

文章编号: 1000-0550(2013)03-0536-09

北部湾盆地涠西南凹陷南坡古近系流二段 滩坝砂体分布规律^①

王健¹ 操应长¹ 李俊良² 乐友喜¹

(1. 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院 山东青岛 266580;

2. 中国海洋石油总公司(中国)有限公司湛江分公司研究院 广东湛江 524057)

摘要 涠西南凹陷南坡 H-1 井区流二段发育了一定规模的滨浅湖滩坝砂体。在滩坝砂体沉积特征分析的基础上,利用地震沉积学分析方法和技术,对滩坝砂体分布规律及演化特征进行了研究。在沉积模型控制和钻井资料标定的基础上,地层切片属性分析能够较好的反映滩坝砂体的分布范围,并且能够较好的对坝砂和滩砂沉积进行区分和识别。地层切片分析表明 MC1 旋回内滩坝砂体早中期表现为进积特征,滩砂和坝砂沉积范围均明显扩大和迁移,中晚期表现为加积特征,坝砂厚度和范围明显增加;MC2 旋回内滩坝砂体沉积过程中分布范围变化不大,滩砂和坝砂均呈明显的垂向加积特征。两个旋回内坝砂沉积主要呈相互平行的条带状分布在研究区东南部及中部。为了增加钻井成功率和探明滩坝砂体主体发育特征,建议目前的勘探重点应放在研究区东南部及中部坝砂沉积发育区。

关键词 滩坝 地层切片 地震沉积学 分布规律 涠西南凹陷

第一作者简介 王健 男 1985 年出生 博士研究生 沉积学和层序地层学 E-mail: wangjian8512@yahoo.com.cn

中图分类号 P512.2 TE121.3 **文献标志码** A

涠西南凹陷位于南海北部边缘西区北部湾盆地的北部拗陷东北部,是北部湾盆地的一个三级构造单元,为典型的陆相断陷盆地,具有北断南超、北陡南缓的基本构造格局。涠西南凹陷古近系陆相沉积包括长流组、流沙港组和涠洲组,其中流沙港组自下而上又可分为流三段、流二段和流一段,涠洲组自下而上可分为涠三段、涠二段和涠一段。流二段为涠西南凹陷断陷鼎盛时期,湖盆水体范围广,水体深度大,主要为半深湖—深湖环境,滨浅湖沉积环境主要局限在盆地东南斜坡。流二段沉积时期湖盆周缘沉积物供给量少,砂体规模相对较小,主要分布在盆地边缘,陡坡带以小规模的近岸水下扇沉积为主,缓坡带及长轴方向以辫状河三角洲、扇三角洲及滨浅湖滩坝沉积为主(图1)。盆地东南斜坡 H-1 井区局部发育正向鼻状构造,在此基础上发育了一定规模的滨浅湖滩坝沉积。滩坝砂体是发育于滨浅湖区的受波浪和沿岸流控制的一种常见的储集砂体类型,一般分布在正向构造带周围,具有单层厚度薄、横向分布范围广、平面上呈席状或条带状等特点^[1-5]。滩坝砂体常具有粒度适中、分选好、原生孔隙和次生孔隙都较发育、渗透率高特征,并且由于滩坝砂体横向相变快,常形成岩

性透镜体圈闭或砂岩上倾尖灭圈闭,是断陷湖盆中非常好的油气储层^[6,7]。涠西南凹陷流二段沉积以厚层半深湖—深湖相泥岩和油页岩为主,沉积早期发育了区域分布的主力烃源岩层。流二下亚段滨浅湖滩坝砂体紧邻区域烃源岩之上分布,并且滩坝砂体上部被厚层半深湖—深湖泥岩封盖层,非常有利于岩性油气藏的形成。流二段滩坝在近年勘探中取得了良好的效果,但是由于钻井资料较少,滩坝砂体的分布规律尚不明确,在很大程度上制约着流二段滩坝砂体勘探进程。近年来兴起的地震沉积学是将三维地震的地球物理解释技术与层序地层学和沉积学研究相结合,侧重于刻画少井区高精度层序地层格架内沉积体系的平面展布、空间形态及其演化过程的一种技术手段^[8-12],在国内外油气勘探中已得到了广泛的应用,尤其在河流相、三角洲相等水道作用明显的沉积体系中取得了良好的效果^[11,13-16]。本文在滩坝砂体沉积特征分析的基础上,采用地震沉积学的研究方法,探讨流二段滩坝砂体的分布规律及演化特征。

1 滩坝砂体沉积特征

碎屑岩滩坝沉积体系一般形成于开阔的滨浅湖

^①国家重大科技专项课题(2008ZX05023-02)资助
收稿日期:2012-03-02;收修稿日期:2012-06-19

地区,在湖浪或沿岸流的作用下,将邻近地区三角洲或其它近岸浅水砂体再搬运、沉积而成。根据滩坝砂岩的特征和产状,滨浅湖滩坝沉积可划分为坝砂沉积和滩砂沉积^[3]。

坝砂沉积主要形成于滨浅湖地区由于波浪在碎浪带形成的相对较粗碎屑沉积。钻井和录井资料表明,流二段坝砂沉积砂岩层数少但单层厚度大,单层厚度几米甚至更厚,一般大于3 m。坝砂是滩坝沉积的主体部分,沉积水动力能量最强,岩性主要为中细砂岩、粉砂岩,粒度相对较粗;砂岩中石英含量较高,一般为43%~61%,平均为50.6%,长石和岩屑含量相对较低,岩石成分成熟度较高,一般为1.1~3.7,平均为2.2;岩石成分分析表明,坝砂砂岩类型主要为亚岩屑砂岩、亚长石砂岩和少量长石质岩屑砂岩;沉积构造类型多样,主要发育变形构造、波状层理和生物扰动构造,其中生物扰动构造特别发育,并且在岩石中常可见到螺化石;粒度概率图主要发育两跳一悬式和一跳一悬式两种类型,跳跃次总体含量较高,可达60%~70%,跳跃次总体与悬浮次总体的交切点一般为3~4 ϕ ,反映了砂体形成过程中水体能量较强;坝砂由多个垂向叠加的反旋回组成,整体上也表现为自下而上的反旋回特征,GR测井曲线表现为漏斗形或箱型(图2)。

