

江苏岸外辐射沙脊群烂沙洋潮流通道稳定性研究

何华春, 邹欣庆, 李海宇

(南京大学 海岸与海岛开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210093)

摘要: 烂沙洋潮流通道是江苏岸外辐射沙脊群内一条涨落潮流速大的潮流通道, 利用其天然深水航道, 可建设深水大港。为论证烂沙洋潮流通道的稳定性, 在实测资料的基础上结合多种研究方法主要包括遥感影像分析、地理信息系统、沉积物粒度、主元素分析及水动力条件分析等对该地区进行了综合调查研究。研究结果表明, 烂沙洋潮流通道从整体上讲是一条稳定的潮流通道, 沉积动力条件较稳定, 适宜建港, 但在建港时仍需慎重地采取必要的工程措施以减轻西太阳沙北侧周期性冲刷现象。

关键词: 辐射沙脊群; 烂沙洋潮流通道; 稳定性研究; 遥感影像分析

中图分类号: P731.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3096(2005)01-0012-05

江苏岸外辐射沙脊群位于南黄海西部, 自 港向外呈辐射状分布, 南北长约 200 km, 东西宽约 90 km, 沙脊 70 多条, 10 m 以上沙脊面积 2 100 多 km², 沙脊之间为大大小小的潮流通道^[1-4]。烂沙洋潮流通道位于南黄海辐射沙脊群南部的西太阳沙和鱸鱼沙之间, 为南侧沙脊间的一个潮流深槽。

黄沙洋-烂沙洋潮流通道曾是晚更新世末期(约 30 000 年前~30 kaBP)长江的一支古河谷。迅急的涨落潮流使黄沙-烂沙洋古长江河谷保持冲淤均衡, 成为 15~30 m 水深的现代潮流通道^[5-9]。利用烂沙洋天然深水航道, 可建设深水大港。在长江三角洲北翼建设深水海港, 将大大地推动长江经济带向海外的经济扩展。

2003 年 7 月 10 日至 20 日, 8 月 10 日至 16 日, 在西太阳沙至鱸鱼沙之间, 向东延至大洪埂子进行了专题调查研究工作, 作者在现场观测、多年遥感影像判别分析、地理信息系统分析及海洋动力、沉积分析的基础上, 初步论证了烂沙洋潮流通道的稳定性(图 1)。

1 烂沙洋潮流通道稳定性分析

1.1 遥感影像分析

利用全波段陆地卫星影像数据(时间为 1997-04-11; 1999-05-22; 2000-03-26), 通过对其波段的选择、投影变换、典型地物灰度值取样及其统计分

析、几何校正等处理来监测烂沙洋潮流通道南侧西太阳沙沙脊的冲淤动态, 同时利用该区常规调查资料分析其现代演变规律。

图 2 为两次不同时间卫星影像解译图(1997-04-11, 卫星过境时潮位 7.82 m; 2000-03-26, 卫星过境时潮位 6.79 m), 它显示西太阳沙 1997 年与 2000 年之间的变化状况。结合实测海底水深图及海洋动力与沉积分析可知, 从 1997 年到 2000 年, 沙洲基本保持稳定状态, 淤积速率不大, 整个沙洲有从东北向西南移动的趋势。西太阳沙整个北侧边坡基本处于冲刷状态, 年均冲刷 0.6 m 左右, 使得北侧南移近 200 m 距离。西太阳沙南侧边坡处于微淤积状态, 年平均淤积 0.1~0.4 m 左右, 西太阳沙东侧边坡处于冲刷状态, 年平均冲刷 0.4~0.6 m。西太阳沙北侧和南侧小沙洲面积有缩小的趋势, 其北部深槽稳定存在, 南部沙洲有淤浅并陆的趋势。其整体相对稳定, 其外缘一些小的沙洲有向大的沙洲合并的趋势, 这种整体变

收稿日期: 2004-03-02, 修回日期: 2004-09-01

基金项目: 江苏省如东县人工岛工程烂沙洋水道稳定性研究项目

作者简介: 何华春(1975-), 女, 湖南长沙人, 博士生, 主要从事海岸海洋一体化研究, E-mail: hehuachun@tom.com

化,对烂沙洋的稳定是有利的。

1.2 地理信息系统分析

根据 1992 年、1994 年及 2003 年实测的海底水深图结合黄海辐射沙脊区多年的测量与研究工作成果及遥感影像数据,借助理信息系统(GIS)技术,对烂

沙洋通道深槽各时期海底地形变化进行了对比分析,整体讲烂沙洋主潮流通道基本保持稳定。由计算机进行不同年代水深图的叠加,得到烂沙洋港池部分和航道部分冲淤量和冲淤面积变化统计如表 1、2。

