



瑞丰沙变迁对长江口南港河床特征影响*

朱远¹, 罗小峰², 龚政¹

(1. 河海大学, 江苏南京 210024; 2. 南京水利科学研究院, 江苏南京 210029)

摘要: 根据长江口南港河段历史地形资料、1998年以来历年4次固定断面水深测量资料, 分析瑞丰沙的形成、发育以及冲刷过程, 重点分析近10余年来瑞丰沙变迁对南港河段河槽容积、过水断面面积及断面形态的影响。研究表明: 1) 近年来, 瑞丰沙上段保持相对稳定的态势, 下段逐渐消亡, 这与人类工程及无序采砂密不可分; 2) 瑞丰沙的变迁, 对南港河槽有重要影响, 南港上游断面面积保持稳定, 下游断面面积明显减小, 河槽容积逐年增大, 深槽淤浅, 靠岸, 都与瑞丰沙的变迁密不可分。3) 应采取积极措施抑制不利影响。

关键词: 长江口; 瑞丰沙; 断面面积; 断面形态; 河槽容积

中图分类号: U 658

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)08-0107-06

Impact of Ruifengsha's changes on riverbed characteristics at the south channel of the Yangtze River estuary

ZHU Yuan¹, LUO Xiao-feng², GONG Zheng¹

(1. Hohai University, Nanjing 210024, China; 2. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: Based on the historical bathymetry data of the south channel of the Yangtze River estuary, and water depth of the fixed cross-sections for four times every year since 1998, we analyze the process of formation, development and erosion process for Ruifengsha, focusing on the influence of Ruifengsha's change on the channel volume, wetted cross-sectional area, and cross-sectional shape at the south channel during recent decade. The results show that: 1) In recent years, the upper part of Ruifengsha has been in the stable status, and the lower part has gradually disappeared, which is caused by human engineering and disordered sand excavation. 2) Ruifengsha's changes have significant impacts on the south channel. There is an inseparable relationship between Ruifengsha's changes and the phenomena such as the cross-sectional area keeps unchanged at the upstream, and it obviously decreases at the downstream of the south channel, the channel volume constantly increases, the deep channel deposits, becomes shallow, and turns to shore. 3) We should take positive measures to diminish unfavorable influences.

Key words: Yangtze River estuary; Ruifengsha; cross-sectional area; sectional shape; river channel volume

长江口是一个丰水、多沙、中等潮差、有规律分叉的三角洲河口, 在徐六泾以下被崇明岛分为南支和北支, 南支在浏河口以下被长兴岛和横沙岛分为南港和北港, 南港下段又被水下沙洲九段沙分为南槽和北槽, 从而形成了长江口三级分

叉、四口(北支、北港、南槽、北槽)入海的形势(图1)。

本文分析的南港河段指吴淞口至南北槽分叉口之间的河段, 河段长度约30 km, 平均河宽6 km。该河段北岸自上而下有振华港机集团、中

收稿日期: 2013-12-17

*基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金(51009095)

作者简介: 朱远(1989—), 男, 硕士研究生, 主要从事河口、海岸工程研究。

海修造船基地、中船长兴造船基地，南岸为上海港外高桥港区一期至六期，研究本河段演变特征具有重要的工程意义。前人通过物理模型试验，数值模拟等手段对南港分汉口演变、河槽冲淤变化、工程对河势影响等做了大量研究。结果表明：南、北港分汉口的河势十分严峻，须采取相应措施稳定分汉口河势使其向着有利于稳定河势的方向发展^[1]；2000—2004年南港主槽处于冲刷状态，2004年后转为淤积^[2]；近年来，人类无序采砂对南港河势有着不利的影响^[3]。本文重点讨论南港瑞丰沙的演变过程及近年来南港演变特征，为南港河势稳定及各项工程提供理论依据和指导。

