

预防性公路养护技术在现代高速公路养护中的应用

范永霞 梁海龙

内蒙古大学交通学院 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要：随着现代交通运输的快速发展，高速公路作为国家经济命脉的重要组成部分，其养护工作日益受到重视。预防性公路养护技术作为一种先进的养护理念，旨在通过提前干预和主动维护，减少高速公路运营期间的损坏，延长使用寿命，降低维护成本，提高道路安全性和舒适性。本文将从预防性公路养护技术的概念、原则、类型及其在现代高速公路养护中的应用等方面进行详细探讨，以期高速公路养护实践提供理论参考。

关键词：高速公路；预防性养护；原则；应用

引言

高速公路作为现代交通体系的关键环节，其运行状态直接影响到整个交通系统的效率和安全。然而，在长期运营过程中，高速公路不可避免地会受到车辆荷载、自然环境等多种因素的影响，导致路面损坏、路基沉降等问题。传统的养护方式往往是在问题出现后进行修复，这种方式不仅成本高、效率低，还可能对交通造成严重影响。因此，预防性公路养护技术应运而生，成为现代高速公路养护的重要趋势。

1 预防性公路养护技术概述

1.1 概念与原则

预防性公路养护技术是一种前瞻性的养护策略，旨在通过预先识别和评估高速公路设施可能面临的风险和损耗，采取积极主动的维护和修复措施，以防止或延缓这些潜在问题的发生。这一技术强调在设施尚未出现明显损坏之前即进行干预，以确保高速公路始终保持良好的运行状态，从而提升道路的安全性和使用效率。其实实施原则包括：（1）低成本高效益：通过早期预防，避免后期大规模、高成本的修复工作，实现养护资金的最优配置。同时，延长公路使用寿命，降低全生命周期成本。（2）安全性优先：确保预防性养护措施的实施不损害公路的基本结构和承载能力，反而能够增强其稳定性，减少因道路损坏导致的交通事故风险，保障行车安全。（3）可持续性发展：在养护过程中考虑环境保护和资源节约，采用环保材料和技术，减少对环境影响，促进公路事业的绿色、可持续发展。（4）技术创新：积极引入新技术、新材料和新方法，提升预防性养护的技术含量和智能化水平，提高养护效率和效果。（5）系统化管理：建立健全预防性养护管理体系，包括数据收集、分析、决策和执行等环节，实现养护工作的科学化、规范化和系统化。

1.2 重要性

预防性公路养护技术在现代高速公路管理中扮演着至关重要的角色，其重要性体现在以下几个方面：一是提升道路运行安全：通过及时发现并处理潜在的道路损坏问题，减少因路面不平整、标志标线不清晰等因素导致的交通事故，提高道路行车安全性。二是降低养护成本：相比于事后修复，预防性养护能够在问题初现时即进行干预，避免损坏扩大，从而显著减少后续的维修费用和成本^[1]。三是延长公路使用寿命：通过定期维护和保养，保持公路设施的完好状态，减少因长期使用导致的性能下降和寿命缩短现象，提高公路的经济效益和社会效益。四是提高道路服务水平：预防性养护技术的应用能够改善道路的行驶质量，如提高路面平整度、改善排水性能等，为车辆行驶提供更稳定、更舒适的环境，提升道路服务水平和用户满意度。五是促进公路事业长效发展：通过实施预防性养护策略，实现公路设施的长效管理和维护，促进公路事业的可持续发展，为经济社会发展提供坚实支撑。

2 预防性公路养护技术的主要类型

2.1 微表面处理技术

微表面处理技术作为一种高效、经济的路面养护手段，在应对高速公路沥青路面常见病害方面展现出显著优势。该技术核心在于精确配比并应用一种特殊的沥青混合料，该混合料由高质量沥青基胶结料、精选的集料（如细碎石、矿粉等）、性能增强添加剂以及适量水分精心混合而成。这一混合物不仅具有良好的粘结性和流动性，还能迅速渗透并填补路面微小裂缝和孔隙，有效阻止水分侵入和进一步损害。在施工过程中，微表面处理机械会精确控制混合料的喷洒量、分布均匀度及碾压时机，确保薄层紧密贴合于原路面，形成一层坚固、耐磨且防滑的保护层。这层新铺设的薄层不仅能够有效

修复路面表面的轻微损坏,如细小裂缝、局部磨损和颗粒松散,还能显著提升路面的整体抗滑性能和抗车辙能力,改善行车安全性和舒适性^[2]。此外,微表面处理技术还具备施工速度快、对交通影响小、养护成本低等显著优点。它能够在短时间内完成大面积路面的快速修复,极大缩短了道路封闭时间,减少了对交通流的影响。同时,由于其材料成本低廉且工艺相对简单,使得整体养护成本得到有效控制,实现了经济效益与社会效益的双赢。

