



# 新浏河沙护滩工程滩头堤段局部冲刷 原因分析及护底现状调查

陈琳, 冯建军

(中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海200120)

**摘要:** 通过河势研究和现场调查, 分析长江口南北港分汉口河段新浏河沙护滩工程滩头堤段冲刷原因, 并对现有工程的护底情况进行调查。

**关键词:** 长江口; 整治建筑物; 局部冲刷; 软体排

**中图分类号:** U 617.9

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1002-4972(2012)12-0178-06

## Cause analysis of local scour and investigation of bed protection mattress around pierhead of Xinliuhesha project

CHEN Lin, FENG Jian-jun

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

**Abstract:** This paper analyzes the reasons of local scour around the pierhead of Xinliuhesha project in the second-stage bifurcation of the Yangtze estuary based on the research on the river regime and field inspection. It also carries out an investigation on the bed protection of existed projects.

**Key words:** the Yangtze estuary; regulating structure; local scour; soft mattress

长江口南北港分汉口新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程(以下简称护滩工程)位于长江口历史上河势变化最为复杂、最不稳定第二级分汉口河段,其整治建筑物采用Y型布置,具有固滩和限流功能,在航道整治工程中极具代表性(图1)。工程于2007年9月开始实施,主体工程于2009年9月底完工。本文选取工程实施后局部冲刷最严重的滩头堤段,探讨局部冲刷发生的原因并对护底结构的适用性和安全性进行调查,为类似工程建设积累经验。

### 1 工程设计概况

#### 1.1 平面布置

护滩工程总长11 km,包括新浏河沙护滩堤和南沙头限流潜堤:新浏河沙护滩堤由护滩潜堤(长0.537 km,堤身高2.0 m)和护滩堤(总长8.073 km,设计顶高程2.0 m,包括护滩北堤、护

滩南堤和滩头堤)组成;南沙头限流潜堤总长度2.39 km,设计顶高程-2.0 m见图2(桩号HT2+500~HT5+133段为滩头堤段)<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 滩头堤段结构设计

护滩工程滩头堤段为抛石斜坡堤结构。堤心采用10~100 kg重块石,护面为2 t扭王字块体,堤心石和护面块体间设厚0.8 m的垫层,垫层石重100~200 kg;堤身两侧设宽4 m、厚1.5 m的护脚棱体;护底采用堤身砂肋排+混凝土连锁块余排的混合型护底软体排结构:砂肋排底排布采用350 g/m<sup>2</sup>机织布,砂肋直径0.3 m;混凝土连锁块排底排布采用500 g/m<sup>2</sup>的针刺复合土工布(350 g/m<sup>2</sup>机织布+150 g/m<sup>2</sup>无纺布针刺复合而成),压载混凝土连锁块共有两种规格:I型尺寸为0.48 m×0.48 m×0.12 m和II型尺寸为0.48 m×0.48 m×0.2 m,II型混凝土块只布置于排边5 m范围,以增加边缘压重,见图3。

