

公路沥青路面常见质量问题与解决对策探析

张燕强

江苏东交智控科技集团股份有限公司 江苏南京 210046

DOI:10.12238/ems.v7i7.14214

[摘要] 随着我国交通事业的蓬勃发展,公路建设规模不断扩大,沥青路面因其行车舒适、噪音小、施工周期短等优点,在公路建设中得到了广泛应用。然而,沥青路面在长期使用过程中,由于交通荷载、环境因素、材料性能及施工质量等多种因素的综合影响,容易出现各种质量问题,如裂缝、坑槽、车辙、松散等。这些问题不仅影响了路面的使用性能和行车安全,还增加了养护维修成本。因此,深入分析公路沥青路面常见质量问题,并提出有效的解决对策,对于提高公路建设质量、延长路面使用寿命具有重要意义。本文旨在探讨公路沥青路面常见质量问题及其成因,并提出相应的解决对策,以期为公路建设和养护提供参考。

[关键词] 公路沥青路面; 常见质量问题; 解决对策

引言

公路沥青路面作为现代交通基础设施的重要组成部分,其质量直接关系到道路的安全性和舒适性。近年来,随着交通流量的不断增加和车辆载重的日益增大,沥青路面面临的挑战也愈发严峻。面对日益突出的质量问题,如何通过科学的管理、先进的技术和合理的材料选择,来预防和解决问题,成为了当前公路工程领域亟待解决的重要课题。

1 公路沥青路面在我国交通建设中的重要性

公路沥青路面是我国交通基础设施的重要组成部分,在公路网建设中占据主导地位。沥青路面以其行车舒适性、施工便捷性和维修高效性成为高等级公路的主要铺装形式。从高速公路到城市道路,从干线公路到农村公路,沥青路面因其良好的适应性得到广泛应用。

沥青路面具有平整度高、噪音低的特点,能够显著提升行车舒适性和安全性。其柔性结构可有效吸收车辆振动,减少对路基的冲击,延长道路使用寿命。同时,沥青混合料便于机械化施工,能够快速开放交通,适应现代交通建设的高效率要求。在养护维修方面,沥青路面修补工艺成熟,局部病害修复便捷,对交通影响较小,有利于降低全寿命周期成本。

此外,沥青路面材料可回收利用,符合绿色可持续发展理念。随着改性沥青、温拌沥青等新技术的推广,沥青路面的高温稳定性、低温抗裂性和耐久性不断提升,进一步增强了其在复杂气候和重载交通条件下的适用性。因此,沥青路面在我国公路交通体系中具有不可替代的作用,是支撑经济社会发展和公众出行的重要基础设施。

2 公路沥青路面常见质量问题分类

2.1 结构性破坏

公路沥青路面的结构性破坏主要表现为裂缝、车辙和沉陷。裂缝包括横向、纵向和网状裂缝,横向裂缝多由温度收缩或基层反射作用引起,纵向裂缝常与路基不均匀沉降或施工接缝处理不当有关,网状裂缝则通常因沥青老化或疲劳荷载导致。车辙是沥青层在高温和重载交通反复作用下产生的永久变形,流动型车辙源于沥青混合料高温稳定性不足,失稳型车辙则与基层或路基承载能力不足有关。沉陷表现为路面局部下陷,主要成因包括路基压实度不足、地下水位变化或地下空洞影响。这些结构性破坏直接影响路面的整体承载能力,严重时甚至威胁行车安全。

2.2 表面功能性缺陷

表面功能性缺陷主要包括松散剥落、泛油和坑槽。松散剥落表现为集料与沥青粘结失效,导致表面骨料脱落,通常与沥青混合料配合比不当、施工压实不足或抗剥落措施缺失有关。泛油是沥青在高温下上浮至路面表层,形成光滑膜层,降低抗滑性能,主要由于沥青用量过高、混合料设计不合理或施工温度控制不当。坑槽是局部材料缺失形成的凹陷,多由水损害、重载冲击或养护不及时导致。这些缺陷虽不直接影响结构强度,但会降低行车舒适性和安全性,加速路面进一步劣化。

2.3 水损害

水损害是沥青路面在水分长期侵蚀作用下产生的典型病害,主要表现为唧浆、松散和冻融破坏三种形式。唧浆现象发生在水分渗入路面结构后,在车辆荷载的反复作用下,基

层细料随水被挤压至表面,导致面层与基层之间形成脱空区,严重影响路面整体性。松散破坏则是由于水分侵入沥青与集料的结合界面,逐渐削弱两者间的粘结力,最终造成表面集料大面积脱落。在寒冷气候条件下,渗入路面结构内部的水分在冻融循环作用下体积反复变化,导致混合料内部产生膨胀应力,引发开裂和松散现象。这些水损害问题不仅显著降低路面的使用性能,还会诱发更严重的结构性病害,如网裂和沉陷,大幅缩短路面使用寿命。

