

公路路面损坏修复性养护工程中新技术应用研究

邹敏

532326198808170865

摘要: 交通运输规模持续扩大,公路交通量不断增长,路面结构长期承受车辆荷载,受气候变化和各类环境因素影响,容易产生裂缝、车辙、坑槽、松散等多种病害,传统养护方式在效率、耐久性和经济性方面,逐渐无法适配现代公路养护的需求,修复性养护工程引入新技术,成为提高公路运行质量的重要途径。本文梳理公路路面损坏修复性养护工程的技术应用展开梳理,分析当前公路路面常见损坏形式和形成原因,梳理微表处技术、就地冷再生技术、热再生技术、智能化养护技术在修复性养护中的应用效果,结合工程实践总结新技术应用的优势和实施要点,新技术应用可提高路面修复质量,缩短施工周期,压缩养护成本,对延长公路使用寿命有积极意义。合理选择施工技术,加强施工管理,可提高公路养护工程整体技术水平,为公路交通安全运行筑牢可靠保障。

关键词: 公路路面;修复性养护;新技术应用;路面病害;再生技术

DOI: 10.69979/3029-2727.26.04.004

引言

公路交通支撑国民经济发展,是整个经济运行模式的基础组成部分,稳定可靠的公路基础设施,是建立高效安全交通运输模式的必要条件,国内车辆保有量逐年上升,交通荷载长期处于增加状态,公路路面结构承受的使用压力持续加大,公路投入运行后,经过长期使用,路面材料逐步老化,结构自身性能下滑,会出现不同程度的损坏,具体形态包括裂缝,沉陷,车辙,坑槽等。这些病害会降低公路通行能力,还可能引发交通安全隐患,传统养护模式以局部修补,简单加铺为主要方式,能在一定范围恢复路面功能,整体耐久性和经济效益存在局限,最近这些年,公路养护理念逐步转向预防性,科学化方向,新材料,新设备,新工艺,陆续应用到养护工程中,推动修复性养护技术发展。合理应用先进养护技术,可保留原有公路结构,同时恢复路面性能,还能减少资源消耗,降低对周边环境的影响,针对公路路面损坏修复性养护工程中各类新技术的应用,进行系统梳理分析,对提高养护质量,压缩维护成本,延长公路使用寿命,有重要现实意义。

1 公路路面损坏类型及其成因分析

1.1 裂缝类病害及形成机制

裂缝属于公路路面常见结构病害,裂缝可分为横向裂缝纵向裂缝网状裂缝等不同类别,裂缝生成,多和温度变化材料老化交通荷载等因素相关,沥青路面随温度变化发生收缩膨胀,材料抗拉强度不足时,裂缝会逐步生成,交通荷载反复作用,会加快路面结构疲劳消耗,

让路面内部结构慢慢出现损伤。基层强度达不到要求,或是路基沉降不均匀,裂缝可从基层向上延伸至面层,形成反射裂缝,裂缝形成后,雨水和空气中有害物质可渗入路面内部,加快沥青材料老化速度,降低路面结构整体稳定程度,未及时修复处理,裂缝会逐步扩大,最终发展成更严重的结构损坏,修复性养护工程中,需对裂缝做科学处置,恢复路面结构完整状态,放缓病害发展速度。

1.2 车辙与沉陷病害特征

车辙是公路路面长期承受车辆荷载作用后,形成的永久性变形,车道位置会出现凹槽,是这类病害的主要外观表现,病害形成,多和沥青混合料稳定性不足有关,也和基层承载能力下降、高温环境相关,夏季气温偏高,沥青材料出现软化,车辆荷载挤压路面结构,催生塑性流动,最终形成车辙。车辙会拉低路面平整度,雨天,凹槽内容易积存雨水,加大行车安全风险,沉陷病害多出现于路基承载能力偏弱的路段,也会出现在排水系统不完善的区域,地下水位改变,或是土体结构变动,路基会出现不均匀沉降,路面随之出现变形,车辙和沉陷两类病害,会干扰车辆行驶的稳定状态,提高交通事故发生概率。养护工程中,需选取合适技术手段完成修复。

1.3 坑槽及表面松散问题

坑槽属于公路路面损坏中损坏程度偏高的一类形式,外观多为局部路面材料脱落形成凹坑,这类病害的形成,一般从裂缝扩展或材料松散起步,雨水渗入裂缝内部后,车辆荷载反复作用下,沥青混合料结构逐步被

