

# 中国东部古代扇-三角洲沉积

顾家裕

(石油工业部石油勘探开发科学研究院)

霍姆斯 (Holmes, 1965) 曾把扇-三角洲定义为: 直接进积到海洋或湖泊中的冲积扇<sup>[2,3]</sup>。这种类型的沉积, 国外已有不少报道<sup>[4,5]</sup>, 我国中、新生代陆相含油气盆地中也广泛分布。它发育于湖泊的陡岸一侧, 虽然单个体积不大, 但沉积体直接插入湖盆腹地与深水湖相泥接触。使其近水楼台可以充分汲取生油岩生成的油气, 而且由于物源丰富, 沉积速度快, 具较好的储油物性, 另外, 随湖盆深陷和消亡的变迁具完好的细粒泥质覆盖层, 因而, 扇-三角洲沉积体生、储、盖配置完好。对我国陆相含油气盆地来说, 具有重要的现实意义。

## 一、影响扇-三角洲沉积的主要因素

湖泊中的扇-三角洲是物源区紧邻湖盆, 冲积扇直接进入湖盆所形成的沉积体, 形态相似于冲积扇, 但又别于冲积扇。影响扇-三角洲发育的因素繁多。对中国东部中、新生代陆相盆地中, 控制扇-三角洲发育的主要因素有三个, 河流作用无疑是扇-三角洲形成的主导因素, 除此以外, 是构造因素和气候条件。

我国东部中、新生代以来, 由于太平洋板块向欧亚板块的俯冲潜没, 使我国陆壳向东蠕散, 沿 NNE 方向产生地壳破裂带, 上地幔在地壳薄弱处和地壳破裂带隆起, 上层地壳处于引张应力作用下, 使古生界基底块断破裂, 形成一系列箕形或半地堑状断陷盆地。近断层一侧, 常因地形高差大, 山间河流出口后形成的冲积扇往往直接入湖, 即形成扇-三角洲沉积。它们可以处于盆地发育的各个阶段, 但以张裂后期和深陷期为主, 随地形、物源和气候的不同而有所变化。

气候条件也强烈地控制着扇-三角洲的发育, 在干旱气候条件下, 植被覆盖差, 岩石风化强, 洪水期大量碎屑物质由湍急的山间河流携出山口后, 越过陡坡直接倾入湖泊形成扇-三角洲沉积。目前已发现的扇-三角洲, 在渤海湾盆地中大部分发育于气候炎热干旱的下第三系沙河街组四段和气候干旱的沙河街组二段, 泌阳凹陷中发育于亚热带干旱-半干旱气候的下第三系核桃园组三段, 松辽盆地中见于白垩系泉头组, 等等。

