



长江下游铁黄沙整治工程对航道的影响

许乐华¹, 张群², 李贇³

(1. 长江航道规划设计研究院, 湖北武汉 430011; 2. 长江航道局, 湖北武汉 430010;
3. 中交广州航道局有限公司, 广东广州 510221)

摘要: 近年来长江上游来沙量明显减少, 水沙动力条件的变化导致福山水道的淤积萎缩速率有可能会加快。铁黄沙水体缺乏有效控制, 仍然存在被冲散的可能。为了统筹兼顾河势控制、深水航道建设、水土资源开发利用以及望虞河口引排水安全等各方面的需求, 铁黄沙整治工程应运而生。通过对工程局部河段河床演变进行分析, 探讨整治工程对航道的影响, 对维护长江下游深水航道的稳定性有重要意义。

关键词: 长江; 铁黄沙整治工程; 航道; 河床演变

中图分类号: U 612.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)05-0083-07

Impact of Tiehuangsha regulation project on waterway in downstream Yangtze River

XU Le-hua¹, ZHANG Qun², LI Yun³

(1. Changjiang Waterway Institute of Planning, Design & Research, Wuhan 430011, China;

2. Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China; 3. CCCC Guangzhou Waterway Bureau, Guangzhou 510221, China)

Abstract: In recent years, the Yangtze River sediment has reduced significantly, and the changes of hydrodynamic conditions of water and sediment may accelerate the siltation atrophy rate of Fushan waterway. Due to the lack of effective control of Tiehuangsha, there still exists a possibility of being broken up. To meet various needs, we carry out the Tiehuangsha regulation project. Based on the analysis of the riverbed evolution, we explore the impact of the regulation project on the waterway, which is of great significance on the maintenance of the stability of the deep channel in the Yangtze River.

Key words: the Yangtze River; Tiehuangsha regulation project; waterway; riverbed evolution

长江澄通河段河道宽阔, 江中沙洲众多, 在径流和潮流双重作用下, 河道冲淤多变。因为通州沙水道复杂的水沙条件, 近年来, 其治理工程一直备受关注, 众多学者展开了大量的研究: 夏云峰等^[1]结合水流泥沙运动特性, 探讨长江下游三沙(福姜沙、通州沙、白茆沙)水道河床演变的主要影响因素以及对航道的影响, 并提出三沙水道海轮深水航道整治初步设想; 谭伦武等^[2]采用二维数学模型研究了通州沙水道洲滩关键控制

工程的方案, 并预测了工程后的演变趋势; 张玮等^[3]利用一、二维耦合潮流数学模型, 对于通州沙西水道整治工程方案进行研究, 重点分析整治工程对通州沙河段潮流量的影响。

随着长江口综合整治工程的逐步实施, 进入该河段的潮量将明显减小, 再加上近年来长江上游来沙量明显减少, 这些水沙动力条件的变化将导致澄通河段河势发生一定程度的调整。福山水道自 20 世纪 30 年代以来, 逐渐演变为上口淤塞、

收稿日期: 2013-08-23

作者简介: 许乐华(1985—), 女, 工程师, 从事航道整治工程及通航论证工作。

涨潮流占优势的涨潮槽，泥沙呈向上搬运的特征，水道总体以淤积萎缩为主。在长江口综合整治工程陆续开始实施的大背景下，福山水道的淤积萎缩速率有可能还会加快。另外，由于福山水道与狼山沙西水道相位差的存在，两水道间存在横向漫滩水流的交换，特别是由于铁黄沙沙体缺乏有效控制，河口冲积平原的特性决定了其可冲移性较强，在特定的水沙条件下，铁黄沙仍然存在被冲散的可能。为了统筹兼顾河势控制、深水航道建设、水土资源开发利用以及望虞河口引排水安全等方面的需求，拟进行铁黄沙整治工程。因整治工程规模较大，研究其对航道的稳定性有重要意义。另外，本文研究成果对该地区后续工程也有一定参考价值。

