

# 环境监测采样质量的影响因素及优化策略

鲍寅森<sup>1</sup>, 万睿<sup>2</sup>, 邱建海<sup>2\*</sup>

(1. 德清县德环检测有限公司, 湖州 313200; 2. 德清县生态环境监测站, 湖州 313200)

**摘要:** 对于环境监测工作来说, 采样环节的重要性显而易见, 其不仅直接决定了所获取环境数据的准确性, 还影响后续决策的科学性。本文从技术、人员操作以及环境因素这三个维度, 深入探讨了影响采样质量的关键因素。文章列举了国内外多个案例, 并据此提出了相应的解决方案, 如制定标准化操作流程、采用智能化设备以及提升工作人员的专业能力等, 希望可为环境监测工作提供新思路。

**关键词:** 环境监测; 采样质量; 采样标准化操作; 采样数据管理

## 0 引言

当前, 环境污染问题日益复杂, 环境监测数据已成为保护环境和治理污染的重要依据。然而, 我国的很多监测点在采样操作上存在不规范现象, 导致失误率颇高。采样环节作为监测工作的起点, 其质量直接影响着后续数据分析的准确性。因此, 本文针对影响采样质量的主要因素进行了深入分析, 并提出一系列系统性的改进措施, 旨在提升环境监测工作的科学性与可靠性。

## 1 环境监测采样质量现状

### 1.1 技术层面矛盾

当前, 环境监测在技术层面的主要问题是如何在高精度采样设备与高昂成本之间进行权衡。例如美国环境保护署(EPA)推荐的SUMMA罐(苏玛罐)不仅具有出色的性能, 其精度还可以达到ppb(十亿分之一)级别, 对于监测挥发性有机物(VOCs)等污染物, 检测灵敏度较高<sup>[1]</sup>。但设备精度越高, 使用的技术越先进, 其购置成本往往越高。目前市面上, 高精度监测设备单台设备的价格可以超过20万元, 许多基层监测站没有相应的预算。一般来讲, 基层监测站会以性价比为首要考虑条件, 通常会选择使用成本较低的万元级设备<sup>[2]</sup>。然而, 根据中国环境监测总站2022年的数据, 这些设备在采样过程中, 由于精度不足, 在采集挥发性有机物等污染物时, 可能会导致样本丢失, 严重影响了环境监测数据的准确性。

另一个影响环境监测采样准确性的因素是采样标准也存在差异, 以地表水采样为例, 《水质采样 样品的保存和管

理技术规定》(HJ 493—2009)<sup>[3]</sup>明确规定了水质样品在采集、保存、运输和管理等方面的技术要求, 特别是在丰水期需要进行加密采样, 这样监测的数据才具有代表性。然而, 在实际操作中, 根据2023年的流域调查报告, 在长江流域的12个监测站中, 仅有45%严格执行了季节性调整方案。这种差异直接导致即使在同一地区, 由于采样频率和方法的差异, 不同监测站所提供的数据也可能存在显著差异。

### 1.2 人为因素的双重性

在环境监测采样过程中, 人为因素对于环境监测具有双重性特征。一方面, 人为因素可以积极推动环境监测采样质量的提升; 另一方面, 若处理不当, 也可能成为制约采样质量提高的关键因素<sup>[4]</sup>。专业、严谨且富有经验的采样人员能够准确执行采样操作。随着越来越多的智能化、自动化采样设备被引入环境监测领域, 技术人员通过不断学习和实践, 掌握了先进的采样技术和方法, 为提升环境监测采样质量奠定了坚实的基础<sup>[5]</sup>。例如, 引入的“采样操作VR实训系统”, 为采样人员创造了一个高度仿真的操作环境, 采样人员可以在虚拟环境中反复练习采样流程, 熟悉操作步骤, 从而在实际采样中减少失误, 可以显著改善环境监测采样的准确。