## 二、沉积特征

由于扇-三角洲由季节性山间河流出口后直接入湖而成, 因此, 无论在平面上和剖面上, 其相序关系与源远流长的河流三角洲均有显著的区别, 沉积体前缘直接与深水湖相

泥接触，且往往与浊流沉积交互成层，而陆上部分是紧邻山口冲积扇体的一部分，因而三角洲平原发育不全，没有曲流河段，而被粗粒的扇上辫状河相所取代（图1）。

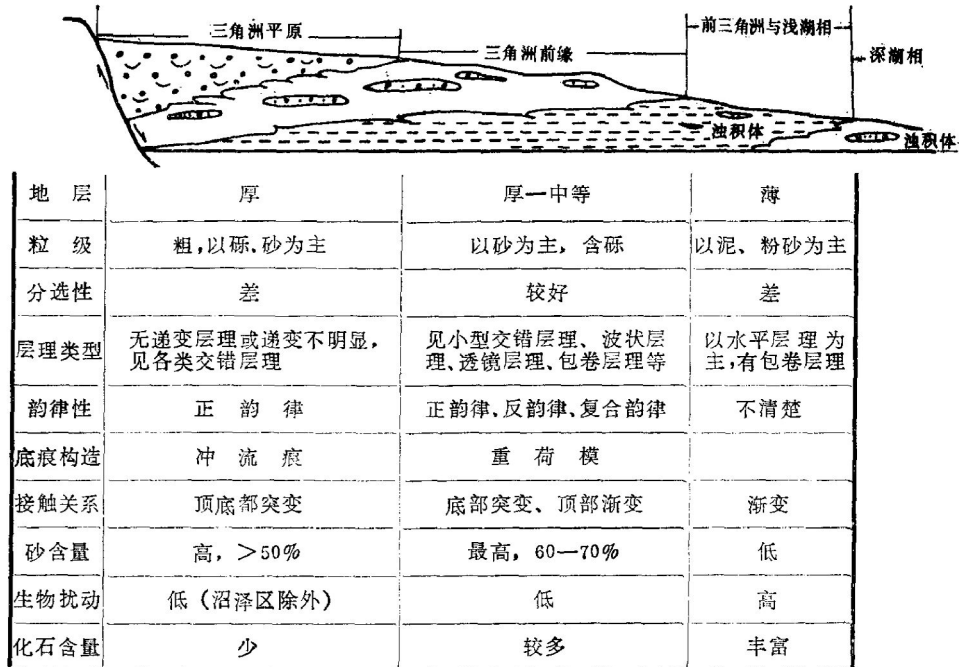


图1 扇-三角洲横剖面及特征

### （一）地形坡降大，沉积面积小

正常河流三角洲在河口地区乃至曲流平原，坡降在万分之一左右，长江为0.1—0.7‰，而扇-三角洲的河流坡度或扇坡度一般为正常河流三角洲的几倍至几十倍，牙买加南部海岸扇-三角洲坡度达15‰，阿拉斯加东南岸为2—17.6‰，日本 Honshu 岛中西部为10‰，我国松辽盆地下白垩统中英台扇-三角洲为1.1—1.75‰，辽河裂谷盆地中，下第三系的扇-三角洲同一断阶为13—35‰。就扇体面积来说，一般为几到几十平方公里，有的甚至不足一平方公里，如阿拉斯加东南岸一个扇-三角洲为446平方公里，而得克萨斯西南部的一个扇-三角洲面积仅为0.37平方公里，我国中、新生代扇-三角洲面积一般为100—300平方公里（表1）。这里必须指出，对古代扇-三角洲的勘探因受到各种条件的限制，重叠的叶状体不易严格区分而使面积有所扩大。

### （二）近源、粒粗，成熟度低

在断陷盆地陡侧，水系一般呈梳状和树枝状分布，河流短小，因而物源区的岩石强烈地控制着扇-三角洲沉积物，在泌阳凹陷中，附近母岩为二云更长混合片岩、黑云母更长混合片岩及石英脉时，砂岩中云母含量高，重矿物组合以变质岩中常见矿物石榴子石为主，高达60—70%；当附近母岩为花岗岩时，砾石成分以花岗岩为主，重矿物组合中锆石、石榴子石的含量分别达15—40%和20—30%，帘石、云母含量低。

从整个扇体看，岩石组合特征是砂砾、砂泥混杂，分选性较差，一般砾石直径2—6厘米，最大可达20厘米以上，磨圆度不等，结构和矿物成熟度低，砂砾岩成分复杂，随母岩而变化，有钙砾和泥砾，岩屑含量可达40—50%，一般属长石质岩屑砂岩和岩屑质

表1 扇-三角洲自然地理背景

| 编号 | 构造背景            | 名称        | 河流或扇坡度     | 扇体面积<br>(km <sup>2</sup> ) | 形成时间      | 气候特征                | 位置                 | 说明                                                 |
|----|-----------------|-----------|------------|----------------------------|-----------|---------------------|--------------------|----------------------------------------------------|
| 1  | 松辽板内断陷-拗陷盆地     | 英台扇-三角洲   | 1.11—1.75‰ |                            | 早侏罗世      | 气候波动较大              | 松辽盆地西南部            | 1) 编号5—10资料来自A.W. William<br>参见[6]<br>2) 国内资料来自各油田 |
| 2  | 渤海湾板内辽河裂谷盆地     | 裂谷西部扇-三角洲 | 同一断阶2—3°   | 近300                       | 早第三纪始新世晚期 | 较干旱                 | 辽河裂谷盆地西南部          |                                                    |
| 3  | 渤海湾板内多旋回断陷-拗陷盆地 | 港西扇-三角洲   |            |                            | 早第三纪渐新世   | 半干旱                 | 北大港西部              |                                                    |
| 4  | 南阳-泌阳板内小型断陷盆地   | 双河镇扇-三角洲  |            | 面积不详砂体面积为120               | 早第三纪渐新世   | 干旱-半干旱              | 泌阳凹陷西南部            |                                                    |
| 5  | 边缘拖曳海岸          |           |            |                            | 全新世       | 年降水量1000—2000ml     | 英格兰西部Bristol海沟以北海岸 |                                                    |
| 6  | "               |           | 0.66—0.76‰ | 近6.3                       | 全新世       | 干旱(?)               | 阿拉斯加东北部海岸          |                                                    |
| 7  | 大陆碰撞海岸          |           | 2—17.6‰    | 446                        | 全新世       | 湿润, 年降水量大于3000ml    | 阿拉斯加东南部海岸          |                                                    |
| 8  | 岛弧碰撞海岸          |           | 近10‰       | 45—171.2                   | 全新世       | 湿润, 年降水量2000—3000ml | 日本 Honshu 岛中西部海岸   |                                                    |
| 9  | "               |           | 3.8—7.5‰   | 5—670                      | 全新世       | 年降水量100—1000ml      | 新西兰南岛东海岸           |                                                    |
| 10 | "               |           | 15‰        | 10.4                       | 全新世       | 年降水量100—1000ml      | 牙买加东西部海岸           |                                                    |
| 11 | 断陷盆地            |           | 2°         | 较大的一个为6                    | 晚更新世      | 干旱                  | 死海裂谷沿岸             |                                                    |

