

通过大数据分析技术,企业还可以从历史数据中提取出规律性风险,优化生产调度与应急响应机制,进一步提升安全管理水平。智能化系统的应用将使得安全管理变得更加高效、精准,并能够为决策层提供数据支持,减少人为操作失误。

5 自来水供水企业安全生产风险防控措施

5.1 安全预警系统与应急响应机制

在自来水供水企业中,建立健全的安全预警系统与应急响应机制是防控风险的重要措施。安全预警系统的作用在于实时监控企业生产环节的各种风险因素,及时发现潜在安全隐患。例如,监测水源质量、管网压力、设备运行状态等关键指标,一旦超出正常范围,系统就会自动发出预警,提示管理人员采取相应措施。通过数据分析,企业能够预测某些风险的发生概率并提前做好预防准备。对于应急响应机制而言,企业需要建立多层次、全方位的应急预案,确保一旦发生事故能够迅速反应。应急响应机制应包括应急指挥、人员调度、事故处理等方面,确保快速有效的应急处置。数据显示,在应用了完善的预警系统后,企业事故发生率降低了15%,应急响应时间平均缩短了20%。通过强化安全预警系统和应急响应机制,企业能够在第一时间内识别并应对各种安全风险,避免事故的扩大和损失的增加^[4]。

5.2 生产过程中安全隐患的排查与整治

安全隐患的排查与整治是自来水供水企业日常管理中的关键环节。生产过程中存在着设备故障、管网泄漏、人员操作不当等各类安全隐患,这些问题如果得不到及时发现和解决,可能会导致严重的事故。企业应定期组织安全检查,特别是在水源取水、净水处理、管网运行等环节。通过利用先进的监测工具和技术,如红外线检测、压力传感器、流量计等,可以提高隐患排查的精准度。排查过程中,要求每个生产环节负责人严格落实隐患整改责任,确保隐患在第一时间内得到排除。统计数据显示,通过定期隐患排查与整改,某自来水企业的隐患整改率提高了25%,且事故发生率减少了10%。此外,排查应当形成常态化管理机制,建立隐患台账,并对整改措施进行跟踪检查,确保问题得到彻底解决。通过规范化的隐患排查与整治工作,企业能够有效消除潜在的安全隐患,降低事故发生的风险。

5.3 风险防控体系的建立与完善

自来水供水企业的风险防控体系需要从制度、人员、

技术和管理等多个方面进行综合建设和完善。制度建设方面,企业应制定详细的安全生产管理规定,包括安全生产责任制、风险评估与管理流程等,明确各部门与人员的责任和任务。人员方面,要确保每个岗位的员工都有相应的安全管理职责,并定期进行安全教育与培训,确保员工具备足够的风险意识与应急处置能力。技术方面,企业应引入信息化和智能化管理工具,通过大数据、物联网、人工智能等技术,提升安全风险的监测与评估能力,确保风险在发生之前能够被识别并得到及时控制。管理方面,企业需要建立健全的风险管理机制,定期评估和审查风险防控体系的有效性与适应性,确保体系的不断完善与升级。数据显示,某企业通过建立完善的风险防控体系后,整体事故率降低了20%,安全生产管理水平得到了显著提升。通过全面建立与完善风险防控体系,企业能够从全局出发进行风险管理,实现安全生产的长效机制^[5]。

6 结语

通过对自来水供水企业安全生产管理模式的优化与风险防控措施的研究,本文提出了针对性强的策略和解决方案。优化安全管理结构与机制、加强安全文化建设与员工培训、推动信息化与智能化技术应用等方面,都能有效提升企业的安全生产水平。在风险防控方面,安全预警系统、应急响应机制的建立,安全隐患的排查与整治,以及全面完善的风险防控体系,均为降低事故发生、保障供水安全提供了切实保障。随着技术的不断进步与管理模式的创新,自来水供水企业的安全生产水平必将得到持续提升,确保水质和供水稳定性,最终促进公共安全与社会发展。

参考文献

- [1] 方文辉.供水企业安全生产标准化评估指标体系构建与量化方法研究[J].品牌与标准化,2025,(06):58-60.
- [2] 吴继芳.Y供水公司安全管理成熟度评价研究[D].导师:徐伟青.浙江大学,2022.
- [3] 仝婧楠.BD供水公司员工安全培训效果评估研究[D].导师:曾磊.河北大学,2021.
- [4] 吴婧,刘万象,梁军,冯博然,刘若愚.自来水企业安全生产信息化系统的实施效果分析[J].城镇供水,2017,(05):75-82.
- [5] 闫春琪.探究如何加强供水企业的安全管理水平[J].现代经济信息,2017,(12):99.

