

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2024.14.002

# 安吉县智慧供水平台构建及应用效果分析

何洁, 张军, 钱炯, 张小茜

(安吉国源水务集团有限公司, 浙江安吉 313300)

**摘要:** 随着城镇的发展,工业及生活用水需求不断提升,县域供水格局发生转变,传统以厂站为单位的独立供水模式已无法满足区域大调度供配水的需求,同时“十三五”规划对供水覆盖面积的要求进一步提升,导致多级增压、单村水站等小范围供水模式日益增多,如何从县域层面统筹城乡供水一体化生产设备与设施的有效管理、高效利用原水资源、优化供水资源调配等问题亟待解决。安吉县采用智能化手段全面提升供水管理与服务的效率与效能,在立足县域发展实际的基础上,结合城乡供水一体化规划,通过对水务系统各业务流程功能分解及共性提取合并,搭建了智慧供水平台,实现了跨系统的数据、流程与业务协同,可为其他准备建设智慧水务平台或已投入使用智慧平台的水司提供新的规划与系统提升思路。

**关键词:** 城乡供水一体化; 智慧供水; 资源整合; 平台构建; 使用效果

**中图分类号:** TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2024)14-0008-05

## Construction of Smart Water Supply Platform and Its Application Benefit Analysis in Anji County

HE Jie, ZHANG Jun, QIAN Jiong, ZHANG Xiao-xi

(Anji Guoyuan Water Group Co. Ltd., Anji 313300, China)

**Abstract:** With the development of towns, the demand for industrial and domestic water has been increasing, and the county water supply pattern has changed. Traditional methods, organized around individual waterworks and stations, are inadequate for large-scale dispatching water supply and distribution. Additionally, with the further improvement of water supply coverage requirements in the 13th Five-Year Plan, small-scale water supply modes like multi-stage pressurization and single-village water stations are increasing. There are some issues to be solved, including effectively managing integrated production equipment and facilities for urban and rural water supply at the county level, efficient utilization of raw water and optimal allocation of water supply resources. Anji County adopts smart methods to comprehensively improve the efficiency and effectiveness of water supply management and services. Based on the actual development of the county, combined with the integrated planning of urban and rural water supply, a smart water supply platform is built. By decomposing water affairs processes and creating a unified application support platform, cross-system data, process, and business collaboration can be realized. The practice can offer insights for water companies considering or implementing similar smart water platforms, suggesting new planning and system enhancement strategies.

**Key words:** integration of urban and rural water supply; smart water supply; resource integration; platform construction; usage effect

随着安吉县城乡供水一体化的推进,县域水务行业完成整合,但整个供水行业面临水厂、泵站、管网基础设施设备品牌参差不齐,供水服务范围广而散、自动化程度低的问题。同时,安吉县以丘陵地形为主,多级增压供水特征明显,亟需通过技术手段实现管理精细化、智能化以提升生产效率。随着《“十三五”国家战略新兴产业发展规划》、“智慧城市”布局与规划等政策文件的相继落地,安吉县于2017年末启动了智慧供水平台的建设,2019年该平台正式投入运行,取得了较好效果。

## 1 安吉县智慧水务供水平台

### 1.1 智慧供水平台架构

安吉县智慧供水平台包括智慧供水基础支撑平台、智慧水务综合管理平台、供水大数据及人工智能分析平台、供水云服务平台和水务物联网终端。平台采用物联网、云计算、大数据、人工智能、移动互联网等信息化技术,建立水务综合应用模型,再造业务流程。经过多年的建设与运营,目前该平台已有生产监控系统、管网GIS系统、水质化验系统、设备管理系统、大用户系统、车辆管理系统、工单流转系统、客户服务热线系统、应急指挥系统、综合管理系统、营业收费管理系统、分析报表系统、SCADA系统等10余个系统,具体见图1。



图1 安吉县智慧供水平台

Fig.1 Smart water supply platform in Anji County

### 1.2 智慧供水基础设备及数据

安吉县智慧供水平台GIS系统已覆盖全县15个乡镇片区(面积1 886 km<sup>2</sup>),管网约1 400 km;SCADA系统已采集与控制的泵站150余座,实现90%覆盖区域的二次供水系统监控;200余台(套)流量计及压力表信息已上传平台,实现了7个片区的DMA分区建设。截至2021年底,平台已采集水厂、泵站、管网物联网数据2.1亿余条,工单派遣任务5万余条。系统运行期间已积累大量生产数据,可支撑水务日常生产运营工作。

