

# 水利工程信息化建设在运行调度中的实践与展望

王 荣<sup>1</sup> 步月婷<sup>2</sup>

1.内蒙古河套灌区水利发展中心总干渠分中心生态保护站 内蒙古 巴彦淖尔 015000

2.内蒙古河套灌区水利发展中心总干渠分中心 内蒙古 巴彦淖尔 015000

**【摘要】**：研究旨在盘点水利工程信息化建设在运行调度中的实践应用，展望未来的崭新可能性。综合已有文献研究成果和运行调度信息化建设实践可知，水环境污染物联网监测、水文增强现实实景监测、BIM与GIS耦合调度以及水资源智能化调度等，均在现有实践范围内。而信息化建设未来可在新兴技术要素支撑下出现变革，诸如人工智能水利大模型、深度数字孪生、云边端协同架构以及区块链透明调度等。由此可得出研究结论，应重视并实现信息化建设的价值。

**【关键词】**：水利工程；工程建设；信息化建设；运行调度

DOI:10.12417/2811-0536.26.06.049

## 引言

水利工程运行调度工作主要关注短期决策，如调度方案编制、即时指令下达、突发事件应对等，针对水资源配置实施动态优化。以水库放水量调整为例，水利工程运行调度应参考降水量和本地用水需求变化分析，采取动态调整方案，优先确保居民生活用水和生态流量，统筹满足工农业生产需求。在时间尺度上，运行调度应以小时、日、月等短期时间单位开展，以至于信息化建设在实践中越发常见，可更快提供短期决策所需核心依据，确保运行调度的有效性。

## 1 水利工程信息化建设在运行调度中的实践

在运行调度中，水利工程信息化建设实践目前主要通过水环境污染物联网监测、水文增强现实实景监测、BIM与GIS耦合调度以及水资源智能化调度等形式实践应用，应更加深入地梳理和分析。

(1) 水环境污染物联网监测：在水利信息化技术不断发展的背景下，物联网技术在运行调度中的实践应用已较为普遍，在增强水环境污染监测方面的表现尤为突出<sup>[1]</sup>。构建水环境污染物联网监测体系后，既可有效监测水环境中出现的变化，也可增强水资源利用的可持续性，兼顾居民用水安全和生态环境保护。实践中，主要在水环境监测关键点位布设高性能传感器，全面采集水温、水位、pH值以及溶解氧等相关数据，传输至云平台进一步加工处理，为水环境污染治理相关决策提供支持。期间，物联网监测云平台的建设同样关键，应以水环境污染监测为准建设数据中心，统筹整合形成规范化的数据标准。

(2) 水文增强现实实景监测：随着增强现实技术创新发展，增强现实实景监测已成为水文监测工作的崭新形式。实践中，由工作人员佩戴增强现实设备，

通过比对悬浮于真实场景中的虚拟水位高低标尺和实际水位，增强对水位高度的监测成效。同时，增强现实技术还可实现历史回放及实景模拟等功能，帮助工作人员更快地直观分析水位长期变化趋势。在水利工程的应急响应场景下，增强现实技术可以准确实现水灾灾情相关信息的实景显示，为救援工作和抢险工作有序开展提供信息化技术支持。

(3) BIM与GIS耦合调度：水利工程管理正经历着一场由信息技术驱动的变革，基于建筑信息模型与地理信息系统耦合的运行调度已进入规模化应用阶段<sup>[2]</sup>。建筑信息模型在建筑行业应用已经较为广泛，通过实现与地理信息系统的有机耦合，同样可以为水利工程运行调度工作提供信息化技术支持。如可充分利用水利工程设计施工阶段形成的建筑信息模型，通过与地理信息系统耦合形成空间拓扑关系，实现水利工程输水线路地质环境信息和工程结构数据的数字孪生映射，支持BIM与GIS耦合调度。

(4) 水资源智能化调度：目前，水资源智能化调度也是水利工程信息化建设的重要方向之一，可从下述几方面出发分析技术实践应用。一方面是基于多源感知的动态化全域监测，可以采用卫星遥感、地面传感与无人及巡测并行的一体化监测框架，即时完成水文要素信息采集。具体还应在水利工程关键位置部署高精传感器，监测渗压与位移等关键数据，支持运行调度工作尽快响应风险。另一方面是智能配水系统。可以为系统集成机器学习算法，实现精确配水方案的自动化生成，同时可构建退水分析模型，实现回归水量计算，在运行调度下构建水资源管理闭环。

