

文章编号: 1000-0550(2004)01-0073-06

# 陕甘宁盆地拗陷型湖盆缓坡带三角洲前缘 短期基准面旋回与储层成因分析

李凤杰<sup>1,2</sup> 王多云<sup>1</sup> 宋广寿<sup>3</sup> 郑希民<sup>1</sup>  
刘自亮<sup>1</sup> 王峰<sup>1</sup> 王志坤<sup>1</sup> 李树同<sup>1</sup>

1(中国科学院兰州地质研究所 兰州 730000)2(中国科学院研究生院 北京 100039)

3(长庆油田公司采油二厂 甘肃庆阳 745100)

**摘要** 运用高分辨率层序地层的短期基准面旋回原理,对发育于陕甘宁盆地城华地区长 3 油层组缓坡带上的三角洲前缘的储集砂体进行细致分析,按成因将储层砂体详细划分为三大类 6 种类型,而这几种类型砂体的成因明显受基准面升降、可容纳空间( $A$ )和沉积物补给量( $S$ )之间变化关系两方面的影响。在基准面上升过程中, $A/S < 1$  时,以截削式河道砂体为主, $A/S > 1$  时,则为完整式河道砂体;在基准面下降过程中, $A/S < 1$  时,以孤立式河口坝砂体为主, $A/S > 1$  时,则以叠加式河口坝和远砂坝砂体为主;在水下坡折带沉积区,则为复合式坝砂体。基准面升降过程中,短期基准面旋回的规律性变化,影响着不同成因砂体的分布,据此建立了拗陷型湖盆缓坡带三角洲前缘不同砂体类型的成因分布模式。

**关键词** 短期基准面旋回 砂岩储层 成因分析 三角洲前缘 延长组 陕甘宁盆地

**第一作者简介** 李凤杰 男 1972 年出生 博士 沉积学和油气地球化学

**中图分类号** P539.2 **文献标识码** A

Cross T. A. 教授的高分辨率层序地层学理论<sup>[1]</sup>被引入我国<sup>[2]</sup>以来,地质学家在不断丰富该理论<sup>[3]</sup>的同时,也成功地把该理论应用到我国陆相沉积盆地储层预测中<sup>[4,5]</sup>,在我国中生代陆相湖盆中,三角洲前缘的油气储层成因往往被解释成水下分流河道和河口坝砂体。随着勘探程度提高和油藏描述发展,储层的这种成因解释已经远远不能满足储集层评价、油气成藏研究、滚动勘探和后期开发方案设计等的需要。基准面旋回原理作为高分辨率层序地层学理论的核心,在其升降过程中,由于可容纳空间与沉积物补给通量比值的变化,相同沉积体系域或相域中发生沉积物的体积分配作用,导致沉积物的保存程度、地层堆积样式、相序、相类型及岩石结构发生变化,这些变化直接影响不同砂体类型的形成,从而决定着储层成因的多样性。本文运用高分辨率层序地层学原理和方法,以陕甘宁盆地城华地区三叠系延长组长 3 油组为例,分析在陆相拗陷型盆地缓坡带三角洲前缘的短期基准面旋回升降过程中,可容纳空间与沉积物补给通量比值的的变化对沉积物特征的影响,研究水下分流河道和河

口坝砂体内部的粒度、叠加式样、连通性等特征变化规律,进而对储层砂体的成因进行详细划分,建立缓坡带三角洲前缘储层砂体的成因分布模式。该项研究对于在拗陷型湖盆缓坡带的三角洲前缘中用层序地层学理论较准确预测储层类型及其空间分布规律有重要的学术和应用价值。

城华地区位于陕甘宁盆地二级构造单元陕北斜坡的南部,范围包括华池和城壕两县在内的 2000 km<sup>2</sup> (见图 1)。

本区上三叠统延长组是重要的产油地层之一,自上而下可划分为长 1 - 长 10 等 10 个油层组,各油层组有独特的生储盖组合特征。发育于湖泊收缩期缓坡带三角洲前缘沉积阶段的长 3 油层组为本区主力油层组之一,可进一步划分出长<sub>3</sub><sup>1</sup>、长<sub>3</sub><sup>2</sup>和长<sub>3</sub><sup>3</sup>三个油层段;在平面上,该油层组具有三角洲向湖强烈进积的特征。根据研究,城华地区长 3 油组水下分流河道微相可细分为截削式和完整式两种类型,河口坝微相细分为孤立式、叠加式和复合式三种类型<sup>[6]</sup>,这两种微相类型的砂体是长 3 油层组最重要的储集砂体类型。

