

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.07.036

玻璃防汛墙在苏州河上的应用思考

翟 晶

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘 要: 苏州河随着2020年实现了基本贯通,下一阶段品质提升还存在防汛墙墙后地坪低、无腹地抬升滨水空间、景观视野被硬质防汛墙阻隔的难点。现经统计苏州河(长寿路桥—河南路桥)段现状地坪标高分布,提出了苏州河玻璃防汛墙改造方案,并对玻璃防汛墙强度及稳定性进行了模拟。结合黄浦江玻璃防汛墙改造历程,分析了玻璃防汛墙应用难点,并提出了玻璃防汛墙防汛应急预案和日常养护要求,为上海滨水空间改造提供参考。

关键词: 玻璃防汛墙;夹胶玻璃;防汛应急预案

中图分类号: TV35

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)07-0153-03

0 引言

苏州河作为上海传统的母亲河,2020年,苏州河中心城段(外环~外滩)两岸公共空间已基本实现全线贯通。根据《苏州河沿岸地区建设规划(2018—2035)》^[1],苏州河中心城段下一阶段行动计划为实现全线贯通和品质提升。

苏州河(长寿路桥—河南路桥)两岸岸线共长约8.3 km,基于2019年苏州河该区段地形测量资料,得到地坪标高分布统计情况(见图1和图2)。结果表明:该区段除地面桥抬升范围外,其他岸段墙后地坪标高均低于4 m;约有50%岸线墙后地坪高程低于3.5 m,地坪以上墙身净高1.7 m以上(苏州河墙顶设防标高5.2 m),超过人均视高,使得人景观视野被硬质墙身阻隔。而该段苏州河大多紧邻市政道路,无腹地抬升滨水空间,成为苏州河品质提升的难点。

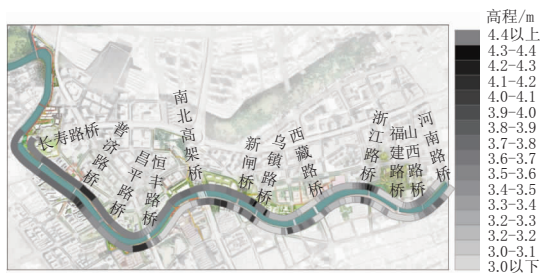


图1 苏州河(长寿路桥~河南路桥)地坪标高分布图

根据温州路水文站关于苏州河水位统计结果,2011—2020年仅有11天水位高于4.0 m,其中仅有2天水位高于4.30 m(分别为2013年10月8日

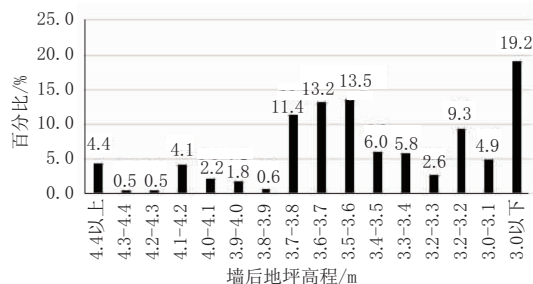


图2 苏州河(长寿路桥~河南路桥)地坪标高统计图

4.31 m、2020年7月7日4.38 m),表明近年来硬质墙身实际挡水的频率较低。在此背景下,现以苏州河(长寿路桥—河南路桥)为研究对象,提出玻璃防汛墙在苏州河上应用的思考。

1 玻璃防汛墙理论分析

1.1 玻璃防汛墙设计方案

将现状钢筋混凝土防汛墙墙身截低至玻璃设计底高程以下30 cm,安装玻璃立柱后再将钢筋混凝土浇筑至玻璃设计底高程。待混凝土达到设计强度后安装玻璃防汛墙及不锈钢立柱。玻璃防汛墙断面图及立面图分别如图3和图4所示。

