

东营

凹陷储集体与油气分布

李丕龙 姜在兴 马在平 著



石油工业出版社

内 容 提 要

本书阐述了东营凹陷下第三系、沙河街组沙三、沙四段储集体的沉积特征,开展了陡坡带、断槽系和缓坡带的相模式、成岩作用及储层性质研究,并论述了沉积学和层序地层学研究在储集砂体和油气预测中的应用。

本书可供沉积学和石油地质工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

东营凹陷储集体与油气分布/李丕龙等著.

北京:石油工业出版社,2000.7

ISBN 7-5021-3059-4

I. 东…

II. 李…

III. 拗陷-油气储存-分布-山东-东营市

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 66605 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

北京密云华都印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 9 印张 220 千字 印 1—1000

2000 年 7 月北京第 1 版 2000 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3059-4/TE·2351

定价:16.00 元

前 言

东营凹陷地处鲁北东营、滨州、淄博三地市的部分地区,面积约 5700km^2 ,是一个中新生代以来形成的裂陷—凹陷盆地。该区自 1956 年开始石油地质勘探以来,于 1961 年华 8 井首获工业油流;紧接着于 1962 年 9 月 23 日,营 2 井又喜获日产 555 t 的高产油流,标志着胜利油田的诞生。截至 1999 年,在东营凹陷共发现油气田 34 个,探明石油地质储量 $19.5 \times 10^8\text{t}$,累计产出原油 $3.8 \times 10^8\text{t}$,占胜利油区原油累计产量的 56.9%,为胜利油田的发展作出了重要贡献,在胜利油田“增储上产”中起着举足轻重的作用。

勘探实践证明,东营凹陷是一个富油断陷湖盆,油气储量丰度达 $29.2 \times 10^4\text{t}/\text{km}^2$ 。同时,经过近 40 年的勘探、开发,它又是一个高勘探程度的成熟盆地,目前已完钻探井 2435 口、开发井 14146 口,主要构造带已完成三维地震勘探。

进入新世纪以后,东营凹陷第三系的油气勘探也进入了一个新阶段,已由构造圈闭向隐蔽圈闭,由中浅层系(沙二段、沙三上亚段)向中深层系(沙三中下亚段、沙四段)发展,这其中储集体的研究起着关键作用。

没有储集体就没有油气,对于东营凹陷来说,储集体的形成、分布、性质主要受控于沉积作用、构造和气候等因素,由此而形成了多种类型的储集体。本书解剖了东营凹陷北部陡坡带、中央隆起带和南部缓坡带几个典型地区沙三、沙四段的储集体,以期以点带面,推动整个凹陷储集体的研究。研究表明,在干旱气候条件下(沙四早期),凹陷北带以冲积扇发育为特征,由于杂基支撑,成岩作用程度深,储层物性差,难形成好的油气储集体;此时,中央隆起带尚未形成,发育了一套盐湖沉积。进入沙四晚期至沙三期,气候向暖湿方向转化,湖平面上升、湖盆扩展,北带和东部发育了扇三角洲、(陡岸)水下扇和滑塌扇砂(砾)岩储集体,含油性好;中央隆起带逐渐产生形成“三叉断槽系”,来自青坨子凸起上的重力流顺断槽向西搬运沉积,在分枝断槽内形成条带状砂体,与断层配置,形成断层—岩性圈闭;在断槽消失的低洼位置则沉积成水下扇,形成单一的岩性圈闭。

本书共分七章,包括概况、相标志、单井相分析、储集体沉积模式、层序地层学、成岩作用与储层性质、油气预测等。

本书是东营凹陷若干区带多年油气勘探、研究的总结,这其中也凝聚着有关勘探和生产单位及石油大学(华东)资源系有关专家的工作,在此表示感谢。

需要说明的是,由于东营凹陷地质资料丰富、储集体形成作用复杂,因此本书还不能代表其油气储集体的全部,而只是其中的几个侧面。书中如有不当之处,欢迎读者批评指正。

目 录

第一章 地质概况	(1)
一、盆地演化简史	(1)
二、地层发育与沉积简史	(1)
三、勘探概况	(1)
四、重点研究区简介	(4)
第二章 相标志	(6)
第一节 东辛地区.....	(6)
第二节 永安—广利地区	(13)
第三节 王家岗地区	(22)
第三章 单井相分析	(26)
第一节 东辛地区	(26)
第二节 永安—广利地区	(32)
第三节 永 921 地区	(41)
第四节 王家岗地区	(47)
第四章 沉积模式	(53)
第一节 陡坡带沉积模式	(53)
第二节 三叉断槽系沉积模式	(62)
第三节 洼陷模式	(73)
第四节 缓坡带沉积模式	(78)
第五章 层序地层学及砂体展布	(81)
第一节 层序地层框架	(81)
第二节 砂体的形成和分布	(96)
第六章 储层成岩作用及储集性质研究	(112)
第一节 碎屑储集岩成岩作用及储集性质.....	(112)
第二节 碳酸盐岩成岩作用及储层研究.....	(129)
第七章 储集体成藏条件分析	(133)
第一节 永 921 地区砂砾岩体.....	(133)
第二节 断槽砂体.....	(137)
第三节 永安—广利地区.....	(137)
参考文献	(138)

第一章 地质概况

东营凹陷位于山东省北部。东临莱州湾,西过高青县城,南抵广饶,北至利津县陈家庄。东西长 90km,高北宽 65km,面积约 5700km²。在大地构造区划上属中国东部渤海湾盆地济阳坳陷中的一个次级构造单元,是一个四周有凸起环绕的晚侏罗世—早第三纪时期的断陷复合盆地。具有北断南超的特点,晚第三纪以后属于华北近海坳陷盆地的一部分,不再构成独立盆地。它包括北部陡坡带、中央断裂背斜带(中央隆起带)、牛庄洼陷、利津洼陷、博兴洼陷、民丰洼陷及南部缓坡带等二级构造单元(图 1-1、图 1-2)。

