

# 江苏盐城沿海滩涂淤蚀及湿地植被消长变化

张学勤<sup>1,2</sup>, 王国祥<sup>1</sup>, 王艳红<sup>1</sup>, 王治良<sup>1</sup>

(1. 南京师范大学 地理科学学院, 江苏 南京 210097; 临沂师范学院 地理与旅游学院, 山东 临沂 276005)

**摘要:** 目前盐城海岸有限的滩涂资源构成自然保护区用地和经济发展用地之间矛盾的焦点, 滩涂的淤蚀和湿地植被消长变化是协调保护区和地方经济发展用地的主要科学依据。通过 2005 年 7 月对盐城海岸 7 个断面滩面高程、泥沙粒度和植被分布进行测量及调查, 结合 1992 年 6 月、2002 年 5 月、2005 年 4 月的卫星图片资料, 分析滩涂的淤蚀和植被的分布及扩展状况。研究表明, 现阶段盐城海岸北部以 5~45 m/a 速度后退, 以 5~10 cm/a 的平均速度下蚀; 新洋港以南高滩不断向海推进, 平均淤进速度为 50~200 m/a, 淤高速度为 2~5 cm/a; 滩涂湿地高等植物面积迅速增长, 平均增长率为 2 000 hm<sup>2</sup>/a, 湿地植被结构和生态服务功能有所改变。近时期内滩涂总体面积不断扩大, 新洋港以南岸段高滩面积持续增长, 这为盐城自然保护区及地方经济发展提供不断增长的区域空间保障。

**关键词:** 江苏盐城; 滩涂淤蚀; 湿地; 植被消长

**中图分类号:** P737; S273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2006)06-0035-06

江苏盐城海岸带位于中国海岸带的中部, 是典型的粉砂淤泥质海岸, 介于 32°34'~34°28' N, 119°27'~121°16' E, 沿海滩涂面积为 45.7 × 10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>, 约占江苏省沿海滩涂的 70%、全国沿海滩涂的 14.3%, 是江苏沿海面积最大的后备土地资源。随着经济的快速发展, 对土地需求量的增加, 迫切需要大量的新增土地资源, 滩涂围垦成为新增土地的主要方式。同时, 盐城沿海滩涂还是具有全球意义的生物多样性保护基地, 建有 1999 年被纳入“东亚—澳大利亚涉禽迁徙自然保护区网络”和 2002 年被批准为“国际重要湿地”的国家级丹顶鹤自然保护区和大丰麋鹿保护区。因此, 有限的滩涂资源成为湿地资源保护和经济发展用地之间矛盾的焦点, 协调湿地保护和地方经济发展用地成为目前江苏沿海社会-经济-生态综合健康发展的关键。进行江苏盐城海岸滩涂淤蚀及其自然植被动态变化研究, 对盐城海岸带土地资源的合理开发利用具有重要意义。

## 1 研究范围与方法

盐城海岸以兼有快速的淤长岸段及剧烈的蚀退岸段而闻名<sup>[1]</sup>, 滩涂植被变化随之发生迅速的消长变化。通过分析近期的卫星图象资料, 并于 2005 年 7 月 17~25 日在盐城海岸取 7 个断面进行测量(图 1)。测量采用日产拓普康全站仪, 以垂直海堤方向向海测量, 以大约 100 m 的间隔测量滩面高程, 滩面地

形变化较大处加密。同时记录滩涂植物生长分布状况, 并在不同生物分布区域采集表层沉积物样品; 选择典型植被群落, 以 1 m × 1 m 的样方采集植物。利用激光粒度仪进行沉积物粒度的测定, 植物样品在实验室进行生物量的测定分析。

## 2 结果分析与讨论

### 2.1 滩涂空间变化趋势

#### 2.1.1 滩涂特征现状描述

实测滩面形态, 表现出南北差异。射阳河口以北潮滩狭窄, 海水直逼海堤, 几乎无高滩发育, 滩面呈凹型, 变化剧烈, 近海堤处由平行于海堤的贝壳堤和沙坝形成, 并且它们之间存在临时沉积的厚约 30 cm 的软泥覆盖于硬质沙滩之上; 滩面很少潮沟发育, 只在灌河口断面距海堤 1 km 处开始有宽 1~3 m、深 30 cm 的平行海堤的小潮沟; 滩面坡度大, 一般大于 1/1 000, 最大的废黄河口坡度大于 1/80。射阳河口以南潮滩宽阔, 滩面呈凸型, 无贝壳堤和沙坝发育,

