

环境监测实验室全过程质量控制现存问题与改进对策

曾稷华

肇庆市鼎湖生态环境监测站 广东 肇庆 526070

摘 要：环境监测实验室全过程质量控制涵盖采样筹备、样品转运留存、分析检测及数据归档等环节，各阶段质控水平直接影响监测数据的可信度。本文围绕事前、事中及事后质控环节现存的人员能力不足、设备运维疏漏、耗材管理粗放、样品管控松散、操作监督薄弱及数据处理不规范等问题逐一剖析，并从人员培训、物资管控、流程规范与数据管理四个维度提出改进路径，为提升实验室整体质控效能提供参考。

关键词：环境监测实验室；全过程质量控制；质控缺陷；改进对策

引言：环境监测数据的可靠性取决于全过程质量控制体系的严密程度。从采样筹备到数据归档，任一环节的管控疏漏都可能导致监测结果偏离真实状况。当前实验室在人员实操能力、设备运维、耗材试剂管理、样品流转及数据处理等方面仍存在不少短板，事前质控基础不牢、事中操作监督乏力、事后数据管理粗放等问题较为普遍。系统梳理各环节质控缺陷并提出针对性改进方案，对保障监测数据质量具有实际价值。

1 环境监测实验室全过程质量控制基础体系构成

1.1 前期采样筹备阶段质量控制构成

前期采样筹备是环境监测工作开展的前置关键环节，质控工作贯穿采样前期各项筹备作业内容。该阶段质控工作聚焦监测现场条件摸排、采样器具调试、监测方案细化等核心内容，搭建采样作业的标准化前置条件。工作人员针对不同监测介质匹配对应的采样器具与存放设备，完成设备性能核查与状态校准，保障器具精度满足监测工作开展标准^[1]。作业人员结合监测区域环境特征，细化采样点位布设形式与作业开展方式，明确采样作业的规范流程与操作标准。筹备阶段的质控管控能够从源头规避外界因素对监测工作的干扰，夯实后续监测数据精准采集的基础条件，规范所有前置作业的实施标准。

1.2 样品转运与留存阶段质量控制构成

样品转运与留存阶段的质量控制，重点保障监测样品在离开采样现场至实验室检测前的状态稳定性。该部分质控内容包含转运环境条件管控、样品存放状态维护、转运流程规范管控等核心模块，严格把控样品脱离原生环境后的各项影响条件。工作人员调控转运过程中的温度、湿度等环境参数，匹配不同样品的储存养护需求，抑制样品内部组分发生物理或化学变化。样品入库留存

期间，落实分区存放管理模式，区分不同监测类型样品的储存条件，规避样品之间产生交叉干扰。标准化的质控管控可以维持样品原始属性，保证样品状态贴合监测区域真实环境特征。

1.3 实验室分析检测阶段质量控制构成

实验室分析检测阶段是监测数据生成的核心阶段，质控体系覆盖样品预处理、仪器运行、试剂配比、实验操作等全部内部环节。实验室依托固定管控标准管控实验环境，维持空间洁净度、温湿度、气压等环境参数的稳定性，适配各类检测实验的运行要求。实验人员规范完成实验试剂配置、仪器调试、样品上机检测等操作流程，把控每一项实验操作的规范精度。实验室针对检测设备实施常态化状态管控，维持设备运行的稳定性与精准度，减少设备运行偏差对检测工作产生的负面影响，保障检测环节产出的数据具备可靠参考价值。

1.4 数据整理与归档阶段质量控制构成

数据整理与归档阶段的质量控制聚焦监测数据梳理、核算核对、资料存储等工作内容，完成监测成果的规范化收尾管控。工作人员对原始监测数据开展系统性梳理筛查，剔除异常数据信息，规范数据核算与统计的统一标准。数据整理过程严格遵循监测技术规范，统一数据运算逻辑与单位标准，规避人为操作带来的数据偏差。整理完成的监测数据与实验原始资料完成分类归档，落实档案存储的规范化管控要求，搭建完整可追溯的监测资料存储体系，保障监测数据资料的完整性与规范性。

2 环境监测实验室事前质量控制存在的问题

2.1 人员实操能力管控存在短板

环境监测前置作业对操作人员专业素养与实操水平

具备较高标准,现有人员管控模式存在明显不足。部分操作人员对采样筹备、设备调试等前置作业的技术要点掌握不够扎实,实操过程难以贴合精细化作业标准。人员技能培育模式较为单一,技能更新速度无法适配监测技术迭代节奏,常规作业中容易出现操作细节把控不到位的情况^[2]。人员日常考核机制不够细化,考核内容多聚焦基础作业内容,对前置质控关键环节的针对性约束力度不足。岗位适配管理存在薄弱环节,部分作业人员岗位匹配度不足,实操规范性难以得到持续保障,对前期监测作业精准度形成不良影响。

