

高速公路裂纹分析与防治措施研究

赵睿龙

新疆兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着高速公路交通量的不断增加和交通荷载的不断加重, 裂纹问题成为影响道路质量与安全的重要因素之一。裂纹不仅影响道路的使用寿命, 还直接关系到行车安全。针对高速公路上裂纹的成因进行深入剖析, 文中探讨了裂纹形成的基本原理, 并基于现有裂纹防治技术, 综合提出了科学合理的防治策略, 对裂纹进行分类探讨, 深入研究其检测与加固技术。文中提出了一套涵盖预防、修复、材料选材、施工质量把控等多维度的全面防治策略。通过具体案例及对比试验, 证实了所提策略在提升道路品质、拉长使用年限及减少维护费用上的实际效用, 高速公路裂纹控制研究, 其成果构筑了坚实的理论基石与技术保障。

[关键词]高速公路; 裂纹分析; 裂纹防治

DOI: 10.33142/sca.v8i1.15095

中图分类号: U418.4

文献标识码: A

Research on Analysis and Prevention Measures of Cracks on Highways

ZHAO Ruilong

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the continuous increase in traffic volume and traffic load on highways, crack problems have become one of the important factors affecting road quality and safety. Cracks not only affect the service life of roads, but also directly affect driving safety. In depth analysis is conducted on the causes of cracks on highways, and the basic principles of crack formation are discussed in the article. Based on existing crack prevention and control technologies, scientific and reasonable prevention and control strategies are comprehensively proposed. Cracks are classified and discussed, and their detection and reinforcement technologies are deeply studied. The article proposes a comprehensive prevention and control strategy that covers multiple dimensions such as prevention, repair, material selection, and construction quality control. Through specific cases and comparative experiments, the practical effectiveness of the proposed strategy in improving road quality, extending service life, and reducing maintenance costs has been confirmed. The research on crack control on highways has built a solid theoretical foundation and technical support.

Keywords: highways; crack analysis; crack prevention and control

引言

高速公路作为现代交通网络的重要组成部分, 其结构质量直接影响着道路的通行能力和安全性。高速公路路面承受着由交通荷载增长以及车辆重量和速度提升带来的巨大压力, 交通事故频发, 道路裂纹这一病害愈发常见, 它不仅侵蚀着路面的平整与舒适, 更可能催生事故隐患。荷载作用、环境因素以及施工质量问题等多元因素交织, 往往导致裂纹生成^[1]。裂纹若严重, 不仅会削弱路面强度与稳定性, 甚至可能引发路面大规模破坏, 对高速公路裂纹的形成机理进行深入研究, 并寻求有效的裂纹防治策略, 这对于确保高速公路的通行能力和安全水平具有极为关键的实践价值。

1 高速公路裂纹的分类与成因

高速公路裂纹的分类与成因涉及多个因素, 通常可以根据裂纹的类型、位置、形成原因等方面进行分类。从裂纹的形态来看, 常见的类型包括纵向裂纹、横向裂纹、网状裂纹和斜裂纹等。纵向裂纹主要沿路面长方向延伸, 通常与交通荷载、温度变化以及材料疲劳等因素密切相关,

尤其是在高速公路的车道中心区域较为常见。横向裂纹则通常与路面结构设计、施工质量以及温度应力等因素有关, 尤其是在不同材料层的接缝处, 温度变化和荷载作用容易造成横向裂纹的形成。网状裂纹多见于路面老化或材料不均匀的区域, 裂纹呈现交叉网格状, 往往是由于路面在长时间的使用过程中, 材料的老化、疲劳以及温湿度变化引起的。斜裂纹则多见于不均匀沉降的地基上, 常常是在局部地段出现, 尤其是由于不良施工和路基不均匀沉降所引发的应力集中, 造成路面发生斜裂纹。

