

山西阳泉矿区含煤岩系沉积环境 及聚煤规律探讨

葛宝勋 尹国勋 李春生

(河南焦作矿业学院)

阳泉矿区位于山西东部,沁水盆地东北部边缘,是我国主要煤炭基地之一。煤炭资源十分丰富。矿区面积约275km²,含煤地层为石炭二叠系。

一、含煤岩系的岩矿特征

本区含煤岩系主要由太原组和山西组组成。

太原组为本区含煤岩系主要组成部分之一,厚86.5—148.5米,平均厚120米左右。由灰及灰黑色石灰岩、泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩、砂岩、凝灰岩、沉凝灰岩及煤层组成¹⁾。其岩性组成具有以下特点:

1.砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩及泥岩的累计厚度达82—122米,占太原组厚度的75—84%,随着陆源沉积物总厚度的增加,太原组厚度也作相应的增加。

2.砂岩、粉砂岩与泥岩、粉砂质泥岩呈互为消长的关系。

3.石灰岩的总厚度可由7.7—15.8米,占太原组厚度的6.7—13.6%。

4.煤层及炭质泥岩的总厚度为9.46—13.84米,占太原组总厚度的7.2—12.1%。

5.凝灰岩、沉凝灰岩及凝灰质砂岩的含量虽不多,但它们的出现反映了当时曾有火山活动。

本区山西组厚65米左右,主要由灰、灰黑色砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩、炭质泥岩和煤层组成,含少量透镜状灰岩。

山西组岩石类型及其丰度按7个钻孔的统计,砂岩占9.87—48.10%,粉砂岩占15.86—66.70%,泥岩、粉砂质泥岩占4.28—61.40%,煤层占2.78—6.62%。

(一)石灰岩的特征

太原组含有三套石灰岩,自下而上为四节石灰岩、钱石灰岩及猴石灰岩。灰岩结构类型较单一,主要为泥晶生物碎屑结构。生物碎屑含量一般>50%,有时随着生物碎屑含量减少,泥晶、微晶含量增高,渐变为生物碎屑泥晶结构。

颗粒中除以生物碎屑为主外,还有少量内碎屑。生物碎屑有腕足类、腹足类、珊瑚、海百合、筴、有孔虫、介形虫、苔藓虫及海绵骨针等,多为粉砂、砂和砾级。生物碎屑

1)岩石分类命名均参照葛宝勋、黄志明编,煤炭系统沉积岩统一类命名手册,1983。

有时堆积杂乱,但有时却呈明显的定向排列。内碎屑则多为粉砂屑,砂屑、分选较好。填隙物多为泥晶方解石,其中部分因重结晶而成微晶、粉晶方解石。含少量有机质、泥质和铁质、亮晶方解石胶结物少见。

四节石灰岩,一般由2—4层灰岩组成,有时含钙质交代的硅质海绵岩,镜下可见海绵骨针结构,一般为单轴单射针及单轴双射针,成分系硅质,现大多为方解石所交代。

钱石灰岩以富含海百合茎,风化后呈古钱状而得名,多为泥晶海百合灰岩。

猴石灰岩则以富含泥质为特征。

山西组3号煤层之下可见泥晶灰岩透镜体或似层状菱铁矿交代的泥晶灰岩,其中缝合线较为发育。

(二) 泥质岩的特征

泥岩的结构以泥质、粉砂泥质结构及含粉砂泥质结构为主,部分泥岩为生物泥质结构,偶见海相动物化石,植物残体或炭质。

据X射线及差热分析,成分主要为高岭石、伊利石、石英,其次为方解石、白云石,有时含少量菱铁矿、黄铁矿、长石等。因此,泥岩主要是高岭石泥岩,伊利石—高岭石泥岩及高岭石—伊利石泥岩。从结构上看,则主要是粉砂质泥岩及泥岩。

二、含煤岩系某些微量元素特征

沉积岩中微量元素的成分及丰度差别往往是沉积环境差异的反映。所以,某些微量元素的变化能为沉积环境分析提供依据。

硼 由于它在海、陆地层中含量差别明显,因此,常用来区分不同环境。沉积物中的硼除陆源碎屑矿物(如电气石)中含有以外,主要是从海水中吸取。分析资料表明,湖泊沉积物中硼含量低,约50ppm,海相沉积物中约为100ppm或更高,成盐泻湖含盐粘土中硼含量可达1000ppm以上。对本区064孔一些样品的光谱定量分析结果表明,硼含量为4—200ppm,在剖面中的分布与其它环境参数分析一致,淡水沉积物多在50ppm以下,过渡区沉积物为60—70ppm,海洋沉积物的含量可达120ppm以上(表1)。由太原组—山西组—下石盒子组,硼的平均含量由120.67—63.83—40.85(ppm),呈有规律的减少。

