



典型分汊河段航道整治鱼骨坝工程设计方法

殷红¹, 伍文俊¹, 蔡大富², 闫军², 曾方², 项欢庆²

(1. 长江航道局, 湖北武汉 430012; 2. 长江航道规划设计研究院, 湖北武汉 430011)

摘要: 鱼骨坝作为一种类型的整治建筑物, 在长江中下游分汊河段航道整治工程中发挥着重要的作用。戴家洲河段为长江中下游一较为典型的分汊河段。以该河段航道整治为例, 介绍鱼骨坝工程设计方案, 归纳总结鱼骨坝设计方法和有关参数选取原则, 对深入认识鱼骨坝在分汊河段航道整治中的作用具有重要意义, 同时可为类似河段航道整治中采用鱼骨坝提供设计参考。

关键词: 分汊河段; 航道整治; 鱼骨坝; 设计

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)10-0041-06

Design methods of fishbone dike engineering for channel regulation of typical braided river section

YIN Hong¹, WU Wen-jun¹, CAI Da-fu², YAN Jun², ZENG Fang², XIANG Huan-qing²

(1. Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430012, China;

2. Changjiang Waterway Institute of Planning, Design & Research, Wuhan 430011, China)

Abstract: As a type of regulation structure, fishbone dike exerts an important role in channel regulation works of the middle and lower Yangtze River. Daijiazhou river section is a typical braided section on the middle and lower Yangtze River. Based on the channel regulation project of Daijiazhou river section, this paper describes the design scheme of fishbone dike works, and summarizes the methods and parameters-selecting of design of fishbone dike, which is of far-reaching importance to make an in-depth realization on the application of fishbone dike in the channel regulation of a braided river section, and can provide a design reference for fishbone dike adopted in the channel regulation of similar river sections.

Key words: braided river section; channel regulation; fishbone dike; design

鱼骨坝, 顾名思义, 其形似“鱼骨”的一种涉水建筑物, 一般依心滩或江心洲头而建, 由顺水流方向的顺坝(脊坝)和与其正交或斜交的刺坝组成。脊坝主要用于稳定或调整河道分流、分沙比和水流方向, 刺坝可保护滩体免受冲刷, 并增强顺坝的稳定性, 从而起到稳定有利的河势和滩槽格局^[1]、改善枯水航道条件的作用。近10年来, 鱼骨坝这一涉水建筑物在长江中下游分汊河段航道整治工程中得到了较为广泛的应用, 目前建成并已发挥作用的主要有: 长江下游东流水道航道

整治工程、长江中游戴家洲河段航道整治一期工程和尚监河段航道整治一期工程中的鱼骨坝, 在上述工程中均采用鱼骨坝守护洲头低滩。鱼骨坝在保持有利的滩槽格局, 稳定河道分流比, 增加浅区段枯水水深中发挥了不可替代的作用。本文选取典型分汊河段航道整治工程探讨鱼骨坝设计方法和有关参数的选取原则。

1 河段概况

戴家洲河段地处长江中游湖北省武汉市下游

收稿日期: 2012-07-28

作者简介: 殷红(1966—), 女, 高级工程师, 主要从事长江航道规划与建设管理工作。

3) “长江中游戴家洲河段航道整治一期工程初步设计” (长江航道规划设计研究院)。

3.2 平面布置设计

1) 脊坝平面位置确定原则。

河床演变分析表明: 新洲滩头位置及高程是影响汉道分流及通航条件的关键因素, 当滩头位置较上、滩体完整时, 直水道航道条件较好, 圆水道也具备一定的通航条件。通过河工模型试验确定的航道总体治理方案中, 鱼骨坝脊坝的平面位置处于新洲洲头滩地多年平面变动区域内并略靠枯水分流面的左侧, 有利于增加直水道内枯水期分流比, 同时圆水道进口也留有足够的河宽。

