

复杂油气田

勘探开发学术研讨会文集

主 编：李 阳 孙龙德 孙焕泉

副主编：朱筱敏 徐怀民 侯加根

石油工业出版社

复杂油气田勘探开发 学术研讨会文集

主 编:李 阳 孙龙德 孙焕泉
副主编:朱筱敏 徐怀民 侯加根

石油工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

复杂油气田勘探开发学术研讨会文集/孙焕泉主编.
北京:石油工业出版社,2008.9
ISBN 978-7-5021-6775-2

I. 复…

II. 孙…

III. ①复杂地层-油气勘探-文集

②复杂地层-油田开发-文集

IV. P618.130.8-53 TE3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 145242 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:<http://www.petropub.com.cn>

编辑部:(010)64523523 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技有限公司

印 刷:北京晨旭印刷厂

2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:21.5

字数:550 千字 印数:1—800 册

定价:80.00 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

目 录

惠民凹陷西部古近系构造岩相带特征	朱筱敏 信荃麟 刘泽容(1)
东濮凹陷隐蔽油气藏形成与分布规律	孔凡群 谈玉明 王德仁(11)
准噶尔盆地超深层油气勘探领域分析	陈新发(22)
中国海相层系油气地质几点认识	郑和荣(30)
东营凹陷滨县凸起南坡砂砾岩体成因模式与成藏规律	毕义泉(37)
陆内裂谷型含油气系统的类型和特征	窦立荣(44)
准噶尔盆地南缘西段异常高压成因及其与油气成藏关系	张年富 刘得光(52)
黄骅坳陷南区油气分布规律及其成藏机制	陈清华 渠 芳 连承波 张军涛 蔡福龙(57)
东濮凹陷构造特征及对油气藏的控制	孔凡群 谈玉明 王德仁(64)
红台地区中侏罗统构造特征及其对凝析气富集的影响	杨少春 刘金华 杜启振 宋维琪 杨 柏(74)
滨里海盆地 M 区块盐下烃类相态和组分预测	王志欣 李 健 王学军 李兆刚(81)
西北缘车拐地区油气勘探目标及潜力分析	刘楼军 支东明 党玉芳(91)
准噶尔盆地滴西地区石炭系火山岩勘探方向	张年富 姚新玉 李勇广 王 凌(98)
老油气区精细勘探思路与方法技术	侯连华 邹才能 匡立春(106)
近海陆架盆地优质烃源岩识别及其评价技术	金 强(119)
东濮凹陷盐岩发育规律与油气成藏	孔凡群 陈发亮 汪功怀 韩福民(124)
鄂尔多斯盆地延长组下部长 9 烃源岩分布预测与评价	王新民 刘化清 林卫东(135)
富林洼陷油源对比和成藏模式	蔡燕杰(143)
准噶尔盆地南缘勘探成果及勘探方向	李学义(150)
油气储层地球物理关键技术应用实践	曲寿利(158)
隐蔽油气藏的地震描述方法与应用	韩文功(167)
东濮凹陷速度场建立与应用	孔凡群 蔡其新 秦广胜 汪功怀(173)
地震属性的地质涵义分析	王伟锋 龙 武(184)
裂缝储层方位 AVO 正演模拟及应用	毛宁波 谢 涛(191)
浅层气藏“亮点”技术及其多重约束	董 冬(198)
利用小波分形方法进行砂体识别	宋维琪 张春晓 陈 伟(205)
陆相水驱油藏提高采收率实践	李 阳(212)
胜利油田三次采油技术的实践与认识	孙焕泉(219)
油藏开发地质学及其发展趋势探讨	李 阳 刘建民(226)

油藏描述技术发展及其特点	林承焰(237)
塔河油田碳酸盐岩缝洞型油藏地质特征	窦之林(243)
溶洞型碳酸盐岩油藏高效开发实践	王光付 战春光(249)
层序地层与储层构型关系研究	徐怀民 廖荣峰 孔祥生(256)
洪积扇相砂砾岩体储层构型研究方法探讨	侯加根 高 建(266)
进积型河控三角洲前缘储层建筑结构研究的现状与展望	李亚辉(277)
鄂尔多斯盆地合水地区长 6 特低渗储层的成因分析	李继红 韩永林 王海红 张 钊(282)
大型湖盆河流—三角洲体系厚油层流动单元划分方法研究	黄石岩(287)
厄瓜多尔 Oriente 盆地 14 和 17 区块薄层砂岩油藏描述研究	战春光 王光付 赵开连 张丽萍 廖荣凤 张庆红(299)
羊三木油田馆陶组特高含水油藏开发后期剩余油饱和度定量描述	蔡明俊(305)
喇萨杏油田特高含水期厚油层剩余油分布研究	杜庆龙 朱丽红(311)
异常高压低渗储层压敏效应对文东油田开发的影响	黄新文(318)
油层出砂防治工程中环境矿物学利用研究	鲁安怀 苏日娜 朱 云 王长秋 信荃麟 刘泽容(322)
浅议油区地质环境与灾害研究	徐守余(335)

惠民凹陷西部古近系构造岩相带特征

朱筱敏 信荃麟 刘泽容

(中国石油大学(北京)资源与信息学院)

摘 要:本文综合运用地质、测井和地震信息,研究了惠民凹陷古近系构造体系、沉积体系以及两者之间的成因关系。构造特征表现为褶皱少、断裂体系类型多、地应力方式复杂;阐明了明显受控于盆地构造活动的三角洲、深水浊积扇、扇三角洲、沿岸滩坝、粒屑滩等沉积体系特征。提出采用构造岩相带概念来研究构造活动与沉积体系类型及其演化的内在联系,进而划分出中央隆起三角洲等四种类型构造岩相带,论证了各种构造岩相带中发育的圈闭类型、油气藏类型及油气聚集的规律,指出了今后找油的方向。

关键词:古近系 断裂体系 沉积体系 构造岩相带

第一作者简介:朱筱敏,男,1960年生,1990年获石油大学矿产普查与勘探专业博士学位。现为中国石油大学(北京)资源与信息学院教授,从事沉积学教研工作。E-mail:xmzhu@cup.edu.cn。