破坏,材料不断剥离,最终形成坑洞,坑槽改变行车平稳度,威胁行车安全,还会让周边路面损坏速度加快。表面松散是另一类常见路面病害,外观为沥青混合料中的骨料逐步脱落,路面粗糙度降低,集料直接裸露在外,诱发这一问题的原因,包括材料老化、粘结力不足,还有施工阶段质量管控存在疏漏,松散问题持续发展,最终会演变为坑槽病害,修复性养护工程中,工作人员要结合路面实际状态选择对应技术手段,帮助路面重新获得原有结构性能。

2 公路修复性养护工程中新技术应用现状

2.1 微表处技术应用

微表处技术应用于公路养护工程已有一段时间,属于表层处理技术的一种,它的运行逻辑,是把改性乳化沥青、细集料、矿粉,还有外加剂按设定比例混合,再由专用设备摊铺到路面表层,最终形成具备良好抗滑性和防水性的薄层结构,这项技术施工速度快,开放交通间隔短,投入成本低,可用于修复存在轻度裂缝、轻微车辙、表面磨损问题的路段。

微表处可改善路面平整度,可提高路面抗滑能力,也可优化路面防水性能,延长路面使用寿命,实际施工环节,材料配比与施工环境均需严格管控,施工前要检查基层状态,确认原有路面结构稳定,摊铺过程要维持连续均匀状态,规避离析或厚度不均等问题,保障路面质量,这项技术可封闭路面细小裂缝,减少雨水向路面结构内部渗入,降低水损害发生概率,维持公路长期稳定运行。

2.2 就地冷再生技术发展

就地冷再生技术属于路面修复技术范畴,资源利用效率符合行业工程要求,配套专用设备可完成旧沥青路面破碎,作业过程加入再生剂、水泥、乳化沥青等材料完成二次拌合,最终直接在原有路面区域完成铺筑,构筑新的基层结构,这项技术可充分消耗原有材料,压缩新材料使用规模,控制施工投入,降低工程对周边环境的污染。

修复性养护工程覆盖的区域中,就地冷再生技术可应用在结构损坏程度较高的路段,这项技术完成再生处理后,可恢复路面结构强度,提高路面整体稳定性,施工过程保持连续,省去多余材料的运输环节,对道路正常通行的干扰更小,近年应用范围逐步扩大。

实际施工环节,施工人员要结合旧路面材料自身特性,结合路面损坏程度,确定再生剂的用量,确定稳定

剂的配比,施工参数可依托试验段施工锁定,最终保障再生层拥有稳定强度,拥有稳定耐久性,施工结束后,要落实压实作业,落实养护作业,让再生结构层贴合设计的各项要求,依托科学管理,依托技术调整,该技术可拉高资源利用效率,可给出公路养护方向,经济成本更低,环境影响更小的技术路径。

3 新技术在修复性养护工程中的综合应用

3.1 热再生技术的应用价值

热再生技术围绕沥青路面老化问题发展而来,属于修复技术的一种,核心原理依托加热设备,将旧沥青路面加热软化,再对原有路面材料完成翻松,加入再生剂,最后重新压实,让沥青混合料性能回到可用范围,沥青路面投入长期使用后,会接触交通荷载,经历气候变化,自身也会发生自然老化。沥青粘结性能下降,路面逐渐出现裂缝,松散等病害,热再生技术可以重新利用旧路面材料,让原有性能回到符合要求的状态,放缓路面老化的速度,对比传统翻修方式,这项技术可节约材料资源,提高施工速度,也不会对环境造成过多干扰,热再生技术直接使用原有路面材料,减少新材料用量,压缩工程开支。当前城市道路养护,高速公路养护领域,热再生技术已经占据重要位置,这项技术可提高道路使用性能,也能完成资源循环利用,可推动公路养护工程向绿色方向发展。

3.2 智能化养护技术应用

信息技术和智能设备发展过程中,智能化技术逐步进入公路养护领域,为养护管理匹配科学高效的技术支撑,路面检测设备、无人机监测技术、数据分析系统投入使用后,公路路面的整体状况可完成多维评估,车载检测设备可短时间内完成路面平整度、车辙深度、裂缝分布的检测工作。无人机监测技术可覆盖大面积道路的巡查工作,检测效率得到提高,采集完所有检测数据后,信息化平台可对数据展开拆解梳理,精准判断路面病害发展程度,匹配对应养护方案,智能化养护技术可依托现有数据,预判路面后续变化走向,提前排布养护计划,养护工作的前瞻性得到提高。智能化施工设备投入使用后,施工效率上升,养护工程可压缩整体工期,管理人员可依托信息化管理平台,实时掌控施工进度、施工质量、设备运行状态,工程管理可获取可靠数据支撑。

