

文章编号: 1000-0550(2008) 02-0249-08

# 高分辨率层序地层学理论在准噶尔盆地勘探中的应用

刘春慧<sup>1</sup> 金振奎<sup>1</sup> 张鑫<sup>2</sup> 王铮<sup>3</sup> 朱桂芳<sup>4</sup> 伍虹霖<sup>4</sup>

(1 中国石油大学 北京 102249 2 新疆油田公司勘探处 新疆克拉玛依 834000

3. 新疆石油管理局井下作业公司研究所 新疆克拉玛依 834000 4 新疆油田公司勘探开发研究院 新疆克拉玛依 834000)

**摘要** 在准噶尔盆地吉木萨尔凹陷东斜坡开展高分辨率层序地层学研究, 识别出三种准层序类型, 对应三种短期基准面旋回: 基准面上升型、基准面下降型、基准面下降半旋回和上升半旋回两部分构成的复合型准层序。两种中期基准面旋回: 中期基准面下降旋回, 由多个进积式的短期旋回组成; 中期基准面上升旋回, 地层堆叠样式则呈退积结构。研究区梧桐沟组可划分为 5 个准层序组 (中期基准面旋回), 自下而上依次为  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$ 、 $S_5$ , 基准面上升期形成  $S_1$ 、 $S_2$ , 基准面下降期形成  $S_3$ 、 $S_4$ 、 $S_5$ 。吉 7 井和吉 17 井梧桐沟组出油砂层属于不同的准层序组, 成因不同, 因而不是同一砂组。

**关键词** 吉木萨尔凹陷 高分辨率层序地层学 基准面旋回 地层对比 圈闭识别

**第一作者简介** 刘春慧 女 1971 年出生 在读博士生 层序地层学及测井地质学 E-mail kh6239764@yahoo.com.cn

**中图分类号** P539.2 **文献标识码** A

层序地层学由于其学术上的先进性和实践上的巨大应用价值, 已经被地质工作者广泛应用于油气勘探和盆地分析的实践中。随着盆地油气勘探与开发向更复杂和更深入的方向发展, 高分辨率层序地层学理论和方法应运而生<sup>[1-2]</sup>。其理论的核心内容是“在基准面旋回变化过程中, 由于可容纳空间与沉积物补给量比值 ( $A/S$ ) 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和相分异作用, 导致沉积物的保存程度、地层堆积样式、相序、相类型及岩石结构和组合类型发生的变化”<sup>[3-6]</sup>。由基准面旋回所控制的等时地层单元的地层分布型式是有规律可循的, 也是可以预测的<sup>[7-9]</sup>, 因此, 高分辨率层序地层学的涵义更重要的是对砂体的预测和识别能力。本文综合准噶尔盆地东部吉木萨尔凹陷吉 17 井区高精度三维地震结合二维地震及钻、测井资料, 开展了吉木萨尔凹陷高分辨率层序地层研究, 解决了困扰研究者的实际问题。

## 1 工区地质背景

吉木萨尔凹陷位于准噶尔盆地东部, 东边和北边为奇台凸起环绕, 南邻三台凸起, 西接北三台凸起, 面积约 12 000 km<sup>2</sup>, 是一个西、北、东三面由断裂控制的箕状凹陷。凹陷内构造平缓、形态单调 (图 1)。在中石炭统褶皱基底基础上充填了从下二叠统至第四系

较为齐全的巨厚沉积盖层, 目的层上二叠统梧桐沟组分为上、下两个岩性段, 下段区域上以中厚层浅灰色细砂岩为主, 自上而下又划分为  $P_{3w}t^{1-1}$ 、 $P_{3w}t^{1-2}$ 、 $P_{3w}t^{1-3}$ 、 $P_{3w}t^{1-4}$  四个砂层组。梧桐沟组厚度最大处位于凹陷中部, 最厚可达 400~500 m, 向南、北地层逐渐减薄。

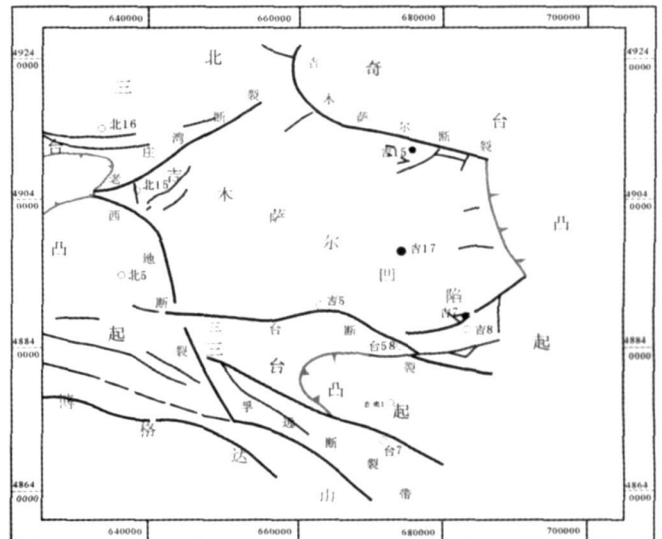


图 1 吉木萨尔凹陷构造位置图

Fig 1 The structural location map of Jim sar Sag

上世纪 90 年代吉 7 井在二叠系梧桐沟组试油,

7 mm油嘴获得了 5 93 t/d的工业油流,而凹陷东斜坡上的吉 17井于 2005年在梧桐沟组试油,日产油 7.08 m<sup>3</sup>。两井出油砂层是否为同一套砂层?若不是,相互之间的关系应是怎样的?以往的地层对比方案是否可靠?运用传统的石油地质学理论很难加以解释,因而在本区开展高分辨率层序地层学研究非常必要,以期解决现实问题,为下步勘探作准备。

