

文章编号: 1000-0550(2004)02-0295-07

银额盆地查干断陷闭流湖盆层序的控制因素与形成机理

郭彦如

(中国石油勘探开发研究院 北京 100083)

摘要 陆相层序的控制因素与形成机制是陆相层序地层学研究的一项重要内容。断陷闭流湖盆作为一种独特的类型有其自身的特点。对查干凹陷早白垩世断陷闭流湖盆的沉积演化和基准面相对变化曲线的研究表明查干凹陷断陷闭流湖盆层序的控制因素以构造控制因素与气候因素占主导地位,其次是沉积物供应速率和湖平面的变化;在构造控制因素与气候因素的双重控制下形成两类层序,一类是断陷气候复合型层序,另一类为气候型层序。

关键词 查干凹陷 断陷闭流湖盆 层序地层学 控制因素 形成机制

作者简介 郭彦如 男 1962 年出生 高级地质师 工学博士 石油地质及层序地层学

中图分类号 P539.2 **文献标识码** A

自 20 世纪 90 年代初,海相层序地层学广泛应用于中国东部的断陷盆地陆相地层中,很快形成具有中国特色的断陷湖盆层序地层学。其中断陷湖盆的层序地层的控制因素及形成机理是陆相层序地层学研究的重要内容之一^[1~10]。一些学者认为,与海相地层一样,控制陆相断陷湖盆层序的主要因素也有 4 个,即构造运动、湖平面变化、沉积物供应速度和气候因素^[1~5]。另一些学者认为,伸展断陷盆地层序沉积的主要控制因素比海相复杂,但也可概括为 4 项因素:即构造运动、气候变化、沉积物充填、河水的注入等因素^[6~10]。两者观点差别不大。与海相相比,最大的不同是气候变化成为影响湖相层序形成的主控因素,而海相层序沉积几乎与气候变化无关^[11~15]。

断陷闭流湖盆是断陷湖盆的一种特殊类型,它可定义为注入湖盆的水量小于蒸发量和地下渗流量之和,湖平面的位置常低于盆地最低溢出口的高程^[6]。对于闭流湖盆,有关的研究文献比较少。较为详细的论述见于纪友亮、张世奇等在 1996 年出版的《陆相断陷湖盆层序地层学》。他们认为盆地基底的整体构造运动对闭流湖盆的相对湖平面变化无影响;在干旱气候条件下易形成闭流湖盆湖;沉积物的充填,将导致相对湖平面的上升^[6]。本文通过查干凹陷下白垩断陷湖盆层序成因研究后,提出了一些不同认识。

1 沉积发育概况

查干凹陷位于银额盆地东北角,面积 2 000 km²,

是一个北西断、东南超的早白垩世箕状断陷(图 1),最大埋深为 6 400 m,沉积盖层由下白垩统、上白垩统和新生界地层组成。下白垩统发育断陷湖盆沉积,上白垩统及其以上地层发育拗陷冲积河流沉积^[16]。其中下白垩统断陷湖盆沉积是研究的目的层(图 2)。

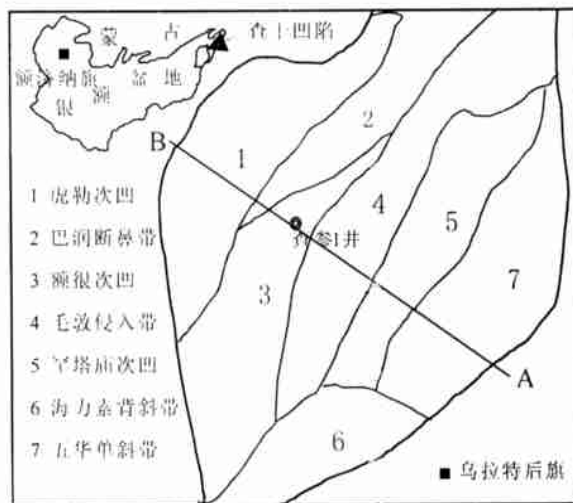
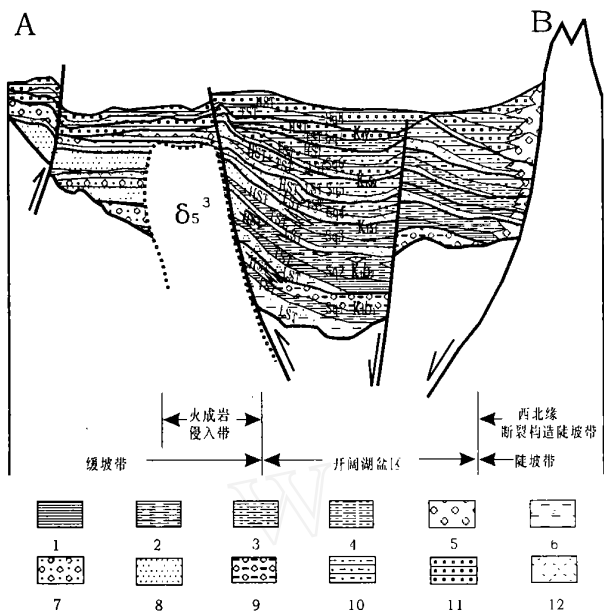


