

文章编号:1000-0550(2001)03-0381-05

# 巨野煤田三角洲沉积体系及其聚煤特点<sup>①</sup>

韩美莲 魏久传

(山东科技大学地球科学系 山东泰安 271019)

**摘要** 通过对钻孔岩心和测井资料的详细观测和分析,研究了巨野煤田石炭—二叠系沉积相及旋回特点,划分了层序及内部单元,建立了层序地层格架。在此基础上,通过编制以准层序为基本单元的富煤单元图和砂分散体系图,对研究区三角洲沉积体系煤聚积规律进行了系统分析。研究表明,巨野煤田的山西组中可识别出2~3套河控浅水三角洲沉积序列。总体上,巨野煤田处于大型三角洲体系的三角洲平原部分,有利于煤聚积,但后期的河流冲刷、改道成为煤赋存的不利因素。

**关键词** 巨野煤田 石炭—二叠系 层序地层 三角洲沉积体系 富煤单元

**第一作者简介** 韩美莲 女 1971年出生 硕士 煤田地质

**中图分类号** P536 **文献标识码** A

## 1 地质概况

巨野煤田位于山东省西南部,其范围北起汶泗断层,南到煤系露头与田桥断层相交处,西到煤系露头,东到田桥断层,面积约为960 km<sup>2</sup>(图1)。

本区为全隐蔽的华北型石炭—二叠系煤田,基底为奥陶系,上覆第三系和第四系。石炭系本溪组、太原组为海陆交替相沉积,主要以深灰、灰黑色粉砂岩、泥岩与石灰岩煤层的互层为特点,夹灰色砂岩;山西组为

过渡相沉积(三角洲沉积),沉积物主要为浅灰、灰白色中、细砂岩及深灰色粉砂岩、泥岩夹煤层,为主要的含煤地层;下石盒子组和上石盒子组为陆相沉积,以杂色泥岩、粉砂岩及灰色砂岩组成,碎屑岩粒度明显变粗,沉积物颜色以杂色为主。研究区石炭—二叠系可识别出四大沉积体系,即潮坪沉积体系、障壁—泻湖沉积体系、河控浅水三角洲沉积体系和河流—湖泊沉积体系<sup>[1]</sup>,本区煤层发育最好的山西组就形成于浅水三角洲沉积体系中。本文论述重点为三角洲沉积体系及其聚煤特点。

## 2 巨野煤田三角洲沉积相构成

巨野煤田山西组识别出浅水三角洲沉积体系,通常可分为上三角洲平原、下三角洲平原以及其间的过渡带三部分。巨野煤田主要位于巨型河控浅水三角洲体系的上平原部位。

### 2.1 分流河道

分流河道相主要由中细粒砂岩组成,底部常为含泥砾的中粗粒砂岩,有时含菱铁质结核,整个层序表现为自下而上由粗变细的正粒序。分流河道中交错层理十分发育,其规模向上逐渐由大变,底部常发育平行层理和板状、槽状交错层理,向上则以大型收敛状交错层理、波状交错层理为主,反映水动力条件由强到弱的变化。分流河道砂体在断面上呈透镜状,多期分流河道往往叠覆在一起,底部具冲刷面,冲刷泥砾常顺层分布,而且泥砾大小悬殊。多期河道充填沉积叠置在一起时,可识别出多个冲刷面。