## 2 三级层序地层格架

### 2.1 二叠系层序划分

根据吉木萨尔凹陷目前资料情况,首先开展了三级层序研究。层序界面识别的主要方法包括地震、测井、露头、钻井、古生物、地球化学等方法,地震资料主要用于对不整合面的识别<sup>[10-11]</sup>。二叠系梧桐沟组与下伏平地泉组为不整合接触,平地泉组顶界面自凹陷边缘向凹陷中心部位依次表现为角度不整合→平行不整合→整合接触,地震剖面上表现为顶超、削蚀、波状及整合等多种形态。因此平地泉组顶界为层序界面,可以通过从凹陷边缘的角度不整合面向凹陷内平行不整合面的连续追踪来确定。利用露头和钻井资料也可以进行层序划分,岩性和岩相在垂直序列上的缺失、突变以及底砾岩的出现,都可能是层序界面,如梧桐沟组底部的低位域河流相直接覆盖于平地泉组顶部的湖侵域湖泊相之上。通过各种资料综合分析,将二叠系金沟组、将军庙组、平地泉组和梧桐沟组划分为四套三级层序(图 2),自下而上依次为 SQ<sub>1</sub>(层序 iv)、SQ<sub>2</sub>(层序 ㉓)、SQ<sub>3</sub>(层序 ㉒)和 SQ<sub>4</sub>(层序 ㉑)(图 3)。

### 2.2 二叠系梧桐沟组层序特征

梧桐沟组对应于三级层序 SQ<sub>4</sub>,是研究区内二叠系分布最广的一套层序,层序顶界在大部分测线上表现为平行整合关系。顶界面之上为三叠系韭菜园子组的棕褐色泥岩夹砂岩,底界面之下为二叠系平地泉组的灰色泥岩。顶界面上下岩性粒度变化不大,因而电性特征变化不明显,仅能根据岩石的颜色变化,判定沉积水体发生了变化。层序 SQ<sub>4</sub>岩性总体表现为下粗上细的正旋回沉积,在凹陷东斜坡这种特征表现尤为明显。

在层序 SQ<sub>4</sub>内可识别出低位域、湖侵域和高位域三个体系域,低位域主要发育于陡坡带低位水下扇,由大套灰色含砾砂岩和砂砾岩组成,钻井剖面上吉 7井低位域沉积特征明显;湖侵域主要由扇三角洲平原相的紫红色砂岩、含砾砂岩和泥岩组成;高位域主要

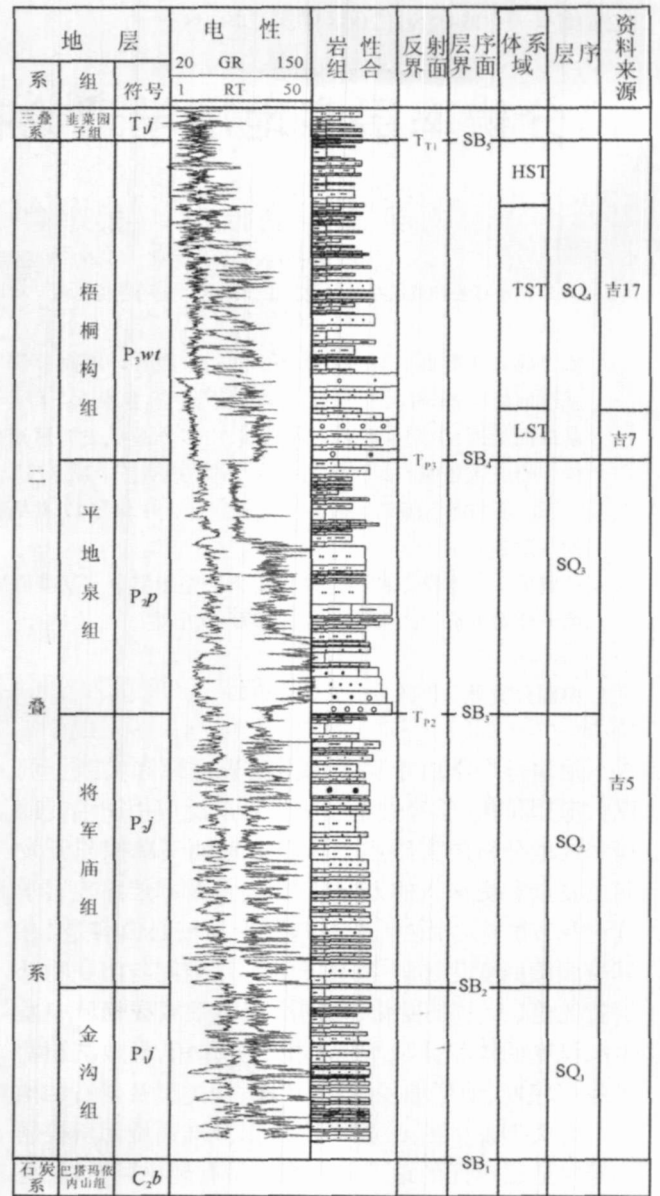


图 2 吉木萨尔凹陷二叠系层序划分方案

Fig 2 The classification plan of Permian sequence in Jimusar Sag

由扇三角洲前缘相的灰色泥岩、砂岩及砂质泥岩组成(图 2)。

层序 SQ<sub>4</sub>沉积期,总体上是一个水体由浅变深、沉积范围逐渐扩张的过程,发育退积型扇体,扇体向凹陷边缘退积,湖水扩张时期形成的分流河道或扇缘沉积物在平面上与湖相泥岩呈指状互层或透镜状,具备形成岩性圈闭的良好条件。层序 SQ<sub>4</sub>沉积期奇台凸起强烈抬升,在斜坡带发育低位域下切谷、河道砂岩,其前缘发育低位扇,易形成侧向砂体尖灭的透镜

