文章编号 :1001-3873 (2003)06-0527-03

陆相断陷盆地缓坡弯折带研究

——以南阳凹陷为例

程 喆[1,2],朱 伟[1,3],谭承军[1],魏福军[1],王正付[1,2]
(1.中国地质大学,北京 100083;2.中国石化 河南油田分公司,河南 南阳 473132;
3. 中国石化 新星石油公司中南局,湖南 长沙 411104)

摘 要:陆相断陷湖盆缓坡区弯折带是指由同沉积控凹铲式断层长期活动产生的沉积斜坡带。南襄盆地南阳凹陷的研究表明,凹陷南部控凹铲状正断层在非平面上滑动造成凹陷北部的缓坡沉积坡折,制约了盆地可容纳空间的变化,控制了湖盆低位体系域和轴向高位湖三角洲砂体的分布范围。因此,通过建立弯折带内部层序地层格架,研究其特征、空间展布规律,确定各层序发育时的弯折带即低位滨线,再沿低位滨线内 (或弯折带内)找寻大型低位扇体,建立低位砂岩储集体分布的预测模型,成为南阳凹陷隐蔽油气藏勘探突破的关键。

关键词:陆相盆地;断陷盆地;斜坡带;南阳凹陷;断层;沉积;层序地层学;三角洲
中图分类号:TE111.3 文献标识码:A

构造坡折带是指由同沉积构造长期活动引起的斜坡明显突变的地带[1],由于同沉积构造的长期活动,构造坡折带对盆地充填的可容空间和沉积作用可产生重要的影响,制约着盆地沉积相域的空间分布[2]。在断陷湖盆的缓坡部分,存在 2 种坡折类型,一种为断层面较缓的断裂构造坡折带,发育下切水道与低位前积楔状体;另一种为地形坡度变化形成的地貌坡折(相对于构造坡折可称为沉积坡折),同样发育下切水道和低位三角洲,是寻找隐蔽油气藏的有利相带[3]。由于陆相断陷盆地缓坡区弯折带的形成机制主要是由控凹铲状正断层活动形成的沉积坡折,因此将这种沉积坡折简称为弯折带。

南阳凹陷是隶属于南襄盆地的一个次级构造单元,面积 3 600 km^2. 它的形成主要受控于上陡下缓的北西西向的内乡-新野断裂和北东向的新野-唐河铲状断层,断陷沉降中心位于南部边界断裂的交汇部位,形成了东庄和牛三门 2 个次凹。总体表现为南断北弯折、南深北浅的箕状凹陷。最大埋深达 5.5 km 以上,沉积层自下而上主要发育下第三系(推测深凹陷中可能有上白垩统存在)玉皇顶-大仓房组、核桃园组、廖庄组;上第三系上寺组及第四系。核桃园组是该凹陷勘探的主要目的层,其沉积厚度大(一般厚度为 2.0~3.0 km)。南阳凹陷具有‘两凹一隆’的构造格局,牛三门、东庄两个次凹既是生油区,又是储集层和圈闭发育的主要场所;魏岗隆起是一个继承性的古隆起,其储集层砂岩主要来自北东和北西的两个物源,它是油气运移的主要指向区,目前已在该凹陷发现 4 个油田。

1 弯折带的形成机制

弯折通常是铲形正断层在非平面上滑动造成的地层弯曲或塌陷引起上盘断块地层的褶皱。弯折带的形成过程中轴面的作用可以单一断层弯曲的实例来描述(图 1),而复杂的断层形态可被看作是一系列陡弯曲的断层。图 1B 表示褶皱发生于反库伦破裂方向。在上盘塌陷方向由 2 个轴面方向为界限形成倾斜层弯折带,上部轴面终止在下盘断层弯折处,而下部轴面终止在上盘相应切断处。下部断层段滑动小,因为褶皱中消耗掉了一些滑距。但是空白的裂开不会立即形成褶皱,但随着滑动增加逐渐塌陷变宽。上盘切断点的轴面被称为非活动或弯曲轴面,由于卡住上盘岩石,与上盘有关的非活动轴面不运动,与此相反,下盘切断点 X 发出的轴面被称为活动轴面。因为它总是活动褶皱或破裂的地方,此面对下盘是固定的,随滑动增加上盘岩石必须通过它移动,褶皱中的所有倾斜岩石全通过活动轴面,非活动轴面只是通过轴面的岩石和不通过轴面岩石之间的分界。任何滑动发生之前,活动和非活动轴面重合且弯折带宽度为零。活动面左

