

# 新型防洪墙在山区河流上的应用

徐超炎<sup>1</sup>, 曾崇勇<sup>2</sup>, 丁易峰<sup>1</sup>, 陈丽丽<sup>1</sup>

(1. 四川江源工程咨询有限公司, 四川 成都 610041; 2. 四川省港航投资集团有限责任公司, 四川 成都 610094)

**摘要:** 因沿江梯级建设带来的水位壅高影响或原城市已建堤防的标准本身偏低, 现状堤防标准往往不能满足规范要求, 需要加高处理。以岷江黄旗坝防护堤设计为例, 提出几种新型防洪墙结构形式, 对比分析其优劣。根据不同防洪墙结构特点, 论证新型防洪墙在山区河流、城市堤防中的适用性。

**关键词:** 新型防洪墙; 山区河流; 城市堤防; 加高

中图分类号: TV 871; U 641

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)12-0145-05

## Application of a new type of flood control wall in mountainous rivers

XU Chao-yan<sup>1</sup>, ZENG Chong-yong<sup>2</sup>, DING Yi-feng<sup>1</sup>, CHEN Li-li<sup>1</sup>

(1. Sichuan Jiangyuan Engineering Consulting Co., Ltd., Chengdu 610041, China;

2. Sichuan Port and Shipping Investment Group Co., Ltd., Chengdu 610094, China)

**Abstract:** Due to the high water level caused by the cascade construction along the river or the low standard of the built embankment in the original city, the current levee standards often fail to meet the requirements of the specifications and need to be heightened. Taking the design of Huangqiba protection dike in Minjiang River as an example, this paper puts forward several new types of flood control wall structure, and compares and analyzes their advantages and disadvantages. According to the structural characteristics of different flood control walls, the applicability of the new type of flood control wall in mountainous rivers and urban embankments is demonstrated.

**Keywords:** a new type of flood control wall; mountainous rivers; city dyke; heightening

岷江(乐山—宜宾段 162 km)近期规划方案为渠化上段、整治下段, 即渠化岷江上段乐山—龙溪口 81 km 航道的老木孔、东风岩、犍为、龙溪口四级航电枢纽工程, 整治岷江下段龙溪口—宜宾合江门 81 km 航道工程。在岷江梯级开发过程中发现, 库区存在大量的堤防工程, 其中龙溪口库区约 47.4 km、犍为库区约 10 km、东风岩库区约 16.5 km、老木孔库区约 18.9 km<sup>[1]</sup>。由于岷江(乐山—宜宾段)穿过乐山城区、五通桥区、犍为县等城镇, 两岸超过 1/3 堤防位置存在已建老堤。这些堤防由于原城市防洪标准偏低, 或因枢纽建设后的水位壅高等原因, 现状标准往往不能满足规范要求, 需要加高 1~3 m。但由于城区配

套的滨江路、市政、景观设计均已打造完成, 堤防的加高需要综合考虑城市景观需求和防洪需要, 摆弃传统钢筋混凝土堤防设计, 采用新型防洪墙与城市景观有机结合, 尽量不破坏已实施的景观效果, 实现以景代堤。本文以犍为县城黄旗坝防洪堤为例, 探索新型防洪墙在山区河流上的应用。

### 1 防护区现状

黄旗坝防护区位于四川省乐山市犍为县城, 左侧为岷江干流, 右侧为黄旗坝分洪壕, 距离下游龙溪口坝址约 19 km。防护区内耕地分布高程在 320.80~326.20 m, 建筑物分布高程在 320.90~326.30 m,

防护面积  $2.91 \text{ km}^2$ 。防护区周边为已建堤防，总长约  $11.5 \text{ km}$ ，现状堤顶高程  $324.20 \sim 328.20 \text{ m}$ 。

龙溪口水库枢纽完工后，库区正常蓄水位回

水高程  $317.60 \sim 318.40 \text{ m}$ ， $20 \text{ a}$ 一遇洪水位高程  $326.50 \sim 328.16 \text{ m}$ ，高于已建堤顶高程  $0 \sim 2.0 \text{ m}$ 。

