

智慧交通下的智能道路养护分析

尉青青¹ 王海荣² 张鑫¹

1. 陕西高速公路工程试验检测有限公司 陕西 西安 710086

2. 陕西高速星展科技有限公司 陕西 西安 710086

摘要：智慧交通发展对智能道路养护提出新挑战。传统道路养护因管理理念滞后、智能化程度低，难以适应新需求。为此需采取多项智能养护措施，包括完善病害监控、引入先进技术，建设智能化施工场地以实现精细化管理，研发环保、智能、多功能的养护材料，实现人员管理智能化，以及将道路养护与智能化深度融合。这些措施将有效提升道路养护水平，推动智慧道路建设，满足智慧交通的发展需求。

关键词：智慧交通；智能道路；养护分析

引言

当今社会，城市化浪潮汹涌，交通流量呈井喷式增长，交通体系的高效、安全、可持续发展已然成为社会发展的关键命题。智慧交通作为现代化交通体系建设的核心驱动力，正引领交通领域迈向全新变革阶段。智能道路养护作为智慧交通的重要支撑，对维护道路性能、保障公众出行质量意义深远。但传统道路养护在理念与技术应用上已显滞后，难以匹配智慧交通发展步伐。基于此，探讨智能道路养护新举措刻不容缓，本文将展开深入研究。

1 智慧交通发展要求

智慧交通的发展旨在构建现代化交通体系，其要求涵盖多个关键维度。核心上，需以高效交通服务为导向，打造一流社会服务，依托智慧化管理平台，为公众提供安全、顺畅的出行服务。借助云计算、物联网等技术，整合交通资源，实现出行前精准规划、出行中实时导航与状况反馈、出行后服务评价的全流程服务，优化交通资源配置，提升出行效率与安全性^[1]。在技术融合层面，深度对接生活与工作场景，实现智慧出行、预约、消费、服务等多元功能。利用立体化、可视化数据模型制定科学出行方案，保障各领域协调发展。云计算提供强大计算与存储能力，支撑海量交通数据分析；物联网实现设备互联互通，实时采集信息；大数据深度挖掘数据价值，为决策提供依据；人工智能应用于流量预测、事故预警等，推动交通管理智能化升级。智慧交通注重与其他行业协同发展。与旅游产业结合，为游客提供一站式服务，提升旅游出行体验；纳入国土空间规划，从宏观优化交通基础设施布局，促进区域协调，提高设施利用效率。此外，还需推动绿色低碳发展，推广新能源交通工具，优化交通能源结构，减少环境污染，实现交

通可持续发展，满足社会经济发展和人们日益增长的出行需求。

2 智能道路养护的重要性

智能道路养护在现代交通管理中占据着举足轻重的地位，其重要性不容忽视。随着城市化进程的加速和交通流量的持续增长，道路作为城市基础设施的动脉，其完好性和安全性直接关系到公众出行效率与生命财产安全。智能道路养护通过集成先进的信息技术、物联网、大数据分析及人工智能等前沿科技，实现了对道路状况的实时监测、精准评估与高效维护，极大地提升了道路养护的智能化水平。智能道路养护能够提前预警潜在的路面病害，如裂缝、坑洼等，通过安装在道路上的传感器网络，收集路面状况数据，利用算法模型预测病害发展趋势，从而在病害初期即采取干预措施，避免小问题演变成大隐患，有效延长道路使用寿命，减少因道路损坏导致的交通事故。智能养护系统还能根据实时交通流量和道路使用状况，动态调整养护作业计划，实现资源的最优配置。比如，在交通低峰时段进行路面修补，既保证了养护作业的安全进行，又最小化了对日常交通的影响，提高了道路通行效率。智能道路养护还促进了节能环保。通过精准养护，减少了不必要的材料浪费和能源消耗，智能照明、智能排水等系统的应用，进一步降低了道路运营过程中的碳排放，符合绿色可持续发展的理念。

3 传统道路养护管理存在的问题

3.1 养护管理理念落后

当前，部分地区的道路养护管理仍处于传统的被动式养护阶段，以“事后维修”为主，缺乏预防性养护意识。这种养护理念导致道路病害在初期未能得到及时处理，随着时间推移，病害逐渐扩大，增加了养护难度

