

· 航道及通航建筑物 ·



长江口北港航道开发治理思路*

许桂兰¹, 赵德招^{1,2}, 李文正¹, 戚定满²

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

摘要: 随着长江口主航道通航压力的不断加大, 北港航道治理工程已被列入《长江口航道发展规划》、《长江经济带综合立体交通走廊规划(2014—2020年)》等规划之中。在总体把握北港河势现状和碍航性质的基础上, 结合当前长江口航道发展面临的内外部形势, 全面分析北港航道开发的各种有利条件和约束因素, 探讨其治理思路。分析表明, 北港航道已基本具备可开发性, 但同时面临崇明东滩鸟类国家级自然保护区、中华鲟自然保护区、青草沙水源地等约束限制。从分期推进的战略角度出发, 初步形成的北港航道治理思路是先期开通 6 m 航道, 再结合横沙深水新港建设等周边需求协同开发。

关键词: 长江口; 北港航道; 开发治理; 思路

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2015)10-0072-07

Ideas on development and regulation of North Channel at the Yangtze River estuary

XU Gui-lan¹, ZHAO De-zhao^{1,2}, LI Wen-zheng¹, QI Ding-man²

(1. Yangtze Estuary Waterway Administration Bureau, Ministry of Transport, Shanghai 200003, China;

2. Shanghai Estuarine and Coastal Science Research Center, Shanghai 201201, China)

Abstract: With the increase of the navigable pressure of main channel in the Yangtze estuary, the waterway regulation project of North Channel has been included in the Yangtze Estuary Waterway Development Plan and Yangtze River Economic Belt Comprehensive Three-dimensional Transportation Corridor Plan (2014—2020). Based on overall mastery of current situation of river regime and navigation-obstructing properties in the North Channel, all kinds of advantages and constraints of channel development in the North Channel are comprehensively analyzed combined with the internal and external situation of Yangtze Estuary waterway development, and then the ideas of channel regulation are discussed further. The analysis result is that North Channel is basically exploitable for waterway transport, but meanwhile which may be limited by the factors of Chongming Dongtan Birds National Nature Reserve, Chinese Sturgeon Nature Reserve and Qingcaosha Reservoir. From the strategic perspective of staged implementation, preliminary ideas on regulation of North Channel are firstly opening the navigation channel with 6 m water depth and then cooperative development with the surrounding needs of building new deepwater port in Hengsha.

Keywords: Yangtze River estuary; North Channel; development and regulation; idea

历经半个世纪的潜心研究和 13 年的艰苦建设, 长江口深水航道治理工程于 2010 年 3 月顺利

实现了长江口 12.5 m 深水航道(南港—北槽段)的全线贯通。截至 2015 年 3 月, 长江口 12.5 m 深

收稿日期: 2015-03-13

*基金项目: 交通运输部科技项目(2012329A06040); 国家 863 计划项目(2012AA112508); 国家自然科学基金青年基金(51209135)

作者简介: 许桂兰(1977—), 女, 硕士, 助理工程师, 从事港口航道规划与管理。

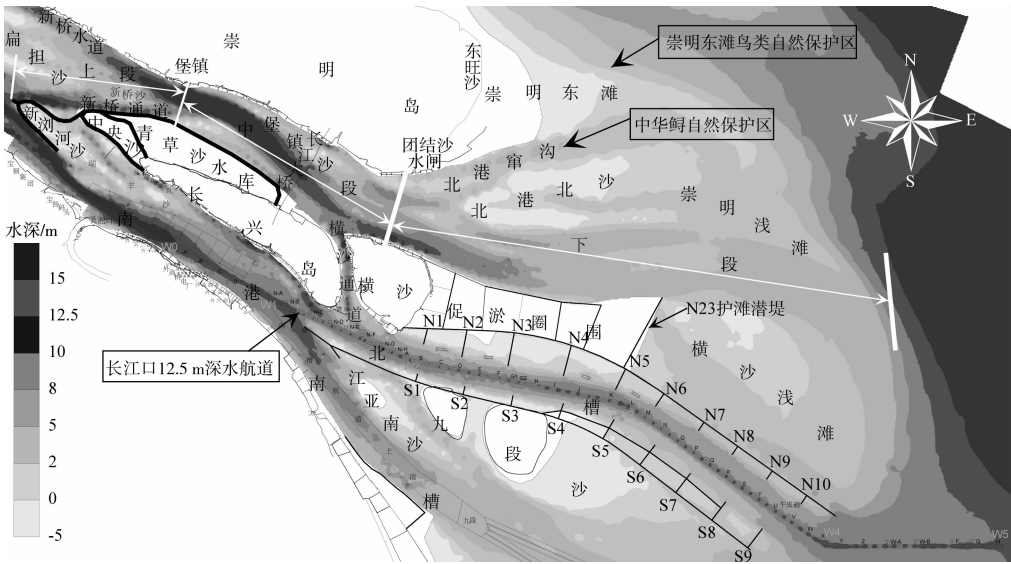
水航道已稳定运行 5 年, 航运效益得到全面发挥。但同时, 长江口航道也面临着通航压力不断加大、通航环境持续恶化的发展趋势, 这一趋势还将随着长江口 12.5 m 深水航道向上延伸至江苏南京而进一步发展加剧。根据预测^[1], 长江口南港航段和北槽航段的船舶通过能力将分别于 2016 年、2018 年趋于饱和, 现有维护运行的航道 (12.5 m 主航道和南槽 5.5 m 航道) 将难以满足未来货运量和船舶通过量快速持续增长的需要。因此, 为进一步缓解现有航道的通航压力, 从根本上提升长江口航道通过能力, 尽快实施北港航道的开发是必要的。笔者在此前研究中也明确指出北港航道应是未来一段时间内长江口航道体系开发建设重点区段^[2]。

