

文章编号:1000-0550(2016)01-0129-08

doi: 10.14027/j.cnki.cjxb.2016.01.012

远源、细粒型浅水三角洲沉积特征与演化 ——以准噶尔盆地腹部莫索湾地区八道湾组为例

孙靖 薛晶晶 吴海生 吴爱成 宋明星 贾开富

(中国石油新疆油田分公司勘探开发研究院 新疆克拉玛依 834000)

摘要 准噶尔盆地腹部中央坳陷莫索湾地区八道湾组沉积时期气候相对湿润,地形相对平缓,物源供给充足,湖岸线变化相对频繁,具备形成浅水三角洲有利条件;由于距离物源区较远,沉积砂体以细砂岩、中—细砂岩为主,粒度相对较细,垂向上形成多期正旋回沉积序列。三角洲前缘分布广、延伸长、面积大,平面主要呈朵状,由多期水下分流河道切割、叠置形成的复合砂体构成;水下分流河道砂体发育,厚度较大,数量众多,垂向相互叠置,横向互相切割,连通性较好,单砂体具有不同叠置方式,构成了主要油气储集砂体,泥岩隔层较薄,河口坝砂体不发育;总体上,形成了该区远源型、分布广、粒度较细的浅水曲流河三角洲沉积体系。不同的沉积时期,来源于两个物源方向的三角洲前缘和水下分流河道沉积形态和范围发生变化,最终形成由宽阔的复合河道砂体为主构成的浅水三角洲。

关键词 准噶尔盆地 莫索湾地区 八道湾组 浅水三角洲 高亮体技术 沉积特征及演化

第一作者简介 孙靖 男 1982年出生 硕士 工程师 储层沉积学 E-mail: sun19820804@sina.com

中图分类号 P618.13 **文献标识码** A

浅水三角洲作为一种重要的三角洲类型进行描述、分析和研究在国外和国内分别开始于20世纪的50年代^[1]和80年代^[2]。在国内,不同的专家学者对松辽、鄂尔多斯、塔里木、渤海湾、四川等沉积盆地发育的浅水三角洲的沉积特征、沉积背景、形成条件、演化过程以及沉积模式等进行了深入分析^[3-11],总结了其形成的主要条件和主控因素^[12-15],并将其划分为浅水扇三角洲、浅水辫状河三角洲和浅水曲流河三角洲三大类,进一步分为9小类^[12]或6小类^[15]。浅水三角洲的形成条件^[3-15]可概括为平缓稳定的古地形、温暖适宜的古气候、供应充足的古物源、水深较浅的古水体、不断变化的古岸线等。目前,针对准噶尔盆地浅水三角洲的研究尚未系统开展,处于起步阶段,尤其是腹部八道湾组发育的远源、细粒型浅水三角洲。

1 地质概况及沉积背景

准噶尔盆地腹部已陆续发现陆梁、石西、石南、莫北及莫索湾等多个整装、高效油气田,但侏罗系八道湾组尚未发现,其最有利勘探区块为中央坳陷莫索湾—莫北凸起,尤其是位于莫索湾凸起西北部的莫索湾地区(图1)。该凸起紧邻沙湾、阜康、东道海子和

盆1井西等主要生排烃凹陷,构造位置有利。构造演化分析表明^[16-17],从早侏罗世八道湾期中侏罗世西山窑期,盆1井西凹陷东环带处于相对稳定状态。此时,气候温热潮湿,莫索湾地区地形平缓,滨浅湖沉积水体分布范围大^[18-20]。

八道湾组自上而下划分为三段(J_1b_3)、二段(J_1b_2)和一段(J_1b_1),每段平均厚度为200 m左右,其中,一段为主要勘探目的层,自下而上又可进一步 $J_1b_1^3$ 、 $J_1b_1^2$ 和 $J_1b_1^1$ 三个砂组,砂体均较发育,主力含油气砂体为一砂组砂体。二段为厚层灰色、深灰色泥岩,为全区分布盖层。

该区八道湾组勘探面积大、探井较少、勘探程度低,沉积相类型、特征以及沉积模式和砂体发育特征不明确,需要以地质沉积模式为指导的地质、地震一体化综合研究,以地震沉积相分析的各种方法为手段,明确沉积相、沉积特征及砂体特征基础上,优选出适用性地震储层砂体描述与预测技术^[21-28],对沉积砂体和河道砂体进行准确识别和精细刻画,尤其是高亮体技术。所谓“高亮体”是指峰值与有效频带内平均振幅之差,去除了背景能量造成的影响,可以反映储层砂体细节的变化^[27],通过高亮体时间切片可以反映不同沉积时期沉积砂体的分布和演化规律^[28]。

收稿日期:2014-11-18;收修改稿日期:2015-04-09

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973计划)项目(2011CB201106);国家科技重大专项(2011ZX05001-006)[Foundation: National Key Basic Research Program of China (973 Program), No.2011CB201106; National Science and Technology Major Project, No.2011ZX05001-006]

