

# 新疆昌吉南部侏罗系中统头屯河组 河流沉积特征及古河流的重塑

杨潮 赵霞飞

(成都地质学院)

**内容提要** 本文通过详细的野外和室内研究,划分了新疆昌吉州南部中侏罗世头屯河组下部河流沉积的岩相。运用转移矩阵法,得出了纵向相序的模式剖面。为了再造古水流条件和古河道形态,算出了有关水流和河道特征的一系列参数值。中侏罗世晚期的河流为浅水急流,流量变化大的相对永久性河,属混合负载的蛇曲河类型。

**主题词** 河流沉积 头屯河组 古河道 重塑 新疆

**第一作者简介** 杨潮 女 25岁 硕士 石油地质

## 一、概述

研究地区位于准噶尔盆地南缘,昌吉河以东,乌鲁木齐以西的低山区。该区侏罗系头屯河组地层在头屯河两岸出露最全。头屯河组河流沉积具有明显的旋回性,每个旋回的底层为大套砂岩,顶层为大套泥岩,表现出明显的双层构造。第一旋回至第四旋回为本区河流沉积的典型,其特点如下:

**第1旋回和第2旋回** 厚120m,下部为一套黄——黄灰色粗粒岩屑长石砂岩,含细——中砾岩透镜体和泥岩透镜体。层理包括 $\epsilon$ -交错层理、板状交错层理、槽状交错层理,平行层理和粒序层理。硅化木极为丰富,冲刷构造频繁出现。旋回上部主要为灰绿,黄褐及紫红色泥岩夹具沙纹层理的粉砂岩和劣煤层。常见钙质结构和植物根。

**第3旋回** 厚28m。与第1、2旋回相比,厚度减少,粒度变细。主要为中——粗粒砂岩,砾岩透镜体明显减少,泥岩透镜体只在砂体中上部出现。层理主要为大型板状交错层理,其次为水平层理。旋回上部以灰绿色粉砂质泥岩为主,夹紫色泥岩。

**第4旋回** 总厚17m。下部粗组份厚度减小,粒度变细,为中——粗粒岩屑砂岩,不含砾岩和硅化木,层理以板状交错层理为主。旋回上部由粉砂岩和泥岩组成薄层五层,具小型交错层理,砂纹层理和水平层理。遗迹化石丰富。可见冰雹痕、炭屑。

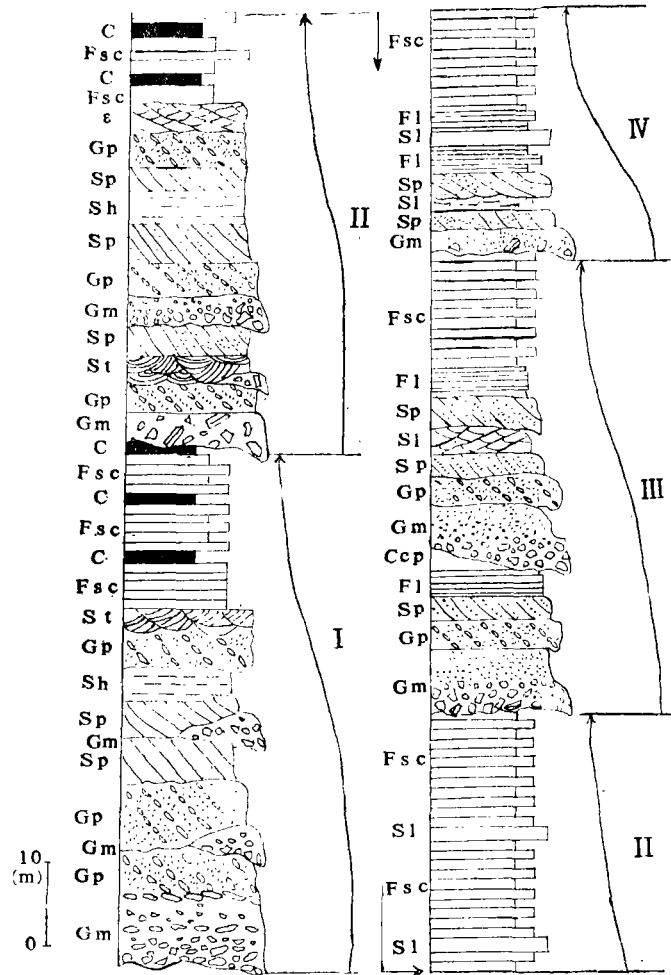


图1 头屯河剖面J<sub>2</sub>t组第1—4旋回柱状图

Fig.1 Lithofacies Column for cycle I to cycle IV of Toutanhe Formation along the Toutanhe valley

