

养路机械在道路预防性养护中的应用与效益分析

郭 涛

山西省交通新技术发展有限公司，山西 太原 030012

[摘要]随着我国公路网持续拓展，道路使用强度不断增加，路面早期病害与结构性损伤发生频率明显升高，对道路安全性及通行舒适性产生严重影响。传统主要依靠人工的养护模式存在效率低、作业质量难保障以及安全风险高等问题，难以满足现代道路预防性养护需求。预防性养护侧重于在路面病害处于初期阶段时采取干预措施，以此延缓病害发展、降低全寿命周期养护成本并提高道路长期服务性能。养路机械在道路预防性养护中发挥关键作用，凭借在路面检测、清扫保洁、裂缝处理和表面处治等环节的应用，大幅提升养护效率、确保施工质量并降低施工风险。文中全面分析养路机械在预防性养护中的应用形式，对其在作业效率、施工安全及综合效益等方面的效果予以评估，指明机械化养护在经济效益、管理优化以及社会效益提升方面的重要价值。研究结果表明，机械化预防性养护可有效延长道路使用寿命，还给道路管理部门带来科学化、数据化且可持续的养护实施模式，为公路养护管理现代化提供实践参考与理论支撑。

[关键词]道路预防性养护；养路机械；机械化养护；应用效果

DOI: 10.33142/sca.v8i10.18277 中图分类号: U216.4 文献标识码: A

Application and Benefit Analysis of Road Maintenance Machinery in Preventive Maintenance of Roads

GUO Tao

Shanxi Provincial Transportation New Technology Development Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030012, China

Abstract: With the continuous expansion of Chinese highway network and the increasing intensity of road use, the frequency of early pavement diseases and structural damage has significantly increased, which has a serious impact on road safety and traffic comfort. The traditional maintenance mode, which mainly relies on manual labor, has problems such as low efficiency, difficulty in ensuring work quality, and high safety risks, making it difficult to meet the needs of modern road preventive maintenance. Preventive maintenance focuses on taking intervention measures when road surface diseases are in the early stages, in order to delay the development of diseases, reduce the maintenance cost throughout the life cycle, and improve the long-term service performance of roads. Road maintenance machinery plays a key role in preventive maintenance of roads, greatly improving maintenance efficiency, ensuring construction quality, and reducing construction risks through its application in road surface inspection, cleaning, crack treatment, and surface treatment. The article comprehensively analyzes the application forms of road maintenance machinery in preventive maintenance, evaluates its effectiveness in terms of operational efficiency, construction safety, and comprehensive benefits, and points out the important value of mechanized maintenance in terms of economic benefits, management optimization, and social benefits improvement. The research results indicate that mechanized preventive maintenance can effectively extend the service life of roads and bring scientific, data-driven, and sustainable maintenance implementation models to road management departments, providing practical reference and theoretical support for the modernization of highway maintenance management.

Keywords: preventive maintenance of roads; road maintenance machinery; mechanized maintenance; application effect

引言

道路作为现代交通运输体系里的关键基础设施，其实际运行状况对交通安全、运输效率以及经济发展水平均会产生直接影响。当下，随着道路交通量持续不断地增长，

同时车辆荷载也在逐渐加大，道路结构所面临的承载能力以及耐久性方面的挑战变得日益严峻，像裂缝、车辙、坑槽这类路面早期病害问题频频出现，进而对道路的长期服务性能形成了颇为不利的影响。以往的传统养护模式主要

是依靠人工巡查以及维修等方式，然而这种方式存在着作业效率偏低、养护质量难以做到统一、施工过程中的安全风险偏高等诸多问题，所以很难契合现代道路预防性养护的实际需求。预防性养护着重于在路面病害还处于早期阶段的时候便及时采取干预举措，借助科学合理的措施来延缓病害的发展进程，以此达成道路长期性能保持稳定的功效。在这一过程当中，养路机械无疑担当起了极为重要的角色，它具备的高效率、高精度以及标准化作业的能力，使得预防性养护的实施能够更为科学且更加可靠，同时也切实有效地支撑起了道路养护的现代化管理模式。深入研究养路机械在预防性养护当中的具体应用情况及其所产生的效益，对于优化养护作业流程、提升路面的使用寿命以及保障交通安全而言，都有着不容忽视的重要意义。

