

· 航道及通航建筑物 ·



新形势下长江口航道的开发重点与治理原则^{*}

赵德招, 刘 杰, 吴华林, 程海峰, 王珍珍

(上海河口海岸科学研究中心 河口海岸交通行业重点实验室, 上海 201201)

摘要: 长江口12.5 m深水航道已进入稳定运行、全面发挥效益的新阶段, 长江口还存在北港、南槽等丰富航道资源, 尚有进一步开发的潜力。结合长江口航道发展面临的新形势和新要求, 明确指出未来一段时间长江口航道的开发重点是北港航道。通过总结长江口深水航道治理工程实践经验, 探讨新形势下长江口航道治理的总体原则, 并根据北港水道沿程河型特点、河势演变特征及碍航性质的不同, 分别对北港上、中、下3个区段提出相应的治理思路及原则。

关键词: 长江口航道; 开发重点; 治理原则; 北港

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)12-0096-07

Development keypoint and regulation principle of Yangtze estuary waterway under new situation

ZHAO De-zhao, LIU Jie, WU Hua-lin, CHENG Hai-feng, WANG Zhen-zhen

(Shanghai Estuarine and Coastal Science Research Center, Shanghai 201201, China)

Abstract: The 12.5-meter-deep waterway of the Yangtze estuary has stepped into a new stage of stable operation and obvious benefit, but the navigational resources of the North Channel and South Passage in the Yangtze River estuary are abundant, which still have the potential of further development. Combining with the new situation and requirements of the Yangtze estuary waterway development, we point out that the future development keypoint of the Yangtze estuary waterway is the North Channel. By summing up practical experience of the Yangtze River Estuary Deepwater Channel Regulation Project, we probe into the general principles of the Yangtze estuary waterway regulation under the new situation. According to the differences of stream pattern feature, fluvial evolution characteristics and navigation-obstructing properties along the waterway of the North Channel, we propose relevant channel regulation ideas and principles of the upper, middle and lower reaches of the North Channel are respectively.

Key words: Yangtze estuary waterway; development keypoint; regulation principle; north channel

长江口深水航道治理工程历经半个世纪的潜心研究和13年的艰苦建设, 于2010年3月顺利实现了南港—北槽段12.5 m深水航道的全线贯通, 并在此基础上成功将深水航道向上游延伸至江苏太仓港区。至此, 长江口12.5 m深水航道已逐渐进入了稳定运行、全面发挥效益的新阶段。2010年8月交

通运输部批复的《长江口航道发展规划》明确指出^[1], 随着长江黄金水道进一步开发及上海国际航运中心建设步伐加快, 通过长江口的船舶流量将进一步增加, 统筹开发与利用长江口各航道, 提供畅通、安全、快捷的航道服务变得尤为迫切。本文结合后12.5 m深水航道时期长江口航道可能面

收稿日期: 2013-04-08

^{*}基金项目: 长江科学院开放研究基金(CKWV2012304/KY); 国家自然科学基金青年基金(51209135); 国家863计划项目(2012AA112508); 交通运输部科技项目(2011329A06130, 2012329A06040)

作者简介: 赵德招(1982—), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事河口海岸泥沙及港口航道工程研究。

临的各种内、外部形势和要求,分析长江口航道体系的开发建设重点,同时借鉴长江口深水航道治理工程实践经验,探讨新形势下长江口航道治理的总体原则,并系统提出长江口航道后续重点开发区段的整治工程布置原则。研究结果可为长江口航道系统治理技术方案研究提供参考,亦可在一定程度上丰富和发展我国潮汐河口航道整治的技术思路。

1 长江口航道面临的新形势和新机遇

徐六泾以下的长江口平面呈“三级分汊、四口入海”河势格局。近年来,长江口航道的开发治理取得了显著成效,太仓港以下12.5 m主航道(由南支航道、南港航道和北槽航道组成)全线贯通,长江口航道通航条件得到了根本性的改善,航道通过能力和大型船舶营运水平明显提高。从长江口航道的内部条件和外部环境看,长江口航道的建设发展面临着诸多新形势和新机遇,主要有以下几个方面:

1) 自1998年以来,长江口众多大型涉水工程陆续实施(图1),人工干预力度明显加大,主要包括长江口深水航道治理工程(1998—2010年)、长江南京以下12.5 m深水航道治理一期工程白茆沙整治工程(2012年8月开工,在建)、中央沙圈围及青草沙水源地工程(2006—2010年)、新浏河沙护滩及南沙头通道限流潜堤工程(2007—2009年)、南汇东滩促淤圈围工程(含浦东国际机场外侧圈围,1994—2009年)、横沙东滩促淤圈围工程(2003年至今)等。以上这些工程的实施使得长江口滩槽边界不断稳定,部分洲滩变化空间受到限制,尤其在南北槽分汊口、南北港分汊口等关键部位实施的长江口航道治理工程,对长江口整体河势稳定起到了积极的作用,这为长江口航道的后续治理开发奠定了基础。

2) 长江口深水航道治理工程的成功,不仅为后续河口开发积累了丰富的经验,也为系统治理长江南京以下深水航道创造了必要的条件。2011年6月,中国工程院对长江口深水航道治理项目进行了综合评估^[2],认为长江口深水航道治理工程是我

国河口治理和水运事业的伟大创举,在河口航道整治研究及工程实践方面取得了巨大成功,促进了我国巨型河口航道治理技术的进步。巩固长江口12.5 m深水航道建设成果,对稳步推进长江口12.5 m深水航道向上延伸及长江口航道体系建设等具有重要意义。

3) 进一步开发利用和保护航道资源,是实现长江口航道发展规划的需要。长江口水域水道众多,航道资源丰富。除河口拦门沙和局部浅段外,北港、南槽、北支下段等水域航道自然水深优良,均具有进一步开发的潜力。尤其,随着沿江沿海地区社会和经济的发展以及长江航运发展对航道需求的提升,长江口主航道南港段的船流密度大,通航压力日趋增大,北港、南槽、北支等其它航道资源的后续开发已迫在眉睫。

4) 中央和地方迫切要求加快长江口航道体系建设进程。2011年1月国务院出台了《关于加快长江等内河水运发展的意见》,明确提出“到2020年建成畅通、高效、平安、绿色的现代化内河水运体系”,内河水运发展上升为国家战略。对长江水运而言,要加快长江干线航道系统治理。2012年5月出台的《上海市加快国际航运中心建设“十二五”规划》在推进港口基础设施建设方面也提及,实施长江口深水航道通航宽度全线拓宽工程,充分发挥长江主航道作用,满足船舶大型化的需要。作为长江干线航道体系和上海国际航运中心基础设施的重要组成部分,长江口航道体系建设发展的政策环境更加优越,战略机遇凸显,具备了进一步加速建设和跨越发展的外部条件。

5) 现阶段长江口正处于高速开发期,区域内除航道开发外,还有水利防洪(潮)、淡水资源利用(水源地开发)、港口码头岸线利用、滩涂圈围造地以及生态湿地环境保护等综合开发,各类涉水工程之间关系密切、相互影响大,这一新形势决定了河口综合治理需求的全面性和航道治理研究的困难度。因此,长江口航道的开发治理需要兼顾中央和地方、流域和局部、国土、岸线、水利、环保、渔业等多方利益需求,任一河段或汉道的航道治理均需充分考虑对周边及大范