长石砂岩。单个扇体, 其岩性特征具规律性的变化, 单层厚度一般为数米, 有时达10米以上。

### (三) 水下分流河道发育而陆上平原相发育不好

扇-三角洲的建设期主要是在间歇性河流的洪水期, 那时, 水流湍急, 流量倍增, 同时湖盆坡降较大, 因此, 河水进入湖盆蓄水体以后还保持一定的位能继续沿滨岸斜坡侵蚀下切, 形成大量水下分流河道, 由于陆上分支河流的侧向多变造成水下分流河道的不稳定, 不利于河口坝的发育。由于高梯度辫状河直接入湖, 完全缺失曲流河段, 因而泛滥平原、天然堤、越岸扇等不发育(图2), 取而代之的是粗粒冲积扇辫状河沉积和扇间沼泽沉积。

### (四) 与浊流砂体相伴生

特殊的沉积环境及水动力条件决定了扇-三角洲沉积速度快、厚度大, 由于三角洲前缘的快速堆积, 促使前缘砂体和前三角洲泥之间高差增大, 坡度变陡, 结果在三角洲前缘和前三角洲交界处发生重力滑塌形成浊流。受地形限制, 滑动距离不大, 浊积砂体覆于前三角洲泥之上。气候的波动和地表径流的变化频繁影响着湖水的进退, 加之水下分流河道位置的不断变更, 使三角洲前缘砂体不断前后移动和侧向摆动, 结果在扇-三角洲砂体中发现浊积砂体。出现浊积砂体的另一个原因可能是突发性洪水期, 流水携带大量碎屑物质, 由于密度较大入湖后继续沿湖底向湖心流动形成浊积砂体。

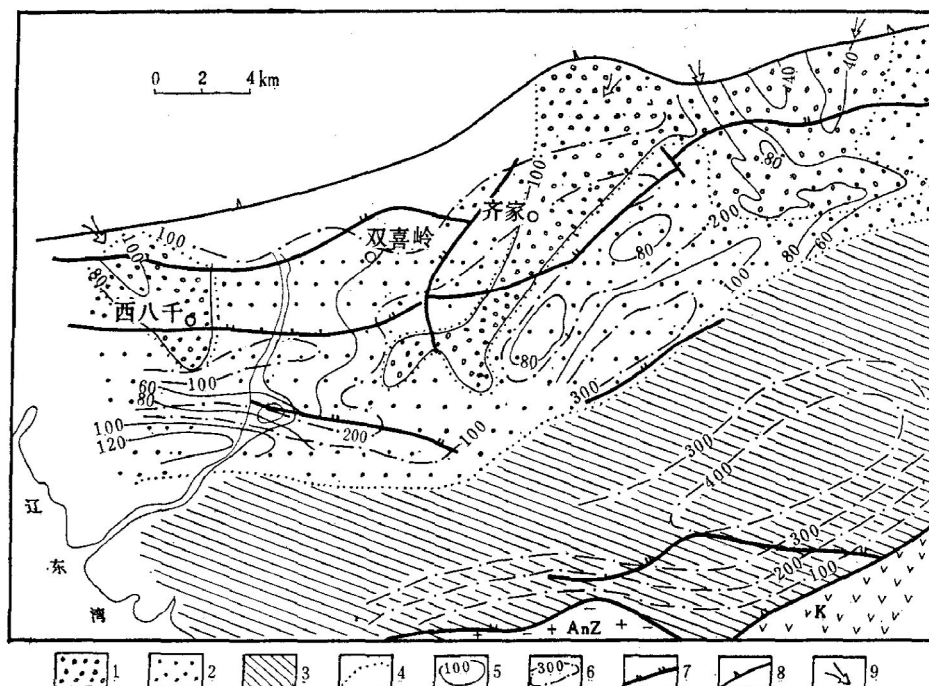


图2 辽河西部凹陷下第三系沙河街组四段杜家台扇-三角洲沉积相图

1—分文河道亚相, 2—河口砂坝、浅滩亚相, 3—前三角洲与湖相, 4—相界线, 5—砂岩等厚线(m), 6—地层等厚线(m), 7—断层, 8—剥蚀线, 9—物源方向

