

# 长江口新浏河沙护滩堤的防护施工技术

唐晓峰

(交通运输部长江口航道管理局, 上海 200003)

**摘要:** 新浏河沙护滩及南沙头通道潜堤工程是长江口深水航道治理工程的重要组成部分。受不利河势变化影响, 其整治建筑物局部余排外侧冲刷持续发展, 影响了结构的安全稳定。为确保治理效果而实施了本次防护工程。在总结长江口深水航道治理工程经验的基础上, 通过对现场水流条件分析及典型施工, 在船机设备、软体排加工及施工工艺等方面进行了一系列优化改进, 首次在长江口水深30 m以上的深水区成功实施了砂袋抛填及软体排铺设, 满足了设计要求。

**关键词:** 长江口; 新浏河沙护滩; 防护

中图分类号: U 615

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)04-0187-05

## Construction technology of protection for Xinliuhe shoal protection project in Yangtze estuary

TANG Xiao-feng

(Yangtze Estuary Waterway Administration Bureau, MOT, Shanghai 200003, China)

**Abstract:** The Xinliuhe shoal protection project and Nanshatou channel submerged dike are very important parts of Yangtze estuary deepwater channel regulation project. With the adverse effect of river regime's changes, the river bed outside the flexible mattress edge of the locally regulating structure keeps scouring deeper and deeper, which affects the safety of the structure. This protection is implemented to ensure the regulation effect. Based on the experience of Yangtze estuary deepwater channel regulation project, through water current analysis and typical constructions, we carried out a series of optimization and improvement in ship equipment, flexible mattress machining and construction technique, and filled sand bags and laid flexible mattress successfully over 30 m under the water for the first time in the Yangtze estuary, which met the design requirements.

**Key words:** Yangtze estuary; Xinliuhe shoal protection; protection

在长江口深水航道治理工程中, 护底结构的设计施工技术是关系到工程成败的关键技术<sup>[1]</sup>。工程建设者通过总结国内外先进施工技术, 进行了护底软体排施工成套工艺及设备的开发, 达到了国际先进水平<sup>[2]</sup>。本文所述的防护工程处于长江口第二级分叉的南北港分叉口河段, 是长江口历史上自然变化最为复杂、河势稳定性较差的河段。本次防护施工在总结长江口深水航道治理工程经验的基础上, 通过精细化管理, 成功实现了水深大于30 m条件下砂袋抛填及软体排铺设, 既是

对长江口深水航道治理工程施工技术的发展, 也为类似条件下的施工积累了经验。

### 1 工程背景

南北港分叉口发育有5个活动沙体(新浏河沙包、新浏河沙、中央沙、新桥沙、下扁担沙)、6条分流汉道(宝山南水道、宝山北水道、南沙头通道、新桥通道、新新桥通道、新桥水道), 是典型的多滩多汉河段。为控制南北港分叉口河段河势的不利变化, 改善宝山南北水道通航及维护条

收稿日期: 2012-09-24

作者简介: 唐晓峰(1977—), 男, 工程师, 从事水运工程管理工作。

件，为长江口12.5 m航道向上延伸创造条件，结合同期实施的中央沙圈围工程和青草沙水库工程，2007—2009年组织实施了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（简称“本工程”）。通过分析评估<sup>[3-5]</sup>，本工程在取得良好治理效果的同时，受下扁担沙

和新桥沙沙尾的持续淤涨南压影响<sup>[6]</sup>，局部整治建筑物余排（混凝土联锁块软体排）外侧冲刷持续发展，冲刷幅度最大超过20 m（最深处水深达-35.6 m），对整治建筑物结构的安全稳定造成了影响，亟需对冲刷幅度较大的区段实施防护（图1）。

