

文章编号 :1000-0550(2001)02-0219-05

# 济阳拗陷下第三系陡岸沉积模式

张善文<sup>1,2</sup> 隋风贵<sup>2</sup> 王永诗<sup>2</sup>

(中国科学院广州地球化学所 广州 510004) (胜利石油管理局地质科学研究所 山东东营 257062)

**摘要** 济阳拗陷下第三系沉积时构造运动以断陷为主要特征,在其陡岸形成了以近物源、重力流为主的沉积体系,不同的陡岸类型控制了沉积体系的发育与展布。本文在研究济阳拗陷的陡岸沉积特征的基础上归纳提出了断蚀陡岸沉积模式、间歇陡岸沉积模式和持续陡岸沉积模式三种主要类型。

**关键词** 济阳拗陷 断陷湖盆 陡岸沉积模式 断蚀陡岸沉积模式 间歇陡岸沉积模式 持续陡岸沉积模式

**第一作者简介** 张善文 男 1955 年出生 高级工程师 石油地质

**中图分类号** TE121.3 P512.2 **文献标识码** A

## 1 引言

陆相断陷湖泊陡岸沉积以近物源、重力流为主要特征,表现为多期扇体的垂向相互叠置,平面迭合联片。济阳拗陷早第三纪湖盆长期拉张断陷,形成了凹凸相间的构造格局,陡岸沉积十分发育。断陷盆地边界断裂结构控制了陡岸的类型,从而控制了陡岸沉积体的类型、展布及其组合特征。本文根据陡岸断裂结构特征、沉积作用过程及沉积体的特征归纳总结出济阳拗陷下第三系陡岸沉积模式,将其分为断蚀型陡岸沉积模式、间歇型陡岸沉积模式、持续型陡岸沉积模式三种主要类型。

## 2 断蚀型陡岸沉积模式

断蚀型陡岸沉积是指在盆地边界基岩古断裂经风化剥蚀演化而成的陡坡上,发育了高低不平且宽窄不一的断阶,产生了中等厚度的扇形沉积体系。东营拗陷北带陡岸沉积是该类的典型(图 1)。

在下第三纪沉积时期,东营拗陷北侧基岩断裂活动强烈,沿着 2~3 条主断层持续下陷,形成了 Heward<sup>[1]</sup>所描述的有限后退型盆地边界(图 2)。受这种边界构造条件的影响,在拗陷北部由基岩古断剥面演化而成的陡坡及其附近发育了西高东低、西宽东窄的断阶,形成了多种成因类型呈扇状堆积的砂砾岩体,各类砂砾岩体在时空分布上有一定的规律。

东营拗陷早第三纪为北陡南缓的不对称箕状断陷盆地。一方面由于基底断裂活动形成陡峻的古地貌,使风化剥蚀加强,为内侧下降盘提供充足的物源,在盆地边缘形成较厚的粗碎屑沉积物;另一方面,断陷活动

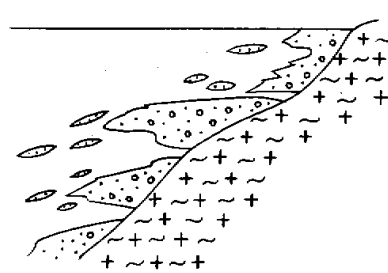


图 1 断蚀型陡岸沉积模式

Fig. 1 Sedimentary model for steep slope of eroded fault

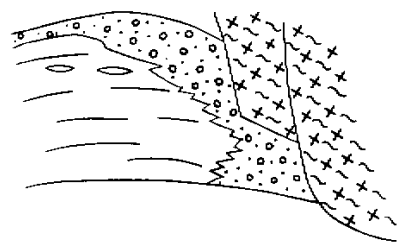


图 2 盆地边缘断裂类型(据 Heward, 1981a)

Fig. 2 Scheme showing sedimentary type of faults in the margin of basin (After Heward, 1981a)

