

文章编号: 1000-0550(2002)02-0197-06

# 浅析准噶尔盆地侏罗系煤层在层序地层中的意义

刘 豪 王英民 王 媛

(石油大学盆地中心 北京 102249)

**摘 要** 准噶尔盆地侏罗系主要发育了三套煤层组合,分别位于八道湾组下段、八道湾组上段下部和西山窑组底部。在准噶尔盆地侏罗系层序地层学划分的方案中 sb1、sb2、sb4 界面则分别位于八道湾组下段、八道湾组上段下部和西山窑组底部三套煤层组合附近。由于在不同层序的不同体系域及同一体系域的不同时期可供煤层堆积所需要的可容空间和容纳快速堆积的煤层(泥炭)的发育程度以及沉积环境的不同,其聚煤情况也有较大差异,因而准噶尔盆地侏罗系煤层具有穿时现象,在层序的各个体系域中都有可能发育。经分析发现侏罗系煤层主要发育于:(1)层序 I 的低位和高位域;(2)层序 II 的低位域;(3)层序 III 的高位域和(4)局部发育于层序 IV 的低位域。

**关键词** 准噶尔盆地 侏罗系 煤层 层序地层学

**第一作者简介** 刘豪 男 1973 年出生 博士 层序地层学和油藏描述

**中图分类号** P539.2 **文献标识码** A

## 1 前言

自 50 年代以来,人们提出了不同的成煤模式<sup>[1,2,13]</sup>,他们大多都是强调泥炭形成于与活跃沉积作用带相邻的低位沼泽或草沼地区。随着层序地层学的兴起和发展,这些传统的成煤模式受到严峻挑战,McCabe<sup>[14]</sup>认为河流三角洲环境中的煤(泥炭)一般堆积在与海侵密切相关的高水位期的高位沼泽中,泥炭沉积并不是与局部的陆源碎屑沉积供给同时发生的。Diessel 和 Hartley<sup>[10]</sup>进一步的研究表明,大面积分布的以海相石灰岩或含化石泥岩为顶板的含煤旋回层序中的煤层多是在海侵过程中形成的。Hamilton 等<sup>[11]</sup>还提出大面积展布的煤层作为潮湿气候的产物具有一定的等时性,吴因业<sup>[5]</sup>在沼泽环境的沉积作用分析基础上,认为区域分布的煤层可作为成因地层层序的边界。目前,国外一些学者普遍注意到的煤层作为海侵期的沉积<sup>[2,9,13,17]</sup>,其实质都是强调海平面或基准面的变化影响下的大面积发生的幕式聚煤作用。

## 2 准噶尔盆地侏罗系层序地层框架

层序地层研究的核心在于建立盆地等时地层格架,建立盆地等时地层格架的关键是层序边界的识别。按照层序的定义,层序边界可以是不整合面,也可以是假整合或整合面,不整合面的识别是层序分析的关键<sup>[8,15,18]</sup>。

通过大量地震剖面分析并结合众多钻(测)井和野外露头剖面的研究,在准噶尔盆地侏罗系共识别出八

个不整合界面(相当于三级层序界面),其中侏罗系顶、底界以及中下侏罗统水西沟群与中上侏罗统石树沟群之间为区域性不整合,其余五个在侏罗系内部,为局部不整合。根据这些不整合将侏罗系划分为两个构造层序(I、II)和七个三级层序(J<sub>SQ1</sub>、J<sub>SQ2</sub>、J<sub>SQ3</sub>、J<sub>SQ4</sub>、J<sub>SQ5</sub>、J<sub>SQ6</sub>和 J<sub>SQ7</sub>),各级层序与传统地层方案及地震反射波组的对应关系如表 1。

## 3 煤层与层序界面的关系

进行含煤岩系层序地层分析时,对煤层在层序中的位置以及含煤岩系中层序界面性质的认识是十分关键的<sup>[2]</sup>。准噶尔盆地侏罗系主要发育了三套煤层组合,分别位于八道湾组下段、八道湾组上段下部和西山窑组底部。在准噶尔盆地侏罗系层序地层学划分的方案中 Jsb<sub>1</sub>、Jsb<sub>2</sub>、Jsb<sub>4</sub> 界面则分别位于八道湾组下段、八道湾组上段下部和西山窑组底部三套煤层组合附近。地震剖面上这三套煤层组合是由 2~3 强相位组成的双轨反射波组,表现出较强的连续性,层序界面可按波组的下波峰连续追踪(图 1)。

