

新型生态环境监测设备的准确度优化与应用

黄耀华

佛山市三水生态环境监测站

DOI:10.32629/eep.v8i12.2990

[摘要] 随着生态环境治理进入精细化、智能化新阶段,新型生态环境监测设备的准确度优化成为提升环境管理水平的关键环节。准确可靠的监测数据不仅是精准治污和环境风险防控的重要基础,也是推动环保产业数字化转型、支撑科学决策的核心支撑。当前,监测设备在复杂环境下仍面临抗干扰能力不足、标准体系不完善、运维流程不规范以及场景适配性有限等问题。为此,需要通过突破核心技术瓶颈、提升设备稳定性与抗干扰能力,健全监测标准与质量控制体系,规范全生命周期运维管理,并结合典型应用场景开展技术迭代与政策支持,从而全面提升新型生态环境监测设备的准确度与应用效能,为新时代生态环境治理提供有力的技术保障。

[关键词] 生态环境; 监测设备; 准确度优化

中图分类号: F323.22 **文献标识码:** A

Accuracy Optimization and Application of New Ecological Environment Monitoring Equipment

Yaohua Huang

Foshan Sanshui Ecological Environment Monitoring Station

[Abstract] As ecological governance enters a new era of precision and intelligence, optimizing the accuracy of advanced environmental monitoring equipment has become pivotal for enhancing environmental management. Reliable monitoring data serves not only as a foundation for targeted pollution control and environmental risk prevention, but also as a core driver for the digital transformation of the environmental protection industry and a cornerstone for scientific decision-making. Currently, monitoring equipment still faces challenges such as inadequate interference resistance in complex environments, incomplete standard systems, non-standardized operation and maintenance processes, and limited scenario adaptability. To address these issues, it is essential to overcome core technological bottlenecks, improve equipment stability and interference resistance, establish robust monitoring standards and quality control systems, standardize lifecycle operation and maintenance management, and implement technical iterations and policy support tailored to typical application scenarios. These measures will comprehensively enhance the accuracy and practical effectiveness of advanced environmental monitoring equipment, providing robust technical support for ecological governance in the new era.

[Key words] ecological environment; monitoring equipment; accuracy optimization

我国的环境监测事业越来越受重视,与之相配套的人员、物料、方法标准、设备设施、场所环境等方面都在优化与提升。在环境监测中,仪器设备的配置是基础与重要保障,随着环境监测事业的发展,仪器设备的管理也越来越体现出其重要的作用。新型生态环境监测设备在污染溯源、风险预警和智慧监管中发挥着越来越重要的作用,但其准确度仍受环境干扰、技术瓶颈和运维管理等因素制约。因此,系统开展设备准确度优化研究,对于提升环境治理精细化水平、推动环保产业智能化升级具有重要意义。

1 新型生态环境监测设备准确度优化的重要性

1.1 支撑精准治污与风险防控的核心前提

生态环境监测数据是污染治理、风险预警的“生命线”,而准确度是数据可用性的核心标尺。传统监测依赖人工采样与实验室分析,存在时效性差、覆盖范围有限等弊端,新型监测设备凭借实时性、高频次、广覆盖的优势,已广泛应用于大气、水体、土壤等多场景监测。例如,北京市在PM_{2.5}监测中,通过部署智能传感器阵列实现全域覆盖,实时捕捉浓度波动,为精准施策提供数据支撑,而数据准确度直接决定污染溯源的精准度与治

理措施的有效性。对于突发性污染事件,如化工园区泄漏、流域污染超标等,准确的监测数据能快速锁定污染范围、浓度峰值及扩散趋势,为应急处置争取时间,降低环境与公众健康损失。美国国家海洋和大气管理局(NOAA)部署的DSI-3智能传感器阵列,可在15分钟内捕捉NO_x浓度峰值波动,较传统设备4小时的响应效率大幅提升,其准确度直接保障了污染应急决策的科学性^[1]。

1.2 推动环保产业智能化转型的关键支撑

在“双碳”目标与环保产业智能化转型背景下,新型生态环境监测设备的技术水平直接反映产业核心竞争力。准确度的优化不仅能提升设备性能,更能推动传感器技术、物联网、大数据等多技术融合创新。德国Sensirion公司推出的MEMS气体传感器,在极端温度范围内精度保持率达98%,以其核心技术优势推动了全球环保监测设备的升级迭代。我国《双碳规划》明确要求2025年监测设备国产化率提升至60%,而准确度不足是制约国产设备替代进口的核心瓶颈。通过优化准确度,可提升国产设备的稳定性与可靠性,打破国际技术垄断,推动环保产业向高端化、智能化转型,形成涵盖核心器件、系统集成、数据服务的完整产业链。

