

# 黄河三角洲清水沟流路叶瓣体演化

邓声贵,李广雪,杨荣民

(中国海洋大学 海洋地球科学学院,山东 青岛 266003)

**摘要:**根据历年卫星遥感资料和水深资料,对黄河三角洲清水沟流路叶瓣体演化和海底冲淤演化进行研究。结果表明,清水沟流路形成初期河口三角洲快速堆积,淤积中心厚度 14 m,1984 年后河口三角洲淤积速度变缓,河口沙咀在波浪、潮流及科氏力作用下变得细长,并逐渐南偏,莱州湾内出现大面积的淤积,1996 年黄河口人工改道后,在新河口处形成淤积中心,厚度 4.5 m。废弃三角洲遭受冲刷,原淤积中心成为冲刷中心。

**关键词:**黄河三角洲;岸线变化;海底冲淤

**中图分类号:** P737.23

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-3096(2006)12-0032-05

海岸带、三角洲是全球经济最发达的地区,也是地球环境动力系统最复杂、地表生态系统最脆弱的地带。海岸线的变化与全球变化关系紧密<sup>[1]</sup>,因而一直备受关注,国内外学者对各自国家的海岸线历史均有研究<sup>[2,3]</sup>。中国自 20 世纪 50 年代末期以来多数沙岸、泥岸或珊瑚礁海岸由淤进或稳定转为侵蚀,岸线后退<sup>[4]</sup>。黄河口是为数不多的岸线向海淤进的地区,岸线不断变化。根据钻孔和古地磁等资料,杨怀仁等<sup>[5]</sup>研究了第四纪以来黄河三角洲的岸线变迁,李福林等<sup>[6]</sup>研究了 1855 年来黄河三角洲海岸线的整体变化。

黄河三角洲海岸线的变化是由河口改道和泥沙的输运引起的。黄河自 1855 年夺大清河入渤海以来,大的改道有十余次,导致了岸线的突变;黄河携带的巨量泥沙在河口处堆积,河口沙咀向外延伸,导致了岸线的渐变。

作者利用历史水深资料和最新的遥感资料,研究 20 世纪 60 年代末以来黄河三角洲南部海岸线的变化,并分析河口及其南部海底的冲淤变化。

## 1 研究区概况

研究区位于莱州湾西部、现代黄河三角洲的南侧(图 1)。研究区冬季受寒潮影响较大,气候比较寒冷,夏季比较炎热,具有显著的大陆性气候特征。年平均气压为 1011.1~1016.5 hPa,多年平均气温 11.9~

12.6。年平均风速为 4.0 m/s,春季风速较大,强风向为 NE,最大风速为 22 m/s。莱州湾的波浪主要受季风控制,全海区的波浪以风浪为主,其出现频率在 80%以上。由于受地形影响,海域的波浪主要是由偏东风引起的 NE-SE 向浪。强浪向为 NE 向,常浪向亦是 NE 向。北向风也能引起较大的浪,N-NNE 的最大波高接近强浪向的最大波高,但出现频率比 NE 向小得多。

莱州湾属于不正规的混合半日潮海区。莱州湾的潮汐主要受黄河口外半日无潮点的影响,也受渤海海峡日潮无潮点的影响。莱州湾海区的潮汐日不等为高潮不等,日潮不等随日月赤纬的变化明显。现在黄河口附近为强流区,从黄河口向东、向湾内流速逐渐减小,一般是涨潮流速稍小于落潮流速<sup>[7]</sup>。

## 2 资料与方法

作者使用 1968、1976、1984、1991、1996 年和 1999 年的历史水深测量资料进行对比,研究区域内海底的变化。水深测量采用的测深仪型号为 SDH-13A

收稿日期:2006-07-10;修回日期:2006-09-14

基金项目:国家 973 计划资助项目(2002CB412408)

作者简介:邓声贵(1974-),男,云南镇雄人,讲师,博士,主要从事海洋地质研究,电话:13789869372, E-mail: dengsg@ouc.edu.cn

