

文章编号: 1000-0550(2012)02-0264-10

# 准噶尔盆地西北缘辫状河沉积模式探讨<sup>①</sup>

——以七区下侏罗统八道湾组辫状河沉积为例

汪彦<sup>1,2</sup> 彭军<sup>2</sup> 赵冉<sup>1</sup>

(1. 中国石油化工股份有限公司 西北油田分公司 乌鲁木齐 830011; 2. 西南石油大学 成都 610500)

**摘要** 准噶尔盆地西北缘下侏罗统下部地层主要发育辫状河沉积。以新疆油田七区下侏罗统八道湾组为例,以岩芯观察为基础,综合利用薄片鉴定、分析化验以及测井解释等资料,分析认为该区辫状河的沉积鉴别标志为:岩石类型比较单一;岩石成分复杂,成熟度较低,局部常见富集成层的碳屑;沉积构造丰富,具有“二元结构”;砂体具有“泛连通体”结构等。在此基础上,进一步从颜色、岩性、粒度、沉积构造和测井曲线特征等方面剖析了河床滞留、心滩和泛滥平原等微相的沉积特征,并结合沉积微相的空间分布规律,探讨了研究区的辫状河沉积模式。该研究成果对油田的滚动勘探和开发调整都具有重要意义。

**关键词** 层理 辫状河 相模式 八道湾组 西北缘 准噶尔盆地

**第一作者简介** 汪彦 男 1976年出生 博士后 开发地质学与层序地层学 E-mail: wangyan19760902@163.com

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

辫状河沉积是陆相沉积中一种十分复杂而又非常重要的沉积体。不同地区发育的辫状河,其沉积模式与 Cant 和 Walker 的经典模式<sup>[1]</sup>总有一定的差异。据调研,准噶尔盆地西北缘下侏罗统下部地层发育有典型的辫状河沉积,但前人对该区域沉积相在认识上仍有歧义,加之辫状河相在不同时期、不同区域、不同沉积背景等条件下的沉积特征差异较大。因此,分析和识别不同地区辫状河的发育特征,总结其沉积模式,对预测辫状河流相有利含油气区带、深入认识储层内部结构、细分储层流动单元、了解注采开发特征以及其它有关油气勘探开发的应用方面,都具有重要的借鉴意义。

## 1 地质概况

准噶尔盆地位于新疆北部,在平面上大体呈三角状,南以伊林黑比尔根山和博格达山为界,东北以青格里底山和克拉美丽山为界,西北以扎伊尔山和哈拉阿拉特山为界,其构造单元可划分为6个一级和44个二级构造单元<sup>[2]</sup>(图1中右下方)。新疆油田七区位于盆地西北缘扎伊尔山南麓的白碱滩地区,北部以克乌断裂遮挡与六区和一东区相邻,西部为不活跃水区,南部沿白碱滩断裂与八区毗邻(图1中阴影部分)。盆地西北缘冲断带呈北东向展布,长约300

km,宽20~30 km,是海西期晚石炭世到晚燕山期长期发育起来的、由一系列舌状滑脱体联合组成的推覆构造带,隐伏于上侏罗统、白垩系之下,在剖面上呈叠瓦状叠置的、断凹面向上的犁形;在平面上断层呈瓣状的“S”形展布,水平滑距达25 km。据研究侏罗纪初期的八道湾组沉积物来源主要来自于推覆体西部的扎伊尔山系露头区(图1左上角),其出露区的上古生界沉积巨厚,因火山活动剧烈,断裂和褶皱极为发育,岩石普遍处于深成岩至浅变质岩阶段<sup>[3]</sup>。整体上看,七区下侏罗统八道湾组(J<sub>1</sub>b)主要为一套砂泥岩沉积,底部多发育砂砾岩,向上逐渐过渡到砂岩、粉砂岩、泥岩。该地层以不整合沉积于三叠系白碱滩组之上,顶部与下侏罗统三工河组整合接触,从下往上可细分为J<sub>1</sub>b<sup>5</sup>、J<sub>1</sub>b<sup>4</sup>、J<sub>1</sub>b<sup>3</sup>、J<sub>1</sub>b<sup>2</sup>和J<sub>1</sub>b<sup>1</sup>共5个砂层组。

## 2 区域沉积体系研究现状

准噶尔盆地是以陆相沉积为主的多层系大型盆地。由于不同时期盆地沉积背景和构造作用的差异,导致盆地内部不同时期不同地区的沉积相差异较大。在准噶尔盆地西北缘、南缘、东北缘的下二叠统、下三叠统、下侏罗统以及下白垩统诸多地层中均不同程度地发育辫状河,基本上都分布在盆缘的山麓前缘地区,以冲积扇(或扇三角洲)—辫状河—(辫状河)三

①第47批中国博士后科学基金(批准号:20100471673)和四川省教育厅自然科学重点项目(批准号:07ZA139)资助。  
收稿日期:2011-01-20;收修改稿日期:2011-04-21

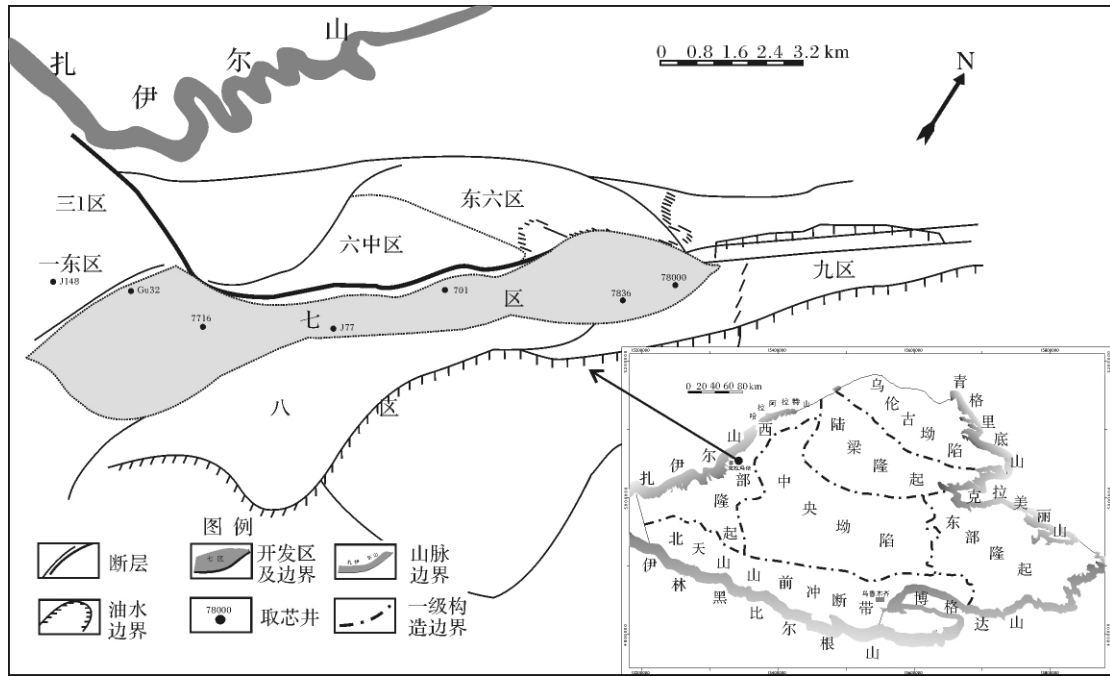


图1 新疆油田七区构造位置图(含准噶尔盆地一级构造单元划分)

