

裂陷盆地构造演化及盆地伸展模式 ——以东濮凹陷为例

苏惠^{1,2}, 曲丽苹², 张金川³, 王平霞², 何峰², 王敏², 王齐⁴, 胡玉洁^{1,2}

a case study of Dongpu depression

Su Hui^{1,2}, Qu Liping², Zhang Jinchuan³, Wang Pingxia², He Feng², Wang Min², Wang Qi⁴, Hu Yujie^{1,2}

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Exploration and Development Research Institute of Zhongyuan Oilfield Company, SINOPEC, Puyang, Henan 457001, China; 3. Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China; 4. Research Institute of Survey and Design, Zhongyuan Oilfield Company, SINOPEC, Puyang, Henan 457001, China)

Abstract: Dongpu depression is a typical rifted basin in eastern China. The tectonic evolution of the basin includes an Early Paleozoic – Triassic cratonic basin cycle and a Cenozoic rift basin cycle. The latter can be subdivided into 4 stages, including initial rifting, intense rifting, late rifting and Late Tertiary integral downwarping. The basement extension in Dongpu depression increases, as a whole, from north to south. The extensional tectonic deformation is of simple shear extensional pattern in the upper earth crust, and of pure shear extensional pattern in the lower earth crust. The mutation zone of detachment surface might be the main factor causing the lateral tectonic transformation belt from Sangcunji to Qiaokou to Baimiao, and the difference of tectonic activity and the enrichment of oil and gas in the northern and southern parts of Dongpu depression.

Key words: extension; extensional pattern; tectonic evolution; rifted basin; Dongpu depression

裂陷盆地也称伸展盆地,是地壳或岩石圈在引张作用下减薄、破裂和沉陷形成的盆地。在板块或克拉通内部的盆地,受板块边界活动的影响较小,引张动力来源于地球深部的热积累,导致地幔上隆,在岩石弯裂和重力联合作用下使岩石圈上部破

裂,多形成地堑式引张盆地,盆地下莫霍面的深度最小。近年来漆家福^[1]、刘剑平^[2]等学者通过对渤海湾盆地构造演化的研究,提出渤海湾盆地为裂陷盆地,建立了渤海湾盆地伸展构造模式;杨克绳等^[3]分析了渤海湾裂陷盆地的历史演化过程,提出

收稿日期:2005-09-18

第一作者简介:苏惠(1965—),男,高级工程师、博士生,油气勘探开发

基金项目:国家自然科学基金项目(40472073)

了7种类型的构造展布样式。但以上研究的区域大多局限在渤海湾盆地东部和北部的济阳、黄骅和辽河等坳陷,对处于渤海湾盆地南部的东濮凹陷研究较少。受以上学者研究思路的启发,本文结合地质和地球物理场特征研究了东濮凹陷的形成演化,建立了该凹陷的盆地伸展模式。

1 东濮凹陷形成和演化

东濮凹陷位于华北地台渤海湾含油气盆地临清坳陷的南缘,在长期的演化过程中经历了多次构造变动。中、晚元古代时期,华北地台在太古界结晶基底和下元古界褶皱基底上沉积了巨厚的碳酸盐岩和砂泥岩,以冀中地区为中心广泛分布;而东濮地区缺失该套沉积。晚元古代末期的晋宁运动使华北地区形成一个联合陆块;古生代一直到中三叠世为稳定的地台发展阶段;下古生界为稳定的陆表海碳酸盐沉积;中奥陶世开始至早石炭世,地台上升处于剥蚀状态;晚石炭世到二叠纪接受了一套海、陆交互相的含煤沉积;早、中三叠世则为干旱气候条件下的红色砂泥岩建造。该阶段构造运动以垂直运动为主,经历了加里东运动和海西运动。东濮凹陷的形成和演化伴随着燕山运动后华北大块的解体,产生了一系列以北北东向左旋剪切断层为主的断裂,同时发育有北西西和近东西向两组断裂。这些断裂控制着前第三纪地层的沉积厚度和分布范围。

