

# 公路工程路基路面检测数据误差分析与控制策略

郭静静

苏交科集团检测认证有限公司 江苏南京 211112

**摘要:** 本文针对公路工程路基路面检测数据误差问题,从人员操作、仪器设备、环境条件、检测方法四个维度展开分析,揭示专业技能不足、设备精度局限、温湿度变化及方法选择不当等核心误差来源。结合工程实践提出控制策略,涵盖人员培训、设备优化、环境补偿及方法规范等具体措施,旨在提升检测数据准确性,为工程质量管控提供科学依据。

**关键词:** 公路工程; 路基路面检测; 误差分析; 控制策略

公路工程检测数据是工程质量评定与养护决策的重要依据,其准确性直接影响工程安全与耐久性。然而在实际检测中,人员操作、仪器性能、环境干扰及方法适配性等因素常导致数据偏差。本文系统剖析误差成因,并提出针对性控制策略,为提升检测工作科学化水平提供参考。

## 一、公路工程路基路面检测数据误差分析

### 1. 人员因素导致的误差

#### (1) 专业技能不足引发操作偏差

检测工作涉及多个专业领域,要求操作人员具备扎实的理论基础与熟练的操作技能。以路面平整度检测为例,水准仪、全站仪等设备的操作需要严格遵循规范流程:仪器架设需保证水平稳固,读数时需消除视差,记录数据需及时准确。若检测人员未经过系统培训,对仪器原理与操作要点掌握不充分,就可能在架设仪器时忽略水平校准,或在读数时因视角偏差导致数值错误,最终使平整度检测结果无法真实反映路面实际状态。路基压实度检测中的灌砂法操作同样对技能要求较高。砂锥的制备需控制砂的密度与体积,试坑开挖需保证深度与形状符合标准,砂的注入需均匀缓慢以避免孔隙遗漏。若检测人员经验不足,可能在砂锥制备时未严格称量砂的质量,或在试坑开挖时深度不足,导致灌入砂的体积无法准确代表试坑实际体积,最终使压实度计算值偏离真实情况,影响对路基密实程度的判断。

#### (2) 工作态度不严谨导致流程失控

检测工作的规范性要求检测人员具备高度的责任心。部分检测人员在执行任务时存在敷衍心态,导致检测流程失控,数据失去参考价值。例如,在路面厚度检测中,随机取样是保证样本代表性的关键原则,需按照规定的

网格法或随机数表法选择检测点位。若检测人员为图方便随意选取位置,甚至集中选择表面平整或无明显缺陷的区域,就会导致样本无法反映整体厚度分布情况,据此得出的平均厚度数据无法为工程质量评定提供可靠依据。数据记录环节的态度问题同样不容忽视。部分检测人员在记录原始数据时粗心大意,存在涂改、漏记、错记等现象。例如,在记录弯沉值时误写小数点位置,或在记录压实度时混淆试坑编号,这些错误会直接破坏数据的原始性与完整性,使后续的数据分析与质量评定失去基础。更严重的是,部分人员为掩盖操作失误,故意修改数据或伪造记录,这种行为不仅导致数据失真,更违背了检测工作的职业道德。

### 2. 仪器设备因素造成的误差

#### (1) 仪器精度不足限制数据准确性

随着公路工程技术标准的提升,对检测数据的精度要求日益严格,但部分仪器设备的固有精度已无法满足需求。以路面弯沉检测为例,弯沉仪的测量精度直接影响对路面承载能力的评估。老旧型号的弯沉仪因传感器灵敏度低、量程范围大,在检测微小弯沉变形时可能出现读数不清晰或分辨率不足的问题,导致检测值与真实弯沉值存在偏差。这种偏差会误导工程人员对路面结构强度的判断,进而影响养护决策的科学性。土工试验中的击实仪同样存在精度问题。击实仪的模具尺寸偏差、击实锤重量误差或落高不稳定,会直接影响击实试验的结果。

#### (2) 仪器故障与校准缺失破坏数据可靠性

检测仪器在长期使用过程中,因磨损、老化或操作不当可能出现故障,若未及时排查与修复,会导致数据异常。例如,全自动沥青针入度仪的传感器若发生故障,针入深度的测量值可能出现漂移或突变,使沥青软硬程

度的判定失去依据；混凝土压力试验机的荷载传感器若出现零点漂移，输出的抗压强度数据会系统性偏高或偏低，影响对混凝土质量的准确评价。仪器校准是保证数据准确性的关键环节，但部分检测单位存在校准不及时或校准不规范的问题。例如，水准仪的*i*角误差需定期校准，若长期未校准，视准轴与水准管轴不平行的问题会逐渐加剧，导致高程测量数据出现系统性偏差；沥青混合料马歇尔稳定度试验仪的位移传感器若未定期标定，测得的流值数据会失去可比性，无法真实反映沥青混合料的变形特性。

