



长江口南港河段近期河床演变特征及 航道整治策略*

张俊勇^{1,2}, 吴华林¹, 赵德招¹

(1. 上海河口海岸科学研究中心, 上海201201; 2. 交通运输部长江口航道管理局, 上海 200003)

摘要: 长江口南港长期以来是一条上下贯通、水深条件良好的入海通道。长系列水沙、地形实测资料表明, 近期南港河段发生了一系列的河势变化, 突出表现在瑞丰沙下沙体的冲刷和中部串沟的发展。在近期河床演变特征、演变趋势分析, 以及南港12.5 m深水航道回淤特性分析的基础上, 研究南港航道的整治策略, 并提出初步治理方案。

关键词: 演变特征; 航道; 回淤; 整治策略

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)12-0115-06

Recent riverbed evolution characteristics and regulation strategy of south channel, Yangtze River estuary

ZHANG Jun-yong^{1,2}, WU Hua-lin¹, ZHAO De-zhao¹

(1. Shanghai Research Centre for Estuarine and Coastal Science, Shanghai 201201, China;

2. Yangtze Estuary Waterway Administration Bureau, Shanghai 200003, China)

Abstract: The south channel in the Yangtze River estuary has always been a good access to the sea with favorable water depth condition. Long series of field data on water, sediment and topography show that a series of regime variations has happened in the south channel, such as scouring in the lower Ruifeng bar and development of central string ditch. Based on the analysis of the recent riverbed evolution characteristics, evolution trend, and siltation characteristics of the 12.5 meters deep water channel of the south channel, we research the regulation strategy of the south channel and put forward the preliminary regulation scheme.

Key words: evolution characteristics; channel; siltation; regulation strategy

长江口南港河段位于南北港分汉口与南北槽分汉口之间, 上接南支, 下连南槽和北槽, 全长约25 km。当前, 南港水域水深江阔, 两岸深水码头密布, 分布有外高桥港区、宝山港区等重要港区, 是上海国际航运中心及海洋装备产业基础设施密集的水域。除长江口12.5 m深水航道外, 南港水域还有长兴水道、宝山支航道、上海港外高桥支航道等。近期以来, 南港出现了瑞丰沙下沙体

冲刷、中部串沟发育等河势变化, 给南港及北槽河段的河势稳定及航道维护带来了不利的影响, 尤其是2010年3月长江口深水航道水深增深到12.5 m以后, 南港河段航道回淤量较大, 已成为长江口深水航道仅次于北槽中段的重点回淤区段。

本文以长系列的水沙、地形实测资料为基础, 分析近期河床演变特征及航道回淤特性, 研究提出南港航道的整治策略。

收稿日期: 2013-03-18

*基金项目: 国家自然科学基金(51209135)

作者简介: 张俊勇(1977—), 男, 博士, 副研究员, 从事工程泥沙问题研究。

1 南港河段历史演变

自上海港开港以来，长江口南港始终是一条上下贯通的入海航道。20世纪上半叶，长江流域曾发生1931年、1935年、1949年及1954年共4次较大的洪水过程，南港河槽成为宽阔水深的通航航道。1958年之后，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，水流顶冲石头沙，冲刷崩坍的约6 600万m³泥沙淤积在新崇明水道与南港汇流点下方的缓流区，发展形成瑞丰沙嘴。20世纪60年代初至70年代新宝山水道形成后，近4亿m³的泥沙进入南港。这些冲刷下移的

泥沙对南港河床演变造成了深远的影响：不仅使南港主槽一度淤高，而且使瑞丰沙嘴不断发育扩大，并向下延伸。瑞丰沙的形成和淤涨使南港由单一河槽转变为“W”型复式河槽，即南侧为落潮主槽；北侧为涨潮流占优势的长兴岛涨潮槽。80年代后至90年代，瑞丰沙原分散沙体相连形成带状沙体，逐渐进入其发育的鼎盛时期。

20世纪80—90年代，上游新宝山水道趋于稳定，下泄泥沙明显减少，瑞丰沙逐渐发育成形，南港主槽河槽束窄，主槽水深全面增加，12.5 m深槽全程贯通，深槽内平均水深达14 m左右，南港主槽处于水深槽窄的优良阶段（图1）。

