

智慧水利监测系统在流域水资源优化配置中的应用

牛大勇

满洲里锦源水务有限责任公司，内蒙古满洲里，021400；

摘要：流域水资源优化配置，是实现水资源供需平衡、保障区域生产生活与生态用水的核心环节，其科学性依赖精准的水资源信息作为支撑。智慧水利监测系统依托物联网、大数据、传感器等技术，可实时、全面获取流域内水资源相关数据，打破传统水资源管理中信息滞后、数据碎片化的局限。本文先阐述智慧水利监测系统支撑流域水资源优化配置的核心价值，再分析系统在配置中的关键应用方向，最后提出系统应用的优化建议，为提升流域水资源配置效率、实现水资源可持续利用提供参考。

关键词：智慧水利；监测系统；流域水资源；优化配置；水资源管理

DOI：10.69979/3041-0673.26.03.003

引言

水资源是流域经济发展、生态保护和民生保障的基础。它在时间和空间上的分布往往不均匀，这就导致多数流域都面临供水和用水需求不匹配的问题。流域水资源优化配置的核心，是在水资源总量有限的前提下，合理分配生活、生产、生态三类用水，让水资源利用效率最高，同时保证供需平衡。现在，信息技术和水利行业结合越来越紧密，智慧水利监测系统慢慢用在了流域水资源管理里。它能实时收集水资源数据，快速传输，还能智能分析，为水资源优化配置提供全流程、准确的信息支持，让流域水资源管理从“靠经验判断”变成“靠数据说话”。所以，弄清楚智慧水利监测系统的应用价值和关键作用，找到让系统更好发挥作用的方法，对提高流域水资源优化配置水平很重要。

1 智慧水利监测系统支撑流域水资源优化配置的核心价值

1.1 信息获取层面：实现流域水资源数据“全维度、实时化”采集

在获取信息方面，智慧水利监测系统能解决传统方式的不足，实现“全维度、实时化”采集，为配置方案提供准确、完整的基础数据。传统的水资源数据采集，只关注水库水位、主要河道流量等少数指标。采集次数少，覆盖范围也小，没法全面掌握流域内的降水、蒸发、土壤干湿情况、地下水深度、用户实际用水量等关键信息。智慧水利监测系统通过在流域内安装多种传感器，解决了这些问题。这些传感器包括测降水、水位、流量、土壤墒情、地下水，以及用户用水量的设备。它们能同时收集降水、地表水、地下水、土壤水，还有用户用水

消耗的数据，实现“全维度”覆盖，不让关键信息缺失。

1.2 配置决策层面：实现水资源数据“智能化、一体化”分析

在制定配置方案的决策环节，需要对很多复杂数据进行高效、准确的分析。智慧水利监测系统能通过智能技术，实现“智能化、一体化”分析，让方案更科学、合理。流域水资源优化配置，要考虑很多因素。供水方面，要知道水资源总量、分布规律，还有地表水、地下水的补给和消耗情况；用水方面，要清楚生活、生产、生态三类用水的总量变化、区域差异和优先级；另外，还要遵守生态保护红线、用水总量限制等规定。传统决策主要靠人工计算和经验判断。面对大量数据，人工计算效率低，还容易出错。经验判断带有主观性，很难平衡各种因素，导致方案不合理。智慧水利监测系统装有智能分析程序和数据处理模型，能解决这些问题。它能把所有水资源数据整合起来一起处理，不用人工单独整理，效率大大提高。具体能做这些分析：一是算出流域内可利用的水资源总量，明确配置的总量上限；二是分析水资源在不同时间、不同区域的分布特点，清楚哪里多、哪里少，哪个季节多、哪个季节少；三是预测未来的降水趋势和用水需求变化，比如根据历史数据和规划，判断接下来用水会增加还是减少；四是评估当前配置方案的效果，看实际用水和方案要求是否一致，生态保护是否达标。而且，系统能结合生态保护、用水总量限制等要求，自动生成好几套配置方案。这些方案都基于实时数据，没有主观偏差，方案之间的用水分配比例、优先级也不同，给管理人员提供更多参考。管理人员不用从头做方案，只需根据实际情况挑选、微调，就能快速确定最好的方案，提高决策效率和科学性。

