

# 农村公路养护质量监测体系的应用实践研究

岩依伦

云南省西双版纳州勐海县地方公路管理段

DOI:10.32629/etd.v7i2.18936

**[摘要]** 我国农村公路总里程已经扩展到464.4万公里,且等级公路占比达97.3%。本研究全面探讨农村公路养护质量监测体系实践应用,采用路面自动化检测和桥涵隧道周期性巡检配合方法,对路面破损状况平整度指标及路基技术状态等核心参数科学评估。数据显示路面自动化检测覆盖率从2022年的40%增长到2023年的70%,监测成果有效支撑养护方案制定工程储备库构建及资金绩效考核等管理工作。质量控制通过建立三级数据审核绩效评估与闭环改进机制,确保体系规范运作。该监测体系深度应用持续推动养护管理,向精细化方向发展为农村公路长效维护奠定技术基础。

**[关键词]** 农村公路; 养护质量; 监测体系; 应用实践; 自动化检测

**中图分类号:** F540.3 **文献标识码:** A

## Application Practice Research on Rural Road Maintenance Quality Monitoring System

Yilun Yan

Local Road Management Section of Menghai County, Xishuangbanna Prefecture

**[Abstract]** The total mileage of rural roads in China has expanded to 464.4 million kilometers, and the proportion of graded roads has reached 97.3%. This study comprehensively explores the practical application of the rural road maintenance quality monitoring system, adopting the method of combining pavement automatic detection and periodic inspection of bridges, culverts, and tunnels, to scientifically evaluate core parameters such as pavement damage conditions and smoothness indicators, as well as the technical status of the roadbed. The data shows that the coverage rate of pavement automatic detection increased from 40% in 2022 to 70% in 2023. The monitoring results effectively support the formulation of maintenance plans, the construction of the engineering reserve database, and the performance assessment of funds, etc. Quality control is ensured through the establishment of a three-level data review, performance evaluation, and closed-loop improvement mechanism, ensuring the normal operation of the system. The deep application of this monitoring system continuously promotes maintenance management and develops towards a more refined direction, laying a technical foundation for the long-term maintenance of rural roads.

**[Key words]** Rural roads; Maintenance quality; Monitoring system; Application practice; Automatic detection

### 引言

农村公路养护质量关系路网安全与服务水平。截至2024年底,全国农村公路总里程464.4万公里,等级公路占比97.3%。沥青路面设计使用年限8至10年,水泥路面10至15年。传统检测方式效率低、主观性强、可追溯性不足。2021年,交通运输部、财政部要求到2025年基本实现路面自动化检测全覆盖。当前日常养护资金标准为县道每年每公里1万元、乡道5000元、村道3000元,十年来累计投入养护资金1.1万亿元。构建科学完善的监测体系,对提升管养水平、保障资金使用效益具有重要意义。

### 1 农村公路养护质量监测体系的框架设计

农村公路养护质量监测体系把技术状况精确评估作为核心。

建立覆盖路面、路基、桥涵隧道以及沿线设施的整体评价机制,依靠路面破损指数PCI、路面行驶质量指数RQI、路基技术指数SCI、桥隧构造物技术指数BCI、沿线设施技术指数TCI等量化指标实现养护质量标准化评估<sup>[1]</sup>。体系框架采用省级统筹、市级指导、县级实施的三级管理模式,结合自动化检测设备与人工巡查的双轨技术路径,构建出包含数据采集、传输、存储、分析功能的监测信息管理系统。系统通过路况综合检测车获取路面破损与平整度数据,整合道路景观图像以及空间定位信息,形成以1000米路段为基本评估单元的动态数据库<sup>[2]</sup>。监测周期设定为路面、路基及沿线设施每年至少检测一次,桥梁依据养护检查等级确定1至3年的定期检测周期,隧道技术状况检测周期最长不超过3年。

## 2 监测体系在养护管理中的实施应用

### 2.1 路面技术状况自动化检测实施

农村公路路面技术状况的自动化检测工作主要依靠路况综合检测车来展开,实施过程要遵循三级及以上农村公路全面覆盖、四级及以下公路抽样检测率不低于30%的技术标准。检测车配备激光扫描仪、高清摄像头和惯性测量装置等多种传感器,能在车辆正常行驶过程中持续采集路面损坏指数和路面行驶质量指数等关键数据,系统会每20米自动拍摄一张道路环境照片并同步记录GPS定位信息。检测工作采用季度抽查与年度普查相结合的模式,其中县道抽查比例为25%、乡村道为12.5%,以掌握路网状况变化趋势。采集的检测数据通过车载设备实时上传至监测信息管理平台,系统自动完成路段技术状况评估并将MQI评定值低于标准的路段列为重点养护区域<sup>[3]</sup>。对于砂石路面及检测条件受限的路段采用人工徒步核查方式补充采集路基边坡、排水构造物等附属设施的技术数据,以此构建自动化检测与人工核查相结合的全方位监测体系。

