

公路桥梁质量检测中新型试验检测技术的应用分析

王佳栋

绍兴市交科工程检测有限公司 浙江 绍兴 312000

摘要：文章深入分析公路桥梁质量检测中新型试验检测技术的应用现状与发展趋势。通过探讨光纤传感、超声波检测、探地雷达等先进技术的具体应用案例，揭示了这些技术在提高检测精度、扩大适用范围、实现智能化检测等方面的显著优势。同时还展望了技术创新方向，包括更高精度、更广泛适用和更智能化的追求，以及与其他技术（如物联网、大数据）融合应用的潜力，强调标准化与规范化建设对于推动新型检测技术普及与发展的重要性。

关键词：公路桥梁；质量检测；新型试验检测技术；应用分析

随着交通基础设施的快速发展，公路桥梁作为连接城市与区域的重要纽带，其质量安全直接关系到人民生命财产安全和社会稳定运行，对公路桥梁进行定期、精准的质量检测显得尤为重要。近年来，新型试验检测技术的不断涌现，为公路桥梁质量检测带来革命性的变革。这些技术以其高精度、智能化、非接触等特点，有效克服传统检测方法的局限性，为提升检测效率、保障桥梁安全提供有力支持。

1 公路桥梁质量检测的基本要求

1.1 桥梁检测的目的与原则

桥梁作为交通网络的重要组成部分，其安全性、稳定性和耐久性直接关系到人民生命财产的安全及交通的顺畅，桥梁检测显得尤为重要。第一、桥梁检测的主要目的包括：确保结构安全：通过全面检测桥梁的各个部位，及时发现并处理潜在的结构安全隐患，确保桥梁能够安全地承受交通载荷和其他外部作用。提升使用寿命：通过定期检测，掌握桥梁的使用状态，及时采取维修加固措施，延长桥梁的使用寿命，减少因维修加固不及时导致的重大损失。促进交通发展：保障桥梁的畅通无阻，提高交通效率，为城市发展和经济繁荣提供有力支撑。第二、桥梁检测的原则主要包括：系统性原则：桥梁检测需要全面、系统地对桥梁的各个部位进行检测，不能遗漏任何细节，对检测部位进行分类和编号，便于记录和跟踪处理结果。规范性原则：检测过程必须遵循相关规范和标准，确保检测过程的规范性和结果的可靠性。这包括使用标准的检测方法和设备，遵循严格的检测流程。有效性原则：采用有效的检测仪器和方法，确保检测结果的准确性和可靠性。同时对检测结果进行科学分析和评估，为后续的维修加固提供有力依据。安全性原则：在检测过程中，必须确保人员和设备的安全，避免因操作不当或设备故障导致的事故，保留

相关记录和档案资料，以备日后查询和管理。

1.2 桥梁检测的常规项目与标准

桥梁检测的常规项目涵盖了结构安全、结构材料、病害检测等多个方面，以下是一些常见的检测项目及其标准：（1）承载力评估：通过静力计算和结构分析，评估桥梁的承载能力，确保桥梁不会因超载等原因发生安全事故。评估标准通常依据相关设计规范和标准进行^[1]。（2）结构位移监测：采用位移传感器等监测设备，监测桥梁的位移情况，及时发现和处理可能导致结构变形和破坏的问题。位移标准通常根据桥梁的设计要求和实际情况制定。（3）桥墩检测：通过无损检测方法（如地震波法、超声波法等）对桥墩的质量、变形和裂缝进行检测。桥墩的承载力和稳定性是桥梁安全的重要保障，检测标准需符合相关规范要求。（4）钢筋锈蚀检测：采用超声波、电化学法等无损检测技术，检测桥梁中钢筋的锈蚀情况，评估钢筋的剩余强度。钢筋锈蚀是影响桥梁耐久性的重要因素，检测标准需根据钢筋锈蚀程度进行分类处理。（5）混凝土质量检测：通过现场采样和实验室分析，检测桥梁混凝土的抗压强度、渗透性等参数，评估混凝土的质量和耐候性。混凝土质量直接关系到桥梁的整体安全，检测标准需符合相关混凝土质量标准。（6）桥面铺装检测：利用地面雷达、红外成像等技术手段，检测桥面铺装的裂缝、空鼓、变形等问题，确保桥面的平整度和行车安全。桥面铺装是桥梁的重要组成部分，其检测标准需符合相关道路工程规范。（7）裂缝检测：采用激光扫描、测距仪等设备，检测桥梁上的裂缝情况，定量分析裂缝的宽度、长度、走向等参数。裂缝是桥梁病害的常见形式之一，检测标准需根据裂缝的严重程度进行分类处理。

