

水文水资源监测现状及对策研究

史建阳

运城市水务局 山西 运城 044000

摘要：水文水资源监测是支撑水安全的核心基础工作，当前已形成地面、遥感、数值模拟结合的技术框架，但存在站点布局不均、数据融合不足、标准滞后等问题。本文从技术体系完善、设备配置优化、数据处理能力提升、覆盖范围扩大四方面提出对策，推动构建“空天地”一体化智慧监测网络，实现动态感知与智能决策，以应对气候变化与人类活动带来的水安全挑战。

关键词：水文水资源监测；监测现状；优化对策

引言：全球气候变化与人类活动加剧背景下，水文水资源监测成为保障水安全的关键环节；监测数据不仅反映水循环规律，还支撑水资源配置、生态保护及防灾减灾决策。当前监测体系虽取得进展，但在站点覆盖、数据质量、智能分析等方面仍面临挑战，需通过技术创新与制度完善提升监测效能，为水资源可持续利用提供科学支撑。

1 水文水资源监测概述

水文水资源监测是掌握水循环规律、保障水安全的基础性工作，其核心在于通过科学手段获取水文要素动态信息，为水资源合理配置与生态保护提供依据。当前监测体系已形成地面监测、遥感监测、数值模拟相结合的技术框架，但面临多重挑战，需从以下三方面优化路径：（1）监测网络覆盖与精度提升：现有站点布局存在区域差异，部分偏远地区监测盲区明显；需结合流域特性优化站点密度，重点加强中小河流、地下水超采区及生态敏感区监测能力。同时，引入高精度传感器与物联网技术，实现水位、流量、水质等参数的实时采集与自动传输，减少人工干预误差。（2）数据融合与智能分析：多源异构数据的整合利用是关键难点，需构建统一的数据平台，集成卫星遥感、无人机巡测、地面观测等多维度数据，通过机器学习算法挖掘水文要素时空演变规律；例如利用深度学习模型预测极端降水事件对径流的影响，或通过数据同化技术修正水文模型参数，提升预测精度。（3）监测标准与质量控制：标准化建设滞后导致数据可比性不足，需完善监测方法、仪器校准、数据记录等环节的规范体系，建立从数据采集到应用的全流程质量控制机制；同时，加强监测人员专业培训，推广标准化操作流程，确保数据真实可靠，为水资源管理决策提供科学支撑^[1]。未来需持续推动技术创新与制度完善，构建“空天地”一体化的智慧监测网络，实现水文

水资源信息的动态感知与智能决策，以应对气候变化与人类活动带来的水安全挑战。

2 水文水资源监测现状

2.1 监测技术应用情况

水文水资源监测技术应用正经历从传统向智能化的转型，但整体智能化水平仍有待提升。（1）地面监测技术：以水文站、雨量站为代表，通过水位计、流速仪等设备获取基础数据；技术成熟度高，但受站点分布密度限制，部分区域存在数据空白，山区河流因地形复杂，站点布设难度大，需结合其他技术补充。（2）遥感与无人机技术：卫星遥感可提取大范围地表水文参数，如土壤湿度、水体面积；无人机搭载多光谱相机或激光雷达，能快速获取高分辨率地形与水质信息，适用于偏远地区或突发水事件应急监测。（3）物联网与智能传感器：新一代智能传感器具备自校准、低功耗特性，结合物联网平台实现数据实时传输与云端存储；如地下水位监测可通过压力传感器与无线通信模块，实现远程自动采集与异常报警，提升监测时效性。技术融合需聚焦提升系统实时响应与智能分析能力，通过多技术协同实现水文要素动态模拟与风险预警，支撑水资源管理与生态保护。该转型可增强突发水事件反应能力，通过模型优化提高长期水文趋势预测精度，为水资源可持续利用提供科学基础。

2.2 监测设备运行情况

水文水资源监测设备运行状态直接影响数据质量与监测效能，当前设备管理面临多重挑战。（1）设备维护与校准：定期维护是保障设备稳定运行的关键，例如水位计、流速仪等设备需定期清洁、校准，避免因泥沙淤积或机械磨损导致测量误差。部分老旧设备因缺乏专业维护人员，存在故障率高、数据漂移等问题，需建立标准化维护流程，提升设备使用寿命。（2）技术更新与迭

