

# 无损检测技术在桥梁道路工程中的应用研究

王 锋

(苏交科集团检测认证有限公司, 江苏 南京 211112)

**摘要:** 由于荷载、气候条件等因素产生的影响, 桥梁道路工程在使用过程中会出现损坏问题, 因此需要进行定期检测, 无损检测技术则是常见的桥梁道路工程检测技术。为此, 本文首先阐述无损检测技术的含义及其特点, 其次分析无损检测技术在桥梁道路工程中的应用优势和具体方向, 最后总结无损检测技术发展趋势, 希望为桥梁道路工程检测提供参考方向和意见。

**关键词:** 无损检测技术; 桥梁道路工程; 光纤传感技术; 超声波技术  
**中图分类号:** U446; U415 **文献标志码:** A



无损检测技术能在不对检测物体结构及功能造成损伤的前提下完成各项检测操作, 同时操作流程较为简单、应用成本较低、所需时间较短, 能有效提高检测效率, 因此该技术被广泛应用在桥梁道路工程检测中, 推动桥梁道路工程检测及维护工作的发展, 起到完善公共基础设施的作用。在未来较长一段时期内, 无损检测技术将在桥梁道路工程中得到持续应用。

## 1 无损检测技术的含义及其特点

无损检测技术指以不破坏检测物体为目标, 利用超声波、射线、光纤、雷达、图像等技术, 检测光线、声波、电流等激发源进入检测物体结构内部时产生的变化, 分析检测物体结构的性能特征和物理性质, 以此判断检测物体内部是否存在缺陷和问题。无损检测技术需要借助一定检测设备才能完成检测工作, 并且对检测人员的技术水平有一定要求<sup>[1]</sup>。

相较传统检测技术, 无损检测技术不会对检测物体现有结构造成影响, 适合应用在运行中的桥梁道路工程检测。同时, 由于无损检测技术能全面覆盖检测区域, 因此能准确发现隐蔽结构中存在的潜在缺陷和问题, 分析检测物体的使用性能, 使检测工作具有较高的前瞻性。基于无损检测结果, 可直接制定桥梁道路结构加固、养护、维修方案, 缩短桥梁道路检测和养护周期, 减小维护管理团队的工作量。

## 2 在桥梁道路工程中应用无损检测技术的优势

### 2.1 对桥梁道路结构破坏性较小

无损性是无损检测技术的应用优势, 体现在桥梁道路工程中对桥梁道路结构的破坏性较小, 可实现零破坏, 因此无损检测技术成为现阶段应用频率最高、应用范围最广的桥梁道路工程检测技术<sup>[2]</sup>。具体来讲, 传统检测技术往往需要检测人员采取人工方式对桥梁道路结构进行敲击检测, 以此判断结构中是否存在断裂问题, 但事实上, 这种检测技术不仅不能准确判断断裂位置, 还可能对原有结构产生破坏。无损检测技术的应用能有效避免上述问题, 不但能为道路桥梁工程提供准确的检测结果, 还能避免对原有结构造成破坏。目前, 无损检测技术已经被应用在道路结构缺陷、钢桥梁外部缺陷、混凝土桥梁结构缺陷、预应力钢束缺陷、混凝土保护层厚度检测、钢结构焊缝无损检测等多项桥梁道路结构检测中, 同时获得良好的检测效果, 有利于确保道路桥梁运行的安全性和稳定性。

### 2.2 更健全的技术支持

相较传统检测技术, 无损检测技术的技术支持更为健全, 不但能获得更为准确、真实的检测结果, 还能弥补传统检测技术的应用缺陷, 减少检测漏洞, 减小问题的出现概率。具体来讲, 桥梁道路结构较为复杂, 增加桥梁道路工程检测难度, 致使检测工作经常受施工材料、施工工序、工程结构等因素的影响, 因

此检测工作需要按照高标准和高要求进行，无损检测技术便能满足这一要求。无损检测技术种类较多，维护管理团队可以结合桥梁道路工程具体类型、使用时间、所处环境、工程条件等情况，选择适合的检测技术。考虑到部分桥梁道路工程所处环境较为复杂，因此可以选择同时应用多种检测技术，以此获得更为准确的检测结果。目前，对无损检测技术的应用标准、检测注意事项、检测人员技术水平等，已经形成较为明确的规定<sup>[3]</sup>。

