

环境监测实验室质量控制与检测结果的准确性分析

吴陆蒋¹ 张后福² 杨昌艳³

1 温州环兴环境检测有限公司

2 温州环科环保技术有限公司

3 浙江中蓝环境工程有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i8.17104

[摘要] 环境监测实验室质量控制是确保监测数据准确反映环境状况的核心保障。本文阐述质量控制的内涵与重要性,从人员、仪器设备、检测方法、样品、环境等方面分析影响检测结果准确性的因素,探讨内部与外部质量控制方法与结果准确性的关联,提出加强人员培训、完善仪器管理、优化检测方法、强化样品管理等提升策略,为环境监测实验室提高检测准确性提供参考。

[关键词] 环境监测; 实验室质量控制; 检测准确性; 质量保证

中图分类号: X830.5 文献标识码: A

Quality Control in Environmental Monitoring Laboratories and Accuracy Analysis of Test Results

Lujiang Wu¹ Houfu Zhang² Changyan Yang³

1 Wenzhou Huanxing Environmental Testing Co., Ltd.

2 Wenzhou Huanke Environmental Protection Technology Co., Ltd.

3 Zhejiang Zhonglan Environmental Engineering Co., Ltd.

[Abstract] Quality control in environmental monitoring laboratories is essential to ensure that monitoring data accurately reflect environmental conditions. This paper elaborates on the concept and importance of quality control, analyzes factors affecting the accuracy of test results from aspects such as personnel, instruments and equipment, testing methods, samples, and environment, explores the relationship between internal and external quality control methods and the accuracy of results, and proposes improvement strategies including strengthening personnel training, improving instrument management, optimizing testing methods, and enhancing sample management. The study aims to provide references for environmental monitoring laboratories to improve testing accuracy.

[Key words] Environmental Monitoring; Laboratory Quality Control; Testing Accuracy; Quality Assurance

引言

环境监测数据是环境管理、企业监管及公众利益决策的重要依据,其准确性至关重要。实验室质量控制贯穿监测全流程,涵盖方案设计、样品采集到报告出具等环节,旨在减少误差,保证数据准确、可靠、完整、可比。然而,诸多因素影响检测结果准确性,深入分析这些因素,探寻有效的质量控制方法,对提升环境监测质量,服务环境治理与公众健康意义重大。

1 环境监测实验室质量控制概述

1.1 质量控制的内涵

环境监测实验室质量控制是指为确保监测数据能够准确反映环境实际状况,在监测全过程中采取的一系列有组织、有系统的技术措施和管理手段。其内涵贯穿监测活动的各个环节,从监测方案设计、样品采集与制备,到仪器校准、检测操作、数据处

理及报告出具,每个步骤都需建立标准化流程并严格执行。质量控制不仅要求检测数据具有准确性和可靠性,还需保证数据的完整性、代表性和可比性,通过对各环节可能产生误差的因素进行精准把控,减少系统误差和随机误差,为环境管理决策、污染治理效果评估等提供可信的技术支撑,是环境监测工作的核心技术保障体系。

1.2 质量控制的重要性

环境监测实验室质量控制的重要性体现在多个关键层面。从环境管理角度,准确的监测数据是制定环境政策、划定环境功能区、考核污染减排成效的核心依据,质量控制不到位会导致数据失真,进而引发政策制定偏差,影响环境治理效果^[1]。从企业监管角度,可靠的监测结果是判断企业是否达标排放、实施环境执法的关键凭证,质量失控可能造成违法企业逃脱监管或合规企

业被误判,破坏公平的市场环境。从公众利益角度,环境监测数据与公众健康息息相关,如空气质量、饮用水水质等监测数据的准确性,直接影响公众对环境状况的认知和生活决策。此外,质量控制也是实验室自身生存发展的根本,只有具备完善的质量控制能力,才能通过资质认定,获得行业认可。

2 环境监测实验室影响检测结果准确性的因素分析

2.1 人员因素

人员因素是影响环境监测结果准确性的核心变量,主要体现在专业能力、操作规范性和责任意识三个方面。专业能力不足会导致检测人员对检测方法理解不透彻,无法准确把握关键操作步骤,如在样品前处理过程中未能精准控制反应时间和温度,直接影响检测结果。操作规范性欠缺会引发人为误差,例如在仪器操作时未按照校准流程进行预热和调零,或在数据记录时出现读数错误、记录潦草等问题,导致数据失真。责任意识淡薄则可能造成流程疏漏,如样品采集时未严格遵循代表性原则,随意选取采样点位,或在检测过程中擅自简化步骤,忽视质量控制要求。

