

流域水资源优化配置与水利工程布局规划协同研究

谢紫璐

宜昌市夷陵区水利和湖泊局 湖北 宜昌 443000

【摘要】：以流域水资源高效利用与水利工程科学布局为导向，遵循以水定需、供需平衡与激励相容核心逻辑，开展水资源优化配置与水利工程布局规划协同研究。通过定额法、机理法测算流域多维度需水规模，结合水量平衡、耗水平衡与生态流量约束开展配置模拟，构建兼顾生产、生活、生态用水的分配体系。依托激励相容制度破解用水主体利益冲突，推动水利工程布局与水资源配置精准匹配，提升流域供水保障能力与生态流量满足率，实现水资源开发、工程布局与生态保护协同发展，为流域水安全保障提供技术支持。

【关键词】：流域水资源；优化配置；水利工程；布局规划；协同发展

DOI:10.12417/2811-0528.26.13.062

引言

水资源是流域经济社会发展与生态安全维系的核心要素，优化配置与水利工程布局是提升水资源利用效率的关键路径。当前流域水资源配置与工程布局存在协同性不足、生态约束落实不到位、利益主体协调不畅等问题，制约水资源综合效益发挥。立足以水定需、激励相容等基本原则，整合需求预测、供需平衡、生态流量管控等技术方法，推动水资源配置方案与水利工程空间布局深度融合，可为破解水资源短缺、保障生态用水、协调多方利益提供可行路径，支撑流域可持续发展。

1 流域水资源优化配置与水利工程布局协同的重要性

1.1 保障流域水资源供需动态平衡

水资源优化配置以定额法、机理法为核心手段，精准核算生活、生产、生态等多维度需水规模，明确不同保证率下的用水总量与结构特征。水利工程布局作为水资源空间调配的物理载体，通过水源工程、输水工程、调蓄工程的合理布设，将配置方案转化为可落地的供水保障能力。二者协同能够以需定供、以供定需双向适配，有效缓解水质型缺水、工程性缺水与资源型缺水叠加问题，稳定流域供水安全底线，提升水资源对经济社会发展的支撑韧性。

1.2 强化流域水生态系统保护与修复

生态流量约束是水资源优化配置的刚性底线，水利工程布局需同步匹配生态补水、基流保障等功能需求^[1]。协同推进配置与布局，可将生态用水指标纳入工程调度与水量分配全过程，保障河道关键断面生态流量满足率稳定提升，遏制生态用水被生产生活用水挤占的现象。依托工程布局实现水资源时空再分配，能够改善河湖水环境容量，维持水域生态连通性，筑牢流域生态安全屏障，推动水资源开发与生态保护协同共进。

1.3 提升水利工程综合利用效率

水利工程布局的科学性直接依赖水资源配置方案的精准导向，脱离配置需求的工程布局易造成功能冗余、资源浪费与调度低效。水资源优化配置明确各区域、各行业用水优先级与分配额度，为水利工程选址、规模、功能定位提供量化依据，实现水源供给、输水路径、用水终端的无缝衔接。二者协同可最大化发挥水库、闸站、引调水工程的调蓄、输水、供水效益，降低工程建设与运行成本，提升水资源利用效率与工程投资效益。

2 水资源配置与水利工程布局协同存在的突出问题

2.1 配置目标与工程布局空间适配性不足

水资源配置多聚焦水量分配与供需平衡核算，对水利工程空间禀赋、输水能力、调蓄条件的耦合考量不足，导致配置方案与工程布局难以形成精准对接。部分区域工程选址、规模设计与用水大户空间分布不匹配，水源工程、输水干线、用水终端未能形成闭环调度体系，出现局部供水冗余与区域性缺水并存的现象。工程布局缺乏配置模型的量化支撑，难以按照生活、生产、生态用水优先级实现水量精准输送与动态调控。

2.2 生态流量刚性约束与工程调度协同缺位

水资源配置过程中对河道生态基流、水环境容量、水生态连通性的刚性约束落实不到位，水利工程调度仍以供水、灌溉、发电等生产功能为主，生态用水被挤占现象较为普遍。生态流量管控未嵌入工程规划、建设与运行全流程，工程布局缺乏生态补水、应急补水等专项功能设计，导致关键断面生态流量满足率偏低，河湖水生态系统修复滞后^[2]。配置与布局均未建立常态化生态水量保障机制，生态目标与工程运行目标存在明显冲突。

