

文章编号: 1000-0550(2004)01-0087-08

# 浅水辫状河三角洲发育区短期基准面旋回划分 及储层宏观特征分析

王家豪 姚光庆 赵彦超

(中国地质大学资源学院 武汉 430074)

**摘要** 将层序控制因素分析和沉积学响应相结合,以短期基准面旋回为成因地层单元,较详细地分析了拗陷盆地、断陷盆地浅水辫状河三角洲发育区可容纳空间的不同发育特点、河流作用方式的变化、以及储层宏观分布特征,讨论了物源供给对储层的影响。以鄂尔多斯盆地塔巴庙地区和焉耆盆地宝浪油田宝北区块为例,说明了短期基准面旋回识别标志:厚层叠置砂体底部冲刷面和下切谷、辫状分流河道曲流化特征、滨岸沙坝-滨岸沼泽相沉积;阐述了厚层稳定煤层作为地层对比标志的理论依据;剩余陆上可容纳空间的概念合理地解释了储层砂体主要分布于基准面上升半旋回的原因。

**关键词** 浅水辫状河三角洲 短期基准面旋回 储层 曲流化 稳定厚煤层

**第一作者简介** 王家豪 男 1968 年出生 讲师 在读博士 沉积学 油气储层地质学

**中图分类号** P539.2 **文献标识码** A

## 1 前言

目前,经典层序地层学和高分辨层序地层学在我国齐步发展,两者在油气勘探开发中都体现了广阔的应用前景。经典层序地层学论述了可容纳空间由海平面变化与基底构造沉降叠合而成的发育机理,较详细地分析了海平面变化、构造沉降、沉积物供给、气候等四大控制因素<sup>[1]</sup>。高分辨层序地层学进一步提高了地层对比的精细程度和储层预测的准确性,并逐步延伸到储层宏观展布特点和物性评价方面,总结出了可容纳空间原理、相分异原理、体积分配原理等系列理论<sup>[2]</sup>。因此,以两者都强调的可容纳空间概念为纽带,充分结合经典层序地层学的控制因素分析和高分辨层序地层学的层序内部沉积学响应原理,就形成了分析不同控制因素下储层分布特征的完整思路。

浅水辫状河三角洲在我国并不少见,在拗陷盆地和断陷盆地(如焉耆盆地)都有发育,特别是一些大型拗陷盆地,浅水辫状河三角洲分布面积达几千~几万 km<sup>2</sup>,如鄂尔多斯盆地,蕴含着丰富的油气资源。浅水辫状河三角洲也是一种较独特的沉积类型,一方面需要有平缓的浅水沉积背景;一方面又需要高隆的物源区以提供丰富的物源。浅水辫状河三角洲以三角洲平原相极其发育、而前缘相薄、零星分布为特征<sup>[3]</sup>,三角洲平原主要发育分流河道和河道边缘的决口水道、溢岸、决口扇、泛滥平原相等微相类型。结合鄂尔多斯盆

地塔巴庙地区和焉耆盆地宝浪油田的沉积储层特点,浅水辫状河三角洲发育区地层含砂率高,储层厚度大,主要为辫状分流河道相砂体,属粗粒低孔低渗储层,储层的精细对比、隔夹层分布规律的认识是一个急待解决的问题。但由于储层密集,又不发育浅、深湖相沉积,可靠的对比标志缺乏,高分辨层序识别困难,两个地区都采用了把厚层煤层作为对比标志,但其理论依据不足,受到一些学者的质疑<sup>[4]</sup>。

经典层序地层学指出:“在型层序中,河流沉积在低水位和海进早期,以线形下切河谷方式产出,在高水位沉积时期,以更广泛的泛滥平原沉积方式”产出<sup>[1]</sup>。邓宏文在阐述高分辨层序地层学相分异原理中也指出“高可容纳空间与低可容纳空间形成的河道砂体,其几何形态(宽厚比)、侧向连续性、相互截切程度、底形类型与保存程度、底部滞留沉积物厚度与类型均有明显差异”<sup>[2]</sup>。因此,河流的作用方式及其储层分布特点蕴含着层序识别的信息。河流是浅水辫状河三角洲的主要营建力量,浅水辫状河三角洲发育区的沉积相和储层砂体类型都较单一,是进行河流作用方式、储层砂体展布和控制因素分析的理想场所,也是借此进行高分辨层序分析的有利条件。

## 2 浅水辫状河三角洲发育区河流作用方式及储层分布特征分析

短期基准面旋回与油田的小层划分的精细程度大

体一致。在短期旋回时段内,构造活动和沉积物供给相对稳定,虽然海(湖)平面变化幅度小,但其正弦曲线式的波动始终是层序旋回式结构的根本原因。不同类型盆地构造沉降的方式不同<sup>[5]</sup>,直接影响到可容纳空间的分布,以及沉积物供给速率的大小都能影响到储层的结构。本文分以下三个方面进行讨论。

### 2.1 拗陷盆地浅水辫状河三角洲发育区河流作用方式及储层分布

解释河流的沉积和侵蚀作用的关键在于了解海(湖)平面的变化与河流作用的关系。河流的“平衡剖面”是解释河流沉积作用的一个重要概念,是河流自然发展的趋势面,海(湖)平面是河流平衡剖面的最终沉积基准面,海(湖)平面波动以逆流传播的方式,引起河流沉积基准面的变化和河流平衡剖面平衡点的转移,对河流的搬运能力、河流的形态产生直接影响<sup>[1,6]</sup>。

