

渤海中、新生代盆地构造活动 与沉积作用的时空关系*

侯贵廷¹, 钱祥麟¹, 蔡东升²

(1. 北京大学地质学系, 北京 100871; 2. 渤海石油地质研究院, 天津 300452)

摘要:渤海盆地主要构造特征是盆地内广泛发育同沉积生长断裂。这些断裂绝大多数是张性或剪张性, 主要构造类型有伸展构造、走滑构造和反转构造等。渤海中、新生代盆地发育巨厚的陆相沉积。第三纪是渤海中、新生代盆地的主要断陷成盆时期, 下第三系沙河街组四段-孔店组零星分布, 残缺不全, 盆地狭小; 沙河街组三段-东营组沉积广泛, 盆地变宽。上第三系十分发育, 并在渤中地区形成盆地的沉降中心。从构造-沉积环境图分析, 渤海西部的沉积相受 NW 向断裂控制, 而东部的沉积相受 NNE 向断裂控制。渤海主要控盆断层的生长指数反映渤海中、新生代主要有三期断层活动高峰期: 中生代、沙河街组二、三段沉积期和东营期, 其中沙河街组三段沉积期是构造活动和沉积作用最强烈的时期。

关键词:渤海; 中、新生代; 断裂构造; 沉积环境; 同沉积断裂; 生长指数

第一作者简介:侯贵廷, 男, 36 岁, 副教授(博士), 构造地质、石油地质

中图分类号: P542 **文献标识码:** A

渤海是一个半封闭的现代陆表海。海底地质构造单元划分表明渤海是中、新生代渤海湾盆地的海域部分^[1]。渤海是在前中生界基底之上发育的中、新生代叠合盆地^[2~4]。渤海盆地主要构造特征是盆地内广泛发育同沉积生长断裂。这些断裂绝大多数是张性或剪张性, 主要构造类型有伸展构造、走滑构造和反转构造等。渤海海域主要发育三组断裂构造, 即东部以 NNE 向的郯庐断裂带为主, 西部以 NW 向的渤张断裂带为主, 另外, 还发育了一些近 EW 向的断裂^[5,6]。渤海中、新生代盆地发育巨厚的陆相沉积, 上侏罗-下白垩统为陆相含煤碎屑岩及火山岩系; 第三系为陆相含油岩系; 第四系为海陆过渡相淤泥、粉砂和砂砾^[1]。第三纪是渤海中、新生代盆地的主要断陷成盆时期, 下第三系沙河街组四段-孔店组零星分布, 残缺不全, 盆地狭小; 沙河街组三段-东营组沉积广泛, 盆地变宽; 上第三系十分发育, 老第三纪形成的被凸起和隆起分隔的各个断陷在新第三纪合并成一个统一的内陆盆地, 并在渤中地区形成盆地的沉降中心。

1 层序地层

从地震层序分析入手, 划分层序地层, 根据各

期沉积环境分布特征与控制沉积环境的同沉积断层的关系, 来分析渤海的中、新生代构造与沉积的时空关系。

为了划分区域性地震层序, 在渤海选择了 36 条区域性地震剖面, 重点分析较大凹陷内的生长断层和隆起超覆区附近的地震层序接触关系, 并且注意从沉积中心向边缘扩展来分析地震层序的接触关系。从地震层序分析结果看, 渤海大的区域性关系主要有 3 个界面: T2、T6 和 T8。即: 馆陶组与东营组之间(T2)、沙河街组三段与沙河街组四段-孔店组之间(T6)和沙河街组四段-孔店组与前第三系之间(T8)。大量地震剖面显示, T2、T6 和 T8 界面的上覆地层一般表现为逐层上超或前积下超, 而下伏地层表现为削截或顶超。

