

# 辽河拗陷西部高升以北地区 湖盆深陷期的沉积特征

王青春<sup>1</sup> 贺 萍<sup>1</sup> 鲍志东<sup>2</sup>

(1. 石家庄经济学院, 河北 石家庄 050031; 2. 中国石油大学(北京), 北京 102249)

**摘要:** 辽河拗陷西部凹陷高升以北地区湖盆深陷期经历了初始断陷阶段→快速沉降阶段→稳定沉降阶段→剧烈沉降阶段→短暂回返阶段共 5 个阶段。湖盆初始断陷阶段, 沉积区主要处于中北部, 以冲积扇-浊积扇-湖泊沉积为主; 湖盆快速沉降阶段, 沉积区南扩, 以浊积扇-湖泊沉积为主; 湖盆稳定沉降阶段, 沉积区覆盖了整个研究区, 以扇三角洲-浊积扇-湖泊沉积为主; 湖盆剧烈沉降阶段以辫状河三角洲-浊积扇-湖泊沉积为主; 而当湖盆进入短暂回返阶段时, 北部出露地表遭受剥蚀, 沉积区南退, 以辫状河三角洲-扇三角洲-湖泊沉积为主。湖盆的沉降中心、沉积中心、沉积方式、沉积相类型及其空间配置等均受湖盆演化阶段控制。同时油气储集砂体的发育、油气圈闭类型等也受湖盆演化特点的影响, 湖盆陡坡侧易于形成构造圈闭、岩性圈闭和复合圈闭等, 缓坡侧则易于形成地层及岩性圈闭。

**关键词:** 辽河拗陷; 湖盆; 地层; 沉积

**中图分类号:** P531      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2010)06-1618-10

## 1 区域地质背景

研究区位于辽河拗陷西部凹陷高升以北地区。辽河拗陷处于华北地台北部渤海湾盆地的东北角, 东为辽东台背斜, 西靠燕辽台褶带, 北邻内蒙古地轴东段和松辽盆地<sup>[1,2]</sup>, 郯庐断裂贯穿整个拗陷, 处于近 EW 向构造和 NE 向构造交接转换部位(图 1)。

西部凹陷位于辽河拗陷西部, 是 3 个凹陷中最大的一个, 北东向延伸, 长约 115 km, 宽约 22 km, 面积约 2530 km<sup>2</sup>, 古近系沙河街组是其最主要的含油气层位<sup>[3]</sup>。

高升以北地区位于西部凹陷北部, 南起高参 1 井, 北至牛 1 孔井, 面积约 700 km<sup>2</sup>(图 1)。根据中、新生代残存地层分布特征, 可划分为牛心坨隆起、牛心坨洼陷、台安洼陷和高升斜坡 4 个三级构造单元, 由基底和新生代盖层两套地层构成。

## 2 湖盆深陷期的演化特点

构造分析表明, 辽河拗陷西部凹陷新生代的构造演化历史可划分为初始裂陷、伸展断陷、挤压拗陷 3 个阶段, 其中古近纪早中期为湖盆伸展断陷阶段的深陷期, 形成了沙河街组沙四段和沙三段地层, 主要边界断裂呈 NE-NNE 向展布, 次级断裂呈 NEE 向展布。

根据地层展布特征和构造演化规律, 结合单井沉积速率史和埋藏史、热史分析(图 2), 研究区湖盆深陷期各油层的地层展布特征、沉积速率和埋藏史、热史均存在着明显的差异, 可将湖盆深陷期的演化过程进一步划分为初始断陷阶段→快速沉降阶段→稳定沉降阶段→剧烈沉降阶段→短暂回返阶段共 5 个阶段。