### 1 短期基准面旋回结构类型

短期基准面旋回所记录的地层过程 - 沉积学响应特征,为成因上相联系的单一岩相或多个岩相组成的岩石地层单元加界面组成,相当于 Vail 的准层序组或准层序<sup>[7]</sup>,是划分高分辨率层序地层学的成因地层单元,也是进行层序分析的基础<sup>[3]</sup>。通过对取芯段和测井曲线的研究,城华地区长3油层组可以识别出两大类三种短期基准面旋回结构类型。

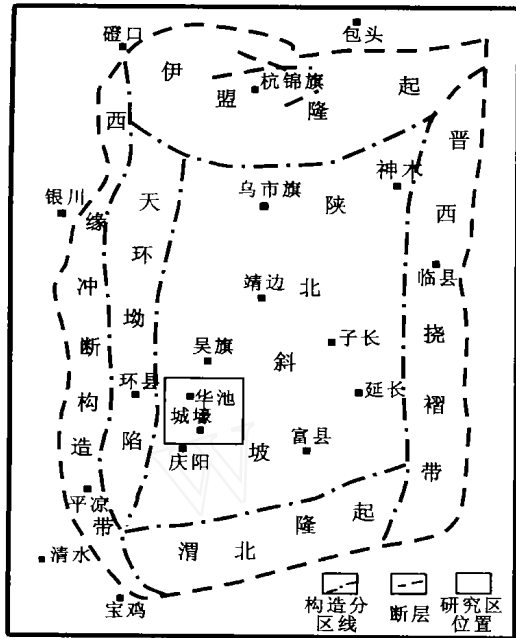


图1 陕甘宁盆地构造分区及研究区位置

Fig. 1 Tectonic division of Shaanxi-Gansu Ningxia basin and location of the study area

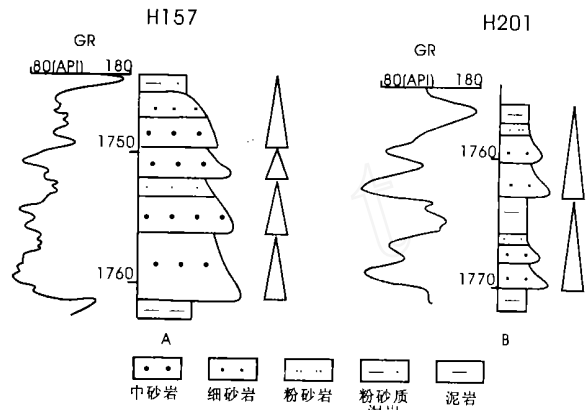
#### 1.1 非对称型旋回

一个完整的基准面穿越旋回及与其伴生的可容空间的增加和减小,在地层记录中由代表二分时间单元(每部分分别代表基准面的上升和下降)的完整地层旋回组成,但也可能仅由基准面二分时间单元的上升或下降部分组成<sup>[2]</sup>,这时地层记录的基准面旋回就不完整,而是残缺的半旋回。根据所处二分时间单元部位的不同,可将残缺的基准面旋回划分为向上变深和向上变浅两种非对称型旋回类型。

##### 1.1.1 向上变深的非对称型旋回

此类型旋回以层序中仅保存基准面上半旋回沉积记录,下半旋回则处于侵蚀冲刷状态而使沉积物无法保存为特征,广泛发育于三角洲前缘水下分流河道沉积区。根据岩性岩相组合和厚度保存状况,可进一步细分为低可容空间和高可容空间两种亚类型(图2)。低可容空间型是由底部冲刷面和多层砂体相互叠加而成的块状分流河道砂体组成,是在基准面低幅

