

中国大河三角洲发育的共同性与差异性*

许世远 陈中原

(华东师范大学地理系, 上海 200062)

提 要 本文主要根据作者对国内外三角洲调查分析资料, 论证了中国沿海大河三角洲的沉积旋回、基底构造、形成年代、沉积层序和沉积特点的可比性, 但其形态类型、沉积相组合和发育程度颇有差别, 体现了世界全新世各大三角洲发育的共同性与差异性。

关键词 三角洲 共同性 差异性 中国

中国沿海平原辽阔, 分布着辽河、滦河、黄河、长江、闽江、韩江和珠江等中国著名大河入海三角洲。自晚第四纪以来, 中国三角洲沉积过程受到了全球气候波动和海面升降的影响。但由于它们所处地理位置的差异, 构造格局的不一, 以及河口区千差万别的河流和海洋水文因子, 致使三角洲形态迥异。本文主要在我们对长江和滦河等三角洲长期工作^[1-5]的基础上, 结合近年来对尼罗河和密西西比河三角洲的分析成果^[6], 以及前人大量的调查资料^[7-11], 试图对中国具有不同成因代表性的大河三角洲进行对比研究, 旨在加深对三角洲发育规律的认识, 了解我国沿海平原的沉积特点, 从而为该区的自然资源开发与管理提供科学依据, 也有助于加深对全球全新世环境演变的认识。

1 影响三角洲发育的因素

三角洲是河流补给的泥沙沉积体系, 分布在河流注入的受水盆地。河流入海后, 水面比降迅速减小, 在径流与波、潮、流相互作用下, 大量泥沙在河口区有规律地堆积, 形成各类三角洲。因而, 讨论中国沿海大河附近的自然地理因素(表1), 有助于加深对这些三角洲建造过程的认识。中国大河三角洲位于西太平洋边缘的中纬度地带, 由于各条河所处流域面积和自然地理要素的差异, 从而造成了各大河三角洲发育特征的不一致。

1.1 径流与泥沙

三角洲规模的大小和类型, 主要取决于上游来水和泥沙的多寡。据统计^[12], 世界大多数河口区当径流含沙量 $>0.2\text{kg}/\text{m}^3$ 时, 可形成三角洲, 反之, 往往形成三角港或海底堆积扇。我国大河三角洲的径流含沙量均大于此值, 巨量的泥沙不断地向海输送, 建造了三角洲。尤其是黄河的比值更为显著, 平均来沙系数为 217×10^{-4} , 三角洲正在向海快速推进(表1)。

1.2 潮汐和潮流

中国沿海的潮汐振动主要由太平洋和巴士海峡传入的潮波所致。由于浅海区海底地形

* 国家自然科学基金资助项目。

来稿日期: 1995 02; 收到修改稿日期: 1995 06。

和曲折岸线的影响,导致潮波变形,潮差和潮汐类型在区域上的差异明显。自北向南,渤海湾内基本属于不正规半日潮,东海长江口附近为不正规半日潮,南海韩江口和珠江口附近属不正规混合半日潮。潮差分布总的趋势是,东海沿岸较大,渤海次之,南海最小。长江口沿岸的平均潮差一般为2.6m,属于中潮汐区,最大潮差在杭州湾的澉浦、尖山一带可达5.0m以上;滦河口和黄河口沿岸平均潮差均小于1.5m,属弱潮汐区;韩江口和珠江口附近沿岸潮差较小,平均在1.5—1.0m以下。

大河口附近的涨、落潮历时变化很大。受河口湾地形影响,落潮历时普遍大于涨潮历时。涨潮历时沿河口向上逐渐缩短,落潮历时则不断增加。如涨落潮最大历时差在长江芜湖段达5小时以上,有利于泥沙向外海扩散;黄河口和滦河口的涨落潮历时差较小,这与河口地区底形坡降、潮差和径流强度有关。另外,涨、落潮流向对三角洲发育影响很大,长江河口涨