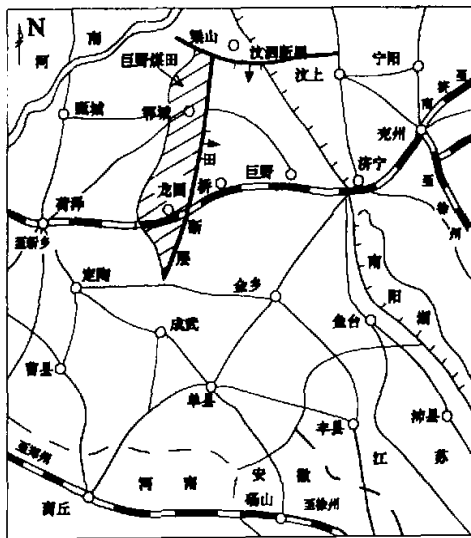


图1 位置交通图

Fig. 1 Location of the study area

① 国家自然科学基金项目(批准号:49872057)资助

收稿日期:1999-11-16 收修改稿日期:2001-02-19

## 2.2 天然堤

天然堤的物质组成主要是粉砂及粉砂质粘土。常见的构造有波状层理和透镜状层理, 见有植物根系和碎屑以及动物的潜穴, 生物扰动构造也有发育。

## 2.3 决口扇

组成物质主要为砂质沉积物, 也见有粉砂岩和砂质粘土岩。砂岩以细粒为主, 局部中—粗粒, 含杂基较多, 分选和磨圆度都较差, 发育波状层理、交错层理和块状层理, 底部常为冲刷面, 顶部界面也比较明显。

## 2.4 分流间湾

沉积物中水平层理发育, 底栖生物有双壳、腹足等。生物扰动构造强烈。在三角洲沉积体系的剖面中, 分流间湾相常呈泥质层被保存下来, 其下伏地层一般为前三角洲泥相, 向上为沼泽相。

## 2.5 分流间洼地

主要由含有机质的黑色、深灰色泥质岩、粘土岩和砂质泥岩、炭质泥岩和煤层组成, 发育水平层理、块状层理, 含有丰富的植物根茎叶化石及其碎片。

## 2.6 分流河口砂坝

岩性主要是砂及粉砂, 分选磨圆都很好, 缺乏泥质组分。常见的沉积构造为槽状、楔状交错层理, 层面可见有波痕构造。化石稀少, 横剖面呈双凸的透镜状。

## 2.7 远砂坝

远砂坝位于河口坝向海侧的坝前地带, 沉积物为粉砂和少量粘土, 常形成粘土质粉砂层。多发育水平层理和波状交错层理。该地带含有生物化石及潜穴遗迹, 生物扰动构造非常发育。远砂坝一般均分布在河口砂坝的下面, 与河口砂坝一起构成向上变粗的层序。

研究区二叠系河控三角洲体系的沉积物特征和沉积相构成基本符合浅水三角洲沉积体系的构成特点, 即三角洲平原上分流河道十分发育, 三角洲前缘组合和前三角洲组合不甚发育, 常被分流河道冲刷变薄, 甚至消失, 使得分流河道充填直接覆盖于薄层的前三角洲泥岩或下部单元的煤层上, 反映了浅水三角洲明显的进积作用(图2)。所以, 本区三角洲体系即为河控浅水三角洲体系, 而其发育的范围超出巨野煤田。

## 3 层序地层单元划分

层序地层学为盆地的沉积充填研究提供了比以前更为完善的一套理论和方法体系<sup>[3]</sup>, 而高分辨率层序地层分析方法与技术的提出<sup>[4]</sup>, 更为含煤地层层序地层研究提供了新的理论基础和依据。它系统地建立了地层的次序及其构成关系, 合理地解释了地层内部构成与盆地形成的构造机制和地球动力学背景的成因联系<sup>[5]</sup>。本次主要采用钻井岩心剖面和测井资料进行

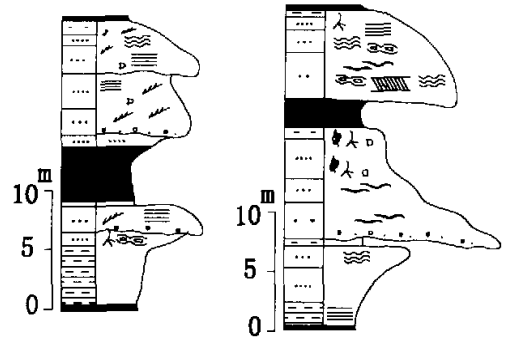


图2 浅水三角洲垂向序列

Fig. 2 Vertical sequence of the shallow water delta

综合分析, 对比和追踪, 确定层序界面和划分层序及其单元。经全煤田各种资料的综合分析和各级界面的对比, 石炭—二叠系共划分出7个Ⅲ级层序, 自下而上为层序Ⅰ、层序Ⅱ、层序Ⅲ、层序Ⅳ、层序Ⅴ、层序Ⅵ和层序Ⅶ(图3)。

