

道路桥梁试验检测技术研究

李雅茹

安徽环通工程试验检测有限公司 安徽 合肥 230000

摘要: 道路桥梁工程的质量安全与试验检测技术紧密相关。本文围绕道路桥梁试验检测核心内容展开,涵盖道路工程、桥梁工程、材料及结构检测等方面,阐述关键技术支撑体系,包括道路与桥梁工程检测技术及仪器设备应用技术。探讨试验检测实施路径,涉及组织体系搭建、流程标准化建设与技术流程规范。提出技术优化策略,聚焦流程优化、技术升级路径与人员专业能力提升。通过全面研究,为道路桥梁试验检测工作提供理论支持与实践指导,助力提升工程质量检测水平。

关键词: 道路桥梁; 试验检测技术; 实施路径; 技术优化; 质量安全

引言: 道路桥梁作为交通基础设施的关键构成,其质量安全关乎社会经济发展与民众生命财产安全。试验检测作为把控工程质量的核心手段,能够精准评估工程性能、及时发现潜在隐患,为工程维护与加固提供科学依据。伴随交通建设规模持续扩大与工程技术日益复杂,传统试验检测技术面临诸多挑战,难以满足高质量建设需求。在此背景下,深入研究道路桥梁试验检测技术,探索优化策略与实施路径,对于提升工程质量检测效率与准确性,保障道路桥梁长期稳定运行,具有重要的现实意义与迫切性。

1 道路桥梁试验检测核心内容

1.1 道路工程试验检测内容

道路工程试验检测聚焦于路基、路面及附属设施的质量控制^[1]。路基检测涵盖压实度、平整度及承载力等关键指标,通过环刀法、灌砂法及承载板试验等手段评估土基稳定性,确保路基满足设计强度与变形要求。路面检测以弯沉值、抗滑性能及平整度为核心,采用落锤式弯沉仪、摆式摩擦仪及激光平整度仪等设备,量化路面结构层刚度与表面功能特性。基层与面层材料检测包括级配组成、压实度及强度试验,通过马歇尔稳定度试验、无侧限抗压强度试验等方法验证混合料性能。此外,道路排水系统检测关注渗水系数与排水效率,确保路面积水快速排除,延长路面使用寿命。

1.2 桥梁工程试验检测内容

桥梁工程试验检测围绕上部结构、下部结构及连接部件展开。上部结构检测以主梁、拱肋及索塔等承重构件为重点,通过静载试验与动载试验分析结构应力分布与动力特性,验证设计荷载下的安全性。下部结构检测包括桥墩、桥台及基础稳定性评估,采用超声波检测、地质雷达探测等技术识别混凝土内部缺陷与地基承载力。支

座与伸缩装置检测关注位移能力与耐久性,通过位移传感器监测支座变形,评估伸缩缝密封性能。桥梁索力检测采用频率法或磁通量法,确保斜拉索、悬索等受力体系处于设计状态。

1.3 道路桥梁材料试验检测内容

道路桥梁材料试验检测内容是工程质量管控的基础,聚焦各类工程材料的性能达标性检测。检测对象包括道路路面沥青、水泥、砂石料,桥梁混凝土、钢材及外加剂等核心材料。检测重点围绕材料力学性能、耐久性能及适配性能展开,判断材料是否符合工程设计要求,排查材料质量缺陷。通过材料检测把控材料进场质量,避免不合格材料投入工程使用,从源头保障道路桥梁工程质量,为后续工程施工质量管控提供可靠支撑,严格契合道路桥梁材料检测领域的核心规范要求。

1.4 道路桥梁结构试验检测内容

结构试验检测分为局部与整体检测两个层面。局部检测针对裂缝、锈蚀等病害,采用裂缝测宽仪、电位差法等手段定位损伤位置并评估严重程度。整体检测通过长期健康监测系统实现,集成应变计、加速度计及温度传感器,实时采集结构响应数据,结合有限元模型分析结构安全储备。特殊检测技术如红外热成像用于识别混凝土内部脱空,声发射技术监测裂缝扩展过程,为维修加固提供科学依据。结构性能退化评估需考虑环境侵蚀、荷载反复作用等因素,建立多因素耦合分析模型,预测结构剩余寿命。

