

# 滇东黔西晚二叠世早期辫状河 三角洲沉积体系及其聚煤特征

邵龙义 张鹏飞 陈代钊 罗忠

(中国矿业大学北京研究生部 北京 100083)

**提 要** 滇东黔西上二叠统底部发育着一套玄武岩质砾岩,本文针对云南富源和贵州盘县一带的底砾岩进行综合研究,认为这套砾岩为辫状河三角洲沉积,并进一步识别出砾质辫状河道、砂质辫状河道、砾质河口坝、砂质河口坝等沉积类型。文中还对该辫状河三角洲的沉积序列、发育背景以及与聚煤作用关系等问题做了一定分析,认为三角洲朵体之间地区以及在衰退的三角洲朵体之上成煤较好。

**关键词** 辫状河三角洲体系 聚煤作用 宣威组

**第一作者简介** 邵龙义 28岁 副教授 博士 沉积学和煤田地质学

多年来,人们一直把粗碎屑三角洲笼统地归入扇三角洲类型,直到最近人们才认识到粗碎屑三角洲还应进一步划分为扇三角洲和辫状河三角洲两种类型(Mcpherson等,1987),强调扇三角洲由冲积扇直接进入停滞水体而形成,而辫状河三角洲则由辫状河体系(包括河流控制的潮湿气候冲积扇和冰水冲积扇)进积到停滞水体中形成(薛良清等,1991)。在云南省东部及云贵交界处,沿康滇古陆东缘,在晚二叠世龙潭组下段(宣威组下段)沉积了一套厚层的砾岩,早期的研究认为云贵交界处的这套砾岩形成于河流环境(贵州八普,1982)或海滩环境(桑惕等,1986),我们对云南东部及云贵交界处的龙潭组下段的这套砾岩进行研究后,认为这套砾岩是辫状河三角洲沉积,该辫状河三角洲是由推进到海岸泻湖和潮坪上的辫状河形成,而且这一辫状河可能是潮湿气候下冲积扇上的辫状河。

## 1 辫状河三角洲砾岩分布特征

据云南143煤田地质队资料,龙潭组下段的砾岩沿康滇古陆东侧小江断裂以东呈四个条带向东延伸(图1),其一大致在云南彝良—贵州赫章一线,其二是在云南鲁甸—贵州黑石头(威宁)一线,其三是在云南会泽—宣威来宾一线,其四是在云南寻甸—富源—贵州火铺一线。这些砾岩带向东延伸到贵州西部过渡为海陆过渡相细碎屑岩。研究表明,云南东部这些砾岩多为辫状河道沉积,在入海处则多形成辫状河三角洲。下面我们寻甸—富源—火铺砾岩带为例来论述这些辫状河三角洲的沉积特征。

寻甸—富源—火铺砾岩带分布于寻甸支锅山、富源罗木、后所、徐家庄、大坪、海丹以及贵州盘县火铺一带,呈大致北西西—南东东向展布。砾石直径5~25cm,砾石为颗粒支撑,以玄武岩为主,其次为硅质岩、玛瑙、凝灰岩等,填隙物由细砂、植物碎屑和胶结物组成,常见的

胶结物有硅质、钙质及海绿石质。



图1 滇东黔西上二叠统底砾岩分布图(据云南143煤田地质队)

Fig. 1 Distribution of bottom conglomerate of upper Permian in the eastern Yunnan and western Guizhou (from 143 geological survey of coal field in Yunnan Province)

