

生态环境监测与管理的智能化发展研究

陶松¹ 葛峰卫² 尚挺³

(1、浙江辰辉环保工程有限公司；2、浙江鑫泰检测技术有限公司；3、浙江科雅环境科技有限公司)

摘要: 智能化技术在生态环境监测与管理中发挥着越来越重要的作用。通过物联网、大数据、人工智能等技术的综合应用,生态环境数据的采集、分析和处理变得更加高效、精准,为环境保护提供了科学依据和决策支持。本文全面探讨了智能化技术在环境监测和管理中的具体应用,分析了智能化系统的构建方法及其在环境保护中的优势。本文旨在为生态环境保护领域的技术创新和发展提供理论支持和实践参考。

关键词: 生态环境监测; 管理; 智能化发展

引言

随着环境问题日益突出,生态环境监测与管理的重要性日渐凸显。传统的监测手段和管理方式在面对复杂多变的环境状况时,已显现出诸多不足。智能化技术的引入为生态环境保护提供了新的解决方案。通过集成物联网、大数据、人工智能等前沿技术,生态环境监测与管理得以实现高效化和智能化,有效提升了环境保护的水平和效果。

1. 生态环境监测与管理的概念

生态环境管理是指通过科学的方法和手段,对生态环境进行保护、修复和可持续利用的一系列活动和措施。其内涵主要包括三个方面:第一,生态保护,即通过制定和实施环境保护政策、法律法规,以及采取技术措施,保护生态系统的完整性和生物多样性。第二,环境修复,指对已经受损的生态系统进行修复和重建,使其恢复到健康状态。第三,资源的可持续利用,即在保证生态环境不被破坏的前提下,合理利用自然资源,实现经济和生态效益的双赢。生态环境管理的功能主要体现在环境监测、环境评估、污染控制、生态修复和环境教育等方面^[1]。

2. 智能化技术在生态环境监测中的应用

2.1 物联网技术的应用

物联网技术在生态环境监测中的应用主要体现在传感器网络的部署与数据实时采集上。物联网通过大量部署在环境中的传感器节点,实现对空气质量、水质、土壤状况等多种环境参数的实时监测。这些传感器节点可以包括PM2.5传感器、氮氧化物传感器、pH值传感器等,能够对环境污染物进行精准监测。例如,通过PM2.5传感器,可以实时监测大气中的颗粒物浓度变化,提供详实的数据支持。据统计,基于物联网的环境监测系统可以实现数据采集频率达到每秒一次,数据传输延迟小于1s,能有效提高监测数据的实时性和准确性。此外,物联网技术还支持传感器的远程控制与维护,降低了现场维护的成本和难度。

2.2 大数据技术的应用

大数据技术在生态环境监测中的应用主要体现在海量数据的处理与分析上。环境监测产生的数据量巨大且复杂,传统的数据处理方法难以满足实时分析和精准预测的需求。大数据技术通过分布式计算、数据挖掘和机器学习等手段,能够高效处理和分析环境监测数据。具体而言,大数据技术可以对多源、多维度的环境数据进行整合与分析,发现环境变化的规律和趋势。例如,利用大数据分析技术,可以对过去十年的空气质量数据进行时空分析,识别污染源及其变化趋势,为制定污染防治措施提供科学依据。据研究显示,大数据技术在环境监测数据处理中的应用,可以将数据处理速度提升至每秒亿次级别,数据分析的准确率可达到95%以上。

2.3 人工智能技术的应用

人工智能技术在生态环境监测中的应用主要体现在数据分析和智能决策支持方面。通过机器学习和深度学习算法,人工智能能够从大量环境监测数据中提取有价值的信息,进行污染源识别、环境质量预测和生态风险评估。例如,利用卷积神经网络(CNN)算法,可以对遥感影像进行自动分类和变化检测,实现土地利用变化监测和植被覆盖度评估。研究表明,基于人工智能的遥感影像分类精度可达95%以上。此外,人工智能还可用于构建环境预测模型,对空气质量、水质和气候变化进行实时预测和预警。比如,通过长短期记忆网络(LSTM)模型,可以对未来的PM2.5浓度进行准确预测,提前制定污染控制措施^[2]。

