

DOI: 10.16799/j.cnki.esdqyfh.241162

道路改扩建项目既有挡土墙综合利用研究

牛建峰

(上海市市政工程设计有限公司, 上海市 200438)

摘要: 为适应城市的发展,改善道路交通条件,道路改扩建项目越来越多。对于改扩建后桥梁接坡段挡土墙位置不变的项目,挡土墙由于损坏或改扩建后道路等级提高不能直接利用。直接拆除挡土墙后新建,不但会严重影响现状交通,对现状接坡段道路的施工质量也会造成不利影响。因此,应尽可能利用现状挡土墙。基于大叶公路由二级公路改扩建为一级公路的工程案例,提出对现状挡土墙先进行检测及验算,判别是否可以修复后利用;针对有可能利用的挡土墙,根据不同损害类别情况,分别提出了混凝土及钢筋锈蚀修复、挡土墙高度调整、墙体结构补强、基础加固等不同的修复方案,为现状挡土墙的综合利用提供了一定的设计参考。

关键词: 挡土墙检测;病害修复;结构补强;基础加固

中图分类号: U417.1⁺1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)08-0082-06

Research on Comprehensive Utilization of Existing Retaining Walls in Road Reconstruction and Expansion Projects

NIU Jianfeng

(Shanghai Municipal Engineering Design Co., Ltd., Shanghai 201306, China)

Abstract: In order to adapt to the development of cities and improve the road traffic conditions, there are more and more road reconstruction and expansion projects. For the projects where the position of the retaining wall in the slope section of the bridge remains unchanged after reconstruction and expansion, the retaining wall cannot be directly utilized due to damage or an increase in road grade after reconstruction and expansion. The direct demolishing of the retaining wall and the building of a new one will not only seriously affect the current traffic, but also have adverse effects on the construction quality of the existing sloping section of the road. Therefore, the existing retaining walls should be utilized as much as possible. Based on the engineering case of Daye Highway from second-grade highway to first-grade highway, it is proposed to conduct the inspections and checking calculation of the existing retaining walls first to determine whether the walls can be repaired and reused. Aiming at the retaining walls possibly to be reused, the different repair schemes are proposed for the concrete and steel bar corrosion repair, retaining wall height adjustment, wall structure reinforcement and foundation reinforcement according to the different types of damage, which provide a certain design reference for the comprehensive utilization of existing retaining walls.

Keywords: retaining wall detection; disease repair; structural reinforcement; foundation reinforcement

0 引言

如图 1 所示,上海市道路长度里程增加迅速。截至 2023 年底,上海市道路长度 18 954 km。城市道路长度 5 965 km,其中快速路 238 km。城市桥梁总数 3 132 座(比上年增加 34 座)。公路长度 12 989 km,其中高速公路长度 881 km。公路桥梁总数为 14 706 座。公路桥梁总数为 14 706 座^[1]。

每座高架、跨线桥及大部分跨河桥接坡段由于

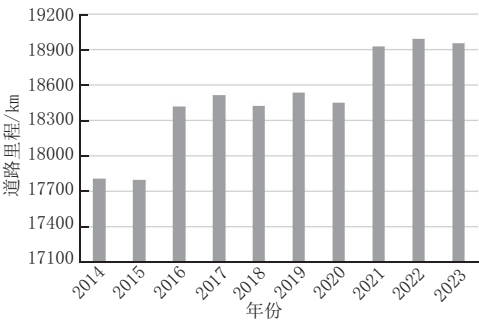


图 1 上海市道路长度年度里程变化分布

高差的存在,出于节省用地和节省造价的原因,基本都设置挡土墙,上海以 L 形钢筋混凝土挡土墙居多。随着道路使用年限的增加,台后路基沉降、路面损坏引起浸水、及道路改扩建中道路等级提高引起防撞

收稿日期: 2024-11-28

作者简介: 牛建峰(1983—),男,硕士,工程师,从事道路交通设计工作。

设施等级提升等,造成现状挡土墙不能满足改扩建后的使用功能。由于现状挡土墙设施量巨大,一味地拆除重建,不但会造成工程投资的浪费,施工过程也会严重影响现状交通,对现状接坡段道路的施工质量也会造成不利影响。因此,对于改扩建后桥梁接坡段挡土墙位置不变的项目,需对现状挡土墙与新的使用功能的适应性进行分析,采用针对性的修复措施,以便科学利用现状挡土墙。

