

# 渤海埕岛油田东斜坡古近纪东营组 划分与对比及沉积\*

杨鹏飞<sup>1</sup>, 张磊<sup>1</sup>, 李大伟<sup>2</sup>, 李德生<sup>2</sup>

(1. 胜利油田有限公司海洋石油开发公司, 山东 东营 257237; 2. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083)

**摘要:**埕岛油田是我国浅海—极浅海海域的第一个大型油田, 该油田东斜坡古近纪东营组油层发育良好, 但沉积环境变化较大, 对准确进行地层对比和沉积特征分析造成了影响。本文从层序地层学入手, 应用测井及三维地震资料对该区的东营组进行了划分对比, 综合运用了时间地层对比及岩性地层对比两种方法建立了东斜坡东营组对比格架, 并在纵向上识别出两套沉积体系: 东营组下部为滨浅湖—半深湖相水下扇沉积体系, 中上部为扇三角洲沉积体系, 为该带进行深入的勘探开发提供了重要的地质依据。

**关键词:**埕岛油田; 层序; 地层对比; 沉积特征; 古近纪; 东营组; 山东; 渤海

中国分类号: TE122.2<sup>+</sup>1

文献标识号: A

## 0 引言

埕岛油田是我国浅海—极浅海海域的第一个大型油田, 位于渤海湾南部的极浅海海域, 区域构造位置处于埕宁隆起埕北低凸起的东南端, 是一个在前古近纪潜山基础上发育起来的大型超覆—披覆构造带, 东斜坡位于该油田主体开发区的东部(图1)。

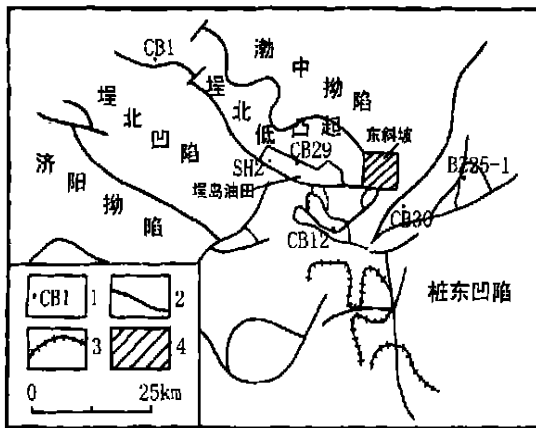


图1 埕岛东斜坡区域构造位置图

1—井位; 2—边界断层; 3—海堤; 4—工区范围

该带东营组油层发育良好, 试油产能较高, 但油层发育分散, 属隐蔽性油藏。东营组油藏自下而上

由湖相沉积过渡到河流相沉积, 其地层的划分存在多种方案, 对该带油藏的勘探开发带来了诸多风险。为此笔者结合东斜坡东营组发育特点, 对东营组做了深入研究, 为该带进行深入的勘探开发提供了重要的地质依据。

## 1 层序地层格架建立与地层对比划分

### 1.1 层序地层格架的建立

层序地层学是划分、对比和分析沉积岩的一种基本工作方法, 它在沉积地质学、石油地质学及地球物理学之间架起了桥梁, 对于区域较大或地层较厚的沉积区进行盆地分析等研究有重要指导和帮助<sup>[1]</sup>。

运用高分辨率层序地层学原理和方法, 建立了埕岛东斜坡古近纪层序地层格架, 将东斜坡东营组自下而上共划分出2个二级层序, 即层序1和层序(图2)。

层序的顶界面对应于东营组中部胖砂岩段的底界, 该界面上下地层反映在岩性、电性、古水深、地震反射特征等方面, 都有明显的不同。底界面为东营组与前古近纪地层的分界面, 为一个区域性的角度不整合, 地震剖面上对应于T<sub>r</sub>反射, 可见明显的