惠民凹陷是渤海湾盆地济阳坳陷西部的一个次级凹陷,南以齐河广饶断裂与鲁西隆起相接,北以陵县—阳信断裂与埕宁隆起相邻,东西分别与东营凹陷和莘县凹陷相通。面积约7000km²(图1)。目前,已在盆地内已发现临盘、商河、曲荷等油气田并相继投入开发。

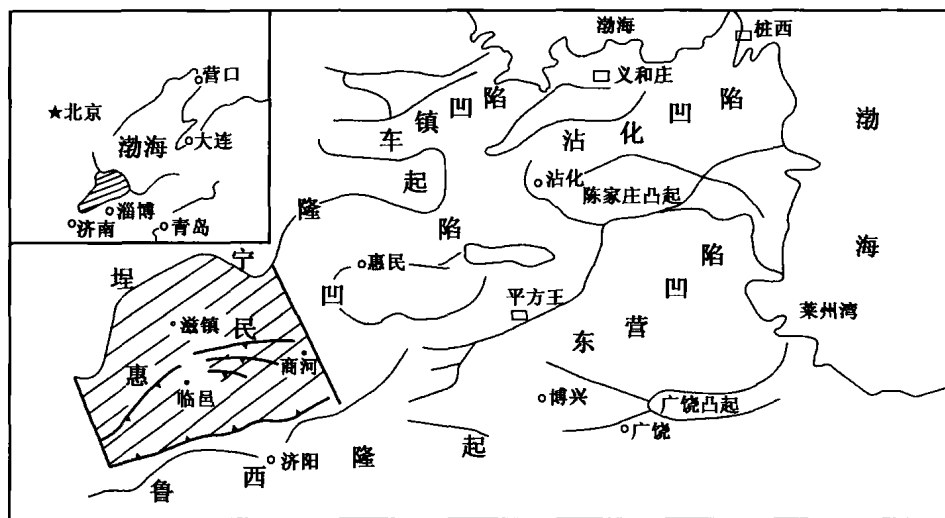


图1 惠民凹陷西部构造位置图

在前人大量石油地质研究工作的基础上,以构造地质学和现代沉积学理论为指导,综合运用地质、地震和测井等资料,重点对惠民凹陷西部的临南洼陷、中央隆起带及滋镇洼陷进行解剖(图1),以临盘、商河油田的主要含油层系沙河街组和东营组为研究层位,开展构造地质和沉积体系研究,探讨砂体成因及分布规律,特别是开展构造活动和沉积作用成因关系研究,以阐明古近系构造岩相带的特征、演化及其与油气的关系,并对含油气有利地区进行了预测。

1 中央隆起带的构造特征

惠民凹陷西部中央隆起带构造总体特征是褶皱少、断层多,主断层活动时间长、断裂体系种类多,地应力方式复杂,常形成复合断裂,沿主断层还伴生不同级序的分支断裂。中央隆起带延伸方向与凹陷走向一致(图1),发育了北东向、近东西向、棋盘格式和帚状等断裂体系(图2)。它在燕山运动末期基本形成,后又经历了始新世至上新世的地壳运动,形成了现今复杂的构造格局。

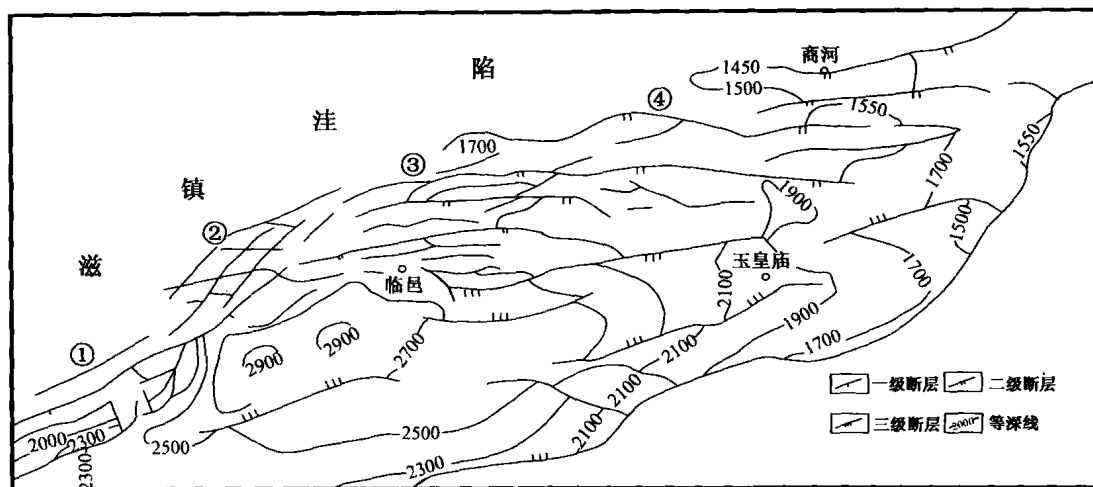


图2 惠民凹陷西部构造体系分布图

- ① 北东向断裂体系;② 盘河棋盘格式断裂体系;
③ 临商帚状断裂体系;④ 近东西向断裂体系

1.1 北东向断裂体系

为区内广泛分布的主导性断裂体系,各断层北东向延伸,向南东倾斜,西北盘上升、东南盘下降(图2,①)。燕山晚期形成,并活动至新近系明化镇和平原组沉积时期,该断裂体系控制了研究区内地层和沉积相带的展布和发育,控制了古近系剥蚀线的位置及火山活动,是下述盘河棋盘格式断裂体系和临商帚状断裂体系的导生构造,为区域性南北向左行直扭应力的产物。

1.2 盘河棋盘格式断裂体系

由北东向和近东西向的两组断裂互相切割,形成的40多个菱形断块(图2,②)。各断块均北东向拉张伸长,北西向挤压缩短。北东向断裂倾向南东,倾角 45° ,自西南往东北落差有增大的趋势,它控制了盘河地区古近一新近系的沉积和剥蚀。近东西向断裂向南倾斜,倾角 45° 左右,落差变化不大,古近一新近系厚度自北往南逐渐增厚,表明了该断裂组系的控制作用。上述两组断裂是临邑大断层的伴生构造,它是由区域性应力场早期伴生的两组扭断面发育而成的。

