

同沉积断裂带砂砾岩隐蔽油藏研究

——以东营凹陷胜北断裂带为例

宗国洪¹, 冯有良², 刘承华³, 李传华², 郝雪峰², 郭玉新², 王伟庆²

(1. 中国石化 胜利油田有限公司 勘探项目部, 山东 东营 257001; 2. 中国石化 胜利油田有限公司 地质科学研究院, 山东 东营 257015; 3. 中国石化 胜利油田有限公司 胜利采油厂, 山东 东营 257051)

摘要: 以构造层序、层序地层分析和基准面分析原理为手段, 利用高分辨率地震剖面、测井、岩相等资料, 重点研究了东营凹陷胜北断裂带深断陷型湖盆层序中的低位体系域砂体沉积特征、发育规律及其石油地质意义。研究表明, 沙三期胜北断裂带的活动形成了断裂坡折带, 该坡折带控制沙三段层序低位体系域冲积扇、扇三角洲、浊积扇和小型三角洲等砂体的发育及时空展布。断裂坡折带控制的低位体系域砂体位于层序底部、最大湖泛面之下, 成藏条件优良, 是隐蔽油气藏勘探的主要方向。

关键词: 砂砾岩隐蔽油藏; 同沉积断裂带; 东营凹陷

中图分类号: TE122. 3

文献标识码: A

同沉积断层是指断层作用和沉积作用同时发育的一种断层^[1]。陆内大型同沉积断层的活动常常形成箕状断陷湖盆。在湖盆内同沉积断层长期活动引起的沉积斜坡明显突变的地带称为断裂坡折带^[2], 断裂坡折带构成盆内古构造单元和沉积区域的边界, 它的活动控制着湖盆内层序地层的发育。

同沉积断层活动形成的陆相断陷湖盆中, 受断裂坡折带控制, 层序地层中低位体系域砂体较发育, 通常包括冲积扇、扇三角洲、浊积扇和小型三角洲等砂体, 而湖侵域则发育优质烃源岩, 同时又是良好的盖层, 具有良好的配置关系, 具备形成油气藏的条件。

隐蔽油藏是指目前勘探技术手段尚不易认识和不易找到的各种油藏圈闭, 以岩性、地层油藏为主。东营凹陷胜北断裂带在 20 世纪 60 年代发现坨庄—胜利村构造背斜油藏, 石油地质储量 $45\ 476 \times 10^4\text{t}$, 是胜利油区最大的油田。作为高勘探程度地区, 90 年代以来隐蔽油藏成为主要的勘探目标, 勘探技术有了很大的提高^[3], 已探明砂砾岩隐蔽油藏石油地质储量 $2\ 210 \times 10^4\text{t}$, 但勘探理论仍有待成熟。本文引入层序地层学的研究方法, 对该地区隐蔽油藏的分布规律作了解剖, 提出了“断裂坡折带—低位域砂体”成藏理论。

1 构造背景

东营凹陷位于济阳拗陷东南部, 为北断(边界断层)南超(下第三系超覆)的半地堑型盆地(图 1、图 2)。济阳拗陷第三纪沉积盆地在晚侏罗—早白垩世负反转盆地基础上发育而成, 是北北东向郯庐断裂系右旋拉张作用和上地幔上涌、岩石圈减薄伸展联合作用的结果。据盆内构造发育特征、地层充填序列和火山岩活动特征可把盆地演化划分为两期, 即

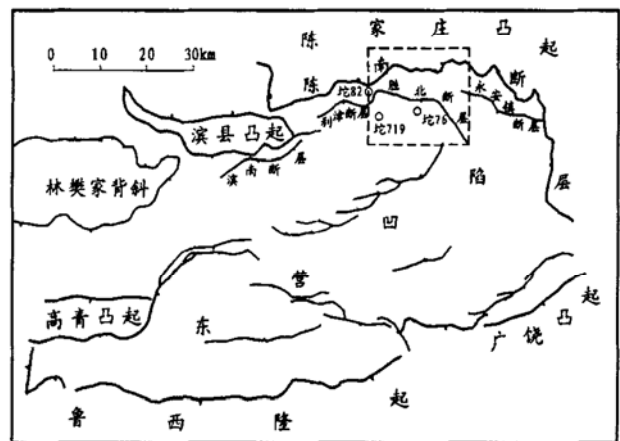


图 1 东营凹陷构造纲要图

Fig. 1 Schematic tectonic map of the Dongying Depression

收稿日期: 2003- 01- 28; 修订日期: 2003- 03- 29.

