

文章编号: 1009-3850(2009)02-0060-06

阿尔及利亚 B 区块上三叠统高分辨率层序及储层特征

王昌勇¹, 郑荣才¹, 胡忠贵¹, 周 祺¹, 王建国²

(1. 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; 2. 中国石油
油玉门油田分公司勘探开发研究院, 甘肃 酒泉 735019)

摘要: 阿尔及利亚 B 区块位于 Oued Mya 盆地东部, 自奥陶纪以后该盆地多次发生隆升剥蚀, 加里东运动造成志留纪和盆纪地层不同程度的缺失。海西期基底隆升, 造成石炭纪和二叠纪地层的完全缺失, 并在晚三叠世早期开始发育辫状河沉积。B 区块晚三叠世沉积具有从早期的辫状河向中期的曲流河和晚期的盐湖演化特点, 其过程较为复杂。在晚三叠世早中期发生强烈的火山喷发作用, 在研究区内堆积了厚度巨大的火山岩, 使研究砂体的时空展布和演化规律变得更为复杂。通过高分辨率层序分析, 建立了 B 区块晚三叠世的等时地层格架, 为恢复研究区等时条件下的古地理特征奠定了基础, 并明确了层序对储层的控制规律, 为该区进一步的油气勘探和开发提供了依据。

关键词: 高分辨率层序; 储层特征; 上三叠统; 阿尔及利亚; Oued Mya 盆地

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

1 区域地质背景

Oued Mya 盆地位于阿尔及利亚中东部, 呈近南北向展布, 构造上属于北非地台区, 是一个富含油气的古生代—中生代叠合盆地。盆地的沉积基底为前寒武纪变质结晶岩系, 沉积盖层大体经历了早古生代浅海环境、晚古生代海陆过渡环境、中生代有间歇海侵的陆相环境及新生代抬升陆表海环境等四个构造沉积演化阶段, 形成了下古生界海相碎屑岩、上古生界海陆过渡相碎屑岩和中新生界陆相与海相交互的碎屑岩沉积的三层结构^[1,2]。B 区位于 Oued Mya 盆地中部, 缺失下中三叠统, 上三叠统中下部主要为河流相碎屑岩夹火山岩沉积, 其顶部为一套厚度巨大的盐湖沉积。

2 层序地层分析

2.1 层序界面类型

通过对 50 余口井的测井及岩心资料综合分析,

在 B 区块上三叠统中可识别出三种不同成因类型和产出规模的界面^[3], 据此, 将阿尔及利亚 B 区块上三叠统划分为两个长期、6 个中期和 16 个短期旋回层序(图 1)。

1. 大型冲刷间断界面

此类界面底、顶界面对应构造幕式活动变化的强弱变化面, 在研究区主要表现为上三叠统 Serin 组 and T1 之间的火山岩岩性突变面, 该界面级别较高, 相当 Val 的 II 级层序界面, 具有较大幅度的穿时性。

2 结构转换界面

这类界面多发育在剖面结构出现明显转换的地方, 这种转化可以是两个由粗→细的正向结构转换, 或是由细→粗的逆向结构到正向结构转换, 也可以是其它不同结构类型的转化界面。该界面级别相对较低, 相当 Val 的 IV 级层序界面, 在结构转换面上可见到底冲刷和岩性突变现象, 但一般不发育大型冲刷面, 也没有底砾岩存在。

