

# 大数据与 AI 在水利工程运行管理中的应用

吴昊

东台市南沈灶镇水务站 江苏 盐城 224224

**摘要:** 水利工程运行管理对保障社会经济发展意义重大,本文首先分析了大数据与AI关键技术,包括数据采集、存储、处理分析及机器学习、深度学习等算法。接着阐述了其在工程安全监测、水资源优化配置、防洪减灾、水环境监测与保护等场景的应用。还指出了其应用优势,能够提升决策科学性、提高管理效率、增强风险预警能力、促进可持续发展,为水利工程运行管理提供有力支持,保障水利工程安全稳定与社会经济可持续发展。

**关键词:** 大数据;人工智能;水利工程;运行管理;应用

引言:在当今数字化时代,大数据与AI技术发展迅猛,为各领域带来变革。水利工程运行管理涉及工程安全监测、水资源优化配置、防洪减灾、水环境监测与保护等多方面。大数据与AI的关键技术,如数据采集、存储、分析以及各类算法,在这些管理环节中有着独特作用。本文深入探讨其在水利工程运行管理中的应用,对提升管理水平、保障工程安全稳定运行及推动社会经济可持续发展具有重要意义

## 1 大数据与AI关键技术分析

大数据技术在水利工程运行管理中至关重要,数据采集通过传感器、监测设备及信息系统实时准确获取水位、流量、水质等大量数据,还能利用卫星遥感、无人机获取大范围信息。数据存储因数据量巨大,采用关系型数据库存储结构化数据,非关系型数据库处理半结构化和非结构化数据,分布式文件系统实现高效存储共享,如HDFS存储海量数据并借助计算框架处理分析。数据处理与分析先对采集数据清洗、转换、集成,再用数据挖掘、机器学习算法发现规律模式,通过分析历史水位数据建立预测模型防洪减灾,分析水质数据评估环境质量治理污染<sup>[1]</sup>。AI技术中机器学习让计算机自动从数据中学习模式规律,用于工程安全监测、水资源预测等,支持向量机用于结构损伤识别,决策树用于水资源需求预测。深度学习构建深度神经网络模型自动学习数据特征,卷积神经网络分析水利工程图像检测缺陷,循环神经网络及其变体处理时间序列数据预测水位流量。自然语言处理研究计算机理解和处理人类语言,用于水利工程文本数据分析和处理,分析事故报告提取关键信息,分析舆情了解公众态度。知识图谱将实体及其关系以图表示,整合水利工程信息构建知识库,通过查询推理为运行管理提供智能化决策支持,在故障时快速查找案例解决方案,为制定规划管理策略时分析因素关系提供科学依据。

## 2 大数据与AI在水利工程运行管理中的应用场景

### 2.1 工程安全监测

水利工程安全运行意义重大,工程安全监测是保障其安全的关键手段,大数据与AI技术能实现水利工程结构实时监测与智能分析。在水利工程结构上安装各类传感器,这些传感器可实时采集结构振动、应变、位移等数据。采集到的数据借助大数据技术进行存储与管理,大数据技术具备强大的数据容纳和处理能力,能确保海量监测数据有序存放且便于后续调用分析。之后运用机器学习和深度学习算法对监测数据展开深入分析,机器学习算法可让计算机从数据中自动学习模式规律,深度学习算法通过构建深度神经网络模型自动学习数据特征。基于这些算法建立结构健康监测模型,该模型能够对结构的运行状态进行精准评估。通过对实时监测数据与模型预设的正常范围进行对比分析,能及时发现结构异常变化和潜在安全隐患。如结构振动数据超出正常波动范围,可能意味着结构出现裂缝、渗漏等缺陷;应变数据异常可能反映桥梁等结构的承载能力和安全性发生变化。利用大数据与AI技术进行工程安全监测,可提前发现安全问题,为水利工程的安全运行提供有力保障,避免因结构故障引发重大安全事故,保障人民生命财产安全和水利工程的长期稳定运行。

### 2.2 水资源优化配置

水资源有限,合理配置对保障其可持续利用极为关键,大数据与AI技术能为此提供科学依据。先收集降水量、蒸发量、水资源量、用水需求等水资源相关数据,利用大数据技术对这些海量数据进行整合、清洗与分析,挖掘数据间的潜在联系与规律。基于分析结果建立水资源预测模型,该模型可综合考虑多种因素,精准预测未来一段时间内水资源供需情况,为后续配置提供前瞻性指引。之后运用遗传算法、粒子群算法等优化算法,这些算法

