

# 古河口湾沉积物的识别

## ——以格目底煤矿区为例

黄迺和 潘永信

(中国地质大学)

**提要** 古河口湾沉积环境的恢复主要根据下列证据进行: 1. 淡化水证据: 小个体薄壳生物组合和沉积物中低的硼含量; 2. 古地理位置处于古河流入海部位; 3. 潮汐能量大于河流能量, 潮汐作用控制了主要沉积过程; 4. 沉积层序与现代河口湾层序可以类比。

虽然河口湾生命短暂, 沉积物常被改造, 但一个时期的古代河口湾沉积物仍是可以被识别的。

**关键词** 河口湾 潮坪 改造能量

**第一作者简介** 黄 和 女 57 教授 煤田地质学

多年来, 中外地质学家都认为河口湾是一个物理条件非常复杂的沉积环境, 由于其沉积物特征综合了河流、潮汐等多种水动力条件的影响, 又由于河口湾在地质历史中寿命是短暂的, 其最终发展趋势是被潮坪或三角洲沉积物所代替, 因而在古代沉积物中难以识别。也有人认为, 由于河口湾沉积物最终被河流作用或潮汐作用所改造, 因此, 古代沉积物中不存在河口湾沉积物。

众多的观点引起笔者探索古代河口湾遗迹的兴趣。研究华北、西南数处地质资料, 唯有在水城格目底煤矿区长长期沉积物中理出了一些眉目。

Prichard (1967) 认为“河口湾是一个半封闭的近岸水体, 它与开阔海有自由的联系, 其中的海水在一定程度上被大陆排出的水冲淡”。显然, 河口湾是指在一条河流入海的河口部位; 除了全新世海侵引起一些河谷或冰川被海水淹没形成河口湾外, 在潮汐作用很强的海岸河口区, 并不形成三角洲而形成河口湾。为什么会如此? 要分析这个问题必须考虑两方面问题, 一是河流沉积物供给能量, 二是潮汐或波浪能对河口的改造能量, 笔者称之为水盆地改造能量。两方面能量的对比关系是一条河流在其入海部位形成三角洲抑或形成河口湾的先决条件。如果河流能量大于水盆地改造能量, 无疑地将在河口处不断有泥砂堆积而形成三角洲。但如果水盆地改造能量超过了河流能量, 河流带来的泥砂很快地被潮汐流带走, 那么, 在河口处不但不能形成三角洲, 反而会使原先的河口形态被改造。

上述河流能量与水盆地改造能量的力量对比是复杂的, 往往出现能量对比上的过渡类型, 当一条河流上游出现冰川或长期枯水都可使水盆地改造过程暂时占上峰, 同时, 在不同时期, 不同的能量对比还会交替出现: 如果河流能量与水盆地改造能量的强弱不是同步增减, 就会形成三角洲的进积时期与受水盆地过程改造时期相间出现。因此, 可将河口湾的形成条件解释为: 在河口地区潮汐(或波浪)作用能量大大超过河流能量, 二者保持同步增减

时即可维持河口湾沉积条件。在潮汐能量较强的地区,河口湾的中部是强潮流活动地带,常产生沿潮流方向分布的线状砂脊,砂脊间是宽的水道;湾的沿岸是潮流扩散带,形成典型的潮坪沉积物。所以,任何一个河口湾都可分出水下纵向砂脊、砂脊之间的水道和边部的潮坪三个亚环境。目前,地质学家所建立的河口湾沉积物的垂向层序,与一个潮道层序向上过渡为潮坪和潮上盐沼的层序非常相似,因此,单纯从垂向层序上识别一个古代河口湾是难以实现的,必须取得丰富的淡化动物化石群证据和地表径流证据以及区域旁证资料才能具有说服力。贵州水城煤田格目底矿区长兴期沉积物就是一个很好的古河口湾实例。

