

山西省沁水煤田平昔矿区 上石炭统太原组沉积环境探讨

贾炳文 王平泽

(山西矿业学院地质系)

内容提要 本文在较为详细地研究各种沉积标志的基础上,对区内太原组地层的沉积环境进行分析,初步认为:本区太原组地层是发育在晚石炭世华北陆表海边缘的一套以潮坪、三角洲为主体的含煤沉积,主要由陆源碎屑潮坪、高建设性朵状三角洲、高破坏性潮控三角洲及潮下低能带的碳酸盐沉积所组成。

主题词 沉积环境 旋回结构 潮控三角洲 潮成平原 再作用面 太原组

第一作者简介 贾炳文 男 54岁 教授 岩石学

一 概 述

平昔矿区位于山西省东部,沁水煤田能东北边缘。地跨平定、昔阳两县,含煤面积336.5km²,含煤岩系为石炭二叠系。

上石炭统太原组为本区主要含煤地层之一,自K₁砂岩(晋祠砂岩),至8-1煤顶板泥岩,厚90-143.80m,平均厚度120m左右。主要由灰白色、灰黄色砂岩;灰色、灰黑色的灰岩、泥岩、砂质泥岩、粉砂岩及煤层组成(图1)。主要特征如下:

1.太原组地层中陆源碎屑沉积占绝对优势,砂岩、粉砂岩、砂质泥岩及泥岩占本组厚度的82.72%。且自下而上砂岩含量增加,泥质沉积物、碳酸盐沉积减少,说明当时的水动力条件逐渐增强,河流作用加剧,表现了海退型剖面的典型特征。

2.本区共含三层灰岩,自下而上为四节石灰岩(K₂)钱石灰岩(K₃)和猴石灰岩(K₄)。另外8-1煤顶板泥岩具有半咸水至咸水特征,表明本区在晚石炭世时曾发生过四次规模较大的海水入侵。

3.旋回结构清晰,根据岩性、岩相学特征及煤岩层之间的关系可将其划分为四个沉积旋回,每一旋回中都由海相或半咸水的泥岩-砂岩-泥岩-煤层-灰岩(或咸水、半咸水泥岩)。这种现象表明:煤系沉积时地壳作有规律的振荡运动,致使发生大规模的海水进退,形成了不同沉积环境在时间上的规律演化,从而导致了这种具有明显规律性旋回结构的形成。

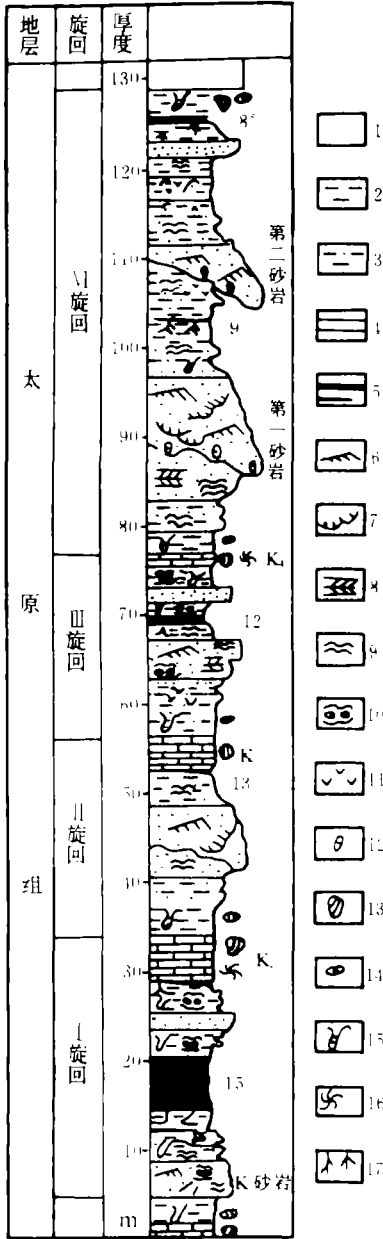
4.组内共含煤14层,含煤系数9.37,说明当时气候温暖潮湿,沼泽广布,是成煤的有利时期。

二 太原组地层的沉积特征及其环境意义

(一) 岩矿特征

1.砂岩: 太原组地层中共发育五层主要砂岩。其岩性类型有长石石英杂砂岩、岩屑石英杂砂岩、长石石英砂岩及石英砂岩。剖面上:自下而上石英含量减少,长石、云母及杂基含量增加,成熟度降低。

