

文章编号: 1000-0550(2006)01-0001-09

# 先锋盆地超厚优质煤层的异地成因模式<sup>①</sup>

吴冲龙 李绍虎 王根发 刘 刚 孔春芳

(中国地质大学资源学院 武汉 430074)

摘要 云南先锋盆地赋存有超厚的优质褐煤。煤层中发育有着丰富的异地成因的沉积学标志。这些成因标志揭示了一种新的异地堆积亚模式,即“腐植型植物碎屑河流远源搬运→植物碎屑扇三角洲沉积+湖滨泥炭沼泽植物碎屑沉积+泥质碎屑沉积→洪水或水下重力流的混合和搬运作用→有机碎屑与无机碎屑的机械分异和再沉积”,简称为“湖相植屑扇三角洲-水下重力流二次堆积”,或者“先锋亚模式”。这种亚模式补充了作者原先所建立的中国中、新生代内陆断陷盆地超厚煤层的成因模式——“阜新亚模式”和“抚顺亚模式”,可以统称为“异地-微异地湖泊二次复合堆积模式”。

关键词 优质液化用煤 超厚煤层 陆相断陷盆地 煤层成因 异地成因模式 先锋盆地

第一作者简介 吴冲龙 男 1945年出生 教授 博士生导师 煤、油气地质及地学信息

中图分类号 P512.2 文献标识码 A

中国中、新生代中小型内陆盆地普遍赋存有厚度大于 60 m 的超厚煤层, 这些煤层不仅是低硫、低灰的环保型优质动力用煤和化工用煤, 而且是烃转化率很高的优质液化石油用煤。通常认为, 有开采价值的煤层都是原地堆积的<sup>[1]</sup>。作者曾通过中国东北阜新盆地和抚顺盆地的研究, 得出了超厚煤层异地成因的新认识, 并建立了两个成因亚模式, 即阜新盆地亚模式——冲积扇前浅水砂质重力流型亚模式<sup>[2]</sup>和抚顺盆地亚模式——弱风暴及水下泥质重力流型亚模式<sup>[3~6]</sup>。随后, 作者又在中国云南省的先锋和小龙潭盆地的超厚煤层中找到了大量的异地成因新证据, 建立了两种新的超厚煤层异地成因亚模式<sup>[7]</sup>。在这里, 我们将根据宏观沉积学考察和模拟试验所获得的实际资料, 对先锋盆地新生代超厚优质褐煤的异地成因作进一步的分析和论证。

## 1 先锋盆地地质概况

先锋盆地位于中国云南省东北部(图1),是形成于新近纪的小型走滑断陷盆地。前人对该盆地的构造演化、充填层序、煤岩、煤化学及古植物开展过大量研究<sup>[8~12]</sup>。

该盆地轴向近东西,现有宽度0.5~2.3 km、长度9.5 km,残留面积约13 km<sup>2</sup>,堆积有1 500 m厚的晚近纪中新世的碎屑沉积物,其中发育了巨厚的煤

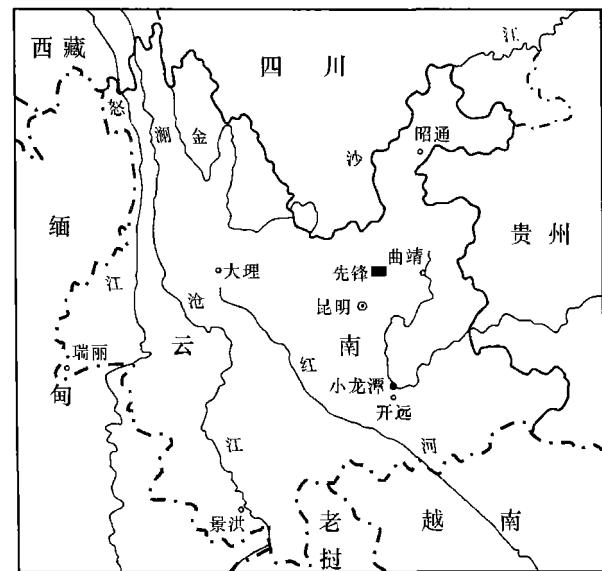


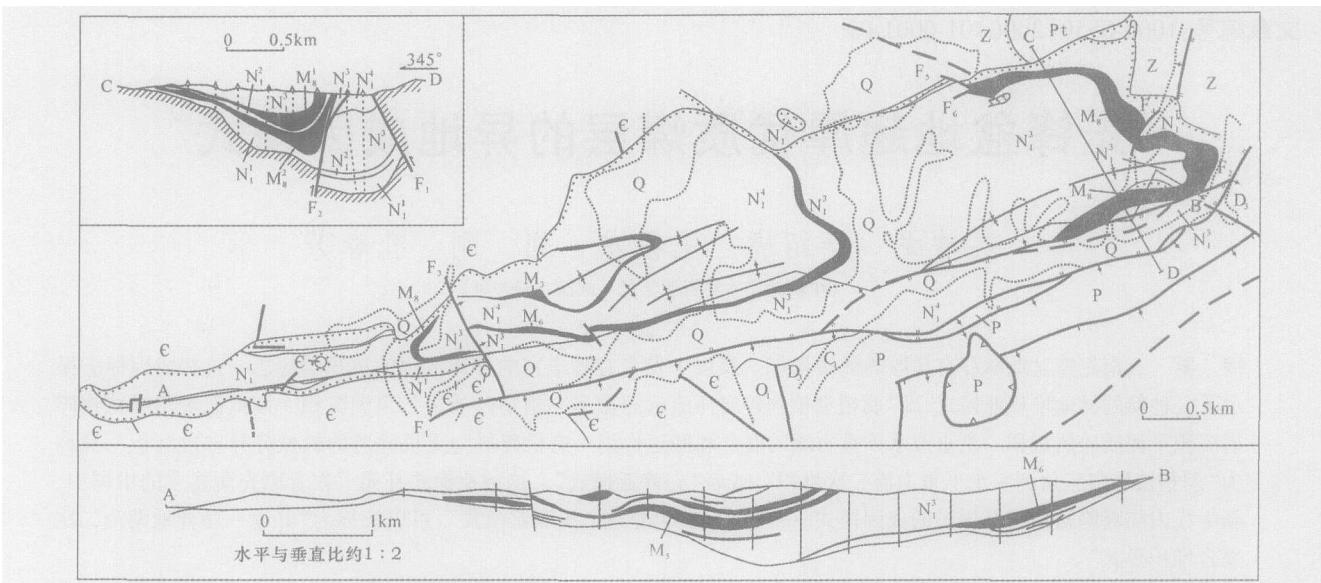
图 1 研究区位置 (■为研究区所在地)