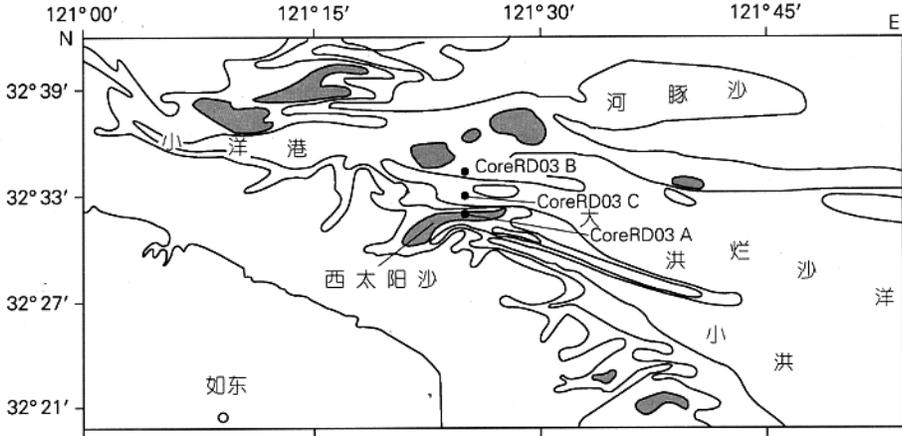


图 1 研究区位置示意

Fig.1 Location of the study area

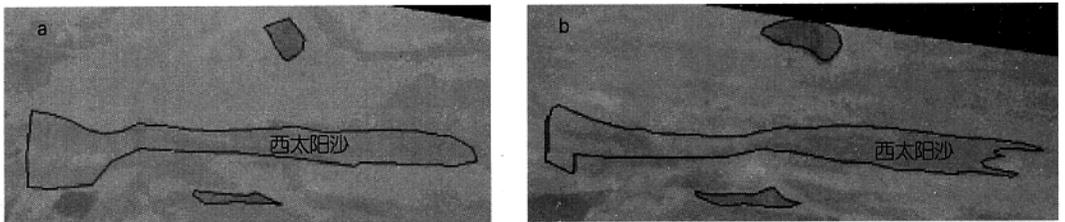


图 2 西太阳沙岸线变迁遥感解译

Fig.2 Beach changes of West Taiyangsha ridge on the basis of TM Landsat images (a. 2000 - 03 - 26; b. 1997 - 04 - 11)

表 1 港池部分的冲淤数据

Tab.1 Erosion-and-siltation data of harbor pond

年份	淤积量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	淤积面积 (km^2)	冲刷量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	冲刷面积 (km^2)	总净冲淤量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	年净淤积速率 (m/a)
1992 ~ 1994	0.505	43.655	0.251	26.708	0.254	0.181
1994 ~ 2003	1.071	40.969	0.615	29.366	0.456	0.072

表 2 航道部分的冲淤数据

Tab.2 Erosion-and-siltation data of sea-route

年份	淤积量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	淤积面积 (km^2)	冲刷量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	冲刷面积 (km^2)	总净冲刷量 ($\times 10^8 \text{ m}^3$)	年净淤积速率 (m/a)
1992 ~ 1994	0.302	34.583	0.037	5.423	0.265	0.331
1994 ~ 2003	0.362	27.265	0.193	19.296	0.169	0.040

由以上数据分析可知,烂沙洋主航道的淤积速率仍然不大,1992~1994年航道淤积速率虽大于港池,但自1994~2003年均有明显的减轻。说明该区域非长时期淤积或骤淤积聚区。西太阳沙东北侧自1994~2003年有明显的冲刷趋势,年平均冲刷0.5m左右。所产生的泥沙有一部分堆积于主潮流通道内侧动力减弱处,烂沙洋主潮流通道10年基本处于微淤积状态,总平均淤积0~2m。西太阳沙北部深槽稳定存在,但在潮流作用下,有向南侧轻微偏流冲刷的趋势,可能与地球的偏转,柯氏力影响有关,西太阳沙南部有淤浅并陆趋势。

1.3 海底沉积物研究

1.3.1 底质特征和沉积特性

为了研究西太阳沙北岸稳定性与潮流通道的迁移规律,于港池附近位置(RD03C),西太阳沙北部(RD03A)及烂沙洋潮汐通道的北部(RD03B)布置了3个钻孔(图1)。并对钻孔样品进行了各种分析和研究,主要包括底质特征研究、元素地球化学分析、沉积速率分析及超微化石分析等。