与成本。一些道路裂缝在初期未进行处理,雨水渗入后导致路基损坏,最终不得不进行大面积翻修,养护成本大幅增加。传统养护管理对道路使用情况的监测手段单一,主要依赖人工巡查^[2]。人工巡查受天气、时间、人力等因素限制,无法实现对道路状况的实时、全面监控,容易出现疏漏。道路养护中预防性措施应用较少,如很少采用微涂沥青、泥浆防水等技术,在恶劣天气条件下,道路质量成本显著增加。而且道路养护投资相对不足,难以维持先进养护设备的购置与维护,导致机械化程度低,大部分养护工作依赖人工,劳动强度大、效率低下。

3.2 智能化体现不充分

道路建设作为传统的粗放型行业,在现代化进程中,若不融入先进科技,将难以实现精细化、智能化发展,进而影响道路建设质量与后期养护工作。在道路施工过程中,智能化施工管控系统、智能化施工机械与测量设备应用不足,导致施工过程难以实现精准控制,工程质量难以保障。施工现场机械设备与人员调度缺乏智能化管理,无法实现资源的优化配置,降低了施工效率。在道路养护方面,传统养护设备智能化程度低,与现代信息技术融合不足。多数养护车辆未配备实时定位与作业数据反馈系统,管理人员无法及时掌握养护作业进度与质量,难以进行有效管理。在养护材料方面,传统材料性能有限,无法满足智能道路养护对耐久性、自修复性、环保性等方面的要求。

4 智慧交通下的智能道路养护措施

4.1 完善病害采集监控

城市道路病害的及时检测与准确监测是智能道路养护的基础工作。传统的道路病害养护流程繁琐,从病害收集、检查、审批到输入养护单、再审核与质量检查,均依赖人工操作,耗时较长,效率低下^[2]。为解决这一问题,需构建智能化的维护管理体系,引入先进的检测技术与设备,实现病害检测与养护质量监控的智能化。利用车载高速相机、激光传感器、探地雷达等设备,对路面进行实时扫描与数据采集,结合机器视觉、人工智能等技术,实现对横向裂缝、纵向裂缝、坑槽、车辙等路面病害的自动识别与分析,识别精度可达95%以上^[3]。车载激光传感器能够快速、准确地测量路面平整度与车辙深度,探地雷达可检测路面结构层内部的缺陷与病害。通过卫星定位系统(GPS)与地理信息系统(GIS),精确确定病害位置,并将采集到的数据实时传输至数据处理平台。数据处理平台利用大数据分析技术,对病害数据进行深度挖掘与分析,按照路段、病害类型、严重程

度、时间等维度生成道路健康分析报告,并根据设定条件自动推送至公路管养系统,实现路面病害的自动检测与预警,为养护决策提供科学依据。

4.2 建设智能化施工场地

在道路建设与养护施工过程中,充分运用大数据、物联网、云计算等现代信息技术,构建智能化施工现场管理体系,实现对施工质量、安全、进度与人员的全方位、精细化管理。在施工现场部署各类传感器与监控设备,如施工设备传感器、人员定位传感器、环境监测传感器、视频监控摄像头等,实时采集施工设备运行数据、施工人员位置信息、工程进度数据、环境参数(温度、湿度、风速等)等。通过物联网技术将采集到的数据传输至云端,利用大数据分析技术对数据进行整合与分析,为施工管理提供决策支持。通过分析施工设备的运行数据,预测设备故障,提前安排维修保养,避免因设备故障导致施工延误;根据施工人员的位置信息与工作状态,合理调度人员,提高施工效率;实时监测环境参数,在恶劣天气条件下及时采取安全防护措施,保障施工安全。利用信息化管理平台,实现施工图纸、技术规范、施工方案等资料的电子化共享,方便施工人员随时查阅,确保施工质量符合标准。引入建筑信息模型(BIM)技术,构建三维可视化的施工模型,实现对施工过程的虚拟模拟与优化。通过BIM模型,施工管理人员可提前发现施工中可能存在的问题,优化施工方案,减少施工变更,提高施工效率与质量。