Fig 1 The location of the study area

层。煤层最大累计厚度达 180 m, 总储量约  $80 \times 10^8$  t, 主煤层为 M<sub>8</sub>。由于后期构造反转变形, 盆地整体呈一向西倾伏的向斜, 褐煤层沿着盆地的北、东、南三侧边缘出露(图 2)。边缘相的存在, 表明盆地基本上保存了原生状态。

根据矿物岩石类型、生物特征和层序结构, 先锋盆地充填序列可划分为五个时段(图 3):

①国家自然科学基金资助项目(批准号:49572128)的研究成果之一。  
收稿日期:2005-04-28 收修改稿日期:2005-06-22



1 盆地边界 2 地层界线 3 盆地基底 4 煤层 5 逆断层 6 正断层 7 元古界 8 震旦亚界 9 寒武系 10 下奥陶统 11 上泥盆统 12 下石炭统 13 二叠系  
14 中新统 (小龙潭组) 15 中新统底部层段 16 中新统下含煤段 17 中新统砖藻上层段 18 中新统上含煤段 19 剖面位置 20 煤层编号 21 断层编号

图 2 云南先锋盆地地质简图(在云南煤田地质局 1983 资料基础上修编)

Fig 2 Geological sketch map of Xianfeng basin of Yunnan, Southwest China (Data from the Yunnan Coal Geological Bureau in 1983)

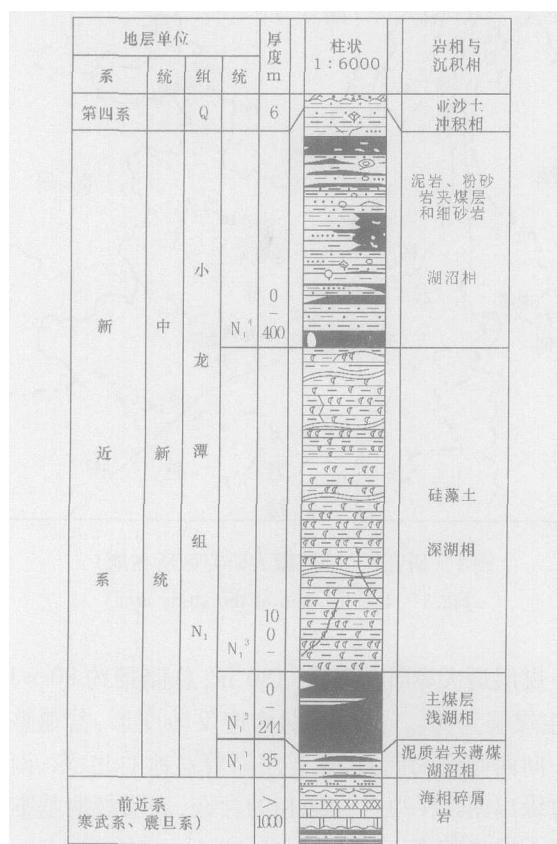


图 3 云南先锋盆地地层综合柱状图(据云南煤田地质局 1983 资料编绘)

Fig 3 Strata composite columnar section of Xianfeng basin  
of Yunnan, Southwest China  
(Data from the Yunnan Coal Geological Bureau in 1983)

(1) 底部粗碎屑岩段 ( $N_1^1$ ): 主要由中厚层状砂质泥岩、泥质粉砂岩、菱铁质砂岩、褐煤层和砂砾岩组成。砾石磨圆度中等, 分选性差, 砾石成分多为玄武质。时段底部有风化残积物, 局部发育含砾泥岩泥石流沉积。化石含量很少。

(2) 下部含煤段 ( $N_1^2$ ): 主要由厚-巨厚层状褐煤 ( $M_8$ )、炭质泥岩、粉砂质泥岩组成。煤和砂、泥岩以简单互层方式存在。煤层在盆地东部具有二分结构 ( $M_8^1, M_8^2$ ), 到中部合并为结构简单的巨厚煤层, 向西逐渐分叉、变薄。含大量生物化石, 以植物叶、茎、鱼化石为主。

(3) 中部硅藻土段 ( $N_1^3$ ): 该段以含粘土硅藻土、硅藻质粘土为主。硅藻植物群大量繁育, 以直链藻、圆筛藻为主。层序岩性结构以互层为主, 局部出现反粒序组合。

(4) 上部含煤段 ( $N_1^4$ ): 以泥岩、粉砂岩为主, 中下部含  $M_5$  煤组, 上部含  $M_3$  煤组。煤层结构复杂, 分层多、厚度小、分布局限。层序结构以互层为主, 并出现正粒序、逆粒序组合。

