

# 长江张家港段的崩岸监测实践应用

李晓宇, 唐 玥, 张立辉

(张家港长江治理工程管理处, 江苏 苏州 215600)

**摘要:** 主要分析了长江张家港段堤岸发生崩岸的各种原因, 并结合对沙钢集团码头进行的崩岸监测工作, 研究张家港在崩岸监测工作中采用的技术和方法。

**关键词:** 护岸; 崩岸; 预警; 监测

**中图分类号:** TV867

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1007-7839 (2016) 07-0036-03

## Practice and application on bank collapse monitoring in Zhangjiagang segment of Yangtze River

LI Xiaoyu, TANG Yue, ZHANG Lihui

(Yangtze River Governance Project Management Division of Zhangjiagang, Suzhou 215600, Jiangsu)

**Abstract:** Reasons for bank collapse occurred in Zhangjiagang segment of Yangtze River are analyzed. Combined with the bank collapse monitoring for dock of Shagang Group, technology and methods of bank collapse monitoring in Zhangjiagang are introduced.

**Key words:** bank; bank collapse; early warning; monitoring

### 1 长江崩岸的形成与预警

江苏张家港市作为依托长江发展的城市, 对江岸崩塌的监测与预警是一项至关重要的工作。鉴于此, 本文对长江张家港段的崩岸形成原因和预警进行了相关研究和分析, 以便能更好保护长江岸线。

#### 1.1 崩岸的概念

崩岸从广义角度是指在水流泥沙运动与河床边界条件的相互作用下, 河岸受到各种因素的影响而发生崩塌、滑塌的变形。对于长江中下游的冲积型平原河流来说, 崩岸是指在水流冲刷河岸及其附近的河床时, 水流挟走岸坡及其附近的床砂, 岸坡变陡失去稳定而发生的坍塌。

#### 1.2 张家港段崩岸的形成原因

位于长江口的张家港是长江崩岸最剧烈的地段之一, 造成长江张家港段发生崩岸的原因有以

下几点:

(1) 主流顶冲。一般在汛期, 由于洪水量大流急, 主流线趋直, 直接顶冲弯道顶点下游处的河岸, 从而发生崩岸。一干河口至十一圩港地段全长约 6600 m, 为江苏沙钢集团占用区域。此段处于长江澄通河段浏海沙水道右侧, 因长江主流长期顶冲、深泓近岸、土质抗冲性差等原因, 近岸水下水形及深槽部位长期处于冲刷状态。

(2) 弯道环流动力作用。弯道水流在惯性离心力的作用下, 产生垂直于河流轴线的横比降, 形成面流指向凹岸、底流指向凸岸的弯道环流。由于弯道环流的作用, 使得弯道平面上横向输沙能力加强, 而泥沙梯度垂向分布为“上稀下浓”, 为满足泥沙平衡的需要, 凹岸不断冲刷崩退, 凸岸不断淤积。老沙码头以西段全长约 3000 米, 由于地处弯道凹岸, 在环流动力作用下, 冲刷比较严重。

(3) 在汛期, 由于风浪的作用, 使得水流的流

收稿日期: 2016-05-31

作者简介: 李晓宇 (1983-), 男, 本科, 工程师, 主要从事水文勘测成果分析与研究工作。

向和流态异常复杂,水流对岸坡的冲刷极为严重,易导致岸坡失稳。六干河灰场段在2007年主汛期7~8月仅一个月内,在K309段主江堤外侧60 m处的深潭区域冲刷扩大,-6 m等深线向下游扩展了55 m。自该区域起向下游270 m的近岸河床边坡普遍发生冲刷现象,0 m至-5 m等深线间平均刷深量为0.8~1.0 m,并向堤岸逼近4~5 m。

### 1.3 崩岸监测预警的意义

由于气候温和、土地肥沃、水道畅通、自然条件十分优越,加上多年来的快速发展,使张家港成为人口密集、工业发达、经济实力位于全国百强县前列。对长江张家港段崩岸监测预警的工作,不仅保护张家港沿江经济和社会安全,并且通过治理,稳定张家港沿江河势,为沿江的持续开发创造条件。

### 1.4 崩岸监测预警的方法

崩岸监测预警最好方法应该是“防治”相结合。目前在崩岸监测中主要采用方法有:长江江堤的巡查、江堤的位移监测、重点险工地段的水下监测。做好崩岸监测工作可以掌握长江的河势情况和发展趋势,了解堤防的现状,分析存在危险的地段,可及时提出治理的方案。通过崩岸监测,可及时发现需要进行治理的地段,提出治理方案并进行治理。因此,做好监测、预警长江崩岸的工作,是将崩岸发生的可能性和崩岸所带来的灾难降到最低的有效方法。

## 2 崩岸监测的实践应用

### 2.1 沙钢段堤岸概况

江苏沙钢集团是国家特大型集团,长江沙钢段是重要的深水岸线,通过多年的开发建设,已成为重要的港口码头集中区。由于江苏沙钢集团所处的大部分陆地区域都是由1842年左右露出水面的江中散沙凝聚而成,到1930年左右才固定成陆。1930年以后又多次出现较大范围的崩塌(例如1957年整个老海坝镇坍入长江),崩坍范围长17 km(段山港至十一圩),江岸累计崩退3.8 km,弯顶从十三圩下游上提到九龙港,上提9 km。20世纪70年代以后,由于如皋中汉发展迅速(1979年中汉实测分流比为9.6%,20世纪80年代末已经超过22%,现已达到30%),迅速发展的中汉与浏海沙水道汇合后,客观上加剧了对九龙港至十一圩港间的冲刷,并以每年3~5 m速度在不断刷深。

