

公路改城市道路的整治工程设计要点研究

周晓兰

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 依托浙江省嘉善县城西大道风貌整治提升工程的实际案例,探索了公路本底条件的完善方法、道路空间风貌品质的提升措施、场地文化的赋予策略,提出了公路改城市道路的理论方法与设计要点,为后续相关项目和类似工程提供参考。

关键词: 城郊公路;城市道路;整治提升

中图分类号: U418.8

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2023)05-0037-05

0 引言

我国自改革开放以来,国民经济与社会得到了快速发展,城市实体也随着人口、经济等规模的增长而出现了扩张,一些原本属于公路性质的地段随着两侧的城市开发,逐渐需要承担城市道路的功能,从而使得这些城郊公路在城市道路功能的需求下暴露出了一系列问题。如:原公路性质的道路断面不再契合城市车流量;公路绿化的配置结构不适合城市景观风貌;配套设施落后,无法搭载现代化智慧设施;管线设施陈旧、分布不合理、存在安全隐患等。本文将结合实际案例,探讨如何结合城郊公路的本底条件,在避免大拆大建的前提下将其顺利改造为城市道路,并取得最佳的整治提升效果。

1 公路改城市道路的项目特点

1.1 公路与城市道路的差异

公路是连接各城市、城市和乡村、乡村和厂矿地区的道路,不一定位于城市规划区范围内,主要强调交通功能;城市道路则是指在城市范围内具有一定技术条件和设施的、位于城市规划区范围内,强调的是沿线的服务功能及到达功能^[1]。相比较而言,公路更注重交通效率,而城市道路更注重人文关怀与风貌品质。

1.2 公路改城市道路的需求

在城市实体范围动态扩张的过程中,道路空间及设施需要不断更新以适应周边用地发展的不同阶段。以浙江省嘉善县为例,其所在的长三角城市群是

中国城镇化基础最好的地区之一,近20年嘉善经历了中高速的扩建,城区范围有了大面积的扩张。随着两侧地块的开发建设,多条原本为公路性质的道路急需纳入城市道路系统来进行改造提升,将交通性功能转变为服务与到达功能,以适应城市空间的重组、交通网络的重构^[2]。

1.3 道路整治提升工程的设计趋势

对于城郊公路向城市道路转变的提升项目,原公路具有可利用价值的,可采用微更新的模式进行“二次开发”,以最大程度地减少对于环境的破坏和影响并节约资源,通过景观风貌的改造提升、道路交通的渠化治理、电气设施的更新调整,亦可全方位地提升道路的空间与设施环境。此类综合整治的项目涉及多个专业,主要包含道路交通专业、景观专业、电气专业、给排水专业等,各个专业需要对现状条件进行充分的摸排研究,在现状基础上进行改造提升,最大限度地保留现状可利用的元素来避免大拆大建,做好精细化的更新整治。

此类改造工程涵盖绿化提升、路权划分、路口渠化、设施更新、管线敷设和城市家具更新等多项内容。鉴于景观风貌会直接影响城市的形象和品质,因此城市对于这方面的要求日渐提升,景观专业在其中承担了越来越重要的角色定位。建立以景观专业为主体、多专业共同协作的设计团队,是风貌导向背景下道路综合改造项目的大趋势。

2 浙江省嘉善县城西大道概况

浙江省嘉善县城西大道是连接嘉兴市与嘉善县的快速通道,建成于2005年。技术标准为:二级公路,幅宽40m,采用4块板断面,布置双向机动车道+

收稿日期:2022-07-07

作者简介:周晓兰(1988—),女,硕士,工程师,从事景观设计工作。

非机动车道,设计时速 60 km/h。建成初期两侧用地以农田、村庄为主,现状两侧分布有住宅区、医院、村庄、基本农田等。依据浙江省嘉善县 2035 规划,未来两侧用地将全面开发,划入主城区范围。

