

[引著格式] 武继辉. 利津油田利 7 区复杂断块油藏有效储层预测方法研究 [J]. 石油天然气学报 (江汉石油学院学报), 2015, 37 (3+4): 19~23.

# 利津油田利 7 区复杂断块油藏有效储层预测方法研究

武继辉 (中石化胜利油田分公司滨南采油厂, 山东 滨州 257439)

**[摘要]** 针对储层预测技术在复杂断块油气藏研究中存在的问题, 以利津油田利 7 区为对象开展相关研究。首先通过岩心、测井、试验等数据的分析, 认为利 7 区古近系沙河街组二段下亚段 ( $E_{s2}^1$ ) 为三角洲前缘亚相沉积, 主要发育水下分流河道、前缘席状砂等微相。在对利 7 区三维地震资料的振幅、频率、相位及能量等多种属性进行可行性分析基础上, 利用沙河街组二段 ( $E_{s2}$ ) 不同砂泥岩组合正演模型研究认为, 仅仅利用振幅属性或频率等属性难以区分不同类型的组合, 因而引入了弧长地震属性进行有效储层预测。通过对研究区弧长地震属性的提取, 并与沉积、储层分布图件对比分析表明, 三者具有较好的相关性, 从而实现了利用弧长地震属性对研究区复杂断块区有效储层的预测。

**[关键词]** 复杂断块; 储层预测; 弧长属性; 沙河街组二段; 利津油田

**[中图分类号]** P631.44 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1000-9752 (2015) 03+04-0019-05

随着油气工业的发展, 油气田中油气储层的研究已经取得了长足进步, 在储层评价和预测方面形成了以高分辨率层序地层学、三维地震储层精细预测、地震沉积学等多学科、多技术融合的新方法和理论<sup>[1~3]</sup>。但是新的储层评价和预测技术在复杂油气藏的研究中仍有一些难点或者精度不足之处, 需要进一步针对具体研究区的具体情况开展补充性的研究, 形成解决该类复杂问题的技术或者经验<sup>[4,5]</sup>。笔者主要针对利津油田利 7 区古近系沙河街组二段 ( $E_{s2}$ ) 三角洲成因的构造-岩性复杂油藏开展有效储层研究, 以钻井、测井、地质、录井、开发动态等资料为基础, 利用多种地球物理预测手段以及高分辨率层序地层学理论和方法, 通过对沉积、储层进行综合研究, 提出了复杂断块区弧长属性有效储层预测方法。

## 1 区域地质概况

济阳拗陷位于渤海湾盆地东南部, 由东营、惠民、沾化和车镇 4 个主要凹陷和若干分割凹陷的凸起组成。东营凹陷是渤海湾裂谷系内大型宽缓的中、新生代张扭型半地堑伸展盆地, 呈 NEE 走向, 面积 5700 km<sup>2</sup>。其西以青城凸起、林樊家构造为界与惠民凹陷毗邻, 北以滨县凸起、陈家庄凸起为界与沾化凹陷为邻, 南与鲁西隆起、广饶凸起呈超覆关系, 东与青东凹陷沟通。利津油田构造上位于陈家庄凸起南部, 滨南-利津断裂带的东部, 北邻郑家、王庄油田, 西南是滨南油田<sup>[6,7]</sup>。利 7 区位于利津油田的东部, 勘探、开发面积约 30 km<sup>2</sup>, 主力含油层段为  $E_{s2}$ 。该断块区  $E_{s2}$  整体为三角洲砂体形成的被断层复杂化的断块-岩性油藏 (图 1), 主要由利 90、利 11、利 21、利 7 共 4 个断块组成, 累计探明石油地质储量一千多万吨。随着开发的不断推进, 三维地震精度的不断提高, 该区的构造和储层的认识也得到了不断的更新, 笔者通过对该类复杂断块群油藏精细储层预测的研究, 为研究区的剩余油挖潜和滚动提供了依据。

