

预制防浪墙多目标协同优化设计及工程应用

苏美花

(上海城市空间建筑设计有限公司, 上海市 200092)

摘要: 随着城市化进程的加快, 滨河景观作为城市公共空间的重要组成部分, 河道整治工程在防洪安全、生态景观协调性和景观设计艺术性等方面面临更高的要求。预制混凝土防浪墙作为一种新型护岸结构, 凭借其高效施工、生态兼容性及景观可塑性, 在滨河景观设计中得到了广泛应用。为探讨预制防浪墙在河道整治中的设计方法、防洪评价与景观协同优化的关键技术及应用等情况, 通过某河道工程实例, 系统分析了预制防浪墙的墙体标高控制体系、亲水空间协同设计等核心问题, 并据此提出了兼顾功能性与景观性的设计策略, 可为同类工程提供参考。

关键词: 预制防浪墙; 河道整治; 景观一体化; 可持续发展; 生态

中图分类号: TV33

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)09-0061-06

Multi-objective Synergistic Design and Engineering Applications of Precast Wave Walls

SU Meihua

(Shanghai Urban Space Architectural Design Co., Ltd., Shanghai 200092, China)

Abstract: With the acceleration of urbanization, as an important component of urban public space, the riverfront landscapes now face the higher demands in flood control safety, ecological landscape compatibility, and artistic landscape design in river regulation projects. The precast concrete wave wall, as a new type of revetment structure, is widely used in riverfront landscape design because of its efficient construction, ecological compatibility and landscape plasticity. In order to discuss the design methods of precast wave walls in river regulation, the key technologies and applications of flood control assessment and landscape collaborative optimization, the core issues including wall elevation control systems of wave walls and synergistic design of waterfront spaces are systematically analyzed through a case river engineering project. Based on this, a design strategy that takes into account both functionality and landscape is proposed, which can provide a reference for similar projects.

Keywords: precast wave wall; river management; landscape integration; sustainable development; ecology

0 引言

随着城市的不断发展, 河道生态空间随着城市的发展在缩小, 其生态功能降低、生物多样性生境萎缩, 河流沿线低效用地普遍, 河流景观价值转化和城市生态韧性严重不足。城市与绿色空间融合发展不佳, 公共空间不足、滨水体验不佳等问题逐渐暴露, 与建设绿色生态城市, 生态引领城市发展、打造生态可持续发展的城市建设等矛盾日益突出。如何打造生态的河道景观, 在满足防洪要求的同时, 体现城市景观特色、满足人们亲水的需求等是当下河道景观设计的重要方向。

其中, 防浪墙的建设是满足河道防洪功能的重要组成部分, 其材质运用、标高设计、与河道空间的整体营造设计等受到多种因素的制约。

本文通过对当下常用防浪墙的应用材质、标高控制体系、协同设计方法等的分析, 提出了河道项目防浪墙景观设计实践的制约因素和可行建议, 以期后续同类项目提供参考。

1 防浪墙材质的技术演进与选择策略

防浪墙作为抵御波浪冲击、保障岸线安全的重要设施, 广泛分布于滨海、滨湖及河道区域。然而, 传统防浪墙设计常因过度工程化而导致生态割裂、视觉突兀及公共空间消极化等问题。如何将防浪墙融入景观系统, 实现行洪防护功能的使用需求、生态修复与美学价值的协同提升, 已成为当代景观设计

收稿日期: 2025-03-21

作者简介: 苏美花(1983—), 女, 硕士, 工程师, 从事景观施工图设计工作。

的重要课题。

1.1 传统材质的局限性

传统防浪墙构成材料以钢筋混凝土为主料,用特种模板浇筑而成。目前应用的防浪墙多数为现浇式样的防浪墙,在应用中存在材料浪费、养护费时费力、质量保证率低等缺陷^[1]。

传统现浇钢筋混凝土防浪墙的施工条件较为复杂,现场干扰因素较多,因施工技术应用不合理、质量控制不到位而容易影响防浪墙的质量,对现场施工条件要求较高。同时现浇混凝土防浪墙存在施工周期长、景观同质化严重等问题,其碳排放强度大,难以满足绿色建筑要求。