Fig. 1 The structural location of No. 7 area in Xinjiang oil field( including Class-I structure units division of Junggar Basin)

角洲—湖泊沉积体系为主(全盆研究:张纪易<sup>[4]</sup>;赵玉光等<sup>[5]</sup>;西北缘:张继庆等<sup>[6]</sup>;焦养泉等<sup>[7]</sup>;胡宗全等<sup>[8]</sup>;蔚远江等<sup>[9]</sup>;南缘:方世虎等<sup>[10]</sup>;李茂榕等<sup>[11]</sup>;东北缘:唐忠华等<sup>[12]</sup>;张满郎等<sup>[13]</sup>);盆地腹部中央坳陷主要是辫状河(或正常)三角洲—湖相沉积(赵玉光等<sup>[5]</sup>;王居峰等<sup>[14]</sup>)。

盆地西北缘西部隆起上的下侏罗统中发育有最为典型的辫状河沉积<sup>[6-9]</sup>。目前对于新疆油田七区下侏罗统沉积相的认识仍存在歧义,有人认为是冲积扇—辫状河沉积体系<sup>[7]</sup>、还有人认为是扇三角洲(三角洲)沉积<sup>[15]</sup>,南部相邻的八区发育辫状河—辫状河三角洲—湖泊沉积体系<sup>[16]</sup>,北部六区为冲积扇—辫状河沉积体系<sup>[4]</sup>。鉴于此,本文以七区下侏罗统八道湾组为例,探讨盆地西北缘下侏罗统的沉积模式。

### 3 辫状河沉积鉴别标志

本文以七区八道湾组的下部地层(即 $J_1b^5$ 砂层组)为例,在岩芯精细描述基础上,利用薄片鉴定、测录井资料和测试分析资料综合分析认为 $J_1b^5$ 砂层组为辫状河沉积,其沉积特征也即识别标志如下:

#### (1) 岩石类型相对比较单一,岩性较粗

据7口取芯井55个样品的薄片鉴定和6个粒度分析资料:石英含量为11.4%~35.0%,平均为22.2%;长石含量为12.2%~18.8%,平均为

16.3%;岩屑含量最高达70.3%,最低为51.7%,平均为61.3%。七区岩石碎屑颗粒粒径中值一般在0.59~1.93 mm间,以粗砂(平均38.8%,下文括号中数值均指平均值)和中砂(31.7%)为主,细砂(9.8%)和粉砂(9.1%)次之,砾石和杂基含量最少。因此,研究区河道沉积岩性以粗粒—中粒的(含细砾)长石质岩屑砂岩为主<sup>[2]</sup>,在河床底部以杂色砾岩为主,心滩多为中—细粒长石岩屑砂岩,整体颗粒较粗(图版I-a和b)。

#### (2) 碎屑颗粒成分复杂,成分成熟度偏低

研究区岩石中石英含量低,石英次生加大较常见,粒间常发育自生粒状石英晶体,自形程度较好;长石以斜长石为主,多被绢云母化、泥化;岩屑以凝灰岩、变泥岩和硅化岩碎屑为主。据重矿物样品统计,重矿物平均含量为0.35%,是以锆石(54.7%)、电气石(11.3%)、石榴子石(13.4%)、尖晶石(6.2%)为主的稳定型矿物组合,同时也包括绿帘石(3.9%)和少量辉石等不稳定矿物,局部还有微量磁铁矿、褐铁矿和白钛矿等富含铁的重矿物。总体上讲,岩石中石英、长石平均含量较低,岩屑含量较高,矿物成熟度平均为0.3;重矿物组合具有岩浆岩类与变质岩类、稳定性与不稳定性矿物共存的特点<sup>[17]</sup>。由此可见,砂岩的成分成熟度低<sup>[2,17]</sup>。

### (3) 填隙物含量较高,多为颗粒支撑结构

填隙物中杂基成分以水白云母(4.4%)和高岭石(3.2%)两种黏土矿物为主(图版 I-c),平均含量介于6%~10%之间;胶结物成分以碳酸盐胶结物为主,局部含有少量的铁白云石、黄铁矿,大多数样品的胶结物含量都小于4%。胶结类型以孔隙式胶结为主,多为颗粒支撑结构(图版 I-d、e)。

(4) 结构成熟度低,颗粒以跳跃总体为主,反映为牵引流沉积的产物

据薄片鉴定分析,碎屑颗粒粒度较粗,范围为 $-5 \sim 5\phi$ 之间,主要为细砾—中砂,分选较差,中等;颗粒磨圆度中等,多呈次棱角状—次圆状;颗粒无明显的定向排列,表明岩石的结构成熟度很低(图版 I-d、e)。在粒度概率累计曲线图上,呈中高斜率的两段或三段式形态,以跳跃总体为主,占50%~80%不等,悬浮总体亦较发育,两总体之间的交截点在 $2.5 \sim 4.5\phi$ 区间内(图2),反映为牵引流沉积的产物。

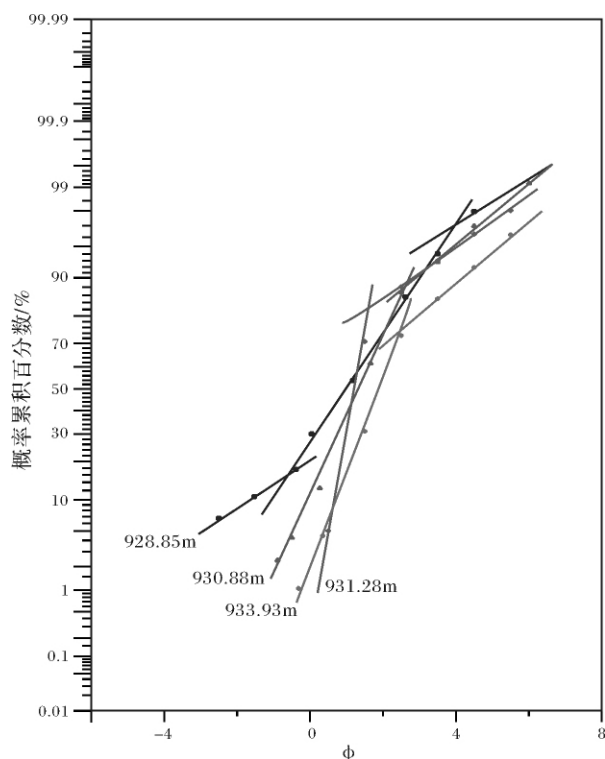


图2 7716井下侏罗统八道湾组( $J_1b^5$ )  
粒度概率累积曲线图

Fig. 2 Cumulative granulometry probability curves of grain size of Badaowan Formation, Lower Jurassic( $J_1b^5$ ) in Well 7716

(5) 沉积构造丰富,交错层理和块状层理最为发育,在岩芯中观察到的原生沉积构造主要是层理构造,最发育的几种层理分别为:

**水平层理:** 常见于泥岩、泥质粉砂岩中,纹层厚度很小,一般在 $0.5 \sim 2.0$  mm之间。纹理相互平行且与层面平行(图3中照片A的顶部),主要是由细小植物碳屑和云母片在层面上富集而显现出来。常形成于泛滥平原等低能环境中,由细粒的悬浮物缓慢沉积组成,表明水动力条件较弱。

