



周公堤水道张家湾透水坝 平面布置及结构形式比较分析

郑惊涛¹, 雷国平¹, 朱文清², 谷祖鹏¹, 余珍¹

(1. 长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011; 2. 长江航道局, 湖北 武汉 430010)

摘要: 为了不影响周公堤水道颜家台闸的正常使用, 已建的周天河段航道整治控导工程在颜家台一带方案布置存在空档, 使得河道局部放宽, 泥沙落淤, 形成浅埂。因此, 在长江中游荆江河段航道整治工程昌门溪—熊家洲段工程(周天河段)中, 在空档处布置了一道潜丁坝。为了在增加工程效果与减小对颜家台闸的影响之间找到平衡点, 对张家湾透水坝的平面布置及结构形式进行研究, 为该工程的顺利实施提供支撑。

关键词: 周公堤水道; 透水坝; 平面布置; 结构形式

中图分类号: TV 133

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)03-0130-04

Comparative analysis of layout and structure of filter dam at Zhangjiawan of Zhougongdi waterway

ZHENG Jing-tao¹, LEI Guo-ping¹, ZHU Wen-qing², GU Zu-peng¹, YU Zhen¹

(1. Changjiang Waterway Planning Design and Research Institute, Wuhan 430011, China;

2. Changjiang Waterway Bureau, Wuhan 430010, China)

Abstract: In order to guarantee the normal operation of Yanjiatai sluice gate, a gap exists in the layout scheme of the waterway regulation project of Zhoutian river. Due to the broadened local waterway, sediment deposits to form shallow ridges. A filter dam will be constructed in Zhoutian river (between Changmenxi and Xiongjiashou of the waterway regulation project of Jingjiang, the Yangtze River) to reduce sediment deposition and minimize relevant effects on Yanjiatai sluice gate. The research focuses on the layout and structure type design, and provides a theoretical basis for the successful implementation of this project.

Key words: Zhougongdi waterway; filter dam; layout; structural type

为了遏制河道向不利方向发展, 2006年12月至2008年4月实施了长江中游周天河段航道整治控导工程。在该工程实施过程中, 为了不影响周公堤水道左岸颜家台闸的正常使用, 在颜家台一带方案布置存在空档, 使得河道局部放宽, 泥沙落淤, 形成浅埂, 影响了该河段进一步提高航道尺度。即将实施的荆江河段航道整治工程昌门溪至熊家洲段工程(周天河段), 在空档处布置了一道潜丁坝, 为了在不影响颜家台闸正常使用的同时达到整治效果, 有必要对张家湾透水坝的平面

布置及结构形式进行深入研究, 以便为即将实施的荆江河段航道整治工程昌门溪—熊家洲段工程提供技术支撑。

1 河道及颜家台闸简介^[1]

1.1 河道

周公堤水道位于长江中游上荆江末端, 距武汉市428 km, 上起郝穴, 下迄胡汾沟, 为周天河段上半段, 全长12 km, 由于历史上航道出浅严重被称为“瓶子口”水道, 是长江中游的重点浅滩

收稿日期: 2013-07-17

作者简介: 郑惊涛(1982—), 男, 工程师, 从事航道工程设计、规划与研究。

水道之一。周公堤水道为进口受郝穴矶头限制的微弯放宽河道,水道内有九华寺边滩、戚家台边滩、蛟子渊边滩及周公堤心滩等淤积体,构成上起上码头,下至蛟子渊的滩脊,将靠左岸一边的

上深槽与右岸一边的下深槽隔开,主流自上深槽翻越滩脊向下深槽过渡。周公堤水道过渡槽位置极不稳定,变动范围最大达10 km,为本水道航道浅区之所在。周公堤水道河道形势见图1。