1 现状挡土墙与道路改扩建适应性分析

改扩建项目对现状挡土墙的影响分为 2 种:道路路面净宽变宽,现状挡土墙位置变为路面;道路路面净宽不变,现状挡土墙位置不变。对于第 1 种工况,现状挡土墙不能保留,需拆除新建或凿除部分高度后填土掩埋。本文主要研究第 2 种工况。

大叶公路现状为二级公路,双向 2 车道,设计车速为 60 km/h,路基宽 16 m, S2 跨线桥桥梁净宽 16 m。改建后大叶公路主线为一级公路,双向 6 车道,设计车速为 80 km/h。大叶公路现状跨 S2 高速跨线桥建设时,在规划红线内实施了北半幅路,作为二级公路双向通行(见图 2)。大叶公路改造方案为在现状跨线桥南侧新建另一幅跨线桥,将现状跨线桥桥面(含挡土墙段)设置为单向机动车道 3 车道和人非道,见图 3。因此,现状挡土墙具有保留利用的条件。



图 2 大叶公路跨 S2 段现状挡土墙平面示意图

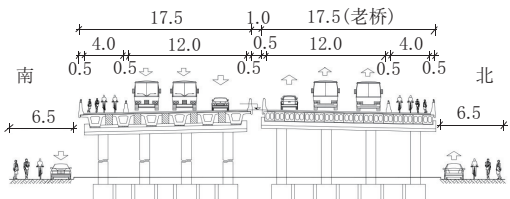


图 3 大叶公路跨 S2 段改建方案断面示意图(单位:m)

2 现状挡土墙整体病害分析

2.1 评定标准

由于规范中没有针对桥梁接坡挡土墙的评分标准,本次检测参照《公路桥梁技术状况评定标准》

(JTG/T H21—2011)中“翼墙、耳墙”这一部件进行评定。包含破损、位移、鼓肚、砌体松动、裂缝等标。

2.2 检测方法

(1)外观缺陷检查。对挡土墙现状进行全面、细致的检查,查明表观缺陷分布位置及其程度,分析其形成的原因,评价其对挡墙承载能力和耐久性的影响。

(2)对线形及变形检测结果与分析。用水准仪对挡墙顶面进行相对标高检测,通过对原设计纵坡线形与实测纵坡线形对比,判断挡墙是否存在不均匀沉降。现场采用吊锤法检测挡墙墙身竖直度,了解墙身倾斜情况。

(3)覆土厚度检测。将设计挡土墙总高度扣除上述实测高度后可以推算出前墙趾目前的实际覆土厚度。

(4)结构混凝土无损检测结果与分析。混凝土钢筋保护层厚度采用电磁检测方法进行无损检测。混凝土的碳化状况采用在混凝土新鲜断面观察酸碱指示剂反应厚度的方法测定混凝土的碳化状况。

(5)混凝土强度测定。在主要构件或主要受力部位采用回弹法、超声-回弹综合法等方法进行无损检测。

(6)钢筋锈蚀电位检测。采用的半电池电位锈蚀度测量法检测钢筋锈蚀。

(7)承载能力检算。检算车辆荷载采用现行规范公路-I 级。验算挡土墙的抗滑性和抗倾覆稳定时,稳定系数中抗滑动 K_c 取 1.3,抗倾覆 K_0 取 1.5。验算挡土墙垂直于基础底面的合力的偏心距限制 $e_0 \leq B/6$ 。无损检测结果表明,混凝土强度推定值最小值为 32.4 MPa,故本次混凝土强度偏安全考虑采用设计值 C30 进行检算。由于南侧挡土墙作为机动车道边线,直接承受车辆的冲撞,故检算时考虑南侧挡土墙防撞的需要,防撞等级为 SA 级。

2.3 检测结果

2.3.1 现状挡土墙概况

现状挡土墙均采用悬臂式钢筋混凝土挡土墙,西端北侧和南侧挡土墙各 11 个节段,见图 4~图 6,东端北侧和南侧各 12 个节段,见图 7~图 9。均为 L 形钢筋混凝土挡土墙,见图 10、图 11。

2.3.2 病害检测结果^[2]

(1)据此评定方法,桥梁西端和东端接坡挡土墙得分分别为 62.46 分和 60.78 分,对应的评定标度 3 类,该标度的技术状况描述为“材料有严重缺损,出

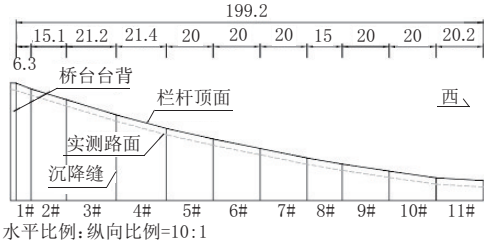


图4 西端两侧挡土墙立面示意图(单位:m)



