

# 焉耆盆地中生界层序地层和沉积体系分析

邱荣华,陈文礼,林社卿,杜耀斌,渠渝鲁

(河南石油勘探局,河南南阳 473132)

**摘要:** 利用层序地层学原理和方法,建立了焉耆盆地中生界层序地层格架,将其划分为4个层序,继而分析了各个层序的地层特征、层序演化及各个体系域的沉积体系展布。研究表明,焉耆盆地中生代存在南北两大物源体系,盆地总体上以河流—湖泊沼泽相的浅水沉积为主,湖泊水体深度不大且分布范围有限;层序Ⅲ的水进体系域是湖盆发育的鼎盛时期,构成了本区良好的盖层;通过层序构成分析,探讨了隐蔽圈闭发育的有利层位及区带。

**关键词:** 焉耆盆地;层序地层学;体系域;隐蔽圈闭。

中图分类号: P618.130.1; [TE122.3] 文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2001)06-0615-06

**作者简介:** 邱荣华(1949—),男,教授级高级工程师,1977年毕业于西南石油学院地质专业,现从事油气勘探与科技管理工作。

## 0 引言

焉耆盆地位于南天山褶皱带之上,处于塔里木、准噶尔、吐哈三大盆地之间,其现今地貌为北西西向展布的菱形山间盆地,面积约13 000 km<sup>2</sup>(图1)。该盆地为一个中、新生代叠合盆地,基底由前中生代地层组成,盆地盖层由中上三叠统、侏罗系、第三系和第四系组成,最大厚度达7 000 m。在平面上,以断层为界将盆地划分为博湖坳陷、焉耆隆起及和静坳陷(图1),中生界仅分布在博湖坳陷,分布面积在3 600 km<sup>2</sup>左右,中上三叠统、中下侏罗统水西沟群发育陆相含煤碎屑岩系,是油气勘探的主要目的层系,中上侏罗统(石树沟群)为半干旱—干旱气候条件下的陆相红色碎屑岩系。

## 1 层序地层特征

陆相层序地层学近年来在国内得到了迅速的发展,在一些研究地区,湖平面变化被认为是层序演化的根本因素,而在另一些地区的研究则发现构造运动是主控因素,不同地区和不同类型的陆相盆地有各自的特色,尚需不断的归纳和总结<sup>[1~6]</sup>。构造运动

和气候条件是控制焉耆盆地层序形成和演化的主要因素。

### 1.1 层序划分

综合运用地表露头、钻井、测井、物探等资料,识别出了焉耆盆地中生界顶、底两个层序界面,并在中生界内部识别出3个层序界面,因而将盆地中生界划分为4个三级层序(图2)。

### 1.2 层序地层特征

层序Ⅰ:由中上三叠统小泉沟群(T<sub>2-3</sub>xq)组成,残余厚度最大为1 000 m。小泉沟群与下伏前中生界呈区域不整合接触,与上覆的八道湾组(J<sub>1</sub>b)也为不整合关系。钻井揭示该层序发育比较完整,低位体系域分布范围小,以发育冲积扇—辫状河沉积为主,为一套巨厚的块状砂砾岩夹深灰色泥岩沉积组合。水进体系域分布广泛,在发育和保存完整的地区可见6个准层序,呈退积式叠置,每个准层序表现为下粗上细的正粒序。高位体系域遭受了不同程度的剥蚀,种马场地区分为4个加积式叠置的准层序,宝中、宝北地区仅留2个进积准层序以进积式叠置。南部凹陷主要发育曲流河和辫状河,北部凹陷为浅湖—三角洲前缘组合。

层序Ⅱ:由下侏罗统八道湾组(J<sub>1</sub>b)构成,地层厚度最大1 200 m,一般300~1 000 m,与上覆的三工河组(J<sub>1</sub>s)呈局部不整合接触。J<sub>1</sub>b具明显的下粗上细两分性,下段为砂砾岩夹泥岩,煤层少,上段砂