2) 脊坝坝头高程确定原则。

鱼骨坝脊坝高程的确定, 应使鱼骨坝实施后能使变低后退的滩地得到一定程度的恢复。

3) 鱼骨坝平面布置。

戴家洲河段新洲头滩地鱼骨坝工程由 1 道脊坝、4 道刺坝、3 道刺型护滩带和根部护岸工程组成。其中鱼骨坝工程中脊坝长度为 4 306 m, 脊坝头高程为 7.34 m (黄海高程), 脊坝根高程为 19.0 m (黄海高程), 根部护岸长度为 1 257 m; 鱼骨坝工程中 1[#]、2[#]、3[#] 和 4[#] (部分) 为刺坝, 长度分别为 176 m、225 m、207 m 和 56 m, 刺坝头高程均为 7.84 m; 4[#] (部分)、5[#]、6[#] 和 7[#] 为刺型护滩带, 长度分别为 209 m、281 m、302 m 和 348 m。工程平面布置见图 2。

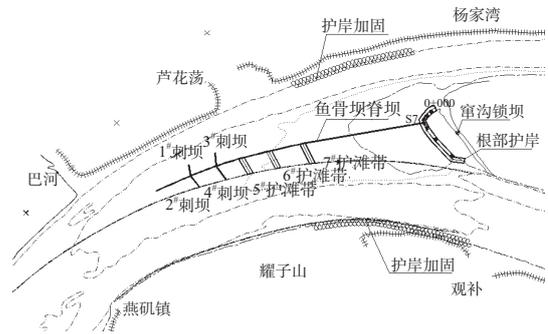


图 2 戴家洲河段鱼骨坝工程平面布置

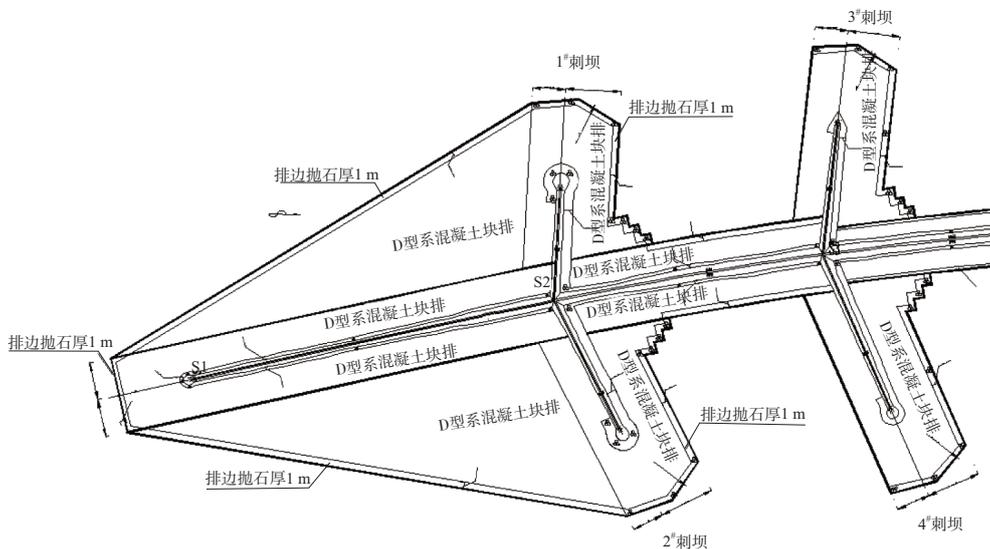
3.3 工程结构设计

该鱼骨坝由脊坝 (分上、下段)、1[#]~4[#]刺坝、5[#]~7[#]刺型护滩带及脊坝根部组成, 其结构设计分述如下:

脊坝上段 (S1~S6 段): 坝长 2 400 m, 顶部黄海高程 7.34~13.84 m, 平均坝高 3.1 m, 由护底、坝身组成 (图 3)。

1) 护底。

采用 D 型排, 排体垂直于水流方向沉放。对于受纵向水流顶冲比较强烈与受横向水流作用较强的 S1~S3 段, D 型排水下横向搭接宽度为 5 m, 余排宽度 ≥ 45 m, 为增强坝体稳定性, 在坝体下游侧及坝头 20 m 范围设有抛石肩台, 厚 80 cm; S3~S6 段 D 型排水下横向搭接宽度为 3 m, 余排宽度 ≥ 30 m, 在枯水位下 2 m 以上高程范围内的 D 型系混凝土软体排上设计有 50 cm 厚抛石以防排体老化。



