

# 辽西南洼东营组层序地层格架下的 沉积相特征及演化

柴永波, 达丽亚, 杨海风, 王粤川

(中海石油(中国)有限公司 天津分公司, 天津 300452)

**摘要:**运用沉积学、层序地层学、地震学等多学科方法,结合钻测井、三维地震资料,将研究区古近系东营组划分为东三段层序、东二下亚段层序、东二上亚段层序和东一段层序共四个三级层序。受控于古地貌及断层活动性的时空差异,不同沉积时期沉积体系发育特征明显不同。东三段层序和东二下亚段层序沉积时期处于盆地断陷期,沉积体系类型主要为近源的扇三角洲;东二上亚段层序沉积时期为盆地的断-坳转换时期,沉积体系类型逐渐演变为远源的辫状河三角洲沉积;东一段层序沉积时期凹陷整体地形变缓,以外源沉积为主,形成全区统一的河流-泛滥平原沉积。

**关键词:**辽西南洼;东营组;层序地层;沉积体系

中图分类号:P628

文献标志码:A

文章编号:1672-3767(2015)04-0037-06

## Sedimentary Facies and Evolution of Dongying Sequence Stratigraphic Framework in Southern Liaoxi Sag

Chai Yongbo, Da Liya, Yang Haifeng, Wang Yuechuan

(Tianjin Branch of CNOOC Ltd., Tianjin 300452, China)

**Abstract:** By using the methods of sedimentology, sequence stratigraphy and seismology, and by analyzing the drilling and logging data as well as the 3D seismic data, the paleogene Dongying formation in the research area were divided into four third-order sequences: the third member of Dongying formation sequence, the lower sub-member of the second member of Dongying formation sequence, the upper sub-member of the second member of Dongying formation sequence, and the first member of Dongying formation sequence. Controlled by palaeogeomorphology and fault activity, the characteristics of depositional systems in different sedimentary periods differ from each other significantly. The sedimentary period from the third member of Dongying formation sequence to the lower sub-member of the second member of Dongying formation sequence is fault depression stage of the basin, and the main type of the depositional system is near source fan-delta deposition. The sedimentary period of the upper sub-member of the second member of Dongying formation is the rift-depression stage of the basin, and the main type of depositional system gradually turns into far source braided river delta deposition. During the sedimentary period of the first member of Dongying formation sequence, the terrain of the basin became gentle, and the dominant type of the depositional system is outside source deposition, forming the river-flood plain sediments in the whole research area.

**Key words:** southern Liaoxi Sag; Dongying formation; sequence stratigraphy; depositional system

收稿日期: 2015-01-21

基金项目: 国家重大科技专项项目(2011ZX05023-002)

作者简介: 柴永波(1982—),男,河北元氏人,工程师,主要从事油气勘探研究与管理工。E-mail: chaiyb@cnooc.com.cn

杨海风(1984—),男,山东单县人,高级工程师,博士,主要从事油气勘探与油气分布规律研究工作,本文通信作者。  
E-mail: yanghf3@cnooc.com.cn

辽西凹陷位于辽东湾海域西南部,是渤海海域一个重要的富烃凹陷,已发现多个亿吨级油田(群),具有巨大的油气勘探潜力,近年来的勘探及研究成果<sup>[1]</sup>表明,古近系东营组是该凹陷一套主要勘探目的层。随着勘探程度和认识程度的增加,传统构造型圈闭的勘探难度加大,寻找该区东营组优质储层及有利岩性圈闭分布已成为下一步的主要勘探研究方向和工作重点,开展东营组沉积体系及储层精细预测研究成为下步勘探工作亟待解决的问题。徐长贵等<sup>[2-4]</sup>基于二维地震资料 and 主要探井的沉积旋回特征对该区古近系开展了多轮沉积体系和储层预测研究工作,将古近系东营组划分为东三段、东二段和东一段等三个三级层序,详细阐述了不同层序地震反射终止关系和地震反射波组特征,明确了三级层序格架内沉积体系类型、展布特征及其控制作用,但由于预测精度较低,难以满足勘探需求。近年来大面积高精度三维地震资料的采集,为开展该区东营组层序地层及储层精细预测研究提供了可能。

