

文章编号: 1000-0550(1999)04-0553-07

二连盆地乌里亚斯太断陷层序地层格架 及其幕式充填演化^①

任建业¹ 林畅松¹ 李思田¹ 焦贵浩²

1(中国地质大学 武汉 430074)

2(华北油田石油勘探开发研究院 河北任丘 062552)

摘要 应用高分辨层序地层学分析的原理和方法,通过地震反射剖面 and 测井等资料的综合分析,揭示了盆地内部各级层序界面,建立了乌里亚斯太断陷盆地的层序地层格架。通过盆地的充填记录、构造特征和盆地的沉降史等信息,论证了该盆地经历了不同级别构造事件控制下的幕式演化过程。幕式构造运动是盆地内高级别层序发育的主控因素,与盆地的沉积充填具有良好的响应关系。一个裂陷期与盆地内部的一级层序相对应,并控制了盆地原型的构成;一个裂陷期内不同的裂陷幕控制了盆地原型内二级构造层序的发育;而三级层序的发育受控于低级的幕式伸展事件。此外,文章还通过层序内部结构分析,阐述了该湖盆体系域的构成模式。

关键词 乌里亚斯太断陷 高分辨层序地层格架 幕式裂陷作用

第一作者简介 任建业 男 1963年出生 博士 副教授 区域构造和沉积盆地分析

中图分类号 P539.2 **文献标识码** A

盆地充填的详细研究^[1~5]已经揭示出,陆相裂陷盆地的形成不是匀速的变形过程,而表现为不同级别的构造运动所控制的幕式构造旋回作用。盆地充填序列中所反映的阶段性和区域性间断面记录了构造过程的性质及构造事件。本文中,作者以盆地充填的层序地层研究为基础,从盆地构造作用的沉积充填响应、盆地的构造格架和盆地的沉降史等方面的分析入手,阐明了乌里亚斯太断陷不同级别的幕式裂陷作用,讨论了幕式裂陷作用与盆地沉积旋回、层序地层单元之间的对应关系。

1 盆地区地质构造背景

二连盆地是我国东北部的一个重要的油气勘探开发区。从地质背景上看,该盆地实际上为一断陷盆地群,它是由许多发育在海西褶皱基底上,以白垩系巴彦花群生油含油层系为主体沉积的一群中小规模的断陷型湖盆组合而成。这些盆地总体走向为NE方向,向西和西南部过渡逐渐变为NEE和近东西向,东西长约1000 km,南北最宽220 km,窄处仅20 km,总面积逾10万 km²。

乌里雅斯太断陷是二连盆地群中一个典型的断陷盆地,该盆地位于二连盆地群的东北缘(图1),盆

地地貌显示为一个山间盆地,东西两侧分别为苏尼特隆起和巴音宝力格隆起所围,内部为起伏不大的草原。盆地东西宽16~20 km,南北长约160 km,面积2500 km²,总体为一北北东向展布的长条形西断东超半地堑。盆缘断裂沿盆地的西侧分布,断层面倾向盆地内部,浅部倾角陡,向深部变缓,总体呈梨形。该断裂控制着盆地的形成和演化,具有同沉积断裂性质。盆缘断裂外侧为古剥蚀区,出露古生代沉积变质岩系和海西期岩浆岩,盆地内充填有厚达4000~5000 m的含煤、油碎屑岩系。盆地最下部为早中侏罗统,中上部为早白垩统巴颜花群。

乌里亚斯太断陷可进一步分为南洼和北洼两个次级构造单元,其间为构造调节带。南洼南北长70 km,东西宽16~20 km,面积约1100 km²,是乌里亚斯太断陷的主要油气富集区。北洼的面积约1300 km²。盆内进行了大量的二维和三维地震勘探,地震分辨率较高,有大量的钻井、测井和岩芯资料,为盆地构造和层序地层研究提供了良好的条件。

