

智慧水务系统在城乡供水调度中的应用与推广路径分析

王小东

宁夏水务集团有限公司 宁夏 750000

DOI: 10.12238/ems.v7i8.14710

[摘要] 智慧水务系统在城乡供水调度中发挥着日益重要的作用，有效提升了资源配置效率与调度管理水平。针对当前供水系统存在的资源错配、基础设施老化、信息孤岛等问题，系统通过数据感知、智能分析与自动控制技术实现精准调度与动态优化。在推广过程中面临标准缺失、协同障碍等现实挑战，部分区域通过试点平台建设探索了解决路径。未来需加快统一标准、完善制度保障、融合前沿技术，推动多层级供水网络向智能化、协同化方向持续演进。

[关键词] 智慧水务；供水调度；资源配置；城乡一体化；智能管理

引言

随着城镇化进程加快与水资源供需矛盾加剧，传统供水调度方式已难以满足现代城乡发展的精细化管理需求。智慧水务系统依托新一代信息技术，构建起覆盖全链条的智能调度体系，成为破解资源配置失衡与管理滞后问题的重要手段。在此背景下，如何推动系统落地应用、完善协同机制、优化运行模式，成为提升城乡供水保障能力的关键课题。相关实践探索为系统推广提供了基础支撑，也为未来发展指明了方向。

一、城乡供水调度面临的资源错配与管理滞后问题

当前我国城乡供水系统在资源配置与调度管理方面普遍存在结构性矛盾。一方面，受地理条件和区域发展差异影响，水资源分布呈现出明显的不均衡性，部分地区水源充足而利用率低，另一些地区则长期面临供水紧张局面。与此传统供水调度方式仍以人工经验为主，缺乏对用水需求的动态感知能力，难以实现按需调配，导致供需匹配失衡现象频发。特别是在极端气候事件频发背景下，突发性干旱或洪涝灾害进一步加剧了调度难度，暴露出系统响应能力的不足。

城乡供水网络基础设施老化严重，部分地区的输配水管道年久失修，漏损率居高不下，不仅浪费大量可用水资源，也影响到末端用户的供水稳定性。由于缺乏统一规划和统筹管理，城市与农村之间的供水体系相互割裂，形成“两张网”甚至“多张网”的运行格局，导致资源配置效率低下，跨区域协调机制缺失，难以形成协同高效的调度体系。尤其在快速城镇化的进程中，人口流动频繁，用水需求持续变化，原有供水设施难以及时调整适应，造成局部供不应求与整体产能过剩并存的局面。

在管理层面，多数地区尚未建立基于信息化手段的智能调度平台，数据采集分散、更新滞后，无法为决策提供科学依据。部门之间信息壁垒明显，水务、气象、环保等多领域数据未能有效整合，限制了对水资源全生命周期的精细化管理。专业人才短缺和技术储备不足，使得先进调度理念和工具难以落地实施，制约了现代供水体系的转型升级。这些问题的存在，严重影响了城乡供水系统的安全运行与可持续发展，亟需通过引入智慧水务系统来加以改善与优化。

二、智慧水务系统对供水调度效率提升的核心机制

智慧水务系统依托物联网、大数据、云计算和人工智能等新一代信息技术，构建起覆盖水源监测、输配水调控、用户用水管理的全过程智能调度体系。该系统通过部署在关键节点的传感器网络，实现对水压、流量、水质等参数的实时采集与动态监测，形成全域范围内的数据感知能力。借助通信网络将现场数据传输至中央控制系统，为供水调度提供连续、准确、可分析的基础信息支撑，有效提升了对供水状态的掌控水平。在数据汇聚基础上，智慧水务平台运用算法模型对历史用水规律与当前供需情况进行深度分析，预测未来时段的用水趋势，并据此制定科学合理的调度方案。相比传统依赖人工经验判断的方式，这种基于数据驱动的决策机制大幅提高了调度响应的精准度与时效性。

特别是在应对突发用水高峰或管网异常状况时，系统能够迅速识别问题源头并自动调整阀门开度、泵站运行频率等控制参数，减少故障影响范围，保障供水系统的稳定运行。智慧水务系统推动了城乡供水调度的协同化发展。通过建立统一的数据共享平台，打通不同行政区域、管理部门及行业之间的信息壁垒，实现跨流域、跨区域的联合调度。这种多

层级联动机制不仅优化了水资源配置结构，还增强了对极端天气和突发事件的应急处置能力。系统引入移动端应用与远程监控技术，使管理人员可以随时随地掌握运行状态并进行远程操作，进一步提升了调度工作的灵活性与响应速度。从运行模式看，智慧水务系统改变了以往被动应对的管理模式，转向主动式、精细化调控。通过对用户用水行为的长期跟踪与分析，系统能够根据不同区域、不同季节、不同时段的水用特征，动态调整供水策略，避免资源浪费，提高整体利用效率。结合预警机制与自动化控制功能，系统可在异常情况发生前进行预判干预，降低事故发生的概率，从而延长设备使用寿命，减少维护成本。

