

人工智能技术在水文水资源管理的应用研究

李潇潇

河南省郑州水文水资源测报分中心 河南 郑州 450000

摘要: 人工智能技术在水文水资源管理中的应用日益广泛,涵盖了监测、预测、调配与管理等多个方面。本文探讨了人工智能技术在水质、水量及水资源分布监测中,提高了数据处理的效率和准确性,并且在洪水、干旱、水资源需求及水质变化预测方面,为预警系统提供了科学依据。此外,在水资源优化配置、水库调度、城市供水管理及农业灌溉管理中,人工智能技术也发挥了重要作用,推动了水资源管理的智能化与高效化。

关键词: 人工智能技术; 水文水资源; 管理; 应用

引言

随着全球水资源短缺问题的日益严峻,如何高效、科学地管理水资源已成为社会关注的焦点。人工智能技术的快速发展,为水文水资源管理提供了新的解决方案。本文旨在探讨人工智能技术在水文水资源管理中的具体应用,包括监测、预测、调配与管理等方面,以期水资源管理的智能化转型提供理论支持和实践指导。

1 人工智能在水文水资源监测中的应用

1.1 水质监测

人工智能技术在水文水资源监测领域,特别是水质监测方面,发挥着举足轻重的作用。它依赖于先进的传感器技术,实时捕获水体中的多种关键物理和化学参数,如酸碱度(pH值)、溶解氧(DO)含量和化学需氧量(COD)等,为水质评估提供了丰富的数据基础。通过运用机器学习算法,如聚类分析,这些海量数据得以被细致分类,揭示水质变化的内在规律,并及时发现异常状况,为预警系统提供了科学的依据。同时深度学习中的自编码器模型凭借其强大的特征提取与降维能力,进一步提升了水质监测的效率和准确性,实现了对水质状况的快速、精准判断。更为引人注目的是,人工智能技术与物联网技术的融合,为水质监测带来了革命性的变化。通过将水质传感器接入网络,实现了数据的实时传输和远程监控,无论监测点位于何处,只要传感器正常工作,数据就能即时上传至云端服务器进行深度分析。

1.2 水量监测

在水量监测方面,人工智能技术展现了与传统水文监测手段结合后的巨大潜力。通过卫星遥感技术,我们能够轻松获取大面积的水体信息,这为水量监测带来了前所未有的便捷。深度学习算法对遥感图像进行精细处理和分析,精确提取水体的面积、水位等关键参数,实现了对河流水量、湖泊蓄水量等重要水文指标的实时

监测。同时,地面水文监测站点持续收集的水位、流量等数据,为水量监测提供了宝贵的实测资料。基于这些数据,机器学习算法广泛应用于水量预测模型的构建,特别是时间序列分析算法对历史流量数据的建模,揭示了流量变化的内在规律,预测了未来流量趋势,这对于水资源的合理调配、水利工程的运行管理以及洪涝灾害的预警均具有重要意义。此外人工智能的数据融合技术将卫星遥感数据、地面监测数据等多源数据进行有效整合,进一步提升了水量监测的精度和可靠性,不仅消除了数据冗余和矛盾,还挖掘出更多水文现象背后的隐藏信息^[1]。

1.3 水资源分布监测

在水资源分布监测领域,人工智能技术凭借其强大的应用潜力,通过与地理信息系统(GIS)技术的结合,实现了多源数据的有效整合,为水资源的全面监测提供了坚实的支持。它利用机器学习算法,结合地形、地貌、气象等丰富信息和详细的水文数据,构建了精确的水资源分布模型,能够深入分析地形数据和降水数据,准确预测不同区域的水资源补给情况,为水资源管理者提供了宝贵的决策依据。同时深度学习算法在卫星图像解译方面发挥着重要作用,高效识别并区分河流、湖泊、水库等不同类型的水体,绘制出详尽的水资源分布地图,直观展示了水资源在空间上的分布特征,使管理者能够清晰了解水资源的整体布局和变化趋势。此外人工智能技术还能通过对历史数据的深入分析和模拟,预测未来水资源分布可能受到气候变化和人类活动等因素的影响,为制定科学合理的应对策略提供重要参考,有助于优化水资源规划和管理,有效应对潜在的水资源危机,确保水资源的可持续利用。

