

新疆准东煤田东部层序地层学 及聚煤规律研究

周继兵^{1,2},庄新国³,张东亮³

(1.新疆地质矿产勘查开发局第九地质大队,新疆 乌鲁木齐 830009;2.中国地质大学地球科学与资源学院,北京 100083;3.中国地质大学资源学院(武汉),湖北 武汉 430074)

摘要:首次以准东煤田东部煤矿勘查区为主要研究对象,以钻井岩心描述资料、地震和测井资料为基础,运用层序地层学、煤田地质学和沉积学等相关理论和技术方法,建立了准东煤田东部层序地层格架,重点研究了中侏罗统西山窑组层序地层特征,探讨了聚煤作用和聚煤规律。研究区内侏罗系可划分为两个二级层序和6个三级层序,西山窑组可划分为一个完整的三级层序,6个准层序组(4级)和19个准层序(5级)。层序地层研究表明,西山窑组可采煤层主要发育于湖扩体系域(TST)末期和高位体系域(HST)早期,该时期较快的可容纳空间增加速率和较快的泥碳堆积速率间相平衡,有利于厚煤层的聚集。

关键词:准东煤田;层序地层;聚煤作用;西山窑组

准东煤田位于准噶尔盆地东部隆起带北缘,卡拉麦里山南麓,西部和南部分别以沙帐断折带和奇台低凸起为界,东部一直延伸到梧桐窝子凹陷,面积约13 000 km²。研究区位于准东煤田东部,横跨石浅滩凹陷和黑山凸起两个次级构造单元(图1),包括西黑山、将军戈壁、红沙泉和芨芨湖西等煤矿勘查区,面积约201 km²。区内构造简单,地层倾角平缓,仅发育低缓的背斜和向斜构造,断裂构造不发育。随着准东煤田勘探开发,研究区被2 km×2 km 二维地震网覆盖,目前勘探层位主要是中侏罗统西山窑组,次为下侏罗统八道湾组。本次研究以准东煤田东部煤矿勘查区丰富的钻井岩心描述资料、地震资料和测井资料为基础,在对侏罗系西山窑组层序界面识别基础上,对西山窑组层序地层特征进行研究,建立层序地层格架,以此探讨聚煤作用及聚煤规律。

1 侏罗系层序界面识别及地层划分

层序界面有多种表现形式,在地震、钻井剖面及测井曲线上具明显特征^[5]。地震剖面上通常表现为强反射层,地层终止方式具上超、下超、顶超及削蚀特征,局部显示基准面下降期形成的下切谷。层序界面在钻井岩心和露头剖面上通常表现为:①古土壤层为代表的沉积间断标志;②代表基准面急剧下降期河道底部发育的侵蚀、冲刷不整合面;③基准面下降期沉积相

带向盆地方向迁移,形成沉积相突变面;④层序界面上下地层的地球化学特征、古生物和古生态特征明显不同。测井曲线在层序界面处表现为突变特征。

据以上层序界面识别特征,通过二维地震追索和钻井岩心标定,结合前人研究成果,详细研究了准东北缘地区侏罗系层序界面特征,识别出二级层序界面3个,三级层序界面4个。二级层序界面包括JSB1、JSB6和JSB7,三级层序界面包括JSB2、JSB3、JSB4和JSB5。在识别侏罗系层序界面的基础上,结合前人研究成果,将研究区内侏罗系划分为2个二级层序,6个三级层序(表1)^[1-6]。将下中侏罗统八道湾组、三工河组及西山窑组划分为4个三级层序及相应的体系域。其中体系域划分是在识别地震剖面低位体系域基础上,结合钻-测井岩性剖面进行的。Sq1和Sq2处于侏罗纪沉积早期填平补齐阶段,对应于八道湾组上段和下段,其中,Sq1地层厚约80 m,钻孔显示低位域发育大段红褐色、灰绿色重力流成因的冲积扇-扇三角洲沉积;湖侵体系域多发育灰绿色、杂色泥岩,偶夹砂砾岩;高位体系域为三角洲平原相沉积,发育厚度不大、侧向连续的煤层。Sq2钻井揭露厚约90 m,体系域构成与Sq1相似。低位发育大套三角洲砂岩、砂砾岩等粗碎屑沉积;湖扩期多为灰绿色湖相泥岩沉积;高位体系域发育辫状河三角洲沉积。Sq3相当于三工河组,厚约60~80 m。低位和高位体系域发育河流三角洲沉积,

