

人工智能技术在水利工程管理中的应用

董森灿 位向前 赵政吉

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要]人工智能技术迅速发展给水利工程管理带来深刻的变化。文中对人工智能技术在水利工程管理中所具有的数据驱动决策、复杂系统建模和动态环境适应等主要特点做了系统的整理。在此基础上对目前人工智能技术应用中出现的数据质量及共享水平低、智能化系统集成度不高、缺少专业技术人员、数据安全及运行保障压力大等主要问题进行了分析。针对以上问题从完善智慧水利数据基础体系、推进人工智能和业务深度融合、健全智能化运行管理机制、加强复合型人才培育与技术创新、加强网络安全与数据安全保障五个方面提出提高人工智能技术应用水平的对策建议, 为水利工程管理的智能化转型提供参考。

[关键词]人工智能; 水利工程管理; 智慧水利; 数据共享; 人才培养

DOI: 10.33142/ec.v9i8.20226

中图分类号: TV22

文献标识码: A

The Application of Artificial Intelligence Technology in Water Conservancy Engineering Management

DONG Sencan, WEI Xiangqian, ZHAO Zhengji

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: The rapid development of artificial intelligence technology has brought profound changes to the management of water conservancy projects. The article systematically summarizes the main characteristics of artificial intelligence technology in water conservancy project management, such as data-driven decision-making, complex system modeling, and dynamic environment adaptation. On this basis, the main problems in the current application of artificial intelligence technology, such as low data quality and sharing level, low integration of intelligent systems, lack of professional technical personnel, and high pressure on data security and operation guarantee, were analyzed. Propose countermeasures and suggestions to improve the application level of artificial intelligence technology from five aspects: improving the basic system of smart water conservancy data, promoting the deep integration of artificial intelligence and business, improving the intelligent operation and management mechanism, strengthening the cultivation of composite talents and technological innovation, and enhancing network security and data security protection, providing reference for the intelligent transformation of water conservancy engineering management.

Keywords: artificial intelligence; water conservancy engineering management; smart water conservancy; data sharing; talent cultivation

引言

水利工程具有防洪减灾、水资源调配、供水保障、生态保护等多种功能, 水利管理水平直接影响人民群众生命财产安全和社会经济高质量发展。2025 年全国水利工作会议提出推进水利智能业务应用, 开展“人工智能+水利”行动, 建设水利大模型建设应用框架, 打造流域智能防洪“四预”、水网智能调度、河湖库立体空间智能监管、水利工程智能运管等一批示范场景。伴随着物联网、大数据、云计算等新一代信息技术的迅速发展, 人工智能技术在水利工程管理领域的应用越来越广泛, 从实时监测、预报预警到智能调度、智慧运维, 已经渗透到水利工程管

理的各个环节。目前, 我国水利事业正处在以新一代信息技术为支撑的“智慧水利”发展阶段, 数字孪生、水利行业大模型等新技术同水利行业深度融合, 成为水利高质量发展的主要推动力。但是人工智能技术在水利管理中还存在很多问题, 怎样才能在发挥好技术优势的同时解决存在的问题, 成为亟待研究的重要课题。

1 人工智能技术的主要特点

人工智能技术在水利工程管理中所具有的特点, 与传统的办法存在诸多不同之处。首先人工智能有很强的数据处理和分析能力。水利管理所面对的有大量水文监测数据、工程运行数据、气象数据等各种各样的信息源, 传

统的处理方式很难应对如此庞大、复杂的资料。人工智能技术依靠机器学习、深度学习这些算法,可以从大量的数据当中自动找出特征、识别模式、找出规律,从而对水文过程、工程状况实施高精度的模拟和预估。人工智能驱动的监测数据智能分析引擎把多种深度学习算法模型融合起来,依靠自动特征提取技术发现监测数据中的异常模式,模式识别准确率比较高。其次就是人工智能有智能决策支持的功能。防洪调度、水资源调配等复杂决策问题上,人工智能可以对多目标、多约束条件进行综合考虑,很快得到最优解。水利决策系统把实时感知、智能预测、风险预警、动态调度、反馈优化串联起来形成闭环,可以支撑分钟级、小时级的决策。再次,人工智能有很强的自学习、自适应能力。水利系统具有很强的时空变异性、不确定性,传统的物理模型很难适应复杂的多变工况。人工智能模型可以依靠不断地接受新的观测数据来不断地更新、改进自身的参数,从而达到对系统的动态变化进行自适应的目的。另外,人工智能具有很强的泛化性,在不同的流域、不同的工程中可以迁移使用,给水利工程管理的规模化智能化提供技术上的可能性。

