

水利现代化管理与水利信息化

任学良

中国南水北调集团水网智慧科技有限公司 北京 100038

摘要：水利现代化管理依托信息化技术实现全面革新，提升了管理效率、优化了水资源配置并增强了决策科学性。当前，以数字孪生为代表的水利信息化在工程建设管理和水资源管理等领域已见成效。然而，仍面临信息孤岛、资金投入不足、专业人才短缺和信息安全等挑战。为此，需加强顶层设计、加大资金投入、培养人才并强化信息安全防护，以推动水利信息化深入发展。

关键词：水利现代化管理；数字孪生；水利信息化；水资源管理；信息技术

引言：水利现代化管理作为水利事业发展的高级阶段，亟需水利信息化的有力支撑。水利信息化通过全面、准确、实时的信息采集、处理与应用，提升了水利管理的效率与科学性。然而，其应用过程中仍面临诸多挑战。本文将探讨水利信息化在水利现代化管理中的作用、应用现状及应对策略，以期水利事业的可持续发展提供参考。

1 水利现代化管理概述

水利现代化管理，作为水利事业发展的高级阶段，是对传统水利管理模式的全面革新与升级。它不仅涵盖了水资源规划、开发、利用的全过程，还深入到了水利工程建设、运行、维护的各个环节，形成了一套完整、系统且高效的现代化管理理念与实践体系。（1）水利现代化管理的内涵极为丰富，它体现了对水资源管理的全方位、全周期和全要素的考量。在水资源规划阶段，现代化管理强调科学规划、合理布局，确保水资源的可持续利用；在开发阶段，注重环境保护与生态平衡，避免过度开发带来的负面影响；在利用阶段，则强调高效、节约，实现水资源的最大化利用价值。同时，在水利工程建设、运行和维护过程中，现代化管理也要求采用先进的技术手段和管理方法，确保工程的安全、稳定和高效运行。（2）水利现代化管理的目标主要体现在三个方面：一是实现水资源的优化配置。通过科学的水资源管理和调度，确保水资源在时空上的合理分配，满足经济社会发展和生态环境的双重需求。二是保障水利工程的安全高效运行。通过加强工程的日常维护和管理，提高工程的运行效率和安全性。三是实现水利管理的科学决策。运用现代决策理论和方法，结合水利管理的实际需求，制定科学、合理的管理政策和措施，为水利事业的健康发展提供有力支撑。（3）水利现代化管理的特征鲜明且突出，主要体现在信息化、智能化、精细化等方

面。信息化是水利现代化管理的基础，通过建设完善的水利信息化系统，实现水资源数据、工程运行数据的实时采集、传输和处理，为管理决策提供准确、及时的信息支持。智能化则是水利现代化管理的发展趋势，利用人工智能、大数据、数字孪生等先进技术，实现水利管理的自动化、智能化，提高管理效率和准确性。精细化是水利现代化管理的基本要求，要求在水资源规划、工程建设、运行维护等各个环节都要做到精益求精，确保管理的质量和效果^[1]。

2 水利信息化基础

2.1 水利信息化的概念与发展历程

水利信息化，作为现代信息技术在水利领域的深入应用，其核心在于充分利用现代信息技术手段，对水利管理相关的各类信息进行全面、准确、实时的采集、传输、存储、处理和应用，提升水利管理和决策的科学化、精准化水平。（1）回顾水利信息化的发展历程，可以清晰地看到其从初步探索到深入应用的演变轨迹。在起步阶段，水利信息化主要局限于简单的数据采集与传输，如通过传统的手工测量和有限的通信手段，实现水位、流量等基本水利信息的收集和传递。这一时期的信息化手段相对单一，信息处理能力有限，但已经为水利信息的系统化管理迈出了重要的一步。（2）随着信息技术的飞速发展，水利信息化也逐渐进入了快速发展阶段。这一时期，大数据、物联网、数字孪生等前沿技术开始被广泛应用于水利领域。物联网技术的引入，使得水利设施的感知与监测能力得到了极大的提升，通过各类传感器实时采集水位、流量、水质等关键数据，为水利管理提供了更为全面、准确的信息来源。大数据技术的应用，则使得海量水利数据得以有效存储、快速分析和深度挖掘，为水利决策提供了强有力的数据支撑。而云计算技术的运用，则实现了水利信息资源的高效共

享与弹性计算,提高了信息资源的利用效率和灵活性。

(3)随着人工智能技术的发展,水利信息化正在迈入智能化、集成化的发展新阶段。数字孪生、人工智能技术在水利工程故障诊断、洪水预测等方面的应用潜力正在不断被挖掘和释放,为水利管理和决策提供了更为智能化、精准化的解决方案。

