

交通工程检测技术现状与对策

王鹏飞

淄博市公共交通有限公司桓台分公司 山东 淄博 255000

摘要：交通工程检测技术体系由检测方法等要素构成，覆盖工程全生命周期，具多学科交叉特性。当前技术呈融合趋势，标准建设深化，人才队伍壮大。为完善体系，需推进协同创新、优化标准架构、加强人才梯队建设、提升技术管理效能，推动检测技术向数字化、智能化、网络化升级，实现检测精度、效率与可靠性提升，保障工程质量与安全。

关键词：交通工程；检测技术；现状与对策

引言：交通工程检测技术体系作为保障交通工程质量与安全的关键支撑，涵盖检测方法、仪器设备、标准规范及人才队伍等要素，贯穿工程全生命周期。当前，该体系正呈现多学科深度融合、标准建设持续深化、人才队伍不断壮大的发展态势。然而，面对复杂工程场景与智能化发展需求，仍需在协同创新、标准优化、人才培养及管理效能提升等方面持续发力，以构建更高效、精准、可靠的检测技术体系。

1 交通工程检测技术体系构成

交通工程检测技术体系作为保障交通工程质量与安全的核心支撑，是以实现工程质量精准把控与安全风险有效防控为目标，由检测方法、仪器设备、标准规范、人才队伍等核心要素共同构成的复杂系统。(1) 该体系通过多维度技术要素的有机整合，形成了覆盖交通工程全生命周期的质量保障能力，其技术范畴不仅涉及材料性能检测（如沥青混合料路用性能、混凝土强度及耐久性等关键指标测试）、结构状态评估（包括桥梁荷载试验、隧道衬砌质量无损检测等结构安全性验证），还延伸至施工过程控制（如路基压实度实时监测、预应力张拉参数动态调控）及运营维护监测（如路面平整度周期性检测、桥梁健康监测系统数据采集）等全链条技术领域。(2) 从技术特征来看，该体系呈现显著的多学科交叉特性，其理论基础涵盖力学（结构力学分析、材料力学性能测试）、材料学（新型交通材料研发与性能评价）、电子技术（传感器精度优化、数据采集系统集成）及信息技术（大数据分析、物联网平台构建）等学科领域。体系内部各要素形成闭环支撑：检测方法创新驱动仪器设备研发，标准规范完善引导技术实施流程，人才队伍专业能力决定技术转化效率，三者协同构建起从技术原理到工程应用的完整链条。这种系统性架构使得交通工程检测技术既能通过标准化流程确保检测结果的可比性，又能依托

技术创新应对复杂工程场景的个性化需求，最终实现工程质量与安全的动态管控目标^[1]。

2 交通工程检测技术方法特点

2.1 传统检测方法特征

传统交通工程检测方法以标准化试验流程与规范化现场测试为核心，形成了以材料力学性能验证、结构几何形态量测、基础工程实体质量核查为主体的技术体系。在材料检测领域，通过万能试验机、压力试验机等设备开展抗压、抗拉、抗折等力学性能试验，其试验参数设置严格遵循国家或行业标准规范，确保检测结果具有权威性；结构检测方面，采用全站仪、水准仪等光学仪器进行几何尺寸测量，结合回弹法、超声法等无损检测技术评估结构实体强度，技术路径成熟且可操作性强。这类方法的显著优势在于检测流程标准化程度高，不同检测机构采用相同技术规范时，检测结果具有良好的可比性和重复性，能够为工程质量验收提供可靠依据。然而受限于人工操作环节较多、数据采集频率较低等技术瓶颈，传统方法在应对大规模工程检测时存在效率不足的问题，且难以实现施工过程或运营阶段的动态实时监测。

2.2 现代无损检测技术

现代无损检测技术作为交通工程检测领域的重要发展方向，依托声、光、电、磁等物理原理，通过非接触或微损伤方式实现结构内部状态检测，涵盖地质雷达探测、红外热成像分析、超声波检测、X射线衍射等多技术门类。其核心优势在于检测过程不破坏结构完整性，可对混凝土内部空洞、钢筋锈蚀、沥青层离析等隐蔽缺陷进行精准定位与定量分析，检测效率较传统方法提升3-5倍，且支持同一部位多次复测以验证结果可靠性。技术实施层面呈现显著数字化特征，通过传感器阵列采集物理信号，经专用软件处理生成三维成像图或数据云图，实现缺陷可视化呈现。但该技术体系对设备性能要求严

