



研究几乎是空白。对本区探究其层序地层特征对于指导研究区乃至整个腹部地区清水河组一段的油气藏勘探具有重要的实际意义。

通过对研究区岩心、测井、三维地震的综合分析, 下白垩统清水河组可以识别出两个三级层序 KSQ1 和 KSQ2 旋回明显, KSQ1 是下白垩统的第一个三级层序, 层序的形成和消亡与燕山中期的构造运动紧密相关。清水河组一段相当于 KSQ1 的上升半旋回, 包括低位和湖侵体系域 (图 2)。

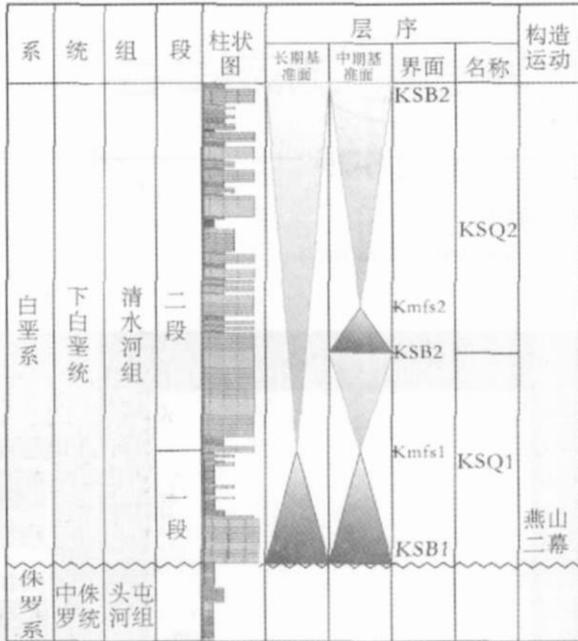


图 2 清水河组地层层序划分

Fig 2 Sequence stratigraphy division of Qingshuihe Formation

### 2 清水河组一段层序界面特征

底界面 KSB1 是一个杂色 褐色泥岩与灰色砂砾岩的岩性突变面, 岩心观察可见红褐色根土层, 风化壳以及河道滞留砂砾岩; 测井响应上是一个电性突变面, GR、SP 由低幅线性突变为中、高幅箱型或钟形

(图 3A), 地层叠加方式由退积到加积或到退积的转换面; 地震剖面上可以看到界面之上上超现象, 沟谷充填现象, 界面之下削截现象 (图 3B)。

最大洪泛面 Kmfs1 与密集段相联系, 为分布相对稳定的一套高 GR 泥岩, 在测井曲线上为退积—进积的转换面; 地震上, 该界面之上反射断续、波状, 局部存在弱下超反射; 界面之下存在视削截现象。

KSQ1 的形成与主要的构造运动相联系。准噶尔盆地在二叠纪末总体上进入了广泛的拗陷盆地发育时期, 在拗陷发育过程中, 经历了四次较大的构造运动, 即印支运动, 燕山早、中、晚期构造运动。侏罗纪末期燕山 II 幕构造运动在研究区表现为挤压褶皱、抬升剥蚀, 形成了在全区广泛分布的区域不整合面, 即 KSB1, 致使早白垩纪地层与下伏侏罗纪头屯河组或西三窑组呈不整合接触 (石西凸起头屯河部分或全部剥蚀)。界面之下全区普遍存在削截现象, 尤其是三南凹陷东侧向石西凸起过渡带呈高角度削截; 界面之上基东鼻凸见南、西、东向鼻凸高部位上超, 三南凹陷向石西、三个泉和基东鼻凸上超。

### 3 清水河组一段体系域特征

LST 发育于基准面上升半旋回早期。侏罗纪末的燕山 II 幕运动, 强烈的挤压和长期的侵蚀风化造成地貌分异, 在研究区形成特有的沟谷地貌<sup>[10]</sup>。白垩纪开始后, 燕山 II 幕构造回返, 基准面上升, 最早出现的沉积物便沉积在沟谷残余可容纳空间。因此, LST 是以沟谷残余可容纳空间充填沉积为特色。其分布较为局限, 仅分布在地势低凹部位的三南凹陷和基南凹陷, 地势高部位的基东鼻凸和石西凸起低位体系域不发育 (图 4)。同时, 强烈的燕山 II 幕挤压抬升, 导致盆地周缘剥蚀强烈, 物源供给量极其充沛, 沉积物偏粗, 低位沟谷充填以辫状河道砂砾岩沉积为主, 沟谷间以褐色、灰褐色细粒沉积为主。