但是在钻测井剖面上这两套煤层实际是由砂岩、泥岩与煤层组成的一套含煤砂泥岩组合,厚度达数十米,煤层可出现一层或多层。横向上煤层在有些地区连续,有些地区不连续,垂向上煤层在不同钻井剖面上层位并不固定。在含煤地层组合的上、中、下部位都可出现。在钻测井层序划分中,若以煤层的出现和消失作为 Jsb<sub>2</sub>、Jsb<sub>4</sub> 层序边界,往往与地震的层序界面标定

表1 准噶尔盆地侏罗系层序地层划分方案①

Table 1 The division project of Jurassic sequence stratigraphy in Junggar basin

传统地层方案				层序地层方案			不整合面	地震反射	
群	组	段	井下段	构造层序	层序	体系域			
吐鲁鲁群									
石树沟群	J <sub>3k</sub>			II	J <sub>SQ7</sub>	低位域	不同地区体系域发育程度不同	K <sub>SB1</sub>	T <sub>K1</sub>
	J <sub>3g</sub>				J <sub>SQ6</sub>	?			
	J <sub>2t</sub>	上段			J <sub>SQ5</sub>	高位域			
		下段				水进域			
水西沟群	J <sub>2x</sub>		J <sub>2x1</sub>	I	J <sub>SQ4</sub>	?	J <sub>SB5</sub>	T <sub>J4</sub>	
			J <sub>2x2</sub>			J <sub>SQ3</sub>	高位域	J <sub>SB4</sub>	T <sub>J3</sub>
			J <sub>2x3</sub>				水进域	J <sub>SB3</sub>	T <sub>J2</sub>
	J <sub>1s</sub>	上段	J <sub>1s1</sub>	J <sub>SQ2</sub>	低位域				
			J <sub>1s2</sub> <sup>1</sup>		高位域				
		下段	J <sub>1s2</sub> <sup>2</sup>		水进域				
	J <sub>1b</sub>	上段	J <sub>1b1</sub> <sup>1</sup>	J <sub>SQ1</sub>	低位域	J <sub>SB2</sub>	T <sub>J2</sub>		
			J <sub>1b1</sub> <sup>2</sup>		高位域				
			J <sub>1b1</sub> <sup>3</sup>		水进域				
		中段	J <sub>1b2</sub>	低位域					
		下段	J <sub>1b3</sub>	高位域	J <sub>SB1</sub>	T <sub>J1</sub>			

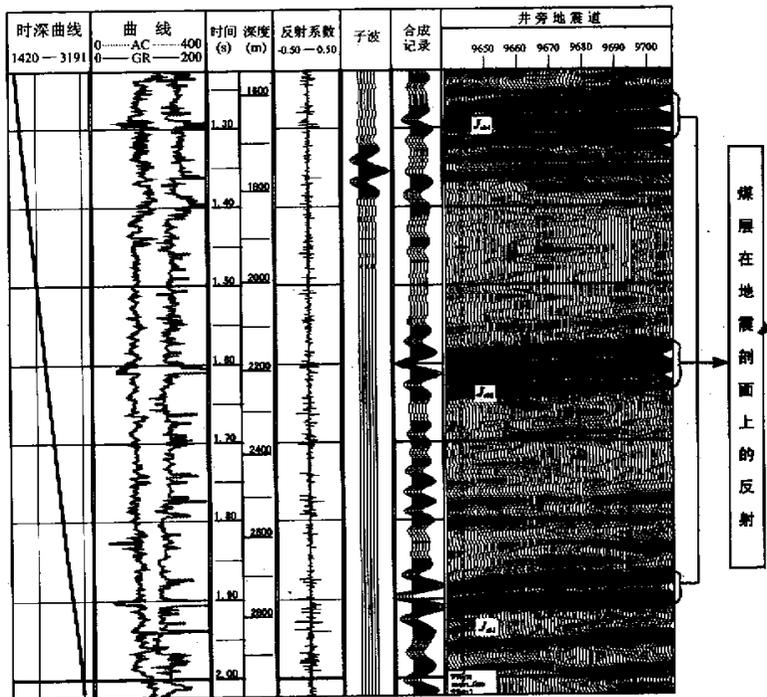


图1 ACI井煤层特征的钻井—地震桥式对比

Fig.1 The drilling-seismic overhead correlation characteristics of ACI well coal layers

