

# 山西寿阳矿区含煤岩系 环境及聚煤特征

黄志明 张鸿升 许建国 葛宝勋 刘祖发<sup>①</sup>

(焦作矿业学院地质系, 河南)

**提要** 本区太原组和山西组为一套过渡环境的沉积。太原组为有障壁海岸沉积体系和三角洲沉积环境, 区内主要煤层的聚煤特征为太原组中的 15、9 及 8 号煤层均为层位稳定, 厚度较大的全区稳定可采煤层; 山西组的 6 号煤层为层位较稳定, 厚度有些变化的较稳定部分可系煤系。

**主题词** 沉积环境 三角洲 潮坪 障壁岛 山西

**第一作者简介** 黄志明 男 52岁 副教授 沉积岩石学

寿阳矿区位于太行山复背斜之西翼, 沁水盆地之东北缘, 面积约 300km<sup>2</sup>。区内煤炭资源十分丰富, 与东部阳泉矿区毗连, 可建成为重要能源基地之一。

区内构造简单, 为一走向近东北, 向南倾斜的单斜构造。主要含煤地层为石炭系上统太原组和二叠系下统山西组, 本文着重探讨其沉积环境及聚煤特征, 并进行含煤预测。

太原组连续沉积于本溪组之上, 其平均厚度为 127.16m。岩性主要为深灰及灰黑色泥岩、炭质泥岩、粉砂岩、砂岩、灰岩及煤层, 含煤 6—8 层, 自下而上为 16、15(含 15<sub>下</sub>)、13、12、11、9(含 9<sub>下</sub>) 及 8(含 8<sub>上</sub>) 号煤层, 其中 15、9、8 号煤层全区稳定可采, 12 号煤层为较稳定局部可采。

山西组连续沉积于太原组之上, 厚 59.07—144.66m。岩性主要为灰白、深灰至灰黑色泥岩、砂质泥岩、炭质泥岩、粉砂岩、砂岩及煤层组成, 含煤 3—6 层, 自下而上为 6(含 6<sub>下</sub>)、5、4、3、2 和 1 号煤层, 其中 6 号煤层发育较好。

## 一 含煤岩系沉积环境

通过对本区含煤地层的沉积特征及环境标志的研究, 查明太原组及山西组均为一套过渡环境沉积, 现分别讨论如下:

### (一) 太原组的沉积环境

太原组为本区主要含煤地层, 属有障壁海岸及三角洲体系沉积, 下部为障壁岛—泻湖—湖坪体系沉积, 可划分为第一、二、三旋回, 上部则为三角洲体系沉积, 可划分为第四、五旋回。

<sup>①</sup>参加部分野外或室内工作的人员还有 119 队的张文虎、于荣章、介泽民、龚汉宏和李守乾。

1、第一旋回 该旋回自  $K_1$  砂岩底面至  $K_2$  灰岩顶面,为在本溪组顶部泻湖海湾环境的基础上发育起来的障壁海岸沉积,即障壁岛—泻湖—潮坪沉积(见图1)。本旋回厚 34.83—81.87m,具北厚南薄的趋势,与当时的古海陆分布一致。