拗陷盆地以整体慢速沉降为特征,其浅水辫状河

三角洲发育区的古地形开阔平缓,可容纳空间对海(湖)平面变化十分敏感,小幅度的海(湖)平面上升即能形成大量的可容纳空间,导致海(湖)岸线远距离后退。海(湖)平面上升一方面使河流平衡剖面抬升、搬运能力减弱、沉积作用增强;另一方面,能形成大量陆上可容纳空间,这种双重作用直接导致河流上游充填沉积发育、海(湖)盆区陆源供给缺乏、三角洲平原废弃、出现滨岸体系的滨岸沙坝、滨岸沼泽沉积。在随后的海(湖)平面下降期,由于剩余陆上可容纳空间存在,河流并不能立即回返,即使在基准面下降半旋回的中、上部也仅发育小型的分流河道沉积,表现为沉积滞后现象(图 1A-1)。

根据可容纳空间原理、相分异原理、体积分配原理,借鉴前人对河流相储层的研究结果<sup>[7,8,9]</sup>,进一步分析拗陷盆地内浅水辫状河三角洲发育区河流作用方式及砂体分布理想模式如下(图 1A-2):

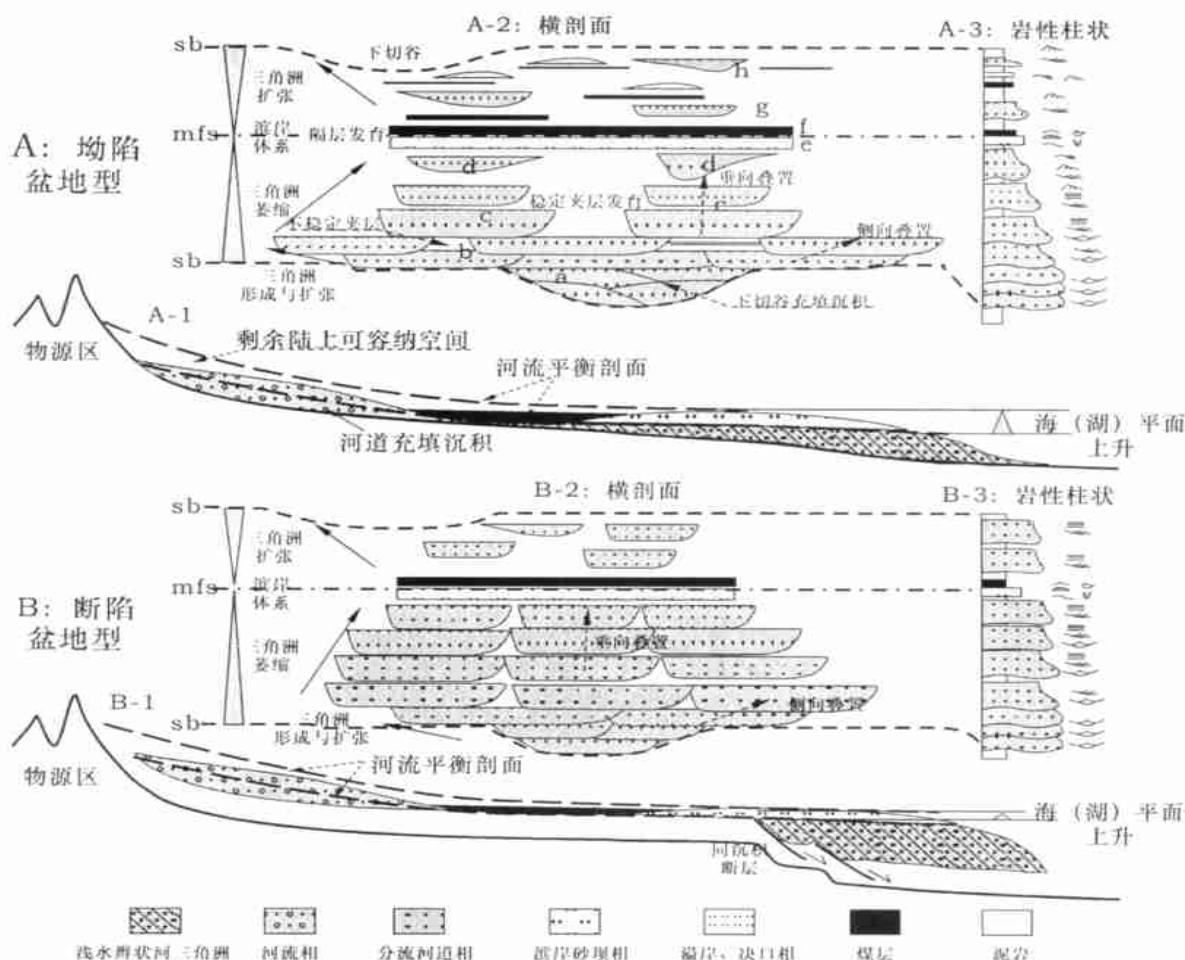


图1 拗陷盆地、断陷盆地浅水辫状河三角洲发育特点及储层宏观分布模式

Fig. 1 The developing characteristics of shallow-water braided delta and macroscopic distribution models in a downwarped basin and a rift basin

a 基准面初始上升,  $V_a/V_s$  (可容纳空间发育速率)/ $V_s$  (沉积物供给速率) 远小于 1, 辫状水流强劲, 河道沉积局限于之前  $V_a < 0$  时形成的下切沟谷内, 沉积物粒度粗而混杂, 大型槽状交错层理发育。储层砂体呈线状分布, 内部强烈冲刷强连通。