能模拟自然进化或群体行为,在复杂数据中寻找最优解<sup>[2]</sup>。结合水质要求、生态流量等水资源约束条件,对预测得到的水资源供需数据进行深度处理。通过不断迭代计算,制定出水资源优化配置方案,该方案充分考虑了各方面因素,能在满足基本需求的同时,保障水质和生态流量,实现水资源的合理调配。按照此方案进行操作,可避免水资源的浪费与过度开发,提高水资源利用效率,使有限的水资源发挥最大效益,保障各行业用水需求,维护生态平衡,促进经济社会的可持续发展,为水资源长期稳定利用奠定坚实基础。

### 2.3 防洪减灾

先收集气象、水文、地质等多方面数据,借助大数据强大的数据处理与分析能力,对这些海量数据进行深度挖掘,建立洪水预报模型。该模型能综合考虑多种因素,提前精准预测洪水发生时间、地点和规模,为防洪减灾及时提供预警信息,让人们有足够时间做好防范准备。同时,利用大数据技术对历史洪水数据展开分析,从中总结出洪水演变规律和特点,为防洪工程科学合理地规划与设计提供重要参考依据,使防洪工程更具针对性和有效性。此外,AI技术在防洪减灾中也有重要应用,一方面建立洪水演进模型,模拟洪水在河道、湖泊等水体的动态演进过程,清晰呈现洪水发展态势,准确评估其影响范围和程度,为制定应对策略提供直观信息;另一方面运用智能决策算法,结合防洪工程实际状况以及洪水预报信息,在众多可能的方案中筛选出最优防洪调度方案,合理调配防洪资源,科学指挥防洪行动,从而最大限度降低洪水造成的损失,保障人民生命财产安全,维护社会稳定和经济可持续发展,充分发挥水利工程在防洪减灾中的关键作用。

### 2.4 水环境监测与保护

在水中布置水质监测传感器,可实时采集温度、酸碱度、溶解氧、化学需氧量等水质参数,借助大数据技术对海量数据进行高效存储与深度分析,挖掘数据潜在价值。运用机器学习和深度学习算法处理水质数据,构建水质评价模型,能依据各项参数综合评估水环境当下质量状况,明确水质等级;建立水质预测模型,可结合历史数据与实时监测信息,预测水质未来变化趋势,提前掌握水环境动态<sup>[3]</sup>。一旦水质出现异常,系统能及时发出预警信息,提醒相关部门和人员关注。相关部门可依据预警迅速采取治理措施,如调整污水处理工艺、加强对污染源的管控等。对于工业废水排放口,通过分析其水质监测数据,能精准判断企业有无偷排、超标排放等违法行为,为执法提供有力证据。对河流、湖泊等水域

开展长期水质监测与分析,能全面了解水环境演变规律,识别主要污染因素和污染源分布,为制定科学合理的水环境治理和保护策略提供坚实依据,从而有效改善水环境质量,维护生态系统的稳定与健康,保障人类社会的可持续发展。

## 3 大数据与AI在水利工程运行管理中的应用优势

### 3.1 提升决策科学性

大数据与AI技术能够显著提升水利工程运行管理的决策科学性,为其提供全面且准确的数据支撑与科学的分析手段。水利工程运行管理涉及众多复杂因素,涵盖水资源调配、工程安全维护等多个方面,而大数据与AI技术可对海量历史数据和实时数据进行深度剖析。通过运用先进的数据分析算法和模型,从这些繁杂的数据中挖掘出隐藏的规律和模式,这些规律和模式是决策的重要依据。在水资源优化配置场景中,大数据与AI技术可综合考量降水量、用水需求等多维度数据,精准预测水资源供需状况,依据预测结果制定出科学合理的调配方案,确保水资源在时间和空间上得到最优分配,有效避免水资源浪费与短缺问题。在工程安全监测方面,借助传感器收集的结构监测数据,经大数据与AI技术分析后,能敏锐察觉结构的细微变化,提前发现潜在安全隐患。依据分析结果及时采取针对性维护措施,可防止小问题演变成大事故,保障工程安全稳定运行。此外,在防洪减灾、水环境监测与保护等水利工程运行管理的其他环节,大数据与AI技术同样能通过数据分析为决策提供有力支持,使决策更加科学、合理、精准,提升水利工程运行管理的整体效能和水平。

