

文章编号:1009-3850(2013)02-0059-07

新汶凹陷官庄组沉积演化特征

王 剑¹, 陈世悦², 张宝真¹

(1. 新疆油田公司实验检测研究院, 新疆 克拉玛依 834000; 2. 中国石油大学地球资源与信息学院, 山东 青岛 266555)

摘要:通过对研究区沉积构造等相标志的研究,以层序地层学和沉积学原理为指导,结合室内岩石薄片、粒度分析,识别出冲积扇、辫状河和湖泊3种沉积相类型。并对官庄组的沉积相垂向演化和平面展布有了系统的认识。研究表明:新汶凹陷官庄组自下而上发育冲积扇-辫状河-湖泊和冲积扇两大沉积体系。沉积演化经历了早期凹陷掀斜下沉时的冲积扇、辫状河沉积,中期凹陷扩张阶段的湖泊相沉积,晚期凹陷收缩时的冲积扇进积沉积。

关键词:新汶凹陷;官庄组;沉积相;沉积体系;沉积演化

中图分类号:P512.2

文献标识码:A

前言

新汶凹陷是渤海湾盆地外围第三系的重要露头区之一^[1]。国家地质总局第五普查大队曾在该区古近系官庄组发现较厚暗色地层,指示本区具有一定的含油远景^[2]。

对新汶凹陷新生代地层的研究可以上溯到20世纪50年代。主要是集中在对新生代古生物地层和构造的研究,在沉积相及沉积演化方面,前人虽提出了一些认识,但是研究的系统性、全面性尚不足。本文在收集和总结前人研究成果的基础上,通过对重点剖面的野外观察与实测,运用层序地层学和沉积学的原理和方法对新汶凹陷新生代的沉积特征及演化规律进行系统的研究。

1 区域地质背景

新汶凹陷位于山东省新泰市辖区内,南北边界分别为蒙山凸起和新甫山凸起,西至碗窑头,东达东住佛,面积约400km²。

从凹陷的形成背景看,它受太平洋板块向下插入欧亚板块的影响,处于以尼山穹窿为其旋卷砥柱的鲁西旋转构造区内,是在郯庐断裂左旋运动时形成的。在大地构造区划上属鲁西台背斜、鲁中隆断区、新蒙断块束的一部分^[3]。

新汶凹陷表现为“北断南超”的箕状断陷盆地^[4],北部被新泰-垛庄大断裂切割,南部超覆于古生界或泰山群上。新生代地层就发育于南北两凸起间的狭长地带(图1)。从盆地形态来看,其内部为不对称向斜。

2 沉积地层与层序

受新泰-垛庄断裂的控制,新汶凹陷新生界地层主要分布在北部新甫山凸起和南部蒙山凸起之间的狭长地带,岩层多数倾向北北东,倾角一般25°左右。自下而上官庄组依其岩性和颜色可分为3段,其“粗-细-粗”、“红-黑-红”特征明显。

官庄组下段(E_{2+3g}^1):见于常路镇盘古庄西北,与下白垩统青山组的灰绿色凝灰质中砂岩层呈轻微

收稿日期:2011-03-30; 改回日期:2012-08-20

作者简介:王剑(1984-),男,硕士,从事沉积学方面科研工作。E-mail:wangjian_2605@126.com

基金项目:国家自然科学基金项目(40672078)资助



图1 新汶地区地质简图(据《山东省新泰地质图》修编)

1. 断层;2. 水系。 Q. 第四系;E. 古近系;K. 白垩系;J. 侏罗系;P. 二叠系;C. 石炭系;O. 奥陶系;ε. 寒武系;Ar₃. 太古界;γ_{η2}. 二长花岗岩;γ_{δ1}. 花岗闪长岩

Fig. 1 Generalized geological map of the Xinwen depression

1 = fault; 2 = drainage system. Q = quaternary; E = Eogene; K = Cretaceous; J = Jurassic; P = Permian; C = Carboniferous; O = Ordovician; ε = Cambrian; Ar₃ = Archeozoic; γ_{η2} = adamellite; γ_{δ1} = Granodiorite