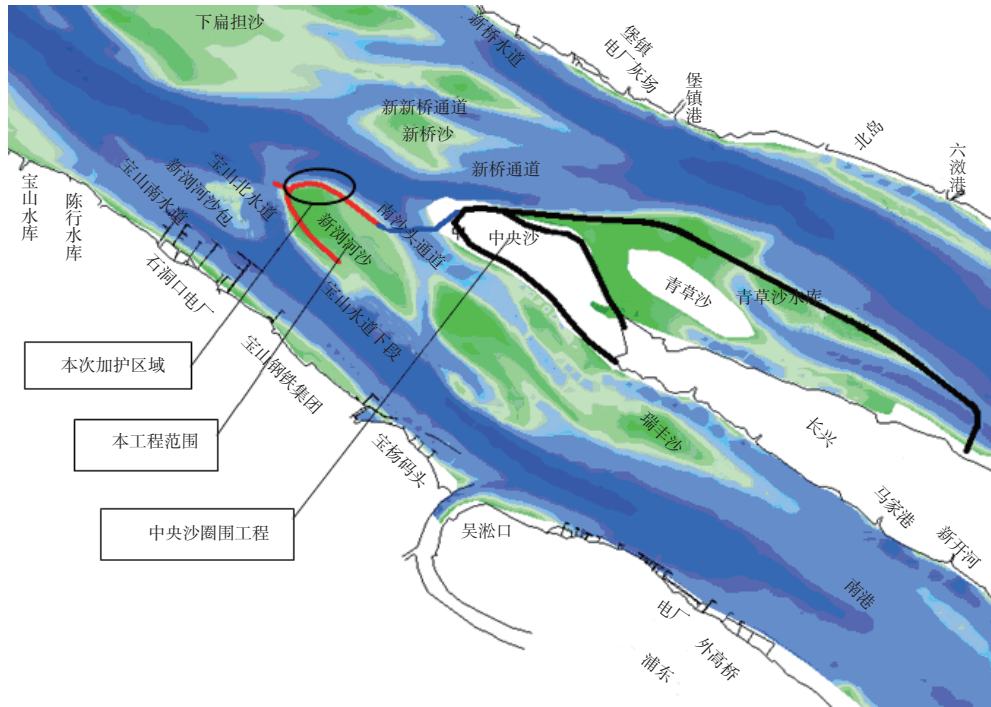


图1 工程范围

通过对冲刷原因的分析，以及对防护措施的比选，最终确定通过在原余排外侧加铺软体排的方式对受冲刷较大的区段（长约1 000 m）进行防护。考虑到冲刷沟边坡较陡（1:2），且

现余排边缘一般在冲刷沟边坡上。直接加铺护底余排难以与原余排搭接，因此在新加铺余排之前需抛投砂袋形成1:3的边坡，然后再加铺余排（图2）<sup>[7-8]</sup>。

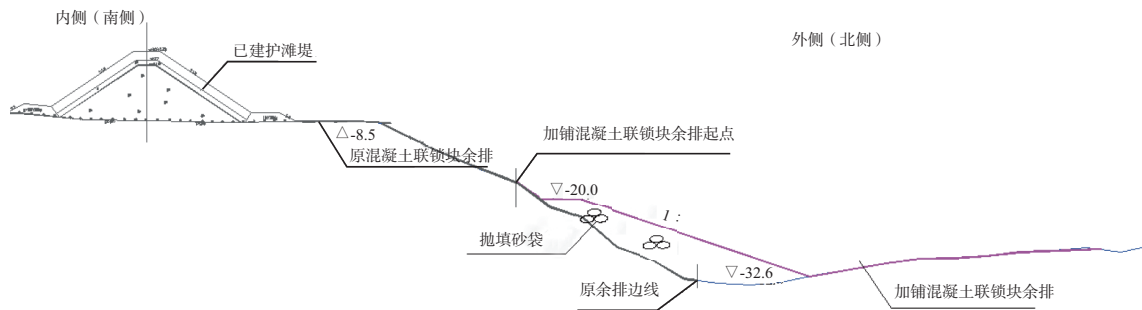


图2 防护典型设计断面

## 2 现场水流条件分析

根据加护设计要求，考虑到长江口是中等强

度的潮汐河口，一日内潮水两涨两落，平潮时间较短的特点，施工区域的水流条件是砂袋抛填及

软体排铺设的重要影响因素，直接影响到有关施工工艺的确定。因此，需对现场的水流条件进行分析。在本次加护工程附近的水文测验测点（固定垂线），测得水流情况如下<sup>[9]</sup>：

1) 流速流向。

平均涨潮流速为0.29 m/s，流向322°，最大涨潮流速达0.81 m/s；平均落潮流速为1.01 m/s，流向155°，最大落潮流速达1.8 m/s。

2) 涨、落潮历时。

如表1所示，测线的涨潮历时为后半潮大于前半潮，落潮历时前半潮大于后半潮。

表1 垂线涨、落潮流历时(h:min)