**[收稿日期]** 2014-08-09

**[作者简介]** 武继辉 (1967-), 男, 高级工程师, 现主要从事油田开发工艺技术研究及管理工作, wujihui.slyt@sinopec.com。

## 2 储层特征研究

### 2.1 沉积相特征

区域沉积背景研究表明,利津油田在沙河街组( $E_s$ )沉积时期,沉积盆地的古地貌是向南倾的古斜坡,与水体较深的深湖相邻。由于工区位于湖盆的边缘,构造作用控制下的湖泊扩展和萎缩导致湖水的进退频繁,盆地历经沉降、侵蚀、再沉降的反复作用过程,部分地区纵向上出现多次沉积间断。古地貌、古物源分析认为,沙河街组二段下亚段( $E_{s2}^2$ )—沙河街组三段上亚段( $E_{s3}^3$ )沉积时期利津地区主要有滨县凸起、郑家、宁海、东营三角洲4个物源体系。其中利7断块区物源主要来自西北、东北和东南3个方向,向南、西南方向进入湖盆中心的滨浅湖区。

研究区  $E_{s2}$  广泛发育,沉积物以较细的碎屑岩为主,拗陷已进入萎缩阶段,沉积盆地连通较差,陆源碎屑供给不充分,部分地区出露水面,同时由于受同沉积断层的控制,地层厚度变化较大。到  $E_{s2}$  末期,湖水加深,再一次出现水进,在该区沉积一套以泥岩为主的沙河街组一段( $E_{s1}$ ),形成良好的储盖组合。

利用利7区取心、岩屑录井得到的岩性、粒度、古生物、沉积构造等资料,结合韵律性、砂体几何形态及测井电性特征分析表明,该区主要为常规三角洲沉积。其沉积环境分析表明:利7区  $E_{s2}^2$  为河流三角洲发育晚期形成的沼泽化还原环境;沙河街组二段上亚段( $E_{s2}^3$ )则属于干燥气候条件下的浅湖至河流相氧化沉积环境。通过综合地质分析,同时依据三角洲分类划分标准,认为利7区  $E_{s2}$  沉积类型为河流相三角洲沉积体系,主要发育三角洲平原—三角洲前缘亚相。

平面上,利7区的物源主要来自西北的郑家地区、东北的宁海地区和东南的东营三角洲3个方向,以三角洲前缘亚相沉积为主,发育水下分流河道、分流间湾等微相(图2);纵向上,  $E_{s2}^2$  的4、5砂组主要发育水下分流河道、远砂坝等微相,1~3砂组主要发育水下分流河道、分流间湾等微相(图3)。