就罗木、后所、大坪和火铺一带砾岩来看,砾岩的结构、构造的横向变化比较明显。富源后所探槽揭露的砾岩有两层(下层厚 6.15m,上层厚 9.71m),而东南方向的大坪一带砾岩则减少到一层,但砾石粒度变化仍可显示出这层砾岩的多旋回性,贵州盘县火铺一带砾岩只有一层,且厚度在矿区范围内由十余米变薄到尖灭,代之以潮坪和泻湖相砂岩、粉砂岩和泥岩。砾石粒径也由后所一带的十余厘米减小到火铺一带的数厘米。从砾石排列方式来看,后所一带砾石的定向性较差,总体向西北方向倾斜,反映河流古流向主要为从西北到东南,也有相反方向排列的砾石,可能反映已有海水的作用,该地砾石分选中等,磨圆度较高。大坪一带的砾石叠瓦状排列十分明显,砾石的倾角很小,古流已显示有明显的双向性,反映了更强的海水(潮汐)作用,这一带砾岩垂向上的粒度及层厚的韵律特征可能反映河流和海水作用相互强弱的变化。盘县火铺一带砾石分选磨圆都较好,砾石明显定向排列,砾石的最大扁平面倾向海,倾角  $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ,相伴的砂岩具双向交错层理(桑惕等,1986),反映了强烈的

海水(潮汐)作用。我们在后所一带某些砾岩样品中见到海绿石和方解石胶结物以及钙藻化石,也是该带砾岩曾受海水影响的证据。

上述砾岩分布特征及结构构造变化特征表明,从西北到东南,该砾岩带显示出由河流洪水作用占优势到海水潮汐作用占优势的变化趋势,反映了该辫状河道在其远端部位明显受到海水能量的改造,也说明该辫状河道是直接进入到滨海泻湖、潮坪蓄水盆地中,这些特征都进一步表明该砾岩带属于辫状河三角洲沉积。

辫状河三角洲主要是通过辫状河携带大量粗粒沉积物在蓄水盆地边缘形成,河流的流量具有突发性和变化大的特点,反映在地层中则主要是粗粒的砾石质河流沉积和细粒的海相沉积呈指状交错,研究区的辫状河三角洲正是这样。以前我们曾将滇东、黔西的这套砾岩归为扇三角洲沉积<sup>①②</sup>,扇三角洲和冲积扇都有干燥气候类型和潮湿气候类型之分,一般来说,干燥气候下的冲积扇和扇三角洲常含有大量泥石流和筛积物,而潮湿气候下的冲积扇主体则是辫状河道沉积。滇东黔西晚二叠世早期为降水充沛、植被繁茂的潮湿季雨林气候(田宝霖,1990),发育于康滇古陆边缘支锅山一带的冲积扇在其远端方向当然会形成伸长状的辫状河道,因此,据本文开始时引用的定义,潮湿气候下的冲积扇上的辫状河道进入水体而形成的三角洲应属于辫状河三角洲。

① 陈代钊,1989,黔西盘关矿区晚二叠世沉积环境和聚煤特征,中国矿业大学北京研究生部硕士论文。

② 罗忠,1990,滇东晚二叠世沉积环境和聚煤特征,中国矿业大学北京研究生部硕士论文。

## 2 辫状河三角洲体系的沉积相

滇东黔西的罗木—后所—火铺辫状河三角洲体系与一般三角洲一样,包括三角洲平原、三角洲前缘和前三角洲等沉积相(图2和表1)。只是三角洲平原表现为砾质辫状河。

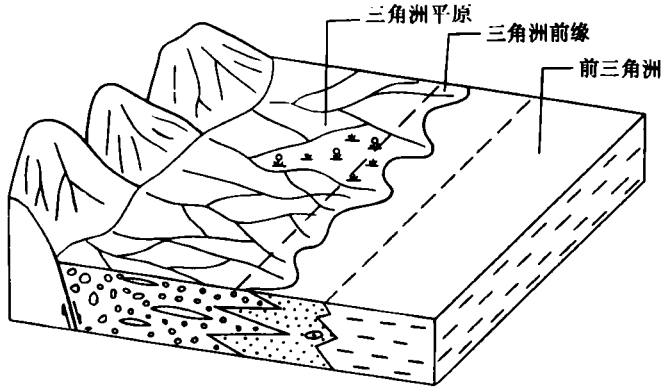


图2 滇东黔西晚二叠世龙潭早期辫状河三角洲沉积模式

Fig. 2 A depositional model of braided delta in early Longtannian of late Permian in the eastern Yunnan and western Guizhou