根据渤海海域中、新生代区域地质资料分析^[1,7]结合渤海 36 条区域性的地震剖面分析, 对渤海的中、新生界地层和地震层序进行了划分(表 1)。

2 构造-沉积特征

渤海中、新生代地质的显著特征是同沉积生长断层严格地控制了中、新生代的沉积, 沉积作用与构造活动密切相关。

2.1 中生代

根据渤海中生界和新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-早

* 中国海洋石油总公司“九五”科技攻关资助项目

收稿日期: 2000-04-20

表 1 渤海中、新生代地层和地震层序表

Table 1 Mesozoic Cenozoic strata and seismic sequences in Bohai Basin

地层系统				地层 符号	主 要 岩 性 特 征	地震反射 界面	时代/Ma
界	系	统	组段				
新 生 界	第四系	全新统	平原组	Qp	灰黄色粘土层与浅灰绿色粉细砂层互层		25
		上新统	明化镇组	Nm	砂岩与灰绿色、棕红色泥岩互层	T ₀	
		中新统	馆陶组	Ng	暗紫红色、紫红色泥岩与灰白色厚层砂岩、含砾砂岩互层	T ₂	
	下第三系	渐新统	东营组上段	Ed ₁	砂岩、泥岩互层	T ₃ '	32
			东营组下段	Ed ₂	以深灰色泥岩为主, 火山岩较发育	T ₃	
			沙河街组一段	Es ₁	页岩、泥岩、白云岩互层段	T ₄	
		始新统	沙河街组二段	Es ₂	粗碎屑岩夹泥岩, 局部见生物碎屑灰岩等	T ₅	42
			沙河街组三段	Es ₃	深灰色泥岩、含砾砂岩夹油页岩、生物灰岩	T ₆	
			沙河街组四段	Es ₄	灰褐色泥岩夹砂岩、含砾砂岩	T ₇	
			孔店组	Ek	暗紫红色、紫红色泥岩夹砂岩	T ₈	
中 生 界	白垩系	下白垩统	青山组	K _{1q}	东部地区见大段安山岩夹凝灰质泥岩, 其它地区见砂岩、泥岩夹石灰岩、玄武岩等薄层		150
	侏罗系	上侏罗统	蒙阴组	J _{3m}	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		

白垩世广泛的断陷成盆后, 晚白垩世-古新世渤海隆升, 始新世渤海又在中生代盆地的基础之上叠合新生代断陷盆地, 始新世盆地基本上继承了中生代盆地格局, 但比中生代盆地要窄小和零散, 仅分布在沙南凹陷、辽中凹陷、渤中凹陷和黄河口凹陷西部。渐新世沙河街组三段沉积期盆地断陷伸展范围广阔且规模扩大。从地震剖面 and 地层分布分析, 中生界比沙河街组四段-孔店组的的沉积范围要大一些。中生界在渤海西部主要受 NW 向断层控制^[8], 例如: NW 向柏各庄断裂(渤张断裂带的一段)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(图 1), 这表明中生代控盆断裂严格控制了中生界沉积^[9]。

据渤海中生代的控盆断裂和地层分布, 对比渤海中、新生代盆地的控盆断裂和地层分布, 中生代盆地与新生代盆地的叠合类型主要有继承型和相干型。继承型为新生代盆地长轴与中生代盆地长轴平行并且新生代盆地直接覆盖在中生代盆地之上, 一般分布在辽东湾、沙垒田凸起与埕北凸起之间, 而相干型为新生代盆地的长轴与中生代盆地长轴相交, 如: 秦南凹陷, 中生界为 NW 向分布, 而新生界为 EW 向分布。在渤海新生代盆地开始发育近 EW 向的断裂, 叠加在 NW 向中生代盆地之上, 是新生代盆地区别于中生代盆地的主要特征之一。

