

高速公路路基路面无损检测技术分析

王金艳

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]在公路管理和维护中, 及时准确地发现和评估路面病害是确保道路安全和提高交通效率的关键。然而, 传统的检测方法往往需要耗费大量人力、物力和时间, 且容易受主观因素影响, 难以满足现代快节奏社会对公路安全的迫切需求。文中探讨无损检测技术在公路路面管理中的应用, 分析其优势、局限性以及质量控制措施, 旨在为公路管理者提供一种更为先进、科学的管理方法, 从而提高公路交通运行的安全性和效率。

[关键词]高速公路; 无损检测; 路基路面

DOI: 10.33142/ec.v7i4.11622

中图分类号: U416.03

文献标识码: A

Analysis of Non-destructive Testing Technology for Highways Subgrade and Pavement

WANG Jinyan

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: In highways management and maintenance, timely and accurate detection and evaluation of pavement diseases are key to ensuring road safety and improving traffic efficiency. However, traditional detection methods often require a lot of manpower, material resources, and time, and are easily influenced by subjective factors, making it difficult to meet the urgent needs of modern fast-paced society for highways safety. The article explores the application of non-destructive testing technology in highways pavement management, analyzes its advantages, limitations, and quality control measures, aiming to provide a more advanced and scientific management method for highways managers, thereby improving the safety and efficiency of highways traffic operation.

Keywords: highways; non-destructive testing; subgrade and pavement

引言

近年来, 随着社会经济的快速发展和交通运输需求的不断增长, 公路建设和维护已成为各国政府和地方政府的重要任务。传统的检测方法通常需要大量的人力和时间, 且容易受主观因素的影响, 检测结果不够准确和可靠。因此, 引入先进的无损检测技术成为了解决这些问题的关键之一。无损检测技术能够通过各种传感器、摄像机和数据处理技术, 实现对路面病害的快速、准确、全面的检测和评估, 为公路管理者提供了更为科学和有效的管理手段。

1 公路病害类型分析

1.1 裂缝类病害

裂缝类病害是高速公路路面中的常见病害, 主要包括沥青路面裂缝和混凝土路面裂缝两种类型。沥青路面裂缝通常分为沥青面层裂缝和基层裂缝两种。沥青面层裂缝主要由于路面受到交通荷载作用、气候变化等因素引起。在交通荷载作用下, 沥青路面会发生变形, 当变形量超过材料的承载能力时, 就会产生裂缝。而气候变化引起的温度变化也是裂缝形成的重要原因, 温度变化引起的收缩和膨胀使得沥青路面产生裂缝。另外, 基层裂缝则主要由于基础承载能力不足或基层材料质量不良引起, 长期累积下来导致路面出现开裂。在混凝土路面中, 裂缝的形成也主要受到荷载和温度的影响。荷载作用下, 混凝土路面会发生挠曲和变形, 而温度变化引起的混凝土收缩和膨胀也会导致裂缝的形

成。混凝土路面裂缝的出现可能会影响路面的平整度和行车安全, 因此对裂缝的及时修复和防治具有重要意义。

1.2 松散类损坏

松散类损坏是高速公路路面中另一种常见的损坏类型, 主要表现为路基或路面结构松散、疏松或坍塌。当路基土质松软、压实不足时, 受到交通荷载作用时会产生沉降、变形等现象, 进而导致路面的不均匀沉降和变形, 加速路面的破坏^[1]。水分含量过高也会导致路基土质软化, 失去一定的承载能力, 从而引发路面的松散和坍塌。在使用过程中, 路面材料可能会出现老化、损伤或者施工质量不良等情况, 使得路面材料的密实性降低, 从而导致路面的松散和坍塌。特别是在高频率交通区域, 如收费站、匝道等地段, 由于车流密集, 路面容易受到挤压和磨损, 进而加速松散类损坏的发生。