基金项目: 国家自然科学基金项目(49872045).

作者简介: 宋国洪(1964—), 男(汉族), 江苏大丰人, 博士、高级工程师, 主要从事构造地质和石油地质方面的研究。

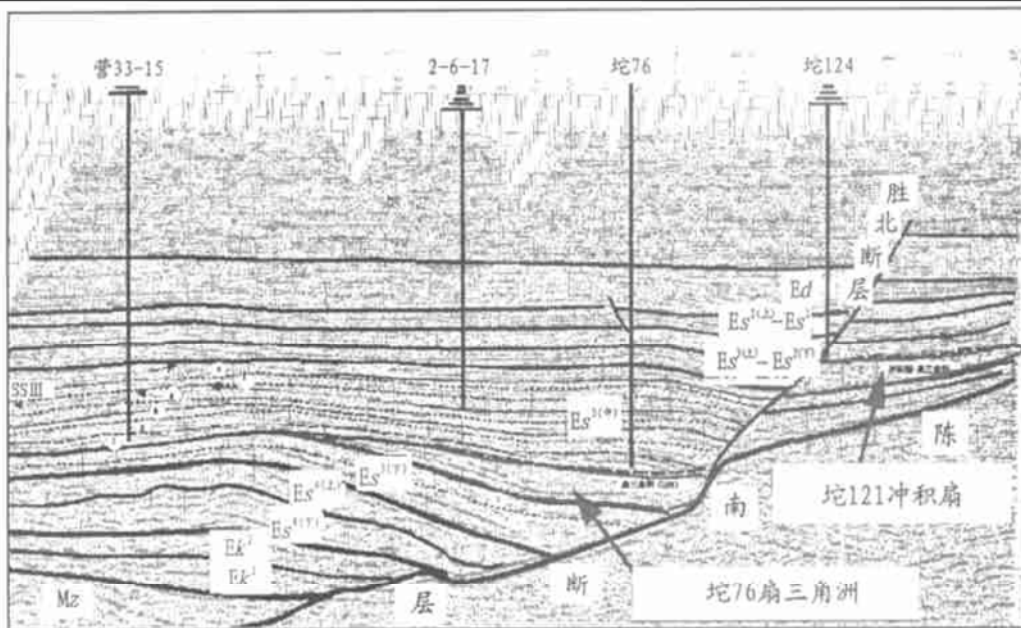


图2 东营凹陷 613.551 测线(胜坨)层序地层解释

Fig. 2 Sequence stratigraphy interpreted from a seismic profile line 613.551 in the Dongying Depression

裂陷充填期(早第三纪)和坳陷期(晚第三纪)两个阶段。裂陷充填期据其内发育的区域性不整合面、构造活动特征、沉积发育特征和火山岩特征,进一步划分为4个裂陷幕,即iv幕(E_k), ㊶幕(E_s^4), ㊷幕($E_s^3-E_s^{2(下)}$)和 ㊸幕($E_s^{2(上)}-E_d$)(图2、3)。

1.1 裂陷iv幕(65~50.5Ma)

由 E_k 组成,处于区域左旋剪切构造动力学环境,该期盆地强烈伸展及沉降,地层的展布明显受控于NW向断裂^[4],主要发育拉斑玄武岩,反映薄壳低压构造环境。

1.2 裂陷㊶幕(50.5~42Ma)

由 E_s^4 组成,处于区域右旋剪切构造动力学环境,该期盆地内NE、NEE向扭张断层开始发育,并占据主导地;NW向断层活动减弱,但对地层仍起明显的控制作用。伴生火山岩以碱性玄武岩为主,反映厚壳高压构造环境。

1.3 裂陷㊷幕(42~37Ma)

由 $E_s^3-E_s^{2(下)}$ 组成,盆地仍处于右旋拉分应力场,盆地NE、NEE向断裂活动强烈,NW向断层活动微弱,是盆地的强烈裂陷伸展幕,盆地总体构造格局呈NE向^[4],发育潮湿气候条件下巨厚的以湖相、河流、三角洲为主的沉积建造^[5]。该套沉积建造构成济阳坳陷最重要的生油、储油组合。该期火山活动强烈,主要发育橄榄拉斑玄武岩。

1.4 裂陷㊸幕(37~24.6Ma)

由 $E_s^{2(上)}-E_d$ 组成,与中晚始新世的构造环境类似,NE、NEE向断层稳定发育,NW向断层消亡,总体讲主要断裂活动减弱,是盆地的裂陷收敛幕,沉积

