

The Study of Qikou Sag Tectonic Style

Xianbao Chen

Exploration and Development Research Institute of Dagang Oilfield, Tianjin
Email: chencxb@163.com

Received: Dec. 9th, 2015; accepted: Dec. 28th, 2015; published: Dec. 31st, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Using the newest seismic and geological datum, the Qikou sag of the Huanghua depression's tectonic evolution can be divided into chasmic stage and after chasmic stage. Chasmic stage can be divided into chasmic I act (the third group of Shahejie group-the second group of Shahejie group) and chasmic II act (the first group of Shahejie group-the Dongying group). The after chasmic stage can be divided into the stability hot act (The Guantao group) and the speed up act (The Minghuazhen group-the quaternary).

Keywords

Qikou Sag, Tectonic Evolution, The Fracture

歧口凹陷构造演化特征

陈宪保

大港油田勘探开发研究院, 天津
Email: chencxb@163.com

收稿日期: 2015年12月9日; 录用日期: 2015年12月28日; 发布日期: 2015年12月31日

摘要

依据最新地震、地质资料研究, 黄骅坳陷歧口凹陷构造演化主要分为: 歧口凹陷裂陷阶段和歧口凹陷裂后阶段, 裂陷阶段又可分为裂陷I幕(沙河街三段-沙河街二段)与裂陷II幕(沙河街组一段-东营组), 歧

口凹陷裂后阶段又可分为稳定热沉降幕(馆陶组)与加速沉降幕(明化镇组 - 第四系)。

关键词

歧口凹陷, 构造演化, 断裂

1. 引言

黄骅坳陷位于鲁西、燕山、太行山三大基地衔接处, 居渤海湾盆地腹地, 北部发育郯庐断裂, 受张家口 - 蓬莱, 兰聊断裂带的控制, 夹持于沧县隆起和埕宁隆起之间, 歧口凹陷位于渤海湾盆黄骅坳陷中北部, 地质构造非常复杂, 属于典型的一系列北断南超簸箕状断陷盆地。歧口凹陷是渤海湾盆地黄骅坳陷一个伸展型沉降单元。歧口凹陷构造演化特征在最新满布的 5280 平方公里国内最大三维数据体基础上得以开展。盆地内构造层序划分、构造图以及盆地沉降史的分析表明, 该凹陷具有显著的幕式构造演化特征。对于同裂陷阶段, 依据沉降量、沉降速率和断层分布及活动速率等, 可分为裂陷 I 幕(Es3-Es2 沉积时期)和裂陷 II 幕(Es1-Ed 沉积时期)。对于盆地的裂后阶段的沉降, 对歧口凹陷裂后期的沉降过程研究发现, 其裂后阶段的沉降并不符合 Mckenzie 的均匀伸展模型的预测, 而是呈现出在稳定沉降之后发生了快速的沉降过程。因此, 本研究将裂后阶段进一步划分为两个沉降幕, 即稳定热沉降幕和加速沉降幕[1]-[4]。

2. 构造演化阶段和后造活动幕的划分

通过对歧口凹陷同裂陷期的二级层序, 即沙河街组三段、沙河街组二段、沙河街组一段和东营组的厚度对比分析发现, 歧口凹陷的沉积作用基本上可以分为两个旋回, Es3-Es2 时期和 Es1-Ed 时期。Es3-Es2 时期表现为由凹陷断陷活动剧烈, 首先是发生大规模的水侵, 然后到盆地隆升发生水退的过程, Es1-Ed 时期表现为凹陷再次强烈断陷, 发生全面湖扩作用, 到构造活动减弱, 水体逐渐稳定的过程(图 1)。在这两个沉积旋回中, 歧口凹陷都发生了由多个沉降中心向单个沉降中心转变的过程, 并且, 最终歧口凹陷沉积沉降中心在第 II 裂陷幕迁移到海域地区。

在沉降史分析中, 针对多条跨歧口凹陷的二维剖面做了沉降量和沉降速率的研究, 覆盖了歧口凹陷区和剥蚀区。图 2 为歧口凹陷单井沉降速率和沉降曲线图。从盆地演化来看, 盆地两幕裂陷期均具有沉降速率由大到小变化的特点, 沙河街组三段沉降速率最快, 可达 440 m/Ma, 东营组沉降速率最慢, 仅为 60 m/Ma, 是断拗转换的过渡期; 裂后期沉降速率整体上有所减弱, 但是呈现出逐渐变大的过程, 甚至是成倍增长, 沉降量曲线的斜率也对应发生增大, 反映了裂后期的加速沉降过程。

对比沙河街组三段、沙河街组二段、沙河街组一段、东营组和馆陶组底界构造图发现, 歧口凹陷中的二级断层具有较强的活动继承性, 对沉积的控制作用贯穿了整个新生代。沙河街组三段时期, 同沉积断层的展布优势方向为北东向或北北东向, 活动强度大; 沙河街组一段时期, 同沉积断层的展布优势方向转变为近东西向, 活动强度也相对较大, 而北东向断层活动强度明显减弱(图 3)。从馆陶组底界面断层发育看, 断裂发育较密集, 但是规模较小, 断层的优势方向依然是近东西向。

图 4 是综合地层单元、古生物化石年龄、岩性特征、相对海平面变化、构造样式和运动学特征等提出的歧口凹陷新生代构造演化阶段划分方案, 共两个构造演化阶段, 包含了四个构造活动幕。在同裂陷阶段, Es1 前后盆地的构造应力场有明显的变化, 因此, 以 Es1 界面为界, 可以将盆地同裂陷阶段的演化进一步划分为两个构造演化幕: 沙二 - 沙三段沉积时期为裂陷 I 幕, 陆上近北东向断层强烈活动, 基底断块发生逆时针旋转, 形成北断南超的多米诺式半地堑系; 沙一段 - 东营组沉积时期为裂陷 II 幕, 海域近东西向断层控制了歧口凹陷最大的沉降中心, 形成大型复杂地堑; 在裂后演化阶段, 馆陶组地层

