

台风期围堤前沿冲刷动态监测研究

徐小红, 王林源, 陈郁刚, 成 建, 丁 杨, 徐 卓

(江苏省南通市通州区沿江开发办公室, 江苏 南通 226300)

摘要: 台风期围堤前沿海床、河床对台风浪的响应, 是决定护堤稳定性的关键因素之一。特别是长江下游沿岸的围堤工程, 在汛期可能受到下泄洪水、天文大潮和台风的共同作用, 从而引起床面较大程度冲刷。本次研究即通过设定动态监测系统对围堤前沿台风前后进行跟踪监测、动态模拟, 分析冲刷的范围、深度, 确定护堤的稳定性, 为管理部门迅速制定针对性的方案提供参考。

关键词: 台风; 护堤; 监测; 三维动态

中图分类号: TV135.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 02-0035-04

Study on scour dynamic monitoring in front of dikes in typhoon period

XU Xiaohong, WANG Linyuan, CHEN Yugang, CHENG Jian, DING Yang, XU Zhuo

(Tongzhou Yangtze River Development Office of Jiangsu, Nantong 226300, Jiangsu)

Abstract: The morphological changing of the seabed and riverbed in front of the dike project is one of the key factors that determine the engineering stability of the dike in typhoon period. Due to the interaction of the runoff, astronomical tide and typhoons during the flood period, large degree riverbed scour appeared in dike projects along the Yangtze River. A three-dimensional dynamic monitoring system is set up in front of dikes before and after the typhoon for analyzing the scouring range and depth, ensuring the dike stability. The system will help the local water management department to make a suitable emergency plan as soon as possible.

Key words: typhoon; dike; monitor; three-dimensional dynamic

0 前言

近年来, 随着沿海沿江大开发, 近岸的海涂、江滩逐步分期实施圈围造地。对于这些圈围工程而言, 围堤前沿浅滩的冲刷将影响围堤的工程稳定性及可持续利用。一旦发现较为强烈的冲刷, 行政管理部门将会采取相关措施, 抑制冲刷坑的进一步发展, 维持围堤的稳定。而决策的及时性、准确性将决定补救措施的有效性和成本。

最近, 为便于沪通大桥的建设, 在横港沙滩与拟建沪通大桥交叉部位通过局部吹填形成

临时施工通道(图1), 考虑到台风期该临时工程可能引起周边河床的冲淤骤变, 进而影响该河段的防洪, 通州区水利局、沿江办着手开发围堤前沿冲刷动态监测技术, 对该临时工程周边地形进行监测, 并准备将其应用于未来沿江水利工程的监测, 以期有效降低管理成本。

在数学模型的可视化研究方面, 20 世纪 90 年代已有学者在 DOS 平台下利用 FORTRAN 语言实现了二维流畅的动态实时模拟。近年来又有学者利用 GDI+ 实现了在 Windows 平台上运行的二维动态流场实时模拟。尽管在海岸河口潮流数学

收稿日期: 2015-12-30

第七届江苏水论坛优秀青年论文

作者简介: 徐小红(1984-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事港口航道的设计与施工。

模型的三维表现方面已经有了一些研究成果,如长江口三维数值模拟可视化系统,但三维可视化效果并不好,无法满足工程应用^{[1][2]}。本文通过对工程范围内地形进行数学建模,能很好的实现三维动态效果,直观的反应工程地段冲淤情况。

1 研究区域简介

1.1 横港沙区域动力泥沙环境

长江澄通河段,自江阴鹅鼻嘴,下迄常熟徐六泾,全长 96.8 km。由福姜沙、如皋沙群、通州沙 3 个汊道河段组成,河道宽窄相间,平面形态弯曲,江中洲滩发育^{[3][4]}。

横港沙即位于该河段中下段(图 1),典型的感潮河段。涨潮历时短,落潮历时长。一般而言,涨潮阶段,在横港沙区域,漫滩流由天生港水道下段向泓北沙水道运动;在落潮阶段,则由泓北沙水道向天生港水道下段运动^[5]。

最高潮位通常出现在台风、天文潮和大径流三者或两者遭遇之时,1997 年 8 月 19 日“9711”台风和特大天文大潮遭遇,天生港站出现建站以来最高潮位 5.14 m(85 高程)^[6]。