1.3 临商帚状断裂体系

由旋扭核心(临南洼陷)和四条向北凸出的弧形断裂伴生的旋回层组成。各旋回层向西收敛,向东撒开,呈帚状展布(图2,③),面积约 900km^2 。各弧形断层均向南倾斜,由北而南断

阶式下掉。西部收敛端于古近纪沙三期以后形成;东部撒开端形成稍晚,沙二期以后形成,后至新近纪明化镇期仍有活动。它控制了区内沉积和火山活动的发育及分布,是临邑断裂带的伴生构造,为局部旋扭应力场的产物。

1.4 近东西向断裂体系

主要发育在临邑、魏家集一线以南、夏口断裂以北的张家坊至玉皇庙地区,由五条东西向断层组成(图2,④),断面北倾(偶有南倾),该断裂为夏口断裂带伴生构造成因,为局部应力场的产物。古近纪沙三至东营期强烈活动。它控制了临南斜坡三角洲和砂坝的发育以及玉皇庙地区火山岩的分布。

2 沉积体系沉积特征

2.1 三角洲沉积体系

惠民凹陷古近系普遍发育三角洲沉积,构成了该区油气聚集的主要相带。它们沿临邑—商河一带的中央断裂带以及盆地南缘断层下降盘夏口一线分布,在古近纪的不同沉积时期,它们的分布特点有所不同。古近纪早期(沙三段时期),三角洲沿盆地长轴方向仅分布在唐庄、临邑一带,沙二—东营时期,随着盆地的发展演变,三角洲由西向东推进以及向南推进,覆盖了盆地的大部分地区。在夏口断层下降盘一带,始终都发育着规模较大的,沉积倾向与盆地轴向垂直的三角洲。这些三角洲沉积厚度较大,仅沙三段累厚就可达700m,岩性为频繁间互的灰色、棕褐色泥岩和浅灰色、灰绿色粉砂岩,见有较多的薄层碳质页岩。这些岩性构成完整的三角洲复合韵律(图3)。自然电位曲线特征也反映了这种岩石韵律的变化。概率图和CM图均反映了牵引流特征。三角洲沉积物中含有多种类型的、丰富的沉积构造,如交错层理、平行层理、植物根等。深、浅水化石并存,反映了三角洲环境的过渡性质(图3)。在地震剖面上,三角洲平原及部分三角洲前缘沉积物横向变化较大,形成中振中连较平坦的地震反射;三角洲前缘沉积物不断推进形成地震前积反射。

2.2 深水浊积扇沉积体系

深水浊积扇主要分布沙三时期临南洼陷之中。浊积扇由频繁互层的灰、灰褐色泥质粉、细砂岩和深灰色泥岩构成厚度不等(0.5~5.5m)的众多正韵律,其中见完整及不完整的鲍码序列(图3)。自然电位曲线呈平直基线背景上夹有齿化箱形、钟形的正韵律。砂岩底部发育多种类型的工具痕,如槽模、纵

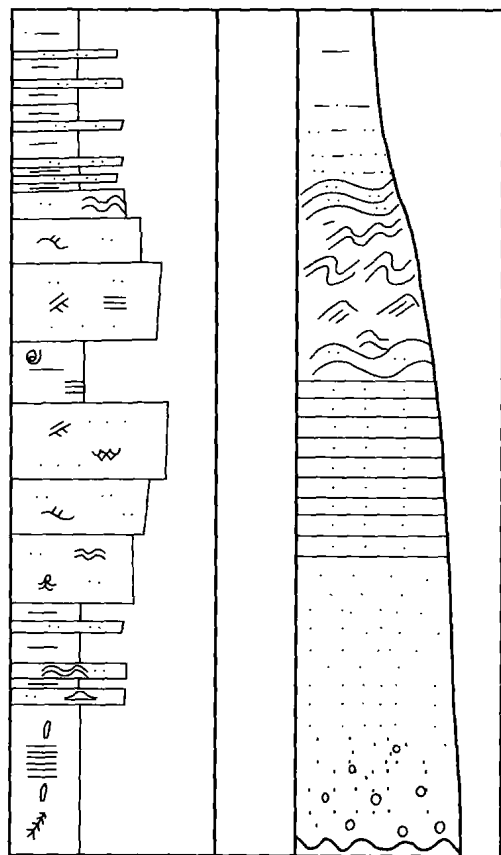


图3 惠民凹陷西部三角洲和浊积扇沉积序列

向沟脊等。粒度概率图主要由悬浮总体构成的单段式,CM 图为反映沉积物呈递变悬浮方式快速沉积的 QR 段。在浊流沉积物中,生物化石种属单调、数量少,深浅水化石伴生。在地震剖面上显示丘形反射的特征,研究表明,这些深水浊积扇都是在沙三时期由临邑三角洲前缘沉积物经多次滑塌而成的。

2.3 扇三角洲沉积体系

扇三角洲是指邻近山地的剥蚀产物在洪水作用下进积到湖盆中的冲积扇。在沙三、沙二时期,惠民凹陷北界陵县—阳信断裂下降盘分布着一系列扇三角洲,它们以沉积厚度大、单体面积小、横向变化快为特征,并呈裙带状分布于湖盆陡侧。钻井表明,扇三角洲由间互的灰色、棕红色泥岩和灰色、浅灰色粉细砂岩、砂质砾岩组成,构成向上粒度变粗、砂层厚度变大的反韵律。自然电位曲线组合形态反映了岩性变化的特点,自下而上为齿化的钟形—指形—齿化的漏斗形。扇三角洲的地震反射极为特征,为透镜状杂乱反射,同相轴连续性差,内部成层性不好,反映了高能搬运、快速堆积的特征。扇三角洲向盆地内延伸不远,与较深水湖相沉积呈指状交错。