前半潮		后半潮		全潮		总历时
涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	
3:12	8:28	4:27	8:09	7:39	16:37	24:16

根据水文测验技术报告，该区域落潮流流速明显大于涨潮流，因此在施工过程中须避开落潮流速较大时间段；同时由于平潮时间较短，在施工过程中需充分考虑在涨落潮过程中的施工工艺安排。综合考虑设计要求及水流条件，为确保施工质量，

需进一步通过典型施工确定具体施工工艺。

3 船机改造和软体排加工

由于铺排区域水深较深（大于30 m），软体排长度较长（排长67~90 m），因此须在典型施工前对铺排船进行改造，并对软体排结构进行优化。

3.1 船机改造

本次防护铺排施工中，船体要承受很大的拉力。通过计算，将铺排船滚筒上的钢丝加密至120根，间距30 cm，再将连接钢丝绳的绳子直径由原来的20 mm增大为30 mm。这样既可保障排体铺设的质量，又能充分保证施工人员的安全。

3.2 软体排加工

主要对受力最大的排体尾部进行强化（图3），对加筋环进行加密，将加筋环增加至120个，间距30 cm。这样既可以分散受力点，又与施工船改造相吻合；在制作加筋环同时在加筋环内加缝了环套，可防止加筋环受力过大而撕坏；加筋带缝由原来的3道增加至6道，从而大大增强了加筋带受力强度。

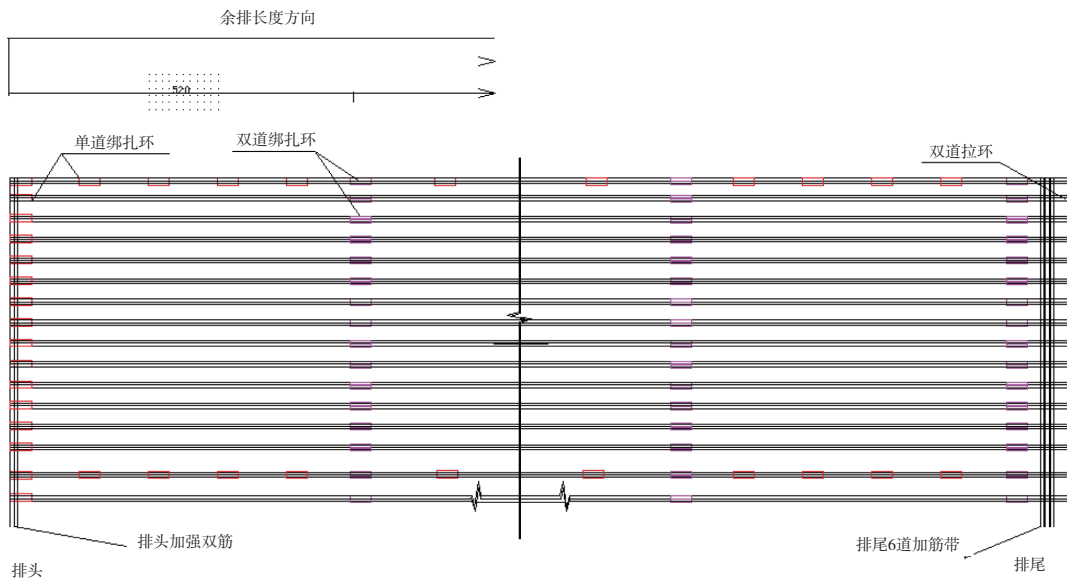


图3 间距30 cm双道加筋带布置

4 典型施工及工艺优化

4.1 典型施工方案

4.1.1 砂袋抛填

在砂袋上系浮标，并在浮标上做好记号，待

砂袋抛下水后浮漂位置无明显变化时，利用船上GPS对砂袋起抛位置进行定位。选用不同规格的砂袋，在不同水深、不同潮流情况下进行试抛，通过对砂袋漂移距离及方向的记录及分析，找出最

合适的砂袋抛填时机，以确保砂袋抛填满足设计要求。

### 4.1.2 软体排铺设

选择不同的平潮时期（高平潮和低平潮）进行两块软体排的铺设，以确定铺排的最佳时机。施工前在排体两侧各系6个浮标（用以检测排体），铺设过程中注意观测水流影响，铺设完后立即通过船上GPS进行检查。