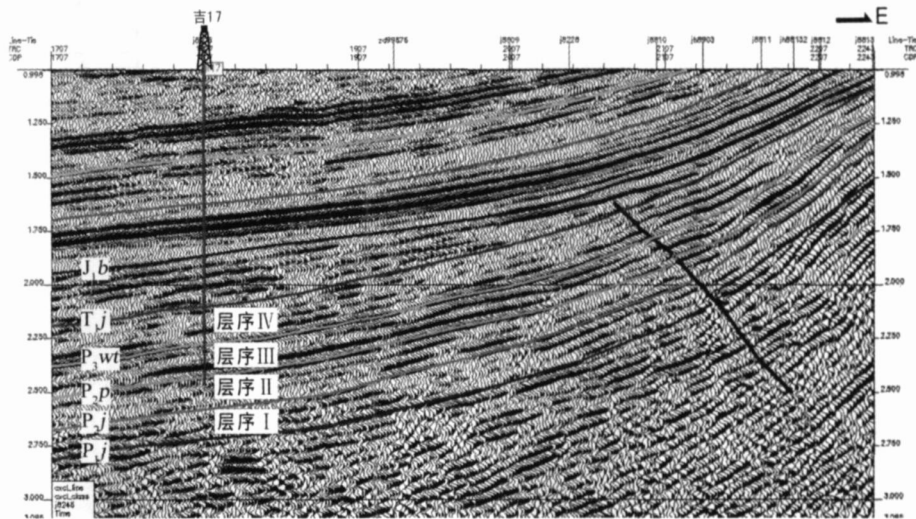


图 3 吉木萨尔凹陷二叠系层序界面特征 ( J8246)

Fig. 3 The characteristics of Permian sequence surface in Jimuosal Sag ( J8246)

状油气藏, 如吉 17 井梧桐沟组油藏。随着基准面上升, 湖盆扩张, 湖侵期间扇体大范围退缩, 来自奇台凸起的冲积扇直接入湖形成扇三角洲, 扇三角洲前缘滑塌产生重力流, 在斜坡前缘和凹陷中心形成水下扇。湖侵末期物源供应减少, 湖底扇砂砾岩体之上相变为扇三角洲平原或滨浅湖相泥质沉积物。湖盆稳定沉降期即高位域沉积期, 由于地形趋于平缓, 大面积积水相发育, 在陡坡带局部地区发育扇三角洲体系。在凹陷东南部斜坡区, 由于可容空间增大, 以前供给沉积物的河道开始发生充填作用, 形成典型的向上变细的沉积旋回。

### 3 梧桐沟组高频层序的特征及类型

#### 3.1 基准面旋回的分级

高分辨率层序地层学对于基准面旋回划分的分级性并没有明确加以界定, 只是简单地分为短期基准面旋回、中期基准面旋回和长期基准面旋回。这种做法极易导致人们在进行基准面旋回划分时, 因对同一基准面旋回相对长短理解的不同而产生混乱, 不利于实际工作的开展和资料的引用、对比。对于旋回级别的划分, 不同学者的方案也不尽相同。在综合考虑不同分级方案的基础上, 从客观实用性出发, 本研究依据王嗣敏的基准面旋回划分方案<sup>[12]</sup> (表 1), 并将上述基准面旋回划分的最小单元——准层序作为高分辨率层序地层学的基本层序单元, 称为五级层序, 相应的基准面旋回为短期基准面旋回。

地层基准面作为一个抽象、动态的非物理界面,

它是相对海平面、构造沉降、沉积物供给、基底地形等的函数。基准面位置、运动轨迹及方向、波动振幅及频率等随时间而变化, 它能准确、动态地反映可容纳空间及沉积过程。根据地层基准面模式及基准面旋回和可容纳空间变化的原理, 不同级次的地层旋回是相应级次基准面旋回所经历时间的“痕迹”。这些“痕迹”大体包括地层不整合界面、地层堆积样式的改变、相序的变化等。因此, 首先要在陆相层序地层研究中运用高分辨率层序地层学理论与方法识别出不同级次 (短期、中期和长期) 的基准面旋回。

表 1 基准面旋回、高分辨率层序与级别的划分和对比

Table 1 Classification and comparison of cycles high-resolution sequences and orders

基准面旋回分级	高分辨率层序地层分级	时限 Ma	层序级别 (Van Wagoner) (Cross 1994)	基准面旋回分级
一级旋回	一级层序	200	巨层序	
二级旋回	二级层序	10~50	超层序组	
三级旋回	三级层序	0.5~5	层序	长期旋回
四级旋回	四级层序	0.1~0.5	准层序组	中期旋回
五级旋回	五级层序	数百年~0.05	准层序	短期旋回