① 2000年新疆油田公司《准噶尔盆地侏罗系层序地层学及油气成藏研究》项目层序划分标准

在深度上相差很大(图 2)。因此,准噶尔盆地侏罗系该系列界面煤层的发育具有穿时现象,层序界面的上下都可以有煤层出现,也就是说界面以下的高位体系域和界面以上的低位或水进体系域都可能发育有煤层(图 3)。

## 4 煤层与体系域的关系

煤层的形成需要高的地下水位或潮湿的气候,较长的堆积时间和低的陆源沉积补给量以及迅速埋藏等条件。通过对地震资料和钻测井详细的层序划分和对比基础上,发现侏罗系煤层发育于:①序 I 的底部和顶部;②序 II 底部;③序 III 顶部和④局部发育于层序 IV 底部。

### 4.1 高位域煤层

从理论上讲,高水位体系域以滨岸进积作用为主,早期高位体系沉积物在煤系地层中一般以浅海灰岩(湖相泥岩)和活动的三角洲、河口湾碎屑沉积为主,虽然高位滨海(湖)平原上泥炭沼泽仍然广泛发育,但常受水道改道、洪水泛滥的影响而使连续性和煤质变差。晚期高位体系域中发育大型进积型三角洲水上平原是良好的成煤环境,可能发育有连续和煤质较好的煤层,因为水体被不断淤浅,进积的三角洲朵体会不断废弃和迁移,新进积的滨岸平原会慢慢压实下沉形成相对的地下水位上升和增加泥炭堆积空间。特别是在废弃的三角洲朵叶上和被淤浅的海湾泻湖及河口湾上,陆源碎屑沉积不再活跃,优质、连续的高位体系域煤层可能形成<sup>[2,10]</sup>。在准噶尔盆地侏罗系,高位域煤层主要分布在层序  $J_{sq1}$  和  $J_{sq3}$ 。 $J_{sq1}$  高位域的煤层主要为水退阶段进积型三角洲水上平原沼泽沉积特征,虽然高位滨海(湖)平原上泥炭沼泽仍然广泛发育,但常受水道改道、洪水泛滥的影响而使连续性和煤质变差。层序  $J_{sq3}$  高位域相当于西山窑下段,与八道湾早期沉积环境类似,随着湖平面的进一步上升,具有可供煤层发育的潜在空间,此时盆地内为大面积泛滥平原沼泽环境,同时 *Coniopteris-Phoenicopsis* 植物群发展到鼎盛阶段,特别是真蕨类,占领了各种陆地环境,为盆地侏罗纪第三次重要的成煤期<sup>[7]</sup>(图 2)。

### 4.2 低位域煤层

相对海(湖)平面或侵蚀基准面的下降,可以形成大片平坦的湖滨或滨海平原,并引起河流下切,使陆源碎屑物大部分被带到新的岸线以下。平坦的地形,较少的陆源碎屑沉积干扰,是成煤沼泽发育的有利条件,但大面积的地下水位下降使得大规模沼泽发育成煤的可能性变小<sup>[2]</sup>。在准噶尔盆地,层序  $J_{sq1}$ 、 $J_{sq2}$  和  $J_{sq4}$  低位域都有煤层发育,由于在湖退或低位域期间,广泛

发育河流相河漫沼泽、湿地扇的扇间凹地等降雨沼泽,可形成面积较大的煤层。在准噶尔盆地  $J_{sq1}$  低位域期间(八道湾早期),其广泛发育河流相河漫沼泽、湿地扇的扇间凹地等降雨沼泽,其煤层以曲流河、辫状河的河漫沼泽相为主,其次是湿地扇的扇间凹陷沼泽沉积该煤层,因此低位域出现的煤层稳定、广泛(图 4),可形成面积较大的煤层。层序  $J_{sq2}$  低位域相当于八道湾上段中期,煤层在地震剖面上反射相对比较连续(图 2、3),尽管随着湖平面下降,地下水位和可容空间减小,但此时湖盆向南收缩,盆地内部出现大面积沼泽环境,以及曲流河、辫状河的河漫沼泽相和湿地扇的扇间凹陷沼泽沉积出现,有利于形成大面积煤层。西山窑组沉积中—晚期(即  $J_{sq4}$  低位域时期)受燕山运动影响,盆地强烈抬升,水体再次收缩,湖相生物迅速减少,由于气温回升湿度下降,蕨叶蕨—拟次蕨植物群大幅度衰退<sup>[7]</sup>,对成煤不利。因此  $J_{sq4}$  低位域仅发育了局部煤层(图 2)。