晚二叠世早期,格目底煤矿区西部康滇古陆玄武岩喷发,形成自北西向南东方向倾斜的平坦古斜坡,依次发育古陆、冲积平原、海盆地沉积,平原上发育了多条短源河流,格目底矿区处于冲积沉积和海盆地沉积之间的过渡地带。根据实测剖面的研究,本区以北有由赫章一带流向纳雍的长兴期古河流,与此河流平行,尚有由威宁流向水城二塘一带的另一条长兴期古河流,本区恰处于第二条古河流入海处(图1)。晚二叠世沿海地区发生聚煤作用,这个过渡地带聚集了大量的龙潭组和长兴期的煤层。

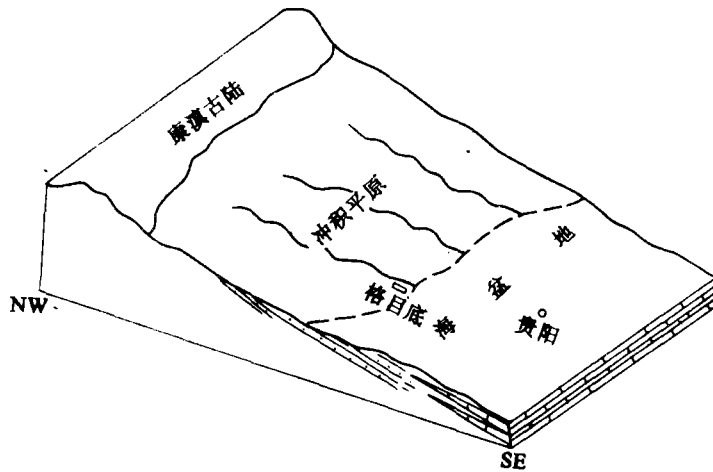


图1 研究区地理位置及晚二叠世黔西沉积体系格局

Fig.1 The location of study area and the sketch map showing depositional systems of the Late Permian in western Guizhou Province

本区龙潭组和长兴期含煤地层,以细碎岩、粉砂岩和泥岩为主,夹少量薄层泥灰岩,平均厚 105m,含薄—中厚煤层 12—18 层,基本属全区稳定,各主要煤层成煤期间的碎屑沉积物沉积条件是相似的,从几个主要沉积特征可以分析其整体沉积环境。

## 一、沉积物古盐度特征

根据古生物特征分析,研究区长兴期动物化石组合可分为两种类型:一种是种属单调的小个体和薄壳类组合,以戟贝、舌形贝和螺为代表,常见于矿区西部的泥岩中。另一种为腕足、双壳、有孔虫、介形虫等化石碎片组合,多保存于矿区东部的石灰岩中,这表明东部与

海水关系更加密切, 本区遗迹化石则为多见于半咸水潮间带的石针迹, 同时, 相邻层位又常见与淡水环境关系密切的植物根系和丰富的植物化石碎片。由古生物资料看, 本区属非正常盐度水体。众所周知, 泥岩中硼含量与沉积介质的盐度有明显的线性关系。由取自泥岩岩心的样品做硼含量分析表明, 本区硼含量平均值为 21.05ppm, 沉积介质是淡化的, 这与古生物分析的结论相互吻合。同时, 在研究区古水道砂岩底部曾发现有直径达数十厘米的大型鳞木化石, 保存完整, 这个事实无疑可以证明它是由陆上径流搬运而来的, 说明本区的水道又与径流有连系。

## 二、潮汐作用的证据

本区有着丰富的不同类型的沉积构造, 总观其特征, 绝大多数与潮汐作用有关。

### 1.大量的脉状层理

脉状层理是否能直接指示潮汐沉积物的存在, 目前尚有不同看法, 但本区的脉状层理与华北、西南及其它地区的煤田相比, 其含量要大得多且保存完整, 其中压扁体常由富炭屑的泥质物所显示, 可以见到压扁体由断续的、成对的粘土层组成 (图 2), 它们是在潮水涨、落憩流期, 在潮下带细砂质波浪痕表面形成的断续的薄层泥质物, 与双粘土层成因相同, 亦是指示潮汐沉积物的良好标志。

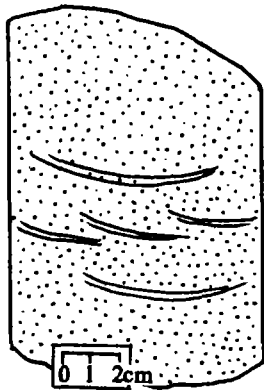


图 2 体现在脉状层理中的双粘土层 (岩心)