## 二、头屯河组河流沉积的特征

### (一) 岩相类型及解释

根据岩性、岩体形态及相互关系、水动力条件、层理的规模和类型以及其它沉积构造,可划分如下13种岩相,其代号主要沿用Miall (1978)的。

1. 块状砾岩相 (Gm) 由透镜状砾岩组成,为块状。砾石杂乱分布,富含泥砾和硅化木。

此相包括两种类型。厚度较大,侧向延伸10m以上,出现在每个旋回底部的砾岩为河道充填砾岩。洪水期水流加宽,河道加深,底负载搬运活跃,细粒物质不断地被带走,

而粗粒的砾石则滞留在河床底部,呈透镜状产出。泥砾由水流切割凹岸而来,硅化木意味着河间地区有森林分布。

另一种砾岩厚约 1 m,侧向延伸几米,侵蚀充填在大型板状交错层理之上。此种透镜状砾岩被认为是高流量时一部分水经点砂坝表面,在其上冲刷出流槽而形成的流槽底充填砾岩。

2.具板状交错层理的砾岩相(G<sub>p</sub>) 由砂质砾岩或砾质粗砂岩组成。砾石沿一定倾斜方向排列成大型板状交错层理。层系厚不超过22m,无论在一个层系或细层内,从下到上粒度逐渐减小。

此相被解释为点砂坝侧向迁移形成的。河水在河道中呈螺旋状前进,并不断对外岸进行冲刷侵蚀作用。又由于横向环流将河流中的碎屑带到内岸沉积下来,形成宽阔的边滩。底流在向凸岸的侧向运动中的强度是逐渐减弱的,因而引起了搬运物的机械分异作用。在边滩下部沉积较粗的砾石,在边滩上部则沉积较细的砂质。每个细层底部的砾石富集就代表一次洪水作用。层系厚度近似于水深(A.Arche, 1983)。

3.大型槽状交错层理砂岩相(St) 岩性主要为中—粗砂岩,含砾石,底部常为冲刷面。一组槽状交错层系(图版 I、1)系边滩上部脊线弯曲的砂丘向下游迁移形成的。从单个槽状层系的形态和侧向不对称的槽状前积层说明砂丘是新月型的。槽的轴向代表古水流的方向。

另一种两侧对称的孤立槽状交错层理(见图版 I、2)系点砂坝上部的侵蚀充填作用形成。

4.大型板状交错层理砂岩相(S<sub>p</sub>) 岩性由分选较好的中砂、粗砂岩组成,含砾石。板状交错层细层一般为 2—5 cm,倾向 25—30°,细层底部往往是收敛的,而顶部则被侵蚀(图版 I、3)。

该相为点砂坝上部的横向直脊砂垅向下游方向迁移形成或为旋涡砂坝的产物。在平行水流方向的断面上,其纹层的倾向大致相同,倾向反映了底部水流的局部方向。

5.ε-交错层理相(ε) 这是一种不很普遍,但非常重要的层理,仅见于第 1、2 旋回砂体中。层理是由碎屑的粒度变化形成的,粒度变化是从极粗砂→粗砂→中砂(图版 I、4)。其层系由四级界面组成(图 2),在一级、二级界面上发育有冲刷面,层系厚 0.5—2.2 m,细层厚 7 cm,其内发育有更次一级的前积层。前积层倾斜方向一致,

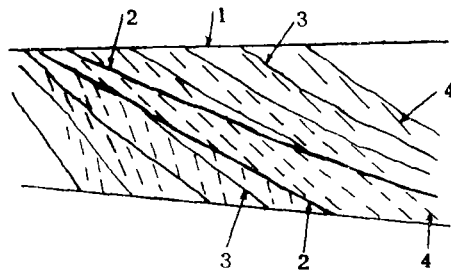


图 2 ε-交错层理示意图(该ε-交错层理具四级界面)