1.1 地层特征

华北地台基底是指太古界和下元古界结晶变质岩,中、上元古界到第四系均属盖层;而对于东

新生界裂陷充填的地层包括下第三系的沙河街组和东营组、上第三系的馆陶组和明化镇组以及第四系的平原组,总厚度达8 000 m。其中沙河街组厚度在5 000 m左右,自下而上分为沙四、沙三、沙二、沙一4个层段。

1.2 深部构造背景

渤海湾盆地的形成发展与深部构造特征息息相关。地球物理资料表明,华北地区的深部是一条NE向的地幔隆起带,地壳厚度较薄(≤ 36 km),与周边山区39~45 km的地壳厚度有显著差别,并具有若干N(NE)向相间排列的次级地幔隆凹。这些地幔的隆凹与浅部构造有着严格的镜像对称关系。东濮凹陷对应着濮阳局部壳-幔隆起带,岩石圈及地壳的拱张减薄程度在渤海湾盆地居中等(岩石圈厚度 ≤ 60 km,地壳厚度 ≤ 33 km)。凹陷内部有4个地壳厚度等值线封闭区,形态复杂,总体呈NE-NNE向串珠状排列。在北部范县地区和南部兰考一封丘地区,等厚线顺NNW向呈较复杂的图像,反映了东濮凹陷东西分带、南北分区的特征。

1.3 断裂展布特征

东濮凹陷的断裂展布及主要构造线的优势方向是NE向和NEE向,表现出它们属于新华夏构造体系。但凹陷南、北断裂的具体走向存在着显著的差别。北部地区断裂主要为NE方向,反映其主要受新华夏构造体系的控制;而南部地区断裂呈现出NE-NEE走向,并且具明显的“S”形特征,同时存在NW向断裂(图1),反映该区除受新华夏构造体系控制外,纬向构造体系对它的影响加

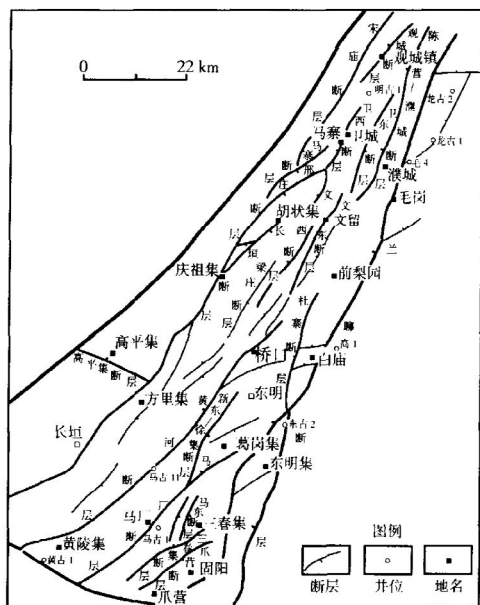


图1 东濮凹陷断裂系统

Fig. 1 Fault systems in Dongpu depression

区进入伸展背景下的海相克拉通盆地演化阶段,构造以整体升降为特征,断裂、褶皱、岩浆活动基本不发育,沉积了1400~1600 m以碳酸盐岩为主的下古生界海相地层。中奥陶世末期,受加里东运动影响,华北地区整体抬升,结束了克拉通内海相盆地的发育历史。

中石炭世开始,本区再次沉降,接受了1000 m左右的以滨浅海沼泽相含煤碎屑岩夹碳酸盐岩组合为主要特征的沉积。二叠纪时期,克拉通内坳陷转变为大型内陆湖盆,发育陆相碎屑岩含煤沉积。石炭纪—二叠纪期间,在克拉通盆地内部以舒波状的隆坳为主,为伸展背景下的近海克拉通盆地。