由于 20 世纪 90 年代以来长江口综合整治开发的重点是深水航道所在的南港北槽河段, 总体上对北港的研究偏少。陈吉余等^[3-7]对北港近期河槽演变进行了关注和分析, 张俊勇等^[8-9]还专门对北港航道开发治理方案作了初步的探讨, 取得了一定的成果和认识。在此基础上, 本文利用最新现场实测资料进一步分析和掌握北港河段的河势

现状及碍航性质, 结合当前长江口航道发展面临的内外形势, 全面分析北港航道开发的各种有利条件和约束因素, 进而探讨可能的治理思路。研究结果可为长江口北港航道建设前期工作的开展提供参考, 对长江口航道体系建设、长江干线航道建设和长江口综合治理等具有重要的现实意义。

1 研究区概况

徐六泾以下的长江口平面呈“三级分汊、四口入海”河势格局。作为长江河口第二级分汊的北汊, 北港上接南支航道, 下至长江口外 10 m 等深线, 全长约 90 km (图 1), 是长江的主要入海通道之一, 目前大部分区段尚未设标通航。早在 20 世纪 90 年代长江口深水航道治理工程论证选槽的过程中, 北港就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, 因此具有较大的开发潜力。由于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, 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。各区段河道基本属性见表 1。



注: 1) 基准面为理论最低潮面; 2) 水下为正。

图 1 长江口北港水道地理位置

表 1 北港水道沿程上、中、下段河道基本属性

河段	长度范围	河型特点	水文泥沙特征	周边主要涉水工程及环境保护区情况
北港上段	16.5 km, 南北港分汊口至堡镇, 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限流潜堤工程实施后, 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	呈典型往复流性质, 落潮流明显占优, 落急流速沿程增加; 潮平均含沙量小, 仅在 0.2 kg/m ³ 以内	新浏河沙护滩及南沙头通道限流潜堤工程、中央沙圈围以及青草沙水库等
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	呈典型往复流性质, 落潮流占优, 落急流速沿程递减; 潮平均含沙量较小, 在 0.3 ~ 0.4 kg/m ³ 以内	青草沙水库、上海长江大桥、长兴岛北沿滩涂圈围工程, 以及崇明南岸沿线码头等
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	潮流动力沿程分散, 向口外逐渐过渡为旋转流性质。拦门沙段潮平均含沙量较高 (0.5 ~ 2.0 kg/m ³); 口外段含沙量极小	横沙东滩促淤圈围工程、长江口深水航道治理工程等涉水工程, 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保护区

2 北港河势及碍航状况

历史上, 北港曾被辟为上海港的入海航道。但由于北港上口分流通道走向与位置的不稳定, 北港河槽形态曾在单一与复式之间发生过多次交替演化, 主槽深泓摆动不定, 其总体河势稳定性略差于邻汊的南港。因此, 北港河势的稳定有赖于南、北港分汊口河段的稳定。

北港当前的河势格局是 20 世纪 80 年代南支下段新桥通道形成后逐渐演变而成的。2007 年以来, 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限流潜堤工程、横沙东滩促淤圈围工程等