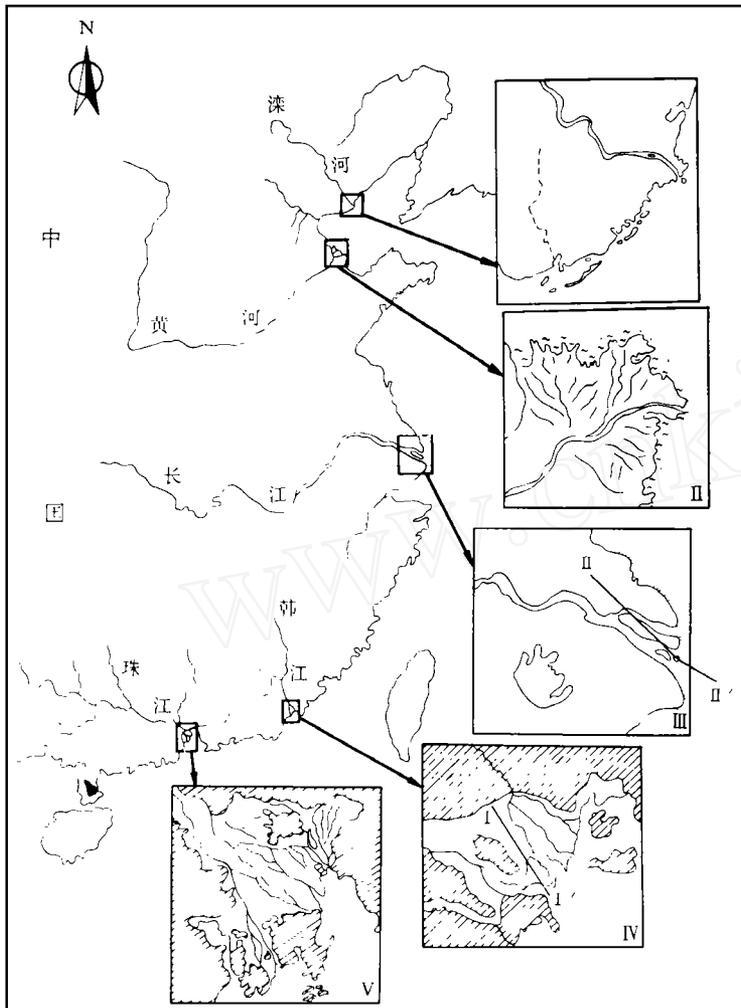


图1 中国大河三角洲地理位置及其形态特征示意

Fig. 1 Geographical location and configuration of the major deltas distributed along the eastern coast of China

潮流向为305°，落潮流向为90°，造成大量泥沙迅速沉淀，形成顺河口方向延伸的长形水下沙洲^[2]，由此出露水面，形成沙岛。黄河口和滦河口外的涨、落潮流和河口径流流向基本垂直，大量悬浮泥沙被携带到河口湾两侧堆积，形成宽阔的三角洲泥坪、沙咀和沙坝等沉积地貌类型。

表1 部分大河三角洲地区的自然地理特征

Tab. 1 Physiographic characteristics of the major deltas

| 河名 | 河流全长 (km) | 流域面积 ($\times 10^4 \text{km}^2$) | 三角洲 构造背景 | 三角洲 平原气候 | 年径流量 ($\times 10^8 \text{m}^3$) | 年输沙量 ($\times 10^8 \text{t}$) | 含沙量 (kg/m^3) | 来沙系数 ($\times 10^{-4}$) | 平均潮差 (m) | 平均潮流 流速(m/s) | 平均波高 (m) |
|------|--------------|---------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------|-----------------|-------------|
| 滦河 | 1 200 | 4.5 | 沉降 | 半湿润暖温带 | 45 | 0.27 | 6.0 | 420 | 1.0-1.5 | 0.65 | 0.4 |
| 黄河 | 5 464 | 75.24 | 沉降 | 半湿润暖温带 | 482 | 16 | 33.2 | 217 | 0.6-1.0 | 1.2 | 0.6 |
| 长江 | 6 380 | 180.85 | 快速沉降 | 湿润亚热带 | 9 240 | 4.86 | 0.51 | 0.174 | 2.60 | 1.0-1.4 | 0.4-0.9 |
| 韩江 | 470 | 2.976 | 快速沉降 | 湿润亚热带 | 260 | 0.07 | 0.27 | 3.274 | 1.08 | 0.2-0.5 | 1.1 |
| 珠江 | 2 197 | 42.57 | 沉降 | 湿润热带 | 3 087 | 0.83 | 0.27 | 0.275 | 1.20 | 1.4 | 1.0 |
| 密西西比 | 6 200 | 322.2 | 快速沉降 | 湿润亚热带 | 5 640 | 3.44 | 0.60 | 0.335 | 0.43 | | |
| 尼罗河 | 6 450 | 288 | 快速沉降 | 干旱亚热带 | 895 | 1.22 | 1.40 | 4.933 | 0.43 | 20-50 | 1.0 |

