

# 公路工程试验检测及公路工程管理措施

张久善

阿鲁科尔沁旗公路管护和运输保障中心 内蒙古 赤峰 025550

**摘要：**公路工程试验检测是保障工程质量的核心环节，涵盖原材料检测、路基路面性能检测及桥梁结构健康监测等内容，通过无损检测、自动化设备及实验室标准化流程提升检测精度。公路工程管理需构建全过程质量管控体系，强化成本精细化配置与进度安全协同，利用信息化平台实现数据集成与移动端审批，同时完善质量责任追溯机制与标准化施工流程，确保工程高效推进与质量达标。

**关键词：**公路工程；试验检测；管理措施

引言：公路工程作为国家基础设施建设的核心领域，其质量与安全直接关系到社会经济发展与民生福祉。试验检测作为工程质量控制的“眼睛”，通过科学评估原材料性能、结构承载能力及施工工艺合规性，为工程安全提供技术保障；而高效的管理措施则是保障工程进度、成本与安全协同推进的关键。本文从试验检测技术体系与工程管理痛点出发，探讨如何通过技术创新与管理优化，构建全流程质量管控机制，推动公路工程高质量发展。

## 1 公路工程试验检测技术体系分析

### 1.1 试验检测的核心内容

(1) 原材料检测：原材料是公路工程质量的基础保障，检测核心围绕性能达标性展开。沥青需检测针入度、软化点、延度等关键指标，确保其高温稳定性与低温抗裂性；集料重点核查级配、压碎值、磨耗率，保障骨架支撑能力；水泥则聚焦强度、凝结时间、安定性，避免因材料缺陷引发结构隐患。(2) 路基路面性能检测：直接关联公路通行质量与使用寿命。压实度检测确保路基路面密实度达标，减少后期沉降；平整度检测反映路面行车舒适性，规避颠簸引发的病害；弯沉检测评估结构承载能力，判断是否满足设计荷载要求，是路面结构安全的重要校验指标<sup>[1]</sup>。(3) 桥梁结构健康监测：针对桥梁关键构件开展动态监测。应力检测追踪结构受力状态，预防过载损坏；变形检测监控桥梁挠度、位移等参数，及时发现结构异常；耐久性检测聚焦钢筋锈蚀、混凝土碳化等问题，为桥梁养护维修提供科学依据。

### 1.2 常用检测技术方法

(1) 无损检测技术：具备非破坏性优势，广泛应用于隐蔽工程检测。雷达探测可快速定位路面层间病害、路基空洞；红外热成像通过温度差异识别路面裂缝、积水隐患，实现高效无损排查。(2) 自动化检测设备：提

升检测效率与精度。落锤式弯沉仪模拟行车荷载，快速获取路面弯沉数据；激光断面仪精准测量路面平整度、构造深度等参数，实现检测数据的自动化采集与分析。

(3) 实验室标准化试验流程：为检测结果提供权威依据。通过规范的样品制备、仪器操作、数据处理流程，开展原材料性能等核心指标的精准测试，确保检测结果的科学性、可比性与公正性。

### 1.3 技术发展瓶颈

(1) 检测精度与效率的矛盾：高精度检测往往依赖复杂操作与长时间数据采集，难以适配大规模工程的快速检测需求；而追求效率的快速检测方法，易受环境干扰导致精度下降，二者平衡成为技术优化难点。(2) 复杂环境下的适应性不足：在极端天气（高温、严寒、暴雨）、复杂地质（软土路基、山区地形）等场景下，现有检测设备易出现信号干扰、操作受限等问题，检测稳定性与可靠性大幅降低<sup>[2]</sup>。(3) 数据孤岛与共享难题：不同检测技术、不同项目的检测数据格式不统一，缺乏统一的数据共享平台，导致数据无法有效整合利用，难以实现跨项目的技术总结与协同优化，制约了检测技术的整体提升。

## 2 公路工程管理现存问题与挑战

### 2.1 质量管理漏洞

(1) 施工过程监控盲区：公路工程线路长、施工点分散，部分偏远路段或隐蔽工程存在监控缺位现象。传统人工巡检覆盖不全面，难以实时跟踪路基压实、路面摊铺等关键工序的施工质量，易出现偷工减料、工艺不规范等问题，为工程质量埋下隐患。同时，夜间施工、交叉作业等场景下，监控力度进一步弱化，质量管控的连续性难以保障。(2) 质量责任追溯困难：部分项目施工资料记录不规范、不完整，关键工序验收记录模糊，材料进场检验凭证缺失。一旦出现质量问题，无法精准