一系列工程的实施, 对南支、北港整体河势的稳定性产生了重要影响。主要体现在: 1) 南北港分汊口工程的实施使得新桥通道的位置与走向趋于稳定, 扁担沙滩面窄沟的发育或发展难以更替新桥通道成为泄流主通道, 南支进北港的泄流主通道发生巨变的可能性基本不存在, 南支河势变化对北港河势的影响已明显减弱。2) 青草沙水库堤线工程缩窄了北港中段河宽, 致使该区段主泓摆动幅度趋于减小, 10 m 主槽稳定性得以增强(图 2)。3) 横沙东滩促淤圈围、N23 护滩潜堤等实施固定了北港下段的南边界, 有利于北港拦门沙河势稳定及航道开发建设。

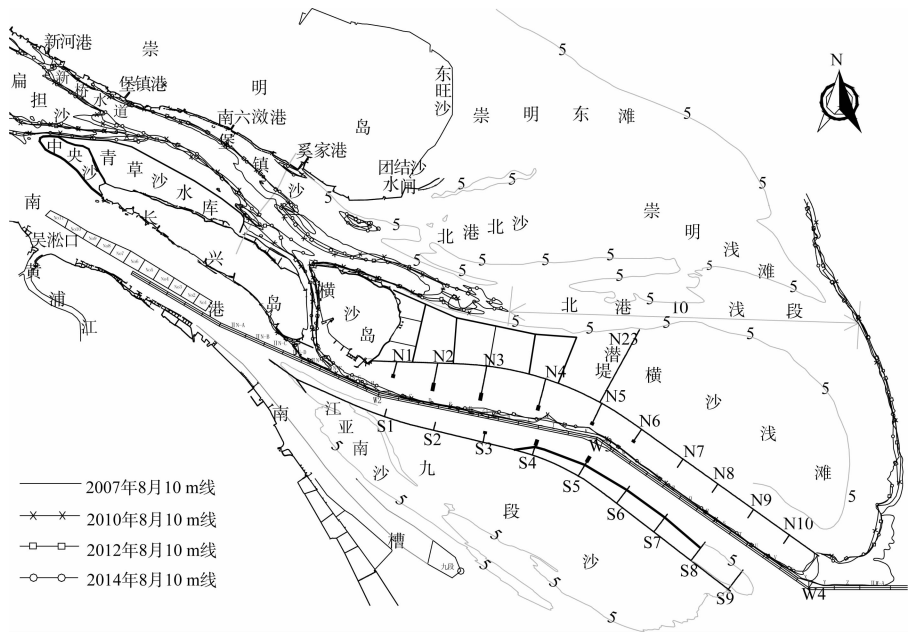


图 2 北港水道 10 m 等深线变化 (单位: m)

但同时, 当前北港水道尚存在 3 大河势问题: 1) 南北港分汉口大规模水下暗沙 (扁担沙) 仍冲淤多变, 一定程度增大了北港上口通道 (新桥通道) 变化的不确定性; 2) 受南北港分汉口局部河势的不利影响, 北港中上段主槽整体呈反 S 型微弯态势, 尚未人工守护的堡镇沙易冲可动, 不利于北港中段 10 m 深槽和长江大桥主通航孔深槽位置的长期稳定; 3) 受拦门沙固有的水沙特性影响, 北港拦门沙 10 m 以浅段长达约 40 km, 滩

顶水深仅维持在 5.5 m 左右 (图 3), 这是北港航道开发的最大瓶颈所在。

综上, 北港作为长江口南支以下的主要分汉口河道, 其河势演变受南支整体河势, 尤其南北港分汉口河势变化的制约, 同时又受流域来水来沙条件、自身滩槽水沙特性和周边涉水工程建设的影响。结合北港河势现状和航道发展规划目标, 北港沿程各区段的主要碍航性质如表 2 所示。