图5 西端北侧挡土墙实景照



图6 西端南侧挡土墙实景照

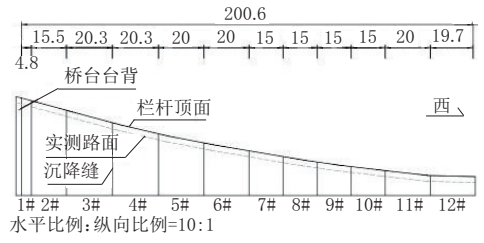


图7 东端两侧挡土墙立面示意图(单位:m)



图8 东端北侧挡土墙实景照

现功能降低,进一步恶化将不利于主要部件,影响正常交通”。

(2)检测结果表明,该桥自2004年建成运营以来,接坡挡土墙基础均存在明显的不均匀沉降,其中靠近东桥台处的南、北侧1#节段挡土墙相对桥台分别有0.18、0.16 m的沉降差,两侧1#~10#节段挡土墙



图9 东端南侧挡土墙实景照

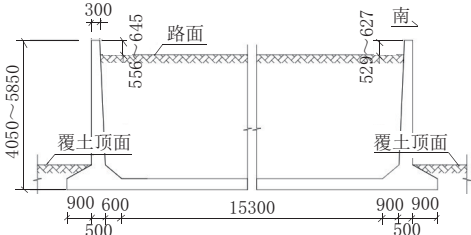


图10 1#~4#节段断面(单位:mm)

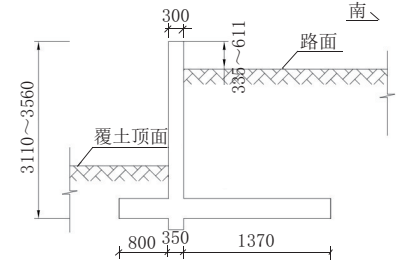


图11 其余节段断面(单位:mm)

较原设计亦存在明显沉降差,在假定竣工时标高与设计标高一致的情况下,最大沉降量差达0.5 m。靠近西桥台处的南侧1#节段挡土墙相对桥台有0.14 m的沉降差,1#~7#节段挡土墙较原设计亦存在0.01~0.39 m的沉降差,见图12。

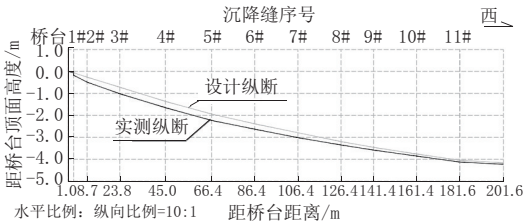


图12 西北侧挡土墙顶面纵坡形对比图

(3)目前不均匀沉降已造成多处沉降缝,两侧节段挡土墙顶部局部顶死、墙身横向开裂,挡土墙最大裂缝宽度达20.0 mm(西端)、8.0 mm(东端)。部分节段挡土墙墙身顶面及两侧面存在因不均匀沉降引起的受弯裂缝,最大裂缝宽度为2.0 mm(西端)、1.8 mm(东端),此外,2#、3#节段处挡土墙墙身横向超限,上述病害会降低挡土墙的承载能力。如在改建时保留利用现挡土墙,建议采取适当措施对挡土墙墙身和地基基础等进行加固维修。

(4)在不考虑挡土墙墙身局部严重病害的情况

下进行检算,结果表明,该桥挡土墙滑动稳定性验算、倾覆稳定性验算、地基应力及偏心距验算、墙趾板、墙踵板和立墙截面强度验算、整体稳定性验算等各项验算指标均能满足改建设计要求。

因此,现状挡土墙可以采取适当措施在改建时保留利用。

2.4 病害情况分类

根据检测结果,挡土墙病害主要原因可以归纳为 4 种类型:外观缺陷;基础承载力不足;墙体结构性缺损;附属设施缺陷,见表 1。

表 1 病害分类表

序号	病害内容	病害分类
1	墙身竖向、斜向裂缝	外观缺陷
2	墙身表面混凝土破损、钢筋外露锈蚀	外观缺陷
3	挡土墙墙身横向超限	结构性缺损、基础承载力不足
4	沉降、变形	基础承载力不足、结构性缺损
5	防护功能缺失	附属设施缺陷
6	泄水孔堵塞	附属设施缺陷
7	覆土厚度不足	附属设施缺陷