收稿日期: 2005-12-06; 修回日期: 2006-04-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40401059)

作者简介: 张学勤(1966-), 男, 山东临沂人, 在读博士生, 副教授, 从事水环境生态修复, 电话: 13913895617, E-mail: li-nyizxq@163.com

高滩面积广大,特别是中路港由于地处核心区高滩宽达 11 km 左右,斗龙港以南由于围垦频繁,堤外高滩宽度在 2~5 km;滩面潮沟发育、变化迅速,中路港因其高滩面宽广,堤跟高滩几乎无潮沟分布,自海堤向海逐渐增多;滩面坡度一般小于 1/2 000,高滩更是小于 1/4 000,但是潮间带下部坡度开始增加,北部中路港坡度更大(图 2a)。

滩面沉积物粒度与自然植被各不相同。射阳河口以北滩面沉积物变化频繁、剧烈,粒度变化比较复杂,幅度较大,沙坝粒度高达 240 μm,而其间的软泥则细至 12 μm;植被带狭窄,且零星分布。射阳河口以南滩面粒度变化相对缓和,表现为高滩细小(12~24 μm),自潮间下带逐渐增大至 70 μm 左右;中路港植被类型齐全、发育良好,水塘、芦苇、禾草带宽约 5 km,盐蒿带宽约 4 km,米草带宽约 2 km,斗龙港以南由于围垦频繁,堤外植被以米草为主,间有盐蒿分布,宽约 1~2.5 km。

### 2.1.2 滩涂空间变化趋势

冰后期最大海侵之后,江苏海岸线长期稳定变化在 5~10 km 的范围内<sup>[2]</sup>。自 1128 年黄河从苏北海后,盐城海岸以北部黄河三角洲沉积和南部潮成砂体并陆的形式迅速向海推进;1855 年黄河北归后,江苏海岸基本断绝了泥沙供应,海岸泥沙只是在波浪、潮流等作用下在沿海滩涂与辐射沙洲之间进行内部调整。据张忍顺<sup>[3]</sup>的研究成果和本次实地测量的数据分析,盐城沿海滩涂的淤蚀总趋势是射阳河口以北冲蚀后退,斗龙港以南淤积淤长,射阳河口至斗龙港口岸段下冲上淤,蚀淤分界点逐渐南移,海岸线趋于平直。

#### 2.1.2.1 灌河口—射阳河口段

本岸段包括这次测量的灌河口南、废黄河口、套河口南 3 个断面,岸段的侵蚀表现为岸线后退和滩面下蚀(图 2b)。1855~1970 年间废黄河口附近以平均 147 m/a 的速度迅速后退<sup>[4]</sup>,废黄河口北侧的六合庄堤外滩面在 1968~1980 年间平均下蚀 9 cm/a,1980~1985 年平均下蚀 12 cm/a<sup>[5]</sup>。目前灌河口南部以 0.10 m/a 左右的速度下蚀,废黄河口堤前滩面高程多数在 0 m 以下,最低处已降至 -1.5 m(废黄河基面)。套河口以南岸段的侵蚀表现为高滩稳定而低滩下蚀,下蚀速度约为 5 cm/a(2000 年界桩测量)。本岸段的侵蚀具有加剧的趋势,废黄河三角洲及两翼海岸退蚀速度为 15~45 m/a,灌河口、双洋河口退蚀速度为 5 m/a 以上,但近年来由于海堤的保护,岸线后退得到控制,侵蚀方式以滩面下蚀为主,平均下蚀速度为 5~10 cm/a。

#### 2.1.2.2 射阳河口—斗龙港口段

本岸段测量断面为中路港断面,属于侵蚀海岸向淤积海岸的过渡类型,其岸滩的表现表现为高潮线附近继续淤长且速度逐渐变慢,低潮线附近开始侵蚀并有加快趋势,滩面继续淤高(图 2a)。资料分析表明,射阳河口附近的平均高潮线的年均蚀退量不足 5 m,但平均低潮线附近的低潮滩年平均蚀退量却达 30 m 以上。向南的斗龙港附近,平均高潮线附近年均淤进 100 m,而平均低潮线年均淤进量只有 50 m。新洋港附近 1954~1980 年的 26 a 间,平均低潮线和平均高潮线均快速向海移动,1 m 等高线向海前进 3.8 km,每年平均达 100 m 以上,整个滩面都明显淤高。但是在 1980~1986 年间,尽管 2 m 和 1 m 等高线分别向海前进 2.5 km 和 1.5 km,但潮间下带及潮下带已开始侵蚀后退,其中 0 m 等深线在 6 a 间后退 980 m,这

