

城市地下道路提质升级探讨

吴良骏

(上海城建城市运营集团有限公司, 上海市 200023)

摘要: 针对城市地下道路当前运行情况,通过对现状问题进行分析,得出现状问题主要包含交通安全问题、结构病害、智慧化管理水平不足等类型。其中,影响交通安全因素主要为节点交通拥堵、安全设施设置不规范和隧道洞口黑洞效应。通过对现状问题形成原因分析及不同类型问题的针对性处理,从交通安全与照明设施完善、交通运行管控提升、智慧防灾预控和智慧管养四个方面提出对城市地下道路提质升级建议。由研究可知:城市地下道路提质升级应因地制宜,采取有针对性的措施,使改造更人性化、经济化;智能化技术在城市地下道路交通运行状态全息感知、运行态势分析、运行状态预警管控、防灾智慧检测和智能养护等领域有较好应用前景。

关键词: 城市地下道路;提质升级;智慧管理

中图分类号: U412.37+3.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2022)09-0026-04

0 引言

城市地下道路作为解决城市交通拥堵的重要手段,越来越多的城市开始建设和使用地下通道来缓解城市道路压力。城市地下道路是对既有中心城市交通网的补充和完善,在一定程度上改善区域交通网、保护城市生态环境^[1]。

随着隧道建设技术的不断成熟,越来越多城市地下道路投入使用,由于我国不同地区经济发展水平、道路交通环境、隧道建设条件和建设年代差异,为保障现役城市地下道路运营安全,提高地下道路养护管理水平和运营安全,交通运输部提出有关公路隧道管理与养护的通知与行业标准规范,主要从三个方面进行城市地下道路提质升级,一是补齐隧道交通工程与附属设施短板,保障车辆通行隧道安全;二是推进城市地下道路土建结构改造,保障隧道主体结构安全;三是强化隧道交(竣)工验收^[2]。

针对城市地下道路提升特点和技术的研究主要集中在隧道安全设施、消防照明设施、土建病害和智能化管养平台等方面。涂耘^[3]等详尽阐述公路隧道提质升级的总体思路和技术要点,指出公路隧道提质升级应重点关注隧道洞口、洞身和路面,与发达国家相比,隧道照明、通风、交通安全设施及智能化管养平台是急需补齐的短板。武瑞兵^[4]以隧道机电设施在日常养护维修中的问题为基础,提出了隧道智

能监控管理信息化设计思路,解决了原各个子系统运行相互独立、统计繁琐和操作分散的问题,实现了隧道设备控制、交通监控、智慧维护和应急一体化运行。

本文以“城市地下道路提质升级”为背景,从交通安全、结构病害和智慧管理水平三方面问题入手,提出城市地下道路提质升级思路和技术方案。

1 现状问题分析

1.1 交通安全问题

(1)部分节点交通拥堵严重

城市地下道路作为城市道路运输网的重要组成部分,其承接大量过境交通量,交通压力一般较大,容易发生交通拥堵。特别是某些节点处交通拥堵比较严重,主要体现在:a.在高峰时间段,城市地下道路出口路段较为拥堵,通行能力较差。b.城市地下道路通行能力存在瓶颈,出现交通事故后,难以疏导。c.通行能力不足,入口交通组织不善,车辆汇入段拥堵,部分路段出口匝道同隧道主线之间的过渡段和加减速车道长度不足。d.出现潮汐式拥堵现象,节假日拥堵明显。

(2)安全设施设置不完善

城市地下道路相关交通标志标线在交通标志设计方面存在随意性大、形式多样、缺乏统一、质量难以把控、可识别性不强、安全隐患大等问题。并且随着使用该过程中耗损,标志标线等难以保证在车辆正常行驶条件下清晰可见,存在标志标线缺损、不连续、积灰等问题。