收稿日期:2010-3-2;修订日期:2010-04-14;作者 E-mail:zhoujibing@sina.cn

第一作者简介:周继兵(1972-),男,四川金堂人,高级工程师,中国地质大学(北京)在读博士生,从事地质矿产勘查及研究工作

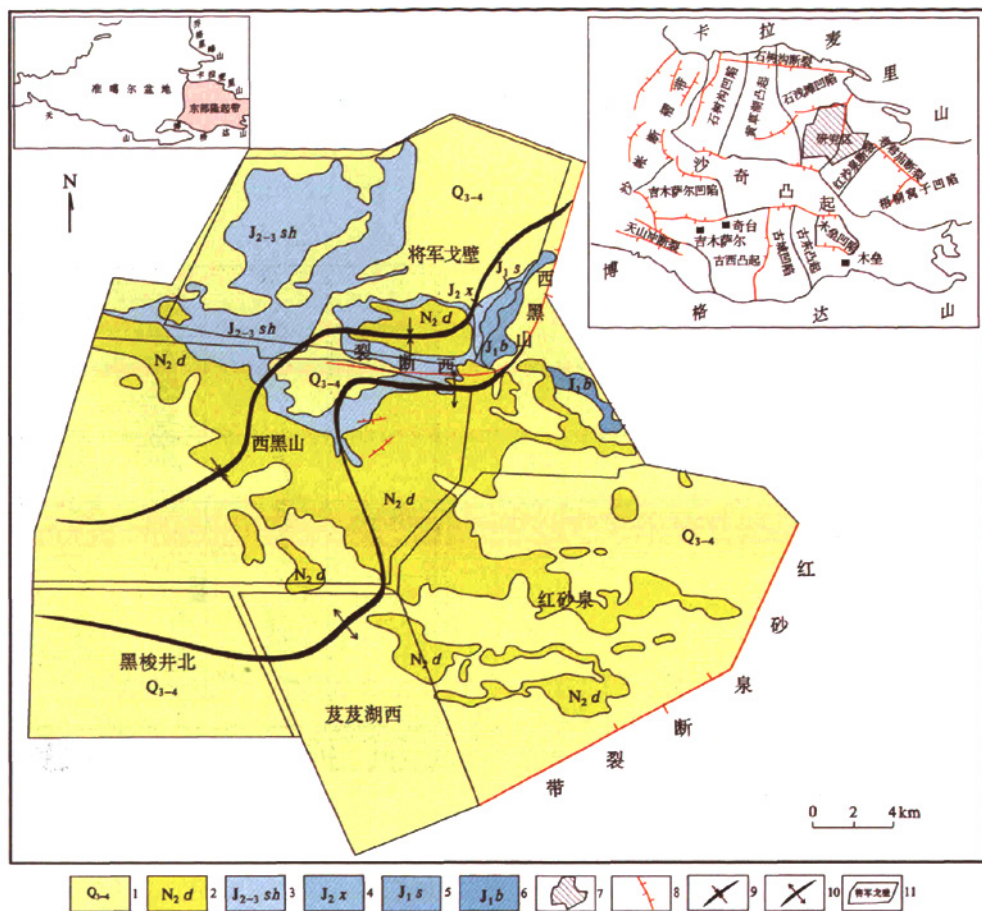


图1 研究区地质图

Fig.1 Geological map of the working area

1.第四系;2.独山子组;3.石树沟组;4.西山窑组;5.三工河组;6.八道湾组;7.研究区;8.断层及名称;9.向斜;10.背斜;11.煤矿区及边界

湖侵体系域主要为浅湖相泥岩,发育水平纹理,整体为非含煤岩系。Sq4 与西山窑组对应,属盆地淤浅阶段,其中钻孔揭露地层厚 150 m,低位、湖扩和高位体系域发育完整,整体为滨浅湖和辫状河三角洲沉积,煤层极为发育,是本文研究的目的层段。上覆的 Sq5 和 Sq6 分别对应于石树沟群头屯河组和齐古组,Sq6 顶部遭受后期强烈剥蚀,为研究区非含煤层段。