定位责任主体、追溯问题源头,导致责任追究流于形式。此外,分包层级过多也加剧了责任划分难度,形成“谁都负责、谁都不担责”的困境。

## 2.2 成本控制难题

(1) 材料浪费与返工成本高:施工方案优化不足、现场管理粗放,导致砂石、沥青等主材损耗率超标;材料存储不当引发变质、损坏,进一步增加浪费。同时,因施工质量不达标、设计变更衔接不畅等原因产生的返工现象频发,额外消耗大量人力、物力成本,显著推高工程总造价。(2) 检测设备重复投入:不同施工标段、不同检测单位间缺乏设备共享机制,各主体均自主采购落锤式弯沉仪、雷达探测仪等高价检测设备。部分设备使用频率低、闲置时间长,造成资源浪费;同时,设备维护、校准成本分散承担,进一步提升了工程管理的隐性成本<sup>[3]</sup>。

## 2.3 进度与安全风险

(1) 多工种协同效率低下:公路工程涉及路基、路面、桥梁、机电等多个工种,各工种间施工计划衔接不紧密,存在工序脱节、等待窝工等问题。缺乏高效的协同沟通机制,导致设计变更、现场突发情况等信息传递滞后,影响整体施工进度。此外,外包队伍与总包单位的协作磨合不足,也降低了施工推进效率。(2) 安全隐患动态识别不足:对高空作业、基坑开挖、临时用电等高危环节的安全巡查流于表面,难以实时识别动态变化的安全隐患。部分项目安全培训不到位,施工人员安全意识薄弱,违规操作现象时有发生。同时,极端天气、地质灾害等突发风险的预警和应对机制不完善,进一步加剧了安全管理压力。

## 2.4 信息化管理滞后

(1) 数据采集标准化程度低:质量检测、进度统计、成本核算等数据的采集格式不统一,多依赖人工录入,存在数据遗漏、误差大等问题。不同管理系统间数据接口不兼容,导致施工、监理、业主等多方数据无法有效对接,形成“信息孤岛”,难以实现数据的整合利用。(2) 决策支持系统缺失:现有管理模式多依赖经验判断,缺乏基于大数据、物联网的智能化决策工具。无法通过数据挖掘分析预判施工风险、优化资源配置、调控施工进度,导致管理决策的科学性、前瞻性不足,难以适应现代化公路工程精细化管理的需求。

## 3 公路工程管理措施优化策略

### 3.1 全过程质量管控体系构建

(1) 事前控制:原材料准入机制与检测方案预审。建立严格的原材料分级准入制度,明确沥青、水泥、集

料等核心材料的供应商资质标准,对供应商进行动态考核与信用评级,优先选择信誉良好、产能稳定的合作方。原材料进场前实施“双检”制度,既要求供应商提供合格证明文件,又需第三方检测机构进行抽样复检,检测合格后方可入库使用。同时,开展检测方案预审工作,结合工程规模、地质条件、设计要求等,细化检测指标、频次与方法,明确各环节检测责任主体,确保检测方案的科学性与可操作性,从源头规避质量风险。

(2) 事中控制:实时监测与动态调整。依托BIM技术构建工程三维可视化模型,整合施工图纸、进度计划、检测数据等信息,实现施工过程的数字化管控。在路基压实、路面摊铺、桥梁浇筑等关键工序环节,部署物联网传感器,实时采集压实度、温度、湿度、应力等数据,通过无线传输模块同步至管控平台。平台对数据进行实时分析,若发现参数偏离标准阈值,立即发出预警并推送至相关责任人,指导现场及时调整施工工艺。此外,利用BIM模型进行虚拟施工推演,提前预判交叉作业冲突,优化施工流程,保障施工质量与效率的协同提升<sup>[4]</sup>。(3) 事后控制:质量追溯与责任终身制落实。建立全流程质量追溯系统,对施工工序、材料使用、检测结果等信息进行全程记录,形成“一物一码、一岗一档”的追溯链条,确保质量问题可精准溯源。严格落实质量责任终身制,明确建设、施工、监理、检测等各方主体的质量责任,签订责任承诺书,将责任细化到具体岗位与个人。工程竣工验收后,同步移交完整的质量追溯资料,后续若出现质量问题,无论时间跨度多久,均能依法依规追究相关责任人的责任,倒逼各方主体强化质量意识。

