

# 豫西陕浍煤田山西组煤层形成环境和聚煤特征

周慧堂 王天顺

(中国地质大学, 北京)

孙红兵

(中国地质科学院, 北京)

**提要** 本文以宏观沉积学研究方法为主, 辅助进行室内岩矿签定, 编制沉积断面图和各种等值线图, 在此基础上讨论了山西组煤层的沉积环境, 并对煤层与聚煤沉积环境间的关系进行讨论, 研究结果表明, 泥炭沉积前和沉积期的沉积环境是影响煤层厚度和煤质的主要原因, 泥炭沉积后的沉积环境仅在局部地区影响煤厚分布, 而后期构造对煤厚影响程度较小。

**主题词** 煤系沉积环境 障壁岛 泻湖 潮坪 三角洲 聚煤特征

**第一作者简介** 周慧堂 男 27岁 讲师 煤田地质

陕浍煤田位于河南省的西部, 地理座标范围是东径  $111^{\circ}26'$ — $111^{\circ}43'$ , 北纬  $34^{\circ}43'$ — $34^{\circ}55'$ , 东西长 25km, 南北宽 18km, 面积  $450\text{km}^2$ , 有效工作面积约  $200\text{km}^2$  (图 1)。陕浍煤田晚古生代煤系地层由太原组 ( $C_3$ )、山西组 ( $P_1^1$ ) 和石盆子群 ( $P_1^2$ — $P_1^3$ ) 所组成。主采煤层二<sub>1</sub>, 煤位于山西组的下部。以主采煤层二<sub>1</sub> 煤为标志把煤系地层分为上、

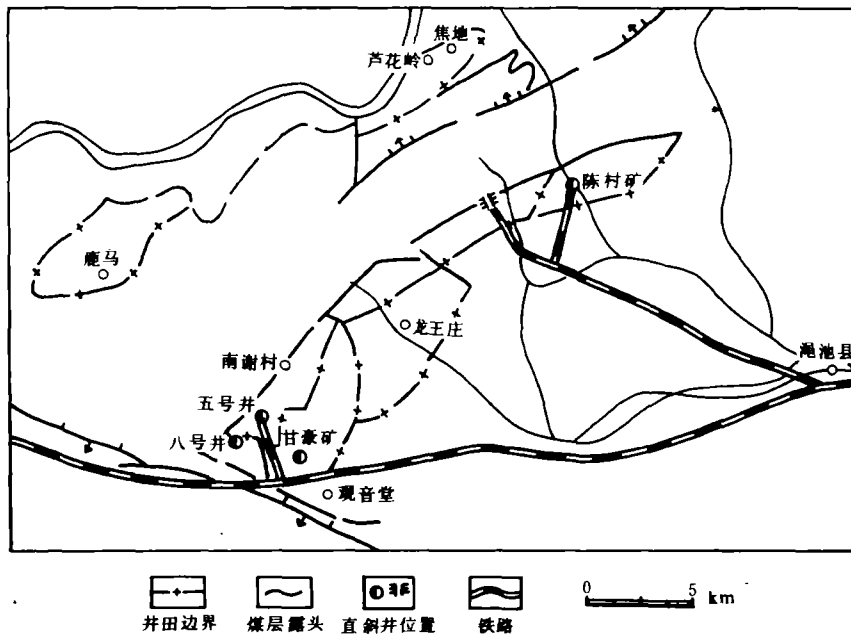


图 1 工作区范围及地理位置

Fig.1 The size and location of the study area.

下两部分，二<sub>1</sub>煤以下层段主要是滨海、浅海沉积，本段自下而上又可分为四段：即底部铝土质泥岩段、下部碎屑岩段、中部灰岩段和上部碎屑岩段。前三段属于太原组，后一段则包括太原组顶部和山西组下部的沉积。二<sub>1</sub>煤之上的山西组中上部主要是一套以河流作用为主、受潮汐影响、充填浅水海湾的三角洲沉积体系。本文讨论与二<sub>1</sub>煤的形成关系较密切的上部碎屑岩段和山西组中上部的沉积环境和聚煤特征。

### 一、二<sub>1</sub>煤沉积前上部碎屑岩段障壁—泻湖—潮坪体系

本段主要由碎屑岩和煤层所组成，局部含泥灰岩薄层，二<sub>1</sub>煤厚度变化和煤质特征主要受本段沉积环境的影响。

#### 1. 沉积相类型、标志和环境解释

据野外直接观察的岩石成因标志和室内做图将本段划分的沉积相及其特征如下：

(1) 障壁岛相：岩性为中细粒石英砂岩，分布在本段的下部。观音堂鸡冠沟剖面本段的障壁岛层序（图版 I，1）如下：下部为块状层，向上依次为低角度平面状交错层理和略呈槽状交错层理并含石英砾石的。再上又发育低角度平面状交错层理。层序之上为灰黑色含植物根化石的粉砂质泥岩所代表的潮坪相，它们构成海退相序。在观音堂鸡冠沟剖面障壁岛砂岩中测量的古流有四个基本垂直的方向，其中以南偏东一组为主。东西向的古流代表沿岸流的方向，与之垂直的向北和向南的古流向分别代表涨、落潮的方向。在电测井曲线剖面（图 2）上反映的粒度向上变粗的层序以及走向较为连续的砂体是障壁岛相，它多受到潮道所改造。

