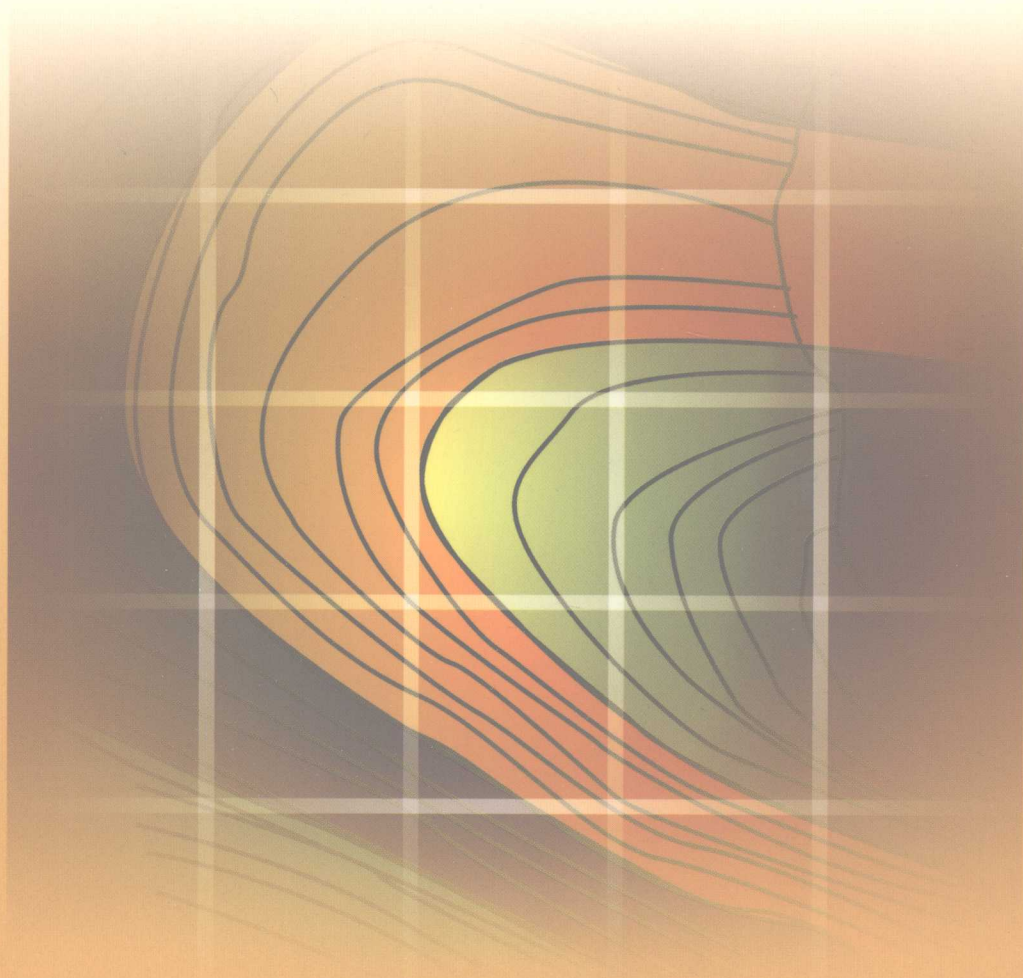


何瑞武 著

临南洼陷构造 沉积演化及油气成藏研究

LINNAN WAXIAN GOUZAO
CHENJI YANHUA JI YOUQI CHENGCHANG YANJIU



地质出版社

内 容 提 要

本书是临南洼陷几十年来油气地质勘探的总结,书中详细论述了临南洼陷的构造演化、层序地层序列、沉积环境及沉积相标志等。在油气成藏研究方面,首先提出了活动轴面和地质转换系统的概念以及相关研究方法。在此基础上,结合研究区油气地质概况,运用地质转换系统理论对研究区油气成藏条件及机理进行了深入的分析和研究,并预测了有利区带。

本书可供石油地质科技人员、油气勘探工作者,以及有关大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

临南洼陷构造、沉积演化及油气成藏研究 / 何瑞武著.
—北京:地质出版社,2008.6

ISBN 978-7-116-05692-3

I. 临… II. 何… III. 坳陷—构造油气藏—研究—临邑
县 IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 076513 号

责任编辑:李 莉

责任校对:关风云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号,100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部); (010) 82324567 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京长宁印刷有限公司

开 本:787 mm × 1092 mm $\frac{1}{16}$

印 张:7

字 数:160 千字

印 数:1—700 册

版 次:2008 年 6 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价:25.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-05692-3

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

临南洼陷位于渤海湾盆地济阳坳陷惠民凹陷的西部。截至 2006 年底,惠民凹陷西部已发现临盘油田、商河油田、临南油田、曲堤油田、玉皇庙油田、江家店油田 6 个油气田,探明储量 3.2 亿 t。目前研究认为临南洼陷是最主要的生油洼陷。

临南洼陷是一个长期继承性洼陷,整体呈狭长状地堑式结构,洼陷两侧发育多个三角洲砂体和扇三角洲砂体。同时,在洼陷同沉积断裂的下降盘,发育了大量的低位扇和重力流砂体。目前发现的油气田,从层位上看,分布于沙四、沙三、沙二、沙一、东营组和馆陶组 6 套含油层系,其中沙三段为临南洼陷主要产油气目的层,其次为沙二、沙一段,东营组和馆陶组含油相对较少,沙四段仅在临南斜坡上有发现,其中沙三、沙二段储量占总储量的 58%。从平面分布来看,大致呈围绕临南洼陷周缘的不完整环状分布,所谓不完整环状是指在临南洼陷西南部还基本没有油气发现,其他部位基本都有油气发现,如洼陷北部发现临盘、商河油田,南部发现临南、曲堤、江家店油田,东部发现玉皇庙油田。但总体上又分为南北两个油气聚集带:临邑—商河断裂构造带上和临南斜坡带,分别探明储量 2.6 亿 t 和 0.6 亿 t。目前已知油气田的分布似乎受四大因素的控制:油源、区域正向构造、断裂和砂体展布。受油源的控制主要是指目前发现的油气田主要围绕生油中心分布,而且距离生油中心相对较近的临商断裂带已发现油气规模远大于距离生油中心相对较远的临南斜坡带;目前已发现的油气田主要有分布于区域正向构造大背景上,临南洼陷主要发育五大正向构造大背景,在临盘构造背景上发现了临盘油田、在商河构造背景上发现了商河油田、在临南—钱官屯构造背景上发现了临南油田、在曲堤—江家店构造背景上发现了曲堤和江家店油田、在玉皇庙构造背景上发现了玉皇庙油田;与此同时,已发现油气田还主要沿断裂带分布,如临盘油田、商河油田沿临商断裂带分布,临南油田、江家店油田基本沿夏口断裂带分布;另外,砂体的展布也是控制油气田分布的重要因素,砂体具继承性,来自西北的物源和西南、东南的物源分别在洼陷南北两侧形成规模各不相同的砂