上升和沉积物供给充分的条件下,沉积速率大于可容纳空间的增长率,  $A/S$  的比值远小于 1,注入可容纳空间的沉积物大部分通过强烈的侵蚀或冲刷作用被带走,仅保留底部分流河道砂体沉积,因而记录的地层旋回不完整。主要出现在水下分流河道彼此叠置和侧向迁移活跃的水下平原上游部位;高可容纳空间型旋回特点表现为底部具冲刷面、上部具完整的河流下粗上细的二元结构。该类型层序形成于基准面较大幅度上升引起的可容纳空间递增、沉积物供给量逐渐减小的过程中,主要出现在水下分流河道侵蚀作用较弱的水下平原中下游部位。



A 低可容空间 B 高可容空间

图2 向上变深的非对称型短期旋回剖面结构

Fig. 2 Profile of up-deepening non-symmetric short-time cycle

##### 1.1.2 向上变浅的非对称型旋回

该旋回类型以层序中仅保存基准面下半旋回的沉积记录,上半旋回则以欠补偿或无沉积记录间断面为特征,发育于三角洲前缘河口坝沉积区。根据岩性岩相组合和厚度保存状况,同样可细分为低可容空间和高可容空间两种亚类型(图3)。低可容空间型是由多个向上变粗的河口坝砂体相互叠置构成,形成于沉积速率较快的河口位置,  $A/S < 1$  的沉积条件下;而高可容空间型是由欠补偿或无沉积记录间断面、较细的远端砂坝夹薄层泥岩以及薄层河口坝组成,形成于  $A/S > 1$ ,沉积物供给不充分到极不充分的条件下,即沉积速率较小而且远离河口的位置。

#### 1.2 对称型旋回

该类型旋回对基准面上升和下半旋回的沉积记录都有保存,而成为完整的基准面旋回。形成于高可容纳空间条件,沉积物补给较为充分,或形成于中等可容纳空间,  $A$  值接近或略大于  $S$  值的沉积条件下,也就是说成因与基准面上升幅度较大、下降幅度较小,沉积

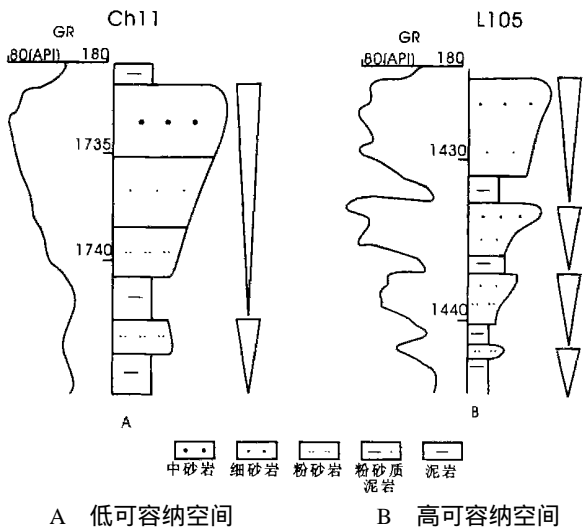


图 3 向上变浅的非对称型短期旋回剖面结构  
Fig. 3 Profile of up-shallowening non-symmetric short-time cycle

速率始终低于可容纳空间的增量的沉积过程有关,发育于水下分流河道和河口坝交替作用的河口及相邻两侧。按二分时间单元中的厚度比例可分为上升半旋回大于下降半旋回的、上升半旋回小于下降半旋回和二分时间单元完全相等三种对称旋回亚类型,三者均以湖泛面为二分时间单元的转换界面。

## 2 储层砂体成因类型分析

依据上述短期基准面旋回的沉积动力学过程,通过对城华地区长 3 油层组三角洲前缘水下分流河道和河口坝储集砂体内部岩石粒度、岩性组合等沉积特征和砂体间的叠置、连通关系的研究(表 2),分析了短期基准面旋回对砂体形成的作用机理,归纳总结出三大类 6 种成因类型的储层砂体。

### 2.1 水下分流河道成因砂体

#### 2.1.1 截削式分流河道砂体

该成因类型砂体的底部,常具有明显的冲刷面,垂

表 2 城华地区长 3 油组不同成因类型砂体沉积特征

Table 2 Depositional characteristic of different genetic sandstones with Chang 3 oil formation in Chenghua area

