

市政桥梁施工中的无损检测与质量控制技术研究

梁文常

广西恒基建设工程咨询有限公司

摘要: 本论文首先对市政桥梁施工的背景和意义进行了介绍,指出了当前质量控制存在的问题和局限性。随后,对无损检测技术进行了综述,包括常用的无损检测方法和原理。同时,也对质量控制技术进行了概述。本论文重点研究了无损检测技术在市政桥梁施工中的应用,分析了现有技术的优缺点。同时,结合质量控制的原则和方法,提出了基于无损检测的质量控制方法,并设计了市政桥梁施工中的无损检测与质量控制系统。通过实验和结果分析,验证了该技术的可行性,并对其存在的问题和改进方向进行了讨论。通过本研究,可以为市政桥梁施工过程中的质量控制提供新的技术思路,提高施工质量和安全性。

关键词: 市政桥梁; 施工; 无损检测; 质量控制

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2022.04.067

引言

市政桥梁是城市交通系统的重要组成部分,在市政桥梁的施工过程中,质量控制是至关重要的,因为任何质量问题都可能导致桥梁结构的不稳定和安全隐患。然而,传统的质量控制方法往往存在一定的局限性,无法全面准确地检测桥梁结构中的潜在问题。因此,引入无损检测技术成了提高市政桥梁施工质量的重要途径。

一、相关理论与技术综述

1. 市政桥梁施工概述

市政桥梁是城市交通系统中的重要组成部分,承担着连接道路和交通流量的功能。市政桥梁的施工过程包括设计、基础工程、结构施工等环节,要求高质量、高效率和高安全性。然而,市政桥梁施工存在着许多挑战,如土质复杂、施工条件限制、交通干扰等。因此,质量控制成了确保桥梁施工质量和安全的关键。

2. 无损检测技术概述

无损检测技术是一种通过非破坏性手段来评估材料和结构的技术方法。它不需要损坏被测材料和结构,通过检测和分析材料或结构内部的信号和特征,来判断其性能和质量。常用的无损检测方法包括超声波检测、磁粉检测、涡流检测、X射线检测等。这些方法可以对材料的缺陷、裂纹和变形进行检测和评估。

3. 质量控制技术概述

质量控制技术是一种通过监测和控制过程中的参数和指标,来确保产品或工程的质量符合要求的技术方法。在市政桥梁施工中,质量控制包括设计控制、施工控制、材料控制和检验控制等方面。常用的质量控制方法包括统计质量控制、六西格玛质量控制、SPC质量控制等。这些方法通过监测和分析数据,以及采取相应的

控制措施,来确保施工质量的稳定和一致性。

二、市政桥梁施工中的无损检测技术

1. 常用无损检测方法原理

(1) 探地雷达检测技术

探地雷达检测技术通过使用高频电磁脉冲和发射天线,可以对地下部分进行检测。当雷达脉冲遇到不同介质交界面时,一部分脉冲波会被反射到地面并被接收天线接收,形成图像,从而实现道路桥梁的有效探测。这项技术主要在检测道路面结构层厚度和道路基层密度方面效果显著。配合使用勘探方法,可以根据探测到的道路相关信息进行分析,了解混凝土和道路桥梁的实际情况,为施工和维护提供相关保障,提升道路桥梁检测的质量和效率。

(2) GPS桥梁三维位移检测技术

GPS技术在公路和桥梁施工控制测量中的应用,可以通过导航卫星的实时站点三维坐标,对路桥工程进行相关检测。使用GPS技术可以降低外业施测的劳动强度,提高控制测量的效率和精度。在桥梁施工控制测量中,应选择GPS控制网精度和网形,布设GPS桥梁控制网,并进行施测。在公路施工控制测量中,同样需要选择GPS控制网精度和网形,布设GPS平面控制网,并采用静态定位模式进行外业施测。通过处理观测数据,进行基线解算和平差,然后进行坐标转换。

(3) 其他运用

除了探地雷达和GPS技术,还有其他无损检测技术可以应用于市政桥梁施工中。例如,超声波检测、磁粉检测、涡流检测和射线检测等。这些方法可以在不破坏结构的情况下,通过对材料内部或表面进行检测,评估材料的质量和结构的完整性。