## 2 超厚煤层的沉积相分析

含煤岩系的上述充填序列表明, 先锋盆地含煤岩系的沉积环境总体上经历了山间洼地—浅湖—深湖—浅湖—山间平原的演化<sup>[9]</sup>。

盆地的主煤层 ( $M_8$ ) 赋存于下部含煤段 ( $N_1^2$ ), 厚度为 40~180 m, 发育于浅湖相沉积阶段, 具有高的沉积速率。其底板为厚层的浅湖相泥岩, 而顶板是厚达 400 m 以上的深湖相硅藻土, 未见任何形式的根土岩。在盆地东部的东、北、南三侧边缘, 5 个大型采坑完整地揭示了主煤层  $M_8$  的形貌及结构。在盆地东北部, 由各种粒径的角砾状褐煤化木块和泥炭块(图 4-6)构成的沉积体, 在剖面上呈巨厚层状, 平面上呈扇状、朵叶状(图 9)。

褐煤化木块形状不规则、排列杂乱(图 4), 外观如原木且显示清晰的年轮及表皮痕。采用木质部细胞结构镜检方法对几十个样品的薄片进行鉴定, 在各个方向上均没有发现水生树木所特有的气腔(图 7)。这表明, 成煤植物都是些非水生的乔木, 可能是河流从盆外直接搬运而来的。对含煤地层化石及煤层所

含的孢子花粉研究成果<sup>[7]</sup>也表明, 成煤质料主要是非水生植物——以山毛榉科、栎属、栗属、枫杨、桤木等为主的被子植物和以松科各属为主的裸子植物(表 1)。邢军等人<sup>[11]</sup>通过 29 个煤样的显微组分观察和定量研究, 结合氯仿沥青“A”族组分分析和饱和烃气相色谱分析, 也证实该煤层的成煤质料以陆生高等植物为主。从成分、结构及空间形态看, 这些沉积物可能属于一种特殊的冲积扇—扇三角洲沉积——由异地的植物碎屑或泥炭构成的冲积扇—扇三角洲。

在这些植屑或泥炭冲积扇—扇三角洲沉积体中, 常见向盆内延伸的透镜状或长透镜状的、具块状层理或大型交错层理的砂级—细砾级的碎屑褐煤夹层(图 6), 推测为扇面河道沉积。向盆地中心方向追溯, 可看到有机碎屑粒度逐渐变细——由粗砾屑变到细砾屑和砂屑, 煤层的成层性变好, 煤层中逐步出现



图 4 先锋超厚煤层中植屑冲积扇—扇三角洲沉积体(由角砾状、砂状的植屑和无机碎屑混合构成)  
a)近景; b)远景(摄于先锋盆地松树地露天矿西部)

Fig. 4 The plant clastic fan and fan delta deposit in the extra thick coalbeds of the Xianfeng basin Southwest China



图 5 超厚煤层边缘的植屑扇三角洲沉积(角砾状褐煤化木块和泥炭块分布在细砾级和砂级褐煤化泥炭杂基中)

Fig. 5 The plant clastic fan delta deposit in the margin of extra-thick coalbeds

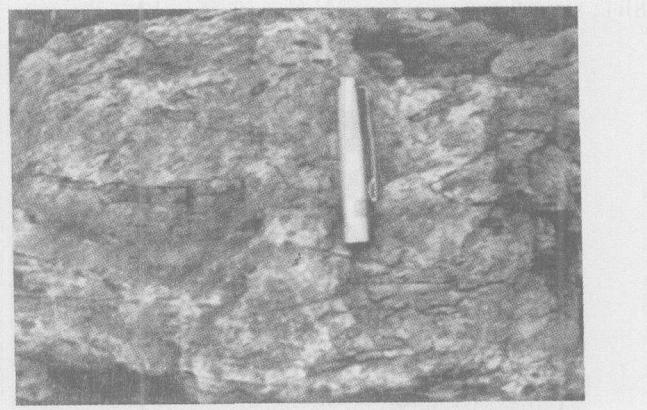


图 6 超厚煤层中部的炭泥质夹矸及煤砾(杂基为砂、泥和炭质, 底部见冲刷面, 向上砂泥含量减少而炭质含量增多)

Fig. 6. Coal gravel in the bass dirt band of extra-thick coalbeds

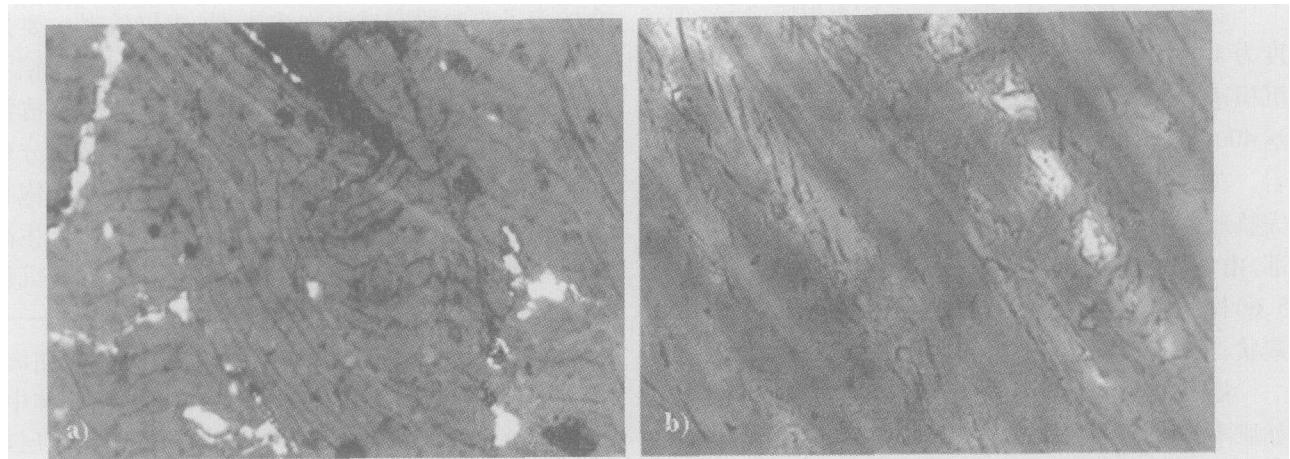


图 7 先锋盆地超厚煤层中角砾状褐煤化木块的年轮 (a 镜下,  $\times 4$ ) 和木质层细胞结构 (b 镜下,  $\times 25$ )

