

文章编号: 1000-0550(2014)01-0061-07

准噶尔盆地南缘中下侏罗统含煤层系层序地层 及聚煤控制因素^①

陈彬滔¹ 于兴河² 王天奇¹ 潘树新¹ 杨丽莎¹ 谭程鹏² 李顺利²

(1. 中国石油勘探开发研究院西北分院 兰州 730020; 2. 中国地质大学(北京)能源学院 北京 100083)

摘要 以露头剖面层序地层研究为基础,结合少量钻、测井资料及前人研究成果,分析了准噶尔盆地南缘中下侏罗统含煤层系的层序地层发育特征和聚煤控制因素。准噶尔盆地南缘中下侏罗统含煤层系为1个完整的二级构造层序,内部发育4个三级层序,12个体系域。研究表明,弱伸展、缓慢沉降的古构造背景和温湿还原的古气候条件是中下侏罗统成煤的基本条件;二级构造层序相对湖平面变化和三级层序相对湖平面变化速率是聚煤的主控因素。露头出露厚度大、横向分布稳定的工业可采煤层均发育于高位体系域。SQ1沉积时期,二级构造层序的相对湖平面下降,古潜水面整体偏低,煤层主要发育于三级层序相对湖平面上升速率适中的高位体系域下部;SQ3沉积时期为早中侏罗世的最大洪泛期,二级构造层序的相对湖平面上升至最高点,煤层主要发育于三级层序相对湖平面下降且下降速率适中的高位体系域中上部。

关键词 准噶尔盆地南缘 含煤层系 层序地层 聚煤控制因素 露头

第一作者简介 陈彬滔 男 1985年出生 硕士 助理工程师 层序地层及储层评价 E-mail: tobychencugb@fox-mail.com

中图分类号 P588.24+5 **文献标识码** A

准噶尔盆地是一个大型叠合盆地^[1],中下侏罗统煤炭和油气资源丰富,成为众多学者关注的重点层位^[2-6],但是关于层序地层发育特征与聚煤控制因素相关关系的研究相对较为薄弱^[5,7]。层序地层学在近海盆地含煤层系已得到了广泛应用,部分学者已通过分析相对海平面变化速率和泥炭沉积、保存条件之间的相关关系,预测主力煤层在层序地层格架中的优势发育位置^[8]。但是,陆相盆地的相对湖平面变化主要受构造控制,具有其特殊性,海相盆地中层序地层与聚煤作用之间的关系并不一定完全适用于陆相湖盆^[9-11]。准噶尔盆地南缘中下侏罗统发育厚约3 000 m的煤系地层,并且出露条件良好。因此,本文通过对中下侏罗统出露完整的5条野外露头剖面进行详细的实测和层序地层分析,结合少量钻、测井资料及前人研究成果,分析准噶尔盆地南缘的层序地层划分方案,进而探讨陆相湖盆的聚煤控制因素,为陆相湖盆含煤层系开展基于层序地层学的煤炭资源勘探提供依据。

1 区域地质概况

准噶尔盆地南缘位于准噶尔盆地与天山造山带

的结合部位,西至四棵树,东邻准噶尔盆地东部隆起(图1),总体呈东西向展布,长约300 km,由4个二级构造单元组成,分别为四棵树凹陷、山前断褶带、昌吉凹陷和富康断裂带^[12]。自晚古生代以来(二叠纪至第四纪),准噶尔盆地南缘总体经历了4个演化阶段,分别为早二叠世(前陆型海相—残留海相盆地)、中—晚二叠世(拗陷型陆相盆地)、侏罗纪—古近纪(振荡型陆相盆地)以及新近纪—第四纪(前陆型陆相盆地)^[1]。早中侏罗世,准噶尔盆地南缘处于弱伸展构造背景,主要发育扇三角洲、辫状河三角洲、湖泊等沉积体系^[4,5,13-15]。

准噶尔盆地南缘中下侏罗统含煤层系为一套沉积于温暖潮湿环境下的河流沼泽—湖泊三角洲相含煤碎屑岩建造,标准剖面实测总厚度近3 000 m。其中八道湾组和西山窑组是北疆的主要产煤层系。八道湾组由灰绿色、灰白色厚层砂砾岩夹薄层块状粉细砂岩组成,局部夹不规则菱铁矿,含多层可采煤层,主要形成于扇三角洲和三角洲环境;三工河组主要由灰绿色、灰色中细砂岩夹灰色、灰绿色泥岩组成,局部发育煤线,但在盆地南缘不发育工业煤层,主要形成于湖泊和三角洲环境;西山窑组以灰绿色砂砾岩、砂岩

