

公路工程养护措施与养护技术探析

许鲁春

杭州交通高等级公路养护有限公司 浙江 杭州 311400

摘要: 随着交通事业的蓬勃发展,公路作为国家经济的大动脉,其建设规模日益扩大,通车里程不断增长。本文围绕公路工程养护展开研究,分析了养护工作的重要性,包括保障交通安全、延长公路使用寿命及提高服务质量。探讨了公路常见病害如裂缝、车辙、坑槽等的成因,系统阐述了预防性养护、修复性养护及应急性养护措施,并介绍了同步碎石封层、微表处、就地热再生、冷再生及智能养护等关键技术。研究旨在为提升公路养护水平、保障公路可持续运营提供理论与实践参考,对推动公路养护技术创新和养护管理优化具有重要意义。

关键词: 公路工程; 养护措施; 养护技术

引言:公路作为交通运输体系的核心组成部分,其畅通与安全直接关系到社会经济发展和公众出行体验。随着使用年限增长及交通荷载、自然环境等因素影响,公路易出现裂缝、车辙、坑槽等病害,不仅降低服务质量,更潜藏安全隐患。因此,科学有效的养护措施与技术应用成为维持公路性能的关键。立足公路工程养护实际,从养护重要性出发,剖析常见病害成因,梳理预防性、修复性及应急性养护措施,结合同步碎石封层、智能养护等技术,深入探讨提升养护效率与质量的路径,为公路养护实践提供指导。

1 公路工程养护的重要性

1.1 保障交通安全

交通安全是公路运营的首要目标,而养护工作是实现这一目标的关键手段。公路出现裂缝、坑槽、车辙等病害时,会导致路面平整度下降、抗滑性能减弱,极易引发车辆打滑、失控等事故。例如,雨后积水的坑槽可能使车辆突然颠簸,夜间反光标线磨损会影响驾驶员视线判断。通过定期养护,及时修复病害、维护交通标志标线、清理路侧障碍物等,可有效消除安全隐患,减少交通事故发生率,确保车辆行驶过程中的稳定性与安全性,为公众出行筑牢安全防线。

1.2 延长公路使用寿命

公路建设投资大、周期长,其使用寿命直接关系到资金投入的效益。在长期使用中,交通荷载的反复作用、雨水侵蚀、温度变化等因素会不断损耗公路结构,若缺乏养护,微小病害会逐步扩大,导致路面结构层破坏、基层松散,最终缩短公路使用年限。科学的养护工作能及时阻断病害发展:通过灌缝防止雨水渗入基层,借助封层技术隔绝外界侵蚀,对基层进行加固以增强承载能力等。这些措施可延缓公路结构老化速度,避免因

病害恶化导致的大规模重建,从而显著延长公路使用寿命,实现建设资源的高效利用^[1]。

1.3 提高道路服务质量

道路服务质量体现在通行效率、舒适性、可靠性等多个维度,而养护工作是提升这些指标的重要途径。平整的路面能减少车辆颠簸,降低行驶阻力,提升燃油效率;清晰的标线、完善的附属设施(如护栏、照明)可优化驾驶体验,减少交通拥堵;及时清理路面积雪、积水,能保障恶劣天气下的通行顺畅。

2 公路工程常见病害及成因分析

2.1 裂缝病害

2.1.1 横向裂缝

横向裂缝与公路路线走向垂直或呈较大角度,多出现于路面基层或面层。其成因主要包括:温度变化导致路面材料热胀冷缩,反复循环后产生温缩应力,当应力超过材料抗拉强度时便会开裂;基层施工时压实度不足或存在软弱区域,在车辆荷载反复作用下,基层变形引发面层开裂。

2.1.2 纵向裂缝

纵向裂缝平行于公路路线走向,常沿车道轮迹带分布或出现于路面边缘。主要成因有:路基不均匀沉降,如地基处理不当、填土压实度差异等,导致路面结构随路基沉降产生拉伸裂缝;车辆长期在同一车道行驶,轮迹带处荷载集中,使路面材料疲劳破坏产生纵向开裂;路面拓宽路段新旧路面结合不良,也易出现纵向裂缝。

2.1.3 网状裂缝

网状裂缝呈交错分布的不规则裂纹,形似网状,多发于路面表层。其形成与多种因素相关:路面材料老化,如沥青混合料长期受紫外线、雨水侵蚀,性能下降,抗裂性减弱;基层强度不足或存在松散、脱空现象,在荷载作

用下产生不均匀变形,导致面层出现网状开裂。

2.2 车辙病害

车辙是路面沿轮迹带形成的纵向凹陷,深度1-10厘米不等。成因包括:重型车辆长期碾压使路面产生塑性变形,高温下沥青混合料抗剪性下降易被挤压推移;基层或路基压实不足,承载力不够随荷载压缩引发面层沉降;沥青混合料级配不合理(细集料过多、沥青过量),高温稳定性差,加速车辙形成。车辙会恶化平整度,雨天积水影响行车安全。