Fig. 2 Sketch of the ε-cross bed (with four-grade boundary surface)

所示方向为局部水流方向。

这种层理为点砂坝表面发生侧向加积的产物。一级界面代表点砂坝的顶底面；二级界面代表点砂坝的侧向加积面；三级界面为上攀下切的侵蚀面。

6. 小型交错层理细砂岩相(S1) 主要发育在粉砂岩和中一细砂岩中,包括小型板状交错层理和小型不清晰的槽状交错层理,层系厚度一般为3—10cm,细层厚3—10mm,常由4—5个层系组成层系组。

此相由点砂坝表面的沙波发生迁移形成,常发育在点砂坝顶部及天然堤沉积和决口扇沉积中。

7. 沙纹层理相(Sr) 主要发育在粉砂岩中。由于粒度变化,植物碎片或云母片的定向排列而显示出各种沙纹层理。有时为断续波状或断续水平状,或相互交错,常与小泥砾、遗迹化石伴生。

沙纹的形成与平均水深关系不大,在深水区和浅水区都有可能形成。此相常出现在点砂坝顶部、天然堤和岸后湖泊等环境中。

8. 平行层理砂岩相(Sh) 平行层理见于细砂岩和中砂岩中。层理面上显示出清楚的方向性线理。在点砂坝顶部,当流动深度减小和流速增加时,砂垅的波长逐渐加大,波高逐渐减小,最后形成平坦床砂,保存在地层中就形成平行层理。

9. 水平层理粉砂岩相(Fl) 见于粉砂岩中,常与砂纹层理伴生。其特点为细层与层面平行,细层厚1—2mm。此相是在水流极为缓慢,低能量的环境中垂向加积形成的。常出现在天然堤、洪泛平原环境中。

10. 河道塞(Cp) 河道塞主要的粉砂质泥岩,岩体为薄透镜状,通常是夹在两层透镜状砾岩中间,顶部被侵蚀切割(图版I、5)。泥岩中常发育有水平层理,偶见炭屑沿水平层理面分布。笔者认为在河道发育过程中,由于流槽截直作用使旧河道被废弃。洪水期河水溢出新河道,流经旧点砂坝,将悬浮载荷带到离新河道较近的旧河道,并沉积下来,形成泥塞。新河道又重复凹岸崩退,凸岸沉积,使新河道的位置逐渐移到旧河道的位置上。新河道侵蚀切割废弃的河道泥塞,在此之上又发育了一套河道点砂坝沉积。

11. 流槽塞(Ccp) 流槽塞的形态及特征与河道塞十分相似,但不直接与滞留砾岩接触,而出现在上部点砂坝沉积的一大套砂岩之上(图版I、6)。流槽塞底部具冲刷面,含砾石和泥砾,并含大量植物化石。此相被认为是洪水期在上部点砂坝冲刷形成的流槽冲刷和后期的流槽废弃充填沉积。

12. 古土壤(Psc) 由灰绿色,绿黄色紫红色泥岩组成,夹有劣煤层。植物根发育,并破坏了原生层理。此外,钙质结核、粘土包壳也是古土壤发育的标志。劣煤、植物根形成于地下水水位高,长期被水淹没的泛滥平原河漫滩沼泽环境。钙质结核与粘土包壳则是在地下水水位较低的洪泛平原中,由于地表水向下渗流形成的。

## (二) 岩相序列

图1为第1至第4旋回原始岩相序列。从这个原始的地层剖面很难看出相转化的规律。因此,利用R·C·Selley(1970)的矩阵转换方法,得到了该区的相关系图(图3)图中实线表示高正值,即实线代表实际相变,它比随机相变更常出现。虚线表示低正值,

