

市政道路沥青路面早期病害（裂缝、车辙）的成因分析与防治措施

周立波

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

摘要：本文聚焦市政道路沥青路面早期的裂缝与车辙病害，先阐述两类病害的核心类型及特征，如裂缝分横向、纵向、网状。车辙含轮迹型、推移型、压密型。接着从材料、施工、设计、运营与环境四层面剖析成因，像材料层面沥青标号不当、施工层面摊铺温度失控等。最后对应提出防治措施，包括材料管控、工艺改进、设计完善及运营期养护等，为减少沥青路面早期病害、延长道路使用寿命提供系统思路。

关键词：市政道路；沥青路面；早期病害；裂缝与车辙；防治措施

引言：市政道路沥青路面作为城市交通的重要载体，其通行质量与使用寿命直接影响市民出行与城市运转。但在实际使用中，沥青路面常早期出现裂缝、车辙等病害，不仅降低道路服务水平，还增加养护成本。当前对这类早期病害的成因分析与防治缺乏系统梳理，导致病害治理效果不佳。深入研究沥青路面早期裂缝与车辙的特征、成因及防治措施，对提升市政道路建设与养护质量具有重要现实意义。

1 沥青路面早期病害核心类型

1.1 裂缝类病害特征

裂缝类病害是沥青路面早期常见问题，按走向与形态可分为横向、纵向和网状裂缝三类。横向裂缝整体平行于道路中线，多在路面通车初期出现，形成初期裂缝宽度较窄，仅数毫米，但易随环境温度变化逐步扩展。冬季低温会让路面材料收缩产生拉应力，尤其在昼夜温差超过10°C的区域，原有裂缝加宽速度更明显；春季温度回升后，路面材料膨胀，裂缝边缘易出现碎化，若未及时处理，雨水会渗透至基层加剧损伤，甚至导致基层松散^[1]。纵向裂缝垂直于道路中线，通常沿车道轮迹带分布，初期多为单一细长裂缝，长度多在3-10米。随着车辆反复碾压，裂缝长度会逐步延伸，部分还可能发展为网状裂缝。车道轮迹带长期承受车辆荷载，易产生局部应力集中，尤其重载车辆频繁通行的路段，如货运通道、城市主干道，纵向裂缝发展速度更快，严重时裂缝宽度可达5毫米以上。网状裂缝以不规则交叉裂纹形成网状结构，出现时往往伴随路面结构层损伤。初期表现为细小不规则裂纹，单条裂纹长度不足1米；随时间推移会相互连接形成密集网状区域，受影响区域路面整体强度显著下降，车辆行驶易出现颠簸，持续恶化还可能引发坑槽

等次生病害，需投入更多养护成本修复。

1.2 车辙类病害特征

车辙类病害表现为路面沿车辆行驶方向形成的凹陷，按形成原因与形态可分为三类。轮迹型车辙沿车辆行驶轨迹形成凹槽，集中在车道频繁受力区域，如城市道路主车道、高速公路行车道等。其深度会随通车时间增加逐步加大，初期仅2-3毫米，通车1-2年后可增至5-8毫米，车辆行驶易出现“跑偏”倾向，雨天凹槽内容易积水，积水深度超过3毫米时会大幅降低轮胎与路面的摩擦力，影响行车安全。推移型车辙因路面材料横向位移形成，多出现于道路交叉口、坡道等受力复杂路段。交叉口车辆频繁启停会产生水平推力，尤其早晚高峰时段，短时间内大量车辆制动与启动会加速材料位移；坡道区域车辆上坡时牵引力增大，易导致路面材料向坡下位移，这类车辙边缘常伴随材料隆起，隆起高度可达2-4毫米，整体形态不规则，对行车平稳性影响较大。压密型车辙由路面结构层压实不足导致，表现为整体下沉式凹陷，与轮迹型车辙的局部凹陷不同，可能覆盖较大路面范围甚至影响整个车道。施工阶段若沥青混合料压实度不足，内部空隙率超过6%，通车后在车辆荷载作用下空隙会逐步闭合，导致路面整体下沉形成这类车辙，下沉量通常在3-5毫米，影响道路平整度与使用寿命。

2 早期病害（裂缝、车辙）成因分析

2.1 材料层面因素

沥青材料问题直接影响路面抗病害能力。沥青标号选择不当会导致性能失衡，低温抗裂性不足易在温度骤降时引发收缩裂纹，高温稳定性欠缺则会在夏季高温环境下加速材料软化，为车辙形成埋下隐患。沥青与集料黏结性差会削弱混合料整体性，车辆荷载反复作用下易

