

渤海湾地区中生代构造活动与沉积作用

徐振中¹ 陈世悦¹ 王永诗²

(1.石油大学(华东)地球资源与信息学院,山东 东营 257061;

2.胜利油田地质科学研究院,山东 东营 257015)

摘要:通过研究渤海湾及周边地区中生代南部典型露头剖面的沉积特征及中部岩相古地理特征,认为中生代渤海湾地区由一系列受到断层严格控制断陷盆地组成,主要发育冲积扇-河流-湖泊沉积体系,湖泊内部包括滨浅湖、滩坝和半深湖等亚相;经历了由冲积扇-河流沉积体系向上演化为湖泊沉积体系,再逐渐演化为冲积扇-河流沉积体系的过程;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在渤海湾地区侏罗纪盆地充填中起到主要的控制作用;郯庐断裂的左行走滑在渤海湾地区白垩纪盆地充填中起到主要的控制作用。

关键词:渤海湾地区;中生代;断陷盆地;构造;沉积

中图分类号:P534.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2006)01-0201-11

渤海湾盆地位于华北板块的东部,属于油气勘探的成熟盆地,但资源探明程度仅为 45%,以往的勘探工作集中于古近系沙河街组^[1]。随着油气田开发和勘探程度的不断提高,寻找后备储量的主要方向趋向深层。

渤海湾地区(渤海湾新生代盆地覆盖的区域)是中、新生代区域性伸展拉张,叠加上郯庐断裂带平移拉分 and 走滑所形成的复式盆地^[2-3]。中生代渤海湾地区经历了印支运动和燕山运动,其发育与演化是在西伯利亚板块、华北板块和扬子板块相互作用及郯庐断裂的活动背景下进行的。渤海湾地区中生代的岩相古地理特征及演化明显地反映了区域构造的控制,盆地中充填和保存的沉积岩能够完整地提供外力驱动盆地演化的记录^[4],笔者主要对渤海湾及周边地区南部的野外露头及其中部的钻孔岩心、测井资料和地震资料进行了详细的研究(图 1),旨在讨论构造活动与沉积作用的时空关系,为渤海湾盆地中生界的油气资源勘探奠定基础。

1 渤海湾及周边地区南部露头剖面的沉积特征

1.1 二郎山剖面

二郎山剖面(下侏罗统)位于新汶盆地汶南镇的二郎山(图 2),主要发育一套下侏罗统紫红色砾岩、砂岩。该剖面主要由 4 段组成(图 3),I 段为紫红色块状砾岩(图版 I-1);粒径为 1~10 cm,大多为 4 cm;砾石分选差,次棱角状到次圆状;砂质胶结,颗粒支撑结构;从底向上粒度逐渐变小,无漂砾。II 段为紫色砾岩与紫色含砾粗砂岩互层,从下向上砾岩厚度逐渐变薄,而砂岩厚度逐渐增加;砾岩粒径为 0.5~2 cm,大多为 1 cm,较下部 I 段粒径有所减少;泥质胶结,杂基支撑结构;含砾粗砂岩中砾石含量较少,发育平行层理。III 段下部

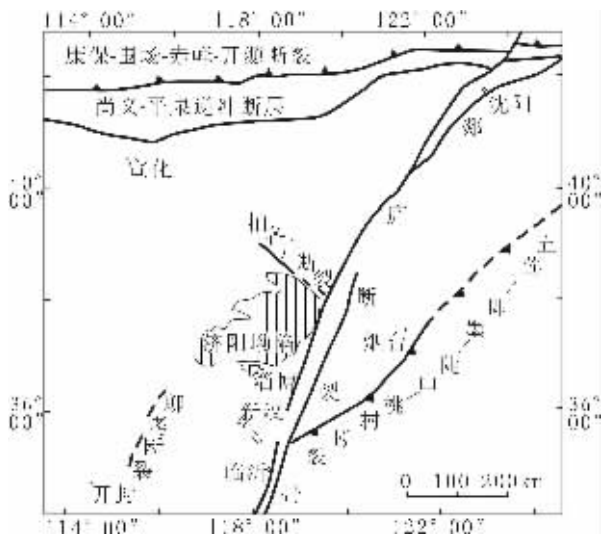


图 1 渤海湾及周边地区中生代构造轮廓简图

Fig.1 Mesozoic tectonic outline map of the Bohai Gulf area and its surrounding areas

收稿日期:2005-05-08;改回日期:2005-09-15

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

作者简介:徐振中,男,1970年生,博士生,工程师,主要从事沉积盆地分析;E-mail:xzz7010@126.com。

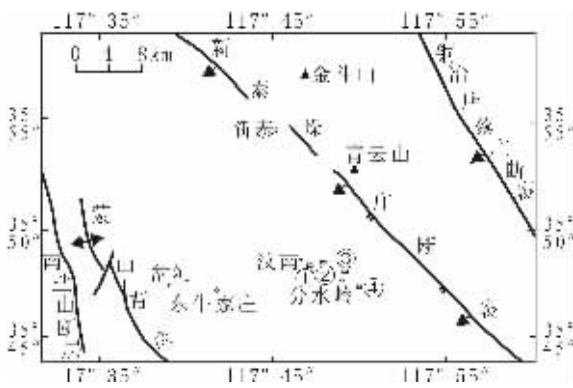


图2 山东新泰汶南地区构造格架及露头剖面位置图

- ①—二郎山剖面;②—二郎山东北细水沟剖面;
- ③—官家庄公路旁剖面 01;④—官家庄公路旁剖面 02

Fig.2 Tectonic framework of the Wennan area and location of the outcrop section in Xintai, Shandong

- ①—Erlangshan section;②—Xishuigou section northeast of Erlangshan;
- ③—Section 01 beside the Gongjiazuang motorable road;
- ④—Section 02 beside the Gongjiazuang motorable road

为紫色含砾粗砂岩,上部为紫色粗砂岩,平行层理和楔状交错层理发育(图版 I-2)。IV段为紫色中细砂岩,大型平行层理和槽状交错层理发育。

上述特征反映出二郎山剖面发育在盆地边缘地带,具有自下而上粒度逐渐变细,层理类型由块状过渡到大型交错层

理、平行层理的特点,反映了山麓冲积环境的快速沉积,属于典型冲积扇前缘至辫状河流沉积。

1.2 二郎山东北细水沟剖面

中侏罗统中下部位于新汶盆地汶南镇二郎山东北水沟(图2),主要由一套灰色细砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩组成韵律层,部分粉砂质泥岩中夹细砂岩透镜体。主要有5段组成(图4),I段为单层厚约3mm的灰色粉砂质泥岩夹灰色细砂岩透镜体。II段为灰色泥岩和灰色泥质粉砂岩互层,下部泥多砂少,向上砂逐渐增多,灰色泥岩单层厚约1mm,而灰色泥质粉砂岩单层厚仅2mm左右。III段为灰色薄层(单层厚约3mm)粉砂质泥岩,中间夹一段厚约30cm的灰色砂岩透镜体。IV段为灰色粉砂质泥岩夹细砂岩透镜体,细砂岩透镜体中发育小型板状交错层理和泥岩撕裂屑(图版 I-3)。V段为灰色泥岩夹两个交叉的细砂岩透镜体(图版 I-4)。

上述特征反映出二郎山东北水沟剖面发育在盆地中心地带,具有粒度较细、层理类型以水平和波状层理为主的特点,岩性上以灰色泥岩、砂质泥岩沉积为主,夹有砂岩透镜体,反映出浅湖沉积特征,透镜状砂体为滩坝砂体和小型三角洲砂体。

