

淮南煤田二叠系三、四含煤段古水系特征¹

彭苏萍 韩德馨 张鹏飞

(中国矿业大学北京研究生部)

蓝昌益

(淮南矿业学院)

提要 本文通过对淮南煤田二叠系三、四含煤段5千余个钻孔资料的系统分析和煤矿开拓巷道中古流向的实际测量,获得大量有关古水系的第一性资料。研究认为可与现代珠江三角洲上的水系进行类比,进而推断三、四含煤段沉积时的环境为一种由多条陆源河流共同作用形成的复合型三角洲。

主题词 古水系 复合型三角洲 树枝状河系 网状河系

第一作者简介 彭苏萍 男 30岁 博士 煤田地质学及比较沉积学

古水系分析在沉积环境研究中有着极其重要的意义,因此, Potter 和 Pettijohn 等详细分析和研究了古流分析的一般方法和程序, Martin 也描述和讨论了不同类型河流的地下地质意义和鉴定方法,后来, Busch 则详细地讨论了如何根据地下资料去确定水系类型。但是,在全隐伏地区进行古水系分析,确有很多困难。

淮南煤田为一全隐伏煤田,面积八千余平方公里,基本无可供古流分析的天然露头。作为我国重要的煤炭基地,淮南煤田得到广泛的勘探和开发,完成钻孔五千余个以上(钻孔孔距500—800m),并有十余对开发矿井。因此,笔者在本区进行硕士和博士课题²研究期间,尽可能地到井下进行古水流测定,并利用现有勘探资料编绘了不同期内的水道砂体图,同时综合沉积学研究获得的知识与现代珠江三角洲的水系进行对比,从而对淮南煤田煤系形成时的古水系有比较清楚的了解。

三、四含煤段的古水系特征及其空间展布

本文研究的三、四含煤段是一套以砂、泥岩类煤的陆源碎屑沉积,厚度200余米,其中八层主砂岩(第三含煤段四层: C₁、C₂、C₃、C₄砂岩;第四含煤段四层: D₁、D₂、D₃、D₄

¹国家青年科学基金资助项目,本文是在彭苏萍博士和硕士论文基础上总结而成,博士生导师韩德馨、张鹏飞、硕士生蓝昌益。

²彭苏萍,1985,淮南煤田二叠系三、四含煤段沉积环境及其与含煤性的关系,淮南矿业学院硕士论文,彭苏萍,1988,复合型三角洲的沉积作用、展布格局及聚煤特征,中国矿业大学博士论文。

砂岩)代表八个地层成因增量单位。¹对不同期内的主砂岩体的研究表明,三、四含煤段形成时的古水系有如下一些特征:

1.古流向

在淮南煤田的新庄孜矿、潘集二号井、三号井、谢一矿、谢二矿、谢三矿等煤矿的开拓巷道中,测量了部分砂岩体的古流方向。这些资料经过吴式网校正并绘制成玫瑰花图后,可以看出,不同时期内水道砂岩沉积时的古流方向均是朝南(图1)。

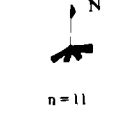

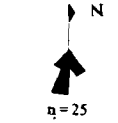

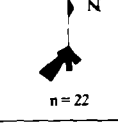

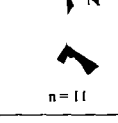

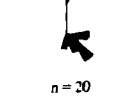

| 地点 | 砂岩名称 | 玫瑰花图 | 地点 | 砂岩名称 | 玫瑰花图 |
|------|----------------|---|------|----------------|---|
| 谢一矿 | C ₁ |  | 谢三矿 | C ₁ |  |
| 潘二井田 | C ₁ |  | 谢三矿 | C ₂ |  |
| 潘二井田 | C ₂ |  | 新庄孜矿 | C ₃ |  |
| 潘一井田 | C ₁ |  | 毕家岗矿 | C ₃ |  |
| 谢二矿 | D ₂ |  | 潘三井田 | D ₃ |  |