(2) 潮道相：岩性为中细粒石英砂岩，分选好，磨圆较差，粒度呈双众数分布。据相组合和电测井曲线剖面（图 2）所反映的粒度向上变细的层序可以确定是潮道相。主要反映潮道成因的本段砂体图显示自南向北（陆地一方）分叉变薄，在走向沉积断面上（图 3），潮道呈透镜体形态。

(3) 泻湖—潮坪相：主要由灰黑色粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩等组成，多含黄铁矿结

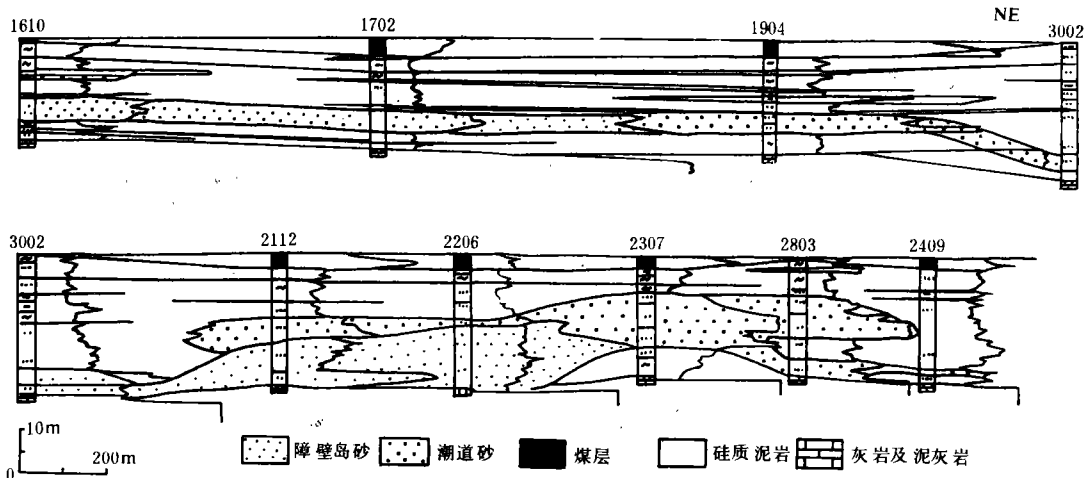


图 2 上部碎屑岩段电测井剖面

Fig.2 Electronic log section for Upper Clastic Rock Member.

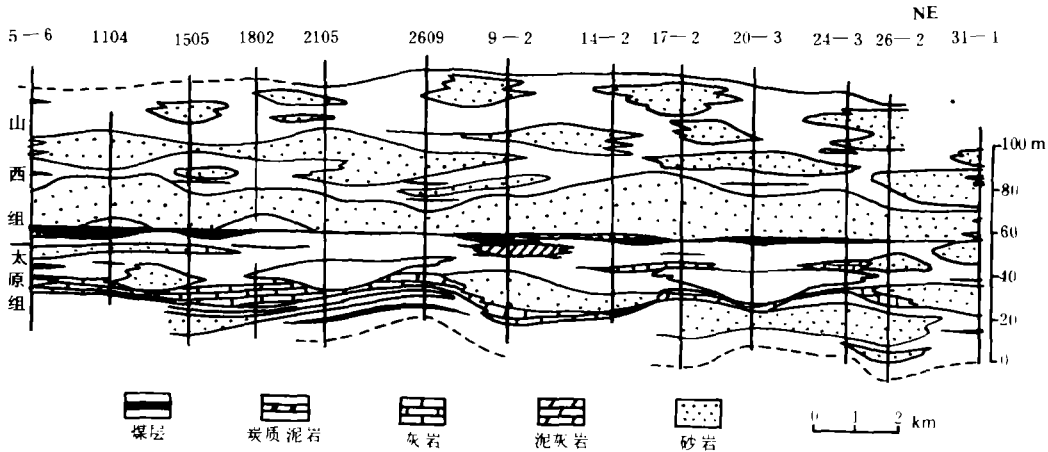


图3 太原组、山西组沉积断面

Fig.3 Sedimentary section of Taiyuan Formation and Shanxi Formation.

