

济阳拗陷北部馆陶组 油气地质与勘探技术

JIYANG AOXIAN BEIBU GUANTAOZU YOUQI DIZHI YU KANTAN JISHU

● 刘魁元 邱隆伟 孙喜新 苏朝光 刘连启 编著

地质出版社

济阳坳陷北部馆陶组油气 地质与勘探技术

刘魁元 邱隆伟 孙喜新 苏朝光 刘连启 编著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书主要介绍济阳坳陷北部地质结构、馆陶组总体构造特征及沉积面貌、典型油田地质特征及其成藏规律,以及在研究区馆陶组油气勘探中起到了关键作用的勘探技术。济阳坳陷北部馆陶期断层活动的总体趋势表现为两个主要凹陷的北部边界断层活动强度显著大于缓坡带断层,而东部断层累计落差显著大于其他位置;馆陶组除发育冲积扇、河流沉积之外,还发育了湖泊—三角洲沉积,该时期济阳坳陷的汇水区在其中部和东部;济阳坳陷北部馆陶组的成藏存在近源凸起主体带成藏模式、中近源凹陷斜坡带成藏模式以及远源凸起缓坡带成藏模式等三种成藏模式;在如研究区馆陶组类似地区,通过应用河道型砂体精细描述、精细地层超覆线确定,以及核销井再评价等为核心的浅层油气勘探技术,可以取得良好的勘探效果。

本书是对济阳坳陷北部馆陶组勘探成果及经验的总结和提升,可供地质类高等院校师生、从事油气田勘探开发的科研人员以及油田技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

济阳坳陷北部馆陶组油气地质与勘探技术/刘魁
元等编著. —北京:地质出版社,2010.2
ISBN 978-7-116-06588-8

I. ①济… II. ①刘… III. ①拗陷—石油天然气
地质—研究—济阳县②拗陷—油气勘探—研究—济阳县
IV. ①P618.130.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第025405号

责任编辑:祁向雷 周乐耘

责任校对:杜悦

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)82324519(办公室);(010)82324577(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 1/16

印 张:12.5

字 数:300千字

印 数:1—800册

版 次:2010年2月北京第1版·第1次印刷

定 价:45.00元

书 号:ISBN 978-7-116-06588-8

(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

济阳拗陷北部是胜利油区馆陶组重要的油气富集区域。目前已经在埕东、飞雁滩、老河口、太平、陈家庄等许多地区发现了馆陶组油藏，但是已发现油藏的分布极不均衡：研究区北部的埕东油田东区，98%的油气储存在馆上段；而南部的陈家庄油田只在馆下段发现油藏；济阳拗陷北部尽管在馆陶组已发现了众多油气显示及油气藏，但其所发现的储量尚不到探区总储量的20%。如果从济阳拗陷来看，馆陶组已经探明的石油地质储量约占拗陷总储量的29%。由此可知济阳拗陷北部地区馆陶组的油气勘探还是大有可为的。实际上馆陶组也是近些年来济阳拗陷北部地区油气储量增长最快的含油气层系之一，“十五”期间平均年探明储量达 $1\,000 \times 10^4$ t，取得了良好的勘探效果。

综观馆陶组各区块的勘探历程，都经历了从发现到勘探高峰、到低谷，然后又达到一个又一个高峰的过程。在此过程中有成功的喜悦，也都经历了彷徨、失落和痛苦的探索，但是经过广大地质勘探工作者的不懈努力，一个又一个勘探难题得到解决，从而极大地推进了探区的油气勘探、产能建设，同时也获得了勘探技术上的逐步积累和提高。前期勘探中在地质认识和勘探经验等方面的积累，对于下一步的勘探可以提供重要的参考；以精细构造成图、精细地层超覆线确定、河道型砂体精细描述以及核销井再评价等为核心的浅层油气勘探技术，可以为本地区下一步勘探提供有力的技术支持，并且对于邻区乃至类似地区的勘探也具有一定的借鉴意义。

本书分三篇，第一篇主要介绍济阳拗陷北部地区的地质结构、馆陶组构造特征及总体沉积面貌。第二篇在对典型油田进行成藏特征及主控因素详细解剖的基础上，探讨了研究区馆陶组的成藏规律，并建立了三种类型的油气成藏模式。第三篇主要介绍在馆陶组油气勘探中起到了关键作用的勘探技术。