Research on Refined Management of Wastewater Treatment System Operation and Maintenance Based on Full-Process Control

Yongquan Lu

Shanghai Lianzhi Industrial Co., Ltd., Shanghai, 200123, China

Abstract

Against the backdrop of increasingly stringent water environmental governance requirements and continuously tightened discharge standards, the operation and management of wastewater treatment systems are confronted with multiple challenges, including frequent fluctuations in influent quality, relatively high energy consumption, and insufficient operational stability. Centered on the concept of whole-process control, this study systematically integrates all stages of the wastewater treatment system, from influent regulation and process operation to effluent discharge, and establishes a refined operation and maintenance management framework. Through the detailed identification of key control links and dynamic adjustment of operational parameters, coordinated improvements in pollutant removal efficiency and system stability are achieved. Meanwhile, by incorporating full life-cycle management of equipment and optimizing operational procedures, the controllability and precision of system operation are further enhanced. On this basis, data-driven and intelligent regulation methods are introduced to enable real-time perception and precise intervention of system operating conditions, facilitating the transformation from experience-based management to data-driven management, and providing systematic support for stable compliance with discharge standards and efficient resource utilization.

Keywords

wastewater treatment system; whole-process control; operation and maintenance management; refined management; dynamic regulation

基于全过程控制的废水处理系统运维精细化管理研究

卢永泉

上海连智实业有限公司, 中国·上海 200123

摘要

在水环境治理要求持续提升与排放标准不断趋严的背景下, 废水处理系统运行管理面临水质波动频繁、能耗水平偏高及运行稳定性不足等多重挑战。围绕全过程控制理念, 将废水处理系统从进水调控、工艺运行到出水排放的各环节进行系统整合, 构建运维精细化管理框架。通过对关键控制环节的细化划分与运行参数的动态调节, 实现对污染物去除效率与系统稳定性的协同提升。同时结合设备全生命周期管理与操作规范优化, 强化运行过程的可控性与精确性。在此基础上, 引入数据驱动与智能化调控手段, 对系统运行状态进行实时感知与精准干预, 推动废水处理系统由经验驱动向数据驱动转变, 为实现稳定达标排放与资源高效利用提供系统支撑。

关键词

废水处理系统; 全过程控制; 运维管理; 精细化管理; 动态调控

1 引言

水污染防治进入提质增效阶段, 废水处理系统不仅承担污染削减任务, 还需要兼顾运行成本控制与资源利用效率提升。实际运行过程中, 进水水质与水量呈现明显波动特征, 传统依赖经验判断的管理方式难以实现对系统状态的精准把控, 易引发出水不稳定与能耗偏高等问题。与此同时,

处理单元之间耦合关系复杂, 设备运行状态与操作行为对处理效果的影响更加显著, 使得运行管理难度持续增加。在此背景下, 将全过程控制理念引入废水处理系统, 通过对各环节进行系统梳理与动态调控, 成为提升运行水平的重要方向。围绕运行过程的细节优化与要素协同配置, 推动管理方式向精细化转变, 有助于强化系统运行的稳定性与可预测性, 同时为实现污染治理与资源利用的协同提升奠定基础。

【作者简介】卢永泉(1982—), 男, 中国河南人, 本科, 中级, 从事环境工程研究。

2 废水处理系统全过程控制理念在废水处理系统中的应用分析

全过程控制理念强调将废水处理系统视为连续耦合的运行链条,通过对进水、处理及排放各阶段进行动态联动调控,实现系统运行的精确化与稳定化。在实际应用中,进水端通过设置在线监测装置,对COD、氨氮、pH值等关键指标进行分钟级采集,数据刷新频率可达1~5 min,从源头捕捉水质变化趋势,为后续调控提供依据。处理过程中,将溶解氧控制在2.0~3.5 mg/L范围内,污泥浓度维持在3000~4500 mg/L,结合回流比80%~120%的调节,实现微生物活性与负荷匹配。出水环节则通过连续监测与反馈机制,确保COD稳定控制在50 mg/L以下,氨氮低于5 mg/L。全过程控制的引入,使运行管理从单点调节转向系统联动,通过参数联控与数据闭环,实现对波动风险的提前干预,提升系统抗冲击能力与运行稳定性,同时降低10%~20%的能耗水平,推动废水处理系统向高效、低耗方向发展^[1]。

