

山区沥青混凝土路面纵横向裂缝修补技术

朱维全

中交一公局集团有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i1.11766

[摘要] 本文深入分析了山区沥青混凝土路面裂缝的成因、检测技术、修补方法以及预防与养护策略。以西南山区某公路滑坡地段为例,探讨了地质因素对路面裂缝的影响,指出滑坡和堆积体沉降是导致裂缝的主要原因之一。在检测技术方面,介绍了裂缝宽度与深度的超声波检测和激光扫描法,以及裂缝分布与密度的图像识别技术和无人机巡检技术。修补方法包括灌缝修补、填缝修补和贴缝修补,每种方法都有其适用的裂缝类型和场景。预防与养护策略则强调地质勘察与监测、路基加固、排水措施以及施工质量控制等方面。通过综合应用这些技术和策略,可以有效解决山区沥青混凝土路面的裂缝问题,保障道路的安全畅通。

[关键词] 山区; 沥青混凝土路面; 纵向裂缝; 横向裂缝; 修补技术

中图分类号: TV431+.5 **文献标识码:** A

Repair technology of longitudinal and transverse cracks in asphalt concrete pavement in mountainous areas

Weiquan Zhu

China Communications First Bureau Group Co., Ltd.

[Abstract] This paper deeply analyzes the causes, detection technology, repair method and prevention and maintenance strategy of asphalt concrete pavement cracks in mountainous areas. Taking the landslide section of a highway in southwest mountainous area as an example, this paper discusses the influence of geological factors on pavement cracks, and points out that landslide and accumulation settlement are one of the main causes of cracks. In terms of detection technology, ultrasonic detection and laser scanning method of crack width and depth, image recognition technology of crack distribution and density and UAV inspection technology are introduced. Repair methods include filling repair, filling repair and seam repair, each method has its applicable crack type and scene. Prevention and maintenance strategies emphasize geological investigation and monitoring, subgrade reinforcement, drainage measures and construction quality control. Through the comprehensive application of these technologies and strategies, the crack problem of the mountain asphalt concrete pavement can be effectively solved to ensure the safety and smooth flow of the road.

[Key words] Mountain area; asphalt concrete pavement; longitudinal crack; transverse crack; repair technology

引言

山区沥青混凝土路面因其特殊的地形和气候条件,在使用过程中面临着诸多挑战。裂缝作为路面的主要病害之一,对路面的整体性能和行车安全构成了严重威胁。尤其是纵横向裂缝,其分布和发展会极大影响路面结构稳定性与行车舒适度。因此,深入研究裂缝的形成机理和修补技术,对于提高路面的耐久性和安全性具有重要意义。本文通过探讨山区沥青混凝土路面纵横向裂缝的修补技术,旨在为相关工程实践提供理论支持和技术指导。

1 山区沥青混凝土路面裂缝成因分析

1.1 地质因素导致的裂缝

山区地质条件复杂,滑坡地段尤为显著。以西南山区某公路滑坡地段为例,该滑坡地段堆积体斜坡前缘紧邻水系支流,地表覆盖有厚度不一的崩坡积碎石,堆积体特征复杂。在多次强降雨后,虽未见整体滑移,但局部地段已出现路基沉降和路面开裂现象。这是由于堆积体在降雨后饱水,其内部结构和稳定性发生变化,导致地基不均匀沉降。不均匀沉降易引发纵向裂缝,当地基沿道路纵向产生较大的沉降差时,路面就会因无法承受这种差异变形而出现纵向裂缝。同时,横向裂缝也可能因地基局部的不均匀沉降导致路面横向拉应力过大而产生。滑坡区域如图1所示,

该段滑坡区域被初步分为A、B、C三个区域,各区域堆积体厚度、体积及影响范围均有所不同,其中A区体积最大,约12.2万方,C区次之,约8.4万方,B区相对较小,但也有4.2万方。滑坡发生的原因主要为连续强降雨导致土壤饱和,加之地质构造复杂,岩石破碎,使得山体整体稳定性降低,易发生滑坡。



图1 滑坡区域示意图

1.2 施工与材料因素导致的裂缝

施工过程中的接缝处理工艺对路面裂缝的产生具有重要影响。在山区沥青混凝土路面的施工过程中,若接缝处理不当,如接缝位置选择不合理、接缝宽度控制不准确、接缝密封材料选用不当等,均可能导致接缝处产生裂缝。尤其是纵向施工缝,若处理不好,极易在后期使用中形成纵向裂缝。而横向施工缝处,如果密封材料老化或粘结不牢,在行车荷载和环境因素作用下,也会发展为横向裂缝。此外,沥青面层材料的性能也是影响裂缝产生的重要因素。沥青材料的选择需考虑其高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性等性能。若沥青材料性能不足,如沥青含量偏低、沥青老化严重等,将直接影响沥青面层的整体性能,导致路面在使用过程中出现裂缝。同时,沥青面层施工质量控制也是关键因素之一,施工过程中的温度控制、摊铺厚度、压实度等均需严格控制,以确保路面质量^[1]。