研究表明, 湖盆深陷期的 5 个演化阶段与前人

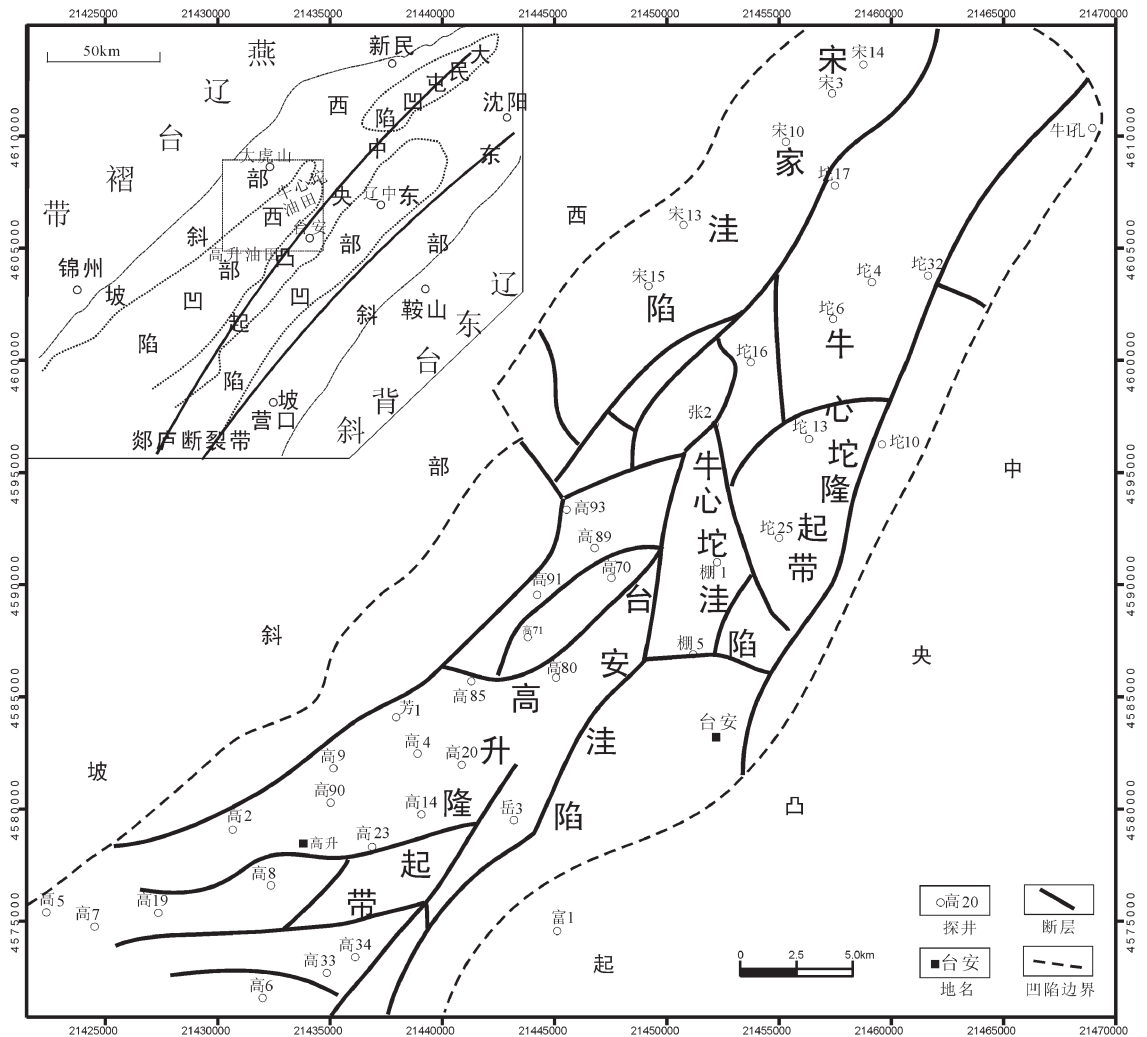


图 1 研究区大地构造位置及构造单元划分图  
Fig.1 Tectonic setting and structural units of the study area

层序地层学研究中层序和体系域的划分<sup>[4-8]</sup>较为一致。研究区湖盆深陷期主要形成了沙四段和沙三段地层,湖盆的初始断陷阶段、快速沉降阶段和稳定沉降阶段分别形成了第一个三级层序的低位体系域、水进体系域和高位体系域,基本对应着沙四段的下、中、上三个亚段;剧烈沉降阶段和短暂回返阶段形成了层序Ⅱ的水进体系域、高位体系域和水退体系域,基本对应着沙三段的下亚段和中、上亚段(图 3)。与此同时,湖盆演化的阶段性在沉积可容空间的变化、沉积方式、沉积类型等方面也具有较好的对应性(图 3)。由此可见,湖盆演化的阶段性,对于沉积环境、沉积方式、沉积相类型及沉积体系的组合等方面,应该有着明显的控制作用。

### 3 湖盆深陷期的沉积演化特征

#### 3.1 湖盆初始断陷阶段

沉积形成了层序 I LST。该时期台安断裂在北部牛心坨地区先期活动,在前古近纪基底上发育了近北东向小型断陷湖盆,面积较小。湖盆形成初期,断裂活动频繁,气候干旱,湖泊水体较浅,主要为滨浅湖水体,水体面积也比较有限,研究区南部高升地区出露地表遭受剥蚀,仅仅北部的牛心坨洼陷区为水体覆盖,但地层沉积厚度较大,一般为 230~340 m,最大厚度坨 25 井超过了 870 m(未穿);砂岩厚度一般 100~200 m,最大值也在坨 25 井,超过了 680 m(未穿)。沉积和沉降中心均靠近牛心坨洼陷。

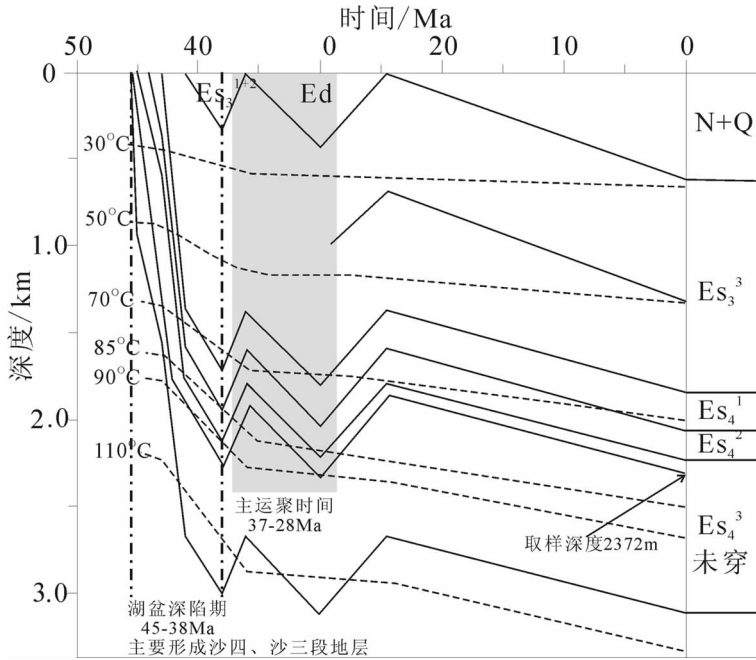


图2 辽河拗陷西部凹陷北区坨25井地层埋藏史、热史

Es<sub>4</sub><sup>3</sup>—古近系沙河街组第四段下亚段; Es<sub>4</sub><sup>2</sup>—古近系沙河街组第四段中亚段; Es<sub>4</sub><sup>1</sup>—古近系沙河街组第四段上亚段; Es<sub>3</sub><sup>3</sup>—古近系沙河街组第三段下亚段; Es<sub>3</sub><sup>1+2</sup>—古近系沙河街组第三段中、上亚段; Ed—古近系东营组; N+Q—新近系和第四系

Fig.2 The bury and thermal history of Tuo25 in the north of the west sag, Liaohe depression  
Es<sub>4</sub><sup>3</sup>—Lower 4th member of Paleogene Shahejie Formation; Es<sub>4</sub><sup>2</sup>—Middle 4th member of Paleogene Shahejie Formation; Es<sub>4</sub><sup>1</sup>—Upper part of 4th member of Paleogene Shahejie Formation; Es<sub>3</sub><sup>3</sup>—Lower part of 3rd member of Paleogene Shahejie Formation; Es<sub>3</sub><sup>1+2</sup>— Middle and upper part of 3rd member of Paleogene Shahejie Formation; Ed—Paleogene Dongying Formation; N+Q—Neogene and Quaternary

