

公路工程检测在公路工程质量控制中的应用探究

张立云

新疆金正建设科技有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：公路工程检测作为质量控制的关键环节，贯穿工程建设全生命周期。通过对材料质量的源头把控、施工过程的动态监测、隐蔽工程的质量验证及竣工验收的量化评估，可有效保障公路工程质量。然而，当前检测技术适配性不足、数据智能化应用滞后、特殊工况存在检测盲区等问题亟待解决。发展多模态融合检测技术、构建检测大数据平台、完善全寿命周期检测体系等对策，对提升公路工程质量控制水平具有重要意义。

关键词：公路工程；检测；质量控制；应用

引言

随着我国交通基础设施建设规模持续扩大，公路工程质量安全成为社会关注焦点。公路工程检测作为质量控制的重要手段，对保障工程耐久性、安全性及使用性能至关重要。在实际应用中，检测技术与工程需求的适配性矛盾、数据处理效率低下等问题日益凸显。本文通过分析公路工程检测在质量控制中的应用要点，探讨现存问题并提出针对性对策，旨在为提升公路工程质量管控水平提供理论参考与实践指导。

1 公路工程检测概述

公路工程检测是保障公路建设质量与安全的关键技术手段，贯穿于工程规划、设计、施工及运营全生命周期。其核心在于运用各类先进技术和设备，对公路工程建设中涉及的原材料、构配件、半成品及成品进行全方位性能检测与评估，通过科学的数据采集与分析，精准把控工程质量状况，确保公路建设符合设计标准和使用要求。在公路工程建设前期，检测工作聚焦于原材料质量把控。针对水泥、沥青、砂石等基础材料，需通过物理化学试验测定其强度、级配、稳定性等关键指标。以沥青为例，需检测针入度、延度、软化点等参数，判断其黏结性、塑性和耐热性是否满足道路使用条件，确保原材料性能可靠，从源头规避质量隐患。施工过程中，检测人员对路基压实度、路面平整度、桥梁结构尺寸等关键指标实时监测。采用灌砂法、环刀法测定路基压实度，借助全站仪、水准仪等测量设备控制路面高程和横坡，运用无损检测技术对桥梁桩基完整性进行评估，及时发现并纠正施工偏差，保障施工质量与设计要求高度契合。建成通车后的公路，检测工作转向运营状态监测。通过定期开展路面破损调查、承载能力检测、抗滑性能测定等，掌握公路使用性能衰变规律。采用激光平整度仪检测路面平整度，利用探地雷达探测路面结构层

厚度和脱空情况，依据检测数据制定科学养护方案，延长公路使用寿命，维持良好服务水平。公路工程检测依托材料科学、工程力学、信息技术等多学科理论，综合运用试验检测、无损检测、智能监测等技术手段，为公路工程质量提供坚实技术支撑，是公路工程建设与养护管理不可或缺的重要环节。

2 公路工程检测在公路工程质量控制中的应用要点

2.1 材料质量源头控制

（1）材料进场前需开展全面检测，针对沥青、水泥、砂石等核心材料，采用物理与化学分析方法，精确测定其强度、级配、稳定性等关键指标。以沥青为例，通过针入度、延度、软化点试验，评估其在不同温度条件下的黏结性与柔韧性，确保材料性能契合设计要求。对砂石材料进行筛分试验与含泥量检测，保障集料级配合理，避免因杂质过多降低混凝土强度与耐久性。（2）建立材料追溯体系，在检测过程中详细记录材料来源、批次、检测时间及结果，形成完整档案。采用二维码标识技术，将材料信息数字化，实现对材料从生产、运输到进场各环节的全程追溯。一旦发现材料质量问题，可迅速定位源头，及时更换不合格材料，避免劣质材料用于工程建设。（3）持续监测材料性能变化，即使同批次材料，受存储环境、运输条件影响，性能也可能波动。定期对库存材料进行复检，特别是对易受潮变质的水泥、活性随时间衰减的沥青等材料，根据复检结果调整使用策略，确保投入工程的材料始终处于最佳性能状态，为公路工程质量奠定坚实基础^[1]。

2.2 施工过程动态监控

（1）运用先进检测设备对公路施工各工序进行实时监测，在路基填筑过程中，采用灌砂法、环刀法等手段，严格控制每层填土的压实度，确保路基压实度符合设计标准，增强路基承载能力与稳定性。借助全站仪、

