



长江中游丙寅洲护坎的特点与守护形式*

董克翠^{1,2}, 赵志舟^{1,2}, 徐锐^{1,2}, 蒲锋^{1,2}

(1. 重庆交通大学 国家内河航道整治工程技术研究中心, 重庆 400074;
2. 重庆交通大学 水利水运工程教育部重点实验室, 重庆 400074)

摘要: 目前长江中游丙寅洲河段较长岸线都已经形成崩退的陡坎并在继续崩退之中。为了防止低滩前缘崩岸与滩面冲刷, 基于丙寅洲河漫滩特点以及目前护岸结构形式的特点, 提出护坎的概念并分析其守护特点, 提出需要注意的守护位置及相应的守护措施。通过对不同拟定方案的稳定性分析计算, 提出丙寅洲河漫滩守护的推荐方案, 可为类似河漫滩守护工程提供借鉴。

关键词: 河漫滩; 护坎; 护岸; 稳定性

中图分类号: U 612

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2015)07-0153-04

Characteristics and guardian types of ridge protection for Bingyinzhou in the middle reach of Yangtze River

DONG Ke-cui^{1,2}, ZHAO Zhi-zhou^{1,2}, XU Rui^{1,2}, PU Feng^{1,2}

(1. National Engineering Research Center for Inland Waterway Regulation, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China;
2. Key Laboratory of Hydraulic and Waterway Engineering of the Ministry of Education, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: Currently, the long coast of Bingyinzhou in the middle reach of the Yangtze River has formed scarp and is falling back continuously. In order to prevent bank caving of the low beach and scouring of the beach face, we put forward the concept of ridge protection and analyze the features of its guardian, and clarify the positions need to pay attention to and corresponding guard measures, which are based on the characteristics of the flood plain in Bingyinzhou and the features of revetment bank protection structures. According to the stability analysis and computation of different proposals, we give the recommended scheme for the protection of Bingyinzhou, which may serve as reference for similar protection engineering of flood plain.

Keywords: flood plain; ridge protection; bank protection; stability

长江作为中国第一、世界第三的大河, 是贯穿我国东西的黄金水道, 对国民经济的发展起着重要的作用。然而中游河段的丙寅洲在挟沙水流与河床边界相互作用下岸线崩岸经常发生^[1-2], 严重影响两岸的经济发展与居民的正常生活, 造成巨大的经济损失, 因此要采取必要的守护措施。

守护范围是护岸工程首先关心的问题, 这将影响到护岸工程的稳定性及耐久性。JTJ 300—2000《港口及航道护岸工程设计与施工规范》^[3]规

定, 内河航道护岸的顶高程按最高通航水位加0.1~0.5 m的超高值确定; JTJ 312—2003《航道整治工程技术规范》^[4]规定, 护岸顶高程应根据工程需要和河岸条件确定, 不应低于整治水位时波浪最大爬高以上1.0 m, 必要时守护至滩顶。而丙寅洲河漫滩前缘有直立陡坎, 滩面高程较低的低滩滩面宽度较大(近百米), 滩面上植物长期浸泡容易枯萎, 抗冲刷能力弱, 加上大汛期时滩面流速较大, 滩面较易被冲刷, 因此守护范围不能仅

收稿日期: 2014-11-12

*基金项目: 重庆市科技应用开发项目(cstc2013yykfA30005)

作者简介: 董克翠(1990—), 女, 硕士研究生, 从事航道整治研究。

仅按上面提到的方法确定，低滩滩面也必须采取守护措施。为了减小开挖削坡工程量以及守护工程对生态环境的破坏，笔者以长江中游丙寅洲为依托河段优化护岸工程的结构形式，提出护坎的概念并分析其守护特点，为护岸守护工程提供一种新的可选方案。

