

Application of nondestructive testing technology in highway engineering quality control

Dilibai·dilimulati

Tacheng Highway Development Center Tacheng Maintenance Institute, Tacheng, Xinjiang, 834700, China

Abstract

The quality of highway construction is the key guarantee of highway use, safety and life span. This paper mainly discusses the application of nondestructive testing technology in highway engineering quality control. Firstly, the basic principle of nondestructive testing technology and its applicability in highway engineering. Then, the specific application of several common nondestructive testing methods, such as geological radar detection, infrared thermal image detection and ultrasonic echo detection in highway engineering quality control are analyzed, and their advantages and disadvantages are expounded. The research shows that the nondestructive testing technology can effectively detect the quality problems on the highway surface and interior, and predict the potential structural risks, so as to provide accurate information for the highway repair decisions. Finally, it puts forward the current problems existing in nondestructive testing of highway engineering, such as high equipment cost and high operation difficulty, and suggests to improve them by developing new technologies and improving the skill level of operators. This study provides a new technical means and a reference idea for realizing the effective control of highway engineering quality.

Keywords

highway engineering quality; nondestructive detection technology; geological radar detection; infrared thermal image detection; ultrasonic echo detection

公路工程质量控制中的无损检测技术应用

迪丽拜·地力木拉提

塔城公路事业发展中心塔城养护所, 中国·新疆 塔城 834700

摘要

公路建设质量是公路使用、安全及寿命的关键保证。本文主要探讨无损检测技术在公路工程质量控制中的应用。首先, 介绍了无损检测技术的基本原理以及其在公路工程中的适用性。然后, 分析了几种常用的无损检测方法, 如地质雷达检测、红外热像检测、超声波回波检测等在公路工程质量控制中的具体应用, 并阐述了它们的优缺点。研究表明, 无损检测技术能有效检测公路表面及内部的质量问题, 以及预测潜在的结构风险, 从而为公路修复决策提供准确信息。最后, 提出了针对目前公路工程无损检测存在的问题, 如设备成本高、操作难度大等, 并建议通过研发新技术和提升操作人员技能水平等方式进行改进。此研究为实现公路工程质量有效控制提供了新的技术手段和参考思路。

关键词

公路工程质量; 无损检测技术; 地质雷达检测; 红外热像检测; 超声波回波检测

1 引言

公路工程的质量控制在公路建设中占有重要地位, 它关系到公路的使用性能、安全性能以及服务寿命等多方面的综合指标。然而, 传统的公路工程质量检测方式, 往往无法对公路工程的内部质量进行准确、有效地分析和评估, 因此很难对公路工程的整体质量状态做出准确的判断。无损检测技术作为一种新型的质量检测技术, 可以通过对公路工程进行全方位、多角度的质量探测, 从而达到对公路工程质量全面控制的目的。然而, 该技术在公路工程质量控制中的应用

尚处于初级阶段, 其应用效果、适用范围以及限制因素等方面的研究还有待进一步深入。基于此, 本文以无损检测技术的公路工程质量控制应用为研究对象, 旨在通过科学、系统地分析, 探寻该技术在公路工程质量控制中的具体应用效果以及可能存在的问题, 为公路工程质量控制的进一步研究提供理论依据和参考方向。

2 无损检测技术在公路工程质量控制中的重要性

2.1 公路工程质量概述

公路工程质量是公路建设与维护中的核心因素, 直接影响到公路的使用寿命、安全性和服务水平^[1]。公路工程质量涉及多个方面, 其中包括路基质量、路面结构层质量、桥

【作者简介】迪丽拜·地力木拉提(1979—), 女, 哈萨克族, 中国新疆塔城人, 本科, 工程师, 从事公路工程研究。

梁和涵洞的施工质量等。为确保公路工程质量,需要进行全面的工程设计、严格的施工和科学的质量检测。

在路基工程中,质量控制主要关注路基的压实度、平整度和承载力,这些因素直接影响到整个公路结构的稳定性和使用寿命。路面的质量控制则重点在于保证路面材料的均匀性、铺设的密实性以及各种层间的良好结合,以提高路面的耐久性和抗疲劳性能。桥梁和涵洞的施工质量控制则需要确保混凝土的强度和抗裂性能、钢筋的布设及防腐措施的完善。

传统的公路工程质量检测方法依赖于采样和实验室测试,这些方法虽然能够提供一定的质量控制方法,但存在检测速度慢、检测范围有限以及对结构的破坏性等缺点。在公路工程质量日趋重要的背景下,迫切需要更加高效、快速且非破坏性的检测手段。

无损检测技术以其非破坏性、快速和高效的特点,正成为公路工程质量控制的重要手段。这些技术不仅能够在不破坏公路结构的情况下进行质量检测,还能够大范围、深层次地探测公路内部的缺陷和潜在风险。通过无损检测技术的数据分析,可以及时发现和解决公路建设中的问题,提高公路工程的整体质量。