**波状层理:** 多出现在心滩顶部的细砂岩—泥岩等颗粒相对细小、水体较浅的沉积地层中,发育对称或不对称的波状纹层,各层面间相互平行(图3中照片A、C,图版 I-b)。

**交错层理:** 岩芯中主要观察到了槽状交错层理和板状交错层理两种。

**槽状交错层理:** 层系底界为槽形冲刷面,纹层在顶部被切割<sup>[18]</sup>,厚度为 $0.11 \sim 0.68$  m。大型槽状交错层理层系底界冲刷面明显(图版 I-f),底部常伴生泥砾,心滩中广泛发育大量不甚清晰的槽状交错层理(图3中照片B和D)。板状交错层理:各单元的纹层倾向是相同的,顺水流方向倾斜,大致反映了单向水流的运动方向,该层理在八道湾组辫状河的心滩砂体中较常见(图3中照片C的顶部)。

(6) 具有河流沉积特征的“二元结构”,缺乏河—湖过渡性的三角洲沉积

岩芯观察表明:八道湾组沉积物自下而上由粗粒的砾岩渐变到细粒的泥岩,具正韵律或正旋回特征,每期旋回底部发育明显的底冲刷现象(图3)。下部岩性以砂砾岩、粗砂岩为主,多发育底冲刷构造,呈透镜体不连续分布;向上常发育不甚清晰的槽状或板状交错层理,上部常见波状层理,岩性从下往上由细砾岩—中粗砂岩—细砂岩—粉砂岩组成;顶部常为粉砂岩或泥岩类的泛滥平原沉积,发育水平或小型波状层理,主河道区旋回顶部的细粒沉积往往不发育。这种从下往上依次由河床滞留沉积、河道砂坝以及泛滥平原构成下粗上细典型的“二元结构”<sup>[18]</sup>。在工区最南端的78000井取芯中未观察到能反映河口坝沉积的双向水流交错层理或反映湖浪作用的浪成沙纹交错层理(图3)也未观察到远砂坝或席状砂等微相的典型沉积构造<sup>[19~21]</sup>,因此综合分析认为研究区在此时期不发育三角洲沉积体系。

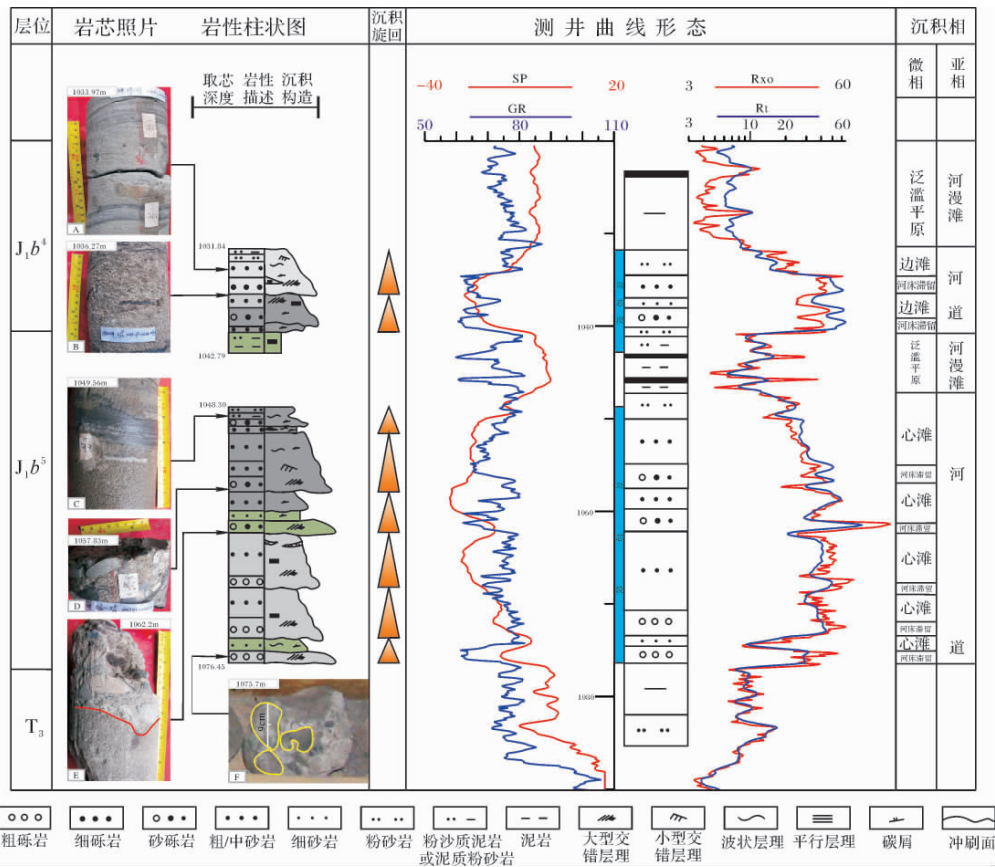


图 3 78000 井下侏罗统八道湾组取芯井段( 1031. 84 ~ 1042. 79 m ,1048. 3 ~ 1076. 45 m) 沉积相分析结果  
Fig.3 Depositional facies analysis of cored interval of Badaowan Formation , Lower Jurassic in Well 78000

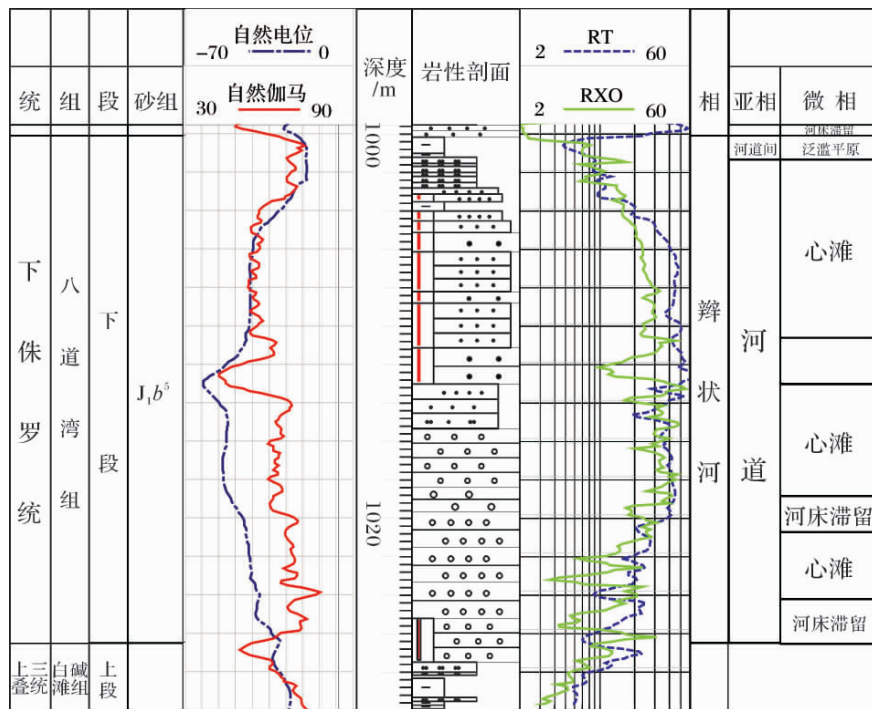


图 4 七区 7836 井下侏罗统 J<sub>1</sub>b<sup>5</sup> 沉积序列和砂体叠置关系  
Fig.4 Depositional sequence and sandbodies' overlying relationship of J<sub>1</sub>b<sup>5</sup> , Lower Jurassic in Well 7836 , No. 7 area

