路基路面现场常规检测误差成因与防控技术

赵 华

（甘孜州天路工程咨询有限公司，四川 康定 626000）

摘 要 路基路面现场检测是把控道路施工质量、保障道路运营安全的关键工序，常规检测数据的精准度直接决定工程质量评定结果。在实际现场作业中，人员操作、设备状态、环境条件、现场工况等多方面因素都会引发检测数据偏差，影响工程验收与后期运维。本文梳理路基路面压实度、平整度、弯沉、厚度等常规检测项目的误差来源，系统分析各类误差的形成机理，针对性提出适配现场工况的防控技术，以期为道路工程现场检测提质增效、减少数据偏差提供实操参考。

关键词 路基路面；现场常规检测；检测误差；仪器设备；人为操作

中图分类号：U415.12 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.29.017

0 引言

道路交通基础设施建设中，路基路面的施工质量是决定道路使用寿命、通行安全性的关键。现场常规检测作为工程质量验收的重要依据，涵盖压实度、路面平整度、路基弯沉、结构层厚度等多项基础指标，检测数据是评判施工工艺达标与否的重要标准。现阶段道路施工现场检测作业环境复杂、工序繁杂，各类可控与不可控因素极易造成检测误差，出现数据失真、评定偏差等问题，部分误差还会掩盖施工质量隐患，为道路后期开裂、沉降、破损埋下隐患。因此，系统剖析路基路面现场常规检测的误差成因，落实科学化、标准化防控技术，对提升道路工程检测精度、保障道路工程施工质量、延长道路服役周期具有重要的现实意义。

1 路基路面现场常规检测内容与误差危害

1.1 现场常规检测主要项目

路基路面现场常规检测是道路工程竣工验收与质量抽检的核心工作，适配市政道路、公路、乡村道路等各类道路交通工程，检测项目围绕结构稳定性、通行舒适性、施工合规性展开，覆盖路基、路面两大施工主体。路基检测以压实度、回弹弯沉、边坡坡度、路基含水率为基础项目，主要用于判定路基填筑密实度、整体承载能力，排查路基不均匀沉降隐患。路面检测包含面层厚度、平整度、渗水系数、构造深度、摩擦系数等项目，用以检验路面施工工艺质量、防水性能与通行安全性能[1]。

各类常规检测项目均有对应的国家规范标准与现场作业流程，是道路质量评定的硬性指标。压实度检测常用灌砂法、环刀法、灌水法，适配不同土质路基与基层结构；弯沉检测多采用贝克曼梁法，检测路基路面整体承载形变能力；平整度依靠三米直尺、连续式平整度仪完成检测；结构层厚度通过钻芯取样方式实测获取。所有检测数据需如实记录，作为工程质量验收、整改优化、结算审核的重要依据，数据的真实性与精准性直接影响工程整体质量评级。

1.2 检测误差带来的工程危害

现场检测产生的各类误差，会对道路工程建设与后期运营造成多层级负面影响。轻微误差会导致检测数据偏离真实工况，造成质量评定结果不准，出现合格工程误判为不合格、瑕疵工程顺利验收的情况，增加工程整改成本或遗留质量隐患。重度误差会直接掩盖路基路面的施工缺陷，如路基压实度检测数值偏高，会忽略路基填筑疏松、含水率超标等问题，道路投入运营后，在车辆荷载与雨水冲刷作用下，极易出现路基沉降、路面开裂、坑槽破损等病害。

同时，检测误差会干扰施工工艺优化调整。施工单位通常依据检测数据调整填筑厚度、碾压次数、拌合配比等施工参数，失真的检测数据会导致工艺调整偏差，造成批量施工质量不达标，引发返工整改、工期延误、材料浪费等问题。长期来看，检测误差积累形成的质量隐患，会大幅缩短道路服役年限，增加后期养护维修成本，还可能因路面沉降、打滑、平整度不达标，引发道路交通安全隐患，影响道路交通运行稳定性[2]。

作者简介：赵华（1991-），男，本科，研究方向：道路与桥梁工程。

2 路基路面现场常规检测误差成因

2.1 人为操作的误差

人为操作是现场检测误差最主要的来源，贯穿取样、设备操作、数据读数、记录计算全流程。现场检测人员专业能力参差不齐，部分操作人员未熟练掌握规范作业流程，取样环节存在随意性，取样点位偏离规范要求，未按照随机、均匀、代表性原则选取检测点，导致试样无法真实反映整体施工质量。在压实度检测中，操作人员挖坑尺寸、深度不标准，灌砂量控制不均，会直接造成实测数据偏差。

