

DONGYING AOXIAN BEIDAI GOUZAO

赵勇 著

CENGXU CHENGANG DONGLIXUE YANJIU



构造 — 层序 — 成藏 动力学研究



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

东营凹陷北带 构造—层序—成藏动力学研究

赵 勇 著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以东营凹陷北带为对象,详细介绍了东营凹陷北带区域地质情况、陡坡带构造样式与成因机制、构造动力学特征、扇三角洲及近岸水下扇沉积体系的高分辨率层序地层学研究情况。阐述了东营凹陷北带油气成藏要素、输导系统发育特征、油气成藏过程、油气成藏机理及成藏模式、油气富集规律。系统总结了东营凹陷北带的构造—层序—成藏动力学研究方法、技术和成果,对同类型凹陷的勘探开发研究具有一定的借鉴作用。

本书可供从事石油地质、油田勘探和开发的科研、技术人员以及石油院校有关专业的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

东营凹陷北带构造—层序—成藏动力学研究/赵勇著.
北京:石油工业出版社,2006.8
ISBN 7-5021-5624-0

I. 东…

II. 赵…

III. 坳陷—油气藏—动力学—研究—东营市

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 080397 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.cn

发行部: (010) 64210392

经 销: 全国新华书店

印 刷: 石油工业出版社印刷厂

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 7.25

字数: 181 千字 印数: 1—1000 册

定价: 30.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

东营凹陷经过近四十年的勘探开发研究，探明了一大批油气田，并取得了许多重大成果与认识。然而随着勘探工作的推进，勘探难度加大，勘探领域由中浅层转向中深层，油气层由构造油气藏转向隐蔽油气藏。在这种前提下，传统的油气地质研究已满足不了勘探开发的需要，所以必须在构造、沉积及成藏方面不断开拓创新，才可能促进勘探开发工作并取得新进展。东营凹陷近年来涌现的勘探成果，如坨 142、永 8 和郑家—王庄油田正是这一技术思想实践的结果。本书就是对东营凹陷，尤其是北带勘探实践和在构造、沉积及成藏方面新技术应用的系统总结。

本书共分为四章：

第一章简要介绍了东营凹陷北带的构造位置、区域地层格架、构造特征及油气藏分布。

第二章在对研究区进行构造特征分析的基础上，对区内主要断层的活动及特点进行研究，总结了断层活动对层序的控制作用，在此基础上划分出三级构造层序，包括一个一级构造层序，四个二级构造层序和六个三级构造层序。分析了东营凹陷北部陡坡带构造样式及构造活动期次和演化规律，重点研究了东营凹陷北部陡坡带构造动力学特征，分析了坡折带对层序发育、沉积和低位体系域的控制作用，并分析了东营凹陷北部陡坡带构造动力学和构造变形机制。

第三章介绍了沉积研究方面的研究成果，首先重点对研究区运用高分辨率层序地层学方法进行研究，建立了东营凹陷北带高分辨率层序地层格架及砂砾岩扇体层序地层模式，在此基础上，以扇三角洲及近岸水下扇沉积体系为主要研究对象，进行了高分辨率层序地层学研究，并分析了其与油气的关系。

第四章在沉积特征研究的基础上，分析认为东营凹陷北部陡坡带主要发育冲积扇、扇三角洲、近岸水下扇、浊积扇等类型的储集层，其中近岸水下扇、浊积扇为最好，其次为扇三角洲，而冲积扇最差。在成藏动力学研究方面，运用油气输导体系的研究方法对东营凹陷北带进行研究，认为东营凹陷北带具有非常有利的输导体系结构。对生烃史进行了模拟，运用包裹体均一温度等方法确定油气运移时间，进行油气成藏过程研究。在油气运移特征分析及成藏事件研究的基础上，运用含油气系统的方法对东营凹陷北带进行研究，总结了各类成藏模式。

本书得到了我的导师姜再兴和夏斌教授的热情关怀和精心指导。中国石油大学、胜利石油管理局胜利采油厂等单位 and 专家在学术观点和资料使用中提供了大力支持，尤其是胜利采油厂的袁谋、孙梦茹以及其他地质人员等给予的关心和帮助。再次表示衷心的感谢！

“科学起源于讨论，扎根于交流”，由于受时间和著者水平所限，书中有些认识及论点难免有不足之处，恳请广大读者给予指正。

目 录

绪论	(1)
第一章 东营凹陷北带区域地质概况	(3)
第一节 东营凹陷北部构造位置	(3)
第二节 区域地层格架	(3)
一、古近系	(5)
二、新近系	(6)
第三节 构造特征	(6)
一、基本构造格局	(6)
二、二级构造划分	(6)
三、陡坡带构造特征	(7)
四、构造演化	(8)
第四节 油气藏分布	(9)
第二章 东营凹陷北带构造动力学研究	(10)
第一节 东营凹陷北部陡坡带构造概述	(10)
一、构造格架与构造特征	(10)
二、主要断裂、断层活动及特点	(12)
第二节 东营凹陷北部陡坡带构造样式与成因机制	(16)
一、构造层序的划分	(16)
二、东营凹陷北部陡坡带构造样式	(18)
三、构造活动期次及演化规律	(24)
第三节 东营凹陷北部陡坡带构造动力学特征	(29)
一、坡折带对层序发育、沉积和低位体系域的控制	(30)
二、东营凹陷北部陡坡带构造动力学和构造变形机制	(35)
第三章 东营凹陷北带沉积层序动力学研究	(46)
第一节 东营凹陷北带胜北断层下降盘高分辨率层序地层格架研究	(46)
一、研究概况	(46)
二、高分辨率层序地层格架建立	(47)
三、高分辨率层序地层格架中沉积相展布及储层特征	(57)
四、胜北断层下降盘砂砾岩扇体层序地层学模式	(57)
第二节 扇三角洲沉积体系的高分辨率层序地层学研究	(58)
一、扇三角洲沉积体系高分辨率层序地层单元研究	(59)
二、扇三角洲高分辨率层序地层单元的对比	(62)
三、扇三角洲高分辨率层序地层与油气	(68)
第三节 近岸水下扇沉积体系高分辨率层序地层单元研究	(70)
一、近岸水下扇沉积体系高分辨率层序地层单元研究	(70)