一、盆地演化简史

东营凹陷的形成和发展大致经历了七个阶段。

基底形成阶段,具有太古界厚 12000m 的片麻岩和角闪岩系列(亦称褶皱基底或变质基底)和下古生界(济阳坳陷缺失元古界)稳定的 1200~1400m 海相碳酸盐岩建造及上古生界海陆交互相碳酸盐岩、煤层及碎屑岩沉积(亦称地台期建造)双重基底,与渤海湾盆地基本一致。

裂前隆起阶段(三叠纪—中侏罗世),发生于三叠纪的印支运动产生了北西向挤压构造,造成区内地势起伏不平。中、下侏罗统煤系地层在本区零星分布。

第一裂陷成盆阶段(早侏罗世—早白垩世),亦称为燕山运动 II 幕,陈南断层、石村断层等均产生于该时期。典型的简单半地堑盆地内充填了一套红色碎屑岩及安山岩建造。

晚白垩世区域隆起阶段,强烈的隆起造成了大型区域地层不整合接触。

第二裂陷成盆阶段(古新世末—渐新世),表现为强烈的断陷与扩张。在这个大的完整的裂陷旋回中,包含着三个裂陷子旋回,分别对应孔店组、沙四段—沙二下亚段和沙二上亚段—东营组三个沉积旋回,由此产生了三套重要的烃源岩和储层,成为东营凹陷聚烃成藏的物质基础。该阶段除控凹断层继续发展外,一系列沉积断层遍布全区,使半地堑内构造面貌变得异常复杂。

渐新世末区域大隆升。

坳陷阶段(晚第三纪—第四纪),区内断层基本不再控制沉积,所有凹陷与凸起同时下沉,包括东营凹陷在内的整个渤海湾盆地由裂陷变为整体坳陷阶段。

二、地层发育与沉积简史

据钻井揭示,东营凹陷发育太古界、古生界、中生界和新生界。缺失元古界、下古生界奥陶系上统、志留系、泥盆系、石炭系下统、二叠系上统、三叠系和新生界古新统。具体地层发育特征与沉积简史见表 1-1。

三、勘探概况

该区自 1956 年开始石油地质勘探以来,于 1961 年华 8 井首获工业油流;紧接着于 1962 年 9 月 23 日,营 2 井又喜获日产 555 t 的高产油流,标志着胜利油田的诞生。截至 1999 年在东营凹陷共发现油气田 34 个,探明石油地质储量 19.5×10^8 t,累计产出原油 3.8×10^8 t,占胜