b 基准面继续上升,  $V_a/V_s < 1$ , 河道摆脱下切沟谷的限制, 并不断拓宽、分流, 三角洲平原形成, 辫状分流河道因水流分散而能量降低, 沉积物粒度减小, 大型楔状交错层理发育; 单河道砂体呈宽薄槽状, 单期河道砂体侧向冲刷叠置。储层呈面状展布, 强连通, 仅局部发育不稳定夹层。

c 基准面继续上升,  $V_a/V_s > 1$ , 但比值不大, 沉积体系向物源区迁移, 辫状河道稳定性增强, 内部冲刷面减少, 楔状交错层理、平行层理发育, 粒度渐变细特征清晰, 渐变段增厚。单河道砂体宽度减小、厚度增加, 呈槽状; 砂体以垂向叠置为主, 稳定夹层发育, 储层连通性迅速变差。

d 基准面继续上升,  $V_a/V_s$  进一步增大, 沉积体系向物源区大幅度迁移, 三角洲平原规模迅速增大, 陆上可容纳空间发育, 物源区河道水流能量和沉积物供给迅速减弱, 三角洲平原上辫状分流河道规模相应缩小, 水流间歇性弱, 向低弯度曲流河转化<sup>[7]</sup>, 单期河道砂体呈小型槽状或不对称透镜状, 储层砂体分布较孤立。

e 基准面迅速上升, 陆上可容纳空间的发育导致物源区河道充填沉积作用为主, 湖盆地区沉积物供给缺乏, 滨岸沙坝相发育。

f 基准面初始下降, 在广阔的废弃三角洲平原上发育滨岸沼泽沉积, 形成稳定分布的厚煤层。

g 基准面继续下降,  $V_a/V_s < 1$ , 河流逐渐回返, 水流小, 能量弱, 沉积物粒度细, 单期河道砂体规模小, 储层分布较孤立。

h 基准面进一步下降,  $V_a/V_s$  远小于 1, 河流侧向侵蚀作用增强而曲流化, 河道溢岸、决口、分流作用频繁, 分支水系细小而分散, 泛滥平原特别发育。单期河道砂体呈强烈不对称透镜状、厚度小、粒度细、小型交错层理发育。

因此, 基准面下降半旋回与上升半旋回也并不是一个简单的对称变化过程。在基准面上升半旋回内, 河流起始于基准面大幅度下降, 可容纳空间小于 0, 导致河流回春下切的高能辫状水流, 河道砂体多期叠置, 储层厚度大、粒度粗、连通性强; 在基准面下降半旋回内, 河流产生于可容纳空间发育速率减小导致的河流回返, 并存在滞后现象, 河流水动力弱, 储层由小型河道砂体、溢岸和决口扇砂体组成, 厚度小, 粒度细, 分布

较孤立<sup>[10]</sup>。

总之, 河流的样式、形态、沉积作用的时间、沉积构造、及其形成的储层砂体形态、内部结构、隔夹层分布等宏观特征并不是偶然的, 而是受  $A$  (可容纳空间)/ $S$  (沉积物供给) 控制, 随基准面旋回变化而呈规律性变化。

## 2.2 断陷盆地浅水辫状河三角洲发育区河流作用方式及储层分布

浅水辫状河三角洲是断陷盆地缓坡带常见的沉积类型。断陷盆地缓坡带的构造沉降以多级断阶为特征, 其同沉积正断活动较弱, 但控制着可容纳空间的分布(图 1B-1)。以盆缘断裂为界, 盆地区构造沉降速率较高, 而盆缘断裂之上地区构造沉降相对静止, 形成了盆缘断裂上下可容纳空间发育截然的特征, 对海(湖)岸线的位置具有限定作用, 是小规模的海(湖)泛难以逾越的界限, 海(湖)岸线水平迁移范围小, 导致河流平衡剖面受海(湖)湖平面变化影响不大, 物源河流持续性强, 沉积物供给较稳定。三角洲平原主要分布在边界断层的下盘, 面积小。

基准面上升半旋回内, 单期河道砂体以宽厚槽状砂体为主, 在旋回上部规模逐渐缩小, 变化幅度不及坳陷盆地显著, 一般不出现低弯度曲流化特征。夹层分布于多个单期河道砂体之间, 储层的连通性较强。只有在较大海(湖)泛时, 海(湖)水才能浸没开阔平坦的物源区, 形成陆上可容纳空间, 发育少量稳定夹层(图 1B-2)。

基准面下降半旋回内, 一般地, 与坳陷盆地比较, 由于盆缘断裂之上构造沉降相对静止, 剩余陆上可容纳空间小, 辫状河流回返较迅速, 砂体相对也较发育。

## 2.3 沉积物供给速率的影响

沉积物供给速率变化的主要原因包括物源区构造抬升作用或剥蚀夷平作用, 使河流平衡剖面上升或下降。沉积物供给速率增加无疑会延长三角洲平原分流河道的作用时间, 推迟退出盆地区的时间, 下降半旋回内也能更早回返。相应地, 储层砂体更发育, 连通性增强, 在下降半旋回也能产生较大规模的储层。反之, 即使在上升半旋回内也只能发育少量连通性较差的储层。