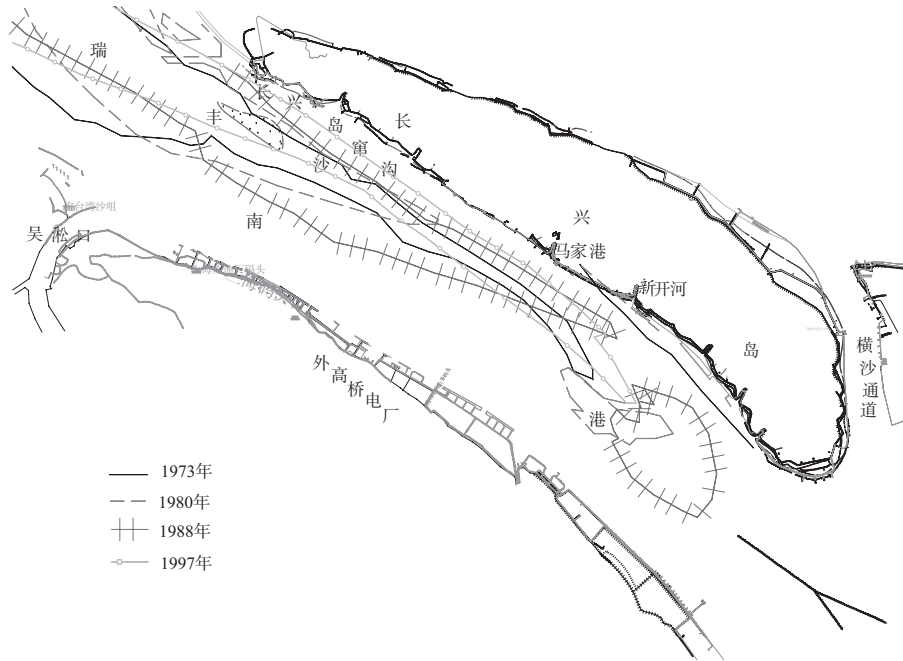


图1 瑞丰沙5 m等深线演变（1973—1997年）

2 近期演变及趋势分析

20世纪末以来，南港河道发生了较为剧烈的河势变化。受1998年、1999年大洪水的影响，南北港分汉口宝山南北水道地形条件发生了较大的变化，宝山北水道冲刷扩大（2011年3月-10 m深槽贯通，2003年通道最大水深达24.1 m）。入口水动力条件的变化引起了南港中段主流线北偏；同时由于当时长江口水域人工采砂尚未纳入规范化管理，适应长江口周边涉水工程建设的需要，一度大大增强了在瑞丰沙沙体上的人工采砂。采砂活动不仅直接减小了瑞丰沙沙体的体积，降低瑞

丰沙滩面的高程，增强瑞丰沙滩面的越滩流，而且同时扰动了瑞丰沙沙体表面，增加了滩面的易冲性，加速了水流的冲刷。

因此1999年以后瑞丰沙中部串沟不断冲刷变大，下沙体体积不断减小（图2、图3）。2001年8月瑞丰沙中部（约外高桥四期码头—马家港断面）5 m串沟形成。之后，瑞丰沙中部5 m串沟不断展宽和加深，瑞丰沙下沙体不断减小并最终5 m以浅沙体全部消亡（表1）。

