

信息化在高速公路养护管理中的运用分析

王臻

江苏现代路桥有限责任公司, 江苏 南京 210000

[摘要]随着我国高速公路通车里程逐年增加与路面服役年限的延长,传统养护模式已经不能满足现代交通建设发展的需要,信息技术的应用,给高速公路养护带来了颠覆式的改变。通过对目前信息化应用于高速公路养护管理工作所存在的系统建设无统一标准、信息共享率低、设备维护复杂困难以及从业人员素质参差不齐等问题进行解析,在此基础上详述了路况信息采集检测、养护管理系统平台、数据处理分析决策支持、智能化巡查和远程监控、养护工程施工管理等具体应用实例,并建议应健全相关制度法规,优化人才队伍建设。研究发现,信息技术的高度利用对提高养护管理水平、保证道路交通安全、延长公路使用期有着十分重要的实际价值。

[关键词]高速公路; 养护管理; 信息化; 智能巡检; 数据分析

DOI: 10.33142/sca.v9i2.19101

中图分类号: U418

文献标识码: A

Analysis of the Application of Informatization in highway Maintenance and Management

WANG Zhen

Jiangsu Xiandai Road and Bridge Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: With the increasing mileage and service life of highways in China, the traditional maintenance mode can no longer meet the needs of modern transportation development. The application of information technology has brought revolutionary changes to highway maintenance. By analyzing the problems of lack of unified standards for system construction, low information sharing rate, complex and difficult equipment maintenance, and uneven quality of practitioners in the current application of information technology in highway maintenance and management, this paper elaborates on specific application examples such as road condition information collection and detection, maintenance management system platform, data processing and analysis decision support, intelligent inspection and remote monitoring, and maintenance engineering construction management. It is recommended to improve relevant systems and regulations and optimize talent team construction. Research has found that the high utilization of information technology has significant practical value in improving maintenance and management levels, ensuring road traffic safety, and extending the service life of highways.

Keywords: highway; maintenance management; promotion of information technology; intelligent inspection; data analysis

引言

高速公路是国家交通大动脉,高速公路运行情况直接影响着国民经济以及人民生活的安危。截止到 2025 年,我国高速公路通车里程一直都在增长,随着路网范围不断扩大以及年限不断升高,越来越多的高速公路会进入到养护期,养护工作越来越艰巨。传统的依靠人力巡检、凭借经验判断的方式,存在着低效、遗漏、滞后等诸多弊端,已经不能适应新时代公路养护精细化、现代化的需求了。近年来我国对交通基础设施进行数字化建设十分重视,在 2023 年新出台了行业指南文件《JTG 5110—2023 公路养护技术标准》,其中对养护数字化巡查以及管理也提出了新规范的要求;在 2024 年《关于支持引导公路水路交通基础设施数字化转型升级的意见》中明确提出设施安全性监控及数字化养护为实施重点部分,在此背景下探究信息化技术应用于高速公路养护管理工作意义重大。

1 信息化在高速公路养护管理应用中存在的问题

虽然信息化技术被越来越多地应用到高速公路养护管理工作中来,在实施的过程中也存在诸多困难阻碍了信息化作用的有效发挥,现阶段的道路养护工作遇到了检测手段运用较少、日常巡查发现问题少,信息分析不够深入、精准指导缺乏依据,智能化水平不高、工作效率低,分散作业难以形成完整的反馈机制等问题,具体问题如下表 1 所示。

表 1 信息化在高速公路养护管理应用中存在的问题分析

| 问题维度 | 具体表现 | 可能导致的后果 |
|--------|------------------------|---------------------|
| 系统建设标准 | 各地区、各时期系统标准不一,接口协议不兼容 | 形成“信息孤岛”,系统间难以互联互通 |
| 数据共享整合 | 数据分散在不同部门,格式多样,缺乏统一数据池 | 数据价值无法充分挖掘,重复采集浪费资源 |
| 设备维护管理 | 户外设备易老化损坏,缺乏在线监测手段 | 数据采集中断,故障发现不及时 |
| 专业技术人员 | 既懂养护业务又懂信息技术的复合型人才短缺 | 系统运维困难,先进功能难以有效使用 |