1 南港河床历史演变

1.1 瑞丰沙形成前

自1843年上海港开埠以来，长江口南港始终是一条上、下贯通的入海航道。由于洪水造床作用南、北港分流、分沙量调整及南支下段横向汉道频频切滩，使南港在近160年中出现过几次较大的淤积期。第一次较大淤积发生在1860—1880年，因1860年及1870年长江流域发生2次特大洪水过程（宜昌站最大洪峰流量分别为92 500 m³/s和105 000 m³/s），使北港成为长江口的排洪主槽，南港河槽明显缩窄淤浅，淤积过程以浅滩活动沙下移为标志。当淤积体下移壮大成沙岛后，南港主槽水深逐渐恢复。20世纪上半叶，长江流域于1931年、1935年、1949年及1954年发生过4次较大的洪水过程，南港成为主要出海通道。

根据图2给出的1958年南港水域地形，南北港之间自上而下罗列着石头沙、瑞丰沙、潘家沙、鸭窝沙、金带沙和圆圆沙，沙洲之间有大小不等的串沟相隔，南北港的主分汉口位于石头沙头部，新崇明水道10 m等深线贯通南北，瑞丰沙沙嘴5 m等深线在潘家沙与鸭窝沙之间串沟的下端附近，沙嘴与潘家沙由一条规模不大的纵向潮沟相隔，似为长兴水道的雏形，自此以下到圆圆沙沙嘴，南港河槽呈形状相当规则的“U”型^[4]。