2.4 滩坝沉积体系

滩坝是指分布在湖盆缓坡(南岸)的沿岸砂坝和滨浅湖滩砂,沿岸砂坝呈长条状分布于临南斜坡夏口断裂北侧,长轴方向平行湖岸线。岩性为厚层块状交错层理粉细砂岩夹泥岩,砂岩含量占 60%~80%,砂岩中夹数层碳质页岩(如夏 21 井)。自然电位曲线显示反韵律的箱形—漏斗形组合或密集宽指状组合。在地震剖面上显示低缓丘形。与沿岸砂坝相比,滨浅湖滩砂厚度较薄。层序特征为大段灰白色、灰黄色泥岩夹灰白色波状交错层理粉细砂岩。自然电位曲线呈指状或由许多小尖峰组合成的反韵律。在湖盆缓坡,三角洲沉积物受湖浪、底流、沿岸流的改造,将砂质沉积物搬运至三角洲侧方,在湖岸线拐弯或水下高地处堆积成滩坝,从而构成具成生联系的湖盆缓岸三角洲—沿岸滩坝沉积体系。

2.5 粒屑滩沉积体系

古近纪沙一中期,湖盆处于稳定的半咸水环境,在中央断裂带临邑—商河一带以及湖盆缓岸夏口附近沉积了鲕粒灰岩、生物(介形虫)灰岩、藻灰岩、泥灰岩等,单层厚度 0.2~1m,最厚可达 10m。它们和砂泥岩呈薄层交互,自然电位曲线为中、低幅齿形,电阻率曲线呈高幅尖刀状。地震反射呈平坦平行反射结构,局部具隆起现象。鲕粒滩在本区分布较零星,厚度不大。它们主要分布在水体较浅、环境动荡的临邑、商河及夏口断裂北侧。由鲕灰岩、介形虫灰岩组成的生物滩累积厚度大(达 35m)分布广,主要沿中央断裂带分布。研究表明,生物灰岩发育之处都是局部隆起区。这表明地形是控制生物灰岩发育的直接因素,而在该区,地形又受控于断层活动及伴随的火山活动,断层和火山的活动不仅形成局部隆起,还能增高水温、带来各种矿物质,促使生物繁殖,利于生物灰岩的形成。

3 构造活动明显地控制了沉积作用

众所周知,含油气盆地中油气的分布与盆地二级构造带之间具有密切的联系。不同二级构造带的构造活动形成了不同的古地形面貌,而不同的古地形又控制了沉积相的类型和展布。例如,惠民凹陷西部古近—新近纪的四个二级构造带上就发育了不同的沉积相类型。中央断裂带上发育三角洲沉积;湖盆北缘陡坡带发育扇三角洲沉积;临南洼陷发育深水浊积扇沉积;

湖盆南部的缓坡带发育三角洲及沿岸滩坝沉积。在二级构造带内部,次级的构造活动则控制了沉积亚相的发育和演化。为此,本文解剖了中央断裂带构造(包括北东向断裂体系、帚状断裂体系、棋盘格式断裂体系)与沉积亚相之间的关系,以说明二级构造带内部断裂活动对沉积相演变控制。

3.1 主断层控制三角洲朵叶的排列方向

中央隆起带中各断裂体系的形成时代是不同的,其中北东向断裂体系形成较早,其他断裂体系形成较晚。在中央隆起带中,北东向断层和帚状断裂体系的主断层的力学性质呈压扭性,常常伴生一组横张断裂,走向近于南东。这种张性断层的构造岩破碎松散,缝洞发育,易风化形成河谷。因而,来自盆地边缘的较大型河流常常在横张断裂的位置处分流形成次一级河流。由于中央隆起带由多条南倾节节下降的同生断层组成,造成携带丰富物源的水流流向南东方向。沉积物进入湖盆后快速进积,沿古斜坡走向,即沿主断层走向建造一系列三角洲朵叶体。这些朵叶长轴方向与横张断层方向基本一致,朵叶的连线方向同主断层走向一致,从而表明了主断层的控制作用(图4)。

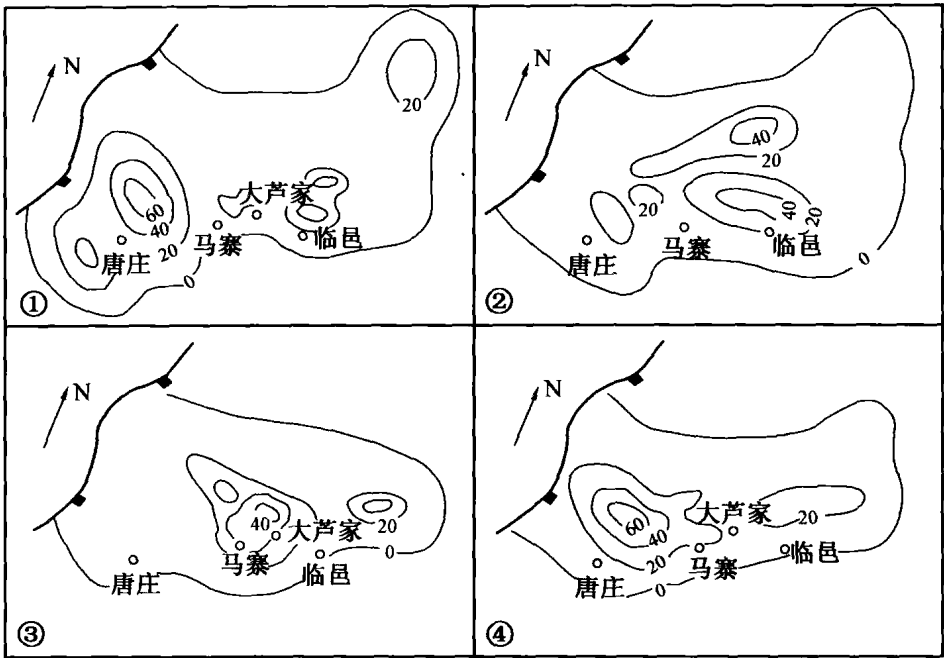


图4 惠民凹陷西部中央隆起带沙三段下部4个砂组三角洲朵叶分布图

3.2 主断层两盘控制三角洲亚环境的展布

临邑—商河地区发育了四种类型的断裂体系,各断裂体系均控制了三角洲亚环境的发育和展布。由于各主断裂均为同生断层,这些同生断层活动的结果造成上升盘处于水体较浅的部位,而下降盘处于水体较深的部位,在断层面附近造成的古地形坡折导致三角洲亚环境的差异分布。一般来说,在断层上升盘主要发育三角洲平原和近端三角洲前缘亚环境,而在主断裂下降盘主要发育远端三角洲前缘和前三三角洲亚相。譬如,在惠民凹陷西部沙三沉积时期,临邑三角洲沿中央隆起带发育。在主断裂(肖4—临50—商51井一线)上升盘发育了临邑三角洲平原亚相和近端三角洲前缘亚相,而在主断裂下降盘发育了远端三角洲前缘和前三三角洲亚相。

