

陕西榆林 侏罗纪煤系基底古侵蚀面的地貌特征 及其对富县组沉积作用的控制

葛道凯 杨起 付泽明 李祯

(中国地质大学研究生院, 北京)

提要 基底古侵蚀面特征是盆地分析的基本参数之一。本文讨论了鄂尔多斯盆地内榆林地区煤系基底古侵蚀面的地貌特征、富县组的沉积特征及二者的关系。研究表明: 基底古侵蚀面在工作区东部为潜谷, 西部呈潜山, 其形态控制着区内沉积相间的配置关系和地层厚度的变化; 而潜山、潜谷在盆地中的配置关系则决定着潜谷中总的沉积面貌。

关键词 基底古侵蚀面 乌审旗潜山 神榆潜谷 配置关系 鄂尔多斯盆地

第一作者简介 葛道凯 男 27岁 博士研究生 煤田地质

鄂尔多斯盆地是我国的大型拗陷型中生代陆相含煤、石油及天然气盆地之一, 盆地总体呈西翼陡、东翼缓、南翼陡、北翼缓的构造形态, 东翼宽缓开阔, 宽达360km左右, 倾角仅 10° 左右; 西翼狭窄, 东倾带仅宽10km左右, 因此中部的广大地区为一平缓西倾的大单斜。七十年代以来, 在盆地中部的油气勘探工作表明, 被埋藏的盆地基底的印支古侵蚀面的特征明显地制约着油气田的分布(黄第藩等, 1980) 本文在榆林地区的工作揭示出盆地基底古侵蚀面的存在不仅为油气运移提供了通道和储集层, 而且控制了侏罗纪煤系下部富县组的沉积作用和煤层、粘土及油页岩等矿产的形成和分布。

一、地质背景

研究区位于陕西省北部榆林县境内, 陕北侏罗纪煤田的中部和鄂尔多斯盆地的中部偏东一侧, 面积近 $6\ 000\text{km}^2$ (图1)。区内煤系基底为印支古侵蚀面, 古侵蚀面之下是三叠系上统的瓦窑堡组, 该组上部为灰绿色砂岩, 中部为炭质泥岩、粉砂岩夹数层薄煤, 古侵蚀面之上的煤系由侏罗系下统富县组和中统延安组组成, 富县组厚0—131.11m, 其厚度分布明显受基底古侵蚀面控制, 岩性为浅灰色砾岩, 灰白色砂岩和紫红色、紫杂色泥岩及少量深灰色粘土岩; 富县组上部有一层薄而不连续的煤层。延安组厚191.5—295.5m, 由灰色、灰黄色砂岩、粉砂岩和泥岩组成, 含可采和局部可采煤层9层, 为侏罗系的主要含煤地层(表1)。

煤系基底的古侵蚀面形成于三叠纪末期, 当时印支运动使盆地基底的三叠系地层逐渐抬

升,中止了沉积作用,强烈的剥蚀作用造成了沟谷纵横、山岭起伏的地貌形态。但是,由于这一区域剥蚀面持续发育的时间较短,随着侏罗纪早期盆地的沉降而被埋藏,使其未被夷平而保存下来。

盆地于早侏罗世开始沉降,接受沉积后,晚侏罗世晚期盆地达到最大沉降,至早白垩世盆地被充填、分化。早期的工作表明,盆地沉降初期形成的侏罗纪煤系的沉积序列为:1.滨浅湖沉积阶段(富县组),2.水进序列三角洲沉积阶段(延安组第一段及第二段),3.水退序列三角洲沉积阶段(延安组第三段及第四段)(葛道凯等,1989)。

表1 侏罗纪煤系划分简表

Table1 Simplified table of the Jurassic coal measures

组别	层序及标志层	划分	
		水进序列	水退序列
延安组	第四段	第四段	第四段
	第三段	第三段	第三段
	第二段	第二段	第二段
	第一段	第一段	第一段
富县组	富县组	富县组	富县组