表1 064孔样品硼含量综合分析表

Table 1 Synthetic analysis data of B in the No. 064 Well

地 层	样 品 数	平均硼含量(ppm)
下石盒子组	7	40.85
山 西 组	6	63.83
太 原 组	3	120.67

锶、钡及其比值 锶、钡比值随盐度的提高而增大,所以常用来作为环境分析的一

项辅助标志。据研究在粘土或泥岩中，海相 $Sr/Ba > 1$ ；陆相 $Sr/Ba < 1$ 。随着从淡水向海洋环境的转变，沉积物中 Sr/Ba 增大的趋势是很明显的。

从表2可以看出，随着环境的改变，由太原组—山西组—下石盒子组， Sr/Ba 作有规律的变化，由0.75—0.46—0.29。

沉积磷酸盐 磷酸盐分析结果与本区从太原组到下石盒子组总体上的海退型剖面结构相一致。由下而上岩石的磷酸钙与磷酸铁的比值（表3）有相应的降低（37.65—0.86）。

表2 064孔样品锶、钡含量分析结果表

Table 2 Analysis data of Sr and Ba in the No. 064 Well

样品编号	层位	岩性	Sr含量(ppm)	Ba含量(ppm)	Sr/Ba
F-10	P ₁ ² 上部	紫斑沙岩	26	97	0.27
山-14	P ₁ ¹ 3号煤下	黑色泥岩	21	40	0.53
Y ₃	P ₁ ¹ 3号煤顶	泥灰岩	49	56	0.88
太-16	C ₃ 四节石顶	黑色泥岩	103	129	0.80
太-17	C ₃ 四节石夹层	黑色泥岩	90	87	1.03

表3 064孔样品沉积磷酸盐分析结果表

Table 3 Analysis data of SPM in the No. 064 Well

样品编号	层位	岩性	磷酸盐		可能环境
			磷酸钙	磷酸铁	
F-13	P ₁ ² 上部K ₁₀	紫斑泥岩	0.86		淡水湖泊
山-3上	P ₁ ¹ 1号煤上	灰色泥岩	1.45		河漫滩
山-20	P ₁ ¹ 5号煤上	深灰色砂质泥岩	11.29		分流间湾
太-6	C ₃ 猴石顶	灰岩	7		前三角洲
太-16	C ₃ 四节石顶板	灰岩	10.87		前三角洲
太-四	C ₃ 四节石	灰岩	37.65		海湾

三、含煤岩系沉积环境及其演化

笔者采用地层垂直层序分析，古水流和砂体分析，岩矿及地化分析、测井曲线分析等方法，编制各种平面图、砂体图和沉积断面图等，对本区含煤岩系进行了剖析，认为本区晚石炭世太原组和早二叠世山西组由滨海平原、三角洲及间三角洲环境的沉积组成。

1. 太原组的沉积特征及沉积环境

从区域古地理位置来看，本区位于华北聚煤区北带和中带的过渡位置。自中奥陶世起长期遭受风化剥蚀，到中石炭世晚期，华北地台开始缓慢沉降，海水自东北方向侵入。

此时华北地台北部之阴山古陆,东胜—陇山隆起及南部的秦岭古陆、中条古陆仍处于遭受剥蚀的状态。

根据含煤岩系中主要砂岩古水流的测量,自太原组中部直下至石盒子组数百米厚的地层中,古水流方向基本一致,在南东和南西之间变化。这表明,自晚石炭世—二叠世早期,本区存在着北高南低的古斜坡。晚石炭世早期继承了中石炭世的沉积面貌,当时本区处于海湾北部边缘。

本区太原组不仅同淮南差别很大,与豫西地区亦有显著不同,且与太原西山地区也不尽一致。总的趋势是:从淮南—豫西—阳泉,太原组中灰岩层数减少(淮南、淮北11—13层,禹县8—9层,新密7层,阳泉4—6层),含煤情况变好。禹县太原组中仅I₄煤局部可采,而本区除15号煤全区可采外,12号、9号、8号煤也局部可采。

与太原西山地区相比,本区主要可采煤层15号煤位于太原组下部,厚度大、分布广、层位稳定,下伏K₁砂岩较发育。而西山地区太原组下部则不含可采煤层,仅见不可采薄煤层或其透镜体,K₁砂岩(晋祠砂岩)厚度较小。本区太原组中灰岩仅限于中下部,上部为陆源碎屑沉积。西山地区太原组下部仅有吴家峪灰岩,而庙沟灰岩、毛儿沟灰岩、斜道灰岩、东大窑灰岩等均位于剖面的中部和上部。

