

文章编号: 1009-3850(2009)02-0039-09

苏里格气田北部下石盒子组盒 8 段沉积微相研究

陈兆荣, 侯明才, 董桂玉, 谭万仓

(成都理工大学 沉积地质研究院, 四川 成都 610059)

摘要: 通过对苏里格气田北部 20 余口钻井岩心的岩石学特征、沉积构造、剖面结构的详细研究, 结合测井相标志和古生物标志, 认为苏里格气田北部盒 8 段属辫状河沉积, 发育河道和洪泛平原两个亚相。河道亚相可进一步划分为河床底部滞留沉积和心滩两个微相, 往往组成向上变细的剖面结构, 测井曲线一般为中高幅的齿化或微齿化的箱形或钟形; 洪泛平原亚相在剖面结构上表现为砂泥岩的不等厚互层, 测井曲线多呈锯齿状。在微相分析的基础上, 编制了盒 8 上和盒 8 下两个时期的沉积微相平面图, 其显示出河道心滩砂体呈南北向展布的规律。根据沉积相的时空展布规律, 建立了本区盒 8 段的沉积相模式。

关键词: 苏里格气田; 盒 8 段; 辫状河; 沉积微相

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

自 2000 年 5 月长庆油田公司发现苏里格气田以来, 许多学者(魏红红, 1999; 何自新, 2003; 李文厚, 2002; 尹志军, 2006; 兰朝利, 2005; 邹新宁, 2005; 何顺利, 2005; 文华国, 2007; 何东博, 2004; 贾爱林, 2004; 卢涛, 2006; 王勇, 2007)对该气田上古生界的沉积相以及储层特征进行了研究, 取得了许多成果^[1~13]。但对于盒 8 段的沉积体系的认识, 目前尚存在争议。主要有辫状河、辫状河三角洲、三角洲沉积体系等观点。本文根据钻井岩心的岩石学特征、沉积构造、剖面结构、测井及岩心资料分析, 结合区域构造演化特征, 认为整个盒 8 段都为辫状河沉积。

1 区域地质概况

苏里格气田位于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡西北侧, 东起桃利庙, 西达定探 1 井, 北起伊 9 井, 南至安边, 东西宽 100 km, 南北长 196 km, 总面积约 2×10^4 km²。气田构造形态为宽缓的西倾单斜, 主要产气层是二叠系山西组山 1 段和下石盒子组盒 8 段。

本文的研究范围为苏里格气田北部的苏 7 井以北、伊 9 井以南的地区(图 1)。

山西晚期及下石盒子期以冲积扇河流相为主, 冲积平原分布面积大, 湖相分布范围较小; 上石盒子期及石千峰期湖泊范围增大^[9]。上石盒子期该区自北而南有序地分布着冲积扇—河流—三角洲—湖泊的沉积相带, 直抵盆地中南部, 初时在南缘还出现超覆沉积关系。由于盆地南缘的构造活动相对微弱, 物源供给不充分, 仅南缘出现宽度不大的三角洲平原及前缘相带。

根据长庆油田分公司研究院最新的分层方案, 二叠系岩石地层划分如表 1。中二叠统下石盒子组(P_2)以“骆驼脖子砂岩”为其底界, 与下伏山西组为区域冲刷面接触。地层厚度一般为 120~160 m, 岩性主要为浅灰色含砾粗砂岩、灰白色中粗粒砂岩及灰绿色岩屑石英砂岩。砂岩发育大型交错层理, 泥质含量较少, 局部发育煤线。根据沉积旋回, 自下而上可分为五段, 即盒 8 下、盒 8 上、盒 7、盒 6 以及盒 5(桃花泥岩), 其中盒 8 上和盒 8 下段为辫状河