2.2 水利信息化关键技术

在水利信息化的发展过程中,物联网技术、大数据技术、云计算技术、数字孪生和人工智能技术发挥着举足轻重的作用。(1)物联网技术通过各类传感器和监测设备,实现了对水利设施的全面感知与实时监测。这些传感器能够实时采集水位、流量、水质等关键数据,并通过通信网络传输至数据中心进行存储和分析。这一技术的应用,大大提高了水利信息的准确性和时效性。

(2)大数据技术则在水利数据存储、分析与挖掘方面发挥着重要作用。通过构建大型数据库和数据管理系统,水利部门能够高效存储和管理海量水利数据。同时,利用数据挖掘和分析技术,可以从这些数据中提取出有价值的信息和规律,为水利决策提供科学依据。(3)云计算技术实现了水利信息资源的高效共享与弹性计算。通过云计算平台,水利部门可以灵活地调配计算资源,满足不同业务应用的需求。同时,云计算技术还支持信息的实时共享和协同工作,提高了水利管理的效率和协同性。(4)数字孪生作为新一代信息技术杰出代表,以实时同步、虚实映射、高保真度等特性为实现国家水网和智慧水利建设目标提供了一条理想路径^[2]。(5)人工智能技术则在水利工程故障诊断、洪水预测等方面展现出巨大的应用潜力。通过机器学习和深度学习等技术,人工智能可以对水利设施的运行状态进行智能监测和故障诊断,及时发现并处理潜在问题^[3]。

2.3 水利信息化系统架构

传统的水利信息化系统的总体架构通常包括感知层、传输层、数据层、应用层和支撑层五个层次。(1)感知层是水利信息化系统的基础,由各类传感器和监测设备组成。这些设备负责实时采集水利设施的运行状态、水位、流量、水质等信息,并将这些信息转换为数字信号进行传输。(2)传输层是水利信息化系统的通信网络,负责将感知层采集的信息传输至数据层进行存储和处理。(3)数据层是水利信息化系统的核心,由数据库和数据管理系统组成。数据库负责存储海量水利数据,而数据管理系统则提供数据的查询、分析、挖掘等功能,为应用层提供数据支持。(4)应用层是水利信息化系统的业务应用层,包括各类水利业务应用系统。这

些系统根据业务需求,对数据层提供的数据进行处理和分析,实现水利管理的各项功能,如水资源管理、防洪减灾、水利工程运行维护等。(5)支撑层是水利信息化系统的保障层,包括标准规范和安全保障体系。标准规范确保系统的统一性和兼容性,而安全保障体系则负责系统的安全防护和数据保密工作,确保系统的稳定运行和数据的安全可靠。

现代水网数字孪生系统的总体框架由数字孪生平台、信息化基础设施、典型应用、网络安全体系和保障体系五大板块构成。其中,数字孪生平台占据核心地位,它细分为数据底板、模型平台和知识平台三大模块。数据底板作为数据处理的基石,集成并处理各类水网数据资源,依托数据模型和引擎实现高效管理。模型平台则汇聚了水网专业模型、智能识别技术、可视化模型以及模拟仿真引擎,为多维度、全方位的水网分析提供有力支持。知识平台则整合水网领域知识,通过知识引擎为系统提供智能辅助。信息化基础设施是系统运行的基石,包括监测感知、通信网络、远程集控、计算存储、应用支撑和调度指挥等实体环境,确保水网数据的全链条处理与系统稳定运行。典型应用则围绕安全运行监视、联合调度决策等核心业务展开,助力水网实现科学决策与精准调度。网络安全体系通过多重手段保障数据安全与系统安全。而保障体系则为数字孪生水网的建设与运行提供组织、科技、标准等全方位的支持与保障。

3 水利信息化推动水利现代化管理的作用

3.1 提升水利管理效率

在水利管理中,效率是衡量管理水平的重要指标之一。传统的水利管理方式往往依赖于人工操作和经验判断,不仅耗时费力,而且易受人为主观因素影响,导致管理效率低下。而水利信息化的引入,则通过自动化和标准化的手段,实现了水利业务流程的全面升级。(1)信息化的水利管理系统能够自动采集、传输和处理各类水利信息,如水位、流量、水质等,使得水利工程的调度和运行变得更加智能化。(2)信息化还促进了水利业务流程的标准化。通过制定统一的数据标准和操作流程,水利管理部门能够确保信息的准确性和一致性,减少人为错误和沟通障碍。

