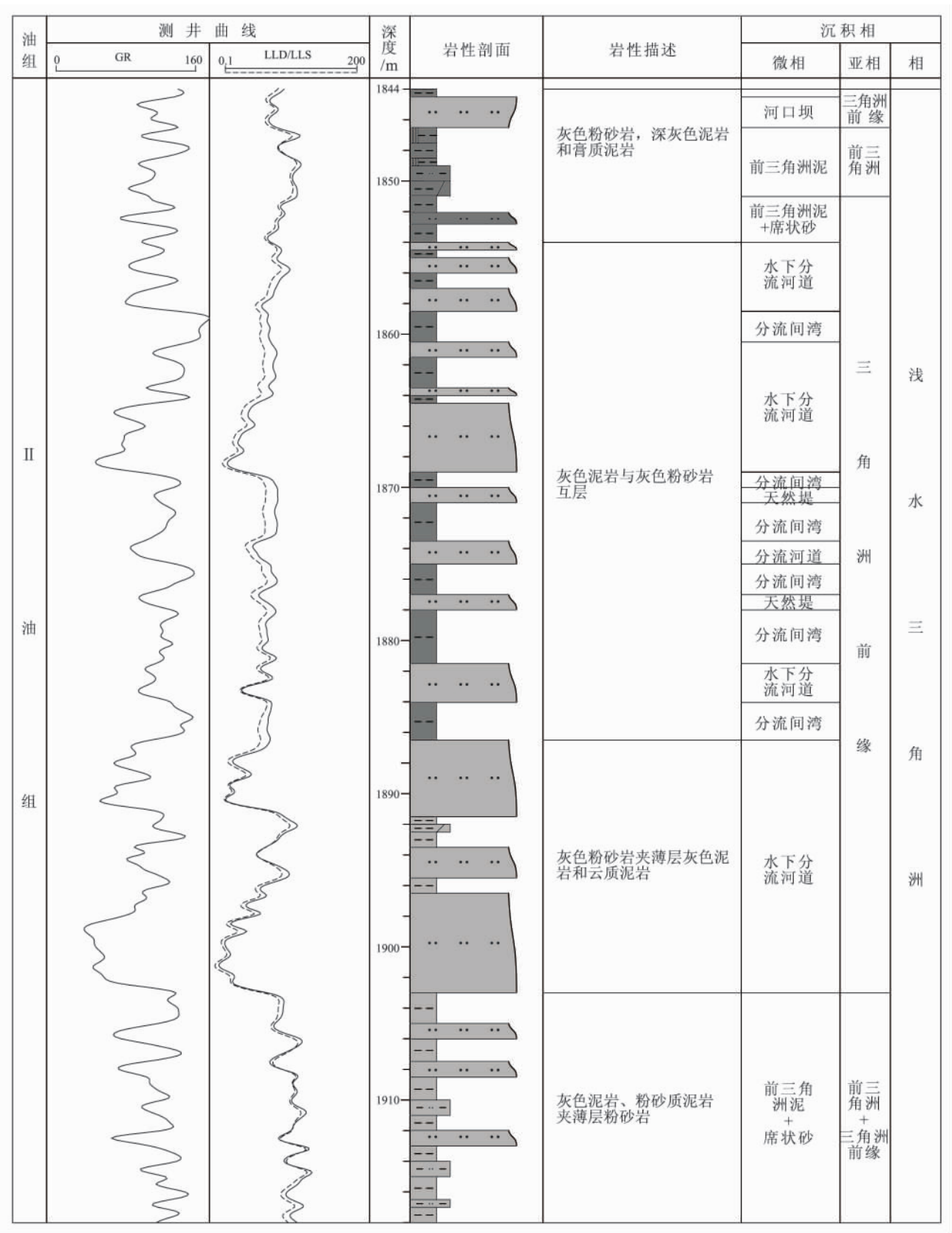


图 1 马斜 27 井浅水三角洲前缘亚相沉积序列剖面图

Fig. 1 Vertical sedimentary sequence through the shallow-water delta front subfacies deposits in the Maxie-27 well

## 2. 水下分流间湾微相

由于浅水湖泊三角洲主要由建设性扇体构成,在平面上多呈鸟足状,常发育水下分流间湾。分流间湾的水动力环境平静,沉积物以泥质成分为主,且水体浅,常暴露于地表,受季节气候作用影响较大。该区水下分流间湾主要为灰色/深灰色泥岩、粉砂质泥岩夹薄层粉砂岩,发育块状层理、水平层理和透镜状层理,测井曲线表现为自然伽马高值段和低幅平滑或齿化形态(图1)。