岩石地层		层序	湖盆演化	可容空间		砂体主控因素	特征沉积类型
系	组段亚段			小	大		
古近系	沙河街组	中上 层序II HST-RST	短暂回返阶段	减小	快速增加	沉积物供给量	辫状河三角洲 扇三角洲
		下 层序II TST	剧烈沉降阶段	快速增加	快速增加	水介质能量	辫状河三角洲 扇三角洲
		上 层序I HST	稳定沉降阶段	缓慢减小	缓慢减小	沉积物供给量	扇三角洲
	沙四段	中 层序I TST	快速沉降阶段	快速增加	快速增加	水介质能量	浊积扇
		下 层序I LST	初始断陷阶段	快速增加	快速增加	水介质能量	冲积扇

图3 湖盆演化阶段与沉积作用响应关系图

Fig.3 Sedimentary process during the evolution of the basin

该阶段主要发育冲积扇相、浊积扇相及湖泊相沉积(图 4)。湖盆沉积初期,水体较浅,在牛心坨东主边界断裂的控制下,粗碎屑沉积以冲积扇相最为发育,覆盖了牛心坨地区的大部分地区,包括牛心坨隆起区和北部的坨 17 井区。坨 17 井区的沉积物可能来自西北部。分布较广的坨 9 井-坨 10 井区的冲积扇物源来自东侧的中央凸起,岩性以紫红色、浅灰色、杂色砂砾岩和砂岩为主。值得注意的是,到牛心坨油层沉积的后期阶段,随着沉降幅度的加大,水域面积加大,水体加深,局部地区出现了半深湖沉积环境,在棚 1 井区、棚 5 井区及高 80 井区有小规模的浊积扇相沉积;同时在湖水加深和沉积物供给量相对减少等多种原因促使下,在前期形成的冲积扇体远端及水下地势较高的部位,水体相对清浅安静,因而沉积了碳酸盐岩。

### 3.2 湖盆快速沉降阶段

该阶段沉积形成了层序 I TST。研究区边界同生断裂活动进一步向外扩展,湖侵迅速。北部的牛心坨洼陷与南部的台安洼陷已经连通,但由于不同地区所处的古地理环境不同,沉积相的发育情况也不尽相同。南部高升地区此时虽然也开始接受沉积,但沉积厚度较小。总体而言,地层沉积厚度一般为 150~300 m,最大值为坨 2 井沉积了 540 多米;砂岩厚度一般为 10~40 m,最大厚度为高 80 井超过了 100 m。

如图 5 所示。由于水进的发生,北部牛心坨地区水体较深,发育了一套以厚层深灰色泥岩、薄层油页岩、局部夹灰质或白云质泥岩为主的深水沉积,如在坨 9 井-坨 10 井区周缘较广的范围内和棚 1 井区、棚 5 井区及高 80 井区等局部地区发育有浊积扇沉积,而在张 2 井区和棚 2 井区则发育了小规模的冲积扇相沉积。值得注意的是,进入层序 I TST 沉积时期后,随着水体的加深,南部高升地区玄武岩喷溢后形成的古隆起也开始接受沉积。古隆起的遮挡作用加上气候的影响,且注入水系影响较小,碎屑物源供给不足,使得该地区成为相对比较封闭的水体清浅安静的沉积环境,这有利于碳酸盐岩的形成。根据钻井揭露情况,高升地区底部一般以鲕粒石灰岩为主,少数为泥质灰岩,厚度 5~46.5 m,平均 13.7 m,后期随着水体的进一步加深,沉积了几十米至三四百米厚的暗色泥岩、油页岩等。层序 I TST 沉积时期形成了辽河拗陷西部凹陷北部地区最好的烃源岩。

### 3.3 湖盆稳定沉降阶段

湖盆稳定沉降阶段形成了层序 I HST。此时东侧台安边界断裂活动加强,西侧也逐渐抬升,沉降中心明显向南迁移,湖盆继续下陷,水体不断加深,水域不断扩大。由于控制台安洼陷的主干断裂的活动性增强,台安洼陷开始扩张加深呈箕状断陷形态,并与牛心坨洼陷完全接合。相对于 TST 沉积时期,周围碎屑