2 西山窑组层序地层分析

2.1 西山窑组层序界面特征

西山窑组对应于三级层序 Sq4,其顶底分别为三级层序界面 JSB4 和 JSB5,其中 JSB4 是西山窑组与下伏三工河组分界面,JSB5 是西山窑组与上覆头屯河组的分界面,二者在二维地震、钻井岩心及测井曲线上识别特征明显。

JSB4 位于西山窑组底部粗碎屑岩之下,该界面为局部不整合面,地震剖面上偶见不明显下超特征。钻井岩心剖面上,**SB4** 多表现为侵蚀冲刷面,常见西山窑组河流相粗碎屑物对下伏三工河组浅湖相泥岩的冲刷侵蚀面,测井曲线上自然伽马多表现为钟形、箱型或二者的叠加类型,底部具突变面(图 2)。其次表现为相转换面,界面下为浅湖相泥岩,界面上为三角洲平原相或前缘相砂砾岩,发育不明显倒旋回,顶部一般发育根土岩,代表一种沉积间断。

JSB5 位于西山窑组顶部,该界面为区域平行不整合面,其上下地震反射波组产状表现出一致性,但反射波能量明显弱于下部地层.反射波组的组合特征与界面之下地层有较大不同.界面之上头屯河组地层较为均一,波阻抗小,下部西山窑组表现出明显的不均一性,反射同相轴更加强烈.在钻井岩心剖面上,

表1 准东北缘地区侏罗系层序划分表

Table 1 Dividing table of Jurassic sequence stratigraphy

地层					二级层序	三级层序	体系域	界面反射终止关系	构造运动
系	统	群	组	段					
侏罗系	上新统								Jt7 燕山运II幕 (区域不整合)
	上统		齐古组			Sq6		削蚀	Jt6
		石树沟群 J ₂₋₃	J _{3q}		SQ II			平行部整合	
			头屯河组			Sq5			
			J _{2f}					上超/下超/整合	
	中统		上		SQ I		高位	削蚀	Jt5 燕山运I幕 (区域不整合)
		西山窑组 J _{2x}	下			Sq4	湖扩		
							低位	上超/下超/整合	
		三工河组 J _{1s}				Sq3	高位	顶超	
							湖扩		
							低位	上超/下超/整合	
侏罗系	下统	水西沟群 J ₁₋₂				Sq2	高位	顶超/削蚀	Jt4 层序界面位于煤层之下
							湖扩		
		八道湾组 J _{1b}	上			Sq1	高位	上超/下超/整合	
							湖扩		
			下				低位	顶超	
							湖扩	上超/下超/整合	
三叠系	上中统							削蚀	Jt1 印支运动 (区域不整合)
		小泉沟群 T ₂₋₃							

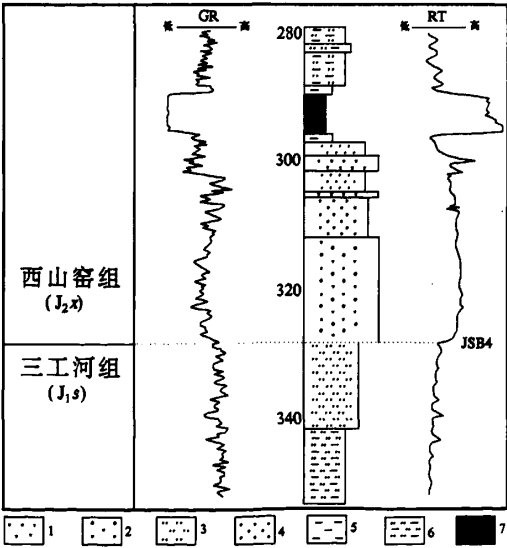


图2 JSB4在zkj131井的特征

Fig.2 JSB4 characters in zkj131

1.砾岩;2.砂砾岩;3.中砂岩;4.粗砂岩;5.泥岩;6.泥质砂岩;7.煤

该界面上下岩性、地层颜色也表现出极大不同.界面之上地层多表现为风化壳和古土壤层,颜色显示偏氧化环境的红褐色、杂色等,局部地区接近层序界面处多发育粗碎屑岩,界面之下多发育偏还原环境的灰色、灰黑色泥岩、碳质泥岩或煤层,界面处多见粗碎屑岩对下部煤层或泥岩的侵蚀冲刷(图3).层序界面处测井曲线突变.

