

文章编号:1673-5005(2007)03-0001-06

济阳坳陷侏罗纪岩相古地理演化特征

徐振中¹, 陈世悦¹, 王永诗², 袁文芳¹

(1. 中国石油大学 地球资源与信息学院, 山东 东营 257061; 2. 胜利油田有限公司 地质科学研究院, 山东 东营 257015)

摘要:在系统观察岩心的基础上并结合测井、地震等资料对济阳坳陷侏罗系岩相古地理演化特征及其控制作用进行了研究。结果表明,侏罗纪济阳坳陷为一受北西向断层控制而相互分割的山间盆地,早、中侏罗世以冲积平原和滨浅湖沉积为主,晚侏罗世以冲积平原沉积为主。对应于早-中侏罗世早期—早-中侏罗世中期—早-中侏罗世晚期—晚侏罗世早期—晚侏罗世晚期,北西向断层的活动依次表现为较强—弱—消失—极微弱—较强5个不同的阶段。相应的沉积表现为:在北西向断层的东北侧,扇三角洲-滨浅湖沉积体系逐渐演化为冲积扇-河流-三角洲沉积体系;在北西向断层的南西侧,冲积扇-河流-三角洲沉积体系不断向盆地中进积;滨浅湖发育范围逐渐变小,沉积中心逐渐向北西向断层的南西侧迁移。

关键词:济阳坳陷; 侏罗系; 岩相古地理; 演化特征

中图分类号:P 531 **文献标识码:**A

Lithofacies paleogeography evolution characteristics of Jurassic in Jiyang depression

XU Zhen-zhong¹, CHEN Shi-yue¹, WANG Yong-shi², YUAN Wen-fang¹

(1. Faculty of Geo-Resource and Information in China University of Petroleum, Dongying 257061, Shandong Province, China;
2. Research Institute of Geological Sciences, Shengli Oilfield, Dongying 257015, Shandong Province, China)

Abstract: According to core observation, a lot of well logging and seismic data, the evolution of lithofacies-paleogeography and its controlling factors of Jurassic in Jiyang depression were comprehensively studied. The results show that being primarily controlled by north-west faults, Jiyang depression contained several isolated basins during Jurassic period. Coastal and shallow lake sub-facies and alluvial plain sub-facies were dominant in early-middle Jurassic, and alluvial plain sub-facies were dominant in late Jurassic. During the early period of early-middle Jurassic, the middle period of early-middle Jurassic, the late period of early-middle Jurassic, the early period of late Jurassic, and the late period of late Jurassic, north-west faults were correspondingly in a more intense, weak, dormant, very weak, and more intense stage, and correspondingly depositional systems evolved from fan delta-coastal and shallow lake to alluvial fan-river-delta on east-north side of north-west faults, and alluvial fan-river-delta depositional systems extended toward the basins on west-south side of north-west faults. As a result, the area of coastal and shallow lake became smaller, and sedimentary centers moved toward the west-south sides of north-west faults.

Key words: Jiyang depression; Jurassic; lithofacies paleogeography; evolution characteristics

济阳坳陷位于渤海湾盆地东南部、郯庐断裂带西侧,是一个油气资源极为丰富的大型含油气盆地^[1]。现资源探明程度达56.97%,但纵向勘探程度极不平衡;已探明与控制石油储量的90%和天然气储量的全部均分布在第三系^[2]。自从20世纪70年代以来,在沾化凹陷的新桩101井、老21井、孤南2-7等井区

中生代地层中发现了可供工业开采的油气藏,但由于中生界经历了多期次构造运动及构造反转过程,从而制约了人们对中生界油气藏的勘探。对于盆地构造特征前人研究较多^[3-5],而对于岩相古地理特征研究较少。笔者主要对济阳坳陷侏罗系的岩心、测井和地震等资料进行详细的研究,旨在讨论其岩相古地理演

收稿日期:2006-08-30

基金项目:“十五”国家科技攻关项目(2001BA605A09)和“十五”中国石油化工股份有限公司科技攻关项目(P01013)

