

东营凹陷浅层油气成藏条件

◎ 田美荣 著

地 质 出 版 社

东营凹陷浅层油气成藏条件

田美荣 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书在系统研究东营凹陷复杂断裂带石油地质条件的基础上,分析了断裂带的结构和不同性质的断层对油气的垂向运移作用,提出了“多级断裂输导”、“复式仓储调控”、“构造控制富集”的认识,揭示了断裂带内浅层油气富集的规律,建立了浅层复杂断裂带油气成藏模式,形成了浅层复杂断裂带的勘探技术和方法。

本书坚持理论和实践结合、技术与方法并重,对断陷盆地复杂断裂带浅层油气成藏勘探具有指导意义,可供从事油气勘探的科研工作者、技术人员及高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

东营凹陷浅层油气成藏条件 / 田美荣著. —北京:
地质出版社, 2011.1
ISBN 978-7-116-07106-3

I. ①东… II. ①田… III. ①坳陷—油气藏—形成—
研究—东营市 IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 000143 号

DONGYING AOXIAN QIANCENG YOUQI CHENGANG TIAOJIAN

责任编辑:刘亚军 夏军宝

责任校对:黄苏晔

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

咨询电话:(010)82324508 (邮购部);(010)82324578 (编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@ gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京天成印务有限责任公司

开 本:787mm × 1092mm $\frac{1}{16}$

印 张:9.5

字 数:235千字

版 次:2011年1月第1版

印 次:2011年1月第1次印刷

定 价:60.00元

书 号:ISBN 978-7-116-07106-3

(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

东营凹陷是中国东部油气最为富集的地区之一，也是油气分布十分复杂、勘探程度较高和具有较大勘探潜力的地区。对于该区油气藏分布的研究早在 20 世纪 60 年代初就已开始，胜坨、东辛等大型背斜及复杂断块油藏的发现引起人们充分重视。20 世纪 80 年代末期，随着勘探认识的深化，隐蔽型油藏逐渐成为重要的勘探对象，相继发现了牛庄、史南、单家寺等大量不同类型的岩性、不整合油藏，研究的范围也从单一的构造油藏拓展到隐蔽和复杂油气藏，提出了著名的复合式油气聚集理论，指导当时及以后的油气勘探。20 世纪 90 年代中期以来，油气生成、运移、聚集等方面和多因素的综合研究，成为油气评价的主要手段，对于盆地不同时期的古应力场、古流体势、古生物群落、古地温、沉积体系等与油气的生成、运移、聚集成藏的综合研究，已取得可喜的成果，见到明显的勘探效果，并在此基础上形成了隐蔽油藏勘探为主的一系列理论和技术，为确保济阳油区年探明储量过亿吨奠定了基础。

在 40 余年的勘探实践过程中，东营凹陷隐蔽油藏探明石油地质储量一直呈上升趋势。但长期以来其勘探领域主要以中深层为主，而浅层新近系的勘探一直没有取得突破性进展。从区域上看，济阳凹陷新近系油气分布明显具有不均衡的特点：新近系作为济阳凹陷的重要含油层系，已经发现了众多不同规模的多种类型油气藏，特别是孤岛、孤东、埕岛等亿吨级大油气田的发现，进一步确立了这一层系勘探的重要战略地位。目前，济阳凹陷新近系探明石油地质储量 14.8 亿吨，占总储量的 33%，但主要发现集中在北部的沾化凹陷，新近系探明储量占其探明总量的 67%。相对而言，东营凹陷新近系的油气发现略显不足。一方面是新近系认识程度的不均衡，前期新近系勘探主要集中在几个大型潜山披覆构造带上，勘探认识程度较高；而凹陷带勘探研究重点是中深层（古近系和前古近纪地层），浅层研究程度较低。另一方面是对浅层重视不够，新近系虽然埋藏较浅，所有钻井均钻遇新近系，但新近系不录井、不测井，造成了新近系钻遇程度高，认识程度却较低，从而影响了对新近系的认识和评价。

近几年东营凹陷浅层的勘探潜力正在逐渐显现出来，典型的实例就是东营中央背斜带的东辛油田，部署成功了辛 651 井，老区新近系又有新的突破，进一步印证了东营凹陷新近系具有较大勘探潜力。但是由于浅层认识和研究程度非常低，有下面几个关键问题需要解决：

（1）全区河流相沉积演化和沉积体系的分布？新近系层序如何划分，从馆下段、馆上段到明化镇组河流相地层是如何演化的？

(2) 油气成藏条件研究与成藏规律。2000 年以来,“网毯式”成藏体系的提出为新近系成藏规律研究提供了理论指导,它是建立在以沾化凹陷大型油源断裂控制的潜山披覆、超覆油藏为代表、油气长距离侧向运移为主导的浅层“网毯式”成藏体系。而东营凹陷浅层缺少以大型油源断裂控制的潜山披覆构造,其断裂非常复杂,发育多个复杂断裂带,特别是发育一个大型的中央断裂背斜带,明显与沾化凹陷存在较大差异,其油气成藏与富集规律的认识不明确。

(3) “十五”前 4 年新近系油气勘探对胜利油田有限公司年探明储量 1 亿吨做出了重大贡献,并且形成了针对新近系曲流河河道砂储层比较适用的勘探思路。但是对于东营凹陷复杂断裂带,构造破碎、断裂系统多变,油水关系复杂,如何进行油藏准确评价及勘探部署,需要深入探讨。

