

DOI: 10.16799/j.cnki.csdqyfh.240896

上海市泰和路高架修复养护工程总体方案研究

周丽娜

(上海市道路运输事业发展中心, 上海市 200025)

摘要: 以上海市泰和路高架修复养护工程为例, 分析城市更新类重大工程总体方案设计。详细介绍了泰和路高架修复养护工程的项目背景概况, 并在分析其现状病害的基础上, 论述其建设必要性与可行性, 确定其技术标准及总体设计原则。结合项目特点, 针对性地进行桥梁整体换梁方案、道路总体平纵横、路面结构及附属工程设计, 并提出了切实可行的施工期间交通组织设计, 以期对类似城市更新工程设计提供参考。

关键词: 城市更新; 整体换梁; 施工交通组织

中图分类号: U418

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)03-0104-05

Study on Overall Scheme of Shanghai Taihe Road Elevated Bridge Maintenance and Repair Project

ZHOU Lina

(Shanghai Road Transport Development Center, Shanghai 200025, China)

Abstract: Taking Shanghai Taihe Road Elevated Bridge Maintenance and Repair Project as an example, the design of the overall scheme for major urban renewal projects is analyzed. The background and overview of the Taihe Road Elevated Bridge Maintenance and Repair Project are introduced in detail. On the basis to analyze the current conditions and diseases of the project, the necessity and feasibility of its construction are discussed, and the technical standards and overall design principles are established. In line with the characteristics of the project, the targeted overall bridge beam replacement scheme, overall road alignment and grade design, pavement structure design, and ancillary engineering designs are carried out. Moreover, the practical traffic organization designs for the construction period are proposed in order to provide the reference for the design of similar urban renewal projects.

Keywords: urban renewal; overall beam replacement; construction traffic organization

0 引言

S20外环线是上海市上世纪90年代末期提出的“三环十射”公路快速交通网络框架的最外环, 其中外环北段与逸仙路高架、南北高架、中环北段共同组建了宝山区中环—外环之间的快速路网, 承担了宝山区大容量、中长距离交通的功能。

泰和路高架是S20外环线北段的重要组成部分, 兼具高速货运主通道与市政道路环线主动脉功能。泰和路高架向西接蕴川路立交, 向东接外环隧道, 路段内设同济路立交, 可与逸仙路高架、同济路高架转换^[1]。泰和路高架位置示意图见图1。

泰和路高架至今已运营22 a, 目前双向日流量约14.6万pcu/d, 其中货运比例超过6成, 再加之早期



图1 泰和路高架位置示意图

铰接空心板梁施工质量保证率低, 桥梁设计标准低, 导致近2年板梁陆续检测出现结构性裂缝, 并有进一步恶化的趋势, 严重影响了其稳定运行。

为确保泰和路高架稳定运营, 降低综合修复养护成本, 确保其高速货运主通道与市政道路环线主动脉功能稳定发挥, 计划利用S20外环隧道大修关键窗口期实施泰和路高架修复养护工程项目。

1 工程概况

本工程范围主线全长4 065 m, 包括高架主线

收稿日期: 2024-08-28

作者简介: 周丽娜(1979—), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事高速公路养护管理、工程管理工作。

4 024 m、3条匝道(江杨北路上下匝道、同济路下匝道)以及41 m路基段。泰和路高架主线为双向8车道,设计车速80 km/h。

泰和路高架现状标准横断面图见图2。

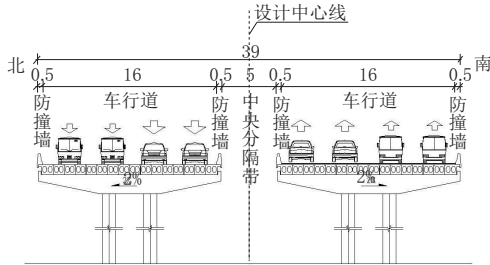


图2 泰和路高架现状标准横断面图(铰接空心板梁)(单位:m)

泰和路高架标准断面采用分幅布置,每幅宽度17 m,中央分隔带宽度为5 m;单幅横断面布置为0.5 m(防撞墙)+16 m(车行道)+0.5 m(防撞墙)=17 m。

