

环境监测全过程质量控制的策略与方法研究

费 琦

扬州市高邮环境监测站 江苏 高邮 225600

摘 要：环境监测全过程质量控制需通过系统性策略与方法保障数据可靠性。策略层面，应建立涵盖制度文件、人员管理、监督机制及信息化平台的质量管理体系，强化分层培训与考核，实施全流程监督与第三方评估，推进监测数据数字化管控与共享。方法层面，需统一监测标准与规范操作流程，应用全程序空白、平行样、加标回收等质控技术，设定准确性、精密度、代表性等核心指标并动态评估。通过“策略-方法”协同，构建“预防-控制-改进”闭环管理机制，确保监测数据“真、准、全”，为环境管理与决策提供科学支撑。

关键词：环境监测；全过程质量控制；策略与方法

引言：随着生态环境保护力度加大，环境监测数据作为评估环境质量、制定治理方案的核心依据，其真实性与准确性愈发关键。当前监测工作面临污染物种类增多、基质复杂度提升、技术要求提高等挑战，传统分段式质控模式易出现布点不科学、采样不规范、数据处理随意等问题，影响监测结果的可靠性。因此，构建覆盖布点、采样、分析、数据应用全链条的质量控制体系，成为提升环境监测效能的必然要求。通过整合制度规范、技术手段与管理机制，实现从监测方案设计到数据应用的全过程质量管控，可有效解决各环节质量风险。

1 环境监测全过程质量控制概述

环境监测全过程质量控制是确保监测数据准确、可靠、可比的系统性管理过程，贯穿于从布点设计到报告输出的全链条，是环境管理决策的科学基础。其核心目标是通过规范各环节操作，最大限度降低误差，保障数据的代表性、完整性和追溯性，为污染治理、环境规划及政策制定提供有效支撑。该体系以《环境监测管理办法》《环境监测质量控制技术规程》等法规为依据，涵盖质量策划、保证、控制、监督及改进五大要素。在实施中，需对布点、采样、样品贮运、实验室分析、数据处理、报告编制等关键环节进行全流程管控^[1]。例如，布点需结合污染物特性与监测对象，满足国家及行业标准；采样需严格控制频次、时间及仪器状态，同步开展空白样与平行样监测；实验室分析需采用标准方法，通过校准曲线、加标回收等手段验证准确性；数据处理则需遵循规范的统计方法，剔除异常值并确保记录完整。当前实践中，全过程质量控制面临三方面挑战：一是数据准确性不足，部分监测因布点不合理或采样操作不规范导致代表性偏差；二是技术水平滞后，仪器设备老化与操作流程简化影响结果精度；三是管理体系不完善，

存在经费短缺、人员培训不足及质控意识薄弱等问题。为此，需通过建立质量管理体系（如质量手册、程序文件）、强化现场监督（如点位优化、人员技能培训）、提升各环节质控标准（如布点代表性、测试方法标准化）及推动全员参与等措施，构建“预防-控制-改进”的闭环管理机制，最终实现监测数据“真、准、全”的质量目标。

2 环境监测全过程质量控制的策略

2.1 建立完善的质量管理体系

2.1.1 健全质量管理体系与文件体系

建立完善的质量管理体系需以制度文件为核心，明确质量方针、目标及各环节职责。制定涵盖监测方案设计、布点采样、仪器管理、数据分析等全流程的程序文件，包括作业指导书、质量手册及记录表单，确保操作标准化与可追溯。对仪器设备规范购置、验收、校准、维护及报废管理，实行“绿、黄、红”三色状态标识，建立动态档案记录关键信息。定期开展内部审核与管理评审，结合实际修订制度，形成闭环机制。

2.1.2 强化人员能力与责任机制

人员素质是质量管理体系落地的核心支撑，构建“培训-考核-持证”能力管理体系是关键路径。监测人员需系统接受基础理论、操作技能及实际样品分析培训，通过严格考核取得合格证后方可上岗，确保专业能力达标。定期组织新技术、新标准培训，强化应急处理能力与前沿技术掌握，动态提升业务水平。明确岗位责任制，将质量职责细化分解至个人，通过完善质量记录与监督机制实现责任可追溯。同时，通过案例分析、技能竞赛等多样化形式，强化全员质量意识，减少因操作疏忽或经验不足导致的数据偏差，形成“人人重质量、人人守质量”的良好氛围，为质量管理体系有效运行提供

