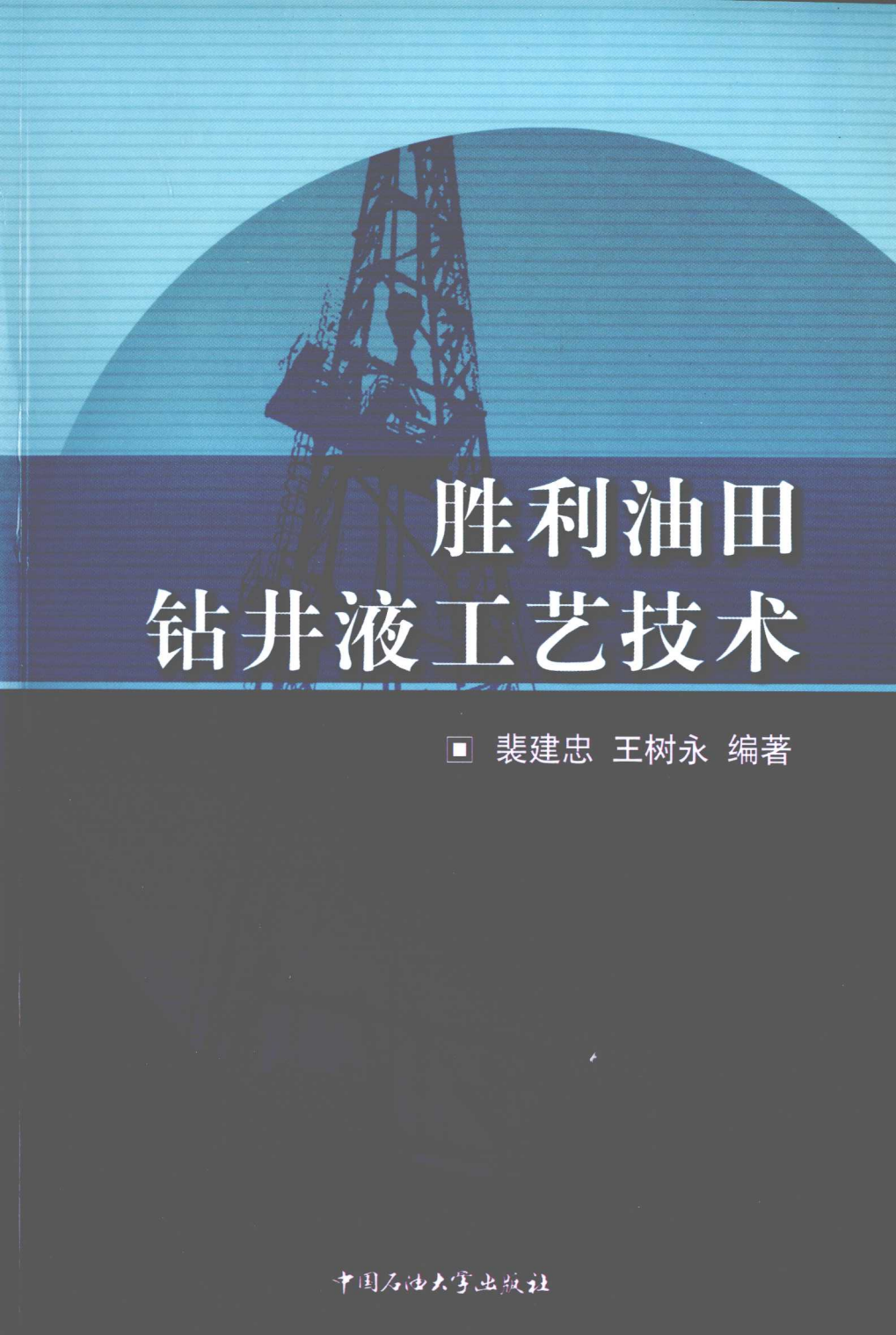




胜利油田 钻井液工艺技术

■ 裴建忠 王树永 编著

中国石油大学出版社



胜利油田

钻井液工艺技术

裴建忠 王树永 编著

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

胜利油田钻井液工艺技术/裴建忠等著. —东营:中国
石油大学出版社, 2009. 10

ISBN 978-7-5636-2324-2

I. 胜… II. 裴… III. 钻井液—技术 IV. TE254

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 169798 号

书 名: 胜利油田钻井液工艺技术

编 著: 裴建忠 王树永

责任编辑: 刘 云 (电话 0532—86981530)

