

滇东田坝黔西土城晚二叠世煤系上段沉积相及含煤性

赵时久 陈家怀 陈善庆

(宜昌地质矿产研究所)

内容提要 晚二叠世煤系上段相当于长兴阶,是浅水三角洲复合体破坏阶段沉积。本区可分为上三角洲平原、上下三角洲过渡带、下三角洲平原三大相区及发育在三角洲体系外侧的坝湾体系。西部以河流作用为主,东部具河流和潮汐作用双重特征。形成于上下三角洲过渡带的煤层最具工业价值,其次是上三角洲平原,其它沉积类型的煤层一般不具工业价值。

主题词 滇东田坝 黔西土城 沉积相含煤性 三角洲复合体

第一作者简介 赵时久 男 28岁 助理研究员 煤田地质

一、地质简况

研究区包括滇东羊场向斜田坝矿区的Ⅶ、Ⅳ、X、V井田,黔西盘县向斜土城矿区的土城1-2井田、松河井田、大田坝井田及核桃寨勘探区,面积约100km²。

晚二叠世时,本区西临康滇古陆,东濒华南碳酸盐岩台地,位于陆相沉积区与海陆交互沉积区的交接地带。晚二叠世煤系为一套浅水三角洲复合体沉积,西部以陆相为生,东部以过渡相为主,厚280—350m,分为上、中、下三段,代表三角洲复合体由早中时建设期至晚时破坏期的沉积。

二、沉积相

煤系上段以12煤层(田坝矿区K9煤层)底板为底界,顶界与下三叠统飞仙关组底部的灰绿色含腕足类、瓣鳃类化石的钙质砂泥岩接触,可与邻区长兴阶对比,厚80—120m,西薄东厚,含可采煤5~6层,为本区主要含煤段,代表三角洲复合体发育后期的破坏阶段沉积。

1. 沉积相划分

根据各项岩石成因标志,将煤系上段划分为下列沉积相:

(1) 分流河道相 灰-灰绿色细砂岩,少数达中粒,碎屑颗粒以玄武岩屑为主,分

选性滚圆度差一中等, 泥质、硅质、铁质胶结。正粒序, 见树干印痕化石, 与下伏地层冲刷接触。底部常见尖棱状、不规则状泥岩屑和煤屑; 下部通常含砾, 大者可达 7—8 cm, 发育大型槽状弧形交错层理; 中部以大型板状、楔形交错层理为主; 上部为中型交错层理及砂纹层理, 层面上植物碎片增多。砂岩一般厚 2—10 m。由于河道碎屑物堆积迅速, 水体浅, 决口改道频繁, 故在 3—6 m 厚的砂岩中, 往往可以见到 2—3 个砂体相互冲刷叠置。

(2) 泛滥平原相 由灰-深灰色粉砂岩、泥岩及砂岩、煤层等组成, 位于分流河道两侧, 包括天然堤、决口扇、沼泽、泥炭沼泽、浅水湖泊等微相沉积。

天然堤 灰色粉砂岩夹薄层状泥岩, 小型砂纹层理及水平层理, 见植物碎片及少量虫孔, 厚度小于 1 m。

决口扇 灰色细砂岩、粉砂岩, 中小型交错层理及砂纹层理, 砂泥混杂, 见冲刷充填构造, 厚 0.5—2 m, 沉积体变化大, 十几米、上百米内可见尖灭。

沼泽 灰-深灰色粉砂岩、粉砂质泥岩及泥岩, 见直立树桩, 厚 0.5—1 m。下部多为粉砂岩、泥岩薄互层沉积, 水平层理发育, 植物化石丰富, 见垂直潜穴、生物逃逸构造及姜状、蠕虫状菱铁质结核, 为排水好的沼泽; 上部多为块状粉砂质泥岩、泥岩、底层生物扰动发育, 菱铁质结核丰富, 顶层植物根茎化石丰富, 为排水差的沼泽。

