

文章编号: 1000-0550(2002)02-0238-05

# 箕状湖盆萎缩阶段两种湖泊三角洲 的沉积特征及成因探讨 ——以平庄、铁法盆地为例

王宇林<sup>1</sup> 邵显珉<sup>2</sup> 范国强<sup>2</sup> 杨福珍<sup>1</sup> 于常武<sup>1</sup>

(辽宁工程技术大学 辽宁阜新 123000)

① 内蒙古煤田地质局 104 勘探队 内蒙古赤峰 024076)

**摘要** 以平庄、铁法盆地为例,首先阐述了箕状湖盆萎缩阶段的河口坝型湖泊三角洲发育于盆缘断裂一侧的扇前河流入湖的湖缘带,具有与海岸河控三角洲相似的沉积特征;Gilbert 型湖泊三角洲发育于沉积—侵蚀盆缘一侧河流入湖的湖缘带,具有由底积层、前积层、顶积层构成的垂向层序及朵状平面砂体形态,它与扇体没有成因联系和空间上的毗邻关系。在此基础上,论述了这两种湖泊三角洲形成的地质背景,并对它们的发育条件及进积方式等成因问题进行了较深入的探讨。

**关键词** 箕状盆地 湖泊萎缩阶段 河口坝型湖泊三角洲 Gilbert 型湖泊三角洲

**第一作者简介** 王宇林 男 1953 年出生 副教授 沉积学

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

人们早就注意到湖泊三角洲有河口坝型和 Gilbert 型两种<sup>[1,2]</sup>,但至今对它们的认识,尤其是对 Gilbert 型湖泊三角洲的认识还不一致<sup>[2,3]</sup>。Gilbert 型湖泊三角洲自 Gilbert(1885,1890)研究美国邦维尔湖泊三角洲沉积之后,成为具有顶积层、前积层和底积层沉积特征的三角洲专用术语。后来,有人认为 Gilbert 型湖泊三角洲实际上是扇三角洲,但李思田在对我国东北晚中生代断陷盆地研究之后指出:“在一系列基本方面吉尔伯特型三角洲并不具备扇三角洲的特征,后者横向上与扇沉积物过渡,并有大量重力流沉积物<sup>[2]</sup>。”平庄、铁法盆地湖泊萎缩阶段的 Gilbert 型湖泊三角洲的沉积特征及同期沉积体系的空间配置关系都支持了后一种观点,即 Gilbert 型湖泊三角洲不是扇三角洲。

笔者以平庄、铁法晚中生代箕状湖盆萎缩阶段的湖泊三角洲为例,阐述了河口坝型和 Gilbert 型湖泊三角洲的沉积特征、发育地质背景,并对它们的发育条件及进积方式等成因问题进行了较深入的探讨。

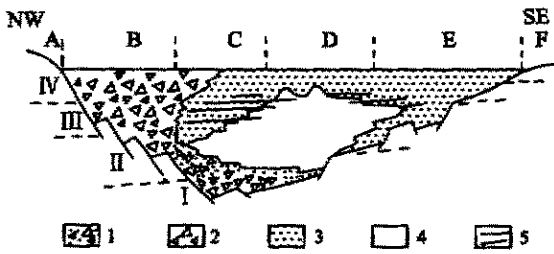
## 1 研究区概况

平庄、铁法盆地位于东北亚晚中生代断陷盆地系松辽断陷盆地带的南部<sup>[2]</sup>,二者均为北西侧发育同沉积断裂、长轴总体走向呈北北东向的箕状淡水湖盆。

平庄盆地位于内蒙古赤峰市东南,盆地为长条状,受基底古隆起,同沉积构造和沉积充填等因素的综合控制,在湖泊萎缩阶段,平庄盆地演化为 2 个彼此分隔的亚盆地,本文论述的两种湖泊三角洲发育于其中最大的亚盆地,即位于平庄盆地北部的亚盆地中,该亚盆地长轴仍呈北北东向,长宽之比为 2:1,面积约 800 km<sup>2</sup>(下述湖泊萎缩阶段的平庄盆地均指该亚盆地),铁法盆地位于辽宁铁岭市西部,盆地呈长宽之比为 3:2 的椭圆状,面积约 750 km<sup>2</sup>。两个盆地各自的千余个钻孔资料和大量的煤矿地质信息,为煤系沉积学研究提供了良好基础。