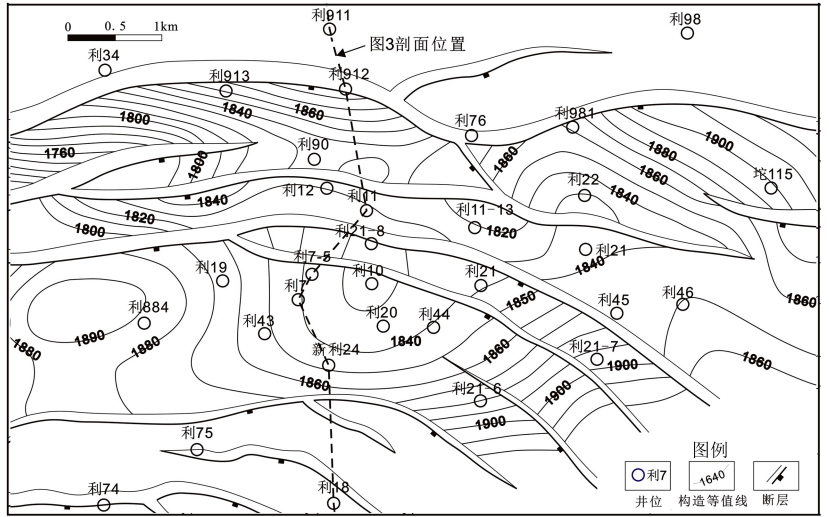


图1 利津油田利7区区域构造特征图

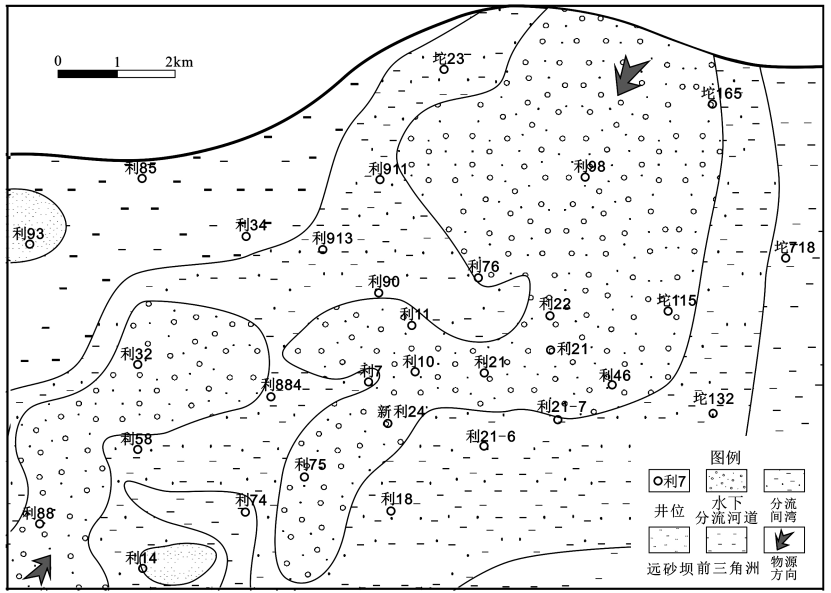


图2 利7井区  $E_{s2}^2$  的4砂组沉积相平面图



和累计砂层厚度 10m 建立地质模型, 组合成不同的结构类型进行正演模拟, 从利 7 区  $E_{S_2}$  不同砂泥岩组合 25Hz 子波褶积正演模型 (图 5) 可以看到, 仅仅利用振幅属性或频率等属性难以区分不同的结构类型。