坚实的人才保障。

2.1.3 推动信息化与动态管理

依托信息技术构建环境监测质量管理平台,实现全流程数据实时监控与动态管理。整合布点信息、采样记录、仪器状态、分析结果等数据,通过物联网远程监控采样过程与仪器参数,自动预警异常情况。建立数据共享与反馈机制,支持双人校核、异常值标记及溯源分析,快速识别误差来源。利用大数据分析优化监测方案,结合历史数据与污染源变化动态调整布点与采样频次。

2.2 加强人员培训与管理

人员是环境监测全过程质量控制的关键因素,其专业素质和质量意识直接影响监测数据的准确性和可靠性。因此,加强人员培训与管理,是提升环境监测质量控制水平的重要策略。(1)构建系统化培训体系。围绕监测技术规范、仪器操作、数据处理等核心内容,制定分层分类培训计划,新员工完成基础理论与实操培训并考核,在岗人员每年参加不少于40学时新技术培训,强化现场采样规范性与应急能力。(2)严格持证上岗与考核机制。实施“培训-考核-授权”模式,监测人员通过理论、操作、分析等考核取得合格证,定期开展盲样测试、比对实验,考核结果与绩效挂钩,杜绝无证或能力不足人员参与关键环节。(3)强化质量意识与责任教育。通过案例分析、警示会提升全员对数据“真、准、全”的认知,明确岗位质量职责,建立“谁监测、谁负责”追溯机制,对造假、违规行为一票否决。(4)优化人员结构与激励机制。引进专业人才,导师制培养技术骨干,建立职称与技能等级晋升通道,对质量控制突出者给予奖励,激发主动参与质量改进的积极性。(5)加强外部交流与技术研讨。组织参与行业交流会、实验室比对,学习先进经验,与高校合作攻关复杂样品分析、新型污染物监测等难题,提升团队专业素养。

2.3 强化质量监督与检查

强化质量监督与检查需构建全流程、多层次的管控机制,覆盖从布点设计到报告输出的各环节。建立动态监督计划,明确各环节监督对象、频次及标准,采用现场巡查与远程监控结合方式,重点核查采样点位代表性、仪器校准状态及原始记录完整性,确保操作合规可追溯。实施分级审核制度,通过采样人员自查、质控员复核、技术负责人终审的三级把关,重点审核数据逻辑性、方法适用性及异常值处理,对超标数据实行双人复核与溯源分析。常态化开展质量抽查,定期组织盲样考核、平行样测试及加标回收率验证,按比例抽取样品复测并分析偏差,对不合格项立即整改^[2]。引入第三方权威

机构进行飞行检查与能力验证,通过实验室间比对、标准样品测试等方式客观评估数据可靠性。

2.4 推进信息化建设与应用

推进信息化建设与应用需构建一体化智能管理平台,整合监测全流程数据资源,实现从布点设计到报告输出的数字化管控。通过物联网技术连接监测设备,实时采集采样位置、仪器参数、分析结果等数据,自动生成电子记录并上传云端,避免人工记录误差与数据篡改风险。平台需具备数据标准化处理功能,内置监测方法库与质控规则,自动校验数据逻辑性、计算准确性及异常值,对超差数据实时预警并提示溯源路径。开发可视化数据展示模块,通过动态图表呈现监测数据时空分布特征,支持多维度分析与趋势预测,为决策提供直观依据。建立跨部门数据共享机制,设置分级访问权限,确保环保、科研、企业等主体安全获取所需数据,提升协同管理效率。同时,强化平台运维与安全保障,定期进行系统漏洞检测与数据备份,采用加密技术保护敏感信息,确保信息化系统稳定运行与数据安全。

3 环境监测全过程质量控制的方法

3.1 标准化方法与规范化操作

3.1.1 统一监测方法与技术标准

严格遵循国家、行业发布的标准方法,优先选用GB、HJ等权威标准,确保方法科学性与权威性。针对新型污染物或复杂基质样品,通过方法验证确认检出限、精密度等参数,编写补充作业指导书规范细节。建立方法动态管理机制,定期跟踪标准更新,淘汰落后方法,确保技术与法规同步。开展全员方法培训与考核,确保操作人员熟练掌握前处理、仪器设置及数据计算,避免理解偏差导致结果失真。

