

# 鸡西盆地高分辨率层序地层研究与聚煤作用分析

周兴福<sup>1</sup>, 杨晓平<sup>2</sup>, 郝永鸿<sup>2</sup>, 汪岩<sup>2</sup>, 李仰春<sup>2</sup>, 黄贤玉<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省地质调查总院, 哈尔滨 150036; 2. 黑龙江地质调查总院齐齐哈尔分院, 齐齐哈尔 161005;  
3. 黑龙江省第六地质勘察院, 佳木斯 154000)

**摘要:**采用露头、钻井、钻孔剖面资料对鸡西盆地北部含煤条带中城子河组进行了高分辨率层序地层划分和对比, 共识别出 2 个长期、7 个中期、44 个短期基准面旋回。中—长期基准面旋回由上升、下降两个半旋回构成对称型结构, 在不同剖面对应标志明显; 短期基准面旋回分为对称型和非对称型两种, 自盆地中部至盆地边缘基准面旋回个数递减。通过对各级别基准面旋回的分析, 讨论了高分辨率层序与聚煤作用关系。长期基准面旋回总体上制约了煤层的分布规律, 完全对称型旋回和不完全对称型上升半旋回聚煤作用总体偏好, 是找煤远景层位; 中—短期基准面下降半旋回聚煤作用较好, 是重要工业煤层的有利赋存部位。研究结果显示城子河组第 1、2、3 个中期基准面旋回聚煤作用最好, 是采煤及扩大远景找矿的首选层位。

**关键词:**城子河组; 高分辨率层序; 聚煤作用; 鸡西盆地

**中图分类号:** P542<sup>+</sup>.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672 - 4135(2005)02 - 0079 - 08

高分辨率层序地层学理论<sup>[1]</sup>自创建以来, 以其全新的技术方法和显著的实际应用效果, 引起了国内外众多学者, 尤其是石油勘探家的高度重视<sup>[2~4]</sup>, 在中国广泛分布的中新生代油气盆地及含煤盆地研究中取得了巨大成功<sup>[5~9]</sup>, 并且已经证实该理论体系及技术方法, 相对 P. R. Wail 等(1988)沉积层序地层学及 Galloway 等(1989)成因层序地层学理论更适合陆相盆地的层序地层学分析<sup>[5,8]</sup>

鸡西盆地是黑龙江东部中生代最重要的含煤盆地之一, 以往地质勘探工作对该盆地的岩石地层、生物年代及煤层分布研究较详细, 但对盆地的成生演化、高精度地层划分对比、聚煤作用分析等方面涉及很少, 层序地层研究更是空白。目前该盆地内已完成了大部分煤田勘探工作, 取得了丰富的钻孔(井)及露头资料, 为层序地层研究和盆地(聚煤作用)分析积累了大量基础素材。笔者在鸡西地区从事 1:25 万区调时, 对鸡西群进行了高分辨率层序地层划分和对比, 发现高分辨率层序与聚煤作用之间存在密切的联系。本文在鸡西盆地北部含煤条带(图 1), 分别选择了露头、立井、钻孔岩性剖面对该

盆地内重要煤系地层城子河组进行了高分辨率层序地层划分, 在此基础上讨论了城子河组聚煤作用, 以便为今后在鸡西盆地进行高精度地层划分对比和扩大找煤远景提供基础依据。

## 1 地质概况

鸡西盆地位于中国东北前中生代佳木斯地块之上, 介于依舒断裂和敦密断裂之间, 为一典型断陷盆地, 盆地内主要沉积了鸡西群含煤岩系。城子河组是鸡西群中最重要的煤系地层, 相当于鸡西群中下部层位, 对称分布于鸡西盆地靠近盆缘一带, 总体呈 NEE 向条带状展布, 厚度 400 ~ 850 m, 盆地中心位置厚度大于盆缘位置厚度。底界呈平行不整合盖在鸡西群滴道组之上, 或直接超覆在盆地基底之上, 顶部被鸡西群穆棱组整合覆盖(盆缘附近为平行不整合接触)。岩石组合以中细粒砂岩夹粉砂岩、泥岩、煤层为主, 其中发育煤层 10 ~ 40 层, 可采煤层 4 ~ 20 层, 可采煤层厚 1 ~ 3 m, 煤层主要分布于该组中下部。总体地层结构为退积型, 相当于断陷期二级层序湖侵体系域, 组内产有丰富的 *Ruffordia* - *Onychiopsis* 植物群化石, 同

