

黄河三角洲的形成和演变

张惠¹, 颜世强¹, 刘桂仪²

(1. 吉林大学综合信息矿产预测研究所, 吉林 长春 130026; 2. 山东省鲁北水文地质工程地质勘察院, 山东德州 253012)

摘要 黄河每年有 $8 \times 10^8 \sim 10 \times 10^8$ t 泥沙进入河口地区。由于黄河的受水盆地浅, 区域上又位于构造强烈沉降区, 进入河口地区的泥沙约有 80% 淤积在陆上及滨海地区, 逐步形成了现代的黄河三角洲。通过 RS 与 GIS 综合对比和地质成因分析, 可揭示整个三角洲在河流动力和海洋动力综合作用下的快速淤进、蚀退, 河床抬高和尾闾改道等一系列演变, 其中又以海岸带的演变最为明显。近几年, 受黄河来水来沙量减少和人为加固堤坝等因素影响, 河口地区造陆速度减缓, 其他地区海岸带蚀退变慢, 河床进一步抬高, 整个三角洲基本处于淤蚀平衡状态。

关键词 黄河三角洲; 三角洲演变; 海岸带; 侵蚀; 冲淤

中图分类号: TV148+.1 文献标识码: A

黄河是我国的第二大河, 具有沙多水少和快淤快蚀等独特的演化特点。黄河每年挟带大量泥沙进入黄河河口地区。由于黄河受水盆地很浅, 河口水深仅几米到十几米, 使进入河口地区的泥沙大部分淤积在陆上及滨海地区, 从而逐渐沉积形成了黄河三角洲^[1]。整个黄河三角洲在河流动力和海洋动力的综合作用下, 快速地发生着淤进、蚀退、河床抬高和尾闾改道等一系列演变。黄河口以每年几十平方千米的速度生长, 而其他地区发生着大面积的蚀退, 这种不稳定性给三角洲地区的生态环境和工农业生产带来严重隐患^[2]。研究黄河三角洲的形成和演化趋势, 不仅对黄河三角洲可持续发展具有重要意义, 而且会为其他不稳定三角洲的研究提供实例。

1 三角洲概况

黄河三角洲分为古代三角洲和现代三角洲。历史上, 黄河分别在黄骅、苏北、利津、无棣和现在的东营等 5 个区域入海, 形成了不同时期的三角洲, 使得整个三角洲复合体逐步向海湾推进, 形成了复杂的黄河三角洲体系。从 1855 年 6 月黄河在铜厢决口再回流入渤海到现在的 100 多年里, 黄河在渤海湾南岸做小幅度的摆动迁移, 经过十多次改道, 形成了以宁海为冲积顶点, 北起套尔河, 南至支脉沟口, 面

积约 5400 km^2 , 海岸线长约 350 km 的扇形地区——现代黄河三角洲。该三角洲沉积物以粉沙为主, 孔隙度较高, 稳定性较差; 当前在河流动力、海洋动力和人为因素的作用下基本处于相对淤蚀平衡状态^[3]。其分布范围见图 1 (本文采用了 CCOP COASTPLAN 资助项目部分成果)。

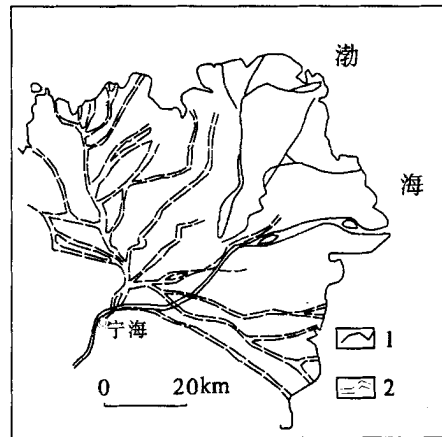


图 1 现代黄河三角洲分布图

1—1855—1934 年形成的亚三角洲 2—1934 年至今形成的亚三角洲

根据黄河三角洲的沉积动力学特点, 可以把黄河三角洲分为 3 个一级环境和 9 个二级环境 (表 1)。

* 收稿日期 2003-05-29; 修订日期 2003-09-25; 编辑 汪先起

作者简介 张惠 (1973-) 女, 山东平原人, 工程师, 主要从事数学地质研究工作。

其中一级环境中上三角洲平原和下三角洲平原之间以特大高潮线为界,而下三角洲平原与水下三角洲以低潮线为界。

表 1 黄河三角洲沉积环境分类

一级环境	二级环境
I 上三角洲	①河道(河床及边滩);②天然堤;③决口扇; ④泛滥平原
II 下三角洲	⑤潮滩(潮上、潮间)
III 水下三角洲	⑥三角洲前缘(河口沙坝,远端沙坝);⑦三 角洲侧缘;⑧分流间湾;⑨前三角洲 非三角洲作用浅海