二、近岸水下扇高分辨率层序地层单元的对比·····	(73)
三、近岸水下扇高分辨率层序地层与油气·····	(77)
第四章 东营凹陷北带成藏动力学研究·····	(78)
第一节 油气成藏要素·····	(78)
一、烃源岩特征·····	(78)
二、储层特征·····	(78)
三、生储盖组合·····	(79)
四、圈闭模式及分布规律·····	(80)
第二节 输导系统发育特征·····	(82)
一、东营凹陷北部陡坡带砂体展布及物性特征·····	(82)
二、东营凹陷北部陡坡带输导系统结构特征·····	(83)
第三节 油气成藏过程·····	(84)
一、生烃史研究·····	(84)
二、油气运聚史·····	(85)
第四节 油气成藏机理及成藏模式·····	(88)
一、油气运移特征分析·····	(88)
二、成藏事件·····	(96)
三、东营北部复合型含油气系统·····	(97)
四、成藏模式·····	(98)
第五节 油气富集规律·····	(101)
一、陡坡带油藏分布序列·····	(101)
二、油气分布规律·····	(102)
结论·····	(104)
参考文献·····	(105)

绪 论

东营凹陷北带是东营中央背斜以北的广大地区,包括利津—民丰洼陷,坨—胜—永断裂带,尚店—平方王—广利披覆构造带。南北宽 42km,东西长 90km,面积约 3600km²。该区油气资源丰富,是东营凹陷最主要油气聚集区。该地区油气成因较复杂,有稠油、正常原油,还发现有少量轻质油;含油层位多,包括奥陶系石灰岩,Es₄²、Es₃¹、Es₃²、Es₃³、Ng 砂岩储层;聚油模式多种多样,如陡坡型成藏模式、中央背斜型成藏模式、潜山型成藏模式。

东营凹陷经过三十多年的勘探与研究,探明了一大批油气田,并取得了很多重大成果与认识。然而,随着勘探工作的推进,勘探难度增大,勘探领域由中浅层转向中深层,油气藏由构造油气藏转向隐蔽性油气藏。在这种前提下,传统的油气地质研究已满足不了生产的需要,所以必须在构造、沉积及成藏方面的研究不断创新与开拓,才可能促进勘探工作并取得新的进展。

东营凹陷北带目前主要存在以下问题:

- (1) 主要断层的活动特点及其对层序的控制作用不清楚;
- (2) 各家对构造层序的划分持不同的方案;
- (3) 坡折带对层序发育、沉积及低位体系域的控制机制还存在问题;
- (4) 研究区缺乏高分辨率层序地层格架研究,对扇三角洲及近岸水下扇的高分辨率层序地层学研究及其与油气的关系尚无系统的研究;

(5) 在油气输导体系及油气圈闭模式研究方面有所欠缺;

(6) 研究区油气成藏机理及成藏模式没有运用含油气系统的方法进行系统性的研究。

针对以上存在的问题,在构造、沉积及成藏动力学方面主要进行以下几方面的研究:

(1) 在研究区构造特征分析的基础上,对区内主要断层的活动及特点进行研究,总结断层活动对层序的控制作用;划分三级构造层序,研究东营凹陷北部陡坡带构造样式及构造活动期次和演化规律;重点研究东营凹陷北部陡坡带构造动力学特征,分析坡折带对层序发育、沉积和低位体系域的控制作用。

(2) 在高分辨率层序地层学研究方法的基础上,以东营凹陷北带胜北断层下降盘为例,建立研究区高分辨率层序地层格架及砂砾岩扇体层序地层学模式;在此基础之上,以扇三角洲及近岸水下扇沉积体系为重点进行高分辨率层序地层学研究,并分析其与油气的关系。

(3) 在生烃史模拟及运聚史计算的基础上,分析油气成藏过程;运用含油气系统方法对研究区进行成藏机理及成藏模式的研究,归纳总结各类油气成藏模式。

对东营凹陷北带构造—沉积—成藏动力学研究主要遵循以下研究路线:

(1) 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。划分三级构造层序,系统研究区内各类构造样式,重点分析坡折带对层序发育、沉积和低位体系域的重要控制作用。

(2) 在沉积研究方面,首先重点对研究区运用高分辨率层序地层学方法进行研究,建立东营凹陷北带高分辨率层序地层格架及砂砾岩扇体层序地层学模式,在此基础上,以扇三角

洲及近岸水下扇沉积体系为主要研究对象，进行高分辨率层序地层学研究。

(3) 在成藏动力学研究方面，运用油气输导体系的研究方法对东营凹陷北带进行研究，分析区内各类圈闭模式。对生烃史进行模拟，运用包裹体均一化温度等方法确定油气运移时间，进行油气成藏过程研究。在油气运移特征分析及成藏事件研究的基础上，运用含油气系统的方法对东营凹陷北带进行研究，总结各类成藏模式。

