

单断式盆地充填模式与油气聚集 ——东濮凹陷东南部实例分析

金 强 信荃麟 王伟锋

(石油大学 东营 257062)

提 要 在东濮凹陷东南部的盆地构造岩相带分析中,发现单断式盆地有三种对沉积体系、油气分布及盆地本身演化具有控制作用的正断层:犁式边界断层、箕式边界断层和多米诺式断层。它们分别形成了犁式河湖充填模式、箕式扇体充填模式和多米诺式三角洲—重力流充填模式;前者制约着生油洼陷的发育和盆地的生油潜力,后两者主要控制着油气聚集区的发育。

关键词 单断式盆地 犁式河湖充填模式 箕式扇体充填模式 多米诺式充填模式 油气聚集评价

第一作者简介 金强 男 38岁 副教授 石油地质专业 从事盆地分析和油藏描述研究

断陷盆地在我国中生代含油气盆地中占有重要位置,其中单断式(即半地堑)又在断陷盆地中占主导地位(赵重远,1984;欧阳沙怀等,1988)。东濮凹陷是典型的含油气单断式盆地,作者在其东南部进行盆地构造岩相带分析中,发现其主控断裂(一级和二级断裂)与充填的沉积体系主要有三种组合模式:犁式湖相充填、箕式扇体充填和多米诺三角洲—重力流充填模式。这三种充填模式受控于单断式盆地的整体演化机制,是盆地的油气生成和聚集主要构造岩相单元;因此对它们的研究,在单断式盆地的构造演化史、沉积充填史和油气资源评价等方面具有重要意义。

本文目的并不在于探讨断陷盆地形成的机制,而是通过主要断裂展布形态的描述,探讨它们与沉积体系发育的关系,与油气生成和聚集的联系。

1 单断型盆地主控断层的样式

区域拉张作用和同沉积作用是断陷盆地形成的两大基本特征。单断式盆地更是如此,其边界断层既是区域张应力的产物,又是盆地演化的控制作用。东濮凹陷就是在早第三纪渤海湾区域拉张背景下形成的,其东侧兰聊断裂是控制该凹陷形成和演化的主控断裂,该断裂是由多条基底断裂组成,平面上由北北东向与北东向两组呈锯齿状相接(图1)。有意义的是,北东走向的断层在剖面上以犁式断层(图2a)为主,北北东走向的为箕状断层(图2b)。这种平面与剖面上的组合不是偶然的,而是与它们的力学机制有关的(刘泽容等,1992);兰聊断裂的形成与北北东向的郟庐断裂和紫荆关断裂有成因联系,属同一个应力场的产物。早第三纪这个应力场以右行张扭为特征,因而造成北北东向的一组为张扭性断层,断面上部平直,下部折弯(图2b),而北东向一组的走向几乎垂直于应力场中最大拉张力方向,平面上张裂断距最大(图2a)。

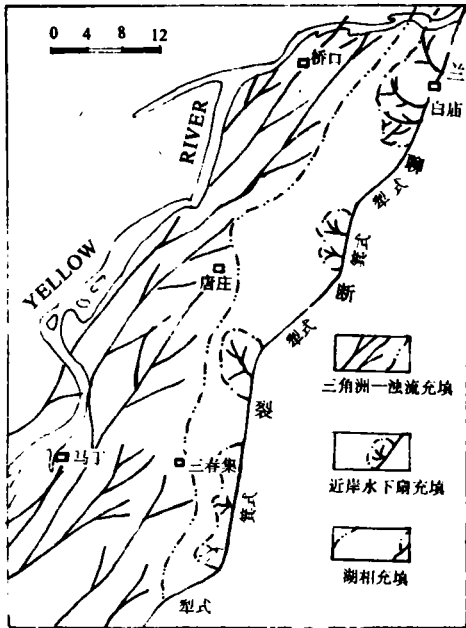


图 1 东濮凹陷东南部充填模式图
Fig. 1 Filling model in the Southeastern Part of the Dongpu Depression