1 河段概况及工程简介

铁黄沙整治工程位于澄通河段通州沙汉道末端，紧邻长江河口段。澄通河段上起江阴鹅鼻嘴，下至徐六泾，河道全长 96.8 km，由福姜沙汉道、如皋沙群段及通州沙汉道组成。通州沙汉道上起龙爪岩，下至徐六泾，全长 22 km，为暗沙分汉型河道，平面形态基本呈“藕节状”。营船港以上为通州沙东水道上段、通州沙西水道上段两汉分流的格局，以下为新开沙夹槽、东水道下段、西水道下段及福山水道四汉分流的格局，4 股水流汇合后，偏靠南岸进入长江口河段。

福山水道上起福山塘，下至浒浦口，是太湖主要出口之一——望虞河的引排水通道。20 世纪初，福山水道上接老狼山水道，下与通州沙水道相汇。自 20 世纪 30 年代老狼山沙涨接常阴沙后上游水道衰亡，福山水道演变为涨潮流占优势的涨潮槽，目前上口已基本淤塞，与西水道之间相隔有水下浅滩—铁黄沙。

铁黄沙整治工程处在福山塘和常浒河之间，外侧是狼山沙西水道、内侧是福山水道，工程位

置见图 1。整治工程包括：围堤及吹填工程、潜堤工程、望虞河河道外延工程、福山水道疏浚工程等几部分。其中围堤及铁黄沙吹填工程为整治铁黄沙的主体部分，也是本文的重点研究内容：工程在望虞河口外延导堤东、西侧共有两个围区，北侧整治线基本沿 -2 m 等高线布置，南侧整治线基本沿 0~1 m 等高线布置。围堤总长度 17 206 m，整个围区面积 1 441.53 万 m²。

