

城区高架桥梁防撞墙更新方案探讨

诸立嘉

[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: 城区高架桥梁的防撞墙除承担防撞功能外,还承担着其他诸多功能。随着防撞墙本身的老化、耐久性下降,以及社会和经济的发展,防撞墙综合改造的需求越来越迫切,然而在城区对其进行升级改造,面临的建设条件非常复杂。因此,合理的防撞墙更新方案,对于类似项目的可行性具有较大的影响。通过详细分析城市高架桥梁防撞墙普遍存在的问题,以及其更新主要需考虑的因素,提出多种可行的更新方案,并比较了各方案的优、缺点,指出各方案的适用情况,以期为后续类似城市高架防撞墙的更新提供参考。

关键词: 城区高架;高架桥梁;防撞墙;更新方案;优、缺点比较

中图分类号: U443.5;TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)02-0219-06

Discussion on Renovation Scheme for Anti-collision Walls of Elevated Bridges in Urban Areas

ZHU Lijia

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: In addition to the anti-collision function, the anti-collision walls of elevated bridges in urban areas also undertake many other functions. With the aging and durability decline of the anti-collision wall itself, as well as the development of society and economy, the need for comprehensive renovation of these walls has become increasingly urgent. However, upgrading and renovating these walls in urban areas will pose the complex construction challenges. Therefore, a reasonable renovation scheme for anti-collision walls has a significant impact on the feasibility of similar projects. By analyzing the common issues faced by urban elevated bridge anti-collision walls in detail and considering the main factors during renovation, the multiple feasible renovation schemes are proposed, the advantages and disadvantages of each scheme are compared, and the applicable scenarios for each scheme are indicated in order to provide a reference for the subsequent renovation of similar urban elevated anti-collision walls.

Keywords: urban elevated road; elevated bridge; anti-collision wall; renovation scheme; comparison of advantages and disadvantages

0 引言

城市高架桥梁是缓解现代城市交通拥堵、改善城市交通运输状况的有效途径,是推动城市发展的引擎。在国内外一些超大型城市中,高架桥梁已形成网络,成为市区交通的主要干线,大大提高了城市运行的效率和竞争力。核心城区由于发展需要,往往在较早时期就开始了高架桥梁建设,发展到如今,桥龄在20~30年的高架桥梁比比皆是。此外,核心城区的高架桥梁承担的交通流量大,受到的车载作用频繁,桥梁的结构性能随着时间退化已成必然,桥

梁病害逐渐凸显,需要及时对其进行维修与更新。

防撞墙是高架桥梁的重要组成部分,核心城区高架桥梁的防撞墙除了承担基本的保护桥梁和车辆的作用外,还承担着多项其他重要功能,如管线通道、声屏障基础、灯杆基础、交通标志杆件基础、绿化悬挂等。因此,其重要性不言而喻。

以上海市内环高架桥梁为例,由于建设时期较早,当时的混凝土材料性能一般,且防撞墙混凝土标号较低,实际检测混凝土强度约为16.1~23.5 MPa。近年来,高架桥梁防撞墙病害情况频发,外侧混凝土破损、剥落情况较为严重,存在极大的安全隐患^[1-2]。根据设计单位对防撞墙耐久性的分析,混凝土防撞墙在使用过程中退化较快,其混凝土保护层开裂时间约为40年^[3]。另外,现状防撞墙内管线通道堵

收稿日期: 2025-05-19

作者简介: 诸立嘉(1981—),男,学士,高级工程师,从事桥梁设计工作。

塞,无法替换或新增管线。随着5G技术、智慧化交通等的发展,以及城市精细化管理的需求,现状防撞墙难以满足越来越多的功能要求。因此,无论是从防撞墙的耐久性、安全性还是从功能性等方面来看,高架桥梁的防撞墙都亟须进行更新换代。

近年来,随着混凝土破除技术^[4-5]、桥梁结构预制拼装技术^[6-8]等的发展,以及超高性能混凝土(UHPC)^[9]等新材料的应用,城区高架桥梁防撞墙实现快速更换成为可能。

1 高架桥梁防撞墙普遍存在的问题

一是防撞墙混凝土强度较低,外侧防撞墙混凝土剥落情况较严重,混凝土表面外观较差。据养护单位反映,防撞墙混凝土表面普遍存在松散情况(见图1),尤其是在采用高压水枪进行表面冲洗后,实际表面破损比例较高,日常养护主要采用聚合物砂浆进行表面修补,修补比例约为防撞墙表面总面积的25%。而对防撞墙混凝土强度的抽检结果表明,防撞墙的混凝土碳化深度为4.5~10.0 mm,强度推定值为16.1~23.5 MPa。由此得出,防撞墙混凝土的强度已出现衰减。



