

综合交通智慧化管理系统的研究与设计

李思敏

深圳前海云创交通科技服务有限公司, 中国·广东 深圳 518110

摘要: 本文聚焦于交通管理方向, 针对道路养护管理、路政管理、应急指挥调度等关键领域, 开展综合交通智慧化管理系统的研究与设计。通过分析传统管理模式存在的效率低下、信息不共享、决策缺乏数据支撑等痛点问题, 结合物联网、大数据、人工智能、地理信息系统 (GIS) 等先进技术, 构建了“数据采集-处理分析-决策支持-应用服务”四层架构的智慧化管理系统框架。系统整合道路养护管理、路政管理、应急指挥调度三大核心功能模块, 实现了交通管理全流程的数据实时采集、智能分析研判与科学决策支持, 有效提升了交通管理的精细化、智能化水平, 为城市交通的高效、安全、可持续运行提供了有力保障。

关键词: 综合交通; 智慧化管理; 道路养护; 设施检测; 路政巡查

Research and Design of an Integrated Transportation Intelligent Management System

Li Simin

Shenzhen Qianhai Yunchuang Transportation Technology Service Co., Ltd., China Guangdong Shenzhen 518110

Abstract: Focusing on the field of transportation management, this paper conducts research and design on an integrated transportation intelligent management system, targeting key areas including road maintenance management, highway administration, and emergency command and dispatch. By analyzing the prominent pain points of the traditional management mode, such as low efficiency, information isolation, and lack of data support for decision-making, and combining advanced technologies including the Internet of Things (IoT), big data, artificial intelligence (AI), and geographic information system (GIS), a four-layer architecture of the intelligent management system featuring "data collection - processing and analysis - decision support - application service" is constructed. The system integrates three core functional modules: road maintenance management, highway administration, and emergency command and dispatch, realizing real-time data collection, intelligent analysis and judgment, and scientific decision support throughout the entire transportation management process. It effectively improves the refinement and intelligence level of transportation management, providing strong guarantee for the efficient, safe and sustainable operation of urban transportation.

Keywords: Integrated transportation; Intelligent management; Road maintenance; Facility detection; Highway patrol inspection

0 引言

城市化加速, 城市交通作为发展命脉, 其运行关乎经济、民生与社会稳定。道路是交通基础, 质量性能至关重要。但交通流量、车辆荷载增长及自然侵蚀, 使道路设施损耗加剧, 养护管理面临挑战。

传统道路养护依赖人工巡查与定期检测, 效率低且难全面及时发现问题。同时部门间信息不畅、存在孤岛, 决策缺数据支撑, 难制定精准养护计划。在此情形下, 综合交通智慧化管理系统应运而生, 借助物联网、大数据等先进技术构建新模式, 实现道路养护管理精细化、智能化与科学化。

1 传统道路养护管理模式痛点剖析

1.1 效率低下: 人工巡查与定期检测的局限

传统道路养护管理主要依靠人工巡查和定期检测来发现道路问题。人工巡查需要大量的人力投入, 巡查人员需沿着道路逐段进行检查, 不仅速度慢, 而且容易受到天气、时间等因素的限制。例如, 在恶劣天气条件下, 人工巡查的难度和危险性大幅增加, 可能导致部分路段无法及时巡查。定期检测则通常按照固定的周期进行, 无法根据道路实际使用情况和损坏程度进行动态调整。有些道路可能在检测周期内就已经出现严重损坏, 但由于未到检测时间而未能及时发现, 从而延误了养护时机, 增加了养护成本和交通安全隐患。

1.2 信息不共享：部门壁垒与数据孤岛

道路养护管理涉及多个部门和环节，包括养护部门、路政部门、交通管理部门等。在传统模式下，各部门之间缺乏有效的信息共享机制，存在严重的部门壁垒和数据孤岛现象。例如，养护部门在巡查过程中发现的道路设施损坏信息，可能无法及时传递给路政部门和交通管理部门，导致相关部门无法及时采取措施进行管控和疏导交通。同时，各部门使用的数据格式和标准不统一，使得数据难以共享和整合，无法为决策提供全面、准确的信息支持。

1.3 决策缺乏数据支撑：经验主导的困境

传统道路养护管理决策主要依赖管理人员的经验，缺乏科学的数据分析和预测。由于没有实时、准确的道路状况数据，管理人员难以全面了解道路的实际损坏情况和变化趋势，无法制定出精准的养护计划和资源分配方案。例如，在确定养护优先级时，可能仅仅根据道路的重要程度或表面损坏情况进行判断，而忽略了道路的使用频率、承载能力等因素，导致养护资源的分配不合理，部分道路得不到及时有效的养护，而一些相对次要的道路却过度养护，造成了资源的浪费。