3.3 断层活动演变控制了三角洲的发育演变

据对断裂活动的研究,中央隆起带断裂活动的总特点是西部断裂活动早,幅度大,东部断裂活动晚,幅度相对较小。这种断裂活动方式明显控制了临邑三角洲的发育演变。例如,在渐新世沙三下段第四砂组沉积时,断裂带西部活动强烈,临邑三角洲仅发育在西部的张集、辛集地区,砂岩累计厚达 60m;第三砂组沉积时,临邑断裂带活动区迁移至马寨、大芦家地区,因此,三角洲朵叶主要发育在此处断裂下降盘,最大砂厚逾 40m,沙三下段第二砂组沉积时,断裂活动区继续向东移动,同样,临邑三角洲朵叶的发育位置也随断裂活动区移动而发生迁移。到第一砂组沉积时,断裂活动强烈地区又迁移至西部。此时第一砂组沉积最厚处又位于西部,达 60 余米。表现了断裂活动方向与三角洲迁移方向的明显一致性(图 4)。另外,断裂活动强度也控制了三角洲朵叶的发育程度。临商断裂带西部不但活动早,而且强度大,断层落差大造成古斜坡坡折较陡,此处的三角洲朵叶平面分布范围相对较小,但砂层厚度大。如中央隆起带西部的肖庄、唐庄及大芦家等三角洲朵叶,60m 以上砂层等厚线圈定面积为 30 ~ 50km²。相反,在断裂带东部的田家、商西地区断裂活动弱,古斜坡较缓,形成的三角洲朵叶面积较大,但砂层厚度薄,如商西地区最大砂厚仅 20m。

4 构造岩相带的分布及演变

上述分析表明,盆地不同级次的构造活动对沉积作用具有明显的控制作用。为了更好地探讨相关构造活动与沉积作用之间的内在关系,本文利用信荃麟教授提出的“构造岩相带”概念以阐明构造活动与沉积作用之间的关系。所谓构造岩相带是指在盆地发展的一定地质时期内,相关构造单元与沉积单元的有机组合。实际工作中,常以盆地二级构造带作为构造岩相带研究的基本单元。

惠民凹陷西部古近系发育了四种不同类型的二级构造带。由于这四个二级构造带活动状况的差异,造成了不同二级构造带中沉积环境发育的差异,从而构成四种构造岩相带。即:① 临商断裂三角洲或粒屑滩构造岩相带;② 临南洼陷深水浊积扇构造岩相带;③ 夏口缓坡三角洲—沿岸砂坝构造岩相带;④ 滋镇陡坡扇三角洲构造岩相带(图 5、图 6、图 7)。

4.1 临商断裂三角洲或粒屑滩构造岩相带

盆地形成初期(始新世),盆地构造活动微弱,湖盆水体浅,沉积了一套以棕红色砂泥岩互层为主的小型河流和湖泊沉积。沙四时期,湖盆水体加深,开始形成分布较稳定的较深湖沉积。沙三时期,中央隆起带开始活动,造成临邑—商河地区湖底地形发生明显变化。在临邑—商河地区形成水下隆起,在此隆起上接受了物源来自西北方向的大量沉积物堆积,从而构成了临商断裂三角洲构造岩相带。这个岩相带主要发育于沙三和沙二时期。在沙三早、中期,断层作用明显,地形高差大,三角洲以沉积厚、分布范围小、前积沉积层倾角较大为特征,至沙二时期,断裂活动减弱湖盆被充填,水体收缩,临邑—商河断裂带上的三角洲以沉积厚度较薄、分布范围较大、前积沉积层倾角较小为特征。显然,三角洲的展布及演变特征均受临邑—商河断裂走向及其活动演变控制。至沙一时期,断裂活动加强(济阳运动 II 幕),盆地普遍下降,水域扩大并加深,缺乏明显陆源物质供给,此时在临邑—商河断裂带上发育了碳酸盐岩沉积,形成鲕粒滩—生物滩,从而构成沙一时期的临商断裂粒屑滩构造岩相带。粒屑滩的发育分布明显受控于断层活动以及火山活动。因为断层和火山的活动造成局部地势隆起,在那里,水体较

