

水利工程数字化与智能化发展趋势研究

施聪聪

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330029

[摘要] 传统水利工程主要依赖于静态设计和监测手段, 这在应对日益复杂的水资源管理和灾害防控需求上显得力不从心。随着数字化与智能化水利工程的兴起, 不仅扩展了水利工程的监测和控制能力, 还为决策者提供更准确、实时的数据支持。这一转型也带来了一系列挑战, 包括数据安全与隐私、技术标准和互操作性、人才短缺与培训需求等问题。因此深入研究与探讨数字化与智能化水利工程势在必行, 以推动其可持续发展, 更好地满足社会需求。

[关键词] 水利工程; 数字化; 智能化; 发展趋势

DOI: 10.33142/hst.v6i12.10950

中图分类号: TV221

文献标识码: A

Research on the Development Trends of Digitalization and Intelligence in Water Conservancy Engineering

SHI Congcong

Jiangxi Water Investment Construction Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330029, China

Abstract: Traditional water conservancy projects mainly rely on static design and monitoring methods, which are inadequate in dealing with the increasingly complex needs of water resource management and disaster prevention and control. With the rise of digitalization and intelligent water conservancy engineering, it not only expands the monitoring and control capabilities of water conservancy engineering, but also provides decision-makers with more accurate and real-time data support. This transformation has also brought a series of challenges, including data security and privacy, technical standards and interoperability, talent shortages, and training needs. Therefore, it is imperative to conduct in-depth research and exploration on digital and intelligent water conservancy projects in order to promote their sustainable development and better meet social needs.

Keywords: water conservancy engineering; digitization; intelligence; development trends

引言

在信息时代的推动下, 数字化与智能化已经成为各行业迎接未来挑战和提升效能的关键路径之一。水利工程作为基础设施的重要组成部分, 也面临着数字化与智能化的新时代要求。数字技术、大数据分析和人工智能的迅猛发展为水利工程注入了新的活力, 将在管理、运维、资源利用等方面具备了更大的潜力和灵活性。

1 数字化与智能化水利工程的概述

数字化与智能化水利工程代表了水利领域的一场革命, 推动着传统水利工程朝着更高效、智能的方向发展。随着信息技术的飞速发展, 水利工程正经历着从传统到现代的全面转型。数字化技术的应用使水利系统能够实时采集、传输和分析大量数据, 从而实现对水资源的更精准管理和优化配置。智能化技术的引入使水利设施能够具备自主学习和智能决策的能力, 提高了水利工程的响应速度和适应性。这一变革背后的动力源于对水资源管理效率的追求, 以及对灾害风险的更好应对^[1]。数字化水利工程不仅能够实现对水位、水质等实时数据的监测, 还能通过大数据分析提供对水文条件的深入理解。这为科学的水资源规划和管理提供了坚实的基础。同时, 智能化水利工程通过引入自适应控制和预测性维护, 有效降低了系统运行风险,

提高了设施的可靠性和稳定性。

2 水利工程的特点

水利工程的特点体现在其复杂性和多层次性。首先, 水利工程面临自然环境的复杂性, 包括地质、气候和水文等多变因素, 这要求工程考虑自然系统的多样性和不确定性。其次, 水利工程包含多个相互关联的技术系统, 如水资源调度、灌溉和排水系统, 这要求工程在设计和运营中保持协同性。此外, 水利工程在管理和决策上具有多层次性, 需要考虑从局部到整个流域的各级需求, 同时涉及政府、农业、工业和居民等多方利益。水利工程在自然和社会层面上都面临复杂的挑战, 需要综合多学科的知识和智能化技术来有效规划、设计和管理, 以实现对水资源的可持续利用和综合管理。

3 数字化与智能化水利工程的挑战

3.1 数据安全与隐私

数字化与智能化水利工程的快速发展带来了大量实时数据的产生和应用, 同时也引发了数据安全与隐私保护的挑战。水利工程所涉及的数据范围广泛, 包括水位、水质、气象等监测信息, 同时还可能涉及到用户隐私和关键工程参数等敏感数据。首先, 数据的准确性对水利工程的运行至关重要。任何对数据的篡改或破坏都可能导致误导

性的决策和不当的操作,对工程的安全性和稳定性造成负面影响。其次,随着水利工程与信息技术的深度融合,数据在传输和存储过程中面临来自网络攻击、恶意软件、数据泄露等多方面的威胁。这可能不仅危及水利工程的正常运行,还可能损害用户隐私和环境安全。在处理数据安全问题的同时,隐私保护显得尤为重要。水利工程所涉及的数据可能包含用户的个人信息和居民的用水行为等隐私内容。建立明确的隐私保护机制,包括数据使用目的、用户知情同意、数据匿名化处理等措施,是确保数据主体权益的关键。因此,在数字化与智能化水利工程的推动下,加强数据的安全性和隐私保护是至关重要的。这需要技术上采取先进的加密、认证和防护措施,建立完善的安全管理体系,同时遵循相关法规,确保数据使用的合法性和透明度。在数字化转型的过程中,确保数据安全与隐私的保护是保障水利工程可持续发展的关键一环。