封面设计: 赵志勇

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营, 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: suzhijiaoyul935@163.com

印 刷 者: 东营市新华印刷厂

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8391809)

开 本: 140×202 印张: 7.75 字数: 187 千字

版 次: 2009 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 26.80 元

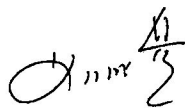
序

《胜利油田钻井液工艺技术》一书即将出版了。这本书凝聚着胜利油田钻井技术工作者的辛勤汗水,是他们实践经验、智慧的结晶。参与编写此书的都是长期工作在钻井生产第一线的技术专家。他们本着从实践中来、到实践中去的指导思想,紧密联系生产实际,在总结提炼胜利油田多年钻井施工经验的基础上,结合最新科研成果,创造性地完成了此书的编写工作。该书不仅可作为广大一线干部职工的参考工具书,也可作为职工技术培训的教材。

近几年,随着我国石油钻井事业的快速发展,人们对钻井液及其工艺技术的作用、地位有了更深的认识,钻井液及其工艺技术正越来越受到人们的普遍关注和高度重视。随着钻井新技术日新月异的发展,适应不同地质情况、不同井型及各种要求的钻井液体系、处理剂种类越来越丰富,对钻井液性能的要求越来越高,对钻井液技术人才的需求也大幅度增加。如何适应频繁的人员更替和新探区、新地质条件下安全钻井的需要,加强对生产一线钻井液技术人员的培训,已成为钻井企业迫在眉睫的一项重要任务。现有的钻井液技术培训教材大多

是各石油院校多年前编写的,普遍存在理论成分多、年代久远、针对性不强等问题,因此急需一本针对性强、紧密结合目前钻井施工现场、理论联系实际、适合现场技术人员使用的培训参考教材。《胜利油田钻井液工艺技术》的编辑出版,弥补了上述不足。它结合胜利油田地质特点,系统介绍了目前现场常用的钻井液体系及处理剂、钻井液处理的基本方法、复杂情况预防与处理技术、钻井液性能测试与计算等,具有较强的时效性、实用性。

当前,中国石油化工集团公司正紧紧围绕打造“上游长板”战略规划,大力开展“打造胜利石油工程铁军”活动。打造胜利石油工程铁军,关键是推进科技进步,努力打造和形成适应油田勘探开发和外部市场需求的技术系列。希望公司广大技术工作者牢固树立科学发展观,认清形势,牢记使命,与时俱进,开拓创新,不断丰富完善胜利油田钻井液工艺技术,使之在强化队伍素质、提升打井水平、服务油田开发方面,发挥出应有的作用。



2009年8月

前言

钻井液俗称钻井的血液,在一口井的钻探过程中,其重要性不言而喻。随着油气田勘探开发的逐步深入,钻井液技术也得到了较快的发展,适用于不同地质情况、不同井型及各种要求的钻井液体系、处理剂种类也越来越丰富。近年来,系统介绍钻井液技术,尤其是贴近现场并结合地质地层特点介绍钻井液技术的书籍较少。技术人员常用的参考资料大多是各石油院校编写的钻井液教材,现场的钻井液技术人员和钻井工程人员迫切需要一本贴近现场的钻井液综合工具书。它既可以用于指导现场的工作,也可以作为钻井队钻井液工程师的培训学习教材。本着此目的,我们在多年对钻井现场技术人员培训材料的基础上,参考其他教材及专业期刊,修改、补充、完善形成了本书,所以该书也是我们行业广大钻井液技术人员多年经验的积累和总结。

