

文章编号: 1009-3850(2002)04-0073-06

兰州-民和盆地河口群层序地层格架特征及盆地演化

李麒麟, 颉贵琴, 周玲琦, 王云斌

(甘肃省地质勘探局 第三地质矿产勘查院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 兰州-民和盆地河口群形成于早白垩世, 其间充填了巨厚的陆源碎屑物, 碎屑物的组合内容和方式反映了冲积扇相、扇三角洲相、湖泊相沉积体系占主导。盆地地层层序具有退积型、加积型、进积型叠置的变化旋回, 显示了全韵律的特点, 代表了构造旋回幕的产物。根据盆地的发展演化特征和层序界面的确定, 初步建立了盆地的层序地层格架, 同时阐述了盆地的演化过程。

关键词: 兰州-民和盆地; 下白垩统; 河口群; 层序地层; 盆地演化
中图分类号: TE121.3 文献标识码: A

兰州-民和盆地是甘肃省早白垩世较典型的内陆沉积盆地之一, 是在侏罗纪沉积基础上形成的断陷盆地。盆地处于中祁连隆起带上, 北临北祁连优地槽褶皱带; 南接南祁连地槽褶皱带^[1] (图 1)。盆地基底主要由古生代以前的变质岩和岩浆岩组成。盖层自下而上分别为侏罗系、白垩系、第三系、第四系。盖层呈楔形, 厚度由南向北逐渐变薄(李西林, 1991), 其中在永登县城附近厚度约 450m(《永登幅》1:20 万地质图说明书), 盐锅峡附近厚度可达 4000m(《盐锅峡幅》、《湖滩幅》1:5 万地质图说明书)。东西两侧较薄, 向盆地中心逐渐变厚。民和县附近厚度为 2600m 左右(《乐都幅》1:20 万地质图说明), 兰州市附近厚度为 700m 左右(《兰州市幅》、《西固城幅》1:5 万地质图说明书)。盖层厚层明显呈半箕状^[2]。

1 兰州-民和盆地河口群岩石地层概述

兰州-民和盆地下白垩统河口群为一套湖泊相为主的干旱气候条件下的红色碎屑岩、泥岩沉积。

总的来看, 横向上, 盆地边缘碎屑物粒度粗, 远离盆地边缘粒度细; 纵向上, 下部粒度粗, 上部粒度细。通过测制剖面, 结合区域填图资料, 根据岩石组合及延展特征, 将河口群划为 8 个非正式岩石地层单位。

1. 河口群一组

河口群一组下部为灰绿色厚层砾岩; 中部为灰绿色、灰紫色中一厚层砾岩夹棕色中一薄层粉砂质泥岩; 上部为灰紫色中一厚层细砾岩、中一薄层细砂岩与棕色中层粉砂质泥岩互层。厚度为 22.5m。砾岩中砾石成分为早奥陶世中基性火山岩和志留纪闪长岩, 砾石大小悬殊, 为棱角状, 成层性较好; 上部砂岩呈透镜状。该组为冲积扇或扇三角洲沉积。

2. 河口群二组

河口群二组由棕色厚层一巨厚层粉砂质泥岩组成, 夹棕色薄层一厚层泥质粉砂岩及少量褐紫色中一薄层细砂岩、灰白色块状长石石英砂岩, 厚度为 679.6m。细砂岩中, 交错层理和斜层理发育。该组以泥岩为主, 岩石普遍呈棕色, 为扇三角洲沉积。

