

受周期性湖平面升降控制的冲积扇— 扇三角洲沉积体系 ——柴达木盆地阿尔金山前西段干柴沟组

王多云 陈应泰 徐洪生

(中国科学院兰州地质研究所)

提要 柴达木盆地阿尔金山前西段第三纪湖盆边缘斜坡带的渐新统和中新统表现为扇三角洲—湖泊与冲积扇—湖泊两种沉积体系的交替叠复。其形成归因于湖平面的周期性升降变化。沉积层序分析表明,湖平面变化控制了两种层序,湖面高位层序由扇三角洲—湖泊体系各序列组成;湖面低位层序则包含了冲积扇—湖泊体系各序列的内容。作者分析了在湖平面升降控制下湖泊边缘碎屑沉积体系的特点。

关键词 柴达木盆地 第三系 湖平面变化 沉积体系 层序地层成因

第一作者简介 王多云 男 34岁 助理研究员 沉积学

引 言

近几年来,对沉积作用过程机制和沉积环境控制因素的研究已受到沉积学家的普遍重视。在海相盆地,特别在被动大陆边缘,海平面相对变化被认为是沉积物堆积过程,沉积相分布以及层序地层成因的主要控制因素(Haq, 1987; Grasso, 1988; Goldhammer, 1990; Leithold, 1989等)。作者对柴达木盆地阿尔金山前西段(以下简称山前)干柴沟组露头剖面的详细测制和旋回沉积层序的研究证明:湖平面周期性变化对陆相盆地的沉积物堆积过程同样起着重要作用。尽管内陆盆地湖平面变化暂时难与同时代的海平面变化加以精确对比,但这种变化与沉积体系间关系的研究,对于了解古湖泊演化历史,确定在湖面高位与低位阶段以及岸线进退过程对沉积体系、沉积层序样式的控制作用,进而分析油气生、储、盖层的配置关系等具有意义。

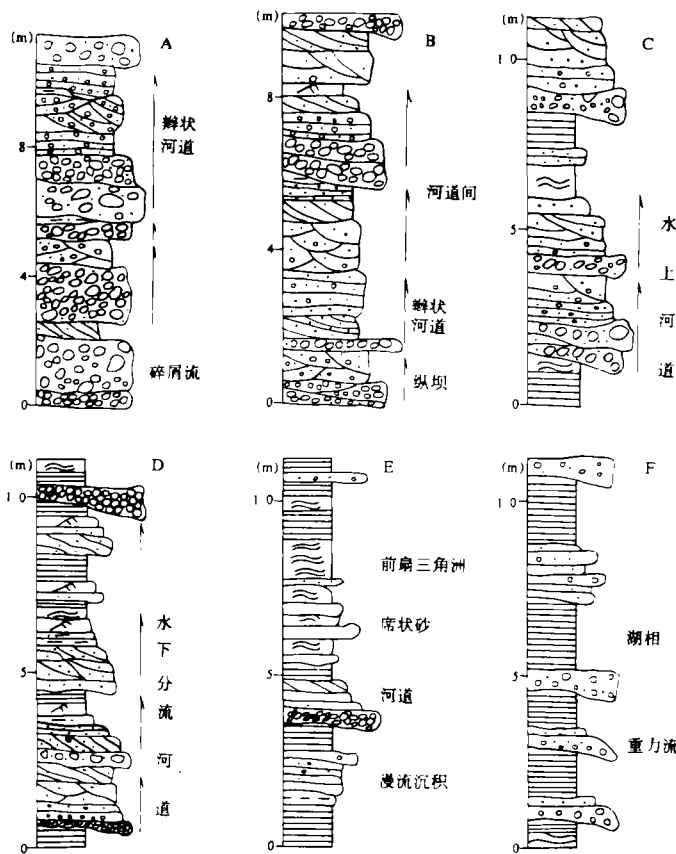
一、地质背景和沉积条件

柴达木盆地为一中生代晚期发育的大型断拗性盆地。山前主要表现为拗陷性质,形成以拗为主的边缘斜坡。在该斜坡带上,第三系厚度400—1200m,分为四个地层组;即下部乐河组(古新世—始新世);中部干柴沟组(渐新世—中新世),上部油砂山组和狮子沟组(上新世)。周期性湖平面变化控制的冲积扇—扇三角洲—湖泊旋回沉积物出现于干柴沟组中部,时代为晚渐新世—早中新世。这一时期正是山前湖盆演化的中期阶段,湖泊水域面积扩