3.2 技术标准和系统互操作性

数字化与智能化水利工程的成功运作离不开统一的技术标准和系统互操作性的有效保障。技术标准是确保水利工程各个组成部分协同运作的基石,而系统互操作性则是不同子系统和设备能够相互连接、交换信息并协同工作的关键。首先,明确而统一的技术标准对于数字化水利工程至关重要。由于涉及到众多不同厂商、设备和软件系统,缺乏统一的技术标准可能导致各个组件之间难以进行有效的通信和集成。一致的技术标准有助于确保不同设备和系统能够无障碍地相互通信、交换数据,并在此基础上实现全面的水资源管理和工程运营。其次,系统互操作性是数字化水利工程中各个子系统和设备协同工作的前提。水利工程往往包括多个子系统,如监测系统、控制系统、数据处理系统等,这些子系统需要能够互相沟通和协同操作。通过建立良好的系统互操作性,不同子系统可以实现信息的共享,实现对整个水利系统的集中监控和智能化控制。因此,数字化水利工程需要建立完善的技术标准体系,确保各个设备和系统能够按照共同的规范进行设计和制造。同时,推动系统互操作性的实现,使得不同的水利子系统可以有效地集成和协同工作。这需要各方共同努力,建立开放性的合作机制,促进产业链的协同发展,推动数字化水利工程向着更加智能、高效的方向迈进。

3.3 人才短缺与培训需求

数字化与智能化水利工程发展中一个严峻问题是人才短缺与培训需求的不匹配。随着水利工程转向数字化和智能化,对具备相关技术和管理能力的专业人才的需求急剧增加。首先,数字化与智能化水利工程对工程师的要求跨足多个领域,包括信息技术、大数据分析和人工智能等,传统水利工程领域的培训和教育相对滞后,导致很多从业人员缺乏与数字技术和智能系统相关的专业知识。其次,数字化水利工程的运维和管理需要从业者具备对新技术

的理解和应用能力。现有培训机制面临适应性不足的问题,许多从业人员缺乏对新兴技术的深入了解,影响了工程运行和维护的效率。为解决这一问题,亟需加强水利工程领域的教育体系和培训机制的改革。学校应调整课程设置,增设与数字技术、智能系统相关的专业课程,为学生提供更全面的知识体系。同时,行业应建立灵活、有针对性的培训机制,定期组织从业人员参与相关培训课程,提升其对新技术和系统的运用水平。

3.4 克服信息孤岛和促进数据共享

在数字化与智能化水利工程中,信息孤岛和数据共享的问题成为制约工程整体效能的重要因素。信息孤岛指的是不同系统、部门或单位之间信息无法有效流通和共享的状态,这导致了信息碎片化、重复采集等问题。要实现水利工程的全面数字化和智能化,必须克服信息孤岛,推动数据的开放共享。首先,建立统一的数据标准和互操作性框架是解决信息孤岛问题的基础。通过明确的数据格式和规范,不同系统和平台能够更好地理解和解释数据,从而实现更加顺畅的数据流通。互操作性框架则确保各个部分的系统能够协同工作,实现数据的集成和共享。其次,强调开放共享的理念,促使各个相关方愿意共享数据。这涉及到政府、企业、科研机构等多方面的合作。政府可以通过制定政策、法规来鼓励数据的开放,同时提供相应的支持和保障。企业和科研机构也需要以更加开放的态度对待数据,积极参与共享的过程,实现各方的利益共赢。此外,技术手段也是解决信息孤岛问题的重要途径。采用先进的数据集成和共享平台,利用大数据技术实现对海量数据的高效管理和分析,有助于打破信息孤岛,提高数据的可用性和价值。

4 水利工程数字化与智能化发展研究

4.1 推进信息化建设,增强管理效能

推进信息化建设是数字化与智能化水利工程发展的关键举措,旨在利用先进的信息技术提升管理效能。通过引入智能监测、数据分析和云计算等技术,水利工程能够实现对实时数据的高效获取和处理,从而提高决策的科学性和实时性。信息化建设还能够优化资源配置,降低运营成本,提高工程的整体管理效能。其中,智能监测系统可实时收集并传输有关水位、水质、设备状态等方面的数据,为工程运行提供全面、及时的信息支持。数据分析技术能够对这些大量的数据进行深入挖掘,发现潜在问题和优化方案,为决策提供更为科学的依据。云计算则提供了强大的数据存储和处理能力,使水利工程能够更加灵活地应对各种数据管理需求。通过推进信息化建设,水利工程管理能够实现从传统手工作业向数字化、自动化的转变。这不仅提高了管理的精准度和效率,还降低了操作人员的负担,减少了人为误差。同时,信息化建设为水利工程的可持续发展奠定了基础,使得工程在面对复杂多变的自然

