

# 试论含煤盆地构造的继承性及砂体对煤灰分的控制

黄操明 周安朝 王丽清  
(山西矿业学院 太原 030024)

**提 要** 本文从动态地层学观点,以山西霍县矿区为例编制的一系列煤岩层厚度等值线图,重演了该区晚石炭世至早二叠世的地质演化历史,并探讨了含煤盆地构造发育的继承性。在此基础上进一步阐述了该区砂体对其上煤层中灰分的控制作用,即煤层中的高灰区与下伏砂体常处于错位关系,高灰区的形成是与流经成煤泥炭沼泽并带入其中的细碎屑悬浮物的潜流量较多有关。

**关键词** 含煤盆地 构造继承性 砂体 煤层灰分

**第一作者简介** 黄操明 男 59岁 教授 沉积学 沉积环境分析

含煤盆地的构造特征及其演化对盆地内不同单元或不同演化阶段的沉积环境有重大影响,因而对盆地内煤层的厚度、分布及煤质无疑存在重大控制作用。作者曾在《霍西煤田霍县矿区沉积环境对煤层厚度及分布的控制》一文中<sup>(1)</sup>(下简称《控制》一文)论述了五种不同类型环境中的砂体与其上煤层的相互关系,这实际上也是从盆地演化造成环境变迁的角度上来分析成煤的历史问题。现继续就更广泛的地层单元来探讨含煤盆地构造演化及其继承性,并在此基础上探讨不同环境砂体对其上煤层中灰分的控制作用。

霍西煤田霍县矿区的详细地层柱状及沉积环境分析见《控制》文中第73~75页,这里不再赘述。为了阐述方便,仅简要揭示如下。即本溪组含不稳定的石灰岩与砂岩,太原组以碎屑岩、石灰岩和煤层为主,其主要的沉积单元为:底部是一层灰白色石英砂岩(K<sub>1</sub>),向上为11号煤、10号煤及其下的砂岩、K<sub>2</sub>灰岩、K<sub>3</sub>灰岩、K<sub>4</sub>灰岩、K<sub>5</sub>砂岩。再向上的山西组包含有K<sub>7</sub>砂岩、2下号煤及其下的砂岩、2号煤及其下的砂岩、1号煤及其下的砂岩、1上号煤及其下的砂岩等。

## 1 含煤盆地构造的继承性

根据动态地层学的观点,以山西霍县矿区为例编制的一系列(55张)主要煤岩层厚度等值线图发现,该区含煤盆地构造演化的历程十分明显,具有强烈的继承性。总的来说,从晚石炭世本溪期、太原期至早二叠世山西期,本区所有沉积体的展布方向为北东至北北东向,这不但从方向性一般较好的各层砂体明显可见,而且从方向性一般较差的各层灰岩的展布来看,也是如此。例如从本区最下部本溪组中的一层灰岩来看,其厚度最大达5m以上,在区内呈近北东向条带展布,不少部位尖灭缺失(图1)。其上一层不稳定的砂岩,最厚达5m,其展布位置与方向与其下的灰岩吻合(图1)。再从太原组下部的11号煤下砂体来看,

其位置与方向几乎与其下本溪组中的灰岩与砂体一致(图 2)。再向上的  $K_2$  灰岩,总的方向.学是保持不变(图 2)。其上的 8 号煤及其下的涛岩,其方向性保持得更为明显(图可参见《控制》文第 78 页,图 8)。沿剖面继续向上沉积的  $K_3$  及  $K_4$  灰岩,特别是分布比较局限的  $K_4$  灰岩,其总体方向还是如此(图 3)。进入山西组后的 2 下号煤下砂体、2 号煤的厚煤带及其下砂体(图 4)、1 上号煤及其下砂体的展布方向(图可参见《控制》文第 79 页,图 10),最后演化至下石盒子组的  $K_8$  底砂岩,始终保持上述特征。由此可见,本区内沿北东至北北东方向在当时始终保持有一个看来应与差异沉降作用有关的沉积中心地带,该带始终处于较低的地势,从本溪期一直延展至山西期末呈现出明显的构造继承性。再根据当时整个华北地台的古地理面貌来进行分析,区内沉积体总体呈北东至北北东向的展布,可说明本区当时还存在一个总的北高南低的坡降。笔者认为,这种构造特征及其继承性对本区的煤层展布及不同煤岩层的空间分布关系起明显的控制作用,如在《控制》一文中论述的多个煤层的较厚煤带与其下砂体的关系即与之密切相关,并与下面将论述的砂体对其上煤层中灰分的控制也紧密相关。

