

文章编号: 1000-0550(2001)04-0501-05

# 大同盆地中侏罗世河流沉积体系及古河型演化<sup>①</sup>

王随继

(中国科学院地理科学与资源研究所 北京 100101)

**摘要** 通过对大同云冈出露的部分中侏罗统的沉积物特征、沉积构造特征、岩相和结构单元的研究,识别出该剖面是由下伏的曲流河沉积体系和上覆的辫状河沉积体系组成的。由此认为研究区在中侏罗世早期为曲流河沉积环境,此后开始转化为辫状河流沉积环境。河型的转化受制于流域基底差异抬升的影响,而流域气候由湿润向半干旱—干旱的转化也起了促进作用。

**关键词** 曲河流 辫状河 沉积体系 沉积环境 河型演化

**作者简介** 王随继 男 1966年出生 理学博士 副研究员 沉积学、地貌学专业

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

## 1 剖面位置及地层概况

研究区位于大同市云冈镇晋华宫煤矿(图1),此处呈东西走向的十里河以及与之基本垂直的沟谷对近地表地层强烈切割,以及公路和铁路开挖过程中揭露的地层,成为研究沉积地层的理想剖面。对上述露头上标识古流向的构造的实测,得出平均古流向为 $187^\circ$ 。

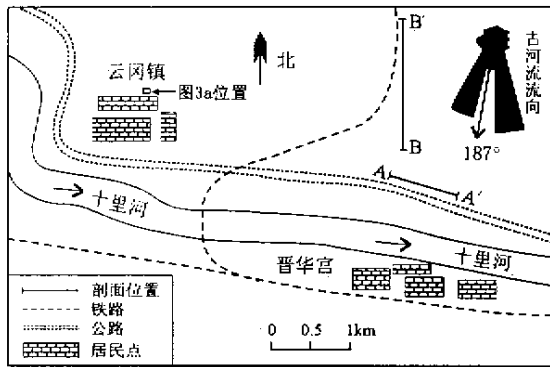


图1 剖面位置及古河流流向

Fig. 1 Location of sections and direction of paleo-flow

云冈地区的侏罗系分为下统永定庄组、中统大同组和云冈组(上统被剥蚀)。陈庸勋等<sup>[1]</sup>认为,下侏罗统属于平原型河流沉积,而中上侏罗统为山间型河流沉积。因限于当时的研究条件,对河流沉积环境和河型演化并未作更深入的探讨。此后,很少有人去研究这套沉积物。

该研究的目的是要通过对目标层段的沉积物、沉积构造、相序和结构单元等的分析,从而确定当时的河流类

复当时的沉积环境及追溯其演化史,把对该区的沉积学研究推向深入。

## 2 岩相及成因

横剖面 A—A' 是一条公路的开挖面,走向为 $120^\circ$ ,长约 350 m,出露最厚处达 15 m。对该剖面进行了小间距测量:从西向东每隔 10 m 布设一个纵测线,以测定岩性及其厚度、沉积构造和各级侵蚀面特征等。共测量 34 个柱剖面,识别出 11 种岩相<sup>[2]</sup>,其特征描述和成因解释见表 1。

在该横剖面中东部,以各种粗砂岩相,尤以具有大型槽状交错层理的粗砂岩相最常见,各种砾岩相次之(图 2a)。在剖面西段 110 m 长的范围中,最下层连续分布着具有“e”交错层理的侧积砂岩相(图 2b),出露厚度仅 1 m 左右,但侧积面清晰,顶部为平行层理或块状层理砂岩相,局部与槽状交错层理砂岩相相接触,但侧积砂岩相的顶部未见收敛现象,都表现出被流水削截的现象;也在该段,泥岩和粉砂岩较厚,所占比例也较高,出露于上部具有槽状交错层理和下部具有平行层理或侧积层理的两层粗砂岩之间,侧向连续,顶部为一明显的冲刷面。其中夹有几层细砂岩,可见一个下凹上平的决口河道砂岩体。

