



长江中游护滩带破坏原因及对策

郑力

(长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011)

摘要: 针对近年来在长江中下游沙质河床的整治中大量采用的护滩带出现破坏的情况, 结合工程建筑物的水沙条件、地质条件等因素, 通过分析其破坏部位和破坏形式, 找出其破坏的原因, 提出了多种解决措施, 并在其他工程中进行了试验性的运用, 通过运用后的效果对比, 提出了较为成熟的护滩带结构形式。

关键词: 长江中下游; 护滩带; 破坏原因; 对策研究

中图分类号: TV 861

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)09-0145-04

Destruction reasons and countermeasures of bar protection zone in the middle reach of the Yangtze River

ZHENG Li

(Changjiang Waterway Planning, Design and Research Institute, Wuhan 430011, China)

Abstract: In recent years, lots of beach protection belts used for river improvement in the sand beds in the middle and lower Yangtze river are destroyed. Based on the analysis of the destruction region and type, and considering the water-sediment condition and geologic condition of the construction, several solutions are proposed. The results of some tentative application in other projects verify the effectiveness of these solutions. Thus a relatively maturely type of beach protection belts is proposed.

Key words: middle and lower Yangtze River; beach protection belts; destruction reason; countermeasure investigation

“十一五”期间, 为适应长江航运的快速发展, 长江干流的航道整治工程全面展开, 对长江中下游的沙质河床而言, 因三峡工程的蓄水拦沙, 下游河床发生时段长河段的剧烈冲刷, 江中的洲滩将有可能因为冲刷引起洲体变小、移动, 甚至冲散、冲失, 造成航道条件的恶化^[1-2]。利用护滩带对位置较好、相对完整的洲滩进行守护, 维持较为有利的航道条件是目前运用较多的工程措施, 而护滩带在其它内河中均无应用, 在长江中下游航道整治中的应用也是近几年兴起的, 其结构设计仍处于探索过程中。长江中下游地区河床可冲性强, 演变十分剧烈, 在自然条件下, 许多已建护滩带工程出现了不同程度的损毁

现象(图1), 影响了整治效果, 增加了维护工作量。因此, 对护滩带破坏的原因进行深入分析, 并找出相应的解决措施, 增加护滩带的稳定性是十分必要的。

1 破坏原因

1.1 护滩带破坏情况

从长江中下游已实施护滩工程的情况看, 护滩带主要是采用系混凝土块软体排进行护滩。通过工程实际应用中护滩带的效果看, 护滩带的破坏程度与结构形式、护滩带所在洲滩的冲淤情况有关, 具体表现为以下3种情况: 当护滩带修建在有一定依托和保护的低滩或处于淤积状态的洲滩

收稿日期: 2012-03-19

作者简介: 郑力(1967—), 女, 高级工程师, 主要从事航道规划及整治方面的工作。



图1 护滩带水毁实例

上，其受损毁的程度较轻或基本上不受损坏；当护滩带修建在江心孤立的洲滩上，且洲滩受水流迎流顶冲作用较强，则护滩带的损坏十分严重；对护滩带边缘进行适当处理后，护滩效果较好，其受损毁的程度较轻。

从发生破坏的护滩带的情况看，其破坏形式主要有以下5种：守护的中间区域或受冲强度较小的区域，排体结构完整；破坏从边缘开始，然后向护滩区域内部扩展；冲刷幅度较大的受顶冲区域，排体边缘横向接缝处均发生裂开，排边缘河床呈连续“垛”状排列，“垛”峰位于单块排的中央，“垛”谷位于排体的接缝处；受顶冲区域，排体纵向发生裂开，排体发生整体破坏；对于出露在外的排垫，受阳光曝晒引起土工织物的老化，排垫发生破损。

1.2 护滩带破坏原因

1) 系混凝土块软体排护滩作用原理。

用系混凝土块软体护滩，主要是利用土工织物的保沙性、柔韧性来实现对沙质河床保护的。从功能上划分，软体排守护区域可分为两大部分：一是基本区，该区域河床不得因冲刷而发生变形；二是变形区，该区域的作用主要是防止变形区以外的河床变形波及到基本区。变形区功能的实现，一是要求在守护外侧河床冲刷过程中，变形区域排体能够适应河床变形，防止床沙从变形区域内流失；二是防止基本区域内床沙流