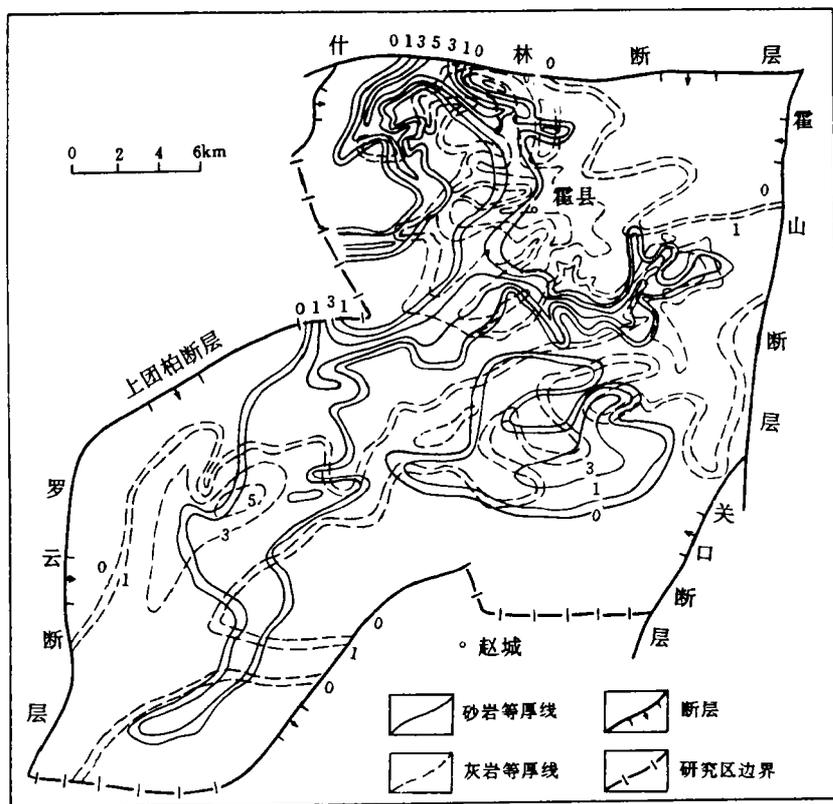


图 1 本溪组灰岩和砂岩厚度等值线图

Fig. 1 Isopach map of limestone and sandstone of Upper Carboniferous Benxi Formation