### 4.3 湖侵域煤层

理论上,相对海(湖)平面上升或侵蚀基准面上升可以引起区域性地下水位抬升,海(湖)滨沼泽发育,从而造成在海(湖)退平原的古土壤层上大面积的沼泽化成煤。由于从泥炭到煤的压实率很大(1:8~1:10),泥炭堆积需要比其它沉积物更大的空间条件,海(湖)进引起的水位上升可以满足这种条件。而且在海(湖)进时期,碎屑沉积物主要堆积在海(湖)退形成的下切谷中,因而对同期的泥炭沼泽干扰较小。此外,泥炭层可以很自然地高位体系沉积物所埋藏而保存下来成煤。因此海(湖)进体系域中有侧向连续性较好的厚煤层<sup>[12,14]</sup>。对于准噶尔盆地侏罗系,湖侵体系域主要发育湖泊相,以层序 I、II、III 水进域最广阔,深湖半深湖分布范围小,主要位于层序 I、II、III 水进域玛湖凹陷、中央凹陷东侧和南缘山前凹陷东部。从沉积相分析上发现该时期沼泽相不发育,局部地方如湖盆边缘可发育滨湖沼泽。因此,准噶尔盆地在各层序水进域时期,缺乏煤层发育的泥炭沼泽环境,故煤层极不发育。

## 5 准噶尔盆地侏罗系层序地层及其与聚煤规律的关系

通过对准噶尔盆地侏罗系层序地层及煤层展布的研究,发现在 III 级层序中,不同类型层序的不同体系域及同一体系域的不同时期,煤层发育情况及聚煤规律不同,即使同一体系域的不同时期,由于沉积环境不同,其聚煤情况也有较大差异<sup>[8]</sup>(图 5)。

