

# 沾化-车镇地区古近纪东营组 沉积相特征及沉积演化

郑雪<sup>1</sup>, 魏欣伟<sup>2</sup>, 王薇<sup>3</sup>, 门岳峰<sup>4</sup>, 李建委<sup>5</sup>

(1. 中国地质大学长城学院, 河北 保定 071000; 2. 中国石化股份胜利油田分公司物探研究院, 山东 东营 257022; 3. 山东省地质科学研究所, 山东 济南 250013; 4. 中化地质矿山总局山东地质勘查院, 山东 济南 250000; 5. 山东科技大学地质科学与工程学院, 山东 青岛 266590)

**摘要:**综合钻井、测井和古生物等资料,依据沉积学基本原理和方法,对济阳拗陷沾化地区古近纪东营组沉积相特征及空间展布进行研究。结果表明:沾化地区东营组发育冲积扇相、曲流河相、三角洲相、扇三角洲相、辫状河三角洲相、湖泊相、滩坝和湖底扇8种沉积相,以湖泊相为主。东营组三段盆地持续下陷,深湖相、滨-浅湖相发育,沉积范围广。东营组二段湖盆重新开始抬升,湖水收缩,沉积范围缩小,沉积相以滨浅湖相为主,伴有小规模扇三角洲及滩坝沉积。东营组一段湖盆继续抬升,沉积范围进一步缩小,主要为冲积扇-河流沉积,凸起边缘发育一系列的冲积扇。

**关键词:**沉积相;沉积演化;东营组;沾化地区

**中图分类号:** P512.2

**文献标识码:** A

沾化地区是济阳拗陷的重要次级凹陷,其古近纪沙河街组地层富含油气,因此以往该区沉积环境主要研究则集中在沙河街组<sup>[1-3]</sup>,晚古生代地层很有利的煤成烃地区<sup>[4]</sup>,随着研究深入,越来越多的学者发现<sup>[5-7]</sup>,该区古近纪东营组地层可能具有一定潜力,关于该区的构造及其构造与沉积关系研究也较多<sup>[8-11]</sup>,但对其沉积环境上综合研究较为少见,因此,该文将对东营组地层展布、沉积相特征及沉积演化等基础地质进行研究。有利于指导东营组有利含油气区带的勘探工作。

## 1 区域地质背景

沾化地区(图1)位于济阳拗陷北部,濒临渤海,其东以垦东青坨子凸起为界,西与埭宁隆起相接。南为陈家庄凸起,北邻渤中拗陷,由沾化凹陷和车镇凹陷组成,中间以义和庄凸起为界分为两部分,分布

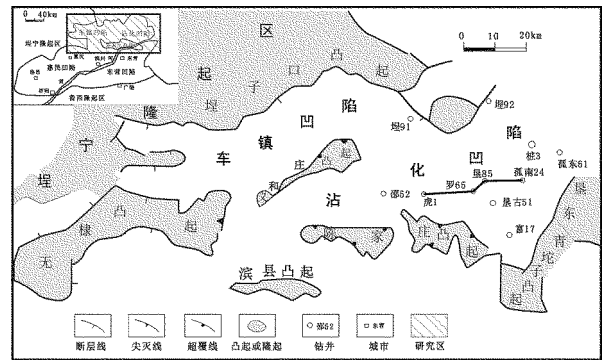


图1 济阳拗陷沾化地区地理位置及构造划分  
面积约4 500 km<sup>2</sup>,整体上为北断南超的半地堑断陷,是两个典型的早第三纪复合扭张断陷湖盆。

研究区东营组可分为3段。东三段以砂岩与泥岩不等厚互层为特点,岩性较细。东二段以灰绿色、深灰色砂质泥岩、泥岩为主,夹薄层灰白色粉砂岩、少量钙质砂岩。东一段为湖盆演化旋回末期沉积,其顶部遭受不同程度的剥蚀。岩性为灰绿色及紫红

收稿日期:2013-10-08;修订日期:2014-05-19;编辑:曹丽丽

**基金项目:**国家自然科学基金“环渤海湾地区晚古生代海侵事件沉积等时性及时限尺度的研究(41202070);山东省优秀中青年科学家科研奖励基金计划项目“大型陆表海盆地海侵事件沉积及事件古地理特征——以华北板块晚古生代盆地为例”(编号:BS2011SF017);山东省沉积成矿作用与沉积矿产重点实验室开放基金项目“鲁西含煤地层高分辨率层序划分及聚煤规律”(编号:DMSM201003)