本书是各位研究人员集体智慧的结晶，在项目研究及专著编写过程中得到了胜利油田分公司河口采油厂、勘探项目管理部、地质科学研究

院、物探研究院、测井公司等相关单位领导和研究人员的大力支持与合作，此外还得到了中国石油大学、中国地质大学等院校和研究机构的支持与帮助，在此一并表示衷心感谢！

由于研究人员经验、认识程度、研究水平等方面因素的影响，本书中缺点与不足之处在所难免，衷心欢迎读者批评指正。

目 录

前 言

第一篇 济阳坳陷北部馆陶组油气地质

第一章 济阳坳陷北部地质结构	(1)
一、概述	(1)
二、构造分区及其主要特征	(3)
三、地层及沉积充填	(7)
第二章 济阳坳陷北部馆陶组构造特征	(10)
一、馆陶组构造背景	(10)
二、馆陶组断层分类及形态	(19)
三、主要断层及其特征	(24)
四、区域古构造应力场研究	(30)
五、济阳坳陷北部馆陶组局部构造	(47)
六、济阳坳陷北部断层活动规律	(51)
第三章 济阳坳陷北部馆陶组沉积体系	(57)
一、沉积特征及沉积相类型	(57)
二、平面沉积相及沉积体系	(73)

第二篇 典型油藏特征及油气成藏模式

第四章 埕东地区馆陶组油藏	(76)
一、基本地质概况	(76)
二、埕东油田	(77)
三、飞雁滩油田	(85)
四、埕东地区油气成藏规律	(93)
第五章 义和庄地区馆陶组油藏	(97)
一、基本地质概况	(97)
二、太平油田	(97)
三、义和庄地区馆陶组成藏模式	(104)
第六章 陈家庄凸起馆陶组油藏	(107)
一、基本地质概况	(107)

二、陈家庄油田·····	(109)
三、陈家庄地区油气运聚特征及馆陶组成藏模式·····	(115)
第七章 济阳坳陷北部馆陶组成藏模式 ·····	(118)
一、馆陶组油气成藏的主要控制因素·····	(118)
二、馆陶组油藏类型及分布·····	(122)
三、成藏模式·····	(123)

第三篇 济阳坳陷北部馆陶组油气勘探技术

第八章 馆上段河道型砂体油气藏地震预测技术 ·····	(126)
一、河道型砂体地震识别技术·····	(126)
(一) 地震相参数特征及其地质意义·····	(126)
(二) 河道砂体正演分析·····	(128)
二、储层地震综合描述技术·····	(141)
(一) 宏观地震描述技术·····	(141)
(二) 地震定量描述技术·····	(147)
(三) 油气检测方法·····	(154)
第九章 馆下段地层超覆油藏地震预测技术 ·····	(161)
一、精细构造成图技术·····	(161)
二、地层超覆尖灭线精细确定技术·····	(162)
三、地层超覆线附近砂体侧向连续性分析技术·····	(168)
四、地层超覆圈闭盖层技术评价·····	(169)
五、馆下段单砂体描述技术·····	(173)
六、地层油气藏综合评价技术·····	(174)
第十章 综合描述效果及实例简介 ·····	(179)
一、太平油田岩性-地层超覆油藏·····	(179)
二、陈家庄油田馆陶组地层超覆油藏·····	(187)
主要参考文献 ·····	(192)

第一篇 济阳拗陷北部 馆陶组油气地质

第一章 济阳拗陷北部地质结构

济阳拗陷北部位于无棣凸起以东、埕宁隆起以南、孤岛凸起以西、陈南断层以北的广阔地区，包括车镇凹陷、沾化凹陷、义和庄凸起、陈家庄凸起等主要构造单元。其面积约占济阳拗陷的1/5，是济阳拗陷重要的含油气区域。受区域构造-沉积活动的影响，济阳拗陷北部和其他地区一样，属于全盆地统一的充填-演化格架。“两凹三凸的双箕状凹陷、断层强分割、地层北断南超”是研究区地质结构的总体轮廓。

一、概述

1. 济阳拗陷

济阳拗陷位于山东省东北部，大致位于东经116°~119°，北纬37°~38°地理范围内，北与河北省、东部及东北部与渤海相邻，西至津浦铁路，南至胶济铁路，在行政区域上包括东营、滨州、德州、潍坊等4个地（市）所属的沾化、博兴、临邑等20余个市（县）的范围（图1-1），是我国第二大油田——胜利油田的主要探区。