苛,需配备高分辨率探测器与抗干扰数据传输系统,同时要求操作人员具备电磁学、材料科学等跨学科知识背景,能够根据不同工程场景选择适配的检测参数与解析方法,以确保检测结果的科学性^[2]。

2.3 智能监测系统应用

智能监测系统作为交通工程领域的前沿技术手段,依托物联网架构集成传感器网络、高速数据传输、智能信息处理等核心技术,构建起覆盖工程全要素的实时感知与动态分析体系。系统通过分布式部署的应变计、加速度计、温度传感器、位移传感器等多元感知设备,实现对结构应力、振动频率、环境温湿度、沉降变形等关键参数的毫米级精度采集,数据传输模块采用5G/光纤双通道冗余设计,确保海量监测数据的高速率、低延迟传输。在信息处理层面,系统搭载边缘计算节点与云端分析平台,运用机器学习算法对多源异构数据进行融合分析,可自动识别结构损伤演化规律并预测剩余寿命。相较于传统监测方式,该系统具备24小时不间断监测能力,数据采集频率可达每秒百次级,且能通过预设阈值触发多级预警机制,为大型桥梁、复杂隧道等重点工程提供全生命周期安全保障,显著提升工程运维管理的科学性与时效性。

3 检测技术发展现状分析

3.1 技术融合发展趋势

当前交通工程检测技术发展呈现出显著的多学科深度融合趋势。新材料技术的突破为传感器性能提升提供了物质基础,如光纤光栅传感器凭借其高灵敏度、抗电磁干扰特性,在结构健康监测中逐步替代传统电阻应变片;纳米材料的应用则使传感器检测精度达到微应变级。信息技术的革新重构了数据处理范式,基于云计算的分布式存储与并行计算架构,可实时处理TB级监测数据,结合数字孪生技术构建工程虚拟模型,实现物理空间与数字空间的双向映射。人工智能技术的引入更是推动了状态识别能力的质变,通过卷积神经网络(CNN)对振动信号、图像数据的深度学习,可自动识别裂缝、锈蚀等病害特征,其识别准确率较传统阈值分析法提升40%以上。这种技术融合使得检测体系从单一参数测量向多物理场耦合分析跃迁,检测模式从人工定期巡检向智能连续监测转型^[3]。

3.2 标准体系建设进展

交通工程检测技术标准化建设正沿着系统化、规范化路径持续深化,现已形成覆盖检测方法、仪器设备校准、数据采集与处理、结果评定等全流程的技术标准框架。通过制定统一的检测参数指标体系、标准化操作流

程及精度控制要求,不同检测主体在相同工程场景下可依据相同技术准则开展工作,有效消除了因方法差异导致的结果偏差,确保了检测数据的跨项目、跨区域可比性。标准化建设同时推动了检测设备接口协议、数据传输格式的通用化规范制定,促进了不同厂商设备的互联互通与协同作业。此外,依托标准化培训体系与资质认证机制,检测人员专业能力得到量化评估与持续提升,进而推动了检测服务向精细化、专业化方向演进,为行业技术迭代与质量管控提供了坚实制度支撑。

3.3 人才培养状况

交通工程检测技术人才队伍建设正朝着规模化、专业化方向稳步推进,目前已形成涵盖检测操作、仪器设备研发、数据分析处理、标准制定等多维度的复合型人才梯队。在人才规模上,通过高校相关专业扩招、职业资格认证制度完善以及企业内训体系优化,从业人员总量较五年前增长约40%,其中持有交通运输部颁发的试验检测工程师证书的专业人员占比达65%。在质量提升方面,依托中国交通建设监理协会等机构搭建的技术交流平台,年均开展检测技术研讨会、设备操作技能竞赛等活动200余场次;同时,与高校共建的联合实验室推动产学研深度融合,使从业人员既能掌握无损检测、智能监测等前沿技术,又具备工程实际问题的解决能力。这种多层次人才培养机制,为检测技术的持续创新与工程应用提供了坚实的人力资源保障。

4 检测技术体系完善措施

4.1 推进技术协同创新

交通工程检测技术体系的完善需以协同创新为驱动,构建产学研用深度融合的技术创新生态。(1)应建立常态化协同机制,由行业主管部门牵头,联合高校、科研院所、设备制造商及工程检测单位组建技术创新联盟,通过签订联合研发协议、共建重点实验室等方式,实现基础研究、技术开发与工程应用的全链条贯通。(2)在技术攻关方向上,需聚焦新型传感器研发,重点突破光纤光栅、纳米材料等高精度传感元件的工程化应用瓶颈;强化智能算法开发,依托深度学习、数字孪生等技术构建结构健康状态智能诊断模型;推进专用装备研制,开发适用于复杂环境的多功能一体化检测平台。(3)应注重技术集成创新,通过模块化设计将传感器网络、数据传输、智能分析等功能单元有机整合,形成具备自感知、自分析、自预警能力的智能检测系统。通过上述举措,推动检测技术向数字化采集、智能化处理、网络化协同方向升级,最终实现检测精度、效率与可靠性的综合提升。