受海西运动影响,晚二叠世逐渐演化为挤压背景下的大型克拉通内盆地。早、中三叠世,仍为大型内陆盆地,与二叠系连续沉积,内陆盆地的范围相对缩小,湖泊相沉积逐渐转变为河流相沉积。中三叠世末期,华北地台发生了印支运动第一幕,主要表现为近南北向的强烈挤压作用,东濮地区全面抬升,克拉通盆地演化结束。中生代侏罗纪—白垩纪,本区持续隆起,遭受剥蚀,而南北两侧的中牟凹陷、莘县凹陷则下降接受沉积。克拉通盆地在经历了中生代长期剥蚀和新生代断陷改造后,现今呈残留盆地面貌。

1.4.2 新生代裂谷盆地演化旋回

渤海湾盆地的基本格局是早第三纪以来的新生代盆地格局,确切地说是始新世沙河街组三段沉积时期以来的盆地格局^[5,6]。东濮凹陷新生代盆地演化从形成到消亡经历了早第三纪的裂陷沉降阶段($E_3^4-E_d$)和晚第三纪—第四纪后期的坳陷沉降阶段($Ng-Q$)两大构造旋回。其中早第三纪裂陷作用又划分为早期断陷阶段、强烈断陷阶段和晚期断陷阶段,分别对应着孔店组—沙河街组四段、沙河街组三段和沙河街组二段—沙河街组一段—东营组沉积发育期3个阶段^[7],和济阳等盆地演化特征相似,具有幕式渐进发展的特点^[5,8]。表1是东濮凹陷新生代构造演化特征简表。

1) 早期断陷阶段

该阶段相当于孔店组—沙河街组四段沉积时期。其中孔店组的发育厚度与分布范围可能差异性较大(有些地区尚有争议),目前仅在西洼南部有所发现,其他地区可能遭受剥蚀。沙河街组四段则分布较广,反映了断陷规模与范围的逐渐扩展,推测该时期的断陷可能分割性较强,不同地区断陷的发育程度差异性较大。该期东界兰聊断层的活动使凹陷略呈东北倾的单斜,盆地地势平坦,水体分布范围广,沉积体系单一。沙河街组四段沉积期结束后,凹陷已呈双断式半地堑盆地,基底向东倾斜的幅度达最大量级,其不平衡的差异活动也加剧,从而使统一的凹陷解体,两洼(东、西两洼)一隆(中央隆起带)一坡(西斜坡)的构造格局初具雏形(图2)。

2) 强烈断陷阶段

该阶段相当于沙三段沉积时期。该时期具有沉积范围大、幅度扩大、断陷作用强、拉张量大、沉积厚度大、湖盆较深等特点。兰聊、长垣、文西和黄河断层活动强烈,纵贯盆地南北的两洼一隆的构造格局完全确立,构造形态更为复杂。由于受控于兰聊断层活动的基底形态不同,南部地区的构造展布尤为复杂,表现为隆中有洼、洼中有隆的局面。湖盆边缘为众多小山系环绕,构成“低山深盆”的古地理景观。该时期控盆断层的垂直断距、水平伸展量及发育的地层厚度在东濮及邻区的各断陷中均占有主体地位,沉降中心在前梨园、葛岗集、柳屯和海通集洼陷。在强烈断陷阶段,湖盆

新 <
--

北部发育多套巨厚盐岩，盐岩主要分布在沙三¹亚段至沙三⁴亚段，盐岩总厚超过1 000 m。由于盐岩的影响，在伸展构造背景下，盐下伏层以断块掀斜运动为特征，并对盐上覆盖层的构造有控制作用，盐层之上的上覆盖层，可形成低角度的盐滑脱断层、反向断层以及伸展型强制性盐拱构造和背斜构造，导致构造特征异常复杂^[9]。该期生储盖组合与构造圈闭配置最好，是东濮凹陷主要的含油气组合形成期。

