

大数据驱动的灌区节水改造与管理优化策略研究

周鑫 陈为多 薛强

中水东北勘测设计研究有限责任公司

DOI:10.32629/hwr.v10i2.6833

[摘要] 在我国多数灌区存在着不少问题,大数据在灌区节水领域的应用过程中面临着诸如数据共享不顺畅等一系列的挑战。在未来,需要进一步强化跨部门之间的协同配合以及资源整合力度,增加投入资金,降低应用的门槛限制,依据实际情况因地制宜地推动融合进程,完善现代化灌区管理模式,提高农业水资源的利用效率。

[关键词] 大数据; 灌区节水改造; 管理优化策略

中图分类号: S277 **文献标识码:** A

Research on Water-saving Reconstruction and Management Optimization Strategy of Irrigation District Driven by Big Data

Xin Zhou Weiduo Chen Qiang Xue

Zhongshui Northeast Survey Design Research Co., Ltd.

[Abstract] There are many problems in most irrigation areas in China. The application of big data in the field of water saving in irrigation areas faces a series of challenges, such as unsmooth data sharing. In the future, it is necessary to further strengthen inter-departmental coordination and resource integration, increase investment, lower the threshold of application, promote the integration process according to actual conditions, improve the management mode of modern irrigation areas and improve the utilization efficiency of agricultural water resources.

[Key words] big data; Water-saving transformation in irrigation area; Management optimization strategy

引言

灌区在农业用水环节中属于主要的利用单元,其节水所达到的水平以及管理方面具备的能力,将会直接对区域水资源利用的效率以及农业生产所取得的效益产生决定性的影响。我国有不少灌区都是在20世纪中后期建成的,由于受到当时建设标准、技术水平以及管理模式等诸多因素的限制,所以长期以来一直沿用着较为粗放的灌溉方式以及管理方式。不过随着大数据、物联网、人工智能、数字孪生等新一代信息技术不断地快速发展起来之后,数据已然成为推动产业升级以及治理走向现代化进程当中的关键生产要素,这就为灌区开展节水改造以及管理优化工作开辟出了全新的技术路径。本文依据我国灌区节水改造以及管理所面临的实际困境,同时结合大数据技术所具备的应用优势,全面且细致地整理出在大数据驱动作用之下灌区节水改造的关键核心方向,并且构建起具有系统性以及可操作性的管理优化策略,以此来为提高灌区水资源的利用效率、确保粮食安全以及推动水资源实现可持续利用给予相应的理论方面的有力支撑以及实践层面的有效参考。

1 大数据驱动的灌区节水改造方向

1.1 灌区基础设施数字化改造

基础设施数字化乃是大数据得以应用的物理根基所在。就传统灌区而言,其存在着监测环节有所缺失、渠系出现渗漏以及设施调控较为滞后的诸多问题。针对这些情况,着手构建起一套“天—空—地—水—工”一体化的数据采集体系,同时还要具备智能控制功能。从一个方面来讲,依据大数据监测所得到的结果来精准地找出渠系的渗漏点以及破损的具体位置,进而对像干支渠这类关键的输水通道展开防渗衬砌方面的改造工作,并且同步去部署诸如雷达水位计、多普勒明渠流量计等带有智能特性的设备,以此来对水位、流量以及渗漏量等进行实时的监测,从而提升水量调度的精度,减少在输水过程中的损失。像多普勒明渠流量计这类设备能够达成较高的计量精度,而且还能适应多泥沙等比较复杂的作业环境,进而为水量的调配给予可靠的参考依据。从另一个方面来讲,在水库、泵站、闸门、分水口等这些关键的节点上安装智能传感器以及远程控制系统,借此达成对设施运行状态的实时监测、远程操控以及故障预警的目的;另外在田间要布设土壤墒情监测站、气象站以及作物长势监测设备,进而构建起一个具备全覆盖、全要素感知能力的网络,