由于八道湾组一段沉积特征在三个层段中最具典型性且含油气性最好,因此该段是本文研究的主要目的层。

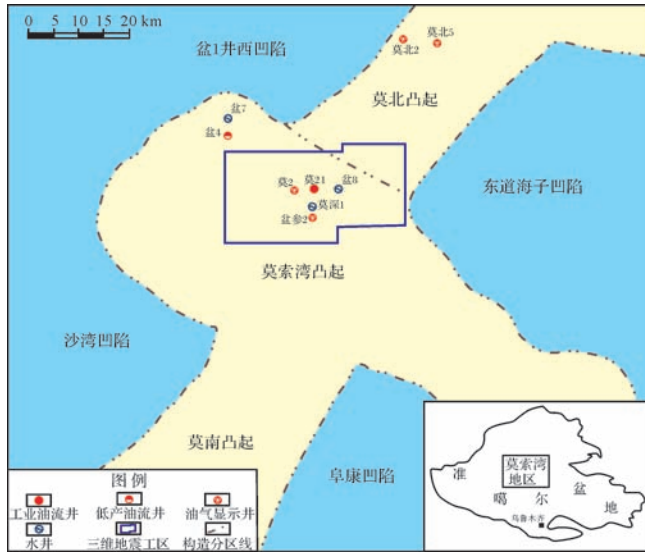


图1 莫索湾地区(工区)位置图

Fig.1 Location map of the Mosuowan area

2 沉积特征

2.1 细粒、低成熟度砂体发育,具备浅水牵引流沉积特征及相关构造

该区距离西北部哈拉阿拉特山和东北部克拉美丽山物源区近百公里,距离物源区较远^[18-20],砂岩以细砂岩和中—细砂岩为主,粒度相对较细(表1、图2),与松辽盆地相似^[4,8],与鄂尔多斯盆地粗粒沉积不同^[10];岩石颜色以浅灰色、灰色为主,同时依据前人研究成果^[18-20],当时沉积环境气候为温暖湿润型气候;岩性主要为岩屑砂岩和长石岩屑砂岩,岩屑平均含量41.5%左右,最高可达50%以上,长石平均含量24.0%左右,成分成熟度较低。岩屑中,凝灰岩等火山岩岩屑的绝对平均含量达到了26.2%,占到了岩屑相对含量的63%,说明该区母岩以火山岩为主^[29-30]。砂岩中发育牵引流作用形成的冲刷面、各种层理等构造,泥砾和炭屑纹层常见(图2);同时,粒度概率累积曲线表现为典型的两段式,跳跃总体占主体,悬浮总体也较发育,跳跃总体斜率相对较低,细粒截点值较低(图2),具有浅水牵引流特征。因此,母源区为富含凝灰岩等的火山岩为主,同时,沉积时期湖盆面积大^[18-20],未经过充分淘洗,造成了八道湾组远源型、低成分成熟度的岩石类型。

2.2 水下分流河道砂体发育,拼合板状叠置,河口坝不发育,垂向上形成多期正旋回沉积序列

水下分流河道岩性主要为灰色细砂岩,其次为中—细砂岩;粒度概率累积曲线图主要为两段式,平均粒径0.1 mm左右,跳跃总体和悬浮总体发育,滚动总体不发育;波状层理、脉状层理、平行层理及冲刷面构造等发育;垂向上,水下分流河道沉积常呈顶、底突变的块状;测井上,水下分流河道砂体常为钟形或箱形。水下分流河道间岩性较细,厚度相对较薄,一般厚只有几米,岩性常为灰色泥质粉砂岩、泥岩等;测井上,自然电位及电阻率曲线上幅度较低,具弱齿化现象,河口坝不发育(图2)。地震上,通过振幅提取、相干分析和谱分解技术等地震沉积相分析的方法和手段可对单河道砂体进行有效识别。以该区八道湾组一段一砂组底部河道砂体为例(图3,4),该砂体在莫21井厚度达30 m,而在莫2、莫深1、盆参2和盆8井厚度仅为10 m左右,因此在振幅、相干和谱分解平面图上所刻画出一条自西北向东南流向的水下分流河道,莫21井刻画最为清晰。同时,由于三角洲前缘沉积过程中,沉积物供给、水动力条件的等不断变化,河道不断发生迁移改道和充填夷平作用,因此,在图中也发育其他众多河道和废弃河道,但莫21井区附近河道最为清晰。

表1 莫索湾地区八道湾组一段代表井岩石粒度区间统计表
Table 1 Representative rock grain size range statistics of the First Member of the Badaowan Formation

| 井号 | 平均含量,% | | |
|-----|---------|-------------|---------------|
| | >0.5 mm | 0.25~0.5 mm | 0.125~0.25 mm |
| 莫21 | 4.81 | 23.69 | 25.78 |
| 盆参2 | 3.80 | 23.64 | 29.13 |

水下分流河道砂体主要呈拼合板状叠置,多期水下分流河道相互切割、叠置。依据单砂体厚度及其侧向厚度变化,结合该区地震资料分辨率,以砂体厚度15 m为界限,将砂体划分为薄砂体和厚砂体两种(图4)。剖面上,八道湾组一段三个砂组基本由2~3套单砂体构成,垂向上表现为多期河道砂体相互叠置,单河道为向上粒度变细的正或近正粒序沉积,总体上形成向上砂体厚度逐渐增大,泥岩含量逐渐减少的水退型沉积序列。砂体叠置方式各不相同,每个砂组有两种不同的叠置方式,且砂体厚度变化也比较大,但总体上,水下分流河道砂体发育,砂体数量众多,砂体沉积期次总体分为六期,垂向叠置,湖相泥岩隔层较

