

智能监测与大数据驱动的生态环保及废水治理优化策略研究

李翠翠¹ 培楚农布² 赵旭³

1. 四维高景卫星遥感有限公司 浙江 杭州 310000

2. 迪庆州生态环境局德钦分局 云南 迪庆 674500

3. 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司 浙江 杭州 311122

摘要: 智能监测技术与大数据分析深度融合,为生态环境保护与废水治理开辟新路径。借助物联网、传感器等设备实现环境要素实时监测,结合大数据挖掘技术剖析海量环境数据,可精准定位污染源头、动态优化治理策略。在大气、水、土壤环境监测及生态系统评估中,该技术体系显著提升监测效率与治理精度;于废水治理领域,通过工艺参数优化、智能决策支持及全过程监管,有效降低处理成本、增强治理效能,为实现可持续生态发展提供技术支撑。

关键词: 智能监测;大数据驱动;生态环保;废水治理;优化策略

引言

随着工业化与城市化进程加速,生态环境问题日益严峻,传统监测与治理手段已难以满足复杂环境需求。智能监测技术通过物联网、传感器网络等实现环境数据实时采集,大数据分析则可深度挖掘数据价值,二者协同为生态环保与废水治理带来革新机遇。本文聚焦智能监测与大数据驱动在生态环保各领域及废水治理中的应用,探究精准污染源识别、工艺优化、智能决策等优化策略,旨在为破解环境治理难题、推动绿色发展提供理论参考与实践路径。

1 智能监测与大数据驱动概述

1.1 智能监测

智能监测依托传感器技术、物联网与人工智能算法构建起自动化感知与分析体系。各类传感器作为感知终端,能够实时采集物理世界中多维度数据,涵盖温度、压力、振动等基础物理量,以及图像、声音等复杂信息,将其转化为可处理的数字信号。物联网技术打破数据传输壁垒,使传感器采集的海量数据能够稳定、快速地汇聚至处理中心。人工智能算法在此基础上发挥核心作用,通过机器学习模型对数据进行深度分析,挖掘数据背后的规律与异常。以工业设备监测为例,智能监测系统可通过分析设备运行时的振动、电流等数据,提前识别轴承磨损、部件松动等潜在故障,实现预测性维护,降低设备突发故障带来的停机损失与生产风险;在环境监测领域,利用智能监测系统可对大气、水质等环境参数进行实时监测与分析,及时掌握环境变化趋势,为环境保护与资源合理利用提供数据支撑。

1.2 大数据驱动

大数据驱动以海量、多源、异构的数据为基础,借助数据挖掘、分布式计算等技术,驱动决策与创新。在数字化时代,数据呈现爆炸式增长,这些数据来源广泛,包括企业运营产生的交易数据、用户行为数据,以及互联网产生的社交媒体数据等。数据挖掘技术通过关联分析、聚类分析等算法,从海量数据中提取有价值的信息,揭示数据间的潜在关系与模式。分布式计算框架如Hadoop、Spark,解决了大数据存储与处理的性能瓶颈,实现对PB级甚至更大规模数据的高效处理。在商业领域,大数据驱动企业通过分析用户消费行为、偏好数据,精准定位目标客户,优化产品设计与营销策略,提升市场竞争力;在医疗行业,对患者的临床数据、基因数据等进行大数据分析,有助于疾病的早期诊断、个性化治疗方案制定,推动医疗技术发展,改善医疗服务质量。

2 智能监测与大数据驱动在生态环保中的应用

2.1 大气环境监测与治理

大气环境监测与治理借助智能监测与大数据驱动技术,构建起全方位、立体化的监测体系。多源异构的监测设备,如高精度激光雷达、差分吸收光谱仪等,能够实时捕捉大气中细颗粒物($PM_{2.5}$ 、 PM_{10})、气态污染物(二氧化硫、氮氧化物等)的浓度分布与时空变化。通过在城市不同功能区、工业聚集区、交通枢纽等关键点位密集部署监测终端,形成覆盖全域的感知网络,实现对大气污染物的精准溯源。大数据技术对海量监测数据进行深度挖掘与分析,利用机器学习算法构建大气扩散模型,模拟污染物在不同气象条件、地形地貌下的扩

散路径与浓度演变趋势。基于这些分析结果,制定针对性的治理策略,例如优化工业污染源的排放控制参数,调整城市交通流量疏导方案,合理规划城市绿地布局以增强空气净化能力。借助实时数据可视化平台,管理者能够直观掌握大气环境质量动态,及时采取应急减排措施,降低重污染天气发生频率,有效改善区域大气环境质量^[1]。