从而精准地知晓田间实际的需水状况,给精准灌溉提供相应的数据方面的有力支撑,彻底改变以往那种依靠经验来灌水的传统模式。

1.2 精准灌溉模式智能化升级

传统的大水漫灌这一灌溉方式,可以说是农业用水出现大量浪费的关键因素所在。而由大数据所驱动的精准灌溉模式,则是以多种来源的数据融合当作根基,进而达成“依据实际需求来供水,精准地进行补给”的效果,促使灌溉的方式朝着像滴灌、喷灌以及水肥一体化这类更为高效的模式去转变。通过把土壤墒情方面的数据、气象相关的数据、作物类型的信息、作物处于不同生育期的情况以及过往的灌溉历史等诸多数据加以整合,构建能够对作物需水量进行预测的模型,从而细致且精确地计算出不同种类的作物在各自不同的生育阶段以及不同地块之下所需要的水量以及适宜的灌水时间,由此形成具备差异性并且能够动态调整的灌溉方案。该系统能够依据土壤湿度所设定的阈值来自动发出灌溉的相关指令,并且会综合考虑降雨情况、蒸发状况等气象方面的条件,持续不断地对灌溉计划做出调整,以此实现“应当灌溉的时候就进行灌溉,适宜减少灌溉量的时候就相应减少”的目标。依靠智能灌溉控制系统,可以实现将灌溉方案自动予以执行并进行闭环式的调节,能够精准地把控灌水量、灌水的时间以及灌溉的具体范围,在节约用水量的还能够对水肥的利用效率予以改善,进而提升作物的产量以及品质。

1.3 灌区用水计量精细化改造

用水计量乃是落实总量控制、定额管理以及水价改革的关键基础所在。当下有一部分灌区存在计量设施有所欠缺、精度不够高且数据常常滞后的状况,如此便很难对精细化管理给予有力支撑。在大数据驱动之下的用水计量改造工作,把“全域都能够覆盖到、能够做到精准计量,并且可以实时在线监测”当作目标来努力去达成。在灌区入口处、干支渠的分水口以及田间的用水单元等这些极为关键的节点位置,去安装那种具有高精度的智能计量设备,并且将GIS、GPS以及遥感等一系列的技术融合起来,进而构建起一套精准计量以及监管的体系。借助大数据平台,能够实现对计量数据的自动采集、传输、统计以及分析等相关操作,从而精准地核算出区域用水量、作物用水量以及用户用水量等各项数据,而且还可以及时察觉到异常用水、漏损超耗等一系列的问题。与此建立起“在线计量加上人工校核”这样一种双轨运行的机制,依据渠道的不同等级以及水流的具体条件来合理地选配相应的计量设施,以此来保证计量能够稳定且可靠地进行下去;并且要对计量设施实施定期的检定以及维护工作,以此来保障所获取的数据是真实且具有权威性的,进而为用水定额的确定、水价改革的推进以及节水考核等工作提供精准的数据方面的有力支撑。

2 大数据驱动的灌区节水管理优化策略

2.1 构建多源大数据整合与分析平台

打破部门、环节以及系统间的“信息孤岛”局面,去建设一个统一的灌区大数据平台,这无疑是在达成智慧管理的关键前提

所在。该平台把水利设施运行方面、水情相关的、墒情方面的、气象情况的、作物生长状况的、用水计量方面的、用地类型相关的以及用水户信息等方面所涉及的多源异构数据都整合到一起,进而建立起标准化的数据仓库,并且构建起相应的共享机制,以此来确保数据能够保持完整、准确并且及时的状态。在这样的基础之上,运用机器学习、数据挖掘等一系列的技术手段,从而实现三大核心功能:其一,能够对用水需求展开精准预测,凭借历史数据加上气象预报的情况,去预判在特定时段内的用水总量以及高峰时期的需求情况,进而为调度工作给出一定的依据;其二,可对节水潜力进行精准评估,通过识别出那些低效用水的片区以及环节,从而明确改造的重点所在以及优化的方向;其三,实现运行风险的智能预警,针对渠系出现的渗漏情况、设备发生的故障、水位出现的异常状况以及暴雨引发的渍涝等各类风险,做到实时发出预警,促使相关工作从以往的被动处置状态转变为如今的主动防控模式。

2.2 优化灌区灌溉调度管理策略

灌溉调度在节水管理中属于极为关键的一个环节。借助大数据来推动调度优化工作,把最优的配水状况、最小的损耗程度以及最高的效率当作目标,进而达成动态化、协同化以及科学化的调度效果。一方面要建立起大数据优化调度模型,把水资源总量、来水预报情况、土壤湿度状况、作物所需的水量、输水过程中出现的损失情况以及用户的实际需求等诸多约束条件综合起来考虑,运用智能优化算法去生成最为理想的配水方案,以此来取代传统的依靠经验来进行的调度方式,从而实现“依据实际水量来确定灌溉量,按照需求来进行水分分配”这样的目的。另一方面需要推动协同化调度管理工作,将管理单位、泵站、闸门以及用水户之间的信息链路全部打通,确保调度指令能够实时地传达下去,同时执行的状态也能够实时地反馈回来,对上下游、左右岸以及不同作物的用水需求加以统筹安排,在干旱年份优先确保粮食安全,并且让高效益作物能够合理地使用水资源。