出现集料与沥青剥离现象,进而引发松散和裂缝^[2]。集料质量问题对路面结构强度至关重要。集料级配不合理表现为粗细集料比例失衡,粗集料不足会导致骨架支撑力薄弱,细集料过多则易造成混合料密实度不足,两种情况都可能加剧车辙和裂缝发展。集料强度不足会使颗粒在长期荷载作用下逐渐破碎,破坏混合料原有结构,导致路面承载能力下降,诱发各类早期病害。混合料配比问题影响整体稳定性。沥青用量过多会使路面在高温下易产生塑性变形,加重车辙程度;用量过少则无法充分裹覆集料,降低混合料黏结力,增加裂缝风险。矿粉掺配比例不当会破坏沥青胶浆性能,比例过高易导致混合料脆化开裂,比例过低则会影响混合料稳定性,难以抵御环境与荷载的双重作用。

2.2 施工层面因素

摊铺环节质量控制不到位会直接引发病害。摊铺温度控制不佳危害显著,温度过高会加速沥青老化,降低材料柔韧性,增加开裂可能;温度过低则会使混合料流动性不足,影响后续压实效果,导致路面密实度不均。摊铺速度不均匀会造成混合料分布失衡,出现离析现象,离析区域易形成局部薄弱点,在使用中率先出现裂缝或车辙。压实环节缺陷会削弱路面承载能力。压实机械选型不当无法适配混合料特性,易导致压实度不足,路面内部空隙率过大,雨水渗入和荷载作用下易产生压密型车辙。压实顺序或遍数不合理会造成路面内部密实度不均,密实度低的区域成为应力集中点,在车辆反复碾压下逐步出现裂缝和变形。基层处理问题会传导至面层引发病害。基层平整度差会导致沥青面层厚度不均,较薄区域在荷载作用下易产生应力集中,率先出现开裂。基层强度不足则无法为面层提供稳定支撑,车辆荷载作用下面层易产生过量变形,进而引发裂缝和车辙,尤其在重载车辆通行路段问题更为突出。

2.3 设计层面因素

结构设计问题影响路面整体承载性能。路面结构层厚度不足难以承受长期交通荷载,面层和基层易因应力超出承受极限而出现疲劳开裂,同时加速车辙累积。基层与面层刚度匹配不合理会导致界面处应力突变,形成应力集中区域,长期作用下界面附近易产生裂缝,逐步扩展至路面表面。排水设计缺陷会加剧水损害影响。路面横坡、纵坡设置不当会导致雨水滞留路面,积水在车辆荷载作用下形成动水压力,不断冲刷混合料内部结构,破坏集料与沥青的黏结。地下排水系统不完善会使雨水渗入基层,软化基层材料,降低其承载能力,面层在荷载作用下易出现沉陷和裂缝。荷载预估问题难以适

配实际交通需求。对交通量增长预判不足会导致路面设计荷载低于实际通行标准,随着重载车辆增多,路面结构长期承受超出设计的应力,加速疲劳损伤,裂缝和车辙等病害会提前出现且发展迅速。

2.4 运营与环境层面因素

交通荷载影响是病害发展的重要外部诱因。重载、超载车辆频繁通行会超出路面设计承载能力,使面层和基层产生过量塑性变形,既会引发轮迹型车辙,也会因结构疲劳产生裂缝。车辆在交叉口、公交站点等区域制动、启动频繁,会造成局部受力集中,易形成推移型车辙和不规则裂缝,长期渠化行驶还会加重轮迹区域损伤。自然环境影响会加剧路面材料老化与损伤。温度剧烈变化会使沥青面层产生热胀冷缩效应,冬季低温收缩产生拉应力,夏季高温膨胀产生压应力,反复循环易导致路面出现横向裂缝^[3]。夏季持续高温还会加速沥青软化,叠加密集车流挤压易形成车辙与拥包。雨水长期浸泡会软化基层材料,降低结构强度,还会破坏沥青与集料的黏结性。北方冬季常用的氯盐类融雪剂会腐蚀路面,加速沥青老化与集料剥离,进一步诱发裂缝。冻融循环则会使路面内部水分交替冻结膨胀和融化收缩,破坏材料结构完整性,诱发网状裂缝和松散。

3 早期病害(裂缝、车辙)防治措施

3.1 材料质量管控措施

沥青材料优化需结合地域气候特征精准施策。北方低温地区应选择低温延度高的沥青标号,增强路面抗收缩开裂能力;南方高温地区则需选用软化点高的沥青,提升高温稳定性以抵御车辙。通过添加改性剂可进一步优化沥青性能,如掺入橡胶改性剂增强弹性恢复能力,添加纤维改性剂提升抗裂性,让沥青材料更好适配不同区域的环境挑战。集料质量把控要贯穿筛选与检测全流程。严格按照设计级配要求筛选集料,控制粗细集料比例,确保粗集料形成稳固骨架结构,细集料填充空隙以提升密实度。强化集料强度检测,对破碎值、压碎值超标的集料坚决剔除,避免因集料颗粒受力破碎破坏混合料整体结构,从源头保障路面材料的承载能力。混合料配比优化依赖科学试验确定参数。通过马歇尔试验、车辙试验等多组试验,分析不同沥青用量与矿粉掺配比例下混合料的性能指标,确定最佳配比。合理的配比能让混合料既具备足够黏结力抵御裂缝,又具有良好抗变形能力减少车辙,同时兼顾耐久性,延长路面抵抗早期病害的周期。

