

新型防洪墙在余姚城市防洪中的适用性分析

陈强,郭双贺,刘利生

(余姚市水利电力建筑勘测设计院,浙江 余姚 315400)

摘要:介绍了国内广泛应用于城市防洪体系建设中的新型防洪墙,以浙江省余姚市防洪建设为研究背景,通过层次分析法建立判断模型,结合余姚市已建工程实例,分析了移动式防洪墙、玻璃防洪墙、气盾坝防洪墙、H型护岸柱等新型防洪墙在余姚市的适用性。结果表明:在余姚城市防洪体系建设中应用的新型防洪墙,在保证防洪安全的前提下,更能满足余姚市当前城市防洪的需要。研究成果可以为有类似需求的城市在防洪建设中提供治理思路,为同类城市防洪建设提供参考。

关键词:城市防洪;新型防洪墙;层次分析法

中图分类号:TV223.4+2

文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2024)09-0154-04

0 引言

城市防洪在20世纪90年代还很少提及,随着城市的发展,城镇居民生活水平的提高,比河道防汛要求更加全面、更加严格的“城市防洪”概念被提出。城市防洪的重点是“防”,以工程措施为主,非工程措施为辅,建立完整的防洪体系,是国内外城市防洪的普遍对策。城市防洪体系的建设需要城市整体规划与防洪规划充分交流,做好城市防洪规划与自然景观之间的协调,做到“防”与“景”相结合^[1,2]。目前,城市防洪的研究仍处于起步阶段,还需要开展大量的工作。

防洪墙是世界各国城市防洪的主要工程措施。传统防洪墙主要采用土堤、浆砌石或混凝土防洪墙。这些传统防洪墙仅能保证防洪安全,很难与周边环境相协调。因此,有学者提出在工程建设前将环境景观理念和方法进一步引入防洪墙设计之中,通过水工设计与景观设计的配合,将防洪建筑物打造成城市新景观^[3]。

基于此,近年来生态、美观的移动式防洪墙、玻璃防洪墙、气盾坝防洪墙等新型防洪墙得到不断推广,以实现城市防洪水利工程生态化,体现了以人为本的规划理念。

1 新型防洪墙在余姚城市防洪中的应用

余姚市位于浙江省东部,最大河流姚江及其支

流最良江组成城区水系,纵贯整个余姚市东西轴线。2013年余姚市在遭受了“菲特”台风带来的巨大损失后,迫切需要进行城市防洪安全建设,省政府要求重点推进该项工程,工期特别紧张。

由于城市建设的需要,余姚市城区段河道防洪既不能影响城市景观,又要保证居民的亲水环境,因此城区的河道堤防基础格局无法进行调整,必须利用现状堤防进行改建。

张建达、张松达^[4]针对余姚城市防洪建设提出,要树立先进的城市防洪建设理念,树立“以人为本”与“人与自然和谐”相结合的观念。张芳等^[5]专家提出,姚江堤防整治要顺应城市时代的发展。

在城市防洪体系建设中选取合适的工程措施需要考虑的因素较多,因此需要对其适用性进行综合评价。本文以余姚市姚江城区段已建堤防为例,包括移动式防洪墙、玻璃防洪墙、气盾坝防洪墙等新型防洪墙,对比传统浆砌石挡墙,通过层次分析法^[6-8]分析新型防洪墙在余姚城市防洪体系建设中的适用性。研究成果可为城市后续防洪体系的建设提供治理思路,为同类城市防洪建设提供参考。

余姚市姚江城区段堤防加固工程主要包括:一期工程加固堤防长度11.533 km,二期工程加固堤防长度20 km,三期工程加固堤防长度13.42 km,总长44.953 km。其中,最良江西石山桥至念德桥段、姚江至溪凤桥段、兰江广场南侧段及其他局部区段总长约4.2 km的堤线范围采用了移动式防洪墙(见图1),最良江念德桥以西段、沈家谭家岭西路北段及中

收稿日期:2023-08-12

作者简介:陈强(1992—),男,硕士,工程师,主要从事水利工程设计工作。

山河局部段总长约 2.5 km 的区段采用玻璃防洪墙(见图2),最良江北岸兰江广场段约 0.18 km 长的范围采用气盾坝防洪墙(见图 3)。新型防洪墙的优缺点分析见表 1。



图 1 移动防洪墙



图 2 玻璃防洪墙



图 3 气盾坝防洪墙

表 1 新型防洪墙的优缺点

新型防洪墙类型	生态景观性	施工难度	工程投资
移动式防洪墙	无任何遮挡视线结构,不会破坏现状景观和城市格局	占地面积小,仅须设置一道钢筋混凝土基础	6 500 元 /m + 后期运行管理费用
玻璃防洪墙	可营造通透的滨江视野效果	占地面积小,仅须设置一道钢筋混凝土基础	4 100 元 /m + 后期市政管理费用
气盾坝防洪墙	不占地面以上的空间,不破坏原来的地貌	结构相对较为复杂,施工难度较大	25000 元 /m + 后期运行维护管理费用