堤防布置及沿线高程分布见图 1。

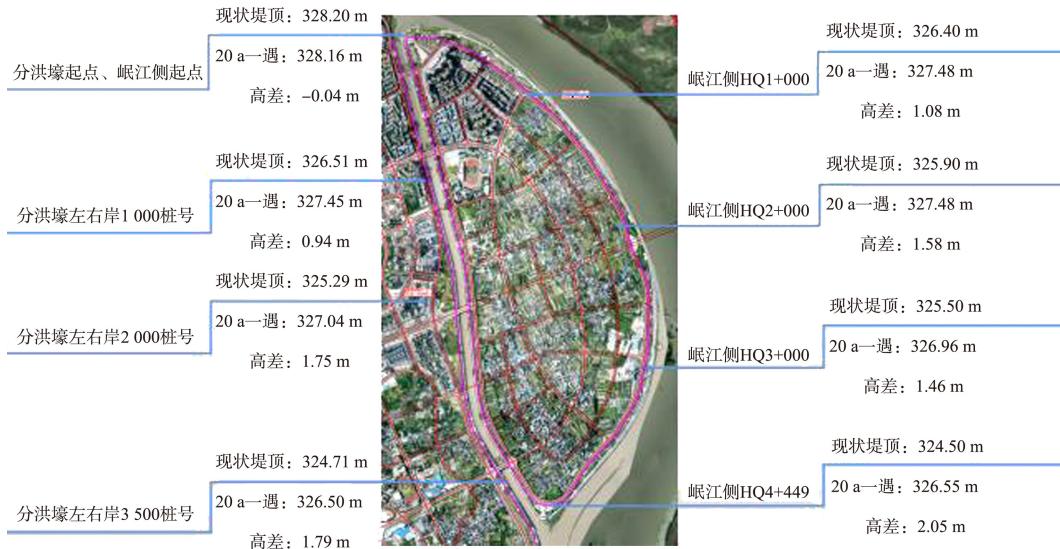


图 1 堤防布置及沿线高程

## 2 现状堤防面临的问题及解决思路

1) 已建堤防标准不够，需要进行加高。根据《堤防工程设计规范》，黄旗坝防护区应按照防洪标准  $20 \text{ a}$ 一遇进行设计，堤顶高程按设计洪水位加堤顶超高确定(堤顶超高为堤顶加高、波浪壅高及风浪爬高之和)，参照龙溪口航电枢纽工程回水计算成果，现状堤顶高程须加高  $1.0 \sim 3.8 \text{ m}$  方能满足要求。

2) 加高部分长期处于水上，亲水效果差。山区河流特点为洪水暴涨暴落、水位落差大、洪水持续时间短。黄旗坝堤防处于龙溪口枢纽库区，库区常水位回水高程仅  $317.60 \sim 318.40 \text{ m}$ ，按  $20 \text{ a}$ 一遇防洪标准加高堤防，则堤顶高于常水位  $10 \text{ m}$ 以上，如采用传统的堤防形式进行全方位的包裹防护将毫无亲水效果。

3) 堤防沿线市政景观已打造完成，加高形式的选择须兼顾景观效果。黄旗坝防护区沿线已建成滨江北路(岷江侧)、方舟路(分洪壕左侧)、滨江中路(分洪壕右侧)等，道路配套的景观设计均已打造完成，在现有基础上进行堤防的加高加固存在较大的困难和挑战，结构形式的选择须摈弃传统钢筋混凝土堤防设计，采用新型防洪墙设计。

堤防现状见图 2。



图 2 堤防现状

4) 解决思路。首先，堤防设计必须满足规范要求，黄旗坝堤防防洪标准  $20 \text{ a}$ 一遇不能降低，但可以结合堤后情况，从允许越浪的角度降低超高值，即研究堤顶加高、波浪壅高及风浪爬高值，做到“降安全超高，不降防洪标准”；其次，兼顾城市景观需求和防洪需要，尽量不破坏现已实施的景观设计，摈弃传统钢筋混凝土堤防设计，采用新型防洪墙与城市景观有机结合，实现以景代堤。

