

现役高速公路沥青路面裂缝养护时机与效果分析

席爽

湖北省交通规划设计院股份有限公司 湖北 武汉 430051

【摘要】：高速公路沥青路面在长期使用中，裂缝的产生不可避免。合理选择裂缝养护时机对提高养护效果、降低维修成本具有重要作用。通过对现役高速公路沥青路面裂缝的不同养护时机进行分析，评估其对路面结构的影响，揭示了不同裂缝处理方法的优缺点。研究表明，及时且精确的养护能够有效减少裂缝的进一步扩展，提高路面使用寿命。此研究为高速公路沥青路面裂缝养护提供了理论依据和实践指导，助力养护决策的优化。

【关键词】：高速公路；沥青路面；裂缝养护；时机选择；养护效果

DOI:10.12417/2705-0998.26.05.031

引言

高速公路作为现代交通的关键设施，其路面质量直接影响到交通安全与通行效率。沥青路面裂缝是高速公路常见的病害之一，随着使用年限的增加，裂缝问题逐渐严重，影响着路面的承载力和使用寿命。裂缝的及时养护不仅能够延缓路面的老化，还能降低修复成本。不同裂缝的养护时机和效果对公路的长期使用至关重要。如何确定最佳的裂缝养护时机，提高养护效果，已成为公路养护领域亟待解决的问题。通过对现役高速公路沥青路面裂缝养护时机与效果的分析，旨在为高速公路养护工作提供科学依据。

1 裂缝类型与养护需求

1.1 沥青路面常见裂缝类型

沥青路面裂缝是公路养护中最常见的问题之一，裂缝类型多种多样。常见的裂缝包括车辙裂缝、纵向裂缝、横向裂缝、网状裂缝及反射裂缝等。车辙裂缝通常出现在车道的轮迹区域，因过度的荷载或温度变化引起路面塑性变形。纵向裂缝沿着路面的行车方向延伸，主要由于道路的温度应力和荷载作用所致。横向裂缝则在路面宽度方向上形成，通常与温度的剧烈变化有关。网状裂缝形成的原因较为复杂，可能与施工质量、温度应力、荷载等多重因素有关。反射裂缝则通常出现在旧路面上，新铺沥青路面与老路面接缝处，随着时间推移，旧路面的裂缝逐渐反射到新路面上。每种裂缝类型的形成机制不同，因此所需的养护方法也各异。

1.2 裂缝发展与路面结构影响

裂缝在沥青路面上的发展并非静态，随着时间的推移，裂缝会逐渐扩展、加深，进而影响到路面的结构性稳定性。裂缝一旦形成，路面就会失去原有的密封性，水分和空气会渗透进路面基层，引发进一步的破坏。水分侵入导致基层冻胀或者软化，使路面承载力降低^[1]。裂缝如果不及时修复，容易发展成车辙、坑槽等较为严重的病害，进而加速路面的老化。裂缝的不断扩展不仅影响交通安全，还会提高后期修复的成本。不同类型裂缝的扩展速度和路径不同，因此裂缝的发展情况需定期

监测，并采取合适的措施进行控制。

1.3 裂缝养护的挑战与需求

沥青路面裂缝养护面临两大核心挑战：养护时机的把握与养护方法的选择。裂缝形成初期若未及时处理，裂缝将迅速扩展，增加养护难度；而过早养护则可能造成资源浪费，效果也不理想。因此，精确判断养护时机是关键。此外，不同类型裂缝的养护需求差异显著，网状裂缝注重密封修补，而车辙裂缝则需要结构加固。针对性强的养护方法尚待优化。通过技术手段实时监控裂缝扩展情况，可为养护决策提供科学依据，从而减少资源浪费，提升养护效果。

2 养护时机的选择与影响

2.1 裂缝初期养护时机

在裂缝形成初期，采取及时有效的养护措施能够最大限度地避免裂缝的扩展。此时，裂缝尚未深入路面结构，养护工作相对简单且成本较低。初期裂缝通常表现为细小的表面裂缝，若及时封闭裂缝，防止水分和空气进入基层，就能有效避免进一步的损伤。对于这种裂缝的养护，通常采用灌缝、填缝材料等方式，密封路面表面，避免裂缝的增大。同时，裂缝初期的养护不仅能延缓裂缝的扩展，还能显著延长路面使用寿命。这个阶段的养护效果最为显著，对延长路面整体性能有着决定性作用，因此及时判断并采取措施是确保养护效果的关键。

2.2 裂缝中期养护时机

进入裂缝中期后，裂缝的宽度和深度都会有所增加，表面裂缝开始向更深层次发展，对路面的结构性影响逐渐加大。此时的裂缝养护需要更高的技术要求与更精细的养护方案^[2]。常见的中期裂缝通常已影响到路面的结构强度，单纯的表面密封可能不再有效，需要结合路面加固、表面修复等综合措施进行处理。中期裂缝的养护不仅仅是修补裂缝，还需要进行路面结构的修复，增强其承载力和稳定性。适当的养护时机选择能够有效减少路面进一步劣化，避免裂缝对沥青层和基层造成更深的损伤，从而避免高昂的后期大规模维修费用。