在设备操作过程中，人为失误问题更为突出。弯沉检测时，贝克曼梁摆放位置倾斜、测头未贴合路面、读数时机把控不准；平整度检测时，仪器摆放不水平、行走速度不均匀；钻芯测厚时，钻孔垂直度偏差、取样位置偏移，都会产生固定误差。此外，部分操作人员存在读数估读、数据记录错漏、计算公式套用错误等问题，个别现场存在敷衍检测、虚假记录的情况，进一步放大检测误差，严重影响检测结果真实性。

2.2 仪器设备性能误差

检测仪器设备的精度状态、校准情况、运维水平，直接决定检测数据的精准度。道路现场检测设备长期在户外工况使用，频繁搬运、震动、磕碰会造成设备零部件磨损、精度衰减。三米直尺、贝克曼梁、钻芯机、砂罐、天平、含水率测试仪等常规设备，若未按照周期进行计量校准，会出现固定系统误差，且误差会随设备使用时长持续扩大。部分施工单位为节约成本，长期使用老旧、精度不达标的检测设备，天平灵敏度不足、砂罐密封不严、平整度仪传感器失灵等问题普遍存在。同时，设备存放与养护不当，仪器受潮、锈蚀、变形，检测工具配件缺失、替换配件规格不匹配，都会改变设备原始精度参数。此外，不同品牌、不同精度等级的设备混用，未统一设备检测标准，也会造成同一路段、同一项目检测数据出现偏差，形成系统性设备误差[3]。

2.3 现场环境条件误差

路基路面检测均为户外现场作业，温湿度、风力、降水、场地工况等环境因素，会对检测过程与数据结果产生直接干扰。温度变化会影响路面结构性能与检测参数，高温环境下沥青路面会出现轻微软化形变，导致平整度、厚度检测数据偏差；低温环境下路基土体含水率冻结，含水率、压实度检测结果无法反映真实工况。雨天、雾天、大风天气开展检测作业，雨水会冲刷路基表层、稀释试样含水率，风力会干扰仪器摆放水平度与读数稳定性。

现场施工环境杂乱，施工机械、物料堆放、基坑开挖等会改变局部场地平整度与土体结构，检测点位周边存在碾压残留、土方堆积、积水淤泥等问题，未清理干净直接检测，会造成数据失真。同时，现场光线不足、扬尘过大等环境问题，会影响操作人员读数精度，间接增加人为误差概率，多重环境因素叠加，大幅降低检测结果的准确性与稳定性。

2.4 检测工艺与工况适配误差

不同检测工艺适配的施工工况、土质类型、路面结构存在明确区分，现场工艺选用不当会产生结构性误差。例如：环刀法仅适配细粒土路基，用于粗粒土路基检测会出现压实度数据不准；灌砂法未根据土体粒径调整砂粒规格、检测流程，会降低检测精度。部分现场未区分路基填筑层、路面基层、面层的结构差异，采用统一检测工艺与参数，忽略结构厚度、材料特性的差异化需求，导致检测结果无法匹配实际工况。

同时，检测时机把控不当也会引发误差。路基填筑碾压完成后，未达到静置稳定时长立即检测，土体结构未定型、含水率未均匀分布，压实度检测数值波动较大；沥青路面摊铺碾压后，未达到规定冷却时长检测，路面形变未稳定，厚度、平整度检测偏差明显。为清晰区分各类误差的影响程度与偏差范围，现将路基路面常规检测项目误差成因及允许偏差整理如表1所示。

3 路基路面检测误差防控关键技术

3.1 规范人员标准化作业，杜绝人为误差

针对人为操作引发的各类误差，需建立标准化作业管控体系，全面规范现场检测人员操作行为。施工

表1 检测项目误差分析表

检测项目	主要误差成因	规范允许偏差范围	误差影响程度
路基压实度	取样不规范、砂量控制不均、土体含水率波动、设备未校准	±1.5%	高
路面平整度	仪器摆放倾斜、行走速度不均、现场杂物未清理、温度形变	≤3 mm/3 m	中高
路基弯沉	测头贴合度不足、读数时机偏差、温度与荷载干扰	±2.0(0.01 mm)	高
结构层厚度	钻芯垂直度偏差、取样点位偏移、表层清理不彻底	±5 mm	中
路面渗水系数	密封不严、路面干湿状态差异、仪器水压不稳定	±10 mL/min	低

单位与检测机构需定期开展专项技能培训，围绕各类检测项目的规范流程、操作要点、误差规避方法开展实操教学，确保所有持证上岗人员熟练掌握取样、设备操作、数据读取、计算记录的标准化流程，杜绝不规范操作行为。