## 2.3 前三角洲相

前三角洲相由前三角洲微相组成,主要发育灰色、深灰色泥岩夹泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、膏质泥岩、云质灰质泥岩构成。以水平层理和块状层理为主,粒度曲线主要为细粒的单-悬浮总体。

## 3 沉积相平面分布特征

根据单井沉积微相分析、连井沉积相和砂体对比分析,编制了新沟咀组下段3个油组的沉积相平面展布图(图2)。

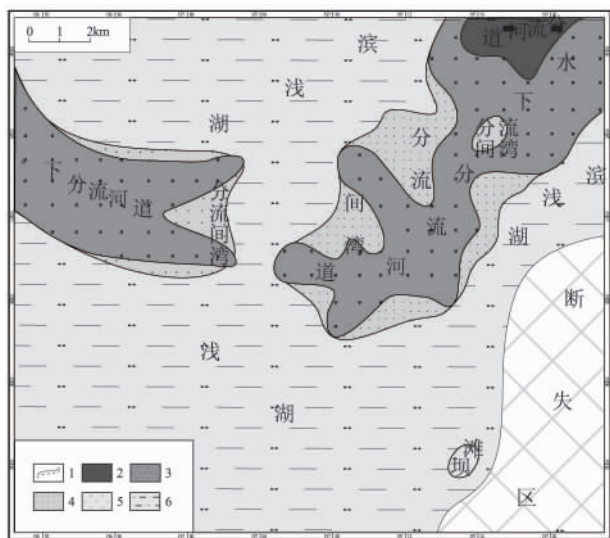


图2 潜江凹陷新沟咀组 I 油组沉积相平面展布图

1. 相边界; 2. 分流河道; 3. 水下分流河道; 4. 分流间湾; 5. 滩坝; 6. 滨、浅湖(前三角洲)

Fig. 2 Planar distribution of the sedimentary facies in the Xingouzui Formation

1 = facies boundary; 2 = distributary channel; 3 = subaqueous distributary channel; 4 = interdistributary bay; 5 = beach bar; 6 = littoral-shallow lake (prodelta)

III 油组沉积时期水体较浅,受东北部和西北部物源影响(以东北部物源为主),发育水下分流河道、河口坝和席状砂微相。II 油组沉积时期,水体

深度加大,三角洲向前推进,仍以东北部物源为主,发育水下分流河道主河道沉积。主河道展布面积广,分支河道向前延伸,其侧缘发育分流间湾微相,河口坝和席状砂微相少见,为滨浅湖和浅水三角洲沉积。I 油组沉积时期,研究区属于中亚热带半干旱气候,水体浅,水体盐度较前期升高,介形虫含量减少。为氧化和还原环境交替的浅水三角洲沉积环境(图2),砂体以分流河道砂体为主,成朵状直向和侧向的大面积迁移,延伸宽广。由于浅水三角洲主要受河流作用控制,因而其砂体往往顺流向分叉展布,表现出明显的方向性。

## 4 浅水三角洲沉积相模式

根据新沟咀组下段沉积期区域地质背景和湖平面升降引起的沉积相演化阶段,建立了浅水三角洲沉积相模式,其沉积基本特征如下(图3):

(1) 通过对研究区古气候特征、岩性特征、古生物标志和沉积构造特征分析,认为潜江凹陷新沟咀组属于盐湖盆地浅水三角洲沉积。

(2) 研究区发育大量的盐类矿物,新沟咀组的浅水三角洲发育于地势较平坦、气候较干旱、水体较浅的盐湖沉积的背景下。新沟咀组下段的 I 油组和 III 油组以棕色、紫色、红色与灰色间互。氧化还原环境交替,无典型的深湖、半深湖沉积。

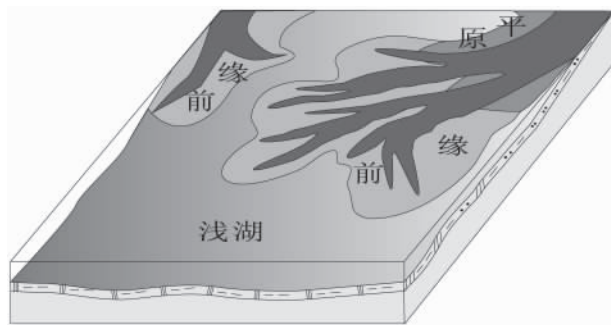


图3 新沟咀组下段浅水三角洲沉积模式

Fig. 3 Sedimentary model for the shallow-water delta in the lower part of the Xingouzui Formation