2 传统检测技术的局限性

传统检测技术在高速公路路基路面无损检测中存在着诸多局限性。①传统的目视检查和手工测量方法受到人力、时间和地域等限制, 无法实现对大范围路段的全面检测, 导致检测结果的不够全面和准确。②传统检测技术往往依赖于人工经验, 存在主观性强、判断标准不一致等问题, 容易造成误判和漏检。此外, 传统检测技术通常需要关闭或者限制交通, 对路段的通行造成不便, 且检测过程繁琐, 效率低下。③传统检测技术无法对路面下隐蔽的结

构和病害进行准确检测,往往只能发现表面已经显露的损坏,对于潜在的隐患无法有效发现和评估。总之,传统检测技术在高速公路路基路面无损检测中存在着检测范围有限、准确性不高、效率低下等诸多局限性,迫切需要引入先进的无损检测技术来提升检测水平和效率。

3 无损检测技术优势

3.1 技术体系完善

无损检测技术包括多种先进的技术手段和设备,如地质雷达、红外热像技术、激光扫描等,彼此能够互补不足,共同应对不同类型的路面和路基病害,使得无损检测技术在检测范围、检测精度和数据处理方面都得到了全面的提升。地质雷达能够穿透路面材料,检测路面下的结构信息,包括裂缝、松散区域等;红外热像技术则能够通过检测路面温度分布来发现隐蔽的损坏;而激光扫描技术则能够快速获取路面的三维形态数据,为后续的分析 and 评估提供依据。完善的技术体系使得无损检测技术能够更加全面、准确地识别和评估路基路面的病害情况,为路面维护和修复提供了可靠的技术支持。

3.2 不会损坏路面结构

无损检测技术的另一个显著优势是其不会损坏路面结构的特点。传统的路面检测方法往往需要进行破坏性取样或者开挖,这样的操作不可避免地会对路面结构造成额外的损伤和破坏,增加了路面维护和修复的成本,同时也可能影响路面的使用寿命和安全性。然而,无损检测技术通过采用非接触式的检测手段,如地质雷达、红外热像技术等,不需要对路面进行任何破坏性操作,完全避免了对路面结构的损伤。地质雷达技术能够通过电磁波的穿透性,深入探测路面下的结构情况,而红外热像技术则能够通过检测路面的热量分布情况来识别路面的损坏程度,这些技术的应用不仅可以有效地保护路面结构的完整性,同时也能够准确地识别和评估路面的病害情况,为路面的维护和修复提供了科学依据^[2]。此外,由于无损检测技术不需要对路面进行任何破坏性操作,因此可以在不影响交通的情况下进行检测工作,大大提高了检测的效率和安全性,减少了对交通的干扰,为公路管理和维护工作带来了极大的便利。总之,无损检测技术不会损坏路面结构的优势使其成为一种高效、安全、可靠的路面检测方法,对于提升路面管理水平、延长路面使用寿命具有重要意义。

3.3 具备明显拓展优势

无损检测技术具备明显的拓展优势,体现在其适用范围广泛、可持续发展的特点上。无损检测技术不仅适用于高速公路路基路面的检测,还可以应用于其他类型的道路、桥梁、隧道等交通基础设施的检测与评估。随着科技的不断进步和创新,新型的无损检测技术不断涌现,如基于人工智能的图像识别技术、激光测量技术等,这些新技术的应用使得无损检测技术在检测精度、效率和成本方面不断提升,具备了持续发展的动力和潜力。随着全球经济一体

化的深入推进,国际交通基础设施建设和管理的合作日益密切,无损检测技术作为一种先进的检测手段,将逐渐成为国际交通基础设施检测与评估的标准做法,从而为中国的无损检测技术输出提供了更广阔的舞台。总之,无损检测技术具备明显的拓展优势,其适用范围广泛、技术持续创新、国际标准化发展的特点,使其在未来的发展中具有更加广阔的前景和应用空间。