本文结合钻井和三维地震资料,在将东营组细分为东三段、东二下亚段、东二上亚段和东一段等四个三级层序基础上,开展高频层序地层研究,明确了东营组高频层序格架内沉积相空间展布及发育演化特点,并提出东二下亚段层序沉积时期西部物源已进入辽西凸起低部位的新认识。

## 1 地质概况

辽西凹陷呈 NNE-SSW 走向,属渤海湾盆地北部的一个三级构造单元,凹陷呈狭长带状,其西接辽西-燕山隆起区、东邻辽西低凸起区(图 1)。构造演化大致可分为初始裂陷期、裂陷期和裂后坳陷期三大阶段<sup>[3]</sup>。发育古近系沙河街组、东营组,新近系馆陶组、明化镇组,第四系平原组,中生界火山岩和太古界变质岩基底。

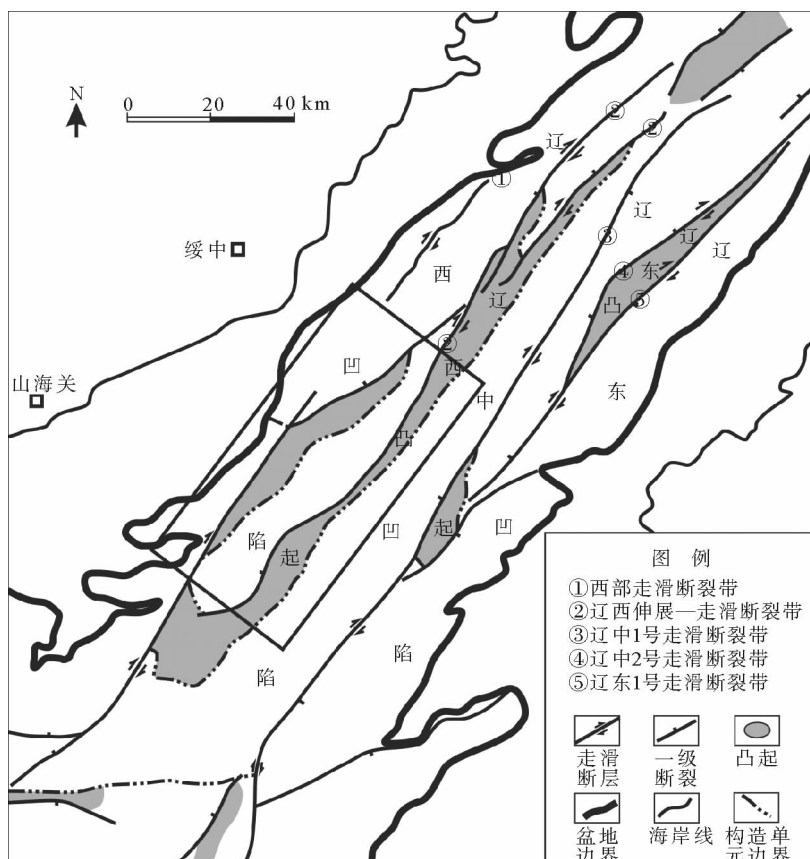


图 1 研究区位置图<sup>[3]</sup>

Fig. 1 Location of research area

## 2 东营组层序地层格架及展布特征

基于已钻井、测井及其地震资料综合分析,辽西南洼古近系东营组顶底可识别出 2 个层序界面(SBt2 和 SBt3)<sup>[4]</sup>,内部可识别出 3 个层序界面(SBd1,SBd2u,SBd2l),在此基础上划分出东三段层序、东二下亚段层序、东二上亚段层序和东一段层序等四个三级层序,且每个三级层序均发育一套完整的基准面上升半旋回和基准面下降半旋回(图 2)。

