

面向全流程管控的智慧水务系统在泸县污水运营中的实践研究

叶伟海

四川泸天化麦王汇兴水务有限责任公司，中国·四川 泸州 616100

摘要：泸县在污水处理工作中存在运行方式粗放、站点数量多、站点分散、进水波动大调整不及时、信息反馈滞后、管理成本较高等问题，制约了整体处理效率与排放稳定性。为改善现状，泸县加强对智能水务系统建设的重视，运用数据采集、自动控制和远程维护手段进行科学精细调控处理过程。本文基于智能水务系统的功能结构和科技路线，并结合泸县污水的现状运作情况进行分析，找到当前存在的主要问题，提出系统运行优化对策。系统集成应用过程中，各功能模块在水质监测、能耗管控和运维联动方面表现均较好，推动了泸县污水处理工作向数字化、高效化方向稳步发展。

关键词：智慧水务；污水处理；全流程管控；水务系统

Practical Research on Smart Water System Oriented to Whole Process Management and Control in Luxian Sewage Operation

Ye Weihai

Sichuan Lutianhua Maiwang Huixing Water Co., Ltd. China Sichuan Luzhou 616100

Abstract: In the sewage treatment work of Luxian County, there exist problems such as extensive operation mode, lagging information feedback and high management cost, which restrict the overall treatment efficiency and discharge stability. To improve the current situation, Luxian County has increased its emphasis on the construction of intelligent water management systems and scientifically and precisely regulated the processing procedures by means of data collection, automatic control and remote maintenance. Based on the functional structure and technological route of the intelligent water management system, and in combination with the current operation situation of sewage in Luxian County, this paper analyzes the main existing problems and proposes countermeasures for optimizing the system operation. During the process of system integration and application, each functional module has performed well in water quality monitoring, energy consumption control and operation and maintenance linkage, promoting the steady development of sewage treatment work in Luxian County towards digitalization and high efficiency.

Keywords: Smart water; Sewage treatment; Full process control; Water system

0 引言

我国经济社会深入建设背景下，愈发严重的环境污染问题成为制约我国环境友好型社会建设的主要因素。随着环境保护理念在我国各领域行业中的渗透，各城市纷纷加入现代环境工程建设队伍中。作为环境工程中的核心问题之一，城市污水处理水平与城市生态均衡发展之间存在密切关联。《“十四五”全国城市污水处理及资源化利用发展规划》的实施，需加快智能和数字化污水设施建设，增强全过程监督能力。在政策和监督的双重压力下，传统污水处理经营管理模式在反应速度、信息共享以及运作效率等方面饱受诸多困扰。本文基于泸县现阶段具体运营情况，

对系统架构、工作原理与运营路径进行研究，找到可广泛应用的智慧治理模式。

1 智慧水务系统的理论基础

1.1 智慧水务的内涵与技术架构

智慧水务是运用信息化技术提高污水管理的精细化和信息化的重要手段，主要目的就是使用如物联网、大数据、云计算等信息技术实现各项水务管理工作中的实时监测和自动化管理。在污水处理中，一般采用以物联网为主的智慧水务三层架构，即物联网感知层、数据层、应用层。从前端采集端口实时获取各类水质、水流量和设备运行数据，通过通信网络保证数据的稳定传输，然后由数据层数据中

心模块处理分析，应用层建立智慧化应用、工艺模型，最终呈递到使用者手中，如运维联动、运行监控、能耗控制和预警等功能。泸县在推动水务系统升级过程中，如果能够建设此类架构，可实现整个污水系统的信息闭环管理，进而提高系统控制的精准度和运营安全性。