中心由东营北移至沾化凹陷^[4]。东营凹陷发育一套以浅湖相灰色泥岩夹细砂岩、生物灰岩和河流冲积相细砂岩、含砾砂岩夹灰色、灰绿色及紫红色泥岩为主的沉积组合。

盆地的整体坳陷期由上第三系的馆陶组(Ng)、明化镇组(Nm)和第四系组成。该时期济阳坳陷除边界断裂外其他断裂活动均相对减弱,济阳坳陷与渤海湾盆地其他地区作为一整体下沉,接受了一套分布广泛的以河流相为主,局部夹湖相的沉积,并伴随强碱性玄武岩的喷发,地层厚度差别不大,体现整体坳陷的特征^[4]。

2 层序类型与层序特征

胜北断裂带位于东营凹陷北部陈南断层下降盘,滨南—利津—胜北—永安镇断裂带中段,为陈南断层主要伴生断层之一(图1)。

陈南断层作为控凹断层,断距大,断面呈坡坪式,控制着东营凹陷的发育演化。胜北断层于沙四期形成于济阳坳陷右旋剪切应力场^[4],沙四末进入较强活动期,沙三为鼎盛期,之后断层活动逐渐减弱。断层长度57.5km,呈铲式,断层平面上呈弧形展布,西部走向近东西向,活动性质为右旋扭张,活动强度较大;东部呈北西向,活动相对较弱。

2.1 层序地层

对陆相断陷盆地而言,构造及气候是控制层序地层形成的主要因素。构造运动期控制构造层序的同沉积断层的生长指数是指同一地层在断层下

发育,构造幕及气候的二级旋回控制层序组的发育,盆地内存在的幕式构造运动及气候的三级旋回则控制层序及其界面的发育^[6,7]。

同沉积断层生长指数是指同一地层在断层下降盘与上升盘的厚度比值^[1]。胜北断层 $E_s^{3(下)}$ 、 $E_s^{3(中)}$ 断层生长指数为 1.5~ 2.5, $E_s^{3(上)} - E_s^{2(下)}$ 为 1.3, 因此 $E_s^3 - E_s^{2(下)}$ 沉积时期胜北断裂带的强烈活动使东营凹陷北部陡坡带具有较陡的坡度, 构成胜北断裂坡折带(图 2), 形成深断陷型湖盆, 同时该时期气候极为湿润^[5], 物源供给充分且稳定, 二者共同控制形成了 $E_s^{3(下)}$ 、 $E_s^{3(中)}$ 、 $E_s^{3(上)} - E_s^{2(下)}$ 3 个三级(沉积)层序(图 2、图 3)。这 3 个三级(沉积)层序处于盆地裂陷伸展幕的全盛期, 其体系域构成特征几乎相同^[6]。

沙二上一沙一段、东营组沉积时期胜北断层活

动减弱, 断层生长指数为 1.1, 形成浅断陷型湖盆, 例如沙二上一沙一段、东营组沉积层序(图 2、图 3)。

2.2 层序特征

沙三—沙二下期由于胜北断层的强烈活动, 在胜北地区形成深断陷型湖盆。该类湖盆在断层控制下裂陷期快速沉降条件下形成, 盆地沉积中心始终保持着深水湖泊环境, 湖盆陡坡有较陡的坡度。此类层序中有优质的烃源岩, 低位体系域中发育丰富多采的储集砂体类型。

胜北断裂坡折带发育在陈南、胜北 NWW—EW 向展布的坡坪式断层伸展构造带上, 断裂坡折带断面较缓、断阶带较宽, 落差大。由陈南、胜北断层将该带划分为两个大的断阶, 即胜北断层下降盘与上升盘, 前者是低台阶, 后者是高台阶, 因此也称为胜北断阶断裂坡折带(图 2、图 4)。由于沙三—沙