图 5 是准噶尔盆地侏罗系含煤层系在层序格架中典型的分布模式。湖岸平原上地下水系的活动是控制

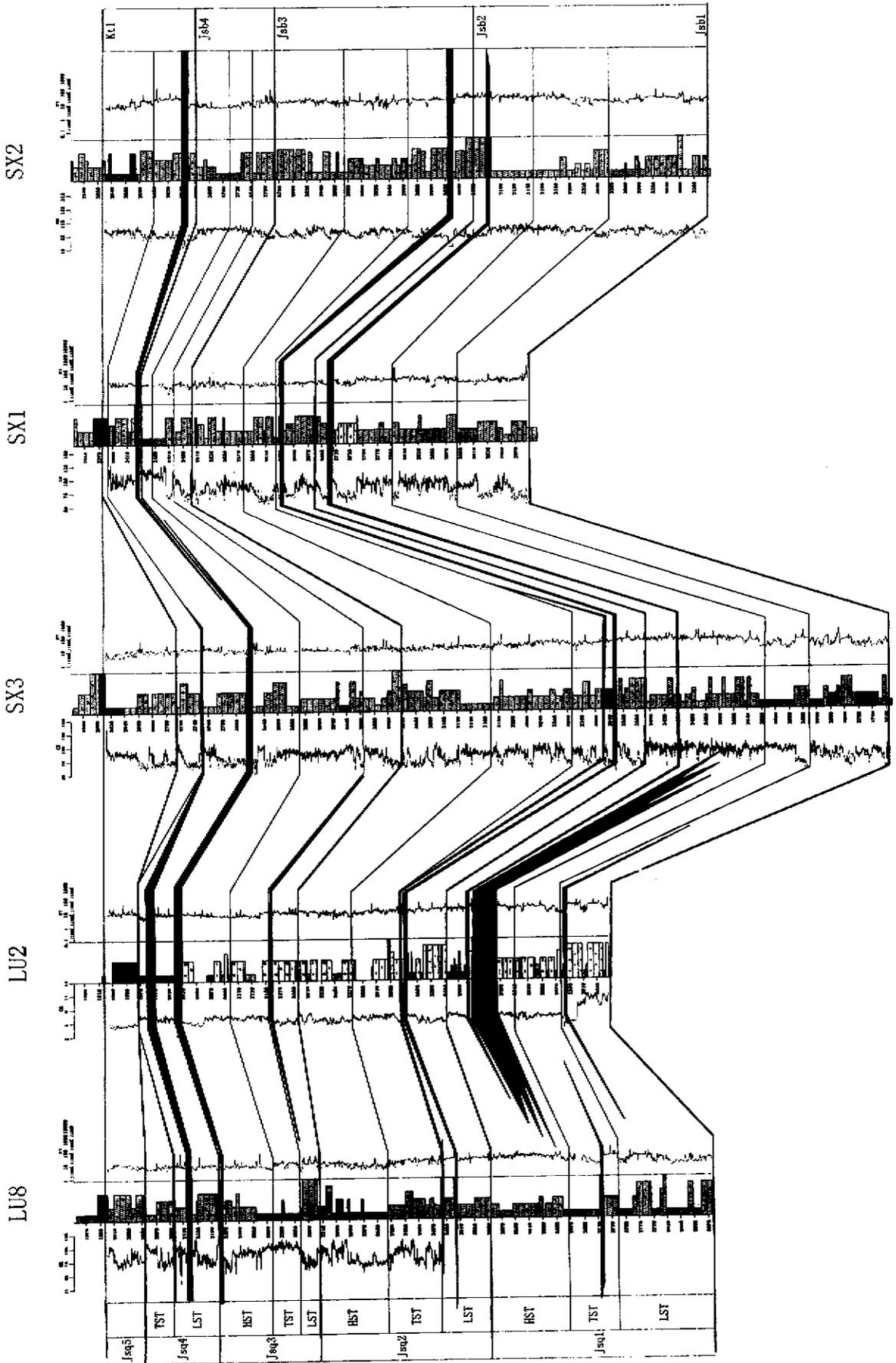


图2 准噶尔盆地陆梁地区侏罗系层序地层及煤层钻、测井对比  
 Fig. 2 The drilling and logging correlation of Jurassic sequence stratigraphy and coal layers in Luliang area, Junggar Basin

泥沼地产生、位置及发展的主要因素。由于在湖退或低位域期间,广泛发育河流相河漫沼泽、湿地扇的扇间凹地等降雨沼泽,而在高位域时期虽然湖岸平原上泥炭沼泽仍然广泛发育,但常受水道改道、洪水泛滥的影响而使连续性和煤质变差,因此在准噶尔盆地侏罗系低位域煤层通常较高位域煤层分布广泛且稳定。

对于湖侵体系域而言,因为在较长时期内沉积条件不稳定,泥沼的移动很快,并且有大量的碎屑沉积物堆积在湖岸平原低洼处。又由于湖侵地形通常是不均衡的,湖侵沼泽首先形成于较陡的堤岸地带,随着湖侵的进一步加大广泛分布于河道间地,但从来未有较长时间在同一地带发育,甚至泥沼的类型在湖侵过程中也发生变化,连续的泥炭分布不常见。此外在准噶尔盆地侏罗系湖侵体系域主要发育湖泊相,而沼泽相不发育,缺乏煤层发育的泥炭沼泽环境,故准噶尔盆地侏罗系湖侵域煤层极不发育。

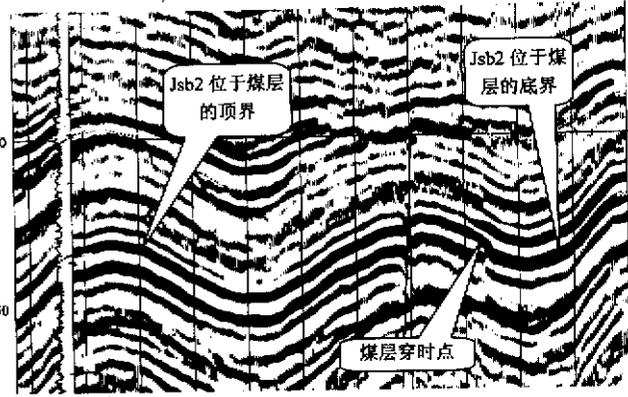


图 3 99EW2 线 CDP6172-7300 煤层在 Jsb2 界面上下穿时现象

Fig. 3 Time penetrating phenomena above and below Jsb2 boundary of coal layers on 99EW2 line CDP6172 - 7300

