

文章编号: 1000-0550(2011)01-0014-09

# 辽西义县盆地英窝山下白垩统义县组砖城子层沉积岩组合特征及古环境研究<sup>①</sup>

梁俊红 巩恩普 陈登辉 李永杰

(东北大学资源与土木工程学院 沈阳 110004)

**摘要** 辽西义县盆地是中生代阜新一义县断陷盆地中大凌河以南的次级凹陷区,盆地内近东西走向的马神庙—刀把地—三百垄—金刚山一带为义县组标准地层剖面出露地。作为义县阶标准地层剖面的义县盆地英窝山砖城子层为一套早白垩世义县组的湖相沉积组合。野外详细沉积岩和地层学研究将砖城子层进一步划分出三个沉积亚单元。英窝山砖城子层下部为一套膨润土化凝灰质粗砂岩、杂色泥砾岩、灰绿色凝灰质砾岩、焦土黄色细砾岩组成的粗粒浊积岩段( $T_{a1}$ — $T_{a2}$ )与灰绿色膨润土化凝灰质粉砂岩、含炭屑沉凝灰岩、泥岩组成的细粒浊积岩段( $T_{b1}$ — $T_{b2}$ )沉积岩组合。在浊流沉积与区域性构造运动综合影响下,湖盆水体变深,从而遭受至少4期的浊流沉积作用,形成粗—细浊积岩段( $T_{a3}$ — $T_{a6}$ ,  $T_{b3}$ — $T_{b6}$ ),并在细粒的浊积岩段( $T_b$ )之上形成薄层白云岩沉积层。砖城子层中部为硅化白云岩、含燧石团块白云质灰岩、纹层状白云岩、白云质胶结滑塌沉积灰岩组成的古湖泊相碳酸盐岩组合。砖城子层上部为凝灰质砂屑灰岩、含膨润土泥灰岩、白云岩、膨润土岩、膨润土化凝灰质粉砂岩、深灰黑色页岩组合,岩石呈现半深湖—深湖相至半深湖—浅湖相的岩石组合特征。砖城子层的沉积岩组合特征揭示了早白垩世该区古湖泊边缘发育浊流沉积、湖坪化作用、湖泊边缘斜坡—半深湖相形成白云质灰岩、深湖相沉积纹层状白云岩—页(泥)岩、凝灰质碎屑以及大量陆源碎屑充填湖泊的地质演化过程。

**关键词** 浊积岩段 沉积相 砖城子层 义县组 英窝山

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

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

辽西地区自西向东分布有侏罗纪至早白垩世形成、演化的北票盆地、建昌盆地、金—羊盆地、阜新一义县盆地等<sup>[1-9]</sup>。其中阜新一义县盆地为发育于中生代的断陷型盆地。义县盆地是阜新一义县盆地中大凌河以南的次级凹陷区,盆地内的义县组可与大凌河以北的相应地层对比。义县县城西南部近东西走向的马神庙—刀把地—三百垄—金刚山一带为义县组标准地层剖面出露地区,该剖面研究表明义县组为一套巨厚层基性—中基性—中性—中酸性陆相喷发的火山岩系,在其火山喷发活动间歇期,形成了7个河湖相的沉积夹层,自下而上分别为马神庙层、老公沟层、业南沟层、砖城子层、大康堡层、朱家沟层、金刚山层。义县组旋回中的沉积地层多数为火山喷发间歇期的河流相、湖相沉积,沉积厚度一般仅十几米、几十米和近百米,并具有较多的与火山喷发物有关的火山沉积层(如凝灰岩、凝灰质砾岩)以及薄的湖相沉积的碳酸盐岩沉积层<sup>[10-12]</sup>。

义县盆地砖城子层从刀把地东北向北到小阎家屯东呈弧形延伸到甘家屯河谷,在河谷东的英窝山南

北、二道河子、腰马山沟、金家沟直至大凌河杨家屯铁路路堑有出露,且尤以英窝山出露较好。砖城子层富含昆虫、叶肢介和植物以及木化石、介形类和保存不完好的鸟化石。对英窝山沉积层研究将会对义县火山旋回中晚期义县盆地重建陆相沉积环境、古地理和古气候提供一定的科学依据。

## 1 英窝山砖城子层沉积岩组合特征

英窝山剖面的砖城子层沉积岩厚度约为60 m,下伏黑褐色的气孔—杏仁状橄榄玄武岩。下部为与中基性火山喷发作用有关的膨润土、膨润土质砾岩以及膨润土质粉砂岩,向上过渡为湖相碳酸盐岩沉积层;中部为膨润土质砾岩、灰黑色泥岩、页岩夹层以及碳酸盐岩沉积组合,向上过渡为深湖—半深湖相的碳酸盐岩、纹层状页岩沉积;上部为与中基性火山喷发有关的膨润土化凝灰质粉砂岩—灰褐色页岩的粗—细沉积韵律。砖城子层上覆黑色粗玄武岩。本文将分别对下部、中部和上部三部分阐述其岩石组合特征(图1)。

