

鄂尔多斯盆地环县地区延长组长8—长6油层组 基准面旋回结构样式及其储层地质意义

邓敏¹, 侯明才^{1,2}, 李旭¹

(1. 成都理工大学 沉积地质研究院, 四川 成都 610059;

2. 成都理工大学 油气藏地质及开发工程国家重点实验室, 四川 成都 610059)

摘要:以鄂尔多斯盆地环县地区15口钻井的测井、岩芯、物性测试和试油资料为基础,运用沉积学、基准面旋回层序地层理论方法,研究了鄂尔多斯盆地环县地区延长组长8—长6油层组层序界面级别、类型和特征,并识别出2个长期旋回、8个中期旋回以及若干个短期旋回。解剖了中短期次基准面旋回层序的结构样式,将其分为低可容纳空间向上变“深”非对称型(A₁型)、高可容纳空间向上变“深”非对称型(A₂型)、以上升半旋回为主的不完全对称型(C₁型)、上升半旋回与下降半旋回近乎完全对称型(C₂型)和以下降半旋回为主的不完全对称型(C₃型)5种类型。不同类型的基准面旋回层序结构对储集砂体物性的控制作用差异明显,长8、长6油层组三角洲前缘河道砂体明显受A型层序控制,而长7油层组浊积砂体则受C型层序控制。试油资料和物性资料表明,在三角洲前缘环境中发育的具A₁、A₂型层序结构砂体和浊积扇环境中发育的具C₂、C₃型层序结构的砂体是深入勘探重点关注的储集砂体。

关键词:鄂尔多斯; 延长组; 长8—长6油层组; 基准面旋回; 结构样式; 储层

中图分类号: TE121.34

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2011)02-0048-10

The Structural Pattern of Base-level Cycle and Its Geological Significance for the Chang 8-Chang 6 Reservoir Groups of the Yanchang Formation in Huan County, Ordos Basin

DENG Min¹, HOU Mingcai^{1,2}, LI Xu¹

(1. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China; 2. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China)

Abstract: Based on the rock cores, well logs, the test of physical properties and the data of oil test in 15 wells, the grade, type and characteristics of the Chang 8-Chang 6 reservoir groups of the Yanchang formation were studied by means of the sedimentology and the theory and method of base-level cycle sequence strata, identifying 2 long-term, 8 middle-term and several short-term base-level cycle sequences. According to structural pattern, the different grades of base-level cycle sequences were divided into five types: the low accommodation spaces upward being turned into "deepening" asymmetrical (A₁) type; the high accommodation spaces upward being turned into "deepening" asymmetrical (A₂) type; the incompletely symmetrical (C₁) type dominated with rising semi-cycle; and the nearly completely symmetrical (C₂) type with the rising semi-cycle and falling semi-cycle; the incompletely symmetrical (C₃) type dominated with falling semi-cycle. The physical properties of reservoir sandstone were obviously controlled by the different base-level cycles sequences. The front channel sandstone of the delta in Chang 8- Chang6 reservoir groups were obviously controlled by the A type sequence, and the turbidite sandstone in Chang 7 was controlled by C type sequenc. The analysis of physical properties and test of oil show that the A₁, A₂ type sandstones developed in the front environment of the delta and the C₂, C₃ type sandstones developed in the environment of turbidite fan are the most important reservoir sandstones to be further explored.

Key words: Ordos; Yanchang formation; Chang 8-Chang 6 reservoir groups; base-level cycle; structural pattern; reservoir

鄂尔多斯盆地上三叠统延长组为油气勘探的重点层位。前人就鄂尔多斯盆地腹地上三叠统延长组的层序划分及有效储集砂体的预测做了大量的工作,分析了延长组各油层组的层序界面特征^[1-2]、划分了层序,总结了有利砂体发育及生储盖组合的发育特征与各级次层序的关系^[3-4]。但在各级次基准面旋回层序的划分上,不同学者因其研究方法的不同而存在一些差异,特别是在长 8—长 6 油层组的中长期旋回划分上分歧较大^[4-6],且试油测试资料运用较少。针对盆地西缘的环县地区,仅见付国民等^[7]做过有关侏罗系延安组高分辨层序地层的研究,未见有专门针对延长组长 8—长 6 油层组高精度的层序结构样式以及与之相关的储层地质意义研究的报道,这恰恰制约了对该区有利储集砂体发育部位的预测。基于此,本文在充分消化和吸收前人研究成果的基础上,通过对环县地区 15 口钻井岩芯的详细观察和测井资料的精确解释,运用基准面旋回层序地层理论方法^[8-14],对该地区长 8—长 6 油层组不同级次的层序界面进行了识别,并划分了相应的层序,解剖了不同相区、不同级次的基准面旋回层序结构样式,结合砂体物性资料及试油测试结果,最终揭示了不同类型基准面旋回结构样式的储层地质意义。

1 地质概况

环县地区位于鄂尔多斯盆地西南缘,构造上跨越天环坳陷和伊陕斜坡两大构造单元(图 1)。晚三叠世延长组沉积时期,为鄂尔多斯盆地较大规模沉降、内陆湖盆发育时期,形成了巨厚的陆源碎屑沉积建造。根据岩、电性差异及含油性不同,自下而上,延长组可划分为长 10—长 1 共 10 个油层组。整个长 8—长 6 油层组沉积时期,经历了湖泊三角洲—湖泊—湖泊三角洲的沉积演化,沉积物主要来源于盆地西南方向^[15]。

