

智慧水务在污水处理厂的应用

Application of Smart Water Technology in Sewage Treatment Plants

骆侃

Kan Luo

杭州市水务集团 中国·浙江 杭州 310009

Hangzhou Water Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310009, China

摘要: 数据的综合处理是水务公司在信息化时代面临的重大挑战。智慧水务技术可以打通零散的数据,整合构建具有多接口、跨平台的一体化数据库,进行数据交互和联动控制。通过云计算、大数据、物联网、移动应用、人工智能等新技术,深度融合水处理行业,进行污水处理厂的厂内智慧化自控设计,实现厂网联合调度,从而创造新型的管理与服务模式,实现资源的优化配置。

Abstract: Comprehensive data processing is a major challenge for water group companies in the information age. Smart water technology can break through scattered data, integrate and build a multi-interface, cross-platform integrated database for data interaction and linkage control. Through cloud computing, big data, Internet of Things, mobile application, artificial intelligence and other new technologies, the water treatment industry can be deeply integrated, the intelligent automatic control design of sewage treatment plants can be carried out, and the combined dispatching of sewage treatment plants and network can be realized, so as to create a new management and service mode, and realize the optimal allocation of resources.

关键词: 智慧水务; 污水处理厂; 智慧化自控设计; 厂网联合调度

Keywords: smart water technology; sewage treatment plant; intelligent automatic control design; combined dispatching of sewage treatment plants and network

DOI: 10.12346/etr.v5i2.7719

1 引言

各种数据的综合处理是一项重大的业务挑战。简单的数据传输和管理限制了水务公司内部生产管理的协作,使人们难以及时发现生产事件和技术缺陷对整个水处理系统的影响。妥善应对这些数据挑战并非易事。近年来,随着水处理数据技术、程序技术和数字技术的提升,利用数据库软件从多个系统聚合数据,管理、分析、统计和预测生产活动,是水行业的发展趋势。

不同的控制系统应用程序数据格式不同,现场实时数据库的查询管理方式也千差万别。为适应水处理行业的发展需求,需要打通各个局部控制点的数据,整合构建一个具有多接口、跨平台的数据库。智慧水务技术可以联通和集成智能安防、智能配电、设备监测、优化控制等系统,实现数据交互和联动控制,从而促进污水处理厂标准化、信息化、数字

化、智慧化、自动化。

2 厂内智慧化自控设计

厂内智慧化自控设计,将构建以数字转型、智能升级、融合创新为导向,以5G、工业互联网、云计算、人工智能等应用需求为牵引,汇聚多源数据资源、运用绿色低碳技术,具有高技术、高效能、高安全等特征的新型基础设施。整套系统的设计将聚焦最为核心的出水水质、吨水能耗、吨水药耗、人员成本、运维成本等问题,以闭环管理、少人运维、节能增效为核心目标。

2.1 系统构架的层级划分

整套系统从水平方向划分。在数据采集与监视控制系统(Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA)的构成上仍由现场检测执行级、区域控制级、集中监控管理级三

【作者简介】骆侃(1985-),男,中国浙江杭州人,本科,工程师,从事市政工程,水利工程管理、技术与建设等研究。

层组成。但每一层将赋予全新的内涵。

①监控管理级：考虑到与既有平台的无缝衔接，以及智慧化提升要求，在污水处理厂中控室可构建新一代基于超融合技术，部署在私有云的管控一体化平台，能克服传统系统中因扩建升级而频繁更新软、硬件的窘境。快速实现各类业务应用场景之间的智慧互联，提高软、硬件利用率。

②区域控制级：充分利用边缘计算的能力，通过各个工段或设备组的自带控制器实现快速的信号采集、判断和响应，提高系统的整体响应速度和安全性。

③现场检测执行级：尽量采用具备物联网技术的智能终端（如数字化仪表、一体化智能执行器等），在节省工程线路投资的前提下可以极大地提高信息采集效率，提升系统的全面感知能力。

2.2 各个子系统的纵向支撑

为实现“黑灯工程”，达到碳达峰、碳中和最终目标，在各个子系统做如下设计：

①智慧运行方面：设置工艺仿真、精确曝气、智能加药、污泥沉降比分析、仪表监测等子系统；

②智慧维护方面：设置机器人巡检、设备状态监控、水泵振动监测、箱体结构沉降等子系统；

③智慧管理方面：设置基于超宽带（Ultra Wide Band, UWB）技术的人员定位系统、基于人工智能（Artificial Intelligence, AI）技术智能安防系统、基于关键绩效指标（Key Performance Indicator, KPI）体系的成本分析系统以及设备全寿命周期管理系统等子系统。

上述子系统作为基础支撑三级控制系统平台，同时辅助一套数据挖掘和分析系统，通过各个数据的关联性与变化趋势，自动校核，判断相关数据的可信性，连结和加强水平控制层和纵向支撑功能，从而形成一个完整的体系。

