

预防性公路养护技术 在公路工程中的应用研究

唐 溪

(四川成渝高速公路集团股份有限公司公路运营管理二分公司, 四川 成都 610041)

摘 要 在公路工程全生命周期管理工作中, 预防性公路养护技术已摆脱传统意义上的“辅助养护手段”定位, 成为支撑公路长效运营的核心战略举措。该养护模式以“早发现、早干预、早处置”为核心原则, 要求养护工作人员结合公路实际运营工况, 常态化开展路面及结构关键部位的养护作业, 统筹兼顾公路设施的日常运维管理与长期安全保障。本文全面梳理了预防性养护技术在公路工程中的多元应用价值, 深入拆解了各类技术的具体实施流程与关键要点, 目的在于有效延长公路设施使用寿命, 提升公路通行质量, 旨在为公路工程实现长期稳定运营提供参考。

关键词 预防性公路养护技术; 公路工程; 路面裂缝密封技术; 微表处养护技术; 稀浆封层技术

中图分类号: U418.4

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.25.017

0 引言

公路作为区域交通网络的核心组成部分, 其运营质量与使用年限直接关系到区域经济发展活力与群众出行的安全便捷性。近年来, 我国交通基础设施建设不断推进, 公路通车总里程持续增长, 随之而来的是交通流量的大幅攀升, 重载车辆通行频次不断增加, 导致公路设施长期处于高负荷运行状态。在长期使用过程中, 路面破损、结构老化等各类病害逐步显现, 不仅影响公路通行品质, 还增加了后期养护成本。在此背景下, 深入研究并推广应用预防性公路养护技术, 对于提升公路运维水平、降低养护成本具有重要的现实意义。

1 预防性公路养护技术在公路工程中的应用价值

养护人员利用专业的检测仪器, 在公路病害刚出现的时候, 就可以准确地发现隐患信号, 并且可以了解到病害的初期情况以及发展趋向, 这个时候再开展养护作业就不需要对公路主体结构进行大规模的拆解, 操作流程更简单, 耗材和人力投入量也比后期大修工程要少得多, 可以有效地降低养护成本。采用科学合理的预防性养护技术, 可以大大降低公路设施全生命周期的养护费用, 提高养护资金的使用效率, 避免养护资金的浪费, 给公路工程长期稳定运行提供强有力的经济保障, 减少养护作业对公路通行的影响, 保证

交通通行的连续性。从通行安全的角度来说, 公路设施性能逐渐衰退, 会带来各种各样的安全隐患, 直接危及过往车辆和行人的出行安全。路面细微裂缝如果不及处理, 雨水浸泡后会慢慢向深处发展, 最终形成坑槽、沉陷等严重病害, 使车辆行驶时容易产生颠簸、打滑、失控等问题; 路面抗滑性能下降之后, 雨雪天气中车辆制动距离明显变短, 交通事故的发生率也会大大提高; 公路结构内部的隐蔽病害, 如果长时间不被发现, 就会引起路面塌陷等重大安全事故, 造成严重的人员伤亡和财产损失。养护人员利用预防性养护技术有目的地对路面进行修复、改善性能和隐患排查, 及时消除各种安全风险, 保证公路设施良好的通行性能和结构稳定性^[1]。

2 预防性公路养护技术在公路工程中的应用策略

2.1 应用路面裂缝密封技术, 遏制病害进一步扩散

养护人员在裂缝密封作业之前要对路面进行全面检查, 采用人工排查和专业检测设备相结合的方法, 逐一查清路面裂缝的种类、长度、宽度、深度和分布情况, 做好详细的记录, 为以后的密封作业提供准确的数据支持。在排查过程中, 养护人员要重点对车辆行驶频繁的地方等容易出现裂缝的部位进行检查, 不能有丝毫的疏忽^[2]。宽度小于 5 mm 的细微裂缝不需要开槽处理, 可以直接使用专用裂缝密封胶灌注; 宽

作者简介: 唐溪 (1977-), 女, 本科, 工程师, 研究方向: 道路与桥梁。

度大于5 mm的中大型裂缝需要先用专业开槽机对裂缝两侧进行规范开槽,开槽的宽度和深度要根据裂缝实际情况来控制,保证能充分暴露裂缝内部结构,为后续清理和密封作业创造良好的条件。开槽后用高压吹风机、毛刷等工具清除裂缝内杂物、积水、灰尘和老化密封材料,保证裂缝内干燥、干净,给密封胶良好黏结创造条件。施工期间养护人员要精确控制密封胶的灌注量和施工温度,根据裂缝宽度和深度准确调节密封胶灌注速度和用量,保证密封胶能完全填充裂缝内部空间,达到有效密封、阻止病害扩散的效果。密封胶选择要结合公路运营环境等各方面因素,使用黏结性强、弹性好、耐老化、抗高低温的专用密封胶,保证密封效果的持久性。密封胶灌注完毕后,养护人员应及时用刮板等工具将裂缝表面多余的密封胶刮平,使密封胶与路面表面齐平,保证路面平整度,防止影响车辆行驶。