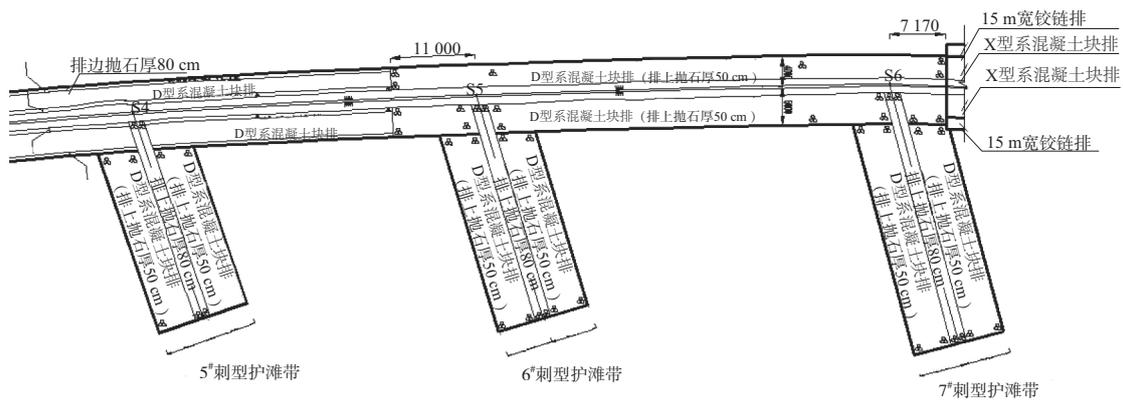


图3 鱼骨坝脊坝上段结构平面

2) 坝身。

坝体结构为抛石坝，从S1起长200 m的坝体结构为大块石（单块大块石质量为150~200 kg，下同），其他坝体部位抛中小块石（单块块石质量为30~150 kg，下同）。坝顶宽3 m，两侧边坡为1:2，坝头轴线向外侧边坡为1:10。

脊坝下段（S6~S7段）：坝长1 906 m，顶部黄海高程13.84~18.0 m，平均坝高3.5 m，由护

底、坝身组成（图4）。

1) 护底。

采用X型排和铰链排护底。X型排垂直于脊坝纵轴线方向铺设，宽80 m，坝轴线两侧各40 m。X型排边缘外侧采用15 m宽铰链排，靠X型排侧的8 m宽铰链排下垫无纺布。X型排缝隙间填7 cm厚碎石和浇筑1 cm厚沥青（坝体下面的X型排缝内不填碎石和沥青）。