2.2 仪器设备因素

仪器设备是环境监测的核心工具,其性能状态直接决定检测结果的准确性。仪器设备精度不足会导致固有误差,如使用未达到检测项目精度要求的分析仪器,无法准确捕捉样品中微量污染物的含量,造成检测结果偏低或偏高。仪器校准不及时或校准不合格会引发系统误差,例如分析仪器未按周期进行校准,或校准过程未遵循标准规范,导致仪器测量值与真实值存在偏差^[2]。设备维护保养不到位会影响设备稳定性,如光谱仪的色谱柱未定期更换,导致分离效果下降,出现峰形异常,影响定性定量分析结果;天平长期未进行清洁和维护,出现灵敏度下降问题,导致称量误差。仪器设备安装环境不符合要求,如靠近强磁场、振动源或温度波动较大的区域,也会干扰设备正常运行,影响检测精度。

2.3 检测方法因素

检测方法的选择与应用是影响检测结果准确性的关键环节。选择的检测方法不适用会直接导致结果失真,例如针对高浓度污染物采用低浓度检测方法,会出现超出方法线性范围的情况,导致检测结果不准确;针对挥发性有机物检测采用不具备抗干扰能力的方法,会受到样品中其他组分的干扰,影响测定结果。检测方法未经过验证会存在技术风险,实验室在采用新的检测方法前,若未对方法的检出限、精密度、准确度等性能指标进行验证,无法确定方法在本实验室的适用性,可能导致检测数据不可靠。

2.4 样品因素

样品是环境监测的直接对象,其代表性、完整性和稳定性直接决定检测结果的有效性。样品采集环节存在缺陷会导致代表性不足,如在水体监测中未按照监测规范在不同深度、不同断面采集样品,仅选取单一点位采集,无法反映整个水体的污染状况;在大气监测中未避开局部污染源,导致样品受到偶然污染,

影响整体监测结果。样品保存不当会造成组分变化,例如采集的水质样品未及时添加固定剂,导致氨氮等指标在储存过程中发生降解;土壤样品未密封保存,导致挥发性有机物挥发或吸收空气中的水分,造成检测值偏差。样品制备过程不规范也会影响结果准确性,如样品研磨不充分导致均匀性不足,或在过滤、离心等步骤中造成目标组分损失,引发检测误差。

2.5 环境因素

实验室环境条件对检测结果的准确性具有不可忽视的影响,主要体现在温度、湿度、洁净度、电磁干扰等方面。温度波动过大可能影响检测反应的稳定性,如在水质COD检测中,消解温度未控制在规定范围,会导致氧化反应不完全,使检测结果偏低;在仪器分析中,温度变化会影响色谱柱的分离效率和检测器的灵敏度,导致数据波动。湿度过高或过低会影响仪器性能和试剂稳定性,如湿度超标会导致电子天平出现漂移,影响称量精度;会使光学仪器的镜头受潮发霉,影响透光率;湿度不足则可能导致样品吸潮或试剂结晶,影响检测效果。洁净度不足会造成样品污染,如在痕量分析实验室中,空气中的污染物附着在样品表面,导致检测值偏高;电磁干扰会影响精密仪器的运行,如原子吸收分光光度计在强电磁环境下运行,会导致检测信号不稳定,出现数据偏差。

3 质量控制方法与检测结果准确性的关联

3.1 内部质量控制方法

内部质量控制方法是实验室自主开展的质量保障手段,与检测结果准确性直接相关,通过对各环节的自我监督实现误差控制。空白试验是基础控制方法,通过测定不含目标组分的空白样品,扣除环境、试剂等带来的背景干扰,若空白值过高未及时处理,会导致检测结果系统性偏高^[3]。平行样测定用于验证操作重复性,在每批样品检测中设置一定比例平行样,若平行样相对偏差超出允许范围,说明操作过程存在不稳定因素,需及时排查人员操作、仪器状态等问题,避免错误数据输出。加标回收试验用于评估方法准确性,通过向样品中加入已知量的标准物质,计算回收率,回收率在规定的范围内说明方法可靠,若回收率异常则提示样品存在基质干扰或操作不当,需优化检测流程。标准物质比对、校准曲线核查等方法,也能及时发现仪器漂移、试剂失效等问题,保障检测结果准确。

3.2 外部质量控制方法

外部质量控制方法是通过外部机构的监督和比对,验证实验室检测结果的准确性和可靠性,是内部质量控制的有效补充。能力验证是核心外部控制手段,由权威机构向各实验室发放统一的盲样,各实验室独立检测后上报结果,通过与参考值比对计算偏差,偏差在允许范围内说明实验室检测能力符合要求,若偏差过大则提示实验室在人员操作、仪器校准、方法执行等方面存在不足,需针对性整改。实验室间比对是不同实验室针对同一样品开展检测,通过结果一致性分析,发现自身与同行的差距,若比对结果差异显著,可排查是否存在方法理解偏差、仪器性能差异等问题。外部审核由第三方机构对实验室质量体系运行情