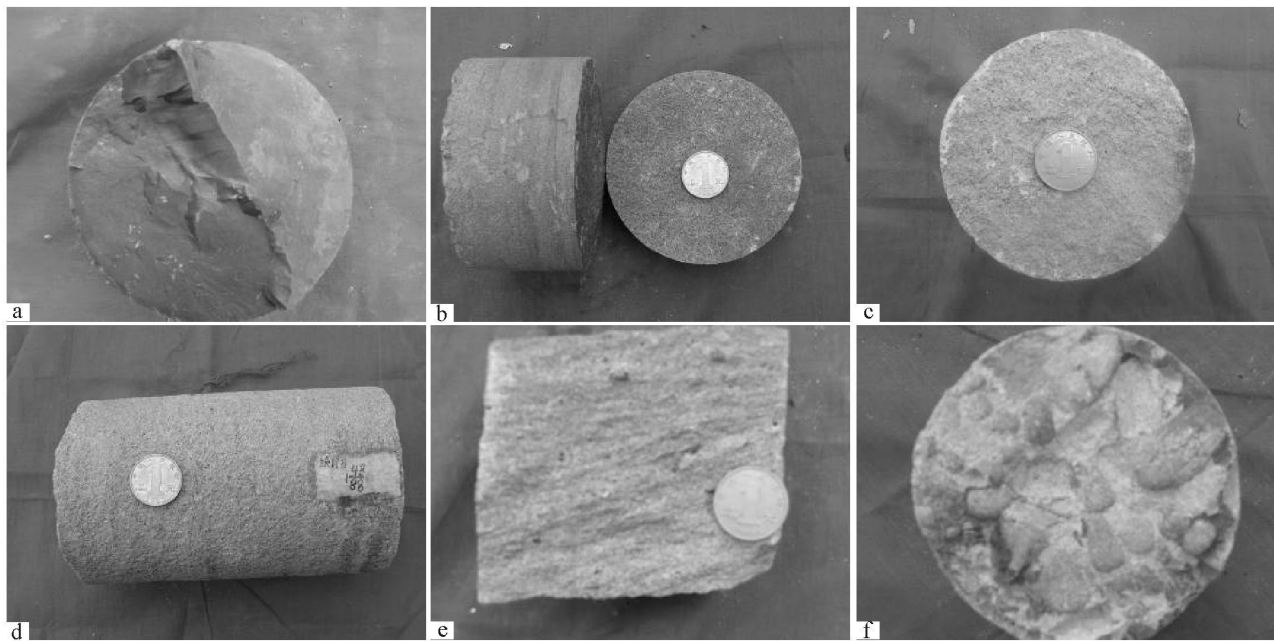


图 2 研究区主要岩石类型岩心照片
a 灰黑色泥岩, 召 15 井, 盒 8 下, 2959.23 m; b 灰色细砂岩, 苏 76 井, 盒 8 上, 3113.85 m; c 浅灰色中砂岩, 统 18 井, 盒 8 下, 2972.49 m; d 浅灰色粗砂岩, 统 19 井, 盒 8 上, 2855.13 m; e 浅灰色含砾粗砂岩, 召 17 井, 山 1 3091.96 m; f 灰绿色砂砾岩, 召 15 井, 盒 8 下, 2951.19 m

Fig 2 Core pictures of main rock types from the study area
a Greyish black mudstone, Zhao15 well lower eighth member of the Shhezi Formation, 2959.23 m; b Grey fine-grained sandstone, Su76 well upper eighth member of the Shhezi Formation, 3113.85 m; c Light grey medium-grained sandstone, Tong18 well lower eighth member of the Shhezi Formation, 2972.49 m; d Light grey coarse-grained sandstone, Tong19 well upper eighth member of the Shhezi Formation, 2855.13 m; e Light grey gravelly coarse-grained sandstone, Zhao17 well first member of the Shanxi Formation, 3091.96 m; f Greyish green sandstone and conglomerate, Zhao15 well lower eighth member of the Shhezi Formation, 2951.19 m

85%以上,滚动和悬浮次总体含量较少,跳跃次总体粒度分布Φ区间为0.8~1.8左右,比较集中,说明沉积颗粒分选较好,结构成熟度中等—较好,沉积水动力条件较强,验证了苏里格气田北部在盒8段沉积时期主要为河流沉积环境。

2.4 沉积构造标志

沉积构造直接反映沉积时占优势的沉积介质和能量条件,因而,它是碎屑岩最重要的成因标志之一。在沉积过程中,由于环境和水动力条件的变化而形成不同类型的沉积构造,且成岩改造相对较弱,层理的发育清晰,层面构造直观。研究区内流动成因的构造主要有沙纹层理、平行层理、交错层理、粒序层理、冲刷面和泥裂等类型(图6)。

2.5 古生物标志

研究区动物化石稀少,在岩心观察过程中,在细粒砂岩交错层理面上或泥岩中可见碳屑、植物茎杆或植物叶片化石印模(图7),其类型多样。这在一定程度上对研究区的陆相沉积环境的判定有一定意

义。
2.5 测井相标志
不同的沉积微相具不同的测井响应形式,测井相分析是沉积相研究不可缺少的一个方面,通过测井相分析可以重塑沉积相。
通过对研究区不同沉积微相测井响应关系的分析,总结出了研究区不同沉积微相的测井响应特征(图8):

心滩微相自然伽玛曲线:单个心滩或边滩砂体的电测曲线特征为中-高幅钟形或箱形,多个河道砂体连续叠置呈中-高幅齿化或微齿化钟形、箱形及钟形+箱形的复合形的曲线形态,曲线为齿化、微齿化或光滑,齿中线水平或下倾,或下部水平上部下倾,顶底面突变接触或呈底部突变接触,顶部渐变接触。
洪泛平原微相自然伽玛曲线:呈低幅平直曲线,曲线呈微齿化、齿化或光滑似直线形或指形,曲线异常幅度较低。

