



长江澄通河段采砂对航道及通航安全的影响

许乐华¹, 裴金林¹, 李 贇²

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

摘要:近年来,澄通河段采砂项目日益增多,河道采砂可能引起工程河段的局部河道调整、河床冲淤变化,给工程河段的航道与通航安全可能带来不利的影响。以福山水道南岸边滩整治工程为例,根据最新测图资料与水文测验数据,分析采砂后工程河段泥沙回淤情况,并讨论采砂对航道和通航安全的影响,对当地后续工程有参考意义。

关键词:长江;福山水道;采砂;回淤;航道;通航

中图分类号:U 617

文献标志码:A

文章编号:1002-4972(2014)04-0111-05

Impact of sand mining on waterway and navigation safety in Chengtong reach of the Changjiang River

XU Le-Hua¹, PEI Jin-lin¹, LI Yun²

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

2. CCCC Guangzhou Dredging Co., Ltd., Guangzhou 510221, China)

Abstract: In recent years, more and more sand mining projects are carried out in Chengtong river reach, which may cause riverbed erosion or siltation, and bring adverse effects on waterway and navigation safety. Taking Fushan waterway south shore beach restoration project for an example and based on the latest mapping data and hydrologic data, this article analyzes the river back-silting situation after sand mining, and discusses waterway and navigation safety. The result may serve as reference for follow-up projects in the local reach.

Key words: the Changjiang River; Fushan waterway; sand mining; back-silting; channel; navigation

长江下游澄通河段河道宽阔,江中沙洲众多,在径流和潮流双重作用下,河道冲淤多变。一方面,随着长江经济带建设的快速发展,澄通河段岸线资源越来越稀缺,吹填造地逐渐增多,价格相对低廉、输送相对便捷的江砂资源逐渐成为围滩工程的首选;另一方面,《长江流域综合规划(20122030年)》于2012年12月通过了国务院的批复,该规划报告中有关澄通河段治理规划方案明确指出:“……整治铁黄沙以及福山水道南岸边滩,疏浚福山水道,保障望虞河引排水设施安全运行;……”随着长江口综合整治规划工程陆续上马,吹填采砂与航道疏浚相结合的形式也越来越普遍。

河道采砂可能引起工程河段的局部河道调整、河床冲淤变化,工程给河段的航道条件与通航安全

可能带来不利的影响。近年来,众多学者针对这一问题展开了大量的研究:穆锦斌等^[1]学者建立了一般曲线坐标系下的平面二维水沙数学模型,并应用于武汉河段采砂工程,取得了不错的效果;毛野等^[2]学者进行了长江镇江段河道采砂的影响及其控制利用的试验研究;吴祥华等^[3]采用荷兰delft 3D模型分析采砂前后工程区附近的流场变化,并从河势、防洪、水环境、通航、航道和生态等方面分析了采砂对长江口南槽河段的综合影响。

本研究以福山水道南岸边滩整治工程为例,采用采砂前后实测资料与水文测验数据对比分析的方法,重点分析了采砂实施后工程河段泥沙回淤情况及对通航环境安全的影响。由于澄通河段涉及采砂的工程较多,本文的研究成果对该地区后续工程有一定参考价值。

收稿日期:2013-07-22

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。

1 采砂河段基本情况

长江下游澄通河段上起江阴的鹅鼻嘴，下至常熟市的徐六泾，全长 96.8 km，地处长江三角洲地区的咽喉地带，全河段由福姜沙水道、如皋沙群段和通州沙水道等组成，总体呈弯曲分汉型河道。

通州沙水道上起龙爪岩，下至徐六泾，全长 22 km，为暗沙分汉型河道，水道进口及出口河宽相对较窄，均约 5.7 km 左右，中间放宽，最大河宽约 10 km。平面形态基本呈“藕节状”。水道内暗沙纵横，冲淤消长，变化频繁，其中通州沙为一最大沙体，水道中上段被通州沙分为通州沙东水道、西水道，通州沙东水道为主汉，目前全潮分流比约 95%，通州沙东水道中下段又被狼山沙分为狼山沙东水道、西水道，狼山沙东水道为主汉，通州沙东水道中段新开沙与左岸之间的夹槽为新开沙夹槽，在通州沙西水道下口南侧铁黄沙和南岸之间的涨潮沟即为本工程所在的福山水道，目前，狼山沙东水道分流比为 65% 左右，狼山沙西水道分流比为 27% 左右，新开沙夹槽分流比为 7% 左右，而福山水道分流比约为 1%。各汉道在徐六泾附近汇流后进入下游白茆沙水道。采砂河段河道形势见图 1。

