智能水文监测系统在流域水资源管理中的应用

汪敏华 张代超 晏国强
湖北省襄阳市水文水资源勘测局 湖北 襄阳 441003

摘 要 智能水文监测系统依托物联网、大数据、人工智能等技术，实现对流域水文要素的实时捕捉、精准分析与高效传输，为流域水资源管理提供全维度数据支撑。本文先剖析智能水文监测系统在流域水资源管理中的应用需求，然后从水资源调度、水生态保护、灾害防控、高效利用4个维度，阐述系统的具体应用场景与实践价值，最后针对系统应用中的硬件、数据、协同、保障短板，提出针对性优化策略，旨在完善智能水文监测系统应用体系，提升流域水资源管理智能化、科学化水平，为筑牢水生态安全屏障、实现水资源可持续利用提供理论支撑与实践范式。

关键词 智能水文监测系统；流域水资源管理；水资源调度；水生态保护

Application of Intelligent Hydrological Monitoring System in Watershed Water Resources Management

Wang Min-hua, Zhang Dai-chao, Yan Guo-qiang
Xiangyang Hydrological and Water Resources Survey Bureau, Xiangyang 441003, Hubei Province, China

Abstract Relying on technologies such as the Internet of Things, big data, and artificial intelligence, the intelligent hydrological monitoring system achieves real-time capture, precise analysis, and efficient transmission of watershed hydrological elements, providing comprehensive data support for watershed water resources management. This paper first analyzes the application requirements of intelligent hydrological monitoring systems in watershed water resources management. It then elaborates on the specific application scenarios and practical value of the system from four dimensions: water resources scheduling, water ecological protection, disaster prevention and control, and efficient utilization. Finally, addressing shortcomings in hardware, data, coordination, and support within system applications, targeted optimization strategies are proposed. The aim is to perfect the application system of intelligent hydrological monitoring, enhance the intelligent and scientific level of watershed water resources management, and provide a theoretical foundation and practical paradigm for building a robust water ecological security barrier and achieving sustainable utilization of water resources.

Key words Intelligent Hydrological Monitoring System; Watershed Water Resources Management; Water Resources Scheduling; Water Ecological Protection

流域是水资源循环与管理的基本单元，其水资源管理水平直接关系区域经济社会发展与生态环境安全。传统水文监测依赖人工值守与定点采样，存在监测范围有限、数据滞后、误差较大、应急响应不足等弊端，无法满足流域水资源动态管控、精准调度与风险预警的需求。随着新一代信息技术的迭代升级，智能水文监测系统逐步替代传统模式，通过多设备联动、全时段监测、智能化分析，实现对水位流量、水质水量、降水蒸发等水文要素的全方位管控。本文聚焦智能水文监测系统在流域水资源管理中的应用实践，探析其应用路径与优化策略，助力破解流域水资源管理难题，推动管理模式向精细化、智能化转型，适配新时代生态文明建设与水资源刚性约束下的管理要求。

1 智能水文监测系统在流域水资源管理中的应用需求

1.1 流域水资源管理的核心需求

流域水资源管理需以精准数据为支撑，实现多元目标协同推进，对智能水文监测系统存在刚性需求。从动态管控需求来看，流域水文要素受气候、地形、人类活动等影响不断变化，需实时掌握水位流量、水质等级、降水分布等数据，精准捕捉水文动态变化规律，为管理决策提供实时依据。从精准调度需求来看，不同区域、行业用水需求存在差异，需通过精准监测数据统筹生产生活生态用水，优化水资源分配比例，破解供需矛盾，提升利用效率。从风险防控需求来看，流域面临洪涝干旱、水污染等多重风险，需提前预判风险态势，及时发出预警信号，为应急处置争取时间，降低灾害损失[1]。从生态保障需求来看，需精准监测生态流量、水体质量等指标，确保生态基流足额保障，推动退化水生态系统修复，维护流域生态平衡。这些需求均需智能水文监测系统提供全维度、高精度、快响应的数据支撑，弥补传统管理模式的短板。

1.2 智能水文监测系统的应用适配需求

智能水文监测系统需适配流域水资源管理的场景特点，满足差异化应用需求。从范围适配来看，流域涵盖干流、支流、湖泊、水库等多元水体，地形地貌复杂，需要系统具备全域覆盖能力，适配不同区域的监测环境，实现无死角监测。从精度适配来看，水资源调度、生态评估等工作对数据精度要求较高，需要系统提升水位流量、水质指标等监测数据的准确性，减少误差，确保数据可直接支撑决策。从响应适配来看，洪涝灾害、突发水污染等事件具有突发性，需要系统具备实时传输、快速分析能力，实现数据采集、处理、反馈的全流程高效衔接，提升应急响应速度。从协同适配来看，流域水资源管理涉及多部门、多区域，需要系统打破信息壁垒，实现数据跨部门共享、跨区域联动，支撑多方协同决策，避免数据孤岛导致的管理低效。