滩砂沉积一般平行岸线呈较宽的席状分布,分布

面积大。由于研究区钻井取芯资料较少,所取岩芯段均为坝砂沉积,滩砂沉积的岩石学及粒度结构特征这里不再讨论。录井资料表明,滩砂岩性一般为粉砂岩、泥质粉砂岩,粒度相对较细,滩砂的垂向剖面特征是砂岩和泥岩呈频繁的互层,砂岩层数多但单层厚度较薄,一般小于3 m,粒度不明显或呈反序结构,GR曲线为漏斗形或指状,单砂体平面延伸距离远。

2 滩坝砂体识别

由于研究区目前仅有3口钻井钻遇流二段滩坝砂体,仅仅依靠钻井资料难以总结滩坝砂体的分布规律。本文以钻井资料为基础,重点利用地震资料,采用地震沉积学分析方法对滩坝砂体进行识别和预测。

2.1 层序格架建立

在地震沉积学研究中,无论是地层切片的制作还是地震属性的提取,都要求以年代地层框架模型和沉积模型为指导,层序地层学提供了等时分层手段,为储层建模提供了一个等时地层框架,在此框架内,研究储集体在多重控制因素下的演化过程,具动态建模的意义。

涠西南凹陷流二段滩坝发育于区域不整合面T84和T86之间,主要在T86—T84三级层序发育末期形成。流二段滩坝砂体地震反射特征十分明显,表现为两个连续性极好的强地震反射轴,其中上部的强

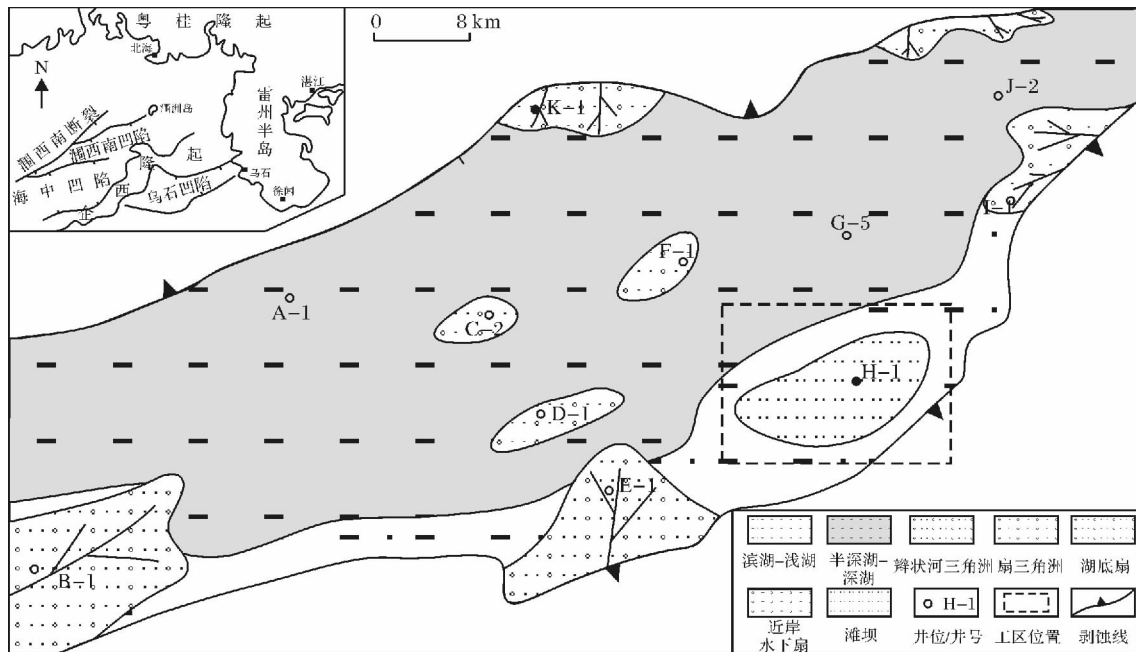


图1 涠西南凹陷构造位置及流二段沉积体系展布图

Fig. 1 Tectonic setting and distribution of sedimentary facies of the second member of Liushagang Formation in Weixinan Depression