区内太原组由滨海平原、三角洲及间三角洲沉积组成。自下而上可划分为五个旋回。

第一旋回 本溪组上段—15号煤。本溪组上段为海湾沉积。中石炭世海进,形成了海岸线迂回曲折的海湾环境。在起伏不平的风化面上,形成了本溪组铁铝层沉积,中上部还沉积了2—3层石灰岩。晚石炭世早期,随着海水的向南后撤,岸进作用增强,海滩环境也逐渐向南扩展,形成了近东西向展布的席状K₁砂体。该层砂岩多为细—中粒石英砂岩,碎屑占85—95%,成分主要为石英,次为长石,含云母及锆石、磷灰石等重矿物。胶结物以硅质为主,局部见凝灰质。结构成熟度及成熟度均较高,发育大型板状、宽缓槽状、人字形交错层理和冲洗层理。

随着地形的渐趋夷平,海滩环境逐渐变化,依次沉积了潮坪粉砂岩、泥岩以及覆水沼泽和泥炭沼泽沉积。由于该时期构造活动微弱,聚煤场所长期稳定发育,聚集了厚度大、分布广、层位稳定的15号煤层。

四节石灰岩为一灰岩组,厚约8米,为深灰色泥晶生物碎屑灰岩,其特点已如前述。灰岩中间夹数层含海相生物化石碎片的灰黑色粉砂质泥岩,偶见缓波状层理,属海湾沉积。

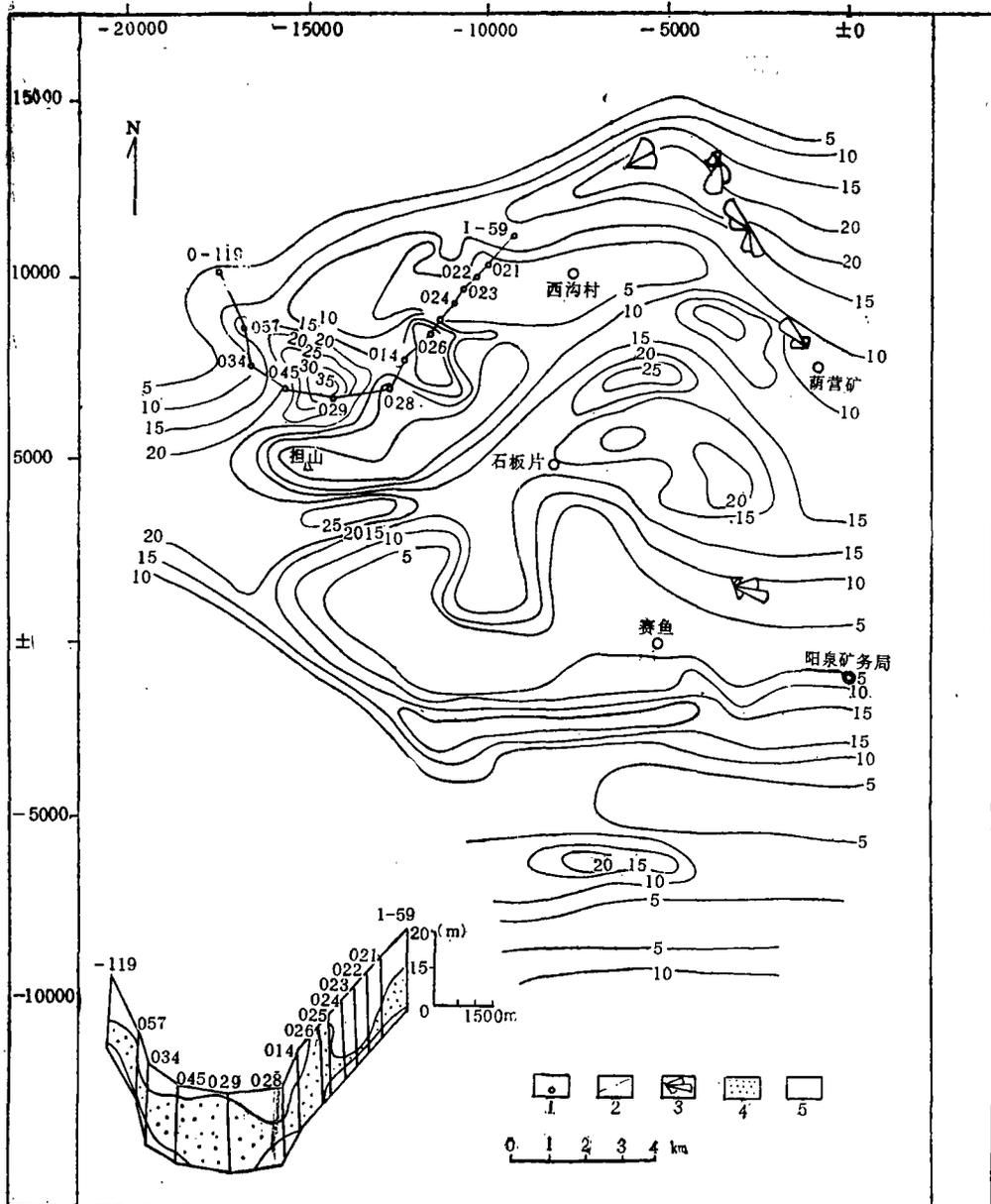
第二旋回 四节石灰岩之上、钱石灰岩之下,为一粒度向上变粗的三角洲沉积层序。15号煤聚集之后,本区遭受频繁海侵,沉积了四节石灰岩,其上覆地层为前三角洲,远砂坝泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩,河口砂坝、分流河道砂岩,天然堤及泥炭沼泽沉积。尔后,本区又遭海侵、沉积了钱石灰岩,中止并破坏了三角洲平原的正常演化。

