

渤海湾盆地构造格架及演化

李 军

王燮培

(江汉石油学院物探系, 湖北荆州 434102)

(中国地质大学, 湖北武汉 430074)

渤海湾盆地早第三纪存在独特的构造格局, 呈以渤中凹陷为中心的放射状断裂体系和环状断裂体系, 这种格局是地幔物质底辟作用的结果。盆地自早第三纪以来经历了两次构造-热冷缩沉降过程。地幔初始隆起时, 地壳减薄盆地进入断层控制的沉降阶段, 之后地幔温度降低, 盆地进入热冷缩沉降阶段。

关键词 盆地 构造格架 演化 地幔 渤海湾

第一作者简介 李军 男 30岁 讲师(硕士) 石油地质

1 构造

1.1 格架

早第三纪渤海湾盆地构造活动主要是断裂活动, 除了早期断裂复活外还新生了许多其它方位的断裂, 形成了独特的构造格局(图1)。

1.1.1 渤中稳定区块

渤中凹陷以不发育断裂构造为特征, 平面上呈不规则等轴状。区内下第三系下部受断层控制, 沉积面积较小; 下第三系中上部沉积不受断裂控制, 沉积物从中心向四周抬升, 沉积面积逐渐扩大, 呈“平底锅”状(图2)。

1.1.2 环状断裂体系

主要发育于渤中凹陷的外侧, 控制的断陷具有箕状特征, 断面倾向以渤中地区为中心背向分布。如北面的秦南凹陷南界断层断面北倾, 凹陷呈箕状, 而南面的黄河口凹

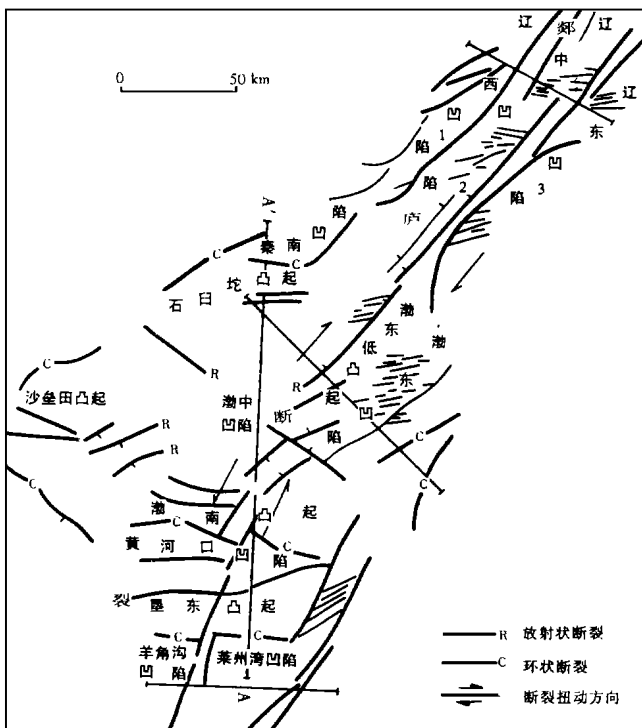


图1 渤海断裂分布图

1—辽西1号断裂; 2—辽中1号断裂; 3—辽东1号断裂

陷北界断层、莱州湾凹陷北界断层断面南倾, 凹陷具有箕状特征(图 1, 2)。

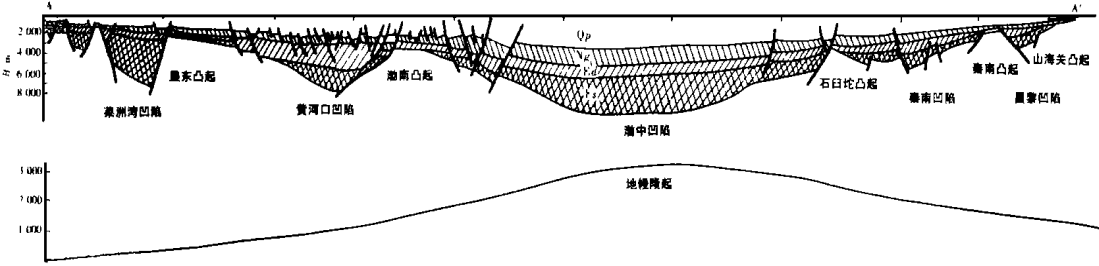


图 2 莱州湾凹陷-渤中凹陷-山海关凸起剖面图(位置见图 1)