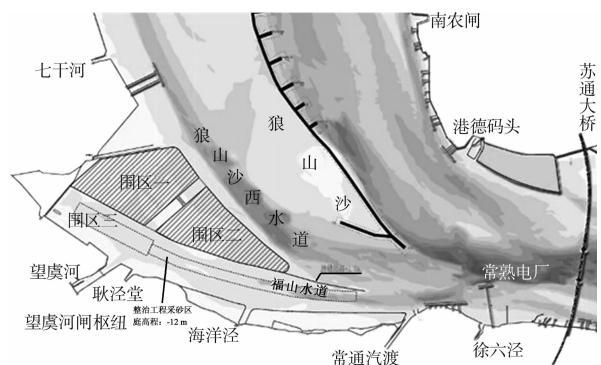


图 1 铁黄沙整治工程方案布置

2 工程局部河段河床演变分析

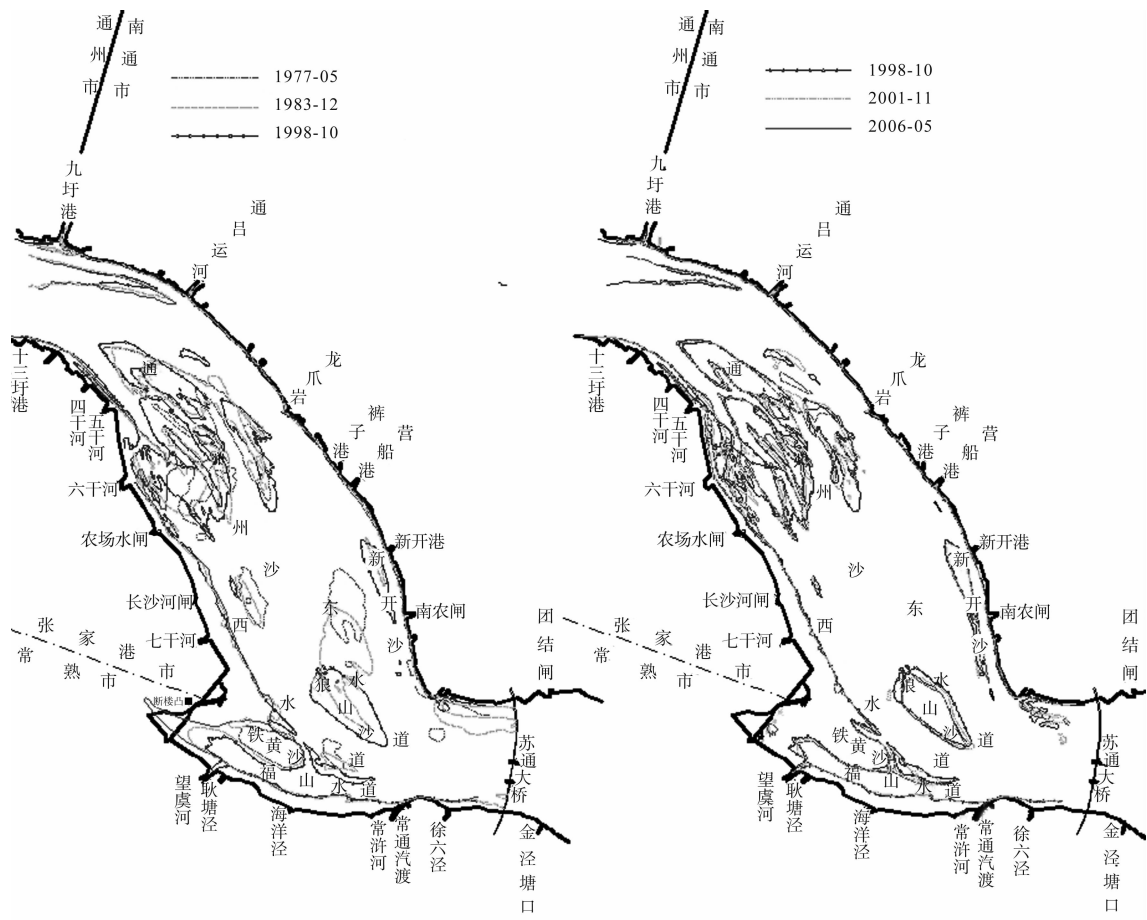
2.1 -2 m 等高线变化

1) 铁黄沙。

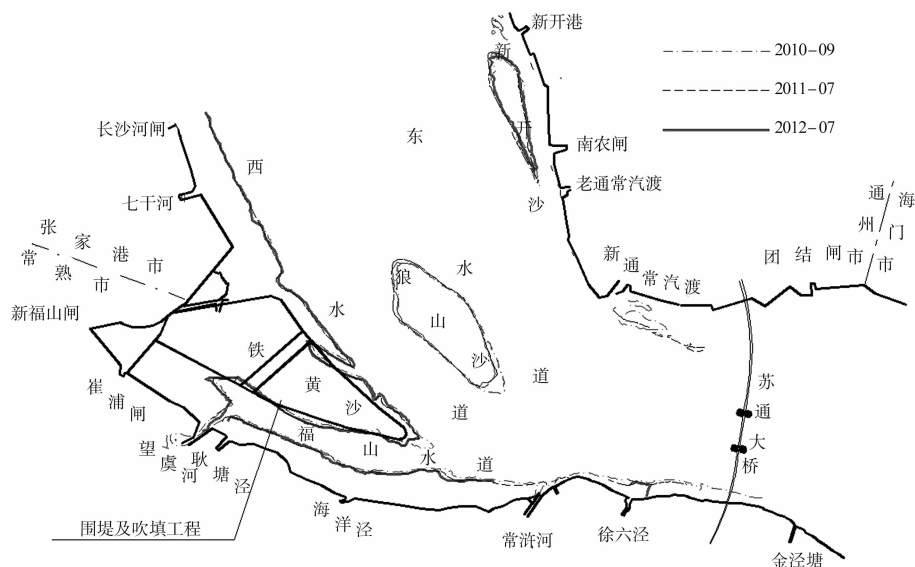
1978—1983 年，铁黄沙 -2 m 等高线向外淤涨，沙尾分离体明显南偏；1983—2006 年，铁黄沙 -2 m 等高线基本稳定，沙尾分离体逐渐淤涨扩大，至 2008 年后，沙尾分离体 -2 m 等高线与铁黄沙趋于涨连；2010—2012 年，铁黄沙沙体冲刷削减，左缘 -2 m 等高线后退约 100 m，沙尾 -2 m 等高线上提约 1.2 km，见图 2。