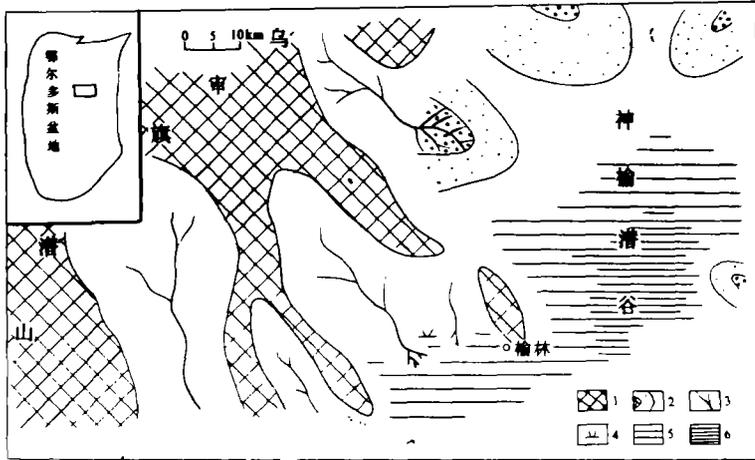
二、古侵蚀面的恢复及其特征

鄂尔多斯盆地为一大型拗陷型聚煤盆地,其东翼为宽缓开阔平缓西倾的大单斜,宽达360km构造极为简单,地震剖面及区域资料的分析表明,在盆地沉积初期,工作区内煤系基底表现为整体下沉。含煤岩系的厚度一般可以较好地反映基底沉降的幅度,在基底均匀沉降的条件下,发育在古侵蚀面上的含煤岩系厚度的局部变化无异反映了古侵蚀面的起伏特征。从这一基础出发,通过野外观察,剖面及钻孔资料的对比分析,选择延安组下部较稳定的L煤作为标志层,依据古侵蚀面到L煤间沉积厚度的变化特点,恢复了古侵蚀面地貌图(图1)。

从图1可以看出,古侵蚀面整体呈西高东低的形态,在工作区西部发育了乌审期潜山,该潜山呈北东-南西向和南北向展布,向南与靖边潜山(黄第藩等,1981)连为一体,伸展150km以上;工作区东部神榆(神木-榆林)潜谷呈南北向延伸,区内长近70km,宽在40km以上,乌审旗潜山与神榆潜谷间高差达130m,其间斜坡的平均坡度 $30-40^\circ$ 。一系列次一级的沟和谷使乌审旗潜山东坡的地形进一步复杂化,次级沟谷多呈北西-南东向展布,向东与神榆潜谷相通。

据工作区东西的砂体构成的格式图揭示出,在煤系下部,主要砂体集中在神榆潜谷

中，且砂体间为斜列关系，说明煤系发育早期沉积作用主要局限在地势低凹的潜谷之中，随着潜谷的淤积填平，沉积作用才逐渐扩展到全区范围。



1.潜山 2.冲积扇 3.近源河 4.沼泽 5.浅湖及湖滩 6.深湖

图1 榆林地区侏罗纪煤系基底古侵蚀面的地貌特征及富县组的古环境

Fig. 1 Paleogeomorphologic feature during Indo—Chinese epoch and paleoenvironment of the Fuxian Formation in Yulin district.

三、富县组的沉积特征

富县组的沉积作用主要集中在神榆潜谷之中及其两侧的斜坡之上。通过剖面 and 钻孔岩心观察，结合垂直层序分析，识别出的主要沉积相有：冲积扇相、湖滩相、小型湖滨三角洲相、湖相（狭义）、河流相、沼泽相和泥炭沼泽相。

(一) 冲积扇相

1. 泥石流沉积

岩性以绿色砾岩为主，基质支撑，分选极差。砾径变化大，一般5-10cm，砾石多为次棱角状。单个泥石流沉积体在横断面上为透镜状，平面上为舌状（图2），内部没有层理和明显的叠瓦构造。在近平行流向的剖面上见部分砾石呈直立状，大砾石（大于40cm）一般位于剖面的中下部，这是泥石流流动过程中分散压力作用的结果（Rust, 1984）说明流体为高粘度的。

泥石流沉积中的砾石主要有燧石、石英岩（图版I, 1）和大量的砾岩、砂岩、粉砂岩及少量的泥岩，由于燧石砾石和石英岩砾石在砾岩砾石的内部亦有出现，所以它们必然具有相同的物源，而砾岩砾石和砂岩砾石的砾径大，特别是砂岩砾石最大达1.5m，呈棱角状，是典型的近源标志，故推断来自相邻的三叠系沉积岩，因而可以认为三叠系是泥石流沉积的主要物源。