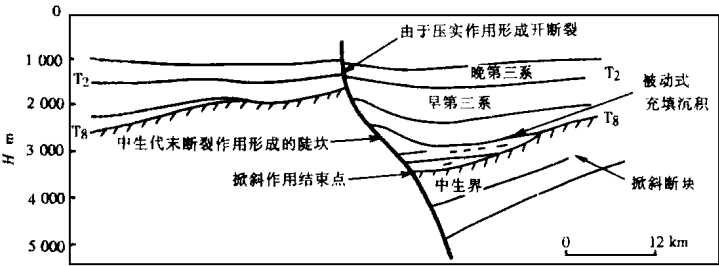


图 3 坐椅型断裂剖面形态

1.1.3 放射状断裂体系

以渤中凹陷为中心的放射状断裂体系包括 NE, NEE 和 NW 向等断裂。断裂在早第三纪时期活动强烈, 并使盆地形态复杂化, 整体呈三叉放射状。控制盆地演化的边界断裂剖面形态有两种基本类型: 坐椅型和向上迁移型(图 3, 4)。

郯庐断裂作为放射状断裂体系的一部分, 整体呈 NNE 走向, 具有十分复杂的活动方式。受渤中地区地幔上隆影响, 郯庐断裂活动具有明显的分段性。在渤海湾地区可以分为三段, 与渤中对应的地段为中段, 以北为北段, 以南为南段。各段具有不同性质。

中段 主体是渤中凹陷与

渤东低凸起的分界断裂。断裂不控制沉降和沉积中心, 在平面上呈右行雁列(图 1), 延伸 60~70 km。断面西倾, 倾角 65°左右。在断裂两侧发育与其呈锐角相交的次级断裂。上述特征表明中段具有右旋张扭性质。

南段 指渤南及其以南地区, 断裂切割凹陷和凸起。南段将渤南凸起切割成东、中、西三段, 各段都有水平位移, 从东往西各段依次向南位错 10~20 km, 断面直立, 具明显的左旋扭动特征。

北段 对应于辽东湾地区, 由四条 NNE 向主断裂构成三凹两隆构造格局, 包括辽西凹陷、辽中凹陷、辽东凹陷和辽西凸起、辽东凸起。该段在平面上呈窄而平直的断裂带, 在剖面上表现为箕状凹陷和屋脊断块相间的特点。尽管该段郯庐断裂张性正断特征是显而易见的, 但还可发现其具有水平扭动的迹象, 证据主要有如下几点: (1) 出现直立断面, 辽中 1 号断层和辽

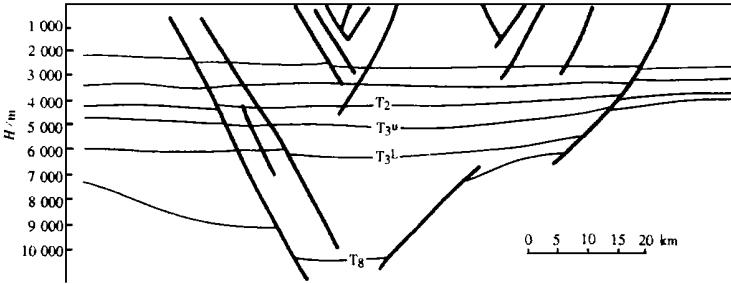


图 4 向上迁移型断裂剖面形态

中2号断层在早第三纪晚期产生了直立断面; (2) 出现了扭断层的地层效应, 辽中2号断层下部(沙河街组四段)左盘下降, 右盘上升, 而上部(沙河街组一段、沙河街组三段)运动方式则刚好相反, 左盘上升右盘下降, 表现出同一断面的上、下部分具有不同的性质; (3) 次级断裂与主干断裂呈“入”字相交, 形成“入”字形构造。由此可见, 北段辽东湾地区郯庐断裂既有张性特征又具有右旋扭动特征, 属张扭性。在早第三纪早期以张性为主, 晚期扭动成分加强, 而且可能成为主要成分。

1.2 成因

这种格局与底辟作用机制形成的断裂样式相似^[1], 表明渤海湾盆地构造的形成是深部地幔物质底辟作用的结果。

早第三纪初期, 该区地幔隆起, 形成了NNE、近EW向和NW向三条地幔隆起带, 其接合地区为渤中。渤中地区地幔隆起幅度最大, 地壳厚度只有29.4 km, 为地壳的一个热柱点*。正是这种以渤中地区为中心的地幔隆起、底辟作用造成了盆地独特的放射状断裂体系和环状断裂体系。同时, 多方向地幔隆起使郯庐断裂复杂化。渤中及其以北地区受两条地幔隆起影响(NNE向和NW向), 总扩张方向偏北与郯庐断裂锐角相交, 从而使郯庐断裂表现为既有张性运动又有平移扭动的特点即右旋张扭; 南部地区受NW向地幔隆起影响大, 扩张方向向南, 与郯庐断裂近于平行, 因而断裂左旋扭动特征明显。