代：新型传感器技术不断涌现，如光纤传感器、声学多普勒流速仪等，具有高精度、低功耗、抗干扰等优势，但部分地区因资金限制或技术认知不足，仍依赖传统设备，导致监测能力滞后；需推动技术更新，优先在重点区域部署智能传感器，提升数据采集效率。（3）数据传输与存储：物联网技术虽实现数据实时传输，但偏远地区仍存在信号不稳定、传输延迟等问题；同时，海量监测数据的存储与安全管理需加强，需构建分布式存储系统，确保数据安全可追溯，避免因设备故障或人为操作导致数据丢失^[2]。设备运行的优化需兼顾技术升级与管理创新，通过智能化、标准化手段提升设备可靠性，为水文水资源监测提供坚实硬件支撑。

2.3 监测数据处理情况

水文水资源监测数据处理是连接数据采集与决策应用的关键环节，其效率与准确性直接影响水资源管理成效。（1）数据清洗与质量控制：原始监测数据常存在缺失、异常或噪声问题，需通过插值、滤波等方法进行清洗，例如针对水位数据中的突跳值，可采用移动平均法平滑处理，确保数据连续性；同时，建立多级质控体系，从仪器自检、人工复核到系统校验，层层把关数据质量。（2）多源数据融合：地面观测、遥感影像、数值模型等多源数据需有效整合，通过地理信息系统（GIS）平台实现空间数据的叠加分析，或利用数据同化技术将遥感反演结果与地面观测数据融合，提升水文参数反演精度，如土壤湿度、地表径流等。（3）智能分析工具应用：机器学习算法在趋势预测、异常检测中展现优势，例如利用随机森林模型分析降雨-径流关系，或通过聚类算法识别水文要素时空分布模式，为水资源调度、旱涝预警提供科学依据。数据处理能力的提升需依托技术革新与流程优化，通过自动化、智能化手段释放数据价值，支撑水文水资源监测向精准化、智慧化方向演进。

2.4 监测覆盖范围情况

水文水资源监测覆盖范围需兼顾全面性与针对性，当前存在区域差异与功能盲区，部分流域与重点区域覆盖仍显不足，需从三方面优化布局：（1）区域覆盖均衡性：不同流域、地形区监测需求差异显著，例如平原地区站点密度较高，但山区、丘陵区因地形复杂，站点布设难度大，导致数据代表性不足；需根据流域特性调整站点密度，重点加强生态敏感区、水源涵养区监测覆盖。（2）站点功能专业化：现有站点多以综合观测为主，缺乏针对特定水文要素的专项监测，例如部分区域缺乏地下水动态监测站，难以准确掌握地下水超采或补给情况；需推动站点功能细分，增设专项监测站，提升

数据针对性。（3）特殊区域覆盖强化：城乡结合部、工业聚集区等人类活动频繁区域，水文要素变化剧烈，但监测站点往往不足；需结合人口分布、产业布局，动态调整监测网络，确保关键区域数据连续可靠，支撑区域水资源精细化管理^[3]。监测覆盖范围的优化需以需求为导向，通过科学规划与动态调整，构建与区域水文特征相匹配的监测网络，提升水资源管理的精准性与时效性。

3 水文水资源监测优化对策

3.1 完善监测技术体系

完善监测技术体系需从多维度推进，以提升水文水资源监测的精准性与时效性。（1）传感器研发：聚焦高灵敏度、低功耗的智能传感器开发，如可实时监测水质pH值、溶解氧及微量重金属的复合型传感器，通过纳米材料与微机电系统技术融合，实现多参数同步采集与自校准功能，减少人工干预误差。（2）数据传输优化：构建5G与北斗短报文双通道融合的传输网络，在偏远山区或信号盲区通过北斗卫星实现数据稳定回传，城市区域则利用5G高速率特性完成大容量数据实时传输，确保监测数据无延迟、无丢失。（3）智能分析平台建设：搭建基于云计算的水文大数据平台，集成机器学习算法对历史数据进行趋势预测与异常值识别，例如通过随机森林模型分析降雨量、蒸发量与地下水位的关系，提前预警区域性水资源短缺风险，同时支持多终端实时查询与可视化展示，提升决策效率。技术迭代需注重生态友好性，如采用太阳能供电与可降解材料封装传感器，减少对水域生态的干扰。通过技术体系完善，可实现从“被动监测”向“主动预警”的转变，为水资源可持续利用提供坚实技术支撑，推动监测能力与生态保护需求深度融合，形成技术驱动下的水资源管理新模式。

