

# 水资源集约利用下水量调度信息化系统优化路径探析

高静宜

新疆维吾尔自治区塔里木河流域开都孔雀河水利管理中心, 新疆 库尔勒 841000

[摘要]随着经济社会快速发展和用水量增加,水资源高效利用成为维护国家水安全保障的重要国策,水量调度信息化管理系统是水资源精细管理的有效手段,对其进行更新完善十分必要。文章拟在系统发展现状及存在问题的基础上,结合水资源节约集约利用新要求,对系统的设计优化方案进行研究以及采取保障措施,供类似工作借鉴。

[关键词]水资源集约利用;水量调度;信息化系统;优化路径;智能决策

DOI: 10.64635/ja.2026.1123

中图分类号: TV213.4

文献标识码: A

## Exploration of Optimization Pathways for an Information-Based Water Quantity Dispatching System Under Intensive Water Resources Utilization

Gao Jingyi

Kaidu-Kongque River Water Conservancy Management Center, Tarim River Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region, Korla, Xinjiang 841000, China

**Abstract:** With the rapid development of the economy and society and the continuous increase in water consumption, the efficient utilization of water resources has become an important national policy for safeguarding national water security. An information-based water quantity dispatching management system is an effective means of refined water resources management, and it is therefore necessary to update and improve such a system. Based on the current development status of the system and the problems existing in its operation, this paper examines design optimization schemes and supporting measures in light of the new requirements for the economical and intensive utilization of water resources, with the aim of providing reference for similar work.

**Keywords:** intensive utilization of water resources; water quantity dispatching; information-based system; optimization pathway; intelligent decision-making

### 引言

近年来,水资源越来越紧缺,在全球范围内各国都在努力寻求可靠的节水方法和对策。我国经济发展快速但是淡水资源缺乏的问题也十分严重,所以节俭水资源刻不容缓。农业灌溉为用水大头,用水比重高达整个国家用水总量的百分之七十,但农业灌溉用水的利用率却仅有百分之四十左右。因此,研究在水资源集约化使用前提下的水量调度信息化系统改进策略有极大的理论和实践价值意义。

### 1 水量调度信息化系统发展现状与问题分析

#### 1.1 系统建设现状

水量调度信息化系统建设近年来也有了较大的发展,其主要表现在对数据采集、传送以及处理能力上的提高,以及各种各样的调度平台应用初步展开,就全国而言,很多地方已经拥有了基于传感网络的水文信息采集系统,能

够及时采集到水位、流量、水质等各种重要指标,并可以通过互联网技术进行远距离传送及分享,还有一些先进的系统已经开始融合GIS技术和RS技术来展现整个水资源分布情况以及调度状况,这就使得管理者能够更加直观地看到相关信息并开展工作,而且个别系统还增加了简单的预测分析机制,比如采用简单的统计学方法来预测短期的水量变化趋势,从而可以供决策者参考。

但是,总体来说各地的发展仍然不平衡,经济条件好一些的地方会有更加完善的基础设施及科技手段的应用,而一些经济落后的区域还是停留在人工层面,由此会造成全国调度的整体效果参差不齐,总的来说目前的系统硬件设施和基本的功能都已经初见成效,但是离真正的智能化、一体化还有很大的发展空间,在此基础上还需改进和升级。

