

大型水库工程规划建设中的水资源统筹配置研究

张铂崇

文山州清水河水利枢纽工程管理局 云南 文山 663000

摘要: 水资源统筹配置需兼顾供水、生态、防洪、发电等多目标均衡发展,以流域或区域为单元开展综合管理。其核心原则包括公平、可持续和效率性。时空分配策略涵盖季节性调度、跨区域调水等,并建立动态调整机制。生态与风险防控注重生态流量保障、水质安全防控及风险识别与应急管理。技术支撑则依赖数据采集、模拟预测等先进技术手段。

关键词: 大型水库工程;规划建设;水资源统筹配置

引言:水资源作为支撑社会发展的关键要素,其合理配置意义重大。然而,水资源配置面临多目标协同、时空分布不均、生态风险等诸多挑战。在此背景下,科学统筹配置水资源迫在眉睫。本文围绕水资源统筹配置展开研究,阐述其理论框架与基本原则,剖析时空分配策略,探讨生态与风险防控举措,并构建技术支撑体系,为水资源高效利用提供参考。

1 水资源统筹配置的理论框架与基本原则

1.1 水资源统筹配置的内涵界定

水资源统筹配置的多目标协同性核心是实现各类用水功能的均衡发展,摒弃单一功能导向的配置模式。供水作为基础需求,需保障基本用水的稳定供给;生态用水关乎水资源系统健康,要维持水体循环与周边生态的良性运转;防洪是重要底线,需通过科学调度降低水文灾害风险;发电是综合利用的重要形式,可提升水资源利用价值。各类功能紧密关联,统筹配置需兼顾各方需求,实现整体效益最大化,避免单一功能优先引发的资源浪费与系统失衡。水资源统筹配置的系统整体性以流域或区域为基本单元,将水资源视为有机整体开展综合管理。水资源的循环特性决定其时空关联性,单一区域或环节的配置不当会影响整个系统效率^[1]。统筹配置需立足整体视角,兼顾上下游、地表与地下、当前与长远的水资源关系,协调不同区域和用水环节的方案,打破分散管理壁垒,推动水资源在系统内合理流动、高效利用,提升水资源管理的系统性与科学性。

1.2 统筹配置的核心原则

公平性原则是水资源统筹配置的核心准则,核心是保障不同用户群体在水资源获取与使用上的权益平衡。不同用户群体的用水需求存在差异,生活、生产、生态用水的合理需求都应得到尊重与保障。统筹配置过程中,需兼顾各类用户的需求差异,避免优先满足部分群

体需求而忽视其他群体基本权益,确保水资源在各类用户间合理分配,维护水资源分配的公平与公正。可持续性原则要求水资源统筹配置兼顾当前需求与长远发展,实现资源开发与生态保护的长期协调。水资源属于不可再生资源,开发利用强度需控制在合理范围,避免过度开发导致资源枯竭与生态破坏。统筹配置需充分考虑水资源承载能力,在满足当前用水需求的同时,为未来发展预留充足水资源空间,注重生态保护与修复,推动水资源开发与生态建设协同发展。效率性原则强调水资源统筹配置需实现技术可行性与经济合理性的统一,提升水资源利用效率。技术可行性是配置方案落地的基础,需依托成熟的水资源调度、处理与利用技术,确保方案顺利实施,避免技术不成熟导致配置失效。经济合理性要求兼顾投入与产出,在保障用水需求的前提下,优化配置流程、降低开发利用成本,提升水资源利用效益,实现高效利用。

2 水资源统筹配置的时空分配策略

2.1 时间维度分配策略

季节性调度规则是时间维度水资源统筹配置的核心支撑,核心目标是实现汛期蓄水与枯水期供水的动态平衡,缓解水资源季节性分布不均的问题。结合水资源在不同季节的分布差异,汛期需在保障运行安全的前提下,科学调控蓄水规模,最大限度储存富余水资源,避免水资源因自然径流而白白流失。枯水期则根据前期蓄水存量和当期各类用水需求,合理调配供水量,明确用水保障重点,优先保障核心用水需求,同时兼顾各类用水的均衡供给。通过科学设计季节性调度规则,有效衔接汛期与枯水期的水资源调配,保障水资源供给的稳定性和连续性,提升时间维度水资源配置的合理性。长期规划与短期调整的协同机制是时间维度水资源统筹配置的重要保障,核心是实现长远发展目标与即时用水需求