和块断运动直接控制盆地内沉积体系的类型及时间上的演化和空间上的展布。不同成因类型的砂砾岩体的时空组合与断陷湖盆的发展演化密切相关。即使在同一地点,从断陷初期至深陷期,随着湖盆的不断加深,湖平面相对上升,在物源供给充足的条件下可以形成从近岸水下扇→湖底扇→扇三角洲→三角洲的完整或不完整的沉积体系(图 3)或演化序列<sup>[2]</sup>。

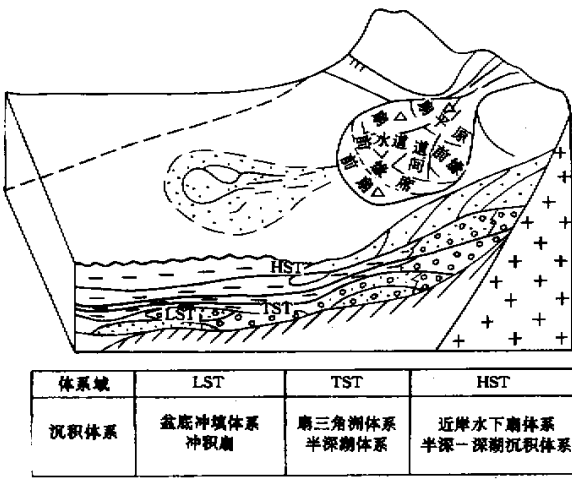


图3 盐182—永192陡坡带沉积体系模式  
Fig.3 Sedimentary system model  
for Yan 182-Yong 192 steep slope belt

东营北带砂砾岩体在时空上的展布,与基底断裂活动的阶段性与周期性是一致的(图4、5)。主要表现在:

(1) 在断陷初期( $E_{s4}$ ),盆地的沉降速度与沉积速度大致相当。由于古地形高差大,物源充足,沿盆地边缘发育了近源快速沉积的砂砾岩体系,如冲积扇、近岸水下扇等(图5a)。

(2) 在断陷的扩张深陷期( $E_{s3}$ 中、下),盆地的沉降速度大于沉积速度,成为欠补偿性盆地。沿陡坡带发育了以重力流为主的各种湖底扇沉积。此时期的砂砾岩体规模相对较小,多为独立发育,并为湖相泥岩所包围(图5b)。

(3) 在湖盆的收缩期和萎缩期,盆地的沉降速度小于沉积速度,物源供给充分,盆地处于过补偿性沉积,湖盆逐渐被三角洲体系所占据(图5c)。

(4) 平面上,早期东西两段断裂活动相对强烈,中期中段断裂活动相对强烈,晚期西段断裂活动相对强烈,断裂活动强弱的变化,形成了不同沉积类型平面

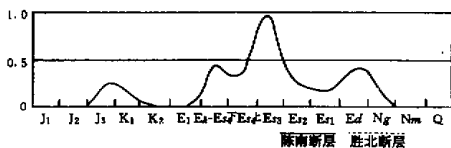


图4 陈南、胜北断层活动量与沉积曲线  
Fig.4 Plot of active volume of Chengnan  
fault and Shengbei fault vs. deposition

带‘有限后退型’盆地边界陡岸沉积形成了多种砂砾岩体类型。从垂向演化看,砂砾岩体被盆地深陷扩张期所形成的水进体系域泥岩地层封盖;从横向组合来看,砂砾岩体也多与深洼陷侧内的烃源岩呈指状尖灭,具有较好生储盖配置关系,是非常有利的勘探目标。因此,断蚀型陡岸沉积多体现垂向沉积环境具有规律演化,即从冲积扇→近岸水下扇→湖底扇→扇三角洲→三角洲的完整的或不完整的演化。其中近岸水下扇、湖底扇与生油岩交错相接,为最有利的储集体,而扇三角洲砂砾岩体因相对远离生油岩,其有利程度次之<sup>[4]</sup>。

