

市政道路沥青路面裂缝成因及预防性养护措施探讨

蒋 安

大连理工大学 辽宁大连

【摘要】沥青路面裂缝是影响市政道路性能的重要病害，主要由材料老化、施工缺陷及外部荷载等因素引起。当前养护工作普遍存在被动维修、技术适应性差、施工质量不高等问题，制约了养护效果。预防性养护通过微表处、雾封层、灌缝等技术手段，在裂缝初期进行主动干预，可显著延缓结构破坏进程。结合多路段实践分析，养护后需建立长期监测机制，优化材料选择与施工工艺。研究表明，构建标准化、数据化的养护管理体系是未来发展的关键方向。

【关键词】沥青路面；裂缝成因；预防性养护；市政道路；路面耐久性

【收稿日期】2025 年 2 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 3 月 15 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.202500084

Analysis of causes of cracks in municipal asphalt pavements and discussion on preventive maintenance measures

An Jiang

Dalian University of Technology, Dalian, Liaoning

【Abstract】 Cracks in asphalt pavements are a major distress that significantly affects the performance of municipal roads, primarily caused by factors such as material aging, construction deficiencies, and external loads. Current maintenance practices are often characterized by reactive repairs, poor technical adaptability, and suboptimal construction quality, which limit the effectiveness of maintenance efforts. Preventive maintenance, through techniques such as micro-surfacing, fog sealing, and crack sealing, enables proactive intervention at the early stages of cracking and can notably delay structural deterioration. Based on analysis of multiple road sections, long-term monitoring mechanisms should be established after maintenance to optimize material selection and construction processes. Research indicates that building a standardized and data-driven maintenance management system is a key direction for future development.

【Keywords】 Asphalt pavement; Crack causes; Preventive maintenance; Municipal road; Pavement durability

引言

随着城市化进程加快和交通负荷持续增长，市政道路沥青路面早期裂缝问题日益突出，严重影响道路使用性能与寿命。传统养护方式多以事后修复为主，缺乏系统性和前瞻性，难以满足现代道路维护需求。裂缝成因复杂，涉及材料、施工、环境等多重因素，亟需从机理出发，探索科学有效的预防性养护策略。在此背景下，系统分析裂缝类型与形成机制，评估现行养护模式存在的问题，并引入先进技术手段与管理方法，成为提升道路养护质量、延长使用寿命的关键路径。

1 沥青路面裂缝的典型类型与形成机理

沥青路面在使用过程中，由于受到材料性能、施工工艺、交通荷载及环境因素的综合影响，常常出现不同类型和程度的裂缝。这些裂缝不仅影响道路的外观，更会削弱结构承载能力，加速其他病害的发展，缩短道路使用寿命。根据裂缝的形态特征及其成因机制，可将沥青路面裂缝主要分为横向裂缝、纵向裂缝、网状裂缝和反射裂缝四类。横向裂缝通常表现为垂直于道路行驶方向的线性开裂，其形成主要与温度变化引起的收缩应力有关。在昼夜温差较大的地区，沥青混合料在反复热胀冷缩作用下容易产生

疲劳损伤,进而引发此类裂缝。

基层材料的干缩或温缩变形也会向上反射,加剧横向裂缝的生成。纵向裂缝则多沿道路行驶方向延伸,常见于车道边缘或新旧路基结合部位,其成因主要包括路基不均匀沉降、摊铺接缝处理不当以及压实度不足等。网状裂缝又称龟裂,是路面出现较为严重的结构性破坏的表现。其特征为裂缝相互交错,形成类似网状的分布格局,通常由长期超载交通作用、沥青老化、基层强度不足等因素共同导致。随着使用年限增加,沥青混合料的粘结性能下降,抗剪切能力减弱,在重复荷载作用下逐步发展为大面积的网裂区域。反射裂缝则主要出现在加铺改造后的复合结构层中,原水泥混凝土板接缝或裂缝在温度应力和车辆荷载反复作用下向上扩展,最终贯穿新加铺的沥青层,形成具有明显方向性和规律性的裂缝带。

