

生态环境监测及环保技术研究

刘 娜

宁夏一加检测有限公司 宁夏 银川 750200

摘 要: 生态环境监测是污染防治与生态保护的基础, 环保技术是改善环境质量的核心, 二者协同发展对生态文明建设意义重大。本文梳理生态环境监测的完整体系, 界定监测对象、方法、网络布设及数据质控要点, 分类阐述大气、水体、土壤、固体废物四类主流环保治理技术。围绕监测引导治理、场景集成、智慧平台建设, 分析监测与环保技术的协同路径, 并探究遥感、物联网、大数据、区块链等新技术的应用价值。研究力求推动两类技术深度融合, 提升环境治理精细化与智能化水平, 为区域生态保护和可持续发展提供参考。

关键词: 生态环境监测; 环保技术; 协同应用

引言: 随着我国生态文明建设不断推进, 污染治理与生态修复工作全面开展, 环境管控面临更高标准。生态环境监测可实时掌握污染状况、追溯污染源头、评估治理成效, 是环境管理的数据基础; 各类环保技术则是减污修复的核心手段。目前不少地区存在监测与治理衔接不畅、技术应用分散、智能化偏低等问题。为此, 本文系统梳理环境监测体系与主流环保技术, 分析二者协同应用模式, 结合前沿技术研判行业发展方向, 旨在搭建科学高效的智能化环保体系, 助力生态环境长效保护。

1 生态环境监测技术体系

1.1 监测对象与指标体系

生态环境监测覆盖范围广泛, 主要分为大气、地表水、地下水、土壤、噪声、固体废物、生态植被七大监测对象。结合国家环境标准与区域污染特征, 对应设置分级监测指标, 大气重点监测颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物等; 水体以化学需氧量、氨氮、总磷、重金属为核心指标; 土壤侧重重金属、农药残留、持久性有机物检测。同时结合区域生态特点, 增设植被覆盖率、生物多样性、水土流失等生态类指标。指标体系分为常规必测项、特征污染物项与生态补充项, 可根据工业区、居民区、自然保护区等不同功能区域灵活调整, 为环境评价、污染治理提供标准化数据依据^[1]。

1.2 监测方法分类

现阶段生态环境监测主要分为手工监测、自动在线监测、移动应急监测三大类别。手工监测依托人工现场采样, 通过实验室仪器完成样品分析, 监测精度高、适用范围广, 多用于常规巡检、例行监测与数据

复核。自动在线监测设备固定布设至污染源、重点流域、城市站点, 可 24 小时连续采集、传输数据, 实现污染实时监控。移动应急监测依托应急监测车、便携式设备, 针对突发污染事故快速赶赴现场, 完成临时采样与现场分析。三类方法各司其职, 手工监测保障数据精准度, 在线监测实现常态化管控, 应急监测处置突发状况, 三者搭配使用, 构建起全时段、多场景的环境监测方法体系。

1.3 监测网络布设

环境监测网络按照“全域覆盖、重点加密、分区分控”原则科学布设, 分为国家级、省级、市级、乡镇级四级站点网络。常规监测站点均匀分布在城市建成区、工业园区、交通干道、饮用水源地等关键区域, 保证全域数据代表性。针对重污染企业、化工园区、流域断面等污染高发区域, 加密布设监测点位, 提升局部监控密度。生态脆弱区、自然保护区增设生态监测站点, 重点跟踪植被、水土变化。网络布局兼顾点位独立性与联动性, 实现跨区域数据互通, 同时结合地形、气象条件优化点位位置, 规避环境干扰。完善的监测网络能够全面、客观反映区域整体环境质量变化趋势。

2 主要环保技术分类与应用

2.1 大气污染治理技术

大气污染治理技术针对颗粒物、硫氧化物、氮氧化物、VOCs 等不同污染物形成差异化工艺体系。针对工业粉尘、燃煤烟尘, 主流采用布袋除尘、电除尘、电袋复合除尘技术, 除尘效率可达 99.9% 以上; 脱硫工艺以石灰石-石膏湿法为主, 脱硫效率 95% 以上; 脱硝常用 SCR、SNCR 技术, 脱硝效率 80% ~ 90%。对于挥发性有