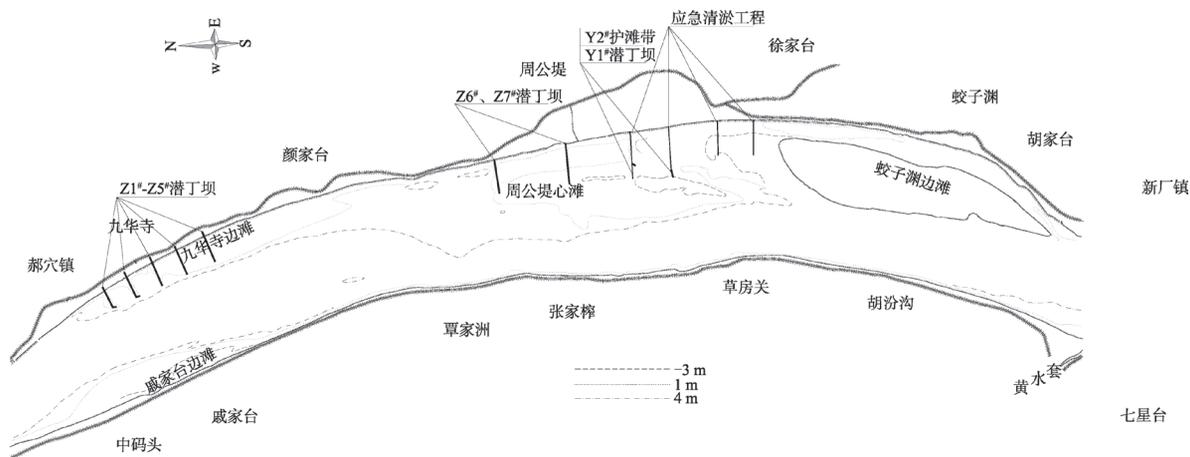


图1 周公堤水道河势

早在20世纪90年代以前,周公堤水道航行条件较为恶劣。90年代以来,滩槽相对稳定,上、下边滩交错分布,上、下深槽平顺连接,周公堤水道过渡段处于上过渡,过渡段摆动幅度较小,航道条件较好,即该水道正处于有利的河道形势。1998和1999年连续两年特大洪水后,河床发生超常淤积,滩形散乱,航道条件又有所恶化,2001年汛后对本河段实施了清淤应急工程,航道条件基本得到恢复。

通过河演分析认为,该河段是三峡工程蓄水运用后长江中游沙质河床浅滩中较早受到影响的河段,表现在三峡初期蓄水运用后,现有的有利滩槽形态将受到破坏,周公堤水道过渡段位置将发生左摆和下移从而影响主流的稳定,使周公堤水道航道条件向不利方向发展。因此,为了及时防止三峡工程蓄水运用后目前有利的滩槽形态和良好的航道条件向不利方向发展,于2006年12月至2008年4月对周公堤水道所在的周天河段实施了航道整治控导工程。控导工程实施完成后,设计航道尺度标准得到了满足,有利的河势得以维持,过渡段稳定。

1.2 颜家台闸

颜家台闸位于江陵县郝穴镇下4.5 km,属于

荆州市长江河道管理局管辖。该闸始建于1966年,为两孔拱涵式结构,每孔宽3 m、高3.5 m,闸底板黄海高程为28.71 m(即吴淞高程30.5 m),设计流量为37.6 m³/s,校核流量41.6 m³/s,运行期为每年4月15日至10月15日,当汛期水位超过黄海高程37.91 m(即吴淞高程39.7 m)时不开闸,灌溉农田40.2万亩。

2 工程概况

在控导工程实施前,周公堤水道主流有左摆趋势,过渡段有向中过渡形式发展的趋势,航道条件趋于不利,因此在河道左侧建筑潜丁坝,对左岸进行守护,从而形成新的左边界。左侧颜家台闸的存在,使得控导工程在此留有空档。从工程后效果分析看出,目前本水道存在的主要问题为:1)由于潜丁坝的高程有限,主流左摆的趋势没有完全控制住;2)由于颜家台闸一带的方案布置存在空档,使得河道局部放宽,泥沙落淤,形成浅埂。

针对周公堤水道目前存在的问题及不利发展趋势,本期工程的主要思路为:控制周公堤水道放宽段的主流变化,维护河道岸线的稳定。确定的整治方案主要包括张家湾潜丁坝工程,即在张