作者简介:徐振中(1970-),男(汉族),安徽亳州人,工程师,博士研究生,主要从事沉积盆地分析研究。

化及其控制作用,为济阳拗陷中生界的油气资源勘探奠定基础。

1 沉积相类型

济阳拗陷在侏罗纪经历了印支运动和燕山运动,其发展和演化是在欧亚构造域的西伯利亚板块、扬子板块与华北板块的挤压拼接和滨临太平洋构造域及其邻庐断裂带的活动两大构造体系域的活动背

景下进行的^[3-5],盆地中充填和保存的沉积岩能够提供外力驱动盆地演化的记录^[6]。济阳拗陷侏罗系自下而上分为坊子组和三台组,现今残留地层最厚达1800 m,主要发育河流、三角洲、扇三角洲、滨浅湖和湖湾等沉积相类型(图1)。这一时期济阳拗陷外围(鲁西南地区)也发育这些沉积相^[7],这已被大量的野外露头所证实。

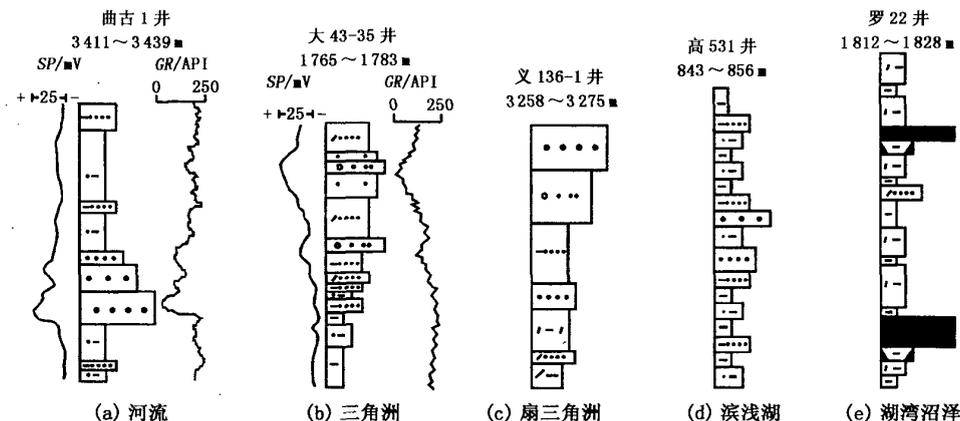


图1 济阳拗陷侏罗系沉积相岩心剖面(曲古1井部分为录井剖面)

河流相沉积在纵向上呈粒度向上变细的正旋回特征(图1(a)),其下部沉积物以杂色含砾粗砂岩、粗砂岩和中细砂岩为主,上部沉积物以紫色、紫红色泥岩和粉砂岩为主。

三角洲沉积在纵向上呈粒度向上变粗的反旋回特征(图1(b)),主要岩性为浅灰色含砾粗砂岩、中细砂岩及深灰色泥岩、粉砂质泥岩,砂岩中砾石含量较少,其砾石直径为0.3~1 cm。颗粒分选较好,呈次棱角状一次圆状,石英含量为30%~45%,长石为25%~40%,岩屑为10%~20%。

扇三角洲沉积主要岩性为杂色的砂砾岩及深灰一灰黑色泥岩、泥质粉砂岩(图1(c))。砂砾岩颗粒分选差,呈棱角状,砾径为0.2~10 cm,砾石之间通常被粘土、粉砂和砂的杂基所充填。沉积构造类型主要为杂乱堆积的块状沉积,可见沙纹交错层理、平行层理,大量植物根茎化石沿层面分布。含砾粗砂岩中泥岩砾石呈定向排列,其底冲刷界面与下伏易碎灰绿色薄层泥岩呈突变冲刷接触。

滨浅湖沉积主要为杂色泥岩、砂质泥岩和泥质粉砂岩,局部夹细砂岩薄层(图1(d)),砂岩颗粒具有较高的成熟度,分选、磨圆都比较好,生物钻孔发育。

湖湾沉积主要为灰黑色泥岩、深灰色白云质泥

岩及黑色碳质泥岩,中间夹有白云质粉砂岩(图1(e))。泥岩中有生物钻孔和黄铁矿颗粒,含大量植物化石(新卢木)。

2 岩相古地理特征

在广泛收集前人对渤海湾地区中生界所做的研究成果以及系统观察济阳拗陷周边露头剖面(淄博和新汶地区中生界露头)及义136、桩古17、大43-35等40余口取心井计1000余米岩心的基础之上,精心选取了曲古1、义136、沾北3等30多口有代表性井的资料,综合分析了这些井的岩性序列组合、电性曲线及地震响应特征,并在地震资料的约束下研究了横贯济阳拗陷全区的纵、横10条连井剖面的沉积相演化。分层位统计了全区200多口井的砾岩、含砾砂岩、粗砂岩等各种岩性的厚度,并绘制了砾岩百分含量、砂岩百分含量及岩性分区等平面分布图。在上述研究的基础之上,编制了本区侏罗系各组的岩相古地理图。

