

Analysis and Research on Problems in Quality Control of Environmental Monitoring Laboratories

Ying Li

Wuhan Pony Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430056, China

Abstract

The effectiveness of Environmental monitoring laboratories is closely related to their quality control measures. Quality control covers the management of instruments and equipment, the strict control of sample handling and analysis process, and the overall establishment and maintenance of quality system. The instrument to be calibrated should be inspected regularly to ensure its accuracy and reliability, and proper maintenance is the key to ensure its continuous performance. In sample management, the focus is on the standardization of treatment and pretreatment methods and the implementation of quality control during the analysis process. To construct a comprehensive laboratory quality system, we should not only meet the standard requirements of quality control, but also ensure the effective operation of internal quality control mechanism, through the external quality evaluation and certification reflects the compliance of the laboratory to the external standards, and through the supervision and continuous improvement mechanism to promote the improvement of the laboratory quality system.

Keywords

environmental monitoring; quality control; instrument calibration; sample management

环境监测实验室质量控制中的问题分析及研究

李莹

武汉谱尼科技有限公司，中国 · 湖北 武汉 430056

摘 要

环境监测实验室的有效性与其质量控制措施密不可分。质量监控涵盖仪器设备的管理、样品处理和分析过程的严格控制，及质量体系的全面建立与维护。待校准的仪器需履行定期检验，保障其运行的准确性和可靠性，而仪器的适当维护与保养是确保其持续性能的关键。样品管理方面，关注的重点是处理与前处理方法的标准化，以及分析过程中质量控制的实施。构建一个综合的环境监测实验室质量体系，不仅要符合质量控制的规范要求，还需确保内部质量控制机制得到有效运行；此外，通过外部质量评价与认证体现了环境监测实验室对外部标准的遵从，并通过监督持续改进机制来促进环境监测实验室质量体系的不断完善和进步。

关键词

环境监测；质量控制；仪器校准；样品管理

1 引言

在环境监测领域，确保数据的准确性和分辨率是首要前提。环境监测实验室内的质量控制流程可以说是这一目标的直接保证者，从精密设备的定期校准与保养，到每一个环境样品的严格处理和分析，每一环都至关重要。与此同时，一个全面的质量体系对于环境监测实验室监督和持续改进意义重大，能够帮助环境监测实验室保持操作的最佳实践，并确保在变化的环境法规与技术挑战前，持续提供可靠的分析结果。

【作者简介】李莹（1985-），女，中国湖北武汉人，本科，工程师，从事食品安全、环境监测、环境监测实验室质量控制研究。

2 环境监测实验室仪器设备管理

2.1 仪器设备定期校准和检验

在环境监测实验室环境监测领域，仪器设备如分光光度计、气相色谱仪、高效液相色谱仪等，必须按照严格的时间表进行校准，以保证其测量结果的准确性和可靠性。例如，气相色谱仪用于挥发性有机化合物的分析，需要定期进行载气流速、检测器灵敏度和色谱柱效率的校正，这通常涉及到运用标准气体混合物或标准溶液，确保仪器的响应在一个可接受的范围内，并与已知浓度的标准值比对。

环境监测实验室仪器校准过程需采用符合国家或国际认证标准的标准物质，通过对照并纠正仪器的测量值，来确定仪器的性能指标^[1]。在日常的检验过程中，质控样品的使用至关重要，它们在每个分析批次中被检测，以监控分析过

程的连续性和稳定性。若质控样本的分析值超出事先设定的控制限,应立即采取行动,包括重新校准设备、重复样品分析或检查分析过程的所有步骤以确定偏差来源。设备故障或偏差问题的迅速诊断和解决,是避免对实验结果质量冲击的另一个关键环节。持续的性能验证和预防性维护,例如更换色谱柱和清洁检测器,可以明显减少仪器故障,监测分析工作的顺利进行。通过系统的管理,环境监测实验室能够确保监测结果的准确性。

2.2 仪器设备维护与保养

在环境监测实验室仪器设备的日常维护中,维护是保证设备长期稳定运行的基础。例如,在环境监测实验室中常用的质谱仪,需要定期清洗离子源和真空系统,更换泵油和滤芯,这些维护动作可避免污染物的积聚导致敏感度下降。每一步保养工作均应记录,形成日志,作为未来故障排查和性能评估的重要依据。在操作过程中严格按照标准操作程序执行既延长仪器使用寿命,又能确保实验结果的可靠性。举个例子,一个涉及复杂样品制备的气相色谱-质谱联用(GC-MS)系统,保持注射器、进样口毛细管等关键部件的清洁至关重要。通常这类设备的保养不只更换密封圈、清洗进样口衬套,调整载气压力,还需定期对环境监测实验室内部的温湿度、清洁度的控制,减少粉尘和震动。设备非使用时应适当遮盖,以阻挡灰尘侵入。

