

DOI:10.19826/j.cnki.1009-3850.2020.09001

准噶尔盆地玛湖凹陷八道湾组一段沉积微相特征 ——以 TX1 井区为例

刘晓丽

(中国石油辽河油田分公司勘探开发研究院, 辽宁 盘锦 124010)

摘要:通过岩石学、沉积学及测井等方法,对准噶尔盆地 TX1 井区侏罗系八道湾组一段进行详细研究,认为侏罗系八道湾组一段主要发育复成分砾岩、砾状砂岩及砂岩,煤夹层;沉积构造发育,兼具水上及水下沉积的特点,发育粒序层理、中大型交错层理及冲刷充填、植物枝干印模等沉积构造;测井上具箱型、漏斗型、指状、线性等响应。沉积相纵向上逐渐向盆地边缘退积演化,其中三角洲平原亚相在 2~5 砂组较为发育,以辫状分流河道及河道间的河漫沼泽沉积为主,前缘亚相在 1 砂组较为发育,以水下分流河道及支流间湾沉积为主。辫状河三角洲前缘水下分流河道微相是最有利的储集相带,孔渗结构较优,原油含水率低;辫状河三角洲平原分流河道微相次之,其储层非均质性强,原油含水率较高。

关键词:辫状河三角洲;平原亚相;前缘亚相;沉积分布

中图分类号: P534.52; TE122

文献标识码: A

0 前言

玛湖凹陷是准噶尔盆地重要的油气产区^[1]。近年来,玛湖凹陷 TX1 井区油气勘探不断获得突破,侏罗系三工河组、八道湾组多口井相继获得高产油气流,开辟了准噶尔盆地玛湖凹陷中浅层勘探新领域,有望成为该区块增储上产的有效补充^[2-6]。以前的勘探集中于中浅层薄层砂岩,认为厚层砂砾岩储层物性差,为非优质储层。随着 T5 井、X611 井在侏罗系八道湾组一段试油获得工业油流,中浅层厚层砂砾岩体展现了巨大的勘探潜力。

前人对玛湖凹陷八道湾组的研究较少,且多集中在区域性的层序、沉积相及储层的研究方面^[7-14],对玛湖凹陷八道湾组的沉积微相、砂体展布特征及沉积模式的研究不足。本文在岩心观察分析的基础上,通过对岩性、沉积构造、测井等资料的综合分析,深入分析八道湾组一段沉积特征及砂体展布,以为为下一步勘探提供借鉴。

1 区域地质背景

玛湖凹陷位于准噶尔盆地西北缘,西北接乌夏断裂带和克百断裂带,东南接夏盐凸起和达巴松凸起,整体上为向东南倾斜的单斜构造,地层倾角平缓^[15-16]。TX1 井区位于玛湖凹陷西斜坡区(图 1a),中浅层发育三叠系克拉玛依组及白碱滩组、侏罗系八道湾组及三工河组地层,其中八道湾组及下伏白碱滩组为平行不整合接触。研究区八道湾组一段厚度变化不大,整体在 250~300m 之间,共分 5 个砂组,自下而上为 5 砂组到 1 砂组($J_1b_1^5$ 、 $J_1b_1^4$ 、 $J_1b_1^3$ 、 $J_1b_1^2$ 、 $J_1b_1^1$)(图 1)。

侏罗系八道湾组一段为辫状河三角洲沉积,存在两大物源区,分别来自扎伊尔山及哈拉阿拉特山^[18]。两大物源控制的沉积在此交汇,此消彼长。沉积亚相为辫状河三角洲平原及前缘亚相,受古地貌坡折的影响,该区辫状河三角洲沉积平原分布面积较大。