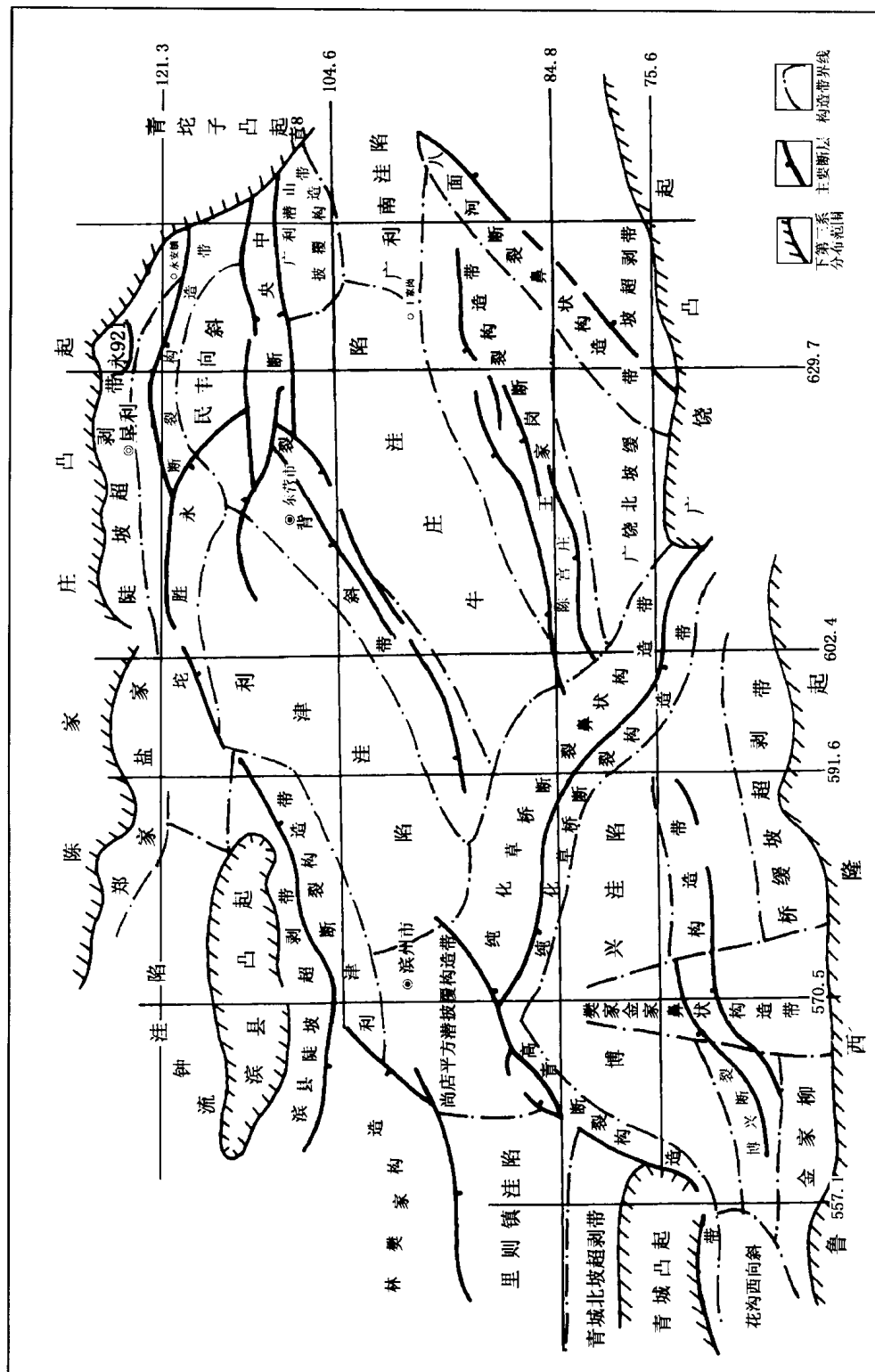


图 1 1 东营凹陷构造区划图

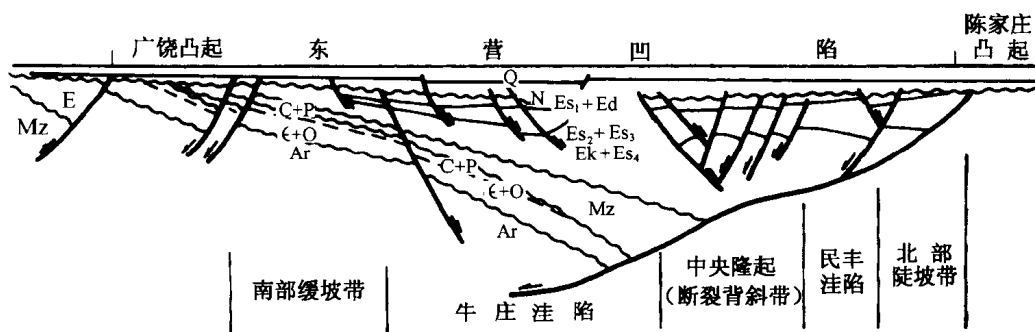


图 1-2 东营凹陷区域地质概况

表 1-1 东营凹陷地层发育与沉积简史

界	系	统	组	代号	厚度 (m)	岩性	沉积环境	
新 生 界	第四系	全新统	平原组	Qp	250~350	黄色、灰色粘土夹细粉砂	泛滥平原	
	上第三系	上新统	明化镇组	Nm	100~1200	棕黄、棕红色泥岩夹浅灰色粉砂岩	泛滥平原	
		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、灰绿色泥岩与粉细砂岩互层	下段辫状河 上段曲流河	
	下第三系	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	河流三角洲	
			沙河街组	沙一段	Es ₁	0~450	灰色、深灰色、灰绿色泥岩夹砂岩、生物灰岩、白云岩等	湖泊
				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泥岩	河流—三角洲
				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层，上部灰色泥岩与厚砂岩互层夹碳质页岩、含砾砂岩	三角洲 深湖—半深湖—水下扇
		始新统	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、灰白色石膏夹泥质白云岩、杂色泥岩，上部灰色泥岩夹灰岩、砂岩、油页岩	半封闭盐湖—半深湖	
				孔店组	孔一段	Ek ₁		棕红色砂岩与紫红色泥岩互层
			孔二段		Ek ₂		灰色、深灰色泥岩夹砂岩	湖泊
中 生 界	上侏罗—上白垩统			J ₃ —K ₂	200~500	杂色泥岩、砂砾岩夹中基性火山岩	火山喷发 河流冲积	
	中下侏罗统			J ₁₊₂		灰绿色、紫红色泥岩与砂岩、砾岩互层	河流—湖沼	
古 生 界	中下二叠统			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	陆相 海陆交互	
	上石炭统			C ₂	200~250	深灰色泥岩、砂岩夹煤层	海陆交互	
	中下奥陶统			O ₁₊₂	400~600	白云岩、角砾状灰岩、深灰色灰岩、豹皮灰岩	浅海陆棚	
	寒武系			Є	600~800	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	陆棚台地	
太古界泰山群				Ar		花岗片麻岩		

利油区原油累计产量的 56.9%,为胜利油田的发展作出了重要贡献,在胜利油田“增储上产”中起着举足轻重的作用。

勘探实践证明,东营凹陷是一个富油断陷湖盆,油气储量丰度达 $29.2 \times 10^4 \text{t/km}^2$ 。同时,经过近 40 年的勘探、开发,它又是一个高勘探程度的成熟盆地,目前已完钻探井 2435 口、开发井 14146 口,主要构造带已完成三维地震覆盖。

进入新世纪以后,东营凹陷第三系的油气勘探也进入了一个新阶段,已由构造圈闭向隐蔽圈闭,由中浅层(沙二段、沙三上亚段)向中深层系(沙三中下亚段、沙四段)发展,这其中储集体的研究起着关键作用。

没有储集体就没有油气,对于东营凹陷来说,储集体的形成、分布、性质主要受控于沉积作用、构造和气候等因素,形成了多种类型的储集体。本书解剖了东营凹陷北部陡坡带、中央隆起带和南部缓坡带几个典型地区沙三、沙四段的储集体,以期以点带面,推动整个凹陷储集体的研究。

四、重点研究区简介

1. 北部陡坡带

东营凹陷北部陡坡带是指民丰和利津洼陷以北,陈家庄和滨县凸起以南的广大地区,西至林樊家构造,东至青坨子凸起,长约 100km,宽约 15km,勘探面积为 1500km^2 ,勘探范围占凹陷面积的 1/4 以上。

早第三纪陈家庄凸起的南坡为一近东西走向的古断剥面,具有坡度陡($15^\circ \sim 30^\circ$)、沟梁相间的古地貌特征。由于控制凹陷沉积的基岩断裂在发育过程中受 2~3 条次级断层持续活动的影响,陡坡上发育了高低不平、宽窄不一的断阶。陡坡带湖岸至深湖区距离短,一般在几千米至几十千米以内,决定了该带沉积体系具近物源、多点物源、沉积厚、相变快的特点。在近距离湖相沉积体系为主的背景下,陡坡带主要发育四类砂砾岩扇体:冲积扇、辫状河三角洲、扇三角洲、湖底扇。在深湖一半深湖亚相带的断槽内还发育有深水构造浊积岩。

