

大气环境监测中常见问题及对策分析

王雅楠

山西省晋城生态环境监测中心 山西 晋城 048000

摘要: 大气环境监测是掌握空气质量状况、制定污染防治政策的基础性工作。当前我国已建成覆盖全国的空气自动监测网络,但在监测实践中仍存在点位布局欠科学、仪器运维管理不到位、质量控制体系不完善、数据审核与异常识别能力不足、监测与监管脱节等突出问题。本文系统分析了上述问题的表现形式与产生根源,从优化点位布局、强化全生命周期仪器管理、完善三级质控体系、提升数据分析能力、加强监测执法联动等方面提出针对性对策,为提升大气环境监测数据质量和运行管理水平提供参考。

关键词: 大气环境; 自动监测; 质量控制; 数据审核; 监测网络

引言:随着“蓝天保卫战”的深入推进,我国大气环境监测能力显著提升,目前已建成以城市空气质量监测站、区域背景站、超级站为骨干的监测网络。监测数据为空气质量评价、污染成因分析、重污染预报预警及减排效果评估提供了重要支撑。然而,随着监测网络的扩大和监测频次的增加,点位代表性不足、仪器故障率高、标准物质使用不规范、数据异常难以溯源等问题逐渐暴露。这些问题直接影响监测数据的“真、准、全、快、新”,进而削弱环境管理决策的科学性。

1 大气环境监测体系概述

1.1 监测网络构成与功能定位

我国大气环境监测网络已形成多层次、多要素的立体化架构,包括国家城市空气质量监测网、区域空气质量监测网、背景站监测网和农村站监测网。常规监测项目涵盖PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂、NO₂、CO、O₃六项基本污染物,部分站点增设VOCs、氨气、黑碳等特征因子。各站点功能定位明确:城市站评价空气质量达标情况;区域站分析污染传输特征;背景站反映区域本底浓度变化;超级站开展颗粒物组分和光化学污染研究。该网络为空气质量评价、污染源解析、重污染应对提供了数据基础,但点位布局的科学性和代表性仍有提升空间。

1.2 监测方法与技术标准

大气环境监测主要采用自动监测方法和手工监测方法。自动监测以连续在线仪器为核心,如β射线法或振荡天平法测颗粒物、紫外荧光法测SO₂、化学发光法测NO_x、非分散红外法测CO、紫外光度法测O₃。自动监测具有时间分辨率高、数据量大、实时传输的优点,是目前空气质量监测的主导方法。手工监测以滤膜采样-实验室分析为主,用于颗粒物组分分析、重金属检测等自动监测难以覆盖的领域,作为自动监测的补充和验证。技

术标准体系已相对完善,包括HJ 653《环境空气颗粒物(PM₁₀和PM_{2.5})连续自动监测系统技术要求及检测方法》、HJ 654《环境空气气态污染物(SO₂、NO₂、O₃、CO)连续自动监测系统技术要求及检测方法》等,以及HJ 818《环境空气气态污染物连续自动监测系统运行和质控技术规范》等运行管理标准,为监测工作提供了统一的技术依据。

1.3 监测数据的主要应用方向

大气环境监测数据广泛应用于多个领域。空气质量评价方面,依据GB 3095计算AQI和优良天数比例,向社会发布。污染成因分析方面,利用长期监测数据识别污染物时空分布特征,结合气象条件分析重污染形成机理。预报预警方面,将监测数据输入空气质量模型预测污染趋势,为应急响应争取时间。减排效果评估方面,对比政策实施前后的数据变化,评估污染防治成效^[1]。此外,数据还用于环保考核、城市排名和科研支撑。数据的准确性和可靠性直接关系上述应用成效,提升监测数据质量至关重要。

2 大气环境监测中的常见问题

2.1 监测点位布局欠科学

监测点位能否真实反映区域空气质量,取决于选址的科学性。现实困境在于:城市建成区符合规范要求的空旷场地越来越少,部分点位被迫设在楼顶或道路旁,采样口高度和周边环境难以满足HJ 664的技术要求。更棘手的是,点位调整跟不上城市发展步伐——新区崛起、产业搬迁后,原有点位代表性下降,而迁移程序复杂、周期漫长,监测盲区长期存在。此外,京津冀等重点区域的跨省界污染传输通道上监测点位偏少,外来输送对本地空气质量的影响份额难以量化,区域联防联控缺乏精准数据支撑。