角度不整合接触。底部为一套杂色复成分砾岩,砾石成分复杂,主要为石英岩,次为石灰岩、燧石、安山岩及片麻岩等,圆度中等,分选较差,泥质胶结,较松散。官庄组下段为砖红色/灰黄色砾岩、砂岩、泥质粉砂岩和泥岩组成的韵律层;自下而上砾岩逐渐减少,粉砂岩、粘土岩增加;砾岩中石灰岩砾石增加。砂岩成分复杂,多为岩屑砂岩。该段共可划分出SS III A、SS III B两个层序。

官庄组中段(E_{2+3g}²):见于常路镇罗家沟以北。该段沉积物普遍较官庄组下段岩性细、颜色深。由4个“砾岩-砂岩-砂质泥岩-暗色泥岩”所组成的韵律层和一个“泥岩-砂岩”组成的反韵律层段构成。官庄组中段发育多层暗色泥岩,累计厚度可达100m。砂岩类型为灰绿色岩屑砂岩,岩屑含量达25%,分选较好,磨圆中等。该段共可划分出SS III C、SS III D、SS III E、SS III F、SS III G 5个层序。

官庄组上段(E_{2+3g}³):沿着新泰-垛庄大断裂呈北西-南东向带状分布,为一套巨厚的砖红色砾岩。砾石成分主要为古生界石灰岩,包括普通石灰岩、竹叶状灰岩、鲕粒灰岩、燧石条带灰岩,其次为古生界的白云岩、紫红色砂岩等。砾石成分由下往上与

剥蚀的古生界灰岩和太古界花岗片麻岩有明显的倒序关系。砾石的分选、磨圆程度差,多呈次圆-棱角状。以泥质胶结为主,少量为钙质胶结。该段共可划为一个层序SS III H。

3 沉积相类型

在对新汶凹陷露头剖面野外实测及室内分析资料综合研究的基础上,运用沉积学原理,认为该区新生代主要发育冲积扇、辫状河、湖泊3种沉积相类型。

3.1 冲积扇相

冲积扇是气候干热条件下,构造隆起山区风化剥蚀的碎屑物质被间歇性水流带出山口,沉积在缓坡上的扇状堆积体。在平面上一般为扇形或朵页状,剖面上呈楔形或顶平底凸的透镜状^[5]。新汶凹陷冲积扇一般见于盆底和盆缘边界断层处,主要沿着新泰-垛庄断裂呈带状分布。按主要相标志可进一步划分为扇根、扇中、扇缘3个亚相。总体来说,以灰岩砾石沉积为主,杂基为红色砂泥质,显示干旱氧化的环境。