### 3 间歇型陡岸沉积模式

间歇型陡岸沉积系指断层间歇活动形成的陡岸沉积,当陡岸断层处于静止,断层落差逐渐变小至完全消失,原来的上升盘也没于水下成为湖盆的一部分接受

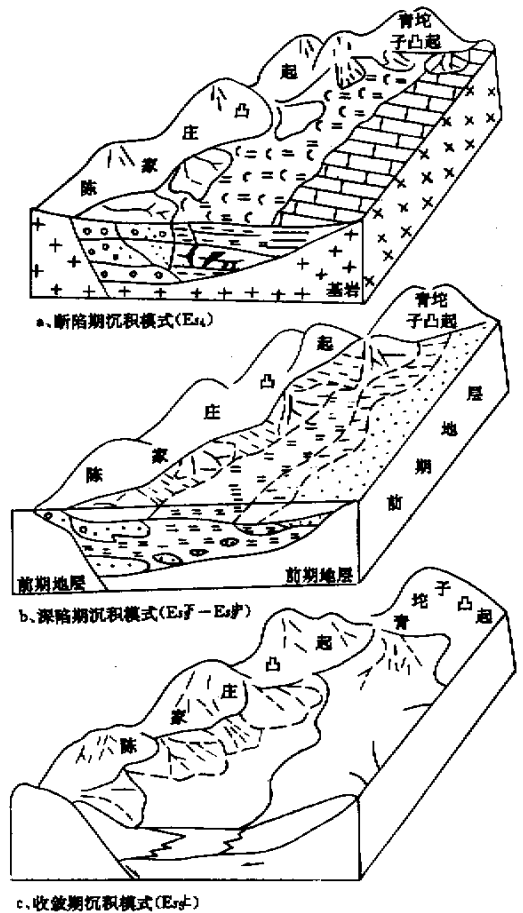


图5 东营凹陷各期沉积模式  
Fig.5 Sedimentary models of Dongying  
sag during different sedimentary periods

沉积,而当断层重新活动,沉积断层形成较大落差,又产生新的陡岸沉积。义东断层陡岸沉积即为代表<sup>[3]</sup>。

上与垂向上逐渐演变的复杂景观。总之,东营凹陷北

该断层在中生界末期至第三系中期,累计落差达 5 000 m 以上,Es<sub>4</sub> 沉积末期,断层停止活动,上升盘沉积了较大范围的沙四段。喜山运动期,断层再次剧烈活动,形成了新的陡岸型沉积,沙三下、中、上、沙二四个时期均发育近岸水下扇沉积。

Es<sub>3</sub> 沉积早期,古气候由 Es<sub>4</sub> 沉积末期的干旱少雨渐变为潮湿多雨,湖内水体迅速扩大、变深,形成以欠补偿式沉积为主的沉积类型。同期义东断层活动剧烈,造成洼陷西侧峭崖陡壁。而其它三面则与整个沾化凹陷的广阔水域连成一体。义和庄凸起上的风化物,沿补给水道,源源不断进入湖区。当山洪暴发时,泥、砂、砾俱下,在陡崖下形成近岸水下扇沉积。同生断层的活动及断层下降盘近断层处的较大幅度下降,远离断层处的相对抬升是这一箕状断陷湖盆的标志性特点,在这种古构造背景下,陡岸扇体不断下沉难以形成大的沉积坡降,因而难以形成较大规模的湖底扇沉积。两次山洪间的相对稳定沉积时期补给水道仍保持有一定的水流,这是 Es<sub>3</sub> 中下亚段近岸水下扇水下分流沟道沉积特征明显的主要原因。

Es<sub>3</sub> 沉积末期,断裂活动减弱乃至停止,断断续续的山洪夹带着丰富的沉积物进入湖内,使近岸一带水体逐渐变浅,造成近岸水下扇与湖中心的高差及坡降逐渐增大,后期强大的山洪夹带大量泥砂,冲出近岸水下扇的扇中辫状水道,至外扇进入深湖区,形成湖底扇沉积。

断层活动的强度及期次控制了间歇型陡岸的发育,也控制了间歇型陡岸沉积特征,其主要特征是活动强烈期近岸水下扇体与活动缓弱期(或停止期)滨浅湖沉积体交互叠置从而在垂向上砂砾岩体也存在“间歇”特征(图 6) 纵向上近岸水下扇体与滨浅湖沉积体形

