

水利工程管理的现状及发展趋势分析

徐 凡

黄河万家寨水利枢纽有限公司 山西 太原 030000

摘 要：水利工程是保障民生、调控水资源的核心基础设施，其管理水平直接关系防洪安全、水资源高效利用与生态保护。本文阐述水利工程管理的核心概念与理论基础，分析我国当前水利工程体系完善、管理体制初步建立但仍存在体制机制不健全、设施老化、数字化滞后等问题，探讨数字化、协同化、绿色化、专业化的发展趋势，提出针对性提升对策，为我国水利工程管理高质量发展提供理论与实践参考。

关键词：水利工程管理；现状；发展趋势

引言：水资源是人类生存与发展的基础性资源，水利工程作为调控水资源、防范水灾害的关键载体，在国民经济发展中占据重要地位。随着极端水文事件频发与高质量发展需求升级，传统水利工程管理模式已难以适配新时代要求。基于此，本文系统梳理水利工程管理的现状与现存问题，研判其发展趋势并提出优化对策，对强化工程安全、提升水资源利用效益、推动水利事业可持续发展具有重要意义。

1 水利工程管理相关概念与理论基础

1.1 水利工程管理核心概念

（1）水利工程是用于调控和调配自然界地表水与地下水，实现除害兴利而修建的工程设施，按功能可分为多个类型。水库主要用于拦蓄水量、调节径流，兼具防洪、供水、发电等作用；水闸用于控制水位、调节流量，发挥挡水、泄水与引水功能；蓄滞洪区是临时贮存超额洪水的区域，用于减轻干流防洪压力；引调水工程则通过跨区域输水，实现水资源空间优化配置，保障缺水地区用水需求。（2）水利工程管理是对水利工程全流程开展的综合管理活动，内涵涵盖规划、建设、运行、养护等多个环节。其核心任务包括保障工程安全运行，防范各类安全隐患；开展调度优化，实现水资源高效配置与多目标协同；做好日常维修养护，延长工程使用寿命；同时兼顾工程监测、应急处置与效益发挥，确保水利工程持续稳定发挥作用^[1]。

1.2 水利工程管理相关理论

（1）系统管理理论将水利工程视为复杂开放系统，统筹工程规划、建设、运行、退役全生命周期，协调防洪、供水、生态、发电等多效益统一，实现整体最优而非局部最优。（2）数字孪生理论通过构建物理工程与数字模型的虚实映射，实时采集工程数据并开展动态仿真，可模拟工程运行状态、预测风险趋势，为精准调度

与智能决策提供技术支撑。（3）可持续发展理论要求水利工程管理兼顾工程安全、水资源高效利用与生态环境保护，在满足当代用水需求的同时，保障水资源永续利用与流域生态健康。

1.3 水利工程管理的核心目标与原则

（1）核心目标为全方位保障工程运行安全，提升水资源利用与工程综合效益，节约水资源及工程运维资源，同步保护水生态与水环境，实现安全、效益、资源、生态协同发展。（2）管理原则坚持需求牵引，立足区域用水与防洪实际需求；坚持应用至上，突出管理实效与工程功能发挥；坚持数字赋能，依托信息化技术提升管理水平；坚持权责统一，明确管理主体职责与监督机制，保障管理工作规范高效推进。

2 我国水利工程管理的现状及存在的问题

2.1 我国水利工程管理发展现状

（1）工程体系逐步完善：我国已建成世界规模最大的水利工程体系，涵盖各类核心水利设施，有效保障防洪、供水等需求，其中大型工程管理的规范化、标准化水平稳步提升，核心功能发挥充分。（2）管理体制初步建立：形成分级管理、分类负责的基本管理框架，明确各级管理主体职责，部分地区积极推进水利工程物业化管理试点，引入专业力量优化管理模式，提升管理精细化程度。（3）数字化转型起步：数字孪生水利试点有序推进，“天空地水工”一体化监测体系逐步构建，实现部分重点工程的实时监测与动态感知，为工程调度和风险防控提供初步技术支撑。

2.2 水利工程管理存在的主要问题

（1）体制机制不完善：小型水利工程权责划分不清晰、权责不统一，管理主体缺位；跨部门、跨区域协调难度大，工程确权划界工作推进受阻，影响管理工作有序开展。（2）基础设施老化：部分水利工程建成时间

久远,坝体渗漏、设备损坏等问题突出,且维修养护资金投入不足,老化隐患无法及时整改,给工程安全运行带来风险。(3)数字化水平偏低:中小型工程监测设施落后,多依赖人工监测;各部门、各工程间数据共享不足,存在“信息孤岛”,数字孪生等智慧应用深度不够,技术赋能作用未充分发挥。(4)管理队伍薄弱:基层管理人员老龄化严重,专业结构不合理,缺乏数字化、智能化管理所需技能,难以适配新时代水利工程智能化管理需求,管理效能受限^[2]。