平庄和铁法盆地属同一区域地质背景的同类型盆地(盆地的长宽之比也较接近),二者的构造演化和沉积环境配置都具有相似性。平庄和铁法盆地的基底以早白垩世义县组火山岩系为主,局部为前寒武纪变质岩系,盆内充填地层主要为早白垩世沙海组和阜新组(平庄盆地分别称杏园组和元宝山组),后者含可采煤层。沙海组和阜新组的沉积构成有扇三角洲体系、湖泊体系、湖泊三角洲体系、冲积扇体系、河流体系和沼泽体系(图 1)。从盆地沉积演化的角度而言,平庄和铁法盆地都经历了初始冲积阶段、湖泊扩张阶段、湖泊萎缩阶段和晚期冲积阶段。

由图 1 可以看出,盆缘断裂内侧冲积扇与湖缘带



A. 主要物源区 B. 断陷带 C. 强烈沉降带 ;  
 D. 中等沉降带 E. 缓慢沉降带 F. 次要物源区  
 I. 初始冲积阶段 ;II. 湖泊扩张阶段 ;III. 湖泊萎缩阶段  
 IV. 晚期冲积阶段 (其中 ,I + II 为沙海组沉积期 ;  
 III + IV 为阜新组沉积期 )  
 1. 扇三角洲体系 2. 冲积扇体系 3. 河流体系 ;  
 4. 湖泊及湖泊三角洲体系 5. 沼泽体系  
 图 1 平庄、铁法盆地构造沉降分带、沉积充填  
 横向剖面示意图

Fig. 1 Horizontal section of tectonic subsidence belts and infilling sediments in the Pingzhuang and Tiefa basins

间主要为河流环境 ,并周期性出现沼泽环境 ,河口坝型湖泊三角洲发育于该侧河流的入湖地带 ,而 Gilbert 型湖泊三角洲则发育于沉积—侵蚀盆缘一侧的湖缘带。

## 2 两种湖泊三角洲的沉积特征

### 2.1 河口坝型湖泊三角洲沉积特征

河口坝型湖泊三角洲沉积在平庄盆地古山矿区<sup>[4]</sup>、铁法盆地大明矿区<sup>[5]</sup>都有充分揭露 ,它们与海岸河控三角洲沉积有许多相似之处。

(1)前三角洲沉积一般表现为深灰色具均匀层理

(有时为水平层理)的粉砂质泥岩 ,扰动构造和潜穴发育 ,常见有与洪水事件有关的灰色具粒序层理的薄层细粒砂岩和具小型波痕层理的粉砂岩(图 2 A)。

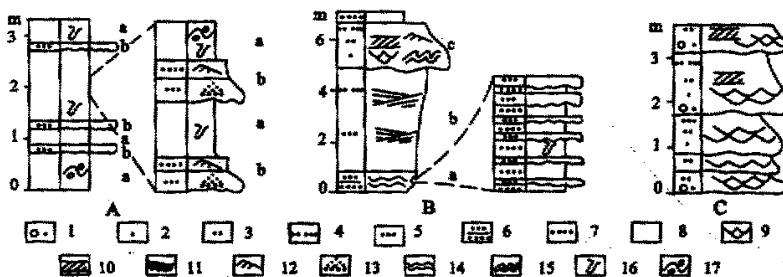
(2)三角洲前缘沉积可容易地识别出水下分流河道相、河口坝相和前缘砂席相。其中 ,水下分流河道相为浅灰色透镜状具中型槽状及板状交错层理的粗粒砂岩及中细粒砂岩 ,与下伏沉积物呈明显冲刷关系 ,并以常发育变形层理及与河口坝相等水下沉积共生为重要标志。河口坝相主要为浅灰色具中、小型低角度交错层理的中细粒砂岩 ,前缘砂席相由深灰色具波状层理和扰动构造的粉砂岩与细粒砂岩构成 ,其中上部通常为薄层状细粒砂岩夹粉砂岩 ,下部则主要是中、薄层状粉砂岩夹薄层细粒砂岩(图 2 B)。