扇根亚相发育在官庄组上段,一般紧贴断层发

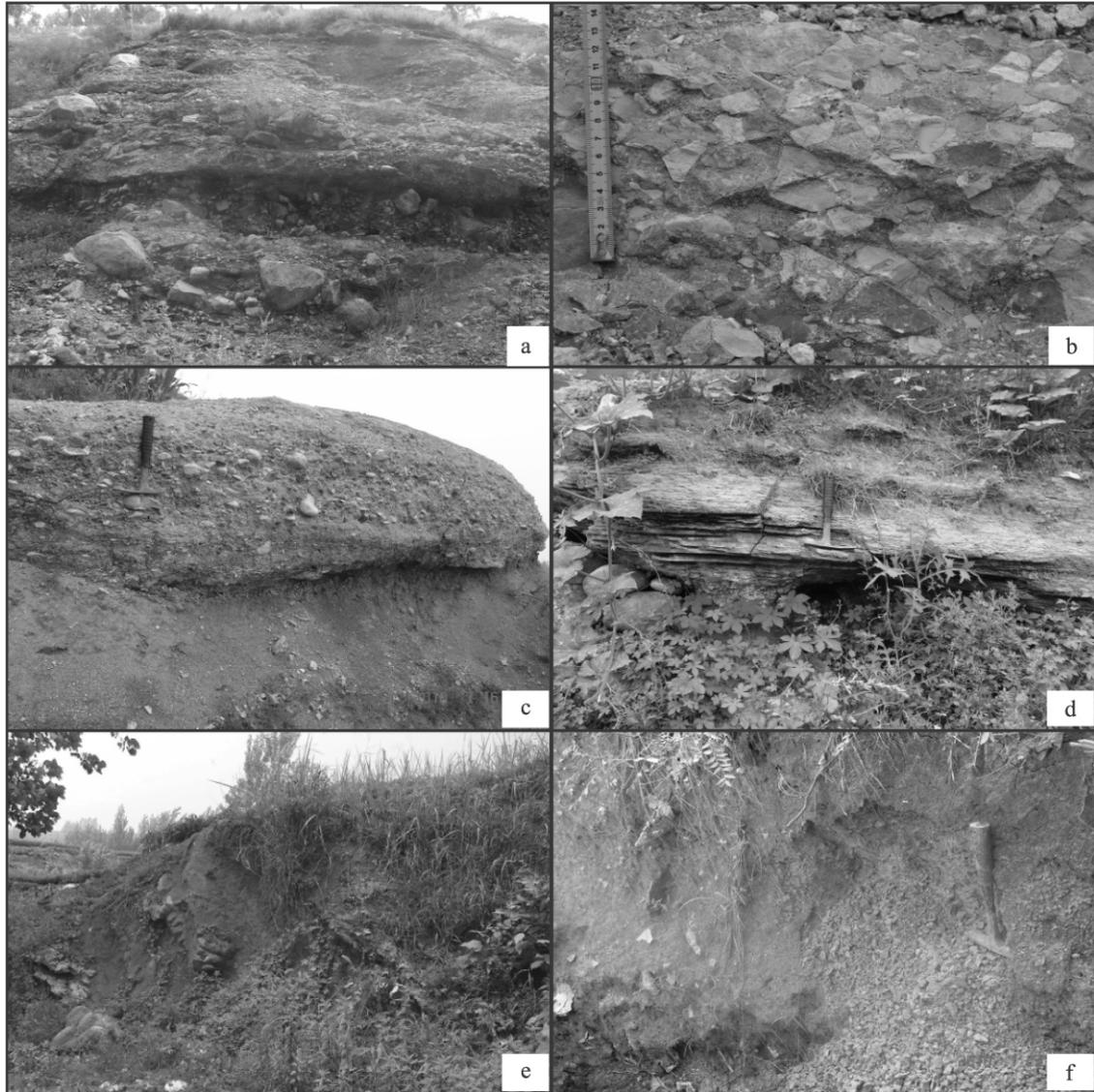


图2 岩石沉积特征

a. 扇根沟道沉积; b. 扇中筛积物; c. 扇缘沉积; d. 辫状河砂岩板状层理; e. 滨浅湖砂泥互层沉积; f. 半深湖暗色泥岩

Fig. 2 Sedimentary characteristics of the studied rocks

a. Proximal ditch deposits; b. Mid-fan sieve deposits; c. Distal fan deposits; d. Tabular bedding in the braided stream sandstones; e. Littoral-shallow lake sand-mud deposits; f. Bathyal lake dark mudstone

育,砾石大小混杂、分选较差,磨圆较差。主要为泥石流沉积和主河道充填沉积。主河道沉积以大块砾石沉积、洪积层理、沟道冲刷面为主要特征,沉积物主要为砾石和砂,分选较差,层理一般不发育,常含直径达半米,棱角状的大块砾石(图2a)。泥石流沉积显示块状层理或不显层理,杂基支撑,由砾、砂、泥、水高度混合,边缘陡而厚,可呈“墙”式的形态^[5];扇中亚相发育于官庄组上段,以辫状河道的冲刷-充填构造较发育为特征,且筛状沉积较发育(图2b),沉积物主要由砂岩、含砾砂岩和砾岩组成。下部砾石呈叠瓦排列,往上砂岩和含砾砂岩呈不明

