

大数据在德州市水资源优化配置中的应用

李绍洋¹, 王金兵², 张宇³

(1. 德州市水利事业发展中心, 山东 德州 253300; 2. 德州市李家岸灌区运行维护中心, 山东 德州 253300;
3. 德州市公共资源交易中心, 山东 德州 253300)

【摘要】大数据在数字孪生水网平台建设中可有效提高当地水资源配置水平。文章重点阐述德州市数字孪生水网平台通过产汇流、水头传播计算、水库充库等模型的耦合应用, 实现洪水到达时间提前预判, 闸坝启闭精准调度, 解决引黄与行洪这一冲突问题。以 2024 年 6 月马颊河上游行洪为例, 阐述了数字孪生水网平台提前生成调度方案, 成功避免洪水与引黄水汇流, 有效提升了德州市水资源配置能力。

【关键词】德州市; 大数据; 水资源; 优化配置

【中图分类号】TV213.4

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-08-0059-03

Application of Big Data in Optimal Allocation of Water Resources in Dezhou

LI Shaoyang¹, WAN Jinbing², ZHANG Yu³

(1. Water Resources Affairs Development Center of Dezhou Municipality, Dezhou, Shandong 253300, China;

2. Lijia'an Irrigation District Operation and Maintenance Center of Dezhou Municipality, Dezhou, Shandong 253300, China;

3. Public Resources Trading Service Center of Dezhou Municipality, Dezhou, Shandong 253300, China)

Abstract: Big data can effectively improve local water resources allocation capacity in the construction of the digital twin water grid platform. This paper elaborates that through the coupled application of models including runoff generation and concentration, water head propagation calculation and reservoir filling simulation, the digital twin water grid platform in Dezhou Municipality can realize early prediction of flood arrival time and precise regulation of sluice and dam operation, and resolve the conflict between Yellow River water diversion and flood routing. Taking the flood routing in the upper reaches of the Majia River in June 2024 as an example, the paper illustrates that the digital twin water grid platform generated regulation schemes in advance, successfully avoided the confluence of floodwater and diverted Yellow River water, and effectively improved the water resources allocation capacity of Dezhou Municipality.

Key words: Dezhou Municipality; Big data; Water resources; Optimal allocation

德州市人均水资源占有量仅 211 m³, 为全国平均水平的 1/6, 属于典型的资源性缺水地区。2024 年, 德州市被选为国家市级水网先导区, 为此, 德州市建设了数字孪生水网平台, 该平台将气象、水文、工情等多源数据进行整合, 通过模型计算可提前预判洪水演进过程, 制定闸坝的调度方案, 为解决水资源的优化配置问题提供了新路径。

1 德州市数字孪生水网平台建设

1.1 平台核心功能

一是末端感知能力更强。李家岸灌区建设

120 个水情与工情自动监测点, 安装 33 座测控一体化水闸, 设置 376 处视频监控, 实现了灌区水位、流量、工程运行状态的全天候感知, 大幅提高了现场管控精度与应急处置效率, 降低了人工巡检压力。二是数据更新频率更高。潘庄灌区布置水位站以及墒情站, 配备测流车以及无人机进行巡查, 自建光缆超过 120 km, 把数据更新时间从“日级”提高到“分钟级”, 每 15 min 自动发送一次水位信息, 测流所需时间由人工操作的 40 min

收稿日期: 2026-04-25

作者简介: 李绍洋(1991—), 男, 工程师

减少到全自动操作的 10 min。三是数据交融程度更高。平台打通物联网监测数据、水文核心数据、省级小水库平台、数字灌区等多方数据,通过市县两级数据的共享,形成了覆盖水文、工情、旱情、墒情、气象的多维度数据资源,提升了水资源统一调度、工程运维、旱涝防御的综合研判能力与科学决策水平。

1.2 平台支撑模型

一是产汇流模型,该模型通过降雨预报计算上游流域引发的径流量,有助于精准研判来洪总量与流量变化趋势,为汛情预判、水量调度和防汛准备提供了基础数据依据;二是水头传播计算模型,即通过推算洪水波在河道中传播速度,精准预测洪水波到达具体闸坝的时间,为管理人员制定闸坝启闭方案、预留行洪空间,抢抓防汛调度增加了主动权;三是水库充库模型,该模型通过计算在不同引水流量下水库的积蓄时间,有助于更加合理地把控水库蓄水节奏,充分发挥引黄调度能力,提升水资源储备与利用效率。

