智慧水务在城市供水系统运行管理中的应用

宋文鹏

天津津滨威立雅水业有限公司　天津　300000

摘　要：传统城市供水管理依赖人工经验作业，存在管控粗放、漏损偏高、响应滞后等诸多实操短板，难以适配现代化城市供水的安全稳定运行需求。本文以城市供水系统运行管理为研究对象，阐述智慧水务的核心概念、特征及技术体系，围绕水质监测、管网运维、供水调度、设备管理、应急处置及用户服务六大实际场景，分析智慧水务的落地应用模式。结合水务行业实际运营情况，明确智能化技术对传统供水管理的优化价值，验证智慧水务在降低运维成本、减少水资源损耗、提升供水安全系数方面的实操作用，为城市供水数字化、精细化管理升级提供实践参考。

关键词：智慧水务；城市供水系统；智能化运维；管网管控；供水调度

引言：随着城镇化建设持续推进，城市用水规模持续扩大，供水管网覆盖范围不断扩增，供水系统运维管理难度与运营压力显著提升。智慧水务依托物联网、大数据、人工智能等信息技术，与供水全流程业务深度融合，成为供水行业转型升级的核心方向。本文结合城市供水运行管理实际，系统探究智慧水务的技术支撑与具体应用场景，旨在解决传统供水管理痛点，提升城市供水系统运维与服务水平。

1 智慧水务与城市供水系统概述

1.1 智慧水务核心概念与核心特征

智慧水务是依托现代信息技术与传统水务业务深度融合形成的新型水务管理模式，以城市水系统全流程管控为核心，覆盖取水、输水、净水、供水、排水等各个环节。其核心特征体现在数字化、智能化、精细化与协同化四个维度，通过硬件感知设备与软件管理平台的联动，替代传统人工经验式管理模式。相较于传统水务管理，智慧水务可实现水务数据的自动采集、动态分析与智能研判，打破传统管理模式碎片化、滞后性的短板，为城市供水运维、调度、管控提供精准的数据支撑，是现代城市水务转型升级的核心方向。

1.2 城市供水系统构成与运行管理核心内容

城市供水系统是保障城市生产生活用水的基础性市政设施体系，主要由取水系统、净水处理系统、输配水管网系统、二次供水系统及调度管控系统构成，各环节衔接联动，共同保障供水的连续性与稳定性。其运行管理核心内容包含水质管控、管网运维、供水调度、设备管理及应急保障等模块，核心目标是在保障水质达标、水压稳定、供水不间断的基础上，降低管网漏损与运行能耗，提升供水服务质量。传统供水管理多依托人工巡检、定期检测与经验调度，管理精度与效率有限，难以适配现代化城市高频、稳定、安全的供水需求。

1.3 智慧水务应用于供水系统的优势

智慧水务落地城市供水系统，可有效弥补传统管理模式的诸多短板。在管控效率层面，通过全域智能监测替代人工巡查，大幅降低人力成本，提升故障、漏点的排查精准度与处置效率。在资源利用层面，依托大数据智能调度优化水泵、水厂运行参数，可有效降低供水能耗与管网水资源漏损，实现节能降耗。在安全保障层面，能够实时溯源水质数据、监测管网运行状态，提前预判设备故障与供水风险，强化供水安全稳定性[1]。

2 智慧水务的核心支撑技术体系

智慧水务在城市供水系统中的规模化落地，依托多种前沿信息技术深度融合构建完整的技术支撑体系。整套技术架构贯穿水源、水厂、管网、二次供水及用户终端全业务链条。（1）物联网技术，是智慧水务体系的数据感知层核心基础，通过在取水泵站、净水厂区、市政输配管网、小区二次供水泵房等关键点位批量布设高精度压力、流量、水质、液位及设备工况传感器，搭建全域立体化感知网络。该技术可实现供水系统各项运行参数 24 小时不间断自动采集、实时上传，替代传统人工定时巡检、定点采样的粗放模式，有效提升供水数据的完整性、时效性与准确性，为后台数据分析与智能决策提供原始数据支撑。（2）大数据与云计算技术，承担水务数据资源的整合存储、统筹处理与深度挖掘工作。城市供水系统运行会产生海量、多维度的异构数据，传统分散存储模式易形成数据孤岛。云计算可提供弹性算

