

## 预防性养护在高速公路路面养护中的应用分析

谢向阳

江苏现代路桥有限责任公司，江苏 南京 210000

[摘要]随着我国高速公路网络规模快速扩张，路面养护变得极为重要，它可保障交通安全、延长路面寿命、优化资源配置。传统的事后修复型养护模式有施工干扰大、成本高、病害反复等问题，难以满足现代高速公路长期可持续运营需求。预防性养护是前瞻性、系统化的养护管理模式，能通过早期发现潜在病害、合理选择技术措施、优化施工组织，实现路面性能持续保持、养护成本最小化。本论文分析高速公路路面预防性养护概念、战略价值、技术应用、效果评价、实施策略，结合理论研究与实践经验，阐述其在提高路面性能、降低养护成本、延长使用寿命、保障交通安全方面作用，提出加强预防性养护实施策略，给高速公路路面养护管理提供理论依据、实践参考。

[关键词]高速公路；路面养护；预防性养护

DOI: 10.33142/sca.v8i10.18285 中图分类号: U418.6 文献标识码: A

## Application Analysis of Preventive Maintenance in Highway Pavement Maintenance

XIE Xiangyang

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

**Abstract:** With the rapid expansion of Chinese highway network, road maintenance has become extremely important, as it can ensure traffic safety, extend road life, and optimize resource allocation. The traditional post repair maintenance mode has problems such as large construction interference, high cost, and repeated diseases, which are difficult to meet the long-term sustainable operation needs of modern highways. Preventive maintenance is a forward-looking and systematic maintenance management model that can achieve sustained pavement performance and minimize maintenance costs through early detection of potential diseases, rational selection of technical measures, and optimization of construction organization. This paper analyzes the concept, strategic value, technical application, effectiveness evaluation, and implementation strategies of preventive maintenance for highway pavement. Combining theoretical research and practical experience, it elaborates on its role in improving pavement performance, reducing maintenance costs, extending service life, and ensuring traffic safety. It proposes strategies to strengthen the implementation of preventive maintenance, providing theoretical basis and practical reference for highway pavement maintenance management.

**Keywords:** highway; road maintenance; preventive maintenance

### 引言

随着高速公路交通量不断地增加以及路网密度持续地提升，路面养护所面临到的压力一天比一天大。以往那种传统的养护模式，也就是在出现问题之后才去修复的那种模式，是以病害出现作为开始动手做的起点，这样的方式施工周期比较长，对周边的干扰也大，花费的费用还高，根本没办法满足路面能够长期稳定运转的要求。近些年来，预防性养护渐渐地变成了国内外高速公路管理当中极为重要的一个发展趋向。它会提前去发现那些潜在的病害，并且及时处理它们，以此来减缓路面变差的速度，让路面可以长时间保持优良的状态。本文把高速公路路面预防性

养护当作研究的对象，从它的概念、战略层面的价值、具体技术的应用情况、效果的评价以及实施的具体策略这五个不同的方面展开详尽的剖析，从而为达成路面可持续养护的目标给出理论层面以及实践操作方面的参考依据。

### 1 预防性养护概述

预防性养护属于一种路面养护管理模式，其核心在于提前对潜在病害加以干预并及时予以处理。它着重借助科学的方式去评估路面结构的实际状态，同时预测病害可能的发展走向，并且采取恰当的技术举措来促使路面性能得以长时间维持。与传统的那种在事后再进行修复的模式不同，预防性养护会把养护行为提前到病害刚开始萌芽的阶

段,以此来压低重大维修以及全面加固出现的频次。这种养护模式不但适用于新建路面在初期维持其设计性能,而且同样适用于已经运营了多年并且病害逐渐开始出现的路段。凭借定期开展的巡查工作、针对结构所进行的检测以及多种养护技术的组合运用,是能够保持路面功能处于相对稳定的状态,延缓其不断劣化的进程,进而达成经济性、社会性以及环境效益的综合提升效果的。预防性养护得以实施,依靠的是科学的病害评估办法、适合的施工技术以及合理的施工组织安排。它需要管理部门在做出路面养护相关决策的时候建立起基于数据之上的科学分析体系,对养护周期以及养护内容展开统筹性的规划安排,从而实现长期且可持续的管理目的。

## 2 预防性养护的战略价值

### 2.1 经济效益与成本控制

预防性养护通过及早发现和处治病害,避免其进一步恶化,从而有效控制高速公路全寿命周期成本,提升养护投入产出效益,是实现养护经济可持续发展的关键举措。其克服了事后大修成本高、干扰大、易反复的弊端,通过前瞻性投入将病害消灭在萌芽状态,最小化养护成本。大规模推广预防性养护,可从根本上缓解养护资金压力,在同等投入下创造更大养护产出,实现政府和企业的“双赢”。尤其在当前财政趋紧、养护需求剧增的背景下,通过精准投资、科学养护来实现“花小钱、办大事”,对于地方政府和养护单位而言具有重要的现实意义。