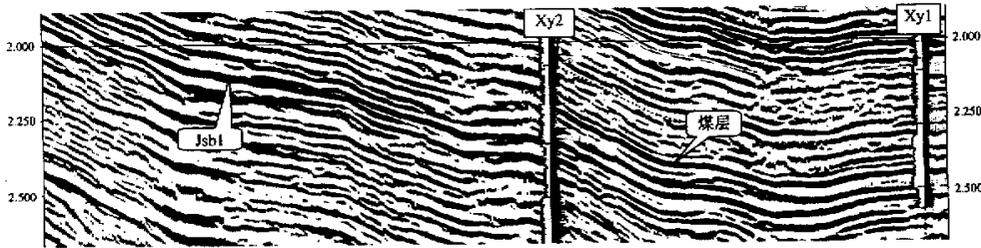


图 4 99EW3 线 CDP1043-3025 Jsb1 低位域煤反射特征

Fig. 4 The reflection characteristic of Jsb1 lowstand system tract coal layers on 99EW3 line CDP1043 - 3025

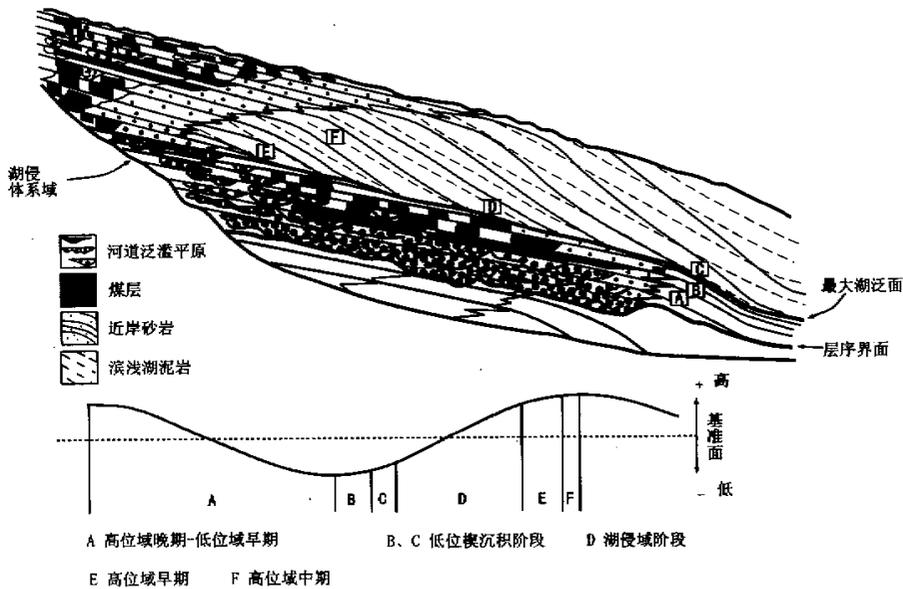


图 5 准噶尔盆地侏罗系层序地层与聚煤规律模式图

Fig. 5 Sequence stratigraphy and coal accumulating model of Jurassic in Junggar basin