2.泥岩: 本区的泥岩,一般都含有数量不等的粉砂质,表现为泥质结构、粉砂泥质结构。偶见海相及半咸水动物化石、植物残体或炭质。差热及X衍射分析泥岩中粘土矿物以伊利石和高岭石为主。在潮坪、前三三角洲沉积及海相泥岩中以伊利石为主,含少量高岭石;而在三角洲平



1-砂岩; 2-泥岩; 3-粉砂岩与砂质泥岩; 4-石灰岩;
 5-煤层; 6-板状交错层理; 7-槽状交错层理; 8-双向
 交错层理; 9-波状层理; 10-透镜状层理; 11-脉状层理;
 12-泥砾; 13-海相动物化石; 14-舌形贝及瓣鳃; 15-潜穴;
 16-动藻迹; 17-根系(下同)

图1 太原组沉积层序

Fig.1 Columnar section of sedimentary sequence,
 Taiyuan Formation in the Pinxi Coal Mining District

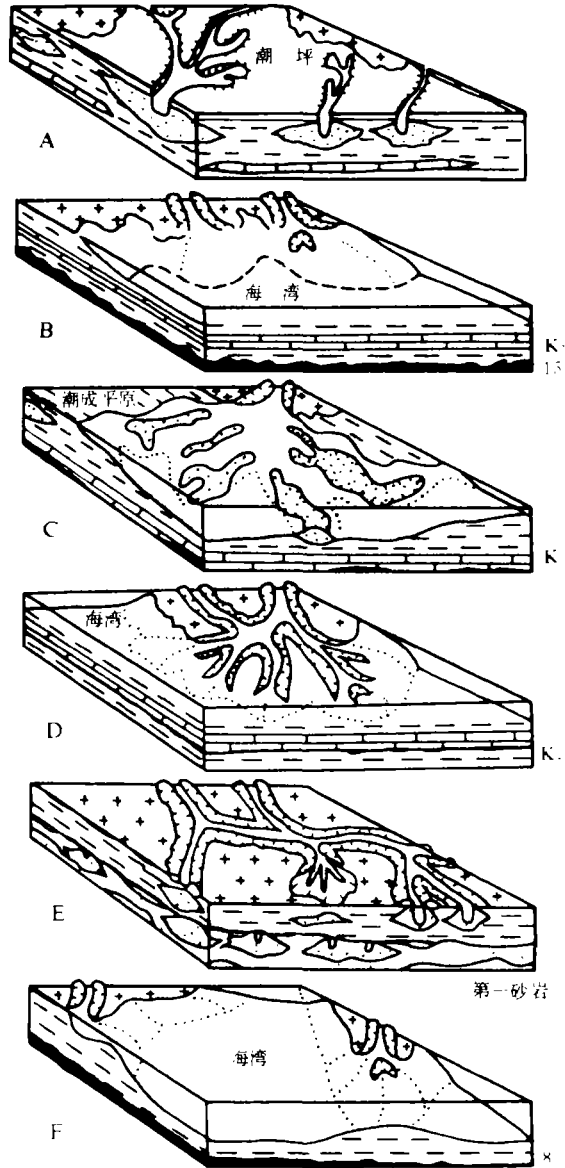
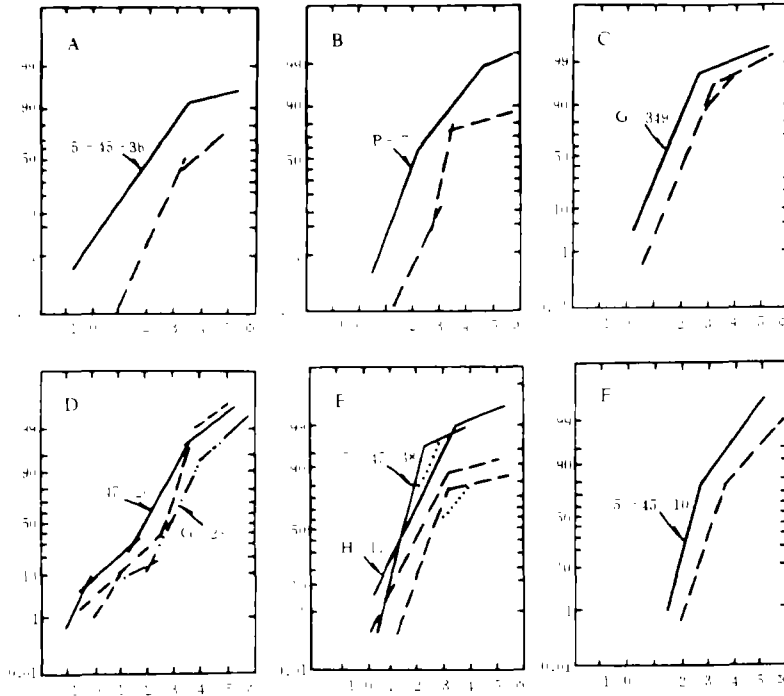