2 基准面旋回层序地层

基准面旋回层序地层的核心在于不同级次层序界面的识别,层序界面的级次控制了基准面旋回层序的级次,不同级次的基准面旋回层序控制了不同类型和规模的岩石组合类型。

2.1 界面的识别

运用基准面旋回的二分时间单元分界线作为时间地层对比的层序界面位置。依据钻井岩芯观察描述,以及测井曲线综合分析结果,在研究区长 8—长 6 油层组中识别出 3 个级别层序界面(表 1)。

大型冲刷面(Ⅲ类)是比较明显的冲刷间断,界面上有时保存有下伏层砾石,界面上下沉积特征差异明显,容易识别,一般出现在长期旋回底部,如图 2(a)所示。

结构转变界面(Ⅳ类)出现在结构有明显转换变化的地方,可以是突变、渐变或其它结构的转化,一般不出现较大冲蚀现象。两套地层间虽表现有连续沉积,但却具有明显岩性岩相差异发育特点,岩性岩相有差异的转换处为识别中、短期旋回的分界面,如图 2(b)所示。

小型冲刷面(Ⅴ类)不太容易识别,当出现暴露或冲刷形成的间断时,可以作为短期旋回界面底界,如图 2(c)所示。

湖泛面是基准面上升到最大位置形成的弱补偿或欠补偿界面,是层序划分和对比的重要标志。测井曲线中对应的电性特征为低电阻、低电位和高伽马、高声波时差,如图 2(d)所示。

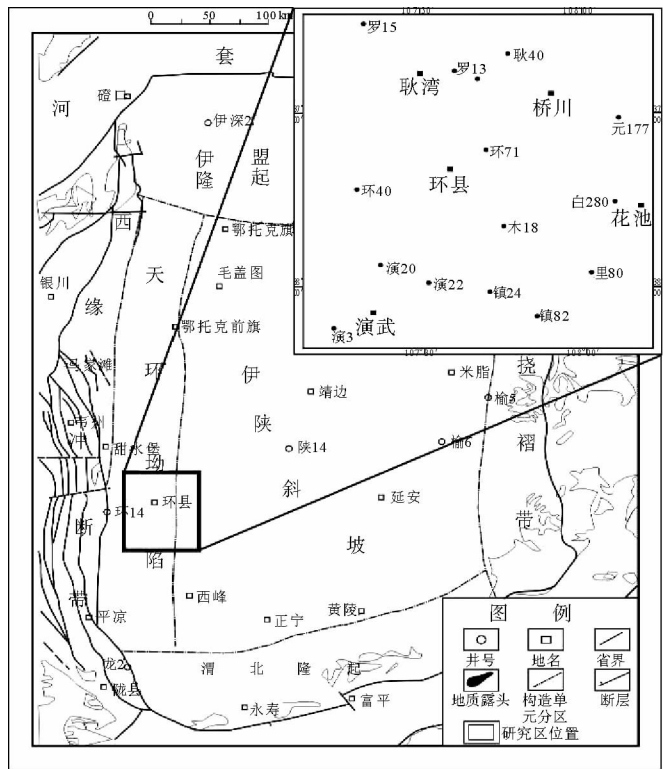


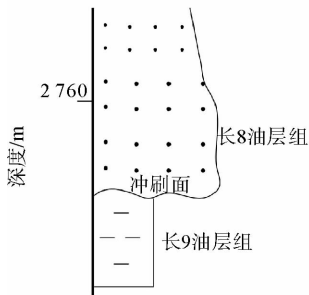
图 1 研究区位置图

Fig. 1 The location of study area

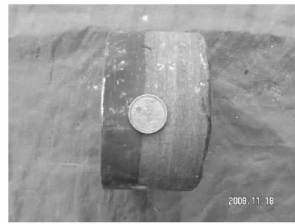
表1 层序界面划分及识别表^[16]

Tab. 1 The division of sequence interfaces and identification

旋回 级次	界面 类型	时限 跨度/Ma	产状及等时性	主要识别标志	
				地表和岩芯剖面	测井剖面
长期	Ⅲ类	1~5	限于盆地范围内的次级构造不整合面和相关整合面,在盆地范围内基本等时,为重要等时对比标志	古暴露标志,大型冲刷间断面或侵蚀面,岩性、岩相突变面	反映同一或相邻沉积体系的大套进积→退积组合的测井相转换面、突变面
中期	Ⅳ类	0.5~1	局部发育的沉积间断面和相关整合面,在盆地某一拗陷部位基本等时,但不同的拗陷部位之间具低幅穿时界面性质	间歇暴露面,较大规模的冲刷面,岩性、岩相的突变面或均变面	反映同一沉积体系中相似或相邻相序的进积→退积组合的测井相转换面、突变面
短期	Ⅴ类	0.15~0.3	局部发育的沉积间断面和相关整合面,界面的等时性仅限于局部的拗陷范围内	间歇暴露面,小型冲刷面和非沉积作用间断面,相似岩性和岩相组合的分界面	反映韵律性沉积旋回的进积→退积组合的测井相组合转换面



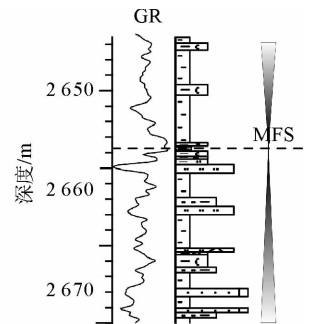
(a) 大型冲刷面



(b) 结构转换面



(c) 小型冲刷面



(d) 最大湖泛面(演22井)

