



长江下游福姜沙航道治理起步工程方案研究

阮伟, 徐元, 肖烈兵

(中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120)

摘要: 结合福姜沙河段水流动力特性和河床演变特点, 在福姜沙河段布置不同的治理工程方案, 通过数学模型、物理模型等手段分析工程效果, 在双涧沙体实施工程措施综合整治效果最佳, 福姜沙航道治理必须从稳定双涧沙体出发, 守护双涧沙是福姜沙深水航道建设的关键性河势控制工程。对双涧沙守护工程进行不同平面形式、高程方案进行了比选, 得出福姜沙河段航道治理工程基础性方案。

关键词: 福姜沙; 双涧沙; 河床演变; 航道治理; 深水航道

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)12-0054-05

On initial engineering schemes for training of Fujiangsha channel downstream the Yangtze River

RUAN Wei, XU Yuan, XIAO Lie-bing

(Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

Abstract: In combination with the flow dynamic characteristics and riverbed evolution features of Fujiangsha reach, it is supposed to implement different training schemes at the channel segment. Based on the analytical results from mathematical modeling and physical modeling, a best comprehensive training effect can be obtained through implementing engineering measures to the sand body at Shuangjiansha segment, which shall be firstly stabilized for the training of Fujiangsha channel. Protection of Shuangjiansha reach is a key river regime control project for the development of Fujiangsha deepwater channel. This paper proposes a basic engineering scheme for the channel training at Fujiangsha reach by comparing schemes of different layout and elevation for the protection of Shuangjiansha reach.

Key words: Fujiangsha reach; Shuangjiansha reach; riverbed evolution; channel training; deepwater channel

福姜沙河段上起江阴长江大桥下至九龙港, 全长约40 km, 距南京约180 km, 距离长江口外约270 km。长江江阴鹅鼻嘴处长江江面宽1.4 km, 河床窄深, 至长山江面放宽至4.1 km, 先被福姜沙分南北两汊——南汊为鹅头型弯道, 称福南水道, 北汊(江面宽约3 km)又被双涧沙分为福北水道和福中水道。随着长江三角洲经济迅猛发展以及长江口深水航道实现全槽12.5 m水深全线贯通, 长江口深水航道要继续上延至南京。长江南京—浏河口航道目前有多个碍航浅段, 航道尺度标准偏

低, 其中福姜沙已成为长江下游重点卡脖子碍航浅段, 是12.5 m向上延伸至南京的咽喉通道, 对于沿江经济和港口的发展具有举足轻重的作用。

1 水流动力、泥沙基本特性

1) 受径流和潮流共同作用, 福姜沙河段洪季基本以单向流为主, 枯季时为涨落潮双向流, 并且落潮流占优势。

2) 近年来, 上游径流量无明显的趋势变化, 大通站1950—2011年间多年平均径流量约

收稿日期: 2012-10-24

作者简介: 阮伟(1975—), 男, 高级工程师, 从事港口与航道工程研究设计工作。

为8 927亿 m^3 , 但年际波动大, 如2010年为10 220亿 m^3 (丰水), 2011年为6 668亿 m^3 (特枯)。年输沙量自1985年以来呈明显减小趋势, 1950—1985年平均输沙量为4.70亿t, 1986—2002年平均输沙量为3.43亿t, 2003 (三峡蓄水)—2011年平均输沙量为1.43亿t。

3) 实测涨落潮平均含沙量不超过0.27 kg/m^3 , 最大含沙量一般不超过1.4 kg/m^3 。

4) 福右多年落潮分流比维持在21%左右, 福左分流比维持在79%左右; 如皋中汊分流比占30%左右, 浏海沙水道维持在70%左右。

2 河势分析

2.1 福姜沙河段总体河势趋于稳定

20世纪90年代以前, 天然条件下福姜沙河段的演变主要表现为主流周期性南北移动、沙体和汊道兴衰更替, 福姜沙河段河床的自然演变大致经历了分汊河段形成、海北港沙演变、又来沙演变、双涧沙自然演变4个阶段。20世纪90年代后, 随着福姜沙河段护岸及河势控制工程的实施, 在人工护岸工程的作用下该河段岸线基本固定, 福姜沙水道三汊并存的总体河势基本形成, 福姜沙河段整体河势趋于稳定 (图1)。