Fig. 2 The double mud beds in flaser bedding

### 2.双向交错层理

在砂岩层的断面中可以见到在大型交错层理的局部具有双向交错层理 (牛场剖面), 发育于砂岩底部的粗粒沉积物中, 无疑可以确定其为潮汐流的产物。据欧洲北海现代潮汐资料可知涨落潮流往往选择不同的通道, 即涨落潮流因地表柯氏力影响而产生“择路”现象, 因此, 一个古潮道沉积物并不一定体现出鱼骨状的双向交错层理, 而常需进行大面积古水流方向的测量, 才能发现往返潮流的证据, 在研究华北晚古生代地层时曾有过这样的实例, 那种“必须见到双向交错层理才能承认其为潮汐沉积物”的看法恐怕太片面了。

### 3.砂岩中的泥质条带

夹有泥质条带的细砂岩是本区最特征和最常见砂岩面貌。常见几毫米至几厘米厚的泥质条带夹于分选和磨圆都较好的细砂岩中, 层数多。这些泥质条带实际上是由粘土及粉砂级颗粒组成。多数沉积学家倾向于将纯砂岩中的泥质条带解释为潮汐成因。笔者在对现代潮汐沉积物研究后发现在一次短暂的潮汐憩流期中可以在先期砂层之上沉积厚达几个毫米甚至 1cm 的粘土层。本研究区细砂岩中的泥质条带与现代潮汐沉积物中的泥质条带特点极为相似, 观其特征可区分出三种主要成因类型: ①潮汐周期中一次憩流期沉积产物, 其单层厚度很小, 一般小于 1mm; ②小潮周期中多次潮汐

沉积产物,即几次急流期粘土层的组合,形成泥质条带分层组,每个分层组厚度可达几厘米,代表一个相对长的时期中的潮汐急流期沉积物(黄迺和等,1985),其中可见生物潜穴,泥质条带间的细砂岩显示透镜状、波状层理,3 风暴期后低能环境的沉积,显示较长时间的宁静环境,泥质单层一般较厚,延伸性较好,常夹于风暴期低坡度潮坪上的高速潮流沉积物中(黄迺和等,1985) 此三种类型的泥质条带在本区砂岩中交替出现(图3)。

#### 4.扁平泥砾

发育于冲刷面之上,具有相对长的 a、b 轴和相对较短的 c 轴,ab 面与层面平等,它是潮流急流期(平潮期)所沉积的粘土层经土烈脱落和再改造的产物,有时也常见潮沟凹岸侵蚀先期潮坪中的砂泥互层沉积物形成扁平泥块,这种成因的泥砾多没有经过长距离运而就地堆积。

潮汐成因的沉积构造组合在潮汐环境中是具有特征性的,它们都显示了水流介质的能量变化具有脉动性,正是这种水动力条件控制了本区长兴期沉积物的沉程过程。区域研究资料也证实了贵州西部长兴期海岸确属大潮差海岸。

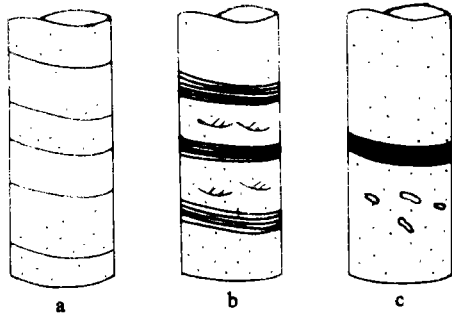


图3 砂岩中泥质条带的三种类型

Fig. 3 Three mud-belt types in sandstone.

