

# 受潮汐影响的下三角洲平原聚煤作用

许桂生 王文祥 (湘潭矿业学院 411201)

赵仲生 陈晓珂 (湖南邵东县群力煤矿 422800)

**摘要** 湘中保和堂矿区龙潭组主要为浅水三角沉积,平原。1、2煤形成于三角洲废弃阶段,3煤形成于三角洲建设阶段,前者聚煤条件较好。在三角洲废弃期,潮流对下三角洲平原的煤层有较强的改造作用,使植物碎屑乃至表层松软氧化的泥炭在沼泽内重新分配,并影响煤厚与煤质分布,形成特殊的“树皮腐泥煤”。

**关键词** 下三角洲平原 潮汐 腐泥煤 龙潭组 湖南

**中国图书资料分类法分类号** 512.3 618.11

**作者简介** 许桂生 男 32岁 副教授 沉积学 有机地球化学

## 1 引言

湘中邵东县保和堂矿区属典型的龙潭南型沉积。其岩性以细砂岩、粉砂岩、泥岩为主,含少量中砂岩,偶见粗砂岩,上段含1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup>煤及一层油页岩。相分析表明龙潭组由浅水三角洲相、障壁岛—泻湖相、次深海—浅海相3类沉积组成(图1)。聚煤作用发生于受潮汐影响的下三角洲平原,其中1、2煤形成于废弃三角洲,3煤形成于活动三角洲。该区煤厚、煤质分布及煤岩组成也具有典型特征,为研究受潮汐影响的下三角洲平原的聚煤作用提供了一个较好的样例。

## 2 三角洲沉积特征

### 2.1 沉积相组合

按Coleman和Prior(1982)的三角洲分类,本区龙潭组浅水三角洲沉积可区分为下三角洲平原和下水三角洲平原两个亚环境(亚相)。

#### 2.1.1 下三角洲平原

下三角洲平原为三角洲受海洋和河流共同作用部分,其沉积微环境(微相)包括分流河道、分流间湾、湖泊、决口扇及泥炭沼泽等。

水下分流河道沉积以冲刷接触覆于浅海或泻湖相泥岩或三角洲前缘沉积之上,冲刷面上常见泥砾。

岩性以中粒长石石英砂岩为主,发育大型交错层理(槽状、板状、楔状),局部见再作用面和双向交错层理,偶见单粘土层。砂体厚度不大,粒度偏细,河道间距较小。决口扇发育,天然堤不发育。

分流间湾沉积以泥岩、粉砂质泥岩为主,有时夹决口扇砂质沉积,含大量植物叶片化石,常见生物扰动构造,层理以水平、波状层理为主,局部发育透镜状层理,含菱铁矿结核或条带。将位于煤层顶、底板的分流间湾(及泻湖)泥岩的光谱分析结果(表1)与有关文献资料<sup>[1]</sup>比较,可判断本区分流间湾水体为微咸水。

决口扇沉积一般为粉砂岩—细砂岩,具倒粒序与小型交错层理,多分布于分流间湾与分流河道沉积之间。

本区3层煤都形成于下三角洲平原的泥炭沼泽环境之中,其下伏沉积微环境为分流间湾、分流河道、决口扇与河口砂坝。当沼泽水体较深且以低等植物为主时,便从泥炭沼泽沉积变为湖泊沉积——形成油页岩。