2.2 监测仪器运行维护不到位

仪器长期连续运行,维护稍有疏忽就会影响数据质量。日常巡检流于形式——远程检查未落实、现场巡查记录不全,故障往往滞后发现。耗材更换同样令人担忧:滤膜超期使用、干燥剂失效、紫外灯老化,切割头未按时清洗导致颗粒物筛选效率改变,渗透管超寿命使灵敏度下降。校准环节问题更突出——校准周期随意拉长,气体浓度与量程不匹配,多点校准长期不做,仅靠单点检查无法保证线性响应。备品备件储备不足,一旦故障,维修等待时间长,有效数据获取率被迫下降^[2]。

2.3 质量控制体系执行不严格

质控执行不到位,直接后果是监测数据的可信度打折扣。标准气体过期仍在使用的、量值溯源流于形式、零点气和跨度气浓度等级不符规范,这些都会使仪器标定产生偏差。不同原理仪器之间的比对、自动与手工监测的比对开展不系统,偏差原因无人深究。空白值超限、平行样偏差过大等质控异常出现后,往往得不到及时分析和纠正。实验室温湿度失控、纯水系统疏于维护,手工分析结果难以保证。人员流动频繁、记录填写随意,问题发生后无法追溯责任源头。

2.4 数据审核与异常识别能力不足

数据审核是保证监测结果公正的最后一道防线,但目前这道防线并不牢固。面对仪器故障、通讯中断产生的负值、突跳或长时间不变的数据,审核人员往往缺乏足够的敏感性和判断力;自动审核软件虽然配置了,但阈值设置不合理,该报警的不报、不该报的频繁误报。更关键的是,审核人员对各站点的日变化规律、季节特征和空间相关性掌握不够,异常波动出现时难以快速定位问题。无效数据的标识也不规范,校准和维护期间的数据未按HJ 630要求标注,错误数据混入后续计算,直接影响评价结果的公信力。

2.5 监测与监管执法脱节

监测数据与监管执法的联动不足是制约治理效能的突出问题。一方面,监测数据向执法环节的传导不畅。自动监测站发现的高值点位和时段,往往未能及时推送至现场执法人员,错失了排查违法排放的最佳时机。部分城市的监测数据平台与执法系统未实现数据互通,数据共享存在壁垒。另一方面,异常高值的原因排查不深。当监测数据出现异常升高时,缺乏系统的溯源机制,难以区分是气象因素导致的不利扩散、区域性传输影响还是本地突发排放所致,使得执法检查缺乏针对性。此外,监测数据应用于污染源监管的深度不够。目前主要依赖固定站的数据,移动监测、无人机巡查、走

航监测等新技术应用不足,难以精准锁定污染源位置,影响执法的精准性和时效性^[3]。

3 提升大气环境监测质量的对策

3.1 科学优化监测点位布局

针对点位布局问题,应从规划、评估和动态调整三方面入手。在规划阶段,应充分衔接城市总体规划、国土空间规划和污染源分布图,运用空间分析和空气质量模型模拟的方法,科学确定新建站点的位置和数量。在城市主导风向的上风向和下风向、主要交通干道两侧、工业区与居民区过渡带等关键位置增设专用站点,提升监测网络的代表性。在评估阶段,定期开展现有点位代表性评估,分析点位周边环境变化对监测数据的影响,判断是否仍然满足规范要求。在动态调整方面,简化点位迁移和增补的审批流程,建立“年度评估+快速响应”机制,对因城市发展导致代表性严重下降的点位及时迁移,对监测盲区及时增补,确保监测网络始终保持科学合理布局。同时,加强区域传输通道监测能力,在省界、市界的关键传输通道上布设监测站点,为区域联防联控提供数据支撑。

3.2 强化仪器全生命周期管理

建立从采购选型、安装验收、运行维护到报废更新的全生命周期管理制度。采购选型阶段,选择经过认证、市场口碑好、售后服务有保障的主流品牌型号,避免低价中标导致的质量风险。安装验收阶段,严格按照技术规范完成安装调试和性能测试,48小时连续运行稳定性测试、多点线性测试、检出限测试必须全部合格方可投入运行。运行维护阶段,建立标准化的作业指导书,明确每日、每周、每月、每季度的维护内容和频次。关键耗材实行条码管理,扫描即可查看更换记录和有效期,到期自动提醒^[4]。校准工作严格执行零点和跨度检查的频率要求,至少每两周进行一次跨度校准,每季度进行一次多点校准,校准气体应溯源至国家标准。建立备品备件共享平台,区域内站点可调剂使用,缩短故障修复时间。维修后的仪器须重新进行性能验证方可重新投入使用。

