

装配式挡墙在黄浦江堤防工程中的应用

潘源¹, 周亮²

(1. 上海市堤防泵闸建设运行中心, 上海市 200080; 2. 上海市水利工程设计研究院有限公司, 上海市 200061)

摘要: 装配式技术符合国家有关促进生态文明建设和绿色建筑发展的要求, 是水利工程建设产业转型升级的重要方向。结合黄浦江工程装配悬臂式挡墙工程实例, 对构件拆分、连接节点、防水构造、外立面装饰、构件制作、吊运安装等关键技术进行研究攻关, 提出一套较完整的装配悬臂式挡墙设计施工技术要点, 以为同类工程的装配式应用提供借鉴和参考。

关键词: 装配式; 悬臂挡墙; 构件拆分; 连接节点

中图分类号: U656.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)05-0339-04

Application of Assembled Retaining Wall in Huangpu River Embankment Project

PAN Yuan¹, ZHOU Liang²

(1. Shanghai Construction and Operation Center of Levee Pump Gate, Shanghai 200080, China; 2. Shanghai Water Conservancy Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Shanghai 200061, China)

Abstract: The assembling technology meets the requirements of promoting ecological civilization construction and green building development of China, and is an important direction for the transformation and upgrading of the water conservancy engineering construction industry. Combined with the case of Huangpu River Engineering Assembled Cantilever Retaining Wall Project, the key technologies such as component splitting, joint connection, waterproof construction, facade decoration, component making, hoisting and installation are studied. A set of relatively complete technology essentials in the design and construction of assembled cantilever retaining wall is proposed in order to provide the reference and guidance for the application of assembling technology in similar projects.

Keywords: assembled; cantilever retaining wall; component split; connection joint

0 引言

护岸工程在城市河道中具有防御水流和波浪侵袭、维持河势稳定、改善河道两岸亲水景观效果等多方面作用^[1-2], 是我们同自然水灾做斗争, 保护河道, 提高河道防洪能力的重要措施^[3]。目前水利工程中河道护岸大多采用现场浇筑混凝土的施工方法, 存在环境影响大、施工时间长、施工效率低等诸多弊端, 越来越难以适应新时期发展的需要^[4-5]。河道护岸为线性工程, 断面结构简单且生产规模大, 具备标准化制作的天然有利条件, 在进行模数化设计后, 可实现规模化生产, 提高相同构件的重复利用率, 提高

模板周转次数, 从而降低生产成本^[6]。

随着建筑领域装配式技术的成功应用, 以及国家对生态文明建设和绿色建筑发展的要求, 装配式技术在水利、水运等领域逐步得到重视和关注, 部分学者进行了相关研究。温文杰^[7]从消能效果、保土抗冲性能等方面对装配式植草混凝土护岸进行了研究, 范轴^[8]提出了一种可拆卸装配式防浪墙结构, 顾宽海等^[9]提出一种适合内河护岸工程的装配式低桩承台结构, 刘景涛等^[10]总结了预制肋板式挡土墙在施工过程中的关键技术, 靳付成等^[11]介绍了呼吸型装配式生态块体驳岸在上海油墩港航道整治工程中的应用, 方良^[12]提出一种将新型塑料材料与金属相结合的装配式挡洪结构。悬臂式挡墙是目前水利工程中最常用的轻型挡土墙之一^[13], 目前对该结构的装配式研究及应用较少, 本文结合工程实例, 介绍了装配悬臂式挡墙的构件拆分、连接节点、防水设计、装饰设计、施工工艺等关键技术, 以为同类装配式

收稿日期: 2024-03-24

作者简介: 潘源(1984—), 男, 本科, 高级工程师, 从事水利工程建设管理工作。

通信作者: 周亮(1989—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事水利工程设计工作。电子信箱: 302623070@qq.com

挡墙设计、施工提供思路和方法。

1 工程概况

黄浦江被誉为上海的“母亲河”,不仅承载着上海悠久的历史和文化,也是城市的经济命脉。近年来随着全球气候变化加剧,台风、暴雨、天文大潮、洪水“四碰头”多次出现,黄浦江防汛形势严峻,借鉴国内外大型城市的防潮防汛体系,黄浦江采用“黄浦江中上游堤防改造加河口建闸”组合防洪防潮体系。

黄浦江中上游堤防防洪能力提升工程(一期)加高加固范围:左岸起点为女儿泾、终点至牛角港;右岸起点为千步泾、终点至黄桥港。拟通过工程建设,打造具有全球影响力的世界级滨水区。工程采用BIM+倾斜摄影、装配式挡墙、装配式栈桥、预制生态框格、生态护坡、艺术造型模板、静压植桩基础等多项四新技术,本文重点对该工程中采用的装配式挡墙技术进行介绍。