水准仪等测量仪器,精确控制路面高程、平整度,保障路面线形符合设计要求,避免因高程偏差导致路面排水不畅或行车舒适性降低。(2)针对不同施工工艺制定专项检测方案,沥青混凝土路面摊铺时,通过红外温度检测仪实时监测摊铺温度,确保沥青混合料在适宜温度下压实,提高路面密实度与抗滑性能。在水泥混凝土路面施工中,对混凝土坍落度、凝结时间进行现场检测,保证混凝土浇筑质量,防止出现蜂窝、麻面等缺陷。(3)建立施工质量预警机制,将检测数据与设计标准进行对比分析,一旦发现数据偏离允许范围,立即发出预警信号。施工人员根据预警信息,及时调整施工参数或采取补救措施,如压实度不足时增加碾压遍数、摊铺温度过低时调整加热设备等,实现施工过程质量问题的早发现、早处理,确保公路工程施工质量始终处于可控状态。

2.3 隐蔽工程质量验证

(1)隐蔽工程施工完成后,采用无损检测技术对其质量进行验证,对于地下桩基工程,运用超声波透射法、低应变反射波法检测桩基完整性,判断桩身是否存在断裂、缩颈、离析等缺陷,确保桩基承载能力满足设计要求。在地下管道铺设工程中,通过闭水试验、管道内窥检测技术,检查管道接口密封性与内部状况,避免出现渗漏、堵塞等问题。(2)对隐蔽工程关键部位进行重点检测,在隧道工程中,对初期支护与二次衬砌之间的防水层进行检测,采用地质雷达探测技术,检测防水层是否存在破损、空鼓现象,防止地下水渗漏影响隧道结构安全与使用寿命。在路基填方与地基处理交接部位,检测地基承载力与填方压实度,确保二者衔接处的稳定性,避免出现不均匀沉降。(3)结合施工记录与检测数据进行综合评估,将隐蔽工程施工过程中的各项参数,如混凝土浇筑时间、振捣方式、钢筋绑扎规格等,与检测结果相互印证,全面分析隐蔽工程质量状况。对于检测中发现的质量问题,制定针对性处理方案,如对桩基缺陷进行注浆补强、对防水层破损部位进行修补,确保隐蔽工程质量达到设计标准,为公路工程整体质量提供可靠保障^[2]。

2.4 竣工验收量化评估

(1)采用多种检测手段对公路工程进行全面检测,运用弯沉仪检测路面承载能力,通过测量路面在标准轴载作用下的回弹弯沉值,评估路面结构强度与整体稳定性。利用摩擦系数测定仪检测路面抗滑性能,为行车安全提供数据支持。对路面平整度、构造深度等指标进行检测,确保路面使用性能符合设计要求。(2)依据检测数据进行量化评分,按照相关技术标准与规范,将各项

检测指标赋予相应权重,计算出工程质量综合评分。对于不同类型的公路工程,根据其功能与使用要求,调整评分标准侧重点,如高速公路对路面平整度、抗滑性能要求较高,在评分时适当提高这些指标权重,使评分结果更能准确反映工程实际质量水平。(3)根据量化评估结果进行质量验收与整改,对于评分达到或超过验收标准的公路工程,准予验收;对于未达标的工程,明确列出存在的质量问题与整改要求,施工单位需按照要求进行整改,整改完成后重新进行检测评估,直至满足验收标准。通过竣工验收量化评估,确保公路工程质量符合设计与使用要求,为公路投入运营后的安全、稳定、高效运行提供有力保障。

3 公路工程质量检测在公路工程质量控制应用中存在的问题与对策

3.1 存在的问题

3.1.1 检测技术适配性不足

公路工程建设环境复杂多变,不同地质条件、气候因素和施工工艺对检测技术提出差异化要求。当前检测技术在适配性方面存在明显短板,传统的无损检测方法如超声波检测、雷达检测等,在面对特殊材料或复杂结构时,信号衰减和干扰问题突出,难以获取精准数据。例如,在高含水量软土地基检测中,电磁波传播特性改变导致雷达图像失真,影响缺陷识别准确性;在新型复合材料路面检测时,现有技术缺乏针对性的检测参数和分析模型,无法有效评估材料性能。检测设备的通用性与工程实际需求的特异性矛盾显著,同一检测设备在不同项目中难以满足多样化检测需求,增加检测误差和成本,降低质量控制效率。

3.1.2 数据智能化应用滞后

公路工程质量检测产生海量数据,涵盖材料性能、结构参数、施工过程等多维度信息。然而,当前数据处理仍依赖人工分析和简单统计,智能化应用程度低。第一,检测数据格式多样、标准不统一,不同检测设备和系统生成的数据难以兼容,导致数据整合与共享面临重重困难,进而形成数据割裂状态,阻碍信息流通与深度挖掘。第二,缺乏先进的数据处理算法和智能分析模型,无法从大量数据中快速提取关键特征和潜在规律,难以实现质量问题的早期预警和趋势预测。例如,对长期沉降监测数据的分析,人工处理仅能得到局部时段的变化趋势,无法通过数据建模预测未来沉降发展,不能为工程维护和决策提供科学依据,限制了检测数据在质量控制中的价值发挥^[3]。