### 3 无损检测技术在桥梁道路中的具体应用方向

#### 3.1 技术应用

##### 3.1.1 光纤传感技术

光纤传感技术属于近年来的新型无损检测技术，普遍应用在特长隧道、大跨径桥梁等较为复杂的桥梁道路工程检测中，检测内容主要有悬索缺陷、预应力钢筋缺陷、斜拉索缺陷，可突破传统检测技术及单一超声波技术的应用局限。光纤传感技术借助某项检测指标对桥梁道路结构内部缺陷的敏感性大小，判定桥梁道路结构内部缺陷程度。光纤传感技术的适应能力较强，能根据具体检测指标得到相应检测结果，减少无损检测技术在桥梁道路检测中的应用限制，提高无损检测效率和质量。光纤传感信号处理流程如图1所示。光纤传感信号处理过程中可以发现，光纤传感技术能针对不同物理指标形成相应的检测结果，因此其适合应用在桥梁道路工程中，获得显著的检测成果<sup>[4]</sup>。

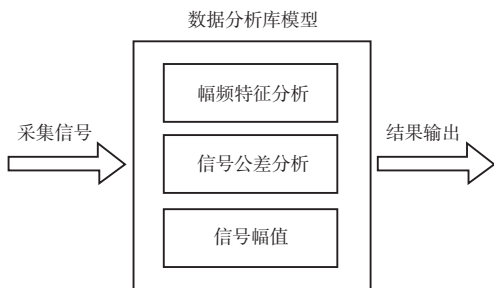


图1 光纤传感信号处理流程

##### 3.1.2 超声波技术

超声波技术是无损检测技术的代表，是最主要的桥梁道路工程检测技术。超声波技术利用声波触发仪器完成检测操作，仪器能产生既定频率、波长的声波，当声波接触到被检测物体后，便可在物体内部进行传递，此时，声波在匀质物体中和缺陷物体中的传

播参数不同，并且呈现一定规律，具体表现是经过缺陷位置后会出现衰减规律异常、声波波形异常等变化。此时，可利用检测声波的波形变化、散射情况、衰退情况，根据异常信号了解被检测物体内部结构情况，判断其中是否存在缺陷以及具体缺陷位置，具体原理如图2所示。

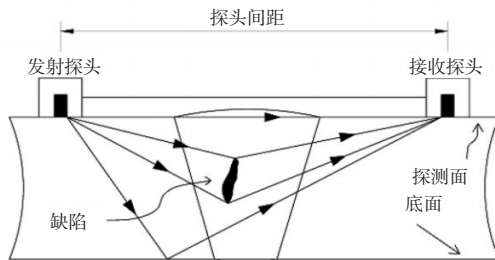


图2 超声波技术检测原理示意图

此外，在桥梁道路结构中，与声波发生碰撞的结构会产生低频应力波，声波触发仪器能接收这种应力波，借助应力波同样能获得检测结果，以此获得桥梁道路内部结构信息，分析桥梁道路内部结构存在的问题和缺陷。

声波触发仪器由声波触发单元构成，在超声波检测系统主控制器及控制模块的统一控制下，完成声波发射及回收、信号处理及成像等操作，并且将处理过的信号传输到主控制器中，由主控制器完成解析和计算工作，最终将计算结果显示在设备的屏幕上，同时能根据计算结果绘制相应图表，还能完成显示，具体结构如图3所示。

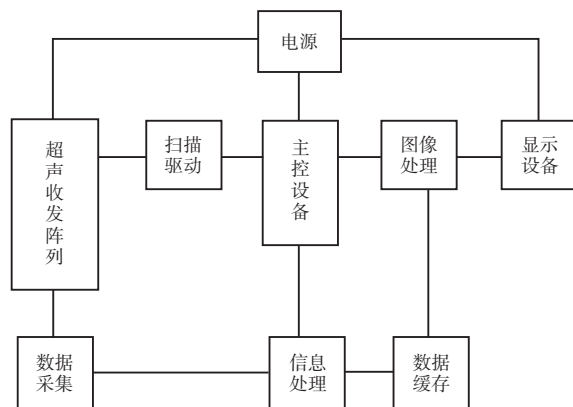


图3 超声波检测系统结构

声波扫描是超声波技术的应用关键，是超声波检测的核心部分，扫描精确程度直接决定检测结果的准确性和直观性。目前，主流的声波扫描方式有A型、B型、C型三种，不同扫描方式适用的检测环境及需求不同，需要技术人员对其进行合理选择。

