

基于节水优先的水资源配置模式研究

郑晓丹

泰安市水利局 山东 泰安 271000

摘要: 基于节水优先的水资源配置模式研究, 聚焦于通过科学管理与技术创新, 实现水资源的高效利用与可持续发展。该模式强调将节水理念贯穿于水资源开发、利用、保护全流程, 以节水为先导优化配置方案。通过构建多目标优化模型, 平衡节水、经济与生态目标, 结合智能调度算法与水权交易机制, 动态调整供需关系, 提升水资源利用效率, 为解决区域水资源短缺问题提供科学支撑。

关键词: 节水优先; 水资源配置; 模式构建

引言: 水是生命之源、生产之要、生态之基, 然而水资源短缺与分布不均问题日益严峻, 已成为制约经济社会可持续发展的关键因素。传统水资源配置模式过度依赖“开源”, 忽视用水效率提升, 导致水资源浪费与生态破坏。在此背景下, 节水优先战略应运而生, 它强调以节水为核心, 优化水资源配置。本研究基于节水优先的水资源配置模式, 对提高水资源利用效率、保障生态安全、实现经济社会与水资源协调发展具有至关重要的现实意义。

1 理论基础与关键概念

1.1 节水优先的内涵与原则

(1) 节水优先的定义与政策依据。节水优先是以保障水资源可持续利用为核心, 将节水举措贯穿于水资源开发、利用、保护全流程的战略理念, 强调在水资源配置中优先考虑节水需求, 通过技术创新、制度完善和意识提升, 减少水资源浪费。其政策源于《中华人民共和国水法》中“节约用水”的法定要求, 以及国家“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水方针, 为各地区水资源管理提供了根本遵循。(2) 与传统配置模式的区别。传统水资源配置模式以“开源”为主要导向, 过度依赖新建水利工程扩大供水能力, 易忽视用水效率提升; 而节水优先模式以“节流”为首要原则, 注重通过优化用水结构、推广节水技术降低水资源消耗, 实现“以节流促开源”, 更契合水资源短缺地区的发展需求, 同时减少对生态环境的破坏。

1.2 水资源配置理论

(1) 水资源承载力理论。该理论指在特定区域和时期内, 水资源在维持生态系统稳定的前提下, 能支撑经济社会发展的最大规模, 是水资源配置的基础依据。通过测算水资源承载力, 可明确区域用水上限, 避免过度开发导致生态失衡。(2) 可持续利用理论。核心是实现

水资源在当代与后代之间的公平分配, 兼顾社会经济发展与生态保护, 要求水资源配置不仅满足当前需求, 还需为未来发展预留空间, 推动用水方式从粗放型向集约节约型转变。(3) 公平与效率权衡理论。在水资源有限的背景下, 需平衡不同区域、行业、群体的用水需求(公平性), 同时提升水资源利用效率(效率性)。例如, 农业节水可在一定程度上保障工业和生活用水, 实现“公平分配、高效利用”的双重目标^[1]。

1.3 节水优先的量化指标

(1) 用水效率指标。万元GDP用水量反映区域经济发展的用水强度, 指标数值越低, 表明水资源利用效率越高; 农田灌溉水有效利用系数聚焦农业关键用水场景, 体现灌溉系统对水资源的利用成效, 为农业节水改造提供核心数据支撑, 是衡量农业节水水平的重要标尺。(2) 水资源利用效率评价体系。该体系整合用水效率、节水技术普及率、再生水利用率等多维度指标, 通过量化评分评估区域或行业节水工作成效。例如, 将工业重复用水率、农业节水灌溉面积占比纳入评价, 形成全面的节水效果监测与考核机制, 为节水政策调整提供数据支撑。

2 基于节水优先的水资源配置模式构建

2.1 模式设计原则

(1) 需求管理优先。需求管理优先原则打破传统“以供定需”的被动模式, 将水资源需求调控置于配置首位。通过优化产业结构, 压缩高耗水行业规模, 推广低耗水、高附加值产业; 同时加强居民生活用水管控, 如推行阶梯水价、普及节水器具, 从源头减少无效用水需求。例如, 某工业园区通过淘汰高耗水生产线, 将工业用水需求降低15%, 为水资源优化配置奠定基础, 体现需求管理对节水优先目标的支撑作用。(2) 供需动态平衡。该原则强调水资源供给与需求的实时适配,