Fig 7 The annual ring (a  $\times 4$ ) and woodiness cellularity (a  $\times 25$ ) of brecciaform lignification wood block in the extra thick coalbeds of the Xianfeng basin Southwest China

表 1 煤层(组)中的选型孢粉组合特征<sup>[7]</sup>

Table 1 The features of lectotype sporo pollen assemblage in the coalbed<sup>[7]</sup>

| 煤层(组)编号           | 被子植物花粉<br>(Caryapollenites Juglanspollenites<br>Pterocaryapollenites Achnipollenites) | 裸子植物花粉<br>(Abiespollenites Kerelekaria<br>Pinaceapollenites Tsugaepollenites) | 蕨类植物孢子<br>(Sphagnum s Porites<br>Osmundaciliates) |
|-------------------|---|---|---|
| M <sub>3</sub> 煤层 | 20% ±   | 40% ~ 50%   | 20% ~ 25%   |
| M <sub>5</sub> 煤组 | 3% ~ 8%   | 60% ~ 70%   | 20% ~ 25%   |
| M <sub>8</sub> 煤组 | 50% ~ 60%   | 20% ±   | 15% ~ 25%   |

\*以每个煤样选型孢粉 200粒作为 100%, 计算出各煤层(组)选型孢粉的百分比含量, 再进行统计。

各种条带状构造(图 8a)。由于泥质夹矸较少见, 煤层结构仍较简单。至盆地东部南侧, 有机碎屑的粒度进一步变细, 基本上成为以粉砂屑煤和泥屑煤为主的细碎屑煤。这时, 煤分层内普遍见有由煤化植物碎屑构成的水平细条带、线理、透镜状和块状构造(图 8b), 显示平静的浅湖沉积特征。在薄层和极薄层状

的泥岩、炭质泥岩和粉砂岩、细砂岩夹矸中, 常有含较多的细粒泥砾、煤砾和煤化木块, 呈现清晰的粒序层理、旋卷层理、波状层理或块状层理。煤层中还常见有大大小小的砂泥质团块, 反映出与突发性重力流事件有关的沉积机理(图 9)。

与宏观沉积构造的变化相对应, 煤分层的灰分产



图 8 先锋盆地超厚煤层中的条带状 (a) 和线理状 (b) 构造(由不同灰份的褐煤或泥质构成)(摄于先锋露天矿)

Fig 8 The banding (a) and lineation (b) structure in the extra thick coalbeds of the Xianfeng basin Southwest China

率也呈规律性变化。在平面上, 煤层灰分产率由边缘向中心递减, 从大于 30% 降到小于 10%, 与沉积相及宏观煤相的空间分布吻合 (图 11); 在垂向上, 每一个

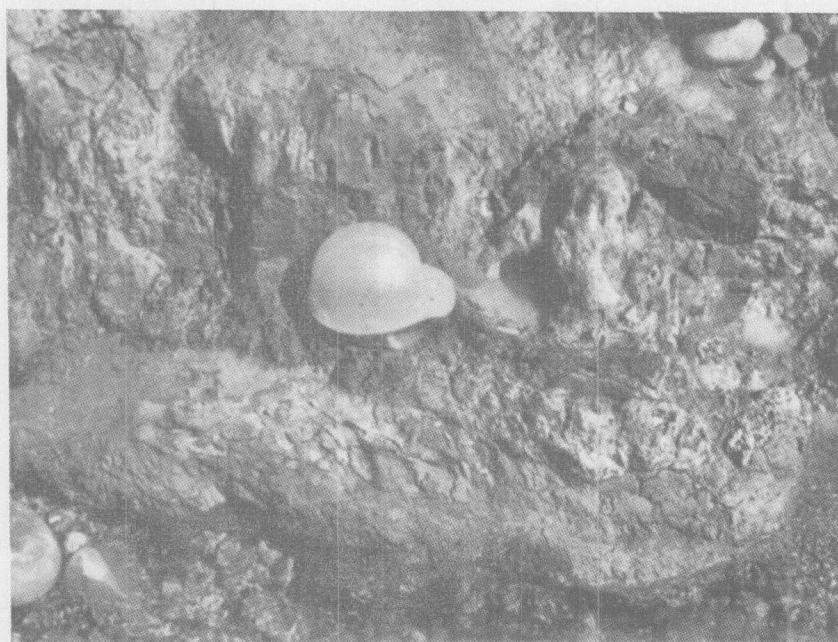
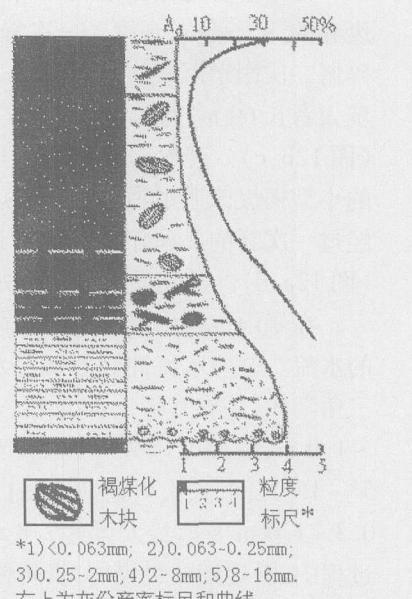


图 9 先锋盆地超厚煤层中的泥质重力流沉积物(见于盆地东北部松树地露天采坑)