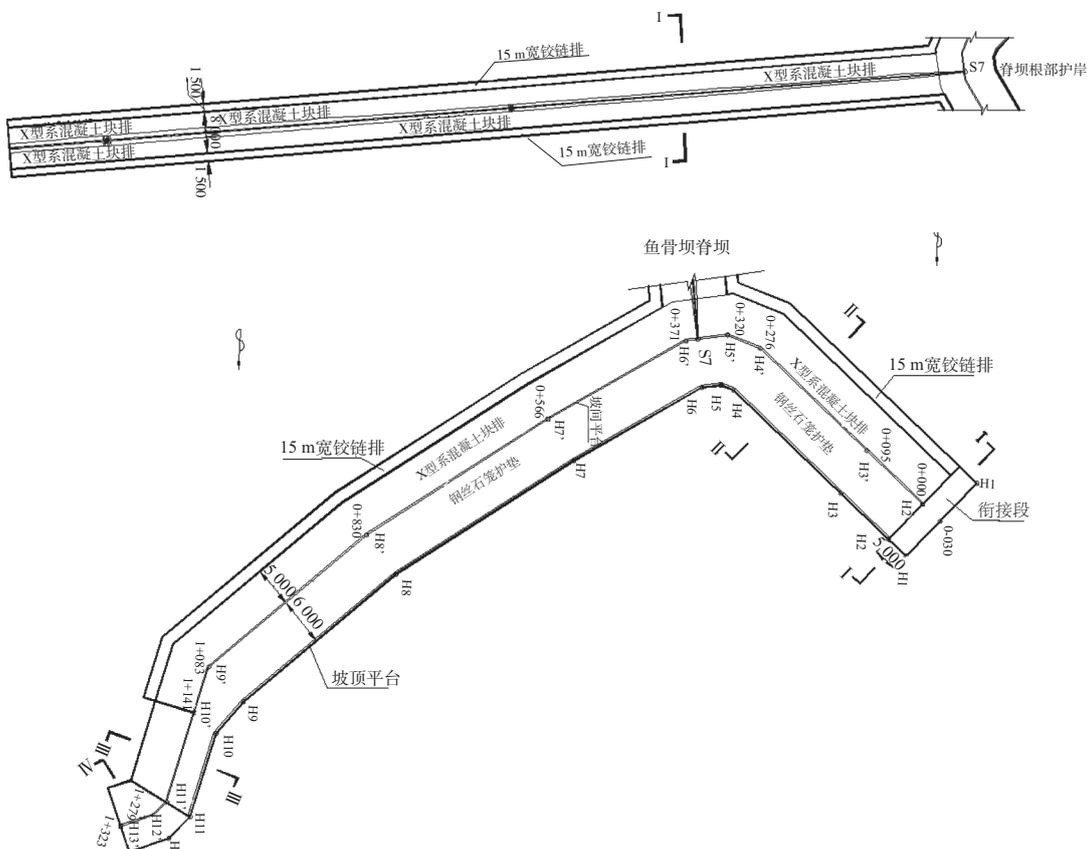


图4 鱼骨坝脊坝下段结构平面

2) 坝身。

坝体结构为抛石坝, 抛中小块石。坝顶宽 2 m, 坝体两侧边坡为 1:2。

1#刺坝: 坝长 176 m, 顶部黄海高程 7.84~8.91 m, 平均坝高 2.23 m, 由护底、坝身组成 (图 5)。

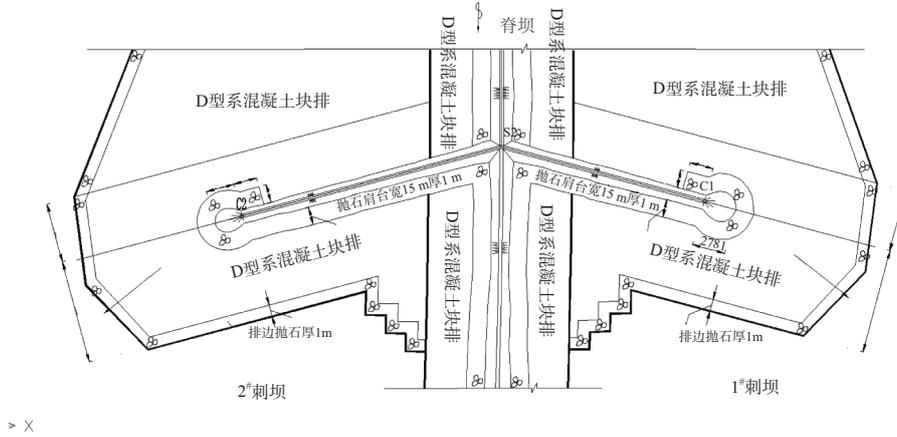


图5 鱼骨坝1#和2#刺坝结构平面

1) 坝体。

坝体结构为抛石坝, 坝头及其内侧 20 m 的坝体采用大块石, 其他坝体部位抛中小块石。坝顶宽 3 m, 坝体两侧边坡上游侧为 1:1.5, 下游侧为 1:2, 坝头轴线向外侧边坡为 1:10。