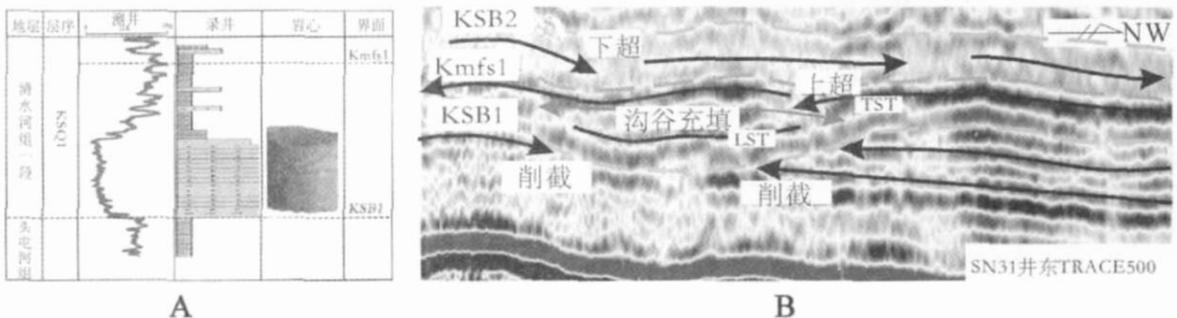


图 3 清水河组一段层序的测井、岩心 (A) 和地震响应 (B)

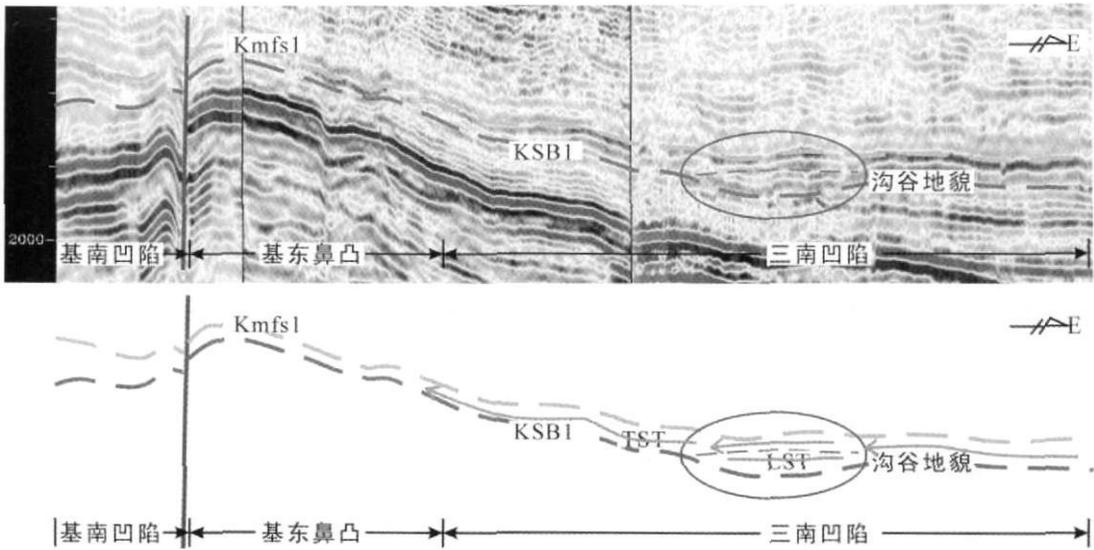


图 4 IST 沟谷残余可容纳空间

Fig. 4 Valley remained accommodation in the low stand systems tracts

TST 对应于基准面快速上升时期。湖侵体系域早期,  $AS > 1$ , 地震可见明显的向北、向西的上超, 反映湖面向北及西面扩张。该时期, 研究区发育退积型辫状三角洲沉积, 三角洲前缘部位可发生重力滑塌, 形成前缘滑塌浊积扇。区内石南 31 井区岩心上可以看到明显的泄水构造、粒序构造、包卷层理、印模构造、火焰构造<sup>[11]</sup> (石 301) 和同生流动构造 (石 302) 等; 振幅属性和分频处理等地震信息揭示该区域呈典型的扇形展布 (图 5、6), 具有滑塌浊积扇特征。湖侵体系域后期, 基准面缓慢上升, 研究区沉积了一套区域性分布较稳定的高 GR 泥岩, 厚度约 10 m 左右, 是