$K_1$  砂岩,多为中细粒,有时为粗砂岩,其成分以石英、燧石为主,分选及圆度较好,结构成熟度

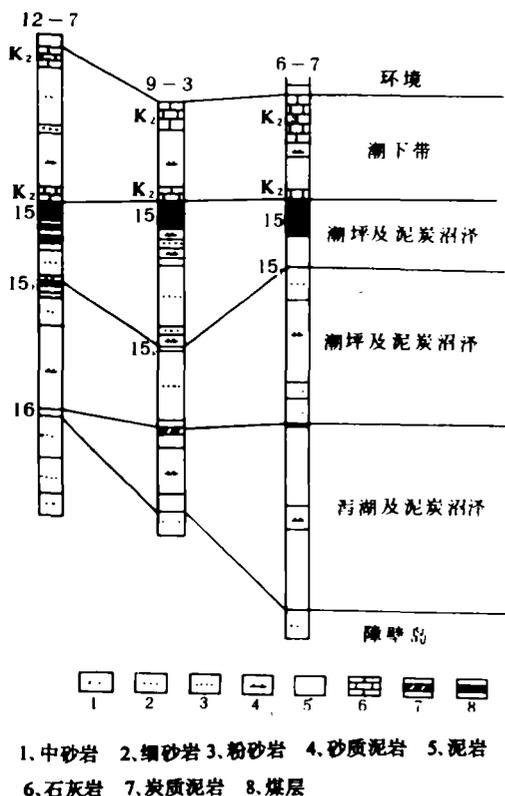


图1 第一旋回的垂直层序

Fig.1 The vertical sequence in the first cycle

和成分成熟度均较高,砂体形态呈近东西或北东—东向的堤脊状。砂岩沿走向厚度稳定,沿倾向变化明显,较细粒砂岩中心槽状、人字形及冲洗交错层理,具逆粒序,属障壁岛沉积。部分粗砂岩中见大中型板状、楔状交错层理及平行层理,具正粒序,为潮道沉积。砂体延伸方向与障壁岛呈正交或斜交。

泻湖沉积以灰黑色泥岩、粉砂质泥岩为主。岩石中发育水平及缓波状层理,富含菱铁质鲕粒、结核及黄铁矿晶粒,说明水动力条件较弱。16号煤层即为泻湖局部淤平沼泽化的产物,煤层分布局限,厚度小,属不可采煤层。

其上发育了具透镜状、波状及脉状层理,并常见生物扰动构造的细砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩及泥岩,其沉积相为砂坪、混合坪及泥坪。

15(含 15<sub>下</sub>)号煤层系发育于海退序列的泥坪沼泽化产物,煤层长期稳定发育,为本区的主要可采煤层之一。

旋回顶部的  $K_2$  灰岩,呈灰色、青灰色、常发育上、下两个分层,厚 0—7.67m,中类泥岩或粉砂岩。 $K_2$  灰岩多为生物屑泥晶灰岩,经测定其稳定同位素值为:

$$K_2^{\text{上}}: \delta^{13}\text{C} = -1.65\% (\text{PDB}) \delta^{18}\text{O} = -10.26\% (\text{PDB}) Z = 118.81$$

$$K_2^{\text{下}}: \delta^{13}\text{C} = 0.67\% (\text{PDB}) \delta^{18}\text{O} = -9.87\% (\text{PDB}) Z = 123.76$$

$$* Z = a(\delta^{13}\text{C} + 50) + b(\delta^{18}\text{O} + 50) \quad a = 2.04 \quad b = 0.498$$

$K_2^{\text{上}}$  值为 118.81 可视作 120,故仍属海洋环境。

综上所述,第一旋回系由海退序列的障壁岛—泻湖—潮坪沉积和海侵序列的潮下碳酸盐岩( $K_2$ )所构成的完整旋回,15(含 15<sub>下</sub>)号煤层则系在海退期因泥坪沼泽化形成的。

2、第二、三旋回 该二旋回位于  $K_2$  灰岩顶面至  $K_4$  灰岩顶面,为以陆源碎屑潮坪沉积为主,厚度分别为 6.05—27.34m 和 8.10—29.26m,因二者有共同特点,现叙述如下:

其岩性均以泥岩、砂质泥岩、粉砂岩及细砂岩,相应为泥坪、混合坪及砂坪沉积。岩层中见潮汐层理和动物与植物化石共存,生物扰动构造常见,为海退沉积组合。而旋回顶部为代表海侵的  $K_3$  和  $K_4$  两层灰岩中止了潮坪的发育,这两层灰岩均为含生物屑泥晶灰岩。其稳定同位素 Z 值为

124.75 和 120.88, 均指示海洋环境, 为潮下浅水环境的产物。并可能受风暴的影响。如  $K_4$  灰岩下部明显见一化石碎屑层, 厚 10—15cm, 化石多为经搬运来的、大小混杂的碎屑, 且种类较多, 其下界面常不平整, 似属介壳滞积层和其下之侵蚀面。