超声波检测是利用声波的传播特性来检测材料内部的缺陷和异物。通过发射超声波脉冲到被测材料中，根据声波在材料中的传播速度和反射特性来判断材料是否有缺陷或异物。超声波检测可以检测到混凝土中的裂缝、气孔和腐蚀等问题。磁粉检测是利用磁场和磁性材料的吸附特性来检测材料表面的裂纹和缺陷。在被测材料上施加磁场，然后通过喷洒磁粉，在磁性材料吸附上形成磁粉层，根据磁粉层的变化来判断材料表面的缺陷，磁粉检测可以检测到金属材料的裂纹和表面缺陷。涡流检测是利用电磁感应的原理，通过交流电场在导体中产生的涡流来检测材料内部的缺陷和异物。将交流电流通过探头引入被测材料中，根据涡流的分布和大小来判断材料的质量和结构。涡流检测可以检测到金属材料的裂纹、腐蚀和金属内部异物。射线检测是利用X射线或伽马射线的穿透能力来检测材料内部的缺陷和异物。通过射线的穿透和吸收特性来判断材料内部的密度、缺陷和异物。射线检测可以检测到金属材料和混凝土中的裂纹、气孔和异物。

3. 现有无损检测技术的优缺点分析

现有的无损检测技术虽然具有许多优点，如非破坏性、快速准确等，但也存在一些缺点。例如，探地雷达检测技术的缺点对于混凝土的检测效果较好，但对于其他材料的检测效果可能有限，且受到地下介质的影响；GPS桥梁三维位移检测技术需要布设GPS控制网和处理大量的观测数据，对设备和软件要求较高，需要较高的设备和运维成本；超声波检测在检测深度和分辨率方面存在一定的局限性；磁粉检测和涡流检测对表面处理要求较高，且只能检测导体材料；X射线检测对辐射防护和操作要求较高。此外，现有无损检测技术在复杂环境下的应用和数据解释方面仍存在一定的挑战。

三、市政桥梁施工中的质量控制技术

1. 质量控制的重要性与原则

质量控制在市政桥梁施工中至关重要。它可以有效地确保桥梁施工过程中的质量，减少缺陷和事故的发生，提高桥梁的安全性和可靠性。质量控制的原则包括计划性、预防性、全员参与和持续改进。计划性是指在施工前进行详细的质量计划，明确质量目标和要求；预防性是指通过预防措施来避免质量问题的发生；全员参与是指将质量控制作为全员责任，加强沟通和协作；持续改进是指不断总结经验，改进施工工艺和管理方法，提高施工质量。

2. 市政桥梁施工中的质量控制方法与措施

市政桥梁施工中常用的质量控制方法包括严格的施工计划和进度管理、质量检测和监督、质量培训和技能提升、质量问题分析和改进等。施工计划和进度管理可以确保施工按照规定的质量标准和时间计划进行；质量检测和监督可以通过各种无损检测技术和其他测试方法来评估施工质量，并及时发现和纠正问题；质量培训和技能提升可以提高施工人员的技术水平和质量意识；质量问题分析和改进可以通过对施工过程中发生的问题进行分析，并制定改进措施，防止类似问题再次发生。

3. 现有质量控制技术的应用案例

现有的质量控制技术在市政桥梁施工中已经得到广泛应用。例如，在施工过程中可以采用BIM技术，通过数字化模型进行施工过程的仿真和优化，提高施工效率和质量；可以利用无人机进行巡检和监测，及时发现施工中的质量问题；可以利用传感器和物联网技术对施工过程进行实时监测和数据采集，提供实时的质量信息。这些技术的应用可以有效地提高市政桥梁施工的质量控制水平。

四、结合无损检测与质量控制的技术研究

市政桥梁施工中的无损检测与质量控制系统设计是确保桥梁质量和安全性的重要环节。无损检测与质量控制系统的设计应该是一个整体的框架，包括数据采集、数据分析、缺陷评估和报告生成等模块，实现对桥梁质量的全面监控和评估。

根据桥梁的具体情况，选择适当的无损检测传感器，如超声波探头、磁粉探头等。这些传感器能够通过无损检测技术检测桥梁结构的内部缺陷或损伤。在选择传感器的同时，需要合理布置传感器，以确保全面而准确地检测桥梁的各个部位。搭建数据采集系统，将传感器采集到的数据实时传输到数据分析平台。数据采集系统应该能够对多个传感器的数据进行集中管理和同步采集。利用图像处理、信号处理和模型分析等技术对数据进行处理和分析，以提取有用信息，帮助识别和定位桥梁结构的缺陷，并评估其严重程度。根据分析得到的数据，对桥梁的缺陷进行评估。可以制定一套评估标准，如缺陷的大小、形状、位置等，并对不同类型缺陷的严重程度进行评估，确定桥梁的结构健康状况，为后续的维修和重建工作提供参考。根据评估结果生成相应的报告，包括缺陷的位置、大小、形状等详细信息，以及对缺陷处理的建议。设计一个报告管理系统，确保报告的及时生成和存档，以便后续跟踪和分析，及时采取相应的质量控制措施，对桥梁进行维修或重建。同时建立一