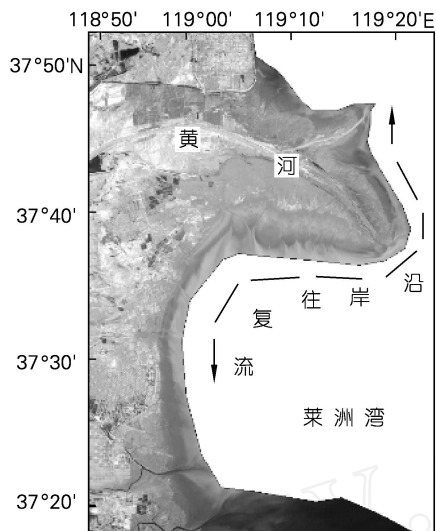


图1 研究区位置

Fig.1 Location of research area

和 LX-16, 频率为 50 ~ 100 Hz, 测量深度 0.5 ~ 200 m, 误差 < 10 cm, 测深资料均进行了潮汐校正; 定位仪型号为微波 UHF-537 和 DelNorte-5012D GPS, 定位精度为 0.5 ~ 2 m。另外, 利用 1976、1985、1990、1996、2001 年的 LANDSAT 卫星遥感资料, 对高潮线岸线进行识别, 用于海岸变化对比。2001 年卫星过境时高潮线实测资料与遥感影像对比, 用以精确确定 2001 年遥感资料高潮线, 其余年份则以 2001 年为标准校正。把高潮线岸线变化与水深变化相叠加, 能清楚地表现海底冲淤演化与海岸线进退的关系。本次工作未收集到 1984、1991、1999 年的卫星遥感资料, 分别以 1985、1990 和 2001 年资料代替, 由于时间仅相差 1 ~ 2 a, 而且这期间没有发生大的事件, 所以岸线的差异不明显, 基本可以代表水深测量年份的岸线。为作图方便, 图中坐标均采用高斯-克吕格 6 度带投影(第 20 带)。

### 3 结果分析与讨论

#### 3.1 黄河三角洲南部岸线的变化

如图 2 所示, 河口三角洲在向海淤进的同时, 逐渐南偏, 而且河口沙咀越来越细长, 这主要是受波浪、潮流和科氏力长期作用的结果。三角洲南部岸线总的来说遭受侵蚀, 岸线后退, 但近期冲淤接近平衡, 变化已不大。1996 年人工改道后形成的沙咀明显比改道前小, 主要与黄河水沙来量减少有关。

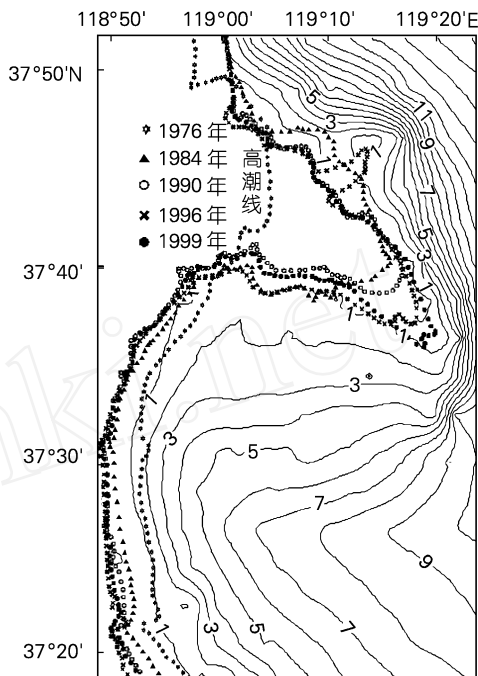


图2 黄河三角洲南部岸线变化及 1999 年水深等值线

Fig.2 Variation of shoreline and isobath contour of 1999 in the southern Yellow River delta

#### 3.2 海底冲淤演化

3 次大的事件决定了本研究区内岸线的变化: 1976 年 5 月黄河改道清水沟流路入本海区; 1990 年后黄河断流天数加大, 来水来沙大量减少; 1996 年 6 月黄河人工改道。