大导致稳定水体邻近山前斜坡，潮湿-半干旱气候下的较稳定河流使斜坡带上的沉积物堆积速率趋于稳定。位于斜坡上的整个充填序列几乎不存在向上变粗的进积型沉积旋回，暗示着斜坡乃至盆地沉降速度和沉积物补偿速率基本达到平衡。在这种条件下，周期性湖平面升降便成了控制斜坡带沉积物形成过程的直接控制因素，形成了冲积扇-扇三角洲-湖泊沉积物旋回性叠复的沉积序列。

二、沉积序列类型和成因解释

图 1 是山前冲积扇-扇三角洲-湖泊沉积体系中几种具标志意义的纵向沉积序列，它们的配置组合构成了该类沉积体系的基本框架。



资料均来自西岔沟实测剖面。A: 1—12层; B: 24—30层; C: 15—22层;
D: 31—35层; E: 70—74层; F: 174—183层。

图 1 冲积扇-扇三角洲-湖泊体系中的几个典型地层序列段。

Fig.1 The six typical sequences interval of the alluvialfan-fandelta-lacustrine sedimentary systems.

1. 冲积扇序列 (图 1-A, B)

位于山前边缘, 扇根部分保存不完整, 但可识别出河道内和成层席状两种碎屑流沉积物。前者具明显的河道充填特征, 成层性不明显, 部分砾石呈叠瓦排列; 后者无明显的底部侵蚀, 成层性较好, 层厚一般为最大砾径的 2—4 倍。充填河道有牵引流沉积物为颗粒支撑的块状砾岩, 砾石叠瓦排列, 发育大型冲刷充填构造。扇中主要发育扇面顶部的辫状河沉积物, 主要由牵引流沉积物组成, 均为向上变细的序列, 底部一般为滞留砾岩和河道沉积物, 向上变为辫状坝砂质砾岩, 含砾砂岩和河道间红色砂质泥岩、泥岩。层序中夹有杂基支撑的块状砂砾岩, 单层厚度 < 80cm, 反映了洪水期的碎屑流向扇中部位延伸, 扇缘沉积序列结构类似于扇中部位, 只是粒度变细, 序列顶部的细粒沉积物加厚, 小型板状交错层及流水波纹层理出现, 表明高能水流经扇中辫状河道后, 在扇缘区辐射散开, 形成低坡降低能量的辫状水流网络。

本区冲积扇沉积序列, 具有潮湿—半干旱气候条件下冲积扇相的特征, 其不同部位的岩性、沉积构造组合可和 Miall (1978, 1985) 归纳的 Trollheim, Scott 和 Donjek 型的序列相类比。

2. 扇三角洲平原序列

扇三角洲平原指滨岸线上的水上辫状河道及其在水下的自然延伸部分。地貌特征类似于冲积扇扇中以及扇缘上部。扇三角洲平原向斜坡上方直接过渡为冲积扇中上部和扇根部的粗碎屑堆积, 沉积特征完全相同于冲积扇。

滨岸水上河道 (图 1-C) 位于湖岸线季节性动荡的环境。沉积物为红褐、黄灰色等不规则相间, 砾岩、砂质砾岩为主。具明显的河道下切面, 发育冲刷—充填构造; 杂基支撑的块状碎屑流砾岩普遍存在; 常见滑塌落的砾岩透镜体、泥砾块; 仅存在少量的槽状交错层理, 极少有板状交错层; 沉积构造序列反映了高流态水流的沉积作用。