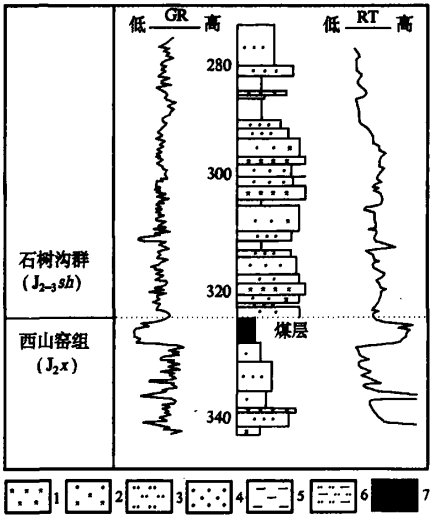


图3 JSB5在zkj1105井的特征

Fig.3 JSB5 characters in zkj1105

(图例同图2)

2.2 西山窑组体系域界面特征

层序 Sq4 内部体系域的划分,是在识别初始洪泛面(fs)和最大洪泛面(mfs)基础上进行的.笔者结合地震、钻井岩心和测井资料,将西山窑组底部粗碎屑岩之上,B1 煤层之下发育的细粒沉积物的底界面作为初始洪泛面,将 B3 煤层之下发育的大段泥岩中部作为最大洪泛面.西山窑组煤层发育稳定,地震波组显示“双轨”特征,连续性强,B1 煤层底界面反射波组具超覆坡折带趋势,初始湖泛面可沿着 B1 煤层反射波组底界面连续追踪.钻测井剖面显示,西山窑组底部粗碎屑岩之上多发育泥岩、碳质泥岩或泥质粉砂岩等细粒沉积物,指示基准面由下降转为逐渐上升,局部地区 B1 煤层直接覆盖到低位粗碎屑岩之上,将煤层底板作为初始洪泛面.地震剖面上反映不明显,钻-测井剖面上显示为大致水平纹理发育的浅湖相泥岩,测井显示为高自然伽马和低视电阻率值.

2.3 西山窑组准层序的划分和对比

据 Van Wagoner 定义,准层序是相对整合、成因相关、由洪泛面为边界的层组或层系,垂向上具岩相

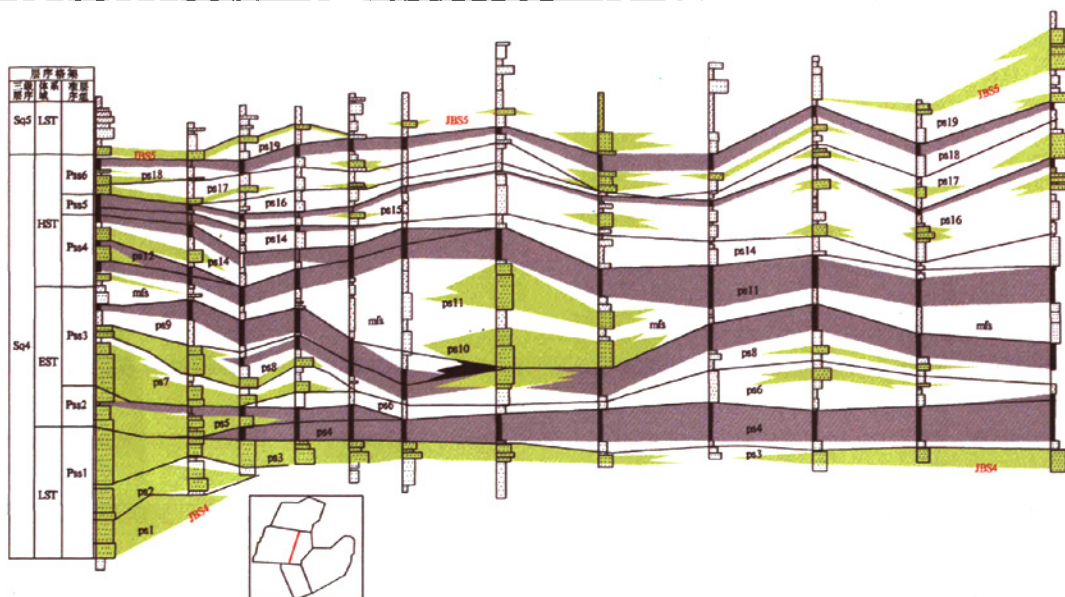


图4 准东煤田西黑山勘查区L4线西山窑组准层序的划分和对比

Fig.4 Sequence stratigraphy of Xishanyao Formation in L4 of Xiheishan working area in Zhundong coal field