## 1.2 存在的主要问题

虽然系统建设初具规模,但在具体应用过程中还存在不少障碍制约作用效果的进一步发挥。一是数据采集、融合力度有待加强,传感器分布稀疏不够全面,类型比较单一造成采集的数据不够全面准确,另外不同数据之间的格式差异较大,很难进行有效的融合,不利于科学的做出调度决策。二是模型、算法以及仿真模拟方面有待提升,现有的模型大多建立在传统的水文学之上,缺少对于复杂的天气情况以及人为干扰等影响因素的研究,使得预报的效果较差不能达到精准化调度的目的<sup>[1]</sup>。三是智能决策支撑平台有待提高,现有的系统更侧重于数据的显示而忽视了分析的工具,调度决策还需要依赖于人的经验来进行判定,容易使得判定的结果出现延时甚至出错的情况。四是系统整合力度以及业务联动性较低,各部门之间信息壁垒严重,调度系统与其他部门如水利工程管理、应急处置等业务相孤立成为一个个的信息孤岛降低了整个系统的调度效率。上述种种说明现有的系统已不能适应水资源高效利用的要求急需改进,必须要在技术层面和管理层面进行革新来突破现有的困境。

## 2 水资源集约利用对水量调度信息化的新要求

### 2.1 精细化调度需求

水资源节约利用追求最低消耗得到最高收益,意味着水量调度一定要做到精细化的管理,对信息化系统的软硬件都提出了更高的要求。其中精细化调度的需求包含对水资源时间和空间分布的精准掌握,在灌溉,供水,生态补水中要能够对微小水量波动做到瞬时感知并且做出最及时的数据分析来做出最优调整策略。这便需要系统不仅要有大范围水域的水情图而且还要有具体到流域或者是片区的具体信息,可以做到对单个水闸或者是泵站的调节;还需要对用水户的需求细化为具体的类型,系统要具备整合农业灌溉、工业生产、居民生活用水的信息并进行个性化限额提醒的能力。由此系统的数据收集能力和数据分析能力也要进行相应的提升,使用更高规格的传感器和数据分析算法等来满足系统对毫米级甚至是秒级的调度需求,使得系统研发难度增大了,但是这也是水资源节约利用所必须经历的一个过程。

### 2.2 多目标协同需求

水资源高效开发利用兼顾多个目标,包括经济目标和社会公平以及生态环境保护等,对系统提出了新的多目标协同要求。在具体调度过程中,系统既要做到保障供水又要做到防洪减灾还要保持基本生态需水同时还要进行水

电开发等等多种目标,而这些不同目标之间也可能存在冲突,例如旱季农业灌溉用水与生态补水之间的先后顺序问题。所以系统需要融合多方数据以及模型来支持多目标优化计算算法的运行从而达到有效协调。这就需要系统具有较强的运算和模拟能力,能够在短时间内计算出各个情景下的调度方案并比较不同调度方案的好坏。另外多目标间的协调整合也少不了相关利益者的介入,系统要为管理部门和用水单位乃至普通民众提供一个可视化的交流平台及相关讨论工具。综上所述,系统要由单纯的工具转变为一个综合性服务平台,运用科技方法手段使多方目标得以协调平衡,体现了水资源管理模式精细化管理的巨大进步。

### 2.3 实时响应与自适应调控需求

面对水资源集约运用的大环境下,面对突如其来的水灾害比如暴雨或者水污染事件频繁发生,需要系统可以做到即时反应和自主调节功能。即时反应要求则是系统必须要做到即时感知周围环境情况的变化,例如借助物联网设备即时检测到雨量变化水质状况等指标并且能够在几分钟之内及时发出警报以及调控指令<sup>[2]</sup>。而自主调节则是需要系统可以根据接收到的信息来做出实时判断自动进行决策,例如借助机器学习算法对未来一段时间内的水量情况进行预判进而实时调整相应阀门开闭程度,泵站运转情况等。这就对系统的运算速率和算法的智慧程度提出了极高的标准,传统的人工或者是部分人工已经很难满足。所以整个系统就要采用边缘算力以及人工智能的技术从而使得整个过程无需人工介入就可以完成一个闭环的控制管理减少了人工处理延误时间。并且自主调节还要求系统具有一定的容错率以及自我学习的能力,可以在复杂的环境当中不断的自我完善提升性能,这使得水量调配越来越趋向于智慧化、自我化发展。也是增强水资源运用韧性的重要一步。

