

预防性养护技术在公路养护管理中的应用

窦生辉

遵义南环高速公路开发有限公司 贵州 遵义 563000

摘要：公路养护管理是保障公路通行安全、延长使用寿命的关键，预防性养护作为核心技术手段，能有效降低养护成本、延缓病害发展。本文结合公路养护实际，概述了预防性养护技术与公路养护管理的核心内涵及二者差异，分类阐述了路面、路基、桥涵及附属设施的预防性养护技术要点与适用场景，梳理了技术应用全流程及实施要点，从技术、管理、人员层面提出优化对策，为预防性养护技术在公路养护管理中的规范化、精细化应用提供实践参考，助力公路养护管理提质增效。基于遵义乐理至冷水坪高速公路的工程实践，为同类山区高速公路养护管理提供直接参考。

关键词：预防性养护；公路管理；技术要点；应用流程；实施要点

引言：随着公路交通事业的快速发展，公路使用负荷不断增加，路面、路基、桥涵等结构易出现各类病害，严重影响通行安全与公路使用寿命。传统事后修复养护模式成本高、效率低，已难以满足现代公路养护管理需求。预防性养护以“事前预防”为核心，能提前干预病害隐患，实现养护效益最大化。基于此，本文围绕预防性养护技术在公路养护管理中的应用展开研究，明确技术要点、应用流程及优化对策，为公路养护管理工作提供理论与实践支撑。

1 公路预防性养护技术与公路养护管理概述

1.1 公路养护管理的核心内涵

公路养护管理是围绕公路全生命周期开展的系统性工作，核心是通过科学规划、精准实施和动态管控，维持公路良好的技术状况，保障通行安全、顺畅与高效。其核心内涵涵盖养护规划、日常巡查、病害处置、设施维护等多个环节，不仅要及时处理已出现的公路病害，更要提前预判潜在隐患，实现“防患于未然”。公路养护管理的核心目标是延长公路使用寿命、降低养护成本，同时兼顾通行体验与交通安全，为社会经济发展提供可靠的交通保障，是公路交通事业可持续发展的重要支撑。

1.2 预防性养护技术的定义、特点

公路预防性养护技术，是指在公路结构处于良好状态或出现轻微病害初期，未发生结构性损坏时，采取的一系列针对性养护措施。其核心特点体现在前瞻性，提前干预潜在病害，避免小隐患发展为大损坏；经济性，相较于事后修复，可大幅降低养护成本，提升资金使用效率；微创性，养护施工对交通通行影响小，无需大规模开挖或封闭交通；长效性，通过科学养护可有效延缓

公路老化，延长其使用寿命，实现公路养护的精细化、科学化。

1.3 预防性养护与事后修复养护的差异对比

二者的核心差异体现在实施时机与理念上：预防性养护侧重“事前预防”，在公路无明显结构性损坏时开展，核心目标是延缓病害发展；事后修复养护侧重“事后补救”，在公路出现严重病害、影响通行安全时实施，核心目标是修复损坏、恢复通行。成本方面，预防性养护单次投入低、长期效益显著，可减少后续大修成本；事后修复养护单次投入高，且易因病害扩散增加养护频次^[1]。

2 公路预防性养护核心技术分类及适用场景

2.1 路基预防性养护技术

路基预防性养护技术重点围绕排水、加固、防护三大核心，明确操作要点及应用场景：（1）排水技术：定期清理边沟杂物与淤泥，保证沟底通畅，破损边沟用水泥砂浆勾缝防渗；渗沟、渗井按设计埋深施工，选用透水性好、卵石分层填筑压实，防止堵塞。适用于路基边坡易积水、地下水位高及雨季易水毁路段。（2）加固技术：换填法需清除表层软弱土层，换填高强度填料并分层碾压至压实度达标；注浆加固需确定注浆孔位置与间距，按设计压力均匀注入材料，填充路基空隙。适用于路基轻微沉降、承载力不足及表层土层软弱路段。（3）防护技术：植草、铺草皮需清理边坡浮土、平整坡面，选用适生草种并覆盖保湿；浆砌片石防护需清理坡面，确保片石摆放整齐、砂浆饱满、灰缝均匀，设置伸缩缝。适用于路基边坡坡度大、易冲刷、易滑坡路段^[2]。