通过上述研究，取得了以下成果：

(1) 在构造格架分析的基础上，提出了统一的三级构造层序的划分方案；

(2) 在构造动力学研究的基础上，对坡折带对层序发育、沉积和低位体系域的重要控制作用进行了系统研究；

(3) 在高分辨率层序地层学研究的基础上，建立了研究区高分辨率层序地层格架，并运用该方法对扇三角洲及近岸水下扇沉积体系进行了系统研究；

(4) 运用输导体系的研究方法对研究区进行了系统地分析研究；

(5) 运用含油气系统的方法对研究区成藏机理及成藏模式进行了研究。

第一章 东营凹陷北带区域地质概况

第一节 东营凹陷北部构造位置

东营凹陷位于华北平原东部渤海之滨的山东省东营市和滨州市境内，北至垦利县城，南抵广饶县城，东达莱州湾，西过高青县城，东西长 90km，南北宽 65km，面积 5700km²。其构造单元属于中国东部中、新生代渤海湾裂谷盆地中的一个次级构造盆地（中国石油地质志·卷 2，1993）。其北有陈家庄凸起、滨县凸起，北东有青坨子凸起，南为鲁西隆起和广饶凸起，西为青城低凸起，是一个四周有凸（隆）起环绕的晚白垩世—第三纪时期的断—拗复合盆地（图 1-1）。该盆地具有北断南超、盆地基底北陡南缓的特点。从伸展构造角度看，它是陈南断裂上盘的掀斜半地堑盆地。新近纪以后属于华北近海冲积平原的一部分而不再构成独立盆地。本研究区属于东营凹陷中央背斜的北部地区，主要包括利津与民丰两个洼陷，及其以北的斜坡部位及断裂带，它是东营凹陷的主体及主要油气聚集区。

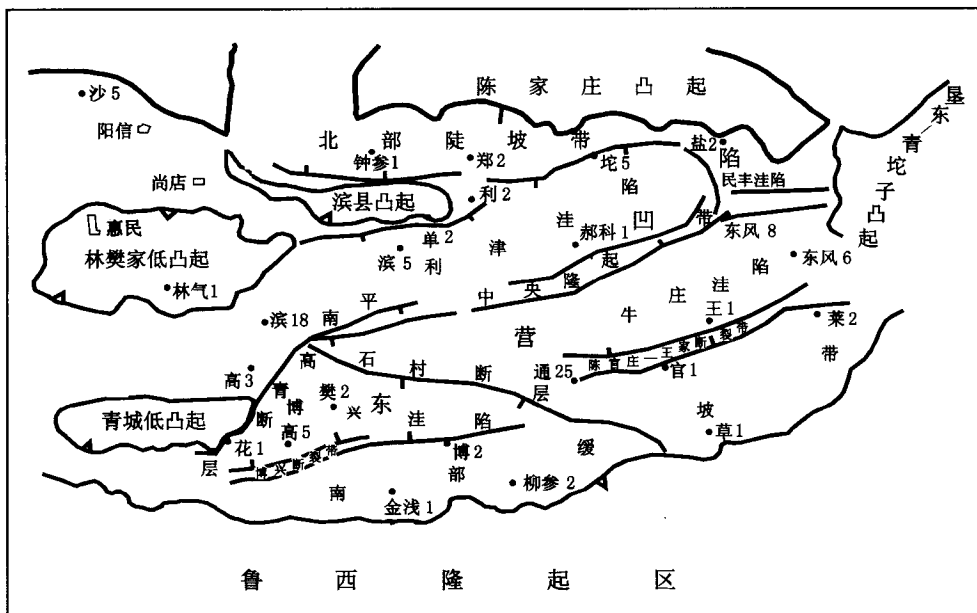


图 1-1 东营凹陷构造及地理位置图

第二节 区域地层格架

作为济阳拗陷的一部分，东营凹陷北部发育的地层与其他地区基本相同，第三系分布普遍，厚度大，最深可达 7000m 以上。根据岩石学和古生物特征，第三系可分为 5 个组，自

下而上依次为：孔店组、沙河街组、东营组、馆陶组和明化镇组。东营凹陷北部地层发育见图 1-2。可见，第三系限于两个区域性不整合面之间，其内部的古近系、新近系间还发育一个角度不整合面。

界	系	统	组、段	代号	厚度(m)	岩性	岩性	生油层	储层	代表油田	盖层	成油组合
新近系	第四系	全新统	平原组	Q	250 ~ 350	黄色、灰色粘土岩夹粉砂						
	新近系	上新统	明化镇组	Nm	100 ~ 120	棕黄、棕红色泥岩夹浅灰色粉砂岩						
	新近系	中新统	馆陶组	Ng	300 ~ 400	下段厚层灰白色砾岩、含砾砂岩、砂岩夹绿色、紫红色泥岩、上段紫红色、灰绿色泥岩与粉砂岩互层		●●●●	草桥、林樊家			下
								●●●●				
	古近系	渐新统	东营组	Ed	100 ~ 800	灰绿色、灰色、少量杂色泥岩与砂岩含砾砂岩不等厚互层		●●●●	胜坨			生
								●●●●				
			沙一段	Es ₁	0 ~ 450	灰色、深灰色、灰绿色泥岩夹砂岩、生物灰岩、白云岩		●●●●	金家、草桥、林樊家			上
								●●●●				
		始新统	沙二段	Es ₂	0 ~ 350	红色、灰绿色泥岩、灰色泥岩与砂岩含砾砂岩互层夹碳质页岩		●●●●	胜坨、东辛			储
								●●●●				
			沙三段	Es ₃	700 ~ 1200	下部深灰色泥岩、褐色油页岩夹少量薄砂岩、砂岩、白云岩，中部厚层深灰色泥岩夹薄砂岩，上部灰色、泥岩与厚层砂岩互层夹碳质页岩、含砾砂岩		●●●●	梁家楼、东辛、现河庄			自生自储
								●●●●				
		渐新统	沙四段	Es ₄	1500	下部紫红色、灰绿色泥岩夹砂岩、薄层灰岩，中部蓝灰色泥岩灰白色石膏泥质白云岩、杂色泥岩，上部灰色泥岩夹灰岩、砂岩、油页岩		●●●●	永安镇			上生下储
								●●●●				
	古近系	上新统	孔店组	Ek		棕红色砂岩与紫红色泥岩互层		●●●●	平方王			
						灰色、深灰色泥岩夹砂岩		●●●●				
中生界	上侏罗—上白垩统	J ₃ -K ₂			200 ~ 500	杂色泥岩、砂岩夹中基性火山岩				高青		新生古储
						灰绿色、紫红色泥岩与砾岩、砂岩互层						
古生界	下二叠统	P ₁			100 ~ 200	底部黑色泥岩、砂岩夹煤层，中部灰色泥岩、砂岩夹煤层，上部红色泥岩夹砂岩						
						深灰色泥岩、砂岩夹煤层						
	上石炭统	C ₂₊			200 ~ 250	白云岩、角砾状灰岩、深灰色块状灰岩、豹皮灰岩				草桥		新生古储
						底部紫红色页岩夹白云岩，中部鲕粒灰岩、疙瘩状灰岩、竹叶灰岩，顶部白云岩						
古生界	中、下奥陶统	O ₁₊₂			400 ~ 800							
古生界	寒武系	Є			600 ~ 800							
太古界	泰山群	Art				花岗片麻岩				郑家—王庄		新生古储