2. 辫状河沉积

岩性主要为绿灰色砾岩和砂质砾岩，块状或具平行层理（图3），颗粒支撑，分选中等

到差。砾石直径一般1-7cm、其最大砾径自下而上减小，砾石多为次圆状，叠瓦状排列明显。在垂直流向的剖面上（图3）辫状河沉积呈透镜状或似层状，其底部为冲刷面。单个河道沉积体的厚度多小于1m，几个河道沉积体之间显示出强烈的冲刷关系，说明辫状河的水深不大，但水动力条件极强，辫状河沉积之上主要被砂质流沉积覆盖。

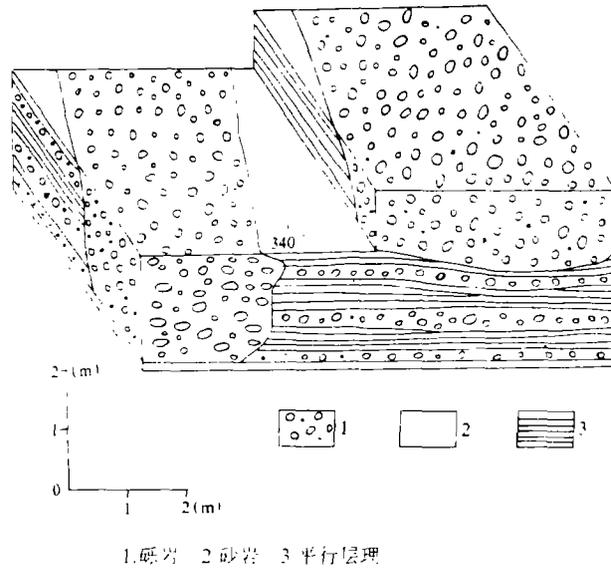


图2. 舌状砾岩体（泥石流沉积）（榆林安崖）

Fig. 2 The conglomerate lobe deposits formed by debris flow, Anya, Yulin.

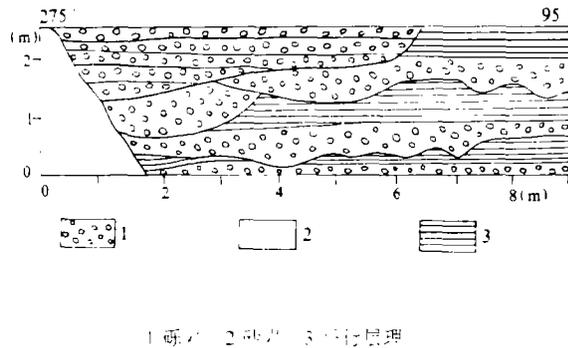


图3 辫状河沉积的实测剖面图（剖面垂直于古流河）（榆林安崖）

Fig. 3 Outcrop of braided channel deposits, Anya, Yulin.

3.片流沉积

岩性为灰、绿色含砾粗砂岩、粗砂岩和中砂岩，在砂岩层的底部常见细砾级的砾石，上部向上逐渐变细，为中细砂岩，砂岩层内平行层理（图3）和剥离线理构造十分常见。砂岩层的上层面上常见泥裂（图版1、2），说明片流衰退（Gallowa and Hobday, 1983）之后有少量泥质等细碎屑沉积并经常暴露地表。

区内的冲积扇相主要由上述泥石流、辫状河和片流三种沉积类型组成。冲积扇相在我国东部的断陷型含油气盆地中是重要的沉积相之一,但是在鄂尔多斯盆地中尚无文献报道。由于冲积扇沉积体有可能成为油气的重要储集层,所以在鄂尔多斯盆地深部的油气勘探中有必要给予重视。

(二) 湖滩相

湖滩相以灰白色中、细粒石英砂岩为主,分选好,颗粒为圆一次圆状,石英含量大于80%、孔隙式胶结。砂岩的单层厚度一般小于3m,其中发育有大型波浪交错层理,低角度交错层理,冲洗层理和砂泥互层理;交错层理的层系厚度多数小于0.5m;低角度交错层理中见有两组倾角,其中向湖倾斜的纹层倾角较低,一般2—5°,向陆倾斜的纹层倾角略高,一般5—10°。