#### 3.2 短期基准面旋回

短期基准面旋回是指以海泛面或其对比面为界面, 相对连续、并有成因联系的层或层组序列。本区短期旋回界面的识别依据主要有如下几种: 1) 不同岩石类型之间的接触面, 主要指砂 (砾) 岩与泥岩之间的界面。砂 (砾) 和泥岩间的界面有渐变和突变两种。岩石类型突变面反映了可容空间与沉积物供给

关系的跃变,是一种沉积过程的突然中断,因此可作为短期旋回界面。岩石类型突变面在岩心和测井曲线上都容易识别,是最常用的界面。而渐变面反映沉积过程的逐渐变化,是个连续的过程,一般不作为短期旋回的界面。砂(砾)岩向泥岩的转换表明基准面上升,而泥岩向砂(砾)岩的转换则说明基准面下降。

2) 侵蚀面(或冲刷面)。侵蚀面(或冲刷面)反映基准面下降到最低位置后开始上升的过程。侵蚀面在岩心中常见,其表面凹凸不平,起伏大多在 2~5 cm 之间,界面之上为砂、砾岩,向上岩性变细,逐渐过渡为泥岩。本区河道沉积砂砾岩的底面多为侵蚀面。

3) 湖泛泥岩所代表的基准面旋回转换面。湖泛泥岩的出现代表一次基准面上升事件,预示该处有基准面上升与下降的转换面。

相带迁移导致的沉积水体向上逐渐变浅的相序代表基准面下降半旋回,而沉积水体向上逐渐变深的相序则代表基准面上升半旋回。也就是说,从地层记录中所能识别出的只是基准面相对于沉积物表面的距离是增加(变深)还是减少(变浅)。依据岩心剖面上的冲刷面、相序或相组合的转换界面、旋回变化特点及跨相迁移现象等识别了本区短期基准面旋回,在对取心井段进行标定的基础上,利用建立的合理测井响应模型划分了非取心井的短期旋回。本次主要识别出 3 种类型的短期基准面旋回,对应于 3 种准层序类型。

### 3.2.1 基准面上升准层序(基准面上升短旋回)

这种准层序类型是指在一个短期基准面旋回变化过程中,所形成的岩石地层仅代表基准面上升半旋回的历史过程,而基准面下降半旋回则完全由准层序的底界面代表。本区绝大多数的短期旋回属于此类。

本区典型的基准面上升准层序主要发育于  $S_{1k}$ 、 $S_2$  准层序组内的扇三角洲平原地带,其构成方式通常为退积的分流河道砂体与正常的湖相泥岩呈指状交叉。图 4 是吉 17 井梧桐沟组 3060~3082 m(油层段)发育的基准面上升准层序,属分流河道沉积。为砂/泥岩的厚度比向上逐渐减小,粒度向上逐渐变细,水体向上变深的沉积序列。反映了河道逐渐废弃,沉积基准面逐渐上升,水体能量由高变低的过程。

### 3.2.2 基准面下降准层序(基准面下降短旋回)

该类型准层序代表的是在基准面下降期间接受沉积,而基准面上升期间由于饥饿作用没有接受沉积。由于这类准层序一般发育在较深水的沉积环境中,基准面的下降与湖水位的下降存在一一对应关

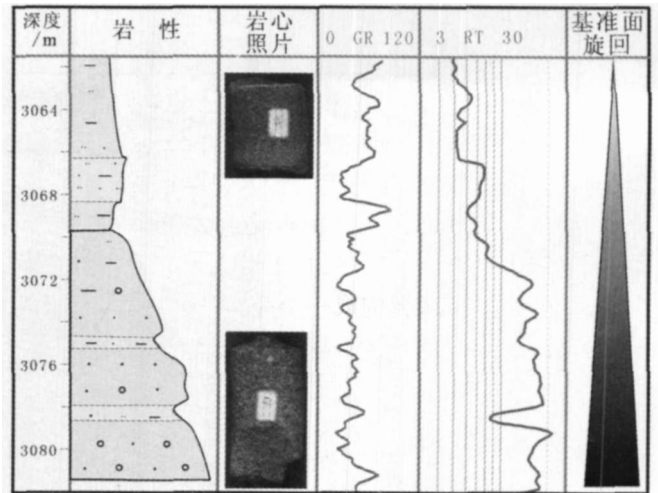


图 4 吉 17 井基准面上升准层序构成样式

Fig. 4 The base level rising parasequence mode of Well Ji 17

系,因此所形成的准层序是一套水体逐渐变浅的序列。本区典型的基准面下降准层序主要发育于  $S_3$ 、 $S_4$ 、 $S_5$  准层序组内,其构成方式通常为进积的三角洲前缘远砂坝或河口砂坝砂岩叠置在正常的湖相泥岩上。图 5 是吉 17 井 2852~2823 m 井段发育的基准面下降准层序,为岩性向上变粗、水体向上变浅的沉积序列。单砂层的厚度向上增大,岩石粒度向上变粗,砂/泥岩的厚度比向上逐渐增加。反映了远砂坝或河口砂坝向湖推进,沉积基准面逐渐下降,水体能量由低变高的过程。

