

公路沥青路面裂缝成因及预防性养护措施研究

杨帆

四川犍才人力资源管理有限公司 四川 成都 610043

【摘要】：公路沥青路面裂缝是影响公路使用性能的重要问题，裂缝的形成通常受到气候变化、交通荷载、施工质量等多种因素的共同作用。针对这一问题，本文首先分析了沥青路面裂缝的主要成因，探讨了裂缝的分类及影响因素。结合当前的养护技术，提出了包括裂缝修补、加铺新层、及时排水等一系列预防性养护措施。研究表明，合理的预防性养护措施可以显著减少裂缝的发生频率，提高路面使用年限。结合实际案例，验证了该养护方案的有效性和可操作性，为公路养护工作提供了理论依据和实践指导。

【关键词】：公路沥青；路面裂缝；成因分析；预防性养护；裂缝修补

DOI:10.12417/2705-0998.26.01.014

引言

公路沥青路面裂缝是影响道路使用功能和安全性的重大问题。随着交通量的不断增加，尤其是重型车辆的频繁通行，路面裂缝的发生变得更加普遍，严重影响了道路的平整性与耐久性。裂缝的成因复杂，涵盖了气候、交通荷载、路基沉降等多重因素。在传统的公路养护中，裂缝的修复往往属于应急性措施，成本高且效果有限。因此，如何在裂缝未发生之前采取有效的预防性措施，成为提升公路使用寿命和降低养护成本的关键。通过对沥青路面裂缝的成因进行分析，探讨如何采取科学的预防措施，可以帮助优化公路养护策略，提升管理效率和道路的整体质量。

1 沥青路面裂缝的成因分析

1.1 气候变化对裂缝的影响

气候变化对沥青路面裂缝的影响具有显著的作用，尤其是在温差变化较大的地区。温度的升高与下降引起沥青路面的膨胀与收缩，反复的热胀冷缩使路面逐渐出现微小裂缝，这些裂缝会随着时间推移逐渐扩大。极端气候条件，如暴雨或大风天气，也加剧了水分渗透路面下层，使得沥青的粘结性下降，进一步导致裂缝的形成。冬季冰冻作用也常常加剧裂缝的发展，水分在裂缝中冻结膨胀，对路面产生强大的内力。

1.2 交通荷载与裂缝的关系

交通荷载，特别是重型车辆的通行，直接影响沥青路面的耐久性。重型车辆的持续通行会对路面施加长期的压缩和冲击荷载，尤其是在车轮接触位置，沥青材料受到集中压力，导致微裂纹的扩展^[1]。这些裂纹随着荷载反复作用逐渐增大，最终导致明显的车辙和裂缝。荷载作用不仅使沥青产生局部的塑性变形，也可能引起路基沉降或不均匀沉降，进而诱发裂缝的形成。

1.3 施工与材料质量问题

沥青路面裂缝的产生与施工工艺和材料质量密切相关。在施工过程中，若材料配比不当，或温度控制不精确，会使得沥

青混合料的稳定性降低，导致路面在使用过程中出现裂缝。施工过程中若压实不足或摊铺不均匀，容易形成结构不均的路面，导致局部应力集中，从而形成裂缝。材料本身的质量问题，如沥青的粘结性差、矿料不合格等，都会影响路面的使用寿命，使得裂缝更易产生并扩大。

2 常见裂缝类型与特点

2.1 表面裂缝的表现形式

表面裂缝通常表现为较为浅显的裂纹，常见于沥青路面表层。其形态包括横向裂缝、纵向裂缝和网状裂缝，裂缝宽度一般较小，深度较浅。横向裂缝多发生在沥青层的厚度较大部分，而纵向裂缝则通常出现在车道的接缝处，尤其是当路基沉降或温度变化引起路面不均匀沉降时，纵向裂缝更为明显。网状裂缝则是一种复杂的裂缝模式，形成时裂缝之间呈现一定的规律性，像蜘蛛网一样扩展。这类裂缝的产生通常与温度应力、车辆荷载和路面本身的老化密切相关，对路面性能的影响逐渐增大，特别是影响行车舒适性和道路安全性。

2.2 深层裂缝的诊断

深层裂缝主要发生在沥青路面底部，裂缝通常穿透沥青层，影响到基层甚至路基。其诊断通常较为复杂，需要依赖非破坏性检测技术，如地质雷达和钻探检测，以确认裂缝的深度和范围。深层裂缝往往与基础不均匀沉降、地基不稳定或施工问题有关^[2]。由于这些裂缝位于路面深层，因此一旦产生，将会导致更加严重的结构性损伤，修复难度大，维修成本也较高。深层裂缝的出现往往是路面早期破坏的标志，可能会导致路面整体承载能力下降，进而影响道路的长期使用效果和安全性。