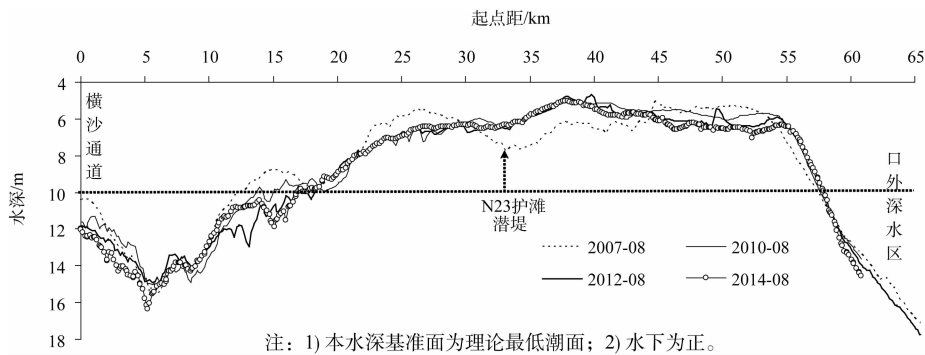


图 3 北港水道 (横沙以下) 深泓纵剖面水深变化

表 2 北港水道沿程上、中、下段的河势演变特征及碍航性质

河段	长度范围	河势演变特征	碍航性质	整治难易程度说明
北港上段	16.5 km, 南北港分汉口至堡镇, 即新桥通道段	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。但受扁担沙尾甬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	适中。所处分汉口水域宽阔, 水沙运动复杂, 水下暗沙冲淤多变, 局部河势和航道稳定性仍显不足
北港中段	24.5 km, 堡镇至崇明岛东南角	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	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	较易。北港中段南边界 (青草沙水库堤线) 已基本成形, 10 m 主槽稳定性仅受限于无人工守护的堡镇沙
北港下段	52.5 km, 崇明岛东南角至口外 10m 等深线, 即拦门沙区段	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、口外风浪掀沙等影响, 局部水深存在一定幅度的波动	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	最难。拦门沙航道是潮汐河口航道治理中最为困难的部分, 亦是北港航道今后维护的重点区段

3 北港航道的开发条件

3.1 有利条件

1) 北港河势条件已得到实质性改善。1998 年

以来, 长江口实施了航道港口、滩涂围垦等诸多涉水工程, 尤其在南北槽分汉口 (第三级分汉)、南北港分汉口 (第二级分汉)、南北支分汉口 (第

一级分汊)等关键部位分别实施深水航道治理工程(分流鱼嘴工程)、新浏河沙护滩及南沙头通道限流潜堤工程(含中央沙圈围及青草沙水库)和长江南京以下 12.5 m 深水航道治理一期工程(白茆沙整治工程),长江口主汊道发生大幅度摆动的可能性已明显降低,河床冲淤变化主要限制在两侧固定岸线范围内,长江口“三级分汊、四口入海”总体河势格局的稳定性显著增强。这为长江口航道的后续治理开发奠定了基础。对于北港而言,由于近年来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限流潜堤工程、横沙东滩促淤圈围工程(1~6 期)、北槽深水航道治理工程(N23 护滩潜堤和北导堤)等工程的相继实施,北港沿程水道的南边界条件逐步趋于成形,河槽稳定性得到显著增强,基本具备了航道开发应有的良好河势条件。

2) 北港航道开发治理已被明确列入《长江口航道发展规划》、《长江经济带综合立体交通走廊规划(2014—2020 年)》等国家重大规划中。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,北港航道规划尺度为 10 m×300 m(水深×航宽),可满足 3 万吨级集装箱船(实载吃水 11 m)和 5 万吨级散货船减载乘潮通航^[1]。而且,北港航道治理工程也已纳入国家“十二五”长江干线航道建设方案,近期又被列入《长江经济带综合立体交通走廊规划(2014—2020 年)》^[10]。可见,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,统筹开发与利用长江口北港航道是实现《长江口航道发展规划》等规划的迫切需要。

3) 北港航道治理技术已较为成熟。当前长江口 12.5 m 深水航道已进入稳定运行、全面发挥效益的新阶段。近 15 年来长江口(南港北槽)深水航道治理工程的成功,为后续河口开发积累了丰富的经验,对稳步推进长江口航道体系建设及 12.5 m 深水航道向上延伸等具有重要意义。尤其,近年来北槽 12.5 m 航道维护量趋稳,航道回淤原

因分析和减淤工程研究也取得实质性进展,表明北港航道治理技术已较为成熟。

3.2 约束条件

据前文分析,北港航道拥有优良河势、列入国家规划、治理技术成熟等诸多有利条件,但由于生态环境保护、水源地保护等实施条件的约束限制,北港航道开发治理的前期工作进展缓慢。具体体现在以下 3 个方面:

1) 崇明东滩鸟类国家级自然保护区、上海市长江口中华鲟自然保护区等生态敏感区的主要保护范围位于北港规划航道北侧的崇明东滩 5 m 等深线水域内,用于保护以鸕鹚类、雁鸭类、鹭类、鸥类、鹤类 5 类鸟类类群作为代表性物种的迁徙鸟类、以中华鲟为主的水生野生生物及其赖以栖息生存的河口自然生态环境。因此,北港航道的开发治理工程布置应正确协调和处理好与这些生态敏感区的关系,不应对其产生明显不利影响。