2 盆地的层序级别和划分

现代和古代的湖盆层序研究表明,依据不整合面划分较高级别层序的方法^[6,7]仍然适用于湖盆沉

① 国家科委(SSER)项目资助

收稿日期: 1998-04-22 收修改稿日期: 1998-06-30

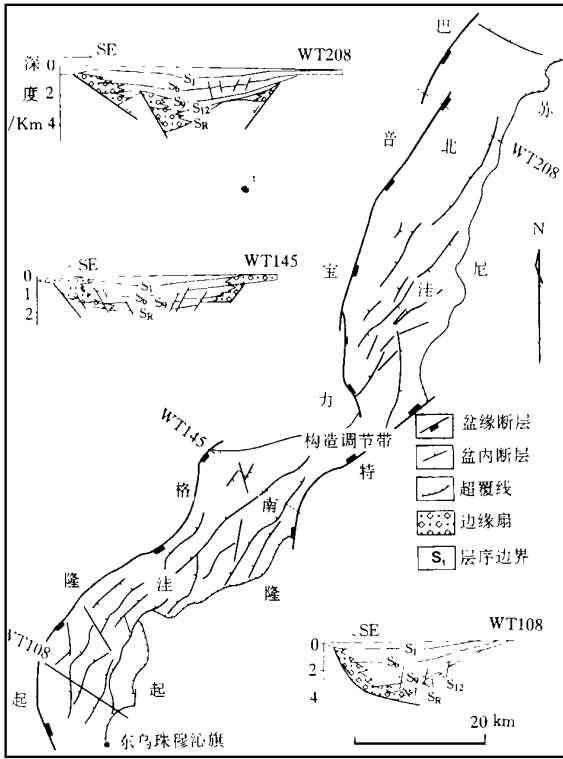


图1 乌里雅斯太断陷构造简图

Fig. 1 Tectonic sketch map of Wuliyasitai faulted basin

积层序的划分,但是层序界面与海平面变化无直接的成因联系,而主要受控于古构造作用和古气候变化^[8,9]。层序内部沉积体系域或副层序组和副层序则主要依据湖泛面和碎屑体系的进退演化等进行划分。笔者综合考虑了高分辨地震反射剖面、合成地震记录、层速度、测井曲线、岩芯和岩性录井分析和沉积体系域的演化等各种标志,对盆地的沉积充填进行系统的层序划分和对比(图2,3)。

在乌里雅斯太断陷中, I 级层序为一个断陷从形成到衰亡的所有的地层记录,其上、下由区域性的构造角度不整合面所限。因此, I 级层序是构造层序,是一个盆地原型的充填序列^[10],与地壳演化阶段,如区域上的一次裂陷期有关。乌里雅斯太断陷从早侏罗世到早白垩世经历了 J₁ ~ J₂ 的裂陷作用, J₂ ~ J₃ 的挤压作用(燕山主期造山作用)和 K₁ 时期的裂陷作用。因此,乌里雅斯太断陷陆相充填序列可划分为两个 I 级构造层序,分别由 J₁ ~ J₂ (TC1) 和 K₁ (TC2) 裂陷期裂陷型充填序列所代表。它们构成了两个裂陷期控制的两个盆地原型。根据不整合面及其对应的整合界面,在 TC2 一级层序中进一

步划分了 11 个三级层序,再按构造演化较高级别的旋回归并为 4 个二级层序。一般来说, II 级层序的顶、底界面均由盆地范围内大部分地区都可追踪的不整合面所限,并由一组成因上相关的层序组组成,是盆地不同构造演化阶段的产物,因而具有直接的构造成因。上述四个二级层序中,层序组 II、层序组 II 和层序组 IV 受边缘断层控制明显,靠近断层附近,层序厚度明显增大,显然它们代表了盆地断陷期的充填。由于盆地的整体抬升和剥蚀作用,层序组 I 厚度不大,一般为 100 ~ 200 m,但是,该层序组分布范围广,而且不卷入下伏岩系的断裂变形,代表了盆地裂后热沉降期或挤压拗陷期充填。

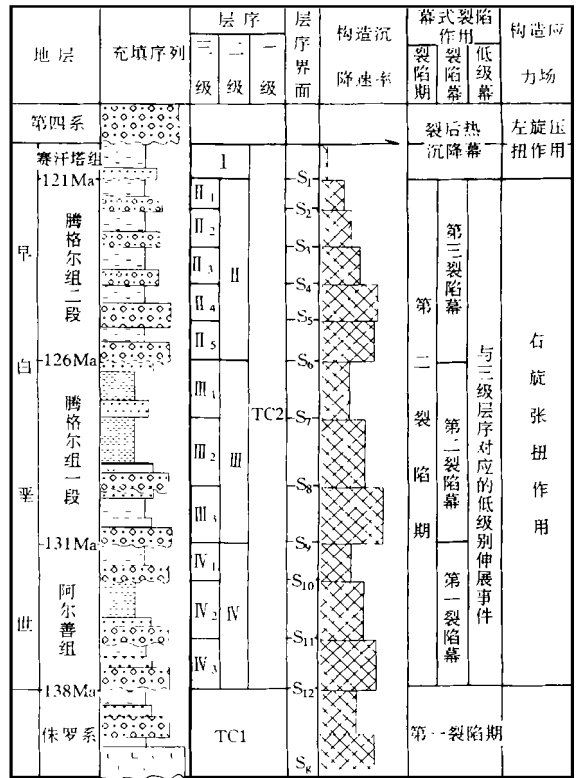


图2 乌里雅斯太断陷的充填序列,层序划分和构造演化

Fig. 2 The filling sequence sequence classification and tectonic evolution of Wuliyasitai faulted basin