2 智能水文监测系统在流域水资源管理中的应用

2.1 助力水资源精准调度

智能水文监测系统为流域水资源调度提供精准数据支撑，实现水资源优化配置。系统通过布设雷达流量计、水位传感器等设备，实时监测流域内水库、河道、湖泊的水位流量数据，结合降水、蒸发等气象水文要素，构建智能化调度模型。基于实时监测数据，精准测算流域可供水量与各区域用水需求，动态调整水资源分配方案，兼顾工业、农业、生活与生态用水需求。针对枯水期水资源短缺问题，系统可提前预判来水趋势，联动水库、闸坝等水利工程，科学调配水量，保障核心区域用水安全[2]。针对丰水期水量盈余情况，通过监测数据精准把控来水规模，合理安排蓄水与泄洪，提升水资源储备能力。同时，系统可跟踪调度方案实施效果，通过动态监测数据反馈调整调度策略，确保调度方案的科学性与可行性，提升水资源利用效率。

2.2 支撑水生态保护修复

智能水文监测系统通过全维度监测，为流域水生态保护与修复提供精准支撑。在生态流量保障方面，系统实时监测河流干流、支流的生态流量数据，精准把控生态基流变化情况，一旦出现流量不足问题，及时反馈并联动水资源调度方案调整，确保生态流量足额保障，维系水生生物栖息地稳定。在水质管控方面，系统依托在线水质监测仪、生物传感器等设备，24 h连续监测溶解氧、pH、氨氮、总磷等核心指标，实时捕捉水质异常变化，精准定位污染源位置与扩散范围，为水污染治理提供靶向依据。在生态修复评估方面，系统监测水生生物种类数量、沿岸植被覆盖率等生态指标，结合水文数据分析生态修复措施的实施效果，动态优化修复方案。此外，系统可对湿地、水源地等敏感区域开展专项监测，构建生态风险预警体系，提前预判生态风险，保障流域水生态系统完整性与稳定性。

2.3 强化洪涝干旱灾害防控

智能水文监测系统显著提升流域洪涝干旱灾害的防控能力，实现风险精准预判与高效处置。在洪涝防控方面，系统通过雨量站、水位站、流速站等设备联动，实时监测降水强度、河道水位、水流速度等数据，结合流域地形地貌与水利工程分布，构建洪涝预警模型。当监测数据达到预警阈值时，系统自动发出预警信号，同步推送至相关管理部门与受影响区域，为人员转移、物资调配、泄洪调度等应急处置提供时间支撑。同时，系统可实时跟踪洪水演进过程，为防洪决策提供动态数据支撑，优化应急处置方案，降低洪涝灾害损失。在干旱防控方面，系统长期监测降水、蒸发、土壤墒情等数据，精准分析干旱发展趋势与影响范围，提前发出干旱预警，指导农业灌溉、城市节水等应对措施的实施，合理调配有限水资源，减轻干旱对生产生活的影响[3]。

2.4 推动水资源高效利用

智能水文监测系统通过精细化监测与数据分析，推动流域水资源高效利用与节水型社会建设。在农业用水方面，系统监测土壤墒情、作物需水量等数据，结合气象预报信息，为精准灌溉提供依据，指导农户优化灌溉时间与灌溉量，避免水资源浪费，提升农业用水效率。在工业用水方面，系统监测企业取排水量、用水效率等数据，对高耗水企业进行重点监管，督促企业开展节水改造与水资源循环利用，降低单位产值耗水量。在城市用水方面，系统监测城市供水管网漏损、居民用水量等数据，精准定位管网漏损点，及时组织维修，减少水资源流失。同时，系统可整合全流域用水数据，开展用水效率评估，为节水政策制定、节水指标分配提供数据支撑，推动形成全社会节水护水的良好格局。

3 智能水文监测系统在流域水资源管理中的应用优化策略

3.1 强化系统硬件升级与全域覆盖

以硬件升级为基础，提升智能水文监测系统的稳定性与覆盖范围。结合流域地形地貌与监测需求，优化监测站点布局，在河流源头、干流支流关键节点、水库湖泊出入口、生态敏感区、城乡供水取水口等区域，加密监测站点布设，实现全域无死角监测。升级监测设备性能，推广应用高精度、抗干扰、低功耗的智能监测设备，替代老旧落后设备，提升水位流量、水