力与云端存储资源，实现管网运行、水质监测、用水负荷、设备运维等数据的统一归集，大数据技术通过聚类分析、趋势研判、数据比对等手段挖掘数据内在规律，为供水态势研判、负荷分析、隐患排查提供科学的数据依据。（3）人工智能技术，属于智慧水务的核心决策层技术，依托训练成熟的水务专属算法模型，对海量监测数据进行智能分析与自主研判。可精准完成管网异常识别、隐性漏损定位、短期用水负荷预测、供水调度参数优化等智能化工作，彻底改变以往依赖工作人员经验判断的管理模式，推动城市供水管理从经验驱动向数据智能驱动转型。（4）5G 远程传输技术，凭借低时延、高带宽、广接入、强稳定的传输特性，适配城市大范围供水管网的海量终端数据传输需求。能够有效解决城郊偏远管网、分散二次供水设备数据传输延迟、丢包、卡顿等问题，保障感知数据实时、稳定交互，满足供水系统动态监测、远程调控、实时预警的业务需求。（5）GIS 地理信息技术，作为空间可视化管理的核心工具，可对城市供水管网走向、管径参数、设备点位、附属设施进行精准空间建模。直观展示全域管网布局、设备分布及实时运行状态，为日常管网巡检、老旧管网改造、故障抢修定位、应急关阀处置等现场作业提供精准的空间数据支撑，大幅提升管网运维的规范化与精准化水平[2]。

3 智慧水务在城市供水系统运行管理中的具体应用

3.1 供水水质智能实时监测与溯源管理

城市供水水质安全是市政供水管理的核心底线，传统水质管理依赖人工定期取样、实验室检测，存在检测间隔长、数据滞后、隐患排查不及时等问题，难以适配城市供水全天候安全管控需求。智慧水务体系下的水质管控模式，依托前端感知设备与数字化平台，实现水源地、水厂出厂水、管网输水、二次供水、用户末端全链条水质动态管控。（1）全域实时在线监测，在城市取水口、净水厂区、主干管网、小区二次供水泵房等关键节点布设浊度、余氯、pH 值、溶解氧等在线监测设备，设备可 24 小时不间断采集水质基础参数，数据直接同步至智慧水务管理平台，替代传统月度、季度人工抽检模式，实现水质异常动态捕捉。（2）水质源头溯源管控，平台结合 GIS 管网空间数据与水质监测数据，建立水质溯源数据库，当监测数据出现异常波动时，系统可自动锁定异常点位、追溯水流上游区段，快速定位污染源、管网破损、设备故障等问题诱因，为水质隐患处置提供精准依据。（3）水质数据台账规范化管理，系统自动存储全时段水质监测数据，形成连续可查的水质台账，满足水务行业水质监管、合规报备、水质公示的行业规范要求，保障城市供水水质稳定达标。

3.2 供水管网智能巡检与漏损精准管控

供水管网是城市供水的核心载体，多数城市老旧管网覆盖率高，管网老化、暗漏、破损等问题频发，传统人工巡检效率低、漏点排查准确率差，管网漏损率长期居高不下，造成水资源与运维成本浪费。智慧水务技术的落地，彻底改变传统管网粗放式管理模式，实现管网运维与漏损管控的精细化落地。（1）智能化巡检作业管理，依托管网 GIS 电子台账，整合管网铺设年限、管径材质、运维记录等基础信息，制定差异化智能巡检方案。针对老旧管网、繁华路段管网等重点区域，搭配声学检漏设备、压力传感设备开展智能化巡检，结合移动端巡检终端，实现巡检点位打卡、问题拍照上传、隐患实时报备的全流程闭环管理，杜绝人工巡检漏检、瞒检问题。（2）分区精准漏损定位，采用 DMA 分区计量管理模式，将城市供水管网划分为若干独立计量区域，通过区域进出口流量、压力数据实时比对，精准判定异常漏损片区。相较于传统大面积排查方式，该模式可大幅缩小漏点排查范围，缩短漏损处置周期。（3）漏损闭环管控治理，平台对长期存在漏损隐患的管网区段进行数据统计，自动生成管网老化分析报告，为管网改造、更换维修提供数据支撑，从源头降低管网漏损率，提升水资源利用效率。

3.3 城市供水智能调度与节能降耗管控

城市供水调度需适配居民生活、商业、工业的差异化用水需求，智慧水务依托大数据分析与智能算法，实现供水系统科学化、节能化调度运行。（1）用水负荷精准预判，平台整合历年用水数据、季节气候、时段特征、片区人口等多维度数据，构建用水负荷预测模型，可精准预判日、周、月度用水峰值与谷值，为水厂出水调度、机组启停调配提供数据支撑。（2）管网水压动态调控，基于全域管网压力监测点位的实时数据，系统自动匹配最优供水方案，对水厂出水压力、泵站机组运行状态进行动态调节，保障不同片区管网水压稳定，避免高压输水造成的管网损耗与能源浪费，解决偏远片区水压不足的供水问题。（3）机组节能优化运行，系统结合各泵站机组能耗参数、运行工况，优化机组组合运行模式，规避机组空载、低效运行状态，在保障供水稳定性的前提下，降低水厂与泵站整体运行能耗，实现供水系统节能降耗的常态化管控[3]。