2.1 早-中侏罗世坊子期

早-中侏罗世坊子期的古地理格局基本上是以冲积平原和滨浅湖沉积为主,并被北西向孤西、罗西、车西、阳信、石村和滋镇断层分为5个洼陷。滨浅湖发育于洼陷的南西部陡坡带,半深湖仅在孤西和五号桩断层之间、阳信和滋镇断层之间及济阳拗

陷的西南角局部发育。在孤西断层和滋镇断层的东北侧有一系列的扇三角洲沉积,冲积扇-河流-三角

洲沉积体系分布于各个洼陷东北部的缓坡边缘区和湖盆的长轴方向(北西—南东),见图2。

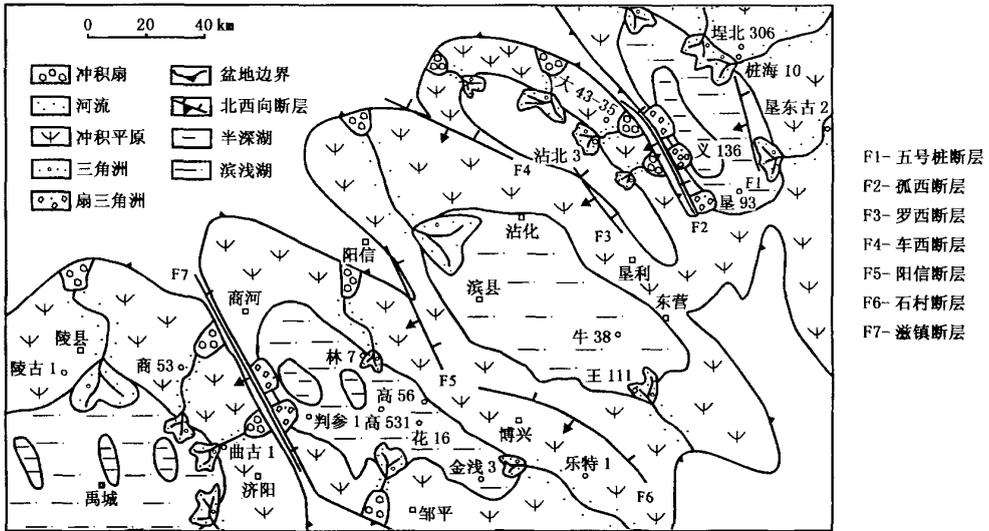


图2 济阳拗陷早-中侏罗世坊子期岩相古地理

本区早-中侏罗世岩相古地理具有以下特征:①经过晚三叠世的盆地抬升,济阳拗陷区域整体遭受了剥蚀,同时板块内部发生挤压调整并形成了以北西向逆冲断层为主的隆拗相间的构造格局^[4,5],其控制了早-中侏罗世盆地的充填。在北西向断层的东北侧为湖盆的陡坡带,主要发育扇三角洲沉积;在北西向断层的南西侧发育湖盆的缓坡带,在缓坡带以及湖盆的长轴方向,主要发育河流-三角洲沉积,沉积中心偏向于北西向断层的东北侧。②物源主要来自湖盆的长轴方向(北西—南东)以及北西向断

层附近。

2.2 晚侏罗世三台期

晚侏罗世三台期的古地理格局基本上是以冲积平原沉积为主,本区依然被北西向孤西、罗西、车西、阳信、石村和滋镇断层分为5个洼陷。同坊子期相比,滨浅湖范围缩小,深度变浅,发育在两条北西向断层之间稍微偏向于东北侧,半深湖不再存在。在孤西断层的两侧发育有一系列的冲积扇,冲积扇-河流-三角洲沉积体系分布于各个洼陷两侧边缘区和湖盆的长轴方向(北西—南东)(图3)。