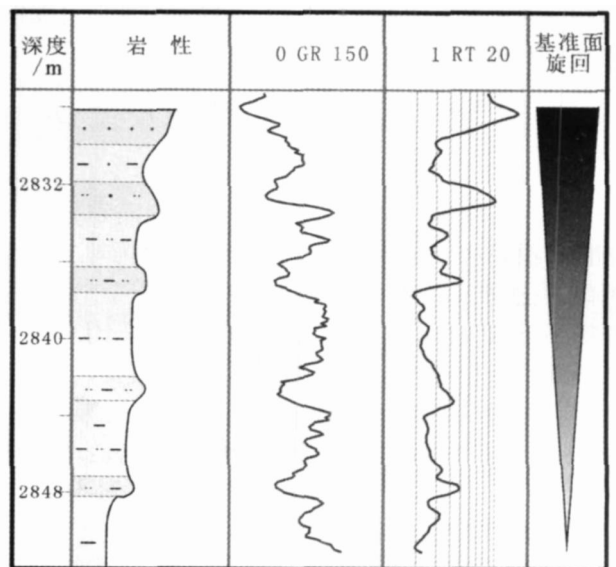


图 5 吉 17 井基准面下降准层序的构成样式

Fig. 5 The base level falling parasequence mode of Well Ji 17

### 3.2.3 复合准层序

这种类型的准层序是本区  $S_3$ 、 $S_4$ 、 $S_5$  准层序组的主要组成单元, 在岩石构成上反映出由基准面下降半旋回和上升半旋回两部分构成。顶底均为低电阻率、高伽玛的湖泛泥岩, 岩性上由一个完整的细→粗→细旋回构成。图 6 是吉 6 井梧桐沟组 1760~1733 m 发育的一个复合型准层序, 自下而上由三角洲前缘泥→河口砂坝→前缘泥构成一个完整的岩性旋回, 代表了湖水所经历的深→浅→深的周期性演化过程。

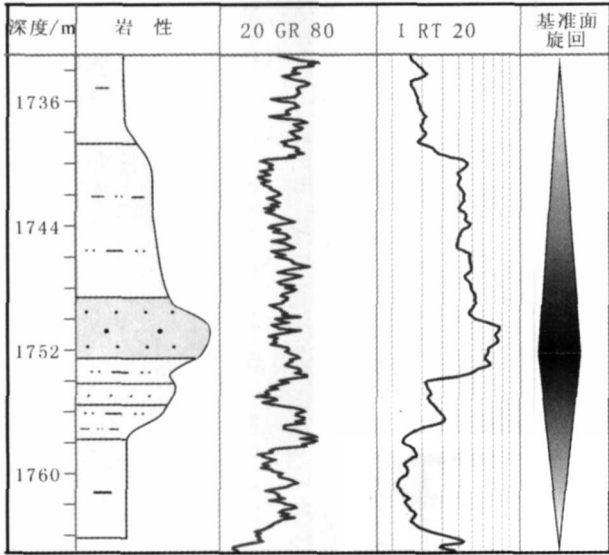


图 6 吉 6 井复合准层序构成样式

Fig 6 The composite parasequence mode of Well Ji 6

### 3.3 中期基准面旋回

中期基准面旋回是指在大致相似的地质背景下形成的一系列具有成因联系的短期基准面旋回的组, 包括中期基准面上升半旋回和下降半旋回。中期基准面上升半旋回由一系列代表水体逐渐加深的短期旋回叠加而成, 中期基准面下降半旋回则是由一系列代表水体逐渐变浅的短期旋回叠加而成。代表基准面下降半旋回的地层, 由多个呈进积样式的短期基准面旋回组成, 而基准面上升半旋回则呈退积结构<sup>[13-14]</sup>。中期基准面旋回的边界是不整合面或最大湖泛面, 可以通过地震、测井及岩心分析来识别确定。本区高频层序地层研究将目的层  $SQ_4$  (层序 ⑤) 划分为 5 个准层序组, 对应于 5 个中期基准面旋回, 自下而上依次为  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$ 、 $S_5$ 。其中基准面上升期形成  $S_1$ 、 $S_2$  中期基准面旋回, 基准面下降期形成  $S_3$ 、 $S_4$ 、 $S_5$  中期基准面旋回。

通过钻井资料结合地震属性及波阻抗反演, 编制

了基准面上升期准层序组 ( $S_1 + S_2$ ) 的沉积相图 (图 7), 从图中可以看出,  $S_1 + S_2$  时期物源来自南东方向, 为退积型扇三角洲沉积, 该沉积体系向湖心延伸距离远, 分布范围广, 是主要的勘探目的层。