### 3.1 层序Ⅰ

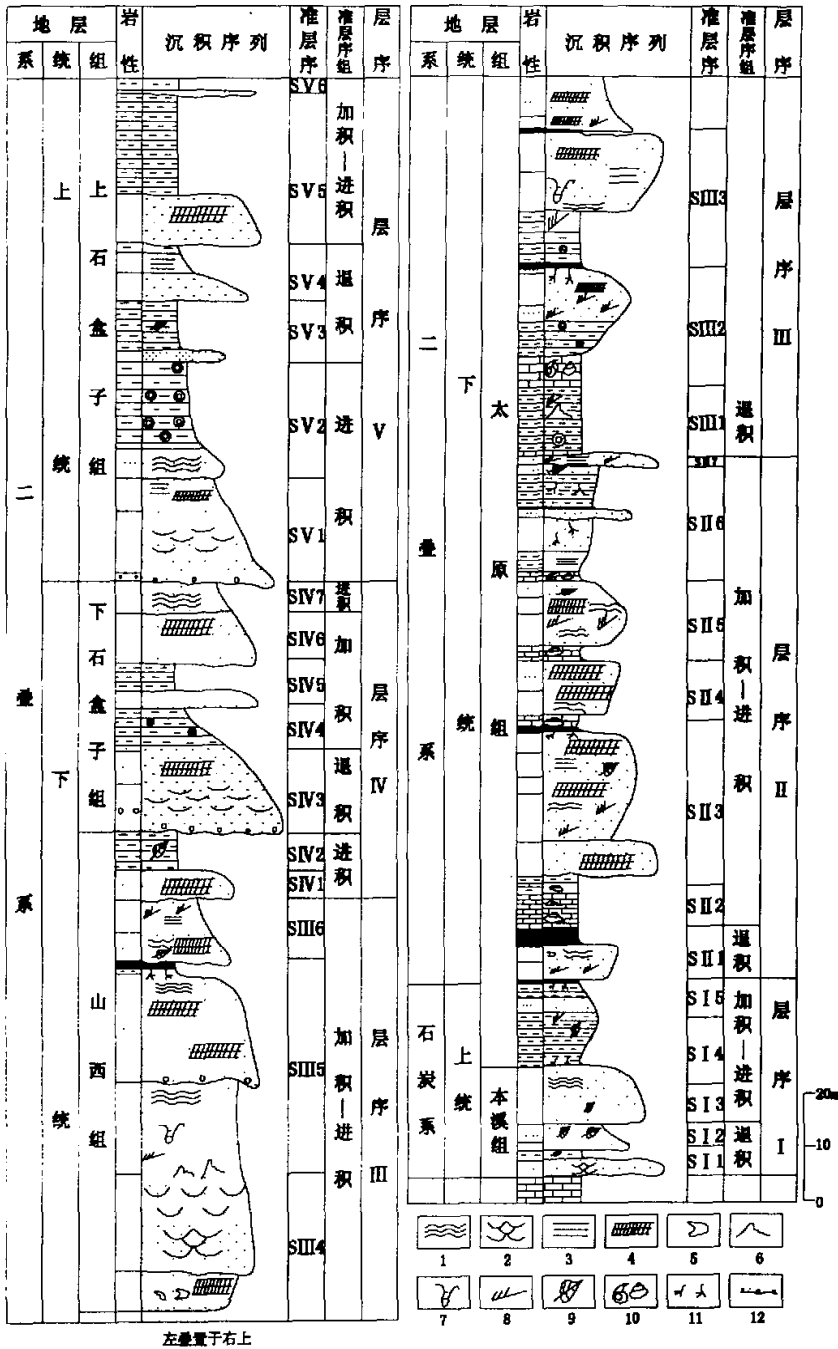
层序Ⅰ为含煤岩系的最下部层序, 底界面为煤系与奥陶系间的区域假整合面, 上部界面为最大海退事件界面<sup>[1]</sup>, 其标志是全煤田发育的煤层(17号煤), 其上即为海侵层。本层序下部不含煤, 上部含数层薄煤层, 可作为地层对比的基准线。

