

长江南京以下河段深水航道整治基本原则与思路

张 幸 农

(南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029)

摘要: 长江南京以下河段江阔水深, 航运自然条件优越, 通过河床条件的归类分析, 结合航道现状和沿江两岸外部需求及限制条件, 表明南京以下河段具备建设 12.5 m 深水航道的良好条件, 但同时航道整治还存在一些疑难问题. 进而从河道综合治理与利用出发, 提出了深水航道整治的基本原则, 并针对河床条件较差、碍航严重的典型浅滩河段, 提出了初步的整治思路及相应的工程措施.

关 键 词: 长江下游; 深水航道; 整治原则与思路

中图分类号: U617

文献标识码: A

文章编号: 1009-640X(2009)04-0128-06

目前, 长江下游是世界上内河运输最繁忙、运量最大的内河通航河流, 南京以下河段江阔水深, 航道自然条件优越, 沿江两岸经济发达. 为充分发挥长江黄金水道的作用, 在完成长江口深水航道治理三期工程的基础上, 12.5 m 深水航道向上延伸至南京, 这对于落实国家水运发展的战略目标和任务, 促进长江流域国民经济和社会持续高速发展, 具有十分重要和深远的意义. 从南京以下河段现状看, 关于建设 12.5 m 深水航道, 虽然多数河段河床自然条件良好, 但也存在几处碍航浅滩, 不能满足深水航道尺度的要求, 必须尽快实施全面系统的航道整治工程.

本文在现有研究工作的基础上, 通过长江南京以下河段河床条件的归类分析, 结合航道现状和沿江两岸外部需求与限制条件, 指出南京以下河段具备建设 12.5 m 深水航道的良好条件, 但同时航道整治还存在一些疑难问题. 进而从河道综合治理与利用出发, 提出深水航道整治原则, 并针对河床条件较差的典型浅滩河段, 提出了初步的整治思路及相应工程措施, 为航道整治工程措施的实施提供参考.

1 河床条件与航道现状

长江南京以下河段是典型的大型冲积性平原河流, 南岸沿江多有山地、丘陵和阶地, 临江或直接伸入江中, 制约了江岸大幅南移; 北岸为宽阔的冲积平原, 土质为疏松沉积物组成, 抗冲性能较差. 河段内江阔水深, 基本上呈现弯曲和分汊相间的河道形态(见图1). 从上至下, 可分为6个河段或14个水道, 各水道基本情况见表1.

近50多年来, 在上游径流和下游潮汐动力的作用下, 南京以下河段主流曾出现较大幅度摆动, 河床冲淤变化频繁且幅度很大. 例如, 龙潭弯道、六圩弯道、嘶马弯道等岸段的冲刷崩岸^[1]; 和畅洲汊道出现的交替兴衰^[2]; 如皋沙群的合并与分离^[3]; 鳊鱼沙、通州沙和白茆沙等诸多水下暗沙的变迁与易位等等^[4,5]. 经过不断的工程治理, 如沿江两岸数百公里的护岸工程、如皋几个沙洲的并岸工程、和畅洲北汊口门潜坝控制工程等^[6-10], 南京以下河段整体河势逐渐得到初步控制, 基本处于相对稳定状态, 产生重大变迁的可能性较小.