2.2 水环境监测与保护

在水环境监测与保护领域,智能监测与大数据技术发挥着关键作用。水下传感器网络、浮标监测站以及遥感卫星等协同作业,实现对水体物理化学指标(水温、pH值、溶解氧、化学需氧量等)和生物指标(浮游生物、底栖生物群落结构等)的连续监测。这些设备具备高灵敏度和稳定性,能够快速响应水质变化,即使在复杂的河流、湖泊、海洋等水域环境中,也能获取准确可靠的数据。大数据平台整合不同时空维度的监测数据,结合流域地形、水文特征等基础信息,运用数值模拟方法构建水环境模型。该模型可以预测水体富营养化发展趋势、污染物迁移扩散规律,为水资源调度、污染防治提供科学依据。通过分析长期监测数据,还能识别出影响水质的关键因素,如农业面源污染的季节性排放规律、工业废水排放的潜在风险点等。针对性地采取生态修复措施,如建设人工湿地净化水质、优化水生生物群落结构提升水体自净能力,实现水环境的长效保护。

2.3 土壤环境监测与修复

智能监测与大数据驱动为土壤环境监测与修复开辟了新途径。土壤传感器埋设于不同深度土层,实时监测土壤湿度、酸碱度、重金属含量、有机污染物浓度等参数。无人机搭载高光谱成像仪,从空中获取土壤表面的光谱信息,通过光谱分析技术识别土壤污染物种类与分布范围。这些监测手段克服了传统人工采样的局限性,能够高效、全面地掌握土壤环境状况。大数据技术对土壤监测数据进行多维度分析,建立土壤污染风险评估模型。该模型结合土壤类型、土地利用方式、周边污染源等因素,评估土壤污染对生态系统和人类健康的潜在风险。基于风险评估结果,制定个性化的土壤修复方案,如对于重金属污染土壤,采用植物修复技术筛选超富集植物进行污染物吸收;对于有机污染土壤,运用微生物降解技术加速污染物分解。通过持续监测修复过程中的土壤数据变化,动态调整修复策略,确保土壤环境修复达到预期目标。

2.4 生态系统监测与评估

生态系统监测与评估借助智能监测和大数据技术,

实现对生态系统结构与功能的全面认知。各类传感器、红外相机、卫星遥感等设备,从不同尺度对森林、草原、湿地等生态系统进行监测。传感器记录生态系统的气候条件、生物多样性指标;红外相机捕捉野生动物的活动轨迹与种群动态;卫星遥感获取生态系统的植被覆盖度、土地利用变化等宏观信息。大数据分析整合多源监测数据,运用生态模型模拟生态系统的演变过程,评估生态系统服务功能(如碳汇能力、水源涵养能力、生物栖息地质量等)。通过分析生态系统的历史数据与现状数据,识别出生态系统退化的关键驱动因素,如气候变化、人类活动干扰等。基于评估结果,提出科学合理的生态保护与修复建议,例如划定生态保护红线,优化生态廊道布局,实施生态补水工程等,以维持生态系统的稳定性和可持续性,促进生态系统的良性发展^[2]。

3 智能监测与大数据驱动的废水治理优化策略

3.1 精准污染源识别与定位

基于物联网传感器网络的搭建,实现对废水排放源头的实时感知。多参数水质传感器以高密度节点部署于排水管网、工业企业出水口等关键位置,持续采集化学需氧量(COD)、氨氮、重金属离子浓度等核心指标数据。通过无线传输模块将数据汇聚至云端服务器,利用数据清洗算法剔除异常值,确保数据的可靠性与完整性,为污染源识别提供坚实的数据基础。

借助机器学习算法构建污染源识别模型,能够对海量监测数据进行深度分析。以随机森林、支持向量机等算法为核心,通过对历史数据的训练学习,建立起水质参数与污染源之间的映射关系。当监测数据出现异常波动时,模型可快速计算出污染来源的概率分布,精准定位到具体的排放区域或企业,误差范围控制在极小区间内,有效提升污染源识别的效率与准确性。

运用地理信息系统(GIS)技术,将污染源识别结果直观呈现于可视化地图中。通过叠加地形、水系、管网等地理信息图层,不仅可以清晰展示污染源的空间分布特征,还能模拟污染物的扩散路径与影响范围。这种空间可视化的方式,为后续针对性的污染防治与治理提供了精准的决策依据,帮助治理人员快速制定应对方案,减少污染扩散造成的环境危害。