2.3 坑槽病害

坑槽为路面局部不规则凹坑,直径十几厘米至一米,深度可及基层,边缘破碎。成因是:雨水经裂缝渗入,软化基层材料,在荷载冲击下失去支撑;面层沥青与集料粘结不足,经车轮搓揉后集料脱落;施工时局部摊铺不均、压实不够形成薄弱区,在水和荷载作用下率先破损扩大。坑槽会加剧颠簸,甚至引发爆胎。

2.4 松散病害

松散表现为路面表层集料与结合料分离,骨料裸露、成片剥落,严重时呈麻面或碎裂。成因有:沥青混合料施工时加热过度,沥青老化粘结力下降;雨水渗入破坏沥青与集料粘结界面,造成“水损害”;基层松散、脱空或冻融,使面层失去支撑,在荷载与轮胎磨损下加剧材料脱落,破坏结构完整性。

3 公路工程养护措施

3.1 预防性养护措施

3.1.1 灌缝处理

灌缝处理是针对路面早期裂缝的预防性措施,通过专用设备将密封材料注入裂缝中,形成密封层。操作时需先清理裂缝内的杂物、灰尘及积水,确保缝内干燥清洁,再选用与路面材料相容性好、粘结力强、耐高低温的密封胶灌注,使胶料充分填充裂缝并与缝壁紧密结合。该措施能阻止雨水、冰雪水等渗入基层,避免裂缝因水侵蚀而扩大,同时减少车辆荷载对裂缝边缘的冲击,延缓裂缝发展速度。

3.1.2 封层技术应用

封层技术应用是在路面表层铺设一层防护层,起到封闭路面、保护基层的作用。根据材料和施工工艺不同,常见的有沥青封层、同步碎石封层等。施工时将封层材料均匀摊铺在路面上,形成连续的保护膜,可有效封闭路面微小裂缝和孔隙,防止水分渗入;同时能增强路面抗滑性能,减少车辆对路面表层的直接磨损,延缓路面老化,延长路面使用寿命,尤其适用于路面出现轻微松散、抗滑性能下降的情况^[2]。

3.1.3 加强日常巡查与检测

加强日常巡查与检测是预防性养护的基础工作,通过定期对公路路面、路基、附属设施等进行全面检查和技术状况检测实现。日常巡查包括人工徒步检查和车辆巡查,重点关注路面是否出现裂缝、坑槽、车辙等早期病害,以及护栏、标志标线、排水设施等是否完好;检测则借助专业设备,如路面平整度仪、弯沉仪等,对路面的结构强度、平整度、抗滑性能等指标进行量化评估,及时掌握公路技术状况,为制定养护计划提供数据支持,便于尽早采取针对性措施。

3.2 修复性养护措施

3.2.1 路面铣刨与重铺

路面铣刨与重铺适用于面层出现大面积车辙、裂缝或平整度严重下降的路段。先使用铣刨机将破损面层按设计深度铣削清除,露出平整的基层或下承层,清理铣刨碎屑后,采用新的沥青混合料或水泥混凝土重新摊铺、碾压成型。该工艺能彻底去除破损层,恢复路面平整度和结构强度,解决因面层材料老化、荷载累积导致的整体性病害,确保路面承载能力与行车舒适性。

3.2.2 坑槽修补

坑槽修补是对局部破损凹坑的针对性修复,需遵循“圆洞方补、斜洞正补”原则。先沿坑槽边缘切割出规则矩形或正方形区域,深度至稳定结构层,清除松动集料和杂物,喷洒粘层油后,填入与原路面材料匹配的混合料,分层压实至与原路面平齐。及时修补可阻止雨水进一步侵蚀基层,避免坑槽扩大,恢复路面连续性,保障行车平稳性,是处理局部破损的高效手段。

3.2.3 基层修复与加固

基层修复与加固针对基层出现松散、脱空或承载力不足的情况。先通过检测确定破损范围和深度,开挖并清除破损基层材料,对路基进行压实处理,必要时换填级配碎石、水泥稳定土等材料,分层摊铺碾压至设计强度。若基层整体强度不足,可采用注浆技术向基层空隙注入水泥浆或改性沥青,增强基层密实度和承载力,为面层提供稳定支撑,从根本上解决因基层问题引发的面层病害。

3.3 应急性养护措施

3.3.1 应对自然灾害的养护措施

应对自然灾害的养护需根据灾害类型快速响应。暴雨后及时清理路面积水、疏通边沟与涵洞,防止路基被浸泡冲刷;冰雪天气采用撒布融雪剂、机械除雪等方式清除路面积雪结冰,恢复路面抗滑性能;遭遇滑坡、塌方时,立即设置警示标志,快速清运土石方,对边坡进行临时加固,必要时开辟临时通道,确保车辆绕行通