1 依托工程河段概况

1.1 水道平面形态

丙寅洲位于长江中游的下荆江河段，上承乌龟洲，下衔大马洲（图1）。本水道主要水流来自监利左汊和乌龟夹，其演变规律随入口主流的不同而变化：如果入口主流来自监利左汊，则丙寅洲中下边滩冲刷后退，上边滩淤积甚至与乌龟洲相连；如果主流来自乌龟夹，则中下边滩淤积下延，上边滩时冲时淤。自三峡蓄水以后，其演变规律总体为：上边滩向河心淤出，中下边滩冲淤调整^[5]。

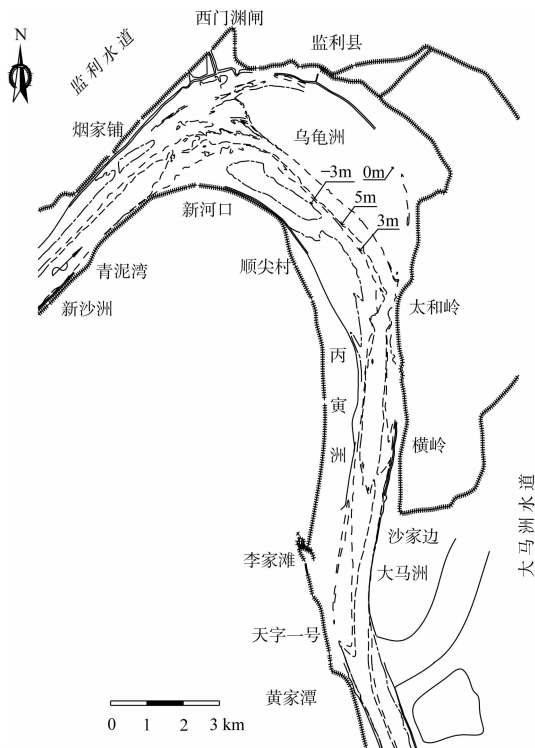


图1 丙寅洲河段2010年河势

1.2 丙寅洲河漫滩特征

丙寅洲上游段河漫滩滩顶高程27.8~31.2 m，该段的护岸长度约1.6 km，临近江心侧为低滩，滩面高程为27.8~29.8 m、宽度约80 m，前缘坡

高约5 m，高程范围在30.5~31.2 m，平面位置靠近右岸大堤的滩面为高滩，高低滩滩面间有汛期、大汛期形成的浪坎，其高度约1 m，典型横断面见图2。

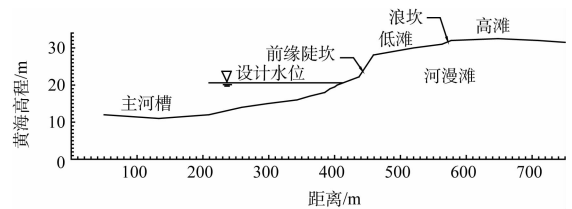


图2 丙寅洲河漫滩横断面

根据长江中游多年平均流量过程绘制 Q^2JP-Q 关系曲线，得到石首至监利河段的造床流量为 $22\ 000\ m^3/s$ ，根据平滩流量法推算得到监利河段的造床流量也为 $22\ 000\ m^3/s$ ^[6]。由于2008年的水沙过程与三峡蓄水以来较为相近，较具有代表性，依据2008年监利水文站的水位流量过程线（图3），该河段低滩平滩流量接近 $20\ 000\ m^3/s$ ，2008年监利站大于此流量的时间为50 d；高滩平滩流量接近 $28\ 900\ m^3/s$ ，2008年监利站大于此流量的时间为4 d。水位在27.8~31.2 m范围的时间为113 d，水位高于31.2 m的时间为91 d。可以看出，低滩淹没的时间较长，高滩淹没的时间则相对较短。