从裂缝形成过程来看,其本质是材料内部微小缺陷在外部因素作用下的逐步累积与扩展^[1]。初期阶段表现为微观裂纹,这些裂纹往往难以通过肉眼察觉,但在长期服役过程中,受到交通荷载反复作用以及温度变化等环境因素的影响,裂纹逐渐由微观向宏观发展。随着服役时间延长和外界应力持续作用,裂纹之间相互连接、贯通,最终形成可见的裂缝结构。该过程受多种因素耦合作用,包括沥青混合料的级配设计、沥青用量、空隙率控制以及低温抗裂性能等材料本征特性。施工环节中的拌和均匀性、摊铺厚度控制、压实质量及接缝处理水平也对裂缝的早期生成具有重要影响。外部环境如降雨渗透、紫外线照射、冻融循环等自然因素进一步加速了裂缝的扩展进程,特别是在极端气候条件下,裂缝的发展速度明显提升。

2 现行养护模式中的关键问题与局限

当前,针对沥青路面裂缝的养护工作普遍以被动维修为主,缺乏系统性和前瞻性,难以有效应对日益复杂和严峻的道路病害问题。在实际操作过程中,传统的养护模式主要依赖于局部修补、坑槽填补以及简单的封层处理,这些方法虽然能够在短期内恢复部分道路功能,但由于未能从根本上遏制裂缝的发展趋势,导致养护效果持续时间短、重复施工频繁,整体养护效率偏低。从技术层面来看,现有养护手段对裂缝类型的适应性存在明显不足。

不同成因的裂缝对材料性能、施工工艺及养护时机的要求各不相同,而目前多数养护工程并未根据裂缝类型进行精细化分类处置,而是采用统一的

技术方案,造成资源浪费或处理不到位的情况。养护材料的选择也存在一定局限性,许多地区仍沿用普通乳化沥青或热沥青作为封缝材料,其低温抗裂性、粘附性和耐久性难以满足现代交通环境的需求,从而影响了养护质量的稳定性。在施工管理方面,养护作业标准化程度不高,施工过程控制不严,直接影响养护成效。部分养护工程在实施过程中忽视了基层处理、接缝密封、摊铺厚度等关键环节的质量把控,使得新旧结构之间粘结不牢、防水性能下降,进一步加剧了裂缝的扩展。

由于养护作业多为小规模、分散式施工,机械化水平较低,施工精度难以保障,也限制了养护效率和技术升级的空间。政策与机制层面同样存在制约因素。现行养护管理体系中,预防性养护理念尚未全面落地,资金投入偏向于事后修复,缺乏对早期病害干预的重视。养护计划往往依据经验制定,缺少基于路况数据的科学决策支持,导致养护时机选择不合理,错失最佳干预窗口^[2]。与此同时,相关技术标准和规范更新滞后,无法及时反映新材料、新技术的发展动态,影响了先进养护技术的推广应用。

3 预防性养护技术的应用路径与实施要点

预防性养护作为提升沥青路面耐久性、延缓结构性破坏的重要手段,其核心在于在道路性能尚未显著下降之前进行主动干预,以最小的成本投入实现最长的服务周期。该类养护方式强调科学决策与精准实施,涵盖多种技术类型,如微表处、雾封层、开槽灌缝、薄层罩面等,适用于不同阶段的路面病害处理。在具体实施过程中,预防性养护需遵循系统规划与分类施策的原则。依据道路结构特征、交通荷载水平、气候环境条件以及裂缝发展规律,制定差异化的养护策略。对于早期出现轻微疲劳裂纹或表面老化现象的路段,可优先采用雾封层技术,通过喷洒高渗透性乳化沥青或改性聚合物材料,增强沥青膜的粘附性能,恢复混合料表面活性,提高抗水损害能力。

针对裂缝数量较多但尚未形成大面积松散的区域,则应结合开槽灌缝与封层处理,提升裂缝封闭效果,防止雨水下渗引发基层软化或冻胀问题。施工工艺的精细化控制是确保预防性养护质量的关键。从材料配比到摊铺压实,每个环节都必须满足技术规范要求。例如,在进行微表处作业时,应根据原路面纹理深度和孔隙率调整乳化沥青用量,确保新旧界面良好粘结;在灌缝施工中,需严格控制加热温度与

灌注深度,避免因操作不当造成密封失效。施工机械的配套性与自动化程度也直接影响作业效率和均匀性,应逐步推进机械化、智能化设备的应用,提高施工精度与一致性。养护时机的选择同样至关重要。