图 1 查干凹陷构造位置示意图

Fig. 1 The tectonic location of the Chagan Depression

下白垩统巴音戈壁组一段层序 ($K_1 b_1, S_{q1}$) 是断陷闭流湖盆形成早期的沉积,由一套箕状地貌控制的以粗碎屑快速充填式沉积为主的扇三角洲和水下扇等粗碎屑砂体组成,在凹陷中心过渡为浅-半深湖相。沉积中心位于额很次凹和虎勒次凹。



1. 深湖沉积; 2. 半深湖沉积; 3. 滨浅湖沉积; 4. 滨湖沉积; 5. 水下扇; 6. 冲积扇; 7. 扇三角洲平原; 8. 扇三角洲前缘; 9. 扇三角洲; 10. 河漫平原; 11. 冲积-河流; 12. 火山岩

图 2 查干断陷湖盆层序地层格架图(剖面位置见图 1)

Fig. 2 The sequence stratigraphic framework models of the Chagan fault-depressed stagnant lacustrine basin

巴音戈壁组二段层序 (K_1b_2, Sq_2) 为巨厚的暗色泥岩与白云质泥岩, 构成凹陷主力烃源岩系。从凹陷西北至东南依次发育水下扇体系、浅-半深湖体系、滨浅湖体系、扇三角洲体系和冲积-河流沉积体系。

苏红图组一段层序 ($K_1s_1, Sq_3, 4$) 为第二次湖侵形成的以暗色泥岩为主的沉积, 湖泊相沉积以水体浅、时间短和范围广为特征, 沉积中心较巴音戈壁时期向南有一定偏移。火山岩岩相与滨浅湖泥岩相间是本期沉积特色^[17]; 高位体系域中河流-扇三角洲体系更加发育, 形成凹陷最主要的储集体系。

苏红图组二段层序 ($K_1s_2, Sq_5, 6$) 是一套气候干燥炎热气候条件下的褐灰色泥岩, 伴随着火山喷发和岩浆侵入^[17], 形成盆地的区域性盖层。

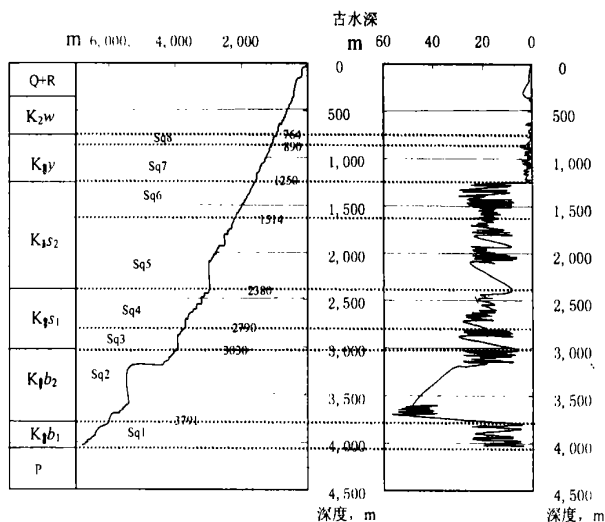
银根组层序 (Sq_7, Sq_8) 以淤积型沉积为主, 沉积中心由西部向东部转移, 河流相逐渐替代湖泊相, 仅在凹陷西南部有湖泊残留。

2 基准面相对变化曲线

基准面相对变化决定着水下可容纳空间的变化, 可容纳空间与沉积物供应速率比值的变化导致湖盆地层沉积格式的变化。基准面相对变化曲线可以反映出陆相断陷湖盆水下可容纳空间的变化情况, 从中进一步研究层序地层在时间上的变化规律、周期、频率、生、储、盖组合系统, 并为层序地层控制因素和形成机制的