2 道路桥梁试验检测关键技术支撑

2.1 道路工程试验检测技术

道路工程试验检测技术以无损检测与智能感知为核心,涵盖路基路面性能评估与病害诊断^[2]。路基压实度检测采用核子密度仪与灌砂法互补,通过射线衰减原理与

体体积置换法量化土基密实程度,确保压实质量满足设计要求。路面平整度检测依赖激光断面仪与连续式平整度仪,利用激光测距技术捕捉路面微观起伏,结合国际平整度指数(IRI)量化行车舒适性。弯沉检测技术从传统贝克曼梁升级为落锤式弯沉仪(FWD),通过动态荷载模拟车辆作用,精准获取路面结构层刚度分布。路基路面材料性能检测引入X射线衍射仪与热重分析仪,分析集料矿物组成与沥青老化程度,为材料优化提供数据支撑。针对半刚性基层裂缝问题,采用声发射监测技术捕捉微裂缝扩展信号,结合频谱分析定位损伤源,实现病害早期预警。

2.2 桥梁工程试验检测技术

桥梁工程试验检测技术聚焦结构安全监测与损伤识别,融合多学科交叉方法。静载试验通过分级加载验证桥梁极限承载力,利用振弦式应变计与位移传感器采集结构响应,结合影响线理论评估结构工作状态。动载试验采用环境振动法或强迫振动法获取桥梁模态参数,通过频率、振型与阻尼比变化识别结构刚度退化。斜拉桥索力检测发展出磁通量法与振动频率法,前者通过电磁感应量化钢索应力,后者利用索体振动频率反推索力值,两种方法互为校核提高检测精度。混凝土内部缺陷检测采用超声波横波测井技术,利用横波对裂缝的敏感性,结合首波幅度衰减分析缺陷尺寸与位置。针对钢桥疲劳裂纹,应用涡流检测技术扫描焊缝区域,通过电磁感应信号变化定位裂纹起始点,为疲劳寿命评估提供依据。

2.3 道路桥梁试验检测仪器设备应用技术

试验检测仪器设备应用技术向高精度、多功能与自动化方向发展。全站仪与三维激光扫描仪构成几何形态测量双核心,前者通过极坐标法获取结构关键点坐标,后者利用激光脉冲扫描生成点云模型,实现桥梁线形与变形毫米级监测。光纤光栅传感系统应用于大跨桥梁应变监测,将光纤植入结构内部,通过波长漂移量反演应变变化,具有抗电磁干扰、耐腐蚀与长距离传输优势。无线传感器网络(WSN)突破传统有线布局局限,采用自组网技术实现多节点数据同步采集,结合低功耗设计满足长期监测需求。机器视觉技术赋能裂缝自动识别,通过卷积神经网络(CNN)训练模型,从高清图象中提取裂缝特征,结合图像拼接技术实现全桥范围病害普查。便携式X荧光光谱仪与落锤式沥青混合料分析仪推动现场快速检测,前者无需制样即可分析金属元素含量,后者通过冲击破碎反演混合料级配,显著提升检测效率。

3 道路桥梁试验检测实施路径

3.1 试验检测组织体系搭建

道路桥梁试验检测工作的高效开展,离不开科学合理的组织体系支撑。搭建完善的试验检测组织体系,需从机构设置、人员配置及职责划分三方面入手^[1]。在机构设置层面,应依据工程规模与检测需求,设立专门的试验检测部门,该部门独立于施工与监理单位,确保检测结果的客观性与公正性。人员配置方面,需组建一支具备专业素养与丰富经验的检测团队,团队成员应涵盖材料科学、结构工程、测量技术等多个专业领域,以满足不同检测任务的需求。职责划分上,应明确各级人员的职责权限,从项目负责人到具体检测人员,均需承担相应的责任与义务,形成层次分明、责任清晰的组织架构。通过这样的组织体系搭建,可为试验检测工作提供坚实的组织保障,确保检测任务的顺利完成。

3.2 试验检测流程标准化建设

试验检测流程的标准化建设是提升检测效率与质量的关键。标准化建设应贯穿于检测工作的全过程,包括检测前准备、检测过程实施及检测后数据处理等环节。检测前准备阶段,需制定详细的检测计划,明确检测目标、方法、设备及人员安排等,确保检测工作的有序进行。检测过程实施阶段,应严格按照既定的检测流程与方法进行操作,避免人为因素对检测结果的影响。同时,需做好检测记录,确保数据的真实性与完整性。检测后数据处理阶段,需运用科学的方法对检测数据进行整理、分析,形成准确的检测报告。通过标准化建设,可规范检测行为,减少误差,提高检测结果的可靠性与准确性。

3.3 试验检测技术流程规范

试验检测技术流程的规范是保障检测质量的重要措施。技术流程规范应涵盖检测设备的选用、校准、使用及维护等方面。在检测设备选用上,需根据检测任务的需求,选择性能稳定、精度高的设备,确保检测结果的准确性。设备校准方面,应定期对检测设备进行校准,确保设备的测量精度符合标准要求。设备使用过程中,需严格按照操作规程进行操作,避免误操作对设备造成损坏或影响检测结果。设备维护方面,需建立完善的设备维护制度,定期对设备进行保养与维修,延长设备使用寿命,确保设备的良好运行状态。通过技术流程的规范,可提升检测工作的专业化水平,为道路桥梁工程的质量安全提供有力保障。