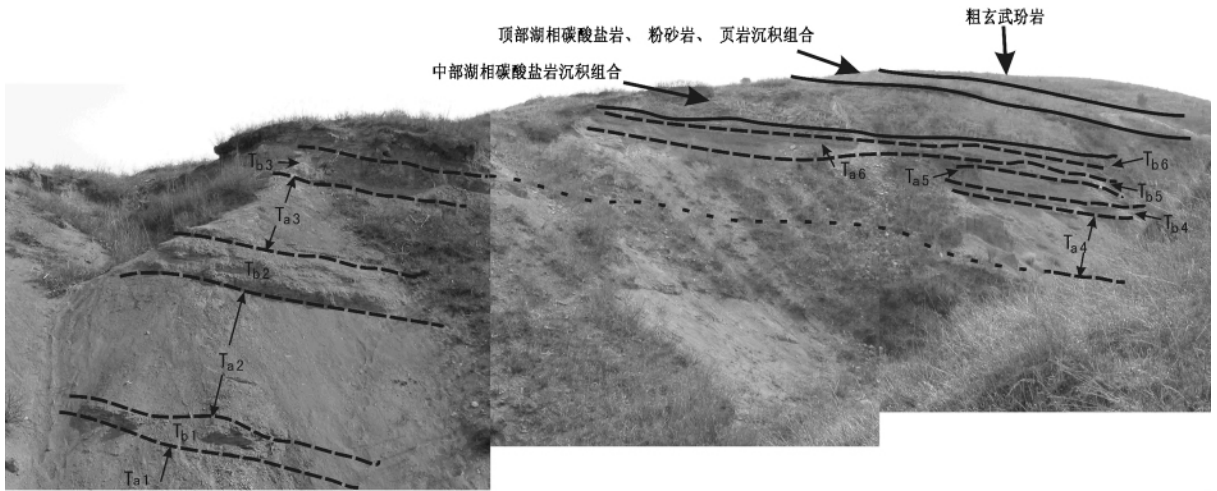


图 1 义县盆地英窝山义县组砖城子层剖面全景

Fig. 1 The Zhuanchengzi section panorama sketch of Yixian Formation in Yingwoshan area, Yixian Basin

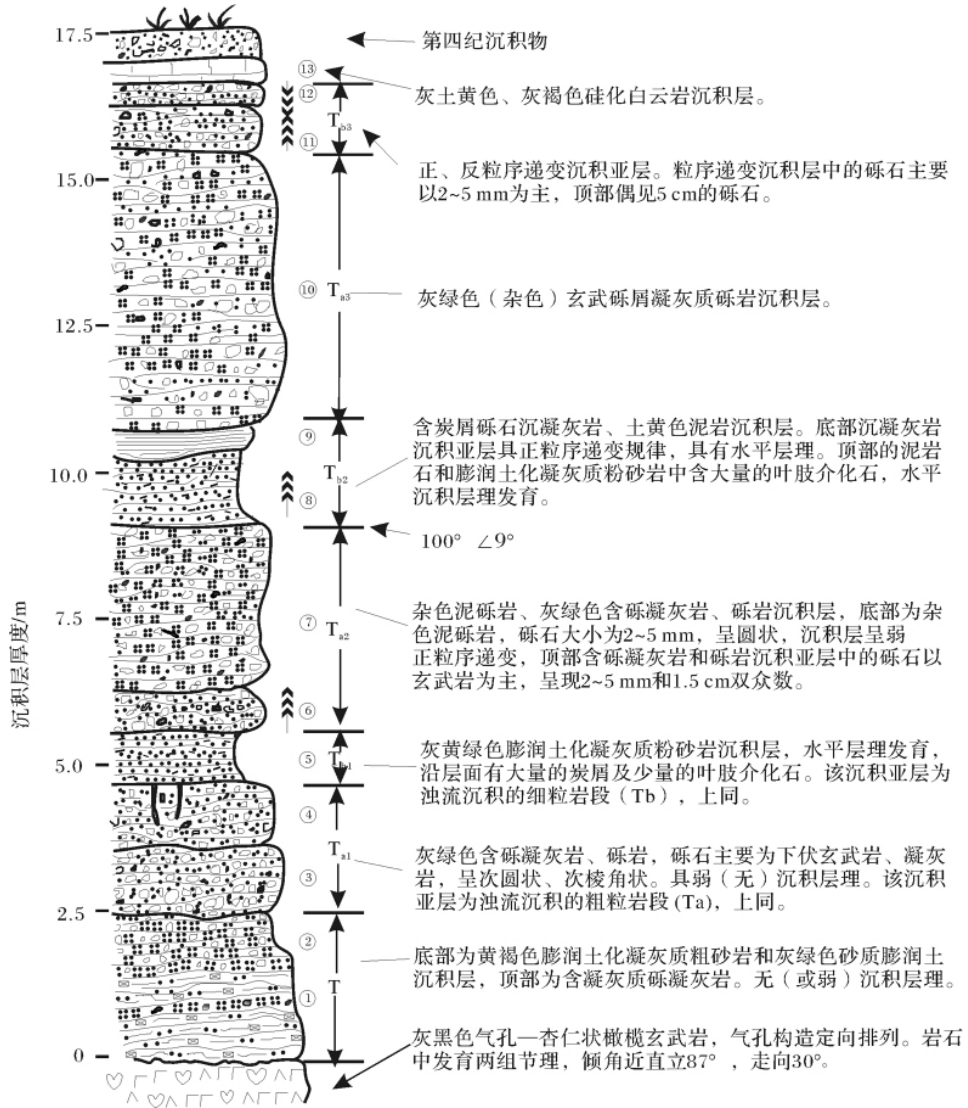


图 2 英窝山砖城子层底部浊流沉积层剖面

Fig. 2 The turbidite deposit column of lower part of Zhuanchengzi layer in Yingwoshan area