**作者简介:**郑雪(1989—),女,山东日照人,硕士研究生,主要从事沉积学及石油地质方面的研究;E-mail:zhengxuejiayou@126.com。

色泥岩、粉砂质泥岩,夹浅灰色及灰白色砂岩、含砾砂岩。

## 2 沉积相类型及基本特征

依据沉积学、古生物学和地球物理学等基础知识,综合钻井、测井和古生物等资料,认为沾车地区东营组主要发育了冲积扇相、曲流河相、三角洲相、扇三角洲相、辫状河三角洲相、湖泊相、滩坝相和湖底扇8种沉积相类型。东营组沉积早期,继承沙一段晚期的构造活动特点,盆地持续下陷,水体有增无减,直到东营组沉积末期湖水才全部退出,因此其沉积以湖泊相为主。

### 2.1 冲积扇

冲积扇发育于东营组中期和晚期,沿陈家庄凸起、义和庄凸起、埕子口凸起边缘发育,根据沉积特征分析,属于湿润型冲积扇(图2a)。岩性以砾岩、砂砾岩和砂岩为主,夹有粉砂岩和泥岩,常见板状交错层理及槽状交错层理。自然电位曲线呈箱形、钟形;电导率曲线呈指形及钟形。

### 2.2 扇三角洲相

扇三角洲相主要发育于东营组早期和中期,沿凸起边缘发育。有扇三角洲平原、扇三角洲前缘和前扇三角洲3个亚相,可细分为分流河道、分流河道间、河口坝、水下分流河道、水下分流河道间等微相(图2b)。

研究区扇三角洲平原划分为分流河道、河道间和河口坝3个微相。岩性有砾岩,砾状砂岩、粉砂、粘土及细砂,成熟度低,分选差至中等,发育有楔形交错层理和水平纹理。自然电位曲线及自然伽马曲线上表现为薄层的低幅平直或微齿化曲线、指形、锯齿形箱状。扇三角洲前缘分为水下分流河道,水下分流河道间两个微相。岩性为含砾砂岩和砂岩构成,分选中等。发育水平层理,波状层理,由下而上分选变好。自然电位曲线及自然伽马曲线呈箱形,上部箱形较光滑。前扇三角洲由灰黑色泥岩,泥质粉砂岩及粉砂岩组成,可见钙质页岩和油页岩,具块状和水平层理。自然电位曲线及自然伽马曲线呈指形,箱形较少。

### 2.3 三角洲相

三角洲相主要发育于东营组早期和中期,规模较小。有前三角洲,三角洲前缘和三角洲平原3个

亚相(图2c)。

研究区前三三角洲岩性组合为灰色、深灰色泥岩、页岩,泥质粉砂岩。沉积构造主要为块状层理、水平层理,偶见透镜状层理,生物扰动和生物潜穴发育。自然电位曲线平滑,电导率曲线呈钟形及漏斗形。三角洲前缘岩性组合为粉细砂岩、泥岩,泥质粉砂岩。发育板状、楔状交错层理及平行纹理。自然电位曲线及电导率曲线呈箱形及漏斗形。三角洲平原环境多种多样,以分支河道为格架,两侧有天然堤、决口扇。分支流之间的地区常发育有沼泽和分支间湾等。岩性以细砂岩,泥岩及泥质砂岩,砂质泥岩为主,夹薄层砂岩,含植物炭屑。具水平层理、槽状、板状交错层理和波状交错层理。自然电位曲线平滑,电导率曲线呈指形及箱形。

