

绿色生态堤防建设体系的构建

钱敏浩

(上海市堤防泵闸建设运行中心, 上海市 200080)

摘要: 城市堤防正面临全面建成“绿色生态堤防”的挑战,在保证防洪、贯通、安全、功能的同时需更注重生态、景观和滨水体验,对现阶段堤防建设的提升策略和安全管理都提出了一定的要求。通过构建绿色堤防的建设目标、提升策略和安全保障的质量环,提出了现阶段堤防建设的结构性指南,为后续的堤防工程规划设计和运行管理提供了参考性指导意见。

关键词: 绿色堤防;堤防建设;堤防提升策略;堤防安全保障

中图分类号: X4

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)07-0138-04

0 引言

随着城市的发展,人民群众对于公共空间,尤其是滨水公共空间的需求越来越强烈。近年来黄浦江和苏州河两岸滨水空间的开放,特别是中心城区浦江两岸45 km滨江贯通的实现,获得了人民群众的广泛好评。

上海市堤防处作为防洪工程建设和设施管理单位,对黄浦江和苏州河堤防采用统一直接管理的方式,在堤防的巡查和养护方面已实现了全覆盖和不间断。目前,黄浦江和苏州河正处在堤防建设和管理水平全面提升的阶段,堤防处每年持续实施堤防专项维修项目,逐段消除防汛安全隐患^[1],并与沿岸码头建设规划相结合,综合考虑堤防建设的最优方案。为贯彻国家对生态及环保的需求,打造城市“绿色生态堤防”^[2],在筑牢城市安全防线的同时,兼顾堤防景观、空间形态等方面布局建设^[3],建设高质量的滨江公共开放空间,确保规划设计和建设管理质量,促进社会满意度提高,是堤防建设管理工作现阶段的一大课题。

绿色生态堤防建设应主要从三个方面进行研究,包括建设目标、提升策略、安全保障(见图1)。其中建设目标是前提,提升策略是路径,安全保障是支撑,三者缺一不可。本文综合考虑了上海市河道、堤防及两岸公共空间的各项设计规范、管理技术规定等,结合堤防建设、管理和维修方面的经验,明确了

由绿色堤防的建设目标、提升策略和安全保障三个方面构成的质量环,提出了现阶段绿色堤防建设过程中各个环节的结构性内容,以此为参考以供水务工作者参考。

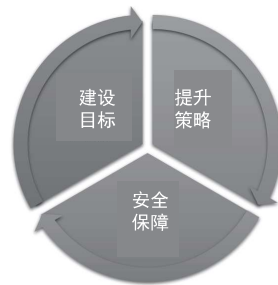


图1 绿色生态堤防建设

1 绿色生态堤防建设目标

1.1 贯通

绿色生态堤防应建设整体、开放的滨水公共空间体系,实现滨水贯通,保证慢行系统的连续性、连通性,最大限度实现滨江空间开放,满足市民、游客亲水近水等多种活动的体验需求。

1.2 安全

绿色生态堤防的安全性包含防汛墙和岸段的结构安全、堤防保护管理安全和游客体验安全等多方面内容。不断提高堤防工程设计管理水平,形成健全的防汛安全体系和保护管理机制,完善安全防护、安全预警、应急救援和疏散避难等相关的设施保障,营造活动安全,放心可靠的滨江空间。

1.3 功能

绿色生态堤防应在防汛安全的前提下,统筹考虑景观堤防、生态堤防、文化堤防等功能的顺利发挥,同

收稿日期: 2021-03-23

作者简介: 钱敏浩(1986—),男,本科,助理工程师,从事水利工程管理工作。

步解决通航河道的通航安全问题、墙后场地的贯通排水问题、跨穿沿河构筑物的问题、其它设施的近远期结合问题等问题,避免重复建设。

1.4 生态

绿色生态堤防是打造生态化城市的重要组成部分,应坚持生态为先、功能为先,严格保护生态资源,尊重自然本底现状,改善动植物生境,连通生态廊道,提升生物多样性。景观必须服从生态和功能,营造出丰富多样的滨水绿化环境。

