

文章编号: 1000-0550(2008) 03-0361-08

胜坨地区沙河街组沙四上亚段砂砾岩体 沉积相与油气分布¹

张金亮^{1,2} 张鑫²

(¹ 北京师范大学资源学院 北京 100875 ² 中国海洋大学海洋地球科学学院 山东青岛 266100)

摘要 胜坨地区沙四上亚段发育了以砂砾岩扇体为主的沉积体系,在深水区存在各种浊积砂砾岩体。本文在岩心观察和描述的基础上,结合测井等资料,对胜坨地区沙四上亚段砂砾岩体的沉积特征进行了研究,并分析了其油气分布特征。结果表明胜坨地区沙四上亚段在同生断层的下降盘主要发育水进型扇三角洲沉积体系,同时还广泛发育了重力流水道和滑塌浊积扇等浊积砂砾岩体。该区各类砂砾岩油藏在平面上由洼陷中心向边缘相带依次分布岩性油气藏—构造油气藏—地层油气藏,油气分布明显受沉积相控制,不同的相带储层物性差异明显。扇三角洲扇中部位储集物性较好,为油气聚集有利相带;滑塌浊积扇和重力流水道等浊积岩体次之;扇三角洲扇根、扇端则因储集物性较差,含油气性较差。此外,继承性深洼陷与岩性的分区性对油气分布有较大的影响。

关键词 胜坨地区 砂砾岩 水进型扇三角洲 沉积模式 油气聚集

第一作者简介 张金亮 男 1962年出生 教授 博士生导师 沉积学与石油地质学 E-mail jinliang@ires.cn

中图分类号 TE122.2⁺21 **文献标识码** A

由于近物源、坡度陡、构造活动强烈等特点,砂砾岩扇体是胜坨地区主要的沉积体系,过去研究人员认为该区沙四上亚段为冲积扇或水下扇与浊积扇体的组合沉积^[1,2]。本次研究通过大量的岩心描述和分析工作,结合国内外学者的研究现状,认为胜坨地区沙四上亚段发育水进型扇三角洲沉积体系,还在深湖区发育了重力流水道和滑塌浊积扇浊积岩体。国内外学者对扇三角洲与浊流沉积进行了较深入的研究^[3-7],张金亮将湖泊扇三角洲归纳为三种模式:水进型模式、水退型模式和吉尔伯特型模式^[8]。吴崇筠通过对我国断陷湖盆浊积砂体的研究,按浊积砂体所处的位置并结合砂体形态将浊积砂体分为六类:陡岸的近岸水下扇砂体、缓岸的带供给水道的远岸浊积扇砂体、陡岸断槽重力流水道、近岸砂体前方的滑塌浊积砂体、水下局部隆起处浊积砂体、湖底中央平原上的浊积水道砂体和席状砂体^[9]。

1 地质背景

胜坨地区位于山东省东营市垦利县,构造位置处于东营凹陷北部,坨庄—胜利村—永安镇断裂构造带西段^[10],勘探面积约 230 km²(图 1)。其北部陡坡带具有沟梁相间的古地貌特征,在古近纪沿着不同构造

部位发育多种类型的砂砾岩体^[11,12]。沙四上亚段沉积时期,控制构造、沉积作用的坨庄—胜利村—永安镇大断裂开始活动,本区处于稳定的持续下陷状态,连续沉积了巨厚泥岩。与此同时,陈家庄凸起上剥蚀下滑的陆源碎屑物质不断在基岩斜坡上沉积,在断层面或基岩面上形成了一系列的砂砾岩体,成为后来油气聚集的重要场所^[13,14]。

2 沉积相分析

2.1 水进型扇三角洲

水进型扇三角洲为几乎全部没入水下的平面上为扇形的砂砾岩体,缺失陆上环境,缺乏向上变粗的沉积序列,可进一步划分为扇根、扇中和扇端三个砂体亚相带。扇根的沉积微相类型有辫状水道和水道间;扇中的沉积微相类型有辫状水道、扇中前缘和扇中水道间;扇端沉积微相类型主要为薄层砂和深湖泥。

2.1.1 岩性特征

该区沙四上亚段水进型扇三角洲岩性以泥岩、砂砾岩和砾岩为主,其次为细砂岩和粉砂岩。砂砾岩单层厚度最大 68.5 m,一般 1~5 m,以灰白色、深灰色为主。砾石大小混杂,粒径一般为 3~8 cm,分选磨