收稿日期: 2009-02-02

作者简介: 张幸农(1960-), 男, 上海人, 教授级高级工程师, 主要从事河流泥沙研究. E-mail: xnzhang@nhri.cn



图1 长江南京以下河段平面形态

Fig. 1 The low reach of the Yangtze River

表1 长江南京以下河段各水道基本情况

Tab. 1 Waterways in the lower reaches of the Yangtze River

河 段	水 道	平 面 形 态	洪水河宽/ m	主槽水深/ m	河 床 条 件
南京河段	草鞋峡水道	分汊	1 500 ~ 2 500	10 ~ 30	良好,不存在浅滩.
	龙潭水道	微弯	1 600 ~ 4 000	12 ~ 35	良好,不存在浅滩.
镇扬河段	仪征水道	微弯+分汊	1 800 ~ 2 400	10 ~ 30	较好,世业洲汊道进口存在浅滩
	焦山水道	弯曲	2 600 ~ 4 200	10 ~ 35	较差,尾段和畅洲汊道进口存在浅滩
	丹徒水道	分汊	1 400 ~ 2 800	15 ~ 25	较好,基本不存在浅滩
扬中河段	口岸直水道	弯曲+分汊	1 500 ~ 3 500	10 ~ 30	较差,存在三益桥、鳊鱼沙浅滩
	泰兴水道	顺直	2 800 ~ 4 000	12 ~ 20	良好,不存在浅滩.
澄张河段	江阴水道	微弯顺直	1 600 ~ 3 500	15 ~ 40	良好,不存在浅滩.
	福姜沙水道	分汊+弯曲	2 000 ~ 4 500	10 ~ 20	较差,福姜沙汊道进口存在浅滩
	浏海沙水道	微弯分汊	4 000 ~ 7 600	15 ~ 40	良好,不存在浅滩.
南通河段	南通水道	微弯分汊	4 200 ~ 6 000	15 ~ 30	良好,不存在浅滩.
	通州沙水道	微弯	4 500 ~ 7 200	15 ~ 25	较差,尾段存在狼山沙浅滩
太仓河段	白茆沙水道	微弯顺直	3 600 ~ 6 000	15 ~ 20	较好,中部存在白茆沙浅滩
	浏河水道	微弯顺直	6 000 ~ 8 000	15 ~ 30	较好,基本不存在浅滩

目前,南京以下河段航道等级为 I -1 级,维护尺度为 10.5 m×500 m×1 050 m(航深×航宽×弯曲半径),保证率 98%,深水航道两侧为小型船舶推荐航路,各宽 200 m,航深 5 m。由于尚未实施过系统的航道整治工程,航道尺度主要依靠疏浚措施进行维护,重点维护段有焦山尾、福姜沙南水道进口、白茆沙水道等。从南京以下河段现状看,对于建设 12.5 m 深水航道,多数河段河床条件良好或较好,但也存在几处碍航浅滩,河床条件不利甚至较差。以下进行分类分析。

(1)河床条件良好段.主要有草鞋峡水道、龙潭水道、仪征水道上段、焦山水道上段、丹徒水道下段、泰兴水道、江阴水道、浏海沙水道、南通水道等河段.这些河段多为单一微弯河道,主流河宽在 1 000 ~ 2 000 m,主槽-15 m 等深线贯通,并且稳定少变,自然条件下已满足 12.5 m 深水航道尺度要求.

(2)河床条件较好段.主要有仪征水道上段、口岸直水道上段、福姜沙北水道、白茆沙水道等河段,这些河段大都为分叉河道的主汊,一般情况下,河床冲淤变化缓慢,主槽-15 m等深线基本贯通,能满足12.5 m深水航道尺度要求,但在特殊水沙条件下,河床条件存在向不利方向转化的可能,如口岸直水道落成洲左汊

进口段和仪征水道世业洲右汊进口段,均存在支汊发展、主槽-15 m 等深线中断的迹象;福姜沙北水道、白茆沙水道均处于滩槽变动之中,目前河床条件尚好,一旦出现不稳定因素,就有可能形成浅滩,河床条件变差。

(3)河床条件较差段。主要有和畅洲汊道进口(焦山尾)段、口岸直水道下段、福姜沙水道和通州沙水道等河段。这些河段大都为不稳定的分汊河道或水下暗沙河段,自然条件下河床冲淤变化频繁,主槽-15 m 等深线基本中断,形成碍航浅滩。如和畅洲汊道冲淤交替变化,尚未有稳定迹象,目前航运需求高的右汊因分流量减小,进口段形成急弯河型,航道弯曲、狭窄;口岸直水道下段存在江中暗沙-鳊鱼沙,冲淤变化反复,甚至出现滩槽易位的不稳定现象;福姜沙南水道为弯曲支汊,分流比小、航宽不足,中水道中存在江中暗沙——双涧沙,河床冲淤变化频繁且规律性差,水下形成沙埂,维护水深仅 4.5 m;通州沙水道受径流和潮流的共同作用明显,河道宽浅、暗沙密布,河床可动性大,段内诸沙均处于变动中,尤其是新开沙与狼山沙,滩槽冲淤变化频繁,近期出现四槽分流局势,但各槽均存在浅区,对形成稳定的航槽极为不利。

