

浅析公路桥梁无损检测技术应用中的常见问题及解决措施

赵玉军

海盐县交通工程建设管理服务中心 浙江 嘉兴 314000

摘要：公路桥梁无损检测技术在确保桥梁安全与维护中作用显著，但面临技术局限、精度波动、设备成本高企、人员操作水平不均及管理制度不完善等问题。本文深入剖析这些常见问题，并提出通过技术创新、设备升级、人员培训、标准完善及国际合作等综合解决措施，以期提升无损检测技术的应用效能，为公路桥梁的安全运营与管理提供坚实保障。

关键词：公路桥梁；无损检测技术应用；常见问题；解决措施

引言：随着公路桥梁建设的快速发展，无损检测技术在保障桥梁安全、评估结构性能方面日益重要。然而，该技术的应用过程中也暴露出技术局限、精度不足、设备昂贵、人员技术差异及管理体制不完善等挑战。本文旨在深入分析这些问题，并探讨相应的解决措施，以为公路桥梁的无损检测提供更为科学、有效的技术支持，确保桥梁的安全运营与长期发展。

1 公路桥梁无损检测技术概述

1.1 无损检测技术及其在公路桥梁中的应用

无损检测技术是一种在不破坏被测对象的前提下，利用物理或化学方法检测材料或构件内部缺陷的技术。在公路桥梁领域，无损检测技术被广泛应用于检测桥梁结构的安全性、耐久性、完整性。该技术通过对桥梁内部应力、温度、应变等参数的测量与分析，能够及时发现潜在的问题和隐患，为桥梁的养护维修提供科学依据。

1.2 几种常见的公路桥梁无损检测技术

(1) 超声检测技术：超声检测技术利用超声波在介质中的传播特性，通过测量超声波在结构内部的传播时间、速度等参数，判断结构内部是否存在裂缝、空洞等缺陷。其原理基于声波的反射和透射，具有操作简单、检测结果直观准确等优势。在公路桥梁中，超声检测技术常用于混凝土结构的强度评估、裂缝检测及空洞探测等方面。(2) 红外热像仪检测技术：红外热像仪检测技术通过接收物体表面的红外辐射，将其转化为可见的热图像，从而实现对物体表面温度分布的监测。该技术能够实时反映桥梁表面的温度变化情况，对于检测桥梁表面的裂缝、脱层、渗水等问题具有显著效果。在寒冷季节，红外热像仪还能检测道路积雪和结冰情况，为除雪除冰工作提供重要参考。(3) 光纤传感检测技术：光纤传感技术利用光纤作为传感元件，通过测量光纤在结构中的光强、相位、频率等参数的变化，实现对结构应

变、温度、振动等参数的实时监测。光纤传感技术具有高精度、长时间监测、分布式监测等优点，特别适用于大型复杂结构的健康监测。在桥梁工程中，光纤传感技术可以嵌入桥梁内部，实时监测桥梁的应变和温度变化情况，为桥梁的安全评估提供重要数据支持。(4) 雷达检测技术：雷达检测技术通过发射高频电磁波并接收其反射信号，实现对结构内部介质分布和缺陷的检测。在桥梁检测中，雷达检测技术可以识别桥梁内部的钢筋分布情况、混凝土厚度及空洞等缺陷。然而，雷达检测技术也存在一定的局限性，如易受环境条件影响、对细小缺陷敏感度不足等。因此，在实际应用中需要结合其他检测方法进行综合评估。

2 公路桥梁无损检测技术应用中的常见问题

2.1 技术局限性与精度问题

(1) 光纤传感器检测技术的时间稳定性与交叉敏感问题。光纤传感器凭借其高灵敏度和抗电磁干扰能力，在桥梁结构健康监测中发挥着重要作用。然而，其时间稳定性问题一直是业界关注的焦点。随着使用时间的延长，光纤传感器的性能可能会因环境因素或材料老化而发生漂移，影响监测数据的连续性和准确性。此外，光纤传感器对应变和温度的交叉敏感也是一大难题。在复杂多变的桥梁环境中，温度与应变的同步变化往往导致监测信号难以准确解析，增加了数据分析的难度。(2) 超声检测技术中的环境因素影响。超声检测技术在桥梁混凝土结构的裂缝、空洞等缺陷检测中具有显著优势。然而，该技术在应用中易受到蜂窝体、水和空气等环境因素的影响。蜂窝体结构复杂多变，导致超声波在其间传播路径难以预测；水和空气的存在则可能改变超声波的传播速度和衰减特性，进而影响探伤结果的准确性。(3) 红外热像仪检测技术的精度挑战。红外热像仪通过捕捉物体表面的红外辐射来揭示其内部热分布状

