

文章编号: 1000-0550(2009)01-0032-09

三角洲前缘储集砂体的成因组合与分布规律^① ——以松辽盆地大老爷府地区白垩系泉头组四段为例

刘自亮^{1,2}

(1. 中国地质大学 地质过程与矿产资源国家重点实验室 北京 100083 2 中国地质大学沉积盆地研究所 北京 100083)

摘要 以松辽盆地大老爷府油田白垩系泉头组四段为例,运用高分辨率层序地层学短期基准面旋回原理,详细刻画了以水下分流河道和河口坝沉积为主导的三角洲前缘储集砂体的成因组合特征,提出将其划分为水下分流河道成因组合、水下分流河道与河口坝成因组合和河口坝成因组合三种类型,并对这些储集砂体成因组合进行了详细解剖,例如,将水下分流河道成因组合划分为完整型、废弃型和多期叠加型水下分流河道组合三种亚类型;河口坝成因组合划分为完整型和叠加型河口坝成因组合两种亚类型;将复合成因砂体描述为坝上河成因组合。研究表明各种成因组合的发育受沉积基准面升降,可容纳空间增加与沉积物补给通量比值变化的控制。在此基础上,文章讨论了各种成因组合砂体在高分辨率层序地层学格架内的时空分布规律。

关键词 短期基准面旋回 成因组合 三角洲前缘 大老爷府油田 松辽盆地

作者简介 刘自亮 男 1978 年出生 博士研究生 储层沉积学与层序地层学 E-mail: bugliu2001@163.com

中图分类号 TE122.2 **文献标识码** A

0 前言

湖泊三角洲是河流入湖形成的沉积体,因蕴含丰富的油气资源长期以来倍受石油工作者的青睐,其中“三角洲前缘相带”内的砂体是最重要的油气藏赋存部位^[1~5]。在我国中生代盆地中,三角洲型油田为常见的油气聚集类型。实际上在不同类型沉积盆地、不同沉积条件下的三角洲前缘中,水下分流河道和河口坝等沉积物具有非常丰富的内容^[6~9]。就此前人做了大量古代和现代三角洲研究,如吐鲁番—哈密盆地浅水三角洲的突出特征是以分流河道砂体为骨架,河口坝不发育^[10],又如鄂尔多斯盆地的缓坡三角洲露头研究结果,水下分流河道砂体上下均为三角洲前缘的砂泥互层沉积,河道底部切割了下伏沉积物^[11]。对鄱阳湖^[12]、洞庭湖的研究结果表明水下分流河道是大河进入浅水湖盆的常见现象。同样,对内蒙岱海缓坡三角洲一步量河三角洲的现代沉积调查也表明前缘相的主要微相是水下分流河道和席状砂^[13]。因此,详细研究这些储油砂体成因类型、组合形式及时空分布规律,具有重要的学术价值和经济意义。

大老爷府油田是松辽盆地南部 20 世纪 90 年代

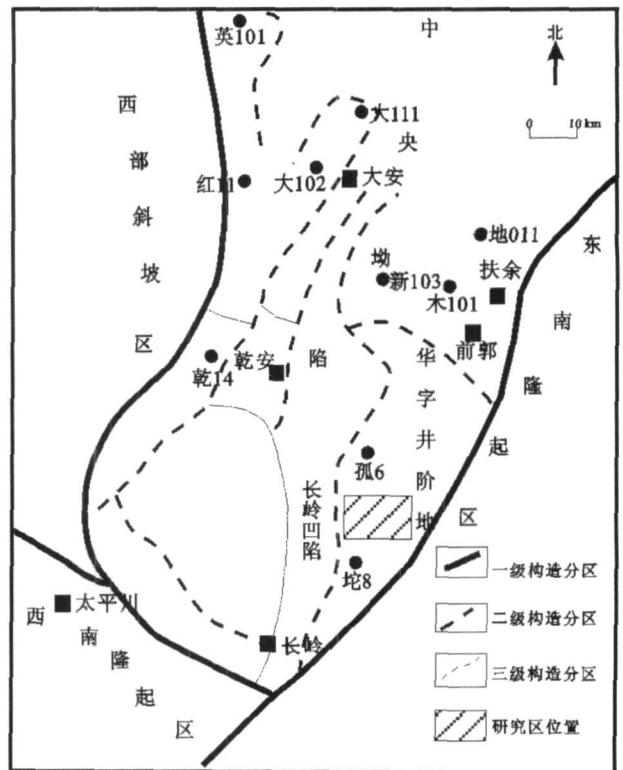


图 1 松辽盆地南部构造单元分布及研究区位置图

Fig 1 Sketch map showing tectonic units and location of the study area Songliao Basin

① 科技部国家重点基础研究项目 (批准号: 001CB7 11002) 国家自然科学基金 (批准号: 40172043 40572073) 和中国地质调查局项目 (编号: 200313000055) 资助。

收稿日期: 2008-05-22 收修改稿日期: 2008-06-27

发现的一个新油田, 位于松辽盆地中央坳陷东南坡, 华字井阶地的中南部。泉头组四段作为大老爷府地区的主要含油层之一, 前人将该套厚层砂岩解释为三角洲前缘水下分流河道或河口坝成因, 并作为一个整体以其顶底界进行储层对比^[14], 也有人提出过河流沉积体系的观点^[15], 最近有人提出凹陷湖盆条件下三角洲的看法^[16]。在众多研究成果的基础上^[17-19], 作者研究发现该套厚层砂岩由多种不同岩性和物性特征的成因砂体叠置形成。本文详细讨论大老爷府油田白垩系泉头组厚层储集砂体的成因组合形式和分布规律。对该套厚层优质储集层段的详细刻画和解剖, 其意义在于: ①突破了前人把这些砂体只作为河道砂体的观点; ②对于加深对储层非均质性的认识、提高在勘探阶段对优质储层的预测准确度、细化开发过程中的储层建模及细分流动单元等储层研究具有重要的学术价值和现实意义; ③为该区进一步油气勘探和有利区块预测提供可靠的地质依据。