## 3 水量调度信息化系统优化路径设计

### 3.1 完善数据感知与融合体系

满足新需求首先要健全数据采集和融合架构,它是系统改进的前提。主要方法就是扩展传感器网络覆盖面,在重要河段和工程建设点布置精准的水位、水量和水质检测仪等,利用无人机或者高空卫星遥感进行大面积的数据采集,从而达到全面且及时的效果;制定统一的数据格式及协议保证各源数据间的高效融合,如利用数据清洗工具及格式转换技术将气象、水利以及社会经济相关数据集中到一个平台上,增加数据可利用程度,方便后期建模和决策分析。此外可以引进云计算和大数据技术建设分散式存储

与数据中心用于快速读取与大量计算，为即时调度做保障。这样对原有数据收集及融合框架进行加强和稳定使之更加坚固牢靠，为整个系统改进做好准备。

### 3.2 强化模型算法与模拟能力

数据层扎实之后，加强模型算法及模拟功能就是完善系统的重中之重了。这就要求研发运用更加高级的水文水资源模型，比如结合气候变化模型同水文学过程的新型模型来增强预报准确性和信任度。比如加入机器学习算法利用以往数据训练出预测模型来进行短时径流预测或者长趋势预估，相比于传统的统计学手段也更为灵活，另外模型也要拓展出更多的模拟情景来支撑干涸，洪涝等灾害情况的模拟推演，让管理者有参考的选择最优的调度措施。再就是模型也要兼顾算法计算速度，要能够采取并行算法处理或者简化模型方式，在实时决策过程中及时产生结果。通过加强对这一部分能力，则可以使得系统从被动的事后型变为事前预警型，增强面对复杂变化环境的自我调整能力，体现研究者对于将科学的方法用于水管理中的学者品质追求。

### 3.3 构建智能决策支持平台

在健全的数据与模型基础上建立智能化决策平台是对原有系统的有效补充。该平台应当融合数据呈现、解决方案形成及评价功能于一体提供给用户一体化决策方案解决服务。一方面平台可以通过交互式图表、地图等方式来显示实时的水情以及预测结果，使管理者更加形象地了解当前的调水情况。另一方面平台内部嵌入的多目标优化算法可自动产生不同的方案并进行基于经济效益、生态效益等方面的综合排序推荐，从而降低对于工作人员经验水平的要求。再者该平台也具备协同功能可以允许各个机构之间进行线上的讨论并修改方案，有助于实现部门间的合作。而在开发过程中要关注其界面的设计，使操作变得更加便捷，减少使用者的技术负担。如此智能化决策平台使水量调配更为合理高效，使水务工作更加智能化。

### 3.4 推进系统集成与业务协同

推动集成整合和业务联动是保障优化方案实施的重要手段。水量调度信息系统不能单独存在应与其他业务信息系统如水利工程监管系统、应急管理、水资源调配等进行无缝连接<sup>[3]</sup>。比如在应用层面上利用API或者中间件技术来实现对闸控系统的控制以及水环境指标的监控。这样会增加调度指令下达的自动化程度，在管理层面要拆除各部门间的壁垒形成统一的水资源管理信息平台以便于各业务部门之间的数据交换和过程协调减少重复开发造成

的资源浪费。另一方面业务联动还包括与相关单位的信息交互，比如气象局以及农委等部门的信息共享使调度更加有预见性也更全面。

## 4 优化实施的保障措施

### 4.1 技术标准与规范建设

想要推动水量调度信息化系统优化方案的有效落地就离不开标准化和技术规范的支撑，要对信息采集传输、储存等方面进行统一规定，如借鉴国家及行业的标准来规定传感器精确度以及通信规约的选择以便减少因杂乱无章的数据导致的信息无法读取或读取错误等问题的发生；还要对模型算法的开发和测试等进行规范，确定验证方法及评价指标使模型更为合理准确，另外系统的接口平台的设计也应当采用通用标准便于与其他系统对接等，通过这些规范化的规定可以使整个系统开发更加便捷，易于后期维护以及升级改进，从而为水资源集约化利用提供有效支持。也是学者们提出规范化管理对于技术革新重要影响的结果之一。