研究提供依据。

Vail 等提出“上超点法”的半定量方法, 即利用地震剖面反射界面上起点的转移幅度研究海平面的升降变化^[15]。与用井的资料得到的基准面相对变化曲线相比较, 二者所反映的基准面变化规律大致相同, 除了能反映地震资料所能反映的 1~2 级沉积旋回的变化规律, 还反映了 3~4 级沉积旋回变化规律。用井研究基准面相对变化曲线的优点是要进行差异沉降、脱压实、古水深及剥蚀厚度等校正, 这种方法更具科学性^[6]。本文采用该方法编制了查参 1 井基准面相对变化曲线(图 3)。



A. 基准面相对变化曲线 B. 古水深曲线

图 3 查干凹陷下白垩统基准面相对变化曲线与层序划分

Fig. 3 Base-level related change and sequence division of the Lower Cretaceous in Chagan Depression

从图 3 可以看出: 基准面发生过多次阶梯式下降, 也就是 Posamentier 所说的迫降(forced regression)现象^[14]。在地震剖面上的显示特征是上超点呈阶梯式逐步向下降落。Vail P R 认为基准面上升是渐变的, 而基准面下降是突变的^[15]。然而, 图 3 所反映的基准面下降是渐变的。查干凹陷早白垩世基准面变化曲线反映出八个三级旋回, 证明有下白垩统有八个层序存在, 也可以看出体系域、准层序组的变化, 这与钻/测井解释结果相一致。这八个三级旋回所表现的古水深明显不同, 反映了古气候环境由潮湿向干旱变化过渡, 也反映出断陷湖盆经历了断陷初期、断陷发育到湖泊消亡的过程。

3 层序的控制因素与形成机理

根据查干凹陷早白垩世闭流湖盆的沉积、构造发育特征与基准面相对变化曲线, 作者认为影响断陷闭

流湖泊层序形成的主控因素与畅流盆地相似,也有 4 个主控因素,然其重要程度排序不同于畅流盆地,其影响程度依次为构造运动、气候变化、沉积物充填和湖平面变化等。

3.1 构造活动对层序形成的控制

构造运动对断陷湖盆的控制集中表现在边界同生正断层上。边界同生正断层的活动控制了盆地可容纳空间的大小。随着断陷盆地边界断层的活动,上下盘断距在增大,控制的盆地基底的沉降范围在扩大,沉积物可容空间也在不断增加。边界同生断层明显对沉积层序有控制作用。

3.1.1 边界断裂活动的阶段性

控制查干凹陷断陷闭流盆地的边界大断层的活动不是一次形成的,而是幕式的,大幕中又套小幕,不同的阶段其活动规律不同。断陷活动在燕山期就开始了,而且主要是断陷活动。边界大断层自形成以来,一直在持续活动,控制着整个下白垩统沉积,到上白垩统沉积前,活动结束,称为一级幕。自燕山运动开始,其活动强度表现出不均匀性,断裂活动的初期较强、中期最强,晚期比较平缓,这一点可以根据查干凹陷下白垩统边界断层的断层生长指数反映出来(图 4)。根据一级幕断裂活动强度进一步划分出 3 个二级幕。

统	组	段	层序		断层生长指数		
			二级	三级	1.0	1.5	2.0
K ₂	K ₂ W						
下白垩统	K ₁ Y			7			
				6			
	K ₁ S	K ₁ S ₂		5			
				4			
		K ₁ S ₁		3			
	K ₁ B	K ₁ B ₂		2			
				1			
二叠系							

图 4 查干凹陷断层生长指数

Fig. 4 Fault growth exponent of the Chagan Depression

(1) 第一个二级幕 K₁b₁ 地层沉积时期,属于盆地发育的断初期,断层活动表现为长时间的缓慢运动。

(2) 第二个二级幕控制了盆地断陷期的沉积,是边界大断裂活动最强烈的时期,具有断距大、持续时间长的特点,它控制了 K₁b 和 K₁s 地层的沉积,又分为 4 个三级断裂活动幕,属于同生断裂活动幕。

(3) 第三个二级活动幕控制了盆底断坳期 K₁y 地层的沉积。活动比前期平缓,断距较小。

正是由于边界断层活动在时间上、空间上的差异,才控制发育了断陷湖盆中不同级别、不同类型的地层层序类型。

3.1.2 构造运动对层序发育的控制

从理论上讲,敞流湖盆的相对湖平面完全由盆地基底的构造沉降决定,可容空间也是完全受构造沉降控制,而闭流湖盆的相对湖平面完全由气候决定,可容空间完全受气候控制^[6]。但是,分析查干凹陷早白垩世断陷闭流盆地层序的发育演化规律,可容纳空间受构造沉降和气候双重控制。