随着技术的不断发展,不同的防浪墙形式出现在了城市防洪工程当中。如哈尔滨市松花江大堤公园段应用的活动钢闸板防洪墙+堤顶高1.2 m现浇钢筋混凝土墙,当预报洪水达到不同水位时,通过在现有防洪墙顶部增加此种预制活动钢闸板,可将岸线抬高至防洪标高加以防御^[2]。此方法能提高防洪标准,并可少占用资源,但钢制防洪墙仍有过于沉重,且仍需现浇1.2 m钢筋混凝土墙,及汛期内需要现场安装、短时大量人力物力来实现等问题。

1.2 预制材质的创新优势

随着装配式建筑的发展,不同预制构架被逐渐应用于河道项目中。可拆卸装配式防浪墙适用于临时性防浪墙及防洪抢险结构,同时也可运用于简易永久性的防浪墙结构。可拆卸装配式防浪墙是在传统装配式挡土墙的基础上,在结构设计、半刚性拼装理念和拆卸可重复利用上进行了优化改造,通过简化预制的分块设计,采用整体预制、拼接运用半刚性连接的理念,用不锈钢板进行连接,后期回收可拆卸^[3]。如上海市在苏州河(真北路—蕴藻浜)堤防达标改造工程中,首次尝试应用了预制装配式防汛墙^[4];在横沙东滩圈围(八期)工程项目北堤17+867~17+963(6#围区,5#平台内侧)中,成功应用了装配式钢筋混凝土防浪墙,充分利用了预制防浪墙施工速度快、质量可控、受气候影响小等特点^[5]。

随着对安全、生态、环保等多种因素的关注,以及技术的不断发展进步,预制防浪墙在河道项目中的广泛应用满足当下社会发展的需求。预制防浪墙作为一种新型护岸结构,具有标准化生产、快速施工、造型灵活等优势,凭借其高效施工、生态兼容性 & 景观可塑性,在一些重点项目中得到了推广。但其在河道整治中的应用需统筹防洪安全、生态景观、

市民活动和文化艺术展示等城市及社会发展的需求。

2 防洪安全与景观融合的标高控制体系

2.1 多层次防洪标准适配

河道整治工程最重要的作用是满足河道防洪的安全要求。因此需在河道所在流域(区域)防洪规划、城市总体规划和城市防洪规划的基础上,根据《防洪标准》(GB 50201—2014)和《城市防洪工程设计规范》(GB/T 50805—2012),分析确定河道所在城市防护区的防护等级、防洪保护对象的重要性,再参照区域城市建设和社会经济发展情况,确定出河道规划防洪标准(如100 a/50 a一遇,或20 a一遇、10 a一遇等)。

进行防洪评价时,首先根据确定的河道防洪标准和等级进行水文分析计算,以确定河道工程位置不同洪水水位标高;再对河道内防洪工程如平台等进行阻水比、壅水计算等,分析对河道防洪的影响;最后对河道的行洪能力、岸坡稳定、护岸基础冲刷,以及水生态修复工程影响、冲淤及河势影响等进行分析计算,确定防浪墙标高。

防浪墙设计需将防洪评价确定的河道两岸岸墙标高作为设计依据,结合现状环境进行河道挡墙设计。

2.2 景观化标高过渡设计

为满足防洪要求,通常防浪墙标高较高,墙体两侧高差较大,墙体临水侧(可淹没区)和背水侧高差较大。为保证防浪墙的连贯性和两侧空间的联通,不同层级的平台需通过设计来保证其相互连接,满足临水侧和背水侧空间贯通。可在防浪墙上以适当距离设置开口,通过设计台阶或坡道来联通不同高差层级。台阶可满足普通人群的快速进出,坡道区域则满足无障碍人群的进出,在保证安全的同时进行人性化设计。另外,还需在防浪墙开口处设置预制闸门,汛期通过该闸门进行围堵以满足防汛需求。

