

道路工程中沥青路面早期病害成因与防治措施研究

刘航

湖北交投建设集团有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：沥青路面早期病害会严重缩短道路使用寿命、增加养护成本，影响道路通行安全与舒适性。明确病害成因并制定科学防治措施，是提升道路工程质量的关键。结合道路工程实际施工与运营情况，分析沥青路面早期常见病害类型，探究材料、施工、设计及环境等多方面成因，提出针对性防治策略，为减少沥青路面早期病害发生、延长路面使用寿命提供实践参考。

【关键词】：沥青路面；早期病害；成因分析；防治措施

DOI:10.12417/2811-0722.26.05.055

引言

沥青路面因平整度好、行车舒适、施工便捷等优势，被广泛应用于道路工程建设中。但在实际运营过程中，部分沥青路面在通车后短期内便出现裂缝、车辙、松散等早期病害，影响道路正常使用功能，还大幅增加养护投入，制约道路工程整体效益发挥。明确沥青路面早期病害的形成机理，探索切实可行的防治方法，是当前道路工程领域亟待解决的重点问题。结合工程实践，深入分析病害成因并提出对应防治措施，为道路工程质量提升提供支撑。

1 沥青路面早期病害类型及表现特征

1.1 裂缝类病害及表现

沥青路面早期裂缝类病害是道路通车后短期内最易出现的病害类型之一，直接影响路面结构完整性和耐久性，也是引发后续松散、坑槽等病害的主要诱因。裂缝类病害的形成与沥青材料性能、施工质量及环境作用密切相关，在实际道路运营中呈现出明显的早期突发性特征。沥青结合料的低温脆性的不足、级配设计不合理，会导致路面在温度变化或行车荷载作用下产生应力集中，进而形成初期细微裂缝，此类裂缝多呈不规则状，宽度通常在0.1-0.5mm之间，初期仅存在于路面表层，若未及时处理，会随着雨水渗透和行车反复作用，逐渐向基层延伸，导致裂缝宽度扩大、长度增加，形成贯穿式裂缝，破坏路面结构的整体性，降低路面承载能力。

裂缝类病害的早期表现具有明显的阶段性和差异性，不同成因引发的裂缝在形态、分布和发展速度上存在显著区别。低温收缩裂缝多发生在寒冷地区或季节交替时段，初期表现为路面表层的细微龟裂纹，无明显规律性，随着气温反复升降，裂缝会逐渐加深加宽，形成相互连通的裂缝网络，导致路面表层剥落。反射裂缝则主要源于基层开裂，基层因干缩、温缩产生的裂缝会向上反射至沥青面层，表现为与基层裂缝位置对应的纵向或横向裂缝，此类裂缝初期宽度较窄，但发展速度较快，易在行车荷载作用下出现错台、松动，进而引发路面局部破损。

1.2 变形类病害及表现

变形类病害是沥青路面早期损坏的主要类型之一，主要源

于路面结构承载能力不足、材料性能不达标及施工质量缺陷，直接影响道路行车平顺性和结构稳定性，在重载交通路段表现尤为突出。此类病害的核心特征是路面在行车荷载反复作用下，出现永久性塑性变形，破坏路面原有平整度^[1]。沥青混合料的高温稳定性不足、矿料级配不合理，会导致路面在夏季高温环境下，抗剪强度下降，经重载车辆碾压后逐渐形成车辙，车辙多沿行车方向分布，深度通常在5-20mm之间，初期表现为轻微凹陷，后期会逐渐加深加宽，形成明显的沟槽，影响行车舒适性，还会导致车辆行驶轨迹偏移，增加交通安全隐患。

变形类病害的表现形式具有多样性，不同成因引发的变形病害呈现出不同的形态特征，且与道路使用环境、交通荷载密切相关。除车辙外，沉陷也是常见的早期变形病害，多因基层施工质量不达标、填料压实度不足，或路基不均匀沉降导致，表现为路面局部区域向下凹陷，凹陷面积大小不一，严重时会造成坑洼状，影响车辆正常通行。推移变形则主要发生在交叉口、爬坡路段等车辆制动频繁的区域，由于沥青面层与基层粘结力不足，在车辆水平推力作用下，路面表层出现整体或局部推移、错台，表面伴有裂缝和松散现象。

1.3 松散类病害及表现

松散类病害是沥青路面早期损坏中极具破坏性的类型，核心诱因是沥青面层与集料之间的粘结力下降，导致集料脱落、路面结构松散，直接破坏路面整体性，降低路面抗水损害能力和承载性能。此类病害多与材料质量、施工工艺及后期养护不到位密切相关，在多雨地区和重载交通路段尤为常见。沥青结合料的针入度、延度等指标不达标，会导致其与矿料的粘附性不足，经雨水浸泡后，粘结力进一步衰减，集料失去约束而逐渐脱落，形成路面表层松散。施工过程中，沥青混合料拌和不均匀、碾压温度控制不当，会导致混合料密实度不足、内部嵌挤作用减弱，通车后经行车荷载反复冲击和雨水侵蚀，路面表层会出现集料松散、起皮现象，初期表现为路面起砂，后期逐渐发展为片状剥落，影响道路通行安全。