1.3 配置执行层面：实现水资源配置方案“动态化、精准化”管控

水资源配置方案执行后，不是就完事了。还要实时盯着执行情况，一旦水资源状况或用水需求变了，就得及时调整方案，保证效果。智慧水利监测系统能实现“动态化、精准化”管控，解决传统方式滞后的问题。流域内的水资源供需关系一直在变。供水方面，降水多少、水库蓄水多少、地下水补给多少，都会影响可利用的水资源总量；用水方面，生活用水的高峰低谷、农业灌溉的旺季淡季、生态用水的特殊需求，都会让用水需求变化。传统管控靠人工反馈数据，管理人员要定期收集用户用水、区域水资源情况，再判断是否调整方案。这个过程慢，有滞后性。比如突然下雨少了，地表水流量下降，或者某个区域用水突然变多，人工没法及时发现，方案不能及时改，要么导致部分用户缺水，要么浪费水资源，甚至破坏生态。智慧水利监测系统通过传感器和设备联动、自动预警，解决了这些问题。一方面，它能实时监测方案执行情况：用水计量传感器和流量控制设备连在一起，实时收集每个用户的用水量，然后和方案里的分配额度对比。一旦发现超用、漏用，或者生态用水没达标，系统会马上报警，提醒管理人员处理，比如限制用水、检修设备，防止问题扩大。另一方面，系统能自动调整方案。如果监测到水资源总量变了，比如干旱导致水少了，或者下雨多了导致水多了；又或者用水需求变了，比如生活用水突然增加、农业灌溉旺季提前，系统会根据最新数据，重新计算可分配的水量，按用水优先级，自动调整每个用户的额度。比如水不够时，先保证生活和生态用水，少给非必要的生产用水；水多了时，合理分配多余的水，不浪费，确保方案始终符合实际情况，保证配置效果。

2 智慧水利监测系统在流域水资源优化配置中的关键应用方向

2.1 流域水资源总量核算与时空分布分析

做好流域水资源优化配置，先要知道两件事：一是流域里能用上的水有多少，二是水在不同时间、不同地方的分布规律。智慧水利监测系统通过多方面收集和分析数据，能精准做好这两件事。算水资源总量时，系统用降水传感器收集全流域的降水数据，再结合蒸发传感器测的水面和陆地蒸发数据，算出总降水和总蒸发量。同时，用水位、流量传感器看河道水流、水库蓄水变化，用地下水传感器测不同地方地下水深度、补给和消耗情

况，再加上墒情传感器测的土壤含水量，把地表水、地下水、土壤水的可利用量加起来，摸清水资源“家底”，给配置方案定好总量上限。分析水的时空分布时，系统用全流域多个点位的实时数据，通过算法画出分布图谱。空间上，能看清不同地方的降水、地表水流量、地下水深度和土壤干湿差异，分清“水多的地方”和“水少的地方”；时间上，能看出不同季节、月份的降水变化，地表水流量波动，地下水深度变化，掌握“汛期水多”“枯期水少”的特点，为按时间、按地方制定不同配置方案打基础。

2.2 流域用水需求动态监测与预测

流域水资源优化配置，要精准对接用水需求。智慧水利监测系统实时盯着生活、生产、生态三类用水，还能预测未来需求，给配置方案优化提供支持。测生活用水时，系统在城镇、农村集中居住点装用水计量传感器，实时收集居民家、学校、医院等的用水量，掌握不同地方、不同时间段的用水规律，再结合人口变化，随时更新生活用水总需求，避免配多或配少。测生产用水时，分农业和工业两类：农业上，在灌溉区装墒情和灌溉计量传感器，实时看土壤干湿和灌溉用水量，掌握不同作物、不同生长阶段的用水特点；工业上，在企业取水口、排水口装传感器，收集取水、耗水和循环用水数据，知道实际用水和重复利用情况。在此基础上，结合历史用水数据、经济发展规划，预测未来生产用水变化，给配置方案留调整空间。测生态用水时，系统在河道、湿地、水源涵养林等区域装传感器，实时看河道最小生态流量够不够、湿地水位合不合适、林地土壤干湿是否适宜，判断生态用水够不够；再结合气象预警，预测未来生态用水需求，确保生态用水优先分配，不破坏流域生态。

2.3 流域水资源配置方案执行监测与动态调整

配置方案定好后，要实时盯着执行情况，出问题及时改，智慧水利监测系统能起到“管控核心”的作用。监测执行情况时，系统把用水计量传感器和流量控制设备连起来，实时看每个用水户的实际用水：看生活用水户有没有超额度，农业灌溉量符不合作物需求，工业企业有没有超指标取水，生态区域的水量够不够。一旦发现超用、漏用或生态缺水，系统会自动报警，提醒管理人员及时处理。调整方案时，若系统监测到水资源总量或用水需求变了，会自动启动调整。比如降水少导致水不够，系统会重新算可分配水量，优先保证生活和生态用水，少给非必要生产用水；若某企业临时扩产用水