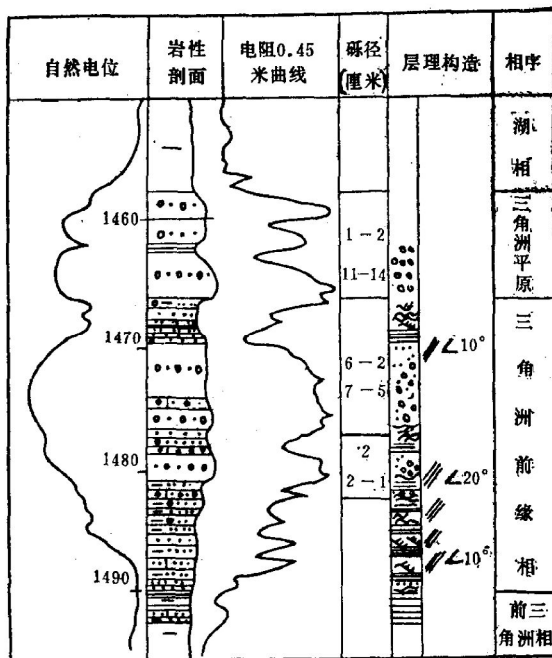
### 三、扇-三角洲相带划分及主要相标志

关于扇-三角洲相带的划分意见尚不统一, 综合起来主要有两种: 参照陆上冲积扇分为扇根、扇中、扇端三个部分<sup>[3]</sup>; 根据岩性分为砾岩相、砂岩相、砂泥岩交互相、碎屑纹层白垩相等<sup>[8]</sup>。其实这两种分类法本质完全一样, 均未反映其成因联系。笔者认为对扇-三角洲相带的划分, 应参照一般三角洲的成因分类分为三角洲平原、三角洲前缘和前三角洲。这里必须指出, 扇-三角洲中的三角洲平原与正常三角洲平原的环境有较大差异, 特别是陆上部分, 实际上是冲积扇的近山口部分属冲积扇环境(图3)。根据其特殊的岩石组合、结构构造、遗迹化石等可细分为下列亚相。

#### (一) 三角洲平原

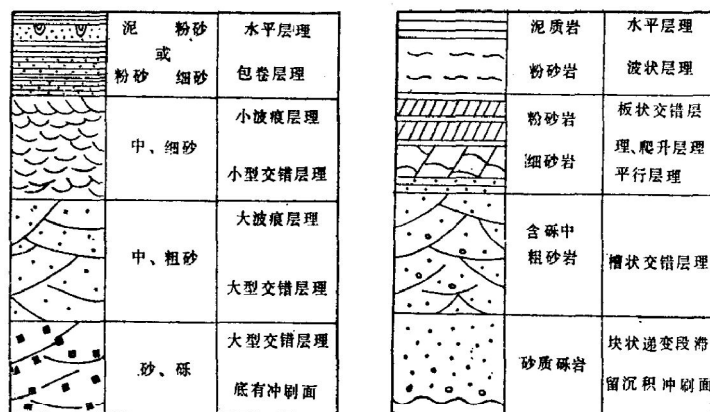
##### 1. 分流河道

分流河道沉积在进积的扇-三角洲沉

图3 扇-三角洲沉积层序模式图<sup>[11]</sup>

(双河油田泌21井核三段Ⅱ油组3小层)

积中出现于最上部,有时夹部分暗色泥质沼泽沉积。由于间歇性河流流量变化大,河道侧向多变,情况比较复杂,但总的来说具扇上辫状河流的一般特征。随物源和水动力强弱的变化岩性有所不同,但以厚层状碎屑支撑的砾岩、砾状砂岩为主,分选性差,泥质胶结,结构和矿物成熟度低,岩屑含量达45%左右,但在临近滨岸地区主要为含砾砂岩和粗砂岩,分选性和成熟度相对变好,稳定矿物含量有所增加。从下而上粒度由粗变细,与一般辫状河沉积相类似(图4),底部具冲刷面,有滞留砾石和泥砾沉积,一般呈块状不显层理,向上粒度变细,相应出现大型交错层理、小型交错层理、波状层理、包卷层理,以及顶部的水平层理。少见化石,仅在顶部泥质岩中偶见植物根系或虫孔。



(据道格拉斯, 1962<sup>[7]</sup>)