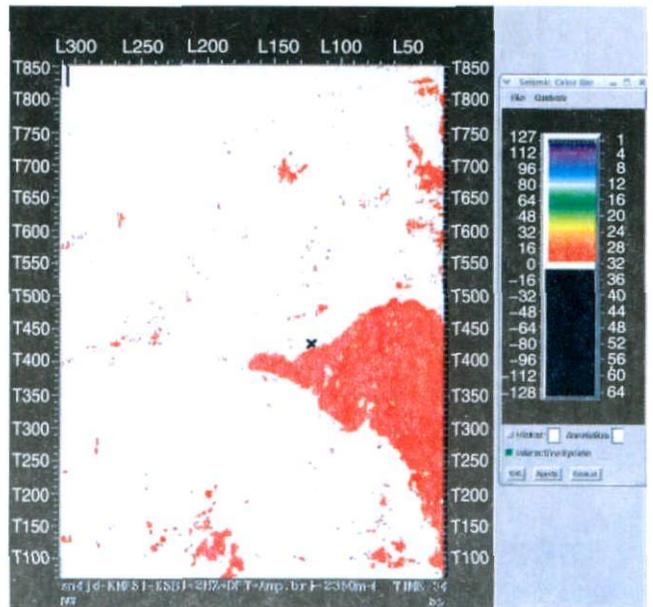


图 6 清水河组一段分频处理 (34HZ)

Fig. 6 Section of the scattered frequency division body for the first member of Qingshuihe Formation

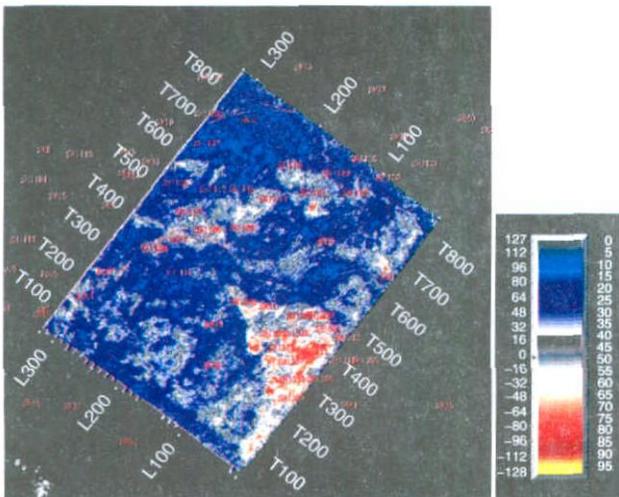


图 5 清水河组一段振幅属性

Fig. 5 Amplitude attribute of the first member

一套良好的区域性盖层。

研究区 KSQ1 上升半旋回层序地层特点显著, 表现为: 低位体系域构造地貌分异现象明显, 地势相对低凹的沟谷存在残余可容纳空间, 沟谷中主要充填砂砾岩, 沟谷间主要充填褐色、灰褐色细粒沉积物; 湖侵体系域时期, 发育退积型三角洲, 局部地区坡度较陡可形成三角洲前缘滑塌扇体。