失到变形区或变形区以外（图2）。

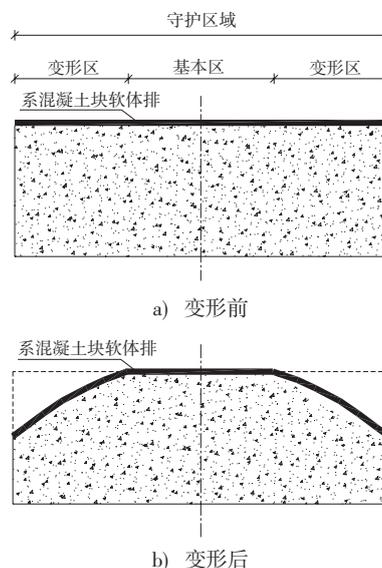


图2 软体排护滩作用原理

2) 系混凝土块软排“架空”现象及产生原因。

调查研究表明，护滩带边缘的破坏大都是从排布接缝的地方开始的。当护滩区域受水流顶冲时，由于排布保沙性较好，未铺设排体的河床将首先发生冲刷下切，而受保护的河床难以受冲，冲刷区域则沿排体边缘逐步向护滩范围内发展，当发生均匀冲刷时，靠近冲刷部位的排布则随河床的冲刷而逐步下降并在一定程度上抑制河床的冲刷发展，能够起到保护滩地的作用。如果排体边缘发生不均匀冲刷，且冲刷强度超过排体自身延展性时，排体就会被“架空”（图3），受自身压载体重力及水流双重作用，会导致排体首先在接缝处撕裂，裂缝处沙体就会被水流带走，继而由外向内逐渐发展，严重时使整个护滩带遭受贯穿性破坏。

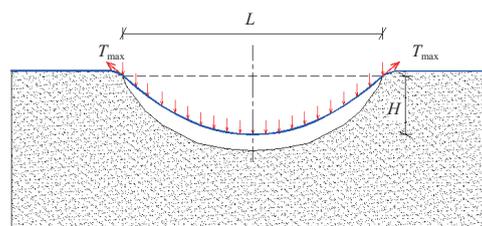


图3 边缘“架空”排体受力简图

3) 系混凝土块软排“架空”状态下的受力分析。

假定排布在破坏前变形为弹性变形，当排体

发生“架空”现象时，排体上最大拉力为：

$$T_{\max} = C_1 L q \quad (1)$$

式中： C_1 为与排体最大拉应变有关的系数； L 为冲刷坑宽度； q 为排体单宽重力。设计混凝土块密度为 $2\,400\text{ kg/m}^3$ ，从排体使用情况来看，排边缘破坏过程均处于淹没状态，按国家有关标准，土工布的抗拉强度以 5 cm 宽作为计量标准，忽略排布自身重力，计算得排体单宽重力为 $q=49.39\text{ N/m}$ （注：混凝土块与混凝土块间长度方向上缝隙为 5 cm ）。

当排体最大延伸率 $\varepsilon=10\%$ 时， $C_1=1.2$ ，排体上最大拉力、排体下坠最大深度与冲刷坑宽度的关系见表1。

表1 最大拉力、排体下坠最大深度与冲刷坑宽度的关系

冲刷坑宽度 L/m	最大拉力 T/N	最大深度 H/m
5	296	0.6
10	593	1.2
15	889	1.8
20	1 185	2.4
25	1 482	3.0
30	1 778	3.6
35	2 074	4.2
40	2 371	4.8
45	2 667	5.4
50	2 963	6.0
80	4 741	9.6
100	5 927	12.1
150	8 890	18.1
200	1 1854	24.1

排体中聚丙烯编织布设计横向抗拉强度为 $1\,300\text{ N/(5 cm)}$ ，纵向抗拉强度为 $1\,600\text{ N/(5 cm)}$ ，聚丙烯加筋条设计抗拉强度为 $5\,000\text{ N/根}$ ，排体横向接缝强度为排体设计强度的 80% ，纵向对接处强度为排体强度的 85% 。根据X型排排布结构，假设加筋条与编织布变形、受力均相同，排体横向综合抗拉强度为 $1\,300\text{ N/(5 cm)}$ ，接缝处抗拉强度为 $1\,040\text{ N/(5 cm)}$ ；纵向综合抗拉强度为 $2\,100\text{ N/(5 cm)}$ ，对接处抗拉强度为 $1\,785\text{ N/(5 cm)}$ 。

①当冲刷坑发生在排体横向边缘时。从上述

最大拉力与冲刷坑长度的关系中可以得出，当冲刷坑宽度为 17.5 m 时，排体“架空”时，排体横向接缝处就达到设计抗拉强度。从三八滩及其他工程排体的应用情况来看，排体边缘已遭破坏区域，每条横向接缝均发生裂开，这说明，当冲刷坑宽度小于单块排宽 15 m 时，横向接缝处拉力已达到设计抗拉强度，即实际施工过程中，排体横向接缝强度未达到设计值。

②当冲刷坑发生在排体纵向边缘时。当冲刷坑宽度为 30 m 时，排体“架空”时，纵向对接处拉力达到设计抗拉强度；当冲刷坑宽度为 35 m 时，排体“架空”时，排体纵向综合强度达到设计值。

上述计算表明，当冲刷坑发展到一定宽度和深度时，排体会出现“架空”现象，引起排体接缝处裂开。一旦排体出现裂缝后，排体坍塌，排体边缘河床地形形成“垛”状，“垛”状地形反过来影响局部流态，加剧河床冲刷，使得边缘处裂缝进一步向护滩中间区域发展。