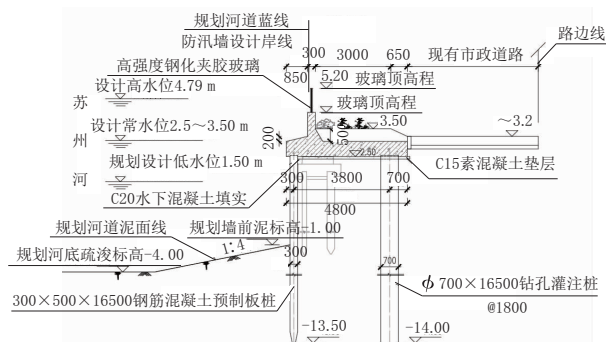


图3 苏州河玻璃防汛墙改造断面图(单位:mm)

收稿日期: 2022-08-31

作者简介: 翟晶(1991—),女,硕士,工程师,从事堤防设计工作。

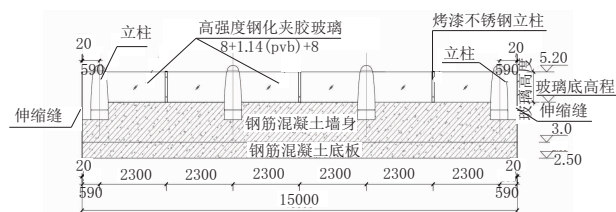


图4 苏州河玻璃防汛墙改造立面图(单位:mm)

1.1.1 玻璃防汛墙相关设计参数

(1)玻璃:选用8 mm+1.14pvb(夹胶)+8 mm无色透明、高强度、双层钢化夹胶玻璃。玻璃进场时要有出厂合格证和必要的试验记录,玻璃可承受环境温度差约200℃。

(2)立柱:采用防盗型T字型不锈钢立柱,加工成型后运至现场。立柱加工精度及表面镀层均要符合规范,要求平直规方、无翘曲、无刮痕。

(3)橡胶条、橡胶垫:玻璃侧边与立柱嵌条之间及与U形槽框之间分别通过结构胶密封,以确保不漏水、不渗水。橡胶耐温-40℃~80℃,现场检验无断裂且有老化试验证明。

1.1.2 玻璃高程确定

根据沪汛部[2017]1号文^[2],苏州河防汛墙顶标高为5.20 m。因此,玻璃防汛墙设计顶高程为5.20 m。玻璃设计底高程可从以下方面确定:

(1)当将玻璃防汛墙混凝土部分按照一级防汛墙、玻璃部分按照二级防汛墙考虑,根据《苏州河滨水空间建设技术导则》^[3],苏州河河口—浙江路桥段一级墙顶高程为4.20 m,苏州河浙江路桥—长寿路桥段一级墙顶高程为3.80 m,可兼顾日常管理养护及景观的综合需求。从而,玻璃底高程(混凝土顶高程)在河口—浙江路桥段、浙江路桥—长寿路桥段可分别取4.2 m和3.8 m。

(2)当将玻璃部分作为汛期挡水设施,非汛期为可拆卸。根据沪汛部[2017]1号文,苏州河(河口~真北路桥)段非汛期防御水位为4.22 m,非汛期临时防汛墙墙顶标高4.55 m。从而,玻璃防汛墙中玻璃底高程应按不低于4.55 m考虑。

(3)当将玻璃部分作为防汛预留(安全超高)考虑,防汛挡水仍依赖钢筋混凝土挡墙。根据沪汛部[2017]1号文,苏州河(河口—真北路桥)段防御水位4.79 m。从而,玻璃防汛墙中玻璃底高程应按不低于4.79 m考虑。