1 三角洲前缘沉积背景及砂体成因类型

松辽盆地白垩纪处于温暖潮湿(亚热带—温带)气候环境, 属于西伯利亚植物区^[12]; 盆地以东的龙爪沟地区下白垩统龙爪沟群含海相双壳类和沟鞭藻类, 为海陆交互相沉积, 反映古地理环境属近海环境^[13]。大老爷府油田所在盆地的南部包括东南隆起区、中央凹陷区南部、西部斜坡区南部和西南隆起区北部(图 1)。其构造背景、形成演化及构造特征受松辽盆地整体构造作用及应力场的控制。松辽盆地的构造演化经历了断陷期、坳陷期和萎缩期 3 个阶段, 坳陷期以大型湖盆沉积为特征, 坳陷期发育的地层有下白垩统泉头组、上白垩统青山口组、姚家组和嫩江组^[14]。青山口组到嫩江组沉积时期, 是松辽盆地大型坳陷发展的全盛时期, 称为盆地发展的“坳陷期”。泉四段沉积时期在松辽盆地南部主要发育怀德辫状河—曲流河—三角洲沉积体系, 主要分布于怀德—伏龙泉—扶余地区, 在大老爷府地区过渡为三角洲沉积, 主要发育三角洲前缘沉积亚相。发育有水下分流河道、河口坝、分流间湾、水下天然堤、远砂坝和席状砂等微相。其中水下分流河道和河口坝微相内的砂体为最有利的油气储集砂体。下面就这些砂体的特征进行讨论。

1.1 水下分流河道砂体

水下分流河道砂体形成于三角洲前缘亚相内, 以

厚层、中厚层细砂岩和粉砂岩为主。由于湖水较浅, 并且受堤岸限制较小, 改道迁移频繁, 造成河流入湖后的分叉作用, 因此, 水下分流河道呈网状分布。水下分流河道底部常具有底冲刷现象(图版 I -A、E 中部), 底冲刷面上多见砾石层, 砾石大小一般在 0.5 ~ 4 cm 位于分流间湾粉砂岩、泥岩上部。单一成因单元河道砂厚度一般为 1 ~ 3 m 底具冲刷面, 含灰绿色泥砾, 下部以细砂岩为主, 上部为粉砂岩。水下分流河道砂一般分选较差, 泥质含量偏高, 可见块状层理、中型槽状交错层理、板状交错层理、平行层理、小型交错层理, 粉砂岩常呈水平层理、砂纹层理、浪成波状交错层理、波纹层理(如图版 I -A、B、D、E 上部)。总体垂向上呈向上变细的正粒序, 反映河道能量渐弱的沉积过程。此外, 也出现复合河道为多成因单元叠覆(图版 I -A), 常见两种成因单元叠覆, 表现为上部河道成因单元下切下伏河道成因单元, 多期河道成因单元在同一个河道叠覆, 说明河道有一定的稳定性和河水流动的间歇性。测井曲线为强凸化钟形、箱形。

1.2 河口坝砂体

河口坝砂体是形成于三角洲前缘亚相内的极具特色的砂体, 岩性以中厚层、中层粉砂岩和泥质粉砂岩为主, 分选较好, 与上下岩层成突变接触, 主要为灰、深灰色, 具有典型的粒度向上变粗、泥质含量减少、单层砂体厚度变大的反粒序结构。下部发育水平层理、沙纹层理, 向上为低角度的板状交错层理、楔状层理等, 常见砂包泥、滑塌构造、包卷层理和重荷模等构造, 常含植物碎屑(如图版 I -D 下部, E 中部)。该砂体平面上呈椭圆形或扁豆形, 剖面上呈透镜状, 砂体连通性好, 为该区较好的储集层。在测井曲线上常表现为漏斗状。

2 三角洲前缘砂体的成因组合

不同成因的三角洲前缘砂体可组成形式各异的成因组合, 由于大老爷府地区所属三角洲沉积体系, 从物源区到湖泊延伸的距离远, 受湖盆构造演化和古气候的影响大, 依据其发育的沉积学特征, 岩心和测井曲线的岩电响应, 运用短期基准面旋回原理, 可识别出以下三种类型、六种亚类型的砂体成因组合。