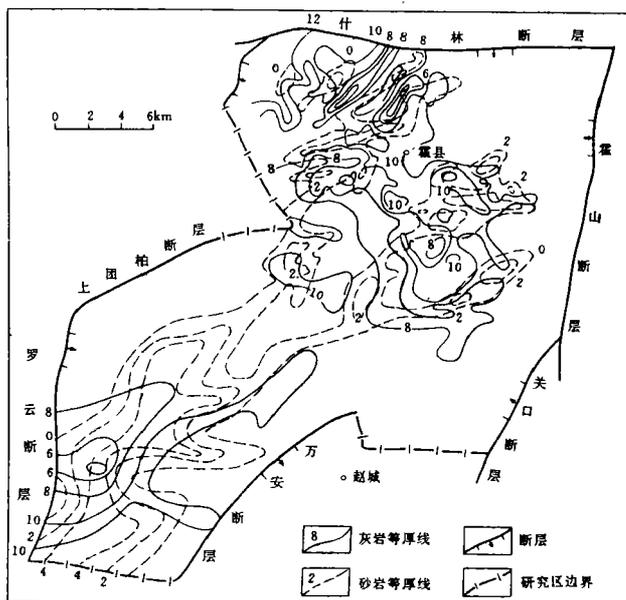


图2 11下号砂岩及K<sub>2</sub>灰岩厚度等值线图

Fig. 2 Isopach map of sandstone No. 11(lower) and limestone K<sub>2</sub>

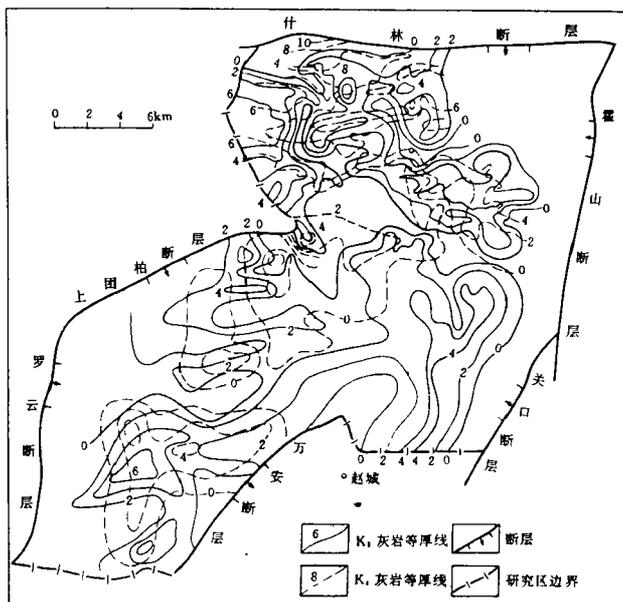


图3 K<sub>3</sub>及K<sub>4</sub>灰岩等厚线图

Fig. 3 Isopach map of limestone K<sub>3</sub> and K<sub>4</sub>

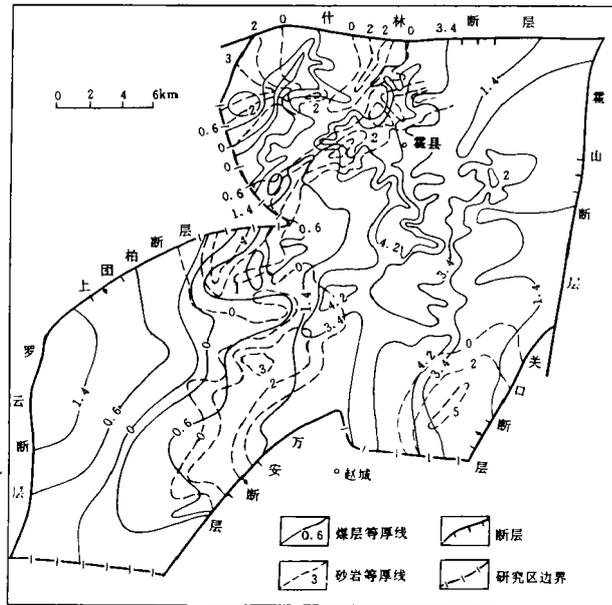


图 4 2号煤层及2号煤下砂岩等厚线图

Fig. 4 Isopach map of coal seam No. 2 and sandstone under coal seam No. 2

## 2 砂体对煤灰分的控制

详细分析对比区内多个煤层的灰分等值线图及其下砂体的厚度等值线图发现,所有煤层中的较高灰分区与下伏砂体的较厚带都是处于错位的关系,即较高灰分区始终是偏离其下砂体的较厚带,或者在其旁的较薄带之上,或者位于砂体尖灭部位之上。如太原组下部的的主要可采煤层11号,从灰分等值线图上看,其中有7个灰分峰值区,除了最中心的一处外,其余6个全部落入其下砂体的尖灭带或较薄处(图5)。再从其上的10号煤来看,其灰分的5个峰值区也都位于其下砂体的较薄带或尖灭处(图6)。山西组主要可采煤层2号煤及其下伏的砂体的关系尤为明显,灰分等值线图上见有13个峰值区,其中就有12个其下无砂体存在(图7)。山西组顶部的局部可采的1号煤层也同样,其5个灰分峰值区全部位于其下砂体的尖灭部位(图从略)。