笔者整理绘制的浙江省嘉善县城区范围的演变见图 1。

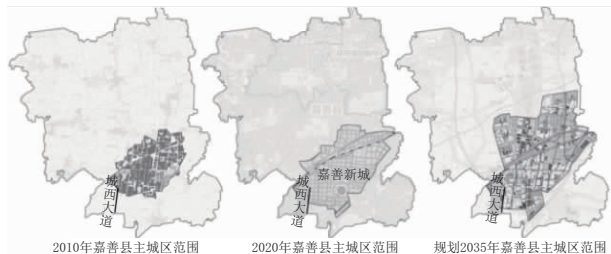


图 1 浙江省嘉善县城区范围的演变

浙江省嘉善县城西大道在建设之初主要承担过境的货物运输与交通疏散功能。随着嘉善归谷科技园的开发建设,其所在的罗星街道产业与人口得到了飞速发展,道路沿线增加了多个地块入口和城市支路交叉口,道路的地块服务功能需求增强。自 2019 年杭州湾跨海大桥北接线(二期)建成通车后,城西大道原本承担的货运和疏散功能由其接替,对于城西大道的第一需求已转变为地块服务功能,其道路条件已经无法匹配周边地块的发展。因此,嘉善县委县政府决定对城西大道进行综合整治提升,以契合城市发展需求。

通过对上位规划定位、现状条件和历史文脉的调查分析,城西大道的主要矛盾点可概括为风貌品质较差、交通效率底下、设施陈旧 3 个方面。

2.1 风貌品质与城市定位不匹配

嘉善县是长三角生态绿色一体化发展示范区,更是全国唯一一个国家命名的“县域科学发展示范点”,近些年发展势头迅猛,城市建设突飞猛进,而城西大道作为衔接城市西南方位的门户道路却风貌不佳,与城市发展极不匹配,主要体现在以下 3 个方面:

(1)两侧绿化为公路绿化模式,种有大量的石楠、夹竹桃等大灌木,形成封闭绿篱,季相景观单一,植被层次感弱。

(2)路面情况差。由于建设久远,车行道已出现沥青泛碱、局部病害等情况;路面排水不畅导致非机动车道有淤泥堆积;两侧人行道杂草丛生,局部下陷形成坑洼等。

(3)配套设施普遍陈旧。原道路侧石为混凝土砖块表面刷黄漆,视觉效果极差;老式路灯杆及监控杆件无法搭载 5G 设备和公交专用道监控设备;两侧出

入口的交通标识和导视系统未设立,存在安全隐患。

2.2 交通效率低且存在安全隐患

按照嘉善城区路网规划及建设进度,未来 1 年城西大道设计范围内的交叉口将由现状的 3 个增加至 6 个,新增地块车行出入口 1 个,道路交叉口间距由 900 m 减少至 200 m 左右,道路交通模式将发生重大转变,现有的交通组织和设施的通行效率将大大降低,且存在安全隐患,急需优化以适应道路性质的转变。

2.3 设施陈旧

道路设施主要包括城市家具、路灯、交通标牌和监控等,工程范围内除公交车站进行过统一的改造提升,其他设施都是使用超过 10 年的老旧设施。其中城西大道路灯位于中分带,两侧人行道上照度不够;交通组织无法配合实现公交专用道及可变车道的设置;监控设施无法搭载 5G 设备,路段无法实现智慧化提升,整体设施条件都跟不上道路发展的需求,远远落后于嘉善的城市整体发展水平。

浙江省嘉善县城西大道现状照片见图 2。



图 2 浙江省嘉善县城西大道现状照片

3 综合整治的策略及方法

城西大道综合整治提升工程是以风貌效果为导向的改造工程,旨在全面提升道路品质、交通安全、城市形象。通过对工程的基础条件及上位规划的研究分析,对道路建立理性认识,结合国内外成功案例和国内市政道路的建设标准,明确道路的目标定位并制定设计策略,分别从“风貌美、文化兴、科技盛”这 3 个角度进行精准提升,以达到门户景观大道的风貌效果。