2 绿色堤防提升策略

2.1 亲水提升策略

亲水提升的目标是增加亲水空间可达性、提升亲水体验、弱化堤防的隔绝作用。亲水空间可达性通常是采用亲水平台或多级防汛墙的构造来实现,随着新材料新技术的发展,如组合式防汛墙、装配式防汛墙等,依靠其独特的优势,逐步成为增益结构投入使用。各设施的设计提升策略如下所述^[4]。

2.1.1 亲水平台

亲水平台能够实现从陆地到水域的延伸,便于市民一览江景风光。为满足防洪、除涝、通航等要求,亲水平台的设置不得侵占河道水域,在通航河道凹岸不得超过码头控制前沿线。因此,设计河口线在条件允许的情况下可按河道蓝线退界实施,或在征得水行政主管部门的同意下,亲水平台可采用外挑结构。同时对于已有废弃码头,可利用改造为亲水平台,既利用原有结构,又节省投资,见图2、图3。

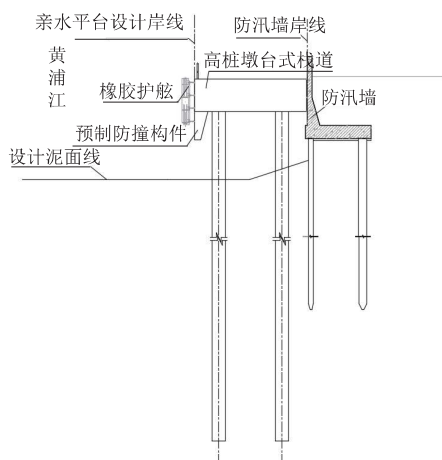


图2 高桩梁板亲水栈道断面示意图

2.1.2 多级防汛墙

防汛墙墙后腹地用地条件允许时,宜采用多级防汛墙,打造多层次的视觉空间,提升滨水空间的可达性,提升滨水体验。为弱化堤防的隔绝作用,高差

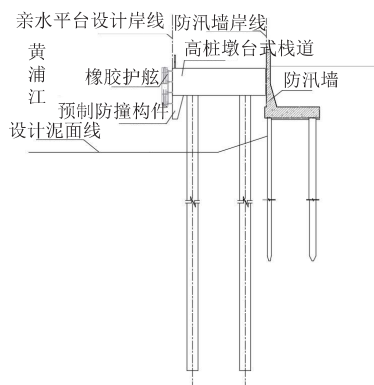


图3 高桩墩台式亲水栈道断面示意图

处理的做法有缓坡形式、横向台阶形式、纵向台阶形式等形式,可根据用地条件和景观布置方案进行设计,见图4。

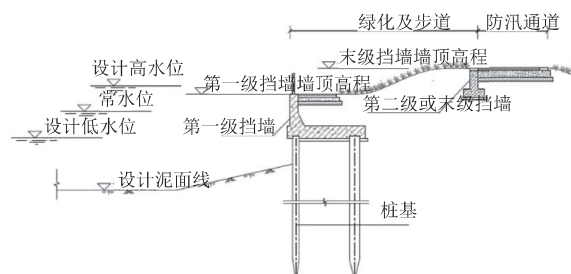


图4 二级防汛墙典型结构型式

2.1.3 组合式防汛墙

在确保防汛安全的前提下,如何提升亲水性,避免临河不见河的问题,新型护岸日趋备受重视。经专项论证后,在保证防汛安全的前提下,在滨河景观段,安全超高水位以上可采用组合式防汛墙,便于拆卸及组装,见图5、图6。

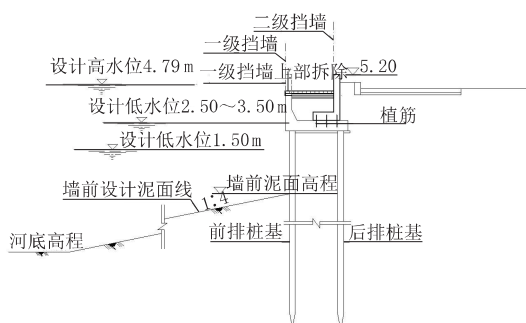


图5 组合式防汛墙典型断面(合建式)