松散类病害的表现具有明显的渐进性，不同发展阶段呈现出不同的特征，且与病害成因紧密关联。初期松散多集中在路面表层，表现为表层集料松动、易脱落，用手触碰可发现细集

料掉落,路面粗糙度明显下降,此时未及时处置,松散范围会逐渐扩大,深度不断增加,进而形成坑槽雏形。当松散病害发展至中层或基层时,会导致路面结构层整体性破坏,出现大面积起皮、坑槽,甚至露出基层,车辆行驶时会产生剧烈颠簸,加剧路面损坏速度。

2 沥青路面早期病害的核心成因分析

2.1 材料质量因素影响

材料质量是决定沥青路面抗病害能力的核心基础,其性能指标不达标或材料匹配度不足,会直接诱发路面早期损坏,是引发裂缝、松散等病害的重要内在因素。沥青结合料的性能参数直接影响路面的耐久性和稳定性,若沥青针入度、延度、软化点等指标未达到规范要求,其低温抗裂性、高温稳定性和粘结性会大幅下降,易导致路面在温度变化和行车荷载作用下出现开裂、车辙等早期病害。矿料的级配合理性、压碎值、磨耗值等指标不合格,会影响沥青混合料的密实度和嵌挤作用,导致混合料强度不足、空隙率过大,雨水易渗入面层内部,破坏沥青与矿料的粘结界面,引发集料松散、剥落等问题。

沥青混合料的配合比设计与材料相容性不足,也是材料质量影响路面早期病害的关键环节。合理的配合比能确保混合料具备良好的力学性能和抗损害能力,若配合比设计不合理,会导致混合料中沥青用量过多或过少,过多易引发车辙、泛油,过少则会降低粘结力,导致松散。沥青与矿料的粘附性不足,未按要求添加抗剥落剂,会导致两者粘结界面易受雨水侵蚀而分离,进而引发面层松散、坑槽等早期病害。

2.2 施工工艺因素影响

施工工艺的规范性直接决定沥青路面的施工质量,工艺环节的疏漏或操作不标准,会导致路面结构层密实度不均、粘结性不足,进而诱发各类早期病害,是病害形成的重要外在因素。沥青混合料的拌和工艺对路面质量影响显著,拌和温度控制不当、拌和时间不足,会导致沥青未完全融化、矿料与沥青混合不均匀,形成不合格混合料,摊铺后路面易出现局部松散、强度不足等问题^[2]。摊铺过程中,摊铺机行走速度不均匀、摊铺厚度控制偏差过大,会导致路面平整度超标、结构层厚度不均,通车后路面受力不均衡,易引发局部开裂、沉陷等早期病害。

碾压工艺的不合理的是引发路面早期病害的主要施工诱因,碾压机械选型不当、碾压遍数不足或碾压顺序错误,会导致路面压实度未达到设计要求,混合料空隙率过大,雨水易渗入内部,破坏路面结构整体性。碾压温度过高会导致沥青老化、泛油,过低则会影响压实效果,导致路面密实度不足,后期易出现车辙、松散等病害。施工过程中接缝处理不规范,纵向、横向接缝压实不密实,会形成薄弱环节,通车后经行车荷载反复作用,接缝处易出现开裂、错台等问题。

2.3 设计与环境因素影响

设计环节的不合理会为沥青路面早期病害埋下隐患,设计参数选取不当、结构设计不完善,会导致路面承载能力与实际使用需求不匹配,易引发各类早期损坏。路面结构层厚度设计不足,会导致路面抗弯拉强度、抗剪强度无法满足行车荷载要求,通车后短期内易出现车辙、开裂等病害;基层、底基层材料选型不合理,强度和稳定性不足,会导致路面整体承载能力下降,进而引发面层反射裂缝、沉陷等问题。排水系统设计不完善,会导致路面表面积水无法及时排出,雨水渗入面层和基层,破坏材料粘结性,引发松散、坑槽等水损害病害,尤其在多雨地区此类病害更为突出。

环境因素是诱发沥青路面早期病害的重要外部条件,温度变化、降水、冻融循环等自然环境作用,会持续侵蚀路面结构,加速病害发生和发展。温度的剧烈变化会导致沥青混合料产生热胀冷缩,长期反复作用下,路面易出现温缩裂缝、热裂等早期病害,寒冷地区冻融循环作用更为明显,水分渗入路面内部后冻结膨胀,会破坏混合料结构,导致路面松散、剥落。