3.2 优化监测设备配置

优化监测设备配置需结合实际需求与技术发展，提升设备性能与适用性。以流域实际监测需求为导向，兼顾智能化技术与经济性原则开展全面优化。（1）设备类型升级：引入多参数集成监测设备，如可同时测量水位、流速、水温及泥沙含量的智能浮标，通过模块化设计实现快速更换与功能扩展，适应不同水域监测需求，避免单一功能设备冗余。（2）布局优化策略：根据流域地形与水文特征，采用网格化布点与动态调整机制，在关键节点增设设备，如河流交汇处、水库库尾等，确保监测数据全面覆盖区域水文变化，减少监测盲区。（3）维护管理强化：建立设备健康档案与定期巡检制度，通过物联网技术实现远程故障诊断与预警，如传感器漂移自动识别与校准提醒，延长设备使用寿命并保障数据质

量,降低人工巡检成本。设备配置优化需注重成本效益与可持续性,例如采用低功耗设备减少能源消耗,结合太阳能供电系统降低运维成本^[4]。通过科学配置与精细管理,可推动监测设备从“数量扩张”向“质量提升”转变,为水资源管理提供更可靠的数据支撑,促进监测能力与生态保护需求协调发展,形成设备驱动下的高效监测体系,助力水资源可持续利用目标的实现。

3.3 提升数据处理能力

提升数据处理能力需聚焦效率与准确性,推动水文数据从“采集”到“应用”的价值转化。(1)数据清洗标准化:建立多源数据融合清洗规则,如剔除因仪器误差导致的异常值、统一不同设备的数据单位与格式,通过自动校验算法识别并修正数据偏差,确保原始数据质量可靠,为后续分析奠定基础。(2)算法模型优化:引入深度学习算法构建水文预测模型,如利用长短期记忆网络(LSTM)分析历史水位、降雨量数据,预测未来短期内的水位变化趋势,提升预警精准度,同时通过模型迭代更新适应不同流域特性。(3)存储架构革新:采用分布式存储与边缘计算结合的架构,在监测站点部署边缘节点进行初步数据处理,减少数据传输压力,中心服务器则聚焦大规模数据存储与复杂分析,实现数据高效存储与快速访问。数据处理能力提升需兼顾实时性与可持续性,例如通过动态调整计算资源分配,应对汛期数据激增场景。通过技术优化,可推动数据处理从“被动存储”向“主动应用”转变,为水资源调度、生态保护提供更智能的决策支持,促进监测数据与实际管理需求的深度融合,形成数据驱动下的水资源管理闭环,助力水资源可持续利用目标的实现。

3.4 扩大监测覆盖范围

扩大监测覆盖范围需聚焦空间与时间的双重维度,实现监测网络的无死角延伸。(1)区域布点优化:依据流域地形特征与水文规律,在山区溪流源头、平原河网交汇处等关键区域增设监测站点,如采用梯度布点法,从上游到下游形成连续监测链,捕捉水文要素的空间变化特征,避免传统布点中的“空白区”问题。(2)动态

监测机制:结合季节性水文变化特点,如汛期增设临时监测点、旱季调整站点密度,通过可移动监测设备实现“固定+机动”的灵活布局,提升对突发水文事件的响应能力,如暴雨引发的局部洪涝可快速部署设备获取实时数据。(3)多技术融合应用:引入无人机巡测与卫星遥感技术,对偏远山区、无人区进行定期航测,结合地面监测数据形成“空地一体”的监测网络,例如通过高分辨率卫星影像识别地表径流变化,弥补传统地面监测的局限性,实现大范围、高精度的覆盖;覆盖范围扩大需注重成本与效益的平衡,例如通过设备共享与数据互通减少重复建设^[5]。通过科学布局与技术融合,可推动监测网络从“局部覆盖”向“全局覆盖”转变,为水资源管理提供更全面的数据支撑,促进监测能力与生态保护需求协同发展,形成覆盖广泛、响应迅速的水文监测新格局。

结束语:未来需聚焦监测技术迭代与标准体系革新,构建覆盖全面、响应敏捷、分析智能的水文水资源监测体系。通过部署高灵敏度传感器、融合多源异构数据、应用深度学习算法等路径,实现水文要素动态感知与精准预测,提升水资源管理决策的科学性与时效性。此举将为应对气候变化挑战、保障区域水安全、推动水资源可持续利用提供坚实支撑,助力生态文明建设与经济社会高质量发展。

参考文献

- [1]姬晶.深圳水文站网监测现状及对策研究[J].水上安全,2025(14):145-147.
- [2]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(1):73-75.
- [3]姬成岗,孟祥琪,邢杰,等.云南省地下水环境监测现状及对策研究[J].环境科学与管理,2025,50(5):129-134.
- [4]韩昭君.基于遥感技术的水文监测与水资源管理优化研究[J].水上安全,2025(18):52-54.
- [5]张鹏,崔智鑫.GPS技术在水文水资源监测中的应用研究[J].水上安全,2025(20):58-60.