

环境监测与环境监测技术的发展

陈文斌

山西润祥检测技术有限公司 山西 太原 030032

摘要：环境问题日益凸显，环境监测作为掌握环境状况的重要手段，其作用愈发关键。本文围绕环境监测与环境监测技术的发展展开研究，阐述了环境监测的基本概念与重要性，介绍了大气、水、土壤、生物与生态系统等监测的主要内容，分析了传统技术、传感器与感知技术、遥感与空天地一体化技术等关键技术，探讨了智能化与自动化、多技术融合等发展趋势。研究旨在系统梳理环境监测领域的核心要素，为相关技术应用与发展提供理论参考，助力环境监测工作的科学开展与技术进步。

关键词：环境监测；环境监测技术；发展趋势

引言：本文聚焦环境监测与技术发展，从基本概念切入，明确其内涵与重要性，进而阐述监测的主要内容，剖析核心技术，探究发展趋势。通过全面梳理该领域的关键要点，旨在构建系统的知识框架，为深入理解环境监测的现状与未来走向提供思路，推动环境监测技术更好地服务于环境保护与可持续发展。

1 环境监测的基本概念与重要性

1.1 环境监测的基本概念

环境监测是指通过科学的技术手段和方法，对影响人类生存和发展的各种环境要素的质量状况进行监视、测定和分析的全过程。它以环境为对象，运用物理、化学、生物等多学科的技术和方法，系统地收集、处理和解析环境信息。从具体操作来看，环境监测涉及对大气、水、土壤、生物等多种环境介质的监测。通过布设监测点位，利用专业的仪器设备采集样品或实时获取数据，再经过实验室分析或现场快速检测，得出各项环境指标的数值。其核心在于通过长期、连续、系统的监测，把握环境质量的变化规律，为环境管理和决策提供依据。

1.2 环境监测的重要性

环境监测是环境保护工作的基础和前提，具有以下不可替代的重要作用。（1）在环境保护方面。通过监测可以及时掌握污染物的排放情况、扩散范围和浓度变化，为污染治理提供精准的目标和方向。在大气污染防治中，通过对PM2.5、二氧化硫等污染物的实时监测，能够快速锁定污染源，采取有效的管控措施，降低污染程度。（2）对于社会经济的可持续发展，环境监测也发挥着关键作用。它可以为产业布局、项目审批等提供科学依据，避免因盲目发展而造成严重的环境破坏。同时，通过监测数据评估环境承载力，能够引导经济发展与环

境保护相协调，实现经济效益和环境效益的统一。（3）环境监测还与公众健康息息相关。准确的环境质量信息可以让公众及时了解身边的环境状况，采取相应的防护措施。公开透明的监测数据也能增强公众的环保意识，推动全社会共同参与环境保护^[1]。

2 环境监测的主要内容

2.1 大气环境监测

大气环境监测聚焦于近地面层至1000米高空的气态污染物与颗粒物监测。核心指标包括二氧化硫、氮氧化物、PM2.5、PM10等常规污染物，以及挥发性有机物（VOCs）、臭氧等特征污染物。监测方式采用点面结合模式：固定监测站负责实时记录城市空气质量指数（AQI），移动监测车追踪道路扬尘等动态污染源，卫星遥感则覆盖区域尺度的大气温室气体浓度分布。例如，京津冀大气治理中，通过激光雷达组网实现对PM2.5传输路径的三维追踪，为区域联防联控提供数据支撑。

2.2 水环境监测

水环境监测覆盖地表水、地下水及海洋等水体，重点监测物理指标（水温、浊度）、化学指标（pH值、溶解氧、COD）和生物指标（藻类密度、底栖生物多样性）。在河流监测中，采用“干流-支流-排污口”三级布点法，如长江经济带设置的5.3万个水质监测断面，可实时捕捉工业废水排放对水体溶解氧的影响。地下水监测则需考虑地质结构差异，通过监测井网络追踪硝酸盐、重金属等污染物的垂向迁移规律。

2.3 土壤与沉积物监测

土壤监测以耕地、工业场地为重点，分析重金属（镉、铅、汞）、农药残留、石油烃等污染物含量，同时测定土壤pH值、有机质等理化性质，评估土壤肥力与污染风险。沉积物监测作为水环境监测的延伸，通过采

集河流、湖泊底泥样本，追溯历史污染来源，如太湖底泥中总磷含量的测定，可为蓝藻水华防控提供历史数据支撑。

2.4 生物与生态系统监测

生物监测通过指示物种的生理反应反映环境质量，如利用苔藓植物监测大气重金属沉降，通过鱼类畸形率评估水体污染程度。生态系统监测则关注景观格局、植被覆盖度、生物多样性等宏观指标，借助卫星遥感与地面样方调查结合的方式，监测热带雨林砍伐速率、湿地退化程度等生态变化，为自然保护区管理提供科学依据^[2]。