核，夹薄煤一层或数层，局部含泥灰岩薄层，主要沉积构造有各种类型的层理，如由灰黑色泥岩和灰色粉砂岩、粉砂质泥岩呈波状互层（图版 I，2），其它如枕状构造、滑塌构造（扭曲层理和小型断层等）、透镜状层理和生物扰动构造（图版 I，3）等都较发育。

(4) 沼泽相和泥炭沼泽相：沼泽相主要由粉砂质岩和泥岩所组成，含大量的植物根化石。泥炭沼泽相主要由本段顶部的二<sub>1</sub>煤层为代表，详见本文聚煤特征部分。

2.沉积层序类型及其特点

根据上述所确定的各种沉积相的垂向构成关系，垂向沉积层序可分为以下几种主要类型：

类型 I 一发育有障壁岛相，障壁岛相的上下一般为泻湖—潮坪相，如观音堂鸡冠沟剖面。

类型 II 一障壁岛相不发育（或缺失），而主要发育潮道相，潮道相有时切割障壁岛相（图 2）。这种类型层序比较常见。

类型 III 一以缺失障壁岛相和潮道相为特征，主要发育泻湖—潮坪和沼泽相，这种类型的层序在本区近陆地一方的焦地和鹿马一带十分发育，并且富含黄铁矿结核，它代表障壁岛向陆地一方受其保护的坝后区沉积。

以上三种垂向沉积层序反映了本区障壁岛—泻湖—潮坪体系不同空间位置的典型层序。垂向上总体构成一个进积序列。这种相的空间配置关系反映海在本区向南一方。

二、 二<sub>1</sub>煤沉积后山西组中上部浅水三角洲沉积体系

本段自二<sub>1</sub>煤顶板向上到山西组项界，是一套碎屑岩沉积，夹有薄煤一层或数层。

1.沉积相的类型、标志和环境解释

(1) 前三角洲相：由灰黑色泥岩、粉砂质泥岩组成，厚度一般小于 1m。由于三角洲分流河道向下强烈冲刷而一般保存不全或缺失。这种相发育在以二<sub>1</sub>煤为代表的泥炭沉积后的半咸水海湾相泥岩之上，但二者往往难以区分。

(2) 三角洲前缘相: 由灰黑色泥岩、粉砂岩以及细砂岩所组成, 向上过渡为以中粒砂岩为主的含有泥砾的分流河道相。垂向上, 前三角洲向上过渡为三角洲前缘, 它是三角洲向盆地进积的倾斜边缘, 沉积速度快和沉积物粒度向上变粗是这个相的特点。因为沉积速度快, 所以会形成一些滑塌构造, 上覆三角洲前缘沉积物的快速堆积引起下伏前三角洲沉积物的超流体压力, 因而形成泄水构造 (图版 I, 4)。远离分流河口地区, 虽然没有典型的河口坝沉积那么快, 但也能沉积较细的沉积物, 沉积物供应的不均匀周期性会形成互层层理。三角洲前缘由下部含泥沉积物向上逐渐过渡为不含泥的沉积物, 在分流河口地区形成河口坝沉积, 它代表分流河道注入水盆地的终端部分, 由于水流流出河口, 流速骤减, 搬运能力急剧下降, 沉积物快速堆积, 水体变浅, 因为通常在向水盆地较深的部位容易发生沉积, 所以只要沉积物连续供给, 就会形成向盆地进积的在垂向上表现为向上变粗的层序 (如 1706 孔大占段、2405 孔香炭段 (图 4))。

(3) 分流河道相: 这种相在本区最为发育, 厚 10—20m, 岩性为中细粒岩屑石英砂岩。底部有一个侵蚀或突变的界面, 其上为由菱铁矿结核代表的滞流沉积物或被冲刷的泥砾所组成。下部为块状层, 层厚从 0.5—1.80m。其上是很发育的由菱铁质或炭质显示的大型板状交错层理 (图版 I, 5), 层系厚一般 20—30cm, 纹层厚 0.1—5cm 不等, 层系间有时有薄层泥岩分布, 个别地方可见到相邻层系间有反向前积纹层以及再作用面构造 (图版 7"RS" 所示)。大型板状交错层单位之上是小型交错层单位, 层系厚小于 5cm, 顶部为本平层单位, 单层厚 0.2—1cm。除下部块状层单位外, 其余各单位层面上都分布有数量不等的白云母片。分流河道中的灰黑色泥砾在近底部、中部或上部都有分布 (图版 6)。大致顺层分布有较多的碳化的植物茎杆化石。

