

# 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<sup>[1]</sup>。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,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核标志、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<sup>[2]</sup>。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损,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<sup>[3]</sup>。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,极易出现滑坡、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<sup>[4]</sup>。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<sup>[5]</sup>。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<sup>[6]</sup>。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建设理念的根本转变。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] 郭强.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,郭冰,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.