2.2 采用微表处养护技术,修复路面轻微破损隐患

微表处养护技术是以聚合物改性乳化沥青为结合料,配合级配碎石、矿粉、水和专用添加剂,采用专业机械拌和后均匀摊铺在路面表层的薄层养护工艺,施工方便、效率高,养护成本比传统工艺低30%~40%,修复后路面使用寿命可延长3年~5年。养护人员在采用微表处技术之前,需要对路面状况做详细的勘察和评价,确定路面破损的种类、程度和结构情况,保证路面只有轻微的车辙、松散、细小的裂缝或者磨损,路面结构整体完好,没有严重的结构性病害,从而保证微表处技术的适用性。路面严重沉陷、坑槽、结构损坏时,先做路面结构性修复,后做微表处养护。勘察结束后,养护人员要制订详细的施工方案,施工前,养护人员可以对路面进行彻底清理,去除路面表面杂物,必要时采用高压水枪冲洗路面,确保路面表面干净干燥平整,无任何影响微表处材料黏结的杂质。清理完成后,养护人员需对路面进行预处理,路面细微裂缝可采用密封胶简单密封处理,防止摊铺后雨水渗入裂缝内部;路面局部不平整部位需进行找平处理,为微表处材料摊铺提供良好基础条件。材料拌和环节,养护人员要严格按照设计配比,精准控制各材料用量,其中聚合物改性乳化沥青用量控制在混合料总质量的6%~8%,级配碎石用量占比70%~80%,矿粉用量占比5%~8%,水及添加剂用量根据施工环境微调。同时控制好拌和时间与速度,采用专用拌和设备充分拌和,保证各材料均匀混合,避免出现拌和不均、材料离析或结块等问题。拌和完成后,养护人员需对拌和料稠度、

均匀度进行检查,符合要求后,方可进行摊铺作业。

2.3 推行稀浆封层技术,增强路面抗滑耐磨性能

稀浆封层技术操作简单、施工速度快,单车道每天施工里程可达8 km~12 km,养护成本只有传统大修工艺的20%~30%,不仅可以修补路面表面的细微缺陷、修复轻微破损,提高路面抗滑耐磨性能、改善路面外观质量和使用品质,还可以隔绝雨水、灰尘等外界杂质和路面结构的接触,减少病害的发生,是公路预防性养护工作中不可缺少的重要技术手段^[3]。施工前,养护人员要对路面进行彻底清理,清理完毕后再进行路面裂缝等小病害的处理,宽度较小的裂缝直接使用稀浆灌注,宽度较大的裂缝先用水泥密封胶封闭。同时,还要检查路面的平整度,对局部不平整处进行找平,为稀浆封层摊铺做好铺垫。养护人员在材料配制时要严格按照设计配比执行,准确掌握各种材料的用量以及加水比例,乳化沥青用量占混合料总质量的5%~7%,细集料用量占75%~85%,矿粉用量占4%~6%,同时还要根据施工环境的温度、湿度变化来调节稀浆稠度,保证稀浆具有较好的流动性、稳定性,能均匀地摊铺在路面上并与路面黏结牢固。拌和时应使用专用稀浆拌和设备,控制拌和时间在30 s~60 s,使各种材料充分混合成均匀的稳定稀浆混合物,防止拌和不均、材料离析或沉淀等现象发生。拌和完毕后,养护人员要对稀浆性能进行检测,检测结果符合施工要求后,才能开始摊铺工作。摊铺时可以使用专用稀浆封层摊铺机,将稀浆均匀摊铺在路面上,摊铺速度控制在1 km/h~3 km/h,防止因摊铺过快或者过慢造成稀浆分布不均、漏铺等问题。摊铺完成后要及时对稀浆封层进行养护,设置醒目标识牌禁止车辆、行人通行,防止封层被破坏而不能固化。固化时间要按照施工环境的温度、湿度来定,常温下固化时间不少于24 h,低温潮湿环境下需要延长到48 h。固化后养护人员要对封层进行全面检测,检查封层平整度、黏结性、抗滑性能和防水性能是否满足要求。对检测出的起皮、脱落、裂缝等缺陷要及时修补,保证稀浆封层养护效果。

2.4 运用无损检测技术,精准排查公路隐蔽病害

养护人员在使用无损检测技术的时候,要联系公路实际运营状况、检测需求以及病害种类,挑选恰当的检测设备和办法,保证检测结果准确可靠。目前公路养护中常用到的无损检测技术有地质雷达检测、红外热成像检测、声呐检测、超声波检测等,不同的检测技术适应的场景和检测优势也有所不同,养护人员需要根据实际情况选择合适的检测方法。地质雷达检