据笔者查阅国内外文献,在许多地区同样具有上述特征。例如从Galloway等(1983)转引的Gairneross(1980)的资料<sup>[2]</sup>可见煤层中5个灰分峰值区几乎全部位于其下砂体的尖灭带。更为有趣的是特高灰分的边界线与其下砂体的厚度等值线的轮廓凹凸镶嵌,十分协调,即特高灰分区的边界线除了远离砂体厚度峰值区外,还常平行于砂体厚度等值线,呈现出紧密的依赖关系(图8)。以上列举的图件可充分证明,砂体对其上煤层的控制作用,不仅象在《控制》一文中所述那样,表现在对煤层的厚度上,而且还表现为灰分方面,即煤层中的较高灰带与其下砂体较厚带常处于错位关系。

笔者认为,多数情况下,如本区多数与河流或三角洲分流河道有关的砂体及煤层(如山西组的2号煤及1号煤,其形成环境(参见《控制》文第74页图2),上述关系的原因应该如下。正如《控制》一文中所述,与河道有关的煤层,当河道活动时,其泥炭沼泽首先发育在河

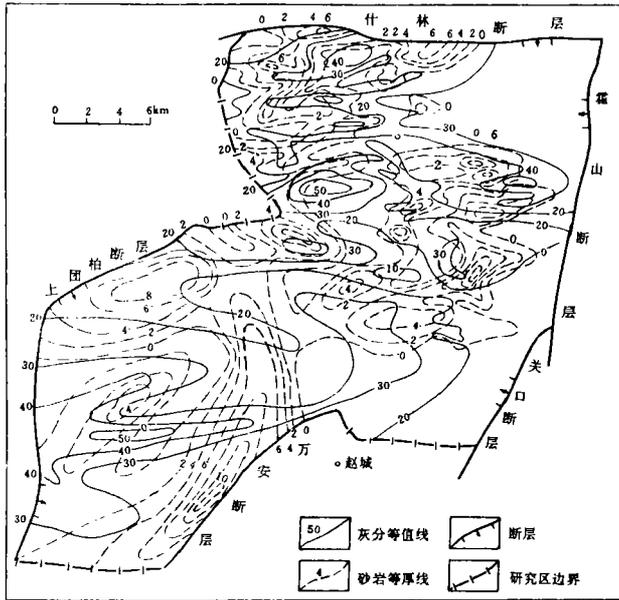


图5 11号煤灰分及其下K<sub>1</sub>砂岩厚度等值线图

Fig. 5 Isopach map of ash content of coal seam No. 11 and sandstone K<sub>1</sub> under coal seam No. 11

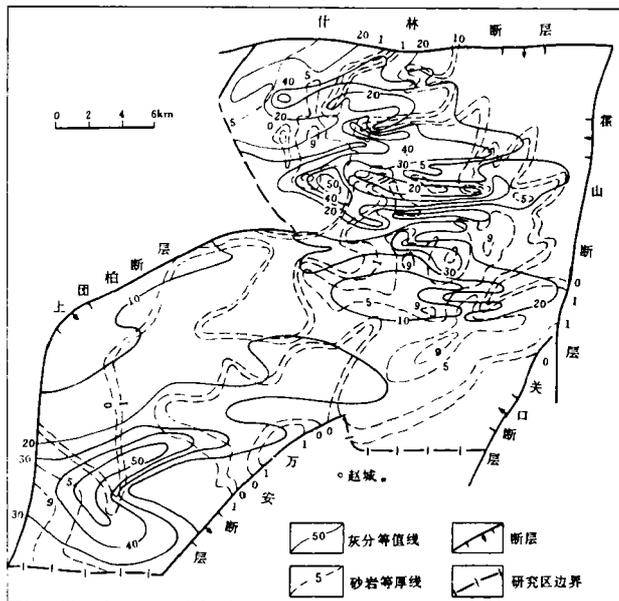


图6 10号煤灰分及10号煤下砂岩厚度等线图

Fig. 6 Isopach map of ash content of coal seam No. 10 and sandstone under coal seam No. 10

