

城市道路沥青路面病害成因及防治措施

禄金银

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：随着我国城市化进程的不断加速，城市道路作为重要的基础设施，其使用性能和服役寿命直接关系到城市交通效率、居民出行安全与舒适度。沥青路面因其施工便捷、行车舒适、维修方便等优点，在城市道路中占据主导地位。然而，在复杂的交通荷载、气候环境及人为因素综合作用下，沥青路面极易出现各类病害，严重影响道路服务水平。本文系统梳理了城市道路沥青路面常见的病害类型，深入剖析了其产生的根本原因，并从设计、材料、施工、养护管理等多个维度提出了针对性的综合防治措施。研究旨在为提升城市道路沥青路面的耐久性与可靠性提供理论参考与实践指导。

关键词：城市道路；沥青路面；路面病害；成因分析；防治措施

引言

在众多路面结构形式中，沥青混凝土路面凭借其表面平整、噪音低、行车舒适、易于机械化施工以及可再生利用等显著优势，成为我国乃至全球城市道路建设的首选。然而，沥青作为一种典型的粘弹性材料，其力学性能对温度、湿度、荷载作用时间等因素极为敏感。加之城市道路所面临的交通组成复杂（如大量重型车辆、频繁启停）、地下管线密集、路基条件多变、排水系统易受阻等特殊工况，使得城市沥青路面在服役过程中更容易产生各种功能性或结构性病害。这些病害不仅降低了道路的服务水平，增加了交通事故风险，还大幅缩短了路面的使用寿命，导致高昂的后期养护成本。因此，深入研究城市道路沥青路面病害的形成机理，并据此制定科学、有效的预防与处治策略，对于保障城市交通安全畅通、延长基础设施使用寿命、节约公共财政支出具有重大的现实意义和经济价值。

1 城市道路沥青路面常见病害类型

1.1 裂缝类病害

裂缝是沥青路面最普遍、最早期出现的病害形式，是水分侵入路基和基层的主要通道，也是其他病害发展的诱因。（1）横向裂缝：通常垂直于道路中心线，主要由沥青面层材料低温收缩或半刚性基层反射裂缝引起。在温差较大的地区尤为常见。（2）纵向裂缝：平行于道路中心线，多发生在车道轮迹带或路肩处。成因包括路基不均匀沉降、拓宽路段新旧路基结合不良、施工接缝处理不当等。（3）网状裂缝（龟裂）：初期表现为相互交错的细小裂缝，形似龟背，是路面结构承载能力严重不足的标志。通常由重复交通荷载作用下，面层或基层疲劳破坏所致。（4）反射裂缝：特指在半刚性基层（如水

泥稳定碎石）上铺设沥青面层后，基层因干缩、温缩产生的裂缝向上反射至面层的现象。这是我国城市道路中极为突出的问题。

1.2 变形类病害

变形类病害直接影响行车的平顺性和安全性。（1）车辙：在轮迹带形成的纵向带状凹陷，是高温季节重载交通作用下沥青混合料发生永久塑性变形的直接表现。可分为结构性车辙（路基或基层变形）和材料性车辙（面层沥青混合料失稳）。（2）拥包：局部隆起，多出现在交叉口、公交站台等车辆频繁制动、启动区域，由沥青混合料在水平力作用下推挤、堆积形成^[1]。（3）沉陷：路面局部或大面积下沉，通常由路基压实不足、土质不良、地下水侵蚀或地下管线渗漏导致路基失稳引起。（4）波浪（搓板）：路面呈规律性起伏，形似洗衣搓板，多因基层平整度差、面层摊铺不均或基层材料在荷载下发生剪切流动造成。

1.3 松散类病害

此类病害反映了沥青与集料之间粘结力的丧失。（1）坑槽：路面材料局部脱落形成的凹坑，是水损害的最终表现形式。雨水渗入路面结构，在动水压力作用下剥离沥青膜，导致集料散失。（2）松散：路面表层集料失去粘结而松动、散落，通常由沥青老化、施工时混合料温度过低或拌和不均、油石比过低等原因造成。（3）剥落：沥青膜从集料表面成片状脱离，常伴随有集料的剥落，多因集料与沥青粘附性差（如酸性石料未使用抗剥落剂）或水损害引起。