\*收稿日期: 2003-04-19; 修订日期: 2003-06-10; 编辑: 张天祯

作者简介: 杨鹏飞(1968-), 男, 黑龙江桦川人, 工程师, 从事石油地质综合研究工作。

上超反射结构。

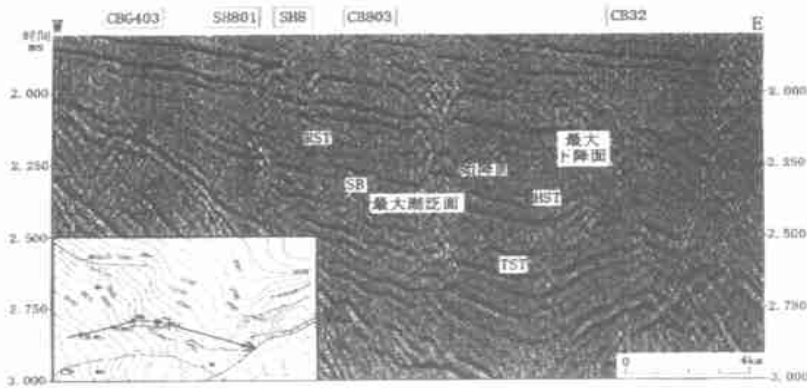


图2 埭岛东斜坡地区古近纪层序地震剖面

层序 I 的顶界面为东营组与馆陶组地层的分界面,是一个区域性的角度不整合面,地震剖面上对应于 T1 反射层,有明显的顶超及削蚀现象。层序 I 的底界面为层序 II 的顶界面。

一个发育完整的层序内部可以分为多个类型的体系域,其类型主要有低水位体系域、湖侵体系域、高水位体系域及湖退体系域。在埭岛东斜坡地区,由于受构造、地形及其他因素的影响,仅发育湖侵体系域、高水位体系域及湖退体系域。

层序 I 内部仅发育湖侵体系域,底界面是初次湖泛面,即东营组的底;顶界面是最大湖泛面,与东营组胖砂岩段底界面相吻合,在湖侵体系域内部,岩性向上逐渐变粗,反映水体深度向上变深。

层序 II 内部发育高水位体系域及湖退体系域,其中高水位体系域占据了层序 II 的主体部分。在一个高水位体系域内部,总体反映岩性向上变粗,水体深度向上变浅;湖退体系域位于高水位体系域之上,它的底界面是高水位体系域的顶界面,顶界面即是层序 III 的顶界,反映岩性向上逐渐变粗,沉积的水体环境逐渐变浅。

## 1.2 地层对比与划分的原则

利用层序地层学建立本区古近系高分辨率层序地层格架,结合油田开发通常的砂层对比划分方案,应用测井及三维地震资料对完钻井进行详细研究。得到埭岛油田东斜坡地区东营组对比划分结果,建立本区储集层段的精细砂层对比格架。

## 1.3 对比标志

通过精细对比发现东斜坡东营组有 3 个比较稳定的标志层。

(1) 东营组与馆陶组界限:二者呈不整合接触,馆陶组为大套块状砂岩沉积,东营组顶部为砂泥岩互层沉积,岩性以正旋回为主,自然电位为钟型、箱型。

(2) 东营组中部“胖砂岩”段:底界以泥岩与东营组下段区分,也为一层序界面,自然电位以厚层箱型为主,岩性正、反旋回均有。

(3) 东营组底界:东营组与沙河街组分界,岩性为深灰色泥岩,夹油页岩,与沙河街组在电性上区分,东营组电性曲线高,沙河街组电性曲线较低或平滑。

在标志层的控制下,根据层序地层格架及沉积旋回特征,将东斜坡东营组进行了重新划分。

## 1.4 对比及划分结果

根据上述研究,在层序划分的基础上,应用测井及三维地震资料对埭岛东斜坡完钻井进行详细的研究,建立了东斜坡东营组对比格架,将东营组划分为 10 个砂层组,并按沉积时间单元进一步划分为 54 个小层。其中 5 砂组(胖砂岩)为水层,未细分小层,7,8,9 砂层组为东斜坡主要含油层段。6~10 砂组对应于层序 I,1~5 砂组对应于层序 II。

## 1.5 时间对比与岩性对比讨论

对于时间地层对比与岩性地层对比,前人已有很多经验,并基本认为应采用等时地层对比方法,笔者对此赞同。但在实际工作中,大量应用的是测井曲线,而“测井曲线的形态特征是岩性、物性和所含流体的综合反映,因此,测井曲线的对比实质上就是岩性对比”<sup>[21]</sup>。

