

城市沥青路面施工工艺优化及病害防治研究

袁军杰

甘肃羚翔建设有限公司 甘肃 兰州 730000

摘要：城市沥青路面长期存在施工精度不足、病害高发、服役寿命较短等工程问题，严重影响城市道路交通质量与安全。本文系统梳理传统沥青路面施工流程与工艺缺陷，深入分析施工、环境、荷载及养护等多维度病害成因，从混合料配比、摊铺碾压、全过程质量管控开展工艺优化，提出分类病害防治对策，搭建全周期长效防控体系。研究旨在提升路面施工精细化水平，减少路面病害发生，为城市道路工程提质增效提供可靠技术参考。

关键词：城市沥青路面；施工工艺优化；病害防治

引言：沥青路面是当前城市道路建设的主要路面形式，具备平整度高、行车噪音小、后期养护便捷等诸多优势。但在长期工程实践中，传统粗放施工模式适配性较差，叠加城市复杂气候、重载交通通行影响，路面极易产生裂缝、车辙、水损害等病害，不仅降低行车舒适性，还持续增加道路运维成本。为此，本文针对性优化施工工艺、完善病害防治体系，助力提升城市沥青路面施工质量与长期服役性能。

1 城市沥青路面传统施工工艺及现存问题分析

1.1 传统核心施工工艺流程

(1) 前期准备。该工序是沥青路面施工的基础环节，主要包含路基路面杂物清理、基层平整度与强度检测、各类施工设备调试校准、沥青及集料等原材料质量检验等工作，全面排查施工基础隐患，保障后续施工有序推进。(2) 混合料拌合与运输。依据固定施工配比拌合沥青混合料，严格把控拌合温度、时长，确保混合料拌合均匀、性能稳定。采用专用保温运输车辆转运混合料，规避运输过程中出现离析、降温过快等问题，保留混合料初始施工性能。(3) 现场摊铺与碾压。借助常规摊铺设备匀速开展路面摊铺作业，精准把控摊铺厚度。严格遵循初压、复压、终压的标准流程分层碾压，规范压实作业标准，保障路面成型厚度、密实度符合基础设计要求。(4) 后期养护与验收。路面施工完成后及时封闭交通，采用自然养护方式养护路面。待路面强度达标后，对路面平整度、密实度、完整性等指标开展质量检测，完成整体竣工验收工作^[1]。

1.2 传统施工工艺现存核心缺陷

(1) 混合料配比管控粗放。传统施工采用固定配比参数，未结合城市季节气候、路况条件、原材料性能差

异动态调整，导致混合料适配性不足，普遍存在稳定性差、耐高温性、抗疲劳性能薄弱等问题。(2) 摊铺碾压工艺精度不足。人工操控设备易出现摊铺速度、厚度不均问题，同时碾压温度、次数、速度把控精准度较低，极易造成路面局部密实度不均、平整度不达标，影响路面施工质量。(3) 施工全过程管控薄弱。施工精细化管理体系缺失，混合料温度全程管控、各工序衔接、现场质量监测等工作落实不到位，人工操作误差较大，易留存各类隐性质量隐患。

1.3 施工工艺缺陷引发的路面隐患

(1) 结构性隐患。施工不规范易导致路面密实度不足、层间粘结强度不足，长期通车后易出现路面沉降、基层松动、层间脱落等问题，大幅降低道路整体承载力与结构稳定性。(2) 功能性隐患。路面平整度不达标会降低行车舒适性，而局部渗水问题会让水分侵入路面基层，破坏路面整体结构，加速路面破损、坑槽等病害出现。(3) 耐久性隐患。混合料性能适配性差、施工工艺不规范，使路面抗磨损、抗老化、抗形变能力大幅下降，路面病害频发，显著缩短道路整体使用寿命，增加后期养护成本。

2 城市沥青路面施工工艺优化研究

2.1 沥青混合料配比优化

(1) 原材料优选与管控。原材料性能是决定沥青路面施工质量的核心基础，针对传统原材料筛选随意、指标管控宽松的问题，开展精细化选材与管控工作。结合城市道路行车荷载、环境工况特点，优先选用粘结性强、耐老化、稳定性佳的优质沥青，同时筛选硬度高、粒径均匀、杂质含量低的集料与合规填料。严格落实原材料进场检验制度，对原材料的粒径、纯度、粘结

