

## 人工智能在水利工程管理中的应用策略

杨欢

红河州重点项目发展中心, 云南 蒙自 661199

**[摘要]**人工智能技术的快速发展为水利工程管理的智能化转型提供了强大动能。文中在分析人工智能对提升水利工程管理效能、保障工程安全运行和优化水资源调度等方面重要性的基础上,系统梳理了当前应用中存在的五项突出问题,并提出了涵盖基础设施、数据平台、业务融合、人才培养、标准体系和网络安全等六个维度的应用策略。研究表明,通过系统化推进人工智能与水利业务的深度融合,可有效提升水利工程管理的数字化、网络化、智能化水平,为保障国家水安全提供有力支撑。

**[关键词]**人工智能; 水利工程管理; 数字孪生; 智慧水利; 应用策略

DOI: 10.33142/hst.v9i5.19899

中图分类号: TV21

文献标识码: A

## Application Strategy of Artificial Intelligence in Water Conservancy Engineering Management

YANG Huan

Honghe Prefecture Key Project Development Center, Mengzi, Yunnan, 661199, China

**Abstract:** The rapid development of artificial intelligence technology provides strong impetus for the intelligent transformation of water conservancy engineering management. On the basis of analyzing the importance of artificial intelligence in improving the management efficiency of water conservancy projects, ensuring the safe operation of projects, and optimizing water resource scheduling, the article systematically sorts out five prominent problems in current applications, and proposes application strategies covering six dimensions: infrastructure, data platforms, business integration, talent cultivation, standard system, and network security. Research has shown that by systematically promoting the deep integration of artificial intelligence and water conservancy business, the digitalization, networking, and intelligence level of water conservancy project management can be effectively improved, providing strong support for ensuring national water security.

**Keywords:** artificial intelligence; water conservancy engineering management; digital twin; smart water conservancy; application strategy

### 引言

水利工程属于国民经济基础设施的重要组成,具有防洪减灾、水资源调配、生态保护等功能。近些年来,我国水利工程建设规模不断增大,工程结构日趋繁杂,对运行管理的精细化、智能化程度有了更高的要求。2025年全国水利工作会议提出创建数字孪生水利体系,推进水利智能业务应用,启动人工智能水利行动,搭建起流域智能防洪四预、水网智能调度、水利工程智能运管等示范场景的水利大模型创建应用框架。在这样的背景下,怎样有效地利用人工智能技术提高水利工程的管理水平,已经成为行业数字化转型的主要问题。本文对人工智能在水利工程管理中应用的现状和问题进行系统的分析,并提出相应的对策,以期给智慧水利建设提供一定的参考。

### 1 人工智能在水利工程管理中的重要性

人工智能技术在水利工程管理中所具有的价值有诸多方面。从数据感知的角度来说,传统的水利管理依靠人工巡查、经验判断,信息获取慢而且覆盖面小。人工智能创建起“天空地水工”一体化监测感知体系,把卫星遥感、无人机、视频监控这些多源数据融合起来,从而达成对工程运行状况的及时准确知晓。从运行效率上来说,人工智能可以改善工程调度方案,大大提高管理效率。淮北市创建起的“AI河长”模式,依靠无人机自动巡航加AI智能识别的方式,把引江济淮二期工程单次全域巡检的时间由原来的人工2天缩短到了5h,提高了4倍以上。就安全防控而言,依靠机器学习的智能预警系统可以对大量的监测数据进行分析,从而准确地找出异常信号并提前作出判

断。水电行业第一个大型流域径流预测大模型“华电智禹·乌江睿算”，把 AI 技术和水电业务场景融合起来，喀斯特地貌下短期洪水预报的精度比传统模型高 5%，15 天径流中长期预测的精度也比传统模型高 5%。另外，人工智能可以使得基层管理人员摆脱繁杂的事务性工作，促使管理方式由原来的粗放型向精细化转变。