2 设计方案

2.1 堤防断面型式设计

上海地区常规河道横断面型式主要有斜坡式、直立式、复合式等断面型式,该工程区域防洪责任重大,汛期防汛除涝压力大,同时各项规划对黄浦江提出了高品质的堤岸建设要求,故本工程选取结构安全可靠度高、抵抗洪(潮)灾害冲击能力较强、景观效果好的复合式结构型式,仅对局部后方用地有限的岸段,考虑采用直立式结构型式。

2.2 装配式挡墙结构型式

该工程主要采用“土堤+二级墙”的复合式河道断面,一级挡墙多为对现状挡墙局部改造后利用,二级挡墙为新建挡墙。故本工程装配式挡墙应用主要集中在二级挡墙。采用装配式技术后,滨水空间的景观性也大大提升,可实现挡墙的简单、快速、绿色施工。

工程主要涉及的装配式二级挡墙包含两种结构,见图1。A型为常规常规悬臂式结构,墙身竖直;B型采用墙身外倾的独特设计,该设计形态优美自然,能最大限度降低墙体结构生硬、突兀的视角效果,可与栏杆扶手等景观设施和谐的融为一体。

2.3 装配式挡墙连接节点

由于装配式混凝土结构的构件是事先预制好的,其构件本身的质量较传统现浇更为可靠,其连接的性能能否达标,是装配式技术研究中的关键。建

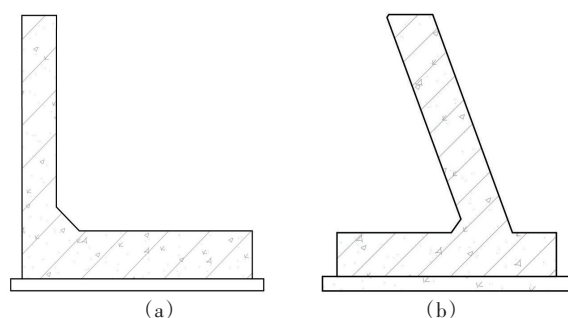


图1 装配式二级挡墙断面图

筑领域的节点注重强度,尤其是注重节点的抗震性能,要实现“强节点弱构件”的结构设计理念,而水利工程挡墙由于有挡水功能,更关注其防渗效果,连接节点伸缩缝处理尤为重要^[14]。

目前预制构件的连接方式主要有干连接、湿连接两大类^[15],湿连接是通过现场浇筑混凝土将两个预制构件进行连接,干连接是通过螺栓、焊接等方式将两个预制构件进行连接。

由于干连接具有环境影响小、施工速度快、施工效率高等优点,更适用于作为挡墙的连接节点,本工程二级挡墙连接处采用“凹凸榫+螺栓连接”,同时兼做两截挡墙之间的变形缝,并在连接处采用“两道遇水膨胀橡胶条+防水材料密封胶嵌缝”进行防渗,该防渗体系较传统现浇挡墙的“单道橡胶止水+防水材料密封胶嵌缝”具有更好的止水效果,连接处结构见图2。

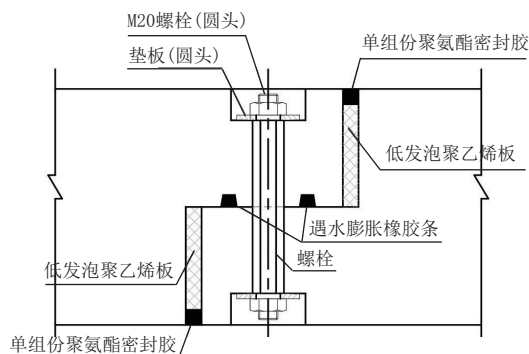


图2 装配式挡墙连接节点详图

2.4 装配式挡墙结构设计

装配式挡墙结构设计遵循“施工便捷、措施落地、分析试验、安全可靠”的原则,以BIM技术为抓手,全面采用三维正向设计,通过三维模型进行方案比选、结构优化、细部设计、拼装模拟、三维配筋、正向出图等,并创新性的在二维图纸中加入由三维模型导出的三维图纸,便于项目各方快速理解图纸。