3.1 整治策略

以“嘉善画卷”为主题,以风貌整治为媒介,将以交通功能为主的公路顺利转变为城市景观道路,打造出嘉善西南方向门户道路景观的美好风貌。通过一系列的元素融入,打造一副“善美”、“善文”、“善智”的嘉善画卷。通过绿化景观的提升、路面整治、绿道布置、休闲设施等布局来改善道路形象风貌,打造

“看得见”的美景;通过标识性构架的布置、文化符号的应用、人文驿站的建设等构建“记得住”的文化氛围;通过数字交通的布局、多杆合一的建设、新材料新技术的运用等,展现“留得下”的科技智慧。

“嘉善画卷”整治的技术路线图见图 3。

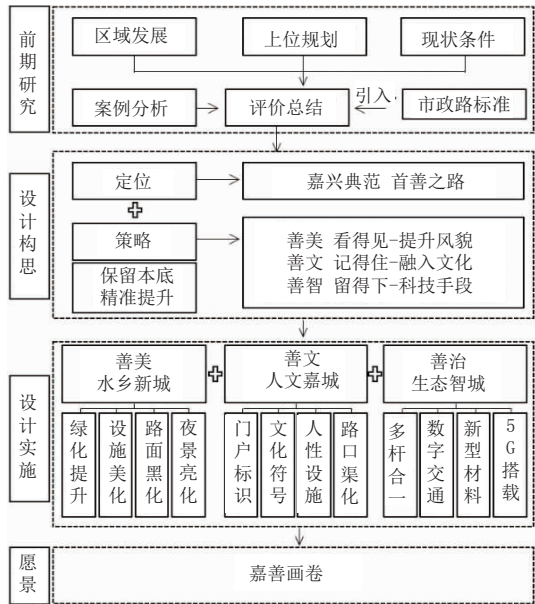


图 3 技术路线图

(1)善美·看得见——提升风貌。以现状本底条件为基底,参照市政道路建设标准对现状缺陷实施断面调整,建立完善的市政道路本底,再针对性地实施风貌提升,主要包括绿化改造、路面提升、设施美化等方面,并在各个路口及重要路段打造景观节点,形成完整的线形风景线,同时穿插亮眼的景观节点,形成良好的门户景观风貌。

(2)善文·记得住——融入文化。基于嘉善景观资源及历史文化资源,结合周边地块的服务需求,通过各项空间元素来展现嘉善本土的文化魅力。以景墙、雕塑、文化小品设施等户外家具为媒介,完善各类休憩及游乐设施,为周边居民提供活动空间,加强人、城、景互动,赋予浓郁的文化氛围,提升区域的生机和活力。

(3)善智·留得下——科技提升。在道路整治中注入云端科技,打造智慧道路。将全线路灯杆升级改造为智慧杆,并建立多杆合一系统、搭载 5G 信号平台、更新道路监控系统、在重要路口布置智慧斑马线等,通过种种技术手段为嘉善城市空间注入科技活力,全面提升区域品质,与嘉善的区域发展相契合,使道路品质与产业发展互相促进。

3.2 整治手法

本工程中道路提升手法可归纳为 5 个方面。从

道路骨架的构建到交通、风貌、文化和智慧科技等多角度的专项提升,全面治理、层层递进,形成综合改造的完整流程,达到公路向城市道路的顺利转变。

3.2.1 构建城市道路骨架

城西大道的道路基础条件与城市道路差异较大,主要包括:排水边沟、侧分带、铺装面层、路灯等几个方面的问题。

(1)道路两侧的排水边沟现已废弃,由于横向新建道路的阻隔,水渠各段互不联通,枯水期风貌极差,且因为边沟较宽且浅,占用较多断面空间,导致林带宽度不足,较难构建层次。设计将水沟实施填埋来建设地形,局部建设下凹式绿地以保证场地的生态透水功能,较宽的绿带也为打造多层次、多季相的道路绿化建好基础。

(2)现状路灯位于道路中分带,两侧人行道距离过远,照度不够。考虑道路两侧地块开发后人行道使用率的增加,将路灯移位至侧分带,并实施多杆合一,为设施更新打下基础。

(3)侧分带现状宽度为 1 m,只能种植柚型桃、碧桃等亚乔木。人行道宽度为 2 m,且因用地受限而无法拓宽来增加行道树种植空间,整个道路接近 50 m 的断面宽度里只有中分带可种植乔木,绿量严重不足。可通过拓宽侧分带来种植乔木,优化道路绿化。