图3 沉积环境演化模式图

Fig. 3 Diagram of evolutionary pattern
 of the depositional environments



A-第二砂岩粒度曲线，虚线为现代美国俄克拉荷马洲阿肯色河道曲线；B-第一砂岩粒度曲线，虚线为受潮汐影响的现代长江三角洲分流河道曲线；C-第一砂岩粒度曲线，虚线为美国夕法尼亚系分流河口坝曲线；D-12 煤底板砂岩粒度曲线，虚线为美国南卡罗林洲福尔斯特海潮间带砂曲线；E-15 号煤底板砂岩曲线，虚线为我国苏北老第三系潮渠沉积的粒度曲线；F-15 号煤顶板砂岩粒度曲线，虚线为现代密西西比伊利诺斯潮坪曲线。

图 2 太原组主要砂岩概率累积曲线图

Fig. 2 Cumulative probability curve of main sandstone in Taiyuan Formation

原、泛滥盆地及沼泽中则以高岭石为主，含少量伊利石。

3.灰岩：三层灰岩的特征基本相似。主要由含生物碎屑泥晶灰岩、生物碎屑泥晶灰岩、泥晶灰岩等组成。局部为含蜓泥晶灰岩或含海百合茎泥晶灰岩，颗粒类型以生物碎屑为主，粒间孔隙物除含量不等的泥质、有机质外均为泥晶，亮晶方解石胶结物较少，反映碳酸盐形成时的环境较为宁静。

(二) 沉积构造及粒度分布

沉积构造以层理为主，有交错层理、水平层理、平行层理及潮汐层理等。潮汐层理主要分布于 I、III 旋回；第 II、IV 旋回中则以各种类型的交错层理为主（参见图 1）。

太原组几层主要砂岩的粒度曲线可划分为五种类型：分流河道型，河口坝型、潮汐砂坝型、潮渠型、砂坪型（图 2）。前两种与河流作用关系较为密切，后三种则与潮汐作用有关。

(三) 微量元素特征

为了进一步了解本区晚石炭世时的古盐度特征，对太原组地层中泥质沉积物的微量元素进行了测定。经分析发现某些微量元素的含量及其值如 B、B/Ga、Sr、Sr/Ba、V、V/Zr、Ni；等随着古盐度的不同而发生有规律的变化、分界清楚，是划分环境的理想指标，可以获得本区微量元素在不同盐度下的含量范围（表 1）

表1 不同盐度下泥质沉积物的微量元素含量表

Table 1 The trace element content of mud-sediments fromed under different saltiness

沉积介 质盐度	微量元素及其比值 (ppM)						
	B	Sr	V	Ni	B / Ga	Sr / Ba	V / Zr
咸水	> 70	> 200	> 100	> 70	3.8-7	0.667-1	70.937
半咸水					2.33-3	0.55-0.667	
淡水	< 50	< 100	< 70	< 30	< 2.33	< 0.55	< 0.3

(四) 古生物特征

本区动物化石主要出现于灰岩中, 经过对三层灰岩的镜下鉴定, 发现可以辨认的化石碎片种类有: 腕足类、苔藓虫、有孔虫、海胆、海百合、蜓等。在野外也可见到腕足、珊瑚、腹足等完整的动物化石。其次在各层灰岩的上部及 8-1 号煤的顶板泥岩中也可见到广盐性动物化石如舌形贝、瓣鳃等, 尤以 8-1 号煤顶板泥岩中最为丰富。此外, 遗迹化石在本区也较为常见, 多数为底栖生物的潜穴和食泥生物的觅食迹。主要分布于具有波状层理、透镜状层理、脉状层理等的粉砂岩及泥岩中: 如在 12 号、15 号煤的上、下等层位。这些往往是直立的或倾斜的虫孔, 直径一般为 0.5-1cm 左右, 深度可达几厘米—十几厘米, 反映一种受潮汐影响的滨线附近的环境。另外在岩、灰岩的泥岩夹层及 8-1 号煤顶板泥岩中也存在大量遗迹化石, 多为水平虫孔及倾斜虫孔, 灰岩中含有丰富的动藻迹代表一种潮下的低能环境。