## 3 典型相序分析

### 3.1 以河道砂岩体为主的相序特征

这类剖面的岩性特征主要表现为以粗砂岩和细砾岩为主,中细砂岩少见,粉砂岩和泥岩含量很少。如在

<sup>①</sup> 中国科学院地理科学与资源研究所知识创新工程领域前沿项目(CX10G-A00-05-01)资助

表 1 大同盆地云岗中侏罗统横剖面 A—A' 的岩相类型及特征

岩相代码	岩相	沉积构造	成因
Gm	块状砾岩	块状层理	河道滞留沉积物
Gt	具槽状交错层理砾岩	槽状交错层理	河道充填
Ge	侵蚀面上的泥砾	无层理	冲刷面滞留沉积
Sm	透镜状中—粗砂岩	块状层理	决口河道填积
Sl	具大型槽状交错层理的含砾中—粗砂岩	槽状交错层理	沙浪或沙丘等床型 迁移形成(低流态)
Sp	具板状交错层理的砂岩(含砾)	板状交错层理	直脊或微弯脊沙浪 等所产生(低流态)
Sl	侧积交错层理砂岩相	“ε”交错层理	河道侧向迁移而形成
Sst	具小型槽状交错层理的中—细砂岩	小型槽状交错层理	沙垄等所形成
Sr	具波状层理的极细—粗砂岩	各种波状构造	沙波迁移的产物
Sh	具平行层理的细—粗砂岩	平行层理	运动平底床型迁移的产物 (高流态)
Fsc	粉砂岩、泥岩	纹层状或块状层理	泛滥平原沉积

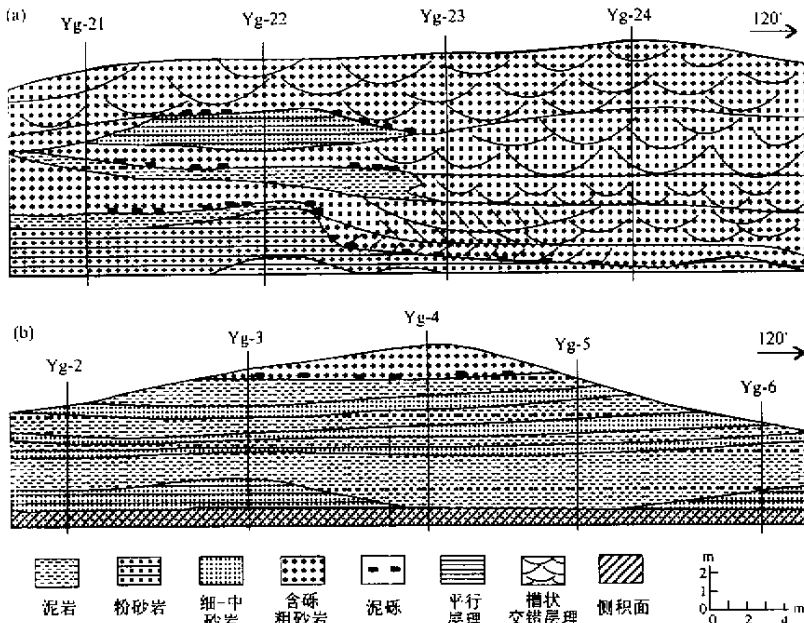


图 2 大同盆地中侏罗统辫状河(a)和曲流河(b)沉积特征对比

Fig. 2 Comparison of braided(a) and meandering(b) sedimentary characteristics of Middle Jurassic Series in Datong Basin

剖面 yg—24 中,砾岩占出露地层总厚的 64%,粗砂岩占 33%,粉砂岩和泥岩仅占 3%。沉积构造以大型槽状交错层理为主,局部可见小型槽状交错层理和平行层理以及波状层理等。冲刷面常见,其上常见细砾岩、泥砾,表明河流的水动力较强。相序上主要呈现细粒岩性常常缺失的不完整正韵律。这类河道沉积砂体基本上表现出辫状河流的沉积特征,具有大型槽状交错层理的砂岩是辫状河流的河道砂体,泥岩和粉砂岩则是辫状河流泛滥平原上的沉积体。图 2a 所示的剖面