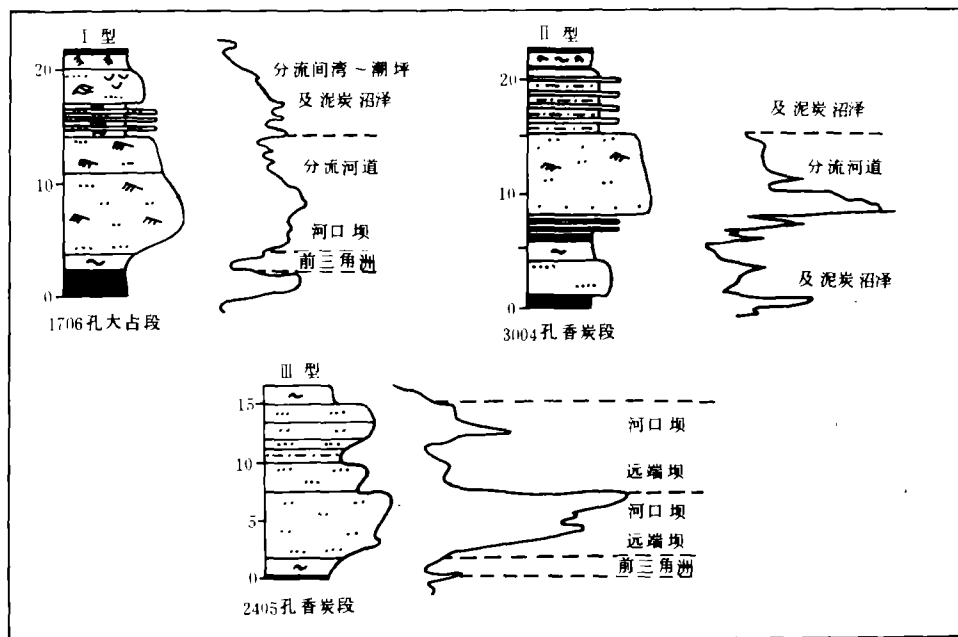


图 4 山西组中上部三种典型的垂直层序

Fig.4 Three typical vertical sequences of middle upper part of Shanxi Formation.

分流河道是把干流的一部分水和沉积物输送到受水盆地中的天然流槽。除了具有河流的一般特征如底部有一个侵蚀面和滞流沉积, 粒度及沉积构造的规模形成向上变小的序列以外, 还具有其本身的一些特点: (1) 本区大占砂岩(二<sub>1</sub>煤顶板砂岩)层面上大量分布的、水动力上较轻的白云母片状矿物只有当携带沉积物的河流注入水盆地之后, 由于受到盆地作用的影响, 水动力变弱才有可能大量堆积, 因此白云母片的大量出现可以作为三角洲的主要标志之一。(2) 从相组合来看, 向上变细的河道沉积与粒度向上变粗的河口坝形成复合体。(3) 植物的碎片、茎秆、泥砾等也都与水流注入水盆地后, 搬运能力骤然降低, 使得粗细粒和碳质碎屑混杂堆积有关, 以及和分流河道冲刷切割三角洲平原泥质沉积物有关。(4) 缺乏典型的曲流砂坝沉积, 这是由于分流河道往往切割下伏沉积物, 因而限制了其本身的横向迁移, 但它可以频繁地改造和发生冲裂作用, 形成大量的废弃河道。(5) 砂体自北(近陆地一方)向南分叉变薄, 形成向盆地一方伸展的朵状体。砂体在走向上呈透镜状, 并在垂向上呈错移叠置(图3), 砂体主要代表分流河道砂, 这种三角洲砂体分布与潮控三角洲由潮汐砂脊组成的砂体不同, 也不同于浪控三角洲平行岸线的砂体, 因此砂体分布表明本区是以河流作用为主的三角洲。

本区以河流作用为主的三角洲又受潮汐影响, 主要证据有: (1) 古流呈反向式, 如焦地一带古流向以南20°西一组为主, 次要一组为北30°东, 二者基本反向; (2) 层系间有薄层泥岩, 发育单粘土层(图版I, 5); (3) 相邻层系出现相反方向的前积纹层, 指示水流有过相反方向流动; (4) 发育的再作用面构造与反向前积纹层共存(图版7), 这是潮为环境较典型的特性。

(4) 三角洲分流间湾—潮坪相: 这种相在本区较为发育。主要由泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩以及细砂岩所组成。沉积构造产要类型有: 砂泥互层层理、透镜状层理、滑塌构造、小型沙痕交错层理, 前积纹层局部有反向, 这些构造都反映水流周期性活动以及相反方向的流动, 它们是潮坪上较典型的标志。在粉砂岩中发育较好的水平及倾斜的生物潜穴(图版I, 8、9)代表了分流间湾水体较深部位的沉积。

(5) 沼泽相及泥炭沼泽相: 沼泽相为灰色粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩, 多含植物根化石。泥炭沼泽相由二<sub>2</sub>、二<sub>3</sub>、二<sub>4</sub>等煤层为代表, 但煤层发育不好。

## 2. 垂向沉积层序的特点

山西组中上部是一套以河流作用为主、受潮汐影响的浅水型三角洲沉积体系, 其特点是: 前三角洲相和三角洲前缘相不发育, 而分流河道相和分流间湾~潮坪相却十分发育。活动三角洲向受水盆地内推进, 形成一套向上变粗的层序, 但由于受到腹地(排水盆地和河系)和受水盆地相互作用的性质在不同时期和不同地区有所不同, 因而各区发育的三角洲垂向沉积层序不同, 本区识别以下几种主要层序。

第一种垂直层序(图4—I)的特点是: 河口坝较薄, 其上为一套较发育的粒度向上变细的河道沉积。这说明受水盆地较浅, 河流作用较强, 在三角洲向受水盆地推进过程中, 河口坝受分流河道的冲刷而不易保存。

