

基于无损检测的桥梁工程技术应用分析

吴大成

中国二十冶集团有限公司, 上海 201999

[摘要] 随着桥梁工程的不断发展和技术的进步, 对桥梁结构的安全性和可靠性要求也越来越高。传统的检测方法存在着一定的局限性, 如需拆除结构或者影响使用, 因此无损检测技术的应用成为了必然选择。文章旨在探讨无损检测技术在桥梁工程中的应用, 分析其优势和具体应用情况, 以期有效地检测桥梁结构的缺陷和损伤, 提高桥梁工程的安全性和可靠性, 为桥梁的设计、建造和维护提供重要的技术支持。

[关键词] 无损检测技术; 桥梁工程; 应用分析

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13766

中图分类号: TU192

文献标识码: A

Application Analysis of Bridge Engineering Technology Based on Non-destructive Testing

WU Dacheng

China MCC20 Group Corp., Ltd., Shanghai, 201999, China

Abstract: With the continuous development and technological progress of bridge engineering, the requirements for the safety and reliability of bridge structures are also increasing. Traditional detection methods have certain limitations, such as the need to dismantle structures or affect usage, so the application of non-destructive testing technology has become an inevitable choice. The article aims to explore the application of non-destructive testing technology in bridge engineering, analyze its advantages and specific application situations, in order to effectively detect defects and damages in bridge structures, improve the safety and reliability of bridge engineering, and provide important technical support for the design, construction, and maintenance of bridges.

Keywords: non-destructive testing technology; bridge engineering; application analysis

引言

桥梁作为重要的基础设施, 在现代社会中承担着连接城市交通、促进经济发展和社会交流的重要角色^[1]。随着桥梁的使用年限增长以及自然和人为因素的影响, 桥梁结构的安全性和可靠性面临着日益严峻的挑战, 为了及时发现桥梁结构中的潜在问题并采取有效的预防和修复措施, 无损检测技术在桥梁工程中的应用日益受到重视, 为桥梁的安全性和可靠性提供了更加全面和精准的保障。本文深入探讨无损检测技术在桥梁工程中的应用, 具体分析其在桥梁结构检测、维护和修复中的优势和具体应用情况, 探索其在桥梁工程中的最佳实践和应用效果, 为提高桥梁结构的安全性、可靠性和经济性提供科学依据和技术支持。

1 无损检测技术概述

无损检测技术是一种通过对被检测物体进行非破坏性的检测和评估的技术手段, 通过利用电磁、声波、光学等物理原理, 对被检测物体的内部结构、性能和缺陷进行探测和分析, 从而获取相关信息而不对物体造成破坏, 具有诸多优势, 包括非破坏性、高效快速、准确可靠、操作简便等特点, 因此在各个领域都得到了广泛的应用^[2]。

无损检测技术的应用领域十分广泛, 涵盖了材料工程、航空航天、电力能源、医疗卫生、建筑工程等诸多领域。在材料工程中, 无损检测技术被用于评估材料的质量和性

能, 检测材料中的裂纹、孔洞、杂质等缺陷, 并判断其对材料强度和耐久性的影响。在航空航天领域, 无损检测技术被用于对飞行器的结构、引擎、液压系统等进行检测和评估, 确保其安全可靠地运行。在医疗卫生领域, 无损检测技术被用于对人体组织、器官等进行检测和评估, 帮助医生诊断疾病和指导治疗。在建筑工程中, 无损检测技术被用于对建筑结构和完整性进行检测和评估, 确保建筑物的安全性和稳定性。随着科技的不断发展和进步, 无损检测技术的应用范围和技术水平将继续得到提升, 为各个行业的发展和进步提供更加可靠的技术支持。

2 桥梁工程中无损检测技术应用的优势分析

2.1 拥有成熟的技术支撑

首先, 无损检测技术经过多年的研究和发展, 已经形成了一套相对成熟的技术体系。在技术研发方面, 许多国内外的科研机构、高校和企业都在无损检测技术领域进行了大量的研究工作, 取得了许多重要的科研成果, 涵盖了各种检测方法、检测原理、检测设备等多个方面, 为桥梁工程中的无损检测提供了丰富的技术资源和支持。其次, 无损检测技术的设备制造已经相当成熟, 市场上存在着各种类型、各种规格的无损检测设备和仪器, 包括超声波检测仪、磁粉检测仪、涡流检测仪、红外热像仪等, 可以满足不同类型、不同尺寸的桥梁结构的检测需求。同时, 随

着科技的不断进步,无损检测设备的性能和功能也在不断提升,如检测精度、检测速度、数据处理能力等方面均有显著提高。最后,无损检测技术需要具备一定的技术支持,这方面也已经有了相应的培训和教育体系。许多高校和职业培训机构开设了无损检测技术相关的专业和课程,培养了大批的无损检测技术人才,不仅具备专业的技术知识和操作技能,还了解相关的理论知识和实践经验,可以为桥梁工程中的无损检测工作提供专业的技术支持和服务保障。