3.1.3 特殊工况检测盲区

公路工程施工和运营过程中,存在诸多特殊工况,如隧道穿越断层破碎带、桥梁深水基础施工、极端气候环境下的路面服役等,这些工况对检测技术和手段提出严峻挑战,形成检测盲区。在隧道断层破碎带施工检测中,复杂地质条件导致地质雷达和声波探测信号紊乱,难以准确判断围岩稳定性和支护效果;桥梁深水基础水下结构检测受水流、能见度等因素影响,常规检测设备无法有效作业,水下结构病害难以及时发现。极端气候条件下,如高温、严寒、强风等,检测设备性能下降甚至无法正常工作,无法对公路设施进行实时监测,使得特殊工况下的工程质量处于失控风险之中,给公路工程全寿命周期质量控制带来隐患。

3.2 对策

3.2.1 发展多模态融合检测技术

为提升检测技术对复杂工程环境的适应性,需发展多模态融合检测技术。将多种检测技术的优势互补,构建多源信息融合的检测体系。例如,将超声波检测的高分辨率与探地雷达的大面积快速扫描能力相结合,在路基压实度检测中,通过超声波获取局部压实细节,利用雷达进行整体区域扫描,形成全面的压实度评估结果。引入光学检测、电磁检测等新技术,结合机器学习算法,对多模态检测数据进行特征提取和融合分析,建立智能识别模型。在桥梁结构检测中,融合应变传感器数据、振动检测数据和视觉图像信息,通过深度学习算法准确识别结构裂缝、位移等病害,提高检测的准确性和可靠性,有效解决单一检测技术适配性不足的问题。

3.2.2 构建检测大数据平台

针对检测数据智能化应用滞后问题,构建检测大数据平台是关键。该平台需统一数据标准和接口规范,实现不同检测设备和系统的数据无缝对接与集成。采用分布式存储和云计算技术,对海量检测数据进行高效管理和处理,确保数据的安全性和可扩展性。利用大数据分析技术,如数据挖掘、机器学习等,对检测数据进行深度分析,建立质量评估、病害预测等智能模型。通过对历史检测数据和实时监测数据的关联分析,挖掘质量变化规律,实现质量问题的早期预警和精准诊断。例如,

在路面病害预测中,通过分析交通流量、环境因素和历史病害数据,建立预测模型,提前制定养护计划,提高公路工程质量控制的科学性和主动性。

3.2.3 完善全寿命周期检测体系

为消除特殊工况检测盲区,需完善公路工程全寿命周期检测体系。在工程规划阶段,针对特殊工况制定专项检测方案,预留检测通道和接口,为后续检测提供条件。施工过程中,采用动态检测技术,实时监测特殊工况下工程结构的受力和变形情况,如在桥梁深水基础施工中,利用水下机器人搭载检测设备,对基础结构进行全方位检测,及时发现施工缺陷并调整施工工艺。运营阶段,建立智能监测系统,运用物联网、传感器等技术,对公路设施进行长期实时监测,尤其在极端气候条件下,通过部署在关键部位的传感器,实时获取结构响应数据,结合预测模型评估设施安全状态,实现特殊工况下公路工程质量持续监控和有效控制,保障公路工程全寿命周期安全可靠^[4]。

结语

综上所述,公路工程检测是保障公路工程质量的核心要素,在材料控制、施工监管、质量验收等环节发挥着不可替代的作用。针对当前检测技术应用中存在的适配性、智能化及特殊工况检测等问题,需从技术创新、数据管理和体系完善等方面着手改进。通过推广多模态融合检测技术、构建智能化大数据平台、建立全寿命周期检测体系,能够显著提升公路工程质量控制的科学性与精准性,推动公路建设行业高质量发展。

参考文献

- [1]徐晓峰.公路工程检测在公路工程质量控制中的应用探究[J].人民交通,2021(22):48-49.
- [2]曾祥方.公路工程检测技术在公路工程质量控制中的应用[J].房地产导刊,2023(22):147-148,151.
- [3]翟夫净.公路工程检测技术在公路工程质量控制中的应用[J].电脑采购,2020(34):43-44.
- [4]毕丹.公路工程检测在公路工程质量控制中的应用研究[J].国际援助,2020(19):190.