(4)对现状人行道实施翻新处理,融入文化符号,健全无障碍系统,形成安全美观的人行空间;同时更换现状混凝土侧石,重建侧分带泄水孔,改善路面排水效率,使整体环境得以改善。

城西大道道路断面改造对比图见图 4。

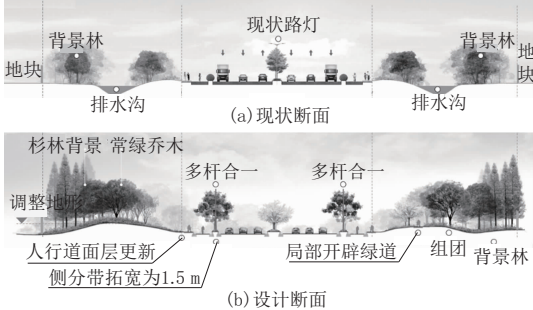


图 4 城西大道道路断面改造对比图(单位:m)

3.2.2 交通安全高效

面对公路转向城市道路后的交通复杂化,设计从 4 个角度出发;

(1)实施路口渠化。在主要的交叉路口实施渠化交通,运用渠化岛导流线等,理顺各种交通流向,配合信号控制,保证人与车辆安全、顺畅地通过,提高道路通行安全性和通行效率。

(2)布置公交车专用道。保障交通繁忙时公共交通工具的运输能力,配合城区公共交通网络的发展。

(3)设置可变车道。依据不同时段车辆流量流向的特点,对流向进行灵活调控,变换车道的行驶方向,缓解交通压力。

(4)布置二次过街。搭配设计二次过街人行指示灯,在不干扰或少干扰车流的前提下,保障行人的通行安全。

通过这几个方面的提升优化,可显著提升城西大道的道路交通情况。

3.2.3 风貌焕然一新

在构建了良好的市政道路骨架、全面优化了道路交通组织之后,设计将进一步提升道路的景观风貌,美化道路环境,提升城市的门户形象。具体做法可归纳为4个方面:首先是门户景观的打造,在城西大道通往南湖区县界处构建门户标识,打造出富有嘉善风貌特点的迎宾形象。其次是绿化景观提升,设计经过详细的现场踏勘,退界绿地中逐一筛选树形较好、树种适宜的乔木实施原址保留,根据保留树种点位设计绿化组团,丰富中下层植物品种,加强道路绿化的季相变化。将侧分带拓宽后种植乔木,分隔带以微地形+地被+乔木的形式,端头部分布置花境+时花,形成清爽通透富有生机的景观风貌,全面提升道路的绿化景观品质。再者是针对老旧设施的更换,将人行道面层更换为花岗岩石材,混凝土侧石更换为石材侧石,修复道路病害路面,并整体加罩超薄耐磨耗层,整体黑化。最后针对城市家具进行整体设计,工程涉及的路灯杆、护栏、垃圾桶及座凳等实施整体设计,风貌统一。通过这4个方面的风貌整治,形成了焕然一新的道路景观。

3.2.4 传统文化承载

城市门户道路是展示城市人文传承的重要窗口,嘉善的城市文化底蕴非常深厚,本次改造提升时在道路空间加入了大量的“善”文化元素:首先是打造善文化体验,配合现状的绿道建设“善城驿·温暖嘉”驿站,融入文化沙龙和城市服务功能,提升绿道的使用感受,为周边居民带来切实利益,彰显城市温度。其次是将“善”字进行符号化处理,运用于城市家具、灯具等。再者是布置大量的善文化景观设施,沿线结合景观节点建设文化景墙。通过环境、空间、设施各个方面的文化运用,打造文化氛围浓郁的道路景观空间。