2.2 拥有较强的拓展空间

拥有较强的拓展空间主要体现在技术创新、应用领域拓展和智能化发展等方面^[3]。首先,随着科技的不断进步和创新,无损检测技术本身仍然处于不断发展和完善的阶段,未来还有很大的提升空间。传统的无损检测技术虽然已经相当成熟,但仍然存在局限性,如检测精度、检测深度、适用范围等方面还有待进一步改进和突破。通过引入新的材料、新的技术手段和新的理论方法,可以进一步提高无损检测技术的性能和功能,满足更加复杂、更加严苛的检测需求。其次,无损检测技术的应用领域还有很大的拓展空间,未来可在更多的领域和行业中得到应用。除传统的建筑工程、航空航天、汽车制造等领域外,无损检测技术还可以在新能源、环境保护、文物保护、医疗健康等领域得到应用,在新能源领域,无损检测技术可以用于太阳能电池板、风力发电叶片等的质量检测和性能评估;环境保护领域,无损检测技术可以用于地下管道、水利工程等的泄漏检测和损伤评估。最后,随着人工智能、大数据、云计算等技术的不断发展和应用,无损检测技术可以实现智能化的数据采集、处理和分析,实现实时监测、远程诊断和预测分析。

3 无损检测技术在桥梁工程中的具体应用

3.1 传感器检测技术的应用

传感器检测技术通过将传感器设备安装在桥梁结构的表面或内部,实时监测和记录结构的变形、振动、温度、湿度等参数,从而实现了对桥梁结构健康状态的实时监测和评估^[4]。首先,传感器检测技术可以实现对桥梁结构的变形和振动进行实时监测。通过在桥梁结构的关键部位安装应变传感器、加速度传感器等传感器设备,监测到桥梁结构受力情况下的变形和振动情况,实时采集结构的变形和振动数据,并通过数据传输技术将数据传输到监测中心或数据处理系统进行实时分析和处理,对这些数据的分析,及时发现结构的异常变形和振动情况,为结构的安全运行提供及时的监测和保障。其次,传感器检测技术实现对桥梁结构的温度和湿度进行实时监测。通过在桥梁结构的不同位置安装温度传感器、湿度传感器等传感器设备,监测到结构受环境温湿度影响的变化情况,实时采集结构的温度和湿度数据,并通过数据传输技术将数据传输到监测中心或数据处理系统进行实时分析和处理,及时发现结构受

环境温湿度变化影响的情况,为结构的保护和维修提供科学依据和技术支持。

3.2 频谱分析技术的应用

频谱分析技术通过对桥梁结构产生的振动信号进行分析,可以获取结构的共振频率、频率响应特性以及结构的动态特性,从而实现了对桥梁结构的健康状态进行评估和监测。第一,频谱分析技术可以实现对桥梁结构的振动特性进行准确评估。通过在桥梁结构的关键部位安装振动传感器或加速度传感器等传感器设备,可以实时监测到结构产生的振动信号。通过频谱分析技术进行处理,得到结构的共振频率、振动模态和振动特性等信息,对这些信息的分析,了解结构的振动状态、结构的固有频率以及结构的动态特性,为结构的安全评估和结构设计提供重要参考。第二,频谱分析技术可以实现对桥梁结构的损伤检测和定位。当结构发生损伤或缺陷时,其振动特性会发生变化,这种变化可通过频谱分析技术进行检测和分析,比较结构在正常状态和损伤状态下的振动信号频谱,发现结构的异常频率成分或频率偏移,从而实现了对结构损伤的检测和定位。这种方法可以快速、准确地发现结构的损伤,为结构的维护和修复提供科学依据和技术支持。第三,频谱分析技术实现对桥梁结构的动态响应特性进行评估。通过对结构受到外部荷载或激励时产生的振动信号进行频谱分析,了解结构的动态响应特性,如结构的振动幅值、振动频率响应特性等,帮助工程师了解结构在外部荷载作用下的响应情况,评估结构的安全性和稳定性,为结构的设计和改进提供重要参考。

3.3 超声波检测技术的应用

超声波检测技术利用超声波在材料内部传播的特性,通过检测和分析超声波在材料中的传播速度、衰减特性以及反射信号等信息,实现对桥梁结构内部缺陷、裂纹、疲劳损伤等缺陷的检测和评估^[5]。首先,超声波检测技术可以实现对桥梁结构内部缺陷的检测。通过将超声波传感器放置在桥梁结构的表面或内部,向结构内部发送超声波信号,并接收反射回来的超声波信号,可以实时监测结构内部是否存在缺陷。当超声波遇到结构内部的缺陷时,会产生反射或散射,这些反射或散射信号可以被传感器检测到并记录下来,通过分析这些反射信号的特征,确定缺陷的位置、大小和形态,为结构的维护和修复提供重要参考。其次,超声波检测技术可实现对桥梁结构的裂纹和疲劳损伤的评估。裂纹是桥梁结构中常见的缺陷形式,而疲劳损伤则是长期受力作用下结构材料产生的一种损伤形式。通过超声波检测技术可以对结构表面和内部进行全面扫描,并检测到微小裂纹和疲劳损伤的存在,分析超声波信号的衰减特性和反射信号的变化,可以判断裂纹和疲劳损伤的严重程度和发展趋势,为结构的安全评估和维修提供科学依据和技术支持。

