

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.10.008

城市快速路智慧化设计与研究

吴 平¹, 贾雯丽²

(1.中国市政工程西北设计研究院有限公司,甘肃 兰州 730000; 2.甘肃省土木建筑学会,甘肃 兰州 730000)

摘 要: 随着国家数字化、网络化、智能化相关政策的陆续出台,智慧道路建设受到各地建设单位和管理部門的重点关注。阐述了城市快速路智慧系统的总体设计,介绍了高架快速路智能化系统的架构、系统功能、建设内容等设计思路,以期为后续城市快速路的智慧化设计和建设提供参考。

关键词: 城市快速路;智慧系统;设计思路

中图分类号: U412.37

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)10-0028-05

0 引 言

2019 年 7 月,交通运输部印发的《数字交通发展规划纲要》指出:加快交通运输信息化向数字化、网络化、智能化发展,为交通强国建设提供支撑。《数字交通发展规划纲要》规划:到 2025 年,交通运输基础设施和运载装备全要素、全周期的数字化升级迈出新步伐,数字化采集体系和网络化传输体系基本建成;到 2035 年,交通基础设施完成全要素、全周期数字化,天地一体的交通控制网基本形成,按需获取的即时出行服务广泛应用^[1]。2019 年 9 月,国务院印发的《交通强国建设纲要》提出要大力发展智慧交通。具体提出:推动大数据、互联网、人工智能、区块链、超级计算等新技术与交通行业深度融合;推进数据资源赋能交通发展,加速交通基础设施网、运输服务网、能源网与信息网络融合发展,构建先进的交通信息基础设施^[2]。2020 年 8 月,交通运输部印发的《推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》进一步明确,到 2035 年,交通运输领域新型基础设施建设取得显著成效。先进的信息技术深度赋能交通基础设施,精准感知、精确分析、精细管理和精心服务能力全面提升,成为加快建设交通强国的有力支撑^[3]。

由此可见,道路交通的数字化、信息化、智慧化已成为城市“新基建”的重要内容。本文将从城市快速路智慧化设计方面进行分析和研究。

1 国内外研究现状

1.1 国外研究现状

城市道路交通安全和智能化道路受到国外学者的广泛关注,由于国情和城市道路发展阶段的不同,研究方向和重点有所不同。

2016 年,Bushra R^[4]将无线传感器应用于城市道路,车路协同有了初步尝试;2017 年,L Janušová 和 S Čičmancová^[5]提出交通设施对道路交通的通畅性和安全性同样重要,如电子警察、视频监控和 GPS 动态路径引导均可减少道路拥堵;2021 年,Ai Y^[6]提出采用深度学习方法对无基座共享单车系统进行短期时空分布预测。

1.2 国内研究现状

智能交通领域在我国起步较晚,但发展较为迅速。2011 年,清华大学主持了科技部的道路交通课题,对车车交互协同系统、车路交互协同系统、车路协同系统等关键技术进行研究,并顺利通过课题验收。

2018 年,张玉辉^[7]结合兰州的实际情况,提出适宜未来兰州发展的智慧交通措施,努力打造“高效畅通、安全便捷、绿色低碳”的智慧化大交通体系,实现道路交通管理精细化、交通信号控制智能化、交通信息服务人性化、交通规划决策科学化;2019 年,杨平等^[8]指出,兰州市通过智慧交通建设,提高了城市交通拥堵疏解能力,为市民出行带来了极大的便利;2021 年,刘兴璐^[9]认为,兰州的城市交通应大力发展智慧交通建设,协同共治,提升道路交通服务水平。

2 工程概况

本文研究的兰州市西固区 T018#+T020# 道路位

收稿日期:2022-09-20

作者简介:吴平(1983—),男,硕士,高级工程师,注册土木工程师、注册一级建造师,注册咨询工程师,从事道路交通设计研究工作。

于西固区东部,工程南起南山路,北至南滨河西路,全长约5 km。工程采用“高架主线+地面辅道”的建设形式。主线建设标准为城市快速路,设计车速60 km/h,采用双向6车道;辅道建设标准为城市主干路,设计车速40 km/h,采用双向4车道。

