

文章编号: 1009-3850(2009)02-0015-10

鄂尔多斯盆地麻黄山西区块北部中侏罗统 延安组延一段沉积特征

徐深谋¹, 林春明¹, 陈召佑², 张志萍¹,

李艳丽¹, 岳信东¹, 张霞¹, 漆滨汶^{1,3}

(1. 南京大学 地球科学与工程学院 成矿作用国家重点实验室, 江苏 南京 210093; 2. 中国石化 华北分公司 勘探开发研究院, 河南 郑州 450006; 3. 中海石油有限公司 上海分公司 勘探部, 上海 200030)

摘要: 本文通过岩心观察、录测井及岩心粒度资料, 对鄂尔多斯盆地麻黄山西区块北部中侏罗统延安组延一段的岩石组分、结构构造、粒度分布等特征进行分析, 确定其沉积相类型。结果表明: 延安组延一段属河流沉积体系, 发育辫状河和曲流河两种沉积类型, 主要包括河床和河漫两个亚相, 可进一步识别出河床滞留、心滩、边滩、河漫滩、河漫沼泽、决口扇等微相。延一段延 10 油层组沉积时期, 研究区以辫状河沉积为主, 心滩发育, 河道较宽, 平面上摆动宽度为 2~8 km, 主水流方向由西北至东南; 延一段延 9 油层组沉积时期, 受鄂尔多斯盆地湖面整体抬升的影响, 河道分布范围逐渐缩小, 研究区以曲流河沉积为主, 发育两条曲流河, 平面上摆动宽度约 2~4 km, 河道凸岸发育边滩沉积。

关键词: 鄂尔多斯盆地; 延安组; 辫状河; 曲流河

中图分类号: TE121.3 **文献标识码:** A

1 前言

鄂尔多斯盆地是一个中生代大型内陆沉积盆地^[1], 根据构造发育特征, 可划分为伊盟隆起、天环拗陷、伊陕斜坡、晋西挠折带和渭北隆起五个构造单元^[1~3] (图 1)。麻黄山西区块跨宁夏回族自治区盐池县和甘肃省环县, 构造上处于鄂尔多斯盆地西缘冲断带南段与天环拗陷中段衔接过渡带, 勘探面积约 850 km² (图 1)。延安组延一段是区内重要的产油层位, 该段地层沉积时期, 鄂尔多斯盆地气候温暖潮湿, 高等植物发育^[4], 甘陕主河道呈近东西向横贯鄂尔多斯盆地中部。在主河道两侧还发育有宁

陕、庆西、蒙陕、晋陕等四条支流河道, 它们一起汇入甘陕主河道并共同组成了鄂尔多斯盆地侏罗纪早期沉积体系的骨架, 并同时控制着盆地沉积储层的发育与分布^[5,6]。这些古河流在发生下切侵蚀作用的同时, 在盆地西部形成了分布广泛的河流相沉积^[7]。

近年来, 前人对鄂尔多斯盆地麻黄山西区块中侏罗统延安组延一段的沉积相类型与特征提出了一些认识, 同时也存在一定的争议。方度等^[8]认为研究区延一段为浅水三角洲相沉积体系; 冉冉^[9]、范世龙等^[10]将其确定为河流相, 但沉积特征和沉积相等方面的研究尚显不足。作者在前人研究的基础

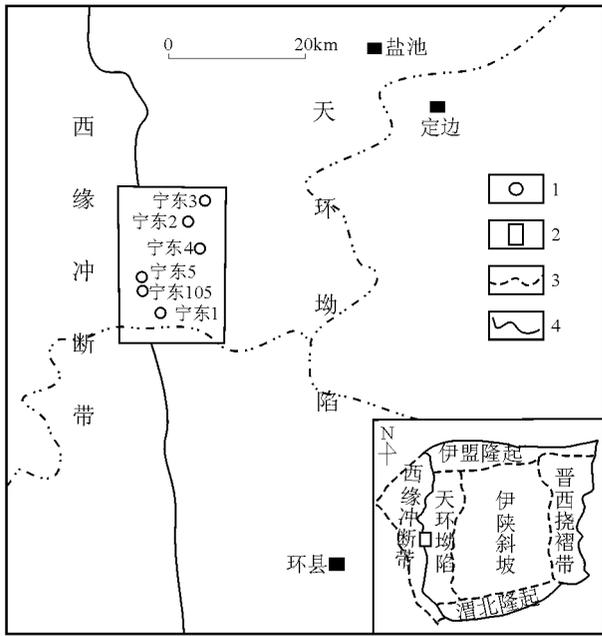


图1 鄂尔多斯盆地麻黄山西区块北部位置图

1 取心井; 2 研究区; 3 构造分界线; 4 盆地边缘

Fig. 1 Location of western Mahuangshan, Ordos Basin

1= sampling well 2= study area 3= tectonic boundary
4= basin boundary

上,通过区内 42口钻井的岩心、录井、测井和测试资料的综合分析,对延安组延一段进行了沉积特征描述和沉积相识别。在此基础上,对其沉积相平面分布及演化特点进行了较为深入的研究,以期对该区侏罗系油气藏的进一步勘探部署提供依据。

2 地层特征

鄂尔多斯盆地麻黄山西区块自下而上发育中生界上三叠统延长组,中侏罗统延安组、直罗组和安定组,下白垩统志丹群,新生界古近系和第四系^[5],延安组与下伏延长组及上覆直罗组呈不整合接触。根据岩性变化、沉积旋回、含油性及煤层发育特征,延安组自下而上可划分为四段(表1),分别为延一段、延二段、延三段和延四段,其中延一段可划分为延10和延9油层组,以煤层为顶界^[6-8,11]。麻黄山西区块延一段厚约40~120m,底界埋深约2000~2700m,总体上为一套河流相为主的含煤、含油地层组合。延一段延10油层组岩性以含砾粗砂岩、粗砂岩、中砂岩和细砂岩为主,含少量粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩和薄煤层,岩石颜色主要为浅灰色、灰色和深灰色;延9油层组岩性主要由细砂岩及少量含砾粗砂岩、中砂岩与粉砂岩、粉砂质泥岩、

泥岩、薄煤层间互而成,岩石颜色多为深灰色、灰色和浅灰色,少量为褐灰色。整体上,从延10油层组到延9油层组砂岩粒度变细,含量降低,泥岩层含量和厚度增大。

表1 鄂尔多斯盆地麻黄山西区块中侏罗统地层简表

Table 1 Division of the Middle Jurassic strata in western Mahuangshan, Ordos Basin