杜家台油层S<sub>4</sub>

图4 分流河道沉积与理想辫状河沉积剖面比较

## 2. 扇间沼泽

断陷盆地中,水系呈梳状和树枝状,因而入湖的冲积扇在湖盆陡岸侧呈裙边状分布,这里指的扇间沼泽系指单个扇体间的低洼地区。由于扇-三角洲主要发育于气候干燥的地区,因而此相发育不全,面积较小。除有一定的生物扰动和微弱的侵蚀以外,一般比较平静,沉积物细,以粉砂和泥质沉积为主。有时夹较粗的砂质透镜体,可能为河道冲裂流经本区所致。生长草本植物,个别地方有石膏、盐类。

## 3. 水下分流河道

水下分流河道在整个扇-三角洲沉积中占有相当重要的地位。主要为含砾砂岩和砂

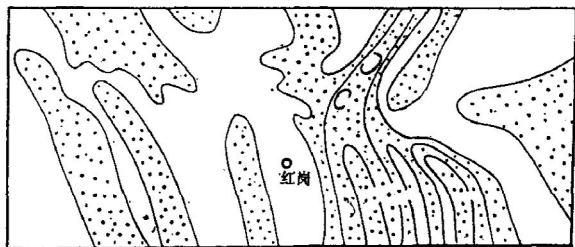


图5 松辽盆地嫩江组三段红岗扇-三角洲水下分流河道砂体分布图

岩。分选一般,岩屑减少,石英增加,整个砂体呈长条形分布(图5),横向尖灭呈透镜体。垂向层序结构特征与陆上分流河道相似,但砂岩颜色变暗,以小型交错层理为主,脉状层理和水平层理在顶部也很少出现,其原因可能受后期较强水流冲刷和波浪作用的改造。

概率曲线图上,一般出现三个总体,其中滚动总体占0—30%,跳跃总体占40—93%,悬浮总体仅占10—20%,标准偏差 $\sigma_1$ 为1—1.5 $\phi$ ,跳跃组分的斜率为36—60°(图6)由滨岸向湖心,分选性有所变好。

C-M图所反映的情况与上述特征相吻合,表现出牵引流性质的图形,可分为PQ、QR、RS段,PQ段为水流牵引作用而呈滚动+悬浮搬运的沉积物  $C=1000-1500\mu$ ,  $M=300-600\mu$ , QR段大致平行于  $C=M$  基线代表部分递变悬浮的沉积物,该段上部C值为600—1000 $\mu$ ; M值为300—450 $\mu$ ,说明水动力还比较强而下部C值为250 $\mu$ , M值为150 $\mu$ 显然能量已大为减弱(图7)。表明分流河道进入湖泊以后,能量减弱携砂能力骤降,部分较粗物质已发生沉积。本相中化石较少,主要是浅水介形虫及淡水轮藻。电测曲线为突变式箱状、桶状和正梯形。

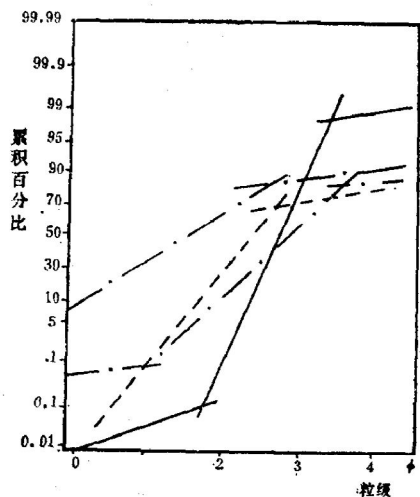


图6 水下分流河道概率曲线

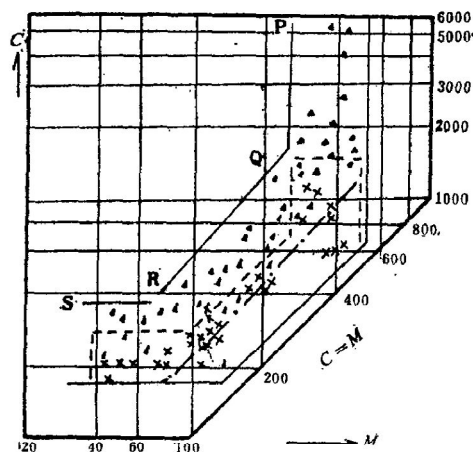


图7 水下分流河道C-M图

#### 4. 水下分流河道间沉积

位于水下分流河道的两侧,沉积环境与水下分流河道有显著的差别,一般为灰色、浅灰色、黄褐色细砂、粉砂与灰绿色泥岩互层。水平层理、波状层理、透镜状层理常见,在波痕的凹槽中泥质常以充填物出现而形成压扁层理,液化揉皱而形成包卷层理,但包卷层理侧向变化很快,往往在很短距离内就被其它构造所代替,有时在薄的夹层中见鲕粒,主要是表鲕。

