



防冲墙结构在航道整治工程中的应用

张俊, 程铁军

(长江航道工程建设指挥部, 湖北 武汉 430010)

摘要: 在分析航道整治工程滩头护滩带守护结构优缺点的基础上, 结合长江中游嘉鱼至燕子窝河段航道整治工程的需要, 提出了新型的滩头守护结构形式——防冲墙, 并进行了实际应用。

关键词: 航道整治工程; 防冲墙; 滩头

中图分类号: TV 861

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)10-0120-03

Application of anti-scour wall in waterway regulation engineering

ZHANG Jun, CHENG Tie-jun

(Changjiang Waterway Engineering Construction Headquarters, Wuhan 430010, China)

Abstract: Based on the analysis of the advantages and disadvantages of beach protection belts structure and considering the need of regulation works of navigation channels in Jiayu-Yanziwo section on the middle reach of the Yangtze River, the paper proposes a new style of beach protection belts structure, i.e. anti-scour wall, which has been used successfully.

Key words: river regulation; anti-scour wall structure; beachhead

1 工程背景

1.1 河道概况^[1]

嘉鱼—燕子窝河段地处长江中游城陵矶—武汉之间, 位于湖北省境内, 左岸属洪湖市, 右岸为嘉鱼市, 距下游武汉市104~140 km, 是长江中游重点碍航浅水道之一。整治工程实施前, 航道维护尺度为3.2 m×80 m×750 m(水深×航宽×弯曲半径, 下同)。

从平面形态来看, 本河段分为上下两段。上段嘉鱼水道平面呈弯曲放宽状, 其进口有嘉鱼岩节点控制, 洪水水面宽由1 300 m逐渐放宽至4 200 m。下段燕子窝水道平面呈弯曲收缩状, 洪水河宽由5 000 m缩窄至2 000 m, 出口有殷家角节点控制, 右侧有归粮洲、老新洲等。江中常年有心滩存在, 将水道分为左、右两槽, 年际间主流在左右两槽之间来回摆动。由于燕子窝心滩的滩形和平

面位置决定着左右槽的主次槽地位, 而燕子窝心滩滩头是心滩的重要部位, 所以保持有利的燕子窝心滩滩形及位置, 维持心滩特别是心滩头部的稳定, 是维持燕子窝水道良好滩槽格局的关键所在。

1.2 工程条件^[2]

1) 工程区域河床主要由粉细沙组成, 实测断面床沙中值粒径约在0.11~0.23 mm。心滩组成也为粉细沙, 沙的密度随深度增加而增大, 强度相应提高。燕子窝河段心滩河床 d_{50} 在0.176~0.207 mm。

2) 嘉鱼—燕子窝河段年内水位变化幅度较大, 施工受水位影响, 季节性强。

3) 工程区表流最大流速洪水期为1.92 m/s, 枯水为0.62 m/s。

1.3 结构工程方案

燕子窝心滩头部守护是关系到燕子窝水道航道条件好坏的关键工程, 因此, 工程中选取了在

收稿日期: 2012-07-31

作者简介: 张俊(1976—), 男, 高级工程师, 主要从事长江航道整治工程技术管理工作。

水工结构、护岸工程及地基处理等领域应用较为成熟的长螺旋钻孔灌注桩加高压旋喷桩组合的防冲墙形式进行心滩头部守护。

2 防冲墙结构的提出

2.1 传统心滩守护护滩带结构及特点^[3]

传统心滩守护护滩带,主要是利用护滩带对心滩头部进行守护,长江中下游采用的心滩守护型护滩带工程,主要有沙市三八滩守护工程、界牌河段航道整治工程、武汉天兴洲洲头守护工程、东流水道航道整治老虎滩守护工程等。