1.3 官家庄公路旁剖面 01

上侏罗统主要位于新汶盆地汶南镇官家庄公路旁(图2),主要为一套灰色薄层(层厚约2mm)水平层理发育的粉砂质泥岩和泥岩夹有少量灰色薄层(层厚5mm)细砂岩(图5,图版 I-5)。反映出这一剖面发育在盆地中心地带,具有浅湖

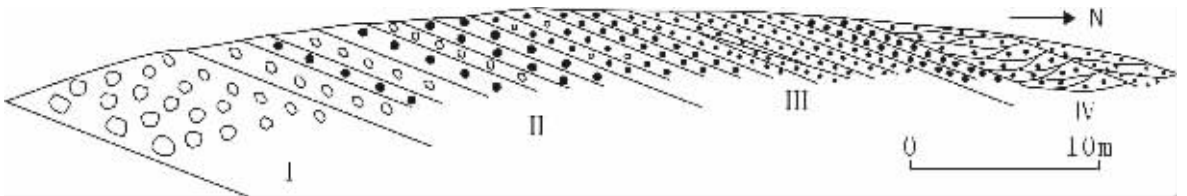


图3 山东新泰汶南地区二郎山剖面素描(下侏罗统)

Fig.3 Sketch of the Erlangshan section in the Wennan area(Lower Jurassic), Xintai, Shandong

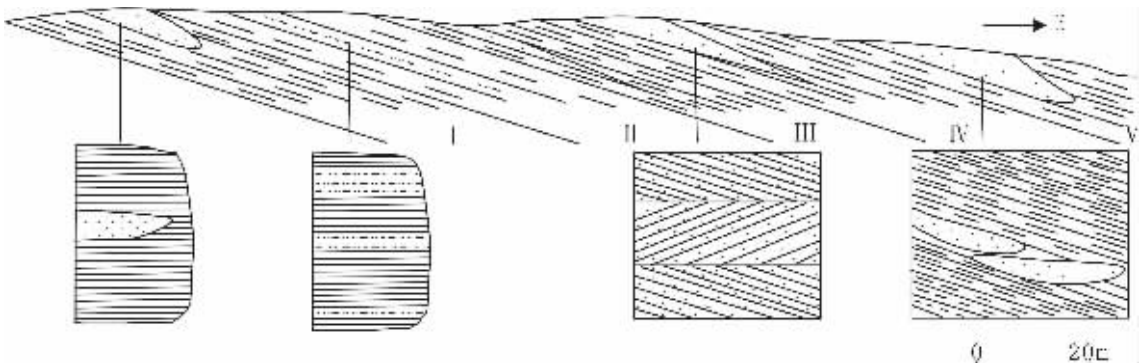


图4 山东新泰汶南二郎山东北细水沟剖面素描(中侏罗统)

Fig.4 Sketch of the Xishuigou section northeast of Erlangshan in Wennan (Middle Jurassic), Xintai, Shandong

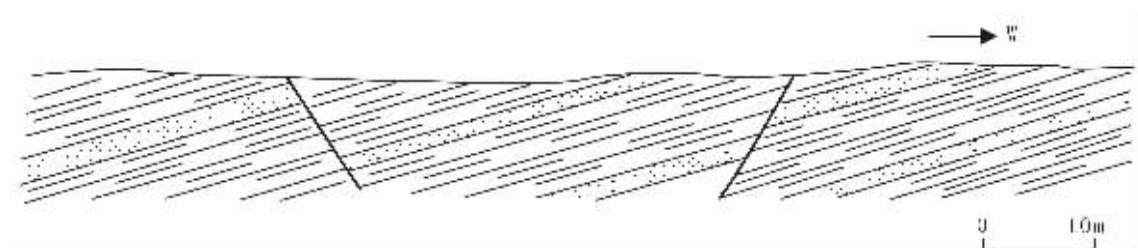


图 5 官家庄公路旁剖面 01 素描(上侏罗统)

Fig.5 Sketch of section 01 beside the Gongjiazhuang motorable road (Upper Jurassic)

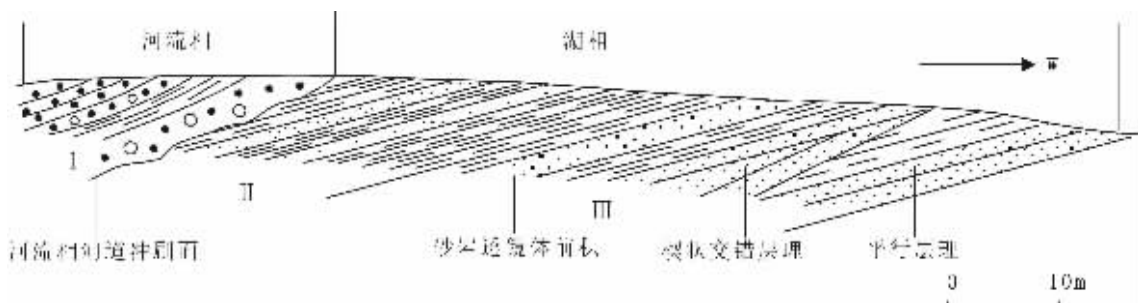


图 6 山东新泰官家庄公路旁剖面 02 素描 (上侏罗统和白垩系)

Fig.6 Sketch of section 02 beside the Gongjiazhuang motorable road (Upper Jurassic and Cretaceous) in Wennan, Xintai, Shandong

到半深湖的沉积特征

1.4 官家庄公路旁剖面 02

汶南官家庄分水岭—青山口组剖面位于新汶盆地汶南镇官家庄公路旁(图 2),为上侏罗统顶部和白垩系的底部(图 6)。上侏罗统的顶部主要有两段(Ⅱ段和Ⅲ段);Ⅲ段的下部主要由一套平行层理发育的灰色粉、细砂岩互层构成,中部主要为一套楔状交错层理发育的灰色粉、细砂岩夹有少量薄层灰色泥岩,上部主要由一套灰色泥岩夹具前积结构的细砂岩透镜体组成(图版 I-6);Ⅱ段主要由一套灰色水平层理发育的薄层(5mm)粉砂泥岩夹薄层粉砂岩构成。而白垩系的底部(I段)主要为一套杂色块状含砾粗砂岩、粗砂岩夹有薄层紫色泥岩,含砾粗砂岩中的砾石从底向上逐渐变小,最后变成粗砂岩,构成明显的正旋回沉积,杂色含砾砂岩对下伏的灰色泥岩有明显的冲刷作用(图版 I-7),反映出河道冲刷沉积的特征。

汶南官家庄分水岭—青山口组剖面具有自下而上粒度由细变粗,层理类型由水平层理、平行层理到楔状交错层理,直至河道冲刷沉积的特征,反映了沉积环境从湖相的还原环境到三角洲相的弱氧化、弱还原再到河流相氧化环境的转化过程。

1.5 淄博市昆仑镇禹王山地层剖面(中、下侏罗统)

禹王山中、下侏罗统地层剖面位于淄博市昆仑镇的西北部禹王山附近(图 7),中、下侏罗统底部主要由 4 段构成(图 8), I 段主要为具有块状构造的灰色砾岩和平行层理及槽状交错层理发育的含砾粗砂岩互层,砾岩对下伏岩层有显著的