三 太原组沉积环境及其演化

笔者对太原组地层进行较为全面的研究并编制了各种图件, 认为: 本区太原组地层是发育在晚石炭世华北陆表海边缘的一套以潮坪三角洲为主体的含煤沉积。太原组下部为陆源碎屑潮坪沉积; 中部、上部为三角洲沉积, 其间夹有潮下低能带的碳酸盐沉积, 其演化过程以图 3 作一概括表示。

根据太原组几层主要砂岩的古流向测量, 太原组的古流向为南北向, 表明晚石炭世时本区存在着北高南低的古斜坡。

第 I 旋回 晋祠砂岩 (K_1) 至四节石灰岩 (K_2)。主要由陆源碎屑潮坪沉积组成 (参见图 3A)。下部 K_1 砂岩是发育于潮坪中的潮渠沉积, 其平面形态呈树枝状向北东方向分叉。沉积构造以大型板状交错层理, 波状层理, 脉状层理及透镜状层理为主。显示了潮汐作用的特点, 粒度曲线由跳跃总体和悬浮总体组成、分选好 (图 ZE), 垂向上为正粒序, 向上过渡为砂坪、混合坪、泥坪及沼泽沉积。

在 15 号煤的上部为一套由粉砂、砂质泥岩、泥岩及薄层细砂岩组成的沉积, 具有潮汐层理、生物钻孔, 富含植物化石, 15 号煤顶板砂岩分选好、成熟度高, 粒度曲线为典型的砂坪型 (图 2F)。

15 号煤形成之后被潮间泥坪、混合坪、砂坪沉积物所覆盖, 最后发生了大规模的海水入侵, 使本区沦为浅海环境, 形成了以四节石灰岩为代表的潮下低能带的碳酸盐沉积。

第 II 旋回 四节石灰岩之上为钱石灰岩。四节石灰岩沉积之后, 陆上河流注入本区。本旋回为一粒度向上变粗的三角洲沉积层序, 但不完整。主要由前三三角洲、三角洲前缘, 下三角洲平原的分流河道及分流间湾等沉积物组成。

13 号煤底板砂岩是本段三角洲沉积的主要进积砂相, 是由河口坝及分流河道沉积所组成

的。其岩性为淡黄色中—细粒砂岩。沉积构造以大型板状、槽状及楔状交错层理为主。

13号煤底板砂岩上部由泥岩、砂质泥岩及粉砂岩组成。属分流间湾沉积。随着沉积作用的进行,分流河道进一步扩展,分流间地区逐步淤浅而形成了泥炭沼泽,聚集了连续性不好的13号薄煤层。

该旋回末期发生了晚石炭世第二次规模较大的海侵,使本区又进入了水下,沦为碳酸盐潮下低能带环境,沉积了钱石灰岩。

第Ⅲ旋回 钱石灰岩之上至猴石灰岩。为一高破坏性潮控三角洲沉积旋回。其亚环境包括:前三角洲、潮汐砂坝、潮成平原及沼泽。图3C为当时的沉积环境示意图。

钱石灰岩沉积之后该区沦为一种广阔的浅水海湾地带,潮汐作用占主导地位,成为控制该段三角洲沉积的主要因素。致使河流带来的沉积物受到潮汐流的强烈改造而重新分布,形成了一系列放射状排列的指状砂坝——12号煤底板砂岩(图4)。构成了该段潮控三角洲的“骨架”。沉积构造有大型板状交错层理、双向交错层理及波状、脉状层理等。粒度曲线由三个总体组成,具有双跳跃总体,(图2D),显示了潮汐作用的特点。

12号煤底板砂岩之上为潮成平原沉积。由泥岩、砂质泥岩及粉砂岩组成,并夹有薄层细砂岩。具有潮汐层理和丰富的生物钻孔构造。粘土矿物以伊利石为主,含少量高岭石。微量元素及比值有半咸水特征。随着岸线的推进,潮汐作用减弱,使潮成平原沼泽化,形成了本区稳定的12号煤层。

