

探讨道路养护中预防性道路养护措施

邝紫君

广州市花都区道路养护中心 广东 广州 510000

摘要：本文聚焦道路养护中的预防性养护措施，结合实际养护工作需求，从概述、病害识别诊断技术、核心养护技术、实施与管控措施四大维度展开分析。阐述预防性养护的定义及对道路生命周期的影响，对比传统与智能化病害诊断方法的优劣，梳理表层防护、结构强化等关键技术要点，提出方案优化、施工质控及智能管理体系构建的管控路径。研究表明，科学的预防性养护可延缓道路病害发展、节约养护成本。本文成果为道路养护单位开展预防性工作提供实操参考，助力提升道路养护规范化与智能化水平。

关键词：道路养护；病害识别与诊断；预防性养护技术；管控措施

引言：随着交通事业快速发展，道路承载压力日益增加，病害频发问题直接影响通行安全与使用寿命。传统矫正性养护模式存在成本高、被动滞后等弊端，预防性养护已成为道路养护领域的核心发展方向。广州市花都区等区域的道路养护实践表明，提前干预可有效降低病害恶化风险。本文基于实际养护工作经验，系统探讨预防性养护的关键技术与管控措施，旨在解决病害早识别、技术适配、流程管控等核心问题，为提升道路养护质量、延长道路服役周期提供理论与实操支撑。

1 预防性道路养护概述

1.1 预防性道路养护的定义与内涵

预防性道路养护是指在道路结构处于良好状态或仅出现轻微病害时，采取针对性技术措施，延缓病害发展、维持道路性能的养护模式，区别于病害恶化后再修复的矫正性养护。其核心内涵并非消除已有病害，而是通过提前干预降低病害发生率，延长道路使用寿命。在实际应用中，需结合道路使用年限、交通量、气候条件等因素，精准判断养护时机，避免过度养护造成资源浪费，同时杜绝养护不及时导致病害加剧。

1.2 预防性养护的核心理论依据

预防性养护以道路生命周期成本理论为核心依据，通过全周期核算实现养护效益最大化。该理论认为，道路从建设到废弃的全周期内，早期预防性养护的单位成本远低于后期大修成本，合理的提前干预可大幅降低总养护投入。依托路面性能衰减规律理论，结合不同路面类型的衰减曲线，能精准预测病害发展趋势，为养护措施选型提供支撑。可持续发展理论要求预防性养护兼顾通行效率、交通安全与环保需求，选用绿色材料和节能工艺，契合公路建设高质量发展要求。

1.3 预防性养护对道路生命周期的影响

预防性养护能显著延长道路有效使用寿命，通常可使沥青路面寿命延长3-5年，水泥路面寿命延长2-4年，减少大修次数与周期。从实际运营来看，及时的封层、灌缝等措施可阻止水分渗透和裂缝扩展，避免路面结构层受损，维持道路承载能力与通行质量。可降低养护施工对交通的影响，减少因大修导致的交通拥堵和出行成本，提升道路运营的稳定性。延长道路生命周期还能减少道路重建产生的建筑垃圾，降低资源消耗，兼具经济与生态效益^[1]。

2 道路病害早期识别与诊断技术

2.1 常见早期道路病害类型及成因

早期道路病害多表现为表层及浅层问题，核心类型与成因具有显著场景关联性。沥青路面常见早期病害为细微裂缝、松散、轻微车辙，裂缝多由温度交替热胀冷缩、基层沉降导致，松散则与材料老化、雨水渗透侵蚀相关；水泥路面易出现板角断裂、表面起皮，主要源于接缝密封失效、重载反复碾压及冻融破坏。山区道路易因边坡渗水引发路面局部沉陷，多雨地区早期水损害病害频发，重载交通路段则以表层磨损、局部承压裂缝为典型，这些病害初期影响有限，却可能快速破坏道路结构完整性。

2.2 传统病害识别方法与应用局限

传统识别方法以人工巡检为主，搭配简易工具辅助，在基层养护中应用广泛。养护人员通过肉眼观察路面外观，借助卷尺、平整度仪量化病害尺寸、深度及分布范围，结合路段使用年限、交通量、气候数据分析成因。该方法优势在于操作便捷、成本低廉，能快速响应突发轻微病害，适合乡村道路、小区支路等小范围路段。但局限性显著，人工主观判断易产生误差，对隐蔽性浅层病害识别不足，且效率低下，难以满足高速公路