地层				岩性描述	
系	统	组	段		
侏罗系	中侏罗统	延安组	延1	四段	灰白色细砂岩、粉砂岩与灰色泥岩、页岩互层,间夹少量灰黑色碳质泥岩,顶部多见薄煤层
			延2		
			延3		
			延4+5	三段	上部为灰色/灰黑色页岩、碳质页岩,下部岩性变粗,为灰白色细砂岩
			延6		
			延7	二段	灰黑色泥岩与浅灰色细砂岩、粉砂岩互层,间夹薄煤层
			延8		
			延9	一段	浅灰色细砂岩和少量浅灰色含砾粗砂岩、中砂岩与灰色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩及深灰色泥岩不等厚互层,泥岩中可见薄煤层
			延10		

3 沉积相标志

3.1 岩性特征

根据 Folk^[12]的砂岩分类,本区延安组延一段岩性以岩屑长石砂岩和岩屑石英砂岩为主,次为长石岩屑砂岩、长石砂岩和少量长石石英砂岩(图2)。砂岩碎屑组分中石英含量分布区间为52%~80%,平均65%,长石含量在6%~42%之间,平均含量为20%左右,岩屑含量在8%~36%之间,平均15%,由此可见,延一段的砂岩矿物成分成熟度总体较低。另外,延一段延9油层组石英含量总体上比延10油层组高(图2),说明延9油层组砂岩矿物成分成熟度相对较高。延一段砂岩颗粒磨圆度以次棱一次圆状为主,分选差至中等,显示其结构成熟度较低;但砂岩颗粒间以颗粒支撑为主,接触方式多为线和点线接触,偶见杂基支撑结构,砂岩杂基含量较低,表明有较高的结构成熟度。这种现象说明沉积环境对沉积物的改造较弱,可能为高能沉积环境下近物源快速堆积作用的产物。

3.2 粒度分布特征

碎屑岩的粒度分布及分选性是判别沉积介质能量和沉积时自然地理环境及水动力条件的标志^[13]。对区内12口取心井共计349件样品进行的薄片鉴定

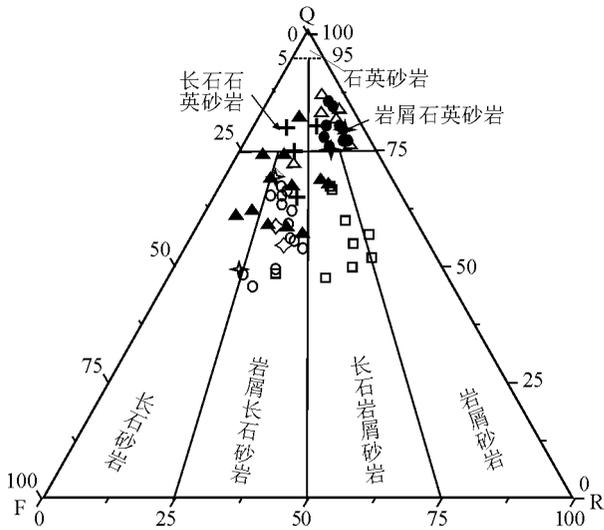
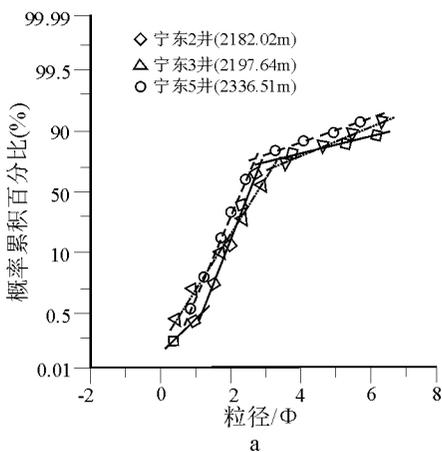


图2 鄂尔多斯盆地麻黄山西区块北部延安组延一段砂岩分类图

+宁东1井延9油层组; ●宁东2井延9油层组; ▲宁东5井延9油层组; ○宁东2井延10油层组; □宁东3井延10油层组; ◇宁东1井延10油层组; △宁东5井延10油层组

Fig 2 Q-F-R triangle diagram of the sandstones from the 1st member of the Middle Jurassic Yan'an Formation in western Mahuangshan, Ordos Basin

+ Yan-9 oil measures through the Ningdong-1 well ● Yan-9 oil measures through the Ningdong-2 well ▲ Yan-9 oil measures through the Ningdong-5 well ○ Yan-10 oil measures through the Ningdong-2 well □ Yan-10 oil measures through the Ningdong-3 well ◇ Yan-10 oil measures through the Ningdong-1 well △ Yan-10 oil measures through the Ningdong-5 well



和粒度分析表明,研究区延安组延一段砂岩粒度以粗砂和中砂为主,占样品总体的70.9%,其次为细砂岩,占样品总体的27.6%,砾石和粉砂岩含量较少,仅占样品总体的1.5%。研究区延一段砂岩粒度概率曲线大多为两段型(图3),以牵引流的跳跃搬运为主,其次为悬浮搬运,少量滚动搬运,其中跳跃段斜率约为70°,跳跃组分占70%左右,悬浮组分占20%~30%。跳跃段与悬浮段的截点 Φ 值在2.8~3.3之间,处于河流沉积的2.75~3.5 Φ 内^[14]。在C-M图中,样品绝大多数落在牵引流区域(图3),主要分布在递变悬浮段(QR段),其次分布在以悬浮搬运为主的PQ段,少量在以滚动搬运为主的RO段,表明研究区沉积水动力作用较强,沉积速率较快,显示河流相特征。

3.3 沉积构造

河流沉积底部常具明显的侵蚀、切割及冲刷构造,并常含泥砾及下伏层的砾石^[14]。研究区延安组延一段沉积的底砾岩中以石英砾石和泥砾较为常见,常呈定向排列,底砾岩之上岩性依次变为浅灰色粗砂岩、浅灰色中粗砂岩和灰色中细砂岩,显示较为明显的正韵律(图4a)。砂岩底部常见冲刷面构造(图4b),冲刷面起伏不平,多呈倾斜状,指示单向水流的发育特征。此外,块状层理、交错层理、平行层理等反映高能量水流环境的层理类型在研究区延一段砂岩中也较为发育(图4c;图4d)。

