

# 临清坳陷东部构造变动特征及控制作用

柳忠泉<sup>1</sup>, 邱连贵<sup>2</sup>, 周桂芹<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学 研究生院, 北京 100083; 2. 中国石化 胜利油田有限公司 地质科学研究院, 山东 东营 257015)

**摘要:** 该文应用掀斜变动原理对临清坳陷东部的构造进行了分析, 并总结了下第三系盖层层序的基本构造特征和断块掀斜变动对沉积的控制作用。研究表明, 掀斜断块是盆地内具有成因意义的最基本结构单元, 而掀斜变动控制了盆地的演化并影响到物源区古地貌的发育, 对盆地内沉积体系的类型、展布及演化也具有重要的控制作用; 临近主控断层的断槽及下斜坡是生油洼陷发育的有利部位, 而远离断层的上斜坡和断脊区则是油气运移的主要指向区。

**关键词:** 断块; 斜坡; 构造演化; 油气勘探; 临清坳陷

**中图分类号:** TE121. 2

**文献标识码:** A

临清坳陷位于渤海湾盆地西南收敛端, 北接黄骅坳陷、沧县隆起, 南至内黄隆起, 西邻太行山隆起, 东到鲁西隆起区, 呈北北东向展布。坳陷东部包括莘县、德州两凹陷和高唐堂邑凸起 3 个次一级构造单元, 面积约 5 900km<sup>2</sup>(图 1)。目前数字地震测网密度为 0.6km × 1.2km, 钻探井 40 口, 其中贾 2、德 1 井已获工业油流。

该区为一中、新生代断陷盆地, 其发育经历了盆前(中生代以前)、前期断陷(中生代)、后期断陷(早第三纪)和坳陷(晚第三纪和第四纪)4 个阶段。后期断陷阶段沉积的早第三系全区分布, 由孔店组、沙河街组和东营组组成, 是临清坳陷东部的主要油源层系, 厚 650~ 4 000m, 岩性以砂泥岩互层为主, 含多层碳酸盐岩、薄层油页岩和膏盐岩。下第三系是本区勘探的主要目的层系。

## 1 临清坳陷东部的断陷结构

临清坳陷东部具有“两凹一凸”的基本构造格局, 一系列由正断层控制的半地堑、半地垒在下第三系盖层层序中构成了复杂的古地理景观。半地堑和半地垒是掀斜断块差异升降的结果。掀斜断块是断陷盆地内具有成因意义的最基本的结构单元<sup>[1]</sup>。

掀斜断块是在拉张应力作用下, 由正断层不均

匀升降引起的, 即沿平面状断层发生地层和断层的旋转, 或沿铲式断层的断层面仅地层发生旋转。掀斜和沉积的关系, 可以是“先斜后沉”, 也可以“先沉后斜”或“边沉边斜”。旋转的结果不仅使岩层伸长、宽度增大, 而且也使断块体厚度变小, 即地壳明显变

