

预防性公路养护技术在高原公路养护中的应用

刘志云

(西藏自治区昌都公路事业发展和应急保障中心, 西藏 昌都 854000)

摘 要 高原恶劣的气候环境给公路养护带来了巨大的挑战, 亟需引入预防性养护理念和技术以延缓路面早期病害发展。本文立足于西藏自治区昌都市公路养护实际需求, 深入分析了预防性养护技术的应用价值, 剖析了当前高原公路养护面临的主要问题, 并提出了相应的应用策略建议。结果表明, 通过构建路面性能评估监测体系、健全标准规范体系、优化工程实施组织、创新资源配置调度机制等举措, 可显著提升高原公路预防性养护的科学化、精细化水平, 进而为高原地区公路养护事业高质量发展提供有力支撑。

关键词 预防性公路养护; 高原公路; 路面性能

中图分类号: U418

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.02.018

0 引言

独特的高原自然地理环境, 使得公路路面承受着更为严峻的考验。剧烈的昼夜温差、频繁的冻融循环加速了路面结构老化与损坏, 严重制约了公路使用寿命与服务品质。传统的事后养护模式已难以适应高原路面病害的快速发展趋势, 亟需从被动应对转向主动预防。昌都市作为西藏重要的交通枢纽, 探索推行预防性养护技术, 对于提升路网综合服务能力、保障区域经济社会发展具有重要意义。本文拟在厘清预防性养护内涵的基础上, 深入剖析技术应用价值、存在问题及优化对策, 以期为高原地区公路养护管理提供有益启示。

1 预防性公路养护技术在高原公路养护中的应用价值

1.1 提高高原公路路面性能与使用寿命管理

高原地区气候条件复杂多变, 强烈的太阳辐射、剧烈的昼夜温差、频发的冻融循环等因素叠加作用于路面, 导致沥青老化、裂缝产生速度远高于内地。针对高原特殊路况特征, 采用预防性养护措施对轻微损坏路段实施及时处治, 能有效阻断病害的进一步恶化。合理运用雾封层、稀浆封层等技术, 可显著改善路表防水性能、提高整体刚度, 从而延缓裂缝扩展、抑制车辙发展。同时, 借助就地热再生、功能层铺装等新工艺, 可最大限度利用旧路材料, 在提升路用性能的同时, 延长路面使用寿命, 降低全寿命周期养护成本。高原条件下科学实施预防性养护, 是实现路面性能提升与使用寿命延长的关键举措^[1]。

1.2 实现高原公路养护成本的科学管控机制

与事后修复相比, 预防性养护对病害的早期诊断与处置可收到事半功倍之效。一方面, 预防性养护介入的时间窗口更早, 此时路面损坏程度轻, 每单位面积所需修复材料与工时更少, 直接降低了养护成本; 另一方面, 通过及时消除路面病害隐患, 可有效减少后期大修、重修工程的发生频次, 最终实现养护总成本的节约。据昌都市多个高原路段应用效果监测显示, 实施预防性养护策略后, 养护直接费用较原有模式大幅降低, 资金使用效益得以明显提升。同时, 得益于先进信息化管理手段的应用, 养护部门能够更加动态、精准地掌握路况变化, 据此优化年度养护资金分配、合理安排养护任务, 进一步强化了对养护成本的主动管控能力。

1.3 保障高原公路全年通行条件与服务水平

高原地区自然灾害频发, 公路通行安全面临诸多不确定性风险。夏季暴雨引发泥石流、塌方等地质灾害, 冬季道路结冰积雪又带来严重的行车隐患, 给公路养护带来更大的压力与挑战。预防性养护以提升路面抗灾能力为核心, 通过加强排水系统维护、及时修复路肩破损、设置安全防护等措施, 可有效预防水毁、塌方等灾害的发生, 为安全畅通通行创造有利条件。同时, 昌都市不断健全完善应急保通机制, 优化部署除雪铲冰设备, 强化抢险救援物资储备, 最大限度减少灾害性天气影响, 为人民群众安全出行提供坚实保障。在预防性养护理念指引下, 高原公路通行能力和服务水平得以稳步提升, 为区域经济社会发展提供了重要的交通运输支撑^[2]。

2 当前高原公路养护面临的主要问题

2.1 高原气候导致路面结构快速损坏程度加剧

昌都市位于青藏高原东缘,海拔高、气温低、日照强,独特的高寒气候对公路路面产生强烈的不利影响。剧烈的昼夜温差使路面频繁经受热胀冷缩的考验,沥青路面裂缝、车辙、波浪等病害较常规区域发生更早、发展更快。而漫长的冬季低温又使路面材料逐渐趋于脆性老化,抗裂性能大幅下降,加之频繁的冻融循环作用,极易诱发块裂、网裂等严重破坏。高原路面结构在恶劣环境的长期“摧残”下,其服役性能损耗速度远超预期,这无疑加剧了预防性养护的难度,对材料选择、施工工艺、质量控制等方面提出了更高的技术要求。