泰和路高架桥主线共186跨,其中183跨为铰接空心板梁,3跨为钢梁(见表1)。空心板梁均采用简支桥面连续体系;跨径不大于22 m板梁梁高0.9 m,共178跨;部分跨路口、河流路段设跨径25、30 m板梁,梁高分别为1.0、1.3 m。下部结构主线标准段为双柱墩+倒T盖梁,匝道一般为独柱墩+倒T盖梁。立柱及盖梁均为混凝土结构。

表1 泰和路高架现状结构分布情况表

梁型	梁高/m	跨数	跨号	备注
空心板梁(跨径不大于22 m)	0.9	178	其他	
空心板梁(跨径25 m)	1.0	2	136、148	分别跨越北泗塘、淞滨支路
空心板梁(跨径30 m)	1.3	3	58、78、109	分别跨越铁山路、铁峰路、铁力路
钢梁	1.2	3	177~179	逸仙路高架下方

自2003年建成通车以来,泰和路高架现状下部结构、伸缩缝、连续缝、桥面铺装、支座等存在不同程度病害。近2年已经对部分病害严重的板梁进行了临时支撑。

根据桥梁定期检测报告中桥梁的技术状况,按照《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/TH21—2011),对桥梁技术状况进行了评定。评定结果为:桥梁总体技术状况评级为3类(修复养护、加固或者更换较大缺陷构件;必要时可进行交通管制)。但是,上述检测结论是基于开裂板梁处已采取临时支撑措施基础上得出的,若未采取临时支撑措施,拟评级为5类。

泰和路高架主要病害简述见表2。

表2 泰和路高架主要病害简述

项目	病害简述
主体结构	板梁 2022年20片、2023年31片腹板斜裂缝或底板横向裂缝
	铰缝 铰缝通长、半通长渗水痕迹
下部结构	盖梁立柱裂缝、混凝土破损病害
铺装	纵横向裂缝、车辙、坑槽、拥包、凹陷
防撞护栏	混凝土起壳开裂、钢筋锈胀
桥梁附属	伸缩缝 高差、型钢间距窄、锚固区混凝土裂缝
	桥面排水 泄水管堵塞、破损、缺失
	声屏障 破损
	支座 脱空、开裂、剪切变形、缺失等

2 建设必要性及可行性

2.1 建设必要性

(1)早期板梁芯模一般采用橡胶芯模,由于充气气压不同,正常情况下芯模直径可存在1.5 cm偏差;极端情况下,芯模会出现偏位,导致中腹板厚度减薄,丧失承载能力。计算结果表明,芯模正常体积偏差导致的板梁抗剪承载能力降低仅为3%;极端情况下,芯模错位偏差导致的板梁抗剪承载能力降低可达21%。

根据动态称重系统数据分析计算,当车辆不超限时,板梁安全系数为1.32;当车辆超限60%时,板梁安全系数为1.0;当车辆超限60%以上后,板梁承载能力不能满足《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)要求;超限140%时,板梁安全系数最低为0.77。

因此现状空心板梁抗剪强度和安全系数不满足上述规范要求,差距为20%~30%,在重载交通工况下存在风险。

(2)梁端腹板斜裂缝、底板裂缝在第1次发现后即呈快速增长趋势,该类裂缝为受力裂缝,易发生脆性破坏,存在一定隐蔽性。钱塘三桥引桥垮塌、昆明南二环桥被评定为危桥,均证明了此类裂缝的危险性。

(3)从全生命周期角度测算,全部换梁方案较“小修小补、局部更换”方案更经济。

2.2 建设可行性

从交通组织的角度来看,利用S20外环隧道大修关键窗口期,并通过施工期间交通组织方案的设计和优化,可将工程实施对道路交通的影响减至最低,

工程实施具备可行性。

3 主要技术标准

(1)道路等级:维持现状。

(2)设计车速:高架主线设计速度 80 km/h,匝道设计速度 40 km/h。

(3)桥梁标准宽度(主线标准断面):0.5 m(防撞墙)+16.0 m(机动车道)+0.5 m(防撞墙)+5.0 m(中分带)+0.5 m(防撞墙)+16.0 m(机动车道)+0.5 m(防撞墙)=39.0 m。