4.3 大力研发智能养护材料

为满足智慧交通与智能道路养护的需求,需加大对智能养护材料的研发力度,推动路面材料向环保、智能、多功能方向发展。研发具有自修复功能的路面材料是智能养护材料的重要发展方向之一。基于微胶囊技术、形状记忆合金技术等,开发能够自动修复路面裂缝的材料。当路面出现裂缝时,微胶囊破裂释放修复剂,填充裂缝,恢复路面的完整性与使用性能。有研究团队开发出一种基于环氧树脂微胶囊的自修复沥青混合料,在路面受到荷载作用产生裂缝时,微胶囊破裂,环氧树脂与固化剂混合反应,实现裂缝的自动修复。推广应用环保型路面材料,减少道路建设与养护对环境的影响。采用可降解材料制作路面标线、标志牌等交通设施,降低传统材料在生产与使用过程中对环境的污染;研发透水路面材料,提高路面的透水性能,减少城市内涝,改善生态环境;利用工业废弃物、建筑垃圾等作为原材料,制备环保型路面材料,实现资源的循环利用^[3]。开发具有能源收集与转化功能的路面材料,如太阳能路面。

太阳能路面通过在路面表层铺设透明光伏材料,将太阳能转化为电能,为道路照明、交通信号设施、电动汽车充电等提供能源,实现能源的可持续利用。此外,还可研发具有温敏、压敏等特性的智能材料,用于监测路面温度、应力等参数,为道路养护提供实时数据支持。

4.4 人员管理智能化

智能化的人员管理是提高智能道路养护工作效率与质量的重要保障。通过建立智能化的人员管理系统,实现对养护人员的全流程管理。(1)利用移动应用程序与生物识别技术(如指纹识别、人脸识别),实现员工的实时打卡与考勤管理,准确记录员工的工作时间与工作内容。管理人员通过系统能够实时掌握员工的工作状态、位置信息与任务完成情况,根据实际需求合理安排工作任务。当某个区域出现道路病害时,系统根据养护人员的位置、技能水平与工作状态,自动派遣最合适的人员前往处理,并通过移动应用程序向其推送任务详情与导航信息。(2)建立员工培训管理模块,为员工提供在线培训课程,涵盖道路养护技术、智能化设备操作、安全规范等内容^[4]。员工可根据自身需求自主选择学习课程,通过在线学习与考核提升专业技能与知识水平。利用绩效考核模块,根据员工的工作表现、任务完成情况、技能提升等指标进行量化考核,激励员工提高工作效率与质量。通过员工档案管理功能,记录员工的基本信息、工作经历、培训记录、绩效考核结果等,为员工的职业发展规划提供依据。

4.5 道路养护与智能化融为一体

智能道路养护不仅要关注道路病害的修复与性能的改善,更要与智能化基础设施深度融合,实现智慧道路的建设目标。在道路养护规划与设计阶段,将智能交通系统的需求纳入考虑,实现道路养护与智能交通的协同设计、协同施工。在道路沿线合理布局智能交通摄像头、雷达传感器、气象监测站等设备,这些设备不仅用于监测交通流量、车辆行驶状态,还可辅助检测道路病

害。通过分析智能交通摄像头拍摄的图像,利用图像识别技术检测路面裂缝、坑槽等病害;利用雷达传感器监测路面结构层的变化,及时发现潜在病害。通过智能传感器实时监测路面温度、湿度、车流量等信息,为道路养护决策提供数据支持。利用智能交通系统的信息发布功能,及时向驾驶员发布道路养护作业信息,包括养护路段、时间、绕行路线等,引导交通,减少养护作业对交通的影响。在一些特殊路段,如学校、医院、居民区附近,设置智能警示标志与诱导设施,当有车辆超速、违规行驶或道路出现异常情况时,及时发出警报,提醒驾驶员注意安全,保障行人与车辆的安全通行^[4]。将道路养护数据与智能交通系统数据进行整合分析,实现对道路养护效果的动态评估与优化,进一步提升道路养护的智能化水平。

结语

智慧交通发展给智能道路养护带来新契机与挑战。通过完善病害监控、建设智能场地、研发新型材料、实现人员管理智能化及养护与智能融合等举措,能大幅提升道路养护效率与质量,延长道路寿命,保障出行安全。智能道路养护革新传统模式,推动交通向智能化、绿色化、可持续化迈进。未来,我们要持续创新,完善养护体系,为构建高效、安全、便捷的智慧交通网络贡献力量。

参考文献

- [1]闫玉芳.智慧交通下的智能道路养护分析[J].智能建筑与智慧城市,2024(5):180-182.
- [2]蒋文楚.智慧交通技术在新疆兵团团场道路养护和线路规划中的应用探索[J].中国房地产业,2025(6):58-61.
- [3]史宏宇.道路轴载类型的智能化检测与识别[D].北京:北京工业大学,2022.22-21
- [4]张翔飞.道路网基础设施全生命周期智能养护决策方法研究[D].江苏:东南大学,2022.102-106.