严格落实点位随机取样制度，按照工程规范要求划分检测单元，均匀布设检测点位，避开施工瑕疵、杂物堆积、形变异常区域，保障试样的代表性。明确各工序操作标准，压实度检测统一挖坑规格、灌砂速度与计量方式；弯沉检测固定仪器摆放角度、读数时间；厚度检测保证钻芯设备垂直作业。同时建立双人复核制度，一人操作检测、一人复核数据，杜绝估读、错记、漏记问题，从人员层面最大限度降低人为误差[4]。

3.2 落实设备精细化管控，消除系统误差

仪器设备的精准稳定是减少检测误差的基础，需建立全周期设备管控与校准机制。所有进场检测设备必须具备合格证书与计量校准证书，严格按照计量规范开展定期校准，针对天平、砂罐、平整度仪、弯沉仪等高精度设备，每月开展一次现场精度核查，每季度送至专业机构计量校准，及时修正设备系统偏差。

完善设备日常养护管理制度，设备使用后及时清理泥沙、灰尘、水渍，做好防锈、防潮、防碰撞防护，规范存放于干燥恒温的设备库房。对磨损、老化、变形的零部件及时更换，杜绝老旧带病设备投入检测作业。同时，统一项目检测设备规格与品牌，禁止不同精度等级设备混用，建立设备使用台账，记录设备使用时间、工况、校准情况、故障维修记录，实现设备全生命周期可追溯管控，稳定设备检测精度。

3.3 适配现场环境工况，弱化环境误差

结合户外作业环境特点，制定环境适配型检测方案，规避温湿度、天气、场地带来的检测干扰。严格把控检测作业天气条件，雨天、大雾、大风、高温极端天气暂停户外检测作业，优先选择晴朗、无风、温度稳定的时段开展检测工作。高温季节避开正午高温时段，低温季节选择日间恒温时段作业，减少温度形变对检测数据的影响。

检测作业前完成场地预处理，彻底清理检测点位周边的杂物、淤泥、积水、浮土，平整作业场地，保证仪器摆放平稳、贴合检测面。针对扬尘较大的施工现场，提前对检测区域进行降尘处理，保障读数清晰准确。对于湿度超标、土体未稳定的路基区域，暂缓检测作业，待场地工况达标后再开展实测，通过环境预处理、作业时段优化，有效弱化外界环境带来的检测误差。

3.4 优化检测工艺流程，规避工况适配误差

根据路基土质、路面结构、施工阶段的差异化特征，精准匹配对应的检测工艺，杜绝工艺错配引发的结构性误差。细粒土路基采用环刀法检测压实度，粗粒土、碎石路基统一使用灌砂法，严格匹配工艺适用范围；沥青路面、水泥混凝土路面根据面层厚度、材料特性，调整钻芯深度与检测参数。同时严格把控检测时机，路基碾压完成后静置 2 小时至 4 小时，待土体结构、含水率稳定后开展检测；沥青路面需完全冷却定型后再进行平整度、厚度检测，避免形变干扰数据精度[5]。

优化整体检测流程，建立“工况核查—点位布设—设备调试—现场检测—数据复核”的标准化流程，每一步骤完成后进行质量核查，确认无误后进入下一工序。针对误差高发项目，增加复检比例，对数据波动较大、超出偏差范围的检测结果，及时更换点位、调整工艺重新检测，剔除异常数据，保障最终检测结果的真实性、准确性与代表性，全面提升路基路面现场检测质量。

4 结束语

通过系统分析路基路面现场常规检测的各类误差成因，明确人员不规范操作、设备精度衰减、现场环境干扰、检测工艺错配是数据偏差的主要来源。结合不同检测项目的误差偏差特征与影响程度，本文针对性制定标准化作业、设备精细化管控、环境工况适配、检测工艺优化的全方位防控技术体系。整套防控方案贴合道路施工现场复杂工况，能够有效降低各类检测误差，提升检测数据精准度，规避误差引发的工程质量隐患。未来道路检测行业可依托智能化检测设备、数字化管控系统，进一步优化误差防控模式，实现检测过程动态监测、误差智能修正，持续提升路基路面检测的标准化、精细化水平，为道路交通工程质量提升提供坚实的技术保障。

参考文献：

[1] 周鹏.路试车道的检验方法研究及误差分析[J].计量与测试技术,2026,52(04):32-35.
[2] 张云鹏.公路路基路面快速检测技术的应用与发展[J].工程建设与设计,2026(06):194-196.
[3] 王增帆.市政道路路基压实度的检测方法与控制标准[J].大众标准化,2025(24):184-186.
[4] 李富尧.浅谈公路工程路基质量控制技术[J].新疆有色金属,2025,48(06):104-106.
[5] 姬玉平.公路路基路面病害的科学检测及预防养护方法[J].中国设备工程,2025(13):178-180.