

水利工程运行管理的信息化建设研究

吐逊江·台外库力

新疆维吾尔自治区塔里木河流域喀什噶尔河水利管理中心

DOI:10.32629/hwr.v9i12.6686

[摘要] 数字化和气候变化双轮驱动,水利工程运行管理正在朝智能化纵深发展。基于此,本文结合喀什噶尔河流域智慧水利系统创建实际,全面论述了信息化创建的关键途径,研究显示,形成以“云-边-端”协同架构为根基,包含智能感知、大数据分析以及数字孪生等技术的一体化平台,可以优化水资源调度与工程安全管理水平。当下还存在系统孤立现象,数据壁垒问题及人才缺乏等情况,要从顶层设计层面入手,做到标准一致并达成业务融合才能应对这些挑战,通过案例可以看出,按照需求来分阶段执行的信息化创建方式,能够明显加强水利工程的整体运维水平,并为现代水治理体系给予支持。

[关键词] 水利工程管理; 信息化建设; 智能运维; 数据驱动; 系统集成

中图分类号: TV 文献标识码: A

Research on the Informatization Construction of Water Conservancy Project Operation and Management

Tuxunjiang·Taiweikuli

Kashgar River Water Conservancy Management Center of Tarim River Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] Driven by the dual forces of digitalization and climate change, the operation and management of water conservancy projects are developing in depth towards intelligence. This article, based on the actual situation of the creation of a smart water conservancy system in the Kashgar River Basin of the region, comprehensively discusses the key approaches to informatization creation. The research shows that a "cloud-edge-terminal" collaborative architecture should be formed as the foundation. An integrated platform that incorporates technologies such as intelligent perception, big data analysis, and digital twins can optimize water resource scheduling and engineering safety management levels. At present, there are still issues such as system isolation, data barriers, and a shortage of talents. To address these challenges, it is necessary to start from the top-level design level, achieve consistent standards, and reach business integration. Through cases, it can be seen that the information creation method of phased implementation based on demand can significantly enhance the overall operation and maintenance level of water conservancy projects. And provide support for its modern water governance system.

[Key words] water conservancy engineering management; Information technology construction; Intelligent operation and maintenance; Data driven; system integration

在全球数字化与极端气候叠加的大背景下,水利工程运行管理迫切需要智能化转型。以往依靠人工巡检、分散管理的模式已难以满足当下在安全管控、资源调配、生态协同等方面的高要求标准,尽管我国水利信息化建设取得了阶段性成果,但仍存在系统独立性显著、数据隔离明显以及技术业务结合不充分等问题。推进物联网、云计算等现代信息技术与水利工程密切结合,可形成从监测到预警再到决策直至调度的全流程智能一体化体系,这将是提高水利工程管理水平的有效路径。本文依据国家水安全战略方向,对信息化建设的内部逻辑和实际方案进

行分析,重点围绕技术架构、执行策略以及典型案例等方面展开论述,促使水利工程管理向数字化、网络化、智能化方向发展,为形成现代水治理体系提供路径支撑。

1 水利工程运行管理中信息化建设的重要性与迫切性

1.1 提升管理效能的内在要求

水利工程运行管理需要收集大量实时监测数据,人工管理模式存在效率低、反应慢、误差率高等问题。采用创建自动数据采集系统与智能分析平台的方式,可对水位、流量、渗压、位

移等关键参数进行持续监测和动态评价。在大型水库调度时,智能预报系统凭借多源数据分析融合产生最佳调度方案,决策时间从数小时缩短至分钟级,水资源调控精确度和及时性大幅提升。

1.2 保障工程安全的关键举措

水利工程运行管理的安全关系到人民的生命财产安全和社会稳定,任何一点疏忽都可能酿成大祸。信息化系统利用分布在工程关键部位的传感器网络掌握着大坝、水闸、堤防等建筑物的运行情况。当监测数据超过阈值时就会立刻启动多级预警,并且把预警信息发送到相关人员手机上。以某流域洪水管理系统为例,该管理系统融合了遥感监测和地面传感的数据,成功将山洪预警提前期从原来的2小时延长到了6小时,给人员转移和应急抢险争取了时间。另外,通过历史运行数据训练出的深度学习模型可以发现潜在隐患的发展轨迹,从而为工程维护提供前瞻性的指导。