组合和明显沉积旋回特征。考虑到研究区西山窑组内部广泛发育煤层和碳质泥岩,具明显沉积旋回特征,旋回底部可发育湖相泥岩、辫状河三角洲水下分流河道或河口坝砂岩等水下沉积,向上水深变浅,顶部发育煤层,煤层上部通常为湖相泥岩或泛滥平原细粒沉积物覆盖,代表洪泛期沉积。因此,每个含煤旋回可作为一个准层序,煤层顶界面可作为准层序界面。在区域分布的厚-巨厚煤层中,往往包含重要的准层序或体系域界面,这些界面的形成通常与湖平面变化所影响的成煤沼泽水介质条件和植被条件密切相关,是多个准层序形成的古泥碳体垂向叠加的结果。通过对沉积旋回、岩相和相组合特征综合分析,结合煤层中准层序界面的识别,研究区西山窑组(Sq4)识别出19个准层序,6个准层序组(图4),可分为3种类型:①进积准层序组;②加积准层序组和;③退积准层序组。其中,低位体系域主要发育进积准层序组(PSS1),湖扩体系域主要发育退积准层序组(PSS2)和加积准层序组(PSS3),高位体系域则发育加积准层序组(PSS4和PSS5)和进积准层序组(PSS6)。

2.4 西山窑组层序地层格架

据对西山窑组层序界面、体系域界面及准层序的划分和对比,将西山窑组划分为1个完整的三级层序和6个准层序组(四级),向盆地边缘准层序和准层序组可能合并。低位、湖扩和高位体系域分别由初始湖泛面和最大湖泛面分隔,准层序组和准层序边界由体系

域界面或次一级湖泛面分隔。分析表明,研究区盆地为具宽缓坡折的拗陷型盆地,地势平坦、相带较宽,相类型分布齐全,沉积具多物源、近物源和沉积速率高等特点,河流带来的大量粗碎屑物可直接输送到盆地沉降中心区,充填了盆地沉降和湖平面上升所形成的空间,使湖水变浅,湖面萎缩。在温暖潮湿的气候条件下,淤浅的盆地可能沼泽化而形成区域分布的厚煤层。

3 聚煤作用分析

煤层发育受基底沉降和沉积环境等地质条件的控制^[1-6]。前者包括构造活动的强度和频率,后者包括沉积时的岩相古地理条件、古地貌、古植被、古气候、泥碳沼泽类型和沼泽中的水体深度及地球化学条件等。可容纳空间变化速率必须与泥碳沉积速率保持平衡,才有利于泥碳的堆积和保存。陆相盆地可容纳空间的变化速率主要取决于湖平面变化速率,湖平面变化速率与盆地基底沉降速率密切相关。可容纳空间产生速率与泥碳堆积速率间的平衡关系是聚煤作用的充分条件,这种平衡关系持续时间的长短决定了煤层厚度亦即聚煤作用强度。编号煤层的厚度与含煤准层序组厚度的相关性分析表明,二者具明显正相关,在基底沉降量较大区域,一般发育较厚煤层,说明聚煤期沼泽中泥碳堆积速率较高,基底沉降速率与成煤沼泽中的泥碳堆积具较好匹配关系。局部沉降幅度较小区域,泥碳堆积由于没有足够可容纳空间而遭受后

期侵蚀,基底沉降过快区域可能导致水体加深,不利于植物生长.研究区盆地基底沉降具幕式特点,可能与盆地所处大地构造位置和全球性构造运动阶段相应的应力场有关.在盆地沉降相对较快时期,盆地沉降造成盆地边缘相对抬升,河流作用加强,盆地覆水接受大量碎屑沉积物,在盆地沉降相对缓慢时期,大量碎屑沉积物最终使盆地淤浅.在温暖潮湿气候条件下,淤浅滨浅湖区普遍沼泽化,形成具全区分布的厚煤层.泥炭沼泽发育后期,相对快速的构造沉降使湖平面快速扩张,淹没沼泽,聚煤作用终止,是区域性煤层顶板普遍发育湖相泥岩的主要原因.研究区西山窑组发育多个含煤准层序组,聚煤作用具明显周期性,可能与幕式构造沉降条件下湖平面变化有关.因此,区内煤层大多分布在最大湖泛面附近的湖侵体系域末期和高位体系域早期.该时期较快的可容纳空间增加速率与泥碳堆积速率间相平衡,有利于厚煤层聚集.湖平面快速扩张和萎缩造成区域性厚煤层向盆地方向分叉变薄,甚至尖灭,盆地坡折位置,煤层合并加厚.