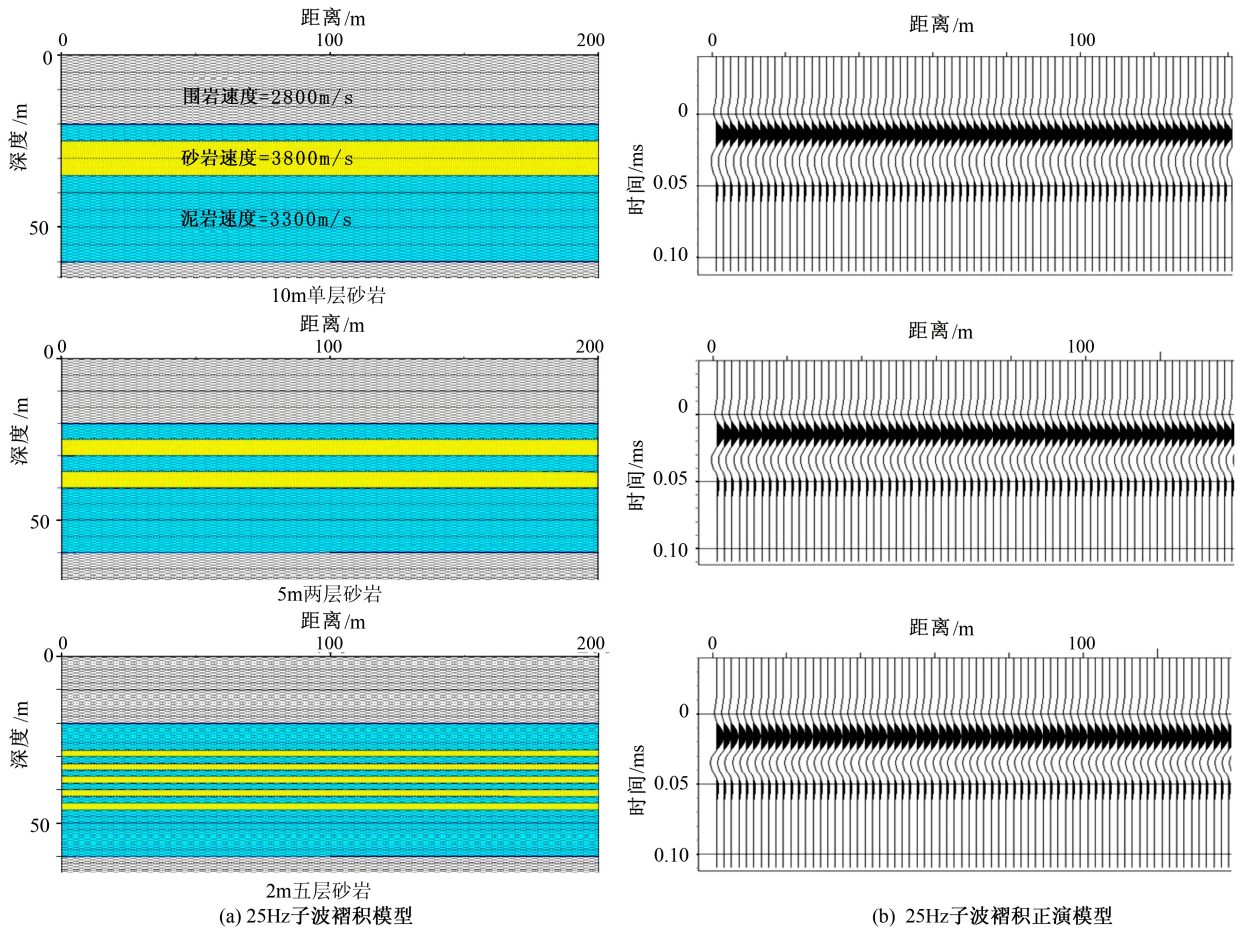


图 5 利 7 断块区  $E_{S_2}$  不同砂泥岩组合 25Hz 子波褶积正演模型

#### 4 复杂断块区弧长属性有效储层预测研究

弧长反映波形的复杂程度 (反射异常、反射关系的横向变化), 可用于同是高振幅特征, 但有高低频之分的地层, 在砂泥互层中可识别富砂或富泥的地层, 因此弧长属性的地质意义更多反映地是岩性组合结构。

弧长数学计算公式为:

$$s = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sqrt{[a(i+1) - a(i)]^2 + T^2}$$

式中:  $s$  为弧长;  $a(i)$  为第  $i$  个采样点的振幅;  $i$  为采样点序号;  $T$  为时窗长度;  $N$  为分析时窗内的样点个数。

经过积分的弧长属性 (即拉直的波形长度属性) 可以较好地地区分上述 3 种不同的地层结构。通过模型试验研究认为, 弧长地震属性可以较为客观地反映研究区各砂组储层的分布状况 (图 6)。

据此对利 7 区  $E_{S_2}$  的 1~5 砂组进行了弧长地震属性的提取, 在与沉积、储层分布图件对比分析后发现, 三者平面上具有较好的相关性, 证明了研究区弧长地震属性可以进行储层分布的研究和预测。

