

高速公路试验检测质量的控制措施研究

唐 宝

山西晋通公路工程监理有限公司 山西 晋城 048000

摘 要：高速公路试验检测质量控制是保障工程品质的核心。研究聚焦人员、设备、方法、环境及管理五大要素，提出针对性措施：强化人员培训与资质审核，确保操作规范性；升级高精度检测设备并定期校准；引入地质雷达、智能传感器等先进技术；构建标准化检测流程与多级审核机制；完善质量管理体系，强化第三方监管与数据溯源。通过系统性控制，可有效提升检测数据准确性，为工程质量提供科学支撑。

关键词：高速公路；试验检测质量；控制措施

引言：高速公路作为国家基础设施的关键构成，其质量关乎交通安全与运行效率。试验检测是把控高速公路建设质量的重要手段，能精准发现潜在问题，为工程决策提供依据。然而，在实际检测工作中，人员专业水平、设备精度、检测方法适用性、环境干扰以及管理机制等因素，均会对检测质量产生显著影响。深入探究有效的质量控制措施，对于保障高速公路建设质量、推动交通事业高质量发展意义重大。

1 高速公路试验检测质量的影响因素分析

1.1 人员因素

（1）检测人员专业水平与操作规范性直接决定检测数据的准确性。部分检测人员缺乏系统的专业知识储备，对复杂检测项目的原理理解不透彻，在操作过程中容易出现流程遗漏、参数设置错误等问题。例如在路基压实度检测中，操作不规范可能导致核子密度仪摆放位置偏差，进而产生虚假检测数据，影响工程质量判断。

（2）人员培训与资质管理存在短板会加剧质量风险。当前部分检测机构培训机制不完善，仅开展形式化的岗前培训，未建立常态化的技能更新体系，难以应对新型检测技术的应用需求。同时，资质审核流于表面，部分无资质人员违规上岗，进一步降低了检测工作的专业性和权威性。

1.2 设备与材料因素

（1）检测设备精度与校准频率不足会引发系统性误差。部分机构为控制成本，使用老旧、精度不达标的检测设备，且未严格按照规范要求定期校准。如沥青针入度仪长期不校准，会导致沥青性能检测数据失真，影响路面材料配比设计的科学性。

（2）试验材料的质量控制缺失将破坏检测基准。试验用标准物质采购渠道不规范、存储条件不符合要求，会导致材料性能发生变化。例如标准砂含水率超标，会直接影响混凝土配合比试验

结果，误导工程施工中的材料用量配置^[1]。

1.3 方法与环境因素

（1）检测标准与操作规程的适用性不足影响检测有效性。部分机构未及时更新检测标准，仍沿用过时的技术规范，或未结合工程实际情况制定针对性的操作规程，导致检测方法与实际需求脱节。如在高原地区高速公路检测中，未调整适应高原环境的检测参数，会造成数据偏差。

（2）施工环境波动对检测结果干扰显著。温度、湿度等环境因素直接影响材料性能检测，如沥青混合料马歇尔试验中，环境温度偏离标准范围会导致稳定度检测值失真，进而影响路面施工质量评估的准确性。

1.4 管理因素

（1）检测机构资质与管理体系不完善埋下质量隐患。部分机构通过挂靠等方式获取资质，实际检测能力不足，且未建立健全的质量管理制度，存在数据记录不完整、检测流程不规范等问题。管理体系的漏洞导致检测工作缺乏有效约束，质量控制流于形式。

（2）第三方监管与数据溯源机制不健全削弱监管效能。第三方监管机构缺乏独立性和权威性，监管频次不足，对违规行为处罚力度较轻。同时，数据溯源机制不完善，检测数据篡改风险较高，一旦出现质量问题难以追溯责任，无法形成有效的闭环管理。

2 高速公路试验检测质量控制的关键技术

2.1 无损检测技术应用

（1）地质雷达与红外热成像技术在高速公路检测中具备显著优势与特定局限性。地质雷达可通过电磁波探测路基内部结构，快速识别空洞、脱空等隐患，且无需破坏路面结构，检测效率比传统钻芯法提升3-5倍；红外热成像技术则能通过温度差异捕捉路面裂缝、水损害等问题，尤其适用于夜间或低温环境下的大面积检测。但两种技术均受外界环境影响较大，地质雷达在高含水率