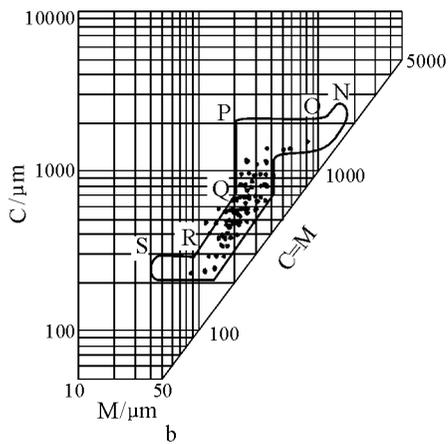


图3 鄂尔多斯盆地麻黄山西区块延安组延一段砂岩粒度概率累积曲线(a)和C-M图(b)

◇宁东2井(2182.02m); △宁东3井(2197.64m); ○宁东5井(2336.51m)

Fig 3 Grain size probability accumulative curves (a) and C-M Patterns (b) for the sandstones from the 1st member of the Middle Jurassic Yan'an Formation in western Mahuangshan, Ordos Basin

◇ Ningdong-2 well (2182.02 m); △ Ningdong-3 well (2197.64 m); ○ Ningdong-5 well (2336.51 m)

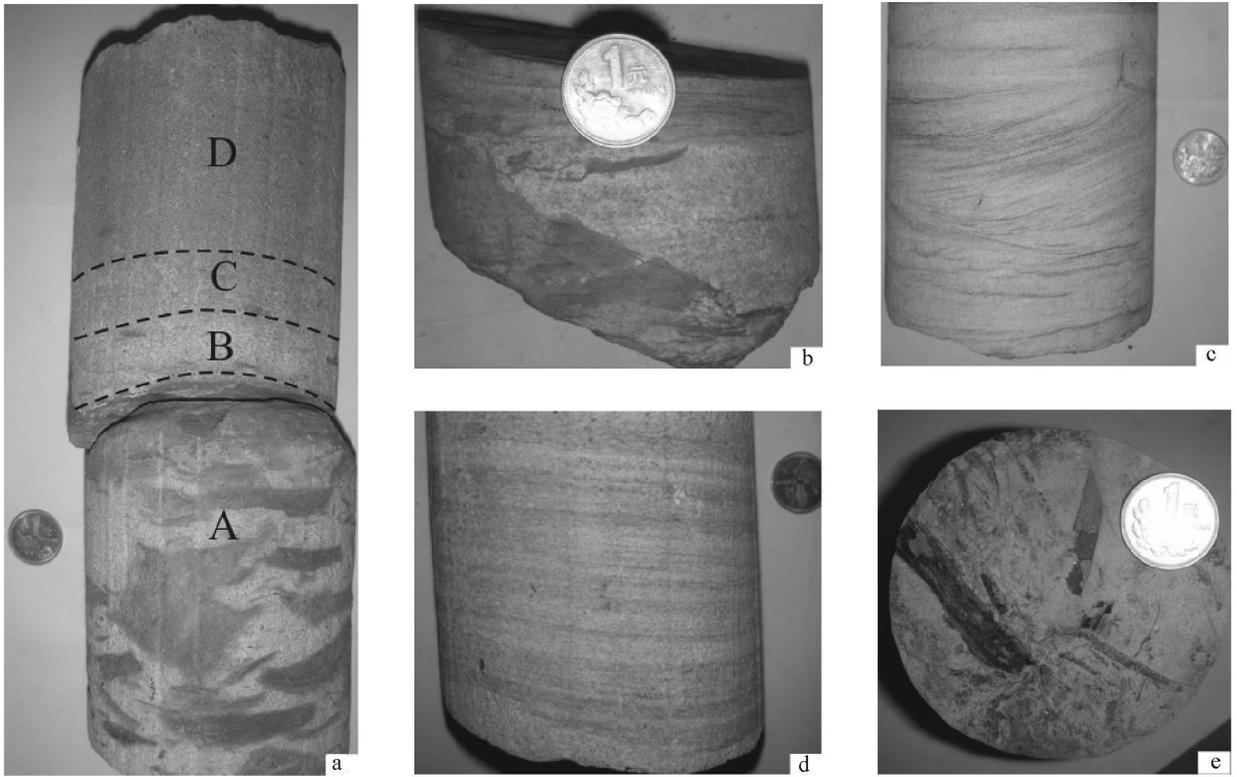


图 4 鄂尔多斯盆地麻黄山西区块北部延安组延一段河流相典型沉积构造岩心照片

a 下部为灰色泥砾岩,砾石磨圆较差,棱角次棱角状为主,砾径最大 60~80mm,一般 15~30mm (A),中下部为浅灰色粗砂岩,发育块状层理 (B),中上部为浅灰色中粗砂岩,发育块状层理 (C),上部为灰色中细砂岩,发育平行层理 (D),宁东 3 井,2247.38m; b 下部为粉砂质泥岩,上部为浅灰色中粗砂岩,上下部岩性呈突变接触,宁东 2 井,2321.58m; c 浅灰色中细砂岩中发育的槽状交错层理,宁东 3 井,2154.6m; d 浅灰色中砂岩中发育的平行层理,宁东 9 井,2164.78m; e 灰色泥质粉砂岩中可见植物碎片,宁东 9 井,2154.64m

Fig 4 Sedimentary structures in the fluvial deposits through the 1st member of the Middle Jurassic Yan'an Formation in western Mahuangshan, Ordos Basin

a Grey mud stone and conglomerates with poor roundness of gravels in the lower part. The gravels are angular or subangular, and range in diameter between 15 and 30 mm, with a maximum diameter of 60 to 80 mm (A); Light grey coarse grained sandstones with massive beddings in the lower middle part (B); Light grey medium- to coarse grained sandstones with massive beddings in the middle-upper part (C); Grey medium- to fine grained sandstones with parallel beddings at the depth of 2247.38 m of the Ningdong-3 well (D). b Silty mudstones in the lower part and light grey medium- to coarse grained sandstones in the upper part at the depth of 2321.58 m of the Ningdong-2 well. c Light grey medium- to fine grained sandstones with trough cross beddings at the depth of 2154.6 m of the Ningdong-3 well. d Light grey medium grained sandstones with parallel beddings at the depth of 2164.78 m of the Ningdong-9 well. e Grey muddy siltstones with plant remains at the depth of 2154.64 m of the Ningdong-9 well