薄,横向连通性较好,只有少数为孤立砂体。不同的砂体厚度和叠置方式反映了河道在沉积过程中不断

迁移和改道,但沉积中心始终位于该区,基本未发生偏移。砂体厚度的变化和不同的叠置方式受控于

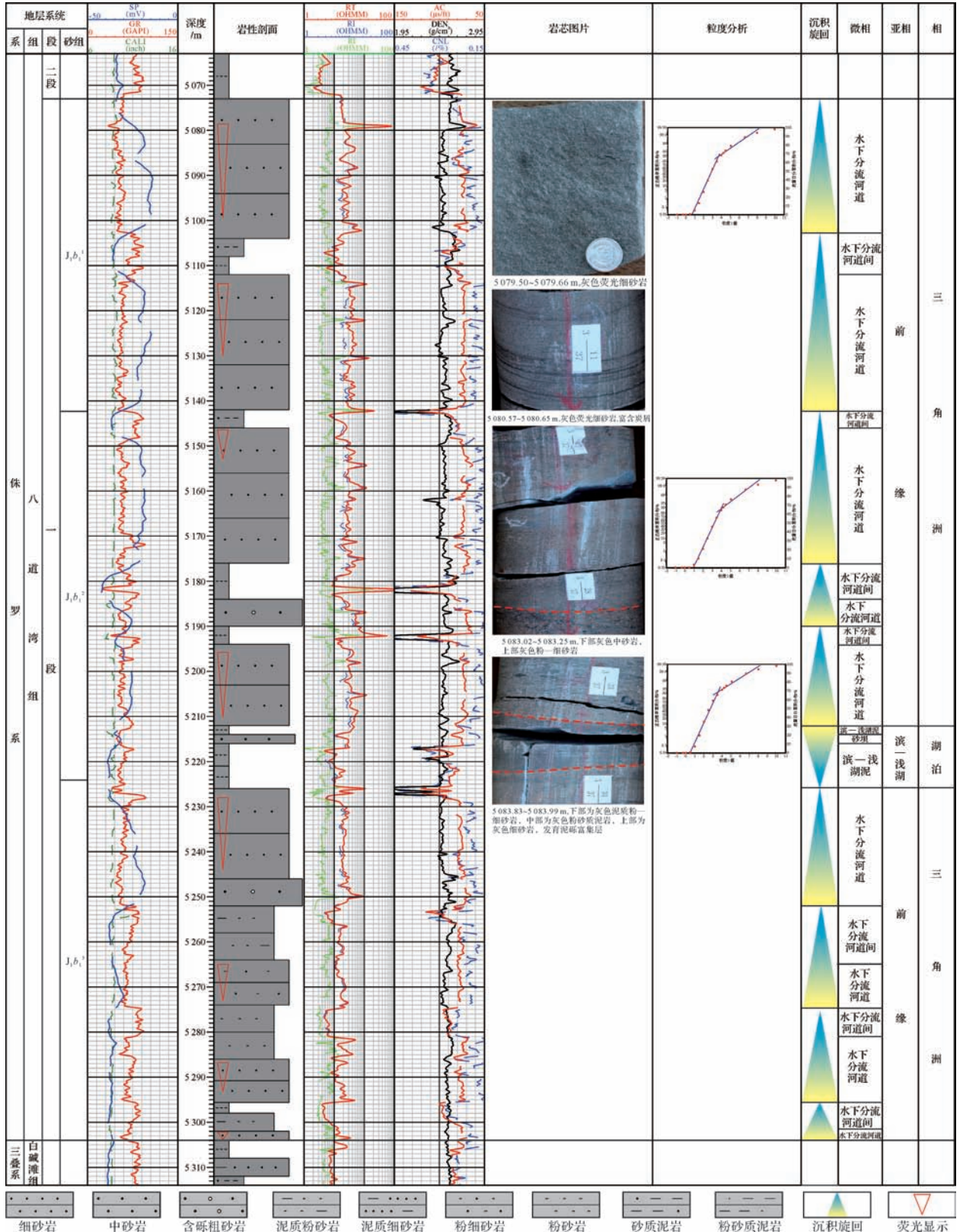


图 2 莫索湾地区八道湾组一段沉积相综合柱状图(莫 21 井)

Fig.2 Comprehensive sedimentary facies column of the First Member of the Badaowan Formation (MO 21)