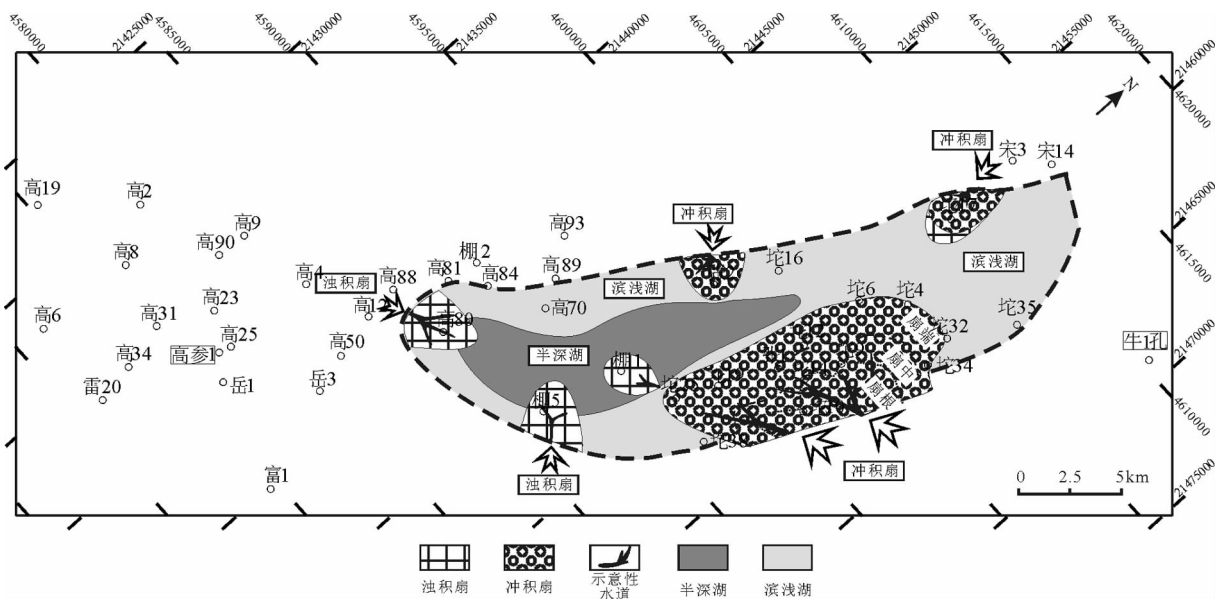


图 4 湖盆初始断陷阶段沉积相平面图

Fig.4 Sedimentary facies during the initial fault depression stage



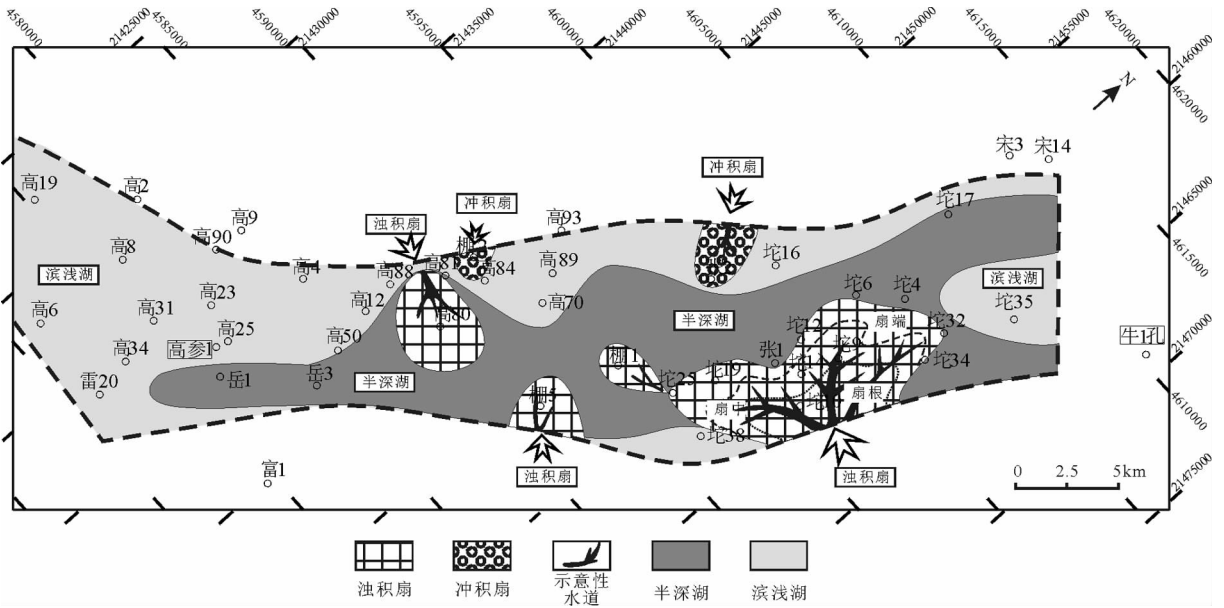


图5 湖盆快速沉降阶段沉积相平面图

Fig.5 Sedimentary facies during the fast subsiding stage

物质供给量明显增加,高升斜坡区也开始接受陆源碎屑沉积。但由于水体的加深,深色泥岩仍然比较发育,深水环境略有扩大。该阶段地层沉积厚度一般为140~400 m,最大值为坨20井超过了700 m;砂岩厚度一般为50~110 m,最大厚度212 m,处于坨14井。

如图6所示,由于边界断裂活动性依然较强,地形高差较大,且注入水系较为发育,碎屑物质供给比

较充足。沉积相发育有扇三角洲相、辫状河三角洲相、浊积扇相和湖泊相。除湖泊相外,扇三角洲相沉积面积最大,在坨10井-坨9井-坨19井区、高93井-高84井-棚2井区以及高19井区、高6井区均有发育,呈朵叶状、舌状展布,物源主要来自东部的中央凸起,西部凸起次之,另外高6井的物源估计来自东南部地区;辫状河三角洲发育在坨17井区,规

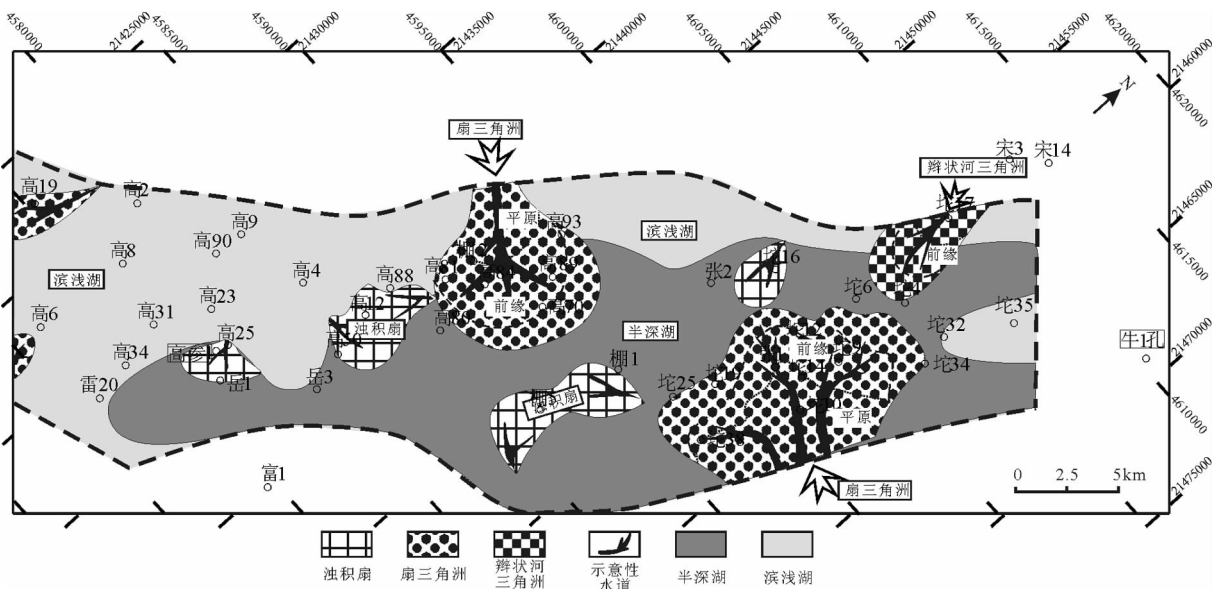


图6 湖盆稳定沉降阶段沉积相平面图

Fig.6 Sedimentary facies during the stable subsiding stage

模不大,舌状,物源来自西北部;浊积扇的发育规模也不大,但在坨 16 井区、棚 1 井-棚 5 井区、高 81 井-高 88 井-高 12 井区和高 25 井区均有发育。根据钻井揭露情况,层序 I HST 沉积时期也有多处碳酸盐岩发育区,如高 84 井区、高 12 井区、高 25 井区和高 19 井区,形成于前期扇三角洲或浊积扇沉积形成的局部水下正地形或浅水环境中。

