

# 沥青路面早期破坏原因分析与预防对策

陆 遥

本溪公路监理有限公司 辽宁 本溪 117000

**摘 要:** 沥青路面早期破坏影响道路使用性能与寿命。本文分析其破坏类型,涵盖裂缝、变形、表面及结构损坏等;从材料、设计、施工、使用与环境等方面剖析核心原因;针对性提出预防对策,包括材料质量控制、设计优化、施工质量管控、使用与养护管理。通过系统研究,为减少沥青路面早期破坏、提升道路质量提供理论依据与实践指导。

**关键词:** 沥青路面;早期破坏;原因分析;预防对策

引言: 沥青路面作为公路主要形式,在交通发展中作用关键。然而,早期破坏现象频发,不仅降低行车舒适性与安全性,还增加养护成本与资源消耗。早期破坏类型多样,成因复杂,涉及材料、设计、施工及使用环境等多环节。深入分析其破坏原因,探寻有效预防对策,对延长路面使用寿命、提高道路服务水平、推动交通事业可持续发展具有重要意义。

## 1 沥青路面早期破坏主要类型

### 1.1 裂缝类破坏

裂缝是沥青路面早期破坏中最常见的表现形式,依据裂缝走向与成因差异,可细分为横向裂缝、纵向裂缝及网状裂缝三种类型<sup>[1]</sup>。横向裂缝多由温度收缩或地基沉降引发,当沥青混合料在-20℃至-5℃低温环境下收缩受阻时,面层内部产生拉应力,当应力超过3MPa材料抗拉强度时形成贯穿裂缝。纵向裂缝则与施工接缝处理不当或路基不均匀沉降密切相关,若摊铺过程中接缝位置压实度低于93%,或路基压实度差值超过4%,在行车荷载反复作用下易沿纵向开裂。网状裂缝是多种因素共同作用的结果,通常始于宽度0.1mm以下微小裂缝的扩展与交叉,当沥青老化导致柔韧性下降,或基层强度低于3MPa引发反射裂缝时,裂缝逐渐相互贯通形成间距5cm至20cm的网状分布,最终导致路面表层碎裂。

### 1.2 变形类破坏

变形类破坏主要表现为车辙、沉陷、推移及拥包四种形态。车辙是60℃以上高温环境下沥青混合料流动性增强与车辆荷载反复碾压共同作用的产物,当混合料高温稳定性不足时,轮迹带位置累计变形超过10mm,形成带状凹陷。沉陷多因路基压实度不足90%或软土地基处理深度小于3m引发,在行车荷载长期作用下,路基持续压缩导致路面整体下沉量超过20mm,若沉降不均匀差值超过15mm则可能伴随裂缝产生。推移现象常见于交叉口或坡度大于5%的陡坡路段,车辆制动或启动时产生的水平

力超过0.8MPa沥青层与基层间的摩擦力,导致面层材料沿行车方向滑动。拥包则与沥青混合料高温抗剪强度不足有关,当混合料在60℃高温下软化,在车辆荷载剪切作用下,局部区域材料被挤压形成高度超过15mm的隆起。

### 1.3 表面损坏类破坏

表面损坏类破坏直接影响路面使用功能与行车舒适性,主要包括松散、剥落、坑槽及泛油四种类型。松散是沥青与集料粘结力下降的直接表现,当沥青老化或含蜡量超过3%时,粘附性减弱,在雨水冲刷与行车荷载作用下,集料逐渐脱落形成面积超过0.2m<sup>2</sup>的松散区域。剥落多由水损害引发,当水分渗入沥青层与集料界面时,在0.3MPa动水压力反复作用下,沥青膜从集料表面剥离,导致集料裸露并脱落。坑槽是松散或剥落的进一步发展,当表层材料持续脱落形成局部空洞后,在车辆碾压下空洞扩大,最终形成深度超过25mm、面积超过0.1m<sup>2</sup>的坑洞<sup>[2]</sup>。泛油则因沥青用量超过最佳油石比0.5个百分点或混合料空隙率小于3%导致,高温环境下多余沥青受热膨胀溢出表面,形成厚度超过2mm的油膜,降低路面抗滑性能并加速老化。

### 1.4 结构损坏类破坏

结构损坏类破坏涉及路面结构层整体性能衰减,主要包括基层冲刷、唧泥及结构层脱空三种类型。基层冲刷是水损害在结构层内的典型表现,当水分渗入基层后,在行车荷载产生的0.2MPa动水压力反复冲刷下,基层材料细颗粒流失量超过5%,导致强度降低。唧泥现象是基层冲刷的直接后果,当基层细颗粒随水分通过面层裂缝或接缝被挤出时,在裂缝处形成宽度超过5mm的泥浆喷出通道,进一步加剧结构层破坏。结构层脱空则因基层冲刷或地基沉降引发,当基层与面层之间出现厚度超过10mm的空隙时,在行车荷载作用下,空隙区域产生2倍设计值的应力集中,导致面层板底脱空,最终引发断裂