3. 河口群三组

河口群三组为紫灰色厚层中粒砂岩、巨厚层含

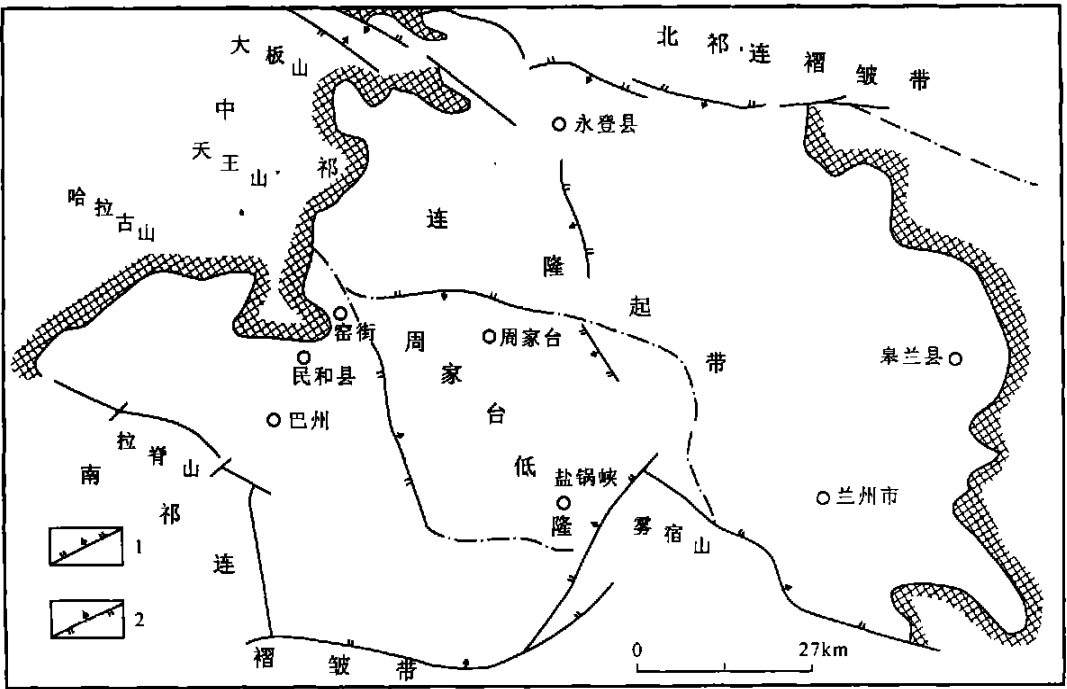


图1 兰州-民和盆地构造图

1. 正断层; 2. 逆断层

Fig. 1 Tectonic map of the Lanzhou-Minhe Basin

1= normal fault; 2= reversed fault

砾砂岩、杂色条带状砂砾砂岩及少量紫灰色厚层铁质细粒长石石英砂岩、透镜状含砾粗砂岩，厚约117.3m。砾岩中，砾石成分为邻近基底地层成分，磨圆度以棱角-次棱角状为主，具正粒序层理。砂岩具底冲刷和斜层理。该组为扇三角洲沉积。

4. 河口群四组

河口群四组为棕紫色中一厚层粉砂质泥岩夹棕色中一薄层泥质粉砂岩及少量紫灰、紫红色中一厚层细砂岩、灰绿色薄层粉砂岩和细砂岩，厚度为831.0m。该组中泥岩占绝对优势。细砂岩中发育有浪成波痕、平行层理，属环境比较稳定的滨湖相沉积。

5. 河口群五组

河口群五组分为上部和下部。下部为褐色中一厚层中一细粒砂岩夹灰色中一薄层细粒长石石英砂岩及棕色厚层粉砂质泥岩；上部为棕色厚层粉砂质泥岩夹褐色中一薄层细砂岩及少量褐色厚一巨厚层中一细粒砂岩。厚度为1494.2m。砂岩中具水平层理、粒序层理、不对称波痕，为滨浅湖相沉积。

6. 河口群六组

河口群六组为棕红色、紫红色厚层一块状粉砂

质泥岩夹同色薄层一巨厚层中一细粒砂岩和灰绿色、紫红色、灰黄色厚层一块状泥灰岩、泥晶灰岩，厚度为959.98m。泥灰岩具季节性纹层，粉砂岩具水平纹层，为半深湖相沉积。

在河口群六组顶部发育一层灰岩，即苏家峡泥灰岩层(Scs)。该灰色层由数条灰绿色、灰黄色、紫红色泥灰岩、泥晶灰岩条带组成，厚度为2~40m不等。

7. 河口群七组

河口群七组下部为紫红色中层粉砂岩夹同色中一薄层泥岩和细粒长石石英砂岩，总体由向上变粗的层序组成，层理从不发育到发育小型交错层理；上部为紫红色中一厚层砂岩夹薄层粉砂岩，总体由向上变细的层序组成，层理多为大型槽状、楔状和平行层理为主，局部具变形层理，砂岩底部具底冲刷现象，并有砾石滞留。厚度为153.92m。细砂岩、粉砂岩中发育平行层理、叠置波痕和大量的虫孔、虫迹，为三角洲前缘沉积。

