

公路工程试验检测指导现场施工探讨

李洪飞

新疆北新科技创新咨询有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：公路工程试验检测作为保障工程质量的关键环节，对现场施工起着至关重要的指导作用。本文围绕其核心内容与技术体系展开，深入分析对施工前、中、后的指导作用。同时，指出当前在技术、管理、人员与制度层面存在的问题，如设备精度不足、部门沟通不畅、人员能力参差不齐等。最后从技术创新、管理流程优化、人员与制度保障以及标准化与信息化建设等方面，提出优化策略，以提升工程质量与施工效率。

关键词：公路工程；试验检测；指导现场施工

引言：公路工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其质量直接关乎交通运行安全与经济发展效能。在公路工程建设中，现场施工受地质条件、材料性能、工艺水平等多因素影响，质量隐患难以完全规避。公路工程试验检测作为质量把控的核心手段，贯穿施工全流程，通过对材料、过程及成品的质量检测与分析，为施工提供科学依据。深入探讨其如何精准指导现场施工，对提升工程质量、降低施工风险、保障工程耐久性具有关键意义。

1 公路工程试验检测的核心内容与技术体系

1.1 试验检测的主要内容

(1) 材料检测：作为公路工程质量把控的基础环节，需对沥青、混凝土、钢材等核心原材料开展全面性能检测。其中，沥青需检测针入度、延度、软化点等指标，确保其黏结性与抗老化性；混凝土要测试抗压强度、坍落度、抗渗性，保障结构稳定性；钢材则重点检查屈服强度、抗拉强度及伸长率，避免力学性能不达标引发安全隐患。(2) 施工过程检测：聚焦施工关键环节的指标控制，压实度直接影响路基与路面的承载能力，常用环刀法、灌砂法检测；平整度关乎行车舒适度与路面使用寿命，通过3米直尺或连续式平整度仪测量；强度检测涵盖路基、基层及面层的抗压、抗折强度，及时发现施工中的质量偏差并调整。(3) 成品质量检测：按照验收标准对已完工工程进行质量核验，路面厚度采用钻芯法检测，确保符合设计要求；桥梁承载力需通过荷载试验评估，判断结构是否满足通行需求，同时还需检测路面抗滑性能、桥梁支座变形等指标，全面保障工程成品质量。

1.2 常用检测技术与方法

(1) 无损检测技术：无需破坏工程结构即可实现质量检测，超声波检测可用于探测混凝土内部空洞、裂缝

等缺陷；雷达探测能快速检测路面厚度、路基压实度及地下管线分布；红外热成像技术可识别路面温度异常区域，判断是否存在脱空、积水等问题，大幅提升检测效率与安全性。(2) 实验室检测技术：在专业实验室环境下开展精准检测，力学性能试验通过万能试验机、压力试验机等设备，测试材料与构件的抗压、抗拉、抗剪强度；化学成分分析借助光谱仪、色谱仪等仪器，检测钢材、沥青等材料的化学组成，确保材料成分符合标准要求^[1]。(3) 智能化检测设备：推动检测向高效、精准方向发展，自动化数据采集系统可实时采集检测数据，减少人工记录误差；AI辅助分析平台能对大量检测数据进行智能分析，快速识别质量隐患，为工程质量评估与决策提供科学依据。

2 公路工程试验检测对现场施工的指导作用分析

2.1 施工前指导作用

(1) 通过材料检测优化配合比设计：施工前对沥青、砂石、水泥等原材料的性能检测，是优化配合比的核心依据。例如，检测砂石的级配、含泥量，水泥的初凝终凝时间、强度等级后，可精准调整混凝土或沥青混合料的材料配比—若砂石含泥量超标，需通过增加水泥用量或更换骨料优化配合比，避免因配合比不当导致路面开裂、强度不足等问题，从源头保障施工材料满足工程设计要求，为后续施工奠定质量基础。(2) 地质勘察数据对施工方案制定的影响：通过试验检测获取的地质勘察数据，如路基土的承载力、含水率、压缩系数等，直接决定施工方案的合理性。若勘察发现路基存在软土地层，可依据土样的抗剪强度检测结果，制定换填垫层或水泥搅拌桩加固方案；若含水率过高，需提前规划晾晒或掺灰改良措施，避免因地质条件误判导致施工方案不合理，减少后期路基沉降、边坡失稳等隐患。

