

现代水利规划中的智能化技术应用与实践

王 霄

淮安市水利勘测设计研究院有限公司 江苏 淮安 223001

摘 要:传统水利规划依托人工经验开展工作,静态化、经验化的作业模式难以适配精细化治水的发展需求。本文结合现代水利行业转型发展趋势,梳理智能化技术的整体架构与适配水利规划的底层逻辑,围绕水资源调配、防洪排涝、生态治理等核心业务场景,剖析各类智能技术的实际应用价值。从数据体系、平台架构、流程优化、标准规范四个维度,搭建完整的智能化水利规划实施体系,为水利规划数字化升级、提质增效提供可行的技术参考与实践思路。

关键词:水利规划;智能化技术;数字孪生;水资源统筹;水生态治理

引言:现代水利建设重点围绕水资源科学管控、水灾害主动防控、水生态系统修复等多项核心工作展开,粗放、静态的传统规划模式弊端不断显现,难以适配现阶段高质量治水工作要求。数字化、智能化技术不断融入水利行业各个环节,持续革新水利规划的作业方式与决策体系。立足水利规划全业务链条,梳理各类智能技术的应用场景与体系架构,结合行业实际发展条件搭建可落地的智能化实施框架,能够打破经验化规划的固有限局,切实提升水利治理工作的精细化与科学化水平。

1 现代水利规划与智能化技术基础

1.1 现代水利规划的发展特征与转型需求

传统水利规划以工程建设为核心,依靠人工勘测与经验判断开展水系治理、防洪调度、水资源配置等工作,服务维度狭窄,覆盖范围有限。当代水安全保障、水资源高效利用与水环境综合治理的多重目标,重塑了现代水利规划的发展形态^[1]。水利规划工作跳出单一河段、单项工程的局部布局,转向全流域、全区域的整体统筹,同步落实水资源开发、水生态保护、水灾害防控、水环境提质等多项任务。规划编制摆脱固化的静态模式,以实时数据为支撑,根据水文环境、用水需求的动态变化灵活调整方案。粗放的传统规划方式难以适配当下精细化治水标准。城乡用水体系迭代、极端天气引发的水文波动、水生态修复任务加重等现状,推动水利规划完成模式升级。行业发展需要脱离经验化规划体系,依托科学技术提升水资源利用率,强化水旱灾害预警防控能力,实现水利建设、生态保护与社会发展的同步推进。

1.2 水利智能化技术整体架构

水利智能化技术依托数字化、信息化手段构建分层化技术体系,完整覆盖水利数据采集、传输、处理、落地应用全链条环节。体系底层为感知采集层,依托水

文传感器、无人机、卫星遥感、智能监控等设备,持续采集水位、流量、水质、雨情、土壤墒情等基础水文信息,搭建智能化工作的数据基础。中间层级为数据传输与处理层,依托物联网、5G、云计算技术,完成海量水利数据的实时传输、分类存储与精准筛选,提取有效数据信息,为前端业务工作提供可靠数据支撑。顶层为业务应用层,围绕防洪调度、水资源配置、水生态监测、工程运维等核心水利业务,搭建智能化功能模块,将数据处理结果转化为可落地的规划方案与调度策略,实现水利业务数字化、智能化管控运行。

1.3 智能化技术适配水利规划的底层逻辑

智能化技术与水利规划的融合,本质是依托数字化手段补齐传统规划的技术短板,革新规划工作模式与决策方式。精准研判水情、优化资源配置、防控水文风险是水利规划的核心工作目标,高速数据处理、动态场景模拟、精准问题研判是智能化技术的核心能力。智能化手段可整合人工难以统筹的全域水文数据与环境变量,通过专业模型推演不同场景下的水系运行规律,预判各类规划方案的落地成效。全新的技术应用模式,改变了传统规划过度依托经验判断的工作方式。规划编制、方案优化、落地调整的全过程均可依托实测数据与科学推演开展,有效提升水利规划的科学性、精准性与前瞻性,匹配现阶段治水兴水的行业发展要求。

2 水利规划核心环节的智能化技术应用场景

2.1 水资源统筹规划智能化应用

水资源统筹规划重点完成区域水源调配、水量分配及供需平衡调控。传统工作依托固定历史数据开展静态测算,数据更新滞后,调配方案很难适配多变的水文环境。智能化技术整合长序列水文资料、区域用水台账与气象预报信息,搭建动态推演模型。系统可梳理地表水、地下水、再生水等各类水源的可利用规模,结合生

活、产业、生态的实际用水需求,生成科学的水量分配方案^[2]。模型可以精准识别区域用水缺口,根据丰枯季节的水文波动调整调配策略,提升水资源利用效率,缓解区域缺水与资源浪费问题。

