

Development and application of new technology for hydrological and water resources flow monitoring

Nan Zhang Qiang Guo

Hydrological Bureau of the Yellow River Water Conservancy Commission, Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

This paper introduces the development and application of new technologies for hydrological and water resources flow monitoring, and focuses on the application and advantages of modern technologies such as remote sensing technology, UAV monitoring, IOT sensors, big data analysis in hydrological monitoring, which not only improves the accuracy and efficiency of monitoring, but also promotes the automation and intelligence of monitoring, and promotes the scientific and accurate management of water resources. With the continuous progress of technology, hydrological monitoring will be more intelligent and efficient, providing strong support for the sustainable use of water resources and disaster prevention.

Keywords

Hydrology and water resources; Flow monitoring; monitoring technology

水文水资源流量监测新技术发展与应用

张楠 郭强

黄河水利委员会水文局, 中国 · 河南 郑州 450000

摘 要

本文介绍了水文水资源流量监测新技术的发展及其应用, 重点阐述了遥感技术、无人机监测、物联网传感器、大数据分析等现代技术在水文监测中的应用与优势, 这不仅提高了监测的精度与效率, 还促进了监测的自动化与智能化, 推动了水资源管理的科学化和精准化, 随着技术的不断进步, 水文监测将更加智能化、高效化, 为水资源的可持续利用和灾害预防提供有力支撑。

关键词

水文水资源; 流量监测; 监测技术

1 引言

水文水资源流量监测新技术的发展与应用, 主要受到气候变化、水资源短缺和环境保护需求的推动, 现代遥感技术、无人机、物联网、大数据等手段被广泛应用于水文监测, 极大提高了监测的精度与效率, 这些新技术能够实时获取水文水资源数据, 预测水资源变化趋势, 为水资源管理、洪涝预警以及水环境保护提供科学依据, 推动了水文科学和水资源管理的智能化与精细化发展。

2 水文水资源流量监测的概念

水文水资源流量监测是指通过各种技术手段和设备, 实时或定期测算和记录单位时间内流经特定过水断面的水量变化过程, 这一监测工作旨在为水资源的合理利用、调度与管理提供科学依据, 并为水灾预警、生态保护、河流治理

等提供数据支持, 流量监测通常包括河流、湖泊、水库等水体的表面流速、流量、实时降水量等数据采集, 以及对流域内水资源的动态变化进行长期监控。随着监测技术的进步, 传统的水文监测方法逐渐向智能化、自动化方向发展, 现代监测系统采用了自动化监测站、遥感技术、无人机、水质分析等传感器设备, 结合大数据分析技术能够实现对水文变化的实时监控与数据分析, 这不仅提高了监测的准确性和时效性, 也为水资源的可持续利用和环境保护提供了更为有力的支撑, 相关部门通过流量监测能够及时掌握水资源状况, 有效应对突发水文事件^[1]。

3 水文水资源流量监测新技术应用分析

3.1 遥感技术应用

遥感技术在水文水资源流量监测中的应用主要通过卫星、无人机等设备获取航空遥感图像, 利用电磁波反射、吸收、辐射等波普特性, 分析计算获取地表水体的信息, 遥感技术能够快速、广泛地覆盖大范围区域, 尤其适用于传统监测方法难以到达的偏远地区或高风险区域, 工程师利用遥感

【作者简介】张楠(1986-), 女, 中国河南巩义人, 本科, 从事水文水资源监测新技术研究。

影像结合先进的图像处理技术可以提取河流、湖泊、水库等水体的分布、变化情况以及水面面积等数据,实时反映水体的流量、蓄水量变化,这种方式不仅大大提高了监测效率,也避免了人工现场监测的时间和空间限制,适应了水资源管理日益增长的需求,此外遥感技术还可以通过不同波段的电磁波传感器,获取与水体相关的多维度数据,如水温、含沙量、悬浮物浓度等,进一步增强监测的全面性与精准性,例如遥感技术可以与流域模型和河流水动力模型结合,进行河道流量遥感估算,为水资源的科学调度和管理提供数据支持,利用遥感数据与水文模型的结合能够有效评估不同地区的水文状况,帮助决策者做出科学合理的水资源配置^[2]。