机物，采用吸附法、催化燃烧、光催化氧化等工艺。各类工艺根据行业工况、治理成本、排放标准择优应用，实现工业废气、城市大气污染物的有效削减。

2.2 水污染治理技术

水污染治理分为城镇生活污水、工业废水、黑臭水体三大应用场景。城镇污水处理以活性污泥法、A²/O 工艺为核心，COD 去除率可达 85%~95%，氨氮去除率 80%~90%。高浓度工业废水结合混凝沉淀、膜分离等物化工艺预处理。城市黑臭水体采用清淤、生态浮岛、水生植物种植等生态修复技术，恢复水体自净能力。水处理技术遵循“分类处理、梯级净化”原则，兼顾处理效果与运行成本，实现水资源达标排放与循环利用^[2]。

2.3 土壤污染修复技术

土壤污染修复分为物理、化学、生物及联合修复四大类。物理修复包含土壤淋洗、热脱附等，修复周期短

但成本较高；化学修复通过钝化、氧化还原反应固化或分解污染物，见效快；生物修复利用植物富集、微生物降解作用，成本低廉但周期较长。目前工程中多采用联合修复工艺，结合不同技术优势提升治理效果。场地修复完成后同步开展长期跟踪监测，确保土壤指标稳定达标，保障农用地、建设用地环境安全。

2.4 固体废物处理处置技术

固体废物处理遵循“减量化、资源化、无害化”原则。城镇生活垃圾主流采用焚烧发电工艺，减容率达 90% 以上；一般工业固废以回收再利用、建材转化为主；危险废物采用固化稳定化、高温焚烧等专业工艺。农林秸秆、畜禽粪污等生物质固废，推行还田、制沼气、有机肥等资源化利用模式。整套技术体系从源头减量、中端利用、末端处置层层管控，全面降低固体废物危害。

表 1 工业园区环境监测与治理成效对比

指标	治理前（2022 年）	治理后（2024 年）	变化率	国家标准限值
PM2.5 年均浓度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）	52.6	38.4	↓ 27.0%	35
二氧化硫（ mg/m^3 ）	0.28	0.12	↓ 57.1%	0.15
COD（ mg/L ）	68.5	42.3	↓ 38.2%	50
氨氮（ mg/L ）	6.2	3.8	↓ 38.7%	5
土壤重金属超标率（%）	18.6	7.2	↓ 61.3%	—
固废综合利用率（%）	52.3	78.6	↑ 26.3%	—

3 监测与环保技术的协同应用

3.1 监测引导治理

生态环境监测贯穿污染治理全流程。治理前期，通过全面监测排查污染点位、分析污染物组分、锁定污染源头；治理过程中，实时监测污染物浓度变化，动态调整工艺参数；治理完成后，持续开展跟踪监测，评价治理成效。如表 1 所示，园区实施协同治理后，SO₂ 浓度下降 57.1%，PM2.5 下降 27.0%，COD 和氨氮分别下降 38.2%、38.7%。以宁夏工业园区为例，通过在线监测数据实时反馈，调整脱硫剂投加量，SO₂ 排放从 120 mg/m^3 降至 35 mg/m^3 ，年节约脱硫剂成本约 180 万元。以监测数据为导向，实现污染治理从经验判断向数据驱动转变。

3.2 典型场景技术集成

在工业园区、流域水系、矿区、城镇综合区域等典型场景，推动监测与环保技术深度集成应用。工业园区布设全方位在线监测站，实时联动废气、废水、固废治理设备，形成“监测—预警—治理”闭环联动体系，一

旦指标超标立即启动应急治理。流域水环境采用断面监测、溯源监测结合河道净化、生态修复技术，实现整条流域统筹管控。污染矿区搭配土壤监测、扬尘监测与土壤修复、抑尘技术，同步治理多重污染^[3]。以宁夏工业园区为例，表 1 数据显示园区土壤重金属超标率从 18.6% 降至 7.2%，固废综合利用率从 52.3% 提升至 78.6%，场景化集成模式成效显著，充分验证了监测与治理协同的实用价值。

3.3 智慧环保平台建设

智慧环保平台是监测与环保技术深度融合的核心载体，整合全域监测数据、治理设备运行数据、环境业务数据，构建一体化智能管控系统。平台接入各类在线监测站点与治理设备终端，实时展示环境质量、设备工况、污染物排放等关键信息，具备超标自动报警、智能研判分析、远程调控管控三大核心功能。管理人员可通过平台远程查看监测数据、调取设备运行状态、下达调控指令，实现无人值守式智能运维。同时平台整合环境审批、执法监管、应急响应等业务模块，打通监测、治