3 现状挡土墙综合修复方法研究

改建过程中,结合道路总体方案及病害的不同类型,分别采用不同的修复方式。

3.1 总体改建方案

现状挡土墙位于北半幅路两侧,北侧挡土墙外侧设计新增辅道,南侧挡土墙外侧设计新增主线。南侧挡土墙位于新老路基中央分隔带,因此,将墙顶标高调整至路缘石高度,取代该路段的中分带路缘石,在中央分隔带里面挡土墙外侧设置防撞护栏。由于新建桥梁比现状桥梁长一跨(30 m),因此南侧挡土墙从桥台后起 30 m 需要综合修复处理。北侧挡土墙外侧为辅道,辅道标高与现状地面基本持平,因此挡土墙仍要保持现状功能。调整墙顶标高增设人非护栏;按病害的不同类型,进行综合修复后利用,见图 13。

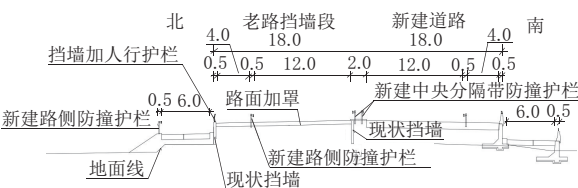


图 13 断面总体布置示意图^[3](单位:m)

3.2 挡土墙高度调整

原挡土墙建设于 2004 年,原设计挡土墙顶标高

比路面标高高 0.64 m,兼做防撞护栏。本次改建挡土墙段车道布置为单向 3 根车道 1 根人非混行道。人非道外侧为现状挡土墙。参照现行规范,人行护栏的净高不宜低于 1.1 m^[4]。因此,调整现状挡土墙墙顶标高与路缘石高度相同,并在墙顶增设人行栏杆,见图 14。

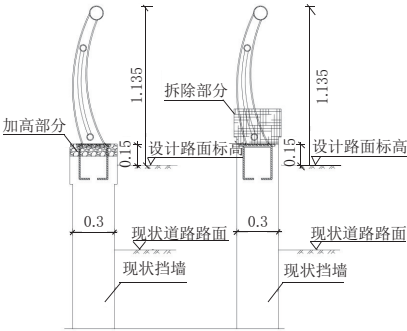


图 14 现状北侧挡土墙高度调整断面示意图(单位:m)

具体做法为凿除现状挡土墙高出路缘石设计高度部分;部分挡土墙由于沉降严重,现状标高略低于设计路缘石高度,需要接高。在挡土墙顶增设人行护栏预埋件 250 mm×200 mm×10 mm 钢板及连接钢筋,并在其上安装钢护栏,护栏形式与桥梁一致,保持景观统一。

3.3 钢筋锈蚀、混凝土裂缝修复

3.3.1 钢筋锈蚀修复

根据检测报告,挡土墙墙身表面多处混凝土破损、钢筋外露锈蚀。先用除锈剂对锈蚀钢筋进行处理,然后用聚合物砂浆恢复混凝土保护层。砂浆需保证足够的密实度,在混凝土表面涂刷结合剂以保证与主筋的结合力。在聚合物砂浆中可用碳纤维网进行加固。混凝土保护层恢复后可用阻锈剂涂在混凝土表面,以保证结构耐久性。

具体做法:(1)用除锈剂对锈蚀钢筋进行处理,彻底消除锈蚀;清除浮锈,清除混凝土表面松动部分,然后适当凿毛,涂结合剂;(2)用第一层聚合物砂浆对混凝土进行找平,厚度约 2.0~3.0 cm;(3)喷射或涂抹第二层聚合物砂浆,砂浆厚度约 1.0 cm,确保施工完成后整个混凝土表面的平整度;(4)在修补后的混凝土表面涂阻锈剂。

3.3.2 混凝土裂缝修复

根据裂缝宽度来决定混凝土裂缝修补方法。裂缝宽度大于 0.15 mm 的结构裂缝采用低压注射修补并粘贴碳纤维的方法,浅表裂缝和裂缝宽度小于 0.15 mm 的结构裂缝采用封闭修补的方法。

裂缝压力灌浆修补采用低黏度、高抗拉强度灌

浆胶,通过压力灌浆(压力 $0.2 \sim 0.4 \text{ MPa}$)注入混凝土构件的裂缝、空洞中,扩散、胶凝、固化,达到黏结、键合、恢复构件整体性的目的,是理想的原位加固技术;适用于修补混凝土结构所出现的裂缝(温度缝、收缩缝、受力缝、沉降缝),恢复其整体性和使用功能。