2) 青草沙水库位于北港中上段的南岸(长兴岛西北侧),是上海市的重要水源地之一,2011 年 6 月全面投入运行以来,其供水规模逾 719 万 m³/d,占全市原水供应总规模的 50% 以上。北港航道的开发也应考虑青草沙水库大堤安全和稳定。

3) 上海长江大桥位于北港中段,横跨长兴岛和崇明岛,于 2009 年 10 月正式通车。该大桥主跨 730 m、净空高度 52.7 m,能满足 3 万吨级集装箱船及 5 万吨级散装货轮的双向通航要求。但由于当前堡镇沙的冲刷会导致北港中段主槽稳定性不够,因此北港航道的开发要确保长江大桥主通航孔的深槽位置及水深稳定。

4 北港航道治理的初步思路

4.1 统筹兼顾,正确处理与相关约束条件的关系

崇明东滩鸟类国家级自然保护区、中华鲟自然保护区、青草沙水源地等约束条件的限制,是推进北港航道开发治理过程中必须考虑的首要问题。因此,统筹兼顾、正确处理北港航道开发治理与以上相关约束条件的关系是维持长江口地区

生态环境和经济协调发展的重要前提。具体地, 对于崇明东滩生态敏感区, 航道整治工程的实施部位应不可触及核心区, 而是尽量将工程布置于缓冲区或实验区, 以最大程度地减少可能的人工干扰, 维护和保障自然保护区的天然功能; 此外, 若工程进入实施阶段, 也应建立生态补偿长效机制, 采取生态放流、环境监测等相关措施。对于青草沙水库大堤安全和稳定问题, 主要考虑的是, 加强工程实施过程中水库堤外河床的跟踪监测, 若发现危及堤身稳定的局部冲刷则应及时采取必要的防护措施。

4.2 分期推进, 先行开通 6 m 航道后再逐步增深

《长江口航道发展规划》已明确指出^[1], 为适应沿江经济社会的发展及通过长江口船舶流量的增加, 北港可先期根据长江口航道通航船舶密度变化情况, 利用自然水深开通航道, 分流部分进出长江的万吨级以下船舶, 并可进一步优化长江口航道通航环境、减轻现有航道的通航压力。北港河势条件优良, 沿程浅段仅为北港下段拦门沙区域, 滩顶水深在 5.5 m 左右 (图 4, 表 2), 因此通过航标设置及适当的局部疏浚扫浅, 北港即可利用自然水深全线开通 6 m 双向航道。

拦门沙航道是潮汐河口航道治理中最为复杂的部分, 涉及的工程量较大、工期较长, 通常难以一次性投资建成。因此, 河口航道治理需要遵循整体规划、分期推进的总体原则。对于北港拦门沙航道, 可在先期开通 (6 m 航道) 的基础上, 结合航道开发治理的不同阶段水深目标 (如设定为一期 8.5 m、二期 10 m), 分阶段、分步骤地实施合理的整治工程布置和相应的工程量 (包含导堤、丁坝等整治建筑物, 以及基建性和维护性疏浚等), 分期取得工程效果, 最终实现 3 万吨级集装箱船和 5 万吨级散货船减载乘潮通航的治理目标。

4.3 协同开发, 有机结合横沙深水新港建设等周边需求

现阶段长江口水域正处于高速开发期, 兼具

通航、港口、围垦、饮用水、纳污、生态等多种功能。协同开发、综合治理是各相关涉水部门的共同期望。在北港水域, 除拥有丰富的航道资源外, 河道下段两侧还分布着横沙浅滩和崇明浅滩等广阔的滩涂资源。尤其, 位于北港航道南侧的横沙浅滩可成陆面积大, 具备地理位置、深水岸线、航道、土地等众多资源优势, 较为适宜开发建设深水港区, 是上海港乃至整个上海市未来发展的新基地和新空间^[11-12]。因此, 长江口北港航道 (规划 10 m 水深) 的开发治理, 可有机结合上海港横沙深水新港建设需求 (包含已在实施之中的横沙东滩围垦工程), 互为依托, 最终达到综合治理的总体目标。

5 结语

1) 北港水道沿程上、中、下 3 个区段的河型特点、水文泥沙、河势演变特征及碍航性质等存在明显差异。从各区段航道整治难易程度看, 北港下段 (拦门沙段) 最难, 上段 (新桥通道段) 适中, 中段 (堡镇至崇明岛东南角) 较易。

