

文章编号: 1000-0550(2014)02-0270-08

河控三角洲前缘沉积体系定量研究^① ——以鄱阳湖三角洲为例

段冬平^{1 2} 侯加根¹ 刘钰铭¹ 王成刚³ 高建³

(1. 中国石油大学(北京)地球科学学院 北京 102249;

2. 中海石油(中国)有限公司上海分公司 上海 200030; 3. 中国石油勘探开发研究院 北京 100086)

摘要 通过现代三角洲沉积的卫星照片可以获取并分析水下分流河道与河口坝的定量数据及其平面分布规律,丰富与完善储层地质知识库。以鄱阳湖三角洲为主要研究对象,结合 Wax Lake Delta 现代沉积的卫星照片,对典型的朵状河控三角洲前缘水下分流河道与河口坝的平面分布特征及其相互关系进行定性及定量研究。结果表明水下分流河道的分叉角度近 50°,向湖盆方向宽度变窄(宽度降低 0.72 倍)、数量变多,呈发散叶脉状;单一的河口坝呈三角状和狭长心滩状,其中三角状河口坝发育在三角洲前缘下部,狭长心滩状河口坝位于三角洲前缘中上部,并且河口坝长度与宽度之间存在较好的线性关系。研究结果可以有效指导相似地下储层的精细微相研究。

关键词 三角洲前缘 分流河道 河口坝 鄱阳湖三角洲

第一作者简介 段冬平 男 1980 年出生 博士 开发地质学 E-mail: duandp@cnooc.com.cn

中图分类号 TE121.3 **文献标识码** A

0 引言

储集体地质知识库是建立精细地质模型的关键^[1]。河控三角洲是我国陆相储层重要组成部分之一,丰富并完善其地质知识库的建立,进行沉积体系的定量研究有重要的意义。目前主要采用以下三种方法来建立储集体地质知识库:

(1) 利用密井网资料建立地质知识库。在缺少露头资料与相似现代沉积的地区,利用密井网资料建立地质知识库可以较好对储层研究进行指导^[3,4]。但其精度比露头或现代沉积低,可用于指导相对稀井网区的随机建模研究^[5]。

(2) 利用露头资料建立地质知识库。露头研究具有直观性、完整性、精确性、可检验性等优点,利用露头资料可以详细观察垂向上不同沉积单元之间接触关系和几何形态,便于建立和积累地质知识库^[6-10]。

(3) 利用现代沉积建立地质知识库。现代沉积考察是建立地质知识库的关键途径之一,尤其是可以定性及定量描述不同沉积单元的平面发育形态^[11-17]。

虽然国内外学者们针对较大规模的河控三角

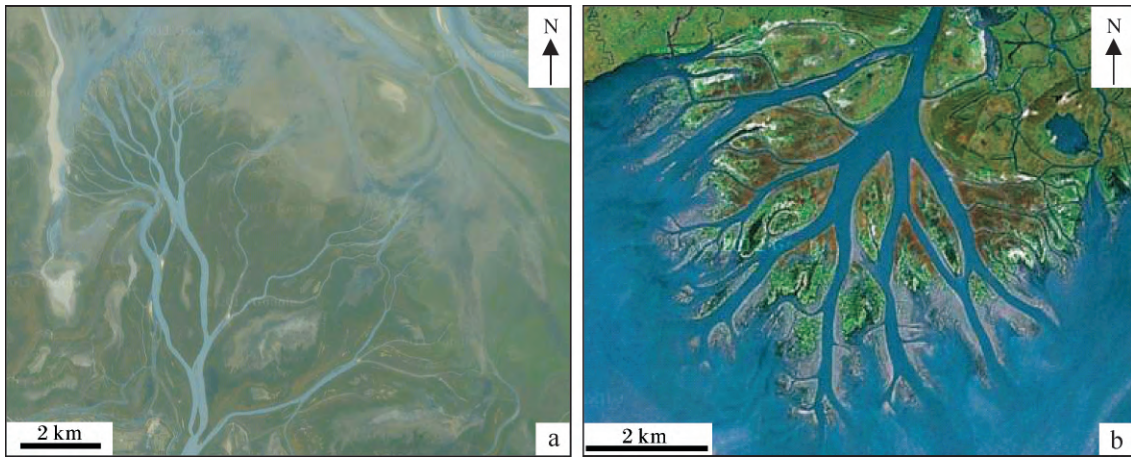
洲进行了大量的测量分析工作,但其研究的规模要远超我国陆相湖盆河控三角洲,致所获得的各类参数较难直接应用到陆相盆地的三角洲沉积储层研究中。为此急需开展典型河控三角洲前缘储层现代沉积研究,尤其是其主力储层水下分流河道与河口坝的定性及定量认知。因此,本文通过 Google Earth 软件利用高分辨率的卫星照片对现代河控三角洲的平面形态进行观察与测量,完善并充实河控三角洲前缘地质知识库。选取中国鄱阳湖三角洲为主要研究对象,并参考美国 Wax Lake Delta(图 1),进行详细的测量。通过卫星照片(照片精度为 50 m),研究分流河道与河口坝两种沉积单元的定量几何形态特征与数据特点,丰富并完善河控三角洲前缘储层地质知识库,为类似地下储层的精细解剖研究提供定量数据的指导。