显示了辫状河流沉积物叠置在曲流河天然堤粉砂岩和泛滥平原泥质物之上,辫状河道底部是高低不一的 5 级侵蚀面,侵蚀面上泥砾沿原始交错层理面分布。根据 Markov 链分析所揭示的岩性优势转换方向有三类:粗砂岩—中砂岩—粗砂岩的交互韵律,砾岩—极粗砂岩—泥岩的不连续正韵律,以及粗砂岩—细砂岩—粉砂岩—泥岩的正韵律等<sup>[2]</sup>。

### 3.2 以泛滥平原和决口扇沉积为主的相序特征

这类剖面的岩性特征主要表现为以较厚的泛滥平

原泥质沉积物和以较薄的决口扇细砂岩沉积物为主,其底部主要为河道沉积的中~粗砂岩。在剖面 yg—4 中,泥岩占地层出露总厚度的 54%,粉细砂岩和中砂岩分别为 18%和 19%,粗砂岩占 9%。从相序来看,底部为发育侧积面的河道砂岩,向上逐渐变细。具有侧积面的砂岩体是曲流河道砂体(图 2b)。类似的点坝沉积在云岗石窟地段也有发现(图 3a),该点坝出露规模很小,右侧为石炭,中部为河道泥质填充沉积,河道深度约 1.5 m,表明它是规模很小的弯曲河道的沉积产物,可能是一个决口的曲流河道沉积物。多期点坝沉积物在横剖面 A—A'的 yg—8~yg—9 二测线间有所揭示(图 3b)。泥岩、泥质粉砂岩是曲流河泛滥平原沉积物,粉砂岩和粉砂质细砂岩是曲流河的天然堤沉积物,而侧积层理非常发育的中—粗砂岩相是曲流河点坝沉积物。

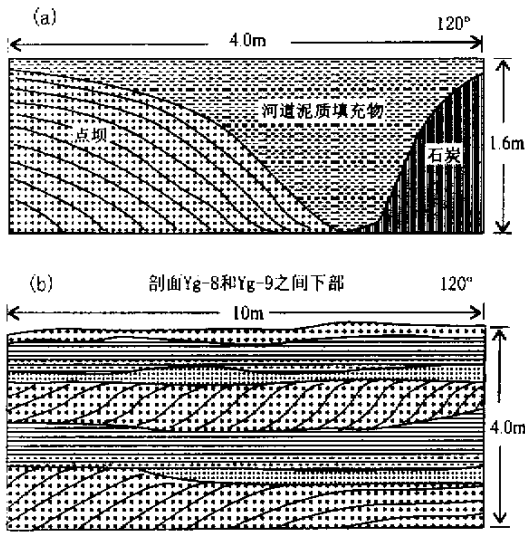


图 3 点坝沉积

(a) 小型点坝 (b) 大型复合点坝

Fig. 3 Point bar sediments

(a) minitype bar ;(b) large complex bar

## 4 沉积构造特征

横剖面 A—A'上出现的沉积构造在表 1 都已提及,但在纵剖面 B—B'上(图 1),存在几种特殊的沉积构造:前积槽状交错层理、前后积交错层理和梭状交错层理(图 4)。

**前积槽状交错层理** 与横剖面相比,纵剖面中的槽状交错层理更平缓、不对称,其层系的底部向下游收敛,层系的顶界为上一层系的截切面,此处纹层最厚,纹层单元常显示上游厚、下游尖灭且中部下凹的似楔状体,几乎均只显示槽状层系的前积层(图 4a)。这实际上表明了流沙在以沙垄或沙丘向下游迁移前积的同

时削截前一沙垄或沙丘前积层的上部,而本身所形成的前积层顶部也被后一沙垄或沙丘所削截。这类交错层理可以称作“前积槽状交错层理”。一般仅见于平行于河流流向的纵剖面中,属于低流态产物。