显的平行和交错层理;扇端亚相在湖盆底部,官庄组下段比较发育。它的坡角变缓,主要沉积细砂-粉砂岩,其底部也常见1~3cm的砾石,分选磨圆变好,主要漫流沉积(图2c)。见不明显的平行层理、交错层理和冲刷充填构造。砂岩主要粉砂级亚岩屑杂砂岩,泥质杂基含量较高,可达20%(图4a)。根据其粒度概率曲线分析可知,其分选系数 $S0=3$,分选较差,为一套重力流性质的沉积(图3b)。通过对野外剖面的观察和实测,并结合相序和沉积物垂向序列综合分析,认为新汶凹陷官庄组上段在垂向上发育3个下细上粗的反韵律旋回,为多期次进积

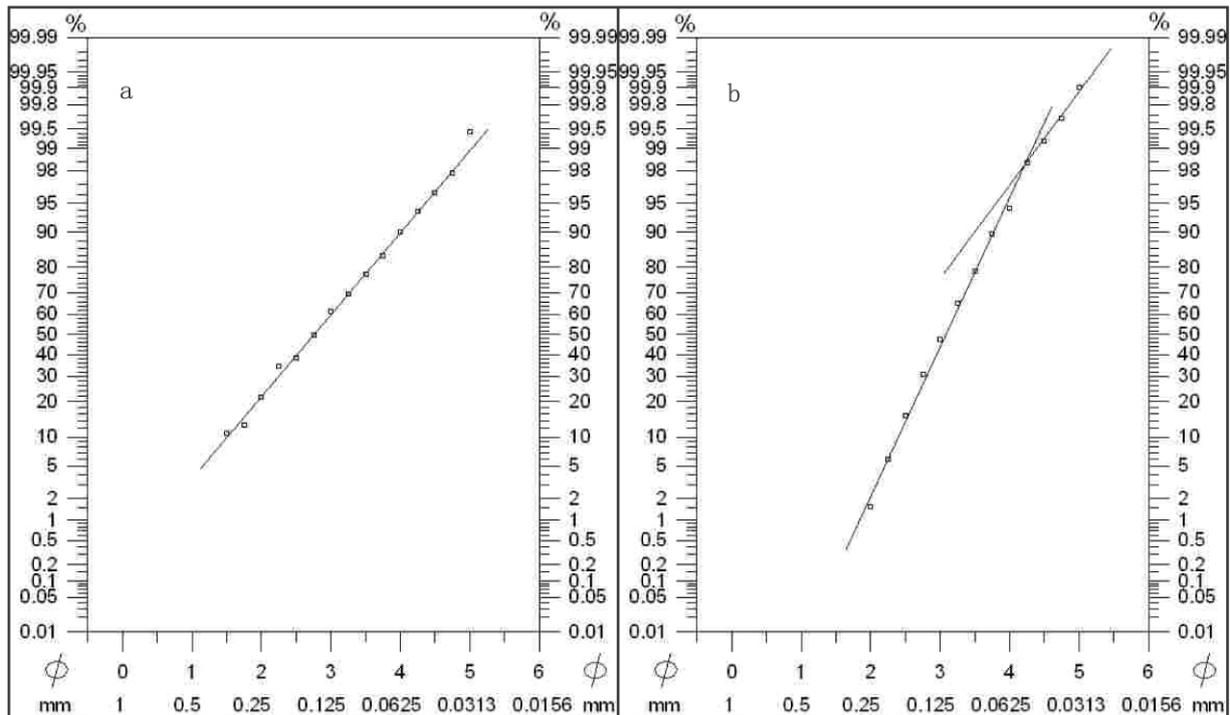


图3 粒度概率曲线

a. 冲积扇缘砂岩,分选系数 $S_0 = 3$,分选差;b. 湖滩粉砂-细粒岩屑砂岩,概率曲线为两段式且斜率较高,不含滚动组分,分选系数 $S_0 = 1.54$,分选好

Fig. 3 Grain size probability accumulation curves for the alluvial fan sandstones (a) and lake beach silty and fine-grained lithic sandstones (b)

(或水退式)冲积扇沉积。

3.2 辫状河相

本区辫状河沉积发育于官庄组下段顶部,与官庄组下段山区洪积沉积呈过渡接触。以含砾砂岩沉积为特征,粒度较粗,成分复杂,成熟度低,以滚动组分为主,分选中等-差。心滩发育,见板状交错层理(图2d)。在垂向上,呈不明显的向上变细的正粒序。河道砂岩对下伏岩层有冲刷。