式与 1#刺坝基本相同, 其坝头轴线向外侧边坡为 1:8。

2) 护底。

采用 D 型排。坝身段, D 型排按顺水流方向沉放, 水下横向搭接宽度为 5 m, 余排宽度上游侧 ≥ 45 m, 下游侧 ≥ 80 m。坝头部分 D 型排呈扇形沉放, 水下横向搭接宽度 ≥ 5 m, 坝轴线处余排为坡脚线外侧 120 m。为增强坝体稳定性, 在 D 型排上坝体下游侧及坝头 20 m 范围为厚 80 cm 的抛石肩台。在 D 型排上游侧及坝头边缘 10 m 抛石厚 80 cm, 以增加排体的抗冲刷能力。根据动床模型试验成果, 在刺坝背水面与脊坝相接处河床有较大冲刷坑, 因此设计在该刺坝 D 型排下游侧与脊坝 D 型排相接处增加护底范围加强守护。

5#刺坝护滩带: 护滩带长 281 m, 顶部黄海高程 8.8~9.7 m, 由护底和排上抛石组成 (图 6)。

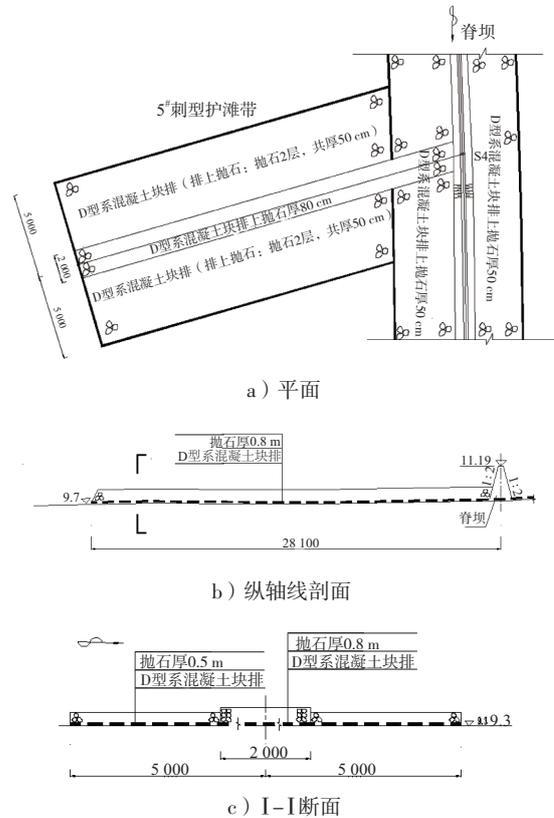


图6 鱼骨坝5#刺坝护滩带结构设计

2#刺坝: 坝长 225 m, 顶部黄海高程 7.84~8.91 m, 平均坝高 3.19 m, 由护底、坝身组成。其结构形式同 1#刺坝。

1) 护底。

3#刺坝: 坝长 207 m, 顶部黄海高程 7.82~10.07 m, 平均坝高 2.53 m, 由护底、坝身组成。其结构形式与 1#刺坝基本相同, 其坝头轴线向外侧边坡为 1:8。

采用 D 型排。长 281 m, 宽 100 m, 轴线两侧各

4#刺坝: 坝长 265 m, 顶部黄海高程 7.82~10.07 m, 平均坝高 3.1 m, 由护底、坝身组成。其结构形

宽50 m。

2) 排上抛石。

在轴线两侧各10 m,长281 m的D型排上抛石厚80 cm。其他部分D型排上抛石厚50 cm,以防排体老化并增加排体的稳定性。

6#刺型护滩带:护滩带长302 m,顶部黄海高程9.0~9.1 m,由护底和排上抛石组成。其结构形式同5#刺型护滩带。

7#刺型护滩带:护滩带长348 m,顶部黄海高程8.8~9.0 m,由护底和排上抛石组成。其结构形式同5#刺型护滩带。

脊坝根部:采用护岸结构,护岸长度为1 257 m,宽度为100 m,守护高程在黄海高程10.1~23 m。采用平顺式护岸结构,包括护坡、护脚和衔接段,并设有坡顶平台和坡间平台(图4)。