实践经验总结:对于特殊设备如电子天平和分析天平,需要给予更多细致的关注,定期校对和在无尘室内使用,以保证称量结果的精确性。

3 环境监测实验室样品管理

3.1 样品处理与前处理方法控制

在环境监测实验室中,准确的样品前处理流程对于后续分析结果的可靠性至关重要,它直接影响到样品的代表性和分析物的稳定性。例如,含有挥发性有机化合物的水样,在进行高效液相色谱(HPLC)分析前,常需通过过滤、萃取或静态透空技术去除基质干扰和富集目标分析物,每一步骤都需要严格操作,低温暗处保存,避免分析物降解或被污染。

为此,环境监测实验室应制定详尽的样品管理规程,明确样品采集、运输、储存和处理的每一个步骤,并根据不同类型的样品和分析目的设置相符的前处理方法。环境监测实验室工程师需周期性地评估这些规程的适用性和效率,以及前处理过程中可能出现的问题,如冷冻解冻次数限制、样品pH的调节、固液分离的效率等,控制前处理的各个变量,确保数据的准确性。同时,前处理过程应配备质量控制样,如加标回收样或质控样品,并行处理,以检查整个前处理流程是否存在潜在误差或污染。针对特别敏感或容易变质的分析物,必须优化前处理条件,避免化学变化或物理损失,记录这些参数对分析结果精密度、准确度的影响。此种对细节

的专业关注和规范操作,是确保环境监测实验室在环境监测领域内能提供信赖度高的分析数据的要招。

3.2 样品分析过程中的质量控制

每个分析批次应包括空白样本、质控样本和重复样本来评估分析方法的准确性和精密度。例如,处理污水样本进行重金属含量分析时,必须有空白控制样本以确认环境监测实验室环境或使用试剂带入的潜在污染,同时加入标准参考物质与样本一同处理,来验证分析方法的恢复率与稳定性。分析数据的可靠性需要通过一系列检验步骤来保证,在这其中定期的方法验证尤为关键。比如采用原子吸收光谱(AAS)的重金属分析,通过分析多个不同浓度的标准溶液制备工作曲线,确认其线性响应范围。此外,分析仪器运行期间还须进行适应性检查,如进样系统的稳定性测试,保证分析系统正常运行。

最终,实验记录的完整性和详细性也是质量控制的重要部分。记录需包括样品编号、分析时间、仪器参数设置、操作人员信息、分析结果等相关信息。这样一旦数据质量受到怀疑,可快速追溯至原始分析条件和环境因素,及时发现并纠正问题。综合地看,高效严密的样品分析过程中的质量控制流程,是构筑环境监测实验室分析准确性和可靠性的重要办法。

4 环境监测实验室质量体系建立和管理

4.1 环境监测实验室质量控制体系规范建立

建立环境监测实验室质量控制体系规范过程开始于明确环境监测实验室的服务范围,进而详细定义环境监测实验室操作的每个方面,包括样品处理、数据记录、仪器校准、人员培训和质量审核等。环境监测实验室应依据国际标准如ISO/IEC 17025:2017来构建质控体系,制定相应的质量政策和目标,确保监测活动的准确性和可追溯性^[2]。环境监测实验室需要确立一个全方位的文件管理系统,其中包含清晰的标准操作程序(SOPs)、工作指导书和质量控制指南等。这些文档详尽地规定了分析前的样品准备、使用的仪器类型和模型、每一种测试方法的具体步骤,以及异常情况处理机制。文档系统还应包括对环境监测实验室人员定期培训的规定和记录,保证整个团队在进行环境样本分析时的技能和知识的准确性。

质量控制体系的建立不是一成不变的;它需要不断地评估、监控和改进。环境监测实验室需设立内部质量审核流程,定期检查实验操作是否符合既定的质量控制规程,并通过外部质量评估机构的定期评审确保所建立体系的有效性。作为环境监测实验室,对生态系统和公共健康具有重要影响,因此质量控制体系的精确实施和管理也是履行社会责任和专业义务的关键。

4.2 环境监测实验室内部质量控制体系运行

实现高水平的环境监测实验室内部质量控制体系运行,

核心在于建立一套综合的管理机制,该机制涉及从人员培训到操作规程,从样本处理到数据报告全流程的控制。在环境监测实验室中,确保内部质量控制(IQC)体系的有效运行,意味着要确保每个分析测试都能重复产生准确的数据。追求这一目标涉及对分析方法的标准化,以及对每个步骤进行严格监控,确保分析过程的一致性。例如,使用质控样品来评估分析过程的稳定性,包括空白试验、质控样品(如已知浓度的标准溶液)和平行样品等,都是核实和监督质量控制程序有效性的做法。

