

基于道路与桥梁工程试验检测技术分析

梁如月

濮阳市广通公路工程检测咨询有限公司 河南 濮阳 457000

摘要：道路与桥梁工程试验检测技术是保障工程质量、安全及经济性的核心手段。本文从技术应用视角出发，首先分析检测工作对保障工程质量、提升结构安全性、降低全周期成本的重要意义；其次阐述传统检测技术与现代无损检测技术的原理与特点；进而探讨其在原材料管控、施工过程监控及竣工验收中的具体应用；最后结合行业发展趋势，指出检测技术正朝着智能化、信息化、绿色化方向演进，为工程建设的科学化管理提供技术支撑。

关键词：基于道路；桥梁工程；试验检测；技术分析

引言：道路与桥梁工程作为基础设施建设的关键组成部分，其质量直接关系到交通运行安全与社会经济发展。随着工程规模扩大与结构形式复杂化，传统经验式施工管理已难以满足高标准建设需求，试验检测技术成为把控工程质量的关键环节。从原材料性能验证到施工工艺优化，再到结构服役状态评估，检测技术通过量化数据为工程决策提供科学依据。当前，行业正面临技术升级挑战，如何借助新型检测手段提升工程全周期管理效率，成为行业关注的焦点。

1 道路与桥梁工程试验检测的重要性

1.1 保障工程质量

道路与桥梁工程质量是决定其使用寿命与服务性能的核心要素，而试验检测是保障工程质量的关键防线。在施工前，通过对水泥、钢材、砂石等原材料的力学性能、化学成分检测，可有效排除不合格材料，从源头上避免质量隐患；施工过程中，对混凝土强度、沥青混合料摊铺温度等参数的实时监测，能及时发现工艺偏差并纠正，确保各分项工程符合设计标准。例如，混凝土试块的抗压强度检测，可直观反映结构承载能力，若强度不达标，可立即调整配合比或施工工艺，避免质量缺陷累积。通过全流程、多维度的试验检测，工程质量得以系统性管控，为道路桥梁的长期稳定运行奠定坚实基础。

1.2 提升工程安全性

道路桥梁作为交通基础设施，其安全性直接关乎人民生命财产安全与社会稳定。试验检测技术通过对工程结构的受力性能、耐久性等指标的精准评估，为安全性提供数据支撑。在桥梁荷载试验中，模拟实际交通荷载，检测桥梁结构的应力分布、变形情况，可提前发现结构薄弱点，预防坍塌等重大安全事故；对路基压实度的检测，能避免因压实不足导致的路基沉降、路面开裂，保障行车安全。此外，定期对既有桥梁进行无损检

测，可及时发现混凝土裂缝、钢筋锈蚀等病害，通过预防性维护延长结构使用寿命，降低突发安全风险。试验检测如同工程安全的“体检仪”，为道路桥梁安全运行构筑可靠屏障。

1.3 降低工程成本

合理应用试验检测技术，能够从多环节降低道路与桥梁工程的全生命周期成本。在原材料采购阶段，严格检测可避免因材料不合格造成的返工浪费，减少直接经济损失；施工过程中，通过实时检测优化施工工艺，可提高施工效率，降低人工与机械成本。例如，利用压实度检测技术精准控制路基填筑厚度与碾压次数，既能保证质量，又能避免过度压实造成的资源消耗。在工程验收阶段，全面检测可减少因质量不达标导致的整改费用。此外，通过对既有工程的定期检测评估，可制定科学的养护计划，避免盲目维修，降低养护成本^[1]。

2 道路与桥梁工程试验检测的关键技术

2.1 传统检测技术

2.1.1 压实度检测技术

压实度检测技术是道路与桥梁工程路基、路面施工质量控制的关键手段，其核心在于衡量填土或路面材料压实后的密度与标准最大干密度的比值，以评估压实效果是否满足设计要求。目前，常用的检测方法包括环刀法、灌砂法和核子密度仪法。环刀法操作简便，适用于细粒土，通过在压实土层中切取环刀，称量环刀内土样质量并计算密度；灌砂法精度较高，利用标准砂的置换原理，测量试洞内材料的质量，进而计算压实度，常用于基层和底基层检测；核子密度仪法则借助放射性元素快速测定材料密度和含水量，检测效率高，但需严格遵循安全操作规程。在实际工程中，施工单位通过分层检测压实度，确保每层填土或铺筑材料达到规定标准，避免因压实不足导致路基沉降、路面开裂等问题，为道路