钱石灰岩厚1.5—3.5米,为深灰色泥晶生物碎屑灰岩,特点如前述。见波状层理,形成于有较强水流活动的海湾环境。

第三旋回 钱石灰岩—猴石灰岩。为间三角洲沉积,即发育在三角洲朵叶之间的滨海沉积。由灰岩、含大量菱铁质结核的灰黑色泻湖泥岩、泻湖粉砂质泥岩及砂岩、沼泽

及泥炭沼泽沉积等组成。猴石灰岩以富含泥质为特征，含大量生物碎片。具结构退变现象，故可能为高能环境形成的生物碎屑，沉积于低能的海湾。

第四旋回 猴石灰岩顶面—8号煤层，为发育在海湾环境的、较为完整的浅水三角洲沉积。其中S₁、S₂砂体均呈自北向南分叉的树枝状，南部为指状，古流向在南东—南西之间变化。8号，9号煤层系发育在三角洲平原上的泥炭沼泽环境。



1. 钻孔编号 2. 砂岩等厚线 3. 古水流玫瑰花图 4. 细—粗砂岩 5. 泥岩、粉砂岩

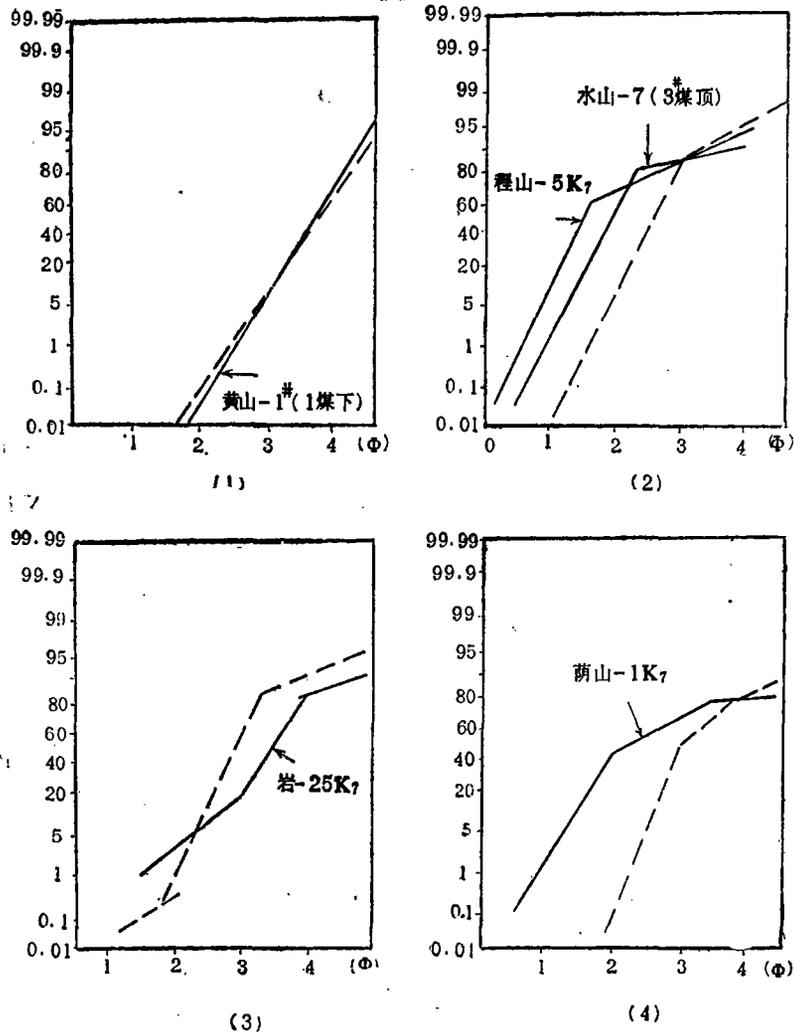
图1 K₇砂岩砂体图

Fig. 1 Sandstone body of the Sandstone No. K₇, in the Yangquan coal mining district

