

水文水资源遥感监测技术及其应用前景

韩晓玉 宝福豪

黄河水利委员会河南水文水资源局 河南 洛阳 471000

摘要: 本文详细阐述了水文水资源遥感监测技术的相关内容。首先介绍了遥感监测技术的基本概念与原理,包括其定义、物理基础和系统组成。接着深入探讨了水文水资源遥感监测的关键技术,涵盖光学遥感、微波遥感、红外遥感以及高光谱遥感等技术在水文水资源监测中的具体应用。然后通过多个实际案例分析了该技术在河流湖泊监测、水资源调查与评估、洪水灾害监测与预警等方面的应用情况。最后对水文水资源遥感监测技术的应用前景进行了展望,指出其在技术创新、多源数据融合、智能化发展以及国际合作等方面的发展趋势,旨在为水文水资源领域的监测与管理提供全面的理论支持和技术参考。

关键词: 水文水资源; 遥感监测技术; 关键技术; 应用案例; 应用前景

引言

水是生命之源,是人类社会发展和生态环境维持不可或缺的重要资源。准确、及时地掌握水文水资源信息对于合理开发利用水资源、有效防治水旱灾害、保护生态环境等具有至关重要的意义。传统的水文水资源监测方法主要依靠地面观测站点,这些站点虽然能够提供较为精确的局部数据,但存在分布不均、覆盖范围有限、监测成本高且难以获取大范围、实时动态信息等问题。随着遥感技术的飞速发展,其在大范围、快速、动态获取地球表面信息方面展现出独特的优势。水文水资源遥感监测技术作为遥感技术在水文水资源领域的重要应用,能够突破传统监测方法的局限,为水文水资源研究和管理提供丰富、全面、实时的数据支持。因此,深入研究水文水资源遥感监测技术及其应用前景具有重要的现实意义。

1 遥感监测技术概述

1.1 遥感监测技术的定义

遥感(RemoteSensing)是一种远离目标,通过非直接接触的方式来测定和分析目标物性质的技术。它利用传感器对目标物体发射或反射的电磁波进行接收、处理和分析,从而获取目标物体的相关信息,如物体的形状、大小、位置、性质等。在水文水资源领域,遥感监测技术主要是通过对水体、土壤、植被等地球表面特征物质的电磁波特性进行探测和分析,实现对水文水资源要素的监测。

1.2 遥感监测技术的物理基础

一切物体都在不停地发射、吸收和反射电磁波,不同物体由于其内部结构和成分的差异,对电磁波的发射、吸收和反射特性也不同^[1]。这种物体对电磁波的固有

特性称为地物的光谱特性,它是遥感监测的物理基础。例如,水体对可见光和近红外波段的反射率较低,在遥感图像上通常呈现暗色调;而植被对可见光中的绿光反射率较高,在遥感图像上呈现绿色调。通过分析不同地物在不同波段的电磁波反射、发射特征,可以识别和区分各种地物类型,进而获取水文水资源相关信息。

1.3 遥感监测系统的组成

遥感监测系统主要由遥感平台、传感器、信息传输与接收设备以及图像处理与分析系统等部分组成。遥感平台是搭载传感器的载体,常见的有航天遥感平台(如人造地球卫星、宇宙飞船等)、航空遥感平台(如飞机、直升机等)和地面遥感平台(如遥感车、遥感塔等)。传感器是遥感系统的核心部件,用于接收和记录目标物体的电磁波信息,常见的传感器类型有光学相机、多光谱扫描仪、合成孔径雷达等。信息传输与接收设备负责将传感器获取的遥感数据传输到地面接收站。图像处理与分析系统则对接收到的遥感数据进行预处理、增强、分类等操作,提取有用的水文水资源信息。

2 水文水资源遥感监测关键技术

2.1 光学遥感技术

光学遥感技术是利用可见光和近红外波段对地表物体进行探测的遥感技术。在水文水资源监测中,光学遥感图像具有较高的空间分辨率,能够清晰地显示地表水体的分布、形状和边界等信息。通过多光谱光学遥感,可以获取水体在不同波段的反射光谱信息,利用这些信息可以反演水体的水质参数,如叶绿素浓度、悬浮物含量等。例如,利用Landsat系列卫星的多光谱数据,结合一定的算法模型,可以估算湖泊中叶绿素a的浓度,为湖泊水质监测提供重要依据。

