

# 遥感 (RS) 技术在流域水文监测设施选址设计中的研究与运用

刘玉龙 陈龙驹

河南黄河水文勘测规划设计院有限公司 河南 郑州 450000

**摘要:** 遥感技术在流域水文监测设施选址设计这件事上作用重大, 为构建现代水文监测体系提供了有力的技术后盾, 依托大范围、高精度、实时性的属性, 其在选址事宜里达成了从基础数据获取到效果核实的全流程技术支持, 采用精确提取方式获取流域地形地貌、水系分布、地表覆盖等关键要素, 为监测设施的科学布局打下了稳固基础。依靠多源遥感数据的空间分析举措, 可有效辨认出最优监测点位, 加大监测网络整体效能, 在选址后期的动态改动与效果评估环节, 也展现出显著优势, 实现了监测设施布局的持续优化。

**关键词:** 遥感技术; 流域水文监测; 设施选址设计

引言: 实现流域水文监测设施的合理选址是保障水文数据质量和监测网络效能的关键, 传统的选址方法借助实地勘探和人工判明, 有着效率滞后、成本超高、覆盖领域有限等毛病, 而遥感技术作为非接触式的探测途径, 可于短时间内获取大范围地表信息, 为选址找到了新路径。高分辨率卫星影像、激光雷达数据、合成孔径雷达等多源遥感数据的融合运用, 让水文要素的精确识别与定量分析成为现实, 其在流域地形地貌特征提取、水系网络建设、地表覆盖类型归类等方面优势显著, 为监测设施科学布局奠定根基, 基于遥感技术的选址举措不仅可提高精度, 还能大幅度削减人力物力的投入数量, 具备重要的实用意义与推广潜力。

## 1 遥感技术在选址前期基础数据获取中的运用

### 1.1 流域地形地貌数据的遥感提取与应用

遥感技术在流域地形地貌数据的获取方面存在独特优势, 综合采用高分辨率卫星影像与激光雷达数据, 可准确获取流域内的地形起伏特征、坡度分布规律, 完成地貌类型划分, 把光学遥感影像和数字高程模型技术结合, 可产出精度达到米级的地形图纸, 为水文监测设施的选址提供周全的地形基础资料, 高光谱遥感技术借助分析不同波段的反射特征, 可识别流域范围内的地质构造特征和岩性分布情形, 这些信息在明确监测设施地基稳定性及建设条件方面意义重大。合成孔径雷达技术在复杂天气条件下仍能保持良好的探测能力, 确保了地形数据获取的连续性和完整性。基于遥感技术生成的三维地形模型, 可以直观展示流域的立体结构, 帮助技术人员深入理解流域的地形复杂程度和空间变化规律, 为后续的监测设施布局提供科学依据。

### 1.2 流域水系与水文要素的遥感识别

遥感技术在流域水系识别方面具有显著优势, 通过多时相影像对比分析, 能够准确提取河流网络结构、湖泊水库分布以及湿地沼泽等重要水文要素的位置信息。热红外遥感技术利用水体与陆地温度差异的特征, 能够在夜间或恶劣天气条件下有效识别水体边界, 提高水系提取的可靠性。微波遥感技术对云雾穿透能力强的特点, 使得在多云多雨地区也能获得清晰的水系分布图像。基于归一化水体指数算法的水体提取方法, 通过计算特定波段的比值关系, 能够自动识别出各种类型的水体目标, 包括常年性河流、季节性河道以及临时积水区域。遥感技术还能够监测水体面积的动态变化, 通过时间序列分析揭示水系的季节性变化规律, 为确定最佳监测位置提供重要的参考依据<sup>[1]</sup>。河流流速、流量等水动力学参数的遥感反演技术日趋成熟, 为水文监测设施的功能定位和设备选型提供了量化的技术支撑。

### 1.3 流域地表覆盖与植被状况的遥感分析

遥感技术在地表覆盖分类和植被状况监测方面具有不可替代的作用, 通过多光谱和高光谱遥感数据的处理分析, 能够准确识别流域内不同类型的土地利用现状和植被覆盖情况。归一化植被指数的应用使得植被密度和健康状况的定量评估成为可能, 这些指标对于判断监测设施周边环境的稳定性具有重要价值。植被覆盖度的变化可直接体现出流域生态状况及水土保持能力, 影响到径流形成过程和水质的变化走向, 遥感技术可对植被生长季的动态变化开展监测, 鉴别植被覆盖的时空分布格局, 为选定有代表性的监测点位提供科学方面依据, 多种土地利用类型 (诸如建设用地、农田、林地、草地