3.4 古生物特征

河流相中生物化石一般保存不好,通常较难见到动物化石及较完整的植物化石,所见者常是破碎的植物枝、干、叶等^[15]。研究区延安组延一段动物化石较少见,但在泥质粉砂岩、泥岩等细粒沉积物中含有丰富的炭屑、植物茎干、植物叶片印模等化石(图 4-5),这些植物化石碎片最长约为 6 cm,最短约 1 cm,直径一般为 0.5~1 cm 左右,保存较为完好,表明其搬运距离较近,堆积速度较快。此外,浅灰色泥质粉砂岩或粉砂质泥岩中还可可见炭质纹层,局部富

集可形成薄煤层。

4 沉积相类型与特征

以岩心观察、录井、电测曲线为基础,参考沉积相识别标志,结合研究区所处的地理位置和区域地质背景等因素,对研究区沉积相进行分析,划分出辫状河和曲流河两种沉积相类型。

4.1 辫状河沉积相

研究区延安组延一段的辫状河沉积主要发育在延 10 油层组沉积时期,可划分出河床与河漫两个亚

相类型。

1. 河床亚相

河床亚相为辫状河沉积主体,由河床滞留和心滩两种微相交互组成,岩性以含砾粗砂岩、粗砂岩、中砂岩等粒度相对较粗的砂岩为主,自然伽玛曲线多呈箱状或齿状箱状,自然电位曲线负异常明显,侧向电阻率曲线低值(图5)。

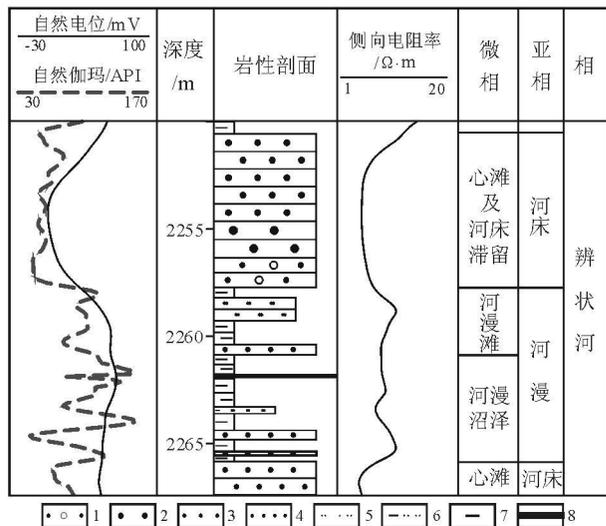


图5 宁东4井延安组一段延10油层组辫状河岩电特征

1 含砾粗砂岩; 2 粗砂岩; 3 中砂岩; 4 细砂岩; 5 粉砂岩; 6 泥质粉砂岩; 7 泥岩; 8 煤层

Fig 5 Lithologic profile and electric logs for the braided stream deposits in the Yan10 oil measures through the Ningdong4 well

1 = gravelly coarse grained sandstone; 2 = coarse grained sandstone; 3 = medium grained sandstone; 4 = fine grained sandstone; 5 = siltstone; 6 = muddy siltstone; 7 = mudstone; 8 = coal

河床滞留微相发育在河床亚相底部,呈透镜状或条带状,厚度较小,一般在0.1~0.5m,最厚不超过1m,多为砾岩或含泥砾中、粗砂岩,底部为起伏不平的冲刷面。河床滞留沉积物中砾石含量变化较大,一般为30%~70%,沉积构造不发育,多为块状层理,当砂泥含量增多时,可形成槽状或楔状交错层理。

心滩微相为辫状河沉积最主要的组成部分,岩性多为粗砂岩、中砂岩和细砂岩等(图5)。本区辫状河道的主体多由心滩砂体连续叠置而成,砂体间常以起伏面相隔,单个砂体厚度一般为0.5~2.5m,连续叠置砂体的厚度可达十余米。砂体在平面上呈弯曲的短条带状或串珠状分布,剖面上则多以透镜

状产出。

2 河漫亚相

本区河漫亚相可划分出河漫滩和河漫沼泽两个微相,其中河漫沼泽微相较为发育。

河漫滩微相主要发育在辫状河旋回的上部或顶部,岩性主要为粉砂岩、泥质岩粉砂和泥岩等,波状层理发育,植物化石较丰富,自然伽玛曲线多呈齿状,自然电位曲线较平缓(图5)。

河漫沼泽微相岩性以深灰色泥岩夹煤层组成,泥岩中发育水平层理,富含碳化的植物化石和植物根痕,偶尔夹有洪水期注入的中、细粒砂岩,自然伽玛曲线为指状,自然电位曲线为正异常,侧向电阻率呈高值齿状(图5)。

3 垂向结构特征

河流沉积表现为下粗上细的间断性正韵律或正旋回,每个旋回底部发育有明显的冲刷现象^[14]。研究区宁东3井延安组一段延10油层组2230~2246m岩性段发育多达15个的正旋回序列(图6)。单个序列厚0.3~4m,底部冲刷构造明显,之上常发育厚0.1~0.5m的底砾岩,向上粒度变细,依次为含砾粗砂岩、粗砂岩、中砂岩、细砂岩和泥岩等。整体上,沉积物自下而上呈明显正韵律,底部为河床滞留沉积,主要为分选较差的砾石层,其上为一期或多期心滩砂体叠置,再向上变为河漫滩或河漫沼泽粉砂岩、泥岩沉积(图6),表现出明显的河流“二元”沉积结构特点,但“二元”沉积结构发育不完整,底层河床沉积发育,往往缺失顶层河漫沉积(图6),这与华北平原永定现代辫状河的沉积序列类似^[14]。后期沉积旋回形成时,由于河流的下切冲刷作用,先前沉积的处于旋回上部的细粒物质难以得到很好保存,这可能是其顶层河漫沉积不发育的主要原因。垂向沉积剖面上以心滩为代表的河道砂体之间的冲刷作用非常明显,砂体内部发育槽状交错层理、平行层理、波状层理等多种层理类型(图6),反映出河道的迁移、废弃和复活较频繁。

4.2 曲流河沉积相

本区延安组一段在延9油层组沉积时期发育曲流河沉积,可识别出河床和河漫两个亚相。

1. 河床亚相

河床亚相包括河床滞留沉积、边滩沉积2个微相。河床滞留沉积岩性以泥砾岩和含砾砂岩为主,厚度一般为20~30m,砾石呈定向排列,分选较差,底部多发育冲刷面。河床滞留沉积的上部为边滩沉积,岩性一般较辫状河道心滩细,主要为中砂岩、细