2 黄河三角洲的发育条件

2.1 构造背景

地质构造运动在长时间上对三角洲的形成发育起着控制作用。黄河三角洲位于华北地台区济阳拗陷的东北部。济阳拗陷是中、新生代的一个大面积强烈沉降区,是周边被深断裂围限的负向构造单元,沉降幅度达 12 000 m。该沉降区中生代及以前的地层及构造均已为数千米的新生界所覆盖;当前区内仍分布多条活动断裂,仍在缓慢沉降。这种沉降运动为黄河三角洲的形成发育创造了构造条件。

2.2 泥沙来源

来沙量和水量的多少,决定着三角洲的淤积速度和程度,而河口水路的变更加大了泥沙的沉积量,有利于三角洲的形成和面积的扩大。黄河三角洲的泥沙主要来自于黄河,黄河泥沙 90% 来自黄土高原。黄河每年挟带 $8 \times 10^8 \sim 10 \times 10^8$ t 泥沙进入黄河河口地区。其中细颗粒(粒径小于 0.025 mm)的沙量约占 56.9%,粗颗粒的沙量约占 43.1%。汛期输沙以细颗粒为主,非汛期粗细颗粒的输沙量基本相等。进入河口地区的泥沙只有不到 20% 的沙量被输往海外,约 80% 淤积在陆上及滨海地区。黄河三角洲的形成有丰富的物质来源。

2.3 动力条件

黄河三角洲的形成是河流动力与海洋动力共同作用的结果。河流动力不仅为三角洲提供丰富沙源,而且河道、河口、尾间和河床的变化使泥沙沉积范围扩大,沉积速度加快,促进了三角洲的发育。海洋动力对黄河三角洲表现为强烈的冲刷、侵蚀和再沉积,总体上海洋动力作用越大越不利于三角洲的

形成。黄河口处很少受台风影响,波浪以风浪为主,其出现频率在 90% 以上。受季节性影响,南风多发生在夏季,风浪出现频率较高,达 28.7%,但受莱洲湾限制,浪级较小。大浪多发生在冬季,以北向波长最大,可达 3.6 m,出现频率为 11.3%。黄河口潮波类型和水位变化较复杂,潮差一般在 0.22 ~ 2 m 之间,潮流流速在 0.4 ~ 1.60 m/s 之间,在黄河附近最大潮流达 1.40 m/s 以上。由于流速大且往复运动,对黄河泥沙入海方向和强度影响较大。总体讲,黄河口的波浪、潮波和潮流不是很强,只将不到入海沙量的 20% 带到深海,这使大部分沉积物得以保存,有利于黄河三角洲的发育。

2.4 受水盆地

黄河的受水盆地是渤海的渤海湾和莱洲湾,是半封闭的内陆海。其坡降小,在黄河口附近水深只有几米到十几米,一般小于 20 m。黄河入海泥沙大至淤积在 15 m 水深以内,相当于距海岸 20 km 范围。这种平坦的海底地形和较浅的水深有利于黄河来沙沉积形成三角洲。

3 三角洲海岸带演变

黄河三角洲的变化主要受河流动力和海流动力共同作用影响,近年人为因素也起一定作用。黄河三角洲的演化主要表现在海岸带的演化上,因此可以用海岸带的演化来说明黄河三角洲的演化。利用遥感资料,采用 RS 和 GIS 集成技术,运用影像数据校正、增强处理和目视解译等方法,并结合实际踏勘和综合分析对黄河三角洲海岸带演变进行研究,确认有以下演化规律。

3.1 三角洲变迁

自 1855 年黄河改道流经现代黄河三角洲以来,黄河在渤海湾南岸做过小幅度的摆动迁移。每一次摆动都形成一个新的三角洲叶瓣。各个叶瓣相互叠加,其前缘连接起来即形成三角洲海岸。由于三角洲顶点的下移,使整个三角洲整体向海方向移动,致使三角洲海岸线也不断向海移动(图 2)。

黄河三角洲海岸线的演变取决于黄河流路的位置及海洋动力的输沙作用。一般而言,在流路行水年限内的河口海岸线是逐年增长、向外延深,而当流路改道后,原来流路河口则发生蚀退。在同一流路不同时期的河口海岸线,来沙量大时淤积,来沙量大量减少时也可以有局部时段的蚀退。从遥感图像分