4 结论

(1) 准东煤田东南部侏罗系可划分为2个二级层序和6个三级层序,本文研究的目的层段西山窑组顶、底板均为三级层序界面所围限,可划分为1个完整的三级层序(Sq4),6个准层序组(4级)和19个准层序(5级).

(2) 西山窑组主要发育辫状河流、辫状河三角洲-滨浅湖和网状河流3种沉积体系.低位体系域和湖扩

体系域主要发育辫状河流、辫状河三角洲及滨浅湖沉积体系.高位体系域早期主要为滨浅湖沉积,中期形成网状河流沉积体系,晚期形成辫状河三角洲和滨浅湖沉积.

(3) 层序地层研究表明,西山窑组编号煤层主要发育于湖扩体系域末期和高位体系域早期.该时期较快的可容纳空间增加速率和较快的泥碳堆积速率之间相平衡,有利于厚煤层的聚集.

(4) 西山窑组富煤带主要分布在研究区北部和南部盆地坡折带,次为坡折带之上平缓的台地区.每个含煤准层序组发育晚期,南部淤浅的湖盆中心区具较好聚煤作用.研究区中北部由于河道发育,形成了粗碎屑岩发育带,聚煤作用受到极大干扰,即使是在盆地坡折带,煤层总厚度也相对较薄.

参 考 文 献

- [1] 王居峰,蔡希源,邓宏文,等.准噶尔盆地腹部侏罗系高分辨率层序地层特征[J].石油学报,2000,27(2):16-19.
- [2] 张满郎,张琴,朱筱敏.准噶尔盆地侏罗系层序地层划分探讨[J].石油实验地质,2000,22(3):236-240.
- [3] 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):382-386.
- [4] 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.
- [5] 张冬玲,鲍志东,杨文秀.准噶尔盆地侏罗系层序地层格建立及主控因素分析[J].大庆石油学院学报,2005,29(2):10-12.
- [6] 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.
- [7] 刘海涛,卫延召,张光亚,等.准噶尔盆地白家海地区侏罗系聚煤作用与层序地层[J].天然气地球科学,2006,17(6):802-806.
- [8] 刘豪,王英民.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.

SEQUENCE STRATIGRAPHIC ANALYSIS AND COAL ACCUMULATION IN THE EAST OF ZHUNDONG COAL FIELD,XINJIANG

ZHOU Ji-bing^{1,2},ZHUANG Xin-guo³,ZHANG Dong-liang³

(1.No. 9 Geology survey party of BGMRD,Urumqi,Xinjiang,830009,China;2.Earth Sciences and Resources Institute, China University of Geosciences,Beijing,100083,China;3. Resources Institute, China University of Geosciences(Wuhan),Wuhan,Hubei,430074,China)

Abstract:It is the first time to study the east of zhundong coal field.Based on the information from the drilling cores ,well logs and seismic cross sections, applying the theories and methods of sequence stratigraphy, coal geology and sedimentology , the sequence stratigraphic framework,depositional systems and coal facies of Xishanyao Formation in the Zhundong coal field are analysed. On the Basis of the comprehensive analysis above, the sequence stratigraphic framework of Xishanyao Formation is established, the types and evolution of depositional systems are discussed in detailed;Finally, the controlling factors of coal-accumulation and the distribution of thick coal seams are analysed. The Jurassic strata can be divided into two second-order sequences and six third-order sequences.The objective interval Xishanyao Formation is a complete third-order sequence,and can be divided into six Parasequence sets(forth-order) and nineteen Parasequence(fifth-order).By sequence stratigraphic analysis,coal seams with great significance in Xishanyao Formation were formed at the late lake expansion systems tract (EST)and the early highstand system tract(HST),when the rate in creation of accommodation kept balance with peat accumulation rate.

Key Words:Sequence stratigraphy;Coal-accumulation;Xishanyao Formation;Zhundong coal field