2 人工智能在水文水资源预测中的应用

2.1 洪水预测

人工智能技术通过整合历史洪水数据、气象数据、地形地貌数据等多源信息,人工智能技术运用深度学习算法,尤其是擅长处理时间序列数据的LSTM网络,高效捕捉数据中的长期依赖关系,从而精确预测洪水的发生时间、洪峰流量等核心参数,为洪水预警系统提供了坚实的科学依据。在此基础上,人工智能技术进一步推动传统水文物理模型与先进算法的融合,利用机器学习算法优化水文模型参数,使模型能够更精准地模拟实际水文过程,揭示洪水发生的内在机制,这不仅显著提升了预测精度,还增强了模型的适应性和鲁棒性。同时借助实时监测数据的动态更新,洪水预测模型能够持续自我优化,确保预测的时效性和准确性,使其在面对复杂多变的水文环境时依然能够提供可靠的防洪减灾决策支持,有效保障人民生命财产安全和社会经济的稳定发展。

2.2 干旱预测

干旱预测在确保水资源合理调配和农业生产稳定中发挥着举足轻重的作用,而人工智能技术的融入为干旱预测领域带来了前所未有的变革。通过综合气象数据、植被指数、土壤湿度等多源信息,人工智能技术借助机器学习算法,尤其是支持向量回归(SVR)等前沿模型,构建了高精度的干旱预测系统。这些系统深度挖掘数据间的内在联系,精确预测干旱的发生概率极其严重程度,为决策者提供了至关重要的预警信息。同时人工智能技术融合卫星遥感技术的优势,广泛收集植被生长状况和土壤水分信息,利用深度学习算法分析这些数据,提前发现干旱的早期信号,实现了对干旱现象的迅速响应,这不仅显著提升了预测的时效性,还大幅增强了预测的空间分辨率,使干旱预测更加精细且准确^[2]。此外人工智能技术还深入剖析历史干旱事件,揭示干旱的演变规律和影响因素,为干旱预测提供了更为深入的知识支撑和理论依据。这种对历史经验的总结和应用,使得干旱预测模型在面对新情境时展现出更强的泛化能力和鲁棒性。得益于干旱预测模型的应用,水资源管理者能够未雨绸缪,科学制定应对干旱的策略,从而有效减轻干旱对社会经济和生态环境的不利影响。

2.3 水资源需求预测

水资源需求的准确预测对于推动社会经济可持续发展与水资源合理规划管理至关重要。随着社会经济的快速发展,水资源需求呈现动态变化,对预测工作提出了更高要求。在此背景下,人工智能技术展现出了巨大潜力,通过综合分析历史用水数据、人口增长趋势、经济发展状况及气候变化等多维度信息,运用机器学习算法,如结合多元回归模型与时间序列分析技术,精准描

绘出不同行业及生活用水需求的变化轨迹。鉴于水资源需求影响因素的复杂性和非线性关系,深度学习算法的应用尤为关键。借助深度神经网络模型对海量数据进行深度学习与模式识别,人工智能能够更有效地捕捉这些复杂关系,显著提升预测的精确度,从而预测未来一段时间内水资源需求的总量及各行业用水需求的细致分布。这不仅为水资源管理者提供了全面深入的洞察,更是水资源战略规划的基础,助力其科学制定水资源开发利用计划,确保供需平衡,有效应对水资源短缺风险。通过精准预测,管理者可以适时调整水资源配置策略,优化供给结构,促进水资源的高效利用与可持续管理。

2.4 水质变化预测

人工智能技术通过对水质监测数据、污染源排放数据以及气象数据等多源信息的综合分析,运用机器学习和深度学习算法,成功构建了高效的水质变化预测模型。这一模型利用递归神经网络(RNN)等先进技术对水质时间序列数据进行建模,能够精确预测氨氮、总磷等水质指标的未来变化趋势,为水资源管理者提供了实时的水质状况信息,并为其制定针对性的保护措施提供了科学依据。同时该模型还深入挖掘污染源数据,结合水质模型,模拟并预测了不同污染源排放情景下的水质变化情况,这种综合分析能力使得预测结果更加贴近实际,为应对突发水质污染事件提供了有力支持。此外通过对历史水质数据及相关影响因素的深入研究,人工智能技术揭示了水质变化的规律和机制,为水质变化预测提供了坚实的理论支撑,进一步提高了预测模型的准确性和可靠性。