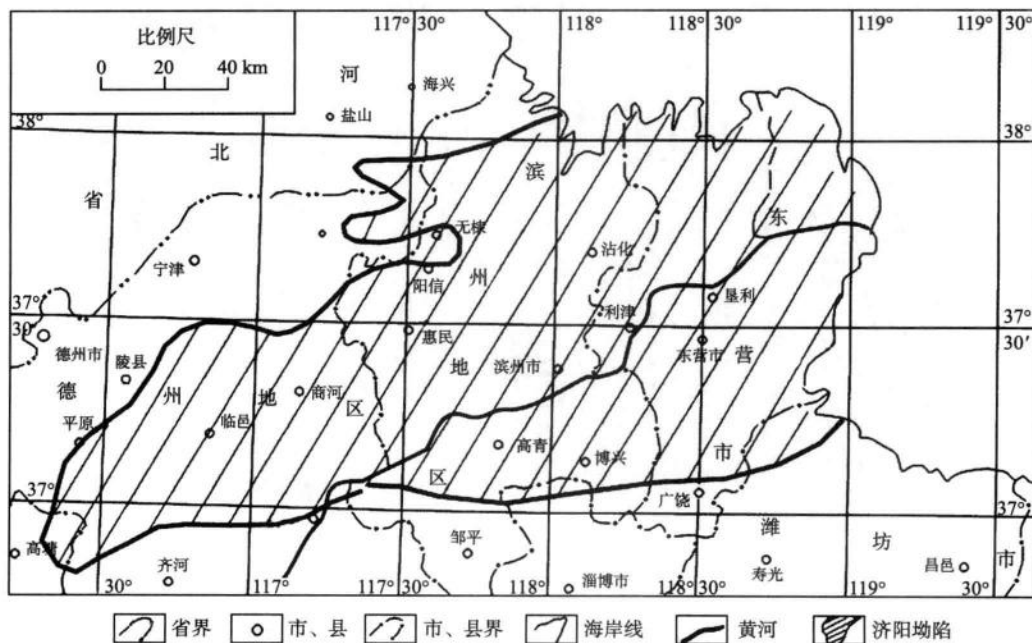


图1-1 济阳拗陷地理位置图

地理上，济阳拗陷处于鲁中南山地北部的广袤原野，属于鲁西北平原的北部，是华北平原的组成部分，地势低平，由黄河泛滥、冲积而成。区内河流主要为黄河，其次为徒骇河（套尔河）、小清河以及拗陷北部的德惠新河、马颊河、漳卫新河等，均注入渤海；西部地势相对较高，但是最大海拔也只有 28 m；拗陷东端是现代黄河三角洲所在地，黄河三角洲以垦利县宁海为顶端、南北分别以小清河及徒骇河入海处为界，其平均海拔为 2~10 m，是山东省陆地最低的区域；拗陷内自然比降较小，约 1/3000~1/12000。区内海岸线长约 410 km，为泥质海岸，沿海滩涂发育。

在构造位置上，济阳拗陷位于渤海湾盆地中南部，是渤海湾盆地内的一个次级构造单元。济阳拗陷北以埕宁隆起与黄骅凹陷及渤中凹陷相隔，南部以齐（河）-广（饶）断裂与鲁西隆起分界，东部以郯（城）-庐（江）断裂与鲁东隆起相邻，拗陷在形态上呈现向南收敛、向北撒开的格局；拗陷东西长 200 km，南北宽约 130 km，面积约 26500 km²。

受多期构造运动的影响，济阳拗陷逐渐形成了多凹多凸的特征。埕宁隆起和鲁西隆起分别构成了济阳拗陷的北部和南部边界，拗陷内部从北往南分别发育了义和庄凸起、陈家庄凸起、滨县凸起、垦东-青坨子凸起、青城凸起、广饶凸起等 6 个主要凸起，以及车镇凹陷、沾化凹陷、惠民凹陷、东营凹陷、青东凹陷等主要凹陷（图 1-2）。凸起一般由前新近系所组成，凹陷内分布有较厚的古近、新近系，凸起和凹陷之间以边界断层或为古近+新近系的尖灭线分隔。

