

公路交通工程路面养护工程病害成因及处治研究

张玉玲

兴安盟交通运输事业发展中心 内蒙古 兴安盟 137400

摘要:公路路面是交通运输的重要载体,其完好程度直接影响行车安全与通行效率。本文结合公路养护工程实际,系统分析沥青路面与水泥混凝土路面的常见病害类型及特征,从设计、施工、交通荷载、自然环境、养护管理五个维度探究病害成因,针对性提出各类病害的处治技术及预防性养护措施,结合全生命周期养护理念优化养护策略。研究表明,路面病害的发生是多因素协同作用的结果,科学的预防性养护与针对性处治技术结合,可有效延缓病害发展、降低养护成本、延长路面使用寿命,为公路路面养护工程实践提供理论支撑与技术参考。

关键词:公路交通工程;路面养护工程;病害类型;成因;处治技术

引言:随着我国公路路网不断完善,交通量持续增长及重载车辆增多,路面病害频发问题日益突出,不仅增加养护成本,还威胁行车安全。当前部分公路养护工作存在重修复、轻预防、处治针对性不足等问题,导致病害反复出现,影响公路服役寿命。基于此,结合兴安盟地区公路养护实践,围绕路面养护基础理论,明确常见病害类型及特征,深入剖析病害成因,探索科学高效的针对性处治技术,对提升公路养护质量、保障路网通行能力、降低全生命周期养护成本具有重要的现实意义与工程价值。

1 公路路面养护工程基础理论

1.1 公路路面结构类型及功能要求

公路路面是直接承受车辆荷载和自然因素作用的结构层,主要分为沥青路面和水泥混凝土路面两大类。沥青路面由沥青结合料与矿料拌和铺筑而成,具有行车舒适、噪声低、维修方便等优点,是我国高等级公路的主要路面形式。水泥混凝土路面以水泥混凝土为主要面层材料,强度高、稳定性好、使用寿命长,适用于交通量大、重载车辆多的路段。路面结构的核心功能是为车辆提供平整、坚实、抗滑的行驶表面,同时将车辆荷载均匀传递至路基,保护路基免受水、温度等自然因素的侵蚀。

1.2 路面养护工程的分类与特点

路面养护工程根据作业性质和规模,可分为日常养护、预防性养护、修复性养护和改建工程四类。日常养护主要包括路面清扫、排水设施疏通、小修小补等经常性作业;预防性养护是在路面结构尚未出现明显病害时采取的主动养护措施;修复性养护针对已发生的路面病害进行修补和加固;改建工程则是对路面结构进行全面升级改造。路面养护工程具有点多面广、作业环境复杂、交通干扰大、时效性强等特点,要求养护作业必须快速、

高效,最大限度减少对正常交通的影响。

1.3 路面使用性能评价指标体系

路面使用性能评价是制定养护决策的重要依据,主要包括行驶质量、结构性能、安全性能和耐久性四个方面。行驶质量通过国际平整度指数(IRI)进行评价;结构性能主要检测路面弯沉值、车辙深度等指标;安全性能重点考察路面抗滑系数;耐久性则通过路面破损状况指数(PCI)综合反映。

1.4 路面养护工程的全生命周期理念

全生命周期养护理念强调从路面设计、施工、运营到养护、报废的全过程管理。该理念认为,路面的使用寿命不仅取决于设计和施工质量,更与运营阶段的养护管理水平密切相关。通过在路面全生命周期内合理安排养护时机和养护措施,可以有效延缓路面性能衰减,降低全生命周期成本,提高公路资产的使用效益。全生命周期养护要求建立长期的路面性能监测机制,根据路面实际状况制定科学的养护规划,实现养护资源的优化配置^[1]。

2 公路路面常见病害类型及特征

2.1 沥青路面主要病害类型及特征

沥青路面病害按表现形式分为四类:(1)裂缝类,包括横向裂缝、纵向裂缝和网状裂缝。横向裂缝多呈等间距分布,由温度收缩和半刚性基层反射引起;纵向裂缝沿行车方向延伸,主要因施工接缝处理不当或路基不均匀沉降产生;网状裂缝呈不规则多边形,是路面结构疲劳破坏的典型特征。(2)变形类,以车辙、沉陷和波浪拥包为主。车辙表现为行车道内纵向带状凹陷,由重载车辆反复碾压和沥青混合料高温稳定性不足共同导致;沉陷多由路基压实度不足或水损害引起。(3)松散类,包括坑槽、脱皮和麻面,坑槽是松散颗粒脱落形成的局部凹陷,直接影响行车安全。(4)其他类,常见泛油和唧