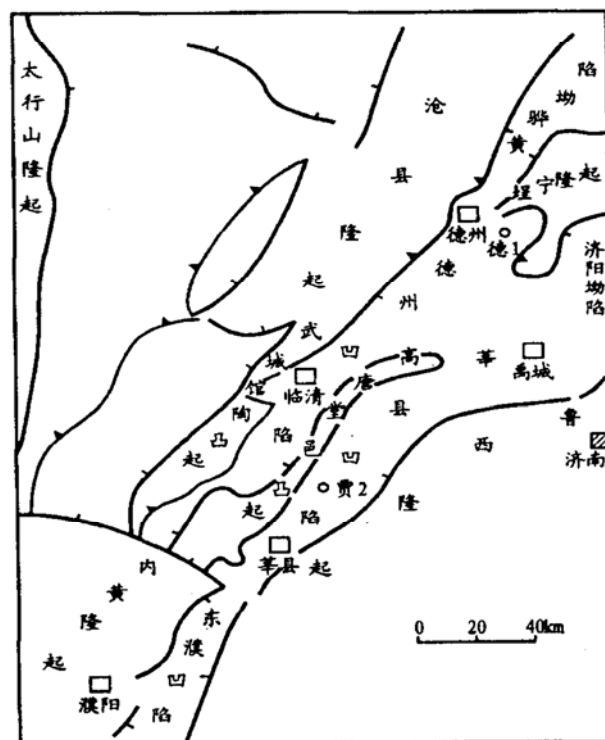


图 1 临清坳陷区域构造位置图  
Fig. 1 Regional structure location  
of the Linqing Depression

薄,因此引起下沉。

掀斜断块的发育一般经历5个阶段:第一阶段,旋转掀斜;第二阶段,重力下沉,块体解体,高部位产生第二条掀斜断层;第三阶段,重力滑塌,产生侧向挤压;第四阶段,脊部拱升;第五阶段,掀斜运动衰退,进入坳陷期。

区内发育多个掀斜断块,如德州掀斜断块、白马湖掀斜断块及禹城掀斜断块等,以德州掀斜断块为典型(图2)。

德州掀斜断块位于德州凹陷北部,其东界为土桥西断层,西界为德南断层,包括德南洼陷和德南鼻状构造带的一部分。土桥西断层为控制断层,其走向北东,掉向北西,断面倾角 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ,地震 $T_{g1}$ 最大断距为3600m。该断层中生代开始活动,早第三纪活动剧烈,使沙三段以下老地层倾斜,并控制其下降盘沙河街组生油洼陷(德南洼陷)的形成和演化,成为早第三纪的同生断层。掀斜断块的断槽区是构造变动最剧烈的地区;断脊区以地层的持续抬升为特征,断脊区的掀斜断层下降便易产生滚动构造;上斜坡和下斜坡以枢纽带正向断层为界,把一个斜坡分成两部分,下斜坡是压挤应力集中的地带,形成挤压背斜构造,斜坡带伴有披覆现象<sup>[2]</sup>。

掀斜断块往往以共生的形式发育在盆地中,区

内以冠县—聊城掀斜断块复合体最为典型(图3),馆陶东断层和兰聊断层分别为两掀斜断块的控制断层,两掀斜断块组合在一起,形成了统一的构造区带。控制西侧断块的馆陶东断层活动较强烈,孔店组和沙四段沉积期的生长指数为4.4,沙三段沉积期的指数为3.8。而控制东侧断块的兰聊断层活动强度较小,因而该复合体在构造变动中起主导作用的是馆陶东断层。受馆陶东断层控制的堂东断层活动强度也很大,决定了其下降盘梁水镇生油洼陷的形成和演化,整体地层的倾向主要受西侧掀斜断块的控制,由于其相向的倾向挤压,形成了堂邑凸起带和凤凰集地垒带。

## 2 下第三系沉积层序的构造特征

下第三系盖层构造受基底掀斜断块的控制,在断没处形成正向构造带、拱升披覆构造和断块构造;在断槽处形成了洼陷;在紧靠断脊的外侧发育有滚动背斜和断鼻构造。这些不同成因的盖层构造线与基底掀斜断块走向一致。下第三系盖层构造带的分布完全受掀斜断块体格局所制约(图4),其表现如下。

