

文章编号: 1000-0690(1999)05-0442-04

# GIS 支持下的黄河口近期淤、蚀动态研究

赵庚星<sup>1</sup>, 张万清<sup>1</sup>, 李玉环<sup>1</sup>, 陈乐增<sup>2</sup>

(1. 山东农业大学资源与环境学院, 山东 泰安 271018; 2. 山东省莒县土地管理局, 山东 莒县 276500)

**摘要:** 以遥感和地理信息系统(GIS)技术研究了黄河口 1986 年 5 月至 1996 年 10 月淤积与侵蚀面积的变化及其空间动态。结果显示: 黄河口 1990 年 1 月以前以淤积为主, 而 1990 年 1 月以后则以侵蚀为主, 河口向渤海推进的速率也呈明显降低的趋势。侵蚀主要发生于河口北部和西南部, 淤积的主要部位是河口嘴部及其南部。

**关键词:** GIS; 黄河口; 淤积; 侵蚀

中图分类号: P208/TV148 文献标识码: A

黄河以泥沙含量高而著称于世, 含沙量高达  $36 \text{ kg/m}^3$ <sup>[1]</sup>。自从 1855 年铜瓦厢决口夺大清河道注入渤海, 行水百余年后, 尾间河道改道十余次, 形成了现今由 10 个三角洲舌体组成的黄河三角洲<sup>[2-4]</sup>。现河道是 1976 年 5 月由清水沟入海, 至今已行水 22 a。一般认为, 黄河三角洲每年造陆速率达 20 余  $\text{km}^2$ <sup>[5-7]</sup>, 但是, 在黄河三角洲的形成和发育过程中也遭受着海洋潮流的侵蚀, 造成陆地面积减少。由此可见, 黄河三角洲是黄河泥沙淤积与海洋潮流侵蚀相互作用的结果。本文采用遥感和地理信息系统(GIS)技术, 研究了黄河口 1986 年 5 月至 1996 年 10 月十余年间的淤积与侵蚀面积变化及其空间动态, 旨在准确掌握黄河口淤、蚀动态变化及趋势, 为长期监测打下基础。

## 1 供试资料与监测范围

为了保证研究结果准确可靠, 全部采用不同时相的黄河口卫星图像资料(表 1), 以目视解译方法获得各时相黄河口岸线图。通过岸线变化的对比分析, 确定的研究监测范围为: 以黄河故道与现河道交汇处为顶点, 北部以黄河大坝为界, 南部以垦东水库西至垦利县养虾池、小岛河, 形成一个小的扇形区域, 总面积  $1106.86 \text{ km}^2$  (1996.10), 从入海口至最北端约 48 km, 至最南端约 33 km。

表 1 研究中采用的卫星遥感资料

Table 1 The satellite remote sensing data used in research

时 相	类 型	比 例 尺
1986.05	Landsat TM	1:50000
1988.12	Landsat TM	1:50000
1990.01	SPOT HRV	1:50000
1995.03	Landsat TM	1:100000
1996.10	Landsat TM	1:100000

## 2 监测方法

水陆界线在卫星像片上有较清晰的反映, 首先以目视解译方法获得了黄河口各时相的岸线解译图, 采用 PC ARC/INFO GIS 软件, 将各时相黄河口目视解译图手扶数字化输入, 不同时相图赋不同的用户标识码( USER-ID), 以便显示识别, 将图面数字化仪坐标转换为统一的实地方里网坐标, 经编辑处理形成黄河口图形库。在 ARC/INFO 支持下将不同时相的解译图按确定的图幅控制点(TIC 点)进行准确叠加, 通过分析显示其空间变化图并从其属性库中自动统计出各时期的淤积和侵蚀面积<sup>[8]</sup>。

## 3 结果分析

### 3.1 黄河口淤、蚀面积变化分析

#### 3.1.1 研究区域总面积变化分析

表 2 为 1986 年 5 月至 1996 年 10 月 5 个时相

收稿日期: 1998-04-22; 修订日期: 1999-04-10

基金项目: 山东省教委资助项目。

作者简介: 赵庚星(1964-), 男, 副教授, 主要从事土地资源、遥感的教学与研究工作。

表 2 1986 年~ 1996 年黄河口总面积变化

Table 2 The change of total areas of Yellow River mouth from 1986 to 1996

年 份	1986- 05	1988- 12	1990- 01	1995- 03	1996- 10
总面积(km <sup>2</sup> )	1027.92	1082.02	1119.43	1098.27	1106.86