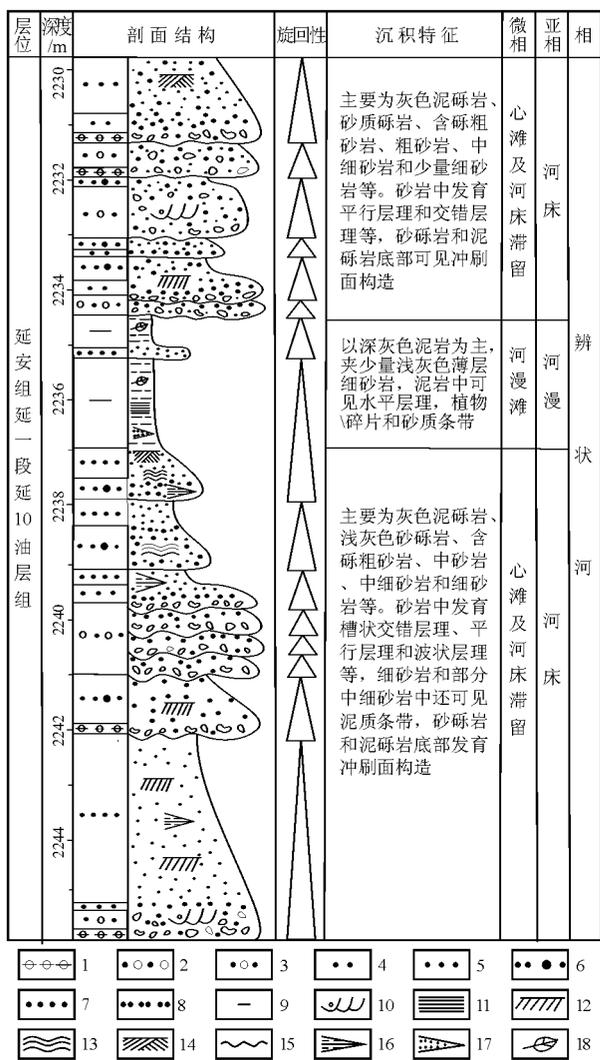


图6 宁东3井延安组延一段延10油层组辫状河沉积特征

1 泥砾岩; 2 砂砾岩; 3 含砾粗砂岩; 4 粗砂岩; 5 中砂岩; 6 中细砂岩; 7 细砂岩; 8 粉砂岩; 9 泥岩; 10 槽状交错层理; 11 水平层理; 12 平行层理; 13 波状层理; 14 交错层理; 15. 冲刷面; 16 泥质条带; 17. 砂质条带; 18 植物碎片

Fig 6 Sedimentary characteristics of the braided stream deposits in the Yan-10 oil measures through the Ningdong 3 well

1= mudstone and conglomerate 2= sandstone and conglomerate 3= gravelly coarse grained sandstone 4= coarse grained sandstone 5= medium grained sandstone 6= medium fine grained sandstone 7= fine grained sandstone 8= siltstone 9= mudstone 10= trough cross beddings 11= horizontal beddings 12= parallel beddings 13= wavy beddings 14 = cross beddings 15 = scour surface 16= muddy bands 17= sandy bands 18= plant remains

砂岩及少量粗砂岩、粉砂岩等，成分成熟度较低，但比辫状河要高，碎屑成分复杂，不稳定组分多，单层

厚度不大，一般为2~10m，砂体多呈正韵律，有的呈块状，有的中部略粗，顶部常为深灰色泥岩，有时为碳质泥岩或薄煤层，自然伽玛和自然电位曲线多呈箱形、齿化箱形、钟形或以上类型的组合(图7)。

2 河漫亚相

河漫亚相常分布于河床砂体的边部或顶部，与河床亚相相比，岩石粒度较细，泥质含量较高。在测井曲线上，自然电位曲线多呈舌状、指状或锯齿状，表明泥质夹层较多。研究区河漫亚相主要包括河漫滩微相、河漫沼泽微相和决口扇微相等，天然堤微相较少出现。

河漫滩微相以薄层泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩沉积为主，自然伽玛曲线多呈锯齿状，自然电位曲线呈正异常，侧向电阻率曲线为高值(图7)。

河漫沼泽微相以炭质泥岩和煤层发育为特点，煤层厚度不大，泥岩发育水平层理，自然伽玛曲线呈指状或锯齿状，自然电位曲线呈起伏较平缓的正异常，侧向电阻率呈高值齿状(图7)。

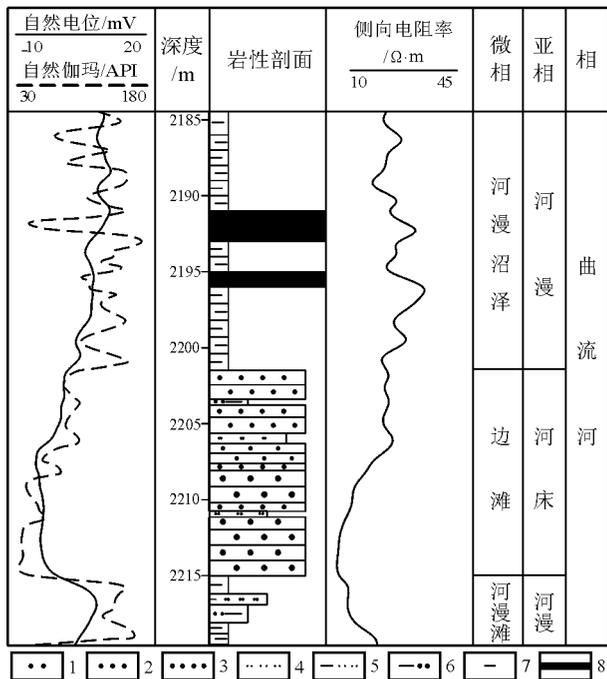


图7 宁东105井延安组延一段延9油层组曲流河相岩-电特征

1. 粗砂岩; 2 中砂岩; 3 细砂岩; 4 粉砂岩; 5. 泥质粉砂岩; 6 粉砂质泥岩; 7 泥岩; 8 煤层

Fig 7 Lithologic profile and electric logs for the meandering stream deposits in the Yan9 oil measures through the Ningdong 105 well