## 3.2 检测技术

### 3.2.1 雷达及电磁检测技术

雷达及电磁检测技术常被用于混凝土保护层厚度检测及内部缺陷检查。雷达检测技术利用雷达脉冲检测混凝土钢筋保护层内部结构,雷达脉冲由雷达激振产生,能检测被检测区域钢筋位置,保护层厚度及混凝土是否存在缺陷、缺陷规格、缺陷形状等基本情况,并且具有操作便捷、受外界因素影响较小等应用优势。具体来讲,技术人员利用雷达向被检测区域发射雷达脉冲,雷达脉冲能在传播过程中发现被检测区域内部介质的差异,部分雷达脉冲用于接收被检测区域的反射信息,部分雷达脉冲用于采集被检测区域介质信号。电磁检测技术分为涡流检测、磁粉检测、漏磁检测、金属磁记忆无损检测、交变磁场测量、巴克豪森效应检测等,在桥梁道路工程混凝土钢筋保护层检测中应用最为广泛的是涡流检测技术。涡流检测原理为电磁感应原理,在变交磁场的作用下,导电材料产生涡流,如果被检测区域存在0缺陷,将在材料表面形成涡流形态,同时导致线圈阻抗出现变化,测量指标变化便能掌握具体的缺陷信息,以此实现无损检测<sup>[5]</sup>。

### 3.2.2 电化学检测技术

电化学检测技术是一种应用在钢筋材料性能检测中的无损检测技术,能检测钢筋混凝土结构内部在不同运行环境、荷载压力下的腐蚀变化。该技术的研发和应用是为了适应复杂多变的桥梁道路工程环境及自然环境。电化学检测技术以分析钢筋内部产生的各项化学反应为基础,采取分析不同化学反应物质的方式判断钢筋所处环境及腐蚀变化情况,目前应用频率最高的为半电位检测技术。具体来讲,一般裂缝较多的桥梁道路会出现明显的混凝土碳化问题,阳光的照射会加剧混凝土碳化现象,当碳化水平达到一定程度后,混凝土保护层便无法继续保护钢筋。电化学检测技术能做到对钢筋等级进行评价,为钢筋腐蚀问题的解决提供参考,避免钢筋腐蚀问题加重。考虑到桥梁道路工程的复杂性以及检测工作需求,在应用电化学检测技术的同时,需要结合具体环境及需求选择与其他检测方式相结合,但该技术同样存在检测对象和检测范围相对局限的不足。

## 4 无损检测技术研究展望

无损检测技术在桥梁道路工程中的应用可以明显提高检测效果及维护管理质量,为桥梁道路工程的后续应用打下坚实的技术基础,确保桥梁道路工程的稳定运行,在未来将被广泛应用在桥梁道路检测中<sup>[6]</sup>。为确保桥梁道路工程整体质量,需要在工程投入初期开始应用无损检测技术,从各个方面实现对桥梁道路无损检测,推动桥梁道路工程实现可持续发展。

当然,无损检测技术在桥梁道路工程中的应用不是没有任何问题的,具体表现如下:如果桥梁道路结构内部存在较大孔隙或管道,会在检测过程中出现相应的内力波动偏差,降低检测结果准确程度。无损检测技术不适合应用在地基密实度检测中。单一无损检测技术或多或少存在应用局限,尽管可以借助综合应用适当弥补局限,但是会增加检测成本。可见,技术人员还需要强化对无损检测技术的研究和应用,尽快解决上述问题以及其他缺陷。

## 5 结束语

综上所述,无损检测技术具有对桥梁道路结构破坏性更小、技术支持健全等应用优势,在桥梁道路中的具体应用技术包括光纤传感技术、超声波技术、雷达及电磁技术、电化学检测技术等,可以选择单一技术,也可以选择综合技术。此外,无损检测技术具有良好的可扩展性、可融合性,能与其他检测技术进行综合应用,可进一步提高桥梁道路工程检测结果的科学性和准确性。

### 参考文献

- [1] 孙梁.无损检测技术在公路桥梁中的应用研究[J].交通世界,2016(1):14-15.
- [2] 李勇升.基于无损检测的道路桥梁工程测量技术[J].中国新技术新产品,2020(23):98-100.
- [3] 王丽博.道路桥梁工程新型检测技术现状及应用意义分析[J].住宅与房地产,2019(3):177.
- [4] 夏月.道路桥梁无损检测技术应用中的常见问题及解决措施[J].建材与装饰,2018(51):251-252.
- [5] 曹志明.道路桥梁工程新型检测技术现状及应用意义分析[J].科学技术创新,2018(16):116-117.
- [6] 刘帅鹏.超声波CT技术在桥梁工程钻孔灌注桩检测中的应用[J].交通世界,2017(12):82-83.