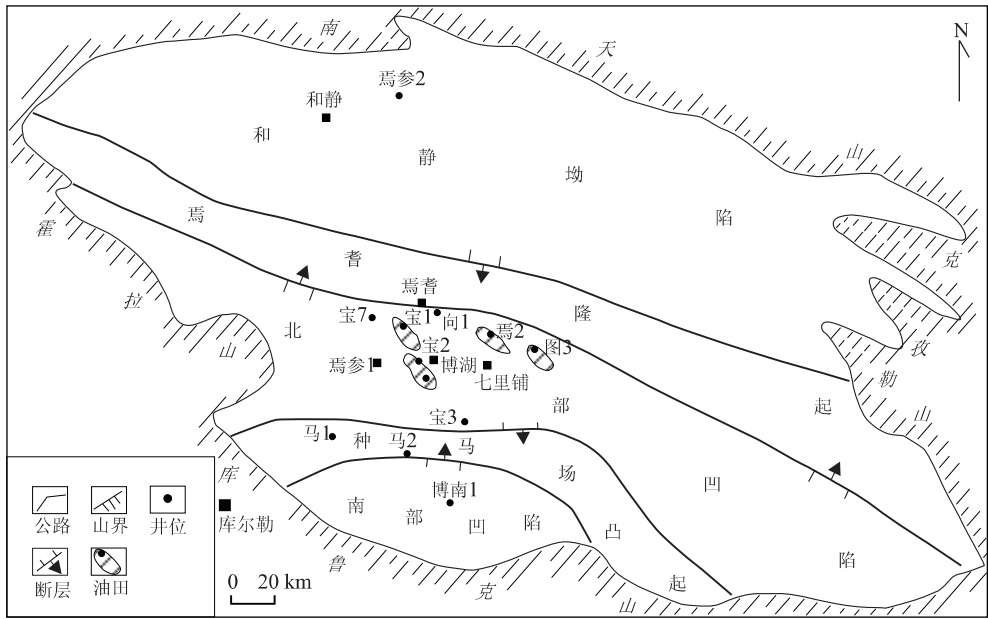


图 1 焉耆盆地构造纲要

Fig. 1 Structure outline of the Yanqi basin

砾岩与泥岩互层,煤层发育。下段为低位体系域,细分为 6 个准层序,每个准层序从下向上粒度变细、泥质含量增多,准层序的叠置基本为加积式。上段由 2 个准层序组成,准层序的叠置部分具进积的迹象,部分为加积式。从下段到上段总体为退积式叠置样式,体现了水进体系域的宏观特征,但同时上段也发育成进积式的准层序组合,具有高位体系域的特征。因此上段包括水进体系域和高位体系域,二者不易区分。仅在此期的沉积中心库浅 1—焉浅 1 井一带可以明确区分,水进体系域浅湖沉积发育,高位体系域湖泊被淤积,沼泽发育。

层序Ⅲ:包括三工河组( $J_1s$ )和西山窑组( $J_2x$ ),具明显的三分性,岩性表现为粗→细→较粗旋回,反映水体浅→深→浅的变化。低位体系域( $J_1s$ 下段)厚 200~800 m,划分出两个准层序,呈加积或微弱退积式叠置,大套砂砾岩夹少量泥岩组成的冲积扇十分发育,代表基准面快速下降到后期缓慢回升阶段的沉积。首次湖泛面之上水体突然加深,沉积范围明显增大。水进体系域( $J_1s$ 上段)厚 150~300 m,由大套深灰色泥岩与砂砾岩互层组成,4 个向上变粗的准层序呈退积式叠置,从下向上砂砾岩含量减少,湖相泥岩增厚。平面上宝中以南地区为浅湖相沉积,以北为河流沼泽沉积。高位体系域( $J_2x$ )表现为砂砾岩与泥岩不等厚互层,夹丰富的煤层。盆地北部的宝中到本布图地区发育辫状河沉积,可划分出 7 个向上变

细的准层序,以加积方式叠置,每个准层序的下部砂砾岩含量较高、煤层少,上部砂砾岩含量很低、煤层丰富。宝中以南地区为曲流河沉积。

层序Ⅲ发育和保存完整,低位体系域岩性粗、发育时的水体浅、煤层不发育,水进体系域岩性细、发育时的水体明显加深、煤层仍不发育,高位体系域湖盆淤积、煤层丰富。

层序Ⅳ:层序Ⅳ包括了中上侏罗统( $J_2\sim_3sh$ ),它残存分布在深凹陷区,钻井尚无揭示,从区域地质背景分析,应为半干旱、干旱气候条件下盆地萎缩期的产物。从地震相分析可见,下部为中弱振幅断续—较连续反射,岩性粗,属辫状河沉积;上部为中强振幅较连续—连续反射,岩性相对较细,为曲流河沉积。