2.2 新生代

自晚白垩世, 渤海中生代盆地整体构造反转抬

升, 一直到老第三纪古新世, 没有接受沉积。老第三纪始新世(孔店组上部)开始, 盆地又开始接受沉积, 开始发育狭小的断陷。

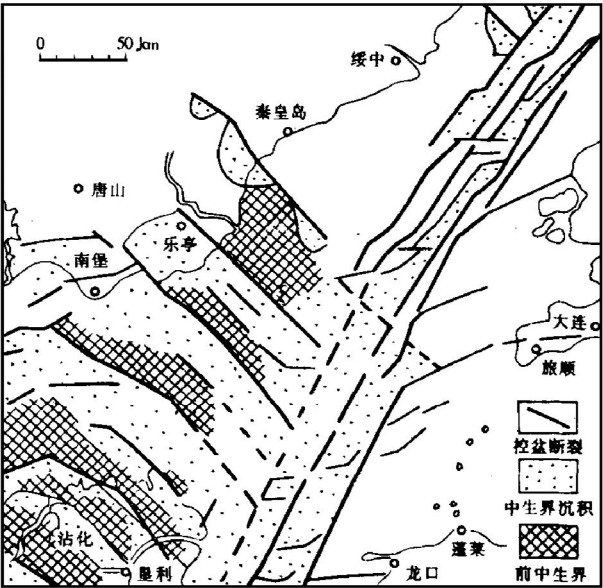


图 1 渤海中生代主要控盆断裂和沉积物分布图^[9]

Fig. 1 Basin controlled faults and sedimentary distribution of Mesozoic in Bohai Basin

沙河街组四段-孔店组沉积, 分布零星, 残缺不全, 仅在渤西、辽中、渤中东部和渤南的局部分布^[1]。渤中东部受 NNE 向断裂的控制, 在渤南受 NW 和 NNE 向断裂的控制。沙河街组四段-孔店时期主要沿断裂分布了一些冲积扇和水下扇, 为狭小的湖盆(图 2)。

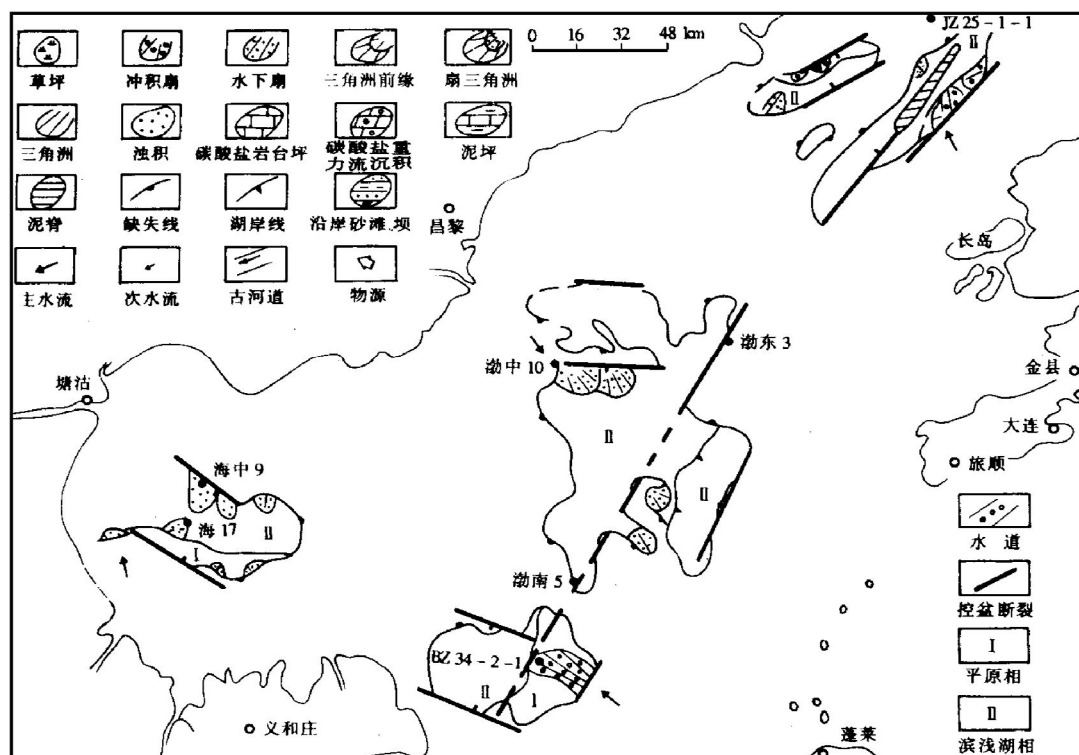


图2 渤海沙河街组四段-孔店组构造-沉积环境图

Fig. 2 Structural-sedimentary environments of Shahe 4 member and Kongdian Formation in Bohai Basin

