

# 环境监测全过程质量控制的策略与方法研究

朱荣孙 同禄禄 李王莉

中检西北生态技术(陕西)有限公司 陕西 西安 710068

**摘要:** 本文聚焦环境监测全过程质量控制, 阐述其覆盖前期准备、现场采样、实验室分析、数据处理四阶段, 以保障数据准确、可比、可追溯为核心目标。深入剖析当前各阶段存在的基础管控薄弱、采样不规范、实验室精度漏洞、数据审核追溯不完善等问题, 进而提出针对性优化策略, 包括筑牢前期准备防线、规范现场采样、强化实验室质控、完善数据处理机制, 并构建“发现—解决—预防”的全过程动态管理闭环, 为提升环境监测数据质量、支撑环保决策提供有效路径。

**关键词:** 环境监测; 全过程质量控制; 问题; 优化策略与方法

## 引言

随着生态环境保护工作的深入推进, 环境监测数据作为评估环境质量、制定环保政策、考核治理成效的核心依据, 其准确性与可靠性愈发关键。环境监测全过程质量控制贯穿监测活动全周期, 是保障数据质量的根本手段。然而, 当前监测工作中, 前期准备不充分、现场采样不规范、实验室分析有漏洞、数据处理不严谨等问题仍较突出, 严重影响数据有效性。基于此, 本文系统梳理环境监测全过程质量控制的内涵与目标, 剖析现存问题, 探索优化策略与方法, 旨在为规范监测流程、提升数据质量提供理论与实践参考。

### 1 环境监测全过程质量控制的内涵与核心目标

环境监测全过程质量控制并非单一环节的管控, 而是覆盖监测活动从启动到数据输出的全周期管理, 其核心是通过对各阶段关键要素的把控, 最大限度降低系统误差与随机误差, 确保监测数据的准确性、代表性、完整性与可比性。(1) 从监测流程上看, 全过程主要包含四个阶段: 一是前期准备阶段, 包括现场调查、监测方案设计、仪器设备计量与校准、人员培训等, 是质量控制的基础; 二是现场采样阶段, 涵盖采样点布设、样品采集、保存与运输, 直接影响数据的代表性; 三是实验室分析阶段, 包括样品前处理、仪器分析、试剂管控等, 是控制数据准确度的核心; 四是数据处理阶段, 涉及数据录入、异常值识别、结果审核与报告编制, 决定数据的最终有效性。(2) 全过程质量控制的核心目标可概括为三点: 第一, 保证监测数据与实际环境状况的一致性, 降低因操作不当导致的误差; 第二, 确保不同时间、不同区域的监测数据具有可比性, 为纵向趋势分析与横向区域对比提供条件; 第三, 实现监测流程的可追溯性, 当数据出现疑问时, 可通过流程回溯定位问题根

源, 为质量改进提供依据<sup>[1]</sup>。

### 2 当前环境监测全过程质量控制存在的主要问题

#### 2.1 前期准备阶段问题: 基础管控薄弱

前期准备是质量控制的“第一道防线”, 但部分监测活动存在方案设计粗糙、仪器准备不充分的问题。一方面, 监测方案未结合监测目标与区域特征细化参数, 如未根据污染物类型及扩散规律优化监测指标与频次, 导致后续采样与分析缺乏代表性; 另一方面, 仪器设备校准不到位, 部分监测仪器未按周期定期进行校准和核查, 校准所用标准物质过期或、保存不规范, 导致仪器初始准确度不达标, 从监测源头引入误差。此外, 监测人员培训不足, 对复杂环境下的采样规范、仪器操作要点掌握不熟练, 为后续监测过程埋下质量隐患。

#### 2.2 现场采样阶段问题: 代表性与规范性不足

现场采样是连接“实际环境”与“实验室分析”的关键环节, 其质量直接决定数据能否反映真实环境状况。当前采样环节的问题主要体现在三点: (1) 采样点布设不合理, 部分采样点未避开干扰源(如临时排污口、交通干道), 或未覆盖污染物高浓度区域与背景区域, 导致样品缺乏区域代表性。(2) 采样操作不规范, 如采集水体样品时未按深度分层采样、采集大气样品时未准确控制采样流量与时间, 导致样品采集过程中出现交叉污染。(3) 样品保存与运输不当, 未按标准添加固定剂, 或运输过程中温度、避光条件不满足要求, 导致样品中目标污染物降解或转化, 影响后续分析结果的准确性。