收稿日期: 2005 - 01 - 10

基金项目: 国家地质调查项目 (200113000042)

作者简介: 周兴福(1962 - ), 男, 高级工程师, 长期从事区域地质调查及研究工作。

时伴生有海相双壳、腹足、沟鞭藻等化石,时代 为早白垩世凡兰吟晚期—巴列姆早期。

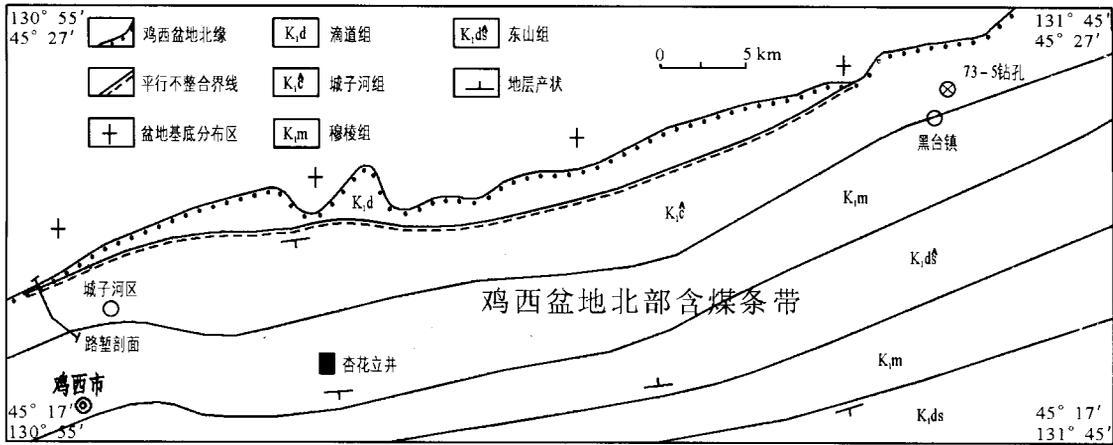


图 1 鸡西盆地北部条带剖面、钻孔分布位置图

Fig. 1 Distribution of the striped section and the drilling holes in the north of Jixi basin

## 2 高分辨率层序划分

在鸡西盆地城子河组剖面中识别出 3 种可以作为层序边界的构造—沉积界面,即区域性平行不整合面及相当的整合面、盆内主要冲

刷—侵蚀间断面、冲刷面与煤层。该三种界面在高分辨率层序划分中分别对应着长期基准面旋回、中期基准面旋回、短期基准面旋回的界面,其识别标志、成因及对应层序类型等见表 1。

表 1 高分辨率层序特征

Table 1 The features of the high-resolution sequences

层序级别	基准面旋回	旋回时限 (Ma)	界面成因	界面特征	对应沉积层序	对应岩石地层	对应天文周期
三级	长期基准面旋回	2 ~ 5	同一构造旋回中,受构造活动强度和沉积作用双重因素控制的侵蚀不整合面及与之可对比的整合面	露头、岩芯中大型侵蚀不整合面、整合面、岩相超覆面	层序	段	太阳接近小行星的周期
四级	中期基准面旋回	0.4 ~ 1.5	受气候和构造双重因素控制的沉积间断面和与之可对比的整合界面	露头、岩芯中的主要冲刷面、古土壤(煤层)、洪泛面等	准层序组	亚段	地球轨道长偏心率周期
五级	短期基准面旋回	0.1	受气候和沉积物供给量变化控制的局部冲刷面、无沉积面及整合面	洪泛面、冲刷面、古土壤(煤层)	准层序	韵律层	地球轨道短偏心率周期

注: 彭军等(2002)、郑荣才等(2003); 罗立民(1999)综合 Van Wagoner(1987)、李思田(1992)划分方案; 李增学等(2000)综合 Mail(1984)、Brett(1990)划分方案; 池秋鄂等(2001)划分方案