然而, 人为因素也可能带来负面效应。在实际采样过程中, 一些采样人员可能因缺乏足够的责任心或专业技能不足, 导致采样操作不规范、不严谨<sup>[6]</sup>。例如在2022年华南某工业园区的连续三次采样过程中, 操作人员因疏忽未能及时更换吸附管, 导致苯系物的监测结果严重偏低, 引起数据失真。

第一作者: 鲍寅森, 工程师, 研究方向为生态环境监测与分析。

\* 通信作者: 邱建海, 工程师, 研究方向为生态环境监测与分析。E-mail: 510439771@qq.com

### 1.3 环境干扰的复杂性

环境监测采样工作不仅受到人为因素的影响, 还面临着来自环境因素如交通扬尘、极端天气等复杂情形的干扰。这些因素具有难以准确预测和有效控制的特点, 给采样工作带来了极大的挑战<sup>[7]</sup>。在对比研究中, 以长三角工业区的PM<sub>2.5</sub>采样实践为例, 研究人员发现当采样过程受到交通扬尘的干扰时, 滤膜称重法在面对交通扬尘干扰时的误差率相较于 $\beta$ 射线法会高很多。不同的方法在一些环境因素的影响下将产生较大的差异, 那么监测的数据就会缺少准确性和可比性。

极端天气条件也是环境监测采样工作需要重点考虑的干扰因素。例如, 在台风等自然灾害发生时, 近海沉积物的采样成功率会大幅下降, 不仅增加了采样工作的难度, 还对采样成功率产生影响, 也使得在极端条件下获取准确的环境监测数据变得更加困难<sup>[8]</sup>。

## 2 环境监测采样质量的优化策略

### 2.1 技术体系优化与创新方向

在环境监测工作中, 虽然高精度的采样设备购置成本较高, 但是可以通过积极鼓励科研机构和企业进行合作, 共同研发性价比更高的采样设备的办法进行成本平衡, 不断推动技术创新并简化高精度设备的结构, 或者采用国产替代技术, 均可以降低采购设备的价格<sup>[9]</sup>。而对于一些价格昂贵但使用频率不高的高精度设备, 可以建立监测站之间的设备共享机制, 让多个基层监测站能够共享这些资源, 不仅可以降低单个监测站的成本压力, 还可以直接提高设备的利用率<sup>[10]</sup>。

标准执行方面需要相关部门加强监管, 建立严格的采样标准执行监督机制。例如, 生态环境部门定期对各监测站的采样工作进行检查和评估, 对于未严格执行采样标准的监测站进行督促整改, 并建立相应的考核体系, 使监测站不断完善采样工作的执行程序<sup>[11]</sup>。另外也要加强对监测站工作人员关于采样标准的培训, 在日常的采用工作中严格执行相关标准。例如, 可以针对《水质采样 样品的保存和管理技术规定》(HJ 493—2009)等标准开展专项培训, 提高工作人员对季节性调整方案等要求的认识和执行能力。

### 2.2 人员建设与责任强化机制

不断提升采样人员的专业素质, 坚持理论知识与实践操作并重的理念。不仅要注重采样人员的理论知识学习, 还要增加实践操作的比重<sup>[12]</sup>。而对于一些理论不达标的人员需要重点加强培训工作。举办培训班、开展技能竞赛等方式激发采样人员操作技能的学习能力和责任心。采用新兴的培训工具, 为采样人员提供更多的模拟操作机会, 不

仅可以提高采样人员的熟练度和准确性, 还可以降低实际操作中的风险<sup>[13]</sup>。通过模拟操作, 采样人员可以在一个安全、可控的环境中熟悉采样流程, 为实际采样工作做好准备。在培训过程中, 不仅要传授技能, 还要强调责任心的重要性。采样人员的工作直接关系到环境监测数据的准确性和可信度, 因此他们必须对自己的工作负责, 确保每一步操作都符合规范。