### 3.2 层序Ⅱ

层序Ⅱ为研究区陆表海海陆交替型含煤岩系的中部层序, 为典型的内陆表海海陆交替型含煤地层的核层序, 以第五层灰岩的底界为顶界面。为海退沉积序列, 五灰为全区发育的海侵层。当时该区仍为一种大型的潮坪沉积体系, 且普遍沼泽化。海侵使泥炭沼泽的发育中断, 大面积突发性的海侵, 最终导致厚层灰岩直接覆于煤层之上, 使得煤层得以保存下来。但形成的煤层与三角洲沉积体系中形成的煤层相比, 厚度较薄, 横向分布稳定性强。

### 3.3 层序Ⅲ

层序Ⅲ以2煤顶层面或其相当层位为顶界面, 为研究区陆表海盆地充填序列的最上部层序, 其中包括了厚度最大、分布面积最广泛的主采煤层——3煤。层序Ⅲ下部单元继承了层序Ⅱ的沉积类型和沉积特点, 即以潮坪、泻湖沉积体系为主, 而上部单元出现了进积作用较强的三角洲沉积体系, 影响沉积体系发育的主导因素不单是海平面的高频变化, 而与构造活动和沉积物供应速度也有密切关系, 使得层序Ⅲ形成了与层序Ⅰ和层序Ⅱ不同的沉积序列。



左叠置于右上

- 1. 波状层理; 2. 槽状层理; 3. 水平层理; 4. 板状层理; 5. 泥砾; 6. 生物扰动构造;
- 7. 虫孔; 8. 植物化石; 9. 植物叶部化石; 10. 动物化石; 11. 植物根化石; 12. 冲刷接触面

图3 巨野煤田石炭—二叠系层序及内部构成单元划分

Fig. 3 Sequence and its internal units of Permo-Carboniferous in Juyue coalfield

层序Ⅲ的沉积体系类型为: SⅢ<sub>1</sub>、SⅢ<sub>2</sub>、SⅢ<sub>3</sub> 和 沉积体系和障壁—泻湖沉积体系。上部的 SⅢ<sub>5</sub> 和 SⅢ<sub>6</sub> 单元与下部单元的沉积特征表现出明显的不同,发育

SⅢ<sub>4</sub>单元的沉积体系类型与下伏层序相似,为潮坪沉

具“二元结构”(向上变粗再变细序列)的浅水三角洲。SIII<sub>5</sub>和SIII<sub>6</sub>代表了海退后期由于盆地构造活动加剧,促进了三角洲的发育。由于盆地总体覆水较浅,所以三角洲主体为平原沉积,而前缘和前三角洲部分不发育。三角洲的一次发育、发展至废弃的过程代表了一种周期性沉积旋回,因此SIII<sub>5</sub>和SIII<sub>6</sub>这两期三角洲的生长和废弃过程也是一种周期性准层序,可以进行全盆地追踪和对比。

层序III高水位体系域的发展演化,是由泻湖、潮坪沉积体系被三角洲沉积体系代替的全过程反映出来的。浅水三角洲的逐步沼泽化和海水的退出,结束了层序III的沉积。之后,华北的地貌单元分异更加复杂,气候发生明显变化,构造活动更加强烈,海平面变化不再直接影响盆地的沉积。因此,层序III沉积的结束,标志着内陆表海海陆交替型沉积历史的结束,而进入陆相沉积时期。

3.4 层序IV~层序VII

根据层序划分原则,鲁西地区陆相盆地充填沉积中可划分出4个三级层序,即层序IV、层序V、层序VI、层序VII,巨野煤田仅发育层序IV和层序V。每一个层序都是以区域内大面积的侵蚀或冲刷不整合面为界,在测井曲线上可看出,冲刷面处的测井曲线发生了明显的突变。