2.2 施工过程动态监控

(1) 实时检测数据反馈调整施工参数: 施工过程中, 试验检测通过实时采集数据, 动态调整施工参数。以路基压实为例, 每完成一层压实作业, 通过灌砂法或核子密度仪检测压实度, 若检测值低于设计标准(如高速公路路基压实度要求 $\geq 96\%$), 可立即反馈给现场施工团队, 调整压路机吨位、碾压遍数或行驶速度, 直至压实度达标, 确保路基承载能力符合设计要求, 避免因参数不当留下质量隐患。(2) 异常数据预警与施工工艺修正: 当检测数据出现异常时, 试验检测可及时发出预警并推动工艺修正。例如, 路面摊铺过程中, 若平整度检测数据超出规范允许偏差(如高速公路沥青路面平整度IRI值 $\leq 2.0\text{m/km}$), 需分析是否因摊铺机速度不稳定、振捣频率不当导致, 进而修正施工工艺, 保障施工质量始终处于可控状态^[2]。

2.3 施工后质量验收与改进

(1) 成品检测结果与设计标准的对比分析: 施工后通过成品检测, 将路面厚度、桥梁承载力等指标与设计标准对比, 判断工程是否达标。如路面钻芯检测厚度若低于设计值5mm, 需评估是否影响结构强度, 若不满足要求则需制定返工方案; 若所有指标均达标, 可确认工程通过验收, 为后续通车运营提供质量保障。(2) 质量缺陷溯源与后续施工改进建议: 针对成品检测中发现的质量缺陷, 试验检测可通过数据追溯定位问题根源。例如, 路面出现横向裂缝, 可结合施工过程中沥青温度检测、压实度数据, 判断是否因沥青摊铺温度过低、压实不足导致, 进而为后续同类工程提出改进建议, 如严格控制沥青到场温度、增加碾压遍数等, 推动施工工艺持续优化。

3 公路工程试验检测与现场施工协同的现存问题

3.1 技术层面问题

(1) 检测设备精度与现场环境适应性不足: 部分检测设备在复杂现场环境下易出现精度偏差, 如在高温、高湿度路段使用激光平整度仪时, 仪器镜头易受水汽影响, 导致测量数据误差超出规范允许范围; 路基压实度检测常用的核子密度仪, 在含金属杂质较多的土层中, 射线穿透能力受干扰, 难以准确反映实际压实情况, 影响检测结果对施工的指导价值。(2) 数据采集与传输的实时性差: 当前部分检测仍依赖人工记录数据, 再通过纸质报表或线下录入系统的方式传输, 如混凝土试块强度检测, 需等待实验室完成养护与试验后, 人工整理数据并反馈至施工方, 整个过程耗时1-28天不等, 无法及时将数据同步至现场施工团队, 导致施工调整滞后。

3.2 管理层面问题

(1) 检测与施工部门沟通协调不畅: 检测部门与施工部门常因工作流程、关注点不同出现沟通断层, 例如检测团队发现路基压实度不达标后, 仅通过书面报告反馈, 未与施工团队共同分析问题原因, 施工方可能因理解偏差, 误将压实度不足归咎于压路机吨位不够, 而非填料含水率超标, 导致整改方向错误^[3]。(2) 检测结果应用滞后于施工进度: 部分项目存在“先施工、后检测”的情况, 如路面摊铺作业已推进500米, 而前100米的厚度检测结果尚未出具, 若后续检测发现前100米厚度不达标, 需对已摊铺路段返工, 不仅增加施工成本, 还严重延误工期。

3.3 人员与制度问题

(1) 检测人员专业能力参差不齐: 部分检测人员缺乏系统培训, 对检测标准理解不透彻, 如在进行沥青针入度检测时, 未严格控制试验温度(标准要求 $25^{\circ}\text{C}\pm 0.1^{\circ}\text{C}$), 导致检测数据失真; 还有人员操作不规范, 如使用钻芯机取路面芯样时, 未垂直钻进, 芯样出现倾斜, 影响厚度测量准确性。(2) 质量责任划分不明确, 监督机制缺失: 项目中常存在“检测归检测、施工归施工”的责任割裂情况, 若因检测数据错误导致施工质量问题的, 难以界定检测人员与施工管理人员的责任; 同时, 缺乏有效的监督机制, 部分检测人员存在“走过场”检测现象, 未按规范频率抽样, 降低了检测工作的严肃性与可靠性。

4 优化公路工程试验检测指导现场施工的策略

4.1 技术创新方向

(1) 推广智能化、便携化检测设备: 针对传统设备精度不足、适应性差的问题, 大力推广适配现场复杂环境的智能设备。例如, 采用搭载高清摄像头与红外热成像模块的无人机, 对路基边坡、桥梁支座等高危区域进行快速巡检, 1小时可完成5公里路段全覆盖, 及时发现裂缝、沉降等隐患; 在路基分层压实中嵌入物联网压力传感器, 实时采集压实度数据并同步至施工终端, 避免人工检测的滞后性; 引入手持便携式激光测厚仪, 现场30秒内即可完成路面厚度检测, 大幅提升检测效率与数据准确性。(2) 建立BIM+试验检测数据集成管理平台: 将试验检测数据与BIM模型深度融合, 构建可视化管理体系。例如, 在桥梁施工中, 将混凝土强度检测报告、钢筋保护层厚度检测数据等关联至BIM模型对应构件, 施工人员通过模型点击即可查看实时检测结果; 当检测数据超出规范阈值时, 平台自动在模型中标记预警区域, 并推送至施工负责人, 实现“模型可视化+数据预警”双重指导, 避免因数据分散导致的施工误判^[4]。