^①国家自然科学基金项目(批准号:41072084)资助
收稿日期:2012-11-22;收修稿日期:2013-01-30

与灰色泥岩、黑色炭质泥岩互层产出为特征,含多层可采煤层,并且煤层多、厚度大,为准噶尔盆地南缘最著名的工业煤层,主要形成于湖泊、三角洲环境。

受喜马拉雅运动的影响,侏罗系在准噶尔盆地南缘山前地带广泛出露,出露地层总体呈条带状沿天山山脉分布(图 1)。东西方向上,侏罗系的出露范围从四棵树附近一直延伸至博格达山前地带,而在南部巴音布鲁克盆地周缘仍可见到部分中下侏罗统的残余地层^[4]。由于河流的下切侵蚀作用,侏罗系在南缘主要河流两侧均出露良好。因此,本次研究根据地理位置和交通状况,选取四棵树河、安集海河、呼图壁河、头屯河、郝家沟 5 条露头剖面,对中下侏罗统进行详细实测和层序地层分析,并结合少量实际钻、测井资料和前人研究成果,综合分析其层序发育特征和聚煤控制因素。

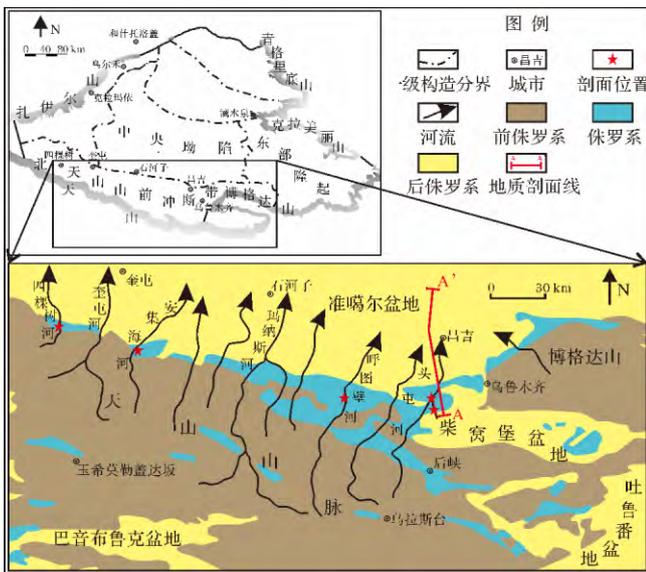


图 1 研究区位置及地层出露情况
(地层出露情况据文献[4]修改)

Fig. 1 Location and strata outcropping situation of the study area (the strata outcropping situation is modified from reference [4])

2 层序划分原则

2.1 层序界面识别标志

准噶尔盆地南缘露头剖面 and 钻井剖面的层序界面典型标志包括:①露头层序界面附近因相对湖平面快速下降,导致沉积作用减弱,侵蚀作用增强,河道下切现象明显(图 2 I-A),发育大套河道滞留沉积,河道下切谷为相对湖平面快速下降期,因河流回春作用而形成,其内部通常沉积充填多层叠置状厚层砂砾岩、中粗砂岩水道砂体(图 2 I-B),是典型的层序界

面标志;②古土壤(或古风化壳)标志着沉积间断,是层序界面的标志之一;③测井曲线突变或实测柱状图岩性突变(图 2 I-C);④因沉积环境突变而导致层序界面上下的微量元素分布特征突变。

2.2 初始洪泛面识别标志

初始洪泛面(ifs)是低位体系域和湖侵体系域之间的界面,实际操作过程中较难识别。其具体识别标志如下:①露头剖面上单一层序内部、垂向上首次出现横向稳定的灰绿色或灰色湖相泥岩(图 2 II-A);②实测岩芯柱和钻井剖面中初始湖泛面上下垂向叠置样式存在差异,初始湖泛面之下通常发育低位体系域的(扇)三角洲相沉积,以加积或进积式叠置为主,而初始湖泛面之上,相对湖平面快速上升,垂向叠置样式多表现为退积式(图 2 II-B,C)。

2.3 最大洪泛面识别标志

最大洪泛面(mfs)形成的密集段是单一层序中最容易识别的标志层,因此,与初始洪泛面相比,最大洪泛面的识别标志更为明显:①露头剖面上表现为区域稳定分布的大套厚层暗色泥岩(图 2 III-A);②实测岩芯柱和钻井剖面中最大湖泛面通常对应于厚层泥岩,高 GR 值,退积叠置样式与加积(进积)叠置样式的转换点(图 2 III-B,C)。