**前后积交错层理** 在剖面 B—B'的 z—7 测线底部,交错层理的前积层和后积层不规则交替分布,前者的上游端、后者的下游端都受到后续流水的冲刷削截(图 4b)。这表明流速变化频繁,前积和后积交错层理分别是对低流态和高流态的沉积响应。

**梭状交错层理** 在平行于流水方向的剖面上可见,整个层系由顶部似平行层理、中部似“前积”层理和底部似平缓的斜层理三部分构成,在顶、底两端均有所收敛,形状上似梭(图 4c)。实际上,这是一种发育不完整的“ε”交错层理,是辫状河流的某分支河道短期侧移形成的侧积砂岩体。

上述比较特殊的交错层理仅见于辫状河流沉积体系中。

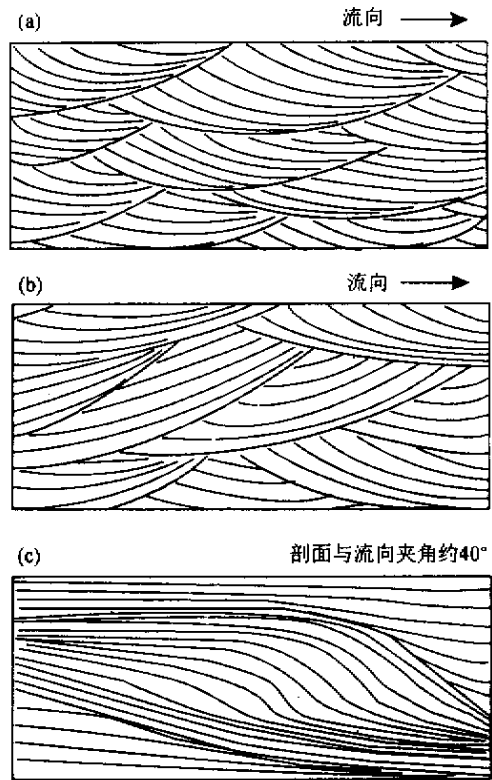


图 4 纵剖面中一些特殊交错层理

(a) 前积槽状交错层理;

(b) 前积、后积不规则交替的交错层理;(c) 梭状交错层理

Fig. 4 Some unusual cross bedding

(a) trough foreset ;(b) irregular replacement of foreset and backset ;

(c) shuttle-shape cross bedding

## 5 结构单元分析

在大同云岗中侏罗统有关河流沉积剖面上可以识

别出 5 级以下的各类床形界面。根据岩相组合分析、构造分析和有关床形界面级别,可以识别出 8 类结构单元(表 2)。

从以上的剖面描述及结构单元的分析中可见,研究区存在曲流河体系和辫状河体系,而且,曲流河发育较早,即该区在中侏罗世曾发生过辫状河替代曲流河的事件。

表 2 研究区河流沉积体系的结构单元

Table 2 Architecture elements of fluvial depositional systems in the study area

结构单元	分布	几何形态	解释
砾质坝	见于大型冲刷面上	不规则	河道滞留沉积
辫状河道单元	多次叠置的砂岩席	席状,单层厚度 2~4 m	辫状河道沉积
小型河道单元	见于 yg-8 测线	下突上平的透镜体状	小型串沟沉积物
废弃河道单元	宽 4 m,高 0.6 m	呈下突的透镜体产出	废弃水道泥质充填
侧向加积单元	yg-1~yg-10 测线间	层状,侧积面偶见薄泥层	曲流点坝侧积体
泥~粉砂岩纹层	在点坝侧积层之上	厚度不均匀的层状	曲流河天然堤沉积
越岸细粒沉积	在 A-A' 的左部发育	厚层状	泛滥平原沉积
煤炭层堆积单元	局部出露于河道砂岩侧部	冲刷残余 0.5 m 厚层状	曲流河沼泽堆积物