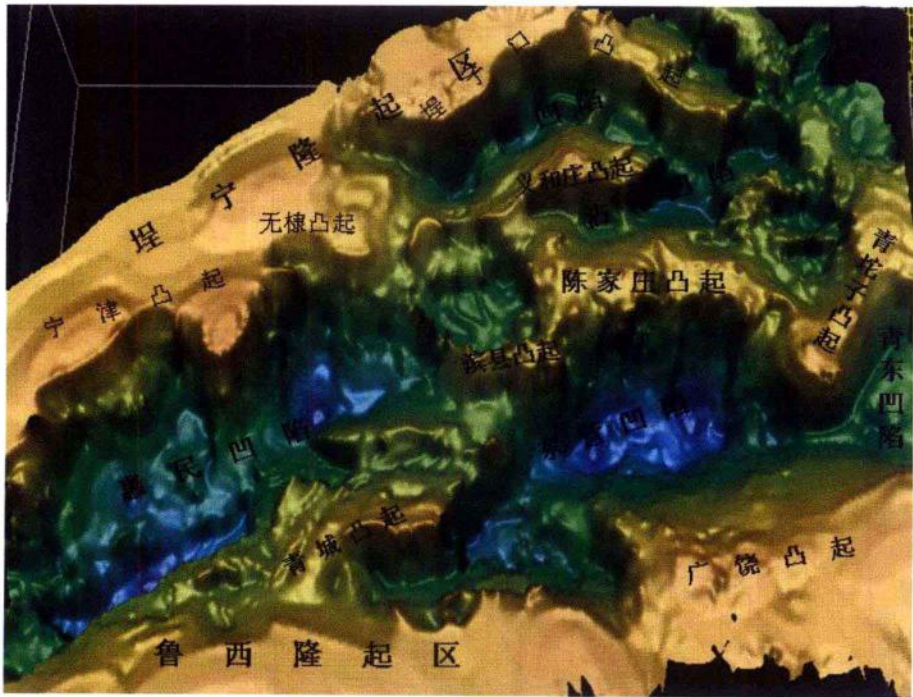


图 1-2 济阳拗陷构造形态立体图

2. 济阳拗陷北部

济阳拗陷北部包括沾化凹陷、车镇凹陷等负向构造单元（图 1-3）及凹陷周边斜坡

带、正向构造带（如义和庄凸起、陈家庄凸起北部）等正向构造单元，此外也包括埕宁隆起东部的埕北斜坡地区等，总面积约 5824 km²。

车镇凹陷为一由北部埕南断裂带控制形成的单断式北凸弧形负向构造，被车 3-套尔河、大 35 两个大型鼻状构造带分隔成车西、大王北、郭局子等三个次级洼陷。沾化凹陷总体呈北东东—北东方向展布的喇叭形，构造组成相对复杂，主要由四扣、渤南、孤北、孤南以及富林等多个洼陷及周边斜坡带组成。凹陷在成因上属于济阳拗陷内继承性发育的复合张扭性断陷，凹陷地质结构具有北断南超、东西双断、断层发育、分割强烈、凹凸相间的特点。

济阳拗陷北部古近纪长期接受邻近凸起的多方向、多类型、多期次的近源、快速沉积，最终形成以各个生油洼陷为中心、多方向发育的储集体系。新近纪总体以环凹物源为主，是以冲积扇—河流—滨浅湖砂体为主的储集体系。

济阳拗陷北部目前已经发现了从太古宇至新近系等 13 套含油气层系，经过 40 余年的勘探开发，目前已经发现了东风港油田、富台油田、大王北油田、飞雁滩油田、埕东油田、太平油田、陈家庄油田、渤南油田等几十个油气田（图1-3），探明石油地质储量已达 15.5×10^8 t。

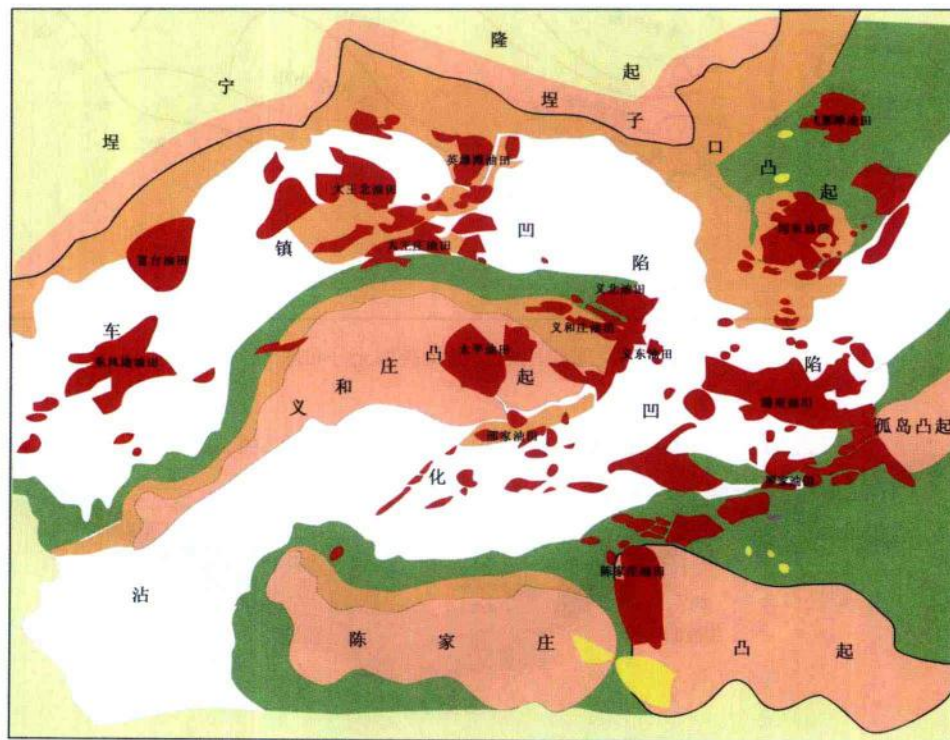


图 1-3 济阳拗陷北部油气田分布简图

二、构造分区及其主要特征

济阳拗陷北部以车镇凹陷、沾化凹陷、义和庄凸起、陈家庄凸起等为主要构造单元。每一个构造单元又可以进一步划分出次级构造单元。

1. 车镇凹陷

车镇凹陷是一由北部埕南断裂带控制形成的北断南超、近东西向延伸、呈 S 形狭长分布的箕状断陷盆地，面积约 2390 km²。构造上自西向东可划分为车西、大王北、郭局子 3 个洼陷（图 1-4），其中车西与大王北洼陷被车 3 北西向鼻状构造（构造调节带）所分隔，大王北与郭局子洼陷被大 35 北东向鼻状构造与大 90 断层所分隔；车镇凹陷自南向北又可细分为鼻状构造带（南部缓坡带）、缓坡断阶带、中部洼陷带和北部陡坡断裂带等 4 个次级构造单元（图 1-4，图 1-5）。