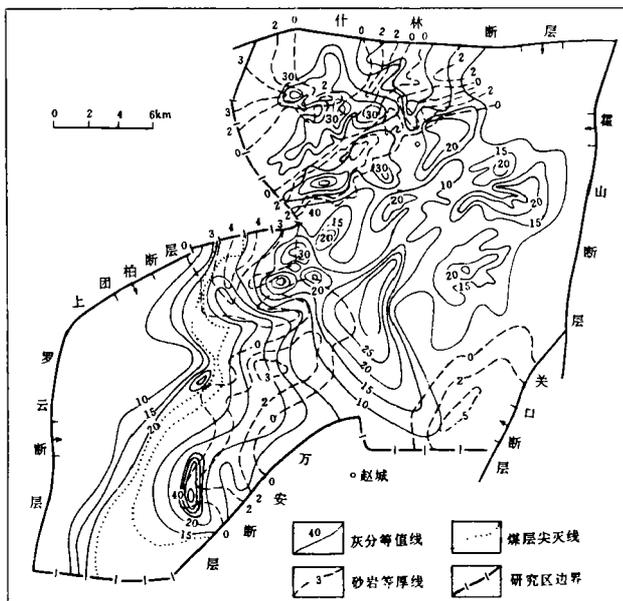


图 7 2号煤灰分及2号煤下砂岩厚度等值线图

Fig. 7 Isopach map of ash content of coal seam No. 2 and sandstone under coal seam No. 2

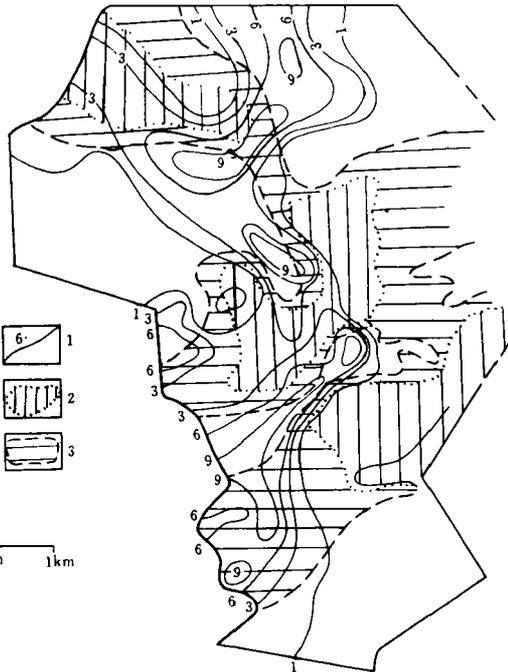
道以外的低凹泛滥盆地区。如果河道改道废弃,则泥炭沼泽才有可能向废弃河道内蔓延,造成如《控制》一文中所述的厚煤带与其下砂体呈错位关系(参见《控制》文图 13 及图 15)。但由于以上论述的盆地构造的继承性,虽然河道在该处改道,但在该处应继续保持一定的地面坡度。当泥炭沼泽在泛滥盆地内继续增长并向废弃河道蔓延时,在泥岩沼泽内原先的较低凹处,必然会存在一定的潜流甚至小量的迳流;而在地势较高的砂体上方后来形成的泥炭沼泽部分,这种潜流存在的可能性便较小,至少是流经的水量要比前者少得多。这样,从沼泽外被这种潜流带入泥炭层的碎屑物质(主要应是极细的悬浮物质),在砂体边侧原来低凹处的较厚煤带内势必要比砂体的直接上方来得多,因而在砂体边部或其尖灭区的泥炭中灰分也必然相应地较多。也就是说,砂体对其上煤层灰分的控制作用主要决定于下伏砂体的存在所造成的其上成煤泥炭沼泽内部的微地形差异及由此导致的流经泥炭沼泽而向其带来细悬浮物的潜流量的多少(图 9)。这与众所公认的凸起沼泽的沼泽面高于地下水位,其灰分较低;而主要靠地下水补给的低伏沼泽的水位高,因而其灰分高的特征是完全可以类比的<sup>[3]</sup>。上述情况造成的另一结果是厚煤带中的灰分要比薄煤带中为高。