和社会环境时更具应变能力。

4.2 注重数据建构与处理

注重数据建构与处理是数字化与智能化水利工程发展中至关重要的方面。数据作为数字化水利工程的核心资产,其质量和处理方式直接影响工程的运行效能和决策水平。首先,有效的数据建构是确保水利工程运行所需数据的基础。这包括对水文、气象、水质等多个方面的数据进行系统采集、整合和存储,构建起全面而完整的数据体系。合理的数据建构不仅要考虑数据的准确性和实时性,还需满足多层次、多尺度的管理需求,以支持工程在不同空间和时间尺度上的决策与运行。其次,注重数据处理是从海量数据中提炼有用信息的关键。采用先进的数据分析、人工智能和机器学习技术,对数据进行深度挖掘,发现规律、趋势和异常,为决策提供更准确的参考^[2]。有效的数据处理还能优化工程的资源配置,提高水资源的利用效率,降低运营成本。在实践中建立灵活、高效的数据建构与处理平台至关重要。这样的平台应具备高度的可扩展性,能够适应工程数据规模的变化。同时,要整合先进的数据分析工具,为工程决策提供直观、实用的结果。

4.3 数字孪生建设管理

数字孪生建设管理是数字化与智能化水利工程中的创新实践,通过实时构建虚拟模型,全面模拟和监测水利工程的运行状态,为决策提供更精准的支持。数字孪生是基于实际水利工程的物理特征和实时数据构建的虚拟模型,准确反映工程的结构、组成和运行状态。通过数字孪生,可以全方位监测水利工程,捕捉到可能出现的问题和变化。数字孪生建设管理通过智能化技术实现对数字孪生模型的有效管理,包括实时采集数据、模型实时更新、智能识别异常事件等。这提高了数字孪生的精度和实用性,为工程决策提供了全面和深入的参考。数字孪生建设管理创新之处在于将实际水利工程与虚拟模型相结合,使工程管理者能够在数字孪生中实时观察、模拟和预测水利工程的运行情况,为迅速应对突发事件、优化资源配置、提高工程效率提供了前所未有的手段。

4.4 数字化水资源管理

数字化水资源管理是数字化与智能化水利工程中的关键组成部分,通过先进的信息技术和数据分析手段,实现对水资源的全面、精准管理。首先,数字化水资源管理基于实时的数据采集和监测系统,通过安装传感器和监测设备,可以实时获取水文、气象、水质等多维度的数据,形成水资源的全面画像。这有助于及时了解水资源的状态变化,应对突发事件,提高对水资源的监控和预测能力。其次,数字化水资源管理利用先进的数据分析技术,对采集到的大量数据进行深度挖掘,通过人工智能、机器学习等手段,可以发现数据中的潜在规律、趋势和异常情况,

为科学决策提供数据支持。这有助于优化水资源配置,提高利用效率,降低浪费^[3]。数字化水资源管理还强调信息的共享和透明。通过建立统一的数字平台,不仅使得水利工程内部各系统能够协同工作,而且能够实现对外部利益相关者的信息共享,包括政府、企业和公众。这有助于形成多方参与的水资源治理机制,提高整个水资源管理的综合效能。

4.5 智能化灌溉与排水系统

智能化灌溉与排水系统是数字化与智能化水利工程的重要组成部分,利用先进技术和智能控制系统提高了灌溉和排水效率,实现了对水资源的智能管理。智能化灌溉系统通过先进传感技术和实时监测装置获取土壤湿度、气象等信息,从而智能调整灌溉水量和时间,确保植物获得足够水分,同时避免水资源浪费。这种智能调控机制使得灌溉更加精准、高效,提高了农田产量和水资源利用率。智能化排水系统则通过智能监测和控制技术实时监测管道和水体状况,一旦检测到排水问题,系统能够自动调整排水设备,及时解决问题,维护排水通畅。这种智能排水系统减少了灾害风险和提高了排水效率。智能化灌溉与排水系统强调自动化和智能化,通过远程监控和自动控制减轻了人工负担,提高了系统稳定性和可靠性。采用云计算和物联网技术,用户可以通过手机或电脑随时随地进行远程智能化管理。

5 结语

在数字化与智能化水利工程的发展过程中,我们面临一系列挑战和机遇。从水利工程的特点、存在的问题,到数字化与智能化的发展研究,每个方面都需要我们认真思考、积极探索解决方案。数字化与智能化水利工程的未来充满着希望。通过克服存在的问题,加强人才培养,借助创新技术推动数字孪生建设管理,我们有信心实现水利工程的高效、智能、可持续发展,为更好地服务社会和保障水资源安全作出积极贡献。在这个数字化时代,我们迎来了水利工程的新篇章,带着对未来的期许,共同努力创造出更加智能、高效的水利工程体系。

[参考文献]

- [1]李发鹏,韩丽,杨彦明,等.推进水利工程管理现代化的思考[J].水利发展研究,2022,22(11):57-61.
- [2]王良泽南.水利工程数字化与智能化发展趋势研究[J].长江工程职业技术学院学报,2023,40(3):75-78.
- [3]蔡阳,成建国,曾焱等.大力推进智慧水利建设[J].水利发展研究,2021,21(9):32-36.

作者简介:施聪聪(1992.10—),毕业院校:南昌工程学院,所学专业:水利水电工程,当前就职单位:江西省水投建设集团有限公司,职务:一般员工,职称级别:助理工程师。