

沥青路面早期破损原因及防治对策

余贤伟

泰山伟业建设集团有限公司 浙江 嘉兴 314300

摘要：沥青路面早期破损严重影响道路使用寿命与行车安全。本文系统分析了沥青路面早期破损的主要类型与特征，包括裂缝类、变形类及松散类破损。文章从材料选择、结构设计、施工质量控制及环境荷载四个维度，深入探讨了导致路面早期破损的根本原因。在此基础上，提出了针对性的防治对策，包括优化材料配比与性能、进行科学的路面结构与排水设计、实施规范的施工工艺与全过程质量监管，并采取适应环境与交通条件的综合措施，以期提升沥青路面耐久性与服务水平提供理论依据和实践参考。

关键词：沥青路面；早期破损；裂缝；车辙；防治对策

引言：随着我国公路建设规模持续扩大，沥青路面早期破损问题日益凸显。裂缝、车辙、坑槽等病害不仅降低道路使用性能，更带来严重安全隐患。早期破损成因复杂，涉及材料性能退化、结构设计缺陷、施工质量控制不严以及环境荷载作用等多重因素。开展沥青路面早期破损系统研究，明确破损机理，提出有效防治措施，对延长路面使用寿命、保障行车安全、降低养护成本具有重要现实意义。

1 沥青路面早期破损类型及特征

1.1 裂缝类破损

沥青路面裂缝类破损主要表现为横向裂缝、纵向裂缝与网状裂缝等不同类型。横向裂缝通常垂直于道路中线方向呈现规律性分布，裂缝宽度随温度变化呈现季节性张合特征。在北方寒冷地区，冬季温度可低至零下20摄氏度至零下30摄氏度，此时横向裂缝宽度可能达到5毫米至10毫米，夏季温度升高至30摄氏度至40摄氏度时，裂缝宽度可能缩小至1毫米至3毫米^[1]。纵向裂缝沿行车方向延伸，多出现于轮迹带区域或路面接缝位置，反映出基层或面层内部存在的结构性弱点。据统计，在交通量较大的主干道上，纵向裂缝出现的频率约为每50米至100米一处。网状裂缝则交织成龟裂形态，常集中于路面局部区域，表明该区域沥青混合料疲劳损伤已达到临界状态。网状裂缝的裂缝宽度一般在1毫米至3毫米之间，裂缝间距约为10厘米至20厘米。裂缝在不同路面位置的分布具有显著差异，行车道区域因承受主要交通荷载，纵向裂缝与网状裂缝发生频率较高。超车道区域裂缝形式以横向裂缝为主，路肩部位则常见边缘裂缝与纵向裂缝并存现象。这些裂缝不仅破坏路面结构完整性，更为水分下渗提供通道，加速基层软化与冻胀损害发生。

1.2 变形类破损

车辙是沥青路面典型变形类破损，在轮迹带区域形成纵向凹槽。车辙深度发展经历三个阶段，初期为压实性车辙，深度一般2毫米至5毫米，主要因施工压实不足导致路面在车辆荷载下进一步压实形成；中期出现流动性车辙，深度达5毫米至15毫米，因沥青混合料在高温和荷载作用下产生流动变形；后期发展为结构性车辙，深度常超过15毫米，是基层和面层结构整体变形所致。拥包变形表现为路面局部隆起，多产生于交叉口或陡坡路段刹车频繁区域，高度一般5毫米至15毫米，严重时超20毫米。沉陷变形为路面整体或局部下沉，常与路基压实不足或地下空洞相关，沉陷深度小的10毫米至20毫米，严重的可达50毫米以上。变形程度与路面使用功能受损程度直接对应，轻度车辙深度小于10毫米时主要影响行车舒适性；中度车辙深度10至25毫米会引发车辆滑移风险；重度车辙深度超25毫米则导致积水与车辆水滑现象。拥包高度超15毫米或沉陷差超20毫米时，已对行车安全构成实质性威胁。

1.3 松散类破损

坑槽破损表现为路面材料局部脱落形成凹坑，发展过程经历表面剥落、集料脱离和坑洞扩大三个阶段。初期表面剥落深度一般在1毫米至3毫米，随着时间推移和车辆荷载作用，集料逐渐脱离，形成深度5毫米至10毫米的小坑洞，最终坑洞不断扩大，深度可达40毫米以上。松散破损可见集料与沥青膜分离，表面呈现粗糙麻面特征，麻面面积大小不一，小的可能只有几平方厘米，大的可达数十平方厘米。剥落现象则体现为表层混合料成片状脱离基体，片状剥落面积一般在10平方厘米至50平方厘米之间。这些破损类型严重削弱路面平整度，坑槽深度超过40毫米时会产生明显颠簸感。行车安全性受到多重威胁，松散材料在车轮作用下飞溅可能击伤车辆，