### 3.4 湖盆剧烈沉降阶段

此时已进入沙三期,湖盆处于剧烈沉降阶段,由于研究区南部高升地区的台安主边界断裂活动进一步加剧,湖盆水体在层序 I HST 基础之上没有发生水退,而是再度发生水进,水体加深,同时水域范围不断向两侧扩大,高升斜坡带也开始接受大量陆源碎屑沉积物质,相反牛心坨地区北端逐渐抬升,湖盆水体变浅,沉降中心继续南移至台安洼陷。层序 II TST 大致相当于沙三段莲花油层,地层沉积厚度一般为 200~750 m,最大值出现在棚 1 井为 1494 m,依然是北厚南薄;砂岩沉积厚度一般为 100~300 m,最大值为坨 16 井的 749 m。

层序 II 沉积时期东侧中央凸起为湖盆提供了大量的碎屑物质,西部凸起也有相当规模的物源供给,沉积相发育有辫状河三角洲相、扇三角洲相、浊积扇相和湖泊相(图 7)。辫状河三角洲相分布在坨 32

井-坨 12 井-棚 1 井-坨 10 井区,范围广、厚度大,物源来自东部中央凸起;另外在高 93 井-高 84 井-高 81 井区也有发育,厚度较小,物源来自西部凸起。扇三角洲相则发育在两个区域,坨 17 井区物源来自北部,高 2 井-高 19 井区物源来自西部凸起。浊积扇分布比较零散,辫状河三角洲和扇三角洲的远端均有浊积扇发育,分布在坨 4 井-坨 6 井-坨 16 井-张 2 井区、高 70 井-高 80 井-高 50 井区、高 25 井区和高 19 井区,属于扇体滑塌成因;另外南部的高 6 井-高 34 井区和中部的棚 5 井区也有相当规模的浊积扇发育。

### 3.5 湖盆短暂回返阶段

进入湖盆短暂回返阶段,断裂活动较前期有所减弱,北部牛心坨地区继续抬升出露水面而遭受剥蚀,水体向南退缩,沉降中心继续南移,此时的沉积范围主要在高升地区。形成的层序 II HST(大致相当于大凌河油层)沉积厚度一般 100~350 m,最大值 785 m 出现在高 70 井;砂岩厚度较小,一般 10~110 m,最大值为高 70 井的 196 m。

该时期由于湖盆水体的南退,沉积范围大大减小,仅仅在研究区南部地区发育有辫状河三角洲相、扇三角洲相、浊积扇相和湖泊相(图 8)。扇三角洲相发育在南部的坨 2 井-高 90 井-高 4 井区,物源来