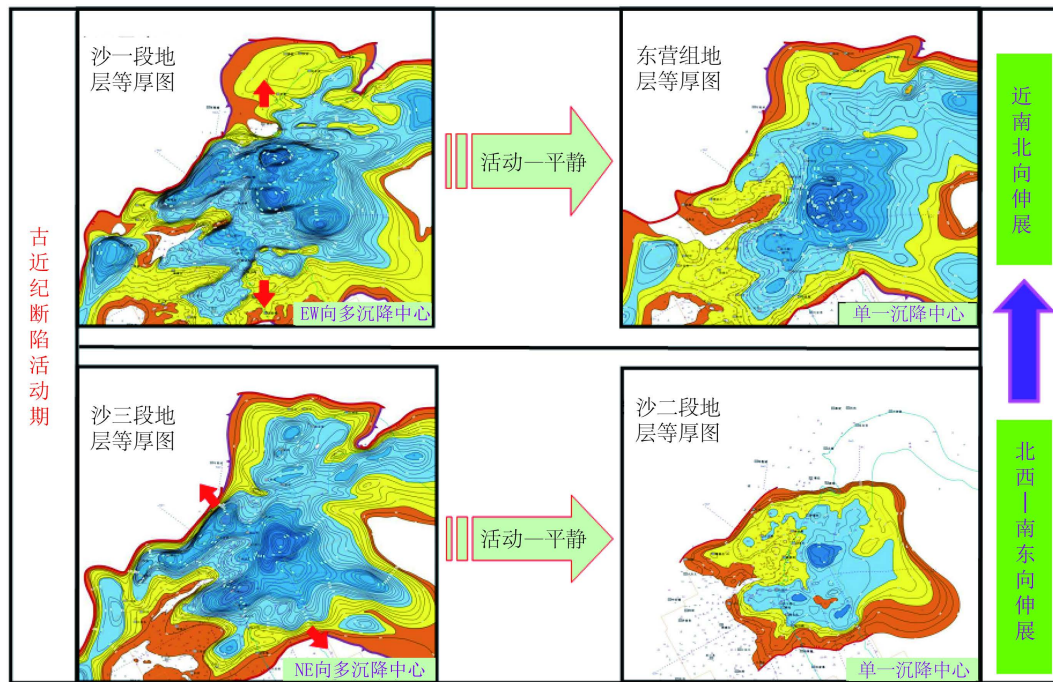


Figure 1. The episodic evolution process of the Paleogene in the Qikou sag

图 1. 岐口凹陷古近纪幕式演化过程

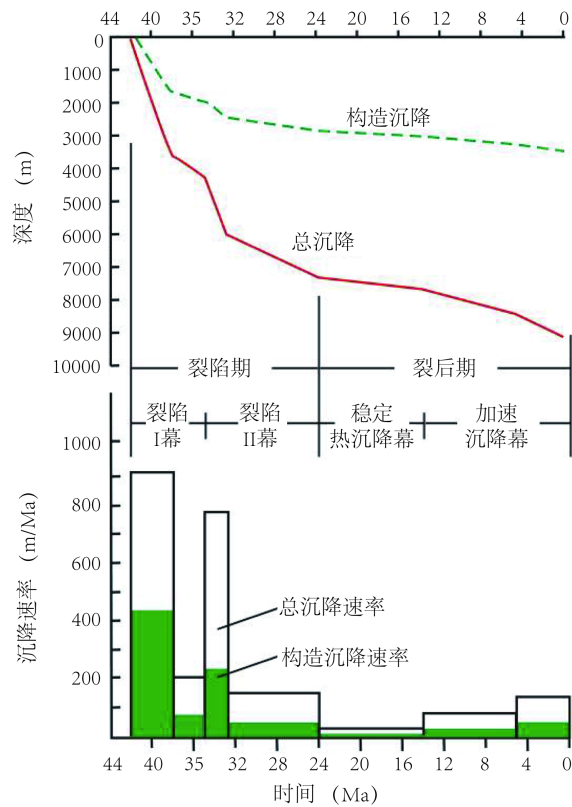


Figure 2. The sedimentation rate and the total settlement curve in the different time of single well in the Qikou sag