## 2 人工智能在水利工程管理应用中存在的问题

### 2.1 数据采集与共享水平不足

数据是人工智能应用的前提，但是水利工程领域数据的获取和流通还存在诸多障碍。在采集端，很多基层水利工程的监测设备还处在陈旧状态，仍然采用人工观测的方式进行监测，感知系统的自动化、智能化程度不高，智能视频、卫星遥感、无人机等新技术的应用较少。共享端各个部门、各个层次之间存在着数据壁垒，信息孤岛现象比较普遍。各级水行政主管部门对于数据汇集交换、存储处理、挖掘分析没有形成全流程治理体系，数据规范不统一，深度挖掘分析应用不足<sup>[1]</sup>。数据质量好坏、标准不同、共享机制不健全都会影响到人工智能模型的训练效果以及应用的可靠性。

### 2.2 智能化基础设施建设不完善

智能化基础设施属于人工智能技术应用的基础性硬件。目前我国水利工程智能化设施建设存在明显的区域不平衡，经济发达地区先行先试效果较好，但是部分偏远地区监测设施的布置较少、智能化设备的操作难度大。水利专业模型标准化、集约化程度较低，存在着低水平重复开发建设的问题。智能模型应用场景覆盖面不足、稳定性差，智能识别模型种类较少，不能很好地和业务融合。流域防洪上主要采用集总式、概念性、经验预报的方法，还没有达到洪水分布式模拟预报的目的，缺少从降水到流域全过程、全要素模拟。部分业务应用系统只是简单地进行信息的汇集、展示和查询等基本功能，智能分析以及辅助决策的能力比较差。

### 2.3 技术应用与实际需求结合不紧密

人工智能技术在水利工程中应用存在重技术轻需求的倾向，技术开发同实际业务场景相脱离。部分智能算法没有很好地考虑到水利工程运行的特点以及复杂的环境，使得模型的泛化能力较差、准确率不高。智能模型的应用场景覆盖面小、稳定性差，智能识别模型种类少，和业务融合程度不高。工程安全监测中 AI 识别模型对于裂缝、渗漏等缺陷的识别准确率还比较低，在水资源调度方面智能决策算法对于复杂的调度约束条件的适应性较差。当技术供给同业务需求之间出现错位时，很多智能化项目就很

难变成管理效能。

### 2.4 复合型技术人才缺乏

人工智能同水利工程的深度融合，既要有水利业务知识，也要有人工智能技术知识，目前水利行业的人员结构不能适应智能化转型的需求。一方面基层水利从业人员年龄偏大，对新技术学习和应用能力不足，智能化设备操作难；另一方面水利工程智能化建设需要大量的算法工程师、数据科学家等高层次的技术人才，但是引进困难。水利部卓越水利工程培养工程（第二期数字孪生水利班）在全国水利系统中挑选出 40 名既懂水利又精通数字应用技术的工作人员，说明复合型人才的供给远远不能满足行业的需求。调研显示，在信息化设备投入使用之后，由于缺少专业的技术人员进行维护，出现“建而不用、用而无效”的情况。

### 2.5 信息安全与系统稳定性问题

伴随着水利工程管理网络化、智能化的发展，信息安全风险也随之增加。水利工程属于国家重要的关键信息基础设施，一旦被网络攻击，会造成严重的后果。人工智能+水利的运用给培育和发展水利新质生产力提供强大的动力，但是也存在环境安全、模型自身安全、应用安全、数据安全、供应链安全等各方面的安全风险。水利行业的工程数据、规划文档和涉水敏感资料在内网中没有完成安全认证的 AI 工具，很容易成为网络攻击的跳板。目前 AI 智能体存在着公网暴露、记忆库隐私抓取、插件恶意后门、越权操作这四种常见的风险。另外智能识别模型的误判率、网络传输延迟等都会造成系统响应迟缓，从而对水利工程安全运行造成影响。