需要指出 ,在三角洲前缘沉积与前三角洲沉积的过渡地带 ,常发育着厚度达数十厘米至数米的具均匀层理的砂质泥岩或含砂泥岩 ,其成因可能与风暴浪或湖泊浪基面波动下降导致三角洲前缘沉积物再搬运并与前三角洲沉积物的掺合作用有关。

(3)三角洲平原沉积以分流河道相为骨架 ,主要由浅灰色具大型槽状、板状交错层理的含砾中粗粒砂岩及中细粒砂岩构成总体向上粒度变细的垂向层序(图 2 C) ;分流河道间沉积主要是以中细粒砂岩与泥质粉砂岩为代表的越岸相 ,部分分流河道间沉积还发育有泥炭沼泽相。

(4)三角洲砂体的平面形态呈鸟足状(图 3)。

(5)由于分流河道或三角洲平原沉积后 ,废弃遭受湖水改造 ,并再次进行沉积建设 ,如此往复使得三角洲沉积具多旋回性 ,旋回数一般 > 5。

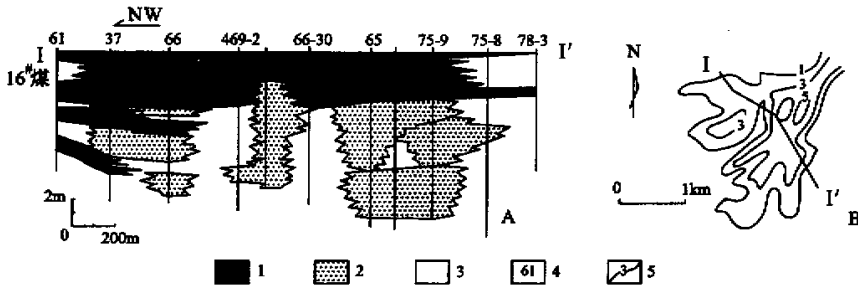


A. 大明二矿运输石门前三角洲正常沉积(a)与洪水事件沉积(b)组合 ;  
 B. 大明二矿运输石门前三角洲前缘砂席相(a)河口坝相(b)和分流河道相(c)组合 ;  
 C. 69-5号钻孔三角洲平原的分流河道相组合。

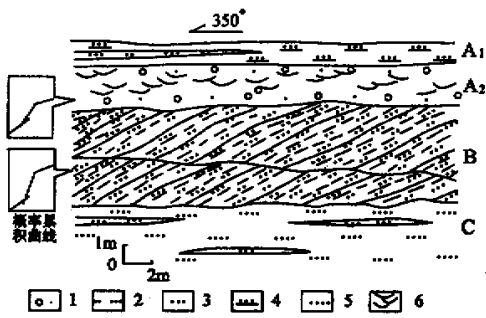
- 1. 含砾砂岩 2. 粗粒砂岩 3. 中粒砂岩 4. 中细粒砂岩 5. 细粒砂岩 6. 细粒砂岩与粉砂岩互层 7. 粉砂岩 ;
- 8. 泥岩 9. 大、中型槽状交错层理 ;10. 大型板状交错层理 ;11. 低角度交错层理 ;12. 中、小型水流波痕层理 ;
- 13. 粒序层理 ;14. 波状层理 ;15. 变形层理 ;16. 潜穴 ;17. 扰动构造

图 2 铁法盆地河口坝型湖泊三角洲主要成因相组合的垂向层序

Fig. 2 Vertical sequences of combination of main origin facies about river-mouth-dam lake delta in the Tiefa basin



1. 煤 2. 砂岩 3. 粉砂岩及泥岩 4. 钻孔编号 5. 砂体等厚线  
 图 3 铁法盆地大明矿区河口坝型湖泊三角洲沉积断面 (A) 及 16# 煤底板 (5 m 内) 砂体等厚图 (B)  
 Fig. 3 Cross section (A) and the isopach map (B) of the sandstone in the footwall of the 16# coal seam of river-mouth-dam lake delta in the Daming field of the Tiefa basin



A<sub>1</sub>. 顶积层上部沉积单元; A<sub>2</sub>. 顶积层下部沉积单元;  
 B. 前积层 C. 底积层  
 1. 含砾粗粒砂岩 2. 中细粒砂岩 3. 细粒砂岩;  
 4. 细粒砂岩与粉砂质泥岩互层 5. 粉砂岩;  
 6. 大型槽状交错层理