泥炭沼泽 煤层及炭质泥岩, 滞水沉积。

浅水湖泊 深灰色泥岩, 水平层理发育, 含植物化石, 偶见水平虫迹, 厚 0.5—1 m。

(3) 湖泊相 灰色粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩及其互层, 常夹菱铁质薄层, 水平层理发育, 有时见小型砂纹层理, 顶底部含植物化石, 水平虫迹常见, 厚 2—10 m。

(4) 分流河道-潮道相 灰绿色细砂岩, 常见泥砾、菱铁矿化的粗大植物树干化石, 多位于河口坝沉积的中上部。底部具冲刷面, 以大型板状、楔形交错层理为主, 其中时常见有青鱼骨刺层理。岩石分选性滚圆度中等, 硅铁质胶结为主, 部分钙质胶结, 含丰富的菱铁质团块。

本相代表了分流河道进入上下三角洲过渡带后的水下河道沉积。由于本区长兴期处于三角洲发展的破坏阶段, 河流作用减弱, 潮汐作用影响较大, 落潮及平潮时以河流作用为主, 形成单众数交错层理, 涨潮时潮水沿着河道回灌, 出现双众数交错层理, 从而表现出河流、潮汐作用的双重特征。砂体厚 4—15 m。

(5) 河口坝相 灰绿色细砂岩、粉砂岩及粉砂质泥岩, 砂岩的分选性及滚圆度较好, 钙质胶结为主, 见硅铁质胶结, 下细上粗。底部为微砂岩、粉砂岩及粉砂质泥岩互层, 水平及砂纹层理, 见生物扰动构造, 相当于远端坝沉积。其上为粉砂岩-细砂岩, 砂纹层理及面状交错层理为主, 层面上具较多炭屑。顶部由于受潮汐作用影响, 冲洗层理、脉状-透镜状层理发育, 分选性滚圆度佳, 多为钙质胶结, 粒度分布显示与海滩砂相近似的特征。厚 5—20 m。

(6) 淡化泻湖相 灰-深灰色粉砂质泥岩、泥岩、夹粉砂岩及菱铁质薄层, 水平层理, 含较完好的植物化石, 可见瓣鳃类及个小壳薄的腕足类、腹足类化石, 偶见黄铁矿晶粒。在深水(或滞水)部位, 沉积物为不含动植物化石的“干净层”(黑色块状泥

岩)。

(7)潮坪相 灰-深灰色细砂岩、粉砂岩及泥岩,砂纹层理、多众数面状交错层理、脉状-透镜状层理、砂泥互层层理发育,各种形态的潜穴及生物扰动丰富。砂岩厚度小(约2m)而分布广,碎屑颗粒分选滚圆度好,见介壳碎片。当沉积序列发育完整时,可清楚地辨别出砂坪、混合坪、泥坪沉积,厚约3m。泥坪中具大量植物根茎化石,为沼泽环境。此外,潮上坪往往发育泥炭沼泽。

(8)泻湖相 特征与淡化泻湖相相似,但泥质成分增多,含丰富的腕足类、瓣鳃类及腹足类化石,星散状黄铁矿常见。

(9)潮道相 灰色细砂岩,正粒序,底部具冲刷面,通常含砾,岩石的分选性滚圆度较好,钙质胶结,具大型青鱼刺骨及楔形交错层理,厚2—8m。

(10)堡坝相 灰色细砂岩,单层厚20—50cm,各单层向上粒度相对变粗,分选性滚圆度好。中下部大型的面状、人字形交错层理发育,顶部冲洗层理、面状交错层理发育。厚5—15m。

2.砂体形态及古流向

根据600多个交错层理产状、树干和砾石的排列方向等古流向数据,利用350多个钻孔和剖面资料,结合各项岩石成因标志,作煤系上段沉积断面图(图1)及作以岩比为基础的岩相古地理发展图(图2)分析,充分表明:田坝矿区以河流作用为主,砂体沿南北或东南向呈带状展布,古流向单众数,朝南及南东方向。在剖面上,砂体沿东西向呈明显的透镜状,沿南北向延续较长。