横港沙位于长青沙与泓北沙联合体的下游,为两者沙影位置,外形呈锥形,受长江径流的影响,多年来中尾部浅滩呈微弱冲刷后退态势;横港沙浅滩底质中值粒径一般在 0.01 ~ 0.05 mm,根据工程区域 1998–2013 年期间 -5 m 等深线变化图可以分析出,天生港水道 -5 m 槽末端处于工程北侧

堤附近,工程区域底质疏松且含水率高,工程稳定性较差^[7]。

2015 年 7 月 11 日 16:4,“灿鸿”台风在浙江省舟山登陆,登陆时中心附近最大风力有 14 级,风速 45 m/s。受此影响,10 日夜里到 12 日,南通市出现偏东大风和强降雨,陆上有 7 ~ 9 级、沿江 8 ~ 10 级、沿海 10 ~ 12 级,13 日风力逐渐减小。在此期间,正好为农历 5 月 25 至 27 日,为小潮阶段,天文潮与台风耦合作用并不明显。

1.2 沪通长江大桥工程

沪通长江大桥横跨浏海沙水道、横港沙和天生港水道,其中在横港沙浅滩有大量的桥墩和灌注桩施工任务。为降低施工成本,提高施工进度,大桥施工单位决定在横港沙浅滩处采用“干法施工”,其中,沿天生港水道和浏海沙水道边缘,各建设长 400 m 的导堤一个,南北堤之间由一段吹填隔堤连接,以便采用“干法”施工实施灌注桩和大桥桥墩的浇筑。

2 动态监测技术设计

新建导堤为长江中相对独立的系统,无论是大桥施工方,还是政府管理部门,对于导堤的工程稳定性极为关注。为便于对导堤施工后,堤头周边河床的冲淤进行监测,通州区水利局、沿江办特地开发一套河床冲刷监测系统,对施工区域进行监测。

