

环境监测实验室内部质量控制体系建设

赵 亮

山东省生态环境监测中心 山东 济南 250101

摘 要：环境监测实验室内部质量控制体系是保障监测数据科学准确的关键框架。本文系统阐述该体系核心内涵与系统性、预防性等建设原则，从人员、设备试剂、监测流程、数据及环境安全等维度解析核心建设内容，提出建设前期调研规划、体系构建完善、落地运行等实施路径，并给出体系建设、人员设备管理、运行维护机制等优化措施。通过构建完善的内部质量控制体系，可有效提升环境监测实验室质量管理水平，为环境管理决策提供可靠数据支撑。

关键词：环境监测实验室；内部质量控制体系；建设内容；实施路径；优化措施

引言：环境监测作为环境保护的基础工作，数据质量对环境管理决策影响重大。随着环境问题复杂化与监测技术进步，对环境监测数据准确性、可靠性等要求提高。环境监测实验室作为数据生成关键环节，构建科学、规范、有效的内部质量控制体系，可确保监测全过程符合技术规范，减少误差偏差，提高数据质量，为环境管理和决策筑牢数据基础。

1 环境监测实验室内部质量控制体系核心内涵与原则

1.1 内部质量控制体系核心内涵

环境监测实验室内部质量控制体系是保障监测数据科学性、准确性与可靠性的系统性框架。这一体系以实验室资源整合为基础，涵盖人员能力、仪器设备、试剂材料、监测方法及环境条件等全要素管理^[1]。通过建立标准化操作流程，对样品采集、运输、保存、分析测试到数据处理的全过程实施精细化管控，确保各环节符合技术规范要求。体系强调数据质量生成过程的可追溯性，要求从原始记录到最终报告的每个步骤均有完整记录，形成闭合证据链。同时注重质量活动的动态监控，通过日常监督、定期检查等机制，及时发现并纠正潜在偏差，维持体系持续有效运行。该体系还包含质量改进机制，基于监测结果分析、质量监督反馈等信息，持续优化流程方法，提升整体质量水平。

1.2 内部质量控制体系建设核心原则

环境监测实验室内部质量控制体系建设需遵循系统性原则，将质量要素有机整合为相互关联的整体，避免出现管理盲区。坚持预防性原则，通过方法验证、设备校准、人员培训等前置措施，将质量风险控制在萌芽阶段。秉持客观性原则，要求所有质量活动基于科学依据，避免主观判断影响数据质量。注重可操作性原则，制定符合实验室实际的技术规范与操作指南，确保各项措施能够有效执行。强调持续性原则，建立定期评审与

动态调整机制，使体系适应监测技术发展与管理需求变化。此外，体系建设应体现全员参与理念，通过质量意识培养与责任明确，形成人人重视质量、人人参与管理的良好氛围。

2 环境监测实验室内部质量控制体系核心建设内容

2.1 人员质量控制体系建设

人员是环境监测实验室质量保障的核心要素。实验室需建立分层分类的人员能力管理机制，依据岗位需求明确技术能力要求，制定差异化培训方案。针对新入职人员实施岗前系统培训，涵盖基础理论、操作规范及质量意识等内容；对在岗人员开展定期技能提升培训，跟踪监测技术发展动态更新知识体系。建立人员技术档案，完整记录培训经历、考核成绩及资质证书等信息，作为岗位胜任力评估依据。推行岗位授权制度，对关键岗位人员实施资质确认，确保操作人员具备相应技术能力。通过内部技术交流、外部学术研讨等形式，促进人员知识共享与经验传承，持续提升团队整体技术水平。

2.2 设备与试剂质量控制体系建设

仪器设备与试剂材料的质量直接影响监测结果准确性。实验室应建立设备全生命周期管理制度，从采购选型、安装调试到日常使用、维护保养实施全程管控^[2]。制定设备操作规程与维护计划，明确校准周期与校准方法，确保设备始终处于受控状态。对关键设备实施状态标识管理，实时反映设备运行状态。试剂管理方面，建立供应商评价机制，选择质量稳定、信誉良好的供应商。实施试剂分类存储管理，根据理化性质设置专用存储区域，配备必要的环境控制设施。建立试剂领用登记制度，记录使用情况与剩余量，实现试剂全流程可追溯。定期开展试剂质量核查，防止过期或变质试剂流入监测流程。