质生态等指标的监测精度与稳定性。针对极端天气与复杂环境，选用防水、防雷、耐低温高温的专用设备，保障系统在恶劣条件下正常运行。加强监测设备常态化运维，建立设备检修、校准、更换的长效机制，定期开展设备排查与维护，及时处理故障设备，确保监测数据连续可靠[4]。

3.2 完善数据处理与共享机制

优化数据处理流程，打破信息壁垒，提升数据利用效率。建立标准化数据处理体系，对监测获取的多维度数据进行筛选、清洗、校验，剔除异常数据，修正监测误差，确保数据真实准确。引入大数据、人工智能技术，构建智能化数据处理分析模型，深度挖掘水文数据与用水需求、生态变化、灾害风险的关联性，预判水文变化趋势，为管理决策提供深度支撑。搭建统一的数据共享平台，整合水利、环保、气象、农业、城建等多部门数据资源，打破行政区域与部门壁垒，实现数据实时共享、高效流转与可视化展示。制定数据共享管理规范，明确数据共享范围、权限与责任，保障数据安全，避免数据泄露与滥用，推动监测数据向决策依据高效转化。

3.3 推动多主体协同应用

构建多元主体协同体系，提升智能水文监测系统的应用效能。发挥政府主导作用，牵头统筹监测系统建设与应用，协调多部门协同工作，制定协同管理机制，保障系统应用落地实施。水利部门负责系统运维与数据整合，牵头推进监测数据与水资源管理业务的深度融合；环保部门依托监测数据开展水质监管与生态评估；气象部门提供气象数据支撑，助力水文趋势预判；用水单位主动配合系统监测，严格执行基于监测数据制订的用水方案。建立多元主体常态化沟通机制，定期召开协同工作会议，通报监测数据、管理成效与突出问题，协商解决应用中的分歧与难题[5]。

3.4 健全应用保障体系

以制度、人才、资金为支撑，构建完善的应用保障体系。建立健全相关管理制度，明确监测系统建设标准、数据应用规范、运维责任分工、考核评价办法等，为系统规范应用提供制度支撑。将系统应用成效、数据准确率、水资源管理提升效果等指标纳入相关部门考核体系，细化考核标准，考核结果与资金拨付、评优评先挂钩，推动责任落实。加强人才队伍建设，组建专业技术团队，开展智能监测设备操作、数据处理分析、系统运维管理等专项培训，提升从业人员的专业能力与实操水平。加大资金投入力度，设立专项经费，保障监测系统建设、设备升级、日常运维、技术研发等工作的开展。同时，加强技术研发与成果转化，鼓励科研机构与企业联合攻关核心技术，推广先进应用模式，从而推动智能水文监测系统迭代升级。

4 结束语

智能水文监测系统作为流域水资源管理的核心技术支撑，在水资源调度、水生态保护、灾害防控、高效利用等方面发挥着不可替代的作用，是推动流域水资源管理向精细化、智能化转型的关键抓手。通过强化硬件升级、完善数据管理机制、推动协同应用、健全保障体系，优化智能水文监测系统应用体系，提升系统与流域水资源管理的适配性。在实践中，需结合不同流域的水文特征、资源状况与管理需求，灵活调整应用策略，注重因地制宜与精准施策。未来，随着新一代信息技术的持续发展，需进一步深化智能水文监测系统与流域水资源管理的深度融合，推动跨区域、跨部门协同联动，不断提升管理效能。通过科学应用智能水文监测系统，筑牢水生态安全屏障，提升水资源利用效率，为经济社会高质量发展与人与自然和谐共生提供坚实保障。

参考文献

[1]高明,裴丁彦.基于物联网与大数据的智能水文监测系统设计与应用[J].大众标准化,2025(23):167-169.

[2]丁泽云,何溢洋.5G技术在智能水文监测中的应用[J].计算机与网络,2021,47(14):45.

[3]岳凌霜,杨舒棋,王静.信息技术在水文勘测领域的智能监测研究[J].信息与电脑(理论版),2024,36(12):46-48.

[4]常俊超,常肖杰.物联网技术下的水文智能监测信息系统建构和应用[J].治淮,2021(8):37-39.

[5]王小霞.物联网技术在水文监测信息系统中的应用[J].电子世界,2021(8):186-187.

（本文编辑　杜宇琪）