8. 河口群八组

河口群八组由紫红色厚层一块状夹中层粉砂质泥岩组成夹灰绿色泥晶灰岩、猪肝色中一薄层钙质

细粒长石石英砂岩,厚度为532.76m。其中,下部为细粒长石石英砂岩与粉砂质泥岩、泥岩互层,砂岩中发育中小型层理,粉砂岩中具爬升层理、虫迹;上部为泥岩夹泥晶灰岩和粉砂岩透镜,发育小型层理和虫孔、虫管。该组属三角洲平原相沉积。

2 盆地层序地层划分

层序是以不整合及其相应的整合面为界,具有成因联系的相对整合的地层序列。兰州-民和盆地河口群层序的划分与建立依存于其界面的性质和规模。盆地可划分出区域性不整合型界面、最大湖泛面、相转换型界面和岩相叠覆型界面,并根据界面性质划分出层序、小层序组、小层序^[3,4](表1)。

2.1 层序界面划分

1. 区域性不整合型界面(SB₁)^[5]

根据盆地的发展演化特点分析出:早白垩世早期盆地开始了下陷期,汇水区面积大于积水区面积,盆地广大地区遭受剥蚀作用。仅有季节性河流形成山麓堆积,在新老地层之间形成区域性不整合接触,并且盆地的南缘由于控盆断裂的复活,大部分呈断层接触^[4]。早白垩世末期受区域应力场的作用,盆

地整体抬升,因此该地区缺失晚白垩纪沉积,第三纪与下伏地层呈角度不整合接触,局部由于基底断层的复活呈断层接触。

2. 最大湖泛面(SB₂)

该界面分布于河口群六组顶部的苏家峡灰岩层(cs)中,是盆地中一种特殊的反映新老地层上、下关系的界面。界面上下往往有湖水作用形成的呈加积型的凝缩层。

3. 相转换型界面(SB₃)

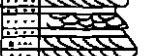
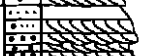
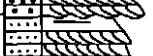
这是在盆地的发展演化过程中分割不同沉积幕的界面,该界面是一套成因相关的同期沉积体系的物理界面,是划分Ⅱ级层序的标志面^[4]。根据盆地的发展演化特点,转换型界面在初始充填期、湖扩展期、湖萎缩期形成(表1)。

2.2 层序划分

1. 层序

层序是一套相对整合的成因上有联系的地层,其顶和底以不整合型界面或可对比的断层为界,区域上形成一个完整的水进水退过程,由体系域组成^[3,4]。根据河口群底顶特征及界面的性质,将该盆地沉积划分为一个层序(表1)。

表1 兰州-民和盆地早白垩纪地层层序划分表
Table 1 Division of the Early Cretaceous stratigraphic sequences in the Lanzhou-Minhe Basin

地 层				充 填 序 列	沉积体系配置	层序地层			主要界面性质
纪	世	组	段			层序	小层序组	小层序	
第三纪	古始新世	西柳沟组			辫状河流沉积				区域性不整合型界面
			八组		三角洲平原沉积	II ₁		M	
								L	
			七组		三角洲前缘沉积 前三三角洲沉积			K	最大湖泛面
								J	
			六组		半深湖相沉积			I	
			五组		滨浅湖相沉积	II ₂		H	相转换型界面
			四组		滨湖相沉积			G	
			三组		扇三角洲沉积			F	
						I ₁		E	
			二组		水下扇三角洲沉积			D	
								C	
			一组		扇三角洲沉积 冲积扇沉积			B	区域性不整合型界面
								A	

2. 小层序组

小层序组由成因上相关的若干小层序所组成,为二级旋回的沉积产物(相当于体系域)。该盆地层序可划分为3个小层序组,II₁代表退积型小层序组,II₂代表加积型小层序组,II₃代表进积型小层序组。其中每个小层序组之间由相转换面或最大湖泛面分界。II₁小层序组由冲积体系域组成,II₂小层序组由典型的湖相体系域组成,II₃小层序组由湖三角洲体系域组成。