3.3 湖泊相

发育于官庄组中段。分为滨浅湖、半深湖亚相。滨浅湖位于湖盆边缘、波基面之上,受湖浪和湖水进退的影响明显。主要沉积物有砾、砂、泥。砾石一般叠瓦状排列,长轴平行岸线。砂质沉积受湖浪的反复冲刷,具有较高的成熟度,分选磨圆都比较好。在剖面上,滨浅湖滩以砂泥间互沉积为特征,表现为1~2m泥岩夹0.5m左右的砂岩,且砂岩占整个序列厚度的40%左右(图2e)。砂体形态一般“底平顶凸”或薄层状。沉积结构方面砂岩见不明显的平行层理。岩矿特征上,表现为具有较高的成分成熟度和结构成熟度。稳定矿物石英含量一般60%~70%,长石含量5%~8%左右,岩屑含量20%~25%。粒径0.03~0.5mm,平均0.1mm,分

选较好,为粉-细砂岩。反映了湖浪、沿岸流的反复冲洗作用(图4a)。对所取滨浅湖砂岩进行粒度分析,基本不含滚动组分,跳跃组分含量能达到80%以上,且曲线斜率都相对较高,分选系数 $S_0 = 1.54$,分选较好。说明当时沉积物受湖浪淘洗,导致粒度分布比较集中。

半深湖亚相位于波基面以下水体较深部位,常形成于湖泛期。地处乏氧的弱还原-还原环境,沉积物主要受湖流作用影响,波浪作用已很难影响沉积物表面。岩石类型以粘土岩为主,富含有机质,颜色以暗色为主(图2f)。

4 沉积体系与沉积模式

与整个鲁西南地区一样,早古近纪新汶地区受燕山运动影响,盆缘同沉积铲式断层活动,盆地发生掀斜下沉,形成了整体上由粗粒碎屑物到细粒碎屑物的沉积组合。在此之后,断层进一步活动,盆缘断层内外高差加大,形成了以粗粒砾岩为主的沉积组合。其沉积模式如图5。

本次研究将新汶凹陷古近系沉积建造划分为两类沉积体系。按照地层发育时代的早晚,该区的沉积体系主要为:

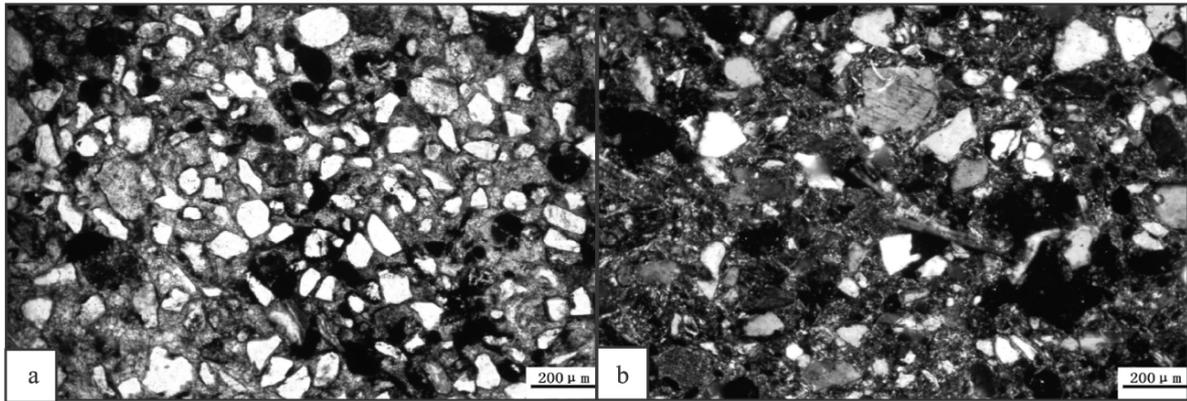


图4 砂岩镜下特征

a. 滨浅湖岩屑石英砂岩,分选好,次圆状 10 × 10(-); b. 扇缘岩屑砂岩 10 × 5(+)