伴随瑞丰沙中部串沟的发展和下沙体的消亡，南港中下段主槽10 m线北拓，深泓线也有所

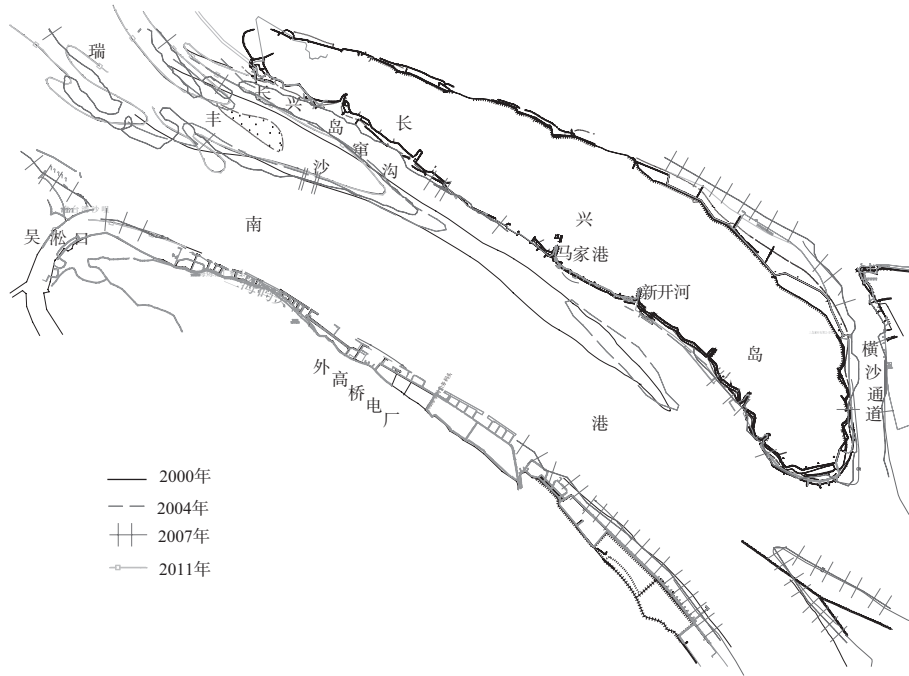


图2 2000—2011年瑞丰沙5 m等深线演变

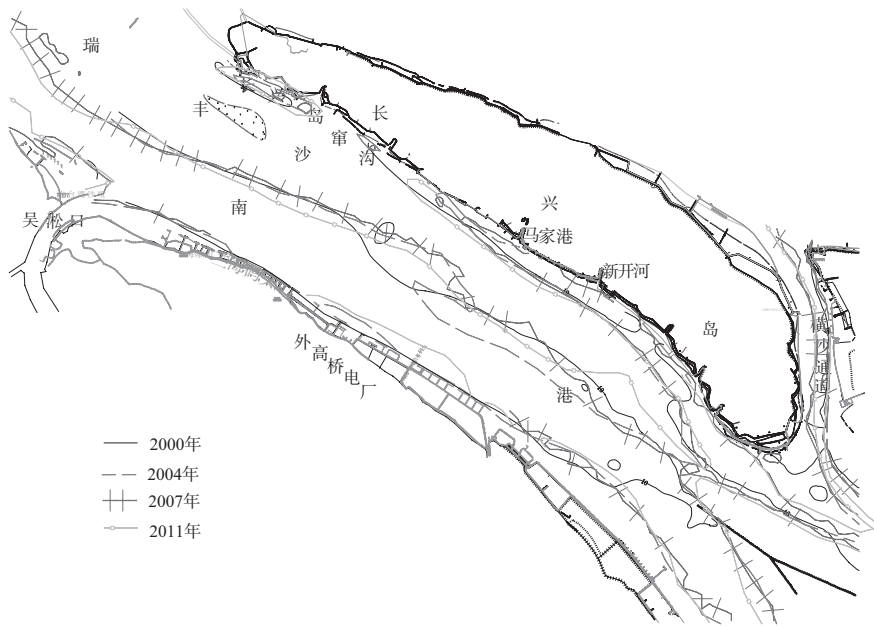


图3 2000—2011年瑞丰沙10 m等深线演变

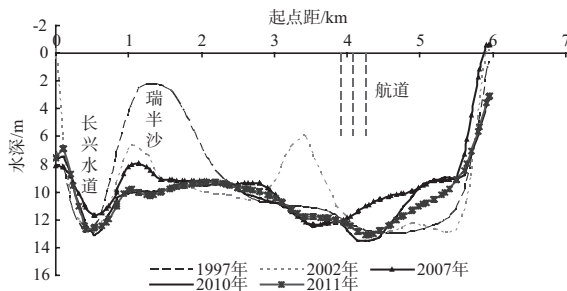
北移(图3),主槽南侧水深淤浅。从断面形态来看,2000年以后,南港断面上瑞丰沙冲刷,南岸深槽淤浅,断面形态总体由W型往U型发展(图4)。受此影响,南港南岸近岸水深减小,外高桥码头进港航道淤积,长兴水道W河槽形式下外沙里泓的格局发生变化,下段河槽在落潮流作用下不断冲刷拓宽,其中新开河至圆沙港间10 m槽宽自2000年以来由不足400 m增至700 m。2007年以后,断面形态渐趋稳定。

由于瑞丰沙上沙体和新浏河沙的高大完整,南港上段宝山水道水深条件良好,12.5 m深槽宽度超过1.5 km,最大水深约19 m。随着南港分汉口的逐步治理,该区域的河势条件进一步改善。

从河势演变历史来看,影响南港河床稳定性的因素主要有2个:1)上下游边界条件变化;2)南港河段内部滩槽演变及其引起的水沙运动变化。前者为外因;后者既是内因,自身也是河段河床变化的构成部分。