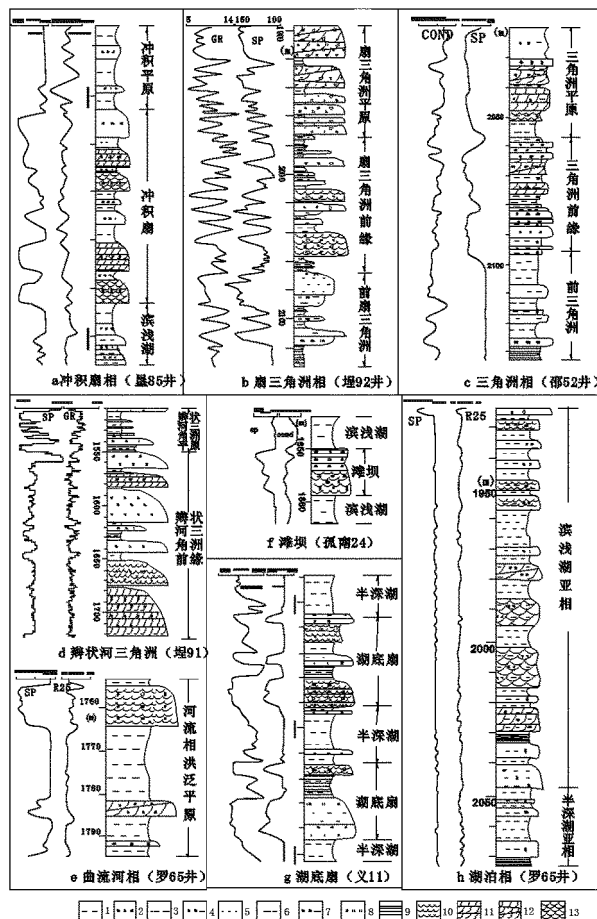


图2 沾车地区东营组沉积相特征

## 2.4 辫状河三角洲

辫状河三角洲相主要发育于东营组中期,分布在沾车地区东部。以辫状河三角洲前缘和辫状河三角洲平原两个亚相为主(图2d)。

研究区辫状河三角洲平原亚相岩性以泥岩为主,夹薄层细砂岩,可见平行层理及小型交错层理。自然电位曲线及电导率曲线呈锯齿化的钟形,反应了沉积环境水动力条件交替变化。辫状河三角洲前缘亚相岩性以砂砾岩为主,夹薄层泥岩。可见冲刷面构造、平行层理及大、中型交错层理。自然电位曲线及电导率曲线呈指形。

## 2.5 曲流河相

曲流河相沉积发育于东营组中期到晚期,范围有所扩大,分布在沾车地区东北部。岩性主要为浅灰色泥岩夹薄层浅灰色粉砂岩、砂质泥岩;动物化石少见,可见植物根茎,钙质结核。常见水平层理、波状层理,局部发育小型交错层理。主要发育冲积平原。自然电位曲线为较平直,局部见低幅齿化钟形负异常,视电阻率曲线为低值,局部见小尖峰(图2e)。

## 2.6 滩坝相

滩坝相发育于整个东营组,分布零散。研究区滩坝相主要为湖岸线拐弯处滩坝沉积模式,由成分结构成熟度都高的砂岩和粉砂岩组成,具体岩性为粉砂岩和砂质泥岩互层,中、细砂岩,为互层粉砂岩和灰绿色泥岩。可见水平纹层、波状交错层理、生物钻孔及植物根等沉积构造。自然电位曲线呈漏斗形,钟形;电导率曲线呈钟形(图2f)。

## 2.7 湖底扇相

湖底扇相主要发育在东营组早期,分布在沾车地区中部及东部,规模较小。岩性为砾岩、砂砾岩、卵石质砂岩、块状砂岩、典型浊积岩,扇相砂体、砂砾岩体与深水泥页岩间互出现。可见水平层理,递变层理及水流波痕。自然电位曲线呈箱形及漏斗形;电导率曲线呈指形,漏斗-箱形(图2g)。

## 2.8 湖泊相

湖泊相发育于整个东营组,分布地区广泛,呈环带状分布在湖盆边缘。发育滨浅湖、半深湖两个亚相(图2h)。

研究区滨浅湖亚相,由于波浪和湖流作用强,沉

积物分选好,磨圆度高。岩性为灰色、浅灰色泥岩夹薄层灰色粉砂岩、粉砂质泥岩,可见生物潜穴,发育水平层理、波状层理和小型板状、槽状、楔状层理。自然电位曲线平直,顶部为中幅指状负异常,视电阻率曲线为中低值。半深湖亚相位于湖盆中央,或靠近陡坡一侧,古湖水安静,处于强还原状态,由深灰色泥岩、灰质泥岩夹薄层深灰色砂质泥岩组成,发育水平层理和块状层理。自然电位曲线平直,视电阻率曲线为中低值。