土城矿区以河流作用及潮汐作用为主,并受到沿岸流影响,波浪作用影响很小。砂体多数东南向展布,呈朵叶状、鸟足状及席状,亦有呈南北向或东西向展布。古流向特征多样,以河流作用为主的是单众数,以潮汐作用为主及受沿岸流影响的为双众数或多众数。在剖面上,除分流河道或分流河道-潮道砂岩呈透镜状外,其余连续性均好。

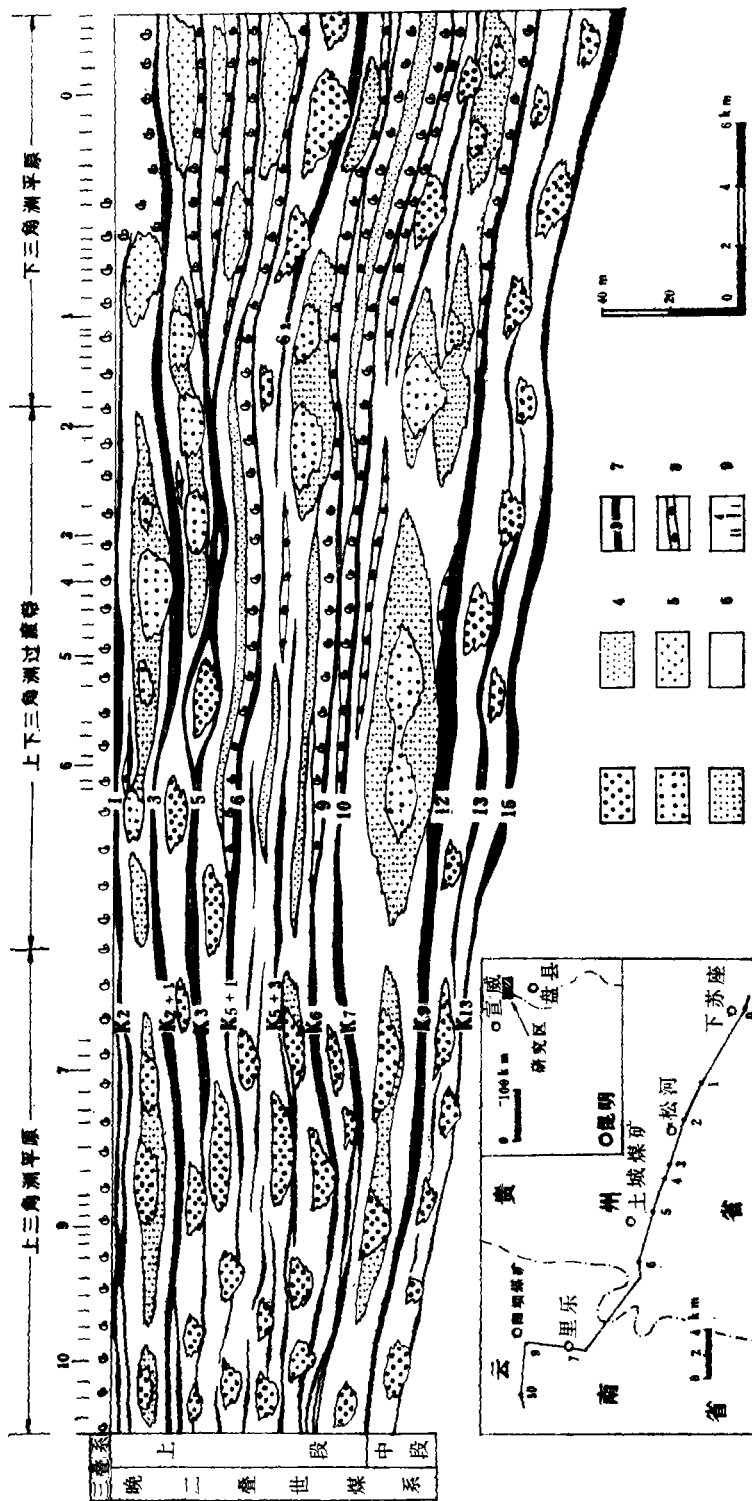
从图2不难看出,在长兴期的早、中、晚三个时期,河流总体流向都是北西至南东,即北西方向是本区的陆源碎屑供应区。河流在田坝矿区开始分流,由河流冲积平原进入上三角洲平原环境。在田坝煤矿附近,始终有1—2条分流河道通过。进入土城矿区后,为上下三角洲过渡带至泻湖堡坝环境。在大田坝、土城煤矿、松河、下苏座附近分别较稳定地发育4条分支河道。这些以河流作用为主的砂体和堡坝砂体共同构成本区长兴期的沉积格架。