两种装配式挡墙结构见图3、图4,墙身采用螺栓连接,连接强度可靠的同时可保证墙身处两道遇

水膨胀橡胶条被压紧;底板设置凹凸榫防止错动,通过挡墙自重保证底板处两道遇水膨胀橡胶条被压紧。

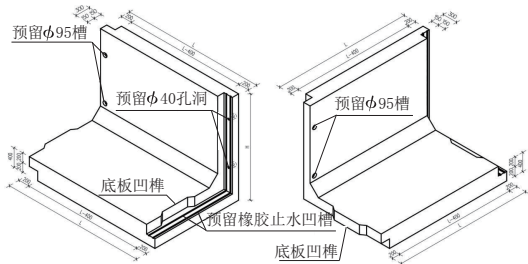


图3 装配式A型挡墙三维设计图

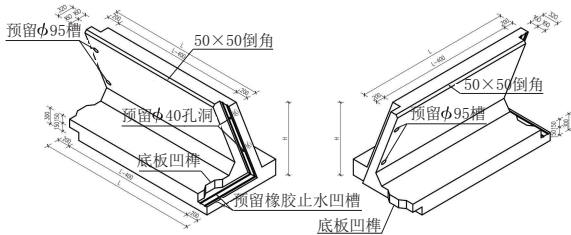


图4 装配式B型挡墙三维设计图

本工程中装配式挡墙高度 H 根据设计断面,对A型取为2.20 m,B型取为1.80 m。装配式挡墙分段长度 L 的选择,需综合考虑运输、吊装、安装、接缝数量等因素,若分段长度过长,则可减少接缝数量,但运输不便、吊装成本高、安装困难;若分段长度过短,虽运输方便、吊装成本低、安装简单,但增加了接缝数量。根据陈圆月等^[16]的研究成果,预制构件体积增加是引起施工阶段费用增加的主要因素,综合考虑运输、吊装、安装、接缝等因素,控制装配式挡墙重量在10 t以内,长度在5 m以内。不同分段长度下装配式挡墙的重量见表1,经比选,A型挡墙纵向长度取为3 m,B型挡墙纵向长度取为4 m。

表1 地勘土体参数表

挡墙 型号	不同分段长度下重量/t					
	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
A 型	2.72	6.12	9.52	12.92	16.32	19.72
B 型	1.89	4.26	6.63	9.01	11.38	13.75

由于装配式挡墙结构复杂,采用传统二维配筋方法效率低、差错率高,难以准确表达内部钢筋分布,对装配式挡墙采用专业三维配筋软件进行三维配筋、钢筋自动编号、出图、钢筋量统计,见图5,可极大地提高提高配筋准确性及工作效率。

3 装配式挡墙施工工艺

3.1 构件制作

挡墙预制采用工厂化预制,规模化生产,具有速度快、成本低、质量好等优点,一般板式预制构件采

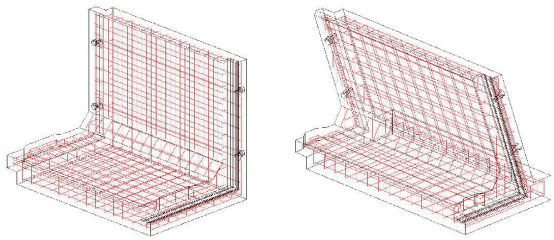


图5 装配式挡墙三维配筋模型

用流动钢台模,而装配式挡墙为三维构件,需采用定制钢模板。模板设计遵循安全适用、经济合理的原则,分为底板1块、L形侧板2块、矩形侧板3块,模板装配完成后见图6。



图6 装配式挡墙钢模板

为提升滨水空间的景观效果,装配式挡墙在工厂预制时,采用造型模板技术,实现“结构装饰一体预制”,即结构装饰一体预制成型后再运输至施工现场组装,装饰构件由专业预制工厂加工生产,饰面质量完全可控,造型模板重复使用周转率达到100次以上,性价比高。装配式挡墙成品装饰效果强,装饰与主体结构拥有相同寿命,后期维护简单,维护费用低。成品制作效果见图7。



图7 装配式挡墙成品

3.2 构件运输、存放与安装

由于本工程水运条件较好,可利用拖船将装配式构件运至施工现场临时堆放场地,场地地面要求平整,装配式构件堆放时,底部两侧应放置两根方木,且方木位置与吊点位置一致。

装配式挡墙现场安装步骤包括:测量放样→基础开挖→浇筑垫层→垫层座浆→装配式挡墙起吊安装→下一块挡墙施工等。由于装配式挡墙对垫层平整度要求较高,垫层施工时,采用水准仪将顶面标高