3. 小层序

小层序是层序地层划分的基本单元,通常由向上变细的正粒序或向上变粗的反粒序组成。根据对兰州-民和盆地早白垩世地层的详细研究,可将其划分为13个小层序。其中,小层序A代表河口群一组下中部层序,为冲积扇沉积,顶界以湖侵蚀面为特征;B代表河口群一组上部层序,为扇三角洲沉积,顶界以次级湖侵面为特征;C代表河口群二组下部层序,为冲积砾质辫状河流相沉积,顶界以湖侵面为特征;D代表河口群二组上部层序,为水下扇三角洲相沉积,顶界以次级湖侵面为特征;E代表河口群三组下部层序,为冲积砾质辫状河流相沉积,顶界以次级湖侵面为特征;F代表河口群三组上部层序,为水下扇三角洲相沉积,以相转换面为顶界;G代表河口群四组层序,为滨湖相沉积,以次级湖侵面为顶界;H代表河口群五组层序,为滨浅湖相沉积,以湖侵面为顶界;I代表河口群六组中下部层序,为半深湖相沉积,以最大湖泛面为顶界,该小层序中存在数条灰绿色、灰黄色中一厚层泥灰岩、泥晶灰岩条带,泥灰岩反映湖水最大时沉积速率相对缓慢的半深湖相缺乏碎屑注入,由悬浮物质和化学沉淀物呈垂直降落而成,说明泥灰岩条带的频繁产出与湖平面的快速升降、构造运动和古气候变化而形成的多次湖泛过程有关,为凝缩层;J代表河口群七组下部层序,为前三角洲沉积,顶界以小间断侵蚀面为特征;L代表河口群八组下部层序,为三角洲平原辫状河沉积,以次级侵蚀面为顶界;M代表河口群八组上部层序,为三角洲平原岸后湖泊沉积^[6,7]。

3 兰州-民和盆地河口群层序地层格架特征

层序地层格架是指构成盆地各沉积体系域单元之间几何形态及其相互关系。根据兰州-民和盆地

内各岩石地层单位层序特征的差异和岩相的变化,可划分出不同的沉积体系域:湖进体系域(LTST)、湖泛体系域(LFST)、湖退体系域(LRST)^[8,9](表1,图2)。

1. 湖进体系域(LTST)

盆地形成初期,可容空间较小,沉积速率高于可容空间增长率。这个时期沉积了河口群一、二、三组地层。该体系域沉积纵向上由两个沉积旋回组成,并呈向上变细的趋势,表现为砂岩夹层逐渐增多,并具有一定的稳定性,构成退积-加积-退积型地层结构。这种地层结构在盆地南部最发育,而在盆地北部则以山麓冲洪积相为主。沉积物成分成熟度、结构成熟度极差,但成层性较好,发育有变形层理、斜层理、冲刷构造。该体系域的形成,是湖泊形成早期暂时性洪水携带大量的陆源碎屑快速入湖,并在湖泊盆地边缘形成冲积扇-扇三角洲或水下扇三角洲沉积^[9]。

2. 湖泛体系域(LFST)

随着构造活动增强,沉积空间迅速扩大,沉积速率小于可容空间的增长率,这个时期沉积了河口群四、五、六组地层,构成退积-加积型地层结构。该体系域沉积向上变细、变厚,泥岩含量增多。湖泛体系域是民和盆地相对下降缓慢期所形成,期间可能存在小规模升降过程。

位于最大湖泛面上下的河口群六组的顶部存在数条灰绿色、灰黄色中一厚层泥灰岩、泥晶灰岩,即凝缩层(cs)。凝缩层横向上延伸稳定,纵向上变化不大,反映加积型的地层结构。灰岩层的频繁产出与湖平面的快速升降构造运动与古气候的变化有关。凝缩层反映了沉积速率相对缓慢的半深湖相缺乏粗碎屑物注入,由悬浮物质和化学沉淀物呈垂直降落沉积而成。

3. 湖退体系域(LRST)

之后,该体系域沉积盆地逐渐上升、湖水面下降。在此期间,沉积了相当于河口群七、八组地层,构成湖退体系域。该体系域沉积宏观上向上变粗、变厚,并且砂岩、粉砂岩增多,局部有泥晶灰岩夹层,构成进积型地层结构。沉积环境为滨湖相-三角洲相-河流相沉积,湖泊逐渐萎缩消灭。