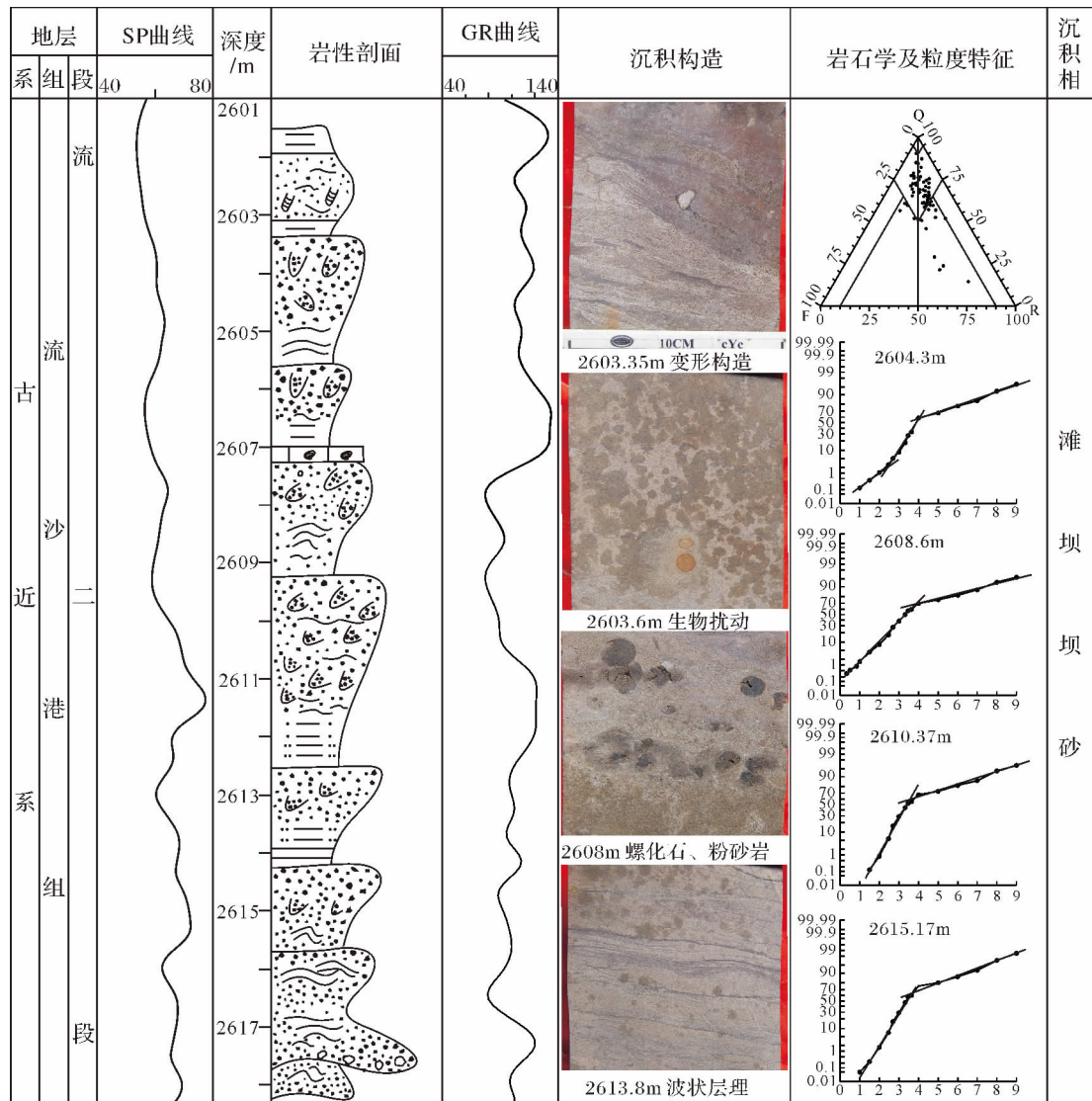


图2 H-1井取芯井段沉积特征

Fig. 2 Sedimentary characteristics of cored intervals of Well H-1

反射轴为 T84 区域反射层,是 T86—T84 层序的顶界面。合成记录分析表明,这两个强反射轴均为滩坝砂岩的顶界面。通过分析钻井资料表明,H-1 井和 HN-1 井滩坝砂体在垂向上表现为两个明显的反旋回叠加特征,旋回内部向上砂体厚度逐渐变厚,泥岩层明显减薄,自然伽马曲线整体表现为漏斗形,反映了滩坝砂体形成过程中基准面一般处于下降状态^[4],因此,旋回界面位于砂体顶部,这与地震反射特征相吻合(图3)。因此,流二段滩坝沉积在垂向上可划分为两期,分别对应 MC1 和 MC2 两个四级层序。

2.2 地层切片多属性综合分析

常用的地震切片包括时间切片、沿层切片和地层切片。时间切片是沿某一固定地震旅行时对地震数

据体进行切片显示,切片方向垂直于时间轴;沿层切片是沿某一个没有极性变化的反射界面,即沿着或平行于追踪同相轴所得的层位进行切片;地层切片是在具有等时对比意义的地震同相轴之间进行等比例内插,产生的一系列等时切片(图4)。地层切片本质上是一种变时窗的属性分析技术^[17],它考虑了沉积速率随平面位置的变化,比其它两种切片方式更合理,更接近等时界面,且简化了沉积特征在沉积面上的地震映射^[18]。在高精度层序地层格架约束下,分别对滩坝砂体 MC1 和 MC2 旋回进行了地层切片制作及相应属性提取。

地震属性是对地震资料的几何学、运动学、动力

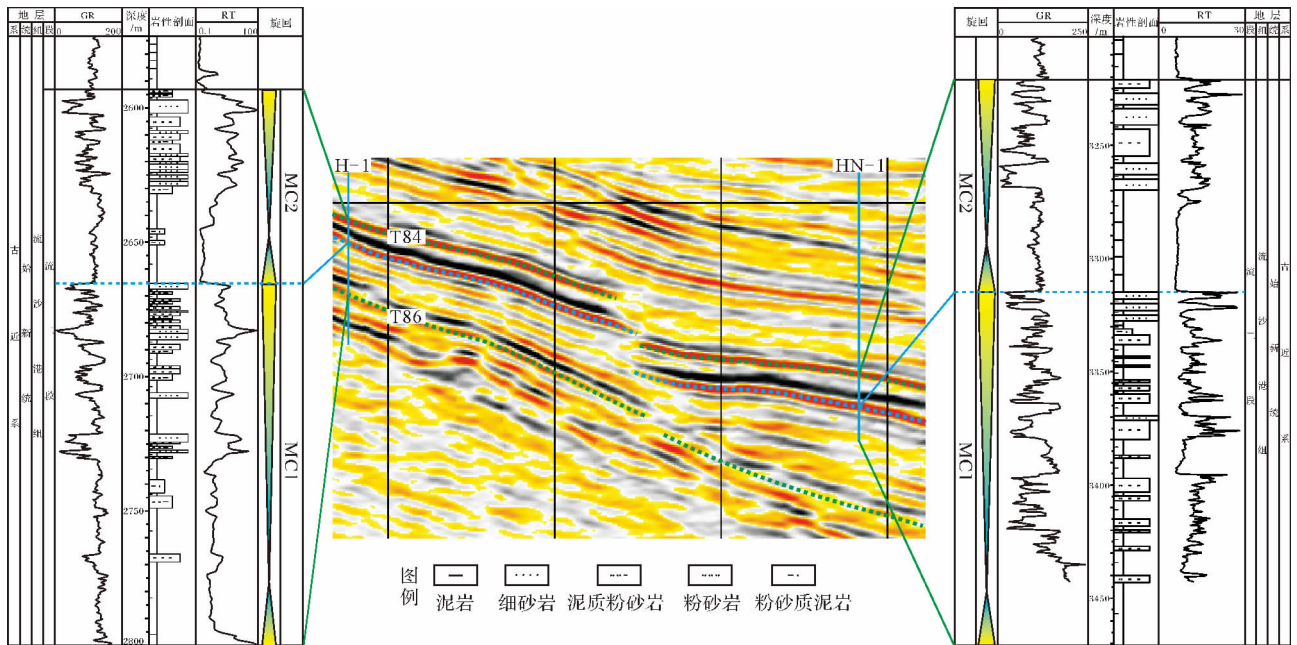


图3 涠西南凹陷流二段滩坝沉积基准面旋回划分

Fig. 3 Base-level cycle division of beach-bar sandbodies of the second member of Liushagang Formation of Weixinan Depression