3.1.2 规范采样与样品管理流程

采样前制定详细计划,明确点位布设原则、频次、时间及工具选择标准,用定位仪记录坐标并拍摄环境照片存档。采样中执行全程序空白、平行样、加标样采集要求,确保样品代表性;按项目特性选择容器材质(如玻璃用于金属、塑料用于有机物),并经严格清洗验收。样品运输使用冷藏箱控温,粘贴唯一标识与状态标签,交接时双方签字确认,全程记录时间、条件及异常,杜绝污染、损失或变质。

3.1.3 强化实验室分析质量控制

建立标准化分析流程,从样品接收、预处理到仪器分析均制定SOP文件,明确操作要点与质控要求。分析前校准仪器并核查性能,用标准溶液绘制校准曲线,确保相关系数、斜率符合方法要求;每批样品同步测定空白

样、平行样及标准样品,空白值需低于检出限,平行样相对偏差控制在允许范围,标准样品测定值在证书不确定度内。数据处理实行自动化计算与人工复核双控,剔除异常值需提供解释与依据,原始记录包含仪器型号、试剂批号等关键信息,确保过程可追溯与结果准确。

3.2 质量控制技术手段的应用

质量控制技术手段的应用需贯穿监测全流程,通过多维度技术措施保障数据可靠性。现场采样阶段,采用全程序空白样消除环境干扰,同步采集平行样验证操作一致性,加标样评估基质效应对测定的影响,确保样品代表性与完整性。实验室分析环节,运用校准曲线控制仪器稳定性,要求相关系数 ≥ 0.999 ,每批次样品插入标准物质监控准确度,加标回收率需控制在80%-120%(特殊项目按标准执行);通过平行实验(相对偏差 $\leq 10\%$)和密码样考核验证精密度,对异常数据采用Grubbs法或Dixon法进行统计检验。引入自动化监测技术,如在线传感器实时传输数据,减少人工干预误差;利用实验室信息管理系统(LIMS)实现数据自动采集、计算与审核,内置质控规则自动判定数据有效性^[3]。同时,定期开展实验室间比对与能力验证,通过盲样测试、方法比对等方式评估技术水平,结合不确定度评定量化结果可靠性,形成“现场质控-实验室内控-外部验证”的立体技术保障体系。

3.3 质量控制指标的设定与评估

科学设定并动态评估质量控制指标是保障环境监测数据准确性的关键环节。(1)分类制定核心指标:针对不同监测项目(如大气、水质、土壤)设定特异性指标,包括精密度(RSD)、准确度(加标回收率)、检出限等,确保指标覆盖全流程关键节点。(2)建立分级评估体系:将指标划分为“关键控制项”(如采样代表性)和“一般控制项”(如设备校准频率),实施差异

化权重管理,优先保障高风险环节质量。(3)引入动态调整机制:结合区域环境特征、监测技术发展及历史数据偏差,定期修订指标阈值,例如在污染高发期收紧重金属检测的允许误差范围。(4)构建多维度评估模型:整合实验室比对、盲样考核、现场督查等结果,量化生成质量评分卡,直观反映监测链条的薄弱环节。(5)强化评估结果闭环应用:将指标达标情况与机构资质审核、人员绩效挂钩,对连续不达标项启动根本原因分析(RCA)并实施改进,形成“设定-监测-改进”的良性循环。

结语

未来,构建“技术-制度-人员”三位一体的质控模式,是提升环境监测数据质量的关键路径。技术层面,需深化无人机巡查、AI智能感知、LIMS系统等现代科技应用,实现监测全流程动态追踪与智能分析,确保数据“真、准、全、快、新”;制度层面,应完善质量管理体系,强化监测数据全生命周期质控,建立“发现-核查-整改-验证”闭环机制,压实各环节责任;人员层面,需加强专业技能培训,培养既懂技术又熟悉质控要求的复合型人才,提升全员质量管理意识。三者协同发力,可显著增强监测数据的权威性与公信力,为精准治污、科学决策提供坚实数据支撑,有力推动生态文明建设与可持续发展目标的实现。

参考文献

- [1]杨金梅.环境监测实验中数据处理与质量控制方法研究[J].天津化工,2025,39(2):123-125.
- [2]康利华,曹媛媛,仲晓芳,俞建军.环境监测中水质采样的质量控制方法研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(2):42-44.
- [3]徐志越.环境监测技术的应用及质量控制方法探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(1):135-138.