外侧(临水侧):以防洪标高为基准,确保墙顶连续闭合;刚性闭合防线。

内侧(背水侧):结合景观地形设计,通过微地形处理弱化高差,可结合石笼台阶与雨水花园引导径流,避免积水并引导雨水径流。

过渡处理:采用斜坡、台阶或绿植缓冲带来衔接内外侧,增强景观渗透性。

3 亲水性协同设计方法

3.1 安全-生态-景观三元耦合

(1)结构安全性。防浪墙需严格遵循水利规范、防洪评价和相关规范等。整体河道景观设计需满足安全优先的前提,临水侧岸墙处需设置警示栏杆(高度超过1.05 m),满足《园林绿化工程项目规范》(GB 55014—2021)要求,防浪墙设计满足相关水利规范和区域河道防洪评价要求等。

(2)生态融合性。可定制化加工,结合绿化设计体现生态性。临水侧种植区域中,在亲水区设置湿地植物带,搭配挺水植物(如芦苇、菖蒲)等来软化河岸边线,上层绿化空间、可淹没区域则设置耐水植物等,整体通过绿化设计来软化岸墙和防汛墙等硬质界面。

(3)防浪墙设计的艺术融合。新时代的河道景观在空间品质塑造的同时,应充分融入地域文化,彰显出当地文化特色。地域文化在景观中的融入与结合,不仅能丰富河道景观的内涵,提高景观的艺术观赏性,还能保留特定的文化遗产,起到科普教育的作用^[6]。因此在满足安全的前提下,尽可能地为市民提供活动场所,做好安全与活动场所的融合,在非汛期水位区域增设亲水平台、台阶式护岸等内容打造亲水空间;设置具有文化、艺术元素,能体现地域特色的空间营造。

根据不同标高关系、不同位置的景观情况,打造不同景观空间,同时满足安全-生态-艺术的三元耦合。

3.2 预制构件景观化创新

考虑到产品的吊装、运输等问题,通常采用3 m作为墙体标准长度进行模块化设计。

预制墙体设计突破原来造型的单一性,结合景观设计效果,通过设计标准艺术展示段+通用标准段的区分,根据需要交替布局,展示艺术文化和结构安全的融合创新。

(1)通用的造型设计。根据项目情况,在满足安全使用功能的前提下,造型设计需符合项目要求,同时结合预制开模问题,设计适用简洁的通用外观形式,以保证防浪墙的安全功能。

(2)艺术文化造型设计。结合通用造型,考虑项目的整体景观效果和文化展示,可设计文化展示标准段,在节点区域增设主要文化设计元素等,丰富防浪墙的设计形式。局部可通过预制造型结合设计,

部分设计内容后期也可通过展牌粘贴等方式来体现防浪墙的艺术性。

(3)生态集成设计。可在预制墙顶预留种植槽或垂直绿化锚固点,为后续绿化种植提供种植及安装空间。通过种植植物对墙体进行弱化处理,在高差较高的区域可结合地域种植下垂或藤本植物对墙面进行绿化遮挡,在保证结构安全的同时绿化墙面,增加生态效益。

4 某城市河道水环境整治工程

4.1 项目现状和痛点

现状堤防破损严重,防洪标准低,现状河道水面宽阔,河道景观不成体系,周边居民缺少与河流亲水互动空间;受制于现状管线等。

(1)空间受限、现状管线影响。现状左岸绿化带宽度只有2~9 m,现状空间受限,为避让现状桥,考虑河道与桥梁顺接,并且受国防光缆影响(国防光缆位于左岸现状绿化带内,距离现状岸墙约0.3~9 m,埋深0.3~1.0 m),岸线加高培厚实施困难。

(2)防洪标准低、现状堤岸破损且生态效果较差。现状河道于20世纪90年代按照20 a防洪标准治理,现状堤岸为斜坡砌石护岸和浆砌石直立挡墙护岸,属硬质结构,生态和景观效果较差。

4.2 设计处理手法

4.2.1 岸线整改和空间营造

(1)两侧河道岸线偏移,重新优化河道两侧绿地空间。左岸向河道侧适当偏移,北侧岸线在保证设计河宽不低于现状河宽原则基础上进行扩挖和弯曲化处理,河道整体拓宽约0~5 m,设计两岸岸顶标高满足河道100 a一遇防洪要求。通过左岸拓宽,可营造更好的观河界面,贯通绿道和滨水步行道,人们可以亲近水体,与水为友,为周边居民打造滨河游览的空间。