### 4 清水河组一段有利岩性地层圈闭勘探区带

清水河组一段具备有利的成藏条件, 已为生产所证实。石南 31 井区就是其中一个典型实例。石南 31 井区位于三南凹陷西部, 是一个岩性油气藏, 其储层特征是水进体系域三角洲前缘滑塌浊积扇, 盖层是水进体系域晚期的最大洪泛面, 已在前述及。早白垩世后, 研究区发生差异抬升, 形成石西—石南—陆梁自南向北依次抬高的格局, 清水河组地层表现为北高南低, 三南凹陷高于石西凸起, 油气具备由石西凸起向北运移的可能性。盆 1 井西凹陷二叠系下乌尔禾组形成的高成熟油气从沿深、浅层断裂系统进入浅层的白垩系地层, 其中一支油气沿 KSB1 不整合面向北运移, 在石西凸起边缘形成石南 44 井低幅度构造油藏, 并继续向北进入三南凹陷。石南 31 井区储层位于湖侵体系域, 低位体系域以褐色泥岩为主, 且断裂不

发育, 油气不能直接通过不整合面和井区内的低位体系域进入井区储层。但石南 31 井区辫状三角洲前缘发育的滑塌水道砂体与三南凹陷沟谷中低位体系域砂砾岩直接接触, 油气沿 KSB1 不整合面经由沟谷低位体系域砂体再进入湖侵体系域的重力滑塌水道, 并沿首次洪泛面向上对石南 31 井区进行充注成藏 (图 7)。

分析认为, 研究区三南凹陷中西部清水河组一段为岩性地层圈闭有利区域。本区域具备以下有利的岩性地层油气藏成藏条件 (图 8):

#### 4.1 有利的岩性地层圈闭发育条件

低位体系域时期, 研究区受燕山 II 幕构造运移改造表现为沟谷地貌。三南凹陷内沟谷发育, 低位体系域沟谷中发育辫状三角洲分流河道砂砾岩沉积及沟谷间的细粒沉积。湖侵体系域物源供给充足, 石南地区总体发育辫状三角洲沉积及浅湖沉积, 有利区带处于北西向物源和东部物源的交汇处, 发育三角洲前缘

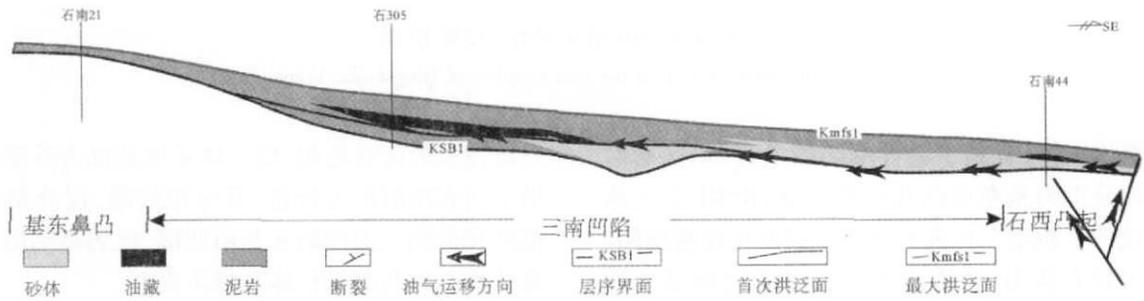


图 7 石南油气田石南 31 井区油藏成藏模式图

Fig 7 A model for the hydrocarbon reservoir forming in Shinan well 31 area in Shinan oil gas field