资料来源：据参考文献 [1、5、7、9-11]。

1.3 波浪

中国沿海波浪主要受季风型气候控制，冬季盛行偏北风，以偏北向浪占优；夏季盛行偏南风，偏南向浪为主。年平均波高北部海区较小，向南逐渐增加，渤海沿岸大致为0.3—0.6m，长江口沿岸一般为0.4—0.9m，珠江口和韩江口外1.0m左右，西沙群岛一带达1.4m^[11]。最大波高季节变化明显，冬季渤海湾达8.0m以上，长江口一带为2.9—4.1m，南部海区在3.3m以下；夏季南海、东海波浪巨增，粤东和粤西沿岸最大波高达9.8m，长江口外3.0—8.0m，渤海湾在3.5m以下。波浪对水下三角洲沉积物分布的作用，主要取决于它与当地径流能量和坡降等因素的相互作用关系。在基本相同的波浪因子作用下，滦河径流弱，滨外坡降大，故波浪对三角洲的效应明显大于黄河三角洲。

1.4 流场系统

口门外流场系统和淡水舌体的相互作用过程，基本上控制了三角洲的延伸方向与分布范围。从渤海湾海峡北部入侵的高盐水流，向西流至滦河口滨外，分成两支。北支沿滦河北上，绕辽东湾作顺时针运动；南支向南，途经黄河口，沿莱洲湾作反时针流动。它们的能量和离岸距离，冬、夏季有所不同，基本上控制了滦河和黄河口外的径流扩散的方向，也为水下三角洲的延伸奠定了格局。

长江口外的高盐水流主要来自南部的台湾暖流，在浙闽陆架北上时分成两支。其中近岸一支流至长江口滨外，与河口淡水舌在能量上相互抵消。冬季枯水期，高盐水流顶冲淡水舌北移。夏季丰水期，淡水舌迫使高盐水流远离河口，淡水舌向东扩散可达123°E—124°30'E。

南海高盐水流由东南向西北入侵，受沿海岛屿地形的阻挡，对韩江和珠江三角洲作用较小，淡水舌在科氏力和海流等作用下，终年向西南沿岸扩散^[9,10]。

1.5 新构造运动

中国沿海全新世三角洲位于构造沉降带上（表1），基底构造格局通常表现为由断层带

控制的凸起和凹陷所组成，凹陷带明显受凸起分割，并向海方向倾斜、延伸。例如，珠江三角洲基底地貌深受东西向、北东向、北西向三组新构造断裂控制，形成棋盘状的地形格局，从而深刻地影响到主要河道与沉积物的分布，以及海侵、海退的范围，相应地产生了冲积三角洲这种特殊的发育模式^[9]。

新构造运动的性质与强度、掀斜运动等还导致三角洲沉积中心在空间和时间上的不断迁移^[1,5,7,9,10]。全新世长江三角洲具有不断向东南推进的发展趋势，这与该区沉降幅度逐步向东南增大、偏移的特点相符。

2 三角洲发育的共同性

晚第四纪以来，中国沿海大河三角洲地貌与沉积过程受气候波动、海面升降和基底构造诸因素的控制。岩相分析资料证实，在这些大河三角洲地区的第四纪地层中，自下而上显示出若干套由粗变细的沉积韵律层，并夹有2—5层厚度不等的海侵层，反映该区经历了多次海进与海退过程。在第四纪早期的地层中，海侵层一般表现为滨海相，至第四纪中后期，多以浅海相为主^[1,4,5,7,9,10]。其中，中国沿海全新世大河三角洲是在最近一次全球海面回升