因此,本书应用地质、测井、地震等多种信息和计算机手段,采用定性和定量相结合、已知典型解剖与模拟试验相结合的综合研究方法,进行关键问题——油气成藏条件的创新研究,取得的主要理论和技术创新成果有:

(1) 建立了新近系基准面旋回识别标志和层序划分方案,确定了东营凹陷馆陶组高分辨率层序地层格架由 1 个长期基准面旋回(三级层序)、5 个中期基准面旋回(四级层序)和 19 个短期基准面旋回(五级层序)构成;

(2) 明确了东营凹陷馆陶组主要发育冲积扇、辫状河沉积体系、曲流河沉积体系和网状河沉积体系;

(3) 提出了“多级断裂输导”、“复式仓储调控”、“构造控制富集”的新认识,明确了断裂带内浅层油气聚集富集规律;

(4) 建立了浅层复杂断裂带油气成藏模式,形成了浅层复杂断裂带的勘探技术和方法。

本书所阐述的研究成果正确指导了东营凹陷浅层的油气勘探,在东辛油田浅层的勘探实践中,取得了显著的勘探效果。它为陆相断陷盆地复杂断裂带浅层的油气勘探理论提供支持和操作性较强的技术储备,不但在东营凹陷广泛应用,而且能够在济阳拗陷以及具有类似地质条件区带的油气勘探中大力推广。

本书反映了济阳拗陷复杂断裂带浅层勘探的地质研究水平,全书按照复杂断裂带浅层的油气成藏的关键要素,分 5 章展开论述。

第一章介绍了复杂断裂带浅层的地层特征,讨论了新近系构造演化及特征。

第二章提出了新近系基准面旋回识别标志和层序划分方案,建立了东营凹陷全区馆陶组高分辨率层序地层格架。

第三章分析了馆陶组主要沉积类型,确定了沉积相演化特征。

第四章论述了复杂断裂带的基本类型及分布、复杂断裂带的形成与演化,建立了输导体系的空间分布模式。

第五章剖析了东营凹陷复杂断裂带油气成藏规律,明确了油气成藏主控因素,提出了复杂断裂带垂向断裂主控的“网毯式”输导体系的成藏模式。

第六章对典型复杂断裂带油气藏的勘探实践进行了剖析，阐述了浅层复杂断裂带的勘探技术和方法，分析了复杂断裂带油气藏的勘探方向。

本书是多位石油地质工作者勘探实践的总结，参加研究的人员有：李趁义、曹爱锋、刘军锸、徐兵、谢燕、张丽、李莉、李加强、李婵娟、李小梅、耿春雁等。肖贤明、张善文同志对本书提出了建设性的意见，邱桂强同志也提出了修改意见。在此，一并致谢！

目 录

第一章 基本地质特征	1
第一节 地层特征	1
一、馆陶组 (Ng)	3
二、明化镇组 (Nm)	4
第二节 构造特征	4
一、构造层序	4
二、构造演化	7
三、新近系构造特征	8
第二章 馆陶组地层划分与对比	10
第一节 河流相地层基准面旋回模式	10
一、河流相层序地层模式	10
二、河流相地层的基准面旋回识别	13
第二节 馆陶组等时地层格架	18
一、基准面旋回界面特征	18
二、馆陶组基准面旋回划分	24
三、馆陶组中期基准面旋回对比	32
第三章 沉积及分布规律	38
第一节 沉积相特征	38
一、辫状河相	39
二、曲流河相	40
三、网状河相	42
第二节 馆陶组沉积展布特征	44
一、沉积厚度展布特征	45
二、沉积体系演化特征	49
第四章 浅层油气成藏体系	55
第一节 断裂网基本特征	55
一、断裂级次及组合关系	55
二、复杂断裂带的基本类型及分布	58
三、复杂断裂带的形成与演化	61
第二节 仓储层特征	74
一、仓储层特征	74
二、储层特征	80

第五章 油气成藏主控因素	87
第一节 断裂网的控藏作用	88
一、油源通道断裂网类型及分布	88
二、聚集网层断裂网的类型及组合	91
三、断裂网的控藏作用	92
第二节 仓储层的控藏作用	103
一、仓储层的油气运移痕迹	103
二、仓储层的综合评价	105
三、仓储层对油气成藏的控制作用	116
第三节 断裂通道与仓储层的配置对油气成藏的影响	117
一、实验模型和实验条件	117
二、实验过程分析	118
三、试验结果和启示	123
第六章 油气运聚模式与富集规律	125
第一节 成藏模式	125
一、主要运移方式	125
二、成藏模式	128
第二节 典型油藏剖析	129
一、基本地质特征	130
二、油气藏分布规律	136
三、勘探实践效果	136
第三节 油气富集规律及有利区带	137
一、油气富集规律	137
二、有利区带	138
参考文献	140

第一章 基本地质特征

东营凹陷属于渤海湾盆地济阳坳陷内部的一个次级构造单元，位于济阳坳陷的东南部，东接青坨子凸起，南部与鲁西隆起、广饶凸起呈超覆接触，西与惠民凹陷毗邻，北以陈家庄-滨县凸起为界，总体走向为北东向（图 1-1）。