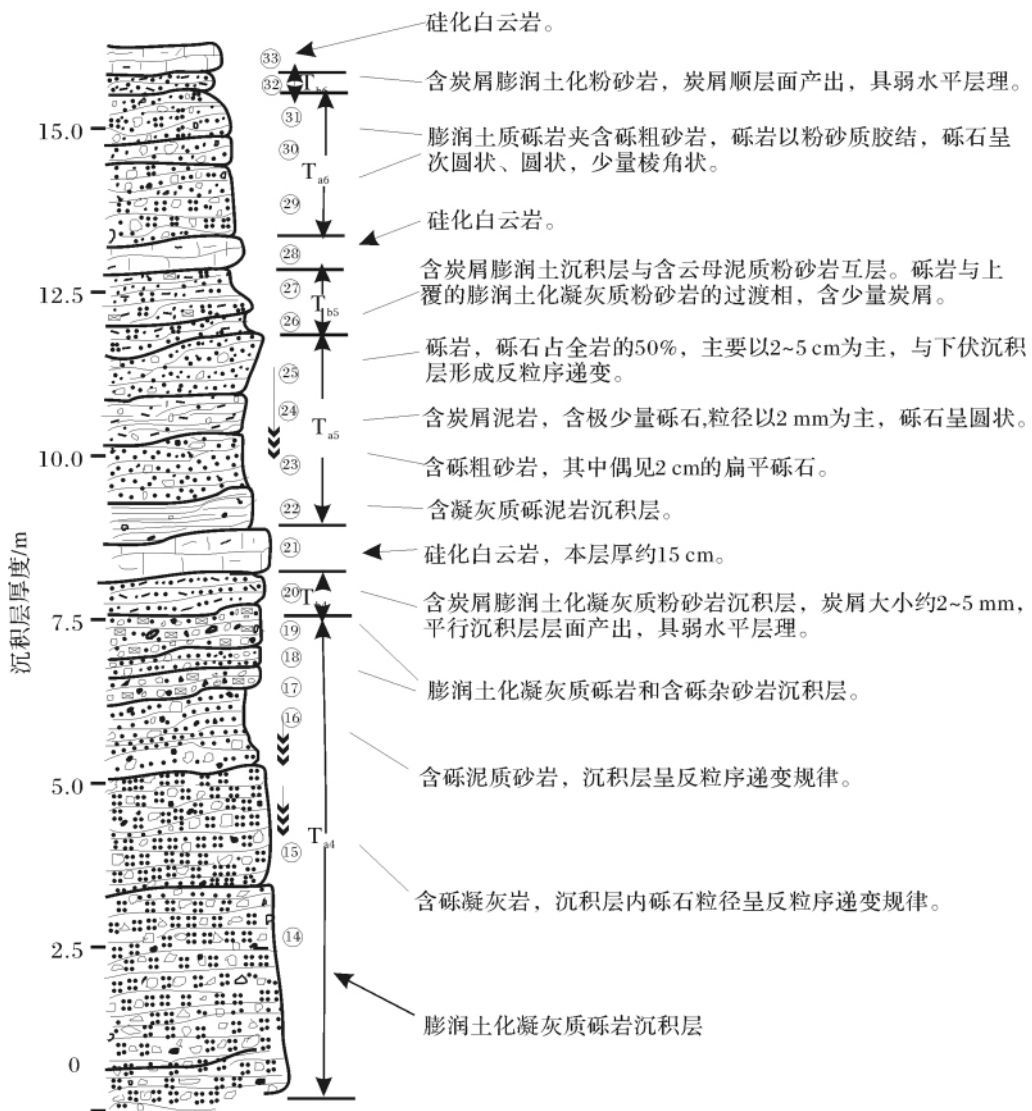


图 3 英窝山砖城子层底部浊流沉积层剖面

Fig. 3 The turbidite deposit column of lower part of Zhuanchengzi layer in Yingwoshan area

### 1.1 砖城子层下部浊积岩沉积

英窝山砖城子层下部沉积层包括第①至⑩沉积亚层, 共厚约 30 m (图 2 3)。该部分与下伏的灰黑色气孔—杏仁状橄榄玄武岩呈沉积侵蚀接触关系。第①至⑨为与中基性火山喷发物有关的膨润土化凝灰质砾岩、膨润土沉积层夹薄层膨润土化凝灰质粉砂岩沉积层; ⑩至⑩沉积亚层为膨润土化凝灰质砾岩、薄层粉砂岩以及薄层碳酸盐岩沉积层组合。

砖城子层 T 浊积岩段为黄褐色膨润土化凝灰质粗砂岩和灰绿色砂质膨润土沉积层, 其中含有大量的凝灰岩质砾岩, 具弱沉积层理, 沉积厚度约 2.5 m, 指示该沉积层形成时大量的中基性火山灰质喷发作用的存在以及火山喷发的灰质成分经较长距离的空运

作用。该浊积岩段具明显反粒序的沉积特征。第③至⑨亚层组成两个浊积岩段( $T_1$ ,  $T_2$ )。底部的粗粒杂色、灰绿色含砾凝灰岩和砾岩、杂色泥砾岩构成浊流沉积的浊积岩粗粒岩段( $T_{a1}$ ,  $T_{a2}$ )。顶部灰绿色膨润土化凝灰质粉砂岩、沉凝灰岩、土黄色泥岩构成浊流沉积细粒岩段( $T_{b1}$ ,  $T_{b2}$ ), 其中水平层理发育, 顺层面含大量炭屑和少量的东方叶肢介化石, 炭屑粒径约 2~5 mm (图 4)。粗粒浊积岩段  $T_{a1}$  中砾石主要以下伏玄武岩和凝灰岩质砾石为主, 砾石呈次圆状、次棱角状, 砾石大小为 2~10 cm, 且以 2~5 cm 为主。粗粒浊积岩段  $T_{a2}$  底部 60 cm 内具正粒序递变的层内粒序递变层理, 向上粒度变得无序。