对于裂缝宽度小于 0.15 mm 的结构裂缝,采用环氧树脂封闭修补的方法。主要施工工艺为:(1)表面处理。对混凝土构件的裂缝,可用砂轮机、钢丝刷等工具,清除表面灰尘、白灰、浮渣及松散的污物,露出混凝土新面,然后再用毛刷蘸甲苯、丙酮、酒精等有机溶液,把缝两侧 $30 \sim 50 \text{ mm}$ 处擦拭干净并保持干燥;(2)封缝。裂缝一般封闭主要采用环氧树脂材料,其材料性能应符合《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22—2008)第4章的相关规定,按照产品说明书要求配兑环氧树脂封缝胶,用毛刷或胶辊黏胶涂刷于要求裂缝封闭的混凝土表面;(3)最后涂刷一层与混凝土颜色相近的环氧树脂类涂料;(4)质量检验与验收。

3.4 墙体结构补强

根据检测报告,南北两侧2#、3#节段处挡土墙墙身横向均已超限,需要对现状墙体结构进行补强处理。由于现状大叶公路交通流量较大,挡土墙较高($3.98 \sim 5.69 \text{ m}$),为保证施工期期间的交通组织及施工质量,经比选对墙身局部进行凿除重筑、粘贴钢板或增设锚杆等加固措施后,本工程选用在现状墙体外侧新增挡土墙的处理措施。

先对现状挡土墙进行钢筋锈蚀修复和混凝土裂缝修复后,再实施新建挡土墙。现状墙顶标高调整至设计路缘石高度,墙身外侧凿毛。通过理正验算新建挡土墙外形尺寸、挡土墙滑动稳定性验算、倾覆稳定性验算、地基应力及偏心距验算、墙趾板、墙踵板和立墙截面强度验算、整体稳定性验算,确定挡土墙外形尺寸及配筋指标。

新建挡土墙长度与现状第2#、3#节挡土墙等长。新建挡土墙墙身厚 0.4 m ,紧贴现状挡土墙外侧,墙顶标高与调整后的现状挡土墙等高。现状第2#、3#节挡土墙为U形结构,墙趾连续。对现状挡土墙前趾板混凝土凿出受力主筋,与2#钢筋焊接,焊接长度双面焊 $5d$ 。新建挡土墙墙身主筋1#钢筋采用植筋方式植入原挡土墙混凝土内,植入钢筋锚固深度应按照《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367—2013)中的15.2.3~15.2.5条^[6]。挡土墙墙身设置沉降缝,沉

降缝与老挡土墙位置应一致,缝宽 2 cm ,缝内填塞浸沥青木板。挡土墙泄水孔采用 $D100 \text{ PVC}$ 管,原则设置间距 2.5 m ,孔眼高出外侧绿化带 0.3 m ,与现状挡土墙泄水孔接顺,见图15。

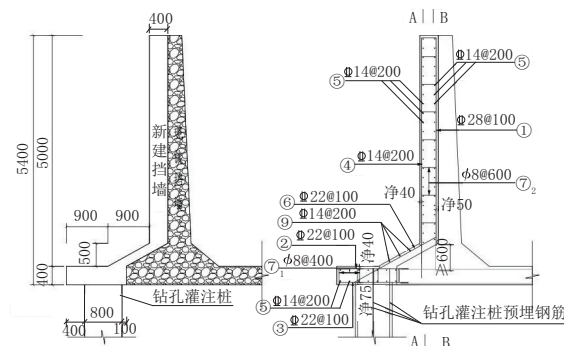


图15 新建挡土墙断面及配筋示意图(单位:mm)

3.5 地基基础加固处理

由于不均匀沉降已造成多处沉降缝,两侧节段挡土墙顶部局部顶死、墙身横向开裂,挡土墙最大裂缝宽度达 20.0 mm ,部分挡墙还有明显的外倾现象,沉降缝两侧挡墙最大错位差达 5.5 cm ,此类病害显示挡土墙地基承载力不足。由于第2#、3#节挡土墙外侧新建了挡墙,进一步加重地基荷载。因此,第2#、3#节新建挡土墙下需对地基基础等进行加固。

