

文章编号: 1000-0550(2007) 04-0545-09

# 辽西义县盆地义县组底部沉积相与沉积环境分析

梁俊红 巩恩普 董旭明 崔显德 李小冬 王春红

(东北大学地质系 沈阳 110004)

**摘要** 辽西义县盆地下白垩统义县组底部发育有马神庙、老公沟两个沉积层。马神庙沉积层从下至上可以划分出 6 个沉积亚层,其下部复成分砾岩沉积层为干旱气候条件下形成的洪(冲)积扇底部沉积相,洪(冲)积扇上的山洪冲槽充填相;中部为复成分砾岩夹凝灰质沉积层;顶部被中基性的火山岩覆盖。老公沟沉积层下部是以泥质粉砂岩为主的滨浅湖相、洪(冲)积扇向湖盆过渡的季节性河流作用形成的粗砂岩—含砾粗砂岩沉积相;顶部为一套滨浅湖相的膨润土化粉砂岩—膨润土—碳酸盐岩沉积岩石组合。义县盆地演化初期气候干旱,盆地边缘地势起伏较大,盆地边缘形成洪(冲)积扇,扇面上发育洪槽充填沉积作用,洪(冲)积扇向湖盆过渡区存在季节性河流;老公沟顶部湖泊相沉积指示受区域季节性变化的半干旱、频繁火山作用影响下,湖盆水深频繁波动的古地理、古气候的沉积特征。义县组底部沉积相表现了该盆地边缘向中心横向上的洪(冲)扇、季节性河流和湖泊沉积的三相发育的古地理特征。

**关键词** 义县盆地 义县组 马神庙沉积层 老公沟沉积层 沉积相 沉积环境

**第一作者简介** 梁俊红 男 1972 年出生 博士 讲师 沉积学和地层学 E-mail liangjunhong@mail.neu.edu.cn

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

辽西地区下白垩统义县组发现了大量的脊椎、无脊椎动物化石和植物珍稀化石,脊椎动物化石主要包括鱼类、两栖类、爬行类、鸟类和哺乳类,无脊椎动物和植物化石,主要有双壳类、腹足类、介形类、叶肢介、昆虫、轮藻和被子植物等<sup>[1-7]</sup>。近期对保存于义县组中完整脊椎动物化石及其组合的深入研究,为解决鸟类、哺乳类和被子植物的起源、鸟类飞行起源、鸟与恐龙的系统关系等一系列问题提供了重要的依据。但有关义县组地层形成的古地理、古气候、古环境方面的研究还较薄弱和零散,因而对典型地区的义县组形成的沉积环境、古地理等深入研究必将会为进一步探讨中生代热河生物群特征和演化提供科学依据<sup>[8-11]</sup>。

## 1 义县盆地义县组地层格架

义县组广泛分布于辽西诸多中生代盆地,其中阜新—义县盆地最具代表性。义县盆地内马神庙—宋八户地区义县组发育较全,厚度较大(> 2 890 m),义县组内各火山亚旋回之间岩性差异明显、火山岩厚度较大,且被延伸较稳定的沉积层分隔。该组主要由中—基性火山熔岩、火山碎屑岩及湖泊相沉积岩构成,其岩石同位素测定结果认为义县组形成于早白垩世<sup>[12-13]</sup>。义县组在盆地西缘与中元古界大红峪组和

高于庄组地层倾向相反,呈不整合接触,接触关系可在马神庙村东见到。盆地东侧出露九佛堂组( $K_1jf$ )和沙海组( $K_1sh$ )<sup>[14]</sup>。最新 1/5 万区域地质调查报告和义县阶标准剖面 and 典型地区标准剖面的建立为研究义县组沉积环境的研究奠定了基础,但对义县组底部界线的认识尚存一定争议<sup>[15-17]</sup>。本文研究剖面位于马神庙—宋八户的剖面线上,近东西向分布,从底到顶发育有马神庙层、老公沟层、业南沟层、鹰窝山的砖城子层、王家沟大康堡层、朱家沟层、枣茨山金刚山层(表 1)。该剖面底部沉积层马神庙层、老公沟层为义县盆地早白垩世的最初沉积产物,通过对其沉积相分析必将对义县组沉积序列的演化获得新的认识,从而可以揭示义县盆地早期演化的古地理、古气候地质特征,同时也会对义县组底界的确定提供科学依据。

## 2 马神庙沉积层岩石组合特征

马神庙层分布于马神庙村东侧,北东向断续出露(延伸)约 6~8 km,其中以马神庙东侧冲沟中出露最为完全。该沉积层从下到上可划分出 6 个沉积亚层,总体表现为下部洪(冲)积扇相沉积层,中部出现含薄层中基性凝灰岩夹层的洪(冲)积扇相沉积层,

表 1 马神庙—宋八户义县组岩石组合特征

Table 1 The rock association characteristics of Yixian Formation in Mahe Temple-Songbahu section

沉积层	岩石特征	位置
金刚山层	灰白色凝灰质粉砂岩、泥页岩夹薄层沉凝灰岩、钙质粉砂岩、粉砂质泥灰岩。下部为灰绿色凝灰质砾岩、砂砾岩、含砾粗砂岩。下伏灰绿色杏仁状含橄榄石安山岩、安山岩。	朱家沟东
朱家沟层	浅灰绿色 3 组斜交层理含砾中粗砂岩与细砂岩互层。底部为灰色凝灰质含砾岩屑砂岩。下伏灰紫杏仁状含辉石多斑安山岩、含橄榄石辉石安山岩	朱家沟村后
大康堡层	灰黄色凝灰质含砾砂岩。上部为灰白色凝灰质粉砂岩、页岩及膨润土。下伏灰色玄武安山岩、玄武安山岩、含橄榄玄武岩石含橄榄安山岩等。	朱家沟西
砖城子层	浅灰绿色岩屑晶屑凝灰岩及碳酸盐岩, 底部为灰褐色、火山角砾岩, 顶部为灰绿色凝灰质页岩、粉砂岩。下伏灰黑色杏仁玄武岩、玄武安山岩、安山岩。	刀把地村东
业南沟层	灰白色凝灰质细砂岩、粉砂岩、页岩夹泥灰岩薄层, 底部为灰绿色凝灰质含砾细砂岩和沉凝灰岩, 顶部为灰黄色砂质结晶灰岩。下伏黑褐色玄武岩。	尖山子西
老公沟层	顶部为灰绿色含砂膨润土、膨润土化粉砂岩、浅灰白碳酸盐岩沉积岩组, 夹薄层页岩。底部为灰紫色中粒复成分杂砂岩、含砾粗砂岩、紫红色安山质角砾凝灰岩及泥质粉砂岩。	老公沟头东坡
马神庙层	浅灰白、灰黄色复成分角砾岩, 上部为灰白色复成分沉火山角砾岩及灰绿色中厚层凝灰质砂岩。下伏中元古界大红峪组石英岩、石英砂岩。	马神庙村东