等)的遥感分类结果,可辅助分析人类活动对水文过程的影响程度,指定重点监测区域。采用遥感评估土壤侵蚀程度的技术分析了地表反射特征变化,能识别出容易发生水土流失的主要区域,为监测设施防护设计给予重要的参考素材,亦可借助遥感技术对城市化进程对流域水文循环的影响程度开展定量评估,为城市化地段的水文监测设施建设给出有针对性的技术方案。

## 2 遥感技术在监测设施布局优化中的运用

### 2.1 基于遥感的监测点位空间适配性设计

监测点位的空间适配性体现的是监测设施与周围环境条件的匹配程度,涉及地形适宜状况、交通便利程度、通信条件情况等多个方面,遥感技术可对多种环境因素进行综合考量,为监测点位的空间优化给出科学依据,采用多准则决策分析方法,将地形坡度、离道路的远近、通信信号强度等指标开展加权组合,得以生成点位适配性评价图。该方法能把不同区域的适配性等级直观呈现,为点位挑拣提供可视化帮扶,地形因素对监测设施建设及运行起着重要作用,地形过分陡峭不利于设备的安装及维护,平坦而开阔的区域对信号传送和数据采集有益,把实地现场勘察与遥感提取的坡度信息结合,可以筛选出恰当的建设区域。交通的便利性左右着监测设施的运维成本与应急响应能力,遥感技术能鉴别道路网络的分布格局,衡量不同点位的可达性高低,通信条件是支撑数据传输的关键要素,对高程数据进行分析可预估无线信号的传播路径,辨识通信盲区<sup>[2]</sup>,监测网络设计的重要原则之一是空间分布的均匀性,遥感技术能依托泰森多边形等空间分析手段优化点位的空间配置方案。采用计算各点位影响力范围的操作,可以鉴别监测盲区和冗余区域,实现监测资源的最合理配置,遥感影像的纹理分析可辨别出地形地貌的复杂程度,复杂区域得增添监测点位数量保障代表性,借助遥感数据进行空间聚类分析,能识别有相似水文特征的区域,为分区监测给出依据。

### 2.2 关键水文断面监测设施的遥感辅助选址

遥感技术在关键水文断面识别和监测设施选址方面发挥着核心作用,通过分析河流的几何形态特征和水动力学参数,确定最具代表性的监测断面位置。河流宽度、深度、弯曲度等几何参数的遥感提取,为选择标准化监测断面提供了精确的几何依据。遥感技术能够识别河流的汇流节点、分汊处、急流险滩等特殊水文现象发生的位置,这些区域往往是重要的监测控制点。基于遥感影像的水流方向分析,可以确定河流的主要流向和支流汇入情况,为断面布设提供水文背景资料。河流水质

参数的遥感反演技术,包括悬浮物浓度、叶绿素含量、透明度等指标的估算,有助于识别水质变化的关键控制断面。遥感技术还能够监测河床冲淤变化情况,通过多时相影像对比分析,识别出河床稳定性较好的区域作为长期监测断面。洪水淹没范围的历史遥感数据分析,为确定洪水监测断面的设置高度和防护措施提供重要参考。基于遥感技术的河流等级划分方法,能够识别出不同级别河流的关键断面位置,构建完整的流域水文监测网络体系。

### 2.3 基于遥感风险评估的设施选址规避设计

遥感技术在监测设施选址风险评估方面优势十分突出,凭借多源遥感数据做综合分析,能全面辨认潜在的自然灾害风险与人为干扰要素,地质灾害频发区域的遥感辨识技术,涉及滑坡、泥石流、地面沉降等地质风险的定量考核,维持监测设施的长久安全运作。遥感技术可监测地震活动引发的地表形变影响,借助干涉测量技术识别地面沉降和上抬的细微差异,为设施选址做地质稳定性评估工作,以遥感技术进行洪水风险区域分析,依靠历史洪水淹没范围的提取与重现期分析,判定设施安全的布设高度及防护距离。基于遥感开展的生态环境敏感性分析,可辨别出生态保护区、水源保护区等环境敏感地带,防止监测设施对生态环境造成负面效应,遥感技术也能监测人类活动的发展走向,预判未来城市扩展、工业搭建等活动对监测设施引发的影响,采用遥感技术识别电磁干扰源,依靠红外与微波遥感技术,可找出可能干扰通信传输的高压线路、通信基站等干扰源<sup>[3]</sup>,依靠遥感技术的综合风险评估模型,可为监测设施选址提供覆盖全面的安全保障,保证设施长期平稳运行。