(4)从景观角度,玻璃防汛墙设想提出时主要目的为改善沿河视觉效果,提高河道亲水性。因此,从景观角度考虑,玻璃底高程应尽可能降低。为使得大

多数人能看见水,人群身高按大于1.4 m计,玻璃防汛墙中玻璃底高程不宜高于4.6 m。苏州河防汛墙设防标高5.2 m,玻璃高度不低于60 cm。

综上,兼顾防汛标高及景观效果,苏州河玻璃防汛墙底高程不宜低于4.6 m(高于非汛期防御水位4.55 m)。

1.1.3 玻璃宽度确定

为使得玻璃防汛墙安装、拆卸方便,单块玻璃不宜太重,且尺寸不宜过大。钢化玻璃的比重是2400~2800 kg/m³,双层钢化夹胶玻璃厚度8~15 mm,每平方米钢化夹胶玻璃重量为40 kg~75 kg,玻璃高度按最小60 cm计,每延米宽度玻璃重量为24~45 kg。从人工安装、搬运角度,建议单块玻璃宽度不超过2.5 m。

单块玻璃宽度也不宜过小。单块玻璃宽度越小,每幅墙上玻璃与立柱间止水带越多,渗漏风险越大。基于重量和止水角度分析,玻璃宽度一般为1.5~2.5 m。

将单块玻璃水平方向等效简支梁计算挠度,挠度按小于33.3 mm(玻璃面材允许位移最大值)反算玻璃宽度,玻璃弹性模量、风压等参数参见本文2.2节。经计算,在最高水位4.79 m、考虑风压、水压力工况下,简支梁计算的跨中最大挠度为33.3 mm时的玻璃宽度为4.0 m。

综上,玻璃宽度应不大于4 m,宜为1.5~2.5 m。

1.2 玻璃防汛墙安全影响分析

1.2.1 防汛安全

苏州河永久性防汛墙采用50 a一遇防洪标准设防(按100 a一遇防洪标准校核),为Ⅱ等工程2级水工建筑物,设防标高5.20 m。

根据《堤防工程设计规范》^[4],2级堤防在允许越浪情况下的安全加高值为0.4 m。苏州河设计高水位为4.79 m,相应安全加高值为0.41 m,符合规范中针对2级堤防安全加高值的要求,满足苏州河防汛要求。

1.2.2 结构安全

1.2.2.1 整体稳定性及桩基受力分析

钢化玻璃的比重与钢筋混凝土相当,但双层夹胶玻璃体积远小于钢筋混凝土墙身体积(双层夹胶玻璃厚度一般不超过30 mm,钢筋混凝土墙厚至少0.3 m),故钢筋混凝土墙身局部换为钢化夹胶玻璃后自重有所降低。当现状防汛墙的整体稳定性、桩基受力能满足规范要求,在其他条件不变的情况下,将

现状混凝土墙身局部改为玻璃防汛墙后,结构上部荷载略有降低,相应的整体稳定性能满足规范要求,桩基承载力仍低于承载力容许值。

1.2.2.2 玻璃防汛墙抗风浪模拟

(1)力学模型及基本假定

钢化夹胶玻璃直接承受风浪压力,模拟时将受力简化为等效均布面荷载作用于夹胶玻璃上。

(2)材料参数

玻璃防汛墙采用钢化夹胶玻璃,杨式弹性模量为 0.72×10^5 MPa,泊松比取 0.2,面材强度设计值为 84 MPa。根据《玻璃幕墙工程技术规范》^[5],面材允许位移最大值为 33.3 mm。

水位取设计高水位 4.79 m,风向波高取安全超高 0.40 m;风力等级取 10 级台风,基本风压 0.86 kN/m^2 ,最大风速约 31~33 m/s,风荷载设计值为 0.84 kPa 。

(3)计算结果

采用 ANSYS 有限元计算结果如图 5 所示。根据有限元计算结果,面材的最大应力 $49.69 \text{ MPa} < 84 \text{ MPa}$,面材强度满足要求;面材的最大位移 $D_h = 4.1 \text{ mm} < 33.33 \text{ mm}$,面材的刚度满足要求。因此,玻璃防汛墙基本能满足防洪要求。