第二种垂直层序(图4—II)的特点是: 在下三角洲平原间湾—潮坪上发育分流河道, 层序中缺少典型三角洲层序的前三角洲泥和三角洲前缘砂。这一方面说明受水盆地水浅坡度缓, 另一方面说明潮汐作用较强, 三角洲分流河道容易改道, 早先形成的下三角洲平原下沉后, 活动分流河道迅速向该区推进, 而在分流间潮坪上直接发育分流河道。

第三种垂直层序(图4—Ⅲ)的特点是:前三角洲泥之上有两套三角洲前缘砂,这可能代表三角洲分流河口侧翼垂直层序,是由于分流河道的不断废弃改道而造成河口砂坝叠置的结果。

### 三、聚煤特征

煤层形成于多种沉积环境中,不同沉积环境,煤层发育程度不同。下面从沉积环境角度论述煤层分布特征和煤质(硫分、灰分)特征。

#### 1. 煤层厚度分布特征

煤层厚度和侧向连续性直接受泥炭聚积时沉积环境的影响。泥炭层沉积前、沉积期或沉积后的沉积环境都影响煤层的分布形态。由于受以前沉积环境的影响,二<sub>1</sub>煤层厚度分布在平面上呈现变薄带。薄煤带出现在下伏砂厚(潮道沉积)的地方,如煤层厚度。—3m范围大部分(除去后期冲刷带外)与下伏砂岩厚度大于12m的范围基本吻合(图3、5),而厚煤带(煤厚大于3m)则出现在下伏砂岩较薄(0~4m)的范围内。在沉积断面(图3)上,下伏砂岩总厚度大的地方,上覆煤层厚度小。泥炭沉积后的沉积环境也影响泥炭(煤)层的发育,本区由二<sub>1</sub>煤为代表的泥炭沉积后发育了一套以河流作用为主、受潮汐影响的浅

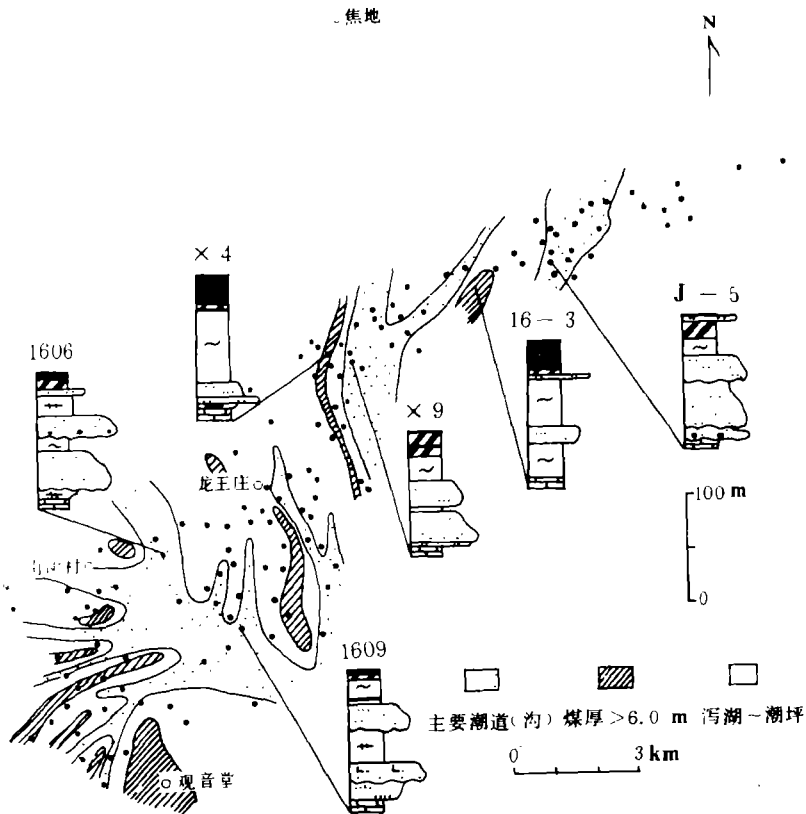


图 5 二<sub>1</sub>煤形成前环境与聚煤作用关系

Fig.5 Map of relation between sedimentary environments of deposits underlying Coal II<sub>1</sub> and coal-forming process.