## 3 新型防洪墙的形式及应用

### 3.1 形式 1：景观堆坡塑型

采用景观堆坡塑形方式进行加高，营造蜿蜒

曲折、起伏不定的景观微地形, 前后坡度要求缓于 1:3~1:5, 在有下河通行需求处设置梯步衔接, 对于空间相对较狭窄但具备堆土条件的, 可适当设置阶梯花坛式堡坎衬砌后进行堆坡。坡体可设置简单的三维网, 后期利用三维网+植被防冲。景观堆坡堤防实景见图 3。适用范围为现有堤防后方空间足够且具备堆土条件的区域。



图 3 景观堆坡堤防实景

### 3.2 形式 2: 装配式闸板组合防汛墙

在地面以下设置混凝土基础及预埋件, 平常地表可设置盖板与周边外观协调, 汛前通过螺栓连接安装所需高度的闸板和立柱, 汛后拆除储存; 单个闸板一般长约 3 m、高约 25 cm, 每个部件之间用橡胶密封防渗<sup>[2]</sup>。以 120 m 长、4 m 高防洪墙为例, 15 名工人 3 h 可安装成功, 安装较简单。装配式闸板组合防汛墙实景见图 4。适用范围为沿江台阶需留人行通道, 但后方为广场不适宜堆土的区域, 加高高度可达 3 m。



图 4 装配式闸板组合防汛墙实景

### 3.3 形式 3: 通透式玻璃防洪墙

通透式玻璃防洪墙由底板基础和玻璃墙面组

成, 玻璃墙面包括铝合金中心立柱, 铝合金边柱、钢化夹胶玻璃、密封件、包边封盖等。玻璃防洪墙一般设计挡水高度不超过 1.5 m, 玻璃元件尺寸为: 长 1.75~2.5 m、高 0.8~1.2 m, 采用高强度双层、3 层钢化夹胶玻璃<sup>[3]</sup>。通透式玻璃防洪墙实景见图 5。适用范围为后方空间狭窄、不具备堆土条件处, 加高高度在 1.5 m 以内。



图 5 通透式玻璃防洪墙实景

### 3.4 形式 4: 活动式闸门防洪墙

活动钢闸门防汛墙由底座、钢架、挡水闸板、支撑件、橡胶止水条等组成。挡水闸板固定在钢架上, 可绕销轴翻转成垂直或水平状态。汛期可迅速将防汛墙开启, 即把挡水闸板垂直竖起挡水; 非汛期把挡水闸板放平可充当走道板, 并体现防汛墙的景观价值。活动闸门防汛墙实景见图 6。适用于重要部位或沿江台阶需留人行通道但后方为广场不适宜堆土的区域, 加高高度可达 3 m 以上。



图 6 活动式闸门防洪墙实景

几种新型防洪墙的比较见表 1。

表 1 各种防洪墙优缺点对比

| 加高形式       | 适用高度     | 投资情况                         | 优点                                  | 缺点                           |
|------------|----------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 景观堆坡塑型加高   | 可超过 3 m  | 最省钱                          | 与现有绿化景观融为一体,风格一致,且投资较省              | 需对现有景观进行部分改造                 |
| 装配式闸板组合防汛墙 | 一般 1~3 m | 3 000~6 000 元/m <sup>2</sup> | 非汛期拆除,不破坏现有绿化景观,可以满足亲水需要,且占地面积小     | 投资较高,需要足够大的仓库用于存储闸板,且汛前需及时安装 |
| 通透式玻璃防洪墙   | 小于 1.5 m | 3 000~4 000 元/m <sup>2</sup> | 美观大方,不破坏现有绿化景观,可以满足亲水和风景观赏的需要,占地面积小 | 投资较高,特定的负载能力决定了其适用高度有限       |