4 无损检测技术的应用分析

4.1 地质雷达检测

地质雷达检测利用电磁波在不同介质中传播的特性,能够穿透路面材料,探测路面下的结构情况,从而实现了对裂缝、松散区域、沉降等病害的无损检测。地质雷达设备可以在行驶速度下进行实时检测,不需要关闭交通,能够快速获取大范围路段的数据,因此适用于快速路段、高交通量区域等路况复杂的场景。与传统的人工检测相比,地质雷达检测大大提高了检测的效率和范围,为路面管理和维护提供了便利。通过分析电磁波在不同介质中的传播情况,地质雷达可以准确识别裂缝的位置、形态和深度,同时还能检测到路面下的松散区域、空洞等隐患,为路面病害的精准识别和定量分析提供了可靠的数据支持。地质雷达检测适用于不同类型和材质的路面,如沥青路面、混凝土路面等,且对于不同深度的病害也能进行有效探测。总之,地质雷达检测作为一种先进的无损检测技术,具有高效快速、精准准确、适用通用的优势,在高速公路路基路面病害的检测和评估中发挥着重要作用,为路面管理和维护提供了可靠的技术支持。

4.2 路基动态载荷试验检测

路基动态载荷试验检测通过模拟车辆行驶时的实际载荷作用于路面,以检测路面的变形情况来评估路基的承载能力和稳定性。路基动态载荷试验检测通过在路面上布置传感器或载荷板,记录车辆行驶时路面的变形情况,可以实时监测路面的变形响应,并结合数学模型进行分析,从而评估路基结构的稳定性和安全性。路基动态载荷试验检测相比于传统的静载试验,动态载荷试验无需对路面进行大范围的封闭和准备工作,能够在较短的时间内完成检测,提高了检测的效率和实用性。路基动态载荷试验检测还能够通过连续、定期地进行动态载荷试验检测,可以监测路基结构的变化趋势,及时发现和预测可能出现的问题,为及时修复和维护提供重要依据。总之,路基动态载荷试验检测作为一种重要的无损检测技术,具有模拟真实交通条件、操作简便快速、可长期监测跟踪等优势,为路基路面的评估和维护提供了重要的技术支持。

4.3 路面检测

路面检测通过对路面表面特征的观察和分析,以及采用各种传感器和仪器进行数据采集和分析,来实现对路面病害的准确识别和定量评估。传感器和仪器可以在车辆行驶过程中对路面进行实时监测,无需对交通进行中断或干

预,因此能够快速获取大范围路段的数据,提高了检测的效率和实用性。大多数路面检测设备都设计为便携式或车载式,操作简便,只需经过简单的培训即可上手,使得路面检测技术在各种路况和环境下都能够得到广泛应用,为路面管理和维护提供了便利。采用先进的传感器和仪器进行数据采集和分析,能够准确识别各种类型的路面病害,并提供定量的评估结果,为路面维护和修复提供科学依据。总之,路面检测作为一种重要的无损检测技术,高效快速、操作简便、准确可靠的优势,使其成为路面病害识别和评估的重要手段,为保障公路交通安全和提升路面使用寿命提供了重要的技术支持。

4.4 三维巡检技术

三维巡检技术是一种先进的无损检测技术,通过激光扫描、摄影测量等手段获取路面的三维形态数据,实现对路面整体状态的全面评估。三维巡检技术通过激光扫描或摄影测量,可以获取路面的三维形态数据,包括路面的平整度、高程、坡度等参数,以及裂缝、坑洞等病害的空间位置和形态特征。这使得对路面整体状态的评估更加全面、直观,为路面管理者提供了更多的信息和依据^[3]。三维巡检技术采用先进的激光扫描仪或无人机进行巡检,可以在较短的时间内完成对大范围路段的检测,无需对交通进行中断或干预,提高了检测的效率和实用性。三维巡检技术通过对获取的三维数据进行数字化处理和分析,可以实现对路面病害的自动识别和定量评估,减少了人工判读的主观性和误差,提高了检测的准确性和可靠性。总之,三维巡检技术作为一种先进的无损检测技术,具有全面性、高效性和数据分析的优势,为路面管理和维护提供了重要的技术手段和支持。