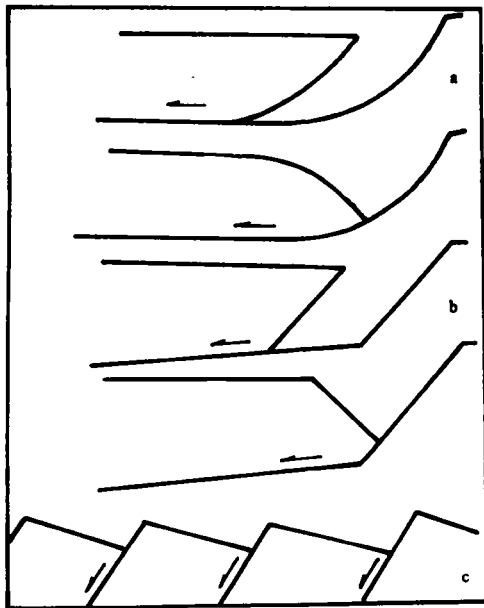


图 2 单断式盆地三种样式的断裂
a—犁式, b—箕式, c—多米诺式
Fig. 2 Three styles of faults in half-graben basin

上述犁式和箕式断层一般是控制盆地构造发育、沉积充填和油气聚集的一级断层。

单断式盆地内部还发育一种由一系列走向平行的、间距相近的、断面平直的断层组,剖面上看就像若干上攀叠置的多米诺牌,故称多米诺式断层(图 2c)。它所含的若干条断层是同时产生的,是在边界主控断层活动产生的局部张性应力场中产生的,即在边界断层下降盘滑移过程中产生的应力场和重力滑移共同作用下形成的,一般出现在中央隆起带和盆地缓坡带上。如图 1 所示的桥口、马厂和三春集地区的一系列平行的北北东向断层就属此类。它们基本上发育于盆地稳定拉张下沉期,控制着盆地内部沉积体系的展布和局部构造的发育,属于二级或三级断层。

犁式断层由于断面圆滑,阻力较小,下降盘滑移的速度也较均一。当下降盘沉积物厚度达到一定规模时,并且当向下滑移的速度较大时,在自身的重力作用可形成一系列与犁式断层倾向相反的小断层;当下滑速度慢时,下降盘上部塑性沉积在重力作用下发育蠕变形成逆牵引背斜。

2 三种样式断裂沉积充填模式

上文已述,多米诺式断裂主要发育于盆地稳定下沉期;犁式和箕式断层在盆地发育的整个时期都有活动,它们在不同时期控制的沉积物类型有差异。

2.1 犁式河湖充填模式

在断陷湖盆中,犁式断裂所对应的沉积区是洼陷,湖盆的主体部分。所对应的沉积物一般由河流相、浅湖相、半深湖或深湖,再到浅湖和河流相沉积;与湖盆稳定扩张再收缩一致,构成完整的沉积旋回(图 3)。例如东濮

凹陷东南部沙四段到沙三段就是一个完整旋回,由水进序列沉积到水退序列结束。犁式充填旋回的下部地层倾向与断层相反,并具有正牵引作用。旋回的末期地层较平,有时会产生逆牵引作用。