## 2 水利工程信息化建设在运行调度中的未来展望

在科技创新驱动发展的背景下，水利工程信息化

建设在运行调度中的实践技术水平仍将继续提升，可以从人工智能水利大模型、深度数字孪生、云边端协同架构以及区块链透明调度等方向出发，更加全面地展望未来的信息化建设方向。

(1) 人工智能水利大模型：信息化建设对水利工程运行调度工作十分重要，随着国内人工智能领域持续取得突破性发展，未来将可建成人工智能水利大模型，进一步提升水利工程信息化建设的智能化和自动化水平<sup>[3]</sup>。未来，水利专用大语言模型的本地部署将成为可能，整合水利行业知识图谱构建智能化水平更高的决策中枢。具体可以选择指定的通用大模型，在其中加入水利工程运行调度相关的政策法规条文，并基于历史调度案例数据训练大模型，确保人工智能准确理解削峰错峰或生态流量等专业属于，自动完成合规运行调度方案的标准化生成。

(2) 深度数字孪生：当前，BIM与GIS耦合调度的信息化建设已经可以初步实现数字孪生映射，提供水利工程运行调度工作所需的必要依据。未来，深度数字孪生将成为崭新的技术升级方向。一是多源数据高精度整合，全面整合倾斜摄影策略成果、水利工程建筑信息模型以及地理信息系统地形数据等多源数据，构建厘米级精度的数字孪生映射成果。二是为已有的一维水动力学模型配置人工智能修正算法，实现模型误差的有效补偿，更快完成水利工程渠道内的水利演进推演，提升运行调度工作的响应速度。

(3) 云边端协同架构：未来，云边端协同架构的构建将成为可能，可提高资源集约能力，提升水利工程安全运行能力和资源管理服务水平，实现综合效益

最大化<sup>[4]</sup>。云边端协同架构是指以云决策为中心，由边缘计算响应，由终端设备负责执行的运行调度框架。如可依托省级的水利私有云，云端开展大模型训练，同时整合历年水文资料实现精准数据治理，自动化生成运行调度指令，下发至地市的边缘节点。地方主要应在水利工程闸站完成边缘计算设备部署，即时针对视频水位识别以及闸门启闭逻辑校验等流程的自动化处理。

(4) 区块链透明调度：在水利工程运行调度工作中，区块链技术应用未来也将成为信息化建设的一环，主要依托分布式账本技术推进水资源管理流程的有序重构。如未来将可实现水权交易的自动化开展，农户可通过水利工程区块链上的智能合约完成结余水量的出售，由系统针对取水许可开展自动化核验，核验无误后完成费用结算，大幅度降低交易成本。再如跨部门协同存证，未来可以针对防洪调度指令实现上链签名，同步至其他部门处，操作记录不可篡改的技术特性可推动多部门协同效率取得大幅度的提升。

### 3 结语

总而言之，在各地开始追求发展质量提升的崭新背景下，水利工程运行调度的重要性越显突出，可以支持地方政府针对本地水资源时空分布实施调节和分配，最大限度确保水资源配置的合理性。在传统运行调度模式下，获取水资源配置现状、降水量、用水需求变化等信息时难以确保时效性，不利确保于运行调度工作所得短期决策的有效性。目前，水利工程信息化建设在运行调度中越发常见，同时技术水平仍将继续提升，应盘点现有建设成果并展望未来。

### 参考文献：

- [1] 何鹏.水利信息化在中小型骨干水源工程运行管理中的应用[J].河南水利与南水北调,2024,53(5):84-85.
- [2] 付良华,王最芳.信息化技术在水利工程运行管理中的应用[J].IT 经理世界,2024,(12):88-90.
- [3] 李彬,王璐,梁丽瑄.利用移动开放信息化平台开展水利工程运行管理标准化工作的研究与应用[J].水利技术监督,2022,30(11):71-73.
- [4] 罗逸铭,李连国,张李菽,等.信息化技术在小型水利工程运行管理中的应用[J].江西水利科技,2022,48(1):20-23.