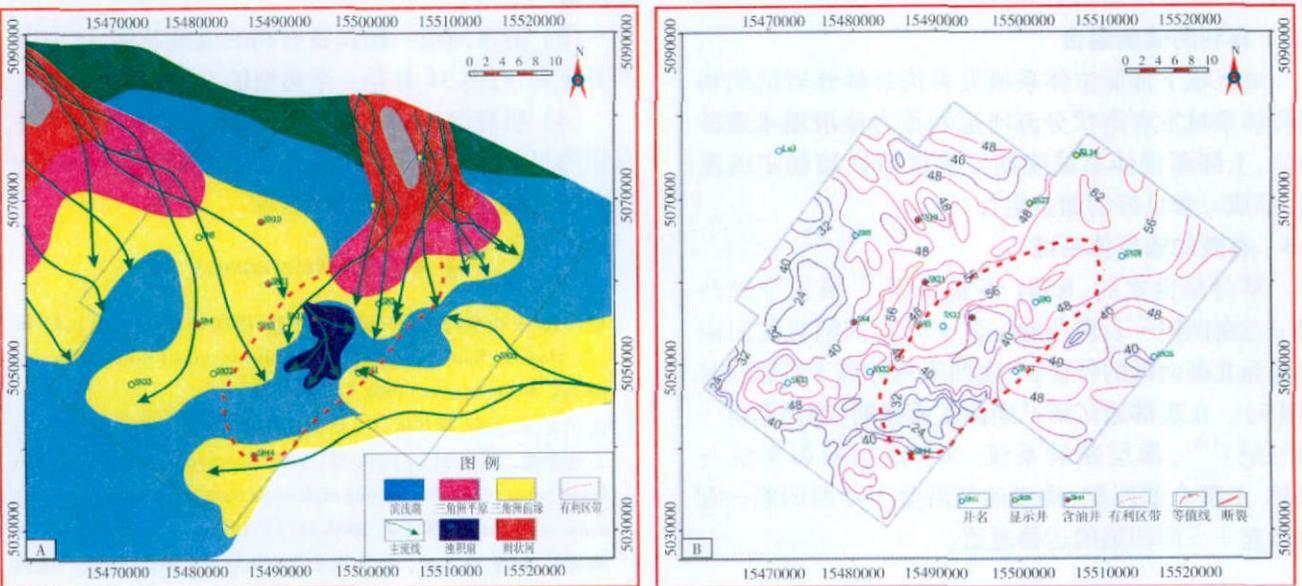


图 8 石南地区清水河组一段有利岩性地层圈闭发育区带沉积相 (A)、含砂率等值线 (B)

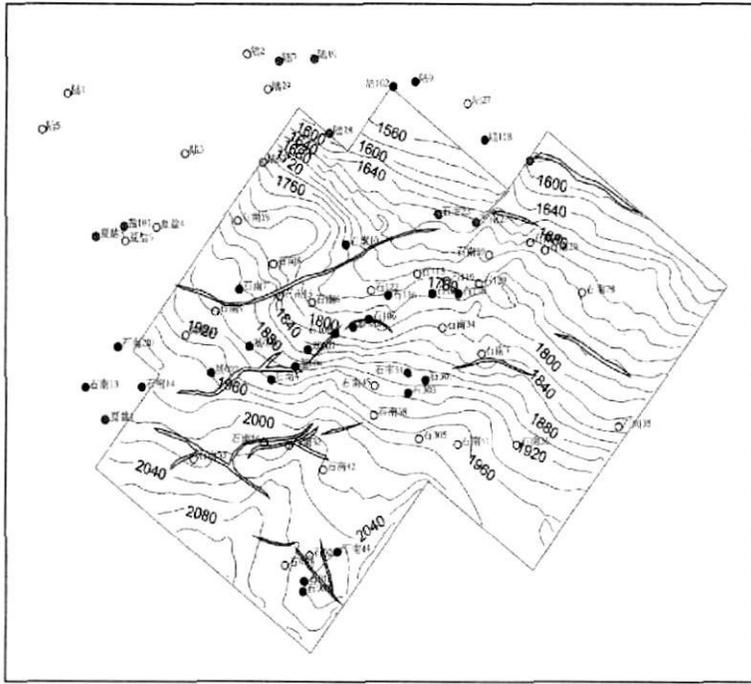


图 9 石南地区清水河组一段等 T0 图

Fig. 9 Equal time section of the first member of Qingshuhe Formation

重力流滑塌扇体,有利于岩性圈闭的发育;该区域西部和南部分别为基东鼻凸和石西凸起,KSBI之上水进期形成的退积型三角洲有利于形成地层超覆圈闭。

前人研究认为,含砂率 30%~60%之间是岩性地层油气圈闭发育的最有利范围。该区域含砂率范围在 16%~60%之间,以 32%~48%为主(图 8),具备形成岩性地层圈闭的有利条件。