2.2 实验设备运维管理存在疏漏

实验设备稳定运行是事前质控落实的重要基础,设备运维管理工作存在多处管控漏洞。设备日常巡检工作落实不够细致,巡检内容覆盖范围存在局限,难以及时发现设备潜藏的运行隐患与精度偏差。设备周期校准与状态核查工作执行不够严谨,部分设备运行参数长期处于偏差状态,无法满足前置监测作业的精度要求。设备存放与养护流程执行不够标准,作业环境中的各类干扰因素会影响设备整体性能状态。运维记录管控不够规范,设备运行、养护、校准等相关信息记录不够完整,不利于设备状态的动态化管控。

2.3 实验耗材与试剂管控不规范

实验耗材与试剂的规范化管控,直接影响前期监测作业的整体质控水平。耗材与试剂入库筛查标准执行不够严格,部分耗材品质、试剂纯度无法匹配监测作业的技术要求。物资存放管理缺乏精细化划分,不同属性耗材、试剂摆放混杂,储存环境无法适配物资养护需求,容易造成试剂变质、耗材损耗等问题。物资领用与登记流程约束力度不足,领用记录信息不够完善,物资使用流向缺乏有效追溯依据。存量物资动态管控力度不足,物资补给与轮换机制不够完善,容易出现变质物资投入前置作业的情况。

2.4 前期作业流程管控体系不完善

环境监测前期各类作业流程需要完善体系作为支撑,现有管控体系存在明显短板。采样筹备、物资核验、设备调试等前置作业流程缺乏统一细化标准,不同作业人员执行方式存在差异,作业规范性难以统一。流程管控的细化程度不足,部分前置作业环节缺乏对应的管控细则,作业开展容易出现流程疏漏。日常质控督查工作覆盖范围不够全面,对前期作业细节的约束力度不足,不规范作业行为无法得到及时纠正。流程管控的动态优化机制不够健全,无法结合实际作业过程中出现的

问题及时调整管控细则,前置质控约束效力持续弱化。

3 环境监测实验室事中及事后质量控制存在的问题

3.1 样品全过程管控流程不严谨

样品管控贯穿实验检测的事中核心阶段,现有流程执行存在多处不规范行为。样品进入实验室后,交接核对工作执行力度不足,样品基础信息核验存在疏漏,无法完全保障样品信息匹配度。样品预处理环节缺乏统一执行标准,处理时长、操作手法把控尺度不一,容易改变样品原有理化属性^[3]。实验间隔阶段的样品存放管控较为松散,温湿度调控、隔离防护等工作落实不足,外界环境因素会干扰样品稳定状态。样品实验用完后的处置与留存管理缺乏细化标准,剩余样品存放、销毁流程执行随意性较强,难以满足监测工作的溯源管理需求。

3.2 实验操作过程管控存在漏洞

实验操作是事中质量控制的核心环节,整体管控力度存在明显不足。操作人员开展样品检测作业时,对精细操作细节把控不足,试剂取用、设备调试、上机操作等工序存在不规范行为。实验操作的过程监督力度薄弱,监督内容多聚焦整体作业流程,对细微操作偏差的管控力度不足。不同操作人员的作业习惯存在差异,操作尺度无法保持统一,检测作业的标准化程度难以提升。实验异常工况处置流程不够完善,实验过程出现的细微异常无法得到及时干预,细微操作偏差会逐步累积,影响检测工作的整体精准度。

3.3 监测数据管控流程不规范

监测数据管控覆盖实验后期全部处理与整理工作,管控流程存在诸多不规范问题。原始数据记录工作把控不严,数据录入过程存在随意改动、记录疏漏等不良情况,原始数据的真实状态无法完整留存。数据复核工作细化程度不足,复核工作多停留于表面筛查,难以精准捕捉细微的数据偏差。数据整理筛选缺乏统一规范,异常数据剔除、数据修正等工作缺乏固定执行标准,人为干预因素较多。数据归档前期的分类梳理工作较为粗放,数据分类规整标准不够细化,不利于监测数据的长期留存与调取使用。