Fig. 4 Microscopic examination of the littoral-shallow lake lithic quartz sandstone (a) and distal fan lithic sandstone (b)

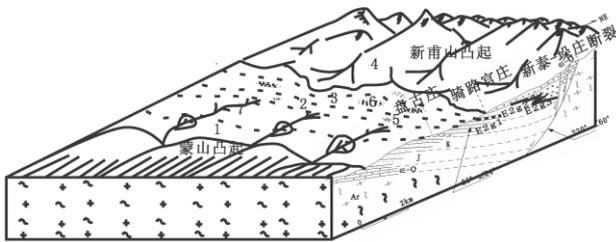


图5 新汶盆地沉积模式图

- 1. 冲积平原; 2. 滨浅湖; 3. 半深湖-深湖; 4. 冲积扇; 5. 浅水碎屑滩坝;
- 6. 生油中心; 7. 辫状河

Fig. 5 Sedimentary model for the Xinwen depression

1 = alluvial plain; 2 = littoral-shallow lake; 3 = bathyal-abyssal lake; 4 = alluvial fan; 5 = shallow-water clastic beach bar; 6 = oil-generating center; 7 = braided stream

(1) 冲积扇-辫状河-湖泊沉积体系

主要发育于官庄组中下段。官庄组下段发育冲积扇相和辫状河相,官庄组中段主要为湖泊相。冲积扇相主要见于常路镇盘古庄附近,辫状河相发育于常路镇罗家沟村西,湖泊相则从罗家沟村东一直延伸到骑路官庄。无论从纵向上还是平面上,几种沉积相存在明显的逐渐过渡关系。并且沿着盆地的短轴即北东方向,向湖盆中心,整体上粒度逐渐变细,直至见到暗色泥岩。

(2) 冲积扇沉积体系

主要发育于官庄组上段。沿着新泰-垛庄断裂呈带状分布。在垂向上,总共可分出3个期次。并且每个期次下部为扇中亚相,上部为扇根亚相。为明显的进积序列。在平面上,沿垂直于断层方向由近及远分别发育扇根、扇中亚相,扇缘亚相因粒度细、受剥蚀而不常见。并且每个地方冲积扇的规模

也不一样。大体上是以新泰市为界,以东的冲积扇体规模较大,如蒙阴完庄水库、蒙阴县上庄、新泰市管家哇等处冲积扇延伸较远,且砾石直径较大,源层最古老的为太古代泰山群花岗片麻岩。新泰以西的榆山、西西周等处的冲积扇规模则较小,砾石源层为古生代灰岩。这可能与新泰-垛庄断裂的不均匀活动强度有关。

5 沉积演化特征

在综合分析新汶凹陷官庄组沉积相类型及沉积体系特征的基础上,对该区沉积演化作出归纳。新汶凹陷官庄组经过早期湖盆下陷,中期湖盆稳定扩张,到晚期湖盆萎缩的发展历程。受燕山运动的影响,在古近纪,断层活动强烈,新泰-垛庄断裂的西南盘下降掀斜形成新汶凹陷的雏形^[6]。盆地的沉积物源为南北两侧的蒙山凸起和新甫山凸起。

官庄组下段沉积时期:盆地处于断陷掀斜下沉期,于常路镇盘古庄一线,在湖盆底部与白垩系青山组的不整合面上发育以复成分砾岩沉积为主的冲积扇沉积,形成层序 SS III A。随着盆地的扩张,向着盆地中心方向出现辫状河沉积,形成层序 SS III B,其底界面为一套河床滞留砾岩,且见冲刷构造,粒度由下向上逐渐变细。

官庄组中段沉积时期:初期,随着盆地的稳定下沉,在常路镇罗家沟一线,辫状河向盆地中心地带过渡为湖泊相。该时期共发育4个完整由“含砾砂岩-泥岩-砂岩”组成的次级旋回,形成了 SS III C、SS III D、SS III E、SS III F 4个层序。层序识别标志都为是一套厚度不等湖泛泥岩,泥岩厚度累计达100多米;末期,湖盆开始收缩,湖平面下降,向湖盆中心发生