3.沉积相序

本区煤层多,沉积旋回复杂。沉积相序基本上可归结为5种组合类型:

(1)田坝矿区 a.分流河道→天然堤(决口扇)→沼泽→泥炭沼泽→浅水湖泊(或分流河道); b.湖泊→河口坝(分流河道)→沼泽→泥炭沼泽→湖泊。

(2)土城矿区 c.泻湖(淡化泻湖)→河口坝(分流河道-潮道)→分流河道及泛滥平原(或潮坪)→泥炭沼泽→分流河道(或泻湖、淡化泻湖); d.泻湖(淡化泻湖)→潮坪→泥炭沼泽→泻湖(淡化泻湖)→e.泻湖→堡坝(潮道)→潮坪→泥炭沼泽→泻湖。



1. 分流河道砂岩 2. 分流河道-潮道砂岩 3. 河口坝砂岩 4. 潮坪砂岩 5. 堡坝砂岩 6. 砂岩、粉砂岩、泥岩
7. 煤层及编号 8. 咸水-微咸水动物化石层 9. 实测剖面编号和位置、资料点位置

图1 滇东田坝黔西土城晚二叠世煤系上段沉积断面图

Fig. 1 Sedimentary section of the upper member of the Late Permian coal measures in Tianba (Eastern Yunnan) and Tuchen (Western Guizhou)

三、古地理概貌

1. 沉积环境特点

本区煤系上段为浅水三角洲复合体破坏阶段沉积,其特点为:

(1)西部以河流作用为主;东部具河流作用、潮汐作用双重特征,并受沿岸流影响。海水由南东向北西侵入,前锋到达土城矿区和田坝矿区之间。

(2)东部海陆交互相区的河流作用和潮汐作用的水动力均较强,波浪作用影响很小,属坝后海进型浅水三角洲沉积环境。

(3)由于本区水体很浅(仅5—15m),故前三角洲的泻湖(淡化泻湖)沉积厚度很薄甚至缺失,河口坝占每个沉积旋回的2/3以上,分流河道(分流河道-潮道)常常贯穿整个河口坝,甚至局部冲刷下伏煤层。

(4)由于河流作用与潮汐作用强度相互制约,互为消长,因而在海相发育的下三角洲平原,当分支河流很发育时,亦可形成不含海相成分的鸟足状“陆相楔子”。

2. 古地理概貌:

根据沉积相在时间上的演化序列及相的空间配置,本区可分为三大相区:

(1)上三角洲平原相区 位于田坝矿区,以分流河道、泛滥平原及湖泊相为主,在 $K_{2+1}K_9$ 煤层顶板有湖泊三角洲沉积。砂岩中河流型大型交错层理发育,前积纹层倾角15—25°,底部一般含砾。未见到动物化石,植物化石和菱铁质结核丰富,见有直立树桩,虫迹较发育。

(2)上下三角洲过渡带相区 位于土城1-2井田至大田坝一带。前三角洲为泻湖(淡化泻湖)相,厚0.5—3m,且常常缺失;三角洲前缘为河口坝相和分流河道-潮道相,厚5—20m;三角洲平原为分流河道、泛滥平原、潮坪、泥炭沼泽及分流间湾(泻湖潮坪)沉积,厚2—15m。本相区具3—5层含咸水-微咸水动物化石层,占总厚的5—10%。砂岩中见动物介壳碎片,以河流型大型交错层理和低角度($<15^\circ$)面状交错层理为主,顶部常具潮汐型层理。细碎屑岩中菱铁质结核及其薄层发育,各种潜穴极为丰富。