## 参 考 文 献 (References)

- 1 李增学,魏久传,魏振岱等.含煤层序地层学[M].北京:地质出版社,2000[Li Zengxue,Wei Jiuchuan,Wei Zhendai *et al.* Coal bearing sequence stratigraphy[M].Beijing:Geological Publishing House,2000]
- 2 刘光华.煤沉积学研究现状与动态[J].地学前缘,1999,6(增刊):101~108[Liu Guanghua. Present situation and development of research on coal-bearing deposits[J]. Earth Science Frontiers (China University of Geosciences, Beijing),1996,6:101~108]
- 3 宋岩.准噶尔盆地天然气聚集区带地质特征[M].北京:石油工业出版社,1995.172[Song yan. Geologic characteristics of gas accumulating zones in Junggar basin[M]. Beijing:Petroleum Industry Publishing House,1995.172]
- 4 魏魁生,徐怀大等.松辽盆地白垩系高分辨率层序地层格架[J].石油与天然气地质,1997,18(1):7~14[Wei Kuisheng,Xu Huaida *et al.* High resolution sequence stratigraphic framework in Cretaceous Songliao basin[J].Oil and Gas Geology,1997,18(1):7~14]
- 5 吴因业.煤层一种陆相盆地中的成因层序边界[J].石油学报,1996,17(4):28~34[Wu Yinye. Coal seam-a genetic sequence boundary in continental basins[J].Acta Petrolei Sinica,1996,17(4):28~34]
- 6 威尔格斯著,徐怀大等译.层序地层学原理[M].北京:石油工业出版社,1993[Translated by Xu Huaida, *et al.* Sequence stratigraphic principles.[M].Beijing:Petroleum Industry Publishing House,1993]
- 7 张义杰,顾新元.新疆北部侏罗纪的古气候及其意义[A].新疆首届青年学术讨论会文集[C].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1993.360~365[Zhang Yijie,Gu Xinyuan. Jurassic paleoclimate and its significance of Northern Xinjiang[A]. The first Xinjiang youth colloquium collected papers[C].Urumqi: Xinjiang People Press,1993.360~365]
- 8 龚绍礼,张春晓.华南二叠纪盆地层序地层特征及聚煤规律[J].地学前缘,1999,6(增刊):167~172[Gong Shaoli,Zhang Chunxiao. Sequence stratigraphic characteristic and coal accumulating regularity in Permian basin,Southern China[J]. Earth Science Frontiers,1993,6:167~172]
- 9 Aitken J F and Flint S S. The application of high-resolution sequence stratigraphy to fluvial systems: a case study from the Upper Carboniferous Breathitt Group, Eastern Kentucky, USA[J]. Sedimentology, 1995, 42: 3~30
- 10 Diessel C F G. Coal-bearing depositional system[M]. New York: Springer-Verlag, 1992. 721
- 11 Hamilton D S and Tadros N Z. Utility of coal seams as genetic stratigraphic sequence boundaries in nonmarine basins: An example from the Gunnedah Basin, Australia[J]. AAPG, 1994, 87(2)
- 12 Heckel P H. Glacial-eustatic base-level-climatic model for late Middle to Late Pennsylvanian coal-bed formation in the Appalachian Basin[J]. Journal of Sedimentary Research, Section B: Stratigraphy and Global Studies, 1995, B65(3): 348~356
- 13 Liu Guanghua, Peng Gelin. Hydrological processes in modern peat formation and their imprints on ancient coal sequences[C]. Abstract of the 29<sup>th</sup> Internat Cong Geol, 1992, 3: 825
- 14 McCabe P J. Depositional environments of coal-bearing strata[R]. Internat Assoc Sedimentologists Special Paper, 1984, 7: 13~32
- 15 Posamentier H W, Jervey M T, *et al.* Eustatic controls on clastic deposition I-Conceptual frameworks in: Sea-level changes: an interpreted approach[R]. Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner, 1988, 42: 104~114
- 16 Posamentier H W, D P James. An overview of sequence stratigraphic concepts: uses and abuse[R]. Int. Assoc Sedimentol Spec. Publ, 1993, 18: 3~18
- 17 Shanley K W, McCabe P J. Perspective on the sequence stratigraphy of continental strata[J]. AAPG Bulletin, 1994, 78(4): 544~568
- 18 Vail P R, Mitchum R M, Thompson S. Global cycles of relative changes of sea level[J]. Am. Ass. Petol. Geol, 1977, 26: 99~116

## Analyses of the Significances of Jurassic Coal Layers in Sequence Stratigraphy in Junggar Basin

LIU Hao WANG Ying-min WANG Yuan

(The Petroleum University of Beijing, Basin and Oil Research Center, Beijing 102249)

**Abstract** Mainly three sets of coal layer assembles developed in Junggar Basin Jurassic strata, respectively lying in the lower section of Badaowan group, the down part of the upper section of Badaowan group and the bottom of Xishanyao group. In the division proposal of the Jurassic sequence stratigraphy of Junggar Basin, sb1, sb2, sb4 boundaries lay in the lower section of Badaowan group, the down part of the upper section of Badaowan group and close to the three coal layer assembles at the bottom of Xishanyao group. The accumulation of coal varies greatly due to the differences in required accommodation which supplies space for coal accumulation in different system tracts of different sequences as well as in different periods of the identical system tract, and the differences in coal layer developments which accommodate quick accumulation, with the differences in sedimentary environments. Thus there are time-penetrating phenomena in the Jurassic coal layers, and they may develop in each system tract of the sequence. Therefore, the Jurassic coal layers mainly developed in (1) the lowstand and highstand system tracts of sequence I. (2) the lowstand system tract of sequence II. (3) the highstand system tract of sequence III. (4) the lowstand system tract of sequence IV locally.

**Key words** Junggar Basin, coal layer, Jurassic sequence stratigraphy