3 人工智能在水资源调配与管理中的应用

3.1 水库调度

水库调度在防洪、发电、供水、灌溉等多个领域扮演着至关重要的角色,而人工智能技术的融入,为水库调度带来了革命性的改变,使其更加科学与高效。通过建立水库调度模型,人工智能技术运用机器学习算法,对历史水库运行数据、水文数据以及气象数据进行深入分析,以预测不同调度方案下水库的水位变化、蓄水量变化以及对下游可能产生的影响。在这一过程中,强化学习算法发挥着核心作用,它通过不断的试错机制,使水库调度模型能够学习到最优的调度策略,从而在保证防洪安全的基础上,实现发电效益的最大化、供水保障的稳定化等多目标的平衡。这种基于大数据驱动的优化手段,不仅显著提升了水库调度的科学性和准确性,也为决策者提供了更为多元化、精细化的调度方案选择^[3]。更为先进的是人工智能技术能够实时整合雨情、水情等

监测信息,对水库调度方案进行动态优化和调整,确保水库调度能够迅速响应水位波动、降雨量变化等实时状况,从而提升水库调度的效果与安全性。

3.2 城市供水管理

城市供水管理,作为保障居民生活用水安全及推动城市可持续发展的基石,其重要性不言而喻。人工智能技术的融入,为这一领域带来了显著的优化与革新。通过对城市用水数据的深度挖掘与分析,人工智能技术能够精确预测各区域、各时段的用水需求,为供水系统的高效运行提供了坚实的科学依据。同时利用机器学习算法,供水泵的运行得到了精细化的管理,运行时间和功率被合理安排,有效避免了能源的浪费,实现了节能降耗的目标。在供水管道的监测与管理上,人工智能技术也展现出了非凡的能力,通过对管道压力、流量等数据的实时监测与分析,能够迅速捕捉异常数据模式,及时发现并精准定位管道泄漏等故障,进行快速修复,从而大幅减少了水资源的无谓流失,提升了供水系统的稳定性和可靠性。人工智能技术还推动了城市供水管理决策支持系统的建设,该系统能够整合各类供水数据,运用先进的人工智能算法,为管理者提供科学、全面的决策建议,助力管理者在调整供水价格、优化供水设施布局等方面做出最优决策,进一步提高了城市供水管理的效率和服务质量。

3.3 农业灌溉管理

农业灌溉管理,作为水资源合理利用与农业生产可持续发展的关键环节,其效率至关重要。人工智能技术的引入,为这一领域带来了革命性的变革。通过部署先进的传感器网络,实时监测土壤墒情、作物生长状态及气象数据等核心信息,人工智能技术能够精确捕捉作物

的需水规律与土壤水分动态,进而制定出既科学又合理的灌溉策略。该策略不仅确保了灌溉的适时进行,还实现了灌溉水量的精准调控,有效避免了水资源的不必要损耗。在具体操作中,模糊控制算法等人工智能技术的运用,使得灌溉设备能够根据土壤湿度、气温、光照等环境因素智能调节开启关闭状态及灌溉水量,实现了灌溉过程的自动化与智能化^[4]。同时无人机遥感技术的融合,为农业灌溉管理提供了全新的视角。通过无人机获取的大范围农田作物生长信息,结合深度学习算法的分析,能够精确评估作物的缺水情况,为灌溉决策提供了强有力的数据支撑,为了进一步提升灌溉管理的智能化程度,农业灌溉管理平台得以建立。

结语

综上所述,人工智能技术在水文水资源管理中的应用前景广阔。通过提高监测效率、增强预测能力、优化资源配置及提升管理水平,人工智能技术为水资源管理的智能化、高效化提供了有力支撑。未来,随着技术的不断进步和应用场景的拓展,人工智能技术将在水资源管理中发挥更加重要的作用,为水资源的可持续利用和生态保护贡献力量。

参考文献

- [1]常英杰.人工智能在水文水资源管理中的创新应用与效益分析[J].水利电力技术与应用,2025,7(7):10.
- [2]刘光,赵红金,郑蕾,等.人工智能在水质监测管理中的应用研究[J].黑龙江水利科技,2024,52(6):90-94.
- [3]马如军.信息技术在水文勘测工作中的应用[J].水利电力技术与应用,2024,6(15):25.
- [4]刘飞诗,胡腾腾,何晓静,等.基于人工智能的农田水利自动化监测系统[J].江苏水利,2022(11):46-49,65.