## 3 沉积演化

沾化、车镇凹陷内的东营组沉积具有下细、上粗,东粗、西细的特点。以深湖相、滨浅湖相沉积为主,其次为三角洲相、扇三角洲相及洪泛平原,可见滩坝、湖底扇沉积。古生物以深水有单峰华花介组合,介形类以具粗瘤脊的东营介发育为特征(翟光明等,1993)。沾化凹陷紧靠东部物源,沉积物颗粒较粗,以砂砾为主,磨圆度低,分选差,砂岩百分含量也较高,最高达70%以上。西部车镇凹陷远离物源,且湖盆较深,主要为灰色泥岩沉积。

### 3.1 东三段沉积相展布

沾车地区东三段沉积相分布如图4a所示。东三段沉积时期,继承沙一段晚期的构造活动特点,盆地持续下陷,水体有增无减,沉积以滨浅湖相、深湖相为主,沉积范围较广,扇三角洲及其前缘伴生的滑塌湖底扇较为发育,其次为三角洲和滩坝沉积(图3)。陈家庄凸起北部缓坡带发育三角洲和滩坝沉积。岩性以深灰、褐灰色泥岩为主,夹少量灰、浅灰色砂岩和薄层碳酸盐岩、油页岩;沉积构造以块状层、水平层理为主;介形虫属单峰华花介组合,处于强还原环境。

### 3.2 东二段沉积相展布

沾车地区东二段沉积相分布如图4b所示。东二段沉积时期,湖盆重新开始抬升,湖水收缩,沉积范围缩小,沉积相以滨浅湖相为主,伴有小规模扇三角洲及滩坝沉积(图3)。半深湖-深湖相规模很小,仅在埕宁隆起以北无棣凸起以南局部发育。沾化凹陷发育河流相,孤岛凸起边缘发育规模较小的三角洲相及扇三角洲相。岩性以灰绿色泥岩、灰色砂岩为主;板状、楔状交错层理发育;古生物以弯脊东营介组合为主,处于弱还原环境。

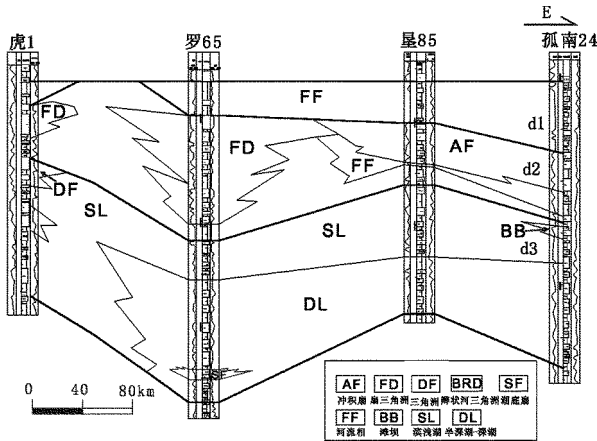


图3 虎1井—孤南24井东营组沉积相连井剖面 (剖面位置见图1)