1 研究区概况

鄱阳湖三角洲和 Wax Lake Delta 虽然处于不同的地区,但二者都是物源供给充足的高建设性河控三角洲,蓄水盆地的地形坡度平缓,平面具一定的相似性。

①国家自然科学基金项目(批准号:41202106)、国家科技重大专项(编号:2011ZX05010-001)与中国石油大学(北京)基金(编号:KYJJ2012-01-19)联合资助

收稿日期:2013-03-19;收修改稿日期:2013-05-06



a. 鄱阳湖三角洲 b. Wax Lake Delta

图 1 考察用的三角洲卫星照片

Fig.1 Deltaic satellite photograph for the investigation

1.1 鄱阳湖三角洲概况

鄱阳湖位于长江以南，江西省北部，由赣江、抚河、修水、信江、饶河五河汇入，赣江过南昌后分西、北、中、南四支入湖，鄱阳湖在全新世晚期发育三角洲体系，而距今 1700 年前~250 年前之间的破坏型三角洲沉积，250 年前至今为高建设型河控三角洲沉积。目前鄱阳湖处于湖盆充填阶段，湖水较浅，地形坡度平缓^[18]。本文以汇入鄱阳湖的赣江中支河道形成的三角洲朵叶体为例，在受人类活动影响较小的区域，利用卫星图像对其进行测量(图 1a)。

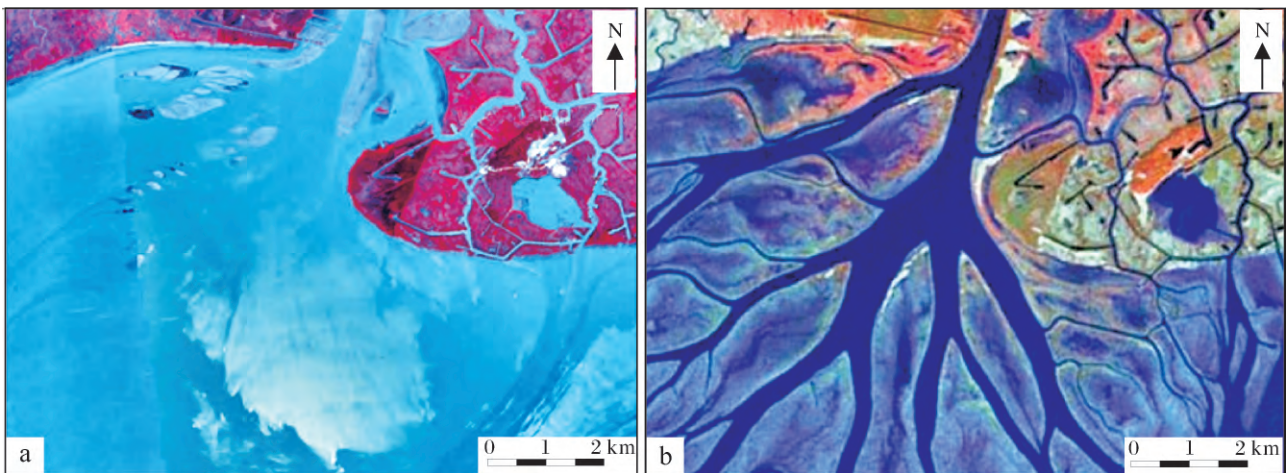
1.2 Wax Lake Delta 概况

Wax Lake Delta 位于美国墨西哥湾北部的阿查法拉亚湾地区，该区地形异常平坦，其倾斜角度小

于 1° 。1954 年美国将阿查法拉亚河的一条支流(Wax Lake 出口道)改成为人工修筑的防洪道，Wax Lake Delta 开始形成^[19]。在 1974 年时，三角洲的雏形开始发育，分流河道体系尚未形成(图 2a)，短短 30 年后，现今的 Wax Lake Delta，平面形态已演变成具多分支河道的河控三角洲(图 2b)^[20]，其平面形态特征及定量数据对沉积模式的建立有重要的指导意义。

2 分流河道特征

水下分流河道与河口坝是三角洲前缘最活跃的沉积体，水下分流河道是分流河道的水下延伸部分，随着三角洲不断进积，前期的水下分流河道演



a. 1974 年照片 b. 2005 年照片

图 2 不同年代的 Wax Lake Delta 卫星照片^[20]

Fig.2 Wax Lake Deltaic satellite photograph in different years^[20]

变成分流河道。而随着气候变化、湖平面的频繁升降,三角洲前缘的水下分流河道与三角洲平原的分流河道不断转换。因此,在现代沉积中,目前能看到出露水面的分流河道也就是早期的水下分流河道,为明确研究范围,避免混淆概念,本文将研究区内的分流河道与水下分流河道统称为分流河道。

在三角洲进积过程中,分流河道不断分叉,常呈倒三角网状的几何形态,下游河道与上一级河道之间彼此相连。因此主要以分流河道的平面形态为研究目标,从分流河道的数量变化、分叉角度及河道宽度变化等方面来描述。