路、干线公路等大规模路网的常态化检测需求，无法实现病害的早发现、早预警。

2.3 智能化病害诊断技术

智能化技术逐步成为病害诊断的核心手段，实现了精准化、高效化检测。车载AI视觉检测设备可实时采集路面图像，通过算法自动识别毫米级裂缝、轻微松散等病害，准确率较人工提升40%以上，同时生成量化数据留存；探地雷达能穿透路面结构层，检测基层空洞、含水率异常等隐蔽隐患，为深层病害预防提供支撑。无人机遥感适用于山区、跨江大桥等复杂路段，实现大范围全覆盖快速巡检；遥感技术可宏观监测路面整体沉降、破损分布趋势。实际应用中多采用“智能检测+人工复核”模式，兼顾效率与精准度，虽需配套专业设备与技术人员，但大幅提升了大规模路网的病害诊断能力，弥补了传统方法的不足^[2]。

3 预防性道路养护关键技术

3.1 表层防护类养护技术

表层防护类技术核心是阻断外部侵蚀因素对道路表层的破坏，维持表层结构完整性。（1）封层技术需根据路面表层状态选择适配材料与施工工艺，控制材料厚度与均匀度，确保与原路面表层紧密贴合，形成连续防护层，阻断水分、杂质渗透路径。（2）灌缝技术需先对裂缝进行彻底清理，去除裂缝内杂物与积水，再选用粘结性强、抗老化的灌缝材料，保证材料填充饱满，杜绝缝隙残留，同时控制施工环境温度与湿度，提升灌缝效果的稳定性。（3）表层防护施工需注重前期路面预处理，清除表层浮尘、松散颗粒，为防护层与原路面的结合奠定基础，避免防护层脱落失效。（4）施工后需及时开展质量检测，核查防护层密封性与粘结力，保障防护效果长期稳定。

3.2 结构强化类养护技术

结构强化类技术侧重提升道路表层及浅层结构的承载能力，延缓结构性能衰减。（1）施工前需对道路结构层强度进行检测，明确结构薄弱区域，针对性调整技术参数，确保强化效果贴合结构需求。（2）严格控制材料配比，根据道路使用场景与结构状况，精准调配骨料、粘结剂、填料等成分比例，保障材料强度与稳定性，满足道路结构承载要求。（3）规范施工工序流程，注重施工过程中的压实度控制，避免结构层内部出现空隙、松散等问题，同时做好施工后的养护管控，确保材料充分固化，发挥强化作用。（4）结合道路结构老化程度，合理确定施工范围与深度，避免过度强化造成资源浪费，同时规避施工对原结构层的二次损伤。

3.3 功能性恢复类养护技术

功能性恢复类技术聚焦道路通行功能提升，解决表层功能衰减引发的通行问题。（1）抗滑性能恢复需通过打磨、拉毛等工艺处理路面表层，提升表层粗糙度，同时可搭配抗滑材料铺设，控制表层摩擦系数达到标准要求，保障通行安全。（2）排水优化技术需梳理路面排水系统现状，调整排水坡度与排水路径，修复破损排水设施，确保雨水快速排出路面，避免积水对路面造成侵蚀。（3）功能性恢复施工需结合道路通行需求，合理安排施工时段，减少对交通的影响，同时注重施工质量控制，避免因施工操作不当导致功能指标不达标。（4）针对不同气候区域调整技术细节，多雨地区强化排水能力，多雪地区提升抗滑与抗冻性能，适配区域气候特点。

3.4 不同路面类型（沥青、水泥）的针对性养护技术

沥青与水泥路面的材料特性、结构特点存在差异，需采用针对性养护技术。（1）沥青路面养护需注重材料的抗老化、抗高温性能，施工中控制温度范围，避免高温导致材料软化、低温造成材料开裂，同时做好表层密封处理，延缓材料老化速度。（2）水泥路面养护需重点关注接缝处防护，修复破损接缝密封材料，强化接缝处结构稳定性，避免接缝处出现渗漏、破损，同时针对水泥路面裂缝特点，采用适配的灌缝、修补技术，减少裂缝扩展。（3）两类路面养护均需做好前期检测，明确路面病害类型与结构状态，结合材料特性选择养护工艺与材料，确保技术适配性。（4）养护后需定期跟踪检测路面性能，根据性能变化情况调整后续养护策略，维持路面长期稳定的通行状态^[3]。

4 预防性道路养护实施与管控措施

4.1 预防性道路养护方案优化设计

方案优化设计需立足道路实际状况，实现管控前置，确保养护措施适配性与合理性。（1）开展全面前期调研，精准采集道路结构参数、使用年限、交通量、气候环境等基础数据，同步梳理历史养护记录，核对数据准确性与完整性，为方案设计提供可靠数据支撑。（2）明确方案设计优先级，结合道路等级、通行需求及病害发展趋势，划分养护区域与管控重点，优先保障主干道、枢纽路段养护需求，合理分配养护资源。（3）优化养护时机与技术选型，依据路面性能检测结果，结合季节气候特点确定最佳养护窗口期，避开雨季、高温、严寒等不利施工时段，结合病害类型与程度，匹配适配性强的养护技术，避免技术与实际需求脱节。（4）强化方案经济性管控，测算养护全流程成本，涵盖材料采购、设备租赁、人工薪酬等各项支出，平衡养护效果与资金