(3)隧道洞口的黑洞效应

收稿日期:2021-11-08

作者简介:吴良骏(1984—),男,硕士,工程师,从事市政工程管理和市政设施养护工作。

隧道洞口的黑洞效应严重影响行车安全。隧道入口处,照明亮度过低,没有足够的反应时间,使驾驶员在室外亮度下接近隧道时看到的隧道犹如“黑洞”^[5]。生理上,驾驶员瞳孔迅速扩大,难以准确在视网膜上聚焦,容易产生“两眼一抹黑”的瞬时盲期,诱发交通事故

以上海外滩隧道为例,图1为上海外滩隧道东门路入口,可以看到,外滩隧道东门路入口存在照明亮度过低问题,容易诱发交通事故。图2表明,外滩隧道东门路入口进入隧道后,亮度大幅度衰减,亮度值为 40 cd/m^2 ,具有明显黑洞效应,严重影响行车安全^[6]。



图1 黑洞效应(以外滩隧道为例,东门路入口)

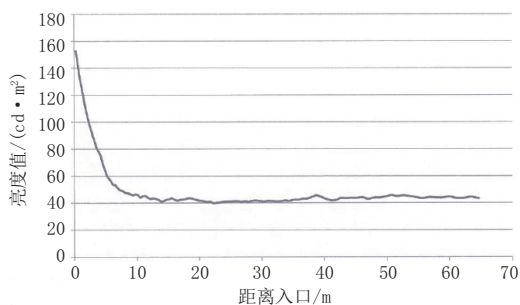


图2 亮度值(外滩隧道东门路入口)

1.2 结构病害问题

随着城市地下道路运行时间的增加,隧道结构病害逐渐显现,主要包括裂缝、渗漏水、路面隆起、剥落剥离和衬砌变形等常见病害。如图3所示,为隧道裂缝病害,包含纵向裂缝、斜向裂缝和环向裂缝;图4为隧道渗水病害,包含点渗漏、线渗漏和面渗漏。隧道结构化病害直接影响机动车行驶舒适性与安全性^[7]。

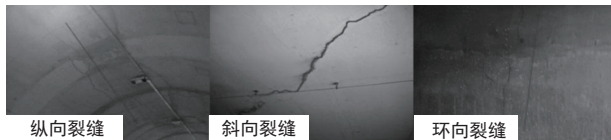


图3 裂缝病害

1.3 智慧化管控水平不足

目前,我国城市地下道路智能化水平相对较低。近几年,一些部门开展了一系列智能化综合监控措



图4 渗水病害

施,但城市地下道路智慧化水平仍有待提升,具体体现在运维养护效率不高、交通管控与服务水平不足^[8]。通过调研,目前地下道路智慧化存在以下问题:

(1)“监多控少”、数据不共享、信息不对称、管控不及时等问题;设备设施更多依靠人工检查,无法提前预防养护。

(2)智能化检测手段有限,一旦发生问题,维修比较难,如结构渗水,无法准确识别位置等。

2 提升建议措施

2.1 交通安全与照明设施完善

针对城市地下道路标志标线缺失、样式不统一、版面不规范等问题,建议完善各类交通标志、标线,保证各交通标志、标线应清晰可见,线型诱导连续,无缺损、遮挡,隧道洞口段采用减速标线或彩色路面,完善入口护栏渐变过渡,加强隧道紧急停车带迎车面端头的防护,明晰隧道轮廓^[9]。

建议完善照明设施,主要消除隧道洞口的“黑洞效应”,并控制照明设施能耗。提质升级技术要点如下:

(1)洞口减光处理,增强洞口安全警示措施,减少“黑洞效应”。

(2)优化照明灯具布置方式,采用高性能发光反光易洁涂料提高反射率。

(3)在满足规范要求下,合理使用现有照明设备,尽量节省改造资金、缩短施工周期。

(4)合理提高隧道内照明亮度,保证舒适性和安全性,有效控制能耗。

2.2 交通运行管控提升

为提升城市地下道路智慧化管理水平,建议构建智慧化交通分析与管控平台,平台应依托传感器数据,采用事件监测算法,实现交通运行状态感知、事件监测、运行态势分析及运行状态预警^[10]。主要功能应满足以下方面:

(1)隧道交通运行状态全息感知

交通流流量速度等采集,交通事件的识别,以及实现个体车辆行驶状态感知,最后达到交通流运行状态综合感知。见图5。

(2)隧道交通运行态势分析

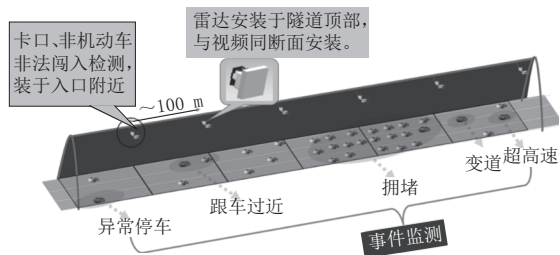


图5 交通运行状态全息感知

主要包含隧道重点路段运行风险研判和多维全时隧道交通运行状态评估^[11]。基于感知的隧道各分段车辆数据,构建交通运行状态识别算法,实现重点路段风险感知与多维全时运行状态监控。

(3)基于实时交通态势的隧道运行状态预警与管控。

构建交通运行风险的智能预警管控方案库,基于实时交通运行状态对重点路段、匝道、车道精准管控。

2.3 智慧防灾与预控

城市地下道路防灾智慧监测预控应根据风险识别和风险源进行分级情况判定,制定针对性的防灾和监测技术方案^[12]。建议构建城市地下道路防灾智慧监测预控系统,系统应包含以下方面:水灾智慧监测与防控;火灾智慧监测,提升火灾识别率、减少误报,早期火灾识别和提升火灾的空间定位准确性;火灾智慧预警与管控;智能防控决策和动态救援疏散救援;消防性能实时评估系统。

首先应具备实施探测隧道火灾状况功能,能够对现场数据进行采集,采用火焰识别算法对采集数据进行分析^[13],并连接有消防部门的报警主机。其次,系统应能实现隧道内灾情智能预测,通过以往隧道灾情大数据分析,实时分析现场各温湿度传感器采集数据、共享并挖掘交通事件检测数据,比对、研习、预测隧道内火灾发生概率,一旦超出预设概率阈值,触发预报警。然后,系统应具备智能疏散引导功能,通过分析隧道线路走向以及匝道口、疏散口位置,针对不同火灾发生点生成相应的事故疏散撤离方案。最后,系统应具备辅助决策支持,三维场景重构、仿真模拟,在线推演功能,可实现基于三维环境场信息采集、重构、动态反馈、火灾蔓延态势预测的智慧疏散救援决策,并在线模拟评估救援手段效率,提出优化方案。

2.4 智慧管养

2.4.1 结构监测预警

建议构建隧道结构监测系统,通过实时的、精确

的隧道结构工作状态数据监测、分析与处理,提供实时的数据支持,实时掌握结构运行状态,以便及时发现问题并且采取措施,提高结构的养护科学决策水平。检测对象及内容见表1。

表1 监测对象及内容

类别	监测对象及内容
隧道结构	隧道结构的纵向不均匀沉降
	隧道结构断面的横向收敛变形
	水平位移引起的隧道接缝张开
	隧道结构钢筋应力
	结构开裂、剥落:包括裂缝宽度、深度、数量、走向、剥落体大小、发生位置、发展趋势等
	结构渗水:包括渗漏水量、发生位置、发展趋势等

通过位移计、激光测距仪、锚杆测力计、精力水准仪等多个自动采集仪采集隧道数据,监测围岩及支护结构、隧道拱顶和地表、附近建筑物、孔隙水压力和土压力等。并将数据传输至数据处理中心,进行综合分析,判定隧道自身稳定性,有预见性的防止事故发生,保证施工和运营安全。总体架构见图6。