2) 福山水道。

1978—1993 年，福山水道左右缘 -2 m 等高线相对稳定，望虞河口断面以上区域由于淤积，-2 m 等高线明显下移，年均下移幅值约 260 m/a；1993—2012 年，福山水道左右缘 -2 m 等高线仍然保持相对稳定，望虞河口断面以上区域 -2 m 等高线虽略有下移，但下移幅值明显减小，年均下移幅值约 52 m/a。



a) 1997—2006年



b) 2010—2012年

图 2 通州沙水道 -2 m 等高线近期变化

2.2 深槽变化

2.2.1 10 m 深槽变化

1) 狼山沙西水道。

狼山沙西水道深槽变化受狼山沙沙体变化影响较大,主要表现为深槽的右摆。随着主流在狼山沙东水道右摆,狼山沙沙体受压右移,相应狼山沙西

水道右摆。10 m 深槽 2005年以前右摆幅度较大,2005 年以后深槽基本稳定。近几年来,狼山沙西水道上段 10 m 深槽变化较小,下段由于主流在狼山沙东水道持续右摆,狼山沙沙体受压右移,所以狼山沙西水道 10 m 深槽右摆,2010 年 9 月至 2011 年 7 月右摆 60~100 m,2012 年基本稳定,见图 3。

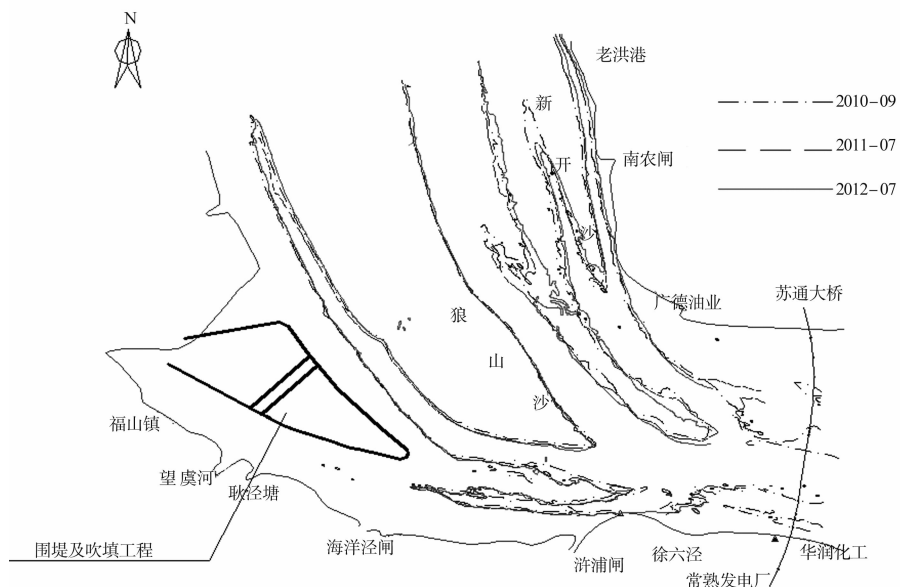


图3 通州沙水道 10 m 等深线近期变化

2) 福山水道。

自 20 世纪 30 年代老狼山沙涨接常阴沙后上游水道衰亡,福山水道演变为上口逐渐淤塞、涨潮流占优势的涨潮槽。常熟福山水道南岸边滩围垦工程于 2011 年实施后,一定程度上缓解了福山水道淤积萎缩的趋势。福山水道 10 m 深槽头部几个深坑得到了贯通,2011 年较 2010 年深槽头部上提 540 m,到达海洋泾闸附近,宽度在 40~60 m。深槽明显展宽,最大宽度达到 433 m,较 2010 年宽度增加约 200 m。下段深槽出现右摆,摆动幅度约 70 m,福山水道和狼山沙西水道 10 m 深槽交汇点上移 300 m 左右。