表1 辫状河三角洲沉积体系、沉积相及沉积类型

Table 1 Depositional system, facies and types of braided delta

沉积体系	沉积相	沉积相类型(亚相)
辫状河三角洲体系	三角洲平原	砾质辫状河道沉积、砂质辫状河道沉积
	三角洲前缘	潮汐乐质河口坝沉积、潮汐砂质河口坝沉积
	前三角洲	泻湖潮坪沉积

### 2.1 三角洲平原相

研究区辫状河三角洲平原相主要为砾质辫状河道沉积,泥石流不发育,这主要是由于当时区内为潮湿气候之故。辫状河三角洲平原主要分布于富源以西到寻甸支锅山一带。

#### 2.1.1 砾质辫状河道沉积

砾质辫状河道发育在冲积扇形成的早期,由于地形高差大,沉积物供给充分,洪水流量大,侵蚀能力强,河道切割的较深,每次洪峰期,洪水从山谷口处快速向前延伸,有时可推至盘县火铺一带;甚至更远。主河道位于罗木和富源后所一线。在主河道内堆积的砾岩,厚度大(可达20余米),层位较稳定,而向主河道两侧方向,砾岩层则变薄直至尖灭,代之以河道间沉积。砾岩层底部具冲刷面,砾石粒径由下向上略有变细,砾石呈叠瓦状排列。测井曲线上砾质辫状河道沉积表现为钟形或箱形(图3),说明辫状河道到富源一带已具分流河道性质,其顶底均呈突变接触,反映了突发性洪水事件的作用。砾质辫状河道靠海一侧也常受到

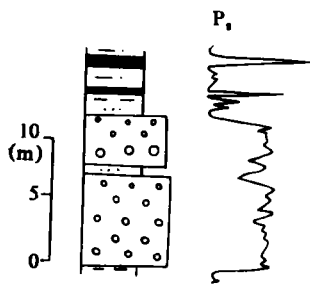


图3 滇东富源后所一井田钻孔中辫状河道沉积测井曲线特征  
Fig. 3 Well-logging curve characteristics of braided channel deposits from a borehole of Fuyuan Housuo-Jingtian in the eastern Guizhou

海水影响,此时会在砾岩中留下一系列海水作用证据,如在富源后所一带,砾岩中可看到大量方解石和海绿石胶结物,有时还可见到软体类动物化石及藻类化石,这些都是海水影响的证据,所测砾石排列方向,明显可看到双向的排列方式,说明砾质辫状河道在向海方向上受到较强的潮汐作用影响,目前看来当时潮汐的影响从东向西至少可达富源后所一带。

2.1.2 砂质辫状河道沉积

砂质辫状河道出现于冲积扇发育的晚期,在上二叠统龙潭组下段(宣威组下段)沉积晚期,砾质辫状河道仅限于罗木以西,在其向东方向广泛发育砂质辫状河道,以富源后所、曲靖恩洪一带宣威组下段上部砂岩为代表,主要为具大型交错层理的中细砂岩,层序底部及层序之间常见冲刷面,粒度向上变细。

除上述辫状河道沉积

之外,在辫状河三角洲平原上,尤其是在河道间地区还广泛发育了河漫滩沉积,这种沉积一般较薄,由泥岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩组成,常见水平层理和小型砂纹层理。有时辫状河道间低洼地区可发育泥炭沼泽,形成煤层。