### 4.2 体制机制创新

除技术外，体制机制改革也是系统优化不可或缺的因素。现行水资源管理体制条块分割、职责不明晰阻碍着信息化系统的良好运行，应推进体制改革，成立跨部门协调机构，统一水资源调度及相关工作，实现信息互通及联合决策；健全相关法规与制度，将信息化系统平台建设作为考核内容之一纳入到水资源管理体系中去，鼓励各级政府及相关单位进行投资；探索新的投融资模式，引入社会资本来建设、维护系统，减轻财政负担。体制机制改革可以为系统的完善提供必要的体制支撑。进而实现对整个水资源管理的优化。

### 4.3 人才队伍建设

人才队伍是推动水量调度信息化系统完善的重要保障。面对日益增长的技术难度，要培育一批掌握水利专业知识并熟悉信息科技的人才队伍。具体做法为强化高校与研究机构的跨学科学习，增设相应的教学科目与实习课题，造就新生力量的专业水平<sup>[4]</sup>。同时对现有工作人员定期组织教育培训，增强他们对于信息技术的应用能力以及创新能力，如开展线上教学、举办研讨会等方式，学习新方法平台的运用方式。另外建立健全人才奖励制度以吸纳高层次人才投身到水资源信息化事业当中。同时加强团队协作实现知识传递等。

### 4.4 安全运维体系完善

最后，完善的安全运维体系也是实现水量调度信息系

统平稳运行的重要基础。水调度关乎国计民生和社会安全,调度系统若受黑客、病毒等网络安全威胁或者发生技术故障,则会造成极大的危害损失。因而必须构建起完善的防御体系,如使用加密算法以及防火墙对信息加以防护,还需要经常性地开展渗透测试与应急处置模拟等等。并且要完善系统的运维管理制度,做好系统监测维护方案,保证软硬设备的平稳运行并能妥善解决随时出现的问题。另外要加强系统对数据的备份恢复功能,避免因数据丢失而影响到调度决策的制定。这些安全运维措施能够增强水资源集约化调度系统的稳定性与弹性,为其保驾护航。

### 5 结束语

本文在研究水量调度信息化系统现状及存在问题的基础上基于水资源节约集约利用的新需求提出数据感知、模型增强、智能决策以及系统融合的一条优化路径,并就相关技术规范、制度体制、人才及安全保障等措施进行思考。研究结果表明优化信息系统有助于提高水资源分配效率及其可持续性发展,但还需要各方面共同努力。今后随

着科学技术的发展以及管理和理念的进步,水量调度信息化系统将会向更加智能化、集成化和自适应化的方向前进,为世界水资源问题贡献中国智慧。

### [参考文献]

- [1]唐湘茜,雷静,吴泽宇,等.汉江流域及南水北调中线工程水量调度保障技术[J].水利水电快报,2020,41(06):6-7.
  - [2]吴健,何强.枋洋水利枢纽工程综合自动化信息管理系统总体架构和特点[J].福建水力发电,2022(01):56-58+82.
  - [3]韩彦美,许秀娟,刘凌志.数字孪生岳城水库建设思路与探索[Z].中国水利学会.2022中国水利学术大会论文集(第四分册).水利部海委漳卫南运河德州河务局;水利部海委漳卫南运河管理局,;2022:150-156.
  - [4]解智宇.基于微信平台的渭河水量调度业务集成服务系统研究[D].西安:西安理工大学,2021.
- 作者简介:高静宜(1978.12—),女,汉族,新疆乌鲁木齐,大学本科学历,当前就职单位名称:新疆维吾尔自治区塔里木河流域开都孔雀河水利管理中心,职务:干部,职称级别:专业技术8级。