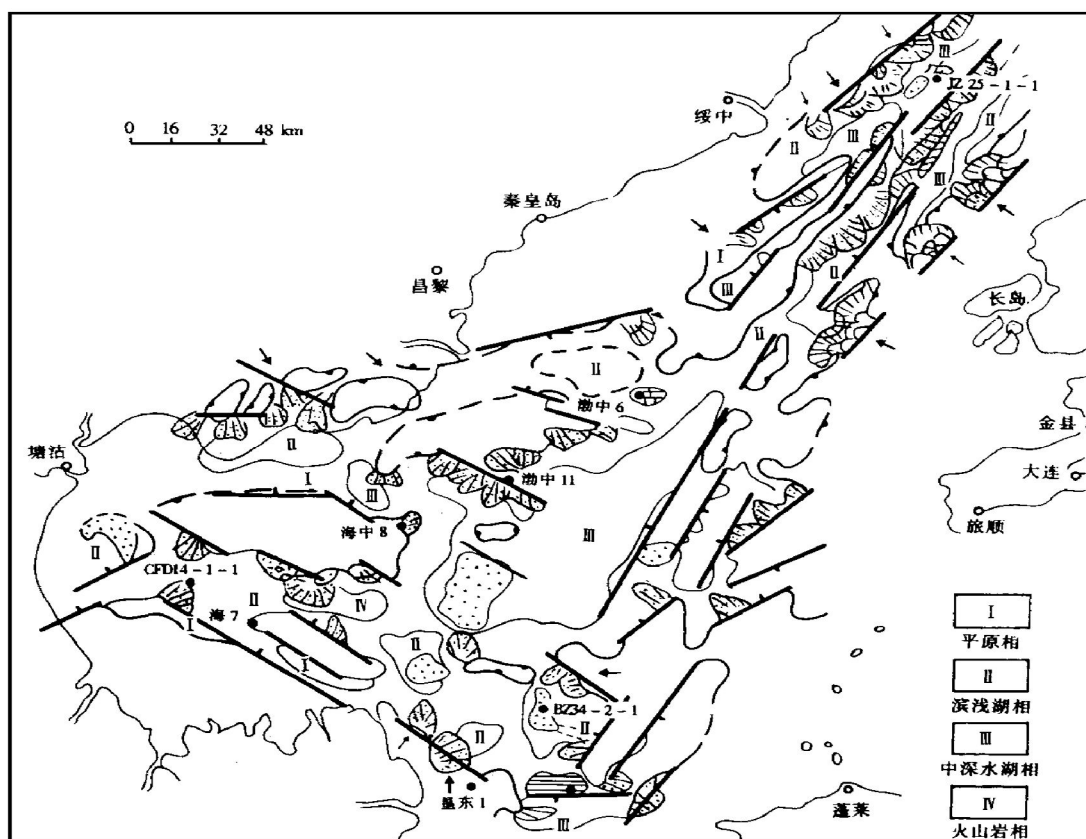


图3 渤海沙河街组三段构造-沉积环境图(图例同图2)

Fig. 3 Structural-sedimentary environments of Shahe 3 member in Bohai Basin

从沙三期开始即从中始新世(42 Ma)开始, 渤海发生了巨大变化, 盆地进一步拉张伸展, 沉积区域扩大, 同沉积断层活动强烈^[1]。沿控盆断裂走向

定向分布着许多冲积扇、水下扇和扇三角洲(图3)。这些冲积扇、水下扇和扇三角洲呈串珠状排列, 发育滨浅湖相、中深湖相和火山岩相, 这些都是

盆地强烈伸展断陷和快速沉积的产物,表明沙河街组三段沉积时期是强伸展断陷强沉降和快速沉积的阶段。渤西和渤南的沉积环境主要受 NW 向断裂控制,而辽东湾、渤中东部和莱州湾的沉积环境