图1 防撞墙混凝土表面局部松散

二是墩顶处防撞墙竖向开裂,局部混凝土破损(见图2)。病害产生的主要原因是防撞墙连接处的间隙过小,当护栏受热纵向伸长时,彼此互相挤压,造成墙体破裂。此外,还有混凝土整体现浇产生的高温造成表面开裂。

三是由于防撞墙局部混凝土破损,钢筋外露后产生锈蚀。该类病害产生的主要原因包括局部混凝土保护层厚度偏薄、施工过程中产生的碰撞,以及车辆撞击等。该病害在高架桥梁防撞墙上普遍存在,隐藏坠落的风险(见图3)。



图2 防撞墙接缝处受挤压开裂



图3 防撞墙锈胀开裂,存在坠落风险

四是由于匝道桥梁落地段防撞墙与桥梁段防撞墙之间存在较大的高差,桥台接坡挡墙基础发生不均匀沉降,导致防撞墙出现竖向开裂(见图4)。



图4 落地段防撞墙因沉降差出现竖向开裂

五是防撞墙绿植采用外挂花盆形式,而移栽、喷淋、养护、更换等管养环节均需采用人工手动进行,喷淋不便,智能化不足。此外,外挂花盆不仅是景观性较差,遇到灾害天气时,还存在掉落等安全隐患(见图5)。



图5 外挂花盆存在掉落风险

六是现状防撞墙管线通道堵塞。根据建设“新基建”引领下的交通强国的要求,交通基础设施将进入智慧化高质量发展阶段。随着5G技术、无人驾驶

技术的发展,智慧化交通管控等措施需要预埋新的管线,而现状防撞墙内管线已堵塞,无法新增管线(见图6)。



图6 管线无法在防撞墙管道内敷设

七是现状防撞墙上装有大量的附属设施,主要有声屏障、灯杆、外挂花盆、监控摄像机、龙门架、3F杆等,且大部分设施已经老旧,需要进行更换(见图7)。



图7 防撞墙上声屏障钢丝断裂、构件缺失

八是现状防撞墙景观效果较差(见图8)。



图8 防撞墙表面斑驳陆离,整体效果不佳

2 防撞墙更新主要需考虑的因素

2.1 施工交通组织

核心城区高架桥梁承担着大量的到发和过境交通,而其周边的地面道路主要承担着沿线地区的到发交通,防撞墙的更新涉及土建结构施工,施工对交通有一定的影响,如何尽量减少施工对交通的影响,是防撞墙更新能否实施的关键。

2.2 施工环境影响

核心城区高架桥梁周边一般以商业用地、企业、住宅用地为主。施工期间会产生较大的噪声和较多的粉尘、污水等,对区域生产、生活造成干扰。因此,更新采用的施工工艺和施工组织需尽量减少对环境的影响。

2.3 防撞墙的高度

随着车辆的制造技术的发展,防撞墙的高度需要根据如今常见交通工具的高度重新衡量,以确保防撞墙对车辆、行人的保护作用达到最佳效果。

2.4 墙体结构

新防撞墙的材质和墙体结构需要考虑施工场地的建设环境及耐久性,应选择结构合理、稳定牢固的墙体结构材料,以确保防撞墙长期使用的稳定、可靠和不易损坏。

2.5 整体造型

防撞墙是桥下观桥的主要视点之一。防撞墙外侧面朝桥下城市的视角,应作为景观的重点设计范围。防撞墙内侧朝向车行道的一面,要求简单、顺直、不宜有花哨的内容,避免对行车造成安全风险。

2.6 多功能整合

核心城区高架桥梁防撞墙除了须具备基本的保护行车安全的功能外,往往还承担着大量的额外功能,如降噪防尘、交通引导、交通监控、美化环境等,将来还可能承担环境感知、车路协同等功能。因此,新防撞墙设计需同步考虑对其上诸多相关附属设施的整合。

2.7 管线通道

新防撞墙设计需充分考虑机电设备、交通管理系统、监控设备、结构监测系统、信息传输系统等管线铺设需求。

2.8 远期预留

随着科技的不断发展,目前城市智慧化道路的规划设计与布局已开始实施,核心城区的高架桥梁是优先考虑的实施对象。因此,在进行防撞墙更新设计时,在有条件的情况下,可考虑为北斗、5G等新技术及全路段车路协同环境预留接口。