避免供需失衡导致的浪费或短缺。通过建立动态监测体系,实时跟踪区域水资源总量(如降水、水库蓄水)与各行业用水需求变化,及时调整配置方案。以农业用水为例,在灌溉期根据土壤墒情、作物需水量动态调配灌溉水量,既满足农业生产需求,又避免过度灌溉造成的水资源浪费,实现供需关系的精准匹配^[2]。(3)生态保护红线约束。生态保护红线约束将维持生态系统健康作为水资源配置的底线,确保配置过程中不突破生态用水阈值。明确河流生态基流、湖泊最低水位等关键指标,优先保障生态用水需求,防止因过度开发水资源导致湿地退化、河流断流等问题。例如,某流域在水资源配置中,严格预留一定比例的水资源用于维持河道生态基流,有效保护了流域内水生生物多样性,实现经济发展与生态保护的协同推进。

2.2 模式框架

(1) 输入层。输入层是模式运行的基础数据支撑。水资源总量涵盖区域地表水、地下水、再生水等各类水源的可利用量,通过水文监测与统计分析精准核算;需求预测结合人口增长、产业发展规划,采用趋势外推法、回归分析等方法,预测未来5-10年生活、工业、农业用水需求;政策约束则整合国家及地方节水政策、用水总量控制指标等,为后续配置提供合规性依据,确保输入数据全面、准确且符合政策导向。(2) 处理层。处理层是模式的核心决策环节,通过多目标优化模型平衡节水、经济、生态三大目标。模型以用水效率最大化为首要目标,同时兼顾区域经济收益提升与生态保护需求,构建目标函数与约束条件。例如,在农业水资源配置中,模型可同时优化灌溉用水效率(节水目标)、农作物产值(经济目标)、农田生态用水保障率(生态目标),通过算法迭代求解,得出兼顾多方利益的最优配置方案,避免单一目标导向下的配置失衡。(3) 输出层。输出层将处理层的优化结果转化为可执行的配置方案,并明确用水优先级。方案详细规定各行业、各区域的用水量分配额度,同时根据用水重要性排序,如优先保障居民生活用水与生态用水,其次分配工业与农业用水;对高耗水行业用水实施严格管控,对节水成效显著的领域给予适度倾斜。输出结果以可视化报告形式呈现,为水资源管理部门提供清晰的决策依据,确保配置方案落地执行^[3]。

2.3 关键技术方法

(1) 节水潜力评估模型。节水潜力评估模型通过分析各行业用水现状与节水技术可行性,量化测算区域节水潜力。模型整合用水定额、技术普及率、节水成本等

数据,采用层次分析法、数据包络分析等方法,分别评估农业(如节水灌溉技术推广潜力)、工业(如循环用水技术应用潜力)、生活(如节水器具更换潜力)的节水空间。例如,某城市通过模型测算,得出工业循环用水率提升至90%时可实现年节水2000万立方米的结论,为节水政策制定提供数据支撑。(2) 水权分配与交易机制。水权分配与交易机制通过明确水资源产权,激发市场主体节水动力。首先,依据区域水资源总量与用水需求,将水权公平分配给政府、企业、农户等主体;其次,建立水权交易市场,允许用水效率高、水权有盈余的主体将多余水权出售给缺水主体,通过市场价格杠杆调节水资源流向。例如,某省推行农业水权交易后,农户通过节水获得的多余水权可转让给工业园区,既增加农户收入,又保障工业用水需求,实现水资源高效利用。(3) 智能调度算法。智能调度多种算法为水资源动态配置提供高效计算支持。其中遗传算法通过模拟生物进化过程中的选择、交叉、变异操作,在复杂约束条件下寻找最优配置方案,适用于多变量、非线性的水资源调度问题;粒子群优化算法则通过模拟群体粒子的协作搜索行为,快速收敛至最优解,提升调度效率。例如,在跨流域水资源调度中,运用遗传算法可在短时间内完成不同水源、不同用水区域的水量分配计算,动态调整调度方案,应对降水变化、用水需求波动等突发情况,保障水资源配置的灵活性与精准性^[4]。

2.4 模式特点

(1) 动态适应性。模式具备动态适应能力,可根据外部环境变化实时调整配置策略。通过建立实时监测与反馈机制,持续跟踪水资源总量、用水需求、政策法规等因素的变化,当出现极端天气(如干旱、洪涝)或产业结构调整时,模式能快速更新输入数据,重新运行多目标优化模型,生成新的配置方案。例如,某地区遭遇干旱时,模式可快速完成水资源供需重新核算,下调农业灌溉用水量,优先保障生活与生态用水,避免水资源短缺危机。(2) 参与式决策支持。模式强调多方主体参与决策,打破传统政府单一决策的局限。通过搭建参与式决策平台,邀请用水户(企业、农户)、科研机构等参与水资源配置方案讨论,收集各方意见与诉求,将其纳入模型优化过程。例如,在制定农业水资源配置方案时,组织农户代表、农业技术专家参与论证,结合农户种植需求与节水技术建议,调整灌溉水量分配与节水措施,提升方案的可行性与认可度,确保配置决策科学民主。(3) 与“双控”行动的衔接。模式紧密衔接国家“双控”行动,将用水总量与强度控制指标融入配置全