即代表比随机稍微经常一些的相变。根据相关系图就绘制出该区河流环境的相模式图 (图 4)。在进行数据处理时, 没有考虑河道塞和流槽塞相, 绘图时考虑到这两相虽然不

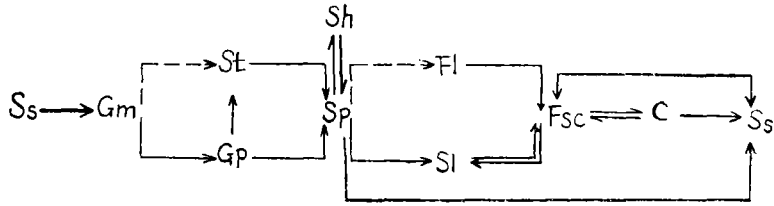


图 3 第 1 至第 4 旋回的相关系图

Fig.3 Facies relationship for cycle I through IV cycle

很普遍, 但有特殊意义, 因而也编绘到模式图中。该模式图与 Allen (1963) 的老红砂岩模式基本相似, 唯更复杂, 沉积构造更丰富。砂体内部不是简单的向上变细序列, 常出现砾岩透镜体或复杂的冲刷面之上粒度变粗现象。模式图中在粗组份上部出现板状交错层理, 以及该区发现的  $\epsilon$ -交错层理均为典型的曲流河沉积特征。

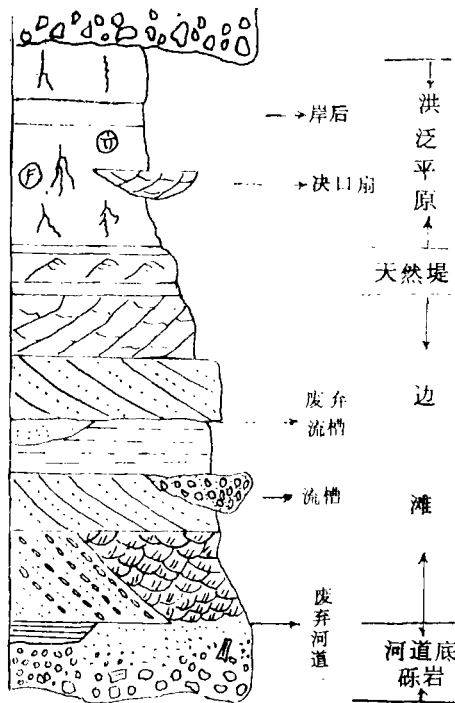


图 4 本区河流沉积的垂向相模式图

Fig.4 Vertical facies model for fluvial deposits in the studied area

### (三) 砂体的内部结构, 几何形态及砂泥比

砂体内部不具明显的向上变细层序。由于岩相变化很快, 冲刷构造特别频繁, 砾岩和泥岩透镜体也很发育, 反映当时的河流具有流速大、流动不稳定、经常改道、水浅、

### 物源丰富的特点

由于露头限制, 该区砂体在平面上的形态无法确定, 但在剖面上却一目了然, 主要呈板状, 板状-透镜状或透镜状, 在砂体顶部, 堤岸沉积很发育, 旋回下部的砂岩与旋回上部的泥岩之比从 2 : 1 到 1 : 3 均可出现。

### (四) 粒度曲线特征

砂岩粒度分析的概率曲线以点砂坝型的两段式为主, 与现代曲流河沉积的曲线类型相似。

### (五) 古流向

本文通过交错层、扁平砾石和树干化石所指示的方向来确定古流向。在所测 15 个点中, 12 个点的优选方向集中在  $260^{\circ}$ — $31^{\circ}$  之间 (图 5)。综合区域地质资料, 侏罗纪时,

