

# 基于遥感技术的流域水资源动态监测与管理策略研究

胡蒙辉

卓资县水利局

DOI:10.32629/hwr.v10i1.6742

**[摘要]** 流域水资源动态监测是水资源合理开发、高效利用与科学管理的核心基础,对保障水资源安全、推进水生态环境保护具有重要意义。传统流域水资源监测模式存在监测范围有限、数据获取滞后、时空分辨率不足等问题,难以满足新形势下流域水资源精细化管理需求。遥感技术凭借大范围、实时性、高精度、无接触式监测的优势,已成为流域水资源动态监测的核心技术手段。本文系统分析遥感技术在流域水资源监测中的应用现状与核心优势,梳理当前监测与管理中存在的突出问题,并提出针对性的管理优化策略,旨在提升流域水资源动态监测水平、强化水资源科学管理。

**[关键词]** 遥感技术; 流域水资源; 动态监测; 水资源保护

中图分类号: TV212.4 文献标识码: A

## Study on Dynamic Monitoring and Management Strategy of Water Resources in Watershed Based on Remote Sensing Technology

Menghui Hu

Zhuozhi County Water Resources Bureau

**[Abstract]** Dynamic monitoring of water resources in river basins serves as the cornerstone for rational development, efficient utilization, and scientific management of water resources, playing a vital role in ensuring water security and advancing aquatic ecosystem conservation. Traditional monitoring models for river basin water resources face challenges such as limited coverage, delayed data acquisition, and insufficient spatiotemporal resolution, making them inadequate for the refined management demands of modern river basin water resources. Remote sensing technology, with its advantages of large-scale coverage, real-time monitoring, high precision, and non-contact operation, has become the core technological approach for dynamic water resource monitoring in river basins. This paper systematically analyzes the current application status and core advantages of remote sensing technology in river basin water resource monitoring, identifies prominent issues in existing monitoring and management practices, and proposes targeted optimization strategies. The aim is to enhance the level of dynamic monitoring and strengthen scientific water resource management in river basins.

**[Key words]** remote sensing technology; watershed water resources; dynamic monitoring; water resources protection

### 引言

水资源是维系生态系统平衡、支撑经济社会可持续发展的基础性资源,流域作为水资源循环的核心单元,其水资源动态变化直接影响区域水资源安全与生态环境质量。随着全球气候变化与人类活动干扰加剧,流域水资源时空分布不均、水生态退化、水资源供需矛盾等问题日益突出,对流域水资源动态监测与管理提出了更高要求。传统流域水资源监测多依赖地面站点观测,存在监测站点布局稀疏、覆盖范围有限、数据获取周期长、难以捕捉流域尺度水资源时空动态变化等短板,且监测过程中人力物力成本较高,易受地形、气候等自然条件限制。遥感技术

通过卫星、无人机等平台搭载传感器,可快速获取流域尺度的水资源数量、质量、时空分布及生态环境等多维度数据,实现水资源动态变化的实时追踪与精准监测。

### 1 遥感技术在流域水资源动态监测中的应用现状与核心优势

#### 1.1 应用现状

近年来,遥感技术在流域水资源动态监测中的应用持续深化,形成了多平台、多传感器、多尺度的监测体系。在地表水监测方面,通过光学遥感、微波遥感技术可精准提取流域内河流、湖泊、水库等水体边界、面积、水位等信息,实现地表水储量动

态变化监测;在地下水监测方面,利用重力卫星遥感技术可获取流域地下水储量变化数据,弥补地面观测的局限性;在冰雪水资源监测方面,通过红外遥感、微波遥感技术可监测流域内冰雪覆盖面积、厚度及消融速率,为流域水资源补给预测提供数据支撑;在水生态环境监测方面,借助高光谱遥感技术可反演水体叶绿素a、悬浮物、污染物浓度等指标,实现水生态环境质量动态评估。目前,我国已逐步构建起“卫星遥感+无人机遥感+地面观测”的立体化流域水资源监测网络,为水资源管理提供了有力的技术支撑<sup>[1]</sup>。

### 1.2 核心优势

(1) 监测范围广,覆盖能力强。遥感技术可实现流域尺度的全方位监测,突破地面站点观测的空间限制,尤其适用于地形复杂、交通不便的偏远流域,能够快速获取全流域水资源动态变化数据,避免监测盲区。

(2) 监测时效高,动态性突出。卫星遥感可实现高频次数据获取,无人机遥感可灵活开展应急监测,能够实时捕捉流域水资源时空动态变化,及时反映降水、径流、蒸发等水文过程,为水资源调度决策提供实时数据支撑<sup>[2]</sup>。

(3) 监测精度高,数据更可靠。随着遥感技术的不断发展,传感器空间分辨率、光谱分辨率持续提升,通过预警系统,可精准提取水资源各类指标数据,且遥感监测为无接触式监测,避免了人工观测的主观误差,数据可靠性更强。