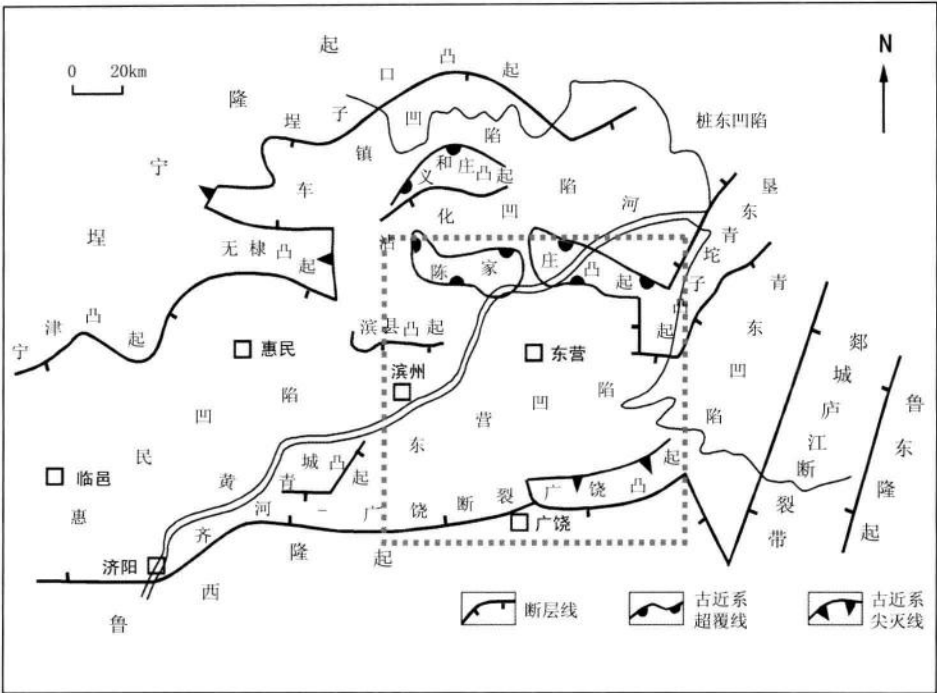


图 1-1 东营凹陷区域构造位置图

东营凹陷形成于燕山运动二幕，发育于中、晚白垩世和古近纪、新近纪。燕山运动尾幕，整个东营凹陷抬升剥蚀。始新世，在隆起的基础上再次发生断陷沉降，盆地开始拉张断陷，在陈南断层、高青-平南断层等凹陷边界断层的控制下形成周围为凸（隆）起环绕的半地堑掀斜断块盆地。该时期盆地北部断裂-沉降作用明显大于盆地南部，盆地的沉积和沉降中心偏于北侧，盆地南部的缓坡则多次剥蚀和超覆，形成南缓北陡的构造格局。

第一节 地层特征

东营凹陷在太古宇结晶变质岩之上发育古生界、中生界、新生界三大套岩系，纵向上包含太古宇、古生界、中生界、新生界四套不同的岩石序列（表 1-1）。综合钻井及地震资

表 1-1 济阳拗陷地层发育简表

界	系	统	组	代号	岩性特征	厚度/m
新生界	第四系	更新统	平原组	Qp	未固结黄土层	200~400
	新近系	上新统	明化镇组	Nm	棕黄色、棕红色泥岩夹棕黄色粉砂岩	800~900
		中新统	馆陶组	Ng	灰色含砾砂岩、砂岩夹灰色、绿色、紫色泥岩	300~900
	古近系	古近统一渐新统	东营组	Ed	灰色、灰绿色泥岩与砂岩、含砾砂岩互层	700~1000
			沙河街组	Es	深灰色泥岩与灰白色砂岩夹碳酸盐岩和油页岩	>2000
			孔店组	Ek	棕红色与紫红色砂岩泥岩夹灰色砂岩泥岩	>1000
中生界	白垩系	上统	王氏组	K ₂ w	紫色、杂色砾岩、含砾砂岩、砂岩与泥岩	-
		下统	西洼组	K ₁ x	灰色安山岩与紫色砂泥岩	>700
	侏罗系	上统	蒙阴组	J ₃ m	杂色含砾砂岩与灰色砂岩、灰绿色泥岩互层	-
		下一中统	三台组	J ₂ s	紫色泥岩与灰白色泥岩、砂岩与砾岩互层	250
			坊子组	J ₁₊₂ f	暗色、紫色、灰绿色泥岩、砂岩夹煤层	90~200
	三叠系	下一中统	聊城组	T ₁₊₂	暗紫色与灰白色泥岩，与砂岩互层、含砾石层	>1000
上古生界	二叠系	上统	石千峰组	P ₂ s	紫红色、棕红色、灰紫色泥岩与浅紫色砂岩	0~600
			上石盒子组	P ₂ sh	黄绿色厚层砂岩及紫色灰色泥岩、泥质砂岩	400~500
		下统	下石盒子组	P ₁ xs	灰色及灰绿色泥岩、砂岩夹薄煤层	110
			山西组	P ₁ s	灰色泥岩、碳质泥岩与石英砂岩夹煤层	60
	石炭系	上统	太原组	C ₃ t	灰色泥岩、碳质泥岩与砂岩夹灰岩及煤层	160~180
		下统	本溪组	C ₂ b	杂色铁铝岩、铝土岩、灰色泥岩夹灰岩	40~100
	下古生界	中统	八陡组	O ₂ b	深灰色块状灰岩、灰色泥质白云岩	60~260
		奥陶系	上马家沟组	O ₁ sm	黄色角砾状泥灰岩、豹皮灰岩、灰岩夹白云岩	280~300
			下马家沟组	O ₁ xm	黄色角砾状灰岩、豹皮灰岩、灰岩夹白云岩	200
			亮甲山组	O ₁ l	灰-浅灰色结晶白云岩，底部为蓬石结核白云岩	90~120
			冶里组	O ₁ y	灰-浅灰色结晶白云岩，底部为竹叶状白云岩	90~120
		寒武系	凤山组	Є ₃ f	浅灰色结晶白云岩、泥质条带灰岩	100~110
			长山组	Є ₃ c	灰色泥质条带灰岩、竹叶状灰岩夹黄绿色页岩	50~100
			崮山组	Є ₃ g	疙瘩状灰岩、泥质条带灰岩夹黄绿色页岩	50
			张夏组	Є ₂ z	灰色鲕状灰岩及显微晶灰岩	180~190
			徐庄组	Є ₂ x	灰绿色、紫灰色页岩夹灰岩、含海绿石砂岩	80~100
			毛庄组	Є ₂ mz	下部灰岩、上部暗紫红色页岩、砂岩	30~60
		下统	馒头组	Є ₁ m	灰色陷晶白云岩及紫红色页岩	100~150
太古宇			山草峪组 雁岭关组 太平鼎组 万山庄组	泰山群 ArT	以多种片麻岩为主，其次为闪长角闪岩、角闪岩	>10000