3.4 激光技术的应用

激光技术利用激光束的高能量和聚焦特性,可以实现对桥梁结构表面和内部的缺陷、变形、尺寸等进行高精度、非接触式的检测和评估^[6]。其一,激光技术可实现对桥梁结构表面的缺陷检测。通过将激光束聚焦到结构表面上,利用激光束与表面相互作用时的反射、散射等现象,实现对表面缺陷的检测和评估。当激光束照射到表面存在裂纹、疲劳损伤或腐蚀等缺陷时,反射光信号的强度、形态或频率会发生变化,这些变化可通过激光传感器捕捉和分析,从而实现了对表面缺陷的定位、识别和评估。其二,激光技术可实现对桥梁结构内部的缺陷和变形的检测。通过将激光束聚焦到结构内部,并利用激光在材料内部的透射、折射、散射等特性,可以实现对结构内部缺陷、裂纹、变形等情况的探测和分析,如利用激光光束穿透材料表面,当光束遇到内部缺陷或变形时,会产生光路的偏移、散射等现象,通过激光传感器检测到,并通过数据处理和分析技术实现对内部缺陷和变形的定位和评估。

3.5 红外线技术的应用

桥梁在使用过程中可能会受到各种因素的影响,如交通荷载、自然环境等,导致表面出现裂缝、腐蚀等缺陷。传统的检测方法需要接触式检测或者拆除部分结构进行观察,而红外线技术可以通过远距离、非接触的方式快速准确地识别出桥梁表面的缺陷,包括裂纹、水渍、渗漏等,为后续的维修和加固提供了可靠的数据支持。

桥梁结构在使用过程中会受到日晒、雨淋等自然因素的影响,导致结构温度变化,而温度的变化可能会对桥梁的结构稳定性产生影响。通过红外线技术,可以对桥梁结构表面进行全天候、实时的温度监测,及时发现结构温度异常情况,预警可能存在的安全隐患,为桥梁维护管理提供了重要的数据支持。此外,红外线技术还可以应用于桥梁材料的性能评估。桥梁结构所采用的材料可能存在老化、劣化等问题,这些问题会影响桥梁的承载能力和使用寿命。红外线技术可以通过对桥梁材料的热传导性能进行测试,评估材料的老化程度和性能变化情况,为桥梁的结构安全评估和维护提供了重要参考依据。

4 结束语

无损检测技术在桥梁工程中的应用不仅提供了有效的手段来监测结构的健康状态,也为保障桥梁的安全运行

和延长其使用寿命提供了重要支持。传感器检测技术具有实时性强、易于安装和操作的优点,但在复杂环境下可能受到干扰,且需要连续供电,成本相对较高;频谱分析技术适用于大范围结构监测,可以提供全面的结构健康状况信息,但对数据处理和分析要求较高,设备成本也较高;超声波检测技术具有高精度、非侵入性的优点,但需要接近被测物体,对表面质量要求高,且在复杂结构中应用受限;激光技术适用于精确测量和成像,但对环境光线敏感,对表面要求高,且设备成本高。红外线技术非接触性好,适用于表面缺陷检测和温度监测,但受环境影响较大,有一定距离限制。

针对这些技术,可以采取一些优化措施。如提升传感器检测技术的抗干扰能力和降低成本;优化频谱分析技术的数据处理算法和降低设备复杂度;加强超声波检测技术的信号处理和远距离应用能力;改进激光技术的抗环境光干扰能力和降低设备成本;提高红外线技术的环境适应性和检测距离。

未来会结合人工智能和大数据分析,实现更精准、快速的检测和评估;发展更多适用于复杂结构和特殊环境的无损检测技术,如微波成像、磁粉探伤等;推动无损检测技术与物联网、云计算等技术的深度融合,构建更完善的桥梁结构健康监测系统,实现智能化管理和预测性维护。

[参考文献]

- [1]刘永伟.道路桥梁工程中无损检测技术应用研究[J].运输经理世界,2024(5):94-96.
- [2]张鸿强.超声波无损检测在钢结构桥梁工程中的应用分析[J].江西建材,2023(5):111-112.
- [3]艾召山.无损检测技术在道路桥梁工程中的应用研究[J].运输经理世界,2021(36):107-109.
- [4]陈兵.无损检测技术在桥梁工程质量检测中的应用研究[J].运输经理世界,2021(34):97-99.
- [5]刘志谋.无损检测技术在高铁特大桥梁工程中的应用[J].设备管理与维修,2021(18):172-174.
- [6]鲁坤.公路桥梁工程中无损检测技术的要点分析[J].运输经理世界,2021(23):123-125.

作者简介:吴大成(1990.4—),毕业院校:黑龙江东方学院,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:中国二十冶集团有限公司,职务:项目经理。