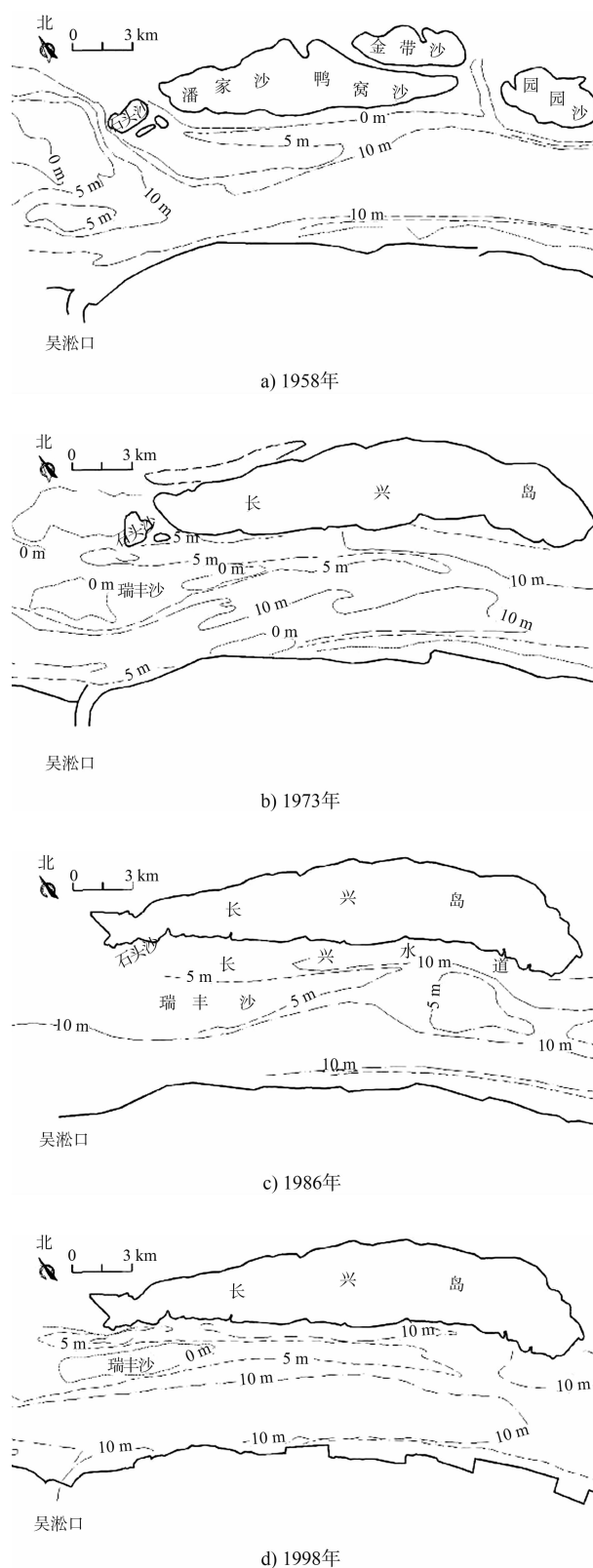


图2 长江口南港水下地形变化（1958—1998年）

1.2 瑞丰沙发育期

南港第二次淤积过程发生在20世纪60年代初至70年代末，具体表现为：南港上口浏河沙与

中央沙连成一体,南支下泄水流在长兴岛西端石头沙冲刷形成了一条南北走向的新崇明通道(1958—1963年),水流顶冲石头沙及瑞丰沙,冲刷崩坍的6 700万 m^3 泥沙中有6 600万 m^3 淤积在南港,成为现今瑞丰沙嘴发育的基础;1962—1963年,南港上口浏河沙与中央沙之间切滩发育成新宝山水道(1962年大通水文站最大洪峰流量为68 300 m^3/s),南北港分流口处的中央沙头受冲刷节节后退;1963—1971年沙头-5 m等深线冲刷下移3.3 km,冲刷下的6.04亿 m^3 泥沙中有3.20亿 m^3 进入南港,这些泥沙不仅使南港主槽普遍淤高2~5 m,而且使瑞丰沙嘴扩大延伸,迫使南港“U”型单一河槽形态分化为“W”型复式河槽(图2中1973年南港地形),这种淤积趋势一直延续至1978年。直至1998年长江口深水航道工程开工,南港河段基本维持较好的“W”型复式河槽^[4]。

1.3 瑞丰沙挖沙冲刷期

1998年以来,受南港上口的局部河势变化和瑞丰沙无序采砂的影响,瑞丰沙中部串沟发育并持续扩大,沙体中部8 m线已断开,8 m以浅沙体体积也明显减小,5 m以浅中下沙体已冲失殆尽。

李玉中^[5]指出瑞丰沙过去存在非法采砂活动,在一定程度上加剧了瑞丰沙沙体冲刷。李茂田^[6]通过多波束探测及数字高程模拟技术发现采砂坑、陡坎与滑坡体形成的主要受采砂及其引起的瑞丰沙顶部水沙通量调整控制,采砂引起瑞丰沙顶部过水断面增加8 240 m^2 。

在人工采砂作用下,2001年8月瑞丰沙中部切割形成5 m串沟(图3);2004—2007年是瑞丰沙中部串沟冲刷发展最快的时段,同时也是5 m以浅下沙体冲刷消失最快的时段。

在落潮流作用下,瑞丰沙中部串沟不断展宽、增深,瑞丰沙下沙体面积不断减小,2005年11月,瑞丰沙中部水深约8.3 m;至2007年2月,该串沟水深达到9 m,宽度接近1 km,同时瑞丰沙下沙体5 m线基本消失^[7]。

由于瑞丰沙下沙体的剧烈冲刷,南港河槽形态也从原先的“W”型复式河槽向“U”型河槽转变^[8]。与瑞丰沙中、下沙体冲刷相对应,南港南岸河槽淤积,长兴水道上段淤积、中下段冲刷。