2.3 信息管理目标

信息化管理将实现“五化、三统一”。

①物理资源池化：利用虚拟化技术将公司的服务器、网络、存储资源统一纳管，形成资源池，实现物理资源统一调度、按需分配、柔性扩展。

②技术组件和业务功能服务化：实现通用技术组件、中间件的服务化。对业务功能进行模块化拆分，服务化改造。实现系统的组件化、服务化。

③技术和服务标准化：制定各环节、各层面的技术规范 and 标准，统一服务访问接口和服务互操作形式，实现应用开发、运行、管理环境的标准化。

④应用开发平台化：将应用开发所需的开发工具、管理工具、底层库，依赖的研发环境、中间件、数据库等抽取出来，形成统一的开发平台。

⑤运维自动化：实现通用技术组件、中间件的服务化。对业务功能进行模块化拆分，服务化改造。实现系统的组件化、服务化。

⑥业务系统建设统一：统一业务系统建设的规划、架构和技术路线，统一开展业务系统研发和项目管理。避免重复建设，杜绝“烟囱式”开发。

⑦业务流程、数据统一：统一业务数据模型、业务流程的梳理和定义，实现各业务系统集成融合，实现各类数据集共享，提升系统开发柔性。

⑧物理资源统一：IT资源集中管理，统一调配，按需使用，弹性扩展。

3 厂网联合调度

实现厂网一体化联调联控和运维管理，需要切实结合市政排水片区排水系统现状和问题，为污水处理厂提供一套厂网一体化运维的解决方案，打通排水系统智慧化运行的关键节点，实现排水系统智慧运维、智能管控、优化调度，削减排水系统溢流、内涝，最终实现保障水安全、优化水环境的终极目标。

3.1 监视控制体系建设

监视控制体系是排水系统智慧化的基础，是排水系统实现关键节点前馈预测和反馈分析，也是调度指令下发的基础条件及必要条件。监视控制体系可以分为三个层次，分别是感知系统、自控系统和数据集成系统。智慧水务系统建设中，三者结合。

关键节点感知监测设备部署不全面，闸、阀、泵站自动化水平低，监测、设备运行状态、控制和报警数据无法做到集中化收集、归档、分析，存量排水设施本底不清，不同层级排水设施割裂化管理等问题普遍存在于排水系统之中。智慧水务可以使厂网一体化高效运行、智慧管理和联合调度。智慧水务设计需遵循基础先行、急用先建的分层建设原则，科学选取节点，进行必要的感知网络部署和核心排水设施自动化改造，并且实现所有核心底层数据的全收集、全归档，推动系统具备智慧管理、联调联控的基础条件。

3.2 数据平台建设

智慧水务数据平台建设要符合污水处理设施及相关信息数据管理实际需求，以实现污水处理设施及相关信息数据汇集、管理与可视化。通过物联网、互联网等各种手段，对地理信息数据库、在线监测数据库、资产数据库、项目数据库、运营信息数据库、用户数据库等数据进行收集保存，通过数据基础服务，对数据进行加工整理、清洗、抽取、转换等，在海量数据中获取有价值的信息，充分提升现有设施的资产管理水平^[1]。

4 业务应用体系建设

4.1 管网运营管理子系统

①排水管网信息管理：将排水管网设施数据与GIS地理信息数据集成，实现排水管网设施的可视化、基础操作以及管网设施的基础信息查询、统计等功能，并利用系统的数据管理能力，实现数据的导入与输出功能^[2]。满足系统平台对排水设施的展示和基础数据管理需求，实现排水设施的可视化交互、空间数据管理、属性数据管理、数据统计与分析等功能。

②排水管网数据应用：基于排水管网的拓扑分析，结合在线监测数据联动分析，对排水管网状态进行研究判断，及时发现管网运行问题，为后续水环境治理、工程改造提供可靠依据。通过挖掘分析历史数据，帮助运维人员逐步了解管网运行变化趋势，为保证管网正常安全运行、提高排水管理

效率提供基础支撑。系统设置地图基础操作、管网基础分析、管网专题统计及排水流向展示等模块。

③排水管网运行监控：融合排水系统多源数据，通过水质水量在线监测仪对排污单位污染源排放数据进行实时监测，可对监测数据进行汇总、统计，提供各类报表展示。

④管道设施养护管理：实现设施养护检测资料和检测设备统一管理，对检测设备库存状态、厂家信息等情况进行详细记录，通过闭路电视检测资料管理和挖井疏通信息管理模块，对检测详情进行记录，通过检测报告和修复方案管理模块查询检查记录、清淤记录、修复记录，养护人员可以讨论和制定修复方案，并对管线设施进行标注。