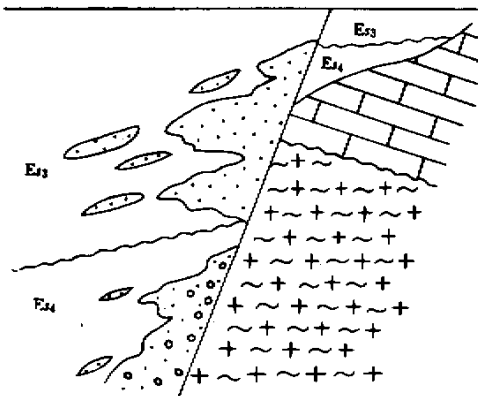


图 6 间歇型陡岸沉积模式

Fig.6 Sedimentary model for intermittent steep slope

成多套储盖组合,断层的间歇性活动形成近岸水下扇体良好的侧向遮挡条件。但与上一种类型不同,主要

体现在 ①断蚀型主要受沉降、沉积速度及断阶结构等因素控制,而间歇型主要受断层活动强度(沉降速度)控制;②前者沉积类型相对丰富,发育冲积扇、扇三角洲、湖底扇及近岸水下扇等多种类型,后者则以近岸水下扇沉积为主;③前者在垂向上砂砾岩体多与深水泥交互,后者则多与浅湖泥岩交互。

#### 4 持续型陡岸沉积模式

持续型陡岸沉积是指同一地点持续的断裂活动,由于沉降速度略大于或等于沉积速度,从而在断层的下降盘形成了长期发育的巨厚的水下扇沉积。埕南大断层陡岸沉积即为此类。

位于沾化凹陷北部的埕南大断层,是长期继承性大断层。从图 7 来看,埕南断层从孔店期开始,就是一活动强烈的断层,尽管在沙四末、沙二末、东营末断裂活动相对较弱,但埕南大断层始终保持着较大的落差,下降盘一直处于湖水覆盖状态。与其断裂活动相对应,埕南断层陡岸沉积在纵向上可分为 Es<sub>4</sub>、Es<sub>3</sub>-Es<sub>2</sub>、Es<sub>1</sub>-Ed 三期(图 8) 随着各期断层活动的减弱,三期扇体是水进的退积型沉积(Ek 尚未钻遇)其岩性无明显变化,只是伴随韵律的变化,粗细随之变化,有时夹

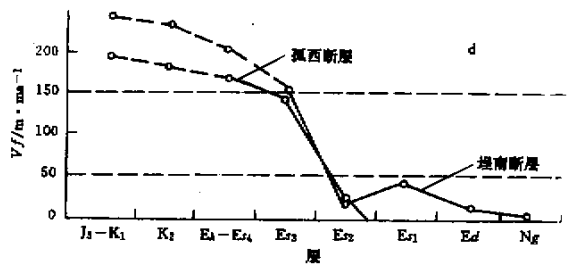


图 7 孤西、埕南断层活动速率曲线

Fig.7 Active velocity curves of Guxi fault and Chengnan fault

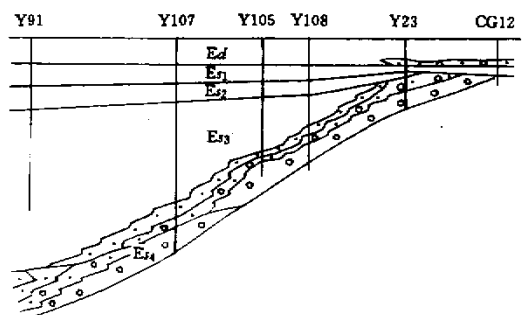


图 8 义 91 井—埕古 12 井相剖面图

Fig.8 Lithofacies section from Well Y91 to Well CG12

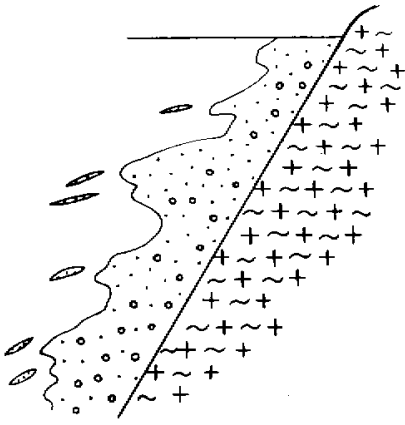


图9 持续型陡岸沉积模式

Fig.9 Sedimentary model of continuous steep slope

有泥岩,多少不一。总体上砂砾岩沉积体的沉积具有重力流性质。在Ed期由于断层落差相对变小,持续陡岸经长期风化剥蚀,开始出现断剥陡岸的沉积特征,在断层西段开始出现扇三角洲沉积。