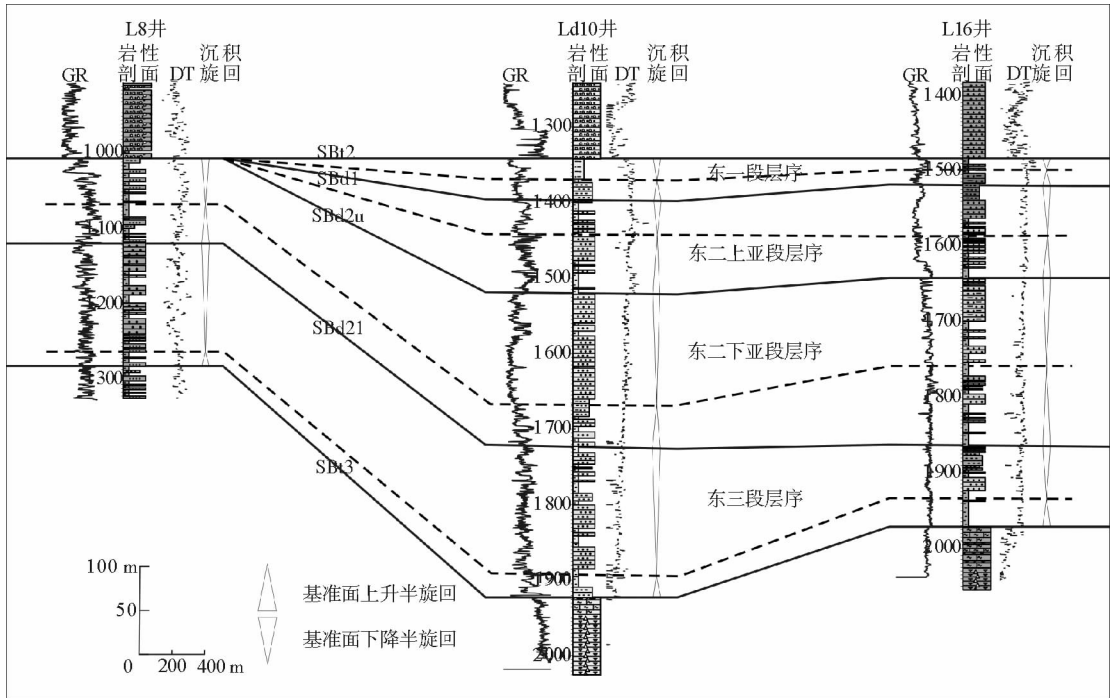


图 2 辽西南洼古近系东营组层序格架划分方案

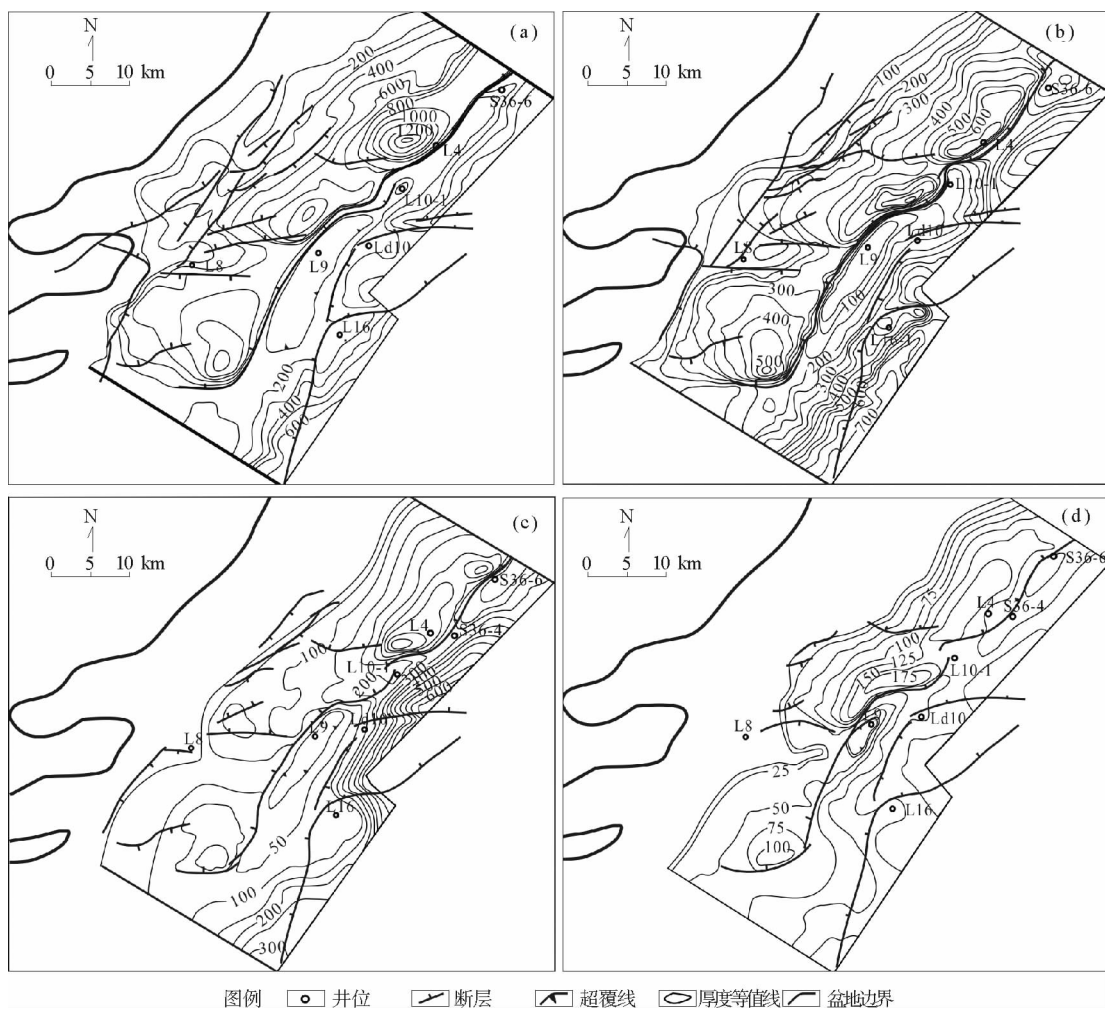
Fig. 2 Sequence stratigraphic framework of Dongying Fomation of Paleogene in southern Liaoxi Sag

1)东三段层序:底界面为局部不整合面(上超面)SBt3,顶界面为沉积作用的转换面 SBd2l<sup>[4]</sup>。岩性为厚层深灰色泥岩、灰质、白云质泥岩夹浅灰、灰白色砂岩、粉砂岩,局部见油页岩。该层序地层呈“北厚南薄、东厚西薄”的特征。北部为东断西超的箕状结构,东侧边界断裂活动性最强,地层厚度最厚达 1 400 m。中部西侧斜坡带虽发育系列次级断层,但对地层控制作用较弱,仍整体表现为东断西超的特征,东侧地层厚度最厚为 900 m。南部区域表现为东西双断结构,但断层活动性明显较北部弱,地层厚度东部为 500~700 m,西部为 200~400 m(图 3(a))。

2)东二下亚段层序:底界面为 SBd2l,顶界面为局部不整合面 SBd2u。岩性为浅灰、灰白色砂岩、粉砂岩与灰色、深灰色泥岩、泥质粉砂岩不等厚互层,部分井上部为厚层砂岩夹薄层灰色、深灰色泥岩。该时期地层继承了东三段层序沉积时期的特点。北部和中部均为典型的东断西超的箕状断陷结构,最大地层厚度超过 650 m。南部区域则表现为东西不对称的双断结构,但西侧断层对地层的控制作用较东侧弱(图 3(b))。