(4) 监测成本低,性价比突出。遥感技术可大幅减少地面监测站点的建设与运维成本,降低人力物力投入,尤其对于大范围流域监测,相比传统地面观测模式,具有显著的成本优势。

## 2 流域水资源动态监测与管理存在的突出问题

### 2.1 遥感监测技术应用深度不足,数据融合精度低

当前遥感技术在流域水资源监测中的应用仍存在表层化问题,首先,多源遥感数据融合技术不成熟,光学遥感、微波遥感、重力遥感等不同类型数据的融合精度不足,数据冗余与信息缺失问题并存,难以形成全面、精准的水资源监测数据集;其次,遥感数据反演模型不完善,针对复杂下垫面、极端气候条件的反演精度较低,对地下水、浅层地表水等精细监测能力不足;最后,遥感监测与地面观测数据衔接不畅,数据校准与验证机制不健全,影响监测数据的可靠性与实用性<sup>[3]</sup>。

### 2.2 监测数据与管理需求脱节,转化效能不足

遥感监测数据存在“重获取、轻应用”的问题,首先,遥感监测数据多为原始数据或初级产品,缺乏针对性的加工处理与分析,难以直接满足水资源管理、调度决策等实际需求;其次,监测数据与管理平台对接不顺畅,数据共享机制不完善,不同部门、不同区域之间存在“信息孤岛”,监测数据难以快速转化为管理决策依据;最后,水资源管理部门对遥感技术的应用认知不足,缺乏专业技术人才,难以充分挖掘监测数据的价值,导致技术优势未能转化为管理效能。

### 2.3 监测体系不完善,应急监测能力薄弱

流域水资源遥感监测体系仍存在短板,首先,监测平台协同

不足,卫星遥感、无人机遥感、地面观测的协同监测机制不健全,难以实现“空天地”一体化监测的高效联动;其次,监测设备更新不及时,部分遥感传感器精度不足、老化严重,影响监测数据质量;最后,应急监测能力薄弱,针对洪涝、干旱、水污染等突发水事件,缺乏快速响应的遥感监测方案,难以实现突发水事件的实时追踪与精准评估<sup>[4]</sup>。

### 2.4 管理机制不健全,技术保障力度不足

水资源动态管理机制与遥感技术应用不相适配,首先,缺乏统一的遥感监测技术标准与数据规范,不同区域、不同部门的监测方法、数据格式不统一,影响数据共享与应用;其次,政策支持与资金投入不足,遥感技术研发、设备购置、人才培养等方面的资金保障力度不够,制约了技术推广与应用;最后,跨部门协同管理机制不完善,水利、生态环境、自然资源等部门之间的协同配合不足,难以形成水资源监测与管理的合力。

## 3 遥感技术在流域水资源监测中的应用成效数据对比

为量化分析遥感技术在流域水资源动态监测中的应用成效,本文选取某流域为研究对象,对比传统地面监测与遥感监测(卫星+无人机)在监测精度、覆盖范围、数据获取时效、成本投入等方面的差异,具体数据如表1所示:

表1 遥感技术在流域水资源监测中的应用成效数据对比

监测指标	传统地面监测	遥感监测(卫星+无人机)	提升幅度(%)
流域覆盖范围(%)	62	98	58.1
地表水面积监测精度(%)	85	97.5	14.7
地下水储量监测误差(%)	±8.2	±2.5	69.5
数据获取周期(天)	7-10	1-2	75.0
单位面积监测成本(元/平方公里)	120	45	62.5
突发水事件响应时间(小时)	24-48	4-6	83.3

由表1数据可知,相比传统地面监测,遥感监测在流域覆盖范围、监测精度、数据时效、成本控制及应急响应等方面均有显著提升。其中,突发水事件响应时间提升幅度达83.3%,地下水储量监测误差降低69.5%,单位面积监测成本降低62.5%,充分体现了遥感技术在流域水资源动态监测中的优势,能够有效破解传统监测模式的短板。

## 4 基于遥感技术的流域水资源动态管理优化策略

### 4.1 深化技术研发应用,提升数据融合精度

针对遥感监测技术应用深度不足、数据融合精度低的问题,首先,加大核心技术研发投入,构建“产学研协同”创新体系,联合高校、科研机构、企业攻关多源遥感数据融合技术、高精度反演模型,提升复杂下垫面、极端气候条件下的监测精度;其次,优化遥感监测数据处理流程,建立数据校准与验证机制,加强遥感数据与地面观测数据的衔接融合,提升监测数据的可靠性;最后,推进遥感技术与大数据、人工智能等技术的融合应用,构建智能化数据处理平台,实现监测数据的自动化加工、分析与挖掘,提升数据处理效率。