砂体成因类型	岩石粒度	垂向组合	砂体厚度/m	GR、SP 曲线形态	在三角洲前缘所处位置
截削式河道砂完整式	中、细粒砂岩	低冲刷面+河道砂岩	15~20	大块箱形	高能水下分流河道区
河道砂完整式	细砂岩	低冲刷面+河道	5~10	钟形	中低能分流河道区
河道砂孤立式	粉砂岩	砂岩+泥岩	8~12	漏斗形	低能水下坡折带区及其前端
坝砂体叠加式	细砂岩	浅湖泥+河口坝砂岩	单层 2~5, 多层叠加可达 10m	叠加漏斗形	低能的前缘末端
坝砂体远砂坝砂体	粉砂岩	浅湖泥+粉砂岩	不大于 3m	低幅漏斗形	前缘末端与前三角洲交界区
复合式坝砂体	中、细粒砂岩	浅湖泥+河口坝砂岩+低冲刷面+河道砂岩	一般 15~25m, 最大可达 35m	复合钟形与漏斗形	中低能水下坡折带区

向上表现为由多个正韵律叠加构成的复合韵律。成因在于基准面缓慢上升过程中,可容纳空间远小于沉积物补给通量,低可容纳空间难以容纳所供给的沉积物,从而大部分的沉积物在冲刷作用下被带走<sup>[8]</sup>。在基准面下降过程,随着有效可容空间向湖迁移而减小,冲刷作用逐渐增强,上部细粒沉积物无法得以保存,仅保留底部较粗的砂岩沉积。多期砂体相互叠置,构成截削式分流河道砂体。短期基准面旋回表现为低可容纳空间、向上变深的非对称型旋回。

#### 2.1.2 完整式分流河道砂体

河道砂体底部常具有冲刷面,粒度向上变细,并逐渐过渡到分流间湾泥岩。其成因于基准面上升过程中,可容纳空间的递增大于沉积物的供给量,也就是高

可容纳空间条件下,沉积物供给充沛,而且中低能量的分流河道下蚀作用较弱,基准面下降时,侵蚀作用同样较弱,因此,沉积形成向上变细序列的砂体类型。该成因类型砂体可以单期存在,也可能多期叠加出现。短期基准面旋回表现为高可容纳空间、向上变深的非对称型旋回和等厚对称型旋回及上升半旋回为主的对称型。

### 2.2 河口坝成因砂体

#### 2.2.1 孤立式河口坝砂体

孤立式河口坝砂体底部与浅湖泥直接接触,向上粒度逐渐变粗并表现为反粒序结构。其成因是在低可容纳空间条件下,伴随着基准面下降到晚期,强烈的进积作用使可容纳空间迅速填满,水体变浅,位于顶部的

砂体受侵蚀冲刷作用的改造,泥质成分被带走,粗粒物质保留下来,从而形成厚度大、分选好、无细粒沉积物夹层的孤立式河口坝砂体。短期基准面旋回表现为低可容纳空间、向上变浅的非对称型旋回。

### 2.2.2 叠加式河口坝砂体

是由多个向上变粗的砂体相互叠置组成的反粒序砂体,其成因与基准面下降期,高可容纳空间条件下,沉积水体较深、能量低有关。侵蚀冲刷作用弱,较细粒的沉积物得以保存,因而形成具有众多夹层的叠加式河口坝砂体。短期基准面旋回表现为高可容纳空间、向上变浅的非对称型旋回和等厚对称型旋回及下降半旋回为主的对称型。

### 2.2.3 远砂坝砂体

位于靠湖而远离河口的位置,在基准面下降早期, $A/S \gg 1$ ,沉积物补给通量极小,处于欠补偿或饥饿状态,随着基准面的下降,可容纳空间缓慢递减,沉积物补给通量缓增,形成具反粒序的加积-弱进积序列,沉积了厚度较薄的远砂坝砂体。短期基准面旋回表现为高可容纳空间、向上变浅的非对称型旋回。

### 2.3 复合式坝砂体

属于复合型砂体成因类型,砂体特征:上部为正粒序结构的分流河道砂体沉积,河道底部具明显或弱冲刷面,下部是具反粒序结构的河口坝砂体,因此形象的称其为“坝上河”。其成因在于:基准面由下降过程中,沉积于水下坡折带<sup>[9]</sup>的河口坝砂体,部分填平补齐坡折带下游部位。而当基准面由降到升的转换时,低可容纳空间条件下的水下分流河道具较强烈的侵蚀冲刷作用,会对先期沉积于坡折带的河口坝砂体造成冲刷。河口坝遭受部分侵蚀,分流河道砂体直接与剩余河口坝