## 3 人工智能在水利工程管理中的应用策略

### 3.1 完善水利信息化基础设施建设

夯实智能化的硬件基础，是实现人工智能应用的前提。要加快建立天空地水工一体化监测感知系统，提高感知设备的自动化、智能化程度。安装高精度雷达水位计、AI 视频识别系统、无人机自动巡航平台等先进设备，扩大监测范围，弥补偏远地区、复杂环境中的监测盲区，达到水利治理的全面感知、全过程感知、全天候感知的目的<sup>[2]</sup>。还要加强算力基础设施的建设，创建高性能的数据中心和云计算节点来满足数据汇集交换以及模型运算的要求。新建水利工程应做到物理工程和数字孪生工程同步规划、同步建设、同步验收，使数字孪生工程和实体工程相互作用。

### 3.2 建立统一的数据管理平台

数据是人工智能应用的主要资源，要打破数据壁垒，创建起标准统一、互通共享的数据管理机制。首先要制定

水利工程数据采集、存储、交换的统一标准规范,保证各个业务系统之间数据的顺畅流通。创建“天空地水工”一体化数据收集和监测网络,使物理水网和数字水网深度交互融合。其次要创建起覆盖全区域的水利数据湖,把水文、气象、地理信息、工程运行等各类异构数据整合起来,塑造起全域覆盖、分层管理的时空数据底板。BIM 同 GIS 等多源信息融合应用属于数据平台创建的重点,依靠改善工程信息模型同空间模拟数据的融合状况,塑造起三维可视化的交互环境。加快数字孪生水网共建共享,完善数据底板建设、服务接口封装、可视化表达等关键技术,实现数据资源的集约化高效利用。

### 3.3 推进人工智能技术与业务深度融合

技术应用要符合水利工程管理实际需要。坚持需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力的原则,系统推进数字孪生流域、数字孪生水网、数字孪生水利工程建设。防洪减灾方面,要冲破洪水分布式模拟预报技术,依靠大模型达成从降水到流域的全过程、全要素模拟以及多场景预演。在工程安全监测中使用 AI 裂缝识别算法、渗流通道智能解析技术来实现大坝缺陷的自动精准检测。推广“AI 河长”模式,对河道进行巡查、水体监测、问题处理全过程智能化管理。AI 河长模式依靠创建起发现、研判、预警、处置的闭环体系,已经完成了由被动应对风险向主动预判防控的彻底改变。推进人工智能技术同水利业务的深度融合,形成工程全生命周期智能化管理能力。

### 3.4 加强智能化专业人才培养

人才是智慧水利建设的根基。一方面要加强对水利行业在职人员的技术培训,提高基层水利工作人员使用智能化设备的能力,提高其对人工智能基本概念的理解程度。把智慧水利知识纳入到干部的常态化培训内容中,采用专项培训、现场教学、案例分享等方式,促使从业人员由“老水利”向“新智水”转变。水利行业要建立运维体系,制定设备维护、数据更新的标准,建立建管用一体化的责任机制<sup>[3]</sup>。另一方面还要推进水利院校同信息类学科之间的交叉融合,把智能水利、大数据分析、数字孪生等新兴技

术以及管理知识带入传统的水利专业教学中,充实并改善了水利管理理论和实务。三峡大学明确以“水利+人工智能”深度交叉融合为培养纲领,确定数字孪生水网拔尖实验班建设任务。另外还要联合高校、科研院所创建产学研协同创新体系,吸引高层次的技术人才投身于水利行业智能化建设当中。

### 3.5 健全水利工程智能管理标准体系

标准体系给人工智能在水利工程管理中规范有序的应用赋予根基支持。目前数字孪生水网建设正全面展开,数字孪生水网建设相关标准体系亟需完善。水利部修订的《水利技术标准体系表》再次强调了水利技术标准对于数字孪生水网建设等水利中心工作起着引领、支撑的作用。数字孪生水网标准体系分为通用类、设计类、信息化基础设施类、数字孪生平台类、业务应用类、网络安全类、保障运维类共七类,共计 58 项标准。表 1 给出数字孪生水网标准体系的分类结构。