围河势变化的影响，以保证航道开发治理与防洪防潮、水土资源开发、岸线开发等其它相关涉水工程的相互协调和有机配合。长江口近期主要涉水工程见图1。

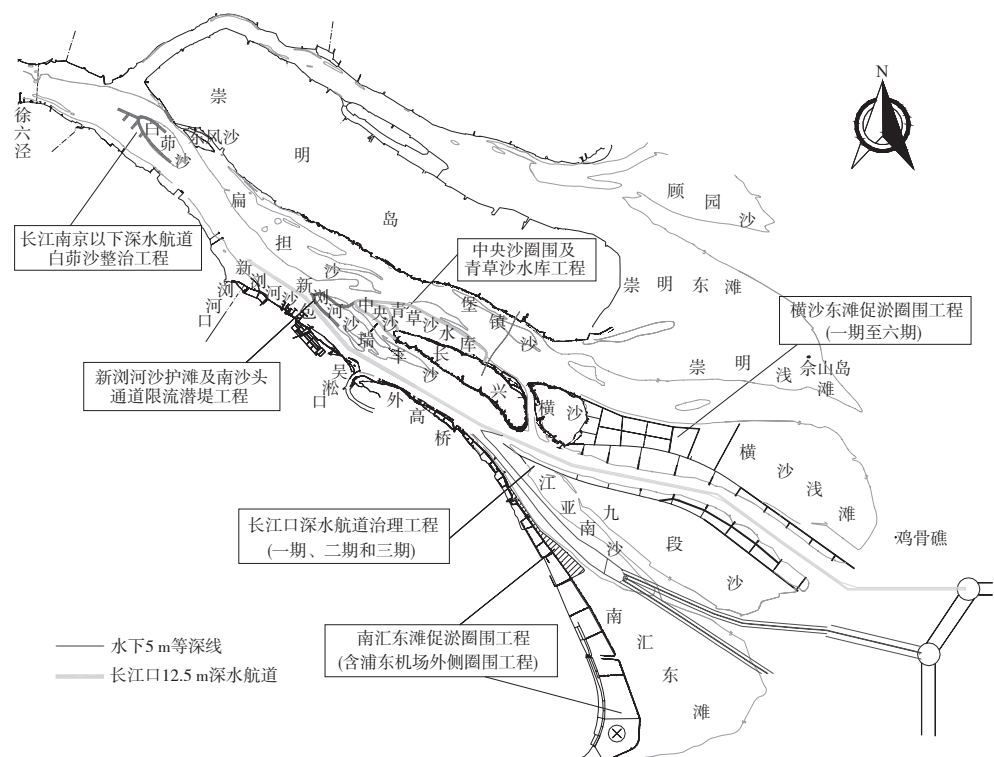


图1 长江口近期主要涉水工程

2 长江口航道的开发重点

2.1 长江口航道发展的总体目标

《长江口航道发展规划》是以国务院批准的《长江口综合整治开发规划》和《长江干线航道总体规划纲要》为指导，结合长江口航道发展面临的新形势和新要求编制完成的^[1]，是今后一个时期内长江口航道体系建设的重要指导性文件。该规划明确了长江口航道“一主”（主航道）、“两辅”（北港航道和南槽航道）、“一支”（北支航道）的航道体系格局，并确定了航道发展的总体目标，即争取利用10~20 a的时间，建成以长江口主航道为主体，北港、南槽和北支等航道共同组成的长江口航道体系（表1），确保长江口12.5 m主航道畅通并进一步向上延伸，北港、南槽和北支等航道资源得到合理开发利用和有效保护，适应流域经济发展对长江口航道的需求。

2.2 航道开发重点

当前长江口的通航船舶中，3万吨级及以下船舶流量约占88%，主要通过南槽和北槽航道进出

表1 长江口主要航道的规划建设标准

航道名称	通航里程/ km	规划标准 (水深×航宽)/(m×m)	通航代表船型
主航道*	181	12.5×(350—460)	5万吨级集装箱船
北港航道	90	10.0×300	3万吨级集装箱船
南槽航道	75	8.0×250	1万吨级散货船
北支航道	85	根据河势演变情况和经济发展需要，进一步研究其发展目标	

注：*局部航段航道尺度可适当加宽。

长江口，并均通过南港航段。随着长江黄金水道开发的深入和沿江经济社会的发展，长江口12.5 m深水航道南港航段的通航船舶数量巨大、航行条件复杂，码头及锚地聚集，通航压力逐渐增大，航道通过能力日趋饱和。另一方面，南槽目前为南港航段下游分汊的自然航道，若对其进行航道资源开发利用（8 m航道），也主要是在一定程度上减缓北槽航道1万吨级船舶的通航压力，而难以分解南港航段的通航压力，甚至会加剧通航紧张的局面。为此，长江口地区需要开发新的航道来分流主航道船舶（3万吨级及以下船舶），对北港

水道进行航道资源开发利用的要求愈加迫切。

作为长江口第二级分汊的北汊,北港上接南支航道,下至长江口外,全长约90 km,大部分区段尚未设标通航。从运输航路、航道格局和货运量增长趋势看,北港航道是浏河口以上沿江港口与北方沿海港口之间船舶来往的快捷通道,具有较大的开发潜力。早在20世纪90年代长江口深水航道治理工程论证的选槽过程中,北港曾以其优越的水沙动力条件、良好的水深条件和较短的拦门沙浅段长度被列入长江口深水航道的备选航槽^[3]。尤其是,近年来随着中央沙圈围及青草沙水库工程、新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程、横沙东滩促淤圈围工程等的相继实施,北港的南边界条件逐步趋于稳定,河势稳定性得到显著增强,具备了更好的航道开发条件。