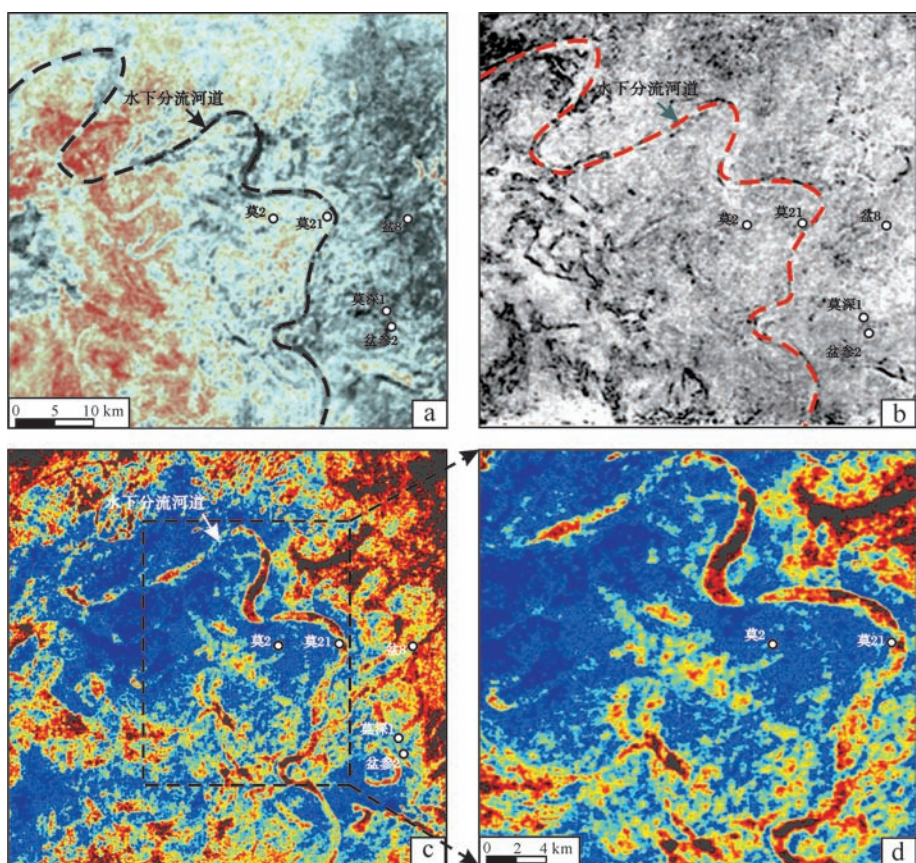


图3 研究区八道湾组一段一砂组底部水下分流河道砂体地震综合识别平面图

a.瞬时振幅平面图;b.相干平面图;c.频谱分解平面图;d.水下分流河道局部放大图

Fig.3 Bottom subaqueous distributary channel sandbody seismic comprehensive identification planar graph of the First Sand Group of the First Member of Badaowan Formation

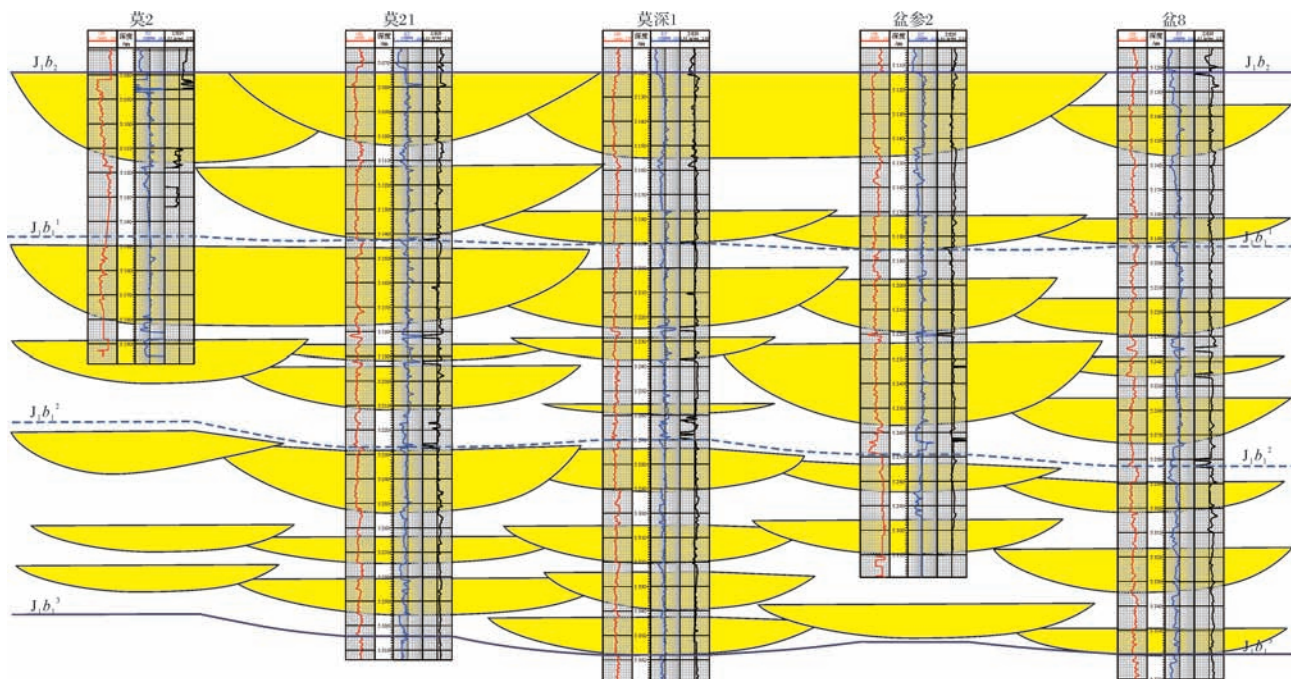


图4 莫索湾地区八道湾组一段储层砂体剖面图(莫2—莫21—莫深1—盆参2—盆8井)

Fig.4 Reservoir sandbody section of the First Member of Badaowan Formation

沉积体系中物源供给、水动力强度和可容空间等因素的变化及其相互之间的耦合关系,也反映出了水下分流河道的不断摆动和侧向迁移。

2.3 三角洲前缘发育,分布范围随沉积演化不断变化,其骨架砂体构成了主要油气储集砂体

在沉积体系中,单河道砂体相对不发育,而由单河道砂体相互叠置切割形成的复合河道砂体是最常见的砂体类型,即使可以识别出单河道砂体,后期沉积砂体也会将其覆盖,形成复合砂体。在高亮体时间切片平面图中(图5),可以清晰看到前文识别出的一条西北—东南流向的古河道,但是在0 ms图中可以看出,随着沉积过程的进行,三角洲沉积砂体不断向前推进,水下分流河道砂体相互叠置,后沉积砂体与先沉积砂体形成复合砂体,先期形成的古河道被夷平,整个沉积体系呈现出由宽阔的复合河道砂体作为沉积骨架的三角洲前缘沉积体系。