图 4 平庄盆地西露天煤矿东 Gilbert 型湖泊三角洲沉积素描图

Fig. 4 Sediment sketch of Gilbert lake delta in the east side of the west opencut coal mine in the Pingzhuang basin

### 2.2 Gilbert 型湖泊三角洲沉积特征

Gilbert 型湖泊三角洲沉积由顶积层、前积层和底积层组成“三层结构”，并以平庄盆地西露天煤矿东帮的阜新组底部的 Gilbert 型湖泊三角洲沉积揭露最好 (图 4)，其主要特征如下：

(1) 底积层为前三三角洲沉积，由含细粒砂岩条带的深灰—青灰色具均匀层理及水平纹理的泥质粉砂岩构成，与下伏湖相泥岩呈过渡关系。

(2) 前积层为三角洲前缘沉积，由浅灰色具大型“S”型纹层的中—中细粒砂岩构成，纹层倾角主体变化于 30°~45° 之间，下端倾角明显变缓。粒度概率累积曲线呈三段式，其中，滚动总体的比例较一般河口坝型三角洲中的河口坝沉积中的滚动总体所占比例明显

偏高。除底部发育冲刷面外，内部有时亦有冲刷面存在，前积层厚度多为 3~8 m。

(3) 顶积层为三角洲平原沉积，下部沉积单元为浅灰色具大型槽状交错层理的含砾粗粒砂岩，概率累积曲线多为跳跃总体发育较差的三段式，与下伏前积层为明显冲刷关系，厚度多为 1.5~3 m；上部沉积单元为褐灰色细粒砂岩与粉砂质泥岩呈极薄层状互层，夹中细粒砂岩条带，厚度通常为数十厘米至 2 m。

(4) 湖泊三角洲砂体的平面形态呈凸凹边缘的朵状。

(5) 三角洲沉积以单旋回为主，有时呈现多旋回，但旋回数一般 < 3，明显少于河口坝型湖泊三角洲的旋回数。

### 3 两种湖泊三角洲发育的地质背景

平庄、铁法盆地分析表明，在湖泊萎缩阶段中，从断裂盆缘一侧到另一侧的沉积—侵蚀盆缘，按盆地基底构造活动状况，可分为断陷带、强烈沉降带、中等沉降带和缓慢沉降带 (图 1)。其中，断陷带位于晚期盆缘断裂相对早期盆缘断裂后退发育的断块带上，因盆地内外地貌高差大，盆外剥蚀速率和向盆搬运速率亦大，使盆缘外侧成为盆地充填的主要物源区，同时使断陷带成为优先接受卸载的地带，并且处于沉积充填速率大于基底沉降速率状态，形成以粗碎屑沉积为主要构成的冲积扇带；在强烈沉降带，平行于盆缘断裂的次一级同沉积断裂比较发育，累计断距大，兼受盆地基底下滑拖曳褶曲的影响，使之成为盆地沉降幅度最大的地带，该地带虽然距主要物源区较近，但由于沉降速率大而减低了因沉积物大量卸载所造成的地貌高差，形成低坡降河流 (通常以网结河占优势<sup>[6]</sup>) 沉积区；中等沉降带与断陷带和强烈沉降带相比，沉降和沉积速率

均明显减小,但由于沉积充填空间的侧向扩展而形成进积湖泊三角洲及不断萎缩的湖泊沉积区;缓慢沉降带远离盆缘断裂,沉降速率较小,并因与侵蚀盆缘外侧的次要物源区相邻,形成流程不断增大的河流沉积区。

## 4 两种湖泊三角洲的成因分析

### 4.1 湖缘水体稳定性和构造沉降条件

本文论述的湖泊三角洲均属浅水湖泊三角洲,在对砂体成岩压实率进行校正后,以平庄盆地西露天煤矿东邦阜新组底部 Gilbert 型湖泊三角洲内部无冲刷面的前积层为例,推测其沉积水深应为 4~7 m。河口坝型湖泊三角洲沉积砂体的平面形态等特征虽然同样指示了其建设于浅水湖缘带,但其破坏相的存在和沉积多旋回性表明湖缘带水体多次发生过明显变深事件。相比之下, Gilbert 型湖泊三角洲对水体变深事件的反映则要弱得多,即湖缘带的水体深度具有相对稳定性。