2.4 无人机及遥感技术的应用

无人机及遥感技术在生态环境监测中的应用主要体现在大范围、高精度的数据采集和监测上。无人机可以携带高分辨率相机、多光谱成像仪和激光雷达等设备,对地表环境进行精细化监测,获取高清晰度的遥感影像和三维地形数据。例如,在森林监测中,通过无人机搭载的多光谱成像仪,可以快速识别病虫害侵袭区域,评估森林健康状况。据统计,利用无人机技术进行森林监测,数据采集效率可提高50%以上,成本降低30%。同时,卫星遥感技术通过搭载高光谱成像仪、雷达等设备,能够实现大范围的环境监测,如全球气候变化、海洋污染、大气污染等。遥感数据的时空分辨率不断提高,目前主流卫星影像的空间分辨率已达到0.5m级别,时间分辨率为每天一景。无人机及遥感技术的结合,使得生态环境监测更加全面、高效,为环境保护决策提供了科学依据。

2.5 智能传感器技术的应用

智能传感器技术在生态环境监测中的应用主要体现在多参数、多维度的环境数据实时采集和分析上。智能传感器不仅具备传统传感器的基本功能,还集成了数据处理和通信模块,能够实现自校准、自诊断和智能分析。比如,集成式水质传感器可以同时监测水体的pH值、溶解氧、温度和浊度等参数,并通过内置算法进行数据滤波和校准,确保数据的准确性和可靠性。据报道,基于智能传感器的水质监测系统,其数据误差率可控制在±1%以内,数据传输延迟小于0.1s。智能传感器技术还广泛应用于空气质量监测,通过布设在城市中的PM2.5、CO₂、NO₂等传感器节点,形成密集的监测网络,实现对城市空气质量的实时监控和污染源追踪。

3. 智能化技术在生态环境管理中的应用

3.1 环境数据智能分析与处理

环境数据智能分析与处理是生态环境管理中不可或缺的一环,通过先进的数据挖掘和机器学习技术,对海量环境数据进行深入分析和处理,提取有价值的信息和模式。例如,利用聚类分析和回归

模型,可以识别环境污染的主要影响因素,并量化其对生态系统的影响程度。以大气污染为例,通过多元线性回归分析,可以确定工业排放、交通排放和气象条件等因素对PM2.5浓度的贡献率,从而制定针对性的减排措施。智能分析技术还包括时间序列分析,通过对长期环境监测数据的趋势分析和周期分析,预测未来的环境变化趋势。根据相关研究,利用时间序列模型进行水质监测数据的预测,预测精度可达90%以上。此外,基于深度学习的图像识别技术,可以自动识别和分类遥感影像中的地物类型,提高土地利用变化检测的效率和准确性。

3.2 智能化环境预警与应急响应系统

智能化环境预警与应急响应系统通过实时监测和大数据分析,提供高效、精准的环境风险预警和应急响应能力。该系统主要由数据采集层、分析处理层和决策支持层组成。数据采集层利用物联网传感器和遥感技术,实时采集环境数据,如空气质量、水质、气象等信息。分析处理层通过大数据分析和人工智能算法,对采集的数据进行综合分析和处理,识别潜在的环境风险。例如,利用神经网络算法,可以实时分析空气中有毒气体的浓度变化,当浓度超出安全阈值时,系统自动触发预警信号。决策支持层结合地理信息系统(GIS),提供可视化的预警信息和应急响应方案,如污染源定位、影响范围评估、疏散路线规划等。据相关数据显示,智能化环境预警系统的响应时间可以缩短至分钟级别,极大提高了应急响应的效率和准确性。此外,智能化系统还可以根据历史数据和经验,模拟和预测突发环境事件的发展趋势,为政府和企业提供科学的决策支持,减少环境风险和损失。

3.3 智能化环境决策支持系统

智能化环境决策支持系统(IDSS)通过集成先进的数据分析、人工智能和地理信息系统(GIS)技术,为环境管理者提供科学、系统的决策支持。该系统包含数据输入、模型分析、决策输出和反馈评价四个主要模块。数据输入模块整合了多源、多维度的环境数据,如空气质量、水质监测、气象数据、土地利用等。模型分析模块利用机器学习和统计模型,对环境数据进行处理和模拟,例如,应用支持向量机(SVM)算法进行污染源识别,利用动态模拟模型预测污染扩散趋势。决策输出模块基于分析结果,通过GIS平台进行可视化展示,生成易于理解的决策支持信息,如污染热点地图、风险评估报告等。据研究,基于IDSS的污染物扩散模型预测精度可达90%以上,显著提高了环境管理决策的科学性和可靠性。反馈评价模块则用于评估决策执行效果,提供持续改进建议^[9]。