盆地内三级层序的不整合面只出现在盆地的边部或隆起的地带(图3),向盆地中部过渡为具有强反射的突变界面。三级层序是一种侵蚀不整合面,是由相对湖平面或沉积基准面下降引起的侵蚀作用造成的,时间跨度在 2.3 ~ 0.8 Ma。

3 层序内部体系域构成特征

3.1 中下侏罗统层序组

该层序组由 S_g 和 S₁₂ 区域性不整合界面所限,

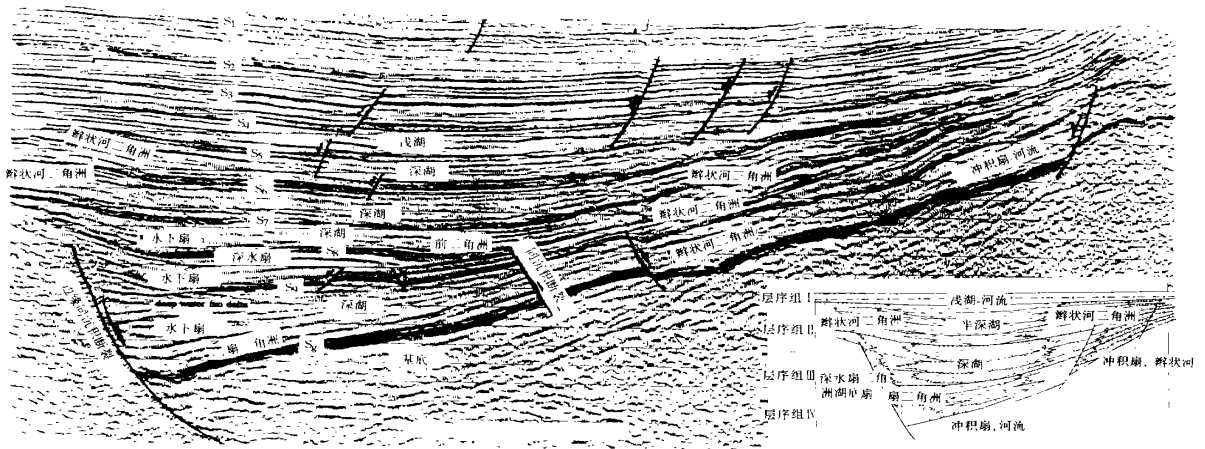


图3 乌里亚斯太断陷地震主测线剖面沉积和构造解释

Fig. 3 Depositional and tectonic interpretation of main seismic line in Wuliyasitai faulted basin

是一套火山岩和含煤的陆相沉积,其发育受控于北洼的早期断陷,厚达1700 m左右。下部以火山岩和冲积扇沉积为主;上部以浅湖和湖沼沉积为主,其间为相转换界面,在地震剖面上振幅强,连续性好。

3.2 阿尔善层序组(IV)

层序组IV由 S_9 和 S_{12} 的不整合面所限。在南洼大部分地区因缺乏侏罗系层序底界面实际上是基底面;在北洼 S_9 和 S_{12} 在盆地的大部分地区,都表现为不整合面或角度不整合,在剖面上尤其在纵向剖面上表现为波状起伏面,并可见明显的削顶和下切现象(图3)。在 S_9 界面上发育较多的下切谷。显然这些界面与一定的构造作用有关,表明该层序形成之后盆地出现过抬升隆起。层序组IV的时间跨度约为7 Ma,厚度最大达1500多米,总体显示出从粗到细,或粗—细—粗的二级沉积旋回。根据次一级的不整合和与之对应的整合面可进一步划分出三个沉积层序(IV_1 , IV_2 和 IV_3)分别厚约450 m,年龄跨度平均为5.3 Ma。

已有的钻孔岩芯及测井曲线均显示,层序 IV_3 的沉积物粒度相对较粗,下部为以冲积扇沉积体系和冲积平原构成的冲积体系域为主,上部为湖泊、扇三角洲沉积,代表的湖泊扩张体系域,这是裂陷湖泊初始扩张期沉积。层序 IV_2 由 S_{11} 和 S_{10} 限制, S_{10} 也为一个明显的区域性不整合面,在地震剖面上表现为较明显的冲刷和削顶,从层序 IV_2 开始,裂陷盆地开始了早期湖泊扩张,盆地中沉积体系域面貌发生了重大改观,层序 IV_2 的下部表明湖泊不断扩张,扇