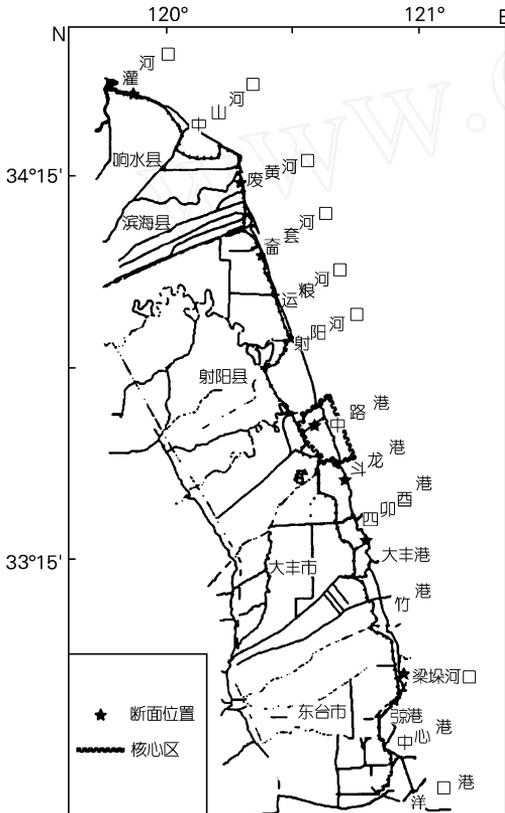


图 1 测量断面位置示意图

Fig. 1 Sketch map of the distribution of measuring cross-section

表明,自 20 世纪 80 年代起,本段开始进入了由淤积向侵蚀过渡的过激期<sup>[6]</sup>。现在的测量(图 2a)结果表明,平均高潮线附近和潮间上带与 1986 年相比继续淤长,潮间下带和潮下带已表现出侵蚀性海岸的特征,由于大米草的促淤作用,在广阔的潮间上带和潮间上带,很多地貌特征依然表现为淤积。

### 2.1.2.3 斗龙港口—王港

本岸段包含斗龙港南断面、大丰港断面和梁垛河闸北断面,属于淤积型海岸,同时也是围垦最频繁的海岸,潮间带已经基本被围垦殆尽。围垦后潮间带平均年最大淤高速度较正常快 10 多倍,有离堤越远

淤积速度越慢的趋势<sup>[1]</sup>,并随滩面的淤长恢复到围垦前的淤长速度。从斗龙港到王港岸段淤积迅速,向海平均每年淤积 50~200 m,向海伸展速度由北向南逐渐加快。1980 年~1988 年本段平均增高 2.1 cm/a<sup>[7]</sup>,王港盐沼湿地以 3.1 cm/a 的速率增高<sup>[8]</sup>。实测对比梁垛河闸北断面(图 2c)可知:3a 中平均淤高 15 cm,平均每年达 5 cm,互花米草盐沼也向海扩展约 300 m,平均每年 100 m 左右。由此可以推断斗龙港口以南岸段属于淤积型海岸,淤高速度约为 2~5 cm/a,向海延伸速度约 50~200 m/a。