3.3 新型材料在养护工程中的应用

材料科学持续发展过程中,各类新型材料逐步进入

公路养护工程领域,应用范围不断拓展,可支撑路面修复质量提高,举例来说,高性能改性沥青拥有稳定的抗老化能力与抗裂能力,可延长路面使用时长,纤维增强材料需要掺入混合料,纤维分布可强化混合料整体结构,提高路面耐受重复荷载的能力,控制路面变形幅度。高强度快速修补材料可用于坑槽修补作业,这类材料固化速度快,短时间内可达到工程要求的强度,压缩道路封闭时长,减小交通通行受到的干扰,实际进行养护作业时,施工人员可结合路面病害具体特征,从不同类型新材料中挑选适配品类,制定对应修复方案,优化养护最终成果,新材料应用可提高修复工程质量,拉长道路投入使用的时长,降低后续养护作业频次,经济方面社会方面均可获得正向收益。

4 新技术应用的实施要点

4.1 施工质量控制

修复性养护工程进行过程中,新技术应用效果,同施工质量存在直接关联,施工过程中质量控制不到位,虽然选用先进技术,依然无法收获预期养护成果,施工过程中,要严格管控材料质量、施工温度、压实工艺,保证各项技术指标契合设计要求,材料选择环节,技术人员要对沥青骨料添加剂等各类材料逐一完成严格检测,保证材料性能符合工程需求。施工温度控制环节,要结合不同养护技术的施工要求,合理调整摊铺碾压温度,让材料自身形成稳定良好的结构性能,施工设备要维持稳定运行状态,技术人员要定期完成检查维护,避免设备故障干扰施工质量,技术人员要强化施工现场管理,依托现场指导与质量监督,第一时间发现处置施工过程中出现的各类问题。搭建完善的施工质量控制机制,可以稳定保障修复性养护工程整体质量,拉长公路使用寿命,提高道路运行安全水平。

4.2 养护管理体系完善

新技术在公路修复性养护中的推广应用,离不开科学规范的管理模式,公路管理部门要建立完善的养护管理制度,明确养护工作的组织流程、技术标准、质量监督机制,保证各项养护工作规范进行,养护领域要加强施工人员和专业技术人员的专业培训,依托技术交流、案例分析、现场实践等方式,提高施工人员对新技术的掌握程度,让相关人员可以熟练运用对应施工方法。现代公路养护管理中,可充分借助信息化技术手段,建立路面状况数据库,对公路路面状况做长期跟踪和动态监测,

定期检测路面平整度、裂缝情况和车辙深度等指标,可及时掌握道路运行状态,结合监测数据制定科学合理的养护计划,完善养护管理模式,可提高新技术应用效果,推动公路养护工作向精细化科学化方向发展,拉高公路整体服务水平。

5 结语

公路路面长期投入运行后,不可避免会出现各类损坏,损坏出现后未得到及时有效修复,会改变路面原有通行条件,威胁交通安全,也会缩短公路整体使用寿命,修复性养护工程应用先进技术,搭配科学管理方法,可保留原有路面结构,同时让路面性能回归原有标准,当前行业内已应用微表处技术,也铺开再生技术,部分区域开始引入智能化养护技术。这些技术投入使用后,公路养护工程可获得更高效率,也能压缩整体投入成本,新材料和信息技术持续发展,公路养护技术后续会向智能化方向延伸,也会向绿色化方向拓展,持续推进技术创新,同步优化管理模式,可提高公路养护工程质量,为交通运输系统稳定运行筑牢基础。

参考文献

- [1]王冰慧.宁夏普通国省干线公路网级路面养护决策技术研究[D].兰州交通大学,2023. DOI: 10. 27205/d. cnki. gltec. 2023. 001567.
- [2]张国盘.高速公路路面早期损坏机理与修复对策分析[C]//中国智慧工程研究会. 2025 智慧设计与建造经验交流会论文集. 浙江交工集团股份有限公司设计院分公司;, 2025: 123-125. DOI: 10. 26914/c. cnkihy. 2025. 035545.
- [3]王强.路面损坏修复技术在高速公路养护工程中的应用[J].交通世界,2024,(25): 85-87. DOI: 10. 16248/j. cnki. 11-3723/u. 2024. 25. 032.
- [4]潘玉利,孟书涛,程珊珊,和松,卞钧霏,李强,牛开民,黄雅杭,郑家瑶,魏忠,黄颂昌,徐全亮,李江,荣婧,田波,公路网快速检测与损坏修复关键技术.北京市,交通运输部公路科学研究院,2016-01-01.
- [5]陈丽.公路路面养护质量检测技术[J].交通科技与管理,2025,6(19): 75-77.

作者简介:邹敏,1988年08月17日,女,汉族,籍贯:云南省,本科,职称:高级工程师,研究方向:公路工程。