3 含煤层系层序地层划分方案

根据上述层序地层划分界面的识别原则,在研究层段(下侏罗统八道湾组—中侏罗统西山窑组)共识别出 5 期大型河道下切谷。结合前人的研究成果^[13,16,17],研究区中下侏罗统含煤层系可被划分为 1 个完整的二级构造层序,共发育 4 个三级层序(图 3),由下至上依次命名为 SQ1、SQ2、SQ3 和 SQ4。根据初始洪泛面和最大洪泛面,进一步细分为低位、湖侵、高位体系域。由于本次露头研究所选取的剖面均为地层出露完整的标准剖面,因此各层序的体系域发育十分完整。

SQ1: 层序底界面为三叠系与侏罗系之间的大型不整合,其形成的绝对年龄约为距今 203 Ma,在准噶尔南缘四棵树河剖面表现为大型角度不整合,河道下切现象明显(图 2 I-A),不整合面上发育古土壤,并且存在 Ce、Co、Cs 等微量元素异常^[18],测井曲线表现出明显突变,GR 值突然减小,录井图为砂砾岩与泥岩的岩性突变面(图 3)。该底界面同时也是中下侏罗统二级构造层序的底界面。SQ1 层序完整发育低位、湖侵和高位体系域。低位体系域发育大套砂砾岩

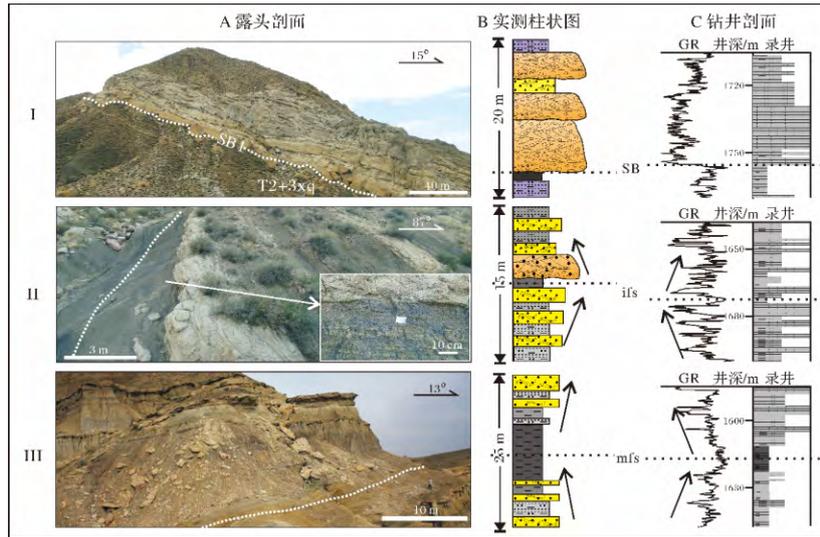


图 2 准噶尔盆地南缘层序地层划分界面识别标准

(露头剖面照片拍摄位置: I. 四棵树剖面; II. 四棵树剖面; III. 郝家沟剖面。注: 剖面的具体位置见图 1。)

Fig. 2 Identification standards of boundaries for the sequence stratigraphy division in south margin of Junggar Basin

岩性地层 统	层序地层		岩性剖面	测井 3D GR 160	主要 煤层	不整合面	地震反射 界面	沉积亚相	
	层序	体系域							
中侏罗统	头屯河	SB5	高位域	[Well log profile]	[Coal seam symbols]	170Ma	TJ4	曲流河	
		SQ4	湖侵域					三角洲前缘	
	西山窑	SB4	低位域					TJ3	三角洲平原
		SQ3	湖侵域					三角洲前缘 半深湖-深湖	滨浅湖
下侏罗统	三工河	SB3	高位域	TJ2	三角洲前缘				
		SQ2	湖侵域	滨浅湖					
		SB2	低位域	TJ2	三角洲前缘				
	八道湾	SB1	湖侵域	TJ1	扇三角洲前缘				
		SQ1	湖侵域	扇三角洲平原					
		SB1	低位域	203Ma	TJ1	扇三角洲平原			
上三叠统	小泉沟	SB1							

图 3 准噶尔盆地南缘 Q1 6 井中下侏罗统含煤层系层序划分方案

Fig. 3 Sequence stratigraphy division of Well Q1 6 for Lower-Middle Jurassic coal-bearing series, south margin of Junggar Basin

体 泥岩相对较薄,水道底部局部发育薄层煤线,厚度约为 20 cm(图 4E),代表相对湖平面上升初期的扇三角洲沉积,局部发育沼泽,成煤。湖侵体系域为砂泥岩互层沉积,主要砂体为扇三角洲前缘水下分流河道、漫溢砂和席状砂,不发育煤层。高位体系域相对湖平面(基准面)缓慢上升,再次发育扇三角洲平原沉积,沼泽范围增大,煤层发育,为准噶尔盆地南缘中下侏罗统的主要成煤层段,露头出露的单煤层厚度大于 1 m(图 4F),为工业可采煤层。