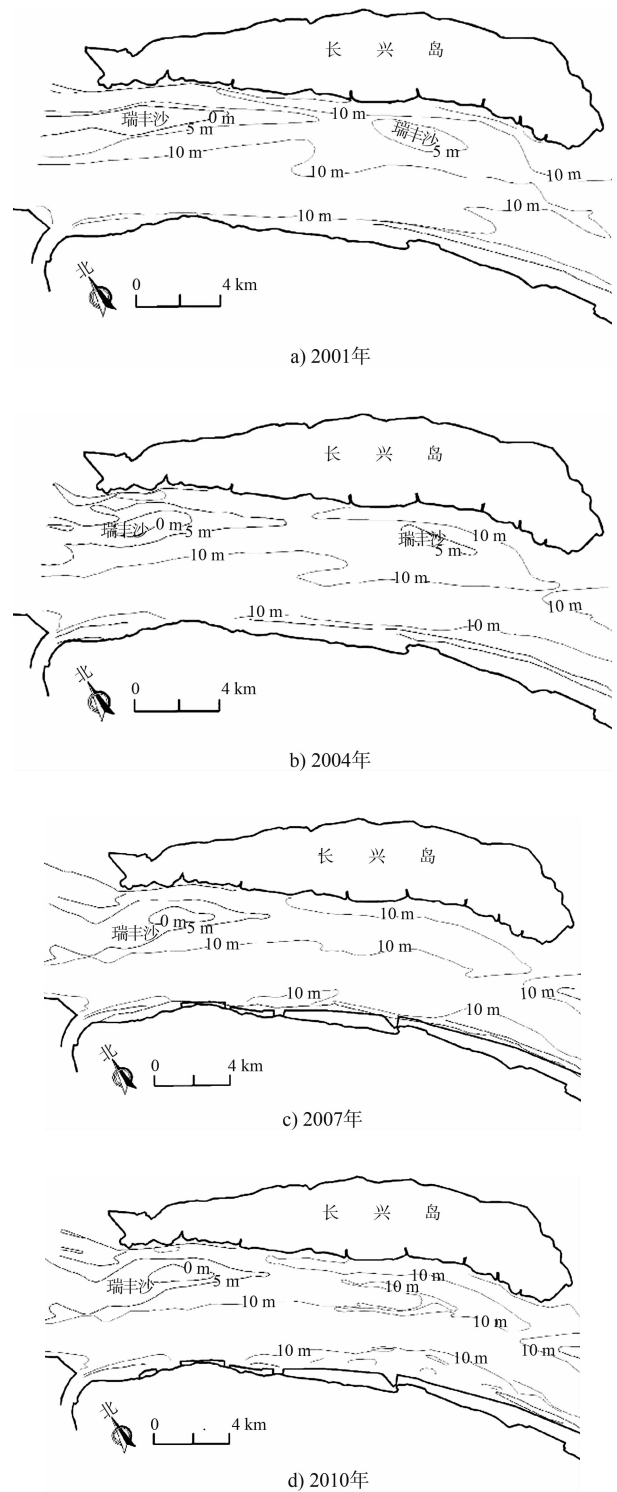


图3 长江口南港水下地形变化(2000—2010年)

2 南港近期演变特征

上述分析表明，瑞丰沙因挖沙引起的剧烈冲刷主要发生在1998年之后，南港河床断面形态、过水断面面积、河槽容积均发生了较大的变化。

本文利用1998年以来1年4次固定断面水深测量资料对南港近期演变进行分析。分析断面编号采用现场固定监测断面编号。A1断面位于南港上段南、北港分流口附近；A4断面为南港中上段；A7断面位于马家港附件瑞丰沙串沟严重区段；A10断面位于南港中下段，瑞丰沙嘴附近（图4）。