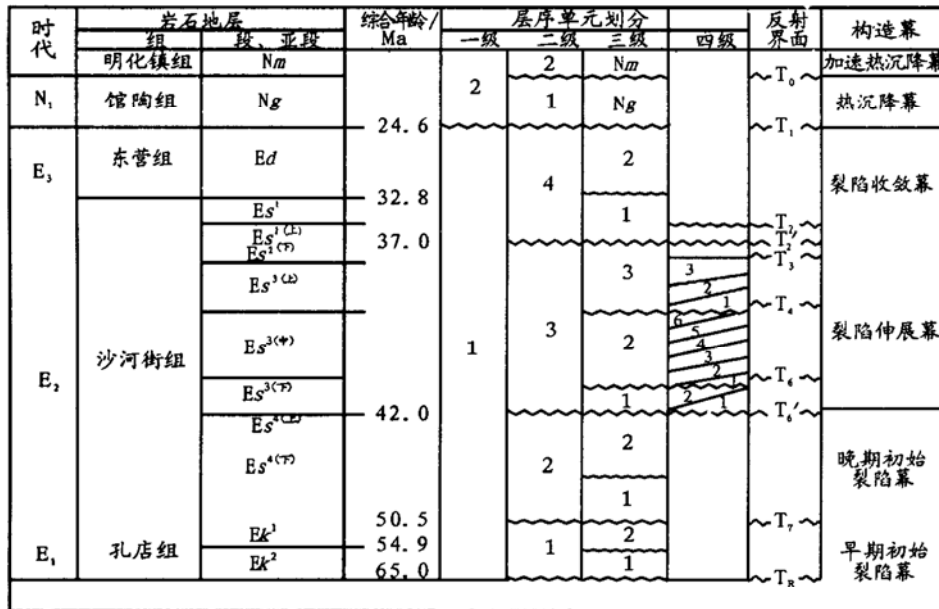


图 3 东营凹陷第三系层序地层综合柱状图

Fig. 3 Synthetic column of the Tertiary sequence stratigraphy in the Dongying Depression

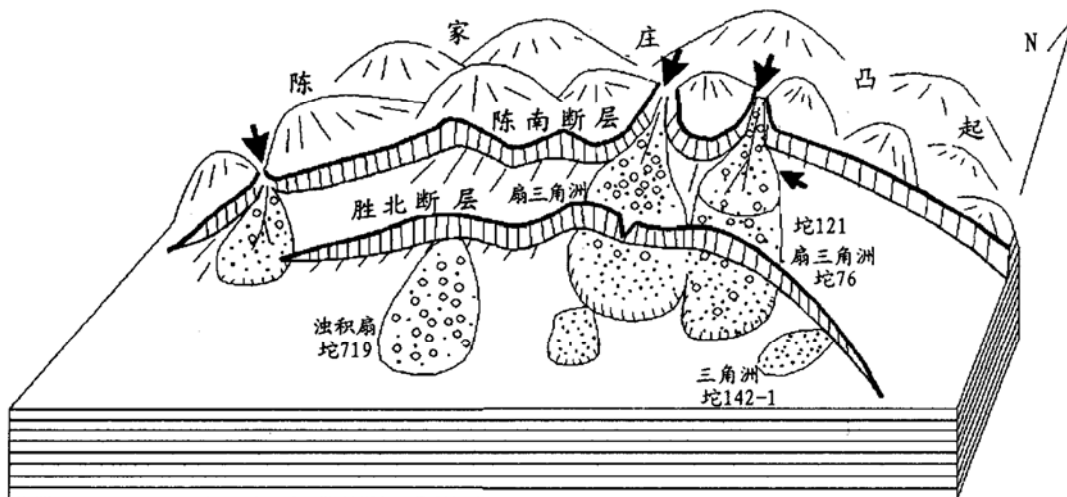


图 4 胜北断裂坡折带样式与低位域砂体发育模式

Fig. 4 Style of the fault break zone and depositional model of lowstand system sand bodies

二下时期断层强烈活动使得该断裂坡折带对这一时期湖平面升降变化极为敏感, 当湖平面快速下降时, 在断裂坡折带之上的高台阶产生下切水道发育层序界面, 而在低台阶发育浊积扇及扇三角洲体系的远端部分; 随后湖平面缓慢上升使低台阶发育扇三角洲远端部分及浊积扇, 高台阶发育扇三角洲主体、下切水道充填及扇三角洲平原—冲积扇沉积, 以上沉积体系构成胜北深断陷型湖盆三级(沉积)层序中的低位体系域。这套低位体系域的冲积扇—扇三角洲及浊积扇体系在地震剖面上可见到明显的楔形反射(图 2)。

之后湖平面快速上升形成广泛分布的浅湖到深湖沉积体系, 构成层序的湖侵体系域, 这套地层在地震剖面上对应强振幅连续反射同相轴, 如东营凹陷 T_6 、 T_6' 地震反射轴。