构造对闭流湖盆沉积层序的控制主要取决于盆地边界大断层的活动方式。根据查干凹陷的实际资料分析表明,张性断裂活动的表现形式主要为同生断裂。同生断裂活动发育时间较长,活动强度初、中期较强,随后逐渐衰减,在沉积物沉积的同时,断层持续活动,使断陷盆地的可容空间不断得到补偿。

同生断裂活动对层序发育的控制具有同时性,在沉积物充填湖盆占去可容空间的同时,盆地边界的断裂活动不断使盆地产生新的可容空间。

查干凹陷早白垩世湖盆的构造沉降曲线如图 5A 所示,盆地基底的沉降曲线呈对数型,因为是闭流湖盆,基准面相对变化曲线如图 5B 所示。

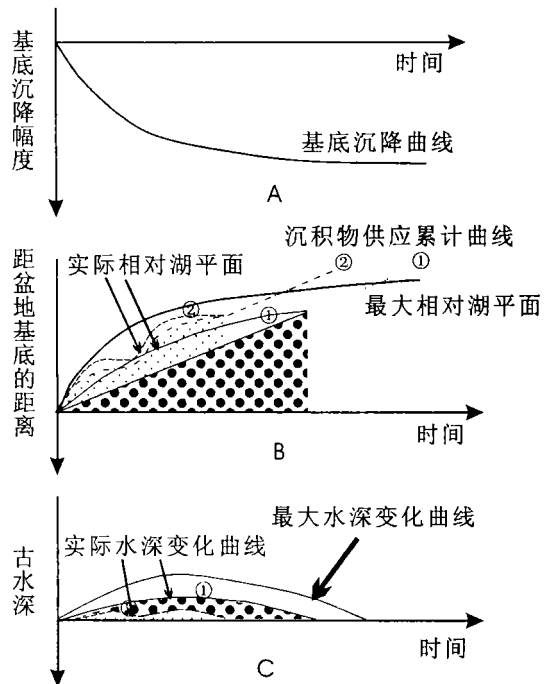


图 5 断陷闭流湖盆基底不均匀沉降时湖平面及水深变化曲线
Fig. 5 The change of lake level and depth on uneven subsidence of basement in fault-depressed stagnant lacustrine basin

从图 5 中可以看出,当沉积物供应速度不变时,水深曲线为图 5C,形成周期性的湖盆先扩张,后收缩的低位体系域、水进体系域到高位体系域。由于查干凹陷主要断陷期在周期性的湖盆扩张期都有强烈的火山活动,因此有些低位体系域火山岩很发育。

在闭流湖盆中,层序在受同生边界断裂活动控制的同时,往往受气候的控制,这种层序称为断陷气候复合型层序,它是断陷闭流湖盆中最常见的一种层序类型。断陷气候复合型层序地层展布特征如下(图 6):

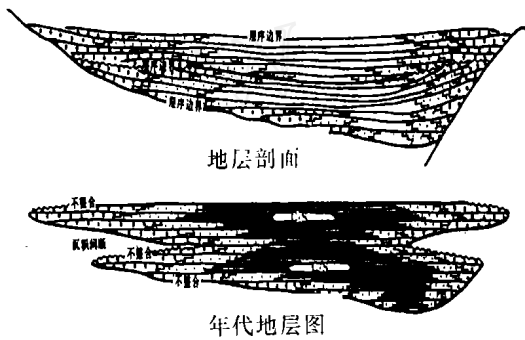


图 6 断陷气候复合型层序的地层格架特征
Fig. 6 Framework characteristics of the compound type sequence of fault-depression with climatic consideration

(1) 陡坡、缓坡端层序下边界都有地层上超现象,上边界缓坡见有顶超或削蚀现象,陡坡偶见顶超,削蚀少见。

(2) 层序内部特征是:下部地层较平坦,上超缓慢;中部上超加快,在沉积中心附近地层开始下凹,向上下凹程度先加剧后又变缓。

3.1.3 断裂活动的阶段性、强度与层序类型

查干凹陷为中生代断陷盆地。由于陆相湖盆地层层序的发育明显地受构造运动的控制,因此,根据构造运动阶段性对地层层序的级别的划分实际上就是根据盆地边界大断裂活动的阶段性对层序的级别进行划分。

