

公路工程现场试验检测常见问题及质量管控措施研究

梁 骁

黔南交通试验检测有限公司 贵州 都匀 558000

【摘 要】：公路工程现场试验检测贯穿材料进场、施工控制及实体质量验收多个环节，检测结果偏差容易干扰施工参数判断。针对取样代表性不足、操作执行不规范、仪器状态控制薄弱、数据记录失真等问题，从取样程序、检测标准、设备校验、数据复核及责任追溯等环节实施针对性管控，形成全过程检测质量控制链。规范检测流程后，可减少人为误差和异常数据，提高检测结果真实性、稳定性及工程质量判定准确程度，为施工质量精细化控制提供可靠依据。

【关键词】：公路工程；现场试验检测；检测质量；过程控制；质量管控

DOI:10.12417/2705-0998.26.12.020

引言

公路施工质量并非只在竣工验收阶段接受检验，原材料进入现场后的每一次取样、每一组试验数据，实际上都在影响压实参数、配合比调整及工序放行。现场检测环节一旦出现样品缺乏代表性、试验操作偏离规程、仪器状态异常或原始记录失真，即使检测报告形式完整，也可能无法准确反映实体质量。施工节奏快、检测项目多、作业条件变化频繁，更容易放大细小操作偏差。因而，有必要从检测流程中的具体失控节点入手，将问题识别、技术纠偏、数据复核和责任控制纳入统一管理链条，使检测结果真正成为施工质量判定的可靠依据。

1 公路工程现场试验检测运行环节及质量控制要求

1.1 原材料进场取样程序及代表性控制

原材料进场检测应把取样位置、批次划分、抽取数量和样品封存纳入同一控制链，避免因固定点取样、局部取样或批次混淆削弱样品代表性。水泥、集料、沥青、钢筋等材料应依据进场数量、生产批号和供应来源确定检验批，取样过程同步记录材料名称、规格、批号、进场时间及取样部位。集料取样还需兼顾料堆不同层位，降低离析对级配检测结果的干扰。样品完成编号后及时封样、流转和登记，利用电子台账关联检测任务、原始记录和检验报告，使样品来源可追溯、取样过程可核查，防止检测结果与实际使用材料脱节。

1.2 施工过程检测项目及技术参数控制

施工过程检测应紧贴工序状态设置检测项目，将压实度、含水率、厚度、平整度、混合料温度、级配及强度等关键参数嵌入施工节拍，避免检测滞后于工序转换。路基填筑阶段需要根据土质类别、松铺厚度和碾压遍数动态核验压实指标；基层施工应关注混合料含水状态、级配波动和压实成型质量；沥青路面检测则需控制拌和、运输、摊铺、碾压各阶段温度衔接。检测结果出现异常时，应立即核对施工参数、仪器状态和取样条件，避免单纯依靠重复检测掩盖真实偏差^[1]。数字化采集设备可同步记录检测时间、桩号、环境条件和参数变化，提高现场数据连续性。

1.3 实体工程质量检验及结果判定要求

实体工程检验应以结构层实际质量为对象，将钻芯、弯沉、厚度、强度、平整度及几何尺寸等检测结果与设计指标、验收标准和施工记录进行交叉核验。检测点位布设不能只追求数量满足要求，还需兼顾施工接缝、结构转换区、质量波动区及代表性区段，防止均匀布点掩盖局部缺陷。结果判定时应区分单点异常、系统偏差和批次性波动，结合原始数据、施工参数及复测结果分析异常来源。对于临界值或离散程度较大的数据，应开展必要的复核检测和统计分析，避免仅凭单次结果作出结论。检测报告还应保留原始记录、点位信息和判定依据，形成实体质量可验证的证据链。

2 公路工程现场试验检测常见问题识别

2.1 取样程序偏差造成样品代表性不足

取样环节出现点位选择随意、批次界定模糊、取样数量不足等情况，容易使送检样品不能真实反映整批材料质量。部分材料受堆放位置、粒径分布、含水状态和施工周转影响较大，若仅从表层或便利位置取样，检测结果容易偏离实际使用状态。样品编号、封存、交接记录不完整，还可能造成来源混淆，削弱检测数据与施工部位之间的对应关系，后续质量追溯也难以形成完整证据链。

2.2 检测操作不规范引发试验结果偏移

检测过程对操作顺序、环境条件、试件制备及读数方法具有较高要求，任一环节控制不严都可能放大试验误差^[2]。试样称量不准确、养护条件不稳定、加载速率不符合要求、仪器调零不到位，均会改变最终检测数值。现场作业节奏较快时，若存在简化步骤、提前读数、重复试验代替原因分析等做法，容易使异常数据被人为修正，降低结果客观性，也会干扰施工参数调整和质量判定。

