

浅析以水利技术创新提高水利管理能力

张志昌

东莞市南城水务工程运营中心
DOI:10.12238/jpm.v6i9.8418

[摘要] 近年来，全球水资源管理日趋复杂，工程建设标准越来越高，水利工程建设正从传统施工方式向数字化、智能化转型。水利技术创新通过融合现代信息技术、工程技术与生态技术，为水利管理提供了全新的方法论和工具，推动管理模式从经验驱动向数据驱动、从被动应对向主动防控、从单一环节向系统协同转变。本文从水利技术创新的内涵与方向出发，分析技术创新对水利管理各环节的赋能作用，探讨当前技术应用中的挑战，并提出推动技术创新与管理融合的路径，旨在为提升水利管理现代化水平提供理论参考。

[关键词] 水利技术创新；水利管理；水资源；现代化

[中图分类号] TV51

[文献标识码] A

Analysis on Improving Water Management Capability through Water Conservancy Technology Innovation

Zhang Zhichang

Dongguan Nancheng Water Engineering Operation Center

[Abstract] In recent years, global water resource management has become increasingly complex, engineering construction standards have become higher, and water conservancy engineering construction is transforming from traditional construction methods to digitalization and intelligence. The innovation of water conservancy technology provides a new methodology and tools for water conservancy management by integrating modern information technology, engineering technology, and ecological technology, promoting the transformation of management mode from experience driven to data-driven, from passive response to active prevention and control, and from a single link to system collaboration. This article starts from the connotation and direction of water conservancy technology innovation, analyzes the empowering role of technological innovation in various key links of water conservancy management, explores the challenges in current technological applications, and proposes a path to promote the integration of technological innovation and management, aiming to provide theoretical reference for improving the modernization level of water conservancy management.

[Key words] water conservancy technology innovation; Water management; Water resources; modernization

引言

水利管理涵盖水资源开发、利用、节约、保护及水旱灾害防御等全链条环节，其能力高低直接关系到国家水安全和生态安全。传统水利管理依赖人工巡查、经验决策和分段管理，存在响应滞后、效率低下、协同不足等问题。在新时代背景下，人口增长、经济发展与生态保护对水利管理提出了更高要求，既要实现水资源的高效利用，又要保障生态流量；既要提高灾害防御的精准性，又要降低工程运维成本。水利技术创新通过引入物联网、大数据、人工智能、生态水利等前沿技术，重构水利管理的技术架构和流程体系，成为突破传统管理瓶颈、提

升管理能力的核心驱动力。

1 水利技术创新的内涵与主要方向

1.1 水利技术创新的内涵

水利技术创新是指在水利领域通过科学研究、技术开发、集成应用等方式，实现技术原理、方法、设备或系统的革新，以解决水资源管理、工程建设、灾害防御等方面的复杂问题。其核心特征包括：（1）跨学科融合。融合水利工程、信息技术、生态学、材料科学等多学科知识，形成复合型技术体系。（2）数字化驱动。以数据采集、分析和应用为核心，实现水利管理的精准化和智能化。（3）系统性优化。从单一技术改

进转向全流程、全要素的系统创新，提升水利管理的整体效能。

(4) 生态化导向。在技术创新中融入生态保护理念，实现水利开发与生态保护的协同。

1.2 水利技术创新的主要方向

1.2.1 水资源监测与感知技术

水资源监测是水利管理的基础，技术创新聚焦于提升监测的全域性、实时性和精准性。智能感知技术适用于不同水体和环境的新型传感器，实现水位、流量、水质、墒情等参数的自动采集。例如，基于光谱分析的水质传感器可快速识别水中污染物成分，基于物联网的墒情传感器可实时监测土壤水分动态。遥感与空天地一体化监测是利用卫星遥感、无人机航拍、地面监测站构成立体监测网络，突破传统单点监测的局限，实现大范围水域的动态监测。通过高分辨率遥感影像可识别水域面积变化、岸线侵蚀等情况，为水资源规划提供宏观数据支撑。数据传输与处理技术采用5G、北斗通信等技术实现监测数据的实时传输，结合边缘计算技术对海量数据进行预处理，提升数据传输效率和时效性，为应急决策提供快速响应支持。

1.2.2 水资源调度与优化技术

针对水资源供需矛盾，技术创新旨在提高调度的科学性和灵活性。智能调度模型基于大数据和人工智能算法，构建考虑社会、经济、生态多目标的水资源调度模型。该模型可根据实时来水情况、用水需求和生态流量要求，动态优化调度方案，实现水资源的高效配置。数字孪生技术通过构建流域或区域的数字孪生系统，模拟水资源运动过程和水利工程运行状态，对不同调度方案的效果进行预演和评估，为决策者提供可视化参考。水资源市场化技术支撑包括开发水资源确权、交易和监管的数字化平台，通过区块链技术保障交易的透明性和可追溯性，推动水资源使用权的合理流转，提高水资源配置效率。