城子河组顶、底界分别由平行不整合或整合界面限定,构成了城子河组长期基准面旋回的顶、底界,内部发育一个大型侵蚀—冲刷界面,界面附近表现明显的岩相超覆,盆内可大范围追踪,将整个城子河组分割成两个长期基准面旋回(图 2)。在两个长期基准面旋回上升或下降过程中,发育了多个具有次一级的,且有一定区域可对比性的主要冲刷面、洪泛面及煤层

(图 2),代表了中期基准面旋回界面。第 1 个长期基准面旋回内发育 1 个中期基准面旋回界面,将该长期基准面旋回分割成两个中期基准面旋回;第 2 个长期基准面旋回内发育 4 个中期基准面旋回界面,将该长期基准面旋回分割成 5 个中期基准面旋回。每个中期基准面旋回内部均发育多个规模较小的底冲刷面、岩相转换面及欠补偿性煤层沉积等,代表了短期基准面旋

回界面。中期基准面旋回内发育的短期基准面旋回界面个数不完全相同,一般 1 个中期基准面旋回多由 4 ~ 6 个短期基准面旋回组成,最

多发育 8 个,最少者 2 个。整个城子河组最多可识别 44 个短期基准面旋回。

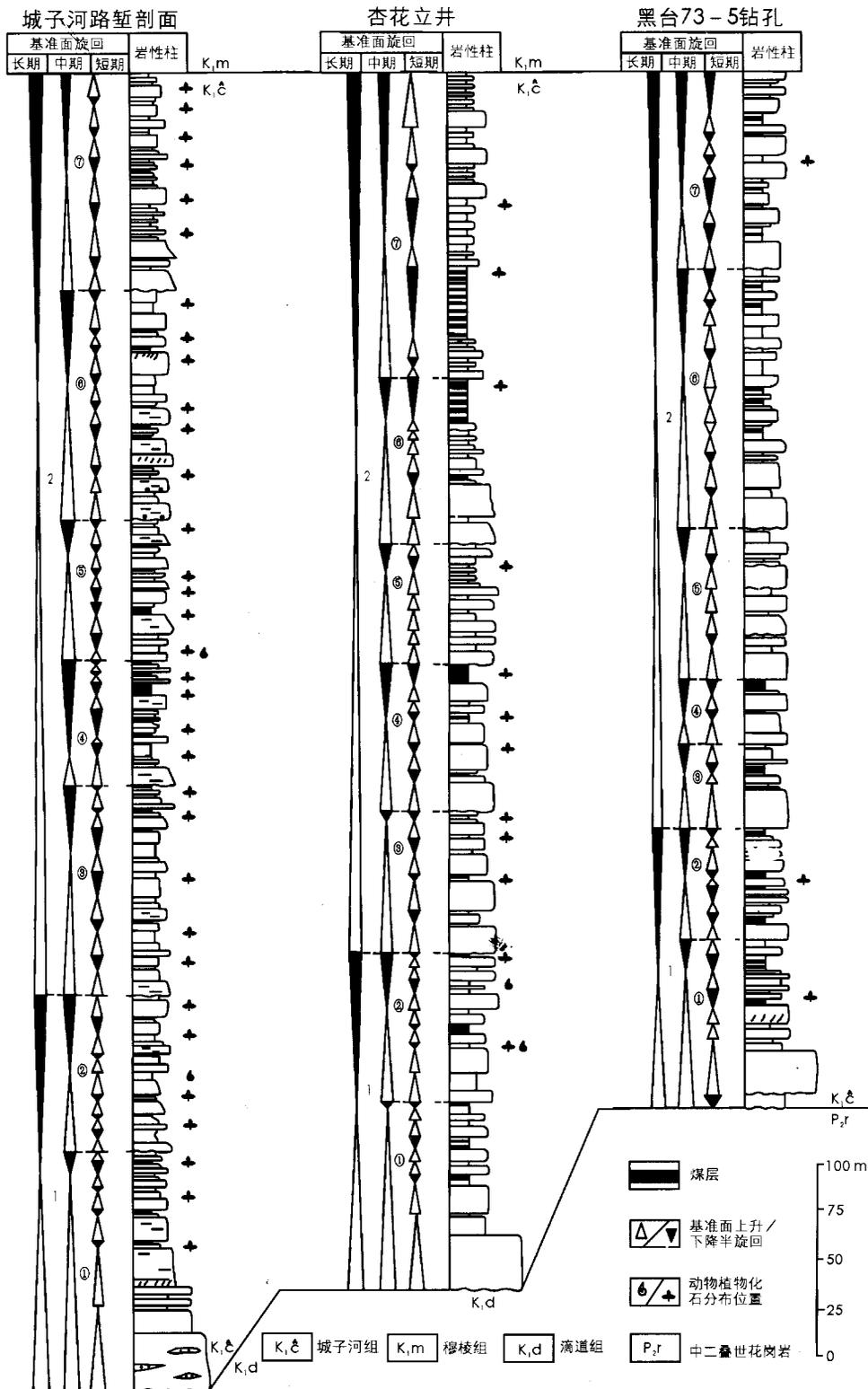


图 2 城子河组(K<sub>1</sub>)高分辨率层序基准面旋回划分和对比

Fig. 2 Subdivision and correlation the base-level cycle of the high-resolution in the Chengzihe Formation

### 3 高分辨率层序特征

#### 3.1 短期基准面旋回层序特征

短期基准面旋回由成因上相联系的单一岩相或多个岩相构成的岩石地层单元加界面组成,相当于 Vail (1987) 层序地层学中的准层序及岩石地层中的韵律层<sup>[4~9]</sup>,在天文周期中对应着地球轨道短偏心率周期,层序的时间周期为 0.1 Ma (据短偏心率周期与短期基准面旋回对应厘定)<sup>[5]</sup>。短期基准面旋回是划分高分辨率层序地层的成因地层单元和层序分析的基础<sup>[10]</sup>。通过岩心、露头剖面的研究,在城子河组中识别出 2 类短期基准面旋回结构类型。