家湾附近布置一道潜丁坝工程，主要是为了缩减控制工程在此留有的空档，缩小枯水期过渡段的河宽，提高过渡段水流流速，对过渡段河床达到冲刷的作用。

3 张家湾潜丁坝平面布置及结构形式研究

3.1 周公堤水道潜丁坝结构形式专题试验研究

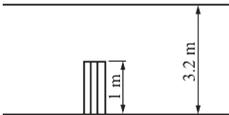
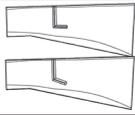
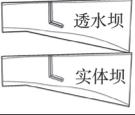
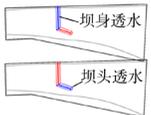
对于潜丁坝工程，需要在保持其一定的导流束水作用的同时兼顾坝体上下游淤积范围的调整。一方面要尽量避免坝体上游的大幅度淤积，以免影响上游颜家台闸的正常使用；另一方面要尽可能加大坝体下游的缓流促淤幅度及范围，以增强对过渡段滩体的守护作用。鉴于此，拟采用透水坝这种新型坝体结构形式^[2-3]。考虑到相关研究成果较少，因此本文开展了周公堤水道潜丁坝

结构形式的专题研究，同时对潜丁坝的头部布置方式进行研究^[4-5]。

结构专题研究先后采用定床水槽模型和动床大比尺局部正态模型。定床研究先在0.8 m × 20 m的矩形玻璃水槽中进行了丁坝透水率测定，随后在3.2 m × 25 m的宽玻璃水槽，进行透水丁坝局部水流流态试验。针对不同透水形式坝体局部水流特性进行分析，研究了不同坝体结构形式坝后缓流效果，优选出了较为合适的坝体透水性能。动床模型采用1:50局部正态模型，模型地形采用2012年局部放大1:2 000地形进行制模，采用双边界法控制模型边界。依据所优选出透水性的坝体结构形式，进行不同平面布置的组合，对比研究不同坝体结构局部冲淤调整变化。

试验内容及取得的主要认识如表1所示。

表1 周公堤水道潜丁坝结构形式专题试验研究主要成果

试验内容	结构形式	方案说明	主要认识
定床透水丁坝水流特性试验		分别采用不同透水性能的坝体，研究透水坝体坝后水流流态	具备一定低透水性能的透水坝体坝后缓流作用较强，能取得较实体坝更好的阻水滞流效果
实体丁坝局部区域不同勾头角度冲刷试验		分别采用直角勾头和大角度勾头，研究不同勾头角度坝体附近区域冲淤调整规律	大角度勾头条件下，丁坝对水流的调整力度更大，浅区冲刷区域相对靠下，且冲刷效果也较直角勾头更优
全透水坝与实体坝局部冲淤试验		采用相同平面布置，不同坝体结构形式，对比坝体附近冲淤效果	透水坝结构形式在缓解坝体上游淤积和掩护坝后滩体方面效果较优，但在集中和引导水流方面效果略差
坝体局部透水结构优化试验		采用相同平面布置，不同坝体透水范围，对比坝体附近冲淤效果	运用大角度勾头的平面布置，在坝身区域运用低透水性能的透水结构，能够在保证主航槽内冲刷的同时，有效缓解坝体上游的淤积和坝后局部冲刷情况，同时对于掩护后方滩体效果也较为理想

研究成果表明：实体坝结构形式在调整水流流路、集中水流冲刷浅区方面效果较优，但同时会带来坝体上游淤积及下游坝根处局部冲刷范围过大等不利现象。大角度勾头丁坝相对于直角勾头丁坝而言，在进一步调整水流、集中水流冲刷坝体下游浅区和减缓坝头绕流冲刷方面效果较明显。全透水丁坝能有效缓解坝体上游淤积及坝后局部冲刷现象，但在集中水流冲刷浅区方面效果较差。坝身透水的结构形式能够在一定程度上保证主航槽内冲

刷，同时，有效缓解坝体上游淤积和坝后局部冲刷，对于掩护后方滩体效果也较理想。

对比大角度勾头实体坝与坝身透水两种不同结构形式的局部冲淤调整可以发现：具备一定低透水性能的透水坝体能取得较实体坝更好的阻水滞流效果。对于周天河段颜家台一带的丁坝工程，运用大角度勾头的平面布置，在坝身区域运用低透水性能的透水结构，能够在保证主航槽内冲刷的同时，有效缓解坝体上游的淤积和坝后局

