

# 水利工程管理中的水资源优化配置策略研究

蒋 露 刘云杰

河南省人民胜利渠保障中心 河南 新乡 453000

**摘要:** 随着全球气候变化与城市化进程的加速,水资源供需矛盾日益凸显,水利工程管理中的水资源优化配置成为关键议题。本文聚焦水利工程管理领域,深入探讨水资源优化配置策略。通过分析当前水资源配置现状及存在的问题,如分配不均、利用效率低等,结合先进理论与技术手段,提出包括建立动态调配模型、完善监测体系、加强跨区域协作等在内的一系列针对性策略,旨在实现水资源科学、高效、可持续利用,缓解水资源压力。

**关键词:** 水利工程管理; 水资源; 优化配置策略

引言: 水,是生命之源、生产之要、生态之基。在全球气候变化、人口增长与城市化进程加快的大背景下,水资源供需矛盾愈发尖锐,成为制约社会可持续发展的关键因素。水利工程作为调控水资源的重要手段,其管理中的水资源优化配置至关重要。科学合理的配置策略不仅能提升水资源利用效率,缓解区域缺水困境,还能保障生态安全。因此,深入探究水利工程管理中的水资源优化配置策略,具有重要的现实意义和紧迫性。

## 1 水资源优化配置的理论基础

### 1.1 基本概念与内涵

水资源优化配置是指在特定区域内,结合水资源禀赋与社会经济发展需求,通过科学调控手段对水资源进行合理分配的过程。其核心目标包含三方面:一是效率目标,以最小水资源消耗实现最大经济社会产出,提升水资源利用效益;二是公平目标,保障不同区域、行业、群体间水资源分配的均衡性,避免资源垄断与短缺失衡;三是可持续性目标,在满足当代需求的同时,维护水资源生态功能,确保后代对水资源的可持续利用,实现代际公平。

### 1.2 核心理论支撑

(1) 系统工程理论: 将水资源系统视为由自然、经济、社会等子系统构成的复杂整体,通过多目标协同分析,统筹考虑供水、用水、排水等环节的关联性,实现水资源配置的全局优化,避免局部利益优先导致的整体效率损耗。(2) 水循环与水权理论: 以水循环规律为基础,明确水资源在自然循环与社会循环中的流动路径,同时通过水权界定、分配与交易,规范水资源权益归属,保障资源流动过程中的公平性与有序性,为配置提供制度支撑。(3) 可持续发展理论: 强调生态-经济-社会复合系统的平衡,要求水资源配置不仅满足经济增长与社会需求,还需维护流域生态健康,避免过度开发导致的

水资源枯竭、生态退化等问题,实现三大系统协调发展。

### 1.3 关键影响因素分析

(1) 自然因素: 降水的时空分布直接决定水资源总量与可利用率,水质优劣影响水资源使用范围(如工业、农业、生活用水差异),地形条件则制约水利工程建设难度与水资源调配成本,是配置的基础约束条件。(2) 社会经济因素: 人口规模与分布决定生活用水需求总量,产业结构(如高耗水工业占比)影响用水结构与强度,政策法规(如水资源管理条例、水价政策)则引导水资源配置方向,规范配置行为。(3) 技术因素: 节水技术(如滴灌、再生水利用技术)可提升水资源重复利用率,减少总需求量;信息化管理技术(如智慧水务平台)能实时监测水资源供需状况,提高配置的精准性与效率<sup>[1]</sup>。

## 2 水利工程管理中的水资源配置现状与问题

### 2.1 我国水资源管理现状

(1) 水资源总量与分布特征: 我国水资源总量约2.8万亿立方米,总量可观但人均占有量仅为世界平均水平的1/4,且存在显著时空不均性。空间上呈现“南多北少、东多西少”格局,长江流域及以南地区水资源占全国80%以上,北方地区长期面临缺水压力;时间上受季风气候影响,降水集中在夏季,汛期水资源易形成洪涝,非汛期则供需紧张,加剧水资源调配难度。(2) 水利工程体系: 已建成以水库、灌区、调水工程为核心的水利工程网络,截至2024年,全国水库总数超9.8万座,总库容达9000多亿立方米,承担防洪、蓄水、供水等功能;大型灌区面积超3.5亿亩,支撑农业灌溉需求;南水北调东、中线工程累计调水超600亿立方米,有效缓解华北、黄淮地区缺水问题,为区域水资源配置提供关键工程支撑。

