

Study on preventive maintenance strategy in highway maintenance management

Runfeng Wang

Xinjiang Trading and Maintenance Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

As an important part of national infrastructure, the good maintenance and management of highway is of great significance to ensuring traffic safety and promoting economic development. Traditional road maintenance management often focuses on post-repair and lacks effective preventive maintenance strategies. In recent years, with the continuous progress of technology, preventive maintenance has become the innovation direction of highway maintenance and management. Starting from the concept of preventive maintenance, this paper analyzes its application status and problems in highway maintenance management, and discusses the strategies to improve the efficiency of highway maintenance management combined with modern technology. Research shows that implementing preventive maintenance not only can prolong highway service life and reduce maintenance costs, but also can effectively improve highway traffic safety. In the end, the paper proposes that the future road maintenance management should combine big data, Internet of Things and artificial intelligence technology to promote the comprehensive application of preventive maintenance strategies.

Keywords

highway maintenance; preventive maintenance; strategy; management; technology application

公路养护管理中的预防性维护策略研究

王润枫

新疆交投养护集团有限责任公司，中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

公路作为国家基础设施的重要组成部分，其良好的养护管理对于确保交通安全和促进经济发展具有重要意义。传统的公路养护管理往往以事后修复为主，缺乏有效的预防性维护策略。近年来，随着技术的不断进步，预防性维护已成为公路养护管理的创新方向。本文从预防性维护的概念出发，分析其在公路养护管理中的应用现状与问题，结合现代技术手段，探讨提升公路养护管理效率的策略。研究表明，实施预防性维护不仅能够延长公路使用寿命，降低养护成本，还能够有效提升公路交通安全性。文章最后提出，未来公路养护管理应结合大数据、物联网和人工智能技术，推动预防性维护策略的全面应用。

关键词

公路养护；预防性维护；策略；管理；技术应用

1 引言

公路是现代交通系统的重要基础设施，它连接了不同地区，促进了人员和物资的流动，推动了社会经济的快速发展。然而，随着公路使用年限的增长，公路的老化、损坏以及交通流量的增加，都对公路的安全性和通行能力造成了严峻挑战。为应对这一问题，公路养护管理必须不断提升其效率和科学性。

传统的公路养护管理方式多为事后修复型，即在公路发生损坏或出现安全隐患后，才进行修复或维护。这种方式不仅成本高，而且修复周期长，常常影响交通通行，导致社

会经济损失。近年来，随着技术的发展，越来越多的国家和地区开始探索和应用预防性维护策略，试图通过科学的养护管理手段，在公路问题发生之前进行干预，延长公路的使用寿命，提高其通行能力。

本文将从预防性维护的概念入手，分析其在公路养护管理中的应用现状与存在的问题，结合大数据、物联网等现代技术，提出创新的公路养护预防性维护策略。通过对这些策略的深入研究，旨在为公路养护管理提供新的思路和实践方案，以实现更高效、低成本的公路维护。

2 预防性维护的理论基础与概念

2.1 预防性维护的定义

预防性维护（Preventive Maintenance, PM）是指在公路设施出现问题之前，通过定期检查、监测和预测，采取措施

【作者简介】王润枫（1979-），男，中国江苏人，本科，高级工程师，从事公路工程研究。

防止设备或设施的故障,避免其功能退化。相对于传统的事后维护,预防性维护能够显著降低修复成本,提高设备的可用性和寿命。对于公路养护管理来说,预防性维护主要指的是通过科学的监测手段,对公路的各种基础设施进行定期检查、修复和保养,从而避免公路的严重损坏。

2.2 预防性维护的实施原理

预防性维护的实施主要基于设备、道路和环境的健康监测。通过对公路的使用情况、交通流量、气候变化等因素的全面分析,结合实际的数据反馈,制定科学合理的维护计划。预防性维护的核心在于对潜在问题的提前发现和干预。例如,通过对路面裂缝、沉降、磨损等问题的及时监测,能够在问题扩展前采取相应的维护措施,从而避免大规模修复所带来的高昂成本[1]。

2.3 预防性维护的主要特点

与传统的维护模式相比,预防性维护具有明显的优势。首先,它能够减少突发性故障和事故的发生,保障交通安全。其次,预防性维护有助于延长公路设施的使用寿命,降低长期养护成本。最后,通过定期的检查和监测,能够及时发现并解决潜在问题,提高养护工作的效率。