根据表层底质采样调查和粒度分析结果,烂沙洋通道主要由4种类型的沉积物所覆盖:粉砂($> 6\phi$)、砂质粉砂($4\phi \sim 6\phi$)、粉砂质砂($3\phi \sim 4\phi$)和砂(细砂, $2\phi \sim 3\phi$)。其中粉砂组分($> 4\phi$)占50%以上, $2\phi \sim 3\phi$ 的砂组分基本上在潮间带以下沿深槽分布,与这里的水动力较强相适应;最细的 $> 6\phi$ 的粉砂组分,则主要呈斑状分布在动力较弱的高滩、沙脊上。

除大部分砂质粉砂、粉砂的分布区域外,其他区域的沉积物分选均较好,这主要与较强的动力分选作用有关。此外,滩脊附近的沉积物均呈正偏、峰态系数较大,而深槽区域的则呈负偏、峰态系数较小,这与细、粗沉积物的分布区域相对应。在偏态系数 $-0.5 \sim 0.5$,峰态系数 < 1.5 的分布区域,周期性的动力作用最为显著。

1.3.2 主量元素分析

据烂沙洋钻孔沉积物样品的平均值与海区附近现代长江、黄河泥沙的化学组分对比,其 SiO_2 的平均质量分数为70.57%,明显高于长江、黄河的 SiO_2 ,后者的质量分数分别为56.78%、55.2%(表3)。 SiO_2 质量分数的高低和石英颗粒的多寡有直接的关系,本区 SiO_2 质量分数明显高于现代长江与黄河,表明本区沉积物中石英粗颗粒含量较高,这与本区沉积物长期遭受潮流和波浪的充分淘洗,细颗粒被潮流和波浪带离有关。研究区 Al_2O_3 的平均质量分数为9.62%,分别低于长江的16.31%和黄河的20.8%。 Al_2O_3 和 SiO_2 具有相反的变化趋势,当沉积物遭受风化,粘土增加,颗粒变细时, Al_2O_3 上升。 Al_2O_3 质量分数低于现代的长江、黄河,进一步说明本区沉积物颗粒较粗,潮流和波浪的淘洗冲刷能力较强。本区主量元素的另一个特点是CaO质量分数接近但低于长江的4.62%,与黄河的CaO质量分数10.8%相比,则相差很大,说明本区主要沙源来自长江流域,长江泥沙入海再搬运后,细颗粒状态的钙在浪流作用下,筛选逸散,渐离研究区,导致钙减少。

1.4 水动力条件

潮汐与潮流是本区主要水动力,以往研究表明^[5,10-12],辐射沙脊区20m等深线以内潮流性质属正规半日潮,潮流日不等现象比较明显;涨潮平均流速略大于落潮平均流速,其流速差一般不超过0.3 n mile(0.15 m/s),落潮流历时略大于涨潮流历时,其历时差约20min左右;西太阳沙位于烂沙洋潮流通道尾部与黄沙洋会合处,涨、落潮流基本是往复流,也表现出一些旋转流的成分^[3],涨潮流主流向为 $240^\circ \sim 300^\circ$,落潮流主流向为 $70^\circ \sim 100^\circ$ 。

台风、风暴潮及寒潮等极端天气事件对短时间的海底地貌形态及沉积物运动有显著影响。研究区

虽然风浪较小,但一次强大的台风浪造成的岸滩侵蚀相当于正常天气情况下该海区一年的侵蚀量^[3],同时破坏了沙洲区的动态平衡。如 1981 年的 14 号强台风,吕泗海洋站测得日平均波高为 2.0 m,最大波高为 3.5 m,近岸的最大波高达 2.2 m,浪向为 NNE-WNW;这次台风浪使吕泗近岸海滩冲走泥沙近 $6.78 \times 10^6 \text{ m}^3$,滩面平均刷深 9 cm。1997 年 11 号台风影响期间,在 8 月 18 日观测到有效波高 4.2 m,平均周期 6.0 s,最大波高 6.9 m 的风浪,波向 NE,同时

表 3 研究区与现代长江、黄河泥沙化学组成(%)

Tab.3 The mean values of main elements in studying area, Yangtze and Yellow River(%)