在海退后期, 因潮坪沼泽化形成 13、12 和 11 号煤层。但因沼泽化持续时间短即遭海侵而中止了泥炭的堆积, 故煤层均具层位稳定、厚度小而不可采的特点, 12 号煤层局部可采。

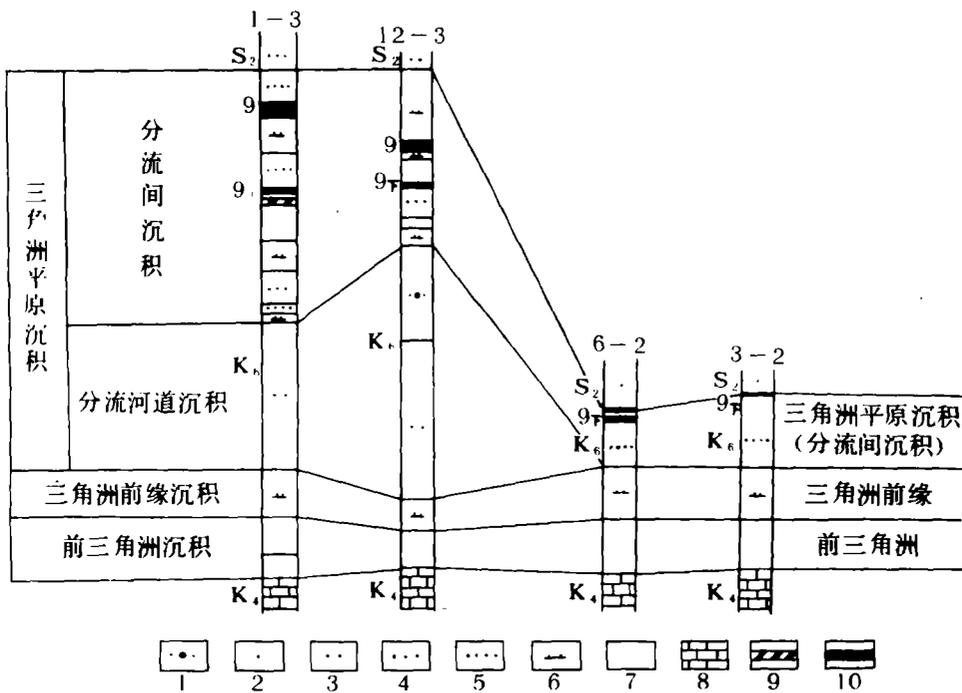
3. 第四旋回 该旋回自  $K_4$  灰岩顶面至  $S_2$  砂岩底面, 为一完整的三角洲体系沉积(图 2), 其特点为:

(1) 三角洲发育完整, 自下而上为前三角洲、三角洲前缘及三角洲平原沉积。垂直层序上显逆粒序, 厚度为 14.48—50.55m, 且西厚东薄。

(2) 前三角洲沉积主要为黑色泥岩及粉砂质泥岩, 呈块状或纹层状, 含菱铁质结核, 含腕足类化石且有向上减少的趋势。据泥岩的两个沉积磷酸盐分析, 其  $Ca / Fe+Ca$  值分别为 0.98 和 0.78, 指示海洋环境并略向过渡环境转化。

(3) 三角洲前缘沉积多为暗灰色砂质泥岩、粉砂岩及细粒砂岩, 具结构纹层及颜色纹层, 偶见潮汐层理, 为受潮汐作用影响的分流向海、河口砂坝及远砂坝的特点。

(4) 三角洲平原沉积, 包括分流河道及分流间沉积(天然堤、决口扇、河漫湖泊及河漫沼泽)。



1. 含砾粗砂岩 2. 粗砂岩 3. 中粗砂岩 4. 细砂岩 5. 粉砂岩 6. 砂质泥岩 7. 泥岩 8. 石灰岩 9. 炭质泥岩 10. 煤层

图 2 第四旋回的垂直层序(示东西分区现象)

Fig.2 The vertical sequence in the fourth cycle

$K_6$  砂岩多为灰白色中粗粒砂岩、含砾粗砂岩及少数细砂岩。具明显的东西分区现象, 东部为粒度细、厚度小, 具小型交错层理; 西部粒度粗、厚度大, 具大型交错层理及平行层理。说明西部为

