

沥青路面常见病害成因及日常养护处置技术研究

郭彦汝¹ 张 华²

1. 榆林市公路局神木公路段 陕西 榆林 719300

2. 榆林市公路局靖边公路段 陕西 榆林 718500

摘 要：沥青路面长期受自然环境、交通荷载及施工养护因素影响，易产生变形、开裂、松散等各类病害，严重降低道路通行质量与使用寿命。本文系统梳理各类典型路面病害的表现特征与形成机理，针对性探究开裂、变形、松散病害的专项处置技术，阐述常态化预防性养护方法。同时结合不同路况工况优化养护技术，明确施工质量管控要点，完善养护管理体系，为沥青路面长效养护、病害防控提供可靠技术参考。

关键词：沥青路面；常见病害成因；日常养护；处置技术

引言：沥青路面凭借行车舒适度高、施工效率高优势，成为我国道路工程的主流路面形式。但在长期高低温交替、雨水侵蚀及重载车辆反复碾压下，路面易出现各类破损病害，若养护不及时会持续恶化，引发道路安全隐患，增加运维成本。为有效解决路面病害频发问题，提升道路服役性能，本文深入分析沥青路面病害成因，探究科学高效的日常养护处置技术，旨在优化路面养护工作模式，延长道路使用寿命。

1 沥青路面常见病害类型及成因分析

1.1 变形类病害及成因

（1）车辙病害：主要成因包括长期重复荷载下沥青混合料塑性累积变形，高温时沥青软化、稳定性下降，以及压实度不足、级配不良。多发生于高温季节行车道轮迹带，形成明显凹陷，影响行车舒适与安全。（2）沉陷病害：由路基填料不合格、压实不足引起不均匀沉降，路面渗水软化基层，重载反复碾压加剧局部下沉。常见于填挖交界或软土地基路段，路面凹陷变形，严重时伴生裂缝。（3）拥包病害：因沥青含量过高、软化点偏低，施工摊铺不均，车辆制动、启停产生水平推力致材料局部堆积。多现于交叉口、公交站等频繁制动处，路面隆起呈波浪状。

1.2 开裂类病害及成因

（1）横向裂缝：低温环境下沥青路面收缩产生温度应力，超出混合料抗拉强度引发开裂；路面基层收缩、路基不均匀沉降诱发横向裂缝。横向裂缝通常垂直于道路中线分布，冬季尤为多发，裂缝宽度随温度变化呈周期性张合。（2）纵向裂缝：道路路基纵向压实不均、边坡沉降，车辆长期单向荷载作用，路面施工接缝处理质量不达标，雨水渗入加剧裂缝扩张。纵向裂缝多位于行车道轮迹带边缘或路面接缝处，延伸方向与道路中线基

本平行^[1]。（3）网状裂缝：路面整体强度不足、沥青老化脆化，长期疲劳荷载作用，局部渗水导致基层软化破损，进而形成连片网状裂缝。网状裂缝呈龟壳状分布，裂缝相互交错将路面分割成不规则小块，是路面结构严重衰坏的典型标志。

1.3 松散类病害及成因

（1）坑槽病害：路面开裂后雨水渗入结构层，浸泡软化基层与混合料，车辆荷载冲刷、挤压导致路面材料脱落，形成坑槽；施工混合料粘结性差、压实度不足加剧病害发展。坑槽深度可达各结构层，雨后积水进一步加速周边材料的松散脱落，病害扩展迅速。（2）剥落与麻面病害：沥青与集料粘附性不足、混合料配比失衡，施工温度不当导致沥青老化粘结失效，雨水冲刷、冻融循环造成路面表层集料脱落。麻面表现为路面表面粗糙、细集料缺失，剥落则表现为粗集料逐步脱离，两者均显著降低路面抗滑性能。

1.4 病害共性影响因素总结

（1）外部环境因素：高低温交替、雨水侵蚀、冻融循环、紫外线老化等自然气候条件，加速路面材料性能衰减。温度变化导致材料胀缩应力反复作用，水分渗入削弱沥青与集料的粘结力，紫外辐射促使沥青组分氧化硬化。（2）交通荷载因素：重载、超载车辆通行，交通流量过大，车辆启停、制动产生的交变荷载加剧路面疲劳破损。超限车辆对路面的破坏呈指数级增长，频繁启停导致剪切应力集中，加速结构层变形与开裂。（3）施工与养护因素：施工工艺不规范、材料质量不达标，后期养护不及时、养护方式粗放，导致微小病害持续恶化。早期裂缝未及时封灌将引发水损连锁反应，最终发展为结构性破坏，大幅缩短路面使用寿命。