缘,形成多层煤层,说明沼泽化周期发生,气候较为温暖潮湿,该期末,含煤地层顶部出现区域不整合,表明该区基底曾发生过抬升运动,使得部分地层被剥蚀。中侏罗世中期( $J_2^2$ ),在经历了不整合面上的分隔性河流的沉积充填之后,再度呈现统一的大型拗陷,这时,气候逐渐变得干旱,该期的沉积地层很少含煤。中侏罗世晚期( $J_2^3$ ),大同盆地已经处于剥蚀状态<sup>[5]</sup>。

研究区的大同组( $J_2d$ )属于中侏罗纪早期地层,其中煤层极为发育,说明当时的河流系统中局部发育沼泽环境,这可能是曲流河或网状河流系统的微环境,但是,因研究区处于古鄂尔多斯盆地的边缘,坡降条件不适宜发育网状河流,因此它是曲流河泛滥平原上的局部沼泽环境,是对潮湿气候<sup>[1,5]</sup>的响应。

云岗组( $J_2y$ )形成过程中,鄂尔多斯盆地的构造由西部挤压为主转化为东部挤压为主,从而引起大同地区的差异性区域抬升,使得地面坡降增大,同时,气候条件变为半干旱—干旱<sup>[5]</sup>,使原来适宜于曲流河和沼泽湿地发育的条件发生了根本变化,曲流河逐渐转变为辫状河。此后,半干旱—干旱气候长期处于统治地位,使得辫状河能够长期存在。在云岗组的下部可见一、二层煤层,上部可见残余煤炭层和曲流河沉积体系,表明气候在朝干旱化方向变化的过程中存在潮湿阶段和构造抬升出现过阶段性间断,使曲流河在一定阶段能够发育,从而形成比较局限的曲流河沉积体系。

通过上述的盆地分析,可以建立如图 5 所示的河流沉积模式,其中(a)表示大同组和云岗组下部的曲流河沉积模式,(b)为云岗组上部的辫状河流沉积模式。显然,该沉积模式图也综合反映了该区中侏罗系世的

## 6 河流发育条件分析

大同盆地在早中侏罗世与鄂尔多斯盆地是统一的沉积盆地<sup>[3,4]</sup>。鄂尔多斯盆地形成于早侏罗世( $J_1$ ),这是由多个规模不等的分隔性较强的洼地或凹陷组成;中侏罗世早期( $J_2^1$ )湖盆扩展,沉积广泛超覆,出现统一的大型聚煤拗陷,现今的大同盆地作为该拗陷的东北

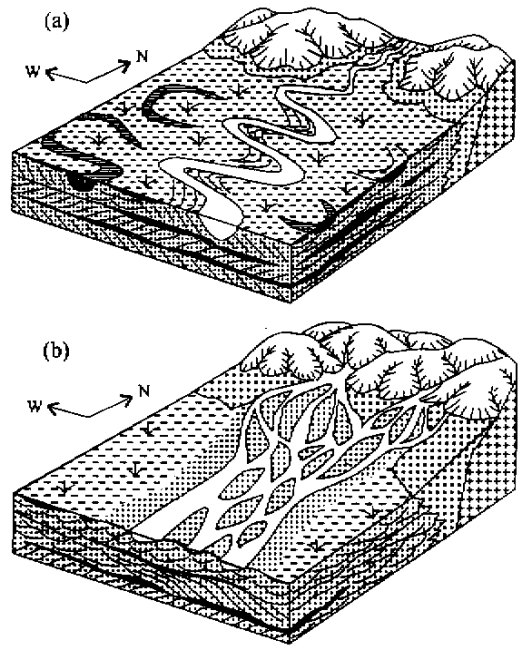


图 5 大同盆地中侏罗世河流体系的沉积模式  
(a) 曲流河沉积模式( $J_2^2$ ) (b) 辫状河流沉积模式( $J_2^3$ )

Fig. 5 Depositional modes of fluvial depositional systems of Middle Jurassic Epoch in Datong Basin  
(a) meandering( $J_2^2$ ); (b) braided( $J_2^3$ )