收稿日期:2012-09-27

作者简介:陈琳(1969—),女,高级工程师,主要从事港口与航道工程设计。

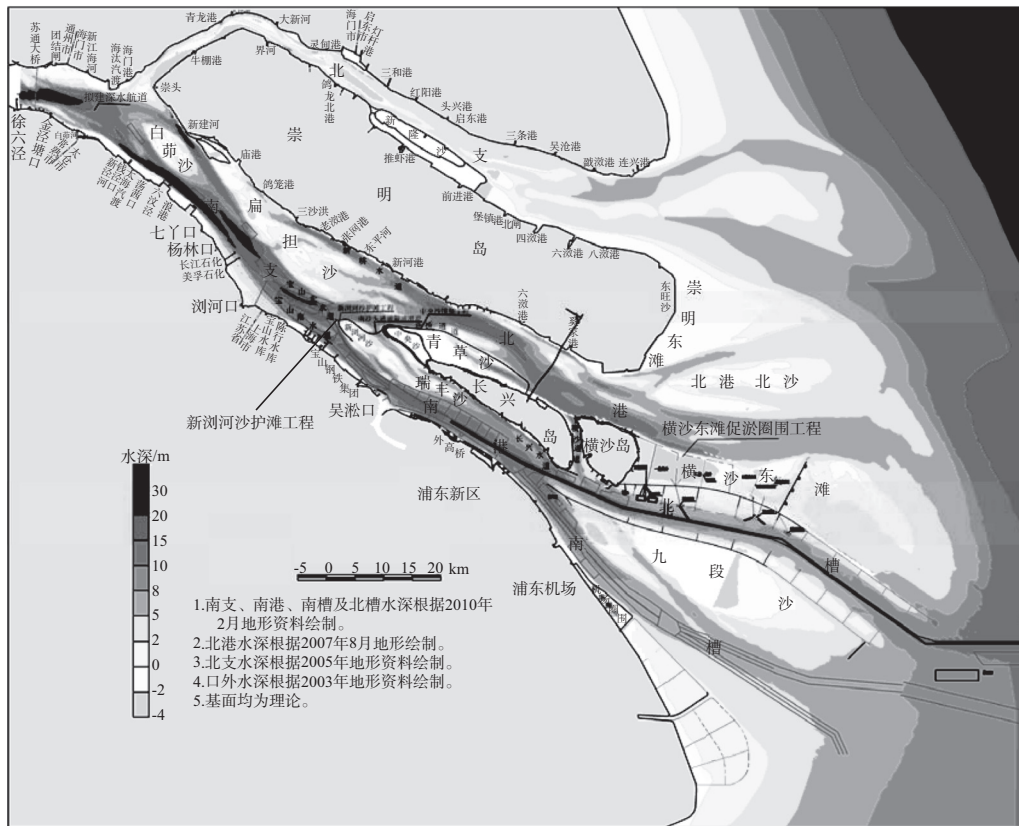


图1 护滩工程位置

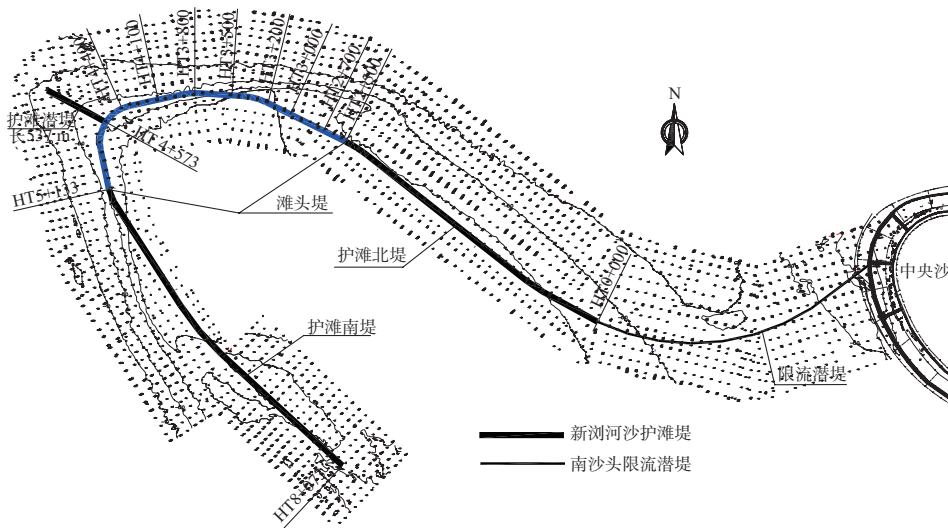


图2 护滩工程平面布置

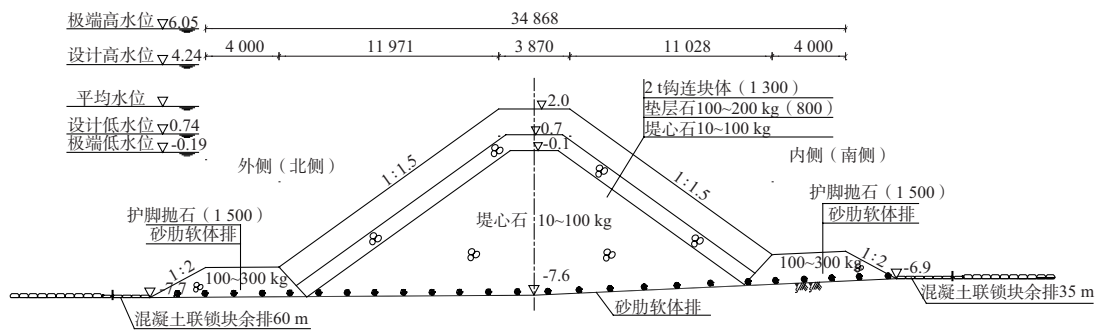


图3 滩头堤段典型结构断面

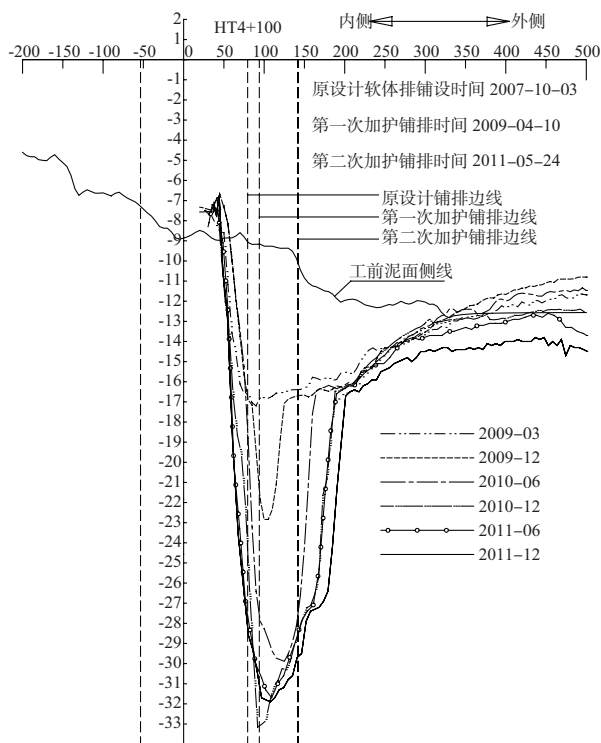
### 1.3 工程护滩效果

工程实施效果显著,达到了预期的治理目标:基本遏制了南北港分流口河段的局部河势向不利方向发展,新浏河沙得到有效守护,宝山北、南航道条件得到明显改善,有利地保障了10.5 m深水航道稳定运行,并为长江口12.5 m深水航道向上延伸创造了良好条件,且对周边河势及重大工程无明显不利影响。

## 2 滩头堤段局部冲刷及原因分析

### 2.1 滩头堤局部冲刷情况<sup>[2]</sup>

滩头堤段护底排铺设于2007年10月底完成,此后工程区月度固定断面监测发现:滩头堤HT4+400~HT5+133段受护滩潜堤掩护冲刷相对较小。而HT2+500~HT4+400段外(北)侧余排外冲刷始终比较强烈,到2009年初该堤段冲刷沟深度已接近或超过设计预估值。截至2011年12月该区段冲刷情况见表1和图4。



注:采用吴淞基面,全文同

图4 HT4+100断面外(北)侧冲刷测量值

### 2.2 滩头堤局部冲刷原因分析

1) 该河段河床自然演变趋势为持续冲刷后退。

表1 滩头堤段固定断面测量冲刷沟最大深度统计

断面	工前高程/m	2009年3月高程/m	2011年12月高程/m
HT3+000	-2.8	-18.2	-21.9
HT3+300	-5.2	-18.4	-27.3
HT3+500	-8.4	-18.5	-30.4
HT3+800	-10.0	-19.8	-32.0
HT4+100	-8.9	-17.2	-31.9
HT4+400	-10.7	-17.0	-26.6

注:采用吴淞基面,全文同。

近年来长江口南北港分汊口河床稳定性较差,新浏河沙一直持续冲刷后退,护滩工程虽通过工程措施稳定了新浏河沙,但整个河段的自然演变趋势并未改变,整治建筑物修建也使得水流对其头部的冲刷更为剧烈。