2 人工智能技术应用中存在的问题

2.1 数据质量与共享水平不足

数据是人工智能技术应用的前提,数据质量的好坏、共享的程度都会影响到智能模型的精度和可信度。目前水利行业在数据采集、存储、共享等各方面还存在着一些比较明显的问题。就数据质量而言,数据采集仍然以人工监测为主,存在着监测不到位、不及时的现象;感知系统自动化、智能化程度较低,智能视频、卫星遥感、无人机等新技术的应用较少。地理空间数据覆盖不全,缺少倾斜摄影、水下地形、工程建筑信息模型等高精度数据。就数据共享而言,基础数据跨层级更新机制不健全,业务管理数据同全国水利一张图还没有产生有效的联动。跨行业共享的数据种类较少,大部分流域管理机构跨区域、跨行业数据共享主要集中在气象数据上,其他行业的部门数据共享还处在起步阶段^[1]。各级水行政主管部门对于数据汇集交换、存储处理、挖掘分析和共享等环节没有建立起全流程的治理体系,数据规范不统一,深度挖掘分析应用较少。数据质量差以及共享不畅的双重限制,致使人工智能模型很难得到足够的、高质量的数据来进行训练,从而导致模型精度低、泛化能力差。

2.2 智能化系统集成程度不高

水利工程管理包含防洪调度、水资源调配、工程安全监测、水生态保护等诸多业务部门,各个业务系统之间必

须紧密配合才能达到最佳的效益。但是智能化系统集成程度不高的问题比较明显。监测数据分布在各个独立的系统里,没有建立起统一的分析平台,不能对多种数据加以融合并做智能推断。各个业务系统各自为政,接口不统一,数据流有断点,不能形成协同联动。水利专业模型标准化、集约化程度低,造成低水平重复建设。智能模型应用场景覆盖不全、稳定性不高。智能识别模型种类较少,和业务融合不深。系统集成度低会降低运行效率,也使人工智能技术不能在跨业务协同场景下发挥出应有的作用,从而影响到智慧水利整体效能的提高。

2.3 专业技术人才相对缺乏

人工智能技术在水利工程管理中应用的时候,要同时具备水利专业知识和人工智能技术的复合型人才。但是目前水利行业在这类人才方面存在严重不足。从人才培养角度来讲,传统水利高等教育是以水利工程专业为主,课程体系重在水文水资源、水力学、水工结构等传统领域,缺少对人工智能、大数据、机器学习等信息技术的融合。智慧水利是水利科学与信息科技的深度融合,这就需要人才有跨界融合的“T型”知识结构和系统创新的能力。反观目前的人才培养,在三个方面存在着严重的脱节。一是学科体系同知识需求相脱离,壁垒森严,交叉性差;二是培养过程与产业实践相脱离,产教融合不深;三是教学内容与技术前沿脱节,迭代滞后、前瞻性缺乏。就行业实践而言,基层水利管理单位的技术力量薄弱,对人工智能技术的认识和运用能力较弱,不能很好地推进智能化系统部署和运维工作。伴随着智慧水利建设的快速发展,人才供给和需求之间的矛盾也越来越大。

2.4 数据安全与运行保障压力较大

人工智能技术广泛使用可以提高管理效率,但是也会产生新的安全风险和运行保障压力。水利工程属于国家重要基础设施,运行数据、调度方案、工程状况等信息存在很强的敏感性以及重要性。人工智能系统要汇集很多多源数据,在数据采集、传输、保存、处理等各个环节都存在泄露、篡改、丢失的风险。人工智能与水利的结合,给培育发展水利新质生产力注入了强大的动力,但同时也伴随着环境安全、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。大模型的应用中存在着数据泄露的风险,隐私保护的要点和算法安全的隐患也越来越大^[2]。人工智能系统在运行过程中需要高性能的计算资源、稳定的网络环境、专业的技术人员运维,水利工程大多分布在偏远地区,基础设施落后,所以运行保障水平低。

表 1 为人工智能技术在水利工程管理应用中出现的主要问题

问题类别	具体表现	对水利工程管理的影响
2.1 数据质量与共享水平不足	数据标准不一、质量不高；人工监测为主，自动化感知水平低；跨流域跨部门数据壁垒突出，共享机制不完善	影响模型训练精度，制约智能决策的准确性与可靠性
2.2 智能化系统集成程度不高	监测数据分散于孤立系统，专业模型碎片化；接口不统一，低水平重复开发问题突出	难以形成协同联动，降低整体运行效率与应急响应能力
2.3 专业技术人才相对缺乏	复合型人才严重匮乏，学科体系与知识需求脱节；基层技术力量薄弱	制约算法落地和系统运维，影响智能化转型进程
2.4 数据安全与运行保障压力较大	数据泄露、算法安全隐患突出；基础设施条件薄弱，运维保障能力有限	威胁工程安全，增加运行管理风险与决策不确定性

3 提高人工智能技术应用水平对策建议

3.1 完善智慧水利数据基础体系

数据基础体系是人工智能技术应用的基础，要从标准规范、采集感知、汇聚共享等几个方面入手进行系统的建设。在标准规范上要加快制定水利数据采集、存储、交换、共享统一标准，解决数据格式不统一、接口不规范等各方面的矛盾。在采集感知上，应该继续发展“天空地水工”一体化的监测感知系统。根据流域“空天地水”水沙立体监测体系，创建流域水文水资源、水环境、水生态、水灾害、河海岸线等多源异构信息融合技术体系。在汇聚共享方面要创建水利数据湖或者数据中枢平台，搭建起“标准统一、接口规范、分布部署、快速组装、敏捷复用”的模型算法平台。还要建立跨层级、跨部门的数据共享机制，使业务管理数据同全国水利一张图有效联动起来，从而达到数据规范化、精细化管理以及有效共享开放的目的。