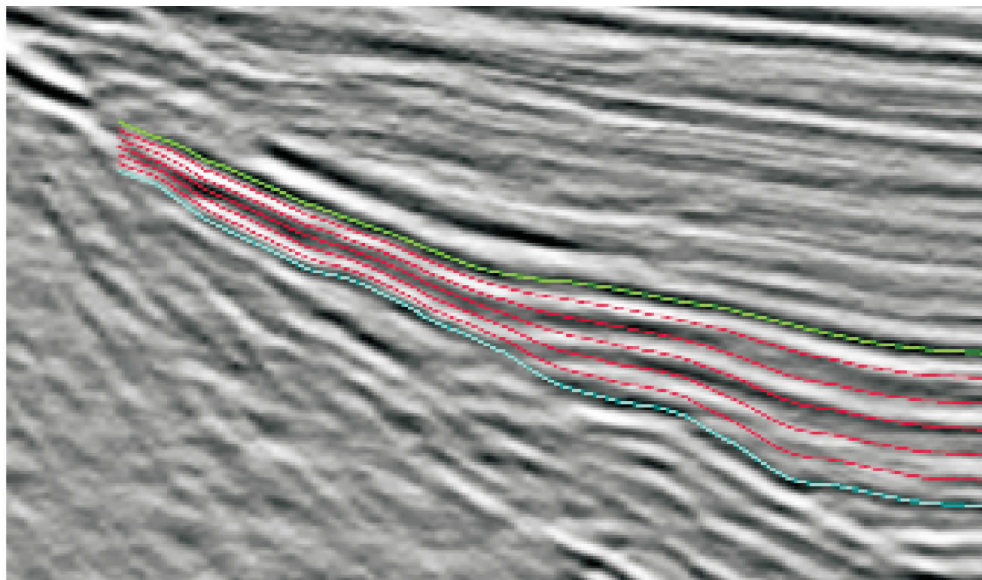


图4 研究区地层切片方式示意图

Fig. 4 Sketch map of stratal slice in the study area

学及统计学特征的一种测量,也是各种地层信息、地质现象的反映。因此,在沉积学理论指导的基础上,将之前得到的地层切片结合地球物理多属性综合分析技术,可以更好的进行地层岩性、沉积体平面展布等的研究^[16]。振幅类属性能够有效识别岩性引起的异常变化,最大振幅属性是进行振幅异常成图的最佳属性之一,弧长属性是一种频率与振幅的混合属性,通过反映泥岩到砂岩的界面引起的高的阻抗差异来

有效识别岩性变化^[19]。因此,本次研究选取了振幅类属性中的最大振幅属性和平均能量属性以及弧长属性来进行平面沉积相的研究与分析(图5)。

本次研究中共制作地层切片18个,由于MC1旋回的时间厚度大于MC2旋回的时间厚度,MC1旋回的地层切片共10个,MC2旋回的地层切片共8个。图5是MC1旋回中第9层和MC2旋回第7层的最大振幅属性图、平均能量属性图和弧长属性图。从前两

张振幅类属性图中可以看出,该时期研究区东南部能量整体较强,呈席状或宽的条带状,在研究区西北部能量较弱,且主体为北东向延伸。从弧长属性图中可以看出,研究区东南部弧长值高,西北部弧长值低,且高值区呈席状或宽的条带状分布,主体延伸方向与振幅类属性图高值区主体延伸方向一致,呈北东向延伸。由此可以看出,地震属性对沉积体展布、沉积相边界的刻画具有很好的作用。

由钻井资料分析表明,流二段滩坝砂体主要发育在两个四级层序的中晚期,沉积物以粉砂岩和细砂岩为主,砂体厚度向上逐渐变大,MC1 旋回第 9 层和 MC2 旋回第 7 层地层切片均位于滩坝砂体主体内部。统计 H-1 井、H-2 井和 HN-1 井两个相应地层切片内最大振幅大小及弧长大小与砂体厚度关系,如图 6 所示,最大振幅大小、弧长大小与砂体厚度均具有良好的正相关关系,随着砂体厚度的增加,最大振幅值、弧长值增大,据此可预测储集层分布。图 5 中最大振幅属性高值区(粉红色、黄色)、平均能量高值区(红色、黄色)和弧长属性高值区(红色、黄色)反映了厚层砂岩沉积,而低值区反映了薄层砂岩或泥质砂岩、泥岩沉积。

MC1 旋回第 9 层地层切片中 H-1 井和 HN-1 井岩性以细砂岩和粉砂岩为主,砂岩厚度较大,一般大于 3 m,最大可达 6~8 m,测井曲线呈箱形或漏斗形,为坝砂沉积(图 7a、c),与之对应的最大振幅属性呈

粉红色、平均能量和弧长属性呈红色或黄色,均为高值;而 H-2 井岩性以粉砂岩和泥质粉砂岩为主,砂体厚度较小,一般小于 3 m,为典型的薄层砂泥岩互层剖面,测井曲线主要呈中低幅漏斗形,为滩砂沉积(图 7b),与之对应的最大振幅属性呈黄色、平均能量和弧长属性呈黄色,属性值相对较低(图 5)。因此,MC1 旋回第 9 层地层切片中滩坝砂体相对较为发育,主要分布在研究区的中部和东南部,坝砂沉积较为发育,主要发育在研究区东南部,平面上呈北东走向与岸线平行的条带状,可见相互平行的 3 排,滩砂沉积主要发育在研究区西部和南部。在研究区西北部发育孤立的呈条带状分布的滩砂沉积和团块状分布的坝砂沉积(图 8B-3)。

MC2 旋回第 7 层地层切片中 H-1、H-2 和 HN-1 井岩性主要为细砂岩和粉砂岩,砂体层数少,但厚度较大,一般大于 3.5 m,测井曲线呈箱形或漏斗形,为坝砂沉积(图 7d、e、f),对应的最大振幅属性呈粉红色、平均能量和弧长属性呈红色和黄色,属性值均为高值;MC2 旋回第 7 层地层切片中钻井未钻遇滩砂沉积,但根据 MC1 旋回第 9 层地层切片中滩砂地震属性特征分析,该地层切片中属性值相对较低的弱粉红色、黄色区域对应滩砂沉积(图 5)。因此,MC2 旋回第 7 层地层切片中滩坝砂体分布范围广,集中发育在研究区中部、东部和南部,坝砂沉积发育,主要分布在研究区东南部,平面上呈北东走向与岸线平行的条