2) 工程后流场和河势发生了变化。

工后监测表明,工程后周边局部河势发生了明显的变化,即新浏河沙头北侧的下扁担沙尾部持续淤涨南压。下扁担沙尾的淤涨南压,使新浏河沙头部北侧的过水断面减小水流动力增强,加速新浏河沙北侧的局部性淘刷。2007年工程开工以来5 m等深线南压距离约1.1 km,南支进北港5 m河宽缩小了30%,5 m河槽过水面积减少9%<sup>[3]</sup>。见图5,6。

数学模型计算也表明:近期南北港分流口河段河床地形变化导致新浏河沙北侧局部流速增加,流速增幅为0.2~0.3m/s,致使工程局部冲刷呈持续发展态势<sup>[3]</sup>。

3) 滩头堤处于落潮流的顶冲点。

滩头堤处于落潮流分流、转向的顶冲点,下游滩面冲刷后退后,又产生一定的码头效应,使得局部水流结构紊动性加强,冲刷滩面的动力较为强劲。

4) 粉细砂河床质抗冲性差。

2010年11月补充地质勘察表明:该区段地基土上部由上到下分布着松散-稍密-中密的粉细砂层,粉细砂层很厚最大可达高程-50 m处;较难冲刷的⑤<sub>1</sub>层粉质黏土层则埋藏较深。粉细砂稳定性差,在水流作用下易发生冲刷。

## 3 护底现状调查

滩头堤段局部持续冲刷,对堤身安全造成了

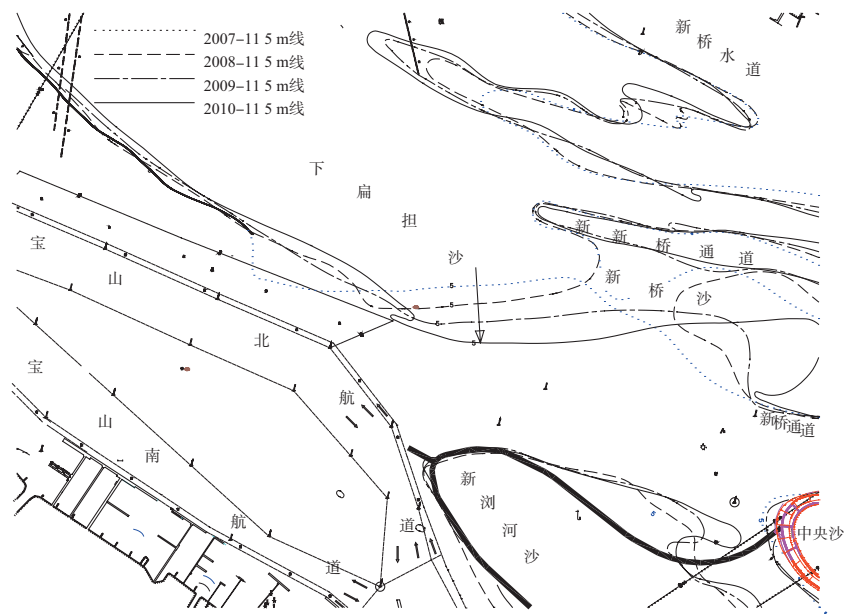


图5 2007—2010年工程周边5 m等深线变化

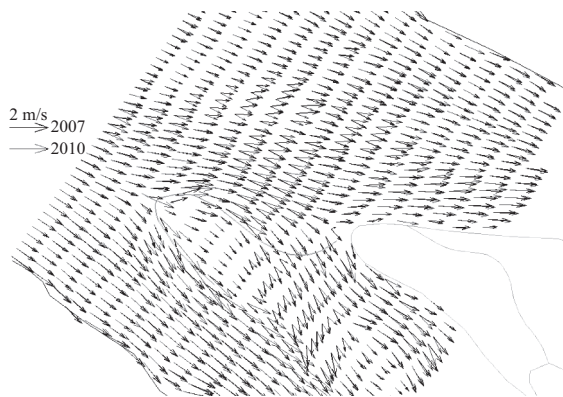


图6 工程前(2007-02)后(2010-08)工程周边落急流场

一定的影响, 护底设计的适用性和安全性值得关注, 针对此我院开展了一系列的调查。

### 3.1 护底设计及加护情况

由于整治建筑物周边局部冲刷的影响因素多且关系复杂、冲刷深度难以确定。本工程护底设计时首先在专题数、物模研究的基础上结合相关工程经验对工程区域局部冲刷深度进行了预测, 并据此确定了护底余排设计宽度; 其次, 考虑到