## 4.2 典型施工的实施与施工工艺的优化

### 4.2.1 砂袋抛填

首先，通过分析不同尺寸砂袋抛填的漂移情况，确定砂袋加工尺寸以6 m × 4 m为宜，同时砂袋的冲砂时间应控制在17 min左右。其次，由于水流对砂袋抛填影响比较大，涨潮1 h后到高平潮时间段内抛填效率最高，宜在该时间段内进行精抛、补抛；在落潮流速较大时间段内因砂袋流失量较大，应暂停抛填；应根据水流、水位及流向变化，适当调整施工船位以修正砂袋偏移、减少流失、提高利用率。

### 4.2.2 软体排铺设

通过典型施工，软体排在施工中未发生连接绳和加筋带断裂，排尾下放时加筋环也未发生断裂，证明船机改造和软体排加工是成功的。同时，还在以下几方面对施工工艺进行了优化：

- 1) 为控制好排头下放，宜在低平潮1 h后流速较小时实施；
- 2) 为保证搭接宽度，在横向水流较急时，可适当向水流的反方向借一点船位；
- 3) 须依据测图结合铺设即时船位，计算放排长度和移船距离；
- 4) 在铺设排尾时，要协调好滚筒与移船速度，保证下放的排体与移船的距离一致；
- 5) 由于铺设深度和长度均较大，且水下地形存在一定起伏，造成排尾按设计要求就位难度较大，因此在排体加工时可适当增加富裕长度。

## 5 优化后的施工工艺要点及成效

### 5.1 测量工作

本次防护施工一个突出重要的环节就是测

量。在典型施工时，通过测量得出了最佳砂袋尺寸和抛填时机，以及铺排时的主要施工工艺；在正式施工时，根据需要随时通过多种测量手段（测深水砣、浮标拉绳、手提式测深仪、多波束及试验中的水下声学摄像等方式）来精确实施砂袋抛填及铺排，取得了理想的效果。

### 5.2 砂袋抛填

通过对典型施工的总结，正式施工时砂袋抛填分3阶段进行：第1阶段对水深较大区域进行抛填，抛投厚度5~6 m；第2阶段选择水流较缓时段按1:3设计坡度抛填，抛填时应根据张落潮流顺流抛填，过程中以测量检验坡度成型情况；第3阶段根据测量结果，对局部区域进行补抛（图4）。通过分阶段施工，在水深流急的不利条件下，砂袋抛填达到了设计要求。

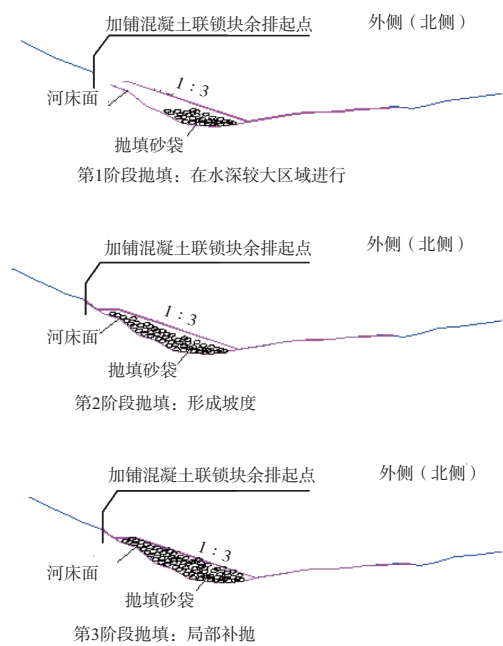


图4 砂袋分阶段抛填示意图

### 5.3 软体排铺设

首先，须顺应落潮流向，自下游向上游方向铺设，确保软体排搭接质量<sup>[10]</sup>；其次，应加强放排速度与铺排船移动的控制。在铺排过程中，排体下放速度与铺排船移动控制对铺排质量有很大影响。在铺排前，先根据砂袋抛填后测量数据，结合铺设过程中水流水位，计算出合理的排体下放速度和船体移动距离，以保证排体搭接宽度。



#### 5.4 工序衔接

为减少防护断面完全形成前余排边冲刷继续发展,减少砂袋流失,保证砂袋和铺排工序的紧密衔接,决定采用两阶段施工:第1阶段2艘铺排船抓紧抛设砂袋,沿余排外侧先全断面形成砂袋护底断面,以减少水流对余排外侧泥面的冲刷。第2阶段由1艘铺排船在第1阶段的基础上按设计要求继续抛砂袋,以形成坡比为1:3的坡;另一艘铺排船紧接着在已经形成设计断面的砂袋上铺排。