发育于湖泊萎缩阶段的两种湖泊三角洲是在盆地基底总体沉降速率小于总体沉积速率背景下进积充填的产物,但在这一过程中,盆地基底沉降速率不可能是匀速的,河口坝型湖泊三角洲和 Gilbert 型湖泊三角洲所处的盆地构造位置,决定了前者较后者具有相对大的沉降速率及其波动幅度。而水体变深则是沉降速率增大的响应。

河口坝型湖泊三角洲发育比较稳定的分流河道和 水下分流河道及其多旋回沉积特点表明盆地基底沉降波动变化具有较长时间的缓慢沉降与较短时间相对快速沉降交替出现的规律。当盆地基底沉降速率相对缓慢时,形成了延伸距离较远的湖泊三角洲分流河道和 水下分流河道;当盆地基底沉降速率增大,尤其是伴有差异性沉降时,则引起分流河道改道,甚至使整个三角洲朵叶迁移,从而进入废弃破坏期。随着盆地基底沉降速率恢复到相对缓慢状态时,湖泊三角洲又开始进入下一个建设期。在沉降速率小于沉积速率的总背景下,最终导致河口坝型湖泊三角洲形成了进积式多旋回沉积。

Gilbert 型湖泊三角洲位于箕状盆地的沉积—侵蚀盆缘一侧的湖缘带,由于盆地基底沉降速率及波动幅度均小,不足以对三角洲向浅水湖泊推进速率与方式有较大影响,三角洲通过调整前积层的厚度一般便可适应构造沉降因素引起的浅水湖泊深度的较小波动,如前积层内的冲刷面便是在水深略增和三角洲前缘小幅度退积后,在新的构造相对稳定条件下,再次进积过程中形成的。只有在沉降速率增加幅度较大时,才可能导致整个三角洲朵叶的废弃及以后的重新建

设。于是使得 Gilbert 型湖泊三角洲沉积旋回性远不及河口坝型湖泊三角洲沉积旋回性的发育程度。

### 4.2 沉积物输入量

由于河口坝型湖泊三角洲发育于箕状盆地断裂盆缘外侧主要物源区向湖泊输送沉积物的湖缘卸载地带,而 Gilbert 型湖泊三角洲发育于另一侧次要物源区向湖泊输送沉积物的湖缘卸载地带,因此,河口坝型湖泊三角洲沉积物的输入量显然要大于 Gilbert 型湖泊三角洲沉积物的输入量。这也是河口坝型湖泊三角洲虽然所处位置的沉降速率和幅度较大,但仍能形成进积式多旋回的主要原因之一。

### 4.3 湖泊三角洲平原的河道样式

据两种湖泊三角洲平原沉积特征分析,河口坝型湖泊三角洲平原具有相对稳定的分流河道和明显的分流河道间湿地。Gilbert 型湖泊三角洲平原则类似于辫状河三角洲平原<sup>[7]</sup>,即以具有河身宽浅、河道砂坝发育的辫状河道为特征。Gilbert 型湖泊三角洲沉积中的顶积层的下部沉积单元为河道充填沉积,顶积层的上部沉积单元则属洪水期被淹没的河道砂坝上的浅水沉积,其中,每对极薄层细粒砂岩和粉砂质泥岩是一次洪水事件的沉积记录。以上分析进一步表明, Gilbert 型湖泊三角洲平原辫状河道与河口坝型湖泊三角洲平原分流河道相比,前者具有坡降大、游荡性强、水浅流急的特点。

### 4.4 进积方式

河口坝型湖泊三角洲以上的发育条件及特点,决定了它具有在周期性侧向往复摆动的同时向湖泊扩展的进积方式;而对于 Gilbert 型湖泊三角洲而言,季节引起的河道流量、盆地沉降速率及其幅度等因素的微小变化,都会导致三角洲平原辫状河道的频繁迁移,并因此形成了朵状或扇状向湖泊扩展的进积方式。