岩体,主要储层沙三、沙二段物源主要来自西北和西南方向,所以临南洼陷的储油物性总体上西好东差,临南油田和临盘油田的储层物性较好而商河地区总体为低渗储层。

上述油气分布特点——北多(储量规模大、发育层位多)南少(储量规模小、发育层位少),尤其是洼陷西南部油气发现更少,除了受上述几个宏观方面的因素影响外,还受其他什么因素控制呢?是缺乏必要的成藏条件还是由于勘探程度低而没有发现?其构造、沉积、成藏演化史如何?能否利用新的研究思路进一步探索该地区的成藏因素配置关系以及成藏的主控因素呢?

基于上述问题,本书采用了活动轴面和地质转换系统这一新的理论(研究思路),研究了该地区构造、沉积、层序,分析其成藏因素配置关系和活动轴面和地质转换系统特征,预测了成藏有利地区。

在构造研究方面,对研究区构造特征进行系统的分析,弄清区内各主要断层的活动特点及其对层序的控制作用。对研究区的构造演化进行了深入研究。

在层序地层学研究方面,重点对研究区运用层序地层学方法进行研究,对研究区层序地层格架进行了划分。

在沉积学研究方面,对研究区进行了详细的单井相分析及连井剖面分析。并确定出三角洲、扇三角洲、湖底扇、湖泊滩坝相类型。

在油气成藏研究方面,在分析总结了研究区油气地质特征的基础上,运用一种新的方法——活动轴面与地质转换系统,对研究区油气成藏特征进行了研究,并预测了有利区带。

首先感谢我的导师中国地质大学姜在兴教授、中国科学院广州地球化学研究所夏斌教授,在本书的编写过程中,他们给予的悉心指导和严格要求,提出了许多具体建议和批评意见。

感谢中石化胜利油田分公司临盘采油厂地质科学研究所的各位同事,在本书编写中给予的大量的帮助。

本人多年来主要从事油田现场勘探研究和实践,理论水平有限,对临南洼陷的地质特征及油气成藏分布规律的认识,肯定会有某些局限性,甚至不足之处,有些问题的认识也还有待于进一步的深入。读者在阅读和使用本书时,一旦发现问题,请不吝赐教,提出批评和改进意见。

何瑞武

2008-5-15

目 次

前 言

第 1 章 基本地质概况	(1)
1.1 地理位置	(1)
1.2 区域构造	(1)
1.2.1 中生代断陷	(2)
1.2.2 孔店组—沙四上沉积时期的斜坡	(2)
1.2.3 沙三段—东营组沉积时期的断陷	(3)
1.2.4 新近纪—第四纪拗陷	(5)
1.3 区域地层发育特征	(5)
1.3.1 盆地基底	(5)
1.3.2 盆地盖层	(5)
第 2 章 构造演化特征	(7)
2.1 463 测线的构造演化特征	(9)
2.2 58 测线的构造演化特征	(9)
2.3 82.9 测线	(11)
2.4 468.5 测线的构造演化特征	(13)
第 3 章 层序地层格架	(16)
3.1 层序地层划分	(16)
3.2 沙三段至东营组层序地层格架	(16)
3.3 沙四段层序地层格架	(20)
3.3.1 层序地层格架的建立	(20)
3.3.2 沙四上层序地层展布	(20)
第 4 章 沉积演化特征	(29)
4.1 沉积相标志	(29)
4.1.1 岩石学特征	(29)
4.1.2 结构特征	(31)
4.1.3 沉积构造特征	(35)
4.2 单井相分析	(42)
4.2.1 街 3 井单井相分析	(42)
4.2.2 夏 32-703 井单井相分析	(44)
4.2.3 盘 2-13 井单井相分析	(46)
4.2.4 盘 57 井单井相分析	(48)
4.2.5 钱斜 5 井单井相分析	(49)

4.3 连井剖面分析·····	(50)
4.3.1 沙三段—东营组剖面相分析·····	(50)
4.3.2 沙四段连井剖面对比·····	(64)
4.4 沉积相类型·····	(71)
4.4.1 三角洲相·····	(71)
4.4.2 扇三角洲相·····	(74)
4.4.3 湖底扇相·····	(75)
4.4.4 滨浅湖滩坝沉积相·····	(77)
第5章 地质转换系统与油气成藏 ·····	(79)
5.1 地质转换系统(GTS)的概念·····	(79)
5.1.1 转换系统的提出·····	(79)
5.1.2 地质转换系统(GTS)的基本组成·····	(80)
5.1.3 地质转换系统的分级——以单断式断陷湖盆为例·····	(83)
5.2 活动轴面·····	(85)
5.2.1 伸展断层断弯褶皱的构造理论·····	(85)
5.2.2 临南洼陷活动轴面特征·····	(89)
5.3 地质转换系统、活动轴面与油气·····	(91)
5.3.1 地质转换系统与油气成藏的关系·····	(91)
5.3.2 活动轴面与油气的关系·····	(91)
5.3.3 油气地质特征·····	(93)
5.3.4 储层发育特征·····	(94)
5.3.5 有利区带预测·····	(96)
主要结论和认识 ·····	(98)
参考文献 ·····	(99)
Abstract ·····	(105)

第 1 章 基本地质概况

1.1 地理位置

临南洼陷位于渤海湾盆地济阳坳陷的西南部，属于惠民凹陷的次级构造单元^[1]（图 1.1）。洼陷轴向为北东东向，其北以临商断层和中央隆起带与阳信和滋镇洼陷相隔；南面以临南斜坡带由一条反向调节断层（夏口断层）向鲁西隆起过渡，构成了北断南超的半地堑式洼陷^[2]。