2.4 材料老化与环境影响

沥青路面在服役过程中会持续受到环境因素的影响,导致材料性能逐渐劣化。沥青老化主要表现为氧化硬化和紫外线脆化两个过程,使沥青逐渐失去原有的弹性和粘结性能。老化后的沥青混合料柔韧性下降,在温度应力作用下更易产生温缩裂缝,在交通荷载下更易出现疲劳开裂。同时,极端气候条件会加速路面性能的衰退过程:持续高温天气会使沥青软化,降低混合料抗变形能力;严寒低温则增大温缩应力,促使裂缝扩展;强降雨不仅直接加剧水损害,还会冲刷路面表面构造。这些环境因素与材料老化过程相互叠加,形成恶性循环,导致路面出现各种功能性缺陷和结构性破坏,最终严重影响路面的服务性能和使用寿命。

3公路沥青路面质量问题解决对策

3.1 材料优化与技术创新

沥青路面质量问题的根本解决需要从材料源头入手。在沥青选择上,应采用高性能改性沥青,如SBS改性沥青或橡胶沥青,以提高混合料的高温稳定性和低温抗裂性。对于集料,需严格控制其级配、形状和洁净度,优先选用耐磨性强、与沥青粘附性好的玄武岩等优质石料。在配合比设计方面,可采用Superpave设计体系或贝雷法,优化矿料级配和沥青用量,确保混合料具备良好的抗车辙、抗水损害性能。此外,可添加抗剥落剂、温拌剂等外加剂,改善混合料施工和易性及长期耐久性。对于特殊环境路段,如重载交通区域或高寒地区,可研发专用沥青混合料,如高模量沥青混凝土、大空隙排水沥青路面等,以针对性提升路面使用性能。

3.2 结构与排水系统优化

合理的路面结构设计是预防质量问题的关键。应根据交通荷载等级和环境条件,科学确定各结构层厚度和材料组合。对于重载交通路段,可增加基层厚度或采用半刚性基层与柔性面层组合结构,提高整体承载能力。在易沉降区域,需加

强路基处理,如采用冲击碾压或土工合成材料加固。排水系统设计尤为重要,需设置完善的横向和纵向排水设施,如透水基层、边缘排水盲沟等,确保水分能快速排出路面结构层。对于多雨地区,可采用开级配磨耗层或排水性沥青混合料,减少路面积水和水分损害风险。此外,在旧路改造中,可采用全厚式再生技术,充分利用原有材料,同时改善结构整体性。

3.3 施工工艺与质量控制

施工环节的质量控制直接影响路面最终性能。在混合料生产阶段,应采用自动化拌和楼,严格控制拌和温度和时间,确保沥青均匀裹覆集料。运输过程中需采取保温措施,防止温度离析。摊铺作业应保证连续、匀速,采用高精度摊铺机减少厚度不均和接缝问题。压实是保证密实度的关键环节,需根据混合料类型选择合适的压路机组合和碾压工艺,如初压、复压和终压的温度控制及遍数要求。对于特殊路段,如桥面铺装或隧道内路面,可采用薄层摊铺或特殊压实设备。施工过程中应加强质量检测,如核子密度仪检测压实度、红外热成像仪监测温度均匀性,确保各项指标符合规范要求。此外,应建立施工质量追溯体系,对每道工序进行记录和评估。

3.4 预防性养护与科学维修

在路面使用阶段,预防性养护能有效延缓病害发展。对于轻微裂缝,可采用雾封层或裂缝密封技术,防止水分下渗。对于表面松散或抗滑性能下降的路段,可实施微表处或稀浆封层,恢复路面功能。对于车辙较深但结构完好的路段,可采用铣刨加铺或就地热再生技术进行修复。对于水损害严重区域,需先处理基层排水问题,再修补面层。在养护决策方面,应建立路面管理系统,定期检测路面状况指标(如平整度、车辙深度、抗滑值),基于数据制定科学的养护计划。对于大范围损坏的路面,可采用全深度再生或冷再生技术,实现材料循环利用。同时,应加强日常巡查,及时发现并处理初期病害,避免小问题发展成大范围破坏,从而延长路面使用寿命。

3.5 智能监测与数字化管理

现代信息技术的发展为沥青路面质量管理提供了新的技术手段。通过布设物联网传感器网络,可实时监测路面温度、湿度、应变等关键参数,建立路面健康状况的动态数据库。采用人工智能图像识别技术,通过车载或无人机巡检系统自动识别裂缝、车辙等病害,大幅提升检测效率和准确性。基