3 公路养护管理现状及存在的问题

3.1 传统养护管理模式的局限性

公路养护管理的传统模式主要依赖人工检查和事后修复。这种模式的局限性主要体现在以下几个方面:首先,传统的养护模式反应时间较长,往往是在公路设施出现明显问题后才进行修复,导致修复成本较高,且修复时间较长,影响了交通安全和通行效率。其次,传统养护计划的制定缺乏科学性和针对性。养护活动多依赖经验和定期检查,往往无法根据道路的实际使用情况和损害程度进行个性化干预,造成资源浪费和不必要的施工。此外,传统养护模式缺乏对养护效果的量化评估,难以形成长期有效的养护管理机制。没有系统的数据支持,难以评估养护效果的持久性与质量,进一步影响了养护决策的优化。随着科技的进步,传统模式的弊端愈发显现,推动了以预防性维护为主的养护新模式的出现。

3.2 预防性维护在公路养护中的应用现状

随着信息技术的进步,越来越多的公路管理部门开始尝试引入预防性维护理念。这种理念的核心是在问题发生之前通过持续监测与数据分析,主动识别潜在的养护需求并采取预防性措施。然而,由于技术水平、资金投入等因素的限制,预防性维护在公路养护中的应用仍处于起步阶段。在一些大规模的公路项目中,已经开始通过路面监测系统、传感器网络等技术手段,收集路面状况、交通流量、环境温度湿度等数据,为养护决策提供支持。这些数据能够帮助管理部门对路面损坏进行预警,并安排及时的养护措施。尽管如此,整体应用范围和效果仍有限,许多地方由于缺乏足够的技术支持

和资金投入,尚未完全实现全程监控和智能决策。数据收集和分析能力的不足,也限制了预防性维护的全面推进[2]。

3.3 现有问题的解决难点

虽然预防性维护在部分公路养护中已经取得了一定成效,但仍面临许多问题和挑战。首先,缺乏有效的数据支持和技术手段,导致养护决策难以基于真实数据进行,影响了决策的科学性。例如,部分地区依赖人工检查和传统设备,缺乏实时数据采集系统,无法及时发现路面潜在问题,从而延误了维护时机。其次,技术投入和人才培养等方面存在较大挑战。由于预算限制和技术人才匮乏,许多地方难以实现全面数字化养护,特别是在小型地方或交通量较少的路段,数字化技术的应用往往受到经济效益的制约。此外,养护管理的标准化程度不高,各地在实施预防性维护时缺乏统一的规范和流程,导致维护效果的不稳定。例如,不同地区的养护流程不同,某些地方未能按照统一的标准进行数据采集和分析,使得维护工作的协调性和统一性受到影响。这些问题的解决亟待通过政策支持、技术创新和人员培训等手段逐步改善。

4 预防性维护的创新策略

4.1 大数据与智能化养护管理

大数据技术的发展为公路养护管理提供了新的机遇。通过对历史数据的积累和分析,公路养护部门可以提前识别潜在的养护需求,并预测未来的养护趋势。具体来说,大数据可以帮助分析不同路段的使用频率、损坏情况、气候条件等因素,建立起更为精确的养护模型。此外,结合智能化技术,如物联网、传感器等,可以实时监控公路设施的使用情况,及时发现问题并采取预防性措施。例如,通过对路面温度、湿度、沉降等数据的实时采集,结合人工智能算法进行分析,可以预测出可能发生的路面破损区域,从而提前进行修复。通过数据分析,公路养护管理部门能够优化资源配置,制定出科学、精准的养护计划,不仅提升了管理效率,还降低了维护成本。大数据的应用不仅为传统养护管理方式注入了新的活力,更为实现智能化养护管理提供了技术支撑[3]。

4.2 智能监控与物联网技术的应用

物联网技术通过传感器和网络将公路设施与管理系统连接,能够实时采集公路的各类数据,包括路面状况、交通流量、气候变化等。这些数据为制定科学的养护计划提供了可靠依据。通过智能监控系统,管理部门可以远程监控公路设施的状况,及时发现潜在的安全隐患,并采取有效的干预措施,从而实现早预警、早干预。通过传感器布设在公路的各个关键节点,可以实时监测路面温度、湿度、压力等变化,准确掌握路段的健康状况。此外,基于物联网的智能监控系统能够对交通流量进行分析,进而合理预测路段的使用强度,提前采取适当的养护措施。这些监测数据不仅为日常养护工作提供了技术依据,还能够帮助管理部门进行科学的养