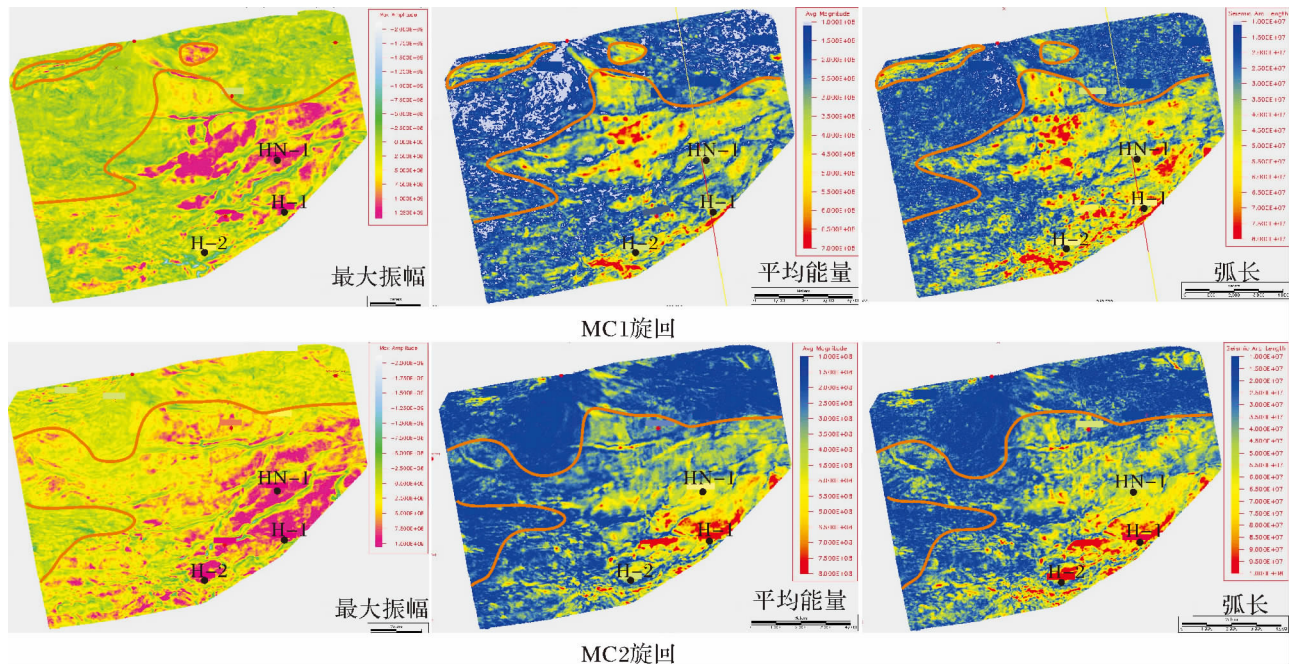


图 5 研究区地层切片多属性综合分析图

Fig. 5 Comprehensive seismic property of stratigraphic slice in the study area

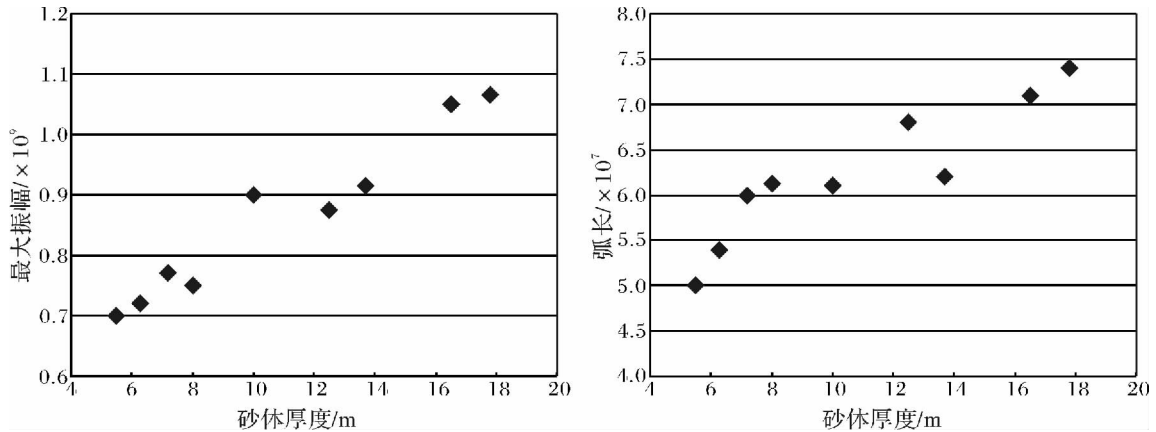


图 6 研究区最大振幅大小、弧长大小与砂体厚度关系图

Fig.6 Relationship between max amplitude , seismic arc length and thickness of sandstone