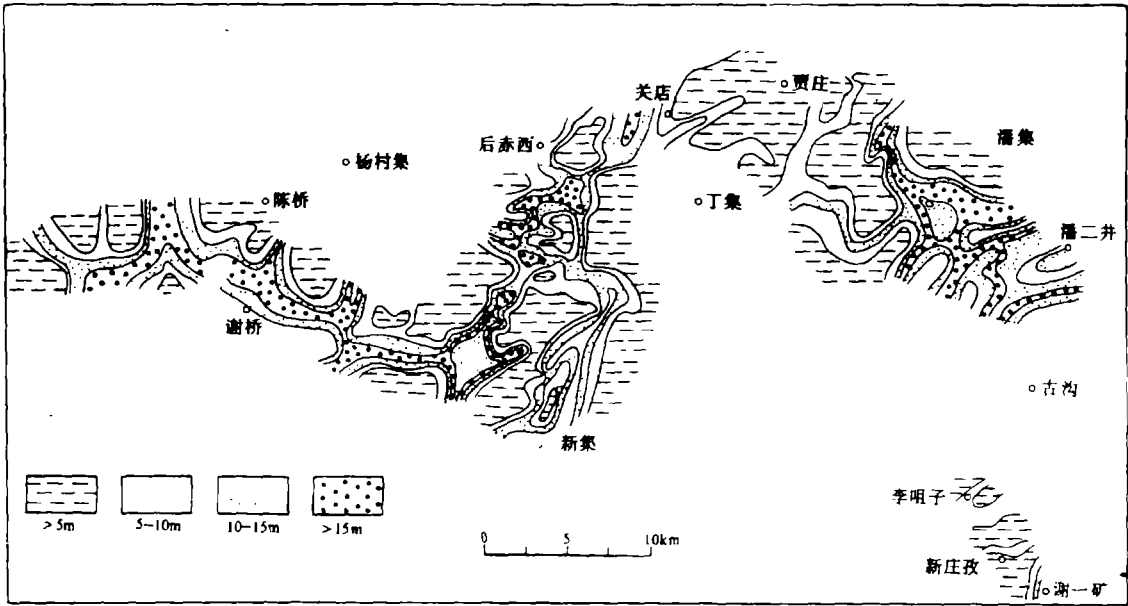
图1 三、四含煤段沉积时的古流向

Fig.1 Paleocurrent direction of the Permian Member C-D, Huainan Coalfield

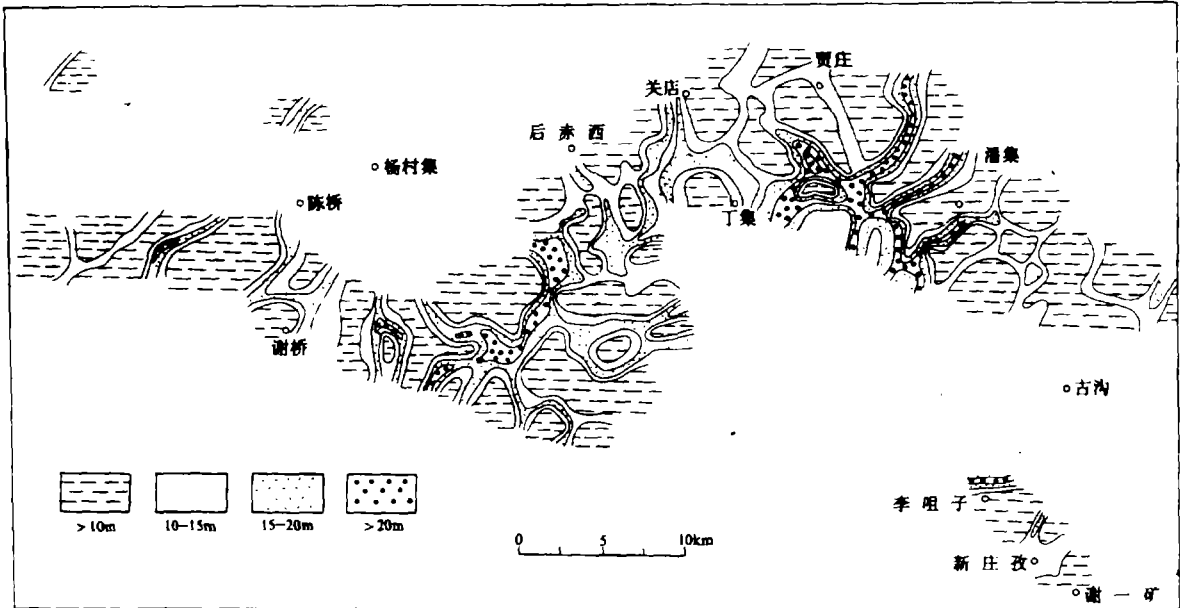
2.水道砂岩的展布格局

区内水道砂岩的展布格局有两种主要形式——即第三含煤段内的树枝状砂体和第四含煤段内的网状砂体(图2)。树枝状砂岩体在平面和剖面上与围岩为明显接触关系:在垂直于沉积走向的剖面上,砂岩体呈双凸透镜状,在平行于沉积走向的剖面上,砂岩体呈长透镜状或断续的层状。将单独一个水道砂岩的地层成因增量(如C₁砂岩)进行分析,其剖面结构

¹ 地层成因增量(Genetic increment of strata):代表一个沉积旋回的地层层段,其中的每个岩石组成之间是相互有成因联系的;它的上界必定是一个岩石—时间标志层,下界可以是一个岩石—时间标志层,一个不整合,也可以是一个从海到非海相的岩相变化。



A. 树枝状砂岩体

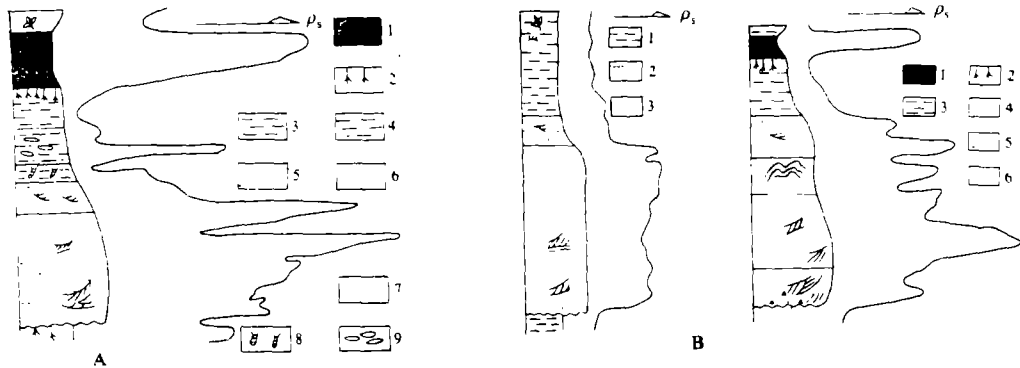


B. 网状砂岩体

图 2 水道砂岩的展布格局

Fig.2 Distribution of the branched channel sandstone

组成如下(图3A): ①底部由具块状层理的中粒砂岩组成, 对下伏岩层常有冲刷现象; ②向上渐变为具大型楔形(或槽状交错层理)的中细砂岩; ③小型交错层理的细砂-粉砂岩; ④具虫穴的砂-泥岩互层, 其中含透镜状层理、脉状层理等; ⑤泥岩, 内含半咸水环境化石 *Lingula sp.