2. 中央隆起带

东营中央隆起带位于东营凹陷中央深陷区,呈 NE 或近 EW 走向,其三面被洼陷包围,北为民丰洼陷,西为利津洼陷,南为牛庄洼陷。东起广利镇,西至郝家乡,南抵油郭乡—六户镇,北达胜利乡—永安镇,东西长约 45km,南北宽约 18km,勘探面积约 700km^2 。

该区带于 50 年代开始地震勘探,目前二维测网密度一般为 $0.3 \text{km} \times 0.6 \text{km}$,三维已基本连片。

3. 牛庄洼陷

牛庄洼陷是东营凹陷内仅次于利津洼陷的一个重要生油洼陷,是南部洼陷带的代表,其沙三段、沙四段总资源量达 $7.2608 \times 10^8 \text{t}$ 。该洼陷主要目的层段沙三段发育有两种沉积体系,一是自东向西推进的三角洲沉积体系,其中三角洲前缘亚相斜坡上的滑塌成因湖底扇相是沙三中亚段的主要勘探目的层,其广泛发育于牛庄洼陷的各个地区;二是来自南部物源的远岸湖底扇沉积体系,主要发育于沙三下亚段和沙三中亚段沉积早期,如沙三下亚段的王 50 扇体、牛 21 扇体和沙三中亚段的牛 25 扇体等。

勘探实践表明,牛庄洼陷主要有三种油藏类型,在洼陷内部以沙三段透镜状浊积岩岩性油藏为主,在洼陷边缘既有岩性油藏,又有沙三段、沙二段三角洲相及滩坝相砂体与断层匹配形

成的构造—岩性油藏和砂岩上倾尖灭油藏。

4. 南部缓坡带

斜坡带也称单斜带,从凹陷整体来看,斜坡带也应是箕状凹陷内的第三系正向构造带。但它与第三系构造带在成因上有区别,因此,未将斜坡带归属上述第三系构造带之中。斜坡带是箕状凹陷内第三系各组段产状呈区域性的单斜,即地层呈区域性向凹陷中央倾斜。多数斜坡带的构造形态受基底形态所控制。斜坡带通常都分布于各箕状凹陷的缓坡,即位于断阶带之外侧。其特征为:

①斜坡带位于箕状凹陷边缘,受基岩古地形控制,第三系各组段在沉积上往往是层层减薄、超覆、退覆或剥蚀尖灭,易形成地层超覆与地层不整合圈闭。

②第三系盖层构造形态一般比较简单,即在斜坡背景上存在一些不大的鼻状隆起构造与小型的第三系披覆构造。

③斜坡带在潜山剥蚀面之上存在第三系地层圈闭,如地层超覆、地层不整合圈闭;在潜山剥蚀面以下则存在潜山圈闭,如残丘与断块山等。因此斜坡带实际也是多层、多类圈闭所组成的复式圈闭带,但以第三系地层超覆与地层不整合圈闭为主,故也称之为超覆不整合带。

④地层倾角缓、埋藏浅、水淡、油稠,基本是低产。斜坡带地处凹陷边缘,地层埋藏浅,倾角小,地表水长期不断渗入,造成地层水矿化度普遍偏低,原油受氧化变稠变重,所以油藏一般都是低产的稠油。

第二章 相 标 志

相标志是指能反映沉积相的一些标志,包括岩性标志、古生物标志、地球物理标志及地球化学标志四大类型。兹对东辛地区沙三中亚段,永安、广利地区沙三、沙四段及王家岗地区沙四段相标志分别介绍如下。

第一节 东 辛 地 区

东辛地区位于东营凹陷中央隆起带。

一、岩性标志

1. 颜色

颜色是沉积岩的重要宏观特征之一,它与自身的成分和形成环境密切相关。

辛镇地区沙三段砾岩以浅灰色、灰白色为主。辛 133-21 井中砾岩可见红色泥砾。泥岩则表现为黑色、灰黑色、褐黑色、灰绿色等。

镜下鉴定表明,岩石中普遍含有较多的铁质,如作为自生矿物的黄铁矿和常以胶结物形式的铁方解石、铁白云石等,以及较多的有机质。

影响砂岩、泥岩颜色的主要因素是含有较多的二价铁和有机质,代表水体相对稳定的还原沉积环境。

2. 成分

1) 矿屑

本区尤其是辛镇地区沙三段砂岩中,石英的含量相对较高,普遍大于 50%。长石的含量亦占较大比重,一般为 10%~40%,类型有正长石、斜长石、微斜长石、条纹长石等,常发生绢云母或高岭土化。

本区沙三段中云母的含量较小,约占 1%~3%,主要为白云母,黑云母则常分解成绿泥石和褐铁矿。

重矿物含量小于 1%,且主要为不稳定的成分,以磁铁矿、绿帘石为主,其次有黄铁矿、绿泥石、辉石等。黄铁矿则多以自生矿物出现,但也有再沉积的。

东营地区沙三段砂岩中尚具有云泥内碎屑及变质石英岩屑等。

2) 填隙物

本区沙三段岩石的填隙物除含有较多杂基(粘土为主)以外,尚有碳酸盐矿物(铁白云石、白云石、富铁方解石、方解石)、硅质、粘土胶结物。黄铁矿有时亦会呈胶结物形式出现。

3. 岩石类型

本区沙三段岩石类型中以泥岩所占比例较大,砂岩、粉砂岩次之,而砾岩则较少,碳酸盐岩最少。

砾岩在辛 24-16 井、辛 133-21 井、营 6-16 井中出现较多。砾石成分复杂,甚至包含泥砾,砾径大小不一,分选差。

该段在砂岩类型上,东营地区与辛镇稍有不同,营 67 井、新营 69 井、营 11-8 井、营 6-16 井的砂岩中长石杂砂岩所占比例较辛镇一带要多。其主要砂岩类型有长石岩屑质石英杂砂岩、长石杂砂岩、长石质石英杂砂岩、钙质长石砂岩、石英粉砂岩等(图 2-1)。