桥梁的结构稳定性和耐久性提供保障。

2.1.2 回弹弯沉检测技术

回弹弯沉检测技术主要用于评定道路路面结构整体承载能力,通过测量路面在规定标准轴载作用下产生的垂直回弹变形量,判断路面强度是否符合设计要求。贝克曼梁法是传统回弹弯沉检测的经典方法,它以杠杆原理为基础,将贝克曼梁的一端置于测点上,另一端安装百分表,通过车辆加载、卸载,读取百分表的变化值来计算回弹弯沉;自动弯沉仪和落锤式弯沉仪等新型设备也逐渐得到应用,自动弯沉仪可实现连续测量,效率较高,而落锤式弯沉仪通过瞬间施加冲击荷载,模拟实际行车荷载,能快速获取弯沉盆数据,分析路面各结构层的模量。回弹弯沉检测结果直接反映路面的承载性能,施工过程中通过检测可及时调整路面结构层的施工参数,验收阶段则作为路面质量评定的重要依据,对保障道路长期使用性能具有重要意义。

2.2 现代无损检测技术

2.2.1 超声波检测技术

超声波检测技术基于超声波在不同介质中传播速度、衰减程度及反射特性的差异,实现对道路桥梁结构内部缺陷的检测。当超声波传入混凝土等材料时,若遇空洞、裂缝或疏松区域,其传播路径、声时、波幅等参数会发生变化,通过分析这些数据,可精准定位缺陷位置与大小。在桥梁桩基完整性检测中,该技术通过预埋声测管,将超声探头置于管内发射和接收信号,快速判断桩基是否存在夹泥、断桩等问题;在混凝土结构检测中,能有效识别裂缝深度与扩展趋势。因其操作灵活、检测结果直观,已成为道路桥梁工程无损检测的常用手段。

2.2.2 探地雷达检测技术

探地雷达检测技术利用高频电磁波在介质中传播时的反射特性,对道路桥梁结构层厚度、内部空洞及地下管线分布等进行探测。当雷达天线向地下发射高频电磁波,遇到不同介电常数的介质界面时,部分电磁波会反射回地面被天线接收,根据反射波的时间、波形和强度,经信号处理后可形成地下结构的图像剖面。在道路施工中,可实时检测沥青路面各结构层厚度是否达标,判断路基是否存在软弱夹层;在桥梁检测中,能定位混凝土内部空洞、钢筋锈蚀区域。该技术具有检测速度快、非接触、分辨率高的特点,为工程质量评估提供直观可靠的数据支持。

2.2.3 红外热像检测技术

红外热像检测技术基于物体表面温度场分布与结构状态的关联性,通过红外热像仪捕捉物体表面辐射的红

外线,将其转换为温度分布图像,从而识别道路桥梁结构的异常状况。当结构存在缺陷(如混凝土内部空洞、防水层破损、管道渗漏)时,会导致热量传导异常,使表面温度场产生温差,热像仪将这种温差以可视化图像呈现。在桥梁检测中,可快速发现梁体表面裂缝、混凝土剥落等病害;在道路检测中,能检测路面坑槽、脱空及地下管道泄漏位置。该技术具有非接触、大面积快速检测的优势,尤其适用于高空、危险区域的检测,为工程隐患排查提供高效便捷的手段^[2]。

3 道路与桥梁工程试验检测技术的应用

3.1 原材料检测

原材料质量是道路与桥梁工程的根基,其性能直接影响工程整体质量与使用寿命。在水泥检测中,需测定其凝结时间、强度、安定性等指标,若水泥安定性不合格,硬化后会因内部应力不均产生裂缝,威胁结构安全;对于钢材,通过拉伸试验、弯曲试验检测其屈服强度、抗拉强度及冷弯性能,确保钢材满足设计承载要求,避免因强度不足导致桥梁构件断裂。砂石作为混凝土的骨料,需检测其颗粒级配、含泥量和压碎值,含泥量过高会降低混凝土强度与耐久性。此外,沥青的针入度、延度、软化点等指标检测,能判断其黏结性、塑性和耐热性,保证沥青路面的抗滑性与抗车辙能力。通过对原材料进行严格的物理化学性能检测,可从源头剔除不合格材料,为工程质量筑牢第一道防线。

3.2 施工过程检测

施工过程检测是保障工程质量、控制施工工艺的关键环节。在路基施工中,利用压实度检测技术(如灌砂法、核子密度仪法)实时监测填土压实效果,确保路基达到设计密实度,防止因压实不足导致路基沉降;混凝土浇筑时,通过现场制作试块并进行抗压强度试验,及时调整配合比与浇筑工艺,保障结构强度达标。在桥梁预应力施工中,采用应力传感器监测钢绞线张拉应力,避免超张拉或张拉不足影响桥梁承载性能;运用超声波检测技术对桩基进行完整性检测,可在桩基浇筑完成后快速判断是否存在断桩、夹泥等缺陷,以便及时采取补救措施。此外,对路面平整度、横坡、高程等指标的检测,能确保路面施工符合设计要求,提升行车舒适性与安全性。施工过程检测通过动态监测与及时纠偏,保障工程按质按量推进。