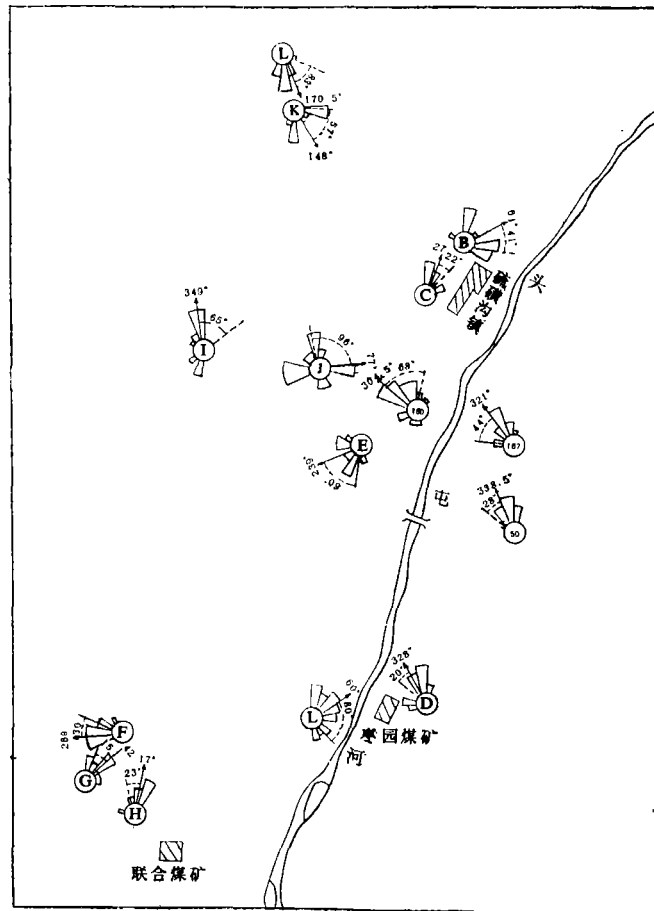


图 5 硫磺沟地区头屯河组古流向分布图

Fig. 5 Roses showing paleocurrent divergence of Toutunhe Formation in studied area.

天山已隆起成为山系。因此, 河流总的流向是从南往北, 沉积物来源于南面的天山。

### 三、重塑古河道形态和古流水参数

根据Schumm(1978)的方法,计算古河道形态及古流水参数需下列基本参数:

W——满岸流宽度;

D——满岸流深度;

Sc——粉砂和泥在河道沉积中的百分含量;

Sb——粉砂和泥在河岸沉积中的百分含量;

Sb可从露头剖面测量获得。Sc是利用薄片统计获得,满岸流深度D即是野外观察到的e-交错层理的厚度,若不存在e-交错层理,则以侧向加积形成的G<sub>p</sub>相大型板状交错层理的厚度来代替河水深度。满岸流的宽度则是利用下列方程来计算的。

$$W = 6.8D^{1.34} \quad \text{Leeder (1973)}$$

第1旋回砂体中发育了6个e-交错层理单元,单个e-交错层系的厚度为0.6—2.0m,平均为1.5m,代入上式得出满岸时河流深度为12.7m。从该旋回河道沉积的25个薄片中共统计了1500个颗粒,粉砂和泥的含量占4%,而河岸沉积中粉砂和泥的含量却大于90%。第2旋回砂体中除顶部发育了很好的e-交错层理外,中、下部均发现很多G<sub>p</sub>相的大型板状交错层理和不清晰的e-交错层理,而且从下往上层系厚度逐渐减小,其交错层从系的厚度从1.78m,1.69m减小到0.92m,计算得出宽度分别为16.5m,15.26m,5.98m。从三层的薄片粒度统计发现粉砂和泥的含量分别为6%,5%,5%。此旋回的河岸沉积除决口扇外,全部由粉砂和泥组成,因而Sb=95%。第3旋回板状交错层理特别发育,层系厚度变化很大,最大的板状交错层理厚度为2.2m,计算得出宽度为22.9m。根据薄片统计的结果,Sc=6%,此旋回的河岸沉积全部由粉砂和泥组成,因而Sb=100%。

将各旋回W、D、Sc和Sb的数据代入Schumm(1960,1963,1968)、Cotter(1971)、Eicher(1969)和Hack(1957)等人的有关方程就可求出表1所列的头屯河组古河道形态和水流特征诸参数的值。

表由1可见,第1旋回到第3旋回,河流逐渐加深,并加宽,河道的弯曲度、河流流的长度和直率半径也有逐渐增加的趋势,但河道的坡度逐渐减小。说明河流的规模越来越大,河床也逐渐变得更稳定,河道变缓,流速变小,年平均流量增加,床砂载荷逐渐减小,悬浮载荷逐渐增加。这些特征表明第3旋回的河流比第1旋回的河流更靠下游一些。第3旋回粗组份沉积砾石较少,平均粒径较细,没有大量的硅化木也说明了这一点。这与当时的气候和构造活动是分不开的。