2 实例应用

2024 年 6 月,马颊河上游发生强降雨,而此时李家岸与潘庄灌区开展引黄充库工作,水利部门接上级命令亟需对充满黄河水的河道进行清空,以实现防洪排涝的作用。在此紧急情况下,德州市积极调度数字孪生水网平台,启动了多模型耦合计算以应对该突发问题。马颊河河道上游与德州市段、引黄干渠分布联通情况如图 1 所示。

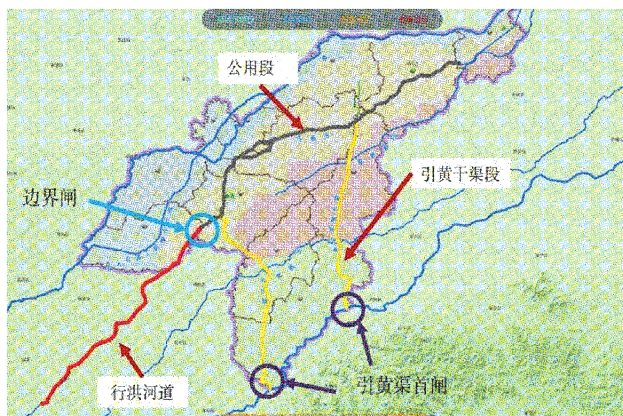


图 1 马颊河、行洪河道与共用段、引黄干渠联通示意图

2024 年 6 月 26 日气象部门发布预报,预计 28 日夜間到 29 日白点,马颊河上游地区聊城市全市有一次中雨局部大雨或暴雨的天气过程,降水

量呈南大北小分布,过程平均降水量 10~25 mm,东南部 50 mm 以上,7 月 1—2 日多雷阵雨。

首先,平台产汇流模型根据气象预报的降雨量以及降雨范围,初步估算上游流域将引发洪水流量 70 m³/s,随后水头传播计算模型结合上游河道的断面、糙率等参数,粗算洪水波抵达德州市边界闸的时间为 7 月 5—6 日之间,闸门的开闸时间应不晚于 7 月 6 日。

其次,水库充库模型通过计算洪水放闸前的引水流量以及完成充库任务的时长,并将数据反馈给水头传播计算模型。

最后,将各数据耦合后制定出最优方案,从而解决了引黄渠首闸的具体关闭时间、边界闸的开启时间、上游下泄的控制流量以及充库完成率、黄河水量浪费量、防洪风险指数等问题,实现了短期高效以及精准防控。

该方式相较于传统的人工判断可提前 3 d 生成调度方案,为防汛调度争取更充足时间。水利部门各级单位在实际调度时,按照平台发出的调度指令,可提前一周调整引黄流量和线路,成功避免上游的雨洪水“污染”下游的引黄水,一方面保证了河道的行洪安全,另一方面又按时完成了引黄充库的任务。经实践检验,德州市利用该数字孪生水网平台对水资源配置进行调度,相较于 2023 年同期可节省近 500 万 m³ 的黄河水,有效缓解区域水资源供需压力,提升水资源高效配置水平,改善水资源精细化配置能力。

3 大数据在水资源配置中的优势

3.1 提高水资源配置的精准化调度能力

传统水资源调度主要依靠人工经验研判决策,存在效率偏低、估算偏差较大等问题。大数据技术赋能的数字孪生水网平台利用产汇流模型、水头传播计算模型、水库充库模型对数据进行耦合计算,发出详细的调度指令,可在 1 h 内给出调度方案,既有效缩短方案编制周期、降低人工研判误差,也极大缓解水利部门调度工作负担。

3.2 提高水资源配置的精细化管理能力

数字孪生水网平台利用各数据模型,提前预判洪水的到达时间,并精准计算“窗口期”,从而实现马颊河与减河的相继分洪以及汛末雨洪拦蓄与行洪排涝模式的自动切换,在确保安全的前