1.2 全流程管控在污水处理中的技术实现逻辑

全流程管控在污水处理系统中，可以确保出水达标和运行效益，是一个持续采集进出水水质、水位、流量及设备运行参数，构建从前端调节池、综合生物化学反应段、沉淀过滤至达标排放的监测系统，以系统平台基于解析结果的运行负荷现状判断及工艺工况判断、实时调整供氧量、投药量及进水速度、并控制相关设备执行动作，形成“感知—分析—调度—执行”的闭环流程。并通过下发巡检计划、现场巡检、故障上报、维修验收等功能形成问题处理闭环流程。在推进泸县污水处理系统的数字化转化过程中，依托该逻辑优化现场运行控制，显著增强对水质波动的响应能力，有效缓解运维压力并提升整体运行的可控性与安全性。

2 泸县污水运营的痛点与智慧化需求分析

2.1 传统运营模式中存在的结构性问题

泸县地处丘陵地带，城乡结构分布复杂，污水处理设施点多面广。部分乡镇污水站建设时间较早，长期依赖人工值守与经验调度，缺乏统一运行标准。因地势起伏，部分区域管网建设难度较大，导致汇水不均、水量波动明显，极端天气下污水站易出现超负荷运行。同时，各处理站点之间缺少联动机制，运维人员需频繁往返于多个站点，工作量大、效率不高。运行数据多数通过手工记录，分散在纸质台账或单机文件中，难以进行集中管理和过程追踪。这种以人工操作为主、缺乏系统支撑的运行模式，已经难以适应当前对污水处理效率、稳定性和可追溯性的管理要求，也制约了整体运行水平的提升。

2.2 信息化建设基础薄弱带来的运维难点

在智慧水务系统建设启动前，泸县污水处理体系在感知、传输与数据处理等方面基础薄弱。部分污水处理站尚未配置在线监测仪表，水质、水量等关键指标主要依靠人工采样，数据获取周期长、精度受限，难以及时反映工况变化。设备运行状态主要依赖现场观察，出现故障时往往难以及时预警，运维响应具有滞后性。同时，各处理站之间未建立统一平台，不同设备品牌和系统之间接口不兼容，导致数据孤立、流程重复，难以形成高效的联动机制。缺乏信息整合能力也加重了一线运维人员的日常负担，很多管理决策仍依赖人工判断。这些现实问题直接影响污水处

理运行的安全性、规范性与效率，推动系统升级已成为必要选择。

2.3 推进智慧化升级的现实动因与政策驱动

面对日趋严苛的环境法律法规以及不断提升的环境标准，泸县污水处理管理过程面临巨大技术压力和合法性挑战。例如，日益严格的环保监管，针对农村居民生活污水的处理、雨水截排系统的改造，以及污水处理项目的运营控制、运营效率等精细化、常态化需求，传统管理制度已经无法满足。国家明确要求建设基于数据的全面智能化运行监控和监管中心。四川省相关环境保护条例也提出，引导地方水污染防治工作由突出建项目施工向突出建运营控制转变。对此，泸县为符合地方政府管理部门的需要，也同时考虑到地方数字化管理的现实性，开始将智能水务管理嵌入城镇基础设施建设质量提升工程中，不断引入各类数据采集设施、控制系统以及远程维护设备，提高污水处理效能与效率。

3 基于智慧系统的污水运营效能提升路径

3.1 构建一体化智能监控与调控系统

泸县现有污水处理站点分布较广数量多，处理规模不一，部分区域管网结构复杂，水量波动明显。传统运营方式多依赖人工巡检与定时调节，处理过程中的数据上传不及时、运行状态反馈滞后等问题在日常运维中长期存在。为改善这一现状，推进一体化智能监控与调控系统建设势在必行。该系统应在统一平台上整合各站点水质监测仪、流量计、液位计与主要机电设备运行数据，通过物联网手段实现数据实时回传与同步展示。平台支持设置不同运行阈值，根据历史运行规律与当前负荷，自动识别水质异常、设备运行异常或系统扰动，并生成预警信号。调控层可联动站内关键设备，如风机、加药泵、提升泵等，按实时负荷调整运行模式。系统还应具备趋势分析与数据回溯功能，方便管理人员比对运行变化并调整策略。目前泸县部分站点已完成远程监测设备安装，具备逐步推进集中监控系统部署的工程条件和人员基础，可从技术成熟区域开始试点，逐步实现站点集中管控。