SQ2: 层序底界面为局部不整合,在准噶尔南缘郝家沟剖面为三角洲前缘水下分流河道底部冲刷面(图 4A)。SQ2 层序的低位体系域发育大套中粗砂岩透镜状砂体,垂向和侧向连通性较好,为相对湖平面上升初期,多期三角洲前缘水下分流河道叠置。湖侵体系域为滨浅湖相,薄层席状砂与滨浅湖泥互层,局部发育湖沼,形成薄煤层(图 4G)。受二级构造层序相对湖平面快速上升背景的控制,高位体系域逐步过渡为三角洲外前缘沉积,整体砂泥间互,主要发育具浪成沉积构造的席状砂。

SQ3: 层序底界面为三工河组中部的局部不整合,在准噶尔南缘郝家沟剖面中部为河道底部大型冲刷面(图 4B)。低位体系域发育 4 套垂向叠置的大型三角洲前缘水下分流河道砂体,总厚度约 50 m。湖侵体系域过渡为半深湖-深湖沉积,发育厚层暗色泥岩(图 4G),为早中侏罗世的最大洪泛期。高位体系域随着相对湖平面上升速率减缓并缓慢下降,再次过

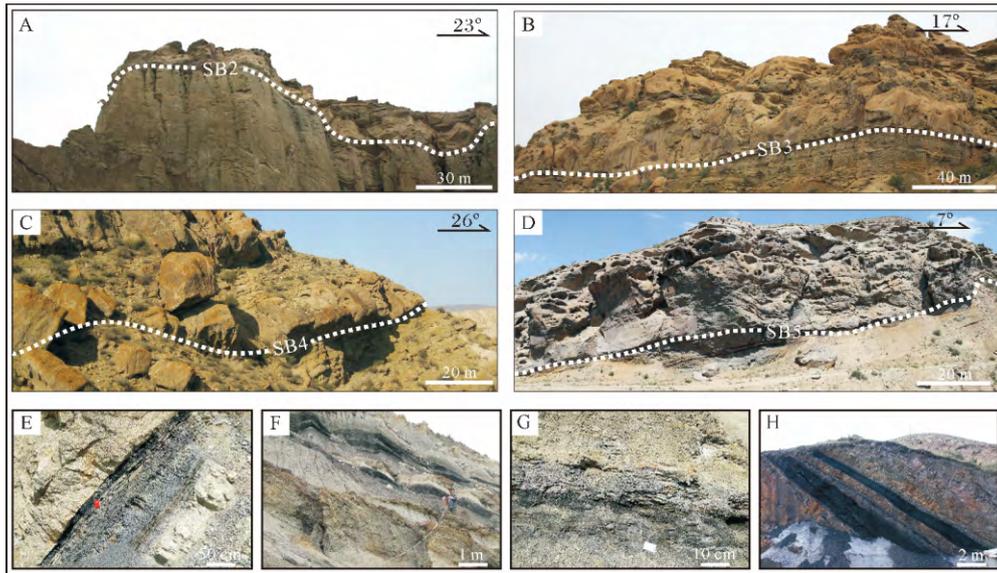


图 4 准噶尔盆地南缘中上侏罗统含煤层系典型露头照片

A. SQ2 底界面(郝家沟剖面); B. SQ3 底界面(郝家沟剖面); C. SQ4 底界面(安集海河剖面); D. SQ4 顶界面, 二级构造层序顶界面(头屯河剖面); E. SQ1 低位体系域煤层(四棵树剖面); F. SQ1 高位体系域煤层(四棵树剖面); G. SQ2 湖侵体系域煤线(郝家沟剖面); H. SQ3 高位体系域煤层(安集海河剖面)。注: 剖面的具体位置见图 1。

Fig. 4 Typical outcrop photos of Lower-Middle Jurassic coal-bearing series in south margin of Junggar Basin

渡为三角洲沉积, 高位体系域上部沼泽相广泛发育, 为早中侏罗世又一主要成煤层段。露头出露的煤层侧向延伸距离远, 单层厚度大(图 4K), 为重要的工业可采煤层。

SQ4: 层序底界面为西山窑组下部的局部不整合, 在准噶尔南缘安集海河剖面表现为大型冲刷面(图 4C)。整体发育于三角洲环境, 低位体系域和高位体系域均发育大套厚层三角洲平原分流河道砂体, 而湖侵体系域主要以三角洲前缘席状砂与湖相泥岩互层产出为特征。SQ4 的顶界面为准噶尔盆地南缘西山窑组与上覆头屯河组之间的大型区域角度不整合(图 4D), 其形成时间约为距今 170 Ma, 为中下侏罗统二级构造层序的顶界面。该不整合底部同样发育古土壤, 地球化学测试显示其微量元素(Ce、Co、Cs、Dy)和主量元素氧化物(Al_2O_3 、CaO、MnO)含量异常^[18]。