### 2.2 社会效益与通行保障

预防性养护在社会效益方面的体现十分突出。其借助提前对病害加以干预以及合理安排施工时间的方式,能够在最大程度上减少施工给交通流所带来的干扰,进而保障高速公路的通行能力以及运输效率得以维持。如此一来,既能让道路使用者的出行体验获得改善,又能降低由于施工而引发的交通事故风险。在那些货运较为密集的区域以及经济活动频发的路段,路面的稳定性会直接对运输效率以及社会经济效益产生影响。预防性养护通过持续维持路面的功能,减少突发性维修以及封闭所造成的不便,从而为公众营造出安全、便捷且高效的通行环境,这也充分彰显出了高速公路管理部门在公共服务领域所具有的责任价值。

### 2.3 环境效益与资源节约

预防性养护所具有的环境效益,重点体现在资源利用效率以及生态影响控制这两个方面。科学且合理的病害评估,加上精确细致的施工计划,能够切实有效地减少材料方面的浪费情况,也能降低能源的消耗程度,并且能够在

很大程度上降低施工过程给生态环境带来的干扰。与传统那种事后的大型维修方式相比,在病害刚刚萌芽的阶段去进行处理的时候,预防性养护所需要的材料数量相对较少,其施工所花费的周期也相对较短,对于空气、水体还有土壤等方面所产生的影响也是有限的。与此通过延长路面的使用寿命,还能减少频繁开展改建工作以及进行大规模施工的需求,进而降低建筑废弃物的排放量,最终达成绿色养护以及可持续发展的目标。

## 3 高速公路预防性养护技术应用

### 3.1 路面结构与病害预测

高速公路预防性养护工作当中,路面结构分析以及病害预测占据着极为关键的基础地位,其对于养护工作的科学性与高效性而言,实属重要环节所在。全面且系统地去评估路面各个不同层次的结构状况、各类材料所具备的性能表现、交通荷载的具体情况以及所处环境的条件等因素,如此一来便能够对病害可能发生的位置、发展速度以及可能给路面整体性能带来的潜在影响范围做出较为精准的预测,进而可为养护决策给予科学层面的依据参考。在实际的操作流程之中,现代所采用的信息化以及智能化技术手段,在路面健康状态的管理方面使得其呈现出更为细致以及更具动态性的特点。就好比说,通过精心布置高精度的传感器,就能够实时且持续地对路面应力、温度、湿度等一系列关键参数展开监测;借助BIM模型针对路面结构予以数字化的呈现方式以及开展仿真分析操作,这样便能够形象直观地将病害的分布状况及其后续的发展趋势展现出来;结合运用大数据分析的相关方法,可对历史病害方面的数据、交通流量的具体情况以及各类环境因素等进行综合性的计算处理与预测分析,进而能够较为准确地去判定各个路段在养护工作中的优先级别以及施工时的重点所在。准确无误的病害预测,一方面能够对施工资源的合理分配起到有效的指导作用,让养护措施得以集中聚焦于那些关键的区域之上,以此来提升施工的效率以及养护的实际效果;另一方面还能够为施工方案的优化设计工作、材料的选型事宜以及工艺的选择等方面给予可靠的数据方面的有力支撑,进而切实有效地延长路面的使用寿命、降低养护工作的成本开支,并且进一步提升高速公路在整体运行过程当中的安全性能以及车辆通行的性能表现。

### 3.2 预防性养护施工方法

预防性养护施工方法属于保证高速公路路面长期性能以及安全的关键环节,其要点在于借助科学且及时的施工干预来抑制病害进一步发展,延缓路面劣化进程。主要施工方法涵盖封层处理、薄层覆盖、微表处以及沥青再生

等技术手段,这些方法着重于在病害处于萌芽或者轻微阶段的时候加以处理,借此防止病害扩展引发大修或者结构破坏。与传统事后修复相比,预防性养护施工周期较短、施工干扰较小,同时可在维持路面整体结构完整性的基础上,明显提升路面的抗裂性、抗磨损性以及防渗性。施工组织要综合考量交通流量、气象条件、环境因素以及施工季节特性,科学安排施工时间以及分段施工策略,以此最大限度地降低对正常通行的影响,同时确保施工安全以及效率。在施工进程中,严格依照技术规范以及质量控制标准,运用先进施工设备以及监测手段,保证施工厚度、材料均匀性以及铺筑质量,可有效达成预防性养护的预期效果,让路面性能得以持续保持,同时降低后续养护频率以及成本,提高高速公路路网整体的运营效率与服务水平。

### 3.3 典型材料及技术措施

预防性养护所采用的材料涵盖了高性能乳化沥青、改性沥青混合料、再生沥青以及环保封层材料等多种类型。这些材料的性能状况会对养护效果以及使用寿命产生直接的影响,所以在正式施工之前,必须要开展细致严格的实验室检测工作以及现场试验活动,以此来确保材料能够契合设计方面的要求。依据路段出现的不同病害类型以及所处的环境条件,运用稀浆封层、微表处、超薄磨耗层等一系列工艺手段,是能够切实有效地对路面的摩擦性能加以改善的,同时也能提升其防水性能,并且能够在一定程度上延缓裂缝的进一步扩展,进而为路面能够长期维持优良的性能状态给予有力的保障。