### 3. 环境因素引发的误差

#### (1) 温度变化改变材料性能引发数据波动

温度是影响路基路面材料性能的核心环境因素。沥青混合料具有明显的温度敏感性，其劲度模量、粘聚力等参数随温度变化显著。例如，在高温环境下进行沥青路面马歇尔稳定度试验，沥青混合料会因软化导致稳定度测试值偏低、流值偏大，这与常温或低温下路面的实际服役性能存在差异。若直接依据高温试验结果调整沥青用量或矿料级配，可能导致路面在常温下出现脆裂或在高温下出现车辙，影响路面耐久性。混凝土材料同样受温度影响显著。在低温环境下检测混凝土路面板厚度时，因混凝土的热胀冷缩效应，丈量工具的测量结果可能偏小。若未根据温度修正系数对测量值进行校正，会导致厚度数据无法真实反映面板的实际尺寸，影响对混凝土施工质量的分析。

#### (2) 湿度干扰破坏材料状态影响数据真实性

湿度通过改变材料的含水率或内部结构，对检测数据产生间接影响。在潮湿环境中进行路基承载板试验时，地基土因吸水软化会导致回弹模量测试值偏小，误判路基承载能力。若依据偏低的地基回弹模量进行路面结构设计，可能造成结构层厚度不足，增加路面早期损坏风险。水泥稳定碎石基层的无侧限抗压强度试验对养护湿度要求严格。若试件在养护过程中处于高湿度环境，吸收过多水分会加速水泥水化反应，导致试件内部结构过于密实，使无侧限抗压强度测试值偏高；反之，若养护湿度不足，水泥水化反应不充分，强度测试值会偏低。这两种情况均会使强度数据失去真实性，无法为基层施工质量控制提供准确依据。

### 4. 检测方法不当产生的误差

#### (1) 方法选择不合理导致数据失真

不同的公路工程工况与检测目标需要适配不同的检测方法，方法选择错误会直接引发系统性误差。例如，

透水性路面基层因孔隙率大、排水性能好，若采用传统的灌砂法检测压实度，砂粒会因孔隙填充导致压实度测量值虚高，无法如实反映基层的实际密实程度。此时应改用体积法结合水袋法，通过测量试坑体积与填充材料体积的差值计算压实度，才能获得准确结果。老旧公路路面病害检测中，若仅依靠肉眼观察与简单手工工具（如刻度尺、锤子）测量，难以精准判断裂缝深度、坑槽范围或车辙宽度。此时需引入探地雷达、激光断面仪等先进设备，通过无损检测技术获取病害的三维空间信息，才能为病害治理提供可靠的数据支持。

#### (2) 操作流程不规范削弱方法有效性

即使检测方法选择正确，若操作流程不严谨，仍会导致数据误差。例如，在液塑限联合测定试验中，土样的制备需控制含水率梯度，圆锥仪的入土深度与速率需严格符合标准。若土样制备时未均匀混合或未控制含水率范围，或圆锥仪入土时速度过快、深度不均，会导致液塑限数值出现偏差，影响后续路基土分类与状态判定的准确性。沥青路面渗水试验中，密封效果与水压控制是关键操作环节。若密封材料（如黄油、腻子）未均匀涂抹在试件边缘，或水压加载速率不稳定（如过快或过慢），会导致渗水系数测量值偏高或偏低，无法有效评估路面的防水性能。这种误差会误导路面防水排水设计改进，增加路面水损害风险<sup>[1]</sup>。

## 二、公路工程路基路面检测数据误差控制策略

### 1. 强化人员管理与培训

#### (1) 提升检测人员专业技能

检测机构应定期组织专业培训，内容需覆盖公路工程检测理论知识、设备操作规范及最新技术标准。例如，针对复杂地质条件下的路基检测，可邀请行业专家开展专题讲座，结合软土地基、岩溶地区等典型工程案例，讲解特殊工况下的检测要点及数据处理方法。同时，需加强新型检测设备的实操培训，如光谱分析仪、落锤式弯沉仪等，通过模拟操作和现场实践，确保检测人员熟练掌握设备使用技巧。此外，鼓励检测人员参加职业技能鉴定考试，将证书获取与岗位晋升挂钩，形成“以考促学”的良好氛围。

#### (2) 培养严谨细致的工作态度

检测机构需建立健全岗位责任制，明确各环节职责与质量标准。例如，设立独立的数据审核岗位，由经验丰富的检测人员对原始数据进行交叉核对，发现异常数据立即追溯原因并纠正。同时，将数据准确性与个人绩效考核直接关联，对因操作失误导致数据偏差的人员进