4 兰州-民和盆地河口群演化过程

根据层序格架分析,结合区域地质构造演化特点,笔者认为兰州-民和盆地河口群经历了断陷→盆地扩张→盆地萎缩的完整演化过程^[5~8]。

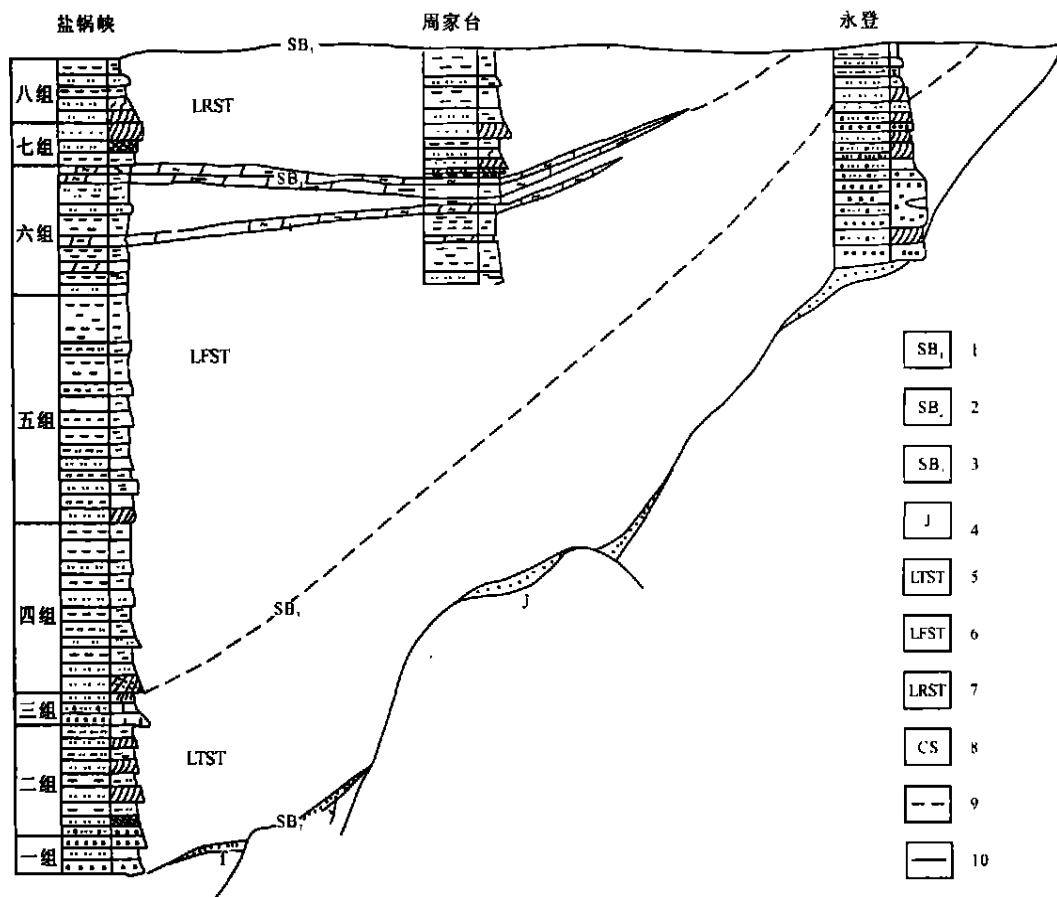


图2 兰州-民和盆地河口群层序地层格架

1. 区域不整合界面; 2. 最大湖泛面; 3. 相转型界面; 4. 侏罗纪地层; 5. 湖进体系域; 6. 湖泛体系域; 7. 湖退体系域; 8. 凝缩层; 9. 体系域及小层序组界线; 10. 层序界线

Fig. 2 The sequence stratigraphic framework of the Hekou Group in the Lanzhou-Minhe Basin

1= regional unconformity; 2= maximum lake flooding surface; 3= facies change boundary; 4= Jurassic strata; 5= lake transgressive systems tract; 6= lake flooding systems tract; 7= lake regressive systems tract; 8= condensed section; 9= systems tract and parasequence set boundary; 10= sequence boundary