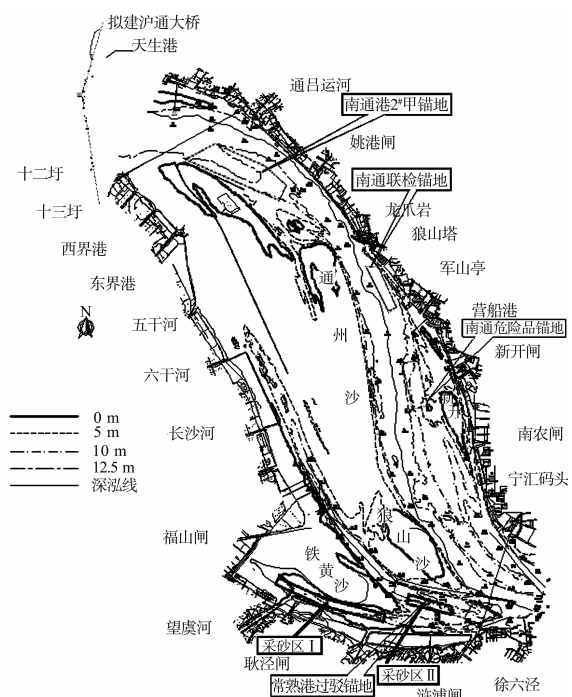


图1 采砂河段形势

通州沙西水道全长约 22 km，是通州沙水道的支汉，南岸边滩平均宽度约 800 ~ 1 000 m，平均高程约 0 ~ -2 m。五干河农场水闸段堤线向内凹进，江中通州沙体上分布有多条串沟，导致该段形成浅区，-5 m 槽不能贯通。同时，由于该段河道中间河床抬高，涨落潮流路受阻，进而冲刷近岸区域，20 世纪 90 年代中期以后，在六干河近岸区域形成了一长条形冲刷坑，该冲刷坑自形成后一直在不断刷深和扩大，目前其 8.5 m 深槽长约 1 km，右缘距离右岸仅为 60 m。

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 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。

2 采砂方案及实施情况

福山水道南岸边滩综合整治工程采砂区 I 布置在福山水道上段，长 6 000 m，宽 400 m，面积约 240 万 m²，控制开采量 1 100 万 m³，控制开采高程为 -11.0 m，平均采深 4.6 m。采区 II 布置于常熟港过泊锚地南侧水域，为不规则梯形，长约 2 400 m，宽 410 ~ 515 m，面积约 115 万 m²，控制开采量 200 万 m³，控制开采高程为 -13.0 m，平均采深 1.7 m。两采区总控制采砂量 1 300 万 m³，实际采砂过程中吹填区砂石方量为 951.3 m³[4]。

采区方案布置见图 2，两采区控制特征见表 1。

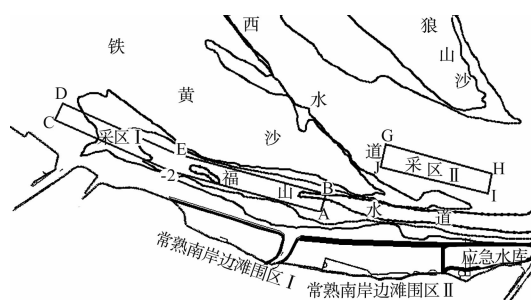


图2 采区方案布置

表1 拟选采砂区控制特征

项目	长×宽/(m×m)	水面面积/万 m ²	控制开采高程/m	平均开采控制深度/m	采砂量/万 m ³
采区 I	6 000×400	240	-11.0	4.6	1 100
采区 II	2 400×410~2 400×515	115	-13.0	1.7	200

3 采砂区泥沙补给分析

福山水道南岸边滩整治工程采砂开工时间为2011年1月15日,完工时间为2011年5月31日。本文主要采用工程前(2009年5月)和工程开工后期(2011年9月及2012年7月)地形资料对比分析采砂后工程河段河床回淤情况(图3)。