### 1.3 层序演化特征

陆相层序发育的控制因素与海相层序存在明显差异,构造作用引起盆地沉积物可容空间的变化是控制陆相层序发育的根本因素,沉积物供给(或盆地充填速度)直接与构造沉降相关,气候条件影响植被面貌及沉积物类型,湖平面升降与构造条件和气候条件有关,沉降速率与沉积速率的关系控制地层叠置形式即准层序的类型。

焉耆盆地中生界是在海西期褶皱基底上形成的,三叠纪中、晚期开始沉降,至燕山运动主幕(侏罗纪末期)结束,形成一个完整的盆地发育旋回。幕式的构造运动既控制形成了中生界的 4 个三级层序,

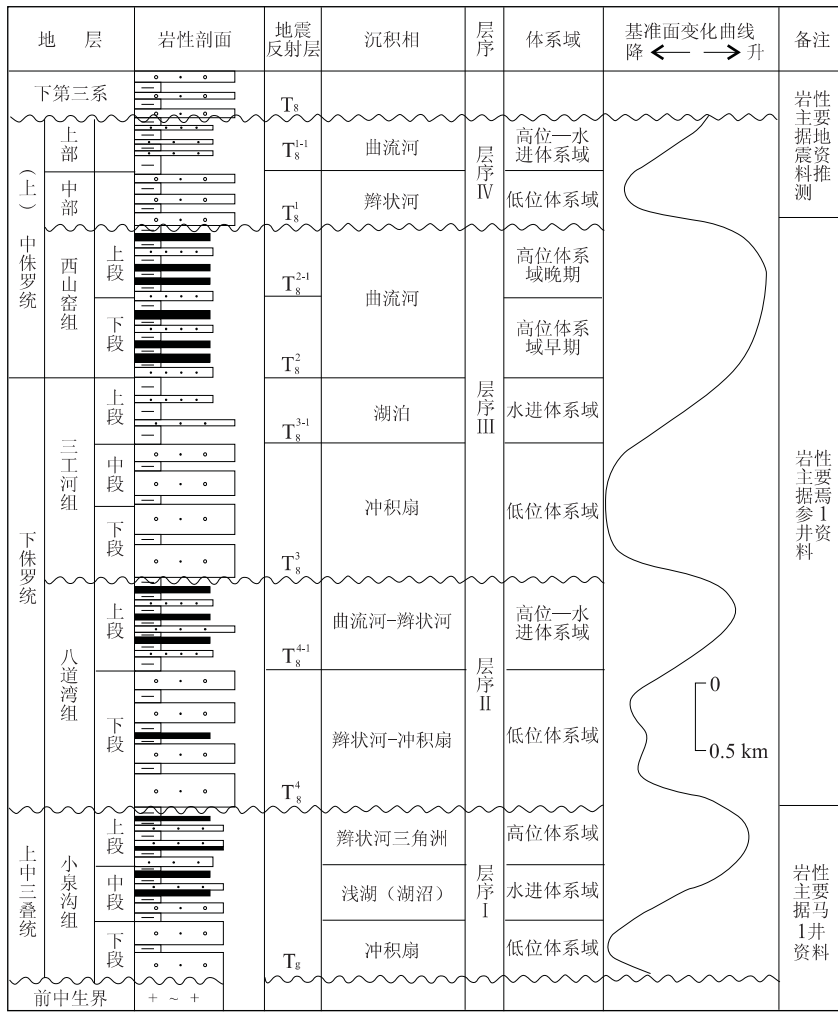


图 2 焉耆盆地中生界层序划分

Fig. 2 Classification of Mesozoic sequence stratigraphy in the Yanqi basin

也是部分层序发育不完整的原因. 层序 II 的低位体系域十分发育, 水进和高位体系域不发育, 即是八道湾组沉积晚期突发性的构造运动所致.

