

公路工程试验检测影响因素分析

宋家旺

新疆兵团水科院(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核心环节,其检测结果的准确性直接关系到公路建设的安全性、耐久性和经济性。然而,在实际检测过程中,检测结果常受到人为因素、设备因素、管理因素及环境因素等多重干扰,导致数据失真或结论偏差。本文从技术与管理双维度系统剖析了公路工程试验检测中的关键影响因素,并提出针对性优化策略,旨在为提升检测质量、规范检测流程提供理论支撑与实践指导。

关键词:公路工程;试验检测;影响因素;质量控制;技术优化

引言

公路工程试验检测是通过科学手段对材料性能、结构强度及施工工艺进行量化评估的过程,其结果为工程质量验收、技术改进及事故追责提供关键依据。随着公路建设向高技术标准、复杂地质条件方向发展,试验检测的精度要求日益严苛。然而,检测过程中存在的操作不规范、设备老化、管理缺位等问题,导致检测数据可信度下降,甚至引发工程质量隐患。因此,系统分析影响因素并构建科学管控体系,成为提升检测效能的迫切需求。

1 人为因素

1.1 专业技能与经验不足

试验检测人员是检测活动的直接执行者,其专业水平直接影响结果准确性。当前,部分检测人员存在“重理论轻实践”倾向,对新型检测设备(如无损检测仪、自动化压实度测定仪)的操作原理掌握不深,导致数据采集偏差。例如,在沥青混合料马歇尔稳定度试验中,若未严格控制击实温度与锤击次数,将直接导致空隙率计算误差,进而影响路面抗车辙能力评估。此外,部分人员对标准规范理解片面,如将《公路工程集料试验规程》中细集料棱角性试验的“流动时间法”误用为“间隙率法”,引发系统性误差。

1.2 责任意识与职业操守缺失

检测工作的重复性与枯燥性易导致人员懈怠,表现为数据记录随意、设备校准敷衍等行为。某高速公路项目曾出现因检测人员未按规定频次标定回弹仪,导致混凝土强度检测值虚高15%的案例,最终引发路面早期开裂。此外,利益驱动下的数据造假现象亦不容忽视,如通过调整含水量测定仪读数虚增土方压实度,以规避返工成本。此类行为不仅损害工程安全,更破坏行业生态^[1]。

1.3 培训体系与激励机制不完善

多数检测机构采用“以老带新”的传统培训模式,缺乏系统化课程设计与实操考核,导致新员工技能成长缓慢。同时,绩效考核过度侧重检测数量而非质量,如某省交通质监站调查显示,62%的检测机构未将数据准确性纳入员工晋升指标,削弱了人员提升专业能力的内生动力。

2 设备因素

2.1 设备精度与稳定性不足

检测设备的性能指标(如分辨率、量程、重复性)是决定数据可靠性的关键因素。以路面平整度检测为例,路面平整度是衡量道路使用性能的重要指标之一,它直接影响到行车的舒适性、安全性和车辆的运营成本。传统三米直尺法是一种常用的路面平整度检测方法,它通过将三米直尺沿车轮行驶轨迹放置,测量直尺与路面之间的最大间隙来评价路面平整度。然而,该方法存在误差较大的缺点,其误差可达 $\pm 3\text{mm}$ 。相比之下,激光断面仪利用激光技术测量路面高程变化,具有测量精度高、速度快、自动化程度高等优点,其误差可控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内。然而,部分机构为降低成本采购二手设备或延长设备服役周期,导致检测精度衰减。例如,某检测单位使用的20世纪90年代产洛杉矶磨耗机,该设备用于测定碎石或砾石的耐磨性能,其转筒转速的稳定性对检测结果有重要影响。由于设备使用年限过长,转筒的传动部件磨损严重,导致转速不稳定,造成集料磨耗值波动达20%。集料磨耗值是评价沥青路面抗滑性能的重要指标之一,其波动过大会严重影响对沥青路面抗滑性能的准确评估,进而影响道路的行车安全。

2.2 校准与维护机制缺失

设备校准是保障检测数据可追溯性的关键环节,它能够确保设备的测量结果与真实值一致。然而,在实际执行中常存在“重使用轻维护”现象。如某省质监局抽

查发现,35%的检测机构未建立设备校准档案,20%的万能试验机未按规定进行年度检定。万能试验机是用于检测材料力学性能的重要设备,如钢筋的拉伸试验、混凝土的抗压试验等。未按规定进行年度检定,会使试验机的测量系统产生误差,导致钢筋拉伸试验中屈服强度测定值系统性偏低。屈服强度是钢筋的重要力学性能指标,其测定值偏低会使工程设计人员对钢筋的承载能力估计不足,从而影响结构的安全性。此外,环境因素(如湿度、粉尘)对设备的影响亦被忽视。以电子天平为例,电子天平是一种高精度的称量设备,广泛应用于各种材料的称量。在湿度>80%的环境下,电子天平内部的电子元件容易受潮,导致称量误差扩大3倍。粉尘也会进入电子天平的内部,影响其传感器的灵敏度和准确性。因此,在使用电子天平时,需要严格控制环境湿度和清洁度,定期对设备进行维护和保养,以确保其称量结果的准确性^[2]。