测技术是目前公路隐蔽病害排查中应用最广的技术,它的工作原理就是向公路结构内部发射高频电磁波,电磁波在传播过程中遇到不同介质界面时会发生反射,养护人员通过接收反射信号,分析信号的传播时间、振幅、频率等参数,就可以判断公路结构内部是否存在空洞、脱空、松散、积水等病害,并且可以准确地定位病害的位置、类型、规模和深度。该技术检测精度高、检测速度快,检测速度为 5 km/h ~ 10 km/h,能对大面积的公路隐蔽病害进行连续检测,适合公路隐蔽病害的检测,尤其是对路面基层、底基层、路基的隐蔽病害的检测。养护人员使用地质雷达检测时,必须严格按照设备操作规范进行工作,合理调节检测参数,保证检测数据准确无误,并做好检测数据的记录和整理工作。红外热成像检测技术是利用公路结构内部病害区和正常区温度的不同,用红外热像仪对路面温度分布图像进行捕捉,从而找出病害的位置和范围。当公路结构内部出现空洞、脱空等病害的时候,病害区域的热传导性能和正常区域存在着明显的差别,在外界温度发生改变的时候,就会产生明显的温度异常区域,红外热像仪可以清楚地发现这些温度上的差别,并生成热成像图,养护人员通过对热成像图的分析,就可以准确地找到隐蔽的病害位置^[4]。该技术检测效率高、操作简便、不接触路面,可以对整个路段进行检测,适用于大面积公路快速筛查,特别适合检测路面表层下的积水、松散等病害。声呐检测技术主要是向公路结构内发出声波,声波在传播过程中遇到病害界面会形成反射和折射,养护人员通过接收声波反射信号来分析声波传播特性、传播时间等参数,从而判断公路结构是否完整以及存在哪些病害。该技术对公路基层、路基松散、空洞等病害的检测具有独特的优势,检测深度可达 1 m ~ 5 m,检测精度高,可以有效地发现深埋在公路结构内部的病害。

2.5 采用同步碎石封层技术,提升路面防水抗裂能力

同步碎石封层技术的主要目的是将沥青的黏结性和碎石的耐磨性结合起来,在路面表面形成一层坚固致密的防水防护层,提高路面的抗滑性和耐磨性。养护人员应根据公路运行环境及施工要求选择合适的沥青结合料和碎石骨料。沥青结合料应选择具有较好的黏结性、抗老化性、抗高温性及防水性好的改性沥青,软化点不小于 60 ℃,针入度控制在 30 ~ 50 (单位为 0.1 mm),保证能与碎石骨料充分黏结,形成良好的封层结构;碎石骨料应为质地坚硬、耐磨性好、级配合理

的碎石,压碎值不大于 26%,粒径应根据施工要求准确控制在 5 mm ~ 10 mm 之间,保证能均匀分布到沥青膜上,提高封层的抗滑和耐磨性能。材料准备完毕后,养护人员应检测材料性能是否满足施工要求,符合施工要求后方可使用。施工时需要操作同步碎石封层车,同步完成沥青结合料喷洒和碎石骨料摊铺工作。喷洒时要准确控制沥青结合料的喷洒量和喷洒速度,喷洒量控制在 1.2 kg/m² ~ 1.8 kg/m²,喷洒速度控制在 3 km/h ~ 5 km/h,保证沥青能均匀地覆盖路面表面,形成连续均匀的沥青膜,防止出现喷洒不均、漏喷等现象。碎石骨料摊铺与沥青喷洒同时进行,控制碎石摊铺量为 8 kg/m² ~ 12 kg/m²,使碎石均匀分布在沥青膜上,覆盖面积达到 80% 以上,保证碎石与沥青充分结合,防止出现碎石堆积、分布不均等问题^[5]。碎石摊铺完毕后,养护人员要及时用重型压路机对封层进行碾压,碾压速度控制在 2 km/h ~ 4 km/h,碾压遍数根据封层密实度要求确定,一般为 2 遍 ~ 3 遍,使碎石与沥青紧密黏结,封层表面平整密实,无松散、脱落等现象。碾压时养护人员要全程跟上,及时调节压路机的碾压路线和速度,保证碾压质量达到相应标准。

3 结束语

公路工程运维领域核心的技术体系就是预防性公路养护技术,在公路工程中的应用价值和实践意义越来越明显。养护工作人员要不断加强各种预防性养护技术的学习和研究,掌握各项技术的实施要点,不断改进施工工艺,提高技术应用的准确性、有效性。随着养护人员对于预防性养护技术的不断探索,该项技术在公路工程中的应用将会越来越广泛,给我国交通事业的高质量发展提供强有力的科技支撑。

参考文献:

- [1] 吴睿婧. 国省道公路沥青路面预防性养护技术研究[J]. 汽车周刊, 2026(04):9-10.
- [2] 张柏. 预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用[J]. 工程建设与设计, 2026(04):157-159.
- [3] 闫俊杰. 高速公路桥梁隧道预防性养护技术运用探讨[J]. 价值工程, 2026,45(07):34-37.
- [4] 孙建, 史焕钰. 沥青路面预防性养护技术在公路养护中的应用研究[J]. 汽车周刊, 2026(03):22-23,69.
- [5] 陈国利. 公路工程沥青路面病害成因及预防性养护技术研究[J]. 时代汽车, 2026(04):157-159.