2 深水航道整治的疑难问题

根据上述分析,长江南京以下河段目前总体河势相对稳定,河床冲淤变化也遵循一定的规律,基本上存在上下相连接的-13 m 深泓,自然情况下,满足 12.5 m 深水航道尺度要求的河段里程占总里程的 80% 以上,因此南京以下河段已具备建设 12.5 m 深水航道的良好条件。但是,由于南京以下河段受径流和潮汐双重影响,江中沙洲、心滩密布,汊道、洲滩彼此消长,水沙动力条件与河床演变规律十分复杂,两岸社会、经济发达,对深水航道的需求很高,限制条件也较多,深水航道整治尚存在诸多疑难问题^[3-12]。就目前情况,作者认为主要有以下几个方面的问题,应当引起高度重视。

(1)河床冲淤影响因素多,变化幅度大,规律复杂。南京以下河段水量巨大,受径流和潮汐双重影响,江阴以下河段还受到风浪影响,河床淤积体颗粒较细,覆盖厚达 30 ~ 50 m,因而河床活动性很强,江中沙洲、心滩密布,汊道、沙滩彼此消长。相比于其他中小河流以及中上游河段,河床冲淤变化更剧烈,规律更复杂。往往受某一因素影响,水下暗沙或洲滩产生巨变,甚至滩槽易位,形成对航道极为不利的浅滩。例如,前述的和畅洲汊道交替兴衰、鳊鱼沙的滩槽易位、通州沙中诸沙的频繁变动等等,均属于规模巨大的河床冲淤变化,冲淤量可达上千万立方米,甚至更大。对于此类河床冲淤影响因素多、变化幅度大、规律复杂的平原河流,航道整治的技术难度很大,我国尚无成熟经验可借鉴参考,一旦整治工程措施把握不当,不仅达不到预期的工程效果,甚至有可能使浅滩段河床条件向不利方向急剧转变。

(2)两岸航运需求高、外部限制条件多。南京以下河段沿江两岸经济发达,各地均提出“以港兴市”的战略目标,对航运需求很高。目前江苏沿江岸线的开发利用程度已达到或接近饱和,航道整治工程实施后形成的深水岸线受到两岸各地的高度关注。同时,沿江两岸深水港众多,涉水工程密布,船只往来频繁,多处设置为船舶锚地,并已建设或正在建设多座过江大桥。航道整治工程能否满足两岸岸线开发利用的需求,并与港口、锚地及桥梁工程等外部条件的限制相适应,往往成为决定性的因素。例如,关于福姜沙水道的整治,从技术上看,选择中水道为主航道,采取鱼骨坝等工程措施控制双涧沙发展,以利于束水攻沙,维持中水道航道水深。但由于南北两岸均已建设了深水大港,尤其是南岸张家港已成为长江下游重点枢纽港,航道整治必须保证两岸港口的深水区域,这是福姜沙水道整治的决定性因素,因而很大程度上增加了技术难度。又如,和畅洲汊道的整治,目前左汊分流量较大,河床条件较好,适合建设深水航道,但右汊建有镇江谏壁和大港两个港区,航运需求很高,必须确保右汊深水航道,同时左汊已被有关部门规划为长江下游水生态重点保护区,其中建设深水航道也面临与之较难协调的问题。再如,口岸直水道鳊鱼沙浅滩的整治,也遇到与扬泰公路大桥和泰州、泰兴港锚地建设相矛盾的问题。

(3)长江河道防洪及综合治理要求很高。江苏沿江两岸社会经济发达、城镇乡村密集,流域内为水网地区,通江支流众多,深水航道整治必须与长江河道防洪及综合治理协调一致。如整治工程引起的洪水位壅高过多,不仅对长江防洪产生不利影响,而且使得沿江支流比降趋缓,降低了其行洪排涝的能力;若工程对岸流