4 聚煤控制因素讨论

煤层发育是众多地质条件共同控制的结果, 泥炭的堆积和保存需要足够高的水位以覆盖正在腐烂的植物并防止其氧化, 同时水位又要足够低以确保活着的植物不被淹死^[8]。因此, 相对湖平面的变化速率必须适中, 与泥炭的沉积速率保持平衡关系, 才有利

于泥炭的堆积和保存^[10, 11, 19]。

4.1 古构造和古气候背景

距今约 203 Ma(晚三叠世瑞替期和早侏罗世辛涅缪尔期之间)以前, 准噶尔盆地南缘受印之运动的影响, 表现为垂直升降运动。约 203 Ma 以来受早期燕山运动的影响, 研究区以区域性的弱伸展构造为主, 为克拉通内盆地, 南缘的基底沉降速率为 40 m/Ma, 沉积速率约为 73.7~28.0 m/Ma, 平均值接近 50 m/Ma^[20]; 中下侏罗统发育深灰色泥岩, 泥岩微量元素 Mn、Fe 和 Cr 值偏高^[18], 反映了其古气候为有利于成煤的温湿还原环境。西山窑组沉积末(约 170 Ma)燕山运动造成盆地整体抬升, 形成大范围平行不整合, 表现为强烈的冲断构造特征^[20]。中上侏罗统的泥岩颜色逐渐过渡为杂色和红褐色, 表明其古气候环境转变干旱氧化环境。因此, 弱伸展、缓慢沉降的古构造背景和温湿还原的古气候条件为中下侏罗统成煤提供了的基本条件(图 5)。

4.2 沉积环境

本次露头研究结果表明, 扇三角洲、三角洲、湖泊环境均能成煤(图 3 5)。此外, 前人所建立的大量成煤模式也表明冲积扇、河流、三角洲、湖泊以及碳酸盐岩台地等沉积环境中均可以形成具有经济价值的煤层^[11, 21, 22]。因此, 沉积环境并非成煤的主控因素, 而

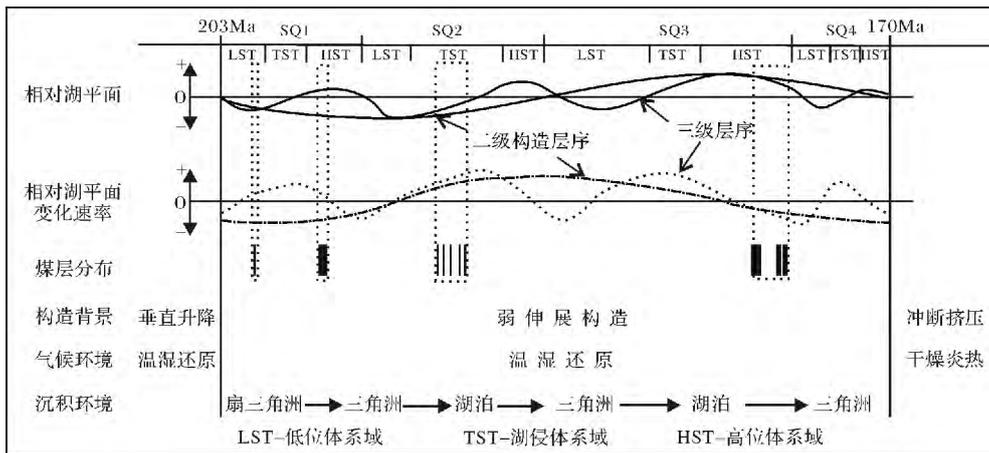


图 5 准噶尔盆地南缘中下侏罗统含煤层系聚煤控制因素分析

Fig. 5 Analysis of coal accumulation controlling factors for Lower-Middle Jurassic coal-bearing series in south margin of Junggar Basin

属于基本条件。

4.3 相对湖平面变化速率

就准噶尔盆地南缘主要煤层在层序内的分布位置而言,低位体系域(SQ1)、湖侵体系域(SQ2)和高位体系域(SQ1和SQ3)均发育煤层,但是无论露头出露情况还是井下对比情况都表明,厚度大、横向分布稳定的工业可采煤层均分布于高位体系域(图5b)。究其本质原因,还是受二级构造层序相对湖平面和三级层序相对湖平面变化速率的影响。