裂纹的形成因素众多, 通常与自然因素、交通荷载、施工质量以及材料特性等诸多方面紧密相扣。裂纹的产生, 交通荷载起着关键作用, 尤其在高速公路领域, 重型车辆频繁驶过, 导致路面承受巨大压力, 长期反复负荷作用下, 材料疲劳累积, 裂纹逐渐显现。在温差显著的区域, 路面材料受温度波动影响显著, 热胀冷缩效应易引发裂纹的形成, 路面在酷暑膨胀。在严寒中收缩, 正是这种温差造成的应力集聚, 成了裂纹出现的常见诱因。

路基若存在不均匀沉降, 尤其是软土或地基不稳定的

情况下，此类沉降会致使路面应力聚集，从而诱发裂纹产生。在施工过程中，若出现施工质量未达标准、材料配比失误或压实作业不足等状况，将诱发裂纹出现，尤其是在路面基层与表层接缝地带，裂纹的发生尤为频繁，裂纹的形成，路面材料的老化扮演了关键角色^[2]。

2 高速公路裂纹的检测与监测技术

保障高速公路结构安全与寿命延长的关键，在于对其裂纹进行精准的检测与连续的监测。公路交通量不断攀升，道路老化加剧，裂纹问题日益凸显，成为制约道路性能的致命要害。在裂纹的早期发现与趋势评估中，采用精确的科学检测与监测手段，并据此实施高效的修复策略，是至关重要的。高速公路裂纹检测，涉及人工、机械以及自动化等多种技术手段，人工检测操作虽简便易行，却往往受限于人工经验，效率低下且准确度不高，科技进步推动下，机械化与自动化检测技术日益占据主导地位。

专用设备扫描、拍摄或激光测量路面，通过机械化检测方法，获取路面裂纹的图像与数据。路面裂缝检测车、激光扫描仪等设备，具备高精度与效率，可对广阔路面实施实时检测，装备有高精度成像仪及 GPS 导航系统的路面裂缝检测车辆，依托其快速拍摄与数据处理功能，精准锁定路面裂缝的具体位置、尺寸等参数，并对道路裂纹的整体分布状况进行全面分析。采用激光技术进行路面扫描的激光扫描仪，能迅速搜集道路表面的形状及裂纹详情，对裂纹的深浅度进行精确评定，检测领域因自动化监测技术的引入，其连续性与精准度得以显著增强。道路裂纹的变化状况，通过智能传感器网络与无人机监测系统的协同作用，得以实现实时跟踪。路面与路基间，智能传感器布设其间，肩负起实时监测应力、温度、湿度等环境参数的重任，而后通过数据传输网络将这些关键信息精准送达监控中心，以实现高效的数据分析与故障诊断。红外成像技术搭载的无人机，对道路裂纹实施空中巡检，尤其适用于广域及偏远地带，显著提升了监测的效率和精确度^[3]。

在裂纹监测技术的进步历程中，大数据与人工智能的助力不可或缺。运用大数据技术对所采集的裂纹检测数据施行长期保存与细致剖析，揭示裂纹演变的规律及其走势。运用人工智能技术，依托图像识别与机器学习算法，能实现裂纹类型的自动识别与分类，对裂纹进行自动分析与预测，从而助力养护部门作出科学决策。随着高速公路的裂纹检测与监测技术持续进步，其正朝着更高效、更精准、更智能化的方向演变。

3 高速公路裂纹防治措施

3.1 裂纹预防措施：合理设计、材料选择、施工工艺优化

高速公路裂纹的预防是确保路面质量、延长使用寿命的重要环节。通过在设计阶段、材料选择和施工工艺方面采取有效的预防措施，可以大大减少裂纹的发生，并减少

后期的养护成本。合理的设计方案是预防裂纹的首要步骤。在设计阶段，应充分考虑路基和路面的承载能力、环境条件、交通荷载等因素，确保设计的合理性。尤其是在软土、膨胀土或易变形地基的地区，应采用加固处理技术，如深层搅拌桩、钻孔灌注桩等，以增强路基的稳定性和承载力，从源头上避免路面因基础不均匀沉降或裂缝而导致的损坏^[4]。