湖滩沉积中发育有丰富的波痕,直线形对称波痕最为常见,偶见不对称的双脊波痕和干涉波痕(图版1,3)、波痕指数小于10的占绝对优势,有时在波痕表面上共生有爬迹,在波痕发育的砂岩层中常有垂直潜穴。

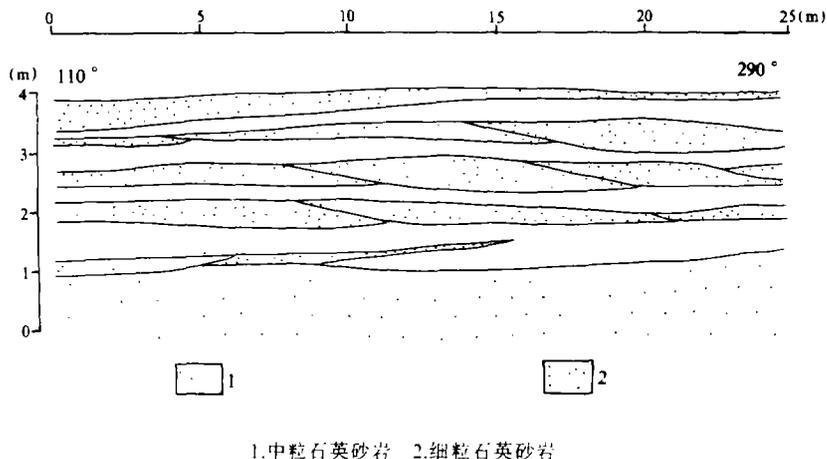


图4. 湖滩沉积的实测剖面,具前积结构。(榆林安崖)

Fig. 4 Lake beach deposits with progradational configuration, Anya, Yulin.

图4是一个实测的垂直于沉积走向的剖面,该剖面之上是厚层湖相泥岩。可以看出,其中有三层湖滩砂质沉积是由若干个透镜体叠加而成的,透镜体依次向右斜列,这是湖滩砂体在向上生长的同时又向湖体方向迁移的(湖在右)结果,剖面中三层具前积结构的湖滩沉积体垂向上叠加在一起,说明至少有三次小规模的水面进退波动。在美国梅萨维德群的海滩沉积物中有类似现象的描述(Master, 1965, 1977)。

区内湖滩沉积中发育有小型水道沉积(图版1,4),这些水道沉积的延伸方向与沉积走向垂直,横断面上呈上平下凸的透镜状,透镜体长约3m,厚约1.2m,与下伏的湖滩沉积间为明显的冲刷接触,其内具“ε”型交错层理,岩性为灰白色中细粒石英砂岩,与湖滩沉积相同,解释为发育在湖滩上的湖滩水道沉积,湖滩水道的成因可能与湖道类似。

(三) 小型湖滨三角洲相

区内的小型湖滨三角洲沉积具有明显的三层结构。

底积层 岩性为灰色泥岩、粉砂质泥岩、银灰色泥岩与灰白色细砂岩薄互层，具韵律层理和透镜状层理，偶见波状层理，韵律纹层厚 2—5mm，层面上有破碎的植物碎屑化石。

前积层 由几个向上变粗的层序叠加而成。每个层序的下部为粉砂岩和粉砂质泥岩与细砂岩互层，发育互层层理和波状层理，互层层厚 2—5m，偶见垂直和水平潜穴；层序的上部为灰白色细砂岩，分选磨圆好，镜下见递变层理和斑状结构（图版 I，5），具小型交错层理和小型近对称波痕，有低角度交错层理，底面发育丰富的负载构造（图版 I，6）。利用 Klein (1974) 法估计湖滨三角洲发育处的湖水深度大约为 2—3m。

顶积层 为一向上变细层序。其下部是分流河道沉积，厚 2—5m，岩性为灰白色中细砂岩，底部为冲刷面，含泥砾；层内具大型槽状、楔状和板状交错层理，含有大的硅化木（图版 I，7），层面上有舌形波痕；分流河道之上为细砂岩和泥岩互层，属分流间沉积。顶积层之上多被浅湖沉积覆盖。

(四) 湖相 (狭义)