3 智慧化系统总体设计

3.1 建设内容

该工程快速路智能化系统的建设内容主要包括交通监控中心、监控子站、高架快速路智能化系统、地面智能化系统的外场设施、通信网络设备及相关附属设施。

遵循高架集中管控的原则,统筹考虑智慧快速路相关工程。新建1处市级快速路交通监控中心,采用云架构,租用兰州城市云平台(IaaS),面向兰州全市快速路建设、管理、运行监测和应急指挥,支撑不间断全天候路网实时监控、路网诱导、交通管控、快速路养护运行管理等业务。

高架快速路智能化系统重点设计高架交通管控系统、高架视频监控系统、入口匝道控制系统、(高架)交通信息采集系统、(高架)交通信息发布系统、桥梁结构监测系统、桥梁防撞预警系统以及快速路自动驾驶测试环境支撑系统。

3.2 智慧平台框架

根据兰州市快速路智慧监测管控及运营养护平台实际业务特点和相关需求,实现全面物联、充分整合,强化交通信息汇集、融合、分析和功能,构建交通实时感知、资源充分整合、系统协同运作、信息全面服务、交通智能监管的快速路交通监控和服务系统。

系统总体框架设计形成三层架构:

(1)由高架快速路各类智能化设备构建设备层,提供基础数据采集。

(2)通过路侧智能网关以及视频专网、信号控制专网、信息发布专网构建系统通信层。

(3)核心平台层采用1+N+M的云平台架构模式。

3.3 中心智能化集成平台设计

该工程基于上述平台架构,顶层建设中心智能化集成平台,其职能定位是针对平台辖区的全局智能化顶层监测和管控,并且部署大数据分析研判职能、总体运营及养护的监管、全流程业务监管和督查以及对外部的统一信息服务。

3.4 专项业务系统集成平台设计

根据项目辖区,按照相应规范和规则划分分管区域路段,并相应地建设专项业务系统集成平台对其进行管理。该平台是辖区信息采集及下层应用子系统的数据集成平台。

3.5 应用支撑子系统设计

在专项业务子系统集成平台下层建设应用支撑子系统,主要包括交通地理信息服务系统、数据分布式存储和管理系统、视频图像存储与管理、数据交换共享系统、机房及环境监控采集系统、统一化应用部署与管理、大数据与云计算环境开发、InSAR数据购买及数据融合、BIM协同接口开发、系统接口定制开发、动态仿真系统开发、三维激光扫描及倾斜摄影建模等。

4 高架快速路智能化系统

4.1 高架交通管控系统

4.1.1 系统架构

快速路交通管控系统采用“主线诱导、匝道控制”的交通监控策略,通过道路交通信息的采集和诱导信息的发布,可以诱导交通流避开拥挤的道路,选择一条相对通畅的路径到达目的地,从而实现对快速路主线、辅道及周边主要地面道路间的道路资源整合,有效平衡市域路网的交通流量。

快速路出入口控制系统的功能主要包括信息的采集、多级策略的调控、信号的协调、信息的发布,以及与多系统的关联等。快速路出入口控制系统在总体架构上从策略层、管控层和执行层3个层次实现系统信息采集、多级调控、日常管理和系统关联的功能。

4.1.2 系统功能

系统功能设计主要有快速路入口匝道控制系统、快速路交通违法监测系统和交通事件检测系统。

快速路匝道控制采用在入口匝道处及出口匝道相连辅道上设置信号灯的方式,调节进出快速路的交通流,使匝道交通流进出有度、有序,避免快速路上形成交通瓶颈。为此,在进行匝道信号控制时,应从城市快速路的交通特性、控制策略、配时方法及协调效果等方面予以考虑。

4.1.3 建设内容

一是复合功能摄像机。在上匝道处匝道控制灯、交通标志等设备位置,以龙门架形式设置复合视频摄像机,在主线距离匝道上下游0.5~1.5 km的位置

布置复合视频摄像机,以采集匝道及主线上下游交通流量、车速及车辆特征等。二是匝道控制灯。在入口匝道前布置车道信号灯。三是在入口匝道汇入主线处的两侧防撞墙上,布置交通信号灯、诱导板、通信设备、管道、线缆等。