侏罗系的 3 个三级层序 (II、III、IV) 中, 层序 II 发育于盆地的初期沉降阶段, 水进时期湖相沉积发育较差, 层序 III 形成于盆地强烈沉降至缓慢沉降阶段, 其水进体系域是盆地中生代最大湖泊发育期的产物, J<sub>1</sub>s 上段广布的湖相泥岩是良好的区域盖层, 也是已发现油气藏的直接盖层. 层序 IV 是盆地萎缩阶段的产物, 古气候向半干旱—干旱条件的转化, 导致形成红色的冲积河流沉积.

## 2 沉积体系展布特征

层序 I 发育时的沉积体系组合特征可以概括如

下: 三叠纪湖盆呈南深北浅的箕状, 早期沉积范围局限在博湖凹陷的南部凹陷和东部地区, 对应的低位体系域以发育冲积扇—辫状河沉积为主, 北部凹陷中北部地区或为剥蚀区、或为过水区. T<sub>2-3</sub>xq 从南向北逐渐超覆, 碎屑供源主要来自南部; 北部物源体系规模较小. 水进体系域分布广泛, 稳定的浅湖—较深湖相遍布北部凹陷和种马场地区, 甚至马 1 井区晚期也出现环湖的湖沼环境. 此期沉积中心位于北部的宝中、宝北一带, 沉降中心位于南部. 高位体系域在南部凹陷主要发育河流沼泽沉积, 包括曲流河和辫状河, 北部凹陷为浅湖—三角洲前缘组合, 其水上沉积发育于盆地更北部, 已被后期剥蚀. 总体上, 中晚三叠世主体部位发育面积约 1 000 km<sup>2</sup> 的小型湖泊, 盆地周边发育冲积—河流体系, 河流入湖形成三角洲.

层序 II 发育时: 八道湾期盆地呈复合箕状凹陷

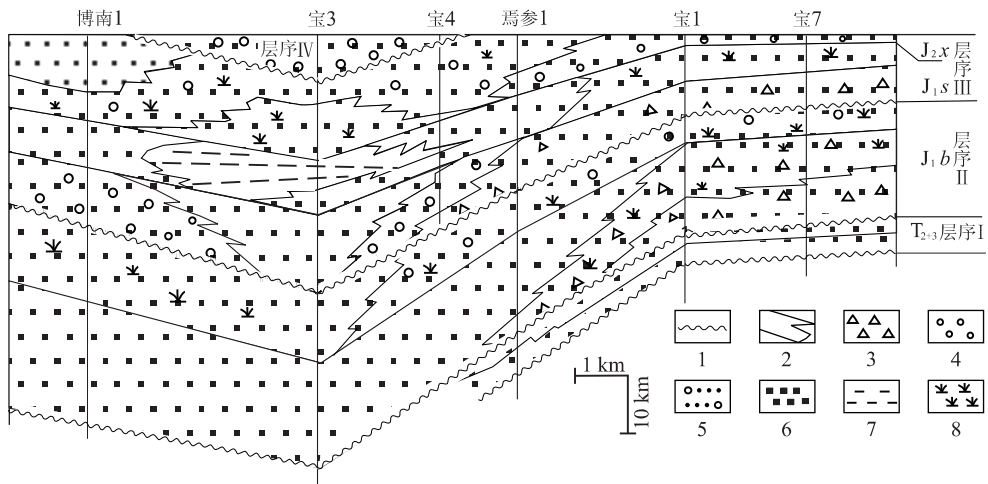


图3 焉耆盆地(南北向)层序地层格架

Fig. 3 South-north trending sequence stratigraphy framework in the Yanqi basin

1. 层序边界; 2. 体系域及沉积体系边界; 3. 冲积扇; 4. 辫状河; 5. 曲流河; 6. 辫状河(扇)三角洲; 7. 湖泊; 8. 沼泽

形态,以种马场—盐家窝一带(水下低隆起)为界分为南北两个南深北浅的箕状凹陷,每个凹陷内  $J_1b$  由南向北超覆减薄. 北部凹陷东西向亦呈隆凹相间,凹陷西部以宝浪苏木构造带为界分为两洼一隆,西部洼陷的沉降幅度较大;而凹陷东部地区仅在平缓的背景上发育小规模沉降区. 南部凹陷为一环状整体. 八道湾期沉积物源主要来自南北,但与中晚三叠世相反,北部物源规模明显大于南部.