¹ 中国石油天然气集团公司科技攻关项目(编号:970207-35)资助。

收稿日期:2007-08-22 收修修改稿日期:2007-10-27

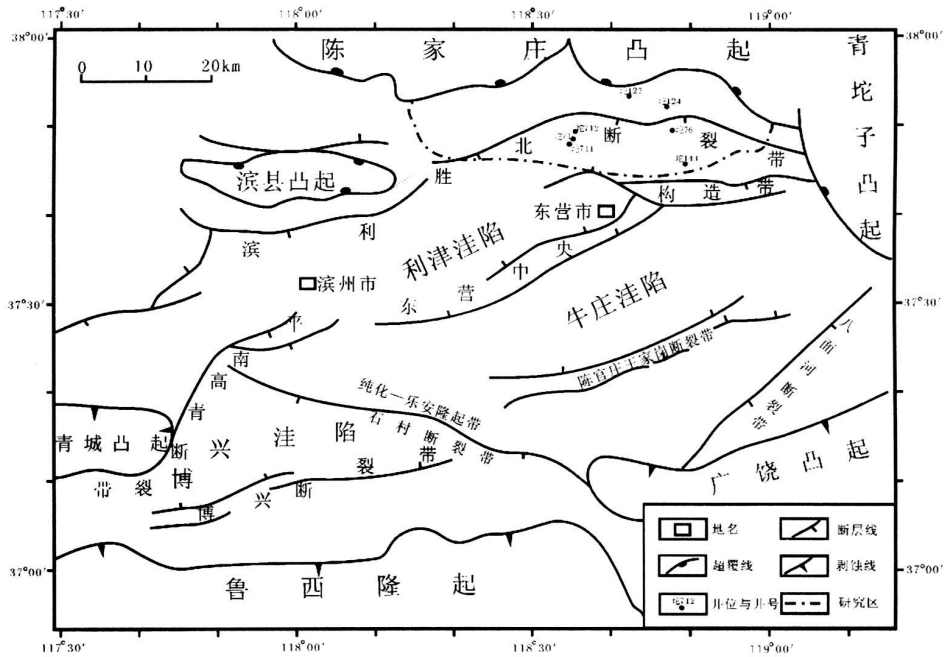


图 1 东营凹陷构造位置图

Fig 1 The structural setting of Dongying Depression

圆差,呈次棱角状一次圆状,砾石成分主要由中酸性喷出岩砾石、灰岩砾石和花岗片麻岩砾石组成。砂岩单层厚度最大 14.5 m,一般 0.5~4 m,碎屑颗粒在 0.01~1 mm 之间,中粗砂岩及细砂岩以灰色、深灰色为主,分选差—中等,磨圆次棱角状一次圆状。粉砂岩磨圆较好,多为次圆状,以深灰色为主。泥岩以灰色、深灰色为主。

2.1.2 沉积微相分析

(1) 辫状水道

扇根辫状水道微相:主要由杂基支撑至碎屑支撑的砾岩、砂砾岩和砂岩组成,总体上为向上变细的正旋回,碎屑粒度粗、成分复杂、泥质含量高,分选一般很差,颗粒大小混杂。单层厚度大,可达数十米,常夹灰绿色和灰色泥岩。层理一般不太清晰,常见层理类型有反递变至正递变层理、块状层理和不太清晰的大型交错层理(图 2)。岩层底面常为冲刷面或与下伏层突变接触。自然电位曲线多为幅变不明显或中低幅的齿状,高电阻。

扇中辫状水道微相:沉积物成分、结构等受物源控制,如有些地区砾岩含量高,而有些地区岩性则偏细,但总体看来岩性较粗,以砂砾岩和砂岩为主。砂岩和砾岩的分选较差,成分复杂,不稳定的矿物碎屑和基质含量高。砂层的底面见冲刷,常见块状层理、

平行层理和中至大型的交错层理,单一向上变细的层厚一般几十厘米至几米,在砂层之间常夹灰色和灰绿色泥岩夹层,常构成数十米厚叠加的叠合砂岩。自然电位曲线多为齿化箱状和顶底渐变的箱形(图 2)。

(2) 扇中前缘

扇中前缘实际上是扇中水道向盆地方向的延伸,粒度变细,底部冲刷不如水道区发育,交错层理比水道区发育,但厚度一般比水道区小。自然电位曲线多为齿化的漏斗—钟形和钟形(图 2),反映河道冲刷作用减弱,并有一定的波浪改造作用。

(3) 水道间

主要由灰色至深灰色泥岩夹薄层砂岩组成,砂岩发育块状层理和小型层理构造。滑塌和变形构造亦常见。由于辫状河道的冲刷力强,改道频繁,一旦发生改道,这些沉积物被冲刷变薄,甚至全部被冲刷掉(图 2)。自然电位曲线多为齿状、指状或比较平直。

(4) 薄层砂

为扇三角洲扇端连片分布的砂体,形成于波浪作用较强的沉积环境中。先期形成的辫状河道等砂体被较强的波浪改造,发生横向迁移,并连接成片,便形成了薄层砂。砂体以细砂岩或中细砂岩为主,碎屑分选、磨圆相对较好。薄层砂在纵向上与泥岩互层,可发育平行层理和沙纹层理(图 2),亦可见递变层理和

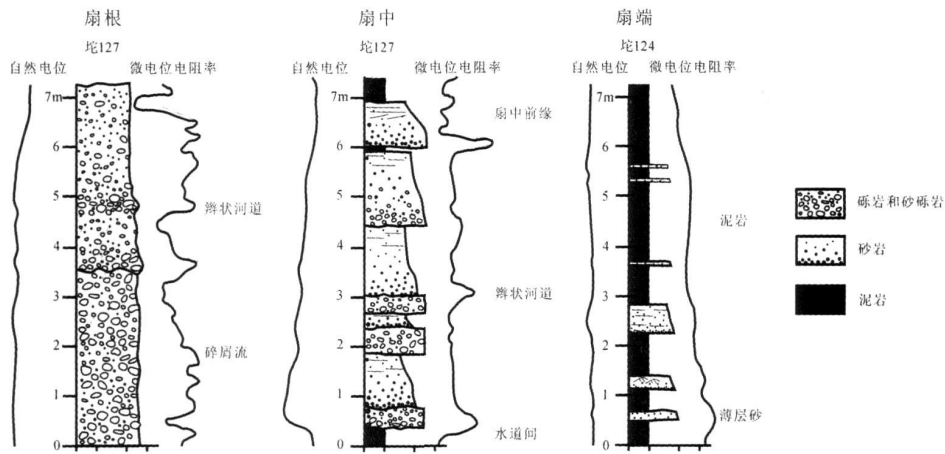


图 2 胜坨地区沙四上亚段水进型扇三角洲沉积层序

Fig 2 The sedimentary sequence of prograded-type fan delta in the upper fourth member of Shahejie Formation in Shengtuo Area