冲刷作用(图版 I-8),砾岩粒径为 0.5~1.2 cm,分选较好,砂泥充填,主要为基质支撑结构。Ⅱ段主要为具有块状构造的紫红色砾岩和平行层理及楔状交错层理发育的紫色含砾粗砂岩互层,砾岩对下伏岩层有显著的冲刷作用,砾岩磨圆较好,粒径为 1~5 cm,粗砂充填,主要为砾石支撑结构,自下而上砾岩层厚度逐渐减小,而含砾粗砂岩厚度逐渐增加。Ⅲ段主要为薄层紫色砾岩和平行层理发育的紫色含砾粗砂岩互层,较下部两段,砾岩层厚度明显减小,含砾粗砂岩厚度明显增加,而且粒径有所减小。Ⅳ段主要为槽状交错层理发育的灰色细砂岩(图版 II-1)。

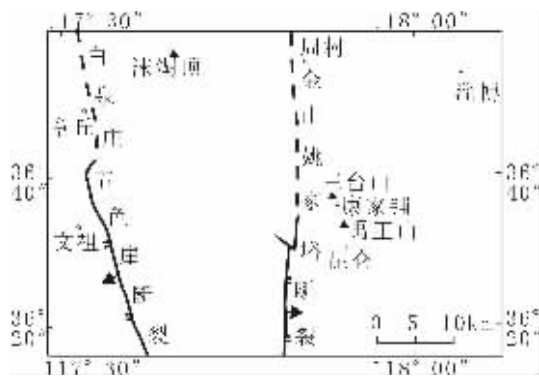


图 7 山东淄博地区构造格架及露头剖面位置图

Fig.7 Tectonic framework of the Zibo area and location of the outcrop section

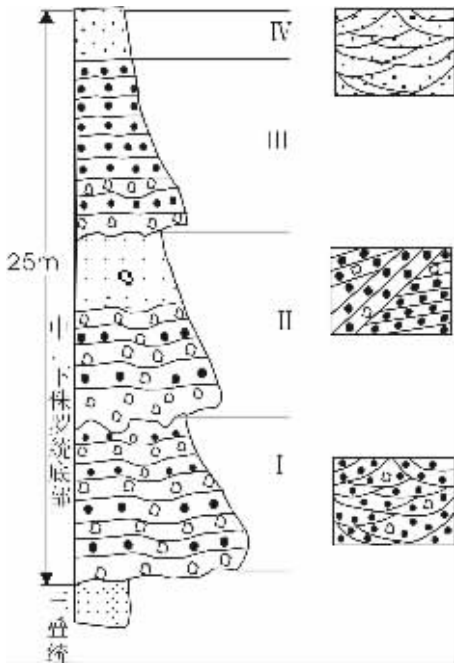


图8 山东淄博地区禹王山中、下侏罗统下部剖面素描
Fig.8 Sketch of the Mid-Lower Jurassic section of Yuwangshan in Zibo area, Shandong

上述特征反映出禹王山中、下侏罗统底部发育在盆地边缘地带,三层砾岩到砂砾岩的正旋回沉积,具有自下而上粒度逐渐变细、层理类型由块状过渡到大型交错层理、平行层理的特点,反映了山间河流冲积环境的快速沉积,属于典型辫状河流沉积。

中、下侏罗统中部受到大型煌斑岩体的侵入,粉砂岩和泥岩发生轻微变质,表现为粉砂岩颜色变成了褐色,而深灰色的泥岩变成了黑色。粒度较下部地层明显变细以及深灰色泥岩的出现,反映了中、下侏罗统中部已经从河流相转变到浅湖相。

1.6 淄博市昆仑镇三台山地层剖面(上侏罗统)

三台山地层剖面位于淄博市昆仑镇康家铺附近(图7)。在康家铺的东南侧发育上侏罗统的底部地层(图9),为3套由粗到细的正旋回构成,在每个旋回的底部,是一层杂色的细砾岩(细砾岩中有小砾石顺层排列现象),向上变为紫色和灰

绿色的泥质粉砂岩(图版II-2)。这3套正旋回沉积整体上看自下而上具有砾岩的粒度逐渐变小、小砾石顺层排列的特点,反映出水流方向由东到西,属于辫状河的沉积。

在康家铺的西北侧与三台山之间发育上侏罗统的顶部地层(图9),主要为大型交错层理(板状、楔状和槽状)(图版II-3)发育的紫红色薄层(厚2mm)粉细砂岩。在三台山的山脚下直到三台山的顶部近100m的灰色细砂岩中,楔状和槽状交错层理非常发育(图版II-4),反映了曲流河河道砂体的稳定沉积。

上侏罗统的底部和中上部地层的沉积特征反映了辫状河向曲流河的转变。

总的来看,新汶地区4条剖面反映出新汶中生代盆地发育冲积扇-河流-湖泊沉积体系,湖泊内部包括滨浅湖、滨浅湖滩坝和半深湖等亚相沉积。从纵向演化来看,经历了冲积扇-河流向上演化为湖泊沉积,再逐渐演化为河流沉积的过程;淄博地区两条剖面反映出淄博侏罗纪盆地较强烈的河流沉积,其间夹有浅湖相沉积的深灰色泥岩,表明也有湖泊相发育(图10)。

2 渤海湾及周边地区中部岩相古地理特征

通过对渤海湾及周边地区中部济阳拗陷中生代沉积环境分析表明,中部主要发育冲积扇、河流、三角洲、扇三角洲和湖泊等5类沉积体系,它们的发展演化在时空上具有明显的规律性。

2.1 侏罗纪

本区侏罗纪为一受到北西向断层控制而相互分割的山间盆地,每两条北西向断层之间为一湖盆(图11)。扇三角洲发育于湖盆靠近北西向断层东北侧陡坡边缘区,尤其以孤西断层附近较为发育,沉积物主要为杂乱堆积的杂色厚层块状砂砾岩(图版II-5)和薄层泥岩。冲积扇-河流-三角洲沉积体系分布于北西向断层南西侧的缓坡边缘区和小湖盆的长轴方向(北西-南东)的河流较短,沉积物粒度较粗,成分成熟度和结构成熟度相对偏低,石英含量为30%~36%,长石为25%~50%,岩屑为35%~43%,泥质含量为5%~9%。颗粒分选差,磨圆棱角状到次棱角状(图版II-6);分布于小湖盆的长轴方向(北西-南东)的冲积扇-河流-三角洲沉积体系中的