分流河道, 东部属分流间沉积(图2)。K<sub>6</sub>砂岩对下伏地层有冲刷现象, 甚至将K<sub>4</sub>灰岩冲刷殆尽。K<sub>6</sub>砂岩的概率累积曲线(图3)表现为两段型分流河道及三段型的河口砂坝。

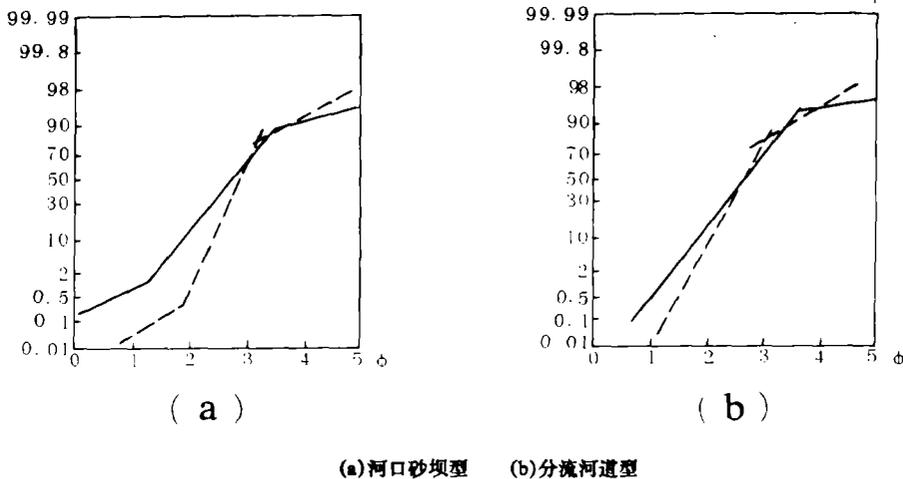


图3 K<sub>6</sub>砂岩的概率累积曲线

Fig.3 The probability accumulator curve about K6-Sandstone

分流河道两侧发育了决口扇、天然堤及漫滩沼泽沉积, 多为细砂岩、粉砂岩及砂质泥岩和煤层。9号煤层系形成于废弃的三角洲朵叶之上。因分流河道首先主要发育在本区西部及中南部, 尔后通过决口进入东部, 而西部和中南部首先转入废弃, 形成了9号煤层, 随后沼泽化向东扩展, 遂形成全区稳定且西部稍厚的9(含9<sub>下</sub>)可采煤层。

4. 第五旋回 本旋回自S<sub>2</sub>砂岩底至8(含8<sub>上</sub>)号煤层顶板泥岩之顶面, 厚6.90—25.16m, 为一不完整的三角洲旋回, 主要发育三角洲平原沉积, 包括S<sub>2</sub>砂岩分流河道沉积及分流间湾沉积, 8号煤层即形成于分流间沼泽内。由于微环境上的差异而显示东西分区的特点, 现分述如下:

(1) 东区 S<sub>2</sub>砂岩多为中粗砂岩及含砾粗砂岩, 具大型板状、收敛状和楔状交错层理, 多呈正粒序。概率累积曲线为两段型, 据萨胡公式计算得Y值为-9.634。其ρ<sub>sw</sub>及γ曲线均呈正松塔形, 应为分流河道沉积, 其对下伏地层常有冲刷呈突变接触, 局部见9号煤变薄或缺失。

(2) 西区 主要为中细粒砂岩、粉砂岩、泥岩等河岸及泛滥盆地沉积, 厚度也比较小。

综上所述, 第四旋回中以K<sub>6</sub>砂岩为代表的分流河道沉积主要发育在西部, 东部则为较细的分流间沉积; 第五旋回中以S<sub>2</sub>砂岩为代表的分流河道沉积则主要发育在东部。第五旋回后分流河道迁移改道所形成的三角洲, 故主要发育三角洲平原沉积。