收稿日期:2003-01-09 修订日期:2003-02-24
© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net
作者简介:程 喆(1964-),男,河南南阳人,高级工程师,在读博士研究生,油气成藏动力学及地质综合研究。联系电话:0377-3830643

侧上盘运动速度矢量平行于上部断层段,而活动轴面右侧上盘平行于下层断段运动。

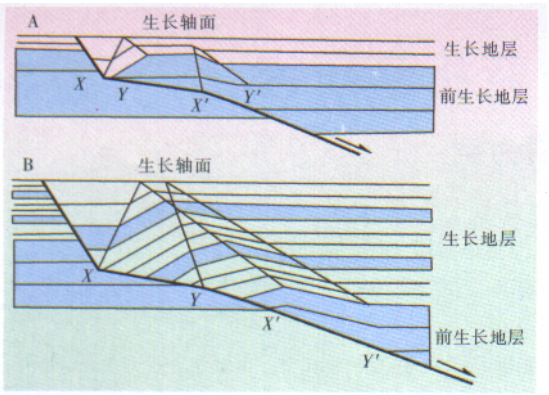

图 1　单个弯折形成示意

尽管在某些地区沿脆弱层面滑动是重要的塌陷机制,但上盘塌陷的方向通常是反向的或同向的断层或库伦的剪切方向。凹面断层弯曲塌陷方向是反向剪切方向,而凸面断层弯曲塌陷方向是同向剪切方向。生长地层内滚动形成很大程度上取决于与断层滑动速度相关的沉积速度及一个层沉积后的总滑移。因此断陷盆地控凹铲形正断层活动导致的活动轴面或非活动轴面的变化,是弯折形成的主要原因。而铲形正断层的持续活动形成多个断层弯折,其沉积层随深度逐渐成扇形,形成半地堑的扇形层序地层格架。

2　凹陷北部缓坡弯折带层序地层格架

南阳凹陷为南断北弯折、南深北浅的箕状凹陷,南部控凹铲状正断层在非平面上滑动造成的凹陷北侧古背斜面枢纽带构成了凹陷北部的缓坡沉积坡折即弯折带(图 2),其层序地层格架具有以下特征。

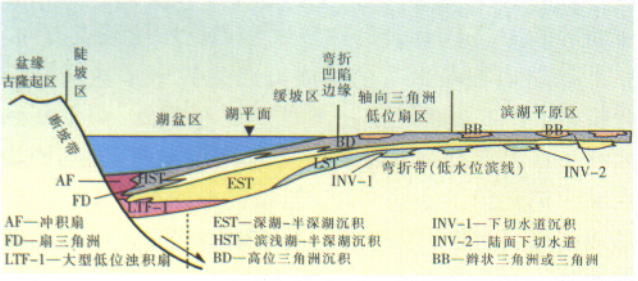

图 2　南阳凹陷弯折带层序地层单元内部构成

(1) 弯折带上下各层序沉积厚度发生突变　一般弯折带上,坡度平缓,各层序厚度相对较薄,变化稳定;弯折带下,坡度突然加大,各层序的厚度明显增加,地层格架上呈向南侧散开的扇形。

(2) 弯折带附近层序内体系域发育程度不同　弯折带内低位、湖扩展和高位体系域发育齐全,在碎屑体系到达的部位砂体的层数和厚度明显加大,而弯折带上宽缓的斜坡带区沉积明显减少,缺失低位域沉积,发育湖扩展和高位体系域甚至仅发育高位体系域。

(3) 弯折带控制了北部缓坡地区体系域的发育范围　低位期,低位体系域主要发育在弯折带下的深凹内或深凹的斜坡区,形成低位扇或低位斜坡扇,弯折带上为暴露剥蚀区或局部发育有下切水道;在高位时,弯折带是从浅水区向较深水区过渡的突变界限(湖扩展和高位体系域),同时也是东西两端轴向高位三角洲的扩展边界线,因此弯折带往往是半地堑断陷盆地沉积体系域分带的界线。