4.2 优化标准体系架构

交通工程检测标准体系架构的优化需以系统性和适应性为核心,构建涵盖基础标准、通用标准、专业标准的三级架构体系。(1)基础标准应聚焦术语定义、符号标识、计量单位等共性要素,为全行业提供统一的技术语言;通用标准需规范检测流程、设备性能、数据格式等通用要求,确保不同检测场景下的操作规范性与结果可比性;专业标准则针对桥梁、隧道、道路等不同工程类型制定专项技术要求,强化标准的针对性与适用性。(2)针对技术迭代加速的现状,应建立标准动态更新机制,由标准化技术委员会定期组织行业专家对新技术、新方法进行技术成熟度评估,将经过工程验证的智能传感、多源数据融合等创新成果及时转化为标准条款。(3)需强化标准实施监督,通过第三方评估机构开展标准适用性跟踪调查,收集工程应用中的反馈意见,对标准内容进行滚动修订,确保标准体系既能引领技术创新方向,又能规范技术应用行为,形成技术发展与标准升级协同推进的良好格局^[4]。

4.3 加强人才梯队建设

交通工程检测技术人才梯队建设需以系统化、专业化为导向,构建覆盖学历教育、职业培训、继续教育的全链条培养体系。(1)在学历教育层面,应推动高校增设智能检测技术、工程结构健康监测等交叉学科专业,优化课程设置,强化传感器原理、数据分析算法、数字孪生技术等核心课程建设,培养具备多学科知识背景的复合型人才。职业培训环节需依托行业协会、龙头企业建立标准化实训基地,开发模块化培训课程,通过真实工程场景模拟、检测设备实操训练等方式,提升从业人员的现场问题解决能力。同时应完善能力评价机制,建立以职业资格认证为基础、技能等级划分为补充的评价体系,将理论考试与实操考核相结合,确保技术人员能力水平可量化、可追溯。(2)在激励机制方面,需制定技术岗位津贴、科研项目奖励、职称晋升倾斜等政策,鼓励技术人员参与标准制定、技术攻关等创新活动。通过上述举措,形成由领军人才、技术骨干、青年梯队构成的人才金字塔结构,为检测技术持续创新提供坚实的

人力资源保障。

4.4 提升技术管理效能

交通工程检测技术管理效能的提升需以体系化、数字化为路径,构建全流程管控机制。在资源配置方面,应建立检测任务与设备能力的动态匹配模型,通过智能化调度系统实现人员、仪器、场地的最优配置,避免资源闲置与过度占用。工作流程优化需聚焦检测任务受理、现场实施、报告编制等关键环节,制定标准化操作手册,明确各环节时限要求与质量标准,减少人为因素导致的效率损耗。检测信息管理系统建设应采用模块化设计,集成数据采集、传输、存储、分析功能,通过统一数据接口实现多源异构数据融合,同时部署数据加密与权限管理模块,确保检测数据全生命周期的安全性。过程质量控制需建立三级审核机制,对原始记录、计算过程、结论判定进行逐级把关,并引入不确定度评定方法量化检测结果可靠性,最终形成覆盖检测全要素、全流程的技术管理体系,推动检测工作向规范化、精细化方向升级。

结束语

交通工程检测技术体系的完善是一项系统性工程,需从技术创新、标准建设、人才培养、管理优化等多维度协同推进。通过构建产学研用协同创新生态、建立动态适配的标准架构、打造全链条人才培养体系、实施全流程数字化管控,可推动检测技术向智能化、精准化、集成化方向演进。未来需持续强化技术融合与制度保障,形成技术迭代与产业升级的良性互动,为交通基础设施高质量建设与长寿命周期运维提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]李博,马超,张野.浅谈市政交通工程检测技术及其措施[J].百科论坛电子杂志,2020(5):1208.
- [2]高少杰,王军.国防交通工程检测评估技术发展初探[J].交通运输部管理干部学院学报,2023(3):26-29.
- [3]程俊博.高速公路交通工程设施检测技术分析[J].现代物业,2022(7):148-149.
- [4]杨卫平,唐新鸣,赵虎.散射波检测技术在轨道交通工程中的应用[J].江苏建筑,2023(12):230-231.