的有机衔接,提升配置方案的科学性和适应性^[2]。长期规划立足水资源整体禀赋和长远发展需求,明确一段时期内水资源配置的总体目标、总量分配标准和整体实施方向,为水资源统筹配置提供宏观指引和根本遵循。短期调整则针对短期内的水文情势变化、用水需求波动以及各类突发情况,灵活优化调整配水方案,及时应对配置过程中出现的问题。二者协同发力、相互补充,既保障水资源配置的长远合理性,又提升配置方案的灵活性和可操作性。

2.2 空间维度分配策略

流域内上下游协同调度框架是空间维度水资源统筹配置的基础,核心是打破区域分割壁垒,立足流域水资源循环的整体性,实现流域内水资源的整体优化配置。结合流域水资源的自然循环特性,明确上下游地区的用水权责和水资源分配比例,协调上游蓄水、输水与下游用水的衔接关系,避免上游过度用水、无序用水对下游水资源供给造成不利影响。通过建立完善的协同调度框架,统筹上下游水资源供需状况,优化输水线路和调度流程,提升流域内水资源的利用效率,实现流域整体水资源效益的最大化,促进流域内水资源的均衡、高效利用。跨区域调水是解决水资源空间分布不均、缓解区域用水矛盾的重要手段,其核心是做好可行性分析与路径优化,确保调水工程高效、合理、稳定运行。可行性分析需全面考量区域间水资源禀赋差异、调水工程的建设成本、水资源承载能力以及调水后对调出区和调入区的综合影响,科学判断调水方案的合理性和可操作性。路径优化则聚焦调水线路设计、输水方式选择等核心环节,在保障调水效率、满足调入区用水需求的前提下,最大限度降低调水过程中的水资源损耗,减少对沿线区域各类影响,确保调水工程能够实现水资源跨区域的合理调配。

2.3 动态调整机制

基于实时监测的配水方案修正,是水资源统筹配置动态调整机制的核心内容,目的是依托精准的实时监测数据,实现配水方案的动态优化,提升配置的精准度。通过构建完善的水资源实时监测体系,全面、及时掌握水资源总量、水位变化、水质状况以及各类用户的用水需求等关键数据,精准识别配水过程中存在的偏差和问题。根据监测数据的实时反馈,对现行配水方案进行科学修正,合理调整供水量、供水时序和分配比例,确保配水方案与实际水资源状况、用水需求保持高度匹配,提升水资源配置的科学性和精准度。用户需求弹性与优先级的动态匹配,是动态调整机制的重要组成部分,核

心是根据用户用水需求的变化和弹性差异,灵活调整用水优先级,实现水资源供给与用户需求的动态平衡^[3]。不同用户群体的用水需求弹性存在明显差异,核心用水需求弹性较低,非核心用水需求弹性较高。通过动态识别用户用水需求的变化趋势和弹性差异,科学划分用水优先级,在水资源紧张时,优先保障核心用水需求,合理压缩非核心用水;在水资源充足时,优化非核心用水配置,提升水资源利用效益,增强水资源配置的针对性和合理性。

3 水资源统筹配置的生态与风险防控

3.1 生态流量保障技术

生态需水量的计算方法与动态调整是生态流量保障的核心,旨在科学确定维持生态系统健康所需的水资源量并实现动态优化。计算方法需综合考量水体自身循环需求、周边植被生长需求以及生态系统自我修复需求,结合水资源整体禀赋,形成科学系统的计算体系。动态调整则根据季节变化、水文情势波动以及生态系统状态变化,对计算结果进行适时优化,避免固定数值导致的生态保障不足或水资源浪费,确保生态需水量与实际生态状况、水资源供给能力相匹配,为生态流量保障提供科学支撑。水库调度对河流生态的影响评估与修正,是生态流量保障的重要环节,核心是减少水库调度对河流生态系统的不良影响。影响评估需全面分析水库调度过程中流量变化、水位波动对河流廊道、水生生物生存环境以及周边生态系统的作用,精准识别调度过程中可能出现的生态问题。基于评估结果,对水库调度方案进行科学修正,优化调度时序和流量分配,合理衔接自然径流规律,减少调度对生态系统的干扰,实现水库调度与河流生态保护的协同发展,保障河流生态系统的完整性和稳定性。

3.2 水质安全防控

水库水质变化趋势预测模型是水质安全防控的基础,核心是精准预判水质变化规律,为水质防控提供提前预警和科学指引。模型需整合水库水体理化特性、水文条件、污染物输入等各类影响因素,通过系统分析各类因素与水质变化的关联关系,构建科学的预测体系。通过该模型,可提前预判不同时段、不同条件下水库水质的变化趋势,及时识别水质恶化的潜在风险,为后续污染源控制和水质改善提供针对性依据,提升水质安全防控的主动性和科学性,保障水库水质稳定达标。污染源控制与水质改善技术路径是水质安全防控的核心手段,旨在从源头减少污染输入、提升水体自净能力^[4]。污染源控制需聚焦各类潜在污染来源,通过科学管控减少