1.4 其他特殊病害

（1）泛油：沥青混合料中沥青含量过高或在高温下沥青上浮至路面表面，形成一层有光泽的沥青膜，降低路

面抗滑性能。(2)磨光:路面集料棱角被车轮磨平,导致路面宏观和微观构造深度减小,雨天易形成水膜,引发车辆打滑。

2 城市道路沥青路面病害成因分析

病害的产生是内因(材料、设计、施工)与外因(交通、环境、管理)共同作用的结果。

2.1 设计因素

部分早期城市道路项目过于强调初期投资的经济性,采用了“强基薄面”的设计理念,导致沥青面层厚度不足,无法有效分散和缓冲交通荷载应力,使得下卧基层长期处于高应力状态,极易开裂并向上反射。同时,各结构层之间的模量匹配若不合理,会在层间产生过大的剪应力,加速层间滑移和破坏。排水系统的设计缺陷同样是城市道路的通病,受限于地下管线密集、空间局促等现实条件,许多道路缺乏有效的边沟、盲沟或内部排水设施,导致路表水无法及时排出,长期滞留并下渗,软化路基与基层,为水损害埋下伏笔。此外,沥青混合料的配合比设计若未能充分考虑当地极端气候(如南方高温多雨、北方严寒干燥)和实际交通荷载特征(如重载比例高),则难以满足全寿命周期内的性能需求。

2.2 材料因素

普通基质沥青感温性强,在夏季高温下易软化流淌,冬季低温下则变脆开裂,若未根据气候分区选用合适标号或未采用SBS等聚合物改性沥青,其性能难以适应复杂环境。集料作为沥青混合料的骨架,其质量至关重要。若集料压碎值高、磨耗损失大、针片状颗粒含量超标,则混合料的骨架稳定性与抗变形能力将大打折扣。更严重的是,若集料含泥量高或本身为酸性石料(如花岗岩、砂岩),会显著降低沥青与集料的粘附性,即使添加了沥青,也难以形成牢固的界面结合,在水的作用下极易发生剥落^[2]。此外,为降低成本而省略必要的添加剂,如抗剥落剂、纤维稳定剂等,也会使混合料的关键性能指标无法达标,从而在服役早期就暴露出病害隐患。

2.3 施工因素

城市道路施工常受拆迁滞后、管线迁改复杂等因素干扰,导致路基填筑不连续、压实遍数不足,甚至存在“弹簧土”等软弱夹层,为日后的不均匀沉降和沉陷埋下隐患。半刚性基层若养生时间不足、含水量控制不当或碾压不密实,不仅强度难以达到设计要求,还会因收缩应力过大而产生大量早期裂缝。面层施工的质量控制尤为关键,沥青混合料从拌和到碾压的全过程必须严格控温,温度过低会导致压实困难、空隙率偏高,为水损害打开通道;温度过高则会加速沥青老化。上下结构层之

间的界面处理同样不容忽视,若存在浮尘、油污等污染物,且未按规定喷洒足量粘层油或透层油,层间粘结将极其薄弱,在行车荷载的水平分力作用下极易产生拥包、推移等病害。此外,施工接缝若处理粗糙,尤其是冷接缝未进行精细切割和涂油,将成为贯穿整个路面的薄弱面,极易发展为裂缝和水损害的起点。

2.4 交通与环境因素

随着城市物流业的迅猛发展,大量超载、重载货车频繁通行于城市道路,其单轴荷载远超设计标准,对路面的破坏作用呈指数级增长,是车辙、疲劳开裂等病害的直接推手。气候条件的影响同样深远,高温不仅加速沥青老化,还使其软化,降低抗剪强度;低温则使沥青变脆,收缩应力增大,诱发低温缩裂。降水是水损害发生的必要条件,雨水通过路面裂缝、孔隙渗入结构内部,在车辆动荷载产生的泵吸效应下,反复冲刷沥青-集料界面,最终导致材料剥离、坑槽形成。城市特有的交通运行模式也加剧了病害发展,在交叉口、公交港湾、学校周边等区域,车辆频繁启停、急加速、急刹车,产生巨大的水平剪切力,使得这些区域成为拥包、车辙等病害的高发区。

2.5 养护管理因素

“重建轻养”的传统观念在部分地区依然根深蒂固,导致预防性养护投入严重不足。许多管理部门往往等到病害已发展至严重阶段才进行大规模修复,不仅成本高昂,且修复效果难以持久。缺乏科学、系统的路况检测与评价体系,使得养护决策多依赖经验判断,而非数据驱动,常常滞后于病害的实际发展进程。这种被动式的养护管理模式,无法在病害萌芽阶段进行有效干预,错过了以最小代价延缓路面性能衰减的最佳时机。

3 城市道路沥青路面病害综合防治措施

针对上述成因,应构建“预防为主、防治结合、全寿命周期”的综合防治体系。

3.1 优化路面结构设计

(1)推行柔性基层或复合式基层:在重载交通路段,可考虑采用级配碎石、沥青稳定碎石(ATB)等柔性基层,以减少反射裂缝的发生。或采用“刚-柔”复合式基层,即在半刚性基层上加铺一层应力吸收层(如SAMI、橡胶沥青碎石封层),有效阻断裂缝的向上反射路径。(2)加强排水设计:在道路横断面设计中,确保足够的横坡以利排水。在条件允许的情况下,设置完善的内部排水系统,如在基层底部铺设透水性垫层和纵向排水管,将渗入的水分迅速排出路基范围之外。(3)合理确定结构层厚度:依据交通量预测和轴载谱分析,科学计算各结构