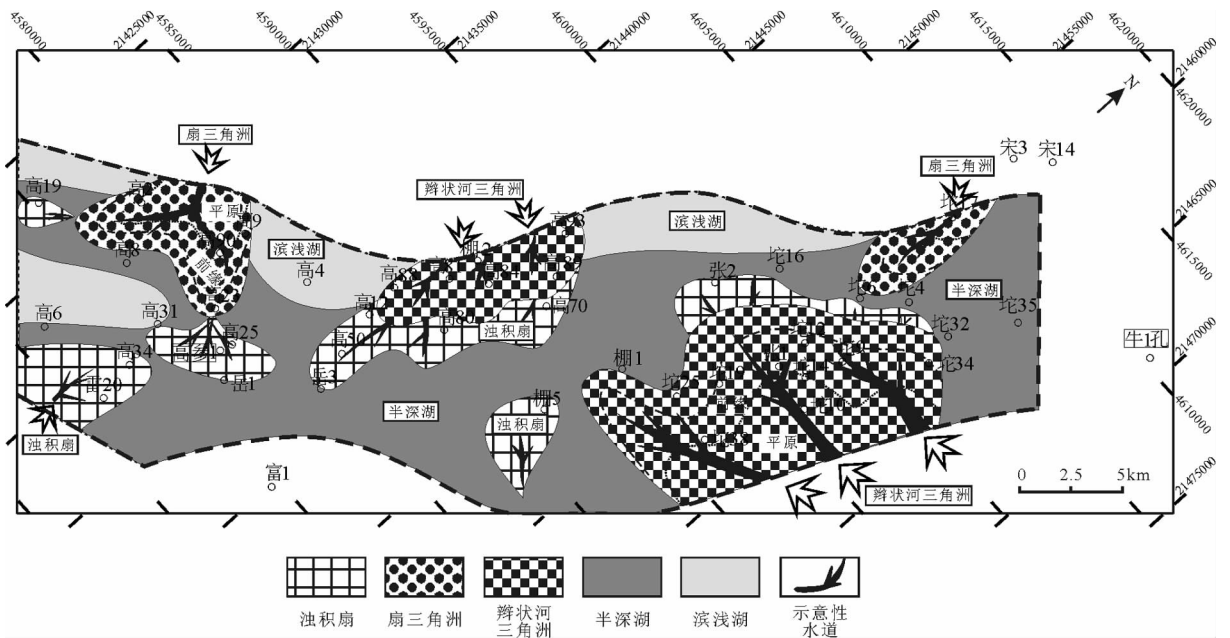


图 7 湖盆剧烈沉降阶段沉积相平面图

Fig.7 Sedimentary facies during the hard subsiding stage

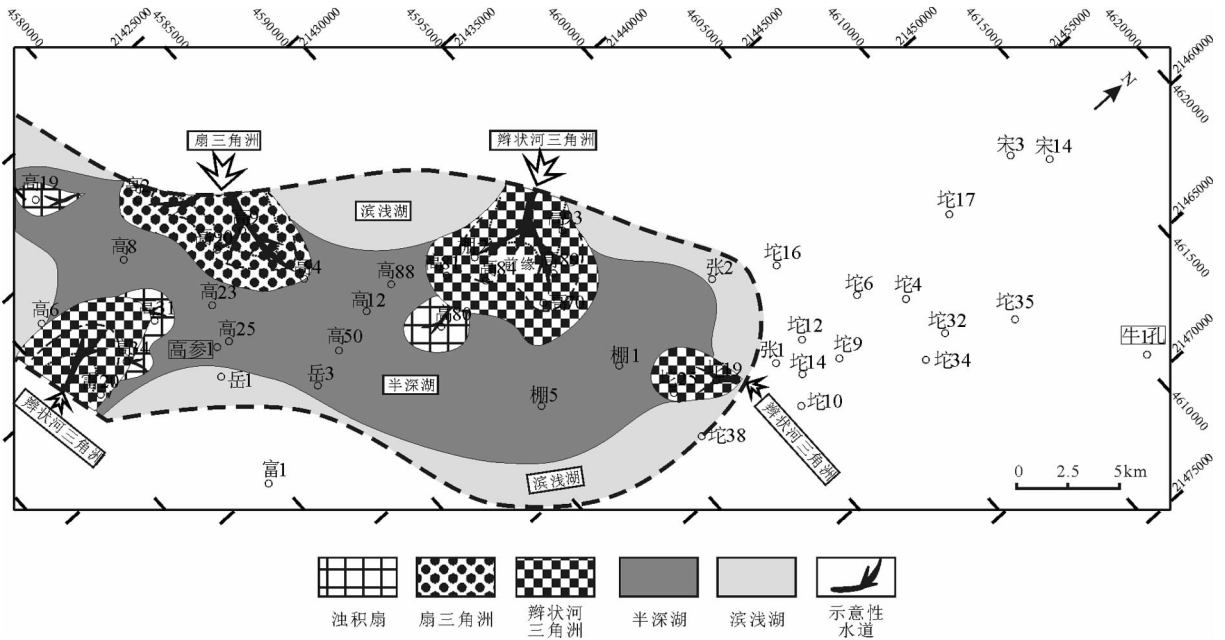


图8 湖盆短暂回返阶段沉积相平面图

Fig.8 Sedimentary facies during the short time returning stage

自西部凸起；辫状河三角洲相发育三个沉积体，高93井-高70井-高81井区的沉积物来自西部凸起，坨25井-坨19井区的沉积规模略小，物源来自东北部，高6井-高34井区的沉积物来自东南部；浊积扇相规模很小，在高80井区、高19井区和高31井区有发育。

### 4 沉积体系

综合辽河拗陷西部凹陷高升以北部地区沙四、沙三段的沉积充填演化规律和沉积相发育组合特征，结合盆地原形，认为该地区在湖盆深陷期主要发育了6套碎屑岩沉积体系(图9)。

(1)牛心坨沉积体系——大型冲积扇-扇三角洲-辫状河三角洲-浊积扇沉积体系：为研究区主要的沉积体系，自层序I沉积初期至层序II沉积初期

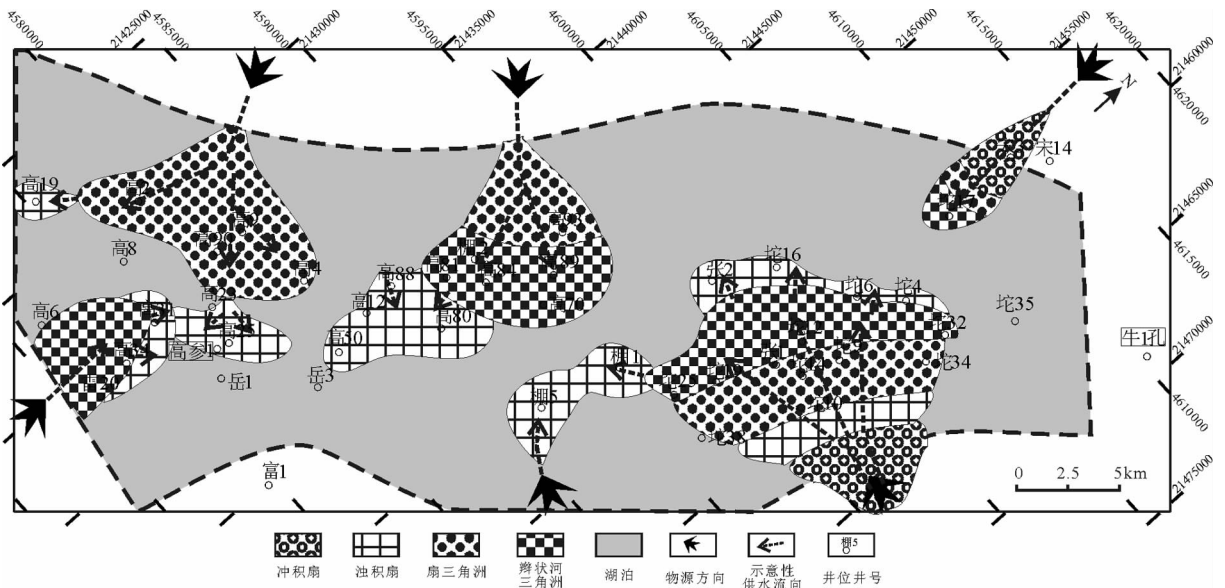


图9 湖盆深陷期沉积体系叠合图

Fig.9 Sedimentary overlay of the deep-depression period of the lake basin



均有发育,沉积了巨厚的砂砾岩体,是研究区内的主要储层发育区之一,物源来自东部中央凸起。层序 I LST 沉积时期发育冲积扇-滨浅湖沉积体系, TST 沉积时期发育浊积扇-半深湖沉积体系, HST 沉积时期发育扇三角洲-半深湖沉积体系;到层序 II TST 沉积时期则发育有辫状河三角洲-湖泊-浊积扇沉积体系。

(2)北端沉积体系——小型冲积扇-扇三角洲-辫状河三角洲沉积体系:为规模较小的一个沉积体系,围绕坨 17 井区发育,物源来自西北部地区,发育有冲积扇、扇三角洲和辫状河三角洲。层序 I LST 沉积初期以冲积扇-滨浅湖沉积为主,后期由于水体的增加发育了浊积扇, TST 沉积时期则为半深湖沉积, HST 沉积时期为辫状河三角洲-半深湖沉积;至层序 II TST 沉积时期则为扇三角洲-半深湖沉积。

(3)高 70 沉积体系——扇三角洲-辫状河三角洲-浊积扇沉积体系:为研究区内的一个次要沉积体系,在高 93 井-高 70 井-高 80 井-高 50 井区分布,物源来自西部凸起,沉积厚度向西侧逐渐增厚。该沉积体系自层序 I TST 沉积时期开始发育,初期仅为规模较小的浊积扇-半深湖沉积,后来随着物源供给能力增强逐渐演变为扇三角洲-浊积扇-半深湖沉积和辫状河三角洲-浊积扇-半深湖沉积体系。