信息化系统建设标准方面,各地高速公路修建时间不一样,承建单位不一样,养管系统出现了不同类的技术框架及数据格式等,当前公路智慧养护信息系统项目建设的主要问题就是各自为政、各自为阵、标准不一,没有统一的数据标准规范。一些较早建成的信息系统采用闭源技术框架,接口封闭源代码不开放,后期系统之间无法实现互联互通;养护数据分布在不同的系统内,形成了一个“数据烟囱”,依靠经验进行判断。这种缺乏统一标准的情况造成了跨省跨地区的业务协作困难重重,加大系统的集成及升级工作量与复杂程度及费用投入等。在数据共享和融合上,虽然各种养护管理系统的积累了大量的数据,但是这些数据都各自保存在不同的管理部门及不同的管理系统里面,数据的形式不一样,存储的方式也各有不同,没有一个统一的数据交换平台。公路养护程序繁杂,各个环节都有一定的数据但是并不连通,数据分析利用度低,路面病害数据、养护数据、流量数据等彼此独立存在,很难构成一条完整的数据链路,数据的价值也就不能被很好的利用起来。目前的养护规划是基于管理者个人经验和意识做出的主观性的决策安排,没有数据以及模型的支持,出现“数据富余、信息贫乏”的局面。在信息化设备维护及管理上,分布在高速公路上的一系列传感器、摄像机、检测装置等设备常年在室外恶劣环境下工作,遇到温度潮湿气压、灰尘侵蚀、电磁辐射等种种挑战;传统的人工巡检工作量庞大,工作人员的安全隐患较大;传统的视频检测依靠人眼识别,精确度不高也不易察觉早期损害^[1];设备老化损耗率高而大部分路段又缺乏完善的实时监控措施,在设备发生故障引起信息缺失之后才能注意到,造成信息收集断续、完整度欠佳。就专业技术人才而言,高速公路养护管理信息化既要懂得养护工作的技术人员也要懂计算机技术的技术人员,但是既懂两门课程并且同时掌握两者的复合型人才较少,在公路养护工作中各个环节是由不同的部门来完成的,相互之间缺少交流,管理部门自身没有信息化设备,很难对所有的施工情况进行监控,做到闭环式管理存在一定的难度,很多基层养护单位虽然购置了先进的信息化设备,但是由于不懂或者不会使用而导致设备不能正常发挥其作用,“有设备不会用,会用不会深入”。

2 信息化在高速公路养护管理中的具体应用

2.1 公路路况信息采集与监测系统

公路情况监测是养护管理的第一步。新型公路监测系统集成物联网传感设备、视频监控、探地雷达以及无人驾驶飞机等高新技术,可以及时准确地掌握到路面、桥涵及隧道等公路基础设施的技术状况。利用部署在桥隧和边坡上的物联网感知触角,结合5G、BIM加大数据分析技术,可做到对基础设施内部的压力变形、振动等重要参数进行全天候、全方位、全维度实时监测。这种监测方法克服了

原有的人工检查耗时久、死角多的问题。在长大桥梁监测中,江苏交控已经完成了10座长大桥覆盖,实现了视频监控、环境影响、交通载荷以及结构反应的全面监测,为长大桥梁结构的安全高效精确保障提供强有力的保障,在结构发生轻微变化的状况下系统即可自动发出报警信号,从而做到由被动应对到主动干预的转变。

2.2 高速公路养护管理信息平台建设

养护管理系统是汇总各种养护业务、达到信息交流的重要媒介。目前公路养护管理系统一般应用的是分层式的结构,配备显示终端、云服务器以及手持式检测装置,可以完成公路路况的即时收集、智能处理及直观展现。蜀道集团研制的高速公路一体化养护管理系统采取分层的设计方式,由显示交互层、数据管理层、服务器处理层、现场巡检层四大部分组成,在系统设定下自动获得高速公路特定路线的相关路况信息并设置每年定期性的保养工作,针对公路的不同部位如路基、路面、桥梁、隧道等设施设备进行全面的数据库刷新和完善。广西首条高速公路三维地图管理系统以创造性地提出了“一个平台+N个三维模型+X个信息化应用”体系结构,使高速公路资产全生命周期管理可视化^[2]。利用该平台养护人员可随意提取某个路段某一时段的历史视频信息并与当前情况进行对比来检查是否存在随意侵占以及出现新的病害现象等。