表1 瑞丰沙串沟及下沙体变化情况

时间	瑞丰沙中部串沟变化		瑞丰沙下沙体5 m 以浅面积/km ²
	距离/m	最大水深/m	
2001-02	0	5 m尚未贯穿	
2001-08	2 500	5.9	4.080
2002-02	3 520	6.2	3.510
2003-02	4 190	6.0	3.680
2005-02	5 575	7.2	1.240
2006-02	7 020	7.2	0.260
2007-02	9 708	7.3	0.013
2010-02		10.7	下沙体已无5 m以上滩地
2011-11		10.3	



注：A8断面，位于南港中段马家港附近。
图4 1997—2011年南港河槽断面变化

从南港河段河床演变的边界条件和宏观背景来看，自从上游徐六泾节点形成以来，长江口“三级分汊、四口入海”的总体河势格局较为稳定。1998年长江口深水航道治理工程实施以来兴建了南北槽分流口工程（包括南线堤、分流潜堤和南导堤），基本稳定了下游的南北槽分流口。2007年以后新浏河沙护滩和南沙头通道潜堤工程及中央沙圈围、青草沙水库工程的先后实施并完成，基本控制了南北港分汊口河势。除新浏河沙沙包及宝山南北水道等局部冲淤依然存在，甚至一定时段可能加剧外，南北港总体的分流格局尤其是南港入口的分流格局难以发生大的变化。从南北边界来看，自1958年以来南港南岸以及北岸长兴岛大量堤防、护岸工程的实施，使得南港河段的南北边界趋于稳定，河道南北摆动已无可能。综上，南港河段上、下、南、北的边界条件已基本固定。

从南港河道内部的滩槽格局分析，当前，瑞丰沙上沙体较为完整，且南北港分汊口工程（包括新浏河沙护滩和南沙头通道潜堤工程及中央沙

圈围、青草沙水库工程）兴建后有与新浏河沙连为一体之势，且两者均受南北港分汊口工程的保护而具有较强的稳定性。瑞丰沙下沙体冲蚀及瑞丰沙串沟冲刷发展后，由于边界条件的制约，瑞丰沙下沙体进一步冲蚀及串沟进一步冲刷的趋势变缓。从2000—2007年地形变化看，南港下段“W”型河槽往“U”型河槽变化显著；但2007年以后，尽管瑞丰沙下沙体和串沟局部的冲淤变化仍然存在，但总体而言，一个坦化后的“W”型河槽即长兴水道和南港主槽夹一个变“矮”的瑞丰沙下沙体的格局较为稳定。

综上所述，当前及今后南港河道除局部冲淤外，整体河势包括滩槽格局、水沙动力条件较为稳定。

3 南港航道回淤特性及整治策略

3.1 南港航道的回淤特性

2007年以来长江口深水航道南港段（ⅡN-D单元）以上的航道年回淤量见图5。由图5可见：2007—2009年，长江口深水航道南港段年回淤量均在200万m³以内，2010年和2011年则剧增至1 536万m³和1 355万m³，回淤量增大7倍多。

2007年前后，南港外高桥区域局部码头前水深开始小于10 m，开始有局部的疏浚。2011年上海港外高桥支航道开工后（航道水深12 m），航道回淤量急剧增大，仅外四外五港区进港航道回淤量预测即达525万m³/a。

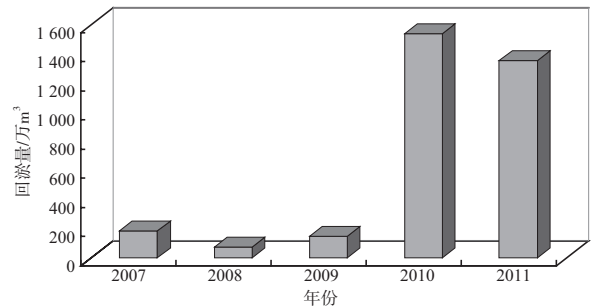


图5 南港航道年回淤量

3.2 整治策略初步分析

前文分析可知，2007年以后，南港河段整体河势格局较为稳定，地形条件和水流流场变化较小。期间航道回淤量的增加主要是2010年3月深水

航道三期工程交工验收,航道水深由10 m加深至12.5 m。同样外高桥支航道回淤量剧增的原因也是航道加深。

从空间分布来看,以南港中段的三期航道终点(W0)为界,深水航道南港段可分为南港上段和南港下段,航道维护水深分别在2010年3月水深和2011年1月加深至12.5 m。2011年深水航道南港段回淤量全部集中在南港下段。上海港进港支航道的回淤量也主要集中在南港中下段的外四外五区域。南港上段水深条件良好,无需人工维护即可维持12.5 m水深航道。