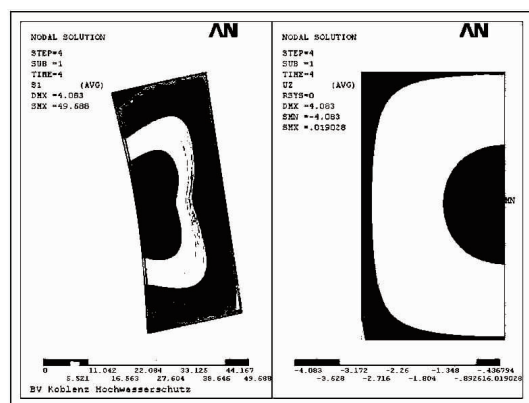


Abbildung 1: 1) Hauptzugspannungen [N/mm²]; 2) Verformung [mm]; Lastfall 2

图 5 ansys 有限元分析结果图

根据以上分析模拟,将苏州河传统钢筋混凝土墙身局部改为玻璃防汛墙后,玻璃防汛墙的墙顶高程、整体稳定性、桩基受力等能满足规范要求;10 级台风风压下,钢化夹胶玻璃所受的应力小于面材强度设计值,钢化夹胶玻璃的最大位移小于面材允许位移。

2 玻璃防汛墙应用分析

玻璃防汛墙在上海主要有两次应用,分别为黄浦区外马路董家渡段通透式玻璃景观防汛墙和闵行彭渡生态园上部玻璃防汛墙。其中,黄浦江董家渡段

玻璃防汛墙的应用对苏州河参考意义较大。经调查,黄浦江外马路董家渡段玻璃防汛墙于 2012 年 4 月开始运营,于 2018 年在黄浦江贯通背景下拆除改建为混凝土实墙,改建原因为:(1)原玻璃防汛墙墙顶高程不能满足 6.7 m 设防标高要求;(2)相较混凝土防汛墙,玻璃防汛墙养护管理要求相对较高,存在应力集中时容易受损(如人为蓄意的尖锐物袭击下)、通航河道受船撞击后易损坏等劣势。

因此,玻璃防汛墙虽理论分析上较为成熟,但考虑到苏州河防汛墙作为生命线工程,防洪安全应确保万无一失,玻璃防汛墙本身材料脆性的弱点使其在当前阶段暂不具备广泛推广应用条件。后续,玻璃防汛墙应用前还需结合物理模型试验(水密性试验、封堵试验等)进一步论证研究。

现针对玻璃防汛墙提出防汛预案及养护要求供后续进一步应用研究参考。

2.1 防汛预案

(1)当某段预报水位在 4.30 m 以上时(将由玻璃防汛墙挡水),应对玻璃式防汛墙相关设施进行全面检查。若发现玻璃损坏,可临时采用一块铝合金板挡水。可分为下列情况进行处理:

a. 若玻璃仅出现裂缝而未脱落,江水未出现漫出的情况,则此时在岸侧用“铝合金板+止水条”通过螺栓紧固在损坏玻璃的两侧不锈钢立柱上,以避免玻璃爆裂而造成江水漫出。待水位下降后,拆除铝合金板,再按安装和拆除玻璃的工序更换损坏的玻璃。

b. 若玻璃受到严重的损坏而导致脱落,且江水漫出至后方陆地。此时,先采用 2 m 宽的预备铝合金板插在不锈钢立柱的江侧,利用部分水压使铝板压向立柱,阻挡住江水的漫流;然后再按上述 a 的步骤在立柱岸侧安装铝合金板;待岸侧铝合金板紧固后,再拿掉江侧的应急挡板。同样,待水位下降后,再更换新的玻璃。

c. 若多块玻璃受损,则按照上述方式逐一或同时处理。

(2)当该段预报水位将达到高水位 4.79 m 以上时,需对玻璃式防汛墙后侧用沙袋压载加固。

(3)当苏州河由高水位退水后,应及时对出现的险情状况进行除险处理,如:拆除铝合金板,按照玻璃防汛墙安装和拆除工序更换新的玻璃。

2.2 日常养护要求

(1)玻璃防汛墙安装区域应全线安装监控,使得

(下转第 172 页)