##### 3.1.1 非对称性短期基准面旋回

根据所处二分时间单元部位不同,可将城子河组残缺的短期基准面旋回分为向上变深和向上变浅两种类型。向上变深型非对称旋回主要分布在城子河组的底部及中上部,约占短期基准面旋回总数的 20%。主要以保存上升半旋回沉积记录为特点,层序底界面为冲刷面或整合面,向上发育变细的沉积序列,显示向上水体变深的基准面上升半旋回结构。下降半旋回表现为沉积的被冲刷缺失或无沉积间断,下降半旋回沉积物通过侵蚀冲刷作用被带走,反映了水动力较强的动荡环境。该类基准面旋回在城子河组的下部及中上部的厚度所占比例较大,说明城子河组早期和中晚期以水动力较强的浅水环境沉积为主。

向上变浅型非对称旋回在城子河组中出现极少,主要以保存下降半旋回沉积记录为特征,上升半旋回主要表现无沉积间断面和水进冲刷面,并以此作为整个层序的底界,向上发育变粗型沉积序列,显示向上水体变浅的基准面下降半旋回结构,该类基准面旋回代表了距物源区较近、供给量逐渐增大的沉积特点。

##### 3.1.2 对称型短期基准面旋回

该类旋回基准面上升和下降半旋回的沉积记录都有保存,基本为完整的基准面旋回,顶、底多以小型冲刷面及整合面为界。此类层序在城子河组短期基准面旋回总数中所占比例近 80%。其形成主要与高可容纳空间背景下的基准面上升幅度较大而下降幅度较小,以及沉积

速率始终处在小于可容纳空间增长率的状态有关<sup>[8]</sup>。层序内由退积(加积)作用形成由粗变细又变粗的对称沉积序列,由退积(加积)转换面为对称轴或湖泛面,将层序分隔为上升与下降 2 个半旋回,具备二分时间单元分界线的特点。依据上升和下降半旋回所保存的地层厚度可进一步划分为上升半旋回大于下降半旋回、下降半旋回大于上升半旋回和上升与下降两个半旋回近于相等三种对称型基准面旋回(图 2)。