3) 晚期断陷阶段

该阶段相当于沙二段、沙一段和东营组沉积时期。在沙三段沉积末—沙二段沉积初，本区及邻区可能发生了短期的构造抬升事件，在临清地区的沙三段与沙二段之间可见不整合接触，但在东濮凹陷主要表现为水体变浅和沉积物粒度变粗。其中沙二段沉积时期可能为强烈断陷与晚期断陷的过渡时期，总体上看具有断拗盆地的特征，表现为在水体变浅、断陷作用减弱的同时沉积范围有不同程度的扩大，如在东濮凹陷与莘县凹陷

之间的范县构造、东濮与中牟凹陷之间的兰考-昨城凸起以及东濮凹陷的西部斜坡上均可见到沙二段的超覆现象。到了沙一段和东营组沉积时期，断陷作用又有所增强，但其活动强度已远不及沙三段时期，并且该时期的地区差异性较大，断陷和局部的隆起作用并存，凹陷内部的分隔性加强。东营期兰聊、长垣和黄河断层活动又加强，并在这些断层的下降盘快速堆积了巨厚的沉积物，湖水急剧退缩，以河流相充填占主导地位。华北运动Ⅱ幕使该区快速抬升，造成东营期区域性的剥蚀。

4) 晚第三纪盆地整体拗陷发育时期

渐新世末期，盆地的裂陷作用基本结束，整个渤海湾地区发生区域性隆升而使湖盆萎缩，并使区内先期沉积的地层部分遭受剥蚀夷平。这一次升降运动是整个渤海湾地区由断陷转为拗陷的标志，漆家福等将其命名为“渤海湾升降”运动^[5]。东濮凹陷在弱伸展和热缩减作用下，早先的裂谷型盆地演变为大型拗陷型盆地，大面积分布的以上第三系及第四系河流相沉积为主的红色碎屑岩