收稿日期:2020-07-15; 改回日期:2020-09-16

作者简介:刘晓丽(1987—),女,硕士,工程师,现从事综合地质研究工作。E-mail:644305587@qq.com

资助项目:中国石油天然气股份公司重大科技攻关项目“玛湖凹陷艾湖成藏带中浅层油气勘探评价研究”(2017XPT-Y-B-0009)。

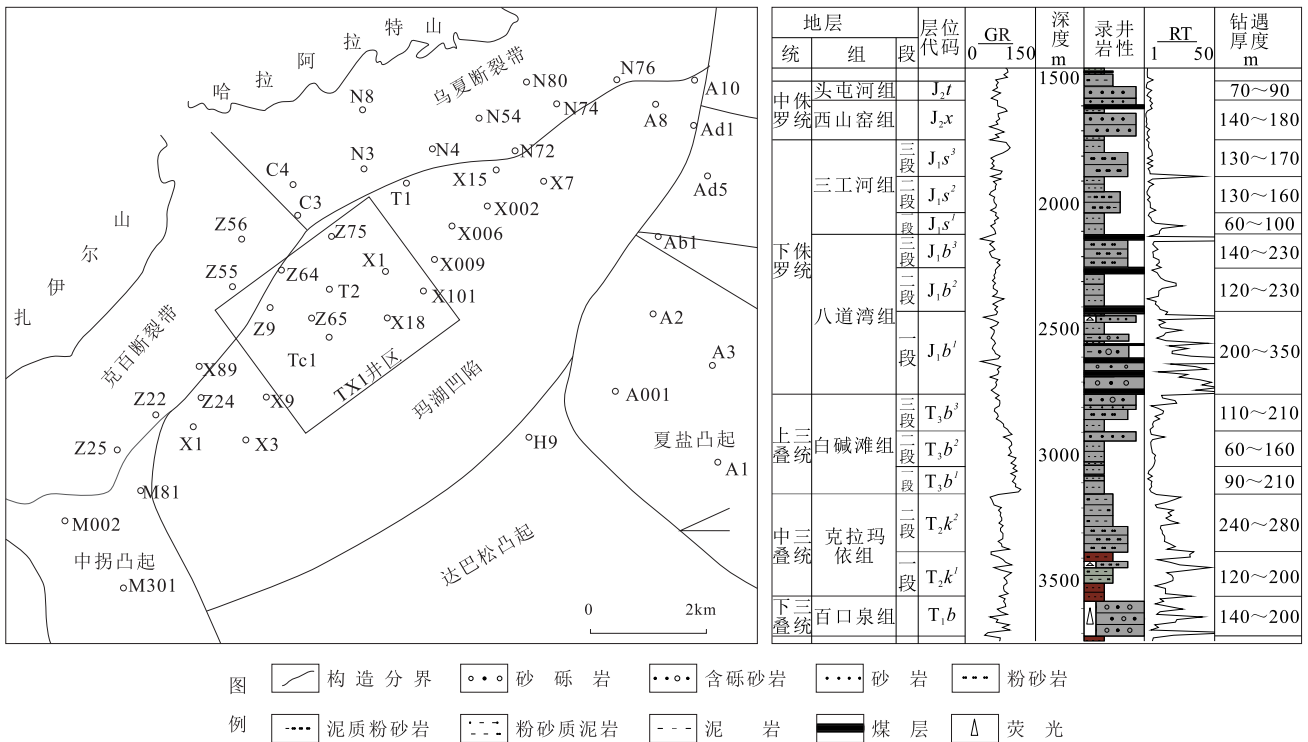


图1 玛湖凹陷 TX1 井区工区位置及综合柱状图(据张顺存^[17],有修改)

Fig. 1 Location of of Mahu SAG TX1 well and comprehensive stratum histogram (according to reference^[17], with amendments)

2 沉积相标志

2.1 岩石组分

研究区岩性比较单一,为岩屑砂岩及长石岩屑砂岩。顺物源方向,砂砾岩厚度、粒度、分选性、磨圆度、结构成熟度等参数渐优。八道湾组厚层储层岩性较粗,研究区北部近物源储层岩性主要为粗碎屑的砂砾岩,砾石成分复杂,煤层及炭屑发育(图2C),使得泥岩颜色偏深,南部远物源储层岩性为较细粒的含砾砂岩及砂岩,岩屑含量较低,灰色、深灰色泥岩发育。表明该区为水陆过渡相沉积。