## 3 遥感技术在选址后效果验证与动态调整中的运用

### 3.1 监测覆盖范围的遥感验证与优化

遥感技术为监测设施覆盖范围的验证事宜提供了客观精准的评估法子,它依靠分析大范围的遥感数据,可检验实际监测范围跟设计预期的契合状况,把多时相遥感影像对比分析,可评估监测设施在不同季节及水文条件下的实际覆盖效果,遥感技术可找出监测的盲区,剖析未得到有效监测区域的地理与水文特性,为补充监测设施的分布提供科学证明。依托遥感数据的空间插值验证手段,可对监测数据的空间代表性作出评估,查看监测网络密度是否符合精度需求,遥感技术同样能分析监测设施间相互的影响关系,查找监测范围重叠过多及覆盖不足的区域,凭借对遥感影像做统计分析,可对监测设施覆盖率、代表性等关键指标做定量测定,为监测网络优化调整送去量化的依据保障,遥感技术在监测设施

功能验证工作里，还可识别设备故障区域、选定备用监测点，维持整个监测网络的连续可靠特性。

### 3.2 基于遥感时序数据的选址合理性评估

借助遥感时序数据分析可为监测设施选址的长期合理性评估提供有力工具，借助多年遥感数据开展纵向对比，可深入探究选址决策的科学性及适应性，由时序遥感影像的长期监测表明，一些区域的水文特征也许会因气候变化或者人类活动而产生改变，既往的监测点位可能已不具代表性。依托遥感的水文要素变化趋势分析，涉及降雨分布、径流模式、水质状况等参数长时间跨度的变化，为评估现存监测设施的适用性提供重要参照，遥感技术能识别出流域内新出现的紧要水文现象或变化趋势，提示要增添新的监测设施以契合新的监测需求。依靠遥感数据进行时间序列分析，能评估监测设施在极端气候事件期间的表现水平，审视其应对突发情形的能力，遥感技术还能剖析流域土地利用变化对水文过程造成的影响，当流域开发强度大幅提升时，也许需再次评估监测设施布局的合理性<sup>[4]</sup>。依托遥感开展的长期监测效果评估，能识别监测数据质量变差的走向，及时识别设备老化或环境变化对监测效果形成的影响，为设施更新改造给予决策方面的支撑。

### 3.3 极端水文场景下选址方案的遥感动态调整

遥感技术具备针对极端水文事件实施实时监测的能力，这为监测设施选址方案的动态调整给予了关键技术支撑，在洪水期间实施遥感监测，能够实时把控水位变化及淹没范围，还能对现有监测设施在极端条件下的工作状态及数据质量进行验证，在干旱年份里实施遥感分析，可辨认河流断流、湖泊萎缩等极端的状况，审视原有监测点位的持续有效性。

极端事件过后，遥感技术具备迅速反应的能力，可迅速评估监测设施的损坏状况以及功能状态，采用遥感手段实施的灾后损失评估，可精准鉴定出受损严重的监

测设施，优先实施维修或重建工作安排，遥感技术同样能发现极端事件呈现出的新问题，如新近形成的洪泛区域、新出现的侵蚀沟壑等，给监测网络的扩展提供科学数据<sup>[5]</sup>。借助对比分析遥感影像前后情形，能考量极端事件对流域水文特征的长期影响大小，调整监测设施的布局策略，在应急监测时采用遥感技术，能在极端事件发生阶段快速部署临时的监测设施，填充常规监测网络的欠缺，维持关键阶段的数据连续状态。

### 结语

遥感技术在流域水文监测设施选址设计里的应用已比较成熟，为现代水文监测体系的搭建提供了全面的技术解决手段，依靠独特的空间观测本领和多源数据融合长处，遥感技术在选址前期获取数据、优化布局设计、验证后期效果等各个环节都起到了关键作用。采用遥感技术的选址手段，既提高了监测设施布局的科学水平，也提高了精准度，还大幅提升了监测网络的整体效能以及运行的可靠水平，伴随遥感技术不断前进以及和人工智能算法深度结合，未来流域水文监测设施选址事宜将有更可观的应用前景，能为水资源管理跟防灾减灾工作提供更有力的技术保障。

### 参考文献

- [1]黄彤辉,夏瑞,后希康,等.GIS和RS技术应用于流域水生生物时空分析的研究进展[J].环境科学研究,2021,34(11):2674-2685.
- [2]王旭,国林,胡宸,等.基于RS、GIS西辽河流域地下水与植被发育关系的探究[J].地下水,2024,46(2):20-22,70.
- [3]葛秋.基于物联网的智能水质监测系统应用研究[J].黑龙江水利科技,2020,48(10):146-148.
- [4]张宏,范俊,方燕珍.无人机遥感技术对流域环境应急监测的应用探讨[J].清洗世界,2024,40(9):184-186.
- [5]袁杨林,赵思林.基于遥感技术的区域水文地质条件分析与应用[J].地质装备,2025,26(5):22-27.