3.3 完善三级质量控制体系

构建“运维单位自控—省级中心抽查—国家总站核查”的三级质量控制体系,层层把关。运维单位是质控第一责任人,应按照HJ 818的要求开展日常质控活动,包括零点漂移检查、跨度漂移检查、流量检查、温度气压传感器检查等,质控数据实时上传平台。省级环境监测中心每季度对辖区内不少于30%的站点开展“飞行检查”,重点核查质控记录的真实性、标准物质的有效性

及仪器的运行状态。国家总站每年组织全国范围的比对测试和专项核查,并实施能力验证计划。对连续两次比对不合格的运维单位,取消其运维资格。同时,推广应用远程质控技术,通过平台远程发起零跨检查、多点校准等操作,减少人工干预引入的误差。建立标准物质统一采购、统一配送、统一管理的信息平台,确保所有站点使用溯源一致的标准气体和标准溶液,从源头上消除系统偏差。

3.4 提升数据审核与异常识别能力

数据审核应建立“机器审核+人工复核+专家会审”的多级审核机制。机器审核设置合理的逻辑判断规则和阈值范围,自动识别负值、超限值、长时间恒值、突跳等明显异常,并生成预警信息。审核规则应覆盖单项指标日变化规律、多指标协同变化规律(如PM_{2.5}与PM₁₀比值、SO₂与NO_x的同步变化)以及站点间空间一致性。人工复核由熟悉站点情况的审核人员对机器标注的异常数据进行逐条判断,结合同期气象数据(风速、风向、降水量)和运维记录,区分数据是真异常还是仪器故障。对于重大异常或长期趋势性偏差,组织专家进行会审,查找系统性原因。数据标识管理按照HJ 630要求,对无效数据、校准数据、维护数据进行分类标识,确保数据使用者能够清晰了解每一条数据的有效状态。定期开展数据审核专项培训,提高审核人员的专业判断能力,建立审核质量抽查和考核制度^[5]。

3.5 加强监测与监管执法联动

打通监测与执法之间的数据壁垒,建立“监测预警—执法响应—效果评估”的闭环机制。建设统一的生态环境大数据平台,实现自动监测站数据与移动执法系统的实时对接。设定不同级别的预警阈值,当监测数据超过阈值时系统自动向执法人员的移动终端推送预警信息,包含超标点位、超标因子、超标时段及周边污染源信息。执法人员接到预警后,应在规定时间内到达现

场开展排查,并将排查和处理结果反馈至平台,形成闭环。针对异常高值难以溯源的问题,组建由监测和执法人员共同参与的联合溯源小组,综合运用走航监测、无人机巡查、红外热成像、颗粒物激光雷达等技术手段快速锁定污染源头。将监测数据应用于污染源日常监管,对经常导致周边站点数据异常升高的企业,列为重点监管对象,加密检查频次。定期召开监测执法联席会议,通报突出问题,分析典型案例,不断提升协同作战能力。

结束语

大气环境监测数据质量是环境管理决策的生命线。本文系统梳理了当前监测实践中点位布局、仪器运维、质量控制、数据审核及监测执法联动等方面的突出问题,并提出了相应的解决对策。提升监测数据质量是一项系统工程,需要从技术、管理、人员、制度等多维度综合施策。随着“十五五”生态环境保护规划的推进,大气环境监测将向更高精度、更广覆盖、更深应用的方向发展。未来应加快监测技术装备的自主创新,推进监测数智化转型,深化监测数据在污染防治攻坚战中的应用,以高质量监测支撑高水平保护,为建设美丽中国贡献监测力量。

参考文献

- [1]李跃武,柴文轩,赵月,等.我国重点区域环境大气VOCs监测体系现状及发展方向[J].环境科学研究,2023,36(5):857-865.
- [2]刘玉.激光雷达在大气环境监测和气象研究中的应用探述[J].清洗世界,2022,38(2):67-68.
- [3]范泱.环境空气自动监测系统运行管理与质控的信息化研究[J].皮革制作与环保科技,2022,3(14):98-100.
- [4]袁水星.轻污染天气期间大气自动监测数据在区域管控措施调整中的应用[J].聚酯工业,2025,38(5):115-117.
- [5]马元斌.大气环境污染监测及环境保护举措研究[J].清洗世界,2022,38(3):104-106.