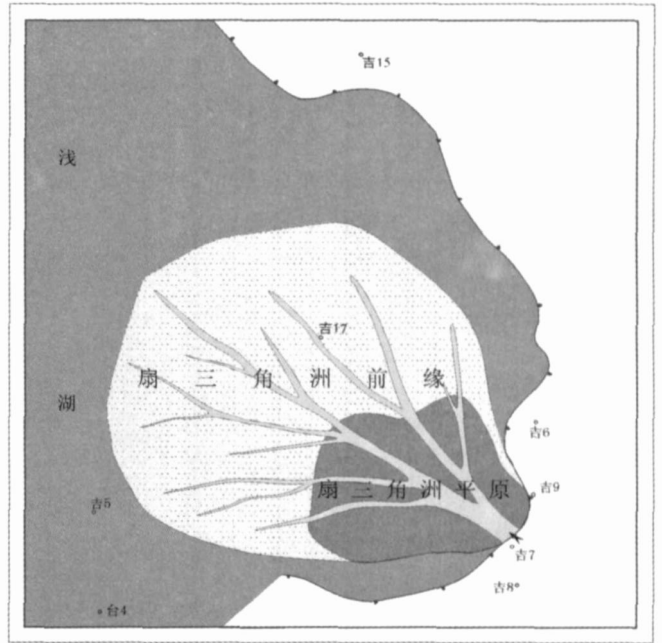


图 7 吉木萨尔凹陷准层序组  $S_1 + S_2$  沉积相图

Fig 7 The sedimentary facies of parasequence sets " $S_1 + S_2$ " in Jin sar Sag

### 3.4 长期基准面旋回

长期基准面旋回是指在沉积盆地范围内, 区域基准面所经历的上升和下降过程。长期基准面旋回的确定依据有: 1) 大套反映湖泛环境下沉积的暗色泥岩; 2) 区域性的不整合面; 3) 滨岸上超的向下迁移、沉积相的迁移和垂向组合的突变; 4) 古生物面貌差异或突变; 5) 岩性及测井响应的明显变化; 6) 中期旋回的不同叠加样式等。长期基准面旋回由下降到上升的转换位置与层序界面形成时期是一致的, 在地震剖面上表现为区域分布或反映地层不协调关系的地震反射终止类型。与最大湖泛面对应的是基准面旋回由上升到下降的转换位置, 它代表了可容纳空间的最大时期, 在地震剖面上与中高振幅、较连续的反射界面相对应, 基准面转换面上、下的地层叠置样式分别为进积式和退积式。根据研究区地震、测井、沉积相特征、中期旋回的叠加样式等, 在地震反射剖面上将目的层梧桐沟组三级层序  $SQ_4$  划分为两个长期基准面半旋回——上升半旋回和下降半旋回 (图 8)。基准面上升长期旋回在吉 17 井中厚约 300 m 自下

而上湖相泥岩含量逐渐增加,岩性总体向上变细,水体向上变深,为退积式加积,反映沉积基准面总体趋势是上升的。基准面下降长期旋回在吉 7 井中厚约 210 m,自下而上湖相泥岩含量逐渐降低,岩性总体向上变粗,水体向上变浅,为进积式加积,表明沉积基准面总体趋势是下降的。

### 3.5 高频层序与基准面旋回的关系

在地层记录中,一个完整的长期基准面旋回是由代表其下降和上升半旋回的二分时间单元组成。与三级层序相对应的基准面旋回由基准面下降半旋回和基准面上升半旋回组成。吉 17 井梧桐沟组出油砂层结构为中期基准面上升半旋回  $S_1$  中形成的退积结构,吉

7 井梧桐沟组出油砂层结构为中期基准面下降半旋回  $S_3$  中形成的进积结构,其间为最大洪泛面(图 9)。

## 4 高分辨率层序地层学在地层对比中的应用

原有的地层对比方案为岩石地层对比,认为吉 17 井油层所在准层序组  $S_1$  与吉 7 井油层所在准层序组  $S_3$  为同一砂层组,吉 7 井底部比吉 17 井多一套砂层组  $P_{3wt}^{1-4}$ 。但在进行高分辨率层序地层研究之后可知,这种对比方法是穿时的,是不正确的,而高分辨率层序地层学的对比才是等时的。对比结果表明  $S_1$  与  $S_3$  为不同成因的两套准层序组,  $S_1$  为水体向上变

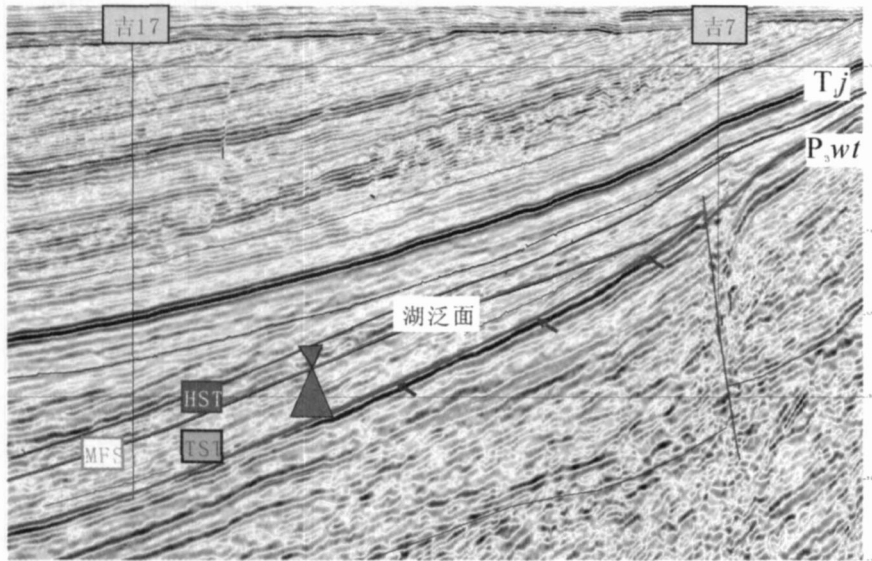


图 8 吉木萨尔凹陷梧桐沟组长期基准面旋回

Fig. 8 The long-period base level cycle of Permian Wutonggou Formation in Jimsar Sag