2.3 仪器数据管理薄弱降低检测可信程度

试验检测设备若缺少周期检定、使用前核查和状态标识，仪器漂移、部件磨损及传感器灵敏度下降等问题难以及时发现，检测数据可能持续产生系统性偏差。部分现场记录仍依赖

人工填写,数据修改痕迹、采集时间、检测位置及操作条件缺少完整留存,原始数据与正式报告之间容易出现断层。数字化设备接入后若缺乏权限控制、版本管理和异常数据锁定机制,同样会削弱数据真实性及后续追溯能力。

3 现场试验检测关键问题对管控措施

3.1 规范随机取样程序提高样品代表程度

随机取样应从检验批划分、点位生成、样品组合、封存流转四个环节同步规范,避免人为选择便利位置造成检测结果失真。材料进场后按照来源、规格、批号、数量及使用部位建立唯一批次编码,再依据检测频率确定抽样数量,取样点不得长期固定于料堆表层、运输车辆单一区域或施工面局部位置。颗粒材料可结合不同高度、不同方位和不同卸料时段实施多点抽取,按规定方法混合缩分后形成送检样品;对具有时间敏感性的混合料,应同步记录取样时刻、温度、施工桩号及运输状态。取样计划可引入数字随机编码和移动端定位记录,将点位生成、现场照片、样品编号及送检信息关联至同一电子台账,减少临时调整和事后补录空间。样品封存时使用不可重复开启的标识,交接过程记录经手时间、存放条件和流转节点,使检测结果能够准确对应材料批次及工程部位。

3.2 细化检测操作标准压缩人为误差空间

检测操作标准需要由原则性规定转化为可执行的作业参数,将试样制备、设备调试、环境控制、操作顺序、读数时机和异常处置细化到具体节点。每项试验设置标准作业卡,明确称量精度、温湿度条件、加载速率、振实方式、养护时间及结果保留位数,避免同一项目因操作习惯不同产生离散数据。关键步骤采用双重核验,试件尺寸、仪器零点、试验编号和原始读数完成后即时确认,不允许检测结束后集中补填^[1]。对于结果接近控制界限或离散程度异常的试验,不宜直接以重复测试替代原因排查,应同步核对样品状态、试验环境、设备参数和操作过程,确认异常来源后再决定复测。数字化检测终端可嵌入必填字段、逻辑校验和超限提示,自动锁定原始读数及修改痕迹,减少手工录入差错。岗位培训则从规范背诵转向操作能力考核,重点检验关键步骤执行一致性和异常数据处理能力。

3.3 强化仪器校验管理保证检测状态稳定

仪器管理应由单一周期检定转向“检定、期间核查、使用前确认、故障追溯”相衔接的状态控制模式。设备入场后建立唯一身份档案,记录型号、量程、准确度等级、检定日期、使用频次、维修情况及适用项目,对压力试验机、天平、温度计、弯沉检测设备等关键仪器设置明确的校准周期和核查标准。正式检测前检查零点、量程、供电、传感器连接及环境适应状态,长期停用、频繁搬运、维修更换部件或出现异常读数后,应增加专项核查,不得仅依据检定证书判断设备是否处于可靠状态。期间核查可利用标准物质、标准件或稳定样品进行重复测

定,通过历史数据趋势判断仪器是否发生漂移。数字化设备台账可设置检定到期预警、状态锁定及使用权限,超过有效期或核查不合格的设备自动禁止生成正式检测记录。发现仪器偏差时还需追溯影响期间内已完成的检测数据,重新评估相关结果,防止设备误差持续传递至工程质量判定环节。

4 现场试验检测全过程质量控制机制构建

4.1 建立原始数据复核机制防止异常结果流转

原始数据复核应设置采集核验、逻辑审查、异常识别和结果确认等控制节点,避免错误数据直接进入检测报告。现场记录形成后,应核对样品编号、检测时间、工程部位、环境条件、仪器编号和实测数值之间的对应关系,对缺项、跳号、超限及明显不符合变化规律的数据及时标记。数字化检测系统可设置阈值预警、重复值识别、计算公式校验和修改留痕功能,使数据异常能够在报告生成前被发现。涉及关键指标的检测结果还应实行独立复核,原始记录、计算过程和判定依据保持一致。发现异常后不得简单删除或覆盖,应保留原始值、复核记录及处置原因,形成完整的数据修正轨迹,防止错误信息继续传递至施工调整和质量验收环节。