存在诸多不确定因素还制定了护底余排加护原则: 即在后续的观测中如发现堤外冲刷坑边坡陡于1:3时, 须采取措施进行加护。

工程设计之初预估的滩头堤段外侧冲刷深度为10~15 m, 护底余排设计宽度为60 m。工程建成后随着堤外冲刷不断加深, 根据加护原则建设单位先后于2009年4月、2011年5月对滩头堤段进行加护。两次加护采用的方式均是加宽冲刷区段外侧护底混凝土联锁块余排。具体为: 第1次将余排增宽了15~25 m, 加护排起点处采用网兜石压边; 第2次排宽又增加了40~60 m, 加护后排边线离堤轴线的距离为136~152 m。加护排起点处未采用网兜石压边, 而是增加了新老排体的搭接长度。另外, 为保证加护排体的铺设质量, 冲刷边坡较陡的区段先在冲刷处抛投砂袋形成缓坡, 再铺加护排。根据调查, 两次加护均使冲刷沟底部外移, 增加堤身稳定, 达到了较好的效果。图7为加护后滩头堤段典型断面。

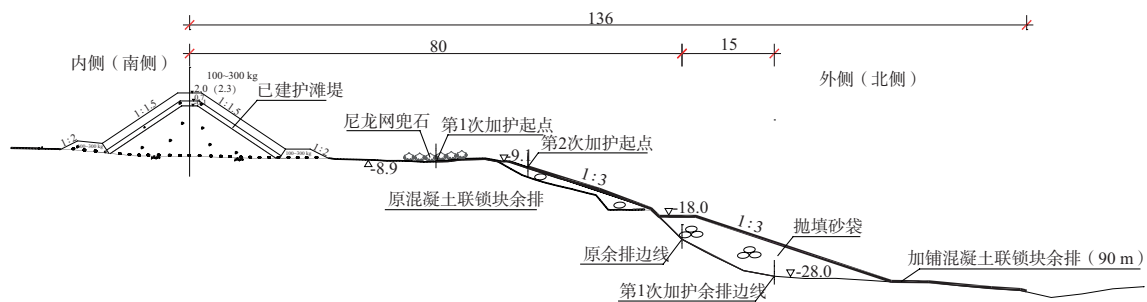


图7 加护后滩头堤段典型断面 (HT4+200)

### 3.2 护底现状调查

#### 3.2.1 调查内容和手段

为全面了解护底软体排的完整性、搭接处安全性、排边稳定性以及护底的防护效果，采用先进探测技术对护排展开全面调查，采用的调查手段包括多波束地形加密测量、浅地层剖面探测、旁侧声呐地貌勘探等。

