

苏北南部淤泥质岸滩稳定性分析

Stability Analysis on the Muddy Coast in the South of Northern Jiangsu

黄 鹤, 陈锦辉, 张丽娟

Huang Hu, Chen Jinhui, Zhang Lijuan

(广西师范学院资源与环境科学系, 广西南宁 530001)

(Faculty of Resources and Environmental Sci., Guangxi Teachers Coll., Nanning, Guangxi, 530001, China)

摘要: 选择年平均高潮位、年平均含沙量、潮滩宽度、潮滩平均坡度、潮滩滩高、年淤高率、年淤进率作为 7 个指标因子, 利用主成分分析方法分析苏北南部岸滩的冲淤变化状况, 并划分该岸段的岸滩稳定状态。结果表明, 控制苏北南部淤泥质海岸稳定状态的主要因子是泥沙含量、潮滩宽度及其潮滩的年淤进量, 潮滩坡度是次一级的指标。苏北南部淤泥质海岸可分为稳定淤涨型、侵蚀不稳定型和基本稳定型三种状态。

关键词: 淤泥质岸滩 稳定状态 主成分分析

中图法分类号: P737.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-9164(2005)03-0197-03

Abstract: The mean annual high tide level, the mean annual sandiness contents, the width of tidal flat, the mean gradient of tidal flat, the elevation of tidal flat, the annual silty heightening rate, and the annual silty gaining rate were choosed. Using the principal component analysis method, this paper studies coastal washing and silting changes situation in the South of Northern Jiangsu, and segments coastal stability. The result shows that the main control factor of the stability of costal region are the suspended sediment concentration, the width of tidal flat, and the annual silty gaining. The mean gradient of tidal flat is the minor factor. The muddy coast in the South of Northern Jiangsu is classified into stable deposition, unstable erosion, and fundamental stability.

Key words: muddy coast, stability, principal component analysis

淤泥质海岸的稳定状况是岸滩沉积和地貌动态过程的综合反映, 其岸滩的时空变化为一种复杂的物理过程, 它包括许多自然因素和人类诱发因素。自上世纪 50 年代以来, 我国不少学者围绕淤泥质海岸的建港及航道回淤对岸滩的冲淤演变和剖面塑造等进行了较为详细的研究^[1~3]。岸滩冲淤的响应过程与海洋动力的耦合作用极其复杂, 较难获得判定岸滩稳定的公式或模式^[4]。基于此, 本文以苏北南部的淤泥质海岸为例, 通过选取表征淤泥质岸滩稳定的指标因子, 利用主成分分析方法分析苏北南部岸滩的冲淤变化状况, 对该岸段的岸滩稳定进行划分, 为量化研究淤泥质海岸的冲淤演变及其海岸工程的规划等提供理论和决策依据。

1 研究区域概况

苏北南部海岸北起盐城东台市的港, 南至长江口北支口门的连兴港, 东濒黄海, 南依长江, 是我国目前尚未充分开发利用的粉砂淤泥质海岸。该海岸处在扬子准地台的沉降区, 沿岸几乎全被第四纪沉积物覆盖, 沉积物厚度一般超过 50m, 如东、启东等地沉积物达 100m 以上, 沉积物下层为棕黄、灰黄色亚粘土、粘土夹细砂, 上层为中粗砂和细粉砂, 反映了海陆交互沉积的特征。海岸的水下部分为长江口古代水下三角洲基础上发育的以港为顶点的辐射状沙脊群。

苏北南部海区为正规半日潮, 但浅海分潮显著。该海域的平均潮差为 2.5 ~ 4 m, 潮差自港向北为递增势; 最大可能潮差的分布趋势与平均潮差相似, 沿岸 5 ~ 7m, 10m 深的外海为 5 ~ 6m^[5]。海区全年盛行偏北向波浪, 频率为 63%, 主浪方向为 ENE, 频率为 8%, 且多数为以风浪为主的混合浪; 波浪随季

收稿日期: 2005-02-18

修回日期: 2005-03-15

作者简介: 黄 鹤(1965-), 男, 广西南宁人, 副教授, 现从事海岸环境演变和管理方面的研究。

节变异较大,波高也受季节的影响^[5]。海区全年小于1m的波浪出现频率约为85%,大于2m的波浪出现频率仅为5%^[5]。启东沿海为大浪区,其中吕四海洋站附近实测波高最大值3.5m^[5]。

2 指标选择与研究方法

2.1 指标选取

根据海岸形态,将该区海岸划分为7个岸段(图1,表1),每个岸段用7个变量指标来反映潮滩的形态,近岸水动力和岸线动态特征。变量指标为年平均高潮位 H 、0~5m海水年平均含沙量 S 、潮滩宽度 W 、潮滩平均坡度 T 、平均高潮位以上潮滩滩高 B 、年淤高率 Y_1 、年淤进率 Y_2 ,其中年平均高潮位反映潮汐动力作用的强弱,年平均含沙量反映泥沙供给的多寡,潮滩宽度和潮滩坡度反映潮滩的自然属性,一般稳定淤涨的潮滩滩面平坦,形态为凸型,坡度较小,侵蚀型的海岸形态为凹型,坡度较大,滩面组成物质较粗。



