

# 永安镇油田永3-1断块沙二段5—6砂层组 河控三角洲前缘沉积模式

束宁凯

(中国石油大学(华东)地球科学与技术学院,山东 青岛 266580)

**摘要:**明确三角洲前缘河口坝和水下分流河道的组合关系及发育模式对河控三角洲前缘砂体内部剩余油分布规律研究至关重要。以现代三角洲研究和沉积模式为指导,利用永安镇油田永3-1断块区岩心、录井、测井、生产动态资料,系统分析了研究区沙二段5—6砂层组河控三角洲沉积特征和沉积模式,根据各井所处位置不同和测井曲线形态差异,将三角洲前缘水下分流河道与河口坝垂向沉积模式划分为单一水下分流河道、上河下坝、上坝下河、孤立式河口坝和叠加式河口坝5种类型。在此基础上,以沉积模式为指导,对研究区沙二段5砂层组2小层进行了精细沉积微相构成研究,结果表明,研究区东部主要发育单一水下分流河道沉积,中部以上河下坝为主,西部为河口坝发育区。

**关键词:**河控三角洲前缘 沉积模式 水下分流河道 河口坝 永安镇油田

**中图分类号:**TE111.3

**文献标识码:**A

**文章编号:**1009-9603(2014)02-0084-03

在中国陆相含油气盆地中,河控三角洲是重要的沉积体系之一<sup>[1]</sup>。特别是在三角洲建设时期,湖泊三角洲通常表现为河控三角洲的形式。湖盆通常水体浅、地形坡度小,波浪改造作用有限。湖盆可容空间的增大和波浪对河流的扩展和减速起主要作用,常形成三角状的拦门砂坝,最终形成鸟足状或叶状的河控三角洲<sup>[2]</sup>。三角洲前缘是整个三角洲体系砂体沉积最发育的部位,由于毗邻前三三角洲有利生油区,是有利的储集相带<sup>[3]</sup>。

中外学者对河控三角洲的研究主要集中在河控三角洲的分类、沉积微相类型、成藏条件<sup>[4-7]</sup>等方面,对于河控三角洲的沉积微相组合、沉积模式的研究较少,河控三角洲的沉积演化及精细沉积模式、水下分流河道与河口坝之间的平面和剖面组合关系研究仍有待进一步深入探索。为此,笔者以东营凹陷永安镇油田永3-1断块为例,在等时地层格架内开展了沉积微相划分研究,重新认识了永3-1断块沙二段5—6( $E_{s2}5-6$ )砂层组河控三角洲前缘水下分流河道与河口坝的分布演变规律,剖析了三角洲前缘水下分流河道与河口坝的建筑结构关系,以期对三角洲前缘砂体内部剩余油分布规律研究提供参考和借鉴。

## 1 区域地质概况

永3-1断块位于永安镇油田南部,总体上受断块北部南倾近东西向的永3二级断层控制,内部被多条南北和东西走向断层切割。含油层系为沙二段,其中 $E_{s2}5-6$ 砂层组为主力含油层系,储层厚度约为30 m,是典型的进积型三角洲沉积,其沉积时期湖水变浅,沉降速度小于沉积速度,碎屑物质供给充分,沿湖盆长轴方向注入,形成独特的河控三角洲前缘沉积体系,经永3-1断块延伸形成了三角洲前缘水下分流河道和河口坝沉积。物源主要来自东部的青坨子凸起和北部的陈家庄凸起<sup>[8]</sup>。

## 2 沉积演化特征

永3-1断块 $E_{s2}5$ 和 $E_{s2}6$ 砂层组分别对应1个中期基准面旋回(图1),均为不对称的基准面下降半旋回,砂体以向上变粗的反韵律为主。 $E_{s2}6$ 砂层组沉积初期,湖水相对较深,盆地基底沉降速度较慢,沉积了一套较薄的前三角洲黑色泥岩,其后,由于分流河道快速向湖盆推进,三角洲前缘朵叶体向湖