强度、耐磨度等核心指标逐一检测,杜绝不合格材料入场,从源头规避混合料性能缺陷,筑牢路面施工质量基础。(2)动态配比设计。摒弃传统固定配比的施工模式,推行适配性动态配比设计方案。充分结合城市区域气候特征,针对夏季高温、冬季低温、多雨潮湿等不同环境特点,搭对应性能配比;同时依据道路交通荷载等级,区分主干道、次干道及支路的通行压力,灵活优化沥青、集料、矿粉的配比比例。精准调试油石比核心参数,有效提升沥青混合料的高温抗车辙、低温抗开裂及防水抗渗透能力,让混合料性能适配本地道路长期运营需求^[2]。(3)拌合工艺参数优化。为解决传统拌合不均、混合料离析老化等问题,对拌合全流程参数进行标准化优化。严格规范原材料投料顺序,按照集料、矿粉、沥青的合理次序投料,精准把控拌合温度与拌合时长,根据原材料特性微调温度参数,避免温度过高导致沥青老化、温度过低引发拌合不充分。通过标准化参数管控,保障每一批次混合料性能均匀、质地稳定,杜绝结块、离析等质量问题。

2.2 摊铺与碾压工艺精细化优化

(1)摊铺工艺优化。依托智能化摊铺设备替代传统人工操控摊铺模式,实现摊铺作业标准化、精细化。施工前根据路面设计标准设定匀速摊铺参数,精准锁定摊铺厚度、行进速度,杜绝忽快忽慢、厚薄不均的问题。同时在摊铺全过程落实温度实时监测,动态跟踪混合料表层与内部温度,及时规避温度骤降、局部降温过快等问题,保障沥青混合料摊铺成型的均匀性与平整度,提升路面基础成型质量。(2)碾压工艺分层优化。针对传统碾压工序衔接混乱、压实精度不足的问题,优化碾压全流程工艺。规范初压、复压、终压三道工序的衔接节奏,缩短工序间隔时间,避免混合料温度流失过快。根据路面层级差异,差异化设定各阶段的碾压温度、行进速度及碾压遍数,采用分层碾压、逐层压实的施工方式,精准处理路面边缘、接缝等压实死角,全面提升路面整体密实度与结构稳定性^[3]。(3)特殊路段工艺适配优化。城市道路路况复杂,针对路口、弯道、坡道、居民区周边等特殊路段开展专项工艺优化。路口车流启停频繁,适当提升混合料压实标准;弯道、坡道受力不均,调整摊铺碾压速度与参数,规避路面滑移、开裂问题;居民区周边路段优化施工节奏,严控施工噪音与施工偏差,在保障施工质量的同时适配复杂路况与现场环境需求。

2.3 施工全过程质量管控工艺优化

(1)前期预处理工艺优化。强化施工前期基层预处

理管控,彻底改变传统基层处理粗放的问题。施工前全面检测路基、基层的平整度、密实度与完整性,对松散、凹凸、破损的基层区域进行精细化修补、夯实处理。同时优化路面清扫、除尘及粘层油喷洒工艺,保证基层表面干净整洁,粘层油喷洒均匀、厚度合规,有效提升路面层间粘结性能,避免后期出现层间脱落、渗水等隐患。(2)施工过程动态监测优化。引入智能化监测设备搭建全过程动态监测体系,替代传统人工抽检模式。对施工核心指标进行实时动态采集,重点监测混合料拌合温度、摊铺厚度、碾压温度、路面压实度等关键数据,实现施工过程可追溯、可调控。针对监测发现的施工偏差,及时叫停整改、调整施工参数,从施工过程中杜绝质量问题,提升施工精准度。(3)后期养护工艺优化。优化传统单一的自然养护模式,制定精细化、差异化养护方案。路面成型后及时规范封闭交通,杜绝车辆、行人提前通行造成路面变形破损。结合施工时的气温、空气湿度、风力等环境因素,动态调整养护周期与养护方式,同时制定路面初期防护措施,做好防水、防磕碰、防污染防护,有效避免成型路面出现早期老化、开裂、坑槽等病害,延长道路使用寿命^[4]。

3 城市沥青路面病害类型、成因及综合防治措施

3.1 城市沥青路面常见病害类型及特征

(1)裂缝类病害。作为沥青路面最普遍的早期病害,主要涵盖横向裂缝、纵向裂缝及网状裂缝三类。此类病害核心特征为路面表层及结构层出现不同宽度、长度的开裂问题,初期裂缝危害较小,但会形成路面渗水通道,引发基层受潮、结构松散等次生病害,持续破坏道路整体结构稳定性,大幅降低路面使用寿命。(2)变形类病害。主要包括车辙、沉陷、拥包、波浪等形态,多集中于城市主干道、车流密集路段。病害核心特征为路面平整度失衡,出现不规则凸起、凹陷及条状碾压痕迹,主要由车辆反复荷载碾压、施工压实度不均、混合料稳定性不足导致,直接影响行车舒适度,严重时易引发车辆打滑,威胁道路通行安全。(3)松散类病害。以坑槽、路面松散、集料剥落为主要表现形式,高发于路口、公交站台、车流启停频繁及荷载集中路段。病害发展过程由表层至内部,逐步出现沥青膜脱落、集料松散脱落、局部路面破损坑洼等问题,属于渐进式病害,若未及时处置会持续扩大破损面积。(4)水损害病害。为多雨地区城市路面高发病害,主要表现为路面渗水、表层脱皮、基层软化泥泞等。雨水通过路面细微缝隙渗入结构层后,会持续冲刷混合料,破坏沥青与集料的粘结性能,造成路面剥离破损,加速道路整体结构老化,是