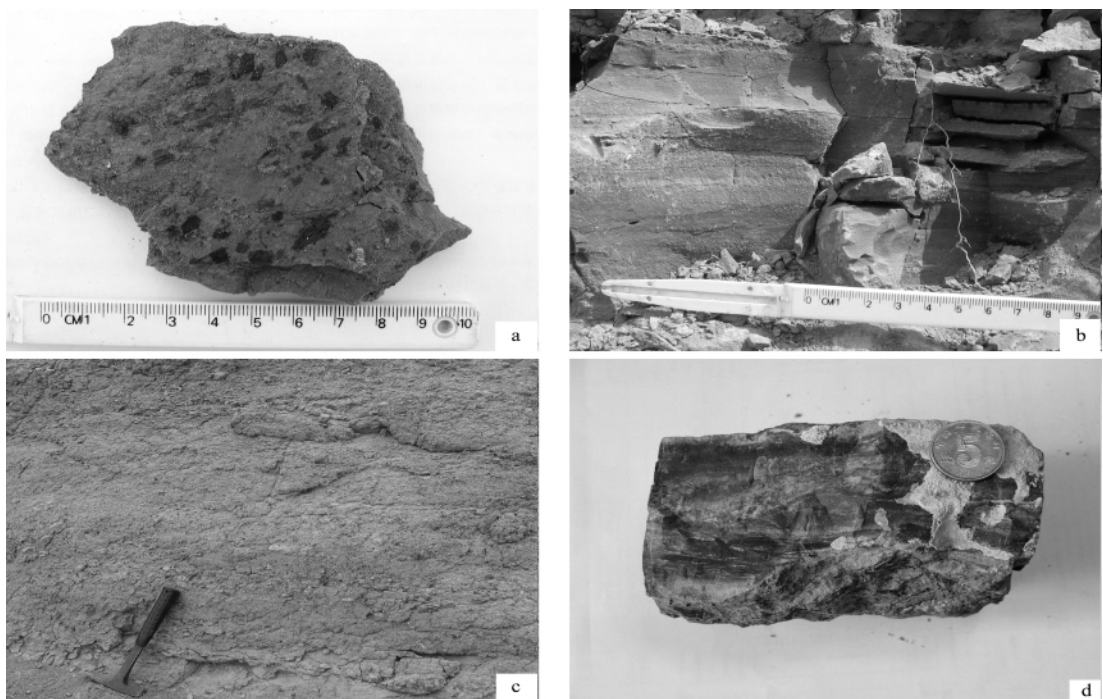


图4 砖城子层底部浊流相沉积的细粒岩段  $T_{b1}$  的含炭屑膨润土化粉砂岩 (a) 细粒岩段  $T_{b3}$  中水平层理 (b) , 浊流相粗粒岩段  $T_{a4}$  的具弱沉积层理砾岩 (c) 砖城子层中部含燧石团块白云质灰岩中的燧石团块 (d)

Fig. 4 The bentonitic siltstone containing carbon debris in fine division  $T_{b1}$  (a) , horizontal bedding in  $T_{b3}$  (b) , weak stratification in coarse division  $T_{a4}$  (c) , flint nodule in dolomite in the middle part of Zhuanchengzi layer (d)

第⑩至⑬亚层组合出4个浊积岩段,每一浊积岩段基部均为灰绿色(杂色)玄武岩质砾岩、凝灰质砾岩、含砾泥质砂岩以及含砾粗砂岩构成的粗粒浊积岩段( $T_a$ ) ,顶部由含炭屑膨润土化凝灰质粉砂岩构成细粒浊积岩段( $T_b$ ) 以及上覆硅化白云岩沉积层构成。与上述的第1、2 浊积岩段相比较第3、4 的粗粒岩段( $T_{a3}$ 、 $T_{a4}$ ) 的厚度有明显增大的趋势,且呈现反粒序层内递变层理。标准鲍玛序列的浊积岩的  $T_a$  段只是出现砾岩沉积,向上出现正粒序递变规律。对鲍玛序列持否定、疑问的 Shanmugam 和 Kenneth 综述性研究深入揭示了浊流沉积相的组合特征及其地质意义,他们认为当分析对象的研究尺度小时,底部的粗碎屑岩段往往会出现“异常”的反粒序沉积<sup>[13-15]</sup>。第5 沉积旋回中的粗粒沉积岩段为凝灰质含砾泥岩、含砾粗砂岩、含砾泥岩、砾岩等沉积亚层组成,砾石含量较其下的粗粒浊积岩段有大幅度减少,且发育弱平行沉积层理(图4),其中的粉砂岩、泥岩沉积层中含大量的炭屑。该沉积旋回的细粒浊积岩段( $T_{b5}$ ) 由灰绿色的含炭屑膨润土化凝灰质粉砂岩与含云母的泥质砂岩沉积层构成,水平层理发育,其中含大量片状的炭屑、云母指示它们是浊流沉积的上部或尾部沉积

产物<sup>[16]</sup>。浊积岩段  $T_6$  由含膨润土砾岩、含砾粗砂岩组成粗粒岩段( $T_{a6}$ ) ,砾石呈次圆状、圆状,少量为棱角状,向上的细粒浊积岩段  $T_{b6}$  为含炭屑膨润土化凝灰质粉砂岩,顺层面产出大量的炭屑,且发育水平沉积层理。

## 1.2 砖城子层中部碳酸盐岩沉积组合

砖城子层中部由碳酸盐岩沉积为主的第⑭至⑮沉积亚层构成,厚约6 m(图5)。第⑭至⑯沉积亚层为硅化白云岩、灰色粉砂岩、含燧石团块砂屑灰岩沉积层,薄层状的粉砂岩沉积层在横向上厚度有所变化,变化范围为1~5 cm。第⑰至⑱沉积层为含大量燧石团块白云质灰岩(图4)、纹层状白云岩,碳酸盐岩沉积纹层发育,第⑲沉积亚层中夹薄层含黑云母长石砂岩。第⑳沉积亚层为滑塌沉积灰岩,岩石风化面呈土黄色,内部的碎屑为下伏第⑲沉积亚层的纹层状白云岩、砾屑无磨蚀,呈棱角状,占全岩的80%左右,胶结物为白云质,表现明显的滑塌堆积特征<sup>[17]</sup>。第⑳~㉑沉积亚层为长石砂屑砾岩、含长石砂屑膨润土质砾岩、含砾长石砂岩、含云母长石砂岩的沉积岩组合,岩石中均含大量的长石砂屑,砂屑粒级达粗砂—小砾级。砾岩沉积层中含大量的质纯膨