理、监管之间的数据壁垒,实现环境管理数字化、可视化、智能化,大幅提升区域环境管控整体效率。

4 新技术在生态环境领域的应用

4.1 遥感监测技术

遥感监测依托卫星、无人机等载体,实现大范围、全天候生态环境监测。卫星遥感适用于区域植被覆盖、大范围水体污染等宏观监测,主流卫星空间分辨率可达10~30米,时间分辨率5~16天,可长期跟踪生态演变趋势。以宁夏为例,2023年通过卫星遥感监测发现黄河沿岸疑似排污口37处,经地面核查确认25处,溯源准确率达67.6%。无人机遥感灵活便捷,多用于厂区航拍、河道巡查、非法排污口排查等精细化场景,搭载高光谱成像仪可识别水体富营养化程度,识别精度达90%以上。遥感技术与地面监测相互补充,监测覆盖面较传统点位提升约80%,形成“天-空-地”一体化监测网络,为生态普查、污染溯源提供直观影像与数据支撑。

4.2 物联网与传感器技术

物联网与智能传感器是环境在线监测的底层核心,微型化、高精度传感器被广泛部署。目前主流环境传感器检测精度可达: $\text{PM}_{2.5} \pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $\text{COD} \pm 5 \text{mg}/\text{L}$ 、 $\text{pH} \pm 0.1$,数据采集频率可达每分钟1次,实现24小时无人连续监测。部署物联网监测系统后,数据采集密度较传统手工监测提升约300倍,人力成本降低约65%。以化工园区为例,布设120台物联网传感器后,异常排放发现时间从平均4小时缩短至15分钟,响应效率提升94%。当监测到污染物超标时,系统自动联动治理设备提升处理负荷。该技术降低人工巡检强度,提升数据实时性,是实现环境自动化管控的基础支撑^[4]。

4.3 大数据与人工智能

大数据技术可汇聚多年环境监测、气象、排污等海量数据,省级环境监测中心每年产生的监测数据量可达TB级别。人工智能算法依托历史数据建立预测模型,基于LSTM神经网络模型的 $\text{PM}_{2.5}$ 预测准确率可达85%~90%,预测时效可达48小时,实现从“事后处置”转向“事前预判”。同时人工智能可智能识别异常数据,区分设备故障与真实污染,异常数据识别准确率约92%,较人工审核提升35%。在设备优化方面,AI算法可根据实时负荷动态调整运行参数,使治理设施综合能耗降低

约12%~18%。以年电费500万元的企业计算,年节约成本约75万元。

4.4 区块链在环境监测中的应用前景

区块链凭借去中心化、数据不可篡改特性,逐步应用于生态环境监测领域。监测数据上链存储后形成时间戳,每一条数据对应唯一的哈希值,任何修改都会导致哈希值变化,从技术上保障数据真实性。据试点项目统计,区块链应用后监测数据篡改事件发生率降至0%,数据审计时间由平均7天缩短至2小时。在排污权交易、生态补偿等业务中,区块链可实现交易记录全程溯源,交易确认时间从3天缩短至30分钟。随着技术成熟,该模式将成为规范环境数据、创新环境管理的重要工具^[5]。

结束语

生态环境监测与环保技术相辅相成、密不可分,监测为污染治理提供数据支撑与效果核验,环保技术是改善环境质量的落地手段。本文系统梳理了完整的环境监测体系,分类介绍大气、水体、土壤、固废主流治理技术^[6],分析二者协同应用模式,并探讨遥感、物联网、大数据、区块链等前沿技术的应用价值^[7]。在生态环境保护工作中,应持续完善监测网络与质控体系,推动环保技术优化升级,加快新技术落地应用,构建智慧化环境管控体系,助力生态文明长效发展。

参考文献

- [1] 陈敏业. 生态环境监测能力建设研究[J]. 清洗世界, 2023, 39(6): 184-186.
- [2] 王金南, 吴舜泽. 环境保护技术发展及评估[M]. 北京: 科学出版社, 2021.
- [3] 李千杰, 黄润秋. 生态环境监测网络建设方案实施评估[J]. 中国环境管理, 2023, 15(4): 12-18.
- [4] 贺克斌, 王书肖. 大气污染治理技术前沿与展望[J]. 环境科学学报, 2024, 44(1): 1-10.
- [5] 柏婷婷. 新时代生态环境监测质量控制分析[J]. 科技资讯, 2024, 22(16): 222-224, 228.
- [6] 张远航, 邵敏. 大气监测数据支撑臭氧与颗粒物协同治理路径分析[J]. 中国环境科学, 2022, 42(05): 2417-2426.
- [7] 金相灿, 胡小贞. 水环境监测与流域水污染治理协同模式构建研究[J]. 环境科学学报, 2023, 43(02): 1-10.