#### 4.2 有利的储盖组合

该区域下部低位体系域发育沟谷砂砾岩沉积和湖侵体系域发育辫状分流河道和重力流滑塌水道砂砾岩,上部湖侵体系域晚期发育区域性较稳定的泥岩,形成一套良好的储盖组合。

#### 4.3 有效的输导体系域

早白垩世之后,KSBI不整合面<sup>[12]</sup>沿三个泉凸起—三南凹陷—石西凸起—盆 1 井西凹陷自北向南呈现为北高南低的特征,三南凹陷地势高于石西凸起(图 9)。在腹部地区第三期油气成藏期(晚白垩世—第三纪)<sup>[13]</sup>,深层断裂系统中、浅层断裂系统与 KSBI不整合面匹配,构成油气沿盆 1 井西凹陷—石西凸起—三南凹陷的运移通道。

## 5 结论

(1) 燕山 II 幕运动和构造回返形成了清水河组

一段特有的沟谷地貌,低位体系域是以沟谷残余可容纳空间充填沉积为特色,其分布局限,仅分布在地势低凹部位的三南凹陷和基南凹陷,地势高部位的基东鼻凸和石西凸起低位体系域不发育。

(2) 清水河组一段低位体系域以沟谷充填为特点,湖侵体系域发育退积型三角洲和三角洲前缘滑塌浊积扇。

(3) 清水河组一段具备有利的成藏条件,已为生产所证实,石南 31 井是一个典型的岩性油藏的实例。

(4) 研究区三南凹陷中西部清水河组一段具备有利的岩性地层圈闭发育条件、盖层条件、疏导条件,是有利的岩性地层圈闭勘探区带。

## 参考文献 (References)

- 徐怀大. 寻找非构造油气藏的新思路. 勘探家, 1996 1(1): 43-48 [ Xu Huaida. New thoughts on finding non-structural hydrocarbon reservoirs. Explorationist, 1996 1(1): 43-48 ]
- 沈守文, 彭大钧, 颜其彬, 等. 试论隐蔽油气藏的分类及勘探思路. 石油学报, 2000 21(1): 16-22 [ Shen Showen, Peng Dajun, Yan Qibin, et al. Classification and exploration methods of Subtle trap reservoirs. Acta Petroli Sinica, 2000 21(1): 16-22 ]
- 鲍志东, 刘凌, 张冬玲, 等. 准噶尔盆地侏罗系沉积体系纲要. 沉积学报, 2005 23(2): 194-202 [ Bao Zhidong, Liu Ling, Zhang Dongling, et al. Depositional system frameworks of the Jurassic in Junggar Basin. Acta Sedimentologica Sinica, 2005 23(2): 194-202 ]