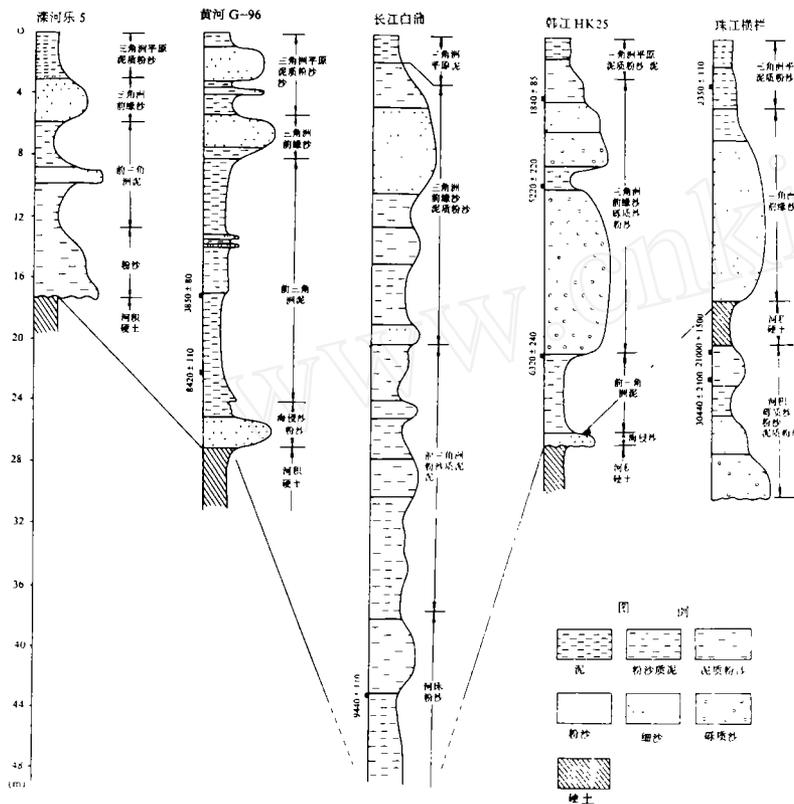


图2 晚第四纪中国大河三角洲的地层和沉积层序

Fig. 2 Stratigraphy and sedimentary sequences of the late Quaternary deltas distributed along the eastern coast of China

过程中发育。

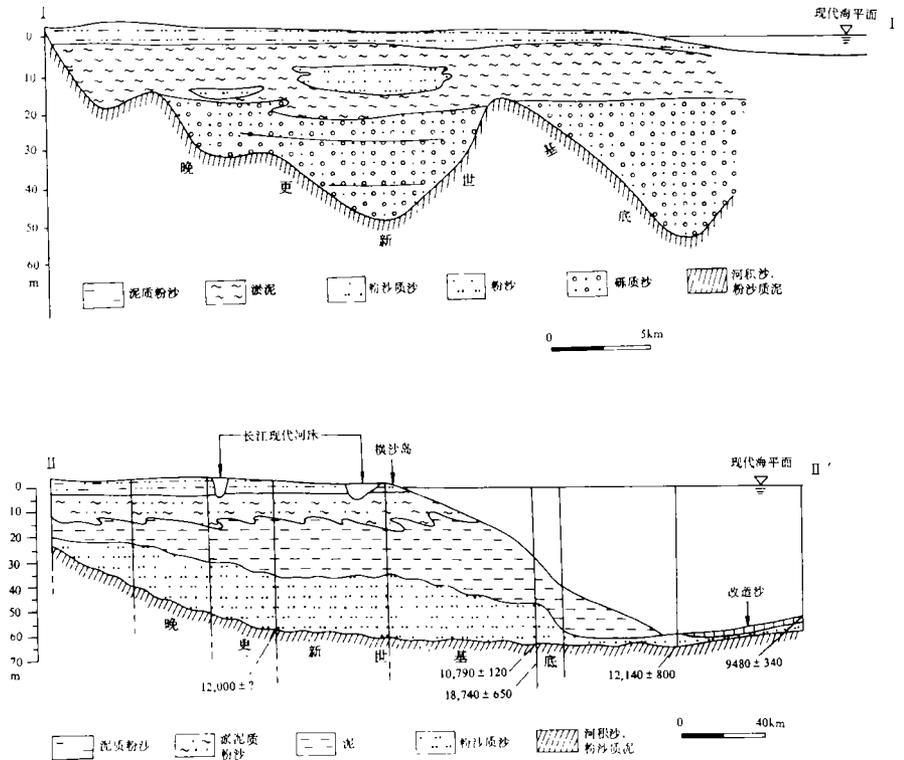
大量钻孔资料揭示，中国三角洲地区晚第四纪的地层分布和相序特征，与海面波动关系密切。晚更新世低海面时（18 000aBP），全球气候寒冷，海面普遍低于现今约150m。此时我国东部陆架大部分裸露地表，河流延伸至外陆坡入海。河流切割深度在长江和黄河三角洲地区达50—70m，珠江、韩江和滦河三角洲地区为20—40m，尼罗河和密西西比河三角洲地区分别可达70m和100m以上。古三角洲平原除了河道沙砾沉积外，主要表现为河漫滩和浅水湖沼相的粉沙质泥沉积，硬度大（含水量<20%），俗称‘硬粘土’（图2），厚度几十厘米至10m，分布广泛，但在河床发育之处，普遍缺失。硬粘土中泥含量常达60%以上，含有大量网纹状、斑点状铁锰结核和钙结核；植物根系和淡水螺壳常见，并夹薄层粉沙，反映河床泛滥沉积；有时夹有沙粒充填的龟裂层，系枯水期地表裸露，气候干燥，风成作用所致^[6]。¹⁴C测年数据揭示，三角洲地区硬土层沉积年代一般>12 000aBP（表2）。