*。测井曲线由正塔型的分流间型曲线构成, 分流河道的下切和侧向迁移作用不甚强烈, 整个组合中曲线均较光滑但其中有小的锯齿状变化, 暗示水动力条件虽变化不大但仍有的波动。



A: 1.煤、2.根土岩、3.泥岩、4.砂质泥岩、5.粉砂岩、6.细砂岩、7.中砂岩、8.虫穴、9.潮汐型层理

B: 1.泥岩、2.粉砂岩、3.中砂岩

B: 1.煤、2.根土岩、3.泥岩、4.粉砂岩、5.细砂岩、6.中砂岩

A 树枝状砂岩体成因增量; B 网状砂岩体的成因增量

图3 树枝状砂岩体和网状砂岩体的地层成因增量

Fig.3 Genetic increment of strata of the branched channel sandstone (A) and the anastomosed channel sandstone (B)

网状砂岩体在剖面上多呈上平下凸的透镜状, 侧向上与粉砂岩和泥岩为明显接触关系。其剖面结构相对于树枝状砂岩体的地层成因增量较为简单(图3B): 它主要由下部具大型交错层理(主要是槽状层理)的粗中砂岩和上部具砂纹层理的粉砂岩组成, 上部有含植物碎片的灰色泥质岩或紫红色花斑状泥岩。在整个层序中, 砂岩内部的粒度变化不是很大, 与树枝状砂岩体的垂向序列比较, 其细砂岩和粉砂岩都不甚发育。测井曲线的形态以箱状为主, 或为正塔型。箱状者的顶、底界线大多为突折, 但整个组合中曲线均较光滑, 暗示着河道以下切作用为主, 并且水动力条件变化不频繁。正塔型者底部界线突折, 顶部为渐变, 整个曲线组合亦较光滑, 可能反映其河道的下切作用不如箱状曲线者, 水动力亦不如箱状曲线者强。