块状层理, 自然电位曲线呈指状或齿状。

2.2 重力流水道

与扇三角洲相比, 重力流水道平面上砂体分布不具有扇状形态, 没有形成富集的浊积砂体。纵向上为暗色泥岩夹大套砾岩和砂砾岩, 岩性剖面上缺乏浊积扇的扇相层序, 主水道砂砾岩体比较发育, 沉积微相为水道沉积和水道漫溢沉积。

2.2.1 岩性特征

重力流水道岩性主要为深灰色泥岩夹含砾砂岩和含砾泥质砂岩, 反映了深水重力流沉积环境。砾岩多呈块状, 杂乱分布, 层理不明显。砂砾岩单层厚度 4~20 m, 砾石成分较为复杂, 见有花岗岩麻岩、中酸性喷出岩, 长石、石英和各类岩屑均有分布, 砾石的粒径一般为 2~3 cm, 最大可达 10 cm。

2.2.2 沉积微相分析

(1) 水道沉积

平面上砂体分布不具有扇状形态, 主水道砂砾岩体比较发育, 局部显递变层理或反递变层理, 部分砾呈直立状, 反映了块体搬运的特征。砾石为砂质支撑或泥砂混合支撑, 常见序列为 $R_2R_3S_1$, 从岩性剖面来看, 缺乏浊积扇的扇相层序, 也没有形成富集的浊积砂体。部分砾状砂层显示近源鲍马浊积岩特征, 以 T_a 和 T_{ab} 层序为主。自然电位多为高幅指状或钟形 (图 3)。

(2) 水道漫溢沉积

水道漫溢沉积表现为细、粉砂层夹于深水泥岩中, 常显鲍马序列的 T_{ce} 和 T_{bc} 组合, 同时还出现变形构造, 且含较多的撕裂状泥屑和泥砾, 为非储集层。

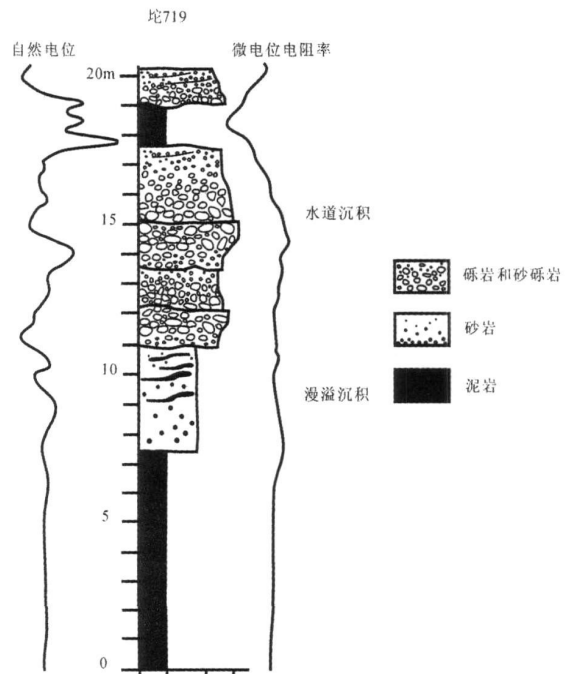


图 3 胜坨地区沙四上亚段重力流水道沉积层序

Fig 3 The sedimentary sequence of gravity channel in the upper fourth member of Shahejie Formation in Shengtuo Area

2.3 滑塌浊积扇

湖盆边缘的扇三角洲砂体, 由于厚度大, 形成一定坡度, 处于不稳定状态, 很容易产生滑塌再搬运, 在其前方深洼处形成滑塌浊积岩体^[15, 16]。沉积构造主要为块状层理、平行层理、同生小交错层理、波状层理、砂泥互层韵律层理等。滑塌浊积扇砂体形态有席状、透镜状和扇状等, 单体规模一般较小, 且与扇三角洲有较好的伴生关系。沉积剖面中以砂岩、粉砂岩及

暗色泥岩为主,砂岩中常发育完整和不完整的鲍马层序(图 4),并常见滑动面、小型揉皱、变形构造和低负载构造等。这些砂体具线状物源,缺乏主水道。

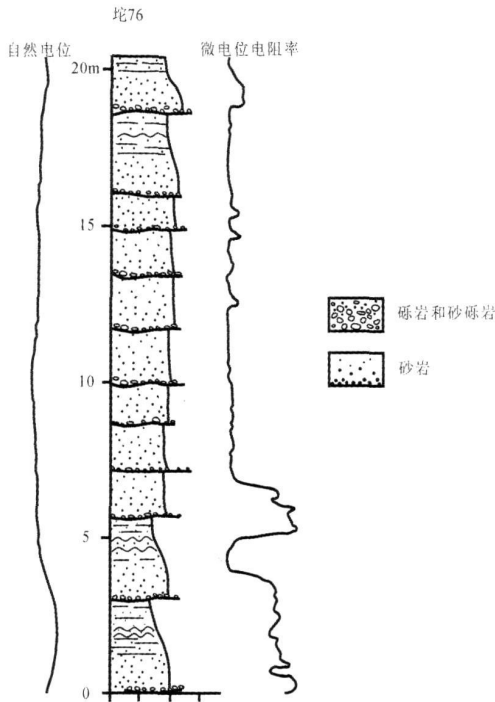


图 4 胜坨地区沙四上亚段滑塌浊积扇沉积层序

Fig 4 The sedimentary sequence of fluxoturbidite in the upper fourth member of Shahejie Formation