2 存在问题及改进对策

2.1 系混凝土块软体排存在的问题

从上述护滩建筑物结构作用机理及受力分析可以看出，系混凝土块软体排要实现护滩的保沙目的，应该具备2个要素：有良好的适应河床变形能力；有足够的强度承受外力，防止排体自身的破坏。

结合护滩建筑物受损情况，分析认为，排体受损的原因主要有以下2个方面：

1) 排体适应河床变形能力不足。

①铺设方式限制了排体适应河床变形的能力。由于单块排体与排体间横向缝接、纵向系接连为一个整体，当边缘河床发生不均匀冲刷变形时，因为排体的延伸率有限，连为整体的排体不能较好地适应河床变形，从而导致排体容易出现“架空”现象。

②变形区要有足够的宽度。根据护滩带作用原理，守护区域应该分为基本区和变形区。当变形区域过窄的时候，基本区域内的床沙易从排

体下面通过变形区流失到变形区域以外,造成排体坍塌。长江中游床沙颗粒水下稳定边坡一般为1:3,从目前已建航道整治工程的情况看,护滩(底)建设后,最大冲刷坑度为20 m左右,也就是说护滩区域单侧变形区宽度至少为60 m。

2)排体自身强度不满足较大幅度河床变形的要求。

根据受力计算分析,在沙市河段三八滩应急守护工程中所采用的排体设计综合强度仅能满足冲刷幅度不超过3 m的河床变形要求,当冲刷幅度超过3 m时,排体容易发生撕裂。而排垫综合强度主要取决于排垫自身强度和接缝处强度,由于接缝处强度只能达到排垫强度的70%,因此,接缝处往往是最先破坏的地方。

2.2 改进措施

2.2.1 排体构件的改进

1)排垫的改进。

将原200 g/m²的聚丙烯编织布改为250 g/m²的聚丙烯编织布,以提高排垫的抗拉强度。并将排宽由15 m增加至28 m。

2)改进排体铺设方式。

对于冲刷幅度较大的河段,若仅通过提高排体抗拉强度来适应河床变形,一方面成本大幅增加,另一方面排垫太重也不利于施工。综合各方面因素考虑,拟在适当提高排垫自身强度的同时,改进排体铺设方式:摒弃以往缝接的方式,改为搭接的方式,搭接宽度为3 m。搭接的目的是增加排体的自由度,当排体边缘发生较大冲刷变形时,避免排体出现大范围的“架空”现象,降低对排体自身抗拉强度的要求,同时也使排体能够较好地适应河床变形。

2.2.2 护滩带边缘结构的改进

由于护滩带的破坏往往是从边缘开始的,通过对护滩带边缘结构的改进往往能达到事半功倍的效果。

1)排体边缘预埋处理。

在流速较小(小于1 m/s)的部位或护滩带的上游面采用预埋处理,可以减小排体边缘不均匀

冲刷及被“架空”的可能性。同时,在X型排边缘排布下铺设无纺布,无纺布与排布错缝搭接,可以保护排体撕裂处滩体免受进一步冲刷,提高排体的保沙性能。

2)排体边缘防冲促淤处理。

在护滩带边缘采用四面六边透水框架,此结构由6根相同长度的杆件焊接而成的正四面体结构,重心较低,具有良好的稳定平衡性,当水流通过时,利用本身构件来逐渐消减水流的动能,减缓流速,能起到减小排体边缘的冲刷,促进淤积,起到较好的护滩效果。

3 改进效果

改进后的构件和结构形式在长江中游沙市河段航道整治一期工程中进行了运用,从运用后的情况看,护滩带总体上保持稳定,排体边缘没有出现冲刷变形的情况,局部部位出现了一定的淤积,四面六边框架部分被泥沙掩埋,保持了较好的稳定性,改进后的护滩结构收到了较好的工程效果。

目前,此改进措施已在长江中下游航道整治工程中进行了广泛应用,从实施后的运用效果看,改进措施是十分成功的。改进后的护滩带结构能够起到改善护滩带性能的作用,护滩带边缘适应水流变形的能力增强、护滩带整体的稳定性增加,不易毁坏,后期维护相对少。

参考文献:

- [1] 陈立,周银军,闫霞,等.三峡下游不同类型分汊河段冲刷调整特点[J].水力发电学报,2011,30(3):106-116.
- [2] 陈立,鲍倩,何娟,等.枢纽下游近坝段不同类型河段的再造床过程及其对航道条件的影响[J].水运工程,2008(7):109-114.
- [3] 黄召彪,黄成涛,郑力,等.长江中游沙市河段航道整治一期工程[R].武汉:长江航道规划设计研究院,2008.
- [4] 余帆,邓良爱,郑力,等.三八滩应急守护工程[R].武汉:长江航道规划设计研究院,2004.

(本文编辑 武亚庆)