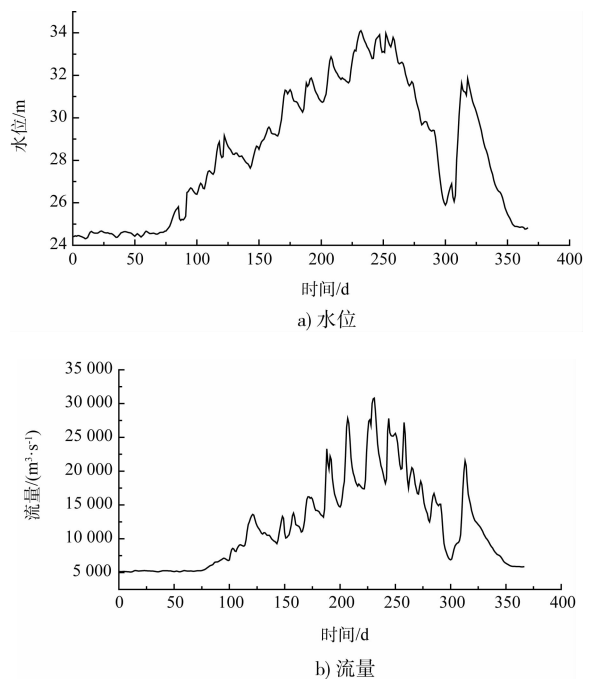


图3 2008 监利站水位、流量过程线

目前丙寅洲较长岸线都已经形成崩退的陡坎形态(图4),并在继续崩退当中。从现场踏勘情况看,高滩面及高低滩间的陡坎植被生长较好;而低滩滩面由于中洪水期漫流的时间较长,植物长期浸泡易枯萎,抗冲刷能力较脆弱,因此,低滩以及低滩前的陡坎需要采取守护措施来保证河岸不继续崩退。



图4 丙寅洲陡坎形态岸线

根据地勘资料,丙寅洲滩面基本为粉细砂,仅表层覆盖薄层粉质黏土。

1.3 天然情况下水流特征

中洪水流量下丙寅洲上游段低滩滩面上水流条件^[7]见表1。

表1 各级流量下低滩滩面上水流特征

流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	水深/m	流速/($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
28 900	3.7	1.5
35 000	5.0	1.7
40 000	5.7	2.2~2.6

2 护坎的概念及特点

2.1 护坎的概念

中华辞海^[8]中,坎的一种定义为:自然形成或人工修筑的台阶状东西,如土坎、田坎。坎是河床演变的一种结果^[9-10],在河岸或海岸若要形成这种台阶状的陡坎,则需要有不同造床流量的作用或者崩岸的发生。当第一造床流量长期作用时,较高的被淹没的滩面会受到水流冲刷等作用,其滩面植被也会受到相应的影响,从而形成大汛期淹没,枯水期露出水面的高滩;当第二造床流量作用时,会形成低滩,水流对低滩前缘坡脚的淘刷会造成崩岸,此外,中洪水期若滩面上流速较大则会导致滩面的冲刷破坏。

为了防止低滩前缘崩岸与滩面冲刷,对河漫滩低滩的前缘岸坡及滩面采取的守护结构形式,定义为护坎。

2.2 护坎特征

根据丙寅洲河段的河势条件及护岸特点,护坎工程具有以下特征:

1) 低滩滩面较宽大,邻枯水主槽岸侧有陡坎,如丙寅洲前缘坡高5 m、低滩宽度近百米;低滩往往由高滩崩退或水流冲刷淤积形成,具有植被生长的条件;但相对于高滩,汛期的浸泡时间长,滩面植物枯萎,退水过程中低滩滩面抵抗冲刷的能力较弱。

2) 为了减少开挖削坡工程量,守护工程应尽量维持其原有坎状的外部形态。

3) 高滩护坡往往只守护至滩顶,低滩汛期水流速度明显大于高滩,要加强低滩滩面的守护,并注意高、低滩面衔接处的处理措施。依据模型试验结果^[7],由于大汛期河漫滩低滩滩面上流速较大,若没有植被覆盖,或施工过程中滩面上的植被受到破坏,在 $40\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 大洪水流量下流速大于 $0.8\ \text{m/s}$ 的区域将发生明显冲刷,滩面上宜采取守护工程措施。