2.1 分流河道数量变化

通过对鄱阳湖三角洲和 Wax Lake Delta 的研究发现,随着河流的入湖(入海)河道开始由原来的一支变得越来越多,呈扇状发散,构成了三角洲沉积的骨架;鄱阳湖三角洲从开始分叉点到末端湖岸线的垂直距离只有 5 km,分流河道数量已经由原来的 2 条增加到末端湖岸线时的 25 条,三角洲呈扇形展开,展开角度为 120°(图 3);Wax Lake Delta 从开始分叉点到末端湖岸线的垂直距离为 10 km,分流河道数量已经由原来的 1 支增加到末端的 30 支,三角洲呈扇形展开,展开角度为 105°(图 3)。

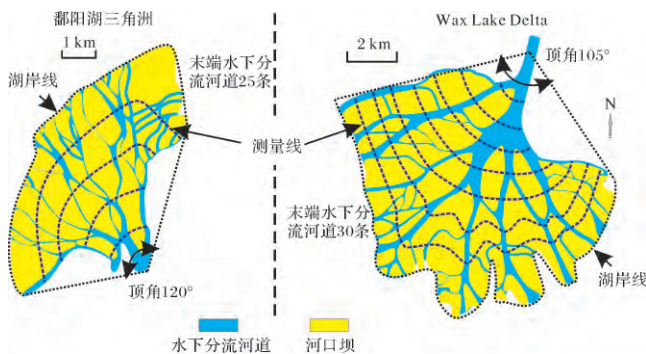


图 3 现代三角洲河道体系及测线位置图

Fig.3 Modern deltaic channel system and survey line location

由于每个三角洲的形状并不是完全规则的,所以以 1 km 为测量间距,从三角洲开始发散点到湖岸线(海岸线)拉测线(图 3),测量鄱阳湖三角洲和 Wax Lake Delta 河道数量的变化。随着三角洲的进积,河道数量与距离呈线性关系,鄱阳湖三角洲自扇形顶点向湖盆方向每增加 1 km,河道数平均增加 5.7 条,二者关系式为 $y = 5.7x - 3.7$ (y 为河道数量, x 为距离),相关系数平方 (R^2) 为 0.986 9(图 4)。Wax Lake Delta 自扇形顶点向湖盆方向每增加

1 km,河道数平均增加 4 条,二者关系式为 $y = 4.05x - 4.96$ (y 为河道数量, x 为距离),相关系数平方 (R^2) 为 0.961 7(图 4),相关性好。可见,虽然每个三角洲因为发育规模的不同,导致河道增加数量不同,但随着三角洲向前进积,河道数量随进积距离的增加都呈线性增加的关系。

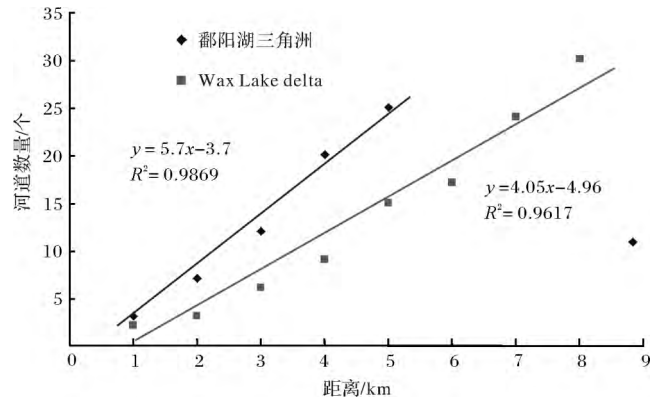


图 4 现代三角洲进积过程中河道数量变化图

Fig.4 Variation of channel number in modern deltaic progradation process

2.2 分流河道分叉角度

对鄱阳湖三角洲和 Wax Lake Delta 的每一次分流河道分叉时的分叉角度进行了测量,鄱阳湖三角洲河道的分叉角度在 25°~85°之间,主要集中在 20°~30°和 50°~60°之间,平均为 51°,Wax Lake Delta 河道的分叉角度在 25°~85°之间,主要集中在 30°~40°和 50°~60°之间,平均为 52°(图 5)。虽然两个三角洲在发育形态、规模、发育时间等方面有差异,但在分流河道的分叉角度变化上具有共同的

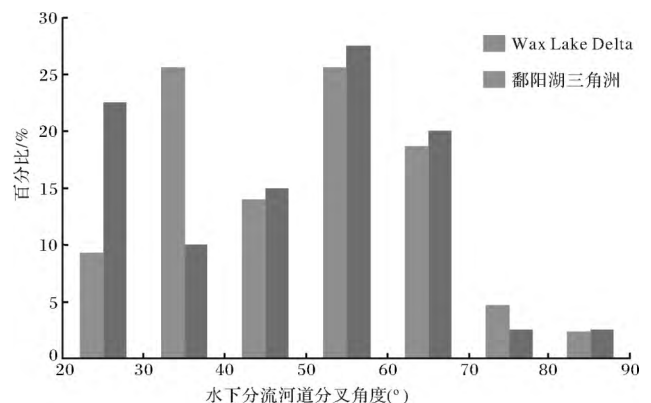


图 5 Wax Lake Delta 与鄱阳湖三角洲分流河道分叉角度分布直方图

Fig.5 Bifurcation angle distribution histogram of underwater distributary channel in Wax Lake Delta and Poyang Lake Delta