速增大、冲刷加剧,也会使河岸稳定性受到不利影响,特别是险工段。例如,口岸直水道三益桥浅滩的整治,可采取封堵落成洲右汉,控制主流右偏的工程措施,但与之矛盾的是对岸为淮河入江口三江营,历史上曾崩岸严重,整治工程对淮河入江水道行洪能力及三江营附近岸坡稳定性的影响是必须要重视的问题。又如,和畅洲汉道的整治对河势的变动影响,是必须面对的问题,也是整治工程能否实施的前提。

(4) 航道整治技术水平尚有欠缺、急需提高。长江下游航道整治尚未形成定性的理论基础,也无成熟经验可借鉴参考,无论是在设计研究方面,还是在施工技术方面,技术水平尚有欠缺,急需提高。例如,潮汐河段整治技术参数(整治水位、整治线宽度等)尚未进行过深入研究,如何确定是较大的问题;泥沙物理模型试验和数值模拟计算方法上也还有许多急需研究解决的理论问题;大水深、水动力强情况下的整治建筑物的结构形式和稳定性及其施工技术等问题也急待研究解决。

3 深水航道整治基本原则

根据长江南京以下河段航道现状,结合各河段河床条件和外部需求,从河道综合治理与利用的角度出发,作者认为深水航道整治需遵循以下几点基本原则。

(1) 顺应河道自然属性,确保河势稳定。各河段应根据河床演变规律,因势利导,优先采取守护岸线和水上洲滩及稳固水下暗沙的整治工程措施,在保证河势稳定的前提下,塑造适应深水航道的良好河床条件,以达到事半功倍的整治效果。

(2) 尽量满足两岸需求,适应外部条件的限制。各河段整治应最大程度地兼顾两岸深水岸线开发利用,满足两岸航运需求,保证整治效果,满足深水航道尺度要求,并与桥梁、锚地等涉水工程相适应。

(3) 多方面密切配合,实现河道综合治理。深水航道整治工程的规划和设计应建立在河道综合治理的思路,与水利等部门河道治理规划相结合,在现有治河工程基础上,优化整治工程方案,既保证航道整治效果,又减小对河道防洪的不利影响,并兼顾水生态环境的保护。

(4) 整治与疏浚相结合,工程措施经济实用。鉴于长江下游江阔水深,浅滩演变规律复杂,许多情况下,受外部限制条件影响,仅依靠整治工程措施往往不能解决局部浅区问题,因而整治与疏浚相结合的措施仍不可缺少。具体工程措施也应采用成熟可靠、经济实用的技术手段,尽量减小工程量及工程投资。

(5) 分期实施,进行动态建设和管理。鉴于南京以下河段自然条件的复杂性和外部限制条件的多样性,深水航道整治工程不宜一步到位,而应分期实施,进行动态建设和管理,及时发现问题,及时开展相关研究,提出优化方案,为工程顺利实施提供坚实的技术支撑。

(6) 借鉴参考相关经验。目前长江中上游已有多个浅滩实施了航道整治工程,下游也实施了长江口深水航道整治工程,积累了相关的工程经验。南京以下河段深水航道整治应借鉴经验与吸取教训,尽量少走弯路。

4 典型浅滩河段整治思路及相应工程措施

针对14个水道中河床条件较差的各个典型浅滩河段,作者分别提出初步整治思路及相应工程措施。

(1) 仪征水道。选择世业洲右汉作为通航主汉,同时兼顾左汉深水岸线的开发利用;通过洲头守护及两汉护底的工程措施,维持现两汉分流比,遏制左汉继续发展的趋势;针对右汉进口浅区,采取适当工程措施束水攻沙,提高输沙能力,改善航道条件。

(2) 焦山尾水道。选择和畅洲右汉作为通航主汉,确保南岸深水港区航道条件;继续在和畅洲头左汉采取水下锁坝的工程措施,遏制左汉发展,促进右汉发展;力争调整左右两汉分流比5%~10%;针对右汉进口浅区,和畅洲头采取守护工程措施,尽量使洲头向左上方延伸,形成完整低滩,同时结合北岸布置坝群进行挑流,缩窄枯水河宽,提高输沙能力,改善航道条件。

