

水利工程中的水资源优化配置与管理

宫书锋

山东省聊城市莘县水利局, 山东 聊城 252400

摘 要： 本文全面探讨了水资源优化配置与管理的理论基础，涵盖系统分析、配置理论、管理理论和可持续利用理论。进而，针对我国水利工程现状和配置需求，提出了一系列模型与方法，包括多目标规划、整数规划、神经网络等。最终，文章提出了水资源合理分配、节约保护、体制改革、产业结构调整 and 生态修复等策略，为我国水利工程的水资源优化提供了理论支持和实践指导。

关 键 词： 水资源优化配置；水资源管理；水利工程；多目标规划；可持续利用

Optimal Allocation and Management of Water Resources in Hydraulic Engineering

Gong Shufeng

Water Resources Bureau of Xinian County, Liaocheng, Shandong 252400

Abstract： This paper comprehensively discusses the theoretical basis of optimal allocation and management of water resources, including system analysis, allocation theory, management theory and sustainable utilization theory. Furthermore, a series of models and methods, including multi-objective programming, integer programming and neural network, are proposed according to the current situation and allocation requirements of water conservancy projects in China. At last, the paper puts forward the strategies of rational allocation, conservation and protection of water resources, system reform, adjustment of industrial structure and ecological restoration, which provide theoretical support and practical guidance for the optimization of water resources of water conservancy projects in our country.

Keywords： optimal allocation of water resources; water resources management; water conservancy project; multi-objective programming; sustainable utilization

引言

水资源是人类社会生存和发展的重要基础，对于农业生产、工业制造、生态环境和人民生活都具有重要意义。随着我国经济社会的快速发展，水资源的需求不断增长，而水资源的时空分布不均、开发利用程度不高等问题日益突出，水资源短缺已经成为制约我国社会经济发展的瓶颈。因此，如何实现水资源的优化配置与管理，提高水资源的利用效率，保障水资源的可持续利用，已成为当前亟待解决的重大课题。

一、水资源优化配置与管理的理论基础

本章节旨在为水资源优化配置与管理的研究提供坚实的理论支撑。通过对水资源系统分析的深入探讨，以及对水资源优化配置理论、水资源管理理论和水资源可持续利用理论的详细阐述，旨在构建一个全面的理论框架，以指导实际水资源管理实践，确保水资源的合理利用和长期可持续性。

（一）水资源系统分析

水资源系统分析是深入理解和有效解决水资源问题的关键。该分析涉及对水资源循环、供需关系以及水资源系统结构与功能的多层面探讨。实践中，它包括对水资源数量、质量、时空分布

特性及其与社会经济活动互动的全面考量。通过细致的系统分析，我们能够揭示水资源的制约因素和开发潜力，为资源配置优化提供坚实的数据支持。例如，通过对流域水资源的全面评价，我们能够界定水资源的承载能力和开发边界，从而规划出合理的分配方案。

（二）水资源优化配置理论

水资源优化配置是指在保障水资源供需平衡的基础上，通过科学合理地配置水资源，实现水资源的高效利用和最大化利益。在实践中，水资源优化配置依赖于多种技术手段，包括水文水资源评价、水资源调查监测、水资源模拟预测、水资源调度决策等方面的技术^[1]。这一理论强调在满足生态环境需求的基础上，通

过技术、经济、法律和管理等手段，实现水资源在农业、工业、生活和生态等各部门之间的合理分配。在实际应用中，这涉及建立数学模型和算法，如线性规划、动态规划等，以寻找最优或满意的水资源分配方案。例如，通过构建多目标优化模型，可以在保障农业灌溉的同时，兼顾城市供水和生态用水需求。

（三）水资源管理理论

水资源管理理论探讨的是如何通过高效的管理策略，确保水资源的持续利用。它涉及水资源的规划、组织、协调、控制及监督等多个环节。在具体实践中，该理论着重于制度创新和机制构建，如推行水权制度、普及节水与循环利用技术、构建水资源市场等。例如，通过建立流域层面的水资源管理协调机制，能够有效地调节上下游及左右岸之间的水资源冲突。

（四）水资源可持续利用理论

水资源可持续利用理论主张在满足当前世代需求的同时，保护后代满足自身需求的可能性。该理论倡导在水资源开发利用中，全面考虑生态环境的维护和社会经济的长远发展^[2]。实践中，这转化为制定和执行水资源保护政策，如流域综合整治、湿地保护、水源地维护等措施，以保障水资源的长期供应和生态系统的健全。例如，通过推行水资源功能分区，能够有效地维护水资源的自然属性和生态功能。

