

道路桥梁检测中的无损检测技术及其应用简述

刘永达 何洪名

河南水利与环境职业学院 河南 郑州 450000

摘要：随着交通基础设施建设的不断推进，道路桥梁的安全性和耐久性成为公众关注的焦点。无损检测技术作为一种高效、非破坏性的检测手段，在道路桥梁检测中发挥着越来越重要的作用。本文详细探讨了无损检测技术在道路桥梁检测中的应用，包括超声波检测技术、光纤传感检测技术、探地雷达检测技术及图像检测技术等，并对其原理、优势和发展趋势进行了深入分析。

关键词：道路桥梁；无损检测；超声波检测；光纤传感；探地雷达；图像检测

引言

道路桥梁作为交通基础设施的重要组成部分，其安全性和稳定性直接关系到交通运输的顺畅与人民生命财产的安全。传统的检测方法往往会对结构造成一定程度的损伤，而无损检测技术则能在不破坏结构的前提下，准确评估道路桥梁的结构状态。本文旨在探讨无损检测技术在道路桥梁检测中的具体应用及其发展趋势。

1 无损检测技术概述

1.1 无损检测技术的定义

无损检测技术是指在不损害或不影响被检测对象使用性能的前提下，利用材料内部结构异常或缺陷存在对热、声、光、电、磁等反应的变化，来探测各种工程材料、零部件、结构件等内部和表面缺陷，并对缺陷的类型、性质、数量、形状、位置、尺寸、分布及其变化做出判断和评价的技术。

1.2 无损检测技术的特点

无损检测技术以其独特的优势在现代工业检测中占据重要地位。（1）非破坏性：这意味着在进行检测时，不会对被检测的构件或材料造成任何损伤，从而确保了检测样本的完整性和后续使用的可靠性。（2）高效性：能够在短时间内快速、准确地识别出缺陷，大大提高了检测效率，节约了时间和人力成本。（3）全面性：不仅可以检测到表面的缺陷，还能深入探测到被检测对象的内部结构问题，为全方位评估提供了有力支持。（4）可靠性：由于检测过程中严格遵循科学原理和操作规范，因此所得结果具有较高的可信度和重复性。

2 无损检测技术在道路桥梁检测中的应用

2.1 超声波检测技术

超声波检测技术，作为无损检测技术的一种，利用高频声波的传播特性来评估道路桥梁的结构完整性。当超声波在介质中传播时，遇到不同的介质界面，如混

凝土中的裂缝、空洞或不同材料之间的界面，会发生反射、折射以及波型转换等物理现象。这些现象为超声波检测技术提供了识别道路桥梁内部缺陷的依据。超声波检测技术的核心在于其强大的穿透力和高灵敏度。超声波能够穿透较厚的混凝土层，捕捉到深层结构的反射信号，从而揭示出结构内部的状况。同时，该技术对细小缺陷也表现出极高的敏感度，即使是微小的裂缝或空洞也难以逃过超声波的“法眼”。在道路桥梁检测中，超声波检测技术的应用主要体现在对混凝土结构的完整性评估。通过在被检测对象表面放置超声波探头，发射并接收超声波信号，分析师可以根据接收到的信号特征来判断结构内部是否存在缺陷以及缺陷的位置、大小和性质。这种方法不仅避免了传统破坏性检测可能带来的结构损害，还能提供更全面、更精确的结构状态信息^[1]。此外，超声波检测技术还具有操作简便、结果直观等优点。检测人员只需掌握基本的操作技能和声波解读知识，即可快速上手，进行道路桥梁的快速检测。同时，检测结果通常以图像或数据报告的形式呈现，便于工程师和决策者直观了解道路桥梁的安全状况，及时作出相应的维护和修复决策。

2.2 光纤传感检测技术

光纤传感检测技术，作为现代传感技术的重要分支，在道路桥梁检测领域展现出其独特的优势。该技术巧妙地利用光纤作为传感元件，这种光纤不仅具有优异的传输性能，还能作为感知外界物理量变化的敏感元件。当光在光纤中传播时，其光强、相位、波长等参数会随外界物理量的变化而发生相应的改变。例如，当道路桥梁结构发生应变或温度变化时，这些变化会通过光纤传感器捕捉并转化为光信号的变化。分析这些变化，可以精确地获取结构的应变、温度等关键物理信息。光纤传感检测技术的抗干扰能力极强，这得益于光纤传输