2.2 沉积构造

研究区八道湾组沉积构造丰富,兼具陆上及水下沉积特征,植物枝干印模反映陆上河漫沼泽沉积(图2B),细粒沉积物中双向交错纹理反映双向水流活动的水下沉积环境(图2D),另外粒序层理、中大型交错层理较发育(图2G),可见砾石叠瓦状排列(图2A)及冲刷充填构造(图2I)。

研究区八道湾组发育两种形态的泥砾,一种为黄褐色泥砾,磨圆度好,为长距离搬运产物(图2F),另一种为棱角状泥砾及炭屑,多为原地冲刷破碎沉积(图2E)。说明该区沉积环境为有一定的搬运距

离,同时具有较强的水动力条件。

2.3 微观特征

根据铸体薄片分析资料,八一段辫状河三角洲储层碎屑颗粒磨圆为次棱角、次圆状,分选中等—好。少见泥质杂基充填孔隙,胶结类型以孔隙—压嵌式胶结为主,胶结物主要为石英加大边及粒间高岭石,局部见方解石胶结。孔隙类型主要以粒间孔为主,其次为粒内溶孔,并含有少量高岭石晶间孔和方解石溶孔,孔喉连通性较好(图2J~L)。储层孔隙度为2.9%~18.81%,平均为12.76%;渗透率为 $0.03 \times 10^{-3} \sim 330 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均为 $11.51 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。整体属于中低孔低渗型储层。

2.4 测井相标志

测井曲线的形态和幅值是反映沉积环境特征的良好指标,研究区辫状河三角洲储层常见的测井曲线有中、高幅箱型,齿状箱形,齿状钟形,漏斗形,指状,齿化线形及其组合(图3)。