#### 4 越浪式防洪堤在城市堤防中的应用分析

根据《堤防工程设计规范》,不允许越浪和允许越浪的堤防安全超高值存在一定的差别<sup>[4]</sup>。采取允许越浪堤防可以有效降低堤防高度,满足城市景观和市民的亲水性要求,营造休憩、宜人的亲水环境。

我国大多数堤防堤顶和背水侧没有采取有效的工程保护措施,一旦越浪有可能使堤顶和背水侧边坡材料冲蚀破坏,造成洪水漫顶而失事。因此,一般堤防都采用不允许越浪堤防。但是,在城市堤防的城区段,结合城市整体规划、景观和交通等需要,在堤顶和背水侧边坡都采用了工程护砌,部分堤段还采取了加宽堤顶宽度的超级堤防,大大加强了城市堤防对越浪产生破坏的防御能力,为建筑允许越浪堤防提供了条件<sup>[5]</sup>。

根据《堤防工程设计规范》《港口与航道水文规范》<sup>[6]</sup>计算波浪要素(平均波高、平均周期)、波浪要素( $H_{1/3}$ 、 $T_p$ )计算越浪量  $Q$ ,分洪壕侧的单位时间单宽流量  $Q=0.9 \text{ cm}^3/(\text{m}\cdot\text{s})$ ,岷江侧的单位时间单宽流量  $Q=2 680 \text{ cm}^3/(\text{m}\cdot\text{s})$ 。

黄旗坝堤防分洪壕侧河宽小则越浪量小,岷

江侧越浪量稍大,但均在可控范围内。且山区河流洪水持续时间短,完全可通过内部排涝泵站临时抽排处理。而黄旗坝后方较平缓、高差小,且有硬化道路,因越浪造成较大破坏的可能性小,因此可考虑按允许越浪的堤防设计,减小加高高度,降低实施难度。

《堤防工程设计规范》规定:允许越浪的 4 级堤防安全加高值取 0.3 m、土堤顶面高程应高出设计水位 0.5 m 以上。故黄旗坝保护区可按允许越浪堤防设计,堤顶高程按 20 a 一遇洪水位+0.5 m 确定,以实现“降安全超高,不降防洪标准”的防洪要求,则保护区堤防加高值由原来的 1.0~3.8 m 降低至 0~2.6 m。

#### 5 新型防洪堤在堤防设计中的应用

黄旗坝堤防加高 0~2.6 m,主要加高形式采用景观堆坡塑型和阶梯式景观堆坡,在加高高度小于 1.5 m 堤段采用通透式玻璃防洪墙,下河通道及广场段采用装配式闸板组合防汛墙,地下停车场入口采用活动闸门防汛墙。堤型布置见图 7。主要形式断面及效果见图 8。