3.2 无人机监测

无人机技术在水文水资源流量监测中的应用,主要利用无人机搭载的高精度传感器进行实时数据采集,无人机可飞行至传统监测手段难以到达的区域,如山区、河流偏远地带等进行快速、灵活的水文监测,通过无人机搭载的高清摄像头、红外传感器和激光雷达(LiDAR)等设备能够获取水面流速、水位变化、河道形态以及水体污染等信息,无人机的低空飞行使其能精准拍摄水体的细节获取更为清晰的影像资料,尤其在突发洪水、溃堤、山洪、泥石流、堰塞湖等极端、突发、灾害情况下能够快速监测并评估水流变化,为灾后评估提供关键数据支持。无人机监测还能够与地理信息系统(GIS)和水文模型相结合,进行数据的后期处理和分析,通过无人机定期拍摄的影像结合时间序列分析可以追踪河流、水库、湖泊等水体的动态变化,分析水资源的储量和流动趋势,无人机监测技术的高效性、低成本以及灵活性,正在逐步取代传统的人工监测手段,成为现代水文水资源监测的重要工具,随着无人机技术的不断进步,其在水资源监测中的应用将会更加广泛,尤其是在实时监测、快速响应和大范围覆盖等方面展现出独特优势^[3]。

3.3 物联网传感器

物联网(IoT)传感器在水文水资源流量监测中的应用,通过将各类传感器与网络系统连接,实现水体、气象和流域信息的实时采集与传输,通过在河流、湖泊、水库等重要水体及其流域内布设传感器能够实时监测水位、流速、流量、泥沙、降水、蒸发、温度、pH值、溶解氧等水文水资源指标,这些传感器通过网络通信将采集到的数据传送至中央控制系统,便于水文监测人员及时获取数据并做出响应,此外物联网传感器具有远程监控、自动报警等功能在出现异常情况时系统能够自动发出预警信号,为水资源管理、灾害预防提供及时的决策支持。物联网传感器的应用大大提高了水文监测的精度和效率,物联网技术与传统的人工测量相比可以实现全天候、无人值守的自动化监测,避免了人工操作带来的误差和时间滞后,传感器的布设不仅可以覆盖大范围的水域,还能够对水流变化进行高频率、高密度的实时监控,物联网传感器的采集数据能够进行深度分析和预测,为流域水

资源调度、水质监测、洪水预警等提供科学依据,未来随着物联网技术的不断发展和传感器的不断优化,物联网在水文水资源流量监测中的应用将更加广泛和精准,有望进一步提升水资源管理的智能化水平。

3.4 大数据分析

大数据分析在水文水资源流量监测中的应用主要通过海量水文数据进行存储、处理和分析,以识别水资源变化规律、预测流量趋势并支持决策,水文监测过程中采集到的实时水位、流量、含沙量、降水量、蒸发量、气象数据、流域土地利用变化等信息,通常包含大量且复杂的数据,大数据分析技术通过高效的数据挖掘、统计分析与模式识别能够发现数据之间的潜在关联,识别影响水流变化的关键因素,从而帮助科研人员和管理者更好地理解水文现象的动态变化,例如通过对多年历史数据的分析可以预测某一地区未来的水资源变化趋势,为水库调度、水资源保护以及洪涝灾害预警提供科学依据。

4 水文水资源流量监测新技术发展的展望

4.1 高精度传感器

高精度传感器在水文水资源流量监测中的展望,主要体现在提高监测精度和增强实时性,随着传感器技术的不断发展,未来的水文监测将能够通过更高精度的传感器,获取更加细致和准确的数据,例如水位传感器、流速传感器、溶解氧传感器等将能提供更高分辨率的数据,甚至可以探测到水体中微小变化,这种高精度的数据可以有效提升水资源监测的精准度,减少传统监测中因仪器误差或环境因素带来的偏差,此外高精度传感器在监测过程中对水文要素变化的响应速度将更快,确保实时数据能够及时传送到监测中心,为水资源管理和决策提供更为准确的参考。随着微电子技术、纳米技术以及材料科学的发展,高精度传感器的尺寸将更加小型化,成本也会逐步降低,这将使得传感器能够更加广泛地部署在各种水体和流域中,进一步提升监测网络的覆盖范围和密度,例如未来可能会在整个流域内布设低成本、高精度的传感器网络,实现大范围、多维度的水文监测,提升对洪涝、干旱等极端天气事件的预警能力,此外随着传感器与物联网技术的结合,数据采集将变得更加智能化、自动化,传感器可以自动识别水文环境的变化并进行自我校准,减少人工干预,实现无人值守的长时间监测,这种高精度传感器的发展将为水文水资源管理的精细化、智能化提供更有力的支撑。

4.2 智能化数据分析

智能化数据分析在水文水资源流量监测中的展望,主要体现在通过人工智能和机器学习技术的应用,提升数据处理和分析的效率与精准度,随着水文监测数据量的不断增加,传统的数据分析方法已难以满足实时性和准确性的需求,未来智能化数据分析将能够自动识别和分析海量数据中