(7) 河道砂体相互叠置切割,形成“泛连通体”结构

利用岩芯观察和测录井资料,对典型单井沉积序列及其砂体叠置关系(图4)研究表明:

- 1) 辫状河道砂体含砂量高,砂岩密度为62.3%~95%;厚度大,为20.8~35.6 m。
- 2) 具有多期沉积旋回,每期旋回中河道砂体以正粒序为主,总趋势为向上变细变薄。
- 3) 河道间主要以泥质粉砂岩或泥岩为主,不发育较厚层的砂体。
- 4) 砂体在剖面上形态皆为顶平底凸的透镜体,侧向连续性好(图5);在平面上多呈长条状、带状、树枝状(图6)。
- 5) 同一沉积时期辫状河河道之间存在着交互、汇聚等现象,不同沉积时期河床位置分布极不稳定、

频繁改道,后期河道冲刷改造前期的河道沉积,致使纵向上不同期次、不同级次的河床滞留与心滩亚相之间垂向叠加、横向接触,构成了复杂、连片、相互切割的沉积砂体。因此,该地区的辫状河沉积具有明显的“泛连通体”结构<sup>[22]</sup>。

(8) 测井响应特征明显,以微齿箱形、钟形为主

八道湾组最常见微齿箱形、钟形、指形三种基本测井曲线形态(图7)。河道沉积的电测曲线特征为中高幅钟型—箱型—微齿箱型曲线组合和箱型—钟型曲线组合,反映一种快速堆积特征或者高能水动力条件稳定后、能量逐渐衰减的正粒序河道沉积,其间局部出现过短暂的低能静水沉积。泛滥平原泥质沉积具低幅齿形特征,沼泽化洼地或沼泽中的炭质泥岩或煤层,其自然伽马曲线为中高幅指形或齿形,也可为低幅齿形或指形,但声速测井值普遍较高。指形曲

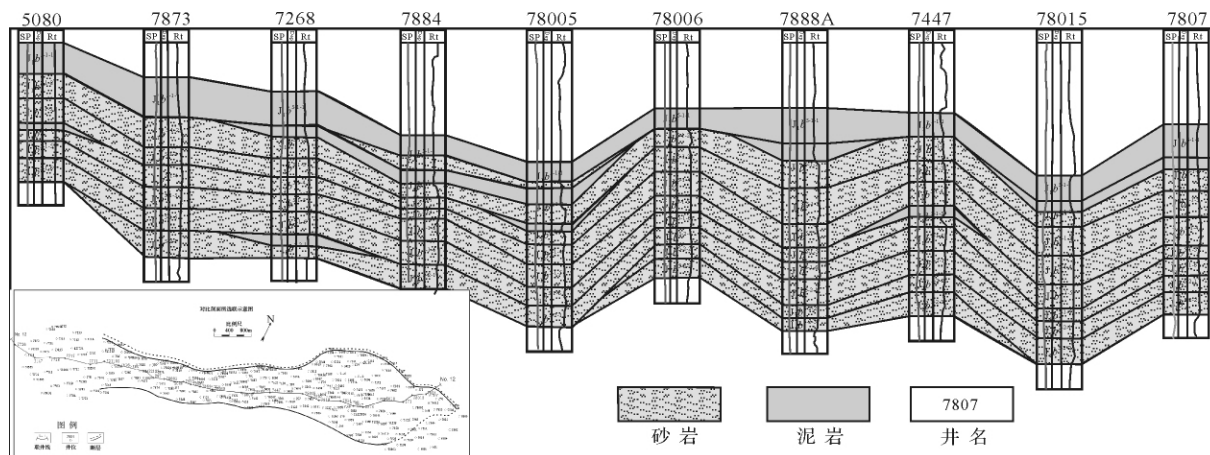


图5 过7726—5080—7834等井下侏罗统八道湾组( $J_1b^5$ )砂体展布剖面图

Fig. 5 The Sand bodies distribution section of Badaowan Formation ( $J_1b^5$ ), Lower Jurassic in 7726-5080-7834 Wells

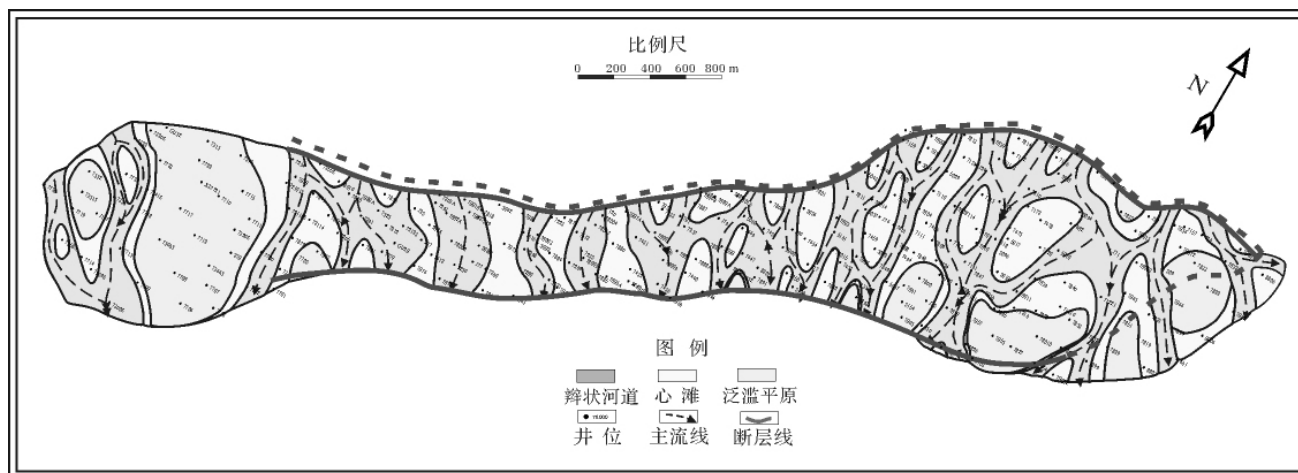


图6 七区下侏罗统八道湾组( $J_1b^5$ )辫状河沉积微相平面图

Fig. 6 The planar distribution of braided stream deposition of Badaowan Formation ( $J_1b^5$ ), Lower Jurassic in No. 7 Area