2.2 三角洲前缘

辫状河三角洲前缘以潮汐控制的砾质河口坝和砂质河口坝为代表,主要发育于云南富源大坪及贵州盘县火铺一带。

2.2.1 潮汐砾质河口坝

以分选、磨圆都较好的呈指状分布的砾岩体为代表,砾石大小2~4cm,砾石含量50%左右,成分绝大部分为玄武岩,少量为硅质岩,颗粒支撑,孔隙胶结,填隙物为细砂,磨圆度及分选性都较好。砾岩层顶底界面分离性好,砾径自下而上由大变小,形成正粒序。从盘县火铺一带看,砾石最大扁平面倾向海,倾角10°~15°,相伴砂岩层具有双向交错层理,这些特征说明火铺一带的砾岩是由河流携带搬运到海盆,经海水改造在滨岸地带形成的滨海相砾岩。事实上,这些砾岩是辫状河三角洲体系中三角洲前缘的潮汐砾质河口坝沉积,在火铺一带可看出平面上砾岩呈指状分叉(图4),垂向上,潮汐砾质河口坝沉积与下伏前三角洲潮坪泻湖相砂岩和泥岩一起构成了辫状河三角洲向上变粗的层序。

2.2.2 潮汐砂质河口坝

在云贵交界处富源和盘县一带,在无砾岩分布的地带,常发育一些潮汐砂质河口坝沉

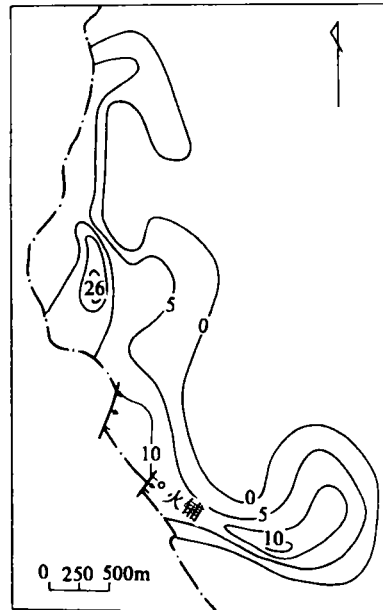


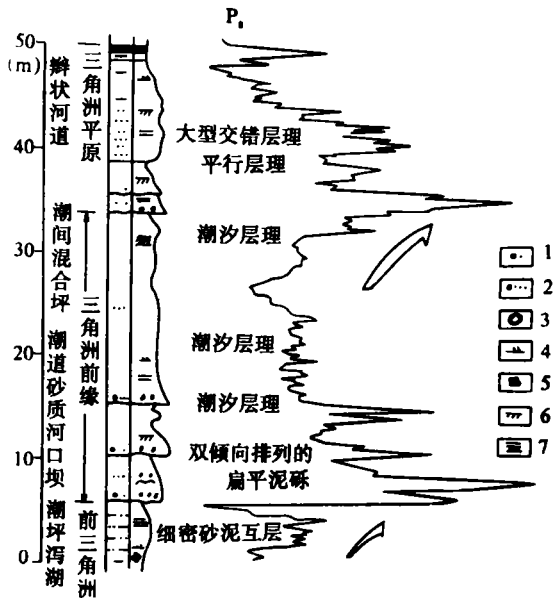
图4 盘县火铺一带宣威组下段砾岩等厚线图(厚度单位:m)  
(据贵州159煤田地质队)

Fig. 4 Isopach map of conglomerate from the lower part of Xuanwei Formation in Panxian-Huopu region (from 159 geological survey of coal field in Guizhou province)

积,砂体厚度大,内部见多个冲刷面,以细砂岩为主,发育大型交错层理及脉状、波状等潮汐层理,砂岩中扁平泥砾十分常见,泥砾磨圆度好,多呈扁平状,有的还呈塑性变形,有时还见倾向相反的泥砾,反映了泥砾是在固结之前被潮汐水流冲刷而形成,潮汐砂质河口坝总体上粒度向上变粗,但其中又有一系列向上变细的小的潮道层序(图5)。

### 2.3 前三角洲和三角洲间湾

前三角洲和三角洲间湾沉积为发育于三角洲前缘向海方向和主河道之间的相对较细的沉积组合,与三角洲平原及前缘沉积呈指状交错。云南东部庆云矿区以及贵州盘关矿区的大部分地带位于三角洲朵体之间。主要为潮坪泻湖相沉积,沉积物主要为菱铁质泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩以及含黄铁矿的铝土质泥岩,发育水平层理、波状层理、透镜状层理、脉状层理以及砂泥薄互层层理。有些地区,如恩洪矿区,还发现有瓣鳃和腕足类动物化石,与潮坪泻湖相沉积共生的泥炭沼泽相煤层含硫量较高,在2~19%之间,充分显示了海水的作用。