图 7 堤型布置

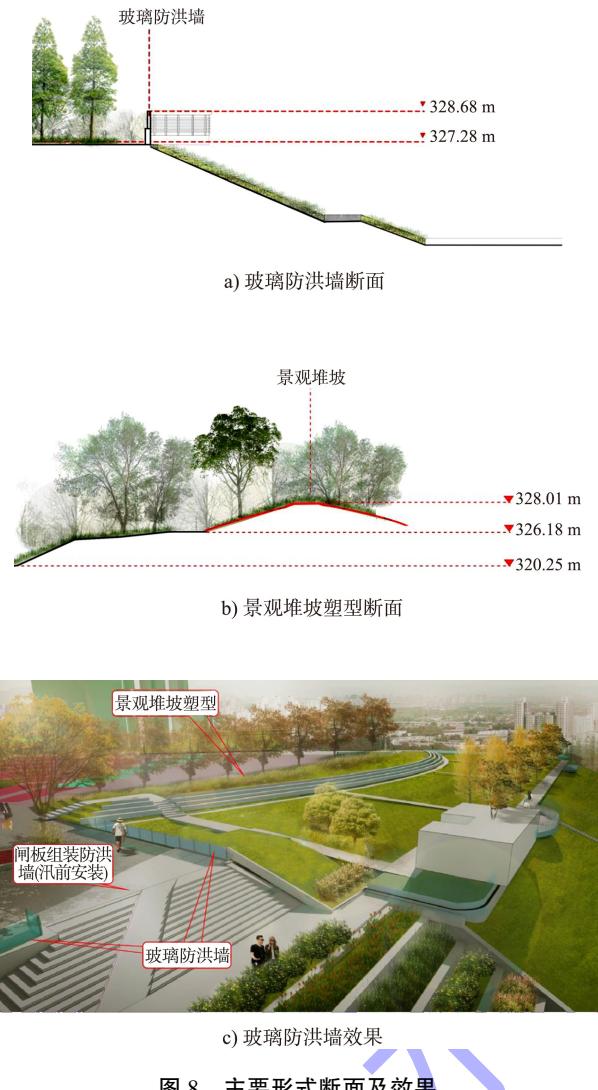


图 8 主要形式断面及效果

(上接第 114 页)

经研究和试验得知, 双管法施工工艺更适用于土石围堰的实际情况, 现场调整浆液水灰比、灌浆压力、提升速度等关键参数, 通过钻孔取芯或开挖直观检查分析, 为土石围堰结合高压旋喷桩防渗体系的施工提供了最佳对照参数。

## 6 结语

1) 土石围堰采用高压旋喷桩防渗板墙双管法施工技术, 可在提高围堰挡水和防渗能力的同时, 降低施工成本、加快施工进度。

2) 通过岷江犍为航电枢纽一期一段土石围堰高压旋喷桩防渗板墙双重管法施工工艺专题研究、试验与分析, 确定施工工艺及最佳施工参数, 可

## 6 结论

1) 城市防洪工程处于人口集中区域, 防洪要求相对更高, 滨水沿线是城市提供亲水休闲的最佳场所之一, 应追求人性化、舒适性、亲水性, 要求在防洪与视觉效果上能够尽量二者兼顾。

2) 提出景观堆坡、组装式防洪墙、玻璃式防洪墙、活动闸门防洪墙等新型防洪堤结构形式, 为城市堤防提供了新的思路, 可在城市堤防工程加高时参考。

## 参考文献:

- [1] 中国电建贵阳勘测设计研究院有限公司.岷江龙溪口航电枢纽工程初步设计报告[R].贵阳:中国电建贵阳勘测设计研究院有限公司, 2017.
- [2] 李福金, 范今朝, 杨名玖.活动钢闸板防洪墙在哈市道里堤段中的应用[J].黑龙江水利科技, 2004, 31(3): 124.
- [3] 陈剑, 田小平, 叶坤华, 等.钢化玻璃防汛墙在城市防洪工程中的应用[J].水利规划与设计, 2017(2): 146-149.
- [4] 水利水电规划设计总院.堤防工程设计规范: GB 50286—2013[S].北京:中国计划出版社, 2013.
- [5] 郭浩.允许越浪堤型在城市堤防中的应用实例[J].黑龙江水利科技, 2010, 38(6): 220.
- [6] 中交第一航务工程勘察设计院有限公司.港口与航道水文规范: JTS 145—2015[S].北京:人民交通出版社, 2015.

(本文编辑 武亚庆)

为同类工程提供参考。

## 参考文献:

- [1] 田清玉.围堰的种类和施工技术[J].吉林农业, 2013(9): 88.
- [2] 梁雷.试析水利工程围堰施工技术与要点[J].民营科技, 2017(11): 19.
- [3] 庄燕.龙潭水库除险加固工程施工导流方案设计及技术分析[J].陕西水利, 2017(2): 87-88.
- [4] 王常红.施工导流系统不确定性问题的分析与应用研究[D].武汉:武汉大学, 2013: 60-65.
- [5] 熊波.试析水利水电施工中导流和围堰技术的运用[J].低碳世界, 2016(25): 115-116. (本文编辑 郭雪珍)