(4)设计荷载:维持原汽-超 20,挂车-120,特-300 不变(上部更换结构满足现行公路-I 级要求)。

(5)设计安全等级:一级,结构重要性系数 $\gamma_0=1.1$ 。

(6)设计基准期:100 a。

(7)设计使用年限:上部结构新建部分 100 a;伸缩缝、支座等可更换部件不低于 15 a;下部结构维持现状。

(8)桥梁护栏防撞等级:边防撞护栏 SS 级;中分带护栏 SAm 级。

(9)路面荷载标准:单轴双轮 100 kN(BZZ-100 kN)。

(10)路面设计年限:桥面段——桥面沥青混凝土面层设计年限 15 a;路基段——铣刨加罩路段路面设计年限 5 a。

(11)路面标准横坡:2%。

(12)路面平整度:不大于 2.0 m/km。

(13)主线、匝道道路建筑界限最小净高维持原设计标准,按 5.5 m 控制。

4 总体设计方案

4.1 总体设计原则

本工程实施地点位于上海市宝山城区,周边地块已开发建设成熟,沿线主要建筑自西向东包含物流仓库、堆场、益康敬老院、吴淞科技园、企业、宝钢钢铁研究所、居民区等。建设方案需充分考虑环境、社会稳定以及交通影响,方案设计要以人为本,妥善处理工程建设与既有出行交通的关系。

工程总体设计原则如下:

(1)在方案设计过程中,以历年桥检报告为基础,对泰和路高架实施情况进行调查。在此基础上,提出符合实际情况、操作性强的设计方案。

(2)采用新技术、新工艺、新材料和先进设备,全面贯彻落实“功能适用、结构安全、造价经济、结构耐久、造型美观、环境协调”和工程可实施性的总技术

目标。

(3)通过缺陷修复、结构防护的增强,提高结构安全性和耐久性,实现结构年轻化。

(4)改造方案应充分考虑对现状泰和路高架结构的影响,设计及施工方案均不能影响现状结构安全。

(5)工程方案应尽可能满足快速施工要求,并在施工期间尽可能减少对地面交通的影响。

4.2 桥梁工程

本工程采用整体换梁方案,即保留老桥下部结构和老桥上部 3 跨钢梁,拆除老桥上部铰接空心板梁,拆除老桥支座;上部结构更换为刚接空心板梁或双 T 梁。桥面系(铺装、伸缩缝、连续缝、防撞墙、桥面排水系统、声屏障)配合上部结构换梁同步拆除重建。整体换梁方案保留、拆除和重建明细表见表 3。

表 3 整体换梁方案保留、拆除和重建明细表

项目	保留	拆除重建
下部结构	√	
上部结构——钢梁(3跨)	√	
上部结构——铰接空心板梁		√
支座		√
桥面系(铺装、伸缩缝、连续缝、防撞墙、桥面排水系统、声屏障)		√

泰和路高架换梁标准横断面图(刚接空心板梁)见图 3。

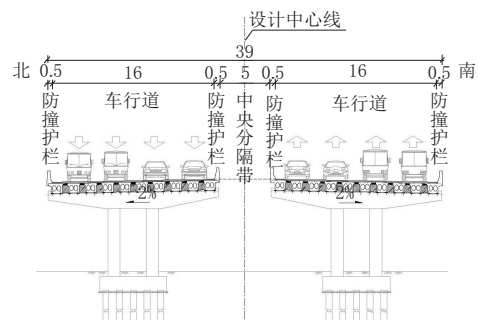


图 3 泰和路高架换梁标准横断面图(刚接空心板梁)(单位:m)

由于刚接空心板梁或双 T 梁梁高为 0.95 m,原铰接空心板梁高为 0.9 m,换梁后,新梁与老桥盖梁、老桥钢梁、老桥路基段、老桥不换梁匝道之间均存在高差。新梁与老桥盖梁之间高差通过重做连续缝时加厚盖梁顶混凝土铺装调节;新梁与老桥钢梁之间高差通过顶升钢梁并更换支座调节;新梁与老桥路基段高差通过增厚路基段铺装调节;新梁与老桥不换梁匝道之间高差通过顶升匝道并更换支座调节。