3.2 优化废水处理工艺参数

在废水处理设施中部署智能监测设备,对处理过程中的关键参数进行实时监测与动态反馈。如在生物处理单元安装溶解氧传感器、pH传感器、污泥浓度计等,实时获取处理系统内微生物活性、酸碱平衡、污泥沉降性能等信息。这些数据通过工业以太网传输至控制系统,

为工艺参数优化提供即时数据支撑。

利用大数据分析技术,挖掘处理工艺参数与处理效果之间的内在关联。通过对长期运行数据的统计分析,建立工艺参数与出水水质指标的多元回归模型,明确各参数对处理效果的影响权重。例如,发现溶解氧浓度在某一区间范围内,生化反应速率与处理效率呈现最佳的正相关关系,从而确定该区间为溶解氧控制的最优范围。

基于数据分析结果,采用智能控制算法对处理工艺参数进行自动调节。以自适应PID控制算法为例,根据实时监测数据与目标值的偏差,自动调整曝气强度、药剂投加量、回流比等参数,使处理工艺始终运行在最优工况下。通过这种动态优化的方式,在保证出水水质达标的前提下,显著降低能源消耗与药剂使用量,提升废水处理的经济性与高效性^[3]。

3.3 构建废水处理智能决策支持系统

整合废水处理过程中的各类数据资源,包括进水水质、处理工艺参数、设备运行状态、出水水质监测数据等,建立统一的数据仓库。运用数据挖掘技术对这些数据进行深度分析,提取有价值的信息,如不同季节、不同进水水质条件下的最佳处理工艺组合,为决策支持系统提供丰富的数据知识储备。

基于人工智能算法构建决策模型,模拟废水处理过程中的各种工况与决策场景。以深度学习中的神经网络模型为基础,通过对大量历史运行数据和处理结果的学习,掌握不同决策方案对处理效果的影响规律。当面临新的处理任务或异常情况时,模型能够快速生成多个可行的决策方案,并对各方案的预期效果进行量化评估,为决策者提供科学的参考依据。

开发可视化的决策支持界面,将复杂的数据与分析结果以直观的图表、图形形式呈现。通过仪表盘展示处理系统的实时运行状态、关键指标变化趋势、决策方案对比分析等信息,使决策者能够快速把握全局情况,做出准确的决策判断。系统具备人机交互功能,支持决策者对决策方案进行调整与优化,实现智能化、高效化的决策过程。

3.4 实现废水处理的全过程监管与协同

搭建覆盖废水处理全流程的监测网络,从污水收集管

网起始,在预处理单元、主体处理工艺各阶段,直至深度处理与排放环节,均科学部署相应的监测设备。通过物联网技术,达成各监测点数据的实时传输与高效共享,精心构建起一个完整且连贯的监测数据链条,使管理人员能够全面掌握废水处理过程中各环节的运行状况。

运用大数据分析与人工智能技术,对废水处理全过程数据进行综合分析与异常诊断。通过建立过程模型与预测模型,实时监控处理流程中各参数的变化趋势,提前预判可能出现的故障或处理效果下降等问题,并及时发出预警信息。系统能够自动分析异常原因,提供针对性的解决方案,保障处理过程的稳定运行。

实现废水处理各环节之间的协同联动控制。基于实时监测数据与分析结果,建立各处理单元之间的动态响应机制。例如,当进水水质发生突变时,预处理单元自动调整药剂投加量与处理时间,同时将信息同步至主体处理工艺,使其提前做好参数调整准备,确保整个处理系统能够协同应对水质变化,维持稳定的处理效果,实现废水处理全过程的高效、有序运行^[4]。

结语

综上所述,智能监测与大数据驱动在生态环保及废水治理领域展现出强大的应用潜力与实践价值。通过多维度环境监测、精准污染源管控及废水处理全流程优化,显著提升了生态环境治理的科学性与有效性。然而,面对环境问题的动态复杂性,仍需持续推进技术创新与多学科融合。未来,应进一步深化智能监测与大数据技术的协同应用,构建更完善的生态环境治理体系,为实现人与自然和谐共生提供坚实保障。

参考文献

- [1]张景东.大数据驱动的农业种植智能化管理与优化策略[J].农业工程技术,2024,44(2):84-85.
- [2]王晓晖,许建林,汤天睿,等.大数据驱动的锅炉燃烧过程实时监测与智能优化控制策略研究[J].数字化用户,2024(12):133-134.
- [3]龚信宝,王慧.生物技术在制革废水环保治理中的应用[J].皮革制作与环保科技,2022,3(9):13-15.
- [4]陈艳华,耿庆鲁.电石法PVC含汞废水环保治理措施[J].聚氯乙烯,2023,51(1):42-44.