该区主要物源方向有2个,一是东北方向,即北偏东 $40^{\circ}\sim 50^{\circ}$,二是西北方向,即北偏东 $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$,物源分别来自于准噶尔盆地东部的克拉美丽山和西北缘的哈拉阿拉特山。形成的三角洲为河控建设性三角洲,由水下分流河道复合砂体构成,平面主要呈朵状,垂直或斜交湖岸分布。底部砂体东北和西北物源形成三角洲前缘朵叶体已经连成一体,朵叶体宽约 $10\sim 15\text{ km}$,延伸长 $10\sim 30\text{ km}$ 。整体上,从底部砂体到顶部砂体,沉积物供给不断增加,水动力增强,沉积砂体不断向滨—浅湖中心推进,三角洲前缘朵叶体增宽,延伸长度变长,湖岸线向中心迁移。

3 砂体演化特征

为了更进一步细致反映该区三角洲前缘的沉积演化过程,选取八道湾组一段一砂组作为主要目的层,通过每隔6 ms(对应的地层厚度约为10 m)的高亮体密集切片可以对沉积体系演化过程进行精细显示(图5)。通过由深至浅的高亮体切片,可以清晰反映出不同沉积时期三角洲前缘的变化。a、b、c三张平面图反映的是一砂组底部砂体沉积演化过程,该时期三角洲砂体在东北部发育,三角洲前缘砂体随着沉积过程不断向湖中心推进,西南部砂体相对不发育,局部发育水下分流河道,但总体上前缘逐渐增厚,沉积范围逐渐扩大;d、e、f、g等四张图总体反映的是一砂组顶部砂体沉积演化过程,在d、e沉积时期,东北部砂体不发育,以泥质沉积物为主,西南部三角洲前缘砂体沉积范围和厚度进一步加大,水下分流河道进

一步清晰;f沉积时期,东北部物源重新注入,三角洲前缘砂体重新沉积,但沉积范围较西南部的小,西南部三角洲前缘砂体不断向湖中心推进,沉积范围不断扩大,水下分流河道可清晰识别;该时期,东北和西南两个三角洲前缘朵叶体沉积相对独立,平面分布界限清晰;g沉积时期,两个前缘朵叶体进一步向湖中心扩展,西南部先期沉积的水下分流河道发生夷平效应,范围和厚度进一步增大,融为一体,形成统一的、全区广泛分布的、由多期复合河道砂体为骨架砂体的浅水三角洲沉积体系。

4 沉积模式

腹部中央拗陷莫索湾地区八道湾组沉积时期,准噶尔盆地整体正处于陆内拗陷阶段,构造环境相对稳定,地形相对平缓;同时,气候相对湿润,湖泊分布范围较大,西北方向和东北方向物源供给充足;受气候变化影响,湖岸线变化相对频繁;三角洲前缘广泛发育,延伸长,可延伸数十公里,分布广,面积大,可达数百平方公里;水下分流河道发育,但河道迁移较快,侧向相互切割和叠置,形成了广泛分布的复合砂体,构成了三角洲前缘骨架砂体,河口坝不发育。

由于距离物源区较远,水下分流河道砂体以细砂岩、中—细砂岩为主,底部发育冲刷面,层理构造、泥砾层和炭屑纹层发育,形成了远源型、分布广、粒度较细的曲流河河控建设性浅水三角洲沉积,垂向上形成多期正旋回沉积序列。

5 结论

(1) 准噶尔盆地莫索湾地区八道湾组沉积时期为盆地大型内陆拗陷形成、演化时期,沉积相类型为远源、细粒浅水三角洲相,主要砂体类型为水下分流河道砂体。储层砂体构型主要为拼合板状,砂体侧向具有不同叠置方式。

(2) 三角洲前缘水下分流河道砂体发育,砂岩粒度较细,砂体数量众多,湖相泥岩隔层较薄,垂向上表现为多期河道砂体相互叠置,横向连通性较好,单河道为向上粒度变细的正或近正粒序沉积,总体上形成向上砂体厚度逐渐增大,泥岩含量逐渐减少的水退型沉积序列。不同的砂体厚度和叠置方式反映了河道在沉积过程中不断的迁移和改道。