三角洲体系逐渐退积,因此层序 IV_2 的湖泊扩张体系域以退积型扇三角洲充填为特征。层序 IV_2 的上部为湖泊萎缩体系域,以进积型扇三角洲充填为特征。层序 IV_1 具有与层序 IV_2 类似的结构,但是底部退积型扇三角洲体系较为发育,并有较厚的湖相泥岩,代表了湖进体系域,进积型的湖萎缩体系域相对较薄。该层序的发育预示着阿尔善组从 IV_2 的浅湖到较深湖阶段演化(图3)。

层序组IV沉积体系域的总体平面分布特征表现为盆地两侧均有扇三角洲沉积体系发育,缓坡以辫状河三角洲体系为主,陡坡则以扇三角洲沉积体系为主,盆地中部以浅湖和半深湖的细粒沉积为主。

3.3 腾格尔组一段层序组(III)

层序组III由 S_6 和 S_9 两个不整合面所限,厚2000~2500 m。时间跨度6 Ma。总体显示粗—细—粗的二级旋回。该层序组可进一步划分成三个层序(III_1 , III_2 和 III_3)分别由 S_6 , S_7 , S_8 和 S_9 界面为顶底界面,平均年龄为2 Ma。 S_7 和 S_8 界面在盆地边缘可观察到削顶和上超接触关系,尤其在盆地东侧缓坡边缘,剥蚀和冲刷不整合及上超现象明显(图3)。在盆地内部这两个界面以整合接触。该层序组和沉积厚度均向盆地西侧盆缘断裂方向加厚,向东侧上超变薄,反映盆缘断裂引起差异沉降的控制作用。总体来说,在南洼和北洼都较厚,在其间的调节带部位明显变薄尖灭,此时期北洼和南洼还是相互分隔的两个凹陷,在盆内一些相对高的隆起部位可能缺失。

层序组III是盆地发育深水湖泊最广的时期(图

3, 4), 其内各个层序的体系域构成明显有别于层序组IV。在南洼层序III₃三分性明显: 底部单元由低水位下切河谷充填和随后的湖进副层序组组成。湖进可能是很快的, 从下部的下切河谷充填向上过渡为深部扇三角洲或湖底扇沉积。湖进体系域主要发育在西缘陡坡带, 在较缓的东缘较薄; 中部为厚层泥岩、浊积和湖底扇等组成的最大湖进期的地层单元; 上部为高位的进积或加积副层序组, 以深湖扇三角洲沉积为主。

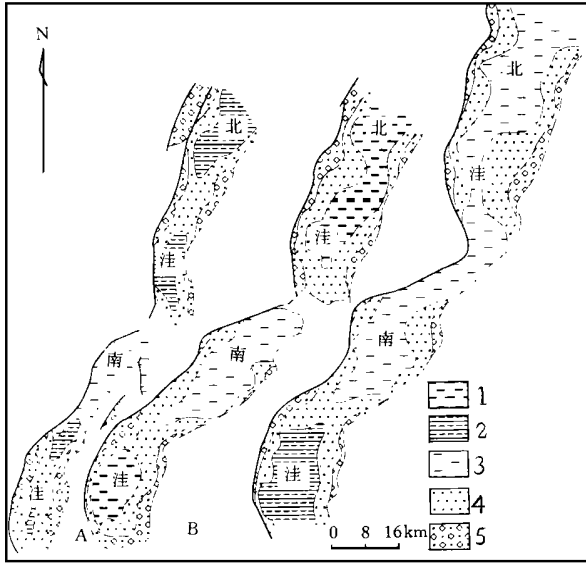


图4 乌里亚斯太断陷沉积环境图

A. 阿尔善组(K_1ba , 层序组VI)古环境图; B. 腾格尔组一段(K_1bt_1 , 层序组III)古环境图; C. 腾格尔组二段(K_1bt_2 , 层序组II)古环境图;

1. 深湖—浅湖相沉积; 2. 半深湖—浅湖相沉积;
3. 浅湖相沉积; 4. 扇三角洲前缘砂质沉积; 5. 扇砾岩带

Fig. 4 Depositional environment of Wuliyasitai faulted basin

层序组II的沉积体系平面配置具有如下特点(图3, 4), 深湖扇三角洲, 湖底扇沉积主要位于西缘陡坡带, 盆地中部为前三角洲和深湖沉积相带, 东缘缓坡带为深湖三角洲、辫状河三角洲和滨浅湖沉积相带, 该相带分布面积较大, 宽3~6 km, 相对缓的斜坡有利于三角洲的发育, 主体为高位体系域。层序III₃湖区面积最大, 到层序III₁湖泊明显收缩, 边缘的三角洲体系向盆地中部推进, 因此, 从III₃—III₁构成了一个二级的湖进到湖退的沉积旋回。