2.2 防渗透膜贴缝技术

防渗透膜贴缝技术是一种针对高速公路路面裂缝进行高精度、高效率修复的专业技术。该技术依赖于先进的裂缝检测设备和专业的施工团队,确保每一步操作都精准无误。在修复开始前,专业人员会使用高精度裂缝检测仪器对路面进行全面扫描,精确测量裂缝的长度、宽度、深度以及分布范围,形成详细的裂缝地图。这一步骤是确保后续修复工作精准性的基础。随后,根据裂缝地图的数据,施工人员会精确裁剪出与裂缝形状和尺寸相匹配的抗渗漏贴片。这些贴片通常由高分子材料制成,具有优异的防水性、耐候性和粘附性,能够长期承受车辆荷载和环境因素的影响而不脱落。在贴敷过程中,施工人员会先对裂缝进行清洁处理,去除其中的杂物和水分,确保贴片与裂缝表面紧密贴合。接着,使用专业的贴敷工具将抗渗漏贴片精准地覆盖在裂缝上,并通过加热、滚压等方式增强贴片的粘附力,确保其在各种环境条件下都能保持稳定。完成贴敷后,施工人员还会对修复区域进行质量检查,确保所有裂缝都被有效覆盖,且贴片表面平整、无气泡或褶皱。这一步骤对于保证路面的整体性和平整度至关重要,有助于降低后续维护成本并提高行车安全性。

2.3 薄层覆盖技术

薄层覆盖技术作为现代高速公路预防性养护的重要手段之一,其核心在于利用高性能的薄层材料对既有路面进行覆盖处理,以达到提升路面性能、延长使用寿命的目的。该技术特别适用于改善路面平整度、增强抗滑性能以及提升承载能力等方面。在薄层覆盖技术的应用过程中,首先需对原路面进行细致的检测与评估,确定其病害类型、程度及分布范围。随后,根据检测结果,选用适宜的薄层材料。这些材料通常具有优异的粘结性、耐磨性、抗水损害能力以及良好的抗滑性能,如改性沥青混合物、高性能聚合物复合材料等。施工过程中,薄层材料通过专业的摊铺设备均匀铺设在原路面上,形成一层薄而坚固的覆盖层。摊铺过程中,需严格控制材料的温度、摊铺速度及压实度,以确保覆盖层与

原路面紧密结合,达到理想的平整度和密实度。薄层覆盖技术不仅能够显著改善路面的平整度,提高车辆的操控稳定性和行驶舒适性,还能有效增强路面的抗滑性能,降低湿滑条件下的滑移风险。此外,该技术还能在一定程度上提升路面的承载能力和耐久性,减少因车辆荷载和环境因素导致的路面损坏,从而延长高速公路的使用寿命。

3 预防性公路养护技术在现代高速公路养护中的应用策略

3.1 定期检查与维护

预防性公路养护技术的核心在于“预防”,而定期检查与维护则是实现这一目标的关键环节。这一过程不仅依赖于先进的检测技术和设备,更要求养护团队具备高度的专业素养和敏锐的洞察力。首先,定期检查需遵循科学规范的流程。养护人员会利用高精度测量仪器,如激光平整度仪、裂缝检测仪等,对路面进行全面、细致的扫描,精确记录路面的平整度、裂缝分布、车辙深度等关键指标。同时,结合车载传感器和无人机等现代科技手段,实现对高速公路全天候、全方位的监测,确保无遗漏地捕捉路面细微变化。在数据分析阶段,养护团队会运用专业的软件工具,对收集到的数据进行深度挖掘和分析,识别出潜在的路面病害及其发展趋势。这一过程需要养护人员具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,能够准确判断路面状况,为制定养护方案提供科学依据。基于数据分析结果,养护团队会制定针对性的养护方案。对于轻微的路面损坏,如微小裂缝、局部磨损等,可采用微表面处理技术、薄层覆盖技术等快速修复手段进行处理;对于较为严重的病害,则需采取更为复杂的修复措施,如裂缝注浆、路面重建等^[3]。同时,养护方案还会考虑季节性因素、交通流量等外部条件,确保养护工作的有效性和经济性。通过定期检查与维护,预防性公路养护技术能够及时发现并处理路面的微小损坏和缺陷,有效遏制病害的进一步发展,从而保持高速公路的良好运行状态,延长其使用寿命。这一过程不仅体现了养护工作的前瞻性和主动性,也彰显了现代科技在公路养护领域的广泛应用和深远影响。