表2 中国大河三角洲与尼罗河、密西西比河和罗纳河（Rhone）三角洲晚第四纪地层¹⁴C年代

Tab. 2 Radiometric age of ¹⁴C, from various strata of China's late Quaternary deltas, as well as Nile, Mississippi and Rhone deltas

| 时代 | 沉积类型 | 钻孔号 | 深度(m) | ¹⁴ C年代(aBP) | 资料来源 |
|------|----------|---------------|-------|------------------------|-------------------------------------|
| 晚更新世 | 陆相粉沙质硬粘土 | 长江 D-1 (南汇) | ~25.0 | 15 050±650 | 李从先 ^[17] |
| | | 长江石岚三孔 | ~25.4 | 11 440±130 | 作者 ^[6] |
| | | 密西西比河 WLW-SUT | ~28.1 | 19 520±390 | 作者 ^[6] |
| | | 尼罗河 ND-34 | ~23.8 | 19 450±840 | 作者 ^[6] |
| | | 尼罗河 ND-34 | ~25.2 | 21 050±920 | 作者 ^[6] |
| 早全新世 | 海侵沙、粉沙 | 滦河勃中-12 | ? | 9 165±155 | 赵希涛 ^[20] |
| | | 长江启东 | ~36.2 | 8 320±170 | Liu ^[18] |
| | | 长江启东 | ~50.8 | 11 920± | Liu ^[18] |
| | | 长江启东 | ~31.0 | 10 100±160 | 孙顺才 ^[19] |
| | | 珠江 GK27 | ? | 9 380±400 | 黄镇国等 ^[9] |
| | | 韩江 HK26 | ~16.0 | 12 310±370 | 李平日等 ^[10] |
| | | 尼罗河 ND-7 | ~11 | 12 870±180 | Coutellier, Stanley ^[21] |
| 中全新世 | 前三角洲泥 | 珠江 D-6 | ~57.0 | 8 050±200 | 黄镇国等 ^[9] |
| | | 长江九里桥 | ~6.0 | 7 400±80 | 作者 ^[1] |
| | | 长江虹口 | ~20 | 7 330±280 | 作者 ^[1] |
| | | 尼罗河 ND-14 | ~13.5 | 7 440±370 | Stanley et al ^[15] |
| | | 尼罗河 ND-20 | ~42.0 | 7 360±90 | Stanley et al ^[15] |
| | | 罗纳河111 | ~16 | 8 200±70 | Oomkens ^[22] |

位于不同气候带的三角洲地区，硬粘土色调特征明显不一^[1,5,6,7,9,10]。在潮湿北亚热带的长江三角洲，硬粘土呈暗绿色，与密西西比三角洲相似；在湿润南亚热带的韩江和湿润



上：韩江三角洲，构造断块作用控制的沉降基底^[10]

下：长江三角洲，沉积物压实作用控制的沉降基底

剖面线 I - I'，II - II' 参见图 1。

图 3 韩江和长江三角洲河口附近的全新统底界特征

Fig. 3 Basal configuration of Holocene strata around delta estuary, showing 1) tectonic-affected subsiding base in the Han delta; 2) sediment-compacted subsiding base in the Yangtze delta. Traverses of I - I' and II - II' referring to Fig. 1

热带的珠江三角洲，以黄、红、白花斑色为特征；在湿润暖温带的黄河和滦河三角洲，以棕黄色和深灰褐色为主；在干旱亚热带的尼罗河三角洲，则以黄褐色为主，并含大量石膏^[6]。

随着全新世全球气候的转暖，海面逐渐上升^[13]，距今 10 000aBP，海面约为 -35m；至距今 7 000aBP 三角洲地区普遍受到海水的覆盖，发育了海侵层。海侵范围在各三角洲地区表现不一。长江三角洲古地形平缓，最大海侵范围较大，从现今海岸向陆延伸 80—100km^[1]；韩江三角洲最大海侵范围较小，为 40—50km^[10]。海侵层厚度一般 5—15m，向陆方向逐渐减小，并与河、湖沼相沉积交错过渡。海侵层主要由青灰色、灰色粉沙组成，波状交错层理发育，有孔虫组合反映当时沉积环境的水深为 5—10m^[4]。它与下伏沉积地层呈不整合接触。¹⁴C 测年表明，海侵层的沉积时代为 12 000—7 000aBP（表 2）。