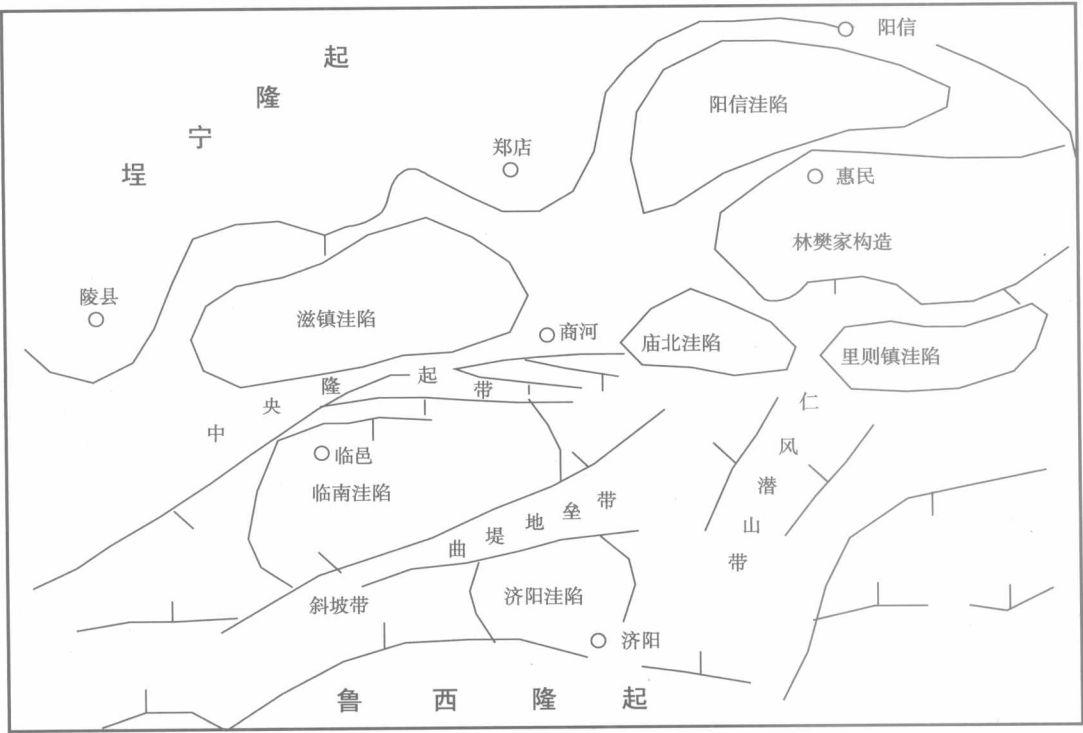


图 1.1 惠民凹陷构造单元划分示意图

1.2 区域构造

临南洼陷是在古生代地台基底基础上形成的，内部地层从古生代到新生代保存较完整，

受渤海湾盆地演化过程的影响^[3] (图 1.2), 其形成演化大体可以分为中生代断陷、孔店组—沙四上沉积时期的斜坡、沙三段—东营组沉积时期断陷和新近纪拗陷 4 个阶段^[4~6]。

从现有的地质及物探资料来看, 盆地内外已确定的中生代地层分布范围广于古近系底部, 另外, 在古近系底部广泛存在红层, 沉积明显受边界断裂控制, 逐层超覆于中生界、古生界及前寒武系基底之上^[7], 临南洼陷在古近纪经历了断陷初期 (始新世孔店期)、持续断陷期 (沙四期)、强烈断陷期 (渐新世沙三期—沙二期)、持续断陷期 (沙一期) 和断拗期 (东营期), 东营末期的东营运动 (华北运动第Ⅱ幕) 使惠民凹陷整体抬升, 形成古近系与新近系之间的区域不整合, 临南洼陷也由小断陷盆地完全转化为拗陷盆地^[3]。

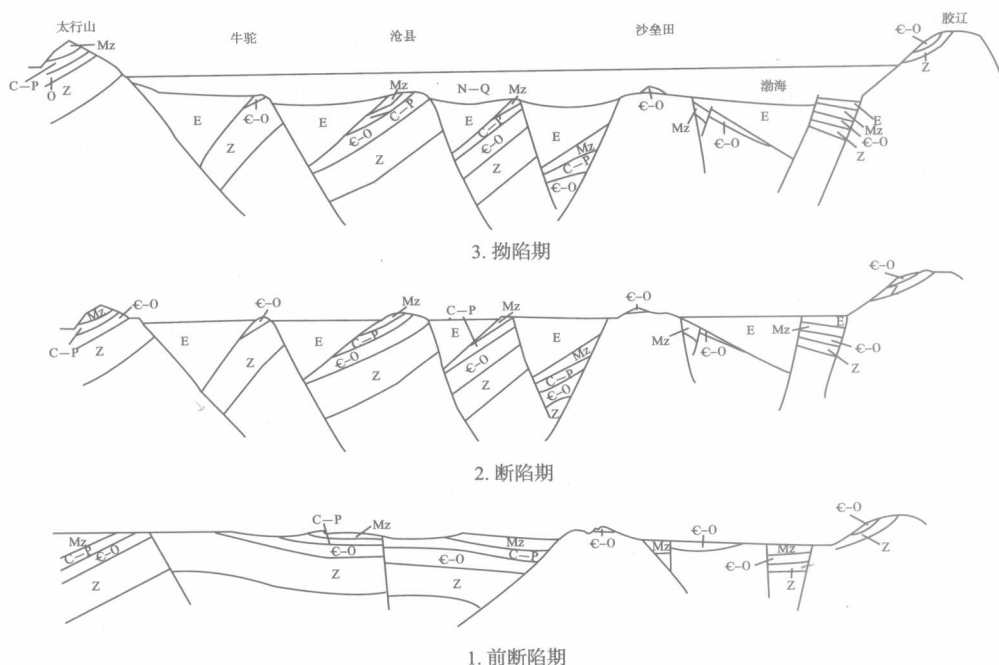


图 1.2 渤海湾盆地发育阶段示意图

(据阎敦实, 1980, 经修改)

1.2.1 中生代断陷

地震剖面上表现为 TR-Tg2 的一套反射层, 由于钻井揭示较少, 具体层位和沉积特征不太清楚。对残留地层厚度分析表明, 临南洼陷内的地层厚度较中央凸起、曲堤地垒和临南斜坡厚三分之一至一倍。由于在古近纪上述构造单元都接受了沉积, 对前新生界的剥蚀时间差异不大, 中生代残留地层厚度的差别可能反映出临南洼陷在中生代就是一个沉降中心。在临南洼陷西部表现为北厚南薄的不对称地堑, 东部表现为在商河和夏口断层附近厚、洼陷中心薄的对称地堑^[8]。