图 1-2 东营凹陷地层综合柱状图（据胜利油田，1999）

一、古近系

1. 孔店组 (Ek)

为灰绿色、紫灰色厚层玄武岩夹少量紫红色、灰绿色及灰色泥岩、砂质泥岩，中间层位夹深灰色泥岩、砂岩、含砾砂岩、油页岩、碳质泥岩及煤层。

2. 沙河街组 (Es)

区内沙河街组分布广泛，厚度较大，与其下伏孔店组为不整合接触。岩性上可分为 4 段，各段在岩性和厚度上从凹陷中部向边缘都有不同程度的变化，现分述如下：

1) 沙四段 (Es₄)

据岩性和生物特征，本段可分为两个亚段。

(1) 沙四下亚段：紫红色泥岩夹棕色、棕褐色粉砂岩、砂质泥岩和薄层碳酸盐岩。凹陷东部常有数量不等的盐岩及石膏夹层。

(2) 沙四上亚段：下部以蓝灰色泥岩、灰白色盐岩石膏层为主，夹深灰色泥质白云岩及少量灰色、紫红色泥岩。上部主要岩性为深灰色、灰褐色泥岩、油页岩、泥质灰岩和石灰岩互层，顶部夹生物灰岩和白云岩。该层段是该区主要生油岩分布层位之一。

2) 沙三段 (Es₃)

以湖相沉积的暗色砂、泥岩为特征。岩性主要为灰色及深灰色泥岩夹砂岩、油页岩及碳质泥岩。厚度一般为 700~1000m，凹陷中部最厚可达 1200m 以上。据岩性和古生物特征可分为三个亚段。

(1) 沙三下亚段：岩性为深灰色泥岩、油泥岩与灰褐色油页岩不等厚互层，夹少量石灰岩及白云岩。厚度一般为 100~300m，在陡坡洼陷带呈楔状加厚趋势，而向凹陷边缘逐渐变薄或缺失。

(2) 沙三中亚段：岩性以深灰色泥岩、油页岩为主，或夹有多组浊积砂岩或薄层碳酸盐岩。厚度一般为 200~400m。

(3) 沙三上亚段：岩性为灰色、深灰色泥岩、油泥岩与粉砂岩互层，夹钙质砂岩、含砾砂岩、油页岩及薄层碳酸盐岩，厚 0~500m。砂砾岩以反旋回为主，砂泥岩顶部常为钙质砂岩、含砾砂岩。

沙三段暗色泥岩、暗色页岩总有机碳含量高，厚度大，是本区最主要的生油岩。

3) 沙二段 (Es₂)

据岩性与生物组合特征，本段可分为两个亚段。

(1) 沙二下亚段：岩性为灰绿色、灰色泥岩与砂岩、含砾砂岩互层，夹碳质泥岩。其上部见少量紫红色泥岩。厚度为 0~200m。

(2) 沙二段上亚段：岩性为灰绿色、紫红色泥岩与灰色砂岩互层，夹钙质砂岩、含砾砂岩及含砾砂岩。与其下亚段呈不整合接触。沾化、车镇凹陷本段顶部夹薄层白云岩、白云质灰岩或生物灰岩。视电阻率曲线基值较下部略高，呈锯齿状，夹中低阻尖峰。自然电位曲线见指状负异常。分布范围较小，厚度为 0~100m，沾化、车镇凹陷可大于 200m。

4) 沙一段 (Es₁)

与沙二段为连续沉积。岩性主要为灰色、深灰色、灰褐色泥岩、油泥岩、碳酸盐岩和油页岩组成。下部为泥岩、油泥岩或油页岩夹砂质灰岩、白云岩；上部为灰色、灰绿色泥岩、油泥岩，夹钙质砂岩、粉砂岩。

3. 东营组 (Ed)

岩性为灰绿色、灰色、少量紫红色泥岩与砂岩、含砾砂岩呈不等厚互层，或夹薄层碳酸盐岩。从凹陷中心向边缘岩性逐渐变粗，砂砾岩增加，泥质岩减少。厚度一般为 0~420m，东营凹陷较薄，惠民、沾化、车镇凹陷较厚。

二、新近系

1. 馆陶组 (Ng)