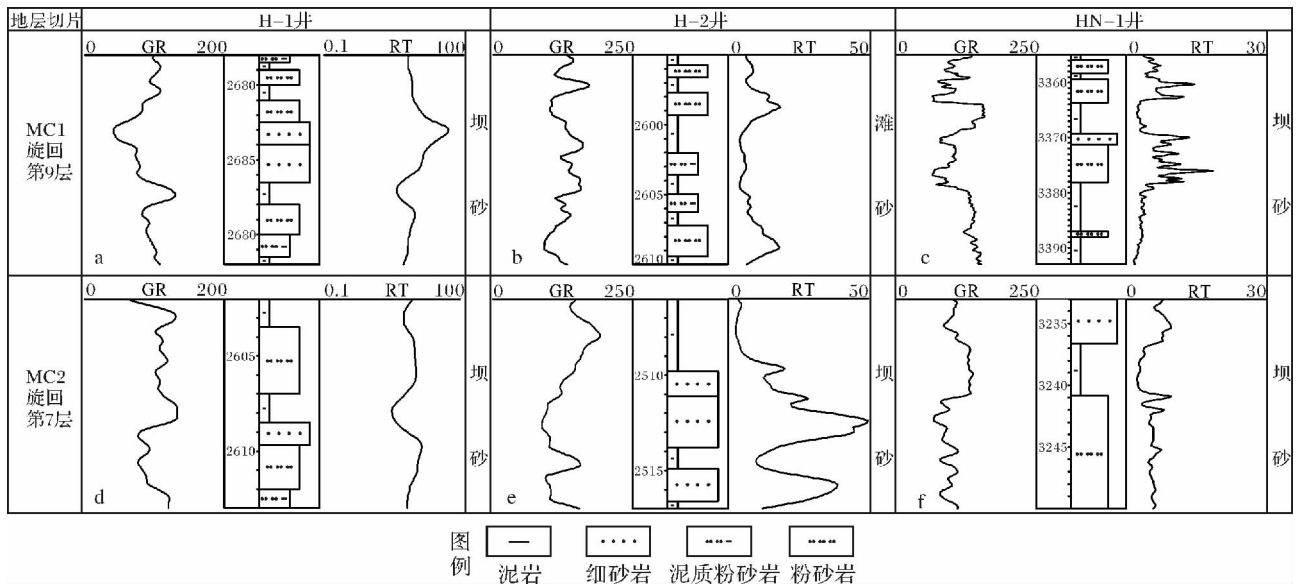


图 7 研究区 3 口井相应地层切片岩性及沉积相特征

Fig.7 Characteristics of lithology and sedimentary facies of 3 wells in corresponding stratal slices

带状,可见相互平行的 4 排,滩砂沉积主要发育在研究区西部和中部(图 8D-3)。

3 滩坝砂体分布规律

由上所述,综合利用地层切片属性特征和录井、测井资料可以较好的识别和预测研究区坝砂和滩砂沉积,并且最大振幅属性稍好于平均能量和弧长属性。因此,由获得的 MC1 旋回的 10 张地层切片和 MC2 旋回的 8 张地层切片中,可以清晰的看到两个旋回内滩坝砂体自下而上的分布及演化规律。本文分别选取了 MC1 旋回和 MC2 旋回典型的 3 张地层切片进行分析(图 8)。

MC1 旋回滩坝砂体发育早期,地层切片高振幅值区主要集中在研究区南部,分布范围小,振幅值中等,在研究区中央存在一个孤立的北东向展布的相对高振幅值区(图 8A-1),表明此时滩坝砂体主要发育在研究区南部,发育规模小,砂体厚度薄,以滩砂沉积为主,坝砂主要孤立的团块发育于研究区中部,呈北东向展布(图 8B-1)。MC1 旋回滩坝砂体发育中期,地层切片高振幅值区集中分布在研究区中南部,分布范围向工区北部扩大,振幅值较高,并且高值区内的北东向展布的粉红色较高振幅条带向工区北部迁移(图 8A-2),表明此时滩坝砂体主要发育在研究区中南部,呈北东向展布,砂体范围向研究区北部扩大,砂

体厚度增加,坝砂沉积向东北方向迁移,主要发育在HN-1井北部,呈北东向展布的条带状分布。滩砂主要发育在研究区西部和南部,与早期相比呈现进积特征。另外,研究区西北部开始发育规模较小的孤立的条带状分布的滩砂和团块状分布的坝砂沉积(图8B-2)。MC1旋回滩坝砂体发育晚期,地层切片高振幅值区范围继续向研究区北部扩大,振幅值继续增高,粉红色较高振幅条带仍呈北东向延伸,且范围扩大(图8A-3)表明此时滩坝砂体范围继续向北扩大和迁移,砂体厚度进一步增加,坝砂沉积范围增加,与中期相比呈现垂向加积特征,主要分布在H-井和HN-1井区及其北部,平面上呈3条相互平行的条带。滩砂主要发育在研究区西部和南部(图8B-3)。

MC2旋回滩坝发育早期,地层切片高振幅值区分布范围较广,但振幅值相对较低,粉红色高振幅值区呈孤立团块状和窄条带状分布在研究区东南部(图8C-1)表明此时滩坝砂体分布范围较广,但砂体厚度相对较薄,以滩砂沉积为主,呈席状展布,坝砂沉

积规模小,呈孤立的团块状和窄条带状分布在研究区东南部(图8D-1)。MC2旋回滩坝砂体发育中期,地层切片高振幅值区范围与滩坝砂体发育早期相比变化不大,但振幅值和明显增大,粉红色高振幅值区仍呈条带状分布在研究区东南部,但范围增大(图8C-2)表明此时滩坝砂体分布范围变化不大,但砂体厚度相对增加,仍以滩砂沉积为主,坝砂规模增大,呈现加积特征,主要分布在H-1井以北和HN-1井以南地区,平面上呈现为2条平行的条带,与早期相比呈现加积特征(图8D-2)。MC2旋回滩坝砂体发育晚期,地层切片高振幅值区分布范围无明显变化,但振幅值明显继续增大,粉红色高振幅值条带明显扩大,仍呈北东向展布(图8C-3),表明此时滩坝砂体的分布范围无明显变化,但坝砂沉积规模明显增加,呈4条平行的条带分布在研究区中部和东南部,与中期相比主要呈垂向加积特征,滩砂主要发育在研究区西部和中部(图8D-3)。