上述为盆地内主干断裂构造, 此外盆地内还形成了与扭动有关的同期次级断裂和重力作用形成的次级断裂。

2 盆地演化

2.1 主干断裂剖面形式及其地质意义

盆地内主干断裂主要有两种剖面类型: 坐椅型和向上迁移型。

2.1.1 坐椅式

坐椅型表现为上段断面较陡, 中段变缓, 下段又变陡(图3)的三段式, 在渤中地区很普遍。三段式断面反映了盆地演化的三个不同阶段: (1) 中生代末期断裂活动强烈, 形成了掀斜断块和箕状凹陷, 断裂活动具有突发性, 在较短时间形成了相对高程为1~2 km的陡断面和斜坡。(2) 早第三纪充填和重力作用阶段, 由于早期形成的陡断崖不断被侵蚀、破坏而变平缓, 沉积物充填于早期形成的箕状凹陷中, 在断面附近由于重力作用而形成重力构造, 如逆牵引构造、滑塌构造等, 在斜坡地带沉积物层层向上超覆。(3) 晚第三纪以来为区域拗陷阶段, 主要有差异压实形成的断裂和扭动断裂两种, 故断面较陡。

2.1.2 向上迁移型

向上迁移型剖面表现为断阶型式(图4), 反映了盆地在中生代末至早第三纪期间有两次断裂活动期, 盆地经历了两次拉张(断裂)-热冷缩沉降过程。

2.2 沉降模式

地壳均衡沉降有两种模式。一种为艾维沉降模式^[2], 它不考虑地壳的刚性, 在一般情况下与实际并不吻合; 但是, 当断裂活动大大降低了地壳的刚性度时, 构造沉降主要通过块体沿

* 陈发景. 板块构造及含油气盆地(教材). 武汉地质学院, 1982

断面向下滑动表现出来, 此时接近艾维沉降模式。另一种为挠曲沉降模式^[3], 它考虑了地壳的刚度, 因而比较接近实际沉降过程。随着地幔温度的降低、热异常衰减, 地壳增厚, 刚性度增加, 挠曲沉降占主要地位。地幔隆起中心部位的渤中凹陷、渤东凹陷为“平底锅”形态, 而位于两翼的秦南凹陷、黄河口凹陷、莱州湾凹陷呈箕状形式, 正是地幔隆起的顶部和两翼不同的构造环境造成的。地幔隆起的顶部为应力稳定区^[1], 构造不如两翼发育, 但热异常大, 后期热冷缩作用较两翼显著。因此隆起的中心部位的构造沉降以热冷缩沉降为主^[1], 凹陷形态呈“平底锅”状, 而两翼则以断层活动控制的沉降为主, 凹陷形态呈箕状。从地质历史来看, 早第三纪早期该区断裂活动强烈, 热异常高, 沉降主要受断层控制, 为艾维沉降; 随后热冷缩作用加强, 断层活动减弱, 于是转化为挠曲沉降为主。

2 3 构造演化期划分

盆地早第三纪构造演化可分两个构造旋回, 即孔店组—沙河街组一段第 I 构造旋回和东营组第 II 构造旋回。中生代末, 断裂活动强烈, 形成了一些孤立的箕状凹陷, 盆地范围小, 以红色粗碎屑岩沉积为主夹石膏沉积, 沙河街组三段时期, 断裂活动显著减弱, 沉积盆地扩大, 水体加深, 沉积了一套暗色泥岩; 沙河街组一、二段时期, 构造稳定, 盆地变浅, 面积扩大, 沉积了一套以灰色泥岩为主夹钙质页岩、生物灰岩、白云岩的“特殊岩性”段, 构成了第 I 构造旋回。东营早期盆地第二次扩张, 断裂活动加强, 水体变深, 以细粒物质沉积为主, 晚期处于断陷向拗陷过渡阶段, 盆地逐渐萎缩, 构成第 II 构造旋回(表 1)。