误差控制在3 mm以内,待垫层达到设计强度后,再对垫层采用座浆,起到以下三方面的作用:进一步提高垫层平整度、防止底板接触渗漏、在其未凝固前可作为摩擦剂,降低底板摩阻力,便于安装。座浆后应立即安装挡墙,采用50 t载重平板卡车运输至现场,75 t履带吊进行吊装。经计算研究,装配式挡墙共设置预埋吊点4个,起吊时先拧紧4个方向吊钩,再用卸扣连接钢丝绳,同时制作专用吊架,保证预制构件在吊装过程中平稳可靠。挡墙吊装到位后,通过螺栓将两段挡墙连接固定,为防止螺栓锈蚀,用黄油涂抹在螺栓上,提升连接处的耐久性。

3.3 实施效果

本工程在施工现场大规范应用装配式挡墙,充分发挥了预制构件具有的产业化制作、机械化施工、劳动效率高、质量易于控制等优势,有效避免了现浇钢筋混凝土结构施工周期长、施工速度慢,施工场地要求高,噪声、扬尘问题突出,不利于环境保护等诸多弊端,同时由于采用了“结构装饰一体预制”的技术,显著提升了岸线整体景观风貌,实施效果良好。

4 结 语

(1)通过比选提出“土堤+二级墙”复合式河道断面,常水位以下采用钢筋砼挡墙,上部采用土堤挡水并适当护坡,显著提高堤防的抗渗能力,具备较强的抵抗洪(潮)灾害冲击的能力。适当降低了护岸挡墙的高度,通过墙后绿化型式的护坡土堤及一定宽度的堤顶达到防汛高程,也使岸线的亲水及景观效果得到体现。

(2)通过比选提出装配式挡墙连接处采用“凹凸榫+螺栓连接”的干连接方案,并提出“两道遇水膨胀橡胶条+防水材料密封胶嵌缝”的防渗体系,该体系与传统现浇挡墙相比具有更好的止水效果,解决了装配式挡墙连接处易漏水的痛点。

(3)全面采用BIM技术进行装配式挡墙设计,提出的装配式方案切实可行、施工便捷,加快了施工进度,保证了施工质量,同时在预制时采用“结构装饰一体预制”技术,可满足公共滨水空间的景观需求。

(4)结合黄浦江堤防二级挡墙的应用实例,对装配式挡墙连接节点、结构设计、施工工艺等关键技术进行研究,应用成果可为同类工程提供借鉴和参考。

参考文献:

- [1] JTJ 154—2018,防波堤与护岸设计规范[S].
- [2] 王新军,罗继润.城市河道综合整治中生态护岸建设探讨[J].复旦学报(自然科学版),2006,45(1):120-126.
- [3] 李峻.装配式生态护坡在九江两河流域综合治理工程中的应用[J].水利技术监督,2023(8):228-231.
- [4] 顾宽海,汪涛,陈明阳,等.装配重力式混凝土护岸结构的设计及施工[J].水运工程,2021(6):6-12.
- [5] 李伟亭,杨秋贵.装配式渠槽结构应用优势分析[J].水利技术监督,2021(5):122-124.
- [6] 史玉芳,康坤,王秀芬.基于SWOT分析的我国装配式建筑发展对策研究[J].建筑经济,2016,37(11):5-9.
- [7] 温文杰.新型装配式护岸在中小河流中的应用研究[J].水利技术监督,2022(1):236-239.
- [8] 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.
- [9] 顾宽海,陈浩群,张逸帆,等.装配式低桩承台护岸结构设计[J].水运工程,2018(12):186-192.
- [10] 刘景涛,王亮,丁平,等.预制装配式挡土墙施工关键技术研究[J].城市道桥与防洪,2019(7):201-204.
- [11] 靳付成,顾宽海,胡周洲.呼吸型装配式生态驳岸在某航道整治工程中的应用[J].水运工程,2023(5):111-117.
- [12] 方良.基于有限元装配式挡洪结构优化设计分析[J].水利技术监督,2022(4):86-87.
- [13] 侯卫红,侯永峰.悬臂式挡土墙受力分析[J].北方交通大学学报,2004,28(4):16-18.
- [14] 吴康圣,纪国权,王寿云,等.装配式混凝土在河道挡墙工程中的应用[J].中国水运,2017,38(8):66.
- [15] 汤丽燕,顾宽海.装配式L形挡墙在某护岸工程中的应用[J].水运工程,2023(5):22-27.
- [16] 陈圆月,李伟清.预制装配式建筑生产成本影响因素分析[J].西南师范大学学报(自然科学版),2020,45(2):68-72.

《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:roadfloodbridge@163.com