$J_1b$  下段冲积扇和辫状河发育,盆地中部广大地区为辫状河平原; $J_1b$  上段发育辫状河、曲流河、三角洲和湖泊(图3). 辫状河发育于盆地北缘,为砂砾岩与泥岩互层夹煤层;曲流河平原沼泽广泛分布于盆地中部,以深灰、灰黑色泥岩为主夹砂砾岩和砂岩,煤层丰富,地层含砂率一般为 25%~50%;本层序无深水相,浅湖相也仅在沉积中心的焉浅 1 井一带小范围分布.  $J_1b$  河沼、湖沼相煤系地层(煤、碳质泥岩及暗色泥岩)是盆地的主要烃源岩系.

层序 III 发育最完善,沉积演化阶段清晰,各阶段具有独特的沉积格局. 三工河组堆积的早期基本继承了八道湾期的沉积格局,南、北两个南厚北薄的箕状凹陷仍然存在,所不同的是北部凹陷地层厚度大于南部,说明沉降中心北移. 三工河组堆积的晚期盆地南北差异进一步缩小,地势趋于平缓. 西山窑期盆地发生准平原化,沼泽广布.

低位体系域:冲积扇发育于盆地北部,分布广泛,可达宝中以南地区,其沉积主要为大套砂砾岩,单层厚度多在 20 m 以上,厚者可达 100 多 m,分选

差,该段地层的含砂率一般大于 60%. 推测沿盆地南缘亦发育有冲积扇群,但规模较小,目前尚无井钻遇. 盆地中部辫状河广布,晚期盆地中心出现小面积湖泊,但水体较浅,因粗碎屑物源充足,湖泊三角洲发育,湖相泥岩单层厚度一般仅几 m.

水进体系域:三工河组发育晚期是侏罗纪湖泊发育的鼎盛时期,主要发育辫状河、三角洲和湖泊(图4). 辫状河主要发育于盆地的南北两侧,地震反射以断续反射为主. 北缘外侧见“干旱”型辫状河平原(向 1 井以北),呈厚层状河道砂砾岩夹紫红色河漫滩泥岩,“潮湿”型辫状河平原发育于宝北北部—七颗星一带,河漫沼泽和河漫湖发育是其特点. 湖泊呈东西伸长状展布,北抵宝中以北,南达博南 1—焉浅 1 井以南,分布面积达 1 600 km<sup>2</sup>. 因湖泊水体不深,粗碎屑沉积频繁波及,难以形成连续厚度较大的湖相泥岩. 辫状河入湖形成三角洲,其地震相总体特征为中振幅中连续楔状相. 宝中一带前缘水下分支河道十分发育,宝南地区属前缘远端沉积,薄层的席状砂岩和前三角洲泥岩互层.  $J_1s$  上段的辫状河三角洲砂体是盆地主要的储集砂体.

高位体系域:西山窑组发育期,盆地发生准平原化,周缘碎屑供应逐渐减弱,沼泽化的河流平原发育是其典型特征. 浅湖沉积仅在早期存在,随后逐渐消失. 沿盆地南北两侧发育辫状河沼泽,盆地中部大面积分布着曲流河沼泽平原.