网全封闭施工,从而避免悬浇施工过程中有物件掉落影响高铁运营安全;

(2)主梁悬浇完成后,挂篮退回至0#块处进行分解拆除,从而降低挂篮拆除过程中吊装机械离高铁过近、现场施工条件受限等影响高铁运营安全的风险隐患;

(3)挂篮安装拆除、各节段箱梁悬臂浇注及转体施工等对高铁存在较大安全隐患施工环节,均需利用铁路运营“天窗”时间进行作业;

(4)采用智能测力转体支座,转体过程中对上部结构的竖向承载力进行实时监测,从而确保转体施工过程安全;

(5)上跨高铁转体桥涉及场地采取全封闭施工,避免外部复杂环境对转体桥施工可能产生的干扰影响,从而降低施工安全风险。

4 结 语

本文结合工程实际情况,对建筑密集区城市快速路建设上跨高铁转体桥方案进行优化研究,通过

方案优化寻求地方政府政策处理难度与铁路部门安全要求的合理平衡点,最终做到降低因工程建设造成不良社会影响与保障施工期间铁路营业线运营安全兼顾。而实际工程建设中,往往很难做到两者兼顾,此时需结合必要的风险防范应对措施以降低风险,从而达到上述“合理平衡点”,这为类似建筑密集区城市快速路建设上跨高铁工程提供经验参考。

参考文献:

- [1] 张汉涛.公路跨铁路转体桥施工关键技术分析[J].工程建设与设计,2020(22):86-87.
- [2] 钟勇勇,朱洪洲,陈天培.桥梁转体施工方案研究[J].绿色环保建材,2020(3):214-215.
- [3] 单超.公路跨铁路桥梁转体施工设计的思考与实践[J].交通世界,2020(21):88-89.
- [4] 李吉利.跨既有线T构转体施工关键技术分析[J].四川水泥,2021(5):236-237.
- [5] 聂磊,谢国平.公路跨铁路桥梁转体施工设计[J].铁道勘察,2018,44(3):117-121.
- [6] 季向超.跨铁路桥梁转体施工安全风险评估方法[J].工程技术研究,2020,5(14):184-185.

~~~~~  
(上接第155页)

玻璃防汛墙的状况可实时监控。

(2)在汛期、大雨、台风,以及苏州河高于4.3 m水位期间,应增加巡查频次。

(3)除常规物资准备外,在苏州河防汛仓库中应额外准备以下物资:一定数量的同规格玻璃、一定数量的铝合金板(临时封堵)、一定数量的沙袋等。

(4)玻璃防汛墙保洁:

玻璃防汛墙较混凝土墙而言存在不耐脏(污渍显现明显)的问题,日常养护中建议适量增加保洁频率,玻璃立面应无明显污痕、乱贴、乱挂等现象。

## 3 结 语

本文对苏州河玻璃防汛墙进行了深入研究。从

理论上分析,玻璃防汛墙在防汛墙功能满足的基础上能极大提升景观效果;从应用上分析,结合黄浦江董家渡段玻璃防汛墙应用及拆除实践,玻璃防汛墙本身材料脆性的弱点使其在当前阶段暂不具备推广应用条件。

### 参考文献:

- [1] 苏州河沿岸地区建设规划(2018-2035)[Z].2020-08-21.
- [2] 上海市防汛指挥部关于修订调整黄浦江防汛墙墙顶标高分界及补充完善黄浦江、苏州河非汛期临时防汛墙设计规定的通知[Z].2017-1-18.
- [3] 苏州河滨水空间建设技术导则[Z].2018-09.
- [4] GB 50286—2013,堤防工程设计规范[S].
- [5] JGJ 102—2013,玻璃幕墙工程技术规范[S].