##### 3.2.1 1968 ~ 1976 年黄河改道清水沟流路以前

黄河于 1976 年 5 月改道清水沟流路, 1976 年 12 月地形测量与 1968 年对比表明, 河口附近发生淤积, 淤积中心厚度为 5 m。淤积中心处于 1976 年岸线附近, 离岸方向淤积厚度逐渐变小(图 3)。总的来看, 1968 年到 1976 年间, 除了河口附近的区域, 南部岸线遭受侵蚀。

##### 3.2.2 1976 ~ 1984 年黄河河口扇型展开阶段

清水沟流路形成初期, 在高潮线和低低潮线之间, 主河道两侧出现大片漫流区, 片状水流向两侧扩散, 使河口三角洲洲面在较大范围内展开, 黄河口附近快速淤积, 岸线前进 10 多公里, 淤积中心厚度为 14 m, 淤积中心处于 1990 年岸线附近, 堆积体呈椭圆形, 长轴平行等深线(图 4)。反映入海泥沙受潮流控制, 河口切变锋<sup>[8,9]</sup>是黄河入海悬浮泥沙在河口快速堆积作用的主要因素之一。

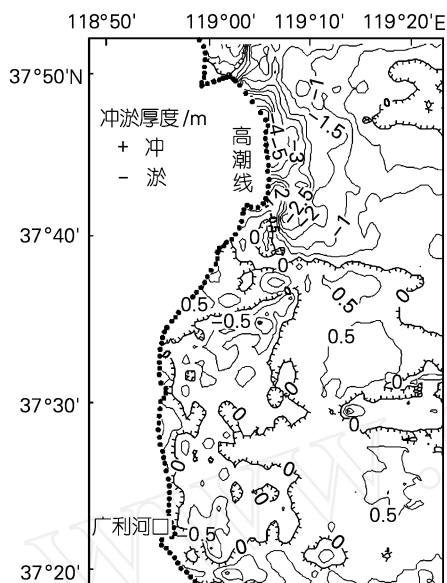


图3 1968~1976年冲淤变化

Fig. 3 Evolution of erosion and accumulation from 1968 to 1976

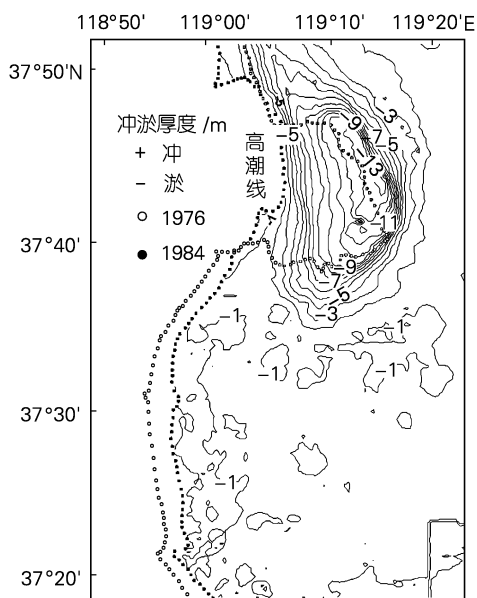


图4 1976~1984年冲淤变化

Fig. 4 Evolution of erosion and accumulation from 1976 to 1984

### 3.2.3 1984~1990年沙咀变细

清水沟经单一顺直阶段后,入海水流归股,河道摆动范围缩小,河口沙咀外延,沙咀两侧受波浪和潮流作用遭受侵蚀,沙咀变得细长。这一时段黄河来水来沙丰欠交替,河口向外突出的不多。淤积中心厚度10 m,淤积中心向南扩散的范围明显比向北大(图5)。黄河三角洲前缘一方面接受泥沙沉积,另一方面占入海泥沙30%~40%的悬浮物以异重流和异轻流的形式经三角洲前缘向前三角洲和深水海区扩散<sup>[10,11]</sup>。