(据宋国奇等, 2000)

料分析,该区地层从老到新依次发育:太古宇,下古生界寒武系—奥陶系,上古生界石炭系,二叠系、中生界,新生界古近系孔店组、沙河街组、东营组及新近系馆陶组、明化镇组和第四系平原组。太古宇—下古生界、上古生界—中生界、中生界—孔店组、孔店组—沙河街组及沙河街组、东营组—新近系馆陶组之间存在5个大的区域性不整合。其中,馆陶组和沙河街组之间及沙河街组内部的沙三段和沙四段之间有两期大的构造活动,形成了两个层序界面。

东营凹陷新近系仅包括两套地层,自下而上分别为馆陶组和明化镇组。

一、馆陶组 (Ng)

馆陶组与下伏地层为区域不整合接触,可以分为两段。

馆下段: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。视电阻率曲线呈低值略平,见稀疏的中低阻尖峰。自然电位曲线一般为高幅度箱状负异常。厚度一般为200~500m。

馆上段:岩性为紫红色、暗紫色、灰绿色泥岩、砂质泥岩与粉砂岩互层,夹粉、细砂岩。下部砂岩较发育,上部泥岩较发育。视电阻率曲线基值较低,上部为小锯齿状,中、下部呈中—高阻尖峰。自然电位曲线上部略平直,下部见中低幅度负异常。厚度为120~380m。

渤海湾地区的沉积研究表明,馆陶组沉积时物源主要来自三大水系,即发源于燕山褶皱带山麓的北部水系、发源于太行山麓的西部水系和发源于鲁东隆起区的东南部水系(向奎,1993),而南部的鲁西隆起水系并非主要物源,发育了山麓冲积相、泛滥平原相、湖间滩相、滨浅湖相及渤中、歧口—北塘两个浅湖。

馆陶组沉积早期,来自于隆起区的物源充足,以埕宁隆起区和鲁西隆起区为背景,在车镇凹陷和惠民凹陷北缘、东营凹陷南缘为砾岩、含砾砂岩及砂岩集中发育区,发育了南北两大沉积体系的一系列规模不等的冲积扇沉积,这些扇体通过坡积物相连,在平面上形成沿拗陷北缘和南缘分布的冲积扇裙。扇体发育部位不仅砂层厚度大、砂岩百分含量高,而且砾岩、含砾砂岩极为发育,其砂砾岩累积厚度一般为20~60m,最厚可达98m。

馆陶组沉积早中时期,在拗陷带冲积扇体的前方,惠民、车镇、沾化凹陷的主体区域形成了一个呈南西—北东方向延伸的砂岩较为发育带状分布区——辫状河道带,其中,分布有一系列砂层厚度大(一般大于120m)、砂岩百分含量高的透镜状砂体,属于辫状河河道砂坝沉积;也分布有砂岩厚度较小(一般小于20m)、砂岩百分含量较低的区域——辫状河道间沉积亚相。而河道边缘亚相分布较为局限,一般分布于道间沉积与辫状河道亚相之间。馆陶组沉积中期,惠民凹陷与车镇、沾化凹陷相互贯通,形成了一个砂岩广泛发育的冲积扇——辫状河沉积体系。受陈家庄凸起的影响,南部东营凹陷仍然处于半封闭状态。近凹陷周缘发育一些砂层厚度及砂岩百分含量均较高的扇形沉积体,属于冲积扇沉积。其中,东部扇体继承性发育且规模相对较大,其他地区以泥质岩类沉积为主,砂层厚度系数一般小于0.5,属于扇前洪泛平原沉积。在扇前洪泛平原沉积的内部,分布有一系列呈北东方向延伸的透镜状砂岩体,其砂层厚度一般大于40m,砂层厚度系数大于0.5,属于间歇河道沉积。