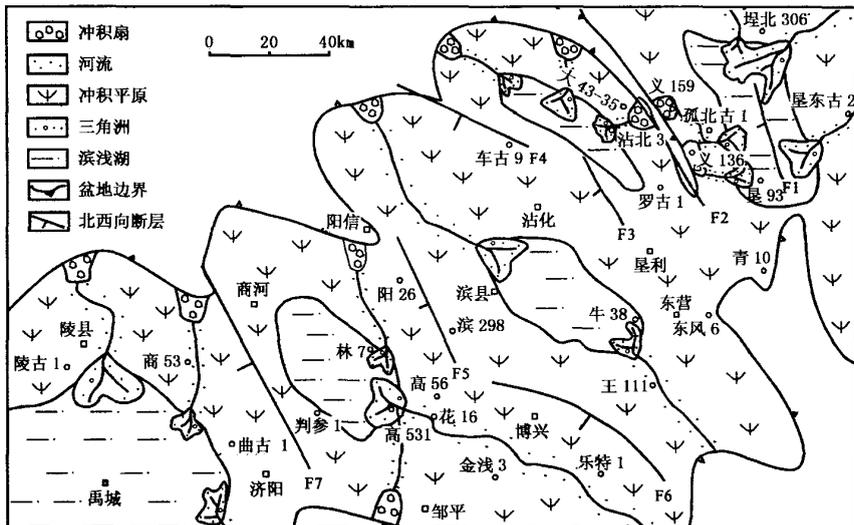


图3 济阳拗陷晚侏罗世三台期岩相古地理(断层名称同图2)

本区晚侏罗世岩相古地理具有以下特征:①早-中侏罗世末期隆拗相间的古地理格局及北西向断

层的重新活动^[3],控制了晚侏罗世盆地的充填。在北西向断层的两侧以及湖盆的长轴方向,均发育有冲积扇-河流-三角洲沉积体系,沉积中心已经向早、中侏罗世沉积中心的东北方向移动。②物源主要来自湖盆的长轴方向(北西-南东)。