## (二) 山西组沉积环境

山西组亦为本区主要含煤地层, 但其含煤性远不及太原组。它系在太原组顶部前三三角洲及三角洲前缘沉积基础上发育起来的三角洲体系。可划分为五个旋回, 自下而上为6、7、8、9、10旋回。现分述如下:

1. 第六旋回 本旋回自8(含8<sub>上</sub>)号煤层顶板泥岩顶面至S<sub>4</sub>砂岩底面, 厚7.00—50.10m, 为一完整的三角洲旋回。

(1) 前三三角洲沉积为黑色泥岩, 呈块状或纹层状, 富含菱铁质鲕粒、结核及黄铁矿晶粒。据泥岩

的两个沉积磷酸盐分析,其  $Ca/Fe+Ca$  值分别为 0.82 和 0.91, 古盐度为 28.1‰和 31.5‰, 说明与海水密切相关, 具海洋环境的特征。

(2) 三角洲前缘沉积为粉砂岩及砂质泥岩, 见小型交错层理及结构纹层, 厚度为 1—4m。

(3) 三角洲平原发育有分流河道及分流间沉积, 前者以  $K_7$  砂岩为代表, 多为中粗粒砂岩, 后者为粒度较细的河岸及泛滥盆地沉积。(含  $6_T$ ) 号煤层形成于分流间沼泽, 据其底板泥岩的沉积磷酸盐分析, 其  $Ca/Fe+Ca$  值为 0.98 和 0.94, 古盐度为 34.2‰和 32.7‰, 说明其与海水有联系。

2. 第七旋回 该旋回自  $S_4$  砂岩底面至  $S_5$  砂岩底面, 含 5、4、3 号煤层, 厚 6.99—53.45m, 主要发育三角洲平原沉积, 且东厚西薄、东粗西细。东部主要发育分流河道, 西部则以分流间沉积为主。

$S_4$  砂岩在东部以中粗粒为主, 西部粒度变细, 多具正粒序。东部见大型交错层理及平行层理, 概率累积曲线为二段型,  $\rho_{sw}$  曲线多呈正松塔型, 属分流河道沉积。西部的分流间沉积为中细粒砂岩, 粉砂岩、砂质泥岩、泥岩及煤层, 常见小型交错层理、缓波状及水平层理, 含植物化石碎片及菱铁质鲕粒。

5、4、3 号煤层均形成于分流间沼泽, 因受分流河道的迁移改道和冲刷等影响, 缺乏长时间稳定发育的条件, 故多形成厚度小而不连续、极不稳定的不可采煤层。

3. 第八、九、十旋回 这三个旋回有些相似, 在此一并说明。

第八旋回自  $S_5$  砂岩底至  $S_6$  砂岩底面厚 6.15—26.45m; 第九旋回由  $S_6$  砂岩底面至  $S_7$  砂岩底面, 厚 2.51—36.67m; 第十旋回自  $S_7$  砂岩底至  $S_8$  砂岩(属下石盒子组)底面, 厚 5.01—22.22m。其特点如下:

(1) 三个旋回均发育不完整, 主要发育三角洲平原沉积, 前三三角洲及三角洲前缘不发育。

(2) 岩性均为陆源沉积<sup>①</sup>——砂岩、粉砂岩、砂质泥岩及泥岩, 含 2、1 号煤层, 砂岩在旋回中起着骨架的作用。

(3) 各旋回的厚度都比较小, 说明了当时三角洲平原上分流河道频繁迁移、改道的特点。

(4) 在第八、九旋回中分别含 2、1 号煤层, 均属分流间泥炭沼泽化产物, 但因分流河道迁移改道而缺乏较长的相对稳定时期, 故煤层均呈零星分布且厚度小为极不稳定不可采煤层。