上部为与中基性火山有关的火山沉积层。

马神庙层不整合接触于中元古界的大红峪组石英岩、石英砂岩上, 下伏的大红峪组灰白色石英砂岩, 产状  $281^\circ \angle 26^\circ$ , 不整合面产状  $122^\circ \angle 40^\circ$ 。不整合面上砾石多呈次棱角状, 砾石  $< 6$  cm, 其中 1.5~2 cm 占 45%, 1.5~0.2 cm 占 50%, 2~6 cm 占 5%。砾石主要为石英砾、长英质砾, 石英砾占 80%, 岩石以硅质胶结, 石英砾呈浅黄绿色、烟灰色、土黄色多色性, 其来源于下伏大红峪组地层。

### 2.1 马神庙层各沉积亚层特征

该沉积层从下到上可以划分出 6 个亚层(图 1)。下部为洪(冲)积扇相沉积, 上部为与中基性火山作用有关的沉积层, 各沉积亚层的岩石组合特征从下至上(第 1 亚层至第 6 亚层)描述如下:

第 1 亚层: 灰白色复成分砾岩, 砾石主要为泥岩、页岩等, 基质为泥砂质, 砾石小于 5 cm, 偶见 10 cm 大小的砾石, 砾径 0.2~1 cm 占 70%, 1~2 cm 占 10%, 2~5 cm 占 20%。靠近不整合面的含少量的石英岩砾石, 向上泥、页岩砾增多, 砾石呈棱角状、次棱角状, 自下而上长石含量明显增加。盆地形成初期, 盆地边缘地势差较大, 外源的泥岩、页岩岩屑经季节性流水作用短距离的搬运、快速堆积, 从而形成一套成熟度极低的沉积岩。本层岩石组合为洪(冲)积扇相底部沉积产物。

第 2 亚层: 灰白色复成分砾岩层, 灰红色—灰白

色互层, 岩石具有弱沉积层理, 砾石以泥岩、长石晶屑、石英岩砾为主, 基质为泥砂质, 砾径多数  $< 1$  cm, 砾石磨圆较好。沉积层底部含泥砾较多, 长石含量较第 1 亚层明显增多。本沉积层中较多的长石晶屑、泥砾说明沉积碎屑短距离搬运、快速沉积的地质特征, 应为洪(冲)积扇的底部沉积相。

第 3 亚层: 杂色复成分砾岩, 砾石主要由石英岩、变质岩以及下伏第 2 亚层沉积岩碎屑组成。本层砾岩砾径变化较大, 1.0~20.0 cm, 砾石无分选, 无磨圆。野外砾径分析结果表明砾石分布呈多众数性: 10~20 cm 为一众数, 1.0~5.0 cm 为一众数,  $< 1$  cm 为一众数, 它们分别占全岩的 10%、40%、40%, 本沉积层岩石基质为泥砂质, 基质占 10%。沉积层横向延伸较差, 无沉积层理, 指示该沉积层位于洪(冲)积扇相中部, 为沿洪(冲)积扇面上的冲槽充填山洪突发事件的槽洪沉积相<sup>[18]</sup>。

第 4 亚层: 薄层中基性凝灰质夹层, 层厚约 0.5 m, 该层下部为紫红色, 上部呈灰白色, 含 1% 左右的云母矿物。本层指示义县盆地演化早期有少量中性火山喷发, 随盆地边缘季节性的洪水搬运或直接沉积于洪(冲)积扇扇面。

第 5 亚层: 灰白色复成分砾岩层, 砾石成分为石英岩、凝灰质角砾, 砾径  $< 7$  cm, 且 5~7 cm 占 10%, 1~5 cm 占 40%,  $< 1$  cm 占 50%, 岩石为凝灰质、泥质胶结, 岩石成层性较差, 碎屑砾石多呈棱角状。本沉

积相为洪(冲)积扇上部沉积物,是由洪水侵蚀作用将下伏凝灰岩破碎形成砾石与盆缘风化的石英岩经过短距离的搬运沉积形成。

第 6 亚层: 灰绿色英安质凝灰沉积层, 岩石中长石斑晶约 5 mm, 占全岩 50%, 本层上下较为均一, 且其中的长石斑晶具有弱的定向性。上覆强风化的灰白色、灰黄色中基性火山集块岩。

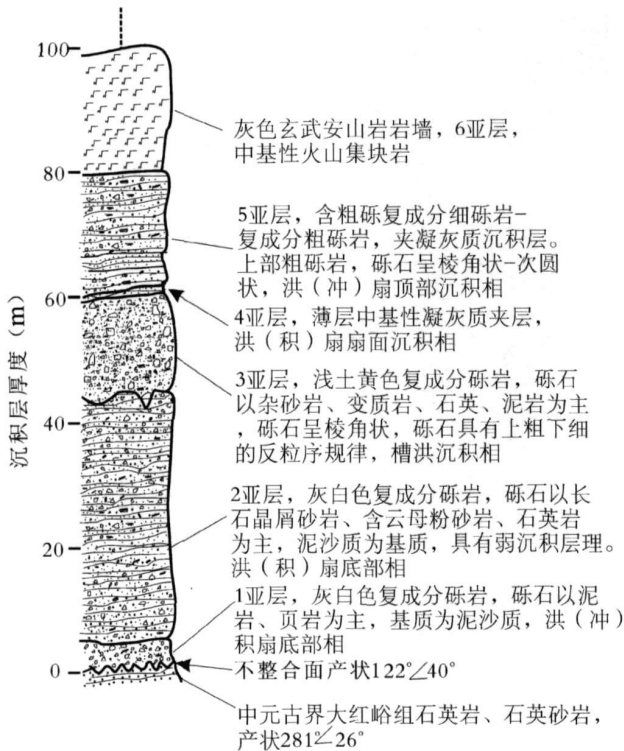


图 1 马神庙沉积层 1~5 亚层岩石组合

Fig 1 The 1~5 sublayers sedimentary rock association of Mashenmiao sedimentological section

