

# 基于物联网的分布式污水厂智能化集中监控的探索

张彦

(中持水务股份有限公司, 北京 100192)

**摘要:** 基于创新“互联网+水务”的水务运营新模式,以及“智慧城市”在水处理行业的延伸,创建智慧型水务公司是响应国家战略的新探索。采用物联网先进技术,以数据为核心,针对跨省多地区分布式中小城镇污水处理厂,在实现各级厂站智能化、透明化改造与建设的基础上,逐步建设大数据远程智能化集中监控平台。实践表明,通过数据的分析、比对、挖掘、处理,能够有效促进集群化污水处理厂的节能降耗及精细化管控,进而为污水厂的可持续运营和节能减排作出贡献。

**关键词:** 物联网; 智能化; 污水厂集中管控

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)22-0020-04

## Research on Intelligent Centralized Monitoring of Distributed Wastewater Treatment Plants Based on Internet of Things

ZHANG Yan

(CSD Water Service Company Limited, Beijing 100192, China)

**Abstract:** Based on innovating the “Internet + water” water operation new mode and the intension of “intelligent city” in the water treatment industry, the creation of the intelligent water company is a new exploration in response to the national strategy. Adopting the advanced technology of Internet of Things and taking the data as the core, on the basis of achieving the intelligent and transparent renovation and construction in all levels of plant and station, the big data remote intelligent centralized monitoring platform was gradually constructed for the distributed wastewater treatment plants in small and medium-sized towns across provinces and regions. Through the analysis, comparison, mining, processing of the data, it could effectively promote energy consumption saving, fine control of the clustering wastewater treatment plant, and contribute to the sustainable operation, energy saving and emission reduction of the wastewater treatment plant.

**Key words:** Internet of Things; intelligence; WWTP centralized control

随着经济发展和人民生活水平的日益提高,区域环保形势日趋严峻,分布式污水厂作为保障达标排放的环保终端在经济生活中扮演着越来越重要的角色,但这些厂站普遍存在着独立运营的管控瓶颈,主要表现在无集中管控平台统一管控致使运营效率低、人力资源浪费重、自动化智能化水平低、快速纠偏响应能力差、设备维保检修不到位、节能降耗管控缺失、运营成本高等方面,从而影响达标排放和可持

续长效运营。

基于跨省区分布式中小城镇污水厂运营管控模式的研究,根据长期水处理工程的设计实施及水务运营经验,结合“污水处理全过程监控的智能传感器系统研制”示范工程的建设,研发基于物联网技术以大数据为核心的大型水务集团分布式污水厂的“智慧”化集中管控平台,在厂站自动化、透明化及远程集中管控数据化、智能化的应用方向上进行了

探索。

## 1 分布式污水厂面对的问题与分析

分布式污水厂的特点和需面对的问题如下:①厂站分布广泛、零散布局、“各自为政”,没有统一的集中统筹管控平台,独立运营中缺乏数据分析对比、人力及资源形成浪费、运营成本高无法达到最优工况。②厂站检测分析仪表国产化程度低、成本高,自控方法单一、水平低,不能满足水处理的动态或滞后工况,不能满足远程集中监控平台对基础数据获取的需求。③缺乏厂站“智能化、透明化”建设及管控的核心理念,厂站人力、能耗、药耗等运营成本高,缺乏控制手段和降耗措施,不能达到最优成本控制,可持续能力差。④缺乏远程数据传输的技术手段,数据信息收集采用原始人工报送方式,运营人员劳动强度大,准确率低,数据统计费时费力,致使数据分析应用不到位,运营偏差的快速反应及预测能力差<sup>[1]</sup>。

## 2 分布式污水厂智能化集中监控的实践

### 2.1 智能化监控平台架构

基于物联网的分布式污水厂的智能化、透明化集中管控研究的技术核心是“数据”,包括数据的检测感知、获取、收集、传输、存储、统计、分析、挖掘、应用等。按照物联网关键技术,智能化集中监控系统技术架构划分为感知层(分布式厂站仪表及 PLC/DCS、数据库)、网络层(数据传输通道和介质)和应用层(远程集中大数据应用管控平台)。系统具体情况见图 1。