12号煤形成之后被潮成平原的沉积物所覆盖,最后本区又经历了晚石炭世第三次规模较大的海侵。形成了潮下低能带的碳酸盐沉积——猴石灰岩。

第Ⅳ旋回:猴石灰岩之上至8-1号煤顶板泥岩。为一个完整的高建设性朵状三角洲沉积旋回,并包括若干三角洲亚环境。

猴石灰岩沉积之后,陆上河流又一度发育,携带大量沉积物注入本区。形成了该段高建设性朵状三角洲的主要进积砂相——第一砂岩。该砂岩为河口坝及分流河道沉积,平面形态呈一复合的朵状体、分枝河道较多(图5)。由细—粗粒砂岩组成,成熟度较高。多数情况下为向上变粗的逆粒序。沉积构造以大型板状、槽状及楔状交错层理为主。且在砂岩的下部还可见到小型的双向交错层理、再作用面用浪成交错层理,说明当时河口地区受一定潮汐和波浪作用的影响。

粒度曲线为典型的河口坝型及受潮汐影响的分流河道型(参见图2, B、C)。

由于当时沉积盆地的水浅,形成的前三角洲泥质沉积较薄,差异压实作用不明显,加之海洋营力的改造作用,致使河口地区砂质沉积趋向于侧向分布,形成了三角洲前缘席状砂,从而构成了该三角洲的朵状轮廓。图3D是当时的沉积环境示意图。

随着分流河道的推进,三角洲朵体进一步扩展,分流间湾地区逐渐浅而沼泽化。但这种沼泽受河流洪泛漫流和盆地水体的影响较大,不易长期维持,形成的煤层薄而连续性差。本区9号、9上号煤层就是在这种环境下形成的。

第二砂岩之上基本上属于上三角洲平原的沉积(参见图3E),系其中的陆上分流河道沉积,其平面形态为向东南延伸的弯曲状。分流河道急剧分叉,决口扇发育。由灰白色、灰黄色细—粗粒长石石英杂砂岩组成。分选较差,成熟度低,含大量泥砾,为正粒序,底部常具有冲刷现象。沉积构造以大型板状交错层理及槽状交错层理为主,少量平行层理。且沉积构造的规模自下而上逐渐变小。古流向为单向,粒度曲线为典型的分流河道型(图2A)。

第二砂岩之上由泥岩、砂质泥岩,粉砂岩组成,夹有薄层细砂。富含植物碎片及根化石。含煤4层(8-1、8-2、8-3、8-4)。具有块状层理、脉状层理及互层层理,泥岩中的粘土矿物以高岭石为主,微量元素比值小具有淡水特征。为天然堤、决口扇及分流河道间的泛滥盆地沉积。

8-1、煤沉积之后,随着三角洲朵体的废弃,进一步下沉,致使大面积海水侵入。这便是本

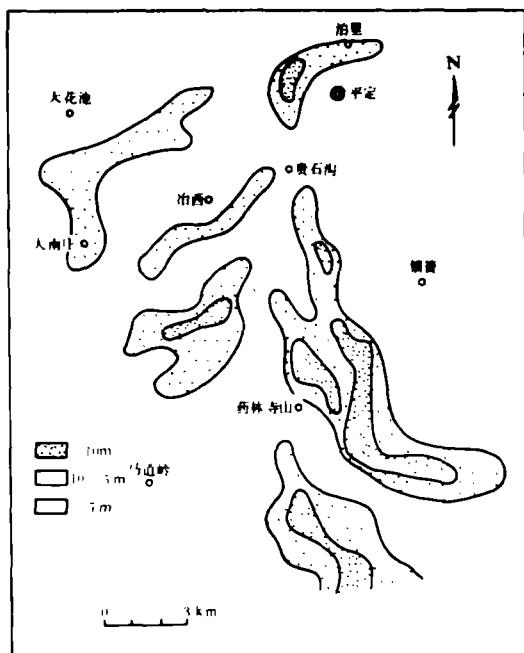


图4 12号煤底板砂体图

Fig.4 Floor sandstone body of the coal seam No.12 in the pinxi Coal Mining District