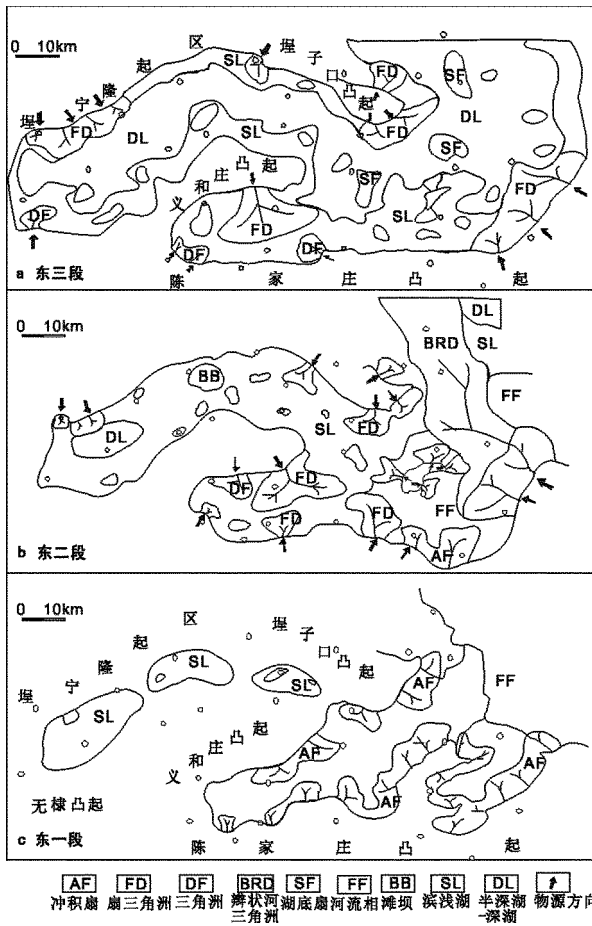


图4 沾车地区东营组各段沉积相图

### 3.3 东一段沉积相展布

沾车地区东一段沉积相分布如图4c所示。东一段沉积时期,湖盆继续抬升,沉积范围进一步缩小,主要为冲积扇-河流积体系(图3),义和庄凸起东部边缘、埕子口凸起东北部边缘、陈家庄凸起北部边缘、孤岛凸起边缘发育一系列的冲积扇,车镇凹陷

发育滨浅湖相,规模较小,零星分布小规模滩坝相。岩性以灰绿色、紫红色泥岩、灰白色砂岩、含砾砂岩为主;大型板状、楔状交错层理发育,并可见到明显的侵蚀冲刷现象;古生物以弯脊东营介组合为主,处于氧化环境。

### 3.4 东营组沉积演化

由于陆相断陷湖盆远离海岸,大地构造运动成为控制沉积的主导因素,区域构造条件是控制沉积盆地发育演化、沉积相展布的首要基本因素,它影响地形高低、扰乱气候的纬向分布、控制物源方向。

东营组沉积期,凹陷边界断裂活动减缓,湖盆沉降速度减慢并重新开始抬升,湖水逐渐收缩,形成了一套以滨浅湖相及扇三角洲相为主的砂泥质沉积(图5)。东三段时期,水体较深,沉积范围开始扩大,洪泛期过后,水体开始变浅,沿各凸起周围发育滨浅湖-滩坝沉积体系,其余大部分处于较深水的沉积环境中。东二段时期,湖盆整体变浅,深湖沉积几乎消失,半深湖沉积面积也很小,仅在车西洼陷深部有小范围的沉积,整个湖盆大部分地区为滨浅湖沉积。此时期车西洼陷北部陡坡仍发育有小规模的

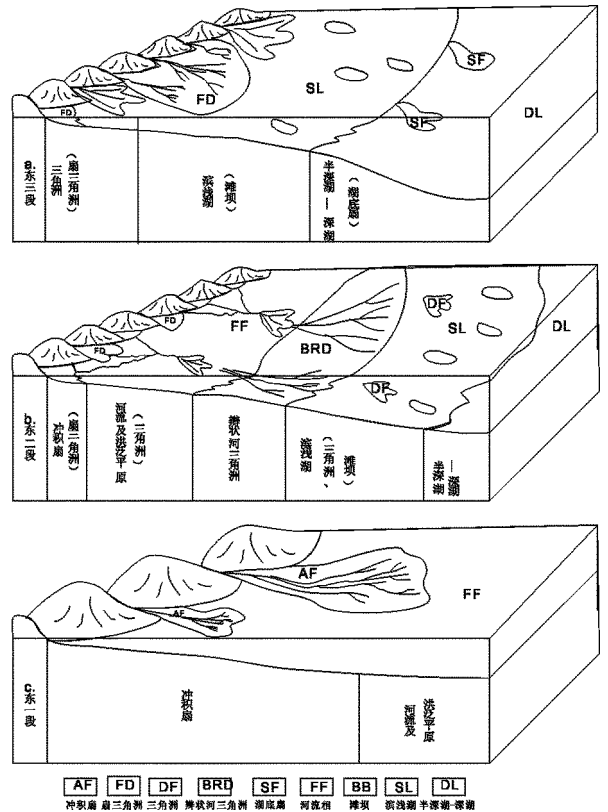


图5 沾车地区东营组沉积模式图

扇三角洲,大王北洼陷地区滩坝沉积较为发育。东一段时期,湖水全部退出,沉积类型比较单一,沾化凹陷以河流沉积体系为主,车镇凹陷为剥蚀作用后残留下的滨浅湖沉积。

## 4 结论

济阳拗陷沾车地区东营组沉积包括8种沉积相,即冲积扇相、曲流河相、三角洲相、扇三角洲相、辫状河三角洲相、湖泊相、滩坝相和湖底扇相。

东三段时期,盆地下陷,水体较深,处于强还原环境;深湖相、滨-浅湖相沉积广泛发育,沉积范围广。东二段时期,湖盆开始抬升,湖水收缩,水体变浅,处于弱还原环境;沉积相以滨浅湖相为主,伴有小规模扇三角洲及滩坝沉积,沉积范围缩小。东一段时期,湖盆继续抬升,水体进一步变浅,处于弱还原-氧化环境;主要为冲积扇-河流沉积体系,凸起边缘发育一系列的冲积扇,沉积范围进一步缩小。