综合河床演变分析成果及航道回淤特性,基本可以判定,当前南港下段航道回淤量较大的主要原因是:当前南港中下段由于瑞丰沙的冲蚀造成河床过于宽浅,水流动力条件不足以维持12.5 m水深的深槽;同时南港为长江口泥沙入海通道之一,具有较为丰富的回淤泥沙来源。与此相对应的:1)南港上段,由于瑞丰沙上沙体和新浏河沙的高大完整、河床相对窄深,航道水深条件良好,深水航道及沿岸的宝钢码头前沿自然水深均大于12.5 m;2)1997年时的南港下段(图4),彼

时由于下瑞丰沙高大完整,南侧主槽自然水深大于或接近12.5 m。

由此,在当前上下边界条件相对稳定的背景下,南港航道整治的关键在于重塑高大完整的瑞丰沙下沙体,减小河槽断面过水面积,“束水攻沙”,改善南港主槽水流动力条件,进而形成较好的航道维护条件。南港航道整治应注意如下关键问题:

1)应较大幅度增加深水航道及上海港进港支航道水流动力,实现航道减淤目的;

2)应保持长兴水道的畅通和稳定,服务于长兴岛海洋装备工业的发展;

3)应尽可能少占用锚地、航道资源,不对生态环境产生较大的不利影响。

4 南港瑞丰沙治理方案初步研究

自2008年起,交通运输部长江口航道管理局组织有关科研单位深入开展了瑞丰沙整治的方案研究。根据方案总体思路和最新水深条件,在《长江口综合整治开发规划》基础上,先后提出几类瑞丰沙整治方案。最后推荐了初步推荐Y34方案作为瑞丰沙整治工程总体方案(图6)。

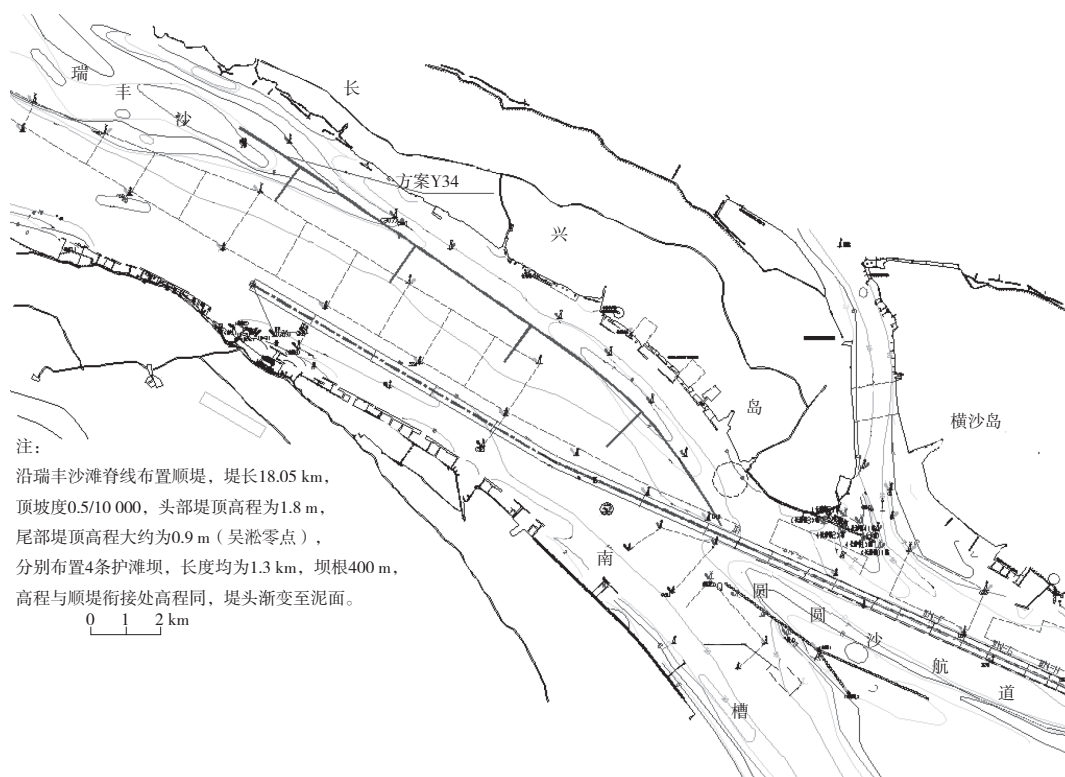


图6 瑞丰沙整治工程总体方案

数学模型和动床物理模型研究成果表明，总体方案Y34实施后：工程护滩效果显著；南港中下段主槽涨落急流速普遍增加，局部最大增幅超过0.5 m/s，工程有归顺主槽潮流、增加南港主槽下段浅区流速的功能；长兴水道涨落急流速变化相对较小，显示工程对长兴水道影响不大；北槽进口涨落急流速均有所减小，幅