在此基础上,加快数字孪生水网共建共享、互通共融,数据底板建设、服务接口封装、可视化表达、网络安全、关键信息基础设施保护、重要数据分类分级等关键急用标准的编制工作,给人工智能在水利工程管理中规模化应用提供规范化指引。

### 3.6 强化网络安全与数据安全保障

伴随着水利工程管理智能化水平的提高,网络安全、数据安全问题也越来越突出。要强化安全防护能力的建设,创建起覆盖“云、管、端”的全方位安全防护体系。从技术角度来讲,要加大自主可控软硬件的研发力度,推动商用密码的应用普及,从而加强工控网络和数据的安全保障能力。天融信提出的“1+3+X”水利大模型应用安全总体防护框架,以夯实大模型基础安全防线、构建大模型应用专项防护、增强一体化安全运营管控为目标,构建起一个环境可信、模型可靠、应用可控、数据安全、供应链稳定的全方位体系化安全防护架构<sup>[4]</sup>。从管理角度来说,必须严格执行“涉密不上网、上网不涉密”的保密规定,严禁在涉密电脑、工作电脑上私自安装、测试或者使用未经安

表 1 数字孪生水网标准体系框架

标准类别	主要内容	标准建设重点	涉及领域
通用类	术语定义、总体架构、技术导则	统一概念、明确边界	全行业通用
设计类	数据模型设计、系统架构设计、接口规范	规范设计流程、确保互操作性	系统规划与设计
信息化基础设施类	监测感知标准、通信网络标准、时空底座标准	“天空地水工”一体化监测感知体系建设	感知层与网络层
数字孪生平台类	数据底板标准、模型平台标准、知识平台标准	数据治理、模型封装、知识管理	平台层建设
业务应用类	防洪减灾、水资源调度、工程运管等业务应用标准	“四预”功能应用规范	业务应用层
网络安全类	网络安全防护、数据安全、商用密码应用标准	保障系统与数据安全	安全防护
保障运维类	系统运维管理、质量评价、成果验收标准	确保长效运行	运维管理

全认证的 AI 软件。对访问、调用数据以及模型自身进行安全保护，从而达到模型可靠、应用受控的目的。还要建立工控系统安全防护机制，对大模型的应用数据进行安全监测，保证水利工程管理系统稳定可靠地运行。

#### 4 结语

人工智能给水利工程管理带来前所未有的发展机遇。从感知层数据采集到决策层智能分析，从单一工程安全监控到流域级协同调度，人工智能正在改变传统的水利管理方式。但是技术红利的充分发挥要依靠基础设施、数据共享、人才储备、标准规范、安全保障等各方面的系统性条件共同来配合。随着数字孪生水利体系全面建成以及人工智能同水利业务融合不断加深，智慧水利将对水利工程治理管理对象实现全方位、全过程、全天候的监测感知，从

而大幅度提高水利工程的智能化管理水平和运行效率。

#### [参考文献]

- [1]符太玉.人工智能在水利工程管理中的应用研究[J].中国设备工程,2026(9):34-36.
- [2]项瑞杲,王玉杰,杨洋.人工智能在水利工程管理中的应用策略[J].水上安全,2026(2):28-30.
- [3]高小清,郑文献.人工智能在水利工程管理中的应用浅述[J].智能建筑与智慧城市,2021(7):167-168.
- [4]汪庆发.人工智能在水利工程管理中的应用的浅述[J].居舍,2020(11):128.

作者简介：杨欢（1991—），女，彝族，云南石屏人，工程师，本科，武汉理工大学工程造价专业，现就职于红河州重点项目发展中心，从事水利工程管理工作。