首先,掀斜断块控制了洼陷的展布,使洼陷与正向构造带相间排列,自东向西可划分为4个洼陷带。

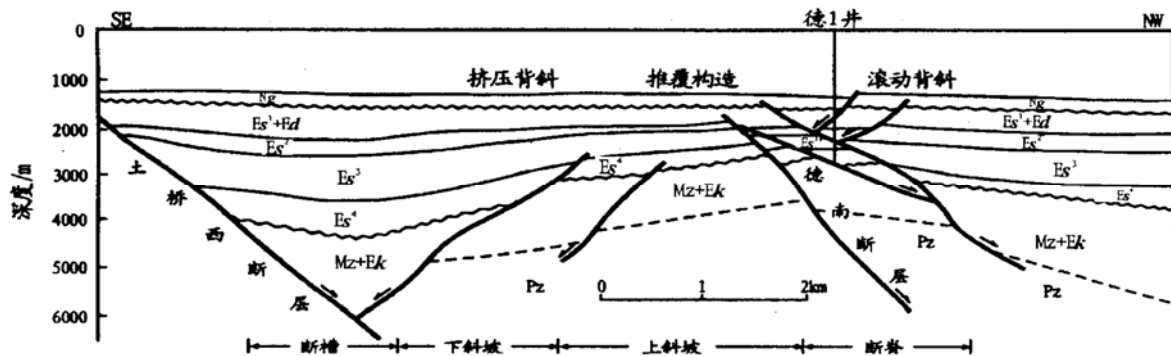


图2 德州掀斜断块剖面图

Fig. 2 Cross section of the Dezhou Tilted Fault Block

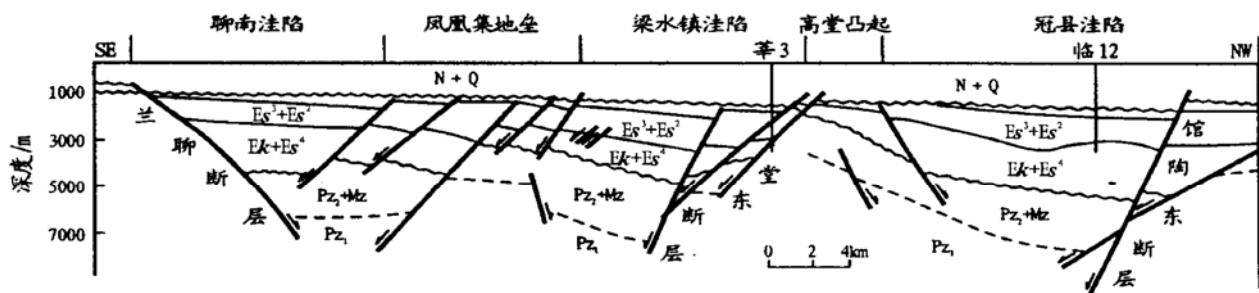


图3 冠县—聊城掀斜断块复合体剖面图

Fig. 3 Cross section of the complex of the Guanxian-Liaocheng Tilted Fault Block

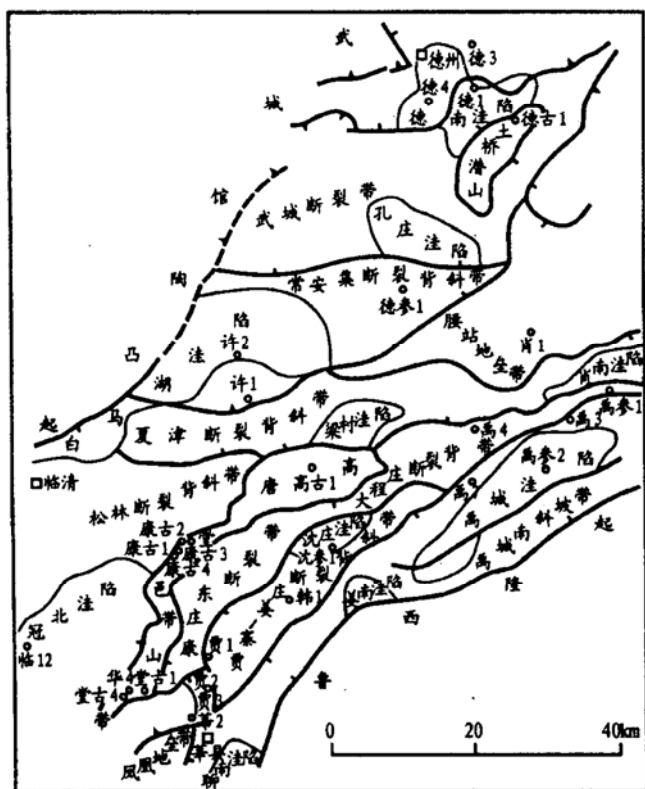


图4 临清拗陷东部构造带划分图  
Fig. 4 Division of structural belts in the eastern part of the Linqing Depression