行,减少灾害对交通的阻断时间。

3.3.2 处理突发事件的养护措施

处理突发事件的养护需聚焦快速恢复交通。发生交通事故导致路面污染或设施损坏时,及时清理油污、散落物,修复受损护栏、标线;路面出现突发性塌陷时,立即封闭危险区域,设置围挡和警示标识,快速回填夯实或采用临时钢板覆盖,防止事故扩大;针对危险品泄漏等特殊状况,配合专业部门进行安全处置,清理污染物后修复路面,保障公路尽快恢复正常通行条件。

4 公路工程养护技术

4.1 同步碎石封层技术

同步碎石封层技术通过专用同步封层车将改性沥青与单一粒径碎石同步洒布于路面,随后经压路机碾压使碎石均匀嵌入沥青层,形成紧密结合的保护层。其核心优势在于同步施工工艺,能确保热沥青与碎石即时接触,大幅增强两者间的粘结力,所用改性沥青具有出色的抗老化性和高低温稳定性,碎石则选用抗压强度高、耐磨性好的单一粒径石料。该技术能有效封闭路面微小裂缝,阻断水分下渗路径,同时显著提高路面抗滑性能,非常适用于基层稳定、仅出现轻微裂缝或抗滑不足的路面预防性养护,在多雨地区和山区公路应用效果尤为突出。

4.2 微表处技术

微表处技术以聚合物改性乳化沥青为核心胶结料,按精确比例混合级配集料、矿粉、水及必要的添加剂,制成流动性良好的稀浆混合料,通过专用摊铺机均匀摊铺在路面上形成薄层罩面。施工前需对路面进行彻底清洁,清除杂物和松散材料,再根据路面实际病害情况微调混合料配合比,摊铺后经乳化沥青破乳、水分蒸发,形成具有一定强度和粗糙度的表面层。其抗滑性能良好,防水性能优异,能有效修复轻微车辙、网状裂缝及局部不平整等病害,显著改善路面行驶质量和外观。该技术采用常温作业,无需加热设备,避免了废气排放,施工周期短,适用于高等级公路的预防性养护和轻微病害修复,养护效果持续时间较长,能大幅降低全生命周期养护成本。

4.3 就地热再生技术

就地热再生技术借助专用就地再生机组,对路面进行分层加热,使沥青混合料软化后进行翻松,随后添加适量再生剂以恢复老化沥青的关键性能指标,经强制搅拌复拌后重新摊铺、碾压成型。该技术能实现旧路面材料100%再生利用,从源头上减少建筑垃圾产生。它可有效处理一定深度范围内的路面表层及中上层病害,包括裂缝、车辙、沥青老化等问题,全面恢复路面结构强度和

使用性能。施工过程可采用半幅作业方式,对交通影响较小,省去了旧料运输和新料长途运送环节,较传统铣刨重铺工艺成本更低,尤其适合交通流量大、重载车辆密集路段的中修养护工程,能在短时间内恢复道路通行能力。

4.4 冷再生技术

冷再生技术在常温环境下进行,通过专用破碎设备将旧路面结构层破碎、筛分,根据设计要求掺入水泥、石灰、粉煤灰或专用再生剂等稳定剂,经强制拌合形成性能稳定的再生混合料,再摊铺、碾压形成新的路面结构层,按施工深度可分为基层冷再生和面层冷再生两类。其核心在于通过稳定剂的化学反应或物理作用,改善旧料的级配和强度,提升再生混合料的整体稳定性和承载能力。该技术无需对材料进行加热,大幅节省能源消耗,减少碳排放,旧料利用率较高,较传统开挖重建工艺成本更低。适用于基层出现松散、脱空、承载力不足等问题的路面修复,以及旧路升级改造工程,且不受低温季节限制,施工灵活性高,能从根本上解决因基层病害引发的路面连锁破坏问题。

4.5 智能养护技术

智能养护技术融合物联网、大数据、人工智能及遥感监测等前沿技术,构建起“监测-分析-决策-执行”的全流程智能闭环体系。通过埋设在路面结构层的传感器、定期巡航的无人机及车载检测设备,实时采集路面平整度、弯沉值、病害分布等数据;借助云计算平台对海量数据进行整合分析,精准评估路面技术状况,运用预测模型推算病害发展趋势;智能决策系统根据分析结果自动生成最优养护方案,明确养护时机、范围和技术选择;最后配合自动化摊铺机、无人压路机等智能设备完成施工^[1]。

结束语

公路工程养护措施与技术的科学应用,是保障公路可持续运营的核心支撑。从预防性养护的未雨绸缪,到修复性养护的精准施策,再到应急性养护的快速响应,多层次措施构建了公路病害的全周期防控体系。同步碎石封层、智能养护等技术的创新发展,更推动养护工作向高效化、绿色化、智能化转型。

参考文献

- [1]张宏.公路工程施工及养护技术研究[J].工程建设与设计,2023(10):201-203.
- [2]刘明杰.公路工程病害调查及养护技术研究[J].交通世界,2023(13):69-71.
- [3]罗茂溶.公路工程施工及养护质量管理措施分析[J].运输经理世界,2023(06):142-144.