在第3旋回内部,河道的演变恰好相反。从下往上河流深度、宽度、弯曲度、弯曲半径,河流长度都逐渐减小,河道的坡度加大,年平均流量减少,床砂载荷增加,悬浮载荷减少。河道这种演化是由于当时构造运动强烈,河流发源区不断隆起上升,气候向干旱转化,降雨量减少所致。

表 1 头屯河组第 1 至第 3 旋回古河流形态与古水文特征

Table 1 Palaeogeomorphology and palaeohydrology data for cycle I to cycle III of Toutanhe Formation

	代 号	单 位	第一旋回	第二旋回			第三旋回
				下 部	中 部	上 部	
河流深度	D	米	1.5	1.78	1.69	0.92	2.20
河流宽度	W	米	12.7	16.5	15.26	5.98	22.90
河道沉积中粉砂和泥的百分含量	Sc	%	4	6	5	5	6
河岸沉积中粉砂和泥的百分含量	Sb	%	90	95	95	95	100
沉积负荷参数	M	%	13.21	15.44	15.01	12.58	16.49
宽/深比率	F		15.69	13.27	13.68	16.55	12.35
弯 曲 度	P		1.66	1.74	1.73	1.64	1.77
年平均洪水	Q <sub>ma</sub>	立方米/秒	30.03	54.56	41.12	18.20	74.34
平均年流量	Q <sub>m</sub>	立方米/秒	0.47	1.09	0.86	0.06	2.73
河道坡度	S	米/公里	1.74	1.25	1.36	10.59	0.91
河弯波长	L	米	484.62	864.02	247.35	115.19	342.2
流动速度	V	米/秒	3.79	2.06	2.1	3.8	2.04
流 域	Ad	平方公里	42.61	99.25	78.24	5.62	249.46
河流长度	L <sub>s</sub>	公里	12.09	20.08	17.41	3.766	34.91
弯曲半位	R <sub>m</sub>	米	47.79	66.51	66.51	21.75	95.23
床沙载荷的百分含量	B <sub>p</sub>	%	4.16	3.56	3.66	4.37	3.36

注：计算时将其美制单位换算成了公制单位。

#### 四、古河道的类型

上述的计算结果表明本区的古河流与现代英国柴郡的Dane河十分相似(J. M. Hooke, 1983)。古河道沉积物搬运以混合载荷为主, 属于混合载荷河道。这类混合载荷冲积体系具有较多的洪泛盆地沉积, 包括洪泛平原沉积的泥岩和粉砂岩、岸后沼泽的煤、钙质泥岩和泥岩。以剖面的垂直总厚度计算, 砂岩所占的百分含量为20—30%, 沿现代头屯河两岸砂岩所占的百分含量可达40%。由于河道沉积的垂向重迭, 沿主要古河道轴位置的砂岩的百分含量要高(Edwards, 1983), 因此现代头屯河的位置可能正好是古代头屯河经过的位置。由于决口扇和天然堤沉积, 在河道的翼部也有砂质沉积。

综上所述, 本区中侏罗世晚期的河流为浅水、急流、流量变化大的永久性蛇曲河流。由此笔者总结出了该区头屯河组蛇曲河的理想模式图。



## 结 论

本区的古河流为从南往北流动。根据现有经验公式计算，河流深度为1—2.2m，宽度不超过23m，流速为每秒2m至每秒4m，弯曲度为1.6—1.8，沉积物搬运是以混合载荷为主的蛇曲河流。该区古河道的典型特点是河流长度不大，在几十公里内就进入湖泊，河道不稳定，经常发生改道。正是这种特殊的性质造成该区河流沉积具有岩石成份成熟度低，岩相复杂，砾岩、泥岩透镜体发育，冲刷构造频繁出现的特点，因而具有该区特殊的沉积模式。

Suhumm关于水流和河道特征的方程，是基于美国大平原和澳大利亚Riverine平原诸河流的数据得出的。普遍运用这些方程是有问题的。但笔者的经验证明在得出地质上和水文上更适合于本区的数量公式以前，Schwmm的方法是可用的，因而能得出符合地质分析的河床和水流的变化趋势。