3.2 推进人工智能与业务深度融合

人工智能技术和水利业务的深度融合，是智慧水利由“盆景”向“风景”转变的重要途径。应该改变以往把人工智能简单地叠加到现有业务系统上的做法，而应该追求数据、算法、物理模型和业务知识的有机融合。防洪减灾方面，应该推进洪水预报由集总式、概念性的方法向分布式模拟预报转变，从降水到流域全过程、全要素的模拟^[3]。持续加大流域水利业务场景智能提取算法研究与创新技术的研发力度。水资源管理上，用人工智能技术改进水资源调配方案，达成多目标协同调度。工程安全监测中要推进数字孪生和人工智能的深度融合，提高工程安全智能预警和智能决策水平。推进深度融合要以业务需求为导向，以实际问题为引领，保证人工智能技术能真正服务于水利工程管理的主要业务。

3.3 健全智能化运行管理机制

智能化系统运行管理必须依靠相应的制度机制来保证。应创建起涵盖智能化系统全部生命周期的运行管理机制，即系统建设、验收、运维、评价、更新等各个环节。

在建设管理上不能搞低水平重复建设，推进水利专业模型标准化、集约化建设。运维管理上应该创建常态化的系统巡检、故障排查、性能改良等制度来保证智能化系统正常运转。就评价机制而言，应当创建智能化系统应用效果的评价指标体系，定时对系统的预测精确度，决策成效，运转速度等展开评价，依照评价成果不断改良系统性能。在更新迭代上要形成数据、模型动态更新的机制，保证智能化系统可以不断适应水利工程管理实际需求的变化。

3.4 加强复合型人才培养与技术创新

人才是人工智能技术应用的主体力量，需要从培养体系、引进机制、在职培训等各方面来加强复合型人才培养。从院校培养角度来说，要促使水利高等院校更新课程设置，把人工智能、大数据、机器学习这些信息技术课程加入水利专业核心课程当中，冲破学科壁垒，达成水利科学同信息科技的深度融合。在产教融合上要促进高校同水利行业的企业、科研机构共建联合培养基地，给学生创造实践环境，缩减人才培养同行业需求之间的时间差。在职培训要针对目前水利从业人员展开人工智能技术专题培训，加强其对智能化系统认识、操作和运维能力。在技术创新方面要不断加大人工智能在水利领域应用研究的力度，推动原创性和引领性创新的发展。

3.5 强化网络安全与数据安全保障

伴随着人工智能技术在水利管理中得到广泛应用，网络安全和数据安全的重要性也越发突出。应坚持“安全第一、预防为主”原则，建立全方位、多层次的安全保障体系。从制度建设上来说，应该建立网络安全保障体系，确定数据安全保护的责任主体和操作规程。从技术防护角度出发，应对大模型运行环境提供容器安全和 API 安全保护，对应用大模型提供网络、协议、内容等各方面的安全防护，对访问、调用数据和模型本身进行安全保护，使模型可靠、应用可控^[4]。在应急响应上要建立网络安全事件的监测预警和应急处置机制，保证出现安全事件时可以迅速反应、及时处理。除此之外还要重视人工智

能算法本身的不安全性,防止出现算法偏见、对抗攻击等新的风险,保证人工智能系统决策过程的可解释、可追踪、可审计。

4 结语

人工智能技术给水利工程管理带来前所未有的发展机遇,它在数据驱动决策、智能预测预警、优化调度运行等各方面的独特优势,正在促使水利管理由传统经验驱动模式向智能化、精准化方向发生深刻的转变。但是也要清醒地认识到,人工智能技术在水利管理中还处在发展的初级阶段,数据质量及共享水平低、系统集成度不高、复合型人才缺乏、安全运行保障压力大等问题还需要解决。未来要以问题为导向,从完善数据基础体系、推进技术与业务深度融合、健全运行管理机制、加强人才培养与技术创新、强化安全保障等几个方面系统施策,促进人工智能技术在水利管理中高质量的应用,真正实现从

“治水”到“智水”的转变,为水利事业高质量发展、国家水安全保障提供强有力的科技支撑。

[参考文献]

- [1]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.
- [2]武鹏程.人工智能技术在水利工程管理中的应用[J].网络安全和信息化,2024(2):59-61.
- [3]潘国乔.人工智能技术在水利管理中的应用[J].智能城市,2024,10(3):61-63.
- [4]陈鸿俊.人工智能技术在水利管理中的应用[J].中国高新科技,2023(13):63-65.

作者简介:董森灿(1992—),男,汉族,河北省藁城市人,本科,河北农业大学水利水电工程专业毕业,现就职于河北省水务中心石津灌区事务中心,从事信息化建设及水力发电。