第一洼陷带受兰聊断层控制,自南向北依次为聊南、姜南、禹城3个洼陷;第二洼陷带受堂东断层等控制,由梁水镇、沈庄、梁村和肖南洼陷组成;第三洼陷带主要受土桥西、堂西断层控制,由冠北、孔庄、德南洼陷组成;第四洼陷带受馆陶东断层控制,由冠南、白马湖洼陷组成。

其次,掀斜断块也控制了主要的构造走向。区内大致以夏津和腰站断层为界,分成南北两区。北区主要掀斜断裂和构造带走向以近东西向为主,如常安集断裂背斜带、武城断裂带等;南区则以北北东向为主,如大程庄断裂背斜带、康庄东断裂带、贾寨—姜店断裂背斜带及松林断裂背斜带等。

另外,由于掀斜变动的强度及时空变化差异性的影响,区内各洼陷均为正向构造带或受局部构造所分割,使各洼陷具有各自不同的构造沉降发育史和烃类演化史,从而导致油源丰度和成油条件的差异。

### 3 断块掀斜变动对沉积的控制作用

断块掀斜变动首先影响到物源区的地貌发育。尽管断层下盘上升,但因坡向背向盆地,若没有形成指向盆地的地形斜坡,则不能向同一断层上盘形成的负向区内提供大量的沉积物。上盘的掀斜运动使

指向盆地的地形坡降均匀地增大(掀斜断块发育早期),一般有利于发育平直的短轴河流,它们携带的沉积物进入湖盆区域时通过宽缓的斜坡地带,卸载方式是渐变的,通常形成扇三角洲及近岸滩坝沉积体系。下盘的上升使地形反差增大,更容易形成多支流的侵蚀河流,它们携带的沉积物经断层崖进入湖盆,是快速卸载过程,易形成冲积扇和近岸水下扇等沉积体系(图5)<sup>[3]</sup>。

临清拗陷东部是由多个掀斜断块或复合体组成的复杂拗陷。早第三纪经历的喜马拉雅运动具有幕式特点,可分为3个幕次,分别控制了3个沉积旋回(孔店组—沙四段下部、沙四段上部—沙二段下部和

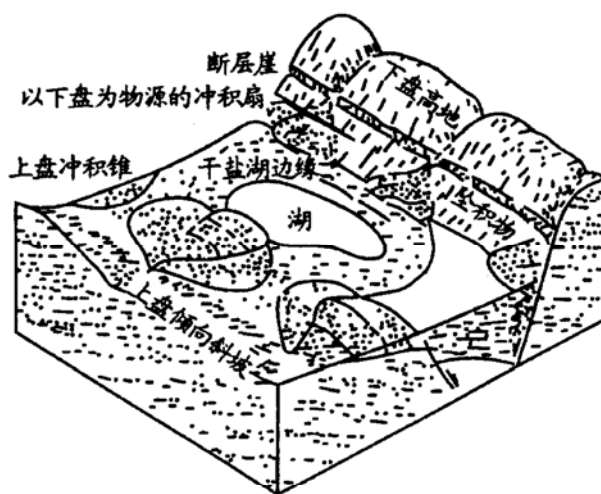


图5 具内部水系的单断盆地主要沉积特征图  
Fig. 5 Main sedimentary features of a monofault basin with internal drainage systems

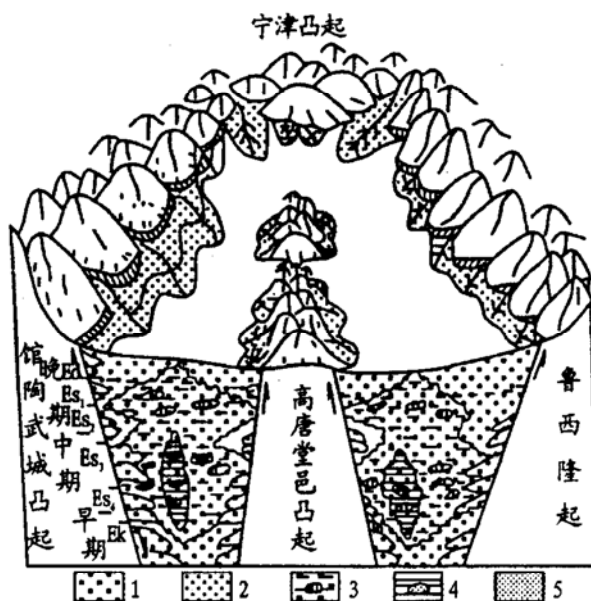


图6 临清拗陷东部早第三纪湖盆演化沉积模式图  
Fig. 6 Sedimentary model of the Paleogene lake basin evolution in East Linqing Depression