#### 2.3 实验室分析阶段问题: 精度控制存在漏洞

实验室分析是提升监测数据准确度的核心环节, 但部分实验室存在质控措施执行不到位的问题。(1) 试剂与耗材管控不严, 部分实验所用试剂纯度不满足要求,

或实验所用器皿（如比色管、进样针）未按照标准规范清洗，导致样品前处理过程中引入杂质干扰。（2）分析方法验证不充分，新引入的标准方法未按照要求通过检出限、精密度、准确度验证，直接应用于实际样品分析，易导致结果误差。（3）质控样应用不规范，部分实验室未同步分析空白样、平行样与加标样品，对样品结果超标或异常的情况未及时排查原因，仅依赖单次分析结果，忽视了随机误差对数据的影响<sup>[2]</sup>。（4）实验环境控制不严，不满足实验要求，包括人员随意进出、存在交叉污染的实验不分区隔离，导致数据不准。（5）分析人员水平参差不齐，部分人员专业不对口、技术能力薄弱，导致监测数据的质量得不到保障。

#### 2.4 数据处理阶段问题：审核与追溯机制不完善

数据处理是监测数据输出前的“最后一道关卡”，但当前存在数据审核不严格和追溯性差的问题。一方面，数据录入环节易出现人为错误，如小数点错位、单位换算失误，且缺乏自动化校验机制，导致错误数据进入后续流程；另一方面，数据审核多为单级审核，缺乏交叉审核与复核环节，难以发现潜在的逻辑漏洞，且流程记录不完整，当数据质量出现问题时，无法追溯至具体环节与责任人。

### 3 环境监测全过程质量控制的优化策略与方法

#### 3.1 前期准备阶段：筑牢质量控制源头防线

前期准备需从监测方案、仪器设备、人员能力三方面系统优化，消除源头误差。（1）监测方案设计需紧密结合监测目标与区域环境特征，科学确定监测指标、频次及技术要求。例如，针对不同生态区域的环境监测，需综合污染源分布、环境介质特性等因素合理规划监测布局，明确核心监测指标的监测频次，同时对采样技术要求、样品保存条件等细节作出明确规定，避免因方案模糊引发操作误差。（2）仪器设备管理执行“校准-验证”双重流程，确保仪器设备性能符合相关标准及技术规范要求。各类监测仪器需按计量规范定期校准，正式监测前采用有证标准物质验证仪器性能，若误差超出方法标准及技术规范要求范围，需及时排查管路、探测器、试剂等环节问题，直至仪器性能达标。（3）人员能力建设兼顾专业技能与质量意识培养，通过实操培训让监测人员掌握复杂环境下的采样、分析等关键操作要点，结合典型质量事故案例强化其质量意识，建立“理论+实操”考核机制，只有考核合格的人员方可参与监测工作，从源头降低因人员操作不当导致的误差风险<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 现场采样阶段：保障样品代表性与操作规范性

现场采样需从采样点布设、采样操作、样品保存与

运输三方面进行规范，确保样品真实反映环境状况。

（1）采样点布设遵循代表性与科学性原则，综合考虑环境要素类型、污染源分布、地形地貌等因素，对于水、气、土等不同介质的监测，选择能覆盖不同污染梯度、背景区域的采样点，避免因采样点布设不合理导致样品缺乏代表性。（2）采样操作执行标准化流程，根据不同监测介质和项目选择合适的采样工具与方法，采样过程中严格控制采样条件，如采集大气样品时记录气象参数，保证采样流量等符合相关要求；不同采样点间对采样工具进行清洁，避免交叉污染；对于需要分层采样的介质，保证样品的均匀性。（3）样品保存与运输全程严格管控，根据不同污染物的特性选择合适的保存容器和保存条件，如添加固定剂、控制温度、避光等，运输过程中做好防震、保温等措施，并填写详细的运输记录，确保样品在保存和运输过程中不发生变质，保证后续分析结果的可靠性。