(2)生态空间营造。右岸岸线主要为生态自然的草坡入水驳岸,局部段根据景观效果采用下部直立岸墙、上部绿化草坡或叠级台阶岸线。根据100 a一遇规划堤顶标高要求,北侧堤岸顶标高根据防洪要求进行加高处理。为防止河岸冲刷破坏,同时又体现较好的生态效果,采用景观地形填筑及景观绿道的方式进行抬高。

4.2.2 多层次滨河空间设计

4.2.2.1 草坡入水生态缓坡

河道景观应在满足防洪要求的前提下,结合现

状条件,在河道滨水侧预留充足的空间,以满足人们的亲水需求。设置生态缓坡驳岸来满足防洪标高需求,同时结合草坡打造一级亲水的生态空间。

生态缓坡驳岸设计断面外部为景观绿化,绿化下部采用格宾石笼进行防护处理(见图1);常水位区域可结合草坡设置可淹没阶梯场地,以满足亲水需求(见图2),也可通过草坡入水+二层平台的方式进行设计(见图3)。

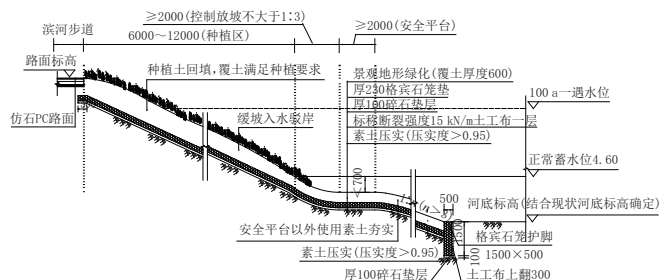


图1 草坡入水空间(单位:mm)

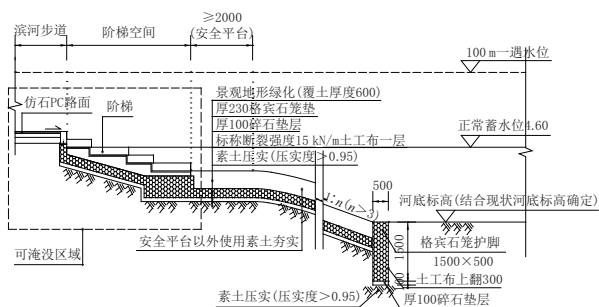


图2 阶梯入水空间(单位:mm)

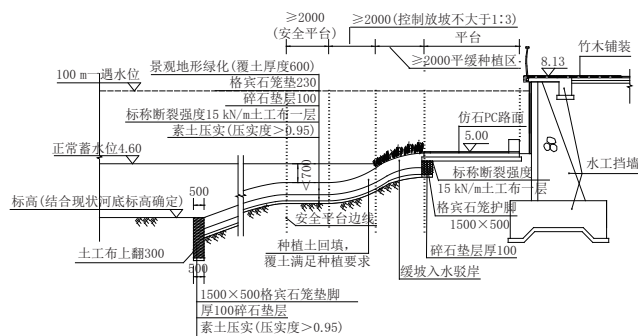


图3 草坡入水+二层平台空间(单位:mm)

4.2.2.2 沿河岸墙+防浪墙形式

河面距防浪墙标高较高且场地空间受限的区域,可通过沿河岸墙+1.2 m防浪墙的组合方式来弱化挡墙高差。沿河岸墙增设栏杆以满足规范安全需求,沿岸墙设置步道以满足近水观赏的需求;防浪墙背水侧设置1.2 m高差兼做护栏功能,沿墙设置园路步道和护栏打造二级观景空间,见图4。