部冲刷情况,同时对于掩护后方滩体效果也较为理想。因此局部模型推荐采用大角度勾头平面布置及坝身低透水系数的结构形式作为周天河段丁坝工程的推荐结构形式。

3.2 周公堤水道潜丁坝河工模型试验研究

基于对周公堤水道潜丁坝结构形式专题试验

研究主要成果的认识,为了在不影响颜家台闸的前提下,最大限度的增强工程效果,针对潜丁坝的布置,设计了多种方案,并选取了3组方案进行了模型试验,相应的方案布置及工程效果见表2。

由表2可以看到,3组方案均能一定程度上改善航道条件,对颜家台闸也都存在一定的影响。

表2 周公堤水道潜丁坝河工模型试验研究一览表

方案说明	工程效果
方案A: 将方案一潜丁坝的位置上移286 m,并调整勾头的长度及方向	颜家台闸淤积幅度较无工程为0.7 m; 航道条件明显改善(放宽段内点状沙包面积由无工程的3.9万m ² 减小为0.6万m ²),勾头处局部冲刷坑5.1 m,上游颜家台闸处,枯水水位雍高5 cm
方案B: 根据周公堤水道潜丁坝结构形式专题研究的相关结论:“在坝身区域运用低透水性能的透水结构,能够在保证主航槽内冲刷的同时,有效缓解坝体上游的淤积”,在方案A的基础上将潜丁坝直段靠岸边一定长度设置成透水坝	颜家台闸淤积幅度为0.4 m; 航道条件明显改善(放宽段内点状沙包面积由无工程的3.9万m ² 减小为1.9万m ²);勾头处局部冲刷坑5.0 m,上游颜家台闸处,枯水水位雍高2 cm
方案C: 在方案B的基础上将潜丁坝下移146 m,同时直段靠岸边一定长度设置成透水坝	颜家台闸淤积幅度为0.2 m; 航道条件明显改善(放宽段内点状沙包面积由无工程的3.9万m ² 减小为2.4万m ²);勾头处局部冲刷坑4.9 m,上游颜家台闸处,枯水水位雍高1 cm

具体来看,方案A工程力度最强,但对颜家台闸的影响最大,相对而言,方案B、方案C比方案A的工程效果稍弱,但对颜家台闸的影响大幅减小,特别是方案C对颜家台闸的影响仅为0.2 m,工程效果也能够保障,有鉴于此,将方案C作为推荐方案。

3.3 张家湾潜丁坝设计方案

在颜家台闸下游1 500 m处布置张家湾潜丁坝工程,头部设置120°勾头,同时将潜丁坝直段靠岸边一定长度设置成透水坝,以减小对颜家台闸的影响。坝体总长为449 m,其中勾头长为160 m,直线段长度289 m,其中透水段长为97 m。

4 结论

本文通过理论分析、水槽概化模型及河工模型试验,对周公堤水道张家湾潜丁坝的平面布置及结构形式进行研究。具体结论如下:

1) 潜丁坝头部设置120°勾头,能够使勾头处水流更为平顺,同时还能减弱坝头水流分离产生的漩涡,改善坝头水流流态,坝体头部的冲刷坑发展深度及范围均有所减小。

2) 坝身设置一定长度的透水结构,能够在不影响工程效果的同时,有效的降低对上游颜家台闸的影响。

感谢荆江航道整治工程建设指挥部对本项目研究的支持。

参考文献:

- [1] 刘怀汉,邓良爱,雷国平,等.长江中游周天河段航道整治控导工程工程可行性研究[R].武汉:长江航道规划设计研究院,2005.
- [2] 李玉建,侍克斌,周峰.游荡型河道透水整治建筑物研究综述[J].人民黄河,2002(11): 15-17.
- [3] 蒋秀锦,李玉华,蔡人伟.空心透水坝的设计[J].小水电,1999(1): 47-48.
- [4] 程昌华,刘建新.丁坝勾长比对坝头冲淤特性的影响[J].重庆交通学院学报,1994(3): 75-82.
- [5] 程昌华,刘建新,许光祥.勾头丁坝对水流结构影响的试验研究[J].重庆交通学院学报,1994(1): 58-69.

(本文编辑 郭雪珍)