图 2. 岐口凹陷单井不同时期沉降速率和总沉降曲线图

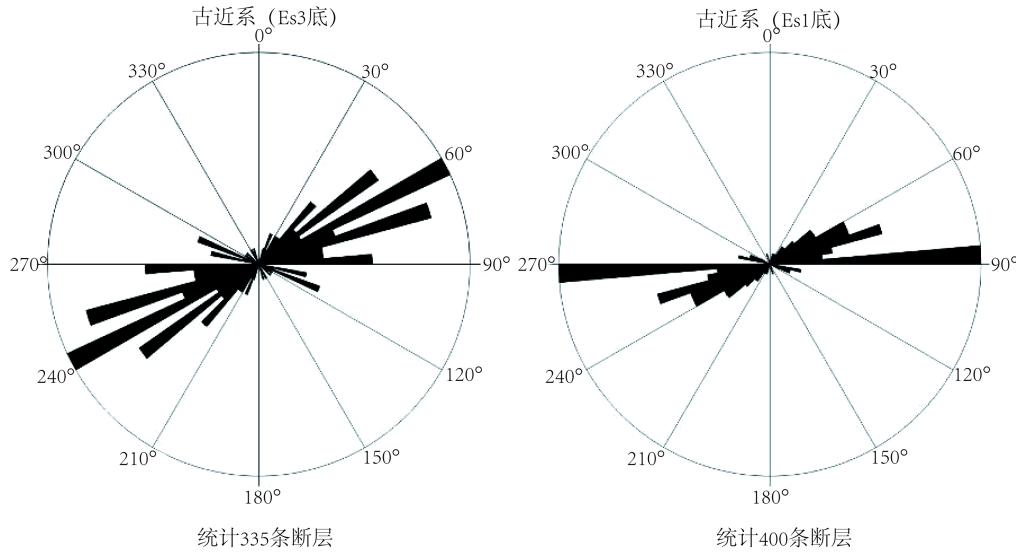


Figure 3. The advantages compare of the bottom boundary faults of Es3 and Es1 in the Qikou sag of the Paleogene
图 3. 歧口凹陷古近纪沙河街组三段和一段底界断层展布优势方向对比

界	系	统	段	年龄 (Ma)	地反界面	厚度 (m)	地层剖面	岩性特征与古生物组合	水面变化	构造演化特征							
										分期	幕次	构造样式和界面特征	运动学特征				
新近系	新近系	上新统	上段	-2.0	-T ₀	200~400	棕红色泥岩夹灰白色含砾砂岩、砂砾岩。产藜粉属-蒿粉属-水龙骨科单级孢属组合	加速沉降幕	后期	稳定热沉降幕		构造活动整体减弱，沉降速率开始增大，正形负花状构造切过二级断层。					
			明化镇组	下部为棕红、灰绿、灰白色砂岩、含砾砂岩互层；上部为砂岩、含砾砂岩夹棕黄、土黄、灰紫色泥岩及海侵层。产苏氏小玻璃介、隆起土星介、浪游土星介，下部和上部分别产输粉属-草本植物组合以及藜粉属-蒿粉属-粗肋孢属组合													
		中新统	下段	-5.1	-T ₀ ¹	800	浅灰、灰绿、棕红和紫红色泥岩夹砂岩，含钙质结核。产苏氏小玻璃介、隆起土星介、浪游土星介以及粗肋孢属-山核桃粉属-枫香粉属组合	稳定热沉降幕	后期		构造活动整体减弱，沉降减小。沉积物覆盖整个盆地，形成下凹的碟形盆地，花状构造开始发育。						
			馆陶组	-12.0	-T ₀	1000	以河流相、冲积相为主的沉积，下粗上细，岩性以厚层状灰白色砾岩和砂岩夹灰、灰绿、紫红和杂色泥岩、砂质泥岩和砂岩。产苏氏小玻璃介、隆起土星介和浪游土星介等介形类化石以及松科-桦科-小菱粉组合										
		渐新统	渐新统	东营组	二	-24.0	-T ₁	0~700	灰绿、紫红色、杂色泥岩、砂岩和含砾砂岩。产胡桃科-小菱粉组合	裂陷二期	裂陷二期		海域地区，在以海河断层和张东断层为代表的近东西向大型铲式断层的控制下，形成大型复杂地堑，控制了歧口凹陷最大的沉降中心。陆上地区断裂活动相对减弱。				
					三	100~200	灰、灰绿色泥岩夹薄层砂岩、紫红色泥岩。产弯脊东管介组合										
				沙河街组	二	-32.6	-T ₁	300	下部为灰色砂泥岩和泥岩互层，上部为灰色泥岩。产单峰雪花介组合以及波形输粉-云杉粉属-铁杉粉属组合								
					三	500	深灰、灰绿色泥岩、泥灰岩。产惠民小豆介组合										
				近始新统	二	-35.0	-T ₄	1000	泥岩、砂岩和粉砂岩为主。产椭圆拱星介组合					裂陷一期	裂陷一期		陆上近北东向断层强烈活动，在负反转二级断层控制下，基底断块发生逆时针旋转，形成北断南超的多米诺式半地堑系。海域地区构造活动较微弱。
					三	-38.0	-T ₃	0~400	下部为褐灰色、深灰色泥岩夹泥灰岩、油页岩和浅灰色粉砂岩；中部为深灰色泥岩、泥灰岩夹薄层白云岩、油页岩和重力流成因的砂砾岩；上部以灰色粉、细砂岩、含砾砂岩和灰色泥岩为主，夹碳质泥岩、页岩、油页岩。介形类化石组合为中国华北介，孢粉为小亨氏栎粉-小输粉组合。								
古新统	古新统	古新统		-42.0	-T ₆	>1000											

Figure 4. The tectonic evolution stage in the Qikou sag of the Cenozoic
图 4. 歧口凹陷新生代构造演化阶段划分

覆盖整个包括歧口凹陷在内的黄骅拗陷，构造活动微弱，处于稳定热沉降，走滑断层活动发育；明下段沉积时期以后，盆地的沉降速率显示为一个显著的快速沉降阶段，根据沉降速度变化特征，将盆地裂后期的演化划分 2 个构造活动期，即馆陶组沉积时期的稳定热沉降幕和明化镇组—第四系沉积时期的加速沉降幕，其中加速沉降幕还可细分为 I 幕和 II 幕。

3. 歧口凹陷裂陷阶段

在孔店组沉积时期，黄骅拗陷的裂陷作用主要发生孔南地区，而歧口凹陷一直处于隆升阶段，遭受剥蚀，形成了沙河街组与下伏基底地层间的角度整合。自沙河街组沉积时期，歧口凹陷才开始大规模的裂陷活动，形成典型的断陷型盆地，而且断陷湖盆经历了由相对分散、独立的小次凹到彼此沟通联合成较大的断陷湖盆的演化过程[5]-[7]。