5 无损检测质量的控制措施

5.1 建立完善规章制度

为确保无损检测质量,建立完善的规章制度是至关重要的。建立规章制度能够明确无损检测的标准和要求,包括确定检测的目标和范围、规定检测的方法和技术、明确检测的指标和标准等,为无损检测工作提供了明确的操作指南和依据。规章制度可以规范无损检测的流程和程序,明确各个环节的责任和要求,规范检测的操作步骤和流程,确保每个环节都得到严格执行,从而提高了检测工作的准确性和可靠性。建立完善的规章制度,明确相关部门和人员在无损检测工作中的职责和分工,确保每个人都清楚自己的任务和要求,提高了工作的协调性和效率。规章制度还可以规定设备的技术要求、定期检测和维护要求等,确保检测设备的性能稳定和可靠,保障了检测工作的顺利进行。

5.2 提高公路检测的重视度

提高对公路检测的重视度对于保障道路安全和提升交通效率至关重要。加强宣传教育,通过各种宣传渠道,如媒体报道、社交媒体平台、宣传海报等,向社会公众普及无损检测的重要性和必要性,引导公众关注和支持公路

检测工作。加强政府和相关部门的管理和监督力度,政府可以制定相关政策和法规,明确公路检测工作的职责和义务,加强对公路检测机构和人员的监督和管理,确保检测工作的科学性、规范性和可靠性。提高对公路检测工作的投入和支持,增加相关项目的资金投入和技术支持,提升公路检测工作的能力和水平。政府可以组织各类培训和技术交流活动,提供专业知识和技能培训,加强对无损检测技术的研究和推广,培养更多的高素质、专业化的检测人才,提升检测工作的能力和水平。总之,提高公路检测的重视度需要政府、社会各界和相关机构共同努力,通过加强宣传教育、加强管理监督、增加投入支持和加强人才培养等措施,提升公路检测工作的地位和水平,保障道路安全和提升交通效率。

5.3 加强先进硬件设备的应用

随着科技的不断进步,各种先进的硬件设备如地质雷达、红外热像技术、激光扫描仪等在无损检测领域得到了广泛应用,为提高检测的准确性、效率和全面性提供了重要支持。先进硬件设备能够提高检测的准确性和精度。例如,地质雷达可以穿透路面材料,探测路面下的结构情况,实现对裂缝、松散区域等病害的无损检测。红外热像技术则可以通过检测路面温度的变化来识别路面病害,实现对路面热损失的评估。传统的人工检测需要大量的人力和时间,且效率较低,而先进的硬件设备可以在较短的时间内完成大范围路段的检测,提高了检测的效率和实用性。例如,激光扫描仪可以快速获取路面的三维形态数据,实现对路面整体状态的全面评估,节省了大量的人力和时间成本。采用先进设备进行检测,可以减少人为因素的干扰,避免了人为误差的产生,提高了检测数据的准确性和可信度。

6 结语

随着科技的不断发展和进步,无损检测技术将会在公路管理和维护领域发挥越来越重要的作用。此技术不仅提高了检测的准确性、效率和全面性,还为公路路面的安全管理和维护提供了可靠的技术支持。未来,随着先进硬件设备和软件技术的不断完善,以及人工智能和大数据等新技术的应用,无损检测技术将进一步提升,为公路交通安全和运行效率提供更加可靠的保障。

[参考文献]

- [1]王彦琼.高速公路路基施工质量快速无损检测技术研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2022.
 - [2]王江生,郑宗利,边庆华,等.无核密度仪测量方法与测量精度研究[J].公路与汽运,2020(5):41-44.
 - [3]王水声.高速公路沥青路面检测方法及重点探讨[J].黑龙江交通科技,2022,45(12):22-24.
- 作者简介:王金艳(1977.10—),毕业院校:西南工学院,所学专业:材料物理,当前就职单位:新疆北新路桥集团股份有限公司,职务:北新科创质量负责人兼科技研发部部长,职称级别:副高级工程师。