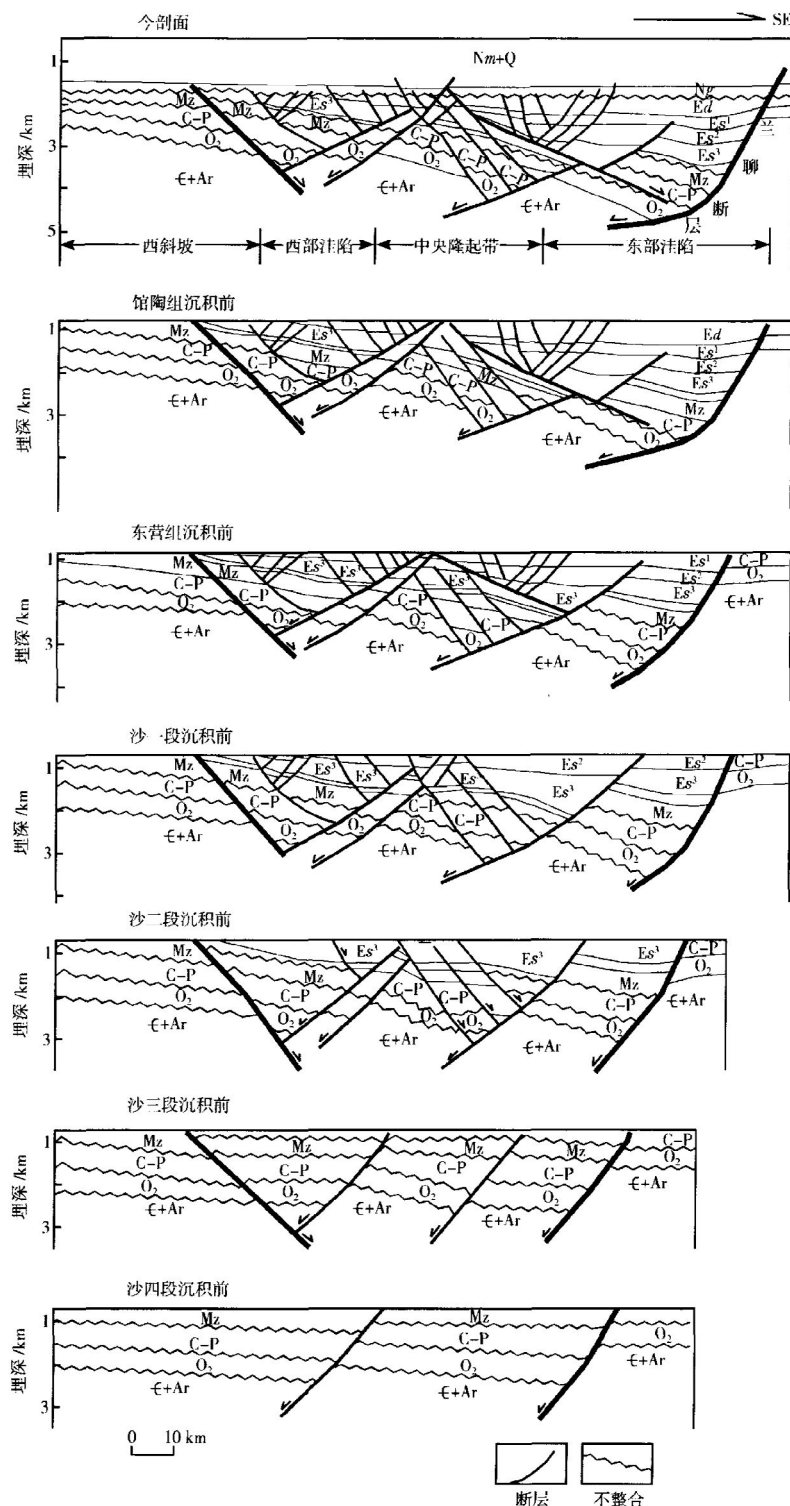


图2 东濮凹陷新生代平衡地质剖面

Fig. 2 Cenozoic balanced geologic cross section in Dongpu depression

建造整体不整合覆盖于早第三纪的裂谷期层序之上, 早先的断陷盆地内及断陷之间不同规模的凸

起及隆起均发生沉降并接受沉积, 总体形成一种典型的裂谷-坳陷型盆地叠加的“牛头式”结构。

东濮盆地晚第三纪及第四纪后期构造活动微弱,除兰聊、黄河断层稍有活动外,大部分断裂都终止于馆陶组不整合面附近,与渤海湾北部和东部盆地相比,断层和构造圈闭均不发育,这对上第三系浅层的油气成藏组合是不利的。

2 东濮凹陷伸展盆地构造模式

2.1 基底伸展量

在中国东部,凹陷深、浅层的拉张量不同,断层活动强度早、晚不同,主断裂控制下的沉降、沉积中心也发生相对变化^[10]。在东濮凹陷南、北不同部位其绝对伸展量和伸展系数存在明显的差别。选取东濮凹陷的9条代表性地震大剖面,求取了 E_s^4 , $E_s^{3(4)}$, $E_s^{3(3)}$, $E_s^{3(2)}$, $E_s^{3(1)}$, $E_s^{2(2)}$, $E_s^{2(1)}$, E_s^1 和 E_d 各时期的伸展量和累计伸展量。拉张史曲线(图3)表明,纵向上 E_s^4 期拉张量一般很小,而到 $E_s^{3(4)}$ 期突然增大,此后一般呈递减趋势,到 $E_s^{3(1)}$ 期最小, E_s^2 以后又增大。据此可将东濮凹陷早第三纪的拉张活动分为3个阶段: E_s^4 为早期阶段, E_s^3 为中期阶段, E_s^2 — E_d 为晚期阶段。平面上北部地区伸展量为6.85~11.65 km,伸展系数为1.47~1.60;而南部地区伸展量较大,达13.95~19.65 km,伸展系数为1.47~1.83。基底伸展量的变化总趋势是由北向南加大。拉张和变形强度在空间上是不均衡的。处于南北构造转换带的河岸—桥口地区拉张强度最大,这是由于南、北两个拉张区叠加效应的结果,表明了南、北构造结合部的特殊性。