持续型陡岸沉积除体现在断裂活动的持续性外,还体现在沉积作用的持续性和水下扇砂砾岩体的垂向连续性。与前两种沉积模式比,这种模式沉积相对类型单一,砂砾岩体规模巨大(图9),储层物性相对较差。

持续型陡岸沉积体沉积厚度大,横向变化快,储集条件受母岩性质、沉积相带、成岩作用及构造活动的控制,由于呈水进退型沉积因而纵向上可形成多个正韵律构成的储盖组合,平面上,扇中、扇端亚相是较好的储层,扇根多作为致密层遮挡,近断层处储集条件受到改造,物性较好。这种陡岸沉积体前端多发期滑塌浊积体,其被生油岩包围,物性条件较好,是重要的勘探目标。

上述三种模式反映了陡岸沉积的演化规律,是陡岸沉积的三个主要阶段。持续型陡岸沉积模式反映了断层持续活动的早期陡岸沉积阶段,当陡岸上升盘长期出露水上,遭受剥蚀,将逐步演变为断蚀型陡岸沉积模式,当形成持续陡岸、断剥陡岸沉积的主要成因——断层,长期停止活动,陡岸沉积特征逐步消失,演变为其它沉积类型,当断层再次剧烈活动,形成新的陡岸沉积,两次陡岸沉积垂向迭加,中间有明显的非陡岸沉积层系,就形成了间歇陡岸沉积模式。

不同陡岸沉积模式对于成藏的控制作用差别较大,正确地认识陡岸沉积类型是陡岸油气勘探所必须的。

## 5 结论

(1) 陡岸沉积的共同特点是近岸水下扇普遍发

育,其发育程度与断层落差、活动时间密切相关,落差愈大,活动时间愈长,近岸水下扇愈发育。

(2) 断层活动性及其发育特征控制了陡岸沉积类型,而不同的陡岸沉积类型所发育的沉积体系、垂向演化序列不同。

(3) 陡岸沉积的演化规律是:冲积扇→扇三角洲→三角洲,近岸水下扇→湖底扇

(4) 长期出露水上的持续陡岸逐渐演化为断剥型陡岸,断剥型陡岸大断层的长期停止活动与再次剧烈活动相,将形成间歇型陡岸。即持续陡岸型→断剥陡岸型→间歇陡岸型

(5) 近岸水下扇、湖底扇与半深湖-深湖相泥岩共生,是陡岸沉积体成藏的重要条件。

本文是在胜利石油管理局地质科学研究所多年来对济阳地区不同类型沉积相研究工作的基础上总结而成的。纪友亮博士对文章的修改提出了宝贵意见,在此表示谢意。

## 参 考 文 献

- 1 Heward A P. Alluvial fan Sequence and nega-Semodels: with examples from Westphalian D-Stephanian B coalfields northern Spain [A]. In Miall A D, ed. Fluvial Sedimentology [C]. Can. Soc. Petrol. Geol. Mem. 5, 1978a, 669~702
- 2 赵徵林,刘孟慧主编.东濮凹陷下第三系砂体微相和成岩作用[M].山东东营:华东石油学院出版社,1988
- 3 张善文.义东地区陡岸扇体沉积物征及相模式[J].石油勘探与开发,1997
- 4 隋风贵.箕状断陷盆地陡坡带砂砾岩扇体油藏研究[A].中国隐蔽油气藏[C].北京:地质出版社,1988

## Depositional Models on the Steep Slope of Paleogene , Jiyang Sub-basin

ZHANG Shan-wen<sup>1 2</sup> SUI Feng-gui<sup>2</sup> WANG Yong-shi<sup>2</sup>

( Guangzhou Institute of Geochemistry ,Chinese Academy of Sciences Guangzhou 510004 )