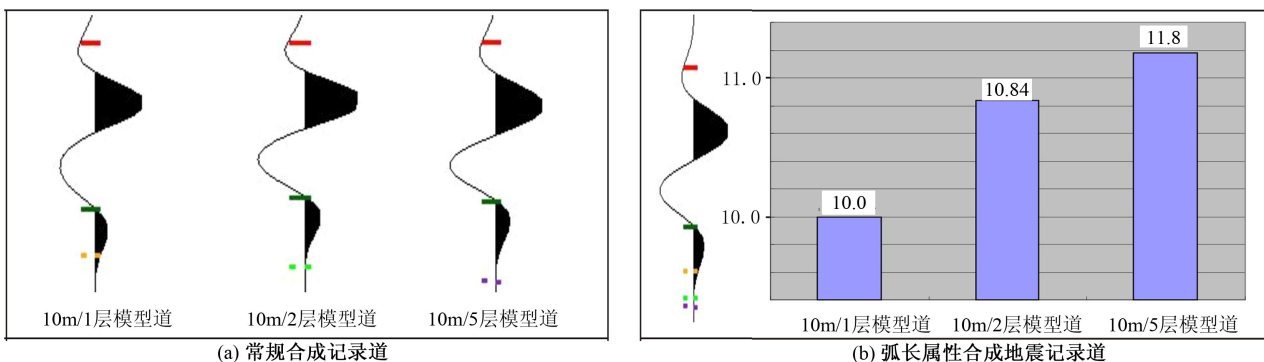


图 6 利 7 断块区  $E_{s_2}$  不同砂泥岩组合弧长属性地震道正演模型

## 5 结论

1) 通过岩心、测井、试验等数据分析认为, 利 7 区  $E_{s_2}$  为河流相三角洲沉积体系, 其物源主要来自西北的郑家地区、东北的宁海地区和东南的东营三角洲 3 个方向, 以三角洲前缘亚相沉积为主, 局部发育水下分流河道、前缘席状砂等微相。

2) 在利 7 区的三维地震资料的振幅、频率、相位及能量等多种属性进行可行性分析基础上, 利用利 7 区  $E_{s_2}$  不同砂泥岩组合正演模型研究认为, 仅仅利用振幅属性或频率等属性难以区分不同类型的组合。

3) 以弧长理论为基础, 通过对研究区弧长地震属性的提取, 同时与沉积、储层分布图件对比分析表明, 三者具有较好的相关性, 进而实现了利用弧长地震属性对研究区复杂断块区有效储层的预测。

### [参考文献]

- [1] 张永刚. 地震波阻抗反演技术的现状和发展趋势 [J]. 石油物探, 2002, 41 (4): 386~389.
- [2] 曹向阳, 张金森. 统计岩石物理技术在 E 油田有效储层预测中的应用 [J]. 中国海上油气, 2010, 22 (3): 164~167.
- [3] 裴家学, 方园. 陆西凹陷马北斜坡有效储层预测 [J]. 石油天然气学报 (江汉石油学院学报), 2014, 36 (9): 58~62.
- [4] 陈春艳, 杜丽筠. 鄂北 TGM 地区地震反射特征研究及有效储层预测 [J]. 海洋地质动态, 2008, 24 (7): 36~41.
- [5] 苑书金. 叠前地震反演技术的进展及其在岩性油气藏勘探中的应用 [J]. 地球物理学进展, 2007, 22 (3): 879~886.
- [6] 袁庆. 利津油田沙四上段利 853 砂砾岩扇体内幕研究 [J]. 特种油气藏, 2003, 10 (3): 19~20.
- [7] 亓雪静. 利津油田砂砾岩扇体发育特征及储层评价 [J]. 石油地球物理勘探, 2006, 41 (4): 410~414.
- [8] 李振泉, 郑荣才. 胜坨油田胜一区沙二段上部高分辨率层序结构分析和叠加样式研究 [J]. 石油勘探与开发, 2003, 30 (4): 47~50.
- [9] 徐安娜, 董月霞, 韩大匡, 等. 地震、测井和地质综合一体化油藏描述与评价——以南堡 1 号构造东营组一段油藏为例 [J]. 石油勘探与开发, 2009, 36 (5): 541~551.

[编辑] 龚丹