#### 3.3 实验室分析阶段：强化精度控制与质控措施

实验室分析需从试剂耗材管理、分析方法验证、质控样应用、实验环境控制、人员能力管理五方面构建多层次质量防护体系。（1）试剂耗材管理全流程严格把控，试剂选择有资质厂家的产品，每批次进行试剂验收，确保无目标污染物残留；耗材按标准规范进行清洗、维护，定期检查其性能，防止因试剂耗材污染或老化导致监测数据误差。（2）分析方法验证严格按照HJ 168-2020等相关标准要求，对分析方法的检出限、精密度、正确度、线性范围等关键指标进行验证，新引入的标准方法需通过全面验证后方可应用于实际样品分析，确保分析方法的可靠性。（3）质控样应用全程伴随样品分析过程，每批次样品同步测试空白样，根据监测方法和技术规范要求抽取一定比例的样品进行平行样测定，同时对样品进行加标回收实验等，平行样的相对偏差、加标回收率等需符合监测方法和技术规范规定的质量控制要求，若超出要求需及时排查原因并重新分析。（4）实验环境实行分区管控，对监测项目的交叉污染进行有效识别，相邻区域的监测活动出现不相容或相互影响的，采取有效隔离等措施，防止干扰或者交叉污染；严格控制温湿度、洁净度等环境参数，禁止无关人员随意进出，确保实验环境满足分析要求。（5）分析人员实施分级管理，定期开展专业技能培训与考核，针对不同分析项目明确人员操作资质，要求持证上岗；通过盲样考核、比对实验等方式持续评估人员技术能力，对能力不达标者暂停分析工作，直至培训考核合格<sup>[4]</sup>。

#### 3.4 数据处理阶段：完善审核机制与追溯体系

数据处理是监测数据输出前的关键环节,需通过规范数据录入和建立多级审核机制,确保数据的有效性和可追溯性。(1)数据录入实现自动化录入与智能校验相结合,利用仪器软件直接导出数据,减少人工录入误差;系统设置逻辑校验和范围校验,如污染物浓度范围、单位一致性等,对触发校验的数据需人工核实,同时记录数据录入的相关信息,确保数据可追溯。(2)数据审核构建多级审核机制,一级自审由分析人员核对数据与原始记录,检查异常值处理情况;二级审核由质控员对质控样结果、平行样误差、数据逻辑等进行复核,对发现的问题及时反馈整改;三级审核由项目负责人审核监测流程的合规性和数据的适配性,审核通过后签字确认,建立详细的审核档案,记录审核人员、时间和意见,形成完整的追溯链。

### 3.5 全过程动态管理:构建质量控制闭环

环境监测全过程质量控制需建立动态管理模式,通过实时监控、快速反馈调整、持续改进,构建“发现—解决—预防”的质量控制闭环。(1)实时监控利用信息化平台对采样、分析、数据处理等关键环节进行实时监控,现场采样通过定位系统核验采样点合规性;实验室仪器实时传输分析数据,重点监控质控样和异常数据;数据处理阶段跟踪审核进度,设置预警阈值,当出现平行样偏差、质控样超标等情况时自动报警,确保问题及时发现。(2)反馈调整对监控中发现的问题需快速响应,组建专项小组进行溯源,根据问题产生的环节和原因,采取针对性的整改措施,如重新布设采样点、排查分析仪器故障、优化试剂耗材等,整改后需通过重采重测、标准样品测试等方式确认问题解决,方可恢复监测,同时将问题和整改措施录入质量档案。(3)持续改

进定期评估质控效果,统计加标回收率达标率、平行样合格率、数据缺失率等质量指标,定位质控薄弱环节,针对共性问题优化监测方案和质控措施,如调整仪器校准周期、更新样品保存方法等;关注环境监测领域的新技术、新方法,适时引入智能化采样设备、自动化分析系统等,提升质控效率和水平,推动环境监测质量控制持续升级<sup>[5]</sup>。

### 结语

环境监测全过程质量控制是确保监测数据科学有效的关键保障,其涵盖前期准备、现场采样、实验室分析、数据处理四大核心阶段,各环节紧密关联、相互影响。本文研究表明,当前监测工作在各阶段均存在影响数据质量的问题,通过针对性优化——筑牢前期准备源头防线、保障现场采样规范性、强化实验室精度控制、完善数据处理审核追溯机制,并构建全过程动态管理闭环,可有效解决现存问题。未来,需持续落实优化策略,结合技术创新不断完善质控体系,推动环境监测质量持续提升,为生态环境保护事业提供更坚实的数据支撑。

### 参考文献

- [1]李敬忠.环境监测全过程质量管理分析[J].绿色环保建材,2021(03):38-39.
- [2]赵珊珊.环境监测全过程质量管理分析[J].大众标准化,2020(16):182-183.
- [3]马松亮.探讨环境监测在生态环境保护中的作用及保障措施[J].科学与财富,2020(04):259.
- [4]张明,刘随军,王海超.环境监测技术在生态环境保护中的应用[J].绿色环保建材,2020(09):36-37.
- [5]吴家才.环境监测全过程质量管理和提升环境监测水平研究[J].建材发展导向(上),2021,19(1):62-63.