铺装厚度同老桥,采用 8 cm 混凝土铺装+8 cm SMA-13 重载改性沥青;伸缩缝、连续缝均考虑到新

梁与老桥盖梁高差而进行特殊设计;为加快施工进度,新梁区域防撞墙采用预制防撞墙,老桥倒T盖梁区域原防撞墙凿除时,需保留原防撞墙钢筋作为新防撞墙预埋钢筋使用;地面以上桥面排水系统均重建;声屏障重建。

4.3 道路工程

本工程主要为上部结构换梁,同时受桥梁盖梁和下部结构的制约,在平面线形上不做调整,维持道路现有线形不变。

纵断面设计按照以下原则执行:

(1)本项目主线路段纵断面拟合设计时,以桥梁换梁后的结构高度较现状桥面标高变化值+7.7 cm为基准,在此基准上按-2~+5.5 cm作为纵断面控制值(即纵断面较现状变化值为+5.7~+13.2 cm),并做好与不换梁桥面高差顺接处理,确保纵断面拟合准确。

(2)主线、匝道接坡段道路因为与桥梁之间的差异沉降、自身不均匀沉降导致其线形变化,需要按测量成果重新进行纵断面设计,并依照纵断面设计结果对面层进行加罩以补齐高差、恢复线形,保证道路线形符合设计规范要求,提高行车舒适性。

本工程主要为上部结构换梁,同时受桥梁盖梁和下部结构的制约,故桥面宽度、车道分布宽度不做调整,维持现状。本工程范围现状S20外环高速泰和路高架主线半幅桥面标准横断面宽17 m,断面宽度分布为:0.5 m(防撞墙)+0.5 m(路缘带)+3.75 m×4(车行道)+0.5 m(路缘带)+0.5 m(防撞墙)=17 m。

本次设计高架和匝道桥面整治结合桥梁工程设计方案,换梁方案采用8 cm C50混凝土调平层+2 mm防水层+8 cm沥青玛蹄脂碎石混合料SMA-13(重载改性沥青);维修养护方案采用11 cm C50混凝土调平层+2 mm防水层+5 cm SMA-13(高黏改性沥青)。

主线和匝道路基段路面整治采用铣刨加铺的处理方式,路面结构采用4 cm沥青玛蹄脂碎石混合料SMA-13(重载改性沥青)+6 cm中粒式沥青混凝土AC-20C(改性沥青,0.35%抗车辙剂)+AC-20C衬垫层的结构形式。

4.4 附属工程

按照现行标准对交通安全设施恢复重建,对工程范围内已建路灯、智能交通设备进行拆除、保护,并原样恢复,做好立杆基础、防撞墙接线箱和防撞墙内管线的预留预埋,对监控设备原有供电和信号等缆线以及监控独立立杆、监控龙门架进行更换,保证

已建交通监控设备的正常运行。

5 施工期间交通组织

S20外环隧道与本项目位置关系图见图4。外环隧道是外环北环中一个重要的节点工程,工程于1999年12月开工建设,2003年6月建成通车。工程全长2.88 km,隧道段1 860 m。隧道在投入营运后,交通量逐年上升且远超预测值。在19 a的运营中,受各种运营期原因影响,造成隧道病害较多。为保证隧道结构和设备均处于较好的工作状态,外环隧道主体结构将进行大修,按全封施工进行交通组织设计。



图4 S20外环隧道与本项目位置关系图

S20外环隧道封闭大修后,S20外环泰和路高架单向高峰流量将由5 500~6 000 pcu/h下降至2 000~3 000 pcu/h,全天双向流量将由12.8万pcu下降至6.5万pcu,路段饱和度为0.42。高峰时段S20外环泰和路高架流量减少约55%,为本项目整体换梁提供了关键窗口期。

