

水利工程信息化建设与发展趋势

徐震 杨雪薇

长江水利水电开发集团(湖北)有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i11.5837

[摘要] 在信息化浪潮的推动下,水利工程的管理方式正经历着深刻的变革。本文将探讨水利工程信息化建设的重要性,分析当前的建设现状,深入剖析关键技术,并展望未来发展趋势与策略建议。自20世纪70年代以来,我国水利信息化经历了多个阶段,从起步到现在的智慧水利,标志着水利管理迈向了智能化的新时代。

[关键词] 水利工程; 信息化建设; 发展趋势

中图分类号: TV **文献标识码:** A

Informationization construction and development trend of water conservancy engineering

Zhen Xu Xuewei Yang

Changjiang Water Resources and Hydropower Development Group (Hubei) Co., Ltd.

[Abstract] Driven by the wave of informatization, the management methods of water conservancy projects are undergoing profound changes. This article will explore the importance of information technology construction in water conservancy engineering, analyze the current construction status, deeply analyze key technologies, and look forward to future development trends and strategic recommendations. Since the 1970s, China's water conservancy informatization has gone through multiple stages, from the beginning to the current intelligent water conservancy, marking the transition of water conservancy management into a new era of intelligence.

[Key words] water conservancy engineering; Information technology construction; Development Trends

引言

智慧水利,作为现代科技与传统水利行业的深度融合,是新时代水管理的重要标志。它依托于物联网、大数据、云计算、人工智能等先进技术手段,对涉水区域进行全方位感知,以实时监控、智能调度和优化管理,从而实现水资源的高效利用、防洪减灾以及生态环境的可持续保护。智慧水利的概念崛起于21世纪,随着信息技术的飞速发展,我国的水利信息化建设经历了从无到有、从单一到多元、从局部到整体的演变过程,逐步构建起一套集数据采集、传输、存储、分析和应用为一体的智能水利体系。

自20世纪70年代起,我国的水利信息化建设大致可以分为以下几个阶段:初期以计算机应用为基础的信息化起步阶段,这一阶段主要侧重于数据的电子化处理;20世纪90年代,随着“金水工程”的实施,水利信息化建设开始进入加速阶段,实现了水利信息资源的初步整合与共享;21世纪初的“数字水利”阶段,信息技术在水利领域的应用逐渐深化,包括水资源管理、防洪减灾、水环境监测等多个领域的信息化建设取得显著成果^[1]。进入21世纪第二个十年,智慧水利崭露头角,标志着我国水利信息化建设进入了全新的发展阶段。数字孪生流域、数字孪生水

网、数字孪生水利工程等概念的提出,不仅强调了技术的集成创新,也对水利管理提出了更高要求,即通过精细化管理、智能化决策,实现对整个水利系统的全生命周期管理,为经济社会的可持续发展提供有力保障。

随着我国对水资源、环境保护和防洪减灾需求的持续增长,智慧水利的重要性日益凸显。它不仅有助于解决水资源供需矛盾,减轻灾害风险,而且通过技术与管理的深度融合,能够提升水利行业的现代化水平,推动相关产业的发展。然而,智慧水利的建设也面临着数据共享难题、技术更新快速、管理机制变革等一系列挑战。因此,深入剖析水利工程信息化的现状,探讨关键技术,分析发展趋势,并提出相应的策略与建议,对于推动我国智慧水利的健康、有序发展具有重要的现实意义。

1 信息化建设的重要性

信息化建设对于水利工程至关重要,它是提升治水能力、推动行业现代化的关键驱动力。在全新的智慧水利时代,信息化不仅提供了强大的数据支撑和智能决策工具,还促进了管理模式的创新,从而推动了整个水利行业的升级。

1.1 信息化是实现精细化管理的基础

在传统水利管理中,数据采集往往依赖人工,效率低且误差

大。如今,通过物联网设备,如遥感卫星、无线传感器网络等,可以实时、精确地监测河流水位、水质变化、堤防状况等关键信息,为决策者提供了准确的实时数据。这些数据在信息化平台中整合分析,形成动态的水情报告,使得管理者能快速响应,提升应对水旱灾害的快速反应能力。

1.2 信息化技术推动了智能化决策的实现

大数据分析和人工智能算法的应用,使得对大量复杂水文数据进行深度挖掘和预测成为可能。例如,通过机器学习模型,可以预测洪水风险,提前制定防洪策略;而在水资源调度方面,智能算法可以根据实时水情和未来降水预测,优化水资源分配,提高水资源利用效率^[2]。

1.3 信息化改善了水利设施的运维效率

通过物联网技术,设备的运行状态可以实时监控,预测性维护得以实现,避免了因故障导致的停水或安全事故。同时,通过远程监控和智能诊断,可以大大缩短故障排查和维修时间,降低了维护成本。