2.3 完善灌区用水管理与激励机制

依据数据来创新管理制度,以此激发用水户以及管理主体内在的节水动力,这是实现长效节水极为关键的一环。一方面要建立起由大数据作为支撑的用水定额管理体系,精准地去核定不同作物以及不同区域的用水定额,把用水指标分解并落实到位,实施“定额管理”“超定额加价”“节约奖励”这样的举措,从而强化对总量以及强度的双重控制。另一方面需推进精准化的水价改革工作,推行阶梯水价以及季节水价,借助价格杠杆来引导节水行为;依靠计量数据达成水费的精准核算、便捷收取缴纳,并且做到公开透明,同时要兼顾农民所能承受的能力以及水资源所具有的稀缺价值。此外还要构建起节水激励以及水权交易的相关机制,对于节水成效比较突出的主体给予补贴、奖励以及技术方面的支持;要积极探索水权的分配与流转方式,建立起节水回购与交易的制度,进而形成“节水—收益—再节水”这样一个良性的循环模式,促使水资源从单纯的消耗状态转变为可以进行交易的资产形式。

2.4 强化灌区节水监管与技术保障

借助大数据以及智能技术来提高监管工作的效能,同时对运维和技术支撑体系加以完善,以此来保障系统能够长期且稳定地运行。一方面要构建起智能监管体系,通过运用视频监控、AI识别还有传感器进行交叉验证的方式,针对用水行为、设施运行状况、调度执行情况以及违规取水等方面展开全天候且全覆盖式的监管,实现自动识别异常情况并且发出告警,从而提升监管工作的效率以及所具有的威慑力。另一方面需要强化技术研发以及推广工作,联合科研院所一同对水土资源监测、智能调控以及数字孪生等关键技术展开攻关,开发出与灌区实际情况相适配的模型与系统;并且加强对基层人员以及用水户的技术培训,提升他们运用大数据以及智能设备的能力。此外还要建立起长效运维机制,明确平台、设备以及工程运维的主体与责任,制定出标准化的运维流程,以此来保障设备处于完好状态、数据准确无误以及系统能够保持稳定;并且要持续投入运维资金,确保智慧灌区体系可以实现可持续运行。

3 结语

在水资源日益紧缺以及农业朝着高质量发展的大背景之下,灌区展开节水改造并且对管理加以优化,这无疑是一项关乎战略全局的重要举措,其对于保障国家粮食安全、推动农业向着绿色发展方向迈进以及达成水资源可持续利用的目标都有着极为重要的意义。研究已经明确指出,由大数据所驱动的灌区节水改造工作应当将目光聚焦在基础设施朝着数字化的方向发展、灌溉模式实现智能化以及用水计量变得更为精细化这三个关键方面之上,进而构建起一个贯穿整个节水工程全过程的技术体系。而在管理优化层面,则需依靠统一的大数据平台作为依托,从灌

溉调度、用水管理、激励机制以及监管保障这四个不同的维度去全面发力,最终形成一个技术处于领先水平、制度与之相配套、权责划分清晰明确且运行起来十分高效的智慧灌区管理体系。当下,大数据在灌区节水这一领域当中的实际应用情况仍然存在一些不容忽视的困难和挑战,像是数据共享在很大程度上不够顺畅、投入的成本相对偏高、基层在应用方面的能力有所欠缺以及部分地区的相关基础较为薄弱等等这些实实在在的阻碍,这就需要在后续的具体实践过程当中不断地去予以完善和改进。在未来的发展进程中,应当进一步强化跨部门之间数据协同以及资源整合的工作力度,增加对技术研发的资金投入,努力降低应用方面的门槛限制,切实提升基层在数字化治理方面的实际能力;与此还要始终坚持从实际情况出发,充分结合不同区域在水资源条件、作物种植结构以及经济发展水平等方面存在的差异,积极推动大数据与灌区节水改造工作实现深度融合,持续不断地健全起一种由数据来驱动、精准且高效并且能够长期稳定可持续运转的现代化灌区管理模式。

[参考文献]

- [1]李建慧.水利智能信息化技术在农业灌区节水灌溉工程中的应用研究[J].南方农机,2026,57(02):114-117.
- [2]刘美.H灌区农田水利工程项目专项资金审计研究[D].西南政法大学,2023.
- [3]许又川.乡村振兴战略背景下农田水利项目绩效审计研究[D].西南政法大学,2023.

作者简介:

周鑫(1994—),男,汉族,辽宁省大连市人,本科,工程师,水利工程施工组织设计。