2.3 不同裂缝类型的影响程度

裂缝的类型对路面的影响程度差异较大。表面裂缝虽然一般较为浅显，但其长期存在会导致水分渗透到沥青路面内部，进而引发路面结构的进一步劣化，甚至加速裂缝的扩展。深层裂缝则对路面的结构性影响更为严重，因其涉及到基层和路基的损伤，往往导致路面承载力的大幅下降，修复时必须涉及深

层加固或更换部分路基。而网状裂缝的影响则表现在对路面整体平整性的破坏，它们会增加行驶中的震动感，影响驾驶的舒适性与安全性。不同类型裂缝对公路的长期使用性能和经济性产生不同的负面效应，因此，及时的诊断和处理至关重要。

3 裂缝的预防性养护策略

3.1 合理设计与材料选择

沥青路面的合理设计是预防裂缝形成的第一步。设计时需要综合考虑路面所处的气候条件、交通荷载和地质特点。合理的结构层次配置能够有效避免路面因荷载或气候变化而出现过早裂缝。沥青面层的厚度和材质应与实际使用环境相匹配，高温或寒冷地区需要选择具有更高弹性和耐温性的沥青材料。基层和路基的设计也非常关键，强度不足或不均匀的基层容易导致沉降不均，进而导致裂缝。选材时，使用高性能的沥青混合料和抗裂性好的矿料可有效增强路面的抗裂性能。采用添加改性沥青或高聚物材料，提升沥青的弹性和粘结性，也能减少路面因老化或温差作用而产生的裂缝。材料的选择与设计紧密结合，既能够应对交通荷载，又能承受极端气候变化，延长路面使用寿命。

3.2 定期检测与早期诊断

路面裂缝的预防性养护离不开定期检测与早期诊断，早期发现裂缝的存在是制定合理养护策略的前提。现代检测技术的发展提供了更加精确的检测手段，诸如地质雷达、红外热成像和激光扫描等技术能够无损检测路面的裂缝和变形情况，帮助工程师及时发现隐蔽裂缝。通过定期的路面检测，尤其是对已有裂缝的监测，可以实现裂缝的动态管理，对裂缝的扩展趋势和原因进行深入分析，确保养护措施的针对性和及时性^[1]。早期诊断不仅能防止裂缝的扩展，还能通过在裂缝初期进行加固或修复，避免更大范围的破坏。基于路面状态的自动化监测系统和分析工具，也能够为日常养护提供实时的数据支持，使养护决策更加科学和精准。

3.3 综合养护技术的应用

裂缝的预防性养护不仅仅依靠单一的技术手段，而是通过多种技术的综合应用来实现最佳效果。常用的预防性养护技术包括裂缝修补、路面加铺、表面封层和排水系统改造等。裂缝修补技术，尤其是对于细小裂缝的封堵，能够防止水分渗透，减缓裂缝扩展。路面加铺技术，通过在原有路面上铺设一层新的沥青，可以有效提高路面的强度和耐久性，减少裂缝形成的可能性。表面封层则是通过涂覆防水层或粘合剂，防止水分和空气进入沥青层内部，减少水损伤和氧化老化的影响。排水系统的改善也是非常重要的，完善的排水设施能够避免雨水积聚在路面下层，降低水损对路面的侵蚀作用。智能化养护技术，如基于物联网的监控系统，也在一些高等级公路中得到应用，实时监测路面状况并自动调整养护措施。这些综合养护技术的

合理应用，可以提高公路的抗裂能力，降低养护成本，延长路面的使用年限。

4 裂缝修复与养护技术的实践应用

4.1 常用裂缝修复方法

裂缝修复是公路养护中不可或缺的一环，其方法多样，主要依据裂缝的类型和深度进行选择。对于表面裂缝，常用的修复方法包括裂缝灌缝和表面封层。灌缝技术通过使用热沥青或其他填充材料，填充裂缝，防止水分进入路面内部，从而减缓裂缝的扩展。表面封层则是在裂缝周围涂覆一层薄薄的防水层，起到保护作用，并增强路面抗裂性。对于较深的裂缝，通常采用修补技术。该技术涉及挖除裂缝区域的破损路面，填充新材料，再进行压实和摊铺，以恢复路面的结构强度。针对车辙或深层裂缝，常采用路面加铺的方式，通过铺设一层新的沥青层来加固路面，同时抑制裂缝的扩展。结合不同的路面情况，还可以使用高性能的修复材料，如聚合物改性沥青，以增强修复后的路面耐用性。

4.2 预防性养护措施的实施效果

预防性养护措施的实施对裂缝的控制和路面寿命的延长具有显著效果。通过早期的裂缝监测与定期养护，可以有效降低裂缝发生的频率，尤其是在高温和湿度较大的环境中。使用高性能的沥青材料和增强沥青层的抗裂能力，可以显著提高路面的耐久性，延缓裂缝的产生^[4]。表面封层和裂缝灌缝等技术能够有效减少水分渗透，防止水对沥青层的侵蚀，进而防止由于水损害引起的路面劣化。定期进行路面加铺和局部修补，不仅能够恢复路面的强度和使用性能，还能够有效消除小裂缝，避免其扩展成严重裂缝。综合养护措施的实施，特别是在交通繁忙或气候恶劣的区域，能显著延长路面的使用寿命，减少大规模维修的需求，降低公路养护的整体成本。