## 2 智慧供水平台建设

### 2.1 管网GIS系统

建设供水管网GIS系统,可实现供水管网及附属设施的全面数字化。通过建立管网水力静态模型,将管材、管径、阀门、管网节点及建设年代等信息形成综合系统。

基于GIS系统建立移动化巡查系统,定制化开发工单巡检APP(见图2),在巡检设备、设施处安装NFC芯片,工作人员根据编制好的巡检任务前往各巡检点用手机扫描NFC后即可完成管网养护任务。工作人员在巡检过程中发现管网隐患,可直接通过APP形成维修工单,并派发给抢修人员前往修复,实现管网巡检养护的闭环管理。



图2 基于GIS系统开发的工单巡检APP

Fig.2 APP of work order inspection developed based on GIS system

利用高效的数据管理软件实现数据的统一、分类、分层管理,使GIS系统与生产监控系统实现数据共享(见图3),打通GIS与生产监控系统实时数据孤立的情况<sup>[1]</sup>,运用生产监控平台直观展示管网系统的数据,通过信息集成提供决策参考建议。



图3 生产监控系统嵌入管网GIS数据

Fig.3 Production monitoring system embedded in GIS data of the pipe network

### 2.2 生产监控系统

建设生产监控系统,对原水水质参数,以及水厂各构(建)筑物(如沉淀池、滤池、清水池、出水泵

房等)和输配水管网的设备设施流量、水质、压力进行监测,实现输配水全过程监控、DMA 分区计量监控、生产能耗分析。其中,以 DMA 分区与能耗系统对生产效率的影响及优化控制最为明显。

DMA 分区指将管网分为若干个相对独立的区域,在每个分区的进水管上分别安装流量计从而实现各个区域入流量与出流量的监测<sup>[2]</sup>。实现分区计量管理可使降漏损工作由原来的被动检测转向快速定位检测,有利于降低漏损率;同时,合理分配人力、物力等资源,使供水企业的运行更加趋于科学化、合理化<sup>[3]</sup>。经过两年的试运行,安吉县供水 DMA 分区已初见成效。为使分区成果更具指导性和准确性,在原有 DMA 基础上,结合生产监控系统收集并分析夜间最小流量、日(夜)倍率以及夜间最小流量与日均流量的比值等数据,实现数据间的相互佐证<sup>[4]</sup>。同时,运用供水管网 GIS 定位信息使工作开展更加高效<sup>[5]</sup>。以天子湖镇区高禹集镇某时段流量异常为例进行分析。

① 水量异常判断

当智慧水务生产系统日倍率(日平均流量/七日日平均流量)及夜倍率(夜间平均流量/七日夜间平均流量)均高于 110%时,启动系统预警。2022 年 1 月 8 日,安吉县天子湖镇高禹集镇五福路主管流量出现异常,五福路 DN600 流量计(高禹集镇入口流量计)连续 2 d 的日倍率、夜倍率均高于 110%,系统预警被触发,同时调阅生产监控数据发现连续数日水量有明显升高趋势,初步判断此主管供水区域出现漏损(见图 4)。

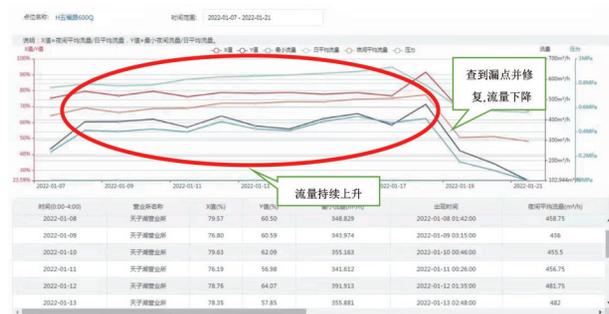


图 4 高禹集镇五福路 DN600 主管流量异常趋势  
Fig.4 Abnormal trend of the main flow of DN600 in Wufu Road, Gaoyu Town

② 利用 DMA 分区及生产监控数据进行分析

五福路 DN600 主管区域 DMA 分区如图 5 所示。结合生产系统趋势图对该段主管后端进行分析,发

现南店园区 DN600 流量计数据走势与五福路 DN600 主管流量上升趋势基本一致。为进一步缩小查漏范围,对该段下游分区流量计[即天长大道 DN600、晓南线(老管道)DN200、高禹监狱 DN300、蓝海温泉 DN200]进行深入判断,发现下游流量计数据走势与南店园区 DN600 流量计数据变化趋势不一致,可排除该段分区漏损,最终将漏损区域锁定为 DMA 二级分区五福路 DN600 流量计与南店园区 DN600 流量计之间。



