

公路养护中路面养护及维修

蒋 勇

青海省交通控股集团有限公司高速公路运营分公司 青海 海西州 817000

摘要: 公路养护中路面养护及维修是保障公路性能的关键。本文首先分析路面常见病害类型及成因, 涵盖裂缝、变形及表面功能衰减类病害; 接着阐述养护及维修技术分类, 包括预防性、矫正性及再生利用技术; 随后介绍施工工艺要点; 最后探讨智能化养护、绿色养护理念及全寿命周期管理的发展趋势, 为公路养护提供全面参考。

关键词: 公路养护; 路面病害; 养护技术; 施工工艺; 发展趋势

引言: 公路作为交通基础设施的核心, 其路面质量直接影响行车安全与运输效率。随着交通流量持续增长及车辆荷载的加重, 路面病害问题日益突出, 涵盖裂缝、车辙、沉陷等多种类型。这些病害不仅缩短路面使用寿命, 更威胁行车安全, 增加养护成本。因此, 深入研究路面养护及维修技术, 针对不同病害类型制定科学有效的处理方案, 成为提升公路服务水平、保障交通畅通的关键课题。

1 路面常见病害类型及成因

1.1 裂缝类病害

裂缝类病害是公路路面最常见的病害形式, 主要分为横向、纵向及网状三类, 不同类型裂缝的形成机理存在明显差异。横向裂缝主要由温度收缩与基层反射引发, 环境温度变化导致路面材料热胀冷缩, 反复循环后产生收缩应力, 超过材料抗拉强度便会形成裂缝; 基层反射则是基层开裂后, 应力传递至路面表层, 诱发表层同步开裂, 此类裂缝多垂直于行车方向, 分布较为均匀^[1]。纵向裂缝源于地基沉降与施工接缝处理不当, 地基不均匀沉降使路面产生纵向拉伸应力, 导致路面沿行车方向开裂; 施工过程中接缝处压实度不足、粘结不紧密, 运营后受行车荷载反复作用, 接缝处易产生开裂并逐步扩展。网状裂缝由疲劳破坏与材料老化共同作用形成, 行车荷载长期反复作用使路面产生疲劳应力, 累积到一定程度便会出现细小裂缝, 后续在水、温度等因素影响下, 裂缝不断交织扩展, 形成网状分布; 路面材料长期暴露在自然环境中, 老化后性能下降, 脆性增加, 进一步加剧裂缝产生与扩展。

1.2 变形类病害

变形类病害主要表现为路面形态改变, 影响行车舒适性与安全性, 核心成因与材料性能、荷载作用及施工质量相关。车辙由高温稳定性不足与重载交通引发, 高温环境下沥青混合料软化, 稳定性下降, 叠加重载车辆

反复碾压, 路面逐渐产生永久性沉陷变形, 形成车辙, 重载交通路段车辙深度可达5-15毫米。沉陷源于基层承载力下降与路基压实不足, 基层材料老化、破损导致承载力降低, 无法有效支撑行车荷载; 路基施工时压实度未达到规范要求, 运营后受荷载与水的作用, 路基发生压缩沉降, 带动路面下沉形成沉陷病害。拥包由沥青混合料流动性过大导致, 沥青混合料配合比不合理、沥青用量过多, 高温环境下混合料流动性增强, 受行车荷载挤压, 路面局部隆起形成拥包, 影响行车平稳性。

1.3 表面功能衰减类病害

表面功能衰减类病害聚焦路面使用功能下降, 主要与材料磨损、裂缝发展及粘结性能变化相关, 影响公路通行安全。抗滑性能下降由集料磨损与污染覆盖导致, 路面集料长期受行车碾压磨损, 表面粗糙度降低; 路面受灰尘、油污等污染覆盖, 进一步降低抗滑性能, 不利于行车安全。渗水系数增大源于裂缝发展与空隙率变化, 路面裂缝不断扩展使雨水易渗入路面内部; 路面使用过程中空隙率发生变化, 连通空隙增加, 导致渗水系数增大, 进而加剧路面内部损坏, 缩短路面使用寿命。表面松散由粘结力丧失与集料剥落引发, 路面材料老化、水损害等因素导致集料间粘结力下降, 受行车荷载作用, 集料易从路面表层剥落, 形成表面松散病害, 破坏路面整体性, 影响路面正常使用。

2 路面养护及维修技术分类

2.1 预防性养护技术

预防性养护技术聚焦路面病害初期防控, 在路面未出现明显结构性损坏时应用, 通过提前防护延缓病害发展, 延长路面使用寿命, 降低后续维修成本^[2]。封层技术主要包括碎石封层与稀浆封层, 通过在路面表层铺设封层材料, 封闭路面空隙, 阻隔水、灰尘等有害物质渗入, 同时提升路面抗滑性能, 强化路面表层保护。碎石封层依托骨料与粘结材料的结合, 增强路面耐磨性; 稀浆封