度在10 cm/s以内，显示工程对圆圆沙航道和北槽进口段航道影响不大，其他区域流速基本稳定，方案对周边流场影响不大。经过2个水文年，南港主槽出现明显冲刷，北侧10 m线向护滩堤扩展；南侧近岸段冲刷幅度也较大，南侧10 m线明显展宽，最大幅度超过1.5 km；长兴水道中下段有所冲刷（图7）。

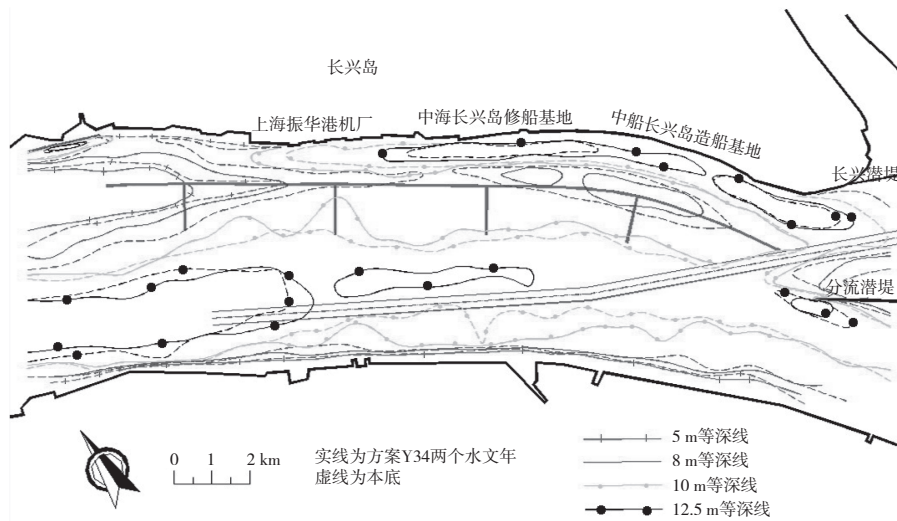


图7 方案Y34实施两个水文年前后对比（南京水利科学研究院）

5 结论

1) 20世纪末以来，受人工采砂和局部河势变化的影响，南港河段出现了较大的河势变化，集中表现为瑞丰沙下沙体的冲刷、中部串沟的发展以及由此带来的南港中下段河槽滩冲槽淤，断面形态总体由W型往U型发展。2007年以后，由于边界条件的限制，南港河段河势变化趋缓，总体滩槽格局较为稳定。

2) 近期南港中下段航道回淤较为严重，主要原因是航道水深增加而该段水动力条件不足。南港航道的整治的关键在于重塑高大完整的瑞丰沙下沙体，减小断面过水面积，形成南港主槽较好的水流动力条件，进而形成较好的航道维护条件。

3) 数学模型和动床物理模型研究成果表明，总体方案Y34实施后具有较好的整治效果，应进一

步深入研究，早日实现南港河段的综合整治。

参考文献：

- [1] 恽才兴. 长江河口近期演变基本规律[M]. 北京: 海洋出版社, 2004.
- [2] 上海河口海岸科学研究中心. 长江口航道发展规划若干关键技术研究[R]. 上海: 上海河口海岸科学研究中心, 2008.
- [3] 中交上海航道勘察设计院有限公司. 长江口南港瑞丰沙护滩工程工程可行性研究(送审稿)[R]. 上海: 中交上海航道勘察设计院有限公司, 2009.
- [4] 南京水利科学研究院. 长江口南港瑞丰沙治理工程动床物理模型研究[R]. 南京: 水利科学研究院, 2009.
- [5] 中交上海航道勘察设计院有限公司, 上海港外高桥支航道初步设计[R]. 上海: 中交上海航道勘察设计院有限公司, 2009.

(本文编辑 郭雪珍)