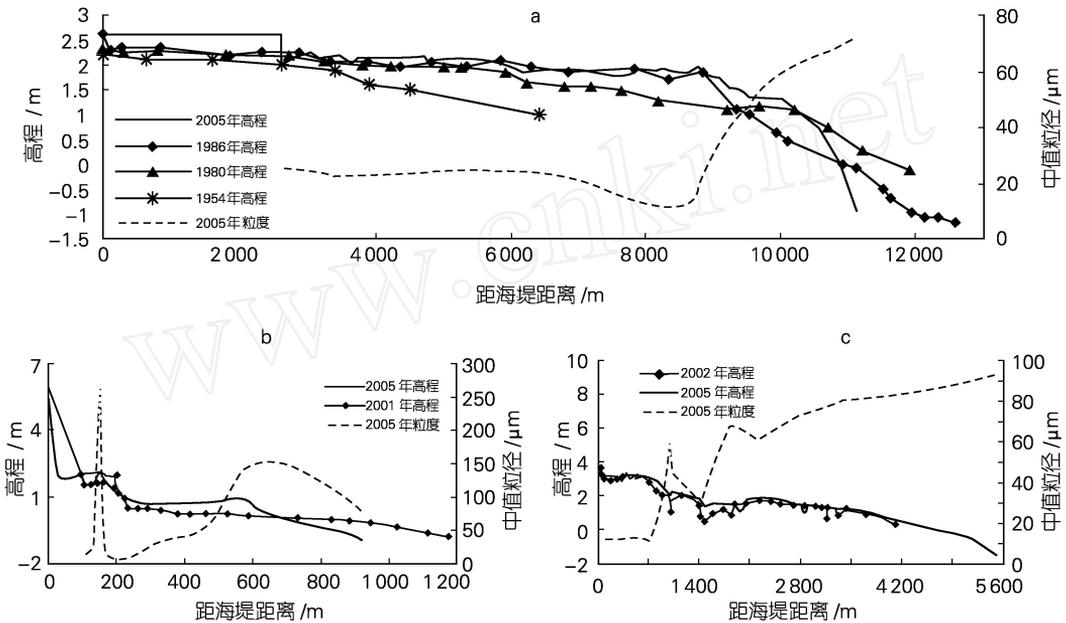


图 2 盐城沿海滩涂各测量断面高程及粒度变化

Fig.2 Changes of height of tidal flat and granularity of tidal flat sediment of every measuring cross-section on Yancheng coast

a. 中路港断面 ;b. 套河口南断面 ;c. 梁垛河口断面

a. the cross-section of the Zhonglugang estuary;b. the cross-section of south near the Taitao estuary ;c. the cross-section of the Liangduo estuary

## 2.2 滩涂湿地植被分布及消长趋势

### 2.2.1 滩涂湿地植被类型及分布

根据滩面形态、性质、表面植被类型等不同的特点组合,将盐城保护区滩涂湿地划分为盐沼湿地、光滩(泥滩、粉沙细沙滩)。盐沼湿地被茅草、芦苇、碱

蓬、米草等植被覆盖,因被开发的盐田、鱼虾池受人干扰较强,被归结为人工湿地,在此将盐城滩涂划分为人工湿地、芦苇滩、禾草滩、碱蓬滩、米草滩。

根据 2005 年 4 月的卫星及实地考察可以明确盐城沿海滩涂湿地各群落的分布(表 1)。

表 1 盐城沿海滩涂湿地群落分布状况(海堤公路以东)

Tab. 1 The distribution of wetland natural vegetation community of Yancheng coast (from seawall seawards)

植被类型	灌河口 - 射阳河口	射阳河口 - 斗龙港口	斗龙港口 - 梁垛河闸	港附近
人工湿地	盐田、鱼虾塘, 广泛分布	鱼虾塘、芦苇塘盐田, 普遍分布	以鱼虾塘为主, 围垦迅速	以鱼虾塘为主, 围垦迅速
禾草 + 芦苇	极少分布	分布广泛, 芦苇在河口附近, 禾草在核心区	麋鹿保护区集中, 其他地方零星分布	成片分布, 总面积不大
碱蓬	极少分布	核心区分布, 最宽约 4.0 km	部分分布, 死生港成片分布	部分分布, 与米草交错分布
米草	部分分布, 宽度不大	分布广泛, 最宽约 2.5 km	分布广泛, 最宽约 2.5 km	部分分布, 与碱蓬交错分布

2.2.2 盐城沿海滩涂植被的动态变化

随着沿海滩涂的淤长与侵蚀的空间变化, 导致滩面湿地的空间范围的变化, 因盐城沿海滩涂具有北部侵蚀, 向南逐渐过渡到淤积的特点, 高等植物群落的扩展存在北部缓慢, 向南逐渐加快的增长趋势。比较分析 1992 年 6 月 7 日的 TM6 卫星遥感图和 2002 年 5 月 26 日及 2005 年 5 月的 ETM 卫星遥感

图像, 初步测算结果表明: 1992 年 ~ 2005 年, 盐城沿海滩涂湿地的米草、碱蓬、芦苇及茅草等高等植物群落扩展迅速, 分布面积增长了约  $2.55 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ; 核心区(表 2)增长了约  $4.29 \times 10^3 \text{ hm}^2$  (人工湿地改造占用  $906 \text{ hm}^2$ ); 米草、碱蓬、芦苇的分布线向海域方向推进了约 4.0 km, 全区植被平均增长率约为  $2000 \text{ hm}^2/\text{a}$ 。