特征 就是分流河道每分叉一次均为锐角分叉 ,其平均值在 50°左右 ,分叉角度主要集中在 50°~60°之间 ,分流河道分叉角度极少大于 90°。

2.3 分流河道宽度变化

赣江中支河道自南向北流入鄱阳湖 ,河道不断分叉 最终形成了扩展角度达 120°的扇形河道复合体 在这一过程中 ,河道的规模也一直在变化。以整个河道体系中的一条主河道为例(图 6a) ,自起始测量点到湖岸线的末端 ,河道共发生了多达 11 次的分叉与合并的现象 ,从整体上看 ,自陆地向湖盆方向河道宽度越来越窄 ,测量了 11 处分叉与合并处河道的宽度 ,河道宽度由第 1 处的 540 m 降至最末端 11 处的 50 m(图 6b)。

将新的分叉河道与其上一级的老河道宽度进行对比 ,用新河道宽度除以老河道的宽度 ,计算得出总的新老河道的宽度比在 0.5~1.3 之间(图 6c) 。从测量结果中发现 ,河道的分叉会导致宽度降低 ,如图 6a 中所示的 1、2、3、5、6、7、8、10、11 这九处均存在河道分叉 ,新生成的河道宽度比老河道宽度降低 ,新老河道宽度比在 0.5~0.95 之间 ,平均值为 0.72。而两个河道的合并则会导致河道变宽 ,如图 6a

中所示的 4、9 两处存在河道的合并现象 ,致使新河道宽度比老河道宽度大 ,新老河道宽度比在 1.04~1.32 之间 ,平均值为 1.18。

沿鄱阳湖三角洲湖岸线跨河道测量末端分流河道与河口坝的宽度 ,末端分流河道宽度在 30~150 m 之间 ,平均为 60 m ,85% 以上的末端分流河道宽度集中在 30~120 m 之间(图 6d) ;而末端分流河道间河口坝的宽度在 60~750 m 之间 ,32% 集中在 100~300 m 之间 ,平均为 260 m(图 6e) 。不同地区不同河流形成的三角洲的末端河道规模及河口坝规模是不同的 ,如俄罗斯地区的勒拿河三角洲末端分流河道宽度集中在 100~400 m 之间 ,最宽的河道宽度达 3 300 m ,河口坝宽度集中在 300~400 m 之间 ,最宽河口坝达 3 000 m ,无论是三角洲的规模还是分流河道及河口坝的规模都较鄱阳湖三角洲大许多 ,因此 ,利用这类数据进行类比是无效的。但是 通过计算发现 ,勒拿河三角洲的新老分流河道的分叉后宽度比平均为 0.73 ,这与鄱阳湖三角洲新老分流河道宽度比 0.72 极为接近。因此 ,三角洲内在的沉积特征是可以相互借鉴的 ,但准确的宽度与长度数据在不同的三角洲沉积中应该是各具特色、各有不同。