营 6-16 井以中砂岩至细砂岩为主,细砂岩、粉砂岩次之。岩石类型有长石质石英杂砂岩、长石杂砂岩、钙质长石砂岩、砂质云岩。

新营 69 井、营 11-8 井则以中、细粉砂岩为主,也见长石砂岩、长石质石英砂岩、长石岩屑质石英砂岩,同时发育大套泥岩和页岩。

营 72-340 井、营 72-334 井中则以粉砂质泥岩、泥质粉砂岩为主,并有较多的灰黑色页岩。其中含有深水化石及自生黄铁矿。辛镇地区沙三中亚段砂岩则以长石质石英杂砂岩、岩屑质长石石英杂砂岩为主,长石杂砂岩所占比例较少。

辛 24-16 井中砂岩类型有长石质石英砂岩、岩屑质长石石英砂岩、长石砂岩等。辛 111-6 井砂岩则多为长石岩屑质石英杂砂岩、长石质石英杂砂岩、岩屑质石英杂砂岩。辛 133-21 井中砂岩多为长石质石英杂砂岩、岩屑质石英杂砂岩,少量长石岩屑质石英杂砂岩。

总之,泥岩类在整个辛镇地区的沙三段中所占比例较大,其中常含有较高的粉砂质成分和草莓状黄铁矿。

4. 结构

通过大量薄片统计,辛镇地区辛 133-21 井、辛 111-6 井、辛 24-16 井中砂岩在总体上分选为中等—差。磨圆度以次圆状—棱角状居多,填隙物中杂基的含量普遍大于 10%,高者甚至达 40%~50%,成分主要是粘土和隐晶、泥晶的碳酸盐类矿物,胶结物亦占较大比例,成分主要是铁方解石和少量硅质、黄铁矿。铁方解石主要呈镶嵌状或连生结构,常交代碎屑组分,硅质胶结物主要表现为石英颗粒的次生加大,支撑类型多表现为杂基支撑,少数是颗粒支撑和胶结物支撑,基底式胶结或孔隙式胶结(图 2-1)。

在所选的 40 个样品的粒度概率累积曲线图中,曲线主要表现为二段式,滚动组分不发育,曲线斜率普遍较小,悬浮组分和跳跃组分线段的交角亦偏小,甚至表现为简单的直线段(图 2-2)。

在 C—M 图中,点群分布总体上呈平行于 C—M 线的带状,无滚动、跳跃、悬浮组分的明显分异,C 值随 M 值而变化,表现出明显的浊流 C—M 图特点(图 2-3)。

东营地区沙三段砂岩的结构特征基本与上述相同,胶结物的成分主要为铁白云石、铁方解石、硅质等,并含有未固结泥岩的撕裂屑所形成的假杂基。

5. 沉积构造

沉积岩构造中对区分环境最有意义的是流动成因的构造、层面构造和同生变形构造及生物成因的构造。

1) 流动成因的构造

(1) 水平层理 在各种粉砂岩、泥岩、页岩中常见。代表低能较深水沉积,也形成于浊积岩 T_e 段中(图 2-4a、b)。

(2) 韵律层理 由深浅交替的粉砂岩和泥岩纹层互层组成,反映了季节性的水流变化,是正常沉积的标志(图 2-4c)。

(3) 块状层理 由深水重力流快速堆积形成,碎屑分选极差,呈棱角—次棱角状。

(4) 透镜状层理、压扁层理 如在营 72-340 井 3246m 处所见透镜状层理,构成鲍马序列 T_d 段(图 2-4d)。



a. 钙质长石砂岩, 营 11-8, 3049.5 m
×100(+)



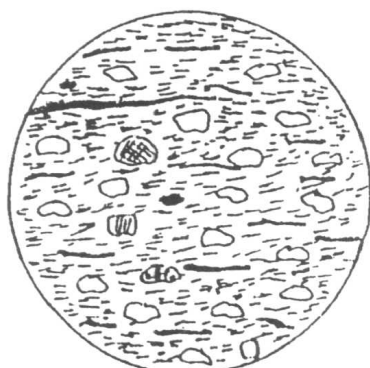
b. 长石杂砂岩, 杂基支撑, 营 11-8, 3050.5 m
×100(+)



c. 石英杂砂岩, 营 67, 8(14/27)
×100(+)



d. 石英粉砂岩, 营 11-8, 3070.5 m
×100(+)



e. 粉砂质泥岩, 营 72-334, 3046.0 m
×100(+)



f. 长石质石英杂砂岩, 辛 133-21, 1(11/18)
×100(+)