地基加固措施应能满足承载力及控制其后期沉降量,还须使得现状挡土墙地基基础不受扰动,尽量避免因新桥施工而对现挡墙结构造成不利影响。从实施条件、对现状地基及挡土墙的扰动、加固效果等几个方面对压密注浆、水泥搅拌桩和钻孔灌注桩进行比较。因施工场地条件受限,加固范围为窄条状区域,钻孔灌注桩对现状地基干扰最小,能提供较高的承载力,沉降控制效果最好,因此,最终选择钻孔灌注桩方案。本工程选择管径 800 mm 钻孔灌注桩,在新建挡土墙墙趾下方设置一排桩,管桩与老墙趾净距 100 mm 。桩位的中心间距 2.5 m ,桩长 L 为 30 m 。钻孔灌注桩采用灌注C30混凝土施工,桩体为素混凝土。混凝土采用钢导管灌注,混凝土应连续灌注^[6],见图16。实施后地基允许承载力不小于 120 kPa 。

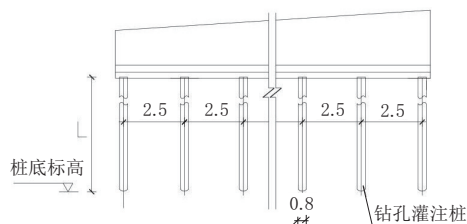


图16 地基处理立面示意图(单位:m)

4 现状挡土墙附属设施处理措施

4.1 排水设施清理修复

对现状挡土墙泄水孔进行疏通,保持畅通,如无法疏通,应另行选择适当位置增设泄水孔。

4.2 覆土厚度不足

挡土墙设计覆土厚度为 0.9 m,南侧 3#~7#、北侧 5#~7#节段挡土墙实测覆土厚度均小于设计值,其余节段挡土墙覆土厚度均满足设计要求。

本工程北侧挡土墙外侧设置辅道,辅道边线距离墙身约 1.0 m,因此,在辅道纵断面设计时保证辅道的设计标高不低于挡土墙设计覆土厚度。

5 结 语

该工程基于大叶公路改扩建工程,对现状挡土墙的综合修复利用进行了研究和设计。根据挡土墙所处不同位置、不同功能、不同病害类型,针对性地

提出了能否利用的原则、挡土墙高度调整、调整防护设施、钢筋锈蚀混凝土裂缝修复、墙体结构补强、地基基础加固及附属设施处理措施,系统修复并利用了现状挡土墙,节省了工程改建的造价,为现状挡土墙的修复利用提供了一定的设计参考。

参考文献:

[1] 上海市交通委员会交通指挥中心.2023 上海市交通运行年报[Z].上海:上海市交通委员会交通指挥中心,2024.
[2] 上海同丰工程咨询有限公司.大叶公路奉贤段(新奉公路-浦东区界)改建工程现状 S2 跨线桥两端挡土墙检测报告[R].上海:上海同丰工程咨询有限公司,2018.
[3] 上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司.大叶公路奉贤段(新奉公路-浦东区界)改建工程施工图[Z].上海:上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,2019.
[4] GB 50688—2011,城市道路交通设施设计规范[S].
[5] GB 50367—2013,混凝土结构加固设计规范[S].
[6] DG/T J 08-40—2010,地基处理技术规范[S].
[7] JTG/T J23—2008,公路桥梁加固施工技术规范[S].

(上接第 81 页)

表 5 陈天大道-东环节点服务水平评价

类别	主要分、合流区域	V_f	V_r	V_{12}	D_R	LOS 服务水平
分流	ES/EW	1 797	735	997	9	二
	SE、SW/SN	2 470	1 571	1 370	15	二
	WS/WE	1 758	811	975	9	二
合流	SE/WE	1 062	735	1 062	10	二
	ES、WS/NS	1 546	1 025	1 546	13	二
	SW/EW	947	790	947	9	二

点方案的整体研究,针对现状存在的问题,结合规划路网,提出整体解决方案,以期为类似的区域门户节

点总体方案研究提供参考。

参考文献:

[1] 上海市政交通设计研究院有限公司,孝感市城乡规划建筑设计研究院有限责任公司.孝感南部地区交通规划研究[Z].上海:上海市政交通设计研究院有限公司,2022.
[2] 孝感市自然资源和规划局.孝感市国土空间总体规划(2021—2035 年)[Z].孝感:孝感市自然资源和规划局,2025.
[3] 刘帆,杨洋.城市互通立交选型要点及对策研究[J].城市道桥与防洪,2022(4):5-8.
[4] 唐莹.城市枢纽立交选型研究综述[J].城市道桥与防洪,2018(8):8-11.
[5] GB 50647—2011,城市道路交叉口规划规范[S].