2.2 路面预防性养护技术

路面预防性养护结合不同技术类型，明确施工要点

与适用条件：（1）封层技术：施工前清理路面杂物、浮尘及松散颗粒，确保路面干燥无油污，提前灌缝处理裂缝；采用喷洒法施工，控制喷洒厚度0.3-0.5cm，喷洒后及时撒布集料并碾压密实，杜绝漏喷、起砂。适用于路面无结构性损坏，仅存在轻微磨损、细小裂缝且平整度达标的路段，多用于高速、一级公路。（2）灌缝技术：用专用设备清理裂缝内杂物与积水，确保干燥洁净，裂缝宽度 > 0.5mm时需扩缝；选用与路面匹配的灌缝材料，加热至规定温度后匀速注入，填满后刮平与路面齐平，避免空隙、溢料。适用于路面线性、横向裂缝，宽度0.3-5mm且无结构性沉降路段。（3）微表处技术：施工前清理病害、修补坑槽松散部位，按设计配比搅拌混合料，控制沥青、集料、填料比例，摊铺机匀速摊铺，厚度0.5-1.0cm，摊铺后及时碾压。适用于路面轻微车辙、磨损、细小裂缝，抗滑性能下降且基层强度达标路段^[3]。

2.3 桥涵预防性养护技术

桥涵预防性养护聚焦防腐、防渗、结构检测，明确施工要点与适用范围：（1）防腐技术：钢结构桥涵采

用喷砂除锈，去除铁锈、氧化皮后及时涂刷底、面漆，确保均匀无漏涂、无气泡且厚度达标；混凝土桥涵清理表面浮浆杂物，涂刷防腐涂料，保证涂层与基体结合紧密。适用于所有钢结构桥涵，及混凝土桥涵外露构件、接缝部位。（2）防渗技术：桥面铺设防渗层前需清理平整、确保干燥，拼接严密无搭接缝隙；涵身采用水泥砂浆抹面，保证厚度均匀光滑，接缝、伸缩缝用密封材料填充防渗。适用于桥面易积水、涵身有渗水隐患的桥涵结构。（3）结构检测技术：用专用设备定期检测桥涵主梁、桥墩、桥台的裂缝与沉降并记录数据；检查支座并清理杂物，排查位移、损坏情况并及时调整更换。适用于所有在用桥涵，尤其适用于使用年限长、交通荷载大的桥涵。

2.4 附属设施预防性养护技术

为清晰对比附属设施各类预防性养护的施工要点与应用要点，便于规范养护作业，现将护栏、标志、隧道设施、标线的养护相关内容整理如下表1所示：

表1 附属设施预防性养护技术要点表

养护类型	施工要点	应用要点
护栏养护	定期检查完整性，更换破损、变形的护栏板、立柱，确保安装牢固、高度间距达标；对护栏除锈、涂刷防腐涂料，清理表面杂物油污，确保护栏醒目。	安装牢固无松动变形，防腐层完好，防护有效。
标志养护	检查标志完整性、清晰度，更换破损褪色面板，调整角度确保醒目准确；检查立柱、基础，加固松动基础，清理周围遮挡物。	安装规范，字迹图案清晰无遮挡，符合引导要求。
隧道设施养护	定期检查隧道通风、照明、消防设施，清理通风管道杂物，检修照明灯具，更换损坏部件，确保亮度达标；检查消防器材有效性，及时补充更换，排查隧道衬砌裂缝、渗漏水，做好封堵防护；清理隧道内杂物，保障通行安全。	设施完好、运行正常，防护到位，符合隧道通行安全要求。

3 预防性养护技术在公路养护管理中的应用流程与实施要点

本文遵循“全流程闭环、主动预防、精准实施”的研究思路，构建“现状调研→病害诊断→方案制定→施工管控→效果验收→持续优化”六位一体技术路线，具体实施逻辑如下：

3.1 前期调研与公路病害诊断方法

前期调研与病害诊断是预防性养护实施的前提，核心是全面掌握公路现状、精准识别潜在病害，流程与要点如下：（1）前期调研：采用“现场勘查+资料核查”结合模式，现场勘查重点排查路面、路基、桥涵及附属设施的外观状态，记录破损位置、范围及程度；资料核查调取公路设计文件、过往养护记录、交通荷载数据及气象资料，明确公路使用年限、结构参数及历史病害规律。调研范围需覆盖全路段，重点关注急弯、陡坡、桥面、交叉口等易损路段，形成完整的调研台账。（2）病

害诊断：采用“人工检测+仪器检测”协同方式，人工检测重点识别路面裂缝、坑槽、松散，路基边坡冲刷、沉降，桥涵渗漏、锈蚀等直观病害；仪器检测运用路面平整度仪、弯沉仪、雷达检测设备等，量化检测路面结构强度、厚度，路基压实度，桥涵结构应力等指标。