砂体接触,分流河道砂体底部物性较好,河口坝砂体则顶部较好,两者相连,物性难以区分,因此称其为复合式坝砂体,短期基准面旋回表现为低可容纳空间、向上变浅和向上变深两种的非对称型旋回的叠加。

## 3 储层砂体成因与分布模式

在前人对本区物源方向研究<sup>[10,11]</sup>的基础上,通过对研究区 300 余口井长 3 油组砂体成因的分析与统计,绘制出城华地区长 3 期各成因类型砂体分布示意图(图 4)。从分布图可以看出,三角洲前缘,沿水流方向在第一期短期基准面旋回升降期, H602 井砂体为短期基准面旋回为非对称向上变深的低可容空间型, H203 井为非对称向上变深的低可容空间型短期基准面旋回, H180 井则表现为非对称向上变浅的低可容空间型短期基准面旋回, CH64 对称型的短期基准面旋回类型, CH33-40 非对称向上变浅的高可容空间型短期基准面旋回。砂体类型从 H602 - CH33 - 40 依次为截削式河道砂体、完整式河道砂体、复合式坝砂体、孤立式坝砂体和叠加式坝及远砂坝砂体。下一期基准面旋回也表现出同样旋回和砂体类型分布特征,可见三角洲前缘的砂体类型分布受控于短期基准面旋回的升降过程,据此可以总结出城华地区缓坡带三角洲前缘不同类型的储集砂体的成因分布模式(图 5)。

据基准面旋回原理和沉积物体积分配原理<sup>[12]</sup>,在基准面上升过程中,有效可容空间向陆方向迁移,三角洲前缘水下分流河道沉积区可容空间增加,随着上游沉积物不断供给,从而沉积了厚度较大的砂岩;沿三角洲向湖的生长方向,有效可容空间虽然同样增加,但沉积物随搬运距离的增加,就会不断沉积下来,从而导致

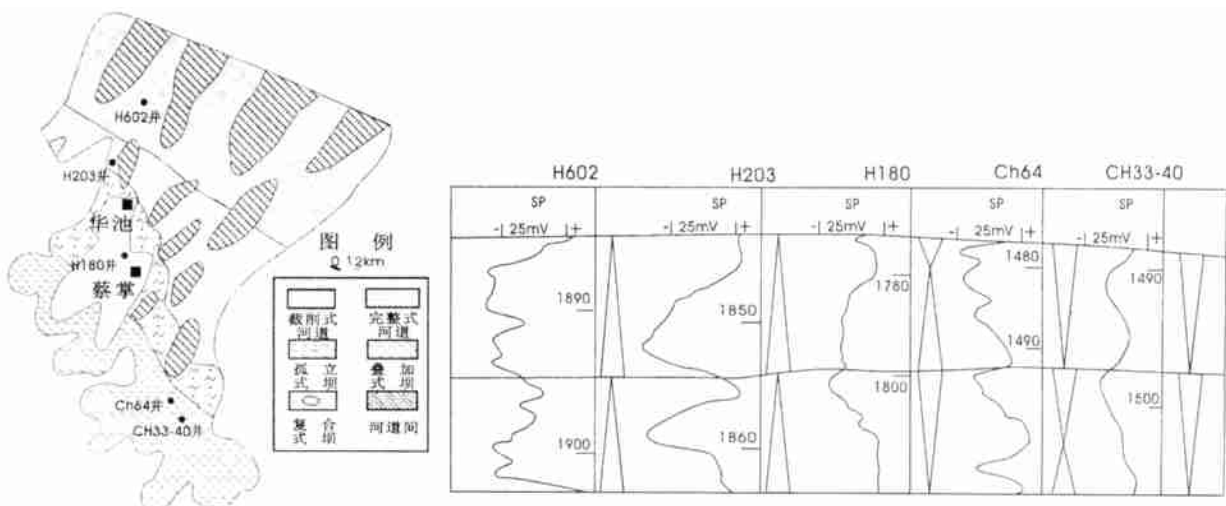


图 4 城华地区长 3 期不同成因砂体分布示意图

Fig. 4 Sketch map on distribution of different genetic sandstone bodies of Chang 3 Formation in Chenghua area