#### 4.2 推动数据转化应用, 衔接管理实际需求

针对监测数据与管理需求脱节、转化效能不足的问题, 首先, 聚焦流域水资源调度、污染治理、生态保护、抗旱防汛等核心管理需求, 摒弃“重获取、轻应用”的传统模式, 对遥感监测获取的原始数据及初级产品开展针对性加工处理, 通过数据筛选、整合、分析与建模, 形成水资源储量动态变化、水质污染溯源、生态环境质量评估、水资源供需平衡分析等专题数据产品, 明确数据产品的应用场景与服务对象, 确保数据产品能够直接对接管理决策需求, 为水资源科学调度、污染精准治理提供数据支撑; 其次, 搭建跨部门、跨区域遥感监测数据共享平台, 整合水利、生态环境、自然资源、气象等部门的遥感监测数据与地面观测数据, 完善数据共享机制与权限管理机制, 打破部门间“信息孤岛”, 实现数据实时互通、按需共享, 避免数据重复采集与资源浪费, 提升数据利用效率; 最后, 加强水资源管理部门与遥感技术研发单位、科研机构的深度合作, 组建“技术+管理”复合型专业团队, 一方面邀请遥感技术专家开展专题培训, 提升管理部门工作人员的遥感数据解读、分析与应用能力, 另一方面推动技术单位深入了解管理实际需求, 精准研发适配性强的数据产品与分析工具, 建立“需求-采集-处理-应用-反馈”的闭环数据转化体系, 推动遥感监测数据快速转化为管理决策依据, 充分释放技术优势与数据价值<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 完善监测体系建设, 强化应急监测能力

针对监测体系不完善、应急监测能力薄弱的问题, 首先, 构建“空天地”一体化协同监测体系, 健全卫星遥感、无人机遥感、地面观测的协同联动机制, 优化监测平台布局, 实现全流域、全方位、全时段监测; 其次, 加大监测设备更新投入, 配备高精度遥感传感器、无人机等设备, 提升监测数据质量; 最后, 建立突发水事件遥感应急监测机制, 制定快速响应方案, 组建应急监测团队, 实现洪涝、干旱、水污染等突发水事件的实时追踪、精准评估与快速处置。

#### 4.4 健全管理保障机制, 形成协同管理合力

针对管理机制不健全、技术保障力度不足的问题, 首先, 制定统一的遥感监测技术标准与数据规范, 明确监测方法、数据格式、质量要求等内容, 保障数据共享与应用的规范性; 其次, 加

大政策扶持与资金投入, 设立遥感技术应用专项基金, 保障技术研发、设备购置、人才培养等方面的资金需求, 推动遥感技术广泛推广; 最后, 完善跨部门协同管理机制, 建立水利、生态环境、自然资源等部门的协同工作机制, 明确各部门职责, 加强沟通协作, 形成流域水资源监测与管理的合力。

### 5 结论

遥感技术凭借大范围、实时性、高精度的优势, 已成为破解传统流域水资源监测短板、提升水资源管理水平的核心技术支撑, 能够有效提升流域水资源动态监测的覆盖范围、精度与时效, 降低监测成本, 为水资源科学管理提供有力的数据支撑。当前, 基于遥感技术的流域水资源动态监测与管理仍存在技术应用深度不足、数据转化效能低、监测体系不完善、管理机制不健全等突出问题, 制约了技术优势向管理效能的转化。通过深化技术研发应用、推动数据转化、完善监测体系、健全管理机制等优化策略, 构建了“技术-数据-管理”一体化的流域水资源动态管理体系。未来, 需进一步推动遥感技术与水资源管理的深度融合, 加强技术创新与人才培养, 完善协同管理机制, 持续提升流域水资源精细化监测与管理水平, 保障流域水资源安全、推进水生态环境保护、实现水资源可持续利用。

### [参考文献]

- [1] 苗红雄. 基于遥感影像的干旱区流域水资源监测及管理措施研究[J]. 环境科学与管理, 2021, 46(5): 99-103.
- [2] 林振通. 遥感在小流域水资源监测管理中的应用[J]. 陕西水利, 2023(8): 161-163.
- [3] 王崇任, 高菲, 高之栋. 基于遥感影像解译小流域综合治理成果[J]. 江苏水利, 2025(4): 7-10.
- [4] 罗笑, 赵涛, 胡刘喆, 等. 基于遥感技术的流域水环境监测方法探究[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(12): 32-34.
- [5] 管新国. 基于遥感技术的水资源监测与评估方法[J]. 水上安全, 2024(16): 56-58.

### 作者简介:

胡蒙辉(1990--), 男, 汉族, 内蒙古自治区乌兰察布市人, 本科, 毕业于内蒙古大学及东北农业大学, 工程师, 主要从事水利工程方面研究。