深湖相 岩性为深灰、深褐色粘土页岩（油页岩）和粉砂页岩（图版 I，8），页理厚小于 0.5mm，结构均一，层面上有云母分布；页岩中夹多层横向稳定分布的菱铁质泥岩薄层（1—5cm）和透镜状的菱铁矿结核，富含有机质，有完整的动物化石。

浅湖相 岩性为紫红色、灰绿色泥岩（粘土岩）、粉砂岩泥岩和粉砂岩，具水平层理、韵律层理和块状层理，偶见透镜状层理和波状层理，少量的薄层（小于 0.20m）细砂岩夹层或透镜体中常发育小型浪成波痕交错层理，泥岩层面上常见植物碎屑和叶化石；灰绿、浅灰色泥岩中多见菱铁矿结核和菱铁矿鲕粒，偶见完整的动物化石，其个体较深湖者大。

浅湖相泥岩中发育有丰富的水平潜穴，主要保存在上覆湖滩相砂岩的底面上，根据榆林县安崖剖面采到的标本，至少可以鉴别出两个痕迹属，分别为丛藻迹 (*Chondrites*) 和节藻迹 (*Phycodes*) (葛道凯等 1989)。

这些水平进食迹的保存说明生物活动时湖底的水体是平静的，但波浪作用又能带入丰富的有机物质，因此其形成环境应属浪基面以下的浅湖区。据文献报道，*Chondrites* 和 *Phycodes* 均主要形成于浅海环境，其形成时的环境条件是类似的。

(五) 河流相

河道沉积以中粗粒砂岩为主，强烈冲刷下伏地层，且有多个内冲刷面，底部含较多的泥砾，见少量砾石，向上沉积物的粒度渐细，具大型交错层理；河道沉积之上为灰色粉砂岩，具小型交错层理，由云母片和细小的植物碎屑显示，属于天然堤沉积；再向上被黑色和绿灰色块状泥岩及煤层覆盖，煤层底板有植物根化石。

(六) 沼泽和泥炭沼泽相

沼泽相为灰绿色、灰黑色块状粉砂质泥岩和泥岩，常见植物根化石强烈扰动原生沉积构造，含较多炭化植物碎屑、有菱铁矿结核。沼泽相一般作为煤层底板并与煤层共生。

泥炭沼泽相为局部发育的不连续的薄煤层和炭质泥岩，煤层平均厚度 0.76m，为中灰特低硫煤。显微煤岩组分中惰性组含量较高，平均高达 39.35%，说明泥炭沼泽发育过程中经常受到河水或湖水的影响，泥岩常遭受氧化环境的作用。

四、相的配置及其与古侵蚀面的关系

工作区内相的配置明显受到古侵蚀面形态的控制(图1)。东部神榆潜谷内发育了广阔的湖相沉积, 厚达10余米的深湖相油页岩形成于潜谷中部, 在缺少碎屑物质供给的浅湖区沉积了厚层的具经济价值的粘土矿。神榆潜谷的北端发育了三个冲积扇沉积体(图1), 这此冲积扇堆积于潜谷边部次级沟谷的谷口处, 三叠系地层是其物源。神榆潜谷的西侧斜坡上以湖滩沉积为主, 小型湖滨三角洲仅出现在有小河流注入滨湖的潜谷斜坡区。西部乌审旗潜山与神榆潜谷间的斜坡上为一些河流沉积, 这些河流主要为近源的。沼泽和泥炭沼泽相则出现在湖滨、河流和冲积扇间环境中, 这些地区地形低洼, 长期潮湿积水, 为植物的生长和堆积创造了条件。

区内总的沉积面貌和演化是由盆地潜山内潜谷的配置关系决定的。由图1可知, 工作区位于盆地的近中部, 其西部和北部分别发育了乌审旗和神府潜山, 在盆地沉降初期, 这两座潜山的存在阻挡了盆缘碎屑沉积物向神榆潜谷的输入。因此, 富县组时期神榆潜谷沉积了厚层的湖相泥岩, 而与盆缘相通的潜谷(如甘陕古河谷、庆西古河谷、宁陕古河谷)则被河流沉积所充填。富县组末期至延安组初期, 随着盆地的进一步沉降, 乌审旗潜山之西和神府潜山以北的沟谷先后被填平, 盆缘碎屑沉积物逐渐进入工作区, 之后在全盆地范围内发育了延安组含煤沉积。