此后，海面继续上升，但速度减慢，当河口区沉积速率超过海面上升速率时，全新世三角洲开始沉积^[3,6,7,9,10]，向海依次产生三角洲平原相、三角洲前缘相和前三角洲相。反映在垂向剖面上，三层结构明显，自下而上与由海向陆的沉积相变化一致。前三角洲相沉积物为

深灰色泥，层理不显，多生物扰动构造，富含有机碳（0.5%）和片状矿物，重矿物含量低，有孔虫组合反映水深大于10m的浅海沉积环境。三角洲前缘相沉积以细沙为主，重矿物含量较高，常见波状和槽状交错层理，有孔虫个体较小，以河口滨岸分子为主。三角洲平原相包括潮滩、沙滩、贝壳沙堤、潟湖、分枝河道、决口扇和淡水湖沼等，沉积物颗粒较细，以水平层理为主，含植物根茎，泥炭较多，并见有淡水贝壳和陆相介形虫等生物。

大量¹⁴C测年数据揭示，中国沿海大河全新世三角洲沉积底界的年代为距今7 000—8 000年。这与尼罗河和罗纳河三角洲的形成年代基本一致（表2），表明全球三角洲形成于中全新世，在年代上具可比性。当时正值海面速率减小，基面抬高，河流加积作用增强，全新世三角洲开始建造。

中国大河三角洲的全新世沉积厚度，以长江三角洲为冠，最大厚度达60m以上，其次为黄河三角洲40—50m，其余三角洲多为20—40m。大量地质调查和文献资料证实，它们皆位于河口沉积沉降中心，系为构造沉降和压实作用所致。例如，韩江三角洲河口区第四纪断块连续沉降，全新统最大厚度可达40余m；又如长江三角洲河口区巨厚的沉积物负载，导致全新统下陷幅度较大（图3），年平均沉降速率1—4mm/a^[14]。这与尼罗河和密西西比三角洲的沉降速率基本一致^[15,16]。

沉降作用引起了三角洲沿海地区海平面的相对上升，导致岸线受侵蚀，咸水入侵，土地沼泽化，以及河口排污能力降低等不利因素。另外，沉降还造成河口区地层严重变形，如长江口地区泥丘构造、地层上翘等现象十分普遍^[14]。这对河口区工程地质勘探、海底电缆和管道的铺设等影响重大。

3 三角洲发育的差异性

世界三角洲类型多种多样，结构复杂，可从形态、成因和沉积相等不同角度进行分类比较，体现各三角洲发育的独特性。中国大河三角洲发育的差异性，主要表现在各三角洲形态类型和沉积相组合等方面的差别，反映了各河口地区水流变化的不同特点。因而，根据河流、波浪和潮流作用的相对强度及其所形成的沙体组合特点，可将中国沿海大河三角洲分为潮流-河流型、河流型、波浪型和河流-波浪型。

3.1 潮流-河流型

潮流-河流型的代表为长江三角洲。它以巨大的、顺潮流流向分布的长形河口沙岛、水下沙坝群为特征（图1），并辅以两侧宽阔的泥坪，反映了潮汐作用的影响。与潮流型的巴布亚湾和湄公河三角洲相比，长江水下三角洲区潮流沙脊和潮汐通道不够发育，系为长江强大径流所携带的巨量泥沙堆积作用所致。三角洲前缘河口沙坝发育，呈雁形排列，向上变粗层序明显，以细沙为主，常见交错层理和冲刷面。三角洲底部泥质沉积中生物扰动构造痕迹普遍。三角洲平原相类型众多，包括河湖、沼泽、贝壳沙堤和泥坪等，沉积物颗粒较细，以水平层理为主。

3.2 河流型

河流型的代表为黄河三角洲。河口区分枝河道多，河口沙坝侧向连结呈席状沙，三角洲整体呈舌状或扇状（图1），反映河流作用为主。黄河泥沙丰富，径流输沙快，导致叉道淤积、泛滥和尾间河道决口频繁，新沙坝形成不久，就随着分枝河道的废弃而受改造，向三角洲

前缘席状沙体转换,故与密西西比河三角洲的鸟足状沙体分布格局不同。黄河三角洲沉积物较细,以粉沙质泥为主,水平纹层发育,季节性韵律明显,极细沙和粗粉沙含量小,交错层理多见于分枝河道和河口沙体。

