

文章编号:1009-3850(2011)01-0048-05

# 泌阳凹陷南部陡坡带核桃园组沉积体系研究

刘启亮,罗顺社,刘良刚,刘海燕

(长江大学油气资源与勘探技术教育部重点实验室,湖北 荆州 434023)

**摘要:**对泌阳凹陷南部陡坡带古近系核桃园组砂层组沉积体系进行了研究,认为研究区核桃园组属扇三角洲-湖泊沉积体系。根据沉积环境和沉积物特征可划分为扇三角洲平原、扇三角洲前缘及前扇三角洲亚相,以三角洲前缘亚相为沉积主体。湖泊沉积体系可分为浅湖亚相、半深湖、深湖亚相。沉积物主要来源于平氏、杨桥南部。

**关键词:**泌阳凹陷;沉积体系;沉积演化;扇三角洲

中图分类号:P512.2

文献标识码:A

## 1 区域地质概况

泌阳凹陷是南襄盆地的一个次级凹陷,是由陡倾平面状正断层控制的典型裂陷盆地,具有以半地堑型为特征性构造样式。该盆地的一边受一条或多条空间上相联系的主边界断层限制,沿边界断层的位移可以通过调节带转移到另一条边界断层之上。断层控制盆地基底地貌形态,使穿过盆地的横断面上形成不对称的几何形态,面积约1000 km<sup>2</sup>。自北向南可分为3个构造带:北部斜坡带、中部深凹带和南部陡坡带<sup>[1]</sup>(图1)。

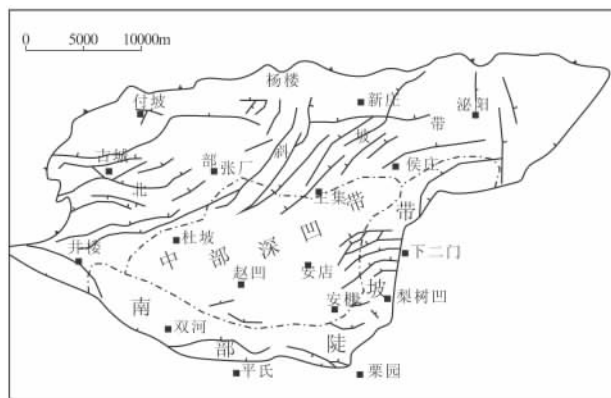


图1 泌阳凹陷构造格局分布图

Fig. 1 Tectonic framework of the Biyang depression

研究区核桃园组厚2000~3000m,是泌阳凹陷的含油层系。根据岩石组合、沉积旋回及岩性特征,自上而下将核桃园组分为三段,即核一段、核二段、核三段。其中核三段又可分为核三上段和核三下段。

## 2 沉积体系及特征

借鉴前人的研究成果,通过对研究区多口井的岩心观察及对泌263井、泌33井、泌129井、泌117井、泌253井、泌254井等进行重点分析,配合测井曲线特征、砂体形态展布及厚度变化、地震反射特征等方面的综合研究可知,研究区核桃园组主要存在两种沉积体系类型,即扇三角洲-湖泊沉积体系。

### 2.1 扇三角洲沉积体系

核桃园组发育大量的扇三角洲。扇三角洲是相邻高地进积到安静水体中的冲积扇<sup>[2]</sup>,为深水型沉积,目的层内砂体属扇三角洲的水下沉积,即扇三角洲前缘,其平面形态多为裙边状、舌状或扇状,自下而上呈现由粗变细再变粗的沉积序列,总体反映了砂体的前积或退积。

#### 1. 扇三角洲平原

平原亚相为扇三角洲的水上部分,由于长期暴露于大气中,氧化强烈,沉积物呈棕红色、杂色等,

其沉积物多由泥石流沉积、分流河道及漫流沉积构成,其中分流河道沉积较为发育。分流河道沉积是灾变期从扇三角洲近端切入扇面的河流沉积,岩性为砾岩、砾状砂岩、粗砂岩,其中主体部分为砾状砂岩,沉积体显示清楚的下粗上细层序特征。由于河道稳定性差,迁移频繁,因而沉积体多呈单个透镜体穿插于泥石流沉积和漫流沉积体中,有时多个河道砂体呈透镜状相互叠置。砂体底部见冲刷面构造,砂体内发育平行层理及大、中型槽状交错层理。电测曲线多呈箱形、钟形(图2)。