收稿日期: 2008-11-03 改回日期: 2009-03-04

作者简介: 王昌勇(1981—), 男, 博士, 主要从事沉积学与层序地层学研究, E-mail: qisiwoye_2001@163.com

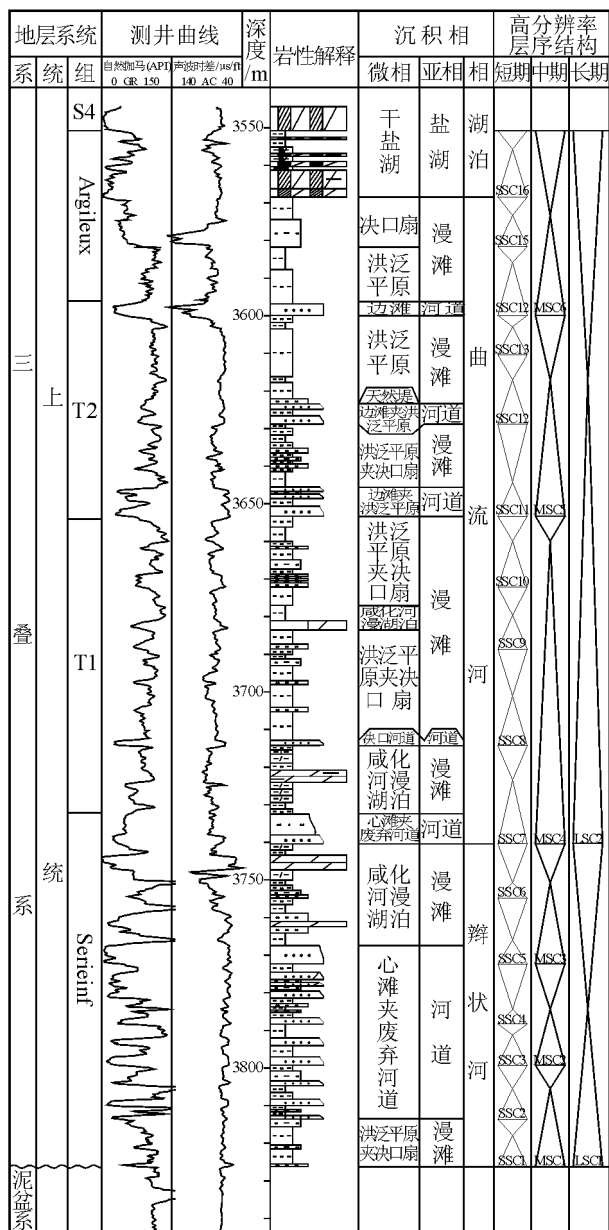


图 1 B区块上三叠统沉积相和高分辨率层序地层综合柱状图 (以 EGD-1井为例)

Fig. 1. Generalized column of the Upper Triassic sedimentary facies and high-resolution sequence stratigraphy of Block (EGD-1 well).

3. 间歇暴露面、冲刷面和相关整合面

此类界面发育在中短期旋回层序中, 该界面级别低, 相当 V_{ai} 的 V 级和 VI 级层序界面, 主要表现为韵律性沉积旋回的退积→进积, 连续叠加的进积→进积或退积→退积组合的相转换面。在河道沉积、搬运和侵蚀作用活跃的地区, 界面往往具有间歇暴露或冲刷作用形成的短暂间断面性质, 上、下地层大多数具有粒度由细到粗的岩性和岩相突变关系。

而在非河道沉积区,如泛滥平原,界面主要表现为相关整合面,界面上、下的地层主要由泥岩和粉砂岩组成,沿这种“隐形界面”有时可找到根土岩和钙结壳,为发育于泛滥平原此类界面的暴露标志。

2.2 层序基本类型

受不同成因的边界控制,阿尔及利亚 B区上三叠统的基准面旋回层序主要发育两种基本结构类型,分别反映不同的沉积动力学条件^[5]。

1. 向上“变深”非对称型旋回结构 (A型)