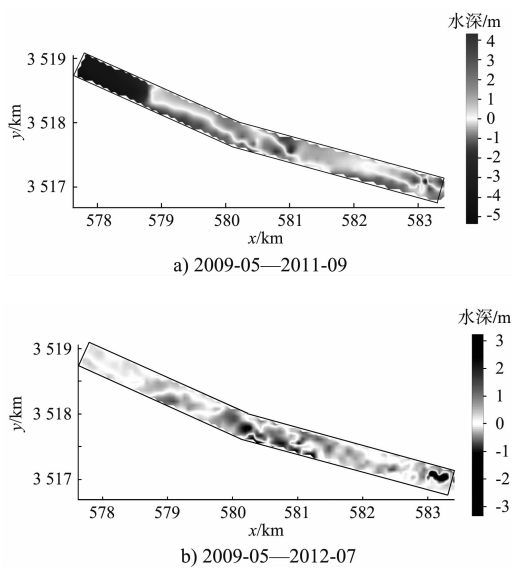


图3 采区 I 冲淤变化

3.1 采砂区 I

对比采砂区 I 采前、采后水下地形图,2009年5月采区 I 河床平均高程为 -5.62 m,2011年9月采区河床平均高程为 -8.65 m,2012年7月采区 I 河床平均高程为 -6.6 m。可见采砂工程并未改变福山水道淤积衰退的自然演变规律,2009年至2011年采区河床高程平均挖深3 m左右,到2012年泥沙回淤,较采前挖深约1 m。

从图3 a)可以看出:采砂实施后,采区 I 头部河床降低较大,最大下降5 m左右。采区 I 中部呈淤积状态,回淤幅度最大在4 m左右;采区 I 下段河床略有降低,降低幅度在0~2 m。从图3 b)看出:采区头部由3~5 m的挖坑发展为0~1 m的回淤,采区中段的回淤有所减弱,最大淤积幅度降为3 m左右,采区 I 下段河床降低约0~1 m。

可见,河床得到了一定程度的恢复。

3.2 采砂区 II

对比采砂区 II 采前、采后水下地形图,2009年5月采区 II 河床平均高程为 -11.03 m,2011年9月采区河床平均高程为 -12.56 m,2012年7月采区 II 河床平均高程为 -12.24 m。可见2009年至2011年采前、采后河床高程平均下降了1.53 m,2012年基本稳定,略有淤高。

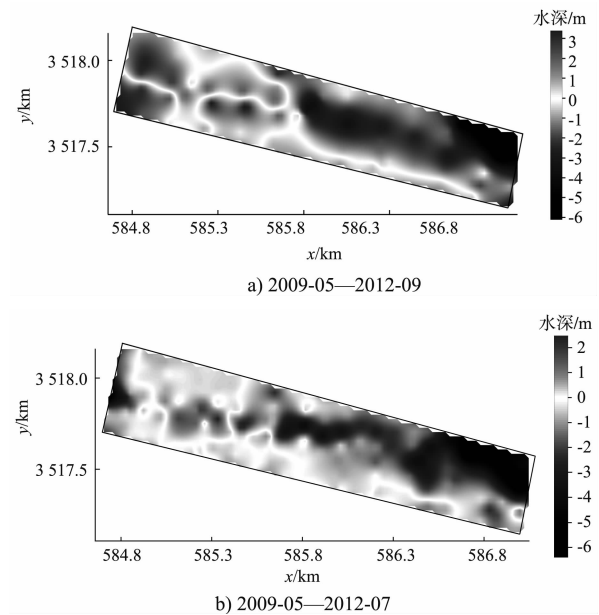


图4 采区 II 冲淤变化

从图4 a)可以看出:采砂实施后,采区 II 头部回淤较大,淤积幅度最大达到3 m左右;采区 II 中下段河床挖深在1~3 m,最大挖深约6 m左右。从图4 b)来看:采区头部回淤减弱,最大淤积幅度由3 m降为2 m,其余部分变化较小。

4 采砂对航道及通航环境安全的影响

4.1 对航道布置的影响

1) 采砂作业对长江主航道布置影响。

本工程的2个采区均位于长江支汊以内,根据长江下游通洲沙水道主航道维护情况可知,采砂区布置没有占用主航道水域,采砂后东水道航道布置与航标配布未作调整,其航道条件也未因

采砂活动而变化, 因此, 在两处采区范围内采砂作业未对长江主航道布置造成影响。

2) 采砂作业对专用航道布置的影响。

采区所处的福山水道下段设置有常熟港专用航道, 通州沙西水道内设置有永钢专用航道, 采砂后该两处专用航道布置与航标配布未作调整, 其航道条件也未因采砂活动而变化, 采砂作业未对这两处专用航道布置及船舶航行造成影响。