的规律和趋势,帮助水文专家从中提取有价值的信息,人工智能技术能够对复杂的水文数据进行多层次分析,识别潜在的水流变化模式和水资源供需关系,智能化系统还可以自我学习和优化,在持续获取数据的过程中不断提升预测和分析的能力,从而更精确地为水资源管理提供决策支持。智能化数据分析技术将进一步推动水文监测的自动化与智能化,在未来的水文监测系统中,人工智能不仅能实现对水流、降水、气象等多维度数据的高效处理,还能结合大数据分析,进行实时预测和预警,例如基于气象、地理信息及历史数据,智能化系统能够预测不同时间段内水流的变化趋势,甚至提前识别潜在的洪涝或干旱灾害风险,管理者可以在水资源短缺或洪涝发生之前迅速调整水资源调度方案,优化水资源配置。

4.3 实时远程监控

实时远程监控技术在水文水资源流量监测中的展望,主要体现在提升监测系统的响应速度和覆盖范围,随着5G、物联网(IoT)和卫星通信技术的发展,未来的水文监测将实现更广泛、更实时的数据采集和传输,实时远程监控技术能够使得水文监测数据不再局限于现场工作,所有采集到的水位、流量、含沙量、降水、蒸发、气象等数据将通过网络通信或卫星通信迅速传输到数据中心,供管理人员实时查看,无论是在偏远山区、洪涝灾区,还是在人迹罕至的河流区域,远程监控技术可以克服地理环境限制,保障对水文变化的实时监控与管理,该技术的普及将大大提高水资源管理的效率和应对突发事件的能力^[4]。实时远程监控系统的智能化发展将进一步增强水文水资源流量监测的精准性与应急响应能力,通过人工智能与大数据分析的结合,远程监控系统不仅能够实现数据的即时传输,还能对数据进行智能分析,识别潜在的水文异常或灾害风险,比如系统可以实时监控水位变化趋势,当水位接近预设的洪水警戒线时系统将自动发出预警,并触发预定的应急响应措施,通过这种方式水文监测将由传统的人工驻测转变为智能化的自动化监测,极大提高了预警的时效性和准确性,此外实时远程监控系统还可以与流域管理系统相连接,形成跨区域、跨部门的协作机制,进一步提高水资源的调度和管理能力。

4.4 大数据平台整合

大数据平台整合在水文水资源流量监测中的展望,主

要体现在对各类水文数据的集中管理与深度分析,随着水文监测技术的不断发展,各种数据来源(如遥感数据、传感器数据、气象数据、卫星影像等)日益增多,未来大数据平台将能够整合不同来源的数据,形成统一的数据存储与管理体系,实现多维度数据的无缝连接与共享,这种平台整合将大大提高数据的使用效率,消除信息孤岛,使水文监测数据更具关联性和整体性,通过平台统一管理可以避免不同监测系统之间数据不一致或信息滞后的问题,为水资源的科学调度提供更加准确的基础^[5]。未来的大数据平台将不仅仅是数据存储与管理的工具,还将具备更强的数据分析与预测能力,结合大数据分析、人工智能和机器学习技术,平台将能够实时处理和分析海量的水文数据,识别数据中的规律与趋势,进行流量预测、水资源评估及灾害预警,平台通过数据挖掘与模式识别能够提前预测水流变化、洪水风险等,帮助决策者做出科学合理的应急响应和资源调度决策,未来水文监测大数据平台将成为决策支持系统的重要组成部分,为水资源的可持续利用、灾害预防 and 环境保护提供强有力的技术保障。

5 结语

随着科技的不断进步,水文水资源流量监测新技术的应用正在逐步改变传统监测方式,提高了监测的精度、效率和智能化水平,遥感技术、无人机监测、物联网传感器、大数据分析等新技术的融合将为水文水资源的科学管理、灾害预警和环境保护提供更加有力的支持,未来随着技术的进一步发展,水文监测将更加精细化、智能化,为全球水资源的可持续利用和管理做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 梅军亚.面向新质生产力的水文智能感知研究与实践[J].长江科学院院报, 2024, 41(11):1-6.
- [2] 孟健,木正鹏,李留东,等.基于图像智能识别的中小河流流量监测系统应用研究[J].浙江水利科技, 2023, 51(6):88-94.
- [3] 顾琦,刘明君,冀冠杰,等.武大AiFlow手持式视觉测流仪在水文监测中的应用实践[J].水资源研究, 2024, 13(3):249-255.
- [4] 方宏卫,张麟童,周栋,等.小流域应急监测中洪峰流量计算方法的探讨[J].长江技术经济, 2023, 7(3):98-103.
- [5] 邱顺添,王佳,王明娜.公众科学在水文领域的应用现状与未来[J].工程科学与技术, 2023, 55(5):141-148.