3. 粒度分布特征

对潘集、关店、展沟、陈桥、顾桥、新集和老矿区数百个钻孔资料的统计表明: 第三含煤段沉积体中, 煤田北带(展沟、顾桥、潘集)粗中砂岩占的比例大(约20%), 南边粗中砂岩占的比例小(<10%); 而第四含煤段沉积时, 南边粗中砂岩所占比例明显增大(20%以上), 北带粗中砂岩含量减少(仅10%左右), 反映沉积时水系发育段向南迁移。

对三、四含煤段不同地区的砂岩均作了粒度分析, 发现在粒度参数散点图中, 在煤田的

东南地区，其参数点有很大一部分落在紧靠海的附近，而北部地区者多落在河流区（图 4）。

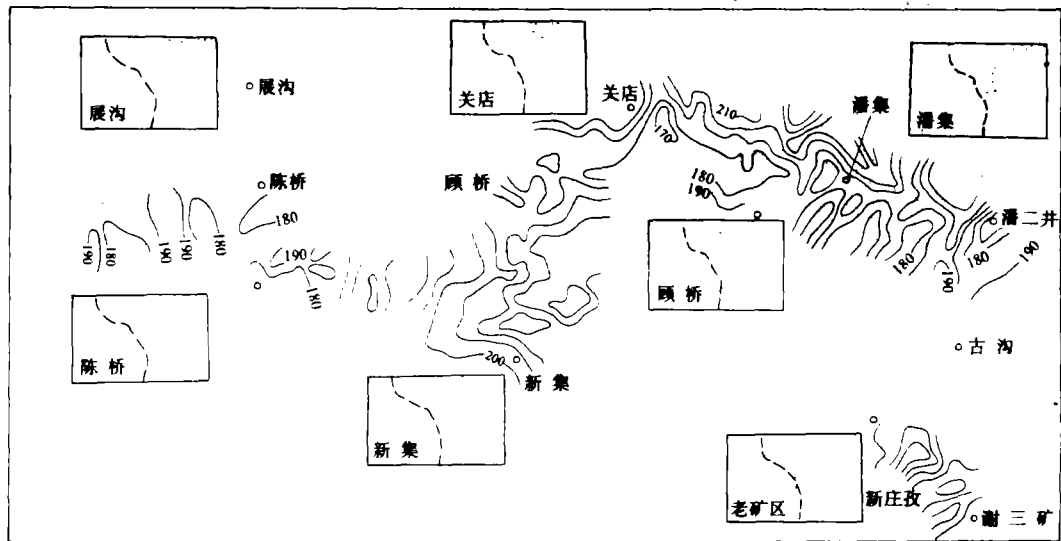
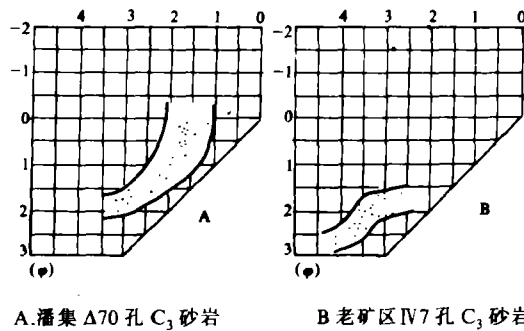


图 4 三、四含煤段厚度及粒度参数散点分布图

Fig.4 Distribution of the scatter diagram of size parameters ($Sk_1-\sigma_7$ diagram) and isopach map of the Permian Member C-D, Huainan Coalfield

同时，对不同地区的同一地层成因增量进行 C-M 图分析，发现北部潘集地区的 C-M 图中 QR 段最发育，PQ 段次之，RS 段最差；而老矿区的 C-M 图中则变为 RS 段最发育，QR 段次之，PQ 段不发育，明显地反映出北边的水动力比南边强（图 5）。