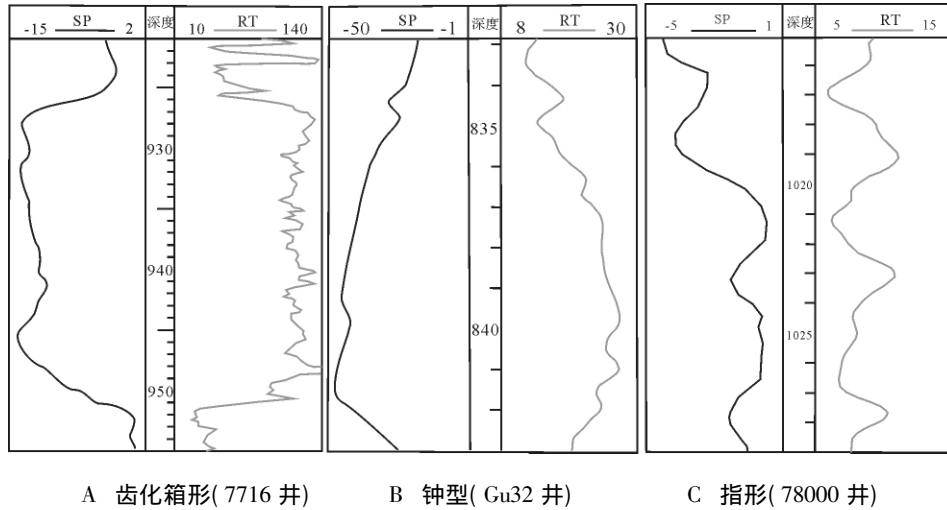


图7 七区下侏罗统八道湾组三种常见的测井曲线形态

Fig. 7 Three basic logging curve morphotypes of Badaowan Formation Lower Jurassic in No. 7 area

线幅度值较低,表示沉积水动力能量在短时间内较高但不稳定。

(9) 古生物化石稀少,多为碳化的植物碎屑

岩芯中生物化石保存不完整,未见到动物化石和完整的植物化石,发育的是许多破碎的、碳化的植物枝、干、叶等碎屑(图3各照片均有),局部可富集成层,均是在缺氧的条件下保存下来的。在 $J_1b^5$ 顶部的泥岩层中常发育有煤层、煤线,厚度约3~12 cm,多与炭质泥岩伴生,主要形成于辫状河道间的泛滥平原环境中,总体表征了一种由炎热干旱转向温暖潮湿的古气候环境。

#### 4 沉积微相特征

综上所述,七区下侏罗统八道湾组下部地层应属于一种近源的砾质辫状河沉积。由于辫状河具有多河道、河床坡降大、河道宽而浅、频繁摆动等特点。河道常被许多心滩分割,水流呈多河道绕着众多心滩不断分叉和重新汇合的形态分布,心滩和河道都很不稳定,迁移迅速,所以天然堤、决口扇不发育<sup>[18 23 24]</sup>。根据沉积特征,可以划分为河床滞留、心滩、泛滥平原三种微相。

##### 4.1 河床滞留

河床滞留沉积是河道底部最粗的一部分碎屑沉积物,在洪泛期搬运而沉积于河道底部后,在落洪期和间洪期的常年水流无法再次搬运和淘洗而滞留于河底,集中堆积成不连续的透镜体。在研究区沉积特点如下:

(1) 位于沉积旋回的最底部,岩性多为棕灰色或

杂色砾岩,以粗砾岩为主。部分取芯井段的岩芯多为松散的大砾石(图3照片F和D),部分为含油迹、油斑或油浸的粗砂岩到细砾岩。

(2) 块状层理,常见底部冲刷构造(图3照片E)。砾石很难形成厚层,通常小于1.5 m。一般呈不连续的透镜状分布于河床最底部,砾石无定向排列(图版I-a)。

(3) 仅见少量破碎的炭化植物枝、干等残体(图3照片D)。

(4) 测井曲线多为齿化箱形或钟形,幅度差较大,底部有电性突变现象(图3和图4)。

##### 4.2 心滩

心滩的上游方向较陡,沉积物较粗,并遭受侵蚀作用,而下游方向较平缓,常发生沉积作用。上游的不断侵蚀和下游的不断沉积,导致了心滩不断向下游迁移,砂体常呈泛连通体分布。

(1) 岩性多为灰色或灰绿色的中—粗砂岩,底部有少量细砾岩,向上粒度逐渐变细。其砾石成分为岩浆岩及变质岩,砾径2~5 mm。砂岩成分以石英和岩屑为主,成熟度较低。

(2) 沉积构造丰富,常见大型槽状、板状交错层理,在低水位时期,亦发生细粒物质的垂向加积作用,发育波状层理(图3)。砂层厚一般3~5 m,厚者可达数十米。泥岩夹层少,厚度薄。心滩大多呈条带状或透镜状顺流分布。

(3) 发育破碎的植物枝、干等残体,炭化植物碎屑等。

(4) 一般粒度较粗,分选差,粒径0.01~1.5

mm。以跳跃、悬浮总体为主,推移总体发育较少。

(5) 在测井曲线上显示出箱形或齿化箱形特征,泥质含量低,以中高阻为主(图3)。

### 4.3 泛滥平原

泛滥平原微相,有人也称之为泛滥盆地<sup>[18]</sup>,是分布在河道两侧的低能沉积环境中。一般只在洪泛期形成的泥质或粉砂质等细粒沉积,是辫状河沉积中最细的顶层部分。非洪泛期一般暴露表层,易土壤化。

(1) 岩性以灰—灰绿色的泥岩、粉砂质泥岩和泥质粉砂岩为主(图3),厚度为0~4 m。

(2) 沉积构造比较简单,主要为小型波状层理和水平层理(图版I-b)。

(3) 可见到碳化植物碎片,局部发育有薄层的炭质泥页岩或者薄的煤层、煤线。

(4) 位于心滩沉积之上,属辫状河流沉积顶层的垂向加积,局部地区不发育。

(5) 测井曲线多为低幅的平直曲线或略具微齿化特征,偶见代表过渡岩性的指状小尖峰(图4)。

## 5 沉积模式探讨

对于辫状河模式的研究,国外学者 Miall 曾利用构形要素、岩相及其组合,结合辫状河发育的地质条件、沉积背景和气候特征,总结出6种辫状河沉积模式<sup>[25-26]</sup>。Galloway 和 Hobday 建立了富含砂和富含泥的两种辫状河沉积模式<sup>[27]</sup>。Ferguson 在研究砾质辫状河时指出,辫状河流最基本的单元包括砂坝、冲坑单元,常与汇流和支流相联系<sup>[28]</sup>。更多的研究表明,辫状河沉积不仅河型较多,而且微地貌和微相也复杂、难辨<sup>[29-32]</sup>。在国内,开展现代辫状河沉积研究的典型实例有:滦河<sup>[33]</sup>、永定河<sup>[34]</sup>以及内蒙古凉城县境内岱海周围的现代辫状河沉积<sup>[35]</sup>,都取得了显著

的成果。每个区域总结得到的相模式均有一定的差异,没有固定的模式。借鉴前人的有关研究成果分析认为准噶尔盆地西北缘辫状河沉积的相模式(图8)具有以下特征:

(1) 大部分河道旋回“二元结构”的顶层细粒沉积不发育,仅在  $J_1b^5$  砂层组顶部的旋回中才发育。

(2) 每期沉积旋回的河道砂体中砂岩的成熟度很低,分选性差,具有近物源的特征。

(3) 河床滞留沉积由块状层理的砂砾岩组成,心滩沉积发育的槽状或板状交错层理不甚清晰,顶部粉砂岩或泥岩类的泛滥平原沉积中发育大量植物炭屑。在部分心滩砂体中也可见到富集的植物炭屑。

(4) 综合前人的研究成果<sup>[4-16]</sup>认为:距准噶尔盆地西北缘扎伊尔山物源区更近的地区主要是以冲积扇沉积为主,七区已逐渐过渡为近扇的辫状河沉积,向下游演化为辫状河三角洲沉积<sup>[15,16]</sup>。整个西北缘侏罗系的沉积模式应为冲积扇—辫状河—辫状河三角洲—湖泊沉积。