4.2 高架交通信息采集系统

4.2.1 系统架构

交通信息采集系统主要采集交通视频信息、交通违章信息、交通流信息、道路环境信息和气象信息等。上述信息经信息采集系统及其他系统采集后,依靠中心处理计算机进行综合分析处理,通过数据交换平台与其他系统如交通信号控制系统、交通信息发布诱导系统实现信息共享,为其他系统的控制运行提供决策依据和触发条件。

采集系统构架见图1。

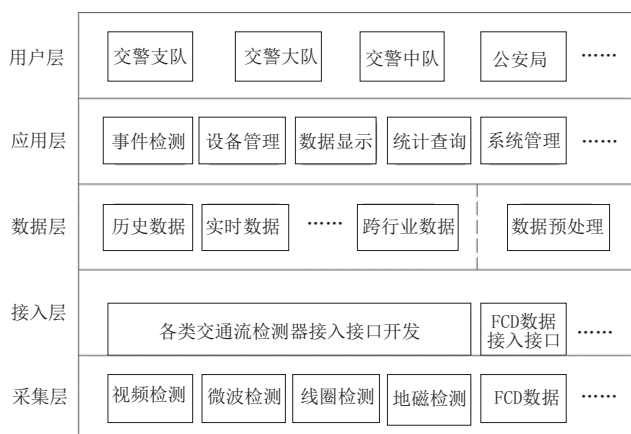


图1 高架快速路交通流信息采集系统架构示意图

4.2.2 系统功能

交通信息采集系统是交通信息发布、交通信号控制等多个智能交通系统的基础,用于为道路交通运行状态的判别、交通信息的发布提供数据支持。其主要功能是对过往车辆计数、测速、车型分类,分析、计算断面的交通流量、占有率、瞬时速度、区间速度等交通参数,以此判断道路拥挤状况,并通过通信接口把数据按预定的时间处理周期发送到中心平台,检测交通系统中多源、异构的信息,呈现给智慧交通系统,为交通调度和交通事件告警提供决策服务。

系统能够自动采集气象监测数据,通过GPRS无线网络平台传送至快速路监控中心服务器。工作人员可便捷地了解各监测站和监测仪表的实时环境监测数据。

4.2.3 建设内容

该工程高架主线主要采用预制拼装的工法进行

施工,桥梁结构多采用连续钢箱梁,因此高架快速路主线的信息采集不选用环形感应线圈和地磁检测器,采集和检测手段以“视频+微波”为主,以浮动车和移动互联数据为辅,并按需采集环境和气象数据。

该工程在高架主路直线段采用高清视频车辆检测器,在快速路匝道出入口处采用视频车辆检测器及微波检测器。

4.3 高架交通信息发布系统

4.3.1 系统架构

交通信息发布系统由交通状况信息探测采集、信息的平台汇总处理、诱导信息的发布等几方面组成。发布平台实时采集前端各种动态交通流数据,进行系统匹配、融合、存储,结合GIS地理信息系统进行信息挖掘处理,生成可以应用的交通诱导、服务信息,再通过前端VMS诱导屏和智慧中心大屏发布。信息发布系统架构见图2。

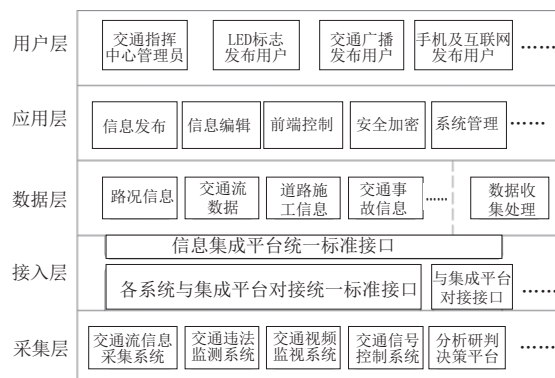


图2 交通信息发布系统架构图

4.3.2 系统功能

交通路网诱导信息屏是该项目信息发布的重要途径,主要是通过路网实时路况的发布,诱导车辆分流,以达到车流均衡的目的。信息融合与处理平台的应用功能,可通过指挥中心大屏进行展示,以辅助城市交通综合管理、组织和应急调度。主要内容是通过指挥中心大屏实时监测整个城市快速路的交通路网状态。每条快速路的交通状态通过GIS地图双向颜色表示,可以设置1~5min内自动刷新以及其他功能的大屏幕操作。