盆进积,形成一套河控三角洲前缘砂体<sup>[9]</sup>;该套砂体可细分为Es<sub>2</sub>6<sup>2</sup>和Es<sub>2</sub>6<sup>1</sup>,对应2个短期旋回。Es<sub>2</sub>6<sup>2</sup>小层厚度薄,延伸远,为经过湖浪改造作用形成的席状砂沉积;Es<sub>2</sub>6<sup>1</sup>小层砂体厚度中心位于研究区中部,为河口坝沉积,由于湖泊的改造作用增强,向湖盆方向快速尖灭。Es<sub>2</sub>6砂层组沉积结束后,湖水变深且盆地基底沉降速度较快,沉积了厚度达20 m的前三角洲灰黑色泥岩;其后,分流河道快速向湖盆推进,形成一套厚层三角洲前缘砂体;该套砂体自下而上依次为Es<sub>2</sub>5<sup>5</sup>,Es<sub>2</sub>5<sup>4</sup>,Es<sub>2</sub>5<sup>3</sup>,Es<sub>2</sub>5<sup>2</sup>和Es<sub>2</sub>5<sup>1</sup>,对应5个短期旋回,Es<sub>2</sub>5<sup>5</sup>小层为一套薄的席状砂体,Es<sub>2</sub>5<sup>4</sup>,Es<sub>2</sub>5<sup>3</sup>,Es<sub>2</sub>5<sup>2</sup>和Es<sub>2</sub>5<sup>1</sup>小层为不断进积的、厚度中心不断向西迁移的厚层河口坝和分流河道砂体<sup>[10]</sup>。

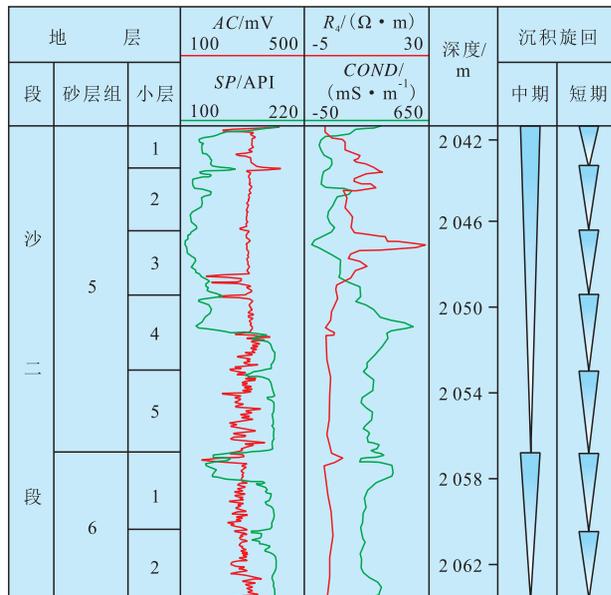


图1 永3-1井Es<sub>2</sub>5—6砂层组基准面旋回划分

### 3 垂向沉积模式

在深入研究永安镇油田永3-1断块Es<sub>2</sub>5—6砂层组沉积背景、垂向沉积演化过程的基础上<sup>[11]</sup>,结合研究区测井、录井等基础资料,建立了研究区河控三角洲前缘垂向沉积模式(图2)。

#### 3.1 单一水下分流河道型

单一河道底部常具有明显的冲刷面,垂向上表现为河道的正韵律特征,自然电位曲线呈钟形,常发育于三角洲前缘上部近物源处,河流水动力强,对下伏地层侵蚀能力强。垂向上为单一水下分流河道,具有典型的河流特征<sup>[12]</sup>。