3.4 腾格尔组二段层序组(II)

层序组II厚800~1600 m, 时间跨度大约为4 Ma, 由一个总体从粗到细、或粗到细再到粗的粒

度旋回所组成。顶、底由 S_1 和 S_6 的不整合面所分隔。 S_6 界面具有明显削顶和上超现象。削顶多表现为下切冲刷充填, 缺少角度不整合关系。在盆地东侧缓坡可观察到明显的上超关系。这一界面显然也代表了层序组II沉积后的一次隆起作用, 界面上发育下切谷充填。层序组II代表了盆缘断裂差异沉降减弱的阶段。

层序组II发育时期, 沿盆缘断裂一侧的厚度并未明显加厚, 从盆内相对隆起到相对拗陷部位的厚度变化不大。层序组II超覆于北洼与南洼之间的隆起带, 此时南北洼连通。根据次一级的不整合和与之对应的整合面可进一步划分出II₁至II₅等五个沉积层序。这些界面均以强的反射轴为特征, 可观察到上超、顶超或削蚀等反射结构(图3)。每一层序的厚度在盆内的变化相对稳定, 差异沉降小。这一时期沉积边缘可能明显外超, 湖泊开阔, 但比较浅, 盆缘坡度变缓, 总的沉积体系域分布表现为盆地两侧以发育相对浅水的扇三角洲或辫状河三角洲沉积为主, 在东侧缓坡, 辫状河三角洲较发育, 规模也较大。这一阶段总体上三角洲很发育, 向湖盆方向推进和退缩比较明显(图4), 受到湖平面变化的显著控制。

该层序组包括5个三级层序, 下部的II₅和II₄两个层序早期湖泊扩张体系域的退积副层序组和晚期湖萎缩期的进积副层序组比较明显, 向上到II₃, II₂, II₁三个层序, 则以加积副层序组为特征, 湖泊水体变浅, 总体沉积较细, 这可能与物源区地形高差变小、沉降变缓有关。

3.5 赛汉塔拉层序组

这一层序组在盆内发育差。底界 S_1 , 在区内为局部削顶的强反射界面, 其上的 K_1bs 为浅灰或灰绿色的砂质泥岩为主。局部可含炭质泥岩, 厚200~500 m, 在盆内相当于一个沉积层序但从整个二连盆地考虑, 应为一个层序组, 代表裂后构造应力场由右旋张扭到左旋压扭反转阶段挤压拗陷期沉积。以碎屑冲积扇体系为主, 有时出现局部的小规模滨浅湖沉积。

综上所述, 乌里亚斯太断陷层序内体系域的发育和分布受到构造格架和湖平面变化的控制, 在高湖平面期和低湖平面期沉积体系域有明显的不同。这方面与海相盆地有一定的类似, 在海盆地, 海平面的变化控制了低位域、海进域和高位域的发育。但是, 二者在沉积体系类型上有很大的差别。在湖盆

中,水下扇、深湖浊积、扇三角洲发育在湖盆高位期。

4 盆地沉降过程分析

盆地的沉降过程控制了盆地总体的充填演化,而沉降过程又受控于盆地的构造活动。因此,盆地沉降过程的分析有助于阐明构造对层序发育的控制作用。为了探讨这一问题,笔者采用 EBM 模拟软件^[11]对乌里亚斯太断陷的沉降史和构造史作了深入的分析,结果如图 5 所示。该图反映盆地裂陷期的总沉降速率和构造沉降速率状况,从图中不难看出,在裂陷期盆地的沉降速率出现了三次从快到慢的变化。第一次快速沉降,即盆地初始形成期,最大的沉降速率达 120 m/Ma,随后减至 60~80 m/Ma;第二次快速沉降开始于 131 Ma,最大的沉降速率为 130 m/Ma,随后减至 60~80 m/Ma;第三次快速沉降从 125 Ma 开始,构造沉降速率从 110 m/Ma 减至约 60 m/Ma。总沉降速率变化趋势与构造沉降变化趋势是相同的。上述沉降速率的快慢变化表明整个盆地的沉降过程是一个非匀速、幕式的演化过程。对盆地的充填而言,这种幕式的构造演化的重要意义在于控制了盆地层序的发育。从图 5 中可以看到,沉降速率的三次快速的变化与盆地裂陷期内三个二级层序的界面相一致,所以,每个二级层序都是构造沉降从快到慢的变化期间发育的。