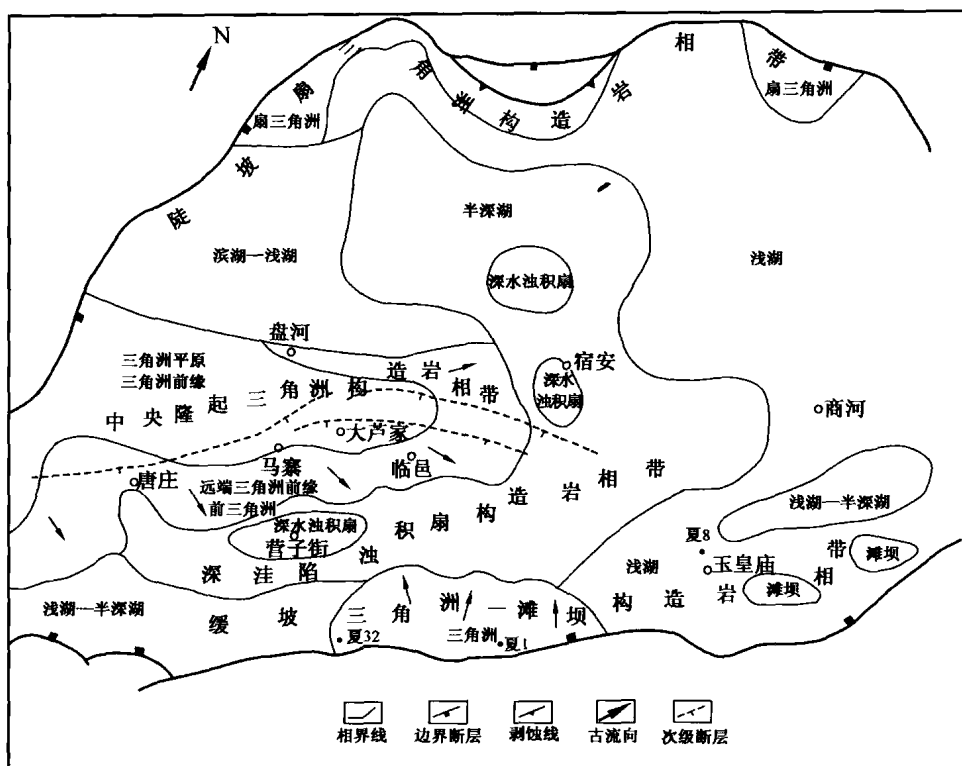


图5 惠民凹陷西部沙三早期构造岩相带分布图

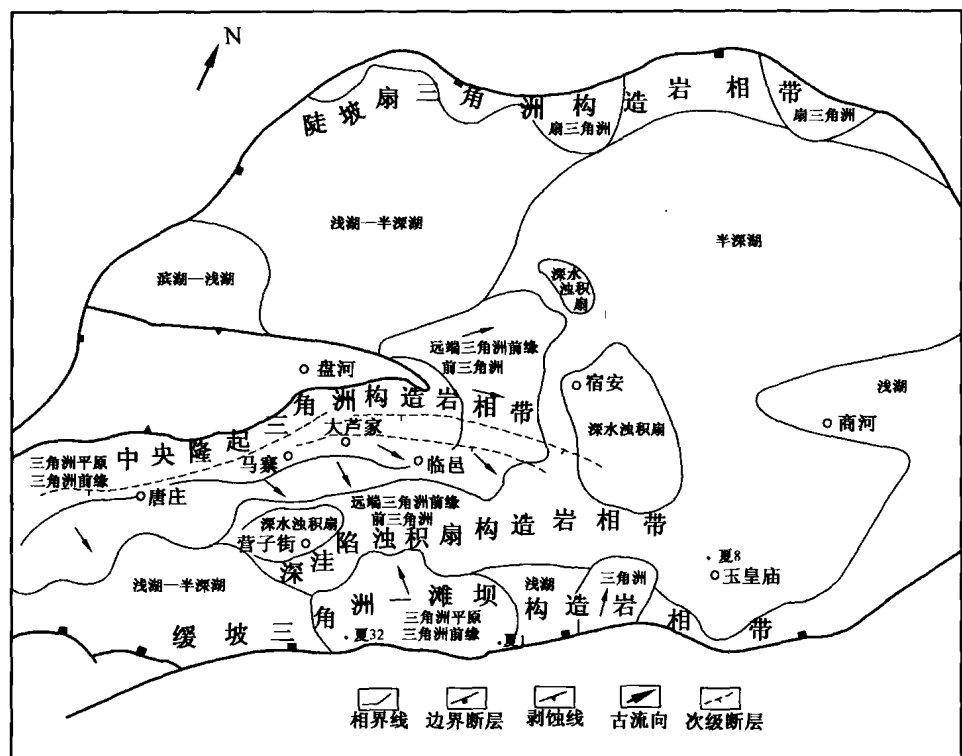


图6 惠民凹陷西部沙三中期构造岩相带分布图

裂,并且它们主要分布在夏1井区及夏22井区,这可能与在这两个井区发育横张断裂有关。

4.4 滋镇陡坡扇三角洲构造岩相带

渐新世,凹陷北界陵县—阳信边界断裂活动强烈,断层落差大,从而造成地形高差大。物源区一侧山高岭峻,物理风化强烈,物源丰富,而在湖盆区一侧造成水体较深的安静湖盆边缘。物源区的丰富碎屑物质在洪水等水流作用下,经短距离快速搬运至湖盆,在入湖处由于坡度变陡以及水体的阻碍作用使沉积物迅速堆积下来,形成粗粒的扇三角洲沉积。在盆地形成初期(Es_4 、 Es_3)时期,陵县—阳信边界断裂活动强烈,湖盆北缘岸陡水深,形成的扇三角洲以沉积厚、横向变化快、分布范围较小为特征;而在盆地发育中晚期(Es_2 、 Ed),边界断层活动有所减弱,湖盆北岸水体相对变浅、坡度相对变缓,扇三角洲以沉积面积大,横向延伸较远、沉积厚度较薄为特征。

5 构造岩相带与油气聚集的关系

5.1 临商断裂三角洲或碎屑滩构造岩相带的油气聚集

(1)主断层上升盘 盘河地区位于临商断裂上升盘,自沙三到东营期均为三角洲平原沉积环境。这里的棋盘格式断裂体系和广泛分布的分流河道砂相互配置构成了惠民凹陷重要的油气聚集区,发育河道砂和断层配置的圈闭,如盘1、盘2、盘7等断块构造。该区西侧张集一带具有类似地质背景和成油条件,在今后勘探应予以重视(图5)。

(2)主断层下降盘 此处是临邑三角洲沉积作用最活跃的地区。在同生断层作用和差异压实作用下,三角洲前缘及前三三角洲的互层砂泥沉积形成了次级同生断层和逆牵引构造,这里的砂体与深水泥岩指状交互,又邻近生油区,又有构造、断层的输导,易形成断层油气藏、逆牵引构造油气藏以及岩性油气藏。目前,已在唐庄、马寨、大芦家、田家以及商8断块中发现了丰富的油气聚集。

(3)多组断层复合部位 临商断裂中发育多条分支断裂,在多条断裂的复合部位,断层与前缘砂体密切配置,同样能构成油气的富集地区。如临9、临13断块处于北东向断裂体系与帚状断裂的复合部位,前缘砂发育,又邻生油洼陷,从而构成了油气高产富集区。