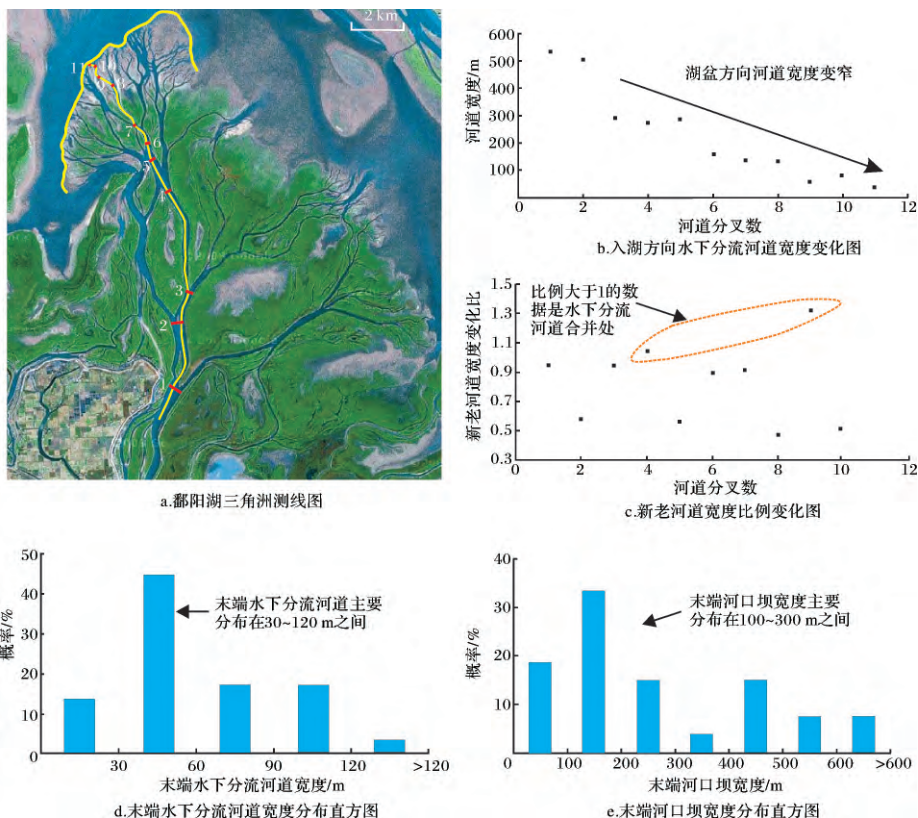


图 6 鄱阳湖三角洲分流河道与河口坝统计图

Fig.6 The statistic graph of underwater distributary channel and mouth bar in Poyang Lake Delta

3 河口坝特征

3.1 河口坝的形态特征

通过对现代沉积中河口坝的平面形态观察,按其平面形态的不同,可将河口坝划分为两种:物源方向锐角收敛的三角状河口坝和两端锐角收敛的狭长心滩状河口坝。

(1) 三角状河口坝

三角状河口坝是指平面形态呈三角状的河口坝砂体。主要发育在三角洲分流河道与湖岸线(海岸线)交汇地区,由末端分流河道控制形成。当河道延伸至蓄水体时,在湖水(海水)的顶托作用下,碎屑沉积物快速堆积,河口坝开始迅速生长,河口坝的生长迫使分流河道锐角分叉向前延伸,从而形成了向物源方向呈锐角的三角状河口坝。在河控三角洲中,分流河道向前延伸开始分叉时形成的河口坝均为三角状。在不同的三角洲现代沉积中,可以发现新形成的河口坝砂体最初均为三角状(图 7a)。在靠近湖岸线(海岸线)新生成的河口坝均为向物源方向锐角收敛的三角形状,由于蓄水体及河道的改造作用弱,平面形态得以较好的保留下来。

(2) 狭长心滩状河口坝

狭长心滩状河口坝是指两个长轴端锐角收敛,中心部位宽度大,在平面形态类似于狭长辫状河心滩沉积的河口坝砂体。

狭长心滩状河口坝最初形成时也为三角状,随着河口坝砂体不断向前发育,被河口坝分隔的两条分流河道不断向前延伸,当分流河道延伸到一定距离时,新的河口坝砂体开始沉积发育,迫使分流河道继续以平均 50° 分叉角度的分叉,在分叉过程中分流河道开

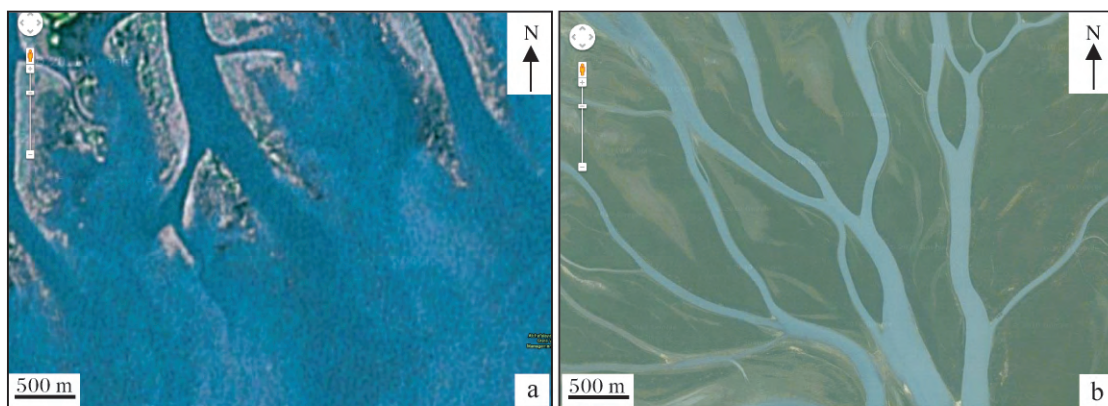
始交汇,切割破坏早期的河口坝沉积,将初期的三角状河口坝改造为狭长心滩状。该类型河口坝砂体主要分布在三角洲前缘的中上部,其形态主要受分流河道发育的限制,因分流河道的分叉在顶部形成锐角状,在末端同样受到分流河道的分叉与合并的影响,形成锐角收敛的形态(图 7b)。

3.2 河口坝长度与宽度变化规律

利用现代沉积的卫星照片可以直观的获取单一河口坝砂体的长度、宽度数据,并对长宽比进行计算。通过 Google Earth 软件上鄱阳湖三角洲的卫星照片,以前述的河口坝形态特征对不同类型的单一河口坝进行划分(图 8),在鄱阳湖三角洲里共识别出 37 个单一河口坝沉积,其中在三角洲前缘中上部的心滩状河口坝有 18 个,在三角洲前缘下部,因分流河道持续分叉,数量增多,河口坝平面形态主要表现为三角状,河口坝的数量也相应增至 19 个。