#### 3.2.2 调查结果

##### 3.2.2.1 地形加密测量

2011年11月25日，采用多波束扫测对滩头堤轴线外200 m范围地形进行测量，测量数据采集间距1 m左右。通过对比2011年2月该区地形测图（图8），发现：

1) 2011-02—11月间，轴线以北100 m范

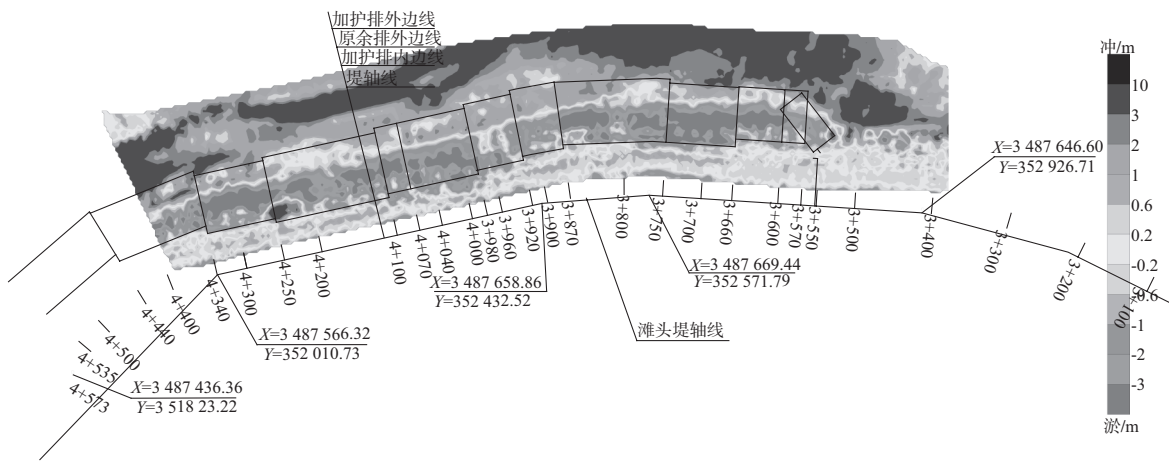


图8 地形冲淤图

围内基本处于稳定和淤积状态，说明该区域排体完整、排体搭接处安全可靠、排体防护效果良好。

2) 图8中反映的加护排边以里（南）一定范围略有冲刷的原因是：对比底图是2011年2月测图，而第2次加护实际施工时间是2011年5月，在此期间，原护排边线外发生了0.3~0.5 m的冲深，

这与根据固定断面测量统计出的数据基本吻合。

##### 3.2.2.2 浅地层剖面探测<sup>[4]</sup>

2011年11月底，对HT3+000~4+400段堤轴线外侧200 m范围按间距20 m布线进行浅地层剖面探测。分析浅剖图像发现：混凝土连锁块余排在浅剖声学图上无法判读，但压载混凝土连锁块余排上的尼龙网兜石基本能够识别，见图9。