3 沥青路面早期病害的针对性防治策略

3.1 优化材料选择与质量管控

优化材料选择是防控沥青路面早期病害的核心举措,需结合道路运营环境、交通荷载等级,选用性能达标、匹配性强的材料,从源头提升路面抗损害能力。沥青结合料应优先选用针入度、延度、软化点等指标符合规范要求的改性沥青,其低温抗裂性、高温稳定性和粘结性更优,能有效抵御温度变化和行车荷载引发的开裂、车辙等病害。矿料需严格筛选,确保级配合理、压碎值、磨耗值达标,选用洁净、干燥的集料,提升与沥青的粘附性,必要时添加抗剥落剂,增强混合料的抗水损害能力。实际工程中,需结合路段实际工况,优化沥青混合料配合比,确保混合料密实度、空隙率符合设计要求,兼顾力学性能和施工和易性,从材料层面减少早期病害诱因。

材料质量管控需贯穿采购、储存、运输、使用全流程,建立严格的质量检验机制,杜绝劣质材料进场。材料采购时需核查生产厂家资质,对进场沥青、矿料等进行抽样检测,不合格材料严禁投入使用。沥青储存需采取保温、防老化措施,避免长期存放导致性能衰减;矿料需分类堆放,做好防潮、防尘处理,防止污染变质。混合料拌和前,需再次核对材料配比,严格控制拌和温度和时间,确保混合料均匀性,避免因材料质量波动引发路面松散、开裂等早期病害,切实将材料质量管控落到实处,为路面质量筑牢基础。

3.2 规范施工工艺与流程管控

规范施工工艺是减少沥青路面早期病害的关键环节,需严格按照施工规范要求,把控各施工环节的操作标准,确保施工质量达标。沥青混合料拌和环节,需精准控制拌和温度,避免

温度过高导致沥青老化、泛油，或温度过低造成拌和不均匀，保证拌和时间充足，确保沥青与矿料充分融合，提升混合料整体性能^[3]。摊铺施工时，需控制摊铺机行走速度均匀，精准把控摊铺厚度和平整度，避免出现摊铺偏厚、偏薄或平整度超标的情况，摊铺过程中及时处理混合料离析问题，确保面层均匀密实。

施工流程管控需注重各环节的衔接，强化工序质量验收，上一道工序未达标不得进入下一道工序。碾压施工需选用合适的碾压机械，遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中”的原则，控制碾压遍数和碾压温度，确保路面压实度符合设计要求，减少混合料空隙率，提升路面抗水损害能力和承载性能。

3.3 完善设计方案与后期养护

完善设计方案是防控沥青路面早期病害的前提，需结合路段交通荷载、气候环境、地质条件等实际情况，优化路面结构设计，提升路面抗病害能力。路面结构层厚度需根据行车荷载等级合理设计，确保面层、基层、底基层的抗弯拉强度、抗剪强度满足使用需求，避免因厚度不足引发车辙、开裂等病害。基层、底基层材料需选用强度高、稳定性好的材料，优化级配设计，提升基层承载能力，减少反射裂缝的产生。完善排水系

统设计，合理设置排水坡度和排水设施，确保路面表面积水及时排出，减少雨水渗入面层和基层，降低水损害病害发生概率。

后期养护是延缓沥青路面早期病害发展、延长路面使用寿命的重要保障，需建立常态化养护机制，加强路面日常巡查，及时发现并处置早期病害。对路面出现的细微裂缝、轻微松散等早期病害，需及时采取封闭、修补等措施，防止病害进一步扩展，避免小病害发展为大损坏。定期对路面进行清扫、灌缝、封层等预防性养护，提升路面抗老化、抗水损害能力，减少行车荷载和环境因素对路面的侵蚀。

4 结语

本文围绕道路工程中沥青路面早期病害的成因与防治措施展开研究，明确了裂缝、变形、松散三类常见早期病害的表现特征，深入剖析了材料质量、施工工艺、设计与环境三大核心影响因素，并针对性提出了优化材料管控、规范施工流程、完善设计与后期养护的具体措施。这些措施贴合工程实际，可有效减少沥青路面早期病害的发生，提升路面结构稳定性与耐久性，降低养护成本，为道路工程沥青路面施工与病害防控提供切实可行的实践参考，助力提升道路工程整体质量。

参考文献：

- [1] 李军.市政道路沥青路面病害防治技术[J].城市建设,2025,(30):45-47.
- [2] 刘飞.市政道路施工中沥青路面病害防治技术探讨[C]//中国国土经济学会.2026 智慧城市建设与创新发展的论文集.烟台市市政养护中心;2025:167-170.
- [3] 滕云来.沥青路面养护车搅拌系统优化设计与仿真研究[D].石家庄铁道大学,2025.