此类型层序主要发育在短期旋回层序中, 层序的主体主要由河道砂体组成, 成因类型包括河床滞留沉积、边滩和心滩等, 形成于 $A/S \text{ 值} < 1$ 的过补偿条件下 (其中 A 为可容空间增量, S 为沉积物通量, 下同), 层序底界面为冲刷面, 层序内仅保留基准面上升半旋回沉积记录, 由 (含砾) 粗中粒砂岩、细砂岩、粉砂岩和泥岩组成向上变细 “加深” 的沉积序列 (图 2), 层序顶界面为时限相当于下降半旋回的冲刷面, 也为上覆层序的底界面。按沉积序列, 此类旋回层序可细分为 $A/S < 1$ 低可容纳空间 (A_1 型) 和 $A/S < 1$ 的高可容纳空间 (A_2 型) 两种亚类型, 其中 A_1 型层序不但缺失下降半旋回层序, 而且缺失上升半旋回上部的泥质沉积。

2 对称型旋回结构 (C型)

此类型层序为最发育的短期和中期旋回层序结构类型,形成于沉积物供给速率等于或小于可容纳空间增长率 ($A/S \geq 1$) 的弱补偿至欠补偿条件下。层序由基准面升降和下降两个半旋回叠加组成,具有相对较完整的韵律性水进-水退旋回和具二分时间单元分界线。其一为层序底界面,多属小型冲刷面,或相关整合界面;其二为位于层序中部的洪泛面,相当基准面由上升折向下降的退积→加积(或进积)转换面位置。以洪泛面为对称轴,按上升与下降半旋回厚度变化,可细分为三个亚类型(图 2): ①以上升半旋回为主的不完全对称型 (C_1 型); ②上升半旋回与下降半旋回近于相等的对称型 (C_2 型); ③下降半旋回为主的不完全对称型 (C_3 型)。

2.3 不同结构类型层序分布模式

在同一沉积体系或同一相带的不同位置, 基准面旋回层序的结构类型遵循可容纳空间机制确定的 A/S 比值条件, 其沉积序列和空间分布模式具有很强的分带性(图 3), 有如下几个显著的特点: ①上三叠统下部的辫状河沉积主要发育 A 型层序, 中上部的曲流河沉积主要发育 C 型层序; ② A 型结构的层序主要分布在河道沉积区, 由多期河道连续叠加组

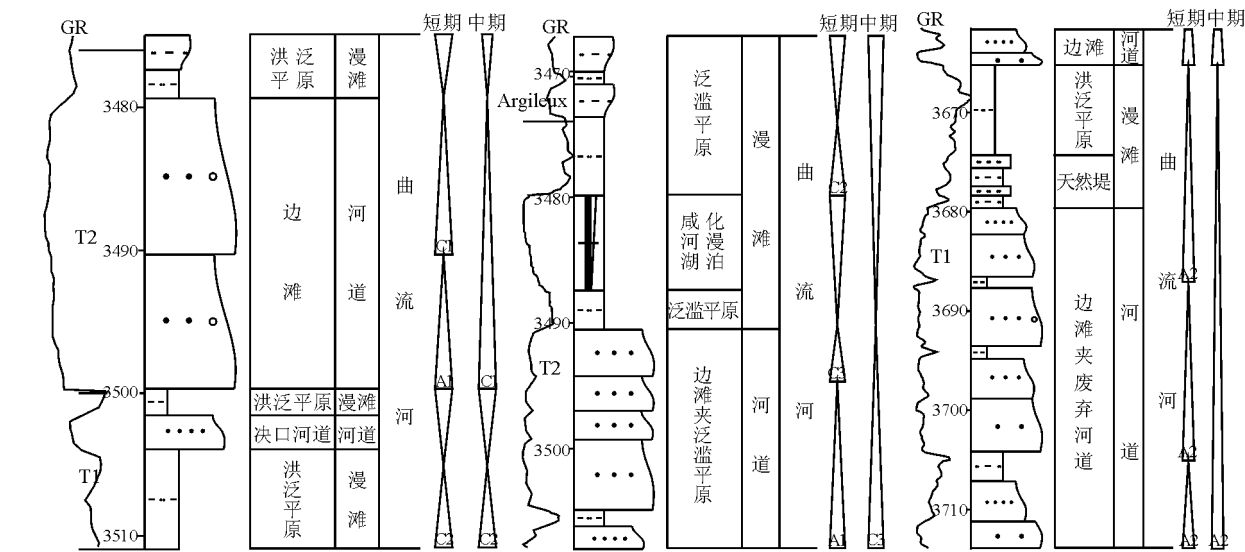


图 2 B区块上三叠统短期旋回层序的基本类型 (左: GNE-3井; 中: GEC-1井; 右: HEB-4井)