Fig. 9 The muddy gravity current deposits in the extra-thick coalbeds of the Xianfeng Basin, southwest China (from the northeast of Basin)

煤分层的灰分产率由下而上递减, 至顶部才又突然升高 (图 10)。



\*1) <0.063mm; 2) 0.063-0.25mm;  
3) 0.25-2mm; 4) 2-8mm; 5) 8-16mm.  
右上为灰份产率标尺和曲线。

图 10 一个煤分层的粒度及  
其灰份产率的垂向变化

Fig. 10 Vertical variance of  
granularity and ash yielding  
rate on a coal bed

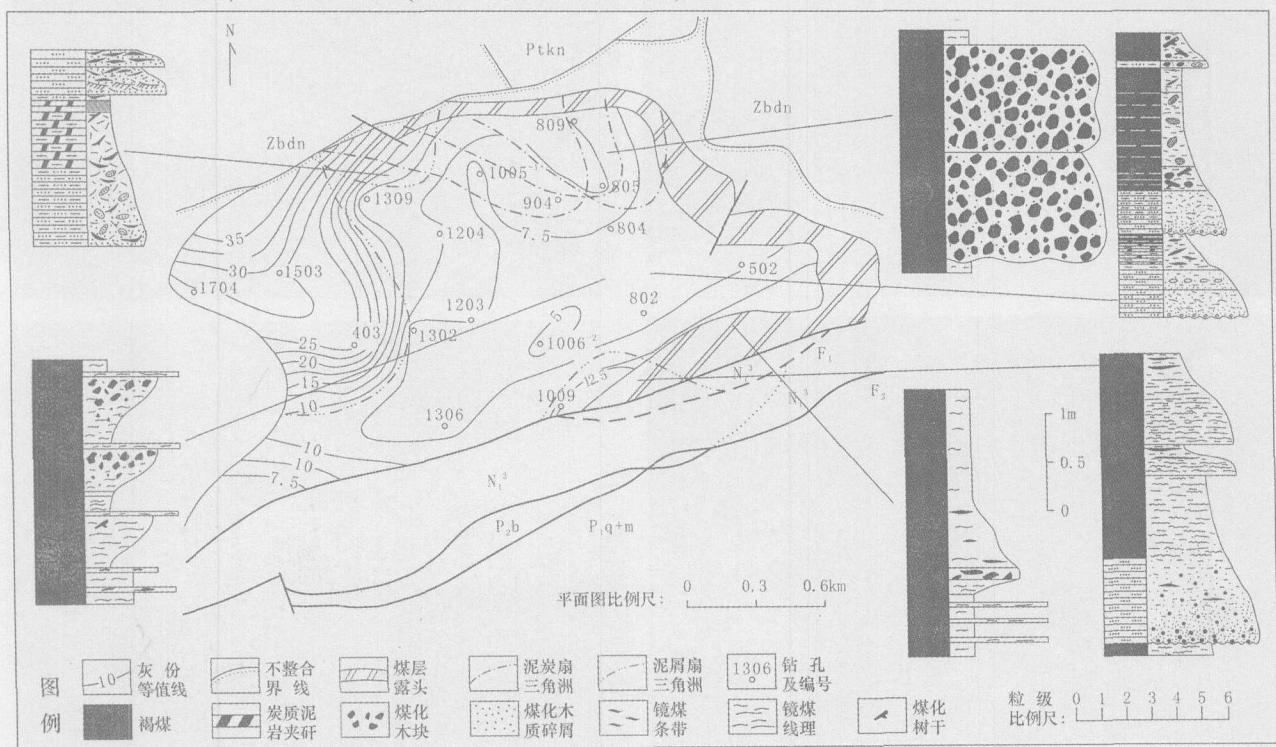


图 11 先锋盆地东部 M<sub>8</sub>煤组煤的灰份产率等值线(%)和煤分层代表性垂向层序图  
粒级比例尺: 1. 泥级, 2. 粉砂级, 3. 砂级, 4. 细砾级, 5. 中砾级, 6. 巨砾级。

Fig. 11 Isoline of the ash of M<sub>8</sub> coal bed in Xianfeng basin of Yunnan, Southwest China  
(Data from the Yunnan Coal Geological Bureau, 1983) and the vertical sequences of coal bed

### 3 超厚煤层异地成因的新模式

为了解释先锋盆地底煤层成因,作者曾借用几个废弃的露天采坑,观察了一次暴雨过程所造成的煤炭碎屑二次搬运沉积过程和结果。这些废弃的露天采坑大者长 60 m、宽 15 m(图 12a),小者长宽仅 6~8 m(图 12b, c)。观察对象是采坑边缘形成于前期暴雨的小型褐煤碎屑扇三角洲,内容是这些扇三角洲物质经过一次新的暴雨作用的再搬运再沉积过程和结果(图 12a~d)。其物质组成大致如表 2 所示。

在暴雨过程中形成了一些宽度数十 m 至 10 m 的水流。这些水流冲刷着各个水坑边的褐煤碎屑扇三角洲体,并将其带入水坑中。坑中积水深一般 0.5~1.0 m,最大可达 2 m 以上,入口处的坡降一般在 5°~15° 之间,最大可达 26° 以上;水流的速度一般为 0.3~1.0 m /sec,最大可达 2.8 m /sec 以上。在暴雨过程中,看到细粒级煤屑、炭质粉砂和泥悬浮于水中,缓慢下沉。天晴 5 天后,废采坑的水干涸,进行细致

的观察和采样。由于采坑底部有一层残积物,易于将新堆积的碎屑物质分开。新堆积的碎屑物质在小型冲积扇前的分布很有规律:在横向,越往远处去粒度越细;在垂向上,各处都具有向上变细且无机碎屑减少,有机碎屑增多的垂向层序。各个废采坑的观察结果十分一致。