### 三、垂向层序特征

垂向泥积层序对研究本区横向沉积相的分布和沉积盆地演化史是非常重要的。由钻孔岩心编录和露头观察发现,本区垂向层序可与 Elliott 所建立的河口湾层序相类比,自下而上序次为:湾(或局限潮下)、潮道、潮坪、泥炭沼泽。

#### 1.湾(局限潮下)沉积

由覆水较深的深色细粒沉积物组成,具有两个主要特征,一是其中含较多小个体薄壳半咸水动物化石组合,多为舌形贝和戟贝化石,生物扰动构造发育。二是沉积物为粉砂岩与薄层状菱铁岩互层,因菱铁岩具有较强的抗风化能力而露头上凸出,俗称“排骨层”。菱铁岩单层厚 5-15cm,横向较稳定,可见原生沉积构造,多为以水平层理形式出现的潮汐周期层序(黄迺和等,1985),其中尚有顺层排列的植物化石。笔者认为这些菱铁岩层是沉积形成的,西部的玄武岩风化产物中大量铁质以胶体形式搬运至本区,在湾内较深水的局限还原条件下以  $\text{FeCO}_3$  形式沉积下来,其中夹有碎屑物质。上述湾的沉积物与本区东部碳酸盐沉积物为同期产物,二者交界处又形成犬牙交错的共生带。垂向上湾的沉积物与潮沟沉积物和潮坪沉积物共生。本区东部的碳酸盐沉积物,多为典型的湾内泥灰岩,其中含较多的动物化石碎片,包括腕足、双壳、有孔虫、介形虫、苔藓虫、海绵、海百合等石碎片,具有明显的搬运特征。

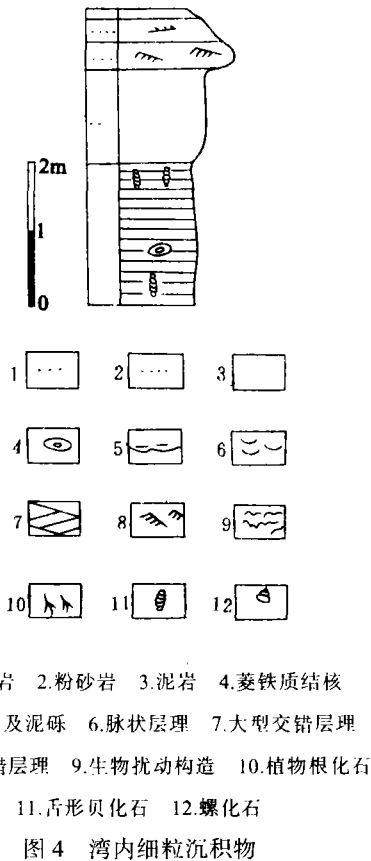


图 4 湾内细粒沉积物  
Fig. 4 The fine-grained deposits in estuary  
(Under kg coal-seam in ZKB111, Yushe)

个明显的变化规律:

1.与西部相比,本区东部含动物化石的层位,包括泥岩、粉砂岩层数明显增多,西部基本上没有碳酸盐岩,有时仅有十多厘米厚的泥灰岩,向东含动物化石的泥灰岩层数增多,厚度亦明显加大,东部阿夏井田一带泥灰岩达七层之多。

2.沿沉积倾向向东含砂率呈下降趋势。西部水道砂岩发育,剖面总体含砂率较高,向东岩性以粉砂岩、泥岩夹泥灰岩为主,含砂率降低,但至最东部的阿夏井田,含砂率又有回升,其回升原因将在下一个问题中讨论。