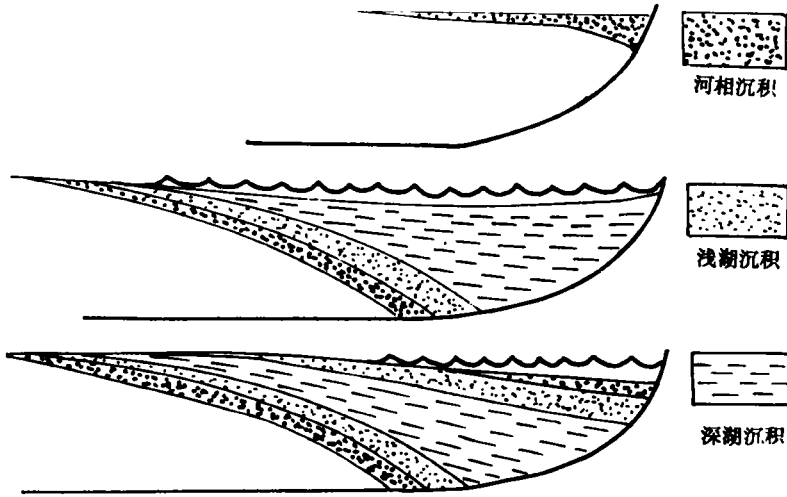


图3 犁式河湖充填模式

Fig. 3 Listic river-lake filling model

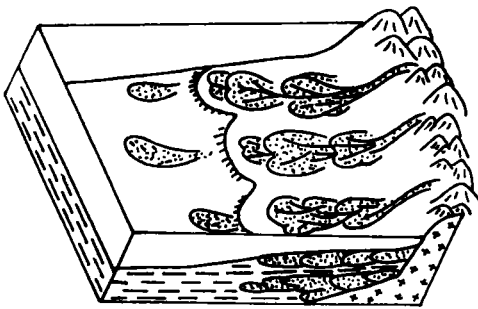


图4 箕式扇体充填模式

Fig. 4 Fan filling model for the planar kink fault

2.2 箕式扇体充填模式

箕式断层与犁式断裂一起控制了盆地的发育和沉积中心的分布,它还控制着单断式盆地陡坡各种扇状沉积体系的发育。在东濮凹陷兰聊断裂的箕式段,其折弯处的下盘有一个比较坚硬的低幅度古隆起;而且平面上在早第三纪有比较稳定的入湖水系与箕状断裂相联系。河流携带的泥砂在箕状断层处直接进入湖盆,因此在盆地陡岸处形成了一系列扇状沉积体系:冲积扇(发育于盆地初期,沙四段下部),近岸水下扇(发育于盆地稳定下沉阶段,沙三段中下部和沙一段,

和扇三角洲(发育于湖盆萎缩期,分布在沙三段顶部,沙二段和东营组)。图4为它们的充填模式,但是各种扇体常被湖相沉积所分割。

近岸水下扇和扇三角洲的中扇部位储集性砂体发育,是重要的储集相带。

2.3 多米诺式三角洲—重力流充填模式

由于多米诺式断层发育在中央隆起带之上,形成的一系列断沟槽将入湖水系引向盆地中央较深水部位。在靠近湖盆边缘处形成三角洲沉积(图5a),然后沉积物通过前三角洲的多米诺式断层继续向前滑塌,形成重力流,并且由于多米诺式断层走向平行中央隆起带的轴向。因此,在多条断槽内形成轴向沟道式重力流(图5b)。这样多米诺式断层发育区充填的沉积物具有牵引—重力流两种性质,也就是说多米诺式断层控制了两种沉积体系,因而合称为

多米诺式三角洲—重力流充填模式(图5)。

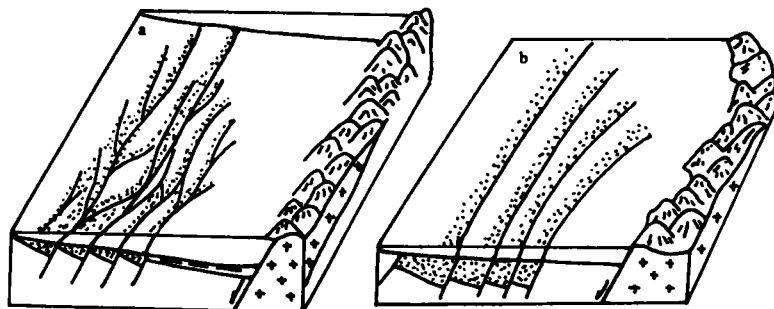


图5 多米诺式三角洲—重力流充填模式

a. 多米诺式三角洲充填模式; b. 多米诺式浊积充填模式

Fig. 5 Delta-turbidite filling model for the Domino faults

a. delta filling model for Domino faults b. turbidite filling model for Domino faults