4.2 管理流程优化

(1) 制定“检测-施工”联动机制,实现数据实时共享:建立跨部门协作小组,明确检测员、施工员、技术员的职责与沟通流程。例如,在路基施工中,检测员通过移动端APP实时上传压实度、含水率等数据,系统自动同步至施工团队与监理终端,若数据不达标,施工员需在1小时内反馈整改方案,技术员同步提供参数调整建议,形成“检测反馈-方案制定-施工调整”的闭环联动,避免沟通断层。(2) 强化检测报告的时效性与可操作性:改变传统冗长的书面报告形式,采用“核心数据+简明结论+整改建议”的精简报告模板。例如,路面平整度检测报告中,除标注IRI值等关键数据外,需明确标注不达标路段的具体桩号、偏差数值,并附“调整摊铺机振捣频率至45Hz、控制行驶速度5m/min”等可直接落地的操作建议;要求检测报告在检测完成后2小时内出具,紧急项目1小时内优先推送关键数据,确保施工调整及时高效。

4.3 人员与制度保障

(1) 加强检测人员培训与资质认证:建立“岗前培训+定期考核+继续教育”的培养体系。岗前需通过理论考核(如《公路工程试验检测规程》掌握度)与实操考核(如沥青针入度、混凝土抗压强度检测操作),考核合格方可持证上岗;每季度组织专项培训,邀请行业专家讲解智能设备操作、新标准解读等内容;每年开展资质复审,将检测数据准确率、报告合规率纳入复审指标,不合格者暂停上岗,直至补考通过。(2) 完善质量责任追溯体系,明确奖惩机制:构建“人员-设备-数据-施工”全链条责任追溯机制,通过二维码或RFID标签记录检测人员、设备编号、检测时间等信息,若后续发现质量问题,可精准追溯责任主体。设立奖惩制度,对连续6个月检测数据零误差、提出有效施工改进建议的团队,给予一定金额的奖励;对因操作失误导致数据失真、延误施工的人员,扣除当月绩效并进行离岗培训,情节严重者取消检测资质^[5]。

4.4 标准化与信息化建设

(1) 统一检测数据格式与传输标准:依据国家《公路工程试验检测数据交换标准》,制定涵盖材料检测、

过程检测、成品检测的统一数据格式,明确各项指标的字段名称、单位、精度要求(如压实度保留1位小数、混凝土强度保留整数)。建立标准化数据传输接口,实现检测设备、实验室系统、施工管理平台的数据无缝对接,避免因格式不兼容导致的数据孤岛,确保检测数据跨平台实时流转。(2) 构建区域性试验检测数据库,支持大数据分析:以省或地级市为单位,整合辖区内公路工程试验检测数据,建立区域性数据库。通过大数据分析挖掘数据价值,例如,分析近5年不同地质区域的路基压实度检测数据,总结“软土区需增加2遍碾压”“砂性土区控制含水率在12%-15%”等区域化施工规律;针对常见质量缺陷(如路面裂缝),通过关联材料检测、施工参数等数据,定位“沥青低温延度不足+摊铺温度过低”等核心诱因,为后续工程提供数据支撑,推动施工质量持续提升。

结束语

公路工程试验检测作为贯穿施工全周期的关键环节,是保障工程质量、优化施工工艺的核心支撑。从材料把关到过程监控,再到成品验收,其精准的数据反馈为施工决策提供了科学依据。尽管当前仍面临技术适配性、管理协同性等挑战,但随着智能化检测设备的普及、数据集成平台的完善以及责任追溯机制的健全,试验检测将更高效地融入施工流程。未来,持续推动检测技术创新与管理升级,必将为公路工程高质量发展注入更强动力。

参考文献

- [1] 颜范富.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术研究[J].建材发展导向,2023,21(16):57-59.
- [2] 陈家辉.公路试验检测与现场施工质量管控策略研究[J].运输经理世界,2023,(14):13-15.
- [3] 张洁.公路试验检测指导现场施工[J].黑龙江交通科技,2021,40(09):182-184.
- [4] 达龙.公路工程沥青路面施工和现场试验检测技术研究[J].四川建材,2023,49(08):185-187.
- [5] 刘务波.公路工程沥青路面施工现场试验检测技术[J].工程建设与设计,2023,(07):36-38.