古河型转化模式。

## 7 结论

大同云冈中侏罗统沉积剖面具有两类特征明显的河流沉积体系——曲流河沉积体系和辫状河沉积体

系。中侏罗世早期( $J_2$ )形成的曲流河沉积体系与煤层共生,反映了潮湿的气候特点;同时,构造运动相对稳定,使得弯曲河流能够长期发育并在其河漫滩上局部形成了沼泽环境。而中侏罗世中期( $J_2$ )该区则出现了辫状河流沉积体系,沉积物粒度较粗,表明沉积区距离物源区较近,反映了物源区的构造抬升作用相对加强;沉积地层中不含煤层,表明植被不发育,反映了相对干旱的古气候条件。河型的转化受到差异构造抬升的增强和气候由湿润向干旱—半干旱转化的影响。

野外工作得到中国地质大学马兴祥副教授和陈立辉硕士的帮助,在此表示感谢。

## 参 考 文 献

- 1 陈庸勋,戴东林.山西省大同地区侏罗系的沉积相[J].地质学报, 1962.321~337
- 2 王随继.不同河型的河流沉积特征比较研究[D].[博士学位论文],北京:北京大学,1998.135
- 3 叶连俊.论华北地台沉积建造[A].岩石学研究(第一辑)[C].北京:地质出版社,1982.1~10
- 4 李思田,程守田,杨士恭等.鄂尔多斯盆地东北部层序地层及沉积体系分析[M].北京:地质出版社,1992.1~12
- 2 程守田,黄焱球,付雪洪.早中侏罗世鄂尔多斯古地理重建与内陆拗陷的发育演化[J].沉积学报,1997,15(4):43~49

# Fluvial Depositional Systems and River Pattern Evolution of Middle Jurassic Series, Datong Basin

WANG Sui-ji

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

## Abstract

There are many outcrops of middle Jurassic Series in the Yungang area of Datong Basin. Some of them are the sections that were cut during road building. Others are the outcrops formed by natural erosion. However, the outcrops are the fine windows to study the depositional system of the Jurassic stratum. Chen et al (1962) only thought that the lower Jurassic Series was deposited by the fluvial river in plain and the upper Jurassic Series was deposited by the river in intermountain, but they did not study the fluvial sedimentary environment and fluvial channel patterns in detail. Few studies deal with the stratum in the study area. In this work we study the paleoflow directions, lithofacies and its dominant transforming directions and architectures element of the main sections.

The sandstone of the outcrops has rich structures formed by ancient river flow. The average paleoflow direction is  $187^\circ$ . Eleven types of lithofacies are distinguished from the sediments at the cross section A—A'. They are Gm, Gt, Ge, Sm, Slt, Sp, Sl, Sst, Sr, Sh and Fsc. The predominant transforming directions of lithology calculated using Markov Chain method are alternative rhythm of coarse-and middle-sandstone, discontinuous normal rhythm of conglomerate and/or very coarse sandstone and mudstone, and continuous normal rhythm from the very sandstone to mudstone. Some unusual cross bedding such as the trough foreset, irregular replacement of foreset and backset, and shuttle shape cross bedding, appeared in some longitudinal sections along the ancient flow direction.

Six architecture elements of fluvial depositional systems are distinguished in the study area. They are gravel bars and bedforms (GB), channels (CH), lateral-accretion macroforms (LA), laminated silt and mud sheet (LS), overbank fines (OF) and coal accumulation (CA). The channel elements (CH) include braided (BCH), meandering (MCH) and abandoned channels (ACH).

Minitype channel sandstone with parallel lateral accretion bedding locally appears at the lower part of the section A—A'. This indicates that the sandstone was deposited by remnant meandering channel. Braided channel sandstone appears fully at upper part of the section. It is obvious that the channel patterns transformed from meandering to braided rivers and the transformation occurred at middle Jurassic Series in the study area.

The channel pattern transformation or the sedimentary environment change from meandering to braided was influenced by the increase of crustal uplift velocity in the upper reach and paleoclimate change from humid to arid-semiarid.

**Key words** meandering river, braided river, depositional system, sedimentary environment, river pattern evolution