

沥青路面预防性养护决策方法的研究与技术应用

习知利

云南省公路科学技术研究院

摘要:在现代城市交通建设中,沥青路面被广泛应用于道路网络,承担着车辆行驶和行人通行的重要任务。然而,由于沥青路面长期受到车辆负荷、气候变化和环境侵蚀等因素的影响,其会出现龟裂、坑洞、车辙等常见问题,导致路面的功能和安全性下降。因此,对沥青路面进行定期养护具有重要意义。本文对沥青路面养护进行了一定论述,在此基础上,进一步探讨了沥青路面预防性养护决策方法,并结合沥青路面的养护特点,阐述了预防性养护技术的具体应用,进而有助于促进沥青路面预防性养护水平的不断提高,从而保障沥青路面的正常通行。

关键词: 沥青路面; 预防性; 养护决策

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.14.042

一、前言

随着城市化进程的加速和交通运输的不断发展,沥青路面作为城市交通的重要组成部分,承担着承载车辆和行人流量的重要任务。然而,由于长期使用和外界环境的影响,沥青路面容易出现各种病害和损坏,如裂缝、坑洞、剥落等,严重影响了路面的平稳性、安全性和舒适性。因此,开展沥青路面预防性养护的研究具有十分重要的现实意义。

二、沥青路面养护概述

(一) 预防性养护的定义和重要性

预防性养护是指在沥青路面出现明显病害之前,通过采取一系列保护性措施,对路面进行定期检查、维护和修复,以防止病害的进一步扩展和恶化。相比于传统的病害修补和维修方法,预防性养护具有更加积极的特点,能够及早发现和解决潜在问题,减少路面病害的发生和发展。

预防性养护在沥青路面养护中具有重要的意义,首先,它能够延长路面的使用寿命。通过及时检测和修复路面上的小病害和缺陷,可以阻止其进一步发展,减少修复成本,延缓路面老化和衰败速度,从而延长路面的使用寿命。其次,预防性养护能够降低维修成本。相较于等病害形成后再进行修复的方式,预防性养护所需的投入较小,能够在问题较小的阶段进行及时修复,避免了较大范围的修复和重建,降低了维修成本和交通对路面的影响。最后,预防性养护还能够提升行车的舒适性和安全性。定期养护和修复路面上的小缺陷和病害,可以保持路面的平整度和稳定性,提供更加平稳的行车表面,减少车辆震动和噪音,提高行车的舒适性^[1]。

(二) 沥青路面预防性养护的目标和原则

沥青路面的预防性养护旨在通过定期检查、维护和

修复,保持路面的良好状态,延长使用寿命,并提供平稳、安全的行车环境。在进行沥青路面预防性养护时,需要遵循一些基本原则,以确保养护工作的有效性和可持续性。

(1) 提前预测和预防,预防性养护的核心理念是提前发现和解决问题,防止病害的发展。通过定期检测和评估路面的状况,及时采取保护性措施,修复小缺陷,阻止病害的形成和蔓延,预防路面的进一步损坏和衰败。

(2) 综合管理和规划,预防性养护需要进行全面的路面管理和规划。通过制定养护计划、建立养护档案、确定养护周期等措施,对路面的养护工作进行科学、系统的管理,确保养护工作的有序进行和持续改进。

(3) 精细化养护和修复,预防性养护注重对路面问题的精细化处理。针对不同的病害和缺陷,采取相应的修复措施,如破损区域的局部修补、裂缝的填充和封闭等,以保持路面的平整度和稳定性。

(4) 高质量材料和技术应用,在预防性养护中,选择高质量的材料和先进的技术应用是关键。优质的沥青混合料和养护材料可以提高路面的耐久性和抗老化能力。同时,采用先进的施工技术和设备,如冷再生混合料施工、微表面处理等,能够提高养护效果和持久性。

三、沥青路面预防性养护决策方法分析

(一) 养护需求评估

(1) 路面状况评估

路面状况评估旨在收集路面的相关数据,分析和判断路面的健康状况,以确定养护的需求和优先级,具体的评估内容包括以下几个方面:

首先是表面平整度,通过测量和记录路面的垂直偏差,如使用激光测高仪或测距仪等设备,可以评估路面的平整度。其次是裂缝和破损,检测和评估路面上的裂缝、龟裂、坑洼等破损情况。再次是路面摩擦系数,评估路面的摩擦系数是确保行车安全的关键因素之一。最后是材料质量,评估沥青路面材料的质量和性能。通过采集路面样品进行实验室测试,检测沥青的含油量、黏度、抗老化性能等指标,以评估材料的质量和是否需要更换。

(2) 交通流量和负荷评估

交通流量和负荷的评估可以帮助确定养护的紧迫程度和频率,确保在高负荷时段进行养护工作,以最大限度地减少对交通的干扰,交通流量和负荷评估的具体内容如下所示:

首先是交通流量测量,通过安装交通流量监测设

备,如交通流量传感器、车辆计数器或视频监控等,收集路段的交通流量数据。这些设备可以记录经过路段的车辆数量、速度和车型等信息。交通流量测量可以分析不同时间段的交通状况,包括高峰期和低峰期的交通流量变化。其次是负荷评估,除了交通流量外,还需要评估路面承载的负荷情况。负荷评估可以通过分析车辆类型、重量和车流组成来确定。重型车辆对路面的磨损和损坏更为显著,因此需要考虑不同车型的比例和负荷对路面的影响。这些信息可以通过交通统计数据、收费站记录或通过交通调查获得。最后是路段瓶颈评估,评估路段是否存在瓶颈,即交通流量超过路段容量导致拥堵和交通延误。瓶颈路段容易出现交通事故和路面磨损,因此需要重点关注养护工作。通过分析路段的速度和流量数据,可以确定瓶颈路段,并相应调整养护计划^[2]。

(二) 养护策略制定

(1) 养护方法和材料选择

在沥青路面的预防性养护决策中,制定适当的养护方法和选择合适的材料非常重要。以下是养护方法和材料选择的一些关键考虑因素:

首先,根据路面的具体情况,可以选择不同的养护方法,如封面层修补、微表面处理、覆盖层铺设等。针对不同的路面问题,比如龟裂、破损、老化等,可以采用相应的养护方法来修复和保护路面。养护方法的选择应考虑养护效果、施工便利性、成本效益以及对交通的影响等方面。其次,选择合适的养护材料对养护效果起着关键作用。常见的养护材料包括沥青混合料、沥青乳化剂、沥青胶结剂等。选择合适的材料需要考虑材料的性能指标、适应不同路面条件的能力以及材料的可持续性等因素。最后,随着科技的不断发展,新的养护技术和材料不断涌现。研究和采用新兴的养护技术和材料可以提升养护效果和路面的寿命。例如,冷再生混合料技术、高性能沥青混合料等都是在沥青路面养护领域的创新技术。

(2) 养护时机和频率确定

确定养护时机和频率是制定沥青路面预防性养护策略的关键步骤,需要结合以下因素进行综合性的分析:

(1) 路面状况评估,需要对路面进行全面的状况评估。通过定期巡检和评估,了解路面的龟裂、破损、老化等情况。根据路面状况的评估结果,确定养护的紧急程度和优先级。

(2) 交通负荷分析,考虑路段的交通流量和负荷情况。高负荷的路段通常需要更频繁的养护,以确保路面的可靠性和安全性。交通负荷分析可以通过交通统计数据、路面传感器等方式进行。

(3) 气候条件和季节变化,气候条件对沥青路面的影响很大。例如,寒冷地区的冬季可能会造成冻胀损伤,炎热地区的夏季可能会导致沥青老化和软化。因此,根据不同季节和气候条件,确定最佳的养护时机和频率。

(4) 经济性和可行性,养护工作需要一定的资源

和成本。在养护策略制定过程中,需要考虑养护时机和频率的经济性和可行性。综合考虑养护成本、交通影响和养护效果等因素,制定出既能满足养护需求又具有经济效益的养护时机和频率。

(三) 养护效果评估

(1) 养护后路面性能评估

养护后的路面性能评估是衡量预防性养护效果的重要步骤。通过对养护后路面的性能评估,可以评估养护策略的有效性,并为未来的养护决策提供参考,养护后路面性能的评估方法如下所示:

首先是路面平整度评估,通过测量路面的平整度,如纵横坡、横向平整度等指标,来评估养护后路面的平整度改善情况。平整度评估可以使用专业的测量设备和技术,如激光测高仪、摄像机图像处理等。其次是路面摩擦系数评估,路面摩擦系数是评估路面防滑性能的重要指标。通过使用摩擦系数测试仪器,对养护后路面的摩擦系数进行测量,以判断养护效果是否达到预期目标。再次是力学性能评估,路面的力学性能包括强度、刚度、弹性恢复性等指标。通过使用落锤试验、振动试验、静载试验等方法,对养护后路面的力学性能进行评估,以确定养护效果的改善程度。最后是表面缺陷评估,养护后的路面应该减少龟裂、坑洞、剥落等表面缺陷。通过目视检查和图像处理技术,对养护后路面的表面缺陷进行评估,以判断养护效果的良好程度^[3]。

(2) 经济效益和环境效益评估

除了对养护后路面性能进行评估外,还需要考虑预防性养护的经济效益和环境效益。经济效益评估旨在评估养护策略对经济成本的影响,主要涉及以下方面:

首先是维护成本评估,对养护策略实施过程中的人工、材料和设备成本进行评估,以确定预防性养护的经济成本。其次是经济寿命周期评估,通过对比预防性养护和常规修复养护策略的寿命周期成本,评估预防性养护对路面寿命周期成本的影响。这包括养护前期投资、维护和修复成本、使用寿命等方面的考虑。

环境效益评估旨在评估养护策略对环境的影响,主要包括以下方面:

首先是能源消耗评估,评估养护策略实施过程中所消耗的能源,包括机械设备的使用、材料生产和运输等,以确定其对能源资源的影响。其次是碳排放评估,评估养护策略实施过程中产生的碳排放量,通过对材料的生产、施工和运输等环节进行评估,以确定其对气候变化的影响。最后是资源利用评估,评估养护策略对自然资源的利用情况,包括原材料的消耗、水资源的使用等,以确定其对环境可持续性的影响。

四、沥青路面预防性养护技术的具体应用

(一) 现有技术和方法

(1) 表面处理技术

表面处理技术是一种常用的沥青路面预防性养护方法,它通过对路面表面进行修复和保护,延长路面的使用寿命并提升其性能。其中,微表面处理和封层是常见

的表面处理技术。

微表面处理是一种将改性沥青材料施工于路面表面的技术，它能有效修复路面表面的裂缝和损坏，并提供一个光滑、耐磨的表面层。在微表面处理中，通常会使用特殊的微表面沥青混合料，其中包含改性剂、填料和沥青，以提高路面的抗老化性能和耐久性。微表面处理可以修复路面的细微裂缝、氧化层和颗粒损伤，提高路面的抗水性和抗滑性能，同时还能改善路面的外观质量。

封层是另一种常用的表面处理技术，它是在沥青路面表面覆盖一层保护性的沥青封层。封层能有效防止路面受到紫外线、水分和化学物质的侵蚀，延缓路面老化和损伤的发展。封层的材料通常为改性沥青封层材料，具有良好的耐候性和抗老化性能。封层施工时，可以采用喷洒、刷涂或铺装等方式进行，以确保封层均匀覆盖在路面表面，并达到预期的保护效果。

(2) 维护修补技术

维护修补技术是沥青路面预防性养护中常用的一种方法，它主要用于修复和处理路面上的裂缝、坑洞和其他损坏部位，以保持路面的平整性、安全性和使用寿命。

裂缝填补是一项常见的维护修补技术，它主要针对路面上的裂缝进行修复。裂缝通常是由于路面老化、温度变化和交通荷载等因素引起的，如果不及时修复，裂缝会进一步扩大并导致路面结构的破坏。裂缝填补可以采用不同的材料，如沥青胶带、沥青胶泥或聚合物改性材料，将其填充到裂缝中，形成一道密封层，防止水分渗入并阻止裂缝的扩展。这样可以延缓路面的老化进程，提高路面的抗水性和抗裂性能。