2.2 微波遥感技术

微波遥感技术是利用微波波段（波长1mm-1m）对地表物体进行探测的遥感技术。与光学遥感相比，微波遥感具有不受云雾、昼夜等天气条件限制的特点，能够实现全天时、全天候的监测^[2]。合成孔径雷达（SAR）是微波遥感中常用的一种传感器，它具有高分辨率成像能力。在水文水资源监测中，SAR技术可以用于监测河流洪水泛滥范围、湖泊水位变化以及土壤湿度等。例如，在洪水监测中，通过对比不同时期的SAR图像，可以准确识别洪水淹没区域，为洪水灾害评估和救援决策提供及时信息。

2.3 热红外遥感技术

热红外遥感技术是通过接收地表物体自身发射的热红外辐射来获取物体温度信息的遥感技术。水体与周围地物的热特性存在差异，利用热红外遥感可以监测水体温度分布、热污染以及水体与大气的热交换过程等。例如，在监测工业废水排放对河流的热污染时，热红外遥感图像可以清晰地显示出受污染水体与正常水体的温度差异，及时发现热污染源和污染范围。

2.4 高光谱遥感技术

高光谱遥感技术是在电磁波谱的可见光、近红外、中红外和热红外波段范围内，获取许多非常窄且光谱连续的图像数据技术。高光谱遥感具有波段多、光谱分辨率高的特点，能够提供更丰富的地物光谱信息，有助于更准确地识别和分类地表物体。在水文水资源监测中，高光谱遥感可以用于精细监测水体水质、区分不同类型的水体（如河流、湖泊、水库等）以及监测水生植被分布等。例如，利用高光谱数据可以更精确地反演水体中多种污染物的含量，为水环境治理提供更详细的信息。

3 水文水资源遥感监测技术应用

3.1 河流湖泊监测

以某大型湖泊为例，利用多时相的Landsat光学遥感图像，通过对水体指数的计算和分析，可以准确提取湖泊水域面积的变化信息。研究发现，在过去的几十年中，由于气候变化和人类活动的影响，该湖泊水域面积呈现出明显的萎缩趋势。同时，结合高光谱遥感数据，对湖泊水质进行监测，结果表明湖泊部分区域叶绿素浓度和悬浮物含量超标，存在一定程度的水体富营养化问题。通过遥感监测技术，能够及时掌握湖泊的水量和水质变化情况，为湖泊的保护和管理提供科学依据。在河流监测方面，利用合成孔径雷达（SAR）数据对某河流进行洪水监测。在洪水期间，SAR图像清晰地显示了河流洪水泛滥的范围和程度。通过与历史洪水数据对比，

分析洪水演进规律，为洪水预警和防洪减灾工作提供了重要支持。同时，利用光学遥感图像监测河流岸线的变化，发现由于河道采砂等活动，部分河段岸线侵蚀严重，及时采取措施进行治理，有效保护了河流生态环境。

3.2 水资源调查与评估

在水资源调查中，遥感技术可以快速获取大面积区域的水资源分布信息。例如，利用遥感数据结合地理信息系统（GIS）技术，对某地区的地表水资源量进行估算。通过对不同类型水体（河流、湖泊、水库等）的面积和深度信息进行提取和分析，结合水量平衡原理，计算出该地区的地表水资源总量。同时，利用热红外遥感和微波遥感技术监测土壤湿度，评估地下水资源状况。综合地表水和地下水资源信息，对该地区的水资源总量进行全面评估，为水资源的合理开发利用提供基础数据^[3]。在水资源质量评估方面，通过多源遥感数据融合，综合考虑水体的物理、化学和生物特性，建立水资源质量评估模型。例如，结合光学遥感反演的水质参数（如叶绿素浓度、悬浮物含量等）和热红外遥感获取的水体温度信息，对某水库的水资源质量进行综合评估。评估结果表明，该水库部分区域水质受到一定程度污染，主要污染源为周边农业面源污染和城市生活污水排放。根据评估结果，相关部门制定了针对性的水污染防治措施，有效改善了水库水质。

3.3 洪水灾害监测与预警

洪水灾害是严重影响人类生命财产安全和经济社会发展的自然灾害之一。遥感监测技术在洪水灾害监测与预警中发挥着重要作用。在洪水发生前，利用历史遥感数据和气象预报信息，结合水文模型，对可能发生洪水的区域进行预测和风险评估。例如，通过对降雨遥感监测数据和地形数据的分析，预测某河流域可能发生的洪水范围和程度，提前发布洪水预警信息，为人员疏散和财产转移争取时间。在洪水发生期间，利用卫星遥感和航空遥感技术实时获取洪水淹没区域的影像数据。通过与数字高程模型（DEM）结合，快速准确地计算洪水淹没面积、淹没水深和受灾人口等关键信息。例如，在某次特大洪水灾害中，利用合成孔径雷达（SAR）卫星数据，在云层覆盖的情况下依然能够获取清晰的洪水淹没图像，为灾害救援和应急处置提供了及时、准确的信息支持。洪水过后，利用遥感数据对洪水灾害造成的损失进行评估，包括农田淹没面积、房屋倒塌数量、基础设施损坏情况等，为灾后重建和恢复生产提供决策依据。