东濮凹陷东南部这种充填模式发育很完善,从沙四段到沙三段,马厂、三春集地区为三角洲沉积充填,向北由唐庄至桥口为轴向重力流沉积。在沙三段末期,由于湖盆退缩,三角洲沉积沿多米诺式断层推进到桥口一带。

多米诺式三角洲—重力流充填模式发育区是断陷湖盆中极为重要的储集层发育区,其中三角洲前缘的水下分流河道、河口砂坝、席状砂,前三角洲的滑塌浊积扇,轴向重力流的沟道砂等在许多盆地中已被证实是良好的储集体。

3 单断式盆地三种样式断裂充填模式的油气聚集与评价

上述三种样式断裂充填模式基本上覆盖了单断式盆地(图1),对它们的油气评价,实际上就是对该盆地的油气评价。

3.1 犁式河湖充填模式区

犁式边界断层的长度越长,其上盘的水平距越大(Schlische, 1991),则生油洼陷的面积越大;落差越大,则生油岩厚度越大;在一定地质条件下该生油洼陷的生油气潜力就大。由图1可见东濮凹陷东南部中间的生油洼陷规模较大,因为该洼陷边界的北东向犁式断层长度较其它两个生油洼陷的边界犁式断层为长。事实上中间的洼陷生油潜力就是最大(辛茂安,1988)。

此外,在靠近犁式断层的逆牵引背斜,有油气聚集的可能。这种油气藏一般以滩坝砂体为储层,油藏厚度不大,且常被一些小断层所切割。

3.2 箕式扇体充填模式区

这种充填区座落在盆地陡坡半深水部位,砂体发育,在埋藏过程中与周围湖相泥质沉积(生油岩)必然出现差异压实作用,因此总体上看,这个充填区是陡坡带上的鼻状构造,其内部各种断层圈闭和断层—岩性圈闭发育。又由于紧邻生油岩,油气藏形成条件很好,是单断式盆地油气富集区之一。例如上述的白庙地区,从上到下扇三角洲和近岸水下扇中扇砂体已发现了10多个气藏和油藏。

但是,在油气运移和聚集期,如果箕式断裂还在活动,则对油气藏具有很大破坏作用,因为它们距张性断层很近。因此,这个充填区的油气与箕式断层活动性关系密切。

3.3 多米诺式三角洲—重力流充填模式区

该区位于单断式盆地的油气运移主要指向区,储集层十分发育,特别是三角洲前缘储集性砂体连片分布,厚度大,物性好,各种断层圈闭发育,重力流沟道砂体物性也较好,分布具有一定规律性,岩性圈闭较发育。例如东濮凹陷东南部,约有60%的油气聚集在马厂和三春集多米诺式三角洲前缘砂体中,油气藏类型主要为反向屋脊断块。约15%的油气聚集在唐庄、桥口等多米诺式轴向重力流形成的岩性圈闭和断层—岩性圈闭中。箕式扇三角洲和近岸水下扇砂体形成的断块油气藏和岩性油藏所含油气储量约占整体的20%左右。

在其它断陷湖盆中油气分布也有类似的比例关系(信荃麟等,1988)。可见多米诺式三角洲—重力流充填区是主要的油气聚集区。

4 结 论

1)单断式盆地发育三种样式的正断层:拉张犁式边界断层、张扭箕式边界断层和多米诺式断层。前两者共同控制盆地形成和演化,后者控制中央隆起带的演化。

2)犁式断层制约着沉积中心(或生油洼陷)的分布和发育,形成了犁式河湖充填模式。与犁式断层相连的箕式断层,虽然与犁式断层配合完成了上述功能,但是主要控制了盆地陡坡带各种扇形沉积体系的发育,形成了箕式扇体充填模式。中央隆起带上的多米诺式断层导致三角洲和重力流的稳定发育,形成了多米诺式三角洲—重力流充填模式。

3)犁式断裂的长度与生油洼陷的大小及盆地的生油潜力成正比,也制约着逆牵引背斜的形成和分布。多米诺式断层控制的三角洲充填区是最重要的油气聚集区,箕式扇体充填区和多米诺式沟道重力流充填区的油气聚集量次之。