3.2 预防性养护方案的制定原则与流程

预防性养护方案制定需遵循科学、经济、可行原则，严格按照规范流程推进，确保与公路实际匹配，具体要点如下：（1）制定原则：坚持“因地制宜”原则，结合公路等级、交通荷载、病害类型及当地气候条件，选择适配的养护技术；坚持“经济性优先”原则，在满足养护标准的前提下，优化方案设计，控制养护成本；坚持“可操作性”原则，方案需明确施工工艺、设备要求、工期安排，符合现场施工条件；坚持“长效性”原则，兼顾短期养护效果与长期公路使用寿命。（2）制定流程：首先结合病害诊断报告，明确养护目标、范围及

优先级；其次筛选适配的预防性养护技术，对比不同技术的施工难度、成本及效果，确定最优技术方案；然后编制详细的施工方案，明确施工工序、质量标准、安全措施及工期计划；最后组织技术交底与方案评审，邀请专业人员核查方案的科学性与可行性，修改完善后定稿实施。

3.3 技术实施过程中的质量控制要点

施工质量直接决定预防性养护效果，要全程管控施工各环节，重点把控以下要点：（1）施工前控制：核查施工原材料质量，对沥青、集料、灌浆材料、防腐涂料等进行抽样检测，确保符合规范要求；检查施工设备性能，调试摊铺机、压路机、检测仪器等，确保设备正常运行；清理施工区域，清除路面杂物、浮尘及松散部位，平整施工基面，做好交通疏导预案。（2）施工中控制：严格按照施工方案及规范要求操作，控制施工参数，如封层厚度、灌缝材料注入量、微表处摊铺速度等，确保施工均匀、规范；加强工序衔接管控，上一道工序验收合格后，方可进入下一道工序；安排专人现场值守，及时纠正施工偏差，排查施工隐患，做好施工记录，留存影像资料。（3）施工后临时管控：对施工区域进行临时封闭，设置警示标志，禁止车辆、行人碾压；根据养护技术类型，落实养护期管控要求，如微表处施工后需养护72小时以上，严禁过早通行，确保养护层成型稳定^[4]。

3.4 实施后的效果检测与验收标准

效果检测与验收是检验养护质量的关键，需严格按照规范标准执行，具体流程与要点如下：（1）效果检测：养护完成后，采用现场检测与仪器检测相结合的方式，检测内容包括路面平整度、抗滑性能、裂缝闭合情况，路基沉降量、排水效果，桥涵防腐、防渗性能，附属设施安装精度等；对比养护前后的技术指标，评估养护效果，形成检测报告，对未达标的部位明确整改要求。（2）验收标准：严格遵循《公路养护工程质量检验评定标准》，验收分为分项验收与整体验收，分项验收针对各养护工序，整体验收针对全路段养护效果；验收

需核查施工记录、原材料检测报告、效果检测报告等资料，现场核查养护质量，确保符合设计及规范要求。

4 优化预防性养护技术在公路养护管理中应用的对策建议

结合当前预防性养护技术应用短板，从技术、管理、人员三方面提出优化对策，确保技术落地增效。（1）技术层面，推动技术创新升级，引入高性能材料及无人机、雷达等智能化检测设备，加强产学研融合，研发适配区域特点的专项技术，规范施工工艺。（2）管理层面，完善管理体系，建立全流程管理机制，优化动态养护计划，搭建信息化档案管理平台，实现精细化管理。（3）人员层面，构建专业队伍，定期开展智能化设备操作、新型技术施工培训，建立考核机制，将养护质量与考核挂钩，同时引进专业人才，弥补高端人才缺口^[5]。

结束语

本文系统研究了预防性养护技术在公路养护管理中的应用，明确了各类核心养护技术的施工要点与适用场景，梳理了从前期调研到后期验收的全流程实施规范，并提出针对性优化对策。预防性养护技术的有效应用，是推动公路养护管理从“被动修复”向“主动预防”转变的关键。未来需持续推动技术创新、完善管理体系、智慧监测、大数据决策、低碳养护、强化人才建设，结合公路实际优化应用模式，充分发挥预防性养护的长效优势，助力公路交通事业可持续、高质量发展。

参考文献

- [1]王建军.预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用[J].四川建材,2025,51(4):200-202,206.
- [2]曾杰.预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用[J].科学与信息化,2024(3):172-174.
- [3]于海波.预防性公路养护技术在公路工程中的应用探讨[J].模型世界,2023(21):155-157.
- [4]郭国军.公路养护中的沥青路面预防性养护技术应用[J].大众标准化,2025(1):125-127.
- [5]王凯.预防性公路养护技术在公路养护中的应用[J].科技创新与生产,2025,46(4):140-143.