希望此书不仅能对刚走出校门,走上钻井液技术岗位的年轻技术人员有所帮助和指导,也能对从事钻井液技术的人员学

习和提高业务素质有所借鉴。本书在编写过程中注重对胜利油田以往生产实践的总结和复杂情况下钻井液的处理要点,从而具有较强的行业性和地域性。

本书的第一章由于敦源编写,第二、三、四章由王树永编写,第五章由刘同富、刘天科编写,第六章、第七章由李文明、郑述培、丁海峰编写,第八章由赵淑芬、刘军编写。全书由裴建忠负责统稿。在编写过程中得到高锦屏、万绪新、吕开河、李书明等专家的热心指导,在此向他们表示衷心的感谢。

由于参加编写的人员大多来自现场的钻井技术管理岗位,理论水平有限,书中难免有不少疏漏之处,恳请提出批评意见。

编 者

2009年8月

胜利油田钻井液工艺技术

CONTENTS

目 录

第一章 胜利油田区域地质概况	1
第一节 地质概况	1
第二节 区域构造特征	3
第三节 区域地层特征	6
第二章 胜利油田钻井液常用处理剂介绍	18
第一节 无机处理剂	18
第二节 有机处理剂	28
第三章 胜利油田常用钻井液体系介绍	62
第四章 胜利油田钻井液处理的基本方法	80
第一节 平原组及明化镇组上部地层钻井液的施工	80
第二节 明化镇组到东营组地层钻井液的施工	81
第三节 沙河街组地层钻井液施工技术	84
第四节 孔店组地层钻井液施工	88
第五节 中生界地层钻井液施工	89
第六节 古生界地层钻井液施工	90
第七节 完钻期间钻井液的处理	91

第八节	定向井、水平井钻井液施工	93
第九节	钻井液加重	98
第十节	盐膏层、盐岩层钻井液技术	99
第十一节	高压盐水层钻井液处理技术	101
第十二节	油气侵情况下钻井液的处理技术	103
第十三节	碳酸根与重碳酸根对钻井液的污染 与处理	105
第十四节	硫化氢污染的处理	108
第五章	常见复杂情况的预防与钻井液处理技术	111
第一节	卡钻的预防与处理	111
第二节	井壁垮塌的预防与处理	116
第三节	井漏的预防与处理技术	123
第四节	井喷的预防与处理	133
第五节	划眼期间钻井液的处理	139
第六节	电测阻卡的分析与处理	141
第六章	保护油气层的钻井液技术	144
第一节	概述	144
第二节	钻井液对储层损害的机理研究	145
第三节	保护油气层的钻井液技术	146
第七章	钻井液固相控制设备	154
第一节	钻井液固相控制基本知识	154
第二节	钻井液固相控制设备	157
第八章	钻井液性能测试与计算	180
第一节	钻井液测试程序	180
第二节	水基钻井液化学分析	194
第三节	与钻井液有关的计算	204
附录 1	常用术语	213
附录 2	钻井液常用图表	222

第一章

胜利油田区域地质概况

第一节 地质概况

胜利油田勘探开发主要以济阳坳陷为主,济阳坳陷位于山东省北部的渤海之滨,地跨东营、滨州、德州、济南、淄博、潍坊等六市。济阳坳陷属于渤海湾盆地的一个次级构造单元(图 1-1),东部以郯庐断裂带与鲁东隆起相隔,西部和北部与埕宁弧形隆起相毗邻,南部以齐(河)—广(饶)断裂与鲁西隆起为界,总面积 25 510 km²。

济阳坳陷是一个中、新生代断陷—坳陷复合盆地,其内部构造极为复杂。中、晚始新世沙河街沉积时期以来的盆—山构造格局(图 1-2)为断陷与坳陷的叠合,而断陷期则形成凹凸相间的结构。古近纪,坳陷内自南而北发育了东营、惠民、沾化、车镇等四个次级凹陷和众多更次一级的洼陷,其间为青城、滨县、陈家庄、无棣、义和庄、孤岛等凸起分隔,凹(洼)陷呈“北断南超、北深南浅”的箕状结构,其北边界为长期活动的同沉积断层。