于大数据分析的路面性能预测模型,能够科学评估剩余使用寿命,为养护决策提供数据支撑。建立数字孪生系统,通过三维建模实现路面全生命周期的可视化管控,优化养护资源配置。这种智能化的管理模式实现了从被动维修向预防性养护的转变,显著提升了路面管理的科学性和经济性。

3.6 新型养护技术与工艺创新

沥青路面病害修复技术的创新发展为工程实践提供了多样化解决方案。针对表面功能性病害,超薄磨耗层技术以其施工快捷、干扰小的特点,成为恢复路面抗滑性能和平整度的首选方案。对于结构性损坏,冷再生技术通过充分利用旧料资源,在保证结构强度的同时实现环保效益。特殊气候条件下的施工难题通过低温沥青混合料的应用得到有效解决,拓展了施工季节窗口。纳米改性技术的突破性进展显著提升了沥青材料的高低温稳定性和耐久性能。微波加热再生技术则以其精准温控和快速加热的优势,为局部修复提供了高效解决方案。这些创新技术的综合应用不仅大幅提升了修复质量,还通过缩短工期有效降低了施工对交通运行的干扰,为路面养护工作提供了更高效、更经济的实施路径,推动了公路养护技术的整体进步。

4 未来发展趋势

4.1 绿色环保与可持续发展

未来沥青路面技术将更加注重环保性能与可持续发展。温拌沥青技术将进一步普及,通过降低拌和温度减少能源消耗和碳排放。再生技术将实现更大突破,旧料利用率有望达到100%,形成真正的循环经济模式。生物沥青等新型环保粘结材料的研发应用将取得实质性进展,逐步替代部分石油沥青。多孔降噪沥青路面将更广泛应用,在保证路面性能的同时改善城市声环境。太阳能路面等创新概念将逐步从试验阶段走向实际工程应用,实现道路的能源收集功能。这些绿色技术的发展将推动公路建设向资源节约型、环境友好型方向转变。

4.2 智能化与数字化转型

智能化将成为未来沥青路面技术发展的主要方向。基于5G和物联网的路面健康监测系统将实现全覆盖,通过分布式传感器网络实时采集路面状态数据。人工智能技术将深度应用于病害识别、性能预测和养护决策,大幅提升管理效率。

无人化施工装备将逐步推广,实现摊铺、压实等工序的自动化作业。数字孪生技术将构建虚拟路面系统,实现设计、施工、养护全过程的可视化管理。区块链技术将用于建立质量追溯体系,确保材料来源和施工过程的可信度。这些智能技术的融合应用将彻底改变传统路面管理模式。

4.3 高性能材料与结构创新

新材料研发将推动沥青路面性能实现质的飞跃。石墨烯改性沥青、纳米复合沥青等新型材料将显著提升路面的耐久性和环境适应性。自修复沥青材料通过微观结构设计实现在阳光或电磁波作用下的自动修复功能。相变调温沥青材料将有效缓解极端温度对路面的影响。在结构设计方面,3D打印路面技术可能取得突破,实现复杂结构的精准施工。智能响应式路面将能够根据交通荷载和环境变化自动调节性能参数。这些创新将大幅延长路面使用寿命,部分技术可能实现“免维护”路面的目标。

结束语

公路沥青路面质量问题的防治是一项系统工程,需要从材料研发、结构设计、施工管控到智能养护等环节协同发力。随着新技术、新材料的不断涌现,沥青路面性能将实现质的飞跃。未来应坚持全寿命周期理念,推动行业向绿色化、智能化方向发展,为交通基础设施建设提供更可靠的技术支撑。

[参考文献]

- [1] 冯磊,邢浩.高速公路沥青路面施工质量控制关键技术[J].中国高新科技,2025,(05):102-104.
- [2] 郑文娟.公路沥青路面病害的形成原因与应对措施[J].汽车画刊,2025,(01):218-220.
- [3] 牛爱国,宋良友.公路工程沥青路面施工技术的应用[J].运输经理世界,2025,(01):30-32.
- [4] 朱玉良.公路沥青路面常见病害及防治措施[J].汽车画刊,2024,(09):209-211.
- [5] 栾瑾.高速公路沥青路面质量问题及其控制策略[J].中国高新科技,2019,(22):58-60.
- [6] 马细勇,谢和平.公路沥青路面施工存在的质量问题及解决措施[J].工程技术研究,2019,4(18):153-154.
- [7] 黄爱平.公路沥青路面常见质量问题分析与预防[J].中华建设,2019,(04):158-159.