(3) 口岸直水道。三益桥浅滩采取守护右侧边滩、落成洲头及左侧三江营岸线的工程措施,并适当控制

落成洲右汊,限制过渡段洪季主流右摆,集中水流冲刷过渡段浅区. 鳊鱼沙浅滩实施稳固江中心滩及加强两岸防护的工程措施,整治线形和航道线路自心滩头部分开、尾部汇合,心滩守护建筑物采用工程量相对较小的水下贴滩鱼骨坝群或排体形式,形成稳定的水下分汊河型,并增强左、右两槽浅区段输沙能力,使河床条件满足深水航道尺度要求,并且满足两岸深水岸线开发的需求.

(4) 福姜沙水道. 选择福中水道作为通航主汊,确保福南水道航道条件,兼顾福北水道航道条件;双洎沙上采取鱼骨坝工程措施塑造稳定头部形态,固滩导流,控制福北水道及其进入如皋中汊的分流比,集中水流冲刷福中水道主航道;同时,福姜沙头部采取适当工程措施,维持福南水道分流比,尽可能减少进口区的泥沙淤积;福北水道进口段北岸布置丁坝群,适当缩窄枯水河宽,稳定上游边滩,刷深上下深槽之间的过渡浅滩,从而改善航道条件.

(5) 通州沙水道. 以确保通州沙东水道主航道为主,尽量兼顾北岸一侧新开沙港区;结合通州沙围固和西水道治理,采取适当护底工程措施稳固狼山沙和新开沙等水下暗沙,控制通州沙水道走向,特别是保护狼山沙左缘稳定,防止狼山沙东水道进一步弯曲,集中水流冲刷航槽内淤沙;同时辅以一定疏浚措施,维护主航道稳定.

(6) 白茆沙水道. 将南、北两水道均作为通航主航道考虑,通过初步实施白茆沙和白茆小沙等江中水下暗沙的鱼骨坝或圈围工程措施,控制沙体大幅度变动,以利形成相对稳定的水下分汊河道,并在此基础上,优选主通航汊,实施进一步的稳固水下沙体、冲刷航槽的工程措施,同时结合必要的疏浚措施,确保主通航槽满足深水航道尺度要求.

5 结 语

由上述分析认识到,目前长江南京以下河段已具备建设 12.5 m 深水航道的良好条件,但同时还存在一些疑难问题,在遵循河道综合治理的基本原则前提下,确保航道整治效果,兼顾两岸开发利用和防洪等方面的需求与限制,通过深入细致的研究设计,各浅滩河段采取科学合理的工程措施,就可实现达到 12.5 m 深水航道标准的目标.

参 考 文 献:

- [1] 张幸农, 蒋传丰, 应 强, 等. 江河崩岸问题研究综述[J]. 水利水电科技进展, 2008, 28(3): 80-83. (ZHANG Xing-nong, JIANG Chuan-feng, YING Qiang, et al. Review of research on bank collapse in natural rivers[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2008, 28(3): 80-83. (in Chinese))
- [2] 刘 娟, 刘 宏, 张岱峰. 长集镇扬河段近期河床演变趋势分析[J]. 长江科学院院报, 2003, 20(4): 18-20. (LIU Juan, LIU Hong, ZHANG Dai-feng. Analysis on evolution tendency of river bed of Zhen-Yang reach in recent period[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2003, 20(4): 18-20. (in Chinese))
- [3] 邹德森. 长江南通河段河演分析及徐六泾节点的作用[J]. 人民长江, 1994, 25(4): 22-27. (ZOU De-sen. Analysis of river evolution and the effect of Xuliujing joint at Nantong reach of the Yangtze River[J]. Yangtze River, 1994, 25(4): 22-27. (in Chinese))
- [4] 徐宏瑞, 叶书龙. 泰兴段长江岸线资源利用与开发[J]. 江苏水利, 2004(2): 18-19. (XU Hong-rui, YE Shu-long. Study on the riverbank resources of the Yangtze River and its utilization in Taixin City[J]. Jiangsu Water Resources, 2004(2): 18-19. (in Chinese))
- [5] 夏云峰, 曹民雄, 陈雄波. 长江下游三沙(福姜沙、通州沙、白茆沙)水道演变分析及深水航道整治设想[J]. 泥沙研究, 2001(3): 57-61. (XIA Yun-feng, CAO Ming-xiong, CHEN Xiong-bo. Formation analysis and regulation plan for dredging channel of the Three Sand Shoals (Fujiang sand shoal, Tongzhou sand shoal and Baimao sand shoal) on the lower Yangtze River [J]. Journal of Sediment Research, 2001(3): 57-61. (in Chinese))