层通过乳化沥青、骨料等材料混合摊铺,形成致密防护层,适配路面轻微破损的预防性防护。薄层罩面分为微表处与超薄磨耗层,通过在路面表层铺设薄层材料,修复路面轻微车辙、磨损等表层病害,恢复路面平整度与抗滑性能。微表处施工便捷、成本较低,适配日常预防性养护;超薄磨耗层强度较高,可兼顾防护与性能提升,适配交通量较大的路段。裂缝填封采用灌缝胶与贴缝带两种方式,针对路面初期细小裂缝进行处置,阻断裂缝扩展与水分渗入,避免裂缝发展为结构性病害。灌缝胶通过灌注方式填充裂缝,粘结力强、密封性好;贴缝带直接贴合裂缝表面,施工高效,适配不同宽度的初期裂缝。

2.2 矫正性养护技术

矫正性养护技术针对已出现的路面病害,通过针对性维修处置,恢复路面结构性能与使用功能,适配病害已影响行车安全与舒适性的场景。局部修补包括坑槽热补与冷补,针对路面坑槽、破损等局部病害进行精准修补,恢复路面完整性。热补通过加热修补材料与路面破损部位,实现紧密粘结,修补效果持久;冷补无需加热,施工便捷,适配应急修补与低温环境下的局部病害处置。铣刨重铺分为分层铣刨与再生利用,针对路面表层或中层破损,通过铣刨去除破损层,重新铺筑新的路面结构层,恢复路面平整度与承载能力。分层铣刨按需去除不同深度破损层,减少材料浪费;再生利用将铣刨旧料合理利用,提升资源利用率。翻修重建包括全深度补强与结构层置换,针对路面出现严重结构性损坏、承载力不足的情况,通过全面翻修或结构层置换,彻底恢复路面结构性能,适配病害严重、无法通过局部修补解决的路段。

2.3 再生利用技术

再生利用技术聚焦路面旧料回收利用,减少资源浪费与环境污染,兼顾经济性与环保性,适配公路养护可持续发展需求,依托旧料性能恢复技术实现资源循环利用。厂拌热再生通过回收旧路面材料,在工厂内进行加热、破碎、掺配新料与改性剂,恢复材料性能后重新铺筑,适配大规模旧料回收利用,性能恢复效果稳定。就地热再生通过现场加热路面旧料,使其软化翻松,掺入新料与改性剂后重新铺筑成型,施工效率高,减少现场施工对交通的影响,适配路面表层病害的再生修复。冷再生采用水泥或乳化沥青作为稳定剂,与旧路面材料混合搅拌,形成稳定基层,无需加热,节能降耗,适配路面基层破损的再生修复,提升基层承载力。

3 路面养护及维修施工工艺

3.1 裂缝处理工艺

开槽清缝是裂缝处理的基础工序,需根据裂缝宽度

与深度规范开挖沟槽,确保沟槽尺寸与裂缝匹配,同时彻底清除沟槽内的杂物、浮尘及松散颗粒,为后续灌缝密封创造洁净基层条件^[3]。加热烘干需采用专用设备对沟槽及周边路面进行均匀加热,去除基层水分,避免水分残留影响密封效果,加热温度需控制在合理范围,防止路面材料过热损坏。灌缝密封选用与路面材料适配的密封材料,缓慢注入沟槽内,确保密封材料填充饱满、无空隙,填充后需修整表面,使密封材料与路面表层齐平。贴缝带粘贴适用于宽度较窄的裂缝处理,先对裂缝表面进行清理平整,将贴缝带准确铺设在裂缝上方,确保覆盖完整、位置精准。压实固定采用专用压实设备对贴缝带进行碾压,使贴缝带与路面紧密贴合,避免出现松动、起翘现象,保障裂缝密封的可靠性。

3.2 坑槽修补工艺

划线切割需根据坑槽实际范围,采用专用切割设备划定修补边界,切割线条需平直规整,确保修补区域与周边路面衔接顺畅。基层处理需彻底清除坑槽内的破损材料、杂物及积水,对坑槽侧壁和底部进行修整夯实,增强基层承载力,避免后期出现二次破损。喷洒粘层油选用适配的粘层材料,均匀喷洒在坑槽基层及侧壁,增强新铺材料与原有路面的粘结性能,防止出现分层、脱落问题。摊铺压实选用与原有路面材料规格一致的混合料,均匀摊铺在坑槽内,摊铺厚度需与周边路面保持一致,摊铺后及时采用压实设备进行碾压,确保压实度达到规范要求,使修补区域与周边路面形成整体。