2 先进技术在道路养护管理中的应用

2.1 物联网：实时感知道路设施状态

物联网技术通过在道路设施上部署各种传感器，如压力传感器、位移传感器、应变传感器、摄像头等，能够实时采集道路的温度、湿度、应力、变形、裂缝等状态信息。这些传感器将采集到的数据通过无线通信网络传输到综合交通智慧化管理系统中，为道路养护管理提供了实时、准确的数据源。例如，在桥梁上安装应变传感器和位移传感器，可以实时监测桥梁的结构变形和应力变化情况，当监测数据超过设定阈值时，系统会及时发出预警，提醒养护人员进行检查和维修，避免桥梁发生安全事故。

2.2 大数据：挖掘道路养护数据价值

大数据技术具备强大的数据存储、管理和分析能力，能够对海量、多样的道路养护数据进行高效处理。通过对采集到的道路状态数据、养护历史数据、交通流量数据等进行清洗、预处理和挖掘分析，大数据技术可以揭示道路损坏的规律和趋势，为道路养护决策提供有力支持。例如，通过分析不同路段在不同季节、不同交通流量下的损坏情况，可以找出道路损坏的高发路段和高发时期，提前制定针对性的养护计划，合理安排养护资源和时间。同时，大数据技术还可以对养护效果进行评估和分析，为优化养护方案提供参考。

2.3 人工智能：智能分析与预测道路状况

人工智能技术在道路养护管理中发挥着重要作用，主要包括机器学习、深度学习等技术。机器学习算法可以对道路养护数据进行智能分析，实现故障预测、风险评估等

功能。例如，通过对道路历史损坏数据和气象数据的机器学习分析，可以建立道路损坏预测模型，预测未来一段时间内道路可能出现的损坏情况和损坏程度，提前安排养护工作，避免道路损坏进一步恶化。深度学习技术则可以用于图像识别和视频分析，实现对道路裂缝、坑槽等病害的自动识别和分类，提高病害检测的准确性和效率。

2.4 地理信息系统（GIS）：空间可视化与决策辅助

GIS 技术能够将道路养护数据与地理空间信息相结合，实现道路设施的地理信息可视化展示。通过 GIS 平台，管理人员可以直观地了解道路的分布情况、养护状况、病害位置等信息，为道路养护管理提供空间分析和决策支持。例如，在制定养护计划时，管理人员可以通过 GIS 技术对不同路段的道路状况进行空间分析，结合交通流量、周边环境等因素，确定养护优先级和养护范围，制定科学合理的养护方案。同时，GIS 技术还可以实时显示养护作业的进度和位置，方便管理人员进行调度和监控。

3 “数据采集 – 处理分析 – 决策支持 – 应用服务” 四层架构在道路养护管理中的构建

3.1 数据采集层：全面感知与精准获取

数据采集层是综合交通智慧化管理系统的基础，在道路养护管理中主要负责通过各种传感器和设备实时采集道路相关的各类数据。除了上述提到的物联网传感器外，还包括移动检测设备、无人机等。移动检测设备可以安装在养护车辆上，对道路进行快速、全面的检测，采集道路平整度、车辙深度等数据。无人机则可以搭载高清摄像头和激光雷达等设备，对道路进行空中巡查，获取道路的宏观图像和三维数据，尤其适用于对大型桥梁、高边坡等难以到达的区域进行检测。数据采集层采用多种通信技术，如无线传感器网络、4G/5G 通信、蓝牙等，将采集到的数据快速、准确地传输到数据处理分析层。

3.2 处理分析层：深度挖掘与智能处理

处理分析层是系统的核心，主要负责对采集到的海量道路养护数据进行存储、管理和分析。该层采用大数据技术和人工智能算法，对数据进行清洗、预处理、特征提取等操作，去除噪声数据和冗余信息，提高数据质量。然后，运用机器学习、深度学习等算法对数据进行深度挖掘分析，发现数据背后的规律和趋势。例如，通过对道路裂缝数据的分析，建立裂缝发展模型，预测裂缝的扩展速度和方向；通过对交通流量数据和道路损坏数据的关联分析，找出交通流量对道路损坏的影响程度。同时，处理分析层还具备数据融合功能，将来自不同传感器和设备的数据进行融合处理，提高数据的准确性和可靠性。

3.3 决策支持层：科学决策与精准规划

决策支持层根据处理分析层提供的数据分析结果，结

合道路养护管理的业务需求和规则,为管理人员提供科学合理的决策支持。该层采用决策树、专家系统等技术,根据不同的道路状况和养护需求,生成相应的养护决策方案。例如,根据道路的损坏类型、损坏程度、交通流量等因素,决策支持层可以确定养护方式(如预防性养护、矫正性养护)、养护时机和养护预算等。同时,决策支持层还具备决策评估和优化功能,能够对生成的决策方案进行评估和优化,考虑养护成本、养护效果、对交通的影响等多方面因素,选择最优的养护方案。