图2 层序界面特征图

Fig. 2 The character of the sequence interfaces

2.2 层序划分

在对研究区钻井岩芯、测井资料综合分析的基础上,利用基准面旋回层序地层学的理论体系和研究方法,根据基准面升降旋回特点及等时对比原则、沉积物体积划分与堆积方式、沉积体系配置以及层序界面特征等因素,将研究区长8—长6油层组划分为2个长期旋回,8个中期旋回和若干个短期旋回,如表2所示。

表2 环县地区延长组长8—长6油层组层序划分表

Tab. 2 The sequence division for the Chang 8-Long 6 reservoir groups of Yanchang formation in Huan county

系	统	组	油层组	亚组	长期	中期	短期	
三 叠 系	上 统	延 长 组	长4+5		LS2	未做详细层序分析		若 干
			长6	长6 ¹		MSC8		
				长6 ²		MSC7		
				长6 ³		MSC6		
			长7	长7 ¹	MSC5			
				长7 ²	MSC4			
				长7 ³	MSC3			
			长8	长8 ¹	MSC2			
				长8 ²	MSC1			

2.3 各级次层序基本特征

2.3.1 短期基准面旋回及特征

1) 向上变“深”非对称型旋回(A 型旋回)

研究区内最为发育,主要由三角洲前缘的水下分流河道砂体组成。按岩性组合和沉积序列特征,可细分为 A₁ 和 A₂ 两种亚类型^[14]。

① 低可容纳空间亚类型(A₁型)

形成于 A/S << 1 的基准面上升过程中,由单个或多个水下分流河道砂体连续叠置组成。此类型短期旋回侧向迁移活跃,岩性向上逐渐变细,保存上升半旋回沉积的水下分流河道砂体主体部分。垂向砂体之间不发育泥、粉砂质隔层,因此砂体的连通性很好,为本区最有利储层发育的层序类型,测井曲线表现为“箱型”(图 3)。

② 高可容纳空间亚类型(A₂型)

形成于 A/S < 1 的基准面上升过程中,出现在水道下切作用较弱和相对稳定部位,由水下分流河道或水下浊积扇砂与水道间泥组成向上变细“加深”的沉积序列。虽然也有利于砂体发育,但自旋回单砂体储层之间往往被泥、粉砂质条带分隔(图 4)。

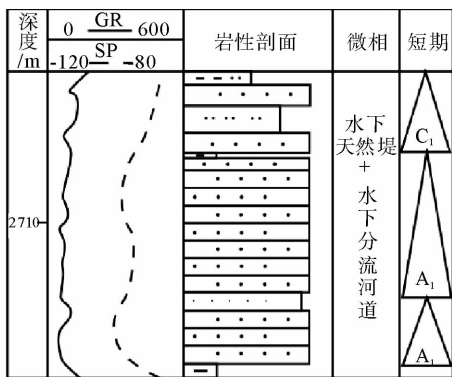


图 3 罗 38 井长 8 A₁ 型短期旋回层序特征图

Fig. 3 The character of short cycle sequences of A₁ type in Luo Well 38 of Chang 8

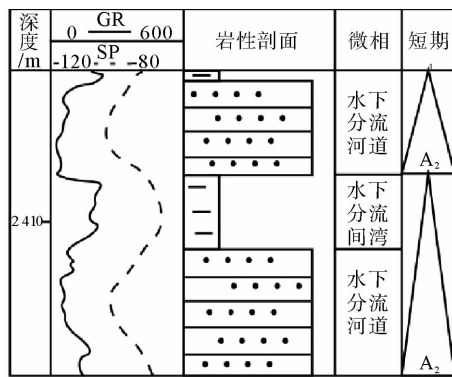


图 4 演 22 井长 6 A₂ 型短期旋回层序特征图

Fig. 4 The character of short cycle sequences of A₂ type in Yan Well 22 of Chang 8

2) 对称型旋回层序(C 型旋回)

以洪泛面为对称,按升降沉积旋回厚度差异将 C 型旋回划分为 C₁ 型(上升沉积为主)、C₂ 型(升降期沉积厚度相当)、C₃ 型(下降沉积为主)三类^[14],区内主要发育 C₂ (图 5)、C₃ (图 6) 型短期旋回。C 型旋回的特点

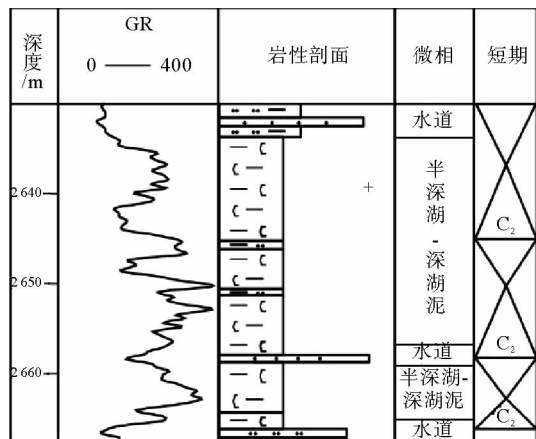


图 5 罗 204 井长 7 C₂ 型短期旋回层序特征图

Fig. 5 The character of short cycle sequences of C₂ type in Luo Well 204 of Chang 7

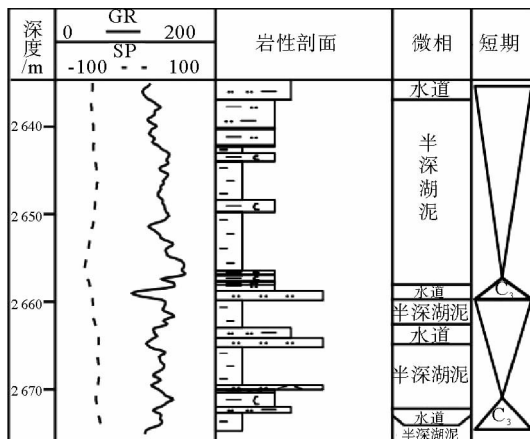


图 6 镇 100 井长 7 C₃ 型短期旋回层序特征图

Fig. 6 The character of short cycle sequences of C₃ type in Zhen Well 100 of Chang 7