3.3 工程竣工验收检测

工程竣工验收检测是对道路与桥梁工程质量的全面评估,为工程交付使用提供科学依据。在道路检测中,采用弯沉检测技术(如贝克曼梁法、落锤式弯沉仪法)

测定路面整体承载能力,结合平整度、抗滑性能等指标,综合评价路面质量;通过钻芯取样检测沥青路面结构层厚度和压实度,验证是否符合设计标准。桥梁竣工验收时,开展荷载试验模拟实际交通荷载,监测桥梁结构的应力、应变和位移,评估其承载能力与工作性能;运用探地雷达、红外热像等无损检测技术,对混凝土结构进行全面扫描,检查是否存在裂缝、空洞等病害。同时,对工程资料的完整性、真实性进行核查,确保施工记录与检测数据可追溯。竣工验收检测以严格的标准和科学的方法,保障工程质量达到设计要求,为道路桥梁安全投入使用提供可靠保障。

4 道路与桥梁工程试验检测技术的发展趋势

4.1 智能化与自动化

智能化与自动化是道路桥梁检测技术的核心发展方向。通过融合人工智能、物联网与机器人技术,传统人工检测模式正逐步向自动化、智能化转变。例如,智能检测机器人可自主完成桥梁裂缝、混凝土病害的巡检工作,利用图像识别与深度学习算法自动识别病害类型、位置及严重程度,相比人工检测效率提升数倍且检测精度更高;无人驾驶检测车搭载激光雷达、高精度传感器,可在行驶过程中自动采集路面平整度、车辙深度等数据,实现道路状况的快速评估。这些技术减少了人工干预,降低了检测人员的劳动强度与安全风险,同时提高了检测数据的准确性与及时性,推动检测工作向高效、精准的方向发展。

4.2 信息化与数字化

信息化与数字化技术的深度应用,为检测工作带来了全新变革。利用BIM(建筑信息模型)技术,可将道路桥梁的设计、施工与检测数据整合到三维模型中,实现检测结果的可视化呈现与动态管理,使工程师能更直观地分析结构问题;大数据与云计算技术则可对海量检测数据进行高效处理与深度挖掘,通过建立数据分析模型,预测结构病害发展趋势,为工程养护决策提供科学依据。此外,区块链技术的应用可确保检测数据的不可篡改与可追溯性,提升数据公信力。信息化与数字化的发展,打破了信息孤岛,实现了检测数据的高效共享与协同管理,推动工程检测向智慧化迈进。

4.3 绿色化与环保化

在“双碳”目标与可持续发展理念的驱动下,检测

技术的绿色化与环保化趋势日益显著。一方面,新型无损检测技术的推广减少了对结构的破坏性检测,降低了材料损耗与修复成本,例如探地雷达、红外热像等技术可在不破坏结构的前提下完成检测,减少资源浪费;另一方面,检测设备的研发更注重节能环保,如采用电动化、低能耗的检测仪器替代传统燃油设备,降低检测过程中的碳排放。此外,绿色检测技术的应用还体现在对环境影响的监测上,通过实时检测施工过程中的噪声、粉尘、废水等指标,助力工程建设实现绿色环保目标,推动行业可持续发展。

4.4 纳米技术与微观检测的结合

在道路与桥梁工程领域,纳米技术与微观检测的结合为材料性能研究开辟新路径。纳米材料具有独特的物理化学特性,将其应用于工程材料检测,可深入剖析材料内部微观结构缺陷与性能变化。借助纳米探针、原子力显微镜等先进设备,能够在纳米尺度下精准测定材料的力学性能、化学组成及分子间作用力。这不仅有助于优化材料配方,还能提前发现潜在隐患,为道路桥梁的耐久性提升与病害预防提供数据支撑,推动工程检测从宏观表象分析向微观本质研究迈进,实现材料质量控制的精细化与科学化^[3]。

结束语

道路与桥梁工程试验检测技术贯穿工程全生命周期,是保障工程质量与安全的核心支撑。从传统检测技术对施工质量的基础把控,到现代无损检测技术的精准诊断,再到智能化、信息化、绿色化的前沿趋势,检测技术的每一次革新都推动着行业向更高标准迈进。未来,随着科技深度融合与实践经验积累,检测技术将以更高效、智能、环保的方式,持续为道路桥梁工程的规划、建设与运维提供科学依据,为交通基础设施的高质量发展筑牢技术基石,助力社会经济稳步前行。

参考文献

- [1]刘杰.地铁保护区变形自动化监测技术应用[J].今日自动化,2021,(1):107-108.
- [2]李庆.现代测绘技术在地铁隧道变形监测中的应用研究[J].城镇建设,2020(1):141.
- [3]刘春敏.浅谈道路桥梁施工中存在的问题及对策[J].民营科技,2012(2):163.