该系统主要是利用三维可视化效果模拟导堤

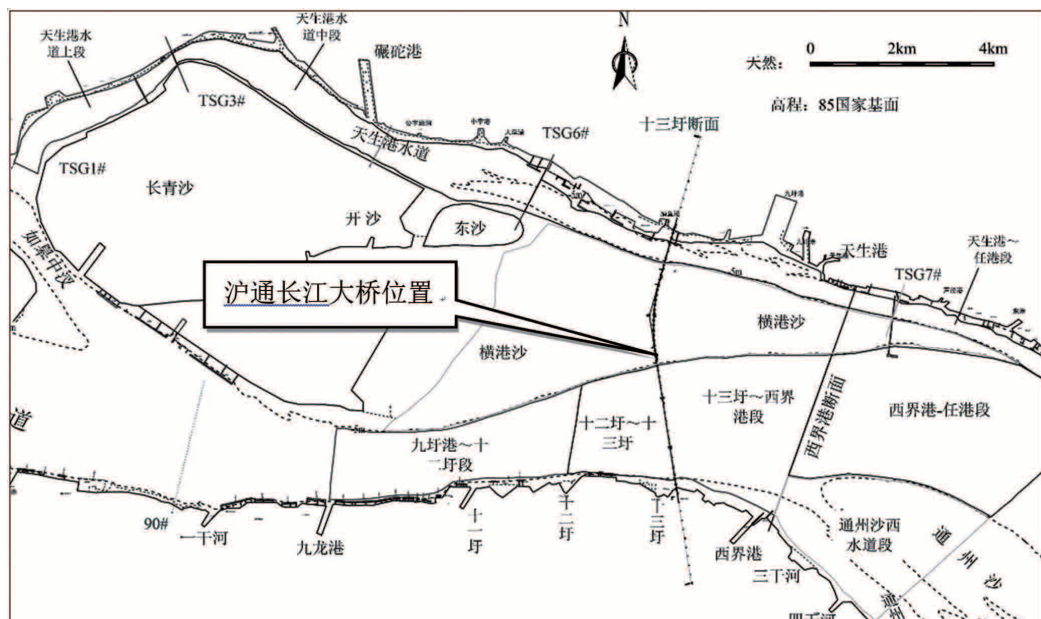


图 1 横港沙和沪通长江大桥

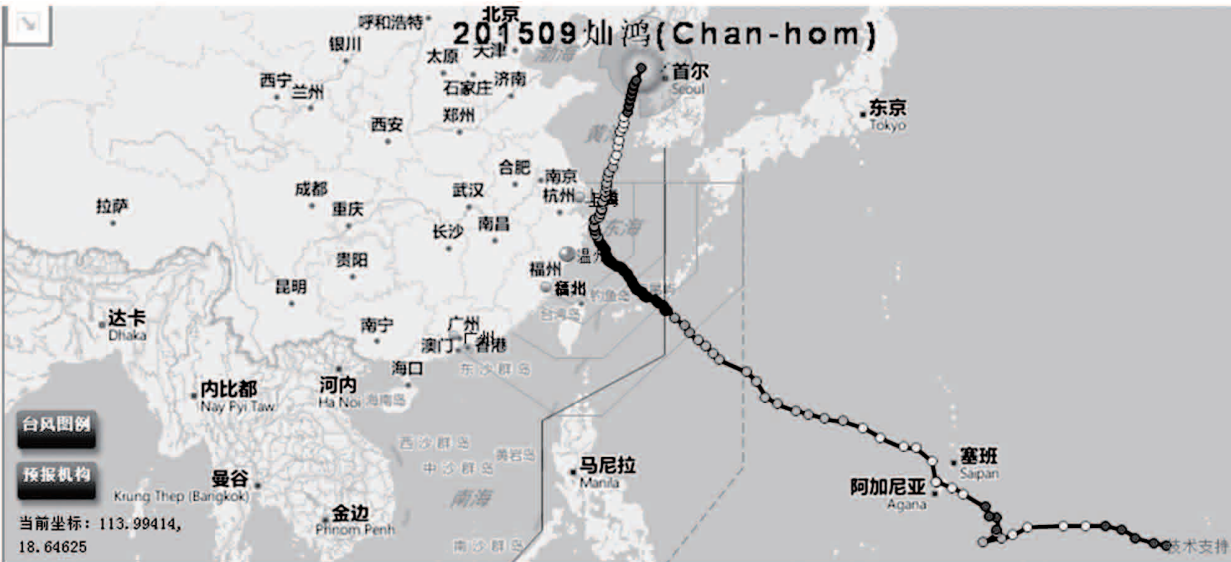


图 2 “灿鸿”台风路径图

施工期间和使用期间周边河床的变化, 确定冲刷的深度与范围, 在此基础上, 通过专家决策, 明确是否增加防护和防护的具体措施。具体过程见下:

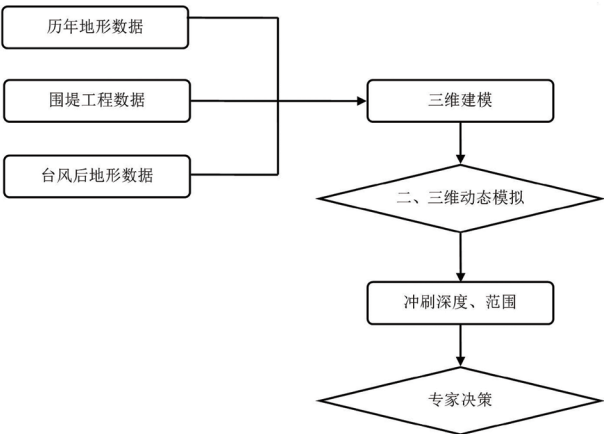


图 3 河床冲刷三维监测系统的技术路线

3 监测成果及分析

3.1 等深线变化趋势分析

“灿鸿”台风前后, 政府管理部门分别实施了工程区地形测量。由图 4 可见, 工程区整体地形变化很小, 但南堤上游裹头区附近地形略有变化。但仅仅依据二维等深线, 无法判读其冲刷的大致范围和最大冲刷深度。

3.2 三维冲刷趋势分析

图 5 为工程区附近河床冲刷的三维图。为便于比较, 将 2015 年 6 月 22 日台风前地形数据设置为黑色, 将 7 月 15 日台风后地形数据设置为白色。具体比较时, 在同一高程系下, 将台风后地形叠加到台风前地形之上, 为了便于区分冲刷区域, 将台风前地形统一设置为黑色, 台风后地形