二、水利工程现状及水资源优化配置需求

本章节将深入剖析我国水利工程的现状，审视水资源开发利用的实际情况，并在此基础上，分析水资源优化配置的迫切需求。

（一）我国水利工程概况

我国水利工程拥有悠久的历史，历经长期发展，已构建起包括水库、堤防、灌区、水电站等在内的广泛水利基础设施体系。这些工程在防洪、抗旱、供水、发电等多个方面发挥了至关重要的作用，为我国的经济社会发展提供了坚实支撑。但是，随着人口增长和城市化步伐的加快，水资源需求持续增长，现有的水利工程正遭遇新的挑战，包括设施老化、运行效率不足以及生态环境影响等问题，这些问题日益成为关注的焦点^[3]。

（二）水资源开发利用现状

在水资源开发利用方面，我国已经取得了显著成就，但同时也暴露出一些问题。一是水资源开发利用程度不均衡，部分地区开发过度，导致生态环境恶化，而有些地区则因工程不足而水资源利用不足。二是水资源利用效率总体不高，农业灌溉用水效率较低，工业用水重复利用率有待提升。三是水资源污染问题严重，尤其是部分流域的水质污染，加剧了水资源的供需矛盾。

（三）水资源优化配置需求分析

针对当前水资源开发利用的现状，水资源优化配置的需求变得愈发紧迫。我们必须优化水资源的空间分布，借助跨流域调水、区域水资源联网等措施，减轻水资源分布不均的难题。提升水资源利用效率势在必行，依靠技术革新和体制改革，降低用水成本，推动水资源的节约使用。再者，建立水资源配置的长效机制

制至关重要，通过法律法规、市场机制等途径，实现水资源的合理分配和高效管理。最终，我们必须重视生态环境保护，确保水资源开发利用与生态环境保护的和谐共生，以实现水资源的可持续利用^[4]。

三、水资源优化配置模型与方法

水资源优化配置是一个复杂的问题，涉及多个目标和多种约束条件。本章节将介绍一系列先进的模型与方法，这些工具为水资源管理者提供了强大的技术支持，使得在众多竞争性需求中寻找最优或满意的资源配置方案成为可能。

（一）多目标规划模型

多目标规划模型是一种强大的决策支持工具，专为解决水资源配置中面临的多个相互竞争和冲突的目标而设计。该模型赋予决策者能力，在考虑经济效益最大化、社会公平保障以及生态环境保护等多重目标的基础上，探索并确定最优的资源配置策略。在实际应用中，多目标规划模型能够辅助决策者在农业灌溉、工业生产、居民生活用水等不同用水部门之间，实现水资源的合理均衡分配，确保各领域用水的需求得到有效满足，同时优化用水结构。此外，该模型还能够考虑到长期和短期目标之间的平衡，以及不同地区和利益相关者之间的利益协调。通过精确的数学算法和灵活的决策变量，多目标规划模型能够为水资源管理者提供一个全面的视角，以便在复杂的决策环境中做出科学、合理的水决策^[5]。

（二）整数规划模型

整数规划模型在水资源配置领域的应用，其核心优势体现在对离散决策变量进行精确而有效地处理。例如，在水库的运行规则设定、水闸的启闭时机等决策场景中，该模型要求决策变量必须为整数，从而在处理水资源管理中的非连续性决策问题时显示出其独特的有效性。整数规划模型确保了决策结果的可行性，避免了在实际操作中出现不切实际的中间状态。在更为复杂的决策场合，如决定是否建设新的水库或水处理设施，整数规划模型能够提供经过优化的决策方案。这些方案不仅考虑了投资成本、预期收益、环境影响等多元因素，而且还确保了决策结果符合实际情况，即决策变量为整数，不存在分数或小数的建设方案。

（三）神经网络模型

神经网络模型以其模拟人脑处理机制的能力，展现出处理复杂数据关系的非凡才能，尤其在水资源预测与管理领域，其优势尤为显著。通过对神经网络的精心训练，能够精准预测未来的水资源需求、水位波动等情况，为水资源的合理配置提供了科学依据^[6]。该模型的实际应用范围广泛，涵盖了水资源供需预测、洪水预警系统等多个方面，为我国水资源的可持续管理提供了强有力的技术支持。

（四）模糊数学模型

水资源系统通常充斥着众多不确定性和模糊性因素，而模糊数学模型正是应对这些挑战的有效工具。该模型运用模糊逻辑和模糊集理论，对水资源配置中的不确定性信息进行精确的量化分

析,从而使得决策过程更加贴近现实情况。特别是在评估水资源利用对生态环境影响时,模糊数学模型能够巧妙地处理那些难以用精确数值表达的生态指标,为科学决策提供了更为全面和合理的依据。

（五）粒子群优化算法

粒子群优化算法,作为一种依托群体智能的优化技术,借鉴了鸟群觅食的自然行为模式,以寻找问题域中的最优解决方案。在水资源配置领域,该算法被广泛应用于探寻水库调度、水质管理等方面的最佳策略。其显著优势在于算法结构简洁、收敛效率高,特别适用于解决水资源优化中的复杂问题,为水资源管理提供了高效且实用的优化工具^[7]。