### 3.2 提高管理效率

大数据与AI技术为水利工程运行管理带来自动化与智能化变革,显著提高管理效率。自动化数据采集、存储和处理系统是关键支撑,传感器可实时自动采集水利工程各环节数据,如水位、流量、结构应力等,数据传输至存储系统后,大数据技术能快速处理海量信息,减少人工录入、整理等干预环节,极大提升数据采集与处理效率,确保数据及时准确。智能算法和模型发挥关键作用,在工程安全方面,通过对结构监测数据实时分析,运用机器学习算法建立健康评估模型,可及时发现结构异常,提前预警潜在安全隐患,避免事故发生;在水资源管理中,借助大数据分析用水需求、水源状况等数据,利用优化算法制定合理调配方案,实现水资源高效利用;在防洪减灾领域,基于气象、水文数据构建洪水预报模型,结合智能调度算法,能实时监测雨情、水情,提前发布预警信息,自动调整水库、堤防等防洪工程运行状

态,如开闸泄洪、加固堤防等<sup>[4]</sup>。这些自动化与智能化手段使水利工程运行管理各环节紧密衔接,问题发现更及时、处理更迅速,减少人工巡查和决策时间,提升整体管理效率,保障水利工程安全稳定运行,更好地服务经济社会发展和人民生活。

### 3.3 增强风险预警能力

水利工程运行管理常面临工程安全、水资源短缺、洪水灾害等多种风险,大数据与AI技术为增强风险预警能力提供有力支撑。该技术可整合历史数据与实时数据,这些数据来源广泛,涵盖工程结构监测数据、气象观测数据、水文测量数据等。通过大数据技术对海量数据进行清洗、分类与存储,确保数据质量与可用性。随后运用AI算法,如机器学习中的决策树、神经网络等算法,深度挖掘数据内在规律,构建精准的风险预警模型。此模型能综合考量多种因素间的复杂关系,提前预测风险发生概率与影响程度。在工程安全方面,模型可依据结构监测数据实时变化,判断结构是否出现裂缝、变形等异常,精准评估安全风险等级,及时发出预警信号,使管理人员能迅速组织检查与维护。在洪水灾害预警上,模型分析气象云图、降雨量、河道水位等数据,提前数小时甚至数天预测洪水发生时间、规模及影响范围,为人员疏散、物资调配、防洪工程调度等防洪减灾工作争取充足准备时间,最大限度降低风险损失,保障水利工程安全稳定运行与社会经济可持续发展。

### 3.4 促进可持续发展

水利工程运行管理面临着工程安全、水资源短缺、洪水灾害等多种风险,大数据与AI技术则成为提升风险预警能力的重要保障。它们可以整合历史和实时数据,数据来源十分广泛,涵盖了工程结构监测、气象观测、水文测量等多个方面。依靠大数据技术对海量数据开展清洗、分类和存储工作,确保数据的质量和可用性。接着运用AI算法,例如机器学习中的决策树、神经网络等,深入分析数据的内在规律,构建出精准的风险预警模型。该

模型能够综合考虑多种因素之间的复杂关系,提前预测风险发生的概率以及影响程度<sup>[5]</sup>。在工程安全领域,模型根据结构监测数据的实时变化,判断结构是否存在裂缝、变形等异常情况,准确评估安全风险等级并发出预警信号,使管理人员能够及时组织检查和维护。对于水资源短缺风险,模型结合用水需求、水源补给等数据,预测未来的水资源供需缺口,从而提前制定调配和节约用水的方案。在洪水灾害预警方面,模型通过分析气象云图、降雨量、河道水位等数据,能够提前数小时甚至数天预测洪水发生的时间、规模以及影响范围,为人员疏散、物资调配、防洪工程调度等防洪减灾工作争取到充足的准备时间,有效降低风险损失,促进社会经济可持续发展。

### 结束语

综上所述,大数据与AI技术为水利工程运行管理带来深刻变革。在工程安全监测、水资源配置、防洪减灾及水环境监测保护等多方面发挥关键作用,提升决策科学性、管理效率,增强风险预警能力,有力促进水利工程可持续发展。随着技术持续进步,其应用将更加广泛深入,为水利工程运行管理提供更强大支持,保障水利工程安全稳定,推动社会经济与生态环境协调共进,创造更大综合效益。

### 参考文献:

- [1]张进朝,刘正坤.AI技术在水利工程运行管理中的创新探索与实践应用[J].水利建设与管理,2025,45(8):17-22.
- [2]马新江.智能传感技术在水利工程安全监测及数据管理中的应用[J].大众标准化,2025(6):48-50.
- [3]赵陶桃.水利工程检测数据在质量管理中的精确应用研究[J].水上安全,2025(8):34-36.
- [4]邵强.卫星遥感技术在水利工程运行管理中的应用现状与发展趋势研究[J].现代工程科技,2025,4(19):165-168.
- [5]王海群,王纳纳.智能化技术在水利工程运行管理中的应用研究[J].科技创新与应用,2025,15(30):183-186.