为：①基准面上升和下降两个半旋回沉积记录完整，层序内部岩性为由粗变细复变粗（或由浅变深复变浅）结构，具有韵律性湖进—湖退旋回性和二分时间单元的沉积记录，形成于沉积与沉降处于相对均衡或弱欠补偿条件下。②层序的底、顶界面为小型冲刷面，或为相关整合界面；位于短期基准面由上升折向下降的相转换面位置，发育短期洪泛面。

2.3.2 中期旋回层序

单个中期旋回层序视保存状况而定，由数量不定的短期旋回叠加组成。作为本次分析的重点，一共识别出 8 个中期旋回层序，主要发育对称型（C 型）旋回和高可容纳空间向上“变深”非对称型（A₂ 型）旋回层序。C 型旋回以下降半旋回为主的不完全对称型（C₃ 型）（图 7）最为常见，上升半旋回为主的不完全对称型（C₁ 型）和近完全-完全对称型（C₂ 型）（图 8）相对次之。

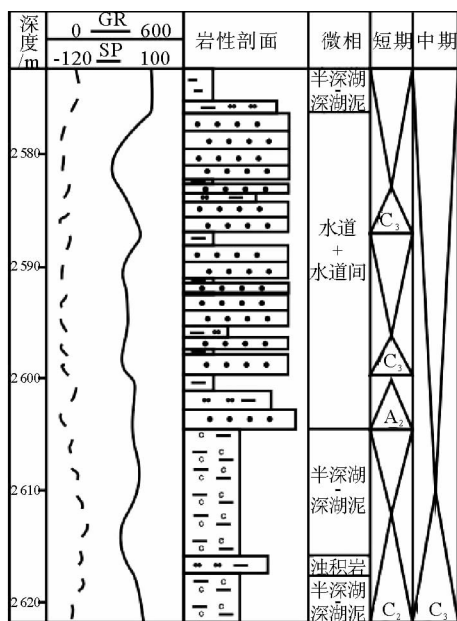


图 7 罗 38 井 MSC5 C₃ 型中期旋回特征图

Fig. 7 The character of medium cycle sequences of C₃ type in MSC5 Luo Well 38

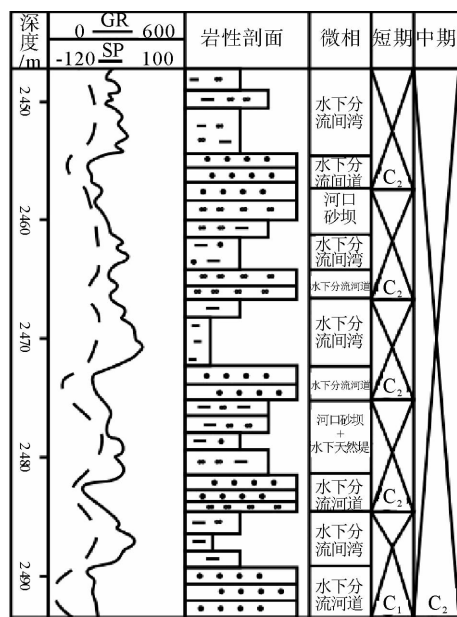


图 8 演 22 井 MSC6 C₂ 型中期旋回特征图

Fig. 8 The character of medium cycle sequences of C₂ type in MSC6 Yan Well 22

不同相带的中期旋回层序结构变化，反映中期旋回的沉积学响应特征类似于短期旋回，即在中期基准面上升期伴随有效可容纳空间向物源方向的迁移，被截留的粗粒沉积物逐渐增多，出现溯源上超为特征的退积序列；而在下降期，向远离物源方向的盆内低部位顺源堆积作用加强，以发育下超的加积-进积序列为主^[17]。

3 基准面旋回层序的储层地质意义

3.1 不同基准面旋回发育相带

通过对环县地区长 8—长 6 油层组各级次基准面旋回层序特征精确分析，长 8 时期主要发育向上“变深”非对称型（A₂ 型）或近完全-完全对称型（C₂ 型）中期旋回，长 7 时期主要以下降半旋回为主的不完全对称型（C₃ 型）中期旋回为主，长 6 时期主要以向上“变深”非对称型（A₂ 型）和上升半旋回为主的不完全对称型（C₁ 型）中期旋回为主，如图 9 所示。这些层序结构形成于三角洲前缘-半深湖区。通过陆相碎屑岩盆地油气藏发育特征可知，这一地区往往是生储盖有效组合发育区，如图 10 所示。

对短期旋回深入剖析，A₁ 和 A₂ 型旋回层序主要发育在长 8 时期和长 6 时期三角洲前缘水下分流河道微相中，处于基准面上升过程，有效可容空间向陆迁移且距物源近，沉积物为水下河道较粗粒的砂、粉砂。C₂ 和 C₃ 型旋回层序主要发育在长 7 油层组湖泊-浊积扇环境中，这一时期处于基准面下降过程，有效可容空间