2.1 水下分流河道成因组合

2.1.1 完整型水下分流河道砂体

完整型水下分流河道砂体底部通常具有冲刷面, 为粒度逐渐向上变细的正韵律沉积层序, 属典型的河道沉积二元结构。短期基准面旋回类型为高可容纳

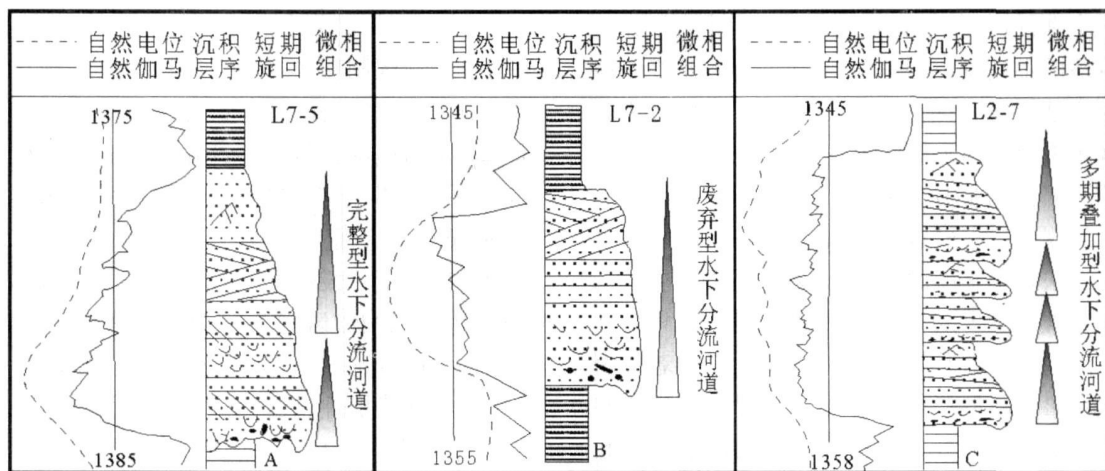


图 2 水下分流河道成因组合短期基准面旋回剖面结构

Fig 2 Profile constitution of the short-term base-level cycle sequence of distributary channel genetic assemblages

空间、向上变深的非对称型旋回或等厚对称型旋回(图 2A)。其成因可能为在基准面上升的过程中,可容纳空间增加大于沉积物补给通量($A/S > 1$),且水下分流河道的下蚀作用较弱,同样当基准面下降时,侵蚀作用也较弱或处于无沉积状态,从而形成下粗上细的完整型水下分流河道砂体;当水下分流河道向湖推进,能量减弱,侧向加积作用显著的条件下,水下分流河道的迁移改道作用,也可形成类似沉积特征的砂体。

2.1.2 废弃型水下分流河道砂体

废弃型水下分流河道砂体在平面上与水上水流河道砂体相似成带状和网状分布,但在垂向上顶底部直接与分流间湾泥岩或浅湖泥岩直接接触,顶底面为冲刷面并有底部滞留沉积物,测井曲线(SP、GR)上表现为箱形。短期基准面旋回类型为低可容纳空间、向上变深的非对称型旋回(图 2B),反映了在基准面上升过程中,可容纳空间增加小于沉积物补给通量($A/S < 1$),水下分流河道的水流强度大,湖泊底形对其约束力有限,河流决口改道作用强烈。以及在物源供给、河水流频繁变化等条件下,也可导致河流改道作用,其河岸沉积物的类型等均为可能成因,形成缺少顶部细粒沉积物的废弃型水下分流河道砂体。

2.1.3 多期叠加型水下分流河道砂体

多期叠加型水下分流河道砂体是由多期河道砂体叠加形成的块状砂体,且底部发育冲刷面或滞留沉积,在垂向上表现为由多个正韵律组成的复合韵律。短期基准面旋回属于低可容纳空间、向上变深的非对称型旋回(图 2C)。原因是在基准面缓慢上升的过程中,可容纳空间增加远小于沉积物补给通量($A/S <$

1),低可容纳空间难以容纳所供给的沉积物,大部分的沉积物在冲刷作用下被带走。在基准面下降的过程中,随着有效可容纳空间的减小和冲刷、剥蚀作用增强,上部细粒沉积物被冲刷、剥蚀带走,使得上升半旋回仅保留底部粗粒沉积物。这一过程多次重复,多期河道砂体相互叠置,形成叠加式水下分流河道砂体(图版 I-A)。测井曲线形态为箱形叠加。

2.2 河口坝成因组合

2.2.1 完整型河口坝砂体

其沉积特征在垂向上表现为不连续的、粒度向上逐渐变粗的反粒序沉积特征。河口坝砂体顶、底部与浅湖泥直接接触。短期基准面旋回为高可容纳空间、向上变浅的非对称型旋回和下降半旋回为主的对称型旋回(图 3A、图版 I-B)。其成因是在高可容纳空间($A/S < 1$)条件下,伴随着基准面下降到晚期,强烈的进积作用使可容纳空间迅速填满,水体变浅,位于顶部的砂体受侵蚀冲刷作用的改造,泥质成分被带走,粗粒物质保留下来,从而形成厚度大、分选好、无细粒沉积物夹层的完整型河口坝砂体。

2.2.2 叠加型河口坝砂体

叠加型河口坝砂体为两个或多个向上变粗的砂体相互叠置组成的反粒序特征砂体。其短期基准面旋回表现为高可容纳空间、向上变浅的非对称型旋回和下降半旋回为主的对称型回(图 3B)。其成因是在高可容纳空间条件下,基准面下降过程中,可容纳空间增加小于沉积物补给通量($A/S < 1$)的条件下,水体较深,能量较低,冲刷作用较弱有关。随着可容纳空间减小和沉积物供给量增多而变粗,因而形成反粒序的河口坝砂体。基准面上升过程中,在可容纳空间