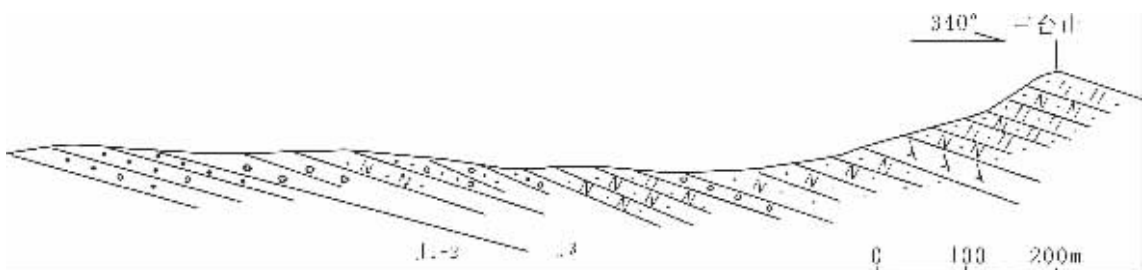
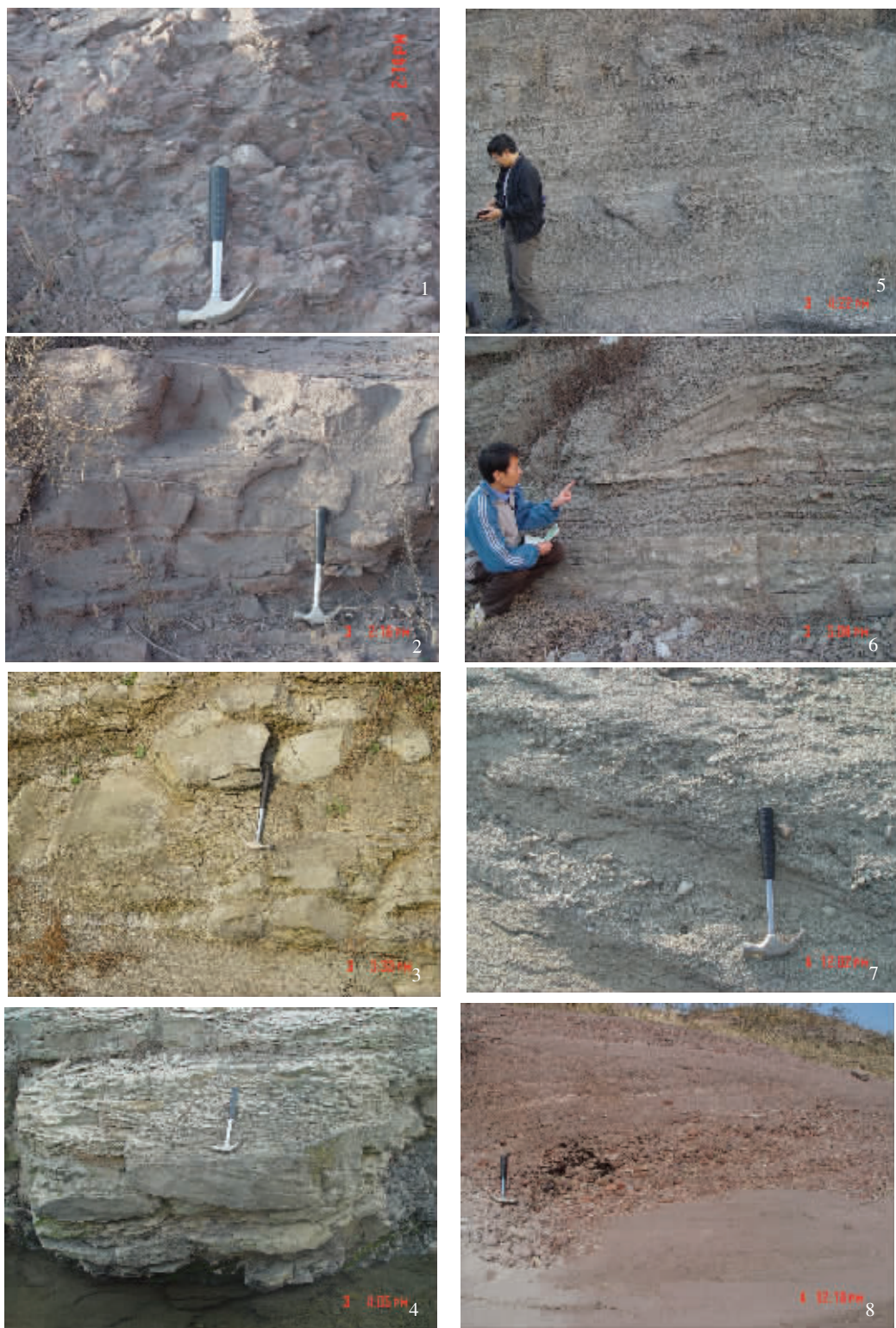


图9 山东淄博地区三台山上侏罗统剖面素描
Fig.9 Sketch of the Upper Jurassic section of Santaishan in Zibo area, Shandong

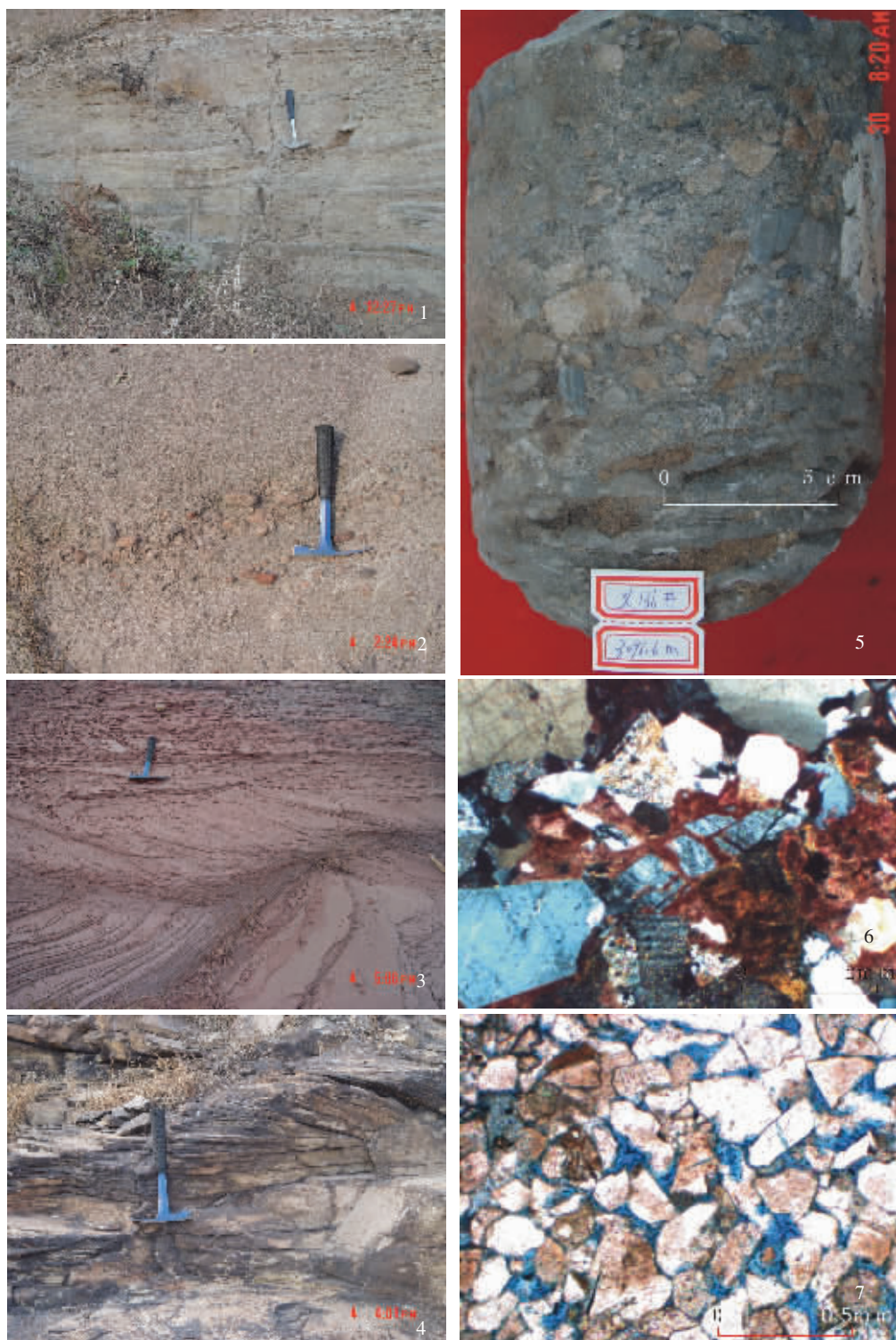
图版 | Plate I



1—紫红色块状砾岩;2—楔状交错层理;3—发育小型板状交错层理的细砂岩透镜体;4—灰色泥岩中夹有两个交叉的细砂岩透镜体;
 5—薄层灰色泥岩和泥质粉砂岩互层;6—前积结构的细砂岩透镜体;7—河道冲刷;8—河道冲刷