态,在桥面铺装层下的脱空、积水等问题检测中表现出色。然而,当桥面断面细小或与钢筋交叉时,红外辐射的传递路径受到严重干扰,导致热像图出现失真,检测精度大幅下降^[1]。

2.2 设备性能与成本问题

(1) 检测设备性能不稳定。无损检测设备的性能稳定性直接关系到检测结果的准确性。然而,在实际应用中,部分设备由于设计缺陷、制造工艺或材料选用不当等原因,导致性能不稳定,频繁出现故障或性能波动,严重影响检测工作的正常开展。(2) 高性能检测设备成本高昂。高性能的无损检测设备往往伴随着高昂的采购成本和后期维护费用。对于许多地方和机构而言,这些费用难以承受,导致高性能检测设备难以普及,限制了无损检测技术的广泛应用。

2.3 人员操作与专业素养问题

(1) 操作人员技术水平参差不齐。无损检测技术需要操作人员具备较高的专业素养和技能水平。然而,在实际应用中,由于操作人员的技术水平参差不齐,部分人员缺乏系统的培训和实践经验,导致检测效率低下且结果易出错。(2) 专业技术人员缺乏。随着无损检测技术的不断发展,专业技术人员的需求日益增加。然而,由于该领域的人才培养体系尚不完善,加之工作条件相对艰苦、待遇不够优厚等原因,导致专业技术人员供不应求,难以满足大规模检测任务的需求。

2.4 管理制度与标准问题

(1) 检测流程、标准及监督机制不健全。无损检测技术在公路桥梁中的应用需要一套完善的检测流程、标准和监督机制来确保检测工作的规范性和有效性。然而,目前部分地区的检测流程设计不够科学合理,标准制定滞后于技术发展,且监督机制不完善,导致检测过程中存在随意性和主观性较大的问题,进而影响检测结果的客观性和准确性^[2]。(2) 检测结果记录与分析不够规范。无损检测技术的应用最终目的是为桥梁的维护与管理提供科学依据。然而,目前部分检测项目在结果记录与分析方面存在不规范的问题。例如,检测数据记录不完整、不准确,分析结果主观性强、缺乏客观依据等。这些问题的存在使得检测结果难以形成有效的数据支持,无法为桥梁的后续维护和管理提供有力的参考。

3 公路桥梁无损检测技术应用中的解决措施

3.1 技术创新与设备升级

(1) 研发高精度、低成本的无损检测设备。面对无损检测设备成本高企的问题,行业应聚焦技术创新,致力于研发高精度、低成本的检测设备。这要求科研机构

与企业加强合作,共同探索新材料、新工艺的应用,降低生产成本,同时提升设备的检测性能。例如,通过优化传感器设计,提高灵敏度与抗干扰能力,或采用模块化设计,使得设备更加灵活、易于维护。(2) 提高光纤传感器等核心技术的稳定性与精度。光纤传感器作为无损检测领域的关键技术之一,其稳定性与精度直接影响检测结果的可靠性。为提升光纤传感器的性能,应加大研发投入,从材料选择、结构设计、制造工艺等方面进行全面优化。同时,引入先进的信号处理技术和算法,实现对应变和温度等参数的精准分离与测量,减少交叉敏感问题的影响^[3]。(3) 结合图像处理、人工智能等技术提升检测效率与准确性。随着图像处理与人工智能技术的快速发展,这些先进技术为无损检测提供了新的思路和方法。通过引入图像识别与处理技术,可以自动检测并识别图像中的缺陷特征,提高检测效率;而人工智能算法则可以对大量检测数据进行深度分析,挖掘潜在规律,进一步提升检测的准确性。因此,应积极探索图像处理与人工智能技术在无损检测中的应用,推动技术的融合与创新。