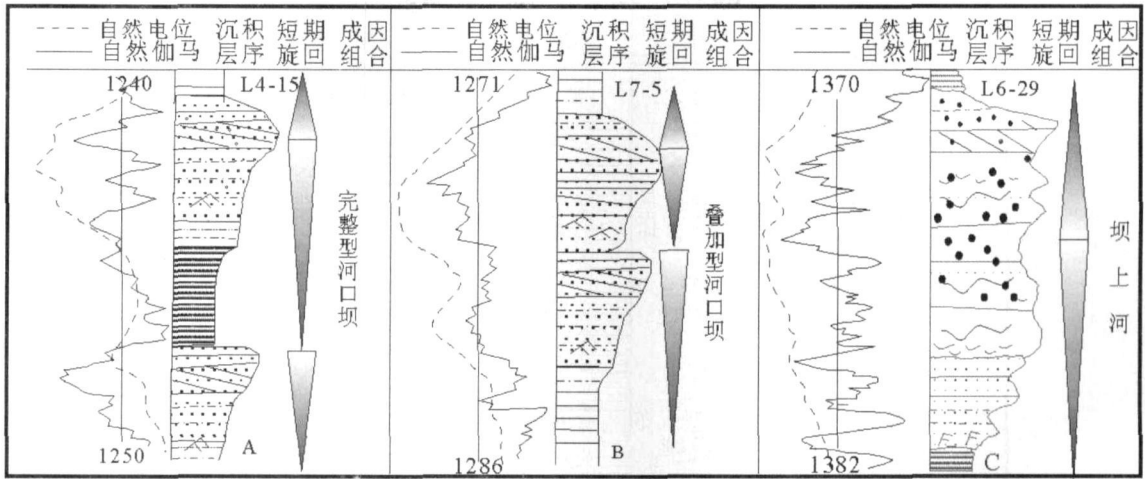


图 3 河口坝和复合砂体成因组合短期基准面旋回剖面结构

Fig 3 Profile constitution of the short-term base-level cycle sequence of the mouth bars and compound sandstones genetic assemblages

间增加远大于沉积物补给通量 ($A/S \gg 1$) 的条件下, 沉积物供给量处于极少状态, 沉积了较薄的粉砂岩或泥岩。

2.3 水下分流河道与河口坝复合成因组合

坝上河复合砂体是以短期旋回的转换面为对称轴, 下部为具反粒序结构的河口坝, 上部为水下分流河道的砂体组合。该类砂体形成于中期基准面下降过程中, 可容纳空间减小速率接近于沉积物供给速率 (由 $A/S \geq 1$ 至 $A/S \leq 1$) 条件下, 或中期旋回由下降到上升的转换位置。下部的河口坝形成于先期旋回基准面下降晚期的强迫进积, 即在基准面下降过程中, 无论沉积物供给多少, 岸线都会向湖盆方向迁移; 上部的水下分流河道形成于后期旋回基准面上升早期的主动进积, 即基准面开始缓慢上升过程中, 基准面的上升速率虽然在增加, 但沉积物的供给速率仍大于基准面的上升速率, 而造成强烈的充填作用, 形成水下分流河道砂体。二者的界面是两期基准面旋回的转换面, 由于基准面由降向升转换时, 水下分流河道具有强烈的侵蚀冲刷作用, 会对先期沉积的河口坝顶部砂体进行改造, 因而二者接触面为小型冲刷面而形成连续式坝上河复合砂体 (如图 3-C), 其短期基准面旋回为下降半旋回与上升半旋回的不完全对称型 (图版 I D、E)。

3 储集砂体的成因组合演化及分布规律

松辽盆地从泉三段沉积期开始进入整体沉降的统一拗陷阶段, 泉三段、泉四段至青山口组自东向西

逐层超覆, 超覆带分布于斜坡区中下部。大老爷油田泉头组沉积期处于来自于东南物源怀德水系的三角洲沉积体系的前缘部位^[15-17]。泉四期正处于湖盆扩张的早期阶段, 处于长期基准面旋回的基准面上升过程, 可分为四个中期基准面旋回。此阶段物源供给稳定, 形成了一套几乎连续沉积的厚砂体, 成为大老爷油田的主要含油层。经作者研究认为, 该套储油砂体是在湖泊扩张早期, 三角洲前缘由进积转化为退积过程的产物。

在泉四段早期湖盆拗陷扩张的初始阶段, 就本研究区而言, 沉积基底较缓, 河流作用强, 可容纳空间增加远小于沉积物补给通量 ($A/S < 1$), 发育三角洲前缘进积过程, 沿湖心方向堆积水下分流河道和河口坝砂岩, 其中水下分流河道, 分布范围广、厚度大。而随着湖盆的继续扩张, 湖水水体加深, 物源供给速率小于湖盆的扩张速率即可容空间增加大于沉积物补给通量 ($A/S > 1$), 三角洲前缘进积沉积转化为退积过程。因此, 在不同的沉积阶段, 不同成因砂体连续或不连续堆积, 形成了特征各异的厚层砂体, 在垂向上表现为不同的成因组合类型 (如图 4)。在以中短期基准面旋回为等时地层对比单元所建立的层序地层格架中, 可以得出泉头组四段不同成因组合砂体的时空分布受中期基准面旋回控制, 在平面上即从湖泊岸线到湖泊中心方向, 储集砂体成因组合依次可划分为: 水下分流河道成因组合区、水下分流河道与河口坝复合成因组合区和河口坝成因组合区 (图 5)。