1—Purplish red massive conglomerate;2—Wedge-shaped cross-bedding;3—Fine sandstone lens with small-scale platy cross-bedding;
 4—Two intersecting fine sandstone lenses in gray mudstone;5—Alternating thin beds of gray mudstone and argillaceous siltstone;
 6—Fine sandstone lens with foreset configuration;7—Scour(Xinwen basin, the bottom of the Cretaceous);8—Channel scour

图版 II Plate II



1—槽状交错层理;2—正旋回;3—大型槽状交错层理;4—楔状交错层理;5—杂乱堆积的杂色块状砂砾岩(义136井,3096.6m);

6—含砾粗粒长石岩屑砂岩,次棱角状(大43-35井,1768.7m,单偏光,d=6.4mm);

7—细粒长石砂岩,次圆状(桩181井,3020.6m,单偏光,d=1.6mm)

1—Trough cross-bedding;2—Positive cycle;3—Megatrough cross-bedding;4—Wedge-shaped cross-bedding;5—Chaotically accumulated mottled massive sandy conglomerate (Yi136 well, 3096.6 m);6—Pebbly coarse-grained feldspar lithic sandstones, subangular (Da43-35 well, 1768.7 m; plane polarized light; d=6.4 mm);7—Fine-grained feldspar sandstones, subrounded (Zhuang 181 well, 3020.6 m; plane polarized light; d=1.6mm)

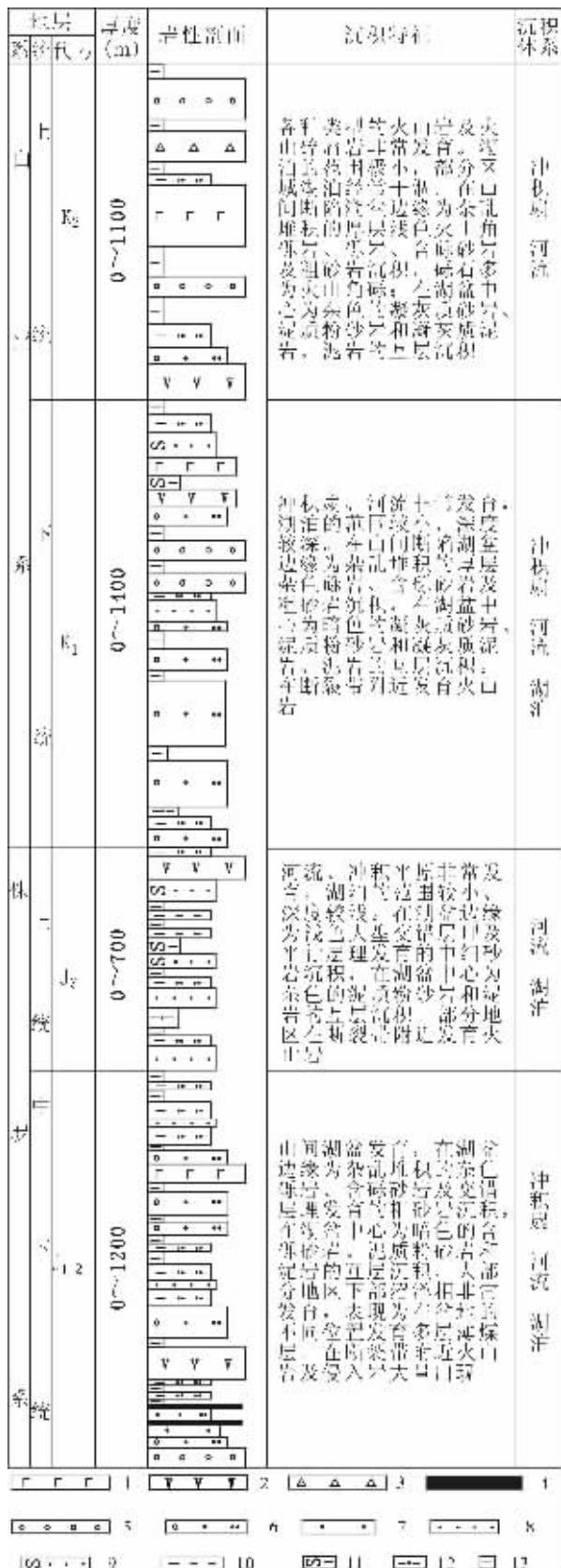


图 10 渤海湾及周边地区中生界综合柱状简图
 1—侵入岩;2—火山岩;3—角砾岩;4—煤层;5—砾岩;
 6—含砾砂岩;7—粗砂岩;8—中细砂岩;9—凝灰质砂岩;
 10—泥质砂岩;11—凝灰质泥岩;12—砂质泥岩;13—泥岩

Fig.10 Mesozoic composite columnar sections in the Bohai Gulf area and its surrounding areas
 1—Intrusive igneous rocks;2—Lava;3—Breccia;4—Coal bed;
 5—Conglomerate;6—Pebbled sandstones;7—Coarse sandstone;
 8—Fine to medium sandstones;9—Tuffaceous sandstones;
 10—Argillaceous sandstones;11—Tuffaceous mudstones;
 12—Sandy mud;13—Mudstone

河流较长,沉积物粒度较细,成分成熟度和结构成熟度相对偏高,石英含量为 50%~60%,长石为 16%~27%,岩屑为 13%~22%,泥质含量为 3%~8%。颗粒分选中等至好,磨圆次棱角状到次圆状(图版 II-7)。滨浅湖主要分布于两条北西向断层之间,并且偏向断层的东北侧。物源主要来自小湖盆的长轴方向(北西—南东)以及靠近北西向断层的南西侧。此时气候潮湿多雨,北西向断层的幕式逆推导致沉积物的堆积速度和湖盆可容空间不断变化,湖平面频繁升降,以致在湖盆的不同位置都有多层薄煤层的沉积。这一时期湖盆面积时大时小,湖水深浅也在不断变化,但总的来说湖水较浅,主要发育滨浅湖亚相,半深湖仅在局部区域有所发育。

2.2 白垩纪

白垩纪时研究区仍然为一受到北西向断层控制并相互分割的山间盆地,每两条北西向断层之间为一湖盆(图 12),但这一时期的湖盆已经不是侏罗纪的湖盆,具体表现为冲积扇—河流—三角洲沉积体系在北西向断层南西侧、东北侧和湖盆的长轴方向(北西—南东)均有分布,但是这种沉积体系的配置在断层的两侧及湖盆的长轴方向上是不同的,在北西向断层南西侧河流较短,有时冲积扇直接入湖转变为扇三角洲的沉积;在北西向断层东北侧和小湖盆的长轴方向上河流较长,滨浅湖和半深湖偏向于断层的南西侧,且半深湖仅仅在局部区域有发育。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。此时气候时而潮湿多雨时而寒冷干燥(沾北 3 井 1587.54~1637.72 m 和 1656.23~1671.15 m 井段灰色和紫色中细砂岩相互穿插沉积),北西向断层的幕式拉伸导致沉积物的堆积速度和湖盆可容空间不断变化,湖平面频繁升降。这一时期湖盆面积时大时小,湖水深度也在不断变化,但总体来说湖水较浅,主要发育滨浅湖亚相,半深湖仅仅在局部区域有发育。