水下分流河道及河道间 (图 1-D) 以细砾岩、砾状砂岩为主, 分选变好; 以水平层理和小型交错层理为主, 少量的板状交错层; 粒度曲线多为完整的三段式, 斜率 45° 左右; 发育块状和递变层理的水下碎屑流沉积物。河道间沉积为水平层理或波纹层理的粉砂岩和纹层泥岩, 经常出现在河道层序的顶部, 反映了河道发育后期的低能水流、波浪改造和静水沉积。

3. 扇三角洲前缘序列 (图 1-E)

扇三角洲前缘相组合包括前缘近端漫流沉积和前缘末端席状砂沉积。

近端漫流沉积 前缘近端沉积物由于携带水流受河道局限小, 故呈席状漫流于前缘斜坡上。岩性以含砾砂岩和粗砂岩为主, 单层厚度 2—10cm, 叠复层厚度数厘米到数米不等; 侧向上延伸较稳定, 向湖方向变薄; 粒度曲线和水上分流河道无多大差别, 表明在该部位荷载水体仍有一定的能量。

前缘漫流沉积以发育单向前积斜层理和不存在槽状和板状交错层为主要的沉积构造标志。前积层以 $20—30^\circ$ 倾角向湖倾斜, 倾斜成层的含细砾砂岩、砂岩和粉砂岩的重复互层构成前积层系, 叠瓦式的前积层系之间由假整合面或再作用面分开。复合的前积层序一般为 20—50cm, 最厚 < 1m, 其顶部均受到后期水流和湖浪的破坏呈削截状; 前积层向下倾方向变薄以至过渡为层状或块状的席状砂。这种前积层特征相似于 Dunne (1984) 对土耳其南 Hazar 湖扇三角洲前缘的描述。

末端席状砂 为其上部漫流沉积的最终产物。矿物成熟度和结构成熟度增高, 岩性组合为石英长石砂岩、长石岩屑杂砂岩、粉砂岩和湖相泥岩互层。发育水平层理和块状层理; 细粒沉积物中有揉皱卷曲、重荷、泥砾和小型砂球等重力成因的构造以及上攀波纹层理、浪成波纹层理及水平纹层等, 均反映了冲积和湖泊两种营力在扇三角洲前缘的双重作用以及在一定坡度下的较快速堆积。席状砂厚度几厘米到几米不等。

4. 前扇三角洲序列

前扇三角洲沉积和湖相较难区分, 但水平纹层泥岩中夹有薄层块状的粒序砂岩和微卷曲纹层粉砂岩以及有显微砂纹层理、显微韵律粒序层理的粉砂岩和泥质粉砂岩, 证明仍受到扇三角洲前缘低密度浊流和牵引流的影响。

在特大洪水期, 入湖水流携带沉积物搬运距离较远, 造成湖泊沉积中经常发育短暂的小型重力流水道沉积(图1—F)。分选差的砂质砾岩或含砾砂岩夹于厚层前扇三角洲或湖相泥岩序列中, 下切的水道底部有泥砾块和砾岩透镜体, 向湖泊方向尖灭。

5. 湖泊沉积序列

斜坡带上粗碎屑沉积物中频繁夹有具水平纹层的泥岩, 粉砂质泥岩, 单层厚度1—2.5m, 甚至直接出现于冲积扇扇中辫状河道序列中。这种湖平面周期性升降使得斜坡带沉积环境经常发生变化, 导致不同沉积体系交替更改和相组合的复杂化。位于斜坡带下方的盆地内湖泊沉积物, 具水平纹层或微弯曲纹层的灰色, 浅灰色粉砂质泥岩和泥岩序列与具水平纹层的深灰色泥岩序列交替叠复, 也表明了湖平面升降造成古湖泊水深变化。