4.2.2.3 沿河岸墙+过渡矮墙+防浪墙形式

场地空间不足,且高差较大区域,通过沿河岸墙+过渡矮墙+1.2 m防浪墙的多层级设计手法,打造

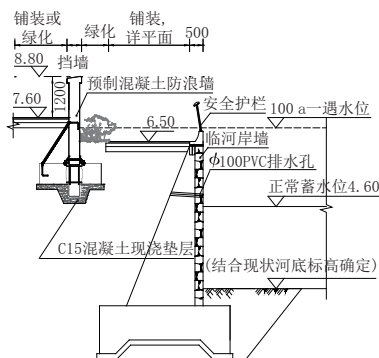


图4 二级空间营造(单位:mm)

高低错落、视觉变化的观赏空间,在弱化防浪墙高度的同时尽量营造近水空间活动场地,满足人们观赏需求(见图5)。岸墙范围局部也可设计悬挑平台,增加沿河的观赏和活动空间。

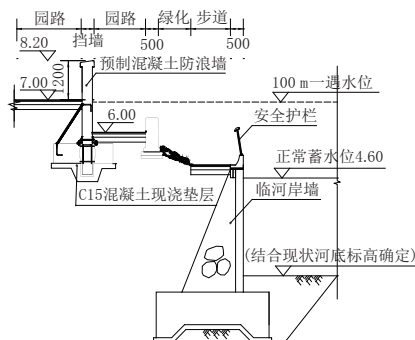


图5 3层空间营造(单位:mm)

4.3 关键技术应用

4.3.1 格宾石笼生态驳岸应用

项目北岸绿地空间充足,采用草坡入水驳岸形式。根据100 a一遇规划堤顶标高,通过抬高绿化地形+景观绿道的方式来抬高现状堤顶标高。为体现较好的生态效果,同时防止河岸冲刷破坏,绿化地形下采用格宾石笼垫进行防护。

格宾石笼网以网片为基础材料,根据尺寸要求做裁剪、组装处理,建成适应于水利工程实际环境的箱笼结构^[7]。格宾生态护坡既具有传统网格生态护坡施工工艺简单、技术合理等优点,又能增强生态网格结构的整体连接性、环境适应性,以及实际的护坡效力^[8]。

4.3.2 预制混凝土防浪墙的应用

4.3.2.1 预制混凝土防浪墙

河道左岸绿地空间有限,加宽8 m绿带后,仍需通过增加防浪墙来满足100 a一遇的规划标准。为保证项目质量和品质,同时满足绿色施工的发展需求,防浪墙采用预制混凝土进行设计施工。

前文提到考虑防浪墙的吊装和运输,一般采用3 m作为一个标准段进行设计。墙体整体高度一般

发展,未来3D打印定制防浪墙、碳纤维增强板等新材料会不断增加,进一步用于提升防浪墙的轻量化和可持续性。

未来可开发智能化监测系统与墙体的集成,嵌入光纤传感器实时监测墙体的结构应力,保证防浪墙的结构安全;进一步探索低碳材料(如再生骨料混凝土)的应用,提倡低碳、生态可持续的理念;随着AI技术的不断发展,开发出可调节标高组件来应对海平面上升,推动河道工程从灰色基础设施向蓝绿共生系统转型。将更多的技术应用于河道景观项目中,为未来河道项目的使用带来更多的可能性。

参考文献:

[1] 哈达,李成.水利防洪护坡防浪墙技术应用研究[J].水利科技与经

济,2024(4):70-73.

[2] 杨平.新型防洪墙在城市防洪工程中的应用[J].上海水务,2015(2):61-63.

[3] 范轴.可拆卸装配式防浪墙研发与应用[J].水利技术监督,2022(7):256-260.

[4] 田爱平.苏州河贯通工程堤防安全管理的思考[J].中国市政工程,2020(6):42-45.

[5] 马亮亮.装配式钢筋混凝土防浪墙的应用[J].珠江水运,2022(2):78-81.

[6] 苏灵玉.河道景观与地域文化结合的实践性研究——以横沥河水岸文脉景观提升及贯通工程为例[J].工程建设与设计,2024(12):69-71.

[7] 张碧.格宾石笼施工技术在水利工程建设中的应用研究[J].工程机械与维修,2022(4):66-68.

[8] 王锦叶.生态护坡在水利工程的应用[J].建筑工程技术与设计,2018(6):2454.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:roadbridgeflood@163.com