3 沉积微相类型及特征

3.1 辫状河三角洲平原亚相

研究表明,辫状河三角洲在三角洲平原亚相上以辫状分流河道及河道间的河漫沼泽沉积为主^[15-20]。

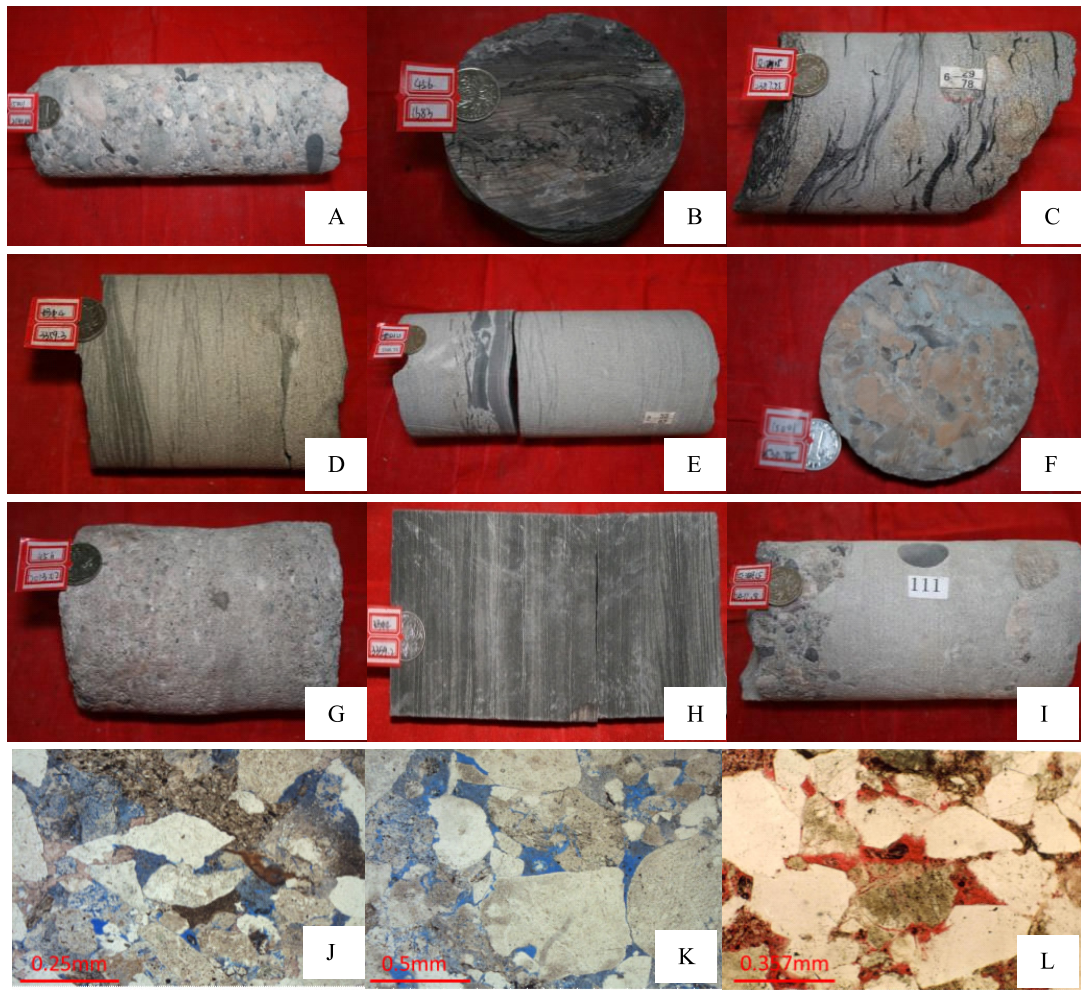


图2 玛湖凹陷八道湾组砂砾岩沉积特征

A. 砾石定向排列, M150井, 2549.83m; B. 植物枝干遗迹, M45井, 1683m; C. 炭质撕裂屑, T15井, 2387.85m; D. 双向交错层理, X4井, 3359.3m; E. 棱角状泥岩撕裂屑, T15井, 2348.15m; F. 磨圆度较好的黄褐色泥砾, M150, 2530.75m; G. 交错层理, M45井, 2013.02m; H. 水平层理、小型交错层理, X4井, 3359.2m; I. 冲刷充填构造, T15井, 2411.8m; J. 原生粒间孔, T15井, 2381.84m; K. 原生粒间孔, T15井, 2415.88m; L. 原生粒间孔, T6井, 2582.27m

Fig. 2 Sedimentary characteristics of glutenite rocks of the Badaowan Formation in Mahu SAG