#### 2.1.2 水下三角洲平原

该亚环境包括三角洲前缘和前三角洲。

三角洲前缘沉积包括河口砂坝、远砂坝微相。前者主要由中等成熟度的细砂岩、粉砂岩组成,为倒粒序,下部为小型交错层理,向上变为大型板状、楔状

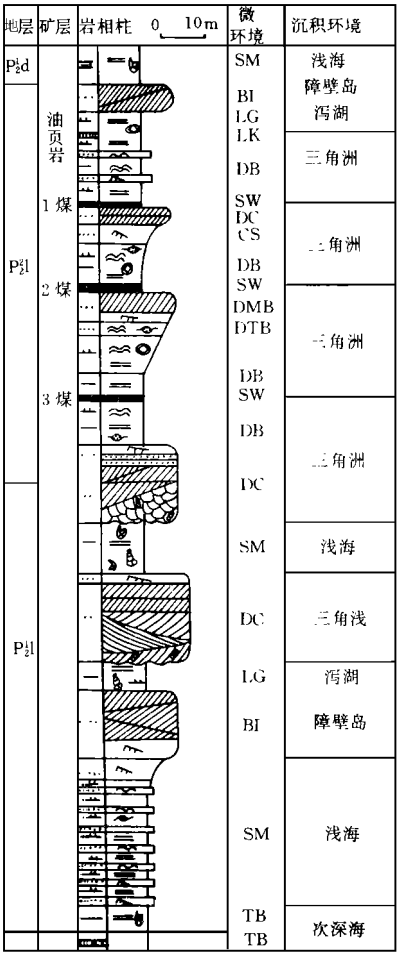


图 1 龙潭组沉积环境分析图

表 1 部分泥岩微量元素光谱分析结果  $w/10^{-6}$

样品	B	Ga	Sr	Ba	Cr	Cu	Ni	V	B/Ga	Sr/Ba	环境
I *	123.6	25.3	7000 ~8000	1000 ~6000	91.9	28.2	41.1	118.2	4.9	1~0.8	海水
II *	39.7	16.2	250	460 ~1600	41.3	15.7	19.9	72.2	2.4	0.16 ~0.54	淡水
泥-1	20	10	215	550	70.3	10.5	13	70.2	2.0	0.39	水微咸
泥-2	50	15	170	500	36.4	15.4	32	105.3	3.33	0.54	
泥-3	30	18	285	463	54.5	22.3	21	90.4	1.67	0.62	
泥-3	42	17	292	483	60.7	19.2	26.4	85.6	2.47	0.60	
泥-4	47	12	310	567	71.4	18.5	27.5	92.4	3.92	0.55	
泥-5	62	18	365	700	78.8	25.4	37.6	100.3	3.44	0.52	
泥-6	72	24	327	551	68.5	23.2	31.3	92.0	3.0	0.59	

\* 资料来自刘宝珊,1980

交错层理,局部具双向交错层理。后者由泥岩与粉砂岩互层或含泥较高的粉砂岩组成,具水平层理、波状层理、小型交错层理,生物扰动构造明显。

前三角洲沉积,由较薄的泥岩组成,但多发育不好或被上覆分流河道冲蚀而无保存。

总体来说,水下三角洲平原沉积不甚发育是本区三角洲的一个特征,符合 Fisk (1961) 和 Donaldson (1974) 所描述的浅水三角洲特征。

2.2 三角洲沉积过程分析

2.2.1 三角洲的建设

本区三角洲是在华南二叠纪陆表海背景下形成的,并由浅海体系或障壁岛—泻湖体系在海退过程中转变而来。龙潭组实际存在 5 个三角洲旋回,下段 1 个,上段 4 个。在三角洲建设期以三角洲朵体向浅的受水盆快速进积,同时兼有分流河道间的填积作用和侧积作用。分流河道沉积构成三角洲体系的主体,三角洲前缘及前三角洲不甚发育,从而呈现典型的浅水三角洲的特征。在三角洲建设期,地势较高的分流河道两侧可发育泥炭沼泽,3 煤就是在这种条件下形成的。由于地处下三角洲平原,煤层也受到微咸潮汐水流的强烈影响。

2.2.2 三角洲的废弃

本区可采煤层 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>煤是在废弃三角洲朵体上发育而成的。三角洲废弃期的主要特征为:

- a. 废弃初期河口砂坝沉积物及部分分流河道沉积物受到潮汐作用的改造和破坏。
- b. 废弃中期,在三角洲基部发育了泥炭沼泽,煤层代表了主要废弃相沉积。
- c. 作为废弃相的煤层在堆积过程中受到了潮汐流的强烈改造作用。
- d. 三角洲废弃后期出现海侵沉积物,在废弃三角洲远端部分,1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>煤被分流间湾泥质沉积取代。

3 聚煤作用

3.1 煤层发育特征

3.1.1 煤厚与煤的灰分特征

形成于废弃三角洲的 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>煤厚度较大,连续性好,煤厚与底板砂体厚度呈弱正相关关系。1、2 煤在煤厚上的不同(2 煤厚 0.62~2.58 m,平均 1.40 m,1 煤厚 0~2.09 m,平均 0.7 m),系海侵时间差引起。1 煤发育时海侵来得早,使聚煤作用过早终止。3 煤形成于下三角洲平原建设期,其主要依据为矿区中部存在一条北西—南东向与煤层同期异相的

分流河道砂体。受潮汐水流与洪泛水流的影响, 3 煤聚煤条件较差, 煤厚 0~1.18 m, 平均 0.43 m, 煤中灰分较废弃三角洲平原形成的煤高, 3 煤为中—高灰煤, 1、2 煤为特低灰煤。

### 3.1.2 显微煤岩组成特征

在显微煤岩组成上, 本区 3 层煤, 镜质组占 40%±, 壳质组一般为 12%, 最高分层达 85%, 以木栓体为主, 次为小孢子体、角质体及碎屑壳质体, 木栓体也多为破碎状。腐泥组占 15%±, 过渡组分含量在 30%±, 包括半镜质组与半惰性组, 亦多破碎。煤岩组分非常特殊, 较破碎的氧化组分(过渡组分、壳质组分)与还原组分(腐泥组)共生, 说明氧化组分曾被搬运。此类煤在成因上既不同于腐泥煤, 也不同于树皮煤<sup>[2]</sup>, 我们称之为“树皮腐泥煤”。