Fig 2 General types of the Upper Triassic short term cyclic sequences in B block

Left: GNE-3 well; Middle: GEC-1 well; Right: HEB-4 well

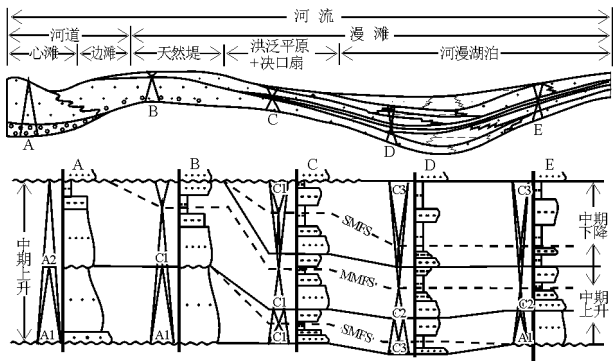


图 3 B区块上三叠统短期旋回层序结构类型、叠加样式和分布模式

Fig 3 Architecture, stacking patterns and distribution of the Upper Triassic short term cyclic sequences in B block

成旋回结构, 其中 A 型层序主要发育在河道内的心滩位置; ③ C 型结构的层序多分布在漫滩沉积区; ④ 同一层序的不同相带, 从心滩→边滩→漫滩沉积区, 出现由 A 型向 A₂ 型、C₁ 型和 C₂ 型和 C₃ 型的结构变化规律 (图 3)。

3 层序地层格架及储层特征

高分辨率层序地层学研究最主要的目的就是要建立大比例、短时间尺度内的等时地层对比格架, 并研究储层在层序地层格架中的发育特征。

3.1 层序地层格架

层序地层格架系指将同时代形成的岩层有序地纳入相关年代的时间-地层对比格架中, 在此基础上

进行等时地层对比和描述地层叠置样式的地层学研究方法。

根据高分辨率层序地层旋回等时对比法则, 以单井沉积相和高分辨率层序地层的精细分析和联井剖面对比, 为各级别基准面旋回层序等时对比依据, 选择中长期旋回层序的二分时间单元分界线 (即层序界面和湖泛面) 为等时对比优选位置, 短期旋回层序为等时地层对比单元, 对 B 区块上三叠统高分辨率层序地层进行等时对比和建立短期时间尺度的时间-地层格架, 并在相控模式的指导下, 在地层格架中对小层砂体进行劈分和相当时间-地层反演的逐层对比^[59] (图 4)。

3.2 层序地层格架中的储层特征

在基准面旋回过程中, 一般以层序界面两侧为有利储层发育的层位 (图 4)。层序界面两侧的各类成因砂体虽然都发育在低可容纳空间条件下, 但受基准面升降控制, 所发育的砂体各项储层特征, 如砂体几何形态、砂体的侧向和纵向连续性、砂体之间的相互截切程度和保存状况, 以及砂体的粒度、分选性、泥质含量和储集物性与非均质性等各项特征都存在明显差异, 其中, 基准面上升期, 由强烈主动进积作用形成的各类成因砂体 (如充填下切河谷的河道砂体) 更有利于优质储层的发育, 不仅砂体厚度大 (图 4), 孔隙度和渗透率值也比较高 (表 1); 基准面下降期, 由强迫进积作用形成的各类成因砂体厚度明显减小, 砂体的侧向连续性和连通性变差, 含泥量或泥质夹层增多 (图 4)、分选变差而非均质性增