(3) 八道湾组三角洲物源方向为东北和西北两个方向,三角洲前缘平面呈朵状,向湖内延伸,延伸长,面积大,由多期水下分流河道切割、叠置形成的复

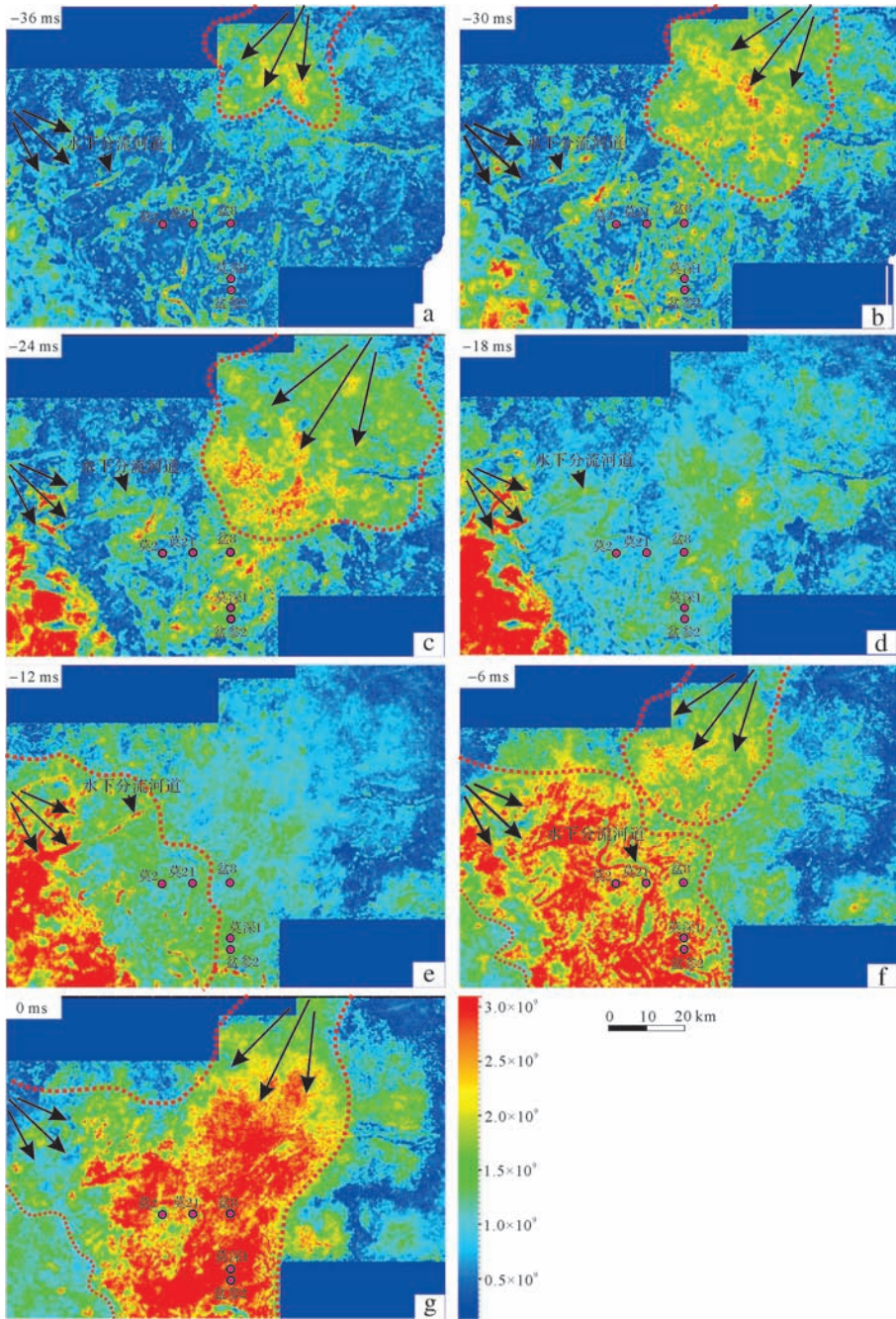


图5 八道湾组一段一砂组沉积砂体演化特征(高亮体切片)

Fig.5 Top sandbody evolutive planar graph of the First Sand Group (high light volume slice)

合砂体构成。

(4) 三角洲类型为曲流河控建设性三角洲,整体沉积序列为向上砂体变厚、变粗的水退性进积层序,其沉积过程受控于古地形、古气候、古物源、古水体、古岸线等五大因素;同时,由于距离物源区较远,形成了该区远源型、分布广、粒度较细的浅水三角洲沉积体系。

致谢 衷心感谢在论文审阅和修改过程中,各位

评审专家和编辑部老师认真、细致的审查和提出的宝贵思路和修改意见。

参考文献 (References)

- 1 Fisk H N, Kolb C R, McFarlan E, et al. Sedimentary framework of the modern Mississippi delta [Louisiana][J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1954, 24(2): 76-99.
- 2 孙永传,李惠生,邓新华,等. 山西寿阳—阳泉地区石炭—二叠系沉积环境及其沉积特征[J]. 地球科学, 1986, 11(3): 273-280. [Sun