1.3 保障环境管理决策科学化的重要基础

生态环境管理的科学化、规范化,核心支撑是连续、准确、可比的监测数据,其贯穿环境治理全流程,是衔接监测与决策的关键纽带。从区域环境质量动态评估、重点污染物减排成效考核,到生态保护红线精准管控、中长期环境规划科学制定,每一项决策都需以精准监测数据为核心依据,缺乏可靠数据支撑的决策如同无源之水、无本之木。新加坡“环境盾计划”便是典范,通过在全城部署1.2万个智能监测传感器,构建起全方位、高时效的环境感知网络,将PM_{2.5}监测响应时间从12小时大幅缩短至15分钟,数据准确度达标率超98%,为城市污染溯源、应急处置及长效管控提供了坚实数据支撑,助力其实现精细化环境管理。反之,监测数据一旦存在偏差,哪怕是微小误差,都可能引发连锁反应,导致决策失误。这不仅会直接影响污染治理的针对性与实效性,还会造成环保资金、人力等宝贵资源的无效消耗。例如,某工业园区因传感器受环境湿度干扰,导致一氧化碳(CO)浓度监测偏差达12%,进而误判企业污染排放达标,错失最佳治理时机,使得污染隐患持续累积,最终引发区域性大气污染问题,后续治理成本较初期增加数倍^[2]。

2 新型生态环境监测设备准确度优化策略

2.1 突破核心瓶颈,强化抗干扰能力

技术升级是破解新型生态环境监测设备准确度难题的核心路径,需聚焦传感器核心器件、设备结构设计与多技术融合三大维度,构建全方位、高精度的性能提升体系,从源头破解干扰难题、补齐技术短板。一是攻坚高性能核心器件研发,以纳米技术、新型材料科学为支撑,突破传统传感器灵敏度不足、稳定性欠佳的瓶颈,重点推广石英谐振式、微腔谐振器等新型传感器,通过优化器件材质与封装工艺,将设备长期连续运行误差严格控制在0.5%以内。针对光线、温度等关键干扰因素,精准适配抗干扰

技术方案,采用IR截止滤光片过滤杂散光干扰,搭配Peltier半导体制冷技术实现温度精准调控,确保在±10℃温度波动范围内,测量误差稳定控制在±0.2℃,大幅提升复杂温光环境下的监测精度。二是优化设备结构场景化设计,结合不同监测场景的环境特性定制抗干扰方案,实现“一场一策”精准适配。针对工业园区高粉尘、易爆炸的特殊环境,采用防爆级密封外壳与气流稳定腔体结构,避免粉尘附着与气流紊乱对监测数据的影响;针对高山低温低压、海洋高盐高压的极端场景,强化设备密封性能与压力补偿模块设计,通过内置压力传感器实时校准环境压力变化,将气流、水压扰动导致的测量误差降低至±1.2%,提升设备在极端场景的适应性与准确度。三是深化多技术融合应用,集成物联网、大数据与人工智能技术构建智能校准与误差修正体系,破解单一技术难以应对复杂干扰的局限。基于物联网实现设备运行状态实时监测,依托大数据平台积累海量历史监测数据与干扰因子样本,通过机器学习算法构建自校准模型与异常识别体系,可实时捕捉环境干扰信号并自动修正测量偏差。例如在高温环境NO_x监测中,采用热敏电阻补偿技术与AI算法联动,动态抵消温度升高带来的性能偏移,将高温环境下NO_x测量误差控制在±3%以内。此外,强化产学研协同创新,主动借鉴中科院天目光谱传感器在轨精度达±0.3%的核心技术经验,推动高端传感器、校准模块等关键部件国产化替代,既打破国际技术垄断,又通过技术转化提升国产设备的核心竞争力,为准确度优化提供坚实技术支持^[3]。

2.2 健全标准体系,规范运维流程

技术升级需配套完善的管理体系作为支撑,唯有构建覆盖标准、运维、数据、人才的全流程管理机制,才能将设备技术优势转化为稳定精准的监测能力,为准确度优化筑牢制度根基。一是加快标准体系升级与国际对接,破解国内标准滞后、门槛偏低的问题。以国际先进标准为标杆,全面修订国内生态环境监测设备精度规范,重点缩小与ISO 21527系列水质监测标准、美国EPA 40 CFR 60气体监测标准的差距,针对大气、水体、土壤等不同类型监测设备,细化误差阈值、校准周期、性能验证指标等核心要求,明确设备生产、出厂检验、现场安装、运行考核的全链条标准,推动国产设备向国际化精度水平靠拢,同时建立标准动态更新机制,同步跟进新型设备技术发展,确保标准的前瞻性与适用性。二是构建全生命周期运维管理体系,破解运维不规范导致的精度衰减问题。制定设备从购置到报废的标准化运维流程,推行“定期校准+实时质控”双重管理模式,针对不同场景设备设定差异化校准周期,如工业园区高干扰环境设备每月校准1次,常规区域设备每季度校准1次,搭配自动化校准设备替代人工操作,将人为校准误差降低至±1%以内。同时搭建设备全生命周期档案管理系统,详细记录购置参数、安装调试报告、历次校准数据、维护记录及故障处理情况,实现设备运行全程可追溯、可核查,从源头规避因运维缺失导致的准确度问题。三是优化数据治理体系,破解“数据孤岛”与质量管控薄弱难题。搭建跨区域、跨部门的统一监测数据共享平台,规范数据格式与传输标准,打