建立质量管控机制对采样过程进行全过程监督是外在辅助的作法。设置采样操作记录表格, 需要在表格中详细记录采样过程中的各项参数和操作步骤, 为后续核查提供依据, 并在回顾和总结中不断发现潜在的问题和改进点, 优化自己的操作过程<sup>[14]</sup>。一方面, 对于因人为失误导致的数据失真等情况, 需要进行相应的责任追究。另一方面, 对于问题的追责也可以帮助管理人员对采样人员的工作质量进行评估和奖惩<sup>[15]</sup>。除了制度层面的约束, 还可以通过加强宣传与教育来提高采样人员的责任意识, 激发他们的责任感和使命感。

### 2.3 环境干扰防控与应急管理体系

应对环境因素对采样工作的干扰, 需要选择合适的采样方法。在进行环境监测采样前, 对采样区域可能受到的环境干扰因素进行充分评估: 当地的交通情况、工业排放程度以及天气条件等, 并针对不同的干扰情况进行分析, 最后选择最为合适的采样方法<sup>[16]</sup>。例如, 在交通扬尘较为严重的区域, 传统的采样方法可能会受到扬尘的严重干扰, 导致数据偏差。可以优先选择如 $\beta$ 射线法等受扬尘干扰较小的采样方法, 其结果能够更准确地反映环境质量状况, 监测结果也具有较高的数据可信度。

然而, 应对环境因素的影响, 不能仅仅依靠监测站自己的力量, 气象、交通等部门需要与监测站建立紧密的合作机制, 及时发布准确的环境预测信息, 从而让监测站可以在极端天气或特殊事件来临前提前调整采样计划, 并采取相应的防护措施<sup>[17]</sup>。例如在台风来临前, 暂停近海沉积物的采样工作是一种明智的选择。因为台风带来的强风和暴雨不仅可能会对采样设备造成损坏, 还会影响采样结果的准确性。待天气条件好转后, 再进行补采可以确保数据的完整性和可靠性。研发适应极端环境条件的采样设备和技术, 使其能够在恶劣环境下保持稳定的性能, 也是提高采样成功率和数据质量的有效策略<sup>[18]</sup>。

值得注意的是, 即使采取了上述优化策略, 仍然可能受到一些不可预见的环境干扰因素的影响, 需要对受到干扰的数据建立科学的数据校正模型, 进行校正和评估。这种校正需要基于大量的实验数据和统计分析进行, 从而确保校正结果的准确性和合理性; 并在数据报告中明确说明采样过程中

所受到的环境干扰因素, 提示数据使用者正确理解和使用监测数据, 避免因数据偏差而产生误导。

#### 2.4 数据治理与评估效能提升路径

数据管理在环境监测中可以整合来自不同监测设备和数据库的数据, 通过标准化的数据处理和结构化的存储方式实现数据的集中存储, 使得数据更加易于检索和使用。深入来讲, 借助先进的数据库技术, 可以根据监测项目的不同、时间点的差异以及采样地点的特性, 对数据进行有序的组织 and 排列, 以便于后续需要查找某个具体数据时, 能迅速而准确地定位到它<sup>[19]</sup>。比如说, 对于大气、水和土壤等不同类别的监测数据, 可以进一步根据监测地点的不同进行细分, 从而使得数据检索变得更加高效和便捷。严谨的数据管理制度可以确保数据的真实, 使用加密技术来对数据进行保护, 使之有效地防止数据被非法盗取或者被恶意篡改。

数据评估的过程中还需要综合考虑数据的精密度、完整性以及代表性。通过相对标准偏差等量化指标来衡量多次采样数据间的一致性, 且监测项目需要全面覆盖, 时间序列连续无间断, 从而得到全面完整的数据。还需要同时监测数据能否有效反映环境质量, 采样数据能够真实、无偏差地映射出采样点的实际环境状况。当数据存在偏差或缺失, 需要回溯至采样环节, 经过细致排查精准定位问题所在, 并采取相应措施予以纠正或重新采样。可以结合大数据技术构建数据模型, 深入挖掘数据背后的规律, 揭示不同环境因素间的内在联系, 预测环境质量的变化趋势<sup>[20]</sup>。例如, 运用回归分析模型探究工业排放与空气质量之间的动态关系, 为制定针对性的减排策略提供科学依据; 或者建立对于环境监测数据平台, 打破信息孤岛, 促进监测机构、科研机构与政府部门之间的深度交流与合作。基于上述输错在保障数据安全、遵守法律法规的前提下, 数据共享将加速环境监测技术的迭代升级, 推动科学研究向更深、更广领域拓展。

