

预防性公路养护技术在公路施工中的应用

王 婷

(灌南县四通公路养护工程有限公司, 江苏 连云港 223500)

摘要 预防性公路养护技术作为现代公路建设的重要发展方向, 强调在施工阶段前置性防护并开展全周期管理, 以实现道路性能的长期稳定, 并延长公路使用寿命。本文基于公路施工的实际需求, 从路面、路肩、边坡、排水及附属工程等方面阐述预防性养护的主要技术措施, 旨在对促进公路养护工作由被动维修转变为主动防控有所裨益, 进而降低后期维修成本, 提高工程项目运行的安全性、经济性, 促进公路施工质量与管理水平双重提升, 为公路工程的可持续发展提供坚实的技术支撑。

关键词 公路施工; 公路养护; 预防性养护技术

中图分类号: U418

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.35.032

0 引言

随着交通运输需求不断增长, 公路工程在高频运行和复杂环境下的耐久性问题愈发突出。传统养护模式多以事后修复为主, 存在成本高、周期长、对交通影响大的弊端。预防性养护理念的提出, 使公路施工从建成后维护向建设中防护转变, 即在施工环节通过科学设计、优质材料和智能检测手段预先防控潜在病害。该理念强调以全寿命周期为核心, 通过早期诊断、精准干预和动态管理, 减少后期病害发生率, 提升道路的长期使用性能。对此, 以公路施工阶段为研究重点, 探讨预防性养护技术在路面、路肩、边坡及排水设施等方面的应用策略, 有助于为公路工程高质量建设、智慧化运维提供实践参考。

1 公路施工中预防性养护的重要性

1.1 提升道路耐久度

在公路建设进入高强度运营阶段后, 路面结构长期承受车流荷载、气温变化及雨水侵蚀, 任何轻微的损伤若未及时处理, 都会迅速扩展为影响整体结构的深层病害^[1]。因此, 预防性养护的重要性首先体现为早介入。施工管理部门借助定期巡查、表面破损监测及裂缝趋势分析, 可以在病害刚刚出现时实施薄层覆盖、填缝封水、局部修补等轻量化措施。此类处置方式施工时间短、干扰交通小, 通过小成本投入抑制大范围损伤的发生, 从而延长路面的使用年限。此外, 预防性养护强调保持路面清洁、排水系统通畅、边坡稳定, 使道路常年处于良好技术状态。由于干预及时, 路面得以维持良好的整体强度, 未来发生大修的概率明显降低。

1.2 保障行车安全

在高速通行环境下, 路面性能的微小变化往往会放大为更明显的安全隐患, 因此预防性养护在行车安全方面的作用尤为突出。通过及时处理表面老化、早期车辙、轻微龟裂等问题, 可以维持路面足够的摩擦系数, 使车辆在雨天、湿滑弯道或长坡路段保持稳定性, 不易出现侧滑、甩尾等危险情况。同时, 预防性养护也会同步校查标志、标线、反光设施的完好度, 使道路引导信息清晰醒目, 减少驾驶员判断失误。对于交通量大、重载车占比高的路段, 技术人员通过适时喷洒抗滑材料、加铺薄层或提升排水效率等做法, 使结构始终保持良好的承载能力, 避免因局部损坏造成事故风险扩散。

1.3 改善出行体验

随着公路运输向高质量发展迈进, 预防性养护不仅关乎结构安全, 更涉及公众体验与沿线环境质量。通过保持路面平整干净、减少裂缝与坑槽, 车辆行驶的振动与噪声显著降低, 驾驶者能够获得更顺畅、舒适的出行感受。同时, 预防性养护还把沿线绿化、边坡整治、排水沟清洁等内容纳入整体维护, 使道路视觉环境更整洁, 行车视野更开阔, 有助于减轻驾驶疲劳。近年来, 养护领域越来越多地采用低排放沥青、抗滑环保薄层、节能型乳化材料等环保型材料及节能工艺, 使道路维护过程对环境的影响进一步下降。此外, 通过减少因严重病害引发的大规模封闭施工, 预防性养护能够显著降低拥堵概率, 避免因交通延误造成的社会成本, 从而使公路在长期运营中不仅保持能用, 更能保持好用, 实现向高品质服务性能转变。

2 公路施工中的预防性养护技术措施

预防性养护技术强调在公路尚未出现明显损坏前,通过监测、分析和轻量化干预保持路面结构的稳定状态,从而阻断损伤扩展趋势,延长道路使用寿命。其在公路施工中的具体应用如下。