(3)下三角洲平原相区 位于松河井田至大田坝以东地带。三角洲复合体结构与上下三角洲过渡带相似,但前三角洲厚度增大,达2—8m。泻湖、潮坪沉积物显著增加,中部有一以分流河道、泛滥平原沉积为主的“陆相楔子”,上部出现坝湾体系的沉积物。本相区具5—10层含咸水-微咸水动物化石层,占总厚的10—30%。砂岩中动物介壳含量增加,以低角度面状交错层理、潮汐型层理为主,见河流型交错层理,出现结核状、星散状黄铁矿,虫迹丰富。

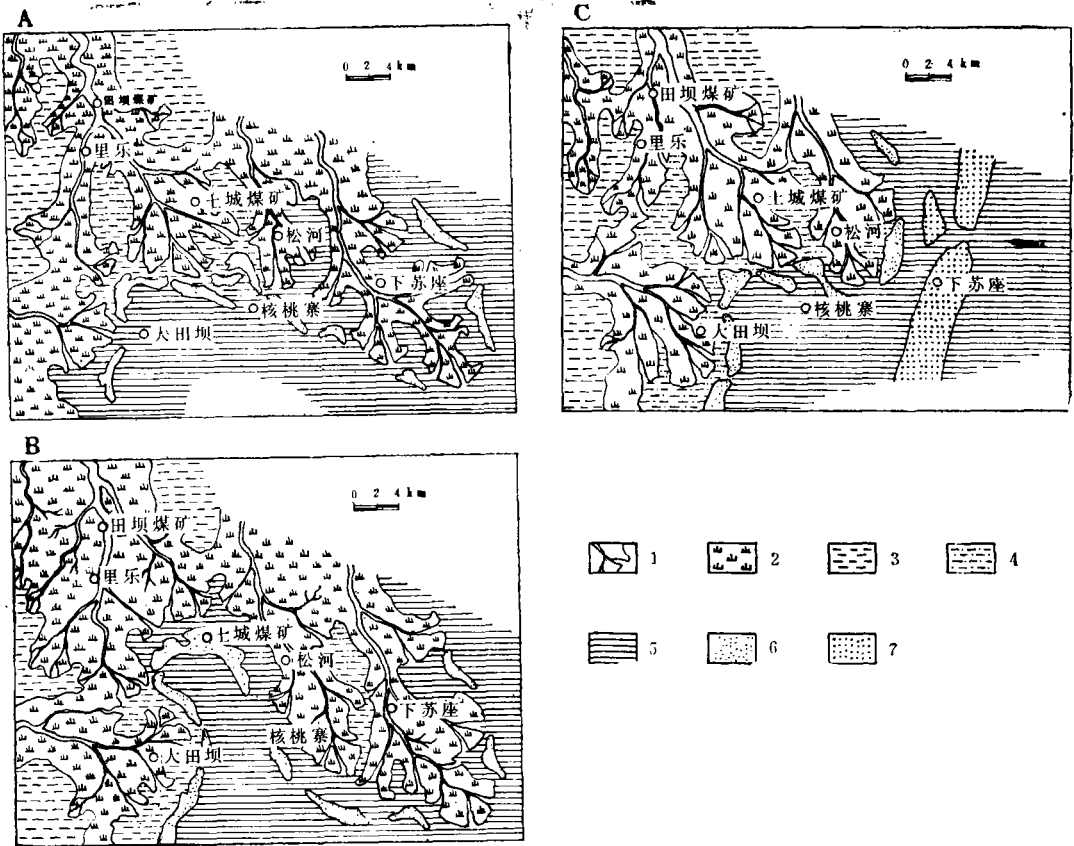
在三角洲体系的外侧,发育坝湾体系,分布于核桃寨至研究区以东地区及下三角洲平原相区的上部地层。发育泻湖相、潮坪相、潮道相及堡坝相,海相动物化石层频繁出现,可占坝湾体系沉积厚度的30—50%。潮汐型层理发育,结核状菱铁矿、星散状黄铁矿及虫迹丰富。