3.2 优化水资源配置

水资源作为宝贵的自然资源,其合理配置和高效利用对于经济社会的可持续发展至关重要。水利信息化技术的运用,为水资源的优化配置提供了全新的解决方案。(1)基于信息化技术的水资源监测与分析系统,能够实时掌握水资源的动态变化。通过在水域布置传感器

和监测设备,系统能够自动采集水位、流量、水质等关键数据,并通过通信网络实时传输至数据中心。这些数据为水资源的科学管理和合理配置提供了坚实的基础。

(2) 结合大数据分析和优化算法,水资源监测与分析系统能够对海量数据进行深度挖掘和智能分析,揭示水资源的分布规律和利用潜力。

3.3 增强决策科学性

决策是水利管理的核心环节,其科学性直接关系到水利事业的成败。水利信息化通过提供丰富、准确的数据依据和科学的决策模型,极大地增强了决策的科学性。(1) 信息化的水利管理系统能够整合历史数据和实时监测数据,形成完整的数据链条。这些数据为决策提供了全面的信息支持,使得决策者能够更加准确地把握水情变化趋势和水利工程的运行状态。(2) 水利信息化还运用了数字孪生、数据挖掘和机器学习等先进技术,对海量数据进行深度分析和智能预测。通过构建科学的决策模型,系统能够模拟不同决策方案下的水情变化和工程响应情况,为决策者提供直观的决策依据和风险评估^[4]。

4 水利信息化在水利现代化管理中的应用现状与挑战

4.1 应用现状

当前,水利信息化在水利现代化管理中已展现出广泛的应用成效。在水利工程建设管理方面,引江补汉工程通过引入以数字孪生为基础的数字建管系统,实现了工程建设进度、质量、安全的实时监控与精细化管理。该系统集成了传感器、监控摄像头等多种设备,能够实时采集施工现场的数据,为项目管理者提供准确的进度信息和质量控制依据,大大提高了工程建设的效率和质量。在水资源管理领域,长江流域通过构建水资源管理数字孪生平台,实现了水资源的统一调度与高效利用。该平台整合了流域内的水文、气象、水质等多源数据,通过大数据分析技术,为水资源调度提供科学依据,有效缓解了水资源时空分布不均的问题,提高了水资源的利用效率。

4.2 存在的挑战

然而,水利信息化建设也面临着诸多挑战。首先,不同地区、不同部门之间的信息孤岛现象较为突出,导致数据共享困难,影响了水利信息的全面性和准确性。

其次,信息化建设资金投入不足,制约了技术的更新与系统的完善,使得部分水利信息化系统难以发挥应有的效益。此外,水利与信息化的复合型人才短缺,影响了系统的运行维护与创新应用,限制了水利信息化的深入发展。

4.3 应对策略

针对上述挑战,应采取相应的解决策略。(1) 加强顶层设计,建立统一的水利信息化标准规范,促进信息共享与业务协同,打破信息孤岛现象。(2) 加大资金投入,拓宽融资渠道,保障水利信息化建设的持续推进,确保技术的更新与系统的完善。(3) 加强人才培养与引进,建立多层次的水利信息化人才队伍,为水利信息化的发展提供智力支持^[5]。

结束语

以数字孪生为代表的水利信息化建设作为推动水利现代化管理的重要手段,已展现出显著的应用成效。然而,面对信息孤岛、资金投入不足、专业人才短缺及信息安全等挑战,需采取积极应对策略,加强顶层设计,促进信息共享;加大资金投入,保障技术更新;加强人才培养,提供智力支持;同时强化信息安全防护,确保系统稳定。未来,数字孪生水利将继续深化发展,为水利事业的可持续发展注入新动力,助力实现水资源的高效管理与科学决策。

参考文献

- [1]杨金龙.农村水利信息化与现代化建设[J].智慧农业导刊,2022,2(08):17-19.
- [2]成建国.数字孪生水网建设思路初探[J].中国水利,2022,(20):18-22+10.
- [3]王立川,李荣辉,冯晨光.浅析农村水利信息化与现代化建设[J].河北水利,2020,(08):11-14.
- [4]陈延飞.信息技术在水利工程建设管理中的应用[J].农业科技与信息,2020,(16):97-98.
- [5]段建才.信息技术手段在水利工程建设管理中的应用[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2020,(04):59-60.
- 程建设管理信息化支撑技术探讨[J].通讯世界,2020,27(03):148-149.