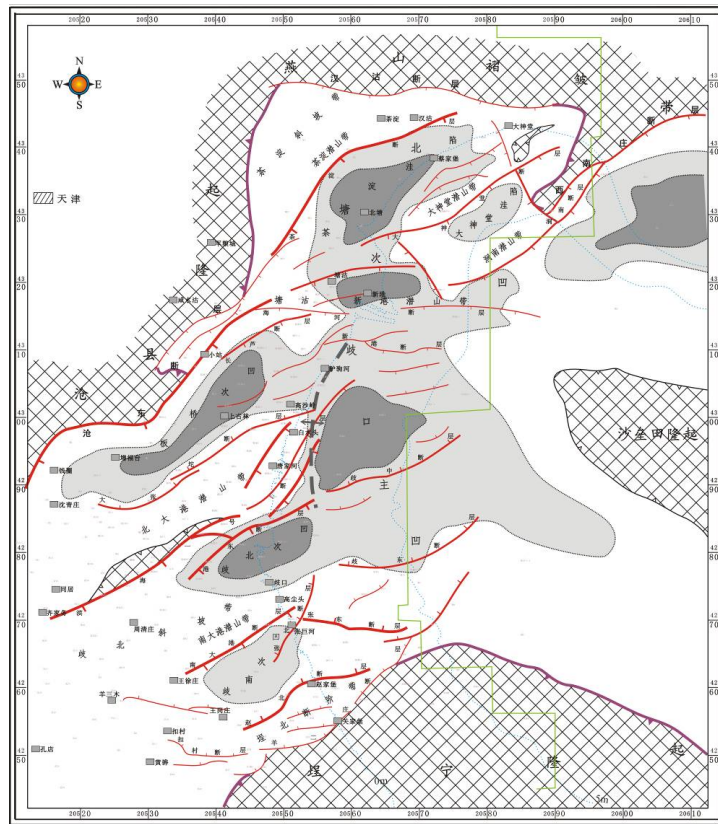
3.1. 裂陷 I 幕(沙河街三段—沙河街二段)

沙三段沉积时期，在 NW-SE 向拉伸作用下，歧口凹陷发生大规模裂陷作用，这一时期的裂陷作用在凹陷内形成了以北东向断层为主体的断裂系，同时伴有北北东向和少许近东西向的断裂(图 5)。在北西南东向伸展应力的控制下，北东走向的凹陷边界沧东断层发生大规模活动，在其影响下，位于其上盘的二级断裂滨海断层、南大港断层、羊二庄断层，以及一些反向调节断层，如大张坨断层等也开始强烈活动。虽然塘沽—新港潜山作为北西向构造转换带分隔了歧口凹陷和北塘次凹，但是北塘次凹内的主要北东向断裂在这一时期也具有相同的强烈活动的特征，如茶淀断层、大神堂断层和润南断层的平均古落差都在 350 m 以上。近东西向断层主要分布在歧口凹陷的海域地区，这一时期活动性较弱。主干基底断层均是具有逆冲推覆背景的负反转正断层，控制了基底断块的逆时针掀斜运动，这是该时期歧口凹陷构造运动学最主要的特征。二级断层控制下的基底断块掀斜在凹陷内形成了北东向展布的多米诺式半地堑系，充填的沙三段地层具有向构造斜坡方向上减薄的楔状层理，并表现为稳定的伸展断陷盆地的特征。

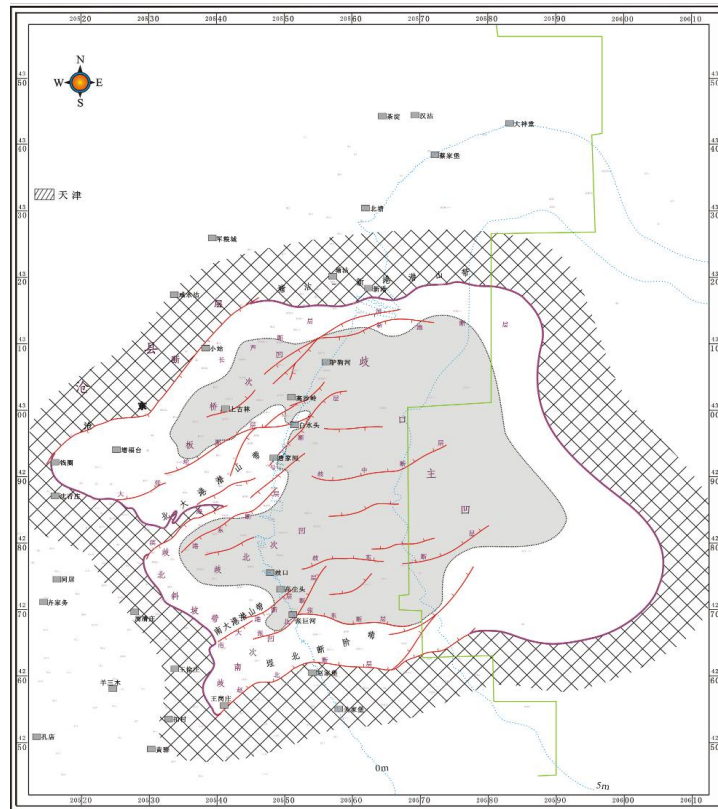
歧口凹陷在这一时期由于北东向断层对沉积的强烈控制作用，沉积厚度表现出多个局部的沉积—沉降中心，包括板桥次凹、歧北次凹、歧南次凹、歧口主凹和北塘次凹(图 1)。这些次级凹陷的厚度等值线都表现出北东向延伸，沉积厚度总体上向 SE 方向减薄，显示出沧东断层、滨海断层、南大港断层等主干基底伸展断层对地层厚度的分布的控制作用。这一时期，北大港潜山仍然是相对隆起区，在最高点位置缺失沙三段地层沉积。北塘次凹在这一时期也表现为深凹陷的特征，大神堂潜山和润南潜山分隔了凹陷之间的联系。注意到，在板桥次凹的外侧地区，沙三段地层越过沧东断层，向上超覆，并控制在沧东断层西侧的一条断层的下降盘内，可以推测在沙三段沉积时期该位置一定是歧口凹陷的重要的物源口。