行责任追究。通过定期开展职业道德教育,结合工程质量事故案例分析,强化检测人员的责任意识,使其深刻认识到数据精准对工程安全的重要性,从而自觉遵守操作规程,杜绝敷衍了事的工作态度<sup>[2]</sup>。

## 2. 优化仪器设备管理

### (1) 合理选型与更新设备

检测机构应根据工程需求及技术发展趋势,优先选用精度高、稳定性好的设备。例如,在路面平整度检测中,传统水准仪组合检测方式采样频率低,易遗漏微小起伏,可替换为高精度激光平整度仪,其每秒数千次采样能力能更精准反映路面真实状况。选购新设备时,需组织专业人员对设备性能、用户口碑及售后服务进行综合评估,避免因设备选型不当导致系统性误差。对于老旧设备,需制定更新计划,逐步淘汰精度不达标或故障率高的设备。

### (2) 加强日常校准与维护

检测机构需制定详细的设备校准维护计划,明确校准周期、方法及责任人。例如,万能材料试验机需每月进行一次量程校准,使用标准砝码校验荷载示值误差;对于传感器、电路系统等关键部件,需定期清洁检查,及时更换老化或损坏零件。同时,建立设备档案,记录购置时间、维修保养记录及校准数据等信息,便于追踪设备状态。通过定期维护,确保仪器设备始终处于最佳工作状态,从硬件层面保障数据准确性。

## 3. 克服环境因素影响

### (1) 温度补偿与控制

在涉及温度敏感的检测项目中,需通过技术手段消除温度干扰。例如,沥青混合料马歇尔试验需在恒温室内进行,配置高精度温控设备,确保试验温度稳定在规范要求的范围内。对于野外检测项目,如路基回弹模量检测,若遇温度骤变,需根据材料温度敏感性公式对实测数据进行修正,或选择在温度相对稳定的时段进行检测。此外,检测人员需密切关注现场温度变化,及时调整检测方案。

### (2) 湿度调节与防护

湿度控制需根据检测项目特点采取不同措施。例如,在水泥稳定基层施工中,需搭建防雨棚并配置除湿设备,降低空气湿度对混合料成型与养护的影响;对于土工试验所需的土样,取样后需立即密封保存,防止水分散失或吸入,确保试验用土含水率与现场实际一致。在桥梁伸缩缝位移检测中,若遇雨雾天气,需采取防雨措施保护检测设备,避免湿度过高导致设备读数偏差。

## 4. 改进检测方法应用

### (1) 精准匹配检测方法

检测机构需在项目前期充分调研路况、地质及材料特性,据此选择最适宜的检测方法。例如,山区高等级公路隧道内路面检测受空间限制,传统检测设备难以施展,可选用便携式红外成像仪检测路面温度场分布,辅助评估路面健康状况;对于填石路基承载力检测,动态平板载荷试验能更真实反映石料路基的受力特性,相比静态承载板试验更具适用性。此外,需关注行业技术动态,及时引入超声波检测、无损探测等新技术,提升检测效率与精度。

### (2) 规范操作流程

检测机构需编制详细的操作流程手册,明确每一步操作的具体要求和注意事项。例如,路面厚度钻芯检测需规定钻芯位置选取原则、钻孔深度控制范围及芯样保护措施;桥梁伸缩缝位移检测需详细说明水准仪架设位置、测尺读数方法及多次测量取平均值规则。同时,需定期对检测人员操作流程执行情况进行检查与考核,通过现场监督、视频回放等方式,确保人人按规范操作,减少因操作随意性引发的误差<sup>[3]</sup>。

## 结语

公路工程检测数据误差控制需贯穿人员、设备、环境、方法全链条。通过强化技能培训、优化设备管理、实施环境补偿及规范方法应用,可有效降低系统性误差。未来应进一步推动智能化检测技术应用,完善质量管理体系,持续夯实工程数据基础,助力公路建设高质量发展。

## 参考文献

- [1]周毅姝,张金凝,曹瑾瑾,等.基于三维激光技术的路面坑槽检测误差补偿算法研究[J].公路交通科技,2023,40(03):17-24.
- [2]杨林松.高速公路中的机电设备监控管理标准化分析[J].集成电路应用,2023,40(04):66-67.
- [3]肖燕.浅析灌砂法检测路基压实度的要点及减少误差的注意事项[J].四川建筑,2020,40(05):282-284.
- [4]周尧.试论新技术在路基路面现场检测中的应用[J].黑龙江交通科技,2014,37(12):24-25.
- [5]刘肖军.公路工程施工中质量管理难题及规范途径[J].住宅与房地产,2016,(33):215.
- [6]2023年第9号部令《公路水运工程质量检测管理办法》.