(4) 在各层序发育时期,弯折带的位置不同　由于同沉积构造的持续活动,不同层序的每个弯折与活动轴面有关,自下而上弯折带的位置逐渐自北向南迁移,其沉积和沉降中心也向南迁移。从而构成南阳凹陷随深度逐渐产生的南断北扇形半地堑型层序地层格架。

3　北部缓坡弯折带对储集砂体的控制

3.1　北缓坡弯折带内的低位扇体

低位扇沉积为南阳凹陷中一种重要的沉积类型,主要发育在北缓超级弯折带内的湖盆中。在核三 3 个层序、核二 4 个层序中,北缓坡弯折带内均有低位扇发育。以核二下段层序为例(图 3),呈朵状低位扇体沿弯折带内展布,弯折带上为辫状河平原区或冲积平原区,发育下切辫状河道,局部暴露剥蚀;弯折带内的低位扇体局部侧向相连成裙状,尤以张店和东庄北裙状低位扇体规模较大。地震剖面上具较强振幅、中等连续、低频的反射特征。

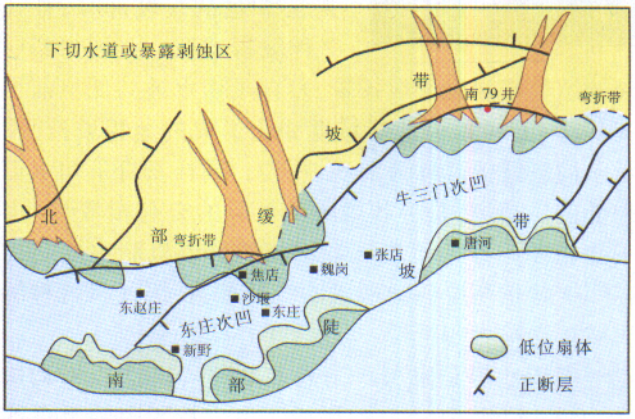

图 3　南阳凹陷下第三系核 23 层序低位扇空间配置

低位扇的沉积组合主要有以下 3 种。

(1) 下切水道沉积组合　核三和核二各层序中均发育有规模不等的低位下切河道,其沉积充填主要有含砾砂岩、砂岩等组成,常具有多砂层叠置结构。砂体规模不等,厚度可达 20~80 m,宽度可大于 100 m.在测井曲线上显示出向上变细或箱型的曲线形态。

(2) 低位扇近端沉积组合　由远源重力流水道、辫状河水道充填沉积及粗粒浊积砂砾岩等组成。局部

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

呈明显的下切底界,厚 10~20 m 或更厚,具大型的交错层理,常混入大量暗色湖相泥岩碎块、泥砾等。

(3) 低位扇远端沉积组合　由席状或薄层浊积砂层、含砾砂岩和泥质砾岩组成,发育变形层理、块状或平行层理,发育具鲍马序列的砂岩及细碎屑浊积泥岩、粉砂岩等组成,并与湖相泥岩互层。

垂向上以向上变粗的进积型垂向序列为主,反映出远源低位扇的发育是从突发性事件开始的,并不断向盆内进积。由于北部弯折带上滨岸平原,坡宽而广,有充足的沉积物汇流到低洼的下切水道,因此,形成的低位扇规模大,具有辫状三角洲特征,砂砾质经一定距离的搬运,砂质分选、磨圆相对较好,成为好的储集体。

3.2　轴向高位湖三角洲体系

沿弯折带分布的轴向高位湖三角洲砂体　(图 4)主要有:自北西向南东推进的沙堰-焦店三角洲,主要构成东庄油田的储集体;自北东向南西推进的张店三角洲,主要构成张店油田的储集层,部分构成魏岗油田的储集层。由于弯折带导致的湖盆深浅分区,弯折带上主要以辫状河三角洲平原或滨湖发育区,弯折带之下为辫状河三角洲主朵状或深湖-半深湖发育区。