纵观公路工程质量的内涵和现状,确保公路质量不仅仅是建设阶段的任务,而是一项贯穿整个公路使用周期的重要工作。无损检测技术的应用,有助于实现这一目标,从而为社会提供更为可靠、安全的交通基础设施。

2.2 无损检测技术及其基本原理

无损检测技术是一类用于检测材料和结构内部缺陷或特性的技术手段。其基本原理是通过物理方法在材料或结构内部传播信号,并解析信号反馈,以判断被检测对象的内部状态。无损检测技术无需破坏或干扰材料的正常使用状态即可获取内部信息,在众多领域得到了广泛应用。地质雷达检测借助电磁波在介质中的传播特性,通过回波信号来探测地下结构和缺陷。红外热像检测利用不同材料在热辐射下的温度差异来识别缺陷或异物。超声波回波检测则依赖于超声波在介质中的传输和反射特性,通过分析回波信号来判断材料内部的缺陷和不均匀性。上述无损检测技术的应用,极大地提高了公路工程质量控制的精度和可靠性,为实现高效、可靠的公路建设提供了重要的技术保障。

2.3 无损检测技术在公路工程质量控制中的应用

无损检测技术在公路工程质量控制中的应用已显著提升。地质雷达检测可通过电磁波反射分析路面内部结构,检测裂缝、空洞和层间脱空等问题。红外热像检测利用温差反映路面下部缺陷,能快速识别沥青路面中潮湿区和不均匀度^[2]。超声波回波检测通过声波传导传播速度与缺陷匹配的方式,能精确判断混凝土等硬质材料内部裂隙和脱空的位置及规模。无损检测技术提供实时、准确的数据,有助于提前预判和修复结构风险,确保公路长久安全使用。

3 详细探讨无损检测技术在公路工程质量控制中的应用

3.1 地质雷达检测在公路工程质量控制中的应用

地质雷达(Ground Penetrating Radar, GPR)检测是一种高效的无损检测方法,广泛应用于公路工程质量控制中。该技术利用高频电磁波对公路结构进行扫描,通过反射波的特性来获取地面以下的结构信息。其基本原理是当电磁波穿透不同介质时,由于介质电性(如介电常数、导电性)的差异,部分电磁波会在界面处发生反射,通过接收这些反射波,可以重建地下结构的图像。

在公路工程中,地质雷达检测主要应用于评估路基、路面和地下设施的质量及完整性。该技术能快速、直观地判定路面厚度、检测裂缝、空洞和剥离等缺陷,并能识别地下埋设物,如管线和电缆的精确位置与状态。这些信息对保证公路长期使用性能至关重要。

地质雷达检测具备高分辨率、操作便捷、不破坏结构等优点。其高分辨率性能可以获取近乎精细的地下横截面图,使工程技术人员能够准确识别和定位结构问题。地质雷达设备相对轻便,易于在现场操作,且无需对公路结构进行任何破坏,在不影响交通运行的情况下即可完成检测。

尽管地质雷达检测具备多种优势,但其在应用中也面临一些限制。比如,当地下介质较为复杂或含有大量水分时,电磁波的穿透能力和反射数据的准确性可能受限。数据的解读需要专业的知识和经验,这对操作人员提出了较高要求。通过不断研发提升设备性能及操作人员技能水平,可以更好地克服这些限制,提高地质雷达检测在公路工程质量控制中的应用效果。

3.2 红外热像检测在公路工程质量控制中的应用

红外热像检测技术通过感知物体辐射的红外线能量,形成热图像,揭示温度分布和异常区域。该技术在公路工程中应用广泛,主要用于识别沥青路面或混凝土道路下的空洞、湿气、裂缝以及其他潜在结构缺陷。红外热像检测具有检测速度快、非接触、成像直观等优点,能够在不破坏道路结构的前提下快速获取道路表面及其内部温度异常信息。

红外热像检测在公路检测中,常用于监测路面温度场的均匀性,评估热铺沥青混合料施工质量,并检测桥梁、隧道及其他公路基础设施的隐蔽缺陷。其灵敏度高,可在早期发现潜在问题,避免因微小缺陷扩展引起的道路大修和交通中断。红外热像检测受环境温度和检测表面状态影响较大,易出现误判。设备成本高且操作者需具备相应的技术技能,这些都是需要面对并解决的问题。

3.3 超声波回波检测在公路工程质量控制中的应用

超声波回波检测技术利用高频声波在材料中传播的特性,通过监测反射波的变化来分析材料的内部结构和缺陷。此技术在公路工程中应用广泛,能够有效检测混凝土路面的裂缝、分层和孔洞等问题。超声波回波具有精度高、深度检测强和非破坏性等优点,适用于检测厚度较大的公路结构