2.3 晚期裂缝养护的可行性与风险

当裂缝发展到晚期，裂缝已经对路面造成了较大的破坏，可能引发严重的结构性问题，如水泥路面下沉、沥青脱落等现象。此时，裂缝的修复已经不再局限于局部填补，而需要进行大范围的路面修复与加固。晚期裂缝的养护可行性较低，常常需要使用更为复杂和昂贵的技术手段，如重铺沥青面层、基层加固等。这种养护方式的效果往往难以保证，且工程费用较高。若继续忽视晚期裂缝的修复，裂缝扩展将导致路面出现大面积沉降或破损，最终可能需要完全重建道路，带来不可估量的经济损失。因此，对于晚期裂缝的养护需要更加谨慎，评估是否值得进行修复，避免投入不成比例的成本。

3 裂缝养护方法与效果对比

3.1 不同养护方法的适用性分析

沥青路面裂缝养护方法多种多样，不同的裂缝类型和病害程度决定了采用哪种方法。为直观对比各类方法的适用场景、技术特点及经济性，现将常见裂缝养护方法整理如下表1所示。

表1 常见裂缝养护方法

养护方法	适用阶段	优点	缺点	费用
裂缝灌注/填缝	初期（缝宽<5mm）	施工快捷，有效止水	材料易老化脱落	低
贴缝带/密封胶	初期（不规则缝）	施工快，损伤小	耐久性短，易磨损	较低
开槽灌缝	中期（缝宽5-15mm）	修复深，粘强度高	工艺复杂，影响交通	中等
局部铣刨重铺	中期（网状、车辙）	彻底修复，恢复强度	造价高，周期长	较高
薄层罩面/热再生	晚期（大面积老化）	改善整体性能	投资大，影响交通	高
结构层补强/重建	晚期（深层病害）	根本性解决	工期长，成本极高	极高

针对上述不同裂缝类型，实际养护中，应遵循“早期轻、中期准、晚期稳”的原则。初期裂缝以密封防水为目标，采用灌注或贴缝等轻量化手段；中期裂缝需兼顾结构稳定，采用开槽灌缝或局部重铺等针对性修复；晚期裂缝则需综合评估后进行薄层罩面或结构补强，以恢复路面整体性能。只有根据裂缝的深度、宽度及发展趋势精准选法，才能实现养护效果与成本的最优平衡。

3.2 养护效果的评估标准

养护效果的评估标准主要依赖于裂缝修复后的路面性能指标，如密封性、耐久性和承载能力等^[3]。密封性是评估裂缝

修复效果的关键因素之一，修复后的裂缝需要防止水分和空气的进入，以避免进一步的路面劣化。耐久性则反映了养护材料的使用寿命，优质的养护材料能够保证长期使用而不发生脱落或变形。承载能力是另一个重要指标，评估修复后路面是否能够承受正常的交通荷载而不出现塌陷或变形。路面的平整度、抗滑性能以及噪音水平等因素也是养护效果的重要评判标准。定期进行养护效果评估，结合实际道路状况，可以为后期养护决策提供数据支持和技术保障。

3.3 不同裂缝的养护效果差异

不同类型的裂缝在养护效果上存在较大的差异。车辙裂缝和纵向裂缝通常较为简单，修复后的效果较为显著，尤其是在裂缝早期得到及时养护时，修复效果能够较长时间保持路面的密封性和稳定性。网状裂缝和反射裂缝的修复效果相对较差，这些裂缝可能由于路面下层结构不稳或多次裂缝交织，导致修复后效果不持久，裂缝往往容易重新出现。对于深层裂缝或老化严重的沥青路面，修复效果可能无法完全恢复原有的路面性能。裂缝养护效果的差异与裂缝的种类、发展阶段及养护方法的适配性密切相关，因此需要根据具体情况制定针对性的养护方案。

4 优化养护决策的策略

4.1 基于裂缝发展预测的决策模型

优化养护决策的关键在于准确预测裂缝的发展趋势，通过建立科学的裂缝发展预测模型，能为养护时机的选择提供数据支持。利用历史数据、裂缝扩展规律以及环境因素，结合计算机模拟和人工智能技术，可以预测裂缝的增长速度、扩展方向以及可能的影响区域。决策模型应结合不同类型裂缝的生长特性，分析裂缝在不同条件下的扩展模式。模型中可以引入路面结构参数、气候变化、交通流量等多种因素，帮助养护人员提前识别出高风险区域，合理安排养护工作。