1.3 促进可持续发展的重要途径

当出现水资源短缺、水生态退化等全球性问题时,水利工程运行管理需要兼顾供水、发电、生态等多种用途。建立水资源协同调度平台,提升信息化水平,可实现流域尺度上的多目标优化调控。智能灌溉系统根据土壤墒情和气象预报动态调整供水计划,使农业用水效率提高30%以上。水生态监测网络持续跟踪水温、水质、生物指标等状况,为生态流量确定和栖息地修复提供科学依据。数字化管理方式可以削减纸质文档的使用量,降低碳排放量,在此过程中水利行业能够向绿色转型方向迈进。

2 当前信息化建设面临的主要问题

2.1 系统集成与数据共享障碍

大部分水利工程管理单位已经搭建了一些业务系统,但是这些系统的数据标准各不相同,造成了很多“信息孤岛”,某大型灌区的水情监测系统、闸门控制系统和收费管理系统由不同厂商建设,它们之间的数据交换需要经过复杂的转换过程才能实现综合调度决策。由于没有统一的数据治理规范,同样的参数在不同系统里有着不一样的定义,导致数据分析的结果可信度不高。如何冲破部门壁垒,建立起相互联系、彼此贯通的一体化平台成为信息化创建亟待解决的问题。

2.2 技术应用与业务需求脱节

有些单位在推进信息化时过于注重技术先进性,忽视了与管理实际的契合度。比如有些引进来的智能诊断系统算法功能强大,但操作复杂,界面难用,基层管理者难以接受。另一方面现存系统大多是监测预警,在维修养护、应急指挥等方面支持作用微乎其微。技术和业务之间错配导致资源浪费会妨碍信息化持续发展。

2.3 安全防护与人才支撑短板

水利工控系统联网程度加深之后,网络安全风险愈发凸显出来,黑客攻击、病毒入侵等导致监测数据被篡改或控制系统失效的情况时有发生,进而影响工程的安全运行状况。而且具备既懂水利业务又熟悉信息技术的复合型人才十分稀缺,基层管理

单位的技术人员存在年龄偏大、知识结构单一的问题,无法满足智能化运维的需求。在此情况下建立起完善的安全防护体系以及人才培养机制便成为保证信息化建设成果的重要保障因素。

3 信息化建设的关键技术体系

3.1 智能感知与物联网技术

现代传感技术是水利信息化的基础,新型光纤传感、微波测距、声学多普勒等设备能对工程结构的变形、渗流情况以及水流态势进行精确监测。低功耗广域物联网解决了偏远地区监测设备的供电和通信问题,实现全天候数据采集。水库大坝安全监测用上200多台智能传感器,每5分钟上传一次数据,通过边缘计算节点处理之后,只把异常数据传回中心平台,极大地降低了通信压力。

3.2 大数据与人工智能分析

水利工程运行管理当中产生的数据具有来源繁杂、结构复杂且实时性要求高的特点,传统的数据处理办法无法满足深度挖掘的需求,在Hadoop/Spark等分布式计算架构下,可以对海量工程数据进行快速存储和并行运算。人工智能技术在此处优势明显,机器学习算法能针对大坝变形、渗流压力这类时序数据执行智能诊断,精准找出潜在异常之处,而经过多维度特征提取的深度学习模型,则能够达成工程安全状况的趋势预测,并开展风险评价,知识图谱技术把水利专业知识,历史案例及运行规程融合起来,变成可推理的决策支撑系统,这样就显著改善了管理人员的科学决策能力。

3.3 云计算与数字孪生技术

云计算平台给水利信息化带来可以自由扩充的计算与存储资源,可对大量监测数据实行即时处理和剖析。依靠云原生架构下的微服务设计,水文监测、调度控制、安全预警这些业务模块能够独立部署并动态扩展。数字孪生技术凭借创建高度仿真的虚拟模型达成物理工程同数字空间的动态映照和互动,在大型泵站群优化调度时利用数字孪生平台模仿推演设备启停组合、流量分配等方案,找出最优运行策略从而达到节能15%以上的目的。而且它能针对工程状况执行预测性维修以及应急预案的动态演习,明显改善管理精细度。