## 2.2 马神庙层沉积相与沉积环境分析

从中元古代到早白垩世义县盆地经历了复杂的演化历史, 盆地形成早期边缘地形起伏较大, 大量的石英岩原地风化、崩解与少量经短距离搬运的异源长英岩岩屑胶结成岩构成马神庙层(图 2a)。马神庙沉积层第 1~2 亚层复成分砾岩, 砾石一般 < 1 m, 主要为石英岩、泥岩、页岩、长石晶屑; 砾石呈棱角状、次棱角状; 第 1 亚层内自下到上及第 2 亚层较第 1 亚层长石含量明显增加; 具有较弱的沉积层理等地质特征。第 1~2 亚层复成分砾岩的沉积岩石组合、沉积结构等地质特征指示盆地形成初期地形起伏较大, 气候较为干旱, 期间季节性的洪积作用将盆内的碎屑物质经短距离搬运、快速沉积于盆地边缘形成洪(冲)积扇(图 2b, c)。第 3 亚层的杂色复成分砾岩, 岩石无沉

积层理发育, 横向展布不大, 岩屑砾径变化较大, 呈多数, 无分选性揭示沉积作用的突发性、快速充填的地质特征, 为洪(冲)扇扇面上的突发事件槽洪充填沉积相(图 2d)。第 4 5 亚层沉凝灰质夹层、泥质胶结的复成分砾岩沉积层及第 6 亚层的灰绿色英安质凝灰沉积层, 指示义县盆地演化早期多期火山喷发作用的存在。盆内存在大量的火山侵入、喷发作用, 形成安山玢岩岩墙、英安质凝灰岩沉积层、中基性侵入体和大量的中基性火山集块岩。

## 3 老公沟沉积层岩石组合特征

典型的老公沟沉积层分布于老公沟村东北的老公沟沟里, 本沉积层出露连续性较马神庙沉积层差。老公沟沉积层下伏英安质角砾岩, 火山角砾一般呈三角形、长方形, 受后期构造应力作用使得角砾形成定向破碎的现象, 角砾由硅质胶结, 呈现出与马神庙层顶部火山作用的继承性和连续性, 指示义县盆地形成后复杂的地质演化历史。依地层出露的空间位置划分出老公沟层的底部、被中基性侵入体所穿切的中部、顶部沉积层。老公沟层底部为泥质粉砂岩、含凝灰质砾长石杂砂岩、含砾粗砂岩—砾岩—粗砂岩沉积组合, 为洪(冲)积扇向湖盆中心过渡的沉积相; 老公沟的底部沉积层与顶部的沉积层之间存在大量的中基性的火山作用的产物, 主要以侵入岩的形式产出; 顶部为膨润土化粉砂岩、膨润土、碳酸盐岩组合, 该岩石组合沉积厚度较大, 沉积层理发育, 为一套典型的靠近盆地边缘发育的滨浅湖沉积相。

### 3.1 老公沟层底部沉积相

老公沟层底部为粉砂质泥岩、含凝灰质砾长石杂砂岩、含砾粗砂岩—粗砂岩沉积, 出露于老公沟沟头, 进一步又可以划分出 3 个亚层, 从下至上详细描述如下(图 3):

第 1 亚层: 紫红色粉砂岩—粉砂质泥岩, 其中含较多介形类化石、少量双壳类和植物化石碎片, 岩石呈浅紫红色, 局部蛋青色, 沉积层理发育, 呈小页片状。本层的厚度大于 1 m。

第 2 亚层为焦土黄色含凝灰质团块长石杂砂岩, 厚约 0.5 m, 岩石强烈风化, 沉积层理不发育, 其中的凝灰质团块占全岩的 15%~20%, 凝灰质砾径呈 1.5~20 cm, 0.2~0.5 cm 的双众数分布, 长石的含量达 40%~50%, 该岩石的成熟度较低。

第 3 亚层为灰褐色含砾粗砂岩、砾岩、粗砂岩沉积层, 岩石组合经详细的岩相分析可进一步划分出次

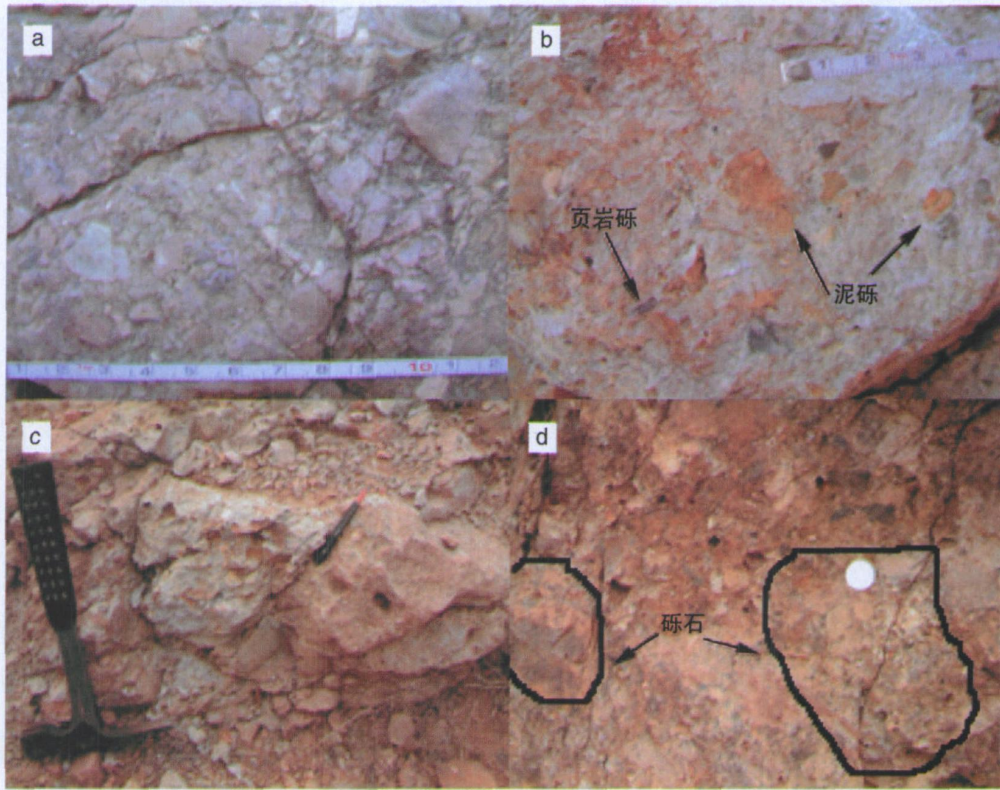


图 2 马神庙层沉积岩石特征

Fig 2 The characteristics of sedimentary rocks in Mashermiao Bed

a- 马神庙与中元古界大红峪组不整合面上发育的复成分砾岩; b- 马神庙第 1 沉积亚层含泥砾、页岩复成分砾岩; c- 马神庙第 2 沉积亚层含长石复成分砾岩; d- 马神庙第 3 沉积亚层槽洪充填沉积相