收修改稿日期:1993-05-15

参 考 文 献

- [1] 赵重远,1984,渤海湾盆地构造格局及演化,石油学报,(1):1~9。
- [2] 欧阳沙怀等,1988,东濮地洼构造特征及其演化,石油与天然气地质,(3):271~200。
- [3] 刘泽容等,1992,构造岩相分析,见“东兴凹陷黄河南地区盆地分析与油气评价”,石油大学出版社,46~63。
- [4] 辛茂安,1988,葛岗集洼陷下第三系生油岩评价与油气资源评价,中原油气地质,(1):1~19。
- [5] 朱筱敏等,1990,东濮凹陷东南部沙三段三角洲沉积体系与油气关系,石油与天然气地质,11(1):78~85。
- [6] 信荃麟等,1988,渤海湾盆地第三系断陷湖盆地沉积体系与油气分布,石油大学学报,13(5):1118。
- [7] Schlische, P. W., 1991, Half-graben basin filling models, new constraints on continental extensional basin development, Basin Research 3, 123~141.

Sedimentary Filling Models and Hydrocarbon Accumulations in Half—graben Basin ——An Example from the Southeast Dongpu Depression

Jin Qiang, Xin Quanlin and Wang Weifeng

(University of Petroleum, China)

Abstract

The marginal listric fault, planar kink fault and Domino faults were found in the analysis of the tectonic lithofacies in the Southeastern part of the Dongpu Depression, which was one of typical half—graben basins in China. These faults impressed significantly on the evolution of the basin itself, on the development of the depositional systems and the distribution of hydrocarbons. The crest—cut faults of the east border of the Dongpu Depression consist of the listric faults with NE trend and the planar kink faults with NNE trend, which have controlled the formation and evolution of the Depression. The listric faults were formed by the regionally extensional stress field. They were long—active ones, and the deep sags or oil source centers were developed along the listric faults. The longer fault strike and longer active time the listric faults, the larger and deeper the sags. There are three listric faults in the Lan—liao fault at the eastern margin of the Southeastern Dongpu Depression, and three oil source centers along the faults, which are respectively; the Geganji North Sag, the Geganji South Sag and the Guyan Sag. The listric fault in the middle was the longest in its strike and throw, consequently, the Geganji South Sag was the largest one of the three. The marginal planar kink faults were also formed in regionally extensional stress field, but their bases of the upfaulted block were broken into several parts to form the step—planar kink faults, in which the rising bases evolved into buried hills. Although the planar kink faults and the listric faults influenced on the evolution of the Dongpu Depression, the down—faulted blocks of the planar kink faults often conducted as the separating zones by large volumes of sediments of alluvial fan, delta—fan and subaqueous fan. Because there are a lot of reservoir sandbodies and various fault traps or lithological traps with in the down—fault block sediments, the blocks are significant hydrocarbon accumulation areas in the half—graben basins. The Baimiao Structure located on the down—fault block of the Lan—liao fault was formed under the setting mentioned above and was rich in oil and gas. Similar situations were found in the other two planar kink faults. The Domino faults were produced by the local extensional stress field under the influence of the marginal faults, and commonly distributed on the central uplift belt and the gentle slop belt of the half—graben basins. The Domino faults consisted of a few of parallel faults with about equal distances, and led the sediments and traps into linear arrangement. For example, the Domino faults formed on the central uplift belt in the Southern part of the Dongpu Depression introduced the delta sediments and turbidites into the deeper area of the basin, which produced a number of linear sandbodies and traps along the fault troughs and were the most important hydrocarbon accumulation areas.

In the end, this paper put forward the listric lake—filling model, which affected the development of oil source centers and the hydrocarbon potential of the basin; the planar kink fan—filling model and the Domino delta—turbidite—filling model which controlled petroleum accumulations in the basin. These models are of significance in basin analysis and evaluation.

Key Words: Half—graben basin, Listric take—filling model, planar kink fan—filling model and petroleum accumulation.