由此可见,该时期惠民、车镇及沾化凹陷相互贯通,物源主要来自西北部的埕宁隆起;

东营凹陷基本上继承了馆陶组沉积早期的特点,物源主要来自南部的鲁西隆起及东北部的垦东-青坨子凸起。

馆陶组沉积中晚期,沉积范围进一步扩大,济阳拗陷内的四个主要凹陷连为一体,相互贯通。拗陷内的义和庄、陈家庄、滨县凸起等不复存在。但受地形影响,原凸起部位沉积厚度较薄,砂层厚度及厚度系数均较低,属辫状河道间沉积。在惠民、车镇、沾化一带,与馆陶组沉积中早期沉积特征相似,砂岩、含砾砂岩及砾岩厚度均较大,砂层厚度系数高,是砂、砾岩体最为发育的地区,属于冲积扇-辫状河沉积。东营凹陷已脱离封闭状态,但受物源区碎屑补给量的影响,砂层厚度相对较薄,仅在凹陷的东部及东南部砂岩、含砾砂岩及砾岩较为发育,属于冲积扇沉积。其他大部分地区砂体厚度一般介于20~40m,砂层厚度系数一般在0.2~0.5之间,属于辫状河道亚相沉积。局部地区砂层厚度小于20m,砂层厚度系数小于0.2,属于辫状河道间沉积。

馆陶组沉积末期,沉积范围进一步扩大,沉积类型向低弯度曲流河转换。

二、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。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,南面东营、惠民凹陷较薄,北面沾化、车镇凹陷较厚。其中砂岩厚度为90~250m,砂泥比极低,为11%~24%。视电阻率曲线基值在明化镇组顶、底端为低值,向中部逐渐抬高,俗称“弓形电阻”。自然电位曲线见中等幅度的正异常。与下伏馆陶组呈整合或假整合接触。

明化镇沉积时期,是在经过馆陶组长期河流充填沉积的基础上形成的,在馆陶组晚期,整个拗陷地形已趋平坦,河道分布范围小,呈弯曲的窄带状(蛇曲状),属于高弯度曲流河沉积。河流泛滥平原亚相广泛发育,并逐渐形成控制全区的4大水系:车镇-沾化水系、惠民-沾化水系、惠民-东营-沾化水系、东营水系,最后汇水于渤中拗陷。

第二节 构造特征

一、构造层序

根据区域构造运动以及各构造运动幕的不同表现,将东营凹陷划分为4个构造层序,即基底构造层、下部构造层、上部构造层、顶部构造层,每一构造层均有不同的地质、地球物理及地球化学特征(表1-2)。

1. 基底构造层

基底构造层由太古宇和古生界组成。

太古宇泰山群为济阳拗陷的结晶基底,是一套经混合岩化和花岗岩化的中深变质岩系,其厚度大于10000m。褶皱和断裂变动都异常复杂,以近东西向的复式褶皱形式展布。

古生界不整合于太古宇泰山群之上,主要为海相碳酸盐岩沉积,厚度约1400m。在地

表 1-2 构造层划分简表

构造层序	地层层序		地震标志层	绝对年龄 Ma	沉积速率 mm/ka	火成岩特征 (中、新生代)	断层及褶皱 几何学特征		
顶部构造层		Qp		2.0	225	以霞石碱玄武岩为主, 次为碱性玄武岩, 局部安山岩	断层活动弱, 披覆背斜发育		
		Nm	T ₀	5.1	335				
		Ng	T ₁	24.6	45				
上部构造层	Kz	Ed				碱性玄武岩为主, 次为霞石碱玄武岩、拉斑玄武岩、安山岩等	NE、NEE、NW、NWW、SN和EW向断层及其组合断层带发育, 断层带内滚动背斜、同沉积拖褶皱、调节地垒、调节背斜发育		
		Es	Es ₁	T ₂	37.0			129	
			Es ₂ [±]	T ₃					
			Es ₂ ^F						
			Es ₃	T ₆	42.0				237
			Es ₄	T ₇	50.5				
		Ek	Ek ₁	T ₈				260 (?)	
			Ek ₂		54.9				
			Ek ₃		65				
		下部构造层	Mz	K ₂	T _R			100	<30
K ₁	135								
J ₃	149								
J ₁₋₂	190								
基底构造层	Pz			C—P		T _p	350	<10	
		Є—O	T _{g_i}	570					
			T _{E₁}						
Ar	ArH			2500~?	?	基性及中、酸性侵入岩	NW向逆断层及褶皱		

(据孙锡年, 2007)

震时间剖面上显示为一对互为波组的低频强反射, 分别反映为奥陶系石灰岩顶 (T_{S₁}) 和下寒武统馒头组页岩 (T_{E₂}), 其时间间隔约 400ms, 在盆地缓坡部位可连续追踪。