测量了鄱阳湖三角洲每个单一河口坝的长度和宽度数据,同时计算了每个单一河口坝砂体的长宽比,测量及计算结果详见表 1,测量结果表明:主要位于三角洲前缘中上部的狭长心滩状河口坝长度集中分布在 $0.5 \sim 1.5$ km 之间,宽度集中分布在 $250 \sim 500$ m 之间,长宽比介于 $2.53 \sim 7.45$ 之间,平均为 4.16;三角状河口坝规模变化较大,长度集中在 $0.5 \sim 1.5$ km 之间,宽度集中分布在 $200 \sim 700$ m 之间,长宽比在 $0.96 \sim 4.47$,平均为 2.45。鄱阳湖三角洲测量的不同类型河口坝长宽比平均为 3.28。

鄱阳湖三角洲不同类型河口坝砂体的长度与宽度数据分析表明(图 9),三角状河口坝的长度(L)与宽度(W)之间相关性差,相关系数 R^2 仅为 0.36,这主要是因末端分流河道分布不均匀及局部



a. 三角状河口坝

b. 心滩状河口坝

图 7 现代沉积中典型的河口坝

Fig.7 The typical mouth bar in modern sediments



图 8 鄱阳湖三角洲不同类型河口坝的分布示意图

Fig.8 The distribution schematic diagram of different kinds of mouth bars in Poyang Lake Delta

表 1 鄱阳湖三角洲河口坝测量数据表

Table 1 Measured data of mouth bars in Poyang Lake delta

狭长心滩状河口坝			三角状河口坝		
长度/m	宽度/m	长宽比	长度/m	宽度/m	长宽比
1 090	430	2.53	1 460	550	2.65
1 230	260	4.73	820	290	2.83
850	210	4.05	1 190	450	2.64
2 190	730	3.00	880	330	2.67
3 130	420	7.45	1 700	1 400	1.21
760	260	2.92	1 060	500	2.12
420	100	4.20	360	210	1.71
3 610	750	4.81	810	580	1.40
2 040	740	2.76	1 260	400	3.15
1 060	260	4.08	230	180	1.28
3 200	640	5.00	760	170	4.47
1 360	370	3.68	1 170	860	1.36
790	250	3.16	2 830	840	3.37
1 310	300	4.37	200	160	1.25
1 140	370	3.08	2 600	700	3.71
720	170	4.24	1 700	600	2.83
920	200	4.60	760	190	4.00
1 920	310	6.19	1 490	1 550	0.96
			850	300	2.83

分叉频繁导致其形态的不规则; 而狭长心滩状河口坝的长度(L)与宽度(W)之间的相关系数较高($R^2 = 0.65$), 长度(L)与宽度(W)数据存在定量的线性对应关系, 关系式为: $L = 0.19W + 106$ 。

Robert(2004)对多个三角洲河口坝的长度与宽度进行了测量, 不同三角洲河口坝的形态虽然类似,

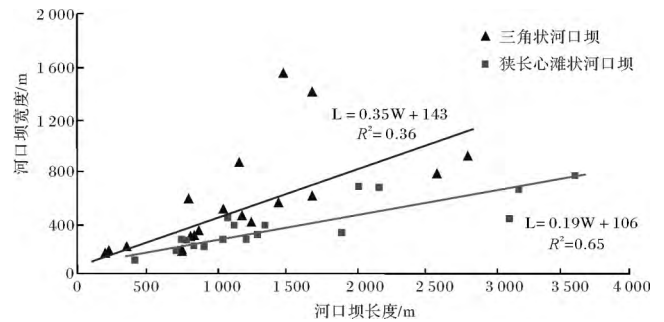


图 9 鄱阳湖三角洲不同类型河口坝长度宽度交会图

Fig.9 Length and width cross plot of different kinds of mouth bars in Poyang Lake delta

但长度与宽度规模各不相同, Colville Delta 河口坝长度集中在 0.5~2.1 km, 宽度在 0.4~0.9 km; Kuparuk Delta 河口坝长度集中在 0.4~0.7 km, 宽度在 0.2~0.5 km; Sagavanirktok Delta 河口坝长度集中在 0.3~0.8 km, 宽度在 0.2~0.4 km; Atachafalaya Delta 河口坝长度规模较大, 宽度集中在 0.9 km 附近^[17]。与前面测量的鄱阳湖三角洲的河口坝规模相比, 每个三角洲因其地形坡度、沉积物供给与水动力条件的差异, 造成发育的河口坝规模不同。因此, 河口坝的平面形态特征及长宽比的几何特征对河控三角洲前缘定量模式的建立更具有切实的指导意义。

4 分流河道与河口坝的定量沉积模式

依据鄱阳湖三角洲不同沉积单元平面上的定性、定量研究及其他几个典型河控三角洲现代沉积卫星照片的观察, 总结了朵状河控三角洲前缘分流河道与河口坝砂体的沉积模式(图 10), 沉积模式具有以下定性及定量特征:

(1) 分流河道是河控三角洲前缘的骨骼与血管, 其发展演化存在两种主要的形式, 即分叉与合并。分叉的原因是在河口处形成的河口坝砂体的阻碍作用, 分流河道每分叉一次宽度平均降低 0.72 倍, 持续的分叉导致分流河道不断变窄, 数量不断增多; 而合并则是分叉的分流河道在向湖盆的延伸过程中, 与另外一条分流河道交汇, 交汇处的河道宽度可以比上游河道宽度大。