3)东二上亚段层序:底界面为 SBd2u,顶界面一顶超面 SBd1。岩性为浅灰-灰白色砂岩、粉砂岩与灰色、深灰色泥岩、泥质粉砂岩不等厚互层,上部多为厚层砂岩夹薄层灰色泥岩。该时期湖盆开始萎缩,南部区域表现尤为明显,呈北厚南薄的特点,北部最大沉积厚度 400 m(图 3(c))。

4)东一段层序:底界面为典型的顶超面 SBd1,顶界面为区域不整合面 SBt2<sup>[4]</sup>。钻井揭示岩性为灰白色块状砂岩、含砾砂岩与灰色-灰绿色泥岩不等厚互层。东一段层序沉积时期,湖盆明显萎缩,研究区地层整体较薄,地层厚度为 0~200 m,此时研究区已整体呈现出拗陷的特点(图 3(d))。



(a) 东三段; (b) 东二下亚段; (c) 东二上亚段; (d) 东一段

图 3 辽西南洼古近系东营组层序地层厚度图

Fig. 3 Thickness in sequence stratigraphic framework of Dongying Formation of Paleogene in southern Liaoxi Sag

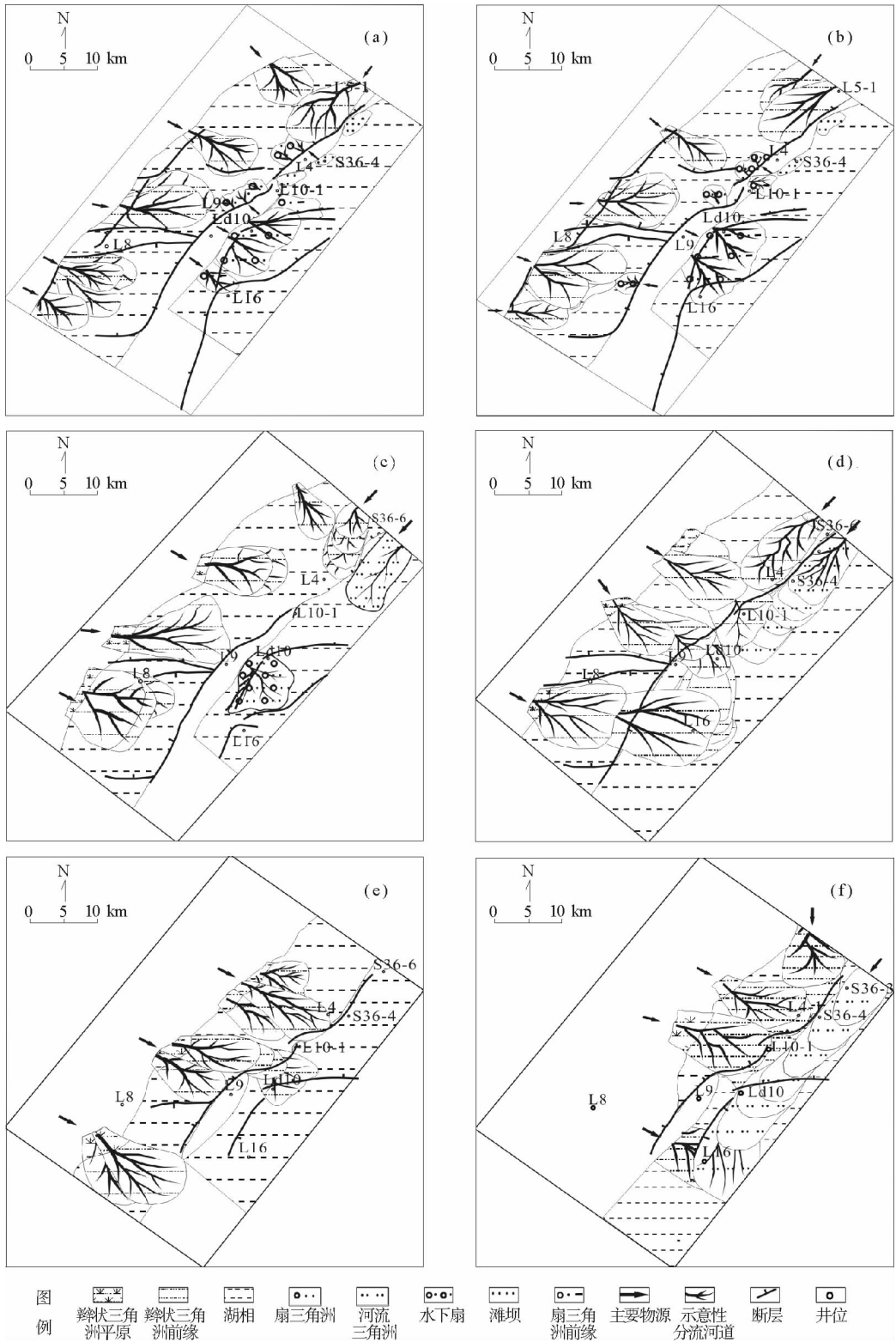
### 3 东营组层序地层沉积相与沉积体系特征

东营组沉积早期为盆地的断陷期,晚期为断-拗转换时期,构造背景的差异决定了不同层序地层的沉积特征具有较大不同<sup>[5-8]</sup>。

1) 东三段层序:东三段层序沉积时期,盆地开始进入走滑伸展再陷期。上升半旋回沉积时期,沉积物沉积作用受断层控制,辽西南洼缓坡带发育规模较大的扇三角洲沉积体;东部陡坡带主要发育近岸水下扇(图 4(a))。下降半旋回沉积时期,由于沉积作用具有继承性,沉积相特征与上升期相似,但沉积体的分布范围略有差异,且扇体进一步向湖推进。水下扇发育范围减小(图 4(b))。