“善”字在城市家具中的运用见图5。

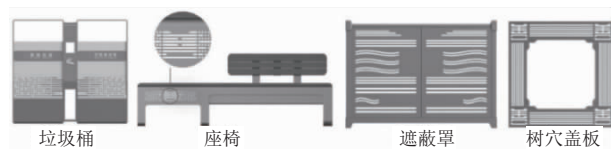


图5 城市家具设计图

3.2.5 设施科技智能

工程引入数字交通、智慧斑马线、多杆合一等新技术,为各类车辆提供秒级道路信息交互和预警服务,也为交管平台、云上嘉善平台提供实时、全面的交通大数据信息。在原有的空间格局基础上,全面提升市政公共设施的品质标准和科技含量,达到示范性道路的高度与标准,使道路更高效安全,兼顾速度与温度。

3.3 风貌效果展示

城西大道在原有空间格局的基础上,以更智慧的设施、更优美的环境、更宜人的空间,完成了从公路向城市道路的华丽转变。通过“善美、善文、善智”的3点提升手法,着眼于路面功能、路侧景观、设施效果、文化承载等角度,打造出了一条富含城市文化特征的门户景观道路。提升改造后的风貌效果达到了以下4点:

(1)门户景观标识性强。设计结合现状保留的景墙在南湖区界处布置了1座景观构架,造型以江南水乡的屋檐为灵感,塑造出与保留景墙风貌相融合的现代简约构筑,结合门户区段绿化的丰富层次,形成了风貌统一的景观窗口。

(2)退界绿化组团优美、季相明显,尤其是在中分带岛头区域布置的花境景观,为等候红绿灯的来往车辆提供了优美的道路绿化景观,使道路的景观风貌得到了显著提升。

(2)通过路口渠化和交通设施的梳理改造,兼顾了公共交通和区域交通流向的特点,显著提升了道路的交通效率和安全。多杆合一的智慧杆搭载了更高科技的监控设施等,建立了更高效的监管和保障设施。

(4)切实提升了城市形象、居民的幸福感和安全感等。

项目效果图+实景图见图6。



(a)入口构筑效果图 (b)花境实景 (c)分隔带实景

图6 项目效果图+实景图

4 结论思考

4.1 工程设计要点

对于公路改造为城市道路的综合整治工程,其改造力度介于城市更新项目与新建项目之间,边界环境较城市道路整治工程也有所不同。设计的要点可归纳为以下4点:

(1)详尽的现状调查。完善的现状资料是改造方案准确落地的前提,道路改造工程前期应搜集的现状资料主要包括:道路车流量数据、近期1:500测绘图、地质勘察资料、局部物探资料等。因公路两侧常见高压走廊、雨、污和燃气管线的干管等,对于苗木植栽、覆土厚度、构筑物基础排布等都有颠覆性的影响,故应在设计方案过程中重视基础资料的搜集整理,紧密结合现状条件进行设计,做好特殊边界条件下的应对方案,才能确保设计方案的落地性。

(2)深入了解民风民俗。改造提升项目不同于新建项目,新建工程往往随着新空间的建立与居民产生新的互动模式,而改造类工程原有的空间格局已承载了一定的居民生活模式,应予以尊重并保留,在提升改造过程中也应该充分挖掘当地的民风民俗,对本土文化予以发扬光大,对居民已有的生活习惯予以尊重^[3]。如嘉善当地习惯采用大的交叉路口,设置右转车专用道,因此在路口渠化改造时应充分考虑当地实情,尊重居民已有的驾驶习惯,保留大路口,改良最右直行道的划线设置,提升右转车通行效率和右转车道通行能力,而不是将大路口优化为小的渠化路口。

(3)突出改造重点。设计之初就应明确工程提升的重点改造内容、重点实施段落、重要空间节点、提升改造目标等,针对现状资料梳理场地缺陷,以制定适宜的提升方案。城西大道改造提升工程依据周边环境关系和地块规划目标的不同,将现状场地分级分类制定为:重点改造段落、城市更新段落、微更新段落3种改造方向,并结合设计目标制定门户景观区域、门户标识节点、重要景观节点3部分重点提升内容,将整条道路的改造方向由点到线进行统筹安排,在有限的工程投资下,把财力和精力放在最适宜的地方,为最后打造出良好的风貌效果奠定了基础。