4.3.3 建设内容

交通信息的发布是多元的,可以通过可变信息板、广播、车载导航等进行发布。该工程重点落在安装于道路上的可变LED信息诱导板,主要包括广域诱导可变信息板、出口匝道流出诱导可变信息板、入口匝道流入诱导可变信息板、快速路路侧广播系统等。

4.4 高架交通视频监控系统

4.4.1 系统架构

高架视频监控系统主要由外场摄像机、视频通信网络、视频中心控制管理设备等组成,是快速路智能化管理和控制的基本系统,是智能交通信息发布人工确认的主要信息来源。监控中心各控制终端可对所有外场摄像机进行自动切换显示、手动切换显示、手动监视方位调整,自动监视方位定位。

4.4.2 系统功能

高架视频监控系统具有视频信息采集、传输、显示和管理的功能。

4.4.3 建设内容

视频摄像机的布设位置应合理选择,除了综合考虑道路的曲率半径、纵向坡度,以及立交和匝道处的不同高度差外,还需要考虑交通事件的可能多发区域,做到主要地点重点监视,同时消除覆盖盲区。

4.5 桥梁结构监测系统

4.5.1 系统架构

在高架快速路主线及立交节点按需设置桥梁结构健康监测系统。系统分为 4 层架构:现场采集层、数据传输层、平台处理层、应用展示预警层(用户层)。监测系统架构见图 3。



图 3 快速路桥梁结构健康监测系统架构图

4.5.2 系统功能

掌握在建或服役桥梁的技术状况,提供准确和及时的基础数据资料;掌握桥梁结构整体或部分的工作性能,提供状态评估和诊断服务;为桥梁运营期的日常运维决策服务;为特定的待监控目标事件的出现与否提供观测、预测或预警服务;满足设计验证和科学研究的需求。

4.5.3 建设内容

利用综合传感器、网络通信、信息处理、桥梁工程监测等技术,形成一套软硬件有机结合、适合桥梁结构特点、满足桥梁监测需求的自动化监测系统。

桥梁结构健康监测系统的监测项目主要根据桥梁的结构特性、力学性能分析确定,同时兼顾桥址处环境状况和项目经费限制等因素。

4.6 桥梁防撞预警系统

4.6.1 系统架构

桥梁安全预警监测系统由传感器、控制器、主机、服务器、客户机等部分组成,采用了多层 C/S、B/S 体系架构。系统架构见图 4。

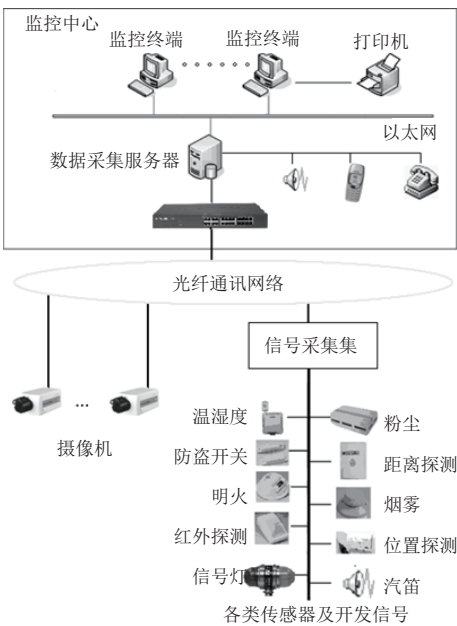


图 4 高架桥梁防撞预警系统架构图

系统还包括车辆高度检测子系统、车辆动态称重子系统、升降限高控制子系统、信息发布子系统、视频抓拍子系统、后台管理子系统等功能模块。

4.6.2 系统功能

桥梁的实时安全健康监测主要集中在两个方面:桥梁底面裂缝和车辆碰撞。

4.6.3 建设内容

为保证桥梁安全预警监测系统发挥应有的作用,在项目设计过程中遵循以下原则:

(1)统一规划

系统的建设需要统一规划,同时根据具体需求分步实施。所有系统的设备、功能都应留有充分扩展空间,以保证系统的升级、扩展和设备、网络、数据库的迁移平稳可靠。

(2)开放通用

系统采用开放式的网络接口、计算机硬件、操作系统和数据库管理系统,在软件设计中采用C/S、B/S以及面向服务的体系等的先进、通用的结构标准。

(3) 稳定安全

为保证能长期稳定运行,保证监控中心软件平台和数据库工作稳定,系统必须能够定期对自身进行自诊断并形成报告,监视整个系统的工作状态,以便对系统进行维护和维修。

5 结 语

随着科学技术的快速发展和城市信息化程度的不断提高,智慧道路交通系统将逐步完善,在路侧布设智能设备,将静态基础设施信息、动态基础设施信息实现数字化和智能化,促进智慧化道路交通的建设和发展。

根据工程设计内容,该工程智慧道路还包括地面道路智能化系统、智慧路灯设计、智慧管线感知层设计、多杆合一设计等。受篇幅所限,本文仅从交通管控系统、交通信息采集系统、交通信息发布系统、交通视频监控系统、桥梁结构监测系统、桥梁防撞预警系统等方面进行论述,以期为城市快速路智慧化设计提供思路和参考。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国交通运输部.关于印发《数字交通发展规划纲要》的通知(交规划发[2019]89号)[EB/OL].(2019-07-28)[2022-09-02].
http://www.gov.cn/xinwen/2019-07/28/content_5415971.htm.
- [2] 中华人民共和国国务院.印发《交通强国建设纲要》[EB/OL].
(2019-09-19)[2022-09-02].http://www.gov.cn/zhengce/2019-09/19/content_5431432.htm.
- [3] 中华人民共和国交通运输部.印发《推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》[EB/OL].(2020-08-07)[2022-09-02].
http://www.gov.cn/xinwen/2020-08/07/content_5532980.htm.
- [4] BUSHRA R, REHMANI M H. Applications of wireless sensor for networks urban areas: A survey[J]. Journal of Network and Computer Applications, 2016(60):192-219.
- [5] L Janušová, S Čičmancová. Improving Safety of Transportation by Using Intelligent Transport Systems[J]. Procedia Engineering, 2017(134):14-22.
- [6] AI Y, LI Z, GAN Metal. A deep learning approach on short-term spatiotemporal distribution forecasting of dockless bike-sharing system[J]. Neural Comput & Applic, 2021(31):1665-1677.
- [7] 张玉辉.基于智慧城市的兰州市交通拥堵[D].兰州:兰州大学,2018.
- [8] 杨平,魏晋.基于智慧交通的兰州市拥堵治理研究[J].城市道桥与防洪, 2019(9):40-42.
- [9] 刘兴璐.兰州市交通拥堵治理优化研究[D].兰州:西北师范大学, 2021.
- [10] 冯霏,蔡嘉.基于5G技术的智慧道路研究[J].信息通信, 2019(12):1-3.
- [11] 韩明敦.基于智慧城市的智能道路系统思考[J].智能交通, 2020(11):1-2.

(上接第16页)

渠等措施,效果显著。

4 案例点评

“31382”防洪防涝规划体系是国土空间规划体系的深化完善。以强化洪涝空间规划和用途管控为切入点,进一步深化和完善郑州市全流程、全链条、全要素的国土空间规划体系,提升国土空间现代化治理水平。

“31382”防洪防涝规划体系是韧性城市建设的重要抓手。郑州市在总体国家安全观的指导下,认真吸取河南郑州“7·20”特大暴雨的经验教训,抓紧补齐城市短板,整体提升城市防灾减灾水平,推动基础

设施韧性建设,保证城市长治久安。

“31382”防洪防涝规划体系是洪涝统筹治理的实施路径。《关于加强城市内涝治理的实施意见》和《“十四五”城市排水防涝体系建设行动计划》均明确提出流域区域洪涝统筹、城市排水防涝工程、应急管理三大体系共同发力的要求,要转变过去“只见树木、不见森林”的工作思路,综合考虑区域流域和城市,实现多学科跨领域的融合发展,彻底解决洪涝“两张皮”的衔接问题。

参考文献:

- [1] 国务院灾害调查组.河南郑州“7·20”特大暴雨灾害调查报告[R].北京:国务院灾害调查组,2022.
- [2] GB 50014—2021,室外排水设计标准[S].