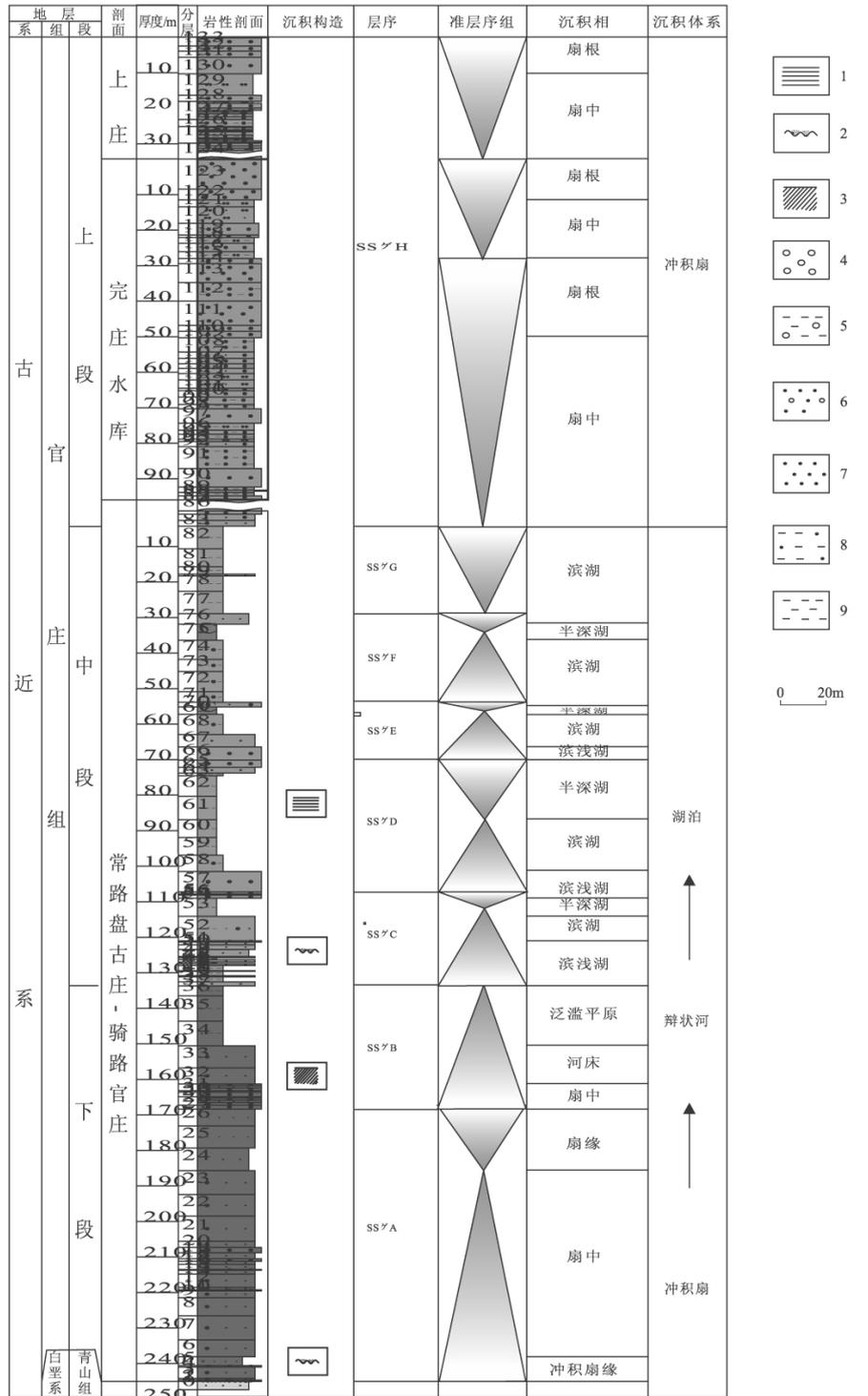


图6 新汶盆地官庄组沉积环境综合分析柱状图

1. 水平层理; 2. 冲刷面; 3. 斜层理; 4. 砾岩; 5. 含砾泥岩; 6. 含砾砂岩; 7. 砂岩; 8. 砂质泥岩; 9. 泥岩

Fig.6 Column of the sedimentary environments in the Guanzhuang Formation, Xinwen depression