1.3 环境因素导致的裂缝

山区气候条件复杂多变,对路面裂缝的产生具有显著影响。一方面,温度应力是导致低温收缩裂缝的主要原因。在山区,昼夜温差大,冬季气温低,沥青面层在低温下易产生收缩变形,当收缩变形受到约束时,将产生温度应力。当温度应力超过沥青面层的抗拉强度时,将产生裂缝。这种因温度收缩产生的裂缝,在路面上可能呈现纵向或横向分布。低温时,路面收缩,若沿道路纵向的收缩受到阻碍,就会形成纵向裂缝;而当横向收缩受限时,则可能出现横向裂缝。另一方面,半刚性基层反射裂缝也是环境因素导致裂缝的重要类型。半刚性基层材料具有较高的强度和刚度,但其抗裂性相对较差。在山区复杂的气候条件下,半刚性基层易产生干缩裂缝或温缩裂缝。这些裂缝在行车荷载和环境因素的作用下,将逐渐向上扩展至沥青面层,形成反射裂缝^[2]。反

射裂缝在路面上也会以纵向或横向的形式出现,其方向通常与基层裂缝方向相对应。因此,在选择半刚性基层材料时,需考虑其抗裂性能,并采取有效措施减少反射裂缝的产生。

2 山区沥青混凝土路面裂缝检测技术

2.1 裂缝宽度与深度的检测方法

山区沥青混凝土路面裂缝的宽度与深度检测是修补前的关键步骤,其准确性直接影响到后续的修补效果。手工测量法是最基础的方法,通过游标卡尺或裂缝测宽仪等工具,直接对裂缝进行宽度测量。虽然操作简便,但受限于人工操作精度和裂缝形态的复杂性,对于微小裂缝或深裂缝的测量可能不够准确。超声波检测法则利用超声波在材料中传播的特性,通过发射和接收超声波信号,计算裂缝的深度。在山区沥青混凝土路面中,该方法可以较为准确地测量裂缝深度,且对路面无损伤。例如,使用超声波测厚仪,设定合适的超声波频率和发射角度,将探头紧贴路面裂缝处,记录超声波信号在裂缝中的传播时间,根据声速和时间计算裂缝深度。激光扫描法则利用激光束对路面进行扫描,通过计算激光束在裂缝处的反射角度和位移,精确测量裂缝的宽度和深度。该方法具有高精度、高效率的优点,适用于大面积、复杂形态裂缝的检测^[3]。在检测纵横向裂缝时,这些方法都能准确获取裂缝宽度和深度信息,为后续针对性修补提供数据支持。在山区路面检测中,可以选用高精度激光扫描仪,设定合适的扫描速度和分辨率,对路面进行全面扫描,通过数据处理软件对扫描数据进行处理和分析,得到裂缝的宽度和深度信息。

2.2 裂缝分布与密度的评估方法

裂缝分布与密度的评估对于了解路面整体状况、制定修补方案具有重要意义。图像识别技术是一种有效的评估方法,通过采集路面图像,利用图像处理算法对图像中的裂缝进行识别和提取,统计裂缝的数量、长度、方向等信息,进而计算裂缝密度。在山区路面检测中,可以选用高分辨率相机或无人机搭载摄像头,对路面进行拍摄,将拍摄得到的图像输入图像处理软件,通过边缘检测、形态学处理等算法,提取出裂缝信息,根据裂缝长度和路面面积计算裂缝密度。无人机巡检技术则结合了图像识别技术和无人机的灵活性,可以实现对山区路面的快速、全面巡检。无人机搭载高清摄像头,按照预设的飞行路线和高度,对路面进行拍摄,将拍摄得到的图像实时传输至地面站,通过图像处理软件对图像进行裂缝识别和提取,得到裂缝的分布和密度信息。该方法高效、安全、全面,特别适用于山区等复杂地形路面的检测^[4]。通过这些方法,可以清晰地掌握纵横向裂缝在路面上的分布区域、密度大小,从而合理规划修补工作,优先处理裂缝密集区域和关键部位的裂缝。在实际应用中,可以根据山区路面的具体情况和检测需求,选择合适的裂缝检测技术和评估方法,确保检测结果的准确性和可靠性。