3 渤海湾及周边地区北部沉积特征

根据渤海湾及周边地区北部渤海(渤海湾盆地的海域部分)中生界的分布范围和控盆断裂的分布分析,渤海经历了中生代晚侏罗世到早白垩世广泛的断陷成盆,中生界在渤海西部主要受 NW 向断层控制^[6],例如: NW 向柏各庄断裂(渤

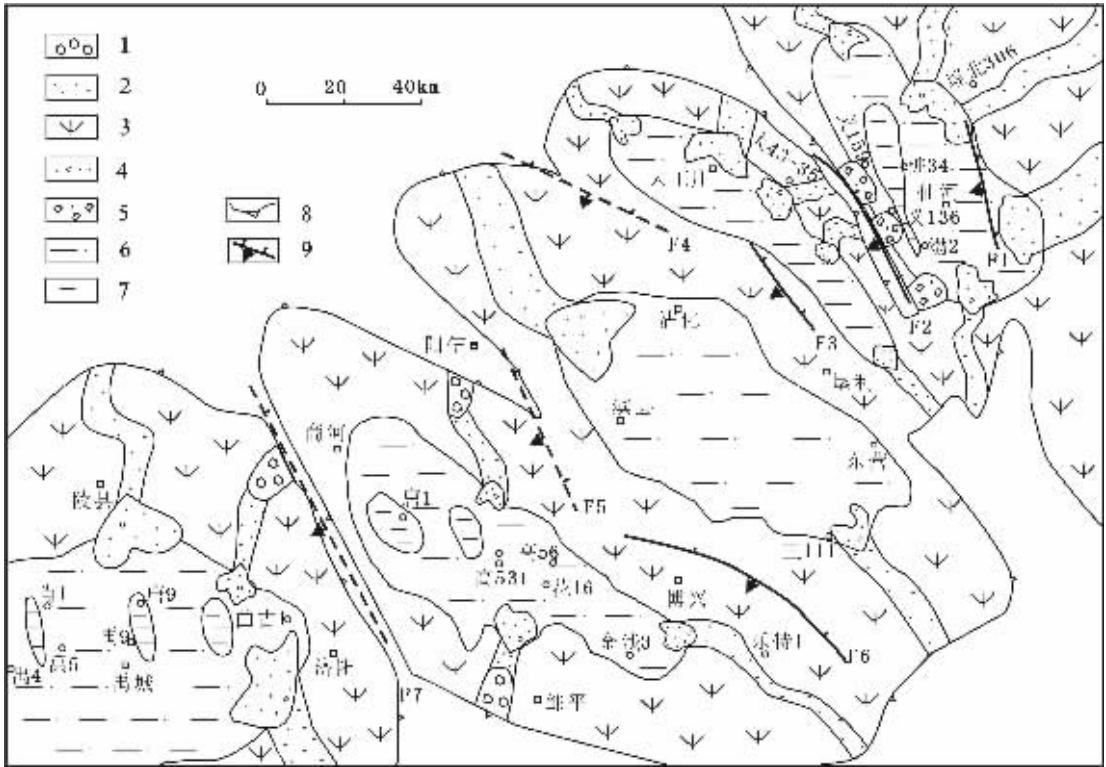


图 11 济阳拗陷侏罗系沉积相图

1—冲积扇;2—河流相沉积;3—三角洲沉积;4—扇三角洲沉积;5—滨浅湖沉积;6—冲积平原沉积;7—半深湖沉积;8—盆地边界;
9—北西向断层;F₁—五号桩断层;F₂—孤西断层;F₃—罗西断层;F₄—车西断层;F₅—阳信断层;F₆—石村断层;F₇—滋镇断层

Fig.11 Jurassic sedimentary facies in the Jiyang depression

1-Alluvial fan;2-Stream deposit;3-Delta deposit;4-Fan delta deposit;5-Lakeshore and shallow lake deposit;6-Alluvial plain deposit;
7-Semi-deep lake deposit;8-Basin boundary;9-NW-trending fault;F₁-Wuhaozhuang fault;F₂-Guxi fault;F₃-Luoxi fault;F₄-Chexi fault;
F₅-Yangxin fault; F₆-Shicun fault;F₇-Zizhen fault

张断裂带的一段)控制了中生界 3 个大型冲积扇的分布;而在东部受 NNE 向断层控制,这表明中生代控盆断裂严格控制了中生界沉积^[7]。中生界侏罗系主要为一套中基性火山岩,自上而下为灰绿色、灰紫色安山岩、凝灰质角砾岩、灰—灰绿色玄武质安山岩、凝灰岩和凝灰质砂岩;白垩系东部地区见大段安山岩夹凝灰质泥岩,其他地区见砂岩、泥岩夹石灰岩、玄武岩等薄层^[8]。

4 区域构造演化对沉积的控制作用

中生代华北地台进入地质活动强烈的时期,位于华北地台东部的渤海湾盆地也进入了相对活跃的地质时期。

早、中三叠世渤海湾地区所在的整个华北地区,继承了晚海西期以来的构造格局和沉积特点,地势北西高、南东低,为一南陡北缓、呈 NWW 向展布的大型内陆沉积盆地,盆地范围南至秦岭,北抵阴山,西起鄂尔多斯以西的贺兰山,东至徐淮地区和郯庐断裂带及其以东的北黄海地区,自下而上沉

积了刘家沟组、和尚沟组、二马营组,为一套以河湖相、沼泽相为主的红色、杂色砂页岩、泥质岩建造^[9-10]。

晚三叠世,受印支运动的影响,聊考断裂以东地区被抬升^[11],渤海湾及周边地区南部早、中三叠世沉积的地层受到大面积的剥蚀;渤海湾及周边地区中部主要受控于扬子板块与华北板块碰撞挤压所产生的挤压应力场,板块内部发生挤压调整并形成了以 NW 向逆冲断层为主的隆拗相间的构造格局^[6,8,12,13],本区整体处于抬升剥蚀状态;渤海湾及周边地区北部仅仅在局部地区有残留地层^[14]。渤海湾及周边地区大部分区域早、中三叠世沉积的地层受到剥蚀与北部的西伯利亚板块向南挤压华北板块和扬子板块向北推挤华北板块及郯庐断裂左行走滑作用的剪压构造机制是相吻合的^[6,12,13]。

早中侏罗世,即燕山运动早期,新华夏系的沂沭断裂和聊考断裂作左行扭动,渤海湾及周边地区南部形成 NEE 向断陷盆地^[11],主要沉积了一套冲积扇—河流—湖泊体系的杂色粗碎屑岩和暗色泥岩;渤海湾及周边地区中部处于构造相对