以上护滩工程,在总体上均起到了较好的护滩效果,但在护滩带边缘和头部水流顶冲强烈的部位,护滩带均出现了不同程度的损毁。

2.2 已建护滩带破坏原因分析

调研资料表明,不同结构形式的护滩带,其破坏形式也不尽相同,对于块石护面型的破坏主要表现在抛石部分的坍塌和沉陷,发生的部位主要在坝头的下游侧,一般情况下坝体部分主要是坍塌,而在坝体的下游侧由于翻坝水的作用形成一条冲刷坑,此冲刷坑沿坝轴线方向在坝体坡脚以外。而对于软体排型护滩带的破坏部位一般位于排体上边缘、头部以及下游一侧出现程度不一的冲刷坍塌,出现排布撕裂、排布暴露在外等现象;较为严重的情况是守护的滩体出现深达10 m左右的冲刷,排布悬空挂起来。

总体来说,护滩带破坏的原因非常复杂,不但与护滩带平面布置、自身强度、水流条件、滩体地质条件,还与施工质量有很大关系。

2.3 防冲墙结构的提出

总体来看,护滩带对滩体的守护效果是好的,但是由于护滩带边缘及头部受到水流的剧烈冲刷或底部淘刷,致使护滩带边缘悬挂或架空,造成排垫撕裂或老化,其逐步发展,进而造成整个护滩带破坏,因此宜对护滩带的边缘和头部冲刷强烈部位采取防冲措施。

联系本工程实际,鉴于燕子窝心滩头部正处于冲刷时期,当采取了护滩带对心滩头部进行守护后,其边缘必将会受到冲刷,且冲刷的强度

还比较大,为了维护燕子窝心滩头部护滩带的功能,保护燕子窝心滩头部免遭冲刷,需要采取一种刚性的、立体式的防冲墙结构来对护滩带的头部进行守护。

3 防冲墙结构运用

3.1 防冲墙前缘冲刷深度的确定

防冲结构在长江中下游航道整治工程中是首次应用。而防冲结构的稳定关键取决于防冲墙前冲刷深度确定的正确与否,为了使防冲墙前冲刷深度预测准确,分别采用了河床演变分析法、理论计算法、物理模型试验法及类似工程比较法计算防冲墙前冲刷深度,然后综合分析确定设计时考虑的墙前冲刷深度。

1) 从多年观测资料分析表明,在心滩平面形态没有大的位移的天然情况下,年际间燕子窝心滩头部的最大冲刷深度为3.4 m(2001—2005年)。

2) 理论计算法。

由于形成局部冲刷水流结构性质的改变非常复杂,目前多采用雅罗斯拉夫公式计算防冲墙前的冲刷深度。

对于非黏性河床采用下述公式计算:

$$h_{pi} = 23 \frac{\tan \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1+m^2}} \frac{v^2}{g} - 30d \quad (1)$$

式中: h_{pi} 为防冲墙前局部冲刷深度; v 为行进水流的平均流速, $v=1.64$ m/s; g 为重力加速度; m 为防冲墙墙面的坡度, $m=0$; d 为冲刷过程中,裸露出来的河床表层土颗粒筛分达15%以上质量的粗颗粒直径, $d=0.25$ mm; α 为水流方向与防冲墙迎水面切线的交角,按最不利考虑,取 $\alpha=90^\circ$ 。经计算得: $h_{pi}=6.3$ m。因此,经计算燕子窝心滩头部防冲墙前冲刷深度最大为6.3 m。

3) 类似工程比较法。

长江中下游航道整治工程中采用护滩带的工程实例较多,根据护滩带所在的河段河床组成、流速大小、冲刷部位不同,护滩带头部坍塌深度不等,经过1个水文年,冲刷剧烈部位X型排坍塌深度为4.5~7.5 m,一般冲刷部位X型排坍塌深度为2.5~3.0 m。

综合上述几种方法,预测燕子窝心滩护滩防冲墙前经过1个水文年后,冲刷深度为7.0 m。

3.2 防冲墙位置及长度确定

燕子窝心滩头部位于分流区下游,随着分流点的下移,心滩头部凸嘴是受水流冲刷最剧烈的地方,心滩的头部凸嘴是重点防护对象,因此将防冲墙布置在燕子窝心滩头部凸嘴。且由于燕子窝水道进口主流位于河道左侧,越向下,主流逐渐右偏,即主流顶冲心滩头部凸嘴的方向是自左向右偏的,范围约300 m,所以布置在心滩头部凸嘴的防冲墙长300 m,且左缘范围大于右缘。防冲墙将使冲刷限制在垂直向下发展,有效阻止冲刷向护滩排内发展,使排体免受破坏,确保护滩建筑物头部完整稳定。