1.3 桥梁质量评估体系

桥梁质量评估体系是确保桥梁施工质量和使用安全

的重要手段。一个完善的评估体系应包括几个方面；

(1) 评估指标体系：建立包含结构安全、材料强度、施工工艺、耐久性等在内的综合评估指标体系。这些指标应能够全面反映桥梁的质量状况和使用性能。(2) 评估方法：采用科学、合理的评估方法，如层次分析法、熵权法等，对评估指标进行权重确定和标准化处理。这些方法能够客观、准确地反映各项指标的重要性程度和实际值。(3) 评估流程：制定明确的评估流程，包括检测前的准备工作、检测过程中的操作规范、检测结果的记录和分析以及评估报告的编制等。确保评估过程的规范性和结果的可靠性。(4) 应用与反馈：将评估体系应用于实际工程中，对桥梁的施工质量和使用安全进行定期评估。根据评估结果及时采取维修加固措施，提高桥梁的安全性和耐久性，收集用户反馈和工程实践中的经验教训，不断完善和优化评估体系。

2 新型试验检测技术在公路桥梁质量检测中的应用

2.1 光纤传感检测技术在公路桥梁质量检测中的应用

光纤传感检测技术作为现代科技与传统工程检测相结合的典范，近年来在公路桥梁质量检测领域展现出了巨大的应用潜力。该技术利用光纤作为传感元件，通过测量光纤中光信号的变化来感知桥梁结构的物理量变化，如应力、应变、温度等。光纤传感检测技术具有高精度、高灵敏度、抗电磁干扰、耐腐蚀等优点，特别适用于复杂环境下的长期监测。在公路桥梁质量检测中，光纤传感技术可应用于桥梁关键部位的应力监测。通过在桥梁的受力关键区域（如桥墩、主梁等）埋设光纤传感器，可以实时、连续地监测这些部位的应力变化情况，及时发现并预警潜在的结构损伤，光纤传感技术还可用于桥梁的温度监测，通过测量光纤中光信号随温度的变化，可以精确掌握桥梁的温度分布情况，为桥梁的维护和管理提供重要依据。光纤传感检测技术的另一个显著优势是其分布式测量能力，传统的点式传感器只能测量特定位置的物理量，而光纤传感技术则可以实现沿光纤长度的连续测量，从而获取更加全面、细致的桥梁结构信息。这种分布式测量能力对于评估桥梁的整体健康状况、识别潜在损伤区域具有重要意义^[2]。

2.2 超声波检测技术在公路桥梁质量检测中的应用

超声波检测技术是一种基于声波传播特性的无损检测方法，在公路桥梁质量检测中得到了广泛应用。在公路桥梁质量检测中，超声波检测技术主要用于检测混凝土结构的内部缺陷和钢筋锈蚀情况，通过向混凝土结构发射超声波，并接收其反射信号，可以分析出混凝土内部

的空洞、裂缝等缺陷信息，超声波在钢筋中的传播特性也会受到钢筋锈蚀程度的影响，因此可以通过测量超声波在钢筋中的传播速度来评估钢筋的锈蚀程度。超声波检测技术具有操作简便、检测速度快、成本低廉等优点，特别适用于对桥梁结构进行快速筛查和初步评估。需要注意的是，超声波检测技术的准确性受到多种因素的影响，如混凝土的材料特性、钢筋的布置方式等，因此在实际应用中需要结合其他检测方法进行综合判断。

2.3 探地雷达检测技术在公路桥梁质量检测中的应用

探地雷达检测技术是一种利用电磁波在地下介质中传播和反射特性来探测地下目标体的无损检测方法。在公路桥梁质量检测中，探地雷达检测技术主要用于检测桥梁基础（如桩基、承台等）的完整性和稳定性。通过在地表布置雷达天线，并向桥梁基础发射雷达波，可以探测到基础内部的空洞、裂缝等缺陷信息。这些信息对于评估桥梁基础的承载能力和稳定性具有重要意义。探地雷达检测技术具有探测深度大、分辨率高、成像直观等优点，能够直观地展示桥梁基础内部的结构特征，该技术对地下介质的电性参数较为敏感，不同介质之间的电性差异会影响探测结果的准确性，在实际应用中需要根据桥梁基础的实际情况选择合适的探测参数和数据处理方法。

2.4 其他新型试验检测技术在公路桥梁质量检测中的应用

除了上述三种新型试验检测技术外，还有许多其他新型技术也在公路桥梁质量检测中得到了应用或正在研发中。其一、红外热成像技术：利用红外热像仪测量桥梁表面的温度分布，通过温度差异来识别桥梁结构的热异常区域，进而判断结构是否存在损伤或缺陷。该技术特别适用于夜间或低温环境下的检测。其二、无人机检测技术：利用无人机搭载高清相机、激光雷达等设备进行桥梁外观检测，可以实现对桥梁全貌的快速拍摄和三维建模，提高检测效率和准确性，无人机还可以进入人难以到达的区域进行检测，如桥下空间、高墩顶部等^[3]。其三、智能机器人检测技术：研发专门用于桥梁检测的智能机器人，通过搭载各种传感器和检测设备，在桥梁内部或外部进行自主行走和检测。智能机器人可以实现对桥梁结构的全方位、精细化检测，提高检测的智能化水平和自动化程度。