A. 潘集 $\Delta 70$ 孔 C_3 砂岩 B. 老矿区 IV 7 孔 C_3 砂岩

图 5 C_3 砂岩 C-M 图

Fig.5 C-M patterns of the sandstone C_3

4. 其它特征

在树枝状水道砂岩体间的细粒沉积物中，有潮汐沉积物，其中见丰富的虫孔构造和半咸水环境的动物化石 *Lihgula* sp.；对其沉积地球化学研究表明，微量元素 B 含量在 70—

100ppm, B/Ga 值为 2—2.5, 沉积磷酸盐 $\frac{\text{Ca}}{\text{Fe} + \text{Ca}}$ 值为 0.8 左右, 这些都反映在其沉积期间经常有海的作用影响。而网状水道砂体间的细粒沉积物中, 虽时有潮汐影响的痕迹出现, 但无真正的潮汐沉积物出现, 并且遗迹化石和半咸水环境的动物化石罕见, 常见的是植物化石及碎片。对其沉积地球化学条件研究表明, 微量元素 B 含量在 40ppm 以下, 最低为 8ppm, B/Ga 值大多在 1 以下, 沉积磷酸盐 $\frac{\text{Ca}}{\text{Fe} + \text{Ca}}$ 比值为 0.4—0.5, 反映在其沉积期间海的作用影响极弱, 基本为河流沉积。

综合上述各项特征, 可以判定: 三、四含煤段沉积时受树枝状河系和网状河系的控制, 第三含煤段沉积时为树枝状河系, 第四含煤段沉积时为网状河系。根据 Walther 相律在沉积学中的应用, 前述沉积环境中水系发育段的迁移规律及古流特征, 笔者认为, 三、四含煤段沉积时其水系展布格局是: 北边靠陆为网状河系, 南边临海为树枝状河系, 并且构成水系的河道十分稳定, 不易迁移和废弃 (图 6)。

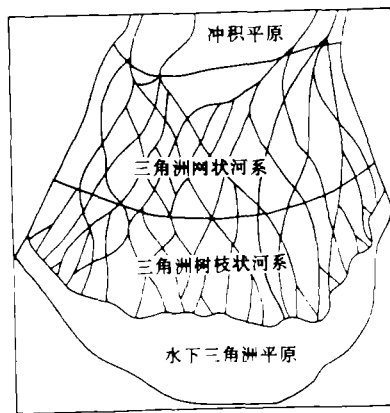


图 6 三、四含煤段沉积古水系模式

Fig. 6 Paleodrainage distribution of the Permian Member C-D. Huainan Coalfield

淮南煤田二叠系三、四含煤段古水系的现代对比物

——珠江三角洲

珠江三角洲位于广东省境内, 它是汇西江、北江、东江、流溪河及潭江等江河泥沙在湾内堆积复合而成的。众多的江河在三角洲地区分叉、复合的结果是产生了稠密的水网。以江门—外海—小榄—容奇—市桥—黄埔一线为界, 其北至思贤滘—江高镇一带为网状河系, 其南至河口为树枝状河系 (图 7)。其总体展布格局与淮南煤田二叠系三、四含煤段沉积时的古水系展布格局非常相似。

珠江三角洲的树枝状河系由于靠近海洋受水盆地, 潮汐作用的影响较大, 分流河道可以出现次一级的分叉, 但分叉河道之间很少联结成网 (部分联结成网者是地形影响的结果)。

而以树枝状的水系格局朝南撒开。在珠江三角洲，树枝状水系亦是咸淡水混合的地区，在枯水季节，其海洋咸水可以咸水楔的形式插入该体系的部分地区。因此，在上述条件下沉积的沉积物中，常含有牡蛎遗体层；在磨刀门—崖门的三角洲沿岸地带，特别是在坪沙、南水和北水之间的大海环区域，由于径流作用极少，而主要表现为潮汐作用，成为潮坪极为发育的地带。在有的潮坪环境，可见到低矮的红树林。上述情形与淮南煤田二叠系三、四含煤段树枝状水系的基本特征可进行初步类比。