东濮凹陷在早第三纪时存在3期幕式张裂活

动,每一期的拉张活动相应地引起基底断裂、构造沉降和沉积体系的变化。盆地的拉张幅度一般大于断陷幅度,二者具有正相关关系,即拉张活动强烈期也是构造沉降、断陷活动剧烈期。表现在沉积上,拉张活动剧烈时期发育水进型的沉积序列;拉张活动衰减期是水退型的沉积序列。盆地中的良好烃源岩主要发育于拉张活动剧烈时期的水进型沉积序列中。每一拉张旋回的强、弱变化都相应发育了质量优、劣的烃源岩。

东濮凹陷新生代裂陷盆地是由区域伸展作用所形成的,其区域伸展作用的方向为NW-SE向,即与东侧的活动大陆边缘近于垂直。研究区的主体断陷结构及控陷正断层的延伸方向总体均为NNE向,与区域伸展方向近于直交;而其南侧的开封坳陷内的断陷总体为近EW向,与区域伸展方向呈锐角关系,推测它们可能具有走滑-拉张盆地的形成机制。

2.2 伸展盆地构造模式

近些年来,许多学者提出了多种大陆伸展构造模式来解释大陆内部及被动大陆边缘裂陷伸展区的各种地质和地球物理特征。概括起来大陆伸展构造模式可分为3种:纯剪切伸展模式、简单剪切伸展模式及分层剪切组合伸展模式。东濮地区与临清地区深部构造类似。临清地区地壳与岩石圈大量减薄,莫霍面及软流圈隆起并与新生代盆地基底呈镜像对应关系,地壳内存在分层性和拆离层或低速带。这些特征说明临清地区的地壳深部及岩石圈地幔为韧性伸展减薄的“缩颈作用”,即深部为纯剪切伸展模式^[2]。

对于东濮凹陷来说,其浅层地壳中的伸展构造系统总体具有非对称的单向式伸展特点。其最主要的控凹断层是兰聊断层,它控制了东濮凹陷的形成与发展^[11]。该断层呈 NNE 走向,为西倾的一级断层,主要的生油凹陷、沉降及沉积中心也沿该断层下降盘分布,新生代的垂直断距在北部的前梨园一带可达 8 000 m 以上。从剖面上看,兰聊断层在新生代所形成的断面具有明显的上陡下缓、向深部逐渐变平缓的铲状正断层特征,推测其在深部与区域滑脱面(或拆离层)相接。兰聊断裂具有分段活动的特点,南、北活动强度不平衡。其演化特点及对沉积和油气的控制作用与冀中凹陷的马西断裂具有相似性^[12]。

此外,在东濮凹陷南部具有重要控凹意义的黄河断层也为西倾的铲状正断层。而在东濮凹陷西侧发育的控凹边界长垣断层为东倾的铲状正断层,对西部的次级凹陷具有一定的控制作用,推测其为兰聊断层及黄河断层的配套反倾调节正断层。由此可见,东濮凹陷地壳上部的伸展构造变形似乎可以用简单剪切伸展模式来加以解释,主伸展正断层为西倾,其上盘向 NWW 方向运动,下盘向 SEE 方向运动。但是,东濮地区莫霍面隆起及软流圈隆起与盆地基底总体呈镜像反映,位置相叠合,整个岩石圈发生“细颈化”伸展减薄,这又似乎可以用纯剪切伸展模式来进行解释。结合

该区岩石圈构造的分层性特征及壳内韧性层(或低速层)的存在表明,东濮地区可能具有分层剪切的组合伸展模式,即上部地壳可能具有简单剪切机制,而中、下部地壳及壳下岩石圈可能具有纯剪切机制(图 4)。