a- polygenetic conglomerate in unconformity of Mashermiao ( $K_1$ ) and Dahongyu Formation ( $P_2$ ); b- muddy stone shale pebbles polygenetic conglomerate in Mashermiao 1st sublayer; c- feldspar crystal fragment polygenetic conglomerate in Mashermiao 2nd sublayer; d- mountain torrents filling facies in Mashermiao 3rd sublayer

一级的 3 个沉积小韵律层。第 1 小韵律层为含砾粗砂岩—粗砂岩—含砾粗砂岩—粗砂岩组合, 厚度约 0.25 m。第 2 小韵律层为砾岩—含砾粗砂岩—砾岩—含砾粗砂岩组合, 厚约 0.3 m。砾岩层中的砾石大小以 0.2~7 cm, 砾径出现了反序的变化, 无定向性, 呈棱角状—次棱角状, 砾石主要以岩屑和石英岩为主。含砾粗砂岩中砾石最大达 1 cm, 砾石含量 1%。第 3 小韵律层为砾岩—粗砂岩—砾岩—粗砂岩, 厚约 0.35 m。岩石组合中砾石的主要成分是岩屑, 砾径最大达 6 cm, 呈棱角状—次棱角状; 1~2 cm 的砾石占 10%, 呈棱角—次圆状, < 1 cm 的砾石占 90%, 呈圆状。第 3 小韵律层所含砾石的磨圆现象, 表明在小砾石粒级范围内, 一定的搬运距离内较小的砾石要比较大的损失更大一些<sup>[19]</sup>, 这可能与小粒级碎屑受到大粒级碎屑的碰撞作用有关。第 3 亚层的沉积相分析表明该岩石组合的 3 个沉积小韵律层可以指示沉积作用的多期性、快速沉积特征, 从洪

(冲)积扇到盆地中心的搬运过程中出现了弱的、短期的分选, 进而形成了下粗上细的正常沉积粒序, 其中棱角状—次棱角状砾石指示碎屑物质只是经过相对短距离的运移。

老公沟底部 1 亚层紫红色粉砂质泥岩含较多介形类化石、少量双壳类化石, 指示该沉积层为滨浅湖相沉积特征。由水流作用从高比降的洪(冲)积扇顶向相对低比降的边缘流动及其湖泊水体的顶托作用时, 水流速度降低、搬运能力减小, 从而将其携带的粉砂质、泥质的碎屑物质卸载。干旱、半干旱地区, 由于季节性的洪水作用又可以将盆地内的碎屑经过相对更长距离将粗砂、砾级的碎屑搬运到洪(冲)积扇的边缘向盆地中心过渡区域—季节性流水的河床, 形成含砾粗砂岩—砾岩—粗砂岩组合的第 2、3 沉积亚层。

### 3.2 老公沟层顶部沉积相

老公沟层顶部以黄绿色膨润土化粉砂岩、土黄色泥页岩、膨润土、碳酸盐岩组成, 沉积层厚度较大, > 8

m, 为一套盆地中心的浅湖相沉积物, 上覆黑褐色玄武岩。对顶部的详细沉积相分析可以划分出 4 个亚层 (图 3), 其岩石组合特征自下而上描述如下:

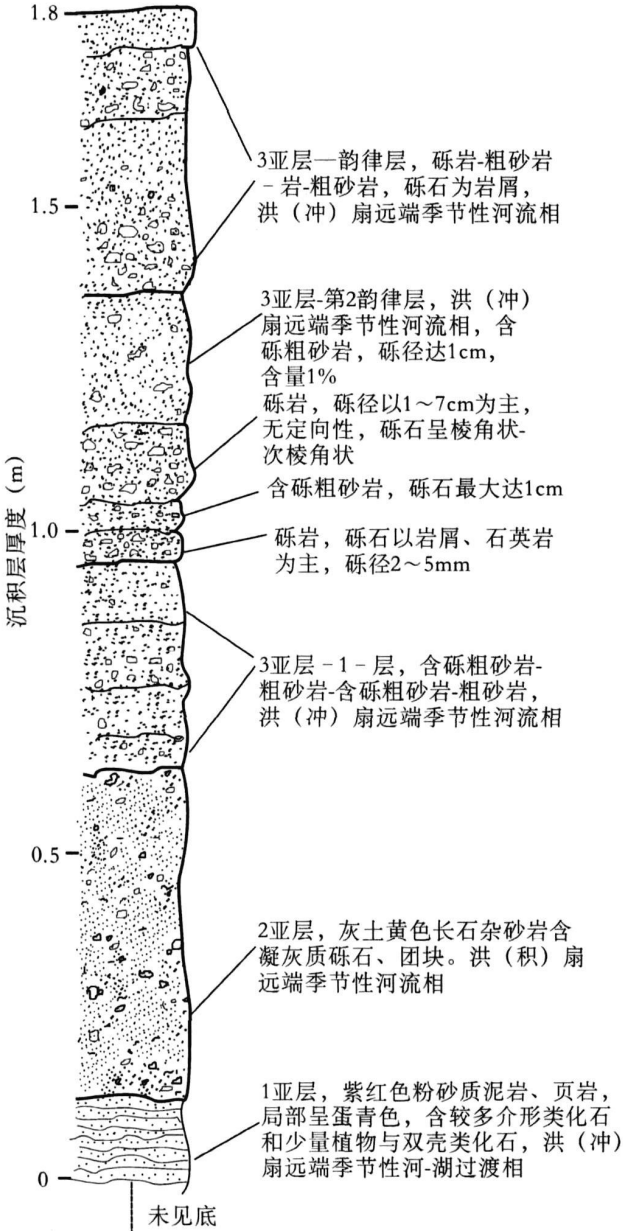


图 3 老公沟底部沉积层岩石组合

Fig 3 The sedimentary rock association in the lower part of Laogonggou section

第 1 亚层 (0-0.3 m): 底部为未见底灰白色、白色膨润土沉积层, 上覆板状层理发育, 灰白色、白色硅化白云岩。白云岩中夹浅灰色黑色页岩薄层, 其中含少量的植物化石碎片。