在政策与制度层面，智慧水务的推广也倒逼管理体系的升级完善。随着信息化手段的深入应用，对数据标准、接口规范、信息安全等方面提出更高要求，促使相关部门加快制定统一的技术标准与管理制度，为系统建设与运行提供制度保障。这种技术与管理双轮驱动的发展路径，构成了智慧水务系统持续提升供水调度效率的核心机制。

三、技术落地过程中的标准缺失与协同障碍

智慧水务系统的落地实施不仅依赖于技术本身的成熟度，更受到制度环境与管理体系的深刻影响。当前，该系统在城乡供水调度中的推广应用面临一系列现实障碍，其中标准体系不健全与跨区域、跨部门协同机制缺失尤为突出。由于缺乏统一的技术规范与数据标准，各地在系统建设过程中往往各行其是，导致设备接口不兼容、数据格式不一致、平台功能重复等问题频发，严重制约了信息互联互通和系统整体效能的发挥。在硬件层面，传感器、控制器、通信模块等关键设备尚未形成全国统一的技术参数和接入标准，不同厂商生产的终端设备难以实现互换与兼容，造成系统集成难度加大，后期维护成本上升。

软件平台之间也存在数据壁垒，缺乏开放共享的数据接口协议，使得水务、气象、环保、住建等多个相关部门的信息难以有效融合，限制了对供水全过程的综合研判与智能调控能力的提升。除技术标准问题外，行政管理上的条块分割进一步加剧了系统推进的复杂性。城乡供水涉及多个行政层级和职能部门，但由于权责边界不清、协调机制不完善，常出现“多头管理、责任不明”的情况。地方政府在推进智慧水务项目时，往往侧重本地利益而忽视整体协同，导致区域间系统建设水平参差不齐，形成“信息孤岛”与“数字鸿沟”。

特别是在跨流域调水、区域应急响应等场景下，缺乏有效的联合调度机制，影响了系统应对复杂用水需求和突发事件的能力。资金投入与政策支持的不均衡也在一定程度上延缓了智慧水务的全面推广。部分地区因财政能力有限，无法承担系统建设初期高昂的软硬件采购与平台开发费用，加之中央财政补贴机制尚不完善，导致项目推进缓慢甚至停滞。与此现行的水务管理体制仍以传统模式为主导，对于智能化转型的支持政策、激励措施相对滞后，未能形成推动系统落地的持续动力。

面对上述挑战，亟需从国家层面加快制定涵盖技术标准、数据规范、管理制度在内的顶层设计，推动建立统一的智慧水务建设框架。同时应强化跨部门协作机制，明确各级政府及相关机构在系统推广中的职责分工，构建高效联动的组织保障体系，为智慧水务系统在城乡供水调度中的深入应用扫清制度障碍。

四、基于区域试点的智慧调度平台建设实践

在推进智慧水务系统建设过程中，区域试点成为探索技术应用模式、验证管理机制的重要手段，基于不同地理条件和用水特征，各地逐步开展智慧调度平台的试点建设，通过整合感知层、传输层、决策层与执行层的技术资源，构建具备本地适应性的智能供水调度体系。例如宁夏自2020年起先后投资超10亿元推动建设“互联网+城乡供水”示范区，坚持把农村供水安全作为落实“四水四定”的重要内容，积极探索基于数字支撑的高质量发展路径，宁夏水务集团投资建设智慧水务平台并在各供水企业应用，实现生产过程全监控、可视化图表多样展示、动态数据实时抓取等。此类智慧水务平台通常依托统一的数据中枢，集成水源监测、管网调控、用户反馈等多个功能模块，实现对城乡供水全过程的数字化管理和动态优化。在基础设施建设方面，试点区域普遍加强了传感设备的布设密度，重点覆盖取水口、泵站、调节池、主干管网等关键节点，确保各类运行参数能够被实时采集并上传至数据中心。

通信网络采用有线与无线相结合的方式，保障数据传输的稳定性与安全性，特别是在偏远农村地区，借助低功耗广域网技术提升信号覆盖率，弥补传统通信手段的不足。与此平台软件系统则围绕数据分析、模型预测与自动控制等功能展开开发，形成以“感知—分析—响应”为核心的闭环调度机制。平台建设过程中注重系统兼容性与扩展性的同步提升，