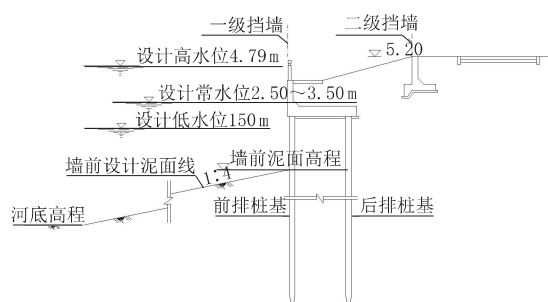


图6 组合式防汛墙典型断面(分离式)

2.2 生态提升策略

2.2.1 生态化提升护岸

防汛墙在确保结构安全的前提下,应优先考虑结构的生态性,采用水土保持功能良好的植生土坡及生态材料建设的护坡或挡墙,可实现水陆横向连通,可为水生动植物提供良好生境条件等功能;还应具备使河水与土壤相互渗透,增强河道的自净能力。采用较多的生态结构有生态框和自嵌式挡墙、石笼、水土保持毯、生态袋以及生态混凝土等,宜根据各结构的适用条件进行选择,见图7、图8。

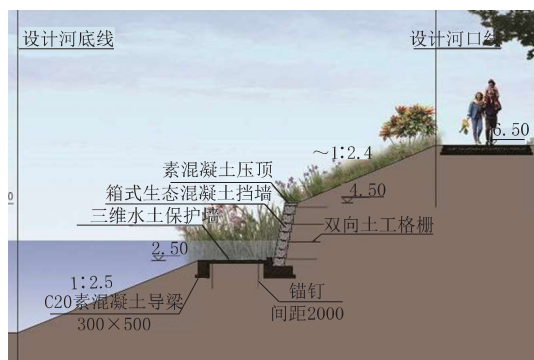


图7 生态护坡+生态混凝土挡墙断面示意图

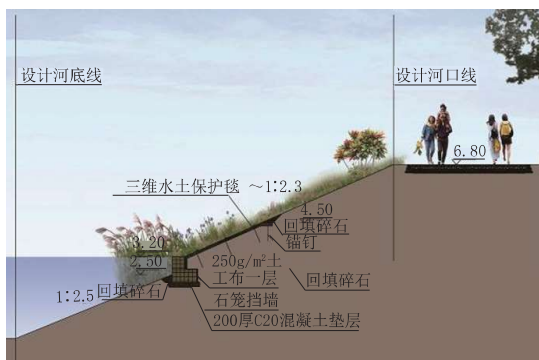


图8 生态护坡+石笼挡墙断面示意图

2.2.2 海绵理念的运用

海绵城市的建设理念,以防洪排涝体系为支撑,充分发挥绿地、土壤、河湖水系等对雨水径流的自然积存、渗透、净化和缓释作用,实现城市雨水径流源头减排、分散蓄滞、缓释慢排和合理利用,共同构建蓄泄合理、排用结合的城市良性水循环系统。

陆域缓冲带中防汛通道、游步道、慢行道、休憩平台等采用的透水铺装、人工湿地、生物滞留设施、植草沟等低影响的开发设施。

陆域缓冲带应尽量保留和利用原有滨岸带的植物群落,地被植物宜选择覆盖率高、拦截吸附性能好的物种。

河道断面应结合周边地块的开发利用情况、水体的水文特征、可利用空间及景观需求等,采用多样

化的断面形式,合理选择生态驳岸材料。

2.3 安全提升策略

绿色生态堤防的建设不可避免的改变原有堤防结构的受力及抗渗情况。在亲水及生态提升的同时须做好安全提升。

2.3.1 堤防自身结构安全

结构安全应满足设防标高达标、结构稳定性达标^[4]和渗流安全性达标三方面的内容。

结构稳定性不达标主要细分为整体稳定不达标、抗滑移稳定性不达标和基底应力比不满足要求三类。

生态绿色堤防的建设为了使岸线更加亲水富于变化及趣味性,一般会在防汛墙后设置景观堆坡或一些景观小品,相当于增加了堤防墙后的荷载值。

按照荷载距离墙后6 m、7 m、8 m、10 m、20 m、30 m,按照墙后5 kN/m²、10 kN/m²、15 kN/m²、20 kN/m²、25 kN/m²、30 kN/m²的荷载建立模型进行计算整体稳定值,见图9~图12。