图 5 五福路 DN600 主管区域 DMA 分区  
Fig.5 DMA zoning in the DN600 main pipe area of Wufu Road

③ 利用 GIS 系统精准定位

在智慧平台 GIS 系统上对漏损区域进行框选,通过分区,高禹集镇漏损区域可由直径 6 km 的范围缩至直径 0.8 km 的范围(见图 6),最终在定位区域范围内发现是由球墨铸铁管承插接头脱落导致水量异常,并及时予以修复。



图 6 高禹集镇漏损点研判范围缩小示意  
Fig.6 Schematic diagram of narrowing the scope of research and judgment on leakage points in Gaoyu Town

#### ④ 实施效果

智慧水务未投入使用以前,从发现异常(平台建设前通常根据用户用水量异常来电后客服反馈)至完成修复整个阶段需耗费45~60个日历天。智慧水务平台投入使用后,自发现异常及排查直至修复,只需7~10个日历天,大大提升了工作效率,减少了不必要的成本。

目前,安吉县域除主城区外,其余乡镇及城区周边供水量约为 $3\,901.8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ( $10.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 左右),经过两年的运行,由平台预警、分析发布漏损指令所提升的效益约为110~165万元,漏损率呈逐年降低的趋势(由2019年的35.8%下降至目前的24.43%)。此外,随着漏损率的降低,原水资源费及动力能耗也随之下降。以2021年5月—12月系统运行效果为例,通过平台预警实现了降漏损 $85.6 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,约合水费214万元;按原水及水资源费为0.45元/ $\text{m}^3$ 、药剂费用为0.0396元/ $\text{m}^3$ 、电费为0.1477元/ $\text{m}^3$ 计,该段时间通过提升查漏效率可节约费用54.54万元。

#### 2.3 能耗系统

基于物联网、云计算,将生产数据、视频监控、日常管理等相关数据进行集中分析及数据挖掘,发现安吉县因地处山区其多级增压情况普遍,增压设备设置较多,泵站普遍存在低效率运行情况。目前,平台已上传150余座泵站信息,存在较大节能降耗空间。为提升管线增压设备的使用效率,对泵站电能设施参数进行监测,优化泵站运行。首先,在泵站增设智能电表,由能耗管理系统结合SCADA系统捕捉每台水泵的运行数据,经一段时间的观察,发现水泵原有的运行模式程序设置为当一台水泵频率达到50 Hz后,下一台水泵启动,此时未满载运行的水泵频率波动起伏较大,水泵的功率因数持续偏低,即该泵未处于最优状态运行,具备节能降耗空间。根据水泵运行时的功率因数,判断水泵高效区运行时的频率范围,在保障供水量及水压的前提下控制各台水泵的运行频率,提高水泵运行效率。以灵峰泵站为例,观察发现该泵站水泵运行功率为35~45 Hz时,泵的运行效率最高,在对该泵站系统程序进行调整后,吨水电耗由原来的 $0.201 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ 降至 $0.158 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ ,电耗下降20%左右。该泵站用电单价为0.65元/( $\text{kW} \cdot \text{h}$ ),日均供水量为 $10\,133 \text{ m}^3$ ,利用智慧平台系统后泵站可节省10万元/a。

目前,随着泵站智能化改造的推进,已完成智能电表安装并实现系统分析与优化运行的泵站达到10余座。随着能耗系统的投用,已具备优化运行条件的泵站将在下一年度节省20余万元,若运行效果良好,此成果可向村级泵站逐级推广。

#### 2.4 设备管理系统、水质管理系统

全生命周期设备管理系统具有设备信息录入、巡检、维护保养和权属单位管理功能,设备数据涵盖3座水厂、150座泵站、801套设备,在设备数据录入系统后,其信息能够被随时查询,并且设备的增加和移除等变化也能根据实际情况进行修正。巡检功能可结合APP实现移动化无纸办公,发现隐患派发维修工单,抢修人员根据管网GIS定位前往修复。此外,根据系统定期生成的数据报表,可清晰了解设备在一段时间内的运行情况,并根据元器件更换周期等自动提醒设备管理人员进行设备维护。

对水厂、管网进行工艺监测,重点监测各关键工艺数据、工况视频等,打造“水质在线监测、现场取样检测、实验室检测和应急处置”四位一体水质监测体系,提高水质安全保障水平。在供水站、加压泵站等多个点位设置水质实时在线监测设备,对水中的余氯、pH、温度、溶解氧、水温等信息进行实时监测,在水质数据达到设定阈值时进行提前预警。通过对实时水质数据、合格率、报警次数等数据的监测分析,做好水质安全保障。