3.4 应用服务层:便捷交互与高效执行

应用服务层是系统与用户之间的接口,在道路养护管理中主要负责为用户提供各种应用服务。该层采用图形化界面和移动应用等技术,为用户提供直观、便捷的操作体验。应用服务层包括道路养护管理应用,养护人员可以通过移动终端设备接收养护任务,查看道路状况信息和养护方案,上传养护作业进度和结果等。管理人员可以通过电脑端应用对养护计划进行制定和调整,对养护资源进行分配和调度,对养护质量进行监督和评估等。同时,应用服务层还支持多终端访问,方便不同岗位的人员随时随地访问系统,获取所需信息,提高工作效率。

4 道路养护管理模块在综合交通智慧化管理系统中的整合与协同

4.1 与路政管理模块的协同:信息共享与联合管控

道路养护管理与路政管理密切相关,在综合交通智慧化管理系统中有机整合。路政巡查人员在巡查过程中发现的道路设施损坏、非法占用道路等问题,可以通过系统及时反馈给道路养护管理部门。道路养护管理部门根据反馈信息,及时安排养护人员进行处理,并将处理结果反馈给路政部门。同时,道路养护管理部门在养护作业过程中,如果需要占用道路或进行交通管制,也可以通过系统向路政部门申请,路政部门根据实际情况进行审批和协调,确保养护作业的顺利进行和交通的安全畅通。通过信息共享和联合管控,实现了道路养护与路政管理的高效协同,提高了道路的整体管理水平。

4.2 与应急指挥调度模块的协同:快速响应与应急处置

在应对道路突发事件时,道路养护管理模块与应急指挥调度模块紧密协同。当发生交通事故、自然灾害等导致道路损坏时,应急指挥调度模块迅速接收事件信息,并通过系统将信息传递给道路养护管理部门。道路养护管理部门根据事件严重程度和道路损坏情况,立即启动应急养护预案,组织养护人员和设备赶赴现场进行抢修。在抢修过程中,应急指挥调度模块实时监控抢修进度和现场交通状况,根据实际情况调整交通疏导方案,确保救援车辆和养

护人员能够顺利到达现场,同时尽量减少对正常交通的影响。通过快速响应和协同处置,提高了道路应对突发事件的能力,保障了道路的安全畅通。

5 综合交通智慧化管理系统在道路养护管理中的应用效果与展望

5.1 应用效果显著

综合交通智慧化管理系统的应用在道路养护管理方面取得了显著的效果。在养护效率方面,通过实时数据采集和智能分析,能够及时发现道路问题并安排养护,大大缩短了养护响应时间。例如,传统模式下发现道路裂缝到安排养护可能需要数天时间,而应用智慧化管理系统后,可以在几小时内完成从发现问题到安排养护的全过程。在养护质量方面,基于科学的决策支持和精准的养护方案,能够提高养护的针对性和有效性,延长道路使用寿命。据统计,应用系统后道路的使用寿命平均延长了 20% 至 30%。在资源利用方面,通过大数据分析和优化决策,能够合理分配养护资源,避免资源浪费,降低了养护成本。同时,系统的应用还提高了道路养护管理的信息化水平和工作透明度,方便了监管和考核。

5.2 未来展望广阔

随着技术的不断发展和创新,综合交通智慧化管理系统在道路养护管理中的应用将不断完善和升级。未来,系统将进一步拓展功能,加强对道路全生命周期的管理,从道路规划、建设到养护等各个环节实现智能化管理。同时,系统将引入更多的先进技术,如区块链技术,确保道路养护数据的安全性和不可篡改;虚拟现实技术,实现道路养护的虚拟仿真和培训。此外,系统还将加强与其他城市管理系统的融合,实现交通、环保、气象等多部门之间的数据共享和协同工作,为城市交通的高效、安全、可持续运行提供更加全面、有力的支持。

参考文献:

- [1] 李华, 张明. 物联网技术在道路设施监测中的应用研究[J]. 交通科技, 2020(3): 123 - 126.
- [2] 王强, 刘丽. 大数据驱动的道路养护决策支持系统设计[J]. 公路交通科技, 2021, 38(7): 88 - 94.
- [3] 陈刚, 赵辉. 人工智能在道路病害识别中的应用进展[J]. 智能计算机与应用, 2022, 12(2): 15 - 20.
- [4] 张宇, 李娜. 基于 GIS 的道路养护管理信息系统设计与实现[J]. 地理信息世界, 2019, 26(4): 85 - 89.
- [5] 林晓, 周伟. 无线传感器网络在道路数据采集中的应用研究[J]. 传感器与微系统, 2020, 39(10): 142 - 145.

作者简介: 李思敏(1995.02.20), 女, 汉族, 广东揭阳, 本科, 助理工程师, 从事的研究方向或工作领域: 智能交通领域。