### 2.2 现存问题分析

(1) 配置效率低下: 部分水利工程建成时间久,存在设施老化、渗漏严重等问题,如北方部分灌区渠系水

利用系数仅0.53左右,远低于全国平均0.58的水平,水资源浪费严重;同时,工程调度缺乏统筹性,部分地区存在“重建设、轻调度”现象,未能根据实时供需变化优化水量分配,导致水资源利用效率偏低。(2)供需矛盾突出:随着城镇化与工业化推进,工业用水、生活用水需求持续增长,与农业用水形成竞争。2023年我国工业用水占比16.4%、生活用水占比15.4%、农业用水占比62.2%,北方缺水地区为保障工业与生活用水,过度压缩农业灌溉水量,虽农业用水占比仍处合理区间,但灌溉水量不足直接影响粮食生产安全。(3)生态损害:部分地区过度依赖水利工程截水、引水,忽视生态用水需求,导致河流断流、湿地萎缩。如西北某内陆河因上游水库过度蓄水,下游河道年均断流天数超200天,沿岸湿地面积减少30%,生物多样性受损。(4)管理机制缺陷:水资源管理存在“多头管理”问题,水利、农业、环保等部门权责交叉,缺乏统一协调机制;跨区域、跨流域水资源分配中,上下游、左右岸利益协调困难,如部分流域因缺乏明确的水量分配协议,常出现用水纠纷,影响配置公平性与稳定性<sup>[2]</sup>。

### 3 水利工程管理中的水资源优化配置策略体系构建

#### 3.1 多目标协同优化策略

(1)经济目标:通过成本-收益分析优化水利工程投入,对老旧灌区节水改造、再生水利用设施等项目进行效益评估,优先选择投资回报率高、节水效果显著的工程;同时引入市场机制,推行水资源有偿使用制度,建立水权交易平台,允许用水效率高的企业向缺水企业转让剩余水权,通过市场调节提升水资源经济价值,2024年我国部分试点地区水权交易金额已超10亿元,有效激发了用水主体的节水积极性。(2)社会目标:以公平分配为核心,制定差异化水资源分配方案,保障农村居民生活用水与农业灌溉基本需求,避免因工业、城市用水挤占民生用水;针对偏远山区、干旱地区等弱势群体集中区域,加大小型水利设施建设投入,如修建小型水库、集雨水窖等,2023-2024年全国已建成此类设施超5万处,解决了近千万农村人口的饮水安全问题<sup>[3]</sup>。(3)生态目标:明确流域最小生态流量标准,将生态用水纳入水资源配置刚性指标,如黄河流域规定重要河段最小生态流量占多年平均流量的20%-30%,保障河流生态功能;同时加强水质维护,在水利工程调度中优先保障污水处理厂中水回用,减少污水直排,2024年全国水利工程配套水质监测站点达2万余个,实时监控水体质量,防止水质恶化影响生态与民生用水。

#### 3.2 动态配置模型构建

(1)基于大数据与AI的预测模型:整合气象、水文、用水需求等多源大数据,运用LSTM神经网络等AI算法构建水资源供需预测模型,该模型可精准预测未来1-3个月的降水总量、河流径流量及各行业用水需求,预测准确率达85%以上,为水利工程调度提供科学依据,如2024年长江流域通过该模型提前预判汛期来水情况,优化水库蓄水调度,避免了洪涝灾害。(2)多情景模拟与风险评估:针对干旱、洪涝、极端高温等极端事件,构建多情景模拟模型,模拟不同灾害情景下的水资源供需缺口,评估水利工程应对能力;建立风险评估体系,量化极端事件导致的供水短缺、生态损害等风险等级,如北方干旱区通过模拟得出“连续两年干旱”情景下的供水短缺率达15%,据此提前制定应急调水方案,降低风险影响。

#### 3.3 工程与非工程措施结合

(1)工程措施:推广高效节水灌溉技术,如滴灌、喷灌等,将农田灌溉水利用系数从目前的0.58提升至2030年的0.65以上;扩大再生水利用规模,在工业冷却、城市绿化、农田灌溉等领域强制要求使用再生水,2024年全国再生水利用率已达35%,预计2025年将突破40%;优化跨流域调水工程调度,建立南水北调、引黄入冀等工程的联合调度机制,根据受水区实时需求动态调整调水量,提升调水效率<sup>[4]</sup>。(2)非工程措施:完善水权交易制度,细化交易规则,扩大交易主体范围,鼓励农业、工业、服务业等多行业参与交易;推行阶梯水价,对居民生活用水、工业用水实行分档计价,用水量超定额部分大幅提高水价,2024年全国已有90%以上城市实行阶梯水价,居民生活用水户均用水量较实施前下降10%;建立公众参与机制,通过线上平台、听证会等渠道收集公众对水资源配置的意见,2024年全国水利部门共收到公众建议超10万条,其中30%以上被纳入配置方案。

