

# 数字技术在智慧水务构建中的应用与挑战

王丽婧 吕睿睿

新疆河润科技股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** 数字技术是构建智慧水务的核心支撑, 涵盖物联网、大数据、人工智能、云计算、区块链等技术, 推动传统水务向智能化、精细化管理转型。本文阐述了智慧水务内涵, 分析数字技术在水资源监测、漏损控制、防洪排涝、业务协同与公众服务等场景的应用。同时指出, 数字技术应用面临技术融合、管理协同、经济可持续性等挑战。针对挑战, 提出技术优化、政策完善、模式创新等应对策略, 并展望未来智慧水务向智能化、全域协同、绿色低碳方向发展的趋势。

**关键词:** 数字技术; 智慧水务; 物联网; 挑战

引言: 在数字化浪潮席卷全球的当下, 传统水务行业正站在转型升级的关键节点。数字技术作为推动各行业变革的核心力量, 为水务行业的智能化发展带来了前所未有的机遇。智慧水务作为数字技术与传统水务深度融合的产物, 正逐渐成为提升水资源管理效率、保障水安全的重要途径。本文将深入探讨数字技术在智慧水务构建中的应用场景、面临的挑战, 并提出应对策略与未来展望。

## 1 数字技术基础与智慧水务内涵

### 1.1 核心数字技术概述

智慧水务的构建离不开多项核心数字技术的协同支撑, 它们相互衔接形成技术体系。物联网技术是基础, 通过在水务系统部署水质传感器、流量监测器等终端设备, 实时采集运行数据, 并借助 5G 或 LoRa 等通信技术, 保障数据传输稳定且及时。大数据技术发挥关键作用, 对采集的海量数据进行清洗、整合与分析, 挖掘出水质变化规律、用水需求趋势等重要信息。人工智能技术基于大数据分析成果, 构建水质预测、用水负荷预警等模型, 为决策提供智能助力。云计算技术为系统提供弹性算力, 实现数据集中存储与高效管理, 还支持多终端访问和协同操作。区块链技术应用用于水务数据溯源, 确保水质监测、水费缴纳等数据不可篡改, 提升数据可信度。这些技术共同筑牢智慧水务运行的技术根基<sup>[1]</sup>。

### 1.2 智慧水务的定义

智慧水务是依托数字技术对传统水务行业进行全方位转型升级的新型水务管理模式, 其核心是通过数字技术与水务业务的深度融合, 实现水务系统的智能化运行与精细化管理。智慧水务以数据为核心驱动要素, 整合水资源开发、供水、排水、污水处理等全产业链业务, 构建覆盖“取、供、用、排、治”全流程的数字化管理

体系。与传统水务管理相比, 智慧水务突破人工巡检、经验决策的局限, 通过实时监测、智能分析、精准控制等手段, 提升水务系统的运行效率与管理水平。其核心目标包括保障水资源安全供给、提高水资源利用效率、降低水务运营成本、提升水环境治理效果等, 同时兼顾公众服务与生态保护需求, 实现经济效益、社会效益与生态效益的统一, 是水务行业适应数字经济发展的必然趋势。

## 2 数字技术在智慧水务中的典型应用场景

### 2.1 水资源监测与管理

数字技术在水资源监测与管理中, 实现了全方位、精细化掌控。在江河湖库、地下水井等关键处, 部署水位、水质、流量等多参数监测设备, 构建全域监测网络, 实时采集 pH 值、溶解氧、浊度等水质指标及水量变化数据, 并通过无线网络传至云端管理平台。平台运用大数据技术实时处理、深度分析海量数据, 生成直观的监测报告。借助 GIS 地理信息系统, 融合监测数据与空间地理信息, 以图形、图像呈现水资源分布与变化态势。基于历史与实时数据构建的预测模型, 能精准预测供需趋势, 支撑科学调度。智能水表在农业灌溉、工业用水等领域精准计量用水数据, 结合定额标准构建监控体系, 超定额用水实时预警, 推动水资源高效利用。

### 2.2 漏损控制与管网智能化

漏损控制与管网智能化是数字技术在智慧水务中的核心应用场景之一。通过在供水管网关键节点、阀门以及水表等位置安装压力传感器、流量传感器和智能监测终端, 实现对管网运行状态的实时监测。利用水力模型对管网压力、流量等数据进行模拟分析, 精准定位管网漏损点, 改变传统人工巡检漏损定位效率低、准确率低的问题<sup>[2]</sup>。当管网出现压力异常波动时, 系统自动触发漏

损预警,工作人员可根据系统提供的精准位置信息快速开展维修作业,大幅缩短漏损持续时间。通过大数据分析管网运行数据,识别管网薄弱环节,为管网改造、维护计划制定提供数据支撑。智能管网管理系统还能实现阀门远程控制,在管网维修或突发故障时,快速完成区域停水与供水恢复操作,减少对用户用水的影响,降低漏损率。