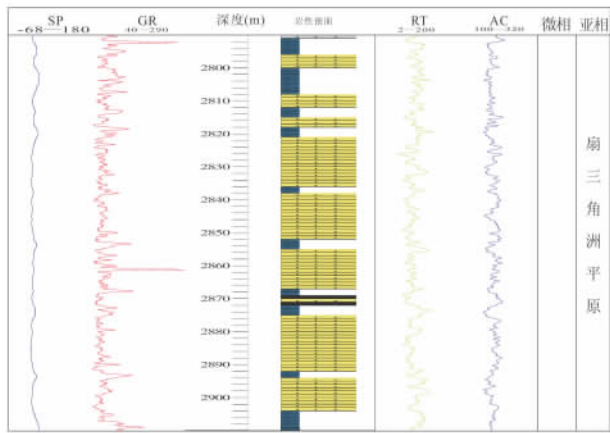


图2 扇三角洲平原沉积层序(泌283井Ⅷ砂组)  
Fig.2 Sedimentary sequences of the fan-delta plain deposits

2. 扇三角洲前缘

扇三角洲前缘亚相是扇三角洲沉积的最活跃场所,其沉积物也是扇三角洲的主体。扇三角洲前缘亚相进一步细分为近源水下分支河道、远源水下分支河道、河口坝、前缘席状砂及河道间湾等微相(表1)。

表1 泌阳凹陷南部陡坡带核三段砂体沉积相类型表  
Table 1 Sedimentary facies types in the third member of the Hetaoyuan Formation in southern Biyang depression

相	亚相	微相
扇三角洲	扇三角洲平原	少见
	扇三角洲前缘	近缘水下分支河道
		远源水下分支河道
		河口坝 前缘席状砂 河道间湾
	前扇三角洲	

(1) 水下分支河道沉积

水下分支河道沉积分布于扇三角洲前缘靠陆一侧,是扇三角洲平原亚相中河流入湖后在水下的延续部分。分支河道砂体的粒度相对较粗,泥质含

量少,分选好<sup>[3]</sup>。以砂砾混杂堆积为主,砾石及岩屑成份复杂。多次近缘水下分支河道在垂向上叠加造成单砂层厚度大(一般大于12m)。粒度中值变化大,分选、磨圆极差。粒度概率图上表现为一段式或较为平缓的两段式,反映为块体悬浮搬运的特征。C-M图上主要发育O-P-Q-R段,缺少均匀悬浮(RS)段。其中的砾石小的只有1~2mm,大的可达10cm(图3)。砾岩中见正递变粒序层理,砂岩中见块状层理,底冲刷现象明显。

(2) 扇三角洲相远源水下分支河道

该微相多由岩性较粗的岩相组成,下部主要由块状或具正向递变层理的砾状砂岩、含砾砂岩组成,上部为具水平层理的砂岩。粒度变化不大,分选性和磨圆较差。粒度概率图上表现为两段式或多段式,反映为明显的牵引流悬浮递变搬运的特征。沉积序列自下而上通常表现为由粗到细的正粒序。整体上看,远源水下分支河道平面上呈裙边形展布在近源水下分支河道外侧。纵剖面上呈底部不甚规则而顶微凸的楔形,横剖面上呈顶微凸的透镜状。自然电位曲线呈箱形或微齿化箱形或厚指状。在平行于沉积方向的地震剖面上,远源水下分支河道具有楔状外形,自扇根部位向扇缘方向厚度逐渐减小。扇体内部呈有规律的高频半前积反射结构和低频中。强振幅前积反射结构及少部分的退积反射结构,连续性较好。在垂直和斜交物源方向的地震剖面上呈丘形反射,扇体内部呈平行、亚平行反射结构。

(3) 扇三角洲相河口坝微相

扇三角洲河口坝的岩性以浅灰色、灰白色的中细砂岩为主,其垂向序列特征呈反粒序变化,自下往上粒度由细变粗,其自然伽玛曲线较光滑,呈漏斗型。此外,河口坝微相在垂向上多期次相互叠加,形成较厚的块状复韵律沉积,自然伽玛曲线表现为微齿化、中幅漏斗-箱型特征。粒度中值变化不大,分选和磨圆相对较好。粒度概率图上表现为两段式或三段式,反映为明显的牵引流悬浮递变搬运的特征。