3.2 智能化监控系统的应用

在预防性公路养护技术的现代实践中,智能化监控系统的应用无疑是其发展的一个重要里程碑。这一系统集成最尖端的传感技术、图像处理技术及大数据分析技术,实现了对高速公路全天候、全方位的智能监控。首先,智能化监控系统通过部署在关键路段的传感器网络,能够实时监测路面的温度、湿度、压力等物理参

数,以及车辆的行驶速度、流量等交通数据。这些数据为养护团队提供了丰富的路面状态信息,有助于及时发现潜在的路面病害。同时,高清摄像头作为系统的视觉“触角”,不间断地捕捉路面图像,并通过图像处理技术自动识别裂缝、坑洼、积水等常见病害。这种自动识别技术不仅提高了检测效率,还降低了人为误判的可能性,确保了病害信息的准确性。更为关键的是,智能化监控系统具备强大的数据分析与预警功能。通过对收集到的数据进行深度挖掘和分析,系统能够预测路面病害的发展趋势,提前发出预警信号。养护团队根据这些预警信息,可以迅速制定并调整养护计划,实现病害的早发现、早处理^[4]。此外,智能化监控系统还具备数据记录与追溯功能。所有监测数据均被实时记录并存储在云端数据库中,养护团队可以随时调阅历史数据,对比分析路面状况的变化趋势,为未来的养护工作提供有力支持。智能化监控系统的应用极大地提升了预防性公路养护的智能化水平,为高速公路的安全、高效运行提供了有力保障。

3.3 新型材料的使用

在预防性公路养护技术的持续发展中,新型材料的研发与应用成为推动行业进步的重要力量。这些材料以其独特的性能优势,为提升路面质量、延长使用寿命提供了新的解决方案。聚合物改性沥青混凝土(PMA)作为一种高性能的路面材料,通过向传统沥青中添加聚合物改性剂,显著增强了沥青的粘弹性、抗老化性和抗裂性能。在预防性养护中,PMA被广泛应用于路面薄层罩面、裂缝修补等领域,能够有效抵抗车辆荷载和环境因素的侵蚀,保持路面的平整度和耐久性。玻璃纤维增强材料(GFRP)则以其高强度、轻质、耐腐蚀等特性,在路面加固和修复中展现出巨大潜力。GFRP可以制成网格状、片状等多种形式,直接铺设在路面结构层中,或与沥青混合料混合使用,显著提升路面的整体强度和抗裂性能。此外,GFRP还具有良好的可加工性和适应性,

能够满足不同路况和养护需求。除了上述材料外,再生材料和可降解材料在预防性公路养护中也得到了广泛关注。再生材料通过回收废旧轮胎、沥青混合料等废弃物进行加工再利用,不仅减少了资源浪费和环境污染,还降低了养护成本。可降解材料则能够在特定条件下自然分解,减少对环境的长期影响,符合可持续发展的理念。这些新型材料的应用,不仅提高了预防性公路养护的技术水平,还促进了养护行业的绿色发展和可持续发展。随着技术的不断进步和材料的持续创新,预防性公路养护将迎来更加广阔的发展前景。

结语

预防性公路养护技术作为现代高速公路养护的基石,其重要性不言而喻。通过精准的检测、及时的干预与科学的维护策略,该技术有效延长了公路的生命周期,显著降低了长期养护成本,同时极大地提升了道路的安全性与行车舒适度。展望未来,随着物联网、大数据、人工智能等前沿技术的深度融合,预防性公路养护将迈向更高层次的智能化与自动化,实现养护决策的精准化与养护过程的精细化。此外,环保理念的深入人心也将促使养护材料与技术向绿色、低碳、可循环方向转型,共同推动高速公路行业的可持续发展,为构建更加安全、高效、绿色的交通网络贡献力量。

参考文献

- [1]何振兴.预防性公路养护技术在现代高速公路养护中的应用探讨[J].汽车周刊,2024,(06):13-15.
- [2]辛虎云.预防性公路养护技术在现代公路养护中的应用分析[J].运输经理世界,2024,(15):138-140.
- [3]时志超.预防性公路养护技术在现代高速公路养护中的应用[J].运输经理世界,2024,(10):142-144.
- [4]文刚.预防性公路养护技术在现代公路养护工作中的应用[J].运输经理世界,2023,(34):127-129.
- [5]朱宇.论预防性公路养护技术在现代高速公路养护中的应用[J].四川建材,2022,48(07):139-140.