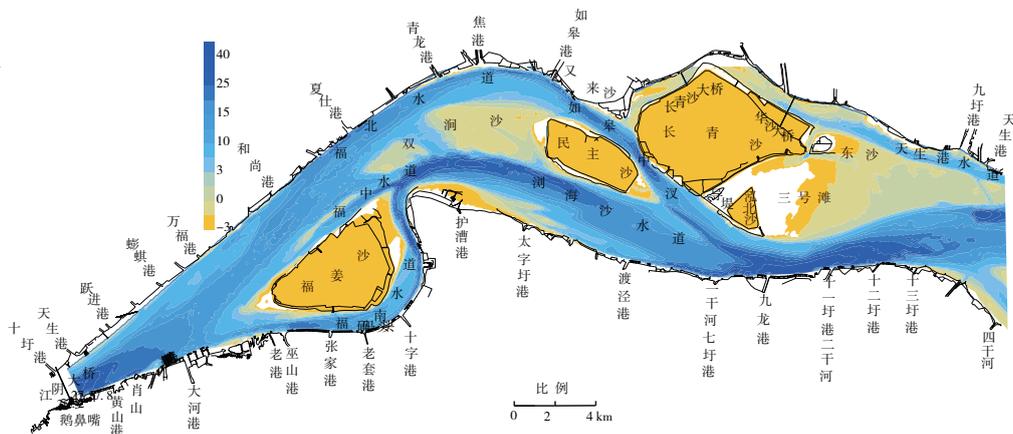


图1 江阴一天生港近期河段河势

2.2 河势相对稳定中的不稳定因素

双涧沙沙体位于福中、福北分汊河段, 而其河床质以粉细砂为主, 抗冲能力差, 在横向越滩流、上游来水来沙条件变化、取砂等因素的影响下易发生冲淤变化。2005年后, 长江年径流量处于较低水平, 双涧沙沙源减少, 沙头淤涨大致处于停滞状态, 甚至出现北侧滩坡和滩面窄沟冲刷。2008年以来, 窄沟发育加剧, 2009年4月, 双涧沙头部滩面被斜向10 m深槽切穿, 头部沙体被切离主沙体, 基本成为独立的江心沙。与此同时, 在双涧沙中部 (丹华港对开水域), 5 m等深线从南北两侧楔入沙体, 呈5 m窄沟贯通趋势 (图2)。因此, 目前河势尚有不稳定因素存在, 双涧沙的不稳定将导致各汊道冲淤发生变化。

1) 双涧沙冲淤多变, 易造成深泓不稳, 泥沙

下泄将引起下游深槽泥沙过境, 加重航道淤积, 这对深水航道的建设和维护是不利的, 且易造成深泓不稳, 航槽水深及航宽难以保证, 航道水深及航宽难以保证不利于船舶安全。

2) 双涧沙头部斜向10 m深槽和腰部5 m窄沟的继续发展可能引起福中水道下段—浏海沙水道和福北水道下段—如皋中汊航道沿线的淤积。10 m深槽继续发展可能导致福中水道与福南水道交汇处出现壅水现象, 从而引起福南水道出口段局部淤积。

3) 双涧沙给船舶航行带来新的隐患。由于双涧沙头部斜向10 m深槽的贯通, 原来福南水道出口段附近两汊汇流的格局发生巨变, 形成福南水道、福中水道和双涧沙深槽三汊汇流, 汇流角度、强度和时间均发生变化, 汇流区的流态更加复杂, 对大型船舶的航行带来安全隐患。