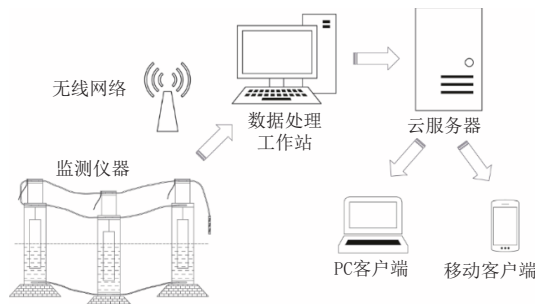


图6 隧道结构健康监测架构图

2.4.2 养护维修系统

建议建立养护维修系统,实现运维自动化、以实时监控信息自动流向监管端和养护端,提升管养效率^[14]。通过感知检测系统,与车辆实现双向信息传递,与主机实现信息交互,将所有报警实时推送至现场维护人员,将重大报警事件信息提供至决策管理人员,管理人员通过主机下达决策命令,决策主机传递维修工单通知现场维护人员进行维修操作,并进行维修信息编录,此外维修主机可对车辆传递辅助信息服务。

3 结论与讨论

作为城市地下道路规模最大、数量最多的国家,保障城市地下道路运营安全,为社会公众提供更好的服务十分必要。在现行相关规范和技术指南下,结合隧道自身问题,开展提质升级行动。本文通过对城市地下道路现状问题及提升方案分析,得出以下结论:

(1)提质升级是保障城市地下道路行车安全、为出行者提供安全、舒适和便捷出行体验的重要手段。

(2)城市地下道路提质升级应该根据自身建设条件和交通环境等差异,因隧制宜,合理利用原有设施,分类施策、分批实施的原则,针对各自问题,采取有针对性的实施建议。

(3)智能化技术在城市地下道路领域不断深入应用,在隧道交通运行状态全息感知、运行态势分析、运行状态预警管控、防灾智慧检测 and 智能养护等方面具有较好应用前景。建议城市地下道路可以增设智能化设备,实现隧道智能化管控与管养。

(4)本文为我国城市地下道路提质升级技术方案提供了一定技术参考,对打造安全、智能的城市地下道路提供有力的技术支撑。

参考文献:

- [1] 交通运输部.2020 年交通运输行业发展统计公报[N].中国交通报, 2021-05-19(002)[2021-11-25].http://www.gov.cn/xinwen/2021-05/19/content_5608523.htm.
- [2] 黄婷,陈云,牟星宇,等.高速公路隧道提质升级交通安全设施典型问题及对策[J].公路,2020,65(4):256-261.
- [3] 涂耘,王少飞,王小军,等.论公路隧道提质升级[J].隧道建设(中英文),2019,39(S1):1-9.
- [4] 武瑞兵.公路隧道智能监控管理信息化设计[J].山西交通科技,2021(1):64-66.
- [5] 王启俊.高速公路隧道视觉安全引导技术分析与应用[J].中阿科技论坛(中英文),2021(5):56-58.
- [6] 李平,毛渝茸,王少飞,等.高速公路隧道运营安全多尺度预警体系研究[J].中国交通信息化,2021(S1):60-64.
- [7] 燕崇麒.公路隧道智能化监控及交通安全措施探究[J].智能城市,2020,6(23):129-130.
- [8] 张鸿斌.对公路隧道智能运维系统的探讨与研究[J].现代工业经济和信化,2020,10(7):83-84.
- [9] 刘松荣,赵卫斌,史玲娜,等.基于质量提升的隧道照明节能设计研究[J].地下空间与工程学报,2020,16(S1):396-402.
- [10] 杨明锐,张洪雷.国省干线公路隧道提质升级的要点及关键技术[J].交通世界,2020(35):99-102.
- [11] 卢勇.人工智能技术在隧道提质升级中的应用[J].中国交通信息化,2021(2):135-137.
- [12] 戎贤,张晓巍,孙子正,等.公路隧道智能火灾应急与疏散体系结构[J].隧道与地下工程灾害防治,2020,2(3):23-29.
- [13] 刘彬,曾宪堂.公路隧道火灾报警系统报警模式探析[J].公路,2021,66(5):328-331.
- [14] 邱民.高速公路隧道智慧管养信息化应用系统[J].西部交通科技,2020(7):157-161.

《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

投稿网站:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com