层序 IV: 中上侏罗统遭受了强烈的后期剥蚀,残存分布范围很小,仅个别井揭示其下部地层. 中晚侏

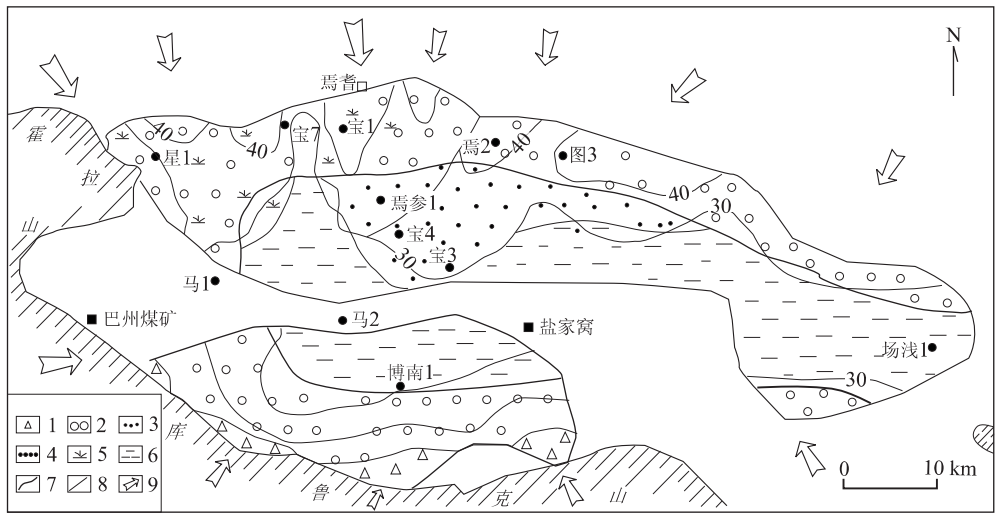


图4 焉耆盆地层序Ⅲ水进体系域(J<sub>1s</sub>上段)沉积体系分布

Fig. 4 Distribution of depositional systems in lacustrine transgressive systems tract in sequence III, Yanqi basin

1. 冲积扇; 2. 辫状河; 3. 曲流河; 4. (扇)三角洲; 5. 沼泽; 6. 浅湖; 7. 沉积体系界限; 8. 地层含砂率等值线, m; 9. 物源方向

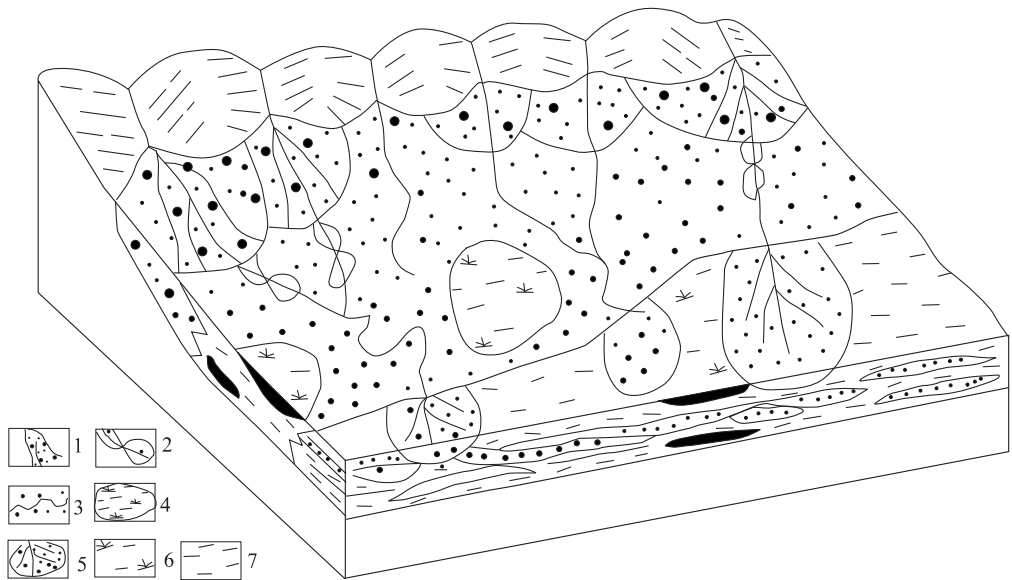


图5 焉耆盆地侏罗系沉积模式

Fig. 5 Depositional model during Jurassic in Yanqi basin

1. 冲积扇; 2. 辫状河; 3. 曲流河; 4. 河间沼泽; 5. 三角洲; 6. 间湾沼泽; 7. 滨浅湖

罗世盆地处于半干旱—干旱气候条件下,与早中侏罗世湿热的气候条件截然不同。根据地震资料结合区域地质分析,残留的中上侏罗统河流平原发育,钻井揭示底部在宝中南部到宝南一带为辫状河沉积,地震相分析在北部凹陷七里铺地区发育曲流河沉积。

侏罗纪盆地发育南北两大物源体系,形成南、中、北三类充填序列和沉积组合,从盆缘向盆地中心依次发育冲积扇、辫状河、曲流河、浅湖相沉积,其沉

积模式如图5所示。

### 3 隐蔽圈闭有利层位及区带预测

焉耆盆地具备形成岩性、地层超覆、地层不整合等多种隐蔽圈闭的条件,它们的分布和发育程度均受层序演化的控制,其纵横向分布有其自身的规律性。与海相或中国东部大型的陆相湖盆不同的是,层序Ⅲ的水进体系域(J<sub>1s</sub>上段)在该盆地形成最好的

储盖组合,也是最重要的目的层和产层.这是因为其沉积盆地面积相对较小、周缘碎屑供应不是很充足,低位体系域泥质岩层不发育,导致难以形成有效的遮挡条件,而水进体系域的沉积又相对较细,能构成良好的盖层条件.