2.3 技术更新滞后于行业标准

随着《公路工程试验检测技术规范》的持续修订,新型检测技术(如地质雷达探测路基脱空、红外热成像检测桥面铺装层离析)逐步普及。这些新型检测技术具有无损、快速、准确等优点,能够为公路工程质量检测提供更有效的手段。例如,地质雷达探测路基脱空技术利用电磁波在地下介质中的传播特性,通过分析反射波的特征来探测路基内部是否存在脱空等缺陷。该技术无需对路基进行开挖,不会对道路结构造成破坏,能够快速准确地定位脱空位置和范围,为路基的维修和加固提供科学依据。然而,部分机构因资金或技术壁垒,仍依赖传统方法,导致检测效率与准确性双低。例如,在隧道衬砌厚度检测中,传统钻孔取芯法需封闭交通且破坏结构^[3]。该方法需要在隧道衬砌上钻孔取芯,然后测量芯样的长度来确定衬砌厚度。这种方法不仅会对隧道结构造成一定的破坏,影响隧道的使用寿命,而且需要封闭交通,给道路通行带来不便。而地质雷达法可实现无损快速检测,它通过发射高频电磁波并接收反射波,根据反射波的时间和强度来推断隧道衬砌的厚度和内部结构情况。但后者在基层检测机构中的普及率不足40%,这使得许多基层检测机构无法充分利用新型检测技术的优势,影响了检测工作的质量和效率。

3 管理因素

3.1 质量管理体系不完善

ISO/IEC 17025标准是检测机构能力认可的核心依据,它对检测机构的管理体系、技术能力、人员素质等方面提出了全面、严格的要求。然而,部分机构存在

“重认证轻执行”问题。如某第三方检测公司通过认证后,未建立样品唯一性标识制度。样品唯一性标识是确保样品在检测过程中不被混淆、保证检测结果准确性的重要措施。该检测公司由于未建立此制度,导致不同批次混凝土试件混淆,引发质量纠纷。在混凝土强度检测中,不同批次的混凝土其原材料、配合比和养护条件可能存在差异,这些差异会影响混凝土的强度。如果试件混淆,就无法准确判断每批混凝土的实际强度,从而给工程质量评估带来困难。此外,检测报告审核流程漏洞亦常见。检测报告是检测工作的最终成果,它为工程质量验收、技术改进和事故追责提供重要依据。然而,部分检测机构在检测报告审核过程中,未对异常数据(如水泥标准稠度用水量超出规范值20%)进行复核,导致错误结论流入工程环节。水泥标准稠度用水量是水泥性能的重要指标之一,它影响到水泥混凝土的施工性能和质量。如果该指标超出规范值,可能会导致水泥混凝土的和易性变差,影响混凝土的浇筑和振捣,进而降低混凝土的强度和耐久性。因此,检测机构必须建立严格的检测报告审核流程,对异常数据进行认真复核,确保检测报告的准确性和可靠性。

3.2 监督机制与责任追溯缺失

当前检测监管多依赖行政抽查,缺乏全过程动态监控。行政抽查是一种事后监管方式,它只能在一定时间内对部分检测机构进行抽查,无法实时掌握检测机构的工作情况和检测数据的真实性。例如,某省交通厅2023年专项检查发现,15%的检测机构未安装视频监控系统,无法追溯检测人员操作轨迹。视频监控系统可以实时记录检测人员的操作过程,为检测数据的真实性和准确性提供有力证据。未安装视频监控系统,使得检测机构的操作过程缺乏监督,容易出现违规操作和数据造假等问题。此外,22%的机构未建立电子化原始记录,导致数据篡改难以取证。电子化原始记录具有不可篡改、易于存储和查询等优点,能够有效地保证检测数据的真实性和完整性。未建立电子化原始记录,使得检测数据容易被篡改,而且在出现问题时难以追溯数据的来源和修改痕迹,给责任追溯带来困难。同时,责任追溯机制不完善,如某桥梁荷载试验数据失真事件中,因未明确检测、审核、批准人员的权责边界,最终仅对机构进行罚款而未追究个人责任。这使得检测人员在工作中缺乏责任感和敬畏心,容易出现敷衍塞责、违规操作等行为,严重影响检测工作的质量和公信力。