综上所述,作为长江口航道的重要组成部分,北港航道应是未来一段时间内长江口航道体系开发建设的重点区段。北港航道若得到开发利用,除能缓解长江口主航道通航压力、提升长江黄金水道通航能力外,还可在一定程度上拓展上海港深水岸线战略空间^[4]。

3 长江口航道治理原则探讨

3.1 长江口深水航道治理工程的若干经验总结

由于长江口独特的自然条件,其航道开发建设不可能照搬塞纳河口、密西西比河口、黄浦江口等国内外其它河口治理的成功经验,没有现成的经验可循。在历时40年研究和13年建设的过程中,长江口深水航道治理工程取得的主要经验如下。

1) 科学采取了整治与疏浚相结合、整治为主的拦门沙航道治理原则。河口拦门沙的治理,一直是世界性的难题。尤其对于来沙量巨大、潮汐动力强、口外风大浪高的长江河口而言,仅靠疏浚难以成功,必须依靠整治,辅以疏浚。北槽深水航道整治方案充分考虑了长江口多级分汊,径流和潮量巨大,且主要汊道落潮流明显占优势的特点,创新地制定了“中水位整治、稳定分流口、采用宽间距双导堤加长丁坝群、结合疏浚工

程”的总体布局^[5]。

2) 准确把握了工程实施的有利时机。1998年开工的长江口深水航道治理工程是在长江口总体河势基本稳定、北槽汊道稳定发展的有利条件下选择了北槽进行先期开发。又如,2007年开工的新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程抓住有利时机,与中央沙圈围及青草沙水库工程同步实施,采取“固滩限流”治理思路^[6],遏制了南北港分汊口河段局部河势和10 m航道通航环境朝不利方向演化的态势,取得了良好的治理效果。

3) 有机结合了周边相关涉水工程的开发建设。长江口深水航道治理工程通过与横沙东滩促淤圈围工程的有机结合,利用航道疏浚土吹泥土至促淤圈围区,既对疏浚土资源进行了利用,又降低航道维护的成本。另外,新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程亦是与中央沙圈围、青草沙水库工程有机结合,互为依托,形成了和谐共赢的良好局面^[6]。

4) 成功引入了工程项目动态管理的理念模式。由于长江口水动力条件和泥沙运移规律的复杂性及局部地形冲淤变化存在的不确定性,工程实施过程中引入了“动态管理”的概念^[2],即对总体和局部河势的变化进行严密的监测,并通过监测资料的分析研究,及时跟踪和掌握整治建筑物推进及航槽疏浚过程中周边河床的动态变化,科学、适时地对局部工程作出必要的设计变更,或进行施工方案和施工计划的调整。确保了工程建筑物的安全稳定和整治效果的发挥。

3.2 新形势下长江口航道治理的总体原则

在充分汲取1998年以来长江口深水航道治理工程实践经验的基础上,根据航道建设总体目标和维持航道功能的要求,结合长江口航道面临的诸多新形势和新条件,未来一段时期内长江口航道的开发治理应遵循以下几大基本原则。

1) 统筹兼顾,综合治理。长江口河势演变复杂,区域内开发利用强度高。航道治理工程布置应统筹兼顾,正确协调和处理长江口航道治理与河势控制、港口码头岸线利用、滩涂开发、生态湿地环境保护等相关需求的关系,不应应对周边

水域环境及有关涉水工程（如青草沙水源地、上海港外高桥港区、九段沙湿地自然保护区、崇明东滩鸟类国家级自然保护区等）产生明显不利影响。另一方面，航道整治工程总体布置应贯彻综合治理的原则，积极与长江口水土资源开发工程相结合，并利用滩涂促淤圈围等水土资源开发工程对航道治理开发的有利影响，减小航道治理的成本投入，充分发挥长江口综合整治开发的整体效益。

