

# 智慧水务是未来水务的发展方向

冯楚波

醴陵市瓷城水务发展有限公司 湖南 株洲 412200

**摘要：**智慧水务作为未来水务发展的核心方向，依托物联网、大数据等现代信息技术，实现水务全生命周期智能化管理。它具备数据驱动、协同高效、精准决策和公众参与等特征，技术支撑体系涵盖感知、网络、平台和应用层。然而，智慧水务发展面临数据安全、跨部门协同、技术标准及初期投资等挑战。未来，智慧水务将呈现技术融合、服务模式创新及可持续发展趋势，推动水务行业向更高效、智能、绿色的方向迈进。

**关键词：**智慧水务；未来水务；发展方向

引言：在全球水资源日益紧张、水务管理需求不断升级的背景下，传统水务管理模式已难以满足高效、精准、可持续的发展要求。智慧水务，作为现代信息技术与水务业务深度融合的产物，以其强大的数据感知、分析、决策与控制能力，为水务行业带来了革命性的变革。它不仅能够有效提升水务管理的效率与质量，还能促进水资源的合理利用与保护，因此，智慧水务无疑将成为未来水务发展的必然方向，引领水务行业迈向更加智能化、精细化的新时代。

## 1 智慧水务的概念与内涵

### 1.1 智慧水务的定义

(1) 智慧水务是以物联网、大数据、云计算、人工智能等现代信息技术为核心支撑的综合水务管理体系。通过各类感知设备、网络传输技术与智能分析平台的协同联动，打破传统水务管理的信息壁垒，实现信息技术与水务业务的深度融合，为水务管理提供全维度、全流程的技术赋能，推动水务行业从传统经验型管理向现代智能型管理转型。(2) 其核心目标是实现水务全生命周期的智能化感知、分析、决策与控制。覆盖从水源地保护、取水供水、管网输配、污水处理到再生水利用的全流程，通过实时采集各环节核心数据，借助智能算法进行动态分析与趋势预判，精准制定管理决策并自动触发控制指令，全面提升水务管理的效率、质量与可持续性。

### 1.2 智慧水务的核心特征

(1) 数据驱动：以实时监测与动态分析为核心支撑。通过遍布水务系统各节点的传感器、智能仪表等设备，全天候采集水质、水压、流量、能耗等多维度数据，构建海量数据资源库；依托大数据技术进行数据清洗、挖掘与分析，挖掘数据背后的关联规律与潜在风险，为管理决策提供客观数据支撑。(2) 协同高效：实现跨部门、跨区域资源整合。打破水利、环保、住建、

市政等涉水务部门的行政壁垒，构建统一的智慧水务协同平台，推动数据共享、业务联动与资源统筹；同时突破区域限制，实现不同区域水务系统的协同调度与应急联动，提升水务管理的整体效能。(3) 精准决策：依靠AI算法优化调度与管理。集成机器学习、深度学习等AI算法，构建供水调度、漏损预警、水质预测、防汛调度等智能模型，基于实时数据与历史数据进行精准推演与方案优化，替代传统经验决策，大幅提升决策的科学性、精准性与时效性。(4) 公众参与：打造透明化服务与用户互动体系。通过线上服务平台、移动应用等渠道，向公众公开水务信息，提供水费查询、报修投诉、用水建议等便捷服务；建立用户互动反馈机制，鼓励公众参与水资源保护、水务服务监督，形成多元共治的水务管理格局<sup>[1]</sup>。

## 2 智慧水务的技术支撑体系

### 2.1 关键技术框架

(1) 感知层是智慧水务数据采集的核心基础，由传感器网络、遥感技术与智能仪表构成全域感知网络。其中，传感器网络覆盖水源地、管网、污水处理厂等关键节点，精准采集水质、水压、流量等核心参数；遥感技术可实现大范围水域水质、水资源储量的宏观监测；智能仪表如智能水表、智能流量计等，通过实时采集终端用水数据，为水务精细化管理提供基础数据源，全方位保障数据采集的全面性与实时性。(2) 网络层承担数据传输的关键职责，以5G、NB-IoT、LoRa等低功耗广域网技术为核心。5G技术凭借高带宽、低时延特性，支撑高清视频监控、海量数据高速传输等场景；NB-IoT与LoRa技术则适配水务场景中设备分布广、功耗要求低、传输距离远的需求，实现感知层设备与平台层的高效互联互通，构建稳定、高效的水务数据传输通道。(3) 平台层是智慧水务的核心枢纽，整合云计算、边缘计算与数字