(4) 扇三角洲相席状砂微相

该微相以粉砂岩为主,与前扇三角洲的泥质岩常呈互层,沉积构造主要有平行层理、弱递变层理及脉状、波状、透镜状、波纹爬升层理。其自然伽玛曲线为典型的指形特征,由于泥质岩发育,曲线常被齿化。地震反射上呈有规律的高频低幅亚平行反射结构。

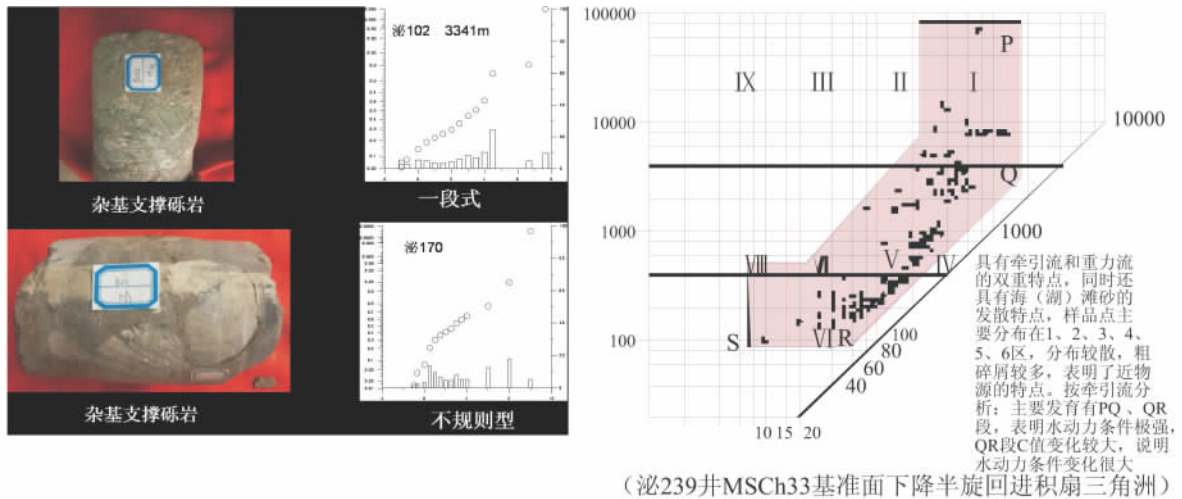


图3 近源水下分支河道岩性及结构特征图

Fig. 3 Lithology and structures of the proximal submerged distributary channel deposits

## 2.2 湖泊相沉积体系

研究区湖泊相沉积发育,分布广泛,厚度巨大,局部可达1 000 m以上。沉积亚相有浅湖亚相、半深湖-深湖亚相。

### 1. 浅湖亚相

岩性主要为浅灰色、灰绿色、深灰色块状泥岩,夹薄层紫红色、灰褐色砂质泥岩和粉细砂岩,局部为含砾砂岩,含丰富的动、植物化石。泥岩呈块状和片状,含砂质较重。灰色泥岩单层厚为10~30m,占地层总厚的60%~80%。自然电位曲线为平直间夹小负异常组合,电阻曲线为不规则锯齿状。浅湖亚相水动力条件较强,其沉积构造主要有断续水平层理、波状水平层理、和小型交错层理,局部可见板状交错层理。当湖盆湖面下降,位于枯水期时,砂岩和红色泥岩增多。各种层面构造很发育,主要有干裂、雨痕、气泡等暴露标志,冲刷构造和滑塌包卷构造也比较多见。

### 2. 半深湖-深湖亚相

位于浪基面以下水体较深部位乏氧的还原环境,其沉积类型主要由半深湖、深湖泥组成。主要发育在泌阳凹陷南部陡坡带核桃园组Eh<sup>3</sup>段。岩性主要为深灰色、褐灰色、黑灰色泥岩和页岩夹薄层泥灰岩、泥质白云岩和泥质粉砂岩条带。泥岩质纯、性脆、岩屑呈片状。单层厚为50~100m,泥岩占地层厚度大于90%。自然电位和视电阻率曲线为两条平行线,俗称“平直段”。半深湖-深湖亚相泥岩主要发育水平层理、断续水平层理、均匀层理和季节性纹层,局部可见正粒序层理和变形层理。黄铁矿微粒及其条带频繁多见,有些呈厚0.3~1.