⑤巡检管理：通过工单管理模式实现管网巡查管理任务的信息化管理。帮助管理人员更科学、更便捷地制定计划、派发工单，满足管理人员对巡检工作的管理需要，可以在线监管各巡检任务的完成情况，查看巡检员上报的各事件信息。

4.2 污水处理厂运营管理子系统

①运行监控：为污水处理厂日常管理提供可视化展示，对各个工艺阶段进行全面监视，直观掌握运行状态。系统基于构建的污水处理厂三维实景模型，模拟污水处理厂工艺布局设计监控界面，将各工艺阶段中所包含的设备按工艺流程添加到界面中，形象而直观地体现污水处理构筑物、管道的布置情况及设备仪表安装位置等。同时，将数据库中采集到的实时数据，如进/出水量、液位值及各种工艺过程参数、设备运行状态等信息无缝集成至监控界面，并实时显示到各工艺阶段对应的设施设备中，从而实现到现场生产运行状态的远程实时监控。

②生产管理：实施全流程的精细化生产管理，深入水厂运行管理各个方面，是整个生产运营管理平台系统的中心环节，其主要功能是从管理角度出发，统筹兼顾和协调各部门工作内容，节省人力、物力资源，发挥最大管理效益和经济效益。

③设备资产及运维管理系统：设备是污水处理厂生产运行的物质基础，保持设备状态良好并实现高效率运转是污水处理厂安全、稳定、高效运行的基本保障。一个先进的设备资产及运维管理系统能够对设备进行集中管理与维护，以数字化手段实现对设备完整生命周期的有效监管。

5 监管系统建设

5.1 考核评估

建立绩效考核体系，并通过考核系统对厂网联合运行情况进行考核，系统评估工程建设效果和运营管理效果，从根本上保障智慧水务平台的长效运行。

①无缝对接项目评价标准体系，全面覆盖每项指标，确定每项指标的评价方法和算法。

②根据人工填报数据、运行监测数据、模拟计算数据，利用统计分析、多点比对等方法，编制相关计算程序，实现各项指标的自动计算，并通过地图、图表等多种展示方式进行评价指标的综合展示、对比分析等^[1]。

③实现各项指标全方位考核评价结果的综合展示、跟踪、

查询与分析，通过评价指标实际值与目标值的对比分析，预判评价指标是否可达成当期目标，实现评价指标预警，提醒管理者及时调整，采取有效措施。

④支持不同时段考核评估结果回放对比，清晰了解项目建设进展及成效。

5.2 应急指挥

实现水环境、防汛等应急事件以及应急车辆、物资等的实时展示功能。设置应急专题模块，展示工程应急总体概况，包括水环境应急事件和防汛应急事件，根据应急事件的来源渠道（巡查、在线监测、公众上报）进行数据统计，并以地图的形式展现当前在线的人员、车辆、警情，实现水环境事件和城市内涝的提前预警，为应急抢险提供精细化的管理，从而减少人员伤亡和财产损失。

6 厂网联合调度体系建设

构建网络架构下的数据采集与监控系统（以下简称“B/S架构的SCADA系统”），通过定制化开发上位控制接口、搭建三维模型、实时展示设备运行状态，实现数字孪生，为排水系统高效运维、上位监控提供支撑，并配合联合调度系统实现联调联控、优化调度，削减流域溢流、内涝，保障流域水安全，优化水环境。

B/S架构的SCADA系统是以星形或环形网络结构为基础，以无人值守为目标，构成的一个安全完整的网络框架，并与可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）无缝衔接，可进行上位监控以及控制条件修改。B/S架构的SCADA系统可与在线模型系统进行互联，可实现在控制逻辑里通过软切换和数据追踪等功能进行高级控制与基本控制的顺畅切换。

7 结语

建设智慧水务系统关键是应用，通过云计算、大数据、物联网、移动应用、人工智能等新技术，深度融合水务行业，把数字化应用于污水处理厂的厂内智慧化自控设计与厂网联合调度中，创造新型的管理与服务模式。在数据的价值创造与价值传递过程中，数据能够将价值链的更多环节转化为战略优势，实现技术、物质、资金、人才、服务等资源的优化配置，实现管理精细化、服务精准化和现代化管理目标^[4]。智慧水务让数据驱动创新，让数据处理能力成为引领水处理行业发展的新动力。

参考文献

- [1] 熊俊,吴邦硕,周伟,等.在施项目关键信息数据库技术[J].建筑技术.2020,52(12):1502-1504.
- [2] 沈雨,周曦.精细化管理:南京鼓楼区城市排水系统的新模式[J].中国测绘.2020(6):59-63.
- [3] 孔祥文.长江大保护试点城市智慧水务系统构建探索[J].水利信息化.2020(6):12-16.
- [4] 熊建功,沈秀红,梅征,等.浅析水务企业大数据布局[J].水资源开发与管理.2019(12):59-63+73.