

智慧水利建设的经济效应与政策建议

谢玮 张士君

长江水利委员会水文局长江上游水文水资源勘测局

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5927

[摘要] 水利事业是国家发展的基石,从古代的都江堰、郑国渠到现代的三峡大坝、南水北调工程,有力保障了农业稳定、工业发展和城市化进程,科学促进了生态环境保护。我国水资源分布不均,通过合理建设水利工程,调节时空分布,确保生活和生产用水安全。现代灌溉技术提高了农业水资源利用效率,推动农业现代化。防洪减灾工程如堤防、水库等降低洪灾风险,智慧水利提升科学性和精准性。水利工程建设还促进生态保护和区域经济发展,带动相关产业,创造就业机会。在国民安全和民生福祉中,智慧水利成为必然选择。

[关键词] 智慧水利建设; 水资源; 经济; 政策

中图分类号: TV213 文献标识码: A

Economic effects and policy recommendations of smart water conservancy construction

Wei Xie Shijun Zhang

Hydrological Bureau of the Yangtze River Water Resources Commission, Hydrological and Water Resources Survey Bureau of the Upper Reaches of the Yangtze River

[Abstract] Water conservancy is the cornerstone of national development. From the ancient Dujiangyan Irrigation Project and Zhengguo Canal to the modern Three Gorges Dam and the South to North Water Transfer Project, agricultural stability, industrial development and urbanization process have been guaranteed, and ecological environment protection has been promoted. The distribution of water resources in our country is uneven. Through the rational construction of water conservancy projects, the spatial and temporal distribution can be adjusted to ensure the safety of domestic and production water use. Modern irrigation technology has improved the efficiency of agricultural water resource utilization and promoted agricultural modernization. Flood control and disaster reduction projects such as embankments and reservoirs reduce flood risks, while smart water conservancy enhances scientificity and precision. The construction of water conservancy projects also promotes ecological protection and regional economic development, drives related industries, and creates employment opportunities. Smart water conservancy has become an inevitable choice in national security and people's well-being.

[Key words] smart water conservancy construction; Water resources; Economics; policy

引言

智慧水利通过物联网、大数据、云计算、人工智能等现代信息技术与传统水利业务融合,构建全方位管理体系,提升水资源管理、水利工程运行和水环境保护的智能化水平。相比传统人工巡检和经验判断,智慧水利实现从“事后处理”到“事前预警”的转变,使管理更高效、精准、透明。物联网实时采集水文数据,支持防汛抗旱;大数据和人工智能优化资源配置,确保工程安全;云计算提供计算和存储能力,保障数据共享与协同。智慧水利还注重信息安全和公众参与,促进社会共同关心水资源和环境保护,支撑经济社会可持续发展。

1 智慧水利建设的经济效应分析

1.1 提升水资源利用效率的经济价值

智慧水利利用物联网、大数据、人工智能等技术,提升水资源利用效率和经济价值。传统管理依赖人工监测和经验判断,存在信息不对称、响应迟缓等问题,导致浪费。智慧系统实现水文数据实时采集与分析,准确预测供需,提前预警旱情或洪涝,提供科学决策依据。农业灌溉自动调整水量,节水超30%,降低成本,提高产量;工业用水优化流程,减少水耗,实现冷却水循环;城市供水通过智能水表和管网监测,漏损率降至10%以下,节省费用。

1.2 促进水利产业升级与转型的效应

智慧水利通过集成GIS、三维建模、虚拟仿真等技术,实现水利工程的数字化设计与可视化展示,提升设计科学性。无人机和自动化设备优化施工方案,提高精度和效率,降低安全风险与成本。物联网、云计算、大数据等技术使运营管理智能化,实现远程监控、智能诊断和自动化控制,保障工程安全运行,提升水资源利用效率和经济效益。智慧水利推动了水利产业转型升级,形成涵盖规划设计、施工建设、运营管理的完整产业链,极大提升了产业竞争力,满足现代水资源管理和生态保护需求。

1.3 带动相关产业链发展的经济贡献

智慧水利建设提升经济效益,带动信息技术、装备制造、环保、金融等多领域协同发展,形成经济辐射效应。系统依赖数据采集与分析,推动传感器、云计算等技术需求,催生新商业模式。装备制造企业加大研发,开发高精度自动化设备和环保装备。金融机构推出绿色债券、PPP融资等创新产品,提供多元化资金支持。智慧水利提高水资源利用效率,促进产业转型,支撑国家经济高质量发展^[1]。

2 智慧水利建设的技术创新与应用

2.1 物联网技术在智慧水利中的应用

物联网(IoT)是智慧水利的核心,通过连接传感器、通信设备和智能终端,实现水资源实时监测与管理。系统可采集水位、流量、温度等数据并传输至云端分析,预警洪水、优化地下水开采。在农业灌溉中,基于土壤湿度和气象数据自动调整灌溉,提高用水效率。物联网还支持远程控制水利设施,如智能阀门和泵站,实现自动化调度,保障供水安全。结合大数据和人工智能,生成可视化报表,助力科学决策,推动智慧水利发展。

