

建筑材料工程检测实验室的误差控制与数据精准性研究

刁泽秀

南皮县诚信建设工程质量检测有限责任公司，河北沧州，061500；

摘要：建筑材料工程检测数据的精准性，是保障建筑工程质量与结构安全的核心前提。检测全流程里的各类误差干扰，是影响检测数据可靠性的关键因素。本文从源头智能防控、过程数字管控、结果精准校准三个方面，分析检测误差产生的新路径与防控要点。同时整合数字化、智能化技术，构建覆盖检测全流程的误差控制体系，为提升检测数据精准性、推动检测实验室标准化建设提供理论和技术支持。

关键词：建筑材料工程检测；误差智能防控；数据精准性；全流程管控；数字化赋能

DOI：10.64216/3080-1508.26.02.013

引言

建筑材料是建筑工程的核心物质基础，它的各项性能参数，直接决定建筑工程的耐久性、结构稳定性和使用安全性。工程检测实验室是开展建筑材料性能科学评估的专业平台，负责对工程建设所需的原材料、施工中的半成品和最终成品开展全面质量检验。检测数据的精准度，不仅关系到建筑材料是否符合工程设计文件和相关规范标准，还对后续施工工艺的选择、工程质量验收和安全隐患排查起到决定性作用。新型建筑材料更新换代速度加快，智能建造技术也在深入发展，在这两大背景下，检测误差的诱发因素变得更隐蔽、更多样。传统的单一环节误差管控模式，已经无法满足现代化检测工作的需求。因此，依靠新一代技术革新成果，梳理检测各环节的误差形成逻辑，构建全流程、精细化的误差控制体系，是提升建筑材料工程检测实验室数据精准性的必要途径。

1 源头智能防控：筑牢误差前置屏障

1.1 样品数字溯源与自动化预处理

样品的代表性与均匀性，是从根源上规避系统误差产生的首要前提。数字化追溯与自动化处理技术，成为保障样品质量可控性的关键技术支撑。采用射频识别标签与二维码深度融合的双重标识机制，为每一份检测样品建立专属的身份识别档案。通过这一标识机制，实现对样品取样、运输转运、仓储保管、预处理制备等全环节信息的无缝绑定与实时追踪。这一举措，能够确保取样过程严格遵循相关标准规范中关于取样比例、取样部位及取样数量的明确规定，从根本上杜绝人为干预因素导致的样品失真问题。针对新型复合建筑材料的独特理

化特性，优化升级样品预处理的工艺流程。借助自动化、智能化的专业设备，完成样品的筛分、干燥、除杂等一系列预处理操作。通过智能温控系统，对预处理环境的温度、湿度等关键参数进行精准调控。以此避免因手工操作的个体差异，或是环境条件的随机波动，引发样品性能发生不可逆的改变。对于含有工业固废掺合料的复合类建筑材料，采用X射线荧光光谱分析技术，对其成分构成进行快速且精准的定性定量分析。基于分析结果，为后续检测方法的科学选择提供详实的数据支撑，减少因材料成分未知或判定失误而带来的检测偏差。

1.2 智能设备全生命周期精准运维

检测设备的精度稳定性，是误差控制工作的硬件核心所在。数字化校准与智能化运维体系，成为全面提升检测设备运行可靠性的关键举措。搭建检测设备全生命周期管理平台，将设备的基础信息、使用记录、校准档案等数据进行整合。通过整合传感器采集的实时运行数据与历史参数，实现对设备校准周期的动态预警与自动提醒。依据设备的实际使用频率、检测项目的类型与精度要求，制定并优化个性化的校准方案。采用基准物质比对法，对设备的测量精度进行校准与验证，切实提升校准工作的精准性。在设备日常运维方面，为核心检测设备安装振动、温度、压力等多类型的智能传感模块。通过这些传感模块，实时监测设备的运行状态与工况参数。运用大数据分析算法，对采集到的运行数据进行深度挖掘，精准预判设备潜在的故障风险。这一方式，实现了设备运维模式从传统的“事后维修”向“事前预警、预防性维护”的根本性转变。对于高精度的检测仪器，采用恒温恒湿隔震机房的专项设计方案。配合智能环境