(3) 研究区的浅水三角洲沉积主要发育三角洲平原、三角洲前缘和前三角洲亚相沉积,其中以三角洲前缘相带为主,微相以水下分流河道微相为主,其侧缘多发育分流间湾,河口坝和席状砂不发育。分流河道砂为浅水三角洲的骨架砂体,且具有明显的方向性。





图 4 新沟咀组下段盐盆地浅水三角洲典型沉积特征照片

Fig. 4 Representative sedimentary characteristics of the shallow-water delta deposits in the lower part of the Xingouzui Formation  
III oil measures: interbedded red ( or brown and purplish red) and grey sandy and muddy deposits; II oil measures: grey to dark grey sandy and muddy deposits; I oil measures: interbedded red ( or brown and purplish red) and grey sandy and muddy deposits. A. Brown sandstone and conglomerate and siltstone with parallel beddings and basal scour structures in the delta front distributary channel microfacies at the depth of 1792. 86 m in the Ma-17 well; B. Oil seepage-bearing grayish brown siltstone with ripple and wavy beddings in the delta front subaqueous distributary channel microfacies at the depth of 1899 m in the Ma-36 well; C. Brown gypsum-bearing siltstone with tabular cross-beddings in the littoral-shallow lake sandbar microfacies at the depth of 1654 m in the Ma-17 well

参考文献：

[1] 胡明毅,马艳荣,刘仙晴,等.大型凹陷型湖盆浅水三角洲沉积特征及沉积模式[J].石油天然气学报,2009,31(3):13-17.  
[2] 谢春安,胡明毅,贾秀容,等.潜江凹陷马王庙地区古近系新沟咀组下段物源分析[J].海洋石油,2010,30(4):56-60.  
[3] 戴世昭.江汉盐湖盆地石油地质.[M].北京:石油工业出版社,1997.  
[4] 戴世昭,江继纲.江汉盆地马王庙地区石油运移的探讨.[J].石油学报,1992,13(4):50-59.  
[5] 邹才能,赵文智,张兴阳,等.大型敞流湖盆浅水三角洲与湖盆

中心砂体的形成与分布[J].地质学报,2008,82(6):813-824.  
[6] 胡涛,陈素,彭良凤,等.新沟咀组下段古气候及其对层序的影响[J].江汉石油科技,2004,14(4).  
[7] 代黎明,李建平,周心怀,等.渤海海域新近系浅水三角洲沉积体系分析[J].岩性油气藏,2007,19(4):75-81.  
[8] 吕晓光,李长山,蔡希源,等.松辽大型浅水湖盆三角洲沉积特征及前缘相储层结构模型[J].沉积学报,1999,17(4):572-576.  
[9] 邓强,张卫,平毛敏.渤海海域新近系浅水湖盆三角洲沉积依据及特征分析[J].录井工程,2009,20(2):77-81.

## Sedimentary model for the shallow-water delta deposits in the salt lake basin: An example from the Xingouzui Formation in the Jiangnan Basin , Hubei

WAN Yun-lai<sup>1</sup> , HU Ming-yi<sup>1,2</sup> , HU Zhong-gui<sup>1,2</sup> , JIA Xiu-rong<sup>1</sup> , XIE Chun'an<sup>1</sup>

( 1. *Institute of Geosciences , Yangtze University , Jingzhou 434023 , Hubei , China*; 2. *Key Laboratory of Oil Resources and Exploration Technology under the Ministry of Education , Yangtze University , Jingzhou 434023 , Hubei , China*)

**Abstract:** The Xingouzui Formation in the Qianjiang depression , Jiangnan Oil Field is interpreted to be assembled by the shallow-water lacustrine delta deposits in the salt lake basin in terms of core examination , well logs , palaeoclimate , lithology , palaeontology and sedimentary structures. During the deposition of the Xingouzui Formation , the climates were relatively dry; the lake water was relatively shallow , and no abyssal-bathyal deposits were laid down. There occur the shallow-water delta depositional systems in the inlets , in which the delta plain , delta front and prodelta mud subfacies are recognized. The subaqueous distributary channel deposits are relatively developed as framework sandstones in the shallow-water delta. The shallow-water delta is mainly controlled by fluviation , and the sandstones are aligned as bands. The results of research in this study result in the construction of planar distribution of sedimentary facies and sedimentary model for the shallow-water delta , and thus have assisted in further exploration and development of the Jiangnan Oil Field.

**Key words:** shallow-water delta; salt lake basin; Xingouzui Formation; sedimentary model