木型三角洲, 十分发育的分流河道对下伏二<sub>1</sub>煤有冲刷, 冲刷地带是煤层上覆砂岩较厚的地带。因此在冲刷区内煤层现在保存的厚度与上下砂岩的关系是, 上下砂岩厚度小的地方, 煤层厚度大, 反之亦然。在非冲刷区范围内, 煤层厚度主要受下伏砂岩的影响, 其关系如前所述。

与小潮汐海岸障壁后泻湖—潮坪基础上发育的二<sub>1</sub>煤情况不同, 山西组中上部三角洲平原上形成的香炭煤, 厚度薄, 仅局部可采。煤层厚度分布平行于沉积倾向, 在横断面上, 为透镜状, 它是在河道边缘泛滥平原上形成的, 煤层厚度不大。由于水道向易于压实的先期存在的泥炭沼泽地带迁移, 因而泥炭(煤)层沉积之后的水道能阻止泥炭层的继续堆积而使煤厚度小, 水道砂的相互错移叠置引起煤层有同样的分布趋势。由此可见本区三角洲平原上煤层不发育是分流河道十分发育和频繁迁移的结果。山西组煤层以二<sub>1</sub>煤发育最好, 全区基本可采, 香炭煤则发育较差(表 1)。

表 1 山西组煤厚和煤质统计资料

Table 1 The statistics of thickness and quality of coal in Shanxi Formation

煤 层	煤 厚	煤 质	
		硫 分	灰 分
二 <sub>1</sub> 煤	0-14.10 / 3.66 (246)	0.9%-7.6% / 2.91% (192)	11.9%-52.5% / 21.29% (200)
香炭煤	0-3.22 / 0.52 (73)	0.6%-0.73% / 0.66% (4)	16.28%-27.42% / 20.92% (4)

注: 0-14.10 / 3.66 (246) = 最小值-最大值 / 平均值 (参加统计数)

## 2、煤质特征

本区二<sub>1</sub>煤、香炭煤的灰分变化不大, 一般为 20% 左右, 而硫分差别较大(表 1)。影响煤的灰分和硫分的因素很多, 但起决定作用的是泥炭形成过程中的 PH 值(W.E.Galloway, 1983)。二<sub>1</sub>煤硫分、灰分平面分布主要受泥炭沉积前沉积环境影响。本区灰分、硫分与煤层下伏砂岩厚度分别呈正相关和反相关关系。潮道比周围潮坪与海水的相通性好, 海水不断供应的各种元素和盐类极易与腐植酸发生化学合成作用生成各种腐植酸盐, 从而导致沼泽的酸度大大降低, 而形成中性—弱碱性环境(E.Stach, 1982)。在这种介质条件中, 细菌活跃, 因而形成的硫分高。在强酸介质中, 泥炭中的矿物质可以通过渗滤作用被带走, 而与弱酸条件有关的泥炭分解作用可以使矿物质在泥炭中集中起来(Cecilet al., 1979), 因而容易形成高灰分煤。本区富灰分(灰分 25%—40%)带与代表潮道砂岩砂体分布的较厚带(厚度大于 12m)比较吻合, 说明灰分高与潮道相发育有关。本区二<sub>1</sub>煤为中~富硫煤(硫分大多为 2.5%—40%), 而下伏砂岩最发育的范围内只出现相对低的中硫带, 这可能说明, 硫分除受海水影响(主要指 PH 值)外, 还与 Eh 值有关, 在砂岩不发育的相对闭塞区域内, 还原性好(Eh 值低), 硫酸盐细菌的作用还原出硫酸盐中的硫, 也就有可能形成黄铁矿, 使煤的硫分增高。本区二<sub>1</sub>煤以硫化物(黄铁矿)硫为主即为证据。

与小潮汐海岸障壁后泻湖—潮坪基础上形成的二<sub>1</sub>煤的硫分不同, 在三角洲平原上形成的香炭煤硫分很低, 其原因可能是在三角洲平原上泥炭沉积受海水影响程度小(pH 值低), 并且相对下伏沉积环境, 其还原性也较差(Eh 值高)。

## 结 语

综上所述, 可以得出如下主要结论:

二、煤沉积前的上部碎屑岩段为小潮汐海岸沉积, 在本区潮道相、泻湖—潮坪相和障壁岛相发育。二<sub>1</sub>煤形成后的山西组中上部是一套以河流作用为主、受潮汐影响的浅水三角洲沉积体系, 分流河道和分流间湾—潮坪相发育, 而三角洲前缘相和前三角相不发育。

煤层发育受泥炭沉积前、沉积期和沉积后的沉积环境影响。整体来说, 小潮汐海岸障壁后泻湖—潮坪基础上发育的二<sub>1</sub>煤厚度大、较稳定、硫分较高。其中潮道发育的地方, 上覆煤层硫分低、灰分高、厚度小。三角洲平原上发育的煤层为透镜体, 横向变化大, 且不可采, 硫分低。泥炭沉积后的沉积环境, 如二<sub>1</sub>煤沉积后的三角洲分流河道向下轻微冲刷煤层, 形成局部变薄带。

感谢杨起、李宝芳教授、李祯副教授对论文的精心指导以及付泽明副教授、赵金昌、陈国纯、王克云、王文杰、章仁宝、吴新民等工程师, 等对野外工作和论文的大力帮助。感谢江苏省煤田地质勘探公司第四地质队和义马矿务局及其下属的观音堂煤矿、曹窑煤矿、陈村煤矿和甘寨煤矿等在提供资料方面和对野外工作的大力帮助。