污染物进入水库水体,切断污染传播路径,从源头降低水质污染风险。水质改善技术路径则依托成熟的水体净化技术,结合水库水体特性,优化技术应用方案,提升水体自净能力,改善水体水质状况。二者协同发力,形成“源头防控+过程治理”的完整体系,持续提升水库水质安全水平,保障水资源配置的水质达标。

3.3 风险识别与应急管理

水资源安全阈值设定与预警机制是风险防控的前提,核心是明确水资源安全边界,及时预警各类安全风险。安全阈值设定需综合考量水资源承载能力、用水需求规模以及生态保护要求,科学划定水资源供给、水质状况等方面的安全边界,明确风险触发条件。预警机制则依托实时监测数据,对水资源量、水质状况、供水保障能力等关键指标进行动态监测,当指标接近或超出安全阈值时,及时发出预警信号,提醒相关部门采取应对措施,提前防范水资源安全风险,保障水资源统筹配置的稳定性。极端事件下的应急配水方案与备用能力,是风险应急管理的重要内容,旨在应对极端情况下的水资源供给危机。应急配水方案需结合极端事件的类型和影响范围,明确应急供水目标、供水量分配、输水路径和实施流程,优先保障核心用水需求,最大限度降低极端事件对水资源供给的影响。备用能力建设则聚焦应急水源储备、输水设施备用以及应急调度能力提升,通过完善备用体系,确保极端事件发生时能够快速启动应急配水方案,提升水资源供给的抗风险能力,保障水资源安全稳定供给。

4 水资源统筹配置的技术支撑体系

4.1 数据采集与监测技术

多源数据融合的水文信息监测网络是水资源统筹配置的数据基础,核心是实现各类水文信息的全面采集、整合与精准传输。该网络整合不同监测手段获取的水资源相关数据,涵盖水量、水位、水质等关键指标,通过数据融合技术消除不同监测方式的误差,提升数据的准确性和完整性。监测网络可实现对水资源动态的全方位、全天候监测,及时捕捉水资源时空分布变化,为水资源统筹配置的分析、决策提供可靠的数据支撑,保障配置方案的科学性和针对性。物联网与大数据在水资源管理中的应用,是提升水资源统筹配置效率的重要技术

手段。物联网技术实现对水资源监测节点的智能化连接,可实时采集各类监测数据并快速传输至数据处理中心,打破传统监测的时空限制。大数据技术则对海量监测数据进行深度分析、挖掘,识别水资源分布规律、用水需求变化趋势以及配置过程中存在的问题,将数据资源转化为决策依据,优化水资源配置流程,提升水资源管理的智能化水平和配置效率^[5]。

4.2 模拟与预测技术

水文模型与水资源评价模型集成是水资源统筹配置模拟与预测的核心技术,旨在实现对水资源状况的精准模拟和科学评价。水文模型可模拟水资源的循环过程,精准反映水量、水位等要素的变化规律;水资源评价模型则对水资源总量、供需状况、利用效率等进行全面评价。二者集成后,可实现数据共享、功能互补,提升对水资源时空分布、供需平衡的模拟精度,为水资源统筹配置方案的制定提供科学的模拟支撑和评价依据。机器学习在水量预测中的适应性分析,核心是优化水量预测精度,为水资源统筹配置提供提前预判。通过分析机器学习算法的特性,结合水资源预测的需求的数据特点,筛选出适配水量预测的算法类型,优化算法参数设置。

结束语:水资源统筹配置是一项复杂且意义重大的系统工程,涉及多目标协同、时空分配、生态与风险防控以及技术支撑等多个方面。通过明确内涵原则、制定科学策略、强化生态保障与风险防控,并依托先进技术构建支撑体系,可实现水资源的合理配置与高效利用,保障水资源安全稳定供给,为经济社会的可持续发展筑牢根基。

参考文献

- [1]李明,张华.基于多目标决策的水资源优化配置与水利工程协同规划研究[J].水利学报,2022,53(08):945-955.
- [2]王强,刘芳.水资源优化配置视角下区域水利工程规划策略探讨[J].水资源保护,2021,37(04):112-118+125.
- [3]陈宇,赵丽.水资源优化配置与水利工程规划的互动关系及实施路径[J].中国农村水利水电,2020,(07):46-50+56
- [4]郭耀华.农田水利工程的水资源利用效率与节水技术研究[J].农业开发与装备,2025,(02):166-168.
- [5]韩雨航.精细化水资源优化配置模型构建及应用[D].河北:河北工程大学,2021.