1 = horizontal bedding; 2 = scour surface; 3 = oblique bedding; 4 = conglomerate; 5 = gravel-bearing mudstone; 6 = gravel-bearing sandstone; 7 = sandstone; 8 = sandy mudstone; 9 = mudstone

进积作用,沉积一套由“红褐色砂质泥岩-含砾砂岩”组成的反韵律碎屑物质,代表湖盆的逐渐消亡。发育层序 SSⅢG,层序识别标志为上覆洪积砾岩。

官庄组上段沉积时期:湖泊消亡,边界断层活动加剧,北部山岭高差加大,沿断层走向北西-南东向发育一系列冲积扇,向盆地中心快速堆积了上千

米的大套钙质砾岩层。形成层序 SS III H, 主要为湖盆收缩体系域构成。

古近纪末期, 喜山运动使新汶凹陷抬升遭受剥蚀^[7]。总体来说, 官庄组为陆相沉积, 下段为冲积扇和辫状河相, 中段以湖泊相为主, 上段为山麓冲积相。地壳运动控制着盆地的发展过程, 官庄组沉积期间, 盆地经历了由发展到逐步消亡的过程(图6)。

6 结论

(1) 官庄组下段以砾岩和砂岩沉积为主, 发育层序 SS III A、SS III B; 官庄组中段以细粒的砂泥沉积为主, 发育层序 SS III C-SS III G; 官庄组上段以砾岩沉积为主, 发育层序 SS III H。

(2) 官庄组发育冲积扇、辫状河、湖泊 3 种主要的沉积相类型。

(3) 受构造运动的影响, 新汶凹陷经历了官庄

组沉积早期冲积扇-辫状河沉积, 中期湖泊沉积, 至晚期冲积扇沉积。分别对应了盆地掀斜下沉、盆地稳定发展、盆地收缩 3 个发展阶段。

参考文献:

- [1] 赵澄林等. 渤海湾早第三系油区岩相古地理及储层[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- [2] 中国石油地质志(卷6)胜利油田石油地质编写组. 胜利油田[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993.
- [3] 陈世悦. 鲁东地区地质专题实习指导书[M]. 东营: 中国石油大学出版社, 2008. 88-118.
- [4] 李临华. 鲁西中新生代盆地充填序列及盆地类型[J]. 油气地质与采收率, 2009, 16(3): 50-53.
- [5] 姜在兴. 沉积学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- [6] 肖丙建, 刘广哲, 夏立献等. 蒙阴盆地的成生与演化[J]. 山东国土资源, 2003, 19(4): 21-25.
- [7] 杨伟, 朱文斌, 郭随平等. 鲁西南地区新生代盆山耦合作用的[J]. 原子能科学技术, 2008, 42(6): 557-550.

Sedimentary evolution of the Guanzhuang Formation in the Xinwen depression, Shandong

WANG Jian¹, CHEN Shi-yue², ZHANG Bao-zhen¹

(1. *Experimental Testing Institute of Xinjiang Oil Field Company, Karamay 834000, Xinjiang, China*; 2. *College of Geo-resources and Information, Qingdao 266555, Shandong, China*)

Abstract: With the aid of sequence stratigraphic and sedimentological principles, the types, vertical evolution and planar distribution of sedimentary facies are dealt with on the basis of field observations of sedimentary structures, thin section examination and grain size analysis for the Guanzhuang Formation in the Xinwen depression, Shandong. The three types of sedimentary facies are recognized including the alluvial fan, braided stream and lake facies, and two sedimentary systems are developed including alluvial fan-braided stream-lake and alluvial fan depositional systems in an ascending order in the Guanzhuang Formation. The sedimentary evolution covered the alluvial fan and braided stream deposits during the early stage, lake deposits during the middle stage and alluvial fan progradational deposits during the late stage.

Key words: Xinwen depression; Guanzhuang Formation; sedimentary facies; sedimentary system; sedimentary evolution