2.3 监测流程质量控制体系建设

监测流程质量控制涵盖样品采集、运输、保存、分析测试等全链条环节。监测流程的每一个环节都可能对监测数据产生影响,因此必须对全链条环节进行严格的质量控制,确保数据的准确性和可靠性。制定标准化采样方案,明确采样点位设置原则、采样频次及采样方法,确保样品代表性。建立样品运输冷链管理系统,配置专用运输容器与温度监控设备,防止样品在运输过程发生变质。完善样品保存条件,根据样品特性设置适宜的保存环境与保存期限。分析测试环节建立标准操作程序,对仪器条件设置、试剂配制、操作步骤等作出详细规定。实施分析过程双人复核制度,降低操作失误风险。

2.4 数据质量控制体系建设

数据质量是环境监测工作的生命线。数据是环境监测工作的最终成果,其质量直接关系到环境管理决策的科学性和准确性,必须高度重视数据质量控制。实验室需建立数据审核三级机制,操作人员完成数据记录后进行自查,项目负责人对数据进行技术复核,质量负责人开展抽查监督。实施数据修改审批制度,任何数据修改均需经授权人员确认并保留修改痕迹。建立异常数据处理流程,对偏离正常范围的数据开展调查分析,确认无误后方可纳入最终结果。完善数据备份机制,采用本地与云端双重存储方式,确保数据安全不丢失。建立数据查询系统,实现监测数据快速检索与调用,为环境管理决策提供数据支持。

2.5 环境与安全质量控制体系建设

实验室环境条件直接影响监测结果可靠性。实验室环境条件是影响监测数据质量的重要因素之一,良好的环境条件能够保证监测设备的正常运行和监测结果的准确性,因此必须加强环境与安全质量控制。建立环境条件监控系统,对温湿度、洁净度、电磁干扰等关键参数实施实时监测与记录。根据监测项目需求划分实验区域,防止交叉污染。完善安全防护设施,配备必要的消防器材、应急洗眼器及个人防护装备。建立危险化学品管理制度,对易制毒、易制爆试剂实施双人双锁管理。制定应急预案,定期组织安全演练,提升人员应急处置能力。通过环境与安全质量管控,为监测工作提供安全可靠的运行环境。

3 环境监测实验室内部质量控制体系建设实施路径

3.1 建设前期调研与规划

环境监测实验室内部质量控制体系建设需以全面深入的调研为基础。调研工作应聚焦实验室现有质量状况,涵盖人员能力结构、设备配置水平、试剂管理规范、监测流程执行情况及数据质量表现等维度^[3]。通过

问卷调查、现场观察、文件审查等方式,系统梳理实验室质量管理的优势与不足。结合环境监测技术发展趋势与监管要求,分析实验室未来发展方向与质量需求。基于调研结果,制定科学合理的建设规划,明确体系建设目标、重点任务与实施步骤。规划需考虑实验室资源条件,合理分配人力、物力与财力资源,确保建设方案具有可操作性。规划制定过程中应广泛征求实验室各层级人员意见,凝聚质量提升共识,为后续体系构建奠定基础。

3.2 体系构建与完善

体系构建阶段需以质量管理理论为指导,结合实验室实际需求设计体系框架。依据环境监测行业特点,确定人员、设备、试剂、流程、数据及环境安全等核心质量要素,建立覆盖全要素的质量控制机制。针对各质量要素制定专项管理制度,明确管理要求与操作规范。例如,人员管理方面建立岗位能力矩阵与培训体系,设备管理方面实施全生命周期管控,试剂管理方面完善采购验收与使用登记流程。在体系设计过程中注重各要素间的关联性与协同性,避免出现管理断点或重复管控。体系文件编制应遵循标准化、规范化原则,确保文件内容完整、逻辑清晰、易于执行。完成体系初建后,组织内部评审与专家论证,广泛吸纳改进建议,对体系进行持续优化完善,提升体系科学性与适用性。

3.3 体系落地与运行

体系落地阶段需将设计文件转化为实际管理行动。开展全员质量培训,使实验室人员深入理解体系要求与自身质量职责,掌握相关操作技能。建立体系运行监督机制,通过日常检查、定期考核等方式,跟踪体系执行情况,及时发现并纠正执行偏差。针对体系运行中暴露的问题,组织专项改进活动,分析问题根源,制定整改措施并跟踪整改效果。建立质量信息反馈渠道,鼓励实验室人员主动报告质量问题与改进建议,形成持续改进的良性循环。定期开展管理评审,对体系运行有效性进行全面评估,根据评估结果调整体系策略与实施计划,确保体系始终适应实验室发展需求。通过持续的体系运行与优化,逐步提升实验室质量管理水平,为环境监测数据质量提供坚实保障。