2 评价模型的构建

评价模型的构建包括目标层、标准层和指标层，

图 4 为评价指标体系图。

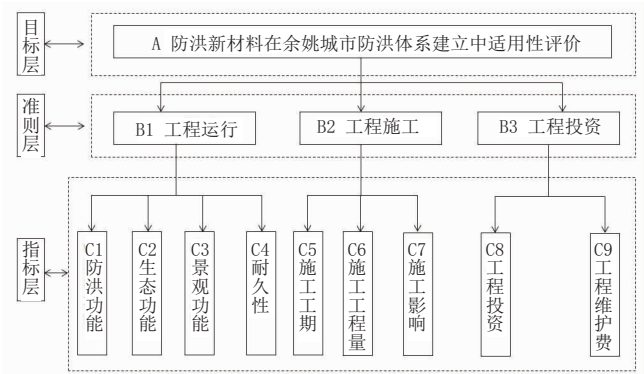


图 4 评价指标体系图

2.1 目标层

本文的目标层为新型防洪墙在余姚城市防洪体系建立中的适用性评价。

2.2 准则层

为了综合评价新型防洪墙在余姚城市防洪体系建立中的适用性:首先,明确新型防洪墙完工后的效果是否满足城市防洪需求,这是新型防洪墙在城市防洪体系建设中的决定性因素;其次,要分析新型防洪墙的耐久性等在运行中的效果,分析运行期间防洪墙随着时间的变化其工程质量有何变化。故将工程运行作为第一条准则层因素。

新型防洪墙工程施工是其适用性评价的重要内容之一。之所以要进行施工评价,是因为城市防洪体系的完善刻不容缓,必须明确新型防洪墙的施工工期、工程量的大小及其对周边环境的影响是否满足余姚城市防洪体系的需要。所以,将施工评价作为第二条准则层因素。

在建设防洪体系选取防洪材料的时候,根据工程形式和规模大小,必须确定工程投资。考虑洪水会对城市居民的人身安全和财产安全产生灾难性的影响,与之相应的工程投资效益需要合理、恰当地估计。因此,工程投资作为准则层因素之三。

以上 3 项为新型防洪墙在余姚城市防洪体系建立中的适用性评价层次分析法准则层内容。

2.3 指标层

(1)新型防洪墙工程运行期评价大致可分为:工程是否满足城市防洪工程的要求;工程是否具有生态性;工程的景观性能否满足周边居民需求,能否与周边景观协调;在工程的运行期,工程质量随时间发生的变化是否会造成影响防洪体系安全的质量缺陷。

(2)新型防洪墙的施工评价应包括:施工工期、

施工工程量以及施工过程中对周边的影响。

(3)新型防洪墙的投资评价内容包括:前期工程造价以及后期运行维护费用。

3 判断矩阵

判断矩阵是对该层次因素对上级某个相关因素的相对重要性的反映,是决策的基本依据。本文通过咨询本单位专家,构造判断矩阵。

填写判断矩阵的方法是:让专家分别对准则层和指标层的各因素进行两两对比,按分数 1~9 确定重要性标度值(见表 2)。余姚市城区段堤防加固工程施工工期紧张,因此本单位专家认为,施工工期明显比施工工程量及施工对周边的影响重要,且沿线堤防涉及征地较多,推进项目要考虑周边群众的意愿,因此专家认为施工对周边的影响比施工工程量重要。

表 2 重要性标度含义表

分数	含义
1	i,j 两个指标同样重要
3	i 指标比 j 指标稍重要
5	i 指标比 j 指标明显重要
7	i 指标比 j 指标强烈重要
9	i 指标比 j 指标极端重要

由于水利工程的后期维护费用很难保证,因此本单位专家认为,工程前期造价比后期维护费用强烈重要。综合上述考虑,专家填写的权重判断矩阵见表 3 至表 6。

表 3 判断矩阵表 A-B

A	B1	B2	B3
B1	1	5	7
B2	1/5	1	3
B3	1/7	1/3	1

表 4 判断矩阵表 B1-C

B1	C1	C2	C3	C4
C1	1	5	5	3
C2	1/5	1	1	1/3
C3	1/5	1	1	1/3
C4	1/3	3	3	1

表 5 判断矩阵表 B2-C

B2	C1	C2	C3
C1	1	5	3
C2	1/5	1	1/3
C3	1/3	3	1

表 6 判断矩阵表 B3-C

B3	C1	C2
C1	1	7
C2	1/7	1

3.1 层次单排序与检验

由专家对各层元素重要性数值化后,填写判断矩阵,之后要进行层次单排序和总排序。层次单排序是指判断矩阵中各因素对应准则的相对权重。对这 n 个列向量求取算术平均值作为最后的权重。具体的公式是:

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

式中: W_i 为第 i 行指标的权重; i 为第 i 行的指标; j 为第 j 列的指标; n 为指标的数量; a 为专家填写的重要性标准值; a_{ij} 为第 i 行 j 列重要性标度值。

为了保证判断矩阵的逻辑合理性,需要对判断矩阵进行一致性检验。

第一步,计算一致性指标 C.I.:

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

第二步,通过查表确定相应的平均随机一致性指标 R.I.。

第三步,计算一致性比例 C.R.并进行判断:

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

当 $C.R. < 0.1$ 时,判断矩阵的逻辑合理;当 $C.R. > 0.1$ 时,判断矩阵不满足要求,需要重新修正判断矩阵。

计算每个矩阵的权重并进行逻辑合理性判断,具体见表 7 至表 10。

表 7 权重判断矩阵 A-B

A	B1	B2	B3	W
B1	1	5	7	0.730 6
B2	1/5	1	3	0.188 4
B3	1/7	1/3	1	0.081 0

表 8 权重判断矩阵 B1-C

B1	C1	C2	C3	C4	W
C1	1	5	5	3	0.557 9
C2	1/5	1	1	1/3	0.096 3
C3	1/5	1	1	1/3	0.096 3
C4	1/3	3	3	1	0.249 5

表 9 权重判断矩阵 B2-C

B2	C5	C6	C7	W
C5	1	5	3	0.637 0
C6	1/5	1	1/3	0.104 7
C7	1/3	3	1	0.258 3

表 10 权重判断矩阵 B3-C

B3	C8	C9	W
C8	1	7	0.875 0
C9	1/7	1	0.125 0

因为 $C.R.=0.055\ 9<1$,所以认为求得的权重 W 可以较好地反映一级指标中各指标的相对重要程度。

通过计算, $C.R.=0.099\ 0<0.1$,求得的权重 W 可以较好地反映各指标的相对重要程度。

通过计算, $C.R.=0.062\ 4<0.1$,求得的权重 W 可以较好地反映各指标的相对重要程度。

通过计算, $C.R.=0<0.1$,求得的权重 W 可以较好地反映各指标的相对重要程度。

3.2 层次总排序与一致性检验

总排序是指一个判断矩阵中的各因素针对目标层的相对权重。此权重的推求要自上而下逐层进行。

同样,也需要对总排序结果进行一致性检验,当 $C.R.(k)<0.1$ 时,矩阵的整体逻辑性合理。

准则层(B1 工程运行、B2 工程施工、B3 工程投资)与指标层(C1 防洪功能、C2 生态功能、C3 景观功能、C4 耐久性、C5 施工工期、C6 施工工程量、C7 施工影响、C8 前期工程投资、C9 后期工程维护费用)层次总排序具体计算数据见表 11。

通过计算, $C.R.(3)=0.073\ 8<0.1$,求得的权重 W 可以较好地反映各指标的相对重要程度。

由准则层因素权重可知:“新型防洪墙在余姚城市防洪体系建设中适用性评价”各因素评价重要性排序为 $B1>B2>B3$ 。根据上述计算结果,第二层指标中对评价影响最大的因素首先是材料防洪功能、材料的耐久性以及施工工期,其次是工程投资、材料的生态功能和景观功能。

4 结 论

新型防洪墙在余姚城市防洪体系中的应用,相

表 11 层次总排序

指标层	准则层			
	B1	B2	B3	W
	0.730 6	0.188 4	0.081 0	
C1	0.557 9			0.407 6
C2	0.096 3			0.070 4
C3	0.096 3			0.070 4
C4	0.249 5			0.182 3
C5		0.637 0		0.120 0
C6		0.104 7		0.019 7
C7		0.258 3		0.048 7
C8			0.875 0	0.070 8
C9			0.125 0	0.010 1

较于传统浆砌石挡墙具有更高的适用性。在余姚城市防洪体系建设中,工程措施的适用性影响最大的因素为材料的防洪功能,其次为材料的耐久性、施工工期、工程投资、材料的生态功能及景观功能。

新型防洪墙形式在余姚城市中心区段、城市景观要求较高区段,既能很好地满足防洪要求,同时能够满足城市时代发展和居民对周边生活环境的要求。新型防洪墙的推广可为城市防洪后续建设提供创新思路,同时为类似城市的防洪体系的建设提供参考。

参考文献:

[1] 黎龙凤,于勉.对城市防洪工程的管理思考[J].水利建设与管理,2010(5):37-39.

[2] 崔洪志.城市防洪规划关键问题解析[J].技术经济与管理,2019(11):117-118.

[3] 周坚.城市防洪墙景观设计理念和方法的研究[J].河海大学学报,1999,27(6):44-47.

[4] 张建达,张松达.余姚市城市防洪建设的实践与探索[J].浙江水利科技,2003(2):72-73.

[5] 张芳,黄科琪,金羽,等.宁波市姚江多功能地方治理基本思路和对策措施——关于传统水利向城市水利转变的思路[J].水利技术监督,2012(2):20-22.

[6] 傅春,李云翊.基于层次分析的抚河抚州段河流健康综合评价[J].南昌大学学报(工科版),2017,39(1):1-7.

[7] 董琳,景文洲,董莉.基于层次分析法的中小河流治理规划实施情况评估研究[J].海河水利,2018(6):25-28.

[8] 依茹罕.基于规范法与层次分析法的大坝安全综合评价——以大西山水库为例[D].大连:辽宁师范大学,2020.