同时，珠江三角洲的网状水系也与淮南煤田二叠系第四含煤段沉积时的网状古水系一样，河道呈交织网状，且迁移、废弃现象极少。河道的坡度极小，平均约 0.03% 左右；河道的宽/深值在 8 左右。河道的弯度变化大，但河网的密度比树枝状水系小，平均小于 $0.8\text{km}/\text{km}^2$ 。从平面上看，河漫滩及河漫湖沉积地貌也远比河床地貌分布广泛。由于网状水系距海洋较远，潮汐作用不能直接影响到，仅以顶托河流的方式促进河流沉积，故这些地区的沉积作用主要表现为冲积作用。海洋咸水楔也涉及不到该体系内，所以珠江三角洲网状水系内堆积的沉积物中，也缺乏半咸水环境的生物遗体，主要是一些陆上植物（如水松）遗骸。

所以，初步认为，淮南煤田二叠系三、四含煤段沉积时的沉积环境与现代珠江三角洲一样，是一种由多条陆源河流共同作用形成的复合型三角洲。

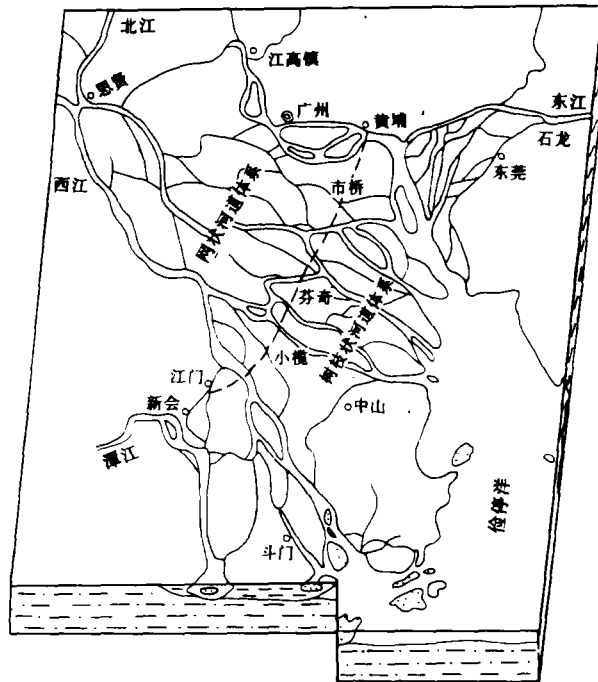
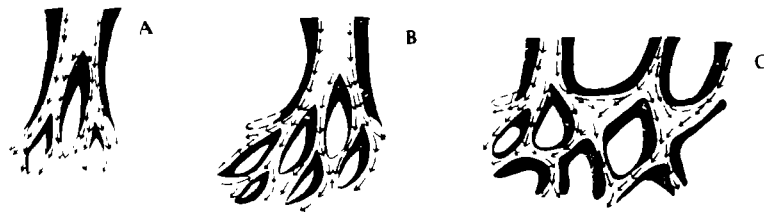


图 7 .现代珠江三角洲沉积环境

Fig.7 Depositional environment of the modern Pearl River Delta

复合型三角洲水系形成的初步机理

笔者认为,上述复合型三角洲水系的形成与有多条陆源河流、中—低潮差及地球历史上普遍存在的科氏力有密切的关系。如密西西比河三角洲,只有一条陆源河流(密西西比河),三角洲河口潮差仅0.30m左右,所以潮汐作用的影响极小,三角洲沉积作用主要受注入水流扩散特征的控制,其河口沙坝体系在一个方向上向海推进,而形成低弯度且呈放射状撒开的树枝状的水系,但河道穿插叠置、废弃过程十分显著。长江三角洲亦只有一条陆源河流(长江),潮差较大(2m多),在落潮流和科氏力的影响下,河道分汊后其右侧汊道发育而左侧汊道淤塞废弃,故其展布格局以雁行状为特征。复合型三角洲(如珠江三角洲)有多条陆源河流,为中—低潮差(平均1.5m左右),在科氏力的影响下,它们之中的任一条陆源河流在到达河口后亦会有右侧汊道受较强冲刷、左侧汊道冲刷较弱而淤塞的趋势。但当邻近有另一条主河流的右汊道受强烈冲刷亦可使此将被淤塞废弃的汊道得到冲刷而畅通,并阻止会潮点上移堵塞汊口,它们这种相互作用的结果就使得复合型三角洲上的河道不断分汊,且分汊河道比较稳定,不易迁移和废弃,促使三角洲沉积体向海方向推进(图8)。三角洲水系由两大部分构成:向海方向为树枝状河系,靠陆方向为网状河系(图7)。