3. 古地理发展简况

通过大量资料 and 实际观察分析表明，本区长兴期存在三次显著海侵，现以这三次海侵起点为界，将煤系上段分为早中晚三个时期做岩相古地理发展图（图 2）。结合沉积断面图分析，本区长兴期古地理发展简况为：

(1) 早时 12(K₉) 煤层至 9(K₆) 煤层。

12 煤层形成之前，地壳处于相对上升，田坝矿区处于河流下部冲积平原，土城矿区



A. 早时 B. 中时 C. 晚时

1. 分流河道及分流河道-潮道 2. 三角洲平原沼泽 3. 湖泊 4. 淡化泻湖 5. 泻湖 6. 沿岸砂坝 (由河口坝及潮坪砂体组成) 7. 坝

图 2 滇东田坝黔西土城晚二叠世晚期古地理发展图

Fig. 2 Palaeogeographic map of the late stage of the Late Permian in Tianba (Eastern Yunnan) and Tuchen (Western Guizhou) developing in (A) early period, (B) middle period, (C) late period.

处于上三角洲平原，是三角洲发育的全盛时期。尔后沉积区沉降速度加快，三角洲进入破坏阶段。地壳转为相对下降的缓慢沉降为泥炭堆积加厚创造了有利条件，形成了本区的最佳煤层——12煤层。

12煤层形成后，开始长兴期的第一次海侵，海水自南东向北西进入本区，前锋到达松河-大田坝一带。在田坝矿区形成近海湖泊，在土城矿区形成泻湖和淡化泻湖。河流

山北西向南东进入本区。田坝矿区发育南北向及南东向分流河道,在分流河道两侧的泛滥平原形成较厚的 K_6 — K_7 煤层。土城矿区则分别由土城煤矿、松河、下苏座三条支流形成朵状、鸟足状三角洲砂体,在受潮汐和沿岸流营力作用的三角洲平原上发育潮坪及潮上坪泥炭沼泽,形成薄而稳定的9、10煤层。此外,在大田坝至核桃寨一带,发育泻湖潮坪沉积。

(2)中时 9煤层顶板至6(K_{5+1})煤层。

9煤层形成后,地壳又一次较大幅度相对下降,以遍布土城矿区的海相动物化石层显示出长兴中期的海侵特征。田坝矿区的分流河道继续发育,在泛滥平原中形成不稳定的 K_{5+1} 至 K_{5+3} 煤层。土城矿区的西部由于土城煤矿支流退缩,被改造成潮坪形成潮上坪泥炭沼泽(6煤层);东部的松河支流、下苏座支流在早时位置继续发育,并构成“陆相楔子”,发育较厚且低硫的 6_2 煤层;西南部的大田坝支流开始发育,泻湖潮坪向东退缩。

(3)晚时 6煤层顶板至煤系顶界。

6煤层沉积后,长兴期第三次海侵高潮到来。土城矿区6煤层之上全部为含海相动物化石泥岩覆盖,田坝矿区在此之上亦有黄铁矿、水云母粘土岩及多层菱铁矿等发育。这一时期,田坝矿区的南北向、南东向分流河道继续发育,早期在靠近土城矿区的里乐一带发育较厚的 K_3 煤层(相当5煤层)及湖泊相沉积,随后在全区发育主采煤 K_{5+1} 煤层(相当于3煤层)和其上的湖泊相沉积。土城矿区的土城煤矿支流又在早时位置发育,形成主采煤3煤层、5煤层;松河支流向后退缩,晚期被改造成堡坝;下苏座附近早期被近南北向展布的堡坝砂体占据,晚期由于堡坝向西退缩变为海湾环境。与此同时,大田坝支流继续发育,核桃寨仍处于泻湖潮坪环境。

四、含煤特征

区内煤层的厚度、连续性、煤层灰分及硫分等特征与泥炭堆积时的古地理环境有关。确切地说,煤层及煤质的好坏,受沉积区沉降速度与碎屑物堆积速度、河流作用与潮汐作用的控制。也就是说,在不同的相区沉积补偿状态、水动力及水介质条件不同,含煤特征也就不同。