当湖平面达到最高并开始缓慢下降期间, 发育一套细粒河控型三角洲体系, 该沉积体系在地震剖面上表现为明显的前积反射, 构成层序的高位体系域。

由此看出, 该区深断陷型湖盆三级层序和体系域的发育, 明显受控于胜北断裂坡折带。其低位体系域一般发育近源浊积扇、扇三角洲、冲积扇等粗砂砾岩体, 冲积扇和扇三角洲的近端部分分布在断裂坡折带的高台阶, 浊积扇、扇三角洲远端部分分布在断裂坡折带的低台阶(图 4)。

值得注意的是初始湖泛面在高精度三维地震剖面上通常不能清楚的识别出来, 因此标志着湖侵体系域暗色泥岩、油页岩反射的最大湖泛面东营凹陷 T_6 、 T_6' 反射轴位于低位体系域之上, 成为寻找低位域砂体的有利依据(图 2)。

随着沙二上一沙一段、东营组沉积时期胜北断层等控凹断层活动的减弱, 盆地沉降速度慢^[4], 可容空间小, 物源补给充分, 是湖盆快速被淤浅的阶段, 难以形成深水湖, 往往缺乏烃源岩。如沙二上一沙一段层序在低位期一般发育辫状三角洲、扇三角洲、冲积扇, 湖侵期发育生物滩、滩坝砂体、油页岩, 而高位期发育三角洲、浅湖沉积体系, 为浅断陷型湖盆的典型代表(图 2)。

3 低位域砂体沉积特征及其发育规律

3.1 低位域砂体沉积特征

陈南、胜北断裂带控制形成断裂坡折带, 由盆地陡坡断阶状排列的同沉积断层及其断阶面组成。由于 NE 向与 NWW 向断裂的作用, 使断裂坡折带呈折

曲状, 断层的曲折拐弯处易发育各种低位域砂体(图 4)。通过观察岩心, 沙三—沙二下期该坡折带控制发育冲积扇、扇三角洲、浊积扇和小型三角洲等低位域砂体。

3.1.1 冲积扇

分布在断裂坡折带之上(图 2、图 4、图 5), 为沉积基准面快速下降及缓慢上升时产生的砂砾岩体。由山洪或山间河流从山口进入山前时形成的粗碎屑堆积体, 地震反映特征为楔状、丘状杂乱反射。如坨 121 沙三中冲积扇, 主要由砾岩、含砾砂岩组成, 砾径最大达 200mm, 粗砂为基质, 扇中辫状水道对应着多个加积准层序, 发育块状层理、板状交错层理、冲刷面等。

3.1.2 扇三角洲

是低位域晚期沉积基准面开始上升时发育在胜北断裂坡折带上的前积楔状体, 指冲积扇推进到湖泊中形成的三角洲沉积, 以坨 76 沙三中低位域扇三角洲等为典型代表^[3], 该扇三角洲位于坨 121 冲积扇下方(即胜北断层下降盘), 二者为同期发育的扇体(图 2、图 4、图 5)。

坨 76 扇三角洲由三个向上变粗的反旋回进积准层序组成^[6], 每个准层序的界面均为湖泛面。这三个准层序在扇三角洲区域内可以对比追踪, 而且其厚度的变化明显受断裂坡折带的控制^[2,6]。岩相组合为一套砾岩、含砾砂岩及粗砂岩为主与泥岩组成的向上变粗的反旋回结构。自然电位曲线表现为明显的反旋回特征, 地震剖面上为楔形反射结构(图 2)。

3.1.3 浊积扇

指沉积基准面快速下降, 水流通过下切水道把

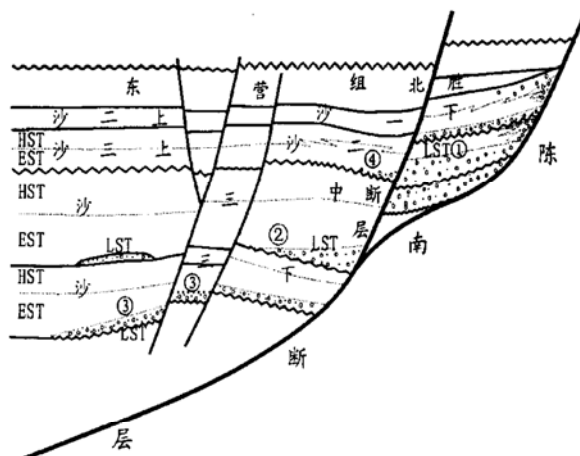


图 5 胜北断裂带折带砂砾岩体发育模式剖面图
坨 121 沙三中冲积扇; ④坨 76 沙三中扇三角洲; ③坨 71、
坨 719 沙三下浊积扇; 坨 142-1 沙三上三角洲