表 1 是查干凹陷地层层序的级别划分表。以断裂活动的阶段性和盆地基底的沉降方式为标准将早白垩世划分为断初、断陷和断坳三个阶段,其中断初、断陷阶段沉积的地层称为断陷气候复合型层序,断坳阶段沉积的地层称为气候型层序。

(1) 断初阶段层序:该期盆地边界断层活动较强,但其影响和控制的盆地范围较小,相应产生的可容空间也不大。故断初期层序分布范围小,地层厚度横向变化大,从湖盆中心向边缘呈楔形。

(2) 断陷阶段层序:是在断初阶段层序的背景上形成的,其断裂活动不但强度大而且波及范围广,可容空间的产生速率远远大于沉积物供应速率,湖平面分布范围广,而且深水区位于陡坡深凹处,前积层发育,常形成地层下超现象。断陷阶段层序分布范围很广,湖盆中心和边缘厚度差别较大。

(3) 断坳阶段层序:边界断层活动微弱,全盆地呈整体缓慢沉降,湖盆地形平坦。故在断坳阶段,层序厚度较小,全区内分布稳定,陡坡、缓坡差异不明显。

表 1 查干凹陷断陷活动的阶段性与层序级别划分表
Table 1 Fault-depressed phases and sequence division of the Chagan Depression

地层		构造运动阶段		层序级别		层序类型	
		二级	三级	二级	三级		
K2-Q				坳陷期超层序			
下白垩统	银根组	K ₁ γ	燕山 III 幕	断陷期超层序	断坳阶段	8	气候型层序
						7	气候型层序
	苏红图组	K ₁ s ₂			6	断陷气候复合型层序	
					5	断陷气候复合型层序	
					4	断陷气候复合型层序	
					3	断陷气候复合型层序	
	巴音戈壁组	K ₁ b ₂			2	断陷气候复合型层序	
		K ₁ b ₁			1	断陷气候复合型层序	
二叠系							

3.2 气候对层序发育的控制

在闭流湖盆地地质背景下,气候因素也为控制层序发育的主导因素,影响湖盆的沉积演化。

3.2.1 气候的类型及气候变化规律

查干凹陷早白垩世的气候在不同地质时期是不同的。根据岩石中所包含的自生矿物、古生物、孢子花粉类型推断得到的古温度在巴音戈壁组一段沉积期为温暖—半干旱气候;巴音戈壁组二段及苏红图组一段沉积期是一种温暖—潮湿型古气候;银根组早期为温暖—湿润型古气候;苏红图组二段和银根组晚期为炎热—干旱型古气候。气候的周期性变化影响到湖泊汇水量的周期性变化,进而影响层序的发育。

3.2.2 气候对湖平面升降的影响

气候对湖平面升降的影响表现十分明显。对敞流湖盆,当气候有很小的波动时,只会影响从湖盆最低出口点排泄出去水量的多少,雨水不会引起湖平面的上下波动;但闭流湖盆则不同,由于湖平面低于最低出口对应的高程,故气候的波动,能引起湖平面的变动,并导致沉积物分布范围的变化。由图5可见,查干凹陷巴音戈壁期潮湿气候条件下,湖水最深,基准面上升幅度最大,该期的湖盆范围也最广;苏红图期湿润气候下,水深变浅,基准面下降,湖盆范围有所收缩;银根期干旱气候下,湖泊消失,基准面升降幅度很小。

3.2.3 气候对层序的控制

在闭流湖盆中,由于湖平面低于盆地基准面,基准面相对变化不受盆地基底整体构造沉降的影响,因此我们不讨论构造沉降的方式,只讨论气候变化的影响。气候的变化是旋回性的,干旱的气候,大气降水少,注入湖盆的水量小于蒸发量,湖平面将不断降低,甚至消亡。在潮湿气候条件下大气的降雨量大,注入湖盆的水量大于蒸发量,湖平面将不断上升。另外河流的入湖将带来大量的沉积物,沉积物的充填进一步提高了相对湖平面(图7)。

湖平面的上升和下降控制了地层的分布模式和相的分布。在气候由干旱向潮湿转化时期,湖平面快速上升,湖面扩大,水深增加,沉积了低位体系域。在潮湿期湖平面达到最高,湖面积最大,形成最大湖泛面,同时沉积了水进体系域。之后开始形成高位体系域,气候由潮湿向干旱转化,湖平面相对降低,沉积物供应量减少,沉积以进积扇三角洲沉积体系为主。湖平面以上的早期沉积物遭受剥蚀,形成层序边界,沉积范围缩小。干旱气候期,水位最低,冲积—河流体系发育,随基准面升降的周期性变化,形成粗—细—粗的低位、水进体系域到高位体系域周期性变化的层序组合(图8)。