上古生界为海陆交互相和陆相碎屑岩夹煤系地层, 总厚度为 550~720m。上古生界假整合于中奥陶统之上, 顶部普遍遭受剥蚀, 对应 T_P 反射轴。

太古宇—上古生界虽然缺失多段地层, 但都反映了以振荡运动为特点的地台型构造变动, 形成了大区域的假整合和大型的扇状复式构造体系。火成岩以基性及中、酸性侵入岩为主, 主要发育 NW 向逆断层及褶皱, 一般认为规模较小, 局部构造有穹窿、断轴背斜和鼻状构造等。

2. 下部构造层

下部构造层序为中生界，包括中、下侏罗统及上侏罗统一白垩系两个亚构造层。

中、下侏罗统不整合于古生界之上，岩性为一套河湖相碎屑岩含煤地层，钻遇厚度约700m。在时间地震剖面上，局部见 T_j 反射波。

上侏罗统角度不整合于中、下侏罗统之上，上侏罗统与下白垩统、下白垩统与上白垩统之间未见明显的角度不整合。上侏罗统和白垩系皆属断陷盆地充填沉积，据地震资料推算其最大厚度可达5000~6000m，以断裂发育和火成岩广泛分布为特征，局部有宽缓的背斜和向斜。在时间地震剖面上，表现为不成组的弱反射，成层性差。它反映燕山运动中晚期断陷盆地发育的特点。

3. 上部构造层

上部构造层序由古近系组成，可分为孔店组(E_k)、沙四段(E_{s4})、沙三段—沙二段下亚段($E_{s3}-E_{s2}^{\text{下}}$)、沙二段上亚段—东营组($E_{s2}^{\text{上}}-E_d$)4个二级构造层序。

孔店组超覆于中生界构造层序之上，与上覆沙四段存在局部沉积间断，在杨盘洼陷见到上覆沙四段超覆于孔店组之上，可通过微量元素分析法及化石组合加以区分。局部发育火成岩，以玄武岩、玄武安山岩、安山岩等亚碱性系列岩石组合为主，次为碱性玄武岩及苦橄岩类。在地震时间剖面上， T_i 反射层相当于新生界底面， T_8 反射层反映孔一段底面。

沙四段局部超覆于孔店组之上，与上伏沙三段—沙二段下亚段层序为局部角度不整合。火山岩发育，临邑、商河、阳信、滨南、草桥、邵家等地均出现大面积分布的火山锥叠合体，火山岩主要为钙碱性的玄武岩及其进化系列(玄武安山岩)。 T_7 反射层反映沙四段上亚段灰岩段的底界面，局部反射良好，可连续追踪。

沙三段—沙二段下亚段构造层序与下伏沙四段构造层序呈局部角度不整合，与上覆构造层序为角度不整合，因沙二段上亚段、沙二段下亚段地层薄、产状近于平行，从地震剖面上难以识别。但从地震时间剖面上可以明显见到不整合标志。 T_6 反射层反映沙三段下亚段油页岩集中段，为密集强反射的底界，可连续追踪。

沙二段上亚段—东营组与下伏沙三段—沙二段下亚段呈假整合—不整合接触，与上覆新近系构造层序为区域性角度不整合。在地震时间剖面上， T_2 反射层反映沙一段下部的生物灰岩、白云岩层，是盆地内可连续追踪的地震标准反射层。

上部构造层序反映断陷式沉积的特点，以继承性断裂活动及重力滑脱断层发育为主，断裂伴生构造、继承性构造等广布，局部有塑性层拱张构造出现。它反映的构造变动属喜马拉雅运动的济阳幕和东营幕的产物。

4. 顶部构造层

顶部构造层序即新近系构造层，可进一步划分为馆陶组(Ng)与明化镇组(Nm)两个二级构造层序。

该层序底界是重要的二级层序边界， T_1 反射层在地震时间剖面上显示为近水平层强反射段底，与下伏层呈明显的角度不整合，可连续追踪。馆陶组为一套河流相粗碎屑岩为主的地层，明化镇组为碎屑岩夹海相地层，总厚度850~2000m。断裂较古近系为少、活动弱，以披覆构造发育为主要特点。

二、构造演化

1. 寒武纪—早二叠世沉积时期

区域构造运动相对较为缓和,主要发育滨浅海—稳定浅海环境下形成的碳酸盐岩及滨海沼泽相含煤碎屑岩。早寒武世沉积时期,东营凹陷南斜坡为海侵波及区。海侵初期,古陆及古隆起提供了较为丰富的陆源物质,形成以馒头组、毛庄组为代表的碎屑岩、粘土岩和碳酸盐岩沉积建造。毛庄组—张夏组沉积期,海侵扩大,潮坪环境演变为浅滩环境,形成厚层鲕粒灰岩和少量生物碎屑灰岩。晚寒武世海退导致本区再次出现潮坪沉积环境,造成泥质灰岩在崮山组—凤山组广泛分布,并夹有薄层状白云岩等。

早奥陶世冶里组—亮甲山组以白云岩沉积为主,无陆源碎屑物质注入,属典型潮上带沉积物。下马家沟组沉积时期仍以白云岩沉积为主,为局限海和开阔海交替的沉积环境。上马家沟组以较纯净的石灰岩沉积为主,为稳定浅海沉积环境。八陡组岩性组合以白云岩为主,属潮坪相沉积物。中奥陶世末期,华北陆表海大规模水退,形成华北古陆并经近1亿年的剥蚀,直至石炭纪中晚期,海水入侵,本区成为华北滨浅海一部分。该时期发育滨海沼泽相含煤碎屑岩。石炭纪末期,海水完全退出,进入内陆开阔盆地碎屑岩沉积期。