### 3.2.4 1990~1996年黄河泥沙供应不足

1990年以后黄河由于受到人类活动影响,水沙来量大大降低,尤其是1996年6月以后,黄河口人工改道北部后,黄河入海泥沙对南部的影响降低。图6是1990到1996年冲淤变化,这段时间黄河入海泥沙 $29.24 \times 10^8$  t,黄河口外淤积厚度达到9 m以上,由于此时河口向外已经突出30多 km,大量入海泥沙受涨潮流作用向莱洲湾扩散,湾内发生大面积淤积(图6)。河口沙咀明显向南偏转。

### 3.2.5 1996~1999年废弃河口冲刷阶段

1996~1999年间黄河口摆到北部,口门外冲刷,河口岸线后退。原来的淤积中心成为冲刷中心,进入废弃三角洲的冲刷夷平期<sup>[12]</sup>(图7),底辟容易在这个区域出现<sup>[13]</sup>。南部岸线冲淤基本平衡,岸线保持不变。新形成的河口出现淤积中心,淤积厚度4.5 m。新的河口沙咀细小,淤积的面积也较小。

### 3.2.6 1968~1999年整体变化

1968~1999年间研究区整体呈淤积状态,口门附近淤积厚度大,两侧逐渐减小(图8)。

## 3.3 影响海底冲淤的主要因素

### 3.3.1 黄河来水来沙量

与钓口流路和神仙沟流路相比,清水沟流路的年平均径流量和年均输沙量较少,入海洪峰次数较少,入海悬移质沙量减少,粗颗粒泥沙比例增大<sup>[14]</sup>。黄河河口附近受水沙来量影响很大,冬、春季及黄河断流期间,入海口淤积缓慢甚至处于侵蚀状态,洪水季节河口则迅速淤积。改道清水沟流路初期河口三角洲的迅速淤积,后期由于黄河断流,水沙来量减少,淤积速度减慢。尤其是1996年人工改道后形成的河口三角洲,向海淤积更慢。