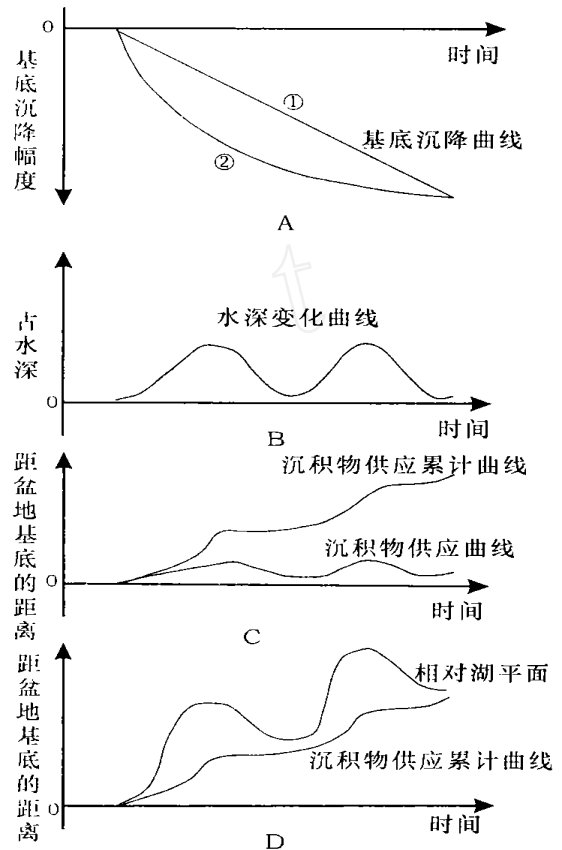


图7 闭流盆地的湖平面变化曲线与盆地基底的沉降曲线变化关系图

Fig. 7 The relationship between the lake level change and the subsidence change of basement in stagnant lacustrine basin

由于气候变化所控制发育的层序叫气候型层序,它是一个三级气候周期内湖盆中沉积的地层的组合。查干凹陷下白垩统地层沉积时,只有 K_1y 发育气候型层序。

3.3 沉积物供应对层序发育的影响

除以上介绍的构造运动和气候两个主导因素外,沉积物供应对层序发育的范围、厚度、演化阶段及层序边界的形成也有很大的影响。

沉积物的供应主要与构造运动和气候条件有关。查干断陷闭流湖盆中沉积的物质大部分是经过盆地东南面的河流输入。构造运动使湖盆和东南物源区的高差增大,一方面加速了物源区物理风化作用,另一方面使河流携带物质的能力增强,提高了沉积物供应速度。气候的潮湿或干旱主要影响河流的搬运能力。潮湿气候时,雨量充沛,河流水源充足,流量大,可以携带大量物质供给湖盆,干旱气候时,湖盆水量供给较少,物源供应也明显减少。

盆地中沉积物供应量受河水注入量的控制,若闭流湖盆中,沉积物供应量增加,说明注入水量也增加,

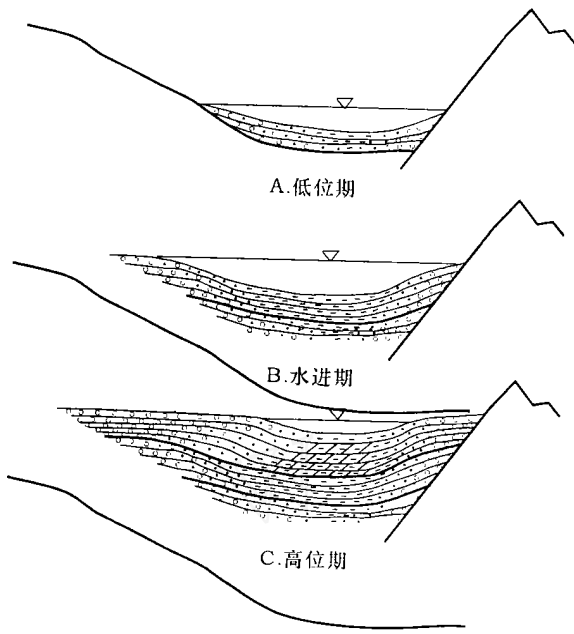


图8 与气候变化有关的闭流湖盆湖平面变化对层序发育的影响

Fig. 8 Influence on sequence development as lake level change in stagnant lacustrine basin related to climatic change