1 = coarse grained sandstone 2 = medium grained sandstone 3= fine grained sandstone 4= siltstone 5= muddy siltstone 6= silt mudstone 7= mudstone 8= coal

决口扇微相平面上位于河床侧翼,垂向上一般位于泥岩等细粒沉积物之间,岩性多为薄层细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩等(图8),常见小型交错层理、波状层理等。岩体形态呈舌状或扇状,向河漫方向变薄或尖灭,垂向上具不明显的逆粒序,自然伽玛曲线多呈指状或齿状,自然电位和侧向电阻率曲线为齿状(图8)。

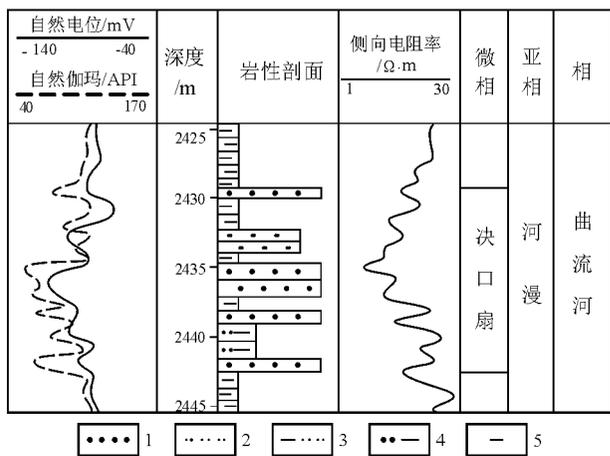


图8 宁东1井延安组延一段延9油层组决口扇微相岩-电特征

1 细砂岩; 2 粉砂岩; 3 泥质粉砂岩; 4 粉砂质泥岩; 5 泥岩

Fig 8 Lithologic profile and electric logs for the crevasse splay deposits in the Yang oil measures through the Ningdong-1 well

1 = fine-grained sandstone; 2 = siltstone; 3 = muddy siltstone; 4 = silt mudstone; 5 = mudstone

3 垂向结构特征

本区延安组延一段延9油层组沉积时期的曲流河沉积主要为中砂岩、细砂岩、粉砂岩和泥岩等,细粒组分在整个垂向序列中占很大比例,河道砂质沉积物与河漫细粒沉积物接近于1:1,沉积地层正粒序明显,具较完整的二元结构(图9),而延10油层组沉积时期的辫状河岩性较粗,多为含砾粉砂岩、粗砂岩和中砂岩等,其二元结构不完整(图6),两者区别明显。研究区延9油层组曲流河沉积的单个正旋回序列厚度一般为5~15m,单期河道砂体厚度相对较大(图9),而辫状河沉积的多旋回性明显、单个序列厚度和单期河道沉积厚度均比曲流河小(图6)。另外,在一个完整的正旋回剖面内,曲流河沉积自下而上具沉积构造规模变小、粒度变细的特点,底部多以冲刷面与下伏泥岩接触,顶部一般为粉砂质泥岩、暗色泥岩、薄煤层等组成的漫滩沼泽类沉积(图9)。与延一段延10油层组沉积时期的辫状河沉积相比,

延9油层组的曲流河沉积物粒度明显变细,砂岩含量也相应降低,呈现“泥包砂”的正旋回沉积(图9),与辫状河的“砂包泥”正旋回沉积有明显的不同(图6)。

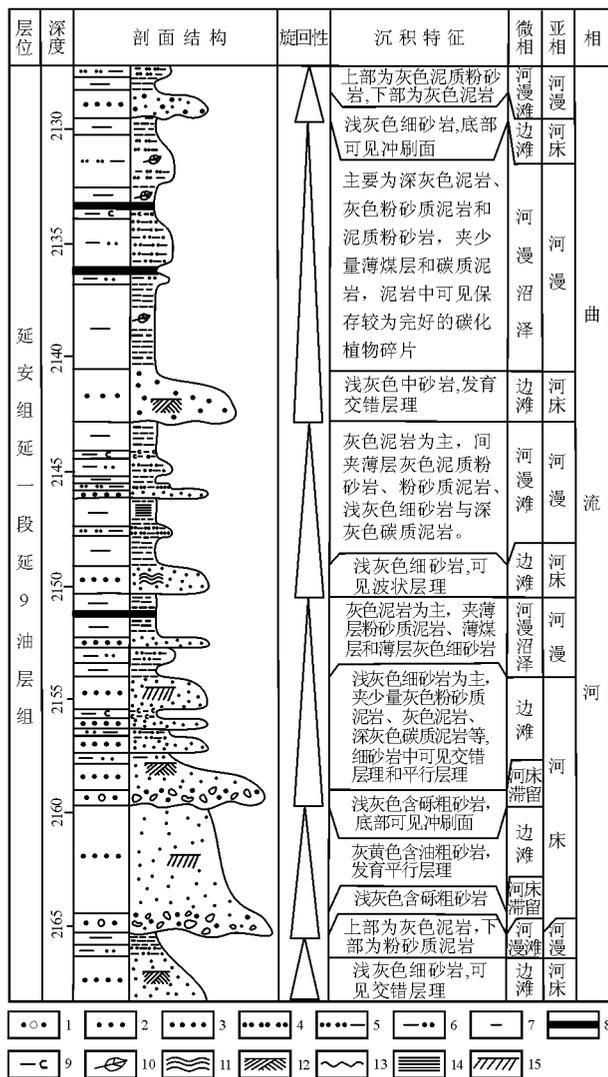


图9 宁东2井延安组延一段延9油层组曲流河沉积特征

1. 含砾粗砂岩; 2 中砂岩; 3 细砂岩; 4 粉砂岩; 5 泥质粉砂岩; 6 粉砂质泥岩; 7 泥岩; 8 煤; 9 碳质泥岩; 10 植物碎片; 11. 波状层理; 12 交错层理; 13 冲刷面; 14 水平层理; 15 平行层理

Fig 9 Sedimentary characteristics of the meandering stream deposits in the Yang oil measures through the Ningdong-2 well

1 = gravelly coarse-grained sandstone; 2 = medium-grained sandstone; 3 = fine-grained sandstone; 4 = siltstone; 5 = muddy siltstone; 6 = silt mudstone; 7 = mudstone; 8 = coal; 9 = carbonaceous mudstone; 10 = plant remains; 11 = wavy bedding; 12 = cross bedding; 13 = scour surface; 14 = horizontal bedding; 15 = parallel bedding