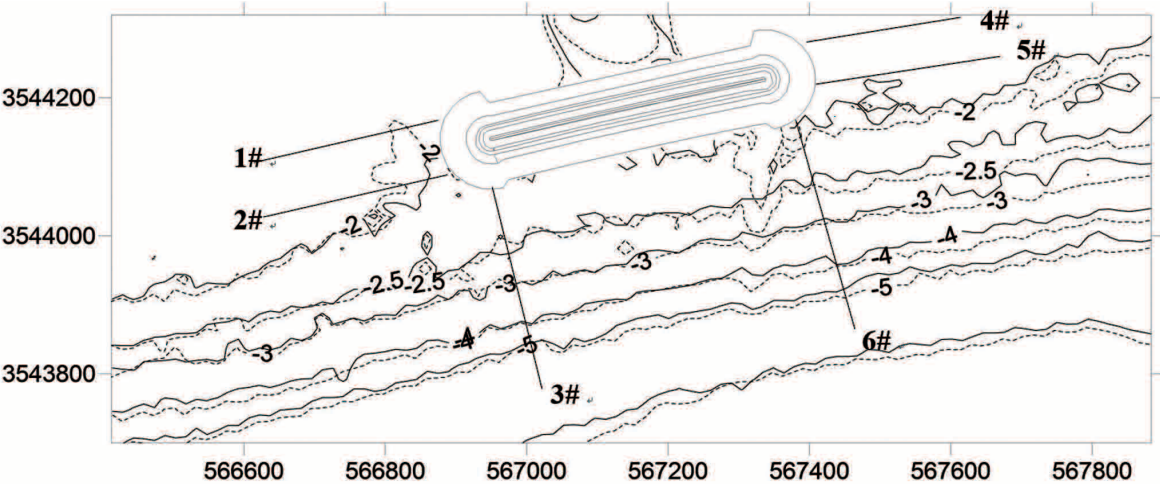


图 4 “灿鸿”台风前后工程区河床等深线变化图 (实线为 2015.6.22 实测地形, 虚线为 2015.7.15 实测)

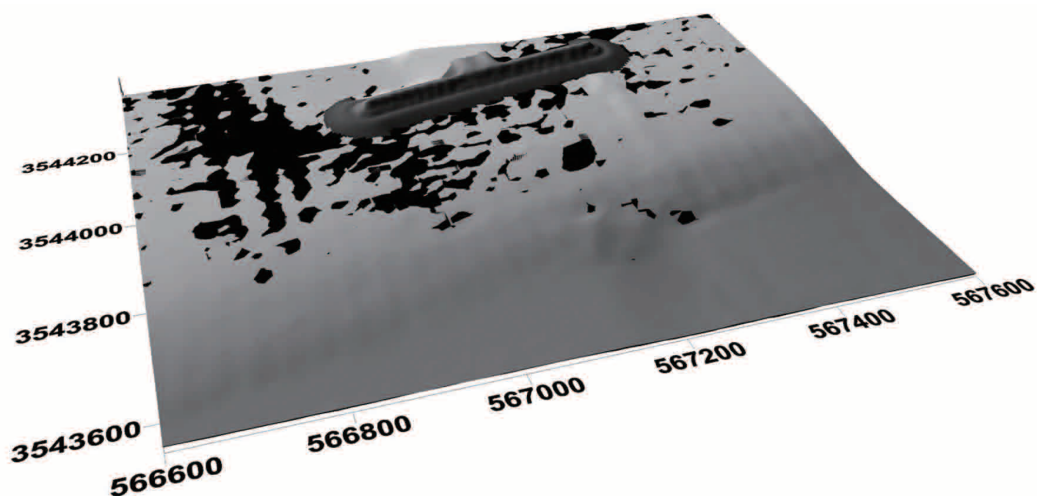


图5 “灿鸿”台风前后工程区河床三维动态变化图(黑色为2015.6.22实测地形,白色为2015.7.15实测)

统一设置为白色。出现冲刷的区域,台风后地形无法覆盖台风前,则该区域出现黑色,说明该区域出现冲刷。

据此,可以清晰地从图5看出,南侧堤上游裹头附近河床出现一定范围的冲刷,在南侧堤下游段裹头附近出现很小范围的冲刷。但该图无法显示具体的冲刷深度。

3.3 剖面分析

为进一步了解冲刷的深度,采用剖面分析法对南侧堤裹头段的冲淤情况进行分析(图6)。1#、2#、3#断面位于南侧堤裹头上游段,4#、5#、6#断面位于南侧堤裹头下游段(剖面的具体位置可见图4)。