沙二段上部—东营组)。在湖盆掀斜初期(孔三段、沙四段上部、沙二段上部沉积期)为低水位期,地形高差大,气候偏干旱,湖水面较低,凹陷边缘区以冲积扇—河流沉积体系为主,凹陷中央发育有湖湾—沼泽或泥坪—膏坪沉积体系(图6);在湖盆掀斜中期(孔二段、沙三段下部沉积期)为水进期,气候潮湿多雨,湖水面上升,因此除在凹陷边缘断层下降盘形成水下扇—浊流沉积体系、凹陷斜坡或隆起高部位形成滩坝沉积体系外,大套暗色泥岩是本期的主要沉积,它决定着盆地的生油潜力的大小;湖盆掀斜晚期(孔一段—沙四段上部、沙三段中上部—沙二段下部、东营组沉积期)为高水位期,湖水退缩,地形平缓,在凹陷长轴方向以河流三角洲—轴向重力流沉积体系为主,而在短轴方向则形成扇三角洲—近源浊积扇沉积体系。

## 4 结 论

区内较大掀斜断块的控制断层往往为控凹(坳)的边界断层,其剖面形态表现为铲状、平面状相间连接,具有明显的分段性。延伸较长的边界断层实际

上是由多条弧形断层连接而成的,因此可以认为由控凹断层所控制的掀斜断块是断陷盆地具有成因意义的最基本结构单元,而控凹断层则是控制凹陷发育的主导因素。

发育成熟的掀斜断块在临近断层的下降盘(断槽、下斜坡)是生油洼陷发育的有利部位,而远离断层的上斜坡和断脊区则成为油气运移的主要指向区。该部位发育的背斜、断鼻(块)构造等圈闭是油气聚集的有利场所。鉴于临清地区洼陷、正向构造带间差异大、分割性强的特点,因此识别掀斜断块、以各个生油洼陷为独立的成油单元、在相应的下斜坡及断脊区寻找有利的圈闭进行钻探是提高勘探成效的关键。

### 参考文献:

- [1] Kingston D R. Hydrocarbon plays and global basin classification[J]. AAPG, 1992. 76(6): 22–40.
- [2] 王燮培,等. 石油构造分析[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991. 101–130.
- [3] 陈发景,等. 关于我国东部含油气盆地形成问题的初步探讨——新生代构造[M]. 北京: 科学出版社, 1982. 52–58.

## TECTONIC VARIATION CHARACTERISTICS AND CONTROLLING FUNCTION IN THE EASTERN PART OF THE LINQING DEPRESSION

LIU Zhong-quan<sup>1</sup>, QIU Lian-gui<sup>2</sup>, ZHOU Gu-qin<sup>2</sup>

(1. Graduate School, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Institute of Geological Sciences, Shengli Oilfield, SINOPEC, Dongying, Shandong 257015, China)

**Abstract:** Using the principle of tilt variation, this paper analyzed the structures in the eastern part of the Linqing Depression, and summarized the basic structural characteristics of caprock sequences in the Paleogene and the controlling function of tilt variation to deposit. The research showed that the tilted fault blocks were the primary structure units in the basin and tilt variation not only controlled the evolution of the basin but also affected the development of paleogeomorphology in source areas. In the meantime, they also played an important role in controlling the types, distribution and evolution of sedimentary systems in the basin. The fault troughs and the down slopes close to the master controlling fault are the favorable positions for the development of oil-generating sags, while the up slopes and fault ridge areas far away from the fault are the main direction areas of hydrocarbon migration.

**Key words:** fault block; slope; tectonic evolution; oil and gas exploration; the Linqing Depression