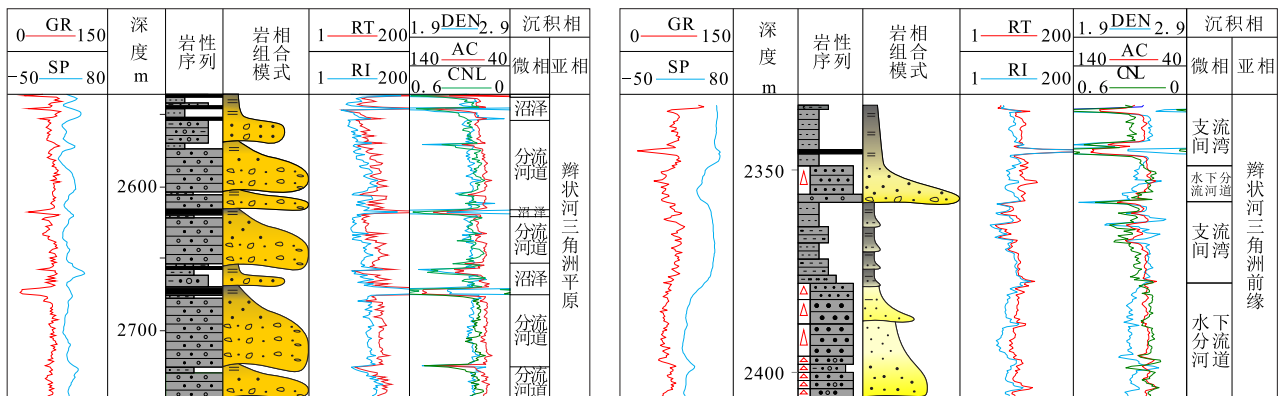


图3 辫状河三角洲单井沉积相

Fig. 3 Sedimentary facies of braided river delta in single well

3.1.1 分流河道微相

由于辫状河三角洲平原分流河道侧向迁移迅速,河道砂坝侧向加积,可形成广泛的粗碎屑沉积。辫状河三角洲平原分流河道水动力强,多期河道冲刷充填,单期砂砾岩体相互叠置呈厚层状沉积。砾石成分复杂,粒度变化大,粒度在0.25~4cm之间,多见叠瓦状构造,砾间多为细粒砂质充填,泥质杂基少。由于砂体侧向叠置可见中—大型的槽状交错层理。测井曲线表现为齿化或弱齿化的箱形垂向叠加。

3.1.2 河漫沼泽微相

河漫沼泽微相水动力弱,沉积物为细粒的泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、炭质泥岩组成,厚度薄,约2~6m。研究区发育稳定分布的煤层,厚度1~8m不等,可作为对比标志层。细粒沉积物测井曲线表现为指状低值组合,而煤层测井曲线表现为指状高伽马、高电阻、低密度、低中子组合特征。

3.2 辫状河三角洲前缘亚相

由于水动力强,研究区内辫状河三角洲前缘亚相只发育水下分流河道微相及支流间湾微相,河口坝及席状砂不发育。

3.2.1 水下分流河道微相

辫状河三角洲前缘水下分流河道微相是平原分流河道在水下的延续,沉积粒度较分流河道沉积物细,为含砾砂岩及砂岩沉积,颗粒杂基含量少。单期砂体厚度薄。水下分流河道水动力较强,多见冲刷成因的棱角状泥砾及炭屑。由于砂体侧向叠置可见中大型的槽状交错层理。测井曲线表现为齿化箱型、钟形。

3.2.2 支流间湾微相

沉积物为细粒的泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、炭质泥岩组成,十米到几十米。厚煤层发育稳定,可同平原煤层作对比,薄煤层断续发育。测井曲线同平原细粒沉积相似。

3.3 前辫状河三角洲

以灰色、深灰色泥岩为主,夹薄层泥质粉砂岩。测井曲线为线型或齿化线形。

4 沉积微相分布

八道湾组一段整体为湖侵退积的沉积环境^[19-20],第 $J_1b_1^2 \sim J_1b_1^5$ 砂组沉积时期,物源供应十分充足,辫状河三角洲向凹陷中心延伸很远,研究区发育辫状河三角洲平原—前缘沉积;随着湖平面

持续上升, $J_1b_1^1$ 沉积时期,沉积物供应速率小于可容纳空间增长速率,主要发育辫状河三角洲前缘沉积(图4a)。

据研究区60口井岩性数据统计,绘制砂岩百分比图,可以反映沉积微相的平面展布(图4b)。研究区受来自北部及西北方向的物源供给,发育了多条辫状河三角洲分流河道砂体,TX1井区为两大物源的交汇区。受西北方向物源控制,西北部发育了2条河道沉积,一条自Z6-T203方向,一条自T210-T205方向;受北方向物源控制,北部及东部发育了2条河道沉积,一条自Z75-T14方向,一条自X26-X603方向。 $J_1b_1^5$ 沉积时期,研究区主要为辫状河三角洲平原沉积,仅在T3-X603-T6一线发育辫状河三角洲前缘沉积,平原砂体连片分布。 $J_1b_1^4$ 沉积时期,主要为辫状河三角洲平原沉积,前缘沉积较前期有所扩大,向北部推进,两个方向的物源在T2-T9一线交汇。 $J_1b_1^3$ 沉积时期,基准面继续上升,平原沉积向后退积,两个物源方向的沉积以Z64-T17-T6一线交汇。 $J_1b_1^2$ 沉积在 $J_1b_1^3$ 沉积上继承性发育。 $J_1b_1^1$ 沉积时期,基准面迅速上升,物源供应减弱,研究区只发育辫状河前缘沉积。