盆地裂陷作用的幕式演化特征在盆地的构造格架上也有反映。在图 1 的 WT208 剖面上从断层与

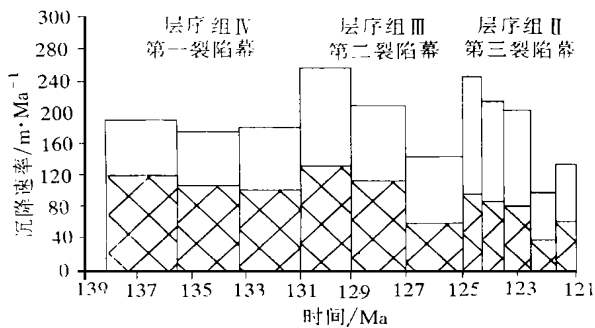


图 5 乌里亚斯太断陷回剥总沉降速率和构造沉降速率(阴影区)

Fig. 5 Back-stripping total subsidence rate and tectonic subsidence rate(shadow area) of Wujiyasitai faulted basin

地层的切割关系及断层对地层厚度的控制作用可以看出,盆地东侧的断裂主要活动期为侏罗纪。盆地西部内侧的断层活动终止期为阿尔善层序组沉积期末,而西部外侧的断层一直活动到腾格尔组第二段

层序组沉积期末。从早到晚这三期断裂控制的盆地范围不断扩大,断裂控制的层序向外呈断块式上超。断裂的幕式构造活动对盆地内构造层序的控制作用表现的十分明显。

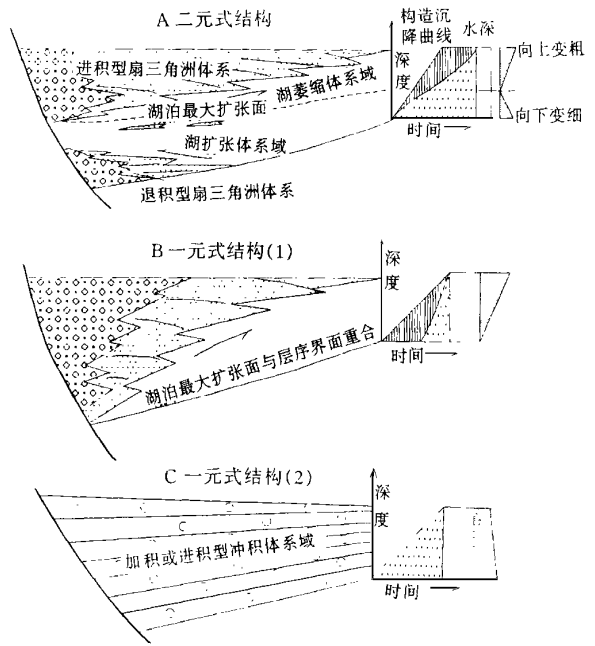


图 6 几种层序结构样式

Fig. 6 Several kinds of structural styles of sequence

物源和气候对盆地中三级层序的发育有重要的影响,但尽管如此,盆地的幕式构造旋回作用仍然是层序发育的主控因素之一。从前文关于层序体系域的研究可以看出,盆地 K₁ 裂陷期各三级层序尽管显示出不同的结构样式,但是由向上变细(湖泊扩张体系域)和向上变粗(湖泊萎缩体系域)两个序列复合而成的二元式层序样式具有普遍性(图 6)。这种沉积记录反映了构造运动轨迹,分别与构造活动期和宁静期相对应。层序发育早期,构造沉降开始后,可容空间不断增大,这时在不整合面之上开始出现沉积物堆积。当可容空间增大的速度大于沉积物供应的速度,出现水进体系域,形成退积小层序组。最大湖泛面为向上变细序列向向上变粗序列的转换面,从构造上讲意味着构造沉降速率的变化或构造运动方式的改变。晚期构造沉降速率缓慢,残余可容空间继续被充填,沉积物的供给速度大于可容空间增大的速度,因而出现进积副层序组。由此可见,构造活动的幅度和持续的时间对可容空间的增长速率起着举足轻重的作用,并会由此而导致特殊结构的层序样式。在盆地充填的早期或晚期往往发育冲