第 2 亚层 (0.3-0.8 m): 页岩—膨润土化粉砂岩—膨润土—薄层膨润土化粉砂岩—白垩沉积岩组合。底

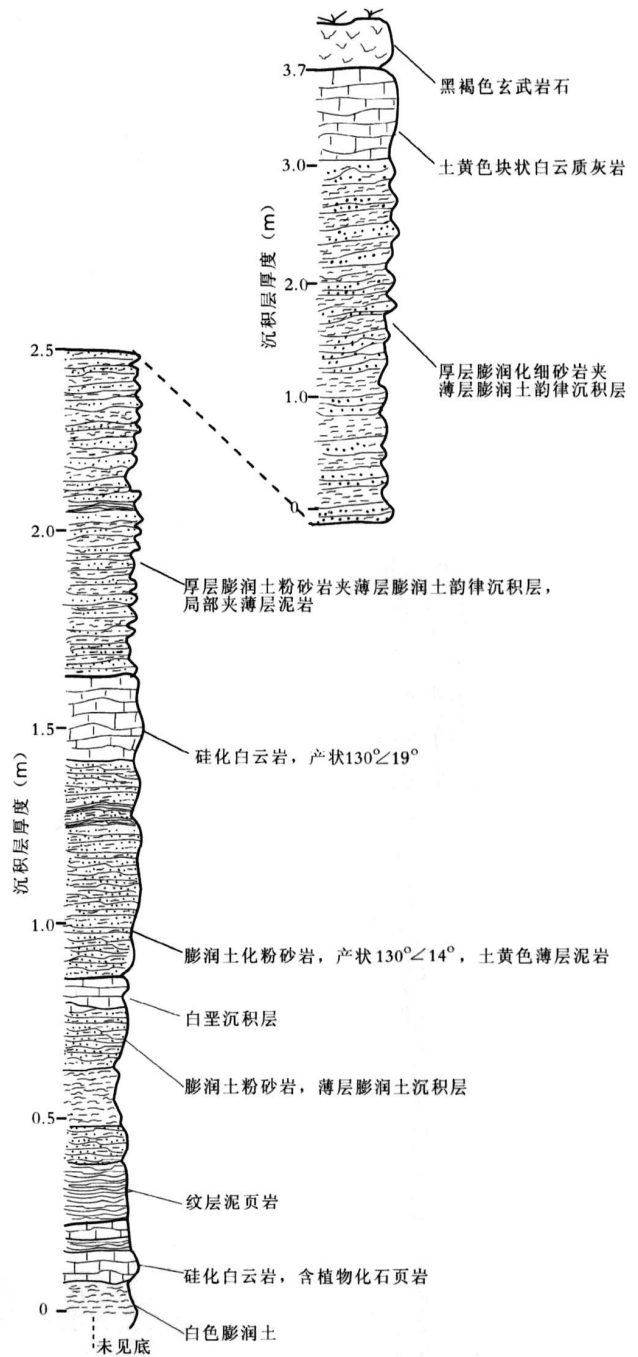


图 4 老公沟顶部沉积层岩石组合

Fig 4 The sedimentary rock association in the upper part of Laogonggou section

部页岩沉积纹理发育, 纹理厚约 2~3 mm, 在垂直层面方向发育有碳酸盐细脉, 脉宽 1 mm, 纹层系有灰褐色硅质含量高的泥岩与土黄色的钙质泥岩组成, 岩石纹层系发育表示多次水体中悬浮物质的频繁沉积作用。膨润土化粉砂岩—膨润土—薄层膨润土化粉砂岩沉积组合说明此时盆地周围长期存在中基性火山



喷发作用, 喷发凝灰质随着水体搬运或直接落入湖泊中沉积形成。由于大量的火山灰输入湖内, 使得水体深度变浅, 再加上相对干旱的区域气候, 湖泊中水体的盐度急剧增高, 从而快速从水中结晶形成薄层—中厚层理的白垩沉积层。

第 3 亚层 (0.9 m): 膨润土化钙质粉砂岩—硅化白云岩组合, 底部为浅黄色、疏松膨润土化钙质粉砂岩, 岩石风化强烈, 其内夹 1.5 cm 左右的薄层土黄色泥岩。该亚层顶部为硅化白云岩, 岩石呈致密块状, 风化面呈土黄色—焦土黄色, 垂直层发育有 1 mm 宽的方解石细脉。该亚层岩石组合说明处于盆地中心的湖盆水体, 由于有间歇性、季节性流水的输入之后, 湖泊水深再度加深, 从而形成大量的膨润土化粉砂岩、膨润土沉积层, 并形成薄层的泥质夹层, 大量碎屑物的输入使得水深再度变浅从而湖水的盐度剧增形成顶部的硅化白云岩。

第 4 亚层 (4.8 m): 膨润土化粉砂岩—膨润土化细砂岩—白云质灰岩组合。该亚层底部为灰黄色厚层膨润土化粉砂岩夹薄层膨润土, 该层厚 1.2 m, 中上部夹薄层泥岩, 随着大量的中基性火山灰质与陆相

碎屑节律性输入水中, 此时水体具有再度变浅的趋势。湖泊的水深不断的变浅, 从而在其中沉积厚层的白云质灰岩。白云质灰岩, 风化面呈土黄色, 风化面可见清晰的沉积层理, 致密块状。岩石内部常见有 2~3 mm 宽的方解石细脉。由于受到区内干旱气候、大量火山喷发物和陆源沉积碎屑的输入等因素的综合作用, 位于义县盆地边缘的湖泊水体不断变浅, 逐渐萎缩, 随后发生大规模基性火山的喷发形成大量的黑褐色的玄武岩。