3 公路桥梁质量检测中新型试验检测技术的未来发展趋势

3.1 技术创新方向

在公路桥梁质量检测领域，新型试验检测技术的未来发展首要趋势是技术创新。随着传感器技术、信号处

理技术和数据分析算法的不断进步,新型检测技术将能够实现对桥梁结构微小变化的精确捕捉和量化分析。例如,光纤传感技术将进一步提升其灵敏度,实现对桥梁应力、应变等物理量的纳米级测量;超声波检测技术则可能通过优化波形分析和信号处理算法,提高缺陷识别的准确性和分辨率。这种高精度的检测技术将为桥梁健康监测和早期损伤预警提供更为可靠的数据支持。未来的新型检测技术将更加注重适应性和灵活性,以满足不同类型、不同环境下桥梁的检测需求。智能化是新型检测技术发展的必然趋势,未来的检测技术将深度融合人工智能、机器学习等先进技术,实现检测过程的自动化、智能化和远程化。例如,通过训练深度学习模型,使检测系统自动识别桥梁图像中的裂缝、锈蚀等缺陷;利用物联网技术,实现检测数据的实时传输和远程监控;通过大数据分析,挖掘检测数据中的潜在规律,为桥梁维护和管理提供决策支持。

3.2 与其他技术的融合应用

新型试验检测技术在公路桥梁质量检测中的应用将不再孤立存在,而是与其他先进技术深度融合,形成综合检测体系。物联网技术为桥梁检测提供了强大的数据采集和传输能力。通过将传感器嵌入桥梁结构中,形成物联网感知网络,可以实时、连续地监测桥梁的应力、应变、温度等物理量变化,利用物联网技术实现检测数据的远程传输和云存储,为后续的数据分析和处理提供丰富的数据源。物联网技术还可以与其他智能设备(如智能巡检机器人、无人机等)无缝对接,形成更加高效、全面的桥梁检测体系。大数据技术为桥梁检测数据的处理和分析提供了强大的支持,通过对海量检测数据的挖掘和分析,可以发现桥梁结构变化的规律和趋势,为桥梁健康评估和寿命预测提供科学依据,大数据技术还可以实现检测数据的共享和交换,促进不同部门、不同领域之间的合作与交流。

3.3 标准化与规范化建设

为了推动新型试验检测技术在公路桥梁质量检测中

的广泛应用和健康发展,必须加强标准化与规范化建设。针对新型检测技术的特点和应用需求,制定相应的技术标准、规范和规程,明确检测方法的适用范围、操作步骤、数据处理和结果判定等方面的要求,加强与国际标准组织的合作与交流,推动国内外检测标准的互认和衔接。这将有助于确保检测结果的准确性和可比性,提高检测技术的权威性和公信力。建立健全检测机构和人员的资质认证制度,对从事新型检测技术的人员进行专业培训和考核,确保他们具备相应的专业知识和技能,加强对检测机构的监管和评估,确保其按照标准规范进行检测工作,提高检测服务的质量和水平。这将有助于维护检测市场的公平竞争和健康发展^[4]。鼓励和支持科研机构、高校和企业等创新主体加强合作与交流,共同推动新型检测技术的研发和应用,建立完善的科技成果转化机制,促进新技术、新产品和新方法的快速转化和应用。这将有助于加速新型检测技术的普及和推广,提高公路桥梁质量检测的整体水平和效率。

结束语

新型试验检测技术在公路桥梁质量检测中的应用不仅极大地提升了检测的效率和准确性,也为桥梁的安全运行和科学管理提供了有力保障。未来,随着技术的不断创新和融合应用的深入,新型检测技术将在公路桥梁质量检测领域发挥更加重要的作用。加强标准化与规范化建设,将促进新型检测技术的普及与推广,为交通基础设施的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]王艳美.公路桥梁工程集料试验检测技术的应用研究[J].交通世界,2020(9):114-116.
- [2]牛瑞森.简述公路桥梁工程中的试验检测技术[J].中国新技术新产品,2021(10):145-150.
- [3]曾庆雯.公路桥梁质量检测中新型试验检测技术的运用分析[J].交通科技与管理,2023,4(08):56-58.
- [4]肖位林.公路桥梁检测质量控制与检测技术应用分析[J].运输经理世界,2023(09):30-32.