3 环境监测关键技术

3.1 传统环境监测核心技术

传统环境监测技术以实验室分析为核心，形成了一套相对完整的技术体系，具体如下：（1）化学分析技术中，滴定分析法通过标准溶液与待测物质的化学反应确定污染物浓度，其核心在于利用反应的计量关系，通过指示剂变色等方式判断反应终点，进而计算待测物含量，可用于水体中酸碱度、硬度等指标的测定；分光光度法利用物质对特定波长光的吸收特性实现定量分析，基于物质浓度与吸光度的正比例关系，通过仪器测量吸光度来推导浓度，在重金属、有机物等检测中应用广泛，其准确性与显色剂选择、反应条件控制密切相关。（2）物理监测技术依靠传感器直接获取物理参数，通过将声、光、电等物理量转化为可测量的电信号实现监测，如噪声监测仪通过声压传感器捕捉声级变化，将声波振动转化为电信号并经处理得到具体数值；电磁辐射检测仪利用天线接收电磁信号并转化为可测电信号，其检测范围和灵敏度由天线性能与电路设计决定。（3）生物监测技术则借助生物对环境的响应，通过观察植物叶片受害症状、动物行为异常或微生物群落结构变化，间接反映环境质量，其依据是生物在长期进化中形成的对特定环境变化的敏感反应。

3.2 传感器与感知技术

传感器技术是环境监测的基础感知单元，其性能直接决定监测数据的质量。电化学传感器通过电极表面的氧化还原反应将污染物浓度转化为电信号，其工作原理是污染物在电极上发生电子转移，产生与浓度相关的电流或电位变化，具有响应速度快、成本低的特点，适用于大气中一氧化碳、二氧化硫等气体的实时监测，其使用寿命与电极材料耐腐蚀性、电解液稳定性相关。光学传感器利用物质的光吸收、散射或荧光特性实现检测，通过测量光与物质相互作用后的强度、波长等变化来确定污染物信息，激光光谱传感器凭借单色性好、强度高

的激光光源，可实现痕量污染物的高精度分析，在PM2.5成分检测中分辨率可达微克每立方米级别，其性能取决于光源稳定性与光谱分析精度。随着材料科学的进步，传感器向微型化、低功耗方向发展。纳米材料传感器利用纳米颗粒的大比表面积和高反应活性，增加与目标污染物的接触面积和反应效率，大幅提升检测灵敏度，其制备工艺对材料性能影响显著；柔性传感器采用柔性基底和特殊电极材料，可贴合不同表面，适应复杂环境下的监测需求，其柔韧性和耐用性由材料特性决定。传感器阵列技术通过多种传感器的组合，利用不同传感器对不同污染物的选择性响应，能同时检测多种污染物，通过数据融合算法降低交叉干扰，提高多组分分析的准确性，阵列的布局与传感器匹配度影响整体检测效果。

3.3 遥感与空天地一体化技术

遥感技术通过卫星、飞机等平台搭载的传感器，实现大范围环境要素的同步监测。光学遥感利用可见光、红外波段获取地表反射信息，依据不同物质反射光谱的差异来识别环境特征，可识别水体富营养化、植被覆盖度变化，其空间分辨率与传感器性能、平台高度相关；微波遥感不受天气影响，能穿透云层和植被，通过发射和接收微波信号，利用物质对微波的反射、散射特性获取信息，适用于暴雨、大雾等恶劣条件下的监测，在土壤湿度、冰川变化等领域应用广泛，其监测精度受微波频率、极化方式影响。地理信息系统（GIS）为遥感数据提供空间分析框架，通过对空间数据的存储、处理和分析，实现监测结果的可视化呈现和空间分布规律挖掘，其功能包括数据叠加分析、空间查询等，为环境监测数据赋予空间属性。空天地一体化监测网络将卫星遥感、航空遥感与地面监测站结合，卫星遥感覆盖范围广，航空遥感可实现中尺度精细观测，地面监测站提供定点高精度数据，形成从宏观到微观的立体监测体系，解决了单一监测手段在范围或精度上的不足，实现了数据的互补与验证，其协同工作依赖于数据传输与校准机制。