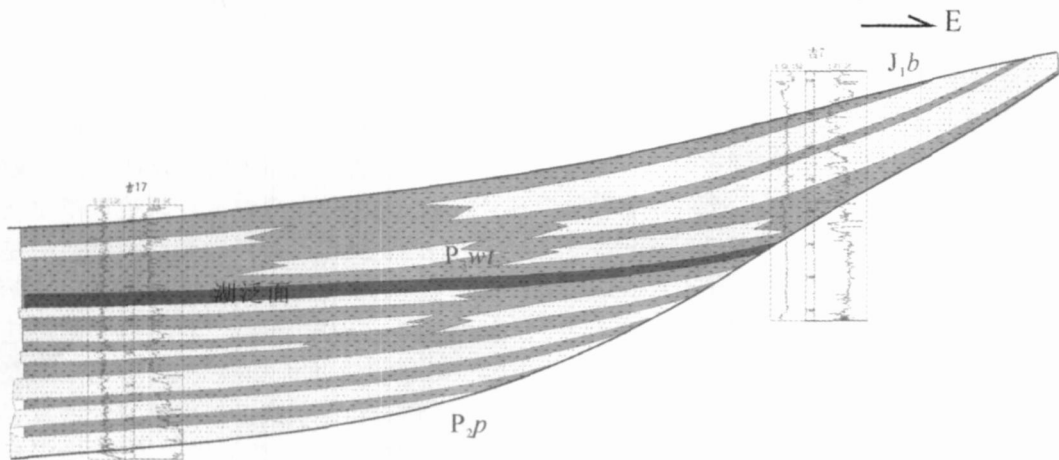


图 9 吉木萨尔凹陷二叠系梧桐沟组准层序堆叠样式

Fig. 9 The parasequence stacking mode of Permian Wutonggou Formation in Jimsar Sag

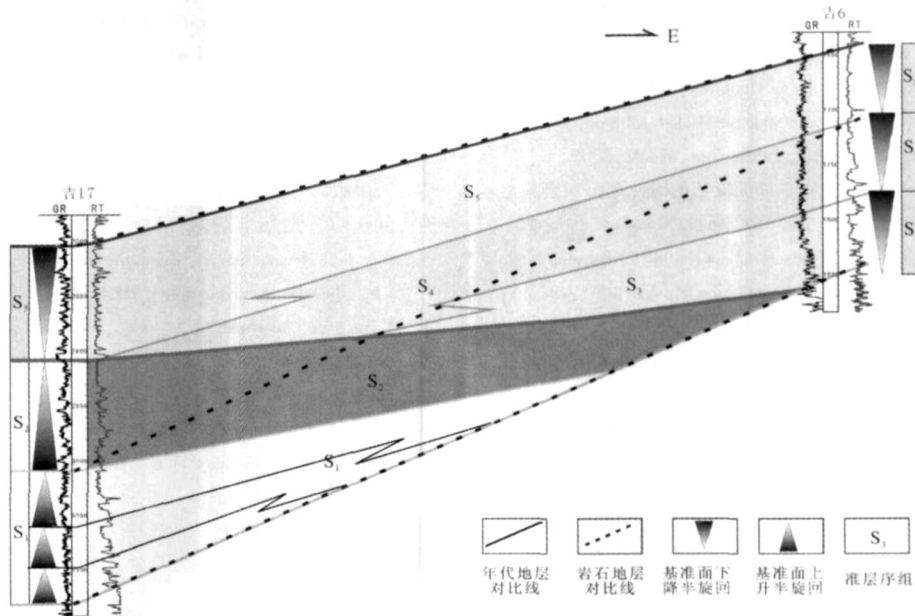


图 10 吉 17 井油砂层与吉 7 井油砂层岩石地层、年代地层对比

Fig 10 The comparison of oil layer on lithostatigraphy and chonostatigraphy between Well Ji 17 and Well Ji 7

深、粒度向上变细的基准面上升型准层序组, 砂层呈退积结构堆积;  $S_2$  为水体向上变浅、粒度向上变粗的基准面下降型准层序组, 砂层呈进积结构叠置。两准层序组的砂层在近两井中点处尖灭, 因而吉 17 井出油砂层组和吉 7 井出油砂层组不是同一砂层组 (图 10)。

## 5 结论

(1) 通过各种资料综合分析, 将吉木萨尔凹陷二叠系金沟组、将军庙组、平地泉组和梧桐沟组划分为四套三级层序, 自下而上依次为  $SQ_1$ 、 $SQ_2$ 、 $SQ_3$ 、 $SQ_4$ 。

(2) 通过高分辨率层序地层研究, 在研究区梧桐沟组识别出基准面上升型、基准面下降型、基准面下降半旋回和上升半旋回两部分构成的复合型三种短期基准面旋回类型。短期基准面旋回叠加而成中期基准面旋回, 代表基准面下降半旋回的地层, 由多个呈进积样式的短期基准面旋回组成, 而基准面上升半旋回则呈退积结构。目的层  $SQ_4$  (层序  $\text{⑤}$ ) 划分为 5 个准层序组, 对应于 5 个中期基准面旋回, 自下而上依次为  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$ 、 $S_5$ 。其中基准面上升期形成  $S_1$ 、 $S_2$  中期基准面旋回, 基准面下降期形成  $S_3$ 、 $S_4$ 、 $S_5$  中期基准面旋回。

(3) 原有的地层对比方案为岩石地层对比, 是穿时的。高分辨率层序地层学的对比结果表明吉 17 井

出油砂层所在  $S_1$  为水体向上变深、粒度向上变细的基准面上升型准层序组; 吉 7 井出油砂层所在  $S_3$  为水体向上变浅、粒度向上变粗的基准面下降型准层序组。两准层序组成因不同, 两砂层在近两井中点处尖灭, 因而吉 17 井出油砂层组和吉 7 井出油砂层组不是同一砂层组。