化学组成	化学组成(%)		
	研究区	长江	黄河
SiO ₂	70.57	56.78	55.2
Al ₂ O ₃	9.62	16.31	20.8
Fe ₂ O ₃	3.59	3.94	7.0
CaO	3.86	4.62	10.8
MgO	1.82	2.58	2.8
K ₂ O	1.94	2.78	
N ₂ O	2.16	1.11	
MnO	0.08	0.08	0.13
TiO ₂	0.07	0.94	0.76
P ₂ O ₅	0.13	0.18	

风速达到 23.4 m/s,风向为 NEN。

2 结论

(1) 烂沙洋潮流通道受强潮作用,潮流速大,落潮流速一般大于涨潮流速,涨、落潮流基本是往复流,烂沙洋以北区域是一个沉积物汇聚区,深槽中的沉积物均向外海方向输运,有利于深槽的维持。(2) 烂沙洋潮流通道从整体上讲是一条稳定的潮流通道,沉积动力条件较稳定,有利于建港,其东部为沉积物聚集区,将对通航条件与航道稳定性有潜在的影响,西太阳沙东北侧有冲刷趋势,年平均冲刷 0.5 m 左右,应采取适当的工程手段护基,既可抑制潮、浪对西太阳

沙边坡之冲刷,同时,也减轻了主潮流通道的淤积沙源。(3) 烂沙洋潮流通道周边海域风浪不大,台风、风暴潮及寒潮等极端天气事件对短时间的海底地貌形态及沉积物运动有显著影响,但从长远尺度而言,对烂沙洋潮流通道的稳定无明显影响,但这一现象也应引起重视。

参考文献:

- [1] 尤坤元,朱大奎,王雪瑜,等.苏北岸外辐射沙洲王港西洋潮流通道稳定性研究[J].地理研究,1998,17(3): 10-16.
- [2] 李海宇,王颖.GIS与遥感支持下的南黄海辐射沙脊群现代演变趋势分析[J].海洋科学,2002,26(9): 61-65.
- [3] 黄海军,李成治.南黄海海底辐射沙洲的现代变迁研究[J].海洋与湖泊,1998,29(6): 640-645.
- [4] 朱大奎,龚文平.苏北岸外海底沙脊群内大洪水道的稳定性分析[J].海岸工程,1994,13(4): 1-12.
- [5] 王颖.黄海陆架辐射沙脊群[M].北京:中国环境科学出版社,2002.7-368.
- [6] 任美铮,许廷官,朱季文.江苏省海岸带和海涂资源调查报告[M].北京:海洋出版社,1986.122-134.
- [7] 朱大奎,傅命佐.江苏岸外辐射状沙洲的初步研究[A].江苏省科学海涂办公室.江苏省海岸带东沙滩综合调查文集[C].北京:海洋出版社,1986.28-32.
- [8] 李从先,赵娟.苏北港辐射沙洲研究的进展和争论[J].海洋科学,1995,4: 57-59.
- [9] 王颖.充分利用天然潮汐通道建设江苏洋口深水港临海工业基地[A].东部资源环境与可持续发展研究中心.第二届江海论坛论文集[C].南京:南京大学出版社,2003.1-12.
- [10] 吴永成,黄海军.水动力条件在苏北岸外辐射沙洲形成和演变中的作用探讨[A].中国科学院海洋研究所.海洋科学集刊(40)[C].北京:科学出版社,1998.55-64.
- [11] 朱大奎,龚文平.江苏岸外海底沙脊群西洋水道的稳定性分析[J].海洋通报,1994,13(5): 36-43.
- [12] 诸裕良,严以新,薛鸿超.南黄海辐射沙洲形成发育水动力机制研究I.潮流运动平面特征[J].中国科学(D辑),1998,28(5): 403-410.

Stability of major tidal channel in radial submarine sand ridges system off Jiangsu Province

HE Hua – chun, ZOU Xin – qing, LI Hai – yu

(Key Laboratory of Coast & Island Development, Ministry of Education, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Received: Mar., 2, 2004

Key words: radial submarine sand ridges; Lanshayang tide channel; stability analysis; remote sensing images analysis

Abstract: Lanshayang tide channel is a major tide channel in radial submarine sand ridge system offshore Jiangsu Province where flood and ebb flow is strong. For making use of the deep – cut channel for buiding up a harbor. the stability of Lanshayang tidal channel is comprehensively studied based on the data from investigation and used manifold methods including remote sensing images analysis, geography information system, sediment grain size, principal element determination, hydrodynamics analysis and so on. The conclusion are as follows: Langshayang tide channel is a stablized tide channel which fits to build up a harbor, but some necessary engineering must be implimented carefully to reduce periodic erosion on its flanks.

(本文编辑 刘珊珊)