3 沉积相垂向演化

孤西断层两侧沾北3井、大43-35井、义136井及孤北古1井区域,侏罗系由坊子组和三台组组成,包括两个反旋回(图4)。

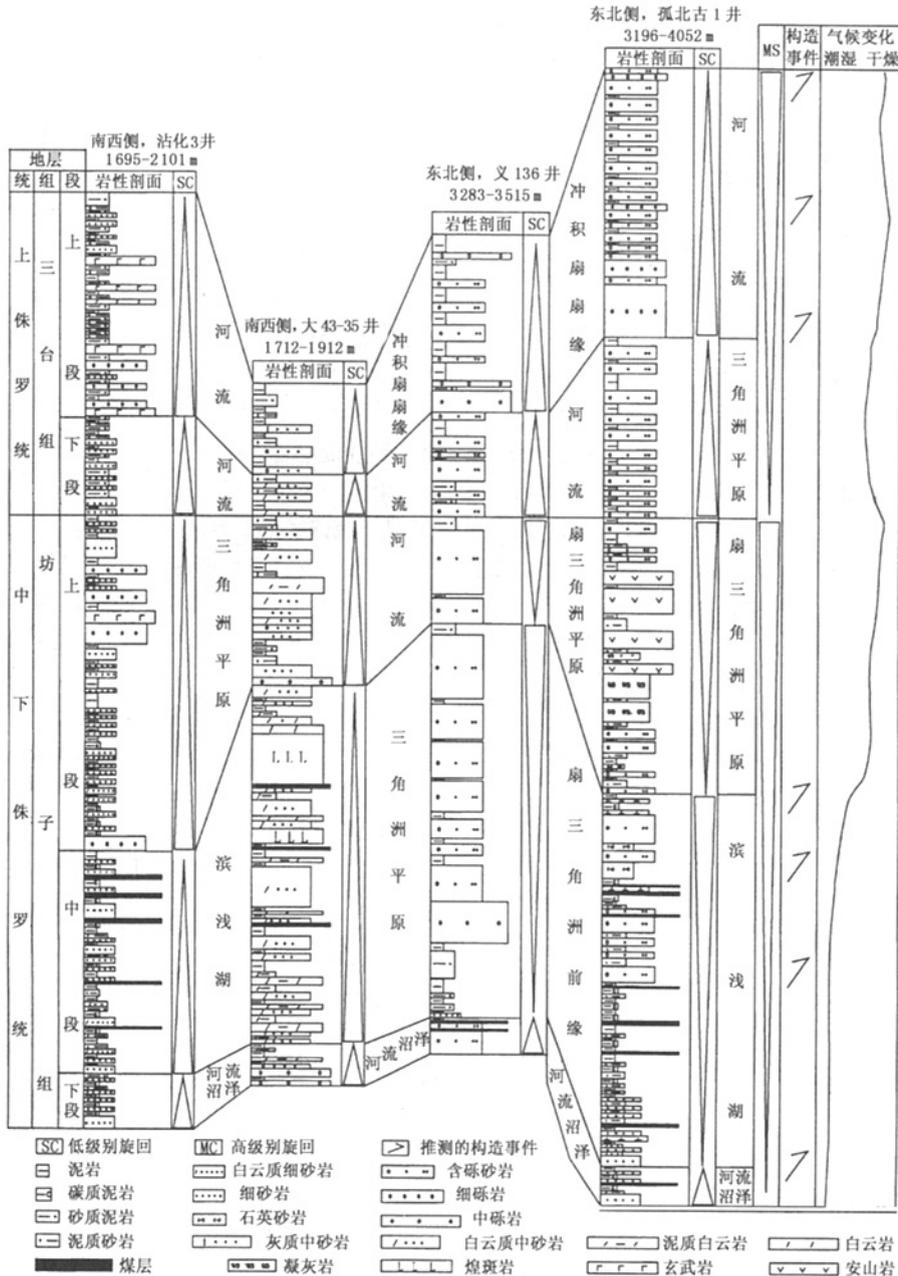


图4 孤西断层两侧盆地充填序列分析

坊子组沉积物具有向上变粗的垂向结构,总体显示为进积序列,又可分为3个小的旋回,其间至少有4次断层的幕式活动。对应3个小的旋回,北西

向断层的活动由弱逐渐消失,而剥蚀作用由弱逐渐增强,从而导致沉积物堆积的速度逐渐大于可容空间的增长速度,湖平面逐渐降低、范围逐渐缩小。

三台组沉积物也具有向上变粗的垂向结构,总体显示为一进积序列,又可分为2个小的旋回,在中间至少有3次断层的幕式活动。对应2个小的旋回,北西向断层的活动由极弱逐渐增强,而剥蚀作用由弱逐渐增强又变弱,从而导致沉积物堆积的速度与可容空间的生长速度不断变化,引起湖平面频繁升降。

对孤西断层两侧盆地充填序列的综合分析可以看出,在早-中侏罗世早期,济阳拗陷从早-中侏罗世之前的抬升剥蚀迅速过渡到沉积初期短暂的河流沼泽相沉积;早-中侏罗世中期,北西向逆冲断层活动使湖盆可容空间的扩张速率远大于沉积物的堆积速率,湖盆范围迅速扩大,湖面上升;早-中侏罗世晚期,北西向的逆冲断层活动趋于停止,可容空间的扩张速率远小于沉积物的堆积速率,滨浅湖逐渐萎缩;晚侏罗世早期,北西向断层的活动极微弱,沉积物的堆积速率较缓慢,湖盆保持稳定;晚侏罗世晚期,北西向断层活动逐渐增强,在北西向断层的两侧杂色厚层砾岩大量堆积,有大量岩浆侵入晚侏罗世地层。