在近湖岸方区域, 在基准面缓慢上升的过程中,

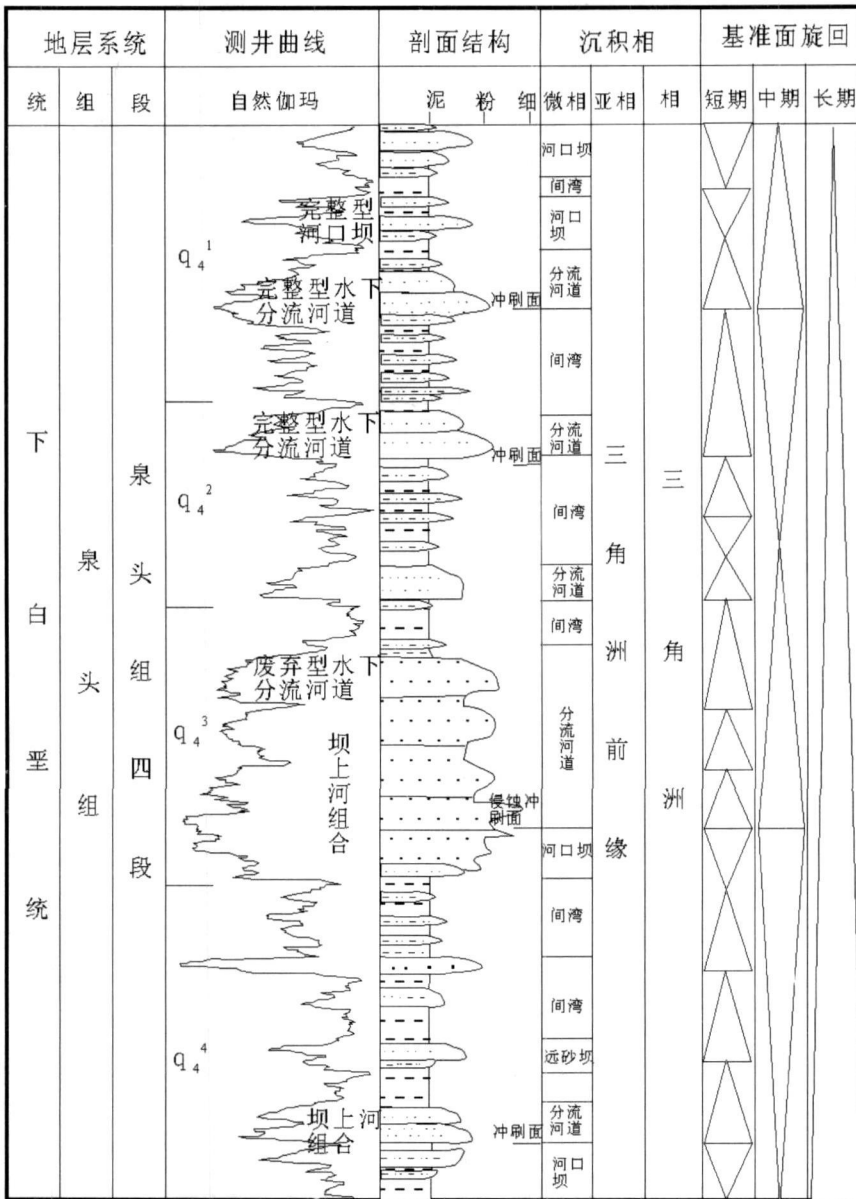


图 4 大老爷府油田泉头组四段沉积层序演化柱状图

Fig 4 A histogram of the evolution of a sedimentary sequence of the 4th member of Quantu Formation Daboyefu oilfield

可容纳空间增加远小于沉积物补给通量 ($A/S < 1$), 低可容纳空间难以容纳所供给的沉积物, 大部分的沉积物在冲刷作用下被带走。在基准面下降的过程中, 随着有效可容纳空间的减小和冲刷、剥蚀作用增强, 上部细粒沉积物被冲刷、剥蚀带走, 使得上升半旋回仅保留底部粗粒沉积物。这一过程多次重复, 多期河道砂体相互叠置, 形成叠加式水下分流河道砂体。如果在此过程中, 由于水下分流河道的水流强度大, 湖泊底形对其约束力有限, 河流决口改道作用强烈, 当物源供给等条件发生变化的情况下, 河道决口、改道、废弃, 则形成缺少顶部细粒沉积物的废弃型水

下分流河道砂体。随着基准面继续上升, 可容纳空间增加大于沉积物补给通量 ($A/S > 1$), 且水下分流河道的下蚀作用较弱, 同样当基准面下降时, 侵蚀作用也较弱或处于无沉积状态, 从而形成下粗上细的完整型水下分流河道砂体。同时, 水下分流河道的迁移改道作用, 也可形成类似沉积特征的砂体。

河口坝成因砂体是在高可容纳空间条件下, 基准面下降过程中, 可容纳空间增加小于沉积物补给通量 ($A/S < 1$), 水体较深, 能量较低, 冲刷作用较弱有关。随着可容纳空间减小和沉积物供给量增多而变粗, 因