提下达到河道水资源高效利用,进而形成“被动弃水”为“主动调控”的调水管理能力。同时,平台汇聚黄河水、长江水、雨洪水等多水源以及农业、城乡生活、工业与生态补水等多领域用水数据,通过根据用水需求与优先级精准配水、统筹调度,逐步改变了传统的粗放分水模式,实现水资源精细化配置管理能力。

3.3 提高水资源配置的科学性规划能力

数字孪生水网平台可积累当地水文、气象、工程、多水源和多领域用水数据,逐渐形成长时间、数据点密集的长序列数据,通过大数据技术进行数据挖掘分析,构建出一个全域、全周期、多维度的数据体系。这种方式以全面、真实、连续的数据为基础,对区域水资源时空演变规律、干旱洪水发生频次、用水结构变化趋势进行研判,并据此开展中长期水资源配置规划,从源头提升水资源配置规划科学性与高效性。

4 存在的主要问题

4.1 全域监测数据不完善

为平台提供数据的水情监测站、监测点以及视频监控多集中部署在骨干河道、大型灌区和重点水库,但田间沟渠、小型闸坝、偏远支流和地下水浅层点位等末梢区域数据监测点部署密度明显不足,导致平台无法全面掌握全域水流、用水、工程运行等信息,对局部区域缺水、输水损耗等问题难以精准定位,无法形成更高水平的全域监测能力,影响水资源精细化配置能力的发挥。

4.2 符合要求的历史数据少

德州市各个水利监测点的建设时间不一,而早期的监测设备精度普遍较低,甚至有的设备记录数据不完整,造成长序列连续水文、墒情、水质、取用水数据的缺失。同时,这些数据还存在错漏、重复、异常值多、格式不统一等问题,降低了旱涝趋势研判、水量模拟推演的准确性,也影响了中长期水资源规划的科学性。

4.3 专业水利模型体系不完善

德州市数字孪生水网平台已建设产汇流、水头传播、水库充库等模型,但针对各区域农业灌溉用水预测、工业服务业用水预测、非常规水利用规划、极端用水等复杂场景的专业模型尚未规划建设。同时,已建设的模型本地化参数率低,部

分算法未进行专业性校验,使得实际情况与模型运行的部分结果偏差较大。

5 建议

5.1 加强监测能力规划建设

优化监测点的网络布局,对田间沟渠、小型闸坝、偏远支流、浅层地下水等末梢区域进行监测设备布局标准划分,并按照不同的标准级别适量增补自动化监测终端、视频监控与移动监测设备,对运维成本较高的地区可以采用无人机、卫星遥感等方式进行监测,实现德州市的水情、工情、用水等动态数据的全面掌握,支撑水资源精细化配置。

5.2 开展数据治理工程建设

水利部门可以将数据治理工程列为专项工作,对水利历史数据进行全面梳理、补录与校核工作,通过回溯整理历史资料,逐步补全缺失的水文、墒情、取用水、工程运行等长序列数据,历史资料未记录的可以采用插值、修正、鲁棒模型等方法解决。同时,可采用“人工复核+智能校验”双重验证的方式,自动识别异常值、重复数据和错漏数据并进行修正,从而全面提高数据质量。

5.3 加强水利模型体系建设

一是规划水利模型品类,在现有基础模型上结合水利业务场景,对各场景的专业模型进行规划,丰富模型种类,并分类分级管理。二是制定模型开发标准,对本地参数率、专业算法、数据交互协议等技术参数设定统一标准,提高模型与实际工况的符合率,确保复杂场景下模拟推演的精准可靠。三是建立模型迭代制度,模型定期迭代通过周期性的偏差复盘、算法优化、参数优化、数据监测分析、方案回滚等工作,保持模型的稳定性、先进性与适配性。

参考文献

- [1] 张宸,仲怀军,蒋新星,等.基于大数据的适水生态电网规划与优化研究[J].中国高科技,2024(10):64-66.
- [2] 王有香,周彬彬,李胜,等.大数据视角下的水情水调数据治理方法研究[J].水利信息化,2024(2):47-52.
- [3] 夏永发,宋祥胜,张希娥.大数据分析技术在水资源管理中的应用[J].山东水利,2023(8):18-19.
- [4] 车进福.大数据技术在调水工程运行管理中的应用[J].产业创新研究,2023(12):139-141.

(责任编辑 崔春梅)