## 6 结论

(1) 准噶尔盆地西北缘新疆油田七区八道湾组  $J_1b^5$  属于辫状河沉积,主要发育河床滞留、心滩和泛滥平原微相。辫状河沉积时期河床分布极不稳定、频繁改道,河道砂体多呈连片状分布。

(2) 准噶尔盆地西北缘的辫状河沉积模式底部是由砂砾岩组成的河床滞留沉积;向上过渡为心滩,发育不甚清晰的槽状交错层理和板状交错层理,上部常见波状层理,正粒序比较明显;顶部常为薄层泛滥平原细粒沉积。

(3) 整个西北缘侏罗系的沉积模式应为冲积扇—辫状河—辫状河三角洲—湖泊沉积。

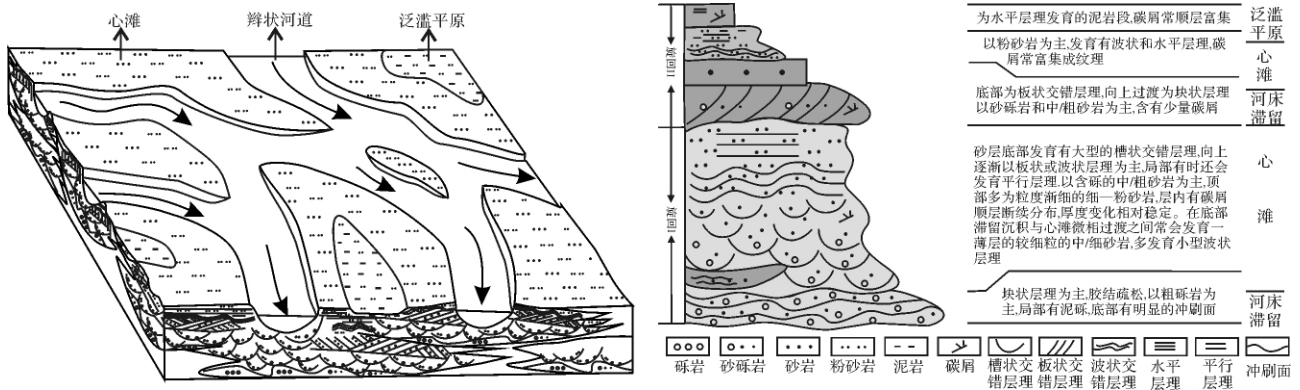


图8 准噶尔盆地西北缘辫状河沉积平面相模式和垂向沉积序列

Fig. 8 Planar depositional model and vertical facies associations of braided stream in the northwestern margin, Junggar Basin

## 参考文献(References)

- 1 Cant D J, Walker R G. Development of a braided fluvial facies model for the Devonian Battery Point sandstone [J]. *Quebec: Canadian Journal of Earth Science*, 1976, 13: 102-119
- 2 杨海波, 陈磊, 孔玉华. 准噶尔盆地构造单元划分新方案 [J]. *新疆石油地质*, 2004, 25(6): 686-688 [Yang Haibo, Chen Lei, Kong Yuhua. A novel classification of structural units in Junggar Basin [J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 2004, 25(6): 686-688]
- 3 汪彦, 彭军, 刘建锋, 等. 新疆油田七区侏罗系八道湾组物源分析 [J]. *特种油气藏*, 2008, 15(1): 13-16 [Wang Yan, Peng Jun, Liu Jianfeng, et al. Provenance analysis of Jurassic Badaowan Formation in No. 7 Area of Xinjiang oil field [J]. *Special Oil and Gas Reservoirs*, 2008, 15(1): 13-16]
- 4 张纪易. 克拉玛依洪积扇粗碎屑储集体 [J]. *新疆石油地质*, 1980, 1(0): 33-53 [Zhang Jiye. Reservoir of coarse elastic alluvial fan in Karamay Oilfield [J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 1980, 1(0): 33-53]
- 5 赵玉光, 肖林萍. 准噶尔盆地地壳动力学与油气储集层沉积相模型 [J]. *岩相古地理*, 1994, 14(2): 10-24 [Zhao Yuguang, Xiao Linping. Crustal dynamics and sedimentary facies models of the oil and gas reservoirs in Junggar Basin [J]. *Sedimentary Facies and Palaeogeography*, 1994, 14(2): 10-24]
- 6 张继庆, 江新胜, 刘志刚, 等. 准噶尔盆地西北缘三叠—侏罗系沉积模式 [J]. *新疆石油地质*, 1992, 13(3): 206-216 [Zhang Jiqing, Jiang Xinsheng, Liu Zhigang, et al. Depositional model for the Triassic and Jurassic strata of the northwestern margin in Junggar Basin [J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 1992, 13(3): 206-216]
- 7 焦养泉, 颜佳新, 杨生科, 等. 克拉玛依油田露头区八道湾组沉积体系分析与体系演化序列 [J]. *地学前缘*, 1999, 6(增刊): 258 [Jiao Yangquan, Yan Jiaxin, Yang Shengke, et al. Depositional systems analysis and evolutionary sequences of Badaowan Formation in outcrops of Karamay oil field [J]. *Earth Science Frontiers*, 1999, 6(suppl.): 258]
- 8 胡宗全, 李明娟. 准噶尔盆地西北缘侏罗系层序模拟与沉积相演化特征 [J]. *石油与天然气地质*, 2003, 24(4): 351-355, 361 [Hu Zongquan, Li Mingjuan. Sequence modeling and sedimentary facies evolution of Jurassic in northwestern edge of Junggar Basin [J]. *Oil & Gas Geology*, 2003, 24(4): 351-355, 361]
- 9 蔚远江, 李德生, 胡素云, 等. 准噶尔盆地西北缘扇体形成演化与扇体油气藏勘探 [J]. *地球学报*, 2007, 28(1): 62-71 [Yu Yuanjiang, Li Desheng, Hu Suyun, et al. Fans sedimentation and exploration direction of fan hydrocarbon reservoirs in foreland thrust belt of the northwestern Junggar Basin [J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2007, 28(1): 62-71]
- 10 方世虎, 郭召杰, 宋岩, 等. 准噶尔盆地南缘侏罗纪沉积相演化与盆地格局 [J]. *古地理学报*, 2005, 7(3): 347-356 [Fang Shihu, Guo Zhaojie, Song Yan, et al. Sedimentary facies evolution and basin pattern of the Jurassic in the southern margin area of Junggar Basin [J]. *Journal of Palaeogeography*, 2005, 7(3): 347-356]
- 11 李茂榕, 周洪瑞, 王训练, 等. 准噶尔盆地南缘郝家沟剖面下侏罗统八道湾组辫状河三角洲沉积 [J]. *油气地质与采收率*, 2007, 14(3): 41-45 [Li Maorong, Zhou Hongrui, Wang Xunlian, et al. Braided-river delta deposition of the Badaowan formation of lower Jurassic in Haojiagou section, southern Junggar Basin [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2007, 14(3): 41-45]
- 12 唐忠华, 黄芸, 张化龙. 准噶尔盆地东部侏罗系沉积相及沉积层序 [J]. *新疆石油地质*, 1997, 18(4): 330-337 [Tang Zhonghua, Huang Yun, Zhang Hualong. Sedimentary facies and sequences of Jurassic in eastern Junggar Basin [J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 1997, 18(4): 330-337]
- 13 张满郎, 朱筱敏, 张琴. 准噶尔盆地东部侏罗系沉积体系及油气意义 [J]. *石油与天然气地质*, 2000, 21(3): 272-278 [Zhang Manlang, Zhu Xiaomin, Zhang Qin. Jurassic sedimentary system of east Junggar Basin and its hydrocarbon significance [J]. *Oil & Gas Geology*, 2000, 21(3): 272-278]
- 14 王居峰, 蔡希源, 邓宏文, 等. 准噶尔盆地腹部侏罗系高分辨率层序地层特征 [J]. *石油学报*, 2006, 27(2): 16-19, 27 [Wang Jufeng, Cai Xiyuan, Deng Hongwen, et al. High-resolution sequence stratigraphic characteristics of Jurassic system in the central part of Junggar Basin [J]. *Acta Petroli Sinica*, 2006, 27(2): 16-19, 27]
- 15 韦书铭. 准噶尔盆地西北缘石油地质综合研究 [D]. 成都: 西南石油学院, 2002: 10-33 [Wei Shuming. The comprehensive research on petroleum geology of the northwestern margin in Junggar Basin [D]. Chengdu: Southwest Petroleum Institute, 2002: 10-33]
- 16 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 [Wang Changyong, Zheng Rongcai, Wang Jianguo, et al. Sedimentary characteristics and evolution of Badaowan Formation of lower Jurassic in northwest margin of Junggar Basin [J]. *Lithologic Reservoirs*, 2008, 20(2): 37-42]
- 17 汪彦, 彭军, 陈果, 等. 七东区下侏罗统八道湾组储层特征及评价 [J]. *断块油气田*, 2008, 15(3): 1-3 [Wangyan, Pengjun, Chenguo, et al. Reservoir characteristics and evaluation of Badaowan Formation of Lower Jurassic in East Seventh Area [J]. *Fault-Block Oil & Gas Field*, 2008, 15(3): 1-3]
- 18 冯增昭主编. 沉积岩石学(第二版) [M]. 北京: 石油工业出版社, 1994: 108-130 [Feng Zengzhao (chief editor). *Sedimentary Petrology (the second edition)* [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1994: 108-130]
- 19 刘波, 赵翰卿, 李广月, 等. 储层砂质辫状河的识别——以大庆喇嘛甸-萨尔图油田西部 P<sub>1-2</sub><sup>3</sup> 为例 [J]. *石油学报*, 2002, 23(2): 43-47 [Liu Bo, Zhao Hanqing, Li Guangyue, et al. Sand body identification of braided river reservoir: An example from the P<sub>1-2</sub><sup>3</sup> west of Lamadian and Saertu oilfield, Daqing, China [J]. *Acta Petroli Sinica*, 2002, 23(2): 43-47]
- 20 何顺利, 兰朝利, 门成全. 苏里格气田储层的新型辫状河沉积模式 [J]. *石油学报*, 2005, 26(6): 25-29 [He Shunli, Lan Chaoli, Men Chengquan. New sedimentary facies model of a braided stream reservoir in Sulige gas field [J]. *Acta Petroli Sinica*, 2005, 26(6): 25-29]
- 21 李强, 王庆魁, 沈伟成, 等. 同一油田网状河与辫状河沉积微相