3 丙寅洲护坎结构形式

3.1 护坎方案

在选择护岸的结构形式时除了要考虑地基条件、材料来源等因素外,还须考虑工程方案的经济环保等问题。因此,为了减小削坡开挖工程量,还要根据所守护的岸坡形态来确定守护工程的结构形式。

依据长江中游丙寅洲河段的护坎工程特点,为了减小削坡工程量,初步拟定了2种混合式的护岸结构形式:1)上部直立挡墙、下部1:3斜坡式护坡方案(包括方案1、方案2);2)上部1:3斜坡式护坡、下部直立挡墙方案(包括方案3~5)。2种类型的方案均采用护底排护底、低滩滩面防冲刷破坏的守护措施。根据丙寅洲河段的河势条件及断面形态,在坡顶和坡脚设置不同截面大小的直立挡土墙形式,共拟定了5个不同的结构守护方案(表2)。

表 2 挡土墙设计方案

挡墙	方案	设计岸坡高度/m	挡墙截面形状
上部挡墙	方案 1	8	
	方案 2	10	
下部挡墙	方案 3	8	
	方案 4	8	
	方案 5	10	

注：高程和尺寸单位为 m。

3.2 计算结果分析

根据 SL 379—2007 水工挡土墙设计规范^[11]，对挡土墙结构的抗滑稳定性、抗倾覆稳定性、基底应力分别进行计算，计算结果见表 3。

分析以上计算结果可以发现：

1) 以上 5 个方案的挡墙布置形式均满足规范的稳定性要求。

2) 坡底设置挡墙岸坡的开挖削坡工程量相对较小，在本河段中，对 8 m 和 10 m 高的岸坡，挡墙设在坡底比设在坡顶每延米开挖削坡工程量可分别减少 49 和 90 m³。

3) 从最大不均匀系数的角度看，挡墙设在坡底比设在坡顶时不均匀系数较大，而且随着岸坡高度的增加和挡土墙截面积的增大，基底应力增加的幅度较大。可以看出，挡墙设置在坡底对地基承载力要求较高。

4) 从方案 3 和方案 4 的计算结果对比中可以发现，优化挡墙截面形式，调整挡墙的重心，能提高最小抗滑稳定性系数和最小抗倾覆稳定性系数，从而提高挡墙结构的安全稳定性。

表 3 不同方案挡土墙计算结果

方案	削坡量/(m ³ ·m ⁻¹)	墙身体积/(m ³ ·m ⁻¹)	最小抗滑稳定性系数	最小抗倾覆稳定性系数	最大基底应力/kPa	最大不均匀系数
方案 1	78	10.5	1.11	1.87	57.45	1.56
方案 2	117	19.0	1.19	1.88	78.75	1.48
方案 3	29	10.5	1.28	2.64	68.77	2.22
方案 4	29	10.5	1.34	2.78	59.87	1.58
方案 5	27	18.0	1.44	2.74	83.46	1.39

3.3 推荐方案

根据丙寅洲河段的地质条件以及结构形式分析，本河段的守护工程拟设计为，在岸坡坡顶设截面形式优化的 3 m 高格宾挡墙，下部为 1:3 斜坡式护岸，斜坡守护由下往上分别为无纺布、黄沙、10 cm 厚的碎石、23 cm 厚的钢丝网格，护底采用 D 型排并在上面抛 1 m 厚块石（图 5）。坎顶与滩面衔接位置容易产生局部冲刷，在低滩滩面流速

较大且滩面植被枯萎或受施工破坏的区域可采取加筋三维网垫生态护滩。

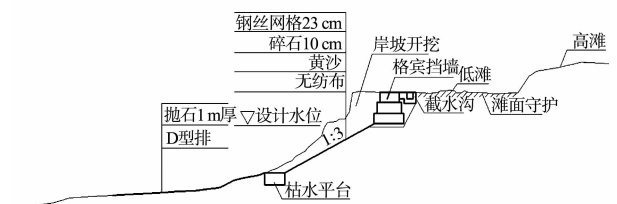


图 5 丙寅洲守护结构形式

(下转第 170 页)