孪生平台技术。云计算为海量水务数据提供大容量存储与高性能计算支撑,实现数据的集中管理与共享;边缘计算则在靠近数据采集端的边缘节点进行数据预处理,降低网络传输压力,提升实时响应速度;数字孪生平台通过构建水务系统虚拟映射,实现对水务设施运行状态的可视化仿真与模拟推演,为管理决策提供直观支撑<sup>[2]</sup>。

(4)应用层是技术落地的关键载体,融合大数据分析、AI模型与可视化决策系统。大数据分析技术挖掘海量水务数据中的关联规律与潜在风险;AI模型如预测模型、优化调度模型等,为水务管理提供智能化解决方案;可视化决策系统将分析结果与运行状态以图表、地图等直观形式呈现,助力管理人员快速精准决策。

## 2.2 核心技术突破

(1)智能水表与漏损控制技术实现突破,智能水表具备高精度计量、远程抄表与异常用水监测功能,结合声波探测、压力波分析等漏损定位技术,可快速识别管网漏损点,大幅降低管网漏损率,提升水资源利用效率,为水务企业节约运营成本。(2)水质在线监测与预警系统日趋成熟,通过集成多参数水质传感器与智能分析算法,可实时监测pH值、溶解氧、重金属等关键水质指标,当指标超出阈值时自动触发预警,实现水质污染的早发现、早处置,保障饮用水安全与水环境质量<sup>[3]</sup>。

(3)排水管网智能运维与仿真模拟技术取得进展,借助管网检测机器人、管道内窥摄像等设备实现管网内部状态可视化检测,结合水力仿真模型模拟管网排水能力与积水风险,为管网清淤、修复计划制定与防汛调度提供科学依据,提升排水管网运维精细化水平。(4)洪水预测与防洪调度优化技术不断完善,融合气象雷达、水文监测数据与AI预测模型,可精准预测洪水发生时间、峰值与影响范围,通过构建防洪调度优化模型,统筹调配水库、闸门等防洪设施,实现防洪资源的最优配置,提升区域防洪减灾能力。

## 3 智慧水务发展的挑战与对策

### 3.1 主要挑战

(1)数据安全与隐私保护问题凸显。智慧水务运行过程中积累了海量水资源数据、管网分布数据、用户用水数据等核心信息,这些数据兼具公共属性与隐私属性。当前数据存储与传输环节的安全防护技术尚不完善,易面临黑客攻击、数据泄露等风险,不仅可能影响水务系统稳定运行,还会侵犯用户个人隐私,对数据安全治理提出严峻考验。(2)跨部门协同机制不完善。水务管理涉及水利、环保、住建、市政等多个部门,各部门现有管理体系相对独立,存在信息壁垒与资源分散问

题。缺乏统一的协同管理机制,导致数据共享不及时、业务衔接不顺畅,难以实现水资源全域统筹调度与高效管理,制约了智慧水务整体效能的发挥。(3)技术标准与规范缺失。智慧水务作为新兴领域,目前行业内尚未形成统一的技术标准与规范体系,涵盖感知设备接口、数据格式、平台架构、系统集成等多个方面。标准不统一导致不同厂商的设备与系统兼容性差,难以实现互联互通与数据共享,增加了系统建设与升级的成本,阻碍了智慧水务的规模化、规范化发展。(4)初期投资成本高与人才短缺并存。智慧水务建设需投入大量资金用于感知设备部署、网络搭建、平台开发等基础设施建设,初期投资压力大,部分地区尤其是中小城市难以承担。同时,行业急需兼具水务专业知识与数字化技术能力的复合型人才,当前人才储备不足,难以满足智慧水务技术研发、系统运维与管理决策的需求。

### 3.2 应对策略

(1)完善政策法规与标准体系。政府牵头制定智慧水务相关政策法规,明确数据安全与隐私保护的责任主体与管理要求,建立数据安全监管机制。同时,加快推进技术标准制定工作,统一设备接口、数据格式、系统集成等标准,规范智慧水务建设与运营流程,为行业发展提供制度保障。(2)加强产学研合作与技术创新。推动水务企业与高校、科研院所建立深度合作机制,聚焦数据安全、系统集成等关键技术瓶颈开展联合攻关,提升智慧水务核心技术自主创新能力。鼓励技术成果转化应用,推广先进适用的技术与设备,以技术创新破解发展难题。(3)推动公私合营(PPP)模式降低资金压力。积极引入社会资本,采用PPP模式开展智慧水务项目建设与运营,实现政府与社会资本风险共担、利益共享。通过市场化运作提高项目建设效率与运营质量,缓解政府初期投资压力,保障项目长期稳定运行<sup>[4]</sup>。(4)培养复合型水务数字化人才。建立多元化人才培养体系,高校增设水务数字化相关专业方向,培养专业基础扎实的复合型人才;企业加强内部员工培训,提升现有人员的数字化技能;完善人才引进政策,吸引行业高端人才加入,构建一支满足智慧水务发展需求的人才队伍。