3.2 施工工艺改进措施

摊铺质量提升需聚焦温度、速度与设备协同。根据

沥青标号与气候条件设定合理摊铺温度区间，高温天气适当降低摊铺温度上限，低温天气做好保温措施避免温度骤降。保持匀速摊铺，避免因速度波动导致混合料堆积或稀疏，减少离析现象。采用高精度摊铺设备，配备自动找平系统，确保面层摊铺平整度，为后续压实与减少病害奠定基础。压实工艺优化要匹配混合料特性与路面需求。根据混合料类型选择适配的压实机械，沥青玛蹄脂碎石混合料宜选用重型压路机，普通沥青混合料可搭配轻型与重型压路机组合作业。制定科学的压实顺序，遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中”的原则，明确压实遍数，通过现场检测确保压实度达标，减少路面内部空隙，提升抗水损害与抗变形能力。基层预处理强化需提前消除质量隐患。施工前对基层平整度进行全面检测，对凸起部位铣刨处理，凹陷部位采用同级配材料填补并压实，确保基层表面平整。检测基层强度，采用弯沉试验等方法评估承载能力，对强度不足区域进行补强处理，如铺设玻纤格栅或增加基层厚度，避免基层问题传导至面层引发裂缝与车辙。

3.3 设计方案完善措施

结构设计优化需兼顾荷载与结构协同。根据区域交通量调查数据与未来发展规划，计算路面所需承载能力，合理确定面层、基层厚度，重载车辆通行密集路段适当增加结构层厚度。优化基层与面层刚度匹配，通过选用不同模量的材料，让结构层间刚度逐步过渡，减少界面处应力集中，降低裂缝产生风险。排水系统升级要构建全方位排水体系。优化路面横纵坡设计，确保横坡坡度满足雨水快速流向路肩的需求，纵坡坡度保障雨水沿道路走向顺利排出，避免积水滞留。完善地下排水管网，在路面结构层设置透水基层或排水盲沟，将渗入的雨水及时排出路基范围，防止基层软化与冻融破坏，减少水引发的早期病害。荷载设计调整需预留交通发展空间。结合区域产业布局与交通规划，预判未来交通量增长趋势与重载车辆比例变化，适当提高路面设计荷载标准，使路面承载能力不仅满足当前需求，还能应对未来一定时期内的交通荷载增长，延缓因荷载超出设计引发的裂缝与车辙问题。

3.4 运营期养护管理措施

日常监测预警需建立常态化机制。定期组织人员巡查路面，重点关注车道轮迹带、交叉口等易出现病害的区域，记录裂缝长度、宽度与车辙深度等数据^[4]。采用路面检测设备如激光平整度仪、探地雷达等，深入检测路面内部结构状况，建立病害台账，动态跟踪病害发展趋势，为早期干预提供依据。早期修复处理需把握最佳修复时机。对宽度较小的轻微裂缝，采用灌缝技术注入专用密封胶，防止雨水渗入；对长度较长的裂缝，采用贴缝带贴敷处理，增强裂缝处抗裂能力。对深度较浅的轻度车辙，通过微表处技术在路面表面铺设薄层抗车辙混合料；对局部严重车辙，进行铣刨重铺处理，恢复路面平整性与承载能力，避免病害进一步恶化。交通荷载管控需减少超限荷载影响。加强重载车辆监管，在道路入口设置称重检测设备，禁止超载车辆通行，对违规超载车辆依法处置。优化道路通行组织，通过设置交通标志引导车辆均衡行驶，减少车辆在特定路段长时间停留或频繁制动启动，降低局部路段受力集中程度，减缓车辙与裂缝发展速度。

结束语

市政道路沥青路面早期裂缝与车辙病害的防治需贯穿道路建设与运营全周期。从前期材料选择、设计规划，到中期施工管控，再到后期运营养护，每一环的质量把控都对病害预防至关重要。虽当前已形成较为系统的成因认知与防治思路，但随着交通需求增长与环境变化，仍需持续优化技术与管理手段。未来通过深化材料研发、推进施工智能化及完善养护体系，可进一步提升沥青路面抗病害能力，为城市交通高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 李伯贤.沥青路面裂缝成因及防治措施分析[J].建筑·建材·装饰,2024(8):175-177.
- [2] 郑扬晋.市政道路沥青路面车辙早期病害原因及措施[J].住宅与房地产,2023,(06):225.
- [3] 张东升.沥青路面病害成因分析及防治对策[J].中国公路,2023(10)124-126.
- [4] 程晋群.市政公路路面常见病害处治及改造提升技术[J].四川水泥,2022,(05):252-253+257.