积体系域一元结构样式的层序,如本区阿尔善早期的IV3层序,这种层序样式的构成与低序次伸展事件的活动有密切关系。伸展作用事件早期,沉降幅度较小,但持续时间长,此时沉积速率大于可容空间的增长速率,冲积体系发育;构造活动晚期沉降速率更慢,因而它会继承早期的沉积体系,形成独特的一元构造—冲积体系域。如果伸展作用事件早期,快速沉降,幅度较大,那么相伴的湖泊扩张也会在很短的时间内达到最大,此时湖泊的最大扩张界面可以与层序界面复合,而由此形成的层序仅仅发育了与伸展事件晚期的缓慢沉降相对应的进积型湖泊萎缩体系域(图5B)。本区腾一段的III₁和III₂层序的发育可以用这个机制来解释。

通过上述对层序内部结构的分析,可以阐明幕式伸展事件的作用过程,进而恢复盆地的构造和沉积发展演化历史。

5 幕式裂陷作用与层序地层格架

从上所述盆地的沉积充填、构造格架、沉降史和构造史方面的信息可以看出,乌里亚斯太断陷的演化过程是一个多级别、幕式的裂陷作用过程。盆地的构造演化具有良好的沉积充填响应过程。由此我们可以建立起盆地的幕式裂陷作用与层序地层单元之间的对应关系。如图2所示,盆地的裂陷期、裂陷幕和低级伸展事件分别与I级、II级和III级层序单元相对应,早白垩世主裂陷期中的裂陷一幕—三幕控制盆地裂陷期的演化,根据盆地的构造特征和区域构造应力场的演化研究^[12-14],盆地该阶段的演化受控于区域右旋张扭构造应力场作用,因而可由张扭型层序和体系域构成。从乌里亚斯太断陷的研究可以看出,幕式裂陷作用是这种层序和体系域的重要特征之一,同时,在盆地的不同充填演化阶段,张扭型层序和体系域的构成样式有一定的差别。裂陷一幕早期和裂陷三幕时期盆地为浅湖到半深湖充填背景,扇三角洲、辫状河三角洲体系主要形成于高水位阶段,在盆地中部可发育薄的前三角洲浊积,湖底扇不发育。低水位期冲积碎屑体系向湖泊中心推进,发育冲积扇、河流及局部的扇三角洲沉积,盆地中部为浅湖,边缘形成下切河道充填。裂陷一幕晚期和裂陷二幕时期为深湖充填背景,层序内部构成以深湖碎屑岩沉积为主体,在水进和高水位体系域中,以深湖扇三角洲、湖底扇的发育为特征,向盆地中部过渡为深湖泥质和浊积沉积,低水位期沉积包

括下切河道、近端冲积扇和河流、浅水扇三角洲或辫状河三角洲以及浅湖、半深湖细粒沉积等。这种层序中的深湖泥岩是重要的烃源岩。第四裂陷幕实际上为盆地裂后热回沉幕,为区域构造应力场从右旋张扭到左旋压扭反转期,因而由挤压拗陷型层序及体系域构成。这种层序的沉积充填背景以浅湖和河流型充填为特征,沉积体系类型为粗碎屑的冲积扇、河流及其泛滥平原沉积,且垂向序列变化不明显。

如前所述,二连盆地为一由53个小型断陷盆地组成的断陷盆地群,尽管每一个湖盆都有各自独立的沉积体系,且彼此长期分割,但是,它们受控于统一的区域沉积和构造背景,而且,绝大部分断陷具有类似的半地堑式构造样式。本文所总结的乌里亚斯太断陷的充填演化和层序及体系域构成样式在该地区具有普遍性,因而,对于进一步总结和分析二连盆地的层序地层格架,探讨其充填演化过程及其对油气生、运、聚的控制作用具有一定的意义。

