

# 环境监测与环境监测技术的发展研究

孙新超<sup>1</sup> 刘建桢<sup>2</sup> 张 斌<sup>3</sup>

1. 包头市生态环境信息中心 内蒙古 包头 014060

2. 包头市生态安全屏障研究中心 内蒙古 包头 014060

**摘要:** 文章聚焦环境监测及其技术发展展开研究。阐述环境监测在评估空气、水、土壤质量等方面的重要性,分析当前监测网络建设成果与存在的监测覆盖、数据质量、新型污染物监测等问题。梳理环境监测技术从传统人工采样分析到自动化、智能化的发展历程,指出设备性能稳定性、新型污染物监测能力不足等挑战。基于此,提出加强技术研发创新、完善监测网络与数据管理、培养专业技术人才等发展策略,为环境监测技术进步提供参考。

**关键词:** 环境监测; 监测技术; 发展策略

## 引言

随着工业化和城市化进程的加速,环境问题日益凸显,对人类生存与发展构成威胁。环境监测作为掌握环境质量状况、保障生态环境安全的重要手段,其重要性愈发凸显。从空气质量关系到公众健康,到水质安全影响水生生态平衡,再到土壤质量关乎粮食安全,环境监测在各个领域都发挥着关键作用。然而,当前环境监测技术面临着诸多挑战,难以满足日益复杂的环境保护需求。深入研究环境监测及其技术发展具有重要的现实意义。

## 1 环境监测的重要性与现状

### 1.1 环境监测的重要性

环境监测是洞悉环境质量状况的关键手段。在空气质量监测领域,对大气中PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>等颗粒物以及二氧化硫、氮氧化物等有害气体浓度的持续监测,能精准评估空气质量优劣。这些数据为雾霾等大气污染问题的治理提供了坚实依据,助力相关部门制定科学合理的工业废气排放管控策略,有效降低污染物排放,改善空气质量。在水环境监测方面,对水体中化学需氧量(COD)、氨氮、重金属等关键指标的监测至关重要。通过实时掌握这些指标的变化,能够及时发现水质污染问题,为保障饮用水安全和水生态健康筑牢防线。发现水质异常,可迅速采取措施,防止污染扩散,保护水生生物的生存环境。土壤环境监测同样不容忽视。对土壤中重金属、农药残留等污染物的监测,有助于提前预防土壤污染,保护珍贵的耕地资源。土壤是农业生产的基础,其质量直接关系到粮食安全和生态平衡。环境监测数据还能用于分析环境变化趋势,预测潜在的环境风险,为环境规划和决策提供科学、准确的支持,推动环境可持续发展。

### 1.2 环境监测现状

在大气监测领域,全国范围内广泛布设了众多空气质量自动监测站点,实现了对城市空气质量的实时、动态监测。这些站点能够及时反馈空气质量数据,为公众出行和健康防护提供参考。水环境监测方面,针对河流、湖泊、水库等不同水域,均设置了相应的监测断面和站点。部分重点区域还建立了水质自动监测系统,提高了监测的时效性和准确性。土壤监测也在逐步推进,逐步覆盖耕地、建设用地等不同类型的土地,为土壤环境管理提供了数据支撑。环境监测工作仍面临一些挑战。监测覆盖范围有待拓展,部分偏远地区和生态敏感区域的监测站点数量不足,难以全面掌握这些区域的环境质量状况。监测数据质量仍需提升,设备稳定性、数据准确性和一致性存在一定波动,影响了监测结果的可信度。监测技术手段与复杂环境问题的应对需求存在差距,对新型污染物的监测能力不足,难以满足日益严峻的环境保护需求。

## 2 环境监测技术发展历程

### 2.1 传统监测技术阶段

(1) 环境监测发展初期的技术体系以人工采样结合实验室分析为主要架构。大气监测时,科研人员将玻璃纤维或聚丙烯滤膜置于采样器,按等速原则于特定时段采集大气悬浮颗粒物,采集完成后将滤膜转移至实验室,借助高精度分析天平称重,通过采样前后滤膜质量变化计算颗粒物浓度。此流程对实验室温湿度、天平稳定性要求极高,且单次采样分析耗时久,无法满足实时监测需求。(2) 水质监测领域,化学滴定法与分光光度法广泛应用。以化学需氧量测定为例,传统重铬酸钾法涵盖水样酸化、添加重铬酸钾-硫酸银-硫酸试剂回流消解、硫酸亚铁铵标准溶液滴定等步骤,整个过程耗时2-3小时,操作时对试剂添加量和反应时间控制要求精准,