## 参考文献:

[1] 陶宗普. 济阳拗陷古近系沙河街组层序地层格架及典型沉积的储层分布、隐蔽油气藏形成规律[D]. 北京:中国地质大学(北京),2006:63-101.

- [2] 吕希学,胡斌,姜在兴,等. 济阳拗陷车镇和沾化凹陷古近系沙河街组遗迹群落及其沉积环境[J]. 古地理学报,2003,5(2):187-196.
- [3] 姜秀芳. 济阳拗陷沙四段湖相碳酸盐岩分布规律及沉积模式[J]. 油气地质与采收率,2010,17(06):1-5.
- [4] 崔新瑞,朱炎铭,白文连,等. 济阳拗陷上古生界煤系成烃潜力研究[J]. 山东国土资源,2007,23(9):1-4.
- [5] 纪友亮,张立强,张继果. 沾化凹陷孤岛东部斜坡下第三系层序地层学[J]. 石油大学学报(自然科学版),1998,22(6):34-38.
- [6] 王蛟,姜在兴. 车镇凹陷下第三系隐蔽油气藏预测[C]//第三届隐蔽油气藏国际学术研讨会论文集[A]. 北京:2003:500-507.
- [7] 张鹏飞,陈世悦,张明军,等. 沾化凹陷东营组三段储集层特征[J]. 石油勘探与开发,2007,34(3):323-327.
- [8] 帅萍. 济阳拗陷古近纪地貌特点及其对沉积的控制作用[J]. 油气地质与采收率,2010,17(3):1-4.
- [9] 陈书平,王智帮,刘军锴,孙海龙. 沾(化)车(镇)地区滚动背斜[J]. 石油大学学报(自然科学版),1999,23(3):6-12.
- [10] 王艳. 沾化、车镇凹陷盆地特征分析[D]. 青岛:中国石油大学(华东),2011:1-80.
- [11] 马宝军,漆家福,杨桥. 沾车凹陷新生代盆地基底构造演化的物理模拟[J]. 西安石油大学学报(自然科学版),2005,20(3):15-18.

## Sedimentary Facies and Evolution of

## Paleogene Dongying Formation in Zhanhua - Chezhen Area

ZHENG Xue<sup>1</sup>, WEI Xinwei<sup>2</sup>, WANG Wei<sup>3</sup>, MEN Yuefeng<sup>4</sup>, LI Jianwei<sup>5</sup>

(1. Changcheng College of China University of Geosciences, Hebei Baoding 071000, China; 2. Geophysical Research Institute of Shengli Oilfield Company of SINOPEC, Shandong Dongying 257022, China; 3. Shandong Institute of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China; 4. Shandong Geological Prospecting Institute of China Chemical Geology and Mine Bureau, Shandong Jinan 250000, China; 5. Geological Science and Engineering College of SUST, Shandong Qingdao 266590, China)

**Abstract:** Based on core drilling, logging and paleontological data, according to basic principles and methods of sedimentology, sedimentary facies and evolution of Paleogene Dongying formation in Zhanche area has been studied. As showed by the results, 8 types of sedimentary facies developed in Dongying formation in Zhanche area, including alluvial fan, meandering rivers, delta, fan delta, braided river delta, lake, beach bar and the bottom of the lake fan, and dominated by lake facies. The third section of Dongying formation has been depressed continuously, deep lake facies and shore - shallow lake facies developed well with wide range. The second section of Dongying formation begins to uplift again, lake shrinkage, and deposit square reduced. Sedimentary facies dominated by shallow lacustrine shore facies, accompanied by small scale fan delta and beach - bars sedimentary facies. The first section of Dongying formation uplifted continuously, and deposition areas have been furtherly decreased. Alluvial fan - fluvial sedimentary facies are its main type, and series of alluvial fans developed in uplifting edges.

**Key words:** Sedimentary facies; sedimentary evolution; Dongying formation; Zhanche area