#### 3.2 中期基准面旋回

中期基准面旋回是通过短期基准面旋回层序叠加样式的分析和中期基准面旋回层序界面综合确定<sup>[5,11]</sup>。城子河组的中期基准面旋回由 4~6 个、个别 2 个或多达 7~8 个具进积、退积和加积结构的非对称型、对称型短期基准面旋回按一定的排列方式叠置而成,厚度数十米至上百米,时间跨度 0.2~0.8 Ma,平均为 0.67 Ma (依据短期基准面旋回时限累加推算),相当于 P. R. Vail 的准层序组、岩石地层的亚段和天文周期中长偏心率周期的时限<sup>[5~9]</sup>。

城子河组中期基准面旋回层序均由对称型基准面上升、下降两个半旋回组成,对称性表现很好,显示了相对均衡的中期基准面升、降变化特点。其中第 1、2、3 个中期基准面上升半旋回厚度大于下降半旋回厚度,显示湖侵到湖退的转换速度较快,以保存上升半旋回沉积记录为主;其余中期基准面旋回的上升、下降半旋回厚度基本相同,表明由湖侵到湖退的转换速度较慢,上升和下降旋回沉积记录均保存较好;个别基准面上升、下降半旋回在横向上具有对称性发生变化的特征,即在一个地方上升、下降半旋回厚度相近,向两侧延伸,上升或下降半旋回厚度不断增大或减小,形成上升半旋回厚度大于或小于下降半旋回,说明中期基准面旋回受局部构造作用影响也较明显。中期基准面旋回顶、底多由较明显的冲刷面及岩相叠覆界面限定,层序内多由退积(加积)进积(加积)型短期基准面旋回叠置形成由粗变细复变粗的对称型沉积序列,其结构样式与短期基准面旋回特点相似,但其反映的是盆地内较明显的湖侵湖退沉积,在盆地范围内叠加样式稳定于

短期基准面旋回的变化。

### 3.3 长期基准面旋回

长期基准面旋回以三级构造层序的不整合及整合面为界,由多个中期基准面旋回层序叠加组成,在盆地范围内具有较大规模的完整湖侵-湖退旋回沉积层序,沉积厚度一般在200~600 m,时间跨度1.3~3.1 Ma(据中、短期基准面旋回时限累加推算),与P. R. Vail的三级层序、岩石地层的段及天文周期中太阳接近小行星的周期时间基本相当<sup>[5~9]</sup>,说明长期基准面旋回兼受区域构造和天文周期影响下的气候旋回共同制约。

城子河组中的第1个长期基准面旋回表现为上升半旋回厚度基本等于下降半旋回的近完全的对称型,反映了湖侵幅度与速度由高到低的脉动式递减和湖退幅度由低到高递增的特点,湖侵到湖退的转换速度相对较慢,上升和下降半旋回的沉积记录均保存很好,表明城子河组早期的最大湖侵作用和湖退作用程度应基本接近。

第2个长期基准面旋回表现为上升半旋回厚度大于下降半旋回的不完全对称型,反映了由湖侵到湖退的转换速度较快、幅度大,以保存长期基准面上升半旋回的沉积记录为主,下降半旋回顶部有较强的侵蚀作用的特点,说明城子河组中晚期最大湖侵作用程度强于湖退沉积作用。

城子河组的2个长期基准面上升半旋回所包函的中期基准面旋回以上升半旋回沉积厚度大于下降半旋回为特征,而下降半旋回所包函的中期基准面旋回以上升半旋回厚度小于或等于下降半旋回为特征,总体上具有长期基准面上升过程中其内中期基准面也保持着上升状态,而下降过程中其内中期基准面也保持着总体下降或上升与下降程度基本相同的特点。

## 4 高分辨率层序的对比

城子河组长期基准面旋回的分界面为盆地范围内的不整合或与之对应的整合界面,属区域上等时性界面,界面所分割的长期基准面旋回的叠加样式在不同剖面中具很好的可对比性(图2),其内部反映最大湖泛面的半旋回转折点