过程。在输入层,将区域用水总量控制红线与各行业用水强度标准作为政策约束;在处理层,将用水总量不超标、用水强度达标作为模型核心约束条件;在输出层,通过配置方案确保各行业用水量不突破总量上限,用水强度达到国家或地方标准。例如,某企业在模式配置中,用水强度需满足“双控”要求,若不达标则需优化生产工艺或压缩用水量,推动“双控”目标落地,强化节水优先战略的政策协同性。

3 基于节水优先的水资源配置模式推广与应用前景

3.1 适用性分析

(1) 不同水资源条件区域的适应性。该模式在不同水资源条件区域均具备适配性。对于水资源短缺区域,可通过节水潜力评估模型深挖节水空间,结合水权交易机制优化水资源分配,缓解供需矛盾,如华北地区可借助模式压缩农业耗水,保障工业与生活用水;对于水资源较丰富区域,模式能通过生态保护红线约束避免水资源过度开发,同时依托智能调度算法实现水资源高效利用,如南方多水地区可利用模式平衡灌溉用水与河湖生态用水,防止水体污染与生态退化,实现区域水资源可持续管理。(2) 与现有管理体系的兼容性。模式与现有水资源管理体系高度兼容。在政策层面,可衔接现行的用水许可制度、节水管理制度等,将模式输出的配置方案纳入地方水资源管理或节水规划;在技术层面,能整合现有水文监测网络、用水计量系统的数据资源,无需大规模重构基础设施,降低应用成本。例如,地方水利部门可直接将模式的多目标优化结果作为用水指标分配依据,与现有“双控”行动管理流程无缝对接,提升管理效率。

3.2 挑战与对策

(1) 数据获取与共享障碍。当前存在数据分散、共享不畅的问题,如农业用水计量数据不全、跨部门数据壁垒明显。对策方面,需进一步完善水资源数据平台,整合水利、农业、工业等部门数据,明确数据共享责任与权限;同时推广智能计量设备,提升数据采集精度与时效性,为模式运行提供可靠数据支撑,例如某省通过建设省级水资源数据中心,实现各市县用水数据实时共享,有效解决了数据获取难题。(2) 利益相关者协调难题。不同利益主体诉求差异大,如农户担心节水灌溉

影响农业产量,企业不愿承担节水改造成本。对此,需构建利益协调机制,通过补贴政策(如农业节水设备补贴、企业节水改造补贴)平衡各方利益;同时加强宣传引导,普及节水效益,组织利益相关者参与决策,如召开听证会听取意见,确保配置方案兼顾多方权益,提升模式接受度。

3.3 未来研究方向

(1) 气候变化下的适应性优化。气候变化加剧水资源时空分布不均,未来需强化模式对气候变量的响应能力,将降水预测、极端天气预警纳入输入层,优化多目标模型参数,提升模式在气候异常场景下的配置灵活性,例如研究干旱频发地区的应急配置方案,保障水资源供应稳定。(2) 人工智能在动态配置中的应用。可进一步融合人工智能技术,如利用机器学习优化智能调度算法,提升方案生成效率;通过大数据分析用户用水行为,实现个性化节水建议与动态配置调整,推动模式从“被动响应”向“主动预测”升级,例如基于人工智能的用水需求预测模型,能提前预判工业用水波动,为实时调度提供支持。

结束语

基于节水优先的水资源配置模式研究,顺应了水资源可持续利用的时代需求。通过理论探讨与模式构建,明确了节水优先的内涵、原则及量化指标,形成了具有动态适应性、参与式决策等特点的配置框架。尽管面临数据共享、参与方协调等挑战,但随着技术发展与管理完善,其应用前景广阔。未来,需持续优化模式以应对气候变化,强化人工智能赋能,为水资源的高效管理与社会的绿色发展提供更坚实的支撑。

参考文献

- [1] 袁娜.坚持节水优先强化水资源管理[J].中国集体经济,2022,(09):72-73.
- [2] 李亚荣.水利工程技术在水资源管理中的应用探索[J].水上安全,2025,(08):61-63.
- [3] 刘辉.水利工程的节水技术与可持续管理[J].科技风,2024,(07):74-76.
- [4] 李春兰.小型水利工程管理及其节水技术初探[J].水上安全,2024,(10):82-84.