况和检测过程进行审查,核实内部质量控制措施的落实情况,确保实验室质量体系有效运行,从外部监督层面保障检测结果准确性。

4 提升质量控制与检测结果准确性的策略

4.1 加强人员培训与管理

加强人员培训与管理是提升质量控制水平的核心策略,通过构建完善的人员管理体系保障检测准确性。建立分层培训机制,针对新入职人员开展岗前培训,系统学习实验室管理制度、检测方法规范和仪器操作技能,经考核合格后方可独立上岗;对在岗人员开展定期培训,涵盖新检测标准、新技术应用和质量控制要点,每年组织不少于两次技能考核,确保人员技术能力持续提升。完善人员岗位职责制度,明确检测人员、校准人员、质量监督员等不同岗位的职责范围,将质量责任落实到个人,对检测过程中的违规操作实行责任追究制。建立人员技术档案,记录人员培训经历、考核结果、检测业绩等信息,作为人员岗位调整和晋升的重要依据。另外,营造质量文化氛围,通过定期质量例会、案例分析会等形式,强化人员质量意识,引导人员自觉遵守质量控制要求。

4.2 完善仪器设备管理

完善仪器设备管理是保障检测结果准确的基础,通过全生命周期管理确保设备性能稳定。建立仪器设备台账,详细记录设备型号、采购日期、校准记录、维护情况等信息,实现设备可追溯管理。制定严格的校准计划,根据设备使用频率和检定规程要求,定期委托权威机构对仪器进行校准,校准合格后方可使用,对校准不合格的设备及时进行维修或报废,严禁违规使用。建立设备维护保养制度,明确日常维护和定期保养的内容,如每日使用前检查仪器运行状态,每周对设备进行清洁和调试,每月对关键部件进行检查,及时发现并解决设备隐患。规范仪器设备使用流程,制定各仪器的标准操作规程,要求操作人员严格按照规程操作,对新设备使用前进行专项培训,避免因操作不当造成设备损坏或检测误差。

4.3 优化检测方法选择与验证

优化检测方法选择与验证是提升检测准确性的关键技术策略,通过科学筛选和验证确保方法适用。建立检测方法筛选机制,根据检测项目的要求、样品基质特性和实验室设备条件,选择国家或行业标准方法,对于无标准方法的项目,选择经过同行认可的成熟方法,避免选用适用性差的方法。严格执行方法验证流程,在采用新方法或对原有方法进行改进后,对方法的检出限、精密

度、准确度、线性范围等性能指标进行全面验证,验证过程需记录完整数据,形成验证报告,只有验证合格的方法才能用于正式检测。建立方法更新机制,密切关注国内外检测标准的更新动态,及时收集新的标准方法,组织人员学习并开展验证,确保实验室使用的检测方法始终处于有效状态。针对复杂基质样品,开展方法优化试验,通过调整试剂浓度、反应条件等参数,降低基质干扰,提升检测准确性。

4.4 强化样品全流程管理

强化样品全流程管理是保障检测结果有效的关键,通过对样品采集、保存、制备、流转等环节的严格管控,确保样品代表性和稳定性。制定标准化采样流程,明确不同类型样品的采样点位布设原则、采样工具选择、采样量要求等,采样人员需经过专项培训,采样过程中详细记录采样时间、地点、环境条件等信息,确保采样过程可追溯^[4]。完善样品保存制度,根据样品特性选择合适的保存容器和保存条件,如水质样品需根据检测指标添加固定剂并冷藏保存,土壤样品需密封避光保存,同时明确样品保存期限,超期样品不得用于检测。规范样品制备流程,制定各类型样品的制备操作规程,明确研磨、过滤、消解等步骤的操作要求,确保样品均匀性和目标组分不损失。建立样品流转台账,详细记录样品接收、分发、检测、留存、处置等环节的信息,避免样品混淆或丢失,保障样品全流程可控。

5 结束语

环境监测实验室质量控制与检测结果准确性紧密相连,受人员、设备、方法、样品及环境等多因素制约。通过加强人员培训与管理、完善仪器设备管理、优化检测方法选择与验证、强化样品全流程管理等策略,可有效提升质量控制水平,保障检测结果准确。未来,实验室需持续改进,紧跟技术发展,为环境管理提供更精准的数据支持,推动环境监测事业不断进步。

[参考文献]

- [1]陆小静,巴桑措姆.环境监测实验室质量控制与检测结果的准确性分析[J].皮革制作与环保科技,2025,6(8):57-59.
- [2]宗莹.环境监测实验室常见问题与控制对策分析[J].皮革制作与环保科技,2021,2(2):29-30,71.
- [3]叶国卫.环境监测技术的应用及质量控制方法研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(20):82-84.
- [4]尉春玲,胡韬,徐春丽.环境监测实验室水质测的质量控制分析[J].环境与发展,2020,32(05):176+178.