

# 道路桥梁检测中无损检测技术的应用分析

王佳葵

鲁东大学 山东 烟台 264000

**摘要:** 随着城市化进程的加速和交通流量的不断增长,道路桥梁的检测和维护变得至关重要。传统的破坏性检测方法存在诸多局限性,而无损检测技术以其非破坏性、高精度和快速性的特点,逐渐在道路桥梁检测中占据重要地位。本文概述了无损检测技术在道路桥梁检测中的应用现状,分析了不同无损检测方法的优势和适用范围,探讨了其在实际工程中的应用效果和挑战,旨在为推动无损检测技术在道路桥梁领域的应用提供有益的参考。

**关键词:** 道路桥梁;检测;无损检测技术;应用

引言:随着交通运输业的迅猛发展和基础设施建设的不断扩展,道路桥梁的安全性和可靠性日益成为公众关注的焦点。为了及时识别和预防潜在的安全隐患,高效且精确的检测方法显得尤为重要。传统的破坏性检测方法不仅耗时耗力,还可能对桥梁结构造成不可逆的损伤。相比之下,无损检测技术以其非破坏性、高精度和快速高效的特性,在道路桥梁检测领域展现出广阔的应用前景。本文旨在深入探讨无损检测技术在道路桥梁检测中的实际应用,为相关领域的技术人员和管理者提供有价值的参考。

## 1 无损检测技术概述

### 1.1 无损检测技术的定义

无损检测技术,简称NDT(Non-Destructive Testing),是一种在不破坏材料或结构的前提下,通过物理或化学手段对材料或结构内部及表面的缺陷、性能、状态等进行检测和评估的方法。其核心在于确保检测过程中被检测对象的完整性和功能性不受损害,从而能够在不影响其正常使用的前提下,实现对材料或结构的内部质量、性能状态及安全性的准确评估。无损检测技术的定义涵盖了其应用范围和基本原则。它是一种利用物理原理或化学现象,通过特定的设备和手段,在不破坏材料或结构的前提下,检测其内部和表面状态,以及评估其性能、安全性和可靠性的技术。无损检测技术的应用不仅限于工业和工程领域,还广泛应用于航空、医疗、考古等多个领域。

### 1.2 无损检测技术的种类

无损检测技术种类繁多,每种技术都有其特定的适用范围和优势。以下是一些常见的无损检测技术及其特点:(1)超声波检测。利用超声波在材料内部传播时遇到缺陷时的反射、散射等现象,来检测材料内部的缺陷和性能。超声波检测具有检测深度大、分辨率高、对

材料表面要求低等优点,广泛应用于金属、非金属及复合材料等材料的检测。(2)射线检测。利用X射线、 $\gamma$ 射线等穿透材料,通过材料内部不同组织对射线的吸收和散射差异,形成内部结构的影像,从而检测材料内部的缺陷。射线检测具有检测精度高、结果直观等优点,但对人体有害,需要特殊防护措施。(3)磁粉检测。利用磁粉在磁场作用下的聚集效应,检测铁磁性材料表面的裂纹、夹杂等缺陷。磁粉检测操作简单、成本低,但对非铁磁性材料和非表面缺陷检测效果不佳。(4)涡流检测。通过电磁感应原理,在材料表面产生涡流,检测涡流变化来评估材料的导电性能、涂层厚度及表面缺陷等。涡流检测适用于导电材料的表面和近表面缺陷检测,但对非金属材料 and 深层缺陷检测效果有限。

## 2 无损检测技术在道路桥梁检测中的应用

### 2.1 桥梁结构完整性检测

桥梁结构完整性检测是确保桥梁安全运营的关键环节,而无损检测技术的应用为此提供了有力的技术支持。传统的破坏性检测方法不仅会对桥梁结构造成不可逆的损伤,还可能引发安全隐患,因此,无损检测技术因其非破坏性和高效性而受到广泛关注。在桥梁结构完整性检测中,超声波检测技术是一种常用的无损检测方法。它利用超声波在材料中传播的特性,通过接收和分析反射回来的超声波信号,来探测混凝土结构中的裂缝、空洞和脱层等缺陷。这种方法不仅可以准确定位缺陷的位置,还可以对缺陷的大小和形状进行定量评估<sup>[1]</sup>。除了超声波检测技术,射线检测技术也是桥梁结构完整性检测中常用的一种方法。射线检测技术通过利用X射线或伽马射线穿透材料,观察射线在材料中的衰减和散射情况,从而判断材料的内部结构和缺陷情况。虽然射线检测技术具有较高的检测精度,但由于其对人体有一定的辐射危害,使用时需要采取相应的防护措施。在评估

