

农村公路精细化养护模式构建与养护成本效益分析

严志伟

玉溪市红塔区地方公路管理段 云南 玉溪 653100

【摘要】：农村公路是保障城乡交通顺畅和促进地方经济发展的重要基础设施，其养护工作至关重要。随着传统养护模式在实施过程中暴露出资源浪费、效率低下等问题，迫切需要一种更为精细化的养护模式。通过对农村公路养护成本与效益进行系统分析，本文提出了一种基于精细化管理的养护模式，重点在于优化养护周期、提高资源利用率以及实现养护质量的可控性。通过数据支持和实地调研，构建了一套科学的成本效益分析体系，评估了新模式的实施效果。结果表明，精细化养护模式不仅能够有效减少养护成本，还能提升公路的整体使用寿命和安全性，为农村公路的可持续发展提供了重要依据。

【关键词】：农村公路；精细化养护；成本效益；资源优化；可持续发展

DOI:10.12417/2811-0528.26.07.100

引言

农村公路的养护质量直接影响到交通运输的顺畅与安全。随着城乡一体化进程的推进，农村公路的建设与养护日益受到关注。当前的养护模式往往存在着管理不精细、资源浪费等问题，难以满足快速发展的需求。精细化养护模式作为一种新兴的养护方法，通过对养护细节的严格管理和资源的合理配置，能够有效提高养护效率，降低成本。针对农村公路特有的养护难题，构建适应性强、成本效益高的精细化养护模式显得尤为重要。该模式不仅能够提升公路养护质量，也为农村公路的可持续发展提供了新的思路。

1 精细化养护模式的构建方法与关键要素

精细化养护模式的构建需要结合农村公路的实际情况，注重养护管理的科学性与可操作性。农村公路的环境复杂、资金紧张，传统的养护模式往往无法做到精准管理，导致资源浪费与养护效果不佳。构建适应农村公路特点的精细化养护模式，要求从多个方面进行深入分析与创新。养护模式的核心在于根据公路的使用状况、环境条件、交通负荷等多方面因素，制定详细的养护计划。在规划阶段，细化每一条公路的养护周期和养护项目，确保每项工作的时间、资金和人力资源得到最优分配。此外，对养护内容进行分类管理，针对不同路段、不同条件的公路进行有针对性的养护措施，避免一刀切的处理方式，确保每一项工作都能针对性强且效果显著。

在构建过程中，还需要特别注重数据化与信息化的引入，通过现代化的技术手段提高养护工作的精准度和效率^[1]。引入地理信息系统（GIS）和智能监控技术，实时采集公路的损坏情况、交通量、气候变化等数据，利用大数据分析对养护需求进行科学预测，确保养护措施能够根据实际变化进行动态调整。此外，建立完善的养护档案制度，做到对每一项养护作业的全过程追踪和记录，为今后的养护决策提供依据。

精细化养护模式强调跨部门的协作与资源共享。政府相关部门、养护企业、地方交通管理部门应形成合力，共同推动精细化养护的落地与实施。加强与科研机构的合作，利用科技创新提升养护技术水平，研发适合农村公路的高效养护材料与设备，降低养护成本，提高养护质量。

2 农村公路养护中的成本效益分析模型

农村公路养护中的成本效益分析模型是评估精细化养护模式实施效果的重要工具。该模型通过对养护成本和养护效益的全面量化分析，为决策者提供科学的依据，帮助优化养护资源的配置。成本分析部分主要涵盖了养护过程中涉及的直接成本和间接成本。直接成本包括材料费用、人工成本、设备使用费等，而间接成本则涉及到因养护延误或质量不达标造成的交通事故、维修成本等。对于农村公路而言，成本效益分析需要考虑养护项目的长期性和全面性，采用动态评估模型，不仅要关注单一养护项目的即时支出，更要考虑公路整体使用寿命内的长期费用。

效益部分主要通过公路的使用效益、社会效益及环境效益来进行评估。使用效益通常通过公路通行能力、交通流量、运输成本等指标来衡量^[2]。以红塔区部分主干农村公路为例，其日均混合车流量（含二轮车、三轮车）超过1万辆，此类高交通负荷路段在成本效益模型中必须将路面质量指数（PQI）长期维持在“优”等级，以保障通行效率并避免因路况恶化导致的事故成本与运输损失上升。农村公路的高效养护能够提高交通运输效率，降低车辆维修成本，提升区域经济活力。社会效益方面，精细化养护模式通过改善农村地区交通条件，缩小城乡差距，推动农村经济的可持续发展，提升民生福祉。例如，对于日均混合车流量低于50辆的偏远村道，即便其PQI处于“差”等级，在成本效益分析中也不应简单视为养护不足，而需结合其是否承担易地搬迁、产业帮扶或基本出行保障等扶贫