收稿日期 1987 年 5 月 27 日

## 参 考 文 献

- (1) 刘宝君主编, 1980, 沉积岩石学, 地质出版社。
- (2) 杨起等, 1979, 中国煤田地质学, 煤炭工业出版社。
- (3) 武汉地质学院煤田教研室, 1979, 煤田地质学(上、下册), 地质出版社。
- (4) Coleman, J. M., Prior, D. B., 1982, In Sandstone Depositional Environments.- P. D. Schelle and D. Spearing Ed. Printed by George Banta Company, Menasha Wisconsin.
- (5) Galloway, W. E., Hobday, D. K., 1983, Terrigenous Clastic Depositional Systems, Springer-Verlag New York, Inc.
- (6) Horn, J. C., et al., 1978, AAPG Bull. V. 62, N. 12, p. 2379—2411.
- (7) Klein, G. D., 1985, P. 187—224, In Coastal Sedimentary Environment, Ed. by Richard A. Davis, Jr, Springer-Verlag New York, Inc.
- (8) Reading, H. G., Ed., 1978, Sedimentary Environments and Facies, Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- (9) Reinect, H. E., Singh, I. B., 1980, Depositional Sedimentary Environments, Springer-Verlag Berlin, Inc.
- (10) Richard A. Davis, Jr., 1983, Depositional Systems, p. 280—448, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- (11) Staub, J. R., et al., 1979, Journal of Sedimentology Petrology, V. 49, N. 1, p. 0133—0144



# DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS AND COAL-FORMING CHARACTERISTICS OF COAL BED OF SHANXI FORMATION IN SHANMIAN COALFIELD, WESTERN HENAN

Zhou Huitang

(Beijing Graduate School, Wuhan College of Geology)

## Abstract

Shanmian coalfield, which is located in the western part of Henan Province, is one of the major coalfields in southern zone of the Late Palaeozoic coal-forming basin of North China. The coal-bearing strata consist of Taiyuan Formation of Late Carboniferous, Shanxi Formation of early Early Permian and Shihezi Group of Late Early Permian to early Late Permian.

Coal II<sub>1</sub>, located in the lower part of Shanxi Formation, is the main minable coal bed in the study area. The deposits underlying coal II<sub>1</sub> bed are mainly formed on the shoreline and in the shallow sea. They can be divided, from bottom to top, into four members: bottom bauxitic mudstone member, lower clastic rock member, middle limestone member and upper clastic rock members. The first three members are part of Taiyuan Formation, the last member belongs to top of Taiyuan Formation and lower part of Shanxi Formation. Chiefly discussed in this paper are the sedimentary facies, depositional environments and coal-forming characteristics of Upper Clastic Member and middle upper part of Shanxi Formation in the study area. The clastic rocks of upper member are mainly deposited on microtidal coast with extensive clastic tidal channels (medium to fine sandstone, fining upward sequence, sandbody shows branching from south to north (land direction) in plan view and lenticular shape in trend section and lagoon-flats (grey silt, mudstone with abundant pyrite nodules, interbedded bedding, lenticular and flaser bedding and biturbate structure), and barrier islands (medium to fine quartz sandstone, lower angle planar cross-bedding) in the study area.