SQ1 沉积时期,二级构造层序的相对湖平面下降,古潜水面较低,因此煤层主要发育于三级层序相对湖平面上升速率适中的低位体系域上部和高位体

系域下部(图5)。

SQ2 沉积时期,二级构造层序的相对湖平面处于下降与上升转换点附近,相对湖平面处于整个早中侏罗世的最低点附近,快速的三级层序相对湖平面上升速率才能使潜水面覆盖腐烂的泥炭并防止其氧化,因此成煤段位于湖侵体系域(图5)。但是,由于相对湖平面上升速率过快,泥炭供给不足或因湖浪改造而大范围分布,SQ2湖侵体系域的煤层厚度较薄、不足以形成工业可采煤层。

SQ3 沉积时期,为早中侏罗世最大洪泛期,二级构造层序的相对湖平面上升至最高点。煤层主要发育于三级层序相对湖平面缓慢下降且下降速率适中

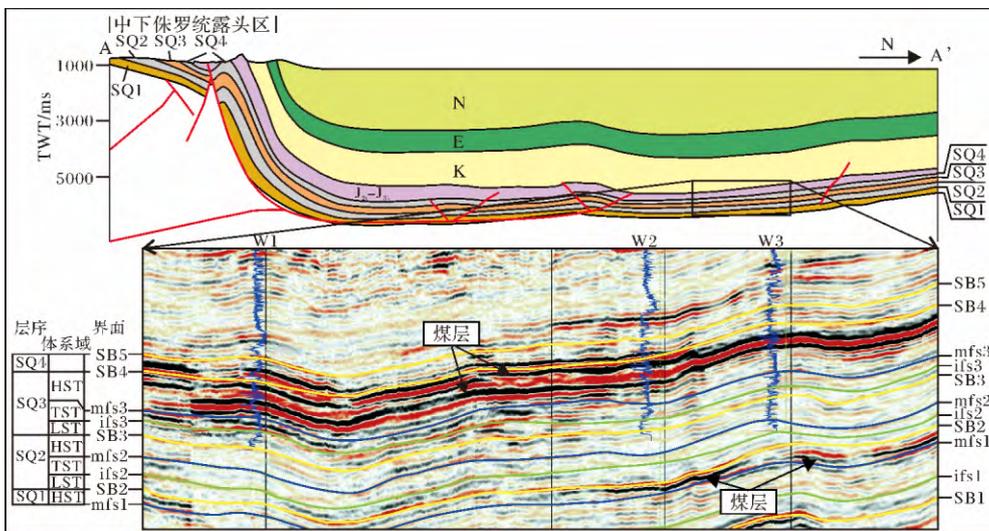


图 6 准噶尔盆地南缘中下侏罗统含煤层系露头与井下层序地层与煤层发育对比图(地质剖面位置见图 1)

Fig. 6 Sequence stratigraphy and coal bed development in outcrop and underground for Lower-Middle Jurassic-bearing series in south margin of Junggar Basin

的高位体系域中上部(图5)。此时相对湖平面整体较高,具备适于泥炭保存的还原环境和可容纳空间,同时相对湖平面已开始下降并且下降的幅度适中,为成煤植物的正常生长创造了有利条件,不至于因相对湖平面过高而导致植物死亡,因此,成为有利的聚煤层段。

5 结论

(1) 准噶尔盆地南缘中下侏罗统含煤层系为1个完整的二级构造层序,内部发育4个三级层序,根据初始洪泛面和最大洪泛面发育位置,进一步细分为12个体系域。

(2) 准噶尔盆地南缘中下侏罗统含煤层系的煤层主要发育于湖泊、三角洲环境,低位、湖侵和高位体系域均有分布,但主力产煤层均分布于高位体系域。

(3) 弱伸展、缓慢沉降的古构造背景和温湿还原的古气候条件是中下侏罗统成煤的基本条件,二级构造层序相对湖平面变化和三级层序相对湖平面变化速率是聚煤的主控因素。SQ1 沉积时期,二级构造层序的相对湖平面下降,古潜水面整体偏低,煤层主要发育于三级层序相对湖平面上升速率适中的高位体系域下部;SQ3 沉积时期为早中侏罗世的最大洪泛期,二级构造层序的相对湖平面上升至最高点,煤层主要发育于三级层序相对湖平面下降且下降速率适中的高位体系域中上部。

致谢 感谢审稿专家提出的宝贵修改意见;感谢中国地质大学(北京)能源学院李胜利副教授、高峰、谢京、许磊等研究生、中国石油勘探开发研究院杨帆博士、以及中国石油新疆油田分公司研究院的同仁在野外露头实测与论文撰写过程中给予的大量帮助。

参考文献(References)