## 3 实例

### 3.1 实例 1: 鄂尔多斯盆地塔巴庙地区短期基准面旋回识别及储层分布特征

#### 3.1.1 简介

鄂尔多斯盆地为华北地台西部的大型克拉通叠合盆地, 是我国天然气重点勘探地区之一, 其北部在早古

生代沉积之后,由于加里东期构造抬升,遭受了约 1.5 亿年的风化剥蚀夷平,造成志留系、泥盆系和早石炭系地层缺失。中石炭世再次海侵,盆地北部发育了障壁岛-泻湖、潮坪相沉积,海平面上升时形成了几乎覆盖全区的台地碳酸盐岩沉积<sup>[10]</sup>,反映为极其平坦的古地形背景。二叠纪时期,在海西期构造运动作用下,盆地北缘逐渐抬升,形成了北隆南倾的宽缓斜坡,海水基本退出,由北向南发育了冲积扇-辫状河-辫状河三角洲的沉积分带。塔巴庙地区正是鄂尔多斯盆地北部大型辫状河三角洲发育区之一,面积 2 004.8 km<sup>2</sup>,山西组浅水辫状河三角洲的分布面积占三分之二以上,石盒子组盒一段发育时期,辫状河三角洲的规模进一步增大。

3.1.2 山西组底部山 1-1 短期基准面旋回识别及储层分布

以大量的岩芯观察为基础,山西组短期基准面旋回底界面表现为厚层叠置河道砂体底部与下部厚层泛滥平原相、滨岸沼泽相泥岩冲刷接触,一个短期旋回即为夹在两个大型冲刷面之间的一套地层<sup>[10,11]</sup>(图 2A)。

山 1-1 基准面上升半旋回下部为多期叠置的辫状河厚层砂体,大 15 井-大 14 井、大 9 井-大 6 井代

表了两个主三角洲发育部位;上部为滨岸沙坝相沉积(图 2A 大 8 井、大 9 井)或辫状分流河道沉积小型化(图 2A 大 15 井)、向低弯度曲流河演化特征(图 2A 大 14 井),滨岸沙坝相顶部为最大湖泛面,之上发育滨岸沼泽相稳定厚煤层,是研究区山西组地层对比的标志,代表了基准面下降开始。塔巴庙地区滨岸沙坝相由细砂岩、粉砂岩夹薄层灰黑色泥岩或灰黑色泥岩与薄层粉砂岩、细砂岩互层组成,波状层理、脉状层理、透镜状层理、砂泥互层层理等复合层理类型是其典型的识别标志,局部见双壳类动物化石和虫迹化石。低弯度曲流化特征表现为单期河道砂体粒度变细、厚度增加、底部滞留沉积往上由含砾粗砂岩-粗砂岩-中砂岩-细砂岩组成较完整的渐变序列,沉积构造相应地从大型交错层理-平行层理-小型交错层理-波状层理渐变,与典型的辫状分流河道沉积粒度粗、内部多冲刷面、多粗-细变化旋回特征相区别。

基准面下降半旋回内,滨岸沼泽相、泛滥平原相发育,储层砂体规模小而孤立,主要由小型辫状分流河道砂体、曲流分流河道砂体组成,垂向上具有分流河道小型化、曲流化的特点,曲流分流河道表现为圣诞树型自然伽玛曲线,溢岸相发育也是区别于上升半旋回的特点。

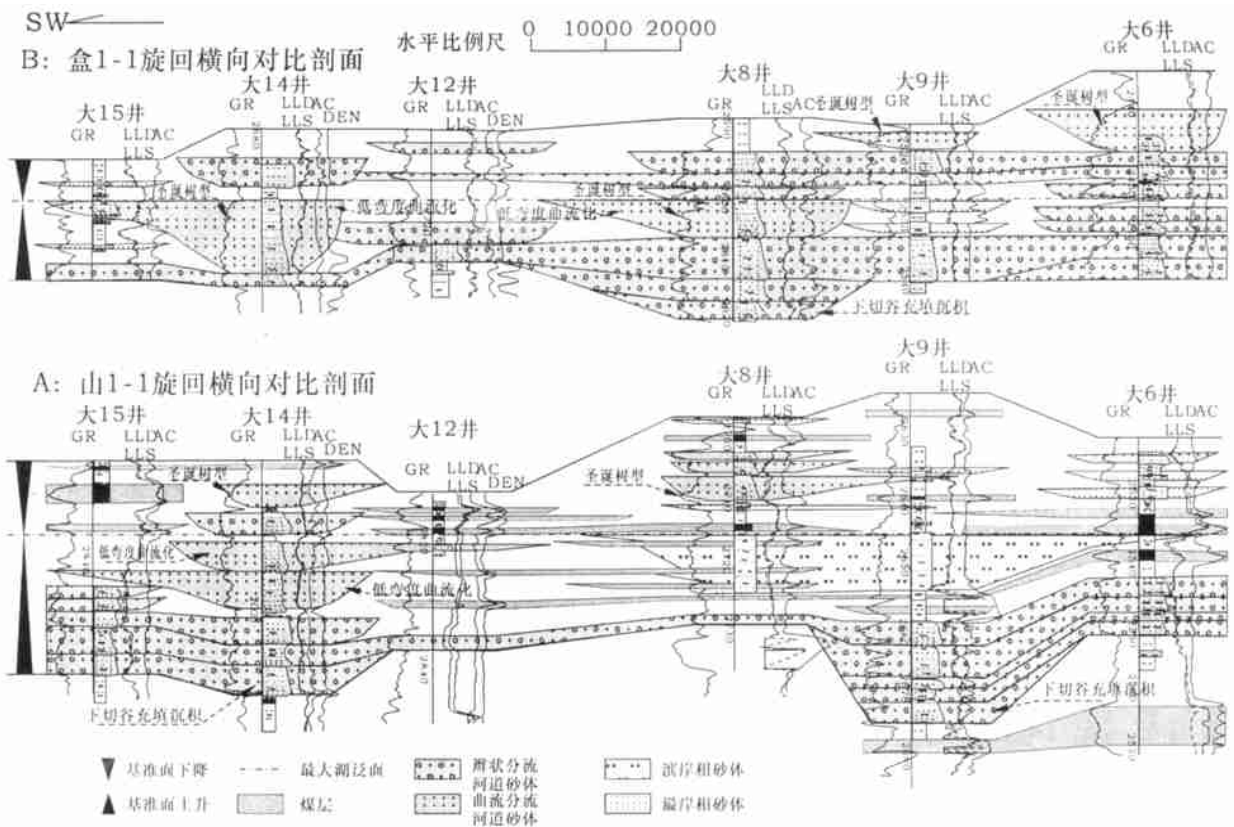


图 2 塔巴庙地区山 1-1、盒 1-1 短期基准面旋回沉积及储层分布特征

Fig. 2 The characteristic of deposition and reservoir distributions in SSC S1-1 and H1-1, Tabamiao Area