破不同监测系统间的壁垒,通过多设备、多站点数据横向比对验证监测准确度,及时发现异常数据。引入零信任架构强化数据安全防护,防范数据篡改、泄露风险,同时融合深度学习算法构建智能化数据质量评估模型,自动识别因设备故障、环境干扰导致的异常数据,实现实时预警、自动修正与人工复核联动,提升数据质控效率与可靠性。四是强化专业人才培养,补齐人为操作失误短板。建立分层分类培训体系,定期开展传感器操作、精准校准、数据处理、干扰排除等实操技能培训,邀请行业专家与设备厂商进行技术指导,针对基层监测人员重点强化实操能力培养^[4]。

2.3 场景适配迭代, 强化政策支持

应用优化是实现新型生态环境监测设备准确度价值转化的关键环节,需立足不同场景需求精准适配设备,依托政策与市场协同发力,推动设备从技术可行向实际高效应用落地,最大化发挥精准监测效能。一是深化场景化定制适配,实现设备性能与监测需求的精准匹配。针对不同场景的环境特性与监测重点,优化设备参数设置、部署模式与防护方案,避免“一刀切”应用导致的准确度损耗。在工业园区,聚焦VOCs、重金属等特征污染物,采用精度达0.1ppb的高灵敏气体传感器,搭配多点阵列式部署方案,实现污染排放实时溯源;在松花江等流域水质监测中,选用误差±1mg/L的高精度COD传感器,结合浮标与岸基监测站联动部署,应对水体流动、杂质波动等干扰;在高山、海洋等极端场景,适配轻量化、高防护等级设备,通过太阳能供电与卫星数据传输模块,解决供电不稳、信号不畅问题,确保复杂场景下监测数据的连续性与准确性。同时建立场景需求反馈机制,根据监测数据效果持续迭代设备参数与适配方案,动态提升场景适配能力。二是推广智能化应用模式,构建高效协同的监测体系。加快“黑灯实验室”“智慧监测站”规模化建设,通过机器人自动进样、智能质控模块与远程运维系统,实现监测全流程无人值守,大幅降低人为操作、样品运输等环节带来的误差。同步融合卫星遥感、无人机监测与地面站点监测,构建“空天地一体化”监测网络,卫星实现宏观区域环境质量覆盖,无人机针对重点区域精准巡航,地面设备捕捉微观浓度波动,三者数据互补校验,进一步提升整体监测准确度。例如某生态保护区通过该模式,将区域环境监测覆盖率从75%提升至92%,数据交叉验证后的准确度

达标率超96%。三是强化政策支持与监管约束,筑牢应用保障防线。出台专项政策红利,设立生态监测设备研发补贴、智能化改造专项资金,鼓励企业加大核心技术与场景适配研发投入,落实《双碳规划》中监测设备国产化率要求,推动国产高端设备规模化应用。同时完善监管体系,加大对数据造假、设备运维不规范、擅自篡改参数等行为的处罚力度,建立监测数据终身追责制度,倒逼企业与监测机构坚守数据真实性底线。健全市场准入机制,将准确度达标情况作为设备采购、资质认定的核心指标,引导市场向高精度设备倾斜。四是深化国际合作与交流,借力提升应用水平。主动引进国外先进应用经验与技术成果,针对核心器件研发、智能化运维等短板开展合作攻关,推动国产设备性能迭代升级。鼓励国内企业参与国际生态环境监测标准制定与技术交流,将我国场景化应用经验融入国际标准,同时拓展海外应用市场,在实战中检验设备准确度与稳定性,增强国产设备的国际话语权与竞争力,形成“引进来+走出去”的良性循环。

3 结语

新型生态环境监测设备的准确度优化是提升环境治理能力的重要基础,也是推动环保产业高质量发展的关键环节。通过强化技术创新、完善标准体系、规范运维管理以及加强场景化应用,可以有效提升设备在复杂环境下的稳定性和可靠性。未来,应进一步推动政产学研用协同,加快关键技术突破与成果转化,使监测设备在精准治污、风险防控和科学决策中发挥更大作用,为建设美丽中国提供坚实的技术支撑。

[参考文献]

- [1]王红英,赵楠.环境监测在农业生产中的应用与效益研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(05):122-123+144.
- [2]黄福硕,胡艳.生态环境监测工作的安全风险及防控措施探讨[J].皮革制作与环保科技,2024,5(02):179-181.
- [3]祝志秋.基于区块链技术的生态环境监测仪器设备数字化管理研究[J].皮革制作与环保科技,2023,4(21):191-193.
- [4]陈敏,李博阳.基于无人机的生态环境监测设备协同巡查系统研究[J].科技资讯,2023,21(20):5-8.

作者简介:

黄耀华(1987--),男,汉族,广东佛山人,本科,职称:环境监测中级工程师、研究方向:生态环境监测方向。