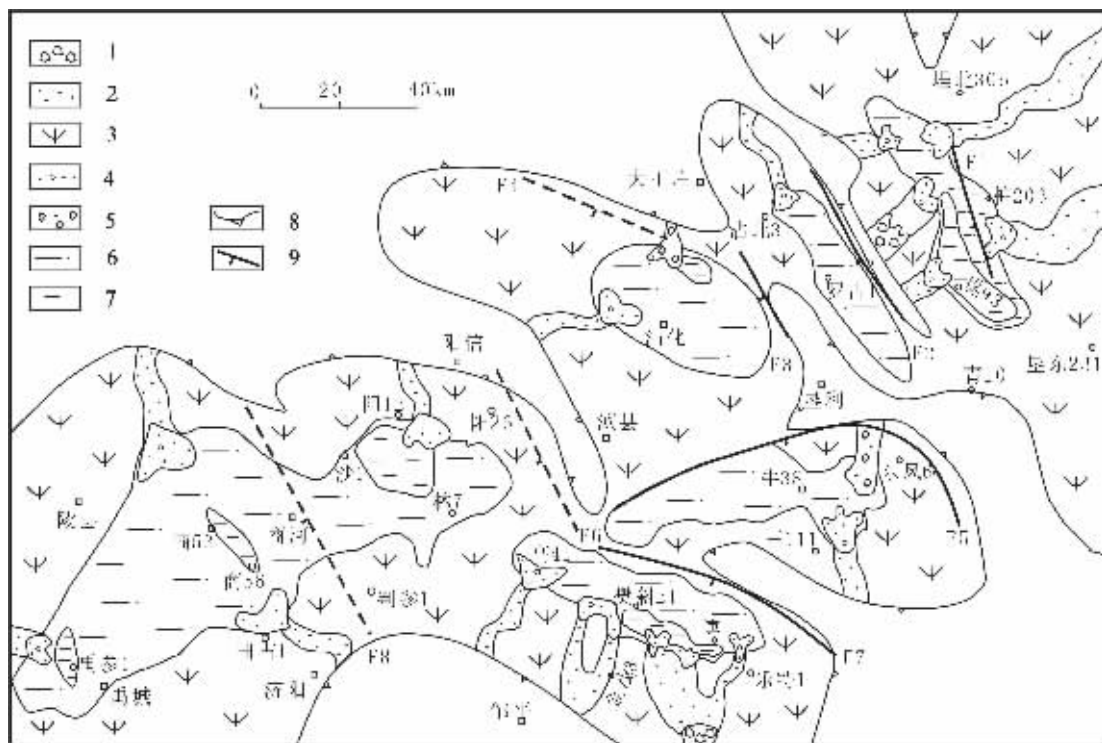


图 12 济阳拗陷白垩系沉积相图

1—冲积扇;2—河流沉积;3—冲积平原沉积;4—三角洲沉积;5—扇三角洲沉积;6—滨浅湖沉积;7—半深湖沉积;8—盆地边界;
9—北西向断层;F₁—五号桩断层;
F₂—孤西断层;F₃—罗西断层;F₄—车西断层;F₅—陈南断层;F₆—阳信断层;F₇—石村断层;F₈—滋镇断层

Fig.12 Cretaceous sedimentary facies in the Jiyang depression

1—Alluvial fan;2—Stream deposit;3—alluvial plain deposit;4—Delta deposit;5—Fan delta deposit;6—Lakeshore and shallow lake deposit;
7—Semi-deep lake deposit;8—Basin boundary;9—NW-trending fault. F₁—Wuhaozhuang fault;F₂—Guxi fault;F₃—Luoxi fault;F₄—Chexi fault;
F₅—Chennan fault;F₆—Yangxin fault;F₇—Shicun fault;F₈—Zizhen fault

宁静期,受晚三叠世产生的北西向逆冲断层的控制而形成的隆拗相间的构造格局(图 13-A)明显控制了早、中侏罗世的沉积环境,扬子板块与华北板块的碰撞挤压开始逐渐减弱,但这种挤压依然存在,北西向逆冲断层依然在活动,沉积作用表现为堆积一套早中侏罗世暗色细粒碎屑岩和红色粗碎屑建造,沉积中心位于北西向断层的东北侧(图 13-B),最大沉积厚度达 1200m;渤海湾及周边地区北部此时仍然被抬升而缺失中下侏罗统。

晚侏罗世,新华夏系活动加强,沂沭断裂带在上隆背景上继续左行扭动^[11],受其影响,渤海湾及周边地区南部湖泊范围扩大,主要沉积一套湖相细粒碎屑岩。渤海湾及周边地区中部仍然处于构造相对宁静期,北西向断层的活动已经停止,但是在北西向断裂带附近,地层受到剥蚀卸载作用的控制依然不断隆升,但隆升的幅度已经大大减弱,沉积作用表现为堆积一套晚侏罗世红色粗碎屑建造,沉积中心依然位于北西向断层的东北侧(图 13-B),最大沉积厚度达 600m。渤海湾及周

边地区北部此时受到控盆断裂的严格控制,主要为一套中基性火山岩,自上而下为灰绿色、灰紫色安山岩、凝灰质角砾岩、灰—灰绿色玄武质安山岩、凝灰岩和凝灰质砂岩^[8]。

白垩纪,沂沭断裂带继续左行张扭^[11],鲁西旋卷构造体系在前期基础上进一步发展,控制了渤海湾及周边地区南部沉积物的充填,此时火山的大量喷发以及炎热的气候导致了沉积物堆积迅速,湖盆萎缩,大部分地区从湖相转变为河流相沉积。渤海湾及周边地区中部,受郯庐断裂左行走滑的影响,前期形成的 NW 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^[15-18],沉积作用表现为堆积一套白垩系冲积扇—冲积平原体系的红色粗碎屑建造以及冲积扇—河流—滨浅湖体系的灰色粗碎屑建造。沉积中心位于北西向断层的南西侧(图 13-C),最大沉积厚度达 2400m。渤海湾及周边地区北部此时受到控盆断裂的严格控制,东部地区见大段安山岩夹凝灰质泥岩,其他地区见砂岩、泥岩夹石灰岩、玄武岩等薄层^[8]。

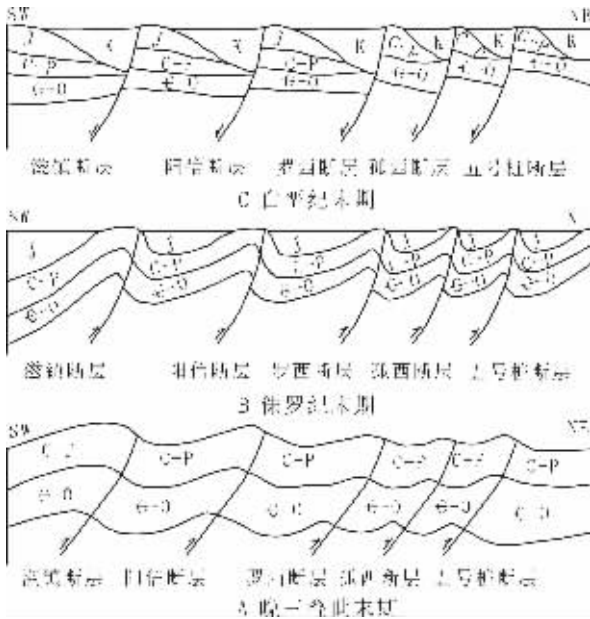


图 13 济阳拗陷中生代沉积构造演化示意图

J—侏罗系;K—白垩系;C—P—石炭系—二叠系;
€—O—寒武系—奥陶系

Fig.13 Mesozoic sedimentary-tectonic evolution in the Jiyang depression

J—Jurassic;K—Cretaceous;C—P—Carboniferous-Permian;
€—O—Cambrian-Ordovician

5 结论

(1)中生代渤海湾地区为一系列受断层严格控制的断陷盆地组成,主要发育冲积扇—河流—湖泊沉积体系,湖泊内部包括滨浅湖、滨浅湖滩坝和半深湖等亚相沉积。经历了冲积扇—河流体系向上演化为湖泊体系沉积,再逐渐演化为冲积扇—河流沉积体系的过程(图 10)。