浆,唧浆是基层细料随雨水从裂缝挤出,标志着路面结构已发生内部破坏。

2.2 水泥混凝土路面主要病害类型及特征

水泥混凝土路面病害集中在三个方面:(1)断裂类,包括横向裂缝、纵向裂缝、交叉裂缝和断板。横向裂缝多由温度应力和收缩应力叠加产生;纵向裂缝主要因路基不均匀沉降或板厚不足导致;交叉裂缝发展到一定程度会形成断板,使路面丧失承载能力。(2)接缝类,是最常见的病害类型,包括填缝料老化脱落、错台和唧泥。填缝料失效后雨水渗入基层,引发唧泥,进而导致板底脱空和错台。(3)表面类,包括露骨、起皮和坑洞。露骨是表面砂浆磨损脱落,集料外露;起皮多由施工时表面泌水或冻融循环引起。

2.3 不同病害对路面使用性能的影响程度分析

不同病害对路面使用性能的影响存在显著差异:(1)轻度裂缝和表面病害主要影响路面外观,对行驶质量和结构安全影响较小;(2)中度裂缝和车辙会降低路面平整度,增加行车颠簸和噪声,影响行驶舒适性;(3)重度网状裂缝、沉陷和断板会严重削弱路面结构承载能力,导致路面快速损坏;(4)坑槽、错台和唧泥不仅影响行驶舒适性,还会直接威胁行车安全,是需要优先处治的病害类型。根据《公路技术状况评定标准》,断板、坑槽和严重车辙的扣分权重最高,对路面技术状况等级影响最大^[2]。

3 公路路面病害成因的多维度系统分析

3.1 设计因素导致的路面病害

设计环节的不合理的是路面病害产生的源头,主要成因包括:(1)结构设计与实际工况不匹配,部分路段设计时未充分考虑区域交通量、重载比例,导致面层、基层厚度不足,承载能力达不到使用要求,长期使用后易出现裂缝、沉陷等病害;(2)材料设计与配合比不当,沥青混合料针入度、软化点等指标选择不合理,或水泥混凝土配合比失衡,导致路面抗裂、抗磨、抗水性能不足;(3)排水系统设计缺陷,路面横坡设置不合理、边沟排水能力不足,或中央分隔带无有效排水措施,导致雨水长期滞留路面或渗入路基,引发水损害相关病害。

3.2 施工因素导致的路面病害

施工质量是影响路面耐久性的关键,实际施工中常见成因有:(1)路基施工质量不达标,路基填料选择不当、压实度不足,或路基填筑过程中分层碾压不规范,导致路基沉降不均,进而引发路面开裂、沉陷;(2)基层施工存在缺陷,基层混合料拌和不均匀、摊铺厚度偏差过大,或养护不及时、养护周期不足,导致基层强度

不足、表面松散,无法有效传递车辆荷载;(3)面层施工工艺不规范,沥青路面摊铺温度控制不当、碾压不密实,水泥混凝土路面浇筑时振捣不充分、表面收浆不平整,易产生松散、裂缝、麻面等病害。

3.3 交通荷载因素导致的路面病害

交通荷载是路面病害产生的主要外部动力,实际中主要体现在:(1)重载、超载车辆违规通行,部分货车超载率远超设计标准,大幅增加路面承受的轴载压力,加速路面结构疲劳,诱发裂缝、车辙、断板等病害;(2)交通量增长超出设计预期,随着公路通行需求增加,部分路段实际交通量远超设计值,路面长期处于超负荷运行状态,缩短使用寿命;(3)车辆渠化行驶影响,长期以来车辆集中在行车道内行驶,导致路面受力不均,行车道内易出现严重车辙和局部破损。

3.4 自然环境因素导致的路面病害

自然环境的长期作用会逐步破坏路面结构,常见成因包括:(1)温度与湿度变化,昼夜温差、季节温差较大时,路面材料热胀冷缩,反复循环易产生裂缝;湿度波动过大则会导致路面材料软化,强度下降;(2)水损害作用,雨水、地下水通过路面裂缝或接缝渗入,浸泡路基、基层,导致基层软化、路基沉降,进而引发路面唧浆、沉陷、松散等病害;(3)冻融循环与紫外线老化,寒冷地区冬季冻融循环反复,会破坏路面材料结构,导致表面起皮、剥落;紫外线长期照射会使沥青老化、变脆,易产生裂缝。

3.5 养护管理因素导致的路面病害

养护管理不到位会加剧路面病害发展,实际工作中主要问题有:(1)预防性养护缺失,多数路段重修复、轻预防,未在路面出现轻微病害时及时处理,导致病害逐步发展扩大,从小裂缝演变为网状裂缝、坑槽;(2)养护时机不当,病害出现后拖延处理,或养护施工未避开不利天气,导致养护效果不佳,病害反复出现;(3)养护施工质量控制不严,小修小补时材料质量不达标、施工工艺不规范,修补部位易再次破损,形成“修补—破损—再修补”的恶性循环^[3]。

4 公路路面病害针对性处治技术

4.1 沥青路面常见病害针对性处治技术

沥青路面病害处治需结合病害类型、严重程度及现场工况,采用针对性强、操作便捷的施工技术,常用技术如下:(1)裂缝类病害:轻度横向、纵向裂缝采用灌缝技术,选用常温型或加热型密封胶,清理烘干裂缝后灌胶至饱满并压实;中度裂缝(宽度0.5-5mm)采用贴缝技术,清理后粘贴专用贴缝带压实即可开放交通;重度

