

Application of Remote Sensing Technology in Hydrological and Water Resources Planning

Jun Wang

Ganzhou Water Conservancy and Electric Power Survey, Design and Research Institute, Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

Abstract

The application of remote sensing technology in the planning of hydrology and water resources is based on the extraction and water resource management and hydrological model simulation. Through the comparison of the traditional monitoring means, the precipitation, evaporation, surface water and groundwater resources are accurately estimated, and the multi-source remote sensing data and advanced data processing technology are used. The results show that the remote sensing technology provides strong data support for water resources planning and decision-making, and effectively improves the spatial and temporal resolution and accuracy of hydrology and water resources monitoring. The research also constructed hydrological process simulation and prediction model based on remote sensing data to provide scientific basis for sustainable management of water resources.

Keywords

remote sensing monitoring; hydrological and water resources planning; data integration; hydrological model simulation

遥感技术在水文水资源规划中的应用

王君

赣州市水利电力勘测设计研究院, 中国·江西赣州 341000

摘要

研究以遥感技术原理及其在水文参数提取、水资源管理、水文模型模拟等方面的集成方法为重点, 探讨遥感技术在水文水资源规划中的应用。该研究通过对传统监测手段的比较, 对降水量、蒸发量、地表水体、地下水资源等进行了精确估算, 运用了多源遥感数据和先进的数据处理技术。结果显示, 遥感技术为水资源规划和决策提供了有力的数据支撑, 有效提高了水文水资源监测的时空分辨率和精度。研究还构建了为水资源可持续管理提供科学依据的水文过程模拟和基于遥感数据的预测模型。

关键词

遥感监测; 水文水资源规划; 数据集成; 水文模型模拟

1 引言

遥感技术, 作为获取地表信息的重要手段, 其发展历史可追溯至 20 世纪初, 至今已成为地球观测不可或缺的工具。在水文水资源领域, 该技术的应用对于解决水资源规划中的监测难题具有重要意义^[1]。水资源规划面临诸多挑战, 如气候变化、人口增长和土地利用变化等, 而遥感技术以其高时空分辨率和大范围覆盖的优势, 为水文参数的实时监测和水资源的动态评估提供了新的视角。随着遥感技术与水文模型的深入融合, 其在水资源管理决策支持系统中的作用日益凸显, 展现出巨大的应用潜力和发展前景。

2 遥感技术原理及其应用基础

2.1 遥感技术概述

遥感技术作为一种先进的地表监测手段, 其通过航空或航天平台搭载的传感器对地表特征进行非接触式探测, 获取地表反射或辐射的电磁波信息, 具备穿透云层和植被的能力, 实现全天候、全时段的地表监测。该技术的核心原理基于地表物质对特定波长电磁波的反射、吸收和发射特性的差异, 通过分析这些差异, 实现地表对象的识别和分类, 提取关键信息。随着遥感技术的不断进步, 已从传统的光学遥感发展到集成雷达、红外、微波等多种传感器的多源数据获取, 这不仅极大地丰富了地表监测的维度, 也加深了监测的深度。现代遥感技术通过高光谱分辨率、高空间分辨率和高时间分辨率的数据采集, 为地表特征的精细分析提供了可能^[2]。遥感技术在数据融合、图像处理和机器学习等技术的支持下, 能够提供更加精准和实时的地表监测结果, 广泛应

【作者简介】王君(1992-), 男, 中国黑龙江鹤岗人, 本科, 工程师, 从事水文与水资源工程研究。

用于地表覆盖变化、环境监测、灾害评估和资源勘探等领域，为地球系统科学研究和地表过程的深入理解提供了强有力的数据支持和分析工具。

2.2 水文水资源特性与遥感技术适配性分析

水文水资源特性的复杂性要求监测技术必须具备高度的空间和时间分辨率，以便于揭示其不同区域的差异性和随时间的变化趋势。遥感技术适配性分析因其广泛的监测范围和较高的数据获取频率在涉水领域的观测与管理方面显露出了突出的作用^[3]。光学遥测数据在追踪湖泊与河川水域面积的演变上扮演了至关重要的角色，它为评价水资源的分布情况供应了直观的时空信息^[4]。雷达遥感技术则利用其穿透能力，对地表水文过程和土壤湿度进行探测，尤其是在植被覆盖密集或地形复杂的区域。遥测技术与地理信息系统（GIS）的融合运用为流域模型赋予了大量的空间数据资源，提升了流水循环模拟和水资源评价的准确性。在对遥测信息进行分析时必须注意诸如大气矫正、地势效应等矫正要素，以保障信息的精确度。随着遥感技术的持续创新，如高光谱分辨率传感器的发展、数据处理算法的优化以及数据同化技术的应用，其在水文水资源领域的应用将更加深入和广泛。这些技术进步不仅提高了遥感数据的解译精度，也为水文水资源的实时监测、评估和管理提供了更为强大的工具，进一步拓展了遥感技术在水文水资源领域的应用潜力和前景。