2) 东二下亚段层序:东二下亚段层序沉积时期,断裂活动减弱,周缘及外源的沉积物大量注入。上升半旋回沉积时期,湖盆水体有所变浅,西部物源供给能力较强,发育较大规模的辫状三角洲沉积体。研究区北部出现来自北部物源的河流三角洲沉积体(图 4(c))。下降半旋回沉积时期,物源供给能力进一步加强,出现来自辽西低凸起的多个大型辫状河三角洲沉积体。此时,由于地形坡度相对较缓,研究区发育三角洲平原沉积,来自北部物源方向的河流三角洲沉积体展布范围进一步扩大(图 4(d))。

3) 东二上亚段层序:东二上亚段层序沉积时期,湖区范围明显缩小,以远源、外源沉积为主。其中,上升半旋回时期,沉积盆地坡度减缓,沉积物沿短轴方向自西向东推进,沉积相类型为辫状河三角洲(图 4(e))。



(a)东三段层序上升半旋回;(b)东三段层序下降半旋回;(c)东二下段层序上升半旋回;  
(d)东二下段层序下降半旋回;(e)东二上段层序上升半旋回;(f)东二上段层序下降半旋回

图4 辽西凹陷南洼古近系东营组层序格架内沉积相图

Fig. 4 Sedimentary facies in sequence stratigraphic framework of Dongying Formation of Paleogene in southern Liaoxi Sag

下降半旋回时期,沉积范围明显变小,主要分布在研究区北部。该时期,多期辫状河三角洲沉积体沿凹陷短轴方向叠合连片发育;来自北部的物源形成多期的河流三角洲,沿长轴方向自北东向南西方向进积叠合连片展布(图4(f))。

4)东一段层序:东一段层序沉积时期,凹陷整体地形变缓,湖区缩小,水体较浅,以外源沉积为主,原有的几个外源大型沉积体系继承性发育,但已从东二段的三角洲沉积变为河流-泛滥平原沉积,在河流入湖位置,发育小规模三角洲沉积。