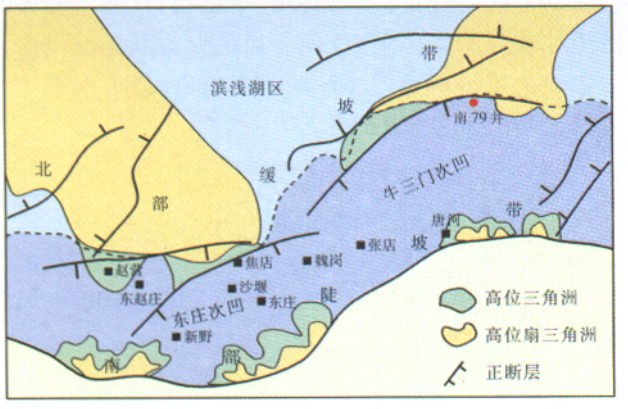

图 4　南阳凹陷下第三系核 23 层序高位体系域沉积体系空间配置

4　砂体和含油区块预测

在南阳凹陷中确定各层序发育时的北部弯折带即低位滨线,再沿低位滨线内 (或弯折带内)找寻大型低位扇体,成为南阳凹陷隐蔽油气藏勘探突破的关键。通过高精度层序地层的研究和砂体预测在张店-马店地区的弯折带内发现了一系列由断层控制的断块、断鼻圈闭,配合低位扇砂体分布特征,预测了 8 个含油区块。经南 79 井等一批探井的钻探,已发现了 3 个含油区块,解释油层 3 层 16.8 m、差油层 1 层 8 m、油水同层 1 层 3.7 m. 在 1 894.3—1 900.0 m 获日产油 40.3 t的高产油流;已在该区新增控制含油面积 3.4 km^2,控制石油地质储量数百万吨。

断陷盆地控凹铲形正断层活动导致的在缓坡区形成的弯折带控制着大型低位扇体的发育,成为寻找隐蔽油气藏的有利地区。用传统的方法寻找该类油气藏难以奏效,通过建立等时地层格架和低位砂岩储集体分布的预测模型[1],对陆相断陷湖盆中进行岩性圈闭和隐蔽油气藏的勘探具有重要的意义。

参考文献:

[1]　林畅松,刘景彦,张燕梅. 沉积盆地动力学与模拟研究[J]. 地学前缘,1998,5(增刊):119-125.

[2]　林畅松,潘元林. "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):260-263.

[3]　薛良清. 湖相盆地中的层序、体系域与隐蔽油气藏[J]. 石油与天然气地质,2002,23(2):115-119.

[4]　杨道庆,赵　追,贾曙光. 东庄次凹边缘断层坡折带对油气成藏的作用[J]. 大庆石油地质与开发,2002,21(3):14-15.

Study of Gentle Slope-Break Zone in Continental Downfaulted Lacustrine Bas —An example of Nanyang seg

CHENG Zhe[1,2], ZHU Wei[1,3], TAN Chen-jun[1], WEI Fu-jun[1], WANG Zheng-fu[1,2]

(1.China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Henan Oilfield Company, Sinopec, Nanyang, Henan 473132, China; 3.Central-South Bureau, New Star Oil Company, Changsha 411104, China)

Abstract: The gentle slope-break zone in continental fault lacustrine basin is referred to as a depositional slope zone resulted from long-term activity of syndepositional listric faults. It is shown from study of Nanyang seg in Nanxiang basin that the non-plane gliding listric normal faults in southern Nanyang seg allow to shaping gentle slope break zone in northern Nanyang seg, thus constraining the variation of holding spaces in this basin, controlling the distribution scope of low stand system tract and high stand lacustrine delta sands in axial orientation. This paper develops framework of inner stratigraphic sequence of the slope-break zone, studies its features and spatial distribution, determines the low stand shore line of this zone developed in each sequence, from which searches for large scale low stand fans, hence establishes the model for predicting distribution of the low stand sandstone reservoir. The result can be as guide for exploration of subtle oil-gas reservoir in Nanyang seg.

Key words: Nanyang seg; fault; deposition; sequence stratigraphy; fan; delta

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net