3.含煤性向东变差,煤层厚度减小,主要可采煤层的灰份和硫份含量向东依次增高。

由本区煤的灰分、硫分和岩层含砂率的变化分析,东部受海水影响比西部大得多,这与区域海陆分布是一致的。

## 2. 潮汐水道沉积

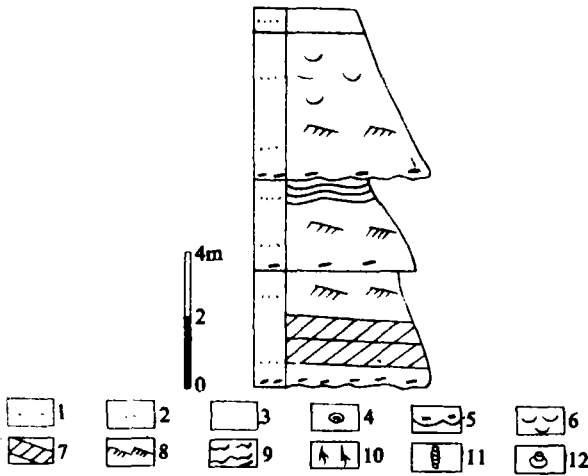
潮汐水道在河口湾中尤其是在边部潮坪上较发育,砂质沉积物在层序中占有重要地位。本区潮道砂岩在平面上为近东西向的条带状,可见到向陆分叉现象,断面图呈现透镜状。其垂向层序是典型的:底部具冲刷面和顺层排列的滞留沉积的扁平泥砾,向上为具大型交错层理(包括板状、槽状和双向交错层理)的砂岩,常夹有泥质条带,粒度向上变细并过渡为粉砂岩,具脉状层理和小型沙纹交错层理,顶部常以根系发育的沼泽沉积告终(图5)。

## 3. 潮坪细粒沉积物

潮坪细粒沉积主要发育于边部潮坪之上,由泥岩、粉砂岩和薄层细砂岩组成,其中主要发育砂泥互层层理、透镜状层理、小型沙纹交错层理和水平层理,含较多的植物化石碎片和生物扰动构造,常与粗粒的潮道沉积物共生,垂向上常发育于潮道之上,有时直接覆于局限潮下沉积物之上。潮坪随河口湾被充填、废弃而发生沼泽化,成为聚煤的有利场所(图6)。

## 四、沿沉积倾向岩性组合的变化

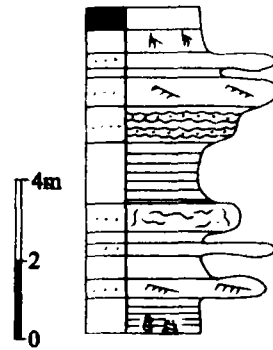
自西向东沿沉积倾向,岩性组合存在三个



图例同图 4

图 5 潮汐水道沉积物

Fig. 5 Sequence section of tidal channel deposits ( Between  $K_8$  and  $K_9$  coalseam in ZKB111, Yushe)



图例同图 4

图 6 潮坪沉积物

(玉舍 ZKB111 孔  $k_9$  下部)

Fig. 6 Deposits of the tidal flat ( Beneath  $k_9$  coalseam in ZKB111, Yushe)

### 五、细砂岩的空间分布特征和沉积亚相的配置

由所绘制的纯砂等厚图可以清楚地看到本区西部玉舍井田和东部阿曼井田砂体平面形态明显不同。在西部玉舍井田，砂岩在垂向上具有潮道沉积层序，平面上为近东西向的条带状，具有一定的曲度，并有向陆分叉现象，与其共生的主要为潮坪细粒沉积物。而研究区东部阿曼井田的细砂岩在平面上则为封闭的孤立条带状形态，其展布方向与潮流方向一致，与其共生的主要为较深水的湾内细粒沉积物和湾内碳酸盐沉积，其中含大量动物化石碎片。砂岩条带最大长度达 3km，宽 1km，最大厚度为 7m，上覆较厚的碳酸盐沉积。由此特点可知本区东部的砂体应为因潮改造湾口砂而形成的潮汐砂脊。这种砂脊常成排出现，间隔数公里。

由以上分析得知，研究区西部以河口湾边部潮坪环境为主，发育潮道粗粒沉积物和潮坪细粒沉积物，有典型的淡化水体动物化石组合，存在陆上迳流的证据。本层段因水道发育而含砂率较高，海水退出的时间相对较长，煤层厚度相对较大且灰分、硫含量相对较低。东部阿曼井田一带处于湾口部位，与海水关系更为密切，海相沉积物最为发育，强的潮汐改造作用形成了一系列与潮流方向平行的潮汐砂脊，受海水的影响而含煤性变差。研究区中部的俄曼、米箩井田处于河口湾中部，其岩性组合和含煤性均介于上述特征之间，由图 7 中可以看到研究区沉积亚相的分布：在河口湾的两侧发育了潮坪和潮道，而湾内则布满了纵向砂脊，这种砂脊规模较大，而使剖面总体含砂率有所回升。