馆陶组与下伏地层为区域不整合接触，岩性为灰色、灰白色厚层块状砾岩、含砾砂岩、砂岩夹灰色、灰绿色、紫红色泥岩、砂质泥岩。厚度一般为 300~800m。

2. 明化镇组 (Nm)

岩性为棕黄色、棕红色泥岩夹浅灰色、棕黄色粉砂岩及部分海相薄层。与下伏馆陶组呈整合或假整合接触。一般上部略粗，下部细。上部粉砂岩发育，下部夹钙质铁锰结核、石膏晶体及灰绿色泥岩条带。厚度一般为 650~1300m。

由此可见，新生代地层可分为古近系、新近系—第四系两个区域构造层，古近系分布受控于盆地的基底断裂，属同裂谷期充填系列；新近系和第四系总厚 1000~1500m，为下粗上细、以河流相沉积为主的正旋回组合，为后裂谷期充填系列，东营凹陷沉积古地理环境经历了一个完整的演化旋回。古气候从始新统的干旱，到渐新统的潮湿，再到上新统的干旱。相应沉积相由河湖相过渡到湖泊相，而发展到河流相及泛滥平原相。

东营凹陷北部第三系在地质分布上构成几套生、储、盖组合。生油岩主要是 E_{s3} 、 E_{s4} 上部灰黑色泥岩及油页岩，储层主要是沙河街组砂岩及奥陶系石灰岩，区域性盖层主要为沙一段和明化镇组砂泥岩。

第三节 构造特征

经大量地震勘探、钻探和区域地层研究证实，东营凹陷与渤海湾盆地乃至中国东部广大区域一样，其构造演化可分为三个大的阶段（任安身，1999；徐嘉炜，1992）：（1）太古代至早、中元古代时期的地台基底形成、形变和固结阶段；（2）晚元古代及古生代时期稳定地台发育阶段；（3）中、新生代时期地台活化、裂陷盆地发育阶段。前两个阶段的演化已有许多文献和著作专门讨论，其特点与本区油气生成与聚集无直接关系，本书不必更多论述。本章将在综合前人研究的基础上，就与油气藏形成有关、发生在新生代的构造运动所形成的构造特征作一简述。

一、基本构造格局

图 1-3 是穿过东营凹陷的南北向剖面，可见东营凹陷的主体构造格架为一近东西向延伸的大型背斜，东营凹陷北部基本构造格局具有北断南超的特征。东营凹陷北部为一系列南掉正断层和陈南断层一起构成了凹陷的北部陡坡断裂带，向南为中央断裂背斜带，并与牛庄洼陷过渡。

东营凹陷其内又可分为一系列的二级正向和负向构造带，负向二级构造带决定了油气资源量的大小，而正向二级构造带决定着局部构造的发育，并控制了油气运聚。

二、二级构造划分

孔凡仙等（1993）将东营凹陷一级构造划分成两大类：正向二级构造带与负向二级构造

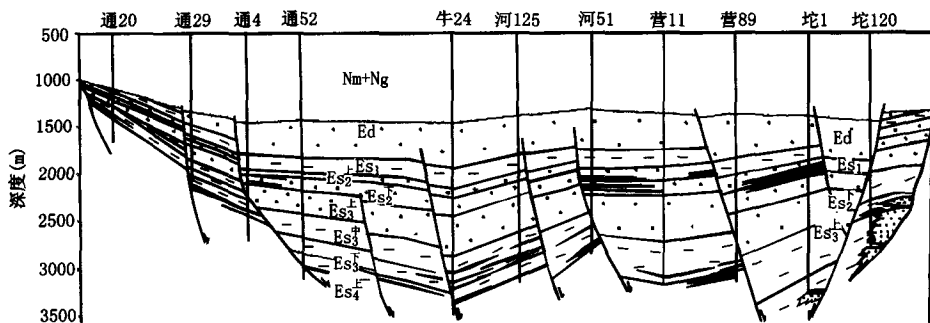


图 1-3 东营凹陷南北向地质剖面 (据胜利油田, 1999)

带(图1-4),东营北部的正向二级构造带主要包括:

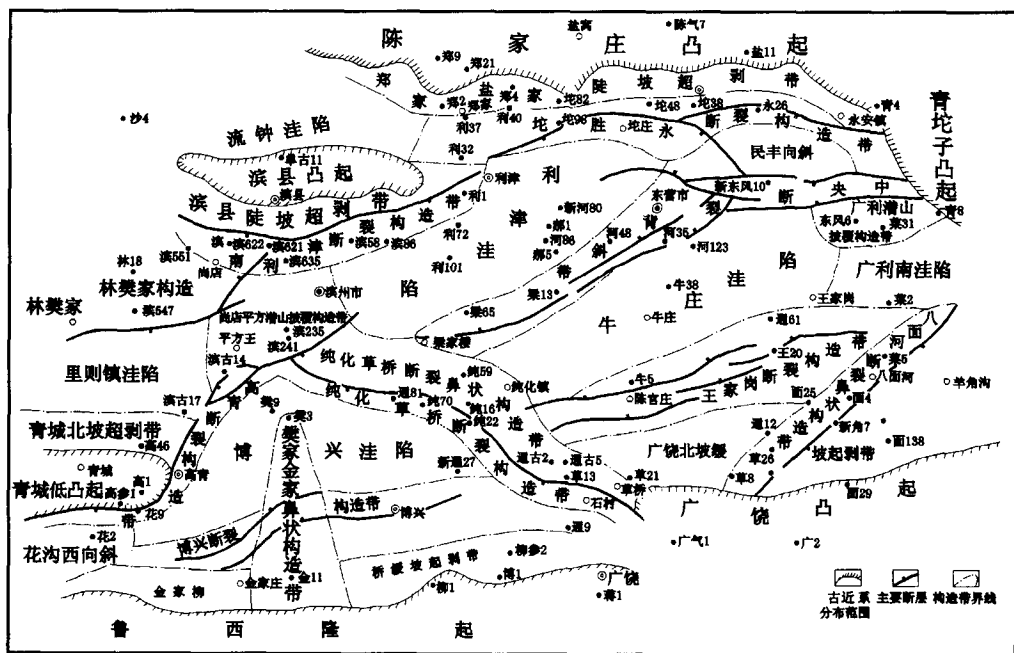


图 1-4 东营凹陷二级构造带划分图 (据胜利油田, 1993 年)