图 1-4 车镇凹陷次级构造单元分布图

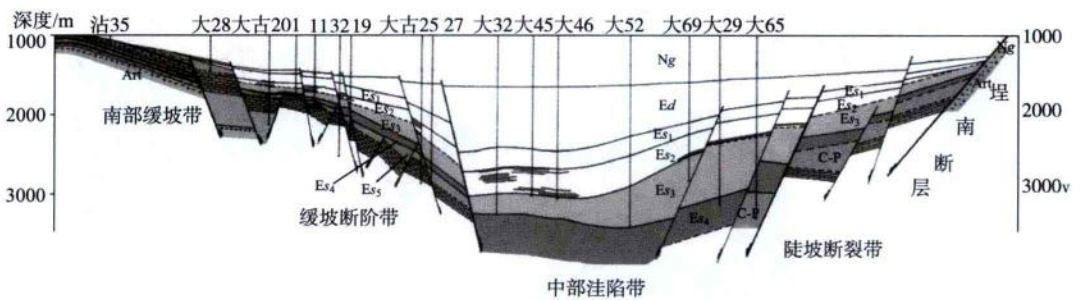


图 1-5 车镇凹陷地层结构剖面图

(1) 陡坡断裂带

由埕南断层及其伴生断层构成，分布于车镇凹陷的北部边界，由盐场、大王北、郭 4 三个陡坡构造带组成：盐场陡坡带位于车西洼陷的北部较陡地区，走向由东西，向东过渡为北东；大王北陡坡带位于大王北洼陷的北部陡坡带，呈 NE、NW 向展布；郭 4 断裂带位于郭局子洼陷的北部，呈北西向，三个陡坡带均位于控凹大断层埕南断层的下降盘，呈长

带状展布。其主要的构造样式是铲式和坡坪式（如埕南断层）的边界断层，以及与边界断层有关的滚动背斜和断阶。

（2）中部洼陷带

洼陷带是凹陷在箕状断陷过程中长期持续沉降所形成的沉积盖层最厚的地带，位于缓坡带与陡坡带之间。古近系车镇凹陷的中部洼陷带主要由3个洼陷构成：车西洼陷、大王北洼陷、郭局子洼陷。这些洼陷由于构造控制条件略有差异，其展布方向各不相同。车西洼陷位于车镇凹陷的西部，受埕南断层西段和柳堡断裂带的联合控制，呈北东向展布。郭局子洼陷位于车东地区，受埕南断层东段和大王庄北断裂带的联合控制，呈北西西向。大王北洼陷位于车中地区，北部紧邻大王北陡坡带，呈近东西向展布，主控断层为北部的埕南断层中段及南部的大1断层。

（3）缓坡断阶带

缓坡断阶带剖面上以板式、铲式正断层为最基本的构造单元，多条正断层组合形成地垒、地堑、断阶等多种构造样式。车镇凹陷内有车西和大王庄、郭局子等三个缓坡断阶带。

车西缓坡断阶带发育于车镇凹陷南部斜坡带上，以曹家庄断层为代表，北东走向，由一系列规模较小、呈雁列式排列的断层组成。沙河街组沉积时期持续多阶段活动，早期活动强，晚期活动弱。

大王庄缓坡断阶带发育于大王北转换带的东缘，走向北东，主要由多条密集平行的断裂组成，构成郭局子凹陷的西界，并在古近纪期间起到横向调节作用。该断裂带在新近纪时期仍有较强活动。

郭局子南部缓坡断阶带由一系列呈北西西向展布的北倾正断层组成，多形成于燕山运动后期，规模较小，至新近纪时期基本停止活动。

（4）大王庄鼻状构造带（南部缓坡带）

也称为宗王-大王庄鼻状构造带，位于义和庄凸起北部宗王-大王庄地区的构造较缓坡地带，受义和庄基底隆起及基底断层控制，在平面上呈狭长带状展布，具有先隆后断、多期沉积间断、后期断裂较为发育的特点。

2. 沾化凹陷

沾化凹陷是济阳拗陷内继承性发育的复合张扭性半地堑断陷盆地，凹陷总体上呈北东方向展布，面积约3000 km²。凹陷的发育受到北东、北东东向的张性、张扭性大断裂的控制，形成由北断南超、总体呈北东、北东东向展布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。在南北向上形成缓坡、洼陷、陡坡的构造样式；在东西向上，由一系列北西向或近南北向的断裂复杂化，形成多个次级洼陷和洼间低凸起。缓坡带的鼻状低凸起近南北向伸入盆地内，使近东西向半地堑凹陷带分割成串珠状或斜列的次级洼陷。