(4)高 90 沉积体系——扇三角洲-浊积扇沉积体系:为研究区内的又一个次要沉积体系,分布在高 9 井-高 2 井-高 19 井区,物源来自西部凸起。该沉积体系自层序 I HST 沉积时期才开始在高 19 井区有小规模扇三角洲发育,而后随着沉积规模增加逐步形成了扇三角洲-浊积扇-半深湖沉积体系。该体系形成了高升地区的一套主力储层。

(5)南端沉积体系——辫状河三角洲-浊积扇沉积体系:也为一个小规模沉积体系,位于研究区南部高 6 井-雷 20 井-高 34 井区,物源来自东南部地区。自层序 I HST 沉积时期开始发育小型扇三角洲,而后形成浊积扇-半深湖以及辫状河三角洲-浊积扇-半深湖沉积体系。

(6)中部沉积体系——小型浊积扇沉积体系:规模较小,特指在棚 5 井区的浊积扇-半深湖沉积体系。为粗碎屑物质在湖泊重力流作用下直接进入深水区域而成,推测物源来自东部的中央凸起。

### 5 沉积模式

沉积相研究工作的目的不仅仅在于明确研究区的沉积环境,为储层研究和成藏分析提供一定的指导和帮助,关键还在于能够建立一个具有代表性的沉积充填模式。盆地沉积充填模式是对盆地沉积过

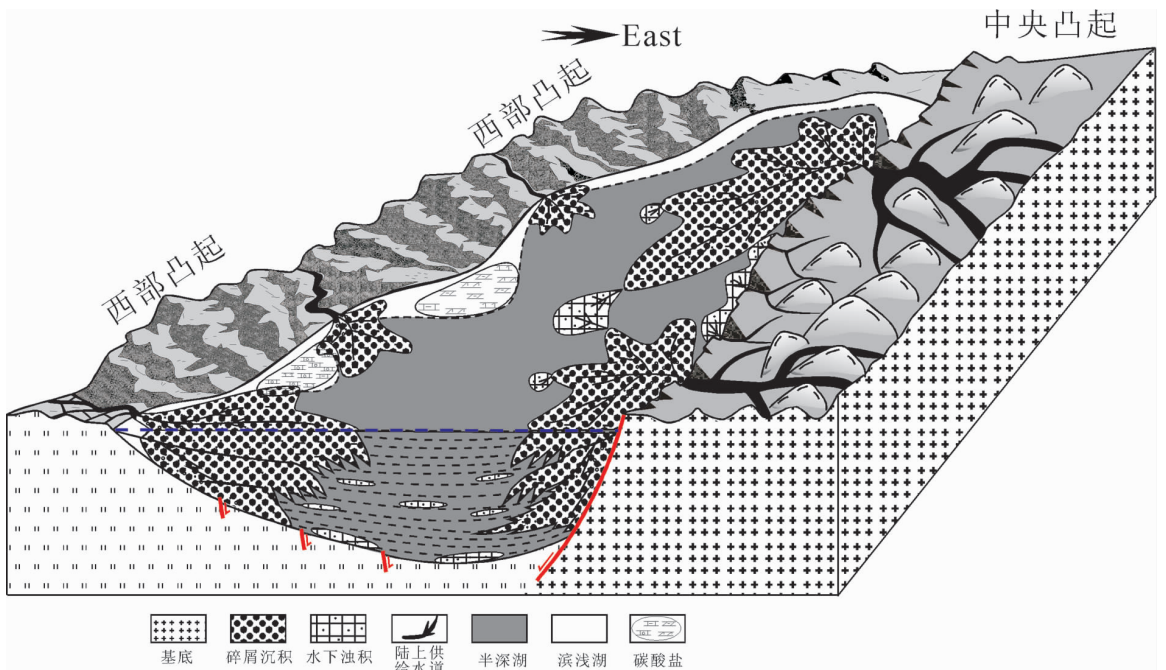


图 10 湖盆深陷期综合沉积模式

Fig.10 Comprehensive sedimentary model of the deep-depression period of the lake basin



程、沉积环境及沉积体系等时空配置的概括。沉积模式的建立可以为同类沉积环境的沉积相研究工作提供一定的参考作用,对于类似沉积环境的沉积学理论研究也应具有相应的指导作用。

综合前人的研究成果<sup>[1,3,9,10]</sup>,以断陷湖盆的演化过程为依据,结合本论文中开展的各项研究,建立了辽河拗陷西部凹陷高升以北地区湖盆深陷期的综合沉积模式(图 10)。该模式主要展现了研究区的沉积物供给情况、碎屑物质的沉积特征和沉积组合关系以及湖盆演化过程中各个阶段的沉积充填特征。在这种狭长的断陷湖盆中,在构造活动的剧烈影响下,在湖盆深陷期的不同阶段,沉降中心和沉积中心不断迁移,沉积水体深度也发生着明显的改变,粗碎屑沉积物主要集中在高差较大、能够提供充足物源的陡坡侧发育,且沉积物向湖盆中心延伸较远,易于进一步形成浊积体;由于断裂活动强烈,因而构造圈闭、岩性圈闭和复合圈闭均较发育。坡度相对较缓的一侧由于物源供给量有限而仅仅形成规模较小的沉积体,虽然平面展布面积也比较宽广,但其沉积厚度相对于陡坡侧的沉积物则小得多,加之断裂活动相对较弱,易于形成地层及岩性圈闭。

## 6 结 论

(1) 辽河拗陷西部凹陷高升以北地区湖盆深陷期经历了初始断陷阶段→快速沉降阶段→稳定沉降阶段→剧烈沉降阶段→短暂回返阶段。

(2) 断陷湖盆演化的阶段性对于沉积作用具有明显的控制意义。湖盆深陷期的不同演化阶段,沉降中心、沉积中心、沉积方式、沉积相类型及其空间配置等均有差异。

(3) 辽河拗陷西部凹陷高升以北地区湖盆深陷期主要发育 6 套沉积体系,即牛心坨沉积体系、北端沉积体系、高 70 沉积体系、高 90 沉积体系、南端沉积体系及中部沉积体系。