### 3.3 老公沟沉积层的古地理意义

老公沟层底部为干旱气候条件下形成的洪(冲)积扇边缘相的粉砂岩、含凝灰质砾长石杂砂岩, 洪(冲)积扇边缘向盆地中心过渡区的季节性河流沉积形成的含砾粗砂岩、粗砂岩岩石组合(图 5a)。顶部为盆地中心滨浅湖相的膨润土化粉砂岩、膨润土、碳酸盐岩组合(图 5b, c)。在区域干旱气候条件下, 湖泊水体受陆相沉积碎屑和火山凝灰质物质的影响发生频繁波动, 直至湖泊萎缩, 最后盆内发生大规模基性火山喷发作用形成玄武岩沉积盖层, 从而结束了老公沟层的沉积演化史。

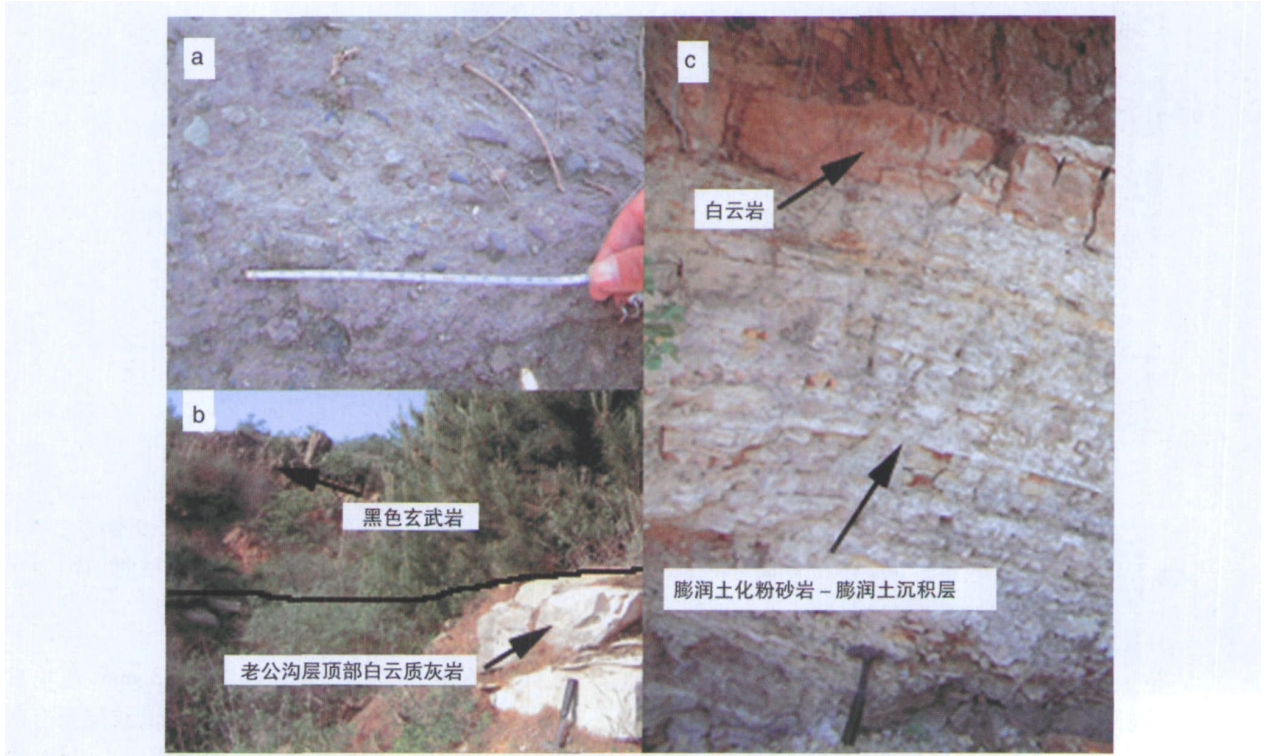


图 5 老公沟层沉积岩石特征

Fig 5 The characteristics of sedimentary rocks in Laogonggou Bed

a- 老公沟层底部含砾粗砂岩—砾岩沉积层; b- 老公沟层顶部白云质灰岩与玄武岩的接触关系; c- 老公沟层顶部膨润土化粉砂岩—膨润土—白云岩沉积层

a- pebble gritrock-gritrock in lower Laogonggou Bed; b- the contact relationship of dolomite in upper Laogonggou Bed and basalt; c- contact relationship of dolomite in upper Laogonggou Bed and basalt

## 4 义县组底部沉积相古地理意义

在辽西义县地区, 中元古代至义县组形成之前, 该地区一直出在剥蚀环境(正地形), 晚侏罗世末期, 褶皱、逆冲作用发育, 而在义县组形成时期伸展断陷作用使得该区处于快速沉降环境(负地形), 形成义县盆地雏形<sup>[20-23]</sup>。进入早白垩世, 义县盆地内区域气候为干旱型, 受季节性洪水作用在盆地周围形成小型洪(冲)积扇相沉积, 大量的碎屑物质来源于盆地内部下覆地层和火山喷发的产物, 少量盆地外源的页岩、变质岩的沉积特征, 从而形成典型的洪(冲)积扇相底部、中部和扇面冲槽充填相组合, 为一套面型洪积作用的产物。老公沟层底部发育有盆地边缘洪(冲)积扇相及向盆地中心过渡的季节性河流作用形成的泥粉砂岩—含砾粗砂岩—粗砂岩组合, 具有季节性河流冲积作用的线状沉积特征, 顶部为靠近盆地边缘滨浅湖相膨润土化粉砂岩、膨润土、碳酸盐岩沉积层, 指示义县盆地形成初期大量的盆内碎屑物质与少

量外源碎屑随水体与区内中基性火山作用的凝灰质喷发物沉积于湖盆, 该套岩石具有相对静止水的沉积特征(图 6)。该区地质演化过程概括为:

(1) 义县盆地演化初期气候干旱, 盆地边缘地势起伏较大, 季节性的洪水作用发育, 形成小型干扇;

(2) 马神庙沉积层为位于盆地边缘的洪(冲)积扇相、洪(冲)积扇上发育有突发山洪的冲槽充填相和凝灰岩沉积夹层相; 老公沟层底部为盆地边缘洪(冲)积扇边缘相和边缘向盆地中心过渡区季节性河流沉积相, 顶部为盆地中心湖泊相沉积, 具有大量火山喷发灰质与陆源碎屑供给, 湖泊水深节律性波动的地质演化特征。