### 3 辫状河三角洲的垂向层序

滇东黔西辫状河三角洲平原以砾质和砂质辫状河道为主,其沉积层序以向上变细为特征。以罗木一带为例(图6),从下至上发育了四层砾岩,每一层砾岩的砾径均向上变细,四层砾岩的层厚及最大砾径具有大—小—大—小的变化规律,这种变化趋势可能是源区构造(尤其是小江断裂)活动强弱交替的表现,也是辫状河上游冲积扇发育和衰退的过程。罗木一带位于接近山前冲积扇的辫状河三角洲平原地带,从该地带的剖面结构和横向相组合来看,该冲积扇大体上是逐渐后退的。早期阶段砾质辫状河道推至海丹、云山一线,而后期砾质辫状河道仅限于罗木、后所一带,从而导致远端相退覆到中端相之上,形成总体向上变细的层序。另外,第三层砾岩厚度和砾径比第二层大,但比第一层小,并且除第一层砾岩外,其它砾岩中均夹有细砂岩薄层和透镜体。这一方面可能与辫状河道迁移、周期性的洪水泛滥和衰减有关,另一方面也反映了盆缘断裂活动性的强—弱—强—弱的发展过程。

随着山前冲积扇活动的强弱交替,辫状河三角洲沉积也发生了相应的变化。早期的冲积扇活动性较强,辫状河三角洲平原以砾质辫状水道沉积为主,而后期的冲积扇活动性相对较弱,辫状河三角洲平原以砂质辫状河道沉积为主。尽管研究区辫状河三角洲沉积层序总体

1. 含砾粗砂岩 2. 含砾细砂岩 3. 菱铁质结核  
4. 植物化石碎屑 5. 动物化石 6. 交错层理 7. 砂泥互层层理  
图5 滇东富源大坪某钻孔辫状河三角洲沉积层序  
Fig. 5 Depositional sequence of braided delta from a borehole of Fuyuan Daping region in the eastern Yunnan

上有两次由粗到细的变化,但对单个辫状河三角洲沉积体来说,在不同地区有不同的垂向层序特征(图 6)。在罗木及以西地带,主要表现出向上变细的辫状河道层序,该地带主要是三角洲平原沉积。在后所、徐家庄和贵州盘县火铺一带,主要表现为向上变粗的三角洲前缘层序,从下向上依次为辫状河三角洲边缘(前三角洲)泻湖潮坪相泥岩—三角洲前缘的潮汐砂质河口坝相砂岩和泥岩—砾质河口坝相砾岩—三角洲平原砾质辫状河道相砾岩,有时可见三角洲前缘潮汐砾质河口坝相砾岩直接覆盖于前三角洲的泻湖潮坪相粉砂岩和泥岩之上,尽管这些地区三角洲序列下部砂质和泥质等细粒沉积一般并不很厚,但它们确实存在。在三角洲边缘沉积分布地区,如富源大坪(图 5)可见到泻湖潮坪相泥岩和粉砂岩到潮汐砂质河口坝砂岩向上变粗的层序。总之,辫状河三角洲沉积在其发育之初辫状河道向前推进过程中在向海方向上也表现出向上变粗的一般三角洲层序特征,而在向陆方向则主要表现为向上变细的辫状河道层序特征。