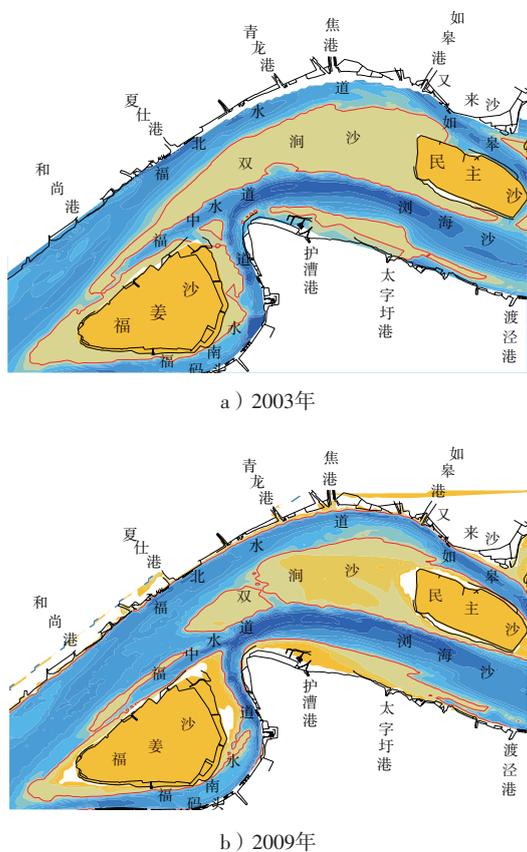


图2 双涧沙滩面5 m等深线变化

3 治理方案研究

3.1 前期方案设想

3.1.1 福南类方案

1) 福姜沙洲头整治方案。

从增加福南水道水流动力、稳定沙体、改善航道建设及维护条件等角度出发,在福姜沙头部实施导流堤和切滩等工程措施。

数学模型计算结果表明:单独实施福姜沙头整治方案对于福南水道整治效果不很明显,流场调整局部效果不是很理想。福姜沙头分流鱼嘴工程后福南水道落潮分流比增加幅度不超过2%;且福南水道进口段由于位于分流堤迎流掩护区,部分区域流速减小,易引起泥沙的落淤,进口切滩工程方案切滩位置流速略有减小,福南水道整体流速均略有增加,福南水道分流比增加也不超过1%。该类方案对福姜沙河段的整治效果不明显。

2) 双涧沙工程方案。

在双涧沙上布置顺堤或丁坝等工程措施,主要目的是限制漫滩流、封堵窄沟。工程实施对窄

沟封堵后流量重新分配,对福南水道水流动力有所增强,流速增大0.10~0.20 m/s,分流比增加约2%~3%。该类方案实施对福南水道的水深维护有利。

3.1.2 福中、福北水道类方案

1) 福中、福南水道限流方案。

从增强福中、福北水流动力角度出发,提出封堵福南水道工程方案;从改善福南、福北水流动力角度出发,提出在福中水道入口布置限流堤工程方案。该类方案实施后,在福南水道封堵和福中限流后,其余水道水流动力均有所增加,尤其是福中限流实施后,限流堤高程越高,福南、福北水流动力增加较为明显,限流至-2 m(85基面)时,福南水道和如皋中汉水道分流比分别增加5.5%和9.1%。但是,该类方案对上下游影响较大,上游低水位雍高对防洪排涝将带来不利影响,且封堵福南水道和福中限流工程实施分别减少了福南水道和福中水道的落潮流量,尤其是福中限流工程实施后浏海沙水道流速减小较为明显,这对浏海沙水道水沙运动改造较大,对该河段河势发展产生不可预知的深远影响。

2) 双涧沙工程方案。

双涧沙滩面窄沟处横向流比例(夏仕港—青龙港段)占长江下泄流量的20%,在双涧沙上布置顺堤或丁坝等工程措施,有效拦截双涧沙滩面横向流,重新调整长江下泄流量,工程实施后,福中入口浅区有明显的冲刷效果,并对福北水道浅段具有适当的冲刷,而其对周边河势影响较小。图3为前期工程方案布置示意。

3.2 治理工程方案研究

通过数学模型、动床物理模型等手段,从双涧沙护滩效果、滩面横向流、分流比调整、周边影响等方面入手,对工程平面位置、平面形式、堤顶高程等进行研究论证。

3.2.1 工程位置

前期方案研究结果表明:在双涧沙沙脊5 m等深线布置工程,有效减小双涧沙横向流,维护沙体稳定,使长江下泄流量重新分配,从而达到增加福南水道、福中进口、如皋中汉的水流动力,