沾化凹陷内部发育北部陡坡带、北部洼陷带、南部斜坡带等三个次级构造单元（图1-6、图1-7）。

（1）陡坡带

陡坡构造带是指盆缘同沉积断裂及其伴生构造，包括盆缘主断裂、伴生构造带和陡坡断阶带。在剖面上，主断层两盘地层特征差异很大，上升盘往往缺失大段地层而成为隆起区；下降盘则沉积了巨厚沉积物，成为盆地的洼陷区。此带内常伴生有断阶带、滚动背斜

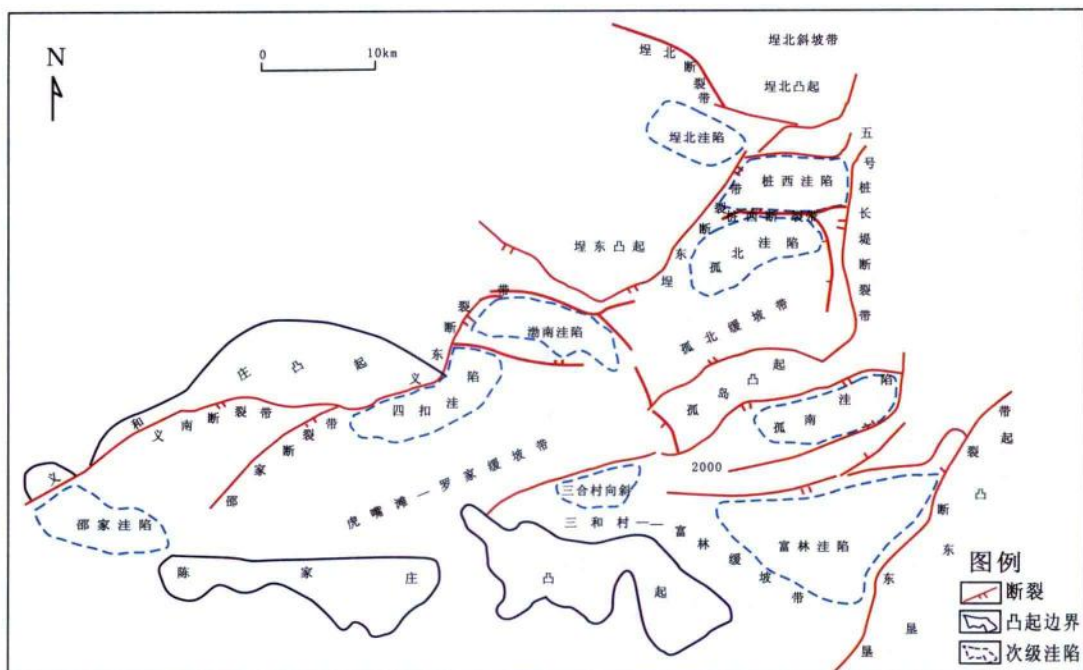


图 1-6 沾化凹陷次级构造单元分布简图

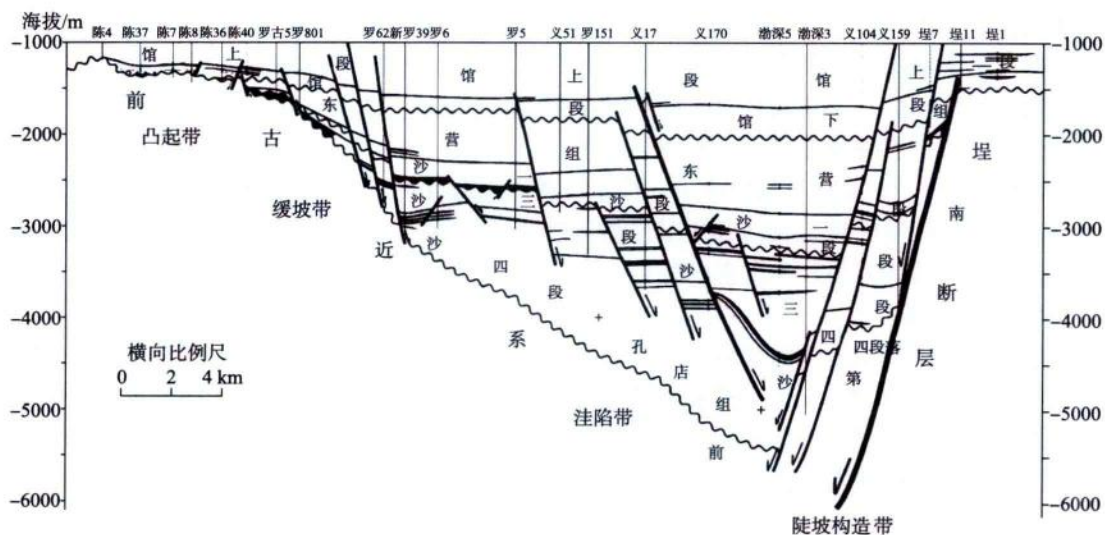


图 1-7 沾化凹陷地质结构剖面图

等次级构造。研究区内陡坡构造带主要有义南-邵家（陡坡）断裂构造带，义东-埧东（陡坡）断裂构造带，五号桩-长堤（陡坡）断裂构造带、孤南-垦西断裂构造带和垦东（陡坡）断裂带等。