5.2 临南洼陷深水浊积扇构造岩相带的油气聚集

商河油田的大量油气主要采自叠加连片的浊积扇复合体中。这些浊积扇砂体与弧形断层配置构成了岩性—断层油气藏。在临南洼陷沙三段中发育滑塌成因的浊积扇,如营子街浊积扇等。这些扇体埋藏较深,位于生油洼陷之中,又有断层和逆牵引输导,可望发现油气丰富的岩性油气藏和岩性—构造油气藏,营4井的钻探已证实了这一点(图6)。

5.3 夏口缓坡三角洲—沿岸滩坝构造岩相带的油气聚集

夏口缓坡发育三角洲和沿岸滩坝砂体,不仅临近北侧生烃临南洼陷,而且又有夏口断裂输导。在今后勘探中应沿夏口断裂带寻找湖湾,寻找砂岩上倾方向断层遮挡的油气藏。对于三角洲的勘探应略离开夏口断裂,钻探三角洲前缘与前三三角洲的过渡部位,那里砂泥间互,盖层条件好,又近油源,可望发现岩性油气藏以及断层—岩性油气藏(图5)。

5.4 滋镇陡坡扇三角洲构造岩相带的油气聚集

惠民凹陷北界断裂下降盘发育一系列扇三角洲砂体,这些砂体与滋镇洼陷中的较深水泥

岩相互指状交错。但由于埋深浅,未达生油门限深度,油气来源受到限制。因此,在本构造岩相带中应加强深部油气生成的研究,以解决油气来源问题(图7)。

5.5 沿临商断裂发育的火山岩—火山碎屑岩构造岩相带的油气聚集

火山岩、火山碎屑岩的分布和断裂活动及展布密切相关。火山岩、火山碎屑岩它既可作为油气圈闭的盖层,又可作为良好的储层,目前已在临41-14等多口井中发现工业油流,最高日产130t。在岩浆上拱过程中,造成上覆地层成隆状,并使其周缘地层向上牵引,从而造成油气的聚集。如夏6、夏8披盖构造及商13等井区均有油气发现。今后,应加强对火山岩形成、分布与油气关系的研究,在火山岩中寻找新的突破。

6 结论

惠民凹陷古近系以褶皱少、断层多为构造特点,区内主要发育了北东向、帚状、棋盘格式及东西向断裂体系。它们形成于燕山运动末期至渐新世早期,为南北向直扭应力场的产物。

惠民凹陷古近系中广泛发育三角洲、深水浊积扇、扇三角洲、粒屑滩等沉积相,广泛分布火山岩及火山碎屑岩。它们的发展演化形成多套生储盖组合和多套含油层系。

盆地构造活动控制了盆地的古地形(坡折带),而盆地的古地形又影响了沉积相的类型及其展布。从而,采用构造岩相带的概念,来研究盆地构造及盆内构造与沉积相类型、分布、演化之间的内在联系。研究区内存在五种构造岩相带:临邑—商河断裂三角洲粒屑滩构造岩相带、滋镇陡坡扇三角洲构造岩相带、夏口缓坡三角洲—沿岸滩坝构造岩相带、临南洼陷深水浊积扇构造岩相带以及沿临商断裂分布的火山岩—火山碎屑岩构造岩相带。这些构造岩相带中的沉积相类型及演化明显受控于构造活动。

构造岩相带是油气聚集的基本单元,在不同的构造岩相带中发育不同的油气圈闭类型,富油程度也不尽相同。文中除了阐述了临邑—商河断裂三角洲构造岩相等富集油气的原因之外,还对临商洼陷深水浊积扇构造岩相带、夏口缓坡三角洲—沿岸滩坝构造岩相等进行了油气预测,指出了进一步勘探的方向。

在工作中,得到了胜利油田临盘采油厂、地质科学研究院等单位大力支持,文中参用了部分内部资料,在此一并致谢!

参考文献

- [1] 朱筱敏,信荃麟,刘泽容. 含油气盆地构造岩相分析的内容和方法. 石油大学学报,1993,17(2):1-7
- [2] 朱筱敏,信荃麟. 断陷湖盆构造对沉积作用的控制,见《中国矿物岩石地球化学研究进展》. 兰州:兰州大学出版社,1994,414-415
- [3] 信荃麟主编. 断陷湖盆构造岩相带与油气评价. 北京:科学出版社,1992
- [4] 信荃麟主编. 东濮凹陷黄河南地区古近系盆地分析与油气评价. 东营:石油大学出版社,1993
- [5] 朱筱敏编著. 含油气断陷湖盆地分析. 北京:石油工业出版社,1995
- [6] 张勇. 惠民凹陷西部古近系沙河街组浊积扇及砂岩体沉积特征研究. 地球学报,2001,22(1):43-48
- [7] 朱筱敏,刘泽容,信荃麟. 陆相断陷湖盆中滑塌浊积扇的识别. 科学通报,1991,36(7):535-538
- [8] 和钟铎,李才,杨德明等. 羌塘盆地三叠系岩相古地理及构造控制. 古地理学报,2002,4(4):9-18
- [9] 任建业,陆永潮,张青林等. 断陷盆地构造坡折带形成机制及其对层序发育样式的控制. 地球科学,2004,29(5):596-602

东濮凹陷隐蔽油气藏形成与分布规律

孔凡群 谈玉明 王德仁

(中国石化中原油田分公司)

摘 要:东濮凹陷具有形成隐蔽油气藏的地质条件:多沉积体系、湖平面高频变化导致砂体相变快;盐岩的发育有利于岩性圈闭形成;新生界、上古生界两套烃源岩;东西分带、南北分区的构造格局影响岩性油气藏的形成和保存;异常高压普遍发育。东濮凹陷与隐蔽油气藏有关的输导体系组合类型有:网毯式、阶梯式、隐性裂隙式和垂向断裂式。应用流体包裹体和伊利石测年、包裹体 GOI 测试确定东濮凹陷隐蔽油气藏主成藏期是东营期。东濮凹陷隐蔽油气藏成藏发育的主要是受烃源岩条件、储层条件控制。东濮凹陷隐蔽油气藏可划分为岩性油气藏、构造—岩性复合油气藏和地层油气藏三大类共八种类型,主要为与岩性有关的各类油气藏,其中以构造—岩性油气藏及砂砾岩扇体油气藏为主。深洼陷周边、盐岩周边的岩性相变接合部是隐蔽油气藏勘探的主要方向。