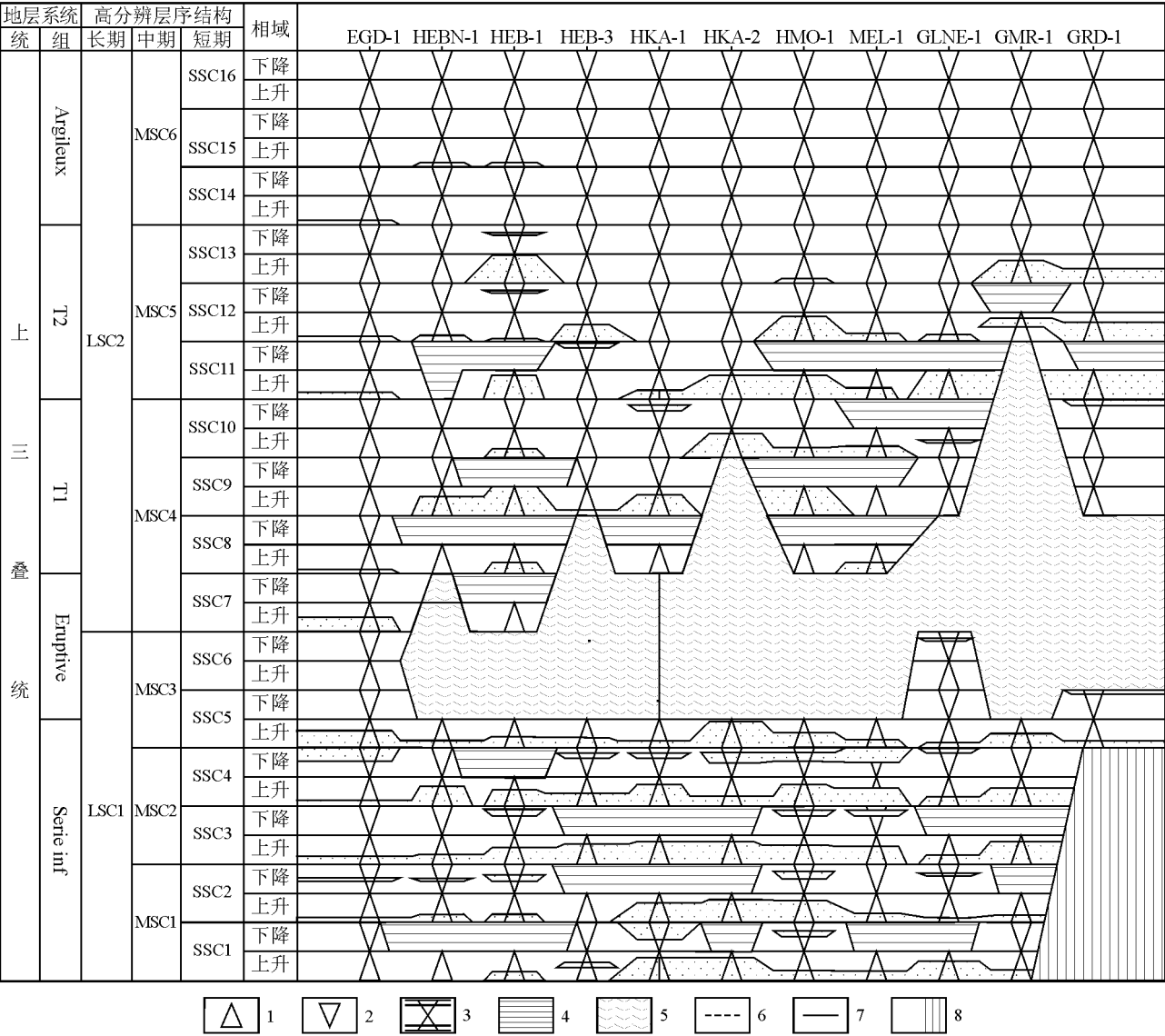


图 4 B区块上三叠统不同方向时间 地层格架和地层格架中的砂体分布

1.水进旋回; 2 水退旋回; 3 砂岩发育位置; 4 间歇侵蚀缺失区; 5 火山岩; 6 洪泛面; 7 层序界面; 8 泥盆纪隆起区

Fig 4 Time-stratigraphic framework of the Upper Triassic strata and distribution of the sandstones in the stratigraphic framework in B block