裂纹预防，其直接影响源自材料选择，采用优质沥青与集料配比。路面抗裂性能得以显著增强，新型材料，如改性沥青与弹性沥青，在提升路面抗车辙、抗疲劳性能的同时，亦显著增强对温度波动的适应力，有效遏制温度裂缝的产生。预防裂纹的关键因素之一在于对路面混合料的科学配比以及对其水泥含量与颗粒分布的严格把控。在高温环境下，改性沥青材料展现出出色的流动性；而在低温条件下，其表现出卓越的抗裂性能，这两者对于抵御温度波动导致的裂缝产生具有至关重要的防护作用。

在裂纹防范过程中，对施工工艺的优化起着关键作用。施工阶段，路面施工质量之确保，为工程之关键所在，于沥青铺设作业启动之先，必须对基层实施彻底整治，确保其表面之平顺与紧密程度得以达标。在摊铺作业中，必须精准调控温度与压实程度，以防因摊铺不均或压实不到位，而产生空隙与裂缝现象，摊铺作业完成后，精心挑选压路机型号及压实手段，力求路面密实均匀，以免路面不均沉降引发裂缝。精心设计规划，严选优质材料，并优化施工流程，均能显著遏制裂缝生成，显著提升高速公路的耐用性，并大幅削减养护开销。在整个工程建设过程中，需始终贯彻实施预防措施，并将之与后续的养护工作紧密融合，以此保障公路的运行安全与结构稳定^[5]。

3.2 裂纹修复方法：灌缝技术、表面涂层、加固技术

在高速公路的使用过程中，裂纹的发生是不可避免的。因此，针对已经出现的裂纹，采取有效的修复技术是保障路面结构和功能、延长路面使用寿命的必要手段。常见的裂纹修复方法包括灌缝技术、表面涂层和加固技术，它们各有优缺点，适用于不同类型的裂纹修复需求。灌缝技术是处理裂纹的常用方法之一，特别适用于裂缝较小、较浅的情况。该方法通过将热沥青或高黏度材料灌注进裂缝内，填充裂缝空隙，形成一个牢固的密封层，从而阻止水分和杂质进入裂缝，防止裂缝进一步扩展或加深。灌缝技术具有施工简便、成本低廉的优点，适用于大规模的公路裂缝修复工作。通过灌缝，不仅可以有效地封闭裂缝，还能够防止路面进一步破损。值得注意的是，在进行灌缝修复时，需要确保裂缝内部的清理和预处理工作，如清除裂缝中的泥沙和杂物，以提高修复效果和灌缝材料的黏结性。

裂纹表面涂布保护性涂层，系表面涂层修复技术之一，旨在提升路面抵御裂纹扩展的能力。沥青浆料、改性沥青与聚合物涂层等，这些材料以其卓越的黏附性能和弹性特质，显著提升了路面对于温度波动、湿度状况及交通

负荷的应对能力。裂缝封闭之外,表面涂层更能显著提升路面抵御老化及紫外线侵袭的能力,有效遏制裂纹的进一步蔓延。在存在细微裂缝或分散表面裂痕的路段,采用表面涂层作为修复方式,既经济又高效^[6]。

加固技术主要用于裂缝较深、影响较大的情况,尤其适用于承载力不足的路段。该技术更是显示出其独特的适用性,路面强化措施,诸如铺设加固材料(例如钢筋网、钢板、纤维材料等)或结构加固,旨在提升路面的综合强度与承重能力,在工程实践中,路面注浆加固、喷射混凝土加固及纤维增强材料应用等加固手段,扮演着关键角色。实施这些加固措施,旨在显著提升路面抵御裂缝的能力,从而有效遏制其进一步损坏,同时还能显著增强路面抵抗车辙和疲劳损伤的性能。适用于那些受交通荷载影响尤为显著的公路路段,对灌缝技术、表面涂层及加固技术分别应用,鉴于裂缝类型与损害程度不一,相应地采纳修复策略。此举旨在极大程度地减缓裂缝扩散,并确保公路安全无虞,公路养护管理领域内,将修复技术融入日常工作中,旨在达成持久稳定的维护成效。