1.2.2 孔店组—沙四上沉积时期的斜坡

除在断陷初期临-商断层和夏口断层局部活动较强烈外, 孔店组—沙四上沉积时期的

临-商断层和夏口断层还没有成为控注断层，临南洼陷主要表现为临南-滋镇大洼陷的斜坡性质（图 1.3），断陷活动主要由滋镇洼陷北部的基山断层控制，地层厚度总体为自基山断层下降盘向临南地区减薄^[9~10]。在东部夏口断层活动相对较强，在其下降盘有一个小沉降中心，使商河地区两侧地层向该区减薄。孔店组—沙四上主要沉积了一套滨浅湖相的粉、细砂岩与泥岩互层和火山碎屑岩。由于深层钻井揭示较少，目前还不太清楚在现今临南洼陷范围内是否有深湖相的良好生油岩沉积^[11~15]。

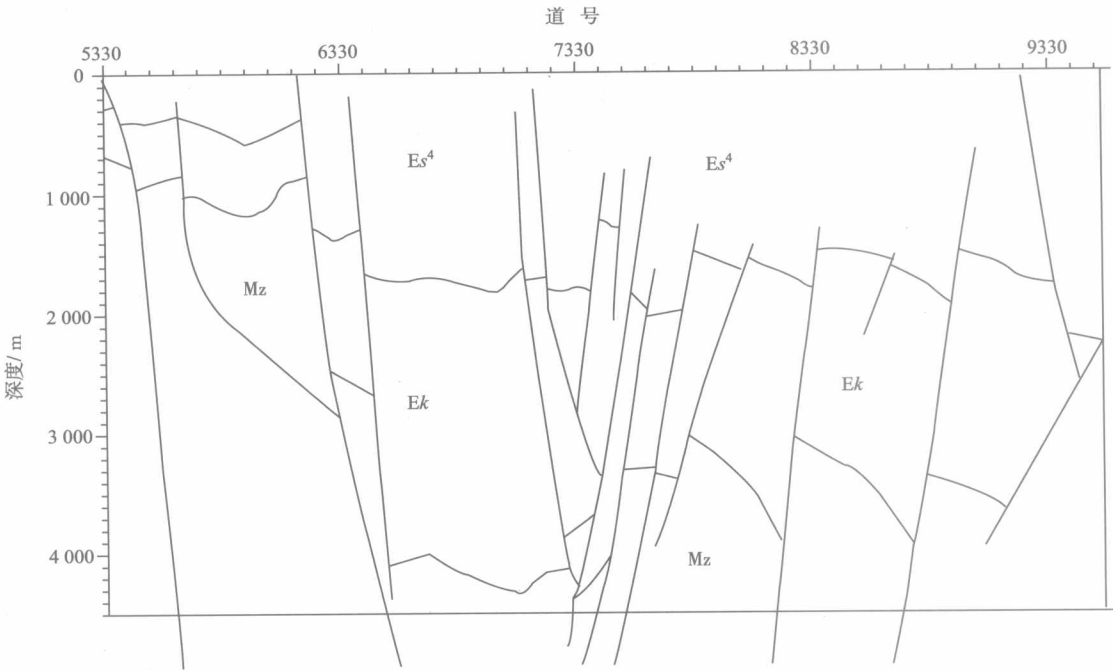


图 1.3 惠民凹陷 468.5 测线 Ek—Es⁴ 沉积时期构造剖面图

1.2.3 沙三段—东营组沉积时期的断陷

从沙三段沉积时期开始，临商断层和夏口断层活动逐步增强（图 1.4），而基山断层对断陷的控制作用相对减弱，临南从大洼陷中逐步分离出来成为独立的洼陷，并成为原大洼陷范围内最主要的沉降中心。沉积了一套深湖相暗色泥岩至扇三角洲—深水浊积扇相砂岩，使临南洼陷成为重要的油气富集单元^[12]。

由于临商断层活动的差异性，在临南洼陷分化出来的过程中也存在一些差异。以马寨地区分化最早，从沙三段沉积早期临商断层就开始有明显活动，并逐步在其下降盘形成一个重要的沉降中心^[3]，自此向东、西两端分化时间较晚，直至沙三段沉积晚期临商断层才贯通，构成一条重要的控注二级大断层，并在其下降盘形成独立的含油气洼陷^[16]。在此演化过程中，夏口断层东段一直保持较强烈的正断层活动，使临南洼陷东部在夏口断层下降盘附近断陷较深。