2.2 防洪排涝规划智能化应用

防洪排涝规划主要完善流域与城区的洪涝防控体系、优化排水设施布局。传统规划依靠过往洪涝案例制定预案,应对极端暴雨、突发洪水的能力存在明显短板。智能化系统接入实时雨情、水情和工程运行数据,搭建水文仿真推演平台,完整模拟洪水演进、积水蔓延的全过程。平台精准标记河道危险区段、城市内涝点位和管网薄弱环节,为河道疏浚、堤防加固、排涝泵站建设等规划工作提供精准依据。极端水文场景可提前模拟预判,帮助工作人员优化设施布局,细化防控方案,提升区域洪涝防御水平。

2.3 水系生态治理规划智能化应用

水系生态治理规划聚焦河道修复、水质提质与水生生态系统修复工作。传统治理模式采用统一整改标准,忽略不同河段的生态基底差异,治理效果参差不齐。智能监测设备全天候采集水体氨氮、溶解氧、总磷等核心指标,采样频率可设置为每2小时1次,结合遥感技术捕捉水域面积、岸线形态、植被覆盖的动态变化。技术平台锁定污染片区、污染源位置与生态退化区域,依据各河段实际情况制定差异化修复方案。可为黑臭水体整治、生态护坡改造、水生生物栖息地修复等工程提供数据支撑,推动生态治理走向精细化、精准化。

2.4 水利工程布局规划智能化应用

水利工程布局规划涵盖水库、闸坝、渠道、泵站等水利设施的选址和规模核定。传统模式依靠人工勘测测算,流程烦琐,数据误差容易造成布局不合理的问题。智能地理信息系统整合地形、地质、水文、土地利用等多维数据,快速筛选适宜工程建设的区位。数值模拟技术测算不同建设位置、不同工程规模对流域水流态势的影响,排查建设带来的水文扰动与安全隐患。规划人员依托智能测算结果优化工程参数与整体布局,简化前期勘测流程,保障水利工程建设的科学性与稳定性。

2.5 城乡供水节水规划智能化应用

城乡供水节水规划统筹城乡供水管网建设、供水能力匹配和节水体系搭建。传统规划难以精准捕捉城乡用水结构的动态变化,方案适配性较差。智能化技术统计生活、工业、农业的实时用水数据,梳理用水高峰时段、高耗水区域及用水漏洞。结合城镇建设与产业发展趋势,预判远期用水需求,优化水厂选址、管网铺设路

径和供水调配模式。智能监测设备排查管网漏损隐患,配套分级管控模式制定各领域节水细则,搭建集约高效的城乡供水体系,稳固城乡用水安全保障。

3 水利规划主流智能化技术应用体系

3.1 空间信息技术在水利规划中的应用

空间信息技术整合地理信息、遥感与卫星定位等多项技术手段,为水利规划工作筑牢空间数据根基。以往野外勘测耗时久、覆盖范围有限,很难快速摸清全域水系与地形情况^[3]。这套技术体系能够快速完成流域地形测绘、水域边界提取、区域土地资源摸排等基础工作,高效捕捉大范围流域的地貌走势、河道形态与工程建设区位条件。规划人员可依托精准的空间数据绘制水系分布图与工程布局图纸,为流域分区治理、工程选址、河道整治等前期工作提供直观、可靠的空间依据。

3.2 大数据技术在水利规划中的应用

水利工作长期积累海量水文、气象、工程与用水数据,传统处理方式难以梳理零散数据、挖掘有效信息。大数据技术能够统一汇聚各类水利数据,对杂乱的原始信息进行规整、清洗与分类处理。经过系统梳理后的数据可以清晰地呈现水文时序变化、区域用水供需特点以及洪涝灾害演化规律。规划编制可以依托完整的数据规律开展,跳出传统单一历史数据的研判局限,让整体规划研判更加贴合区域水利发展实际。

3.3 人工智能技术在水利规划中的应用

人工智能技术依靠成熟算法模型,适配各类复杂水利场景的研判与优化工作。日常水利运行中,水质波动、水位骤变、局部积水等隐患问题隐蔽性强,人工排查容易出现疏漏。智能算法可以自动捕捉各类异常工况,快速定位问题位置与风险等级。算法还能结合不同水文场景,持续优化水资源分配、洪涝调度等核心方案,逐步迭代出更稳妥的规划策略,有效减少人工研判带来的偏差,提升复杂工况下水利决策的整体质量。