图 2-1 东辛地区 $E_{s3}^{#}$ 岩石类型及结构特征

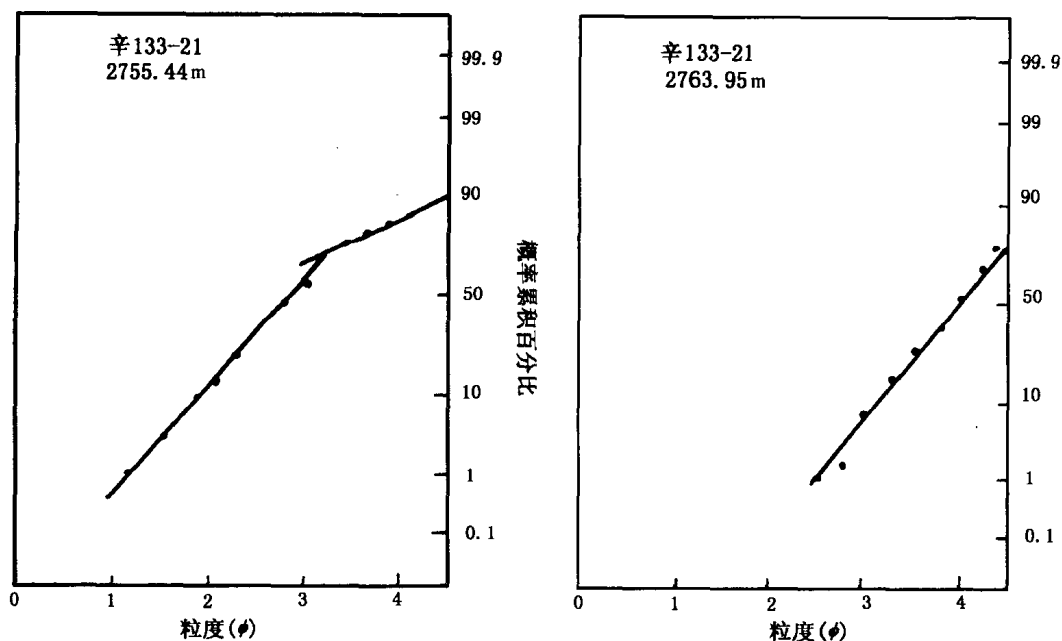


图 2-2 辛 133-21 井 $Es_3^{中}$ 粒度概率图

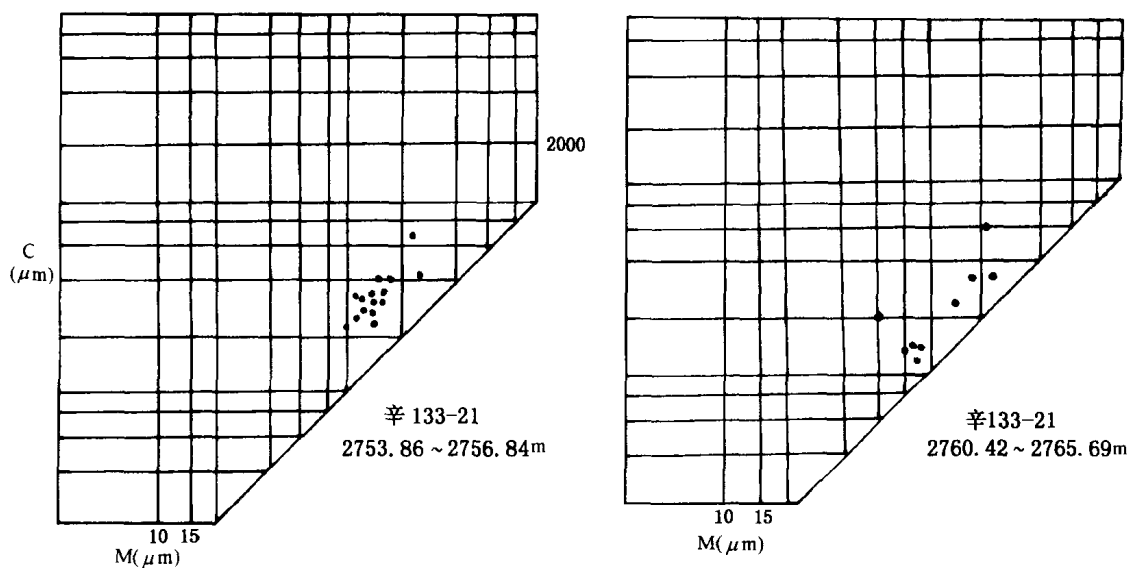
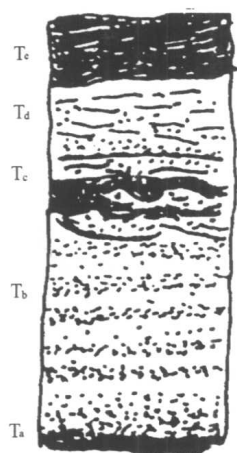


图 2-3 辛 133-21 井 $Es_3^{中}$ C—M 图

- (5)波状层理 表现为薄的泥质层与砂纹层波状互层,构成 T_c 段。
- (6)平行层理 为平行层理中细砂岩,构成 T_b 段。
- (7)板状交错层理、槽状交错层理、楔状交错层理等 主要出现于辛镇地区沙三上亚段。
- (8)粒序层理 在本区沙三段中粒序层理普遍存在,多为正粒序,层系厚度一般小于0.5 m,个别达4m左右,层系底部以砂岩、含砾砂岩居多,构成 T_a 段(图 2-4e)。

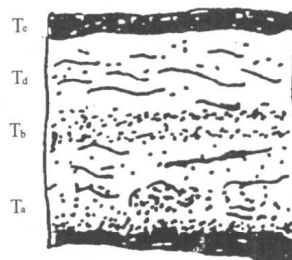
从垂向沉积序列上看,部分底部含有粒序层理和其它层理的沉积层序可以用鲍马序列来描述。如营 6-16 井 2968.2m 处的 AE 序,2769.2-2769.5m 处的 CD 序,2770.6m 处的 AB 序,营 11-8 井中 3048.5~3052.2m 的 BCDE 序。