表 2 核心区植被生物量及其面积变化(面积自海堤算起)

Tab. 2 The biological quantity of various natural vegetation community and the change of vegetation area in Yancheng natural conservation core area (from seawall seawards)

植被类型	生物量 (kg/m <sup>2</sup> )	面积 (hm <sup>2</sup> )			
		1980 年	1992 年	2002 年	2005 年
芦苇 + 禾草	2.406 + 0.546	4 473	5 067	5 958	4 630 *
碱蓬	0.154	2 573	4 032	5 462	4 280 *
米草	0.704	385	957	2 922	4 530
合计	—	7 431	10 056	14 342	13 440 *

注: \*标注面积因人工湿地改造占用而减少

滩涂植被的快速扩张, 得益于米草的引种, 潮滩湿地植被的空间分布主要受潮水淹没时间和潮侵频率及其由此造成的盐度分布差异的影响<sup>[9, 10]</sup>。江苏沿海滩涂植被向海域扩展的土著先锋植物是碱蓬, 碱蓬主要靠种子传播扩展, 由于其植株矮小, 并且潮侵频率越高的地区植株越矮小、分枝越少, 严重影响了碱蓬向海域方向的扩展; 再者, 由于碱蓬的生态位无法达到潮侵率超过 20% 的潮滩, 在快速淤积的海滩, 碱蓬向海的扩展速度小于滩面的扩展速度。米草的引进加速了湿地高等植物群落的扩张, 使植被扩张速度大于滩面向海域的淤进速度。而且, 米草的引进不会侵占盐蒿分布区域<sup>[11]</sup>, 只是改变滩涂湿地的

植被结构及扩展速度, 增加滩面坡度。江苏沿海在 1964 年开始引进米草, 新洋港南侧是第一批米草的引种地。分析表明<sup>[12]</sup>, 米草盐沼在江苏扩张非常迅速, 到 2001 年 7 月仅互花米草盐沼分布面积就达  $129.28 \text{ km}^2$ , 从射阳河口至梁垛河闸之间的泥滩大部分已被米草盐沼所覆盖。核心区米草由 20 世纪 80 年代的  $385 \text{ hm}^2$  发展到 2005 年的  $4530 \text{ hm}^2$ , 面积增加了约 11 倍。

滩涂的淤进使滩涂湿地面积不断扩大, 米草的引进增加了米草群落, 使高等植物面积进一步扩大, 光滩坡度变陡, 面积相对缩小, 滩涂湿地生态结构复杂化, 同时禾草滩向海推进扩大, 并有部分旱化, 从而影

响滩涂湿地的环境生态功能及其对鸟类的适宜性和生态承载力,这将使本保护区管理和发展的科学依据得到进一步研究。

## 3 结论

### 3.1 滩面淤蚀

盐城海岸近期的淤蚀动态表现为北蚀南淤,其中废黄河三角洲及两翼沿岸退蚀速度为 15~45 m/a,灌河口、双洋河口退蚀速度为 5 m/a 以上,平均下蚀速度为 5~10 cm/a;射阳河口至斗龙港口岸段为侵蚀到淤积的过渡海岸,北蚀南淤,上淤下蚀,新洋港以南高滩不断向海推进,平均淤进速度约 100 m/a 左右,并有逐渐变慢的趋势;斗龙港口至新洋港岸段继续淤高淤宽,淤高速度约为 2~5 cm/a,向海延伸速度约 50~200 m/a。

### 3.2 植被变化

盐城沿海滩涂的不断扩大和米草的引进使滩涂湿地高等植物面积迅速增长,平均增长率为 2 000 hm<sup>2</sup>/a,湿地植被结构改变,滩面淤高加快、坡度增大,光滩面积相对缩小,湿地生态服务功能将有所改变。

### 3.3 变化效应

滩涂的淤蚀总趋势是淤蚀分界点逐渐南移,侵蚀岸段逐渐增加,海岸线形态趋于平直,淤积速度逐渐变小。但是滩面面积不断增长,在相对海平面上升的条件下,能够保证在近期内新洋港以南岸段高滩面积不会减少;另外,废黄河三角洲海岸防护工程的实施控制了岸线的进一步后退,并且保护了其南侧淤长型海岸的持续淤积,这为盐城自然保护区及地方经济协调发展提供不断增长的区域空间保障。

致谢:作者所用粒度数据由南京师范大学地理科学学院激光粒度实验室陈晔老师帮助测定,在此深表谢意!