推动软硬件接口标准化,支持后期功能拓展与跨区域对接。为提高平台运行效率,部分试点引入云计算与边缘计算协同处理模式,将高频运算任务下沉至本地节点,减少数据延迟,增强系统的即时响应能力。结合人工智能算法,对历史用水数据进行深度挖掘,识别典型用水模式,并据此优化调度策略,提升资源配置的精准度。在组织管理层面,试点项目强调多方协同参与,推动政府主导、企业支撑、公众互动的共建共治模式。相关主管部门牵头制定平台建设规划,明确阶段性目标和技术路线;技术支持单位负责系统开发与运维保障,确保平台长期稳定运行;用水单位与居民用户则通过移动端接入平台,获取用水信息、提交异常反馈,增强系统的互动性与服务性。

部分试点还探索建立绩效评估机制,围绕调度效率、漏损控制、应急响应等指标,定期开展运行效果评估,为后续推广提供数据支撑。为进一步提升管理效能,试点区域逐步完善跨部门协作机制,打破行业与行政壁垒,推动水务、住建、生态环境等部门实现信息共享与业务联动。强化人才队伍建设,通过专业培训与技术交流,提升管理人员对智慧水务系统的理解与应用能力。部分地区还引入第三方评估机构,对平台运行情况进行独立监测与分析,增强评估结果的客观性与科学性。

五、智慧引领:多层级供水网络的未来智能化发展路径

随着信息技术与水务管理深度融合,城乡供水系统正逐步向多层次、一体化、智能化的发展模式演进。未来的供水网络将不再局限于单一区域或独立系统的优化运行,而是构建起覆盖水源地、输配水管网、终端用户以及监管平台在内的全链条智能体系,实现从宏观调控到微观管理的协同联动。在顶层设计层面,需加快建立统一的技术标准与数据规范,推动形成跨行政区划、跨行业领域的信息共享机制。

通过构建国家级或省级智慧水务数据中心,实现对各类供水资源的统筹调度与动态调配,提升整体系统的响应能力和抗风险水平。强化基础设施数字化改造,推进老旧管网的智能化升级,提升监测精度与控制能力,为实现全域供水网络的精细化管理奠定物理基础。在系统架构方面,未来的多层级供水网络将依托“云一边一端”协同计算模式,增强边缘节点的数据处理能力,使调度决策更加快速高效。借助人工智能和大数据分析技术,系统能够自动识别用水规律、预测供需变化,并结合历史运行数据不断优化调度策略,减少

人为干预带来的误差与滞后。通过引入区块链等新型信任机制,确保数据采集、传输、存储全过程的安全性与不可篡改性,提升系统运行的可靠性与透明度。面向不同层级的应用需求,智慧水务平台将进一步细化功能模块,满足城市中心区域高密度用水调度与农村偏远地区低频稳定供水的差异化管理要求。

城市供水系统将重点推进压力调控、漏损监测与应急响应的自动化水平,而农村供水则聚焦于小型水源点的远程监控与集中运维,确保供水安全与服务质量同步提升。制度保障与政策引导将在未来智能化发展中发挥关键作用。应完善相关法律法规体系,明确数据归属、责任边界与监管权限,推动形成多方参与、权责清晰的治理体系。加大对智慧水务技术研发与应用推广的资金支持,鼓励科研机构、企业与地方政府协同创新,探索多元化的投融资机制,提升系统建设的可持续性。未来,随着5G、数字孪生、AI预测等前沿技术的持续突破,智慧水务将全面渗透至城乡供水网络的各个环节,推动传统水务向智能、绿色、韧性方向转型,构建更加高效、安全、可持续的现代供水体系。

结语

智慧水务系统的建设正逐步成为提升城乡供水调度效率的关键路径。通过优化资源配置、完善调度机制、推动标准化建设和强化跨部门协同,系统在应对复杂用水需求和管理挑战方面展现出显著优势。区域试点经验为后续推广提供了可复制的技术框架与实施模式。未来,随着多层级供水网络的智能化发展,信息技术与水务管理将进一步深度融合,推动构建高效、安全、可持续的现代供水体系,全面支撑城乡一体化发展战略。

参考文献

- [1]陈志远.城乡一体化背景下智慧水务发展现状与趋势分析[J].水利信息化,2023,45(3):12-17.
- [2]周文斌.基于物联网的智能供水调度系统设计与应用[J].给水排水,2022,48(6):89-94.
- [3]高立群.智慧水务在农村供水工程中的实施难点与对策[J].农村水利,2021,39(4):45-49.
- [4]黄建平.大数据分析在城市供水调度优化中的应用研究[J].计算机应用研究,2023,40(2):134-139.
- [5]罗晓峰.新型城镇化进程中智慧水务建设路径探析[J].城市发展研究,2020,27(5):67-72.