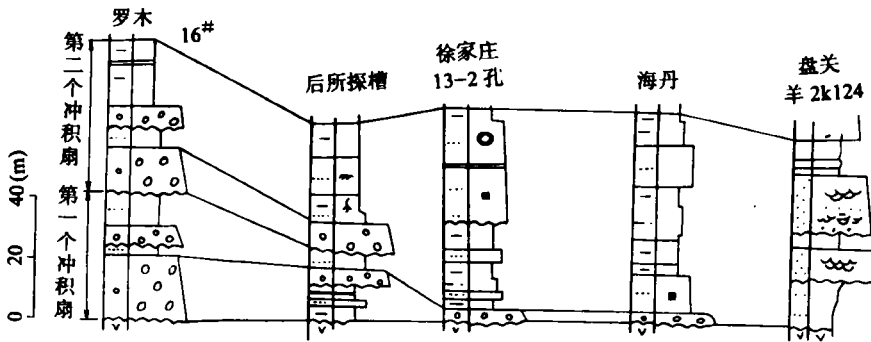


图 6 滇东黔西龙潭早期辫状河三角洲的垂向层序

Fig. 6 Showing vertical sequence of braided delta in early Longtanian in the eastern Yunnan and western Guizhou

尽管单个辫状河三角洲进积作用将产生一个不规则的向上变粗的层序,但是在一些地区,如滇东平关、大坪、海丹及黔西火铺矿区某些地段,可看到一些较粗的砾岩直接覆于煤系底部古风化面之上,这可能是辫状水道向前快速推进的结果,也可能与波浪簸选滞留有关。类似的底砾岩在现代洪都拉斯粗粒三角洲层序底部见到(Galloway, 1983)。

薛良清和 Galloway (1991) 根据陆上沉积过程和海洋改造的性质,把三角洲体系划分为 9 种类型。鉴于滇东黔西晚二叠世早期粗粒三角洲陆上部分以辫状河道为主,向海方向潮汐作用改造明显,因此,该三角洲应属潮控辫状河三角洲类型(薛良清等, 1991)。

#### 4 辫状河三角洲体系发育的古地理背景及其对聚煤作用的控制

早二叠世末期东吴运动使华南地区大规模地壳抬升,造成滇东黔西大面积的火山活动发生峨眉山玄武岩的喷发,引起海水退却。龙潭早期,康滇古陆相对隆起,山前平原相对沉降,当时古地形为西高东低,由于东南方向贵州贞丰、册亨及广西隆林一带台地边缘礁滩相带的存在,造成了黔西及黔滇交界处滨海泻湖的广泛发育,早期的海侵可达云南东部富源后所及贵州西部威宁一带。

由于康滇古陆西侧小江断裂重新活动,造成山前地带高差悬殊,从而在山前发育了冲积扇沉积,冲积扇的辫状河道向东推移到滨岸泻湖潮坪上便在云南东部至云贵交界处发育了辫状河三角洲沉积体系,形成龙潭组下段(宣威组下段)底部砾岩,从底砾岩的厚度、结构、构造等特征看,罗木一后所—火铺一线为一主河道分布区。随着盆缘断裂活动性逐渐减弱,底部辫状河道砾岩逐渐被辫状河道砂岩所代替,在辫状河三角洲主体之间或向外的地区为三角洲间区或前三角洲的泻湖潮坪所占据,该区潮汐作用占优势。云南东部龙潭早期聚煤作用主要受辫状河三角洲体系控制,由于辫状河道迁移快,河道间成煤环境不稳,所以主河道或三角洲平原和前缘区煤层发育不好,而三角洲朵体之间洼地,缺乏碎屑物质补给,因此有利于聚煤作用发生,如云南东部庆云矿区即位于三角洲朵体之间地带,所形成的煤层如  $C_{18}$ 、 $C_{18+1}$ 、 $C_{19}$  和  $C_{20}$  等均较厚,多在 1m 以上。总的来看,云南东部龙潭早期早时,由于辫状河三角洲的活动性较强,朵体范围大,煤层多形成于三角洲平原主河道之间地区,而在晚时,扇体后退,煤层在逐渐衰退的辫状河三角洲朵体上发育,因此,造成龙潭组下段(宣威组下段)下部煤层分布局限、薄且不连续,下段上部的煤层则相对较厚,侧向连续性较好。在三角洲边缘或三角洲朵体之间地区,不论早时或晚时煤层发育均较好,但该地区受潮汐作用影响较强,煤层全硫含量一般较高。

本文工作得到田宝霖、金奎励、任德贻等教授及潘润群、李心剑、刘国清、段晓鹏等高级工程师的支持和帮助,在此表示衷心感谢!