3.4 物联网技术在水利规划中的应用

物联网技术搭建起全覆盖的水利感知网络,改变传统间断式、人工式的监测模式。工作人员在河道、水库、供水管网、灌区等关键点位布设智能传感设备,持续采集现场实时水文与工程运行数据。设备可自动完成数据汇总与上传,打通了现场监测端与规划管理平台的数据通路。规划编制不再局限于静态历史数据,能够结合实时水情、工情动态调整思路,贴合区域水文条件与用水状态的实时变化。

3.5 数字孪生技术在水利规划中的应用

数字孪生技术依托真实监测数据,搭建与实体流

域、水利工程高度匹配的虚拟仿真体系。完整复刻真实水系的形态、工程布局与水文运动规律,实现物理水利场景的数字化映射^[4]。工作人员可在虚拟平台内开展各类前置试验,模拟工程建设落地、洪水过境、水资源调配等不同场景的运行状态,直观观察各类规划方案的落地效果。为方案迭代优化、潜在风险预判和长期水利管控,提供可视化、可验证的仿真支撑。

4 智能化水利规划的实施体系构建

4.1 智能化水利规划数据体系建设

数据是智能化水利规划落地运行的核心基础,完善的数据体系可以支撑全流程数字化规划工作。行业现有水利数据来源分散,不同部门数据存储格式不统一,数据互通难度较大,难以支撑精细化规划工作。数据体系建设需要整合水文监测、水资源利用、工程运维、生态环境、城乡用水等多领域信息,统一数据采集标准与存储规范。搭建标准化水利数据资源库,完成原始数据的清洗、核验与分类归档,保障入库数据真实有效。同步搭建数据更新与共享机制,持续动态补充最新水文与水利信息,打通部门间的数据壁垒,为智能化建模、场景推演、方案优化提供稳定、全面的数据支撑。

4.2 智能化水利规划平台架构搭建

智能化平台是各类技术落地、数据应用与业务开展的核心载体,承接前端数据采集与后端规划应用的全部工作。平台架构搭建遵循分层设计、集约高效的原则,适配水利规划多项业务的运行需求。底层承载全域水利数据资源,完成数据存储与预处理工作。中层搭载仿真模拟、智能研判、方案优化等核心功能模块,实现数据向规划成果的转化。顶层面向规划编制、项目审核、风险评估等实际工作场景,输出可视化操作界面与应用成果。平台兼容各类水利智能技术,可对接物联网监测终端、空间信息系统与数字孪生模型,实现各类技术与业务的深度融合。

4.3 水利规划智能化流程重塑与优化

传统水利规划流程环节烦琐,人工衔接环节多,整体工作效率偏低,难以适配智能化发展节奏。流程重塑需要打破传统人工主导的工作模式,重构数字化、自动化的规划工作链路。从前期勘测、数据研判、方案编

制,到中期模拟推演、方案优化,再到后期落地评估、动态调整,实现全流程数字化流转。依托智能平台自动完成数据分析与模型推演,减少人工干预环节。结合不同区域、不同类型的水利规划项目,精简冗余工作步骤,优化各环节衔接方式,提升规划编制效率。

4.4 智能化水利规划标准体系建设

标准化体系是保障智能化水利规划规范、有序推进的关键依据,规避技术应用杂乱、规划成果不统一的问题。行业现阶段智能化水利规划缺乏统一规范,技术应用、平台建设与成果编制没有明确准则,容易出现建设乱象^[5]。标准体系建设需要覆盖技术应用、数据管理、平台搭建、成果验收等多个维度。明确各类智能技术的适用场景与应用规范,统一数据采集、共享、使用的规章制度,敲定平台建设的技术标准与安全准则。制定智能规划成果的编制规范与验收标准,让所有规划工作、技术应用都有章可循。

结束语

智能化改造为传统水利规划提供了全新的发展路径,各类数字化技术与水利业务的深度融合,能够有效弥补传统规划模式的各类短板。完善的数据资源、智能平台、作业流程与行业标准,构成智能化水利规划的完整实施体系,全方位提升水利规划编制的精准度与落地性。持续深耕技术融合、规范行业建设、优化作业流程,可以切实提升区域水利治理能力,为当下水利建设与水资源集约利用提供坚实支撑。

参考文献

- [1]李舒,陈海燕.智能化技术在水利工程设计规划中的应用[J].中国水运,2025(24):98-100.
- [2]李舒,王璞,王继福.小型水利工程规划智能化技术适用性分析[J].水上安全,2025(18):58-60.
- [3]陈海燕,李舒.智能化技术在水利工程规划模型构建中的应用研究[J].水上安全,2025(21):56-58.
- [4]张琳予.智能化技术在水利工程造价控制中的应用分析[J].黑龙江水利科技,2025(6):151-154.
- [5]文鲁康.智能化技术在水利工程管理中的应用研究[J].模型世界,2025(7):222-224.