岩性圈闭:南部凹陷博南—阿买来地区是侏罗系砂岩上倾尖灭圈闭发育的最有利地区.盆地南缘一系列的扇三角洲砂体向北伸入湖区,与湖相泥岩形成指状交互,盆地持续的不均衡沉降作用导致砂体向北上倾尖灭.层序Ⅲ中,低位体系域( $J_{1s}$ 下段)砂体向北延伸最远,有利区位于博南 1 井以北;水进体系域( $J_{1s}$ 上段)砂体逐渐向南退缩于博南 1 井以南.

地层超覆圈闭:此类圈闭可存在于中生界内的各个不合整面之上.但结合生储盖条件分析,其分布的有利地区为南北两凹陷的斜坡带、盆地内隆升幅度较大的同沉积正向构造带及盆缘其他围斜部位;有利层段主要为层序Ⅲ的低位—水进体系域( $J_{1s}$ ).

地层不整合圈闭:第三系底部及中生界内部的多个不整合均具备形成地层不整合圈闭的基本条件.第三系与侏罗系之间的角度不整合分布广泛,是寻找此类圈闭的重点层位.中生界内部的 3 个局部不整合仅在盆地周边的斜坡地区发育,表现为低位体系域粗粒沉积覆盖在前一层序高位体系域晚期沉

积之上,圈闭形成的关键取决于低位体系域的底部是否有较好的泥岩层存在.

根据上述分析,可以预测:(1)南部凹陷博南—阿买来地区为砂岩上倾尖灭圈闭有利分布区;(2)北部凹陷四十里城西北斜坡是岩性侧缘上倾尖灭—地层超覆圈闭有利分布区;(3)七颗星主要为地层不整合圈闭的有利分布区;(4)宝浪苏木构造带两翼是岩性—地层复合圈闭有利带.

#### 参考文献:

- [1] 纪友亮,张世奇.层序地层原理及层序成因机制模式[M].北京:地质出版社,1998.
- [2] 姜在兴,李华启,钱峥,等.层序地层学原理及应用[M].北京:石油工业出版社,1996. 1—34.
- [3] 威尔格斯 C K.层序地层学原理(海平面变化综合分析)[M].徐怀大,魏魁生,洪卫东,等译.北京:石油工业出版社,1993.
- [4] 徐怀大.层序地层学理论用于我国断陷盆地分析中的问题[J].石油与天然气地质,1991,22(1): 52—57.
- [5] 李思田,王华,路凤香.盆地动力学——基本思路与若干研究方法[M].武汉:中国地质大学出版社,1999.
- [6] 魏魁生,徐怀大.华北典型箕状断陷盆地层序地层学模式及其与油气赋存关系[J].地球科学——中国地质大学学报,1993, 18(2): 139—149.

## MESOZOIC SEQUENCE STRATIGRAPHY AND DEPOSITIONAL SYSTEMS IN YANQI BASIN

Qiu Ronghua, Chen Wenli, Lin Sheqing, Du Yaobin, Qu Yulu

(*Petroleum Exploration Bureau of Henan Province, Nanyang 473132, China*)

**Abstract:** The principle and method for sequence stratigraphy are applied to the establishment of the framework of Mesozoic sequence stratigraphy in Yanqi basin. This framework, classifying the Mesozoic sequence stratigraphy into four sequences, is used to analyze the stratigraphic features of different sequences, sequence evolution, and spreading of the sedimentary systems in different systems tracts. The research shows that two sedimentary source systems, southern and northern ones, are present in Yanqi Mesozoic basin. This basin is dominated by the fluvial and limnetic shallow water deposition. The lacustrine water body is shallow and its distribution is limited. The progressive systems tract in Sequence III is marked by the peak lacustrine growth period. This paper also discusses the potential horizons and zones favorable for the growth of subtle traps.

**Key words:** Yanqi basin; sequence stratigraphy; systems tract; subtle trap.