4 裂缝防治技术的实践应用与效果

裂缝防治技术的实践应用在高速公路的维护管理中具有至关重要的作用。随着交通量的增加和公路使用年限的延长,裂缝问题成为影响路面结构安全与服务功能的主要因素。针对裂缝的防治,结合多种技术手段进行综合管理,能够有效降低裂纹发生的概率,延长道路的使用寿命,并且减少后期的维修成本^[7]。

裂缝防治的根本在于施工设计的合理。在规划设计阶段,必须深入考究地质状况、评估交通压力以及综合考量环境要素,以抉择适宜的建筑材料和施工技术,从而保障路基及路面的承载力和抗裂特性达到设计要求。施工阶段对工艺的严格控制至关重要,它关乎沥青摊铺的温度、厚度与压实度,旨在杜绝因施工质量问题的早期裂纹现象。对施工工艺进行优化,特别是采用改性沥青及聚合物添加剂,显著增强了路面的抗裂性能,从而对裂缝的防治产生了显著的正面影响。在路段出现裂纹的情况下,灌缝与表面涂层修复技术已成为裂缝修复的常用手段,采用灌缝技术对裂缝进行填充,旨在阻止水分与杂质的侵入,有效遏制裂缝的进一步蔓延。该技术以其施工成本低廉与优异的修复性能而著称,路面表面涂层技术显著提升其抗老化性能与耐温变化能力,有效遏制裂缝扩散,显著延缓路面老化进程,在气候剧变的区域,应用表面涂层在遏制温

度裂缝方面表现尤为卓越。

在深层裂缝与严重损坏的路段,加固技术已展现出显著成效。采用钢筋网、纤维材料及类似增强物质对路面进行加固,显著增强路面整体强度,遏制裂缝蔓延,同时恢复路面承载性能。在面临高流量或特定环境挑战的公路建设中,此技术展现出显著优势,尤其是在加固与修补深层裂缝领域,对公路实施裂纹防治技术,显著增强了其使用安全性与耐久度,大幅降低了裂缝导致的安全隐患及长期养护开销,相较于传统裂纹修复手段。实施预防策略,可从源头上大幅削减裂纹生成概率,确保道路功能得以持续稳定运行,公路养护领域裂纹防治技术的实际运用,显著提高了养护作业的效能,并对于保障公路的长期可持续运行发挥了至关重要的作用^[8]。

5 结语

总之,高速公路裂纹防治的研究涵盖了从裂纹成因分析到防治技术实施的全过程。通过合理的设计、优化的施工工艺、先进的检测技术和针对性的修复措施,可以有效减少裂纹的发生,延长公路使用寿命,降低养护成本。随着技术的进步,未来裂纹的防治将更加精细化、系统化,并为实现高速公路的长期稳定运行提供更加科学的技术支持。

[参考文献]

- [1]官志文.高速公路裂纹分析与防治措施研究[J].交通科技与管理,2024,5(20):88-90.
- [2]郭伟彤.高速公路桥梁施工中混凝土裂缝的防治措施[J].四川建材,2024,50(10):190-192.
- [3]谢小琼.某高速公路改扩建路面纵向裂缝成因及修复养护措施[J].汽车画刊,2024(9):221-223.
- [4]冯毅.高速公路沥青路面面层裂缝的成因及防治[J].工程技术研究,2024,9(18):115-117.
- [5]王文精.纤维沥青碎石柔性下封层在高速公路建设中的应用[J].交通世界,2024(26):53-55.
- [6]刘晓琴.高速公路多片式带裂缝空心板桥承载力评估方法研究[J].中国水运,2024(9):143-145.
- [7]桑晓,王钰权.高速公路沥青混凝土路面纵横向裂缝修补技术研究[J].交通科技与管理,2024,5(17):143-145.
- [8]周勤龙.高速公路路面反射裂缝机制及预防技术[J].汽车画刊,2024(8):109-111.

作者简介:赵睿龙(1983.10—),毕业院校:河南城建学院,所学专业:工程管理,当前工作单位:新疆兵团交通建设有限公司,职称级别:高级工程师。