坑洞修复是另一种常见的维护修补技术，用于修复路面上的坑洞和凹陷部位。坑洞通常由于路面材料的破损、水分侵入或交通荷载引起，对行车安全和路面平整性造成威胁。坑洞修复通常包括以下步骤：清理坑洞，去除松散材料和污物；填充坑洞，使用沥青混合料或聚合物修补材料填补坑洞；压实和平整修复部位，确保修补材料与周围路面的结合。坑洞修复的关键是选择合适的修补材料和施工方法，以确保修复后的部位具有良好的耐久性和承载能力^[4]。

(二) 先进技术和创新方法的应用

(1) 智能化养护技术

随着科技的不断发展，智能化养护技术在沥青路面预防性养护中得到越来越广泛的应用。智能化养护技术利用传感器、数据采集与处理、人工智能等先进技术，实现对路面状况的实时监测、评估和决策支持，以提高养护效果和效率。

智能化养护技术的一个关键应用是路面监测系统。通过在路面上布置传感器，可以实时监测路面的温度、变形、损坏程度等关键指标。这些传感器可以采集大量的数据，并通过数据处理和分析，提供路面状况的全面信息。基于这些信息，养护人员可以准确评估路面的健

康状况，及时发现和解决问题。另一个智能化养护技术的应用是预测维护系统。通过对历史数据和监测数据的分析，利用机器学习和数据模型等方法，可以预测路面的未来状况和寿命。这样，养护人员可以提前制定养护计划，合理安排养护资源，并在路面状况恶化之前采取相应的措施，延缓路面的老化和损坏^[5]。

(2) 预测性养护技术

预测性养护技术是一种基于路面状况预测和风险评估的先进方法，旨在提前识别和解决潜在的路面问题，以延长路面的使用寿命和减少维修成本。该技术利用历史数据、监测数据和模型分析等手段，对路面的未来状况进行预测，从而制定相应的养护计划和策略。

预测性养护技术的核心是建立可靠的预测模型。通过收集大量的路面数据，如路面厚度、质量指标、交通负荷、气候条件等，结合历史养护记录和评估数据，可以构建精确的模型来描述路面的状况演变规律。这些模型可以基于统计学方法、机器学习算法或深度学习技术进行构建，通过对数据的分析和训练，预测路面未来的状况。

预测性养护技术的应用包括两个方面：预测路面损坏和预测养护效果。在预测路面损坏方面，通过对路面状况参数的分析和建模，可以预测路面损坏的程度和类型，例如裂缝、坑洞等。这样，养护人员可以根据预测结果，提前进行修补和加固工作，避免路面进一步恶化。另一方面，在预测养护效果方面，预测性养护技术可以评估养护措施的效果和持续性。通过模拟不同的养护方案和材料选择，可以预测养护后路面的性能和寿命，为养护决策提供科学依据。这样，养护人员可以选择最优的养护方案，并合理配置养护资源，以最大程度地延长路面的使用寿命。

五、结语

综上所述，沥青路面预防性养护决策方法的研究与技术应用对于提高路面质量、降低养护成本、保障交通安全具有重要意义。未来的研究方向可以进一步探索智能化养护技术和预测性养护技术的应用，提高养护决策的科学性和精准性，为沥青路面的持续健康发展提供更好的支持和保障。

参考文献

- [1] 贾磊. 公路沥青路面预防性养护技术探讨[J]. 新疆有色金属, 2023, 46(02): 86-87.
- [2] 李莉, 管婷婷. 考虑多种损坏构成特征的沥青路面预防性养护决策方法[J]. 上海大学学报(自然科学版), 2022, 28(04): 689-701.
- [3] 陈巧巧. 基于区间数TOPSIS方法的沥青路面预防性养护决策研究[D]. 重庆交通大学, 2019.
- [4] 郑永强. 普通公路沥青路面预防性养护决策方法研究[D]. 武汉工程大学, 2018.
- [5] 张云涛. 北京市公路沥青路面预防性养护决策方法研究[D]. 北京建筑大学, 2017.