无损检测技术在桥梁结构完整性检测中的效果和准确性时,需要考虑多种因素的影响。首先,桥梁结构的复杂性会对检测结果产生影响。对于复杂的桥梁结构,如大型钢筋混凝土桥梁和预应力混凝土桥梁,由于结构中的材料和连接方式的多样性,检测难度会相应增加。其次,缺陷类型的多样性也会对检测结果产生影响。不同的缺陷类型具有不同的特征和反射特性,因此,选择适合的无损检测方法对于准确评估桥梁结构完整性至关重要。

## 2.2 桥面铺装层质量检测

桥面铺装层作为桥梁的重要组成部分,其质量直接关系到行车安全和桥梁的使用寿命。传统的破坏性检测方法往往会对桥面造成损伤,因此,无损检测技术在桥面铺装层质量检测中的应用愈发受到关注。无损检测技术以其非破坏性、高效性和精准性在桥面铺装层质量检测中展现出显著优势。其中,红外线热像仪是一种常用的无损检测工具。通过捕捉桥面铺装层表面温度分布的细微变化,红外线热像仪能够准确识别出铺装层的厚度不均、材料缺陷以及潜在的裂缝等问题。这种技术不仅能够在规定时间内完成大面积的检测,还能够在不破坏铺装层的前提下,提供详细的缺陷位置和范围信息。除了红外线热像仪,磁粉检测也是桥面铺装层质量检测中常用的无损检测技术之一。由于桥面铺装层中常含有铁磁性材料,如钢筋等,磁粉检测能够利用磁场变化来检测这些材料的缺陷。当磁场作用于铁磁性材料时,如果存在裂缝、锈蚀等缺陷,磁粉会在缺陷处聚集形成可见的磁痕,从而指示出缺陷的位置和严重程度。这种检测方法操作简单、成本低廉,适用于桥面铺装层的快速检测。通过应用无损检测技术进行桥面铺装层质量检测,可以及时发现并处理潜在的安全隐患,有效避免桥面损坏导致的交通事故<sup>[2]</sup>。同时,无损检测技术还能够提供详实的检测数据和分析报告,为桥面维修养护工作提供科学依据。在维修养护过程中,根据无损检测技术的检测结果,可以精准定位问题区域,制定针对性的维修方案,提高维修效率和质量。

## 2.3 桥梁预应力检测

桥梁预应力状态是评估桥梁安全性和承载能力的重要因素之一。预应力混凝土桥梁通过在结构中预先引入压应力,从而提高桥梁的承载能力和抗裂性能。然而,预应力筋的腐蚀、断裂或预应力损失等问题都可能对桥梁的安全性和稳定性造成严重影响。因此,对桥梁预应力状态进行无损检测至关重要。无损检测技术在桥梁预应力状态检测中发挥着关键作用。其中,超声波检测技术是一种常用的方法。通过向预应力筋发射超声波,并

接收其反射信号,可以精确测量预应力筋的位置、数量和预应力损失情况。这种方法不仅具有非破坏性,而且能够实现对预应力筋的全面检测,从而准确评估桥梁的预应力状态。除了超声波检测技术,磁粉检测也是桥梁预应力状态检测中常用的无损检测方法之一。预应力筋中的铁磁性材料在磁场作用下会发生磁化,如果预应力筋存在锈蚀、裂缝等缺陷,就会在缺陷处形成漏磁场,进而吸附磁粉形成可见的磁痕。通过观察磁痕的分布和形态,可以判断预应力筋的缺陷情况和预应力状态。通过对桥梁预应力状态的无损检测,可以及时发现并评估预应力损失对桥梁安全性的影响<sup>[3]</sup>。一旦检测到预应力损失或其他潜在问题,可以及时采取相应的维修加固措施,确保桥梁在运营过程中的安全性和稳定性。这不仅可以延长桥梁的使用寿命,还能减少因桥梁安全事故造成的社会经济损失。

## 3 无损检测技术在道路桥梁检测中的优缺点分析

### 3.1 优点分析

无损检测技术在道路桥梁检测中展现出了显著的优势,这主要得益于其非破坏性、高精度以及广泛的应用范围。以下是无损检测技术在道路桥梁检测中的主要优点:(1)非破坏性。无损检测技术最大的优点在于它不会对被检测对象造成任何形式的损伤。这意味着,可以在不破坏结构完整性的前提下,对桥梁进行全方位的检测,避免了因检测过程可能带来的安全隐患。(2)高精度。许多无损检测方法,如超声波、射线检测等,具有极高的测量精度。它们可以精确地定位缺陷的位置、大小和类型,为后续的维修加固工作提供准确的数据支持。(3)广泛的应用范围。无损检测技术适用于多种材料类型的桥梁,包括混凝土、钢铁等。而且,不论桥梁的结构形式如何,无损检测都可以提供有效的解决方案。(4)环保与安全。由于无损检测不涉及到破坏性操作,因此减少了检测过程中产生的废物和污染,更加环保。同时,非破坏性的检测方式也大大提高了检测过程的安全性。(5)快速与高效。无损检测通常可以快速完成,大大提高了检测效率。这对于大型桥梁和高速公路网的快速检测非常有利,可以迅速发现潜在的安全隐患<sup>[4]</sup>。