参 考 文 献

- 1 李思田. 论沉积盆地领域的追踪与创新[J]. 沉积学报, 1992, 10(3): 10~15
- 2 解习农, 程守田, 陆永潮, 陆相盆地幕式构造旋回与层序构成[J]. 地球科学, 1996, 21(1): 27~33
- 3 焦养泉, 周海民, 刘少峰等. 断陷盆地多层次幕式裂陷作用与沉积充填响应[J]. 地球科学, 1996, 21(6): 633~636
- 4 Lin Changsong, Li Sitian, Zhang Qimin. Lithospheric stretching subsidence and thermal history modeling: Application to Yinggehai, Qiongdongnan and Songliao basins in East China[J]. Journal of China University of Geosciences, 1997, 8(1): 83~89
- 5 Lambias J J. A model for tectonic control of lacustrine stratigraphic sequences in continental rift basins[C]. AAPG Memoir 50, 1991, 137~149
- 6 Vail P R, Mitchum R M, Thompson S. Global cycles of relative changes of sea level[J]. Petrol Geol, 1977, 26: 99~116
- 7 Van Wagoner J C, Mitchum R M, Campion K M, et al. Siliciclastic sequence stratigraphy in Well logs cores and outcrops[C]. AAPG Methods in Exploration Series, 1990, 7: 22~50
- 8 林畅松, 李思田, 任建业. 断陷湖盆层序地层研究和计算机模拟[J]. 地学前缘, 1995, 2(3): 124~132
- 9 Cohen A S. Tectono-stratigraphic model for sedimentation in Lake Tanganyika[C]. AAPG Memoir 50, 1991, 137~149
- 10 朱夏. 板块构造与中国石油地质. 朱夏论中国含油气盆地构造[M]. 北京: 石油工业出版社, 1986, 71~79
- 11 林畅松, 张燕梅. 拉伸盆地模拟理论基础与新发展[J]. 地学前缘, 1995, 2(3): 79~88
- 12 Li Sitian, Yang Shigong et al. Late Mesozoic rifting in northeast China and Northeast Asia fault system[J]. Scientia Sinica (Series

B), 1987, 31(2): 185~195

(1): 48~58

13 Li Sitian, Mo Xuanxue, Yang Shigong, Evolution of circum-Pacific basins and volcanic belts in East China and their geodynamic background[J]. Journal of China University of Geosciences, 1995, 6

14 Ren Jianye, Li Sitian, Lin Changsong, Late Mesozoic intracontinental rift and basin formation in Eastern China[J]. Journal of China University of Geosciences, 1997, 8(1): 40~44

Sequence Stratigraphic Framework of Wuliyasitai Faulted Basin in Erlian Basin Group and its Episodic Filling Evolution

REN Jian-ye¹ LIN Chang-song¹ LI Si-tian¹ JIAO Gui-hao²

¹(China University of Geosciences, Wuhan 430074)

²(Exploration and Development Research Institute, Huabei Oil Administration Bureau, Renqiu Hebei 062552)

Abstract

The Wuliyasitai faulted basin, a typical faulted basin in Erlian basin group, is bounded by a listric normal fault on the northwestern side of the basin, with very thick marginal fan complexes indicating contemporaneous sedimentation along the faults. It is infilled with Jurassic and Early Cretaceous sediments of up to 5 000 m in thickness which a series of different scale hiatuses and tectonic events have been discerned during hydrocarbon exploration in the basin. In this present paper the principle and method of high-resolution sequence stratigraphy are adopted to deal with seismic reflection profiles and well logs data, the various orders of sequence boundaries have been identified and the sequence stratigraphic framework of Wuliyasitai faulted basin has been reconstructed. According to regional and local unconformity and corresponding conformities, the basin infillings of the basin may be subdivided into two tectonic sequences, represented by $J_1 \sim J_2$ (TC1) and K_1 (TC2) rifting type filling sequences, respectively, which constituted two proto-type basins developing in two rifting stages among which the major infilling sequence TC2 may be further subdivided into four sequence sets and eleven sequences. Generally, the boundaries of tectonic sequences were regional unconformities, and the unconformity boundaries of sequence sets can be traced on a basin scale, while the unconformity boundaries of sequences only developed in basin margins or intrabasin uplift, which merged into conformity boundaries toward center part of basin. Based on the sequence stratigraphic framework, sequence system tracts that are characterized by one-lay type system tract, often developed in initial and final evolution phrases of basin, and the two-lay type system tracts consisting of fining-upward tract, i. e. expanding lacustrine system tract and coarsening upward tract, i. e. contraction lacustrine system tract have been reconstructed. Unlike depositional systems of sea basin, in lacustrine basin like the Wuliyasitai faulted basin subaqueous fan, deep lake turbidite fan and fan delta developed generally in highstand phrase of lake level.

Basin tectonic subsidence rate and total subsidence rate computed by backstripping method show three changes from fast to slow, which corresponds with three sequence sets stated above, indicating that the basin underwent three stretching episodes during synrifting stage, which have been interpreted as a result of a multiple stretching of the lithosphere. The episodic tectonism of the basin, showing clear relationship to depositional fillings of the basin, is a major controlling factor of the formation of higher-order sequences in the basin, such as tectonic sequence and sequence sets, and controlled the development of sequences to a certain content. The conclusions have been applied to the prospect of reservoir and hydrocarbon source-rock distribution and lithologic-stratigraphic traps in this basin, and proved to be effective.

Key words Wuliyasitai faulted basin high-resolution sequence stratigraphic framework episodic rifting