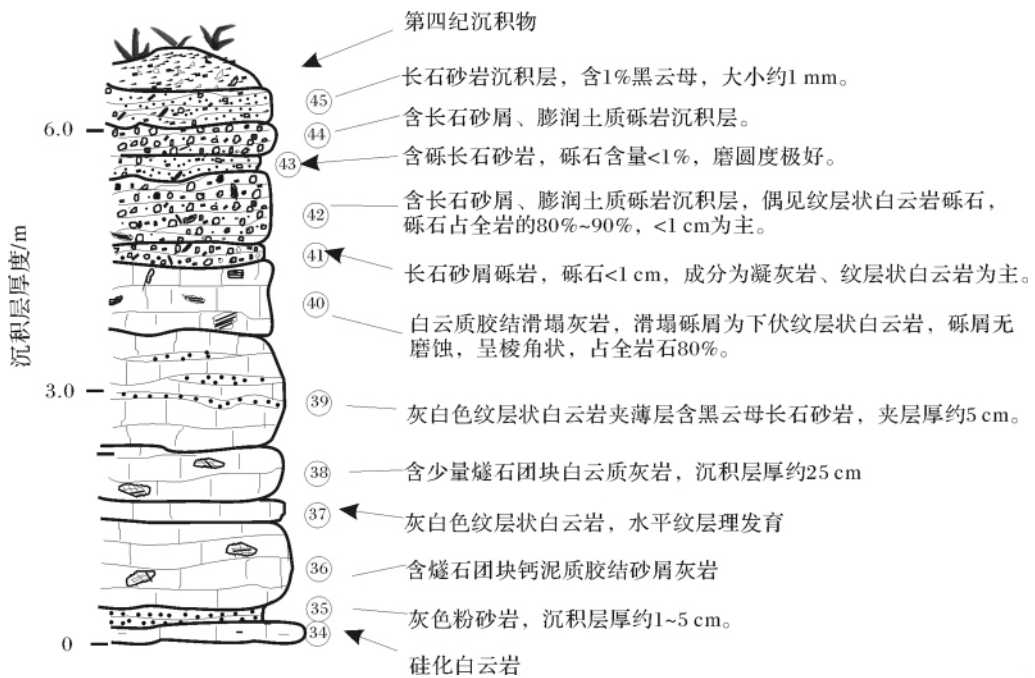


图5 英窝山砖城子层中部沉积层剖面

Fig. 5 The sedimentary column of the middle part of Zhuanchengzi layer in Yingwoshan area

润土砾屑, 粒径达1~2 cm, 最大粒径达5~6 cm, 大小悬殊, 其中偶含下伏纹层状白云岩质砾屑, 砾石经强烈磨蚀作用而呈圆状、次圆状。长石砂岩中含砾极少, 砾石主要以膨润土质为主, 其含量占全岩的1%, 少见1 mm的片状黑云母, 该沉积层为一套经短距离搬运的大量陆源沿湖盆边缘斜坡堆积的产物。

### 1.3 砖城子层上部碳酸盐岩—粉砂岩—页岩沉积

英窝山砖城子层上部岩石主要由砂屑灰岩、硅化白云岩、泥灰岩、纹层状白云岩、膨润土岩、膨润土化凝灰质粉砂岩、页岩组成。总体上讲, 岩石组合呈现基部为碳酸盐岩沉积组合以及向上变为5个膨润土岩(膨润土化凝灰质粉砂岩)—纸片状页岩沉积韵律岩石组合(图6)。

第④⑥沉积亚层为铁锈色含凝灰质砾泥质胶结砂屑灰岩沉积层, 本层厚约1.7 m, 沉积层内砾石大小0.2~5 cm, 1 cm左右常见, 砾石呈圆状、次圆状, 顶部含砾石约20%。第④⑦沉积层为下伏砂屑灰岩向粉砂岩过渡的沉积相, 呈现正粒序递变的沉积层理。向上的第④⑨沉积亚层为含膨润土砾白云质泥灰岩, 厚约3.4 m, 本沉积层的中上部含砾40%左右, 主要以<5 cm为主, 层内的砾屑呈弱的正粒序递变规律, 沉积层底部具弱平行层理, 层内砾屑较好的磨圆度指示随水体有一定距离的运移。第⑤⑩~⑤④为一套砂岩—页

岩—白云岩沉积组合, 厚达1.2 m, ⑤⑩沉积亚层为灰白色—深黑色页岩, 水平沉积纹理发育, 纹理厚约1 mm, 其中夹2~5 mm土黄色泥岩沉积薄层, 第⑤③沉积亚层与其相似, 厚约0.1 m。⑤⑪、⑤⑫沉积亚层分别为含白云质团块的膨润土、膨润土化凝灰质粉砂岩, 且后者含2~5 cm厚的碳酸盐岩夹层, 粉砂岩沉积层发育水平沉积纹理。上覆为纹层状白云岩, 顶部产状 $97^{\circ} \angle 24^{\circ}$ 。该部分湖泊相的砂岩—页岩—白云岩沉积组合中广泛、大量发育平行层理及水平沉积纹理, 且碳酸盐岩夹层沉积厚度在横向上相对稳定等沉积特征指示其为静水态的半深—深湖相沉积的产物。

本文将上部的⑤③沉积亚层细划分出5个膨润土岩或膨润土化凝灰质粉砂岩和页岩的沉积组合的正粒序递变沉积韵律。第1个沉积韵律下部的膨润土岩沉积层厚约4.5 m, 上覆的黑色纸片状页岩厚度仅为0.12 m。第2至第5韵律粗粒序膨润土化凝灰质粉砂岩沉积层的厚度明显变薄, 变化范围0.25~1.70 m, 细粒的黑色、灰褐色页岩沉积层的厚度有较大的变化, 为0.19~1.89 m。沉积岩性的频繁变化的膨润土化凝灰质粉砂岩—页岩沉积组合指示强烈的中基性火山喷发作用, 凝灰质成分含量较高, 火山碎屑快速充填古湖泊, 悬浮质陆源泥质成分在相对静止水体中沉积, 直至古湖泊萎缩的地质演化过程。