4 构造演化及气候变迁对古地理格局的控制

在早、中三叠世,济阳拗陷区为华北大型内陆沉积盆地的一部分,充填了一套以河湖相、沼泽相为主的杂色砂页岩、泥质岩建造^[8,9]。

晚三叠世,济阳拗陷区主要受控于西伯利亚板块、扬子板块与华北板块的挤压拼接及郯庐断裂带的右旋剪切所产生的挤压应力场,板块内部发生挤压调整并形成了以北西向逆冲断层为主的隆拗相间的构造格局。本区整体处于抬升剥蚀状态,早、中三叠世沉积的地层几乎剥蚀殆尽。在此之后,本区处于构造相对宁静期,从而开始了早、中侏罗世主体地层的沉积^[4,5]。这种受北西向逆冲断层控制而形成的隆拗相间的构造格局,明显地控制了早、中侏罗世的沉积环境。此时的渤海湾盆地不同区域的原型盆地的方向和构造属性可能有一定的差异,但总体上属于挤压背景下发育的压陷盆地,基本发育北东向、东西向及北西向到北西西向的褶皱和逆冲断层^[10-13]。鲁西南盆地受断层的控制沉积了一套河湖相地层^[7],这已被大量的野外露头所证实。渤海湾中部、东部地区的早-中侏罗世,盆地主要发育在三叠纪末期-侏罗纪初期形成的北东向古向斜核部,同时受到同沉积期的挤压构造变形作用的控制^[13]。

早-中侏罗世早期,扬子板块与华北板块挤压碰撞逐渐减弱,济阳拗陷从早、中侏罗世之前的抬升剥蚀迅速过渡到沉积初期短暂的河流沼泽相沉积,此时气候温暖、潮湿,具体表现为在盆地的不同位置都发育有沼泽相沉积。

早-中侏罗世中期,北西向的逆冲断层活动较三叠纪已经大大减弱,但在断层的上升盘附近,地层仍然受构造作用的控制不断隆升。北西向逆冲断层的活动使湖盆的可容空间迅速扩大,此时气候温暖、潮湿,剥蚀作用较弱,从而使可容空间的扩张速率远大于沉积物的堆积速率。具体表现为在北西向断层的东北侧发育有扇三角洲-滨浅湖沉积体系的厚层灰色砂砾岩及薄层深灰色泥岩,沉积厚度较大;在北西向断层的南西侧发育有冲积扇-河流-三角洲-滨浅湖沉积体系,沉积厚度较薄(图5(a))。早-中侏罗世晚期,北西向的逆冲断层活动趋于停止,此时气候逐渐变得干燥,剥蚀作用较强,从而使可容空间的扩张速率远小于沉积物的堆积速率,湖盆范围缩小,湖面下降。具体表现在北西向断层的东北侧,扇三角洲逐渐向前进积,滨浅湖逐渐萎缩;在北西向断层的南西侧,三角洲也逐渐向前进积(图5(b))。

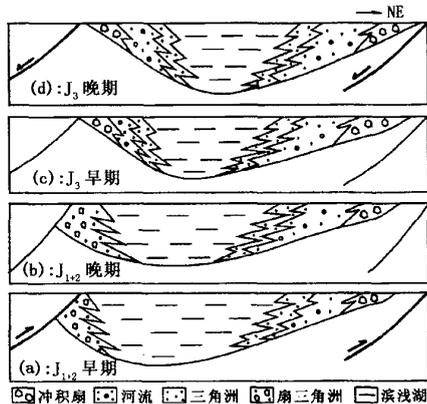


图5 侏罗纪北西向断层两侧沉积相深化模式

在晚侏罗世,受郯庐断裂左行走滑的影响,济阳拗陷前期形成的北西向逆冲断层发生负向构造反转,反向伸展,形成了一系列半地堑的断陷盆地^[3,5]。晚侏罗世早期,北西向断层的活动极为微弱,此时气候变得潮湿,剥蚀作用也较弱,沉积物的堆积速率和可容空间的扩张速率都极小,湖盆范围保持稳定。具体表现为在北西向断层的两侧,均为冲积扇-河流-三角洲沉积体系的砂泥岩薄互层沉积(图5(c))。晚侏罗世晚期,北西向断层活动逐渐增强^[3],以杂色厚层砾岩及侵入岩为特征,具体表现为在北西向断层两侧冲积扇-河流沉积体系极为发育,沉积中心

逐渐向北西向断层的南西侧移动(图5(d))。

5 结 论

(1) 侏罗纪济阳拗陷为一受到北西向断层控制而相互分割的山间盆地,主要发育有河流、三角洲、扇三角洲和滨浅湖等沉积相类型。

(2) 济阳拗陷经历了早-中侏罗世以冲积平原和滨浅湖沉积为主到晚侏罗世以冲积平原沉积为主的演化过程。

(3) 济阳拗陷北西向断层的活动对沉积起主要控制作用。对应早-中侏罗世早期—早-中侏罗世中期—早-中侏罗世晚期—晚侏罗世早期—晚侏罗世晚期,北西向断层的活动依次表现为较强—弱—消失—极微弱—较强5个不同的阶段。相应的沉积表现为:在北西向断层的东北侧,从扇三角洲—滨浅湖沉积体系逐渐演化为冲积扇—河流—三角洲沉积体系;在北西向断层的南西侧,冲积扇—河流—三角洲沉积体系不断向盆地中进积;滨浅湖发育范围逐渐变小,沉积中心逐渐向北西向断层的南西侧移动。