- (9)沟模 在营 11-8 井中所发现的沟模脊的突起高度通常只有1~2mm,延长较远,微



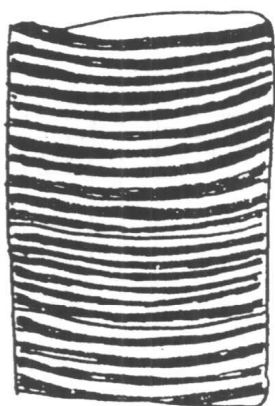
T_{a-e}, 营67井, 3086.1~3086.4m

a



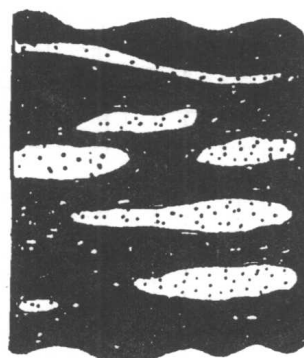
T_{abde}, 营67井, 3(3/4)

b



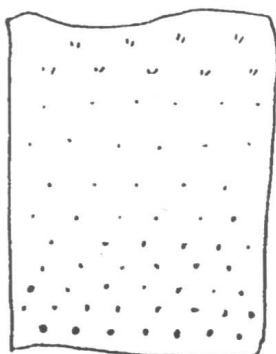
韵律层理, 新营69井, 2943~2950m

c



透镜状层理, 营72-340井, 3246m

d



粒序层理, 新营69井, 2965.0m

e

图 2-4 东辛地区 $Es_3^{\text{中}}$ 流动成因的构造

弯曲,沟模之间彼此近于平行。在营 67 井也见有这种构造。

2) 同生变形构造

(1) 包卷层理 在薄互层的砂、泥岩中常见,是 T_c 的标志(图 2-5a)。

(2) 重荷模构造或火焰构造 如在营 11-8 井 3084.5m 处所见的重荷模及火焰构造(图 2-5b、c)。

(3) 球枕构造 如在营 11-8 井 3051m、3048.5m 处所见的沙球沙枕构造(图 2-5c、d)。

(4) 滑塌变形构造 如新营 69 井中 2976m 处泥岩呈现出平卧状和复杂的连续或断续的揉皱变形层理特征,有时表现出混杂堆积特征,砂岩中存在较多的泥质撕裂屑(图 2-5e)。

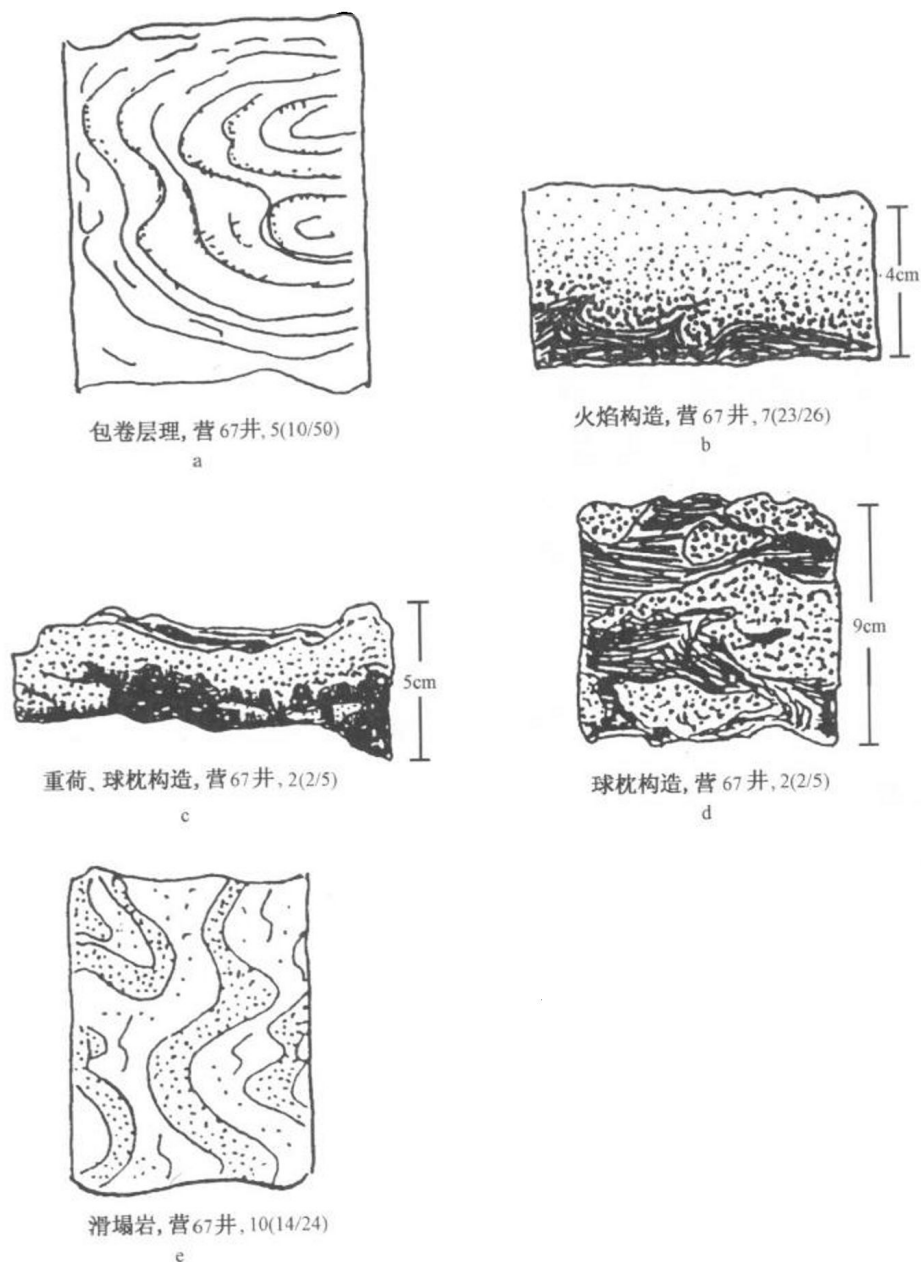


图 2 5 东辛地区 Es_3^{up} 同生变形构造

3)生物成因的构造

主要表现为生物遗迹构造(图2-6)。如新营69井2948.5m处泥岩、粉砂岩中的生物水平潜穴、觅食迹等反映较深水环境的标志。在营67井中见古网迹(*Paleodictyon*),是深水浊积岩的可靠标志。