2) 北港航道拥有优良河势、列入国家规划、治理技术成熟等诸多有利条件, 已基本具备可开发性, 但同时面临崇明东滩鸟类国家级自然保护区、中华鲟自然保护区、青草沙水源地等约束限制。

3) 对于北港航道开发, 初步治理思路是: ①统筹兼顾, 正确处理与相关约束条件的关系; ②分期推进, 先行开通 6 m 航道后再逐步增深; ③协同开发, 有机结合横沙深水新港建设等周边需求。

在当前长江经济带货运船舶数量持续高增长的大背景下, 为满足区域经济社会发展、提高船舶通航效率、缓解长江口现有航道通航压力、实现航道高效便捷服务, 建设开通北港航道是必要的。为此, 应尽快开展北港航道开发治理的前期研究工作, 以有力推进《长江口航道发展规划》、《长江经济带综合立体交通走廊规划 (2014—2020 年)》等国家重大规划的顺利实施。

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] 赵德招, 刘杰, 吴华林, 等. 新形势下长江口航道的开发重点与治理原则[J]. 水运工程, 2013(12): 96-102.

[3] 陈吉余, 沈焕庭, 恽才兴. 长江河口动力过程和地貌演变[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988.

[4] 恽才兴. 长江河口近期演变基本规律[M]. 北京: 海洋出版社, 2004.

[5] 武小勇, 茅志昌, 虞志英, 等. 长江口北港河势演变分析[J]. 泥沙研究, 2006(2): 46-53.

[6] 茅志昌, 武小勇, 赵常青, 等. 长江口北港拦门沙河段上段演变分析[J]. 泥沙研究, 2008(2): 41-46.

[7] 李伯昌, 王珏, 唐敏炯. 长江口北港近期河床演变分析与治理对策[J]. 人民长江, 2012, 43(3): 12-15.

[8] 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.

[9] 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.

[10] 交通运输部. 长江经济带综合立体交通走廊规划(2014—2020 年)[R]. 北京: 交通运输部, 2014.

[11] 周海, 阮伟. 开发横沙东滩, 建设上海发展新基地的构想[J]. 水运工程, 2012(12): 9-13.

[12] 包起帆, 江霞. 上海港发展面临的问题和未来空间拓展研究[J]. 水运工程, 2013(3): 15-21.

(本文编辑 郭雪珍)

(上接第 71 页)

用生态位相关理论来研究港口群内各港口的竞合关系, 突破了原有港口的竞合关系研究。在此基础上借助生态位竞争策略对港口群内各港口的竞合关系进行优化, 为各港口选择恰当的竞合方式提供一种新的发展方向, 在实现港口生态位平稳提升的同时, 能够促进港口群健康有序地发展。

参考文献:

[1] 迈克尔·波特. 竞争战略[M]. 陈小悦, 译. 北京: 华夏出版社, 2002.

[2] 单汨源, 李果, 陈丹. 基于生态位理论的企业竞争战略研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2006, 27(3): 159-163.

[3] 李艳萍, 葛幼松. 基于生态位理论探析江苏省沿江城市发展[J]. 河北师范大学学报: 自然科学版, 2005(6): 631-635.

[4] 王子龙, 谭清美, 许箫迪. 基于生态位的集群企业协同进化模型研究[J]. 科学管理研究, 2006, 23(5): 34-37.

[5] 王璐, 陈英, 强妮, 等. 兰州市土地利用经济生态位测度[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(12): 15-20.

[6] 郭伟, 郝娟, 王会层. 基于生态位测评的区域旅游城市空间格局研究[J]. 生态经济, 2011(3): 126-129.

[7] Austin M P. Measurement of the realized qualitative Niche: environmental niche of five Eucalyptus species[J]. Ecological Monographs, 1990(6): 161-171.

[8] 朱春全. 生态位势理论与扩充假说[J]. 生态学报, 1997(3): 324-332.

[9] Hurlbert S H. The measurement of niche overlap and some relatives [J]. Ecology, 1978, 59(1): 67-77.

[10] 彭莹. 基于生态位理论的浙江省区域旅游城市竞争关系研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2012.

[11] 杨文达. 环渤海区域港口物流竞合策略研究[D]. 天津: 天津大学, 2013.

[12] 汪曙光. 环渤海港口物流竞争力评价[D]. 大连: 大连海事大学, 2011.

(本文编辑 武亚庆)