5 沉积演化

延安组延一段延 10 油层组的沉积主要是对前侏罗纪古地貌的填平补齐^[17]。研究区地形西部较高,东部相对较低,沉积作用与西缘山脉的隆升有关^[18]。该时期,研究区为辫状河,河水较浅,坡度较缓,发育一条较宽的主河道和两条较窄的支流河道,辫状河道宽数十至数百米,平面上摆动范围大,最大摆动宽度可达 8 km,最小约 2 km(图 10-a)。主河道由西北向东南流经本区,较小的支流河道水流方向为西南-北东向。辫状河河道的砂岩百分含量均在 40%以上,主河道附近上 2、摆 20、摆 5 等井的砂岩百分含量均超过 60%。这些井周围发育大小不一的心滩沉积,多呈纺锤状。总体上,河道主流线附近的砂岩百分含量较高,向两侧逐渐减小。由于高处被

不断夷平,低处持续接受沉积,至延 10 油层组沉积后期,区内地形趋于准平原化,河流作用减弱,水流变缓,河漫发育区植物大量繁衍,形成广泛的河漫沼泽沉积。研究区北部宁东 6、红 21,东部大 19、宁东 109 和西南角宁东 1、宁东 101、宁东 11、宁东 5 等井周围的砂岩百分含量均低于 20%,为河漫沼泽沉积的主要发育区(图 10-a)。

延 9 油层组沉积时期,气候温暖潮湿,雨量充沛,盆地大量积水^[11],使得鄂尔多斯盆地湖水面整体抬升。研究区延一段延 9 油层组沉积时期的沉积类型也由先前的辫状河沉积过渡到了曲流河沉积,河道分布范围较延一段延 10 油层组沉积时期已经缩小(图 10-b)。这一时期,区内发育两条曲流河,河流平面摆动宽度 2~4 km。区块北部的曲流河水流方向为由西向东,南部曲流河则与延 10 油层组沉积

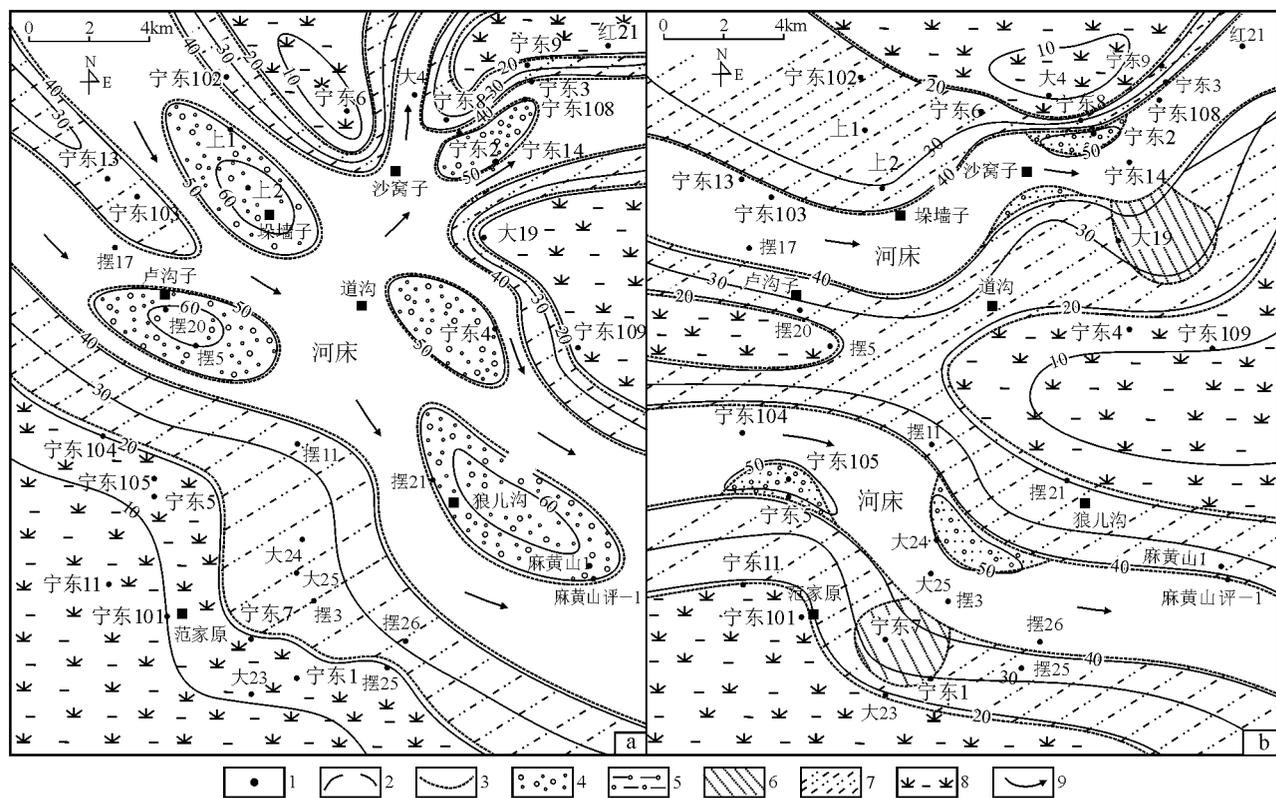


图 10 鄂尔多斯盆地麻黄山西区北部延安组延一段沉积相

a 延一段延 10 油层组辫状河沉积; b 延一段延 9 油层组曲流河沉积。1 井位; 2 砂地比等值线; 3 相带界限; 4 心滩; 5 边滩; 6 决口扇; 7 河漫滩; 8 河漫沼泽; 9 水流方向

Fig 10 Sedimentary facies evolution of the 1st member of the Middle Jurassic Yan'an Formation in western Mahuangshan, Ordos Basin

a The braided stream deposits in the Yan 10 oilmeasures; b The meandering stream deposits in the Yan 9 oilmeasures. 1= well site; 2= isoline of total sandstone thickness/ stratigraphic thickness ratios; 3= facies boundary; 4= channel bar; 5= point bar; 6= crevasse splay; 7= overbank; 8= backswamp; 9= paleocurrent direction