2.2.2 12.5 m 深槽变化

自 20 世纪 80 年代长江主流走通州沙东水道—狼山沙东水道以来,12.5 m 深槽中上段相对基本稳定,12.5 m 深槽基本贯通,变化主要集中在南农闸一带。尤其是 20 世纪 90 年代以后,受新开沙的挤压,南农闸及以下 12.5 m 深槽左缘出现大

幅度的右摆,在此期间通州沙及狼山沙左缘持续崩退,河道向宽浅方向发展,主流不断地西偏,裤子港沙嘴形成,新开沙发展,通州沙东水道深槽水深条件在南农闸一带剧烈恶化。2003 年 12.5 m 等深线宽度最窄处只有约 250 m (图 4),到 2005 年 12.5 m 等深线中断,中断距离达 750 m,2006 年 2 月等深线中断达 2 800 m,此后等深线基本贯通,但深槽宽度在南农闸处不足 100 m,2007 年 12 月、2008 年 6 月、2009 年 4 月,12.5 m 等深线在南农闸一带也略有发展贯通,但是宽度仍较窄,不足 200 m,至 2010 年 9 月,12.5 m 深槽冲深发展达 350 m,但航槽里有小浅包存在。同时,12.5 m 深槽整体西偏,1990—2003 年,深槽左缘西偏距离最大达 1 200 m,整体偏移达 650 m,最近几年偏移放缓。2010—2012 年,由于狼山沙左缘的持续崩退,12.5 m 深槽左侧等深线又向江中淤伸 50~100 m。