(2) 洼陷带

洼陷带是凹陷内的次一级负向构造单元，为盆地的沉积和沉降中心。洼陷的发育多受控于北东—北北东和近东西向一、二级大断层的控制。沾化凹陷内的主要洼陷有：邵家洼

陷、四扣洼陷、渤南洼陷、孤北洼陷、孤南洼陷、富林洼陷和三合村向斜等。

(3) 斜坡带

斜坡带位于半地堑的掀斜上超的边缘。与陡坡盆缘断裂带相比,斜坡带坡度平缓,不发育一、二级大断层,主要发育三、四级调节性断层。受基岩古地形的控制,古近系、新近系各组段在斜坡带沉积时往往层层减薄、退覆或剥蚀尖灭,形成地层超覆和剥蚀不整合界面。斜坡带又可分为单斜带、斜坡断阶带和鼻状构造带等。本区主要发育虎嘴滩-罗家缓坡带、孤北缓坡带、埕北斜坡带和富林-三合村缓坡带(图1-6)。

3. 凸起带

凸起带是燕山晚期在潜山古地形的基础上发育起来的新近系披覆构造带,其形态多受古潜山的形态所控制,向上披覆构造幅度逐渐减小。披覆构造的上部为上新统明化镇组大范围分布的厚层泥岩,为区域性盖层,中部为馆上段曲流相沉积的泛滥平原亚相,以泥岩为主,也是局部性盖层,下部以馆下段辫状河沉积的心滩砂岩为主。这种类型的超、披覆构造主要沿凹陷边缘的凸起带分布,如义和庄凸起西部、陈家庄凸起、埕东凸起等。

三、地层及沉积充填

济阳拗陷北部钻遇的地层有太古宇泰山群、下古生界的寒武系和奥陶系、上古生界的石炭系和二叠系、中生界的侏罗系和白垩系,以及新生界的古近系-新近系及其上覆的第四系。缺失元古宇、古生界的上奥陶统、志留系、泥盆系和下石炭统及中生界的三叠系。

1. 太古宇

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,其厚度大于万米。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。

2. 古生界和中生界

古生界和中生界岩性组合与整个济阳拗陷基本一致,由于遭受多次强烈的构造运动及长期风化剥蚀,各层系残留厚度不一,埕东北坡地层较全,古生界地层厚1900~2300 m,中生界最厚可达3000 m。

下古生界不整合于泰山群之上,主要为海相碳酸盐岩沉积,厚1400 m左右。在地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_{g1})和下寒武统馒头组页岩(T_{g2}),其时间间隔约400 ms,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550~720 m。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。

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700 m。在地震时间剖面上,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5000~6000 m,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。在地震时间剖面上,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. 古近-新近系

研究区古近-新近系分布广泛, 沉积厚度巨大, 自下而上主要由孔店组、沙河街组、东营组、馆陶组以及明化镇组等组成。在古近系演化过程中, 盆地经历了多次构造运动, 形成多个不整合和沉积间断面, 其中古近纪与前古近纪之间、新近纪与古近纪之间均为具区域意义的不整合面。古近系在埕东、埕南边界大断层下降盘沉积厚度大, 向斜坡和潜山主体逐层超覆减薄。

(1) 孔店组 (Ek)

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。孔店组在区域上自上而下划分为三段, 济阳拗陷北部仅钻遇孔一段及孔二段。孔二段为深湖-浅湖-沼泽环境的暗色泥岩夹砂岩, 局部见油页岩、炭质泥岩和煤层。孔一段以冲积成因为主, 也可出现滨湖-浅湖沉积, 在岩性上主要表现为较厚的砂泥岩互层。

孔店组在沾化凹陷和车镇凹陷的南部斜坡地带较发育。

(2) 沙河街组 (Es)

沙河街组自下而上可分为沙四段、沙三段、沙二段及沙一段, 各段岩性及地层厚度在盆地不同部位变化较大。

1) 沙四段: 沉积环境早期为扇三角洲-旱地型冲积扇-湖相沉积, 中期湖水加深, 以半深湖-深湖沉积为主, 边部出现少量近岸水下扇, 晚期湖水又呈现变浅的趋势。岩性为红色碎屑岩, 灰色、深灰色泥岩与石膏、盐岩互层, 顶部有油页岩及碳酸盐岩。主要化石有光滑南星介、中国中华扁卷螺、德弗蓝藻、中国枝管藻等。与下伏地层呈不整合接触。