1.4 信息化还促进了水利行业的开放与合作

通过云计算和移动互联网,水利信息可以实现跨部门、跨地区的共享,提升了协同工作的效率。例如,通过统一的信息化平台,防汛部门、水资源管理部门和环保部门可以实时交流信息,共同应对水资源管理挑战。

然而,尽管信息化带来了诸多优势,但在实际应用中,还面临着数据标准不一、信息安全风险、技术更新快速和人员能力提升等诸多挑战。因此,应逐步完善水利信息化标准体系,强化信息安全保障,同时加强对行业人员的培训,提升其信息化应用能力。

信息化建设在水利工程中的重要性不言而喻。它不仅为水利管理提供了科学依据,优化了决策流程,还提升了设施运维效率,促进了部门间的合作。面对未来,智慧水利的深化发展将更加依赖于信息化的持续创新和应用,这将是我国水利行业实现现代化、可持续发展的重要途径。

2 水利工程信息化现状

水利工程信息化现状呈现出了显著的进展,但同时也伴随着一些挑战。自“金水工程”实施以来,我国的水利信息化建设取得了显著成就,尤其是在水资源管理、洪水预警、灌溉调度等领域。例如,通过建立全国水资源管理系统,实现了全国水资源数据的统一管理与分析,为水资源的合理分配和保护提供了科学依据。在洪水预警方面,通过安装遥感监测设备和建立预报模型,能够提前预测洪水风险,为防灾减灾提供及时的信息支持。

各地还通过建设智慧水库、智慧灌区等项目,将信息化技术融入到具体水利工程的运行管理中。例如,浙江某大型水库应用物联网技术,实时监测水库水位、水质,以及大坝安全状况,通过数据集成平台进行分析,实现了水库管理的自动化和智能化。在灌溉领域,通过精准灌溉控制系统,农民能根据实时土壤湿度、气象数据,调整灌溉量,既节约了水资源,又提高了作物产量^[3]。

然而,尽管取得了一些显著成果,但水利工程信息化的现状

仍存在一些问题。首先,数据共享与标准统一仍然是一个挑战。由于不同部门、不同地区在数据采集、存储和使用上缺乏统一标准,导致信息孤岛现象时有发生,影响了数据的充分利用。其次,尽管新一代信息技术如物联网、大数据等在水利领域的应用日益广泛,但在一些基层单位,尤其是偏远地区,由于资金、技术、人才等方面的限制,信息化建设相对滞后。再者,信息安全问题不容忽视,水利信息系统的复杂性加大了遭受黑客攻击、数据泄露的风险。

针对当前的挑战,水利部门正在采取一系列措施,如推动数据标准的制定与实施,加强与通信、科技企业的合作,以引进和培养更多的信息化技术人才。同时,通过政府引导和市场驱动,逐步提高信息化建设投入,确保智慧水利的持续发展。此外,强化网络安全防护,定期进行安全检查,提升系统安全防护能力,以保护国家重要基础设施的安全。

总体来看,我国水利工程信息化建设正处于快速发展阶段,但仍需面对数据共享、技术普及和安全防护等方面的挑战。随着国家对智慧水利的重视程度不断提高,预计未来信息化建设将得到更大投入,更多的区域和工程将受益于信息化带来的管理效率提升和决策支持。同时,通过持续的技术创新和管理优化,智慧水利将成为我国水资源管理、防灾减灾和生态环境保护的重要支撑。

3 关键技术与发展趋势

智慧水利的实现离不开一系列关键技术的支撑,这些技术不仅推动了水利工程的信息化进程,也定义了智慧水利的未来方向。本文将着重探讨物联网、大数据、云计算、人工智能等关键技术智慧水利中的应用,并预测未来技术融合的趋势。

3.1 物联网(IoT)

物联网(IoT)是智慧水利的基石,它通过部署在水利设施上的传感器和监测设备,实时采集水文、水质、设备状态等各类数据,为智能决策提供源源不断的实时信息。例如,物联网技术使得遥感卫星、无人机等设备能对大坝、河道进行远程监测,实时获取水位、土壤湿度、植被覆盖等信息,大大提升了数据采集的效率与精度。

3.2 大数据

大数据技术在智慧水利中的作用主要体现在数据的集成、处理与分析上。通过建立统一的水利信息平台,大数据可以处理海量的实时数据,并运用数据挖掘算法,发现隐藏的模式、趋势和关联,从而实现精准预测和智能决策。例如,通过分析历史降雨数据和水利设施的运行状态,可以预测洪水风险,提前制定防洪措施,确保水资源的安全。

3.3 云计算

云计算作为基础设施,为智慧水利提供了强大的计算能力与存储空间。它不仅支持大规模数据的存储和处理,也使远程协作和资源调度成为可能。通过云计算,水利部门可以轻松地在不同地区、不同部门间共享数据,实现信息的实时互通,大大提高协同工作的效率。

3.4 人工智能(AI)