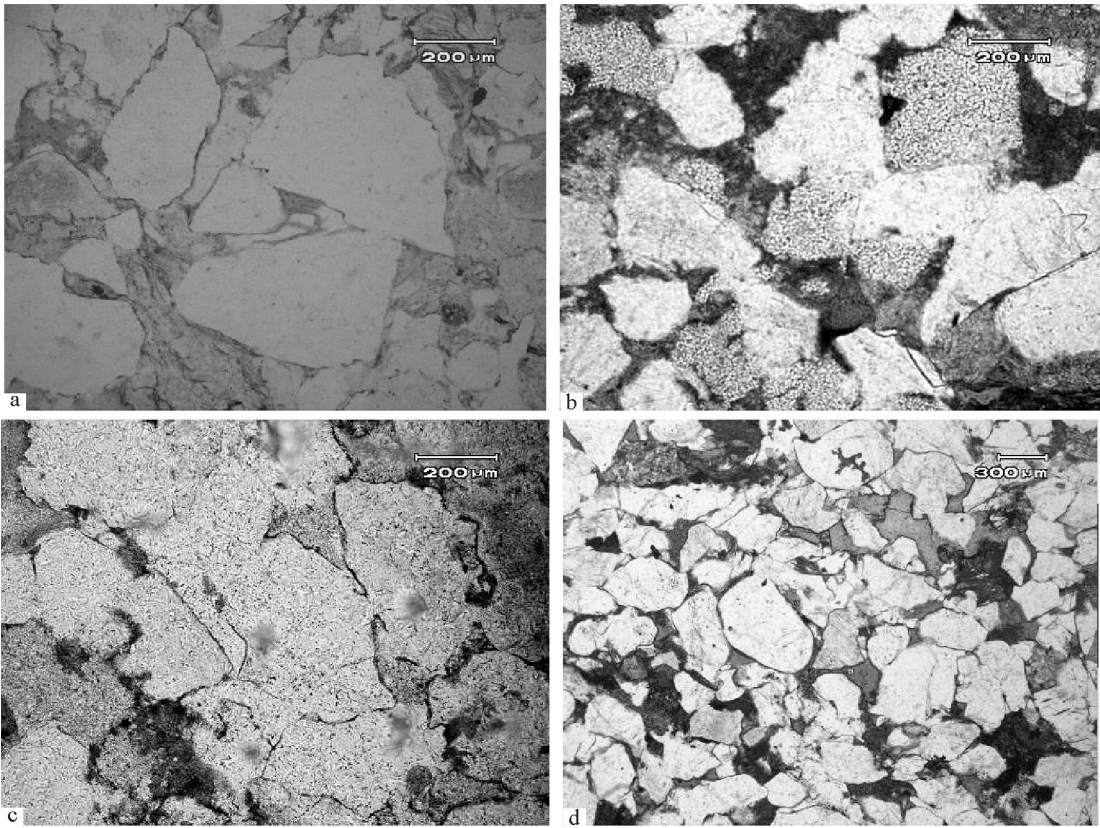


图 3 苏里格气田岩石显微照片

a 细—巨粒不等粒泥质岩屑砂岩, 苏 9 井, 100× (+), 盒 8 上, 3338.21 m; b 中粒泥质石英砂岩, 100× (-), 鄂 9 井, 盒 8 上, 3661.87 m; c 中—粗粒硅泥质岩屑石英砂岩, 苏 43 井, 100× (-), 盒 8 上, 3592.86 m; d 中细粒硅质胶结石英砂岩, 200× (-), 鄂 18 井, 盒 8 下, 3597.12 m

Fig 3 Microphotographs of the sandstones from northern Sulige Gas Field

a Fine to giant-grained muddy lithic sandstone, Su9 well, upper eighth member of the Shihezi Formation, 3338.21 m, cross-polarized light, 100×; b Medium-grained muddy quartz sandstone, E9 well, upper eighth member of the Shihezi Formation, 3661.87 m, plane polarized light, 100×; c Medium- to coarse-grained muddy lithic quartz sandstone, Su43 well, upper eighth member of the Shihezi Formation, 3592.86 m, plane polarized light, 100×; d Medium- to fine-grained silica-cemented quartz sandstone, E18 well, lower eighth member of the Shihezi Formation, 3597.12 m, plane polarized light, 200×