( Geological Scientific Research Institute of Shengli Petroleum Administration Bureau Dongying Shandong 257062 )

### Abstract

The tectonic movement of Jiyang Sub-basin in Early Tertiary is mainly characterized by faulting-depressing. The depositional system ,which were dominated by proximal gravity flow ,is developed along the steep slope of Jiyang Sub-basin , and it 's development and distribution are controlled by the types of steep slopes. In this paper ,based on the depositional characteristics ,depositional models of steep slope sedimentation are concluded as 3 types-steep slope on the depositional eroded fault ,slope model interim steep slope and continuous steep slope. The common depositional characteristics on steep slopes are that the nearshore subaqueous fan is widely developed and it 's developed degree has close relation to the fault throw and active time. The depositional types on steep slopes are controlled by the activities and developing characteristics of faults , and different depositional types have developed in different deposition systems and vertical evolution successions. The evolution law of deposition on steep slope is that : alluvial fan→fan-delta→delta , nearshore subaqueous fan→sublacustrine fan.

**Key words** Jiyang sub-basin faulted-depression depositional models of steep slope

# 济阳拗陷下第三系陡岸沉积模式

作者: [张善文](#), [隋风贵](#), [王永诗](#)  
 作者单位: [张善文\(中国科学院广州地球化学所,胜利石油管理局地质科学研究所\)](#), [隋风贵,王永诗\(胜利石油管理局地质科学研究所\)](#)  
 刊名: [沉积学报](#) **ISTIC** **PKU**  
 英文刊名: [ACTA SEDIMENTOLOGICA SINICA](#)  
 年, 卷(期): 2001, 19(2)  
 被引用次数: 30次

## 参考文献(4条)

1. [Heward A P](#) Alluvial fan Sequence and niega-Semodels: with examples from West phalian D-Stephnian B coalfields northern Spain 1978
2. [赵徽林;刘孟慧](#) 东濮凹陷下第三系砂体微相和成岩作用 1988
3. [张善文](#) 义东地区陡岸扇体沉积物征及相模式 1997
4. [隋风贵](#) 箕状断陷盆地陡坡带砂砾岩扇体油藏研究 1988