多期河道叠加底部常具有冲刷面,垂向上表现为多期正韵律河道叠加,自然电位曲线形态呈钟形,常发育于三角洲前缘中上部。

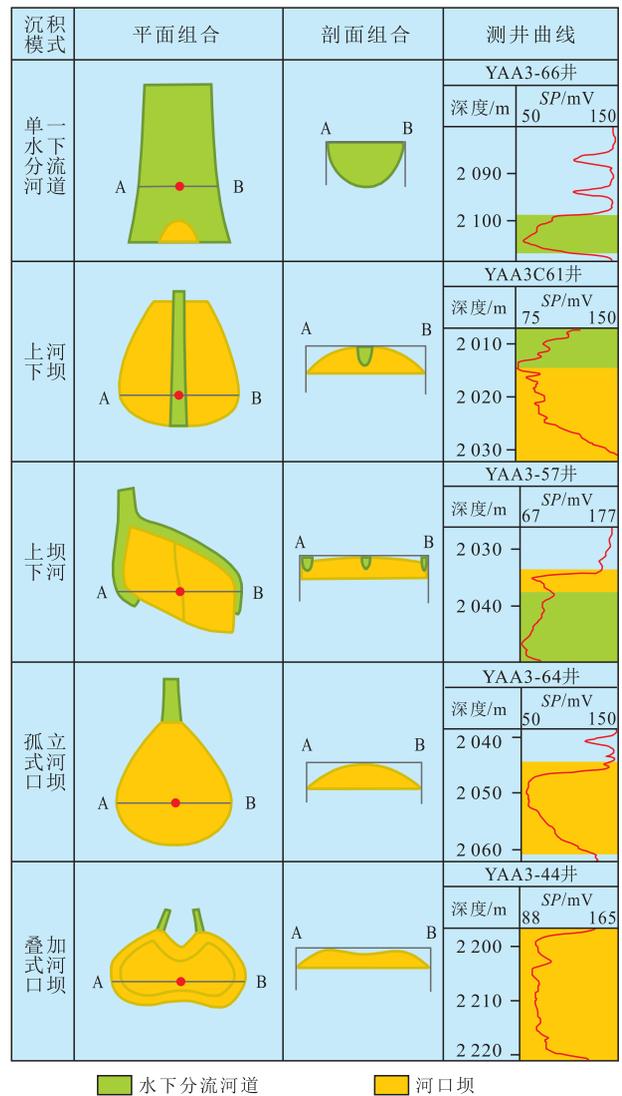


图2 永3-1断块Es<sub>2</sub>5—6砂层组河控三角洲前缘垂向沉积特征

#### 3.2 水下分流河道与河口坝组合型

**上河下坝** 上河下坝组合的下部是具反韵律特征的河口坝沉积,上部是具正韵律特征的水下分流河道沉积,中间变化处具有明显的冲刷特征,自然电位曲线下部呈漏斗形,中上部为箱形。形成原因是河流能量较强,三角洲不断进积,水下分流河道向前延伸,并对已形成的河口坝进行冲刷,从而形成坝上河的沉积特征。

**上坝下河** 上坝下河组合的下部为正韵律的分流河道沉积,上部为具有反韵律特征的河口坝沉积,中间为细粒沉积,个别地区存在泥质夹层。自然电位曲线下部呈箱形和钟形,上部为漏斗形。形成原因是水下分流河道进积分叉过程中,其中一支水流能量较弱的河道,随着河口坝向上生长,水下分流河道对河口坝的侵蚀作用越来越弱,水流能量越来越弱,河道最终废弃,废弃河道两边的河口坝

砂体拼接,随着河口坝砂体不断生长,废弃的河道最终被河口坝砂体掩盖,形成下河上坝组合。

### 3.3 河口坝型

**孤立式河口坝** 孤立式河口坝在垂向剖面上表现为上粗下细的反粒序结构。自然电位曲线通常呈漏斗形,曲线光滑,厚度大,表明河流是连续向湖盆推进的,沉积物供给是递增的。孤立式河口坝主要形成在三角洲前缘分流河道前端<sup>[13-14]</sup>以及2条分流河道间。

**叠加式河口坝** 叠加式河口坝沉积特征与孤立式河口坝差别不大,在沉积过程中不连续或出现多个单一河口坝叠加,夹薄层细粒沉积。自然电位曲线表现为向上变粗的漏斗状。叠加式河口坝主要分布在分支河道末端、分支河道密集发育区和河口坝砂体密集区。

## 4 沉积微相构成及特征

在现代三角洲研究和垂向沉积模式研究的基础上,对三角洲前缘储层沉积微相的垂向和平面展布规律进行了研究。以沉积模式为指导,将研究区 $E_{s_2}5^2$ 小层划分为单一水下分流河道、上河下坝和河口坝3个主要区带(图3)。