### 3.2 成本精细化管控措施

(1) 检测资源优化配置。搭建区域性公路工程检测资源共享平台,整合辖区内施工企业、监理单位、第三方检测机构的检测设备与技术人员资源。通过平台发布设备闲置信息、检测需求公告,实现检测设备的跨项目、跨单位共享,减少重复采购与闲置浪费。建立统一的设备维护与校准标准,由平台统筹安排专业人员进行设备维保,降低各主体的单独运维成本。同时,整合检测技术人员资源,组建专业检测团队,为中小项目提供集约化检测服务,提升检测资源的利用效率。(2) 基于大数据的成本预测模型。收集整理历年同类公路工程项目成本数据,包括材料价格、人工费用、设备租赁、施工损耗等,构建大数据成本数据库。运用机器学习算法建立成本预测模型,结合当前项目的地质条件、施工规模、市场价格波动等因素,对工程总成本及各分项工

程成本进行精准预测。通过模型动态监控成本执行情况，及时识别成本偏差风险，提前制定应对措施，如优化材料采购方案、调整施工工艺等。此外，利用模型对设计变更可能产生的成本影响进行预判，为决策提供数据支撑，实现成本的前置管控与动态优化。

### 3.3 进度与安全协同管理

(1) 关键路径法(CPM)与风险预案制定。运用关键路径法梳理工程全流程工序，识别出影响总工期的核心工序与关键路径，明确各工序的起止时间、依赖关系与责任主体，制定精细化的进度计划。基于进度计划开展风险排查，针对关键路径上的工序，预判可能出现的施工延误风险，如恶劣天气、设备故障、材料短缺等，制定对应的应急预案。建立进度动态管控机制，实时跟踪各工序进度完成情况，若出现偏差，及时启动应急预案，通过优化资源配置、调整施工顺序等方式，确保总工期目标的实现。同时，将安全管理要求融入进度计划，避免为追赶进度而忽视安全管控。(2) 智能安全监控系统。构建覆盖全施工区域的智能安全监控网络，整合视频监控、红外感应、AI行为识别等技术，实现对施工安全的全方位、全天候监测。通过AI算法识别高空作业未系安全带、违规动火、临时用电不规范等危险行为，实时发出声光预警并推送至安全管理人员手机端，便于及时制止纠正。在基坑开挖、桥梁吊装等高危环节，部署位移传感器、沉降监测设备，实时采集安全数据，若数据超标立即触发预警。此外，利用系统记录安全巡查、培训教育等信息，形成安全管理台账，为安全考核与责任追溯提供依据<sup>[5]</sup>。

### 3.4 信息化管理平台建设

(1) 试验检测数据集成管理系统。搭建统一的试验检测数据集成管理系统，规范检测数据的采集格式与录入标准，实现质量检测、原材料检验、结构健康监测等数据的集中存储与管理。系统支持数据自动上传与同步更新，避免人工录入带来的误差与遗漏，同时具备数

据查询、统计分析、报表生成等功能，便于管理人员快速获取准确的检测数据。通过数据集成打破“信息孤岛”，实现施工、监理、业主等多方主体的数据共享，让各方实时掌握工程质量状况，为质量管控决策提供数据支撑。(2) 移动端质量报验与审批流程。开发移动端信息化管理应用，实现质量报验、工序验收、设计变更审批等流程的线上办理。施工人员可通过手机上传报验资料、现场照片等，监理人员实时接收报验通知，现场核查后在线签署验收意见，大幅缩短报验与审批周期，提高工作效率。平台自动记录审批流程与意见，形成电子台账，便于追溯查询。此外，移动端应用支持离线操作，在信号薄弱的施工区域，施工人员可先离线录入数据，待网络恢复后自动同步至平台，确保管理流程的连续性与完整性，推动工程管理向高效化、便捷化转型。

### 结束语

公路工程试验检测是保障工程质量与安全的基石，而科学的管理措施则是工程顺利推进的重要支撑。面对检测精度、成本控制、进度安全及信息化管理等挑战，需持续优化技术体系、强化资源整合、完善协同机制，并依托数字化手段提升管理效能。唯有将技术创新与管理升级深度融合，方能实现公路工程的高质量建设，为交通强国战略提供坚实保障。

### 参考文献

- [1]刘文军.公路工程现场试验检测现状及改善策略[J].交通科技与管理,2021,(10):71-72.
- [2]陈基.高速公路工程试验检测与质量控制技术研究[J].交通科技与管理,2023,4(13):48-50.
- [3]赵栩.公路工程试验检测常见的问题[J].建材发展导向,2023,21(12):38-40.
- [4]邹静莹.公路工程试验检测行业发展问题及对策研究[J].黑龙江交通科技,2023,46(06):131-133.
- [5]于志娟.做好公路工程试验检测对公路工程管理的重要意义[J].大众标准化,2024,(08):184-186.