## 引证文献(30条)

1. [于水,韩文明,赵伟,胡滨](#) 裂谷盆地陡断带三角洲沉积特征与成因模式——以东非裂谷Albertine地堑为例[期刊论文]-[中国海上油气](#) 2013(6)
2. [徐健,吕金玲,王智敏,张守军](#) 惠民地区孔店组沉积体系研究[期刊论文]-[内蒙古石油化工](#) 2008(24)
3. [张乐,姜在兴,郑宁,彭兴鹏](#) 孤南洼陷新生代构造演化特征及其对沉积的控制作用[期刊论文]-[油气地质与采收率](#) 2007(3)
4. [彭勇民,黄捍东,罗群](#) 济阳拗陷车镇凹陷车66块沙三下段精细沉积相分析[期刊论文]-[现代地质](#) 2007(4)
5. [王来斌,徐怀民,蔡忠东](#) 车镇凹陷北部陡坡带油气成藏规律研究[期刊论文]-[安徽理工大学学报\(自然科学版\)](#) 2005(4)
6. [徐茂斌](#) 郑家王庄地区储层描述及勘探目标评价[学位论文]硕士 2005
7. [冯宝红](#) 滨南油区砂砾岩体油藏地质特征及勘探目标研究[学位论文]硕士 2005
8. [顾琳](#) 孤南洼陷沙三段层序特征及勘探方向分析[期刊论文]-[内江科技](#) 2013(2)
9. [王永诗,鲜本忠](#) 车镇凹陷北部陡坡带断裂结构及其对沉积和成藏的控制[期刊论文]-[油气地质与采收率](#) 2006(6)
10. [惠钢,董树正,李凡华,顾斐,晏军](#) 大港油田埕海二区沙三下亚段沉积微相研究[期刊论文]-[四川地质学报](#) 2011(3)
11. [许淑梅,张晓东,刘怀山,辛伯森](#) 济阳拗陷陈家庄凸起东南坡古冲沟沉积充填特征[期刊论文]-[中国海洋大学学报\(自然科学版\)](#) 2005(2)
12. [程日辉,王璞珺,刘万洙](#) 构造断阶对沉积的控制:来自地震、测井和露头的实例[期刊论文]-[沉积学报](#) 2003(2)
13. [朱桂林](#) 渤海湾盆地东营凹陷第三纪同沉积构造控砂控油作用[期刊论文]-[石油实验地质](#) 2007(6)
14. [鲜本忠,王永诗,周廷全,孙立东](#) 断陷湖盆陡坡带砂砾岩体分布规律及控制因素——以渤海湾盆地济阳拗陷车镇凹陷为例[期刊论文]-[石油勘探与开发](#) 2007(4)
15. [杨波,徐长贵,牛成民](#) 墙角型陡坡带岩性圈闭油气成藏条件研究——以渤海湾盆地石南陡坡带中段BZ3区古近系东营组为例[期刊论文]-[古地理学报](#) 2011(4)
16. [杨波,徐长贵,王丽君,吴昊明,王改卫](#) 渤中凹陷西次洼陡坡带427地区东营组高精度层序地层与岩性圈闭识别研究[期刊论文]-[长江大学学报\(自然科学版\)理工卷](#) 2010(2)
17. [倪金龙,夏斌](#) 济阳拗陷坡折带组合类型及石油地质意义[期刊论文]-[天然气地球科学](#) 2006(1)
18. [郭彦如](#) 额敏盆地查干断陷闭流湖盆层序类型与层序地层模式[期刊论文]-[天然气地球科学](#) 2003(6)
19. [周廷全,鲜本忠,林会喜,范振峰](#) 车镇凹陷陡坡带古近系湖底扇沉积规律及储层特征[期刊论文]-[油气地质与采收率](#)

2007 (2)

20. 徐长贵, 周心怀, 杨波, 王昕 渤中凹陷石南陡坡带构造-岩性复合圈闭的形成及分布规律[期刊论文]-现代地质

2009 (5)

21. 王蛟, 姜在兴, 陈世悦 渤海湾盆地车镇凹陷古近系层序地层与隐蔽油气藏[期刊论文]-吉林大学学报 (地球科学版)

2005 (2)

22. 彭勇民, 彭玉林, 曾联波, 周子勇, 宋传春, 黄捍东 济阳拗陷车15井区沙三下浊积扇沉积特征及分布格局[期刊论文]-西安石油大学学报 (自然科学版) 2012 (4)

23. 彭勇民, 宋传春, 王登稳, 罗群, 黄捍东 济阳拗陷车15井区浊积扇沉积及油气勘探意义[期刊论文]-中国地质 2011 (5)

24. 韩敏, 操应长, 王艳忠, 刘晖, 李永新 车镇凹陷古近系沙四段-沙三段下亚段沉积相[期刊论文]-油气地质与采收率

2009 (5)

25. 付兆辉, 张在振, 李德纯, 施明华, 程明 渤海湾盆地埕北凹陷古近系沉积体系分析与油气成藏[期刊论文]-沉积学报

2009 (1)

26. 管灵, 王顺华, 张枝焕, 张立生, 邢辉 砂砾岩储层研究现状[期刊论文]-长江大学学报 (自然版) 2011 (3)

27. 路智勇 渤海湾盆地车镇凹陷古近系构造样式对沉积及储集层的影响[期刊论文]-古地理学报 2008 (3)

28. 路智勇 渤海湾盆地车镇凹陷古近系构造样式对沉积及储集层的影响[期刊论文]-古地理学报 2008 (3)

29. 刘震, 郝琦, 赵贤正, 张以明, 杨德相 二连盆地砂岩体形成和分布的多元控制特征分析[期刊论文]-地质科学 2007 (2)

30. 刘震, 郝琦, 赵贤正, 张以明, 杨德相 二连盆地砂岩体形成和分布的多元控制特征分析[期刊论文]-地质科学 2007 (2)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_cjxb200102010.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_cjxb200102010.aspx)