又如《控制》文中所述,在潮滩砂坝上形成的煤层,其厚煤带与其下的砂体呈叠置关系(如 11 号煤层,其形成环境参见《控制》文第 74 页图 2 及第 75 页),即煤厚处砂体也厚(参见《控制》文图 6、7),但这时为什么煤中高灰区也是远离砂体呢?笔者认为,其原因同样要从流经泥炭沼泽的潜流量来加以解释。潮滩砂坝的环境虽然与河道不同,但在泥炭沼泽发育的过程中,当泥炭层在砂坝顶部先发育到一定厚度后,如果海水面由于某种原因而下降时,泥炭沼泽便向周围的低处蔓延。由于盆地内总的基底坡降的存在,与上述同河道有关的泥炭沼泽类似,在沼泽的较低凹处同样会有较多的带来细悬浮物的潜流通过,因此这里

的高灰区同样与砂体呈错位关系，所不同的是这里的高灰区是位于煤层的较薄带(图 10)。

以上有关砂体常与其上煤层的高灰带呈错位关系，以及不同环境中高灰带与厚煤带的关系(即与河道有关煤层的高灰带常位于厚煤带内，而与潮滩砂坝有关煤层的高灰带则常位于煤层的较薄带内)显然在煤田勘探中对预测煤中灰分会起积极作用；同时，高灰带与厚煤带的关系也可影响用来作为一种辅助性的环境鉴定标志。

最后需要说明的是，影响煤层灰分的因素是较多的，如泥炭沼泽所处的位置(如众所周知的高位沼泽、低位沼泽)<sup>(3)</sup>，成煤的原始植物类型、受构造及环境影响的流经泥炭沼泽水的矿化程度、河道环境中的决口扇砂体，以及泥炭沼泽内部的微地形等。前三种因素应该是在不同的大区域内起作用，在一个煤田的较小范围内可能变化不大。本文着重论述的是其中的一个方面，即泥炭沼泽内部的微地形差异(主要由下伏砂体的存在而引起的)，这在一个煤田或煤盆地范围内应起主要的作用，正如上述众多图件所显示的。当然，煤层的上复砂体，如河道环境中的决口扇砂体，对煤层的灰分也会有所影响，主要是加大煤层中的灰分，甚至局部冲刷煤层，位笔者认为其影响与煤层下伏砂体相

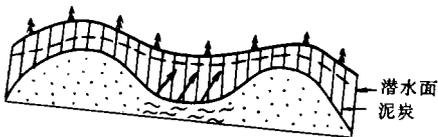


1. 砂岩等厚线 2. 特高灰分界线及分布范围  
3. 高灰分界线及分布范围

图 8 卡鲁盆地北部范代克斯德里夫煤矿区河道砂岩与其上煤层灰分关系图

(引自 Galloway, 1983)(原分别为两张图, 由本文作者合绘成一张图)

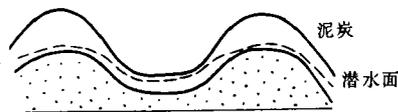
Fig. 8 Relationship between thickness of fluvial sandstone and ash content of coal seam lying on the sandstone in the Van Dyks Drift Colliery area of the northern Karoo Basin (after Galloway et al., 1983)