板桥次凹受沧东断层和大张坨断层的共同控制，在这一时期，西部主要接受来自沧东隆起和北大港潜山的物源沉积，而凹陷靠近北塘次凹的区域主要受北部物源的控制。在靠近沧东断层一侧，形成陡坡沉积体系，低位扇三角洲具大型丘状杂乱—双向前积反射、楔状杂乱前积反射。歧北次凹紧邻北大港潜山和孔店潜山，它们也是其主要的沉积物来源。歧南次凹受南大港断层、羊三木—扣村断层和张北断层的控制，形态上大致为一小型菱形盆地，南大港断层和张北断层较陡，控制了两侧潜山物源形成低位斜坡扇的沉积，羊三木—扣村断层断距小，控制了湖扩体系域和高位扇体的发育。歧口主凹是盆地深度最大的地区，发育大面积的暗色泥岩。

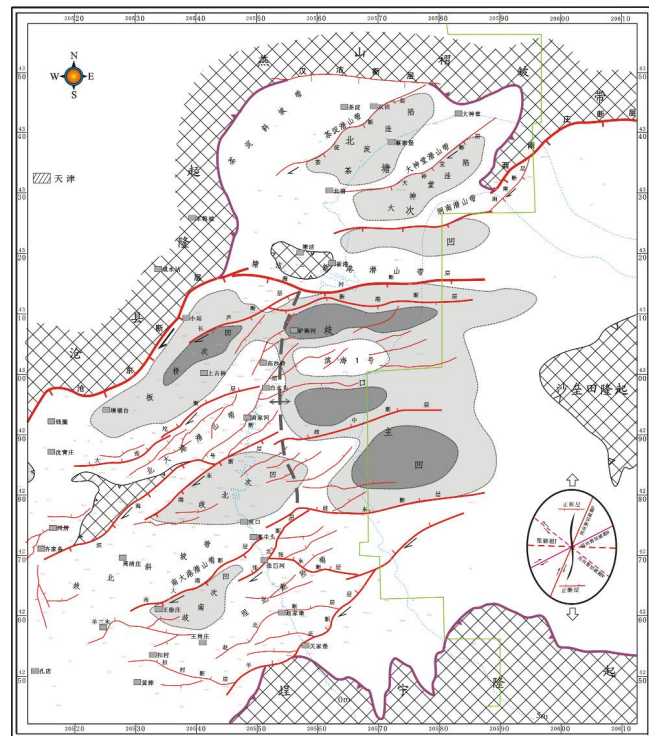
沙河街组二段沉积时期，歧口凹陷发生相对的隆升，发生大规模的水退，湖盆仅仅发育在歧口主体区内，北塘次凹、沧东断层以北、扣村—羊二庄断层以南均没有沙二段的沉积(图 1)。湖盆水体较浅，沉积物厚度不超过 700 m。泥岩在凹陷内为灰色或深灰色，在凹陷边缘的低隆起区为灰绿色、灰色，局部见紫红色。



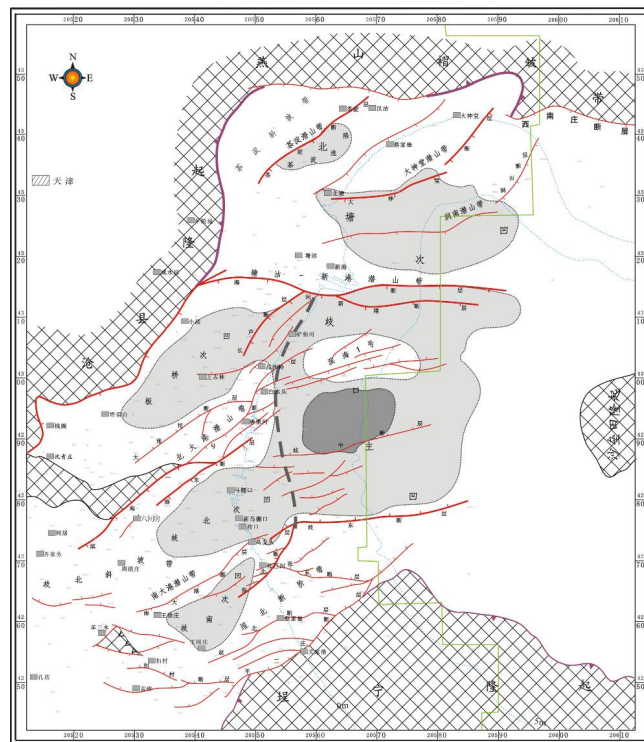
(a)



(b)



(c)



(d)

A: Es3; B: Es2; C: Es1; D: Ed



Figure 5. The structural frame of different times in the Qikou sag of the Paleogene
图 5. 歧口凹陷古近纪不同时期构造格架图

该时期断裂活动很弱(图 5), 凹陷的沉降特征已经由沙河街组三段沉积时期的多沉积 - 沉降中心转变为单一的沉积 - 沉降中心, 而且已经基本不受盆内断裂的控制, 迁移到歧口凹陷海域地区, 以整体上的平静沉降为主。