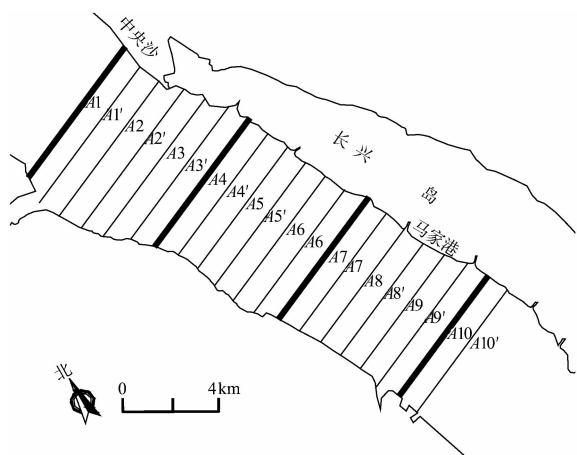


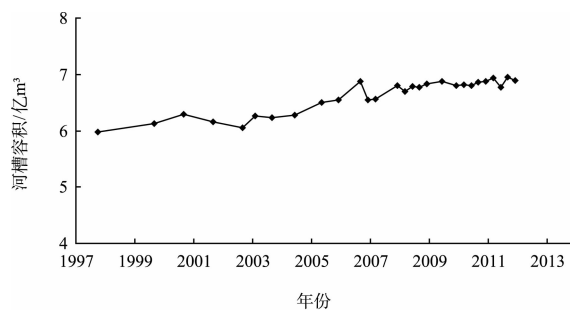
图4 南港水下地形测量断面位置

2.1 河槽容积变化

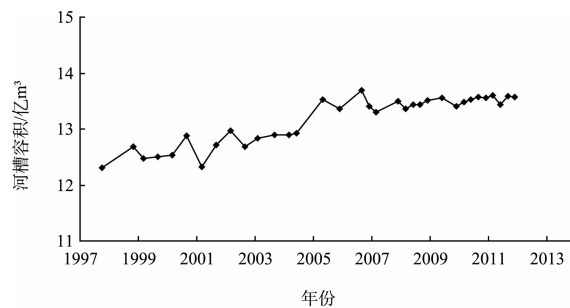
河槽容积是反映河段水动力和河床断面调整综合作用的一个重要指标。统计中考虑中潮位（吴淞基面+2.0 m）和深水区（吴淞基面-5.0 m）以下河槽容积2个指标^[2]。

1998年之后南港河槽容积变化与本河段内瑞丰沙的演变有直接关系（图5）。1998年5 m以深南港容积接近6亿 m³，1998—2000年小幅冲刷约0.3亿 m³，2000—2002年小幅淤积约0.2亿 m³，2003—2006年5 m以深容积增大较多，容积增大约0.6亿 m³，2007年开始增加缓慢，但冲刷趋势一直保持不变，至2012年5 m以深容积达6.88亿 m³，相对1998年增长率为14.6%。1998—2005年，南港总容积有小幅增加，约0.6亿 m³，2006年开始南港明显冲刷，总容积逐年增大，3年内容积增大0.7亿 m³，2008年后趋于稳定，并小幅增长，至2012年增幅不到0.1亿 m³，相对于1998年增长

率为10.2%。



a) 南港河槽5 m以下容积



b) 南港河槽总容积

图5 南港河槽容积变化

2.2 断面积变化

南港是较为典型的河口地形，上段断面面积小于中下段断面面积（图6）。从时间过程上看，A1断面面积总体相对稳定，变化幅度在5万 m²之内。A4断面从1998年以来，断面面积逐年减少，2001年后开始缓慢增大，2004年以后淤积趋于平稳，总体上断面面积保持不变。A7断面处在瑞丰沙体中部串沟最为明显的地方，所以变化幅度最为剧烈，在2005年前一直保持着冲刷态势，之后淤积，断面面积保持在7万 m²左右。A10断面位于南港中下段，与A7断面相似，在2005年前后，河道小幅冲刷，这与深水航道整治工程和人工挖沙密不可分，2005—2010年回淤现象明显，断面面积明显减小，从1998年7万 m²至2008年以后不足6.5万 m²，2008年以后基本保持不变。