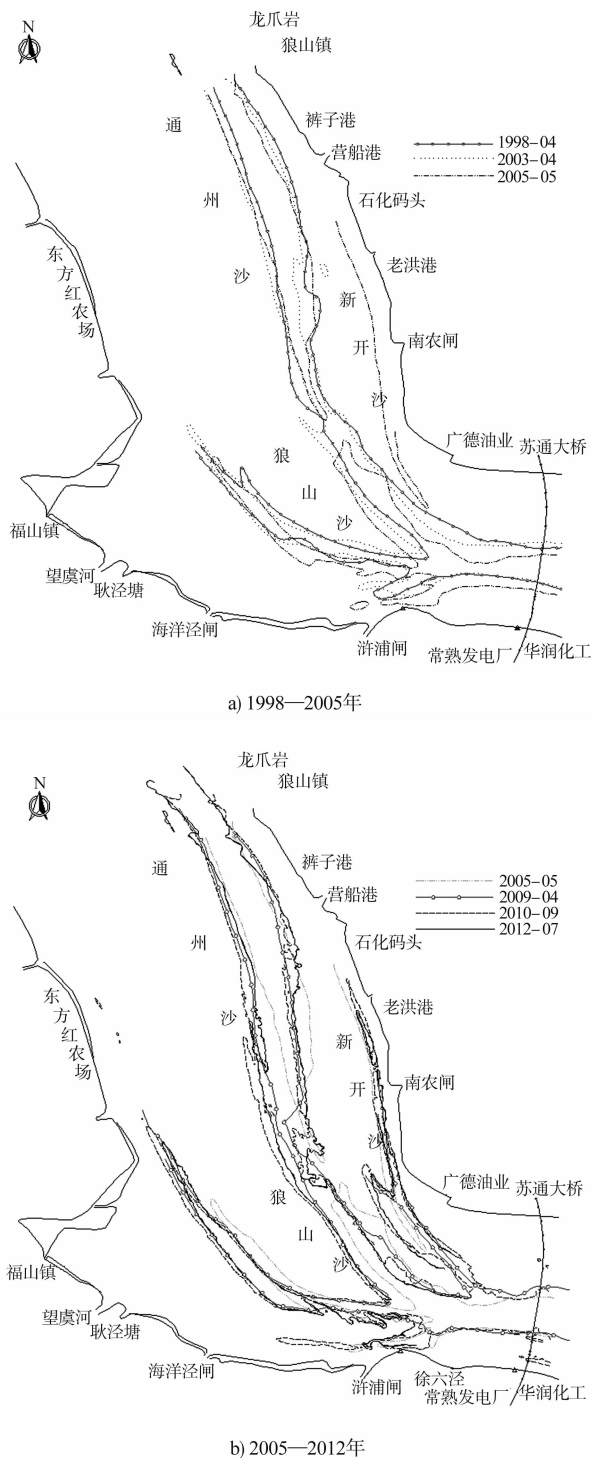


图 4 通州沙水道 12.5 m 等深线近期变化

2.3 深水航道演变与铁黄沙演变之间的关系

工程局局部深水航道布置在狼山沙东水道内, 近年来狼山沙东水道深槽随着狼山沙左缘崩退右摆趋势明显, 1998 年以来, 深槽由窄深向宽浅方向发展。随着主流在狼山沙东水道右摆, 狼山沙沙体受压右移, 相应狼山沙西水道呈现右摆态势,

10 m 深槽 2000 年以前右摆幅度较大, 其中深槽头部 1986—1998 年大幅后退。2005 年以后深槽基本稳定。

1978 年以前, 狼山沙西水道为正南方向, 落潮流直冲铁黄沙, 所以当时铁黄沙 -5 m 等高线以上沙体分为东、西两部分, 两部分之间有一条串沟。串沟平均宽度达 800 m, 最深点高程为 -11.7 m。随着狼山沙下移西偏, 铁黄沙串沟进流条件恶化, 逐渐萎缩, 至 1993 年, 串沟完全消亡, 两部分沙体连为一体, 同时沙尾向下延伸, 1993—2001 年, 沙尾下移幅度约 780 m, 2001—2004 年, 沙尾有所上提, 2004 年至今基本稳定。总的来说, 铁黄沙左侧受狼山沙西水道右移影响受冲, 总体呈缓慢后退趋势, 表现在 -5 m 和 -10 m 等高线向西南方向移动。近年来铁黄沙沙尾下移, 沙尾左侧受冲呈右摆趋势。

3 整治工程对航道的影响

3.1 工程对航道布置的影响

自 20 世纪 80 年代以来, 通州沙水道主航道一直稳定在东水道内, 拟建铁黄沙整治工程主要位于福山塘和常浒河之间, 外侧是西水道、内侧是福山水道。西水道中上段水深条件较差, 未开通航道, 下段则开辟有永钢专用航道, 本工程围区距永钢专用航道右边界最小约 493 m; 与主航道相距 4.0 km 以上, 且有狼山沙相隔, 距离较远; 围区与常熟港专用航道相距 5.0 km 以上, 距离较远。同时, 根据有关研究成果: 铁黄沙整治工程实施引起通州沙东水道及徐六泾河段流速、流向变化不明显。狼山沙西水道涨潮流流速平均增大 0.05 m/s, 最大增加约 0.07 m/s; 狼山沙东水道主槽涨潮流速增加, 增加幅度一般在 0.03 ~ 0.05 m/s, 落潮流速减小, 减幅在 0.03 m/s 左右; 福山水道涨落潮流速均出现明显减小, 其中涨潮平均减幅在 0.05 ~ 0.23 m/s, 落潮平均流速减幅在 0.03 ~ 0.14 m/s; 徐六泾断面上总的涨落潮流速有减小的趋势, 平均流速的减速一般在 0.02 ~ 0.03 m/s。另外, 深水航道邻近狼山沙附近的局部