3.2. 裂陷 II 幕(沙河街组一段 - 东营组)

在经历了沙河街组二段沉积时期的短暂区域性隆升之后, 歧口凹陷又一次的全面进入裂陷阶段。这一阶段歧口陆上北东向断层继承性发育, 但活动性明显减弱, 相比较而言, 歧口海域近东西向的断裂的活动性整体增强(图 5)。因此, 该时期歧口凹陷构造运动的主要特征就是陆上构造活动减弱, 海域地区发生了强烈的南北向伸展活动, 盆地断陷活动的中心发生了向东的迁移, 伴随着这一过程的是沉积和沉降中心的向海域的迁移。

从图 1 可以看出, 歧口凹陷存在多个独立的沉积 - 沉降中心, 包括板桥次凹、歧北次凹、歧南次凹、歧口主凹和北塘次凹。在陆上, 由于盆地边界沧东断层的控制, 板桥次凹仍然表现为北东向展布的特点, 沉积厚度达到了 1500 m 左右; 滨海断裂对歧北次凹的沉积相对减弱, 厚度趋势的优势展布方向相对沙三时期发生顺时针的旋转, 转为近东西向; 歧南次凹沉积厚度趋势的定向性已经非常不明显。在海域地区, 近东西向断层显著活动, 如歧东断层、歧中断层和海河断层等, 靠近这些断层的厚度等值线均有东西向延伸的趋势。这种现象在海河 - 新港断层的下降盘表现的最为明显, 基本上形成了狭长的沉降带, 在剖面上也能看到地层厚度向断层一侧的加厚。在海河断层和歧中断层的控制下, 沉积物由于重力作用均向断层滑塌, 在两个断层中间, 地层发生上拱造成顶部引张, 形成滨海一号大型的花状构造。同样, 滨海一号构造带长轴展布方向也为东西向。在北塘次凹内, 海域地区尤其是靠近海河断层的地区, 地层厚度等值线有东西向延展的趋势, 但是远离这一区域, 厚度等值线呈北东向展布, 表明茶淀断层、大神堂断层依然有较强的活动性。纵观歧口凹陷沙河街组一段沉积厚度分布图, 可以发现相对于沙河街组三段时期, 沉积中心明显向歧口海域地区集中。

东营组沉积时期, 不管是北东向断裂还是东西向断裂, 活动性都发生了大幅度减弱, 二级断裂的古落差均在 300 m 以下, 有的甚至不到 50 m, 对各个次凹内的沉积的控制作用也不明显(图 5)。该时期歧口凹陷只出现海域地区独立的沉积 - 沉降中心, 板桥次凹、歧北次凹、歧南次凹和北塘次凹与歧口主凹相联通, 表明整个歧口凹陷已经开始成为统一的沉降单元(图 1)。东营组沉积厚度相对与沙河街组一段而言, 变化不大, 稍许有所减薄, 但是沉积 - 沉降中心已经不受海河 - 新港断裂带控制了, 沉降中心发生了向南的迁移。

沙一段时期开始直至东营组, 板桥凹陷东、西差异沉降, 除了纵向(垂直于北部盆缘)堆积之外, 沉积体(中心)向东偏转, 显示向东的前积反射, 在差异沉降形成的坡折带发育大型低位扇体(沙一上层序)。根据剖面的解释, 板桥凹陷西部主要接收来自沧县隆起和北大港潜山的物源沉积, 而凹陷北缘沉积体系主要受北面物源的控制。歧北凹陷在沙一段, 其低位体系域不发育, 主要发育高位和湖扩体系域, 沉积大套厚层泥岩, 而进入东营组后, 受来自北大港潜山物源的影响, 广泛发育大型高位扇三角洲。歧南次凹进入沙一段, 构造处于稳定发育阶段, 物源体系继承沙三段特征, 且地层上超至扣村断层控制的断裂陡坡带以上, 断裂陡坡带仍然控制着低位体系域发育范围, 由于断层活动性减弱, 凹陷边缘坡度变缓, 再加上物源的控制, 凹陷陆上部分主要发育高位扇体, 凹陷中心沉积薄层低位盆底扇, 海域部分大量发育盆底扇; 盆地进入东营组发育阶段, 处于断拗转换阶段的盆地, 其断层控层作用逐渐削弱, 但扣村断层控制的构造坡折带仍然控制低位体系域的发育, 且全区高位扇体普遍发育, 特别是在东一段, 发育大型三角洲。而进入新近系以后, 盆地处于拗陷阶段, 凹陷范围萎缩到局部范围, 凹陷内主要发育辫状河沉积。

4. 歧口凹陷裂后阶段

歧口凹陷进入馆陶组沉积时期,全面进入裂后沉降阶段,构造活动十分微弱,对盆地的沉积基本不起控制作用[8] [9]。馆陶组底界面是区域上的不整合界面,是地质、地震上的标志层界面。在地震剖面上表现为强反射、强削截的界面。馆陶组底部发育分布广阔的玄武岩岩席。从区域上地层厚度图上看,馆陶组时期地层分布广泛,基本覆盖了全区,但是厚度变化不大;但是明化镇组沉积时期,厚度在 500~1300 m 之间,较馆陶组时期有较大的增厚。因此,歧口凹陷裂后期可以划分为稳定热沉降幕(馆陶组)和加速沉降幕(明化镇组 - 第四系),其中加速沉降期又可以进一步划分为加速沉降 I 幕和 II 幕。