1 推进机械化养护的重要意义

现阶段，道路养护普遍存在着养护资金短缺、机械配备不足、机械化养护水平低等问题。加之养护作业面较广，标准化进行困难，专用机械配置严重不足，难以满足现代公路养护的实际需要，从而造成公路养护工作主要依靠人工完成。而采用机械化养护，能够通过施工机械取代人工作业，有效降低人员工作强度，提高养护效率，节约养护成本，保证养护质量，且利用机械化养护能够减少人员投入，提高养护工作的安全性。机械化养护可达成作业流程的标准化以及精细化管理这一目标。其借助高效的、连续的施工方式，能让路面养护周期得以优化。如此一来，便减少了因人工操作存在差异而引发的施工不均等问题，进而使得路面的使用寿命得以延长，道路的整体性能以及行车安全性也都得到了提升。并且，这还为日后道路养护管理朝着信息化、智能化方向的发展打下了一块坚实的基础。

2 养路机械在道路预防性养护中的主要应用形式

2.1 路面检测与病害预警机械应用

在道路预防性养护体系当中，精准掌握路面技术状况乃是科学制定养护策略以及作业计划的重要前提条件。路面检测与病害预警机械把激光测量、高清图像采集、传感监测、地理信息系统以及大数据分析等诸多先进技术手段加以集成，能够针对路面平整度、裂缝分布、车辙深度、坑槽情况还有表观损伤等这些关键指标展开快速、连续且具有高精度的采集工作。与传统那种依赖人工巡查的方式来相比，其检测效率得到了显著提升，数据的完整性以及客观性也有了明显改善，并且还能达成全天候、跨区域的持续监测，进而为路面性能评估给予可靠的依据。凭借对检测结果开展系统的分析以及趋势预测，养护管理部门可以及时察觉到潜在的病害隐患，对路面性能变化的趋势做

出科学的预估，由此合理地安排预防性养护的实施时机、养护措施以及资源调配事宜，防止早期病害进一步发展并演变成结构性损伤，减少后期大修的风险。这类机械一方面减少了人工巡检所存在的不确定性，另一方面提高了数据的精确程度，同时还为养护管理从依靠经验判断朝着由数据驱动、智能化决策转变给予了稳固的技术保障，使得养护决策在科学性、前瞻性以及管理精细化方面都得以提升。与此通过构建连续且长期的路面性能数据库，能够为道路维护策略的优化、养护预算的制定、施工计划的调整以及长期养护规划的制定提供可靠的依据，达成预防性养护与道路管理之间的高效联动，保证养护措施在实际运行过程里能够持续发挥出作用并且收获显著的效果，有力地支撑起现代道路养护向着科学化、规范化以及智能化的方向去发展。

2.2 路面清扫及日常保洁机械应用

路面清扫以及日常保洁属于道路预防性养护当中的基础性工作范畴，其作业的质量会径直作用于路面结构的耐久性以及使用性能方面。养路清扫机械借助机械化作业的方式，在相对短暂的时间内便能够完成大面积路面的杂物清除工作，还能完成尘土的收集任务以及沉积物的处理事宜，以此来持续维持路面排水设施以及表面结构处于通畅的状态，进而减少积水还有污染物给路面所带来的种种不利影响。相较于人工清扫而言，机械作业在效率上有着极为显著的提升，而且其作业质量也更加趋于稳定，可以削减人为操作差异所产生的影响，切实有效地降低杂物以及细颗粒物对路面结构所形成的长期侵蚀情况。通过常态化且规范化的使用清扫机械，能够在很大程度上降低路面因为积尘、杂物堆积而引发的早期病害发生的概率，从而为后续各类预防性养护措施的顺利开展营造出良好的条件。与此机械化清扫作业还能够缓解劳动强度，提升作业的安全性，还可为大面积路面养护给予基础性的支撑，进而为道路预防性养护体系的高效运转以及长期稳定构建起稳固的基础。