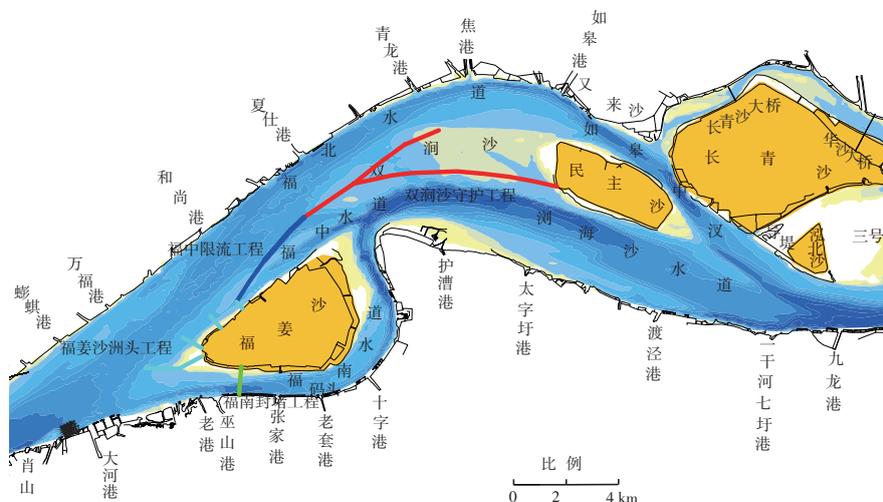


图3 前期工程方案布置

采取合理的平面形式和高程使其对周边河势影响较小,起到稳定河势、改善航道维护及建设条件的作用。

3.2.2 平面形式

对单顺堤、双顺堤、鱼骨坝不同平面形式进行了研究,通过数学模型、物理模型等手段对方案效果进行了对比分析,从守护双涧沙效果、各水道分流比调整幅度、对周边影响以及后续工程的衔接等各方案综合考虑:单顺堤方案仅起到封堵窄沟作用,对双涧沙滩面整体有一定护滩效果,5 m浅滩内流速减小0.2 m/s范围面积约6 km²。双顺堤方案和鱼骨坝方案两个平面方案相比单顺堤方案整治效果更佳,引起的护滩及水道改善、影响效果程度均较单顺堤大,但两工程布置形式引起的工程整治效果变化趋势基本一致,但双顺堤平面布置形式与下阶段工程衔接相对较好。

3.2.3 堤顶高程

随着高程的抬升,各水道分流比调整幅度逐渐增大,工程对周边影响也有所增大,对堤顶高程1.0 m、2.0 m、3.0 m进行比选,1.0 m方案双涧沙滩面流速和窄沟处横向流有一定程度减小,相应周边影响也较小,2.0 m和3.0 m方案实施后效果基本相当,双涧沙滩面流速减小明显,福南水道、如皋中汉、福中水道分流比均有所增大。高程抬升至2.0 m时,双涧沙沙体横向流减小50%,双涧沙滩面流速减小0.2 m/s范围面积约10 km²,福南水道和如皋中汉分流比分别增加3.1%和4.8%,

福中进口流速增加达0.4 m/s以上,但在福北进口夏仕港附近流速减小约0.20 m/s。由此可知,工程堤顶高程对双涧沙守护效果、各水道水流动力调整及周边影响有较为明显的作用,综合考虑各因素,工程堤顶高程可在1.0~2.0 m进行优化。

3.2.4 后续工程衔接

从双涧沙护滩工程实施效果来看,工程能很好地起到守护双涧沙的作用,但工程实施对福北水道进口流速减小,夏仕港附近河段可能处于淤积态势,为此,后期航道治理工程可在福北进口辅以丁坝束流,以达到增加福北进口单宽流量冲刷浅段的目的。

结合各水道分流情况,对堤头位置、潜堤高程可进一步进行调整,对分流点、分流比进行调整,进一步优化分流比。此外,根据需要可将北顺堤延长至民主沙北沿,形成封闭区域(表3和图4~5)。

