

Non-destructive Testing Technology and Its Application in Road and Bridge Inspection

Guolin Zhang Pengbin Niu Yunxiang Zhang

Gansu Road and Bridge Engineering Testing Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730050, China

Abstract

With the rapid development of transportation infrastructure, the safe operation of roads and bridges has become particularly important. Non-destructive testing technology plays an irreplaceable role in bridge maintenance and safety assessment due to its high efficiency, accuracy, and no need to damage the tested object. This paper introduces non-destructive testing technologies, including ultrasonic testing technology, magnetic particle testing technology, and thermal imaging testing technology, and deeply explore the application strategies of these technologies in road and bridge testing. Through comparative analysis and case studies, this paper aims to provide an application perspective of comprehensive non-destructive testing technology, in order to enhance the safety and reliability of bridges, and provide scientific basis for the maintenance and management of road bridges.

Keywords

non-destructive testing technology; ultrasonic testing; magnetic particle testing; thermal imager detection

道路桥梁检测中的无损检测技术及其应用

张国林 牛鹏斌 张运相

甘肃路桥工程检测有限公司, 中国 · 甘肃 兰州 730050

摘 要

随着交通基础设施的迅速发展, 道路桥梁的安全运营显得尤为重要。无损检测技术以其高效、准确、无需破坏被检测对象的特点, 在桥梁维护和安全评估中发挥着不可替代的作用。论文将对无损检测技术进行分类介绍, 包括超声波检测技术、磁粉检测技术、热像仪检测技术, 并深入探讨这些技术在道路桥梁检测中的应用策略。通过对比分析和案例研究, 论文旨在提供一种综合无损检测技术的应用视角, 以期增强桥梁的安全性及可靠性, 为道路桥梁的维护和管理提供科学依据。

关键词

无损检测技术; 超声波检测; 磁粉检测; 热像仪检测

1 引言

道路桥梁作为城市交通运输的重要组成部分, 承担着连接城市与城市之间、人们出行的重要责任。然而, 由于长期风吹日晒、车辆经过等因素的影响, 道路桥梁结构容易出现老化、裂缝、变形等问题, 这些问题如果不及时发现和修复, 将会对道路桥梁的使用安全和寿命造成严重威胁^[1]。为了及时、准确地检测道路桥梁结构的健康状况, 传统的目视检查方式已经无法满足要求, 因此无损检测技术成为一种必不可少的手段。无损检测技术可以在不破坏被测材料的表面的情况下, 通过测量材料内部或表面的物理特性, 来获取结构的信息, 从而实现道路桥梁结构的检测和评估。

2 无损检测技术分类

2.1 超声波检测技术

超声波检测技术利用超声波在材料中的传播特性来检测内部缺陷。这种技术通过发射超声波并接收经过材料内部反射或透射后的波, 分析波的变化来确定材料内部的状态。操作过程开始于超声波探头的准备, 探头按照检测需要选择, 常见的有直接接触型、延迟线型和浸没型等^[2]。根据检测对象和环境, 还需选择合适的耦合剂以保证超声波能有效进入材料内部。检测前, 操作人员需清理被检测表面, 保证无灰尘、油污等杂质的干扰。随后, 将耦合剂均匀涂抹于探头与被检物表面之间, 确保超声波的有效传输。超声波探头与被检表面接触后, 通过设备发射超声波, 波在材料内部传播时遇到缺陷会产生反射, 反射波返回被探头接收, 并通过设备转换成电信号。接下来, 电信号被送至分析仪器, 通过专业软件对信号进行分析处理。软件会根据超声波的传播时间、反射强度等参数计算出缺陷的位置、大小和性质。在整

【作者简介】张国林(1995-), 男, 中国甘肃武威人, 本科, 助理工程师, 从事公路工程试验检测研究。

个检测过程中,操作人员需不断调整探头的位置和角度,覆盖更广的检测区域,以确保无遗漏。通过以上步骤,超声波检测技术能够有效地定位桥梁中的裂纹、空洞等缺陷,为桥梁的评估和维护提供了重要的技术支持。

2.2 磁粉检测技术

磁粉检测技术是利用磁场的变化来探测材料表面及近表面缺陷的一种方法。该技术主要适用于铁磁性材料的检测。检测过程首先是对被检测物体进行磁化,磁化方法多样,包括直流磁化、交流磁化和脉冲磁化等,根据实际检测需要选择合适的磁化方式。磁化后,材料表面及其近表面区域形成磁场。操作人员随后将含有微小磁粉的悬浮液均匀喷洒或涂抹在被检测的表面上^[3]。如果材料内存在裂纹或其他缺陷,这些地方的磁场会发生畸变,导致磁粉在这些区域聚集形成可见的磁粉堆积。在整个喷洒或涂抹磁粉的过程中,需确保磁粉悬浮液充分与被检测表面接触,以便磁粉能够有效地沉积在缺陷处。之后,通过肉眼观察或借助特定的光源和放大设备,检测人员可以清晰地看到因缺陷而形成的磁粉图案,进而判断出缺陷的位置、形状和大小。磁粉检测技术操作简便,对于表面及近表面缺陷具有极高的检测灵敏度,是桥梁表面缺陷检测的重要手段之一。