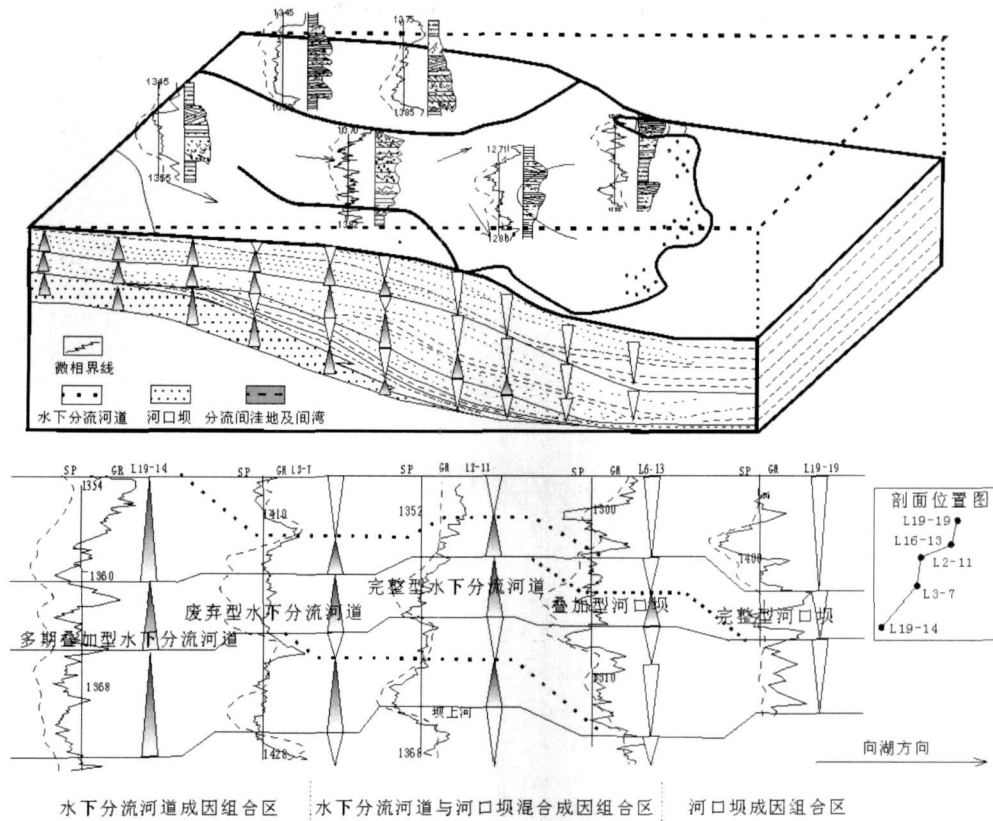


图 5 大老爷府油田泉头组四段三角洲前缘砂体成因组合分布模式及层序格架图

Fig 5 Model of genetic assemblage distribution and sequence stratigraphic framework in the delta front in the 4th member of Quantou Formation Daboyefu oilfield

而形成反粒序的河口坝砂体。若在基准面上升过程中,可容纳空间增加远大于沉积物补给通量 ($A/S > 1$) 的条件下,沉积物供给量处于极少状态,沉积了较薄的粉砂岩或泥岩,因此形成叠加型河口坝砂体;如果在高可容纳空间,可容纳空间增加小于沉积物补给通量 ($A/S < 1$) 的条件下,伴随着基准面下降到晚期,强烈的进积作用使可容纳空间迅速填满,水体变浅,位于顶部的砂体受侵蚀冲刷作用的改造,泥质成分被带走,粗粒物质保留下来,从而形成厚度大、分选好、无细粒沉积物夹层的完整型河口坝砂体。

在三角洲进积过程中水下分流河道砂体不断堆积、叠置于河口坝砂体的上部,形成丰富多彩的水下分流河道与河口坝复合成因组合砂体,“坝上河”复合砂体多出现在中期旋回基准面下降半旋回的中晚期和上升半旋回的早期。复合砂体厚度较大,呈带状分布,且靠近顶底暗色泥岩,均为优质的烃源岩。因此,复合砂体的生、储、盖的空间匹配合理,具备形成大面积油气藏的地质基础,为具有勘探前景的优质储层。

4 结论

(1)大老爷府油田泉头组四段主要储集砂体为湖泊三角洲前缘进积过程中连续堆积的产物,并且可识别出水下分流河道成因组合、水下分流河道与河口坝复合成因组合和河口坝成因组合等三种砂体成因组合类型。进一步细分出废弃型、完整型和多期叠加型水下分流河道成因组合;坝上河成因组合;完整型和叠加型河口坝成因组合六种亚类型。

(2)运用高分辨率层序地层学原理,详细研究了各种类型成因组合的短期基准面旋回的叠加样式和形成机制;总结了在基准面升降的过程中,可容纳空间和沉积物补给通量比值的变化对三角洲前缘砂体成因组合在空间分布上的控制规律;并且,在层序地层学格架中讨论了各种类型成因组合砂体的分布规律,以及优质储层的产出位置。

(3)对该区厚层储集砂体成因组合类型的鉴别和分布规律的认识,突破了把这些砂体简单的作为河道成因的观点,其中储层的时空展布规律和格局,明

显受到各级基准面旋回的演化控制。此特征不仅可直接指导油气藏勘探与开发,同时也可作为非钻井区储层预测和评价的重要依据之一。

参考文献 (References)