或沉降。

## 2 沥青路面早期破坏核心原因分析

### 2.1 材料因素

沥青材料性能缺陷是引发早期破坏的重要诱因。针入度、延度及软化点等关键指标若与区域气候及交通条件不匹配,将导致路面抗变形能力不足或低温脆性显著。沥青老化速度过快会削弱其黏弹性,尤其在紫外线辐射强烈或昼夜温差大的地区,这一现象更为突出。改性剂掺配比例失当可能引发两种极端结果:掺量不足无法提升沥青性能,过量则导致材料脆化。集料质量直接影响混合料骨架稳定性,级配不合理会破坏密实结构,含泥量超标将降低沥青与集料的黏附性,针片状颗粒过多易引发应力集中。混合料配合比偏差是常见问题,油石比过高导致泛油,过低则引发松散;空隙率过大加速水分侵入,过小抑制沥青流动;矿料级配离析造成局部性能劣化。填料性能对混合料强度形成至关重要,细度不足难以填充空隙,活性不够影响沥青胶结效果,含水量超标会引发体积膨胀破坏。

### 2.2 设计因素

结构层厚度设计不合理是早期破坏的潜在风险。面层厚度不足无法有效分散荷载应力,基层与底基层厚度不够则降低整体承载能力。各层刚度匹配失衡时,应力传递不均,易在层间界面形成应力集中,引发反射裂缝。混合料类型选择不当会削弱路面适应性。未结合气候与交通条件选型时,高温地区若采用普通沥青混合料,易因软化产生车辙;寒冷地区若未使用抗裂型混合料,低温开裂风险显著增加。特殊路段如陡坡、交叉口未采用专用混合料,易因抗剪强度不足引发推移或拥包。排水系统设计缺陷会加速水损害进程<sup>[3]</sup>。路面横坡、纵坡设置不合理时,排水不畅导致积水渗入结构层;边沟缺失或排水基层失效时,水分滞留引发冲刷;未考虑地下水位影响时,毛细水上升导致基层软化,承载力下降。路基设计问题会埋下结构失稳隐患。填料选择不当或压实标准偏低时,路基承载力不足,在行车荷载作用下易产生不均匀沉降;边坡稳定性设计不足时,滑坡或坍塌风险增加,进一步破坏路面结构。

### 2.3 施工因素

混合料拌合与运输问题影响质量均匀性。拌合温度过高导致沥青老化,温度过低则混合料裹覆不均;拌合不充分使矿料级配离析;运输过程离析或降温过快,导致摊铺时温度离散性大,压实质量难以保证。摊铺施工缺陷影响平整度与密实度。摊铺速度不稳定导致厚度波动;松铺系数控制不当引发压实后厚度偏差;纵向接缝

处理不佳形成薄弱带;摊铺厚度不均使局部应力集中,易引发开裂。压实质量问题决定路面耐久性。压实机械选型不当无法满足压实需求;压实顺序或遍数不合理导致密实度不足;压实温度过高引发沥青推移,温度过低则难以达到压实标准;局部漏压或过压形成压实度差异,加剧不均匀沉降。

### 2.4 使用与环境因素

交通荷载影响加速结构疲劳。超载、重载车辆频繁通行使路面承受应力超过设计值,加速裂缝扩展与车辙形成;车辆渠化行驶导致局部应力集中,薄弱区域病害发展更快。气候环境作用引发材料性能劣化。高温使沥青软化,抗剪强度下降;低温导致材料收缩开裂;干湿循环造成水损害,削弱粘结性能;冻融循环破坏结构完整性,引发剥落与松散。使用维护不当加剧病害发展。路面保洁不及时导致杂物堵塞排水系统;裂缝、坑槽未及时修补使水分渗入结构层;养护作业质量不达标无法有效恢复路面性能,形成恶性循环。

## 3 沥青路面早期破坏预防对策

### 3.1 材料质量控制对策

沥青原材料的筛选需严格遵循性能指标要求。针对不同气候分区与交通等级,明确针入度、延度、软化点等关键参数范围,确保沥青与工程环境适配性。进场检验环节应采用抽样检测与全批次核查相结合的方式,重点核查老化性能与改性剂掺量,杜绝不合格材料进入施工环节。集料选择与加工需强化过程控制。通过破碎筛分工艺优化级配曲线,确保粗细集料比例符合设计要求;采用水洗工艺降低含泥量,避免粘附性劣化;严格控制针片状颗粒含量,减少抗压碎能力不足的风险。集料与沥青粘附性提升可通过掺加抗剥落剂或使用碱性矿料实现,必要时进行粘附性试验验证。混合料配合比设计需兼顾性能与经济性。油石比确定应基于马歇尔试验与旋转压实试验结果,平衡高温稳定性与低温抗裂性需求;空隙率控制需考虑排水需求与密实度要求,避免过大导致水损害或过小引发车辙。矿料级配优化需通过间断级配或骨架密实结构提升抗剪强度,配合比验证环节应开展车辙试验、冻融劈裂试验等性能测试。填料使用需确保质量稳定性。矿粉细度应满足0.075mm筛余量要求,活性指标需通过亚甲蓝值检测验证;含水量控制需建立动态监测机制,避免因水分波动影响压实效果。