3 沉积相分布与沉积模式

沙四上亚段沉积时期,胜坨地区处于稳定的持续下陷状态,连续沉积了巨厚泥岩。与此同时,陈家庄凸起上剥蚀下滑的陆源碎屑物质不断在基岩斜坡上沉积,在断层面或基岩面上形成了一系列的砂砾岩体。通过大量的岩心描述和分析工作,作者认为胜坨地区沙四上亚段发育水进型扇三角洲沉积体系,还在深湖区同生断层的下降盘发育了重力流水道和滑塌浊积扇等浊积扇体(图 5)。

胜坨地区的水进型扇三角洲发育与物源区的碎屑物质被辫状河的强水流搬运相关,多以事件性洪流沉积为主,具有复合型水动力机制,兼具牵引流、碎屑流和片流沉积的特征。该类扇三角洲发育于断陷湖盆的陡坡一侧,距物源近,一般形成于湖进阶段,常缺乏向上变粗的沉积序列。平面上由于辫状河道频繁改道,使砂体分布更为宽广。砂砾岩体的分布明显受古地形的控制,对应古冲沟,发育大量重力流水道以及滑塌浊积扇等扇体(图 6)。重力流水道平面上扇体不发育,没有形成富集的浊积砂体。滑塌浊积扇沉积剖面中以砂岩、粉砂岩及暗色泥岩为主,有明显的滑动面,具线状物源,缺乏主水道。

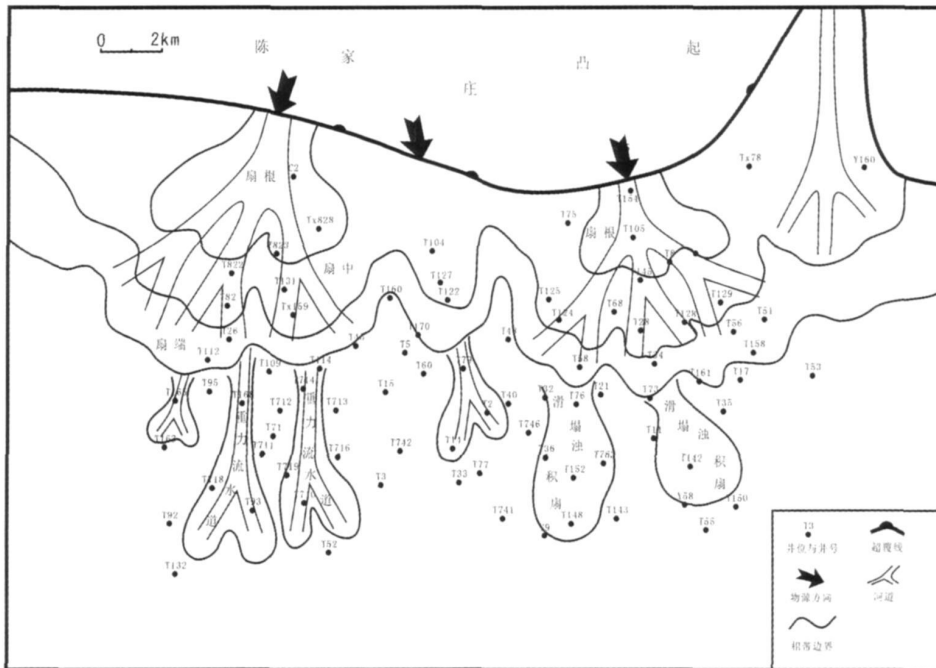


图 5 胜坨地区沙四上亚段沉积相分布图

Fig 5 The sedimentary facies distribution in the upper fourth member of Shahejie Formation in Shengtuo Area