2 沥青路面日常养护处置关键技术

2.1 开裂类病害养护处置技术

(1) 微小裂缝处置: 采用灌缝胶、密封胶进行浅层灌缝处理, 清理裂缝杂物、烘干基层后填充密封, 阻断雨水渗入, 防止裂缝扩张, 适用于宽度小于3mm的细微裂缝。灌缝前采用压缩空气清除缝内尘土杂物, 确保缝壁干燥洁净, 灌缝材料填充略高出路面, 冷却后即可开放交通。(2) 中宽裂缝处置: 针对3mm以上裂缝, 采用开槽灌缝工艺, 规范开槽尺寸(槽宽10~15mm、槽深15~20mm)、清理槽体(高压热风吹扫, 槽壁加热至75℃以上), 灌注高性能灌缝材料(改性沥青类或橡胶沥青类), 结合路面压实修复, 提升裂缝处结构稳定性。灌缝后表面撒砂防粘, 养护冷却后开放交通^[2]。

(3) 网状裂缝处置: 铲除破损网状裂缝区域路面层(铣刨深度4~6cm, 范围外延30~50cm), 检测基层完整性, 对软化破损基层进行加固处理(注浆加固或局部换填), 重新摊铺沥青混合料(掺加聚酯纤维增强抗裂性)、压实成型(压实度不低于96%), 恢复路面整体性能。新旧路面接缝涂刷粘层油, 确保层间粘结良好。

2.2 变形类病害养护处置技术

(1) 车辙处置: 轻度车辙(深度小于15mm)采用微表处、稀浆封层技术找平路面, 恢复抗滑功能; 中度车辙(深度15~25mm)铣刨面层3~5cm, 重度车辙(深度大于25mm)铣刨面层5~8cm, 重新摊铺改性沥青混合料(SBS改性沥青, 掺量不低于4.5%), 优化混合料级配(骨架密实型, 粗集料含量不低于65%), 提升高温稳定性(动稳定度不低于2800次/mm)。重铺路段碾压遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”原则, 确保压实质量。(2) 沉陷处置: 轻微沉陷(深度10~30mm)采用沥青薄层罩面找平(厚度2~3cm); 严重沉陷(深度大于30mm且涉及基层破坏)需开挖路面结构层(范围外延50~100cm), 修复沉降路基(换填合格填料, 分层压实至压实度不低于95%)、加固基层(增设水泥稳定碎石或铺设土工格栅), 分层摊铺压实路面材料, 杜绝二次沉降。回填材料含水率控制在最佳含水率±2%范围内^[3]。(3) 拥包处置: 铣刨铲除局部拥包凸起路面(深度3~5cm, 范围外延20~30cm), 找平基层后补铺沥青面层(采用抗剪型混合料, 掺加0.3%~0.5%抗车辙剂), 优化局部混合料配比(适当降低沥青用量0.2%~0.3%), 提升路面抗推移变形能力。交叉口、公交站台等水平推力集中区域选用高粘度改性沥青, 增强抗剪切强度。

2.3 松散类病害养护处置技术

(1) 坑槽修补技术: 采用热料修补工艺(修补深度5~8cm, 方形开挖, 每边外延5~10cm), 清理坑槽松散

废料、烘干槽壁(加热不低于100℃), 涂刷粘结油(乳化沥青或热沥青, 用量0.8~1.2kg/m²), 填充热沥青混合料(AC-13或AC-16, 温度140~160℃)并分层压实(松铺厚度不大于8cm, 压实度不低于原路面96%), 保证修补区域与原路面衔接紧密(接缝高差不大于3mm); 低温环境(气温低于5℃)采用冷补料应急修补, 待气温回升后更换为热料永久修复。(2) 剥落麻面处置: 轻度麻面(剥落深度小于5mm, 面积占比不大于15%)采用稀浆封层(厚度4~6mm)、雾封层(喷洒量0.4~0.7kg/m²)技术, 封闭路面孔隙、恢复表层粘结性; 严重剥落区域(剥落深度大于5mm或面积占比超过15%)铣刨重铺薄层沥青面层(厚度2~3cm), 优化集料与沥青粘附性(选用碱性集料或掺加1%~2%抗剥落剂, 粘附等级不低于4级), 恢复路面抗滑功能(构造深度不低于0.6mm)。重铺前喷洒粘层油, 确保层间有效粘结^[4]。

2.4 预防性养护常态化技术

(1) 日常巡查与病害预判: 建立常态化路面巡查机制(日常巡查每日不少于1次, 雨后及极端天气后增设专项巡查), 定期检测路面平整度(每季度检测一次)、破损率(每年不少于2次), 提前识别微小裂缝、松散、泛油等前期病害, 建立电子台账分级管理, 实现早发现、早处置, 防止小病扩大。(2) 常态化防护处理: 定期开展路面清扫(机械化清扫每周不少于2次)、排水疏通(边沟、排水沟每月清理不少于2次, 雨季加密), 及时清理路面积水、杂物, 采用封层技术定期养护(每2~3年实施一次含砂雾封层或稀浆封层), 延缓沥青老化, 提升路面抗侵蚀能力。冬季除雪严格控制融雪剂撒布量(每平方米不超过0.3kg), 减少盐蚀破坏, 除雪后及时清扫残留融雪剂。(3) 养护质量跟踪评价: 每项养护工程完工后进行跟踪观测(评价期不少于6个月, 观测频次为完工后1、3、6个月各一次), 检测修补路段平整度(≤3mm)、渗水系数(≤120ml/min)、构造深度(≥0.55mm)及摩擦系数(≥0.50)等关键指标, 建立养护档案, 定期分析不同处置技术的适用性与耐久性, 动态优化养护方案, 持续提升养护决策科学化水平。