2.3 热像仪检测技术

热像仪检测技术通过分析材料表面的红外辐射来识别桥梁结构中的缺陷。材料的温度分布不均匀性可以反映其内部结构的不同,因此通过观察温度分布,可以间接判断出内部的缺陷状态^[4]。在进行热像仪检测时,首先需要确保被检测的桥梁表面清洁,无遮挡物影响红外辐射的接收。检测开始前,热像仪需要预热至适当的工作温度,并根据实际情况调整焦距和灵敏度,以获得最佳的红外图像。在操作过程中,操作人员将热像仪沿着桥梁结构逐步移动,系统地覆盖整个检测区域。热像仪实时捕捉并记录下材料表面的温度分布图像,这些图像随即通过数据线传输至分析软件进行进一步处理。软件对收集到的红外图像进行分析,通过特定的算法识别出温度异常区域。这些异常区域往往与桥梁中的裂缝、空洞等缺陷相对应。通过分析温度分布的形状、大小和变化趋势,可以对缺陷的性质和严重程度进行评估。热像仪检测技术无需与被检测对象直接接触,可迅速、大范围地进行桥梁表面及内部缺陷的检测,特别适用于大型桥梁结构的快速评估。

3 无损检测技术在道路桥梁检测中的应用策略

3.1 热像仪检测作为初始筛查工具

热像仪检测作为无损检测技术中的一种重要手段,在道路桥梁检测中扮演着关键角色。其工作原理是通过探测物体发出的红外辐射,将其转换成温度分布图像,从而发现目标物体内部的结构、缺陷或异常情况。在道路桥梁检测中,热像仪可以作为初始筛查工具,帮助工程师快速发现潜在问

题,为后续更深入的检测提供指导;为了有效利用热像仪进行初步筛查,工程师可以按照以下步骤展开操作。首先,需要确定检测的对象范围和关键部位,例如桥梁的支座、墩柱、梁体等部位。然后,对于每个具体部位,工程师应当选择合适的检测时间,通常在白天晴朗的条件下进行以确保最佳的热像效果。接着,进行设备的预热和设置,确保热像仪处于最佳工作状态^[5]。在实际检测中,工程师应当保持一定的距离和角度,确保热像仪能够全面而准确地扫描目标物体;在实际操作中,工程师应当注意热像仪的图像解读和分析。通过观察热像仪显示的图像,工程师可以发现不同部位的温度分布情况,从而初步判断出潜在的问题或异常情况。例如,在桥梁支座部位,如果存在异常的热量积聚,可能意味着支座存在结构松动或其他问题。工程师还可以结合现场实际情况和经验知识,对热像仪显示的图像进行进一步分析,提出初步的问题定位和解决方案建议。

3.2 超声波检测深入桥梁内部结构

超声波检测作为一种无损检测技术,在道路桥梁的安全评估和维护中具有重要意义。通过利用超声波在材料中的传播特性,工程师可以深入桥梁的内部结构,发现隐藏的缺陷和问题,为后续的维护和修复工作提供准确的数据支持;在将超声波检测应用于桥梁内部结构时,工程师需要遵循一系列操作步骤以确保检测的准确性和可靠性。首先,对于需要检测的具体部位,工程师应当设计合理的检测路径和方案,确保超声波能够覆盖到目标区域的每个角落。接着,进行设备的校准和调试,以确保超声波的发射和接收能够正常工作。在实际检测中,工程师需要保持一定的传感器与被测材料的接触,以确保信号传输的准确性和稳定性;在超声波检测过程中,工程师应当关注数据的采集和分析^[6]。通过观察超声波检测设备显示的数据图像,工程师可以了解到目标区域内部的结构情况,包括可能存在的裂纹、空洞、松动等缺陷。例如,在桥梁梁体内部进行超声波检测时,如果显示的数据图像中存在异常的回波信号,可能意味着梁体存在裂纹或疏松部分,需要进行进一步的评估和处理。通过合理应用超声波检测技术,工程师可以深入了解桥梁内部结构的实际情况,发现潜在的安全隐患,为后续的维护和修复工作提供重要依据。超声波检测不仅可以帮助工程师全面评估桥梁的结构完整性,还可以提高检测的准确性和效率,确保桥梁的安全运行。