4 水文水资源遥感监测技术应用前景展望

4.1 技术创新推动监测精度和效率提升

随着遥感技术的不断发展,新型传感器和遥感平台将不断涌现。例如,高分辨率光学卫星、新型合成孔径雷达卫星以及量子遥感技术等的应用,将进一步提高遥感数据的空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率,使水文水资源监测更加精准、细致。同时,无人机遥感技术具有灵活、高效、低成本等优点,在水文水资源局部区域监测中将得到更广泛的应用。通过技术创新,能够实现水文水资源要素的实时、动态、高精度监测,为水资源管理和决策提供更及时、准确的信息支持。

4.2 多源数据融合实现更全面监测

单一遥感数据源往往存在一定的局限性,多源数据融合技术能够将不同类型、不同分辨率、不同时相的遥感数据以及地面观测数据进行有机结合,充分发挥各种数据源的优势,提高监测信息的完整性和准确性。例如,将光学遥感数据与微波遥感数据融合,可以克服光学遥感受云雾影响的缺点,实现全天候的水文水资源监测;将遥感数据与地面水文站点数据融合,能够提高对水文过程的理解和模拟精度,为水资源预测预报提供更可靠的数据基础^[4]。未来,多源数据融合技术将成为水文水资源遥感监测的重要发展方向。

4.3 智能化发展提升监测自动化水平

人工智能、大数据、云计算等新兴技术的发展为水文水资源遥感监测的智能化提供了有力支持。通过引入人工智能算法,如深度学习、机器学习等,可以实现遥感图像的自动解译和信息提取,大大提高监测工作的效率和准确性。例如,利用深度学习算法对大量遥感图像进行训练,建立水体识别模型,能够快速准确地识别出图像中的水体区域。同时,大数据技术可以对海量的遥感数据进行存储、管理和分析,挖掘数据中隐藏的规律和信息。云计算技术则为数据处理和分析提供了强大的计算能力支持,实现监测系统的快速响应和高效运行。智能化发展将使水文水资源遥感监测更加自动化、便捷化,减少人工干预,提高监测工作的时效性和可靠性。

4.4 国际合作加强共同应对全球性水问题

水资源问题是全球性问题,需要各国共同合作应对。在水文水资源遥感监测领域,国际合作具有重要意

义。通过共享遥感数据、技术经验和研究成果,各国可以共同提高水文水资源监测能力,更好地应对全球气候变化、水资源短缺、水污染等挑战。例如,国际卫星遥感组织可以协调各国卫星资源,实现全球范围内的水文水资源联合监测;各国科研机构可以开展合作研究项目,共同攻克水文水资源遥感监测中的关键技术难题。加强国际合作将促进水文水资源遥感监测技术的全球推广和应用,为保障全球水资源安全和可持续发展做出贡献。

5 结语

水文水资源遥感监测技术作为一种先进的信息获取手段,在水文水资源领域发挥着越来越重要的作用。通过对遥感监测技术的基本概念、关键技术、应用案例以及应用前景的深入研究,我们可以看到该技术具有大范围、快速、动态、实时监测等优势,能够有效弥补传统监测方法的不足。在实际应用中,遥感监测技术已经在河流湖泊监测、水资源调查与评估、洪水灾害监测与预警等方面取得了显著成效。展望未来,随着技术创新的不断推进、多源数据融合技术的广泛应用、智能化水平的提升以及国际合作的加强,水文水资源遥感监测技术将迎来更加广阔的发展前景。它将为水资源管理、水旱灾害防治、生态环境保护等提供更加全面、准确、及时的信息支持,助力人类实现水资源的可持续利用和生态环境的可持续发展。

参考文献

- [1]张志涛,徐永芳,金炳琪.遥感技术在水文与水资源监测中的创新应用研究[J].水上安全,2025,(01):73-75.
- [2]刘强,宋维.水文水资源监测中遥感技术应用分析[C]//河海大学,武汉大学,长江水利委员会网络与信息中心,湖北省水利水电科学研究院.2023(第十一届)中国水利信息化技术论坛论文集.黄河水利委员会上游水文水资源局,2023:354-360.
- [3]卜占龙.遥感技术在水文水资源勘测中的应用[J].河北水利,2025,(06):46-47.
- [4]张志林,王少千.遥感技术在水文水资源勘测中的创新应用研究[J].水上安全,2025,(02):196-198.