从而引起湖平面上升和扩大,形成退积式准层序组。沉积物供应量减少,说明注入水量也减少,湖平面下降,形成进积式准层序组。

3.4 湖平面变化与层序发育的关系

在湖盆中,可容空间的产生是由盆地基底的构造沉降所决定的。不论盆地中是否有湖水存在,只要盆地没有被填满到最低出口高程,沉积作用是不会停止的。湖水的存在与否只影响地层层序的内部结构。对于氧化湖盆,控制沉积作用的基准面是河流平衡剖面,沉积物可以大量地搬运到盆地沉积中心,自下而上形成一套加积式河流相沉积。

对于还原湖盆,盆地中有湖水存在,地层层序的结构就大不相同了,由于河流入湖后,受到湖水的阻碍作用,其流速迅速降低,携带物质的能力减小,大量的沉积物在湖盆边缘沉积形成沉积层,湖平面是沉积平衡面,湖水深度越大,地层的前积越明显。

3.5 断陷闭流湖盆不同控制因素的综合影响

对于断陷闭流盆地,在盆地被充填过程中,在构造、气候、沉积物供应及湖平面变化共同作用下,在不同时期不同控制因素起不同控制作用时,可发育多个断陷气候复合型层序或气候层序。

在查干断陷闭流湖盆的演化过程中早白垩世早中期既是断陷强烈活动期,也是气候湿润、降水量充沛期,共同作用的结果是基准面急剧上升,可容纳空间的

增加远远大于沉积物的供应,此时形成以退积式细粒为主的层序。当沉积物供应量加大,其他因素不变时,形成以进积式沉积组合为主的层序。其层序类型的变化如图5所示,当沉积物供应曲线为5B时,入湖水量发生周期性变化时,则早期周期形成低位体系域-水进体系域-高位体系域旋回,晚期周期形成水进体系域-高位体系域旋回。层序类型主要反映了以构造活动和气候双重控制的断陷气候复合型层序类型。

查干凹陷早白垩世断陷闭流湖盆演化的后期,断陷作用减弱,拗陷作用增强,气候炎热干旱,沉积物供应减少,形成以细粒河流相沉积为主的沉积组合,其层序类型完全是一种气候型层序。

4 结论

(1) 查干断陷闭流盆地的沉积基准面相对升降变化曲线反映出早白垩世基准面变化由八个三级旋回构成,证明有下白垩统八个层序存在,也可以看出体系域和准层序组的变化,这与钻/测井解释结果一致。

(2) 查干断陷闭流湖盆层序的控制因素以构造控制因素与气候因素占主导地位,其次是沉积物供应速率和湖平面的变化。在构造控制因素与气候因素的双重控制下形成两类层序,一类是断陷气候复合型层序,另一类为气候型层序。前者出现于断初与断陷阶段,后者出现于断拗阶段。

参考文献(References)

- 徐怀大. 从地震地层学到层序地层学——油气盆地的定性化与量化描述. 北京:石油工业出版社,1997[Xu Huaida. From seismic stratigraphy to sequence stratigraphy: a qualitative and quantitative description about petroleum oil and gas-bearing basins. Beijing: Petroleum Industry Press,1997]
- 徐怀大. 陆相层序地层学研究中的某些问题. 石油与天然气地质, 1997,18(2):83~89[Xu Huaida. Some issues on the study of continental sequence stratigraphy. Oil & Gas Geology, 1997,18(2):83~89]
- 魏魁生. 二连盆地白垩系非海相沉积层序地层特征. 地球科学, 1994,19[Wei Kuisheng. Characteristics of the Cretaceous non-marine sequence stratigraphy in Erlian Basin. Earth Science, 1994,19]
- 魏魁生, 徐怀大, 雷怀玉, 等. 非海相层序地层学——以松辽盆地为例. 北京:地质出版社,1996[Wei Kuisheng, Xu Huaida, Lei Huaiyu, et al. Non-marine sequence stratigraphy: a case study in Songliao Basin. Beijing: Geological Publishing House, 1996]
- 樊太亮, 李庆谋. 沉积基准面变化分析技术及应用. 石油与天然气地质, 1997,18(2):108~113[Fan Tai liang, Li Qingmu. Analytical technique and application of deposited base-level change. Oil & Gas Geology, 1997,18(2):108~113]
- 纪友亮, 张世奇, 等. 陆相断陷湖盆层序地层学. 北京:石油工业出版社,1996[Ji Youliang, Zhang Shiqi, et al. Sequence stratigraphy of continental fault-depressed lacustrine basin. Beijing: Petroleum Industry