2.1 路面预防性养护

施工单位应根据公路等级、气候条件及交通荷载强度,制定科学合理的路面质量检查周期。通常采用现场踏勘、钻芯取样或检测车巡检等方式开展检测工作,通过踏勘可及时掌握路面表层的平整度、裂缝及松散情况,而钻芯取样则能对路面结构层的密实度、强度及结合状况进行全面分析^[2]。对于交通繁忙、受气候影响显著的路段,应适当缩短检测周期,确保隐患在萌芽阶段得到处理。在材料选择上,预防性养护强调以防为主、以养代修。针对路面初期出现的裂缝问题,可采用具有良好流动性和早期强度的新型灌缝材料进行修补。该材料由水泥、细沙及一定比例的优质外加剂组成,具有微膨胀性,能在注入缝隙后迅速填充并与原结构形成紧密结合,从而防止雨水渗入造成二次破坏。灌缝完成后,裂缝处能形成稳固的结构连接,抑制裂纹扩展。此外,为延缓路面表层老化和磨损,可采用细骨料耐磨沥青混凝土作为表层防护材料。其典型配合比为胶凝材料 1、细骨料 2.95、石 1.89、精钢砂 0.37、水 0.52,通过添加精钢砂与降低水用量的方式提升耐磨性能。与普通沥青混凝土相比,该材料在车辆高频通行条件下能更好地抵抗剥落磨耗,延长路面寿命。

2.2 路肩预防性养护

路肩不仅起到公路结构的边界支撑作用,还承担着车辆紧急停车、排水及防护功能,其稳定性直接影响到路面与边坡的整体安全。由于长期受车辆荷载、雨水冲刷及温差变化等多重因素影响,路肩极易发生不均匀沉降、裂缝、剥蚀甚至脱空等病害^[3]。因此,在具体养护中,施工单位应确保路肩平整、密实并与主路面形成稳定衔接,定期采用踏勘、静载检测或红外扫描等方式对路肩进行状态评估,重点检查是否存在坑洼、裂缝及表层松散等问题。针对长时间停车或排水集中的区域,应结合交通特征和地质条件,采用注浆工艺修复沉陷部位,以恢复其承载能力。为防止路肩表层受磨损、渗水破坏,可在施工或后期养护阶段采用防渗型涂覆材料进行表面加固处理,提升抗渗性。此外,施工单位应建立一年至两年的定期更换或检查周期,对出现松动、移位及脱离路面主体的路肩

石及时修复或更换,即使材料尚未完全损坏,也应通过提前更换或使用粘结修补砂浆加固的方式消除潜在隐患,为道路整体的安全运行提供坚实的保障。

2.3 边坡预防性养护

边坡作为公路两侧最易受自然侵蚀和地质变动影响的部位,若未进行系统性防护与养护,极易出现滑塌、坍方、滚石及水土流失等问题,直接威胁公路安全运行。因此,在施工与早期运营阶段,施工单位应通过结构检测、加固修复及生态维护等措施建立全周期预防体系。对于采用喷锚支护、砌体护坡或生态植被防护的边坡,应分别制定针对性的预防性养护方案,确保其在复杂地质环境下的稳定性。在喷锚支护体系中,养护的核心是监测锚杆受力与混凝土表层状况。施工人员可定期通过应力检测设备测量锚杆张拉力,及时判断是否存在预应力衰减或锚固失效的隐患;一旦发现承载力不足,可采用张拉补强或增设锚杆的方式进行结构加固^[4]。同时,应对外露混凝土层或砌块面板进行巡检,对起砂或表层开裂部位实施注浆填充或表面抹灰修复,防止裂缝扩大、水分渗透。必要时可在防护层外增设一层具防水功能的柔性砂浆涂层,进一步提升抗裂抗渗性能,确保支护体系在湿热环境和雨季条件下依旧保持稳定。对于以生态植被为主要护坡形式的工程,应定期检查植物的生长状态及根系稳固能力,尤其在季节交替或暴雨期后,要重点评估植被层的水土保持效果。为防止植物病害或土壤板结导致护坡失稳,可采取周期性灌溉、施肥、喷药等综合养护措施,同时适时补植成活率低的区域,维持坡面植被的生态完整性。在土壤含水率较低或冲刷严重的地区,可辅以土壤固化剂或防蚀纤维网加固,以提高抗冲刷能力。

2.4 排水设施预防性养护

公路在降雨条件下若排水不畅,极易造成积水、软基失稳及路面裂缝扩展等问题,其根源通常包括路面坡度变化导致排水口位置偏高、排水管道堵塞或破损及降水量超出设计排水能力等情况。因此,施工单位应定期检测公路纵横坡度与排水口高程,若因沉降或施工变形导致坡度不合理,应通过调整排水口或局部重铺路面予以校正,使雨水能顺利汇流至最低点。对于管道、井口及集水沟等部位,应根据设备特性制定相应的养护周期,易损部件需在达到设计寿命前进行更换。日常养护中,管理人员应对设备运行数据进行趋势分析,重点关注磨损程度、流量变化与运行负荷,通过数据预测设备潜在风险,提前制定维护或替换计