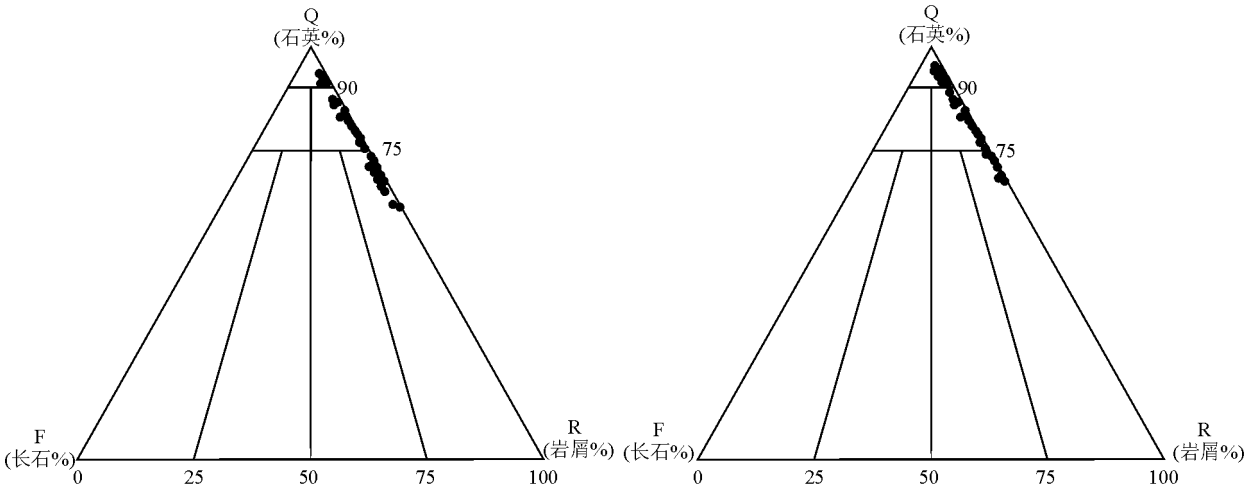


图 4 苏里格气田北部盒 8 上段 (左) 和盒 8 下段 (右) 砂岩分类投点图

Fig 4 Q-F-R diagrams for the sandstones from the upper eighth member of the Shihezi Formation (right) and lower eighth member of the Shihezi Formation (left) in northern Sulige Gas Field

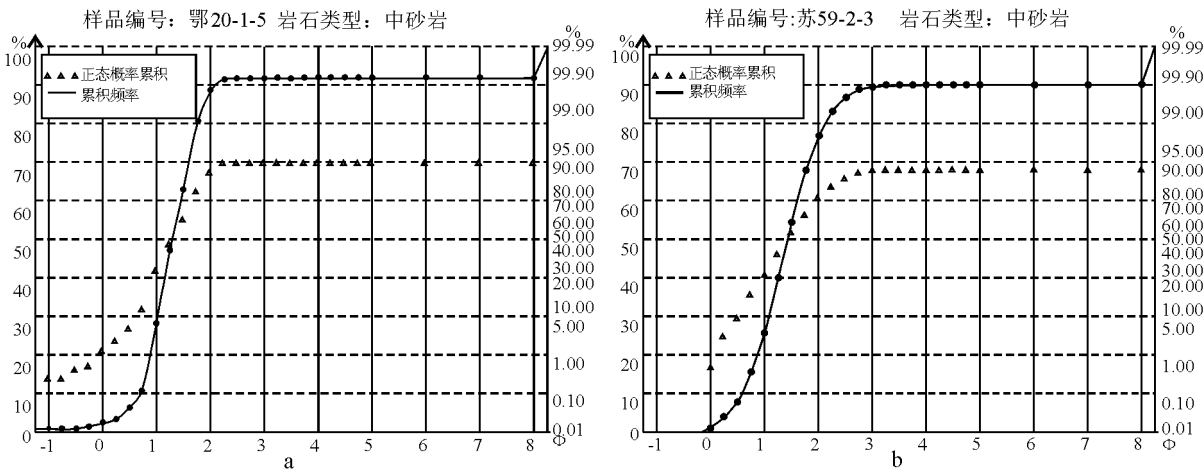


图 5 研究区岩石粒度概率分布曲线

a 鄂 20 井, H8 上, 3534.58m b 苏 59 井, H8 下, 3527.4m

Fig 5 Grain size probability accumulation curves for the sandstones from northern Sulige Gas Field

a E-20 well upper eighth member of the Shihezi Formation, 3534.58 m b Su-59 well lower eighth member of the Shihezi Formation, 3527.4 m