东斜坡东营组地层较复杂,笔者在地层对比过程中综合运用了 2 种方法。1~5 砂组属扇三角洲平原沉积,沉积物主要为垂向加积所形成,在水平方向上呈现同时性和连续性,岩性地层单元和时间地层单元具有一致性,因此直接利用测井曲线对比,采用岩性地层对比方法;而 6~10 砂组属扇三角洲前缘—水下扇沉积,沉积物主要为侧向进积,在其倾斜方向上呈现同时性和连续性,因此结合地震资料采用时间地层对比方法进行划分。

## 2 沉积特征及沉积微相展布

埕岛东斜坡东营组纵向上可识别出两套沉积体系:东营组下部6~10砂组为滨浅湖-半深湖相水下扇沉积体系,中上部1~5砂组为扇三角洲沉积体系,包括扇三角洲平原、扇三角洲前缘及前三角洲沉积组合。

下部水下扇沉积体系(6~10砂组)以大段泥岩夹砂岩为主,暗色泥岩发育,具有一定的生油能力,为具有牵引流和浊流双重沉积特征的水下扇沉积体系,主要分为水下河道、决口扇、水下天然堤、水道间、席状砂等沉积微相单元。

中上部扇三角洲沉积体系(1~5砂组)发育大段厚层反韵律砂岩,局部地区发育滑塌浊积扇。主要分为湖泊微相、滑塌水下重力流、水下分支河道、河口坝、水下天然堤、支流间湾等沉积微相单元。

东营组沉积早期(6~10砂组沉积时期),东斜坡基本为滨浅湖-半深湖沉积,湖水向斜坡侵进,湖水西浅东深,在湖相沉积的基础上,发育多期深水浊流,形成多期水下扇沉积,而该套水下扇沉积体系的发育、演化和分布则受古地形的控制,在不同时期组成不同的构造岩相带(图3)。

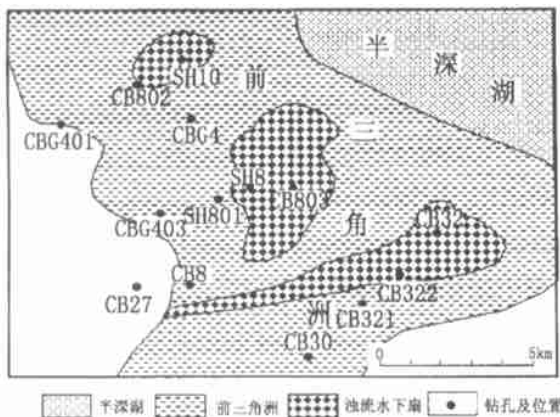


图3 埕岛东斜坡东营组6砂组沉积微相图

10,8砂组沉积时期湖水较深,碎屑物质供给不充分,在埕北32区块主要发育了湖水短期下降时由水流携带入湖沉积而成的滩坝相砂体,砂体与泥岩呈薄互层沉积,储层物性中等偏差,与断层有效配置,利于成藏。

9,7,6砂组沉积时期受古地形和断层活动的影响,沿埕北8沟谷在埕北32井区发育了多期浊流沉

积。其中埕北32井Ed<sup>9<sup>3+4</sup></sup>砂体为一进积型浊流沉积,埕北32井位于扇中,埕北322井位于扇边,砂体向上粒度变粗,下部为细砂岩,向上为含砾粗砂岩。

东营组中晚期(1~5砂组沉积时期),东斜坡沉积环境由滨浅湖转向扇三角洲沉积。5砂组沉积时,全区主要为三角洲前缘沉积,形成了巨厚的粗碎屑砂岩体,储层性质优良。但由于上覆三角洲平原及河流相沉积缺乏良好的盖层,无法聚集成藏。1~4砂组时期随湖水的逐渐退缩,三角洲前缘推进到斜坡东部,西部主要为三角洲平原亚相,并逐渐向河流相沉积过渡,砂岩极为发育,储集性能也较好。但由于缺乏良好盖层,在埕北32,321区块因断层侧向遮挡,发育小型油藏,其规模均较小。