- 4 胡平, 徐恒, 李新兵, 等. 准噶尔盆地东部侏罗纪含煤岩系沉积环境及基准面旋回划分. 沉积学报, 2006 24(3): 377-386 [Hu Ping Xu Heng Li Xinbing *et al* Sedimentary environments and the stratigraphic base level cycle division of Jurassic Coal Measures in the East of Junggar Basin Acta Sedimentologica Sinica 2006 24(3): 377-386]
- 5 鲍志东, 管守锐, 李儒峰, 等. 准噶尔盆地侏罗系层序地层学研究. 石油勘探与开发, 2002 29(1): 48-51 [Bao Zhidong Guan Shouwei Li Rufeng *et al* Sequence stratigraphy of the Jurassic in Junggar Basin Petroleum Exploration and Development 2002 29(1): 48-51]
- 6 王宜林, 王英民, 齐雪峰, 等. 准噶尔盆地侏罗系层序地层划分. 新疆石油地质, 2001 22(5): 382-385 [Wang Yilin Wang Yingmin Qi Xuefeng *et al* Classification of stratigraphic sequences of Jurassic in Junggar Basin Xinjiang Petroleum Geology 2001 22(5): 382-385]
- 7 张立强, 罗晓容, 何登发, 等. 准噶尔盆地南缘下白垩统层序界面的识别. 沉积学报, 2004 22(4): 636-643 [Zhang Liqiang Luo Xiaorong He Dengfa *et al* Sequence boundaries of the Lower Cretaceous, Southern Junggar Basin Acta Sedimentologica Sinica 2004 22(4): 636-643]
- 8 朱爱国, 帕尔哈提, 王川燕. 准噶尔盆地东部北三台地区白垩系地层沉积特征. 新疆石油学院学报, 2001 13(1): 1-6 [Zhu Aiguo Parhati Wang Chuanyan Sedimentary features of the Cretaceous stratum in Beisantai area Eastern Part of Junggar Basin Journal of Xinjiang Petroleum Institute 2001 13(1): 1-6]
- 9 李德江, 杨俊生, 朱筱敏. 准噶尔盆地层序地层学研究. 西安石油大学学报(自然科学版), 2005 20(3): 60-71 [Li Dejiang Yang Junsheng Zhu Xiaomin Study on the sequence stratigraphy of Junggar Basin Journal of Xi'an Shiyou University(Natural Science Edition), 2005 20(3): 60-71]
- 10 毕研鹏, 田世澄, 陈永进. 孤北地区古地貌特征及其对油气分布的控制作用. 油气地质与采收率, 2002 5(9): 17-19 [Bi Yanpeng Tian Shideng Chen Yongjin Palaeogeomorphic features and its functions of controlling petroleum distribution in Gubei area IGRG 2002 9(5): 17-19]
- 11 于兴河. 碎屑岩系油气储层沉积学. 北京: 石油工业出版社, 2002 [Yu Xinghe Reservoir Sedimentology of Continental Clastic Rocks in China Beijing Petroleum Industry Press 2002]
- 12 曹剑, 胡文喧, 张义杰, 等. 准噶尔盆地油气沿不整合运移的主控因素分析. 沉积学报, 2006 24(3): 398-406 [Cao Jian Hu Wenxuan Zhang Yijie *et al* The main factor controlling petroleum migration along unconformity in the Junggar Basin Acta Sedimentologica Sinica 2006 24(3): 398-406]
- 13 吴金才, 孟闲龙, 王离迟, 等. 准噶尔盆地腹部隐蔽油气藏及勘探思路. 石油与天然气地质, 2004 25(6): 682-685 [Wu Jincai Meng Xianlong Wang Lichi *et al* Characteristics of subtle oil/gas reservoirs and exploration strategy in central Junggar Basin Oil and Gas Geology 2004 25(6): 682-685]

## Sequence Stratigraphic Characteristics of the First Member of Qingshuihe Formation in Shinan Area Junggar Basin

ZHAO Xia<sup>1</sup> YU Xinghe<sup>1</sup> HUANG Xingwen<sup>2</sup> SHI Xipu<sup>3</sup> MA Li<sup>1</sup>

(1 School of Energy Resources China University of Geosciences Beijing 100083

2 China National Offshore Oil Research Center Beijing 100027

3 Research Institute of Exploration and Development Xinjiang Oilfield Company PetroChina Karamay Xinjiang 834000)

**Abstract** The first member of Qingshuihe Formation is a major pay formation of the lithologic oil reservoir in Well Shinan 31 area of the low-amplitude structural oil reservoir in Well 44 Shinan area and of the whole hinterland region in Junggar Basin. Researching its sequence stratigraphic characteristics is significant for the prospecting on subtle reservoir in Shinan area even in the whole hinterland region. Based on the comprehensive analysis of cores logs and seismic data this paper points out that the first member of Qingshuihe Formation corresponds with the sediments of the low stand and transgressive systems tracts of the first third class sequence in Lower Cretaceous. The sequence stratigraphy is characterized by as follows: the low stand systems tracts distributing limited is consisted of the remained accommodation sediments in trench and valley which deposited mainly pebbly sandstone of braided channel; the transgressive systems tracts develops retrograding delta and delta front slumping turbidity fan. The paper sets up a model for the hydrocarbon reservoir forming in Well Shinan 31 area and concludes that the middle western part of Sannan depression is the favorable prospecting region for the type of stratigraphic lithologic reservoir. Regionally the stratigraphic traps make up of the channel pebbly sandstone and the slumping turbidity fan occurred in delta front and the lithologic traps make up of the retrograding delta; the mudstone on the top of the transgressive systems tracts can be regarded as the seal. The effective passage system is matched up with the slope palaeotopography the discordogenic fault middle-shallow fault system, and the unconformity.

**Key words** valley remained accommodation slumping turbidity fan the first member of Qingshuihe Formation Shinan Area Junggar Basin