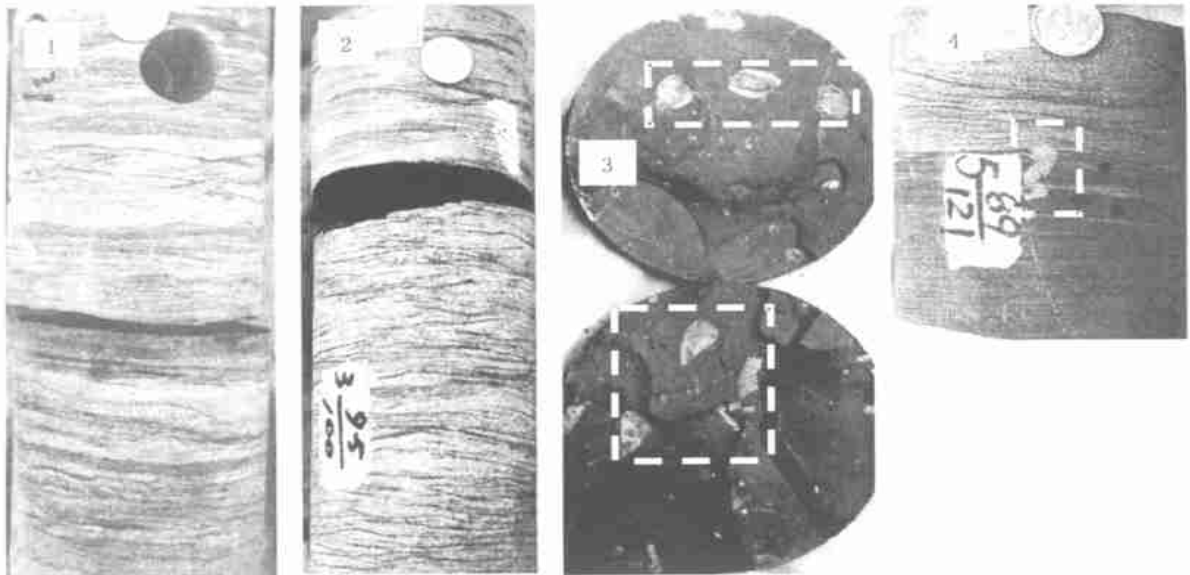


图 3 塔巴庙地区滨岸沙坝相沉积构造及生物化石

照片 1:大 4 井 2708.8m,中-细砂岩夹薄层泥岩,波状、脉状层理发育。照片 2:大 4 井 2722.8m,中-细砂岩夹薄层泥岩,波状层理-脉状层理发育。照片 3:大 12 井 2800.8m,动物介壳化石。照片 4:大 10 井 2594.57m,波状层理砂岩和水平层理泥岩,见虫迹化石。

Fig. 3 Sedimentary structures and fossil in offshore barrier facies, Tabamiao Area

Photograph 1: Middle-grained, fine-grained sandstone interbedding thin mudstone layers, with wave bedding and flaser bedding Well Da 4, 2708.8m. Photograph 2: Middle-grained, fine-grained sandstone interbedding thin mudstone layers, Well Da 4, 2722.8m. Photograph 3: Shell fossils, Well Da 12, 2800.8m. Photograph 4: Wave-bedded sandstone and parallel-bedded mudstone with burrow. Well Da 10, 2594.57m.

以最大湖泛面对齐进行多井对比,局部叠置砂体砂体底部表现为下切谷的充填沉积(图 2A 大 9 井、大 14 井)。

不难看出,山 1-1 短期基准面旋回河流作用方式和储层分布与上文对坳陷盆地浅水辫状河三角洲发育区的分析结果一致。

### 3.1.3 石盒子组底部盒 1-1 短期基准面旋回识别及储层分布

盒 1-1 短期基准面旋回顶底界面特征与山 1-1 相同,大 8 井旋回底部呈下切谷的充填沉积(图 2B)。

该旋回滨岸体系、煤层不发育,最大湖泛面识别的主要依据在于上升半旋回上部的低弯度曲流化特征(图 2B 大 14 井、大 8 井),自然伽玛曲线呈圣诞树型,大 14 井曲流分流河道特征尤其典型;大 8 井的上升半旋由下往上单期河道砂体由薄变厚、由辫状分流河道演化为曲流化辫状分流河道,反映了基准面上升、可容纳空间发育速率增加的过程。

基准面下降半旋回与山 1-1 相比,储层砂体也较发育,连通性好,以辫状分流河道沉积为主,垂向上由小型辫状分流河道-大型辫状分流河道-曲流化分流河道演化。经过储层砂体岩性统计,与山 1-1 层序比较,盒 1-1 层序储层,砾岩、粗砂岩含量高,反映了物源供给强,导致基准面下降期河流即时回返、储层砂体较发育。