- 张兴阳, 罗平, 顾家裕, 等. 三级基准面旋回内三角洲砂体骨架模型的建立——以陕北安塞三角洲露头为例 [J]. 沉积学报, 2006, 8(4): 540-548 [Zhang Xinyang Luo Ping Gu Jiayu Establishment of the delta sandbody framework model in a 3rd order base level cycle taking Shanbei Ansei delta outcrop as example [J]. Acta Sedimentologica Sinica 2006 8(4): 540-548]
- 吴嵩筠, 薛叔浩, 等. 中国含油气盆地沉积学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1993 48-57 [Wu Changjun Xue Shuhao et al. Petroleum Basins Sedimentology of China [M]. Beijing Petroleum Industry Press 1993 48-56]
- Frideman G M Sanders J E Principles of Sedimentology [M]. New York John Wiley 1978 5-121
- Haszeldine R S Muddy deltas in freshwater lake and tectonism in the Upper carboniferous coalfield of NE England [J]. Sedimentology 1984 31(6): 811-822
- Andrew D Miall Reconstructing the architecture and sequence stratigraphy of the preserved fluvial record as a tool for reservoir development: a reality check [J]. AAPG Bulletin 2006 90 989-1002
- 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组成 [J]. 沉积学报, 2002 12(4): 582-587 [Li Fengjie Wang Duoyun Zheng Ximin et al. The microfacies architecture of delta front along gentle slope zone of Yanchang Formation in Huachi area Shaanxi-Gansu-Ningxia Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica 2002 12(4): 582-587]
- 刘自亮, 王多云, 李凤杰, 等. 鄂尔多斯盆地陇东地区主要产层的砂体成因研究 [C] // 全国博士研究生论坛论文集. 山东东营: 中国石油大学出版社, 2007 14 [Liu Ziliang Wang Duoyun Li Fengjie Genetic analysis of Main reservoir sandbodies in Longdong area Shan-Gan-Ning Basin [C] // Papers of State Doctoral Student Forum Dongying Shandong China Petroleum University Press 2007 14]
- 刘自亮, 王多云, 李凤杰, 等. 陕甘宁盆地西峰油田主要产层储油砂体沉积微相组合及特征 [J]. 沉积学报, 2005 6(2): 248-254 [Liu Ziliang Wang Duoyun Li Fengjie The microfacies combination and characteristic of main sandbodies in Xifeng Oilfield, Shan-gan-ning Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica 2005 6(2): 248-254]
- 王多云, 郑希民, 李凤杰, 等. 含油气区岩相古地理学的问题 [J]. 沉积学报, 2003 3(1): 133-136 [Wang Duoyun Zheng Ximin Li Fengjie et al. Some problems on lithofacies paleogeography in oil and gas area [J]. Acta Sedimentologica Sinica 2003 (1): 133-136]
- 李文厚, 林晋炎, 袁明生, 等. 吐鲁番—哈密盆地的两种粗碎屑三角洲 [J]. 沉积学报, 1996 14(3): 113-121 [Li Wenhou Lin Jinyan Yuan Mingsheng et al. Two types of coarse clastic delta in Turpan-Hami Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica 1996 14(3): 113-121]
- 李思田. 含能源盆地沉积体系——中国陆相和近海主要沉积体系类型的分析 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996 62-67 [Li Sitian Sedimentary System of Sedimentary Basin Energy-System: Analysis of the Types of Sedimentary System in Continental China and Offshore [M]. Wuhan: China Geology University Press 1996 62-67]
- 朱海虹. 鄱阳湖现代三角洲沉积研究 [J]. 石油与天然气地质, 1981, 2(2): 89-102 [Zhu Haihong Research of sedimentary in Poyanghu modern delta [J]. Oil & Gas Geology 1981 2(2): 89-102]
- 王德发, 郑浚茂, 于兴河. 内蒙古岱海湖现代三角洲沉积及储层研究 [C] // 裴泽楠等编, 中国油气储层研究论文集 (续一). 北京: 石油工业出版社, 1993 293-311 [Wang Defa Zheng Junmao Yu Xinghe Modern delta sedimentary and Reservoir in Dahai Nei Menggu [C] // Qiu Yinan et al. China Reservoir Research Papers (continued I). Beijing Petroleum Industry Press 1993 293-311]
- 谢丛姣, 汪嘉联. 大老爷府油田低阻油气藏储层及流体分布特征 [J]. 新疆石油学院学报, 2001 3(1): 43-47 [Xie Congjiao Wang Jialian Low resistivity reservoir and flow distribution characteristics of Dalayefu oil and gas field [J]. Journal of Xinjiang Petroleum Institute 2001, 3(1): 43-47]
- 陈少军, 董清水, 宋立忠, 等. 松辽盆地南部泉四段沉积体系再认识 [J]. 大庆石油地质与开发, 2006 12(6): 4-8 [Chen Shaojun Dong Qingshui Song Lizhong et al. Recognition of sedimentary system of Quan-4 Member in south Songliao Basin [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing 2006 12(6): 4-8]
- 刘自亮, 仲国生, 李现根. 松辽盆地大老爷府油田泉四段三角洲前缘的沉积微相组合及特征 [J]. 地球学报, 2008 29(2): 228-234 [Liu Ziliang Zhong Guosheng Li Xiangen The microfacies combination and characteristics of delta front in the 4th member of Quantou Formation in Dalayefu oil field Southern Songliao Basin [J]. Acta Geocientica Sinica 2008 29(2): 228-234]
- 吕晓光, 李长山, 蔡希源, 等. 松辽大型浅水湖盆三角洲沉积特征及前缘相储层结构模型 [J]. 沉积学报, 1999 12(4): 572-577 [Lyu Xiaoguang Li Changshan Cai Xiyuan et al. Depositional characteristics and front facies reservoir framework model in Songliao shallow lacustrine delta [J]. Acta Sedimentologica Sinica 1999 12(4): 572-577]
- 李延平, 陈树民, 宋永忠, 等. 大庆长垣及以东泉三、四段扶杨油层浅水湖泊—三角洲体系沉积特征 [J]. 大庆石油勘探与开发, 2005 10(5): 13-16 [Li Yanping Chen Shumin Song Yongzhong et al. Shallow lacustrine-delta system deposition characteristics of Fuyang oil bed in Daqing Paleozoic and Quan 3 and Quan 4 Member to its east [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing 2005 10(5): 13-16]
- 邹才能, 薛叔浩, 赵文智, 等. 松辽盆地南部白垩系泉头组—嫩江组沉积层序特征与地层—岩性油气藏形成条件 [J]. 石油勘探与开发, 2004 4(2): 14-17 [Zou Caineng Xue Shuhao Zhao Wenzhi et al. Depositional sequences and forming conditions of the Cretaceous stratigraphic-lithologic reservoirs in the Quantou-Nengjiang Formations South Songliao Basin [J]. Petroleum Exploration and Development 2004 4(2): 14-17]

Delta-Front Sandbody Genetic Assemblages and Their Distribution Patterns of the 4th Member of Quantou Formation in Dalayefu Oilfield, Southern Songliao Basin, China