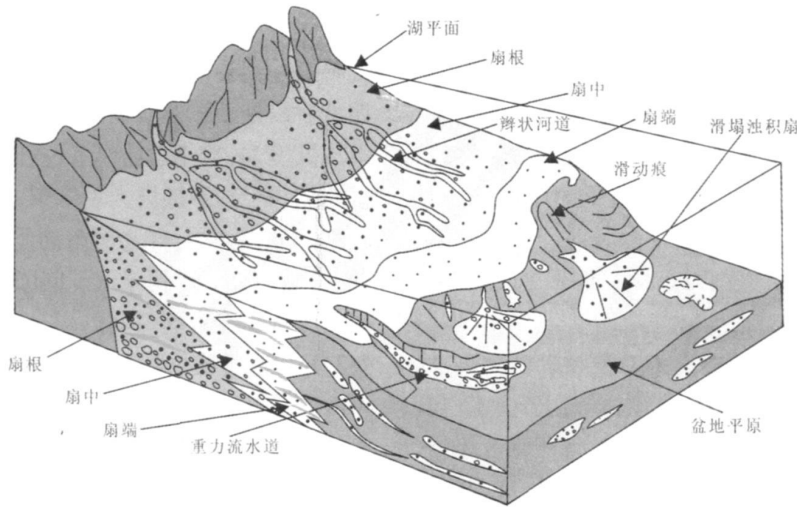


图 6 胜坨地区沙四上亚段沉积模式图

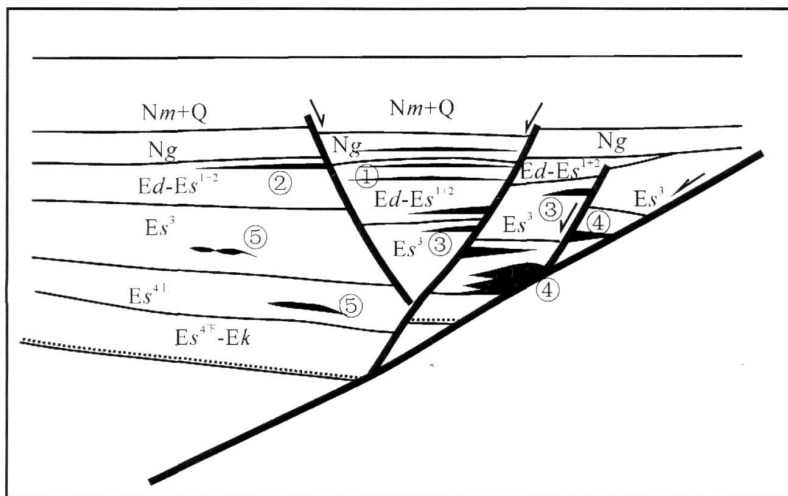
Fig 6 The depositional model in the upper fourth member of Shahejie Formation in Shengtu Area

4 油气分布

4.1 有利的成藏条件

胜坨油田北邻陈家庄凸起, 东为青坨子凸起, 沉积物源丰富、储层发育但不同地质时期接受不同母岩区的物源供给, 储集层发育程度亦有差异。沙四上亚段沉积时期, 陈家庄凸起上发育了大量扇三角洲砂砾岩体, 后被沙三段泥岩覆盖, 构成了良好的储油圈闭。扇三角洲部分砂砾岩体直接与暗色烃源岩呈锯齿状交错接触。同时该带南临民丰、利津两个生油洼陷, 洼陷内生成的油气可直接运移到砂砾体中^[14], 形成

构造-岩性油气藏(图 7)。在构造运动和压实成岩作用下, 砂砾岩体顶面一般呈现背斜形态, 有利于油气的富集^[1]。由于该类背斜圈闭沿主断层自下而上呈后退式分布, 油气首先进入接近油气源的圈闭, 再向上依次运移。因此, 该类砂、砾岩体背斜圈闭的含油气性, 从南向北越来越差。同时, 砂、砾岩体的物性也极大地影响圈闭的含油性, 物性较好的圈闭易富集油气, 油质也好; 物性较差的圈闭则含油性较差, 且多为稠油, 产能较低。因此, 靠近大断层的砂、砾岩背斜圈闭是胜坨地区最为有利的勘探区域。



① 滚动背斜油气藏 ② 反屈脊式断块油气藏 ③ 同向断层遮挡的断层油气藏
④ 断层-岩性油气藏 ⑤ 砂岩透镜体油气藏

图 7 胜坨地区油气成藏模式图

Fig 7 The accumulation mode chart in Shengtu Area

扇三角洲砂砾岩体含油性以储集性能较好的扇中亚相最好,孔隙度平均为 17.8%,渗透率平均值为 $274 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;岩性较粗的扇根亚相次之,孔隙度平均为 8.9%,渗透率平均为 $10.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$;岩性最细的扇端亚相含较多泥质,孔隙度平均为 9.1%,渗透率平均为 $9.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,含油性较差。该类扇体大多埋藏较深,油层压力高,原油性质好,初期产能高。

滑塌浊积砂体可形成透镜体油藏和上倾尖灭油藏,扇体主要位于胜坨地区南部,扇体被泥岩上、下包裹,上倾尖灭和透镜体圈闭可形成岩性油气藏。该类砂体分选均匀,储集性能好,孔隙度平均为 11.7%,渗透率平均为 $10.7 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,但储集层较薄,分布范围小,不可能形成大型油气藏,多数砂体的地层压力高,原油性质好,开采初期产能高。

重力流水道砂体位于胜北大断裂的下降盘,距洼陷的沉积中心较近,夹在较厚的泥岩之中,具有很好的盖层条件。该类储集砂体储集性能较好,孔隙度平均为 9.7%,渗透率平均为 $30.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,可形成构造岩性油藏。从岩心观察中可以看到,构造缝和沉积缝均较发育,以构造缝为主。从构造运动力的作用来推测,小断裂附近还应伴随有更次一级的断裂(即裂缝发育),因此,在砂体发育区的断层附近应是油气勘探有利的地区。胜坨地区有以上 3 种类型扇体储集层所形成的岩性油气藏,并具有各自不同的成因特征、成藏规律和油藏特征,针对不同油藏必须运用不同的勘探、开发方式,才能有效地提高勘探的综合效益。