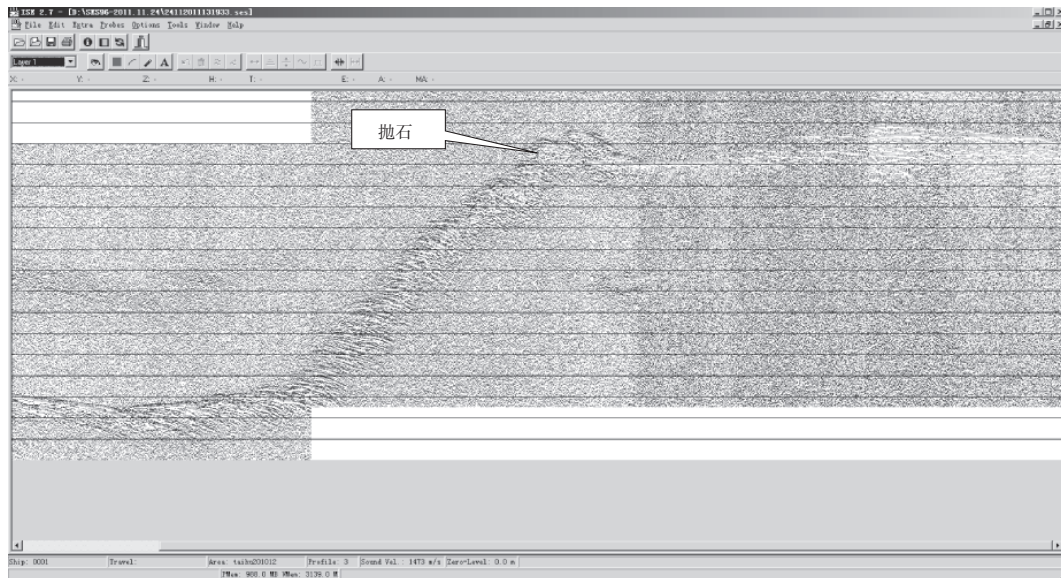


图9 浅剖典型剖面

将每条浅剖断面上尼龙网兜石的中心点连线, 得出尼龙网兜石的平面分布(图 10), 由图可以看出 HT3+000 ~ HT3+500 段尼龙网兜石的中心

距围堤轴线约 80m, HT3+600 ~ HT4+400 段尼龙网兜石的中心距围堤轴线约 50m, 与设计断面位置基本一致, 没有发生塌陷及移位。

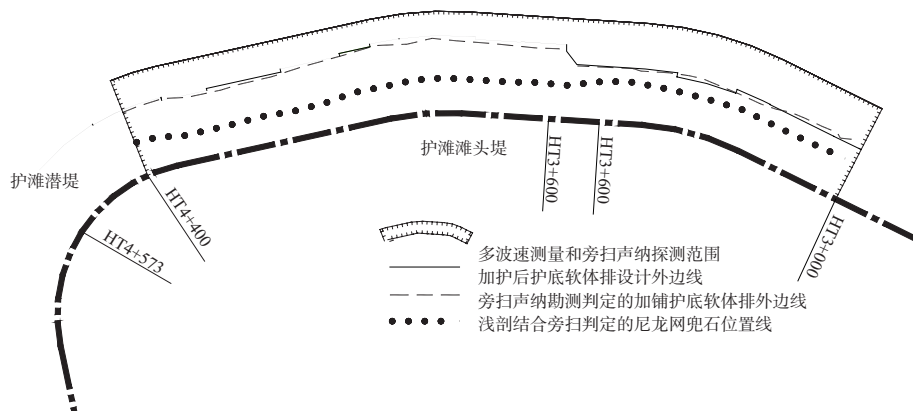


图 10 浅剖、旁扫勘测目标物位置线

### 3.2.2.3 旁侧声呐地貌勘探<sup>[4]</sup>

2011年12月在 HT3+000~HT4+400 段平行于堤轴线布置 5 条扫测线。通过旁扫对目标物进行判读, 测图可以看出加铺余排外侧边缘的位置, 见图 11。

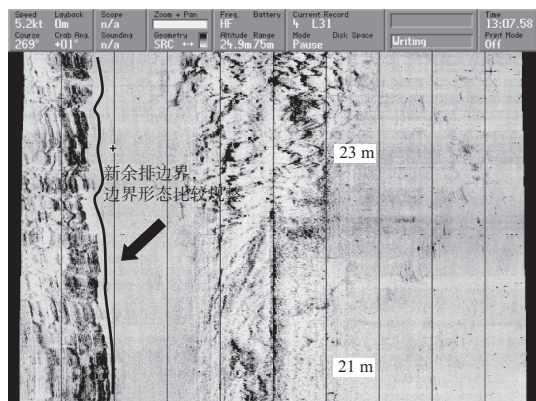


图 11 旁扫勘测图

由图 11 看出: HT3+000 ~ HT3+600 段余排外侧边缘位置与设计差别不大; HT3+600 ~ HT4+400 段余排外侧边缘较设计略偏向堤侧, 与设计位置偏移值为 3.8 ~ 8 m。

## 4 结语

1) 整治建筑物的局部冲刷关系到整治建筑物的安全, 是复杂的综合性问题。在对冲刷深度进行预测时不仅要考虑工程区水流、地质和工程自身特点, 还要充分考虑其河床的自然演变规律及周边河势变化对其影响, 以及水流、河床和河势与整治工程间的动态响应。

2) 本工程采用“研究设计→工程实施→工后监测、研究→调整完善”的动态方法进行复杂环境下整治建筑物的建设, 不仅保证了整治建筑物的安全, 而且获得了宝贵的动态数据, 为后续工程建设积累了经验。

3) 本工程采用的护底软体排结构是安全可靠的, 能满足工程区复杂地形变化的要求, 护底软体排在适用性、强度和稳定性方面均能满足工程需要。针对工程特点确定适当的护底加护原则是必要的, 采用加宽护底余排的方式进行防护也是安全的、有效的。

### 参考文献:

- [1] 中交上海航道勘察设计研究院有限公司. 长江口深水航道南北港分汉口河段新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程初步设计[R]. 上海: 交上海航道勘察设计研究院有限公司, 2007.
- [2] 交通运输部长江口航道管理局. 长江口深水航道南北港分汉口河段新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程固定断面监测[R]. 上海: 交通运输部长江口航道管理局, 2007-2010.
- [3] 上海河口海岸科学研究中心. 新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程局部冲刷分析报告[R]. 上海: 上海河口海岸科学研究中心, 2010.
- [4] 中交上海航道勘察设计研究院有限公司. 长江口南北港分汉口河段新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程滩头堤段勘测技术报告[R]. 上海: 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 2011.

(本文编辑 郭雪珍)