在上三角洲平原相区,煤层主要形成于分流河道之间的泛滥平原。由于河流进入三角洲平原后流速突减,大量碎屑物在此堆积,沉积区整体上处于沉积过补偿状态,且河道易于淤浅,决口改道频繁,沉积环境变化快,泥炭在堆积过程中常常被分流河道冲刷,或是很快为决口泛滥沉积物代替。故多数煤层厚薄变化大且分叉尖灭频繁,为高灰低硫煤层。仅 K_{1+2} 、 K_6 — K_7 、 K_9 煤层成煤时地壳沉降幅度较大,能保持相对较长时间的稳定环境,为泥炭沼泽持续发育创造了有利条件,形成了较厚较稳定的中低灰低硫煤层。

在上下三角洲过渡相区,煤层主要形成于废弃三角洲朵叶、泛滥平原和淤塞的泻湖潮坪之上。河流进入本区后水动力进一步减弱,碎屑物一部分快速堆积形成泛滥平原,另一部分在潮汐及沿岸流作用下重新展布形成潮上坪并与泛滥平原连接成片,为泥炭提

供良好的堆积场所。再加上整个沉积区沉积补偿较为均衡，泥炭沼泽受海水及河流影响都较小，故多数煤层（如 3、5、12 煤层）厚度大且稳定，构成本区最具工业价值的低灰低中硫煤层。

在下三角洲平原相区，煤层主要形成于淤塞的泻湖潮坪和废弃三角洲朵叶改造成的潮坪上。本区河流带来的碎屑物显著减少，由于沉积补偿不足和受潮汐作用与沿岸流影响，泥炭沼泽在广阔的潮上坪可以普遍发育，但很快又为泻湖沉积所代替。因而多数煤层连续性好，但厚度薄，为高灰高硫煤层。只有在以河流作用为主的阶段，由分流河道携带大量碎屑物边堆积边推进构成“陆相楔子”时，才能保持沉积补偿作用相对平衡，隔绝海水对泥炭沼泽的影响，形成较厚且持续性较好的煤层，例如 G₂ 煤层。

在坝湾体系中，碎屑物在潮汐及沿岸流作用下虽能形成分布较广的潮上坪，但由于沉积补偿不足，泥炭沼泽很快又被海相沉积代替，再加上经常受潮水及风暴浪影响，因此绝大部分为厚度薄连续性好的高灰高硫煤层。仅在坝后在废弃三角洲朵叶或堡坝砂岩基础上发育的潮上坪泥炭沼泽，由于原始地势较高，且砂体压缩比小，可以形成平行砂坝方向的较厚较稳定的煤层，但含硫略高，如松河以东的 3 煤层。

综上所述，在研究区内，形成于上下三角洲过渡带的煤层工业价值最大，其次是上三角洲平原；在下三角洲平原和坝湾体系中的煤层一般不具工业价值，只有形成于“陆相楔子”中和坝后废弃三角洲朵叶与堡坝砂体之上的煤层具工业价值。

收稿日期 1986 年 7 月 16 日

参 考 文 献

- 刘宝珺主编，1980，沉积岩石学，地质出版社。
 刘宝珺，曾允孚主编，1985，岩相古地理基础和工作方法，地质出版社。
 贵州省地层古生物工作队，1977，西南地区区域地层表-贵州省分册，地质出版社。
 武汉地质学院煤田教研室，1981，煤田地质学（下册），地质出版社。

FACIES AND COAL-BEARING CHARACTERS OF THE UPPER MEMBER OF THE LATE PERMIAN COAL MEASURES IN TIANBA (EASTERN YUNNAN) AND TUCHENG (WESTERN GUIZHOU)

Zhao Shijiu Chen Jiahuai Chen Shangqing

(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The studied area is situated in Tianba mining area (Yangchang Syncline in Eastern Yunnan) and Tuchen mining area (Panxian Syncline in Western Guiz-

ou). The Late Permian coal measures, which is divided into three members (upper, middle and lower), is a shallow water delta complex in this area.

The upper member of the coal measures, which is 80-120 metre thick, and compares to the Changxingian, is the main coal-bearing section representing the deposits of destructive period of the delta complex.