- 1 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 [Song Yan. Geological Features of Natural Gas Plays in Junggar Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1995]
- 2 Hendrix M S, Graham S A, Carroll A R, *et al.* Sedimentary record and climatic implications of recurrent deformation in the Tian Shan: Evidence from Mesozoic strata of the north Tarim, south Junggar, and Turpan Basins [J]. Geological Society of America Bulletin, 1992, 104: 53-79
- 3 Hendrix M S, Brassell S C, Carroll A R. Sedimentology, organic geochemistry, and petroleum potential of Jurassic coal measures: Tarim, Junggar, and Turpan basins, Northwest China [J]. AAPG Bulletin, 1995, 79: 929-959
- 4 方世虎,郭召杰,宋岩,等. 准噶尔盆地南缘侏罗纪沉积相演化与盆地格局[J]. 古地理学报, 2005, 7(3): 347-356 [Fang Shihu, Guo Zhaojie, Song Yan, *et al.* Sedimentary facies evolution and basin pattern of the Jurassic in southern margin area of Junggar Basin [J]. Journal of Palaeogeography, 2005, 7(3): 347-356]
- 5 鲍志东,刘凌,张冬玲,等. 准噶尔盆地侏罗系沉积体系纲要[J]. 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 [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2005, 23(2): 194-202]
- 6 吴天伟,田继军,木合塔尔·扎日,等. 卡姆斯特煤田侏罗系八道湾组地层层序及聚煤特征[J]. 中国地质, 2011, 38(5): 1312-1323 [Wu Tianwei, Tian Jijun, Muhetaer Zari, *et al.* Stratigraphic sequence of the Jurassic Badaowan Formation and coal-forming characteristics of the Kamst coalfield [J]. Geology in China, 2011, 38(5): 1312-1323]
- 7 刘豪,王英民,王媛. 浅析准噶尔盆地侏罗系煤层在层序地层中的意义[J]. 沉积学报, 2002, 20(2): 197-202 [Liu Hao, Wang Yingmin, Wang Yuan. Analyses of the significances of Jurassic coal layers in sequence stratigraphy in Junggar Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2002, 20(2): 197-202]
- 8 Shao Longyi, Zhang Pengfei, Gayer R A, *et al.* Coal in a carbonate sequence stratigraphic framework: The Late Permian Heshan Formation in central Guangxi, southern China [J]. Journal of Geological Society London, 2003, 160: 285-298
- 9 鲁静,邵龙义,刘天绩,等. 柴北缘卡地区侏罗纪含煤地层层序地层学研究[J]. 煤田地质与勘探, 2007, 35(1): 1-6 [Lu Jing, Shao Longyi, Liu Tianji, *et al.* A sequence stratigraphic analysis of the Jurassic coal measures in Yuqia region of northern Qaidam Basin [J]. Coal Geology & Exploration, 2007, 35(1): 1-6]
- 10 邵龙义,鲁静,冉隆明,等. 四川宝鼎盆地晚三叠世层序地层与聚煤作用[J]. 古地理学报, 2008, 10(4): 355-361 [Shao Longyi, Lu Jing, Ran Longming, *et al.* Late Triassic sequence stratigraphy and coal accumulation in Baoding Basin of Sichuan province [J]. Journal of Palaeogeography, 2008, 10(4): 355-361]
- 11 邵龙义,高迪,罗忠,等. 新疆吐哈盆地中、下侏罗统含煤岩系层序地层及古地理[J]. 古地理学报, 2009, 11(2): 215-224 [Shao Longyi, Gao Di, Luo Zhong, *et al.* Sequence stratigraphy and palaeogeography of the Lower and Middle Jurassic coal measures in Turpan-Hami Basin [J]. Journal of Palaeogeography, 2009, 11(2): 215-224]
- 12 陈书平,漆家福,于福生,等. 准噶尔盆地南缘构造变形特征及其主控因素[J]. 地质学报, 2007, 81(2): 151-157 [Chen Shuping, Qi Jiafu, Yu Fusheng, *et al.* Deformation characteristics in the southern margin of the Junggar Basin and their controlling factors [J]. Acta Geologica Sinica, 2007, 81(2): 151-157]
- 13 柳永清,李寅. 准噶尔盆地侏罗系露头层序地层及沉积学特征[J]. 地球学报, 2001, 22(1): 49-54 [Liu Yongqing, Li Yin. Research on the terrigenous outcrop sequence stratigraphy and sedimentology in the Jurassic Junggar Basin [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2001, 22(1): 49-54]
- 14 朱筱敏,张义娜,杨俊生,等. 准噶尔盆地侏罗系辫状河三角洲沉