此相的重要特征是生物扰动度较高,有较多生物潜穴。据李应遵资料,概率累积曲线都有3—4个总体,类似于维谢尔(G. S. Visher)所描述的阿尔他马河口区的样品,其牵引组分的存在是波浪作用的结果,这一点与上面提到的鲕粒的存在,同时在反韵律的单层中,由下而上分选变好,表鲕含量增加所反映的事实相一致,也证实波浪对沉积物改造作用的存在。见螺类壳体化石。

### (二) 三角洲前缘

#### 1. 河口沙坝

位于水下分流河道的前方,伸展方向与分流线相一致。剖面上为双凸或底平上凸透镜体。河口沙坝在扇-三角洲中不象在正常河流三角洲中占有重要的地位,范围和规模亦不大,但含砂量高,分选较好,有良好的储油物性,因而也是重要的油气储集体。粒度以粉—中砂为主,由于受季节性影响明显,常伴有泥质夹层,沉积物粒序以反韵律为主,也有正韵律;层理类型主要为小型交错层理、水平层理、脉状层理、透镜状层

理, 偶见板状交错层理; 在较细的粉砂质泥岩中, 可见滑动作用或生物扰动所形成的变形层理和扰动构造。

概率曲线图上有四个总体, 其中两个跳跃总体 (图8), 反映河口砂坝沉积物受双向流动的作用。电测曲线主要为反梯形和反三角形, 也有浑圆形。

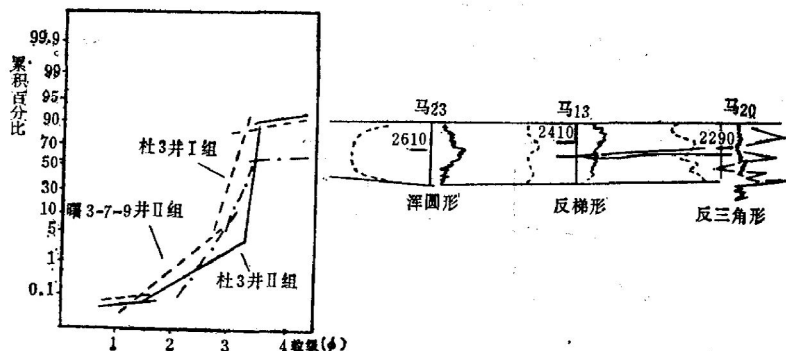


图8 河口砂坝电测曲线, 概率累积曲线图

## 2. 前缘席状砂

位于河口砂坝两侧或水下分流河道前缘, 紧临前三三角洲。当波浪和沿岸流增强时, 原来形成的水下分流河道砂体或河口砂坝遭受改造, 沉积物再度扬起继续搬运到前缘地带形成广而薄的席状砂, 岩性较细, 主要为一套砂泥交互层; 沉积物受到反复筛选, 分选变好, 矿物成熟度较高, 具反韵律粒序, 见波状层理, 亦有塑性变形和生物扰动的变形层理。

概率曲线主要由四个总体组成, 其中两个跳跃总体占 80-90%, 跳跃总体斜率较大, 滚动组分含量较少。

## (三) 前三三角洲

分布狭窄, 主要是悬浮物质在能量相当弱的条件下垂直加积而成, 不易与湖相泥区分。主要是灰绿色、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩与钙质页岩、油页岩互层, 粒级和颜色的差异可形成季节性纹泥, 常见粉砂质透镜体夹层, 可能为洪水期流水携带粉砂前延的结果。主要以水平层理和水平纹层为主, 常见揉皱。含较丰富的介形虫及鱼类化石。电测曲线平直, 偶有反向齿状形态。

上述各亚相的沉积特征综合于表 2。

## 四、结 论

我国东部中、新生代断陷盆地中发育的湖泊扇-三角洲, 受区域地壳构造运动和气候因素所控制, 由周期性洪水及河口水流能量消失作用而形成, 在这种特殊的沉积环境中, 使水下分流河道砂体成为扇-三角洲沉积的主体, 而陆上平原和河口坝的发育远不如源远流长的河流三角洲好。

由于洪水的突发性, 同时湖泊水动力较弱, 对沉积物改造不那么显著, 因而总的来说, 沉积物较粗, 分选性较差, 在扇-三角洲前缘部分往往有砂、泥岩交互沉积, 洪水