(4)贯彻“以人为本”的设计原则。对于公路向城市道路转变的改造提升工程,更应重视将“以车为本”的思路向“以人为本”转变,通过增加慢行交通的路权、提升人行道安全性、改善行人过街体验、构建

骑行空间的安全性和连续性等等手法,让城市道路更多地承担起城市公共空间的功能价值,并以优质的城市道路景观风貌来提升城市品质^[4]。

4.2 经验与教训

(1)在工期紧张的项目中,应谨慎使用新材料。对于工期紧张的项目,新材料的使用应更为谨慎,设计师需熟知材料的生产周期和工序,并衡量其与项目工期是否匹配,了解该产品的市场供给情况。例如本工程中采用的聚合物仿石混凝土地坪,色彩鲜艳、耐久性好、易清洗,作为广场地坪效果较好,但由于该材料的生产厂家较少,且每家的聚合物颗粒色彩不同,难以分段交由多家来实施,在工期极度紧张的情况下,厂家赶工完成,最后的建成效果未达到预期的品质,出现表面刨洗不均匀,地坪还未切缝就已局部开裂等质量问题,是一次较为失败的新材料尝试。另外,设计师也应加强对材料市场供给情况的了解,如受农用地政策调整的影响,苗圃市场的波动较大,市场上优质香樟资源短缺,本工程中分带设计了高品质香樟,实际建设中受市场资源的影响而难以统一保证其胸径、分支点、冠幅等,建成效果不尽如人意。

(2)设计手法应与城市管理水平结合考虑。对于设计而言,在方案阶段更多的是考虑风貌效果,较少与当地的城市管理水平相结合起来,而城市管理水平对于项目投入使用后的长久风貌影响巨大。例如城西大道中分带的苗木配置采用了阵列式大乔木加纯色地被的模式,无中层灌木,建成后空间通透大气,风貌极佳,受到了业主和居民的广泛认可,但在随后的使用过程中发现多地块出现居民横穿马路,地块被频繁踩踏致使空秃情况,交通上对机动车行驶也有威胁,存在安全隐患。设计团队在方案研究阶段就应结合当地的管理水平进行预判,在风貌效果与城市管理实情之间做好平衡,不光要保证工程建设的即时效果,更要结合城市管理实情来保证长久的风貌品质。

4.3 展望

城西大道工程以“风貌美、文化兴、科技盛”为建设目标,通过道路本底条件的调整、交通的梳理、设施的更新、风貌的美化、标识的建立等等手法,将1条城郊公路成功转化为城市门户型景观大道。在我国快速城市化的大背景之下,类似于城西大道这种因城市快速发展而功能滞后的城郊公路有很多,随着城市地域范围的扩张,它们无法避免被转化为城市道路。如何保留其原有基底,以最小的整治工程

(下转第80页)

由表2可知,释放梁墩之间弯扭耦合约束,前10阶自振频率都呈现不同程度下降(最高可达28.7%),前5阶自振频率下降尤为明显。主要是因为释放梁墩弯扭耦合约束降低了结构刚度,但墩梁弯扭耦合约束也会显著增加墩梁内力,桥梁设计时应综合考虑,选择合理的边界条件。

4 结 论

(1)本文系统地研究了二期恒载集度、构件刚度、重要几何参数和边界条件等对中承式斜拱曲梁桥动力特性的影响,可通过合理地设计这些参数调整桥梁动力特性。本文的研究结论可为日后同类桥梁结构动力优化设计提供参考。

(2)海丝天桥竖向刚度大于横向刚度,拱肋面外刚度小于面内刚度,拱肋面外稳定性问题较为突出。该桥基频为1.53 Hz,对应振型为一阶正对称拱肋侧倾。主梁竖向基频为2.80 Hz,不满足规范要求,需采取有效措施减振并进行舒适性评价。