(1) 坨一胜—永断裂构造带与滨南—利津断裂构造带。它们属陆坡断裂构造系统,主断层控制了生油凹陷的形成与发展,次断层在上盘形成一系列背斜,是油气最为富集的二级构造带。

(2) 中央断裂背斜带。位于凹陷中央深陷区, 是受多种因素作用而形成的古近系褶曲构造, 其特点是边隆边断, 次级断裂发育, 是凹陷中油气最富集的地带。

东营凹陷北部负向构造带是利津洼陷与民丰洼陷。这两个洼陷被基底断裂或正向构造带所分割。在新生代基本上属于连续沉降的洼陷,利津洼陷第三系厚度一般可达 3000~5000m,民丰洼陷第三系厚度一般可达 3500~4500m。这两个洼陷是东营凹陷北部含油气系统的油源区。

三、陡坡带构造特征

东营凹陷北部陡坡带发育有各类油气藏,认识其特征,有助于油气藏成因认识。

总的来看,东营凹陷北部陡坡带构造上具有三个特征(郑和容,1992):(1)地层产状很陡,一般坡段地层倾角在 45° 以上,且剖面形态大多呈上陡(倾角约 $50^{\circ}\sim 60^{\circ}$)下缓(倾角约 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$)的铲形;(2)陡坡带深而窄,由于长期继承性的断陷活动,第三系断层上下盘顶底界面深差一般为 $3000\sim 4000\text{m}$,最大可达 $7000\sim 8000\text{m}$ 。如此既陡又深的斜坡在平面上非常狭窄,宽度一般仅十几千米,最大也只有几十千米;(3)陡坡带长而曲折,陡坡带由控凹边界断层组成,绵延距离长,均在 100km 以上,但平面形态曲折多变,总体上均呈由北西、北东两组断层耦合而成的锯齿状。

北部陡坡带主要由近东西向的滨南段、北东向的利津段及北西向的陈南段、青南段组成,总体上呈一弧形,长约 144km ,断面东陡西缓,东部的永北—青西—青南地区断面倾角较大,可达 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$,主断面大都呈铲形。断层上下盘第三系顶底面落差具有中间大、两头小的特点,中部的胜北地区为北东向断层与北西向断层的交汇处,落差最大可达 6000 多米,向西到滨南地区落差 5000 多米,向东到永北、青西地区落差 $3000\sim 4000\text{m}$ 。

东营凹陷北部陡坡带的构造类型大致有铲式、潜山台地式和阶梯式三种。

(1)铲式构造类型以滨县—陈家庄凸起东段的盐家—永北地区最为典型。该段陡坡断面呈铲状,上部较陡,倾角范围为 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$,下部较缓,倾角范围为 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 。

(2)潜山台地式构造类型以滨县—陈家庄凸起中段偏西的郑家—王庄地区最为典型。该段陡坡的特点是在呈铲状的主断面上残留一个古生界或太古界潜山,比铲式构造类型的陡坡多一个“台地”,潜山面积一般仅 $3\sim 7\text{km}^2$,高差仅几百米,以王庄地区最为典型。由于油气成藏条件有利,尽管此类陡坡范围较小,油气却非常富集。这是王庄地区形成富集高产的王庄太古界潜山油藏及沙三段扇三角洲岩性油藏的重要原因。

(3)阶梯式构造类型以滨县—陈家庄凸起中段的胜北地区和西段的滨南地区为典型。这两个地区的陡坡是由铲状的主断面与多条次级顺向断裂构成,这些次级顺向断裂相互平行成阶梯状,节节下掉。

陡坡带是东营凹陷北部最重要的油气聚集构造。

四、构造演化

东营凹陷是中生代—古近纪断陷复合盆地(宗国洪,1992)。在剖面上,东营凹陷由三个不同结构特征的构造层叠置而成。底部为前中生代形成的盆地基底岩系构造层。中部为盆地断陷期构造层(陈发景,1996),由 J_3-K_1 和古近系组成,二者之间为一区域性的角度不整合面,它将盆地划分为两个不同的裂陷作用阶段。盆地断陷期构造层受断层活动控制,并呈楔状或梯形块状充填于半地堑式断陷盆地或对称的地堑之中。上部为盆地裂后期构造层,由新近系组成,变形微弱,分布范围广,地层从断陷中心向边缘凸起逐层超覆。

在东营凹陷形成过程中,发生在第三纪的裂陷—扩张阶段与油气藏形成具有最直接关系,它又可分为三个发育期:

1. 裂陷—扩张初期($Ek_2-E_{s_4}^F$)

该时期陈南和石村断层都发生继承性活动,并且产生了高青、博兴、金家、陈官庄等新断裂,该时期断裂活动强烈。

2. 裂陷—扩张鼎盛期($E_{s_4}^{\text{上}}-E_{s_2}^F$)