4.3 实际案例分析

某高速公路项目在实施裂缝修复和预防性养护措施后，取得了显著的效果。在该项目中，针对经常出现的表面裂缝，采用了裂缝灌缝和表面封层技术。经过几年定期养护后，路面的裂缝明显减少，水损害和车辙问题得到有效控制。另一个案例中，某山区公路由于地基沉降严重，出现了大范围的深层裂缝。针对这种情况，采用了大规模的路面加铺修复方案，挖除破损区域，进行基层加固和重新摊铺沥青层，确保路面恢复了完整的结构。通过这些技术手段，该公路的裂缝问题得到根本解决，维修成本和安全隐患大大降低。在另一个实际应用中，某城市的老旧公路通过预防性养护策略的应用，成功避免了由于季节性温差导致的路面裂缝扩展，显著提高了路面使用年限。各个项目的实践结果表明，及时修复和有效的预防措施可以显著降低裂缝问题的发生频率，提升公路养护的效率。

5 提高公路沥青路面寿命的综合管理措施

5.1 完善公路养护管理体系

为了有效管理养护工作,必须构建科学合理的养护管理制度,包括定期的路面检查、数据记录、问题反馈和修复计划等。建立数字化的路面信息管理平台,采用智能化手段对路面状况进行实时监测,能够及时发现裂缝、车辙等问题,为养护决策提供依据。养护周期的制定需要依据路面使用情况和交通状况,合理规划养护频次和修复力度。养护资金的预算和分配也应建立透明有效的机制,以确保资金的合理使用,避免资源浪费。综合评估、数据分析和后续跟踪的措施,能够使养护工作更加高效,确保路面在使用周期内始终保持最佳状态。

5.2 创新技术与设备的应用

创新技术的应用对提高公路沥青路面的寿命具有重要意义。随着科技的进步,许多新型养护技术和设备应运而生^[5]。采用高效的自动化修复设备可以提升裂缝修复的效率和精准度,尤其是在对大规模道路进行集中修复时,能够显著提高工作效率。智能化养护设备结合物联网技术,通过实时监测路面状况,自动化调节养护方案,使得养护工作更具灵活性和响应速度。基于大数据分析的养护技术也能够为公路养护提供更加精准的预测,优化养护资源的配置。改性沥青和高性能混合料的应用,可以有效提升路面抗裂性和耐久性,延长路面使用寿命。新材料和设备的结合,既提高了养护工作的精确性,也降低了长远的养护成本。

参考文献:

- [1] 王佳乐.全生命周期视角下公路沥青路面反射裂缝处治策略经济分析[J].科技创新与应用,2025,15(33):137-140.
- [2] 张鑫.浅析公路沥青路面裂缝产生原因及防治措施[J].汽车周刊,2025,(12):42-44.
- [3] 郭章奎.基于YOLOv5全局注意力的公路沥青路面养护检测算法[J].四川建材,2025,51(11):194-197.
- [4] 李乐.公路沥青路面裂缝和坑槽病害处治施工工艺[J].交通世界,2025,(28):76-78.
- [5] 陈继友.高速公路沥青路面施工裂缝预防措施探讨[J].新疆钢铁,2025,(03):94-96.

5.3 多部门合作的综合性解决方案

提高沥青路面寿命需要多部门的密切合作,从规划设计到养护管理,再到维修与修复,整个过程都离不开不同部门之间的协作。交通运输部门、工程建设单位、科研机构等要共同参与,充分整合资源,形成一个强有力的合作网络。在路面规划阶段,设计单位需要根据不同地区的交通流量、气候条件及地质情况,制定合理的路面结构设计,并与施工单位共同确保施工质量。在养护管理阶段,多个相关部门应协同合作,制定长期的养护计划并落实到具体的管理措施中。政府和企业应通过合作,推动技术创新和经验交流,促进高效养护措施的实施。通过建立跨部门信息共享平台,能够实时获取路面状况数据,进行动态管理,快速响应突发问题。通过综合性解决方案的实施,不仅能提升公路的养护效果,还能在整个公路生命周期内降低维护成本,提高道路的整体经济效益。

6 结语

沥青路面的裂缝问题影响了公路的安全性和使用寿命。通过分析裂缝的成因及实施科学的预防性养护措施,能够显著延长路面使用年限,减少维护成本。结合创新技术和多部门合作,公路养护工作能够实现更高效和精准的管理。未来,随着技术的进一步发展,公路沥青路面裂缝的控制与修复将更加高效,推动公路养护管理的持续优化,为交通基础设施的可持续发展奠定基础。