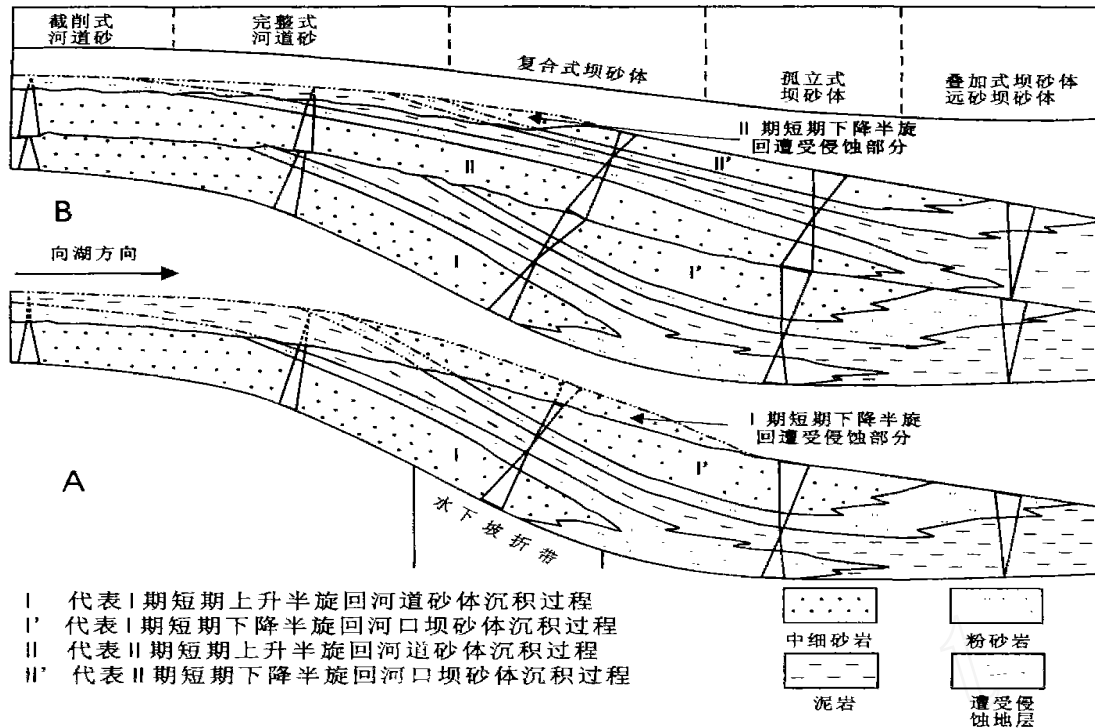


图 5 三角洲前缘砂体成因分布和对对比关系模式

Fig. 5 Model of genetic distribution and contrast relation of sandstones at delta front

下游的沉积物补给量逐渐减少,沉积砂体的厚度也随之逐渐变薄,至河口和浅湖的位置进入弱沉积、欠补偿乃至无沉积作用状态。一方面随着搬运距离的增加,粗粒物质因沉积分异作用不断沉淀下来,细粒物质则随水流不断前进,因而在横向上,沿水流方向沉积物由粗向细变化。另一方面随基准面上升,可容空间呈递变速率增加,而沉积物的增加量则较小,也就是可容空间的增加量远大于沉积物的增加量,如此以来,粗粒物质向上游移动,该区则沉积较细的物质,因而沉积物在垂向上表现出向上变细的特点。当基准面上升到最高点时,具最大可容空间,此时沉积物则以细粒物质为主,如粉砂岩、泥岩等,见图 4-A-I。当基准面处于下降过程时,可容空间向湖方向迁移,有效可容空间不断减少。水下分流河道下游,基准面距沉积物表面的距离逐渐增加,水流的侵蚀强度和幅度逐渐降低,此时,仅小部分侵蚀先期的细粒沉积物,而保留部分具有由砂岩到泥岩完整序列的特征,而在该部位沉积形成完整式河道成因砂体,见图 4-A-I;在水下坡折带,首先填平补齐坡折带,沉积形成河口坝砂体,而后当基准面下降较低时,也会发生部分侵蚀,基准面旋回表现为对称型。当下一期基准面上升过程中,沉积同样会优先填平补齐该区,沉积巨厚河道砂体,河道砂体与先期河口坝砂体叠加,二者不易区分,统称为复合式坝成因砂体,见图 4-B-II。在坡折带以下,河口坝砂体未遭受侵