否则易产生数据误差。分光光度法虽简化部分操作，但在复杂水体环境下，样品预处理繁琐，且数据重复性受比色皿洁净度、仪器波长准确性等因素制约。(3) 土壤监测中，重金属含量测定需经过酸溶消解、分离富集等环节，依赖火焰原子吸收光谱仪等大型设备，复杂的操作流程与较长的分析周期，难以实现对环境要素的动态监测<sup>[1]</sup>。

### 2.2 自动化监测技术发展

电子技术与传感器的协同突破，推动环境监测进入自动化时代。大气自动监测站集成了多种高精度传感器，如基于β射线吸收原理的颗粒物监测仪，可通过β射线穿透滤膜前后的强度变化，实时计算PM2.5、PM10浓度，数据更新频率达1分钟/次；基于差分吸收光谱技术的气态污染物分析仪，同时监测二氧化硫、氮氧化物等多种气体，利用不同气体对特定波长光的吸收特性实现定量分析，有效避免交叉干扰。这些设备通过数据采集器与通信模块，将监测数据以无线或有线方式传输至监控中心，构建起区域空气质量实时监测网络。水质自动监测系统同样实现了关键参数的在线连续测量。多参数水质监测仪搭载pH玻璃电极、极谱式溶解氧电极、四电极电导率传感器等，可同步获取水体酸碱度、溶解氧含量、电导率等数据。部分设备集成COD在线分析仪，运用紫外或快速消解分光光度法，15-30分钟内完成分析。内置质控模块校准实验，使数据稳定性与准确性提升30%-50%。

### 2.3 智能化监测技术兴起

(1) 环境监测智能化转型依托物联网、大数据与人工智能的深度融合。物联网借助LoRa、NB-IoT等低功耗通信协议，构建起全域互联监测网络，实现大气、水体、土壤等环境要素的多参数实时采集与云端传输。通过分布式传感器节点的网格化部署，大幅提升了污染监测的空间分辨率，为环境管理提供更精准、动态的数据支撑。(2) 大数据技术凭借分布式存储与并行计算架构，为环境数据的深度挖掘提供技术支撑。对多源异构数据的清洗、整合与关联分析，可有效揭示环境要素的时空演变特征，为环境演变规律研究提供数据基础。(3) 人工智能算法赋予监测系统自主决策能力，其中CNN技术在卫星遥感影像分析中，可实现水体富营养化与植被覆盖变化的自动识别；LSTM模型结合气象数据，能对PM2.5浓度进行72小时高精度预测。智能机器人与无人机搭载专用传感器，实现了深海监测、土壤污染筛查等复杂场景的无人化作业，共同推动环境监测向智能化、无人化、精准化方向演进<sup>[2]</sup>。

## 3 环境监测技术面临的挑战

### 3.1 设备性能与稳定性问题

在大气监测场景中，温湿度波动对传感器性能影响明显。电化学气体传感器在高湿度环境下，敏感膜层易吸附水汽，导致电极表面发生电化学过程改变，使二氧化硫、氮氧化物等气体的测量值出现偏差；而高温环境会加速传感器材料老化，降低其灵敏度和响应速度。灰尘等颗粒物易堵塞采样进气口或附着在传感器表面，影响光吸收、散射等测量原理的正常运行，导致PM2.5、PM10监测数据失真。水质监测设备同样面临诸多干扰因素。水体中的酸碱物质、盐类会对金属材质的传感器探头和采样管路产生腐蚀作用，致使电极电位发生变化，影响pH、溶解氧等参数的准确测量。微生物和藻类在传感器表面的附着生长，会形成生物膜，阻碍物质扩散和电子传递，使化学需氧量(COD)、氨氮等监测数据出现漂移<sup>[3]</sup>。

### 3.2 新型污染物监测能力不足

(1) 工业技术迭代与社会生活模式转变衍生的新型污染物，对环境监测技术体系形成严峻考验。以微塑料为例，其环境赋存形态涵盖纤维、颗粒、薄膜等类型，粒径分布跨越微米至毫米量级，致使传统过滤分离手段难以实现全形态、全粒径范围的有效富集，进而影响检测结果的准确性；加之微塑料表面的污染物吸附特性，导致复合污染效应的量化分析缺乏标准化方法。(2) 抗生素、内分泌干扰物等痕量有机污染物在环境介质中浓度常处于纳克/升甚至皮克/升级别，且易受腐殖质、悬浮物等基质干扰，对检测技术的灵敏度和选择性提出极高要求。尽管色谱-质谱联用技术可实现精确定量，但受制于高昂的设备成本与复杂的操作流程，难以支撑大规模、高频次的监测任务。(3) 新型污染物在环境中的光解、水解及生物降解等转化过程存在显著的介质特异性，当前研究对其环境行为的认知不足，无法为监测点位优化布设与采样周期科学设定提供理论支撑，加剧了环境监测与风险评估的技术难度。