- Yongchuan, Li Huisheng, Deng Xinhua, et al. Carboniferous-Permian sedimentary environments and their sedimentary characteristics in Shouyang-Yangquan area, Shanxi province[J]. *Earth Science*, 1986, 11(3): 273-280.]
- 3 楼章华, 兰翔, 卢庆梅, 等. 地形、气候与湖面波动对浅水三角洲沉积环境的控制作用——以松辽盆地北部东区葡萄花油层为例[J]. *地质学报*, 1999, 73(1): 83-92. [Lou Zhanghua, Lan Xiang, Lu Qingmei, et al. Controls of the topography, climate and lake level fluctuation on the depositional environment of a shallow-water delta—A case study of the Cretaceous Putaohua reservoir in the northern part of Songliao Basin[J]. *Acta Geologica Sinica*, 1999, 73(1): 83-92.]
 - 4 王立武. 坳陷湖盆浅水三角洲的沉积特征——以松辽盆地南部姚一段为例[J]. *沉积学报*, 2012, 30(6): 1053-1060. [Wang Liwu. Forming conditions and depositional characteristics of shallow-water deltas in depression basins: A case study of K_2y^1 in the south of Songliao Basin[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2012, 30(6): 1053-1060.]
 - 5 赵伟, 邱隆伟, 姜在兴, 等. 断陷湖盆萎缩期浅水三角洲沉积演化与沉积模式——以东营凹陷牛庄洼陷古近系沙三段上亚段和沙二段为例[J]. *地质学报*, 2011, 85(6): 1019-1027. [Zhao Wei, Qiu Longwei, Jiang Zaixing, et al. Depositional evolution and model of shallow-water delta in the rifting lacustrine Basins during the shrinking stage: A case study of the third member and second member of Paleogene Shahejie Formation in the Niuzhuang subsag, Dongying sag[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2011, 85(6): 1019-1027.]
 - 6 张昌民, 尹太举, 朱永进, 等. 浅水三角洲沉积模式[J]. *沉积学报*, 2010, 28(5): 933-944. [Zhang Changmin, Yin Taijun, Zhu Yongjin, et al. Shallow-water deltas and models[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2010, 28(5): 933-944.]
 - 7 操应长, 韩敏, 王艳忠, 等. 济阳坳陷车镇凹陷沙二段浅水三角洲沉积特征及模式[J]. *石油与天然气地质*, 2010, 31(5): 576-582. [Cao Yingchang, Han Min, Wang Yanzhong, et al. Sedimentary characteristics and models of shallow-water delta deposits in the second member of the Shahejie Formation in the Chezhen sag, the Jiyang depression[J]. *Oil & Gas Geology*, 2010, 31(5): 576-582.]
 - 8 王建功, 王天琦, 卫平生, 等. 大型坳陷湖盆浅水三角洲沉积模式——以松辽盆地北部葡萄花油层为例[J]. *岩性油气藏*, 2007, 19(2): 28-34. [Wang Jianguo, Wang Tianqi, Wei Pingsheng, et al. Sedimentary mode of shallow lacustrine delta of large continental basin—An example from Putaohua Formation in northern Songliao Basin[J]. *Lithologic Reservoirs*, 2007, 19(2): 28-34.]
 - 9 朱伟林, 李建平, 周心怀, 等. 渤海新近系浅水三角洲沉积体系与大型油气田勘探[J]. *沉积学报*, 2008, 26(4): 575-582. [Zhu Weilin, Li Jianping, Zhou Xinhui, et al. Neogene shallow water deltaic system and large hydrocarbon accumulations in Bohai Bay, China[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2008, 26(4): 575-582.]
 - 10 李元昊, 刘池洋, 独育国, 等. 鄂尔多斯盆地西北部上三叠统延长组长8油层组浅水三角洲沉积特征及湖岸线控砂[J]. *古地理学报*, 2009, 11(3): 265-274. [Li Yuanhao, Liu Chiyang, Du Yuguo, et al. Sedimentary characteristics of shallow water delta and lake shoreline control on sandbodies of Chang 8 oil-bearing interval of the Upper Triassic Yanchang Formation in northwestern Ordos Basin[J]. *Journal of Palaeogeography*, 2009, 11(3): 265-274.]
 - 11 刘柳红, 朱如凯, 罗平, 等. 川中地区须五段——须六段浅水三角洲沉积特征与模式[J]. *现代地质*, 2009, 23(4): 667-675. [Liu Lihong, Zhu Rukai, Luo Ping, et al. Characteristics and depositional models for the shallow-water deltas of the 5th-6th Interval, Xujiahe Formation, Upper Triassic in central Sichuan Basin, China[J]. *Geoscience*, 2009, 23(4): 667-675.]
 - 12 邹才能, 赵文智, 张兴阳, 等. 大型敞流坳陷湖盆浅水三角洲与湖盆中心砂体的形成与分布[J]. *地质学报*, 2008, 82(6): 813-825. [Zou Caineng, Zhao Wenzhi, Zhang Xingyang, et al. Formation and distribution of shallow-water deltas and central-basin sandbodies in large open depression lake basins[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2008, 82(6): 813-825.]
 - 13 朱永进, 尹太举, 刘玲利. 浅水型三角洲沉积研究进展及问题讨论[J]. *石油天然气学报(江汉石油学院学报)*, 2011, 33(3): 22-26. [Zhu Yongjin, Yin Taiju, Liu Lingli. Progress and discussion on shallow-water delta sediment[J]. *Journal of Oil and Gas Technology (JJPI)*, 2011, 33(3): 22-26.]
 - 14 朱筱敏, 刘媛, 方庆, 等. 大型坳陷湖盆浅水三角洲形成条件和沉积模式: 以松辽盆地三肇凹陷扶余油层为例[J]. *地学前缘*, 2012, 19(1): 89-99. [Zhu Xiaomin, Liu Yuan, Fang Qing, et al. Formation and sedimentary model of shallow delta in large-scale lake. example from Cretaceous Quantou Formation in Sanzhao sag, Songliao Basin[J]. *Earth Science Frontiers*, 2012, 19(1): 89-99.]
 - 15 朱筱敏, 潘荣, 赵东娜, 等. 湖盆浅水三角洲形成发育与实例分析[J]. *中国石油大学学报: 自然科学版*, 2013, 37(5): 7-14. [Zhu Xiaomin, Pan Rong, Zhao Dongna, et al. Formation and development of shallow-water deltas in lacustrine basin and typical case analyses[J]. *Journal of China University of Petroleum*, 2013, 37(5): 7-14.]
 - 16 张年富. 准噶尔盆地腹部莫索湾地区油气成藏条件与成藏模式[J]. *石油勘探与开发*, 2000, 27(3): 17-20. [Zhang Nianfu. Hydrocarbon accumulation condition and modes in Mosuowan area of the central Junggar Basin[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2000, 27(3): 17-20.]
 - 17 陈业全, 王伟锋. 准噶尔盆地构造演化与油气成藏特征[J]. *石油大学学报: 自然科学版*, 2004, 28(3): 4-8. [Chen Yequan, Wang Weifeng. Structural evolution and pool-forming in Junggar Basin[J]. *Journal of the University of Petroleum, China*, 2004, 28(3): 4-8.]
 - 18 鲍志东, 刘凌, 张冬玲, 等. 准噶尔盆地侏罗系沉积体系纲要[J]. *沉积学报*, 2005, 23(4): 194-202. [Bao Zhidong, Liu Ling, Zhang Dongling, et al. Depositional system frameworks of the Jurassic in Junggar Basin[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2005, 23(4): 194-202.]
 - 19 纪友亮, 周勇, 况军, 等. 准噶尔盆地车—莫古隆起形成演化及对沉积相的控制作用[J]. *中国科学(D辑): 地球科学*, 2010, 40(10): 1342-1355. [Ji Youliang, Zhou Yong, Kuang Jun, et al. The formation and evolution of Chepaizi-Mosuowan paleo-uplift and its control on the distributions of sedimentary facies in the Junggar Basin[J]. *Science China (Seri. D): Earth Sciences*, 2010, 40(10): 1342-1355.]
 - 20 金振奎, 苏奎, 苏妮娜. 准噶尔盆地腹部侏罗系深部优质储层成因