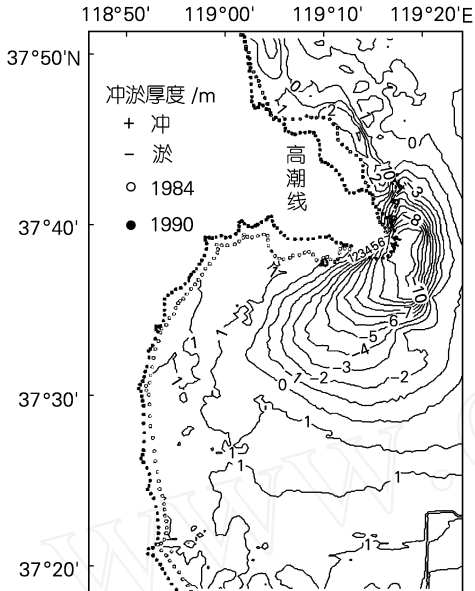


图5 1984~1990年冲淤变化

Fig. 5 Evolution of erosion and accumulation from 1984 to 1990

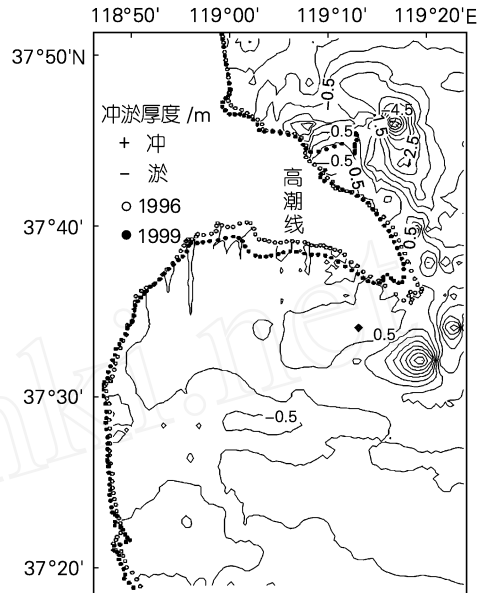


图7 1996~1999年冲淤变化

Fig. 7 Evolution of erosion and accumulation from 1996 to 1999

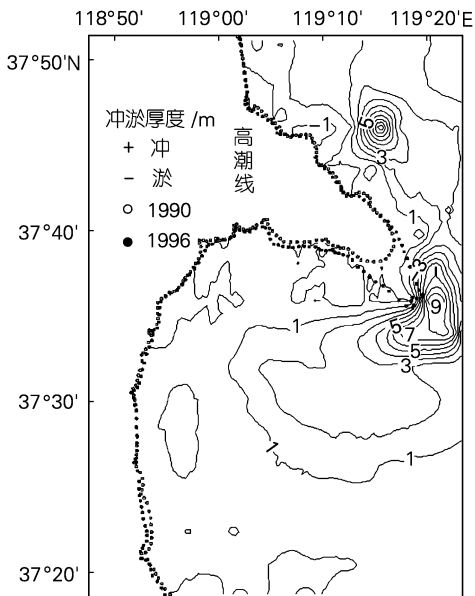


图6 1990~1996年冲淤变化

Fig. 6 Evolution of erosion and accumulation from 1990 to 1996

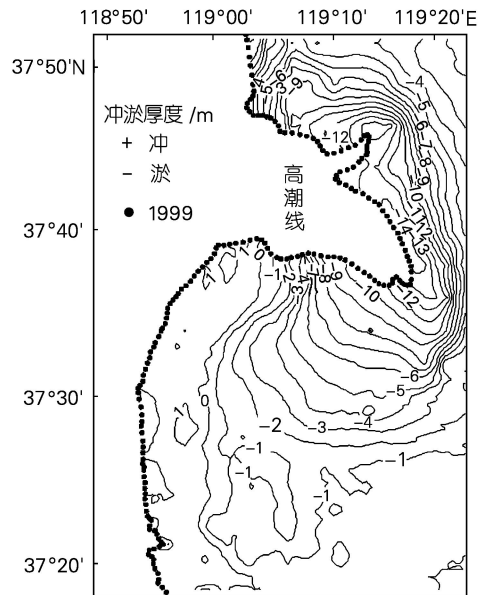


图8 1968~1999年冲淤变化

Fig. 8 Evolution of erosion and accumulation from 1968 to 1999

### 3.3.2 潮汐及余流

河口滨海区中潮位时潮流流速最大,一般情况下,涨潮历时小于落潮历时,涨潮流大于落潮流,并且具有沿等深线往复流动的特点。随着河口沙咀向海区凸出,在三角洲前缘最大坡度带辐聚形成强流带,涨潮流强流中心在河口沙咀北端,落潮流强流中心在河口沙咀南端。强流带的形成,使得入海泥沙向河口两侧运动的距离加大。由于潮流是周期性的往复流,对泥沙的搬运距离是有限度的。各冲淤变化图中均可见到淤积区是以河口为中心的椭圆状区域,其南部远大于北部。余流的量级远小于潮流,但它能造成质点净运移,是细粒级远距离搬运的主要动力。

### 3.3.3 波浪及沿岸流

波浪是海岸地区引起泥沙起动和运动的最主要因素。黄河口地区以风浪为主,常强浪向为东北向,它形成的沿岸流使泥沙向三角洲南部莱州湾内搬运。波浪和潮流的共同作用使三角洲南部莱州湾内形成大面积淤积(图6),也使河口沙咀变得细长(图5)。

### 3.3.4 海平面相对升降

海平面的相对升降对海岸的侵蚀有重要影响<sup>[15]</sup>。现代海岸三角洲下沉是普遍的现象。黄河三角洲在构造下沉、沉积物的均衡下沉和压实下沉、全球海平面上升作用下,海平面是相对上升的。海平面上升造成黄河三角洲除河口外整体岸线后退(图2),海岸受到侵蚀。