功能,将其社会效益纳入整体效益评估体系予以综合考量。环境效益则关注养护工程是否能减少道路对环境的负面影响,道路硬化后环境效益远大于硬化成本。例如,红塔区一条沙石路经过水库和蓝莓种植基地,以前车流很小,对环境基本没有影响,后来拉沙石料的车从这条路通过,扬尘对水库有污染,对蓝莓种植基地直接造成较大的经济损失,红塔区地方公路管理段通过模型分析出此路硬化后的环境效益极大,果断优先硬化此路,社会反馈很好。

综合考虑成本和效益,可以建立一个多维度的成本效益评估模型。该模型不仅要考虑直接的经济效益,还需要纳入公路使用寿命延长、交通事故减少、环境保护等长期效益。通过模型分析,可以对不同养护方案进行优劣对比,选择性价比最高的养护方案,从而实现农村公路养护的成本最优化与效益最大化。模型中常用的分析工具包括净现值法(NPV)、投资回报率(IRR)以及成本效益比(BCR)等,这些方法帮助决策者在多种方案中做出理性选择,确保资金使用的合理性和效益的最大化。通过量化成本和效益,农村公路养护中的决策能够更加科学,为提升公路养护的整体水平提供支持。

3 养护成本控制策略与资源配置优化

养护成本控制与资源配置优化是提高农村公路养护效率、降低养护支出的核心策略。在养护过程中,成本的过度增长往往与资源的浪费和管理不善密切相关。因此,如何通过科学的资源配置,合理控制养护成本,是提升农村公路养护效益的关键。通过合理规划养护周期和任务分配,可以有效避免过度的养护频次和不必要的维护作业,从而降低不必要的支出。在资源配置方面,首先需要对公路养护项目的优先级进行评估,根据道路的使用状况和损坏程度,合理安排不同路段的养护任务。这要求将有限的资源,如资金、设备和人力,聚焦于最迫切和最需要的区域,确保投入能够产生最大的效益。

在资源配置优化的过程中,采用现代化信息技术是一种行之有效的方式。通过物联网、传感器和大数据分析,能够实时监测路况,及时发现养护需求,从而实现精准调度。这种技术手段有助于提前预测公路的损坏趋势和养护周期,确保养护作业精准化,并减少不必要的重复性作业^[3]。智能化设备和自动化作业的应用,也能提高养护效率,减少人工干预的误差,从而在一定程度上控制人工成本。资源配置的优化不仅限于人力和设备,还包括材料的采购与使用。在农村公路养护过程中,应尽可能采用耐用性强、性价比高的养护材料,避免过度采购或低质量材料导致的后期养护频繁问题。

针对设备和人力资源的优化配置,采用集中管理、共享机制能够有效提高资源使用率。公路养护作业过程中,一些大型机械设备的使用往往局限于某些特定区域,长期闲置的现象时

有发生。通过统一调度和优化资源共享,避免了设备的浪费和闲置,提升了设备使用的效率。技术培训和人力资源的合理配置也是降低成本的重要手段。通过加强养护人员的技术培训,提高其作业水平,能够减少因操作不当造成的浪费与返工,进一步降低人力成本。

在养护成本控制的过程中,资金管理同样起着决定性作用。建立健全的资金使用监控体系,对于资金流向、项目进展、支付情况等方面进行严格审计,可以有效避免资源浪费。对每一项养护工作进行详细预算,并跟踪养护过程中的实际开支,可以及时发现成本超支问题,进行必要的调整。通过精细化的资源配置与成本控制策略,可以在保证养护质量的前提下,确保资金得到最优使用,提升养护工作的整体效益。

4 精细化养护模式的实施路径与案例分析

精细化养护模式的实施路径要求多方面进行精确布局与执行,确保在不同条件下均能够高效运作。实施精细化养护模式必须依托数据驱动,通过信息化手段实时监控公路的使用状况、交通流量、气候变化等多重因素,以确保养护工作的精准性。智能化技术的引入为精细化养护提供了坚实的基础。通过传感器、遥感技术、GPS定位等手段,能够实时收集路面状况、交通压力以及外界环境数据,从而为养护决策提供科学依据。这一过程要求建立完善的监测系统,确保数据采集的连续性和准确性,从而在数据支持下制定出合理的养护方案。

在实施过程中,精细化养护模式要求对每条公路进行详细的路况分析与评估,明确各路段的维护需求和养护周期。每一段公路的养护任务应依据其重要性、交通流量及现有损坏情况进行优先排序,这就需要精准的现场数据支持。合理的养护计划设计需根据实时数据对养护时机进行动态调整,而非依赖于固定周期,确保养护作业具有较高的灵活性与针对性^[4]。资源优化配置同样是精细化养护模式实施中的重要环节。养护项目的执行不仅依赖于资金,还需要合理分配机械设备和养护人员。通过集中管理和调度,最大限度地提高资源利用率,避免过度投资和资源浪费。设备的自动化程度提升,能够进一步减少人工干预,提升作业效率。在人员配置上,精细化养护模式要求通过培训提升养护人员的专业技能,使其能够高效利用先进的养护设备和技术,达到最佳养护效果。