层^[3]。超声波回波检测对操作人员要求较高,设备成本较高且在检测不均匀材料时效果可能受限。提升检测效率和精准度,可以通过改进设备和培训操作人员技能来实现。

4 面临的挑战和解决方案

4.1 公路工程无损检测的主要挑战

公路工程无损检测技术在质量控制中尽管具有显著优势,但在实际应用中仍面临诸多挑战。设备成本居高不下是首要问题之一,特别是高精度的无损检测设备,如地质雷达、红外热像仪和超声波回波检测仪,需要较高的投资。这使得中小型工程项目在经济上难以负担,从而限制了这些技术的普及和应用。

操作难度大是另一重要挑战。无损检测设备的操作往往需要专业技能和丰富经验。操作人员不仅需熟悉设备的使用,还要能够准确解读检测结果。许多工程项目招聘和培养具有上述能力的专业人员存在一定困难,特别是在偏远地区或资金不足的情况下,专业人员的匮乏会显著影响检测结果的准确性和可靠性。

检测结果的准确性和稳定性也受到施工环境的影响。例如,在复杂的地质条件下,地质雷达检测可能会遇到信号反射和衰减问题,导致数据失真。天气因素对红外热像检测的影响尤为显著。温度、湿度变化都会对红外热成像的准确性产生干扰,导致误判或漏判工程问题的可能性增加。

当前无损检测技术缺乏统一的标准和规范,使得不同设备和方法的检测结果难以对比和统筹评价。这限制了检测数据在工程决策中的应用,增加了决策的不确定性。

公路工程无损检测面临上述挑战,亟须在设备、人员培训和标准化等方面进行提升,以实现更高效、可靠的质量控制。

4.2 基于新技术研究的解决方案

公路工程无损检测技术面临的主要挑战之一是现有方法的准确性和适用范围有限。针对这一问题,开发新型无损检测技术尤为重要。例如,多传感器融合技术通过集成多种检测方法,如地质雷达、红外热像和超声波回波,可提高检测精度和全面性。借助人工智能和机器学习算法,可以更准确地分析检测数据,从而提高缺陷识别的准确性与效率。先进材料科学的进步使新型传感器材料得以开发,这些材料在更加苛刻的环境中也能保持高效性能,从而拓宽检测的应用范围。无线传感器网络技术的运用可以实时监控公路状

态,并通过数据云存储和处理,实现快速响应和远程诊断。基于大数据分析技术的广泛应用,可以从海量检测数据中提取有价值的信息,预测公路潜在的结构风险并提前制定修复方案。通过上述新技术的研究和应用,可以显著提升公路工程无损检测的整体效能,为公路质量的长期稳定提供坚实保障。

4.3 通过提升操作人员技能水平的解决方案

提升操作人员的技能水平是解决公路工程无损检测领域存在问题的重要方法之一。操作人员的专业技能直接影响无损检测设备的使用效果以及检测数据的准确性。针对这一情况,应制定系统性培训计划,涵盖无损检测技术的基础知识和实际操作。定期开展技能等级考核,以检验操作人员的技术水平和进步情况。推广虚拟现实(VR)技术模拟训练,帮助操作人员在低风险环境中积累实际操作经验。利用在线平台提供持续的技术支持和最新发展动态的交流,确保操作人员始终掌握前沿技术。

5 结语

本文从理论和应用两个层面探讨了无损检测技术在公路工程质量控制中的应用。通过介绍无损检测技术的基本原理及其在公路工程中的应用,深化了人们对这一技术的理解和认识。同时,本文也结合几种常用的无损检测方法在公路工程质量控制中的实例,进一步证明了无损检测技术对于公路工程质量控制的重要性,对今后的研究和发展具有指导性价值。此外,本研究也对现有的技术难题提出了相关解决方案,以期更好地推动无损检测技术的研发和应用,为确保公路工程安全稳定,提高公路使用效率和寿命提供重要支撑。然而,还需进一步深入研究与及时跟踪国内外新技术、新成果,不断提升公路工程无损检测技术的应用水平和广度。总的来说,本文对于公路工程质量控制中无损检测技术的研究,为该领域新的技术应用路径的探索,提供了宝贵的理论知识和实践经验。在未来,本领域还将对无损检测技术进行更深入地研究,进一步提升公路工程质量控制的水平。

参考文献

- [1] 何洪铁.公路工程检测技术在公路工程质量控制中的应用[J].你好成都(中英文),2023,(20):0010-0012.
- [2] 苗艳阳.无损技术在公路工程质量检测中的应用[J].中国战略新兴产业,2019,(46):132-133.
- [3] 武亚南.公路工程检测在公路工程质量控制中的应用[J].幸福生活指南,2020,(47):0207-0207.