水域涨潮流速略有增加,增幅一般在 0.05 m/s 左右,落潮流速略有减小,在邻近狼山沙的小范围内减幅最大达到 0.10 m/s。流向变化稍大的区域主要集中于福山闸、望虞河口、海洋泾、狼山沙滩面等部位,其它区域流向变化不大,变化幅度一般不超过 1°。可见,整治工程实施以后,对通州沙东水道、新开沙夹槽、福山水道等各分汉通道的流速流向改变不明显,对其航道条件影响也较小,且更有利于现有双分汉格局河势的稳定,不会引起航道布置发生变化,即工程建设对现行航道布置基本无影响。

3.2 工程对航标设置、维护及功能发挥的影响

永钢专用航道内设置有永钢 4[#]~7[#]红浮及永钢 4[#]~7[#]白浮,常熟港过驳锚地边界设置有常锚 1[#]~5[#]浮标,工程与永钢红浮最小距离约 493 m,与常锚 5[#]黄浮相距 316 m,有一定的安全距离。但在施工期,施工船舶可能需要频繁自该浮标附近水域进行航行,可能会碰撞该浮标,从而导致其损坏,易位甚至发生流失,对常锚 5[#]黄浮的设置、维护及功能发挥会有一定影响。另外夜间施工时,施工船舶的灯光易与航标的灯光混淆,从而影响航标的通视性,一定程度上会影响船舶驾驶人员及时发现及引用航标。建议采取适当遮光措施,以免影响航标功能的发挥。

3.3 对深水航道建设的影响

3.3.1 对航道整治工程实施的影响

目前,长江南京以下 12.5 m 深水航道一期工程已于 2012 年 8 月 29 日开工。深水航道一期工程施工区域主要位于通州沙东水道中下段狼山左缘,而铁黄沙整治工程位于通州沙西水道右侧,两者施工区相距较远,相互之间基本不构成影响,工程建设基本不影响航道整治工程的实施。

3.3.2 工程对航道整治工程效果的影响

相关成果研究表明,通州沙水道航道存在的主要问题是控制河道边界条件的通州沙下段左缘、狼山沙左缘冲刷后退,东水道展宽,水流分散,江中心滩发育,在通州沙东水道中下段南农闸一

带易形成碍航浅包,影响深水航道的稳定。铁黄沙整治工程实施后,通州沙东水道流速变化主要在出口附近,东水道出口附近的航道沿程涨潮平均流速增加 0.03 m/s 左右;落潮流速变化较小,最大变化幅度为 0.03 m/s。航槽的其它区域以及整治工程建筑物附近,流速变化较小,一般在 0.03 m/s 内。因此,铁黄沙整治工程实施后,通州沙和白茆沙航道整治工程附近流速变化不大,工程实施对深水航道一期工程影响不大。

3.4 对船舶通航的影响

工程与现有主航道相距较远,工程建设对顺主航道航行的船舶通航基本无影响。工程围区距永钢专用航道右边界最小距离约 493 m,工程施工期,占用施工水域较大,对进出永钢专用航道的船舶航行有一定影响。且工程部分沙源区位于常熟港过驳锚地附近,施工作业船舶需频繁穿越锚地水域,对在锚地锚泊的船舶及进出锚地的船舶航行有一定影响。

同时,过往船舶有可能误入工程施工作业区,从而影响工程的施工,建议设置必要的专设航标,标示施工作业水域,减小施工作业与船舶航行相互之间的影响。

4 结论

1) 通州沙水道为暗沙分汉河型,历史上河势演变剧烈,主流摆动频繁。近年来随着上游河势与主流的渐趋稳定,通州沙水道目前这种通州沙东水道为主汉的河势格局将长期维持。但该水道内局部洲滩仍存在较大冲淤变化,属水沙、河势变化较为复杂的河段。加之,近年来围填造陆、桥梁建设等人类活动不断增加,12.5 m 深水航道整治一期工程正在实施,使得河道敏感性增强,因此对铁黄沙整治工程进行全面研究分析,对维护长江下游深水航道的稳定性有重要意义。