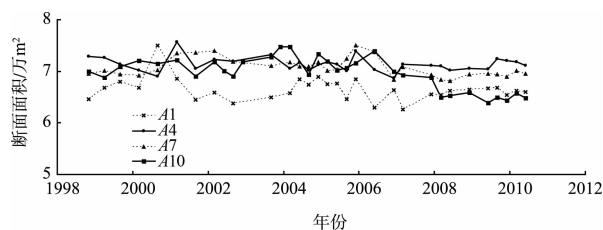


图6 南港典型断面面积变化过程

2.3 断面形态变化

如图7所示,南港各个典型断面,在1998—2010年间都有不同的变化规律,下面对各断面逐一进行分析。

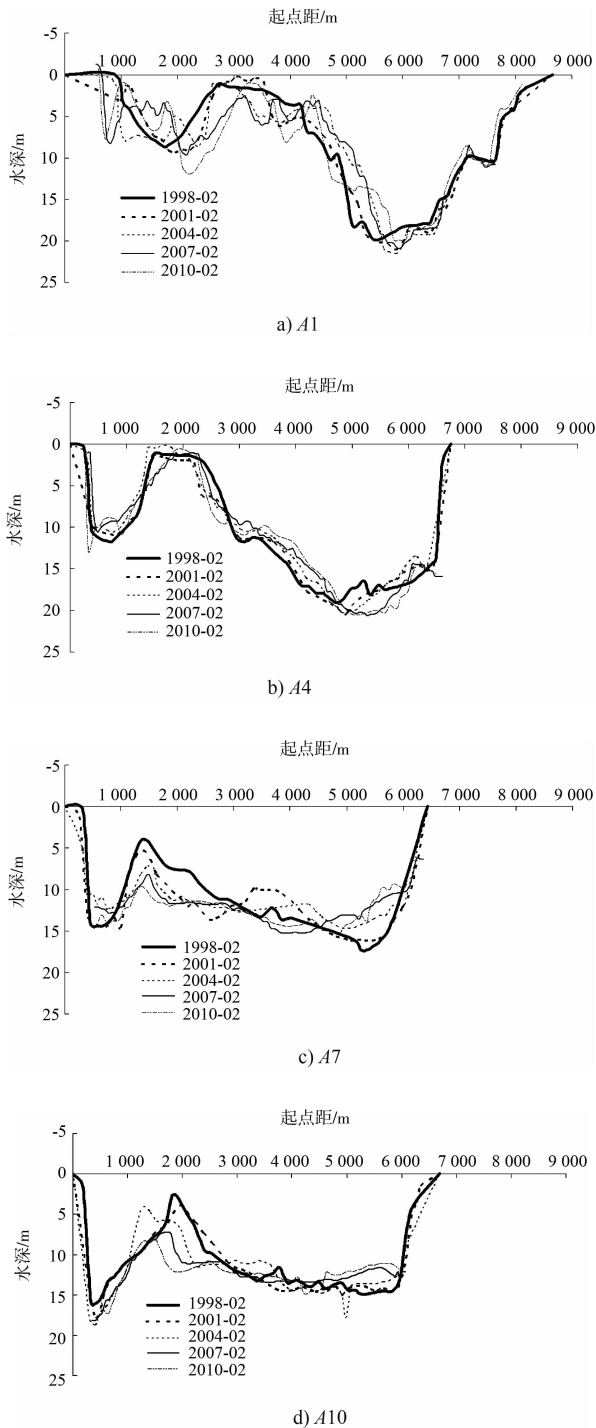


图7 南港典型断面形态变化过程

A1断面为南港上断面,位于吴淞口附近,该断面形态比较复杂,自北向南依次为中央沙、长兴水道上口、瑞丰沙滩顶、南港主槽;总体来说,

长兴水道上口变化幅度较小,瑞丰沙滩顶高程变化幅度也相对较小,瑞丰沙南侧沙体变化幅度较大。具体表现为2000—2006年,由于上游的新浏河沙包和新浏河沙大量冲刷下泄,底沙沿着瑞丰沙南侧淤积;2006年以后,由于新浏河沙护滩工程以及中央沙圈围工程的实施^[9],上游下泄底沙减少,瑞丰沙南侧沙体出现大幅冲刷,同时南港主槽的深槽明显偏北,南岸出现大幅淤积。

A4断面位于南港中上段,从1998年以来,长兴水道形态稳定,缓慢淤积幅度在2 m以内;瑞丰沙体较为稳定,瑞丰沙沙顶高程基本不变;南港主槽逐年冲刷,但南港北侧沙体出现明显淤积,深槽南偏,南岸稳定。

A7断面位于南港中部马家港上游附近,该断面的变化具有十分特殊的意义。1998年瑞丰沙滩顶水深为4 m,断面形态呈明显的“W”型。1999年开始出现冲刷,到2010年,该断面滩顶水深加深至9 m左右。1998年至2004年长兴水道深槽和南港主槽的深槽部位同时出现明显淤积,断面形态已经向“U”型转化。从断面形态上看南港南岸淤积,深泓位置明显北移。2004—2010年,南港深槽持续维持北偏的位置,而长兴水道一侧的水深基本稳定。

A10断面位于南港中下段,1998年瑞丰沙顶水深为2.5 m,断面形态呈明显“W”型。2001年后沙体开始冲刷,并向北偏移;至2010年沙顶水深达8 m,断面形态向“U”型转变。长兴水道深槽略有冲刷,最大水深保持在17 m左右。南港主槽靠近南岸部分呈现明显淤积,最大水深从1998年近15 m至2010年已不足11 m。

综合分析4个断面形态,南港上游断面形态相对稳定,瑞丰沙基本保持着稳定态势,南港主槽有1 m以内的刷深,主槽北侧及长兴水道有小幅淤积。瑞丰沙中下段及下段冲刷剧烈,沙顶水深由1998年5 m冲刷至超过10 m,沙顶北偏,主槽北侧冲刷,南侧淤积,深泓线北偏,长兴水道也小幅淤积,淤积幅度在1 m左右。由此看来南港逐步向着宽浅河槽发展。