在砂体旁侧低凹(泛滥盆地内), 因泥炭沼泽中流经的潜流量大, 矿灰分高。图中箭头表示潜流较丰富部位, 其方向应垂直剖面。

图 9 与河道砂体有关的煤灰分形成机制示意图

Fig. 9 Sketch showing genetic mechanism of coal ash in fluvial environment



在地势较低凹的后形成的泥炭沼泽中, 因流经的潜流量大, 故灰分高。图中箭头表示潜流较丰富部位, 其方向应垂直剖面。

图 10 与潮滩砂坝有关的煤灰分形成机制示意图

Fig. 10 Sketch showing genetic mechanism of coal ash in tidal flat barrier

比是较局部的，在研究区内并不明显。如果决口扇局部发育广泛，也值得重视，并进行专题研究。

收修改稿日期:1993-6-20

## 参 考 文 献

- [1] 黄操明,周绮峰,1987,霍西煤田霍县矿区沉积环境对煤层厚度及分布的控制,煤炭学报,3.
- [2] Galloway, W. E. and Hobday, D. K., 1983, Terrigenous clastic depositional systems, Springer-Verlag, 234.
- [3] 陈钟惠,1988,煤和含煤岩系的沉积环境,武汉:中国地质大学出版社,13~14.

# A Discussion on the Structural Heredity of Coal-bearing Basin and Sandbody's Control on Coal Ash Composition

Huang Caoming, Zhou Anchao, Wang Liqing

(Shanxi Mining College, Taiyuan)

## Abstract

From the viewpoint of dynamic stratigraphy, and on the basis of series (55 sheets) isopach maps of coal seam and sandbody in the coal region of Hou County, Shanxi, this study reveals that the process of the development of coal-bearing basin's structure is very clear and is of obvious heredity. From Benxi and Taiyuan age of Late Carboniferous Shanxi age of Early Permian, the arrangement direction of all sedimentary bodies in this region is NE-NEE. It is well observed not only on the sand bodies with better orientation, but also on the limestones with worse orientation. This paper introduces 4 isopach maps, indicating the arrangement of Benxi limestone and sandstone, Taiyuan sandstone under coal seam No. 11 and limestone K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub>, Shanxi coal seam No. 2 and sand body under coal seam No. 2. On the basis of the heredity of coal-bearing basin's structure development the detailed analysis and correlation of lots of isopach maps of coal seam ash content and the isopach maps of the thickness of sand body under each of the coal seam reveal that the area of higher ash content in all coal seams and the area of each underlying sand body with greater thickness are in staggered position, in other words, the former is on the thinner belts of the latter or on the points of disappearance of the latter, for example, the main workable coal seam No. 10 and No. 11 in the lower part of Taiyuan Formation, the main workable coal seam No. 2 and the partly workable coal seam No. 1 and corresponding underlying sand bodies are the cases. This relationship is even discovered in foreign reference, for example, in 2 maps cited by Galloway (1983) from Gairneros (1980), which were redrawn by the authors.

It is suggested that the stated relationship depend on the difference of mini relief caused by the existence of underlying sand body in the peat-forming swamp, and the difference of mini relief caused the difference of underground water debit, which flowed through the swamp and brought the fine suspension of clast into it. As for the majority of sand bodies and coal seams in the environment of the fluvial channel and the distributary channel of delta, the flood basin beyond the sand body had a lower relief, so that the groundwater debit, which flowed through the swamp, was greater, and the suspension of clast, which was brought into the swamp, was also more. As discussed above that in these environments the area with thicker coal seam and with thicker sand body are arranged in staggered position, so that in such a case coal ash content in thicker coal seam is higher than in thinner coal seam. As for the coal seam formed on the basis of tidal flat barrier the thicker belt of coal seam and the underlying thicker sand body are in superimposed position. But in this case high ash content area was located in the place with lower relief far from the tidal flat barrier, where the groundwater debit was greater. The difference in the latter environment is that the higher ash content and underlying sand body by all appearance will have positive effect on the prediction of coal ash content in coal prospecting and is a useful auxiliary mark for the environment recognition.