(2) 河控三角洲前缘的河口坝存在两种形式: 一是在分流河道发育的三角洲前缘的中上部, 河口坝砂体的侧向发育受到分流河道的限制, 形成平面形态类似于辫状河心滩的狭长心滩状河口坝砂体; 二是在三角洲前缘的前部, 形成的三角状河口坝砂体, 整体上

河口坝砂体的长宽比平均为 3.28。

① 狭长心滩状河口坝

随着三角洲不断进积,河口坝最终出露水面,而分流河道不断向前分叉、合并。河口坝的生长促进了分流河道的分叉,而新形成的分流河道由于其侵蚀作用则又限制着河口坝砂体的侧向迁移。因此分流河道的发育控制着河口坝的平面形态,狭长心滩状河口坝的长宽比平均为 4.28,其长度与宽度呈极好的线性相关。

② 三角状河口坝

在河控三角洲前缘分流河道末端,分流河道变窄变多,直至河道特征消失。末端分流河道在河口处形成一系列三角状河口坝砂体,其形状多为不规则的类三角状砂体,长度与宽度等测量数据之间的相关性差,河口坝长宽比平均为 2.14。随着末端分流河道消失,不同分流河道形成的河口坝将会拼接形成连片扇状砂席,环绕在末端水下分支河道前端。



图 10 河控三角洲前缘分流河道与河口坝沉积模式图

Fig.10 Depositional model graph of underwater distributary channel and mouth bar in fluvial delta front

5 结论与建议

通过研究取得了以下结论与认识:

(1) 不同地区的三角洲的分流河道与河口坝沉积的规模各不相同,仅利用现代沉积统计的发育规模参数去指导地下储集体的精细解剖具有片面性。

(2) 不同河控三角洲的分流河道与河口坝的形成机理是一致的。平面上水下分流河道呈发散分叉变窄的叶脉状,水下分流河道呈锐角分叉(平均分叉角度近 50°),向下游方向河道数量变多、宽度变窄(新老河道宽度比 0.72);河口坝在三角洲前缘中上部呈两端锐角收敛的狭长心滩状,在三角洲前缘中下部呈三角状,河口坝的长度与宽度之间存在明显的线性关系。

(3) 依据平面形态特征及统计的定量参数,建立

了朵状河控三角洲前缘水下分流河道与河口坝的定量沉积模式。

目前我国对典型河控三角洲现代沉积研究仍不够深入,建议继续加强以鄱阳湖三角洲为代表的典型河控三角洲现代沉积研究。除了卫星照片研究其平面规模,还应在条件允许的情况下,实地钻井、测井、取样、分析化验,测量水下分流河道的深度与延伸距离,利用探底雷达测量河口坝内部的结构特征,微观、宏观相结合,以期建立更为精准的现代沉积原型模型。

参考文献(References)

- 1 穆龙新. 油藏描述技术的一些发展动向[J]. 石油勘探与开发, 1999, 26(6): 42-46 [Mu Longxin. Some development trends in reservoir description technology [J]. Petroleum Exploration and Development, 1999, 26(6): 42-46]
- 2 贾爱林. 中国储层地质模型 20 年[J]. 石油学报, 2011, 32(1): 181-188 [Jia Ailin. Research achievements on reservoir geological modeling of China in the past two decades [J]. Acta Petrolei Sinica, 2011, 32(1): 181-188]
- 3 尹太举, 张昌民, 樊中海, 等. 双河油田井下地质知识库的建立[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(6): 95-98 [Yin Taiju, Zhang Changmin, Fan Zhonghai, et al. Founding subsurface geologicak data bank for Shuanghe oil field [J]. Petroleum Exploration and Development, 1997, 24(6): 95-98]
- 4 陈程, 孙义梅, 贾爱林. 扇三角洲前缘地质知识库的建立及应用[J]. 石油学报, 2006, 27(2): 53-57 [Chen Cheng, Sun Yimei, Jia Ailin. Development and application of geological knowledge database for fan-delta front in the dense spacing area [J]. Acta Petrolei Sinica, 2006, 27(2): 53-57]
- 5 李少华, 张昌民, 林克湘, 等. 储层建模中几种原型模型的建立[J]. 沉积与特提斯地质, 2004, 24(3): 102-107 [Li Shaohua, Zhang Changmin, Lin Kexiang, et al. The construction of prototype models in reservoir modeling [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2004, 24(3): 102-107]
- 6 Bhattacharya J P, Willis B J. Lowstand deltas in the Frontier Formation, Powder River basin, Wyoming: Implications for sequence stratigraphic models [J]. AAPG Bulletin, 2001, 85(2): 261-294
- 7 Lowry, Jacobsen. Sedimentological and reservoir characteristics of a fluvial-dominated delta-front sequence: Ferron Sandstone Member (Turonian), east central Utah, U. S. A [J]. Geological Society, London, Special Publication, 1993, 69: 81-104
- 8 贾爱林, 穆龙新, 陈亮, 等. 扇三角洲储层露头精细研究方法[J]. 石油学报, 2000, 21(4): 105-108 [Jia Ailin, Mu Longxin, Chen Liang, et al. Approach for detailed study of reservoir outcrop [J]. Acta Petrolei Sinica, 2000, 21(4): 105-108]
- 9 贾爱林, 陈亮, 穆龙新, 等. 扇三角洲露头区沉积模拟研究[J]. 石油学报, 2000, 21(6): 107-110 [Jia Ailin, Chen Liang, Mu Longxin, et al. A study on sedimentary simulation of fan-delta outcrop [J]. Acta