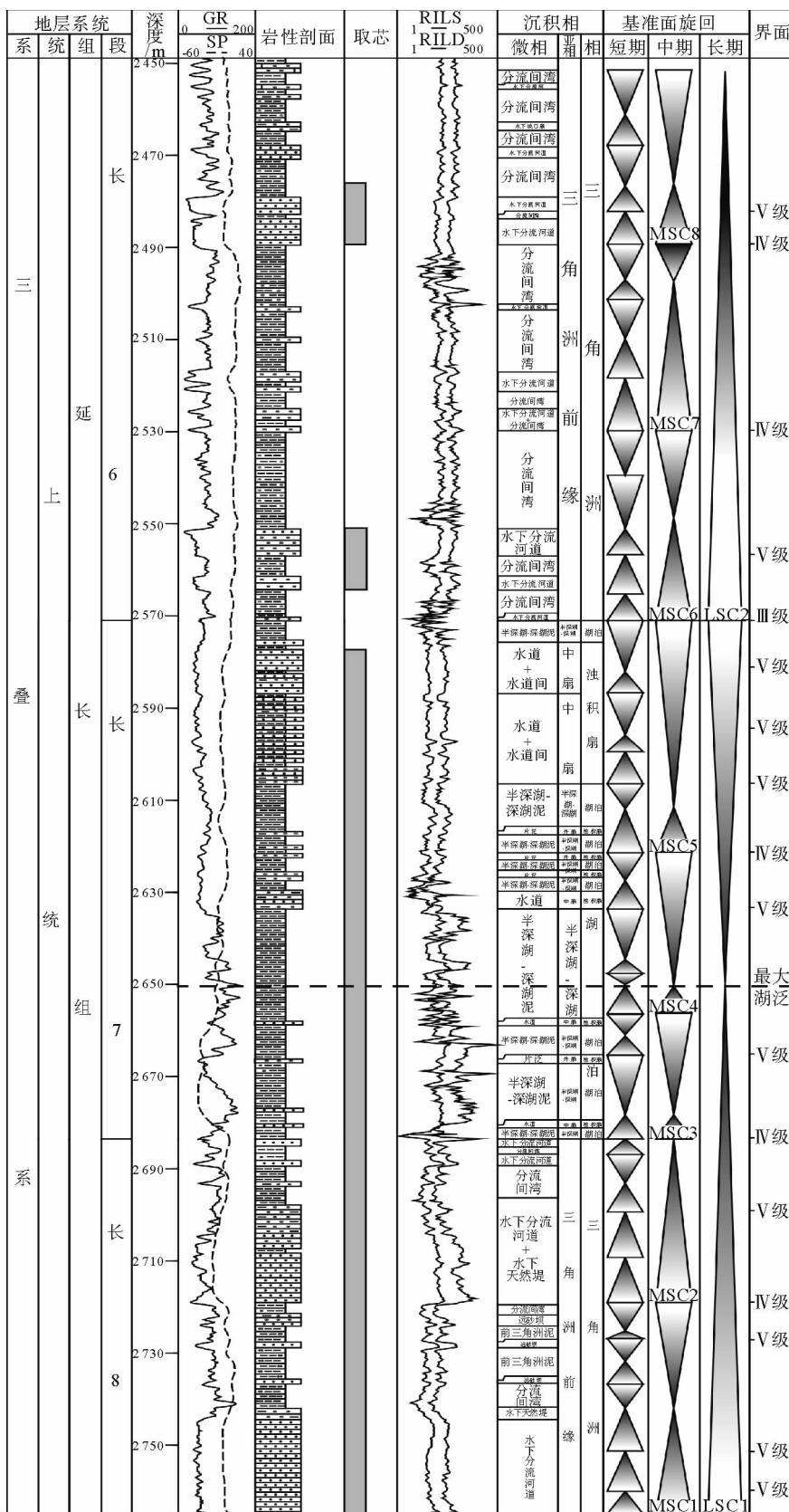


图 9 罗 38 井沉积相和高分辨率层序地层综合柱状图

Fig. 9 The integrated column of the sequence strata with sedimentary facies and high resolution in Luo Well 38