该时期断陷强烈,盆地沉降幅度大,扩张速度快,盆地主断层均处于发育的高峰期,新生断层大都发育在北部陡坡和凹陷的中央而不是南斜坡。此时中央隆起带开始拱起,造成东

营凹陷的东半部进一步分化,形成牛庄、民丰、利津三个次级洼陷。这样,东营凹陷由于早期和后期的构造作用,出现博兴、牛庄、利津和民丰四个次级洼陷。

3. 裂隙—扩张衰退期 ($E_{s2}^{\perp}$ —Ed)

裂隙活动进入后期,形成许多次级断裂,对初始构造带进行断裂改造。

第四节 油气藏分布

在东营凹陷北带目前已发现数十个油气田,数百个油气藏(李丕龙等,2000)。油气藏在纵向与横向上分布有一定规律,严格受生油洼陷、构造所控制(戴俊生等,1999;陈洁,1999)。在纵向上发育有三个含油气带(侯贵廷,2000):基岩含油气带、古近系含油气带及新近系含油气带(田克勤等,2000)。其中以古近系控制的储量占85%以上。目前发现的储层有: O_1 石灰岩储层, E_{s3} , E_{s4} , E_{s2} , E_{s1} 砂岩储层,Ed砂岩储层及Ek砂岩储层。其中以 E_{s2} 、 E_{s3} 砂岩储层油气分布最广、规模最大,其分布的主要特征是:

(1) 前第三系储层以潜山油气藏为主,含油区范围局限在滨县凸起的南部;

(2) 古近系储层主要是构造、构造岩性型油气藏,分布最广,在洼陷周围呈环状分布,占全部储量的85%以上;

(3) 新近系以岩性油气藏为主,而构造型油气藏处于次要地位,仅在洼陷东部有零星分布。

在平面上,油气藏的分布严格受洼陷及构造的控制。对于陆相含油气盆地,洼陷中心的油气首先在最近的圈闭中聚集。因此,油气藏围绕生油洼陷形成环状分布(图1-5)。在本研究区,围绕利津、民丰洼陷的油气藏有胜坨、宁海、东辛、现河、郝家、史南、梁家楼、乔庄、纯化、小营、平方王、尚店、林樊家、滨南、单家寺、利津等油田。

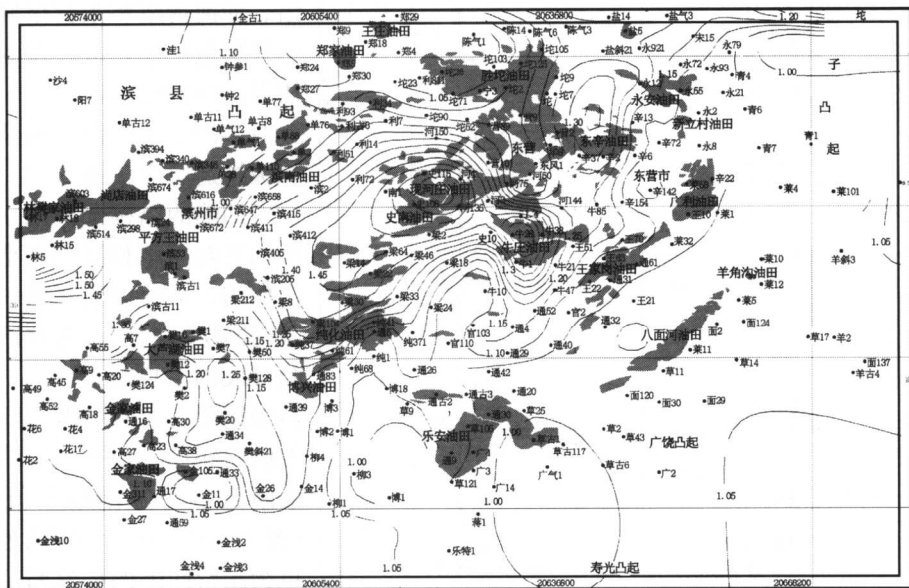


图 1-5 东营凹陷第三系含油气田分布(据胜利油田,1999)

第二章 东营凹陷北带构造动力学研究

第一节 东营凹陷北部陡坡带构造概述

一、构造格架与构造特征

1. 构造格架

东营凹陷是一个典型的箕状断陷湖盆，凹陷的发育受到北西向和近东西向的张性、张扭性大断裂的控制，形成由“北断南超”的多个半地堑和低凸起组成的洼凸相间的构造格局，具有复式半地堑的构造格架特点（朱夏，1986；项希勇，2001）；在古近纪，受陈南断层等主控断层的控制，形成一个南北向伸展的半地堑，盆地的北部和西部发育一系列古近系断层。它们活动时间早，在时间上和空间上均有差异，持续时间长，活动性强。其中中生代北西向断层在东营凹陷占据优势地位，古近纪晚期北西向断层的活动均较弱。它们的期次性的、集中性的活动控制了盆地的形成和发展。