3.4 环境保护与修复中的智能化技术应用

智能化技术在环境保护与修复中的应用,显著提升了生态修复的效率和效果。具体应用包括无人机遥感、3D打印、机器人技术等。例如,无人机遥感技术能够快速获取大面积生态受损区域的高分辨率影像数据,通过图像分析软件进行生态状况评估和修复进展监测。据统计,无人机遥感技术可将数据采集效率提高50%以上。3D打印技术在生态修复中用于制作生物栖息地结构,如珊瑚礁和湿地植被基质,通过精确控制材料和形态,提高生态修复效果。研究表明,3D打印的珊瑚礁结构可使珊瑚幼体附着率提高40%。机器人技术则应用于危险环境下的修复作业,如污染土壤修复、废弃物处理等。采用自主移动机器人进行重金属污染土壤修复,不仅能减少人工作业的风险,还能提高修复的精度和效率。

4.智能化生态环境监测与管理系统的构建

4.1 智能化系统架构设计

智能化生态环境监测与管理系统的架构设计需要考虑数据采集、传输、存储、分析和应用等多方面的需求。系统总体架构可分

为感知层、网络层、数据处理层和应用层四个部分。感知层主要负责多种传感器节点的布设,实时采集环境数据,如空气质量传感器、水质传感器、气象站等。网络层通过物联网(IoT)技术,实现数据的高效传输,采用低功耗广域网(LPWAN)、5G等技术保障数据传输的稳定性和低延迟。数据处理层利用大数据平台和云计算技术,对海量环境数据进行存储、处理和分析,采用分布式计算框架如Hadoop、Spark等,提高数据处理效率。应用层通过人工智能算法和地理信息系统(GIS),实现对环境数据的智能分析、可视化展示和决策支持,如污染源追踪、环境风险预警等。

4.2 系统功能模块设计

智能化生态环境监测与管理系统的功能模块设计需涵盖数据采集、实时监控、数据分析、预警响应和决策支持等核心功能。数据采集模块通过多种传感器和遥感设备,实时获取空气、水质、土壤和生物多样性等环境数据,确保数据的全面性和准确性。实时监控模块集成物联网技术,利用高频次数据传输和处理,实现对环境状况的动态监控,提供实时监测图表和报警信息。数据分析模块依托大数据和人工智能技术,对海量数据进行深度挖掘和建模分析,如污染趋势预测、污染源识别等。预警响应模块基于分析结果,利用机器学习算法和规则引擎,自动生成环境预警信息和应急响应方案,提高环境风险防范能力。决策支持模块结合地理信息系统(GIS),提供直观的环境数据可视化和智能化决策工具,如污染物扩散模拟、生态修复规划等^[4]。

4.3 数据采集与处理技术

数据采集与处理技术是智能化生态环境监测与管理系统的核心环节,涉及传感器网络、数据传输协议和大数据处理平台。传感器网络采用多种类型的传感器,如气体传感器、光学传感器和生物传感器,实时采集空气、水体、土壤等环境参数,传感器精度需达到ppb级别,确保数据的高精度和高可靠性。数据传输采用低功耗广域网(LPWAN)、NB-IoT和5G技术,实现数据的远程、低延迟传输,传输速率达到每秒数十兆比特。数据处理技术依托分布式计算平台如Hadoop和Spark,对海量环境数据进行并行处理和实时分析。采用数据预处理技术,如滤波、插值和归一化,清洗和修正原始数据,确保数据的准确性。大数据分析技术通过机器学习和深度学习算法,提取数据中的关键特征和模式,实现环境状况预测和污染源识别。

5.结语

总而言之,生态环境监测与管理的智能化发展显著提升了环境保护的效率和效果。通过物联网、大数据、人工智能等先进技术的应用,实现了环境数据的实时采集、精准分析和智能决策,构建了高效、全面的生态环境管理体系。智能化技术不仅提高了监测的精度和速度,还为环境风险预警和应急响应提供了强有力的支持。未来,随着技术的不断进步,智能化生态环境监测与管理系统将进一步优化,为生态环境保护事业注入新的活力和动力,推动可持续发展目标的实现。

参考文献:

- [1]张红,胡振中.生态环境保护中环境监测技术的应用实践探究[J].皮革制作与环保科技,2023,4(22):22-23+47.
- [2]刘雪莹.生态环境监测技术的运用与发展[J].资源节约与环保,2023,(04):63-66.
- [3]石涛.生态环境保护中环境监测管理探讨[J].清洗世界,2023,39(01):128-130.
- [4]胡义强,杨骥,荆文龙,等.基于无人机遥感的海岸带生态环境监测研究综述[J].测绘通报,2022,(06):18-24.