3.3 防冲墙与周围护滩带的衔接处理

防冲墙帽梁首、尾及前后均与X型排搭接,X型排与防冲墙帽梁衔接应紧密,如有缝隙应用碎石填实。燕子窝心滩头部防冲墙作为YR1护滩带整体工程的一部分,墙前有45~80 m宽的X型排护滩带,墙后有80 m宽X型排护滩带。长螺旋钻孔压灌桩和高压旋喷桩施工完成后,开挖基槽,防冲墙前后均预埋X型排体,再浇筑帽梁,帽梁施工完成后,再铺石压载,使桩体与护滩带连接成一个整体。

3.4 工程结构

防冲墙结构由长13 m的 $\phi 800$ 长螺旋钻孔压灌桩和长5.3 m的 $\phi 400$ 高压旋喷桩组成,长螺旋钻孔压灌桩纵向间距1 000 mm,在长螺旋钻孔压灌桩的桩间采用长5.3 m的 $\phi 400$ 高压旋喷桩相连接,长螺旋钻孔压灌桩和高压旋喷桩中心距为500 mm。为保证防护墙墙体的整体性,在长螺旋钻孔压灌桩顶部设置1 300 mm \times 800 mm的帽梁将所有桩连接成一整体。见图1。

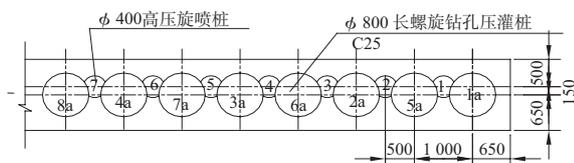


图1 防冲墙结构

3.5 工程试桩

由于工程实施地点处于长江中的沙洲上,面

临的主要困难是由于地下水较高,以及特有的粉沙地质,试桩中出现了钢筋笼下不去的现象,期间通过不断试验和总结经验,主要采取了以下针对措施:1)改压灌为吊灌,减小泵压对桩内混凝土的压力;2)进行复打,用第一次灌入的混凝土护壁;3)用压灌,旋转提升的方法克服砂层坍塌的问题;4)混凝土配比中增加缓凝剂;5)碎石级配改为0.5~2.0 cm连续级配的碎石;6)用年初的相同厂家的水泥试桩,即用助力牌PO32.5水泥;7)桩长素混凝土部分增加;8)调整灌注泵压;9)增大振动电机功率。

通过努力,终于解决了多项技术难题和客观自然条件给施工带来的不便,并确定了长螺旋钻孔压灌桩的各项合理指标,孔深13.0 m,钢筋笼外径 $\phi 540$ mm,混凝土配比:水泥PO32.5,580 kg,碎石1 104 kg(0.5~2.0 mm连续级配),中粗砂736 kg,水185 kg,坍落度18~22 cm,振动电动功率1.1 kW和15 kW。

3.6 运用效果

1)燕子窝心滩总体稳定,平面变化不大,仅在防冲墙前缘X型排护滩带边缘有所冲刷,但由于防冲墙的存在,冲刷的幅度不大,滩尾有所淤长,心滩总体仍保持相对的高大完整;2)防冲墙结构整体保持稳定。

通过2007年4月、2010年1月到防冲墙现场查勘,经观察帽梁没有出现裂痕、沉降现象;帽梁前后及两侧端部的X型排也没有发生撕裂、塌陷、鼓包等现象,说明经过3个水文年的考验防冲墙结构整体是稳定的。

参考文献:

- [1] 长江航道规划设计研究院. 长江中游嘉鱼—燕子窝河段航道整治工程初步设计[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2004.
- [2] 中南勘察设计院. 长江中游嘉鱼—燕子窝河段航道整治工程地质勘察报告[R]. 武汉: 中南勘察设计院, 2004.
- [3] 长江航道规划设计研究院. 长江航道整治工程生态护坡应用研究 [R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2008.