

城市工业污水处理工艺的在线监控与智能调节技术探讨

顾明敏 薛峰 周梦莲 凤佳平
嘉兴海佳环境科技有限公司 浙江 嘉兴 314000

摘要: 在城市工业蓬勃发展的当下, 污水处理成为环保关键。在线监控与智能调节技术宛如为污水处理工艺注入“智慧芯”, 精准洞察水质与设备状况, 智能调控处理流程。本文深度解析其技术根基, 如在线监控原理、智能调节算法等, 剖析高效处理、稳定水质、降本节能优势, 直面技术、管理、成本挑战, 提出创新突破、体制优化、效益平衡策略, 展望智能化融合、技术协同、低碳升级趋势, 为城市工业污水处理赋能。

关键词: 城市工业污水; 在线监控; 智能调节技术; 污水处理工艺

引言

城市工业宛如经济发展的“引擎”, 但污水排放却成为生态环境的沉重负担。传统污水处理方式在复杂多变的工业污水面前渐显乏力, 而在线监控与智能调节技术恰似一把“金钥匙”, 开启了污水处理精准化、高效化的新大门。它能实时捕捉污水水质的微妙变化, 敏锐感知设备运行的潜在隐患, 并凭借智能算法迅速调整处理策略。不过, 在推广应用过程中, 诸多难题横亘在前。深度探究相关内容, 对改善城市水环境、推动工业可持续发展意义非凡, 此为本文探讨的核心要义。

1 城市工业污水处理工艺在线监控与智能调节技术基础

1.1 在线监控技术原理与设备

在线监控技术是整个体系的“耳目”。以水质监测为例, 多采用传感器技术, 如电化学传感器基于电化学反应原理, 可快速、精准测定污水中的酸碱度、溶解氧、重金属离子浓度等参数。光学传感器则利用特定物质对光的吸收、散射特性, 检测污水中的有机物含量。在设备运行状态监测方面, 振动传感器通过监测设备振动频率、振幅变化, 判断设备是否存在机械故障, 像水泵、风机的轴承磨损、叶片损坏等问题都能及时察觉。温度传感器实时监测设备关键部位温度, 预防因过热引发设备损坏。这些传感器将采集到的信息转化为电信号或光信号, 通过信号调理电路处理后, 传输至数据采集与控制系统, 为后续分析与决策提供第一手精准数据。

1.2 智能调节技术核心算法与模型

智能调节技术是污水处理的“智慧大脑”。核心算法如模糊控制算法, 它能模拟人类思维方式, 将污水水质、设备运行等模糊信息转化为精确的控制指令。当污水中化学需氧量(COD)超标时, 模糊控制算法依据预设规则, 自动调节污水处理设备的运行参数, 如加大曝

气量、调整药剂投加量等, 以降低COD含量。机器学习算法也广泛应用, 通过对大量历史污水处理数据的学习, 建立预测模型。例如, 利用神经网络算法构建水质预测模型, 提前预测污水水质变化趋势, 为智能调节提供科学依据, 实现污水处理过程的精准控制^[1]。

1.3 数据传输与存储技术要点

在线监控与智能调节产生的海量数据, 需高效传输与存储。数据传输采用有线与无线结合的方式, 在设备集中的污水处理厂内部, 通过工业以太网实现高速、稳定的数据传输, 保障数据实时性。在偏远或移动设备处, 运用无线通信技术, 如4G、LoRa等, 克服地理限制, 确保数据上传不间断。为确保数据安全与高效存储, 采用分布式数据库技术, 将数据分散存储在多个节点, 提高数据存储可靠性与读写速度, 避免因单点故障导致数据丢失。利用云存储技术, 实现数据的远程备份与随时调用, 方便管理人员随时随地查看历史数据, 进行数据分析与趋势预测, 为污水处理工艺优化提供数据支撑^[2]。

2 城市工业污水处理工艺在线监控与智能调节技术应用优势

2.1 提升污水处理效率

传统污水处理依赖人工经验判断与定时巡检, 难以及时应对水质、水量变化。在线监控与智能调节技术实时监测污水水质与设备运行状态, 一旦发现异常, 智能系统迅速响应。例如, 当污水流量突然增大, 智能调节系统自动调整水泵转速、阀门开度, 保障处理流程顺畅。在处理含有难降解有机物的工业污水时, 通过实时监测水质变化, 智能调节微生物处理环节的参数, 如温度、溶解氧等, 提高微生物活性, 加速有机物分解, 大幅提升污水处理效率, 处理周期可缩短20%-30%。