4 水利工程运行管理的信息化建设路径

4.1 顶层设计与统筹规划

信息化创建需遵循“统筹规划,分步执行”的准则,制定出科学可行的实行路线图。先展开全面的需求调研工作,搞清楚各个层面,各个业务板块的具体需求情况,接着设计整体架构以保证系统的兼容性与拓展能力,重要工程可以先行试验,总结经验之后再慢慢推行,在规划阶段就要考虑技术发展的走向,不能选了闭合的技术路径到后来升级的时候就遇上麻烦事,建立项目管理的长效机制来保障各项工作有条不紊地推进下去。

4.2 数据治理与标准建设

数据是信息化建设的主要资产,质量好坏决定了系统的使用效果。要构建起采集、存储、整合、共享全流程标准规范体

系,统一数据格式和接口协议,打破信息孤岛。创建水利工程数据资源目录与分级分类管理机制,明晰数据权责边界及使用规则。推进企业级数据湖打造,达成多源异构数据集中存放并融合分析。形成数据全生命周期质量管理体系,从数据源头校验、过程跟进、结果评定三个层面着手,保证数据的完整度、准确度以及时效性要求得到满足,在此基础上才能实现智能剖析决策的应用价值。

4.3 人才培养与组织变革

信息化创建不仅是技术更新,也是管理改变,要制订系统的员工数字素养培育方案,利用内部培训,校企合作等手段提升员工数字素养,引入具备跨学科背景的复合型人才,改善团队架构,针对组织结构,业务流程做出修改,使之符合信息化管理的需求,形成起服务制度以推动员工参与到系统改良与革新之中,只有把技术和经营结合起来,信息化创建才有可能发挥出应有的效能。

5 结论与展望

5.1 结论

水利工程运行管理信息化转型,是顺应数字时代发展做出的选择,依靠物联网、大数据、人工智能这些新技术的革新应用,水利工程开始从以前的经验型向数据驱动型转变,并且产生了根本性的变化,在建设过程中需要解决互联不畅、标准不统一以及安全防护薄弱这三大障碍问题,要坚持以业务需求为导向、标准化规范引领与专业人才支撑相结合的方向来推进工作进程;工程监测预警和调度决策变得更加精准了,对于打造现代化水利治理体系也打下了坚实的基础。

5.2 展望

随着5G、数字孪生等技术不断突破,水利信息化会往智慧化方向深入发展,将来要着重推动智能感知网络全方位覆盖,数据资源体系整合共享,业务应用协同创新,创建起具备自感知,自分析,自决策功能的智慧水利系统,加强政产学研用多方合作,推进新兴技术同水利业务深度融合,完善相关标准规范和安全保障体系。水利工程信息化创建依靠持续更新并加深运用,水利又会给国家水安全给予更好的保障,促使水资源可持续利用。

[参考文献]

- [1]罗逸铭,李连国,张李荪,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(01):20-23.
- [2]樊志德.新时期水利工程运行管理标准化建设对策研究[J].水上安全,2024,(21):19-21.
- [3]李竟恒.信息化技术在水利工程运行管理中的应用[J].石河子科技,2024,(01):48-50.
- [4]张盼.加强水利信息化系统建设提高水库运行管理水平[J].珠江水运,2024,(02):137-139.
- [5]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,(11):71-73.
- [6]张瑞涛,宋亚路,夏琼.水利工程运行管理数字化改革实践与探索[J].水电站机电技术,2022,45(08):140-142.
- [7]贾旭兵.水利工程建设运行管理中的信息化建设探讨[J].中国战略新兴产业,2022,(11):74-76.

作者简介:

吐逊江·台外库力(1971--),男,维吾尔族,新疆喀什人,本科,副高级职称,研究方向:水资源管理。