收稿日期1986年9月9日

## 参 考 文 献

- Edwards, M.B. 1983, Jour. of sed. petro. V. 53, No.4, p.1261-1270.
- Ethridge, F.G. and Schumm, S.A. 1978, Reconstructing palaeochannel morphologic and flow characteristics: methodology, limitation and assessment. In Miall, A.D. ed, Fluvial Sedimentology, p.703-721.
- Haszeldine, R.S. 1983, Jour of sed. petro., V. 53, No. 4, p.1233-1247.
- Miall, A.D. 1978, Lithofacies types and Vertical profile models in braided river deposits: A Summary, In Miall, A.D. ed., Fluvial Sedimentology.
- Plint, A.G. 1983, Sandy fluvial point-bar sediments from the Middle Eocene of Dorset, England, In Collinson, A.D. ed., Modern and Ancient Fluvial Systems, p.355-368.

## DEPOSITIONAL FEATURES AND PALAEOHYDRAULIC CONDITIONS OF THE FLUVIAL SEDIMENTS OF TOUTUNHE FORMATION, MIDDLE JURASSIC, IN SOUTHERN CHANGJI PREFECTURE, XINJIANG

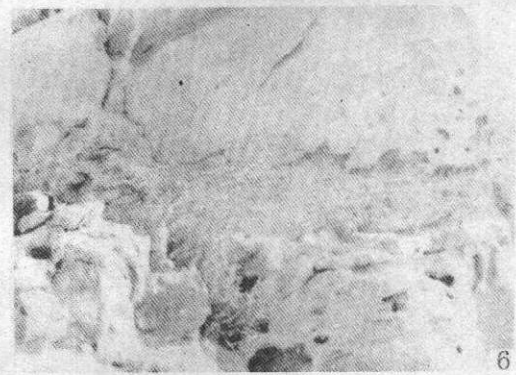
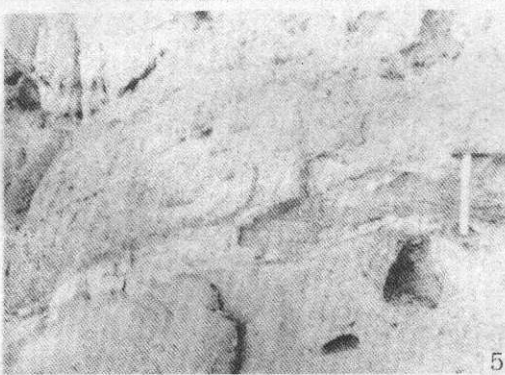
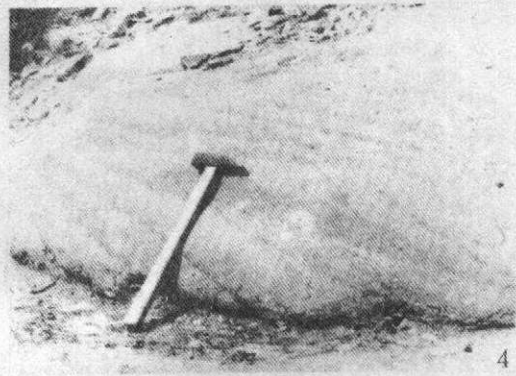
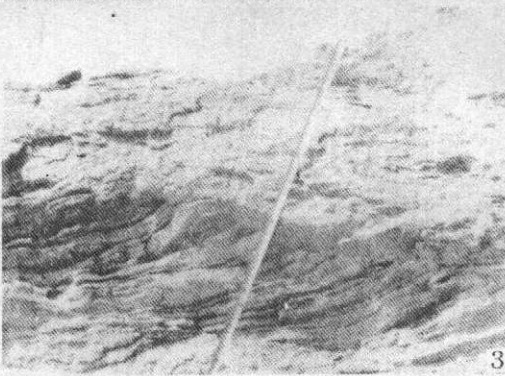
Yang Chao      Zhao Xiafe

(Chengdu College of Geology)