## 4 结论

1)辽西南洼东营组可划分东三段层序、东二下亚段层序、东二上亚段层序和东一段层序四个三级层序,且每个三级层序均发育一套完整的基准面上升半旋回和基准面下降半旋回。

2)不同层序的地层和沉积相特征差别较大:东三段层序和东二下亚段层序地层整体呈“北厚南薄、东厚西薄”特征,沉积体系类型以近源扇三角洲(或水下扇)沉积为主;东二上亚段层序沉积时期,盆地为断-拗转换期,沉积体系以相对远源的辫状河三角洲(或河流三角洲)沉积为主;东一层序沉积时期,研究区地层整体较薄,全区统一形成河流-泛滥平原沉积。

## 参考文献:

- [1]徐长贵,周心怀,邓津辉,等.辽西凹陷锦州25-1大型轻质油田发现的地质意义[J].中国海上油气,2010,22(1):7-16.  
Xu Changgui, Zhou Xinhui, Deng Jinhui, et al. Geological significance in discovering large Jinzhou 25-1 light oilfield in Liaoxi Sag[J]. China Offshore Oil and Gas, 2010, 22(1): 7-16.
- [2]徐长贵,许效松,丘东洲.辽东湾地区辽西凹陷中南部古近系构造格架与层序地层格架及古地理分析[J].古地理学报, 2005, 7(5): 449-459.  
Xu Changgui, Xu Xiaosong, Qiu Dongzhou. Structural and sequence stratigraphic frameworks and palaeogeography of the Paleogene in central-southern Liaoxi Sag, Liaodongwan Bay area[J]. Journal of Palaeogeography, 2005, 7(5): 449-459.
- [3]柳永军,徐长贵,杜晓峰,等.渤海海域走滑反转构造带油气逸散与富集机理:以旅大22-27地区为例[J].断块油气田, 2013, 20(6): 694-697.  
Liu Yongjun, Xu Changgui, Du Xiaofeng, et al. Hydrocarbon migration, accumulation and adjustment of strike-slip inversion structure zone in Bohai sea: Taking Lvda 22-27 area as an example[J]. Fault-Block Oil & Gas Field, 2013, 20(6): 694-697.
- [4]袁竞,辛仁臣,宋修艳.辽西凹陷Z区东营组层序地层格架[J].海洋石油, 2013, 33(1): 38-43.  
Yuan Jing, Xin Renchen, Song Xiuyan. Study of sequence stratigraphy framework of Dongying formation in area Z of Liaoxi depression[J]. Offshore Oil, 2013, 33(1): 38-43.
- [5]陈发景,贾庆素,张洪年.传递带及其在砂体发育中的作用[J].石油与天然气地质, 2004, 25(2): 144-148.  
Chen Fajing, Jia Qingsu, Zhang Hongnian. Transfer zone and its relation with distribution of sand bodies[J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(2): 144-148.
- [6]王英民,金武弟,刘书会,等.断陷湖盆多级坡折带的成因类型、展布及其勘探意义[J].石油与天然气地质, 2003, 24(3): 199-203.  
Wang Yingmin, Jin Wudi, Liu Shuhui, et al. Genetic types, distribution and exploration significance of multistage slope breaks in rift lacustrine basin[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(3): 199-203.
- [7]刘诗奇,朱筱敏,王瑞,等.陆相湖盆浅水三角洲沉积体系研究[J].山东科技大学学报:自然科学版, 2012, 31(5): 93-104.  
Liu Shiqi, Zhu Xiaomin, Wang Rui, et al. Study on sedimentary system of shallow delta in continental lake basin[J]. Journal of Shandong University of Science and Technology: Natural Science, 2012, 31(5): 93-104.
- [8]高丽华,韩作振,杨仁超,等.辽河东部凹陷小龙湾地区含煤地层沉积体系特征[J].山东科技大学学报:自然科学版, 2010, 29(3): 9-13.  
Gao Lihua, Han Zuozhen, Yang Renchao, et al. The features of coal-bearing depositional system in Xiaolongwan area of Eastern Sag in Liaohe basin[J]. Journal of Shandong University of Science and Technology: Natural Science, 2010, 29(3): 9-13.

(责任编辑:高丽华)