4 环境监测实验室内部质量控制体系建设优化措施

4.1 体系建设优化

环境监测实验室内部质量控制体系需保持动态适应性,定期开展系统性评估与优化。随着环境监测技术的不断发展和实验室自身的发展变化,体系也需要不断地进行优化和完善,以保持其动态适应性^[4]。结合实验室发

展战略与监测技术迭代趋势,对体系框架进行结构化调整,确保覆盖新出现的质量要素与风险点。引入先进质量管理理念,如过程方法、风险思维等,提升体系科学性与前瞻性。优化体系文件层级结构,建立"总则-程序文件-作业指导书"三级文件体系,明确各层级文件定位与衔接关系,避免文件交叉或空白。强化体系文件与实际操作的契合度,组织一线人员参与文件修订,确保制度要求可落地、可执行。建立体系优化长效机制,将定期评审与即时改进相结合,形成"评估-优化-验证-固化"的闭环管理流程,持续提升体系运行效能。

4.2 人员与设备管理优化

人员能力建设方面,构建差异化培训体系,根据岗位技术需求设计个性化培养方案。不同岗位对人员的技术能力要求不同,因此需要构建差异化的培训体系,以满足不同岗位的需求。针对新入职人员实施"导师制"培养,通过一对一指导加速技能掌握;对资深技术人员开展前沿技术培训,拓宽技术视野。建立人员能力动态评价机制,将日常操作表现、质量监督结果与培训成效纳入考核体系,形成"培训-考核-改进"的良性循环。设备管理优化聚焦全生命周期管控,建立设备健康档案,记录采购、使用、维护、报废全流程信息。实施设备分级管理,对关键设备增加校准频次与维护项目,确保设备精度与可靠性。推进设备智能化改造,安装状态监测传感器与远程诊断系统,实现设备运行状态实时监控与预警。完善设备共享机制,建立实验室内部设备调配平台,提高设备使用效率,降低闲置率。

4.3 运行与维护机制优化

运行机制优化重点在于强化过程管控与质量追溯。运行机制是体系运行的重要保障,强化过程管控与质量追溯能够确保体系的有效运行和数据的可靠性。建立监测任务全流程管理系统,从样品接收、任务分配到结果

报告实现电子化流转,减少人为干预风险。实施质量监督"双随机"机制,随机抽取监测项目与监督人员,增强监督客观性与威慑力。完善质量异常处理流程,建立快速响应机制,对发现的质量问题限定整改时限并跟踪验证效果。维护机制优化突出预防性维护理念,制定设备预防性维护计划,明确维护周期与标准项目^[5]。建立环境条件智能调控系统,对温湿度、洁净度等关键参数实施自动调节与记录。强化安全防护设施维护,定期检查消防器材、应急设备有效性,确保紧急情况下可正常使用。通过运行与维护机制优化,构建"主动预防、快速响应、持续改进"的质量保障模式,推动实验室质量管理向精细化、智能化方向发展。

结束语

环境监测实验室内部质量控制体系建设对提升监测数据质量、保障环境管理决策科学性作用显著。明确核心建设内容、制定合理实施路径、采取有效优化措施,能逐步构建完善体系。在运行中,要关注监测技术发展和管理需求变化,持续优化完善体系,确保其科学性与适用性,为环境监测工作顺利开展提供坚实保障。

参考文献

- [1] 闫洁.环境监测实验室污染与预防[J].清洗世界,2023,39(4):118-120.
- [2] 杨志刚.环境监测实验室常见问题探索与分析研究[J].清洗世界,2023(5):184-186.
- [3] 王坤,崔伟洋.环境监测实验室质量控制措施及保障机制研究[J].清洗世界,2022,38(12):178-180.
- [4] 刘建福.环境监测实验室质量控制措施及保障机制研究[J].广东化工,2022,49(04):151-152.
- [5] 刘军军.环境监测实验室分析工作中的质量控制与质量保证措施研究[J].山西化工,2022,42(01):291-292.