东营、惠民、沾化、车镇等四个凹陷,有一定的成因联系和某些共同特点,彼此之间也有不少差异,形成各自基本独立的

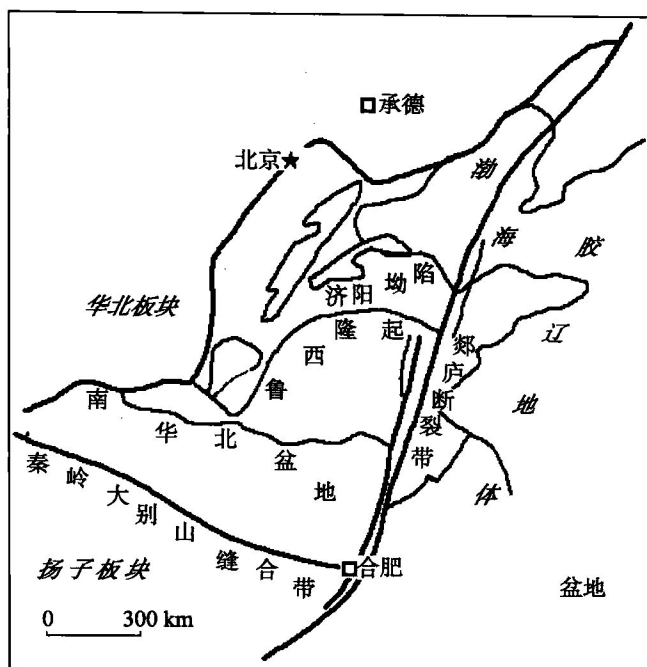


图 1-1 济阳拗陷区域构造位置图

沉积、构造及油气生、运、聚单元。各凹陷内部，由于彼此块体差异升降造成的前第三系基岩起伏，又将凹陷进一步分隔成更次一级的洼陷。东营凹陷被分隔成利津、民丰、牛庄—六户、广利东和博兴等五个洼陷，沾化凹陷内发育有渤南—孤北、四扣、五号桩、孤南、富林、邵家和流钟等七个洼陷组成，惠民凹陷则发育有临南、阳信、滋镇等洼陷，车镇凹陷也分成车西、大王北和郭局子等三个洼陷。凹陷内的各洼陷之间，在沉积、构造及含油气性方面，有更多的共性，但也有一定的差异。有些可构成比较独立的沉积、构造单元及含油气单元，例如博兴、孤南—富林、阳信等洼陷。

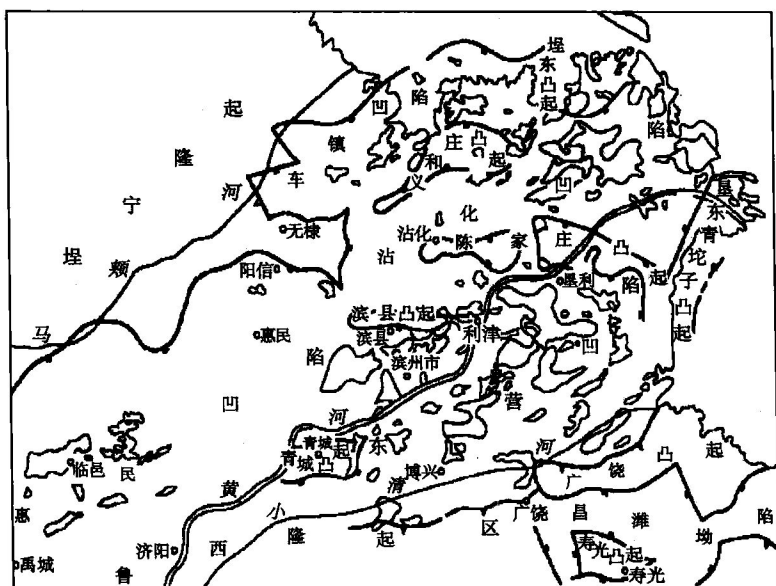


图 1-2 济阳拗陷盆—山结构

第二节 区域构造特征

济阳拗陷是渤海湾盆地的重要组成部分,要了解济阳拗陷的地质构造演化特征,就必须对整个渤海湾盆地的性质、动力学特征以及区域性的重要构造运动有整体的认识。渤海湾盆地是在华北地台基础上发育起来的张性断块盆地,是一个经历了古生代、中生代和新生代等多旋回演化的一个多期叠合盆地。