变多,系统会看流域有没有余水,有余水就适当加额度,没余水就提醒企业提高循环用水效率,让方案始终符合实际情况。

3 智慧水利监测系统在流域水资源优化配置中应用的优化建议

3.1 技术优化: 管好数据质量, 做好系统兼容

技术优化要抓住两个重点: 保证数据准, 让不同设备、系统能互通, 解决技术上的难题。一方面, 要定期维护和校准传感器。传感器是收集数据的源头, 设备好坏直接影响数据准不准。要定好计划, 安排人定期检查流域里所有传感器, 看看设备有没有坏、信号传得稳不稳, 坏了或旧了就及时换; 还要按规定定期校准精度, 比如水位传感器每季度校一次, 墒情传感器每半年校一次, 用标准方法修正误差, 避免数据不准。另一方面, 要统一数据标准和接口。现在不同厂家的传感器、不同区域的监测系统, 数据格式、传输方式不一样, 接口也不匹配, 数据没法一起用。要定统一的标准, 规定数据怎么采集、怎么传、怎么存, 比如数据单位、保留几位小数, 用哪种传输协议; 还要统一接口, 让所有设备和系统都能对接, 数据能直接汇总到一个平台, 方便一起分析使用。

3.2 管理优化: 完善制度, 提升人员能力

系统好用, 不光靠技术, 还要有好的管理制度和会操作的人, 不能只花钱建、不管后续。管理优化要做三件事: 分清责任、定好规矩、提高能力。第一, 要明确各级部门的责任。省、市、县各级水利部门, 要分清谁管什么。省里负责整体规划和定标准, 市里监督辖区内系统运行、协调跨县问题, 县里负责日常修设备、查数据、处理小问题。每个环节都要定责任人, 出了问题能找到人, 不互相推责。第二, 要定好操作和数据管理制度。从装传感器到反馈结果, 每个步骤都要有规矩: 传感器要装在合适的地方, 比如降水传感器装在没遮挡的地方; 数据要按规定频次采, 实时数据每5分钟一次, 日报每天汇总; 数据要专人审核, 去掉错的、修不准的; 分析结果要及时反馈, 异常情况1小时内报上去。第三, 要培训管理人员。系统涉及不少技术, 要定期培训。基层人员学装设备、修设备、基础操作; 中层人员学审核数据、用分析软件、看懂数据; 管理人员学用数据做决

策。培训要结合实操, 还要考核, 确保大家真的会用。

3.3 协同优化: 部门共享数据, 一起做决策

水资源配置涉及水利、农业、工业、环保等多个部门, 只靠一个部门的数据做不好方案。协同优化要做两件事: 共享数据, 一起决策。一方面, 要建跨部门数据共享平台。以智慧水利监测系统为核心, 把各部门的数据都放上去: 水利部门的水资源数据、农业部门的种植和灌溉数据、工业部门的产能和用水数据、环保部门的生态数据, 都按规定传上去, 实时更新, 各部门都能看、能用, 避免数据不通。另一方面, 要一起做决策、一起监督。成立多部门参与的决策小组, 必要时请专家和用户代表参加。先一起分析数据, 再由水利部门出初步方案, 各部门提意见修改, 达成一致后确定方案。方案执行后, 各部门一起监督, 要调整时也一起商量, 保证方案兼顾各方需求, 能落地、有效果。

4 结语

智慧水利监测系统通过实时、全面的水资源数据采集与智能分析, 为流域水资源优化配置提供了精准、高效的信息支撑, 从信息获取、决策制定到方案执行, 实现了全流程赋能, 有效解决了传统水资源管理的局限, 推动流域水资源配置向精准化、动态化转变。未来, 随着人工智能、5G等技术的进一步发展, 智慧水利监测系统将实现更高级别的智能分析与自主决策, 可结合流域水资源长期变化规律, 提前预判供需矛盾, 自动生成最优配置方案。同时, 需持续推进系统技术优化、管理完善与跨部门协同, 不断提升系统应用水平, 助力流域水资源实现可持续利用, 为流域经济社会发展与生态保护提供坚实的水资源保障。

参考文献

- [1] 赵云, 张芮, 李雅娴, 等. 黄河上游典型小流域内河水资源优化配置研究[J]. 水利规划与设计, 2023(2): 46-50.
- [2] 赵英, 王海霞, 王毅, 等. 黄河流域农业水资源高效利用与优化配置研究[J]. 中国工程科学, 2023, 25(4): 158-168.
- [3] 张汝山. 新疆玛纳斯河流域水资源合理配置研究[J]. 2022(4): 3.