受 NNE 向断裂控制。从沙河街组三段至沙河街组一段沉积特征来看断陷强度逐渐减弱,进入沙河街组一段沉积时期盆地变浅,大部分为滨浅湖相,进入短暂拗陷阶段(图 4)。

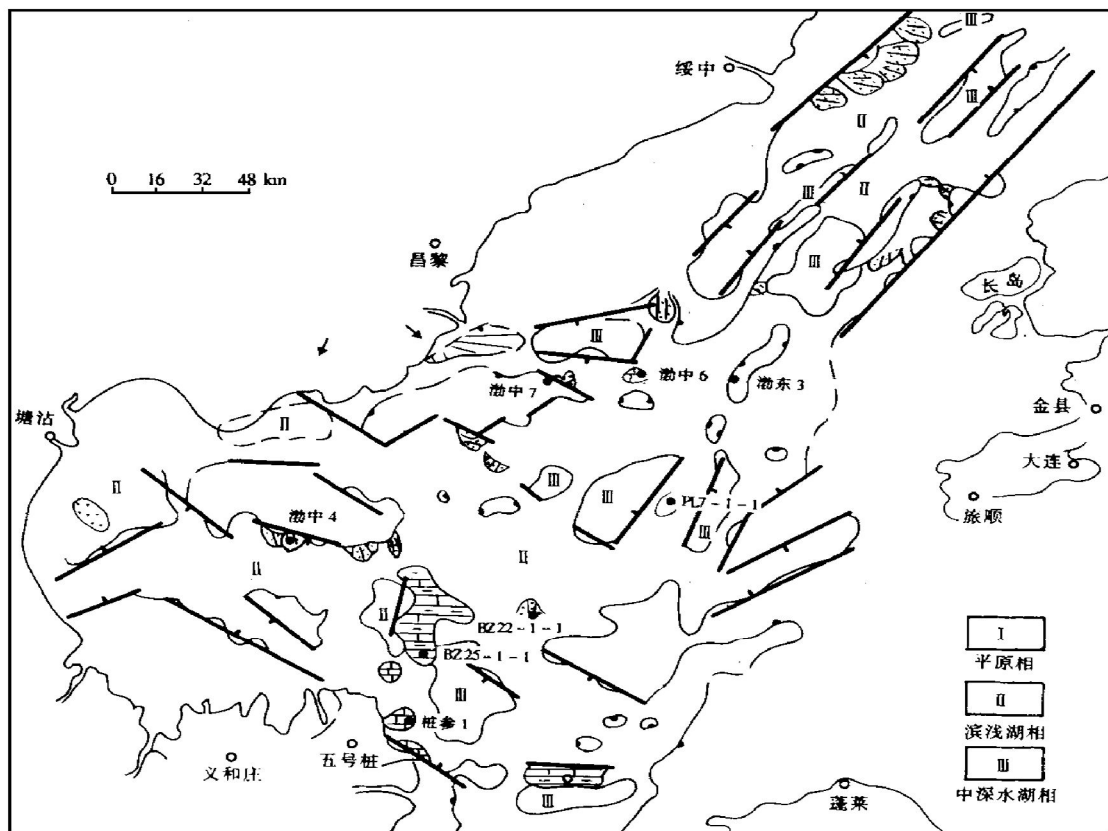


图 4 渤海沙河街组一段构造-沉积环境图(图例同图 2)

Fig. 4 Structural-sedimentary environments of Shahejie member 1 in Bohai Basin

经过沙河街组一段短暂拗陷期之后,盆地更加平坦开阔,在此基础上沉积了东营组。东营早期除了沿控盆断裂串珠状排列发育一系列扇三角洲和水下扇,还在较平坦的盆地内发育了两个大三角洲:古辽河三角洲和古黄河三角洲^[1]。古辽河三角洲沿着 NNE 向断裂控制的辽东湾展布,而古黄河三角洲沿着 NW 向断裂控制的埕北凹陷和沙南凹陷展布,流向渤中拗陷,这表明东营早期盆地有较强的断陷活动(图 5)。东营晚期断裂活动和沉积作用均明显减弱,三角洲沉积转向渤中地区。总之,东营组的沉积特征是沉积水域进一步扩大,但水深变浅,由水下扇和扇三角洲转为发育大型的三角洲。东营期是在短暂的拗陷基础上形成的又一次断陷,但强度不如沙河街组三段沉积时期。