(3) 马神庙、老公沟层岩石组合特征指示从盆地边缘到中心的面状的洪(冲)积扇相、线状的季节性流水冲积相以及相对静止湖泊水体沉积相组合。古地理沉积相上的横向连续性也从另外一个侧面指示义县盆地义县组的底界应为中元古界的大红峪组与马神庙层的不整合界面。

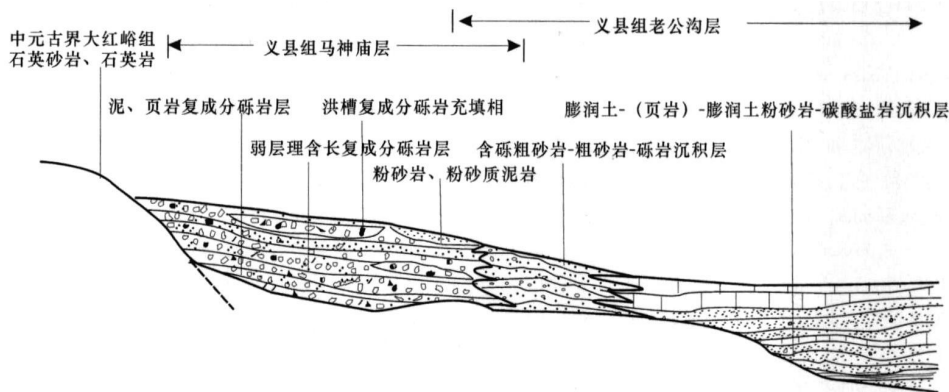


图 6 义县组底部沉积相模式示意图

Fig 6 The depositional model of the lower part of Yixian Formation

## 参考文献 (References)

- 曹正尧, 吴舜卿, 张平安, 等. 辽西义县组单子叶植物化石的发现. 科学通报, 1997, 42(16): 1764-1768 [Cao Zhengyao, Wu Sunqing, Zhang Ping'an, et al. The foundation of integriblobous plant of Yixian Formation in Liaoxi. Chinese Science Bulletin, 1997, 42(16): 1764-1768]
- 钱迈平, 詹庚申, 毕葵森, 等. 火山灰下的记忆—辽西中生代热河化石库的组成和形成. 火山地质与矿产, 1998, 19(2): 158-168 [Qian Maiping, Zhang Gengshen, Bi Kuisen, et al. The memory under volcanic ash-Mesozoic Jehol fossil Lagerstätte in Western Liaoning. Volcanology & Mineral Resources, 1998, 19(2): 158-168]
- Zhou Zhonghe, Hou Lianhai. Confuciusosmia and the early evolution of feather. Science, 2000, 209: 1955-1959

- Xu Xing, Zhou Zhonghe, Wang Xiaolin. The smallest known non-avian theropod dinosaur. Nature, 2000, 408: 705-708
- 李佩贤, 程政武, 庞其清. 辽西北票孔子鸟 Confuciusosmia 的层位及年代. 地质学报, 2001, 75(1): 1-13 [Li Peixian, Cheng Zhengwu, Pang Qingqing. The horizon and age of the Confuciusosmia in Beipiao, Western Liaoning. Acta Geologica Sinica, 2001, 75(1): 1-13]
- 吴启成. 辽宁古生物化石珍品. 北京: 地质出版社, 2002, 1-137 [Wu Qicheng. Fossil Treasures from Liaoning. Beijing: Geological Publishing House, 2002, 1-137]
- 郑少林, 郑月娟, 邢德和. 辽西晚侏罗世义县组植物群性质、时代及气候. 地层学杂志, 2001, 27(3): 233-241 [Zheng Shaolin, Zheng Yuejuan, Xing Dehe. Characteristics, age and climate of late Jurassic Yixian flora from Liaoning. Journal of Stratigraphy, 2001, 27(3): 233-241]
- 张立东, 郭胜哲, 张长捷, 等. 辽宁省四合屯—上园地区珍惜化石