3.4 自动化与在线监测技术

自动化监测技术通过机械装置替代人工操作，实现样品采集、预处理、分析的全流程自动化。自动采样器按设定频率采集水样或气样，通过机械传动和控制单元精确控制采样量和时间，配合流动注射分析系统，利用管路将样品与试剂按比例输送并混合，在反应单元中完成化学反应后进入检测装置，可在无人值守情况下完成连续监测，其自动化程度取决于程序控制精度和各部件协同性。在线监测系统将分析设备与数据传输模块集成，分析设备完成污染物浓度测定后，通过信号转换模块将检测信号转化为数

字信号，实时将监测数据上传至中心平台，数据更新间隔可缩短至分钟级，满足污染预警的时效性要求，系统响应速度受分析方法耗时、数据传输速率制约。系统的稳定性是自动化技术的关键，通过恒温控制模块维持分析环境温度稳定，减少温度波动对检测结果的影响；自动校准功能定期引入标准样品对系统进行校准，消除仪器漂移带来的误差；故障自诊断功能通过内置传感器监测各部件运行状态，及时发现异常并发出提示，减少环境温度、湿度变化对设备的影响。

3.5 数据处理与智能分析技术

大数据技术为海量监测数据的存储和处理提供支撑，分布式文件系统将数据分散存储在多个节点，通过冗余备份提高数据安全性，可实现 PB 级数据的高效管理；并行计算框架将数据处理任务分解为多个子任务，在不同计算节点同时进行处理，能快速完成数据清洗、转换和整合，其处理效率与节点数量、任务分配合理性相关。数据同化技术通过融合不同来源、不同精度的监测数据，运用统计学方法和数学模型消除数据偏差，建立统一的数据标准，提高数据一致性，同化过程包括数据质量评估、误差分析和权重分配等环节。人工智能在环境监测中的应用集中在数据解读环节。机器学习算法通过训练历史数据，构建特征变量与污染物浓度之间的映射模型，支持向量机通过核函数将非线性问题转化为高维空间的线性问题进行求解，神经网络模拟人脑神经元连接方式处理复杂非线性关系，在短期空气质量预报中准确率可达 80% 以上，模型性能受训练数据规模、特征选取和参数设置影响^[3]。

4 环境监测技术的发展趋势

4.1 智能化与自动化发展方向

智能化与自动化是环境监测技术的核心趋势。人工智能、物联网技术推动监测从人工模式向智能化转变，人工智能算法可深度分析海量数据，实现环境变化趋势预测和污染预警，基于历史数据构建的预测模型能预判大气污染物浓度、水质变化等。物联网技术实现监测设备互联互通，传感器实时采集数据并自动上传至处理中心，提升了监测效率与时效性。

4.2 多技术融合与协同监测趋势

多技术融合是应对复杂环境问题的关键。不同技术优势互补，如卫星遥感、航空监测与地面站点结合形成“空天地一体化”体系，分别实现大范围宏观监测、中尺度精细观测和定点实时跟踪。传感器技术与大数据、云计算融合，高效完成监测数据的采集、传输、存储与分析，推动协同监测发展。

4.3 高分辨率与高精度监测技术发展

高分辨率与高精度技术因环境管理需求快速发展。大气监测中，新型设备可高精度检测痕量污染物，分辨率达微克每立方米以下，能精准分析挥发性有机物、细颗粒物成分。水环境监测技术可同时快速测定多种污染物，先进技术提升了低浓度污染物检测能力。生态监测中，高分辨率遥感和地理信息系统能识别生态系统细微变化。

4.4 微型化与便携化监测设备研发

微型化与便携化设备成研发热点。微型设备体积小、功耗低，便于在有限空间或偏远地区部署，可组网形成密集监测网络，弥补传统监测站覆盖不足。便携设备方便现场快速检测，如便携式水质分析仪能在野外快速测定多项指标，提升了监测的灵活性与及时性^[4]。

结束语：环境监测在环境保护与社会发展中意义重大，其内容涵盖多方面，关键技术不断演进，且呈现出智能化、融合化等趋势。随着技术的持续进步，环境监测将更精准、高效。未来需进一步推动技术创新与应用，完善监测体系，以应对复杂环境挑战，为实现生态环境改善与可持续发展提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1] 唐亮. 环境监测与环境监测技术的发展[J]. 环境与发展, 2020, 32(6):153,155.
- [2] 仇吉星. 环境监测与环境监测技术的发展[J]. 建材与装饰, 2022, 18(12):129-131.
- [3] 金扬旸, 楼敏捷, 吴庆瑞. 环境监测与环境监测技术的发展探讨[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(1):45-47.
- [4] 郭海波. 环境监测与环境监测技术的发展[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(23):94-96.