的黄河口总面积。可以看出,从 1986 年 5 月至 1996 年 10 月十余年间,总面积总体上是增加的,但并非每年递增。以 1990 年 1 月分为前后两个阶段,前段总面积为显著增加,增长了 91.51 km<sup>2</sup>,而后段总面积却减少了 21.16 km<sup>2</sup>,从 1995 年 3 月至 1996 年 10 月,总面积有所增加,但仍未达到 1990 年 1 月的总面积水平。

### 3.1.2 黄河口不同时段淤、蚀面积变化分析

从各不同时段黄河口面积的增减变化情况分析(表 3,图 1,此面积为淤蚀陆地面积,不含其中黄河本身水域面积),可以看出:①从 1986 年 5 月至 1996 年 10 月的 10a 5 个月中,黄河淤积造陆面积是 95.14 km<sup>2</sup>,而被侵蚀面积是 26.44 km<sup>2</sup>,净增加面积为 68.70 km<sup>2</sup>,平均年净增 6.59 km<sup>2</sup>;②从各时段淤积面积变化情况看,以 1988 年 12 月至 1990 年 1 月时段淤积面积最大,平均 44.58 km<sup>2</sup>/a,其次是 1986 年 5 月至 1988 年 12 月时段和 1995 年 3 月至 1996 年 10 月时段,分别为 26.46 km<sup>2</sup>/a 和 21.56 km<sup>2</sup>/a,1990 年 1 月至 1995 年 3 月时段最小,为 7.56 km<sup>2</sup>;③从各时段侵蚀面积变化分析,以 1995 年 3 月至 1996 年 10 月时段最多,达 17.72 km<sup>2</sup>/a,其它时段相差不大;④不同时段净增减面积差异较大,1990 年 1 月以前面积为净增加,平均 24.93 km<sup>2</sup>/a,而 1990 年 1 月以后面积转为净减少,平均年递减 2.40 km<sup>2</sup>。也就是说,黄河口 1990 年 1 月以前以淤积为主,净面积增加,而此后则以侵蚀为主,净面积减少。

### 3.2 黄河口淤、蚀变化的空间分析

根据黄河口不同部位的淤、蚀状况,可分为四个不同的淤蚀部位:河口北部、河口嘴部、河口南部以及自垦东水库部位沿防潮坝向南急转至垦利县养虾池的河口西南部(图 2),1986 年 5 月至 1988 年 12 月,河口的主要变化是由短粗变为细长。淤积主要在河口嘴部和与河道近直交的河口西南部,而侵蚀则集中在河口北部,使河嘴形状由钝园变为尖细;1988 年 12 月至 1990 年 1 月,河口北部和西南部受到轻微的侵蚀,变化不大,泥沙则集中沉积于河口南部,使河道下部(南侧)加厚;1990 年 1 月至 1995 年 3 月,除嘴部延伸面积增加外,河口北部和西南部均受到较为强烈的侵蚀,使河口嘴形更显细长;至 1996 年 10 月黄河泥沙改由靠近嘴部斜向东北的一条支流入海,泥沙淤积在 1990 年 1 月至 1995 年 3 月时段受到较大侵蚀的部位,从而形成十分明显的凸起。同时,由于河水的转向,河口南部受到较大的侵蚀,此时段侵蚀面积较大的原因与黄河入海流路的改变有直接关系。

总体上看,除 1996 年黄河泥沙改道入海淤积外,河口北部,即从河嘴到孤东油田一带是逐年遭受侵蚀的部位,河口西南部除 1986 年 5 月至 1988 年 12 月淤积外,也是受到较大侵蚀的部位。河口嘴部和南部则是两个主要的沉积部位,结果使河口趋于细长,呈现向东南方向延伸、摆动的趋势(图 2)。

表 3 黄河口不同时段淤蚀面积变化

(单位:km<sup>2</sup>)

Table 3 The change of siltation and erosion areas of Yellow River mouth in different periods

时 段 (年·月)	时间 (a)	淤积 面积	侵蚀 面积	净增减 面积	年淤积 面积	年侵蚀 面积	年净增 面积
1986.05~ 1996.10	10.24	95.14	26.44	68.70	9.13	2.54	6.59
1986.05~ 1995.03	8.83	101.05	39.72	61.33	11.45	4.50	6.95
1986.05~ 1988.12	2.58	68.26	23.19	45.07	26.46	8.99	17.47
1986.05~ 1990.01	3.67	112.33	20.83	91.50	30.61	5.68	24.93
1988.12~ 1990.01	1.08	48.15	10.21	37.94	44.58	9.45	35.13
1988.12~ 1995.03	6.25	63.59	48.98	14.61	10.18	7.84	2.34
1988.12~ 1996.10	7.83	64.67	44.57	20.10	8.26	5.69	2.57
1990.01~ 1995.03	5.17	39.07	60.57	- 21.68	7.56	11.75	- 4.19
1990.01~ 1996.10	6.75	40.52	56.70	- 16.18	6.00	8.40	- 2.40
1995.03~ 1996.10	1.58	34.06	28.00	6.06	21.56	17.72	3.84