五、结论

1. 工作区内煤系基底古侵蚀面整体呈西高东低的形态, 西部为乌审旗潜山, 东部是神(木)榆(林)潜谷, 工作区以北有一近东西向的神府潜山。

2. 富县组时期区内发育了冲积扇相、湖滩相、小型湖滨三角洲相、湖相、河流相、沼泽相和泥炭沼泽相。

3. 古侵蚀面的形态控制了区内沉积相的配置和地层厚度的变化, 进而控制了粘土矿、油页岩和煤等矿产的分布。

4. 盆地中潜山潜谷间的配置关系决定着潜谷内总的沉积面貌。

另外, 古侵蚀面也是鄂尔多斯盆地油气田分布的主要控制因素。鄂尔多斯盆地是具有代表性的拗陷型盆地之一, 积累有丰富的地质资料, 对其基底古侵蚀面的深入讨论必将有益于类似盆地的勘探工作。

中国地质大学(北京)李宝芳教授、乐昌硕教授、杨式溥教授、温显端副教授、周慧堂同志和李日辉同志, 中国地质大学(武汉)李思田教授、杨士恭副教授和焦作矿业学院吴贤涛教授等均对本文提出过宝贵意见, 陕西省地质八队和榆林县安崖乡人民政府等为收集资料和野外工作提供了方便, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- (1) 陈甫勋等, 1981. 岩相古地理研究方法—以鄂尔多斯盆地为例, 地质出版社.
- (2) 黄第藩、石国世, 1980. 石油勘探与开发, 7卷, 3期, 1—14页.
- (3) 黄第藩等, 1981. 石油学报, 2卷, 2期, 1—10页.
- (4) 葛道凯等, 1990. 煤炭学报, 15卷, 3期, 49—61页.
- (5) 葛道凯等, 1990. 现代地质, 4卷, 3期, 41—59页.
- (6) 葛道凯等, 1989. 煤田地质与勘探, 6期 (总第96期), 1—3页.
- (7) Galloway W E and Hobday D. K. 1983. Terrigenous Clastic Depositional Systems. Applications to Petroleum, Coal and Uranium Exploration. Springer. New York
- (8) Klein G deV. Geology. No 2. p409—412
- (9) Reineck H E. and Singh I B. 1980. Depositional Sedimentary Environments—with Reference to Terrigenous Clastics: 2nd ed.. Springer-Verlag. New York.
- (10) Rust B R. 1984. Facies Relationship in Alluvial Fan and Coarse-grained Braided Stream Deposits. in: Jones B.G. and Hutton. A.C. (eds.) Fluvio-Deltaic Systems: Facies Analysis in Exploration. Spon. by the Australasian Sedimentologists Specialist Group, Wollongong.

The Palaeomorphologic Features of the Basement of the Jurassic Coal Measures and Its Control on the Sedimentation of Fuxian Formation in Yulin, Shaanxi