路基中易出现信号干扰,红外热成像技术受光照、风速影响会降低检测精度,需结合现场工况调整参数。(2)在路基压实度检测实践中,无损检测技术已实现广泛应用。某高速公路施工中,采用地质雷达与核子密度仪联合检测方案,先通过地质雷达对路基段落进行扫描,标记压实度疑似不达标区域,再用核子密度仪针对性复核。相比全断面钻芯检测,该方法减少了80%的破坏性检测,且检测周期从7天缩短至2天,同时通过数据对比验证,压实度检测误差控制在2%以内,有效保障了路基施工质量。

2.2 自动化与智能化检测技术

(1)智能传感器与物联网(IoT)技术构建了高速公路实时监测体系。在路面结构检测中,埋入式应变传感器、温湿度传感器可实时采集车辆荷载下的路面应力变化及环境参数,数据通过IoT网络传输至云端平台,实现24小时不间断监测;在桥梁检测中,无线加速度传感器能捕捉桥梁振动频率,及时预警结构损伤风险。某省高速公路网应用该技术后,路面病害发现时间从传统巡检的72小时缩短至1小时,大幅提升了隐患处置效率^[2]。

(2)大数据分析技术为检测结果评估提供了科学支撑。通过整合历史检测数据、施工参数、环境数据,利用机器学习算法建立质量评估模型,可实现检测结果的深度分析。例如在沥青路面检测中,大数据分析能结合材料配比、施工温度、检测数据,识别影响路面平整度的关键因素,预测路面使用寿命;在路基检测中,通过分析不同地质条件下的压实度数据,可优化施工工艺参数,使路基合格率提升15%-20%。

2.3 标准化检测流程设计

(1)检测步骤的规范化与可追溯性是质量控制的核心。制定统一的检测流程标准,明确每个环节的操作要求,如路基压实度检测需严格按照“点位布设-设备校准-数据采集-记录核对”四步执行,每个步骤均需记录操作人员、设备编号、时间等信息,实现全程可追溯。同时,采用电子记录系统替代传统纸质记录,避免数据篡改风险,确保检测数据真实可靠,某检测机构实施该流程后,数据记录错误率从8%降至1.2%。(2)检测报告的编制与审核需遵循严格标准。报告编制需包含检测目的、依据标准、检测数据、结果分析等核心内容,数据呈现需附带原始记录截图、设备校准证书编号;审核环节实行三级审核制度,一级审核由检测人员自查,二级审核由项目负责人复核,三级审核由技术负责人终审,重点核查数据逻辑性、标准符合性。某高速公路项目通过规范报告管理,检测报告整改率从25%降至3%,提升

了检测结果的权威性与公信力。

3 高速公路试验检测质量控制的系统性措施

3.1 事前控制措施

(1)检测方案优化与风险评估。检测方案需结合高速公路工程特点(如路基、路面、桥梁等不同结构类型)、技术标准及检测目的进行针对性优化。首先,明确检测指标与频率,例如路基压实度检测需根据填料类型确定环刀法或灌砂法的适用场景,确保检测方法与工程实际匹配;其次,细化操作流程,对样品采集、运输、保存等环节制定标准化规范,避免因操作不统一导致数据偏差。同时,开展全面风险评估,识别可能影响检测质量的潜在因素,如恶劣天气对现场检测的干扰、复杂地质条件下样品代表性不足等,并制定应对预案,例如暴雨天气暂停路基含水率检测,采用防雨棚保护检测设备,或增加样品采集数量以提升代表性,最大程度降低风险对检测结果的影响。(2)设备与材料的预先检验。检测设备与材料的性能直接决定检测数据的准确性,需在检测前完成全面检验与校准。一方面,对核心检测设备(如路面平整度仪、混凝土强度回弹仪)进行计量校准,确保设备精度符合国家标准,校准记录需归档留存;对辅助设备(如样品养护箱)进行功能检查,确认温湿度控制、计时等功能正常。另一方面,对检测所用材料(如混凝土标准试模、化学试剂)进行质量核查,检查试模尺寸精度、试剂有效期及纯度,杜绝因材料质量问题导致检测误差^[3]。

3.2 事中控制措施

(1)现场检测操作监督与实时纠偏。建立现场监督机制,安排专业技术人员对检测操作全过程进行监督,重点核查检测人员是否严格按照方案执行操作,例如样品采集时是否选取有代表性的点位、检测仪器操作是否符合规程。同时,利用信息化手段(如检测设备定位系统、视频监控)实现实时监控,对发现的不规范操作(如未按规定次数测量、数据记录不及时)立即制止并纠偏,要求检测人员重新操作并记录整改情况。此外,定期开展现场操作抽查,对比不同检测人员的操作流程与数据结果,分析差异原因,及时统一操作标准,避免人为因素导致的检测偏差。(2)多部门协同与信息共享机制。构建“检测机构-施工单位-监理单位-建设单位”多部门协同体系,明确各部门职责与沟通流程。检测机构需及时将检测进度、初步数据反馈给监理与建设单位;施工单位需配合提供工程背景资料(如施工图纸、材料进场记录),协助解决现场检测障碍;监理单位需对检测过程进行旁站监督,对检测数据的真实性进行复