3.4 实验室环境管控落实不到位

实验室环境条件直接影响事中检测精度与事后作业规范性,环境管控工作落实存在明显缺陷。实验区域洁净度管控标准执行不严,粉尘、悬浮杂质会对样品检测过程产生轻微干扰。实验区域温湿度、气压等环境参数调控不够稳定,参数波动幅度超出适宜区间,会改变试剂反应状态与设备运行精度。不同功能实验区域隔离管

控力度不足,交叉作业带来的环境干扰会影响检测作业稳定性。实验结束后的场地清理、环境消杀工作执行不彻底,残留试剂与样品残渣会持续影响实验室后续作业环境,造成持续性的质控隐患。

4 环境监测实验室全过程质量控制优化改进对策

4.1 完善人员常态化管理与培训机制

搭建科学化的人员管理培育体系,能够从人力层面夯实实验室质控工作基础。结合环境监测岗位作业内容,搭建分层化的技能培育体系,针对基础操作、精细检测、隐患处置等不同能力维度开展专项培育工作。持续更新培训内容,贴合现代环境监测技术发展方向,补充新型检测工艺与质控实操要点,填补人员技能储备短板^[4]。细化岗位考核标准,将作业规范性、质控落实细节、操作精准程度纳入考核范围,以考核约束强化岗位作业质量管控。优化岗位人员调配模式,依据人员技能特长匹配对应监测作业内容,提升整体作业规范化水平,弱化人为操作带来的质控偏差。

4.2 健全设备、耗材与试剂管控体系

统一物资与设备管控标准,能够消除硬件条件带来的监测质控隐患。制定标准化的设备运维管理细则,明确设备巡检、校准、养护的固定周期与执行标准,细化运维工作细节内容,及时排查设备运行存在的精度偏差与性能隐患。完善设备运维登记制度,细化各类运维工作记录内容,实现设备运行状态的动态追踪管控。严格落实耗材与试剂入库核验流程,对物资品质、纯度、性能开展细致筛查,杜绝不合格物资投入监测作业。搭建物资分类储存与动态轮换管理制度,依据物资理化特性划分储存区域,规范领用登记流程,规避物资变质、损耗及混用问题。

4.3 规范样品流转与实验操作全流程

细化样品全周期管控与实验操作标准,夯实事中质控工作核心环节。细化样品交接、预处理、留存、处置等各环节操作标准,统一全流程作业尺度,杜绝人为操作的随意性。细化样品存放管控标准,根据样品监测属性调控储存环境参数,落实隔离防护措施,维持样品

在全流转周期的状态稳定。搭建全覆盖的实验操作监督机制,强化作业过程细节管控,及时纠正不规范操作行为。明确各类实验异常工况的处置流程,细化异常问题处置步骤,减少操作偏差与实验隐患积累,保障检测作业全程规范有序推进。

4.4 优化数据管理与实验室环境管控模式

完善数据管控与环境管控模式,筑牢事后质控与常态化运维保障。建立标准化的原始数据记录规则,明确数据录入、修改、留存的统一要求,杜绝随意涂改、漏记、错记等问题。细化数据复核与筛选流程,制定异常数据甄别与处置标准,规范数据梳理、分类与归档流程,提升监测数据的精准性与可追溯性。细化实验室环境管控细则,严格管控实验区域洁净程度,稳定各类环境运行参数。划分独立功能作业区域,落实区域隔离管控要求,削弱交叉作业产生的环境干扰。建立常态化场地清理与环境养护制度,持续维持实验室良好作业环境,适配各类监测检测工作开展需求。

结束语

环境监测实验室质控工作贯穿采样、检测与数据处理全链条,任何单一环节的管控缺失都可能削弱监测数据的可信度。人员能力提升、设备与耗材规范管理、样品全流程标准化操作以及数据审核归档机制完善,构成了质控体系优化的四个支撑方向。将各项改进举措落实到日常作业中,持续压缩人为偏差与管理漏洞,方能切实保障实验室监测数据的准确性与可追溯性。

参考文献

- [1] 高家敏. 环境监测实验室全过程质量控制关键环节优化策略 [J]. 实验室检测,2025,3(15):97-99.
- [2] 符保珍,何开长. 环境监测实验室分析过程中的质量控制 [J]. 黑龙江环境通报,2023,36(6):55-57.
- [3] 巩文秋. 环境监测实验室质量管理创新探索 [J]. 实验室检测,2025,3(15):100-102.
- [4] 石瑛. 环境监测实验室质量管理体系研究 [J]. 皮革制作与环保科技,2022,3(6):159-161.