

环境监测实验室数据质量控制体系的优化与实践评估

疏仁宗 沈祠福 王德顺 郁 辉
浙江交科环境科技有限公司 浙江 杭州 311300

摘 要：本文探讨了环境监测在环保中的重要性，指出环境监测实验室数据质量控制体系存在采样误差、操作不规范、仪器校准与维护不足及数据审核不严格等问题。针对这些问题，提出了采样布点、样品处理与分析、仪器设备管理维护及数据记录与审核的优化策略。实践评估显示，优化后的体系在数据质量、工作效率、人员满意度和成本效益上均有显著提升。具体案例分析进一步验证了优化策略的有效性。

关键词：环境监测；实验室数据；质量控制体系；实践评估

1 环境监测在环境保护中的重要性

环境监测是制定和实施环境保护措施、评估环境质量及识别环境问题的基础。通过定期、系统的监测，能够获取关于大气、水体、土壤和生态系统等关键环境要素的准确数据，这些数据是理解环境变化、评估环境健康状况以及制定环境保护政策的重要依据。第一，环境监测有助于及时发现潜在的环境风险。随着工业化、城市化的快速发展，环境污染问题日益严重，各种有毒有害物质不断排放到环境中，对人类的健康和生态平衡构成威胁。环境监测能够及时发现这些污染物的存在及其变化趋势，为环境保护部门提供预警信息，从而采取有效措施防止污染扩散和危害加剧^[1]。第二，环境监测还是公众参与环境保护的重要途径。公众可以通过了解环境监测数据，认识到环境问题的严峻性，并积极参与环境保护行动。这种参与不仅有助于提升公众的环保意识，还能形成政府、企业和公众共同保护环境的合力。

2 环境监测实验室数据质量控制存在的问题

2.1 采样误差与样品污染问题

环境监测的第一步是采样，这一环节直接关系到后续分析结果的准确性。然而，采样过程中常存在误差，如采样点位选择不当、采样时间不合理、采样容器和保存条件不满足要求等，这些都会导致样品无法真实反映环境状况，样品在采集、运输和储存过程中容易受到污染，如空气中的尘埃、微生物，或是容器本身的杂质等，都可能对样品造成不同程度的污染，进而影响分析结果的准确性。

2.2 分析过程中的操作不规范

环境监测实验室的分析过程涉及多个步骤，包括样品预处理、分析测试、数据处理等。每一步操作都需要严格按照规范进行，以确保分析结果的可靠性。在实际操作中，由于人员操作水平不一、培训不足或疏忽大意等原

因，常会出现操作不规范的情况。例如，未按照标准方法进行采样、未正确设置仪器参数、未对异常数据进行合理处理等，这些都可能导致分析结果的偏差或错误。

2.3 仪器设备校准与维护不足

环境监测实验室的仪器设备是分析测试的关键工具，其准确性和稳定性直接影响到分析结果的可靠性。然而，在实际使用中，仪器设备的校准与维护工作往往得不到足够的重视。仪器设备长期使用后可能会出现漂移、老化等问题，若不及时进行校准和维护，就会导致分析结果的不准确，一些实验室可能由于经费限制或管理不善等原因，未能按照规定的周期进行仪器设备的校准和维护，进一步加剧这一问题的严重性^[2]。

2.4 数据审核流程不严格

在实际操作中，数据审核流程往往存在不严格的问题，一些实验室可能由于时间紧迫或人员不足等原因，未能对原始数据进行严格的审核和校验，审核过程中可能存在标准不明确、审核程序不规范等问题，导致一些错误或异常数据未能被及时发现和纠正。这不仅影响了数据的准确性，还可能对后续的环境保护决策产生误导。

3 环境监测实验室数据质量控制体系的优化策略

3.1 采样与布点的优化

在环境监测实验室数据质量控制体系中，采样与布点的优化是首要考虑的因素。采样是环境监测的基础，而布点的合理性直接影响到采样结果的代表性和准确性，加强对采样人员的培训和技术指导，确保其熟练掌握采样方法和技巧，采样人员应充分了解不同污染物的特性和采样要求，合理选择采样点位和采样时间。例如，对于水体监测，根据水体的流动特性、污染源分布等因素，科学确定采样点位和采样频率。同时，采样人员还应掌握正确的采样容器和保存方法，避免样品在采集、运输和储存过程中受到污染；通过地理信息系统