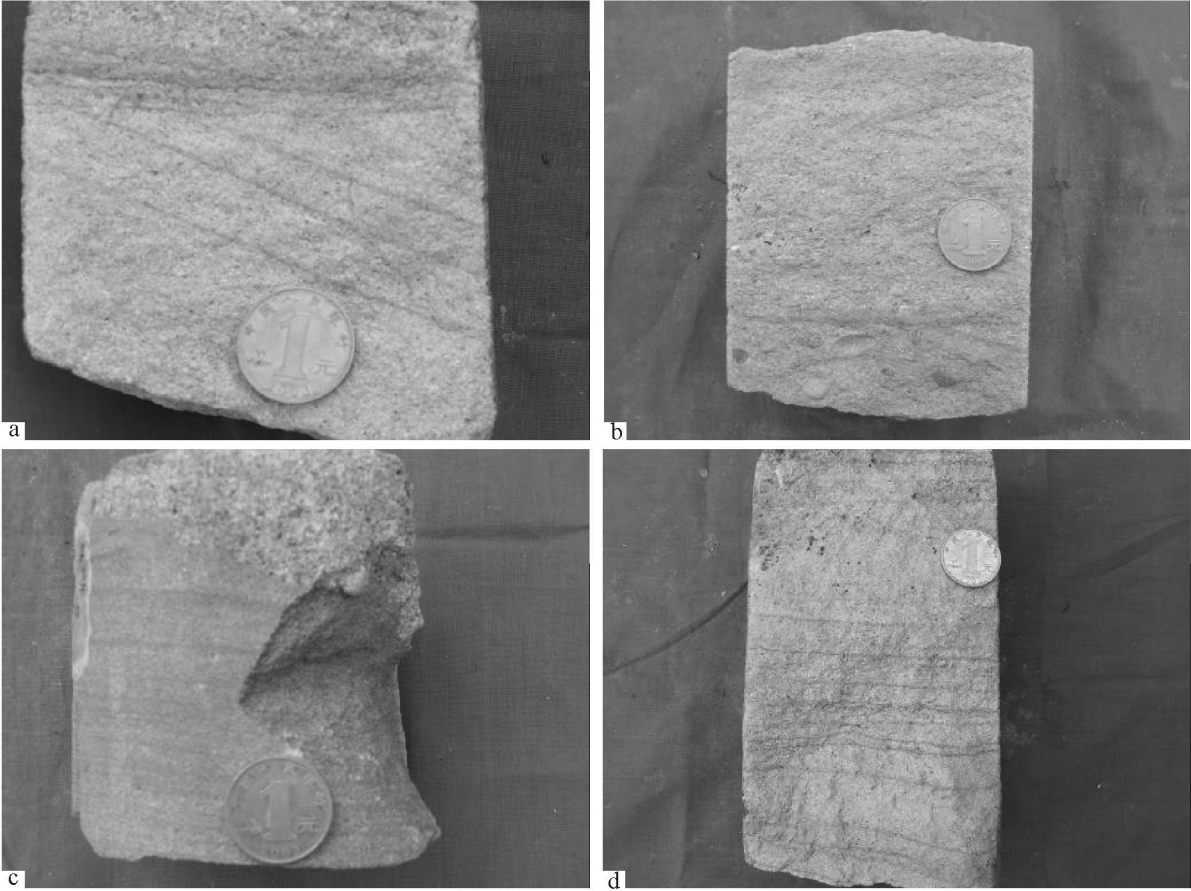


图 6 研究区主要沉积构造岩心照片

a 板状交错层理, 苏 44 井, 盒 8 上, 3569.99m b 粒序层理, 统 26 井, 盒 8 上, 2820.5m c 上部见冲刷面, 统 30 井, 盒 8 上, 2789.08m d 平行层理, 鄂 18 井, 盒 8 下, 3594.44m

Fig 6 Sedimentary structures in the sandstones from northern Sulige Gas Field

a Tabular cross bedding, Su-44 well upper eighth member of the Shihezi Formation, 3569.99 m b Graded bedding, Tong-26 well upper eighth member of the Shihezi Formation, 2820.5 m c Scour surface, Tong-30 well upper eighth member of the Shihezi Formation, 2789.08 m d Parallel bedding, E-18 well lower eighth member of the Shihezi Formation, 3594.44 m

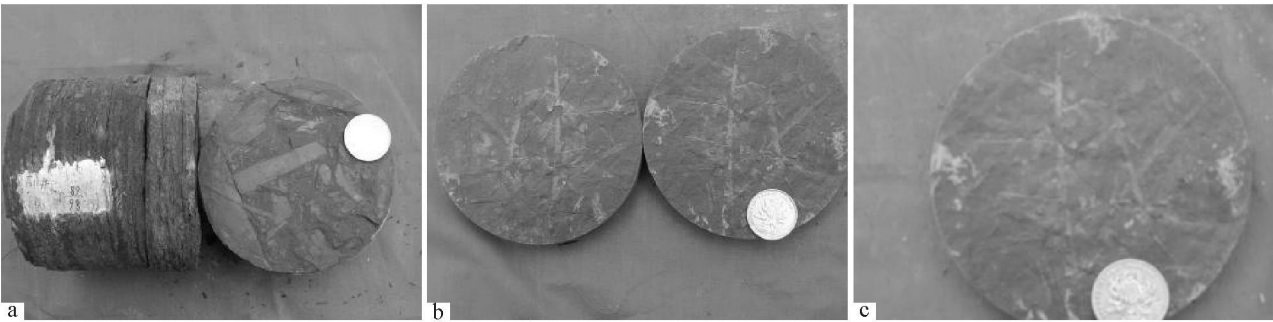


图 7 研究区生物化石照片

a 植物碎片, 召 11 井, 盒 8 下, 3108.2 m; b 植物茎杆, 苏 76 井, 盒 8 下, 3151.1 m; c 植物茎杆, 苏 76 井, 盒 8 下, 3151.1 m

Fig 7 Plant remains in the sandstones from northern Sulge Gas Field

a Plant clastics, Zhao 11 well, lower eighth member of the Shihezi Formation, 3108.2 m; b Plant stems, Su 76 well, lower eighth member of the Shihezi Formation, 3151.1 m; c Plant stems, Su 76 well, lower eighth member of the Shihezi Formation, 3151.1 m