1.2.3 水利工程建设与运维技术

在水利工程全生命周期管理中，技术创新聚焦于提升工程质量、安全性和运维效率。研发高强度、耐腐蚀、生态友好的工程材料，如新型混凝土、复合材料闸门等，延长工程使用寿命并降低对生态环境的影响。开发模块化、装配式结构，简化施工流程，缩短建设周期。智能运维技术通过在水利工程中部署传感器和监测设备，实时采集结构应力、渗流、振动等数据，结合机器学习算法识别潜在故障，实现从“定期检修”向“预测性维护”转变。自动化控制技术是在泵站、水闸等工程中应用智能控制系统，实现远程操控和自动调节。例如，闸门可根据水位变化自动启闭，泵站可根据用水需求动态调整运行参数，提高工程运行效率。

1.2.4 水旱灾害防御技术

面对日益复杂的水旱灾害形势，技术创新致力于提升预警预报精度和应急响应能力。精细化预报技术融合气象数据、水文数据和地理信息，开发高精度的洪水、干旱预报模型。通过

人工智能算法挖掘历史灾害数据与气象因子的关联，延长预报时效并提高准确率。应急响应技术构建基于物联网和大数据的应急指挥平台，实现灾害信息的快速汇聚、分析和共享。开发便携式应急监测设备和快速抢险技术，提升灾害现场的应急处置能力。风险评估与防控技术利用数字模拟技术评估不同区域的灾害风险等级，绘制精细化风险地图，为防汛抗旱工程布局 and 应急预案制定提供科学依据。

1.2.5 生态水利技术

生态水利技术创新以维系水生态系统健康为目标，实现水利管理与生态保护的协同。生态流量调控技术开发基于生态水文节律的流量调控模型，保障河道生态基流，维持水生动植物栖息地的完整性。通过闸门联合调度模拟自然水文过程，促进河流生态系统的自我修复。水环境污染治理技术通过研发高效、低耗的水污染治理技术，如生物修复技术、生态净化湿地技术等，减少入河污染负荷，改善水体质量。水利工程生态化改造技术对现有水利工程进行生态化升级，如在堤坝建设鱼道、在渠道两侧种植水生植物，降低工程对水生态系统的阻隔效应。

2 水利技术创新对水利管理能力的提升作用

2.1 提高水资源配置的精准性与效率

传统水资源配置依赖经验估算和静态规划，难以适应水资源供需的动态变化。水利技术创新通过以下方式提升配置能力，实时监测技术提供全域水资源动态数据，使管理者能够精准掌握水资源总量、分布及变化趋势，避免因信息不全导致的配置失衡。智能调度模型综合考虑工业、农业、生活和生态用水需求，通过多目标优化算法生成最优调度方案，实现“按需分配”和“节水优先”。数字孪生技术对调度方案的预演的评估，降低决策风险，提高水资源配置的科学性。通过技术创新，水资源配置从“粗放式”向“精细化”转变，既能保障经济社会发展用水，又能维护生态系统平衡，实现水资源的可持续利用。

2.2 增强水旱灾害防御的主动性与有效性

水旱灾害防御是水利管理的核心任务，技术创新从预警、响应和防控三个环节提升能力。精细化预报技术延长预警时效，提高预报精度，使管理者能够提前部署防御措施，变“被动应对”为“主动防控”。应急指挥平台实现灾害信息的快速整合与共享，打通部门间的信息壁垒，提升应急响应的协同性和效率。风险评估技术明确不同区域的灾害脆弱性，为防汛抗旱工程建设和物资储备提供精准指引，降低灾害损失。技术创新使水旱灾害防御从“经验驱动”向“数据驱动”转变，提升了应对极端天气事件的能力，保障人民生命财产安全。

2.3 提升水利工程运维的智能化与可靠性

水利工程是水利管理的物质基础，其运维能力直接影响水利系统的整体效能。技术创新通过以下方面提升运维水平。智

能监测技术实时感知工程结构状态,及时发现裂缝、渗漏等潜在故障,避免因突发事故导致的工程失效。预测性维护技术基于设备运行数据预测故障风险,合理安排检修时间,减少因停机造成的功能中断,降低运维成本。自动化控制技术实现工程设备的远程操控和智能调节,提高运行效率,减少人为操作误差。通过技术创新,水利工程运维从“事后维修”向“事前预防”转变,延长了工程使用寿命,保障了工程安全稳定运行。