## 5 两种湖泊三角洲与聚煤作用的关系

同我国东北部其它一些晚中生代断陷盆地一样,平庄、铁法盆地都具有大面积多期聚煤规律,并以铁法盆地表现尤为明显。现有研究成果表明:盆地大面积聚煤作用是伴随碎屑沉积体系的衰退发生的,而湖泊三角洲则是碎屑沉积体系的表现形式之一;盆地大面积泥炭沼泽化与聚煤前湖泊三角洲及其上游河流环境无明显的相关差异。这样,总体而言,湖泊三角洲发育期为非大面积聚煤期。但从相对的角度而言,两种湖泊三角洲与聚煤作用的关系又存在着差异性,主要体现在盆地大面积泥炭沼泽化之前,即在河口坝型湖泊三角洲沉积序列的上部旋回的三角洲平原分流河道间或湖泊三角洲朵叶间沉积中已有沼泽相出现,并在局

部形成可采煤层,成为盆地大面积聚煤的“先驱”或“前兆”,而 Gilbert 型湖泊三角洲则无这种“前兆”,其聚煤作用的发生与湖泊三角洲的衰亡及全盆地大面积泥炭沼泽化基本保持同步。

## 6 结论

(1)河口坝型湖泊三角洲沉积的突出特征表现为具有由水下分流河道相、河口坝相、前缘砂席相构成的三角洲前缘沉积和鸟足状平面砂体形态;其发育于箕状盆地湖泊萎缩阶段断裂盆缘一侧的浅水湖缘带,在相对大的盆地沉降速率及其波动幅度和大量沉积物供给的条件下,呈周期性侧向往复摆动的同时向湖泊进积,并形成多旋回沉积序列。

(2) Gilbert 型湖泊三角洲与扇体没有成因联系,也没有空间上的毗邻关系,故不属于扇三角洲。其突出特征表现为具有由底积层、前积层、顶积层构成的垂向相序及朵状平面砂体形态;其发育于箕状盆地湖泊萎缩阶段的沉积—侵蚀盆缘一侧的浅水或极浅水湖缘带,在较小的盆地沉降速率及其波动幅度的条件下,由于湖泊三角洲平原游荡性河道的频繁迁移而呈朵状向湖泊进积,并形成旋回性发育较差的沉积序列。

(3)箕状盆地一般都具有大面积多期聚煤规律,其中,湖泊三角洲发育期为非大面积聚煤期,大面积聚煤作用出现在湖泊三角洲废弃期。但相对而言,河口坝型湖泊三角洲在盆地大面积聚煤前,已局部出现泥炭沼泽,具有大面积聚煤的“前兆”; Gilbert 型湖泊三角洲聚煤作用的发生与湖泊三角洲的衰亡及盆地大面积泥炭沼泽化基本保持同步,无“前兆”出现。需要指出,有些文献认为湖泊三角洲,尤其是河口坝型湖泊三角洲通常发育于流向与盆地长轴方向大体一致的河流入湖处,但平庄、铁法盆地湖泊萎缩阶段的三角洲却多发育于与盆地长轴垂直方向的湖缘带上,并且河口坝型

湖泊三角洲和 Gilbert 型湖泊三角洲分居湖泊两侧。这表明湖盆沉积环境配置并非单一模式。盆地基底先存断块的分布格局、盆地基底和盆缘断裂的同沉积活动方式、盆地的长宽比例、盆内基底的起伏状况及沉积期的河流类型、盆地外围的水系发育特征、盆地沉降与沉积充填的速率比等因素,在不同盆地将不同程度地控制沉积环境的配置形式,它们之间的复杂关系有待于今后不断探索。