补偿系统，实时抵消外界环境因素对设备精度的干扰，确保设备始终处于最佳的运行状态。

1.3 检测环境多维智能调控

建筑材料的部分关键性能参数，对检测环境条件具有极强的敏感性。环境因素的微小波动，都有可能直接导致检测数据出现显著偏差。多维智能调控技术，可有效降低环境波动引发的检测误差。基于物联网技术构建传感器网络，在检测实验室及养护区域布设大量的环境监测传感器。通过这一网络，对检测环境的温度、湿度、气压等关键指标进行24小时不间断的实时监测与精准调控。实现养护箱、检测区域等关键空间的环境参数全域均衡，避免出现局部环境参数超标或不达标的情况。针对水泥胶砂强度检测、防水材料拉伸性能检测等对环境要求严苛的专项试验，搭建定制化的智能环境舱。通过预设程序，自动控制环境舱内的温湿度波动范围，使其严格符合相关检测标准的要求。以此满足不同检测项目的严苛环境条件需求。同时，在实验室设计与建设过程中，融入隔震、防尘、防电磁干扰等智能防护设计。为检测工作营造一个稳定、标准、不受外界干扰的环境基底。

2 过程数字管控：阻断误差传导路径

2.1 智能操作规范与人员能力升级

检测人员的操作规范性与专业素养，是控制人为误差产生的核心要素。智能辅助系统与系统化培训机制，共同形成了人为误差防控的双重保障体系。建立检测人员能力矩阵管理体系，对不同岗位人员的专业技能、资质等级、培训记录进行系统化管理。定期组织检测人员开展最新检测标准、技术规范与智能设备操作流程的专项培训。确保每一位检测人员，都能够熟练掌握各类检测项目的操作流程与关键注意事项。在实际检测过程中，通过智能检测设备搭载的视觉定位系统，实现对检测试样的精准装夹与检测参数的自动设置。这一技术手段，能够有效减少因人工操作带来的试样对中偏差、参数设置错误等问题。推行双人复核与智能校验相结合的双重质量控制机制。对于关键检测环节的操作过程与数据记录，由两名及以上的检测人员进行交叉核对。同时，借助智能系统的算法模型，自动识别操作过程中的异常行为与数据偏差，及时纠正违规操作行为。

2.2 检测流程标准化升级与数字化闭环管控

检测方法科学、适用，是保证检测数据准确的基本前提。推进检测流程按标准执行、建立数字化全程管理体系，是提高检测工作质量和效率的关键办法。开展检测工作时，要严格依照国家和行业当前有效的技术标准。针对新型建筑材料的特殊物理化学性质，要组织专业技术人员组成团队，优化和改进检测流程。检测工作中，严禁使用作废标准和非标准方法，从一开始就保证检测方法合规、科学。依靠实验室信息管理系统（LIMS）搭建智能管理平台，能实现检测任务自动分配、全程可查。把万能试验机、防水材料测试仪等主要设备的数据自动采集功能接入系统，设备检测的数据就能实时传入系统数据库，完全避免人工抄写数据造成的写错、漏记等问题。系统里有标准的电子实验记录模板，能自动处理数据修约、计算公式、判定结果，大大减少人工核算的错误，提高数据处理的效率和准确性。

2.3 全流程动态质量监督

建立全流程动态质量监督机制，是及时发现并阻断误差传导的有效手段。在实验室信息管理系统中，设立智能质量监督模块。通过这一模块，对检测任务从委托受理、样品接收、检测实施到报告出具的全环节进行实时监控。重点核查检测人员的操作规范性、检测设备的运行状态、环境参数的稳定性以及数据记录的完整性与真实性。构建异常数据预警模型，将检测数据的离散度、偏差值等指标纳入预警范围。当检测数据出现明显偏离预期值，或是离散度过大时，系统将自动暂停检测流程，提示操作人员及时分析数据异常的原因，并采取针对性的纠正措施。待问题得到彻底解决后，方可继续开展检测工作，通过区块链技术，对检测过程中的每一步操作痕迹进行不可篡改的记录。实现检测全过程的可追溯、可回溯，确保质量监督工作无死角、无盲区。

3 结果精准校准：提升数据输出质量

3.1 原始数据智能审核与规范化整理

原始数据的可靠性，是保障最终检测结果精准性的基础。智能审核技术的应用，可大幅提升数据整理工作的严谨性与效率。建立原始数据智能审核系统，依据相关标准规范与检测方法的要求，预设数据审核的逻辑规则。通过这一系统，对检测记录的真实性、完整性、逻辑性进行自动化核查。自动识别并剔除因操作失误、设备故障等因素产生的无效数据与异常数据。在数据整理