人工智能(AI)在智慧水利中的应用主要体现在智能分析和决策支持上。通过机器学习算法, AI能对复杂的数据进行深度学习, 实现对水文现象的智能预测, 如洪水预警、水资源需求预测等。此外, AI还能自动化水利设施的运维, 通过智能诊断减少设备故障, 提高运维效率。

展望未来, 这些技术将更加深度融合, 催生出更强大的智慧水利解决方案。数字孪生技术将物联网、大数据、云计算和AI结合在一起, 通过创建物理水利系统的虚拟镜像, 实现对实体水利系统的实时监控、模拟和优化。例如, 数字孪生流域将能够模拟洪水的演进, 帮助决策者制定最佳的防洪策略。数字孪生水库则能实时调整水位, 确保供水的稳定性和安全性^[4]。

同时, 随着5G通信技术的发展, 智慧水利将实现更为实时、高效的信息传输。5G的高速率、低延迟将极大提升数据采集与传输的效率, 使得远程控制和实时响应成为可能, 对于灾害预警和应急响应来说尤其重要。

4 策略与建议

在智慧水利的建设过程中, 我国需明确一系列策略与建议, 以应对现有挑战并推动未来的发展。以下为几个关键方面的策略与实施建议:

4.1 管理优化

为解决数据共享和标准不一致的问题, 需制定统一的水利信息化标准体系, 涵盖数据采集、传输、存储、分析和应用等环节。同时, 建立跨部门、跨地区的协同工作机制, 设立专门的信息化管理部门, 统筹协调信息化项目实施。此外, 加强水利行业人员的信息化培训, 提升整体信息化能力, 并鼓励产学研用结合, 推动科研成果转化, 引入市场竞争机制, 引导企业参与智慧水利建设。

4.2 技术平台化

为构建智慧水利的未来, 我们致力于建立统一的数字化平台, 整合物联网、大数据、云计算和人工智能等先进技术, 实现一站式水利管理服务。同时, 倡导开源共享, 利用开源软件和标准降低开发成本, 增强系统的兼容性与互操作性。此外, 我们紧密跟踪5G、区块链、数字孪生等前沿技术发展, 不断迭代升级技术平台, 确保智慧水利始终保持行业领先地位。

4.3 数据共享与开放

为促进水利信息的广泛流通, 我们制定数据开放政策, 推动水利数据的跨部门、跨区域共享, 消除信息孤岛现象。同时, 加强信息安全措施, 运用区块链等先进技术保障数据安全与用户隐私。此外, 我们鼓励对公开数据进行深度挖掘和应用, 激发数

据分析在智能决策领域的创新潜力。

4.4 政策与资金支持

为加速智慧水利建设, 政府将制定激励政策, 包括税收优惠和财政补贴, 以促进相关发展。同时, 加大财政预算投入, 并吸引社会资本参与, 确保信息化建设有长期稳定的资金保障。此外, 通过优化项目管理流程, 提升资金使用效率, 确保各项信息化项目能够按时完成并实现预期效益。

4.5 行业合作与国际化

我们积极加强与国际组织及先进国家的信息技术交流, 汲取成熟经验, 以加速技术进步。同时, 搭建企业与科研机构的合作桥梁, 促进技术创新与实际应用的紧密结合。此外, 我们积极参与或参照国际标准, 旨在提升我国智慧水利在全球范围内的竞争力和影响力。

通过实施上述策略与建议, 我国的水利工程信息化建设将更加有序、高效, 为实现智慧水利的长远目标奠定坚实基础。随着技术的不断进步和管理模式的创新, 我国将逐步迈向一个更加智慧、可持续的水利新时代^[5]。

5 结束语

智慧水利的未来发展将更加注重技术与管理的深度融合, 以及数据的平台化和共享。这不仅将提升水利行业的整体效能, 还将促进相关技术的创新与应用。面对挑战与机遇并存的未来, 我们应持续推动水利工程信息化建设, 以实现水资源的高效利用, 保障防洪减灾, 促进生态环境保护, 为我国的可持续发展注入新的活力。

[参考文献]

- [1]谢园园, 郑书波. 水利工程建设管理信息化发展方向分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (21): 205-207.
- [2]苗永, 刘顺燕, 艾孜木汗·赛克山. 浅谈水利工程信息化建设必要性及发展趋势[J]. 中国战略新兴产业, 2024, (15): 32-34.
- [3]景巧莲. 水利工程建设管理信息化发展方向分析[J]. 大众标准化, 2022, (17): 136-138.
- [4]李舒. 信息化时代智慧水利行业的应用与发展研究[J]. 科技资讯, 2021, 19(32): 17-19.
- [5]胡峰阳, 徐春豪, 段培超, 等. 水利统计信息化建设发展思路探讨[J]. 水利发展研究, 2021, 21(10): 20-22.

作者简介:

徐震(1990—), 男, 汉族, 黑龙江省牡丹江市人, 本科, 工程师, 研究方向: 水利水电工程。

杨雪薇(1993—), 女, 汉族, 湖北武汉人, 本科, 工程师, 研究方向: 水利水电工程。