图1 苏北南部岸段

Fig. 1 Coastal sections in the South of Northern Jiangsu

2.2 研究方法

根据上述7个指标,运用主成分分析方法^[9]判别

表1 不同岸段潮滩水动力和岸线形态指标*

Table 1 Tidal flat hydrodynamics and coastline configuration indexes in different coastal sections

岸段 Coastal sections	H (cm)	S (g/L)	W (km)	T (tga%)	B (m)	Y_1 (cm/a)	Y_2 (cm/a)
I. 梁垛-新北凌港 Liangduo-Xinbeiling port	510.5	0.425	12.3	0.04	3.0	8.4	177.0
II. 新北凌港-小洋口 Xinbeiling port-Xiaoyangkou	552.0	0.413	6.5	0.072	1.0	8.5	11.9
III. 小洋口-北坎 Xiaoyangkou-Beikan	493.7	0.40	4.0	0.088	1.5	4.3	10.0
IV. 北坎-东灶港 Beikan-Dongzao port	435.5	0.388	4.2	0.040	0.50	2.35	12.5
V. 东灶港-蒿枝港 Dongzao port-Haozhi port	377.0	0.375	3.7	0.116	0.01	0.10	-5.1
VI. 蒿枝港-塘芦港 Haozhi port-Tanglu port	372.4	0.417	10.0	0.109	0.40	0.80	2.5
VII. 塘芦港-连兴港 Tanglu port-Lianxing port	367.8	0.458	7.7	0.109	0.40	0.45	3.1

*资料来源:李恒鹏,长江三角洲海平面上升海岸主要响应过程与海岸易损性研究,中国科学院博士论文,2001,略加修改。

Data from: Li Hengpeng, A study of the main response procedure of sea-level rise and coastal vulnerability in Changjiang Delataic coast. The doctor's dissertation of CAS, 2001. Modified.

不同岸段的冲淤动态概况。

3 岸滩稳定状况分析

对选择的7个指标作相关分析表明(表2),平均高潮位与潮滩滩高及其年淤积率(包括年淤高率和年淤进率)呈正相关($r = 0.6905, 0.9559$),与坡度呈负相关($r = -0.6488$),即潮水位增高,潮汐动力相对增强,形成的进退流有可能夹带更多的泥沙向岸堆积,此外,潮滩的宽度与坡度、淤积率呈负相关($r = -0.6392, -0.6720, -0.6373$),即潮滩淤涨,潮滩坡度将变小。可见,这7个指标基本反映了海岸的稳定与动力之间的强弱关系。

表3为7个岸段的7个指标经主成分分析的特征值及其方差贡献率,其中前3个主成分的方差贡献率超过总方差的91%,基本可以代表苏北南部海岸的稳定状况,进一步分析主成分1,主成分2和主成分3中各个因子的载荷(表4),同时结合各个岸段在主成分1,主成分2,主成分3中的得分(表5)可以得知:

(1)在主成分1中,潮滩宽度、年淤进率分别与主成分1呈正相关($r = 0.4771, 0.6711$),由于潮滩宽度增长,潮滩淤积,反之,潮滩侵蚀;年淤进率为正,潮滩加宽,反之,潮滩侵蚀,所以,潮滩宽度和年淤进率可以表征苏北南部海岸的侵蚀淤积状况,是主要的控制指标。表5中各个岸段在主成分1的得分表明,梁垛-新北凌港的得分最高(正值),东灶港-蒿枝港的得分最少(负值),其它岸段的得分由高到低依次为:新北凌港-小洋口、小洋口-北坎、北坎-东灶港、蒿枝港-塘芦港、塘芦港-连兴港。可见,梁垛-新北凌港的岸滩处于相对淤涨状态,东灶港-蒿枝港的岸滩处于相对侵蚀阶段。

(2)在主成分2中,含沙量、潮滩宽度及其潮滩坡度为主要的控制指标,这3个指标反映了潮滩形态的响应状态。表5中各岸段在主成分2的得分表明,塘芦港-连兴港的得分最高,北坎-东灶港的得分最低,说明处于侵蚀状态的塘芦港-连兴港的坡度最大,横剖面形态呈上凹型,处于淤积状态的北坎-东灶港岸坡度最小,横剖面形态呈现上凸状,其他岸段的形态介于二者之间。

(3)主成分3约占总方差的8.98%,泥沙含量和平均高潮位以上潮滩滩高为主要控制指标。表5中各个岸段在主成分3的得分表明,新北凌港-小洋口岸段的得分最高,北坎-东灶港得分最少。