表 2 褐煤碎屑扇三角洲二次堆积模拟实验的物质组成

Table 2 The simulation of secondary deposition of lignite clastic fan delta deposit in the coal bed

| 褐煤碎屑的物质成分 | 粒径 mm                 | 质量 kg | 所占比例 % |
|-----------|-----------------------|-------|--------|
| 粗—巨砾屑褐煤   | $16 < d \leq 64$      | 100   | 3.125  |
| 褐 中—细砾屑褐煤 | $2 \leq d \leq 16$    | 100   | 3.125  |
| 煤 砂屑褐煤    | $0.1 \leq d \leq 2$   | 1600  | 50.00  |
| 粉砂—泥屑褐煤   | $d \leq 0.1$          | 1200  | 37.50  |
| 坡积、残积物    | $0.1 \leq d \leq 5.5$ | 100   | 3.125  |
| 土 壤       | $d \leq 0.5$          | 100   | 3.125  |
| 合 计       |                       | 3200  | 100.00 |



图 12 用于进行模拟试验的废弃的露天采坑 (a b c) 和由碎屑褐煤组成的扇三角洲前沉积物 (b)

Fig. 12 an depleted open pit for simulation test (a b c) and an fore alluvial fan delta deposits of clastic lignite (b)

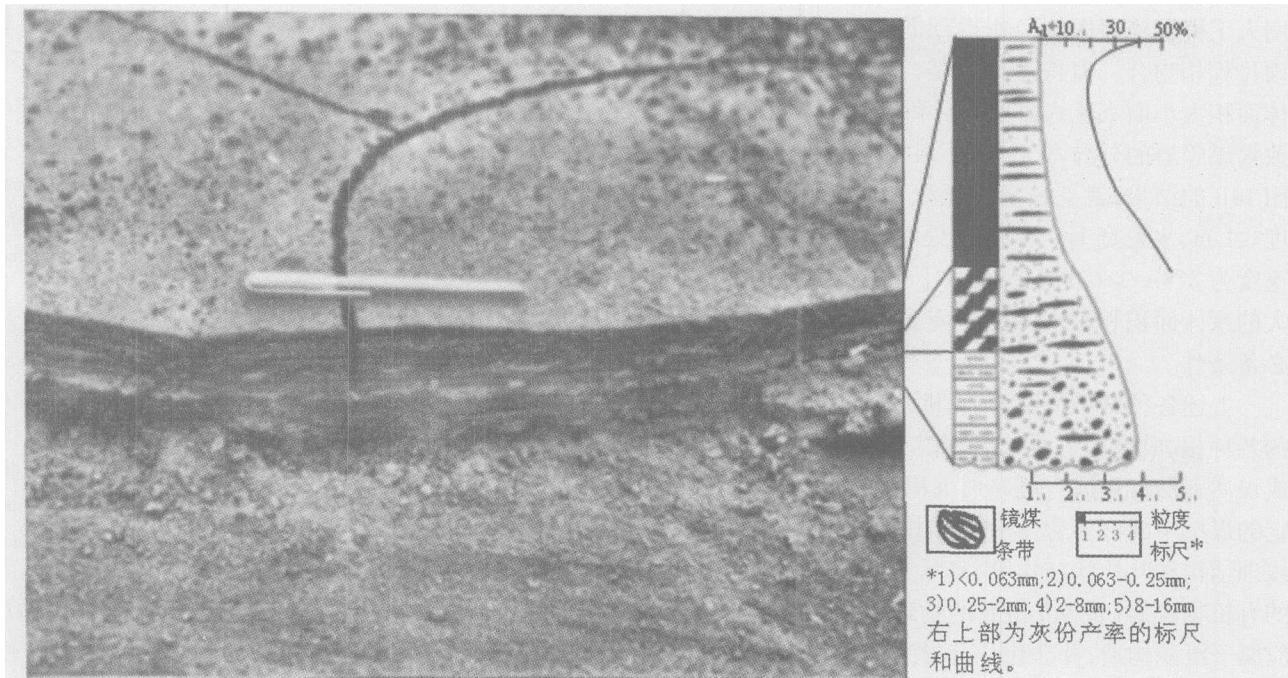


图 13 在废弃露天采坑中心得到的实验结果——细粒碎屑褐煤沉积物及其灰份含量 (Ad%) 的垂向变化

Fig 13 The result of simulation in the depleted open pit center—fine grained clastics of lignite and its vertical variance of granularity and ash yielding rate

在废弃露天采坑中心及远离进水口一端, 细碎屑煤沉积物中出现了明显的水平条带状构造 (图 13)。对多处细粒碎屑褐煤薄层进行了灰份产率测试的结果表明, 灰份产率在横向均与进水口距离成反比, 在垂向上则表现为由下而上由高而低的变化趋势, 而且在层序顶部也普遍出现突然增高的现象 (图 13 右侧)。这种情况与在先锋盆地煤层中的灰份产率分布特征吻合, 正好可以为其异地堆积机制做出合理的解释——异地搬运而来有机和无机碎屑混合物, 由于洪水或其它因素激发而进入水体后, 经机械混合作用而成为水下重力 (浊流), 再向水体中心运移并产生

机械分异和沉积。这种物理过程, 导致灰份产率随粗粉砂以上级无机碎屑的快速沉降而减少, 又随着悬浮的细粉砂级和泥级无机碎屑的最终沉降而升高。这里的灰份产率明显高于真实的褐煤层, 可能是因为这些废采坑规模较小, 水体面积不够大, 有机碎屑没有办法与无机碎屑充分分离。

在上述自然过程的启发下, 我们进行了几个人工水流冲刷的模拟实验。所采用的废弃采坑的规模、物质成分及水流速度都与上述情况相似, 唯一的差别是“前期泥炭碎屑冲积扇”由人工堆积而成 (图 14a)。做好各种准备以后, 导引水渠的水流入池, 冲