二叠纪末期的印支运动,使本区发生全区性抬升,缺失三叠系沉积,在区域性挤压应力场的作用下,形成广饶—草桥背斜,背斜顶部石炭系—二叠系遭剥蚀。

2. 晚侏罗世—早白垩世沉积时期

以左旋剪切运动为主的断裂活动影响下,形成北西向石村断层和八面河老断层,断层上升盘强烈隆起并遭受剥蚀,由北向南依次出露石炭系—二叠系、奥陶系、寒武系及前震旦系,断层下降盘则发育较厚的上侏罗统和下白垩统。中生代早期的燕山运动Ⅱ幕产生八面河地区中部呈北西—南东走向的面29—新角7断裂带,形成面29—面109地垒,剧烈的断裂活动使地垒带顶部遭受强烈的剥蚀,隆起最高的面古1、新角7一带地层剥蚀尤为强烈,致使中生界直接覆盖在奥陶系张夏组之上。在燕山运动强烈作用下,中基性岩浆、火山活动频繁,形成一套红色河流相碎屑岩沉积和安山岩、凝灰质砂岩。中生代末期的燕山运动Ⅲ幕再次使盆地整体上升,东营凹陷南斜坡遭受剥蚀,形成孔店组与中生界之间区域性不整合。随后广大区域开始下降形成湖盆,并接受沉积。

3. 古近纪孔店组沉积时期

石村断层的活动仍然强烈,断层上升盘仅残余0~200m孔一段地层,而断层下降盘的博兴洼陷不仅沉积巨厚孔一段,还发育较厚的孔二段。该沉积时期,本区地形南高北低,南部的鲁西隆起和广饶凸起为本区提供物源。因气候干旱,沉积作用以近源剥蚀和充填为主,在广饶—草桥潜山北翼及北部斜坡带形成近源冲积扇—河流及洪泛平原沉积。孔店组末期的济阳运动Ⅰ幕在靠近凸起区表现较为明显,造成玄武岩喷溢,形成孔店组与沙四段之间的不整合。

沙四段沉积时期,石村断层控制作用有所减弱,沙四段发育大量较深水相泥页岩沉积。沙四段末期的济阳运动Ⅱ幕使本区再次上升,沙四段上亚段地层遭受不同程度剥蚀,缺失沙三段下亚段地层,形成沙四段与沙三段间的不整合。该期运动以右旋扭张为特点,形成

了大量北东—南西向雁行状断层，同时对早期的北西向断层进行了改造，如面29—新角7断层，使其沿应力方向产生了位移。渐新统沉积时期，构造运动较为缓和，石村断层的控制作用减弱，只是南部沙二段沉积时期有明显间断，形成沙一段与沙三段间的不整合。

4. 喜马拉雅运动Ⅱ幕（东营运动）时期

构造运动尤为强烈，盆地整体抬升，研究区东营组地层严重剥蚀，致使馆陶组地层直接覆盖在沙一段地层之上。广饶凸起等强烈隆起遭受剥蚀，造成馆陶组地层由北向南、由西往东依次超覆于由新到老不同层位的地层上。东营运动还造成玄武岩多次喷溢，使馆陶组底部发育多层玄武岩。并且，东营运动形成一系列近东西向的盖层断裂。此后，构造运动缓和，济阳拗陷区域性整体下沉，接受馆上段、明化镇组及第四系沉积，形成现今构造形态。

三、新近系构造特征

新近纪以来，渤海湾盆地处于北东—南西向挤压应力场作用下，由北东—北北东向右旋走滑断裂以及北西—北西西向左旋走滑断裂组成共轭网络状构造格局。构造运动由古近纪的大幅度垂直运动转变为新近纪的水平扭动；断块由绕水平轴旋转、滑移变为绕垂直轴旋转，特别是北北西向的断裂活动明显加强，说明本区新构造时期具有右旋剪切的区域应力场，并一直延续至今。在该应力场作用下，不仅沉积了相当厚的新近系，为油气生成提供了温度和压力条件，同时由于断层由张性变为扭性，对油气运、聚成藏也有重要的驱动和遮挡作用。该时期断裂、岩浆活动明显变弱，盆地整体沉陷并以广浅水沉积为主要特征。

1. 盆地充填方式由快速充填向缓慢超覆转化

中新世早期的东营运动（喜马拉雅运动Ⅱ幕）时期，济阳断陷盆地受挤压而抬升，从而结束了其断陷阶段，并向拗陷阶段过渡。东营运动在济阳拗陷全区都有清晰的反映，据测算中新世早期曾有一个持续11Ma的沉积间断，表现为新近系呈近乎水平产状超覆于所有老地层之上，与前古近系呈大角度斜交，与古近系呈小角度斜交。

随着控制盆地发育的主控断裂活动性降低，盆地强烈伸展作用逐渐向整体沉降转变。盆地拉张强度变弱、基底沉降速率变慢，济阳拗陷充填方式由早期的快速充填向尔后的缓慢超覆转化。