析 近年来,黄河三角洲海岸线有增长的趋势,但不是很快,说明黄河三角洲在天然情况下淤积和侵蚀处在动态平衡中。人工建造海堤之后,有利于造陆速率的提高,但受黄河断流天数增加和来水来沙量减少的影响,现今三角洲大体处于动态平衡中。

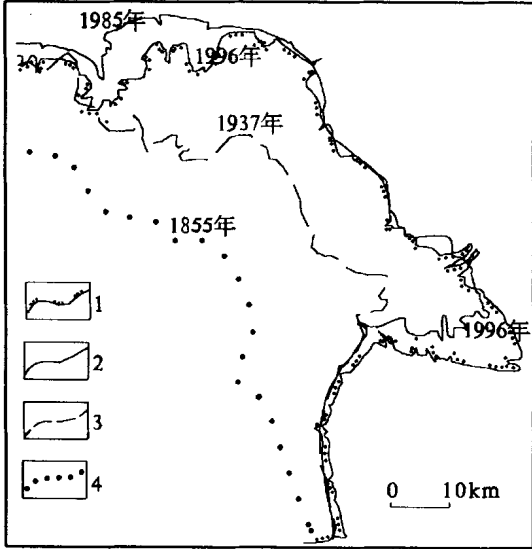


图2 黄河三角洲海岸线演变图

1—1996年海岸线 2—1985年海岸线 3—1937年海岸线 4—1855年海岸线

黄河三角洲是由流路的摆动推进而成的,其地形、地质条件与黄河河口演变相关。每个流路形成一个新生三角洲,黄河三角洲是由多个三角洲叠加而成。其现有三角洲地面地形是由最后一次流路留下的河床和滩地组成,即主要是钓口河流路、神仙沟流路和清水沟流路留下的地形。每个流路相应的三角洲是由突向海滨的沙嘴呈舌状堆积体逐步发育而成,而每个流路在演化过程中还会出现更小的摆动,最后才平衡下来。

3.2 河口地区海岸带演化

清水沟流路是现在黄河入海口,在河流动力与海洋动力共同作用下,其沙嘴发生着剧烈的变化。河道改道初期,沉积造陆较快,在沙嘴突出后,造陆速率变小。而且此种变化与黄河来水的含沙量有关,含沙量大时,沙嘴延伸长度大,相反则小,甚至发生蚀退。总体上清水沟流路的沙嘴变化剧烈,变化幅度较大。就整个岸线变化看,可初步认定沙嘴变化存在短期幅度大,长期幅度小的规律:年间变化幅度大,一年沙嘴淤进、蚀退最高可达5km;而长系

列年变化幅度小,平均每年淤进1km左右。其总体趋势是沙嘴随淤进而逐渐向海延伸(图3)。

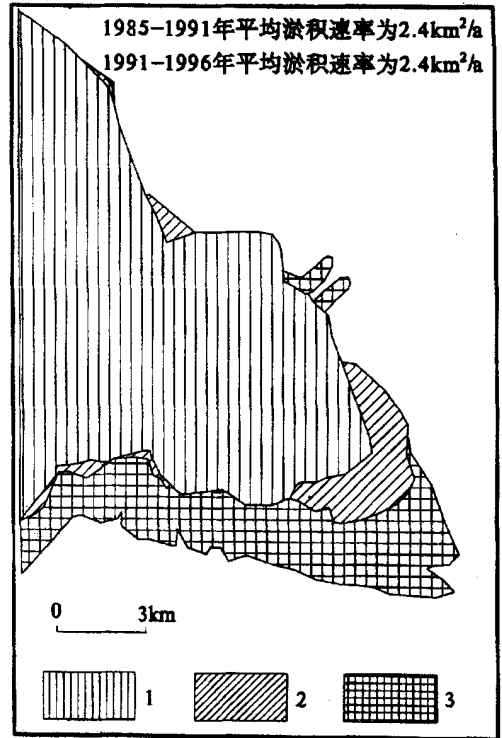


图3 河口地区淤积变化图

1—1985年淤积区 2—1991年淤积区 3—1996年淤积区

3.3 钓口河地区海岸带变化

自黄河改道以来,钓口河地区海岸带一直处在蚀退状态,初期蚀退较快,后期逐渐减缓,直至达到暂时平衡状态,但近年来在人为因素的干扰下,沙嘴与海岸带的平衡被破坏,海岸呈淤积延伸状态,这与行水流路不同,均是平行延伸。