## 3 结束语

(1) 运用高分辨率层序地层学原理和方法,建立了埕岛东斜坡古近纪地层层序地层格架,将东斜坡东营组自下而上共划分出层序和层序两个二级层序。在此基础上建立了地层精细对比格架,将东营组划分为10个砂层组,并按沉积时间单元进一步划分为54个小层。7,8,9砂层组与东斜坡主要含油层段。

(2) 综合运用了时间地层对比及岩性地层对比两种方法。1~5砂组属扇三角洲平原沉积,沉积物主要为垂向加积所形成,在水平方向上呈现同时性和连续性,岩性地层单元和时间地层单元具有一致性,因此直接利用测井曲线对比,采用岩性地层对比方法;而6~10砂组属扇三角洲前缘-水下扇沉积,沉积物主要为侧向进积,在其倾斜方向上呈现同时性和连续性,因此结合地震资料采用时间地层对比方法进行划分。

(3) 根据地震、测井及单井相分析,埕岛东斜坡东营组纵向上可识别出2套沉积体系:东营组下部6~10砂组为滨浅湖-半深湖相水下扇沉积体系,中上部1~5砂组为扇三角洲沉积体系。

## 参考文献:

- [1] 姜在兴,李华启.层序地层学原理及应用[M].北京:石油工业出版社,1996,1-10.
- [2] 刘泽容,信荃麟,王伟峰,等.油藏描述原理与方法技术[M].北京:石油工业出版社,1995,9-10.

## Classification , Contrast and Sedimentary of Tertiary Period Dongying Formation in East Slope of Chengdao Oil Field in Bohai Sea

YANG Peng - fei<sup>1</sup> ,ZHANG Lei<sup>1</sup> ,LI Da - wei<sup>2</sup> ,LI De - sheng<sup>2</sup>

(1. Shengli Petroleum Administration Bureau , Shandong Dongying 257237 , China ;2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development , CNPC , Beijing 100083 , China)

**Abstract** :Chengdao oil field is the first large - type oil field in shallow sea - super - shallow sea in China. Oil strata developed very well in Tertiary period Dongying formation in east slope of this oil field , but sedimentary environment varied greatly , which caused effect to strata contrast and sedimentary characteristics analysis correctly. Applying logging and three dimensional seismic information , Dongying formation is classified and contrasted , and using chronostratigraphic contrast method and lithostratigraphic correlation method , contrast framework of east slope in Dongying formation is set up , and 2 sets of sedimentary system are distinguished vertically. Lower part of Dongying formation is shallow - semi - deep submerged fan system , which provide important geological basis for further exploration in this area.

**Key words** : Chengdao oil field ; sequence ; stratigraphic correlation ; sedimentary characteristics ; Tertiary period ; Dongying formation ; Shandong province ; Bohai sea

(上接第 46 页)

## Application of Logging Constrained Inversion Technology in Oil Deposit Exploration in Turbidite

LU Yi - jun<sup>1</sup> , WANG Ping<sup>2</sup> , LI Hu - shan<sup>2</sup> , WANG Yan<sup>2</sup>

(1. Underground Exploration Company of Shengli Oil Field , Shandong Dongying 257077 , China ;2. Geological Institute of Xianhe Oil Exploration Company in Shengli Oil Field , Shandong Dongying 257077 , China)

**Abstract** :Dongying depression is a Mesozoic - cenozoic continental facies fault basin. Third section of Shahejie formation belongs to deep - depression period of lake basin. Oil and gas resources are rich in this area. Turbidite in third section of Shahejie formation is major reservoir. Major exploration object is lithologic oil pool in third section of Shahejie formation. Turbidite sedimented in delta front in third section of Shahejie formation is major reservoir in this area , and sand body varied greatly vertically. If using normal seismic information , it is very difficult to trace and describe sand body. Thus , study on logging constrained inversion technology is carried out in this area , which has promoted reservoir discernibility and gained an evident effect.

**Key words** :Reservoir ; lithologic oil pool ; logging constrained inversion