(1) 南侧堤上游裹头段

由图6可见,在南侧堤上游裹头上游50~150m左右,河床出现20cm左右的冲刷(1#,2#断面);

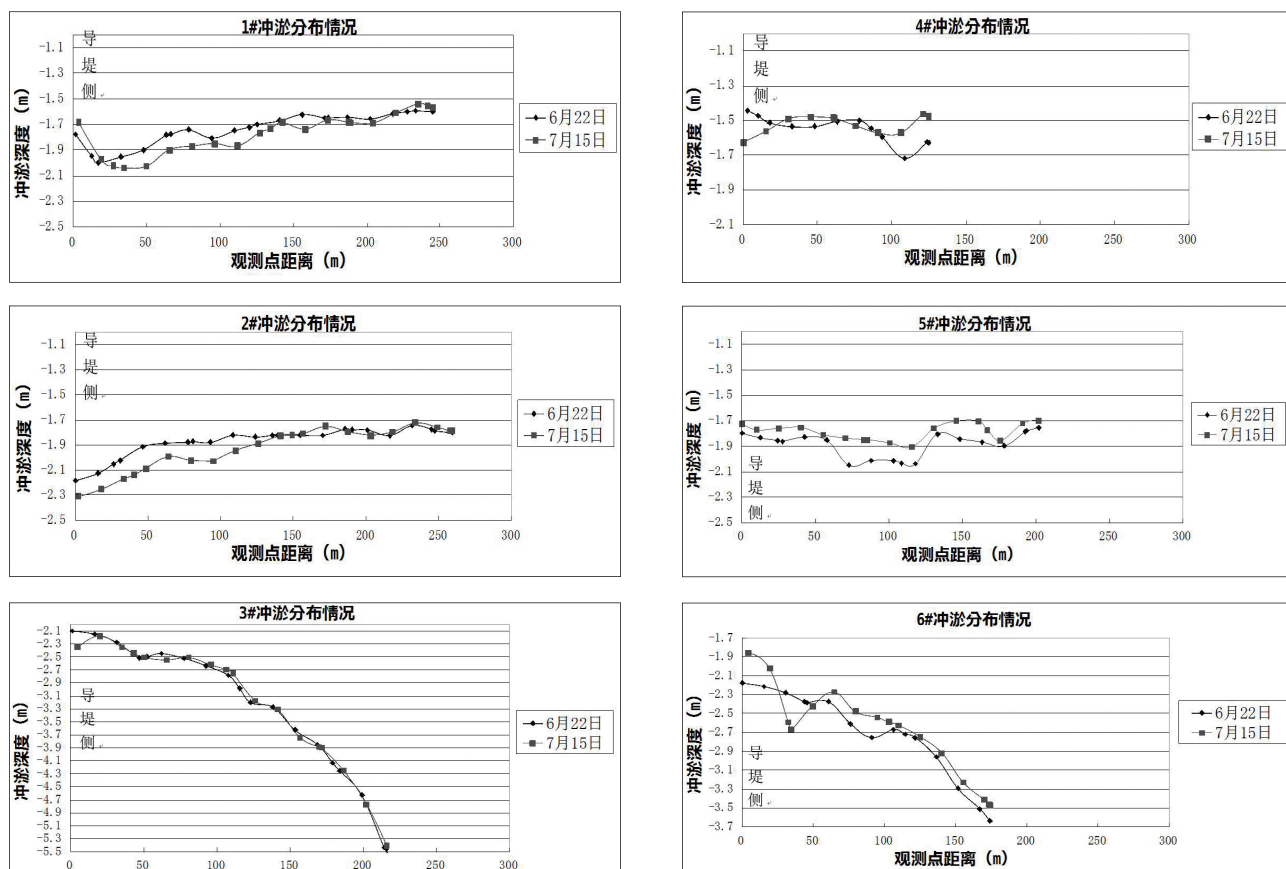


图6 冲淤变化趋势图

(下转第47页)