3.2 加强人员培训与管理

(1) 开展专业技能培训,提升检测人员操作水平。无损检测技术的复杂性和专业性要求操作人员具备较高的技术水平和操作经验。为此,应定期开展专业技能培训活动,邀请行业专家和技术骨干进行授课和实操指导,帮助检测人员掌握最新的技术知识和操作技能。同时,建立师徒传承制度,鼓励经验丰富的老员工带领新员工成长,提升整个团队的综合素质。(2) 建立完善的考核与激励机制,激发人员积极性。为了激发检测人员的工作积极性和创造力,应建立完善的考核与激励机制。通过定期考核和评估检测人员的工作表现和技术水平,给予相应的奖励和晋升机会;同时设立专项基金支持技术创新和学术研究活动,鼓励检测人员积极参与技术创新和科研工作。(3) 吸引和留住专业技术人员,保障检测团队实力。专业技术人才是无损检测技术发展的关键要素。为了吸引和留住优秀的技术人才,应采取多种措施提高行业吸引力。例如提高薪酬福利待遇、提供广阔的职业发展空间和机会、营造良好的工作环境和氛围等。同时加强与高校和科研机构的合作与交流,建立产学研合作机制,共同培养高素质的技术人才。

3.3 完善检测制度与标准

(1) 制定详细的检测流程与操作规范。为了确保无损检测的准确性和可靠性,应制定详细的检测流程和操作规范。明确检测前的准备工作、检测过程中的操作步

骤和注意事项以及检测后的数据处理和分析方法等；同时建立标准化的操作流程和质量控制体系确保检测工作的规范化和标准化。（2）建立完善的监督与审核机制，确保检测质量。为了确保无损检测工作的质量，必须建立完善的监督与审核机制。这包括设立独立的监督部门或第三方审核机构，对检测过程进行全程监督，对检测结果进行复核与验证。同时，建立定期和不定期的检查制度，对检测人员的工作质量、设备的维护保养情况进行评估，确保各项规定得到有效执行。此外，对于发现的问题应及时反馈并采取相应措施进行整改，以确保检测工作的持续改进。（3）加强对检测结果的记录与分析，形成有效数据支持。检测结果是评价桥梁健康状况、制定维护计划的重要依据。因此，必须加强对检测结果的记录、整理和分析工作。通过建立统一的数据管理平台，实现检测数据的电子化、网络化存储与管理；运用数据分析技术和方法，对检测数据进行深入挖掘和分析，提炼出有价值的信息和规律；同时加强与桥梁设计、施工及运维等部门的沟通与协作，实现数据的共享与互通，为桥梁的全寿命管理提供有力支持^[4]。

3.4 推广与应用

（1）加大无损检测技术的宣传力度，提高行业认知度。为了推动无损检测技术在公路桥梁检测中的广泛应用，应加大对该技术的宣传力度，提高行业内的认知度和接受度。可以通过举办技术交流会、研讨会、培训班等形式，向行业内外介绍无损检测技术的原理、优点、应用案例以及发展趋势等信息。同时，还可以利用媒体平台发布相关文章和报道，扩大无损检测技术的社会影响力和知名度。（2）推动无损检测技术在公路桥梁检测中的广泛应用。为了实现无损检测技术的广泛应用，需要政策、资金、技术等多方面的支持。政府应出台相关政策文件，明确无损检测技术在公路桥梁检测中的重要

地位和作用，鼓励和支持相关企业和科研机构开展无损检测技术的研发和应用工作。同时，应加大对无损检测技术应用的资金投入力度，为相关项目的实施提供资金保障。此外，还应积极推动无损检测技术在公路桥梁检测领域的标准化和规范化工作，确保技术的有效性和可靠性。（3）加强与国际先进技术的交流与合作，引进先进经验与技术。在推动无损检测技术的发展和应用过程中，应积极开展与国际先进技术的交流与合作。通过参加国际学术会议、技术展览等活动了解国际前沿动态和技术趋势；通过与国际知名企业和科研机构建立合作关系共同开展技术研发和创新工作；通过引进国外先进经验和技术提升

结束语

综上所述，公路桥梁无损检测技术在应用中虽面临诸多挑战，但通过技术创新、设备优化、人员培训及管理体的完善，可显著提升检测效果与效率。未来，随着科技的进步与应用深化，无损检测技术将在桥梁维护与安全评估中发挥更加关键的作用。我们应持续关注该领域的发展动态，不断探索新的检测方法策略，为公路桥梁的安全、持久运行贡献力量。同时，加强国际合作与交流，共同推动无损检测技术的创新与进步。

参考文献

- [1]陈飞,白亚东.道路桥梁检测中无损检测技术应用中常见问题及针对性解决措施分析[J].科技展望,2019(19):96-97.
- [2]杨明.无损检测技术在道桥工程中的应用及趋势[J].交通世界,2020,(12):38-39.
- [3]孙梁.无损检测技术在公路桥梁中的应用研究[J].交通世界,2020(03):14-15.
- [4]蒋博林.无损检测技术在道路桥梁检测中的应用研究[J].四川水泥.2021,(10):192-193.