表 1 塔巴庙地区山 1-1 层序与盒 1-1 层序储层岩性组成  
Table 1 Lithologic compositions of reservoirs in Sequence S1-1 and H1-1, Tabamiao Area

短期层序	基准面旋回	砾岩含量/ %	粗砂岩含量/ %	中砂岩含量/ %	细、粉砂岩含量/ %	砾岩+粗砂岩含量/ %
山 1-1 层序	下降半旋回	20.68	32.72	44.05	8.53	53.40
	上升半旋回	19.62	45.41	31.29	6.45	65.03
盒 1-1 层序	下降半旋回	20.53	49.96	29.51	4.92	70.49
	上升半旋回	27.04	47.32	25.22	8.73	74.36

### 3.2 实例 2:焉耆盆地宝浪油田宝北区块短期基准面旋回识别及储层分布特征

#### 3.2.1 简介

焉耆盆地是塔里木盆地以北的南天山褶皱带上的一个中小型盆地,发育于海西期形成的古生代褶皱基底之上,在早侏罗纪为一个南深北浅的箕状断陷湖盆,宝浪油田位于盆地北部缓坡带,沉积物来自于北部南天山,含油气层位为侏罗系三工河组,储层主要为缓坡型辫状河三角洲分流河道砂体。其中,宝北区块含油井段长 150~250 m,砂层厚 62~166 m。与塔巴庙地区相比,辫状河三角洲储层分布面积小,呈 SE-NW 向条带状分布<sup>[12]</sup>。

#### 3.2.2 短期基准面旋回划分及储层分布特征

研究区最明显的对比标志是分别发育于油组底部的稳定厚煤层(厚 1~4 m)、和油组内部的半

稳定厚煤层,测井曲线呈低自然电位值、高补偿声波值、高补偿中子值,易于识别,其底部常见含动物介壳化石的薄层滨岸沙坝相发育,沉积构造类型与塔巴庙地区相同,也是最大湖泛面的识别依据。

本次研究采用煤层对齐,以消除沉积时期的同沉积断裂差异沉降或差异压实的影响。结合研究区钻井资料丰富的特点,应用自然伽玛曲线、自然电位曲线、补偿中子曲线对厚层砂体分解和连井对比,识别出四种不同形态、规模的单期河道砂体类型:宽厚槽状型、宽薄槽状型、窄薄槽状型、不对称透镜状型,最终划分了 SSC1 - SSC5 共 5 个短期基准面旋回(图 4)。

SSC1:宽薄槽状砂体发育,岩性粒度粗,含较多稳定夹层,连通性差,总体反映为物源供给充足,断陷活动弱,盆地区可容纳空间小,分流河道侧向拓展能力强;同时,湖平面频繁逾越盆缘发育陆上可容纳空间,导致夹层较发育。上升半旋回包含少量宽厚槽状砂体,其顶部单期河道砂体规模变小,出现窄薄槽状砂体,显示了基准面上升和退积过程。宝 101 井 - 宝 106 井发育厚层泥岩,反映了基准面上升导致陆上可容纳空间形成、储层不发育,最大湖泛面标志不突出,大致从泥岩中间穿过。下降半旋回内,宝 8-4 井 - 宝 101 井河流回返迅速,砂体较发育。

SSC2:主要由宽厚槽状砂体组成,尤其在上升半

旋回内特别发育,岩性粒度粗,含少量不稳定夹层,连通性强,垂向叠置为主,反映为断陷作用较强,高可容纳空间和沉积物供给充足的辫状分流河道沉积。其底部与 SSC1 旋回宽薄槽状、窄薄槽状砂体突变,局部冲刷接触,为旋回底界面的依据。上升半旋回内上部宝 101 井 - 宝 103 井转变为宽薄槽状砂体类型,指示了基准面上升的退积沉积。最大湖泛面位于稳定厚煤层的底面。下降半旋回发育少量孤立的宽厚槽状、宽薄槽状砂体,泛滥平原沉积发育。SSC2 储层砂体特征与上文对断陷盆地浅水辫状河三角洲发育区的分析结果完全一致。

SSC3:特征与 SSC2 旋回相似。上升半旋回主要由宽厚槽状砂体组成,其底部与厚层泛滥平原泥岩冲刷接触,旋回底界面清晰。宝 1 井 - 宝 3-4 井稳定厚煤层指示了该旋回最大湖泛面的位置。下降半旋回发育少量孤立的宽薄槽状、窄薄槽状砂体,泛滥平原沉积发育。

SSC4:与下部旋回相比,储层规模显著减小。上升半旋回发育宽厚槽状、宽薄槽状、窄薄槽状砂体类型,旋回底部宝 6-12 井 - 宝 1 井储层连通性较强。垂向上砂体规模缩小,体现基准面上升。最大湖泛面位于稳定厚煤层的底界。下降半旋回厚度小,储层极不发育。