### 2.3 防洪排涝与应急响应

数字技术在防洪排涝与应急响应中发挥关键支撑作用,提升灾害应对的主动性与精准性。通过在城市低洼区域、河道沿岸、排水管网出口等位置部署雨量计、水位计、视频监控等设备,实时采集降雨强度、积水深度、河道水位等数据。基于物联网技术构建应急监测网络,确保灾害数据实时传输至应急指挥平台。平台利用人工智能技术对降雨数据、水位数据进行实时分析,结合城市地形地貌与排水管网模型,预测积水演进趋势,生成防洪排涝预警信息,通过短信、APP等方式及时推送至相关部门与公众。在应急处置阶段,通过数字孪生技术构建排水管网与防洪排涝系统虚拟模型,模拟不同应急处置方案的效果,为指挥决策提供支持。同时系统整合应急队伍、物资储备、避难场所等资源信息,实现应急资源智能调度,提升应急响应效率,最大限度减少洪涝灾害损失。

### 2.4 水务业务协同与公众服务

数字技术推动水务业务协同与公众服务模式创新,实现水务服务提质增效。在业务协同方面,构建统一的水务数字化管理平台,整合供水、排水、污水处理等各业务部门的业务数据与管理系统,打破信息孤岛。通过平台实现业务流程线上化处理,例如水质检测数据实时共享至供水部门,为供水水质调控提供依据;污水处理数据同步至环保部门,满足监管需求。各部门通过平台协同开展工作,提升业务办理效率,减少重复工作。在公众服务方面,搭建线上服务平台,提供水费查询、在线缴费、报修报装、水质信息查询等一站式服务,实现水务服务“足不出户”办理。通过平台发布节水知识、停水通知、水质公告等信息,加强与公众的互动交流。建立公众反馈机制,及时响应公众关于用水问题的咨询与投诉,提升公众对水务服务的满意度。

## 3 数字技术应用面临的挑战

### 3.1 技术层面挑战

数字技术在智慧水务应用中面临多项技术层面挑战。首先是数据融合与共享难题,不同水务业务系统建设时期不同,采用的技术标准与数据格式存在差异,导

致各系统数据难以有效融合,形成“数据孤岛”,影响数据整体利用价值。其次是设备兼容性与稳定性问题,智慧水务涉及大量不同类型的监测设备与终端,部分设备来自不同厂商,存在兼容性不足问题,影响系统整体运行效率;同时,部分设备部署在户外恶劣环境中,长期受温度、湿度、腐蚀性物质等影响,设备稳定性下降,易出现数据采集误差或设备故障。网络安全风险突出,智慧水务系统涉及水资源、供水保障等关键信息,一旦遭受网络攻击,可能导致数据泄露、系统瘫痪,影响水务系统正常运行,甚至威胁水资源安全<sup>[3]</sup>。

### 3.2 管理与政策挑战

管理与政策层面的挑战对数字技术在智慧水务中的应用形成制约。在管理方面,传统水务管理模式以部门分工为基础,各部门存在管理边界清晰、协同配合不足的问题,而智慧水务需要跨部门、跨层级的协同管理机制,现有管理体制难以适应这一需求,导致数字技术应用过程中出现流程不畅、责任划分不明确等问题。智慧水务需要专业的复合型人才,既掌握水务专业知识,又熟悉数字技术,但目前行业内此类人才储备不足,影响技术应用效果与系统运维质量。在政策方面,智慧水务相关的技术标准、数据安全标准、行业管理规范尚未完全完善,不同地区政策要求存在差异,导致技术应用缺乏统一指导,部分项目建设标准不统一,影响区域间数据共享与系统互联互通,制约智慧水务规模化发展。

### 3.3 经济与可持续性挑战

经济与可持续性成为数字技术在智慧水务应用中的重要瓶颈。智慧水务建设需要大量前期投入,包括监测设备采购、网络基础设施建设、数字化管理平台开发等,尤其是对于中小城市或经济欠发达地区,高额的初始投资难以承担,导致智慧水务项目推进缓慢。同时,智慧水务系统运维成本较高,设备定期维护、数据存储、技术升级等都需要持续资金投入,部分水务企业盈利能力有限,难以保障系统长期稳定运维。另外,部分智慧水务项目存在重建设、轻运营现象,缺乏科学的效益评估机制,导致技术应用未能充分发挥经济效益与社会效益,难以形成“建设—运营—收益—升级”的良性循环,影响项目可持续性发展,制约数字技术在智慧水务中的深度推广应用。