在不同剖面中表现为凝缩的厚层泥岩及煤层沉积,在鸡西盆地北部含煤条带沉积序列中有很好的识别标志和对应关系,另外长期基准面旋回控制的煤层分布在不同剖面中具有明显的对比关系,第1个长期基准面旋回的下降半旋回中发育有同期海侵形成的海相化石层是长期基准面旋回横向等时对比的重要标志。总体来看,城子河组两个长期基准面旋回的界面、叠加样式、海相化石、含煤性在鸡西盆地北部条带中分别具有明显的相似性和统一性,表明城子河组在这一地区沉积作用和形成时间具有同步性。从长期基准面旋回厚度对比上看,自盆地中心位置(城子河)向盆地边缘(黑台)横向厚度依次递减,且整体岩石粒度逐渐变粗。

中期基准面旋回的界面、半旋回转折点、含煤性和化石层在长期基准面旋回框架内,具有很好的对应关系(图2),显示了受相同气候环境控制的沉积特点,部分旋回的对称性及含煤性在横向上受局部构造影响有一定变化,且沉积厚度也具有不稳定性,但总体上仍表现由盆地中部向盆缘依次减小的特点。短期基准面旋回在中期基准面旋回内总体上具有较好的对比性,不同剖面中叠加样式、湖泛面和旋回个数具有较明显的相似性和可对比性(图2)。受物源供给和局部冲刷侵蚀作用影响,局部基准面旋回缺失上升或下降半旋回,有的地段甚至缺失整个旋回,呈现出自盆地中部向边缘(横向)基准面旋回个数略有递减的特点,在中期旋回内最多达3个短期基准面旋回,导致盆地中部短期基准面旋回对应盆地边缘的短期基准面旋回的界面。受基准面旋回缺失影响,短期基准面控制的煤层和化石层对比性有所降低,但短期基准面上升与下降半旋回转折点在不同剖面的中期基准面旋回内作为等时对比的优先条件仍较明显。

## 5 高分辨率层序与聚煤作用分析

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物补给量以及迅速埋藏等条件<sup>[12]</sup>,因此,形成煤的最好环境是具有生物遗体的堆积、持续上升的水面和最少的粘土和泥质,且只有在可容纳空间的整

个增长速度约等于植物遗体的堆积速度的情况下,有机质才能得以保存至形成煤<sup>[7]</sup>,而可容纳空间、水位的变化及沉积物供给、古气候情况与基准面升降变化之间有着密切的成因联系,因此通过高分辨率基准面旋回的研究进行盆地聚煤作用分析无疑是一种十分有效的方法。

### 5.1 长期基准面旋回与聚煤作用

长期基准面旋回反映的是盆地范围内大规模的湖侵—湖退成因和长期基准面变化特征,因此它总体上控制了湖盆聚煤作用的形成机制。城子河组第1个长期基准面旋回表现为上升和下降半旋回厚度基本相等的完全对称型,显示了湖侵向湖退转换速度较慢。其中基准面上升半旋回由脉动式湖侵沉积物组成,表现水位不断抬升、沉积速率小于沉降速率、物源供给偏小,在湖侵背景下、气候较为潮湿,利于植物大量生存,湖侵水位的增高能及时掩埋植物遗体,为造煤植物的保存提供了有利的条件;下降半旋回中水体处于高位,脉动式湖退较为缓慢、水量充足、可容纳的空间增长速度等于或略小于堆积速度,较适宜植物的大量生存,在水位下降过程中物源砂体的推进能及时掩埋植物遗体,使其得以保存。因此,该长期基准面上升和下降半旋回均有较好的聚煤条件,发育工业煤层。

第2个长期基准面旋回表现为上升半旋回远大于下降半旋回的不完全对称型,显示了湖侵—湖退的转换速度快,以湖侵沉积保存为主。上升半旋回水位处于不断上升阶段、水量充足、气候潮湿、可容纳空间增长速度大于沉积速度、物源供给偏小、沉积作用时间长,利于植物长时间大量生存,脉动式湖侵砂体的推进和不断升高的水位能及时埋藏植物遗体,形成还原环境,为聚煤作用提供了有利条件,因此上升半旋回总体聚煤作用偏好,发育多层可供开采的工业煤层;相反,下降半旋回水位不断下降、沉积速度大于可容纳空间增长速率、物源供给量大、水体萎缩、气候逐渐变干旱、沉积作用时间短,不利于植物长时间生存,同时由于冲刷、侵蚀作用较强,植物遗体不易保存,因而该阶段聚煤作用较差,仅在半旋回转折点(最大湖泛面)偏上位置发育有质地较差的薄煤层。