在大地构造演化史方面,寒武纪前,渤海湾地区经历了泰山运动、五台运动及中条(吕梁)运动等三次大的褶皱运动。下伏太古界泰山群地层普遍遭受了中高级变质程度的混合岩化和花岗岩化,形成了华北地台的基底,并造成太古界与寒武系

之间的不整合面。华北地台古生代构造运动较为平稳,期间规模较小的构造运动振荡频繁,地壳稳定升降,海侵与海退交替,使渤海湾地区接受了滨浅海—海陆交替—陆地的古生界沉积组合,形成了华北地台盖层。中、新生代,渤海湾盆地形成,它经历了断陷、断坳、坳陷等三个发展阶段,沉积了巨厚的陆相地层。三叠纪晚期—侏罗纪早期,印支运动的发生使渤海湾地区地壳褶皱抬升,地台活化,形成了一系列断陷和断块隆起。受此影响,地台盖层东北向的宽缓同心褶皱和冲断层十分发育。晚侏罗世—早白垩世,燕山构造运动发生,盆地进入了第一期断陷时期,强烈的岩浆侵入和火山喷发使渤海湾盆地晚白垩世至古新世早期经历了区域隆升剥蚀均夷过程。在此基础上,新生代古近纪,在裂陷作用下,进入了箕状断坳盆地阶段和新近纪至第四纪的区域性坳陷阶段。新生代断块活动有较强的继承性,对前新生代地质结构及中新生界断陷进行了强烈的改造,形成了第三系包围古近系“基岩”起伏山峦的古潜山—凹陷相间的格局。第三系包围在山峦突起的四周,使其成为古潜山,而其成因多数为古近纪同沉积地貌山。

渤海湾盆地构造格架可分为三部分:其东带及西带均为受控于以郯庐断裂为代表的巨型断裂系,呈 NNE 向展布(图 1-1)。东带自辽河南延至渤海湾海域进入山东,其隆起与坳陷均呈 NNE 向间列,属于右旋走滑伸展性质。西带以太行山山前断裂构成盆地边界,盆地内部冀东拗陷、沧县隆起、黄骅拗陷等均呈 NNE 向,也属于走滑伸展性质。东带和西带均在 NNW—SEE 方向伸展,坳陷均呈半地堑或地堑样式。盆地中带从济阳拗陷向北到渤海湾海域中部和西部,构造方向明显与两侧东带、西带古走滑带控制的隆起与坳陷不一致,E—W、NNW 和弧形构造均十分发育,显示出南北向拉伸特征,济阳拗陷就位于中带构造的南部。

济阳拗陷是在地台的基础上发展起来的一个中、新生断陷—断拗—拗陷盆地中的拗陷,其发生和发展可分为以下三个阶段:

一、结晶基底形成阶段

根据钻遇的基底的地层并结合地震资料分析,本区所见的最古老地层为太古界泰山群,属地槽沉积,经泰山运动回返上升,形成了花岗岩化的一套中深变质岩系,这是本区结晶基底形成阶段。

二、台盖层发育阶段

古生界寒武系不整合于泰山群之上,缺失整套元古代沉积。至早寒武世开始沉降,成为广阔的浅海,形成了以较稳定的碳酸盐岩为主的沉积,直至中奥陶世末,加里东运动使全区抬升,缺失晚奥陶世—早石炭世沉积。到中石炭世又开始下降,形成了分布广泛的海陆交互相碎屑岩夹碳酸盐岩沉积。从早二叠世开始转为陆相沉积,二叠纪末的海西运动又使全区整体抬升,导致区内缺失三叠纪沉积;一直到中生代印支运动后,部分地区接受了早中侏罗世河湖相及局部沼泽相沉积。上述几次构造运动,皆以振荡运动为主要形式,只见地层大段缺失,未见强烈的褶皱现象。形成了以下古生界寒武系—中奥陶统、上古生界中石炭统一二叠系及中生界中下侏罗统组成的大型扇状构造系。