- 的比较研究及其影响[J]. 石油地球物理勘探, 2006, 41(增刊): 80-85 [Li Qiang, Wang Qingkui, Shen Weicheng, *et al.* Comparison of sedimentary microfacies between braided river and netted river in the same oilfield and their influence [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2006, 41(Suppl.): 80-85]
- 22 葛云龙, 逯径铁, 廖保方, 等. 辫状河相储集体地质模型——“泛连通体”[J]. 石油勘探与开发, 1998, 25(5): 77-79 [Ge Yunlong, Lu Jingtie, Liao Baofang, *et al.* Geological model of braided river facies reservoir: "Pan Connected Sandbody" [J]. Petroleum Exploration and Development, 1998, 25(5): 77-79]
- 23 尹旭, 彭仕宓, 李海燕, 等. 基于流动单元的辫状河储层沉积微相研究——以王官屯油田官142断块侏罗系储层为例[J]. 地质科技情报, 2007, 26(3): 51-55 [Yin Xu, Peng Shimi, Li Haiyan, *et al.* A new micro-facies study method of braid river reservoir based on flow unit [J]. Geological Science and Technology Information, 2007, 26(3): 51-55]
- 24 焦养泉, 陈安平, 王敏芳, 等. 鄂尔多斯盆地东北部直罗组底部砂体成因分析[J]. 沉积学报, 2005, 23(3): 371-379 [Jiao Yungun, Chen Anping, Wang Minfang, *et al.* Genetic analysis of the bottom sandstone of Zhiluo Formation, Northeastern Ordos Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2005, 23(3): 371-379]
- 25 Miall A D. Architectural-element analysis: A new method of facies analysis applied to fluvial deposits [J]. Earth Science Reviews, 1985, 22: 261-308
- 26 Miall A D. The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology [M]. New York: Springer, 1996: 1-565
- 27 Galloway W E, Hobday D K. Terrigenous Clastic Depositional Systems [M]. New York: Springer, 1983: 1-520
- 28 于兴河, 马兴祥, 穆龙新, 等. 辫状河储层地质模式及层次界面分析[M]. 北京: 石油工业出版社, 2004: 66-89 [Yu Xinghe, Ma Xingxiang, Mu Longxin, *et al.* Geological Pattern and Hierarchical Surface Analysis of Braided Reservoir [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2004: 66-89]
- 29 Allen J R L. Studies in fluvial sedimentation: A comparison of fining-upwards cyclothems, with special reference to course-member composition and interpretation [J]. Journal of Sedimentary Petrology, 1970, 40: 298-323
- 30 Bristow C S, Best J L. Braided rivers: perspectives and problems [C] // Best J L, Bristow C S, eds. Geological Society Special Publications, 1993, 75: 1-11
- 31 Lorenz J C, Nadon G C. Braided-river deposits in a muddy depositional setting: the Molina Member of the Wasatch Formation (Paleogene), West-Central Colorado, U. S. A. [J]. Journal of Sedimentary Research, 2002, 72: 376-385
- 32 Posementier H W, Jervey M T, Vail P R. Eustatic controls on clastic deposition I: conceptual framework [C] // Wilgus C K, Hastings B S, Kendall C G St C, *et al.*, eds. Sea Level Changes: An Integrated Approach. SEPM Special Publication, 1988, 42: 109-124
- 33 孙永传, 李惠生. 碎屑岩沉积相和沉积环境 [M]. 北京: 地质出版社, 1986: 130-133 [Sun Yongchuan, Li Huisheng. Sedimentary Environment and Sedimentary Facies of Clastic Rock [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1986: 130-133]
- 34 廖保方, 张为民, 李列, 等. 辫状河现代沉积研究与相模式——中国永定河剖析 [J]. 沉积学报, 1998, 16(1): 34-39, 50 [Liao Baofang, Zhang Weimin, Li Lie, *et al.* Study on modern deposit of a braided stream and facies model: Taking the Yongding River as an example [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1998, 16(1): 34-39, 50]
- 35 于兴河, 王德发, 孙志华, 等. 湖泊辫状河三角洲岩相、层序特征及储层地质模型——内蒙古岱海湖现代三角洲沉积考察 [J]. 沉积学报, 1995, 13(1): 48-58 [Yu Xinghe, Wang Defa, Sun Zhihua, *et al.* Lithofacies, sequence features and reservoir geological models of lacustrine braided-delta: An observation on deposition of modern delta in Daihai lake, Inner Mongolia [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1995, 13(1): 48-58]