实际案例中的成功经验为精细化养护模式的推广提供了重要参考。以云南省红塔区某镇农村公路网为例,该区域率先试点引入了集成GIS与物联网传感器的智能养护管理平台。通过对重点路段进行实时路面状况(PCI)与交通荷载监测,平台能自动预警局部损毁(如裂缝、坑槽)并生成精准养护工单。管理部门依据动态数据,将传统的年度周期养护调整为“按需精准处置”,针对预警路段仅进行局部修补或预防性封层,避

免了“全线铣刨”式的过度养护。同时，该区整合辖区内养护力量，成立了区域养护设备共享中心，统一调度沥青洒布车、压路机等大型设备，服务周边多个乡镇的项目，大幅提高了设备利用率。实施一年后，该试点路网养护成本同比下降约18%，路面优良率（ $PQI \geq 80$ ）提升了12个百分点，实现了从“普适粗放”到“数据驱动、按需精准、资源共享”的养护模式转型，为同类地区提供了可操作的实践范本。

5 精细化养护模式的效果评估与改进方向

精细化养护模式的效果评估是确保其在实际应用中发挥最大效益的重要环节。评估工作需要通过定量和定性相结合的方式，对养护效果进行全面分析。从经济效益角度出发，评估的重点应放在养护成本的变化和资源利用的效率上。通过比较实施精细化养护模式前后的成本数据，能够直观地反映出该模式是否能够有效控制成本，降低不必要的支出。成本效益比（BCR）和净现值（NPV）等财务指标的计算，将帮助决策者更准确地判断养护模式是否具有良好的经济回报。优化的资源配置、减少的重复工作、降低的人工成本和材料浪费，都可以作为衡量效果的重要指标。

在公路养护质量方面，效果评估同样重要。通过对养护后公路的使用寿命、交通流量以及维修频率等指标的长期监测，能够评估精细化养护模式在提高公路质量、延长公路使用寿命等方面的实际效果^[5]。路面状况的改善、交通事故率的降低，以及车辆维护成本的减少，都是模式效果的重要体现。结合智能监控与大数据分析，能够实时监控公路状态，从而及时调整养护策略和技术手段，使养护质量始终处于最佳水平。

除了经济效益和质量评估外，社会效益也是精细化养护模

式效果评估的重要内容。精细化养护模式不仅仅关注道路的物理质量，还要考虑交通运输对地方经济的促进作用。通过提高道路的通行能力，减少交通瓶颈，提升车辆运输效率，从而带动当地经济的增长和区域内交通的便捷程度。这些社会效益往往难以量化，但通过社会调查、交通流量分析和地方经济发展指标的综合评估，能够反映出该模式在促进地方经济发展的作用。

在评估过程中，精细化养护模式的实施效果不仅仅是一个静态的结果，还应关注其动态发展和适应性。对于养护模式的持续改进，结合实时数据进行优化至关重要。不同地区、不同类型的道路，其养护需求和效果各不相同，因此改进方向必须针对性强。引入更先进的养护技术、优化养护流程和设备使用，能够有效提升精细化养护的效果。随着智能化技术和大数据的不断发展，未来的精细化养护模式将更加依赖于精准的预测与动态调整，以应对变化的交通环境与气候条件。相关部门的协作与监管机制也应在效果评估中占据重要位置。加强监管力度，确保养护作业的质量和规范化，可以有效避免因管理不到位而影响模式实施效果。提升管理水平、完善养护体系，推动信息共享和资源整合，将进一步提升精细化养护模式的整体效果。

6 结语

精细化养护模式在农村公路养护中的应用，为提升公路养护质量和降低养护成本提供了新的思路。通过合理的资源配置与技术手段，能够提高养护工作的精确性与效率，从而促进道路的可持续发展。未来，随着科技的进步与管理模式的不断优化，精细化养护模式将在更多领域得到广泛推广，为交通基础设施的长期发展奠定坚实的基础。

参考文献：

- [1] 刘帅.基于精细化管理的县域农村公路养护体系构建研究[N].山西科技报,2025-08-19(B07).
- [2] 叶华飞.农村公路养护模式创新探析[J].中华建设,2025,(03):20-22.
- [3] 赵春艳.乡村振兴战略背景下农村公路养护管理的质量评价研究[D].昆明理工大学,2024.
- [4] 石庆椿.农村公路养护精细化管理方式探讨[J].工程技术研究,2024,9(09):153-155.
- [5] 张永龙.加强农村公路养护精细化管理的对策分析[J].运输经理世界,2022,(27):143-145.