在这一时期,歧口凹陷的构造样式主要表现为依附于大断裂的背斜、断块、断鼻等构造,主断裂具有一定的继承性活动,陆上地区依然以北东走向为主,向东到海域地区逐渐变为近东西走向,呈“帚状”撒开,断裂之间以弧形相交为特点。整体上裂后期的构造呈三个环带分布,外环包括北大港、南大港、羊三木潜山披覆背斜;中环主要表现为逆牵引背斜,包括港东、羊二庄、赵北逆牵引背斜;内环主要为复杂断裂构造,被海 4 井断裂和海河断裂所限。

4.1. 稳定热沉降幕(馆陶组)

馆陶组沉积时期,研究区内盆地扩张十分微弱。该期区域构造应力场进入调整性活动期,断陷期间强烈的水平方向伸张应力不再占据主导地位,取而代之的垂向重力统治了区域构造变形。局部应力集中在区域性大断裂边界,部分地段局部伸张明显,滩海地区近 NE-NEE 向断裂附近多处于张扭环境中。盆地构造变形表现为海域强,陆地部分弱的特点,而海域地区则又呈现北强南弱的特色。由于海河断裂带在馆陶期仍有较强的活动,沿断裂带出现了分布较广的玄武岩,港海 3-1 井钻遇大套玄武岩,馆陶期在该地域喷出的玄武岩与东营期火山岩可能存在一定的亲源关系。从火山活动强度看,又有向东变强的特点。除此之外,黄骅盆地内构造活动基本上是相对平静的。

4.2. 加速沉降幕(明化镇组 - 第四系)

明化镇组下段地层也是覆盖全区发育的,地层厚度变化范围比较大,厚度在 500~1300 m 之间,在歧口主凹区最大厚度可以达到约 1300 m,明化镇组下段地层厚度较馆陶组地层厚度有向海域迁移的趋势,表现在沉降速率向歧口主凹的增大,在歧口主凹区沉降速率可以达到 160 m/Ma。

明化镇中晚期,黄骅盆地内的构造应力场具有较强的分区性,沿岸构造转换带在本期起显著的分界作用。黄骅盆地区东西边界张应力的区域性轴向以近东西为主。其中,北塘地区偏向北东向,而埕北斜坡以南则微微显示出 NW 向的特点。大断裂(NE 向)转折处出现局部应力集中,在海域部分,近水平剪应力作用占据了主导地位。歧口海域部分,在本期处于较强烈的变形状态。张北断裂及滨海 1 号断裂带均显示出右旋走滑的特点,张扭性变形使早期构造形态遭到强烈破坏。部分地段出现复杂的“负花状”构造样式,由于歧口凹陷在本期具相对较强活动性,而表现为一定的扩张作用,边界断层具一定规模的断陷特点,如羊二庄、赵东、海 4 井等构造带附近,浅层铲式断伸展活动较强,并在其上盘形成较大规模的逆牵引背斜构造。

明上段 - 第四系地层的厚度在全区内普遍较大,大部分地区在 600~900 m 之间,歧口凹陷地层厚度都在 1400 m 以上(图 6)。明上段 - 第四系地层厚度有进一步向海域歧口主凹迁移的趋势,从南北和东西向 4 条剖面所示的沉降速率规律来看,显示出一定的迁移规律来,沉降速率在陆地上呈现出黄骅坳陷沧县隆起和埕宁隆起两端弱,到中间凹陷区加强,快速沉降区具有从边缘向中心迁移的动态过程,陆上到海域沉降速率持续增大。海域的沉降速率明显大于陆地,显示海域在裂后期一直作为盆地的沉降中心。