### 3.1.3 泥炭沼泽类型

a. 水介质条件 本区 1、2 煤为特低硫煤, 3 煤为中硫煤。灰成分指标  $K = (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{CaO} + \text{MgO} + \text{F}_2\text{O}_3)$ , 1 煤为 4.91, 2 煤 3.62, 3 煤 3.00。泥岩的微量元素含量见表 1, 煤中微量元素含量变化大,  $B \ 10 \times 10^{-6} \sim 500 \times 10^{-6}$ 、 $B/Ga \ 0.64 \sim 16.67$ 、 $Sr/Ba \ 0.18 \sim 2.67$ 。综合上述资料判断, 本区泥炭沼泽水体为微咸水, 盐度不象有关文献<sup>[3]</sup>认为的那样高, 煤层为弱还原煤, 3 煤还原性稍强。B 值、B/Ga 可能受其它因素影响出现异常。泥炭沼泽的 pH 值较小, 为弱酸性环境。

b. 覆水程度 由于腐泥组分与氧化组分共生且氧化组分破碎程度高, 故泥炭沼泽总体覆水条件为间歇动荡深覆水, 其中 3 煤氧化组分较 1、2 煤弱, 可能是搬运距离较近。

c. 植物类型 从显微煤岩组分中含有的结构镜质体 5.34%~12.3%、半丝质体 9.77%~21.64%、丝质体 6.4%~15.3%等代表木本植物的组分, 也含有基质镜质体 12.3%~18.7%等代表草本植物、小灌木贡献的组分<sup>[4]</sup>, 以及有较多的腐泥组分看, 沼泽植物应为高、低等植物混生类型, 伴有微异地搬运。煤的元素分析、热解分析也表明煤的母质类型为 I 型或 II 型干酪根(图 2、3 黑方块为绝大多数测点分布区)。煤的正烷烃分布曲线表明为双峰型, 主峰碳为  $C_{25}$ 、 $C_{17}$ ,  $C_{21}^-/C_{21}^+$  为 1.14~1.28。这些都说明了煤的生物源包括高等生物与低等生物源两类。

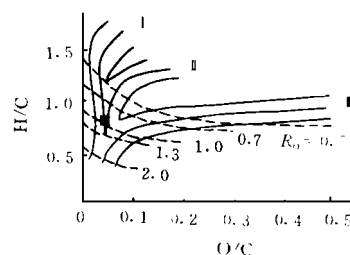


图 2 本区煤的 H/C、O/C 原子比

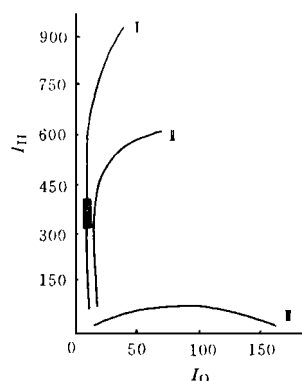


图 3 本区煤的  $I_n$ 、 $I_o$  图解

## 3.2 下三角洲平原潮汐水流对煤层的改造作用

在三角洲废弃期, 由于障壁岛的作用, 盆地以潮汐作用为主, 下三角洲平原上的泥炭常受到潮汐作用的改造和搬运。Elliott<sup>[5]</sup>对尼日尔河现代潮控三角洲平原潮汐作用的特征进行过如下描述:“潮流在涨潮期侵入分流河道, 溢漫河岸, 淹没附近的分流间地区。在潮汐平静时期, 这些潮水就暂时积蓄起来, 然后在退潮时退出去。因此, 在分流河道的下游以潮流为主, 而在分流间地区则主要以潮间坪为特征”。本区煤层即是形成于三角洲废弃前最后遗留下来的受潮汐影响的泥炭沼泽盆地之中, 煤层的发育地点及潮汐作用的影响程度主要取决于沼泽表面地形。按照阿勒格尼三角洲模式<sup>[6]</sup>, 下三角洲平原的泥炭沼泽是由地势较高的堤岸处随着间湾的充填而逐渐扩展的, 故煤厚与底板砂体厚呈正相关关系。

据上所述, 笔者提出潮流对泥炭改造作用的成煤机制简化模式(图 4)。在涨潮与落潮期沿堤岸都存在指向分流间湾方向的潮流。堤岸处地势较高, 排水好, 发育草本混生沼泽, 在这种沼泽内, 一方面经常受富氧潮流影响, 泥炭易遭受较强的氧化作用形成氧化组分(过渡组分与丝质体); 另一方面沼