3.3 磁粉检测精确定位表面及近表面缺陷

磁粉检测作为一种常用的无损检测技术,在道路桥梁的表面及近表面缺陷检测中具有重要应用价值。通过在被检测材料表面施加磁场,并在其表面涂覆磁粉,工程师可以发现并定位表面及近表面的裂纹、疲劳损伤等缺陷,为桥梁的维护和修复提供重要参考;在进行磁粉检测时,工程师需要按照一定的操作流程和技术要求进行操作,以确保检测结果的准确性和可靠性。首先,需要对被检测部位进行清洁和表

面处理,以消除杂质和油污等干扰因素。然后,施加磁场并涂覆磁粉,使其充分填充到可能存在缺陷的表面或近表面区域。在实际检测中,工程师需要使用磁粉检测设备对目标区域进行全面而细致的扫描,确保所有潜在缺陷都能够被准确检测到;在磁粉检测过程中,工程师应当关注检测结果的分析 and 解读。通过观察磁粉检测设备显示的图像和信号,工程师可以发现目标区域表面及近表面的缺陷情况,并对其进行定位和分类^[7]。例如,在桥梁梁体的焊缝处进行磁粉检测时,如果显示的图像中存在明显的磁粉集聚,可能意味着焊缝存在裂纹或疲劳损伤,需要及时进行处理。

3.4 数据分析与综合判断

在道路桥梁检测中,数据分析与综合判断是至关重要的环节。通过对各种无损检测技术获取的数据进行分析和综合,工程师可以全面了解桥梁的结构状况,判断其安全性和稳定性,并提出相应的维护建议和修复方案。在进行数据分析与综合判断时,工程师需要遵循一定的操作规范和方法,以确保分析结果的准确性和可靠性。一方面,需要对各种无损检测技术获取的数据进行整理和归档,建立完整的数据档案。另一方面,通过专业的数据分析软件和工具,对数据进行处理和分析,提取关键信息和特征。在数据分析过程中,工程师应当结合实际情况和专业背景知识,对数据进行深入解读,并发现其中的规律和异常情况;在数据分析的基础上,工程师需要进行综合判断和决策^[8]。通过综合考虑各种无损检测技术获取的数据,工程师可以判断桥梁的结构完整性和安全性,并评估其承载能力和使用寿命。在面临多个维护和修复方案时,工程师需要根据数据分析的结果和专业经验,提出最合理的建议,并制定详细的实施计划。

3.5 定期监测与评估

定期监测与评估是道路桥梁安全管理的重要环节。通过定期对桥梁进行全面的检测和评估,工程师可以及时发现潜在问题,预防事故发生,保障桥梁的安全性和稳定性。在进行定期监测与评估时,工程师需要遵循一定的操作流程和技术标准,以确保监测结果的准确性和可靠性。一方面,需要确定监测的频率和范围,如每半年或每年对桥梁进行一次全面检测。另一方面,设计合理的监测方案和计划,包括选择合适的检测技术和设备,并确定具体的检测部位和重点区

域。在实际监测过程中,工程师应当保持监测数据的连续性和一致性,以便进行长期趋势分析和对比;在监测数据收集完成后,工程师需要对数据进行综合评估和分析。通过对比不同时间点的监测数据,工程师可以了解桥梁结构的变化趋势,发现可能存在的问题和异常情况。例如,通过对比两次监测数据,如果发现某一部位的损伤程度在逐渐加剧,可能需要加强该部位的维护和修复工作。工程师还可以结合历史数据和结构设计参数,对桥梁的结构安全性和使用寿命进行全面评估。

4 结语

无损检测技术作为一种高效、准确的检测手段,在道路桥梁的检测和评估中具有重要的应用前景。通过合理选择和结合不同的无损检测技术,可以更全面、更准确地了解桥梁的结构状况,为桥梁的维护和管理提供科学依据。然而,需要注意的是,无损检测技术虽然具有很多优势,但在实际应用中存在一些挑战和限制,需要不断改进和完善。相信随着科学技术的不断进步和创新,无损检测技术在道路桥梁检测领域将发挥越来越重要的作用,为道路桥梁的安全运行保驾护航。

参考文献

- [1] 马泉星.道路桥梁检测中无损检测技术的应用分析及阐述[J].甘肃科技纵横,2017,46(4):15.
- [2] 马瑞玲.无损检测技术在道路桥梁检测中的应用研究[J].人民交通,2021(22):68-69.
- [3] 运昊.道路桥梁检测中的无损检测技术及其应用浅析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(6):4.
- [4] 孙中明.道路桥梁检测中的无损检测技术及其应用简述[J].建材发展导向,2020,18(1):200.
- [5] 许业凡.道路桥梁检测中的无损检测技术研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(5):74-75.
- [6] 李申赫.新型试验检测技术在道路桥梁检测中的应用研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(4):4.
- [7] 董力红.无损检测技术在公路桥梁建设与养护管理中的应用分析[J].中国宽带,2019(4):104-105.
- [8] 卢恒江.无损检测技术在公路隧道支护结构质量检测中的应用[J].交通世界,2015(24):41.