

环境保护工程中空气监测现场的质量控制对策研究

李兵

秦皇岛市生态环境局海港分局

DOI:10.32629/eep.v9i5.3217

[摘要] 以环境保护工程空气监测现场质量控制的实践需要为基础,对影响空气监测现场质量可靠性的主要因素进行了系统的梳理,归纳出覆盖点位布置规范性、仪器校准标准化、样品存储运输规程化和数据三级审核制度化的全流程质量控制技术框架,明确了各个环节的操作标准和效能验证途径。该框架嵌入到常态化的监测管理体系当中以后,有利于对数据偏差进行有效的遏制,提高监测结论给环境管理决策提供支持的水平。

[关键词] 空气监测; 质量控制; 现场采样; 环境管理

中图分类号: P403 文献标识码: A

Research on Quality Control Strategies for Air Monitoring Sites in Environmental Protection Engineering

Bing Li

Qinhuangdao Ecological Environment Bureau Haigang Branch

[Abstract] Based on the practical needs of quality control in environmental protection engineering air monitoring sites, this paper systematically sorts out the main factors affecting the reliability of air monitoring site quality, summarizes the full process quality control technical framework covering the standardization of point layout, instrument calibration, sample storage and transportation, and data three-level audit institutionalization, and clarifies the operational standards and efficiency verification methods for each link. After embedding this framework into a normalized monitoring management system, it is conducive to effectively curbing data bias and improving the level of support provided by monitoring conclusions for environmental management decisions.

[Key words] air monitoring; Quality Control; On site sampling; Environmental Management

空气监测属于环境保护工程的基础性技术支撑,产出数据是否精确会直接影响到污染源辨别,环境品质评判以及治理方案形成这三者的科学根基。现场是监测链条的前端入口,气象波动、设备运行状态、人员操作水平等都会产生影响,造成数据偏差风险比较高。围绕现场全流程形成一个完善的质量控制防线,已经成为保证监测数据客观、可信的根本问题。

1 空气监测现场质量控制的体系框架与关键环节

1.1 质量控制体系的理论基础与构建逻辑

空气监测现场质量控制体系的建立,是全面质量管理理论和计量溯源性这两个逻辑共同作用的结果。全面质量管理重视过程,认为把质量保证的节点前移,把质量控制的重点放在了每个操作单元上,而不是仅仅在最后的数据审核上。计量溯源性就是指在现场监测过程中所有的量值,即流量、温度、气压和污染物浓度等,都必须经过不间断的比对链和国家计量基准相联系,才能保证不同时段、不同地方得到的监测数据具有可比性和可复现性。根据以上理论依据,现场质控体系应该按照“准备-采

样-运输-分析-审核”五个步骤的作业过程,对每个步骤进行详细的控制节点布置,每一个节点都必须有操作规范、偏差阈值和纠正措施等构成,形成一个闭合的管理体系回路。该体系的运行效力还要依靠三项支撑条件,即标准物质和校准装置的定期量值传递、操作人员资质认证和技能保持、涵盖全过程的标准化文档管理系统。

1.2 现场监测质量管理的典型问题分析

当前空气监测现场质量管理中存在的典型问题,可以从设备、人员和制度这三个方面进行归纳。从设备方面来看,部分监测站点采样器流量计校准周期过长,气体分析仪零点漂移没有及时修正,滤膜更换频次偏离规程要求等都会造成系统误差在数据序列中不断累积。人员维度上,现场操作人员对于样品采集的方法、记录填写的规范程度上存在明显的个体差异,培训体系更侧重于理论上的灌输而缺少实操演练的覆盖,造成同一个监测点位的不同人员执行时所产生出来的数据一致性不高。从制度角度来讲,质量监督和内部审核制度在一些监测机构里是流

于表面的,并没有建立相应的反向追踪机制,质量控制活动同日常的监测工作还没有形成一种内在的有机联系,存在着两张皮的状态。

2 采样前准备阶段的质量控制策略

2.1 监测点位布置的规范化管理

监测点位选取和布设属于保证大气监测数据具有空间代表性的重要前提,点位布置是否科学合规,直接决定了后续全流程质量控制工作所处的范围,从源头上决定监测数据可靠与否。开展点位布设工作时必须坚持三个原则即代表性、可比性、可行性原则。代表性原则是指选择能够代表该地区实际大气环境状况的监测点位,并且符合当地大气扩散规律和污染物的排放分布情况,避开高楼遮挡、道路交通扬尘、局部排气口等干扰源,避免局部微环境影响导致监测数据出现偏差,可比性原则是统一各类监测点位的布置方式,控制采样口的高度、与固定污染源的安全距离、周围障碍物的遮挡情况等关键参数,使不同监测站位、不同时段的数据可以相互比较、追溯源头,可行性原则考虑了监测站点长期运转的需求,仔细检查场地供电情况、现场作业的安全风险、道路通行是否便利等现实难题,保证监测设备可以保持全天候稳定运行,削减后期维修出现故障的可能性。