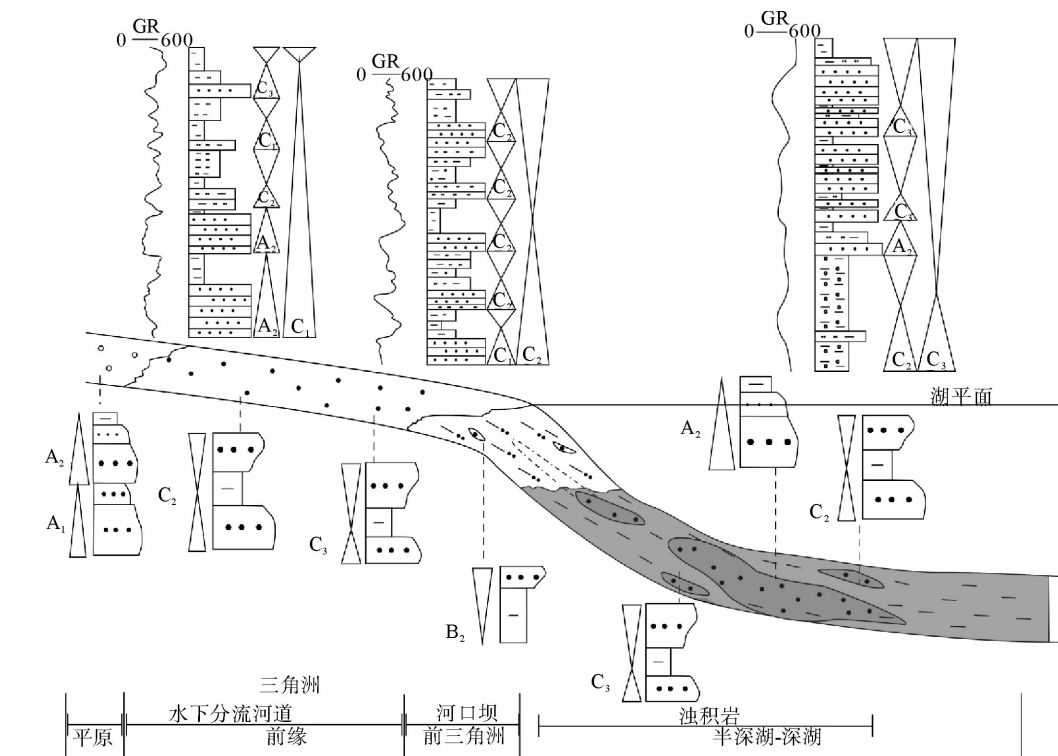


图 10 不同沉积相带中的短中期基准面旋回层序结构样式图

Fig. 10 The structural pattern in the short and medium-term base-level cycle sequences in different depositional zones

向盆地内迁移且距物源较远,以细粒泥、碳质泥岩夹浊积岩沉积为主。浊积岩由三角洲前缘砂经重力滑塌作用形成,富泥质、分选差,储集性欠佳,但因多频繁互层,依然能形成较好的生储盖组合。

3.2 不同结构旋回中砂体物性特征

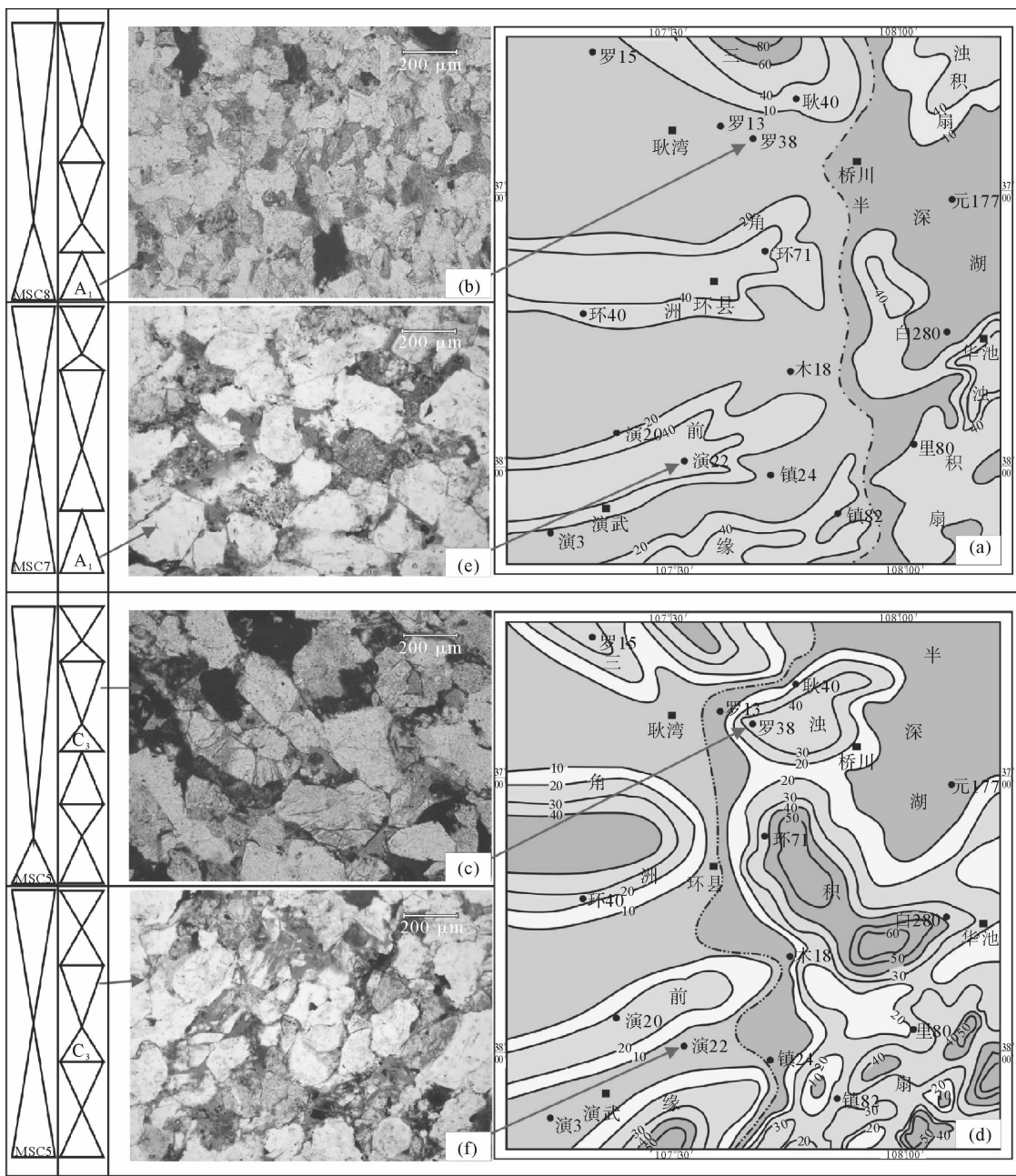
1) A 型、C 型旋回中水下分流河道砂体

水下分流河道砂体发育于 LSC1 和 LSC2 长期上升半旋回的中期旋回上升初到中期(图 11(a)),砂体组合出现在 A 型短期旋回和 C 型短期旋回上升半旋回初期(图 3、图 4、图 8)。长 8 油层组与长 6 油层组的河道砂体主要为粉砂岩、细砂岩和少量砂岩,经过两次溶蚀作用后,发育粒间溶孔和粒间孔(图 11(b)、图 11(c)),形成 II 类储层和 III 类储层。经测试,罗 38 井 MSC2 下部 2 个 A₁ 型短期旋回控制的水下分流河道叠置砂体中,2 712.6~2 714.3 m 层段,平均孔隙度为 9.23%,渗透率为 $0.26 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,为一油层;MSC8 上升半旋回下部 A₂ 型短期旋回控制的水下分流河道叠置砂体中,2 483.6~2 484.1 m 层段,平均孔隙度为 9.33%,渗透率为 $0.09 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,为一油层。