2.3 裂缝处理与表面处治机械应用

裂缝处理以及表面处治，在道路预防性养护举措里，称得上是最具针对性且技术要求颇高的措施。其施工质量的好坏，直接牵涉到养护成效的持续性以及路面整体性能的稳定情况。裂缝处理机械把清缝、加热、灌封等诸多工序予以集成，达成裂缝处治作业的连续开展与标准化实施，如此一来，可切实提升施工质量的一致程度，削减人为操作差异给养护效果所带来的影响，保证裂缝处治能够达成密封并保护路面结构的预期成效。表面处治类机械在薄层

罩面、同步碎石封层这类作业当中，可以精准把控材料使用量以及铺设厚度，促使路面表层性能均等地得以改善，增强路面的抗滑性、耐磨性以及防水性能，进而使得路面使用寿命得以延长。借助机械化的方式去落实裂缝处理与表面处治，一方面能够大幅度缩减施工周期，提高作业效率；另一方面还能够减轻施工对交通运行的干扰，降低施工期间出现的安全风险，这充分彰显出养路机械在道路预防性养护关键环节所具备的技术优势以及应用价值，为达成高质量且长期稳定的养护效果给予了强有力的保障。

3 养路机械在预防性养护中的应用效果分析

3.1 养护效率与作业质量提升效果

养路机械于道路预防性养护方面的应用，对于养护效率以及作业质量有着颇为明显的提升效用。机械化作业可在单位时间内达成大范围且涉及多个环节的养护任务，特别是在作业面较为宽广、任务相对集中的情形下，其效率方面所具有的优势便显得格外突出了^[1]。相较于人工操作而言，机械化作业具备流程更为标准化、相关参数可以被控制以及重复性较高的这些特点，这便能有效地削减人为因素给施工质量所带来的干扰，进而让养护效果变得更为均衡且处于可把控的状态。与此机械化设备自身所具备的稳定性以及连续作业的能力，对于实现精确施工是很有帮助的，能够保证养护材料的用量以及施工厚度都能够契合设计标准，由此促使养护工作的科学性与可靠性得以提升。长时间地应用机械化养护方式，还能够对作业组织以及施工计划起到优化的作用，减少施工准备阶段以及后续处理阶段所花费的时间，达成养护作业效率与质量的同步提升，进而为道路的长期性能维持给予有力的保障。

3.2 施工安全性与交通影响控制效果

道路养护施工一般要在通车的状态下开展，所以施工的安全性以及交通组织管理便成了养护作业里极为关键的问题。养路机械能够凭借减少作业人员的数量、缩短作业所花费的时间并且对施工工序加以优化，切实有效地降低施工现场人员处于交通风险之中的时长，进而促使整体施工的安全水平得以提升。与此机械化作业在施工组织方面更为紧凑且规范，减少了施工给正常交通运行带来的干扰，使得交通拥堵以及事故的风险都降低了^[2]。在预防性养护当中合理运用养路机械，既能保障施工人员的人身安全，又能提高道路的通行效率，让公众的出行体验得到改善。而且机械化作业具备的标准化流程以及实时监控功能，还能够为施工风险管理给予数据方面的有力支持，让施工安全管理变得更加科学且高效，这充分彰显出了机械化养护在确保安全性以及社会效益层面所起到的重要作用。