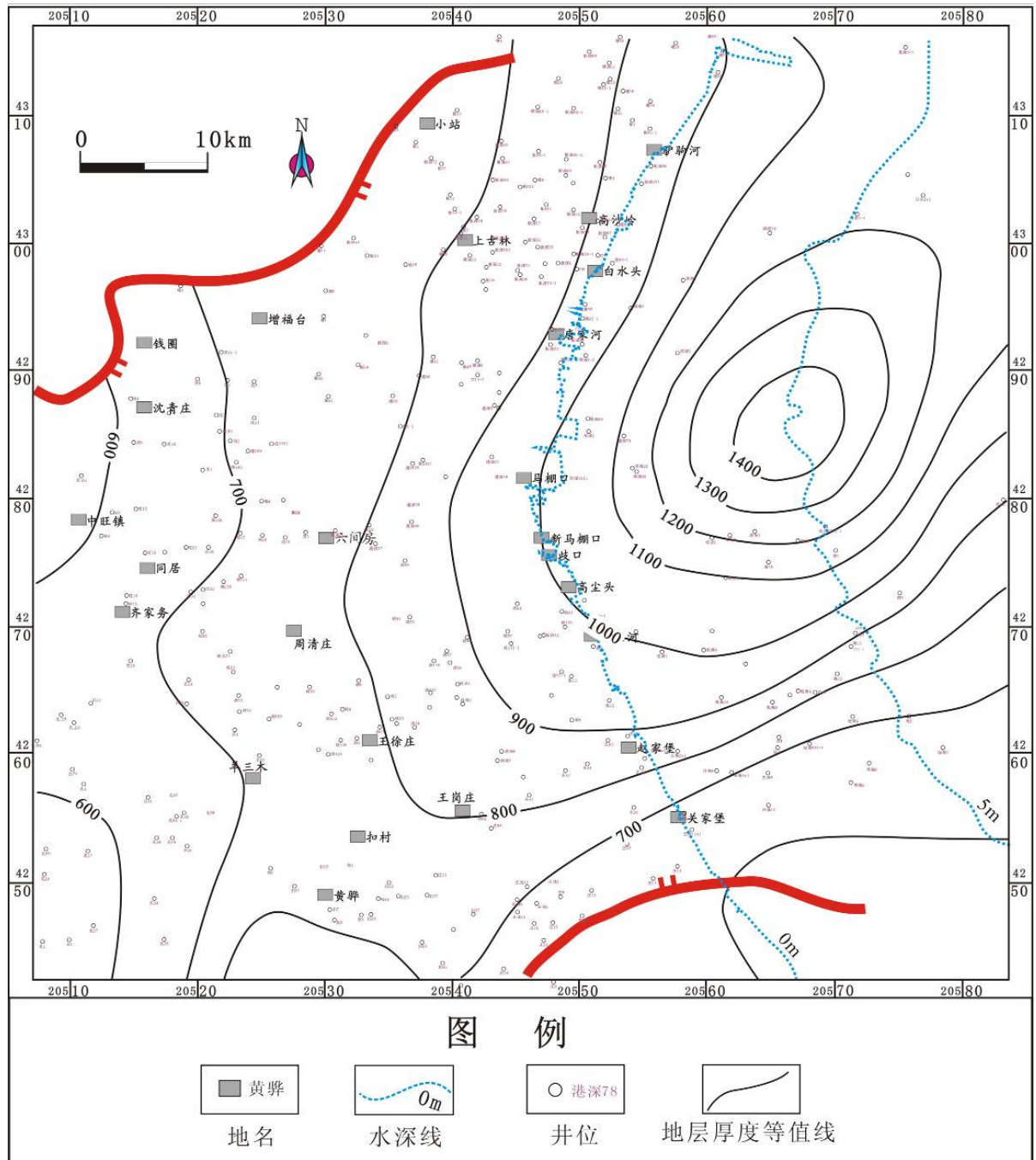


Figure 6. The strata thickness figure of Nm to Quaternary in the Qikou sag
 图 6. 歧口凹陷明化镇组上段 - 第四系地层等厚图

从南北方向上看，沉降速率北快南慢。从东西方向上看，沉降速率有东快西慢的规律性变化。且在歧口主凹地区的沉降速率都在 200 m/Ma 以上，最大达到了 220 m/Ma。

综上所述，馆陶时期盆地的沉降中心主要分布于歧北次凹、歧南次凹、歧口主凹，明下段沉积时期沉降中心主要分布在歧北次凹、歧口主凹，明上段—第四系沉降中心则主要集中在歧口主凹区，反映了从馆陶组到明化镇组上段和第四系沉积过程，其沉降中心具有向海域歧口主凹迁移的规律，这也与沉降

速率的变化规律具有一致性。

歧口主凹自馆陶组沉积以来一直是盆地的沉降幅度最大的地区, 这个区域在不同时期的沉降都具有继承性。裂后期沉降中心分布的规律, 主要原因如下: 一是与深部的活动有关, 歧口凹陷和渤中凹陷对应着地幔隆升最强烈的地区, 此处正与各时期的沉降中心相对应。另一方面由于受到了深大断裂的控制, 在新近纪以来深大断裂带持续发生右旋走滑活动, 可能促使歧口地区发生了大规模的沉降, 特别是明上段以来, 渤海湾盆地处于新构造活动最强烈的阶段, 这些深大断裂的活动性都明显增强, 形成了晚期以来的沉降速率的加快的特征。

5. 总结

歧口凹陷在同裂陷阶段, 依据沉降量、沉降速率和断层分布及活动速率等, 可分为裂陷 I 幕(Es3-Es2 沉积时期)和裂陷 II 幕(Es1-Ed 沉积时期)。在盆地的裂后阶段的沉降, 对歧口凹陷裂后期的沉降过程研究发现, 其裂后阶段的沉降并不符合 Mckenzie 的均匀伸展模型的预测, 而是呈现出在稳定沉降之后发生了快速的沉降过程。因此, 本研究将裂后阶段进一步划分为两个沉降幕, 即稳定热沉降幕和加速沉降幕。

基金项目

中国石油天然气股份公司重大专项(编号:2008E-0601)资助。

参考文献 (References)

- [1] 歧口富油气凹陷结构构造、层序地层及沉积体系研究[R]. 大港油田科技报告, 2010.
- [2] 王华, 王家豪, 等. 黄骅坳陷中区层序地层学研究[D]. 武汉: 中国地质大学, 2005.
- [3] 肖敦清, 卢异, 付立断, 等. 断陷湖盆斜坡构造类型及特征——以歧口凹陷为例[J]. 石油地质与工程, 2013(1): 2.
- [4] 周立宏, 卢异, 肖敦清, 等. 渤海湾盆地歧口凹陷盆地结构构造及演化[J]. 天然气地球科学, 2011(3): 373-382.
- [5] 王光奇, 漆家福, 岳云福. 歧口凹陷及周缘新生代构造的成因和演化[J]. 地质科学, 2003, 38(2): 230-240.
- [6] 卢异, 王书香, 陈松, 等. 一种断裂活动强度计算方法及其应用[J]. 天然气地球科学, 2010(8): 612.
- [7] 王文革, 张志攀, 卢异, 等. 黄骅坳陷歧口凹陷新生代走滑断裂特征及控盆作用[J]. 天然气地球科学, 2012(8): 713.
- [8] 蒲秀刚, 吴永平, 周建生, 等. 歧口凹陷岩性地层油气藏特征及勘探潜力[J]. 石油学报, 2007, 28(2): 35-39.
- [9] 杨池银, 周宗良, 周建生. 歧口凹陷含油气系统与油气勘探[J]. 勘探家, 2000, 5(3): 64-70.