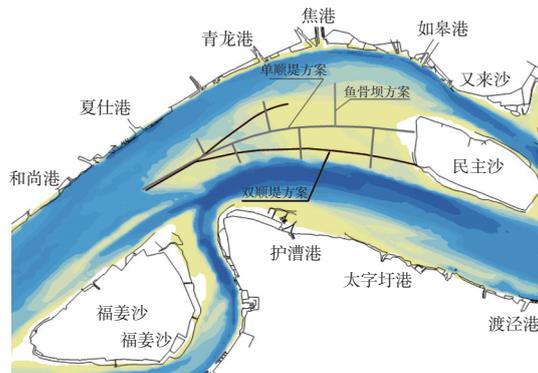


图4 不同平面形式方案布置

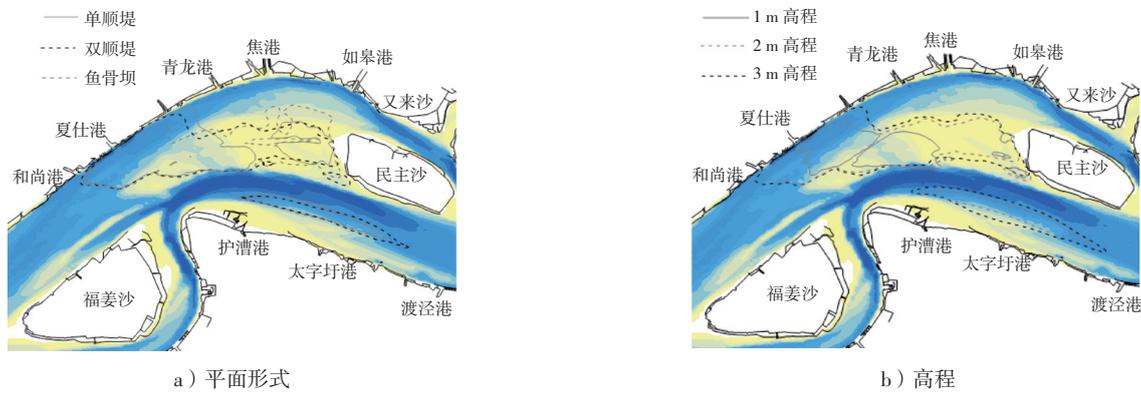


图5 方案护滩效果对比 (流速减小0.2 m/s范围)

表3 方案实施后各汉道分流比调整

汉道	本底分流比	平面方案			双顺堤各高程方案			鱼骨坝各高程方案		
		单顺堤	双顺堤	鱼骨坝	1.0 m	2.0 m	3.0 m	1.0 m	2.0 m	3.0 m
福北	46.74	-13.36	-13.69	-13.64	-8.79	-13.69	-15.99	-7.84	-13.64	-16.12
福中	53.26	13.36	13.69	13.64	8.79	13.69	15.99	7.84	13.64	16.12
福左	81.95	-2.62	-2.70	-2.72	-1.56	-2.70	-3.11	-1.42	-2.72	-3.18
福右	18.05	2.62	2.70	2.72	1.56	2.70	3.11	1.42	2.72	3.18
如皋中汉	26.36	4.04	4.02	3.62	2.39	4.02	4.78	1.65	3.62	4.44
浏海沙水道	73.64	-4.04	-4.02	-3.62	-2.39	-4.02	-4.78	-1.65	-3.62	-4.44

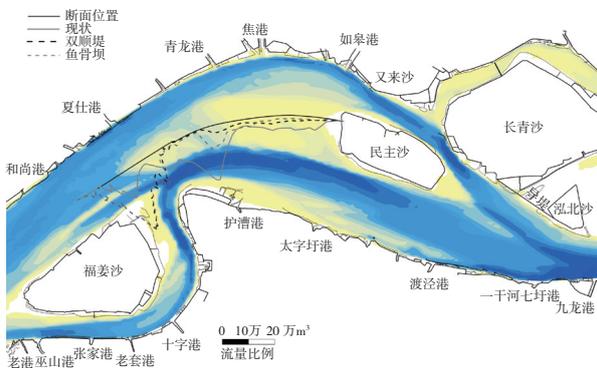


图6 方案实施后双涧沙滩面横向流变化

4 结语

1) 本河段经多年人工护岸和天然节点控制, 各汉道分流分沙比变化不大, 大体河势基本趋于稳定, 这为本河段航道整治提供了有利的前提条件。

2) 根据本河段的河床演变特性及碍航特征, 双涧沙甬沟发育是河段不稳定的根源, 因此, 本河段航道整治的关键在于稳定双涧沙沙体。

3) 围绕“遏制双涧沙甬沟继续向不利方向发展, 归集漫滩水流, 改善航道维护条件, 同时为

福姜沙河段12.5 m深水航道顺利上延奠定基础”的目标, 在双涧沙布置守护工程, 采用数学模型、物理模型等手段, 通过对平面位置、平面形式、堤顶高程进行比选, 建议沿双涧沙沙体滩脊线布置双顺堤, 高程选为1.0~2.0 m较为合理。

4) 因福姜沙水道三汉均有通航的基础和可行性, 但目前河势尚有不稳定因素存在, 守护双涧沙工程方案是关键性河势控制工程, 对整体河势无不利影响, 对今后选汉等航道建设不造成影响。

参考文献:

- [1] 长江水流委员会. 长江中下游河道特征[R]. 武汉: 长江水流委员会, 1983.
- [2] 马启南. 长江福姜沙水道河床演变分析[J]. 人民长江, 2000, 31(12): 23-27.
- [3] 周军武. 长江福姜沙南水道下口船舶安全航行的建议[J]. 航海技术, 2005(1): 6.
- [4] 中交上海航道勘察设计研究院有限公司. 长江下游福姜沙深水航道双涧沙护滩工程工程可行性研究报告[R]. 上海: 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 2009.

(本文编辑 郭雪珍)