2.2 大数据与人工智能在水利管理中的作用

大数据与人工智能(AI)技术助力智慧水利建设,挖掘海量水利数据,揭示水资源时空分布规律,优化配置。AI通过智能算法模拟水文过程,提供精准洪水预警和水利工程调度,确保运行并提高效率,还用于水质管理,识别污染源并及时处理。大数据与AI结合,实现多源数据融合分析,生成三维水情模拟图,提供定制化决策建议,提升水利管理智能化水平,优化水资源经济价值。

2.3 遥感与GIS技术在水利监测中的优势

遥感技术和GIS是智慧水利建设的关键工具。遥感通过卫星和无人机获取高分辨率影像,监测水体面积、水位、泥沙沉积等变化,尤其在湿地和生态敏感区评估人类活动影响。无人机凭借高灵活性和分辨率,快速获取小范围高精度影像,适用于应急监测和空地一体化网络。GIS将遥感数据进行空间分析与可视化,生成水文地图和综合水情报告,帮助管理者了解水资源分布与变化趋势,提供决策支持。两者结合,实现智能化、精细化的水利监测与管理,提升水资源科学管理的效率和精度,促进高效利用。未来,智慧水利前景广阔。

3 智慧水利建设的挑战与问题

3.1 技术研发与应用的难点

水利工程的复杂性和地域差异导致技术应用难以统一,如山区重洪水预警,城市重供水调度和水质监测。传感器在极端环境下表现不佳,安装位置和布设密度影响数据质量。系统需处理海量数据,传统方法难以应对,虽引入大数据和人工智能,但水利数据结构化低、噪声多,模型训练困难。跨学科融合是关键,需打破水利工程学与计算机科学等学科之间的壁垒,确保多方协同创新,避免信息孤岛。

3.2 资金投入与运营成本的挑战

智慧水利建设是涉及面广、投资大、周期长的系统工程,主要依赖政府财政,社会资本参与度低,尤其在经济欠发达地区,地方财政压力大,资金有限。项目公益性强、经济效益不明显,进一步降低社会资本的投资意愿,导致资金短缺。运营维护成本高昂,涵盖硬件、软件、网络等多方面,任何环节故障都可能影响整体运行,需持续投入。智慧水利的长期效益不确定,短期内难以量化,如智慧灌溉系统的效益受气候变化、市场需求等因素影响,普通用户也可能因技术门槛而使用率不高,平衡短期投入与长期收益成为关键挑战^[2]。

3.3 信息安全与数据保护的隐忧

智慧水利的快速发展提升了信息化水平,但也带来了信息安全与数据保护的挑战。水利数据关乎国家水资源安全、社会公共利益和国家安全,信息泄露或攻击可能引发水污染、洪涝灾害、供水中断等严重后果。外部黑客可通过漏洞利用、钓鱼攻击等方式入侵系统,5G和物联网的应用使网络边界模糊,传统防护手段难以应对新威胁。内部管理不善,如运维人员操作不当、第三方服务提供商安全管理不到位,也可能成为隐患。数据在采集、传输、存储和应用中存在截获、篡改、丢失等风险,需采取加密、备份、访问控制等措施保障安全。目前,智慧水利的安全标准和法规尚不完善,亟需加快制定相关政策,确保系统安全可控。

4 智慧水利建设的政策环境分析

4.1 国家层面的政策导向与支持

近年来,国家高度重视智慧水利建设,出台多项政策推动数字化、智能化转型。2023年《国家水网建设规划纲要》提出构建智慧水利体系,提升水资源管理科学化、精细化水平,推进监测网络全覆盖、水利工程智能化管理和洪水灾害预警。《“十四五”全国智慧水利建设实施方案》强调通过物联网、大数据、人工智能等技术实现水资源实时监控、精准调度和高效利用。国家加大资金投入和技术研发力度,财政部设立专项资金,科技部将相关技术研发纳入国家重点研发计划,鼓励产学研合作。2024年,水利部发布《智慧水利建设标准体系框架》,涵盖数据采集、传输、存储、处理等关键技术环节及应用场景,为行业发展提供规范和指导。

4.2 地方政府和流域机构的实践与创新

地方政府在智慧水利建设中各具特色。广东省依托粤港澳大湾区创新优势,打造“智慧珠江”,通过水资源监测网络和智能调度平台,提升防洪抗旱与用水效率。浙江省注重生态效益,

结合物联网、无人机和遥感技术,建立水生态系统健康评估模型,提升水生态保护。北京市推行“互联网+节水”,鼓励使用智能水表和节水设备,提供个性化建议,推广智能灌溉。四川省利用水电资源,开发智能水电站管理系统,实现远程监控与高效发电,并通过卫星遥感技术优化水资源管理。中西部地区也在智慧水利建设上取得积极进展。