(4) 断陷湖盆深陷期沉积模式指出:湖盆陡坡侧易于形成构造圈闭、岩性圈闭和复合圈闭等,缓坡侧则易于形成地层及岩性圈闭。

## 参考文献(References):

[1] 李应暹. 辽河裂谷渐新世初期的扇三角洲[J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(4): 53-60.  
Li Yingxian. Early Oligocene fan-deltas in Liaohe rift[J]. Petroleum Exploration and Development, 1995, 22(4): 53-60(in Chinese with

English abstract).  
[2] 李潍莲, 孙红军, 唐文连. 辽河盆地东部凹陷北段古近系层序地层特征及油气藏分布[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2004, 28(5): 1-12.  
Li Weilian, Sun Hongjun, Tang Wenlian. Sequence stratigraphic characteristics and petroleum distribution in the Palaeogene of northern section in the eastern sag of Liaohe Basin[J]. Journal of the University of Petroleum, China, 2004, 28(5): 1-12(in Chinese with English abstract).  
[3] 孙洪斌, 张凤莲. 辽河断陷西部凹陷古近系砂岩储层[J]. 古地理学报, 2002, 4(3): 83-92.  
Sun Hongbin, Zhang Fenglian. Sandstone reservoirs characteristics of the Paleogene in western depression of Liaohe rift[J]. Journal of Palaeogeography, 2002, 4(3): 83-92(in Chinese with English abstract).  
[4] 胡宗全, 孙立春, 刘志飞, 等. 断陷湖盆的沉积层序特征——以辽河盆地东部凹陷为例[J]. 矿物岩石, 1998, 18(增刊): 142-145.  
Hu Zongquan, Sun Lichun, Liu Zhifei, et al. The sequence characteristics of rift lake basin: Taking eastern depression, Liaohe Basin as an example[J]. Journal of Mineralogy and Petrology, 1998, 18(Supp.): 142-145(in Chinese).  
[5] 任作伟, 李琳, 张凤莲. 辽河盆地老第三系深层碎屑岩储层沉积相[J]. 古地理学报, 2001, 3(4): 85-94.  
Ren Zuowei, Li Lin, Zhang Fenglian. Sedimentary facies of deep burial strata of the Palaeogene clastic reservoirs in the Liaohe Basin[J]. Journal of Palaeogeography, 2001, 3(4): 85-94(in Chinese with English abstract).  
[6] 许坤, 潘耀丽, 彭峰. 辽河盆地地下第三系层序分析[J]. 地层学杂志, 1997, 21(4): 267-274.  
Xu Kun, Pan Yaoli, Peng Feng. An analysis of the Lower Palaeogene sequence in Liaohe Basin, Liaoning[J]. Journal of Stratigraphy, 1997, 21(4): 267-274(in Chinese with English abstract).  
[7] 朱筱敏, 王贵文, 孙洪斌, 等. 辽河滩海地区下第三系层序地层学研究[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000: 9-54.  
Zhu Xiaomin, Wang Guiwen, Sun Hongbin. The Study of Sequence Stratigraphy of Early Tertiary in Liaohe Tidal Zone[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2000: 9-54(in Chinese).  
[8] 李文权, 刘立, 焦丽娟, 等. 辽河拗陷曙北地区新生代层序地层及沉积体系发育特征[J]. 地质力学学报, 2004, 10(2): 165-171.  
Li Wenquan, Liu Li, Jiao Lijuan, et al. Cenozoic sequence stratigraphy and characteristics of the sedimentary system in the Shubei area, Liaohe Basin[J]. Journal of Geomechanics, 2004, 10(2): 165-171(in Chinese with English abstract).  
[9] 金万莲, 薛叔浩, 丘云贞, 等. 辽河盆地西部凹陷沙河街组三段浊积岩及其含油性[J]. 石油学报, 1981, 2(4): 23-30.  
Jin Wanlian, Xue Shuhao, Qiu Yunzhen, et al. The turbidite and hydrocarbon accumulation of the third member of Shahejie formation in the West depression, Liaohe Basin[J]. Acta Petrolei Simica, 1981, 2(4): 23-30(in Chinese with English abstract).  
[10] 闫火. 辽河裂谷西部凹陷下第三系沙河街组浊积岩相及其分布[J]. 石油勘探与开发, 1983, 10(3): 24-30.

Yan Huo. The turbidite faces and its distribution of Shahejie formation of Early Tertiary in the West sag, Liaohe Rift [J].

Petroleum Exploration and Development, 1983, 10 (3):24-30 (in Chinese with English abstract).

## Sedimentary characteristics of the deep fault depression period of the lacustrine basin in northern Gaosheng, western Liaohe depression

WANG Qing-chun<sup>1</sup>, HE Ping<sup>1</sup>, BAO Zhi-dong<sup>2</sup>

(1. Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang 050031, Hebei, China; 2. China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

**Abstract:** The lacustrine basin deep fault depression period in the northern area of the western sag of Liaohe depression can be divided into five stages, namely, initial fault depression stage, fast subsiding stage, stable subsiding stage, hard subsiding stage and short time returning stage. During the initial fault depression stage, the alluvial fan, turbidite fan and lacustrine deposit were developed in northern and central parts of the study area. When the fast subsiding stage came, the sedimentary area expanded southward, with the main sedimentary facies being turbidite fan and lacustrine deposit. When the evolution entered into the stable subsiding stage, the whole study area was covered by water, and fan delta, turbidite fan and lacustrine deposit constituted the main deposition forms. The braided stream delta, turbidite fan and lacustrine deposit were the main types at the hard subsiding stage. At last the short time returning stage came, during which the northern part was outcropped and experienced denudation, whereas braided stream delta, fan delta and lacustrine deposit controlled the southern part. It is concluded that the subsiding center, deposition center, deposition styles, sedimentary facies types and their space overlying were all affected by the evolution of the lacustrine basin. At the same time, the development of the sand reservoir and the oil and gas traps were all influenced by the evolution of the lacustrine basin. In general, the structural traps, lithologic traps and combination traps lay in the abrupt slope, while the stratigraphic traps main lay in the slight grade of the lacustrine basin.

**Key words:** Liaohe depression; lacustrine basin; stratigraphy; sedimentation

---

**About the first author:** WANG Qing-chun, male, born in 1977, doctor, associate professor, engages in the teaching and study of the reservoir sedimentology and the fluid minerals of sedimentary basins; E-mail: wang-qingchun@126.com.