(3)前10阶自振频率随二期恒载集度增大而减小,且变化规律基本一致。当二期恒载集度比例在0.5~2.5之间时,第2~8阶振型频率变化幅度均在-0.6~-0.8 Hz之间,但第1阶振型(拱肋外倾)变化幅度仅为-0.13 Hz。实际工程设计中,采用轻质铺装可提高桥梁自振频率。

(4)主梁弯扭刚度变化对各阶振型频率的影响明显大于拱肋,主梁竖弯刚度对拱肋侧倾振型与主梁竖弯振型频率的影响明显大于其他构件刚度因素。拱肋面外抗弯刚度对拱肋侧倾与拱肋弯扭振型频率均存在较大影响。增大吊杆轴向刚度仅对拱肋弯扭

振型频率影响显著,减小吊杆轴向刚度对各阶振型频率均影响较大。

(5)拱肋倾角($10^{\circ}\sim 30^{\circ}$)与曲梁曲率(40~80 m)变化对各阶振型影响有限,相应频率变化率不超过5%;矢跨比($1/2\sim 1/3$)对拱肋侧倾(自振频率变化率由-20.3%增大至14.3%)与拱肋弯扭(自振频率变化率由-11.8%增大至8.6%)振型影响显著,但对主梁竖弯(自振频率变化率由-3.57%增大至0.36%)振型影响很小。

(6)主梁与主墩之间弯扭耦合约束对前5阶振型频率影响尤为显著,但对第1阶振型(拱肋侧倾)影响相对较小。

参考文献:

- [1] 易云焜.空间梁拱组合体系桥梁的设计理论关键问题研究[D].上海:同济大学,2006.
- [2] 谢静,李爱群,王浩.外倾角对异形空间组合拱肋拱桥受力性能影响的研究[J].公路,2009(11):81-86.
- [3] 任翔,许汉铮.钢管混凝土提篮式拱桥动力特性及参数敏感性分析[J].公路,2008(4):78-84.
- [4] 汪一意,陈建兵,熊秉贤.外倾单肋下承式异形钢拱桥静力参数敏感性分析[J].中外公路,2017,37(4):180-184.
- [5] 罗晓群,张晋,沈昭,等.单斜面索拱支承曲梁人行桥人致振动控制研究[J].振动与冲击,2020,39(11):83-92.
- [6] 斜拱曲梁桥的优化设计和抗震研究[A]//张凯伦,刘爱荣,饶瑞,等.第30届全国结构工程学术会议论文集(第II册),2021.
- [7] 斜拱曲梁人行桥步行舒适度研究[A]//周健华,黄友钦,刘爱荣.第30届全国结构工程学术会议论文集(第II册),2021.
- [8] 宁平华,王晨,华旭刚,等.大跨度曲梁空间拱人行桥动力特性研究[J].中外公路,2021,41(5):147-150.
- [9] 朱慈勉,张伟平.结构力学(下册)[M].北京:高等教育出版社,2009.
- [10] 桂成中,雷俊卿,张永水.拱辅梁桥拱肋合理矢跨比的确定[J].北京交通大学学报,2014,38(4):115-121.

(上接第41页)

量,改造出符合城市道路功能需求、风貌品质、文化传承的道路空间环境,以“微更新”的手法来完成华丽的身份转变,将是未来无数类似工程都需要面对的课题。

5 结 语

本文以城西大道的整治经验为类似工程提供了一种理性化的思路方法,使得公路转变为市政道路的综合整治手法有迹可循,为更好地适应城市快速

发展提供了理论基础。

参考文献:

- [1] 吴兵.高速公路与城市道路衔接理论与方法[J].黑龙江交通科技,2013(9):57-58.
- [2] 姜小磊,胡勇.既有改造公路纵断面设计指标优化研究[J].中外公路,2016,36(6):320-323.
- [3] 万梦延.城市双修背景下的道路景观提升规划设计研究[D].武汉:湖北工业大学,2020.
- [4] 徐飞,魏景丽,刘颖慧.公路与城市道路融合发展模式研究[J].交通工程,2019,19(2):61-66.