坑槽边缘产生的冲击荷载加速周边路面破坏,剥落区域降低轮胎与路面附着系数。在雨天条件下,坑槽积水形成水膜效应,大幅增加刹车距离与行车风险。夜间照明不足时,这些破损更成为潜在交通事故诱因。

2 沥青路面早期破损原因分析

2.1 材料因素

沥青材料的选择与性能直接关系到路面使用寿命。沥青标号选择不当会显著影响路面性能,高标号沥青可能导致混合料刚度不足,在高温条件下易产生车辙变形,低标号沥青则会使混合料脆性增加,低温环境下易引发收缩裂缝^[2]。沥青老化是一个复杂的性能劣化过程,在热氧和紫外线长期作用下,沥青轻质组分挥发,胶体结构破坏,导致粘结性能下降,路面出现脆化开裂。集料质量对路面结构稳定性具有关键影响。集料规格不符合要求会造成混合料级配紊乱,粗集料过多时混合料空隙率偏大,细集料过量则影响高温稳定性。集料含泥量超标会在集料表面形成薄弱界面,降低沥青与集料的粘附性。针片状颗粒含量过高会导致集料嵌挤能力下降,在荷载作用下易发生断裂。矿粉作为沥青混合料的重要组成部分,其细度直接影响沥青胶浆的粘结性能。矿粉细度不足会减少沥青吸附表面,影响混合料强度形成。亲水性强的矿粉易在水分作用下发生剥离,导致混合料水损害敏感性增强。

2.2 设计因素

结构设计不合理会引发诸多问题,若未充分考虑实际交通荷载与水文地质条件的影响,极易导致结构性缺陷。路面结构层厚度设计不足,难以承受交通荷载反复作用,承载能力下降,路面易出现疲劳破坏,缩短使用寿命。结构层组合不当会引发应力集中,不同结构层力学性能差异大,荷载作用下应力无法有效传递分散,在薄弱层产生破坏。排水设计缺陷也不容小觑,其系统性不足将直接影响路面的长期耐久性能。排水系统不完善,路面内部积水无法及时排出,水分渗透到基层和面层,削弱基层承载能力,降低面层与基层粘结力,导致路面沉陷、坑槽等病害。排水坡度设计不合理,会造成排水不畅,积水长时间滞留路面,加速路面损坏。

2.3 施工因素

施工工艺问题影响路面质量,现场操作不规范或工序控制不严格会显著加剧早期破损风险。沥青混合料拌和不均匀,各组分分布不均,部分区域沥青含量过高或过低,影响路面均匀性和稳定性。摊铺和碾压工艺不当,路面密实度不足,出现孔隙率过大问题,降低抗渗性和耐久性,平整度差影响行车舒适性和安全性^[3]。施工

质量控制不严也是重要因素,须从材料进场到工艺实施全过程加强监管。对原材料质量检验把关不严,不合格材料进入施工现场,影响路面整体质量。施工过程中温度、压实度等关键指标控制不到位,温度过高加速沥青老化,温度过低影响压实效果,压实度不足降低路面强度,易产生各种病害。

2.4 环境因素

气候条件对沥青路面影响较大,尤其在极端天气与持续不良环境作用下,路面性能衰减加速。高温环境下,沥青软化,抗变形能力减弱,车辆荷载作用下易产生车辙。在夏季气温持续高于35℃的地区,路面车辙深度平均每年可能增加5-10毫米。低温时,沥青收缩,内部应力增大,超过抗拉强度便产生裂缝。在冬季气温低于-20℃的地区,路面出现裂缝的概率会大幅增加。雨水对路面有冲刷和渗透破坏作用,带走路面材料细颗粒,破坏结构,降低强度。交通荷载方面,重载与超载车辆对路面的累积损伤效应尤为显著,重载、超载车辆过度碾压破坏路面,巨大压力使路面结构产生过大变形,加速损坏。交通流量增长过快超出路面设计使用寿命预期,路面长期高负荷运行,缩短使用寿命。