的高稳定性和对电磁干扰的免疫性。即使在复杂的电磁环境中,光纤传感器也能准确地传递和感知信息,确保检测结果的可靠性。此外,光纤传感技术的传输距离远,这意味着它适用于大型桥梁等远距离结构的健康监测。不仅如此,该技术的测量精度也非常高,能够捕捉到微小的物理量变化,为及时发现潜在的安全隐患提供有力支持。在道路桥梁的长期健康监测中,光纤传感检测技术发挥着不可替代的作用。通过将光纤传感器嵌入到桥梁结构中,可以实时监测结构的应变、温度等关键参数,及时发现结构的异常变化,预防潜在的安全事故。这种长期、连续的监测方式,为大型桥梁的安全运营提供了坚实的保障。

2.3 探地雷达检测技术

探地雷达检测技术,又称为地质雷达检测技术,是近年来在道路桥梁检测领域中得到广泛应用的一种无损检测方法。该技术主要利用高频电磁波在地下介质中的传播和反射特性,来精确探测和识别道路桥梁结构下方的地质情况。当高频电磁波在地下传播时,若遇到不同的介质界面,如土层变化、地下空洞等,电磁波会发生反射。这些反射波会携带关于地下结构的重要信息,如介质的介电常数、厚度、埋深等。探地雷达通过接收并处理这些反射波信号,能够生成高分辨率的地下结构图像,从而准确揭示出地下的复杂情况。在道路桥梁检测中,探地雷达检测技术的应用主要体现在对地质隐患的探测和识别上。该技术能够准确发现地下的空洞、软弱土层、断层等不良地质条件,这些都是影响道路桥梁安全的重要因素。通过及时发现并处理这些隐患,可以显著降低地质灾害和结构失稳的风险^[2]。此外,探地雷达检测技术还具有操作简便、效率高、分辨率高等优点。与传统的钻探方法相比,探地雷达无需破坏地面,即可快速获取地下的详细信息,大大提高了检测效率。同时,高分辨率的图像结果也为工程师提供了更为直观、全面的地质数据,有助于制定更为精确、科学的维护和加固方案。

2.4 图像检测技术

图像检测技术是近年来随着计算机视觉技术的发展而兴起的一种高效、直观的无损检测方法。该技术主要应用于道路桥梁的表面缺陷检测,通过高精度的图像采集设备,如高分辨率相机或无人机搭载的摄像头,捕捉道路桥梁表面的图像信息。采集到的图像信息随后会被传输到计算机系统中,利用先进的计算机视觉技术进行处理和分析。这一过程中,算法会自动识别图像中的特征,如边缘、纹理等,进而准确地识别出结构表面的

裂缝、剥落、锈蚀等缺陷。这些缺陷的识别不仅基于图像的颜色、形状等基本信息,还结合了深度学习、机器学习等先进技术,以确保识别的准确性和可靠性。图像检测技术的直观性体现在其能够将缺陷直接呈现在图像上,检测人员可以一目了然地看到缺陷的位置、形状和大小,这为后续的维修工作提供了极大的便利。同时,该技术的高效性也表现在其能够快速处理大量的图像数据,并在短时间内给出检测结果,这对于需要进行大规模检测的道路桥梁来说,无疑大大提高了检测效率。此外,图像检测技术还具有非接触性、无需停电或停机检测等优点,这在实际应用中带来了极大的便利。特别是在一些难以接触或高风险的区域,如高空、深水等环境中,图像检测技术更是展现出了其独特的优势。

3 无损检测技术的应用策略

3.1 制定详细的检测计划

在进行无损检测之前,一个详尽而周密的检测计划是不可或缺的。这份计划不仅是指引检测工作进行的路线图,更是确保检测过程系统性、完整性的重要保障。检测计划的制定需要综合考虑多个方面,以确保检测的高效和准确。首先,明确检测的目标是至关重要的。这包括确定需要检测的具体构件或区域,以及期望通过检测达到的目的。例如,是为了评估结构的整体安全性,还是为了定位可能存在的局部缺陷。目标的明确有助于后续检测方法和设备的选择。其次,检测范围也是计划中的重要一环。它涉及到对哪些部分进行检测,以及检测的深度和广度。这需要根据结构的特点、使用历史和潜在风险来综合确定^[3]。再者,时间表是确保检测工作按计划进行的关键。它应包括检测的起始和结束时间,以及各个关键步骤的时间节点。合理的时间规划能够避免检测过程中的拖延和混乱。最后,所需资源的计划也是不可忽视的。这包括人员配置、设备需求、物资供应等。确保资源的充足和合理配置,是检测工作顺利进行的基础。