总之,胜坨地区位于利津洼陷和民丰洼陷之间,邻近生油中心,油源丰富,同时该地区构造圈闭发育良好,成为油气聚集的良好区域。研究区油源断层(胜北断层、坨 114 断层和南北向断层)、非油源断层、不整合面及连通性砂体组成了油气运移的主要通道,形成畅通的输导网络。因此,胜坨地区一方面可以接受来自利津洼陷油源供给,另一方面又可。以接受来源于民丰洼陷的油气。陆相断陷盆地具有多期生烃,多期充注,多期成藏的特点。早期生成的低熟原油通过胜北断层等运移较远,在坨 104 等有利区域聚集成藏,而后期生成的较高成熟度原油则通过砂砾岩体、断层运移,在坨 76 等区块聚集成藏^[17]。

4.2 油气分布规律

胜坨地区的油藏呈规律性展布,在平面上由洼陷中心向边缘相带、凸起部位依次分布岩性油气藏—构

造油气藏—地层型油藏,并表现较完整呈环带状分布的稀油—稠油—气环的油气聚集特点。胜坨地区沙四上亚段处于东营凹陷深凹区和陡岸毗邻的地区,古地形坡度大,扇体顺坡而下,直伸深湖中心,所携带的沉积物在近物源地区大量堆积,远离河道方向沉积了较细部分,总体上自北而南向下倾方向砂体变细、变薄、甚至尖灭。这就导致了储层物性在平面上的变化明显受沉积相带的控制。

4.2.1 油气藏成带状分布

边界断裂、同生构造带既控制了不同成因扇体呈有规律的展布,又控制了不同油气藏的分布、富集。在胜坨地区扇体主要受边界陈南断裂及胜北断层控制,油气藏则沿着胜北断层上下盘、边界凸起附近呈带状平面分布,分布宽度也较大。油层平面分布受沉积相制约明显(图 8),油气主要在扇三角洲扇中部位富集,这是由于不同沉积相带导致物性差异。因为,扇中以厚层砂岩为主,水深在正常浪基面之上,分选较好,既是原生粒间孔也是次生溶蚀孔发育的相带。扇端由于水体较深、能量低,以中薄层细砂岩、泥质粉砂岩发育为特征,砾岩和砂砾岩不发育。该相带处于正常浪基面之下,岩性细且泥质含量高,后期胶结,储集性能差。扇根则由于岩性太粗(以砾岩、砂砾岩为主),湖水不能对其淘洗,因而分选差、泥质剪含量高,再加上后期胶结,物性差成为干层。只有扇中砂体泥质含量低,分选又较好,孔隙较大且多,虽遭受后期胶结,但不足以将粒间孔堵塞,故其储集性能较好,有利于油气聚集^[18]。

4.2.2 继承性深洼陷对油气分布的影响

从油气运聚规律来看,生油岩中排出的油气主要有两个运移方向:一是由生油洼陷运至盆地边缘,二是由较深处向较浅处储层。油气从烃源岩排出后向盆地边缘和较浅处储层运移的通道有断层、储层和不整合面。因此这一运聚规律决定了处于正向构造体系的陡坡带是有利的油气聚集区。

而陡坡带的不同部位其成藏条件和油气富集程度差异较大,胜坨地区东南为民丰洼陷,西南是董集和利津洼陷,在古近系长期的继承性活动,发育了以沙四、沙三段为主的多套烃源岩系,其地层厚度大、埋藏深,有机质转化程度高,为扇体成藏提供了有利的油源条件。因此该区的圈闭成藏条件优于东营北带的其它地区。

4.2.3 物源岩性的分区性导致油气分布的差异

胜坨地区的扇体由于受凸起物源的影响,岩性有

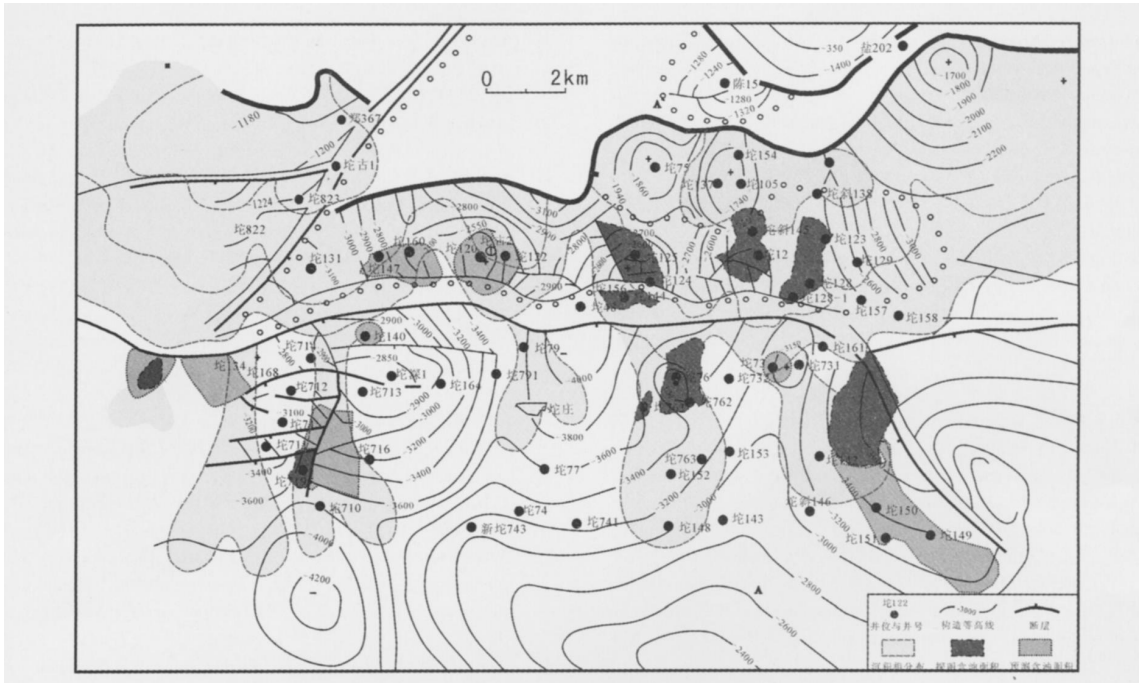


图 8 胜坨地区沙四上亚段沉积相与油气分布关系

Fig 8 Relation diagram of the sedimentary facies and the hydrocarbon accumulation in the upper fourth member of Shahejie Formation in Shengtuo Area