(2)北部的西伯利亚板块向南挤压华北板块和扬子板块向北推挤华北板块,在渤海湾盆地侏罗纪的充填起到主要的控制作用。在这种双向压力的作用下,北部受力最大,作用时间最长,从而使其直到晚侏罗世才开始接受沉积;中部受力较小,作用时间较短,晚三叠世受北西向逆冲断层的控制而形成的隆拗相间的构造格局控制了侏罗纪的沉积;南部受力最小,作用时间最短,以致早中侏罗世,郯庐断裂的左行走滑作用就开始对其起到主要的控制作用,淄博市昆仑镇禹王山地层剖面(早中侏罗统)中大型煌斑岩体的侵入就是一个很好的例证。

(3)郯庐断裂的左行走滑在渤海湾及周边地区白垩纪的充填起到主要的控制作用,受其影响,区域性的火山喷发强烈,研究区南部大部分地区从湖相沉积转变为河流相沉积;研究区中部北西向逆冲断层发生构造反转,使沉积中心发生

大距离的迁移;研究区北部的西部受其控制产生了一系列的断层,断层的下降盘接受沉积。

参考文献 (References):

[1] 翟光明,何文渊.渤海湾盆地资源潜力和进一步勘探方向的探讨[J].石油学报,2002,23(1):1~6.
Zhai Guangming,He Wenyan.Potential resources and future exploration orientation in Bohai Bay basin [J].Acta Petrolei Sinica, 2002,23(1):1~6(in Chinese with English abstract).

[2] 何斌.渤海湾复式盆地动力学探讨[J].石油实验地质,2001,23(1): 27~31.
He Bin.Composite dynamic research in Bohai basin[J].Experimental Petroleum Geology,2001,23 (1):27~31 (in Chinese with English abstract).

[3] 漆家福.渤海湾新生代盆地的两种构造系统及其成因解释[J].中国地质,2004,31(1):15~22.
Qi Jiafu.Two tectonic systems in the Cenozoic Bohai Bay basin and their genetic interpretation[J].Geology in China,2004,31(1):15~ 22.

[4] Gupta S, Cowie P.Processes and controls in the stratigraphy develop- ment of extensional basins[J].Basin Research, 2000, 20(3/4):185~194.

[5] 中国石油地质志编委会.中国石油地质志(沿海大陆架及毗邻海域 油气区)[M].北京:石油工业出版社,1987.75.
Editorial Committee of "Petroleum Gology of China". Petroleum Gology of China (Oil&Gas Bearing Areas on the Continental Shelf and Its Neighbouring Regins) [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1987.75(in Chinese).

[6] 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 Guohong,Shi Yangshen,Wang Binghai,et al.Mesozoic struc- tures and their relations to hydrocarbon traps in the Jiyang basin [J]. Geological Review,1998,44 (3):289~294 (in Chinese with English abstract).

[7] 侯贵廷,叶良新,杜庆娥.渤张断裂带的形成机制和地质意义[J].地 质科学,1999,34(3):375~380.
Hou Guiting,Ye Liangxin,Du Qinge. Tectonic mechanism and geological significance of the Bozhang fault zone [J].Scientia Geologica Sinica, 1999,34(3):375~380(in Chinese with English abstract).

[8] 侯贵廷,钱祥麟,蔡东升.渤海中、新生代盆地构造活动与沉积作 用的时空关系[J].石油与天然气地质,2000,21(3):201~206.
Hou Guiting,Qian Xianglin,Cai Dongsheng.Space-time relationship between tectonics and sedimentation of Meso-Cenozoic Bohai Basin [J].Oil & Gas Geology,2000,21 (3):201~206 (in Chinese with English abstract).

[9] 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,1997.168~170.
Tian Zaiyi,Zhang Qingchun.Lithofacies -paleogeographic and Petroleum of Petroliferous Basin in China [M].Beijing:Geological Publishing House,1997. 168~170 (in Chinese).

- [10] 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.
Zhang Gongcheng,Xu Hong,Wang Tonghe,et al. Structure of Petroliferous Basin in China[M].Beijing: Petroleum Industry Press, 1999.187~200(in Chinese).
- [11] 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.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Shandong Province. Regional Geology of Shandong Province [M]. Beijing:Geological Publishing House,1991.520~521(in Chinese).
- [12] 王尚文.中国石油地质学[M].北京:石油工业出版社,1983.348.
Wang Shangwen.China Petroleum Geology [M].Beijing:Petroleum Industry Press,1983.348(in Chinese).
- [13] 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 Guiting,Qian Xianglin,Song Xinmin.Formation mechanism of BoHai basin [J].Universitatis Pekinensis(Acta Scientiarum Naturalium), 1998,34(4):503~509(in Chinese with English abstract).
- [14] 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 Jiafu, Yu Fusheng, Lu Kezheng,et al. Conspectus on Mesozoic basins in Bohai Bay province [J].Earth Science Frontiers, 2003,10 (Supp.):199~206(in Chinese with English abstract).
- [15] 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 Guohong,Xiao Huanqin,Li Changbao,et al. Evolution of Jiyang depression and its tectonic implications[J].Geological Journal of China Universities,1999,5(3): 275~282(in Chinese with English abstract).
- [16] 陈洁,董冬,邱明文.济阳拗陷内的负反转构造及其石油地质意义[J].石油实验地质,1999,21(3):201~206.
Chen Jie,Dong Dong,Qiu Mingwen. Negative inversion structure in the Jiyang depression and its petroleum geological significance[J]. Experimental Petroleum Geology,1999,21(3): 201~206(in Chinese with English abstract).
- [17] 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 Zhiping,LI wei,Ren Yongjun,et al.Basin evolution in the Mesozoic and superposition of Cenozoic basin in the area of Jiyang depression[J].Acta Geologica Sinca, 2003,77(2):280~286(in Chinese with English abstract).
- [18] 吴智平,李伟,郑德顺,等.沾化凹陷中、新生代断裂发育及其形成机制分析[J].高校地质学报,2004,10(3):405~417.
WU Zhiping,LI wei,Zheng Deshun, et al.Analysis on features and origins of the Mesozoic and Cenozoic faults in Zhanhua Sag [J]. Geological Journal of China Universities, 2004,10 (3):405~417(in Chinese with English abstract).

Mesozoic tectonic activities and sedimentation in the Bohai Gulf area

XU Zhen-zhong¹, CHEN Shi-yue¹, WANG Yong-shi²

- (1. School of Earth Resources and Information, University of Petroleum (East China), Dongying 257061, Shandong, China;
2. Research Institute of Geological Sciences, Shengli Oilfield, SINOPEC, Dongying 257015, Shandong, China)

Abstract: Study of the sedimentary characteristics of a typical outcrop section in the south of the Mesozoic Bohai Gulf area and its surrounding areas and lithofacies and paleogeography in the central part of the study area shows that the Mesozoic Bohai Gulf area consists of a series of downfaulted basins controlled strictly by faults, where there is mainly developed an alluvial fan-river-lake sedimentary system lakeshore-shallow lake, beach-bar and semi-deep lake subfacies occurring inside the lake. The alluvial fan-river sedimentary system evolved upward into a lake sedimentary system and then again gradually evolved into an alluvial fan-river sedimentary system. The compressional amalgamation of the Siberian plate, Yangtze plate and North China plate in the Eurasian tectonic domain played a main controlling role in the Jurassic basin filling in the Bohai Gulf area and the strike-slip motion of the Tanlu fault played a main controlling role in the Cretaceous basin filling in the gulf area.

Key words: Bohai Gulf area; Mesozoic; downfaulted basin; tectonics; sedimentation

About the first author: XU Zhen-zhong, male, born in 1970, Ph.D candidate and engineer, specializes in basin analysis; E-mail: xzz7010@126.com.