3.4 黄河港地区海岸带变化

在建立黄河港以前,此区域海岸带处于整体蚀退状态,且蚀退较快;建立海港后,蚀退变慢。近几年,人们为了保护海港,加快了海岸堤防及防沙坝的建设,在这些人为因素的干扰下,此区域海岸带基本没有发生大的变化(图4)。

3.5 水下三角洲形态演化

水下三角洲平原形态是随河口扇形向海淤进,当前的河口,其水下三角洲已进入深水水域,以大比降向前整体推进;但改道前的水下三角洲,现在则呈整体蚀退状态。目前,整个黄河三角洲是处于总体动态平衡状态。

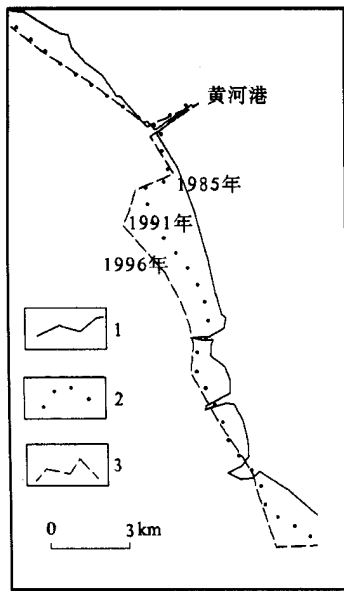


图 4 黄河港地区海岸线变化

1—1985 年海岸线 2—1991 年海岸线 3—1996 年海岸线

4 三角洲海岸带变迁预测

河口三角洲岸线发生淤进、蚀退等现象具有普遍性。由于黄河三角洲泥沙来源特别丰富,且以粉沙为主,三角洲岸线变化很快、很频繁。

4.1 变迁主要规律

行河三角洲一般以淤进造陆为主,个别年份来

沙量少时也出现造陆负增长;不行河旧三角洲以蚀退为主,但在人为干扰下,也可以不发生蚀退。钓口河流路外海动力输沙能力要比现在清水沟输沙能力强,淤进较慢,蚀退较快,有利于防洪。从造陆面积时序变化看,一般在改道初期的几年造陆速率大,后期造陆速度有逐年减少的趋势。当前黄河三角洲处于冲淤平衡状态。

4.2 总体趋势预测

黄河三角洲是一河控三角洲,加上水少沙多,沙质颗粒较细,在行水河口区域易淤积生长,在其他沿海地区易被侵蚀后退,从而会呈现同一三角洲区域内淤进蚀退并存的演变特征。近年来,受黄河断流来水来沙量减少和人为因素影响,黄河河道相对稳定,海岸蚀退速率降低,整个三角洲已处于冲淤平衡状态。近期三角洲面积不会出现大的增长或蚀退;但河床变化总趋势是向继续淤积、抬高方向发展,这将使河口段防汛形势更加严峻。

参考文献:

- [1] 何庆成,段永侯,张进德,等.黄河三角洲海岸带综合管理——从地质角度展望 21 世纪[M].北京:海洋出版社,1999,70-75.
- [2] 李福林,庞家珍,姜明星.黄河三角洲海岸线变化及其环境地质效应[J].海洋地质与第四纪地质,2000,20(4):17-21.
- [3] 刘曙光,李从先,丁坚,等.黄河三角洲整体冲淤平衡及其地质意义[J].海洋地质与第四纪地质,2001,21(4):13-17.

Form and Evolution of Huanghe River Delta

ZHANG Hui¹, YAN Shi-qiang¹, LIU Gui-yi²

(1. Synthetic Information Mineral Prediction Institute of Jilin University, Jilin Changchun 130026, China; 2. Lubei Geo-engineering Institute, Shandong Dezhou 253012, China)

Abstract $3 \times 10^8 \sim 10^9$ t sand enters into Huanghe river mouth every year. Due to its shallow intaking basin, and its location in strong descending area, 80% sand which entered into river mouth will fill in land and coastal area, then present Huanghe river delta is formed. Through synthetic contrast and geological origin analysis by using RS and GIS method, rapid filling and retrogradation, bed accretion and terminal river diverting are exposed in this paper. In recent few years, effected by decreasing of water and sand amount and firming of dam, land-forming speed in river mouth area is slow, retrogradation became slowly, bed accretion is lifting, and the whole delta area is in a balance condition of filling and retrogradation.

Key words Huanghe river delta; evolution of delta area; coastal belt; erosion; filling