4 道路桥梁试验检测技术优化策略

4.1 试验检测技术流程优化

试验检测技术流程优化需以提升效率与保障质量为目标,构建动态调整机制^[4]。针对传统流程中环节割裂问题,可推行“检测-分析-反馈”一体化模式,将现场数

据采集与初步分析同步衔接,通过移动终端实时上传检测数据至云端平台,减少人工录入误差与信息传递延迟。流程节点设置应强化逻辑关联性,例如材料检测环节增加原材料进场预审步骤,在取样前核对生产批次与质量证明文件,避免无效检测;结构检测环节优化加载方案编制流程,结合数值模拟结果预先确定关键测点位置,减少现场调试时间。对于重复性高的常规检测项目,可制定标准化作业模板,明确设备参数设置、操作步骤与记录格式,通过流程固化降低人为因素干扰。同时,建立流程执行监督机制,定期开展流程合规性检查,针对发现的步骤冗余或衔接不畅问题,组织专家论证后实施针对性修订,确保流程持续适应工程实际需求。

4.2 试验检测技术升级路径

试验检测技术升级需把握智能化与精细化发展方向,推动检测手段迭代更新。在无损检测领域,可引入多传感器融合技术,将超声波、红外热成像与雷达检测数据集成处理,通过信息互补提升缺陷识别准确率;针对复杂结构检测,研发机器人搭载检测设备,利用自主导航与路径规划功能实现高空或狭窄空间自动化检测,降低人工操作风险。智能化升级方面,部署物联网感知设备构建全要素监测网络,在桥梁关键部位安装应变计、加速度计与温湿度传感器,通过无线传输技术实现结构状态实时感知;开发基于机器学习的数据分析系统,对海量监测数据进行模式识别与异常预警,辅助决策层提前制定维护策略。材料检测技术升级可聚焦快速检测方法研发,例如采用近红外光谱技术实现沥青含量无损测定,通过光谱特征峰匹配替代传统抽提试验,显著缩短检测周期;推广便携式X射线荧光光谱仪用于金属元素分析,无需制样即可获得成分数据,提升现场检测灵活性。

4.3 试验检测人员专业能力提升

试验检测人员专业能力提升需构建“理论-实践-创新”三维培养体系。理论学习层面,定期组织新技术标准与规范解读培训,邀请行业专家讲解智能检测、大数据分析等前沿技术原理,拓宽技术人员知识视野;建立内

部知识共享平台,汇总典型检测案例与问题解决方案,促进经验传承与跨部门交流^[5]。实践锻炼方面,设立“导师带徒”制度,由资深检测人员指导新员工完成实际检测任务,在现场操作中传授设备调试、数据判读等关键技能;推行轮岗机制,安排技术人员交替参与材料检测、结构检测与数据处理工作,培养复合型技术能力。创新能力培养可通过设立技术创新小组实现,针对检测效率提升、质量改进等课题开展技术攻关,鼓励运用新方法、新设备解决实际问题;建立创新成果转化机制,对具有推广价值的技术改进给予奖励,激发技术人员创新积极性。此外,需强化职业道德教育,通过案例分析强调检测数据真实性与客观性的重要性,筑牢质量安全防线。

结束语

道路桥梁试验检测技术贯穿工程建设全周期,对保障工程质量起着不可替代的作用。从核心内容界定到关键技术支撑,从实施路径规划到优化策略制定,每一环节均紧密关联且相互影响。通过科学搭建组织体系、推进流程标准化建设、规范技术流程,可夯实检测工作基础;借助流程优化、技术升级与人员能力提升,能持续增强检测技术水平。只有不断探索创新,将先进理念与技术融入检测实践,才能切实提高道路桥梁试验检测质量,为交通基础设施的可靠运行筑牢坚实防线。

参考文献

- [1]马晓颖.道路桥梁工程的原材料试验检测技术研究[J].科技资讯,2025,23(19):167-169.
- [2]刘富洁.道路桥梁工程原材料试验检测技术研究[J].运输经理世界,2025(12):92-94.
- [3]喻坛熹.道路桥梁试验检测技术要点及应用研究[J].张江科技评论,2025(2):81-83.
- [4]吴林威.道路桥梁工程原材料试验检测技术研究[J].运输经理世界,2024(14):160-162.
- [5]严春松.新型试验检测技术在道路桥梁检测中的应用研究[J].建筑·建材·装饰,2023(24):190-192.