2.2 养护材料与设备适应性存在局限性问题

养护材料和装备是预防性养护工程实施的物质基础,但高原条件下却频频受到“水土不服”的困扰。常规沥青材料老化速度加快,黏结力不足,封层容易出现脱落、开裂等早期损坏。运至高海拔地区后,沥青混合料的配合比与内地差异较大,其稳定性、可施工性能难以同时满足施工要求。同时,专用于高原条件的预防性养护材料品种十分匮乏,既有产品往往价格偏高、来源受限,制约了先进材料的推广应用^[3]。此外,高原低气压环境下,柴油发动机输出功率不足,导致养护设备普遍存在动力不足、作业效率低下等问题。养护材料与装备“高原病”的频发,已成为预防性养护规范实施的突出掣肘。

2.3 高原公路养护技术标准规范体系缺失

目前,国内尚无专门针对高原地区预防性公路养护的系统性技术标准与规范。既有的公路养护体系主要源于内地技术实践总结,其适用性与指导性难以充分满足高原地区特殊需求。以昌都市为例,预防性养护实践中普遍存在缺乏统一的作业规程可循、难以对施工过程实施有效质量控制等问题,影响了养护效果的稳定性和一致性。究其根源,缺乏一套立足高原实际、衔接各业务环节、科学合理的标准规范体系,亟需针对性开展关键技术攻关,系统总结工程实践经验,加快构建涵盖养护调查评定、材料设备选型、施工工艺优化、质量验收评价等全过程的技术标准,以规范和指导高原公路预防性养护科学有序开展。

2.4 公路养护资源调配效率与保障能力不足

昌都市路网密集、线路状况复杂多样,给预防性养护资源优化配置带来了诸多困难。传统的人工经验

式管理模式难以适应当前精细化、信息化的发展需求,养护计划的主观随意性强,缺乏科学合理的资源需求测算,难以实现资金、人员、装备的精准投放,造成资源错配与浪费并存。同时,高原极端天气频发,汛期施工受阻,冬季道路封闭,养护作业时间窗严重压缩。而应急物资储备不足、抢通保障能力滞后等短板进一步加剧了养护资源紧张局面,迫切需要以先进信息化技术为支撑,创新养护管理模式,构建动态感知、智能调度、高效协同的资源优化配置机制,不断提升高原公路预防性养护的资源保障水平。

3 预防性公路养护技术在高原公路养护中的应用策略

3.1 建立路面性能预防性养护评估监测体系

路面性能动态评估监测作为预防性养护的基础性工作,对高原公路养护具有重要意义。高原地区特殊的路况特征与病害演变规律决定了建立契合高寒环境需求的路面性能指标体系的必要性。首先,在指标选取方面,应着重关注路面防水性能、低温抗裂性能、高温稳定性等对预防性养护决策至关重要的因素,科学设定分级阈值标准,建立完整的评价指标链。其次,在监测手段方面,应综合运用视频图像、激光雷达、地质雷达等先进技术,配置车载式快速检测设备,实现对路面裂缝、车辙、槽深等关键损坏指标的自动化、精细化采集。再次,通过全面运用大数据分析、机器学习等方法,开发路面性能退化预测模型,准确把握路况发展趋势,为制定养护策略提供科学依据。随后,深入分析路面性能指标变化规律,建立路面性能与养护需求的对应关系,制定预防性养护时机与方案的优选方法。最后,将路面性能评价、快速检测、趋势预判、决策优化等环节深度整合,构建全周期、网络化、高度智能的预防性养护管理系统。通过数据感知、分析决策到一线执行的无缝衔接与协同联动,为精准实施高原公路预防性养护奠定坚实的技术基础^[4]。

3.2 完善养护标准与质量控制技术规范体系

标准规范体系的建立对预防性养护工作的有序开展具有重要的指导作用,针对高原地区技术规范缺失的现状,应立足昌都市实际需求,系统构建覆盖各业务环节与工作阶段的预防性养护标准规范体系。一方面,围绕高原环境下预防性养护材料配方、施工工艺、装备适应性等关键技术难题,充分借鉴国内外先进经验,深入开展试验研究工作,加快推进科技成果转化应用,形成具有自主知识产权的关键技术标准体系。