该断陷期可以分为沙三和沙二段—东营组两个断陷旋回，其间在南部的斜坡区可以见到明显不整合接触。基山断层因断面变缓从沙三段沉积时期开始正断层活动减弱，受其控

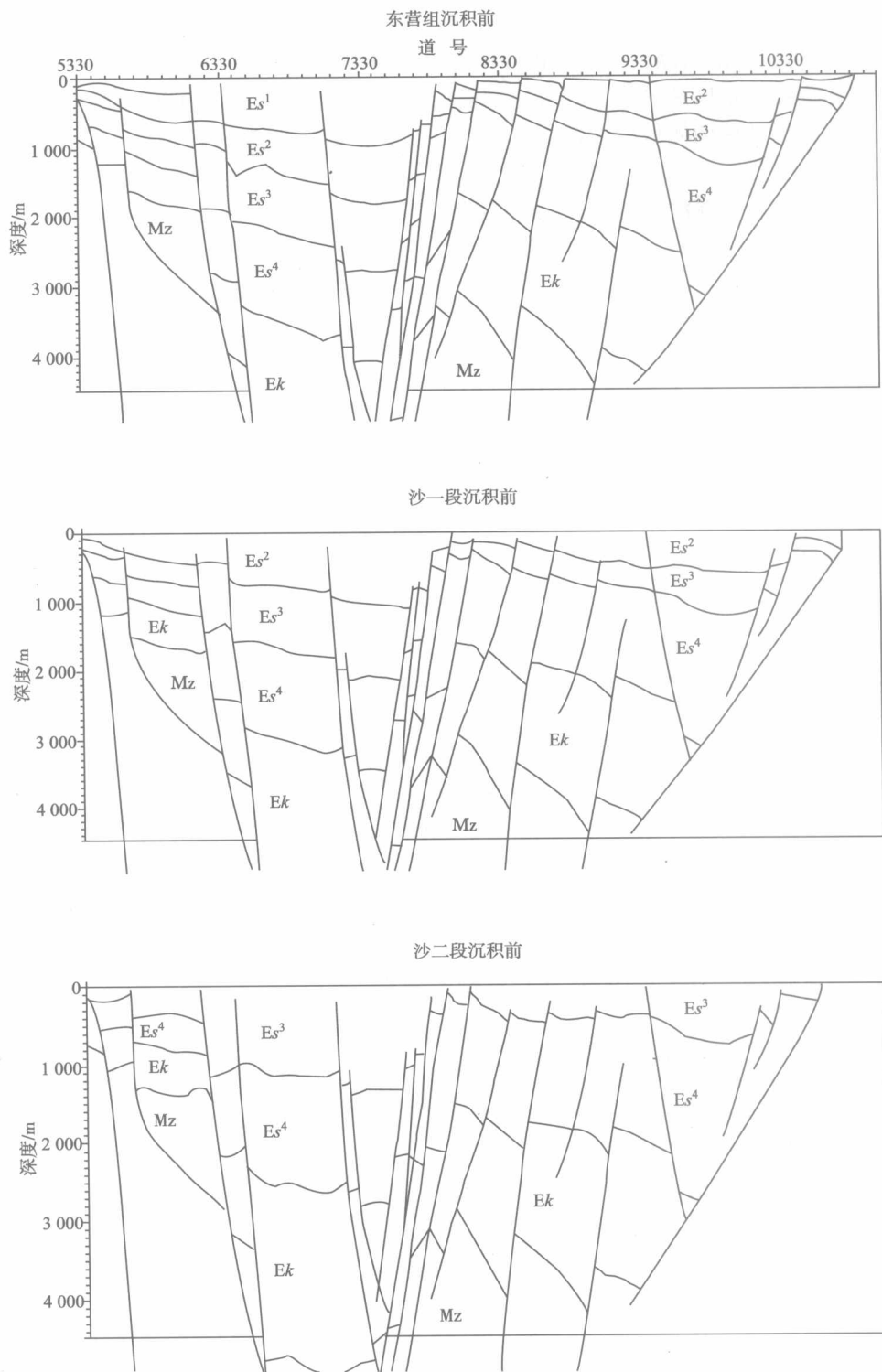


图 1.4 惠民凹陷 468.5 测线 Es³—Es¹ 沉积期构造剖面图

制的滋镇洼陷沉降幅度减小, 而因临商断层从沙三段沉积时期开始的活动, 一方面是对基山断层活动减弱的调节; 另一方面因断面较陡而控制的沉降幅度较大。在沙二段—东营组断陷旋回, 在临商断层的控制下, 与北部滋镇洼陷完全是两个独立的洼陷沉积体系^[11]。因此, 临南洼陷西端北深南浅与东端南深北浅不对称地堑的构造格局主要是在沙三段断陷旋回形成的, 而在沙二段—东营组断陷旋回定型^[17]。

1.2.4 新近纪—第四纪拗陷

东营组沉积末期盆地全面充填而消亡, 之后渤海湾盆地整体抬升, 遭受剥蚀。新近纪渤海湾盆地又发生整体拗陷, 沉积了馆陶组和明化镇组的冲积—河湖相碎屑岩, 新近系和古近系之间为区域不整合^[7]。临南洼陷区主要表现为洼陷中心厚、向四周减薄的拗陷型沉积。

1.3 区域地层发育特征

临南洼陷所在的惠民凹陷主要形成于古近纪—新近纪, 因此, 把前古近纪的地层均作为基底岩层, 古近纪、新近纪和第四纪岩层则作为盆地的盖层。

1.3.1 盆地基底

由于盖层沉积厚度比较大, 再加上井深有限, 目前在惠民凹陷钻遇基底的井并不多, 仅见有太古宇、寒武系、石炭系、二叠系和白垩系。

1.3.2 盆地盖层

临南洼陷处于长期沉积中心, 地层发育齐全^[2]:

(1) 孔店组 (E_k)

惠民凹陷钻遇该组的井并不多。由于在沙四上以前惠民凹陷内不发育其他次级构造, 因此整个惠民凹陷在沙四上以前地层相同, 在沙四上后由于局部构造影响有些微差别。孔店组可以分为3段:

孔三段 (E_k^3)。惠民凹陷仅林2井钻穿了107 m, 以棕色泥岩为主, 普遍含灰岩、砂质及小砾石, 并含大量方解石脉, 砂岩、砾岩分选差。

孔二段 (E_k^2)。根据禹4井、林2井和盘深1井的钻井情况, 孔二段岩性主要以深灰色、灰绿色泥岩, 灰色岩屑砂岩为主, 夹有少量薄煤层及安山岩。自然电位曲线靠近泥岩基线, 电阻率中高阻曲线呈尖峰状。见有被子植物的三沟粉属、网面三沟粉属、漆粉属以及蕨类的水龙骨单缝孢属等孢粉化石。

孔一段 (E_k^1)。岩性以棕色、红色粉砂岩、细砂岩夹紫红色泥岩为特征。自然电位见大段负异常, 电阻率曲线呈中阻齿状, 见被子植物的榆属、栎属、胡桃属、桦属等; 裸子植物的杉科, 单束松粉属以及蕨类的水龙骨单缝孢属等孢粉化石。

(2) 沙河街组

沙河街组可以分为沙四上、沙三段、沙二段和沙一段。其中, 沙四上又可分为下、上两个亚段。

沙四上一下亚段: 岩性以灰白色泥岩为主, 夹灰白砂岩和黑色碳质泥岩, 顶部含白云

质成分, 自然电位呈尖峰状、箱状, 靠近泥岩基线, 电阻率曲线呈齿状、箱状。

沙四上一上亚段: 以深灰色灰质砂岩和粉砂岩以及灰色、浅灰色泥岩为主, 较下段生物灰岩增加。自然电位呈箱齿状, 电阻率较高。

沙三段可分为沙三下、沙三中、沙三上 3 个亚段。

沙三下亚段: 以油页岩、深灰色泥岩和钙质泥岩、灰质页岩为主, 其次为砂岩。

沙三中亚段: 以灰色泥岩、褐色油页岩为主, 夹火成岩, 在中部临商结合带见有大套灰色砂岩夹泥岩。自然电位曲线总体表现为靠近泥岩基线, 砂岩含量较多处表现为幅度高, 呈指状或箱状。电阻率曲线上部较低, 呈小齿状, 下部电阻率曲线很高, 呈尖峰状, 见有脊刺华北介、小拟星介、惠东华北介等介形虫化石。孢粉组合与沙三下亚段相似, 麻黄粉属更少, 栎粉属含量增加。