### 3 结束语

综上所述, 环境监测作为评估环境质量、预防污染以及制定环保政策的关键依据, 其采样质量对后续监测结果的影响巨大。本文深入探讨了影响环境监测采样质量的关键因素, 包括技术层面的挑战、人为因素的影响以及环境因素的干扰。通过分析国内外案例, 提出了一系列优化策略, 如技术层面的改进、人员培训与责任强化、环境干扰的应对措施以及数据管理与评估的优化。这些策略的实施将显著提升环境监测数据的准确性和可靠性, 为环境保护决策提供更坚实的科学支撑。未来, 随着技术的不断进步

和管理机制的完善, 环境监测采样工作将更加高效和精准, 为环境保护和污染治理提供更有力的支持。

#### 参考文献

- [1] 姚磊, 卢向阳. 便携式气液采样回路系统设计分析[J]. 设备管理与维修, 2024, (24): 18-20.
- [2] 杨丽云. 环境监测现场采样的质量控制措施[J]. 中国战略新兴产业, 2024, (30): 124-126.
- [3] 中华人民共和国环境保护部. 水质采样 样品的保存和管理技术规定: HJ 493—2009[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2009.
- [4] 颜开, 方鹏. 水环境监测中现场采样质量保证措施分析[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(19): 41-42+45.
- [5] 李江涛. 生态环境监测中现场采样质量控制举措探讨[J]. 生态与资源, 2024, (7): 95-97.
- [6] 唐戎. 基于无人机的生态环境监测与管理系统[J]. 黑龙江环境通报, 2025, 38(2): 82-84.
- [7] 涂林昌. 环境监测质量控制及强化措施研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(18): 195-197.
- [8] 黄艳艳. 不同天气形势下福建省环境空气质量特征研究[J]. 海峡科学, 2016, (6): 65-68.
- [9] 曾俊飞. 无人船走航监测技术在地表水环境监测中的应用[J]. 资源节约与环保, 2025, (1): 62-65.
- [10] 刁凡超. 以数智化转型加快推动建立现代化生态环境监测体系[J]. 世界环境, 2025, (1): 47-48.
- [11] 范斯娜. 生态环境监测数据质量控制与优化路径分析[J]. 中国轮胎资源综合利用, 2025, (2): 103-105.
- [12] 覃双苗, 黄玉兰, 李进, 等. 漫谈环境监测现场采样岗位的培训[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(12): 34-35+41.
- [13] 张敏, 权伟. 生态环境检测现场采样环节的质量管理[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(12): 71-73.
- [14] 张祖亮. 环境监测采样的误差来源及其质量保证[J]. 环境与发展, 2018, 30(6): 162+164.
- [15] 杨丽云. 环境监测现场采样的质量控制措施[J]. 中国战略新兴产业, 2024, (30): 124-126.
- [16] 钱梦迪, 唐天晨. 环境监测中现场采样质量控制措施研究[J]. 环境与生活, 2024, (9): 76-78.
- [17] 李文平. 环境监测现场采样影响因素及对策研究[J]. 环境与生活, 2024, (10): 83-85.
- [18] 朱习红. 环境监测现场采样的影响因素及改进措施[J]. 黑龙江环境通报, 2024, 37(7): 83-85.
- [19] 冯浩. 生态环境监测现场采样的质量控制措施[J]. 农村科学实验, 2024, (19): 54-56.
- [20] 刘志成. 生态环境监测现场采样的质量控制研究[J]. 生态与资源, 2024, (8): 120-122.