2. 盆地结构由不对称半地堑向近对称性转化

燕山期郯庐断裂的山东段发生了明显的左旋走滑，这样的应力场使得鲁西隆起发生顺时针旋转，形成北西西向断裂构造。喜马拉雅期郯庐断裂反向旋转（右旋），使得原北西向构造形迹发生张裂，同时印度—欧亚板块碰撞造成的逃逸效应进一步促使渤海湾地区大规模拉张、地壳减薄、地幔上隆；其伸展机制属于分层拆离组合模式，形成整体结构不对称的半地堑组合。新近纪，地壳冷却，渤海湾盆地均衡沉降，形成披盖式拗陷型沉积。

新近纪时期盆地结构发生转化。孔店、沙四、沙三期呈典型的不对称半地堑结构，为“北断南超”的箕状凹陷，基底快速沉降，表现为饥饿性充填，湖盆深陷，广泛发育了暗色泥岩沉积。但随着盆地的不断充填以及边界断裂（特别是北西向断裂）活动性的降低，至新近纪时，这种不对称半地堑结构逐步弱化，基底沉降缓慢，呈现出近对称性结构的特点，

表现为半饥饿性或补偿性充填，广泛发育了滨浅湖相、河流相砂岩及灰色、红色泥岩沉积。北部陡坡略具缓坡特征，地层亦呈层层超覆。

3. 主控断裂由北西向北东及北东东向转化

新近纪时主控断裂走向发生转化。随着扭张应力方向的偏转，北西向断层消亡或仅有微弱活动，而北东向及北东东向断层稳定发育，地层均呈北东向展布，尤其北东东向断层活动增强，成为主控断裂（图1-2）。凹陷内三、四级盆倾断层的发育也表现出明显的差异，除了继承上一时期发育的断层外，还发育了一组新的断层，它们在该时期强烈活动，但切入沙三段断面变缓、消失。

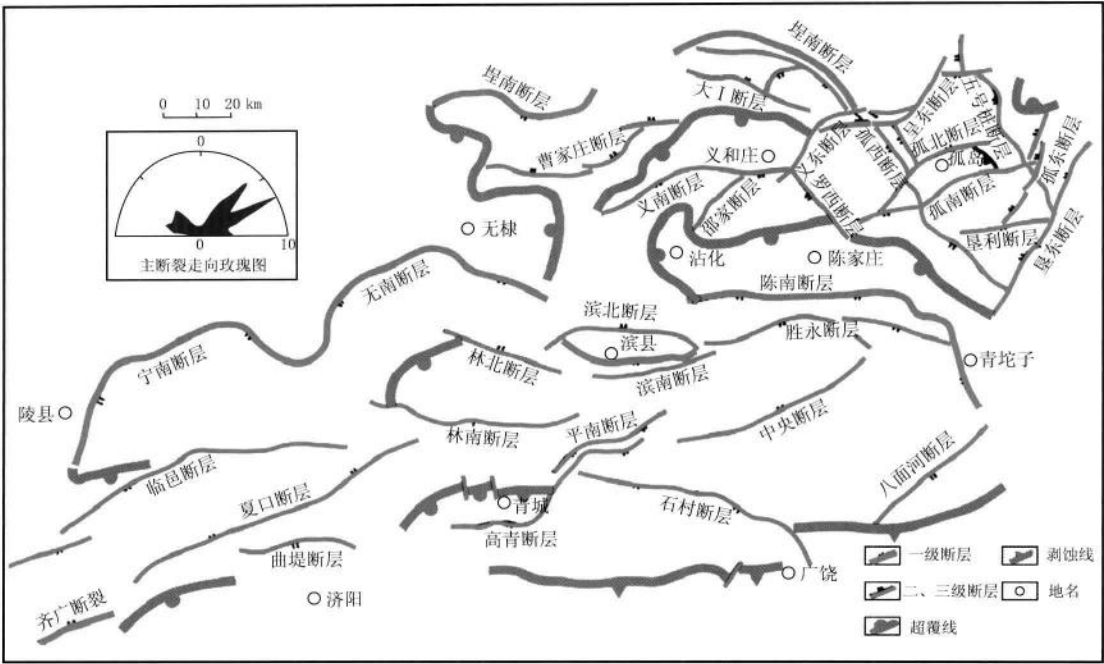


图 1-2 济阳坳陷主断层分布图

4. 岩浆活动以喷发为主，强度中等

新构造运动伴生火山活动是很普遍且独特的新构造形迹。渤海湾盆地早、中侏罗世、白垩纪、始新世、渐新世、中上新世和全新世都有岩浆活动，是由于地幔隆起造成的板内断裂形成的，火山岩体的分布与断裂的活动时期有关。从时间上看，本区火山活动集中于中、新生代，与区域构造运动的剧烈活动期相匹配。新近纪早期仍以岩浆活动为先导，馆陶组底部玄武岩在坳陷中心广泛分布，岩浆活动以陆上玄武岩喷发为主，火成岩体往往孤立分布，单个火成岩体厚度小、面积大，为典型的喷发溢流产物。新近系明化镇组沉积末期，有少量玄武岩喷发活动。新近纪火山活动在渤海海域相对强烈（如在海3井钻遇900m厚的玄武岩），第四纪在埕子口凸起等地也有火山岩分布。这些火山活动在地震剖面上有明显的反映。