沙三上亚段: 岩性以灰白色粉砂岩和灰色泥岩互层为特征及碳质页岩间夹少量薄煤层, 自然电位曲线偏负, 呈指状、箱状, 幅度大, 电阻率曲线中等呈齿状。

沙二段: 下部岩性以灰色棕色泥岩为主, 夹砂岩, 自然电位曲线靠近泥岩基线, 电阻率低, 曲线呈小齿状; 向上颜色变浅, 砂泥岩互层, 夹少量碳质页岩, 自然电位曲线呈指状偏负, 幅度中等, 电阻率低值, 曲线呈小齿状。本段见有椭圆拱星介, 被子植物以栎属为主。

沙一段: 下部为灰色、紫红色泥岩与灰白色粉砂岩、细砂岩互层为特征, 夹少量生物灰岩、灰岩和白云岩; 中部为生物灰岩、鲕粒灰岩、针孔灰岩、灰岩及白云岩与泥岩呈薄互层出现, 夹少量油页岩; 上部以灰色泥岩和棕褐色油页岩为主, 夹少量白云岩和粉砂岩, 含惠民斗星介、惠民小豆介、李家广北介以及均匀狭口螺等化石。

(3) 东营组

下部以灰白色粉、细砂岩与灰色泥岩互层; 上部以灰、灰绿、棕红色泥岩为主, 夹少量粉砂岩和薄层泥灰岩。含弯脊东营介、指纹东营介、花瘤东营介、车镇华花介等化石。

第2章 构造演化特征

临南洼陷（惠民凹陷中西部地区）工区范围北至惠民凹陷中央隆起带，南至南斜坡，东至临邑以东，西至平原。研究区古近纪断层主要有北东、北西及近东西向3组。从地震剖面上可以看出，古近纪断裂较发育，至新近纪，构造活动趋于平缓，断层活动相对较弱。

针对研究区构造图(图 2.1),对通过工区的 4 条地震剖面进行了分析研究。这 4 条剖面分别是东西向的 58 和 82.9 测线,南北向的 463 和 468.5 测线。