投入,优化材料、设备、人力配置方案,杜绝资源浪费。(5)完善方案评审机制,组织技术、管理、施工等多方人员参与评审,核查方案可行性、合规性及与现行规范的契合度,针对薄弱环节优化调整,形成最终执行方案并备案留存。

4.2 预防性道路养护施工质量控制与管理

施工环节需强化全流程质控,规范操作标准,确保养护施工质量达标。(1)落实施工前准备管控,核查施工队伍资质与人员专业能力,开展岗前培训与技术交底,明确施工标准、质控要求及岗位职责,确保施工人员熟练掌握操作流程。(2)严格材料与设备管控,对进场养护材料进行抽样检测,核查材料规格、性能是否符合方案要求,做好材料存储、保管工作,分类存放并做好防潮、防晒、防损耗处理;检修调试施工设备,校验计量工具精度,确保设备运行稳定,满足施工精度需求。(3)规范施工工序管控,按照方案及技术规范执行各道工序,明确工序衔接流程,上一道工序验收合格后方可进入下一道工序,杜绝违规操作与工序遗漏。(4)强化施工过程质控,设置现场质控岗位,实时监测施工参数,重点管控材料配比、施工厚度、压实度等关键指标,建立质控台账,及时纠正施工偏差。(5)做好施工安全与现场管理,划定施工区域,设置标准化警示标识,规范交通导行路线,安排专人疏导交通;落实现场安全管控责任,定期排查施工安全隐患,整改到位并复查,保障施工安全有序开展。(6)完善施工验收管控,按照验收标准开展分项、分部及整体验收,留存验收记录与检测数据,验收不合格的需限期整改并复核,直至达标后方可闭环,确保施工质量符合要求。

4.3 预防性道路养护的智能化管理体系构建

依托智能化技术构建管理体系,提升养护管控的精准度与效率,实现全流程信息化管控。(1)搭建一体化数据管理平台,整合道路检测数据、养护方案、施工记录、验收结果等全流程数据,建立标准化数据分类目录,实现数据集中存储、分类管理与实时共享,打破部门间信息壁垒。(2)构建数据采集与分析模块,对接智

能检测设备,自动采集路面性能、病害发展等数据,剔除无效数据杂质,通过算法对数据进行分析处理,生成标准化管控报表与精准决策建议。(3)优化养护决策智能化管控,基于大数据分析结果,结合道路实际状况与养护资源库存,实现养护时机、技术选型、资源配置的智能推荐,提升决策科学性与时效性。(4)强化施工过程智能监管,通过视频监控、物联网设备等,实时监测施工进度、施工参数及现场安全状况,设定关键指标预警阈值,实现违规操作自动预警,及时干预整改并记录。(5)搭建养护全流程追溯体系,对养护方案、施工过程、材料使用、验收结果等进行全程记录与溯源,明确各环节责任主体,确保管控可追溯、责任可落实。(6)完善体系运维与升级管控,配备专业技术人员负责平台运维,定期更新数据采集标准与分析算法,排查系统运行故障,保障体系稳定运行;结合养护管控需求与技术发展趋势,持续优化体系功能,适配养护工作智能化发展需求^[4]。

结束语:预防性道路养护是实现道路高效运维、降本增效的重要途径,贯穿病害识别、技术应用、流程管控全链条。本文梳理的智能化诊断技术、分类养护技术及全流程管控措施,贴合基层养护工作实际需求。未来道路养护需进一步推进智能技术与实操工作的深度融合,优化数据化管理模式,弥补现有管控中的细节短板。道路养护单位应结合区域路况特点灵活应用相关措施,持续完善预防性养护体系,为道路安全畅通与可持续运营提供坚实保障,推动道路养护事业高质量发展。

参考文献

- [1]王旭龙.预防性养护技术在市政道路沥青路面中的应用[J].中国厨卫,2025,24(11):199-201.
- [2]金俊聪.公路预防性养护工程设计探讨[J].读报参考,2025(19):188-189.
- [3]毛植.城市道路预防性养护技术研究与实践[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(7):010-012.
- [4]涂必芳.市政道路管理中的预防性养护措施研究[J].中华传奇(上旬),2022(25):0084-0085+0088.