3 沥青路面早期破损防治对策

3.1 材料选择与控制

优化沥青材料选用是防治沥青路面早期破损的基础。不同地区的气候和交通条件差异显著,应根据实际情况挑选合适的沥青标号。在高温且交通繁忙的地区,选用标号稍低、软化点较高的沥青,以增强路面在高温下的抗变形能力,减少车辙产生。而在低温寒冷地区,则要选择标号合适、低温延度大的沥青,防止低温收缩引发裂缝。采用改性沥青也是提升路面性能的有效途径。通过在沥青中添加橡胶、树脂等改性剂,可显著改善沥青的弹性、粘性和耐老化性能,使路面具备更好的抗车辙、抗裂缝和抗水损害能力。严格集料和矿粉质量标准同样关键。集料和矿粉的质量直接影响沥青混合料的性能。要加强对集料和矿粉生产源头的质量控制,与信誉良好的供应商建立长期合作关系,从源头上保证材料质量。在材料进场时,要严格按照规范要求进行检查,对集料的粒径、含泥量、针片状颗粒含量等指标,以及矿粉的细度、亲水性等性质进行细致检测,确保各项指标都符合要求,杜绝不合格材料进入施工现场。

3.2 科学合理设计

优化路面结构设计需充分考虑交通量和轴载情况。根据实际交通数据,合理确定路面结构层厚度,确保路面有足够的承载能力来应对交通荷载的反复作用。对于

交通量较大的高速公路,面层厚度一般不小于18厘米,基层厚度不小于50厘米^[4]。同时要选择合适的结构层组合形式,使各结构层之间能够协同工作,有效分散和传递应力,避免应力集中导致的破坏。例如,采用半刚性基层与柔性面层的组合形式,可提高路面的承载能力和抗裂性能。完善排水设计是保障路面耐久性的重要环节。设计科学合理的排水系统,确保路面排水顺畅无阻。根据地形和气候条件,合理设置边沟、盲沟等排水设施,边沟深度一般不小于0.8米,盲沟间距不大于20米,将路面和路基范围内的水分及时排出,防止积水对路面和基层造成侵蚀,降低路面损坏风险。

3.3 规范施工管理

严格施工工艺要求是保证路面质量的前提。制定详细的沥青混合料拌和、摊铺、碾压等工艺操作规程,明确各环节的技术参数和操作要点。拌和温度控制在150摄氏度至170摄氏度之间,拌和时间不少于45秒,确保混合料均匀一致。摊铺速度控制在2米/分钟至6米/分钟,保证摊铺平整度。碾压分为初压、复压和终压三个阶段,初压温度不低于140摄氏度,复压温度不低于120摄氏度,终压温度不低于100摄氏度,碾压遍数根据实际情况确定,一般初压1遍至2遍,复压3遍至5遍,终压1遍至2遍,确保路面密实度达到96%以上。加强对施工人员的培训,提高他们的施工操作水平和质量意识,确保每一道工序都严格按照规程进行施工。加强施工质量控制是确保路面质量的关键。建立完善的质量检验体系,对原材料、混合料和路面成品进行严格检验,从源头到成品全方位把控质量。在施工过程中,实时监控温度、压实度等关键指标,一旦发现偏差及时调整,保证施工质量始终处于可控状态。

3.4 应对环境影响

气候适应性设计要充分考虑不同气候条件的影响。

在高温地区,可设置隔温层,减少热量向路面基层传递,降低路面温度,延缓沥青老化,提高路面抗车辙能力。根据当地气候特点,选用适合的沥青材料和路面结构,使路面能够更好地适应气候变化^[5]。交通管理措施对于保护路面也必不可少。加强对重载、超载车辆的治理,通过设置限载标志、加强执法检查等手段,限制其通行,减轻路面承受的压力。合理规划交通流量,优化交通组织,避免交通拥堵和过度集中,减少车辆对路面的频繁碾压,延长路面使用寿命。

结束语

沥青路面早期破损是一个由材料、设计、施工及环境等多因素共同作用的复杂问题。有效防治早期破损,需要从项目规划到运营维护实施全过程系统控制。通过精选材料、优化设计、规范施工并积极应对环境与荷载影响,可以显著提升路面结构的耐久性与服务水平。未来研究应持续关注新材料、新工艺与智能监测技术的应用,进一步深化对破损机理的认识,不断完善预防性养护技术体系,最终实现沥青路面长寿命、高性能的目标,为交通运输事业发展提供坚实基础保障。

参考文献

- [1]柴晓旭.浅析沥青混凝土路面车辙病害的处治对策[J].大武汉,2024(5):297-298.
- [2]王宏涛.高速公路养护大中修沥青路面病害处治方法[J].黑龙江交通科技,2024,47(6):1-4.
- [3]涂政招.高速公路沥青路面早期破坏的成因与处理措施分析[J].中国高新科技,2023(24):99-101.
- [4]矫涛涛,隋喜忠.高速公路沥青路面早期病害成因及预防措施[J].汽车周刊,2024(10):52-54.
- [5]李明,王强.沥青路面早期损坏原因及预防措施[J].公路工程,2023,45(2):67-73.