5 油气地质意义

研究表明,前缘水下分流河道微相是最有利储集相带,其次为平原分流河道微相,前缘支流间湾微相储集能力最差。通过TX1井区目前的生产实际情况来看,高产油流井段位于辫状河三角洲前缘水下分流河道微相带内,砂体厚度较薄,孔渗结构较优,围岩为厚层的泥岩及煤层沉积,储盖条件良好,原油为常规油,含水率较低。较低产油流井段位于辫状河三角洲平原分流河道微相带内,砂体厚,非均质性强,原油为常规油,含水率较高。

6 结论

(1)研究区八道湾组一段为辫状河三角洲沉积,岩性单一,顺物源方向,沉积体厚度、粒度、结构成熟度等参数渐优。沉积构造丰富,兼具陆上及水下沉积特征,发育植物枝干印模、粒序层理、中大型交错层理及冲刷充填构造。平原亚相以分流河道及河漫沼泽沉积为主,可形成广泛的厚层粗碎屑沉积。前缘亚相发育水下分流河道及支流间湾沉积,沉积粒度较细,单期砂体厚度薄。

(2)八道湾组一段整体为湖侵退积的沉积环

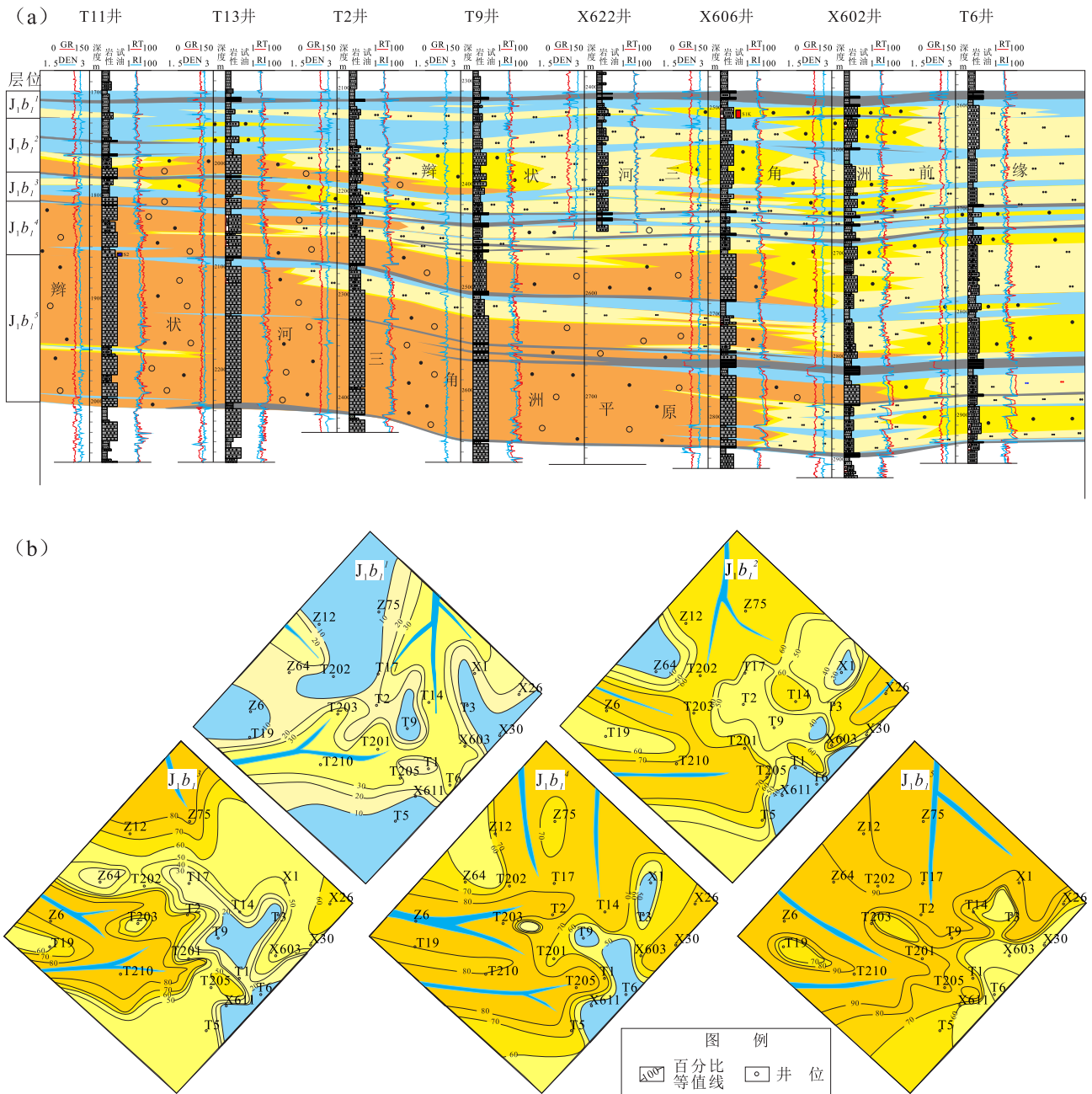


图4 辫状河三角洲沉积微相分布图

a. 八道湾组一段沉积微相联井剖面图; b. 八道湾组一段各砂组砂砾岩百分比等值线图

Fig. 4 Distribution of sedimentary microfacies of braided river delta

境,第 $J_1b_1^5$ 砂组沉积时期,物源供应十分充足,研究区主要发育辫状河三角洲平原沉积; $J_1b_1^4$ — $J_1b_1^2$ 砂组沉积时期,湖平面逐渐上升,辫状河三角洲平原沉积逐渐向北部盆地边缘退积,辫状河三角洲前缘沉积不断扩大; $J_1b_1^1$ 沉积时期,湖平面迅速上升,研究区主要发育辫状河三角洲前缘沉积。

(3) 辫状河三角洲前缘水下分流河道微相是最有利储集相带,其次为平原分流河道微相。辫状河

三角洲前缘水下分流河道微相砂体厚度较薄,储层孔渗结构较优,原油含水率较低。辫状河三角洲平原分流河道微相砂体厚,储层非均质性强,原油含水率较高。

参考文献:

[1] 刘明杨,张永波,谭建华,等.准噶尔盆地玛东斜坡百口泉组岩

- 性油气成藏特征——以陆梁油田 YB4 井区为例[J]. 石油实验地质, 2019, 41(3): 372-378.
- [2] 宋涛, 黄福喜, 汪少勇, 等. 准噶尔盆地玛湖凹陷侏罗系油气藏特征及勘探潜力[J]. 中国石油勘探, 2019, 24(3): 341-350.
- [3] 鲍志东, 赵艳军, 祁利祺, 等. 构造转换带储集体发育的主控因素——以准噶尔盆地腹部侏罗系为例[J]. 岩石学报, 2011, 27(3): 867-877.
- [4] 祁利祺, 鲍志东, 吴博然, 等. 准噶尔盆地西北缘侏罗系展布与层序地层格架特征[J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(2): 261-267.
- [5] 操应长, 姜伟, 王艳忠, 等. 准噶尔盆地西缘车排子地区侏罗系储层特征及控制因素[J]. 石油实验地质, 2016, 38(5): 609-618.
- [6] 何志平, 邵龙义, 康永尚, 等. 准噶尔盆地侏罗系八道湾组聚煤作用控制因素分析[J]. 沉积学报, 2004, 22(3): 449-454.
- [7] 邱安南, 王林生, 高炎, 等. 准噶尔盆地百口泉油田八道湾组三段辫状河三角洲的识别与沉积特征[J]. 海洋地质前沿, 2012, 28(2): 17-22.
- [8] 谢渊, 罗安屏, 傅恒. 准噶尔盆地侏罗纪沉积体系序列演化与油气的关系[J]. 沉积与特提斯地质, 1995, 19(2): 119-130.
- [9] 况军, 姚根顺, 朱国华, 等. 石西地区侏罗系八道湾组低孔渗成因[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(6): 493-496.
- [10] 旷红伟, 高振中, 王昌勇, 等. 克拉玛依油田八区八道湾组测井层序地层学研究[J]. 沉积与特提斯地质, 2007, 27(1): 62-66.
- [11] 牛斌, 魏璞, 张顺存, 等. 准噶尔盆地石西地区侏罗系八道湾组储层特征及主控因素分析[J]. 沉积与特提斯地质, 2017, 37(2): 77-86.
- [12] 王敏芳, 徐志诚. 准噶尔盆地莫西庄地区下侏罗统储层性质[J]. 沉积与特提斯地质, 2008, 28(1): 82-87.
- [13] 刘樵颖. 准噶尔盆地哈山南缘下侏罗统重矿物特征及地质意义[J]. 沉积与特提斯地质, 2012, 32(4): 34-37.
- [14] 董臣强. 准噶尔盆地春晖油田侏罗系八道湾组物源分析[J]. 沉积与特提斯地质, 2014, 34(2): 60-64.
- [15] 曲国胜, 马宗晋, 陈新发, 等. 论准噶尔盆地构造及其演化[J]. 新疆石油地质, 2009, 30(1): 1-5.
- [16] 吴孔友, 查明, 王绪龙, 等. 准噶尔盆地构造演化与动力学背景再认识[J]. 地球学报, 2005, 26(3): 217-222.
- [17] 张顺存, 邹姐姐, 史基安, 等. 准噶尔盆地玛北地区三叠系百口泉组沉积模式[J]. 石油与天然气地质, 2015, 36(4): 640-650.
- [18] 王昌勇, 郑荣才, 王建国, 等. 准噶尔盆地西北缘八区下侏罗统八道湾组沉积特征及演化[J]. 岩性油气藏, 2008, 20(2): 37-42.
- [19] 鲍志东, 管守锐, 李儒峰, 等. 准噶尔盆地侏罗系层序地层学研究[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(1): 48-51.
- [20] 刘晓丽. 玛湖凹陷玛西1井区侏罗系层序格架划分[J]. 内蒙古石油化工, 2019, 2: 48-49.

Sedimentary microfacies of the first member of Badaowan Formation in Mahu SAG, Dzungar Basin: Taking well TX1 as an example

Liu Xiaoli

(Institute of Petroleum Exploration and Development, Liaohe Oilfield Company, CNPC, Panjin 124010, Liaoning, China)

Abstract: Based on the detailed study of the first member of the Jurassic Badaowan Formation in TX1 well in Dzungar basin, it is considered that the first member of the Jurassic Badaowan Formation is mainly composed of polygenetic conglomerate, conglomerate-like sandstone, sandstone, and interbedded coal layers. The first member of the Jurassic Badaowan Formation develops abundant sedimentary structures such as grain sequence beddings, middle to large scale cross beddings, erosion fillings, and plant stem impressions. Well log shows box-type, funnel-type, finger-type and linear in shape. The sedimentary facies gradually retrograded to the margin of the basin in the longitudinal direction, in which the plain subfacies developed from No. 2 to No. 5 sand formations dominated by braided distributary channel and interchannel fluvial marsh deposits. The front subfacies developed in No. 1 sand formation, which is mainly composed of underwater distributary channels and intertributary bays. The subaqueous distributary channel microfacies in the braided river delta front are the most favorable reservoir facies zones, which are with better porosity and permeability. The microfacies of distributary channel in braided delta plain, are the second-class reservoir, whose homogeneity is somewhat bad and the water/oil rate is high.

Key words: braided river delta; plain subfacies; front subfacies; sedimentary distribution