## 参考文献 (References)

- 1 Farguharson G W. Lacustrine deltas in a Mesozoic alluvial sequence from Camp Hill, Antarctica [M]. 1982
- 2 李思田. 断陷盆地分析与煤聚积规律 [M]. 北京:地质出版社, 1988. 96~98 [Li Sitian. Fault basin analysis and coal accumulation [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1988. 96~98]
- 3 王良忱, 张金亮. 沉积环境和沉积相 [M]. 北京:石油工业出版社, 1996. 145 [Wang Liangchen, Zheng Jinliang. Sedimentary environments and sedimentary facies [M]. Beijing: Petroleum Industry Publishing House, 1996. 145]
- 4 王宇林, 邵靖邦, 李永化等. 平庄盆地古山矿区煤系沉积环境与聚煤规律 [J]. 中国煤田地质, 1992, 4(3): 15~19. [Wang Yulin, Shao Jingbang, Li Yonghua. Sedimentary environment and coal-accumulating of coal measures in Gushan Mine, Pingzhuang Coal Field [J]. Coal Geology of China, 1992, 4(3): 15~19]
- 5 王宇林, 杨福珍, 高常青等. 铁法盆地西部矿区 16# 煤聚积环境背景及聚煤特征 [J]. 辽宁地质, 1996 (2): 141~148. [Wang Yulin, Yang Fuzhen, Gao Changqing. Environment setting and characteristics of the coal-accumulation of the 16th coal seam in the west mining area in Tiefa Basin [J]. Liaoning Geology, 1996 (2): 141~148]
- 6 王宇林, 杨福珍, 游大军等. 铁法盆地阜新组网结河沉积 [J]. 沉积学报, 1998, 16(2): 87~91. [Wang Yulin, Yang Fuzhen, You Dajun. Anastomosed river deposits of Fuxin Formation in Tiefa Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1998, 16(2): 87~91]
- 7 薛良清, Galloway, W. E. 扇三角洲、辫状河三角洲与三角洲体系的分类 [J]. 地质学报, 1991, 65(2): 141~153. [Xue Liangqing, Galloway W E. Fan-delta and the classification of delta systems [J]. Acta Geologica Sinica, 1991, 65(2): 141~153]

## Origin and Sedimentary Features of Two Kinds of Lake Deltas in the Shrinkage Phase of A Half-braben-like Basin

WANG Yu-lin<sup>1</sup> SHAO Xian-min<sup>2</sup> FAN Guo-qiang<sup>2</sup> YANG Fu-zhen<sup>1</sup> YU Chang-wu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(Liaoning Technical University, Fuxin Liaoning 123000)

<sup>2</sup>(The 104th Exploration Team of Inner Mongolia Coal Field Geology Bureau, Chifeng Inner Mongolia 024076)

**Abstract** Taking the Pingzhuang and Tiefa basins as an example, the authors proposed that the river-mouth-dam lake delta developed in the along-lake belt where the river, locating in one side of the basin boundary fault and in front of the fan, flew into the lake in the shrinkage phase of a versiera shape lake basin. It had similar sedimentary features to the delta controlled by the river of sea-bank. The Gilbert lake delta developed in the along-lake belt

(Continued on page 281)

- 21 Matte P, Tapponnier P, Arnaud N, *et al.* Tectonics of western Tibet, between the Tarim and Indus [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 1996, 142: 311~330

## Evolution of Neogene Foreland Basin in Yecheng, Xinjiang, and Uplift of Northern Tibetan Plateau ——I Stratigraphy and Petrology

ZHENG Hong-bo<sup>1,2</sup> BUTCHER Katherine<sup>3</sup> POWELL Chris<sup>3</sup>

1 ( Laboratory of Marine Geology, Tongji University, Shanghai 200092 )

2 ( Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710054 )

3 ( Tectonic Special Research Centre, The University of Western Australia, Perth Australia )

**Abstract** Late Cenozoic foreland basin deposits in Yecheng are composed of Miocene mudstone and sandstone (Wuqia Group), Early Pliocene sandstone with minor gritstone (Artux Formation) and Late Pliocene-Early Pleistocene conglomerate (Xiyu Formation). The Miocene strata are dominated by fine-grained clastic material, indicating a distal source and low gradient slope. Palaeocurrent measurements suggested northward direction, indicating that the Kunlun area was at low elevation. Deposition of Artux Formation marked the first appearance of gravel and lithic detritus, indicating the uplift of the Kunlun. Xiyu Formation is characterized by coarse debris flow deposits, marking the strong uplift of the northern part of Tibetan Plateau and unroofing of the Kunlun.

**Key words** late Cenozoic, stratigraphy, Tibetan Plateau, Yecheng

( Continued from page 242 )

where the river, locating in one side of the sediment-erosion basin, flew into the lake. It had vertical-sequences strata composed of bottom-set bed, foreset bed and topset bed, with sand lobe shape. It had no relationship with fan in the origin space. Based on this, the authors discussed geologic setting of two kinds of lake deltas, and, moreover, investigated the origin of their developing conditions and progradational patterns.

**Key words** half-braben-like basin, shrinkage phase of lake, river-mouth-dam-lake delta, Gilbert lake delta