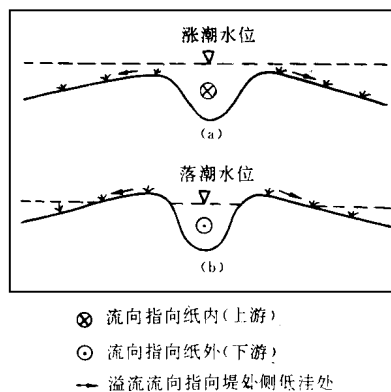


图 4 下三角洲平原潮汐作用机制剖面示意图

a--- 涨潮时; b--- 落潮时

泽中的酚类等毒性组分因地形坡度随潮流而流失,使微生物对植物的降解作用显著加强,形成以木栓体为代表的壳质组分的相对富集。当潮流作用足够强时(如在特大潮期),这些组分便可被潮流携至远离分流河道的地势低洼、覆水较深、生长低等植物的沼泽中去,与原地的腐泥组分共生,形成特殊的“树皮腐泥煤”。由于潮流使植物组分在沼泽内重新分配,故煤厚变化幅度缩小,煤厚与底板砂体厚度间的正相关关系也被削弱。煤中硫分向分流间湾方向的升高显然与沼泽覆水深度增加、沼泽蓄水性较好有关。煤中灰分向分流间湾方向升高,可能因该地带系潮流汇合处,两条分流河道所携带的灰分都沉积在这一地带。

#### 4 结语

综上所述,对保和堂矿区龙潭组的沉积学研究可得出如下认识:

- a. 该区龙潭组主要为浅水三角洲沉积,三角洲由 2 个亚环境、9 个微环境构成。
- b. 聚煤作用发生于受潮汐影响的下三角洲平

原,1、2 煤形成于废弃三角洲,3 煤形成于活动三角洲。废弃三角洲聚煤条件较好,形成厚度较大、灰分较低的煤层。

c. 煤厚与底板砂体厚度呈弱正相关关系,煤中灰分、硫分与底板砂体厚度呈弱负相关关系。

d. 由于泻湖或分流间湾水体发生过较强的淡化,因此泥炭沼泽呈微咸水、弱还原、弱酸性介质条件。煤层虽受海水影响,仍为特低硫煤。

e. 下三角洲平原废弃期,潮汐作用强,对煤层有较强的改造作用。泥炭沼泽成为高、低等植物混生的间歇动荡深覆水沼泽类型。沼泽地形决定潮流活动方式。侵入沼泽中的潮流可在沼泽内重新分配植物碎屑乃至表层松软氧化泥炭,由此影响煤厚与煤质分布格局,形成特殊的“树皮腐泥煤”。

论文写作过程中曾得到黄昌洋、王华、龙华仁、龚玉华、彭正奇、周春光等同志的帮助,谨表感谢。

#### 参考文献

- 1 刘宝珺. 沉积岩石学. 北京:地质出版社,1980:288~289
- 2 陶成才等. 淮南晚古生代煤田树皮残植煤的发现及其经济价值. 科学通报,1990;(16):1253~1256
- 3 钟建华. 湘中保和堂龙潭煤系的研究. 沉积学报,1993;11(1):75~83
- 4 Russen N J, Barron P F. Gelification of Victorian Tertiary soft brown coal wood. II. Changes in chemical structure associated with variation in the degree of gelification. Int. J. Coal Geol., 1984;(4):119~142
- 5 Elliott T 著. 周明鉴等译. 沉积环境和相. 北京:科学出版社,1985
- 6 陈钟惠. 煤和含煤岩系的沉积环境. 武汉:中国地质大学出版社,1988:102~106

(收稿日期 1996-06-14)

## COAL ACCUMULATION ON THE TIDE-INFLUENCED LOWER DELTA PLAIN

Xu Guisheng Wang wenxiang (Xiangtan Mining Institute)

Zhao Zhongsheng Chen Xiaoke (Qunli Coal Mine, Hunan Province)

**Abstract** The Longtan Formation in Baohetang Mine, Middle Hunan, is dominated by shallow-water delta deposits. The coal accumulation occurred on the tide-influenced lower delta plain. No. 1 and No. 2 coal seams developed in peat swamps of abandoned delta plain, whereas No. 3 coal seam formed on active delta plain. Abandoned delta plain was the better coal-accumulating place. In the abandoned period of delta, the tidal current had stronger reworking on the coal seams deposited on the lower delta plain, resulting in the redistribution of plant debris or surface layers of soft oxidated peat in the peat swamps, changing the distribution of coal thickness and coal quality, and forming the special "bark sapropel coal".

**Keywords** lower delta plain; tide; sapropel coal; Longtan Formation; Hunan