4.2 养护时机的优化选择

选择适宜的养护时机是保证裂缝修复效果的核心。过早或过晚的养护都会影响修复效果并浪费资源，准确把握时机至关重要。优化养护时机的选择需依赖于裂缝的实际状况与发展速度，结合裂缝的深度、宽度和发展趋势来决定最合适的修复时点^[4]。通过实时监测技术，如红外成像、激光扫描等手段，可以实时获取裂缝的具体信息，为养护时机的判断提供准确数据支持。同时，结合不同季节、气候变化对裂缝的影响，合理安排养护时间，有效避免裂缝在非理想条件下修复带来的不良效果。及时有效的养护能够防止裂缝的进一步扩展，延长路面使用寿命，减少长期维修成本。

4.3 养护成本与效果的平衡策略

裂缝养护不仅仅是技术性的挑战，经济性的考量同样重要。养护成本和效果的平衡需要通过综合评估进行优化。每种

养护方法都有其对应的成本和预期效果，如何在保证修复效果的前提下，控制成本，避免过度养护和资源浪费，是关键问题。在选择养护策略时，需要对不同养护方法的成本效益进行全面分析。初期裂缝可以通过简单的密封材料修复，而中期或晚期裂缝则需要较为复杂的结构加固或重新铺设，费用显著增加。

5 养护效果评估与未来研究方向

5.1 养护效果的量化指标

养护效果的量化评估是确保裂缝修复方案有效性的重要环节。评估标准需从多个维度进行考量，主要包括裂缝修复后的路面平整度、抗水渗透能力、承载力恢复情况以及裂缝再次发生的频率等指标。路面平整度是评估修复后的基础性指标之一，能够直接反映裂缝处理后的路面舒适性与安全性。抗水渗透性则是衡量修复后路面防水性能的重要指标，防止水分侵入基层，进一步导致路面老化或软化。承载力恢复情况则通过荷载试验来检测路面是否恢复到设计承载能力，确保道路的安全性。裂缝复发的频率也是养护效果的重要反映，频繁的裂缝复发意味着修复方法未能根本解决问题。因此，建立一套全面、科学的量化评估体系，是提高养护效果和优化养护策略的前提。

5.2 当前养护效果的实践评估

目前，大部分高速公路的裂缝养护效果评估依赖于定期的现场检查和检测结果，结合路面病害检测仪器的使用，进行数据采集和效果分析。常见的评估方法包括视觉检查、核心钻探取样、路面裂缝宽度和深度测量等。通过这些方法，能够较为准确地判断修复效果和养护后路面的状态。现有的评估方式仍

存在一定的局限性，特别是在裂缝修复后的长期效果预测方面，往往缺乏足够的精确性和数据支持^[5]。实践中，由于环境因素和交通荷载等的变化，修复效果可能会随着时间发生变化，导致部分裂缝在修复后短时间内再次出现。综合多种检测手段，结合历史养护数据及裂缝扩展模型，才能更为精准地评估养护效果，并为后续养护决策提供更有用的指导。

5.3 未来养护研究的可能方向

未来研究应聚焦“四新技术”的集成应用，推动养护模式从“被动修复”向“主动预防”转型。在大数据与物联网支撑下，可构建基于路面性能预测的预防性养护体系。通过埋设分布式光纤、智能骨料等传感器，结合三维激光扫描与无人机巡检，建立全域覆盖的路面健康监测网络，实时采集温度、应变等数据。利用大数据模型自动识别裂缝早期萌生迹象，实现提前预警并推荐最佳预防性养护方案，如在裂缝显现前进行微表处处理。这种数据驱动的策略能在裂缝发展极早期介入，显著降低全寿命周期养护成本。同时，应加快自愈合沥青等新型材料研发，并结合智能监测手段完善评估体系，为养护决策提供更科学的数据支持。

6 结语

裂缝养护是确保高速公路长期稳定运行的重要措施，选择适当的养护时机和方法能够有效提高路面质量，延长使用寿命。未来的养护工作需要依赖于精确的裂缝预测、科学的养护决策以及更先进的技术手段。通过不断优化养护策略，结合实践中的效果评估，有望在保证养护质量的同时，降低成本，提高道路安全性和通行效率。

参考文献：

- [1] 王晓康.高速公路沥青路面浅层铣刨维修施工技术研究[J].工程建设与设计,2025,(20):188-190.
- [2] 孙朋.高速公路沥青路面常见病害及养护措施研究[J].价值工程,2025,44(11):28-30.
- [3] 陈永亮.高速公路路面裂缝养护施工技术研究[J].交通世界,2024,(36):38-40.
- [4] 杨旭.高速公路沥青路面病害及防治技术研究[J].运输经理世界,2024,(14):136-138.
- [5] 赵小花.高速公路路面裂缝产生原因及预防性养护技术分析[J].运输经理世界,2024,(13):154-156.