诱发各类次生路面病害的重要诱因。

3.2 路面病害核心成因分析

(1) 施工因素。施工环节不规范是路面病害产生的核心人为原因。传统施工工艺参数把控松散,混合料拌合温度、配比精度不足,易出现拌合不均、性能不达标的问题。同时摊铺碾压精度不足、层间清理和粘层处理不到位、压实度不均匀,会造成路面结构薄弱,为后续各类病害滋生埋下隐患。(2) 环境因素。城市复杂的自然环境是诱发和加剧路面病害的重要因素。昼夜及四季温差交替、紫外线长期照射、雨水持续冲刷、冬季冻融循环等,会逐步老化沥青材料,降低混合料粘结强度与稳定性,导致路面开裂、渗水、松散等病害持续发生与扩张。(3) 交通荷载因素。城市道路车流密集、重载车辆通行频繁,车辆反复碾压形成累计荷载,长期超出路面设计承载极限。频繁的启停荷载、超重荷载会持续挤压、磨损路面结构,破坏路面密实结构,引发车辙、沉陷、开裂等不可逆路面病害。(4) 养护管理因素。后期养护滞后、管控粗放是病害扩大的主要原因。日常巡检不到位,无法及时发现细微病害,且小型病害处置不彻底、修复工艺简陋,导致裂缝、坑槽等轻微病害持续蔓延,逐步发展为大面积、深层次的路面破损问题。

3.3 针对性病害防治技术措施

(1) 裂缝病害防治。遵循“早发现、早处置、分级治理”原则,细微裂缝采用灌缝、封缝工艺封堵处理,阻断渗水通道;中度结构性裂缝采用贴缝带加固补强,提升路面整体性;大面积网状裂缝需铣刨破损面层后重新摊铺。同时优化混合料抗裂性能,严控施工温度,从源头预防裂缝产生。(2) 变形类病害防治。针对轻微车辙、拥包等变形问题,采用精准铣刨找平工艺修复路面平整度;对于深层、大面积变形路段,彻底铣刨破损结构后重新摊铺碾压。优化分层碾压工艺,提升路面整体密实度与结构稳定性,配合道路管控,严控重载车辆违规通行,减少荷载形变损伤。(3) 松散与坑槽病害防治。及时清理路面松散、破损区域,彻底清除杂质与积水,采用高性能改性沥青混合料进行填补压实,做好层间防水粘结处理。同时优化原材料选材与配比,提升路面耐磨、抗剥落、抗松散性能,杜绝病害反复出

现^[5]。(4) 水损害病害防治。优化道路排水系统设计,提升路面排水效率;强化摊铺碾压施工精度,提升路面密实度,减少渗水缝隙。对已出现渗水、脱皮的破损路段及时修复,增设防水粘结层,阻断雨水渗透路径,全方位防范水损害问题。

3.4 全周期病害长效防控体系构建

(1) 事前预防。从施工源头把控质量,优选高性能原材料,优化动态配比与施工工艺,严格落实施工全流程精细化管理,规避施工缺陷,从根本上降低路面病害发生概率。(2) 事中管控。在施工阶段及道路运营初期,建立常态化巡检机制,及时排查路面细微病害与结构隐患,快速处置、精准整改,避免轻微病害扩散升级为结构性病害。(3) 事后养护。搭建精细化长效养护机制,定期开展路面质量检测与养护修复工作,结合智能化监测技术实现路面病害动态监测、提前预警,形成全周期、常态化的病害防控模式,延长道路使用寿命。

结束语

本文围绕城市沥青路面施工工艺优化与病害防治核心问题,全面剖析传统施工短板与各类路面病害成因,完成施工全流程工艺精细化优化,制定分级分类的病害治理措施,构建覆盖事前、事中、事后的全周期防控体系。有效解决传统施工精度低、病害防控滞后等问题,显著提升路面结构稳定性与耐久性。后续可结合智能化施工技术持续迭代优化,进一步完善城市沥青路面施工与运维体系。

参考文献

- [1] 张玉鹏,马杰忠. 沥青混合料性能优化设计研究[J]. 公路交通科技,2021,38(5):45-52.
- [2] 聂小云,胡果宏. 基于性能的沥青混合料设计方法及应用[J]. 土木工程学报,2022,55(3):120-128.
- [3] 薛晓芳,张锐. 公路沥青路面施工工艺优化技术综述[J]. 建筑材料学报,2024,23(4):67-74.
- [4] 何杰,吴涛. 沥青路面早期病害成因及防治措施研究[J]. 道路工程,2022,44(8):89-95.
- [5] 李娜,孙强. 智能化技术在沥青路面施工中的应用分析[J]. 交通建设与管理,2023,40(2):33-39.