2) C 型旋回浊积砂体

浅湖-半深湖的浊积岩,砂体发育于 LSC1 长期基准面下降晚期的 C₃ 型中期旋回下降半旋回中(图 11(d)),受 C₂ 型和 C₃ 型短期旋回控制(图 5、图 6、图 7),发育粒间溶孔和粒内溶孔(图 11(e)、图 11(f)),属于小孔细喉低渗的 III 类储层。如罗 38 井 2 577.9~2 586.9 m 层段,平均孔隙度为 9.68%,渗透率为 $0.12 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,测试结果为油层。

不同的基准面旋回过程(A/S 值)变化对应了不同的可容空间中沉积物的堆积、保存和改造程度,砂泥比和砂体内部结构等。不同的充填过程导致了物性特征的变化(表 3)^[18],控制了砂体的储集性能。结合本次研究的物性资料和试油测试分析结果认为,区内长 8、长 6 油层组中期旋回上升半旋回中下部的 A₁、A₂ 型短期基准面旋回及长 7 油层组 C₃ 型中期旋回下降半旋回中的 C₂、C₃ 型短基准面旋回中砂体物性良好,是油气储集有效空间。



(a)LSC2 上升半旋回有利砂体分布;(b)罗 38 井,粒间孔及溶孔,长 62 487 m;(c)罗 38 井,溶孔,长 72 604.3 m;
(d)LSC1 下降半旋回有利砂体分布;(e)演 22 井,粒间孔及溶孔,长 62 404.53 m;(f)演 22 井,溶孔,长 72 580 m

图 11 基准面旋回层序中有利砂体发育位置图

Fig. 11 The location of favorable development of sandstone bodies in the base-level cycle sequences

4 结论

1) 结合已有钻井的层序分析,将环县地区的延长组长 8—长 6 油层组划分为 2 个长期旋回、8 个中期旋回和若干个短期旋回。

2) 长 6、长 8 时期处于长期基准面上升过程,发育三角洲沉积环境,中期基准面旋回主要以上升半旋回不对称型(A₂)或上升半旋回大于下降半旋回的对称型(C₁)为主;长 7 时期为长期基准面下降过程,为湖泊-浊积扇环境,主要发育下降半旋回大于上升半旋回型(C₃)中期基准面旋回。

表3 环县地区各类型基准面旋回层序结构砂体物性统计表(15口井,253件样品)

Tab. 3 Summary of the physical properties of the sandstones in different types of base-level cycle sequences in Huan county (15 wells, 253 samples)

基准面旋回	微相	孔隙度((最小值~最大值)/平均值)/%	渗透率/($\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)
A ₁ , A ₂	水下分流河道	2.50~15.00/9.80	0.03~19.00/2.50
B ₂	河口坝	3.00~11.00/7.50	0.01~0.80/0.26
	远砂坝	3.40~10.50/7.80	0.01~0.50/0.18
C ₂ , C ₃	浊积砂体	4.20~12.00/9.00	0.01~0.23/0.12
	滑塌体	2.00~9.00/4.10	0.01~0.40/0.04

3)经物性分析和试油测试结果证明,长8、长6油层组中,处于A型中期旋回的中下部或C₁、C₂型中期旋回上半支的A₁、A₂型短期基准面旋回中砂体物性良好;长7油层组中,其优势砂体发育在C₃型中期旋回下半支中C₂、C₃型短基准面旋回出现部位,是关键的油气水储集空间,对油气有较明显的指示意义。

参考文献:

[1]党彝,赵虹,李文厚,等.鄂尔多斯盆地陕北地区上三叠统延长组不同级次层序界面的识别[J].中国地质,2007,34(3):414-421.
DANG Ben,ZHAO Hong,LI Wenhou,et al. Identification of sequence boundaries of different orders in the upper Triassic Yanchang formation in northern Shaanxi, Ordos basin[J]. Geology in China,2007,34(3):414-421.

[2]陈飞,樊太亮,高志前,等.鄂尔多斯盆地上三叠统延长组层序界面成因类型及控制因素分析[J].石油与天然气学报,2009,31(2):197-200,214.
CHEN Fei,FAN Tailiang,GAO Zhiqian,et al. Analysis of controlling factors and genetic types of sequence boundary of Yanchang formation upper Triassic in Ordos basin[J]. Journal of Oil and Gas Technology,2009,31(2):197-200,214.

[3]王宏波,郑希明,冯明.鄂尔多斯盆地三叠系延长组层序地层与生储盖组合特征[J].天然气地球科学,2006,17(5):677-681.
WANG Hongbo,ZHENG Ximing,FENG Ming. Sequence stratigraphy and sources-reservoir-cap assemblages of Yangchang formation in Ordos basin[J]. Natural Gas Geoscience,2006,17(5):677-681.

[4]倪新峰,陈洪德,韦东晓.鄂尔多斯盆地三叠系延长组层序地层格架与油气勘探[J].中国地质,2007,34(1):73-80.
NI Xinfeng,CHEN Hongde,WEI Dongxiao. Sequence stratigraphic framework of the Triassic Yanchang formation in the Ordos basin and petroleum exploration[J]. Geology in China,2007,34(1):73-80.