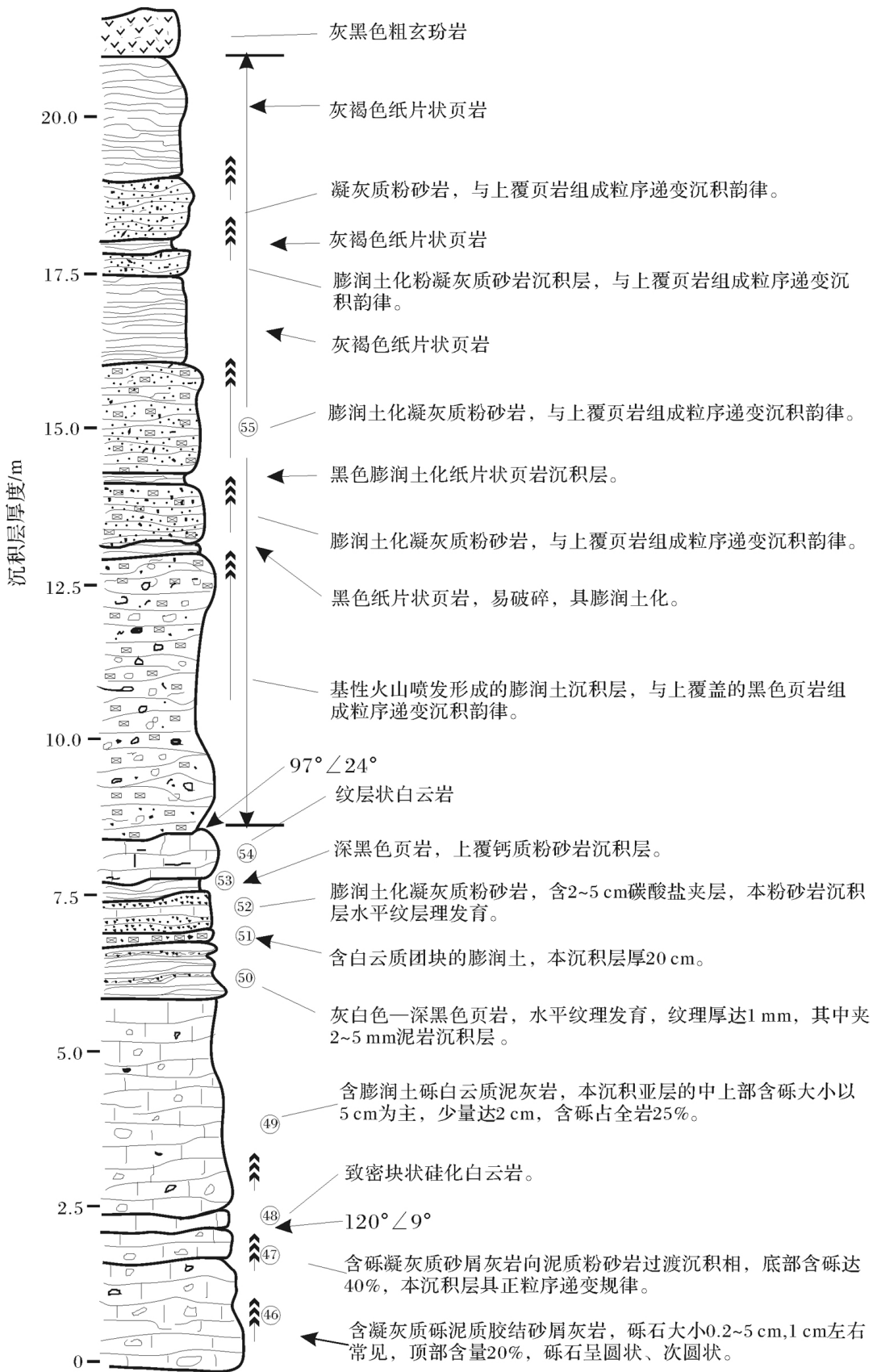


图6 英窝山砖城子层顶部沉积层剖面

## 2 英窝山砖城子层沉积相、古环境的演化

英窝山的砖城子层下部为一套膨润土化凝灰质粗砂岩、杂色泥砾岩、灰绿色凝灰质砾岩、焦土黄色细砾岩组成的粗粒浊积岩段 ( $T_{a1}$ 、 $T_{a2}$ ) 与灰绿色膨润土化凝灰质粉砂岩、含炭屑凝灰岩、泥岩组成的细粒浊积岩段 ( $T_{b1}$ 、 $T_{b2}$ ) 沉积岩组合。粗粒浊积岩段发育弱(无)沉积层理,沉积层内砾屑具正粒序递变层理,砾屑的粒径变化较大,磨圆度较差。细粒浊积岩厚度明显较前者变小,且出现了明显的水平沉积层理,片状的炭屑以及大量的东方叶肢介顺层面发育,为浊流的上部滞后的细粒悬浮沉积的结果。古湖盆由于大量的浊流沉积之后水体相对变浅,受区域性构造运动作用湖盆水体再次变深,从而遭受至少 4 期的浊流沉积作用,形成与下部具有相似性的粗—细浊积岩段 ( $T_{a3}$ — $T_{a6}$ 、 $T_{b3}$ — $T_{b6}$ ) 在细粒的浊积岩 ( $T_b$ ) 之上沉积了薄层硅化白云岩沉积层,这一沉积现象指示受多期的浊流充填作用,沿古湖盆边缘形成了湖坪,加上当时季节性的干旱、半干旱古气候的作用,从而在时有出露水面浅水环境的湖坪上形成薄层的碳酸盐岩。与前期浊流沉积相粗粒岩段 ( $T_{a1}$ 、 $T_{a2}$ ) 相比,随后的粗粒岩段 ( $T_{a3}$ 、 $T_{a4}$ 、 $T_{a5}$ 、 $T_{a6}$ ) 沉积层的沉积层理发育,且出现了异常的反粒序递变的沉积特征。特别是  $T_{a5}$ 、 $T_{a6}$  中的粗粒岩段的碎屑平均粒径明显变小,在其中常含有大量的片状炭屑、黑云母,这从另一侧面指示湖盆水体在沉积细粒浊积岩段时,水体相对静止、变浅的沉积规律。