1= transgressive cycle 2= regressive cycle 3= sandstone occurrence 4= intermittent erosional hiatus 5= volcanic rock 6= flooding surface 7= sequence boundary 8= Devonian uplifted area

表 1 B区块上三叠统不同基准面旋回条件下的孔 渗特征

Table 1 Porosity and permeability of the Upper Triassic strata in various base level cycles in B block

沉积相	基准面旋回	平均孔隙 /%	平均渗透率 /10 ⁻³ μ m2
曲流河	下降	3 3	2 9
	上升	10 2	22 0
辫状河	下降	6 0	2 4
	上升	12 0	83 4

高, 孔隙度和渗透率值也降低 (表 1)。

4 结 论

(1)通过对研究区已有钻井上三叠统高分辨率层序分析和层序 岩相古地理编图, 发现阿尔及利亚 B区块晚三叠世早期主要发育辫状河沉积, 其河道平直, 侧向迁移迅速, 在 B区块中部发育有大片的河道及心滩砂体, 为有利储层发育区, 而东南部为缺

失沉积记录的构造高地(图 4 图 5A); 随后爆发火山活动, 除西北部之外的大片地区沉积了厚度巨大的火山碎屑岩, 并直接导致早期的辫状河沉积向中

期的曲流河演化; 曲流河沉积可分为东、西两支, 以西支曲流河的弯度系数更大, 河道侧向迁移形成的边滩(点坝)规模巨大(图 5B), 应

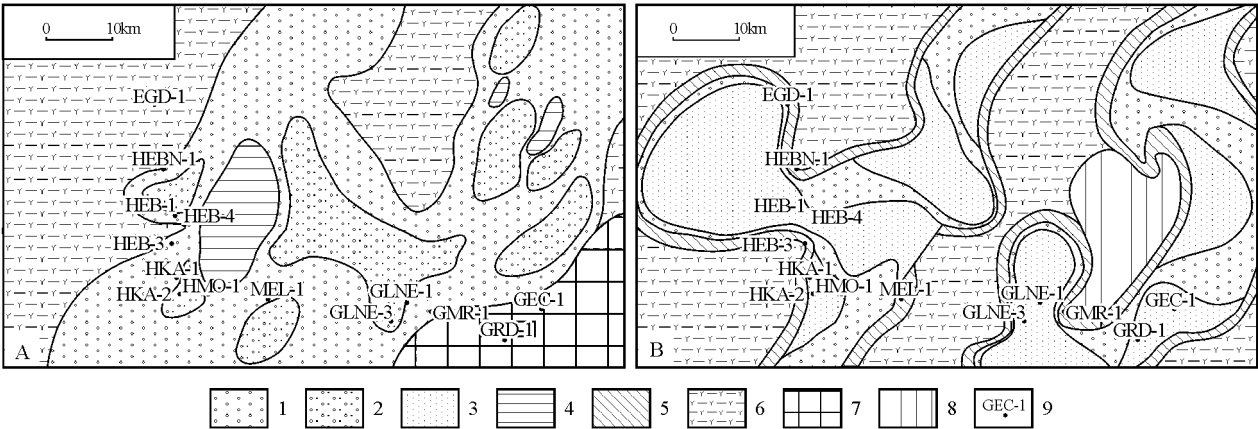


图 5 B区块上三叠统基于短期旋回相域的岩相古地理图 (A 辫状河; B 曲流河)