护资源配置,避免盲目性和浪费,进一步提升养护效率。

4.3 综合决策支持系统的构建

在预防性维护中,科学决策至关重要。构建一套完善的决策支持系统,可以帮助公路养护管理人员根据实际数据和预设模型,科学制定养护计划。系统应具备数据采集、信息分析、决策建议等功能,能够根据公路的实际状况,提出针对性的维护方案。例如,系统可以根据路面的实际损伤情况、交通流量、气候因素等数据,为养护人员提供不同类型的维护建议,明确不同道路的优先级,确保资源的合理分配。此外,该系统还具有动态调整功能,能够根据实时数据的变化,灵活调整养护计划,提高维护效果。例如,系统可以根据雨季或冬季天气变化预测养护需求,从而提前采取应对措施,减少路面破损或交通事故的发生。通过集成数据分析、智能决策和动态调整,综合决策支持系统不仅提高了养护管理的科学性和精细化水平,也为公路养护的可持续发展提供了有力保障[4]。

5 预防性维护的挑战与对策

5.1 资金投入与技术支持的挑战

尽管预防性维护具有显著的长远效益,但初期的技术投入和资金支持仍然是其推广的主要障碍。公路养护管理体系的转型,尤其是从传统的事后修复向预防性维护的转变,需要大规模的技术投入。除了购买高端设备和软件平台,初期的培训、技术开发以及后期的维护支持也需要大量的资金投入。为此,政府应加大对公路养护的资金支持,尤其是在初期阶段,同时鼓励社会资本参与公路建设和养护。此外,政府可通过政策扶持,激励技术企业加大创新力度,推动更为经济高效的技术产品进入市场,降低公路养护部门的技术应用成本,提升其整体运营效益。通过这些举措,预防性维护可以逐步克服高投入问题,实现长远的养护效益。

5.2 技术人才的短缺与培训问题

预防性维护的顺利实施离不开技术人才的支持。当前,公路养护领域的技术人才相对匮乏,尤其是在智能化、信息化技术方面,相关人才的培养迫在眉睫。随着技术的快速发展,现有的养护技术人员面临巨大的知识更新压力,传统的技能和管理理念已无法满足现代化养护管理的需求。因此,政府和教育机构应加强与行业的合作,提供针对性的课程与培训,培养更多具备实践能力的技术人才。同时,公路养护管理部门也应定期组织技术培训,提升现有工作人员的技术

水平和信息化应用能力,特别是对大数据、人工智能、物联网等前沿技术的培训。通过这些措施,公路养护管理部门能够建设一支专业化、高素质的技术人才队伍,保障预防性维护的顺利实施。

5.3 标准化与数据共享的难题

不同地区和单位的公路养护管理水平存在差异,导致预防性维护的标准化实施面临挑战。一方面,不同地方的养护流程和标准不统一,导致工作效率低下,难以形成规模效益。另一方面,由于缺乏统一的技术规范和管理模式,跨地区、跨部门的协作难度较大。为了提高维护效果,公路养护管理部门应推动行业标准的统一,建立规范化的养护流程。这不仅有助于提升整体效率,还能保证各地区养护工作的质量一致性。此外,跨地区和跨部门的数据共享平台应尽早建立,推动信息的互通互联。这一平台的建设将使得公路养护管理更加科学化、精细化,同时也为决策者提供更多的依据,从而提高公共资源的利用效率。通过技术和标准化的推动,预防性维护的实施能够取得更好的效果。

6 结语

随着技术的不断进步,预防性维护在公路养护管理中的应用前景广阔。通过大数据、物联网、人工智能等技术的深度应用,公路养护管理不仅能够提高工作效率,还能降低养护成本,延长公路使用寿命,确保交通安全。然而,要全面实现预防性维护的目标,还需要克服资金、技术、人才等多方面的挑战。政府应加大政策支持,推动技术创新和信息共享,以促进整个行业的智能化发展。未来,公路养护管理应紧跟技术发展潮流,推动管理模式创新,以实现公路设施的可持续发展。同时,应注重提升从业人员的专业素质和技能水平,确保预防性维护战略的成功实施。只有通过全面的技术支持和体制创新,才能实现公路养护管理的高效、智能化发展,为社会经济的稳定运行提供有力保障。

参考文献

- [1] 王茂健.公路养护施工质量管理中存在的问题与解决对策[J].运输经理世界,2024,(21):139-141.
- [2] 程晓凯.TJ高速公路公司隧道养护成本控制研究[D].桂林电子科技大学,2022.
- [3] 王鹏.高速公路机电设备的养护与维修管理研究[J].黑龙江科学,2020,11(08):112-113.
- [4] 乔贵.基于费用分配的高速公路沥青路面中长期养护决策研究[D].重庆交通大学,2017.