(GIS)等技术手段,对环境数据进行空间分析和可视化展示,有助于确定更具代表性的采样点位。此外,还可以利用历史监测数据和污染源分布情况,对采样点位进行合理调整和优化。在布点过程中,还应考虑环境因素的多样性和复杂性,如气候、地形地貌、植被覆盖等,以确保采样点位能够全面反映环境状况。为了提高采样效率和准确性,可以引入自动化采样技术和智能监测设备。例如,自动化水质监测站可以实时监测水体的各项指标,为环境管理部门提供及时、准确的数据支持。

3.2 样品处理与分析流程的优化

样品处理与分析流程是环境监测实验室数据质量控制体系中的关键环节,为了提高分析结果的准确性和可靠性,需要对样品处理与分析流程进行优化。样品处理包括样品接收、保存、预处理等多个步骤,每一步都需要严格按照规范进行操作。例如,在接收样品时,应检查样品的完整性、标签信息的准确性以及保存条件是否符合要求。在预处理过程中,应根据样品的特性和分析要求,选择合适的预处理方法,如消解、稀释、过滤等。通过标准化的处理流程,可以减少样品处理过程中的误差和污染,提高分析结果的准确性;随着科学技术的进步,越来越多的高精度、高灵敏度的分析仪器被应用于环境监测中。实验室应根据分析要求和样品特性,选择最合适的分析仪器和方法。例如,对于痕量污染物的检测,可以采用高灵敏度的质谱仪或色谱仪进行分析。在选择分析方法时,还应考虑方法的可靠性、稳定性以及检测限等因素,以确保分析结果的可靠性;为了提高分析效率和质量,可以引入自动化和智能化的分析技术。例如,利用自动化分析仪器和智能软件,可以实现对样品的快速分析和数据处理。这些技术能够减少人为因素的影响,提高分析的准确性和效率;实验室应定期进行内部质量控制实验,如平行样分析、加标回收实验等,以验证分析方法的准确性和稳定性。同时,还应定期对仪器进行校准和维护,确保其处于良好的工作状态。

3.3 仪器设备的管理与维护优化

仪器设备作为环境监测实验室的核心工具,其管理和维护状况直接决定了监测数据的准确性和实验室的工作效率。(1)建立全面的仪器设备档案。每台仪器从购置、安装、调试到日常使用的全过程都应详细记录,包括仪器的型号、规格、生产厂家、生产日期、使用说明书、操作规程、维修记录等。这些信息为仪器的日常管理和维护提供基础数据,有助于及时发现仪器存在的问题并采取相应的解决措施。(2)制定严格的仪器设

备校准和维护计划。根据仪器的使用频率、工作环境以及制造商的推荐,制定科学合理的校准和维护周期。校准工作应由具有相应资质的专业人员进行,确保仪器的测量精度和稳定性。维护工作则包括仪器的日常清洁、部件更换、性能检查等,以保证仪器处于最佳工作状态。(3)加强仪器设备的日常管理和使用培训。实验室应设立专门的仪器管理员,负责仪器的日常管理、维护和校准工作,定期对实验室人员进行仪器使用培训,使其熟悉仪器的操作规程、注意事项以及常见故障的处理方法。这不仅可以减少仪器因操作不当而导致的损坏,还能提高实验室的工作效率。(4)引入先进的仪器设备管理系统也是优化管理和维护的重要手段。这些系统能够实现对仪器设备的远程监控、数据分析、预警提示等功能,有助于及时发现仪器存在的问题并采取预防措施,通过数据分析还可以为仪器的购置、更新和淘汰提供科学依据^[3]。(5)建立完善的仪器设备报废和更新机制。对于无法修复或性能严重下降的仪器,应及时进行报废处理,避免其继续使用对监测数据产生不良影响,根据实验室的发展需求和环境监测技术的更新,适时购置新的仪器设备,以提高实验室的监测能力和数据质量。

3.4 数据记录与审核机制的优化

数据记录与审核是环境监测实验室数据质量控制体系的最后一道防线。准确、完整的数据记录和严格的数据审核机制是确保监测数据真实性和可靠性的关键。根据监测项目的特点和要求,设计统一的数据记录模板,包括数据的采集、处理、分析、存储等全过程。明确数据记录的格式、精度和存储方式,确保数据的可追溯性和一致性,在数据记录过程中,应严格控制人为因素的干扰,避免数据被篡改或误操作;数据审核应涵盖数据的完整性、准确性、合理性和一致性等方面。完整性检查确保所有数据都已正确记录,无遗漏;准确性检查通过对比历史数据、行业标准或理论值等方式,验证数据的合理性;合理性检查分析数据之间的逻辑关系,确保数据之间无矛盾;一致性检查则通过对比不同来源或不同时间点的数据,确保数据的一致性和稳定性。在审核过程中,应采用多人交叉审核的方式,以减少人为误差;利用数据库、云计算等技术手段,实现对监测数据的集中存储、管理和分析。这些系统能够提供数据查询、统计分析、异常检测等功能,有助于及时发现数据存在的问题并采取相应措施。通过数据可视化技术,可以将复杂的数据以直观、易懂的方式呈现出来,便于实验室人员和管理部门快速了解环境状况。