3.2 建立检测记录和数据库

建立完善的检测记录和数据库对于无损检测技术的长期应用至关重要。通过详细记录每次检测的数据和结果,能够跟踪和监控结构在不同时间点的状态,及时发现并分析任何潜在的性能变化。检测记录应详细而全面,包括但不限于检测日期、检测位置、使用的检测方法、检测人员、检测设备的详细信息,以及具体的检测数据和结果。这样的记录不仅有助于后续的数据分析,还为可能出现的法律或保险问题提供了重要的文档支持。同时,建立一个集中的数据库来存储这些检测记录

也是非常必要的。数据库的设计应确保数据的安全性和可访问性,同时支持高效的数据检索和分析。通过数据库,我们可以轻松地对比不同时间点的检测结果,分析结构性能的变化趋势,及时发现异常情况,并采取相应的维护措施。此外,利用先进的数据分析工具和技术,还可以从海量的检测数据中提炼出有价值的洞察,以优化结构的维护策略,延长其使用寿命。建立完善的检测记录和数据库是无损检测技术应用中不可或缺的一环。它不仅提高了我们跟踪和评估结构性能的能力,还为保障道路桥梁等基础设施的安全和可靠性提供了有力的数据支持。

3.3 确保操作人员的专业技能

在无损检测技术的应用过程中,操作人员的专业技能和知识是至关重要的。这是因为无损检测技术的准确性和可靠性在很大程度上取决于操作人员的熟练程度和专业素养。因此,必须高度重视并确保操作人员具备扎实的专业基础和丰富的实践经验。为了实现这一目标,定期的培训和考核机制成为不可或缺的环节。通过专业培训,操作人员可以系统地学习和掌握无损检测技术的理论知识和操作技巧。培训内容应包括各种无损检测方法的基本原理、操作步骤、数据处理和解读等方面。同时,还应注重实践操作的培训,通过模拟实际检测场景,让操作人员在实际操作中不断提升技能水平。除了培训之外,定期的考核也是确保操作人员专业技能的重要手段。通过考核,可以检验操作人员对无损检测技术的掌握程度和应用能力。考核内容应涵盖理论知识和实际操作两个方面,以确保操作人员既具备扎实的理论基础,又能熟练掌握实际操作技能^[4]。此外,为了保持操作人员的专业技能与时俱进,还应定期组织他们参加行业交流、技术研讨等活动,以便及时了解和最新的学习最新的无损检测技术和方法。这样不仅可以拓宽操作人员的视野,还能提升他们的创新思维和解决问题的能力。

3.4 数据分析和结果评估

数据分析和结果评估是无损检测技术应用于道路桥梁检测中的核心环节。在完成了道路桥梁的无损检测后,所获得的大量数据需要经过深入的分析,以便准确评估结构的整体状况。这一过程不仅涉及对检测数据的

解读,还包括对潜在缺陷的识别、分类和量化。首先,数据分析要从海量的检测数据中提取出关键信息。这包括识别各种异常信号,这些信号可能指示着结构中的裂缝、腐蚀、空洞等缺陷。通过分析这些信号的频率、振幅和相位等特性,可以初步确定缺陷的类型。其次,对检测到的缺陷进行精确的定量评估是至关重要的。这包括确定缺陷的大小、形状、位置和深度等参数。例如,在超声波检测中,通过分析回波信号的强度和延迟,可以估算出缺陷的尺寸和位置。这些数据对于评估结构的完整性和安全性至关重要。除了对单个缺陷的分析外,还需要综合考虑多个缺陷对结构整体性能的影响。这包括分析缺陷之间的相互作用,以及它们对结构承载能力和稳定性的影响。通过综合评估,可以得出结构当前的安全状况和剩余使用寿命的预测。在结果评估阶段,需要将这些分析结果与相关的设计规范和标准进行对比,以确定结构是否满足安全要求。如果发现严重的结构缺陷或安全隐患,应立即采取必要的维修或加固措施。

结语

随着科技的不断进步和发展,无损检测技术在道路桥梁检测中的应用将越来越广泛。未来,随着人工智能、大数据等技术的融合应用,无损检测技术将实现更高的智能化和自动化水平,为道路桥梁的安全运营提供更加有力的保障。同时,随着新材料、新工艺的不断涌现,无损检测技术也将面临新的挑战 and 机遇。因此,我们需要不断探索和创新无损检测技术,以适应新时代道路桥梁检测的需求。

参考文献

- [1]张仲全.道路桥梁检测中的无损检测技术及其应用[J].居舍,2020(06):70-72.
- [2]郭云飞.试论基于无损检测的道路桥梁工程测量技术[J].中国设备工程,2020(16):127-128.
- [3]马志才.道路桥梁检测中的无损检测技术及其应用简述[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2020(07):175-176.
- [4]张帅.无损检测技术在道路桥梁检测中的应用研究[J].交通世界,2020(18):134-135+151.