2mm的马蹄形条带。反映了还原条件下水体安静的稳定沉积环境。

## 3 沉积演化

泌阳凹陷南部陡坡带核三段上部沉积时期,湖盆不断扩展,水体不断加深,湖盆经历了淡水-微咸水-咸水的蒸发浓缩演化过程<sup>[4]</sup>。该时期,南部陡坡带属于典型的持续型陡岸沉积模式(图4)。核二段层序组由一套浅湖-半深湖背景下发育的层序组成,包括核二3、核二2和核二1三个中期旋回,是湖盆蒸发浓缩阶段。在核三段末,湖盆进一步蒸发变浅。而在湖盆边缘则发育许多扇三角洲砂体(图5),并进一步向湖盆中心推进,抑制了蒸发岩的发育。核一段处于湖盆萎缩阶段,湖盆范围缩小,水体变浅,大量红层发育,形成一套间歇性假连续沉积,其属于间歇陡岸沉积模式。

## 4 沉积模式

核桃园组沉积体系分布极具规律性。泌阳凹陷北部为深水湖泊沉积;凹陷南部陡坡带发育侧向相连成裙状的扇三角洲沉积。自南而北依次分布扇三角洲平原、扇三角洲前缘、前扇三角洲、半深湖及深湖沉积。深湖及半深湖中还可能发育湖底扇沉积(图6)。本次在以砂层组为单位编制的沉积相图中,根据砂岩含量,结合其它相标志,将砂岩含量在10%以下的区域定为深湖区。

## 5 有利储集相带

泌阳凹陷为陡倾平面状正断层控制的典型裂陷盆地,研究区核桃园组在横向上的演化具有规律性,

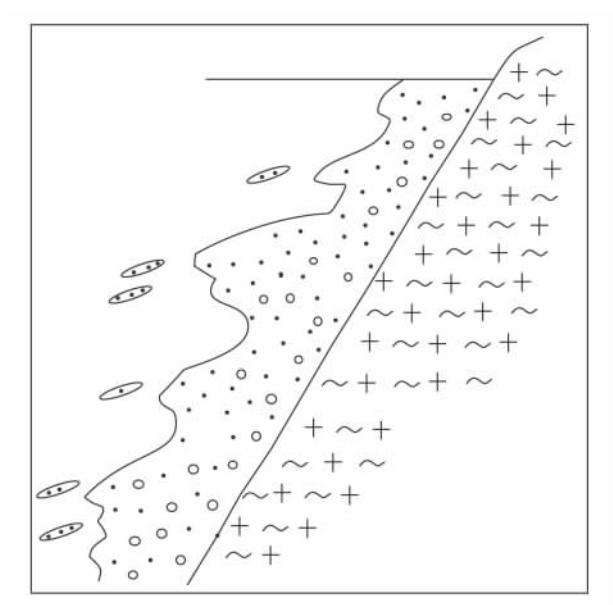


图4 持续型陡岸沉积模式图

Fig.4 Sedimentary model for the steep slope

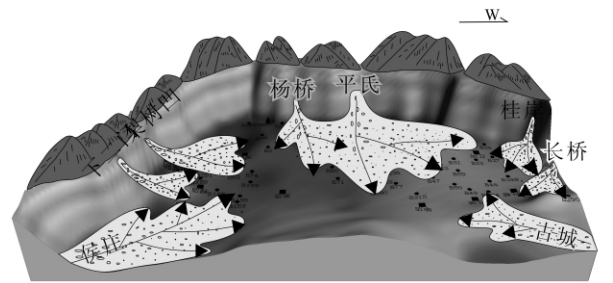


图5 泌阳凹陷南部陡坡带核三段扇三角洲模式图

Fig.5 Sedimentary model for the fan delta in southern Biyang depression

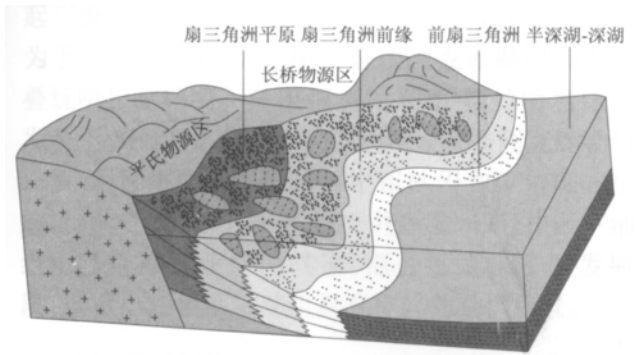


图6 泌阳凹陷核三下段扇三角洲-湖泊相沉积模式

Fig.6 Sedimentary model for the fan delta and lacustrine facies in the lower part of the third member of the Hetaoyuan Formation in southern Biyang depression