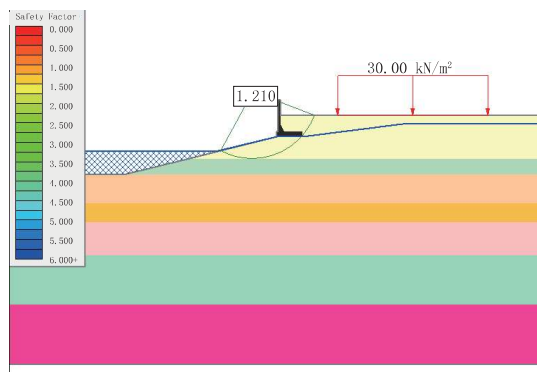


图9 防汛墙整体稳定计算模型示意图

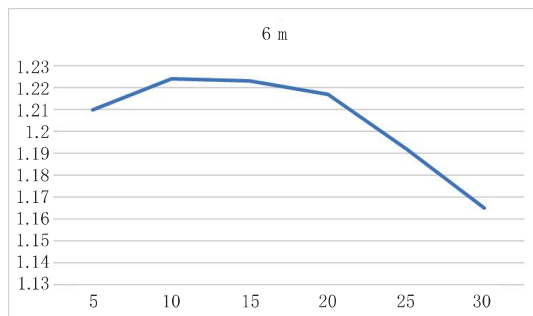


图10 荷载作用在墙后6 m外,不同荷载作用下防汛墙整体稳定安全系数计算值

根据模型稳定计算,墙后堆载距离防汛墙较近时随着荷载的增加对防汛墙的安全影响趋于增大,而在墙后8 m之外,墙后荷载值的增加对防汛墙稳定性影响趋于稳定^[5]。因此建议在生态化提升改造时应在墙后保持一定的安全距离,可以减少对防汛墙自身结构的影响,进而减少改造的堤防结构的投资。

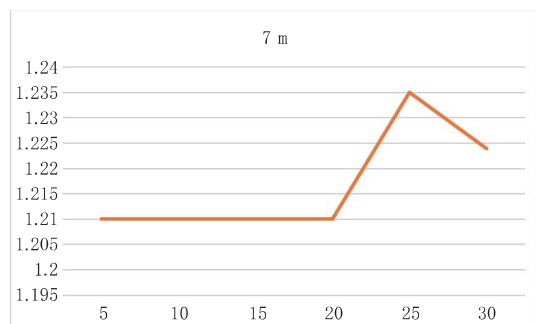


图 11 荷载作用在墙后 7 m 外,不同荷载作用下防汛墙整体稳定安全系数计算值

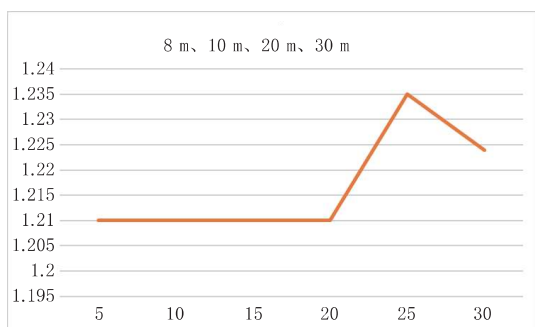


图 12 荷载作用在墙后 8 m 外,不同荷载作用下防汛墙整体稳定安全系数计算值

根据不同堤防结构以及不同地质情况,墙后荷载安全距离应以实际计算为准。

结构渗透稳定分为本身渗漏和基础渗漏,处理的基本原则是“以堵为主,辅以疏导”,在制定处理措施时,要根据渗漏发生的原因、部位和危害程度以及修复条件等实际情况而定,渗透稳定处理应与结构稳定同步考虑。

结构及稳定性满足要求,仅为设防标高不达标的情况下,常规做法是进行防汛墙接高处理节约工程投资,见图 13。堤防结构位于墙后地坪以上的部分在不影响结构安全的前提下可以适当进行墙体美化,如涂鸦等。