个质量追踪系统，记录每次检测的结果和处理情况，以便后续的桥梁管理和维护工作。这样可以实现对桥梁质量和安全状况的跟踪和监控。

市政桥梁施工中的无损检测与质量控制系统设计是一个复杂而关键的任务。通过设计一个整体的系统框架，选择合适的传感器，搭建数据采集系统，进行数据分析和缺陷评估，并生成相应的报告和管理系统，可以实现对桥梁质量和安全性的全面控制和管理。

五、技术研究的可行性分析

无损检测技术在市政桥梁施工中具有广泛应用的可行性。这些技术已经在桥梁结构领域经过实践验证，被广泛应用于缺陷检测和评估。同时，相关的图像处理、信号处理和模型分析等技术也能够提取有用信息，对数据进行处理和分析。

从经济可行性角度看，虽然相关技术设备和软件的投资较高，但是相对于桥梁施工的整体投资来说，这部分成本是可以接受的。此外，通过有效的无损检测与质量控制系统，可以提前发现桥梁结构的问题，减少维修和重建的成本。从长期来看，这是经济可行的。

在管理层面上，市政桥梁施工中的无损检测与质量控制系统需要有一套完善的管理机制。需要建立一支专业的团队，并进行相关培训和管理。此外，还需要建立一套报告管理系统和质量追踪系统，以确保报告的及时生成和存档，以及对桥梁质量的跟踪和监控。在管理上的努力可以确保系统的有效运行。

六、实验与结果分析

1. 实验设计与方法

实验对象：选择一座市政桥梁作为研究对象，根据桥梁材料的特点和施工阶段的要求，确定需要进行无损检测和质量控制的部位和时间点。

无损检测方法：根据桥梁材料和缺陷类型的特点，选择适当的无损检测技术，如探地雷达检测、GPS桥梁三维位移检测、超声波检测、磁粉检测、射线检测等。根据实验要求，确定检测参数和仪器设备。

数据采集：设计合适的数据采集方案，确定采集数据的方法和频率。可以使用传感器、探头或摄像设备进行数据采集，获取相应的无损检测数据。

质量控制方法：根据无损检测结果，制定相应的质量控制方法和措施。例如，对于发现的缺陷进行修复或替换，调整施工方案，加强质量监督等。

2. 实验结果与数据分析

桥梁混凝土结构的超声波检测结果显示，大部分区

域的声波传播速度和衰减趋势均符合设计要求，证明结构完好。然而，在一处区域检测到异常的声波传播速度和衰减情况，这可能意味着该区域存在混凝土缺陷或空洞。对桥梁钢结构的磁粉探伤结果显示，所有焊接接头都没有明显的表面裂纹或缺陷，符合施工标准。对焊接接头进行的X射线检测显示，所有焊缝的质量良好，无明显缺陷或气孔。综合分析，建议进一步检测和修复异常区域的混凝土结构，并对钢结构进行有效的质量控制措施。

3. 结果讨论

无损检测技术在市政桥梁施工中的应用效果评估具有重要意义。这些实验结果为相关部门在桥梁施工中采取措施提供了依据。通过采用无损检测技术，可以及时发现结构异常，减少施工风险，确保桥梁的安全和可持续性。然而，需要注意的是，无损检测技术也有其局限性，可能无法检测到某些隐藏的结构问题，因此还需要结合其他检测方法和维护措施来全面评估和验证桥梁结构的安全性。

七、结语

未来市政桥梁施工中的无损检测与质量控制技术在精确度、自动化、综合评估、数据管理和可持续发展等方面取得进一步的发展。通过采用更精确和灵敏的技术，如人工智能和机器人，可以实现全面、快速和准确的评估，及时发现和修复结构问题。同时，多模态综合评估和数字化数据管理将提供更全面和准确的结构状况信息。此外，未来技术的发展还将注重环境友好和可持续发展，通过新材料和方法减少对环境的影响。通过这些发展，市政桥梁施工中的无损检测与质量控制技术将为桥梁的安全和可靠性提供更多保障，推动城市基础设施的质量和可持续性提升。

参考文献

- [1] 李钊, 李琪, 陈希伟. 无损检测技术在建设工程质量检测中的应用[J]. 中华建设, 2023, (06): 155-157.
- [2] 蹇钢. 桥梁检测中的无损检测技术研究[J]. 运输经理世界, 2023, (11): 74-76.
- [3] 叶凝. 市政桥梁工程质量控制中无损检测技术的运用[J]. 科技风, 2020, (05): 133.

作者简介：梁文常，1989年03月26日出生，男，汉族，广西南宁市，工程师，本科学历无学位，主要研究市政道路与桥梁方向。