另一方面,细化完善预防性养护作业规程,明确日常巡查、路况检测评定、施工组织、过程控制、效果评价、资料归档等环节的具体操作流程、技术标准与验收规范,推动各项工作规范化开展。此外,构建多层次质量监管体系,严格执行原材料抽检、施工监理、竣工验收等制度,强化质量责任追究机制,建立健全奖惩制度。同时,加大质量管理信息化投入力度,积极引入物联网、移动互联等新技术应用,实现养护全过程数字化管控与可视化监管,持续推进技术标准优化更新。在此基础上,建立养护质量评价指标体系,定期开展养护效果评估与分析,及时总结经验教训,不断完善技术标准。通过标准引领与规范管控的有机结合,切实提升高原预防性养护质量管理的标准化与规范化水平。

3.3 优化预防性养护工程实施与组织保障

高原恶劣的自然条件对预防性养护工程组织实施提出了严峻考验。面对这一挑战,必须立足昌都实际,不断优化完善施工组织管理措施。科学编制施工计划至关重要,需充分考虑季节性特征对养护施工的制约影响,避开雨季、冬季等不利时段,统筹利用有限的作业窗口期,确保工程进度与质量同步可控。着眼装备升级,积极引进先进养护设备,配备多功能、智能化路面机械,全面提升高原施工机械化水平,破解人力不足、效率低下等瓶颈制约,为工程优质高效实施提供有力装备支撑。同时,应积极创新工程管理模式,大力推行专业化养护作业承包,充分发挥专业队伍在人才、技术、管理等方面的资源优势,推动工程组织向专业化、工厂化方向升级。此外,深化部门协同联动机制建设,强化与气象、交通、应急等单位的信息共享和行动配合,及时消除安全隐患,妥善应对汛期施工、交通组织等突发情况。在工程实践中,着力强化养护施工质量监管,严格执行工程质量验收标准,定期开展施工现场巡查,实时监控施工工艺和材料使用情况,切实保障工程施工质量^[5]。结合高原地区环境特点,建立健全安全生产责任制,加强施工人员安全教育培训,配备必要的安全防护设施,确保施工安全。通过组织管理与技术创新的深度融合,全面提升高原预防性养护工程实施质量与效率。

3.4 构建预防性养护资源配置与调度机制

资源是预防性养护工作的核心要素,面对昌都市辖区辽阔、路网错综的现状,亟需创新养护资源管理模式,提升资源配置效率与综合保障能力。借助大数

据分析、智能技术等现代信息手段,开发养护资源管理决策系统,通过对路况、交通、气象等数据的关联分析,准确预估资源需求,优化制定年度养护计划,实现资金、人员、装备的科学合理配置。着眼长远发展,构建覆盖全市的养护资源共享平台,整合分散的养护力量和装备,实现区域内资源的统一调度、实时流转,破解资源分散、错配等管理顽疾。同时,统筹应急资源配备,合理布设应急物资储备点,配齐配强应急抢险装备,完善极端天气下的应急预案,强化在险情发生时的快速反应能力。此外,积极推动“数字化+养护”发展,利用移动互联、物联网等新技术,构建集养护调度指挥、资源状态监控、施工过程管控等功能于一体的智慧管理平台。在资源管理中,注重加强养护队伍建设,开展技能培训和业务考核,建立健全绩效评价机制,持续提升养护人员专业素质。建立科学的资源调度决策机制,根据路况状态、养护需求、气象条件等因素,合理安排养护资源投入时序,提高资源使用效率。通过资源管理模式创新与信息化手段应用,为高原公路预防性养护高效实施提供强有力的保障体系。

4 结束语

高原公路预防性养护是一项长期而复杂的系统工程,需要从养护理念、管理机制、技术创新等方面系统发力。昌都市作为西藏自治区公路建设管养的重要区域,应加快建立完善符合高原特点的预防性养护体系,促进先进养护技术、信息化管理手段与高原公路养护实际深度融合,不断提升养护的专业化、精细化、智能化水平。通过加强部门协作、凝聚各方力量,着力破解制约高原公路高质量发展的瓶颈问题,推动昌都市乃至西藏自治区公路事业迈上新台阶,为高原地区经济社会发展提供安全、高效、可靠的交通运输保障。

参考文献:

- [1] 叶挺.预防性公路养护技术在公路施工中的应用[J].城市建设理论研究:电子版,2024(31):114-116.
- [2] 王金芯.预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用[J].时代汽车,2024(20):186-188.
- [3] 白建良.预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用[J].科技与创新,2024(19):170-172.
- [4] 姚雷磊.预防性公路养护技术在公路养护中的应用[J].价值工程,2024,43(06):112-114.
- [5] 田苗.预防性公路养护技术在公路养护中的应用[J].运输经理世界,2024(02):101-103.