## 参考文献:

- [1] 陈才俊.灌河口至长江口海岸淤蚀趋势[J].海洋科学,1990,3:11-16.
- [2] 李从先,张家强,杨守业,等.苏北陆上潮成砂体的特征和古环境演化[J].中国科学(D辑),1998,28(5):418-424.
- [3] 张忍顺,陆丽云,王艳红.江苏海岸侵蚀过程及其趋势[J].地理研究,2002,21(4):469-478.
- [4] 张忍顺.苏北废黄河三角洲及滨海平原的成陆过程[J].地理学报,1984,39(2):173-184.
- [5] 张忍顺.黄河北归后江苏海岸带的调整与演变[J].南京大学学报(自然科学版),1988,9:22-31.
- [6] 王艳红,张忍顺,吴德安,等.淤泥质海岸形态的演变及形成机制[J].海洋工程,2003,21(2):65-70.
- [7] 季子修,蒋自巽,朱季文,等.海平面上升对长江三角洲附近沿海滩涂和湿地的影响[J].海洋与湖沼,1994,25(6):582-590.
- [8] 王爱军,高抒,贾建军,等.江苏王港盐沼的现代沉积速率[J].地理学报,2005,60(1):61-70.
- [9] Boorman L A, Hazelden J, Loveland J G, et al. Comparative relationships between primary productivity and organic and nutrient fluxes in four European salt marshes[M]. Mitsch W J. Globe Wetlands Old World and New[C]. New York: Elsevier, 1994. 181-199.
- [10] Wolff W J, van Eeden M N, Lammens E. Primary production and import of particulate organic matter on a salt marsh in the Netherlands[J]. J Sea Res, 1979, 13, 242-255.
- [11] 张忍顺,沈永明,陆丽云,等.江苏沿海互花米草(*Spartina alterniflora*)盐沼的形成过程[J].海洋与湖沼,2005,36(4):358-366.
- [12] 刘永学,李满春,张忍顺.江苏沿海互花米草盐沼动态变化及影响因素研究[J].湿地科学,2004,2(2):116-121.

(下转第 45 页)

# The changes of erosion or progradation of tidal flat and retreat or extension of wetland vegetation of the Yancheng coast , Jiangsu

ZHANG Xue-qin<sup>1,2</sup> , WANG Guo-xiang<sup>1</sup> , WANG Yan-hong<sup>1</sup> , WANG Zhi-liang<sup>1</sup>

(1. College of Geographical Science , Nanjing Normal University , Nanjing 210097 , China ; 2. Geography and Tourism Department , Linyi Normal University , Linyi 276005 , China)

**Received** :Dec. 6 ,2005

**Key words** : Yancheng , Jiangsu ;erosion or progradation of tidal flat ;wetland ;retreat or extension of vegetation.

**Abstract** :Nowadays , limited tidal flat resource becomes a focus of contest between nature conservation areas and land use for economic development . The conditions of progradation or erosion of coastal tidal flat and canopied salt marsh are the main scientific reference for corresponding the wetland conservation and economic development . Based on the measured result of sand granularity , tidal flat altitude and plant distribution on the seven cross sections of the Yancheng coast in July 2005 , this paper studied the changes of erosion or progradation of tidal flat and retreat or extension of wetland vegetation of the Yancheng coast utilizing the satellite images of this coastal area shot in June 1992 ,May 2002 and April 2005 . Recent research shows that the north part of the Yancheng coast is eroded at the rates of 5 ~ 45 m/ a horizontally and 5 ~ 10 cm/ a vertically . Meanwhile , tidal flat of the south stretch of the Yancheng coast from Xinyanggang to Jianggang extends seaward continuously at the rate of 50 ~ 200 m/ a on the average , and accreting at the rate of 2 ~ 5 cm/ a on the average . Advanced plants of salt marsh increase rapidly at the average rate of about 2000 hm<sup>2</sup>/ a , and the pattern of wetland plants and the ecologic service function changed accordingly . The area of tide mudflat from Xinyanggang to Jianggang could maintain increase in a near future , and the total area of the tidal flat enlarged gradually as well . This provides increasing land space used for economic development and wetland conservation of Yancheng City , Jiangsu Province .

(本文编辑 :谭雪静)