## 二 沉积环境的演化

本区太原组、山西组发育有十个旋回, 其中第 1 至第 3 旋回均系以海退的陆源碎屑潮坪沉积和海进的潮下碳酸盐沉积组成的完整旋回, 其余 7 个旋回都是三角洲体系沉积。说明地处华北聚煤区北带和中带过渡位置的寿阳矿区, 因受加里东运动影响, 与整个华北地台一起上升为陆。自中奥陶世以后长期遭受风化、剥蚀夷平, 为晚古生代含煤岩系的形成提供了广阔的空间。至中石炭世晚期, 受海西运动影响, 本区开始缓慢沉降接受沉积。海水自东北方向进入本区, 此时华北地台北部的阴山古陆、东胜—陇山台隆及中条古陆, 南部古陆仍处于遭受风化剥蚀状态。据区内部分砂岩的古流测量及岩性岩相组合、厚度等, 并结合邻区资料分析, 本区太原组中部至山西组中部古水流方向基本一致, 为自北向南并在南东与南西之间变化, 说明当时本区存在着北高南低的古斜坡。晚石

<sup>①</sup>葛宝勤, 黄志明: 1984 煤炭系统沉积岩统一分类命名手册。

炭世早期地形已近于准平原状态,处于海湾北部边缘的本区,从中石炭世后期开始遭受频繁的海侵,发育了较厚的一套以过渡环境为主的含煤岩系,形成了太原组下部的陆源碎屑潮坪沉积和潮下碳酸盐沉积,其上部及山西组的三角洲体系沉积,一直延续到二叠纪早期。此后随着海水不断地向南及东南方向撤退,至二叠纪晚期,气候暂向干旱炎热转变,本区也就由过渡环境暂向大陆环境转化,从而结束了本区含煤岩系的发育。

### 三 主要煤层的聚煤特点

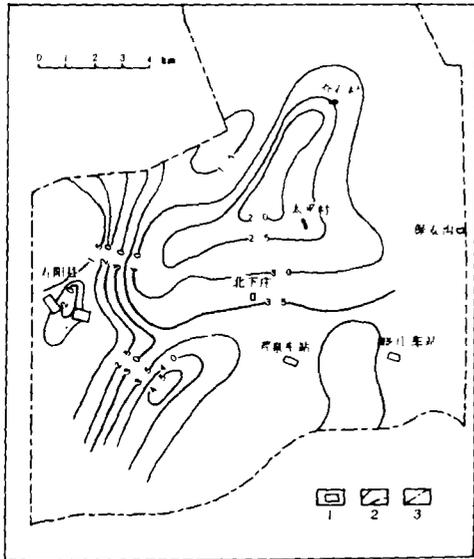
本区含煤9—14层,其中15、9、8号煤层全区稳定可采,6号煤层为部分可采煤层。

#### (一)15号煤层

15号煤层位于太原组底部第一旋回中,由潮坪泥坪沼泽化形成,厚度为0.83—5.24m,除西部边缘局部煤厚小于2.15m外,多在3m以上,其稍厚煤带呈北东向展布与古海岸线平行,煤层有向西分叉、变薄的趋势,平面变化见图4。

煤层灰分产率为8.22—48.83%,为中灰煤,硫分含量为0.79—6.03%,属中—富硫煤。硫分含量较高条带位于东北部,其展布方向与较厚煤带及高灰分产率条带的展布方向一致,都与当时的古海岸线平行,这就是潮坪成煤的显著特点。

形成山潮坪环境的煤层还有13、12及11号煤层。现将本区潮坪成煤的特点总结如下:



1. 村站 2. 等值线 3. 矿区边界  
图4 寿阳矿区15号煤层等厚线图

Fig.4 The isopach map of the 15th coal seam in Shouyang coal field

(1)煤层之下常为海退型陆源潮坪沉积组合,煤层之上多为海侵形成的潮下碳酸盐岩,煤层多位于海退的顶点。

(2)煤层大面积分布,层位较稳定,当潮坪沼泽化长期稳定发育时,形成厚度大而稳定的煤层,如15号煤层;而当潮坪沼泽化发育时间不长,则形成较稳定而厚度不大的煤层,如13、12、11号煤层。煤层展布方向多与古海岸线平行,且向海向陆方向均渐分叉变薄成尖灭。

(3)潮坪沼泽化首先从高潮坪发育,煤层底板多为泥岩、砂质泥岩。在泥炭聚集过程中,因周期性受海水影响,当海侵时其上覆于海相沉积对它起保护作用,但常使煤层含硫量增高。