## 4 环境监测技术发展策略

### 4.1 加强技术研发与创新

在传感器技术革新中，纳米材料与仿生技术的应用成为关键。基于纳米金颗粒表面等离子体共振特性，可研制高选择性气体传感器，对低浓度VOCs检测限达ppb级，且抗湿度干扰。而水质监测方面，仿生膜生物传感器模拟细胞膜功能，能快速精准检测重金属离子、抗生素等，有效降低生物附着对传感器性能的影响。针对新型污染物监测难题，构建多技术融合的检测体系。结合

激光诱导击穿光谱(LIBS)与机器学习算法,实现微塑料的快速识别与粒径分布分析;开发超高效液相色谱-高分辨质谱联用技术(UPLC-HRMS),优化样品前处理流程,提升对抗生素、内分泌干扰物等痕量污染物的检测灵敏度与通量。同步推进新型污染物监测标准的制定,建立从采样、分析到质量控制的全流程规范,填补技术空白。推动信息技术与环境监测深度融合,打造智能化监测生态。运用物联网实现监测设备的自组网与自适应校准,通过边缘计算技术在设备端完成数据初步处理,减少传输延迟;借助深度学习算法构建环境质量预测模型,基于历史数据与实时监测信息,实现污染事件的提前预警与趋势研判。

#### 4.2 完善监测网络与数据管理

(1) 环境监测网络的优化应聚焦空间布局与功能协同。地理分布层面,需强化偏远区域与特殊环境监测能力,通过部署无人值守站点和移动监测平台,填补监测空白。如采用低功耗通信与太阳能供电技术的水质监测浮标,可实现水体参数的实时采集;利用搭载高光谱成像仪的无人机,完成生态脆弱区域的动态监测。(2) 在功能维度,构建“地面-空中-太空”立体监测体系,融合地面站点高精度数据采集、无人机灵活巡检及卫星遥感广域覆盖优势,有效提升监测时空分辨率。(3) 数据管理体系建设围绕标准化与智能化展开,建立统一的数据采集、存储及传输标准,涵盖元数据规范、数据字典等技术标准,保障数据兼容性。依托区块链技术搭建数据共享平台,运用分布式账本与智能合约实现数据安全保障。同时构建自动化审核与质量评估机制,运用统计方法、机器学习算法进行数据校验与异常预警,并通过大数据分析挖掘环境要素关联,为环境治理提供科学依据<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 培养专业技术人才

在高校教育环节,强化环境监测相关专业建设,优化课程体系设计。增设传感器原理与设计、环境大数据分析、智能监测技术等前沿课程,将理论教学与实践

项目紧密结合,例如开展基于实际监测数据的污染溯源模拟实验、新型传感器开发实训等,培养学生的创新实践能力。推动高校与科研机构、企业建立产学研合作机制,共建实习基地与联合实验室,为学生提供参与实际科研项目与工程应用的机会,加速知识向生产力的转化。针对在职人员,构建多层次、多形式的培训体系。定期举办技术培训班,邀请行业专家讲解环境监测新技术、新方法;开展线上学习平台建设,提供涵盖设备操作、数据分析、质量控制等内容的课程资源,方便技术人员灵活学习。开展技术交流研讨会与技能竞赛,推动经验共享与技术切磋。完善激励机制,设创新奖项表彰成果,优化职称评审,以技术创新与成果促人才职业发展。

#### 结束语

环境监测与环境监测技术的发展对于保护生态环境、保障人类健康至关重要。尽管当前环境监测技术已取得显著进展,构建了较为完善的监测网络,但在设备性能、新型污染物监测等方面仍存在不足。加强技术研发与创新,完善监测网络与数据管理,培养专业技术人才等策略,有望推动环境监测技术不断进步,提升监测的精准性、时效性和全面性。应持续关注环境监测技术发展动态,不断优化技术体系,为环境保护事业提供更有力的技术支持。

#### 参考文献

- [1]胡庆,金晓勇.“双碳”背景下生态环境监测技术的发展研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(3):021-024.
- [2]王栋.环境监测技术在环境保护及经济发展中的应用与分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(1):113-116.
- [3]冯钦.大气污染物环境监测技术的研究与应用[J].皮革制作与环保科技,2025,6(1):147-149.
- [4]李来厅,高赛男,王利,方帆.环境监测数据处理与分析技术的发展趋势[J].清洗世界,2025,41(3):83-85.