[5]王居峰,郭彦如,张延玲,等.鄂尔多斯盆地三叠系延长组层序地层格架与沉积相构成[J].现代地质,2009,23(5):803-808.
WANG Jufeng,GUO Yanru,ZHANG Yanling,et al. Sequence stratigraphic framework and sedimentary facies of Yangchang formation, Triassic system in Ordos basin[J]. Geoscience,2009,23(5):803-808.

[6]傅强,李益.鄂尔多斯盆地三叠系延长组长8—长7油层组高分辨率层序地层格架及其地质意义[J].现代地质,2006,20(4):579-584.
FU Qiang,LI Yi. The high-resolution sequence stratigraphy framework and its geological significance of Triassic Yanchang formation Ch8-Ch7, Ordos basin[J]. Geoscience,2006,20(4):579-584.

[7]付国民,郑荣才,赵俊兴,等.鄂尔多斯盆地环县地区延安组高分辨率层序地层学特征[J].中国矿业大学学报,2005,34(3):394-399.
FU Guoming,ZHENG Rongcai,ZHAO Junxing,et al. High resolution sequence stratigraphic characteristics of Yanan for-

- mation in Huanxian county of Ordos basin[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2005, 34(3): 394-399.
- [8] CROSS T A. Stratigraphic controls on reservoir attributes in continental strata[J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(4): 322-350.
- [9] 邓宏文. 美国层序地层研究中的新学派: 高分辨率层序地层学[J]. 石油与天然气地质, 1995, 16(2): 89-97.
DENG Hongwen. A new school of thought in sequence stratigraphic studies in U. S. ; High-resolution sequence stratigraphy [J]. Oil & Gas Geology, 1995, 16(2): 89-97.
- [10] 邓宏文, 王红亮, 李熙喆. 层序地层学基准面的识别、对比技术及应用[J]. 石油与天然气地质, 1996, 17(3): 177-184.
DENG Hongwen, WANG Hongliang, LI Xizhe. Identification and correlaton techniques of sequence stratigraphic basin-levels and their application[J]. Oil & Gas Geology, 1996, 17(3): 177-184.
- [11] 郑荣才, 吴朝容, 叶茂才. 浅谈陆相盆地高分辨率层序地层研究思路[J]. 成都理工学院学报, 2000, 27(3): 241-244.
ZHENG Rongcai, WU Zhaorong, YE Maoai. Research thinking of high-resolution sequence stratigraphy about a terrigenous basin[J]. Journal of Chengdu University of Technology, 2000, 27(3): 241-244.
- [12] 邓宏文, 王红亮, 宁宁. 沉积物体积分配原理: 高分辨率层序地层学的理论基础[J]. 地质前缘, 2000, 7(4): 305-313.
DENG Hongwen, WANG Hongliang, NING Ning. Sediment volume partition principle: Theory basis for high-resolution Sequence stratigraphy[J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(4): 305-313.
- [13] 彭军, 陈景山, 郑荣才, 等. 百色盆地百岗组高分辨率层序分析及研究意义[J]. 地球学报, 2002, 23(2): 153-158.
PENG Jun, CHEN Jingshan, ZHENG Rongcai, et al. The analysis of high resolution sequence stratigraphy of Baigang formation in Baise basin and its significance[J]. Acta Geoscientia Sinica, 2002, 23(2): 153-158.
- [14] 柯光明, 郑荣才, 罗清林, 等. 川西拗陷南部须家河组—蓬莱镇组短期基准面旋回层序分析[J]. 沉积与特提斯地质, 2007, 27(2): 60-65.
KE Guangming, ZHENG Rongcai, LUO Qinglin, et al. The short-term base-level cyclic sequences in the Xujiahe and Penglaizhen formations in the southern part of western Sichuan depression[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2007, 27(2): 60-65.
- [15] 罗静兰, 李忠兴, 史成恩, 等. 鄂尔多斯盆地西南部上三叠统延长组长 8、长 6 油层组的沉积体系与物源方向[J]. 地质通报, 2008, 27(1): 101-111.
LUO Jinglan, LI Zhongxing, SHI Chengen, et al. Depositional systems and provenance directions for the Chang 6 and Chang 8 reservoir groups of the upper Triassic Yanchang formation in the southwestern Ordos basin, China[J]. Geological Bulletin of China, 2008, 27(1): 101-111.
- [16] 郑荣才, 彭军, 吴朝荣. 陆相盆地基准面旋回的级次划分和研究意义[J]. 沉积学报, 2001, 19(2): 249-255.
ZHENG Rongcai, PENG Jun, WU Chaorong. Grade division of base-level cycles of terrigenous basin and its implications [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(2): 249-255.
- [17] 蔺宏斌, 侯明才, 董桂玉. 鄂尔多斯盆地北部上古生界层序地层学特征[J]. 天然气工业, 2009, 29(3): 29-33, 133.
LIN Hongbin, HOU Mingcai, DONG Guiyu. Sequence stratigraphic features of the upper Paleozoic in north Ordos basin [J]. Natural Gas Industry, 2009, 29(3): 29-33, 133.
- [18] 王金鹏, 彭仕宓, 史基安, 等. 鄂尔多斯盆地陇东地区长 6—长 8 段储层特征及其主控因素[J]. 新疆地质, 2008, 26(2): 163-166.
WANG Jinpeng, PENG Shimi, SHI Jian, et al. Reservoir characteristics and its main controlling factors of Chang6-Chang8 formation in Longdong, Ordos basin[J]. Xinjiang Geology, 2008, 26(2): 163-166.