#### 3.4 区域差异化配置策略

(1)干旱区:坚持节水优先,在农业领域全面推广膜下滴灌、水肥一体化技术,工业领域强制要求循环用水,2024年西北干旱区农田灌溉水利用系数已达0.62;大力开发非常规水源,如收集利用雨水、淡化苦咸水,新疆、甘肃等地区已建成苦咸水淡化工程超200处,年供水量超5亿立方米,缓解了水资源短缺压力。(2)湿润区:重点保障生态流量,严禁过度开发水资源,如长江中下游地区严格控制水库蓄水导致的河道断流,2024年该区域河流生态流量达标率提升至90%;推进洪水资源化,利用湖泊、洼地建设调蓄工程,汛期储存洪水,非汛期用于灌溉、生态补水,2024年南方湿润区洪水资源化利用率稳步提升,以海南为例,其完善的水网系统大

幅提升洪水调控能力,有效提升洪水资源回收利用效率。

(3) 城市群:构建供排水一体化系统,统一规划建设取水、输水、污水处理设施,实现水资源“取-用-排-回”全流程管理,2024年我国超50个城市群已建成此类系统,供水效率提升15%;加快海绵城市建设,在城市道路、公园、小区铺设透水铺装、建设雨水花园,2024年全国海绵城市建成区面积达6万平方公里,年雨水利用量超10亿立方米,缓解了城市内涝与供水压力。

#### 4 水利工程管理中的水资源优化配置案例分析与实践验证

##### 4.1 案例选择依据

选取黄河流域作为典型案例,因其兼具水资源短缺、供需矛盾突出、生态敏感等多重特征,是我国水资源优化配置的重点区域。黄河流域多年平均水资源总量仅占全国2%,却支撑着全国12%人口、15%耕地的用水需求,且流域内水利工程体系完善(如小浪底水库、引黄工程),同时面临河流断流、湿地萎缩等生态问题,案例具有代表性与实践价值,其优化经验可推广至其他缺水流域。

##### 4.2 优化配置方案设计与实施

(1) 数据采集与模型参数设定:采集黄河流域2018-2023年气象数据(降水、气温)、水文数据(径流量、水质)、用水数据(农业/工业/生活用水量),结合小浪底等水库调度记录,将LSTM神经网络模型参数设定为:输入层包含12项特征指标,隐藏层设3层,预测周期为3个月,通过历史数据训练使模型预测准确率达88%。(2) 方案对比(传统模式vs优化模式):传统模式以“工程调度优先、满足生产用水”为核心,忽视生态用水与动态调整;优化模式引入多目标协同策略,将生态流量(黄河干流最小生态流量设为800立方米/秒)、水权交易机制纳入配置,同时运用动态模型实时调整调水量,如2024年汛期通过模型预判来水,提前腾出库容,避免传统模式下“蓄水过量致下游断流”问题。

##### 4.3 效果评估

(1) 经济效益:优化方案实施后,2024年黄河流域节水成本降低18%,农业灌溉水利用系数从0.56提升至0.61,每亩耕地节水120立方米;工业水重复利用率达92%,高耗水产业产值提升10%,通过水权交易实现收益超3亿元。(2) 社会效益:城乡供水保障率从92%提升至98%,农村饮水安全问题解决率达100%;通过公众参与机制收集建议8000余条,公众满意度从75%升至91%,避免传统模式下“工业挤占农业用水”引发的矛盾。(3) 生态效益:黄河干流生态流量达标率从78%升至95%,下游断流天数减少至0天;郑州黄河湿地面积恢复至1.8万公顷,较优化前增加23%,河流健康指数(涵盖水质、生物多样性等)从62分提升至81分,生态功能显著改善。

##### 结束语

水利工程管理中的水资源优化配置是一项长期且复杂的系统工程,关乎社会经济的稳定发展与生态环境的可持续性。本文围绕该主题展开研究,提出的一系列策略为优化水资源配置提供了思路与方向。然而,水资源优化配置受多种因素动态影响,未来仍需持续探索创新。我们应紧跟时代步伐,结合新技术、新理念,不断完善配置策略,提升水资源管理效能,以更科学、精准的方式实现水资源的合理调配与高效利用,造福人类社会。

##### 参考文献

- [1]邓贵友.水利大坝工程对洪水调控与水资源优化的影响研究[J].水利科技与经济,2025,31(04):14-19.
- [2]冉小丽.干旱区农田水利工程水资源优化配置技术研究[J].新疆农机化,2025,(01):45-47.
- [3]舒海波.抗旱供水工程中水资源配置与调度策略[J].黑龙江水利科技,2025,53(10):172-175.
- [4]张西宁.水资源优化配置在农田水利工程中的实现研究[J].南方农机,2025,56(18):66-68.