2) 遵循规律，因势利导。长江口是丰水多沙、滩槽交错的巨型复杂河口，各汉道河段、滩槽间以及上下游之间存在明显的相互关系和影响。长江口航道的后续整治工程布置应在维持长江口“三级分汊、四口入海”总体河势格局的前提下，充分认识和利用长江口良好的自然条件，同时考虑不同汉道以及上、下游河段河床演变的关系和航道整治之间的相互影响，顺应河道自然属性，做到因势利导，促使长江口水沙及河床变化朝河势及航槽稳定的方向发展。

3) 突出重点，把握关键。拦门沙航道通常是潮汐河口航道治理中最为困难的部分。打通“拦门沙”是整个长江口航道治理工程系统的重中之重，具有决定性意义和关键性作用。纵览国内外河口治理状况可知，河口拦门沙航道的治理主要

采用整治、疏浚、整治与疏浚相结合三种方法。长江口拦门沙滩顶最小水深一般在5.5 m左右，浅段长度通常长达数十公里，加之拦门沙河段也是河口最大浑浊带所在区域，盐淡水混合，泥沙浓度高、易于落淤，单靠疏浚工程或整治工程均难以开通深水航道，采取整治与疏浚相结合、整治为主的拦门沙航道治理方法是必须的。

4) 动态管理，科学维护。《长江干线航道整治工程动态管理办法（试行）》明确指出，为适应长江干线复杂航道演变剧烈的特点，确保航道整治效果，应实施动态管理。长江口深水航道治理工程实践经验亦表明^[2]，动态管理是工程成功的关键。因此，长江口航道后续开发治理仍应坚持动态管理理念。与此同时，为确保深水航道开通后的畅通、稳定和安全，采用科学的疏浚施工工艺、经济合理的疏浚量进行航道水深维护亦是重要的。

3.3 北港航道整治思路及工程布置原则

因北港沿程水道的河型特点及河势演变特征等存在明显差异（图2和表2），自上而下可分为北港上段（16.5 km）、北港中段（24.5 km）和北港下段（52.5 km）3个区段。根据北港上、中、下段河势特点及存在的碍航问题（表2），要达到整治工程的总体治理目标，具体到各个工程区段，整治工程需分别采取不同的治理思路与治理原则。