### 5.2 中期基准面旋回与聚煤作用

中期基准面旋回代表盆地次一级的湖侵—湖退沉积,受局部构造影响明显,因此它制约着具体含煤段的生长和发育。城子河组第、个中期基准面上升半旋回表现为湖侵脉动幅度小、频率高、可容纳空间增长速度大于沉积速率、物源供给逐渐减小、沉积作用时间长、水位增高使气候不断变潮湿等特点,利于植物大量生长和保存,聚煤作用好,工业煤层集中发育;下降半旋回表现沉积时间短、物源供给大、水体萎缩、沉积作用快而水动力强等特点,不利于植物大量生长和保存,聚煤作用差,只有少许质地较差薄煤层。第、个中期基准面下降半旋回表现为湖退脉动幅度小、频率高、湖退转化沉积作用慢、水量较充足、气候较潮湿、物源供给增大速度慢、沉积水动力弱,利于植物长时间大量生长和保存,聚煤作用好,有较多工业煤层集中发育;上升半旋回因湖退脉动频率低、幅度大、水动力强、物源供给大、沉积作用快而强,造煤植物不宜长时间生长和保存,聚煤作用差,仅零星分布有薄煤层。第、、个中期基准面旋回的湖侵—湖退的脉动幅度大、频率低、可容纳空间增长速率与沉积速率均较大,沉积物粒度偏粗,显示水位浅、水动力强的特点,造煤植物不宜长时间生长、植物遗体多被冲刷、侵蚀掉,聚煤作用差,仅在局部构造缓和地段有薄煤层发育。

### 5.3 短期基准面旋回与聚煤作用

短期基准面旋回代表盆地内最小规模的湖侵—湖退沉积作用,它控制了具体的煤层的形成和分布。城子河组向上变深非对称型短期基准面旋回多表现水动力强、沉积速度快、物源较充分等特点,无法为植物长期生存提供稳定条件,而且短期基准面旋回之间冲刷、侵蚀作用强,植物遗体多被冲淡,因此该种基准面旋回聚煤作用最差,基本不发育煤层。向上变浅非对称型基准面旋回主要表现为物源供给偏大、水位偏低、沉积速率大于可容纳空间增长速率等特征,因此该种短期基准面旋回聚煤作用也较差,仅局部发育煤线沉积。对称型短期基准面旋回发育有较完整的湖侵—湖退沉积,早期湖侵作用使得水位不断抬升、气候变得潮湿、陆续

由粗变细沉积物供给为其后的植物生长和泥炭堆积提供了养料和稳定基础。但该时期由于沉积速度较快,物源供给大,不利植物生长,最高湖泛之后,湿润的土壤露出水面,缓慢的湖退使得盆地水量依旧充足,较低的物源供给为植物大量生存提供了有利条件,缓慢的沉积速率和较弱的水动力适宜造煤植物长期生长和保存,因此该种短期基准面的下降半旋回聚煤作用普遍好,是煤层的主要赋存部位。其中上升半旋回小于或等于下降旋回的类型由于湖侵向湖退转换速度慢、聚煤作用好;上升半旋回厚度大于下降半旋回的类型因下降半旋回上部冲刷、侵蚀作用强,使得沉积记录保存不全,煤层多缺失。

#### 5.4 各级别基准面旋回聚煤作用关系

从图2中可见,短期基准面旋回的煤层分布与中期、长期基准面旋回的煤层分布之间存在着明显的规律性。在长期基准面旋回中聚煤作用较好的半旋回内,中期基准面旋回和短期基准面旋回的聚煤作用也相应较好,重要含煤段和主要工业煤层均发育其内;而在长期基准面旋回聚煤作用较差半旋回内,中期与短期基准面旋回的聚煤作用较差,煤层零星分布,多以劣质煤层和煤线发育为主。中期基准面旋回中聚煤作用好的半旋回中,短期基准面旋回的聚煤作用也好,往往连续成煤,且煤质好、规模大;相反,在成煤较差的半旋回中,短期基准面旋回成煤作用也差,煤层稀少、煤质差、规模小,工业煤层不发育。由此可见,长期基准面旋回依次制约着中期、短期基准面的成生演化和聚煤作用,暗示了城子河组长期、中期、短期基准面旋回之间不仅在成因上有密切关系,在聚煤作用