表 1 盆地第三系沉积旋回与构造旋回划分

地 层	地震界面	时间/ Ma	沉积相	沉积旋回	构 造 期		
明化镇组(N m)	—T ₀ —		河流相至湖相		区域性拗陷阶段		
馆陶组(N g)			河流相				
东营组上段(E d ^u)	—T ₂ —	—24—	河流相至浅湖相	反旋回	断陷阶段	Ⅱ旋回	热冷缩作用
东营组下段(E d ^l)	—T ₃ ^u —	—27—	半深水湖相				断裂作用
沙河街组一段(E s ¹)	—T ₃ ^l —	—30—	浅湖相	正旋回		Ⅰ旋回	热冷缩作用
沙河街组二段(E s ²)	—T ₄ —	—32—	浅湖相				
沙河街组三段(E s ³)	—T ₅ —	—33—	深水湖相				
沙河街组四段(E s ⁴)	—T ₇ —	—37—	干盐湖式沉积				
孔店组(E k)	—T ₈ —	—50—				断裂作用	

2 4 构造沉降定量分析

基底总沉降幅度是地壳减薄、热冷缩、重力负荷等多种因素综合作用的结果。从基底总沉降中扣除重力负荷引起的沉降称构造沉降(D), 因此确定构造沉降包括四个步骤: (1) 原始厚度恢复; (2) 去沉积负荷作用; (3) 湖平面变化校正; (4) 古水深校正。

McKenzie^[4]提出了一个被动大陆边缘盆地演化模型, 认为盆地沉降可分两个阶段: 首先是断裂作用控制沉降阶段, 这个阶段持续时间短; 然后继之一个以热冷缩作用控制沉降阶段, 该阶段断裂活动很弱。热冷缩沉降速率随时间推移有指数减少规律^[4]。从渤中地区构造沉降曲线(图 5) 来看, 渤海湾盆地演化符合 McKenzie 模式, 但该盆地经历了两次构造热演化过

程。中生代末—沙河街组一段末为一个完整的构造—热演化过程, 中生代末, 地壳减薄, 产生了大量张性正断层, 是断裂控制的快速沉降时期; 沙一段为热冷缩沉降阶段, 断层活动减弱, 重力作用加强。东营期为盆地第二个构造热演化过程, 早期为盆地第二次扩张阶段, 断裂作用强, 以后也经历热冷缩阶段。由于东营末期盆地抬升剥蚀, 第二次扩张没有第一次扩张强烈, 由此产生的沉降特征也没有第一次典型。

3 结论

- (1) 渤海湾盆地存在独特的构造格局, 这种格局是深部地幔物质底辟作用的结果。
- (2) 盆地早第三纪时期经历两个构造—热冷缩演化过程。
- (3) 深部地幔热力作用是盆地构造演化的动力。

参 考 文 献

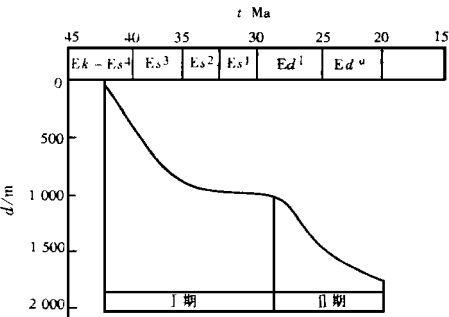
1 Withjack M O, Scheiner C. Fault patterns associated with domes— an experimental and analytical study. AAPG Bull, 1982, 60 (3): 302~ 316

2 徐成彦, 赵不忆. 普通地质学. 北京: 地质出版社, 1988. 38~ 40

3 Lindsay J F, Korsch R J. Interplay of tectonics and sea-level changes in basin evolution: an example from the intracratonic Amadeus Basin, Central Australia. Basin Research, 1989, (2): 3~ 25

4 McKenzie D P. Some remarks on the development of sedimentary basins. Earth and Planetary Science Letters, 1978, 40: 25~ 32

图 5 BZ34 - 2 - 1 构造沉降曲线



STRUCTURAL FRAMEWORK AND EVOLUTION OF BOHAI BAY BASIN

Li Jun

(Jiangnan Petroleum Institute, Jingzhou, Hubei)

Wang Xiepei

(China University of Geosciences, Wuhan, Hubei)

Abstract

An unique structural framework of Early Tertiary exists in Bohai Bay Basin, its radiate fault system and circular fault system are distributed around Bozhong Depression. The framework resulted from mantle diapirism. The Bohai Bay Basin has undergone two faulting-thermal contraction stages ever since Early Tertiary. When the mantle swelled initially, the earth crust thinned, the basin began its faulting-controlled subsidence. Then the mantle's temperature decreased, the basin entered its thermal contraction subsidence.