3 山区沥青混凝土路面裂缝修补材料与技术

3.1 灌缝修补技术

灌缝修补技术主要依赖于灌缝材料的选择和灌缝工艺的精细

细执行。加热型密封胶和常温型密封胶是两种常用的灌缝材料。加热型密封胶,如改性沥青密封胶,因其优异的粘结性和弹性恢复能力,能够承受较大的变形而不破裂,特别适用于山区路面因地形变化、温度变化等因素导致的宽裂缝修补。其使用前需加热至适宜温度,确保良好的流动性,便于填充裂缝。常温型密封胶,如聚氨酯密封胶,则无需加热即可直接使用,操作更为简便,适用于宽度较小或深度较浅的裂缝修补。灌缝工艺包括开槽、清缝、灌缝和养护四个步骤。开槽需使用专用开槽机,沿裂缝方向切割出一定宽度和深度的槽口,槽口宽度通常控制在1.5—3cm,深度则根据裂缝实际情况确定。清缝需确保槽口内无杂物、无水分,以保证灌缝材料与裂缝壁面的良好粘结^[5]。灌缝时,需将加热型密封胶加热至适宜温度后,使用灌缝枪均匀注入槽口内,直至填满无气泡。常温型密封胶则直接挤出至槽口内。养护阶段,需保持灌缝材料处于适宜的温度和湿度条件下,促进材料充分固化和强度提升。对于纵向裂缝,由于其长度较长,灌缝时要确保密封胶连续、均匀地填充整个裂缝,避免出现漏灌。而横向裂缝,要特别注意在裂缝与路面横向接缝交叉处的处理,保证密封胶的粘结性和密封性,防止水分渗入。在山区特殊环境下,灌缝技术的应用需考虑地形复杂、气候多变等因素,可采取无人机巡检、机械化施工等策略,提高修补效率和准确性。

3.2 填缝修补技术

填缝修补技术则侧重于填缝材料的选择和填缝工艺的精细控制。乳化沥青混合物和聚合物材料是两种常用的填缝材料。乳化沥青混合物具有良好的粘结性和耐久性,能够与沥青混凝土路面形成紧密的结合,适用于宽度适中、深度较浅的裂缝修补。聚合物材料,如聚氨酯泡沫填缝剂,则具有更高的弹性恢复能力和耐候性,能够适应较大的裂缝变形,特别适用于山区路面因地形变化导致的裂缝修补。填缝工艺包括裂缝清理、填缝材料准备、填缝材料注入和养护等步骤。裂缝清理需确保裂缝内部无杂物、无水分,以保证填缝材料与裂缝壁面的良好粘结。填缝材料注入时,需控制注入速度和压力,避免材料溢出或形成气泡。养护阶段,需保持填缝材料处于适宜的温度和湿度条件下,促进材料充分固化和强度提升。在处理纵横向裂缝时,要根据裂缝的走向和宽度,合理控制填缝材料的注入量和填充方式。对于纵向裂缝,要注意材料在纵向的连续性;对于横向裂缝,要关注其与周边路面的衔接,确保填缝后路面的平整度和抗滑性不受影响。在山区复杂地形中,填缝技术的应用面临地形崎岖、裂缝分布不均等挑战,可采取无人机巡检、机械化施工等策略,提高修补效率和准确性^[6]。同时,需加强日常养护管理,及时发现并处理裂缝问题,防止裂缝扩展和路面损坏加剧。

3.3 贴缝修补技术

贴缝修补技术则侧重于贴缝带的选择与性能评估以及贴缝施工工艺的精细控制。贴缝带需具备优异的抗拉强度、粘结力和耐候性,以确保修补效果持久。常用的贴缝带有自粘型和高分

子材料型两种。自粘型贴缝带具有操作简便、粘结力强的特点,适用于宽度较小、长度较长的裂缝修补。高分子材料型贴缝带则具有更高的弹性恢复能力和耐候性,能够适应山区路面的复杂变形。贴缝施工工艺包括裂缝清扫、贴缝带裁剪与粘贴三个步骤。裂缝清扫需确保裂缝表面干燥、无杂物,以保证贴缝带与裂缝壁面的紧密结合。贴缝带裁剪需根据裂缝长度和宽度进行精确裁剪,避免浪费。粘贴时,需使用专用粘贴剂或热风枪等工具,确保贴缝带与裂缝壁面完全贴合,无气泡和空隙^[7]。在贴缝处理纵横向裂缝时,要注意贴缝带的走向与裂缝一致,尤其是纵向裂缝,要保证贴缝带在整个长度上的牢固粘贴。对于横向裂缝,要确保贴缝带在横向的覆盖宽度足够,能够有效阻止裂缝的进一步发展。贴缝技术在山区沥青混凝土路面的适用性较高,尤其适用于宽度较小、长度较长的裂缝修补,以及需要快速恢复交通的路段。其优点在于修补速度快、对交通影响小,且修补效果持久。