沉积相模式为扇三角洲-半深湖-深湖沉积。由于物源丰富程度和气候等各方面因素比较适宜,以靠近南部边界断裂的深凹区为中心,沉积了巨厚的生油岩。该区带既是沉降中心,也是沉积中心,同时又是生油中心。油源岩的最大厚度为2200m<sup>[5]</sup>,累计厚度达3000m,分布面积达640km<sup>2</sup>,生油岩有机质类型好,丰度高,地热梯度大,生油门限浅<sup>[6]</sup>。因此,泌阳凹陷具有十分优越的生油条件。陡坡带砂砾岩体总体上围绕南部边界断裂呈带状分布,研究区砂砾岩体沿栗园-唐河断裂自西向东依次分布在井楼、长桥、江河、平氏、杨桥、栗园、梨树凹和下二门。受断裂系统和沉积古坡度控制,各砂砾岩体分布规模有较大差异,平氏砂砾岩体最大,是有利的储集体。核桃园组二段的大套暗色泥岩为主要生油岩层和盖层。南部核桃园组三段和核桃园组一段发育的扇三角洲前缘带为储集性能较好的厚层砂体,形成很好的生储盖组合关系。盆地深处湖泊沉积体系中发育大套暗色泥岩为很好的生油岩,而盆地南部边缘的扇三角洲沉积为储集性能较好的储集岩层,从而形成了凹陷中最有利的生储盖组合,是很好的油气勘探开发层。目前,主要扇三角洲砂体都已经有了探井钻遇,但东部边界断裂带皮冲一带发育的小型扇三角洲砂体还没有钻探,尤其是栗园及以西地区是下一步勘探的有利目标区。

参考文献:

[1] 罗家群. 泌阳凹陷深层系油气成藏样式[J]. 石油天然气地质, 2003 24(1): 55-74.

[2] 赵澄林, 朱筱敏. 三角洲相[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001.

[3] 杨玉卿, 周记. 泌阳凹陷东南缘下第三系砂砾岩的沉积学特征[J]. 现代地质, 1995 9(3): 311-319.

[4] 胡受权, 颜其彬. 试论泌阳凹陷双河-赵凹地区老第三系核三上段陆相层序中岩石地球化学旋回性特征[J]. 地球化学, 1999 28(1): 87-96.

[5] 胡受权. 南襄盆地泌阳凹陷成盆机制及其成盆史[J]. 桂林工学院学报, 1998, 18(1): 8-16.

[6] 郑求根, 孙家振, 江勇, 等. 泌阳凹陷油气成藏动力学特征[J]. 天然气工业, 2003 23(4): 126-128.

## Depositional systems in the Palaeogene Hetaoyuan Formation in southern Biyang depression

LIU Qi-liang , LUO Shun-she , LIU Liang-gang , LIU Hai-yan

( *Key Laboratory of Oil Resources and Exploration Technology under Ministry of Education , Yangtze University , Jingzhou 434023 , Hubei , China* )

**Abstract:** The present paper gives a detailed description of the depositional systems in the Palaeogene Hetaoyuan Formation in southern Biyang depression on the basis of geological , cores , well logs and seismic data. Two depositional systems have been distinguished , including the fan delta and lacustrine depositional systems. The fan delta depositional system consists of fan-delta plain , fan-delta front and pro-fan delta subfacies. The lacustrine depositional system is built up of the shallow lake , bathyal lake and abyssal lake subfacies. The sediment detritus are derived mainly from the Pingshi and Yangqiao regions. Finally the sedimentary models are constructed , and the favourable areas are delimited for future petroleum exploration.

**Key words:** Biyang depression; depositional system; sedimentary evolution; fan delta