参考文献:

[1] 李丕龙. 胜利油区勘探现状及展望[J]. 油气地质与采收率, 2002, 9(1): 9-12.
 LI Pi-long. Status quo and prospects of exploration in Shengli petroliferous area[J]. Oil & Gas Recovery Technology, 2002, 9(1): 9-12.

[2] 李丕龙, 金之钧, 张善文, 等. 济阳拗陷油气勘探现状及主要研究进展[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(3): 1-4.
 LI Pi-long, JIN Zhi-jun, ZHANG Shan-wen, et al. The present research status and progress of petroleum exploration in the Jiyang depression[J]. Petroleum Exploration and Development, 2003, 30(3): 1-4.

[3] 王毅, 陆克政, 任安身. 济阳拗陷东北部中生代构造运动和火山活动及盆地演化[J]. 石油大学学报: 自然科学版, 1994, 18(2): 1-8.
 WANG Yi, LU Ke-zheng, REN An-shen. Tectonism and volcanism and the basin evolution of the Mesozoic era in the north-east of Jiyang depression[J]. Journal of the University of Petroleum, China (Edition of Natural Science), 1994, 18(2): 1-8.

[4] 宗国洪, 肖焕钦, 李常宝, 等. 济阳拗陷构造演化及其大地构造意义[J]. 高校地质学报, 1999, 5(3): 275-282.
 ZONG Guo-hong, XIAO Huan-qin, LI Chang-bao, et al. Evolution of Jiyang depression and its tectonic implications [J]. Geological Journal of China Universities, 1999, 5(3): 275-282.

[5] 吴智平, 李伟, 任拥军, 等. 济阳拗陷中生代盆地演化及其与新生代盆地叠合关系探讨[J]. 地质学报, 2003, 77(2): 280-286.
 WU Zhi-ping, LI Wei, REN Yong-jun, et al. Basin evolution in the Mesozoic and superposition of Cenozoic basin in the area of Jiyang depression[J]. Acta Geologica Sinica, 2003, 77(2): 280-286.

[6] GUPTA S, COWIE P. Processes and controls in the stratigraphy development of extensional basins[J]. Basin Research, 2000, 20(3/4): 185-194.

[7] 山东省地质矿产局. 山东省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991: 520-521.

[8] 田在艺, 张庆春. 中国含油气盆地岩相古地理与油气[M]. 北京: 地质出版社, 1997.

[9] 张功成, 徐宏, 王同和, 等. 中国含油气盆地构造[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999: 187-200.

[10] 万天丰. 中国东部中、新生代板内变形构造应力场及其应用[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 103.

[11] 宗国洪, 施央申, 王秉海, 等. 济阳盆地中生代构造特征与油气[J]. 地质论评, 1998, 44(3): 289-294.
 ZONG Guo-hong, SHI Yang-shen, WANG Bing-hai, et al. Mesozoic structures and their relations to hydrocarbon traps in the Jiyang Basin[J]. Geological Review, 1998, 44(3): 289-294.

[12] 侯贵廷, 钱祥麟, 宋新民. 渤海湾盆地的形成机制[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 1998, 34(4): 503-509.
 HOU Gui-ting, QIAN Xiang-lin, SONG Xin-min. The origin of Bohai Bay Basin[J]. Universitatis Pekinensis (Acta Scientiarum Naturalium), 1998, 34(4): 503-509.

[13] 漆家福, 于福生, 陆克政, 等. 渤海湾地区的中生代盆地构造概论[J]. 地学前缘, 2003, 10(特刊): 199-206.
 QI Jia-fu, YU Fu-sheng, LU Ke-zheng, et al. Conspectus on Mesozoic basins in Bohai bay province[J]. Earth Science Frontiers, 2003, 10(sup): 199-206.

(编辑 刘艳荣)