目前,该段近岸河床普遍深度为-50 m左右,最深处达-65 m,岸边陡坡比例为1:1~1:1.5,岸坡土质为薄层淤泥覆盖下的粉沙、粘土层,抗冲性、稳定性很差,岸线安全问题十分突出。

### 2.2 沙钢段外业监测方法

由于沙钢区域码头较多,稍有不慎就会引起水下崩塌,危及码头作业区安全,甚至造成重大的经济损失。因此,做好沙钢易坍江地段监测工作,对于确保沙钢码头区的安全运行,保障沙钢持续发展都有着十分重要的意义。

#### 2.2.1 江堤的巡查

为了了解沿江的江堤、水文监测设施有无明显的破坏,对长江险工段每月进行一次巡查、监测,重要地段增加巡查频次,详细记录运行情况。通过对沙钢段江堤的定期巡查工作可以及时掌握和了解江堤的损坏情况,分析对岸线稳定的危害程度。

#### 2.2.2 码头江堤变形监测

对沙钢码头前沿进行全面的变形监测,通过在码头上布设工作基点,以四等水准测量的方法和极坐标法对埋设在码头前沿的监测点(变形监测点),每两个月进行一次变形监测,并对观察结果进行统计分析。

#### 2.2.3 水下地形监测

水下地形监测就是定期对沙钢段水下地形的变化情况进行监测,收集水深数据,了解河床的变化趋势。为了能够获取精确的水深数据,采用了目前比较先进的GPS-RTK技术、测深仪、导航同步监测软件相结合的测量方法。

### 2.3 沙钢段监测数据的汇总与分析

通过对监测数据进行汇总与分析,找出存在险情的地段加以治理,以保护堤岸的稳定,是进行崩岸监测最重要的目的。为此,自主研发了张家港市沿江河势分析信息系统,该系统通过对软件技术、空间分析技术、DEM可视化分析技术的综合应用,将历年获取的数据进行统一建模,并以冲淤分色图、高程分色图、坡度分色图、等值线图、等高线对比图、三维模型演示、断面演变分析、定点监测、任意点信息查询、深泓线分析等多种可视方式展现长江河床的变化情况,使成果分析直观易懂。

#### 2.3.1 张家港市沿江河势分析信息系统功能

##### (1) 冲淤分色图和定点监测分析功能

“冲淤分色图功能”在界面的左侧有分色图例,以红色(刷深)、黄色(稳定)和绿色(淤积)区分不同的冲淤状态,颜色越深表示变化越大。图中右上角为“定点监测分析功能”,通过调用历史监测数据可以查询图中任意一点的冲淤量、坡度、当期测得的高程等信息,并在左上角界面中直观地显示查询点高程(或坡度)的历年变化。

### (2) 高程分色图和断面查看功能

“高程分色图功能”在界面的左侧有分色图例,不同的颜色代表了不同高程值,颜色越蓝表示地形越深。图中右上角为“断面查看分析功能”,通过调用历史监测数据,可以查询图上任意一处断面的历年变化。

### (3) 其他分析功能

本软件的其他分析功能还包括:地势坡度分色图、两期等高线对比、深泓线和深泓变化对比、冲刷等值线、冲刷区域中心查询、示坡线绘制、插入CAD参照图、河势知识、河势简报等。

通过使用张家港沿江河势分析信息系统,可以对取得的监测数据进行汇总分析,及时了解河势发展情况,做好岸线的保护工作。

#### 2.3.2 沙钢码头崩岸监测实例

2009年5月,在对沙钢9号码头后侧江堤巡查时,发现了3 cm左右的裂缝,为了弄清原因,在5月至8月间增加对该区域的变形监测与水下地形监测频次。通过对沙钢9号码头内侧5月至8月监测数据分析,发现9号码头近岸刷深严重,最大刷深达4 m。通过对裂缝的修补和刷深处的护岸抛石,9号码头的近岸冲刷得到有效的控制,保护了码头和江堤的安全。

## 3 成效及存在问题

### 3.1 初步成效

(1) 保护了张家港沿江经济的发展与人民生命财产安全。

(2) 通过多种方式的治理,稳定长江张家港段河势。

(3) 稳定的江堤岸线为张家港沿江开发创造了必要条件。

(4) 通过自主创新,开发了张家港沿江河势分析信息系统和沙钢岸床稳定监测预警系统,并将这些先进的科学技术应用到了具体的生产实践中,取得较好的效果。

### 3.2 存在问题

(1) 存在时间的连续性与监测的间断性的矛盾,因为水流连续且不断变化,而监测在时间上是间断的,需要科学的预测模型予以弥补。

(2) 现有岸坡稳定的安全系数存在较大不确定性,缺乏适用的预警参数。

(3) 成果判断、预警的发布缺少明确的理论依据。长江河道崩岸机理是一个非常复杂的河床演变学和河流动力学问题,关于崩岸成因和机理,因问题的复杂性以及投入的不足,对其认识尚不完全。今后,应加强多学科联合,首先提出合适的分类标准和方法,并进行以理论研究、模型试验和现场资料分析相结合的专题研究,探索出正确描述各类崩岸的物理模式和相应的理论模式。

### 参考文献:

- [1] 余文畴,卢金友.长江河道崩岸与护岸[M].北京:中国水利水电出版社,2008.
- [2] 陈祖煜,孙玉生.长江堤防崩岸机理和工程措施探讨[J].中国水利,2000(2):28-29.
- [3] 包承纲,李青云.关于崩岸研究和预测的若干意见[J].水利水电科技进展,2003(2):14-16.
- [4] 张幸农,应强,陈长英.长江中下游崩岸险情类型及预测预防[J].水利学报,2007(增刊):246-250.
- [5] 栗志刚,孙仁权.RTK GPS在无验潮水深测量中的应用[J].海洋测绘,2005,25(5):46-48.

(责任编辑:徐丽娜)