东濮凹陷北部和南部有一定的差异。北部以兰聊断层的断陷伸展为主体,兰聊断层产状较陡,总体伸展量相对较小,滑脱面相对较深,据主干地震剖面解释及其向下的延展以及平衡剖面等资料推测,其滑脱深度一般为 12~14 km;南部除兰聊断层外,黄河断层的伸展断陷也占有重要地位,兰聊及黄河断层的产状在深部均相对较缓,南部的总体伸展量相对较大,滑脱面相对较浅,其滑脱深度一般为 9~12 km。南、北之间滑脱面深、浅的变异带位于桑村集-桥口-白庙一带,推测深部的滑脱面在该地区形成一个近东西向延伸、向北倾斜的斜坡,该斜坡造成南、北两侧滑脱面深度相差约 2~4 km。初步推测该滑脱面变异带可能是造成东濮凹陷内桑村集-桥口-白庙横向构造变换带和南、北构造活动差异性以及油气富集程度差异性的重要原因。

3 结论

1) 东濮凹陷盆地的形成演化经历了早古生代

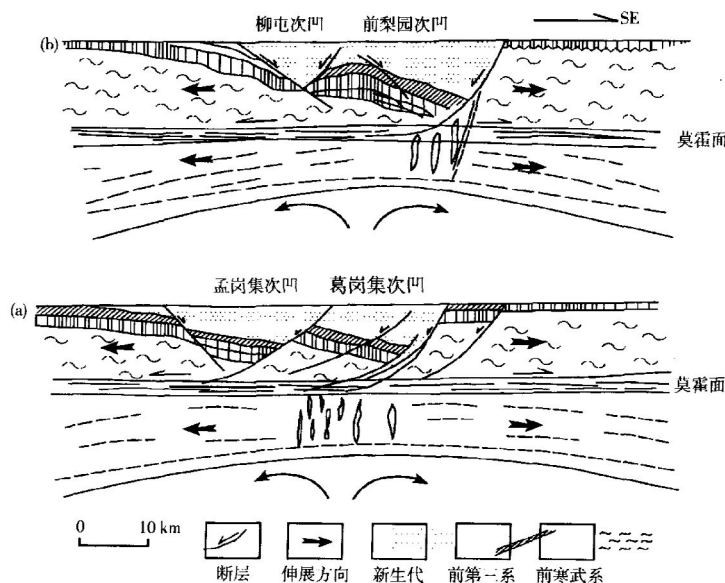


图4 东濮凹陷新生代伸展构造模式

Fig. 4 Cenozoic extensional tectonic pattern in Dongpu depression

(a) 东濮凹陷南部; (b) 东濮凹陷北部

至三叠纪的克拉通盆地旋回和新生代的裂谷盆地旋回。新生代的裂谷盆地旋回又划分为早期断陷、强烈断陷、晚期断陷和晚第三纪整体坳陷4个阶段,总体形成裂谷-坳陷型盆地叠加的“牛头式”结构。

2) 东濮凹陷早第三纪时纵向存在 E_3^4 早期、 E_3^3 中期、 E_3^2 — E_d 晚期3个期次的幕式张裂活动,基底伸展量的变化总趋势是平面上由北向南加大。

3) 东濮凹陷地壳上部的伸展构造变形为简单剪切伸展模式,而中、下部地壳及壳下岩石圈具有纯剪切机制。滑脱面变异带可能是造成东濮凹陷内桑村集-桥口-白庙横向构造变换带及南、北构造活动差异性和油气富集程度差异的重要原因。

致谢:本文在编写过程中得到金之均教授、张金川教授和张洪安教授的悉心指导,在此向他们表示衷心的感谢!