护坡结构:面层采用17 cm厚钢丝笼护垫,其下铺一层无纺布。

护脚结构:大部分采用X型系混凝土软体排对岸坡下部进行守护。在临近直水道的岸坡护脚部分,有一定的水深,因此采用D型系混凝土软体排加抛石结构进行守护。

衔接段结构:为了保护护岸左右端部的稳定,在其两侧各设长50 m的铺石衔接段进行守护。

4 工程效果

戴家洲河段航道整治一期鱼骨坝工程完工后,经历了2010年和2011年洪水期考验,工程整体稳定,整治效果初步显现。工程实施前,戴家洲河段整体河道格局尽管比较稳定,但河道内洲滩冲淤频繁,新洲头滩地冲淤变化剧烈,滩头后退,滩地变低,航道条件变差,直水道枯水期最小水深不足3 m,圆水道枯水期4 m水深最小宽度不足100 m。工程实施后,戴家洲河段整体河道格局保持稳定,新洲头滩地淤高,滩头前伸,形成有利的洲头形态,稳定了直水道枯水期分流条件,改善了直水道进口段弯道形态和进口浅区航道条件,弯道凹岸边界得到延长,弯道水流特性变强,进口段河宽受到控制,直水道枯水期4 m等深线贯通,中洪水期满足 $4.5\text{ m} \times 100\text{ m} \times 1\,050\text{ m}$ (水深 \times 航宽 \times 弯曲半径)的航道尺度要求;圆

水道枯水期最小宽度超过100 m,枯水期能达到 $4.5\text{ m} \times 100\text{ m} \times 1\,050\text{ m}$ 的航道尺度。一期鱼骨坝工程实现了本河段建设标准:维持直、圆水道交替通航的格局,枯水期利用圆水道通航,中洪水期利用直水道通航,航道尺度 $4.5\text{ m} \times 100\text{ m} \times 1\,050\text{ m}$ (水深 \times 航宽 \times 弯曲半径),保证率98%,适应代表船队满载通行。

5 结语

1) 鱼骨坝平面位置和坝头高程的确定原则,应有利于整治目标的实现,具体有关设计参数可在模型试验基础上综合分析确定。本河段设计的鱼骨坝,其目的在于使冲刷变低的新洲头滩地得到一定程度的恢复,增加直水道枯水分流比并使其彰显弯曲河段水流特征,从而达到改善枯水通航条件的目标。

2) 鱼骨坝护底(滩)排的设计是建筑物稳定及工程效果实现的关键。考虑到鱼骨坝所在河床冲刷有前强后弱的特点,为了增强排体的稳定性和节省工程费用,本工程设计中,对鱼骨坝不同部位护底排结构设计区别对待,例如:对脊坝和刺坝护底排宽度的设计,上、中、下段有所区别,并在鱼骨坝头设计整体护底排;合理确定护底排的铺设方向和护底排设计搭接宽度;在鱼骨坝脊坝下段X型系混凝土块软体排护底带左右两侧铺设铰链排,利用铰链排周边在随河床冲刷变形过程中可以始终贴近床面的特点,保护护底排的稳定性,同时在X型系混凝土软体排与铰链排间设有基槽(基槽内铺石),进一步加强对X型系混凝土软体排的保护;根据建筑物不同部位受水流顶冲作用力的大小,合理选择排上压载石厚度。

3) 关于脊坝顶部宽度设计,应考虑工程不同部位受水流冲刷强度的差别而定,本工程受水流冲刷强度有前强后弱的特点,因而对脊坝上段(S1~S6段)设计顶宽为3 m,下段顶宽2 m。脊坝头部和1#~3#刺坝头部一定范围内,均采用单块质量为150~200 kg的大块石构筑。

(下转第56页)