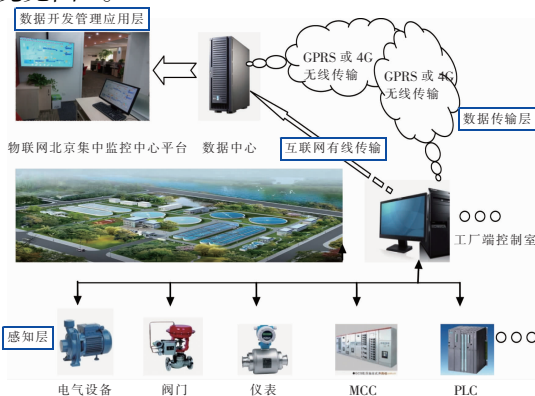


图 1 基于物联网以数据为核心的分布式中小城镇污水处理厂的智能化监控系统

Fig.1 Intelligent monitoring system of distributed small and medium-sized urban sewage treatment plants based on data with Internet of Things

① 感知层包括厂站的各种感知检测分析仪表、传感器、MCC 电信号、PLC/DCS 控制系统、SCADA、视频监控、厂级数据库等,统一组成污水厂的神经感知末梢,是物联网架构的基础感知传感器层,是数据获取的基础关键环节。

② 网络层利用互联网及通信、数据传输技术,构建物联网远程监控系统的网络数据传输体系,将各厂站感知层的检测数据、运行参数及视频数据等传送至远程集中监控中心,搭建统一的总部监控平台以实现大数据管理与应用。

③ 应用层是在感知层和网络层的基础上,建立基于服务器的远程物联网大数据监控平台,基于 Web 的信息管理模式实现数据收集、管理、存储、显示、查询、融合、挖掘、分析、对比、应用等。平台通过工艺组态动态反映各厂站运行状态、异常偏差报警并快速反馈纠正,实现指标监控并及时反馈到 APP 终端。通过分类对比并分析挖掘各类数据的关系,指导生产运营,降低能耗和药耗。通过调控实现资源共享,降低备件库存及运营成本,实现统一的调度分析、运营决策、远程专家诊断等。

针对分布式污水厂的状况研究探索并分别建设感知层、数据传输网络层、大数据远程物联网集中管控平台。

### 2.2 厂站感知层的研究建设与应用效果

在厂站设计及提标改造中,利用检测新技术、先进控制器、创新型控制策略和方法,加强“智能化、透明化”厂站建设优化运营数据库,使厂站感知层能够为大数据集中管控平台提供精确的基础数据。

在厂站降低运营成本中,结合集中管控平台建设提出“污水厂从方案、设计、工程建设到运营全过程节能”的创新管控理念。工程设计中运用先进设计方法及新技术并大规模采用高效节能设备实现节能降耗,同时将沼气发电等新能源应用布局于工程项目。

感知层智能化建设的技术探索典型案例与应用效果如下:

① 高性能控制器的应用。睢县新概念污水处理厂采用先进的污水和污泥处理技术,水区和泥区分区使用可靠性高且控制性能良好的冗余 PLC 替代传统分控低端 PLC 控制系统,为厂站级高水平控制系统获取实时快速、准确可靠的基础数据提供了创新思路。

② 检测仪表和控制方法的改进。浙江东阳污水处理厂结合工艺改造(水解改为AO)配置了溶氧仪、污泥浓度计等分析仪表,与空气悬浮风机形成闭环连锁控制,实现每年约  $28 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$  的实际节电效果;同时将一、二期工程不同的中控操作员站改造升级成统一操作平台,方便监控的同时为远程大数据平台提供统一的数据库。

③ 研究课题的示范与引领。沁阳污水厂结合笔者所在公司主持的国家“863”课题——污水处理全过程监控的智能传感器系统研制示范工程,采用由清华大学和中国人民大学创新研制的比耗氧速率(SOUR)、电子鼻氨氮、硝化和反硝化速率等在线分析仪表,工程中同时使用由清华大学研究的AVS精确曝气及化学除磷等高效控制策略,通过工程设计并实施完成了该厂全过程智能控制系统的集成和应用,实现了出水稳定达标和节能降耗,其中电耗降低13.6%(见图2),药耗降低15.1%。