划,避免系统性故障发生^[5]。在时间安排上,预防性养护应重点集中在雨季来临前完成。养护人员需全面检查排水沟、边沟及管道通畅情况,对积存的淤泥、杂物进行清理,防止堵塞影响排水性能。若发现设施存在裂缝、破损或老化,应立即采取加固或修补措施,必要时进行整体更换,以确保其结构稳固性。同时,应对管道接口、检查井盖及集水井进行密封性检测,避免雨水倒灌或渗入路基,使公路在自然降雨条件下保持稳定运行状态。

2.5 公路栏杆预防性养护

在公路施工中,栏杆虽属于附属结构,但在公路边界、保障行车安全与规范人车分流方面具有不可替代的作用。其长期暴露于风雨、阳光及尾气污染等复杂环境中,极易出现锈蚀、褪色、松动等问题,若缺乏预防性养护,不仅影响公路整体形象,还会在突发情况下降低安全防护能力。因此,施工单位应建立定期清洁制度,保持栏杆表面光洁,防止尘土、油污及尾气沉积形成腐蚀层。对于空气污染较重或酸雨频发的地区,应在降雨后及时进行冲洗,以避免酸性物质长期附着造成金属表面氧化。在冬季或高寒地区要重点落实防冻养护,可通过更换抗冻型材料或在栏杆外层增设保温防护层,防止温度骤降导致的金属脆裂与焊缝开裂问题。同时,应定期检测栏杆表面防锈涂层的完整性,一旦发现剥落、锈蚀或变色,应及时打磨重涂或更换防腐层,以延长结构使用寿命。此外,为应对交通事故频发区域的风险,可结合道路实际情况设置反光标识、缓冲护栏及防眩装置,提高夜间行车安全性。在预防性维护中,还需关注栏杆的结构连接处与基础稳定性,防止因震动或外力冲击造成松动或倾斜。管理单位应根据交通流量与环境特征制定栏杆检查周期,一般建议半年至一年进行一次全面检测,对存在安全隐患的部分及时加固或更换。施工单位还应推动智能化养护管理,通过监测传感装置记录栏杆应力变化与腐蚀趋势,实现预警式维护,为道路运行提供持久的安全保障。

2.6 路灯预防性养护

由于路灯设施集成了电气系统、结构构件及通信控制装置,长期运行中易受气候、振动、湿度及电压波动影响而出现灯具老化、线路短路、亮度衰减等问题。为此,在公路施工阶段应同步规划预防性养护方案,构建以智能监测、周期检测和部件更新为核心的综合维护机制^[6]。现代路灯养护的关键在于引入信息化手段,可在每个路灯中植入物联网智能芯片,实时

监测亮度、电压、电流等运行指标,当出现亮度过低、电流突变或供电不稳等异常数据时,系统能第一时间将信息推送至管理终端,维护人员即可精准定位故障位置并实施针对性修复。同时,通过历史数据分析预测设备老化趋势,提前制定更换计划,提高设施运行的可靠性。

在日常维护层面,养护人员应定期检测路灯的亮度与照射角度,使用专业亮度计在灯杆下方、距离灯基一定范围的地面上进行测量,并在不同时段多次取样以获得平均照度值。对于支架、灯具固定螺栓及电缆管线等部位,应定期检验其牢固性与防腐性能,防止因松动或腐蚀引发安全隐患。另外,也可根据部件使用寿命与磨损程度建立周期性更换制度,确保新装部件的规格与质量符合标准,避免性能不匹配造成供电不稳。针对老旧设施,还应在表面涂覆防氧化保护层,以增强防晒防潮性能。

3 结束语

预防性公路养护技术的推广应用标志着公路设计理念的根本转变。通过在施工阶段提前融入检测、预警与防护机制,可实现工程质量的全过程控制,避免传统养护的滞后性,不仅能降低结构老化速率,延缓病害发展,也能提高道路安全性及通行舒适度。未来,施工单位应进一步推广先进技术在公路养护中的应用,构建以信息化管理为核心的预防性养护体系,使预防性养护成为提升公路施工质量、延长使用寿命、促进交通可持续发展的重要保障。

参考文献:

- [1] 高永豪.公路施工中预防性公路养护技术的具体运用[J].汽车周刊,2025(08):63-65.
- [2] 邬强.沥青路面预防性养护技术在公路养护中的应用[J].运输经理世界,2025(19):114-116.
- [3] 翟鹏.预防性公路养护技术在公路施工中的应用研究[J].运输经理世界,2025(16):132-134.
- [4] 王树杰,张鹏,邬冰,等.预防性养护技术在高速公路沥青路面养护中的运用评价[J].石油沥青,2025,39(02):56-62.
- [5] 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(04):200-202,206.
- [6] 李文江,曹伟杰.预防性公路养护技术在现代高速公路养护中的应用探讨[J].价值工程,2025,44(09):112-114.