第五旋回 8号煤层之上一山西组下部,为又一三角洲体系的沉积。在底部前三角洲泥质沉积中,发育了广盐度生物舌形贝(*lingula sp.*)及众多的菱铁矿结核,偶见灰岩透镜体。向上为发育砂泥交互水平层理的砂质泥岩、粉砂岩的远砂坝沉积, K_7 砂岩的河口砂坝及分流河道沉积,天然堤及漫滩沼泽沉积。

2. 山西组的沉积环境及其演化

本区山西组厚约65米,下起 K_7 砂岩底界上至 K_8 砂岩底底界,岩性组合如前述。本组含煤6层,自下而上为1—6号煤,其中3号煤全区可采,6号煤局部可采,其余均不可采。山西组是在太原组顶部前三角洲,三角洲前缘沉积基础上发育的三角洲体系的沉积,经历了建设—废弃—建设的发展阶段。

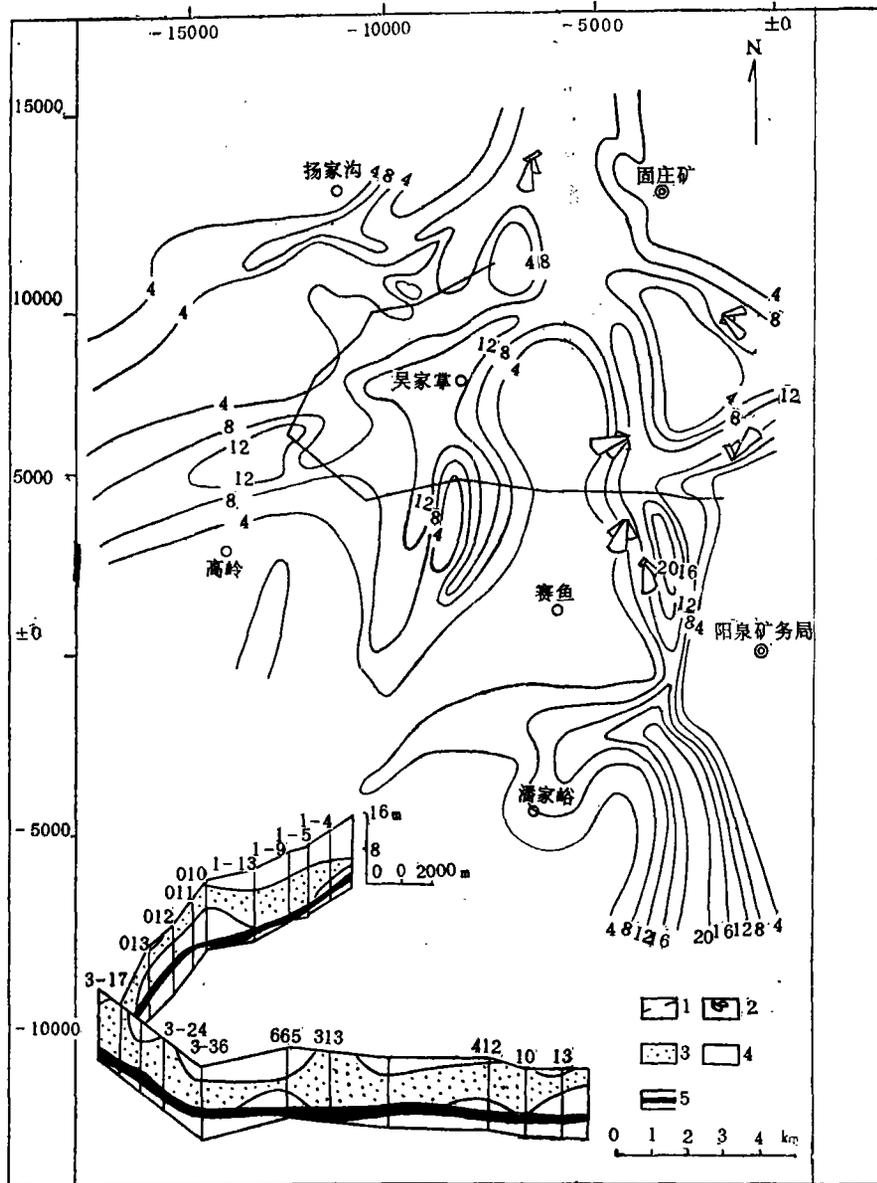


图中虚线(1)现代密西西比河天然坝沉积 (2)现代密西西比河分流河道沉积
(3)现代密西西比河河口砂坝沉积 (4)现代长江河口砂坝沉积

图2 山西组概率累积曲线图

Fig. 2 Cumulative probability curve of coarse sandstones in Shanxi Formation

K, 砂岩多属含砾中—粗粒和细粒岩屑砂岩和岩屑石英砂岩, 还有少量杂砂岩, 分选中等, 成分成熟度较低。砂岩底部见透镜状含砾粗砂岩, 常见冲刷现象。一般粒度向上变细。中下部常见大型槽状、板状交错层理, 顶部见波状层理。在阳泉矿区东北部(荫营煤矿附近), 砂岩较“干净”, 粒度向上变粗, 结构成熟度和成分成熟度均较高。此