A great quantities of facies analysis data shows that the sedimentary environments of this area belongs to a shallow water delta of invasion type behind a barred bar. Tianba area is covered by river sediments, in which the sand bodies are banded in shape along N-S or S-E directions. In Tuchen area, sedimentation is characterized by both river and tidal actions under the influence of along-shore current. The wave action is very weak. Sand bodies are lobe, bird's feet and mat in shapes mostly along S-E direction.

The river inflows into the studied area from northwest and bifurcates in Tianba mining area, where the environment begins to change into upper delta plain from alluvial plain. There are always 1-2 distributary channels flowing by the Tianba Coal Mine, and after entering the Tuchen mining area, the environments begin to change into the upper-lower delta transitional zone till the lagoon-barrier system. There are 4 rather stably developed distributary channels passing by each area (Datianba, Tuchen Coal Mine, Songhe and Xiasuzuo). These fluviation-dominated sand bodies and the barrier bodies constitute the sedimentary framework of Changxingian in studied area.

According to the vertical sequences of the facies and their spacial dispositions the studied area can be divided into three major facies belts:

1. Upper delta plain facies belt: It is located in the western mining area (Tianba) and dominated by distributary channel facies, flood plain facies and lake facies. Lake-delta deposits can be seen in the roof of coal seams K_{2+1} , K_0 . No animal fossils are found, but plant fossils and siderite nodules are common, also there are some erect tree stem and plenty worm boring in this area.

2. Upper-lower delta transitional zone facies belt: its location is from Tuchen mine field 1-2 to Datianba. Prodelta consists of the lagoon (freshed lagoon) facies, Delta-front consists of the mouth bar facies and distributary-tidal channel facies. Delta plain consists of the distributary channel, flood plain and interdistributary bay deposits. The prodelta is small in thickness, and intercalated with 3-5 marine-brackish water animal fossils layers in this belt.

3. Lower delta plain facies belt: It is located from the Songhe mine field to the east Datianba. Delta complex is similar to the upper-lower delta transitional zone belt in structure, but the prodelta deposits is relatively thick and intercalated with 5-10 marine-brackish water animal remains layers.

On the outside of the delta system, marine animal remains are common and lagoon facies, tidal flat facies and barrier facies are developed. They belong to a barrier-lagoon system deposits which are distributed from Hetaozhai to the east of the studied area, as well as the upper strata of lower delta plain facies belt

Coal-bearing characters have a close relationship with palaeogeographic environments in this area. In the upper delta plain facies belt, coal seams are mainly formed in the flood plain. Because of the plenty supplement of terrigenous clastics, the depositional area under the state of depositional over-compensation and as well as the frequent crevassing and changing the way of rivers, coal seams are often scoured, so most coal seams vary largely in thickness and bifurcate, pinch-out frequently with high ash and low sulphur. During the coal-forming period of coal seams K_{2+1} , K_6-K_7 and K_9 , crustal subsidence is relatively large so that relatively long stable environments are kept, rather thick and stable coal seams are formed.

In the upper-lower delta transitional zone facies belt, coal seams are mainly formed on the abandoned delta lobes, or in the flood plains and filled lagoon tidal flats. Because of the sedimentary isostatic compensation in the depositional area, the relatively little influence of sea water and rivers on the peat bog, most coal seams are thick and stable with low ash and middle-low sulphur.

In the lower delta plain facies belt, coal seams are mainly formed in the filled lagoon tidal flats and on the abandoned delta lobes. Because of the insufficient depositional compensation and the tidal influence, peat accumulation is often replaced by marine mudstones. Most coal seams are good in continuity but small in thickness with high ash and sulphur. Coal seams formed only in the tributary channel-derived "land facies wedges" are good in continuity and relatively thick with low sulphur.

In the barrier-lagoon system, coal-bearing characters is not good generally. Coal seams are commonly thin with high ash and sulphur. Only on the abandoned delta lobes behind the barrier or in the local places of barrier sand bodies, relatively thick and stable coal seams can be found.