#### 2.5 工单、服务热线系统

服务热线系统主要由客服热线、工单管理、系统管理、通话记录、统计报表五大功能模块组成,客服热线主要致力于供水系统的报修、水质水压、供水系统突发故障等情况的反映工作,为了应对紧急情况的发生开通24 h服务热线。对热线信息及时处理,并进行回访,加强对供水系统的全方位实时监控,达到社会效益与经济效益双丰收效果。通过服务热线发现漏损问题流转至工单系统告知抢(维)修人员,维修任务接收与查询更加便利。处理工单总量从2019年的12 228件逐步上升至2021年的20 400件,工单处理及时率由2019年的63.57%升至2020年的95%以上。

此外,工单系统将维修时间、地点进行统计、对漏损问题进行分类,并对因此替换的物料数据进行上报(见图7),使数据在不同业务层次、不同区域以及不同应用系统之间实现信息共享,保证业务流程

中的沟通顺畅、准确,有效提高了水务管网的日常管理工作。



图7 智慧水务工单系统

Fig.7 Smart water work order system

### 3 结论与建议

智慧水务系统可将海量的数据进行汇总与分析,做出相应的处理结果辅助决策建议,以更精细和动态的方式管理水务系统全流程,从而达到智慧化的水平。在提升生产效率的同时,智慧水务系统可兼顾经营效益、社会效益,推动决策向更科学、更高效的方向发展,提升水务整体功能及技术水平,引导传统供水服务行业向更加严谨、更加智能、更加主动的方向发展。

建立在线水力、水质模型等应用模型,进一步加强信息的互联互通。目前,智慧供水虽已建立各类模块,但是部分业务模块数据相对孤立,只有打通各个环节的数据壁垒,实现数据共享,才能最大限度地发挥其全面感知、主动服务、辅助决策、及时应对的功能,全面提升供水管理的效率和效能。DMA分区预警将为供水带来可观的经营效益,未来可将流量分区与营收抄表分区结合,同时加强DMA分区设备布置密度,进一步缩小预判范围,提高辅助生产的精准性。此外,深入挖掘压力调控潜力,进一步降低因供水压力未能有效利用而引起的水量浪费,进一步推动供水系统的压力优化及节能降耗。

#### 参考文献:

[1] 张维明,马名楠. 供水行业信息化管理调研报告及分

析[J]. 中国给水排水, 2016, 32(24):54-58.

ZHANG Weiming, MA Mingnan. Investigation report and analysis on informatization management of water industry [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(24):54-58(in Chinese).

[2] 朱子朋,孙伟,许刚. 广州实施供水管网的分区分压计量供水[J]. 中国给水排水,2010,26(12):93-95.

ZHU Zipeng, SUN Wei, XU Gang. Measuring water distribution based on different areas and pressures of pipe network in Guangzhou City [J]. China Water & Wastewater, 2010, 26(12):93-95(in Chinese).

[3] 许刚,饶明明,朱子朋,等. 供水管网两级分区分计量的运行与管理[J]. 中国给水排水, 2018, 34(14):10-13.

XU Gang, RAO Mingming, ZHU Zipeng, et al. Operation and management of a two-level partition measurement of water supply network [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(14):10-13(in Chinese).

[4] 单国平,丁宏进,张俊杰. 独立计量分区在南京水司降低产销差中的应用[J]. 中国给水排水, 2012, 28(19):63-65.

SHAN Guoping, DING Hongjin, ZHANG Junjie. Application of DMA to reduction in NRW by Nanjing tap water general company [J]. China Water & Wastewater, 2012, 28(19):63-65(in Chinese).

[5] 李伟峰,陈求稳,刘锐平,等. 基于GIS的城市供水管网漏失监测优化布设[J]. 中国给水排水, 2011, 27(13):42-45.

LI Weifeng, CHEN Qiwen, LIU Ruiping, et al. Optimized layout of leakage monitoring-meters of urban water supply network based on GIS technology [J]. China Water & Wastewater, 2011, 27(13):42-45(in Chinese).

作者简介:何洁(1983-),女,浙江湖州人,本科,工程师,注册公用设备工程师(给水排水),总经理助理,主要研究方向为市政给排水。

E-mail:183832893@qq.com

收稿日期:2022-03-12

修回日期:2022-06-24

(编辑:丁彩娟)