较大的差别,从而影响了含油气性。胜坨东部沙四上时期以后形成的扇体岩石碎屑主要以片麻岩砾石为主,少含或不含碳酸盐岩,因此形成的各类扇体,特别是扇中、前缘砂体等有利相带储层物性相对较高,成藏有利。而向西部井区过渡,沙四上时期形成的扇体碳酸盐岩含量较高,胶结致密,因此该地区扇体储层物性相对较差,油气藏分布面积较小、储量丰度较东部井区低。

5 结论

胜坨地区沙四上亚段主要发育水进型扇三角洲沉积体系,可进一步划分为扇根、扇中和扇端三个砂体亚相带。扇根的沉积微相类型有辫状水道和水道间;扇中的沉积微相类型有辫状水道、扇中前缘和扇中水道间;扇端沉积微相类型主要为薄层砂和深湖泥。同时还广泛发育了重力水道和滑塌浊积扇等浊积扇体。重力水道砾岩多呈块状,杂乱分布,层理不明显。部分砂岩层含有撕裂状泥屑和泥砾,泥砂混杂支撑,垂向上缺少浊积扇相层序。滑塌浊积岩粒度比其后方的扇三角洲细,但仍含大量的粗屑物质。除发育完整的和不完整的鲍马序列的浊流沉积外,尚发育大量不宜用鲍马层序描述的高密度浊积岩,这些

浊积砂体具线状物源,缺乏主水道。

胜坨油田沙四上亚段各类砂砾岩扇体油藏在平面上由洼陷中心向边缘相带、凸起部位依次分布岩性油气藏—构造油气藏—地层型油藏,并表现较完整呈环带状分布的稀油—稠油—气环的油气聚集特点。油气分布受沉积相控制明显,不同的沉积相储集层物性差异明显。扇三角洲扇中部位储集物性较好,为油气聚集有利相带,高产井也分布于此相带;滑塌浊积扇和重力水道等浊积岩体次之;扇三角洲扇根、扇端则因储集物性较差,含油气性较差。此外,继承性深洼陷与岩性的分区性对油气分布有较大的影响。

致谢 本文在资料收集过程中得到中国石油化工股份胜利油田分公司胜利采油厂等有关单位及工作人员的大力帮助,在此表示衷心的感谢!

参考文献 (References)

- 1 李春华,祝传林,王风华. 东营凹陷胜坨地区沙三一沙四段扇体特征与岩性油气藏[J]. 石油大学学报, 2003, 27(3): 14-21 [Li Chunhua, Zhu Chuanlin, Wang Fenghua. Fan deposit characteristics of Shahejie Formation in Shengtuo Area of Dongying Depression[J]. Journal of the University of Petroleum, 2003, 27(3): 14-21]
- 2 孙永壮. 东营凹陷胜坨地区沙河街组沉积体系及其油气源特征[J]. 石油大学学报, 2006, 30(6): 24-30 [Sun Yongzhuang. Depositional system and its hydrocarbon characteristics of Shahejie group of Shengtuo region in Dongying Depression[J]. Journal of the University of Petroleum, 2006, 30(6): 24-30]