2.3 养护数据分析与决策支持应用

数据分析与决策支持是信息化支撑养护管理的重要作用。在进行以往的历史养护数据、路面巡查数据、车流量数据等相关数据的分析过程中能发现病害的发展趋势,从而判断未来需要进行的养护工作,并合理调配相关养护资源,系统深入地开展对数据的研究分析工作,使长大桥、普通桥以及道路路基路面各种数据分析算法真正应用起来,在交通设施安全状况、服役水平和维护情况等方面给予强有力的支持保障。对于交通疏导来说,人工智能预测方法也可以起到很好的效果作用,在提前预见堵点的情况下,对疏导力量安排作出指导,减少堵车时间,提高民众出行感受。应用大数据技术改变了养护决策由经验转向基于数据的决策,极大地提高了决策科学化、准确度。

2.4 智能巡检与远程监控技术应用

智能巡检及远程监测技术的发展使日常巡查的工作效率以及安全保障有了质的变化。现阶段智能巡检主要是以无人机、移动车载监控、固定摄像头等方式相配合的一种方式。借助于AI智能摄像机、道路病害分析服务器以及管理系统之间的深度融合,可以给管养人员带来制定巡查任务、路面病害自动检测预警、病害照片自动抓取、事件闭环处理等一系列的服务功能。襄阳试用项目中,该项目采取了“硬件建设+软件研发”的双轨并进方式,安装大疆机场3及配套Matrice4D高精度无人机,构建全线

无盲区无人值守巡查系统，在对 16 种桥梁常见的病害研究出 20 个 AI 识别模型的基础上，利用 9 条专用巡检路线进行病害精确查找，AI 视觉识别技术可以自动检测路面裂缝、坑槽、车辙等常见病害，很好的解决了传统的公路养护工作中的“人力资源需求量大、采集环节存在风险”的难题。关于远程监视上，在沧州荣乌高速安装了 103 个固定的视频监控装置，枪机抓拍超速及占用应急车道现象、球机全方位无死角排查死角，卡口摄像机能 24 小时不间断对违章进行抓拍取证，“天地一体”的立体化监控系统。

2.5 养护计划与施工管理信息化应用

养护规划以及施工管理的信息化应用，覆盖着整个养护项目的过程，在养护项目的整个过程中实现了从方案制定、施工组织再到最后的项目验收存档的过程管控。在方案制定上，利用路面状况及养护规程自动提出方案建议；在施工安排过程中借助 RFID 标签对物资进行智能化调配；在施工过程中利用物联网终端设备实时掌握工程质量状况及安全情况；在项目终验存档环节中自动生成电子资料，真正意义上做到无纸质化管理等优点。江苏交控以“数据支撑、智慧监管”为主旨开展路面养护工程施工质量智能检测研究，在路面施工过程中试验采用 RFID 标签、温度计以及 GPS 等设备进行监测，实现沥青混合料运输车辆身份“自动辨识”、行驶时间及温度、位置等信息监测功能，及时了解运料车辆运行状态可以调整路线与车辆数量保证摊铺工作的连续性，利用好运输过程中的所有数据建立起“拌和-运输-摊铺-碾压”的全过程追溯体系^[3]。在 G25 淮连高速大修项目中，通过 RFID 对拌合站、运料车、卸料时间、出料时间、摊铺时间段等重要数据进行精确抓拍并形成混合料“一车一档”的数字化档案，做到“来路清晰、去处明确”。其具体如下表所示。

表 2 养护计划与施工管理信息化应用分析

| 应用环节 | 核心技术 | 主要功能 | 实施效果 |
|------|-------------|---------------------|---------------|
| 计划编制 | 数据分析、养护标准库 | 根据路况自动生成建议计划 | 计划更科学，资源分配更合理 |
| 施工准备 | RFID、GPS 定位 | 物资智能调度，车辆自动识别 | 减少人工干预，提高准备效率 |
| 现场施工 | 物联网传感器、温度监测 | 质量实时监控，参数动态调整 | 保障施工质量，实现过程纠偏 |
| 验收归档 | 电子台账、区块链存证 | 质量实时监控，参数动态调整 | 实现“来源可查、去向可追” |
| 质量追溯 | 全过程数据链 | 建立“拌和-运输-摊铺-碾压”追溯链条 | 快速定位问题原因，明确责任 |