3.4 供水设备智能运维与故障预警诊断

水厂水泵、阀门、变频器、二次供水加压设备等核

心设施的稳定运行，是供水系统连续运转的基础。智慧水务实现供水设备从被动维修向主动预警、精准运维的转型。（1）设备运行状态实时监控，在各类供水核心设备上加装传感监测装置，实时采集设备运行温度、转速、电流、振动幅度等核心参数，全程监控设备运行工况，实现设备运行状态可视化管控。（2）故障提前预警研判，系统依托设备运行历史数据与故障数据库，搭建故障预警模型，当设备运行参数超出正常阈值、出现异常波动时，平台自动触发预警信息，精准判定潜在故障类型与故障部位，提醒运维人员提前介入排查。（3）设备全生命周期运维管理，平台记录设备采购时间、检修记录、故障次数、运行时长等数据，建立设备全生命周期台账，根据设备损耗规律自动生成保养、检修计划，替代传统固定周期检修模式，延长设备使用寿命，降低设备故障率与运维成本，保障供水系统设备稳定运行。

3.5 供水应急事件智能研判与快速处置

城市供水系统易受管网破损、设备故障、极端天气、水质污染等突发情况影响，传统应急处置存在响应滞后、研判不准、处置无序等问题。智慧水务通过数字化、智能化手段，构建快速响应、精准处置的供水应急管控体系。（1）应急事件智能研判，平台整合管网、设备、水质、气象等实时数据，对突发停水、管网爆管、水质异常等事件进行自动识别，快速判定事件影响范围、波及用户数量、持续预估时长，为应急处置提供精准研判依据。（2）应急资源智能调配，系统依托 GIS 管网布局模型，快速定位故障点位周边阀门、泵站、抢修设备等资源位置，自动规划最优抢修路线与关阀控水方案，最大限度缩小停水范围，降低突发事件对城市供水的影响。（3）应急处置闭环管理，平台全程记录应急事件预警、派单、抢修、恢复供水全流程数据，事件处置完成后自动生成应急分析报告，总结问题诱因与处置短板，优化应急处置预案，持续提升供水系统突发事件应对能力。

3.6 智慧水务平台下用户便民服务管理

智慧水务不仅聚焦供水端运维管控，同时面向终端用户优化服务体系，打破传统水务服务流程繁琐、信息不对称、沟通渠道单一的弊端，构建高效、透明、便捷的便民服务模式。（1）线上业务自主办理，依托智慧水务服务平台、微信小程序等端口，开通水费查询、线上缴费、过户报装、停水报修、投诉建议等线上服务功能，用户无需线下营业厅办理，大幅简化水务业务办理流程，提升服务便捷度。（2）用水信息精准推送，系统根据片区供水调度计划、管网检修安排，提前向对应区域用户推送停水通知、水压调整提示等信息；针对用户异常用水、欠费预警等情况，实现点对点精准通知，保障用户知情权。（3）用户诉求闭环处置，平台整合用户报修、投诉、咨询等各类诉求，自动分类派单至对应运维与客服岗位，全程跟踪处置进度，处置完成后同步反馈用户，形成诉求接收、处置、回访的闭环管理体系。同时，平台统计用户高频诉求问题，为供水服务优化、管网改造、运维升级提供参考，持续提升城市供水公共服务质量[4]。

结束语：本文系统梳理了智慧水务的理论基础与核心技术，针对城市供水系统运维管理的各类实际场景，细化了智能化管理的具体应用路径。研究表明，智慧水务可有效解决传统供水管理粗放、风险防控薄弱、资源浪费等行业难题，能够全方位提升水质管控、管网运维、设备调度、应急处置的精细化水平。在城镇化与数字化融合发展的背景下，智慧水务将成为城市供水安全稳定运行的核心保障。

参考文献

[1] 胡明昭. 智慧水务系统在城市供水管理中的创新应用与实践 [J]. 水上安全,2025,(9):16-18.

[2] 张允希. 智慧水务系统在城市供水中的应用研究 [J]. 水上安全,2025,(21):74-76.

[3] 罗思谦. 基于智慧水务大数据综合管控平台的城乡供水管理效率分析 [J]. 地下水,2026,48(1):181-183.

[4] 赵凯. 智慧水务在城市供水系统运行管理中的应用 [J]. 城市开发,2026,(9):102-104.