### 3.4 信息化与智能化应用

信息化以及智能化技术的应用,对于提升预防性养护的科学性以及精细化管理水平而言,是极为关键的。BIM技术、物联网监测系统还有大数据分析能够实时且全面地掌握路面的实际状态、交通的流量情况以及施工的推进进度,进而对病害的发展趋势加以预测,并且对养护方案予以优化。智能施工设备以及监控平台可以精准地把控施工的厚度、铺筑的质量以及施工的节奏,如此一来,便能够提升施工的效率以及养护的效果,同时还能减少人为出现的失误,最终达成高速公路养护的智慧化管理目标。

## 4 预防性养护效果评价与实践

### 4.1 路面性能改善效果

预防性养护实施以后,高速公路路面整体性能获得明显改善,在结构稳定以及行车安全层面都呈现出颇为突出的优势。借助于对裂缝、坑槽、剥落这类早期病害展开及时的干预与处理,既有效地阻止了病害进一步蔓延扩展,又让路面摩擦系数以及承载能力维持在较高的水准,使得

路面在面临交通荷载以及环境影响之时,能够展现出更强的抵御能力<sup>[1]</sup>。与此路面平整度有了较为明显的提高,驾驶舒适性也得到了改善,车辆行驶稳定性得以增强,能有效降低由于路面不平或者存在病害而引发的车辆振动以及驾驶疲劳情况。雨水渗透率降低之后,显著减少了水损害对路面结构的侵蚀作用,提升了路面的防滑性能以及耐久性,进而为高速公路行车营造出更为安全可靠的条件。并且,长期维持路面性能处于优良的状态,还可以减少频繁维修以及大修的需求,达成养护资源配置的优化以及使用效率的提升,促使高速公路运营管理具备更强的经济性以及可持续性,为道路使用者构建出良好的通行环境。

### 4.2 成本与经济性分析

预防性养护于高速公路全寿命周期当中,可切实降低养护成本,其经济效益相较于传统的事后修复模式更为出色。借助提前开展干预以及及时对潜在病害加以处理,预防性养护成功减少了大规模维修出现的频次,同时也减轻了施工给交通带来的干扰,进而使得材料费、人工费以及交通管控等方面的直接费用得以降低<sup>[2]</sup>。并且,因为施工安排更为科学且合理,施工封闭所花费的时间变短,路况受到的影响也相应减小,如此一来,交通延误的情况以及事故发生的险情均有所降低,间接的经济损失也随之大幅度减少,最终达成养护投入产出的最优状态。长期去推广预防性养护,既能提高资金使用的效率,又可在有限的养护预算范围内确保路面性能以及行车安全,从而为高速公路管理单位带来可持续的经济与运营方面的价值。

### 4.3 安全性及使用寿命提升

依靠维持路面结构的稳定状态,使抗裂、抗压以及抗磨性能得以提升,借助预防性养护能够延缓路面出现劣化情况,进而延长其使用寿命。在病害处于早期阶段便加以处理,如此一来可降低事故发生的概率,提高高速公路的整体安全程度,从而给车辆以及乘客带来更为可靠的保障。

## 5 加强预防性养护的实施策略

加强预防性养护的实施,需要从技术管理、施工组织以及政策保障等方面着手开展相关工作。在技术管理方面,应当建立起标准化的施工规程,并且构建起完善的质量控制体系,以此来保证各项养护措施能够精准且有效地发挥作用。就施工组织而言,要科学合理地安排施工计划,同时要妥善地分配各类资源,从而提高施工的效率,进而把对交通所产生的影响尽可能地降下来<sup>[3]</sup>。从政策保障层面来讲,需要进一步完善资金投入的相关机制以及制定合理的激励政策,以此确保养护资金能够充足到位,并且有力地推动预防性养护技术的广泛推广。凭借技术、组织以及

政策三方面的协同发力，预防性养护才能够实现长期稳定的运行状态，并且充分地发挥出其最大的效益。

## 6 结语

预防性养护在高速公路路面养护领域有着不容忽视的战略价值以及实际意义。借助对路面状态展开科学且细致的评估，合理地去挑选相应的养护技术，同时对施工组织予以优化，并且运用智能化的管理手段，如此便能够切实有效地改善路面的各项性能，使得养护成本得以降低，让使用寿命得到延长，进而充分保障交通安全。在未来的发展进程中，需要进一步对预防性养护技术体系加以完善，强化针对信息化的应用程度，提高管理方面的水平，并且在政策层面以及资金保障方面给予有力的支持，从而达成

高速公路养护可持续发展的目标。

## [参考文献]

- [1]漆锐珺.预防性养护在高速公路路面养护中的应用分析[J].运输经理世界,2025(24):124-126.
- [2]谈小云.高速公路路面病害检测及预防养护探究[J].工程抗震与加固改造,2025,47(4):196.
- [3]那振坤.高速公路沥青路面预防性养护技术的应用[J].科学技术创新,2024(23):159-162.

作者简介：谢向阳（1991.6—），男，毕业院校：省委党校研究生，所学专业：应用经济学，当前就职单位：江苏现代路桥有限责任公司，职务：副主管，职称级别：助理工程师。