过程中,严格遵循数字化数据处理的规范要求。通过实验室信息管理系统,完成对原始数据的分类、统计与计算工作。确保数据处理过程中的公式运用、单位换算等环节准确无误。完整保留数据处理的全过程记录,包括数据筛选的依据、计算的具体步骤及产生的中间结果。实现数据处理过程的可追溯,为后续的误差分析与数据复核工作提供详实、可靠的依据。

3.2 全维度误差溯源分析与动态校准机制构建

精准分析误差、有效修正误差,是突破检测数据精度瓶颈的关键技术支撑。基于多维度技术矩阵搭建的误差管控体系,能精准识别检测全流程里的各类误差,还能对这些误差进行分级管控。把误差传递数学建模和机器学习智能算法结合起来,能深入拆解检测过程中系统误差和随机误差的相互作用特点,准确找到两类误差产生的源头和传播路径,为后续误差治理提供科学、好用的理论方案。针对系统误差,可通过优化设备定期校准方案、改进检测操作流程、建立环境参数实时补偿模型等方法,从根本上消除或大幅降低系统误差对检测结果的干扰。针对随机误差,可通过增加平行试验次数来扩大检测数据样本量,借助数理统计分析工具,让智能分析系统自动计算检测数据的标准偏差和算术平均值,利用数据的统计规律降低随机误差对最终检测结果的影响。根据基准物质多批次比对试验得到的量化数据,搭建能自动调整的动态误差修正模型。校准的整个过程,要严格遵循国家和行业的技术规范,保障误差修正结果准确、合规,并且可追溯。

3.3 检测报告智能合规生成与全生命周期溯源管理

检测报告是呈现检测成果的核心载体,它的编制质量直接影响检测数据的应用价值和转化效果。以智能编制为核心、合规审核为保障的报告管理体系,是保障检测报告权威、可信的关键办法。参照国际和国内的双重标准规范,搭建一体化的智能报告生成平台。这个平台能自动整合检测依据文件、试样基础信息、环境监测参数、原始检测数据、误差分析报告等全流程关键信息,保证报告内容完整、表述严谨、逻辑通顺。在智能报告生成平台里加入智能合规校验引擎,这个引擎内置了多维度的校验规则库,能自动检查检测流程是否合规、检测标准是否有效、数据计算是否准确、结论判定是否合

理。全面实行全环节电子签章认证流程,通过身份识别技术,准确分配和核验报告编制人、审核人、批准人的操作权限。对于校验中发现的不合规内容,系统会自动触发拦截功能并生成整改清单,明确整改要求和时间,督促相关人员完成修正。采用金融级别的端到端数据加密技术,对报告中的敏感信息进行高强度加密保护,给每份报告赋予独一无二的智能溯源二维码,扫码就能直接查看检测任务派发、试样制备、仪器检测、数据处理、误差修正等全环节的原始信息。

4 结语

建筑材料工程检测实验室的误差控制,是一项贯穿检测全流程的系统性工程。该项工作的有效开展,需依托数字化、智能化技术,构建形成源头防控、过程管控、结果校准的全链条误差控制体系。通过实施样品数字溯源、设备智能运维、环境精准调控等措施,筑牢误差防控的前置屏障。借助智能操作规范的落地、动态质量监督机制的运行,阻断误差在检测流程中的传导路径。依靠数据智能审核、多维度误差修正等技术手段,全面提升检测数据的输出质量。通过上述一系列举措,可有效降低各类误差因素对检测工作的干扰,保障检测数据的精准性。建筑工程质量标准不断提高,行业监管也越来越严格。在这样的背景下,建筑材料工程检测实验室要不断推进各类技术的融合使用。同时,要对现有的检测流程进行全面梳理和优化。检测实验室要抓住误差控制这个核心工作,推动误差管控模式从传统的粗略管理,转变为精细、智能的管理方式。检测实验室要结合物联网、大数据、人工智能等数字化技术,搭建并完善覆盖检测全部流程的误差管控体系。这套体系能切实提高建筑材料检测数据的准确性和可信度,为建筑工程质量安全提供可靠的技术保障,通过技术与流程的双重升级,满足日益严苛的质量检测需求,助力行业良性发展。

参考文献

- [1] 胡政. 建筑材料检测与实验室管理[J]. 江苏建材, 2022(6): 143-144.
- [2] 魏娜. 论建筑工程材料质量检测实验室中技术管理[J]. 居舍, 2022(4): 172-174.
- [3] 朱正俊. 建筑工程检测实验室规范化管理研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2023(24): 167-169.