3 水文参数的遥感提取技术

3.1 降水与蒸发量的遥感估算

水文循环监测中重要的是对水资源补给和消耗过程的了解，降水与蒸发量的遥感估计是必不可少的。能够穿透云层，提供不受光照和天气条件限制的持续降水信息，被动微波遥感数据在降水估算中起到关键作用^[5]。对不同频率的微波辐射特性进行分析，对降水强度和分布进行定量化估算，就能有效地实现分析降水粒子的区域形态。对蒸发量的遥感估算涉及对地表潜热通量的估算，结合地表温度、植被指数等参数，能对地表潜热通量进行估算，进而对蒸发量进行估算的地表能量平衡分析更为复杂。遥感监测植被覆盖度和土壤湿度，为模拟蒸发过程有助于提高蒸发量估算精度提供了必要的输入数据。然而，对降水和蒸发量的遥感估测还面临着多重因素的挑战，包括传感器分辨率、大气状况和需要通过地面观测数据校准验证以确保估测结果准确无误的地表特征等。随着遥感技术的进步，尤其是传感器技术的革新、数据处理算法的革新、数据同化技术的革新，将不断优化遥感估测降水、蒸发量等方法，为精确管理水文水资源提供更加可靠的科学依据。

3.2 地表与地下水资源的遥感探测

在水文研究和水资源管理中，地表与地下水资源遥感探测技术的作用日益显著。对湖泊、河流等水体的位置和范围，通过分析地表水体的光谱特征，实现光学遥感技术的精

确识别。这种技术依靠水对特定波长的反射特性，为地表水资源的分布和变化提供直观的信息，通过图像处理技术对水体边界进行提取。雷达遥感技术则利用雷达波对水分的敏感性，对湿地、洪水等地表水体，特别是植被覆盖区的存在，通过测量后向散射的强度进行有效探测。对于地下水资源的探测，虽然具有很大的挑战性，但是地下水的分布和动态变化可以通过间接的指标来推断，如重力变化、地表地形高程的分析以及植被生长状况等。这些方法为地下水资源的探测提供了新的途径，通过重力卫星数据监测地下水储量的变化，分析植被的季节性生长模式，推测地下水位的高低^[6]。结合地质、水文、遥感学等多学科的知识，遥感技术可以帮助地下水探测提高精度，提高可靠性。随着遥感技术的进步，尤其是在高分辨率、多光谱数据获取等方面的发展，为水资源的评价、管理和保护提供更加精确、实时的数据支撑，地表和地下水资源遥感探测技术将更加成熟。

4 水资源管理与规划中的遥感应用

4.1 水资源分布与变化的遥感监测

通过获取连续的时空数据，为水资源的动态分析提供了科学的支撑，水资源的分布和波动通过遥感技术进行观察，这对于水文学和水资源的规划与管理至关重要。遥感技术能够对地面水域的规模、轮廓以及所在地的转变进行监测，通过分析不同时间点的遥感图像来实现覆盖范围的判定，对水资源的流动性分布作出判断。应用光学遥感数据并整合影像处置方法，不仅可追踪湖泊与蓄水池的水位波动，还能评估极端水文情况对水源的作用，包括旱灾、涝灾等。在对陆表水源的利用性进行鉴定时，遥感技术对植物群覆盖率和土壤水分状况的观察提供了关键性的衡量因素。执行对水域动态的持久性卫星观察以便为水域管理的持久性增长供给科学支撑。遥感技术为水资源管理带来了更加深刻的理解，它通过检测地面热度以及植物覆盖率的变化对旱情和水资源不足的潜在威胁进行了预估，并对水分蒸发与土壤湿润度进行了预测。遥感技术的利用不单是对地面水源的研究，它在把握水资源的质量状态和生态完整性方面发挥着关键作用^[7]。分析水体的光谱属性，能够区分各种水体，如透明的湖泊、混沌的江河等。遥感技术结合地理信息系统对水资源进行科学管理和决策支持，能够建立一个较为完整的水文水资源监控和评估框架。

4.2 水资源规划与决策支持系统

水资源规划与决策支持系统是依靠对优质数据的整合分析，实现水资源优化配置的水资源管理领域的关键组成部分，作为信息源的遥测技术扮演了一个不可或缺的关键角色。建立的水域管理规划模型，借助融合卫星遥测资料与地理信息系统技术，旨在为研究水域资源的持续性发展提供了理论支持，在各种环境演变背景下预测水域资源的分布及其波动。遥感技术的运用范围远不止于模拟，它还涵盖了水