(4)煤层的测井曲线特征:15号煤层 $\rho_s$ 曲线上常为剑状高阻,呈屋檐状, $\gamma\gamma$ 曲线显示齿状很大的正异常。

#### (二)9号煤层

9号煤层位于太原组的第四旋回中,系形成于废弃的三角洲朵叶之上。

**1.9号煤层的聚煤特点** 9号煤层厚0—3.60m,总的具有西厚东薄的特点,因为三角洲废弃首先从西部开始,故西区泛滥盆地内沼泽首先发育,故煤厚较大,可由0.90—3.60m。东区因沼泽发育稍晚,且分流河道发育,煤层常受冲刷而变薄甚至缺失,故煤厚较小,仅为0—2.46m。

9号煤层的灰分产率为10.51—42.58%,属中灰煤,并具有东高西低的特点,且与其顶板岩性有关,当煤层顶板为中粒砂岩时,其灰分产率均高于34.38%,显示了河道的冲刷现象。

9号煤层硫分含量为0.24—1.07%,为特低硫煤。其硫分含量表现为东低西高,东部为0.24—0.52%,而西部在0.32—1.07%之间,其原因首先是泥炭沼泽形成时受淡水影响大,这与东区分流河道较发育有关。其次是煤层顶板多为非海相的粉砂岩、砂质泥岩及泥岩,很少受到富含硫酸盐的海水影响所致。9号煤层顶板的 $S_r/Ba$ 的值为0.14也支持了这一看法。

由上述可知,无论煤层厚度、硫分含量及灰分产率,无不受到沉积环境的控制。9号煤层形成于废弃的三角洲朵叶上,而沼泽化首先在西部发育,故煤层具西厚东薄的特点。其次, $S_2$ 砂岩的冲刷是造成9号煤层出现薄煤带甚至无煤带的重要原因。

2. 现结合9号煤层,将本区废弃三角洲朵叶成煤特点总结如下:

(1) 在废弃的三角洲朵叶上形成的煤层具有分布广泛、厚度较大的特点,如9号煤层。

(2) 新老朵叶间的过渡时期为成煤的有利时期,本区9号煤层即形成于老朵叶废弃后,直至重返本区的新朵叶的到来才终止。

(3) 迁移到邻区的分流河道(以 $K_0$ 砂岩为代表)在邻区发育成新的朵叶,尔后分流河道又可通过决口、改道等方式重返原地,而邻区则转入废弃。新朵叶叠加在老朵叶之上,形成复合朵叶,造成多旋回的三角洲沉积体系,称为自旋回,新朵叶的三角洲沉积层序常不完整,常缺失前三三角洲和三角洲的前缘沉积。

(4) 返回原地的河流沿袭废弃分流河道的位置,也可以在废弃河道旁自成体系,故古水流及砂体的延伸方向可以不一致,本区的情况即属于后者。

(5) 由于泥炭聚集在废弃的三角洲朵叶上,故很少受到同期分流河道的影响,如同生冲刷等,而返回原地的新分流河道(以 $S_2$ 砂岩为代表)则可以对已聚集的泥炭层造成局部冲刷,使煤层变薄或缺失。冲刷变薄带和无煤带的方向受分流河道位置及其延伸方向的控制。

### (三)8号煤层

8号煤层位于第五旋回中,系形成于分流间沼泽(或称分流河道边缘沼泽)。

8号煤层厚0—3.24m,具东厚西薄的特点,薄煤带与受分流河道或决口扇的冲刷有关。

8号煤层的灰分产率为9.20—48.3%,属中灰煤,并有北高南低的趋势,其原因是北部向陆离物源区近,碎屑物质补偿较多,使灰分增高。

8号煤层的硫分含量为0.35—1.76%,属特低硫煤,这是因为煤层主要受淡水影响的结果。

### (四)6号煤层

6号煤层位于山西组底部第六旋回中,亦形成于分流间沼泽。

6号煤层厚0—2.01m,并有西厚东薄的趋势,东部煤层薄且变化较大,主要受微环境(形成于泛滥盆地沼泽中的厚度大)及后生冲刷有关。

6号煤层的灰分产率为15.04—39.11%,属中灰煤,具有北高南低及西高东低的趋势,其原因是北部和西部离物源区近,碎屑物质补偿比较充分。其硫含量为0.22—1.77%,为特低硫煤,这与6号煤层主要是受淡水的影响密切相关。