- 层的产出特征及其形成环境. 中国地质, 2001, 28(6): 10-20 [Zhang Lidong Guo Shenzhe Zhang Changjie, *et al* The occurrence and forming of treasure fossil stratum in Shetun-Shangyuan Liaoning province Chinese Geology, 2001, 28(6): 10-20]
- 9 丁秋红, 张立东, 郭胜哲, 等. 辽西北票地区义县组古气候环境标志及其意义. 地质通报, 2003, 22(3): 186-191 [Ding Qihong Zhang Lidong Gou Shengzhe, *et al* Paleoclimatic and paleoenvironmental proxies of the Yixian Formation in the Beipiao Area Western Liaoning Regional Geology of China, 2003, 22(3): 186-191]
- 10 巩恩普, 梁俊红, 李小冬, 等. 辽西早白垩世早期热河生物群沉积环境及古地理综合研究. 地质学报, 2007, 81(1): 1-8 [Gong Enpu Liang Junhong Li Xiaodong, *et al* Comprehensive research on the sedimentary environment and paleogeography of early Cretaceous Jeholbita in western Liaoning China Acta Geologica Sinica, 2007, 81(1): 1-8]
- 11 张立军, 巩恩普, 徐德良, 等. 辽宁北票四合屯盆地白垩统义县组沉积相. 古地理学报, 2005, 7(1): 70-78 [Zhang Lijun, Gong Enpu, Xu Deliang, *et al* Sedimentary facies of Yixian Formation of Lower Cretaceous in Shetun basin of Beipiao Liaoning province Journal of Paleogeography, 2005, 7(1): 70-78]
- 12 张立东, 郭胜哲, 张长捷, 等. 北票—义县地区义县组岩石地层特征. 地质与资源, 2004, 13(2): 65-74 [Zhang Lidong Guo Shenzhe Zhang Changjie, *et al* The lithostratigraphic characteristics of Yixian Formation in Beipiao-Yixian area Liaoning province Geology and Resources, 2004, 13(2): 65-74]
- 13 Swisher C C, 汪筱林, 周忠和, 等. 义县组同位素年代新证据及土城子组  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年龄测定. 科学通报, 2001, 46(23): 2009-2012 [Swisher C C, Wang Xiaolin Zhou Zhonghe, *et al* The new isotope chronologic evidence of Yixian Formation and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  chronologic determination of Tuchengzi Formation Chinese Science Bulletin, 2001, 46(23): 2009-2012]
- 14 张宏, 王五力, 李之彤, 等. 辽西北票和义县地区义县组综合对比研究. 地质通报, 2004, 23(8): 766-777 [Zhang Hong Wang Wuli Li Zhitong, *et al* Comprehensive correlation of the Yixian Formation in the Beipiao and Yixian area, Western Liaoning Geological Bulletin of China, 2004, 23(8): 766-777]
- 15 王五力, 张宏, 张立君, 等. 辽宁义县—北票地区义县地层层序—义县阶标准地层剖面建立和研究之一. 地层学杂志, 2003, 27(3): 227-232 [Wang Wuli Zhang Hong Zhang Lijun, *et al* Stratigraphic sequence of the Yixian Formation of Yixian-Beipiao region, Liaoning—A study and establishment of stratotype of the Yixian stage Journal of Stratigraphy, 2003, 27(3): 227-232]
- 16 王五力, 张立君, 郑少林, 等. 义县—北票地区义县阶标准地层剖面及其生物地层学新研究—义县阶标准地层剖面建立和研究之二. 地质学报, 2004, 78(4): 433-447 [Wang Wuli Zhang Lijun, Zheng Shaolin, *et al* A new study on the stratotype and biostratigraphy of the Yixian stage in the Yixian-Beipiao region Liaoning—establishment and study of the stratotype of the Yixian stage Acta Geologica Sinica, 2004, 78(4): 433-447]
- 17 沈阳地质矿产研究所. 冀北—辽西陆相中生代地层划分暨义县阶野外现场研讨会—辽西地区野外考察指南. 2004, 2-7 [Shenyang Institute of Geology and Mineral Resource Mesozoic stratigraphic subdivision in Northern Hebei province-eastern Liaoning province and Yixian stage field symposium—Liaoxi field exploratory search manual, 2004, 2-7]
- 18 张纪易. 粗碎屑洪积扇的某些沉积特征和微相划分. 沉积学报, 1985, 3(3): 75-85 [Zhang Jiyi. Some depositional characteristics and microfacies subdivision of coarse clastic alluvial fans Acta Sedimentologica Sinica, 1985, 3(3): 75-85]
- 19 李汉瑜, 徐怀大, 胡伯良, 等译. 沉积岩. 北京: 石油工业出版社, 1981, 44-46 [Translated by Lihanyu Xuhuaida Huboliang, *et al*. Sedimentary Rock (third edition). Beijing Petroleum Industry Press, 1981, 44-46]
- 20 张宏, 柳小明, 李之彤, 等. 辽西阜新一义县盆地及附近地区早白垩世地壳大规模减薄及成因探讨. 地质论评, 2005, 51(4): 360-372 [Zhang Hong Liu Xiaoming Li Zhitong, *et al* Early Cretaceous Large-scale crustal thinning in the Fuxin-Yixian basin and adjacent area in Western Liaoning Geological Review, 2005, 51(4): 360-372]
- 21 李伍平, 李献华, 路凤香, 等. 辽西早白垩世义县火山岩的地质特征及其构造背景. 岩石学报, 2002, 18(2): 193-204 [Li Wuping Li Xianhua Lu Fengxiang, *et al* Geological characteristics and its setting for volcanic rocks of early Cretaceous Yixian Formation in Western Liaoning province, eastern China Acta Petrologica Sinica, 2002, 18(2): 193-204]
- 22 刘艳青, 杨忠芳, 莱木收. 辽西中生代沉积岩稀土、微量元素地球化学特征及其构造背景. 地质论评, 2006, 52(4): 450-458 [Liu Yanqing Yang Zhongfang Lai Moushou. Geochemical characteristics of REE and trace elements of Mesozoic sedimentary rocks and its tectonic setting in Western Liaoning Geological Review, 2006, 52(4): 450-458]
- 23 闫义, 林舸, 李自安, 等. 辽西北票(金—羊)盆地中生代岩碎屑组分对区域构造演化的响应. 沉积学报, 2003, 21(3): 441-447 [Yan Yi Lin Ge Li Zian, *et al* Detrital composition of Mesozoic sandstone and its implication for provenance and tectonic evolution of Beipiao (Jin-Yang) basin, Western Liaoning province Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(3): 441-447]



# Sedimentary Facies and Palaeoenvironment Analyses on Yixian Formation Bottom Layers of Yixian Basin, in Western Liaoning Province

LIANG Jun-hong GONG En-pu DONG Xu-ming  
CUI Xian-de LIXiao-dong WANG Chun-hong  
(Geology Department of Northeastern University, Shenyang 110004)

**Abstract** Masheriao and Laogonggou sedimentary strata develop as the bottom of early Cretaceous Yixian Formation in the Yixian basin, western Liaoning province. Masheriao sedimentary stratum, which forms under arid palaeoclimate, could be divided into 6 sublayers from the lower to the upper portion, the lower conglomerate sublayers come into being proluvial fan bottom facies and fan surficial streamflood filled facies; the middle part of Masheriao layers is pyroclastic conglomerate containing tuffaceous interlayer; mesotypic-basic volcanicite overlay Masheriao sedimentary deposit. The Laogonggou bottom is polytuffaceous siltstone distal facies of alluvial fan and gritstone-pebbly gritstone alluvial facies of proluvial fan to basin centre part; the latter is formed by ephemeral stream fluviation. Bentonitic siltstone and bentonite-carbonate rock sedimentary deposit are aggraded as the top of Laogonggou stratum; it is a shallow lacustrine sedimentary set. In the initial stage of basin evolution, regional climate is arid and basin margin has high hypsographic feature. There are proluvial fans around basin margin, the flood stream sedimentary process occurs on fan surface. In the transition part of fan to lacustrine, there are ephemeral streams; the top facies of Laogonggou indicates a palaeogeographic and palaeoclimatic characteristics of regional aridity, intensive volcanic eruption and lacustrine water-depth fluctuation. The lower sedimentary of Yixian Formation show from basin margin to centre three facies coexistence paleogeography characteristics of planar, linear and relatively quiescence water mass depositions.

**Key words** sedimentary facies, sedimentary palaeoenvironment, Masheriao sedimentary deposit, Laogonggou sedimentary deposit, Yixian Formation, Yixian basin