- Press, 1996]
- 7 张荣红, 余素玉, 邬金华. 陆相湖盆中沉积物供给因素对层序地层分析的影响—以东营凹陷下第三系为例. 地球科学, 1997, 22(2): 139~144 [Zhang Ronghong, Yu Suyu, Wu Jinhua. Influence for sequence stratigraphic analysis of sedimentary supply factors of in continental lacustrine basins: a case of the Lower Tertiary in Dongying Depression. Earth Science, 1997, 22(2): 139~144]
 - 8 冯有良, 李思田, 解习农. 陆相断陷盆地层序形成动力学及层序地层模式. 地学前缘, 2000, 7(3): 119~132 [Feng Youliang, Li Sitian, Xie Xilong. Forming dynamics of sequences and sequence stratigraphic models in the continental fault-depressed basins. Earth Science Frontier, 2000, 7(3): 119~132]
 - 9 胡受权, 郭文平, 颜其彬, 等. 试论控制断陷湖盆陆相层序发育的影响因素. 沉积学报, 2001, 19(2): 256~162 [Hu Shouquan, Guo Wenping, Yan Qibing, et al. Control factors of continental sequence growth in fault-depressed basin. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(2): 256~162]
 - 10 郑荣才, 彭军, 吴朝容. 陆相盆地基准面旋回的级次划分和研究意义. 沉积学报, 2001, 19(2): 249~254 [Zheng Rongcai, Pen Jun, Wu Chaorong. Classification and research significance of base-level cycles in the continental basin. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(2): 249~254]
 - 11 Galloway W E. Genetic stratigraphic sequences in basin analysis: architecture and genesis of flooding surface bounded depositional units. AAPG Bulletin, 1989, 73: 125~142
 - 12 Hunt D, Tucker M E. Stranded parasequences and the forced regressive wedge systems tract: deposition during base-level fall-reply. Sedimentary Geology, 1995, 95: 147~160
 - 13 Posamentier H W, Jervey M T, Vail P R. Eustatic controls on clastic deposition—sequence and systems tract models. In: Wilgus C K, et al. eds. Sea-level changes—an integrated approach. SEPM Special Publication, 1988, 42: 125~154
 - 14 Posamentier H W, Allen G P, et al. Forced regressions in a sequence stratigraphic framework: concepts, examples, and exploration significance. AAPG Bulletin, 1992, 76: 1687~1709
 - 15 Vail P R, Mitchum R M. Seismic stratigraphy and global changes in sea level from coastal onlap. In: Payton C E, ed. Seismic Stratigraphy—Application to Hydrocarbon Exploration. AAPG, Memoir, 1977, 26: 51~212
 - 16 郭彦如, 于均民, 樊太亮. 查干凹陷下白垩统层序地层格架与沉积演化. 石油与天然气地质, 2002, 23(2): 166~169 [Guo Yanru, Yu Junmin, Fan Tai liang. Sequence stratigraphic framework and sedimentary evolution of the Lower Cretaceous in the Chagan Depression. Oil & Gas Geology, 2002, 23(2): 166~169]
 - 17 郭彦如, 李天顺, 商平. 内蒙古银额盆地火山特征与识别. 地球学报, 1999, 20(增刊): 97~102 [Guo Yanru, Li Tianshun, Shang Ping. Characteristics and identification of volcanic rocks in Yin-E Basin, Mongolia. Acta Geoscientia Sinica, 1999, 20(Suppl.): 97~102]

Controls and Formation Mechanism of the Sequences in the Chagan Fault-Depressed Stagnant Lacustrine Depression, Yin-E Basin

GUO Yan-ru

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing 100083)

Abstract The controlling factors and formation mechanism of the continental sequences are important research field in continental sequence stratigraphy. A fault-depressed stagnant lacustrine basin as a unique basin has its own particular characteristics. In this paper, the author has studied the sedimentary evolution and the base-level changes of the Early Cretaceous fault-depressed stagnant lacustrine basin in Chagan Depression, and then considered that the controlling factors of the sequence in the fault-depressed stagnant lacustrine basin are dominantly the integration of tectonic and climatic factors, and, in the next place, the supply rate of the sediments and lake-level change. Under the control of the double factors, two types of sequences were formed: one was the compound type of fault-depression and climate, and another was climatic type.

Key words Chagan Depression, fault-depressed stagnant, lacustrine basin, sequence stratigraphy, control factor, formation mechanism