3 结论

本文根据长江口南港河段历史地形资料,分析了瑞丰沙的形成、发育以及冲刷过程,重点分析了近10余年来瑞丰沙变迁对南港河段河槽容积、过水断面面积以及断面形态的影响。

1998—2007年,由于挖沙影响,瑞丰沙中部以下发生剧烈冲刷,南港中下段“W”型河槽逐渐向着“U”型发展。南港上游断面稳定,下游断面减小约5000 m²,河槽总容积增大1.3亿 m³,5 m以深容积增大0.7亿 m³。2007—2010年,瑞丰沙冲刷趋于平缓,南港断面面积相对稳定,河槽总容积及5 m以深容积仍保持增大趋势,但增大幅度缓慢。南港中下段主泓北偏,主槽南侧淤积、北侧冲刷。河槽呈现出宽浅的状态。瑞丰沙下沙体受冲刷后因供沙不足而难以恢复,使得南港逐步向宽浅型河槽发展。

参考文献:

[1] 薛鸿超. 长江口南、北港分汉口演变与治理[J]. 海洋工程, 2006, 24(1): 27-33.

[2] 闫龙浩, 杨世伦, 李鹏, 等. 近期(2000—2008年)长江口南港河槽的冲淤变化——兼议外高桥新港区岸段强烈淤积的原因[J]. 海洋通报, 2010, 29(4): 378-384.

[3] 张国安, 虞志英, 何青, 等. 长江口深水航道治理一期工程前后泥沙运动特性初步分析[J]. 泥沙研究, 2003, 81(6): 31-38.

[4] 陈志昌, 罗小峰. 长江口南港及南北槽分汉口河床形态特征研究[J]. 水利水运工程学报, 2005, 12(4): 1-5.

[5] 李玉中, 陈沈良. 长江口瑞丰沙串沟成因分析[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2010(6): 1-11.

[6] 李茂田, 程和琴, 周丰年, 等. 长江河口南港采砂对河床稳定性的影响[J]. 海洋测绘, 2011, 31(1): 50-53.

[7] 郭建强, 茅志昌. 长江口瑞丰沙嘴演变分析[J]. 海洋湖沼通报, 2008(1): 17-24.

[8] 刘杰, 赵德招, 程海峰, 等. 长江口南港近期河床演变及南岸淤积原因分析[C]//第十四届中国海洋(岸)工程学术讨论会论文集. 海洋出版社: 中国海洋工程学会, 2009: 927-930.

[9] 刘猛, 李为华, 张宏伟. 长江口南港近年河势变化分析及对策研究[J]. 水运工程, 2013, 478(4): 122-126.

(本文编辑 郭雪珍)

(上接第100页)

4 结语

1) 针对水下地形变化剧烈的特点,合理确定码头位置及防波堤走向,为工程远期平面布局优化预留空间。

2) 港口位于开敞水域时,宜设置防波堤以形成有掩护水域。平面布置应综合考虑波浪、沿岸输沙、温排水的影响,口门朝向宜避开常浪向和强浪向,口门应布置在波浪破碎带以外区域,并通过数学或物理模型试验分析港池内掩护效果和泥沙淤积情况。

3) 从利于施工角度出发,确定防波堤与码头及引桥结构采用分离式布置,并结合波浪整体物理模型试验成果,合理确定二者的间距。

参考文献:

[1] 中交第二航务工程勘察设计院有限公司. 国电海南西南部电厂2×350 MW 机组工程配套码头工程可行性研究报告[R]. 武汉: 中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 2014.

[2] 南京水利科学研究院. 国电海南西南部电厂温排水与潮流泥沙模拟计算及岸滩稳定性分析研究[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2013.

[3] 广东省航海协会. 国电海南西南部电厂配套码头工程通航安全影响论证报告[R]. 广州: 广东省航海协会, 2013.

[4] 南京水利科学研究院. 国电海南西南部电厂配套码头工程波浪整体物理模型试验报告[R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2013.

(本文编辑 郭雪珍)