2.3 影响水利工程管理水平的关键因素

(1)政策因素:水利工程管理制度、标准体系仍不完善,部分条款与实际管理需求脱节;数字孪生水利等相关扶持政策落地力度不足,政策引导和保障作用未能充分发挥。(2)资金因素:水利工程建设与维修养护资金投入长期不足,资金渠道较为单一,主要依赖财政拨款,社会资本参与度低,难以满足工程运维和数字化转型的资金需求。(3)技术因素:水利智能化技术研发与推广滞后,数字孪生模型、智能监测设备等专业技术应用不充分,技术转化效率不高,未能有效支撑管理水平提升。(4)人才因素:水利工程专业技术人才短缺,尤其是兼具工程管理与数字化技能的复合型人才匮乏,管理队伍结构不合理,人才培养和引进机制不完善,制约管理水平提升。

3 水利工程管理的发展趋势分析

3.1 数字化转型深化:数字孪生全面普及

(1)监测感知智能化:未来将全面推广卫星遥感、北斗定位、无人机巡查等先进技术,结合物联网传感器,构建覆盖水利工程全要素、全天候、全方位的监测体系,实现对坝体、闸门、水位、水质等关键指标的实时感知、精准捕捉,大幅提升监测效率和数据准确性,为工程安全运行筑牢技术防线。(2)数字平台一体化:打破当前各工程、各部门间的“信息孤岛”,推动数字孪生水利工程与流域管理平台、国家水网平台互联互通,实现数据资源跨区域、跨层级共享共用,统一数据标准和接口,构建一体化数字管理体系,为统筹调度、协同管理提供高效数据支撑。(3)调度决策智慧化:强化数字孪生模型的“预报、预警、预演、预案”四预功能,通过动态仿真模拟工程运行状态、洪水演进、水资源调配等场景,精准预判风险隐患,优化调度方案,实现水利工程调度从“经验驱动”向“数据驱动、智能驱动”转变,提升决策科学性和时效性^[3]。

3.2 管理体制机制优化:权责统一、协同高效

(1)完善确权划界:加大政策引导和统筹协调力

度,妥善解决跨部门、跨区域水利工程红线冲突问题,明确工程管理范围、权属归属和管理责任,确保每一项工程都有明确的管理主体,从源头解决权责不清、管理缺位的问题。(2)推进物业化管理:扩大水利工程物业化管理试点范围,重点规范小型水利工程项目管理模式,引入专业的物业化管理机构,建立标准化、精细化的运维管理流程,替代传统粗放式管理,提升小型工程管理的专业化、规范化水平。(3)健全协同机制:建立健全跨流域、跨部门协同管理机制,加强水利、环保、农业、交通等相关部门的沟通协作,打破行政壁垒,统筹推进工程调度、水资源配置、生态保护等工作,实现水利工程综合效益最大化^[4]。

3.3 绿色低碳发展:生态优先、可持续利用

(1)强化生态保护:坚持生态优先理念,统筹水利工程调度与流域生态流量保障,科学制定调度方案,避免因工程运行对河流、湖泊等周边生态环境造成破坏,保护水生生物栖息地,维护流域生态平衡。(2)推动生态产品价值实现:深度挖掘水利工程的生态价值和旅游价值,结合流域特色,打造生态旅游、水利科普等业态,推动生态资源向生态产品转化,在保障工程核心功能的同时,提升工程综合效益,实现生态与经济协同发展。(3)推广绿色技术:广泛应用节能降耗设备和环保材料,优化工程运维流程,减少水资源浪费和污染物排放,构建绿色、低碳、环保的工程运维模式,助力“双碳”目标实现,推动水利工程可持续发展。

3.4 人才队伍专业化:适配智慧化管理需求

(1)优化队伍结构:加大年轻专业人才引进力度,重点吸纳水利工程、数字化、智能化等相关专业人才,缓解基层管理人员老龄化问题,优化人才年龄结构和专业结构,为水利工程管理注入新鲜活力。(2)加强技能培训:建立常态化培训机制,针对数字化监测、数字孪生应用、智能调度等重点内容,开展针对性技能培训,提升现有管理人员的数字化、智能化操作能力,适配智慧化管理需求。(3)推进产学研融合:加强与高校、科研院所、相关企业的合作,搭建产学研融合培养平台,定向培养兼具水利工程管理、数字化技术应用能力的复合型人才,为水利工程管理高质量发展提供坚实人才保障。