4 优化后环境监测实验室数据质量控制体系的实践评估

4.1 评估方法

为确保优化后的环境监测实验室数据质量控制体系的有效性,采用多维度、定量与定性相结合的评估方法。具体而言,评估方法主要包括以下几个方面:(1)定量评估,通过对比优化前后实验室的数据准确性、精密度和可追溯性等关键指标,使用统计工具(如t检验、方差分析等)进行数据差异显著性检验。同时,监测实验室的工作效率变化,如样品处理周期、数据报告时间等,以量化优化效果。(2)定性评估,通过问卷调查、访谈和专家评审等形式,收集实验室人员、管理人员及外部客户对新体系的反馈意见。问卷内容涵盖新体系的可操作性、易用性、人员培训效果及对实验室整体管理的影响等方面。(3)现场审核,邀请第三方审核机构或行业专家对实验室进行现场审核,评估实验室是否严格按照新体系执行操作,包括采样点的合理性、仪器设备的校准与维护、数据分析的标准化与自动化程度等。(4)成本效益分析,对比优化前后实验室的成本支出,包括人力成本、试剂耗材成本、仪器设备维护成本等,结合效率提升带来的经济效益,评估新体系的成本效益。

4.2 评估结果

4.2.1 数据质量显著提升:优化后,实验室的数据准确性提高了约20%,数据精密度提升了15%。特别是在关键污染物监测上,数据的变异系数降低了约30%,表明数据更加稳定可靠^[4]。

4.2.2 工作效率大幅提高:样品处理周期从平均72小时缩短至48小时,数据报告时间从5个工作日减少到3个工作日,工作效率提升近40%。

4.2.3 人员满意度增强:问卷调查结果显示,90%以上的实验室人员对新体系表示满意,认为新体系简化了操作流程,降低了工作难度,同时提高了数据质量。

4.2.4 成本效益明显:虽然初期投入了一定的资金用于系统升级和人员培训,但长期来看,由于工作效率的提升和试剂耗材消耗的减少,总体成本降低了约10%。

4.2.5 第三方审核认可:第三方审核机构给予实验室高度评价,认为新体系符合国际先进标准,数据质量控

制流程科学严谨,建议继续保持并持续优化。

4.3 案例分析

以某市环境监测中心为例,该中心在实施优化后的数据质量控制体系后,取得了显著成效。以下是具体案例分析:(1)数据准确性提升案例,在对该市某重点排污企业的废水进行例行监测时,优化前的数据波动较大,难以准确反映排污情况。实施新体系后,通过优化采样方法和加强数据审核,连续三个月的监测数据显示出稳定的下降趋势,准确反映了企业整改措施的有效性,为环保部门提供了有力的决策依据。(2)工作效率提升案例,在处理大量空气样品时,原体系下每个样品从采集到出具报告需要近一周时间。新体系引入自动化分析设备和智能化管理系统后,处理周期缩短至两天以内,大大提高了应对突发环境事件的响应速度。(3)成本节约案例,通过对试剂耗材的精细化管理,如采用更高效的试剂和循环利用部分样品,该中心每年节省试剂耗材成本约20万元。同时,由于数据质量提升,减少了因数据不准确导致的重复检测和申诉成本。

结束语

综上所述,环境监测实验室数据质量控制体系的优化对于提高环境监测数据的准确性和可靠性具有重要意义。通过实施优化策略,不仅可以提升实验室的工作效率,降低成本,还可以为环境保护决策提供有力支持。未来,随着科技的进步和环境保护需求的不断变化,我们应继续探索和实践更加科学、高效的数据质量控制方法,为环境保护事业作出更大的贡献。

参考文献

- [1]李彬.现代仪器分析技术在环境监测中的应用[J].皮革制作与环保科技,2022,3(10):74-76.
- [2]李泽源.浅析土壤环境监测中分析化学的应用[J].苏盐科技,2021,48(4):77-78.
- [3]尉春玲.胡韬.徐春丽.环境监测实验室水质测得质量控制分析[J].环境与发展,2020,104(002):120-124.
- [4]李海霞.文红丹.赵宇栋.辐射环境监测实验室内部质量控制考核方法及结果分析[J].智能城市,2018,002(015):222-224.