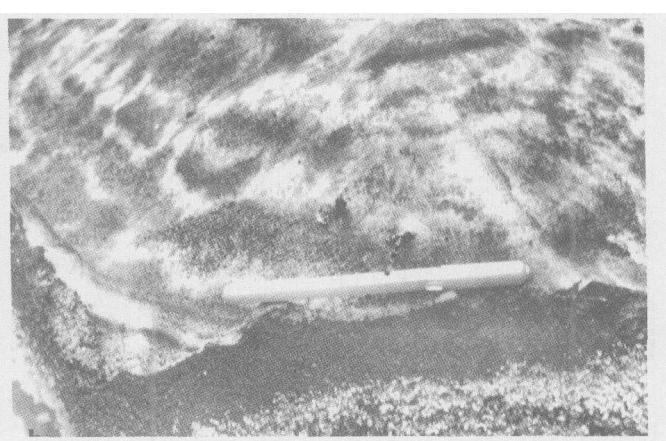
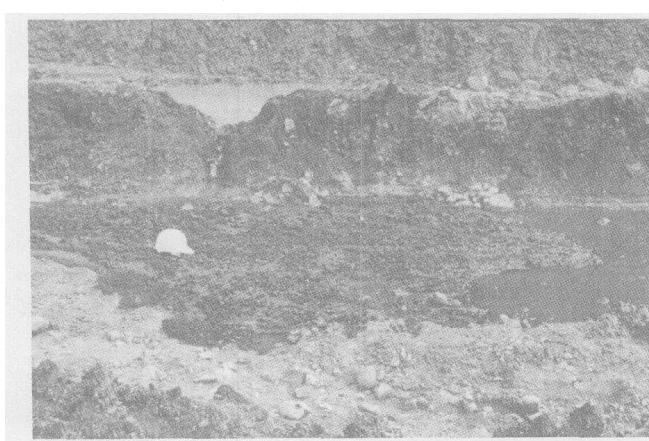


图 14 一个用于实验的人造褐煤碎屑扇三角洲 (a) 和褐煤碎屑在水坑规模有限情况下的混杂的堆积

fig 14 A artifical fan delta of clastics lignite (a) and miscellaneous deposition of clastics lignite in small sum

刷人工褐煤碎屑扇体。所得到的实验结果与上述暴雨过程相吻合。值得注意的是,实验结果发现,当水体面积太小而水流入口处坡降和流速又增大时,会导致褐煤碎屑的分异不充分,不出现水平条带状构造。图 14b 的结果,就是在水体面积  $6\text{ m} \times 12\text{ m}$ 、积水深度  $\leq 1\text{ m}$ 、水渠宽  $1.0\text{ m}$ 、入口处的坡降为  $26^\circ$ 、水流的速度为  $2.8\text{ m/sec}$  的实验条件下获得的。显然,足够大的水体面积和积水深度是使泥炭碎屑充分分异的必备条件。

上述各种结果证明,在无机碎屑沉积物中所发育的各种相、成因标志及其沉积过程,都能出现于作为成煤质料的泥炭或有机碎屑沉积物中。因此,前人认定的煤层中的许多化学分异结构,例如条带状结构、线理结构和叶片状结构等,实际上都可能是异地堆积的有机物碎屑(泥炭)物质的物理(机械)分异结果,应属于沉积构造,并非化学分异结构。

总之,先锋盆地煤层中丰富的成因标志、巨大的泥炭物质量、高比例的非水生乔木成分、根土岩的缺失和极高的沉积速率,揭示了以异地植物碎屑(包括泥炭化和未泥炭化的碎屑)为主要沉积物的冲积扇、扇三角洲和湖泊环境和煤层异地堆积机制。这种堆积环境是以植物碎屑(包括泥炭化和未泥炭化的植物碎屑)为主要沉积物的冲积扇—扇三角洲—浅水湖泊环境。煤层的形成机制可归纳为如下成因亚模式:腐植型植物碎屑河流远源搬运  $\rightarrow$  异地植物碎屑扇三角洲沉积 + 湖泊漂浮植物碎屑沉积 + 湖滨原地泥炭堆积  $\rightarrow$  洪水或水下重力流的混合和搬运作用  $\rightarrow$  有机碎屑与无机碎屑的机械分异和再沉积。植物碎屑扇三角洲发育和异地植物碎屑在洪水或水下重力流作用下的再次搬运和沉积,是其最主要特征,因此,该成因亚模式可称为“植物碎屑扇三角洲和洪水或水下重力流二次堆积亚模式”,简称为先锋亚模式。

在油气资源短缺、煤炭资源仍占能源结构 70% 以上的中国,大力开发液化石油用煤和环保型的洁净煤、可洁净煤,已经提到政府的议事日程上了。研究如同先锋盆地这类优质煤层的成因,对于探索成煤环境与分布规律、指导可洁净煤炭资源的勘探开发,无疑具有重要的意义<sup>[13]</sup>。

作者感谢杨起院士、刘宝<sub>昌</sub>院士、Prof. Louis Couvel(法)和刘焕杰教授在本项研究中所给予的鼓励和帮助。感谢云南煤田地质局和先锋煤矿提供了宝贵的数据、资料,并且在野外考察和煤灰成分分析