参 考 文 献

- 漆家福,张一伟,陆克政,等. 渤海湾盆地新生代裂陷盆地的伸展模式及其动力学过程[J]. 石油实验地质, 1995, 17(4): 316~323
Qi Jiafu, Zhang Yiwei, Lu Kezheng, et al. Extensional pattern and dynamic process of the Cenozoic rift basin in the Bohai Bay basin[J]. Petroleum Geology & Experiment, 1995, 17(4): 316~323
- 刘剑平,汪新文,鲁言文. 临清地区东部新生代伸展构造特征及盆地伸展模式[J]. 成都理工学院学报, 2002, 29(5): 551~554
Liu Jianping, Wang Xinwen, Lu Yanwen. The Cenozoic extended basin character and models in the east of Linqing[J]. Journal of Chengdu University of Technology, 2002, 29(5): 551~554
- 杨克绳,钱承康. 渤海湾盆地演化特征与构造样式[J]. 断块油气田, 1996, 3(6): 1~8
Yang Kesheng, Qian Chengkang. Evolution character and tectonic styles of Bohai Bay basin[J]. Fault-Block Oil & Gas Field, 1996, 3(6): 1~8
- 许化政,周新科,高金慧,等. 华北早中三叠世盆地恢复与古生界生烃[J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(3): 330~331
Xu Huazheng, Zhou Xinke, Gao Jinhui, et al. Reconstruction of Early-Middle Triassic basin in North China and hydrocarbon generation in Palaeozoic[J]. Oil & Gas Geology, 2005, 26(3): 330~331
- 漆家福,张一伟,陆克政,等. 渤海湾盆地新生代构造演化[J]. 石油大学学报(自然科学版), 1995, 19(增刊): 1~61
Qi Jiafu, Zhang Yiwei, Lu Kezheng, et al. Cenozoic tectonic evolution in Bohai Bay basin[J]. Journal of the University of Petroleum (Natural Science Edition), 1995, 19(S0): 1~61
- 侯贵廷,钱祥麟,蔡东升. 渤海湾盆地中、新生代构造演化研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2001, 37(6): 845~850
Hou Guiting, Qian Xianglin, Cai Dongsheng. The Tectonic evolution of Bohai Bay basin in Mesozoic and Cenozoic time[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2001, 37(6): 845~850
- 苏惠,曲丽萍,李桂霞,等. 东濮凹陷平衡剖面与构造演化研究[J]. 石油地球物理勘探, 2000, 35(4): 469~479
Su Hui, Qu Liping, Li Guixia, et al. Balanced section and tectonic evolution in the Dongpu depression[J]. Oil Geophysical Prospecting, 2000, 35(4): 469~479
- 韩天佑,漆家福,林会喜. 惠民凹陷西南斜坡新生代构造演化与油气成藏特征[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(3): 245~247
Han Tianyou, Qi Jiafu, Lin Huixi. Study of Cenozoic tectonic evolution and hydrocarbon in southwest gentle slope belt, Huimin sag[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(3): 245~247
- 侯艳平,孙向阳,任建业. 东濮凹陷盐滑脱变形构造及其在油气勘探中的意义[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(1): 58~61
Hou Yanping, Sun Xiangyang, Ren Jianye. Detached deformational salt structures and the significance in petroleum exploration in Dongpu depression[J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(1): 58~61
- 朱建辉. 中国东部构造-热体制与断陷盆地多期性迁移特征[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 367~370
Zhu Jianhui. Tectonic thermal regime and multiple transporting characteristics of faulted basins in eastern China[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 367~370
- 张亚敏,吕延仓,徐林丽,等. 东濮凹陷兰聊断裂带构造演化与油气勘探[J]. 石油与天然气地质, 2000, 21(1): 57~60
Zhang Yamin, Lu Yancang, Xu Linli, et al. Structural evolution and hydrocarbon exploration of Lanliao fault belt in Dongpu depression[J]. Oil & Gas Geology, 2000, 21(1): 57~60
- 孙东胜,刘池阳,杨明慧,等. 冀中凹陷马西断裂分段特征及与油气的关系[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(3): 238~243
Sun Dongsheng, Liu Chiayang, Yang Minghui, et al. Segmentary characteristics of Maxi fault and their relationships with oil and gas in Jizhong depression[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(3): 238~243

(编辑 李 军)