3.3 波浪型

波浪型的代表为滦河三角洲。三角洲以弧型向海凸出,沙咀、潟湖、链状滨外沙坝发育,河口两侧风成沙丘连绵不断。这与尼罗河三角洲十分相似,反映了高能波浪和沿岸流作用。滦河三角洲形成于古冲积扇上,坡降较大,沉积物随径流入海后,就遭到波浪和沿岸流的强烈搬运,形成平行岸线分布的滩脊、沙坝及其伴生的潟湖沉积体系。沉积物颗粒较粗,沙级含量高,板状、波状和低角度交错层理发育。潟湖沉积中沙含量高(一般 $>20\%$),有机碳含量 $>0.5\%$,贝壳成层分布。

3.4 河流-波浪型

河流-波浪型的代表为韩江三角洲。三角洲明显受古地貌轮廓的控制,以竹篙山-象山岛丘为界,可分为两部分:岛丘后部的三角洲平原以决口扇、天然堤、洪泛洼地为主,反映了河流作用为主的构造型三角洲特点。沉积物以粉沙和泥质粉沙为主,分选性较差,泥炭和植物碎片含量较高,常见水平层理和爬生层理。岛丘向海一侧发育了沙堤-潟湖沉积体系,表明高能波浪和沿岸流的作用特点。沉积物颗粒较粗,波状和槽状层理发育。

应当指出,三角洲发育差异性还表现在各三角洲发育程度不一,如珠江三角洲发育的成熟度低。它由西江、北江和东江组合而成,各江泥沙来源多寡不均,三角洲地貌形态不规则。西江泥沙来源较多,河流三角洲基本成形,向海逐渐扩展;北江、东江来沙较少,三角洲发育缓慢,至今仍处在伶仃洋虎门以内,河口湾内潮流作用相对增强,脊、槽相间的潮成沙体发育。同时,珠江三角洲受全新世中期新构造抬升运动的强烈影响,河口湾水深较小,前三角洲泥与海侵沙不易区分,有时甚至缺失^[9](图2)。

晚第四纪以来,中国沿海大河三角洲都有着相似的发育过程,无论沉积旋回、基底构造和形成年代,还是垂向层序、物质分布和沉积环境等方面,都可以横向对比。这与世界其它三角洲的形成特点颇为一致,体现了全球三角洲发育的共同性。但由于各地自然地理条件的不同,所以国内外各三角洲的形态特征、沉积相组合类型和发育程度等方面有所差异。当前,世界各国都十分重视能源的勘探与开发,如许多储油层位于滩脊、沙坝和潮坪序列,它们可能就是三角洲层序的一部分。因此,深入开展我国沿海各种类型的三角洲研究,不仅会丰富三角洲发育的理论和加深对全球变化的认识,而且对煤、石油、天然气等矿产资源的勘探和国土规划都有深远的意义。