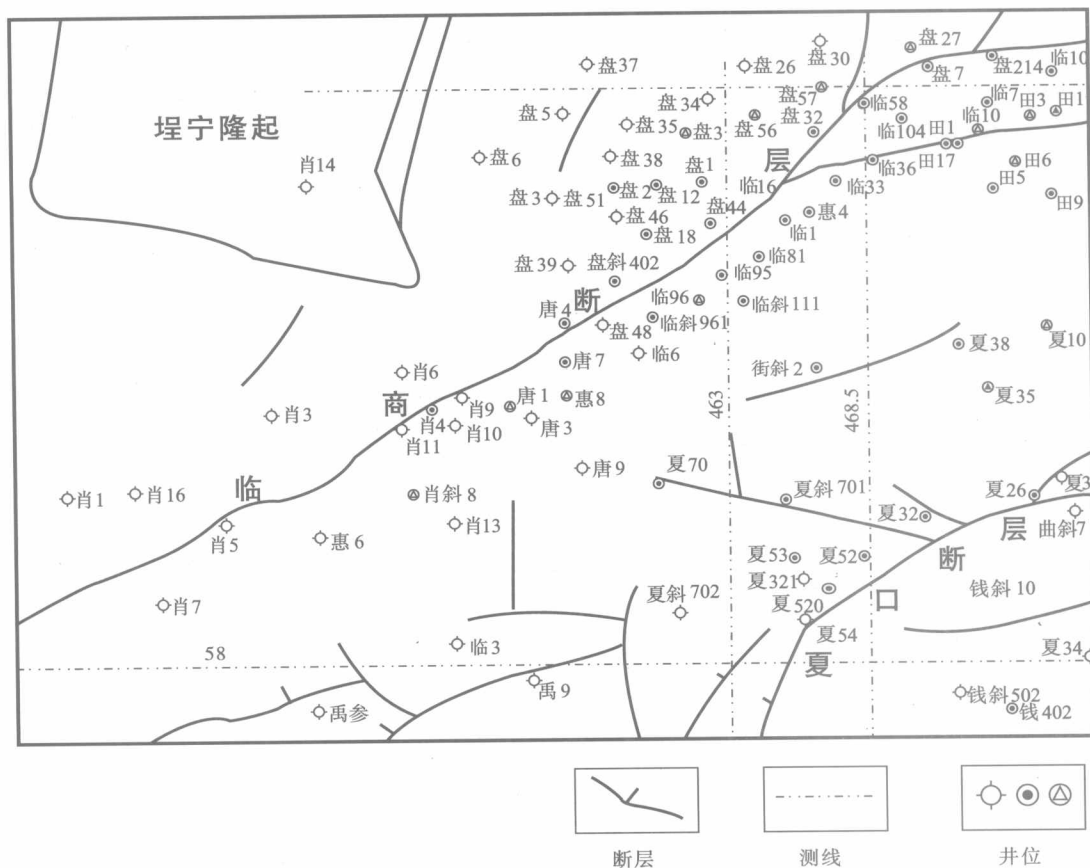


图 2.1 惠民凹陷中西部构造分区图

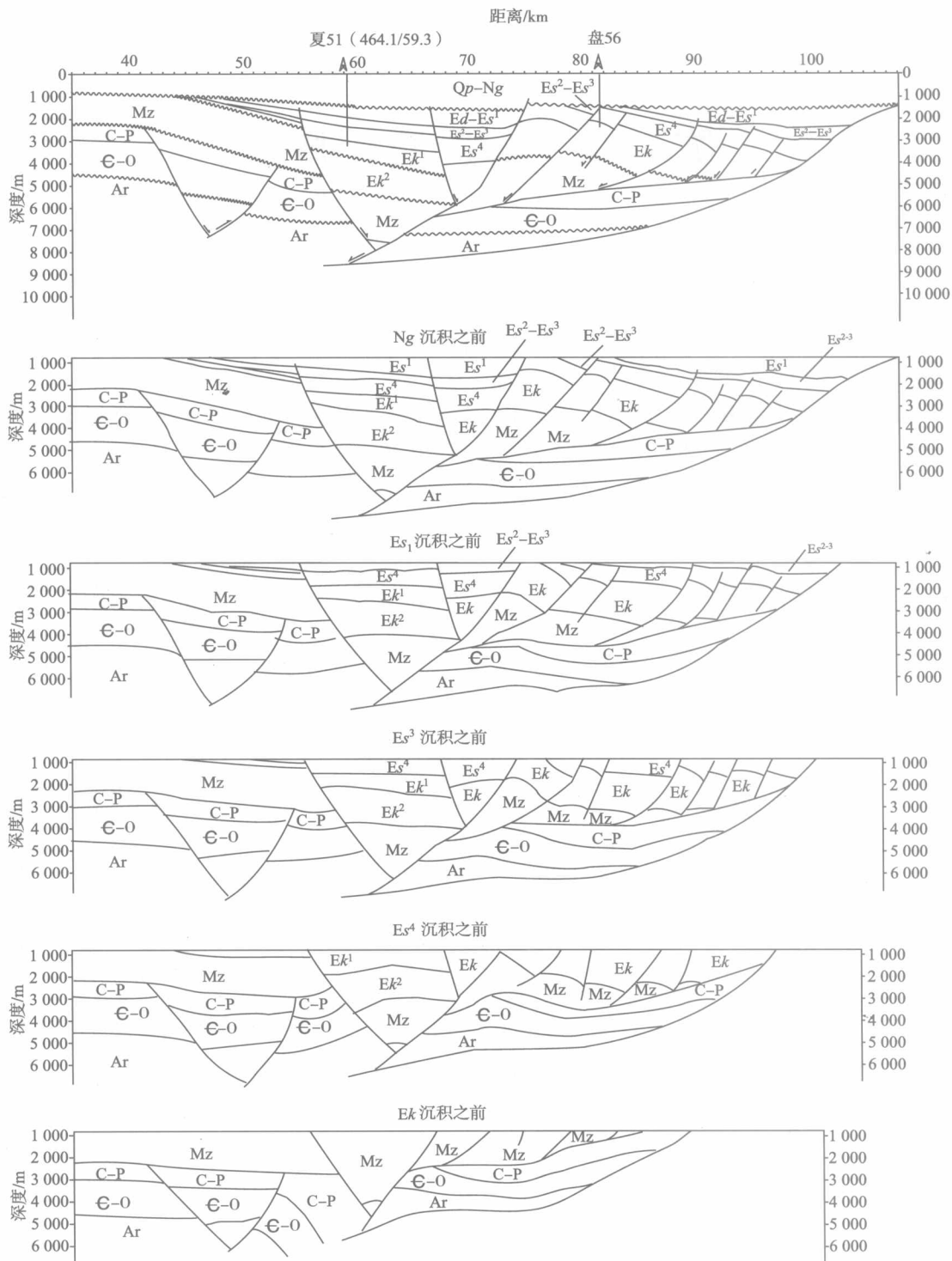


图 2.2 463 测线构造演化剖面图

2.1 463 测线的构造演化特征

463 测线呈南北向贯穿临南洼陷,北至中央隆起带,南至南斜坡,过夏 51 井及盘 56 井(图 2.1)。临南洼陷西部的构造演化表现了惠民凹陷孔店组沉积时期构造活动主要受北部控盆的滋镇断层控制,沉降中心在滋镇洼陷,沉降最大。沙四段沉积时期,构造沉降受滋镇断层和临邑断层控制,中央隆起带开始形成。沙二段—沙三段沉积时期,边缘断层和中央隆起带断层共同作用,形成临南洼陷和滋镇洼陷两个沉降中心,盆地范围扩大^[7](图 2.2)。

盆地古近系的伸展活动从早到晚逐渐减弱,孔店组沉积时期,盆地伸展量和伸展率最大^[17],分别达到 3 288.5 m 和 4.81%。沙四段沉积时期,盆地的伸展量为 2 015.5 m,伸展率为 2.81%。沙三段沉积时期,盆地的伸展量为 1 341.4 m,伸展率为 1.28%。新近系沉积时期伸展活动停止,转变成拗陷性质的全盆地范围构造沉降(表 2.1;图 2.3)。

表 2.1 惠民凹陷 463 测线南北向伸展量表

时 期	界面长度/m	伸展量/m	伸展率/%
现今	75 016.2		
Ng	75 016.2	0	0
Es ¹	74 976.76	39.5	0.05
Es ³	73 635.4	1 341.4	1.82
Es ⁴	71 619.8	2 015.5	2.81
Ek	68 331.4	3 288.5	4.81

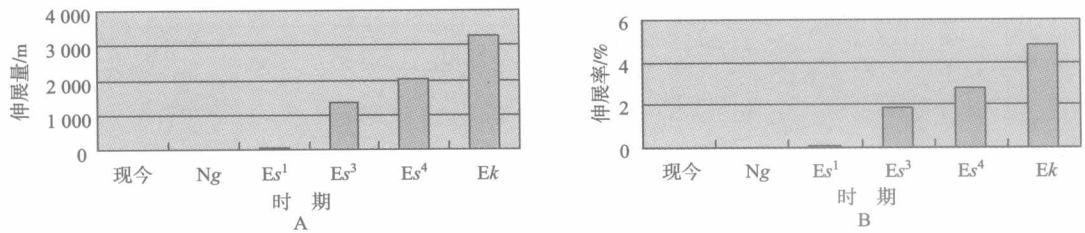


图 2.3 463 测线剖面伸展量 (A) 和伸展率 (B) 图

2.2 58 测线的构造演化特征

58 测线呈东西向贯穿惠民凹陷南斜坡,向东延伸至东营凹陷以东,过禹参 1 井、禹 9 井、曲 4 井及昌 8 井等。肖庄洼陷东西向剖面的演化显示其构造沉降主要受西部边缘断层的控制,孔店组沉积时期盆地局限,构造沉降活动强。沙四段沉积时期,盆地范围扩大至双丰地区。沙一段—东营组沉积时期,已经没有了明显的断陷特征,而表现为整体沉降(图 2.4)。