2) 铁黄沙整治工程实施引起通州沙东水道及徐六泾河段流速、流向变化不明显。狼山沙东水道主槽涨潮流速增加,增加幅度一般在 0.03 ~

0.05 m/s, 落潮流速减小, 减幅在 0.03 m/s 左右。流向变化稍大的区域主要集中于福山闸、望虞河口、海洋泾、狼山沙滩面等部位, 其它区域流向变化不大, 变化幅度一般不超过 1°。工程建设对通州沙东水道主航道及其他汉道专用航道条件影响较小。

3) 铁黄沙整治工程实施后, 深水航道邻近狼山沙附近的局部水域涨潮流速略有增加, 增幅一般在 0.05 m/s 左右, 落潮流速略有减小, 在邻近狼山沙的小范围内减幅最大达到 0.10 m/s, 流向偏转幅值一般不超过 1°。工程实施对深水航道一期工程无明显不利的影响。

参考文献:

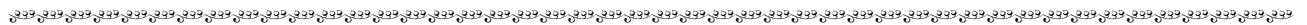
[1] 夏云峰, 曹民雄, 陈雄波. 长江下游三沙(福姜沙、通州沙、白茆沙)水道演变分析及深水航道整治设想[J]. 泥沙研究, 2001 (11): 80-82.

[2] 谭伦武, 裴金林, 李靓亮, 等. 长江下游通州沙水道洲滩关键控制工程方案研究[J]. 水道港口, 2011 (8): 264-269.

[3] 张玮, 陈乾阳, 倪兵. 通州沙西水道整治工程对通州沙河段潮流量影响研究[J]. 科学技术与工程, 2013 (6): 1 520-1 525.

[4] 裴金林, 许乐华. 常熟铁黄沙综合整治工程对航道影响分析报告[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2013.

(本文编辑 武亚庆)



(上接第 72 页)

对于顶宽 $B = 50$ m 断面, 跃起的波浪砸击在堤顶后部, 形成单峰形断面形态, 高程 -5.3 m 以上宽度约 60 m, 冲刷量占总抛沙量的比例最大, 为 19.0%; 对于顶宽 $B = 80$ m 断面, 由于堤顶宽

度较大, 冲刷后相对稳定断面形成前低后高 3 级平台, 高程分别为 -6.2 , -4.7 , -4.2 m, 超过 -5 m 高程的宽度约 85 m, 冲刷量占总抛沙量的 15.9% (表 3)。

表 3 不同顶宽相对稳定冲刷断面的冲淤量比较

顶宽 B/m	冲刷		淤积				
	冲刷量/ $(m^3 \cdot m^{-1})$	占总抛沙量/%	前坡/ $(m^3 \cdot m^{-1})$	占冲刷量/%	后坡/ $(m^3 \cdot m^{-1})$	占冲刷量/%	其余
30	48.4	11.4	3.8	7.9	24.6	50.8	大多散落在堤前几百米范围
50	106.1	19.0	7.7	7.3	37.2	35.1	
80	120.6	15.9	7.8	6.4	30.5	25.3	

4 结语

1) 长周期波浪作用下抛砂潜堤很难保持设计稳定, 试验中的平衡断面和原设计断面有较大差异。

2) 波浪作用下不同顶宽的抛沙断面前部形态基本相同, 不同处主要在于后部。

参考文献:

[1] Edward K N. Equilibrium beach profile scale-model relationship[J]. Journal of the Waterways, Harbors and Coastal Engineering Division, 1972(4): 511-528.

[2] Paul M J, Kamphuis J W, Brebner A. Similarity of equilibrium beach profiles [C]. Pro of 13th Conference on Coastal Engineering, 1972: 1 217-1 236.

[3] Dalrymple R A, Thompson W W. Study of equilibrium beach profiles[C]. Proc 15th Conf on Coastal Engineering, 1976: 1 277-1 289.

[4] Bagnold R A. Beach formation by waves, some model experiments in a wave tank[J]. Int Civ Eng, 1940, 15: 707-723.

[5] 董凤舞. 沙质海岸岸滩坡度的确定[J]. 水利水运科学研究, 1981(2): 15-17.

(本文编辑 武亚庆)