蚀,保留完整,内部均匀,形成孤立式河口坝成因砂体,基准面旋回为下降半旋回大于上升半旋回的对称型或低可容空间向上变浅的非对称型;而远离河口位置,沉积物供给量不足,处于欠补偿或饥饿状态,因此沉积形成有许多泥岩夹层的叠加式坝成因砂体和远砂坝成因砂体,见图 4-B-II'。总之,由于短期基准面旋回在升降过程中的规律变化,导致了缓坡带三角洲前缘不同成因的砂体类型有规律的分布。

## 4 结论

通过对城华地区长 3 油层组高分辨率层序地层学研究认为:

(1) 利用基准面升降原理,能够对拗陷型湖盆缓坡带三角洲前缘砂体成因类型进行精细刻画,通过研究将本区三角洲前缘储层砂体详细划分出水下分流河道、河口坝和复合式坝砂体三大类 6 种类型。

(2) 基准面升降过程中,可容纳空间(A)和沉积物补给通量(S)的比值变化控制着三角洲前缘不同储层砂体的成因和垂向组合特征。在基准面上升过程中, $A/S < 1$  时,以截削式河道砂体为主, $A/S > 1$  时,则为完整式河道砂岩;在基准面下降过程中, $A/S < 1$  时,以孤立式河口坝砂体为主, $A/S > 1$  时,则以叠加式河口坝和远砂坝砂体为主;在水下坡折带沉积区,则为复合式坝砂体。短期基准面旋回规律变化影响着不