4.2 采砂对航道规划及整治工程的影响

目前, 通州沙东水道主航道区域的维护水深是 10.5 m, 航道宽度为 500 m, 为更好地服务于沿江经济, 未来工程河段深水航道维护水深将达到 12.5 m, 航道存在问题的区段仍主要位于南农闸一带, 近年来, 该段 12.5 m 深槽最窄宽度一度不足 250 m, 期间还出现 12.5 m 槽中断的情况 (如 2005 年)。2011 年, 该河段沿程 12.5 m 槽宽虽已增加至 550 m 以上, 但深槽弯曲, 不利于航道布置, 且随着右侧边界条件的崩退, 对岸侧裤子港淤长南压将导致该段航道条件进一步恶化。为了稳定和改善该段航道条件, 通州沙水道航道整治一期工程已于 2012 年 8 月 28 日开始实施, 主要工程措施即是通州沙尾至狼山沙尾左缘潜堤守护工程, 以稳定控制河道右侧的边界条件。

由工程河段 12.5 m 深槽年际变化看 (图 5), 此次采砂实施后, 通州沙水道 12.5 m 深槽未出现大的变化, 12.5 m 深槽宽度最窄约 430 m 左右, 位于南农闸对开位置, 通州沙左缘仍处于稳定状态, 狼山沙左缘仍处于崩退之中。变化较大的地方主要体现在通州沙与狼山间的串沟出现大面积冲刷坑, 若该串沟继续发展, 对深水航道的稳定有一定影响。从本次采砂的作业时间看, 采砂活动已于 2011 年 5 月结束, 而从 2011 年 7 月长江委河口局河道地形测图分析, 该狼山沙头部右侧 (即原通州沙中水道) 区域未出现局部深坑, 因此, 应不是本次采砂所为; 再从采区位置来看, 采区 I 布置于福山水道内, 与狼山沙水道相隔铁黄沙沙体, 距离较远, 在采区 I 内采砂作业对狼山沙水道的影响不可能如此之大。采区 II 布置于常熟港过泊锚地南侧水域, 距离狼山沙沙

头 3 km 以上, 距离较远, 并且从采砂量来看, 采区 II 采量仅 200 万 m³, 不太可能造成狼山沙沙头的大面积冲坑。综合采砂后水流和局部河床地形变化来看, 此串沟冲刷发展与本次采砂无必然联系。建议相关管理部门共同加强该区域采砂行为的现场监管, 避免采砂对航道条件产生不利影响。

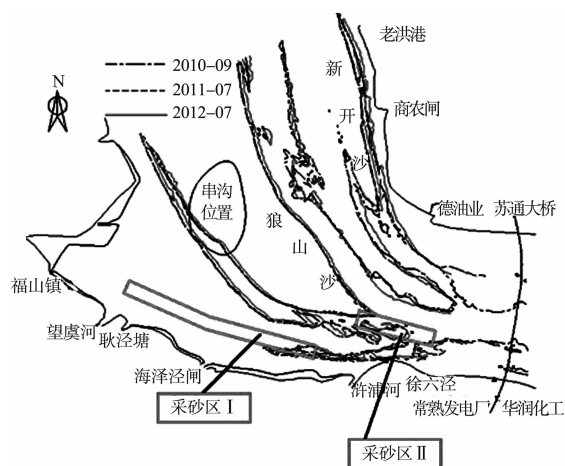


图 5 采砂前后工程河段 12.5 m 深槽变化

因此, 此次采砂工程实施, 未对工程河段 12.5 m 深水航道及实施航道整治工程部位的边界条件造成明显影响。

4.3 采砂对水流条件的影响

1) 对潮量的影响。

由于工程实施使得福山水道涨潮流路更加平顺, 福山水道望虞河口断面涨潮量略有增加, 增加幅值为 0.7% ~ 1.1%, 落潮量则变化不明显。新开沙夹槽、狼山沙东水道、狼山沙西水道、通州沙东水道、通州沙西水道等断面涨潮量表现为增加的趋势, 一般增加幅值不超过 0.8%, 落潮量则相对变化不明显, 一般变幅不超过 0.1%。