## 参考文献

- (1)杨起、韩德馨,1979,中国煤田地质学(上册),煤炭工业出版社  
 (2)刘宝琛,1980,沉积岩学,地质出版社  
 (3)陈庸勋等,1981,岩相古地理研究方法,地质出版社  
 (4)葛宝勋、尹国勋、李春生,1985,沉积学报,3卷3期,35—42页  
 (5)Reading.H.G.周明鉴等译,1985,沉积环境和相(中译本),科学出版社

THE SEDIMENTARY ENVIRONMENT AND COAL  
 ACCUMULATION  
 CHARACTERISTICS OF THE COAL BEARING SERIES IN  
 SHOUYANG COAL FIELD, EAST SHANXI

Huang Zhiming      Zhang Hongsheng  
 Xu Jianguo      Ge Baoxun      Liu Zufu  
 (Mining College of Jiaozuo)

## Abstract

The coal bed in Shouyang coal field was composed mainly of Taiyuan Group ( $C_{3t}$ ) and Shanxi Group ( $P_1s$ ) containing 9 to 14 seams. The abundant coal reserve of this region made itself one of the important bases of energy.

The Taiyuan Group in this district can be divided into five complete cycles of sequence, containing 6—8 coal seams, and was made up of light gray, dark gray and grayish black mudstone, siltstone, carbonaceous mudstone, siltstone, sandstone, limestone and coal seams. According to the sedimentology, the authors considered environment that Taiyuan group of this area belonged to the transitional environment deposit. The lower three cycles i.e. the 1st, 2nd, 3rd were built up of continental clastic debris tidal flat deposition under marine regression and lower intertidal carbonate under marine inundation, while the upper two cycles (the 4th and 5th) belonged to deltaic deposition.

The Shanxi Group in this district containing 3—6 coal seams, consisted of gray and black mudstone, sandy mudstone, carbonaceous mudstone, siltstone, sandstone and coal seams.

On studying its sedimentation mechanism in detail, the authors proposed that the formation of Shanxi Group is not "purely continental" as been known before, but as deltaic deposition. It can also be divided into five cycles (the 6th, 7th, 8th, 9th and 10th) most of them represent developing deltaic deposition except the cycle 6 which showed complete sequence of delta deposition.

The relationship between the depositional environment and the property of coal seams are as follows:

The 15th, 13th, 12th and 11th coal seams, located at the lower three cycles of the Taiyuan Group, were deposited under tidal flat environment. The characteristics of this sequence can be described in following words; the formations below each coal seam belonged to sea ebb sequence its continental clastic debris represent tidal flat

while those above each coal seam belonged to lower tidal depositional carbonate rocks, the coal seams were usually located at the climax of marine regression, its vertical gradation displayed normal sequence.

All of the above coal seams mentioned, represented their features as wide distribution, stable sequence of deposition and high sulfur content, with the trend of thick coal belt parallel to the palaeo-coastal line. when the ancient swamp lasted for a longer period, the coal seam pertained to be of greater thickness, wide distribution and available to be minable seam. It is the case of the 15th coal seam. But in the reverse, the 13th, 12th, and 11th coal seams obviously got thinner and partly workable owing to a short period of swamping.

The 9th seam was formed on the abandoned delta flower in the fourth cycle, possessed the feature of greater thickness, medium ash, much lower sulfur content and wide distribution due to a stable period of swamping.

The deposition of the 8th seam was formed in swamps of river branches on the delta plain, therefore it had better thickness but the wash-out by the branch river in succession caused the coal seam to be partly thinner.

The 6th seam located in Shanxi Group was also formed in swamp of branch river, and developed in the same history and same result as that mentioned above so it can be expected to be partly minable seam.