4 三角洲沉积体系聚煤特点

在巨野煤田,厚度最大、分布稳定而广泛的主采煤层形成与三角洲朵体的推进有关,三角洲沉积体系的迅速发展,以及海平面的总体下降,导致了研究区沉积面貌的改观。影响沉积体系发育的主导因素不单是海

平面的高频变化,而与构造活动和沉积物供应速度也有密切的关系。

经过对研究区重点钻井岩心剖面和测井资料综合分析、对比和追踪,建立了等时地层格架,并将沉积体系放在等时地层格架中进行研究。本区三角洲沉积体系位于层序III的上部。就聚煤角度来说,层序III在盆地充填序列中最为重要,包括了厚度最大、分布稳定而广泛的主采煤层(3煤)。层序III的下部单元继承了层序II的沉积特点,即以潮坪、泻湖沉积体系为主,但在其上部单元出现了进积作用较强的三角洲沉积体系,而且主要煤层(3煤)的形成与三角洲的发育特点密切相关。

层序III上部单元(SIII<sub>5</sub>和SIII<sub>6</sub>)主要发育浅水三角洲沉积体系。整个研究区广布分流河道沉积。砂分散方向主要以北西向为主。SIII<sub>6</sub>单元三角洲沉积体系是在SIII<sub>5</sub>单元沉积体系发育和废弃的基础上发展而来的,其分界为SIII<sub>5</sub>单元顶部普遍发育的、稳定的厚煤层—3煤层的顶层面。全区基本为浅水三角洲平原部分,分流河道十分发育,从沉积断面图(图4)上可以看到多期分流河道的叠置,底部具冲刷面。

SIII<sub>5</sub>和SIII<sub>6</sub>是高水位体系域单元,高水位体系域的发展演化是由泻湖、潮坪沉积体系被三角洲沉积体系代替的全过程反映出来的。当水进达到最大范围后,随着区域性构造沉降速率的减慢,水平面逐渐开始下降,水退开始。在此过程中,浅水三角洲沉积重新开始出现,并逐渐向南推进,在三角洲分流间地区形成了本单元的厚煤层。

可以这样认为,SIII<sub>5</sub>和SIII<sub>6</sub>为整个含煤岩系中

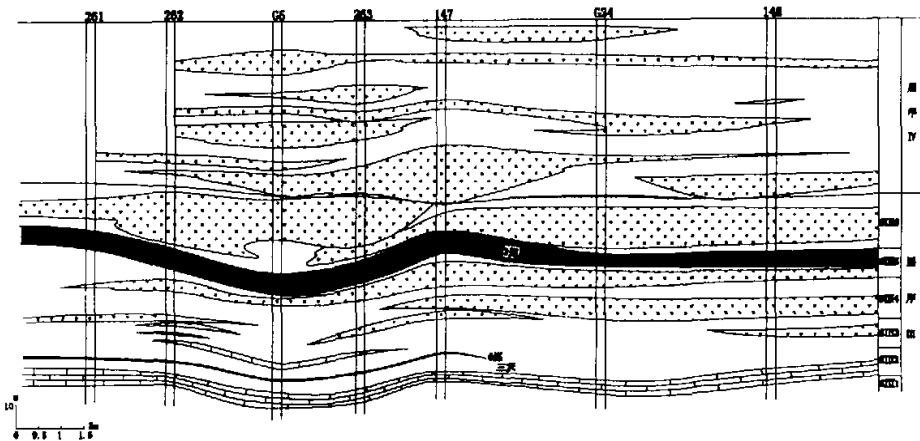


图4 巨野煤田三角洲体系沉积断面图(东西向)

Fig. 4 Section of deltaic depositional system in Juyue coalfield(east-west in direction)