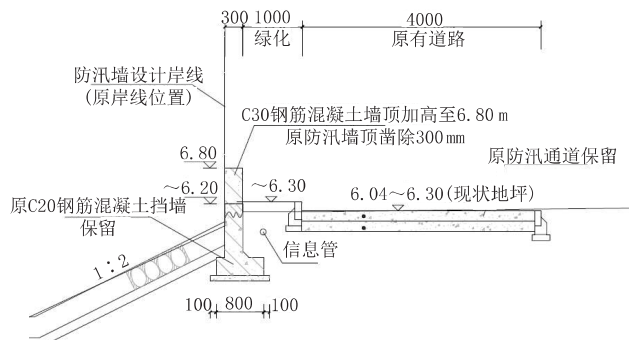


图 13 防汛墙接高处理示意图

2.3.2 堤防附属结构安全

堤防附属结构的安全与游客的安全息息相关,是堤防安全的重要组成部分,应给予足够的重视。用

电设备、信息管线等配套设施应在方案设计阶段同步考虑。栏杆、座凳等应满足规范要求,型式上考虑老人儿童的需求,减少可能发生的安全隐患,并严格把控安装质量。设置标志牌、警示牌、以及监控信息系统等便于日常安全管理。

2.4 统筹建设

在防汛安全的前提下,宜同步解决墙后场地的排水问题,根据墙后场地标高条件考虑直排河道,或利用现状排放口、在墙后范围修建闸门井、增设排水口的控制环节等措施。针对跨穿沿河构筑物问题,在建设主体确定的前提下,明确各自的工程范围和边界,预留衔接节点;在建设主体不确定的前提下,应预留相应跨穿河结构实施位置。对于沿河构筑物需考虑后侧可能存在的附加荷载;对于跨河构筑物,需优化桩基布置和底板尺寸,为跨河构筑物预留桩位。

针对二级挡墙近远期处理的问题,在无法将堤防的二级挡墙一次性实施到位的前提下,可考虑组合装配式二级挡墙结构型式,实现近期防汛墙的快速防汛封闭,后期吊装预制装配式二级挡墙至墙后腹地范围,实现二级挡墙的重复利用,减少废弃工程。

3 绿色堤防安全保障

3.1 防汛安全保障

绿色堤防防汛墙设计结构断面应满足现行国家、行业、地方标准所规定的安全性要求,防汛墙衔接设计应处理好上下游、近远期的关系,做到防汛封闭防线的闭合。防汛抢险通道应保持畅通连续。当采用两级挡墙式防汛墙时,应分别设置防汛抢险通道。

3.2 管理安全保障

绿色堤防设施的维修养护责任单位应当落实堤防设施的巡查制度,按照规定要求进行巡查,及时处理存在安全隐患的岸段,充分发挥堤防设施防汛功能效益。若防汛墙被景观绿化覆盖,应在墙顶做好标志标识工作,便于后期日常巡查维护^[6]。

滨水公共空间的开放,应为市民、游客在滨江开展各种活动提供安全防护、安全预警、应急救援和疏散避难等安全保障,严控公共安全风险,保证公共活动安全。安全警示设施包括安全防护栏杆、落水救生设备、安全警示标志等。人流防护区域应设置防护栏杆、一定的落水救生设备;针对需要安全警示的岸段,在显目位置设置安全警示标志。

在运行管理方面,应当实时监控人流密集区的

表 3 左幅桥桥面板预应力钢筋张拉前后桥面板应变变化值

桥幅	截面	位置	张拉前应变值 / $\mu\epsilon$	张拉后应变值 / $\mu\epsilon$	应变差值 / $\mu\epsilon$	实测应力 /MPa	理论应力 /MPa	差值应力 /MPa
左幅	6	L6	3 491.4	3 738.4	247	8.89	9.88	-0.99
		L4	3 615.3	3 840.7	225.4	8.11	9.88	-1.77
		L1	3 841.6	4 061.3	219.7	7.91	9.88	-1.97
	5	L6	3 656.3	3 768.1	111.8	4.02	6.99	-2.97
		L5	3 786.3	3 893.4	107.1	3.85	6.99	-3.14
		L4	3 580.1	3 758.4	178.3	6.42	6.99	-0.57
		L3	3 707.5	3 856.1	148.6	5.35	6.99	-1.64
		L1	3 803.7	3 934.7	131	4.71	6.99	-2.28