2) 对分流比的影响。

自 2011 年 1 月开工后至 2012 年 7 月期间, 实测的情况是通州沙河道分流比基本不变, 分流比发生变化的区域主要集中在狼山沙河道 (表 2)。通过对比可以清晰地看到: 狼山沙东水道落潮分流比略有增加, 西水道相应地略有减少, 变化幅度均在 4% 左右, 福山水道落潮分流比增加了 0.5%。水利部门在 2011 年始进行了通州沙西水

道河道整治一期工程,包括通州沙头部及右缘潜堤工程、南岸边滩整治工程Ⅴ围区与西水道中上段采砂工程,统计表中反应的分流比的变化主要

是通州沙西水道一期整治工程引起的。本次采砂对通州沙水道分流比影响较小,福山水道分流比略有增加。

表2 大潮期通州沙各汉道分流比(狼山沙断面)

潮流	汉道	%		
		2010-03	2012-03	2012-06
落潮	东水道	70.0	74.0	73.0
	西水道	28.6	24.1	25.2
	福山水道	1.4	1.9	1.8
涨潮	东水道	65.5	70.4	65.3
	西水道	28.8	25.6	26.4
	福山水道	5.7	4.0	8.3

3) 对流速流向的影响。

工程实施后,工程上、下游以及通州沙水道内总体流态基本不变,仅工程所在区域流速、流向有一定改变。工程前沿滞流区内涨、落急流速均明显减小,落急时刻流速最大减小46 cm/s,流速减小超过5 cm/s的范围主要位于工程内部以及工程前沿80 m以内区域,福山水道深槽及铁黄沙沙体区域流速均无明显变化;涨急时刻流速最大减小幅值为63 cm/s,流速减小幅值超过5 cm/s的范围主要位于拟建工程内部以及工程前沿300 m以内区域,福山水道深槽及铁黄沙沙体区域流速均无明显变化。

4.4 采砂航道保障措施

1) 为防止船舶误入工程区后与施工船舶发生交通事故,以保障工程的顺利进行,在开工前工程建设单位委托上海航道管理处根据采砂区控制点坐标自采砂区Ⅰ左缘设置3座专设航标,以标示采砂作业水域和通航水域。上海航道管理处于2011年1月完成了福山水道边滩整治及采砂专用浮标:福山1[#]、2[#]、3[#]的设置。至今3座专用浮标共被打2次,灯器异常1次,欠压6次。

2) 每月定期对工程现场进行巡航检查,严格按照上级文件要求加强落实工程水域的航道行政管理,同时维护保养专设航标2次,有效地确保了工程水域的通航安全和施工的规范。

3) 为保障航道畅通及航行安全,监管单位要求有关部门在批准的采砂区范围内设立浮标,明确采砂范围,对采砂船、运砂船实行严格的准入制度。为了便于管理维护现场采砂秩序,对采砂船、运砂船、吹砂船制作了统一标牌,挂牌管理,

并制作发放了79面蓝旗(采砂船24条、运砂船41条、吹砂船14条),要求统一悬挂在来往两个标段的每条船上,以防外来船只混入。

4) 为加强对采砂作业的现场监管,监管单位苏州市水利局成立了采砂监管工作领导小组,并设立现场采砂监管办公室,负责处理现场采砂的监督管理事务。工程建设单位委托了江苏省水利科学研究院分别于采砂作业实施前2010年12月、实施过程中2011年5月及施工完成后2011年9月对采区段河道水下地形变化情况进行测量,以便掌握采砂河段河床变化情况,及时采取相应措施。

通过积极认真落实相关航道与通航安全保障措施,采砂施工期,未出现因采砂活动而引起航道发生变化或严重碍航事件发生,对船舶通航未构成较大影响。

5 结论

1) 采砂区Ⅰ、Ⅱ的回淤情况表明:在采砂区Ⅰ采砂后,泥沙能得到有效的补给,虽然采前、采后地形对比及2009-2011年冲淤变化图均反映采区头部有采砂小幅超过开采控制高程的情况,但是到2012年该区被挖深的河床已得到较好的回淤;在采砂区Ⅱ采砂后,上段泥沙能得到较充分的补给,中下段部分区域有小幅低于开采控制高程的情况,且河床进一步刷深,较难恢复到天然状态。虽对常熟港过泊锚地南侧水域水深条件维护有利,但应继续密切关注该段开采后的河床变化,及时进行水下地形观测分析。