上第三系馆陶组和明化镇组与下第三系在地震层序上有一个明显界面。馆陶组几乎覆盖了整个盆地,为平原相沉积,表明盆地发生了整体沉降,同沉积断层不很发育,主要是热沉降,盆地转入拗陷阶

段,沉积物从盆地边缘汇入渤中地区。该地区是新第三纪的沉积中心,为滨浅湖相沉积,上第三系相对较厚。河流的走向在渤海西部仍受 NW 向断裂控制,而在渤东和渤南受 NNE 向断裂控制(图 6)。

3 讨论

综上所述,除沙河街组四段-孔店组为零星局部沉积外,新生界沙河街组、东营组和馆陶组都具有继承性。水深逐步变浅,从深湖相转为泛滥平原相。从水下扇、扇三角洲转为三角洲,最后转变成河流相。从构造-沉积环境图分析,渤海西部的沉积相受 NW 向断裂控制,而东部的沉积相受 NNE 向断裂控制。根据渤海各拗陷内的主要控盆断层上下盘的地层厚度,统计了生长指数。结合控盆断裂的生长指数分布图(图 7)分析,渤海主要分为 3 个断陷活跃期:中生代、沙河街组二、三段沉积时期和东营期。这 3 个时期相应沉积了大量的沉积物,也是断层活动强度较大的 3 个时期。对应 3 个断