由上所述,流二段MC1旋回和MC2旋回滩坝砂

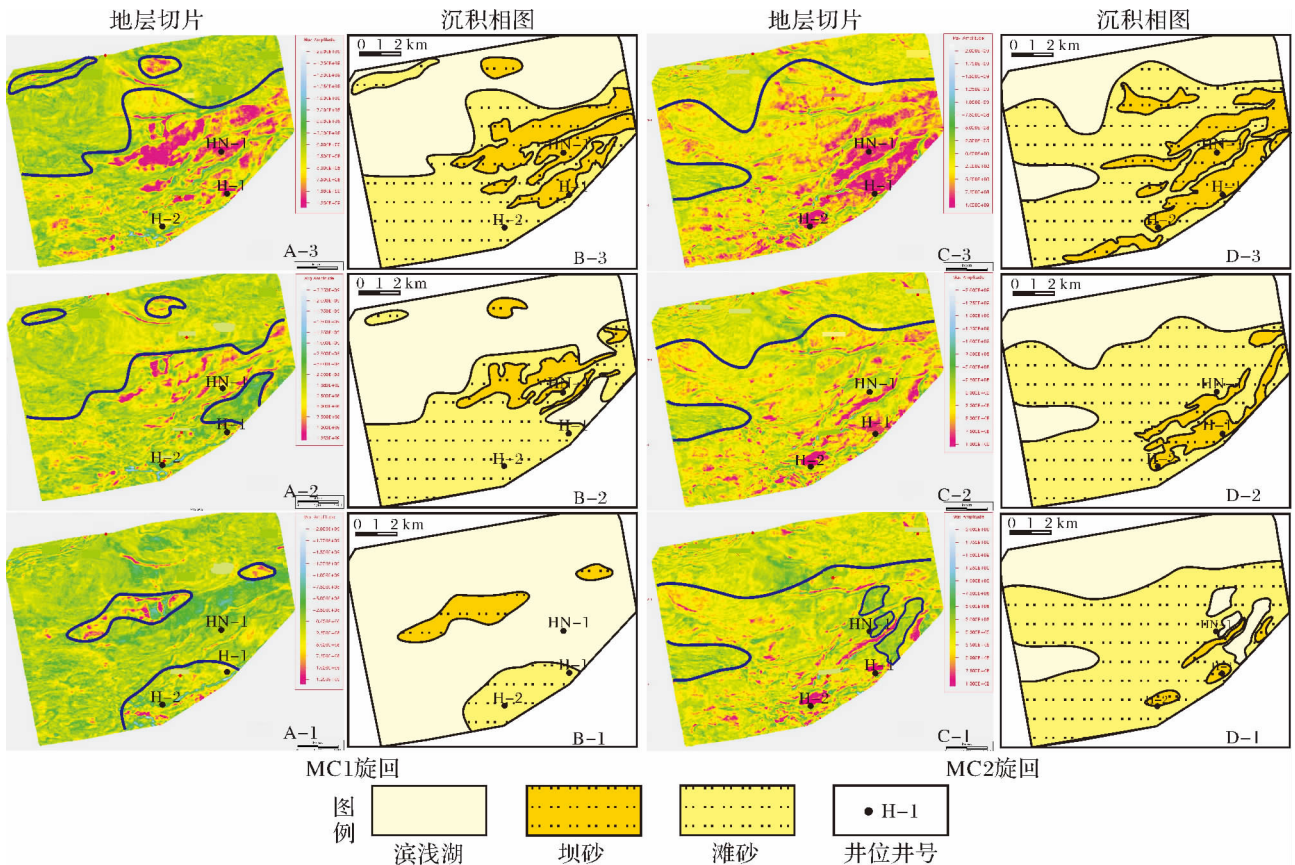


图8 流二段滩坝MC1旋回和MC2旋回典型地层切片及相应沉积相图

Fig. 8 Typical stratral slices and corresponding sedimentary facies charts of MC1 and MC2 cycles of beach-bar of the second member of Liushagang Formation

体空间分布规律及垂向演化特征存在明显的差异。MC1 旋回内滩坝砂体早中期表现为进积特征, 滩砂和坝砂沉积范围均明显扩大和迁移, 中晚期表现为加积特征, 滩坝砂体分布范围变化不大, 但坝砂厚度和范围明显增加; MC2 旋回内滩坝砂体沉积过程中分布范围变化不大, 无论滩砂和坝砂均呈明显的垂向加积特征。两个旋回内滩坝砂体发育早中期均以滩砂沉积为主, 坝砂规模较小, 晚期坝砂规模增大, 呈相互平行的条带状分布在研究区东南部和中部。

4 结论及建议

(1) 在沉积模型控制和钻井资料标定的基础上, 地层切片属性分析能够较好的反映滩坝砂体的分布范围, 并且能够较好的对坝砂和滩砂沉积进行区分和识别。地层切片分析表明 MC1 旋回内滩坝砂体早中期表现为进积特征, 滩砂和坝砂沉积范围均明显扩大和迁移, 中晚期表现为加积特征, 坝砂厚度和范围明显增加; MC2 旋回内滩坝砂体沉积过程中分布范围变化不大, 无论滩砂和坝砂均呈明显的垂向加积特征。两个旋回内坝砂沉积主要呈相互平行的条带状分布在研究区东南部及中部。

(2) 研究区滩坝砂体勘探目前尚处于早期阶段, 为了增加钻井成功率和探明滩坝砂体主体发育特征, 建议目前的勘探重点应放在研究区东南部及中部坝砂沉积发育区。

参考文献(References)