核。同时，搭建信息共享平台，实现检测计划、原始数据、报告初稿等信息的实时上传与查阅，各部门可通过平台提出疑问或反馈意见，避免信息不对称导致的检测延误或质量争议，提升检测工作效率与协同效果。

3.3 事后控制措施

(1) 检测数据复核与异常值处理。建立多层级数据复核机制，首先由检测人员对原始数据进行自检，检查数据记录是否完整、计算是否正确；其次由科室负责人进行复检，重点核查数据的逻辑性与合理性（如混凝土强度数据是否符合设计强度等级范围）；最后由技术负责人进行终审，对复检通过的数据进行最终确认。若发现异常值（如数据远超标准范围、同一批次样品数据差异过大），需启动异常值调查程序，分析异常原因，排查是否因设备故障、操作失误或样品问题导致，例如重新校准设备、复核操作记录、重新采集样品进行检测，若确认异常值为偶然误差，需在报告中注明原因及处理方式；若为系统性误差，则需追溯问题源头，整改后重新开展检测，确保最终数据真实可靠^[4]。(2) 质量反馈与持续改进机制。建立质量反馈通道，收集建设单位、监理单位等相关方对检测报告的意见与建议，了解工程实际对检测结果的应用需求，分析检测工作中存在的不足（如报告内容不够详细、检测周期过长）。同时，定期开展质量分析会议，汇总检测过程中发现的问题（如设备故障率、操作不规范次数），运用统计方法（如直方图、趋势图）分析问题规律，制定针对性改进措施，例如优化设备维护计划降低故障率、加强检测人员培训减少操作失误。此外，将改进措施的执行情况纳入后续检测工作考核，跟踪改进效果，形成“发现问题-分析原因-制定措施-执行改进-效果评估”的持续改进闭环，不断提升检测质量水平。

3.4 质量管理体系建设

(1) 引入ISO9001等国际标准。将ISO9001质量管理体系标准融入试验检测全流程，明确质量方针与质量目标（如检测报告合格率 $\geq 99\%$ 、客户满意度 $\geq 95\%$ ），梳理检测业务流程（从检测委托受理到报告出具），识别各环节的质量控制点，制定相应的程序文件（如《检

测样品管理程序》《检测报告编制规程》）。同时，加强员工对ISO9001标准的培训，确保全员理解并遵循体系要求，将标准要求转化为日常工作习惯，例如通过标准化的样品管理流程，避免样品混淆或丢失，通过规范化的报告编制流程，确保报告内容完整、数据准确、结论明确。(2) 检测机构内部审核与外部认证。定期开展内部审核，由机构内部组建审核小组，按照质量管理体系要求，对检测活动、文件记录、人员资质等进行全面核查，检查体系运行的符合性与有效性，发现问题及时制定整改计划并跟踪落实，审核结果作为体系改进的重要依据。同时，积极申请外部认证，邀请具备资质的第三方认证机构对检测机构的质量管理体系进行认证，通过外部审核验证体系的科学性与规范性，获取认证证书，提升机构的公信力与市场竞争力。此外，在认证通过后，持续关注认证标准的更新动态，及时调整质量管理体系，确保体系始终符合最新要求，为试验检测质量提供稳定可靠的制度保障。

结束语

高速公路试验检测质量的控制是一项系统且长期的工程。本研究围绕影响检测质量的多方面因素，提出涵盖事前、事中、事后的全方位控制措施，并强调质量管理体系建设的重要性。通过综合运用先进技术与科学管理方法，可有效提升检测的准确性与可靠性。未来，随着交通建设技术发展，检测质量控制仍需不断创新优化，以更好地适应新需求，为高速公路建设的高质量发展保驾护航。

参考文献

- [1] 李建娇. 高速公路工程高性能混凝土试验检测研究[J]. 工程技术研究, 2024, (12): 120-122.
- [2] 付水良. 高速公路工程试验检测与质量控制技术研究[J]. 汽车周刊, 2024, (11): 115-116.
- [3] 武小红. 高速公路工程中沥青混合料的试验检测分析[J]. 运输经理世界, 2024, (06): 31-33.
- [4] 钟日荣. 高速公路工程试验检测与质量控制措施[J]. 运输经理世界, 2024, (09): 83-85.