2.9 对主体结构的影响

由于现状防撞墙与主体结构多通过钢筋整体浇筑在一起,对其进行拆除更新势必会对主体结构造成一定影响,而主体结构在经过长期使用后,其本身的结构性能已有所衰退。因此,防撞墙的更新应尽量减少对主体结构的影响。

3 防撞墙更新方案

3.1 防撞墙更新方案一:节段预制拼装防撞墙

节段预制拼装防撞墙的方法,即首先对现状防撞墙的上部进行整体切割,对下部采用水射流进行混凝土凿除,露出原主梁预埋钢筋;然后在夜间利用汽车起重机将新预制的防撞墙节段吊装就位;最后采用超高性能混凝土(UHPC)现浇湿接缝的方式,将预制节段防撞墙的钢筋与原主梁预埋钢筋锚固在一起,形成一个整体(见图9和图10)。

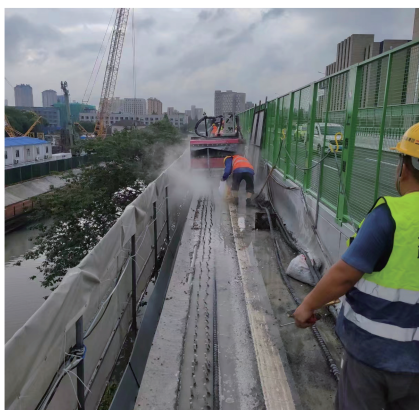


图9 水射流设备施工



图10 预制节段防撞墙安装

由于拆除防撞墙的施工周期较长,且需进行吊装施工,需长时间占用桥梁道路。水射流设备最少需占用1 m的路面宽度,再加上0.5 m的隔离设施,高架桥梁上至少须隔离出1.5 m的区域,用于水射流设备施工(见图11)。

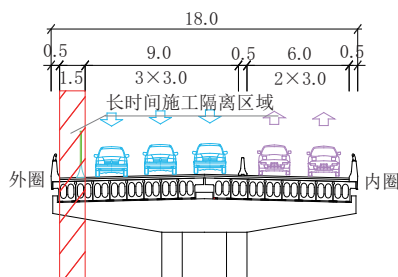


图11 施工区域隔离示意图(单位:m)

吊装施工需封闭半幅高架桥梁交通。总体施工组织为第一天夜间,封闭半幅高架桥梁的交通,切割老防撞墙并将其吊离;第二天白天,在高架桥梁上隔

离出的1 m范围内使用水射流,凿除老防撞墙的基座混凝土,露出原主梁预埋钢筋;第二天夜间,封闭半幅高架桥梁的交通,吊装新的节段预制拼装防撞墙;第三天白天,在高架桥梁上隔离出的1 m范围内浇筑UHPC现浇段并进行养护。

如果整体切割老防撞墙,则无需采用水射流凿除混凝土露出钢筋,施工简洁、快速,但需在桥梁挑臂上进行大量植筋,以连接新的防撞墙。考虑到桥梁普遍已使用较长时间,其结构上已经植入大量的钢筋,再次植筋反而可能损伤其结构。因此,不建议采用此种方法。

3.2 防撞墙更新方案二:节段现浇防撞墙

此方法与节段预制拼装防撞墙,在拆除老防撞墙阶段完全一致,只是新防撞墙安装采用现场浇筑的形式。现场浇筑仍需隔离出1.5 m的区域,用于施工。此方法可较好地适应现状线形和各种突发状况,施工较为简单,但施工对现场环境的影响较大,施工质量不如预制,施工时间较长,总体施工时间远高于节段预制拼装防撞墙。

3.3 防撞墙更新方案三:防撞墙带边梁整体更换

防撞墙带边梁整体更换方案^[10]仅适用于铰接空心板。施工时,首先破除现状边板铰缝,然后将边板连带防撞墙整体吊离,最后将新防撞墙与新空心板边板整体预制后运至现场进行吊装就位,并用C50快硬混凝土恢复新、老板梁间的铰缝。

防撞墙带边梁整体更换时,水射流机器人仅需破除现状边板铰缝,切割部位及体积较少,方便现场操作,施工效率较高,1个晚上便可完成整跨替换,可较大缩短工期。但其局限性也较大,仅适用于铰接空心板,在其他大部分桥梁类型结构上无法实施。此外,由于现场混凝土铺装厚度不一,离散性较大,整体更换后难以再对线形进行局部调整,对总体线形控制很不利,对前期测量和预制提出了更高要求。且由于吊装体量较大,在夜间施工时,需封闭整幅桥面的交通,施工场面及对交通的影响相对较大(见图12)。