1. 初始沉降期

奥陶纪之后, 本区由于受古浪运动的影响, 隆升成为古陆遭受剥蚀, 在三叠纪末印支运动后, 本区局部的山间拗陷中接受早侏罗世沉积。在早燕山运动早期, 沉积范围逐渐缩小, 本区抬升, 遭受剥蚀, 只有在享堂一带有零星的晚侏罗世沉积。早燕山运动晚期, 由于印度板块继续向北俯冲, 致使祁连、秦岭褶皱带内相互碰撞; 在中祁连隆起带的兰州-民和盆地一带产生离散作用, 致使基底断裂再次活动, 产生走滑运动(图1)。由于走滑位移作用引起横向拉张, 从而在盆地的南北缘发生断裂断陷, 形成断陷盆地, 开始了陆相冲洪积相沉积。该沉积岩相类型复杂, 岩石成熟度极差, 显示快速堆积的特点。

2. 扩张期

该阶段延续时间较长。早白垩世中期, 由于离散作用进一步加大, 使走滑运动持续加强, 盆地基底继续沿南缘基底断裂下滑, 并产生了一系列的与之垂直的盆地同生拉张断裂, 盆地大规模向北扩张, 可容空间增大, 沉积中心向北迁移, 形成一套滨浅湖亚相一半深湖亚相沉积。在湖盆沉积过程中, 湖盆南缘的西南部一带, 由于盆地下降较快, 在盆缘沉积了一套呈裙状分布的冲积扇沉积。早白垩世中期, 盆地达到最大规模。相对湖水水面达到最高水位, 陆源碎屑供给贫乏, 加之在构造和气候的影响下, 在盆地中心形成了多层半深湖相低速沉积的泥灰岩层(即凝缩层)。

3. 萎缩期

早白垩世晚期, 受中燕山运动的影响, 上叠陆相

沉积和基底一起转为抬升,盆地范围逐渐缩小,相对湖水面下降。中燕山运动由于周家台低隆起北缘断裂强烈活动的影响,致使周家台低隆起抬升较快,使盆地中心向南迁移,在周家台低隆起一带形成了进积的三角洲相沉积。早白垩世末,随着挤压力的增强,盆地开始回升成陆遭受剥蚀,从而结束了盆地的演化历史。

参考文献:

[1] 甘肃省地质矿产局. 甘肃省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989.

[2] 李麒麟. 兰州-民和盆地早白垩世的沉积环境分析[J]. 沉积与特提斯地质, 2000, 33(1): 97—103.

[3] 胡见义. 中国陆相石油地质基础[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.

[4] 解习农, 等. 沉积盆地分析基础[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.

[5] 黄期胜, 卢宗盛, 黄剑勇, 等. 赣东北早侏罗世层序地层、沉积体系及陆盆演化[J]. 地层学杂志, 1998, 22(1): 65—72.

[6] 解习农, 李思田. 陆相盆地层序地层研究特点[J]. 地质科技情报, 1993, 12(11): 22—26.

[7] 李麒麟, 张有龙, 赵桐, 等. 永登陆盆第三纪沉积相分析与陆盆演化[J]. 西北地质, 1999, 32(4): 14—17.

[8] 李麒麟, 等. 兰州-民和盆地下白垩统研究新进展[J]. 西北地质, 2000, 33(1): 8—12.

Sequence stratigraphic framework of the Hekou Group and evolution of the Lanzhou-Minhe Basin

LI Qi-lin, XIE Gui-qin, ZHOU Ling-qi, WANG Yun-bin
(Gansu Bureau of Geology and Mineral Resources, Lanzhou 730050, Gansu, China)

Abstract: The Hekou Group in the Lanzhou-Minhe Basin formed during the Early Cretaceous consists primarily of the tremendous terrigenous clastics composed of alluvial fan, fan-delta and lacustrine depositional systems. The stratigraphic sequences in the basin are involved in the retrogradational, aggradational and progradational cycles that represent the tectonic cyclic episodic products. The sequence stratigraphic framework of the Hekou Group is made up, on the basis of sequence features and lithofacies changes, of the lake transgressive (LTST), lake flooding (LFST) and lake regressive (LRST) systems tracts. The basin went, by and large, through the initial rifting and subsiding during the Jurassic, spreading and expansion during the middle Early Cretaceous, and collapse during the late Early Cretaceous.

Key words: Lanzhou-Minhe Basin; Lower Cretaceous; Hekou Group; sequence stratigraphy; basin evolution