1. 砂岩等厚线 2. 古水流向玫瑰花图 3. 细—粗砂岩 4. 粉砂岩、泥岩 5. 煤层

图 3 3号煤顶板砂岩砂体图

Fig. 3 Roof sandstone body of the Coal Seam No. 3 in the Yangquan coal mining district

砂体呈自西向东分叉的枝状形态,并向东展宽,古水流方向基本向东,与砂体延伸方向一致。在阳泉矿区东部,出现指向上游和双向水流(图1),显示了K₇砂岩分流河道和河口砂坝沉积的特点。该层砂岩的粒度分析也支持这一认识(图2)。

K₇砂岩之上发育了三角洲平原的天然堤及漫滩沼泽沉积,在分流间地区形成了本区局部可采煤层—6号煤。6号煤顶板砂岩至3号煤直接顶板,为三角洲废弃阶段沉积。

以K₇砂岩砂体图和3号煤层顶板砂岩砂体图(图3)相对照,二者的差异是显而易见的。3号煤层顶板砂岩砂体呈自北向南分叉的枝状形态,其古流向均呈单向,指向南方。K₇砂岩和3号煤层顶板砂岩相距不到30米,却在砂体延伸方向和古水流方向上有如此明显的变化,说明在3号煤层聚集之前,由于河流的改道,使本区成为废弃的三角洲朵叶。3号煤层形成之后,河流又通过决口等方式返回本区,形成了新的三角洲朵叶。即是在这一过渡阶段形成的。

三角洲朵叶废弃之后,由于沉积物供应显著减少,加之沉积物的差异压实作用,造成“假海侵”,在原分流间地区形成分流间海湾,其沉积物以细粒为主,发育水平层理、波状层理、潜穴及生物扰动构造,并沉积有为菱铁矿交代的泥晶灰岩透镜体。分流间湾的充填、淤平,在废弃的三角洲朵叶上将成煤沼泽连成一片,为3号煤层的聚集提供了良好场所。

在3号煤层顶板砂岩沉积期及之后,三角洲又进入建设阶段,由若干个层序向上变细的河流小旋回组成,发育分流河道、天然堤、河漫滩、决口扇及河漫湖泊等沉积。

山西组顶部,沉积环境已逐渐向大陆环境演化。以前不少地质工作者以及地质报告中认为本区山西组“纯陆相”沉积,这种观点是值得商榷的。

四、主要煤层的聚煤规律

(一)15号煤层 区内15号煤层厚4.97—8.69米。在阳泉矿区较厚煤带和较薄煤带呈向东开口的半弧形展布,总体为由北向南、由西向东逐渐变薄的趋势。

15号煤层灰分产率平均15%,含硫量1.09—5.21%,平均2.08%。在本区主要煤层中,其灰分产率最低,而含硫量最高。这与其沉积环境受河流影响小,受海水和半咸水影响较大有直接关系。15号煤层顶板常为海相沉积的四节石灰岩,这与其含硫量较高直接相关。

15号煤层厚度大、分布面积广、煤层稳定,预计周围地区尚可找到大面积可采煤层。就阳泉矿区所在的聚煤拗陷而言,预计在阳泉矿区以东地区,其煤层分布当呈向西开口的半弧形。往南至昔阳、平定一带仍将稳定。往南西方向至寿阳一带,由于覆水条件和沉积基底的影响,15号煤将出现分叉,且厚度变小。

15号煤层形成于滨海平原半咸水泥炭沼泽,这类沼泽的特点是:

1.下伏地层为发育在湾曲海岸线的席状前滨砂体之上,有时在与此相当的层位为海湾沉积。有时石灰岩构成其顶板。一般呈向上变细层序,自下而上为灰白色铝土质泥岩、煤层、石灰岩。