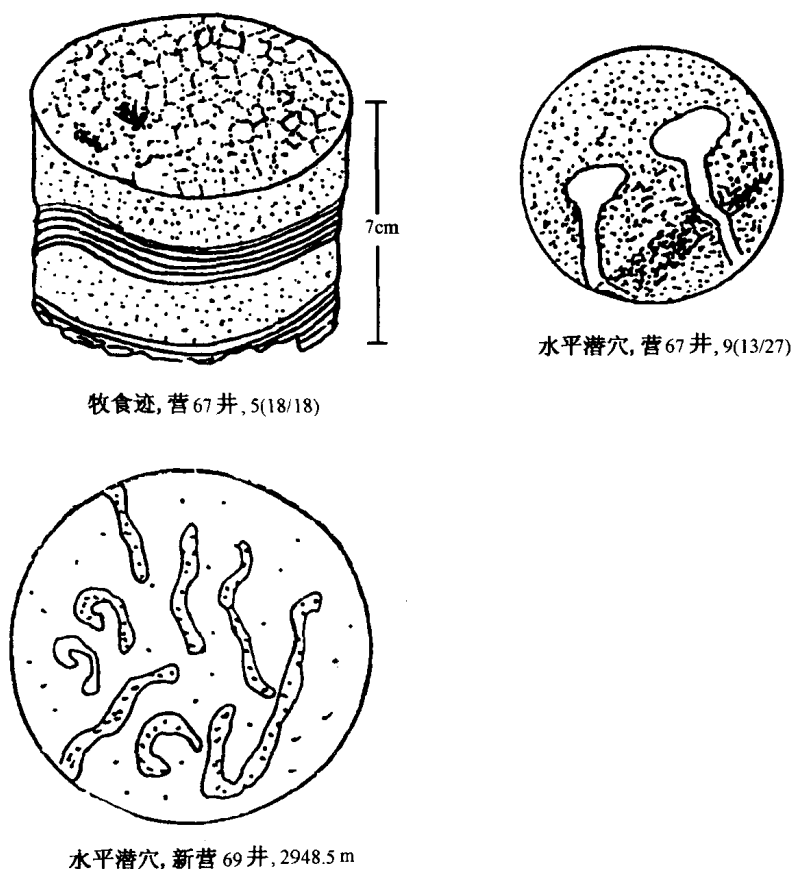


图2-6 东辛地区 E_{s3}^{4} 生物成因的构造

二、古生物标志

暗色泥页岩页理面上见丰富的植物碎屑,并见鱼鳞、鱼骨及完整的鱼化石。微古分析表明,还有大量的棘刺华北介化石。所有这些都反映沙三中亚段属深水环境。

三、地球化学标志

①显微镜下见草莓状黄铁矿,反映静水还原的沉积条件。

②稳定同位素特征:辛133-8井暗色泥岩中介壳稳定同位素分析结果为 $\delta^{13}C(PDB) = 4.58\text{‰}$, $\delta^{18}O(PDB) = -8.12\text{‰}$,代入判断沉积环境水介质条件的 Keith 公式

$$Z = 2.048 \times (\delta^{13}C + 50) + 0.498 \times (\delta^{18}O + 50)$$

$Z = 132.63$,大于120,具咸水的性质。

③Sr/Ba。根据对新营69井、营11-8井、辛133-8井、辛133-21井泥岩中Sr、Ba含量的测定(表2-1),Sr/Ba均小于1,说明与海相无关。

④泥岩样品中硼含量(表2-1)多大于 $100\mu\text{g/g}$,与同位素值一起指示古水介质属咸水条件。

表 2-1 东辛地区 $E_{s3}^{中}$ 泥岩样品微量元素分析结果

井号	取样位置	B($\mu\text{g/g}$)	Sr($\mu\text{g/g}$)	Ba($\mu\text{g/g}$)
新营 69	4(40/43)	93.90	71.45	5545.8
	4(4/43)	518.8	60.09	1042
辛 133-8	6(2/24)	65.07	537.3	632.7
	6(20/24)	1017	549.2	610.4
	5(3/27)	191.6	493.5	615.0
	7(22/35)	96.06	395.3	703.6
辛 133-21	4(17/22)	108.5	102.5	743.3
	4(1/22)	95.22	126.5	854.3
	12(33/34)	98.40	443.5	2245
	4(4/22)	188.7	125.2	766.3
营 72-334	1(12/16)	710.2	71.98	788.0
	1(4/16)	99.88	76.55	1950
	2(16/17)	272.4	128.1	585.3
营 72-340	1(23/23)	35.56	69.18	717.1
	4(7/14)	42.15	114.0	619.8
	2(15/17)	27.34	67.93	534.1

第二节 永安—广利地区

该地区位于东营凹陷东部,东邻青坨子凸起。

一、岩性标志

1. 颜色

永安地区洪积扇相砾岩、泥岩颜色主要以红色、紫红色及杂色为主,如永 63 井、永 80 井、永 57 井等;广利及过渡带地区则主要发育半咸化浅湖相,其中沉积的膏盐、白云岩、泥灰岩则以紫红色、灰白色为主。

永广两地区普遍发育的较深水及深水沉积相带,表现在岩石颜色上则砂砾岩以灰白色为主,而泥岩以深灰、灰褐、深褐色为主,偶见褐红色泥岩与铁质浸染有关。上述颜色均代表一种水体稳定的还原环境。

半深湖—深湖环境砂岩、泥岩颜色以灰白色、深灰色为主。

2. 成分

1) 矿屑

(1) 石英 工区内沙四上至沙三中亚段砂岩中,石英含量相对较高,普遍大于 50%。石英颗粒常见次生加大边,且多为粘土或方解石交代,并使石英边缘呈现港湾状或“鸡冠状”。永安镇地区沙四期石英分选、磨圆较差,广利地区总体表现也较差,反映一种较近物源的短距离搬运环境。

(2) 长石 长石含量则在工区内不同地区差别较大。永安镇地区沙三中亚段砂岩中长石