最重要的含煤单元。其中的3煤层形成于海水进退的影响减弱而体系的进积作用加强时期,此时陆地面积扩大,而三角洲体系的广泛沼泽化是泥炭堆积的必要条件。随着整个三角洲体系的逐步废弃,聚煤作用逐渐增强,煤层形成于准层序单元的顶部。由于同沉积体系域单元中的沉积体系具有相对统一的废弃阶段,从而使3煤在较大范围内连续,可追踪对比,可作为层序或准层序界面的划分依据。3煤厚度与该单元所含砂体厚度呈负相关关系,即厚煤带主要分布于支间洼地,而分流河道活动处煤层较薄。在研究区的中西部地段富煤性最好。

从总体上看,研究区的聚煤作用与水体深度和环境有关系,受沉积体系的影响。浅水三角洲平原地带有利于煤的聚积,然而由于分流河道发育,后期河流的冲刷、改道成为煤层赋存的不利因素。因此有些区域由于后期河道的冲蚀,使得煤层相对较薄,甚至缺失。通过本次研究,可以认为,三角洲体系废弃后,三角洲

平原是较理想的聚煤场所,如果废弃时间较长而且构造因素也有利于泥炭沼泽的持续发育,那么就能形成广阔而稳定的优质富煤带。

致谢: 本项研究工作得到山东煤田地质局李献水、单松炜高级工程师的大力支持和帮助,李增学教授和房庆华副教授给予指导,在此深表谢意。

#### 参 考 文 献

- 1 李增学. [博士学位论文]: 山东及邻区晚古生代含煤地层的层序地层分析[D]. 中国地质大学, 1993
- 2 李恩田. 含能源盆地沉积体系—中国内陆和近海主要沉积体系类型的典型分析[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996. 5
- 3 刘宝瑞, 李文汉. 层序地层学研究与应用[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1994
- 4 Van Wagoner J C, Mitchum R M, Campion K M, Rahman V D. Siliciclastic sequence stratigraphy in Well logs, cores and outcrops[A]. AAPG, Methods in Exploration, No. 7, 1987
- 5 李恩田, 林畅松, 李贻等. 含煤盆地层序地层分析的几个问题[J]. 煤田地质与勘探, 1993, (4): 1~9

## Deltaic Depositional System and Coal-accumulation in Juye Coalfield

HAN Mei-lian WEI Jiu-chuan

(Shandong University of Science & Technology, Tai'an Shandong 271019)

### Abstract

Juye coalfield is a Permo-carboniferous coalfield, located at the southwest part of the Shandong Province. With the guidance of the sequence stratigraphic theory and the methodology, based on the analysis of cores and well logs, the authors carry out the detailed study on the feature of the depositional system and its constitute of the Permian in the study area. Our study shows that the Lower Permian is a set of sediments dominated by deltaic depositional system. Seven sedimentary facies have been recognized in the fluvial dominated shallow water deltaic depositional system. They are distributary channel, natural levee, crevasse splay, interdistributary bay, interdistributary depression, distributary mouth bar, and distal bar. The framework of this deltaic system is the sedimentary facies combination of deltaic plain, in which the main sedimentary facies is the distributary channel deposits. Because of the rapid progradation of the distributary channel, the distributary bay formed in them. The deposition of crevasse splay and overbank action filled the bay gradually, enlarging the upper deltaic plain. At the abandon stage of the deltaic system, and the active water channel died out. Superseding was the extensive swamp and peat swamp deposits, forming thick coalbed, which provides a sound basis for the division of the sequences. The reworked distributary channel washed and destroyed the underlying coalbed, reducing the thickness of the coalbed, even completely washed away. For the same sake, the pre-delta mud can rarely be found in the study area.

Sequence stratigraphy and its internal composition have been recognized through drawing up the section and the planimetric maps. The framework of the stratigraphy sequence has been established. In the framework, seven third-order sequences and forty-two parasequences have been identified. Among these, sequence III is the main topic in this paper, for the deltaic system develops in the upper part of this sequence. Not only the frequent changes of the sea-level but also the tectonic movement and the abundance of the deposit affect the development of the deltaic system.

(Continued on page 432)