### Abstract

Sedimentary Environments of the Toutunhe Formation in Southern Changji Prefecture, Xinjiang, have been systematically investigated by field observation and using the techniques of thin-section examination, X-ray diffraction, scanning electronic-microscopy, cathodoluminescence micro-copy, stable isotope analysis, grain-size analysis, mathematical statistics, etc. From southern to northern part of the studied area, Toutunhe Formation is represented by a succession of fluvial, deltaic and lacustrine deposits. At the Sulphur Valley section, the fluvial facies-association comprises four cycles each of which consists of a lower coarse member and an upper fine member. 11 lithofacies have been distinguished from these cyclic sediments: (1) Massive conglomerate facies (Gm), for which thicker beds situating at lower part of the cycle and stretching laterally in a distance more than 10m are referred to lag deposits and thinner conglomerates laying in the scour hole on top of large-scale tabular cross-bed sandstones are assumed to be chute fill. (2) Tabular cross-bed conglomerate (Gp) is produced by lateral migration of point-bar. (3) Large-scale cross-bed sandstone facies (St)- those with multiple sets might be produced by the migration of sinuous-ridge dunes at the upper part of point bar and those with solitary set by filling-up of scour hole. (4) Large-scale tabular cross-bed sandstone facies (Sp) are produced by sand bar or scrollbar. (5) -cross-bedding sandstone facies (e) with four-grade boundaries, It is evidence of lateral accretion of point bar. (6) Smallscale cross-bed fine-sandstone facies (Sl). (7) Ripple-bedded siltstone facies (Sr) occur at the top of point-bar, on natural layee and in oxbow lakes. (8) Channel plug silty mudstone facies (Cp). (9) Chute plug facies (Ccp) and (11) Paleosol facies (Psc) of mottled mudstone is intercalated with low-quality coal seams. The vertical facies-relationship and facies-model have been worked out by using Selley's (1970) technique of transform matrix. The model is similar to that of the Old Red Sandstone (Allen, 1963) but even more complex. Inside the sand-bodies of Toutunhe Formation no simple upwards-fining sequence is found, instead, up-

wards-coarsening often occurring on the basal scour surface of the conglomerate lenses. The presence of tabular cross bedds at upper part of the coarse members and the occurrence of  $\varepsilon$ -cross bedds suggest typical meandering river deposits. Besides, the rapid facies-change, frequent scour structures and abundant conglomerate and mudstone lenses might suggest that the corresponding rivers were characterized by shallow water, high flow-velocity, unstable currents and ample detritus supplies. The Paleocurrent directions from measurements of cross-bedds, oblate gravels and logs show a preferred azimuth between  $260^\circ$  and  $61^\circ$  which coincides well with the regional transport-direction North to Tien-Shan Mountain. Parameters of channelgeomorphology and hydraulics for cycle 1-3 have been worked out by employing the equations of Schumm (1960, 1963, 1968), Cotter (1971), Eicher (1969) and Hack (1957). They suggest that during the period of cycle 1 to that of cycle 3, the corresponding rivers were getting deeper and broader and their channel sinuosity, length and curvature radius getting greater, but the channel slope getting smaller. These implicate a tendency of increasing river scale, channel stability, annual mean discharge and suspended-load and decreasing flow velocity and bed-load. It is obvious that the rivers of cycle 3 were approaching more to the lower reach than that of cycle 1 and 2, owing to the influence of climates and tectonic movements. But the innercycle-3 rivers evolved in an opposite way, i.e., from former to later stage, the rivers were decreased in scale sinuosity and suspended-load but increased in slope and bed-load, which might be explained by an uplifting source area and a drier climate. It is presumed that the ancient Tountunhe river is similar to the modern Dane River in Great Britain. Both are of mixed-load channel types.



1. 大型槽状交错层理砂岩St 2. 冲刷充填形成的大型孤立槽状层理 3. 大型板状交错层理砂岩Sp 4. 第II旋迴顶部的ε—交错层理 5. 两层透镜状砾岩夹泥岩透镜体, 泥岩具水平层理, 并被上伏砾岩侵蚀切割, 为废弃河道沉积 6. 点石坝层序中夹的泥岩透镜体, 泥岩具水平层理, 内部有植物碎片, 为废弃流槽沉积

136-3