砖城子层中部的沉积岩石以硅化白云岩、含燧石团块白云质灰岩、纹层状白云岩、白云质胶结滑塌沉积灰岩组成的古湖泊相碳酸盐岩组合,合计厚度约 6 m。该碳酸盐岩沉积组合底部沉积层中常含大量的燧石团块,指示半深湖相的沉积环境,向上过渡至纹层发育的白云质灰岩,说明古沉积水体相对静止、深度增加的趋势。沿古湖盆边缘相—半深湖形成的大量碳酸盐岩、浊积岩,由于某一突发因素(地震、突然物源大量的输入等)使得其失去稳态,从而形成第⑩沉积亚层的白云质胶结的滑塌沉积灰岩,沉积层内的碎屑(砾级)几乎无磨蚀和弱磨蚀的特征,指示短距离滑塌迁移至半深湖快速胶结的沉积演化结果。第⑪~⑮的长石砂屑砾岩—长石砂屑膨润土质砾岩—含砾长石砂岩—含云母砂岩由底向上均含有长石砂屑,且向上呈增多的趋势,指示大量陆源碎屑输

入古湖盆,沿湖盆边缘的斜坡快速沉积的地质特征。

砖城子层上部的沉积岩以第⑯~⑳沉积亚层组成,具有半深湖—深湖相至半深湖—浅湖相的岩石组合特征。底部的⑯~⑲沉积亚层为与中部相似的含凝灰质砂屑灰岩、含膨润土泥灰岩、硅化白云岩的半深湖相碳酸盐岩组合特征,指示大量的中基性火山喷发物随水体悬浮迁移至半深湖相的沉积过程。⑳~㉑是一套厚约 2.5 m 的纹层状白云岩、膨润土岩、膨润土化凝灰质粉砂岩、灰白—深黑色页岩组合,该组合为典型的深湖相的静水沉积组合,沉积层在横向上的厚度相对稳定、纹层构造发育。早白垩世辽西地区发生强烈的多期次的火山活动,当频繁的中基性火山喷发时,大量的火山灰质通过空运或经过水体的悬移等方式迁移至古湖盆内快速沉积形成㉑沉积亚层中的粗粒岩段,在其间歇期大量的陆源物质通过悬浮方式沉积于古湖盆中心,形成砖城子层顶部的第㉒沉积亚层的纸片状页岩沉积层。在大量的物源供给以及季节性干旱、半干旱气候的综合作用下,使得相对封闭的古湖盆快速萎缩。

## 3 结论

早白垩世义县组中的英窝山砖城子层详细的沉积层研究分析,认为义县期的砖城子沉积层经历了沿古湖盆的浊流沉积作用,随后在古湖盆边缘形成季节性出露水面的湖坪,边缘相变陡形成半深湖相的白云质胶结滑塌沉积灰岩、砂屑灰岩,之后水体加深形成半深湖相砂屑灰岩、含燧石团块砂屑灰岩、硅化白云岩,古湖盆晚期受大量的火山喷发作用的物源供给以及干旱、半干旱气候作用而萎缩。

(1) 砖城子层下部为浊流作用形成的膨润土质砾岩、细砾岩构成的粗粒岩段和膨润土化凝灰质粉砂岩构成的细粒岩段。伴随多期次的浊流沉积作用之后,沿古湖泊边缘形成了较浅水湖坪沉积作用,从而形成了下部的粗粒岩段和细粒岩段以及湖坪相的薄层白云岩沉积组合。砖城子中部为含膨润土白云岩、含燧石团块的砂屑灰岩、白云质胶结滑塌沉积灰岩、白云质砂屑灰岩构成湖盆边缘相、半深湖相碳酸盐组合。砖城子层上部为砂屑灰岩、硅化白云岩、白云质泥灰岩、页岩、膨润土化凝灰质粉砂岩、纹层状白云岩的半深湖—深湖相沉积组合,古湖盆演化晚期的快速萎缩形成 5 个浅湖相的膨润土岩(膨润土化粉砂岩)—页岩沉积韵律。