本次S20外环高速泰和路高架桥修复养护工程将利用外环隧道全封闭大修期间实施,高架主线总体上采取半幅封闭施工、半幅双向4车道保通,先施工外圈后施工内圈;外圈施工时封闭江杨北路下匝道,内圈施工时封闭江杨北路上匝道(见图5、图6);主线保通速度60 km/h,匝道保通速度40 km/h。

外环隧道大修围封将封闭外环隧道前泰和路地面出入口、同济路高架EN(东南向)和NE(东北向)匝道,同时在泰和路高架内圈自同济路下匝道以西约500 m处(龙门架)封闭1号车道,保持封闭至同济路下匝道以东,设置容错车道(2车道)供误行车辆绕行S20外圈。结合流量情况在容错车道围封拆除后,启动S20外环泰和路高架桥修复养护工程。

为确保泰和路高架桥施工期间主线双向4车道和相关匝道转换保通,本工程设计3处临时转换通道:

(1)高架主线西侧路基段利用中分带硬化设置

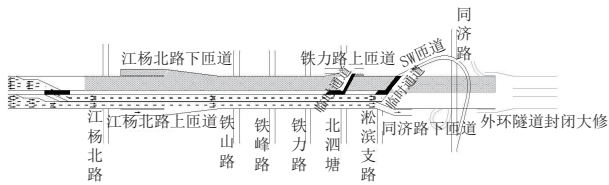


图5 外圈封闭施工总体交通组织

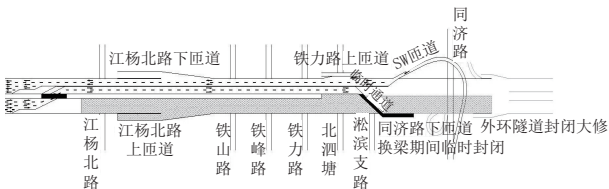


图6 内圈封闭施工总体交通组织

长 150 m 转换便道, 供内外圈施工时主线对向转换。

(2) 利用现状 PM128~130 (2 跨 44 m) 桥梁中央分隔带开口设置铁力路上匝道转换通道 (外圈封闭后施划转换通道标线, 设置隔离墩、引导标志和警示设施), 供外圈施工时铁力路上匝道阶段性保通。

(3) 利用现状 PM152~156 (4 跨 88 m) 整幅段盖梁设置 SW (西南向)、同济路转换便桥, 供外圈施工时 SW 匝道交通转换至内圈东向西主线, 以及内圈施工时西向东主线交通转换至同济路下匝道。外环隧道封交后实施, 便桥结构结合中分带和盖梁架设, 白天不影响既有地面道路交通, 夜间影响地面 1 号车道约 7 d, 实施时桥面需占用双向 1 号车道 (架梁时临时封闭双向 1、2 号车道)。

为尽可能降低桥梁施工期间对泰和路高架地面

道路交通影响, 同时确保按期完工, 桥梁上部结构施工工序为: 地面白天局部临时占 1 根车道进行桥上附属和桥面系拆除、板梁切缝等施工工序; 夜间封闭桥梁投影线下方交通, 确保地面单向至少 1 车道、路口渠化 2 车道通行, 进行防撞墙切割、板梁拆除、支座安装、新梁架设等施工工序。

本次大修对周边区域路网影响较小。路段内车道数有所减少, 同时车辆受借道、通行线形等因素影响, 在施工初期 S20 外环泰和路高架早晚高峰时段通行压力集中。随着施工开展, 区域交通基本维持施工前拥堵状态。

6 结 语

本文详细介绍了 S20 外环泰和路高架修复养护工程的项目背景和概况, 并在分析泰和路高架现状病害的基础上, 论述其建设必要性与可行性, 确定其技术标准和总体设计原则。结合项目特点, 针对性地进行桥梁整体换梁方案、道路总体平纵横、路面结构和附属工程设计, 并提出了切实可行的施工期间交通组织设计, 以期对类似城市更新工程设计提供参考。

参考文献:

- [1] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司. S20 外环泰和路高架 (K93+283~K97+111、K0+000~K0+237) 修复养护工程初步设计 [R]. 上海: 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 2023.

《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