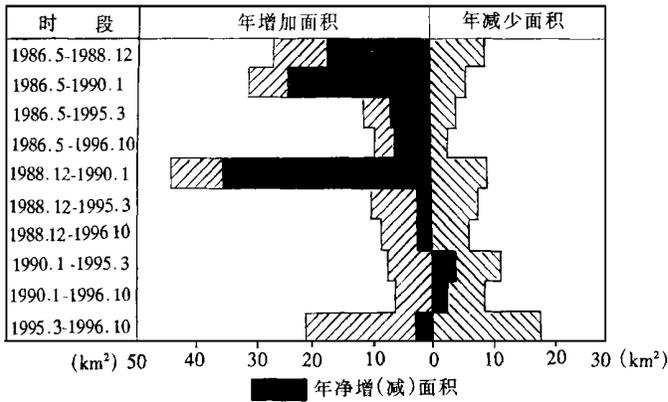


图 1 黄河口不同时段淤蚀面积变化分析

Fig. 1 Analysis on the change of siltation and erosion areas of Yellow River mouth in different periods

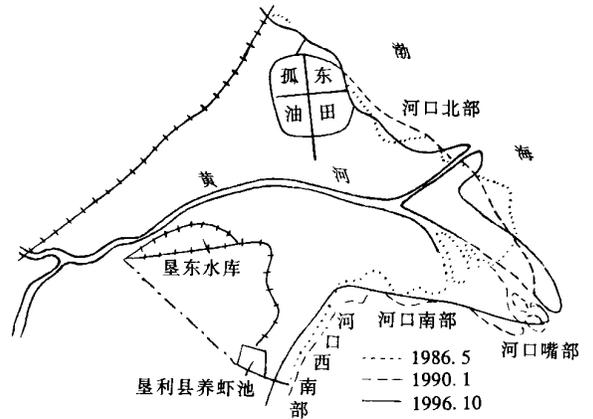


图 2 1986 年 5 月~ 1996 年 10 月黄河口动态图

Fig. 2 The change of Yellow River mouth of 1986.05- 1996.10

综上所述,黄河口受到的侵蚀主要是来自于东北部和东南部两个方向的潮流,以东北部潮流为主,它抑制河口向东北方向延伸,迫使河道向东南方向转变。而东南方向潮流相对较弱,它阻止河口西南部向东推进,从而使伸入海中的河口部分更显细长。

### 3.3 河口推进距离及其变化分析

表 4 统计了不同时间段的河口推进距离及速度。很明显,速度呈现出显著降低的趋势,从 1986 年 5 月至 1988 年 12 月的 3.09 km/a 降为 1990 年 1 月至 1995 年 3 月的 0.50 km/a,至 1996 年 10 月反而侵蚀后退了 0.57 km。河口的推进与河口的淤蚀有一定相关关系,1990 年 1 月以前河口以淤积为主,此时段河口推进了 8.54 km,平均每年 2.33 km。而此后河口以侵蚀为主,只推进了 1.99 km,平均每年只有 0.30 km。1995 年 3 月至 1996 年 10 月时段河口蚀退主要受河流改道的影响,由于泥沙转向,河口嘴部河道水流极缓,河水明显变清,在卫片上呈浅兰色,因此受到海水单方面的强烈侵蚀。通过 1995 年 3 月和 1996 年 10 月两时相的河道对比,可明显看出河嘴部向东北方向上扬、蚀退。可以预见,随着河口泥沙改道时间的延长,此河口的侵蚀、后退将会持续下去。

表 4 黄河口不同时间段的推进距离及速率

Table 4 Speed and distance of Yellow River mouth advancing in different periods

时 段	推进距离(km)	推进速率(km/a)
1986.05~ 1988.12	7.97	3.09
1988.12~ 1990.01	0.57	0.53
1990.01~ 1995.03	2.56	0.50
1995.03~ 1996.10	- 0.57	- 0.36

## 4 讨 论

(1) 黄河口最近十余年来变化总体上呈现出淤积减少、侵蚀增加的趋势,具体可以 1990 年 1 月分为前后两个阶段,前段以淤积为主,速度为 24.93 km<sup>2</sup>/a,后段以侵蚀为主,速度为 2.40 km<sup>2</sup>/a。河口北部和西南部以侵蚀为主,是主要的受侵蚀部位,而河口嘴部和南部以淤积为主,是主要的沉积部位。