3.3 信息化管理水平低下

传统检测数据管理依赖人工录入,易出现错录、漏

录问题。在公路工程试验检测中,需要记录大量的检测数据,如材料的性能指标、试验环境条件等。人工录入数据不仅效率低下,而且容易出现人为错误。如某高速公路项目土工试验数据中,液限与塑限值录入错误率达8%,导致土的塑性指数计算偏差,影响路基填料分类。土的塑性指数是评价土的工程性质的重要指标之一,它直接影响到路基的稳定性和承载能力。如果塑性指数计算偏差,会导致路基填料分类错误,从而影响路基的设计和施工,给工程质量带来隐患。此外,检测机构间数据共享不畅,如某市交通质监站统计显示,63%的检测报告需重复提交至不同管理部门,造成资源浪费。在公路工程建设和管理过程中,多个部门需要获取检测报告,如建设单位、监理单位、质量监督部门等。由于检测机构间数据共享不畅,每个部门都需要检测机构单独提供检测报告,这不仅增加了检测机构的工作量,也浪费了大量的时间和资源。同时,数据共享不畅也不利于各部门之间的信息沟通和协同工作,影响了公路工程建设整体效率和质量^[4]。

4 环境因素

4.1 自然环境干扰

温度、湿度等环境参数对检测结果影响显著。以沥青针入度试验为例,沥青针入度是衡量沥青软硬程度和稠度的指标,它对沥青路面的使用性能有重要影响。该试验需在 $25^{\circ}\text{C}\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 条件下进行,若温控失效导致实际温度偏差 2°C ,针入度值将偏离真实值15%。温度对沥青的粘度有显著影响,温度升高,沥青的粘度降低,针入度值增大;温度降低,沥青的粘度增大,针入度值减小。因此,严格控制试验温度是确保沥青针入度试验结果准确性的关键。水泥凝结时间测定中,环境湿度每升高10%,初凝时间可缩短30分钟。水泥凝结时间是水泥从加水开始到失去塑性所需的时间,它对混凝土的施工工艺和质量有重要影响。环境湿度会影响水泥水化反应的速度,湿度越高,水泥水化反应越快,初凝时间越短。因此,在进行水泥凝结时间测定时,需要严格控制环境湿度,以确保测定结果的准确性。此外,野外检测常受风雨、强光干扰,如路基压实度检测中,沙袋法受风速影响可能导致含水量测定误差达5%。风速会影响沙袋周围空气的流动,从而影响沙袋内水分的蒸发速度,导致含水量测定结果不准确。

4.2 现场作业条件限制

施工现场的复杂性对检测操作提出挑战。例如,在山区高速公路隧道检测中,狭窄空间限制了全站仪的架设精度,导致衬砌变形监测数据偏差。全站仪是一种高精度的测量仪器,广泛应用于隧道衬砌变形监测。在狭窄的隧道空间内,全站仪的架设位置和角度受到限制,难以保证其测量精度。此外,隧道内的光线较暗、粉尘较多,也会影响全站仪的测量效果。

在跨海大桥检测中,盐雾环境加速了传感器腐蚀,使应变计读数稳定性下降40%。盐雾环境中含有大量的氯离子,氯离子具有很强的腐蚀性,能够破坏传感器的金属表面,导致传感器的性能下降。应变计是一种用于测量结构应变的传感器,其读数稳定性直接影响到结构应力分析的准确性。因此,在跨海大桥检测中,需要采取有效的防护措施,保护传感器免受盐雾腐蚀。此外,施工机械振动(如压路机作业)可能干扰无损检测设备信号,如地质雷达探测中,振动噪声可使脱空识别准确率降低25%。施工机械振动会产生电磁干扰和机械振动干扰,影响地质雷达的信号接收和分析,从而降低脱空识别的准确率。

结束语

公路工程试验检测的准确性受人为、设备、管理及环境等多重因素交织影响,需从技术升级、管理创新、制度完善三方面协同发力。通过构建智能化检测体系、完善全流程质量管控、强化环境适应性设计,可显著提升检测数据可信度,为公路工程高质量发展提供坚实保障。未来,随着物联网、大数据等技术的深度融合,试验检测将向“实时化、精准化、智能化”方向演进,进一步推动公路建设迈向更高水平。

参考文献

- [1]马倩.公路工程试验检测影响因素[J].黑龙江交通科技,2017,40(12):186+188.
- [2]向辉.工程试验检测影响因素若干问题[J].黑龙江交通科技,2017,40(11):155-156.
- [3]吴鹏.关于公路工程试验检测的影响因素分析[J].居舍,2017(27):165-166.
- [4]邓香玲,郭黎静.公路工程试验检测影响因素探讨[J].居舍,2017(26):130.