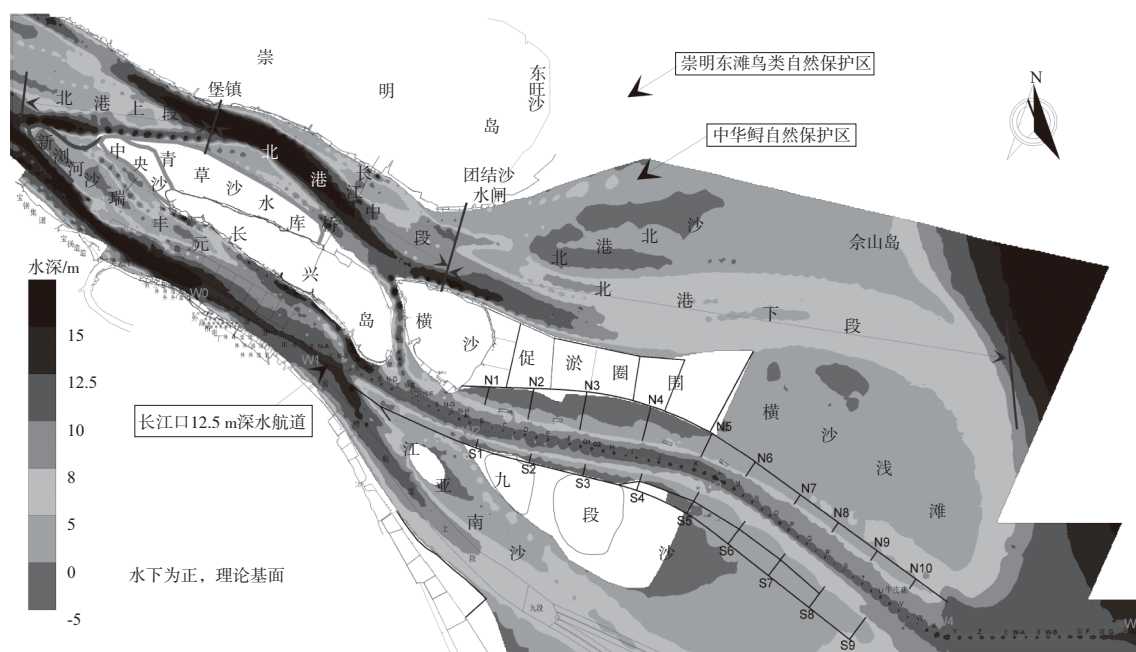


图2 长江口北港河道形势及区段划分

表2 北港水道沿程上、中、下段河势演变特征及碍航性质				
位置	长度范围	河型特点	河势演变特征	碍航性质
北港上段	16.5 km, 南北港分汉口至堡镇, 即新桥通道段	中央沙圈围及青草沙水库、新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程实施后, 南侧已有固定岸线约束。沿程逐渐缩窄, 至堡镇港断面最窄宽度仅约4.3 km	受下扁担沙南沿上冲下淤、新桥沙沙尾淤积下延和新新桥通道兴衰交替的局部影响, 新桥通道在保持其作为南支进北港的主流通道地位的同时, 10 m深槽北边界的稳定性尚显不足	该区段10 m深槽沿程宽度在500 m左右, 目前基本不碍航, 能满足北港航道建设需要。但受扁担沙尾窠沟发育及沙尾切割影响, 10 m航槽稳定性不够, 存在局部区域淤浅的可能
北港中段	24.5 km, 堡镇至崇明岛东南角	水道两侧均有固定岸线约束, 沿程逐步放宽, 至崇明岛东南角附近断面宽度长达8.0 km。河槽平面上呈反S微弯河型, 断面上呈非对称的W型复式形态	受下扁担沙沙尾淤积下延等局部不利影响, 北港中段主槽深泓呈坐弯态势, 河床呈“北冲南淤”趋势, 不利于北港中段尤其长江大桥主通航孔深槽位置的长期稳定	拦门沙浅滩位置、长度、滩顶水深多年保持稳定。受拦门沙河段固有水沙特性的制约, 滩顶水深维持在5.5 m左右, 但受上游底沙下泄、口外风浪掀沙等因素影响, 局部水深存在一定幅度的波动
北港下段	52.5 km, 崇明岛东南角至口外10 m等深线, 即拦门沙区段	除南侧部分区段有横沙东滩促淤圈围堤线外, 其它基本为无固定岸线约束的宽敞水域, 主槽沿程总体呈微弯型分布, 与两侧滩地存在大量水沙交换	该区段槽宽水深, 10 m深槽宽度达2 km以上, 且长江大桥主通航孔水深良好, 可满足10 m航道布设的需求。但堡镇沙的冲刷会导致河势稳定性不够, 不利于北港中段深槽和主通航孔深槽位置的长期稳定	该区段水深明显不足(滩顶最小水深仅5.5 m左右), 10 m以浅段长达约40 km。受拦门沙区段固有水沙特性影响, 仅靠疏浚手段难以实现北港10 m航道贯通的要求

3.3.1 北港上段

整治思路是, 首先要守护和稳定扁担沙沙尾, 防止沙尾切滩分流, 避免滩面泥沙输移下泄对下游造成不利影响, 同时还需向北拓展新桥通道的深槽宽度, 为航道布设创造条件。

工程布置应遵循的基本原则:

1) 因势利导、护滩稳槽。把控现有河势条件及演变趋势, 确保北港上段深槽稳定, 并适当拓展新桥通道10 m深槽的宽度;

2) 结合南北港分汉口已建工程, 增加南支及南北港分汉口河势的整体稳定性;

3) 符合《长江口综合整治开发规划》等相关规划, 避免对周边涉水工程造成不利影响。

3.3.2 北港中段

整治思路是, 对堡镇沙实施适当的护滩工程, 塑造稳定的深槽形态, 减少下泄泥沙。

工程布置应遵循的基本原则:

1) 顺应河势, 护滩稳槽。工程方案应起到稳定堡镇沙沙体的作用, 从而促进10 m深槽的稳定与贯通;

2) 确保长江大桥主通航孔深槽位置和水深稳定;

3) 避免对青草沙水源地产生不利影响。

3.3.3 北港下段(拦门沙河段)

该区段是北港航道开发治理及今后维护的重点区段。整治思路是, 必需采取一定规模的工程措施(修建导堤和丁坝等整治建筑物)改变拦门沙区段水沙动力条件、塑造相对窄深的河槽形态、阻挡两侧漫滩水沙交换, 为打通拦门沙航道创造条件。