4 提升我国水利工程管理水平的对策建议

4.1 完善体制机制,明确管理权责

(1)健全管理制度与标准体系,结合水利工程数字化转型需求,修订完善现有管理规章制度,补充数字孪生水利建设、智能监测、智慧调度等相关标准,推动数字孪生技术与现有管理标准深度衔接,明确数字模型构

建、数据采集、平台运维等环节的规范要求,形成覆盖工程全生命周期、适配智能化管理的标准体系,为管理工作开展提供明确依据,避免管理混乱。(2)明确各级管理主体权责,按照“分级管理、分类负责、权责统一”的原则,细化中央、地方各级水利管理部门及相关单位的职责分工,明确小型水利工程管理主体,杜绝管理缺位、权责交叉等问题。建立跨部门、跨区域协调联动机制,设立专门协调机构,及时化解水利工程管理中的跨领域矛盾,推动各部门协同发力、高效配合,提升管理协同性。

4.2 加大资金投入,强化基础设施建设

(1)拓宽资金渠道,改变单一依赖财政拨款的现状,积极引导社会资本参与水利工程建设与运维,鼓励企业、社会组织投入资金,形成“财政主导、社会补充”的多元化资金投入机制。将数字孪生建设资金、工程日常维修养护资金纳入工程概预算,明确资金拨付标准和使用范围,建立资金使用监管机制,确保资金专款专用、高效利用,为数字化转型和工程运维提供坚实资金保障。(2)推进老旧工程除险加固,开展全面排查整治,对建成时间久、存在安全隐患的老旧水利工程,制定针对性除险加固方案,重点解决坝体渗漏、设备老化、渠道淤积等突出问题,提升工程结构安全水平。同步更新升级监测设施,淘汰落后人工监测设备,推广安装智能传感器、无人机等先进监测设备,实现监测设施智能化、全覆盖,筑牢工程安全运行防线^[5]。

4.3 推动技术创新,加快数字化转型

(1)加强数字孪生、人工智能、大数据等先进技术的研发与推广,加大科研资金投入,支持高校、科研院所与企业合作,聚焦水利工程智能化管理的痛点难点,开展技术攻关,完善数字孪生专业模型库,优化模型仿真精度,提升对工程运行状态的模拟、预测能力,推动技术成果向实际应用转化。(2)构建一体化数据共享平台,打破部门、区域、工程间的信息壁垒,统一数据标准和接口,整合监测数据、调度数据、运维数据等各类信息资源,实现监测、调度、管理全流程数字化。依托平台实现数据实时共享、高效流转,支撑“四预”功能

落地,推动水利工程管理从数字化向智能化、智慧化转型,提升管理效率和决策科学性。

4.4 加强人才培养,提升队伍专业素养

(1)建立健全人才培养机制,结合水利工程数字化、智能化管理需求,制定针对性人才培养计划,开展分层分类技能培训,重点围绕数字孪生应用、智能监测操作、智慧调度等内容,对现有管理人员进行系统培训,提升其专业技能和实操能力,使其适配新时代水利工程管理工作需求。同时,加强基层管理人员培训,补齐基层管理短板。(2)完善人才激励机制,健全薪酬福利、职称评定、晋升提拔等激励政策,提高专业技术人才的待遇水平,吸引水利工程、数字化、智能化等相关专业的优秀人才投身水利管理工作。建立人才评价机制,突出实绩导向,鼓励管理人员主动学习新技术、新方法,激发队伍工作积极性和主动性,吸引并留住专业技术人才,打造一支高素质、专业化的水利管理队伍。

结束语

综上,我国水利工程管理已取得阶段性成效,形成了较为完善的工程体系与初步的管理框架,但体制、资金、技术、人才等方面的短板仍制约其高质量发展。未来,需紧跟数字化、绿色化发展趋势,不断完善体制机制、加大资金投入、强化技术创新、培育专业人才,推动水利工程管理向智慧化、协同化、可持续化转型,助力实现水资源安全与生态环境协同发展的目标。

参考文献

- [1]李华伟.现代水利工程管理与技术创新研究[J].水利科技与经济,2022,28(3),112-120.
- [2]刘强嘉.气候变化对水资源管理的影响及对策[J].环境与可持续发展,2021,46(2),48-55.
- [3]郑明光.GIS在水利工程管理中的应用[J].水资源管理,2020,34(4),89-97.
- [4]赵洪思.基于物联网技术的水利设施监控系统研发[J].高科技与工业化,(2023,15(1),203-211.
- [5]李文华.信息化技术在农业水利工程中的应用现状与应对策略分析[J].农家参谋,2024,(28):68-70.