(2) 黄河口面积由于黄河泥砂的淤积而增加,但未达到我们以前所想象的速度,说明黄河口的淤蚀状况已经发生变化。因此,黄河口的侵蚀问题以及对生态环境的影响应引起人们的重视,对黄河三角洲的土地面积增长问题亦应有新的认识。

(3) 近十余年来河口淤积减少、侵蚀增加、河口蚀退,主要是受黄河断流、水量减少的影响。据研究,黄河自本世纪 50 年代,特别是 80 年代以来,下游来水、来砂量呈现出明显减少的趋势。这一方面是由于近些年来沿黄引水量不断增加,造成水量减少。其二是由于黄河上、中游流域水利、水土保持等综合措施,使蓄水量增加,水土流失减少。其三受黄河上中游产砂区气候变化的影响。据统计,黄河河口镇至龙门区间大雨、暴雨显著减少,从而使注入黄河的水砂量减少<sup>[9]</sup>。这些因素导致黄河下游水量减少,断流日趋频繁,且断流时间愈来愈长<sup>[10]</sup>,由此使河口淤积减少,侵蚀相对增加,尾间河道河床淤积增加,河床升高,造成水流改道。

(4) 对黄河口动态常规的研究一般是采用人工的图幅叠加的方法,存在操作上的误差,且面积量算

不够精确。本研究中黄河口各时相信息均已在相应图形库和属性库中存储,并可随时进行最新信息的输入及分析,为黄河口淤蚀动态的长期监测奠定了基础。

本研究承蒙浙江农业大学王人潮教授指导,特此致谢。

## 参考文献:

- [1] 尹学良,陈金荣. 黄河下游的河性[J]. 地理学报, 1992, 47(3): 193~ 208.
- [2] 李广雪,魏合龙,成国栋,等. 黄河口近期环境演变与河口治理[J]. 地理学报, 1996, 51(2): 182~ 189.
- [3] 李栓科. 近代黄河三角洲的沉积特征[J]. 地理研究, 1989, 8(4): 45~ 55.
- [4] 庞家珍. 论近代黄河三角洲流路演变及河口治理的指导原则[J]. 人民黄河, 1994, (5): 1~ 4.
- [5] 郭永盛,许学工. 黄河三角洲土地资源开发对策的探讨[J]. 自然资源学报, 1990, 5(3): 193~ 205.
- [6] 蒋蔚然. 近代黄河三角洲土地资源及开发利用[J]. 自然资源学报, 1990, 5(4): 326~ 334.
- [7] 李荣生. 试探黄河三角洲的优势、问题及对策[J]. 自然资源学报, 1990, 5(2): 149~ 155.
- [8] 黄杏元,汤勤. 地理信息系统概论[M]. 高等教育出版社, 1989.
- [9] 黄委会总工程师办公室. 80年代黄河下游河道冲淤演变情况[J]. 人民黄河, 1992, (7): 1~ 9.
- [10] 吴凯,谢贤群,刘思民. 黄河断流概况、变化规律及其预测[J]. 地理研究, 1998, 17(2): 125~ 129.

## GIS Supporting Study on Current Siltation and Erosion Dynamic Changes of Yellow River Mouth

ZHAO Geng-xing<sup>1</sup> ZHANG Wan-qing<sup>1</sup> LI Yuhuan<sup>1</sup> CHEN Le-zeng<sup>2</sup>

(1. College of Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an Shandong 271018; 2. Land Administration Bureau of Juxian County, Luxian Shandong 276500)

**Abstract:** The dynamic change of siltation and erosion from May 1986 to October 1996 of the Yellow River mouth was studied supported by remote sensing and GIS. The results are as follows:

1. The current trend of the Yellow River mouth is that siltation tends to decrease and erosion tends to increase. Before January 1990 it increased by 24.9 km<sup>2</sup> per year and it decreased by 2.40km<sup>2</sup> per year after then. The northern and southwestern parts of the Yellow River mouth are main positions of erosion and the southern and mouth part are main positions of siltation. Also, the advancing rate of river mouth getting into the sea is decreasing obviously.

2. The area of the Yellow River mouth does not continuously increase as we studied before. Attention should be paid to the erosion of this region.

3. The reason of siltation decreasing and erosion increasing is the decreasing of water and sediment in the Yellow River, which caused by increasing use of the Yellow River water as well as the water and soil conservation in the upper reaches. In addition, the climatic change is one of the reasons, too.

**Key words:** GIS; Yellow River mouth; Siltation; Erosion