收修改稿日期:1993-05-25

### 参 考 文 献

- [1] Mepherson J. G., Shanmugam G., and Moiola R. J., 1987, Fan-deltas and braid deltas; Varieties of coarse-grained deltas. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, (99): 331~340.
- [2] 薛良清, Galloway W. E., 1991, 扇三角洲、辫状河三角洲与三角洲体系的分类. *地质学报*, (2): 141~153.
- [3] 桑扬, 王立亭, 叶含曾, 1991, 贵州晚二叠世岩相古地理特征. *贵州地质*, (2): 105~152.
- [4] Galloway W. E. and Hobday D. K., 1983, 陆源碎屑沉积体系—在石油、煤和铀勘探中的应用. 顾晓忠等译. 北京: 石油工业出版社, 1989.

## Braided Delta Depositional System and Coal Accumulation During Early Late Permian Period in Eastern Yunnan and Western Guizhou, Southwest China

Shao Longyi Zhang Pengfei Chen Daizhao Luo Zhong  
(Beijing Graduate School of China University of Mining and Technology, Beijing 100083)

### Abstract

Late Permian Xuanwei Formation (corresponding to Longtan and Changxing Formations) in the eastern Yunnan and western Guizhou consists of coal-bearing clastic sequences. Some thick

bedded basalt conglomerates were developed at the bottom of the sequence (Lower Member of Xuanwei Formation). In this paper, the distribution and the depositional environments of the conglomerates are investigated and their relations to the coal—accumulation are discussed.

The conglomerates are distributed to the east of Xiaojiang Fault (S—N trend) along the east side of the Kangdian paleocontinent and they are displayed in four E—W trend belts. Our researches are focused on the Xundian—Fuyuan—Panxian conglomerate belt. Gravels of conglomerates are 5cm to 25cm in size, well rounded, middle to well sorted and gravel supported. The contents of gravels are mainly basalt fragments and occasionally siliceous rocks, tuffaceous rocks and agates. The matrix consists of fine sands, plant debris and siliceous, calcareous and glauconitic cements. Sometimes marine algae fossils can be found in matrix. These conglomerates are believed to be the deposits of braided delta depositional system. The main facies are pebbly braided channel conglomerates with erosional bottom and unidirectional imbricated structures, sandy braided channel sandstones with trough cross stratification and many erosional bases, pebbly mouth bar conglomerates with evident bidirectional grain orientation, and sandy mouth bar sandstones and siltstones with upward coarsening sequence and many tidal flat muddy pebble and tidal lamination. During the activation of marginal fault (Xiaojiang Fault), the progradation of each braided delta will produce an irregular upward—coarsening delta front sequence. But in some areas, the basal conglomerate beds directly cover on the paleoweathering surface on the top of Lower Permian. These basal conglomerates are probably the results of the rapid progradation of braided channel and the tidal winnowing during the initial strong activity stage of marginal fault.

The coal accumulation were controlled by the braided—delta. During progradation of delta, the coal—accumulation mainly occurred at the inter—channel areas on the delta plain. During retrogradation of braided delta, the coal—accumulation occurred on the gradually abandoned delta lobes. As a result, at the lower part of the Lower Member of Xuanwei Formation, which was formed during the progradation of delta, the coal seams are restrictly distributed, thin and discontinuous. At the upper part, which was formed during the retrogradation of delta, the coal seams are generally thick and continuously distributed. In the inter—delta lobe areas, the coal seams are well developed both at the lower part and upper part. It can be concluded that the coal—accumulation is favored in the inter—delta areas and on the declined delta lobe.

**Key Words** Braided delta system, Coal—accumulation, Xuanwei Formation, Eastern Yunnan and Western Guizhou