4.3政策法规的完善与配套

随着智慧水利建设的推进,国家和地方不断完善相关政策法规。国家层面,《水法》多次修订,增加智慧水利条款,明确政府职责,要求建立水资源监测体系和设施;《水资源管理条例》《防洪条例》等进一步细化要求。上海市出台《智慧水利建设管理办法》,对规划、建设和运营进行详细规定,并建立考核机制。国家加强执法监督,水利部会同相关部门定期联合执法,打击违法行为,建立第三方评估机制。2024年,全国人大常委会通过《智慧水利促进法》,明确建设目标、原则和措施,强调信息安全。这些政策法规推动了智慧水利的健康发展,未来将在保障国家水安全和促进经济社会可持续发展中发挥重要作用^[3]。

5 智慧水利建设的政策建议

5.1加大技术研发与创新的支持力度

智慧水利建设需政府加大技术创新支持,通过设立科研基金、税收优惠和财政补贴,鼓励高校、科研院所和企业开展物联网、大数据、人工智能等技术在水利领域的应用研究,推动水资源管理、防洪减灾、水环境监测的智能化发展。政府应奖励重大突破企业,建立产学研合作平台,促进科技成果转化。人才是关键,政府需吸引海外高层次人才,加强职业教育和培训,培养复合型专业人才,并鼓励企业与高校联合办学。国际合作也不可或缺,中国应积极参与国际标准制定,借鉴国外先进技术,通过“一带一路”倡议与沿线国家合作,共同应对全球水资源挑战。

5.2完善资金投入与运营机制

智慧水利建设是长期复杂的系统工程,目前资金来源单一,主要依赖政府财政拨款,限制了发展速度。为推进智慧水利,需完善资金投入机制,拓宽融资渠道。如:加大政府财政支持、发行专项债券,并探索PPP模式和设立产业投资基金吸引社会资本参与。运营方面,通过智能化管理系统实现水资源实时监控和精准调度,提高效率,政府应制定管理制度并加强人员培训。同时,还需建立健全绩效评估机制,确保智慧水利的可持续发展。

5.3强化信息安全与数据保护体系

随着智慧水利建设的推进,信息安全与数据保护问题凸显。

智慧水利系统涉及水资源分布、水质监测、水文气象等敏感数据,一旦泄露或篡改,将对国家和社会造成严重后果。为此,需强化信息安全体系建设,确保系统安全稳定运行。政府应出台法律法规,明确责任主体,规范数据流程,制定严格分类分级标准,对关键数据实行最高等级保护。技术上,构建多层次安全体系,通过防火墙、入侵检测、身份认证、数据加密等手段防范网络攻击和硬件故障,定期进行漏洞扫描和风险评估。同时,加强人才培养,提升技术水平,建立应急响应团队。国际合作也至关重要,中国应积极参与国际标准制定,借鉴先进经验,共同打击跨国网络犯罪,维护全球信息安全秩序。

5.4推动智慧水利建设的标准化与规范化

智慧水利建设涉及多部门,缺乏统一标准导致系统兼容性和数据共享难题。为推进智慧水利,需加快标准化与规范化,建立技术与管理标准体系。技术标准应规范物联网、大数据、人工智能等接口和协议,确保设备互通、数据一致、算法可靠;管理标准涵盖水资源管理、防汛抗旱、水环境保护等领域,保障公平透明和应对能力。政府要加强监督检查,企业和组织自觉遵守,同时建立动态更新机制,定期评估修订标准,确保科学合理。

6 结束语

智慧水利通过现代信息技术与传统水利的融合,迎来新机遇。物联网传感器实时监测水质、水量,提升管理精准性和调度效率;5G网络增强系统实时性和可靠性;大数据和人工智能助力预测灾害、优化水资源分配、提高灌溉效率和饮用水安全;遥感技术和GIS提供空间信息支持,未来高分辨率卫星和无人机将提升数据精度;区块链解决数据共享和信任问题,推动水权交易健康发展。智慧水利不仅提高水资源利用效率,还促进产业升级,改善居民生活,保障防洪安全,缩小城乡差距,维护生态平衡,为我国水资源科学管理提供新思路。

[参考文献]

- [1]姜卫华,任天翔.智慧水利建设背景下卫河水利信息网发展的思考[J].海河水利,2024,(10):120-123+128.
- [2]成浪.基于物联网技术的智慧水利防汛监测管理平台建设[J].江西通信科技,2024,(03):43-45.
- [3]千博文.智慧水利工程建设与管理实施新路径研究[J].中国水运(下半月),2024,24(07):105-107.

作者简介:

谢玮(1993—),女,汉族,重庆市人,大学本科,经济师,研究方向:水利经济、水利工程、水利政策、水文水资源管理等。