- [6] 张子龙, 臧英平. 南京八卦洲汊道河道整治工程措施分析[J]. 人民长江, 2003, 34(7): 30-32. (ZHANG Zi-long, ZANG Ying-ping. Analysis and study on regulation measures of Baguazhou bifurcated river channel[J]. Yangtze River, 2003, 34(7): 30-32. (in Chinese))
- [7] 张志坚, 杭建国. 对长江镇扬河段世业洲左汊加速发展的认识和思考[J]. 江苏水利, 2008(2): 12-13. (ZHANG Zhi-jian, HANG Jian-guo. Understanding and thinking on the accelerating development of left braided channel at Shiyezhou in Z-Y Reach of the Yangtze River[J]. Jiangsu Water Resources, 2008(2): 12-13. (in Chinese))
- [8] 张志坚. 对长江镇扬河段治理的构想[J]. 江苏水利, 2004(8): 11-12. (ZHANG Zhi-jian. Conception of regulation works at Z-Y Reach of the Yangtze River[J]. Jiangsu Water Resources, 2004(8): 11-12. (in Chinese))
- [9] 林木松, 卢金友, 张岱峰, 等. 长江镇扬河段和畅洲汊道演变和治理工程[J]. 长江科学院院报, 2006, 23(5): 10-13. (LIN Mu-song, LU Jin-you, ZHANG Dai-feng, et al. Evolution and regulation works at Hechangzhou braided channel in Zhen-Yang reach of the Yangtze River[J]. Journal of the Yangtze River Scientific Research Institute, 2006, 23(5): 10-13. (in Chinese))
- [10] 马麟卿, 袁文志, 赵晓冬, 等. 长江南通河段整治工程模型试验研究[J]. 水利水运科学研究, 1996(3): 199-208. (MA Lin-qing, YUAN Wen-zhi, ZHAO Xiao-dong, et al. Model test study on regulation project in Nantong section of Changjiang River[J]. Journal of Nanjing Hydraulic Research Institute, 1996(3): 199-208. (in Chinese))
- [11] 何柏进. 关于扬中长江岸线开发的几点认识[J]. 交通科技, 2007(5): 119-121. (HE Bai-jin. Several understanding on the riverbank development of the Yangtze River in Yangzhong City[J]. Transportation Science & Technology, 2007(5): 119-121. (in Chinese))
- [12] 李叙明. 黄金水道呼唤开通福姜沙和畅洲北水道上行航路[J]. 中国港口, 2008(4): 57. (LI Xu-ming. The golden waterway call for the open of upstream channel of Fujiang sand shoal and Hechangzhou north channel[J]. China Ports, 2008(4): 57. (in Chinese))

Basic principles and thoughts on deep waterway regulation in the lower reaches of the Yangtze River

ZHANG Xing-nong

(*Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China*)

Abstract: There is a wide and deep water way in the downstream reach of Nanjing of the Yangtze River with ideal natural conditions for navigation. By classifying and analyzing natural conditions of the reach, and considering waterway actuality and external requirement and restriction of both sides, it is found that there are favourable conditions for construction of a deep waterway with 12.5 m depth, and some difficult problems in waterway regulation are pointed out. Then, from the view of integrating the improvement and development of river resources, the basic rule in the regulation of the waterway is presented, and primary regulating notions and engineering measures for some typical shoal reaches are put forward.

Key words: the lower reaches of the Yangtze River; deep waterway; basic principles and thoughts on regulation