## 4 应对策略与未来展望

### 4.1 技术优化方向

针对技术层面挑战,需明确关键优化方向。一是推进技术标准统一,制定智慧水务数据采集、传输、存储等环节的统一标准,规范数据格式与接口规范,打破

“数据孤岛”，实现各系统数据高效融合与共享。二是提升设备性能与兼容性，鼓励设备厂商研发具有高兼容性、高稳定性的标准化设备，加强设备在恶劣环境下的适应性设计，同时建立设备质量检测与认证体系，保障设备运行质量。三是强化网络安全防护，构建多层次网络安全防护体系，采用数据加密、访问控制、入侵检测等技术，加强对关键数据与核心系统的保护；定期开展网络安全评估与应急演练，提升系统应对网络攻击的能力。加大对人工智能、数字孪生等前沿技术的研发应用，提升数据挖掘分析能力与系统仿真模拟水平，推动智慧水务技术迭代升级。

#### 4.2 政策与管理建议

为破解管理与政策难题，需从政策完善与管理创新两方面发力。在政策方面，政府部门应加快制定智慧水务发展规划，明确发展目标与重点任务；完善配套政策体系，出台技术标准、数据安全、人才培养等方面的专项政策，为智慧水务发展提供统一指导。建立跨区域、跨部门的协调机制，统筹推进智慧水务项目建设，打破行政壁垒，促进区域间系统互联互通。在管理方面，水务企业应推动管理体制变革，构建扁平化、协同化的管理架构，打破部门间信息壁垒与职能界限，提升业务协同效率。加强人才队伍建设，建立校企合作培养机制，定向培养水务专业与数字技术复合型人才；同时开展内部培训，提升现有员工的数字技术应用能力，为智慧水务发展提供人才保障。建立健全考核评价机制，将技术应用效果纳入绩效考核，激发员工积极性。

#### 4.3 可持续发展路径

构建可持续发展路径需兼顾经济可行性与长效运营。在资金保障方面，建立多元化资金投入机制，除政府财政投入外，积极引导社会资本参与智慧水务项目建设，通过PPP模式、特许经营等方式减轻政府资金压力；同时优化资金使用效率，对项目建设与运维资金进行精细化管理，提高资金利用效益。在运营模式方面，水务企业应转变运营理念，从“重建设”向“建管并重”转变，建立专业化运维团队，制定标准化运维流程，保障系统长期稳定运行。建立科学的效益评估体系，从经济效益、社会效益、生态效益等多维度评估项目成效，根据评估结果优化技术应用与运营策略<sup>[4]</sup>。另外，推动智慧

水务与节水型社会建设、水环境治理等工作深度融合，拓展技术应用场景，提升项目综合效益，形成良性循环的可持续发展模式。

#### 4.4 未来趋势

智慧水务未来将呈现多维度发展趋势。一是智能化水平持续提升，人工智能技术将更深度应用于水务系统全流程，实现从数据采集、分析到决策、控制的全链条智能闭环，例如智能调度系统可根据实时用水需求与水资源状况自动优化供水方案。二是数字孪生技术全面普及，构建与物理水务系统完全映射的虚拟数字孪生体，实现对水务系统运行状态的实时模拟、预测与优化，为管网改造、应急处置等提供精准支撑。三是全域协同化发展，打破区域与行业界限，构建跨区域水资源统筹管理平台，实现水资源在更大范围内的优化配置；同时推动水务系统与城市智慧交通、智慧市政等其他系统融合，提升城市整体治理水平。四是绿色低碳转型加速，智慧水务将与新能源、节水技术深度融合，通过智能调控降低水务系统能耗与水资源消耗，助力“双碳”目标实现，推动水务行业向绿色可持续发展方向。

#### 结束语

数字技术为智慧水务构建提供了强大动力，推动水务行业向智能化、高效化、可持续化迈进。尽管在技术应用中面临技术融合、管理协同、经济投入等多方面挑战，但通过技术标准统一、管理体制变革、多元化资金投入等策略，能够有效破解难题。未来，随着人工智能、数字孪生等技术深度应用，智慧水务将实现全流程智能闭环，与城市其他系统深度融合，助力绿色低碳发展。持续探索创新，智慧水务必将在保障水资源安全、提升城市治理水平中发挥更大作用。

#### 参考文献

- [1]蔡陆军,丁春雨.基于电子信息感知技术的智慧水务终端系统设计与应用分析[J].消费电子,2025(14):224-226.
- [2]迟鸿艳,尹艳青,赵颖.AI技术在水务方面的应用现状分析[J].水利建设与管理,2025,45(6):82-86.
- [3]张胜利,乔亮.大数据时代水利工程项目中数字孪生技术的应用[J].张江科技评论,2025(1):85-87.
- [4]陈国标.基于数字孪生技术的九江城市智慧水务平台设计与实现[J].人民珠江,2022,43(6):86-93.