- 朱筱敏, 信荃麟, 张晋仁. 断陷湖盆滩坝储集体沉积特征及沉积模式[J]. 沉积学报, 1994, 12(2): 20-28 [Zhu Xiaomin, Xin Quanlin, Zhang Jinren. Sedimentary characteristics and models of the beach-bar reservoirs in faulted down lacustrine basins [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1994, 12(2): 20-28]
- 邓宏文, 马立祥, 姜正龙, 等. 车镇凹陷大王北地区沙二段滩坝成因类型、分布规律与控制因素研究[J]. 沉积学报, 2008, 26(5): 716-724 [Deng Hongwen, Ma Lixiang, Jiang Zhenglong, et al. Sand bank generation types and its controls on their distribution, the second Member of Shahejie Formation, Lower Tertiary, Dawangbei, Chezhen Depression [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2008, 26(5): 716-724]
- 操应长, 王健, 刘惠民, 等. 东营凹陷南坡沙四上滩坝砂体的沉积特征及模式[J]. 中国石油大学学报: 自然科学版, 2009, 33(6): 5-10 [Cao Yingchang, Wang Jian, Liu Huimin, et al. Sedimentary characteristics and models of beach-bar sandbodies in the upper part of the fourth member of Paleogene in the south slope of Dongying Depression [J]. Journal of China University of Petroleum, 2009, 33(6): 5-10]
- Jiang Zaixing, Liu Hui, Zhang Shanwen, et al. Sedimentary characteristics of large-scale lacustrine beach-bars and their formation in the Eocene Boxing Sag of Bohai Bay Basin, East China [J]. Sedimentology, 2011, 58(5): 1087-1112
- 杨勇强, 邱隆伟, 姜在兴, 等. 陆相断陷湖盆滩坝沉积模式——以东营凹陷古近系沙四上亚段为例[J]. 石油学报, 2011, 32(3): 417-423 [Yang Yongqiang, Qiu Longwei, Jiang Zaixing, et al. A depositional pattern of beach bar in continental rift lake basins: A case study on the upper part of the fourth member of the Shahejie Formation in the Dongying Sag [J]. Acta Petrolei Sinica, 2011, 32(3): 417-423]
- 操应长, 王艳忠, 徐涛玉, 等. 东营凹陷西部沙四上亚段滩坝砂体有效储层的物性下限及控制因素[J]. 沉积学报, 2009, 27(2): 230-237 [Cao Yingchang, Wang Yanzhong, Xu Taoyu, et al. The petrophysical parameter cutoff and controlling factors of the effective reservoir of beach and bar sandbodies of the upper part of the fourth Member of the Shahejie Formation in the west part of Dongying Depression [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2009, 27(2): 230-237]
- 王健, 操应长, 刘惠民, 等. 东营凹陷南坡沙四段上亚段滩坝砂岩储层孔喉结构特征及储层有效性[J]. 油气地质与采收率, 2011, 18(4): 21-24 [Wang Jian, Cao Yingchang, Liu Huimin, et al. Controlling factors and influence on reservoir effectiveness of pore throat structure of beach-bar sands of the Fourth Member of Shahejie Formation of Paleogene in the south slope of Dongying Depression [J]. Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2011, 18(4): 21-24]
- Zeng Hongliu, Backus M M, Barrow K T, et al. Facies mapping from three-dimensional seismic data: potential and guidelines from a Tertiary sandstone-shale sequence model, Power horn Field [J]. AAPG Bulletin, 1996, 80(1): 16-46
- Zeng H L, Henry S C, Riola J P. Stratal slicing (Part II): Real 3-D seismic data [J]. Geophysics, 1998, 63(2): 514-52
- Zeng H L, Ambrose W A. Seismic sedimentology and regional depositional systems in Miocene Norte, Lake Maracaibo, Venezuela [J]. The Leading Edge, 2001, 20(11): 1260-1269
- 林承焰, 张宪国, 董春梅. 地震沉积学及其初步应用[J]. 石油学报, 2007, 28(2): 69-72 [Lin Chengyan, Zhang Xianguo, Dong Chunmei. Concept of seismic sedimentology and its preliminary application [J]. Acta Petrolei Sinica, 2007, 28(2): 69-72]
- 林正良, 王华, 李红敬, 等. 地震沉积学研究现状及进展综述[J]. 地质科技情报, 2009, 28(5): 131-137 [Lin Zhengliang, Wang Hua, Li Hongjing, et al. Current status and progress of seismic sedimentology [J]. Geological Science and Technology Information, 2009, 28(5): 131-137]
- 张义娜, 朱筱敏, 刘长利. 地震沉积学及其在中亚南部地区的应用[J]. 石油勘探与开发, 2009, 36(1): 74-79 [Zhang Yina, Zhu Xiaomin, Liu Changli. Seismic sedimentology and its application in south of Central Asia [J]. Petroleum Exploration and Development, 2009, 36(1): 74-79]
- Zeng Hongliu, Hentz Tucker F. High-frequency sequence stratigraphy from seismic sedimentology: Applied to Miocene, Vermilion Block50, Tiger Shoal area, offshore Louisiana [J]. AAPG Bulletin, 2004, 88

- (2): 153-174
- 15 董艳蕾,朱筱敏,曾洪流,等. 黄骅坳陷歧南凹陷古近系沙一层序地震沉积学研究[J]. 沉积学报,2008,26(2): 234-240 [Dong Yanlei, Zhu Xiaomin, Zeng Hongliu, *et al.* Seismic sedimentology study on Shayi Sequence in Qinan Sag, Huanghua Depression [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2008, 26(2): 234-240]
- 16 朱筱敏,刘长利,张义娜,等. 地震沉积学在陆相湖盆三角洲砂体预测中的应用[J]. 沉积学报,2009,27(5): 915-921 [Zhu Xiaomin, Liu Changli, Zhang Yina, *et al.* On seismic sedimentology of lacustrine deltaic depositional systems[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2009, 27(5): 915-921]
- 17 张军华,周振晓,谭明友,等. 地震切片解释中的几个理论问题 [J]. 石油地球物理勘探,2007,42(3): 348-352 [Zhang Junhua, Zhou Zhenxiao, Tan Mingyou, *et al.* Several theoretical issues about interpretation of seismic slices [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2007, 42(3): 348-352]
- 18 Zeng Hongliu. Stratal slicing makes seismic imaging of depositional systems easier [EB/OL]. [http://www. Search and discovery. net / documents/ 2006/ 06036 zeng_gc/ images/ zeng. pdf.](http://www.Searchanddiscovery.net/documents/2006/06036_zeng_gc/images/zeng.pdf)
- 19 侯伯刚,杨池银,武站国,等. 地震属性及其在储层预测中的影响因素[J]. 石油地球物理勘探,2004,39(5): 553-558 [Hou Bo-gang, Yang Chiyin, Wu Zhanguo, *et al.* Seismic attributes and their affected factors in reservoir prediction [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2004, 39(5): 553-558]

Distribution of Beach-bar Sandbodies of the Second Member of Liushagang Formation of Paleogene of South Slope in Weixinan Depression, Beibuwan Basin

WANG Jian¹ CAO Ying-chang¹ LI Jun-liang² LE Yuo-xi¹

(1. School of Geosciences in China University of Petroleum, Qingdao, Shandong 266580;

2. Research Institute of Zhangjiang Branch Company, CNOOC Ltd., Zhanjiang, Guangdong 524057)

Abstract: During the period of the second member of Liushagang Formation, there developed a certain scale of beach-bar sandbodies. Based on the analysis of sedimentary characteristics of beach-bar sandbodies, the distribution and evolution characteristics of beach-bar sandbodies were studied by using the method and technology of seismic sedimentology. According to the controlling of sedimentary model and the demarcation of drilling data, the analysis of seismic property of stratal slice could image the distribution area of beach-bar sandbodies well and could also recognize and distinguish the beach sands and bar sands effectively. The analysis of stratal slices indicates that the sandbodies were progradation at the early and middle stage of MC1 cycle and the sedimentary areas of beach sands and bar sands were extended and migratory obviously, while the sandbodies were vertical aggradation at the middle and late stage of MC1 cycle and the thickness and area of bar sands increased obviously. The distribution area of sandbodies was comparatively stable and the beach sands and bar sands were vertical aggradation during the process of beach-bar development at the period of MC2 cycle. The bar sands of the two cycles were, parallel to each other as strips, mainly distribution at the southeast and centre parts of studying area. In the interest of increasing the successful rate of wells and prove up the development characteristics of main bodies of beach-bar sandbodies, the exploration should be emphasis on the bar sands development area in southeast and centre parts of studying area.

Key words: beach-bar; stratal slice; seismic sedimentology; distribution characteristic; Weixinan Depression