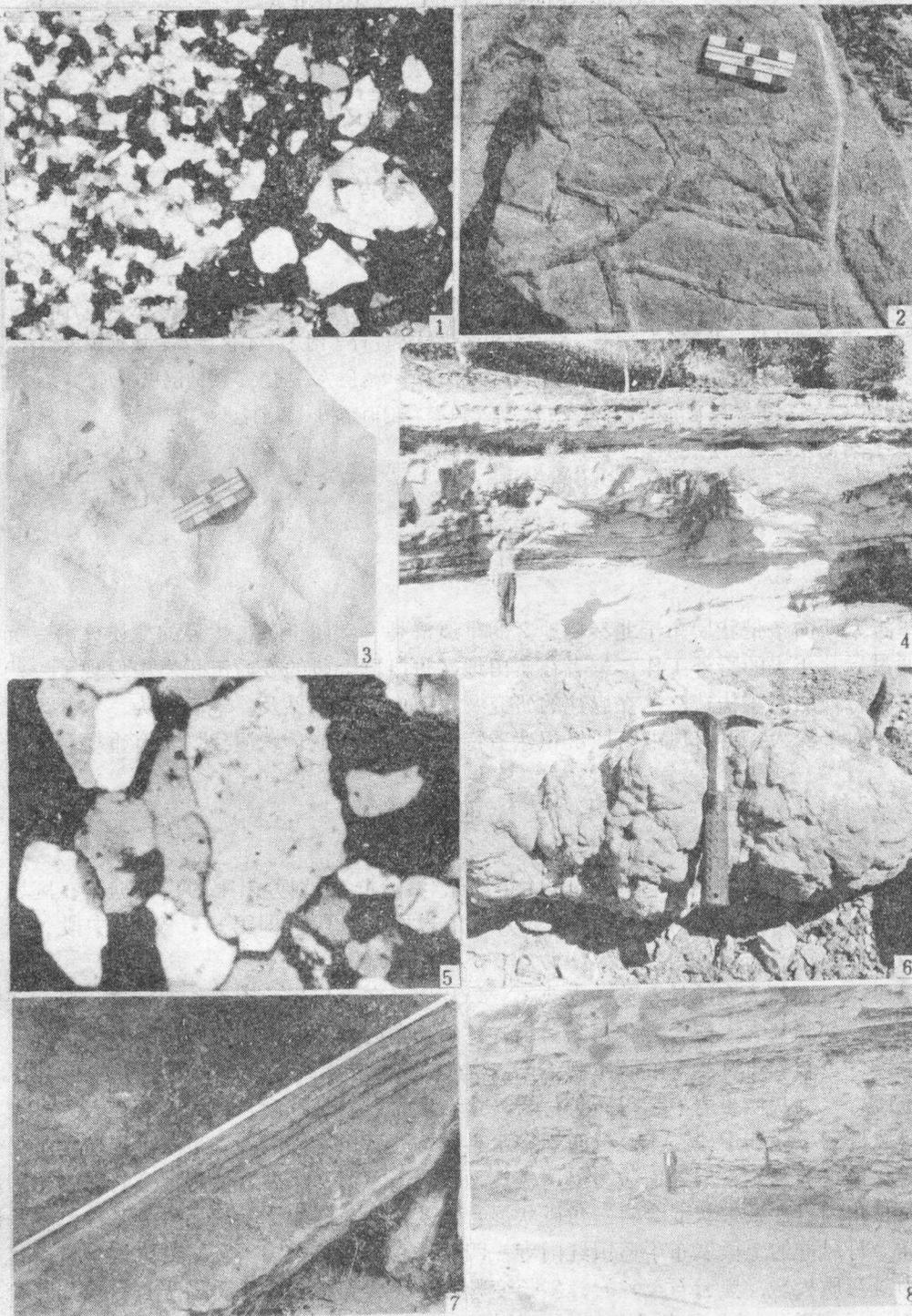
Ge Daokai Yang Qi Fu Zheming Li Zheng

(China University of Geosciences, Beijing)

Abstract

The palaeomorphologic feature is one of the primary geological parameters in basin analysis. This paper demonstrates the palaeomorphologic features of the basement of the Jurassic coal measures, the depositional characteristics of Fuxian Formation and the relationships between them in Yulin district, Ordos Basin. It has been revealed that there is a buried-valley (Shenyu Buried-Valley) in the eastern study area, and a buried-hill (Wushenqi Buried-Hill) in the western.

Fuxian Formation, which directly overlies on the basement with 0—131.11 m thick, consists of conglomerate, sandstone, mudstone, claystone and coal line. The principal components recognized in outcrops and drill cores are alluvial fan, lacustrine beach, small delta, lacustrine, fluvial and swamp deposits. Controlled by the palaeomorphologic relief, the lacustrine environment dominated the eastern study area, the alluvial fan and fluvial environment developed in the northeastern and western parts, and in the transition part, the lacustrine beach and small delta were deposited. As a whole, the general depositional features of the Shenyu Buried-Valley are determined by the associations between buried-hills and buried-valleys in Ordos Basin.



1. 富县组底部砾岩中的石英岩砾石, 正交 $\times 32$ 2. 泥裂构造, 冲积扇沉积 3. 干涉波痕, 湖滩砂岩(石英砂岩) 4. 石英砂岩层中的砂岩透镜体, 透镜体底部为冲刷面, 透镜体内具“e”型交错层理 5. 具斑状结构的石英砂岩, 河口坝沉积 正交 $\times 80$ 6. 石英砂岩底面上的负载构造, 砂岩之下为灰岩泥岩 7. 分流河道砂岩中的硅化木 8. 深褐色油页岩, 深湖沉积