参 考 文 献

- 1 严钦尚, 许世远. 长江三角洲现代沉积研究. 上海: 华东师范大学出版社, 1987, 438.
- 2 许世远等. 长江三角洲沉积模式. 中国第四纪研究, 1985, 6 (2): 55-62.
- 3 许世远. 论长江三角洲发育的阶段性. 见: 海岸河口动力、地貌沉积过程论文集. 北京: 科学出版社, 1985, 20-34.
- 4 陈中原, 杨文达. 长江河口地区第四纪古地理古环境变迁. 地理学报, 1991, 46 (4): 436-447.
- 5 大港油田地质研究所等. 滦河冲积扇—三角洲沉积体系. 北京: 地质出版社, 1985, 164.
- 6 Chen Z. and Stanley D.J., Alluvial Stiff Muds (Late Pleistocene) Underlying the Lower Nile Delta Plain, Egypt: Petrology, Stratigraphy and Origin. *J. Coastal. Resear.* 1993, 9 (2): 539-576.
- 7 高善明等. 黄河三角洲形成和沉积环境. 北京: 科学出版社, 1989, 246.
- 8 叶青超. 黄河三角洲的地貌结构及发育模式. 地理学报, 1982, 37 (4): 349-363.
- 9 黄镇国等. 珠江三角洲. 广州: 科学普及出版社广州分社. 1982, 274.
- 10 李平日等. 韩江三角洲. 北京: 海洋出版社, 1987, 269.
- 11 孙汀平等. 中国沿岸海洋水文气象概况. 北京: 科学出版社, 1981, 159.
- 12 钱宁, 张仁, 周志德. 河床演变学. 北京: 科学出版社, 1987, 2.
- 13 杨怀仁, 谢志仁. 20, 000年以来中国东部沿海海面的变化. 海洋与湖沼, 1982 (15), 1-13.
- 14 Zhongyuan Chen and Danile Stanley, Yangtze delta, eastern China; 2. Late Quaternary subsidence and deformation. *Marine Geology*, 1993 (112), 13-21.
- 15 Stanley D. J. et al., Late Quaternary evolution of the northcentral Nile delta from Manzala to Burullus Lagoons, Egypt. *National Geogr. Resear. & Explor.*, 1992 (8), 22-51.
- 16 Penland, S. et al., Relative sea-level rise, delta plain development, subsidence, and wetland sedimentation in the Teche and Lafourche delta complexes; Terrebonne Parish region, Louisiana. *Coastal Geol. Bull.*, No. 2, Louisiana Geol. Survey, Baton Rouge, La., 1988 (2), 130.
- 17 李从先等. 长江三角洲南翼全新世地层和海侵. 科学通报. 1986 (21), 1650-11653.
- 18 Liu Kambiu, Environmental Change in the Yangtze River Delta since 12 000 years BP. *Quat. Resear.*, 1992 (38), 32-45.
- 19 孙顺才. 全新世长江三角洲沉积特征. 海洋学报, 1981, 3 (3): 15-30.
- 20 赵希涛. 中国东部20000年来的海平面变化. 海洋学报, 1979, 1 (2): 261-281.
- 21 Coutellier, V., and Stanley, D. J., Late Quaternary stratigraphy and Paleogeography of the eastern Nile delta, Egypt. *Marine Geology*, 1987 (77), 251-275.
- 22 Oomkens, E., Depositional sequences and sand distribution in the postglacial Rhone delta complex. In J. P. Morgen (Ed); deltaic sedimentation, modern and ancient. SEPM., special Publication No. 15, Tulsa, Oklanhoma, 1970, 186-198.

作 者 简 介

许世远, 男, 1938年生, 1962年研究生毕业于华东师范大学地理系, 教授, 博士生导师, 1984-1986美国 Rutgers 大学海岸和环境研究中心访问学者. 长期从事地貌与第四纪研究, 已发表论文50多篇, 著作3部。

SIMILARITY AND DISCREPANCY OF MAJOR DELTA PROCESSES. ON EASTERN COAST OF CHINA

Xu Shiyuan Chen Zhongyuan

(Department of Geography, East China Normal University, Shanghai, 200062)

Key words similarity, discrepancy, delta processes, eastern coast of China

Abstract

For the past over 15 years, active investigation was carried out, mainly using coring and sonar profiling, to study the sedimentological/geomorphologic processes of the major late Quaternary deltas, such as Ruan River delta, Yellow River delta, Yangtze River delta, Han River delta and Pearl River delta, distributed along the eastern coast of China. It is found that there obviously exist many respects of similarity and discrepancy in delta formation, reflecting that the late Quaternary delta processes influenced by eustasy, isostasy and climatic fluctuation are extensively comparable, even though different backgrounds of physiographic zonations along the eastern coast of China played an important role in affecting the delta development.

Similarity of late Quaternary delta processes includes: 1) the tectonic subsidence inducing delta depocenter shift in space and river channel migration, 2) late Pleistocene basal stiff muds, which reflect alluvial sedimentation during the lower stand of sea level, 3) Holocene transgressive sands which is progressively combined with the fluvial sediment landward, 4) mid to late Holocene delta sediment sequences, which are primarily composed of three sections, i. e. from bottom upward, the pro-delta, delta front and delta plain, 5) changes of coastal environmental facies which coincides with the vertical changes of the Holocene facies, and 6) Holocene delta initiation, which started from ~ 7 000 aBP, tested by many radiocarbon isotopes. These respects can be believed as worldwide as the research on Nile and Mississippi deltas were recently finished.

In addition to the above-mentioned similarities, it is evident that vital discrepancies exist in the delta construction, resulted from differential physiographic backgrounds, for instance the sediment input and hydrodynamic features around delta estuary. These features can be regarded as the direct factors in causing the dissimilar configuration of delta geomorphology, such as the fluvio-dominated type, fluvial-tide-dominated type and wave-dominated type. Sedimentary facies assemblages response to these types are distinct sand facies systems, i. e. the alluvial crevasse to sand bar system, tidal berm to sand shoal system and sand ridge to lagoon system. It is demonstrated that these delta sand facies systems are related to the oil-bearing unit in petroleum exploration.