2.煤层厚度较大，分布广，层位稳定。可追索数十公里以上。

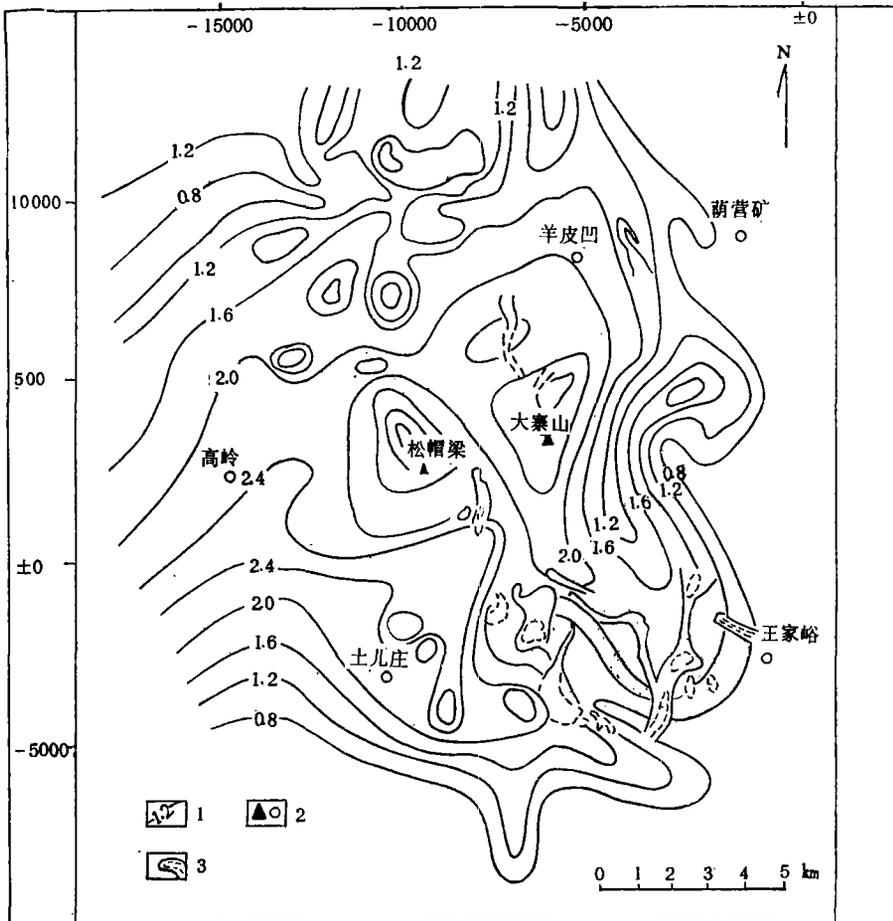
3.煤层形成过程中和聚煤之后，受海水影响，上覆海相沉积对煤层起保护作用，并使其含硫量增高，一般>2.5%。

4.煤层的视电阻率曲线为高阻，自然电位曲线偏正，伽玛曲线为低值，三者均呈指状，峰顶多齿。

5.15号煤之下黑色泥岩硼含量为147ppm，顶板四节石灰岩顶部及夹层(黑色泥岩)的Sr/Ba分别为0.8和1.03。

(二) 3号煤层 平均厚1.52米，在阳泉矿区，3号煤层在中部地区(三矿、三矿扩区、二矿扩区北部、一矿南部)较厚，向西北、东南方向煤层渐次变薄。煤厚变化呈条带状且具方向性(图4)。

3号煤层灰分产率一般为12—25%，硫分含量平均仅为0.49%，在本区主要煤层中灰分最高而含硫量最低。



1.煤等厚线 2.山峰、村庄 3.冲刷煤层不可采带及无煤带 图内纵坐标500应改为5000

图4 3号煤层等厚线图

Fig. 4 Isopach of the Coal Seam No. 3 in the Yangquan coal mining district

影响 3 号煤层厚度变化的原因是多方面的,但主要是受聚煤期的沉积环境和河流的后生冲刷两个方面。前已述及,本区 3 号煤层形成在废弃的三角洲朵叶上,形成于新、老朵叶的过渡时期,长期稳定的环境为煤层的形成提供了良好场所。其次, K_7 砂体及 6 号—3 号煤层间综合砂体呈现出向东和东南方向分叉,说明当时的三角洲朵叶是向东—东南方向倾斜的。在三角洲朵叶上,三角洲平原过渡带煤层发育最好,向下三角洲平原和上部三角洲平原变差,这同阳泉矿区中部 3 号煤厚度较大、呈北东—南西向展布、向北西和南东方向变差的趋势是完全吻合的。

河流对 3 号煤层的冲刷现象是存在的,在野外就可直接看到。将 3 号煤层顶板砂岩砂体图和 3 号煤层等厚线图叠合起来分析,会发现:冲刷无煤带和冲刷不可采带主要分布于阳泉矿区的东部,呈近南北向展布,其分布位置和延伸方向同 3 号煤层顶砂岩主扳干砂体的位置及延伸方向是吻合的。据此,可预测未开采地区 3 号煤层的冲刷程度及冲刷带方向。

区内 3 号煤层形成于三角洲废弃朵叶上的泥炭沼泽。这类沼泽有以下几个特点:

(1) 三角洲废弃朵叶和成煤关系极为密切,新、老朵叶的过渡时期,是成煤的有利时期。

(2) 迁移到邻区的河流可以在邻区发育成新的朵叶,尔后河流又可以通过决口等方式返回原地,邻区则转入废弃。新朵叶叠加在老朵叶之上,形成复合朵叶。新朵叶可以没有前三三角洲和三角洲前缘沉积,其三角洲层序可以是不完整的。