3.2 优化能耗结构与运维管理机制

泸县辖区内污水处理站多数为日处理能力较小的分散站点，受服务人口、水质水量变化与季节性影响较大，造成负荷波动频繁。在运行控制方面，不少站点仍使用定频设备或人工调节模式，导致运行状态无法精准匹配负荷，产生能源浪费。为提高整体能效水平，应以智能系统为依托，引入动态能源调节手段。一方面，建议在曝气环节引

入溶解氧自动调节系统,结合实时水质数据精准控制供氧量,防止过度曝气造成能耗提升。另一方面,针对提升泵站与风机设备,可通过安装变频控制系统,结合运行平台进行能耗趋势分析,优化启停频率与运行时长。此外,在管理流程上,构建涵盖设备维护、故障处理与日常巡检的工单管理系统,明确责任节点,提高问题响应效率。为缓解偏远站点人工巡查难的问题,可结合泸县已布局的远程视频监控系统,采用“平台远程预警+本地简化处置”方式,减少现场维护频次。优先在负荷高、能耗大的处理站实施节能改造,将为后续县域整体能源优化积累经验。

3.3 建立长效管理机制与系统迭代能力

智慧水务系统投入运行后,能否持续稳定发挥作用,关键在于后续管理机制的构建和平台能力的不断升级。泸县在污水运营中具备较为清晰的部门职责划分,但在数据管理、人员分工与应急处置等方面仍有优化空间。为此,建议建立明确的数据权限制度,分层管理平台操作与信息查看权限,防止操作冲突与误用。同时应制定平台运行规范,对报警响应流程、设备维护流程进行标准化设计,确保系统异常响应闭环处理。在系统能力提升方面,可通过引入数据分析模型,对进出水水质、水量与能耗数据进行综合建模,逐步探索自动调度的边界条件。结合泸县污水处理站运行节奏及进水规律特征,设立负荷预测模型,可在暴雨、节假日前提前优化设备运行配置。人才保障方面,应针对运维人员开展系统操作与数据理解能力培训,特别是对乡镇污水站操作人员,分层分岗提供针对性教学。随着系统运行数据积累,泸县具备开展平台功能逐步扩展、算法功能叠加与跨平台数据融合的条件,为后续智慧水务深化提供支撑基础。

4 结语

泸县在污水处理过程中,开始更多地围绕其全信息系统智能化管理进行转型,以应对目前系统反应慢、能耗大和运行关联的缺点问题。智慧水务系统的应用,通过传感器接口、云处理和调节器的配合,大大提升了每个污水处理环节的实况反馈、操作精确性。在实践应用中,对设备节能设计、运行维护规程及远程调控模式设计已经提出了一个较为清晰的技术升级方向。目前,在平台功能拓展和人机交互性增加的基础上,泸县有建设自身智慧水务体系的良好基础。对于后续的应用,还需要结合当地的实际情况来制定具有自身特色的分阶段执行方案,进一步加强系统集成程度和数据使用能力,提升污水治理过程的管控性和稳定性。

参考文献:

- [1] 何京莲. 智慧水务系统在污水处理中的应用与展望[J]. 中国战略新兴产业, 2023(3):87-89.
- [2] 宗泽, 齐振伟, 胡辉辉等. 探究在智慧水务下“源网站厂河”的“五位一体”运营新模式[J]. 给水排水, 2022(S2):549-554.
- [3] 吴歆悦, 周文斌, 周海燕. 运维一体化模式下的污水厂智慧运营经验[J]. 净水技术, 2024,43(S02):331-338.
- [4] 卢晔楠. 智慧水务驱动下的污水处理厂数字化升级[J]. 天津化工, 2024,38(4):124-126.
- [5] 张华, 刘俊. 基于物联网技术的智慧水务系统研究与应用[J]. 水利科技, 2023,36(4):44-48.
- [6] 中国城镇供水排水协会. 城镇智慧水务技术指南[M]. 中国建筑工业出版社, 2023,17-18.