## 4 结论

清水沟流路形成初期河口三角洲快速堆积,淤积中心厚度14 m,三角洲南部遭受侵蚀,岸线后退。

1984年后河口三角洲淤积速度变缓,河口沙咀在波浪、潮流及科氏力作用下变得细长,并逐渐南偏,莱州湾内出现大面积的淤积,南部岸线后退减缓。

1996年黄河口人工改道后,在新河口处形成淤积中心,厚度4.5 m。废弃三角洲遭受冲刷,原淤积中心成为冲刷中心。南部岸线冲淤基本平衡,岸线保持不变。

黄河水沙来量、海洋动力(波浪、潮流)及海平面相对上升是造成研究区海底冲淤变化的主要因素。

### 参考文献:

- [1] 朱大奎,鹿化煜. 全球变化与海岸研究[J]. 海洋通报, 1995, 14(1): 74-80.
- [2] Sanderson P G, Eliot I, Hegge B, et al. Regional variation of coastal morphology in southwestern Australia: a synthesis [J]. *Geomorphology*, 2000, 34: 73-88.
- [3] 姜梅,夏东兴. 6000年来我国低平海岸线的冲淤变化及其对海岸带开发的影响[J]. 黄渤海海洋, 2001, 19(1): 32-37.
- [4] 夏东兴,王文海,武桂秋,等. 中国海岸侵蚀述要[J]. 地理学报, 1993, 48(5): 468-476.
- [5] 杨怀仁,王建. 黄河三角洲地区第四纪海进与岸线变迁[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1990, 10(3): 1-14.
- [6] 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.
- [7] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志第三分册. [M]北京:海洋出版社, 1991.
- [8] 李广雪,成国栋,魏合龙,等. 现代黄河口区流场切变带[J]. 科学通报, 1990, 39(10): 628-632.
- [9] Li Guangxue, Tang Zuosheng, Yue Shuhong, et al. Sedimentation in the shear front off the Yellow River mouth[J]. *Continental Shelf Research*, 2001, 21: 607-625.
- [10] 李广雪. 黄河入海泥沙扩散与河海相互作用[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1999, 19(3): 1-10.
- [11] Li Guangxue, Wei Helong, Yue Shuhong, et al. Sedimentation in the Yellow River delta, part 1: suspended dispersal and deposition on the subaqueous delta[J]. *Marine Geology*, 1998, 149: 113-131.
- [12] 刘勇,李广雪,邓声贵,等. 黄河废弃三角洲海底冲淤演变规律研究[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2002, 22(3): 27-34.
- [13] 李广雪,庄克琳,姜玉池. 黄河三角洲沉积体的工程不稳定性[J]. 海洋地质与第四纪地质, 2000, 20(2): 21-26.
- [14] 李福林,庞家珍,姜明星,等. 黄河清水沟流路水沙组合和河口三角洲发育的宏观特性[J]. 海洋学报, 2001, 23(1): 52-59.
- [15] 尹延鸿,刘宪启. 影响黄河三角洲海岸带冲淤速率的因素[J]. 海洋地质动态, 2000, 16(4): 1-4.

(下转第42页)

## Evolution of Qingshuigou lobe of Yellow River delta

DEN G Sheng-gui ,LI Guang-xue ,YANG Rong-min

(College of Geo-marine Science ,Ocean University of China , Qingdao 266003 ,China)

**Received** Jul. ,10 ,2006

**Key words** : Yellow River delta ; evolution of coastline ; accumulation and erosion of seabed

**Abstract** : Based on landsat scanning images and historical bathymetries , the evolution of Qingshuigou lobe , erosion and accumulation in the southern part of Yellow River delta have been studied. The results show that the Yellow River mouth accumulated quickly in the early days of Qingshuigou course , and there are deposits of 14 m sediments in the accumulate center. The accumulative speed of the mouth has slowed down after 1984 , and the mouth is elongated and turned south by the combine force of wave , tidal current and K. Qingshuigou course was artificially changed in 1996 , and formed a new mouth and an accumulative center in the new mouth. The sediments of the center are 4.5m high. The abandoned mouth undergoes a process of erosion and the former accumulative center becomes an erosion center.

(本文编辑 :谭雪静)