2.2 保障处理水质稳定达标

城市工业污水水质复杂多变,传统处理工艺难以确保水质稳定达标。在线监控技术实时掌握水质参数,智能调节技术依据设定的水质标准,精准调控处理流程。当污水中重金属离子浓度波动时,智能系统自动调整化学沉淀、离子交换等处理单元的药剂投加量与反应时间,确保重金属离子有效去除。通过持续监测与精准调节,处理后的水质能稳定达到国家排放标准,减少因水质不达标导致的环境污染风险与企业违规成本。

2.3 降低运维成本与资源消耗

在线监控能及时发现设备潜在故障,智能调节优化设备运行参数,减少设备磨损与维修次数。例如,通过监测设备振动与温度,提前预警设备故障,安排预防性维护,降低设备突发故障带来的维修成本。在资源消耗方面,智能调节技术根据污水水质、水量实时调整设备运行功率,如在污水量较小时,自动降低水泵、风机转速,实现节能降耗^[3]。据统计,采用在线监控与智能调节技术后,污水处理厂运维成本可降低15%-25%,能源消耗减少10%-20%,提高企业经济效益与环保效益。^[4]

3 城市工业污水处理工艺在线监控与智能调节技术现存挑战

3.1 技术层面的难题与瓶颈

技术上,传感器精度与稳定性有待提升。部分复杂水质参数,如新型有机污染物监测,现有传感器难以精准检测。在化工园区污水中常出现的新型合成有机物,普通传感器因缺乏针对性检测机制,检测结果偏差大。不同品牌、型号的设备与系统兼容性差,数据集成困难,阻碍智能化集成应用。例如,水质监测设备与污水处理设备来自不同厂家,数据接口不统一,导致信息流通不畅。水质监测设备以串口通信传输数据,而污水处理设备采用以太网接口,两者无法直接对接,需额外开发复杂的数据转换程序。且随着污水处理规模扩大,数据量剧增,现有数据处理与存储技术面临性能瓶颈,难以满足实时分析与快速响应需求,亟需技术创新突破。传统数据库在面对海量水质数据时,查询与分析速度缓慢,无法及时为智能调节提供数据支持,影响污水处理效率与效果。

3.2 管理体制与人员适配问题

管理体制上,传统管理模式下部门职责划分不清晰,在推进在线监控与智能调节技术过程中,易出现协调不畅、推诿责任现象。例如,运维部门与技术部门在设备维护与系统升级上职责界定模糊。当污水处理设备出现故障时,运维部门认为是技术系统漏洞导致,技术部门则觉得是运维日常保养不到位,双方相互推诿,延

误维修时机。人员方面,城市工业企业现有员工大多缺乏智能化技术知识,对新设备、新技术操作不熟练,难以适应智能化运维管理要求^[5]。在引入智能监控设备后,员工不会操作设备查询历史数据,无法根据数据变化判断设备运行状态。而专业的智能化运维人才短缺,人才引进困难,制约了技术的推广与应用。由于城市工业企业工作环境、薪资待遇等因素,难以吸引掌握先进智能化技术的专业人才,导致企业智能化转型缺乏核心技术力量。

3.3 成本控制与效益平衡困境

实施在线监控与智能调节技术需投入大量资金用于设备购置、系统开发、人员培训等。短期内,成本增加明显,而智能化带来的效益,如节能降耗、减少设备故障损失等,难以在短时间内充分体现。以某小型印染企业为例,引入智能监控系统需采购新的水质传感器、智能控制器等设备,投入资金约20万元,同时还需支付系统开发与调试费用5万元,以及员工培训费用3万元。但在初期运行阶段,节能降耗效果需几个月后才逐步显现,设备故障发生率降低也需长期观察。尤其是一些小型工业企业,资金有限,面对高昂的技术升级成本望而却步,导致技术推广受阻,企业在成本控制与效益平衡上陷入两难困境。

4 应对城市工业污水处理工艺在线监控与智能调节技术挑战的策略

4.1 技术创新与突破路径

在城市工业污水处理领域,技术创新是应对在线监控与智能调节技术挑战的关键。首先,需要加大对新型传感器技术的研发投入,以提高传感器的精度、稳定性和抗干扰能力。例如,开发能够实时监测多种水质参数的复合传感器,确保数据的准确性和可靠性。其次,利用大数据和人工智能技术优化数据处理和分析能力,通过机器学习算法实现对水质变化的精准预测和故障预警。此外,推动自动化控制技术的升级,开发智能控制系统,实现对污水处理过程的自动化调节和优化。例如,通过智能算法自动调整曝气量、药剂投加量等参数,提高处理效率和稳定性。