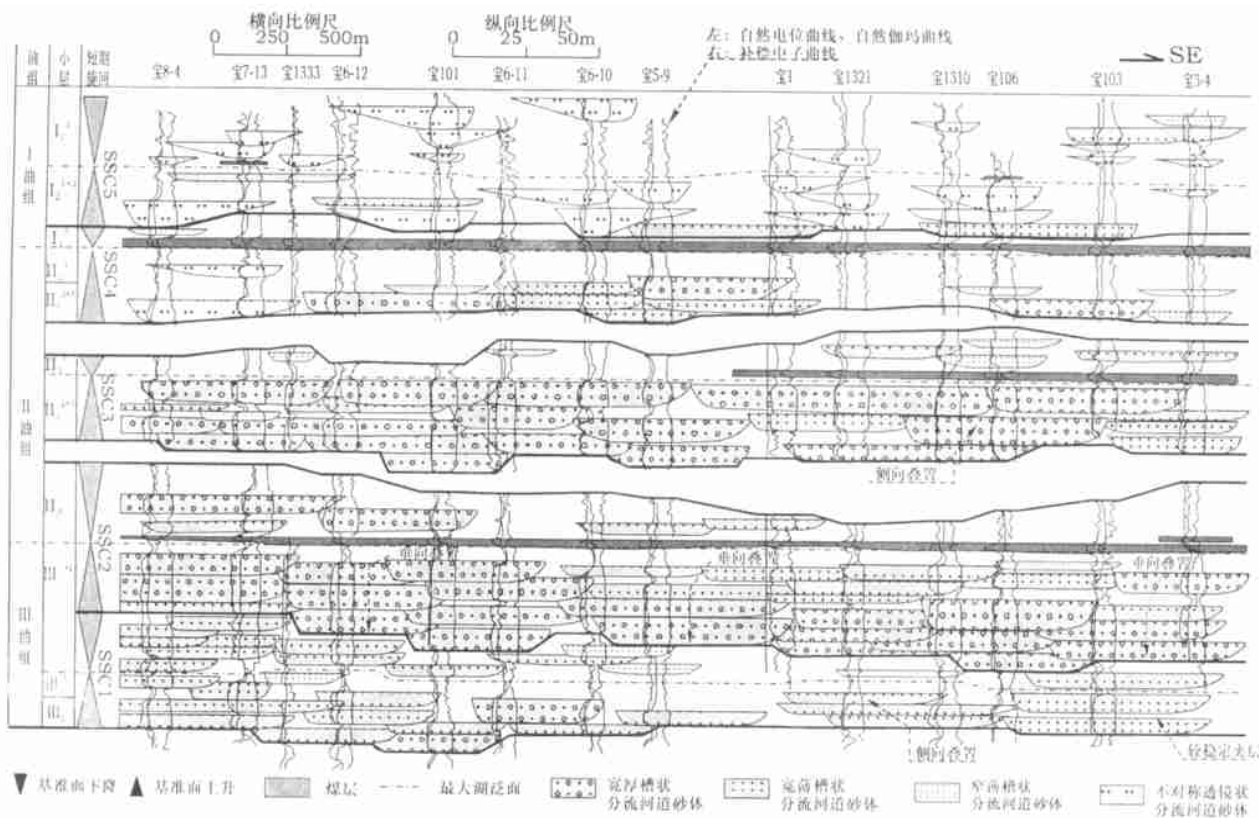


图 4 焉耆盆地宝浪油田宝北区块三工组横向对比剖面

Fig. 4 The cross comparing-section of the Sangonghe Formation at the Baobei Block , Baolang Oil field , Yanqi Basin

SSC5:分流河道砂体形态发生重大改变,主要由分布孤立不对称透镜状砂体组成,为低弯度曲流化辫状分流河道或曲流分流河道沉积。垂向上,砂体规模呈大-小-大的较对称变化,反映了基准面上升、下降特征。

储层岩性组成统计表明,从油组到油组,沉积物粒度迅速变细,反映沉积物供给充足弱,物源区逐渐剥蚀夷平的过程,从而造成了垂向上由辫状分流河道转变为曲流分流河道、储层规模总体减小。

表 2 宝浪油田宝北区块储层岩性组成

Table 2 Lithologic compositions of reservoirs at Baobei Block, Baolang Oil field

代表井	油组	砂岩 + 砂砾		
		砾岩 + 砂砾 岩含量/ %	含砾砂岩 + 砾状 砂岩含量/ %	砂岩含量 / %
B103		14.6	66.7	18.8
B6-12		28.4	49.7	21.9
B108		63.9	23.7	12.4

总之,除了研究区稳定厚煤层可作为良好的地层对比标志之外,储层的规模、内部分流河道砂体类型及组合特征、垂向变化、连通性都是层序划分的重要依据。

## 4 结论及意义

经过上述分析,主要结论及意义如下:

(1) 充分结合经典层序地层学和高分辨层序的优点,分析了储层宏观分布与控制因素之间的因果关系。实例分析表明,单纯的基准面变化不能解释复杂多样的储层特点,如宝北区块 SSC1 内,物源供给充足,但砂体夹层发育,多成因分析才能揭示较好地拟合储层的多样性。

(2) 岩芯观察表明,稳定厚煤层属滨岸沼泽沉积,滨岸体系类型是难得的基准面上升、下降的标志,对层序最大湖泛面具有重大指示意义。

(3) 基准面上升半旋回储层较发育、连通性强,而下降半旋回储层一般不发育、孤立,陆上剩余可容纳空间的概念合理地解释其原因。

(4) 分析了浅水辫状河三角洲发育区 - - 坳陷盆地、断陷盆地可容纳空间发育的不同之处,以及三角洲的规模、储层特征的差异。

(5) 辫状分流河道的作用方式与可容纳空间关系密切,在坳陷盆地的低弯度曲流化特征对旋回划分具有较大意义。

### 参考文献(References)

1 威尔格斯 C K. 层序地层学原理,徐怀大,魏魁生,洪卫东译,北

京:石油工业出版社,1992,49 ~ 157 [Wilgus C K. Sea-level changes: an integrated approach. Translated by Xu H D, Wei K S. Hong W D. Petroleum Industrial Press, 1992. 49 ~ 157]