上更具有内在的必然联系。

#### 参考文献:

- [1] T. A. Cross. High resolution stratigraphic correlation from the perspective of base-level cycles and sediment accommodation[C]. In: proceeding of Northwestern European Sequence Stratigraphy Congress, 1994, 105 - 123.
- [2] 王嗣敏,刘招君. 高分辨率层序地层学在陆相地层研究中若干问题的讨论[J]. 地层学杂志, 2004, 28(2): 179 - 184.
- [3] 邓宏文. 美国层序地层研究中的新学派——高分辨率层序地层学[J]. 石油与天然气地质, 1995, 16(2): 89 - 97.
- [4] 邓宏文,王洪亮,李熙吉. 层序地层基准面的识别、对比技术及应用[J]. 石油与天然气地质, 1996, 17(3): 177 - 184.
- [5] 池秋鄂,龚福华. 层序地层学基础与应用[M]. 北京:地质出版社, 2001, 9 - 40.
- [6] 郑荣才,彭军,彭光明等. 高分辨率层序分析在油藏开发工程中的应用[J]. 沉积学报, 2003, 21(4): 654 - 662.
- [7] 李增学,魏久传,魏振岱等. 含煤盆地层序地层学[M]. 北京:地质出版社, 2000, 34 - 90.
- [8] 彭军,陈景山,郑荣才,等. 白色盆地百岗组高分辨率层序分析及研究意义[J]. 地球学报, 2002, 23(2): 153 - 158.
- [9] 罗立民. 河湖沉积体系三维高分辨层序地层学[M]. 北京:地质出版社, 1999, 17 - 60.
- [10] 郑荣才,尹世民,彭军. 基准面旋回结构与叠加式样的沉积动力系分析[J]. 沉积学报, 2000, 18(3): 369 - 375.
- [11] 赵俊兴,陈洪德,向芳. 鄂尔多斯盆地中部延安地区中侏罗统延安组高分辨率层序地层研究[J]. 沉积学报, 2003, 21(2): 307 - 312.
- [12] 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.

# High Resolution Sequence Stratigraphy Features and Mechanism of the Coal Formation in the Chengzihe Formation of Jixi Basin in Eastern Heilongjiang Province

ZHOU Xing fu<sup>1</sup>, YANG Xiao ping<sup>2</sup>,  
HAO Yong hong<sup>2</sup>, WANG Yan<sup>2</sup>, LI Yang chun<sup>2</sup>,  
HUANG Xian yu<sup>3</sup>

- (1. Heilongjiang Institute of Geological Survey, Harbin 150036;
2. Qoqihar Branch, Heilongjiang Institute of Geological Survey, Qoqihar 161005;
3. No. 6 Geoexploration Team of Heilongjiang, Jiamusi 154000)

**Abstract :**Based the data of the exposures and the drilling, through the high resolution sequence stratigraphy subdivision and correlation, two long term, seven middle term, forty four short term base level cycle sequences are distinguished in the Chengzihe Formation of striped coaling in the north of Jixi basin. The middle term to the long term base level cycle sequences appear to symmetry structures being made of the two half cycle of rising and falling. And there are obviously corresponding marks in the different profiles. The short term base level cycle sequences are divided into two basic types of symmetry and non symmetry, and the numbers of base level cycles decreased progressively from the middle of the basin to the edge. By the analyses of the various base level cycle sequences, the relation between the high resolution sequences and the mechanism coal formation is discussed. The long term base level cycle sequences restricted the distribution of the coal beds entirely. The coal formation in the entire symmetry cycle and the rising half cycle in the non entire symmetry cycle is generally good, which is the long range prospecting coal layer. And the coal formation in the middle short base level with falling half cycle is better, which is the good place for the important industry coal beds. The study shows the mechanism of the coal formation in the middle base level cycle of the 、 、 、 is the best one. These are the preferential beds of coal cutting and prospecting.

**Key words :** Chengzihe Formation; high resolution sequence stratigraphy; mechanism coal formation; Jixi basin