(2) 砖城子层自下而上出现了湖盆边缘相、湖坪

相、半深湖相、深湖相至浅湖相的古湖盆沉积相。

(3) 受早、晚期存在强烈的、频繁的、多期次中基性火山作用,大量的火山灰物质供给、季节性干旱、半干旱以及区域性构造运动等因素共同作用使得古湖盆快速萎缩。

### 参考文献 (References)

- 1 王伟峰, 陆诗阁, 孙月平. 辽西地区构造演化与盆地成因类型研究[J]. 地质力学学报, 1997, 3(3): 81-88 [Wang Weifeng, Lu Shige, Sun Yueping. Tectonic evolution of the sedimentary basins in western Liaoning province and their genesis type [J]. Journal of Geomechanics, 1997, 3(3): 81-88]
- 2 王根厚, 张长厚, 王果胜, 等. 辽西地区中生代构造格局及其形成演化[J]. 现代地质, 2001, 15(1): 1-7 [Wang Genhou, Zhang Changhou, Wang Guosheng, et al. Tectonic framework of western Liaoning province and its evolution during Mesozoic [J]. Geoscience, 2001, 15(1): 1-7]
- 3 邵济安, 李之彤, 张履桥. 辽西及邻区中-新生代火山岩的时空对称分布及其启示[J]. 地质科学, 2004, 39(1): 98-106 [Shao Ji'an, Li Zhitong, Zhang Lǚqiao. Symmetric spatiotemporal distribution of the Meso-Cenozoic volcanic rocks in west Liaoning and its implications [J]. Chinese Journal of Geology, 2004, 39(1): 98-106]
- 4 李洪涛, 宋之光, 邹艳荣, 等. 冀北-辽西早白垩世沉积有机质特征与古气候环境演变[J]. 地质学报, 2008, 82(1): 72-76 [Li Hongtao, Song Zhiguang, Zou Yanrong, et al. Characteristics of sedimentary original matter and paleoclimate and environmental evolution during early Cretaceous time in the northern part of Hebei and western Liaoning provinces [J]. Acta Geologica Sinica, 2008, 82(1): 72-76]
- 5 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[J]. 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 [J]. Geological Review, 2005, 51(4): 360-372]
- 6 杨庚, 郭华, 刘立. 辽西地区中生代盆地构造演化[J]. 铀矿地质, 2001, 17(6): 332-340 [Yang Geng, Guo Hua, Liu Li. Tectonic evolution of Mesozoic basins in western Liaoning [J]. Uranium Geology, 2001, 17(6): 332-340]
- 7 刘和甫. 中国沉积盆地演化与旋回动力学环境[J]. 地球科学-中国地质大学学报, 1996, 21(4): 346-356 [Liu Hefu. Cycle-geodynamic scenario and evolution of sedimentary basin in China [J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences, 1996, 21(4): 346-356]
- 8 柳小明. 华北克拉通中生代壳幔交换作用的地球化学研究[D]. 西安: 西北大学, 2004, 42-77 [Liu Xiaoming. Geochemical research on the Mesozoic crust-mantle interaction in the north China craton [D]. Xi'an: Northwest University, 2004, 42-77]
- 9 程三友. 中国东北地区区域构造特征与中、新生代盆地演化[D]. 北京: 中国地质大学, 2006 [Cheng Sanyou. Regional tectonic characters and Meso-Cenozoic basin evolution in northeastern China [D]. Beijing: China University of Geosciences 2006]
- 10 梁俊红, 巩恩普, 董旭明, 等. 辽西义县盆地义县组底部沉积相与沉积环境分析[J]. 沉积学报, 2007, 25(4): 545-553 [Liang Junhong, Gong Enpu, Dun Xuming, et al. Sedimentary facies and palaeoenvironment analyses on Yixian Formation bottom layers of Yixian basin in western Liaoning province [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2007, 25(4): 545-553]
- 11 王五力, 张宏, 张立君, 等. 土城子阶、义县阶标准剖面及其地层古生物、构造-火山作用[M]. 北京: 地质出版社, 2004: 257-273 [Wang Wuli, Zhang Hong, Zhang Lijun, et al. Standard Section of Tuchengzi Stage and Yixian Stage and Their Stratigraphy, Palaeontology and Tectonic-Volcanic Actions [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004: 257-273]
- 12 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古地理综合研究[J]. 地质学报, 2007, 82(1): 1-8 [Gong Enpu, Liang Junhong, Li Xiaodong, et al. Comprehensive research on the sedimentary environment and palaeogeography of early Cretaceous Jehol Biota in western Liaoning, China [J]. Acta Geologica Sinica, 2007, 82(1): 1-8]
- 13 Shanmugam G. The Bouma sequence and the turbidite mind set [J]. Earth-Science Review, 1997, 42(4): 201-229
- 14 Shanmugam G. Ten turbidite myths [J]. Earth-Science Review, 2002, 58(3-4): 311-341
- 15 Kenneth J Hsü. Physics of Sedimentology-Textbook and Reference (second edition) [M]. Berlin; New York: Springer, 2004: 118-119
- 16 Felix M, Peakall J. Transformation of debris flows into turbidity currents: mechanism inferred from laboratory experiments [J]. Sedimentology, 2006, 53(1): 107-123
- 17 王立社, 董云鹏, 夏林圻, 等. 混杂堆积体特征及其构造意义[J]. 西北大学学报: 自然科学网络版, 2004, 2(12): 1-7 [Wang Lishe, Dong Yunpeng, Xia Linqi, et al. Melang and its tectonic significance [J]. Science Journal of Northwest University Online, 2004, 2(2): 1-7]



# The Sedimentary Petrographic Association and Palaeoenvironment of Zhuanchengzi Layer of Lower Cretaceous Yixian Formation in Yingwoshan Area , Yixian Basin

LIANG Jun-hong GONG En-pu CHEN Deng-hui LI Yong-jie

( Geology Department of Northeastern University , Shenyang 110004)

**Abstract** In western Liaoning province , the Yixian Basin is thought as the subdepression of Cretaceous Fuxin-Yixian Basin , the intra-basin Yixian Formation section is cropped out in Mashenmiao-Daobadi-Sanbailong-Jingangshan , strikingly from east to west. As the middle part of Yixian Formation , Zhuanchengzi layer consists of lacustrine sediments in Yingwoshan area. These sedimentary piles are divided into three subdivisions. The lower part comprises coarser turbidites(  $T$  ,  $T_{a1}$  ,  $T_{a2}$ ) and finer turbidites(  $T_{b1}$  ,  $T_{b2}$ ) , the former is made up of bentonitic gritstone , mottle gompholite , grayish-green tuffaceous conglomerate , earthy granular conglomerate , the latter is grayish-green bentonitic siltstone , containing carbonized debris , sedimentary tuffite and mudstone. Influenced by turbidity and regional tectonic processes , the water column becomes shallower , the coarser and finer turbidites divisions (  $T_{a3}$ - $T_{a6}$  ,  $T_{b3}$ - $T_{b6}$ ) were formed around lake margin and thin-bedded silicified dolomite deposits on the finer turbidite divisions. The middle part of Zhuanchengzi layer consists of silicified dolomite , containing chert nodules , dolomitic limestone , laminae dolomite and slumping dolomitic limestone. The upper part of Zhuanchengzi layer is characterized by hemi-to deep and hemi-to shallow lacustrine facies , the rock assemblage is of tuffaceous calcarenite , bentonitic marl , dolomite , bentonite and greyblack shale. The sedimentary rock association indicates that there were marginal turbidity processes , lacustrine-plat environment , dolomitic limestone formed around lacustrine ramp , laminae dolomite-shale formed in deep lacustrine facies , and a lot of volcanic and terrestrial clastic debris filled the basin.

**Key words** turbidite division; sedimentary facies; Zhuanchengzi layer; Yixian Formation; Yingwoshan area