3.3 铣刨重铺工艺

铣刨深度控制需结合路面破损程度,通过专用铣刨设备精准控制铣刨深度,确保彻底清除破损层,保留完好基层,铣刨表面需平整、无松动颗粒。旧料回收采用专用回收设备对铣刨产生的旧路面材料进行收集,便于后续再生利用,减少资源浪费,回收过程中需避免旧料污染。新料摊铺选用符合规范要求的新混合料,均匀摊铺在铣刨后的基层表面,摊铺速度与厚度需控制均匀,确保摊铺平整度。接缝处理需对新铺路面与原有路面的接缝进行精细化处理,清理接缝处杂物,采用专用材料填充密封,碾压密实,避免雨水渗入引发病害。

3.4 再生施工工艺

旧路加热采用专用加热设备对旧路面进行均匀加热,使旧路面材料软化,加热温度需控制合理,避免材料老化变质。耙松采用专用耙松设备对软化后的旧路面进行耙松处理,使旧路面材料破碎均匀,便于与新料充分混合。掺加新料根据旧路面材料性能,按比例掺入新集料、新沥青等材料,弥补旧材料性能损耗,提升再生混合料

整体质量^[4]。拌和采用专用拌和设备将旧料与新料充分拌和，确保拌和均匀，混合料性能符合规范要求。摊铺将拌和均匀的再生混合料均匀摊铺在路面基层上，控制摊铺厚度与平整度。压实采用压实设备对摊铺后的再生混合料进行碾压，确保压实度达标，形成平整、密实的路面结构。

4 路面养护及维修发展趋势

4.1 智能化养护技术

智能化养护技术是路面养护及维修的核心发展方向，依托信息技术与工程技术融合，提升养护精准度与效率，减少人工干预，优化养护效果。无人机巡检与病害识别通过无人机搭载高清摄像头与检测设备，实现路面全覆盖巡检，快速捕捉路面病害，通过图像识别技术自动识别病害类型与程度，提升巡检效率与识别精准度，降低人工巡检劳动强度。自动化施工设备应用聚焦养护维修施工环节，各类自动化设备替代人工操作，实现裂缝处理、坑槽修补等工序的自动化作业，提升施工精度与效率，保障施工质量稳定性。大数据驱动的养护决策整合路面病害数据、运营数据、环境数据等多维度信息，通过大数据分析挖掘数据关联规律，预判病害发展趋势，制定针对性养护方案，实现养护决策的科学化、精准化。

4.2 绿色养护理念

绿色养护理念立足生态环保与资源节约，贯穿路面养护及维修全流程，减少资源消耗与环境污染，实现养护行业可持续发展。旧料循环利用提升聚焦路面旧料回收利用，优化再生利用技术，扩大旧料掺配比例，提升旧料资源化利用率，减少新料开采与废弃物排放，降低环境压力。低温施工技术推广针对低温环境施工痛点，研发适配低温的施工材料与工艺，减少施工过程中能源消耗，避免高温施工产生的污染物排放，适配不同气候条件下的养护施工需求。节能型设备研发聚焦养护设备节能改造与新型节能设备研发，降低设备运行过程中的能

源消耗，减少尾气排放，兼顾施工效率与生态环保。

4.3 全寿命周期管理

全寿命周期管理聚焦路面全生命周期的养护管控，整合预防性养护与矫正性养护，实现路面性能的长期稳定，降低全寿命周期养护成本。预防性养护与矫正性养护的协同打破两类养护技术的割裂状态，根据路面性能状态，合理搭配预防性与矫正性养护措施，提前防控病害，及时处置已发生病害，延缓路面性能衰变^[5]。路面性能衰变模型构建通过长期跟踪路面性能数据，结合环境、荷载等影响因素，构建科学的性能衰变模型，预判路面性能变化趋势，为养护时机与技术选型提供依据。长期养护规划优化结合路面性能衰变规律与公路运营需求，优化长期养护规划，合理分配养护资源，实现养护成本与路面性能的平衡，提升公路全寿命周期运营效益。

结束语

公路路面养护及维修是系统性工程，需结合病害类型、成因及发展趋势，综合运用预防性、矫正性及再生利用技术，通过精细化施工工艺实现病害修复。随着智能化养护技术的普及、绿色养护理念的深化及全寿命周期管理的推广，路面养护将向精准化、生态化、可持续化方向转型，为公路行业高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]郭冠卿.公路养护中路面的养护及维修探究[J].工程建设与设计,2025(6):187-189.
- [2]张军红.公路养护中路面的养护及维修探究[J].建筑技术研究,2022,5(1):40-41.
- [3]丰翔.公路养护中路面的养护及维修探讨[J].人民交通,2026,533(2):168-170.
- [4]张亮.农村公路路面养护维修技术及决策研究[J].交通世界,2024(24):97-99.
- [5]尹小清.高速公路路面养护维修技术研究[J].运输经理世界,2023(9):126-128.