网状裂缝或裂缝贯通基层时,采用挖补技术,切割凿除破损部分,清理基层后铺新沥青混合料并碾压密实。(2)车辙类病害:轻度车辙(深度 $\leq 10\text{mm}$)采用微表处技术,将改性乳化沥青与矿料拌和后摊铺碾压;中度车辙(深度 $10\sim 20\text{mm}$)采用铣刨重铺技术,铣刨至设计深度并清理后摊铺新面层;重度车辙(深度 $> 20\text{mm}$)结合基层状况,铣刨面层及部分基层后重新铺筑,避免病害复现。(3)坑槽类病害:小型坑槽(面积 $< 1\text{m}^2$)采用冷补法,清理杂物积水后铺冷补混合料分层碾压,适用于应急养护;大型坑槽(面积 $\geq 1\text{m}^2$)采用热补法,凿除破损部分并加热周边旧面层,摊铺热混合料碾压成型;严重坑槽伴随基层破损时,先修复基层再补面层。(4)松散、唧浆类病害:松散部位清理后喷洒乳化沥青封层,再铺薄层沥青混合料碾压;唧浆病害需先疏通排水、修补裂缝,再向基层注浆(水泥浆或水泥砂浆)填充空隙,增强稳定性。

4.2 水泥混凝土路面常见病害针对性处治技术

水泥混凝土路面病害处治重点是修复结构完整性、增强承载能力,结合病害特征采用对应技术:(1)断裂类病害:轻度裂缝采用表面封闭技术,清理后用环氧砂浆或聚氯乙烯胶泥填补压实;中度裂缝采用注浆加固技术,注入环氧树脂浆液粘结破损部位;重度裂缝或断板采用换板技术,切割凿除破损板体,清理找平基层后铺新板并设置传力杆,养护达标后开放交通。(2)接缝类病害:填缝料老化脱落时,清理接缝后填入聚氨酯填缝料或沥青玛蹄脂;轻度错台采用打磨法修整平整,中度及以上错台采用顶升法,将低洼板顶升至设计标高,板底注浆填充后切割多余部分;唧浆病害需清理接缝、疏通排水,板底注浆填补脱空部位并更换失效填缝料。(3)表面类病害:轻度露骨、起皮采用表面修补法,清理松散层后涂界面剂、铺薄层水泥砂浆压实;重度时采用 $3\sim 5\text{cm}$ 厚薄层水泥混凝土罩面养护,增强表面强度和耐磨性;坑洞病害清理松散部位并凿成规则形状,浇筑水泥砂浆或细石混凝土分层压实,确保与原路面齐平^[4]。

4.3 路面病害预防性处治技术

预防性处治技术核心是在病害初期或出现前采取措施,延缓病害发展、降低成本,常用技术如下:(1)沥青路面预防性处治:稀浆封层技术,将乳化沥青、矿料等拌和成稀浆摊铺,增强抗滑抗水性能,适用于轻微磨损和裂缝;雾封层技术,稀释乳化沥青喷洒路面,填补孔隙、延缓老化,施工简单成本低;喷洒专用沥青养护剂,形成保护膜,延长路面寿命。(2)水泥混凝土路面预防性处治:表面硅烷浸渍处理,喷洒硅烷浸渍剂形成防水保护层,防止有害物质渗入;接缝预防性养护,定期检查更换老化填缝料,雨季前全面清理补填;定期检测路面平整度,及时打磨修补轻微不平整部位。(3)通用预防性措施:定期清扫路面、疏通排水,清除杂物积水;定期检测路面性能,建立病害数据库并制定养护计划;管控重载车辆,严禁超载,减少路面荷载破坏,延长使用寿命^[5]。

结束语: 本文围绕公路路面养护工程病害成因及处治展开系统研究,明确了沥青与水泥混凝土路面的主要病害类型、特征及多维度成因,提出了针对性处治技术与预防性养护措施,验证了全生命周期养护理念在路面养护中的应用价值。未来可结合不同地区工况特点,进一步优化病害检测与处治技术,强化预防性养护的精准应用,不断提升公路路面养护的科学性与实效性,为公路交通事业高质量发展提供保障。

参考文献:

- [1]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(4):157-159.
- [2]刘鸿.基于交通工程视角的公路路面病害检测与修复技术应用[J].智能城市应用,2025,8(12):22-25.
- [3]董文选.公路交通工程路面养护工程病害成因及处治研究[J].行车指南,2025(10):0034-0035.
- [4]余鑫红.浅析公路交通工程路面养护工程病害成因及处治[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(8):109-111.
- [5]刘雪飞.高速公路路面早期病害成因分析与养护技术对策研究[J].全面腐蚀控制,2026,40(1):220-222.