4 山区沥青混凝土路面裂缝预防与养护策略

4.1 裂缝预防措施

裂缝预防措施主要涵盖地质因素预防和施工与材料预防两大方面。地质因素预防方面,针对山区复杂的地质条件,应进行详细的地质勘察与监测,特别是滑坡地段,需密切关注地质变化,及时采取应对措施。路基加固是预防裂缝的重要手段,可采用加固土、加筋土等技术提升路基承载力。同时,排水措施也不容忽视,应确保路面排水系统畅通,防止水分对路基和路面的侵蚀。良好的地质勘察与合理的路基加固措施,有助于减少因地基不均匀沉降导致的纵横向裂缝产生。完善的排水系统则能避免路面因积水浸泡而引发各类裂缝,包括纵横向裂缝。施工与材料预防方面,施工过程的接缝处理是预防裂缝的关键环节,应严格控制接缝的宽度、深度和位置,确保接缝的平整度和粘结力。沥青面层材料的优选同样重要,应选择具有高粘结性、高弹性恢复能力和良好耐久性的沥青材料,以提升路面的整体性能。此外,施工过程中的质量控制也是预防裂缝的关键,应加强对施工过程的监督和检测,确保各项技术指标达标。

4.2 养护策略制定

养护策略的制定则需结合日常巡查与定期检查制度,对山区沥青混凝土路面进行全面、系统的维护。日常巡查应重点关注滑坡地段等特殊地质条件的路面状况,及时发现并处理潜在问题。定期检查则需对路面进行全面检测,包括裂缝、坑槽、车辙等病害的评估,以及路面平整度、抗滑性能等指标的检测。养护计划与预算的安排需结合地质、气候等因素,制定科学合理的养护计划,确保养护工作的及时性和有效性。同时,养护技术与设备的更新也不容忽视,应引入适用于山区特殊环境的养护技术和设备,如无人机巡检、机械化施工等,提高养护效率和质量。通过科学的养护策略,能够及时发现并处理纵横向裂缝的早期迹象,防止其进一步恶化。定期的检查和维护,有助于保持路面的良好状态,延长路面使用寿命,保障山区道路的安全畅通。通过实施科学的养护策略,可以延长山区沥青混

凝土路面的使用寿命,降低养护成本,为山区道路的安全畅通提供有力保障。

5 结语

综上,山区沥青混凝土路面纵横向裂缝问题成因复杂,涉及地质、施工、材料及环境等多方面因素。通过先进的检测技术,如超声波检测、激光扫描、图像识别以及无人机巡检等,能够精准掌握纵横向裂缝的宽度、深度、分布与密度等关键信息。在修补技术上,灌缝、填缝和贴缝修补技术各有其针对纵横向裂缝的适用场景,需根据裂缝的具体特征选择合适的方法。从地质勘察、路基加固、施工质量把控到日常养护管理等一系列预防与养护策略的实施,对减少纵横向裂缝产生、保障路面安全畅通起着关键作用。未来,随着技术的不断发展,期待研发出更高效、更持久的针对纵横向裂缝的修补材料与技术,进一步提升山区沥青混凝土路面的耐久性和稳定性,为山区交通事业的蓬勃发展筑牢根基。

[参考文献]

[1]杜冲.山区高速公路沥青路面设计技术研究[J].运输经

理世界,2023,(29):37-39.

[2]朱洪洲.关于山区高桥隧比公路沥青铺装耐久性的思考[J].中国公路,2023,(18):34-37.

[3]张计.山区高速公路沥青路面预防性养护技术应用研究[D].重庆交通大学,2022.

[4]张益群.山区农村公路施工与养护管理的措施[J].居舍,2022,(17):119-122+129.

[5]胡元跃.山区普通公路预防养护技术后评估研究[D].重庆交通大学,2022.

[6]杨红艳.山区公路病害防治措施分析[J].中国公路,2021,(04):118-119.

[7]王伟.山区公路长大纵坡路段沥青路面防滑性能研究[D].河北工业大学,2020.

作者简介:

朱维全(1977--),男,汉族,山东菏泽人,本科,高级工程师、桥梁工程。