### 3.2 设计优化对策

结构层厚度设计需建立量化计算模型。结合交通荷载等级、地质条件与材料性能参数,通过弹性层状体系理论计算各层应力分布,确保面层厚度满足抗滑与抗剪

需求,基层与底基层厚度提供足够承载力<sup>[4]</sup>。各层刚度匹配需通过模量反算验证,避免应力集中引发的反射裂缝。混合料类型选择需强化环境适应性。气候分区依据高温与低温设计温度划分,高温地区优先选用SBS改性沥青混合料,低温地区采用橡胶沥青或高黏度改性沥青;特殊路段如长大纵坡、交叉口需采用抗车辙型混合料,桥面铺装层选用高弹改性沥青以应对变形协调需求。排水系统设计需构建立体排水网络。路面横坡与纵坡设计需满足排水坡度要求,避免积水;排水基层采用开级配沥青稳定碎石或水泥稳定碎石,边沟与渗沟设置需结合地形条件优化断面形式;地下水位较高区域需采取隔水墙或盲沟降水措施,降低毛细水上升风险。路基设计需注重稳定性与耐久性。填料选择优先采用级配良好的碎石或砂砾,避免使用膨胀土或有机质土;压实标准需提高至96%以上压实度,采用振动压实工艺提升密实度;边坡稳定性设计需结合边坡高度与土质条件,采用拱形骨架护坡或三维植被网防护。

### 3.3 施工质量管控对策

混合料拌合与运输需实现全过程温度控制。拌合温度根据沥青粘温曲线确定,确保沥青裹覆均匀;运输车辆需配备保温篷布,缩短运输时间,避免温度离散性过大;离析控制需通过二次拌合或添加抗离析剂实现。摊铺施工需强化平整度与均匀性控制。摊铺速度稳定在2-4m/min,松铺系数通过试验段确定并实时调整;纵向接缝采用热接缝工艺,横向接缝采用切缝涂刷粘层油处理;摊铺机螺旋布料器转速需与摊铺速度匹配,避免离析。压实质量控制需建立温度-压实度关联模型。压实机械组合采用双钢轮振动压路机与轮胎压路机协同作业,压实顺序遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”原则;压实遍数通过试验段确定,确保压实度达标;漏压与过压区域需通过压实度检测设备定位并补压。基层与路基施工需构建质量追溯体系。基层压实度检测采用灌砂法与核子密度仪双控,平整度通过3m直尺检测;路基回填需分层填筑,每层厚度不超过30cm;路床处理需检测弯沉值与压实度,确保满足设计要求。施工衔接管理需建立间

隔时间控制标准。各结构层施工间隔需根据材料特性确定,基层养护期不少于7天且强度达标后方可铺装面层;层间结合需喷洒透层油或粘层油,增强层间粘结性能。

### 3.4 使用与养护管理对策

交通荷载管控需建立动态监测机制。通过称重设备限制超载车辆通行,优化车道分配避免重载车辆集中行驶;交叉口与匝道区域设置减速标线,降低车辆制动引发的剪切应力。气候环境应对需实施差异化养护策略。高温季节采用洒水降温或铺设隔热层措施减缓沥青软化;低温季节喷洒防冻剂或覆盖保温材料防止收缩开裂;雨季前疏通排水系统,冬季前完成裂缝封堵与坑槽修补。养护管理需构建全生命周期体系<sup>[5]</sup>。路面保洁采用机械化清扫设备每日清扫;巡查频率根据道路等级确定,重点监测裂缝、坑槽等早期病害;养护作业需遵循“早发现、快处置”原则,采用灌缝、热补等工艺恢复路面性能,确保养护质量达标。

### 结束语

沥青路面早期破坏问题需高度重视。通过严格把控材料质量、优化设计、强化施工管控以及科学使用与养护管理等多维度举措,可有效降低早期破坏发生概率,提升路面整体性能与耐久性。各方应协同合作,将预防对策落实到道路建设与管理的全过程,切实保障沥青路面质量,为交通运输的高效、安全运行提供坚实支撑。

### 参考文献

- [1]李静一,王浩.沥青路面早期破坏原因及处治方法分析[J].技术与市场,2021,28(9):131-132.
- [2]姜志伟.黄河堤防防汛路沥青路面早期破坏影响因素探讨[J].水利技术监督,2021(6):112-113,170.
- [3]李颖,杨飞,孙佳飞,等.浅谈沥青混凝土路面早期病害原因及处治[J].建筑与预算,2024(10):73-75.
- [4]万志青,熊萍花.高速公路沥青路面耐久性及早期损坏分析[J].运输经理世界,2021(10):102-104.
- [5]石福周,韩飞,汤丹丹,等.国道109线白银段路面早期破坏特征及影响因素分析[J].中外公路,2023,43(1):57-62.