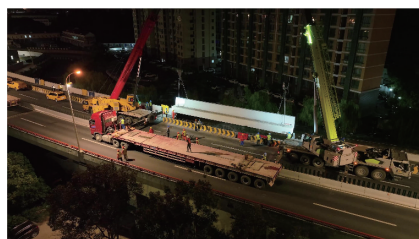


图12 防撞墙带边梁整体更换施工

3.4 防撞墙更新方案四:间隔式节段预制拼装防撞墙

前文所述节段预制拼装防撞墙施工,需在高架桥梁上长时间占用 1.5 m 宽的路面进行施工,对核心城区部分拥堵路段的交通仍有一定影响。考虑是否可以基于此种施工方法,并做进一步优化,即仅在夜间施工,白天完全不影响交通。因此,我们提出间隔式节段预制拼装防撞墙的方案。

此种方法把单跨梁段的防撞墙分成 4 个节段,在单个夜间仅替换其中部分节段,其余部分保留。采用固定支架与防撞墙的组合式临时防撞体系,主要考虑在 UHPC 未浇筑的工况下,以两端老防撞墙为支点,并使之具备防撞功能。施工时可采用跳跃式方案,第一天施工 1、3 节段,第二天施工 2、4 节段(见图 13)。

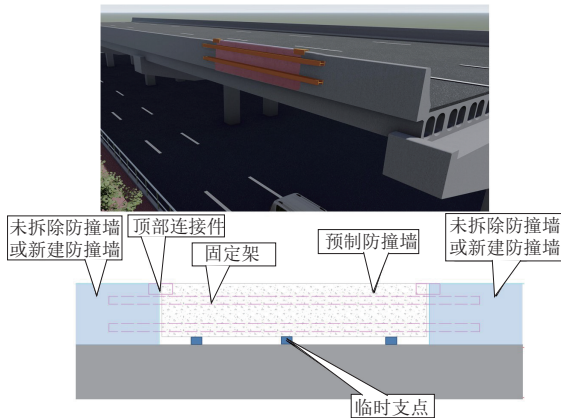


图 13 间隔式节段预制拼装防撞墙施工示意

第一天夜间拆除部分节段老防撞墙,安装节段预制防撞墙,固定支架,进行临时连接,总体用时约 7.5 h;第二天夜间,搭设湿接缝模板,浇筑 UHPC 并进行养护;第三天夜间,拆除固定支架和模板。此方法仅需在夜间封闭半幅高架桥梁交通即可,对交通的影响较小,但其完全在夜间施工,产生的噪声难以避免。此外,对曲线段线形的控制也较困难,施工期间的抗撞性能需进一步论证。

3.5 防撞墙更新方案五:防撞墙外包铝板

前文所述几种施工方法,均需拆除老防撞墙或部分老结构,施工对交通也有较大影响。因此,本文提出对现状防撞墙外包铝板进行改造。铝板含有以下 3 种特殊功能:一是景观绿化安放槽和喷淋系统,可以解决绿植养护自动化操作;二是预留管线通道,可为远期智慧化设备做好预留;三是防撞墙外侧整体包裹,可以消除防撞墙外侧混凝土局部剥落对桥下行人及机动车的安全威胁(见图 14)。

此施工方法无需改造老结构,施工时间短,可在



图 14 防撞墙外包铝板实景

每日夜间封闭道路时间内实施,白天仍可开放交通,不影响高架桥梁及地面道路的通行,夜间施工时仅需占用邻近的地面 1 根车道即可。铝板本身可分为多个标准节段,其重量也较轻,施工不存在困难。其总体施工周期较短,可随时开始和结束,施工可灵活安排,不占用关键施工线路。但由于此方案不拆除老防撞墙,无法彻底根治防撞墙病害。

4 防撞墙更新方案优、缺点比较

对以上方案进行汇总比较,结果如表 1 所示。

以上几种方案,除了间隔式节段预制拼装防撞墙方案,其余方案在上海市内环高架桥梁更新工程中均有所应用,验证了方案的可实施性。上述方案各有优、缺点,核心城区高架桥梁防撞墙更新时,可根据自身的建设条件和项目特点,采用适合的更新方案。

5 结 语

本文结合上海市内环高架桥梁更新工程的实际实施情况,归纳现有防撞墙在长期使用过程中面临的主要问题,分析了城区高架桥梁防撞墙更新需要考虑的要素,并结合实际应用情况,提出多种防撞墙更新方案,总结了各种防撞墙更新方案的主要影响、优点、缺点、造价、适用情况等,有关经验可对后续城市高架桥梁的更新起到很好的借鉴作用。

参考文献:

- [1] 顾佳磊. 上海内环高架路更新的实践、应用与评估[J]. 中国市政工程, 2023(3): 28-32; 113.
- [2] 贾运周. 公路桥梁附属设施常见病害及养护对策研究[J]. 运输经理世界, 2024(10): 129-132.
- [3] 上海市道路运输事业发展中心, 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司. 高架桥梁维护策略研究[Z]. 上海: 上海市道路运输事业发展中心, 2021.
- [4] 伏晓霞, 胡文斌, 徐子涵, 等. 绳锯切割技术在旧桥加宽防撞墙拆除工程中的应用[J]. 甘肃科技纵横, 2024, 53(1): 54-58.
- [5] 章文峰, 敬世红, 代高飞, 等. 一种钻孔诱导水射流破除混凝土方法: 中国, CN118653721A[P]. 2024-09-17.

表 1 防撞墙更新方案比选表

方案	节段预制拼装防撞墙	节段现浇防撞墙	防撞墙带边梁整体更换	间隔式节段预制拼装防撞墙	防撞墙外包铝板
交通影响	高架桥面长时间占用 1.5 m 的施工区域,夜间施工需要封闭半幅高架道路	高架桥面长时间占用 1.5 m 的施工区域,夜间施工需要封闭半幅高架道路	夜间施工高架桥梁需要全封闭,白天正常通行,不影响交通	夜间施工需要封闭半幅高架道路,白天正常通行,不影响交通	夜间施工占用 1 根车道,白天正常通行,不影响交通
对周边环境的影响	影响一般,老防撞墙拆除会对周边环境产生一定影响	影响较大,老防撞墙拆除、新防撞墙浇筑均会对周边环境产生一定影响	影响一般,铰缝拆除时会对周边环境产生一定影响	影响较大,老防撞墙拆除会对周边环境产生一定影响,且夜间施工噪声难以避免	基本无影响
优点	一是防撞墙标高、线形可现场调节,较易控制; 二是吊装机械较少,现场占位灵活、方便; 三是安装速度较快	一是防撞墙标高、线形易控制; 二是吊装机械较少,吊装工作量小; 三是施工较为简单	一是带边板整体更换防撞墙整体性能、耐久性好; 二是安装较快,现场调节工作量较小	一是防撞墙标高、线形可现场调节,较易控制; 二是仅需夜间封闭半幅高架道路,对交通的影响较小	一是施工快,工期短; 二是对交通无影响
缺点	一是现场调整工作量大,现状预埋钢筋位置不确定,施工时需对钢筋进行调整; 二是对前期测量要求较高; 三是现场遇到突发问题较难处理	一是施工对现场环境影响较大; 二是施工周期长; 三是施工质量一般,难以控制	一是桥面铺装厚度不确定,预制时需根据现场调查数据进行调整,如现场实际情况与预制差别较大时,调节空间较小; 二是吊装要求高,吊装工作量较大,吊装时对交通造成影响; 三是前期调查工作量很大,需对铺装层厚度进行详细调查; 四是适用范围小,仅适用于铰接空心板; 五是造价较高	一是夜间施工噪声难以避免; 二是曲线段线形控制比较困难; 三是施工期间的抗撞性能需进一步论证; 四是施工效率较低	一是未能从根本上消除安全隐患,也不能提高防撞墙结构本身的耐久性; 二是需确保铝板固定牢固; 三是须确保铝板自身的长期使用性能和耐久性
造价/(元·m ⁻¹)	约 5 500	约 4 000	约 14 000(含边梁费用)	约 7 000	约 2 300
适用情况	适用于大部分城区高架桥梁,白天可部分占道的高架桥梁	适用于周边人流量较少、对环境保护要求较低的高架桥梁,白天可部分占道的高架桥梁	仅适用于铰接空心板梁结构的高架桥梁	适用于交通拥堵极其严重,白天高架桥梁上一点空间也不能占用的高架桥	适用于防撞墙基本完好,白天难以占道的匝道或主线高架桥梁

[6] 崔猛. 装配式防撞墙生产运输工艺的研究及应用[J]. 公路, 2023, 68(4): 128-133.

[7] 段平安, 李成. 市政桥梁新型装配式防撞墙施工工艺[J]. 云南水力发电, 2022, 38(7): 73-75.

[8] 李伟. 桥梁装配式防撞栏应用与分析[J]. 科学技术创新, 2021(21): 121-122.

[9] 孙云飞. 超高性能混凝土在桥梁工程预制防撞墙中的应用[J]. 建筑施工, 2021, 43(3): 451-452.

[10] 徐建平, 陈家尧, 罗征. 城市高架预制边箱梁防撞墙一体化施工方法[J]. 山西建筑, 2023, 49(22): 120-123.