3 废水处理系统全过程控制的关键环节划分

3.1 进水调控与水质波动控制环节

进水端作为废水处理系统的起始环节,其水质与水量变化直接影响后续处理单元的运行负荷与稳定性。针对工业废水中COD浓度波动在200~1500 mg/L范围、pH值变化在4~9之间的特点,通过设置调节池容积占设计水量的20%~30%,实现水质均衡与流量缓冲。在线监测系统实时采集水质参数,并结合历史数据建立波动趋势模型,对异常值进行提前识别。对于高浓度冲击负荷,可通过分时进水或稀释调节方式,将瞬时负荷削减30%以上。加药系统根据pH与污染物浓度自动调节投加量,使中和反应误差控制在±0.3范围内。该环节通过强化数据采集与动态调控能力,将原本被动响应转变为主动调节,保障后续生化处理单元在适宜负荷区间运行,降低系统整体波动风险。

3.2 处理工艺运行与参数调控环节

处理工艺运行环节是污染物削减的核心阶段,其关键在于维持微生物系统与反应条件的动态平衡。以A2/O工艺为例,厌氧区溶解氧需控制在0.2 mg/L以下,好氧区维持在2.0~3.5 mg/L范围,通过鼓风量调节实现曝气强度的精准控制,风量误差控制在±5%以内。污泥龄维持在8~15 d,可保证硝化细菌稳定生长,氨氮去除率达到85%以上。回流污泥比在80%~120%之间动态调节,以维持系统污泥浓度与反应效率。通过在线监测MLSS、SV30等指标,及时判断污泥沉降性能与系统运行状态。当负荷提升20%时,通过调整曝气量与回流比,可在6~12 h内恢复系统稳定运行。该环节通过对关键参数的精细化控制,使处理过程由粗放调节转变为精确调控,提升污染物去除效率并降低运行波动。

3.3 出水稳定达标与排放控制环节

出水环节承担着达标排放与风险防控的重要功能,其控制重点在于确保水质稳定并及时识别异常。通过设置多点在线监测装置,对COD、氨氮、总磷等指标进行连续监控,数据采集周期控制在1~3 min范围内,实现对出水水质的实时掌控。排放口设置自动取样与留样系统,对异常数据进行复核,保证监测结果的可靠性。当COD波动超过10%或氨氮超出限值预警区间时,系统自动触发调节机制,通过回流调节或延长停留时间,使指标在2~4 h内恢复至达标水平。对于突发异常情况,通过旁路回流与应急池暂存方式,可避免不达标废水直接排放。该环节通过强化监测与响应能力,将排放风险控制在可预期范围内,确保出水长期稳定达标,同时提升系统运行的安全性与可控性^[2]。

4 废水处理系统运维精细化管理的实施路径

4.1 工艺运行精细化控制路径

工艺运行精细化控制依托在线监测与自动化调节技术,对关键参数进行连续跟踪与动态优化。系统通过布设COD、氨氮、溶解氧及ORP在线仪表,实现1~3 min级数据采集,并接入PLC与DCS控制平台进行实时运算。好氧区溶解氧维持在2.0~3.0 mg/L区间,波动控制在±0.2 mg/L以内,通过变频鼓风机调节曝气量,风量调节精度达到5%以内。污泥浓度控制在3500~4500 mg/L,结合回流比90%~110%的动态调节,实现负荷与微生物量的匹配。针对进水COD波动在300~1200 mg/L范围的情况,利用前馈控制算法对负荷变化进行预测,提前调整曝气与回流参数,使系统在6 h内恢复稳定运行。通过建立基于历史数据的运行模型,对氨氮去除率进行预测,准确率可达85%以上,从而实现由经验调节向模型驱动转变,提高处理效率并降低能耗8%~15%。

4.2 设备运行与维护精细化管理路径

设备运行管理围绕全生命周期与状态监测技术展开,通过振动监测、温度采集与能耗分析实现设备运行状态的精细识别。关键设备如鼓风机与提升泵配置在线振动传感器,振动值控制在4.5 mm/s以下,轴承温度维持在65℃以内,超过阈值时系统自动预警。电机能耗通过智能电表实时记录,单位处理水量电耗控制在0.25~0.45 kWh/m³范围内,通过对比分析识别能耗异常设备。设备维护周期由固定检修转向状态检修,依据运行时长与性能衰减情况,将检修周期由90 d调整为60~120 d区间动态管理,设备故障率可降低30%以上。建立设备运行数据库,对故障频次、维修时间及更换部件进行统计分析,实现备件储备精准化管理,库存周转率提升20%。该路径通过数据驱动与状态感知技术,实现设备运行由被动维修向预测性维护转变,保障系统连续稳定运行。