肖庄凹陷东西向的伸展活动集中在古近纪,孔店期—沙三期伸展活动较强,沙一期伸展减弱。伸展最强烈的时期是沙四段沉积时期,伸展量达 2 700 多米,伸展率亦达 4.81%(表 2.2;图 2.5)。

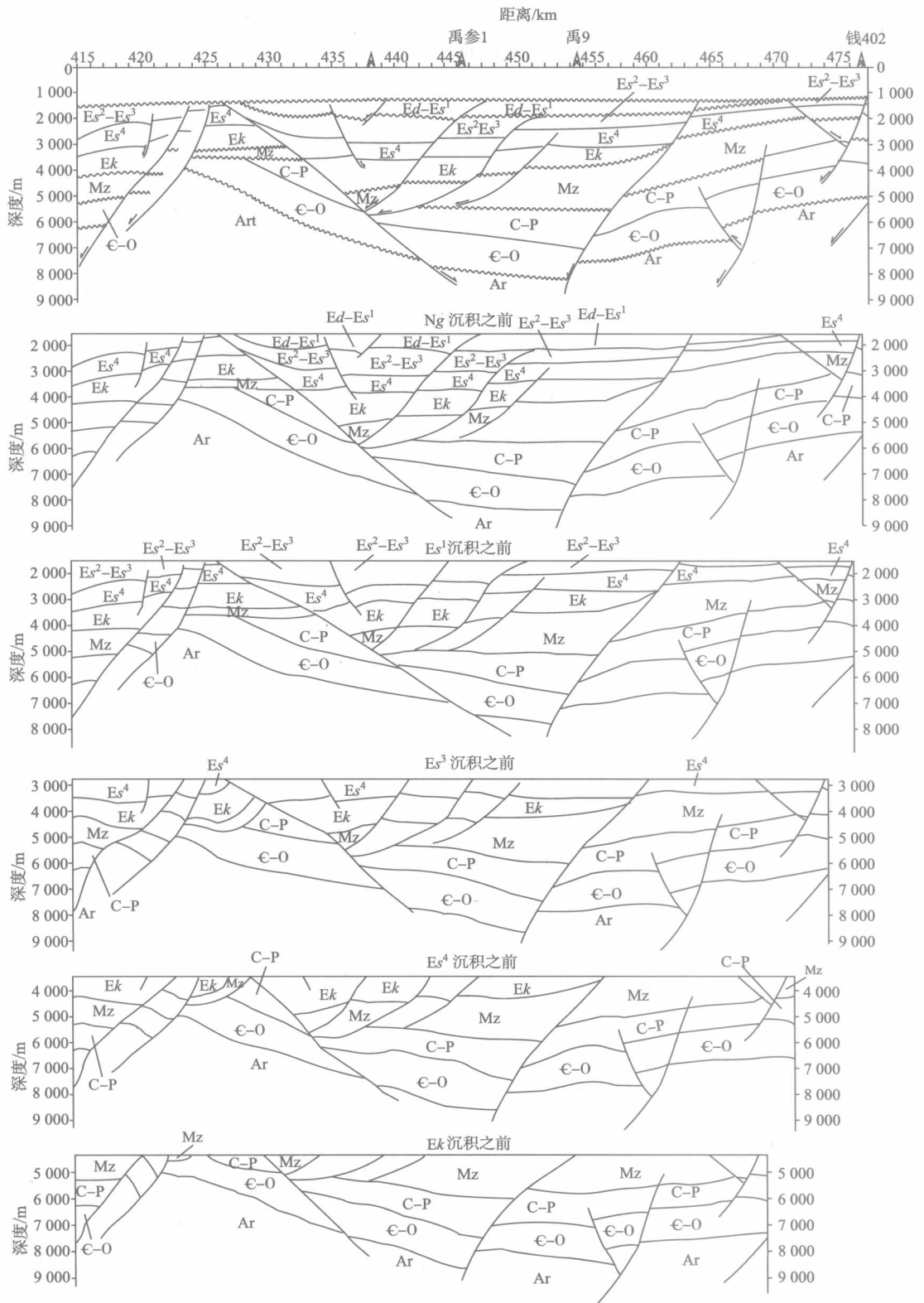


图 2.4 58 测线构造演化剖面图

表 2.2 惠民凹陷 58 测线南北向伸展量表

时 期	界面长度/m	伸展量/m	伸展率/%
现今	61 893.0		
Ng	61 893.0	0	0
Es ¹	61 254.9	638.3	1.04
Es ³	59 126.0	2 128.6	3.60
Es ⁴	56 414.5	2 711.6	4.81
Ek	54 251.6	2 162.9	3.99

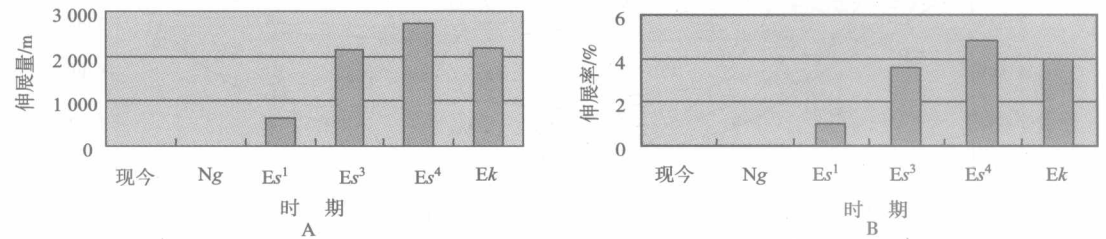


图 2.5 58 测线剖面伸展量 (A) 和伸展率 (B) 图

2.3 82.9 测线

82.9 测线与 58 测线大致平行, 由西向东横贯惠民凹陷中央隆起带偏南部分, 向东延伸至东营凹陷, 过盘 38 井、夏 11 井、梁 5 井及王 21 井等。图 2.6 是 82.9 测线构造演化剖面图。早期活动强, 构造沉降不均衡; 孔店组时期, 临邑断层以东沉降大, 向西减小; 沙四段时期, 东西具有相同的沉降活动; 沙二期—沙三期, 以盘 10 井为界, 在其东西形成两个沉降中心。

盆地东西向的伸展基本具有由早到晚, 由强变弱的趋势。孔店组沉积时期伸展活动最强, 孔二段的伸展量达 11 061.1 m, 伸展率达 22.53%。沙三段沉积时期, 东西伸展较弱, 伸展率在 1.11% (表 2.3; 图 2.7)。