Fig. 5 Depositional model of glutenite in the Shengbei fault break zone

粗粒沉积物搬运到断裂坡折带之下的区域而形成的具有向上变细结构的大型浊积扇,如坨 719 浊积扇体(图 4、图 5)。

坨 719 浊积扇体岩性以花岗片麻岩、灰岩为主,为巨一中角砾岩,砾石呈棱角状,杂基支撑,为典型的碎屑流沉积,具有搬运距离近、速度快、分选差的特点,地震剖面上可见到明显的楔形反射结构。

3.1.4 小型三角洲

如坨 142-1 井砂体,这类低位三角洲往往发育时间短,规模小,经后期湖侵水体改造常缺失三角洲的平原亚相,只发育两个以粉砂岩为主的三角洲前缘河口坝砂体,可见板状交错层理、平行层理、冲刷面、泥砾及波状层理。顶面为湖泛而产生的冲刷面,冲刷面之上发育深湖相白云质泥岩、油页岩等。

3.2 低位体系域砂体发育规律

在胜北断阶断裂坡折带的控制下,深断陷型湖盆中低位体系域砂体的分布具有以下规律(图 6)。

a) 坡折带断层平面上成带状展布,控制着低位体系域砂体沿坡折带成带状分布。

b) 从低位体系域砂体分布看,主要位于胜北断层西段东西向部位,因为该段断层为胜北断层的主体部分,活动强烈;东段断层部分基本不控制低位域砂体的发育。

c) 低位域砂体主要位于胜北断层西段东西两端,分别靠近陈家庄凸起的两个高点,反映该区低位域砂体以近物源搬运为主。

d) 根据目前的勘探实践,沙三下、沙三中低位域砂体储层含油性较好,首先储层物性好,其次沙三下、沙三中低位域砂体与烃源岩、盖层配套关系良好,易形成隐蔽油藏。

4 低位体系域砂体的石油地质意义

4.1 成藏要素

4.1.1 烃源岩

沙三下、沙三中层序湖侵体系域中均发育优质烃源岩。沙三下、沙三中烃源岩有机碳为 1% ~ 3%,氯仿沥青“A”为 0.2% ~ 0.6%,干酪根以 iv 型为主,局部为 ④型。因此湖侵体系域对应的烃源岩体品质好,有机质含量丰富,同时最大埋深大于 4 000m^[8],具备极强的生烃能力,可为胜北断裂坡折带提供大量油源的条件。

4.1.2 储集体

每一个低位域砂体的沉积均源自一次较强烈的构造活动,物源供给量大,单砂体的规模大,物性好。扇三角洲前缘和小型三角洲等低位砂体为好的储层,浊积扇、冲积扇为较好的储层。如坨 76 沙三中扇三角洲平均孔隙度 15.6%,平均渗透率 $14.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

4.1.3 盖层

深断陷型湖盆低位体系域砂体油藏的盖层条件非常优越。对于各类低位体系域砂体而言,湖侵体系域发育的高效烃源岩体是优质高效的油源岩,也是良好的上覆盖层;同时高位体系域中下部厚层半深湖相泥岩的覆盖使其盖层条件更为优越。

4.1.4 圈闭

低位体系域内的圈闭分为 3 种类型:

- a) 砂岩透镜体圈闭,如坨 719 油藏;
- b) 砂岩上倾尖灭圈闭,如坨 142 油藏;
- c) 构造-岩性圈闭,如坨 76、121 油藏。

同时低位体系域砂体也可形成构造圈闭,如坨 145 断块油藏。

4.2 运移条件

4.2.1 运移动力

胜北断层下降盘在 2 200m 埋深就出现了地层异常高压,表明该区运移动力足。胜北断阶断裂坡折带是主要的泄压区,也是油气运聚的主要富集区(图 7)。

4.2.2 疏导体系

胜北同沉积断裂带低位域砂体位于盆地流体高

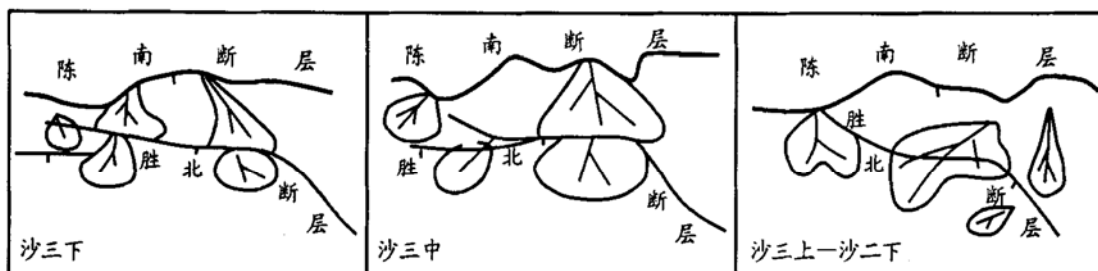


图 6 胜北断裂坡折带沙三—沙二下低位域砂体分布图

Fig. 6 Distribution of lowstand system sand bodies of the third member to lower part of the second member in the Shahejie Formation of the Shengbei fault break zone

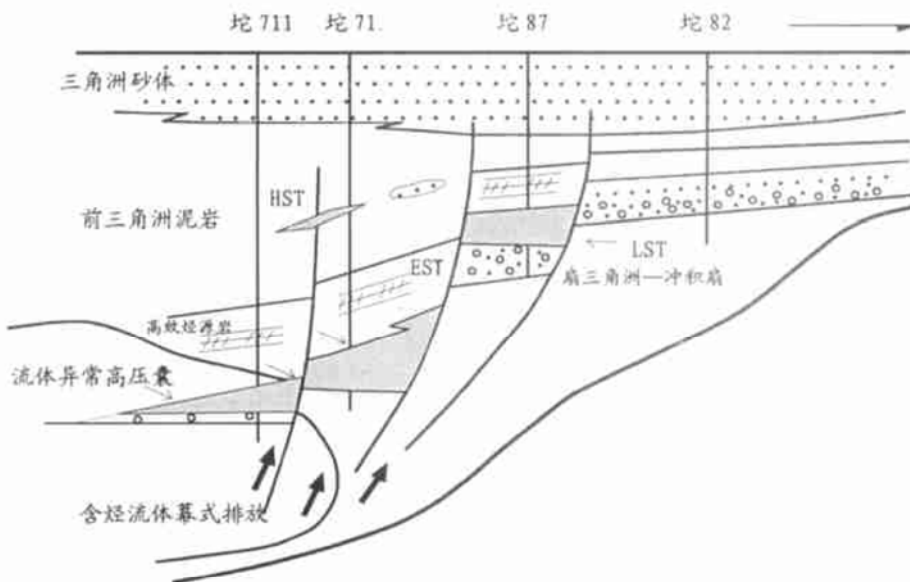


图 7 陡坡断裂坡折带低位域砂体成藏模式

Fig. 7 Reservoirs of the lowstand system sand bodies in the fault break zone of steep slopes

压囊的北部边缘, 该断裂坡折带成为地层内高压含烃流体幕式排烃的主要部位(图 7)。

a) 在异常高压作用下, 低位域砂体从直接接触的湖侵域优质烃源岩中获取油气^[9], 具有优先成藏的优势(图 7)。

b) 同沉积断层的活动也能作为油气运移的通道, 断层可能发生的“单向阀”排油机理利于油气运移, 沿断层向储层运移, 例如胜北断层上升盘坨 121 砂体油藏, 即为洼陷内生成的油气沿胜北断裂带向上运移聚集的结果^[8]。

c) 层序界面是不整合面及与之相当的界面, 油气可以从深洼区沿该界面运移进入低位域砂体成藏, 形成层序界面上发育的隐蔽油气藏。

4.3 油藏类型

胜北断裂带共探明石油地质储量 $49\ 060 \times 10^4 \text{t}$, 以构造油藏为主^[10], 岩性油藏次之。其中深断陷型盆地层序中低位体系域储层受后期构造运动影响较小, 多形成自生自储的原生隐蔽油藏, 如坨 719、坨 76 油藏(图 2、图 5)。

而深断陷型湖盆高位大型三角洲砂体规模大, 难以直接成藏, 通常与浅断陷型湖盆储层经后期构造运动, 形成构造圈闭, 发育下生上储的构造油藏, 如胜利油区最大的整装胜坨大油田。

6 结论

a) 断陷湖盆中同沉积断层活动往往控制形成深断陷型和浅断陷型湖盆, 及其相应层序地层的发育。

b) 同沉积断层带状展布控制低位域砂体(冲积

扇、扇三角洲、浊积扇和小型三角洲) 成带状分布。

c) 分析断裂坡折带——低位域砂体成藏模式, 可认为低位域砂体是极具价值的勘探目标。胜北断裂带早期勘探终止在浅断陷型湖盆层序或沙三上高位体系域, 因此沙三上、沙三中、沙三下的低位域砂体仍有很大的勘探潜力。而在层序中最大湖泛面之下是寻找低位域砂体最有利的勘探方向。