(3) 返回原地的河流可以沿袭废弃河道的位置,也可以自成体系,古水流及砂体延伸方向可以不尽一致。本区的情况属后者。新河道返回原地,可以对已沉积的煤层造成局部冲刷。冲刷无煤带和冲刷不可采煤带受河流位置及延伸方向的控制。

(4) 受淡水影响大,含硫量低而灰分产率较高。

本文在成文过程中,得到煤炭部 173 队唐辛、李遂荣、星金仲工程师和张彦民等同志的热情帮助和阳泉矿务局地测处的大力支持。焦作矿院黄志明、刘祖发、许建国、王运泉等老师;肖贤明、吕志发、唐耿琛、王宏伟、王德伟、负三强、潘允雄、魏怀习、杨建强和陈文宣等同学参与了资料收集及部分室内工作。武汉地质学院北京研究生部李宝芳副教授、刘光华等老师提出了不少宝贵意见,在此一并致以衷心的感谢。

(收稿日期 84 年 3 月 17 日)

参 考 文 献

- [1] 杨起、韩德馨主编, 1977, 《中国煤田地质学》(上册), 煤炭出版社。
- [2] 刘宝珺主编, 1980, 《沉积岩石学》, 地质出版社。
- [3] 陈庸勋等, 1981, 《岩性古地理研究方法》, 地质出版社。
- [4] 同济大学, 1980, 海陆相地层辨认标志, 科学出版社。

A PRELIMINARY STUDY ON SEDIMENTARY ENVIRONMENTS AND LAW OF COAL-BEARING FORMATION IN YANGQUAN, SHANXI

Ge Baoxun Yiu Guoxun li Chunsheng
(Jiaozuo College of Mining)

Abstract

The Yangquan coal district is located in the eastern part of Shanxi. Its area is about 275 km² and coal resources are rich there. It is one of the main coal bases in China.

The main coal-bearing formations in this area — Taiyuan Group and Shanxi Formation are of Permo-Carboniferous in age. The Carboniferous Taiyuan Group which consists mainly of grey and dark-grey limestones, argillites, sandy-argillites, sandstones, tuffs, tuffites and coal seams, is about 120m in thickness. It contains 4-9 coal seams, and the Coal Seam No.15 at the bottom of this group is the main minable one. The Permian Shanxi formation overlaying Taiyuan Group in succession is about 65 meters in thickness and is composed mainly of grey sandstones, dark-grey sandy-argillites, argillites, carbonaceous shales and coal seams. There are some lens of limestones in the lower part of the formation. Shanxi Formation contains 6 coal seams, the No. 3 of which is the main minable one.

The present study shows that the coal-bearing series at the Permo-carboniferous in this district mainly consists of coastal plain, delta and interdelta deposits.

The Lower-Upper Carboniferous in this district like the Upper-Middle Carboniferous is also characterized by gulf depositions. The coal district is located at the northern margin of the gulf. The foreshore spread toward south as sea water regressed southward, and the k₁ sheet sandstone body deposited, above which siltstones deposited successively at tidal flat and the Coal Seam No.15 was formed in the peat swamp.

Since the Coal Seam No.15 was formed in the brackish-water swamp at the coastal plain, the swamp for the accumulation of coal materials was spacious and stable for a long time, thus the thick and stable coal seam was formed in extensive area. As the environment, in which the coal was formed, was influenced largely by sea water or brackish water, the ash content of the Coal Seam No.15 is low and the sulphur content is high.

After the Coal Seam No.15 had been formed, this region was transgressed by the sea and the "Sijieshi" limestone deposited, above which subsequently, an up-

ward coarser deltaic deposition sequence was formed, and there occurred a sea invasion afterward, thus the "Qianshi" limestone was deposited. Between "Qianshi" and "Houshi" limestones are interdelta deposits.

The deposits between the top of "Houshi" limestone and the Coal Seam No. 8 are formed in the shallow water delta. The section from the Coal Seam No. 8 to the bottom of Shanxi Formation is represented by an intact series of delta deposits.

Shanxi Formation is composed of delta deposits developed successively from the top of Taiyuan Group, which is represented by the prodelta and delta-front deposits. The deltaic depositional series also underwent a process of construction--destruction--construction.

The section from the roof sandstone of the Coal Seam No. 6 to the Coal Seam No. 3 is made up of destructional delta deposits. After the accumulation of the roof sandstone of the Coal Seam No. 3, the delta was under the constructional stage and accumulated deposits of distributary river channel, natural levee, burst-fan, valley flat and flood lake.

The Coal Seam No. 3 of Shanxi Formation was formed at an abandoned delta flower which is a main minable seam. The stable environment continued to exist for a long time, thus providing an ideal space for accumulation of the Coal Seam No. 3, which was formed in an extensive area.

To sum up, all the above-mentioned suggests that the deposits of Shanxi Formation are not "pure continental" as considered by most geologists in the past.