根据上述分析,苏北南部淤泥质岸滩的稳定状态为:(a)稳定淤涨型。潮滩呈淤涨状态,剖面为上凸型,泥沙供给相对充沛,如梁垛-新北凌港、新北凌港-小洋口。(b)侵蚀不稳定型。潮滩呈现侵蚀状态,潮滩形态呈现上凹型,坡度较大,如东灶港-蒿枝港、塘芦港-连兴港。(c)基本稳定型。潮滩呈现略微淤积,

表4 指标因子在主成分中的载荷

Table 4 The loads of index factors in principal component

主成分 Principal component	H	S	W	T	B	Y ₁	Y ₂
1	0.3870	-0.3722	0.4771	-0.1109	0.0760	-0.1250	0.6711
2	0.1217	0.6336	0.5327	0.4327	-0.3132	0.1173	0.0313
3	0.2945	0.5626	-0.1599	-0.1508	0.6703	-0.2988	0.0993
4	-0.3766	0.2728	0.3151	-0.8060	-0.1158	0.1374	0.0500
5	0.4665	0.0424	-0.1088	-0.2810	-0.5455	-0.5702	-0.2590
6	0.4455	-0.1990	0.3759	-0.1458	0.2821	0.3629	-0.6230
7	0.4367	0.1667	-0.4590	-0.1668	-0.2371	0.6369	0.2849

表5 各个岸段在主成分中的得分

Table 5 Score of each coastal section in principal component

岸段 Coastal sections	主成分1 Principal component 1	主成分2 Principal component 2	主成分3 Principal component 3
I	3.8843	0.7616	-0.7225
II	1.1388	-0.9545	1.2865
III	0.0731	-1.0155	0.4632
IV	-0.3847	-1.3081	-0.7314
V	-2.2925	-0.7101	-0.6496
VI	-1.1680	1.3073	-0.2476
VII	-1.2511	1.9193	0.6014

4 结论

(1)控制岸段稳定状态的主要因子是泥沙含量、潮滩的宽度及其潮滩的年淤进量,潮滩坡度是次一级的指标。

(2)苏北南部岸段的稳定状态主要为:(a)稳定淤涨型。潮滩呈淤涨状态,剖面为上凸型,泥沙供给相对充沛,如梁垛-新北凌港、新北凌港-小洋口。(b)侵蚀不稳定型。潮滩呈现侵蚀状态,潮滩形态呈现上凹型,坡度较大,如东灶港-蒿枝港、塘芦港-连兴港。

坡度及其剖面形态介于前二者之间,如小洋口-北坎、北坎-东灶港和蒿枝港-塘芦港。

表2 指标相关系数(r)矩阵

Table 2 The indexes correlation matrix

	H	S	W	T	B	Y ₁	Y ₂
H	1.0000						
S	-0.0657	1.0000					
W	0.0845	0.6343	1.0000				
T	-0.6488	0.0950	-0.2032	1.0000			
B	0.6905	0.2293	0.5724	-0.6392	1.0000		
Y ₁	0.9559	0.1004	0.3516	-0.6720	0.7951	1.0000	
Y ₂	0.4542	0.2349	0.7075	-0.6373	0.9088	0.6422	1.0000

表3 主成分的特征值(λ)及方差贡献率

Table 3 Principal component eigenvalue and variance ratio

主成分 Principal component	λ	方差贡献率 Variance contribution ratio(%)	累计方差贡献率 Accumulative variance contribution ratio(%)
1	4.1205	58.86	58.86
2	1.6884	24.12	82.98
3	0.6286	8.98	91.96
4	0.3454	4.93	96.89
5	0.1802	2.58	99.47
6	0.0370	0.53	100.00
7	0.0000	0.00	100.00

(c)基本稳定型。潮滩呈现略微淤积,坡度及其剖面形态介于前二者之间,如小洋口-北坎、北坎-东灶港和蒿枝港-塘芦港。

参考文献:

- [1] 陈吉余, 王宝灿. 渤海湾淤泥质海岸(海河口-黄河口)的塑造过程[J]. 上海市科技论文选, 1961. 1959.
- [2] 陈才俊. 江苏淤长型泥质潮滩的剖面发育[J]. 海洋与湖沼, 1991, 22(4): 360-367.
- [3] 樊社军, 虞志英, 金 谔. 淤泥质岸滩侵蚀堆积动力机制及剖面模式——以连云港地区淤泥质海岸为例[J]. 海洋学报, 1997, 19(3): 67-85.
- [4] Larson M, Kraus N C. Temporal and spatial scales of beach profile change, Duck, North Carolina[J]. Marine Geology, 1994, 117: 75-94.
- [5] 任美镔. 江苏省海岸带和海涂资源综合调查报告[M]. 北京: 海洋出版社, 1986.
- [6] 徐振邦, 娄元仁. 数学地质基础[M]. 北京: 北京大学出版社, 1994. 192-233.

(责任编辑: 邓大玉)