源耗费增长、都市化进程造成的水质下降等人类行为对水资源造成的影响的跟踪。在水资源管理中识别潜在风险并制定相应的应对策略,这些监测结果是必要的。遥感数据的实时性为辅助决策机制供应了持续变化的数据流,赋予了水务管理专家们针对旱灾、水灾等多样水情状况作出迅捷响应的能力。遥感技术在空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率等领域的持续进步,为水资源的精细评估和高效治理提供了有力的技术后盾,其在水资源规划与决策支持系统中的运用变得越来越普遍且深入。利用远距离遥感数据,保障水资源的合理使用与维护,水资源管理的合理性、决策的精确度也将得以增强。

5 遥感技术在水文模拟中的应用

5.1 水文模型中遥感数据的集成

通过融合光学、雷达、微波遥感数据,将地表覆盖、植被状态、土壤湿度、降水等关键水文参数的详细资料提供给模型,遥感数据的集成在水文模型中的应用是提升模型性能的重要环节。这些数据的整合不仅使模型模拟地表过程的能力得到加强,而且模型预测的精确度和可靠性也进一步提高,通过应用数据同化技术得到了应用。雷达遥感数据显示了其监测地表水体动态变化的独特优势,而光学遥感数据对模拟地表径流和地下水补给至关重要的植被覆盖度、土地利用变化等信息的提供,则起到了至关重要的作用。遥感数据的整合还有助于通过模型校准和验证过程,对水文模型中的不确定性和误差来源进行识别和量化,使模型结果的可信度得到加强。随着遥感技术的进步,包括监测预测极端水文事件、评估气候变化影响等,其在水文模型中的应用也在不断扩大。这些应用不仅在水资源管理与规划中提高了水文模型的实用性,而且在科学上提供了重要依据,以应对气候变化和人类活动对水资源的影响。水文模型通过对遥感数据的深入分析和整合,为水资源的可持续管理提供强有力的决策支持,可以更加精确地反映水文过程的复杂程度和动态程度。

5.2 基于遥感的水文过程模拟与预测

地表和大气状态实时信息的提供,对水文过程的认识和预测具有显著作用,是遥感技术应用的关键领域,对以遥感为基础的水文过程模拟与预测技术的应用具有重要作用。流域径流模拟、水旱事件预测、水资源动态变化评估等,都有遥感数据分析的可能。利用遥感资料监测的地表温度和植

被指数,对蒸发和土壤水分状况进行估算,并对干旱风险和 水资源短缺状况进行预测,为合理分配水资源、开展风险管理提供科学依据。遥感技术对水环境的管理和保护起到了至关重要的作用,如监测水体中叶绿素 A、悬浮物浓度等水质参数。结合水文模型,遥感技术能够评估极端气候事件的潜在影响,并提供应对气候变化的决策支撑。基于遥感的水文过程模拟与预测,在精度和应用范围上都将得到显著提高。遥感技术的空间和时间分辨率的提高,以及数据处理和同化技术的不断进步,不仅将提升水资源管理的效能,也将提供更精确的科学信息,将更加深入了解人类活动和气候变化对水文循环的影响,以便在今后的水文研究和实践中扮演更重要的角色。

6 结论

目前遥感技术已对水文水资源规划起到了显著的效果,能够提供连续大范围的监测数据,对水文过程的认识和模拟能力有较大幅度的提高。目前该技术已广泛应用于水资源的实时监测评价和预测中,对水文模型的输入参数有更为精确的把握,对水资源管理的科学性和前瞻性也有了很大的提高。但是遥感技术在数据精度模型集成以及应用的普适性等方面仍面临一定的挑战。今后,通过技术创新和算法优化,遥感技术有望进一步克服现有的局限,对更深层次的水文过程进行解析,在水资源的规划设计中发挥更大的作用,以应对气候变化和人类活动对水资源造成的冲击。

参考文献

- [1] 蔡阳,崔倩.卫星遥感水利应用进展与展望[J].中国水利,2024(11):9-16.
- [2] 温干祥.遥感技术在地下水寻找中的空间监测应用研究[J].科技与创新,2024(10):178-180.
- [3] 许钦,刘露霖,龙杰,等.基于NRIHM的分布式水文模型在湿润流域的应用[J].人民珠江,2024,45(6):107-117.
- [4] 郭娇,张鹏飞,李畅.面向长江流域水土流失监测中建设用地提取的遥感影像数据集[J].测绘地理信息,2024,49(3):96-100.
- [5] 田学东.遥感技术在生态环境监测与管理中的应用探究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(8):65-67.
- [6] 熊竹阳,齐鹏云,崔力鹏,等.巢湖流域杭埠河水量模拟数学模型研究[J].治淮,2024(4):12-14.
- [7] 贾梦.水文与水资源管理在水利工程中的应用研究[J].四川水泥,2021(1):139-140.