在具体的布设过程中,不能采用传统的经验选点的方式,而应该采取现场实地踏勘与大气扩散模型模拟相结合的两种判断方法。通过现场踏勘摸排场地地形地貌、周边建筑和污染源分布情况,利用数值模拟技术分析候选点位气流走向、污染物浓度梯度变化规律,从多个角度对比不同的布设方案优劣,最后确定最佳的监测点位。

2.2 仪器设备校准与性能验证流程

监测仪器的计量精度是保证大气监测数据准确性的硬件基础,规范化的仪器校准和整机性能检测,是采样前必须做的质控工作。本次质控体系使用前点检、周期性校准、期间核查三级质控方式,全方位控制仪器运行稳定情况。每次现场采样作业开始前,操作人员要对仪器流量、零点、跨度这三个基本参数做快速检测,找出设备初始运行中的问题,保证仪器运行状态良好之后再使用;根据仪器种类和使用频次分为不同类型的校准周期,常规气态污染物分析仪每月做一次完整的计量校准,高精度颗粒物在线监测设备的损耗比低精度快得多,校准周期由两周改为一周,所有的校准工作都在恒温恒湿受控实验室环境中进行,并且全程使用有证标准物质,从而保证校准结果具有法律效力;在两轮固定周期校准时加上中间核查工序,依靠稳定性和量值可靠程度较高的中间核查标准,及时发现并捕捉仪器灵敏度、数值漂移等潜藏故障。

除此之外,采样前要对仪器精密性、测量正确度和方法检出限三大核心性能指标进行专门的验证,全面考察仪器整机运行情况。所有的校准记录、性能验证报告均要存档到设备台账中,一方面可以作为仪器是否能够进入现场采样环节的资格标准,另一方面也可以给后续数据异常核查、监测成果质量控制争议

提供完整的追溯证据,从而构筑起采样前期设备层面的数据质量防线^[1]。

3 现场采样与样品管理中的质控技术

3.1 采样操作标准化与过程记录要求

现场采样操作的标准化程度直接影响到监测样品的代表性,任何环节的不规范操作都会沿着实验室检测、数据核算的过程一直扩大误差,最终造成无法追溯的系统性误差,影响整个监测数据的真实性。因此需要对各种污染物采取不同的流程化标准采样方式。

进行气态污染物现场采样工作时,必须严格按照行业规范控制主要的操作参数,使采样工况一直符合标准要求。采样全过程要定时复查核心运行参数并取样现场环境基础参数,为以后监测体积换算、数据修正提供完整的依据,防止由于工况变化导致的采样误差。对于颗粒物采样的设备气密性和前期清洁度属于质控的要点,正式开始采样前,必须对设备的气路进行密封性检查,排除设备漏气、部件污染等隐患,保证气路运行状态良好后再正式开始采样工作。

除规范实操程序之外,完整的、规范的实验记录也是采样质控不可缺少的一部分。现场采样要创建统一规范的记录体系,全面记载采样点位、现场环境状况、设备信息、作业人员信息等重要部分,而且要真实标注采样全过程中全部出现的违背标准流程的突发异常情形^[2]。

3.2 样品保存运输环节的质控措施

样品采集完成后到实验室上机检测之前,保存和运输环节是监测质控体系中最容易被忽略的环节,外界环境的变化以及储存运输的不正确会直接导致样品原来的状况被破坏,进而引发监测结果出现偏差。不同的监测项目理化性质有较大差别,样品耐受外界环境干扰的能力也有所不同,要根据目标污染物的特性来选择合适的保存和运输防护方法,防止光照、温度、外力等因素干扰造成样品组分被破坏、目标物质丢失或者发生化学变化。

空白样品平行管控是排查储运外源污染最重要的质控手段,每一批次现场样品都要配对设立相应的空白对照样品。通过对空白样品和实测样品检测结果进行比较,可以准确判断样品转运、存放全过程是否受到外界污染物的影响。当空白样品的检测结果出现异常时,就可以判定该批次样品存在污染的风险,立即开展全程溯源排查,找出污染的源头并加以整改,剔除无效的监测数据。

样品实验室交接环节要实行双人复核签字制度,交接人员一同检查样品封装状况,样品的外观是否完好,样品标识信息是否完备,进而更新交接台账。依靠规范化的交接流程,明晰起现场采样、转运运送、实验室接样等各个环节的工作职责,打通现场采样到实验室检测全链条质控闭环,保证每一个样品流转过程都处在管控之中,质量可以追踪到源头,构筑起环境监测数据全过程的质量屏障^[3]。