时期的辫状河主河道水流方向一致(图 10-b)。宁东 2、宁东 5、宁东 105、大 2 等井周围均发育小型边滩沉积,多呈新月形,其砂岩百分含量均超过 50%。与延 10 油层组相比,延 9 油层组的砂岩百分含量明显降低,大部分地区低于 40%,主要为河漫沉积,其沉积范围较延 10 油层组沉积时期有明显的扩大。在大 19、宁东 7、宁东 1 等井周围发育决口扇沉积,其砂岩百分含量为 30%~40%;河漫沼泽沉积发育区域与延 10 油层组沉积时基本一致,主要分布在研究区东部和北部部分地区,如宁东 4、宁东 109、大 4 等井周围以及西南角的宁东 11、宁东 101、大 23 井一带(图 10-b),但其分布范围有所扩大。

总体而言,在区域构造和气候无太大变动的情况下,随着地势减缓以及鄂尔多斯盆地湖水面的整体抬升,研究区延安组延一段自下而上,沉积类型由辫状河演变到曲流河。在这一演变过程中,河道砂体与河漫沼泽中的煤、炭质泥岩及含有机质丰富的暗色泥岩构成了多个低级次的沉积旋回。

6 结 论

(1)鄂尔多斯盆地麻黄山西区块北部中侏罗统延安组延一段的岩石组份、沉积结构构造、粒度分布及古生物特征均反映河流相沉积特点。延一段剖面上正旋回序列较为发育,“二元”沉积结构较为明显。

(2)研究区延安组延一段可划分出辫状河和曲流河两种沉积相类型。延一段延 10 油层组为辫状河相,可识别出河床滞留、心滩、河漫滩、河漫沼泽等沉积微相,垂向上多个心滩砂体连续叠置,冲刷面非常发育,河床亚相沉积在其垂向序列上占很大比例。延 9 油层组为曲流河相,可识别出河床滞留、边滩、河漫滩、河漫沼泽、决口扇等沉积微相,垂向序列上以河漫亚相为主。

(3)延安组延一段延 10 油层组为辫状河沉积,随着地势减缓以及鄂尔多斯盆地湖水面的整体抬升,至延一段延 9 油层组沉积时期,研究区沉积类型

由辫状河沉积过渡为曲流河沉积。

参考文献:

- [1] 付金华,郑聪斌.鄂尔多斯盆地奥陶纪华北海和祁连海演变及岩相古地理特征[J].古地理学报,2001,3(4):25-34
- [2] 杨俊杰.鄂尔多斯盆地构造演化与油气分布规律[J].北京:石油工业出版社,2002
- [3] 叶欣,张峭楠,丁晓琪,等.鄂尔多斯盆地定北地区山西组沉积特征研究[J].内蒙古石油化工,2006,1(12):167-169
- [4] 葛玉辉,孙春林,刘茂修,等.鄂尔多斯盆地东北缘中侏罗统延安组植物群与古气候分析[J].吉林大学学报(地球科学版),2006,36(2):164-168
- [5] 赵俊兴,陈洪德等.鄂尔多斯盆地侏罗纪早中期甘陕古河的演化变迁[J].石油与天然气地质,2006,27(2):152-158
- [6] 郭正权,张立荣,楚美娟,等.鄂尔多斯盆地南部前侏罗纪古地貌对延安组下部油藏的控制作用[J].古地理学报,2008,10(1):63-71
- [7] 王超勇,郭英海,姜波,等.鄂尔多斯盆地西缘延安组层序地层划分[J].中国矿业大学学报,2004,33(1):15-18
- [8] 方度,王冰洁,倪军娥,等.鄂尔多斯盆地麻黄山西块延安组浅水三角洲沉积特征[J].南方油气,2006,19(4):23-26
- [9] 冉冉,林正良.麻黄山油田侏罗系延安组主产油层储层特征研究[J].南方油气,2006,19(2-3):38-42
- [10] 范世龙,李仲东,陈召佑,等.鄂南麻黄山西地区中生界油气藏成藏主控因素[J].内蒙古化工,2007,1(8):103-105
- [11] 宋凯,吕剑文,凌升阶,等.鄂尔多斯盆地定边-吴旗地区前侏罗纪古地貌与油藏[J].古地理学报,2003,5(4):497-507
- [12] HOLK R L. Petrology of Sedimentary Rocks[M]. Austin: Hemphill, 1968. 170-173
- [13] 赵澄林,朱筱敏.沉积岩石学[M].北京:石油工业出版社,2001
- [14] 冯增昭.沉积岩石学[M].北京:石油工业出版社,1993
- [15] 姜在兴.沉积岩石学.北京:石油工业出版社,2003
- [16] 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
- [17] 李旦,葛芷渊,程小兵,等.志丹油田侏罗纪沉积前古地貌特征与延 10 油藏分布[J].西北地质,2006,39(3):55-58
- [18] 罗小全,许晔,高山林,等.陕甘宁盆地灵盐定地区中侏罗统充填特征和层序演化[J].西安工程学院学报,2000,22(2):32-35

Sedimentary characteristics of the 1st member of the Middle Jurassic Yan'an Formation in western Mahuangshan, Ordos Basin

XU Shen-mo¹, LIN Chun-ming¹, CHEN Zhao-you², ZHANG Zhi-ping¹, LI Yan-li¹, YUE Xin-dong¹, ZHANG Xia¹, QI Bin-wen³

(1. School of Earth Science and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, Jiangsu, China; 2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, North China Branch, SINOPEC, Zhengzhou 450006, Henan, China; 3. Shanghai Branch, CNOOC, Shanghai 200030, China)

Abstract: The compositions, sedimentary structures, grain size distribution and sedimentary facies types are examined on the basis of cores, well logs and grain size data of the rocks from the 1st member of the Middle Jurassic Yan'an Formation in western Mahuangshan, Ordos Basin. The 1st member of the Yan'an Formation is built up of the fluvial sedimentary system in which the braided and meandering stream deposits are developed. Two sedimentary subfacies have been distinguished including the riverbed and overbank subfacies which may be subdivided into the riverbed lag, channel bar, point bar, overbank, backswamp and crevasse splay microfacies. During the deposition of the Yang 10 oil measures, the 1st member of the Yan'an Formation was occupied by the braided stream deposits with well developed channel bars and wider channels. The palaeocurrents were oriented NW to SE. Influenced by the lake level rising during the deposition of the Yang 9 oil measures, the study area was prevailed over by the meandering stream deposits with the point bar deposits.

Key words: Ordos Basin, Yan'an Formation, braided stream, meandering stream