关键词:东濮凹陷 隐蔽油气藏 输导体系 主成藏期 构造—岩性油气藏

第一作者简介:孔凡群,男,1962 年生,博士,中国石化中原油田分公司教授级高级工程师,从事油田勘探开发方面的管理和研究工作。E-mail:kfanqun@126.com。

东濮凹陷位于河南、山东和河北三省的交界地区,是渤海湾盆地临清坳陷南部的一个负向构造单元。它是在古生界海相克拉通盆地沉积地层和中生界陆相克拉通内坳陷盆地沉积地层为基底的新生界断陷型盐湖凹陷。凹陷面积约 5300km²。

新生界古近系沉积厚度最大近 8000m,蕴藏着丰富的油气资源。古近系发育孔店组、沙河街组、东营组。沙河街组是主要勘探目的层,又细分为沙四段、沙三段、沙二段、沙一段。古近纪地层构成两大沉积旋回:下旋回是沙河街组四段—沙河街组二下段,上旋回沙河街组二上段—东营组。下旋回地层石油地质条件优越,是主要的油气勘探目的层(图 1)。

1 形成隐蔽油气藏的地质条件

东濮凹陷经过 30 多年的勘探,油气探明率不到 50%。据剩余的资源量主要分布在以岩性为主的隐蔽油气藏中。东濮凹陷具有形成隐蔽油气藏的良好地质条件。

1.1 多沉积体系、湖平面高频变化导致砂体类型多、分布广、相变快

油气勘探实践表明,东濮凹陷沙河街组沉积期,东、西、南、北四个方向都有物源输入凹陷(图 2)。西部物源区由岳村、邢庄、胡状集、石家集、庆祖集等较大物源和若干个小物源构成,主要发育辫状河三角洲—浊积砂沉积体系。东部物源区由白衣阁、濮城、毛岗、前梨园、三合村、白庙等较大物源和若干个小物源构成。主要发育扇三角洲—湖底扇和扇三角洲—浊积砂沉积体系。南部物源规模较大,主要发育湖泊—三角洲沉积体系。北部物源规模小,主要发育湖泊—三角洲沉积体系。此外凹陷中还发育湖泊滩坝沉积体系、盐湖沉积体系。

地层系统						厚度 m	岩性剖面	岩性组合	沉积 旋回	沉积相	生储盖组合
界	系	统	组	段	亚段						
新 生 界	第四系	上新统	平原组			150~230		浅棕黄色黏土、粉砂、砂砾层			
						100~1250		棕色黏土、粉砂、含砾砂岩互层		河流相	
						200~600		浅灰色砂砾岩夹砾、灰色泥岩		河流相	
						400~1400		灰绿色泥岩与灰白色厚层砂岩互层		河流—泛濫平原相	
						120~260		灰色泥岩夹薄层生物灰岩、砂岩组合	II	浅湖—半深湖相、三角洲相	
						50~250		北部盐岩夹灰色泥岩及云质岩组合 南部灰色泥岩、泥灰岩与粉砂岩互层		滨浅湖相和扇三角洲相	
						250~550		紫红色泥岩、泥膏岩、盐岩与砂岩组合			
						250~650		红色泥岩与灰白色砂岩互层		河流—泛濫平原相、漫湖相	
						150~500		暗色泥岩、油页岩与粉砂岩互层组合	I	深湖—半深湖相、三角洲相	
						130~500		北部盐岩与暗色泥(页)岩组合 南部为灰色泥岩与薄层粉砂岩组合		深湖、漫湖、湖底扇、河流相	
						400~1000		北部盐岩与暗色泥岩组合 南部为灰色泥岩与灰色砂岩互层			
						500~1000		上部北部灰白色盐岩与灰黑色泥(页)岩组合, 南部灰色泥(页)岩与砂岩互层, 下部紫红色、灰色泥岩与砂岩互层			
						50~200		紫红色泥岩与浅棕色砂岩互层		河流相	
								紫红色砂泥岩互层		河流相	

图1 东濮凹陷古近纪地层旋回

沙河街组沉积期,东濮凹陷湖平面变化非常频繁,既有低频的周期性变化,又有在周期性变化基础上的高频变化。据纪友亮等研究^[1],东濮凹陷沙河街组可以识别的湖平面的变化达到4000多次。不同频率的湖平面变化,决定着不同级别的层序的发育。低频—较低频湖平面对应I~IV及层序,高频湖平面对应V级以上层序。东濮凹陷湖平面高频变化导致垂向砂体沉积变化快、单砂层薄,一般在1~5m。

平面上多沉积体系、垂向上湖平面高频变化使在三维空间内砂体数量多、规模小、相变(砂体尖灭)快,为岩性圈闭形成奠定了基础。

1.2 盐岩的发育有利于岩性圈闭形成

东濮凹陷沙河街组发育四套盐岩^[2,3],从下到上依次是沙三下段盐、沙三中盐、沙三上盐、沙一盐(图3)。纯盐累积厚度最大可达1200m。每套盐岩又由若干个盐岩韵律组成。每套盐岩的沉积中心的位置在迁移,但盐岩主要分布在中央隆起带及周缘地区,盐岩发育在凹陷北部,南部不发育盐岩。

盐岩在岩性油气藏形成中主要起三种作用。

(1)良好的盖层作用。每套盐岩由盐岩和泥岩构成的盐韵律组成,盐岩的渗透性比纯泥岩还要差,对油气的封盖能力比纯泥岩强。因此,在每套盐岩层之下都可能发育各种油气藏。

(2)砂体延伸方向上起封堵作用。砂体微相研究表明,在平面上砂体向盐岩分布区尖灭,盐岩在砂体延伸方向上起封堵作用,形成延性圈闭。