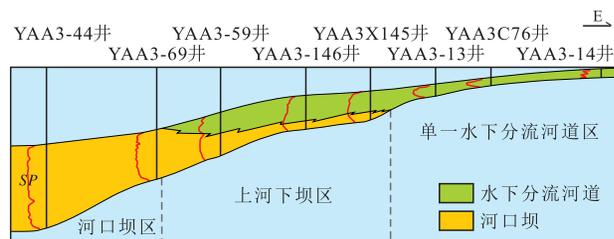


图3 永3-1断块 $E_{s_2}5^2$ 小层沉积微相组合剖面

由图3可知, $E_{s_2}5^2$ 小层在研究区东部主要为单一水下分流河道沉积,局部发育小型河口坝砂体,砂体厚度相对较薄,小于6 m,此处坡度较小,水动力强,下切作用明显,分流河道分叉形成的河口坝厚度亦较小;中部以上河下坝为主,大多上游为水下分流河道,下游为河口坝,或者水下分流河道间为侧向发育且被其限定的河口坝砂体,一般此处地形开始变陡,可容空间增大,砂体厚度大,为6~20 m;西部为河口坝发育区,水下分流河道发育到末端,河道开始逐渐消失,形成连片状厚层河口坝砂体,以孤立式和叠加式河口坝沉积为主,砂体厚度最大,最厚处可达30 m以上。剖面上,东部以单一水下分流河道沉积为主,河流冲刷面明显;中部以上河下坝为主;西部以河口坝沉积为主,沉积物大

多粒度较细,反粒序明显。

## 5 结束语

永安镇油田永3-1断块沙二段5—6砂层组为大型河控三角洲前缘沉积,水下分流河道和河口坝是主要的沉积微相类型。研究区河控三角洲前缘垂向沉积模式可划分为5种类型,包括:单一水下分流河道、上河下坝、上坝下河、孤立式河口坝和叠加式河口坝。在现代三角洲研究和垂向沉积模式研究的基础上,以沉积模式为指导,将研究区 $E_{s_2}5^2$ 小层划分为单一水下分流河道、上河下坝和河口坝3个主要区带。不同区带内具有各自的韵律特征,对进一步进行剩余油分布研究有重要的指导意义。

### 参考文献:

- [1] 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,1989.
- [2] 肖佃师,卢双舫,陈海峰,等.大庆长垣以西泉四段浅水三角洲沉积特征及模式[J].科学技术与工程,2011,11(21):4 986-4 992,5 001.
- [3] 赵澄林,朱筱敏.沉积岩石学[M].北京:石油工业出版社,2001.
- [4] 焦养泉,李思田,杨士恭,等.湖泊三角洲前缘砂体内部构成及不均一性露头研究[J].地球科学——中国地质大学学报,1993,18(4):441-449.
- [5] 国景星.三角洲前缘亚相沉积精细描述[J].油气地质与采收率,2012,19(1):7-10.
- [6] 梅志超,林晋炎.湖泊三角洲的地层模式和骨架砂体特征[J].沉积学报,1991,9(4):1-9.
- [7] 李凤杰,王多云,郑希民,等.陕甘宁盆地华池地区延长组缓坡带三角洲前缘的微相构成[J].沉积学报,2002,20(4):582-584.
- [8] 杨勇.东营凹陷永安镇油田永3断块沙二段进积三角洲沉积体系[J].油气地质与采收率,2009,16(2):27-29.
- [9] 庄丽.东营凹陷永安镇三角洲层序地层与沉积体系[J].石油实验地质,2006,28(6):544-548.
- [10] 赖生华,麻建明,孙来喜.断陷湖盆层序演化对储集体成因类型及构型的控制[J].石油实验地质,2005,27(4):360-364.
- [11] 孙雨,马氏忠,姜洪福,等.松辽盆地三肇凹陷葡萄花油层河控浅水三角洲沉积模式[J].地质学报,2010,84(10):1 502-1 510.
- [12] 牟汉生,孙钰,姜在兴.胜坨地区沙二段辫状河三角洲沉积特征[J].特种油气藏,2007,14(3):24-27.
- [13] 王勇,钟建华.湖盆扇三角洲露头特征及油气的关系[J].油气地质与采收率,2010,17(3):6-11.
- [14] 吴明荣,李英涛,曲志鹏,梁家楼.小营地区沙二段三角洲沉积再认识[J].油气地质与采收率,2009,16(5):12-15.

编辑 武云云