- Petrolei Sinica , 2000 , 21(6) : 107-110]
- 10 贾爱林, 何东博, 何文祥, 等. 应用露头知识库进行油田井间储层预测[J]. 石油学报, 2003, 24(6) : 51-53 [Jia Ailin, He Dongbo, He Wenxiang, *et al.* Application of outcrop geological knowledge database to prediction of inter-well reservoir in oilfield [J]. Acta Petrolei Sinica, 2003, 24(6) : 51-53]
 - 11 段冬平, 侯加根, 刘钰铭, 等. 多点地质统计学方法在三角洲前缘微相模拟中的应用[J]. 中国石油大学学报: 自然科学版, 2012, 36(2) : 51-55 [Duan Dongping, Hou Jiagen, Liu Yuming, *et al.* Application of multi-point geostatistics in delta front microfacies simulation [J]. Journal of China University of Petroleum: Edition of Natural Science, 2012, 36(2) : 51-55]
 - 12 张昌民, 尹太举, 朱永进, 等. 浅水三角洲沉积模式[J]. 沉积学报, 2010, 28(5) : 933-944 [Zhang Changmin, Yin Taiju, Zhu Yongjin, *et al.* Shallow-Water deltas and models [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2010, 28(5) : 933-944]
 - 13 Yalin M S. River Mechanics [M]. Oxford: U. K Pergamon Press, 1992
 - 14 Are F, Reimnitz E. An overview of the Lena River delta setting: geology, tectonics, geomorphology, and hydrology [J]. Journal of Coastal Research, 2000, 16(4) : 1083-1093
 - 15 Olariu C, Bhattacharya J P. Terminal distributary channels and delta front architecture of river-dominated delta systems [J]. Journal of Sedimentary Research, 2006, 76(26) : 212-233
 - 16 Robert S T, Hickey J J. Permeability characterization of distributary mouth bar sandstones in Prudhoe Bay field, Alaska: How horizontal cores reduce risk in developing deltaic reservoirs [J]. AAPG Bulletin, 2001, 85(3) : 59-475
 - 17 Robert S T. Geomorphology: An approach to determining subsurface reservoir dimensions [J]. AAPG Bulletin, 2004, 88(8) : 123-147
 - 18 张春生, 陈庆松. 全新世鄱阳湖沉积环境及沉积特征[J]. 江汉石油学院学报, 1996, 18(1) : 24-29 [Zhang Chunsheng, Chen Qingsong. Holocene sedimentary environment and characteristics in the Poyang Lake [J]. Journal of Jiangnan Petroleum Institute, 1996, 18(1) : 24-29]
 - 19 Roberts H H. Evolution of sand-dominant subaerial phase, Atchafalaya Delta [J]. AAPG Bulletin, 1980, 64: 264-279
 - 20 Wellner R. Jet-plume depositional bodies-the primary building blocks of Wax Lake Delta [J]. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans, 2005, 55: 867-909

Quantitative Research of Fluvial-dominated Delta Front Sedimentary System: A case study of Poyang Lake delta

DUAN Dong-ping^{1 2} HOU Jia-gen¹ LIU Yu-ming¹
WANG Cheng-gang³ GAO Jian³

(1. College of Geosciences, China University of Petroleum, Beijing 102249;

2. CNOOC-China Limited-Shanghai, Shanghai 200030;

3. Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Beijing 100086)

Abstract: Through the satellite images analysis of modern delta sedimentary, we could obtain the planar distributions as well as the quantitative rules of the subaqueous distributary channels and river mouth bars, which enriches and perfects the reservoir geological repository. By combining the modern sedimentary satellite images of Wax Lake Delta and taking Poyang Lake Delta as a research object, this article qualitatively and quantitatively analyses the plane distribution features and relations of subaqueous distributary channels and mouth bars in typical lobate fluvial-dominated delta front has been described. Research results show that the bifurcation angle of subaqueous distributary channel is nearly 50°, of which the width is narrower towards lake basin (0.72 times reduction in width), the quantity is more and the shape presents like divergent leaf. The single river mouth bar present triangular shape and narrow mid-channel-bar-like, of which the triangle shaped one is developed at the lower part of the delta front, while the narrow mid-channel-bar-like one is located in the upper part, and there is a fair good linear relationship for the length and width of mouth bar. These results could effectively guide the research on fine microfacies distribution of similar underground reservoir.

Key words: delta front; distributary channel; mouth bar; Poyang Lake delta