三、沉积层序成因类型

层序地层学(研究在不同海(湖)平面升降旋回阶段中沉积的成因上互有联系地层的沉积层序)的两个重要概念是沉积层序和沉积体系域。Haq(1987)把沉积层序定义为一套相对整合的成因上有联系的地层序列, 其顶底以不整合或与其相关的整合为界, 体系域是一组有内在联系的同期沉积体系, 每一体系域都与特定的海(湖)平面升降旋回有关。一个沉积层序可由若干个不同成因的沉积序列组成, 这些不同的沉积序列又可归属于各自所在的沉积体系。由此可见, 与海(湖)平面升降变化有关的沉积层序及其相关概念, 为研究湖平面相对变化与沉积体系的关系提供了方便。

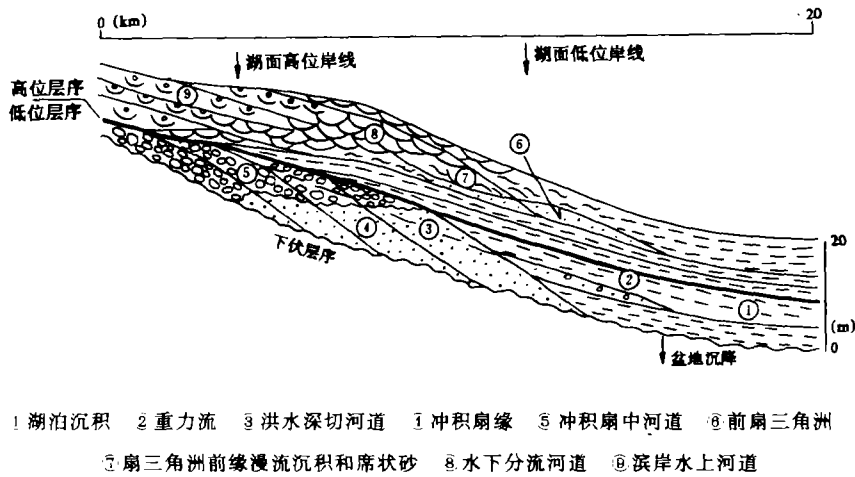
山前斜坡带充填地层表现为粗碎屑和湖相泥岩互层的旋回叠复结构。湖进面(具水平纹层的湖泊泥岩)的上覆序列, 或是具侵蚀冲刷面河道充填或是具低角度前积结构的扇三角洲前缘漫流沉积物, 这一接触关系, 无疑具有层序界面的意义, 向盆地方向, 碎屑楔尖灭消失, 层序边界必然由整合代替。

研究表明, 湖平面升降变化控制的沉积层序可识别出两种成因类型。

1. 湖面高位沉积层序

当湖平面上升至高位后, 造成湖泊水体对斜坡上方冲积扇扇缘乃至扇中下部辫状河道的淹没, 使得冲积扇体的一半处于水下环境, 形成在湖面高位条件下的扇三角洲-湖泊体系。沉积层序及内部成因序列的组合如图2(高位层序)所示。

受湖平面升降控制的扇三角-湖泊体系独具特点, 特别是这种条件下的扇三角洲不能完全与断陷湖盆的扇三角洲类比。首先是扇三角洲平原相带宽, 由于斜坡坡降较小, 加之湖面



1 湖泊沉积 2 重力流 3 洪水深切河道 4 冲积扇缘 5 冲积扇中河道 6 前扇三角洲
7 扇三角洲前缘漫流沉积和席状砂 8 水下分流河道 9 滨岸水上河道

图 2 湖成高位和湖面低位两种沉积层序及其相互关系的示意性简图

Fig.2 Diagram showing two kinds of sedimentary sequences named high lake-level stand and low lake-level stand.