参考文献:

- [1] 俞鸿年, 卢华复. 构造地质学原理[M]. 南京: 南京大学出版社, 1998. 47.
- [2] 林杨松, 潘元林, 肖建新, 等. 构造坡折带——断陷盆地层序分析和油气预测的重要概念[J]. 地球科学, 2000, 25(3): 260-266.
- [3] 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.
- [4] 宗国洪, 肖焕钦, 李常宝, 等. 济阳拗陷构造演化及大地构造意义[J]. 高校地质学报, 1999, 5(3): 275-282.
- [5] 郭秋麟, 李蓬. 东营凹陷沙三晚期古生态与古环境分析. 石油实验地质[J], 1996, 18(1): 57-63.
- [6] 冯有良, 李思田. 东营凹陷沙河街组三段层序低位域砂体沉积特征[J]. 地质论评, 2001, 47(3): 278-286.
- [7] 冯有良, 李思田, 解习农, 等. 陆相断陷盆地层序形成动力学及层序地层模式[J]. 地学前缘, 2000, 7(3): 119-132.
- [8] 隋风贵, 李训海, 朱明. 箕状断陷盆地陡坡带砂砾岩扇体油藏研究——以东营凹陷北带为例[A]. 中国隐蔽油气藏[C]. 北京: 地质出版社, 1998. 67-77.
- [9] 毕义泉. 东营凹陷滨县凸起南坡砂砾岩体成因模式与成藏规律[J]. 石油大学学报, 2002, 26(4): 12-15.
- [10] 陈布科, 刘家铎, 杜贤樾. 断面构造体系与油气地质意义初探——以东营凹陷王家岗油田为例[J]. 石油实验地质, 1997, 19(4): 317-322.

FORMATION AND CONTROLLING FACTORS OF GAS HYDRATES

CHEN Yong-jiao^{1,2}, LIU Bin³, ZHU Jiarhui⁴

(1. *China University of Geoscience, Beijing 100083, China*; 2. *Jiangnan Oil-Gas Exploration & Development Institute, SINOPEC, Qianjiang, Hubei 433124, China*; 3. *Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China*; 4. *Wuxi Research Institute of Experimental Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China*)

Abstract: Gas hydrates is a kind of crystal of natural gases that are caged in water. They mainly exist in polar region and in seafloor where temperature are very low and pressure are very high, because its formation and existence need special temperature and pressure. All geological factors that could affect the temperature and pressure are the controlling factors of their formation and existence. In accordance with analysis of controlling factors, a formation model of gas hydrates was proposed, with that may provide an useful clue for exploration of this kind of resource.

Key words: controlling factor; model of formation; gas hydrate

(continued from page 279)

STUDY OF SUBTLE GLUTENITE RESERVOIRS IN SYN-DEPOSITIONAL FAULT ZONES —A CASE STUDY OF THE SHENGBEI FAULT ZONE IN THE DONGYING DEPRESSION

ZONG Guohong¹, FENG Youliang², LIU Chenghua³, LI Chuanghua²,
HAO Xuefeng², GUO Yuxin², WANG Weiqing²

(1. *Exploration Dept. of Shengli Oilfield Corporation Ltd. SINOPEC, Dongying, Shandong 257001, China*;
2. *Geological Scientific Research Institute of Shengli Oilfield Corporation Ltd. SINOPEC, Dongying, Shandong 257015, China*; 3. *Shengli Production Crew of Shengli Oilfield Corporation Ltd., SINOPEC, Dongying, Shandong 257051, China*)

Abstract: Based on the principles of tectonic sequence analysis and base-level analysis, high-resolution seismic sections, log curves and lithofacies data, the depositional characteristics of the lowstand sand bodies of Shengbei fault zone in the Dongying Depression and their development and the significance in petroleum geology were studied in detail. It showed that the lowstand sand bodies of the Shengbei fault zone consisted of alluvial fan, fan delta, turbidite fan and mini-delta. The development of sand bodies was controlled by syn-depositional fault and the lower part of the sequences near the fault break zone was favourable for occurrence of subtle reservoirs.

Key words: subtle glutenite reservoir; syn-depositional fault zone; the Dongying Depression