三、断陷—拗陷发展阶段

经过燕山运动Ⅱ幕发生的强烈的断裂变动,形成了中生代双断地堑式断陷盆地,断陷内充填了晚侏罗世—白垩世的陆相碎屑,并伴有大量的中基性为主的岩浆喷发。新生代古近纪,

继承了中生代的断陷发展,逐渐转化为一边断、一边超覆或尖灭的单断式断陷盆地,形成了巨厚的古近纪以湖相为主的碎屑夹碳酸盐岩沉积。到新近纪,由于喜马拉雅运动,整个渤海湾盆地连通成为一个坳陷盆地,主要以河流相夹海相沉积为其代表。作为渤海湾盆地(坳陷区)中的一个构造单元,其发生和发展的形式为:从中生代地堑式的断陷盆地,发展到新生代古近纪为北陡南缓的箕状断陷盆地,最后到新近世,成为断裂活动较弱的坳陷盆地,即今日所称的济阳坳陷。

第三节 区域地层特征

济阳坳陷是叠置在华北克拉通古生界盖层之上的中、新生代断陷盆地沉积区,区内太古界、古生界和中生界的古潜山数量众多,规模较大,是该区重要的油气藏类型之一。作为华北地台的一部分,济阳坳陷早古生代为海相沉积,晚古生代为海陆交互相沉积,古生界、中生界地层发育,分布广泛。古生界岩性比较稳定,在整个济阳坳陷内可以对比,与鲁西南地区接近。中生界缺失三叠系,但侏罗系、白垩系发育,岩性变化也比较大,因受印支运动后期块断升降作用的影响,凸起部位主要遭受剥蚀,中生界主要分布于各凹陷及凸起斜坡。晚白垩世之后的长期隆升剥蚀作用使本区缺失晚白垩世地层。新生代第三纪,济阳坳陷发育了一套生油岩和区域性盖层的沉积组合,受构造运动的作用及构造变动的影响,形成了多种类型的圈闭和复杂的油气藏,它们在空间上交互叠置形成了各种复式油气聚集带。

根据地震、钻井、电测和生物地层等多项研究资料的揭示和证实,结合野外地质调查,济阳坳陷从老到新的地层有:太古界泰山群、下古生界寒武系和奥陶系、上古生界石炭系和二叠系、中生界侏罗系和白垩系以及新生界第三系和第四系(图 1-3)。前第三