## Dentative Discussions on Depositional Facies Model of Braided Stream in the Northwestern Margin, Junggar Basin: A case of braided stream deposition of Badaowan Formation, Lower Jurassic in No. 7 Area

WANG Yan<sup>1,2</sup> PENG Jun<sup>2</sup> ZHAO Ran<sup>1</sup>

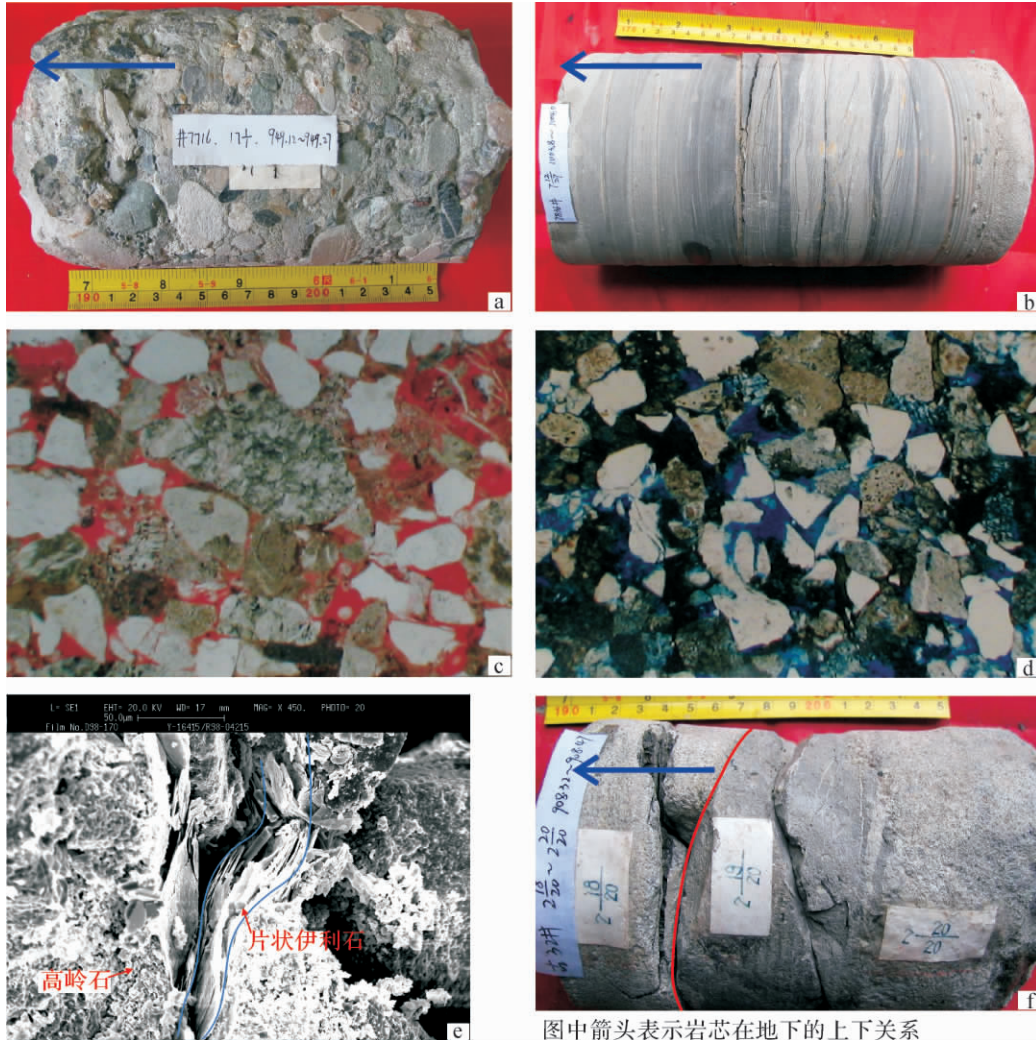
(1. North-west Oilfield Branch, SINOPEC, Urumqi 830011;

2. Southwest Petroleum University, Chengdu 610500)

**Abstract:** Braided-stream deposits are the major depositional system of lower Jurassic in the northwestern margin, Junggar Basin. Based on observation and description of cores, thin-section identification, assay and analysis, and well logging of Badaowan Formation, lower Jurassic in No. 7 area of Xinjiang oil field, the depositional markers' features of braided stream were generalized in which rock types are simple such as; the maturity of rock is low; rock compositions are complicate; plant residue carbides locally concentrate into stratiform; sedimentary structures are plentiful; there is a dual structure that a top layer and a bottom layer vertically overprint and many sand-bodies form

pan communicated sandbody. This paper further analysed the changes of color, rock, granularity, sedimentary structure and logging responses in vertical depositional associations of braided stream, which is interpreted as a sequence of channel lag deposit, mid-channel bar and flood plain. Using the spatial distribution of microfacies, it summarized the facies model of braided stream of Badaowan Formation, lower Jurassic in No. 7 area. These results have vital significance for progressive exploration and adjusted development of oil field.

**Key words:** bedding, braided stream, facies model, Badaowan Formation, the northwestern margin, Jungar Basin



图中箭头表示岩芯在地下的上下关系

图版 I 说明: a. 河床滞留沉积, 杂色粗砾岩大小混杂, 次棱角状, 成分复杂, 无定向排列。7716 井(17<sub>1</sub>/1), 949.12 ~ 949.27 m, J<sub>1</sub>b<sup>5</sup>; b. 底部为含砾细砂岩, 向上过渡为粉砂岩, 具小型的波状交错层理和平行层理, 顶部为泥质粉砂岩。7836 井, (7<sub>12</sub>/27), 1003.8 ~ 1004 m, J<sub>1</sub>b<sup>5</sup>; c. 灰褐色含砾不等粒砂岩, 弯曲片状伊利石和不规则高岭石充填于颗粒间, 发育粒间孔和晶间孔。78000(样品编号: R98-04215), 1 054.63 m, J<sub>1</sub>b<sup>5</sup>, 270 ×; d. 褐灰色含砾不等粒砂岩, 岩屑含量 65% 左右, 填隙物为高岭石; 面孔率为 3.8%, 主要为粒间孔和粒间溶孔, 78000 井(样品编号: R98-04212), 1 054.3 m, J<sub>1</sub>b<sup>5</sup>, 放大倍数: 4 × 8(-); e. 灰白色砂质不等粒细砾岩, 岩屑含量 55% 以上, 填隙物为高岭石; 面孔率为 9.7%, 其中粒间孔和粒间溶孔占 90% 以上, 为颗粒支撑结构。7716 井(样品编号: 2215), 928.05 m, J<sub>1</sub>b<sup>5</sup>, 放大倍数: 4 × 8(-)。f. 取芯段底部为含砾不等粒砂岩; 中部灰色泥质粉砂岩, 与上部沉积之间为一冲刷面(图中红线); 上部灰白色含砾粗砂岩, 偶见黄铁矿, 发育火焰构造。Gu32 井, (2<sub>18</sub>-20/20), 908.32 ~ 908.47 m, J<sub>1</sub>b<sup>5</sup>。