2.3 多主体利益协调与制度保障体系不完善

水资源配置涉及跨区域、跨部门、跨行业用水主体,水利工程布局受行政边界、投资主体、管理权限分割影响,协同推进存在制度性障碍。激励相容机制缺失,用水主体自利行为与流域整体目标难以统一,信息不对称导致非合作博弈现象突出,水量分配与工程收益分配难以达成共识。缺乏统一的协同管理平台与动态监测体系,配置方案调整与工程布局优化无法同步响应,制约协同治理效能与水资源可持续利用水平。

3 水资源配置与水利工程布局协同优化的实施路径

3.1 构建耦合需水预测的水资源精准配置体系

以机理法、定额法为技术支撑,系统核算生活、农业、工业、建筑业、服务业及生态环境需水量,确定不同保证率下流域用水总量与结构,形成刚性约束的水量分配方案。严格遵循以水定需、以供定需双向调控原则,明确生活用水优先保障、生态用水刚性兜底、生产用水高效管控的用水次序,将生态流量作为配置底线纳入全周期核算。通过多水源联合调配模型,统筹地表水、地下水、外调水及非常规水源,划定各分区、各行业用水额度,为水利工程布局提供量化目标与功能依据,实现配置方案从总量管控向空间落地转化。

3.2 推进以配置方案为导向的水利工程布局优化

水利工程布局需严格对接水资源配置结果,按照用水分区、输水路径、调蓄需求开展工程选址、规模确定与功能定位。依托配置确定的用水重心与水量指标,优化水源工程、输水干线、调蓄枢纽、闸坝站网的空间结构,补齐区域性供水短板,消除工程冗余布局。在工程规划阶段同步嵌入生态流量保障功能,预留生态补水通道与调度接口,使水库、引调水工程、连通工程具备供水、灌溉、生态、防洪综合调度能力。通过工程布局与配置方案的空间匹配,构建源头调蓄、干线输送、终端精准供给的闭环水网体系。

参考文献:

- [1] 牛晨宇,曾麒洁,张志华,等.黄河流域水资源配置问题研究与优化[J].科学技术与工程,2023,23(10):4357-4366.
- [2] 谭安琪,穆振宇,艾学山,等.流域精细化水资源优化配置模型及应用[J].中国农村水利水电,2023,(02):28-34.
- [3] 郭毅,陈璐,周建中,等.基于均衡发展的郁江流域水资源优化配置[J].水电能源科学,2020,38(03):42-45.

3.3 建立配置与布局联动的动态调度运行机制

搭建水资源配置与水利工程调度一体化管控平台,实现需水变化、水源条件、工程状态、生态指标的实时监测与数据互通^[3]。按照配置确定的水量分配规则,制定工程常态化调度与应急调度方案,在枯水期、特枯年份优先保障生活与生态用水,动态压缩低效生产用水。将生态流量满足率、水功能区达标率作为调度核心考核指标,通过工程联合调度补足河道基流,改善流域水生态状况。依托动态调度实现配置方案与工程运行同步调整,提升应对水资源时空分布不均的适应能力。

3.4 完善激励相容的跨主体协同制度保障体系

以激励相容理论为基础,构建跨区域、跨部门、跨主体利益协调机制,破解行政分割与信息不对称问题。建立水量交易、生态补偿、工程收益共享制度,引导用水主体在追求自身效益的同时契合流域整体目标。健全最严格水资源管理考核体系,将配置执行率、工程布局合规性、生态流量保障程度纳入统一评价,形成规划、建设、运行、监管全链条闭环管理。通过制度保障推动水资源配置与水利工程布局从技术协同走向管理协同、利益协同,为流域水安全与可持续发展提供长效支撑。

4 结语

流域水资源优化配置与水利工程布局规划协同,是保障水安全、推动生态保护与经济社会协调发展的关键举措。坚持以水定需、供需平衡与激励相容为导向,统筹生活、生产、生态用水需求,可有效提升水资源利用效率与水利工程综合效益。通过完善配置模型、强化生态流量约束、健全利益协同机制,能够破解配置与布局脱节、用水矛盾突出等问题,实现水资源高效调配与工程功能精准落地。未来需持续深化协同机制研究,动态优化方案,为流域水资源可持续利用与高质量发展提供坚实支撑。