- 3 Ramussen H. Nearshore and alluvial facies in the Sant Lorenç del Munt depositional system: recognition and development [J]. *Sedimentary Geology*, 2000, 138: 71-98
- 4 Shanmugan G. 50 years of the turbidite paradigm (1950s-1990s): deep-water processes and facies models- a critical perspective [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2000, 17: 285-342
- 5 左景勋, 彭善池, 周传明, 等. 湘西王村剖面寒武系花桥组浊积岩特征及其大地构造意义 [J]. *沉积学报*, 2006, 24(2): 175-184 [Zuo Jingxun, Peng Shanchi, Zhou Chuanning *et al*. Tectonic significance and sedimentary characteristics of turbidity successions within the Cambrian Huqiao Formation at Wangcun section in the West Hunan, South China [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2006, 24(2): 175-184]
- 6 崔周旗, 李文厚, 吴健平, 等. 乌里雅斯太凹陷斜坡带湖底扇相砾岩体沉积特征与隐蔽油藏勘探 [J]. *沉积学报*, 2005, 23(1): 21-28 [Cui Zhouqi, Li Wenhou, Wu Jianping *et al*. The depositional characteristics of conglomerate bodies and exploration in subtle oil pools in sublacustrine fan facies in slope zone, Wuliyasitai Sag [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2005, 23(1): 21-28]
- 7 鄢继华, 陈世悦, 宋国奇, 等. 三角洲前缘滑塌浊积岩形成过程初探 [J]. *沉积学报*, 2004, 22(4): 573-578 [Yan Jihua, Chen Shiyue, Song Guoqi *et al*. Preliminary study on the formation of flutoturbidite in front of delta [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2004, 22(4): 573-578]
- 8 林王子, 张金亮, 陆相储层沉积学进展 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1996: 35-42 [Lin Renzi, Zhang Jinliang. *Developments in Non-marine Sedimentology* [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1996: 35-42]
- 9 吴崇筠, 薛叔浩. 中国含油气盆地沉积学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1993: 66-75 [Wu Chongjun, Xue Shuhao. *Sedimentology of Oil and Gas Bearing Basins in China* [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1993: 66-75]
- 10 张林晔, 刘庆, 张春荣, 等. 陆相断陷盆地成烃与成藏组合关系研究——以胜坨油田为例 [J]. *沉积学报*, 2004, 22(增刊): 8-14 [Zhang Linye, Liu Qing, Zhang Chunrong *et al*. The causative assemblages of oil pools based on hydrocarbon generation and accumulation process in terrestrial rift basins: a case study from Shengtuo oil field [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2004, 22(suppl): 8-14]
- 11 孔凡仙. 东营凹陷北带砂砾岩扇体勘探技术与实践 [J]. *石油学报*, 2000, 21(5): 27-31 [Kong Fanxian. Exploration technique and practice of sandy conglomeratic fans in the northern part of Dongying depression [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2000, 21(5): 27-31]
- 12 孔凡仙. 东营凹陷北部陡坡带砂砾岩体的勘探 [J]. *石油地球物理勘探*, 2000, 35(5): 669-676 [Kong Fanxian. Prospecting for sand-gravel body in the northern steep slope of Dongying depression [J]. *Oil Geophysical Prospecting*, 2000, 35(5): 669-676]
- 13 金强, 熊寿生, 卢培德. 中国断陷盆地主要生油岩中的火山活动及其意义 [J]. *地质论评*, 1998, 44(2): 136-142 [Jin Qiang, Xiong Shousheng, Lu Peide. Volcanic activity in major source rocks in faulted basins of China and its significance [J]. *Geological Review*, 1998, 44(2): 136-142]
- 14 孙龙德. 东营凹陷北部斜坡带沙三—四段砂砾岩体与油气聚集 [J]. *沉积学报*, 2003, 21(2): 278-282 [Sun Longde. Sandstone-conglomerate bodies in Sha3-4 members and hydrocarbon accumulation in northern slope of Dongying Sag [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2003, 21(2): 278-282]
- 15 Wonn Soh, Takeo Tanaka, Asahiko Taira. Geomorphology and sedimentary processes of an odem slope-type fan delta (Fujikawa fan delta), Sunaga Trough, Japan [J]. *Sedimentary Geology*, 1995, 98: 79-95
- 16 Normark W R. Fan valleys, channels and depositional lobes on modern submarine fans: characters for recognition of sandy turbidite environments [J]. *AAPG Bulletin*, 1978, 62: 912-931
- 17 王圣柱, 金强, 田义民. 东营凹陷胜坨地区油源及其成藏特征研究 [J]. *特种油气藏*, 2005, 12(4): 24-27 [Wang Shengzhu, Jin Qiang, Tian Yimin. Study of oil source and hydrocarbon accumulation characteristics in Shengtuo region of Dongying Depression [J]. *Special Oil and Gas Reservoirs*, 2005, 12(4): 24-27]
- 18 明海会, 金振奎, 李清涛, 等. 泌阳凹陷安棚油田深层系沉积相及对油气分布的控制作用 [J]. *地球科学与环境学报*, 2005, 27(2): 48-51 [Ming Haihui, Jin Zhenkui, Li Qingtao *et al*. Sedimentary facies of deep sequences of Anpeng Oilfield in Biyang Depression and its control over oil gas distribution [J]. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 2005, 27(2): 48-51]

The Glutenite Sedimentary Facies and Hydrocarbon Distribution in the Upper Fourth Member of Shahejie Formation in Shengtuo Area

ZHANG Jin-liang^{1,2} ZHANG Xin²

(1 College of Resources Science and Technology Beijing Normal University, Beijing 100875)

(2 College of Marine Geosciences Ocean University of China, Qingdao Shandong 266100)

Abstract Glutenite fans are the major sedimentary systems in the upper fourth member of Shahejie Formation in Shengtuo area and different turbiditic glutenites develop in the deep lacustrine environment. On the basis of cores observation and description, combined with the numerous data of well logging, sedimentary characteristics are studied in the upper fourth member of Shahejie Formation in Shengtuo area and the hydrocarbon distribution is analysed. The results show that the prograded-type fan delta is the major sedimentary system in the downdropped block of contemporaneous fault in Shengtuo area. The gravity channel and slump develop simultaneously. The glutenite reservoirs successively distribute lithologic hydrocarbon reservoir, structural hydrocarbon reservoir, stratigraphic hydrocarbon reservoir from the central subsag to the marginal facies belt. The hydrocarbon distribution is controlled by sedimentary facies apparently. The variance of reservoir quality is obviously in different facies belt. The reservoir quality is the best in middle fans and they are the favorable places for hydrocarbon accumulation. The slumps and gravity channels take second place. The oiliness quality of inner fans and outer fans are bad because of bad reservoir quality. In addition, the inherited deep subsag and the partition of lithology have effects on hydrocarbon distribution.

Key words Shengtuo area, glutenite, prograded-type fan delta, depositional model, hydrocarbon accumulation