4 监测数据审核与质量改进机制

4.1 数据有效性审核与异常值识别方法

监测数据有效性审核属于环境监测质量控制体系的最后一道防控环节,它的主要功效在于拦截由于人员操作失误、仪器设备故障、现场环境突然受到干扰等原因造成的无效失真数据,保证入库的监测数据是真实的、可信的、可以使用的。本次体系的搭建使用逻辑筛查、统计检验、成因研判三个阶段依次进行的递进审核架构来完成对异常数据的识别和判断,防止出现单一审核方式造成漏判、误判的情况。

第一级为基础逻辑筛查,利用各种监测污染物本身固有的理化性质以及行业经验进行比值分析来对数据进行初步的筛选,在数据中寻找异常点。废气监测中氮氧化物实时浓度不能大于总悬浮颗粒物浓度,地表水监测中溶解氧浓度、水温数据要符合水体理化联动变化规律,超出合理范围的直接标记为初筛可疑数据。第二级就是对初筛合格的数据进行详细的检查,采用格拉布斯检验、狄克逊检验来检测离散离群值,结合移动极差控制图来观察连续时序监测数据的波动情况,判断数据波动是否在正常范围内,找出隐蔽异常数据。第三级溯源成因研判,对前面两级标记出的所有可疑数据进行回溯采样全过程资料,包括仪器实时运行日志、现场人员操作原始记录、采样时段气象参数、工况条件台账等,准确找到数据异常的根源,将数据异常分为设备故障、人为操作、客观环境干扰三种^[4]。

4.2 质量评估反馈与持续改进路径

完整的监测质控体系要有闭环自我迭代机制,依靠常态化的质量评价来完成质控短板的及时补足,保证质控体系长期有效运转的能力。本次质量评价是以精密度、正确度这两个主要指标为评价主线,对全流程监测工作质量进行全方位的复盘。精密度评价用现场平行双样的数据求相对偏差,按月度、季度统计各个检测项目的精密度合格率,分析数据重复性波动的趋势,正确度评价使用有证标准物质比对检测和样品加标回收实验来量化分析检测系统的系统偏差,判断方法误差是否在国家监测规范的容许范围内。

每次评价结束后编制专项质量分析报告,客观反映高频次的质量问题,反映集中性偏差的环节,体现薄弱监测点位,直观地表现出现有质控短板,给管理者提供客观的数据依据以决策。根据评估结果,建立三条分级持续改进路径来形成闭环控制,即对人员操作类高频误差进行优化的年度专项培训方案增加实操易错点位教学模块,提高一线人员质量控制实操能力;对方法规

范、管控阈值不合理造成的系统性偏差进行修订的现场采样、实验室分析操作规程优化管控临界指标;对反复出现的设备运行异常及时反馈给设备运维和采购部门,优化设备预防性维护周期,推动老旧监测设备更新换代^[5]。

5 结束语

空气监测现场质量控制是包含采样前准备、现场实施、样品保存、数据审核等全过程的技术密集型管理活动,单个环节优化效果很难达到整体数据质量提高的目的。本文所提出的质量控制对策框架是从整个质量保证体系出发,在点位布设方面进行合理的论证,在仪器性能方面开展计量确认,在采样操作方面形成标准化的程序,储运环节实施污染隔离,并且对于数据审核设置多级拦截。把上面的对策变成机构内部标准化的操作流程和岗位责任清单,并且配套建设起定期质量审计、人员能力考核这样的体系来,这是促使质控措施由文到实的重要举措。随着监测技术不断更替,新的污染物被加入到监测范围当中,势必会使得现存的质控体系产生适应性的要求,后续的研究可以针对智能化质控数据管理平台和远程实时质量监控技术的融合运用方面加以展开探究。

[参考文献]

[1]周世为,许克昌.环境保护工程中空气监测现场的质量控制措施研究[C]//中国国土经济学会,河北大学.“产业链空间配置优化与国土空间规划创新研讨会”暨第三届中国国土经济学会国土空间规划学术年会论文集(一).[出版者不详],2025:207-209.

[2]陈学军,吴军港.环境保护工程中空气监测现场质量控制探析[J].皮革制作与环保科技,2024,5(14):69-71.

[3]逢薪蓉,尚越飞,赵瑞娟.环境保护工程中空气监测现场的质量控制对策研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(6):71-73.

[4]黄平.环境保护工程中空气监测现场的质量控制措施[J].产品可靠性报告,2022,(11):77-78.

[5]张会玲.环境保护工程空气监测现场质量控制对策[J].皮革制作与环保科技,2022,3(7):52-54.

作者简介:

李兵(1986-),男,汉族,河北秦皇岛人,本科,工程师,研究方向:环境保护工程。