过早介入可能造成资源浪费,而延误养护则会失去最佳干预窗口,增加后期修复难度。应在充分掌握路况演变趋势的基础上,依托定期检测数据,建立基于性能指标的养护决策模型,实现由经验判断向数据分析的转变^[3-5]。应加强养护后跟踪评估,动态调整后续维护计划,使养护工作更具针对性和可持续性。为保障预防性养护措施的有效落地,还需完善相应的技术标准与管理体系。推动相关规范的更新迭代,明确各类技术的适用范围与施工要求,强化全过程质量监管机制。在此基础上,构建信息化管理平台,整合检测、设计、施工与评估数据,实现养护工作的标准化、智能化与精细化运作。

4 路段养护效果评估与经验启示

在预防性养护措施实施后,对道路结构性能与表面功能的持续跟踪评估是检验养护成效、优化技术方案的重要环节。通过对养护路段进行定期检测与数据采集,能够全面掌握裂缝发展抑制情况、抗滑性能变化、平整度恢复效果等关键指标的变化趋势,从而为后续养护策略调整提供依据。在实际监测过程中,通常采用多种检测手段相结合的方式,以获取更加准确和全面的技术参数。通过路面破损调查记录裂缝密度与扩展速率,结合渗水系数测试判断封水效果;利用激光平整度仪测量纵向断面高差,分析行车舒适性的改善程度;借助摩擦系数测试设备评估抗滑能力的变化,确保交通安全性能维持在合理水平。这些数据不仅反映了养护措施的短期作用,也为长期性能预测提供了基础支撑。

从多条已实施预防性养护的市政道路运行情况来看,科学合理的养护干预能在较长时间内有效延缓结构性损坏的发生。部分路段在完成微表处或雾封层处理后,裂缝扩展速度明显减缓,表面老化现象得到一定修复,整体服务能力提升较为显著。灌缝与薄层罩面技术的联合应用,在控制病害扩展方面也展现出较好的协同效应。然而,仍有一些养护工程未能达到预期目标,主要表现为材料粘附性不足导致早期脱落、施工不均匀引发局部薄弱区、养护时机不当影响耐久性等问题。这些问题反映出当前在材料适配、工艺控制与决策机制等方面仍存在改进空间。

基于已有实践经验,养护效果的稳定性与持久性不仅取决于技术本身的适用性,更受到全过程管理能力的影响^[6-8]。未来在推进预防性养护工作中,应进一步加强前期路况诊断的准确性,完善施工过程的质量控制体系,并建立长效跟踪机制,实现从“经验驱动”向“数据驱动”的转变。应推动养护技术标准的动态更新,强化新材料、新工艺的应用验证,提高养护工程的整体技术水平与适应能力。

5 结语

市政道路沥青路面裂缝问题受多种因素影响,其发展过程具有复杂性和持续性。现有养护模式在技术适配性、施工规范性及管理机制等方面仍存在明显短板,难以有效应对日益增长的养护需求。预防性养护作为提升道路耐久性的关键手段,通过科学选材、精准实施与全过程控制,能够在早期阶段有效延缓病害扩展。未来应加强数据驱动的养护决策体系建设,推动标准更新与技术升级,提升市政道路全生命周期管理水平,为城市交通基础设施可持续发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 韩剑.市政道路沥青路面中的预防性养护技术分析[J].建材发展导向,2025,23(09):52-54.
- [2] 秦碧娟.沥青路面施工技术在市政道路施工中的应用[J].居业,2025,(04):82-84.
- [3] 姚明新,张敏,韩振玉.市政道路沥青混凝土路面常见问题与施工技术要点[J].汽车画刊,2024,(12):144-146.
- [4] 欧秉清.论市政道路沥青路面施工技术控制要点及通病防治[J].中国住宅设施,2024,(10):173-175.
- [5] 李威.市政道桥工程沥青路面裂缝施工处理技术分析[J].新城建科技,2024,33(10):148-150.
- [6] 白漫漫.市政道路工程沥青路面裂缝成因与防治措施分析[J].运输经理世界,2023,(35):145-147.
- [7] 李娴.市政道路工程沥青路面裂缝成因与防治策略分析[J].建材发展导向,2023,21(24):60-62.
- [8] 张建明.市政道路工程沥青路面裂缝成因与防治策略分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(16):208-210.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