中给予大力协助。感谢本文评审者所提出的宝贵意见和建议。

### 参考文献 (References)

- 1 Teichmüller M, and Teichmüller R. The geological basic of coal formation. In: Stach E, Mackowsky M - Th, Teichmüller M, et al., eds. Stach's Textbook of Coal Petrography 3<sup>rd</sup>. Berlin: Gebrüder Bornträger, 1982. 5~86
- 2 Wu Chonglong, Li Sitian, and Cheng Shoutian. Humid type a fluvial fan deposits and associated coal seams in the lower Cretaceous Haizhou Formation, Fuxin Basin of Northeastern China. Geological Society of America, 1992. Special Paper 267
- 3 吴冲龙. 抚顺盆地的滑积煤及超厚煤层的成因模式. 科学通报, 1994, 39(23): 2175~2177 [Wu Chonglong. Genetic model for subaqueous coalbed and extra thick coalbed from Fushun Basin, Northeast China. Chinese Science Bulletin, 1995, 40(3): 235~238]
- 4 吴冲龙, 王根发, 李绍虎, 等. 陆相断陷盆地超厚煤层异地成因的探讨. 地质科技情报, 1996, 15(2): 63~67 [Wu Chonglong, Wang Genfa, Li Shaohu, et al. Study on the allochthonous genesis of ultra thick coalbeds in continental faulted basin. Geological Science and Technology Information, 1996, 15(2): 63~67]
- 5 吴冲龙, 李绍虎, 黄凤鸣, 等. 抚顺盆地超厚煤层的沉积条件分析. 煤田地质与勘探, 1997, 25(2): 1~6 [Wu Chonglong, Li Shaohu, Huang Fengming, et al. Analysis on the sedimentary conditions of extra thick coal seam from Fushun Coal Field. Coal Geology & Exploration, 1997, 25(2): 1~6]
- 6 张瑞生, 王华, 吴冲龙. 抚顺盆地沉积动力学特征及其聚煤意义. 沉积学报, 2001, 19(3): 375~380 [Zhang Ruiheng, Wang Hua, Wu Chonglong. Characteristics of sedimentary dynamics of Fushun coal bearing basin and its significance to coal accumulation. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(3): 375~380]
- 7 吴冲龙, 李绍虎, 王根发. 陆相断陷盆地超厚煤层异地堆积的新模式. 地球科学, 2002, 28(3): 289~296 [Wu Chonglong, Li Shaohu, Wang Genfa. New evidence and new model about the allochthonous accumulation of extra thick coalbeds in continental fault basin. China Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2002, 28(3): 289~296]
- 8 云南 198 煤田地质队. 云南先锋矿区详查地质报告. 1983 [The Yunnan 198 Team of Coal Geology. The Particular Exploration Report of Xianfeng Coalfield. Yunnan, 1983]
- 9 邵震杰, 张强. 滇中先锋褐煤盆地的充填演化与成盆构造特征. 中国矿业大学学报, 1995, 24(3): 1~6 [Shao Zhenjie, Zhang Qiang. Infilling evolution and structural characteristics of the Xianfeng brown coal Basin in Central Yunnan. Journal of China University of Mining & Technology, 1995, 24(3): 1~6]
- 10 张强, 邵震杰. 走滑环境中陆相盆地充填层序特征——以云南先锋盆地为例. 沉积学报, 1997, 15(4): 30~37 [Zhang Qiang, Shao Zhenjie. The sequence stratigraphical features of the intracontinental strike-slip basin—Xianfeng basin in Yunnan Province, Southwest China. Acta Sedimentologica Sinica, 1997, 15(4): 30~37]

- 11 王桂梁, 邵震杰, 彭向峰, 等. 中国东部中新生代含煤盆地的构造反转. 煤炭学报, 1997, 22(6): 561~565[ Wang Guiliang, Shao Zhenjie, Peng Xiangfeng, et al. Structural inversion of Mesozoic-Cenozoic coal basins in Eastern China. Journal of China Coal Society, 1997, 22(6): 561~565]
- 12 邢军. 先锋盆地小龙潭组巨厚煤层煤相特征. 煤田地质与勘探, 1999, 27(4): 1~4[ Xing Jun. The characteristic of coal facies of the huge thick coal bed in the Xiao Longtan formation, Xianfeng Basin. Coal Geology & Exploration, 1999, 27(4): 1~4]
- 13 刘焕杰, 桑树勋, 郭英海, 等. 我国含煤沉积学若干问题及展望. 沉积学报, 2003, 21(1): 129~132[ Liu Huanjie, Sang Shuxun, Guo Yinghai, et al. Some problems and prospect for China on coal-bearing sedimentology. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(1): 129~132]

## Genetic Model about the Extra Thick and High Quality Coalbed in Xianfeng Basin Yunnan Province China

WU Chonglong LI Shaohu WANG Genfa LIU Gang KONG Chunfang  
(Earth Resources Faculty China University of Geosciences Wuhan 430074)

**Abstract** There are extra thick high quality coal for liquidation oil in the Xianfeng basin, Yunnan Province, China. There are abundant sedimentary marks of allochthonous genesis in the extra thick coalbeds. These genetic indicators reveal two new submodels about allochthonous accumulation, that is, "the river distant transport of plant detritus → the sedimentation of plant detritus fan delta or plant detritus delta + the allochthonous sedimentation of lacustrine drift plant detritus + the hypautochthonous accumulation of local lakeshore swamp peat + the autochthonous accumulation of local lacustrine algae peat + the sedimentation fine detritus → the mix and transport because of flood current or weak storm flow or underwater gravity flow → the mechanical differentiation and resemination of plant detritus and inorganic detritus", can be recapitulated. It can be deduced to the "ice accumulation of lacustrine plant detritus fan delta and underwater gravity flow" or be reduced to Xianfeng submodel'. This submodel supplements the allochthonous hypautochthonous lacustrine combination accumulation model' of the extra thick coalbeds of Fuxin submodel and Fushun submodel in Chinese Mesozoic and Cenozoic intracontinental fault basin.

**Key words** coal for liquidation oil extra thick coalbed continental fault basin coal genesis allochthonous genesis model Xianfeng Basin China