- [J]. 石油学报, 2011, 32(1): 25-31. [Jin Zhenkui, Su Kui, Su Ni'na. Origin of Jurassic deep burial high-quality reservoirs in the central Junggar Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 2011, 32(1): 25-31.]
- 21 Bahorich M, Farmer S. 3-D seismic discontinuity for faults and stratigraphic features: the coherence cube[J]. The Leading Edge, 1995, 14(10): 1053-10581.
- 22 Barnes A E. Shaded relief seismic attribute[J]. Geophysics, 2003, 68(4): 1281-1285.
- 23 Chopra S, Marfurt K J. Seismic attributes for prospect identification and reservoir characterization[C]//Geophysical Developments Series. SEG, 2007.
- 24 旷红伟,高振中. 地震相干技术在现河油田沙二段储层预测中的应用[J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报), 2010, 32(1): 54-62. [Kuang Hongwei, Gao Zhenzhong. Application of coherence technique in reservoir prediction of Es₂ in Xianhe oilfield[J]. Journal of Oil and Gas Technology (JJPI), 2010, 32(1): 54-62.]
- 25 肖高杰,杨长春,范兴斌,等. 谱分解技术在W区河道识别中的应用[J]. 地球物理学进展, 2008, 23(2): 568-572. [Xiao Gaojie, Yang Changchun, Fan Xingbin, et al. Application of spectral decomposition method in channel identifying at W area[J]. Progress in Geophysics, 2008, 23(2): 568-572.]
- 26 刘杰,杨振团,帅庆伟. 河道预测中的地震相干技术[J]. 长江大学学报:自然科学版, 2010, 7(2): 195-197. [Liu Jie, Yang Zhen-tuan, Shuai Qingwei. Seismic coherence technique to the prediction of channel[J]. Journal of Yangtze University: Nat Sci Edit, 2010, 7(2): 195-197.]
- 27 王霞,汪关妹,刘东琴,等. 地震体属性分析技术及应用[J]. 石油地球物理勘探, 2012, 47(增刊1): 45-49. [Wang Xia, Wang Guanmei, Liu Dongqin, et al. Analysis of seismic volume attributes and their application[J]. OGP, 2012, 47(Suppl.1): 45-49.]
- 28 吴海生,孙靖,陶亲娥,等. GeoEast特色技术在准噶尔盆地腹部八道湾组三角洲沉积体系识别与预测中的应用[J]. 石油地球物理勘探, 2014, 49(增刊1): 115-119. [Wu Haisheng, Sun Jing, Tao Qin'e, et al. Delta sedimentary system identification with GeoEast in Baodaowan Formation, Junggar Basin[J]. OGP, 2014, 49(Suppl. 1): 115-119.]
- 29 邱子刚,周阳,赵蕾,等. 准噶尔盆地西北缘火山岩相及储层特征[J]. 石油天然气学报, 2012, 34(8): 34-38. [Qiu Zigang, Zhou Yang, Zhao Lei, et al. Volcanic-rock facies and reservoir characteristics in the northwest of Junggar Basin[J]. Journal of Oil and Gas Technology, 2012, 34(8): 34-38.]
- 30 曲江秀,高长海,查明,等. 准噶尔盆地克拉美油气田石炭系火山岩储层特征及成岩演化[J]. 中国石油大学学报:自然科学版, 2014, 38(5): 1-8. [Qu Jiangxiu, Gao Changhai, Zha Ming, et al. Reservoir characteristics and diagenetic evolution of Carboniferous volcanic rock in Kelameili gas field of Junggar Basin[J]. Journal of China University of Petroleum, 2014, 38(5): 1-8.]

Distal Fine-grain Shallow-water Delta Sedimentary Characteristics and Evolution: A Case from Badaowan Formation in the Central Junggar Basin

SUN Jing XUE JingJing WU HaiSheng WU AiCheng SONG MingXing JIA KaiFu

(Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Oil field Company, PetroChina, Karamay, Xinjiang 834000, China)

Abstract: The climate was relatively wet, terrain was relatively flat, water power was relatively strong, the source of supply was adequate, lakeshore line relatively frequent changes of the Badaowan Formation sedimentary period of the Mosuowan area in the Central depression of Junggar Basin, which can form shallow-water delta. Sedimentary sandbody that is formed many positive cycle sedimentary sequences vertically mainly fine and medium-fine sandstone, which is the relatively fine grain size. The delta front has a wide distribution, long extension, large area and its planar configurations are major foliaceous, which are consist of compound sandbodies by multi-subaqueous distributary channel sandbody cut and superimposition. Thick, substantial and good connectivity subaqueous distributary channel sandbodies which are vertical superimposition and transverse cut each other are well developed, shale interbeds are relative thin and mouth bar sand body is not developed. The sandbody superimposition modes can be divided into different types, which is the major petroleum reservoir. On the whole, it formed the far-source, widespread, fine-grain shallow-water delta sedimentary system. The deposition and range of delta front and subaqueous distributary channel sandbody that are from two different source direction are different in different period, which is formed shallow-water delta that is mainly composed of wide composite channel sandbody finally.

Key words: Junggar Basin; Mosuowan area; Badaowan Formation; shallow-water delta; high light volume technology; sedimentary characteristics and evolution