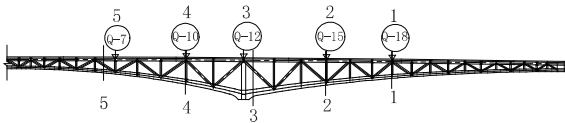


图 12 桥面板纵向测量断面示意图

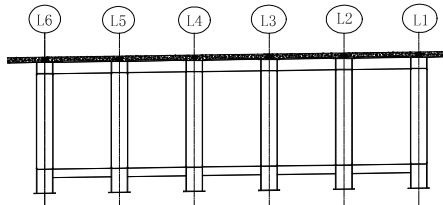


图 13 桥面板横向测量横断面示意图

表 4 右幅南岸负弯矩区预应力钢筋张拉过程中
桥面板纵向压缩量(单位:m)

施工工序	断面编号	P+1	P+2	P+4	P+5	P+6
1-5 断面桥面板 压缩变化量		0.012	0.012	0.011	0.011	0.010
理论压缩变化量		0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
差值		0.001	0.001	0.000	0.000	-0.001

结构实际状态的唯一途径,是确保桥梁安全施工的重要因素。本桥钢梁结构为支架施工,先在支架上拼接钢结构主梁和浇筑除负弯矩区外的混凝土,然后进行体系转换,再浇筑剩余部分混凝土并张拉预应力束。在钢梁各施工阶段,必须实时进行主梁线形控制和应力测量,以便及时调整施工状态。监测数据的准确是监控工作的关键,测量精度关系全局,必须根据桥梁结构形式和具体施工工艺,选择确定稳定可靠的测量方式、合理的测量时机和适当的测量周期。

参考文献:

[1] 张秀永.钢混叠合梁连续梁桥架设与线形监控研究[J].中国市政工程,2015(6):76-77.
[2] 吕颖钊,唐熙.跨线钢箱-混凝土叠合梁桥施工控制技术[J].交通标准化,2014,42(19):96-99.
[3] 吕高超.敞开式钢管-混凝土桁架组合梁桥施工监控分析[C]// 建筑科技与管理学术交流会议论文集,2017.
[4] 苟洁.连续曲线钢箱梁及钢混组合梁顶推施工监控技术[J].山西建筑,2020,46(15):135-136.

(上接第 141 页)

人员状态,及时应对突发事件^[7];实时监测防汛墙的变形情况,及时发现防汛墙的安全隐患。应编制应急抢险预案,配备一定的应急抢险设备,落实对应的应急抢险人员,提升应急抢险能力。

4 结 论

本文明确了由绿色生态堤防的建设目标、提升策略和安全保障三个方面构成的质量环,既是对堤防工程管理工作经验的总结,也为后续建设及维护提供指导思路,仍需待后续工程的实践对以上内容加以补充完善。

参考文献:

[1] 胡欣.城市防洪工程的目标设计与实现措施——以 上海为例[J].上海城市管理,2014,23(5):78-82.
[2] 上海市水务局.上海市河道生态治理设计指南修订(试行)[Z].2015.
[3] 上海市黄浦江两岸开发工作领导小组办公室.黄浦江两岸地区公共空间建设设计导(2017 年版)[Z].2017.
[4] 上海市水务局.苏州河滨水公共空间建设技术导则(堤防篇)[Z].2018.
[5] 董学刚,石永超.黄浦江上海市区段防汛墙墙后堆载限值研究[J].人民长江,2019,50(12):113-117.
[6] 潘黎.高陡边坡下黄浦江防汛墙应急抢险方案研究[J].人民长江,2019,50(12):113-117.
[7] 赵更润,李羽文,崔冬,等.黄浦江上海市区段防汛墙满溢风险分析[J].水利水电科技进展,2016,36(3):57-61.