2.4 强化水资源保护与生态修复的系统性

水资源保护是水利管理的重要内容,技术创新推动生态保护从“被动治理”向“主动修复”转变。水质监测技术快速识别污染源和污染范围,为污染源和治理提供精准指引,遏制水体恶化趋势。生态流量调控技术保障河道生态基流,维持水生态系统的完整性,促进受损生态系统的恢复。生态化工程技术减少水利工程对水生态系统的干扰,实现水利开发与生态保护的“双赢”。技术创新使水资源保护从“单一治理”向“系统修复”转变,提升了水生态系统的稳定性和服务功能,支撑生态文明建设。

2.5 推动水利管理的协同化与智能化

传统水利管理存在部门分割、信息孤岛等问题,技术创新通过以下方式促进协同管理。大数据平台整合水资源、工程、气象等多领域数据,打破部门间的信息壁垒,实现“数据互通、资源共享”。智能化决策支持系统为跨区域、跨部门的协同管理提供技术支撑,提高决策的一致性和执行力。移动办公和远程监控技术使管理突破时空限制,提升基层管理效率,确保各项措施的精准落地。通过技术创新,水利管理从“分散化”向“协同化”转变,形成全域统筹、上下联动的管理格局,提升整体效能。

3 推动水利技术创新与管理融合的路径

3.1 完善技术创新体系与机制

构建“产学研用”协同创新体系,推动高校、科研机构与水利管理部门、企业的深度合作,促进技术研发与实际需求的对接,加速科研成果转化。加大技术创新投入,设立水利技术创新专项基金,支持关键核心技术攻关和前沿技术探索,突破国外技术垄断,形成自主可控的技术体系。建立技术创新激励机制,鼓励科研人员开展原创性研究,对在技术创新中做出贡献的单位和个人给予表彰奖励,激发创新活力。

3.2 加强水利管理数字化平台建设

整合现有信息系统,构建统一的水利管理数字化平台,实现数据的集中管理、共享和深度应用,避免重复建设和资源浪费。推进水利数据标准化建设,统一数据采集、存储和传输标准,确保数据的一致性和可比性,为跨区域、跨部门协同管理奠定基础。强化平台安全防护,采用加密技术、权限管理和安全审计等措施,保障数据安全和系统稳定运行,防范网络攻击风险。

3.3 培养复合型水利管理人才

智慧水利的发展离不开专业人才的支撑。高校应加强水利专业与信息技术专业的交叉融合教育,开设相关的跨学科课程,培养具备多学科知识的复合型人才。在课程设置上,可以开设“水利物联网技术应用”“水利大数据分析处理”“水利人工智能应用”等课程,让学生系统地学习智慧水利相关知识。对于在职人员,应加强培训和继续教育。定期组织水利工作者参加智慧水利技术培训课程,邀请行业专家进行授课,让他们及时了解智慧水利技术的最新发展动态,掌握先进的技术和管理方法。

3.4 完善管理体制与政策支持

水利部门应加强与其他相关部门的沟通协调,建立有效的协同工作机制。在水资源管理方面,水利部门应与环保部门、农业部门等密切合作,共同做好水资源的保护和利用工作。通过明确各部门的职责,避免出现职责不清、推诿扯皮的现象,提高智慧水利系统的运行效率。建立健全智慧水利相关政策法规体系具有重要意义。政府应制定相关政策,鼓励和支持智慧水利的发展。出台关于智慧水利建设的指导意见,明确建设目标、任务和保障措施。制定相关的技术标准和规范,确保智慧水利系统的兼容性和互操作性。在数据共享方面,制定数据共享管理办法,明确数据权属和共享规则,促进数据的流通和共享。

4 结束语

水利技术创新是提升水利管理能力的核心驱动力,通过水资源监测、调度、工程运维、灾害防御和生态水利等领域的技术突破,推动水利管理从经验驱动向数据驱动、从粗放管理向精细管理、从单一环节向系统协同转变。技术创新不仅提高了水资源配置效率、增强了灾害防御能力、保障了工程安全运行,还促进了水资源保护与生态修复,为水资源可持续利用和水安全提供了有力支撑。通过完善创新体系、加强平台建设、培养专业人才和健全政策法规,推动技术创新真正落地见效,实现水利管理能力的现代化跃升,为经济社会高质量发展和生态文明建设提供坚实的水利保障。

[参考文献]

- [1]孙海锋.试论如何以水利技术创新提高水利管理[J].四川水泥,2019,(05):127.
- [2]刘耀.如何深化水利技术创新提高水利管理能力[J].四川水泥,2019,(05):134.
- [3]古丽·别克木汗.以水利技术创新提高水利管理能力的措施[J].河南农业,2018,(14):43+46.
- [4]刘永山.浅谈如何创新水利技术提高水利管理能力[J].城市建设理论研究(电子版),2018,(05):166.
- [5]晏忠莉.以水利技术创新提高水利管理能力[J].居舍,2018,(04):131.