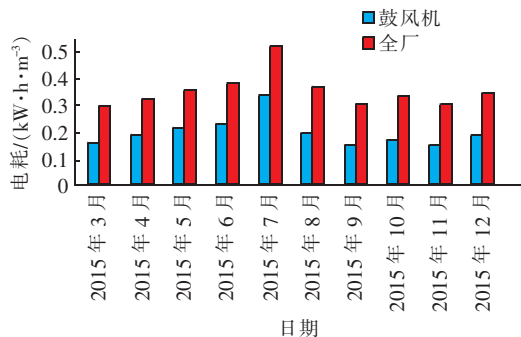


图2 沁阳污水厂使用创新仪表及先进控制策略后的节能效果

Fig. 2 Energy-saving effect of using the innovative instrument and the advanced control strategy in Qinyang WWTW

图2中2015年3月—7月为该厂调控前的吨水电耗,2015年8月—12月为该厂调控后的吨水电耗。调控前鼓风机吨水电耗为  $0.216 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ,全厂吨水电耗平均为  $0.371 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ;调控后鼓风机吨水电耗平均为  $0.163 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ,全厂吨水电耗平均为  $0.320 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ,以鼓风机电量计节约用电约为24.7%,以全厂电量计节约用电约为13.6%。

通过创新示范及引领,促进了智能仪表和控制系统的自主开发及国产化,降低了污水在线检测分析仪表和自控系统的成本和运行费用,经测算  $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  规模污水处理厂的投资回收期约2.5年。

④ 厂站设计中节能理念的提升。正定高新区污水厂PPP项目在工程设计中结合工艺对可调节

的泵类风机全部实施变频并自控,节电效果达到  $60 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{a}$ ;睢县新概念污水处理厂使用污泥高干厌氧技术产生沼气,一期250 kW发电机并网发电,能有效降低污水厂运营电网耗电。

## 2.3 网络数据传输层的研究与探索

分布式污水厂厂级检测及控制系统(现场感知层)的数据通过厂站数据库、数据通信封包及RTU数据发送程序,再通过可靠的传输介质及模式(数据传输层)上传至集中管控中心(应用层)。为提高数据传输的安全可靠性,研究采用“一天一地”的数据传输模式。“一天”即通过无线GPRS(或4G)模式将厂站数据实时传输至总部集中监控中心;“一地”即利用有线互联网传输数据。数据传输技术路线如下:各厂站的现场控制主机通过COM口与RTU相连,通过数据读取和封包获取数据后与RTU通信,控制RTU将数据包以无线方式发送或通过互联网传输,在总部中心的机房配置多台服务器,申请公网的固定IP地址,再通过数据均衡和接收程序获取数据后解压封包,存入服务器数据库。通过数据传输和转换平台统一数据格式并存储,便于管控中心集中分析管理开发应用。

## 2.4 应用层监控平台的研究与搭建

在北京总部建设远程物联网监控中心平台,接入沁阳污水厂、东阳污水厂等示范厂的运营数据,积累经验后逐步扩展到全部运营污水厂。一期建设两台服务器作为数据中心,配置相关硬件设备,平台监控中心开发相应数据处理功能并统一运营管控。

### 2.4.1 数据接收与转换

远程集中监控平台自动检测各厂站的连接状态并配置数据接收转换程序,将各类数据(开关量、模拟量、数值、视频等)过滤后编码转换成标准格式存储于对应数据服务器。

### 2.4.2 平台的搭建及大数据挖掘应用

通过大数据服务器实现统一的海量大数据分类、监控及管理,以直观动态的画面监控各生产现场的运行状况,对数据进行统一分类、存储、显示、查询、融合、挖掘、分析、对比、开发应用。中心平台监控及大数据分析处理管控功能包括:

① 实时显示各厂站的位置及运行参数、工艺动态组态画面、关键指标及检测数据、设备状态,监控主要运营数据及指标。

② 运营数据自动形成多数据、时间轴的实时



和历史趋势曲线,方便查询、对比、分析。同时对数据进行分类、汇总、统计、计算等操作,形成各类报表及历史数据库并共享,减轻运营工作量,提高效率。

③ 厂站进出水指标及主要参数出现异常时,系统根据预设值等判断条件,自动弹出窗口同时提示音报警,显示报警的厂站名称、位置及设备仪表位号,通过短信将报警信息发送到手机 APP 终端。

④ 利用智能仪表及自动化技术,在对各厂站运行状态和参数监控的同时,调用厂站视频监控,实时聚焦某一工艺段设备运行状况,实现厂站管控的智能透明化,运营数据的专业安全化。

⑤ 实现厂站日志记录标准数据库。厂站发生的较大状况,包括主要设备的启停及故障、水量水质超标、运行参数调整等均形成日志记录,按厂站分类管理。

⑥ 建设设备管理数据库,包括厂站设备周期运转、大中小修、故障记录、维护保养、易损零部件更换等。

⑦ 建设药剂及化验管理数据库,包括药剂定额、采购、危废处理、指标控制、人员管控等。

⑧ 建设能耗管控数据库,通过对水厂主进线电量计量及各工艺装置区关键设备电能计量,融合自控系统仪表数据、设备效率及功率因素等数据,分析在同一时期和不同时期能源(水、电)的消耗量,生成相应图表。通过深度挖掘计算、横向对比等,采取相应节能降耗措施实现经济运行。

⑨ 建设运营成本绩效数据库,包括计划与指标的跟踪考核对比,偏差结果分析与优化,以及绩效排名等。

⑩ 利用大数据计算工具,通过成本、收入、污染物削减、行业对标与排名等分析,结合专家智能经验数据库实现同工艺污水厂对比,实现节能优化降低成本。

⑪ 使用 Web 发布及 APP 终端,完成历史、当前参数显示查询;通过配置程序灵活且设置终端接收的多个手机号码,自动短信收发显示数据,与报警装置实时对接,异常报警信息及时发到相关负责人的 APP 终端上。

⑫ 通过远程物联网大数据监控平台的建设和应用,深度分析数据之间的联系,形成模拟仿真与远程专家诊断系统,降低运营成本,提高效率,实现污水厂可持续运营;通过数据挖掘完成指标预警,实现

工艺流程或设备隐患预测并发现早期问题,避免恶性事故,实现污水厂运营全生命流程的监控管理,提升企业价值。

### 3 结语

通过分布式中小城镇污水厂的智能化、透明化研究探索及基于物联网的厂站感知检测、网络数据传输、远程大数据监控平台的建设,初步打造出集管理人员、业务专家、运营信息高度融合的快速反应决策系统。通过大数据的统计分析挖掘,构建实时数据模型及工艺系统仿真,快速掌握生产及成本偏差,做到运营纠偏的及时与准确,实现闭环控制及精细化的运营管控。通过数据的统筹分析、工艺的不断优化、持续的跟踪改进,能够使污水厂降低运营成本并提高收益及管理水平。通过污水运营的集中数据化管控的不断探索及优化升级,可持续创新培育智慧大数据平台的增值业务。

### 参考文献:

- [1] 中国市政工程中南设计研究总院有限公司. 给水排水设计手册(第八册):电气与自控[M]. 3版. 北京:中国建筑工业出版社,2013.
- Central and Southern China Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd. Water Supply and Drainage Design Manual (Volume 8): Electrical and Automatic Control [M]. 3rd ed. Beijing: China Architecture & Building Press, 2013 (in Chinese).



作者简介:张彦(1968—),男,北京人,本科,高级工程师,中持水务电气自控总工程师,中国自动化学会环境感知与保护自动化专业委员会委员,长期从事水处理及污泥行业电气自控专业的设计、运营、智能化等研究及技术工作。

E-mail: zhangyan@zchb.net

收稿日期:2019-03-16