3 沥青路面养护技术优化与应用建议

3.1 不同工况下养护技术适配优化

(1) 高温多雨地区: 高温软化沥青、多雨加速水损, 应提升混合料高温稳定与防水性能, 选用SBS或高模量沥青, 动稳定度≥3000次/mm; 重点推广灌缝、封层等预防性养护, 雨季前集中完成裂缝封闭与稀浆封层; 雨后24小时内完成专项巡查, 及时处治坑槽、松散, 防止积水下渗。(2) 低温严寒地区: 低温收缩开

裂风险突出,选用橡胶沥青或高延度改性沥青(5℃延度 $\geq 30\text{cm}$);冬季以冷补临时封闭为主,夏季集中开槽灌缝;春季解冻后一个月内完成路面详查,对剥落、网裂区域实施薄层罩面或微表处修复。(3)重载交通路段:采用高强度改性沥青混合料(SBS掺量 $\geq 5\%$,动稳定度 $\geq 3500\text{次/mm}$),面层加厚至10cm以上或增设应力吸收层;加密巡检至每周2次,重点防控车辙、沉陷,轻度车辙及时微表处找平,沉陷发现后一周内处置完毕,防止病害快速发展。

3.2 养护施工质量控制要点

(1)材料质量管控:严格筛选沥青、集料、灌缝胶等养护材料,沥青针入度、软化点、延度等关键指标按批次检测,集料压碎值不大于26%、粘附性不低于4级,灌缝胶锥入度、软化点、弹性恢复率满足规范要求,把控材料配比与性能指标,杜绝不合格材料投入施工。(2)施工工艺管控:规范铣刨、摊铺、压实、灌缝等各环节施工流程,把控施工温度(混合料出厂155~165℃、摊铺不低于145℃、初压不低于135℃)、厚度(误差 $\pm 5\text{mm}$ 以内)、压实度(不小于96%)等关键参数,灌缝确保槽壁加热至75℃以上,配备红外温度枪与激光测厚仪实时监测,保障全过程质量受控。(3)施工验收管控:建立养护工程验收标准,从路面平整度($\leq 3\text{mm}$)、密实度(压实度 $\geq 96\%$)、衔接质量(接缝高差不大于3mm)等维度开展验收,灌缝工程以饱满率不低于90%、行车无跳车感为合格标准,确保养护处置效果达标。验收不合格区域3日内返工整改,验收资料归档留存^[5]。

3.3 日常养护管理体系优化策略

(1)建立分级养护机制:根据病害类型、严重程度、道路等级划分养护优先级,高速公路裂缝3mm以下48小时内完成灌缝,坑槽24小时内应急修补;二级及以

下公路适当放宽时限,实行精细化、差异化养护管理,合理配置资源,提高资金使用效益。(2)引入智能化养护手段:运用路面检测设备(车载式落锤弯沉仪、激光平整度仪、探地雷达等)与信息化管理系统(GIS路况平台、养护决策数据库),实现病害智能化识别、养护数据台账化管理,自动生成养护方案,动态跟踪效果,提升养护效率与决策科学性。(3)强化常态化养护意识:完善道路养护管理制度,明确巡查、处置、验收、考核各环节责任;加强养护人员专业技术培训(每年不少于2次),推广预防性养护理念,摒弃“重建设、轻养护”传统观念,将养护工作纳入绩效考核,确保资金投入与道路服务年限相匹配,实现全寿命周期效益最大化。

结束语

本文全面分析了沥青路面变形、开裂、松散等核心病害的成因与影响因素,梳理了各类病害对应的专项处置技术及预防性养护手段,结合不同工况完成养护技术适配优化。实践表明,精准处置病害、落实预防性养护、严控施工质量是保障路面性能的关键。未来需持续融合智能化养护技术,完善精细化养护管理体系,全方位提升沥青路面养护质量与道路服役稳定性。

参考文献

- [1]谭忆秋,李冠霖,王龙.沥青路面典型病害成因机理及预防性养护技术体系[J].中国公路学报,2023,36(07):1-13.
- [2]黄晓明,张宁.服役期沥青路面病害发展规律及精准养护技术研究[J].公路交通科技,2022,39(10):71-78.
- [3]刘东明,杨海涛.水损作用下沥青路面坑槽与松散病害成因及快速处置技术[J].中外公路,2024,44(02):56-61.
- [4]王旭,李刚.重载交通沥青路面车辙病害成因及长效养护技术[J].施工技术,2023,52(11):98-103.
- [5]陈二伟.公路沥青路面典型病害成因分析及预防性养护技术[J].交通科技,2025,21(05):78-82.