持和参与协商过程的规则;第三,争议解决并行政裁决的责任;第四,对于下级水行政主管部门农业水权配置方案的制定和实施进行备案管理;第五,水资源日常监测和管理办法;第六,对超额用水、超额排放污水等违法行为的监管和查处等。

(6) 信息采集和汇总制度

目前,我国水资源管理信息化制度建设滞后,这与信息时代的要求和水市场要求国家对水资源有一定的控制力和迅速的反应能力不符。因此,在农业水权配置之前,首先必须加强信息采集、传输等基础工作,建立有效的水资源实时监控管理系统和水利信息的快速通道,及时将水资源的各

种情报汇总上来。

参考文献:

- [1] 郭莉.我国农业水资源配置及其法律保障机制研究——以乌江流域为例[D].河海大学,2006.
- [2] 郭莉,崔强.乌江流域农业水权的法律保障制度研究[J].安徽农业科学,2010(01):434-436.
- [3] 葛颜祥.水权市场与农用水资源配置[D].山东农业大学,2003.
- [4] 贺骥,刘毅,张旺,等.松辽流域初始水权分配协商机制研究[J].中国水利,2005(09):16-18

(责任编辑:张亚男)

(上接第38页)

在南侧堤上游裹头南侧50 m(3#),出现20 cm左右冲刷,但再向外围,无明显的冲淤变化。

可以看出,这种冲刷,主要因上游径流下泄和台风浪共同作用引起,但因受台风影响小,整体冲刷不明显。

(2) 南侧堤下游裹头段

在南侧堤下游裹头的东北侧局部,出现很小范围的冲刷,冲刷深度大约在20 cm左右,可能由涨潮漫滩流与台风浪共同作用的结果。但由于涨潮漫滩流涨急阶段流速较小,且冲刷区域位于横港沙浅滩,不易产生较大台风浪,因此总体冲刷影响较小。

特别是从5#断面可见,沿程整体出现淤积,也是因为该区域水动力较弱,泥沙淤积所致。但对于6#断面,情况有所不同。在导堤吹填完成之后,大桥施工单位在6#断面附近又铺设了钢便桥,便于堤外的桥桩施工。但因而导致了6#断面附近出现较明显的淤积(图6),也造成了6#断面由堤向外出现淤冲相间的特征。近堤处出现近40 cm的淤积,离堤50 m~70 m处出现40 cm的冲刷,离堤100 m处又出现20 cm左右的淤积。

但这种冲刷的范围极小,与周边整体淤积的动态相反,目前对堤身的工程稳定性影响很小,在下一阶段的监测中应加强观测。

4 结论

(1)采用三维动态监测,可以即时对台风后河床地形变化进行处理分析,便于管理部门及时制

定工作方案。

(2)大洪水、天文大潮和台风共同作用,对导堤的工程稳定性有较大影响。尽管本次监测的实例反映影响较弱,因恰好上游并无洪峰通过且为小潮阶段,整体动力较弱所致。

(3)从监测的结果来看,南侧堤上游段裹头附近河床是未来关注的重点,在今后的监测工作中,应加强关注。

(4)施工中的其他临时设施,有可能对监测的结果造成干扰。在今后的工作中,应对这些临时设施加以统计,并统一纳入三维模型之中,以便有效分析工程对周边河床的影响,避免干扰。

参考文献:

- [1] 杨凯,沈小明,杨东远等,潮流三维动态可视化模拟系统研究[J].水道港口,2010(06):224-228.
- [2] 钟登华,宋洋,大型水利工程三维可视化仿真方法研究[J].计算机辅助设计与图形学学报,2004(01):121-127.
- [3] 通州区横港沙护滩固沙一期工程定床潮汐河工模型试验研究[R].南京水利科学研究院,2013(05).
- [4] 长江澄通河段横港沙护滩固沙一期工程河势影响分析报告[R].长江口水文水资源勘测局,2013(09).
- [5] 通州区横港沙护滩固沙一期工程二维潮流泥沙数学模型计算研究报告[R].南京水利科学研究院,2013(04).
- [6] 南通港天生港区总体规划水流泥沙数学模型研究报告[R].河海大学,2012(02).
- [7] 通州区横港沙综合整治二期工程潮流泥沙河工模型试验研究[R].南京水利科学研究院,2014(08).

(责任编辑:张亚男)