陷活跃期有3个相对平静期: 沙河街组四段-孔店期、沙河街组一段沉积期和馆陶期。这与整个渤海

湾盆地的主要控盆断裂的生长指数的统计结果和分析结果是基本一致的^[10]。

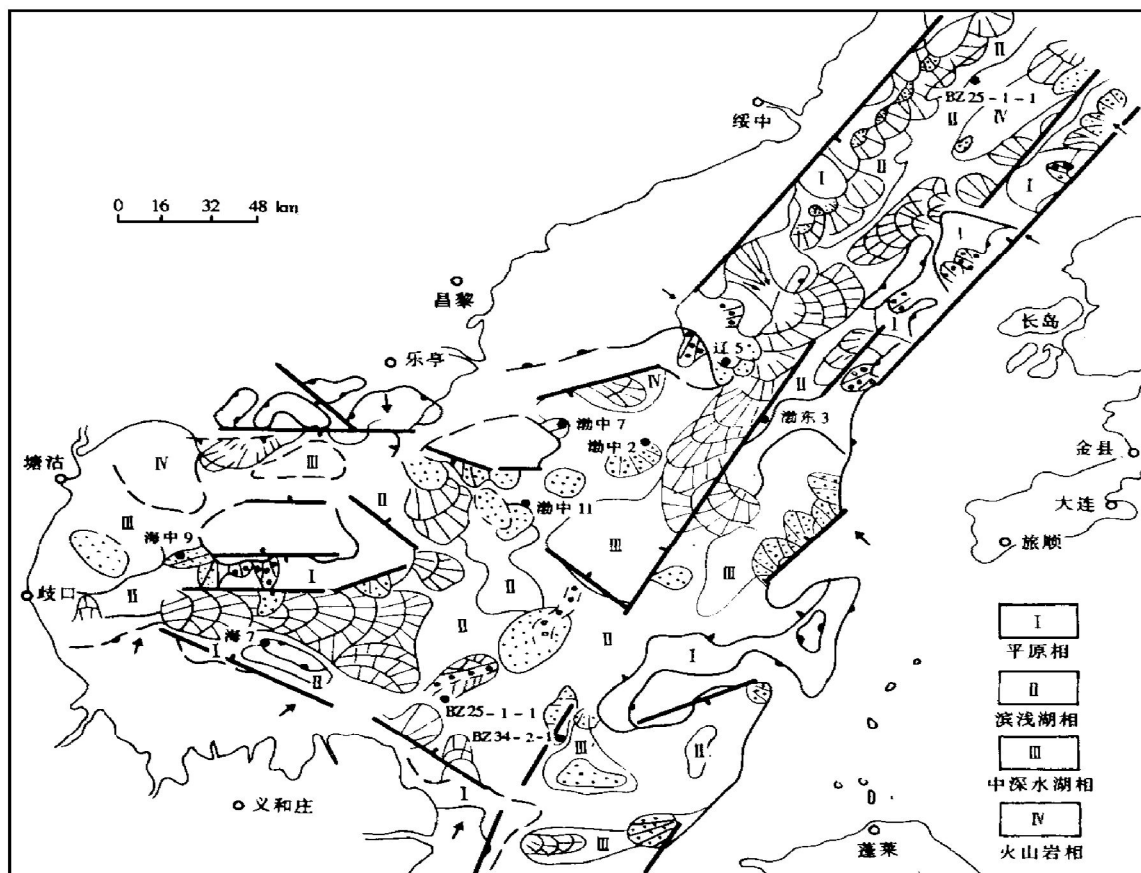


图5 渤海东营组下段构造-沉积环境图(图例同图2)

Fig. 5 Structural-sedimentary environments of lower member of Dongying Formation in Bohai Basin

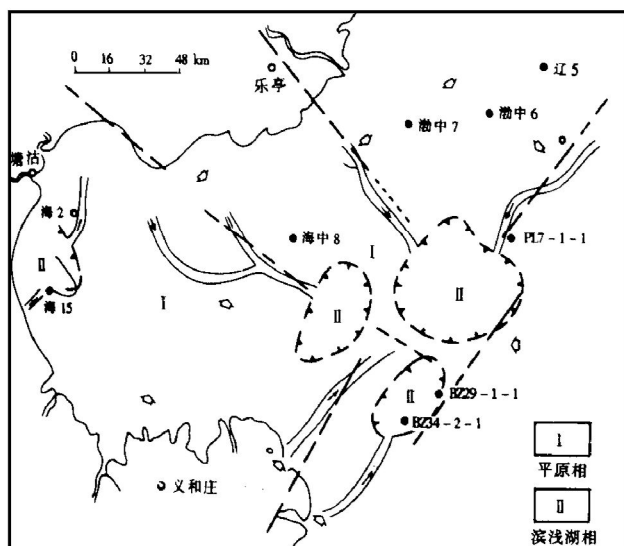


图6 渤海馆陶组构造-沉积环境图(图例同图2)

Fig. 6 Structural-sedimentary environments of Guantao Formation in Bohai Basin

通过对渤海辽东湾、渤西、渤中和莱州湾四大区36条地震剖面的主要控盆断层的生长指数统计, 渤海中、新生代主要有三期断层活动高峰期: 中生代、沙河街组二、三段沉积期和东营期, 其中沙河

街组三段沉积期是活动最强烈时期, 而沙河街组四段-孔店和沙河街组一段这两个时期以及馆陶期以来为活动较弱时期。在辽西地区、辽东地区、渤西地区和渤东地区主要断陷期为沙河街组二、三段沉积期, 在秦南地区、辽中地区和渤中地区主要断陷期则为东营期, 渤中凹陷馆陶时期的生长指数也明显比其他周边地区的生长指数要高。渤海中部的生长指数表明渤中坳陷在东营期是一个比较强的断陷期, 而渤海边缘的东营期伸展断陷相对较弱, 说明东营期盆地的沉积中心向渤海中部迁移。横跨渤海的6条大剖面的平衡剖面分析, 清楚地表明渤海各区都有沉积中心从盆地边缘向渤中迁移的规律。一般从渤海西部向东部迁移, 渤海北部向中部南移, 渤海南部向中部北移。因此, 渤海的断陷强度和沉积中心从沙河街组二、三段沉积时期到东营和馆陶时期有从盆地边缘向盆地中心逐渐迁移的演化趋势(图7)。