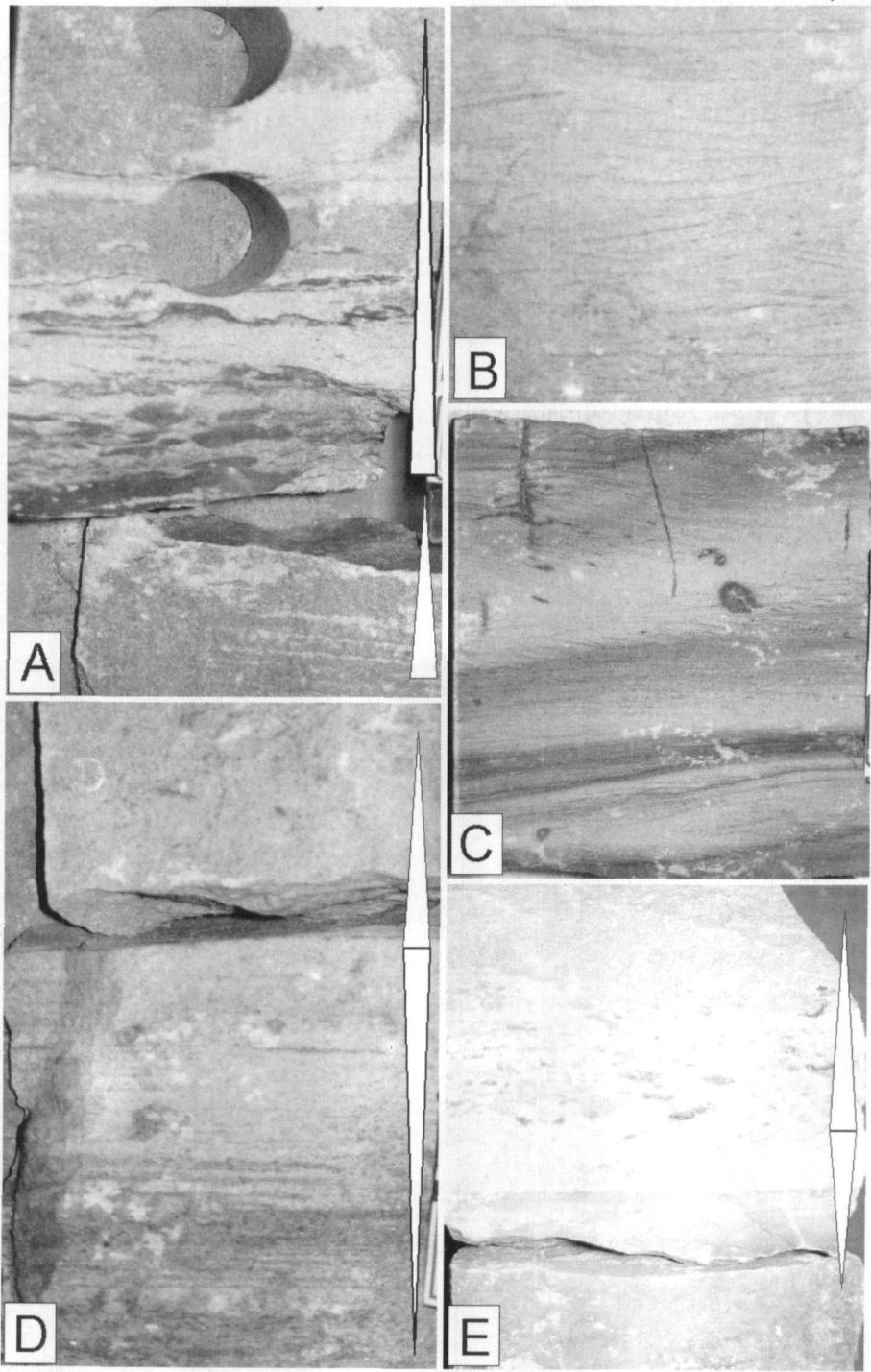
LIU Zi-liang^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083;

2. Institute of Sedimentary Basin, China University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract Taking the 4th member of Cretaceous Quantou Formation in Dalayefu oilfield in Songliao Basin as Example, by using the short-term base-level cycle theory of high resolution sequence stratigraphy, the paper shows the variety of genetic assemblages of reservoir rocks in delta front depositional system that was dominated by the distributary channel and mouth bar. It can be classified as “distributary channel genetic assemblage”, “distributary channel and mouth bar hybrid genetic assemblage” and “mouth bars genetic assemblage”. Based on a detailed characterization of these genetic assemblages, the abundant genetic assemblage can reflect different sedimentary environments, for example, submerged distributary channels genetic assemblage are divided into Abandoned Type, Integrity Type and Multi-phase Overprint Type; mouth bar genetic assemblage can be divided into Complete Mouth Bar and Stack-mouth Bar, and the hybrid genetic assemblage is identified. The analysis shows that these sandbodies are evidently controlled by the changing of short-term base-level and the relation of the accompanied accommodation and sedimentalmentations. On the basis of the above, this paper has also discussed the distribution model of the genetic assemblages in delta front in chrono-stratigraphic framework.

Key words short-term base-level cycle, genetic assemblage, delta front, Dalayefu Oilfield, Songliao Basin



图版I 说明: A 多期水下分流河道砂体叠置, 见冲刷面、泥岩团块, 发育平行层理、块状层理等, 含油性好。 B 水下分流河道砂体中槽状交错层理。 C 河口坝沉积细粒沉积物, 常见爬升层理等。 D 河口坝与水下分流河道完整组合砂体, 见水平层理、块状层理等。 E 河口坝与水下分流河道砂体组合, 见清晰冲刷面, 底部滞留沉积等, 仅见残余少量河口坝砂体。