4.2 管理体制优化与人才培养举措

管理体制的优化和人才的培养是推动污水处理技术发展的基础。在管理体制方面,需要建立适应智能化运维的管理体系,明确各部门的职责和权限,加强数据管理和监督。例如,设立专门的数据管理岗位,负责监控系统的数据采集、存储和分析,确保数据的完整性和安全性。在人才培养方面,应加强与高校和科研机构的合

作,开展专业培训和实践教学,培养既懂污水处理技术又熟悉智能化系统的复合型人才。此外,建立跨部门协作机制,促进信息共享和协同工作,提高智能化运维的整体效率。

4.3 成本效益优化策略

成本效益优化是确保污水处理技术可持续发展的关键。首先,通过技术创新降低智能化设备和系统的采购成本,提高设备的性价比。例如,采用国产化传感器和控制系统,降低设备的初始投资成本。其次,优化运维管理,降低智能化系统的维护成本,提高设备的使用寿命。例如,通过远程监控和诊断技术,减少现场维护工作量,降低人力成本。此外,通过智能化系统的应用,提高生产效率和质量,降低生产成本,实现成本效益的平衡。

5 城市工业污水处理工艺在线监控与智能调节技术发展趋势

5.1 智能化与自动化深度融合

智能化与自动化的深度融合是城市工业污水处理技术的重要发展方向。未来,污水处理系统将更加智能化,通过引入先进的传感器技术和自动化控制系统,实现对污水处理过程的实时监测和精准控制。例如,利用智能传感器实时监测水质参数和设备运行状态,结合自动化控制系统实现自动调节曝气量、药剂投加量等功能,提高处理效率和设备运行稳定性。此外,智能化系统还可以通过数据分析和预测模型,提前预警设备故障,减少停机时间,提高系统的可靠性和经济性。

5.2 与新兴技术的协同创新

与新兴技术的协同创新将为污水处理技术带来新的突破。例如,结合物联网技术实现污水处理设备的远程监控和管理,提高运维效率。通过在设备关键部位安装传感器,将运行数据实时传输至远程终端,运维人员可随时随地掌握设备状态,及时处理故障。同时,利用大数据和人工智能技术优化污水处理过程的控制策略,实现智能化决策。分析海量历史数据,精准预测水质变化,自动调整处理参数。此外,与新能源技术的结合,

如太阳能和风能的应用,将为污水处理提供更环保、更经济的能源解决方案,降低运行成本。在一些偏远地区的污水处理站,采用太阳能板供电,不仅减少了传统能源消耗,还避免了因电网覆盖不足带来的供电难题,推动污水处理行业向绿色、高效方向发展。

5.3 面向低碳环保的技术升级

随着环保要求的日益严格,低碳环保成为污水处理技术的重要发展方向。未来,污水处理技术将更加注重能源回收和再利用,例如通过厌氧消化技术回收沼气,用于设备运行或发电。此外,开发高效的污染物去除技术,减少化学药剂的使用量,降低对环境的二次污染。同时,优化污水处理工艺,提高处理效率,减少能源消耗,实现污水处理的低碳化和可持续发展。

6 结论

城市工业污水处理工艺的在线监控与智能调节技术,是提升污水处理水平、守护城市生态的关键力量。从夯实技术基础,到发挥应用优势,虽面临技术、管理、成本等挑战,但通过技术创新、体制优化、人才培养与成本效益平衡等策略,可有效应对。展望未来,智能化自动化融合、新兴技术协同、低碳环保升级是发展方向。持续推进技术进步对城市工业污水处理意义深远,需各方携手探索实践,开创污水处理新局面。

参考文献

- [1]韩梅.基于“双碳”目标的城市工业污水低碳化处理技术应用研究[J].绿色建造与智能建筑,2025,(02):20-22+26.
- [2]陈林昌.浅谈城市生活污水厂处理工业废水的运营管理对策[J].皮革制作与环保科技,2023,4(24):112-114.
- [3]乔俊飞,韩红桂,伍小龙.城市污水处理过程智能优化控制[M].化学工业出版社:202309.327.
- [4]高秋凤.工业企业废水排放对城市污水处理厂运行影响的研究[D].扬州大学,2023.
- [5]张宇,邹荣标.城市污水厂处理工业废水的运营管理措施[J].清洗世界,2023,39(04):10-12.