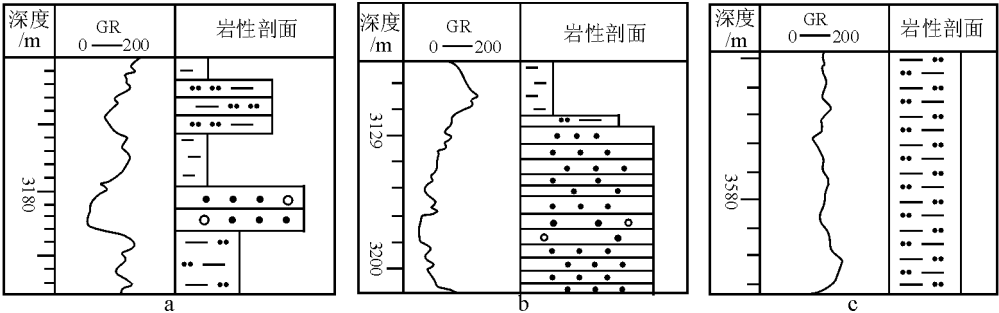


图 8 苏里格气田北部沉积微相测井曲线特征

a 钟形 (苏 76 井) 废弃河道微相, 盒 8 下; b 箱形 + 钟形 (召 22 井) 心滩微相, 盒 8 上; c 直线形 (鄂 18 井) 洪泛平原微相, 盒 8 下

Fig 8 Well logs for the sedimentary microfacies in northern Sulge Gas Field

a Bell-shaped well logs (Su 76 well) in the abandoned channel microfacies, lower eighth member of the Shihezi Formation; b Box-shaped + bell-shaped well logs (Zhao 22 well) in the channel bar microfacies, upper eighth member of the Shihezi Formation; c Linear well logs (E-18 well) in the flood plain microfacies, lower eighth member of the Shihezi Formation

3 沉积相类型

3.1 辫状河沉积

1. 河道亚相

(1) 河床滞留沉积: 由粗砂岩、含砾粗砂岩和砂砾岩组成, 是在河流流量最高峰时 (洪水期) 短距离搬运的产物。在正常流动情况下, 由于流水的冲刷与分选作用, 细粒物质不断被带走, 砾石则残留在河床底部。该类沉积常位于河流沉积剖面的底部, 向上颗粒逐渐变细并过渡为心滩沉积, 底界与下伏地层之间为一个明显的侵蚀面。电测曲线特征一般为中—高幅的齿化或微齿化的箱形或钟形, 底部一般为突变接触方式。

(2) 心滩: 又称河道砂坝, 沉积物以成分成熟度和结构成熟度较低的岩屑砂岩和岩屑石英砂岩为

主。岩石类型一般由分选不好的含砾粗砂岩、粗砂岩、中砂岩、细砂岩等组成, 有时含少量细砾岩, 在粒度分布上主要为跳跃总体和牵引总体组成, 牵引总体分选中等到差。层理非常发育, 主要以大、中型板状交错层理和楔状交错层理为主, 可见槽状交错层理, 在较细的沉积物中也常出现各种中小型交错层理。电测曲线特征一般为中—高幅的齿化或微齿化的箱形或钟形或组合型, 底部一般为突变接触方式。

2 废弃河道亚相

辫状河稳定性很差, 河道经常改道, 或水动力条件的突然增强, 容易形成废弃河道沉积。岩石类型一般有粗砂岩、中砂岩、细砂岩、粉砂岩和泥岩等, 常有机质含量高。一般具有正韵律的剖面结构, 顶积层厚度一般大于底积层, 平行层理和交错层理一般发育在剖面的中下部, 剖面上部可见水平层理和小

型的交错层理,生物碎片可见。砂岩的电测曲线特征一般为中幅的钟形或其复合形,泥岩的电测曲线一般为低幅的光滑基线。

3 洪泛沉积亚相

由于辫状河稳定性很差,侧向迁移迅速,堤岸亚相不发育,洪水泛滥可以形成广泛平坦的河漫沉积区。沉积物不仅有泥质,而且还有大量的砂质沉积,

此时堤岸亚相与河漫亚相已没有什么区别,形成洪泛平原沉积。在平面上分布于辫状河道外侧,主要由杂色/紫红色泥岩、灰绿色粉砂质泥岩、泥质粉砂岩组成,有机质含量较高。水平层理、沙纹层理和干裂发育,常含有钙质结核,植物碎片可见。由于该类沉积主要为细粒沉积,因而在测井曲线上以低—中幅的微齿化或光滑的泥岩基线曲线为特征。

4 沉积相平面展布

4.1 盒8下段沉积相平面展布特征

研究区在盒8下段沉积时期为辫状河沉积,亚相类型有河道和洪泛沉积,微相类型主要有河床滞留沉积、心滩、洪泛平原等。其中辫状河道(包括河床滞留沉积微相和心滩微相)在研究区内呈南北向大面积分布(图10a),研究区西部的界限为伊8井—鄂18井—鄂12井—苏8井。洪泛平原主要分布在研究区北部和中部的苏78井—苏31井—苏25井—召36井—召10井—召28井—召5井—召4井—召探1井—召38井—召9井—召37井区带内,其它地区主要是一些零星分布的洪泛平原沉积。从研究区盒8下段的平面沉积相平面展布特征来看,其物源主要来自研究区北部和东北部。