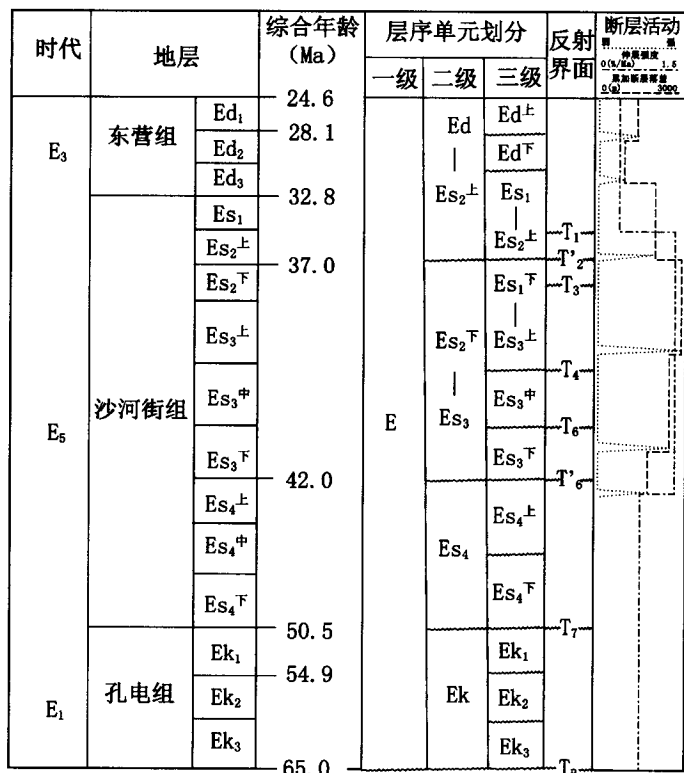


图 2-1 东营凹陷北带活动边缘
古近系构造层序综合柱状图

东营凹陷北部陡坡带古近系由陈南断层和坨一胜—永断层及其所控制的构造圈闭、一系列次级断层和次级构造共同组成。该带活动边缘新生界古近系孔店组、沙河街组和东营组属于一个一级构造层序，进一步划分出孔店组、沙四段、沙三下—沙二下亚段、沙二上亚段—东营组四个二级构造层序（图 2-1）。

凹陷的结构及演化、断层的活动等对层序和沉积有重要的控制作用。东营凹陷北部斜坡带的陈南断层倾向南，为控制东营凹陷形成的主控断层之一，孔店—沙四期形成的断层多与陈南断层的倾向相同，沙三—东营期形成的断层多与陈南断层倾向相反（图 2-2）。沙三早期的胜坨断层也为东营凹陷的控盆断层，落差最大可达 450m；在沙三中期，胜坨断层的落差可以达到 500m，此时的永安镇断层的落差也达到

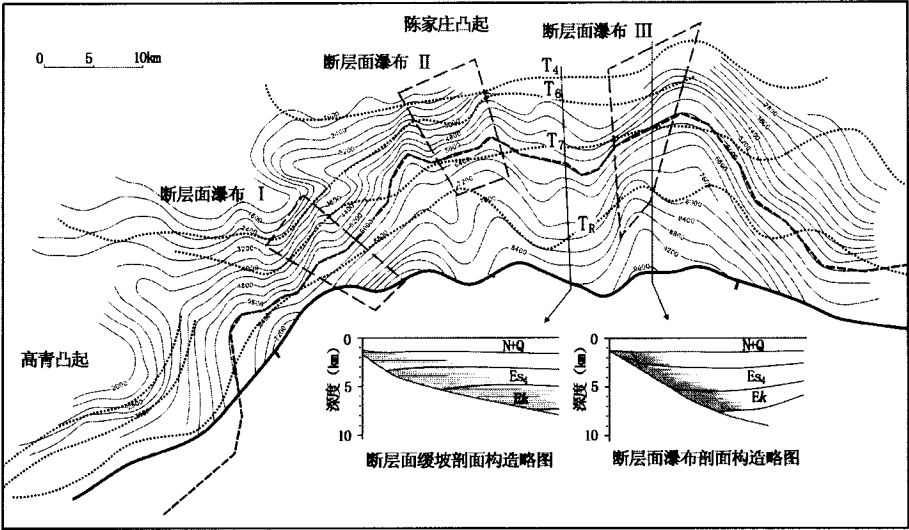


图 2-2 东营凹陷北部陡坡带断层面产状

了 440m。这些断层的活动虽然持续的时间长，但是断层的活动是一个应力释放的过程，应力的积累是长期的，而释放则是瞬时的。因此，在断层发育过程中，断层的瞬时活动形成了盆地内水体的重新分配，在一定条件下导致了水深变化的非统一性。

呈近东西向展布的陈南断层和坨一胜—永断层为控制东营凹陷的一、二级主控断层，平面上由一段或多段弧形断裂组成；三、四级断裂为伴生构造或反向调整构造。此外，盆地基底岩系中还发育有近南北向、北西西—北西向多组横向或斜向断裂，并不同程度地影响了裂陷期沉积。

东营凹陷北部陡坡带古近系在垂向上由一个裂陷期构造层序组成；为裂陷期充填岩相，厚度变化大，充填于半地堑中，受到断裂构造的明显控制；新近系呈层状披覆于整个盆地。

总体上，该陡坡带古近系披覆构造带包括盆缘主断裂、伴生构造带和陡坡断阶带，它们是陡坡带主要的油气聚集单元（孙向阳，2004）。

陡坡构造带是指盆缘同沉积断裂及其伴生构造。在剖面上，主断层两盘地层差异很大，上升盘缺失大段地层，成为隆起区；下降盘沉积了巨厚沉积物，成为盆地的洼陷区。此带内常伴生有断阶带、滚动背斜等次级构造。

2. 构造特征

东营凹陷北部陡坡带古近系经历了多期构造作用的影响，在不同深度的等 T_0 构造图上断裂体系类型、断裂发育程度和分布有明显不同（史卜庆，1999）。整个第三系以北断南超的箕状断陷和断层为界的凸起相间排列为特征。由于北西、北东和近东西向三组继承性活动大断层的控制和影响，使本区第三系构造有以下特征：

1) 构造具有强烈的分割性

东营凹陷三组方向的大断层在古近纪大规模继承性活动，使本区陈家庄地区及本区西部的滨县地区大幅度抬升而成为凸起，并使本区坡折带抬升而发育了较薄的古近系，而坡折带南部的洼陷内沉积了数千米的古近系。断层把它们分割成了不同的构造单元，各正向构造单元之间和各负向构造单元之间的构造特征差异性较大，形成了本区以断层为界正向构造单元