高位岸线的季节性变动，造成冲积扇真正位于稳定水体中的部分相对较小；其二是水下分流河道规模小，不存在分流河口砂坝沉积。当较高能辫状河水流穿过较宽的扇三角洲平原进入湖泊后，能量减弱，侵蚀能力降低，使得水下分流河道堤岸固定性差，迁移快，规模小，这种河道性质不形成河口砂坝是必然的；第三，由于低坡降和相对较小的堆积速率，扇三角洲前缘下部不存在滑塌浊积扇；第四，与吉尔伯特型扇三角洲序列相反，由于扇三角洲的形成主要取决于湖面上升对冲积扇下部的覆盖，而不完全依赖冲积扇体向湖盆进积，加之扇三角洲前缘朵叶体的迁移，其序列上部必然被湖面高位期的湖相沉积所加积，势必造成向上变细的正韵律序列。

2.湖面低位沉积层序

当湖平面下降至低位后，扇三角洲水下部分暴露地表，恢复冲积扇的地貌特征，这时湖泊岸线处于冲积扇扇缘下方位置，来自冲积扇的水携沉积物以席状方式堆积于岸线及滨湖部位，由于不存在具稳定河道的河流进入湖泊，故不发育湖面在低位阶段的进积型三角洲沉积，冲积扇（扇前平原）—湖泊沉积体系则构成了湖面低位沉积层序（图 2 低位层序）。

在洪水季节，洪水河道可切割先前高位层序表面直接进入湖泊。由于原高位层序堆积时增加的地形坡度，导致具重力流性质的沉积物夹于纹层状的湖相泥岩序列中，个别情况下形成小规模的重力流水道（图 1—F）。

小 结

山前斜坡带晚渐新世—早中新世的充填沉积物归属于扇三角洲—湖泊与冲积扇—湖泊两种沉积体系。

沉积体系的改变受控于湖平面的周期性升降，形成两种成因类型的沉积层序，湖面高位

层序由扇三角洲-湖泊体系的各序列组成,湖面低位层序则包含了冲积扇-湖泊体系各相序列的内容。

受湖平面升降变化影响的扇三角洲沉积过程和相带分布不同于断陷湖盆边缘的扇三角洲。湖面低位期冲积扇与湖泊间的关系不遵循正常的相带规律。

作者感谢青海石油局勘探开发研究院对本项工作的大力支持。

收稿日期: 1991年5月25日

参 考 文 献

- (1) Haq B. U., et al. 1987. Science, V.235, p.1156-1166.
- (2) Grasso M., et al. 1988. Sedimentary Geology, V.57, p.131-149.
- (3) Leithold E. L., et al. 1989. Geological Society of America Bulletin, V.101, p.1209-1224.
- (4) Goldhammer R. K., et al. 1990. Geological Society of America Bulletin, V.102, p.535-562.
- (5) Miall A. D., 1977. Earth Science Reviews, V.13, p.1-62.
- (6) Dunne, L. A., et al. 1984. Sedimentology, V.31, p.401-412.

Alluvial Fan-fandelta-lacustrine Sedimentary System Controlled by Lake-level Changes: Ganchaigou Formation (Tertiary), Front of Aerjinshan, Western Chaidamu Basin, China.

Wang Duoyun Cheng Yingtai Xu Hongsheng

(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

The fill sediments deposited on the lake margin slope during the Oligocene-Miocene, front Aerjinshan, western Chaidamu basin, were composed of the alluvial-lacustrine and fandelta-lacustrine sedimentary systems. The deposition of the two kinds of sedimentary system were controlled by the lake-level changes episodically. There are two types of sedimentary sequences. The sequence at high lake-level stand consist of fandelta-lacustrine system in which there are some important deposition microfacies such as fandelta plain (lakeshore channel, subwater distributary channel and interchannel), front fandelta (overflow deposits and front sheet sediments) and fandelta-front. The sequence at low lake-level stand come from alluvial fanlacustrine system. Under the condition of basically balance between basin subsidence and sediments accumulation rate, replacement of the sedimentary systems was dependent on the lake-level fluctuations.

Sedimentary processes of the fan delta and its facies distributary influenced by lake-level changes is different from ones of the fault depression basin margins. Relationship between alluvial fan and lacustrine at low lake-level stand is also distinguish from the normal facies model in addition to gravity flow deposits that originate from floodwater channel.