在设备方面,保证分析预期之内的精确度和结果的一致性,要求细致的日常维护以及定期的校准和维修。这不仅要求技术人员具备深入的技术,还要求维护和校准过程严格的记录。这些记录不但提供了操作和校准历史的追溯性,而且可以从根本上了解设备的表现和维护需求。环境监测实验室需要引进现代信息管理系统来实时监控质量控制数据,采用统计手段,如控制图可预测分析过程中出现的问题,并在数据偏离可接受的范围之前采取行动。

除此之外,还要评估和调整环境监测实验室环境监测的工作流程,促进高效率和改进分析质量。这包括对流程设计的优化,如将仪器的热点分析任务分布在闲时段,以满足高峰期间样品分析的需求,同时避免潜在的分析瓶颈。人员培训也是环境监测实验室内部质量控制体系的重要一环,确保所有成员都了解并遵守质量系统要求,在协作中共同支持和维护环境监测实验室质量标准。

4.3 环境监测实验室外部质量评价与认证

环境监测实验室外部质量评价与认证是一个关键环节,其可以用客观的方式来衡量环境监测实验室水平,并确保环境监测实验室满足国际或国内标准。环境监测实验室通常会接受如 ISO/IEC 17025:2017 这样的质量管理体系的认证,该标准专门为测试和校准环境监测实验室的质量体系制定。通过认证的获取,环境监测实验室能证明其技术能力和结果的有效性,增强客户对测试数据和分析结果的信心。

环境监测实验室需通过参加第三方组织的能力验证程序或者互认测试,以量化和验证其分析方法和实验人员的表现。例如,在环境监测领域,可能需要提交特定污染物分析的测试结果,这些结果将与其他环境监测实验室的结果进行匿名比对。参与这样的评价计划,使得环境监测实验室能够定期检查和确认其测试方法的精确性和合适性,同时也是保持认证资格的必备条件。

除了定期的能力验证和环境监测实验室间比对,面向客户服务和维持市场声誉时,环境监测实验室亦需关注认证机构的监督审核。这些审核包括实地评估环境监测实验室的

运作流程、检查环境监测实验室质量手册、评估员工培训记录,以及确认设备保养和校准的合规性等。认证过程有助于发现潜在的非一致性,确保环境监测实验室持续改进其质量控制体系。通过这样的外部评价与认证,环境监测实验室能够展示其遵循行业最佳实践,并承诺提供优质的服务。

4.4 环境监测实验室质量监督和改进机制

在实施环境监测实验室质量监督和改进机制时,需要建立一套完整的质量评估流程,包括定期的自我检查、内部审计和经理审核。通过这些活动,可以系统地审视环境监测实验室运作的各个层面,从人员资格、设备性能到测试程序和结果报告的准确性。针对可能出现的任何非一致性或偏差,环境监测实验室必须采取纠正和预防措施^[3]。例如,若发现分析数据与过往趋势或预期有显著偏差,需立即调查其原因,可能涉及仪器校准失误、样品污染或分析方法应用不当等问题。解决此类问题不仅仅要纠正即时影响,同时还需评估并改进相关流程,避免问题在未来重复发生。

为了实现持续改进,环境监测实验室也应当鼓励全体员工参与质量管理活动,如定期提供反馈、建议和改善意见等。员工培训也是一个关键环节,确保所有员工都具备执行标准操作程序所需的最新知识和技能。环境监测领域的发展快速,法规和技术更新变化多端,只有不断学习和适应,环境监测实验室的质量监督和改进机制才能有效运行,最终提高整个环境监测实验室的分析服务质量,以适应日益增长的环境管理和保护需求。

5 结语

环境监测实验室质量控制程序和规范的建立与执行是环境监测实验室运营的核心。从仪器设备的管理到样品的处理,再到质量体系的不断审核与改进,每一步都不可或缺,且彼此依存。仪器设备校准和维护确保了测量结果的精准性,而标准化的样品处理及分析保障了结果的一致性与可靠性。通过外部评价与认证,环境监测实验室能够向监管机构与社会展现其质量控制的严格性。最后,环境监测实验室质量的监督与改进体现了环境监测实验室对于优化操作的不懈追求,对环境保护事业的长远承诺,确保能够适应未来环境监测的新挑战和标准。

参考文献

- [1] 徐铁峰.水环境监测实验室质量管理体系构建的分析[J].清洗世界,2023,39(11):92-94.
- [2] 杨伟飞.自动化快速分析检测实验室的质量控制[J].理化检验-化学分册,2023,59(10):1208-1210.
- [3] 严荣民.实验室可调节型恒风量压差控制系统施工及质量控制分析[J].四川水泥,2023(10):168-170.