### 2.2 桥涵隧道结构定期检查操作

桥涵隧道的结构定期检查要依据《公路桥涵养护规范》与《公路隧道养护技术规范》要求来开展,并且按照既定的检查等级和周期严格执行。其中养护等级为I级的桥梁,其定期检查频率应该每年不少于一次,II级和III级桥梁的定期检查周期最长设定为3年,隧道的技术状况检测建议每年开展一次,最长间隔时间不得超过3年。检查工作由县级交通主管部门委托专业检测队伍来实施,综合运用目视观测、仪器测量和结构承载力分析等手段,重点监测桥梁上部结构的裂缝情况、下部结构的沉降幅度、支座的工作状态、伸缩缝的完好性,以及隧道衬砌的渗漏水问题和洞口边坡的稳定状况<sup>[4]</sup>。

检查结果需要依据桥隧构造物技术状况指数(BCI)的评定标准进行量化,将技术状况属于四类或五类的桥梁,以及评定为“次”或“差”的隧道,优先纳入养护工程计划进行修复。对于检查中发现的重大安全隐患,必须立即启动应急养护预案,对承载力不达标的桥梁采取交通管制或临时补强措施,以此保障结构及通行安全。要保证数据和桥梁管理系统同步更新,为每一座桥梁创建专属电子档案,详细记录桥梁从竣工投入使用直至定期巡检、保养维修等各阶段技术状态变化情况,为养护管理决策提供全面的历史数据支撑。

### 2.3 监测数据的动态采集与分类归集

监测数据的动态采集通过监测信息管理平台来实现分类整合,会依据路面、路基、桥涵、隧道及沿线设施这五大类别构建独立的数据存储模块。自动化检测设备获取的路面损坏细节、平整度测量数据、道路景观图像及空间定位信息,会借助4G或者5G网络直接传输至省级数据中心,而人工检查得到的路基边坡状态、排水沟渠状况及安全防护设施数据,则会通过移动端应用进行同步录入<sup>[5]</sup>。平台会对各类监测信息实施标准化处理,统一坐标系、时间戳规范以及评价指标体系,构建以县道、乡道、村道作为分类层级、以桩号里程为索引的多维数据库。

数据整合的时候会按照评定单元自动计算MQI、PQI、SCI、BCI、TCI等综合及专项指标值,产出道路优良率、危桥占比、路面损坏率等分析报表。系统内置有数据质量校验流程,会对采集信息的完整性、逻辑性与数值合理性进行自动核查,异常数据会触发预警机制并要求复核,以此保障监测信息的真实性与可追溯性。平台专门开发历史数据对比分析工具,通过对同一条道路历年技术状况进行纵向监测,掌握其技术状况变化规律,同时筛选出道路状况出现异常波动的区域,以此为养护工程效果评估提供数据参考依据。

### 2.4 监测结果在养护决策中的转化应用

为了促进监测结果更好地转化与利用,县级交通运输部门将构建养护工程项目库作为核心手段。依据农村公路技术状况评定相关数据,将评定等级为“次”或者“差”的路段以及四类、五类桥梁和技术状况未达标的隧道全部纳入项目库,该项目库采用滚动的方式开展动态调整,并且规定每年10月底之前完成更新操作。考量养护需求要立足于路况演变、交通流量变化以及病害发展速度等多方面因素,还要综合评估技术可行性、经济成本效益以及安全保障的急迫程度,以此科学排定养护工程的先后次序,并合理规划预防性养护、修复性养护和专项养护的资金配比。

考核结果会直接对车辆购置税补助资金“以奖代补”分配产生影响,省级交通部门把路况状况、路率优良比例以及自动化检测覆盖率等,当作拨付资金的主要参考标准,以此引导养护资源优先配置到路况优良且管理效果突出的区域。通过检测数据能够助力科学制定养护计划,依据路面性能指数(PCI)的衰减趋势来判断最佳养护时机,并且针对裂缝、车辙、坑槽等具体缺陷选用恰当的维修措施,推动养护决策从依赖经验转变为基于数据分析的新模式。监测结果会直接影响养护工程的品质评定情况,通过明确养护完成之后的路况改善相关指标,促使施工方进一步加强工程质量的管理工作,进而建立起监测与养护协同发展的良好互动模式。