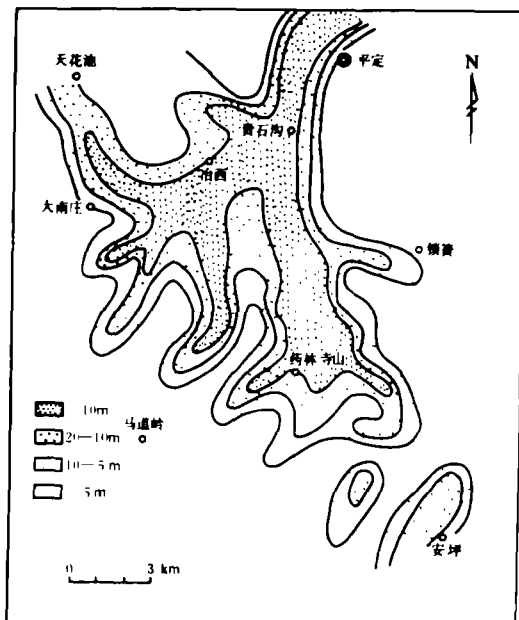


图5 第一砂岩砂体图

Fig.5 Sandstone body of the 1st Sandstone in the pinxi Coal Mining District

区晚石炭世发生的最后一次海侵，使本区沦为一种比较局限的浅水海湾（参见图3F），形成了含海相及半咸水动物化石的黑色泥岩——8-1号煤顶板泥岩，从而结束了太原组沉积的历史。

本文在成文过程中得到了山西省煤勘公司、山西省煤勘148队的大力支持和阳泉矿务局地测处田学勤工程师、田庆路等同志的热情帮助。煤炭科学院地质勘探分院物化室、地质室、山西省地质局中心实验室，山西省建材研究所等提供了有关数据，一并致以衷心的感谢。

收稿日期 1987年1月14日

参 考 文 献

- 刘宝珺主编，1980，沉积岩石学，地质出版社。
- A. J.斯科特等，1969，三角洲体系和三角洲沉积作用，陈景山等译，1981，三角洲沉积与油气勘探，石油工业出版社。
- J.M.科尔曼等，1975，现代河流三角洲：作用和砂体的可变性，陈景山等译，1981，三角洲沉积与油气勘探，石油工业出版社。
- W.L.费希尔，1969，墨西哥湾沿岸第三纪三角洲体系，陈景山等译，1981，三角洲沉积与油气勘探，石油工业出版社。
- Glaister, R.P. et al., 1974, Bull. Can. Petrol. Geol. V.22, N.3, p.203-240
- Off. T., 1963, AAPG, V.47 N.2, p.324-341
- Visher, G.S., 1969, J.S., 1969, J.Sediment.Petrol., V.39, N.3, p.1074-1106

THE PRELIMINARY STUDY ON THE SEDIMENTARY ENVIRONMENT OF TAIYUAN FORMATION OF UPPER CARBONIFEROUS IN PINGXI MINING DISTRICT OF QINSHUE COAL FIELD IN SHANXI PROVINCE

Jia Bingwen Wang Pingze

(Department of Geology, Shanxi Mining College)

Abstract

The Pingxi mining district is located in the eastern part of Shanxi province and in the northeastern margin of Qinshue Field. It is a large one which is being built, its area is about 336.5km². The age of the coalbearing formation is Permo-Carboniferous. This paper probes into the sedimentary environment of Taiyuan Formation in this area.

Taiyuan Formation is one of the main coal-bearing formations in this area, which mainly consists of grey and dark-grey limestones, argillites, sandy-argillites, siltites; light-grey and grey-yellow sandstones and coal seams, being about 120 m thick. By the analysis of vertical sequence, lithologic characteristics, sedimentary structure feature of grain size distribution, trace elements, fossils, sand-body geometry shape and paleocurrent, Taiyuan Formation in this area is considered to be a set of the coal-bearing deposits represented by the deltas, tidal flat and subtidal carbonate sediments, which occurred in the margin of Hua-bei Epicontinental Sea during the Late Carboniferous.

The lower part of Taiyuan Formation is represented by sediments of a tidal system, while the middle and upper part of Taiyuan Formation are composed of sediments of the deltaic system. Two basic kinds of deltas have been recognized in this area, namely, high-construction lobate delta and high-destructive tide-dominated delta.

There are three limestone seams in Taiyuan Formation, namely "Sijieshi" "Qianshi", and "Houshi" limestones, which are much like in lithologic characteristics and consist mainly of bioclastic micrites. The analysis of paleoenvironments shows that these limestones in this area are carbonate sediments formed in the subtidal low-energy zone.