4 养路机械应用的综合效益分析

4.1 经济效益分析

从经济效益方面来讲，养路机械于道路预防性养护当中的运用，可明显降低整个全寿命周期养护的成本。机械化开展的预防性养护，能够对早期病害予以及时的干预，以此来延缓路面结构性能的衰减情况，使大修以及中修工程出现的频次得以减少，进而降低那笔颇为高昂的维修支出^[3]。与此机械化作业让施工效率得到了提高，使得施工周期有所缩短，减少了因人工投入以及重复作业而造成的资源浪费，也降低了人力成本与管理成本。虽说养路机械在前期购置以及后续日常维护环节需要投入相应资金，不过从其长期运行的效果来分析，在提升养护效率、延长路面使用寿命以及减少维修频次等方面，其经济回报颇为显著，可有效达成养护资金的优化配置，并实现经济效益的最大化，从而给道路管理部门带来可持续的发展模式。

4.2 管理与社会效益分析

养路机械的应用价值在经济层面有所体现，其在管理效率以及社会效益层面同样有着颇为显著的作用。机械化养护促使养护作业朝着标准化、流程化的方向推进，养护单位的组织管理能力以及技术水平均得以提升，使得养护管理工作变得更为科学且精细。借助减少人为操作所造成的干扰，同时提高施工的稳定性，机械化养护增强了养护质量的可控制程度，对于长期维持道路的整体性能是很有帮助的。从社会效益来讲，机械化预防性养护让道路的通行安全性以及舒适性都得到了提高，减少了因频繁维修而给交通运行带来的干扰，进而提升了公众出行时的体验以及满意度。并且，通过延长路面的使用寿命以及降低事故的发生率，机械化养护还为公共资源的合理运用以及社会的可持续发展给予了有力保障，这充分展现了养路机械在现代道路养护体系当中所具有的综合应用价值以及战略方面的意义。机械化养护在一定程度上推动了养护管理朝着信息化以及智能化的方向发展，让养护决策能够变得更加科学且高效，同时也使得养护工作对于突发事件的应对能力得以提升。在未来，随着技术持续不断地取得进展，养路机械于道路养护管理当中将会发挥出更为关键的引领作用，从而进一步促使公路养护朝着高质量以及可持续发展的方向迈进。

5 结语

综合来看，随着道路交通需求不断地增长以及路面使用强度变得更大，推动养路机械在道路预防性养护方面加以应用，已然成为提升养护质量以及管理水平的一项必要之举。在路面检测、清扫保洁、裂缝处理还有表面处治这

些关键环节予以合理运用，养路机械可大幅提升养护效率，确保作业质量，并且在施工安全性以及交通影响控制层面也能起到积极作用。与此机械化预防性养护在经济效益、管理优化以及社会效益等诸多方面都呈现出明显的优势，达成了道路养护从传统依靠人工的状态朝着现代化、科学化、精细化转变的目的。实践已经表明，养路机械不但能助力延长路面的使用寿命，还能降低养护成本，而且给道路养护管理带来了可持续的技术以及管理模式。在未来，需要在道路养护实践当中进一步去优化机械配置方案，结合路面的实际状况以及技术的发展趋势，持续提升机械化养护的应用水准，构建起涵盖检测、保洁、处治以及管理全流程的机械化养护体系，以此来为道路实现长期的安全、

稳定以及高效的运行给予稳固的保障，达成公路养护管理实现现代化以及可持续发展的战略目标。

【参考文献】

- [1]王远林.养路机械化在企业铁路维修中的应用与发展[J].运输经理世界,2021(36):58-61.
- [2]张晨江.推进公路养护机械化的对策研究[J].运输经理世界,2022(15):137-139.
- [3]刘琴.山区公路项目的机械化养护分析[J].交通世界,2024(21):186-188.

作者简介：郭涛（1988.9—），毕业院校：太原科技大学，所学专业：机械设计制造及自动化，当前就职单位：山西省交通新技术发展有限公司，职称级别：副高级工程师。