## 参考文献 (References)

- 薛良清. 层序地层学研究现状、方法与前景 [J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(5): 8-13 [Xue L angqing Current status methodology and future directions of sequence stratigraphy study [J]. Petroleum Exploration and Development 1995, 22(5): 8-13]
- 孟万斌. 从层序地层学到高分辨率层序地层学 [J]. 成都理工学院学报, 2000, 29(4): 380-385 [M eng W anbin From sequence stratigraphy to high resolution sequence stratigraphy [J]. Journal of Chengdu University of Technology, 2000, 29(4): 380-385]
- 邓宏文. 美国层序地层学研究中的新学派——高分辨率层序地层学 [J]. 石油与天然气地质, 1995, 16(2): 89-97 [Deng Hongwen A new thought in sequence stratigraphic studies in U. S. A: high-resolution sequence stratigraphy [J]. Oil and Gas Geology, 1995, 16(2): 89-97]
- 邓宏文. 沉积物体积分配原理——高分辨率层序地层学的理论基础 [J]. 地质前缘, 2000, 7(4): 305-313 [Deng Hongwen Sediment volume partition principle theory basis for high-resolution sequence stratigraphy [J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(4): 305-313]
- 蔡希源, 李思田, 等. 陆相盆地高精度层序地层学 [M]. 北京: 地质出版社, 2003 [Cai X iyu an Li Si tian, et al High-resolution Sequence Stratigraphy in Continental Basin [M]. Beijing: Geological Publishing

- House 2003]
- 6 邓宏文, 王红亮, 祝永军, 等. 高分辨率层序地层学原理及应用 [M]. 北京: 地质出版社, 2002 [Deng Hongwen, Wang Hongliang, Zhu Yongjun *et al*. Principle and Application of High-resolution Sequence Stratigraphy[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002]
  - 7 郑荣才, 彭军, 吴朝容. 陆相盆地基准面旋回的级次划分和研究意义 [J]. 沉积学报, 2001, 19(2): 249-155 [Zheng Rongcai, Peng Jun, Wu Chaorong. Grade division of base-level cycles of terrigenous basin and its implications [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(2): 249-155]
  - 8 朱筱敏, 等. 层序地层学原理及应用 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1998 [Zhu Xiaomin, *et al*. Principle and Application of Sequence Stratigraphy[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1998]
  - 9 Cross T A. High-resolution stratigraphy correlation from the perception of base-level cycles and sediment accommodation [C] // Proceeding of Northwestem Europe Sequence Stratigraphy Congress, 1994, 69: 105-123
  - 10 Wheeler H E. Base-level lithosphere surface and time-stratigraphy [J]. Geology Society of American Bulletin, 1964, 75: 599-610
  - 11 Posamentier H W, Jervey M T, Vail P R. Eustatic Controls on Clastic Deposition—conceptual framework [M]. SEPM Special Publication, 1988, 42: 109-125
  - 12 王嗣敏, 刘招君. 高分辨率层序地层学在陆相地层研究中的若干问题 [J]. 地层学杂志, 2004, 28(2): 179-184 [Wang Simin, Liu Zhaojun. Discussion on some problems of high resolution sequence [J]. Journal of Stratigraphy, 2004, 28(2): 179-184]
  - 13 Cross T A, Lessenget M A, *et al*. Sediment Volume Partitioning—rational for stratigraphic model evaluation and high resolution stratigraphic correlation [M]. Sequence Stratigraphy Concepts and Applications. NPE Special Publication, 1998, 8: 171-195
  - 14 Galloway W E, Hobday D K. Terrigenous Clastic Depositional Systems applications to fossil fuel and groundwater resources [M]. Springer-Verlag, 1996, 50

## Application of the Theory of High-Resolution Sequence Stratigraphy to Junggar Basin

LIU Chun-hui<sup>1</sup> JIN Zhen-ku<sup>1</sup> ZHANG Xin<sup>2</sup> WANG Zheng<sup>3</sup> ZHU Guifang<sup>4</sup> WU Honglin<sup>4</sup>

(1 China University of Petroleum, Beijing 102249; 2 Exploration Department of Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, Karamay Xinjiang 834000;

3 Research Institute of Xinjiang Downhole Operating Company, CNPC, Karamay Xinjiang 834000;

4 Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, Karamay Xinjiang 834000)

**Abstract** By means of high-resolution sequence stratigraphy study on Permian Wutonggou Formation reservoir in Jimsar Sag of Junggar Basin, we identified three parasequence types corresponding to three short-period base level cycle modes: base level rising parasequence, base level falling parasequence, base level rising and falling half cycle composite parasequence. And two middle-period base level cycles are discriminated. The formation of middle base-level falling cycle is made up of multiple prograding short-period cycles whereas middle base-level rising cycle stacking mode presents retrograding structures. The Permian Wutong Gou Formation can be classified 5 parasequence sets (corresponding to 5 middle-period base level cycles) in this area, which is S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> from bottom to top. S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> are formed during rising stage of base-level while S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> formed during falling stage. According to the research conclusions we reckon the two petroliferous sand beds of Well Ji 7 and Well Ji 17 are not pertained to a same sand set as its forming reason is different. So we have resolved the practical question. One stratigraphic trap and five lithologic traps are recognized by the theory of high-resolution sequence stratigraphy and the prospecting targets are offered.

**Key words** Jimsar Sag, high resolution sequence stratigraphy, base level cycle strata correlation, trap identification