## 3 监测体系的质量保障与效能评估

### 3.1 检测数据真实性审核管控

为保证检测数据真实且符合相关规定,构建了省、市、县这样的三级分级管理体系,其中省级交通运输主管部门承担着区域数据质量的总体监管职责,市、县级部门则对各自层级的数据真实性和完整性负有主要责任。省级机构实施定期突击抽查的机制,按县道不低于10%、乡道不低于5%、村道不低于3%的比例随机挑选路段进行实地验证,同时采用专业检测设备对路面损坏指数PCI和路面行驶质量指数RQI开展独立比对检测,若数据偏差率超过15%就启动质量问责流程。市级部门建立季度数据核查制度,通过监测管理平台对检测数据的完整性、逻辑关系和数值合理性实施系统化审查。县级部门强化检测环节的监督管理工作,要求检测机构使用经国家计量认证的检测设备,并建立以数据质量为核心的评价体系,对检测单位执行信用管理。

### 3.2 监测工作的绩效考核评价

农村公路监测工作绩效考核关键依据是道路状况、优良中等路段占比、自动化检测普及率以及数据报送时效性,以此建立定量与定性相结合的综合考评机制。省级交通与财政部门联合印发年度考评细则,把农村公路技术状况指数MQI年度平均值、优良中等路段增长率、自动化检测达标情况作为车辆购置税补助和成品油税费改革转移支付资金分配主要依据。市级交通部门实施县域监测工作排名制度,依据监测周期内操作规范性、检测数据合格率以及成果应用转化率等要素对各县区进行综合打分,考评工作采取年度总结与中期检查并行模式,年度总结重点关注监测任务落实情况与数据质量,中期检查聚焦监测系统运行效率及对养护决策支撑作用。

### 3.3 监测成果的反馈改进机制

对监测工作进行考核评价时围绕路况状况、优良中等路段占比、自动化检测覆盖率和数据提交时效性这几方面展开,采用定量和定性相结合的方式建立评估体系。省级交通与财政部门会联合拟定年度考核细则,把农村公路技术状况指数MQI的年度平均值、优良中等路段比重的增长情况以及路面自动化检测的达标率,当作车辆购置税补助资金和成品油税费改革转移支付资金分配的关键依据。市级交通部门推行县域监测工作排名制度,按照监测周期的规范性、检测数据合格率、监测成果应用成效等多个维度,对下辖各县进行综合打分。绩效考核运用年终考核和中期检查相结合的模式,年终考核重点关注监测任务完成度和数据质量,中期检查则聚焦监测体系运作效能以及对养护决策的支撑作用。

### 3.4 监测体系的迭代优化升级

监测体系要优化升级得依靠新技术融合应用,这让监测方法逐渐从传统人工检查转向智能化精准检测。在轻量化自动检测装备这个领域,研发出了适用于乡村道路的便携式路况检测装置,借助智能手机搭载的激光测距传感器与陀螺仪技术,可完成路面平整度数据的快速采集工作。在人工智能技术方面,构建了基于深度学习的路面病害自动识别系统,通过神经网络模型训练,能够对道路图像里裂缝坑槽车辙沉陷等病害进行智能分

类与量化评估。在卫星遥感技术应用层面,利用高分辨率遥感影像对农村公路路域环境变化实施监测,能有效识别边坡滑坡桥梁冲毁路基水毁等灾害风险点。在大数据分析技术方面,通过整合路况检测交通流量气象及养护工程等多源数据,构建多维关联分析模型,以此实现养护需求预测与资金测算的智能化决策支持。

## 4 结语

在农村公路养护质量监测体系运行的时候,已经构建起覆盖路面路桥涵及沿线设施的综合监测网络,采用自动化检测和人工巡查相结合的方式,有效提升了检测效率以及检测覆盖范围。监测成果跟养护项目库管理和资金奖补考核机制紧密衔接,有力推动了养护资源的优化配置工作。通过完善数据审核绩效评估和成果反馈等管理机制,确保了监测工作的规范化以及持续优化。实践表明基于数据的监测模式显著增强了养护决策科学性和资金使用效益。未来要持续推进物联网大数据人工智能等技术的集成应用,拓展监测数据的运用范围并普及智能化养护方法,持续改善农村公路养护质量和路网服务能力,为乡村振兴战略实施提供有力的交通保障。

## [参考文献]

- [1]朱海平.农村公路养护中裂缝修补材料的适应性分析[J].交通科技与管理,2025,6(23):122-124.
- [2]赵嵘嵘,王涛.贵州省农村公路信息化综合管养平台建设关键技术[J].四川水泥,2025,(06):226-228+237.
- [3]张俊友.基于技术指导的农村公路质量监督研究[J].运输经理世界,2024,(35):37-39.
- [4]汪盛楠,刘柳杨,张龙,等.基于WebGIS的农村公路建设管理系统设计与实现[J].交通世界,2023,(20):4-7.
- [5]曹静,翁梓航,蒋盛川.新一代农村公路智慧管理养护体系构建[J].公路,2023,68(06):424-428.

## 作者简介:

岩依伦(1981--),男,傣族,云南勐海人,大学本科,工程师,研究方向:公路养护管理。