A.弱潮汐影响,无科氏力作用的单一陆源河流三角洲河口(例如:密西西比河三角洲);
B.中等潮汐作用,受科氏力影响的单一陆源河流三角洲河口(例如:长江三角洲);
C.中—小潮汐作用,受科氏力影响的多陆源河流三角洲河口(例如:珠江三角洲)

图8 几种三角洲河口的喷流机理

Fig.8 Several spurt patterns of the deltaic stream mouth

总之,古地理的水系在古代沉积物形成时有重要意义。本文主要依据水道砂岩的展布格局、古流向、沉积物粒度特征及相的空间配置、生物和地球化学特征等研究手段,运用Walther相律并在与现代三角洲水系对比的基础上,对淮南煤田二叠系三、四含煤段沉积时的古水系特征了解获得较满意的结果。对于三角洲沉积作用来说,水系的展布格局既是河、海共同影响的产物,又是其沉积作用的控制因素,因此以水系(或古水系)为基础,将三角洲平原进一步划分为网状河系和树枝状河系以确定其内部不同的沉积特征是有益的尝试。

承蒙中国科学院地质研究所叶连俊教授、中国地质大学(北京)何镜宇教授审阅原文,并提出宝贵意见,笔者表示衷心感谢!

收稿日期:1989年8月10日

参 考 文 献

- (1) 黄镇国、李平日等, 1982, 珠江三角洲形成发育演变, 科学普及出版社广州分社。
- (2) 彭苏萍, 1989, 科学通报, 34卷, 17期, 1326-1328页。
- (3) Sorby, H.C., 1859, *The Geologist*, Vol.2, p.137-147
- (4) Sorby, H.C., 1879, *Quart.J.Geol.Soc.*, London, Vol.35, p.56-77.
- (5) Potter, P.E. & Pettijohn, F.J., 1977, *Paleocurrents and basin analysis* (second, corrected and updated edition), Springer-Verlag.
- (6) Martin, R., 1966, *AAPG Bull.*, Vol.50, No.10, p.2277-2311.
- (7) Daniel A. Busch, 1974, *Stratigraphic traps in sandstone-exploration techniques*, The American Association of Petroleum Geologists Tulsa, Oklahoma, U.S.A.
- (8) Matthews, R.K., 1984, *Dynamic Stratigraphy* (second edition) Drentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632.

Paleodrainage Characteristics of the Permian Members C and D in Huainan Coalfield, China

Peng Suping Han Dexin Zhang Pengfei

(Beijing Graduate School, China University of Mining and Technology)

Lan Changyi

(Huainan Mining Institute)

Abstract

The Huainan Coalfield, covering an area of more than 8000 km², is concealed by the Quaternary system, and the main coal-bearing strata are Permian Members C–D. By the investigation of more than 5000 bores and surveying of underground tunnels of the coal mines in the research district, many characteristics of the paleodrainage have been acquired as follows:

1. By underground surveying of the main channel sandstones of the members C–D, it is shown that during their deposition the paleocurrent direction is southward.

2. The paleodrainage of the Permian members C–D have two forms, the branched channel system (in member C) and the anastomosing channel system (in member D). The channels composed the drainages are very stable and fail to lateral migration.

3. The results of grainsize analysis and the C–M pattern of the same genetic increment demonstrates that the paleostream flown from north to south, and the south side is more near to the sea.

4. The characteristics of sedimentology and sedimentary geochemistry indicate that the fine sediments of member C which deposited in the branched channel system contain much more of the tidal sediments, burrows, and *Lingula* sp. etc. The content of the trace element B, Br, Ga and Ca²⁺ (Fe+Ca) are higher than that of member D.

To sum up the characteristics discussed above and analyze by means of Walther's Law of correlation of facies, and compare with the drainage on the modern Pearl River, the authors propose that the paleodrainage of the members C–D is more similar to that on the modern Pearl River Delta, that is to say, it can be divided into two parts, the anastomosing fluvial system near the continent and the branched fluvial system close to the sea. It is recognized that the paleodrainage discussed in this paper is different from that on the Mississippi River Delta and / or on the Yangtze River Delta, that could be account for which discussed in this paper is a complex delta formed together by several continental streams, the low–medium tidal range and the Coriolis Force exist in the history of the Earth.