4.2 盒8上段沉积相平面展布特征

研究区在盒8上段沉积时期也为辫状河沉积,

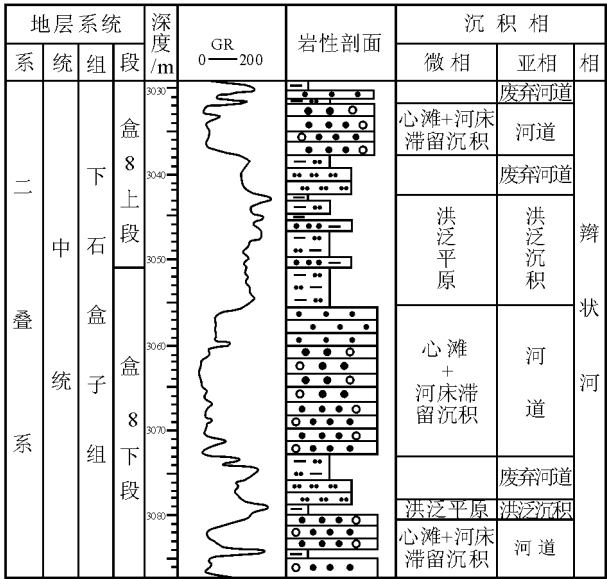


图9 召23井盒8段沉积相柱状图
Fig.9 Sedimentary facies column through the eighth member of the Shihezi Formation in the Zhao23 well

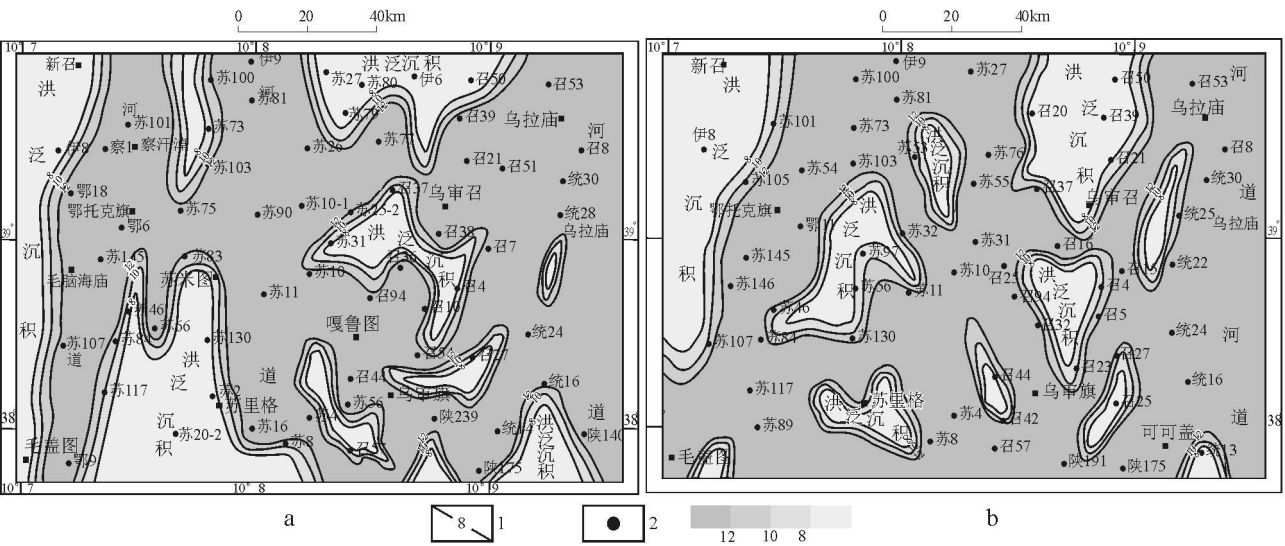


图10 苏格里气田北部盒8段沉积相平面展布
a 盒8下段沉积相; b 盒8上段沉积相。1 等值线; 2 井位
Fig.10 Planar distribution of the sedimentary facies in the lower eighth member of the Shihezi Formation (a) and upper eighth member of the Shihezi Formation (b) in northern Sulige Gas Field
1= isoline 2= well site

沉积相平面展布与盒8下段时期大致相同(图10b)。

5 沉积模式

以研究区内单井沉积相分析以及平面相分析展现出来的沉积特征和演化规律为基础,结合区域地质资料,本文建立了苏里格气田北部盒8段辫状河沉积环境的相模式(图11)。研究区盒8段为多河道的辫状河环境。河道及心滩砂体呈南北向分布,河道间发育一些地势稍高的地方,在洪泛期沉积接受沉积。由于河道的频繁改道,心滩砂体多相互叠