- 邓宏文,王洪亮,宁宁. 沉积物体积分配原理 - - 高分辨层序地层的理论基础. 地质学前缘(中国地质大学,北京),2000,7(4):305 ~ 313[Deng Hongwen, Wang Hongliang, Ning Ning. sediment volume partition principle: Theory basis for high-resolution sequence stratigraphy. Earth Sciences Frontiers(China University of Geosciences. Beijing). 2000,7(4):305 ~ 313]
- 孙永传,李惠生. 碎屑岩沉积相和沉积环境. 北京:地质出版社,1986. 151 ~ 179[Sun Yongchuan, Li Huisheng. Sedimentary facies and environment of clastic rocks. Beijing: Geological Publishing House, 1986, 151 ~ 179]
- 翟爱军,邓宏文,王洪亮. 鄂尔多斯盆地上古生界煤层在层序中的位置及对比特征. 中国海上油气(地质),2000,14(3):178 ~ 180 [Zhai Aijun, Deng Hongwen, Wang Hongliang. Sequence stratigraphy and correlation of Upper Paleozoic coal-bearing formations in Ordos Basin. China Offshore Oil and Gas (Geology), 2000,14(3):178 ~ 180]
- 邓宏文,王洪亮,翟爱军,等. 中国陆源碎屑盆地的层序地层与储层分布. 石油与天然气地质,1999,20(2):108 ~ 114[Deng Hongwen, Wang Hongliang, Zhai Aijun, et al. Sequence stratigraphy reservoir distribution in China's terrigenous clastic basins. Oil & Gas Geology, 1999,20(2):108 ~ 114]
- 池英柳. 可容纳空间原理在陆相断陷盆地层序分析中的应用 - - 以渤海湾盆地第三系为例. 沉积学报,1998,16(4):8 ~ 13 [Chi Yingliu. Application of accommodation concept to sequence study in a continental rift basin: A case study of Paleogene, Bohaiwan Basin. Acta Sedimentologica Sinica, 1998,16(4):8 ~ 13]
- 邓宏文,王洪亮,李小孟. 高分辨层序地层对比在河流相中的应用. 石油与天然气地质,1997,18(2):90 ~ 95 [Deng Hongwen, Wang Hongliang, Li Xiaomeng. Application of high-resolution sequence stratigraphic correlation to fluvial facies. Oil & Gas Geology, 1997, 18(2):90 ~ 95]
- 郑荣才,尹世民,彭军. 基准面旋回结构与叠加样式的沉积动力学分析. 沉积学报,2000,18(3):369 ~ 375 [Zheng Rongcai, Ying Shiming, Peng Jun. Sedimentary dynamic analysis of sequence structure and stacking pattern of base-level cycle. Acta Sedimentologica Sinica, 2000,18(3):369 ~ 375]
- 姚光庆,马正,赵彦超,等. 浅水三角洲分流河道砂体储层特征 - - 石油学报,1995,16(1):24 ~ 31 [Yao Guangqin, Ma Zheng, Zhao Yanchao, et al. Reservoir characteristics of distributary channel sand bodies of shallow water delta. Acta Petrolei Sinica, 1995,16(1):24 ~ 31]
- 翟爱军,邓宏文,邓祖佑. 鄂尔多斯盆地上古生界层序地层与储层预测. 石油与天然气地质,1999,20(4):336 ~ 340 [Zhai Aijun, Deng Hongwen, Deng Zuyou. Sequence stratigraphy and reservoir prediction of Upper Paleozoic in Ordos Basin. Oil & Gas Geology, 1999,20(4):336 ~ 340]
- 邓宏文,王洪亮,李熙喆. 层序地层学基准面的识别、对比技术及应用. 石油与天然气地质,1996,17(3):178 ~ 183 [Deng Hongwen, Wang Hongliang, Li Xizhe. Identification and correlation techniques of sequence stratigraphic base-levels and their application. Oil

- & Gas Geology, 1996, 17(3): 178 ~ 183]
- 12 王家豪, 姚光庆, 袁彩萍, 等. 焉耆盆地宝浪油田宝北区块辫状分  
流河道砂体储层宏观特征. 现代地质, 2001, 15(4): 431 ~ 437  
[Wang Jiahao, Yao Guangqing, Yuan Caiping, *et al.* Macroscopic

characteristic of braided distributary channel sandbody reservoirs at  
Baobei Block, the Baolang Oil Field in the Yanqi Basin. Geoscience,  
2001, 15(4): 4431 ~ 437]

## Study on Identification of Short-Term Base-Level Cycle and Macroscopic Distribution of Reservoirs in Shallow Water Braided Delta

WANG Jia-hao   YAO Guang-qing   ZHAO Yan-chao  
(China University of Geosciences, Wuhan 430074)

**Abstract** In this paper, the author integrates the controlling factors of sequence with sedimentary response. It takes a short-term base-level cycle as a genetic stratigraphic unit to discuss the different accommodation space development, the change of fluvial process, macroscopic distribution of reservoirs, the influence of sediment supply in a down-warped basin or a rift basin where shallow-water braided delta develops. Taking the Tabamiao Area of Ordos Basin and the Baobei Block, Baolang Oil field of Yanqi Basin as examples, It points out some identification symbols such as the wash-plane and incised valley at the bottom of thick overlap sand-body, the meandering of braided distributary channel, the sedimentaries of offshore barrier facies and offshore marsh facies. It provides the theoretical evidence for stable and thick coal-bed regarded as a mark of formation comparison. The conception, overplus subaerial accommodation space, explains reasonably why the reservoirs mainly distribute in rise half-cycle of base-level cycle.

**Key words** shallow-water braided delta, short-term base-level cycle, reservoir, meandering, stable and thick coal-bed