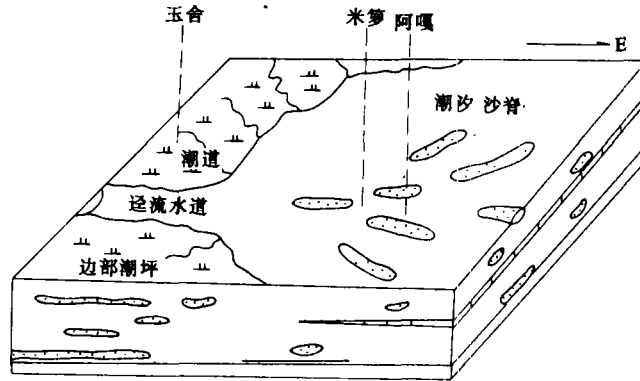


图7 研究区沉积亚相分布示意

Fig. 7 Sketch map showing the distribution of depositional subfacies of the Late Permian in study area

从上述资料看, 贵州西部长兴期古海岸地带的潮汐改造能量远大于河流搬运能量, 因而使格目底一带形成一个古河口湾沉积而不是三角洲沉积。

格目底煤矿区长兴期的沉积特征明显地具有古河口湾潮坪沉积物的特征, 这说明古河口湾沉积物在地质历史中是存在的, 而且也是可以识别的, 虽然一个河口湾沉积环境的发展前景最终被潮坪沉积物所代替, 但地质历史中出现的突然事件 (如特大海侵) 却有可能使河口湾这一短暂的发育过程, 永远地在地层中保留下它的记录。

收稿日期: 1990年10月15日

### 参 考 文 献

- (1) 黄迺和等, 1985, 地球科学, 10卷4期, 63-69页。
- (2) Reading H. G., 1978, Sedimentary Environments and Facies, p.171-177. Blackwell scientific publication.
- (3) Peter A. S., Darwin S., 1982, Sandstone Depositional Environments, p.179-189.AAPG

## An Ancient Estuary Deposit in Gemudi Guizhuo Province, China

Huang Naihe     Pan Yongxin

(China University of Geosciences)

### Abstract

Estuarine depositional environments have been seldom recognized from ancient deposits. The deposits of Changxing Age, Late Permian in Gemudi were deposited in estuarine-tidal depositional environments. 325 core holes and several outcrops, in an area of 325 square kilometre, were studied in this paper.

The ancient estuarine depositional environments are reconstructed through the following aspects. 1) It is explained by microscopic study that the clastic material is transported from western Kongdian Rise. The water body at Gemudi are desalinated by river discharges, which are confirmed by lower contents of boron in mudstones and the brackish-water fauna that is characterized by small body and thinner shell, such as *chonetes* sp. *lingula* sp. and some fragments of marine fauna. 2) Tidal sedimentation dominates the main depositional processes. The particular combination of sedimentary structures which often occur in modern tidal environments, such as the flaser bedding, lenticular bedding, the double mudbeds and the chevron cross-bedding. 3) According to the regional setting, Gemudi is sited in the mouth of an ancient river that emptied into the sea from the west. The evidences of land runoff can be found in deposits, such as the large trunks. 4) The vertical tidal flat deposits, bay fine-grained clastic and carbonate deposits, are similar to the modern estuarine sequences. 5) From the depositional dip direction, the sandstone contents decrease at first, then rise again, and the marine deposits especially the limestone increase. 6) It is found from the isopach maps of sandstones that the tidal channel are developed in the western and the tidal ridges and bay deposits are dominated in the eastern part.

That the tidal energy is stronger than the fluvial energy is the major cause of estuary developing in Gemudi. The relative strength between basin reworking and fluvial discharge is prerequisite for estuarine or delta environment developing where an river emptied into sea. Three subfacies can be recognized in Gemudi estuary, they are marginal tidal flat (including tidal channels and tidal flats), bay and tidal ridge.

In a word, ancient estuarine deposits can be recognized by the analysis of paleosalinity, evidences of tidal sedimentation, land runoff and regional settings.