### 3.2 缺点及局限性分析

尽管无损检测技术在道路桥梁检测中具有诸多优点,但在实际应用中也存在一些问题和局限性。(1)成本较高。部分无损检测设备和技术需要较高的投资成本,这可能限制了它们在一些资源有限地区的应用。(2)技术依赖性强。无损检测结果的准确性和可靠性在很大程度上取决于操作人员的技能和经验。因此,需要

定期对检测人员进行专业培训,以确保结果的准确性。

(3) 某些缺陷难以检测。对于某些特定类型或处于特定位置的缺陷,如深埋在混凝土结构中的细小裂纹,无损检测技术可能难以准确识别。(4) 法规和标准不统一。不同国家和地区对无损检测的法规和标准可能存在差异,这可能导致检测结果的不一致性和不可比性。

#### 4 无损检测技术在道路桥梁检测中的发展趋势与展望

##### 4.1 技术创新趋势

无损检测技术作为保障道路桥梁安全的重要手段,随着科技的不断进步,其创新发展趋势也日益显现。以下是无损检测技术的几个主要技术创新方向:(1) 高分辨率成像技术。随着计算机技术和图像处理技术的发展,无损检测技术正向着更高分辨率的成像方向发展。高分辨率成像技术能够更加准确地捕捉和识别桥梁结构中的微小缺陷,提高检测的精度和可靠性。(2) 智能化与自动化。人工智能、机器学习和自动化技术的引入,使得无损检测过程更加智能化和自动化。通过自动化设备和智能算法,可以实现对桥梁结构的快速、高效检测,减少人工操作的干预,提高检测效率。(3) 多模态融合检测。将不同的无损检测方法相结合,形成多模态融合检测,是未来的一个重要趋势。例如,结合超声波检测和红外线热像仪,可以同时获取桥梁结构的多维信息,更全面地评估结构的健康状况。(4) 大数据分析与应用。随着大量无损检测数据的积累,大数据分析技术将发挥更加重要的作用。通过对海量数据的挖掘和分析,可以发现结构损伤的规律和趋势,为桥梁的预防性维护和长期健康监测提供数据支持<sup>[5]</sup>。(5) 新型材料的无损检测。随着新型材料在道路桥梁工程中的广泛应用,如碳纤维增强混凝土、高强度钢等,对无损检测技术也提出了新的挑战。研究和开发适应新型材料特点的无损检测方法,将是未来的一个重要任务。

##### 4.2 应用前景展望

无损检测技术在未来道路桥梁检测领域的应用前景十分广阔。以下是对其应用前景的展望:(1) 全面普及与标准化。随着无损检测技术的不断成熟和普及,其

在道路桥梁检测中的应用将更加广泛。同时,无损检测技术的标准化和规范化也将成为发展的重要方向,以确保检测结果的一致性和可比性。(2) 实时监测与长期监测。无损检测技术有望在未来实现实时监测和长期监测。通过布置传感器和智能系统,可以实现对桥梁结构的持续、在线监测,及时发现和处理潜在的安全隐患。

(3) 智能化诊断与维护。结合人工智能和机器学习技术,无损检测技术将能够实现智能化诊断和维护。通过自动识别和分析结构中的缺陷和损伤,可以为桥梁的维修和加固提供科学、准确的依据。(4) 多领域融合应用。无损检测技术不仅在道路桥梁领域有广阔的应用前景,还可以与其他领域进行融合应用。例如,在智能交通系统中,无损检测技术可以用于车辆检测和维护;在环境监测领域,可以用于检测土壤和地下水污染等。

##### 结束语

在道路桥梁检测中,无损检测技术的应用已经取得了显著的成效,不仅提高了检测的准确性和效率,还有效地保护了桥梁结构的完整性。随着技术的不断进步和创新,无损检测将在未来发挥更加重要的作用。我们期待无损检测技术在道路桥梁检测领域能够持续创新,为交通基础设施的安全和可靠提供强有力的技术支持。同时,我们也应意识到,无损检测技术的进一步发展与应用还需要在实践中不断积累经验,实现技术的优化与完善。

##### 参考文献

- [1]李腾.道路桥梁检测中无损检测技术的应用分析[J].工程技术研究,2019,4(8):48-49.
- [2]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,2020,6(4):43-44.
- [3]刘立民,田岸平.无损检测技术在道路桥梁检测中的应用分析[J].工程技术研究,2020(8):22-23.
- [4]陈晓亮.无损检测技术在高速公路施工检测中的应用研究[J].福建交通科技,2019,12(3):26-29.
- [5]钟瀚锋.道路桥梁检测中无损检测技术的应用[J].居舍,2019(36):63-65.