1 河道; 2 心滩; 3 边滩; 4 河心洲; 5 天然堤; 6 洪泛平原; 7. 泥盆系基底; 8 间歇剥蚀区; 9 井位

Fig 5 Sedimentary facies and palaeogeography of the Upper Triassic strata in B block based on short term cycles

A Braided stream B Meandering stream 1= channel 2= channel bar 3= point bar 4= mid-channel bar 5= natural levee 6= flood plain 7= Devonian basement 8= intermittent erosional area 9= well site

列为今后的重点勘探目标。

(2) B区块上三叠统底部为一区域性构造不整合面, 具备很好的油气运移通道; 上三叠统上部的巨厚盐岩层构成了优越的区域性盖层; Serie in层的辫状河沉积和 T1、T2层的曲流河沉积与该区块数十个次级构造高点叠合, 对形成岩性构造圈闭非常有利^[7 8]。通过本项目基于等时条件下对研究区古地理特征的恢复研究和有利储集相带及砂体的预测, 为该区寻找新的有利圈闭提供了可靠依据。

参考文献:

[1] 陈霞, 于慧玲, 何雨丹, 等. 阿尔及利亚三叠盆地 GUERARA地区石油地质条件分析[J]. 石油试验地质, 2008 30(3): 256—259

[2] 李大荣, 黎发文, 唐红. 阿尔及利亚三叠盆地、韦德迈阿次盆地石油地质特征及油气勘探中应注意的问题[J]. 海相油气地质, 2006, 11(3): 19—26

[3] 郑荣才, 彭军, 吴朝容. 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—245

[4] 郑荣才, 尹世民, 彭军. 基准面旋回结构与叠加样式的沉积动力学分析[J]. 沉积学报, 2000, 18(3): 369—375

[5] 郑荣才, 彭军. 陕北志丹三角洲长 6 油层组高分辨率层序分析与等时对比[J]. 沉积学报, 2002, 20(1): 92—100

[6] 郑荣才, 彭军, 高红灿. 高分辨率层序分析在河流相砂体等时对比中的应用[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2004 31(6): 641—647.

[7] 郑荣才, 耿威, 周刚, 等. 鄂尔多斯盆地白豹地区长 6 砂岩成岩作用与成岩相研究[J]. 岩性油气藏, 2007, 19(2): 1—8

[8] 毛明陆, 杨亚娟, 张艳. 试论鄂尔多斯盆地三叠系岩性油藏分析的几项地质关键技术[J]. 岩性油气藏, 2007, 19(4): 27—33.

High-resolution sequences and reservoirs in the Upper Triassic strata of B block in Algeria

WANG Chang-yong¹, ZHENG Rong-cai¹, HU Zhong-gui¹, ZHOU Qi¹, WANG Jian-guo²

(1. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Yumen Oil Field Company, PetroChina, Jiuquan 735019, Gansu, China)

Abstract: B block is located in the eastern part of the Oued Mya Basin in Algeria and may have been subjected to several phases of uplift and denudation from the Ordovician onwards. The Caledonian orogeny led to the partial absence of the Silurian and Devonian strata, while the uplift of the basement during the Hercynian was responsible for the complete omission of the Carboniferous and Permian strata. The braided stream deposits were developed during the early Late Triassic. There are gradations from the early Late Triassic braided stream deposits to the middle Late Triassic meandering stream deposits and late Late Triassic saline lake deposits. In addition, the intense volcanic eruption during the early and middle Late Triassic also brought about tremendous pyroclastic rocks in the study area. According to the high-resolution isochronous stratigraphic correlation, the authors arrived at the construction of the Late Triassic stratigraphic framework and laid the foundation for the construction of the palaeogeographic framework and delineation of the targets for further hydrocarbon exploration.

Key words: high-resolution sequence; reservoirs; Upper Triassic; Algeria; Oued Mya Basin