表2 扇-三角洲各亚相沉积特征表

| 沉积相   | 岩性剖面     | 层理类型 | 颜色      | 岩性特征                               | 层理                                               | 冲刷面 | 生物扰动 | 泥炭 | 炭屑 | 化石           | 概率累积曲线 | 电性 |             | 韵律特征            | 砂体几何形态         | 接触关系 |
|-------|----------|------|---------|------------------------------------|--------------------------------------------------|-----|------|----|----|--------------|--------|----|-------------|-----------------|----------------|------|
|       |          |      |         |                                    |                                                  |     |      |    |    |              |        | 曲线 | 形态          |                 |                |      |
| 三角洲平原 | 分流河道     |      | 棕、黄、黄褐色 | 砾岩、含砾砂岩<br>上部有粉砂岩<br>顶部偶见薄层泥岩      | 大型交错层理<br>小型交错层理<br>波状层理<br>包卷层理<br>爬升层理<br>水平层理 | 有   | 有    |    |    | 无化石<br>偶见植物茎 |        |    | 梯形<br>正梯形   | 正韵律             | 顶平底<br>凸或双凸透镜体 | 突变   |
|       | 席间沼泽     |      | 黄褐、灰黑色  | 粉砂岩、泥岩<br>交互，含薄层<br>炭质夹层           | 水平层理<br>块状层理                                     |     | 扰动   |    | 较多 | 见虫孔<br>遗迹    |        |    |             |                 |                |      |
|       | 水下分流河道   |      | 黄褐、灰、灰色 | 含砾砂岩、中<br>细砂岩，上部<br>有粉砂岩，但<br>泥岩少见 | 水平层理<br>波状层理<br>爬升层理<br>交错层理<br>平行层理<br>块状层理     | 有   | 有    |    |    | 介形虫<br>淡水藻类  |        |    | 桶形<br>正桶形   | 正韵律<br>亦见复合韵律   | 顶平底<br>凸透镜体    | 突变   |
|       | 水下分流河道沉积 |      | 灰黄、灰    | 细砂岩、粉砂<br>岩夹泥岩                     | 水平层理<br>压扁层理<br>透镜层理<br>波状层理                     | 扰动  | 有(少) |    |    | 螺、鱼化石        |        |    |             |                 |                | 渐变   |
| 三角洲前缘 | 河口砂坝     |      | 灰白、灰黄色  | 砂岩、粉砂岩，<br>前缘夹薄层泥岩                 | 小型交错层理<br>水平层理<br>压扁层理<br>透镜层理<br>波状层理           |     |      |    |    | 螺、介形虫        |        |    | 反梯形<br>反三角形 | 以反韵律为主<br>亦见正韵律 | 底平上凸透镜体        | 渐变   |
|       | 前缘状席砂    |      | 灰黄、灰白色  | 细砂岩、粉砂<br>岩和泥岩互层<br>常见浊流沉积<br>夹层   | 小型交错层理<br>波状层理                                   |     |      |    |    |              |        |    |             | 正、反韵律           | 薄层平<br>面分布     | 渐变   |
| 前三角洲  |          |      | 暗灰、灰色   | 粉砂质泥岩和<br>泥岩                       | 水平层理<br>揉皱构造                                     |     |      |    | 有  |              |        |    |             |                 |                | 渐变   |

期主要沉积砂而平水期以细粒泥质岩为主，在砂质岩中可见大量交错层理、波状层理。由于盆地构造活动频繁，加之沉积速度快，因而在三角洲前缘和三角洲过渡区出现大量变形层理和揉皱构造，甚至伴随滑塌而出现滑塌浊积岩。

扇-三角洲沉积层序是向上变粗，这在进积的扇-三角洲中特别明显，由于沉积过程中水动力扰动较大，沉积物粗而化石较少，主要是介形虫、螺类及淡水鱼类等。

在古代湖泊沉积中，扇-三角洲沉积占有一定的比例，而且它直接楔入生油岩系，随湖水的频繁进退具生、储、盖的良好配置，是油气储集的一个重要场所，因而对扇-三角洲中砂体的勘探是油气勘探的一个新领域。

本文中的资料及部分图件来自东部几个油田，作者在此表示深切谢意。

(收稿日期 1983年3月7日)

### 参 考 文 献

- [1] 袁亦楠等, 1982, 湖盆三角洲分类的探讨. 石油勘探与开发, 第2期.
- [2] Holmes, A., 1965, Principles of physical geology. Thomas Nelson and Sons Ltd., London, Edinburgh.
- [3] McGowen, J.H., 1970, Gum hollow fan-delta Nueces Bay, Texas. Texas Univ. Bur. Econ.