#### 6 工程检测及效果分析

本次防护工程于2011年2月开工,至同年5月完工。由图5可见,通过防护基本实现了设计意图,砂袋抛填和铺排均达到了设计要求;防护完成1 a后,冲刷虽在新防护的余排外仍有发展,但对堤身结构安全已无影响,可见本次防护是十分必要和及时的。下阶段应进一步协调有关部门加紧实施长江口综合整治开发,尤其是对扁担沙的治理,以巩固现有航道整治效果。

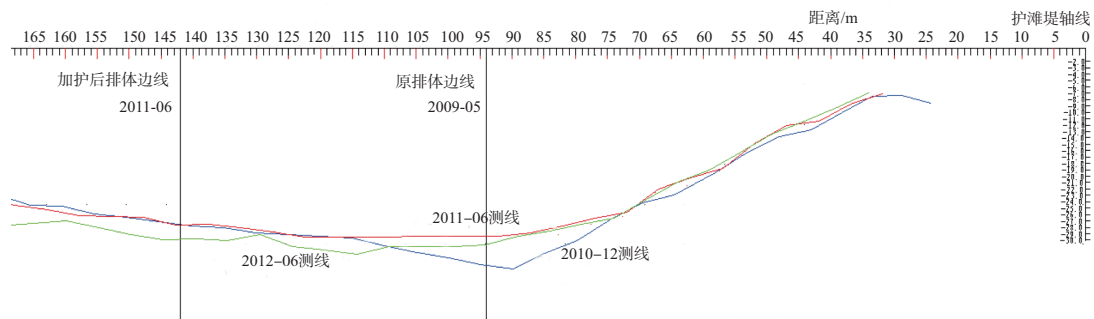


图5 防护实施前后典型断面(里程号: HT4+000)

#### 7 结语

本次防护施工的特点是进度急、要求高、施工区域水深流急。工程建设者在施工过程中沉着应对,在总结长江口深水航道治理工程经验的基础上,精心组织、细化管理,通过对现场水流条件的分析,对船机设备和软体排加工工艺进行了必要的改进;通过典型施工优化了施工工艺;通过多种测量手段精确了实施砂袋抛填及铺排,最终成功地实施了本次防护施工。在成功实施防护工程的同时,也为在类似条件下实施类似项目提供了借鉴。

#### 参考文献:

- [1] 交通部长江口航道管理局. 长江口深水航道治理工程成套技术(总报告)[R]. 上海: 交通部长江口航道管理局, 2006: 148.
- [2] 中港第三航务工程局, 中港上海航道局, 中港第一航务工程局, 中港第二航务工程局. 长江口深水航道治理工程成套技术: 分报告之三-2-4护底软体排施工工艺及设备的开发[R]. 2006.
- [3] 范期锦, 谈泽炜, 郑文燕. 新浏河沙及南沙头通道整治工程措施研究[G]//中国海洋工程学会. 第十三届中国海洋(岸)工程学术讨论会论文集. 北京: 海洋出版社, 2007: 427-432.
- [4] 郑文燕, 赵德招. 长江口南北港分汉口河段护滩限流工程效果分析[J]. 中国港湾建设, 2010(5): 10-14.
- [5] 阮伟, 曹慧江, 龚鸿锋. 长江口南北港分汉口河势段控制工程及实施效果研究[J]. 海洋工程, 2011, 29(3): 76-81.
- [6] 上海河口海岸科学研究中心. 新浏河沙护滩工程堤外局部冲刷原因分析[R]. 上海: 上海河口海岸科学研究中心, 2010.
- [7] 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滩头堤段外侧余排边缘位置勘察技术报告[R]. 上海: 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 2010.
- [8] 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施工图设计变更滩头堤HT3+550~HT4+535段加护设计[R]. 上海: 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 2010.
- [9] 长江委水文局长江口水文水资源勘测局. 2008年8月新浏河沙护滩南沙头通道工程施工工期水文测验技术报告[R]. 武汉: 长江委水文局长江口水文水资源勘测局, 2008.
- [10] 范期锦, 周发林. 河口整治工程中施工程序的重要性[J]. 水运工程, 2011(1): 109-115.

( 本文编辑 郭雪珍 )