## 4 智慧水务的未来发展趋势

### 4.1 技术融合趋势

(1)5G+AI+区块链的深度融合应用将成为智慧水务技术升级的核心方向。5G技术的高带宽、低时延特性,可支撑海量感知设备数据的高速传输与实时交互;AI算法则基于全量数据实现水务系统的智能诊断、预测预警与自主决策,大幅提升管理效率;区块链技术凭借去中

心化、不可篡改的特性,为水务数据安全共享、交易溯源提供可靠保障,三者协同构建起更安全、更智能、更高效的智慧水务技术底座,推动水务管理向全自主智能化迈进。(2)数字孪生技术驱动全要素模拟成为智慧水务精细化管理的关键手段。通过构建与实体水务系统一一对应的虚拟数字孪生体,整合水源、管网、泵站、污水处理厂等全要素数据,实现对水务系统运行状态的实时映射、动态仿真与前瞻推演。借助数字孪生平台,管理人员可对管网改造、调度优化、应急处置等方案进行模拟验证,提前预判潜在风险,优化决策流程,实现从被动响应到主动预判的管理模式转变。

#### 4.2 服务模式创新

(1)智慧水务服务模式将从传统“供给管理”转向“需求响应”。传统水务管理以供水能力为核心,侧重于保障水量供给;未来将依托大数据分析用户用水习惯、区域用水规律等需求侧数据,建立需求响应机制,实现供水调度与用户需求的精准匹配。例如,针对高峰用水时段动态调整水压,针对工业用户定制差异化供水方案,提升水资源配置效率,实现供需平衡的精细化管理。(2)定制化水务服务与按需分配成为市场竞争的核心优势。随着用户需求多元化发展,智慧水务将针对不同用户群体提供个性化服务方案。针对居民用户推出阶梯水价智能提醒、漏水检测上门服务;针对工业用户提供水质定制化供给、水循环利用方案设计;针对农业用户提供精准灌溉用水调度服务。通过按需分配与定制化服务,提升用户满意度,拓展智慧水务的服务边界与商业价值<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 可持续发展导向

(1)碳中和目标下的低碳水务系统建设成为行业发展的重要方向。未来智慧水务将全面融入低碳理念,通过优化泵站运行参数降低能耗,推广光伏发电、水力发

电等清洁能源在水务设施中的应用,构建污水资源化利用体系,将污水处理厂转变为“水资源工厂”与“能源工厂”,实现水务系统的能源自给与碳减排,助力碳中和目标的实现。(2)生态友好型智慧水网建设推动水务发展与生态保护协同共进。智慧水网将打破传统水务设施的孤立布局,融入生态流量监测、水环境承载力评估等功能,实现水资源开发利用与生态保护的动态平衡。例如,通过智能调度保障河流生态基流,利用水质监测数据精准管控入河排污口,构建“供水-排水-回用-生态补水”的闭环水网,促进水资源可持续利用与生态环境良性循环。

#### 结束语

智慧水务作为水务行业转型升级的关键路径,正以不可阻挡之势重塑水务管理新格局。其通过技术融合创新与模式突破,不仅破解了传统水务的效率瓶颈与资源约束,更推动了水务服务向精准化、个性化、生态化跃迁。面向未来,随着技术迭代与政策完善,智慧水务将深度融入城市治理与生态文明建设,成为保障水资源安全、支撑经济社会可持续发展的核心引擎,引领水务行业迈向高质量发展的新纪元。

#### 参考文献

- [1]蒋嘉玮.智慧水务视角下水务数字化转型的挑战与实践[J].工程技术研究,2022,7(08):39-41.
- [2]张金松,李旭,张炜博等.智慧水务视角下水务数字化转型的挑战与实践[J].给水排水,2021,57(06):81-84.
- [3]王君哈.基于智慧水务视角下的水务数字化转型策略[J].智能建筑与智慧城市,2022,(07):164-166.
- [4]卢双锋,董虹.智慧水务在数字化改革中的应用[J].建设科技,2023,(10):19-21.
- [5]李宏伟,闵乐乐.数字化转型下智慧水务应用安全建设[J].现代信息技术,2022,6(22):101-104.