同成因的砂体类型分布特点。

(3) 在基准面升降过程中,短期基准面旋回的规律性变化,影响着不同成因砂体的分布,据此建立了坳陷型湖盆缓坡带三角洲前缘不同砂体类型的成因分布模式。

致谢 在研究工作过程中,长庆油田公司采油二厂地质研究所研究人员给予大力支持,在此表示感谢。

#### 参考文献(References)

- Cross T A. Controls on coal distribution in transgressive-regressive cycle, Upper Cretaceous, Western Interior, U. S. A. *SEPM Special*, 1988, 42: 371 ~ 380
- 邓宏文. 美国层序地层研究中的新学派 - - 高分辨率层序地层学. 石油与天然气地质, 1995, 16(2): 87 ~ 97 [Deng Hongwen. A new school of thought in sequence stratigraphic studies in U. S. : high-resolution sequence stratigraphy. *Oil & Gas Geology*, 1995, 16(2): 87 ~ 97]
- 郑荣才, 尹世民, 彭军. 基准面旋回结构与叠加式样的沉积动力学分析. 沉积学报, 2000, 18(3): 369 ~ 375 [Zheng Rongcai, Yin Shimin, Peng Jun. Sedimentary dynamic analysis of sequence structure and stacking pattern of base-level cycle. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2000, 18(3): 369 ~ 375]
- 王洪亮, 邓宏文. 地层基准面原理在湖相储层预测中的应用. 石油与天然气地质, 1997, 18(2): 96 ~ 102 [Wang Hongliang, Deng Hongwen. Application of base-level principle in prediction of lacustrine reservoirs. *Oil & Gas Geology*, 1997, 18(2): 96 ~ 102]
- 杨雷, 梅志超, 熊伟. 陕北地区延长组层序地层划分和含油气性. 古地理学报, 2001, 3(3): 83 ~ 88 [Yang Lei, Mei Zhichao, Xiong Wei. Stratigraphic sequence and petroliferous characters of Yanchang group in north Shaanxi province. *Journal of Palaeogeography*, 2001, 3(3): 83 ~ 88]
- 李凤杰, 王多云, 郑希民, 等. 陕甘宁盆地华池地区延长组缓坡带三角洲前缘的微相构成. 沉积学报, 2002, 20(4): 582 ~ 587 [Li Fengjie, Wang Duoyun, Zheng Ximing, et al. The microfacies architecture of delta front along gentle slope zone of Yanchang Formation in Huachi area, Shanxi-Gansu-Ningxia basin. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2002, 20(4): 582 ~ 587]
- Vail P R. Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy. Part 1: seismic stratigraphy interpretation procedure. In: *American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology*. 1987, 27: 1 ~ 10
- Cross T A. Stratigraphic controls on reservoir attributes in continental strata. *Earth Science Frontiers*, 2000, 7(4): 322 ~ 350
- 王多云, 陈应泰, 徐洪生. 受周期湖平面升降控制的冲积扇-扇三角洲沉积体系. 沉积学报, 1991, 9(4): 43 ~ 48 [Wang Duoyun, Chen Yingtai, Xu Hongsheng. Alluvial fan-fandelta-lacustrine sedimentary system controlled by lake-level changes. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1991, 9(4): 43 ~ 48]
- 窦伟坦. 鄂尔多斯盆地城华地区长 33 油组油气富集的控制因素. 西安石油学院学报, 1999, 14(5): 1 ~ 4 [Dou Weitan. The factors controlling the oil-gas accumulation law of Y33 oil-bearing Formation in Chenghua area Ordo 5 basin. *Journal of Xi'an Petroleum Institute*, 1999, 14(5): 1 ~ 4]
- 宋凯, 吕剑文, 杜金良, 等. 鄂尔多斯盆地中部上三叠统延长组物源方向分析与三角洲沉积体系. 古地理学报, 2002, 4(3): 59 ~ 66 [Song Kai, Liu Jianwen, Du Jinliang, et al. Source direction analysis and delta depositional systems of Yanchang Formation of the upper triassic in the central Ordos basin. *Journal of Palaeogeography*, 2002, 4(3): 59 ~ 66]
- 邓宏文, 王洪亮, 宁宁. 沉积物体积分配原理 - - 高分辨率层序地层学的理论基础. 地学前缘, 2000, 7(4): 305 ~ 313 [Deng Hongwen, Wang Hongliang, Ning Ning. Sediment volume partition principle: theory basis for high-resolution sequence stratigraphy. *Earth Science Frontiers*, 2000, 7(4): 305 ~ 313]

## Short-term Base-level Cycle and Genetic Analysis of Reservoirs of Delta front at Gentle Slope in Depressed-type Lacustrine Basin, Shaanxi-Gansu Ningxia Basin

LI Feng-jie<sup>1,2</sup> WANG Duo-yun<sup>1</sup> SONG Guang-shou<sup>3</sup> ZHENG Xi-min<sup>1</sup>  
LIU Zi-liang<sup>1</sup> WANG Feng<sup>1</sup> WANG Zhi-kun<sup>1</sup> LI Shu-tong<sup>1</sup>

1(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

2(Graduat School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

3(Second Oil Production Factory, Chang-Qing Corporation, Qingyang Gansu 745100)

**Abstract** By using short-term base-level cycle theory of high-resolution sequence stratigraphy, we delicately analyzed reservoir sandstones which deposited on the delta front gentle slope zone with Chang oil Formation in Chenghua area, Shanxi-gansu-ningxia basin. On the base of genetic, reservoir sandstones may be divided into three types of sandstones that consist of six subtypes. While these sandstones genetic are evidently influenced by the short-term base-level up and down changes and the relation of accompanied accommodations and sediment alimentations. In the course of base-level rising,  $A/S < 1$ , sandstone genetic type is mainly truncated distributary channel sandstone body.  $A/S > 1$ , sandstone genetic type is mainly integrated distributary channel sandstone body. There is recombination bar genetic sandstone body at the underwater slope break zone. With the base-level up and down changes, regular change of short-term base-level cycle influences the distribution of different genetic sandstone bodies. And distributional model of different genetic sandstones that deposit on different locals of delta front at gentle slope in depressed-type lacustrine basin is built.

**Key words** short-term base-level cycle, sandstone reservoirs, genetic analysis, delta front, Yanchang Formation Shaanxi-Gansu-Ningxia basin