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	灰色、灰黄色粘土、粉砂	灰色、灰黄色粘土、粉砂					油组合
	新近系 N	上新统 N ₂	明化镇组	N ₂ m	100~120	棕黄、棕红色泥岩夹浅灰色粉砂岩	棕黄、棕红色泥岩夹浅灰色粉砂岩					
	新近系 N	中新统 N ₁	馆陶组	N ₁ g	300~400	下部厚层灰白色砂岩、夹绿色、紫色与粉砂岩互层	下部厚层灰白色砂岩、夹绿色、紫色与粉砂岩互层			章桥、林美家		下
	古生界	渐新统 E ₃	东营组	E ₃ d	100~800	灰绿色砂岩、夹黑色泥岩	灰绿色砂岩、夹黑色泥岩			胜坨		生
			沙一段	E ₃ s ¹	0~450	灰绿色泥岩、夹砂岩	灰绿色泥岩、夹砂岩			金草家、东辛		上
		渐新统 E ₂	沙二段	E ₂ -3s ²	0~350	红色、灰绿色砂岩、夹黑色泥岩	红色、灰绿色砂岩、夹黑色泥岩			胜坨、东辛		储
		始新统 E ₁	沙三段	E ₁ s ³	700~1200	下部深灰色泥岩、夹砂岩、中上部灰白色砂岩、夹黑色泥岩	下部深灰色泥岩、夹砂岩、中上部灰白色砂岩、夹黑色泥岩			聚家楼、东辛、玫瑰河庄		自生自储
		渐新统 E ₂	沙四段	E ₂ s ⁴	1500	下部紫红色、灰绿色砂岩、夹黑色泥岩、中上部灰白色砂岩、夹黑色泥岩	下部紫红色、灰绿色砂岩、夹黑色泥岩、中上部灰白色砂岩、夹黑色泥岩			永安镇		自生自储
	E	渐新统 E ₁	孔店组	E ₁ k		棕红色砂岩与紫红色泥岩互层	棕红色砂岩与紫红色泥岩互层			平方王		上生下储
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	杂色泥岩、砂岩夹中基性火山岩			高青		新生古储
	中下侏罗统	J ₁₊₂				灰绿色、紫红色泥岩与砾岩、砂岩互层	灰绿色、紫红色泥岩与砾岩、砂岩互层					
	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	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					
寒武系	上石炭统	C ₂₊			200~250	深灰色泥岩、砂岩夹煤层	深灰色泥岩、砂岩夹煤层					新生古储
	中下奥陶统	O ₁₊₂			400~800	白云岩、角砾状灰岩、豹皮灰岩	白云岩、角砾状灰岩、豹皮灰岩			草桥		
太古界泰山群					600~800	底部紫红色页岩夹白云岩、中部灰色、豹皮状白云岩	底部紫红色页岩夹白云岩、中部灰色、豹皮状白云岩					
太古界泰山群						花岗片麻岩	花岗片麻岩			郑家-王庄		新生古储

图 1-3 济阳拗陷地层综合柱状图

系,特别是古生界与华北邻区基本一致。太古界为底界,缺失元古界、古生界上奥陶统、志留系、泥盆系和下石炭统及中生界三叠系。下古生界以浅海相碳酸盐岩地层为主;上古生界以海陆交互相和陆相、河流碎屑岩相为特征;中生界是由陆上湖沼含煤碎屑岩及河流相红色碎屑岩组成;新生界古近系古新统零星出现,始新统和渐新统十分发育,以湖相碎屑岩为主,夹碳酸盐岩、石膏和基性火山岩;新近系和第四系则以河流相碎屑岩为主(图 1-4)。

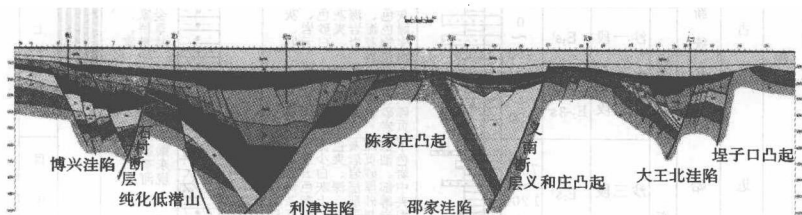


图 1-4 593 测线地质剖面

从泥岩地层粘土矿物分布来看,以济阳坳陷东营凹陷为例,泥岩粘土矿物的纵向分布类型为蒙脱石-伊利石正常转化型,自上而下基本上可以分为 3 个带。

第一带是埋深浅于 2 000 m 左右的蒙脱石或蒙脱石/伊利石带,蒙脱石或蒙脱石/伊利石带相对含量为 62%~98%。自上而下略有减少,层位主要是明化镇组、馆陶组和东营组。

第二带是埋深界于 2 000~3 300 m 的伊利石/蒙脱石带,以伊利石/蒙脱石为主,相对含量为 32%~73%,自上而下减少;其次为伊利石,相对含量为 15%~63%,层位主要是沙一段、沙二段和沙三段。

第三带是埋深大于 3 300 m 的伊利石带,以伊利石为主,相对含量为 75%;其次为绿泥石,相对含量为 25%,层位主要是沙四段、孔店组。