- Geology Rep., V.69, P.91.
- [4] Martin, H. L. and Robert, H. O., 1978, Lacustrine facies in the Pliocene Ridge Basin Group, Ridge Basin, California. In M. Albert and E. T. Maurice, (Eds.) Modern and ancient lake sediments. Blackwell Scientific Publication, Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.
- [5] Amihai, S., 1979, Late Pleistocene fan-delta along the Dead Sea Rift. J. Sed. Petro., V.49, No.2.
- [6] William, A.W., et al., 1980, Fan-delta sedimentology and tectonic setting-Yallahs Fan-Delta, southeast Jamaica. AAPG Bull.V.64, No.3.
- [7] Doeglas, D.J., 1982, The structure of sedimentary diposits of braided river. Sedimentology I, 187—190.

## SEDIMENTATION OF ANCIENT FAN-DELTAS IN EASTERN CHINA

Gu Jiayu

(Scientific Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing)

### Abstract

Characteristics of lacustrine fan-deltas generally are as follows,

- 1) Fan-deltas have steeper slope (average gradient of 0.6 - 15‰), but covering smaller area,
- 2) Texturally and mineralogically, fan-deltaic deposits are less mature and more coarse-grained, reflecting proximity to source areas,
- 3) Fan-deltas have well-developed subaqueous distributary channels, but with little or poor-developed subaerial alluvial plain,
- 4) Fan-deltaic deposits are often associated with the turbiditic deposits.

According to features of ancient lacustrine fan-deltas in the eastern part of China, fan-deltaic system can be divided into seven sub-facies.

1) Distributary channel sediments, they are developed within the upper part of fan-deltaic sequence. The depositional conditions are changed frequently because of the progradation of intermittent river-borne sediments directly into standing lake basin. These sediments are similar to those of braided rivers, with poor-sorted and immature sediments dominated by gravel and gravelly sands, cemented by mud, and grading upward into normal rhythms of fine-grained material.

2) Interfan-mush sediments, they are poorly developed, comprised predominately of silts and mud, sometimes intercalated with fine-grained gypsum and salts, poor bedding for bioturbation.

3) Subaqueous distributary channel sediments, these constitute an important element in the fan-deltaic system. Their features of deposition are similar to those of braided rivers, but the uppermost mud is often absent because of later current

erosion or reworking by waves. The probability cumulative curves of these sediments show three populations, of which the traction population occupies 0-30%, saltation population 40-93%, while the suspension population occupies 10-20%.

4) Subaqueous inter-distributary channel sediments, these sediments are distributed aside from the subdistributary channels often reworked by waves or removed by currents along shore area. They are composed generally of fine-grained sands and silts, interbedded with mud characterized by flaser and convolute beddings, with normal or reverse rhythms.

5) River mouth bars; sand bodies are mainly composed of well-sorted medium-grained sands, fine-grained sands and silts characterized by cross, horizontal, flaser and lenticular beddings with reverse rhythms. Sometimes deformation layering and bioturbation structures can be seen in silty clays.

6) Delta-front sheet sands.

7) Prodeltaic mud.

Fan-deltaic depositional models may serve as valuable tools for searching economic mineral deposits and fossil fuels.

## 四川碳酸盐岩油气田技术开发研究中心成立

今年4月17—18日，四川省科委在成都市召开了“四川碳酸盐岩油气田技术开发研究中心”成立大会。省科委、省高教局主要领导、省内有关专家、教授以及石油工业部、地质矿产部、中国科学院等单位的特邀代表共三十多人出席了会议。

该中心由四川省科委、四川省高教局、成都科技大学、成都地质学院、西南石油学院、中国科学院成都分院、四川石油管理局、西南石油地质局等八个单位联合组成，由省科委直接领导。它是教学、科研及生产的联合体，从事科学研究、科技咨询、人员培训及信息协作等工作，为四川及全国碳酸盐岩油气田勘探及开发服务。

在成立大会上，经过协商，成立了该中心的执行委员会及学术委员会，讨论了暂行章程，并召开了首届扩大学术委员会，论证及通过了近期拟开展的六个科研课题，即：裂缝性储集层的研究，超高压产层的研究，带水气田的研究，低孔、渗储层的判别及其评价，碳酸盐岩油气层的完井研究，微电脑在勘探开发中的应用。会议确定了课题的负责单位、协作单位及课题负责人，并要求课题负责人在四月底提交详细的设计任务书。

组成跨院校、跨部门、跨学科的教学、科研、生产结合的技术开发研究中心，是遵照赵紫阳总理的指示进行的一项改革。它必将有利于碳酸盐岩油气田勘探及开发科学技术的发展，为本世纪末我国油气产能翻一番作出应有的贡献。

(郑长钧)