3 提升信息化应用效果的保障措施

3.1 完善标准体系，推动数据互联互通

健全的标准框架是达到公路养护信息化系统的互联互通与共享的前提条件。目前，因为没有统一的技术标准，

使得各地、各部门之间产生了大量的“信息壁垒”，严重影响了信息化系统的作用。因此，亟待加快出台和完善公路养护信息化工程建设相关标准规范，对数据格式、接口协议、通讯协议等方面提出具体的技术需求，《公路智慧养护信息系统建设指南》出台给公路管理部门开展养护管理信息系统建设和养护智能应用提供了标准依据，可以保证信息化系统标准化建设有条不紊地进行，为信息资源互联互通提供标准参考。同时要完善数据采集规范，制定标准化的数据通讯传送协议，建立统一的数据格式、规约、接口以及发布机制等一系列完整的机制规范，对传感器数据名称、上传、保存进行规范化，克服各个独立系统的“异主、异构、异地”难题，保障数据传递迅速及时可靠。标准化的信息交流不仅避免设备之间的匹配困扰，而且提升了系统的可维护度以及可延展性，促进形成全省乃至全国性的维护信息交换中心，达到跨地域、跨单位的信息互享以及联动作业的效果。

3.2 加强人才培养，提升运维能力

专业技术人才对信息化系统的建设及长期有效运行至关重要。针对目前缺乏既熟悉养护业务又了解信息技术的复合型技术人才不足的现象必须在各维度进行培养。一是高等院校以及职业学校要合理增设课程，加快交通信息化、智能养护相关专业的开设，培养符合行业发展需要的技术人才。二是养护单位要建立完善内部员工培训体系，组织相关的信息化系统使用知识的学习、数据运用分析等方面的培训，提高自身队伍的相关技能水平。养护管理人员还要就智慧型设备的应用、数据互联互通、车辆仿真演练、风险精确预判等问题进行探讨交流，使养护管理逐渐由经验性决策转变为依靠数据来进行决策。^[4]另外还可以加强与大专院校及科研机构联系，聘请高水平的技术专家，建立专门的信息运维队伍来保证信息系统的正常运转。同时加强更新升级以及各部门之间的协作，以崭新的思路来应对新出现的问题，在此基础上培养能够熟悉维护工作并且具有信息技术相关知识的能力兼备的专业技术人员队伍作为高速公路养护信息系统发展的重要支撑力量。

4 结语

信息化技术对高速公路养护管理工作深入运用的趋势，正引领着传统的养护方式向着更加智慧化、精细化、科学化的方向转变。包括公路状况的信息收集检测、公路养护管理系统平台搭建、路况信息研判决策支持以及智能巡查及远程监管等在内的各个方面都已经融入了信息化的理念之中。虽然目前还有些诸如系统建设和规范标准，数据开放集成、设施保养维护、技术人员队伍建设等问题，但是相信随着系统建设规范的不断健全和完善、技术人员队伍培养的不断加强这些问题都会迎刃而解。未来的日子里，在人工智能、大数据以及物联网等各种

新一代信息科技的应用下，公路养护管理肯定会有一个更为智能的时代的到来，用科学技术的力量呵护好道路的质量，给人民的出行带来更好的安全保障以及更长久的道路体验。

[参考文献]

[1]王玉晶.信息化应用于高速公路养护管理的探讨[J].工程建设与设计,2026(2):251-253.

[2]马任.信息化技术应用于高速公路养护管理的研究[J].

居舍,2019(32):37.

[3]吴永刚.高速公路养护信息化管理工作探讨[J].北方交通,2024(5):89-91.

[4]王宏医.高速公路养护管理信息化创新[J].商业文化,2020(32):74-75.

作者简介:王臻(1999.3—),男,毕业院校:河海大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:江苏现代路桥有限责任公司,职务:技术员,职称级别:助理工程师。