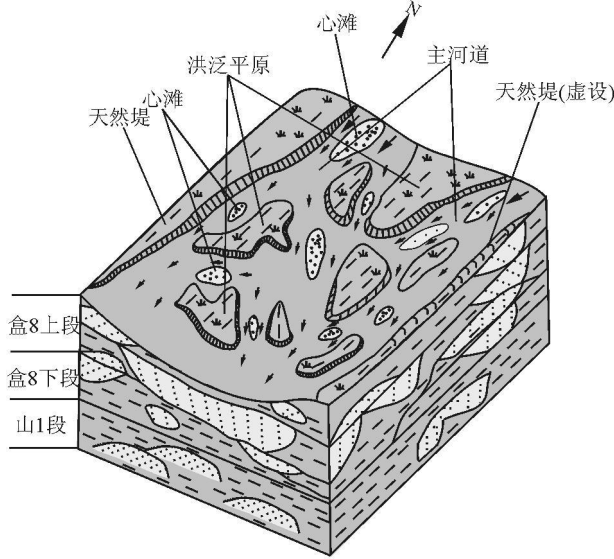


图 11 苏里格气田北部盒8段沉积模式图
Fig 11 Sedimentary facies model for the eighth member of the Shihazi Formation in northern Sulige Gas Field

置。

6 结 论

(1)研究区岩石类型主要为泥岩、粉砂岩、细砂岩、中砂岩、粗砂岩、含砾粗砂岩和细砾岩等,其中砂岩主要为石英砂岩、岩屑石英砂岩和岩屑砂岩。大多数砂岩中石英及岩屑含量普遍很高,长石含量极低;

(2)研究区砂岩粒度主要以中砂和粗砂为主,颗粒磨圆度较好,多呈次圆状;颗粒支撑为主,杂基支撑少见。粒度概率曲线以两段式为主,少见三段式,颗粒分选较好,结构成熟度较高,沉积水动力条件较强;

(3)苏里格气田北部在盒8段沉积时期主要为辫状河沉积环境;

(4)研究区盒8段河道及心滩砂体总体上呈南北向分布,洪泛沉积主要发育于西北部以及南部。

参考文献:

[1] 魏红红,彭惠群,李静群,等.鄂尔多斯盆地中部石炭系—二叠系沉积相带与砂体展布[J].沉积学报,1999,17(3):403—406.
[2] 何自新,付金华,席胜利,等.苏里格大气田成藏地质特征[J].石油学报,2003,24(2):6—12.
[3] 李文厚,魏红红,赵虹,等.苏里格庙地区二叠系储层特征及有利相带预测[J].西北大学学报(自然科学版),2002,32(4):335—340.
[4] 尹志军,余兴云,鲁国永.苏里格气田苏6区块盒8段沉积相研究[J].天然气工业,2006,26(3):26—27.
[5] 兰朝利,何顺利,门成全.利用岩心或露头的交错层组厚度预测辫状河河道带宽度以鄂尔多斯盆地苏里格气田为例[J].油气地质与采收率,2005,12(2):16—18.
[6] 邹新宁,孙卫,张盟勃,等.沼泽沉积环境的辫状河道特征及其识别方法[J].石油地球物理勘探,2005,40(4):438—443.
[7] 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.
[8] 文华国,郑荣才,高红灿,等.苏里格气田苏6井区下石盒子组盒8段沉积相特征[J].沉积学报,2007,25(1):90—97.
[9] 王勇,徐晓蓉,付晓燕,等.苏里格气田苏6井区上古生界沉积相特征研究[J].西北大学学报(自然科学版),2007,37(2):266—271.
[10] 冯增昭.沉积岩石学[M].北京:石油工业出版社,1993.
[11] 何东博.苏里格气田储集层成岩作用及有效储集层成因[J].石油勘探与开发,2004,31(3):69—71.
[12] 贾爱林,唐俊伟,何东博,等.苏里格气田强非均质致密砂岩储层的地质建模[J].石油地质,2007,(1):12—16.
[13] 卢涛,李文厚,杨勇.苏里格气田盒8气藏的砂体展布特征[J].矿物岩石,2006,26(2):100—106.

Sedimentary microfacies of the eighth member of the lower Shihezi Formation in northern Sulige Gas Field, Ordos Basin

CHEN Zhao rong, HOU Ming cai, DONG Gui yu, TAN Wan cang

(Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: The eighth member of the Shihezi Formation consists of braided stream deposits including the channel and flooding plain subfacies on the basis of petrography, palaeontology, sedimentary structures, sectional architectures and well logs of more than twenty wells in northern Sulige Gas Field. The channel subfacies may be subdivided into two sedimentary microfacies: river bed lag deposits and channel bar. These sedimentary microfacies generally display fining upward depositional sequences, and moderate to high amplitude box-shaped or bell-shaped well logs. The flood plain subfacies comprises the alternating beds of sandstone and mudstone, and exhibits zigzag well logs. The sedimentary microfacies analysis has led to the construction of the sedimentary facies plans and model for the eighth member of the Shihezi Formation.

Key words: Sulige Gas Field, eighth member of the Shihezi Formation, braided stream, sedimentary microfacies