渤海中、新生代盆地的构造与沉积环境的时空关系分析和同沉积生长断层的生长指数分布分析

表明,构造严格地控制了沉积环境和沉积体的分布。渤海中、新生代盆地是一个断陷构造盆地。

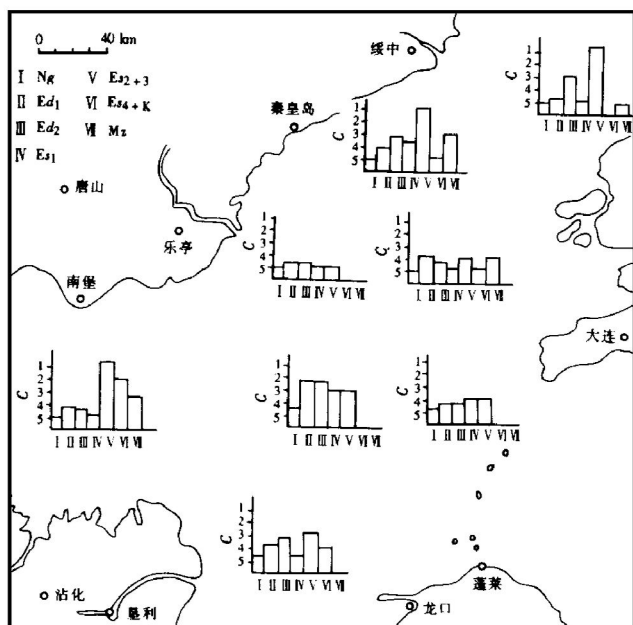


图7 渤海控盆断裂生长指数分布图

Fig.7 Distribution showing growth index of basin controlled faults in Bohai Basin

参 考 文 献

- 1 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
- 2 李德生. 渤海湾含油气盆地的构造格局[J]. 石油勘探与开发, 1979, 1: 51~ 62
- 3 李德生, 薛叔浩. 中国东部中、新生代叠合盆地与油气分布[J]. 地质学报, 1983, 3: 224~ 234
- 4 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, 1998, 34(4): 503~ 509
- 5 刘星利. 渤海地区构造展布特征与油气分布[J]. 石油与天然气地质, 1987, 8(1): 45~ 54
- 6 陆克政, 漆家福, 童亨茂. 渤海湾新生代含油气盆地构造模式[M]. 北京:地质出版社, 1997. 251
- 7 王涛. 中国东部裂谷盆地油气藏地质[M]. 北京:石油工业出版社, 1996. 196
- 8 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
- 9 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
- 10 王尚文. 中国石油地质学[M]. 北京:石油工业出版社, 1983. 348

SPACE-TIME RELATIONSHIP BETWEEN TECTONICS AND SEDIMENTATION OF MESO-CENOZOIC BOHAI BASIN

Hou Guiting¹ Qian Xianlin¹ Cai Dongsheng²

(1. Department of Geology, Beijing University, Beijing; 2. Bohai Research Institute of Petroleum Geology, Tianjin)

Abstract: The main structural characteristics of the Bohai Basin is that synsedimentary growth faults widely developed in the basin. These faults are mainly tensile and tensor-shear ones and the structural types includes extensional, strike-slip and inversion structures. Great thickness of continental deposits developed in the Mesozoic Bohai Basin. The Tertiary Period was the principal fault-depressed stage. The fourth member of the Shahejie Formation and the Kongdian Formation of the Lower Tertiary scattered incompletely and the basin was small and narrow; Sha-3 member and the Dongying Formation were distributed extensively and the basin extended wider. The Upper Tertiary System developed well, the depocenter was formed in the central part of the basin. According to the analysis of structural-sedimentary environment, the sedimentary facies of the west of Bohai Basin was controlled by NW directional faults while that of the east region was controlled by NNE directional structures. The major growth index of faults that controlled the basin indicates that there were three peak stages of fault activities: the Mesozoic, Sha-3 sedimentary stage and Dongying stage. The Sha-3 sedimentary stage was the most intensive stage both for tectonic activities and sedimentation.

Key words: Bohai; Mesozoic Era; fault structure; sedimentary environment; synsedimentary fault; growth index