2) 沙三段: 主要为湖泊-三角洲 (及近岸水下扇) 沉积的深灰色、灰黑色油泥岩、油页岩、粉砂岩等。下部为粉砂岩、油泥岩、油页岩, 中部为油泥岩、油页岩, 上部为油泥岩、油页岩、粉砂岩与碳酸盐岩。主要化石有华北介、脊刺华北介、隐瘤华北介、坨庄旋脊螺、小榆粉、渤海藻等。

3) 沙二段: 总体以河湖三角洲环境形成的砂泥岩为主, 岩性为紫色、灰绿色、杂色泥岩与粉砂岩互层。主要化石有椭圆拱星介、旋脊似瘤田螺、伸长似轮藻等。

4) 沙一段: 岩性为灰绿色、灰色泥岩夹生物碎屑灰岩、白云岩、油页岩及砂岩。上部为泥岩夹砂岩, 中部为油页岩及生物碎屑灰岩, 下部为泥岩夹白云岩。主要化石有: 惠民小豆介、李家广北介、光亮西营介、辛镇广北介、短圆恒河螺、榆粉、薄球藻等。

(3) 东营组

岩性主要为灰绿色、灰色油泥岩、泥岩、粉砂岩。下部为油泥岩、泥岩, 中部为泥岩夹粉砂岩, 上部为泥岩与粉砂岩互层。主要化石有: 东营介、西营介、惠民小豆介、华星介等。

(4) 馆陶组

馆陶组总体为一套河流环境形成的砂泥岩沉积。分上下两段: 馆下段, 馆上段。馆下段总体表现呈下粗上细的沉积特征, 由下而上, 呈现砂砾岩厚度减薄、泥岩含量逐渐增高的变化趋势。馆上段下部岩性为灰白色砾状砂岩、含砾砂岩、灰色粗砂岩、细砂岩、粉砂岩夹泥岩, 砂岩含量高, 可达 80% 以上, 为辫状河沉积; 中部岩性为灰色粉砂岩、细砂岩与泥岩不等厚互层, 砂岩单层厚度多为 3 ~ 12 m, 砂岩平均含量 30%, 由下而上砂岩含量逐

渐减少，为典型的“泥包砂”沉积，有利于油气的封堵成藏；上部为棕红色、灰绿色泥岩夹粉细砂岩，砂岩含量小于10%。

(5) 明化镇组

明化镇组与下伏的馆陶组连续沉积，发育泛滥平原沉积。岩性以棕红色泥岩为主，夹薄层透镜状砂岩及细砂岩，可作为良好的区域盖层。

4. 第四系

与下伏地层呈角度不整合接触。岩性总体以灰黄色、棕黄色粘土、亚砂粘土夹粉、细砂层等为主。此外上部见薄层海相沉积——灰黑色淤泥质砂质粘土，海滩地区有贝壳层；中下部见钙质及铁锰质结核，夹有劣质泥炭；底部有含淡水成因的砂层。

第二章 济阳拗陷北部馆陶组构造特征

在济阳拗陷新近系拗陷作用、构造动力学机制及构造分带的背景下，研究区新近系构造体系以坳内构造带及坳缘超覆带为主、披覆构造带相对较小，断裂发育以北东东、北东向为主，断层仍较发育，断裂活动总体具有早强晚弱、活动性迁移明显等特点。

一、馆陶组构造背景

1. 区域构造层序的总体轮廓

济阳拗陷从基底到盖层出露的地层有太古宇、古生界、中生界以及新生界的古近-新近系及上覆的第四系。根据区域构造运动以及各构造运动幕的不同表现，将济阳拗陷划分为4个构造层，即基底构造层、下部构造层、上部构造层、顶部构造层（表2-1）等。

表2-1 济阳拗陷构造层划分简表

构造层	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，其次为碱性玄武岩，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	Ed				以碱性玄武岩为主，其次为霞石碱玄武岩、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、走向缓坡及调节背斜发育	
	Es	Es ₁	T ₂				129
		Es ₂ ^上	T ₃	37.0			
		Es ₂ ^下					
	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	K ₂	T _R	100	<30	以钙碱性玄武岩为主，其次为拉斑玄武岩及碱性玄武岩等	以NW向负反转断层为主，间以SN向左旋扭张断层，局部地区存在NEE向压性构造（如逆冲断层）	
	K ₁		135				
	J ₃		149				
	J ₁₋₂		190				
基底构造层	C—P	T _P	350	<10	中、酸性侵入岩	NW向逆断层及褶皱，一般认为没有大规模断层和褶皱作用	
	Pz	T _{R1} T _{R2}	570				
	Ar	Art	2500 ~ ?				?

(据宗国洪, 1999)

其中顶部构造层也称为新近系构造层，包括第四系平原组（Qp）、明化镇组（Nm）以及馆陶组（Ng）。前人研究认为馆陶组为一套以河流相粗碎屑岩为主的地层，明化镇组