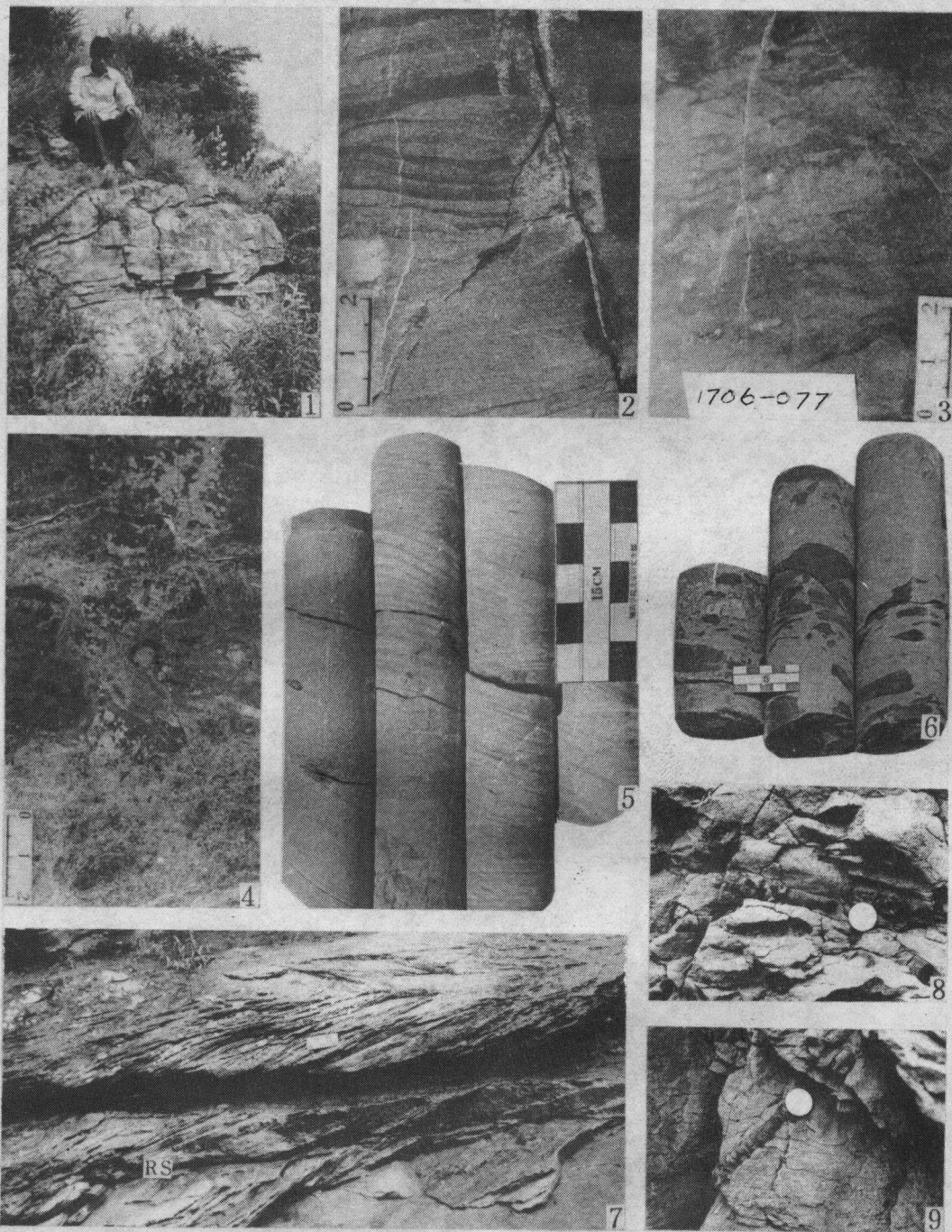
The middle-upper part of Shanxi Formation (which overlies the coal II<sub>1</sub>) is regarded as fluvial-dominated, tide-influenced delta system filling in a shallow bay. It is composed of extensive developed distributary channels (with abundant mica in bed plan, sandbody shows branching and thinning from north to south in plan view and lenticular shape in trend section, palaeocurrent is mainly single direction, some with reverse direction), interdistributary bay-tidal flats (interbedded bedding, small ripple cross bedding, horizontal and incline biologic hole) and less developed subaquatic delta plain (distributary mouth bar, distal bar and prodelta). On the whole, the deposits overlying coal II<sub>1</sub> show a regressive sequence from the deposits of subaqueous and lower delta plain (middle upper part of Shanxi Formation) towards those of upper delta plain (Shihezi Group).

The thickness and quality of coal bed are affected directly by the precedent and contempora-

neous depositional environments. Coal bed (coal II<sub>1</sub>) formed on barrier-Lagoon-tidal flats of microtidal coast tends to be thick (0-14.10, mean 3.66m), laterally continuous and high in sulphur (2.5%-4.0%, mean 3.91%) . Conversely, delta plain coals are thin (0-3.22m, mean 0.52m), laterally discontinuous and low in sulphur (0.60%-0.73%, mean 0.66%) .

As far as a single coal bed, such as coal II<sub>1</sub>, is concerned, the thickness, laterally extent and quality of coal bed are mainly dependent on sedimentary environments. Where the tidal channels developed, the overlying coals tend to be thin (0-3m), low in sulphur (0-2.5%, but high in ash (higher than 40%) . Where the lagoon-tidal flats developed, the overlying coals tend to be thick (thicker than 3m), high in sulphur (higher than 2.5%), but low in ash (10%-25%) .

The postdepositional environments of peat bed, such as delta distributary channels erode slightly the underlying peat deposits, forming local thinning zone. The postdepositional tectonics is minor factors influencing the thickness of coal seams.



1.障壁岛砂岩宏观露头。下部为块状层系，中上部为低角度平面状交错层理，上部为高角度交错层，顶部又为低角度平面状交错层理。观音堂矿鸡冠沟剖面。 2.砂泥呈波状互层。龙王庄1706孔。泻湖~潮坪相。 3.生物扰动构造。龙王庄1706孔。泻湖~潮坪相。 4.泥岩中的泄水构造。龙王庄1706孔香炭段岩芯切面。三角洲前缘相。 5.大型板状交错层理以及单粘土层。龙王庄1706孔大占砂岩。分流河道相。 6.砂岩中的灰黑色泥砾。龙王庄3004孔大占砂岩。分流河道相。 7.砂岩中发育的反向前积纹层以及再作用面构造，层系间有泥岩分布。焦地煤窑沟剖面大占砂岩。受潮汐影响的分流河道相。 8、9.近于水平的(8)和倾斜的(9)被菱铁质充填的生物潜穴。观单堂八号井附近香炭段灰黑色粉砂岩中。分流间湾相。