4.2 完善检测岗位责任链条强化过程责任追溯

检测责任控制需要将取样、试验、复核、审核和资料归档拆分为明确岗位节点,形成相互衔接又相互制约的责任链条。每项检测任务建立唯一任务编码,将样品接收、仪器使用、原始记录、结果审核和报告签发信息同步关联,避免出现职责交叉或责任空缺^[4]。岗位权限应根据业务范围分级设置,操作岗位不得随意修改审核结果,审核岗位也不能脱离原始记录直接调整数据。出现质量异常时,可依据任务编码快速追溯至具体检测环节、操作时间和设备状态,并结合电子签名、操作日志及复核记录锁定责任节点。对于重复出现的偏差,还应从单次责任认定延伸至流程缺陷分析,及时调整岗位授权、复核频次和关键节点控制要求,使责任管理由事后追责转向过程约束。

4.3 实施检测资料闭环管理提升质量控制精度

检测资料管理应贯通任务下达、样品登记、试验记录、结果审核、报告签发及后续整改验证,避免纸质记录、电子数据和现场质量信息彼此分离。资料形成过程中统一编码规则,使检测报告能够对应工程桩号、施工层位、材料批次和具体时间节点,并将异常结果、复测记录、整改措施及复验结论纳入同一档案链。采用数字化平台后,可对资料版本、审批状态和修改权限实施控制,防止重复建档、信息覆盖或报告与原始记录不一致。对不合格检测项目建立闭环清单,未完成原因分析、处置确认和复验合格前,不得直接关闭任务。历史资料还可按照材料类型、施工区段和质量指标进行分类汇总,为识别高频异常点及调整后续检测频率提供数据依据。

5 质量管控实施后的现场试验检测成效评价

5.1 检测数据准确程度及重复稳定性评价

检测数据质量可从复测偏差、平行试验离散程度、设备核查结果及历史数据波动范围进行综合判定。质量管控实施后,同批样品重复检测结果之间的差值应明显收窄,关键指标的变异系数保持在合理区间,仪器漂移造成的系统误差得到有效抑制。原始数据自动采集、计算公式校核和异常值标记进一步减少人工录入偏差,使不同时间、不同检测批次之间的数据具有更好的可比性。对于接近质量控制界限的结果,可结合复核记录和重复试验趋势判断数据稳定程度,避免单一数值对工程质量判定产生过度影响。

5.2 异常检测结果识别纠正效率评价

异常结果处置成效应重点考察发现时效、原因定位速度、复核周期和闭环完成率。引入阈值预警、逻辑校验和数据追踪后,超限值、重复异常值及明显偏离历史区间的数据能够在报告流转前被识别,并快速关联样品批次、检测设备、操作记录和施工部位。异常处置不再停留于重复检测,而是同步核查取样条件、试验步骤、设备状态及环境因素,使误差来源能够被准确区分^[5]。复测、修正、审批和复验环节形成连续记录后,

可明显压缩异常数据滞留时间,降低错误结果进入施工决策及验收程序的概率。

5.3 工程质量判定可靠程度及管控效果检验

工程质量判定可靠性可结合检测结果一致性、质量问题检出率、返工频次及验收争议情况进行检验。全过程管控实施后,材料检测、施工过程检测和实体质量数据之间的对应关系更加清晰,同一结构层不同检测阶段的数据能够形成连续证据链,减少单项指标孤立判定带来的误差。质量异常可追溯至具体批次、工序和检测节点,使施工调整具有明确依据。检测结论与实体质量状态匹配程度提升后,重复复验和无效返工数量能够得到控制,质量验收中的数据分歧相应减少,试验检测由结果确认转向对施工质量全过程的精准支撑。

6 结语

公路工程现场试验检测质量取决于取样、操作、设备、数据及资料管理等环节的协同控制。规范随机取样与检测程序,强化仪器校验、数据复核和责任追溯,可减少检测偏差,提高异常问题处置效率,使检测结果更加真实稳定,为工程实体质量判定及施工精细化管理提供可靠支撑。

参考文献:

- [1] 刘俐亨.公路工程水泥混凝土原材料的试验检测及质量控制[J].汽车周刊,2026,(2):203-205.
- [2] 陈艳东.加强工程试验检测在公路工程质量中的应用研究[J].运输经理世界,2026,(1):16-18.
- [3] 沈浩.智能传感技术在公路工程现场试验检测中的应用[J].运输经理世界,2025,(33):51-53.
- [4] 谭显峰,卢世军,谢理巍,等.公路工程试验检测全流程数字化与质量管控策略研究[J].运输经理世界,2025,(33):39-41.
- [5] 李柯辉.公路工程试验检测与质量控制技术应用研究[J].交通科技与管理,2025,6(20):76-78.