- 积特征[J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(2): 244-251 [Zhu Xiaoming, Zhang Yina, Yang Junsheng, et al. Sedimentary characteristics of the shallow Jurassic braided river delta, the Junggar Basin [J]. Oil & Gas Geology, 2008, 29(2): 244-251]
- 15 陈彬滔, 杨丽莎, 于兴河, 等. 准噶尔盆地南缘三工河组和西山窑组辫状河三角洲水动力条件与砂体分布规模定量分析[J]. 中国地质, 2012, 39(5): 1290-1298 [Chen Bintaoy, Yang Lisha, Yu Xinghe, et al. Quantitative analysis on hydrodynamic condition and sand-body distribution scales of braided river delta in Sangonghe Formation and Xishanyao Formation, south margin of Junggar Basin [J]. Geology in China, 2012, 39(5): 1290-1298]
- 16 王宜林, 王英民, 齐雪峰, 等. 准噶尔盆地侏罗系层序地层划分[J]. 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 [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2001, 22(5): 382-385]
- 17 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[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(1): 48-51 [Bao Zhidong, Guan Shouri, Li Rufeng, et al. Sequence stratigraphy of the Jurassic in Junggar Basin [J]. Petroleum Exploration and Development, 2002, 29(1): 48-51]
- 18 白斌, 周立发, 邹才能, 等. 准噶尔盆地南缘若干不整合界面的厘定[J]. 石油勘探与开发, 2010, 37(3): 270-280 [Bai Bin, Zhou Lifa, Zou Caineng, et al. Definition of some unconformities in the south margin of Junggar Basin, NW China [J]. Petroleum Exploration and Development, 2010, 37(3): 270-280]
- 19 Holz M, Kalkreuth W, Banerjee I. Sequence stratigraphy of paralic coal-bearing strata: An overview [J]. International Journal of Coal Geology, 2002, 48: 147-179
- 20 蔡忠贤, 陈发景, 贾振远. 准噶尔盆地的类型和构造演化[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 431-440 [Cai Zhongxian, Chen Fajing, Jia Zhenyuan. Types and tectonic evolution of Junggar Basin [J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(4): 431-440]
- 21 龚绍礼, 张春晓. 华南二叠纪地层层序特征及聚煤规律[J]. 中国煤田地质, 2001, 13(2): 9-11, 116 [Gong Shaoli, Zhang Chunxiao. Sequence stratigraphic features and coal-accumulating laws of Permian Basin in Southern China [J]. Coal Geology of China, 2001, 13(2): 9-11, 116]
- 22 李增学, 余继峰, 郭建斌, 等. 陆表海盆地海侵事件成煤作用机制分析[J]. 沉积学报, 2003, 21(2): 288-306 [Li Zengxue, Yu Jifeng, Guo Jianbin, et al. Analysis on coal formation under transgression events and its mechanism in epicontinental sea basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(2): 288-306]

Characteristics of Sequence Stratigraphy and Coal Accumulation Controlling Factors of Lower-Middle Jurassic Coal-bearing Series, South Margin of Junggar Basin, NW China

CHEN Bin-tao¹ YU Xing-he² WANG Tian-qi¹ PAN Shu-xin¹
YANG Li-sha¹ TAN Cheng-peng² LI Shun-li²

(1. Northwest Branch, Exploration and Development Research Institute, PetroChina, Lanzhou 730020;

2. School of Energy, China University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract: Combined with few well drilling and well logging data, and results of previous studies, sequence stratigraphy characteristics and coal accumulation controlling factors of Middle-Lower Jurassic coal-bearing series in south margins of Junggar Basin have been analyzed on the basis of sequence stratigraphic study in outcrops. Middle-Lower Jurassic coal-bearing series in south margins of Junggar Basin can be divided into one complete 2nd order tectonic sequence, where four 3rd order sequences and twelve system tracts were developed inside. The results show that paleotectonic setting (weakly extensive and gentle subsidence) and paleoclimate (warm, humid, and reducing condition) were the fundamental conditions for coal-forming in Middle-Lower Jurassic. While, relative lake level changes of the 2nd order tectonic sequence and rate of relative lake level change in the 3rd order sequence were the major controlling factors for coal accumulation. Commercial recoverable coals, which were characterized by large thickness and stably lateral distribution in outcrops, were all developed in highstand system tract (HST). During the depositional period of SQ1, relative lake level of the 2nd order tectonic sequence was descending, leading a lower paleo-water table, where the coals were mainly developed in the lower part of HST (ascending rate of the relative lake level in the 3rd order sequence was moderate). The depositional period of SQ3 was the maximum flooding period of Early-Middle Jurassic, when the relative lake level of the 2nd order tectonic sequence ascended to the highest point. coal beds were mainly developed in the middle-upper part of HST (descending rate of the relevant lake level in the 3rd order sequence was moderate).

Key words: south margin of Junggar Basin; coal-bearing series; sequence stratigraphy; coal accumulation controlling factors; outcrop