工程布置应遵循的基本原则:

1) 整治与疏浚相结合, 整治为主, 疏浚为辅。借鉴北槽深水航道治理工程经验, 可通过整治工程, 调整北港内的水沙条件, 形成相对窄深的、稳定的河道形态, 再辅以适当的疏浚, 实现10 m航道贯通;

2) 整体规划, 分步实施, 动态管理。北港航道治理工程规模大, 导堤、丁坝、疏浚工程需要分步推进实施。在整治工程实施过程中加强观测研究, 掌握河床及水沙动力变化, 根据阶段实施效果对方案进行必要的修正与完善;

3) 对南港北槽12.5 m深水航道无不利影响;

4) 统筹考虑航道治理与圈围造地、岸线开发利用之间的关系;

5) 妥善处理航道治理与崇明东滩鸟类国家级自然保护区、中华鲟自然保护区等生态敏感区的关系。

4 结语

长江口航道的建设发展面临着沿江水运需求增长及建设进程加快、河口综合治理需求提高、河口航道治理经验得到积累、航道开发条件日趋成熟等诸多新机遇和新形势。从长江口航道发展的总体目标出发,结合长江口主航道南港段通航状况、航道后续开发条件等分析认为,北港航道应是未来一段时间内长江口航道体系开发建设的重点区段。根据北港水道沿程河型特点、河势演变特征及碍航性质,分别对北港上、中、下三个区段提出了相应的航道治理思路及原则。

长江口是世界上最复杂、治理难度极大的巨型、丰水、多沙、多汊河口。与国内外同类航道治理相比,长江口航道治理具有自身的复杂性和特殊性,现有研究技术成果亦仍难以满足当前河口航道开发治理的需要。本文仅探讨了新形势下长江口航道治理的总体原则,以及北港航道不同区段的治理思路与原则。关于长江口拦门沙治理

和航道开发技术、长江口深水航道疏浚维护原则及养护技术、不同类型河口入海汊道整治原理等难点问题,是本文作者下一阶段的研究方向。

参考文献:

- [1] 交通运输部长江口航道管理局. 长江口航道发展规划[R]. 上海: 交通运输部长江口航道管理局, 2010.
- [2] 中国工程院. 长江口深水航道治理工程评估报告[M]. 北京: 高等教育出版社, 2012.
- [3] 张俊勇, 吴华林, 吴桂初, 等. 长江口北港航道开发技术方案初步研究[J]. 水运工程, 2011(8): 102-105.
- [4] 楼飞, 阮伟. 长江口北港航道开发条件评价及开发时序探讨[J]. 水运工程, 2012(4): 111-116.
- [5] 乐嘉钻, 周海, 郭豫鹏. 长江口深水航道治理工程前期研究工作综述和总体治理方案的确定[J]. 水运工程, 2006(12): 1-9.
- [6] 阮伟, 曹慧江, 龚鸿锋. 长江口南北港分汊口河势控制工程及实施效果研究[J]. 海洋工程, 2011, 29(3): 76-81.

(本文编辑 郭雪珍)

· 消 息 ·

嘉兴海河并举畅通水上经济动脉

2013年1—10月,嘉兴市内河多用途港区完成集装箱吞吐量12.36万TEU,同比增长43.63%,已达到2012年全年水平。

嘉兴内河密度居浙江省首位,内河多用途港区将全市内河航道连通海港,并打通到上海港和宁波北仑港的两大“血管”,实现了海河联运。除了“先天”条件,港区还为企业提供就地报关、就地查验、就地放行服务。嘉兴外贸企业进出口货物可就地报关报检,贸易双方也可在港区完成交货,在“家门口”享受交货、报关、检验检疫一条龙服务。通过海河联运,企业能节约30%至40%的物流成本,成本和通关优势吸引了很多企业改走海河联运的新贸易通道。

借助内河水网和港口优势,嘉兴市大力发展集装箱内河运输业务,“客运走公路,货运走水路”的交通运输新格局正在逐步形成。预计到年末,嘉兴硖尖线航道通航能力将达到五级,可保证300吨级船舶双向进出,远期还将结合杭平申线建设,引导水运向规模化、集约化、效益化和可持续化方向发展,把内河航运从黄金运输通道转变为集聚生产要素的通道,形成经济发展的“吸管效应”。

摘编自《中国交通报》