层所需厚度，确保路面有足够的结构强度来抵抗预期的交通荷载。

3.2 严控原材料质量与混合料设计

(1) 优选高性能沥青：根据项目所在地的气候分区和交通等级，选用合适的改性沥青（如SBS改性沥青用于提高高温稳定性和低温抗裂性，SBR乳化沥青用于应力吸收层）。(2) 严格集料质量控制：选用坚硬、耐磨、洁净、形状接近立方体的优质碱性集料。对于必须使用的酸性集料，必须参加足量、高效的抗剥落剂，并进行严格的粘附性试验验证^[3]。(3) 精细化配合比设计：采用Superpave等先进的混合料设计方法，综合考虑高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性及耐久性。适当降低设计空隙率（但需保证不泛油），并可通过添加木质素纤维、聚酯纤维等稳定剂来改善混合料的性能。

3.3 强化施工过程质量控制

(1) 确保路基与基层质量：严格执行路基填筑和压实规范，确保达到设计要求的压实度和CBR值。半刚性基层施工后必须保证充足的养生时间，防止早期开裂。(2) 精细化面层施工：一是全过程温度监控：从拌和、运输、摊铺到碾压，建立严格的温度控制流程，确保在最佳温度窗口内完成压实作业。二是彻底清洁层间界面：在摊铺上一层面层前，必须彻底清扫下承层，并均匀、足量地喷洒粘层油，确保层间形成牢固的整体。三是高标准处理接缝：热接缝应采用梯队作业；冷接缝必须切割整齐、涂刷粘层油，并采用专门的接缝碾压工艺，确保接缝处的密实度和平整度。(3) 应用智能建造技术：推广使用带有自动找平和温度监控系统的摊铺机、无人驾驶压路机等智能装备，减少人为因素干扰，提高施工精度和均匀性。

3.4 推行科学的养护管理策略

(1) 实施预防性养护：在路面结构尚完好、仅出现轻微功能性病害（如微裂缝、轻度老化）时，及时采取雾封层、微表处、稀浆封层、超薄磨耗层（NovaChip）等预防性养护措施。这能有效封闭路面空隙，延缓老化，阻止水损害，其投入产出比远高于矫正性养护。(2) 精准化矫正性养护：对于已形成的结构性病害，应根据病害类型、范围和深度，选择最适宜的修复方案。例如，对于深层

车辙可采用铣刨重铺；对于反射裂缝可采用开挖回填或非开挖注浆加固；对于坑槽应遵循“圆洞方补、浅洞深补”的原则，确保修补质量^[4]。(3) 建立智慧化养护决策系统：利用无人机巡检、探地雷达（GPR）、激光断面仪等先进检测技术，定期对路网进行快速、全面的健康状况评估。基于大数据和人工智能算法，构建路面性能预测模型，实现养护需求的精准识别和养护资金的优化分配。

3.5 加强交通管理与执法

(1) 严格治理超限超载：联合交通、公安等部门，加大路面执法力度，利用不停车检测系统等科技手段，对超限超载车辆进行有效监管和处罚，从源头上减轻对路面的破坏。(2) 优化交通组织：在病害易发区域（如交叉口、公交站），通过设置专用道、优化信号配时等方式，减少车辆的频繁加减速和横向移动，从而降低水平力对路面的冲击。

4 结语

城市道路沥青路面病害的产生是一个复杂的系统性问题，涉及设计、材料、施工、环境、交通及管理等多个环节。单一的防治手段难以从根本上解决问题。未来，应摒弃“头痛医头、脚痛医脚”的传统思维，转向基于全寿命周期成本（LCCA）理念的系统性解决方案。这要求我们从源头抓起，通过优化设计理念、严控材料品质、精进施工工艺，并辅以科学的预防性养护和智慧化的管理手段，形成一个闭环的质量保障体系。唯有如此，才能有效遏制病害的发生与发展，最大限度地延长城市道路沥青路面的使用寿命，为城市居民提供更加安全、舒适、高效的出行环境，助力城市的高质量和可持续发展。

参考文献

- [1]孙俊洲.城市道路沥青路面病害成因分析及修复方法[J].建材技术与应用,2023,(05):66-70.
- [2]张波.城市道路沥青路面病害处治方案研究[J].交通科技与管理,2024,5(12):67-69.
- [3]杨晓明.浅谈城市道路沥青混凝土路面病害与处理措施[J].工程建设与设计,2022,(24):83-85.
- [4]庄志福.城市道路沥青路面病害分析与改造措施探讨[J].福建交通科技,2022,(05):40-45.