（六）遗传算法

遗传算法,作为一种启发式的搜索技术,其灵感来源于生物进化理论中的自然选择和遗传原理。在水资源配置领域,遗传算法展现了其在大范围搜索空间中探寻最优解的强大能力,尤其擅长处理那些包含多个局部最优解的复杂问题。例如,在多水库系统的联合调度优化中,遗传算法能够有效地辅助决策者找到在满足众多约束条件下的最佳运行策略,确保水资源的高效利用与配置。

四、水资源优化配置与管理策略

水资源优化配置与管理不仅是一项技术性工作,更是一项涉及政策、经济、社会和生态多个层面的系统工程。本章节将从策略层面出发,探讨如何通过一系列切实可行的措施,实现水资源的合理分配、节约保护、管理体制变革、产业结构调整以及生态环境保护与修复,以期构建一个高效、公平、可持续的水资源管理体系。

（一）水资源合理分配策略

合理分配水资源是维护社会公平与效率的核心要务。我们必须构建一个以需求为导向的分配体系,深入考量不同区域和行业间水资源需求的差异性^[8]。通过立法手段明确水资源分配的准则和优先次序,确保基本生活用水和生态环境用水能够得到优先满足。借助经济手段,如改革水价体系,引导水资源流向效率更高、价值更大的用途,从而实现水资源的高效优化配置。

（二）水资源节约与保护策略

节约与保护水资源是缓解水资源紧张状况的关键途径。一方面,我们应当推广先进的节水技术与设施,以提升水资源的利用效率。例如,在农业领域推广滴灌技术,在工业领域推广循环水利用系统。另一方面,必须加强水资源保护工作,严格控制污染物的排放,确保水环境的质量安全。这包括实施流域的综合治理、强化水源地的保护措施等一系列重要举措。

（三）水资源管理体制变革

改革水资源管理体制是提高水资源管理效率的本质需求。这涉及完善水资源管理的法律规范体系,构建健全的水资源管理责任与绩效考核机制,推动水资源管理从分散化向集中化、从粗放型向精细化管理模式的转变^[9]。与此同时,积极探索建立水资源市场体系,利用市场机制推动水资源的合理分配与高效使用。

（四）产业结构调整与优化

调整和优化产业结构是降低水资源消耗、提升水资源利用效益的重要策略。我们应当积极倡导发展节水型产业,对高耗水、高污染的产业实施限制和淘汰,促使产业结构向低耗水、高附加值的方向发展。同时,需依据各地水资源状况,科学规划产业布局,防止水资源的过度开发和无谓浪费,确保水资源的高效与可持续利用^[10]。

（五）生态环境保护与修复

保护和修复生态环境是保障水资源可持续利用的根本。必须强化对生态用水的保障,保持河流、湖泊及湿地的生态功能完整性。同时,推进生态修复项目,如退耕还林还草、水土保持等措施,以改善水资源的自然循环状况,提升水资源的自我恢复能力。通过这一系列举措,旨在实现经济社会进步与生态环境保护的和谐共融。

五、结束语

水资源优化配置与管理对国计民生、生态文明和可持续发展具有重要意义。本文全面剖析了水利工程中的水资源配置与管理,从理论到实践,从模型方法到策略措施,进行了深入探讨。我们审视了水资源系统,提出了配置与管理策略,旨在为决策者、管理者和研究者提供参考,助力我国水资源管理体系改革与进步。

面对水资源问题的复杂性和动态性,我们知道研究之路无尽头。因此,我们倡导持续探索,适应社会经济发展和生态环境变化。我们呼吁社会各界共同提升水资源管理的科学性、法治性和智能化,守护珍贵水资源,共建美丽中国,实现人与自然的和谐共处。让我们携手并进,在水资源管理道路上持续探索,共创辉煌未来。

参考文献

- [1]王凯. 水利工程中的水资源优化配置与调度管理[C]//中国智慧工程研究会. 2024新技术与新方法学术研讨会论文集. 河南省交通规划设计研究院股份有限公司, 2024:2. DOI:10.26914/c.cnkihy.2024.007415.
- [2]任文颖, 黄斯妍, 杨柳, 等. 基于 WEAP 模型的河北省水资源供需分析[J]. 人民黄河, 2023, 45(S1):30-31.
- [3]姜秋香, 曹璐, 王子龙, 等. 基于 CVaR-TSP 的黑龙江城市水资源配置及风险管理[J]. 水利水电科技进展, 2022, 42(01):40-46.
- [4]尤龙凤. 基于水资源优化配置的太原市引黄供水工程规划研究[J]. 水利技术监督, 2023, (07):55-58.
- [5]韩淑敏. 平和县城及其周边乡镇水资源优化配置方案[J]. 水利科技, 2023, (01):14-17.
- [6]徐康, 李丽华, 景圆. 龙河口引水工程水资源优化配置研究[J]. 治淮, 2020, (11):22-24.
- [7]李建美. 红延河多目标水资源优化配置研究[D]. 宁夏大学, 2020.DOI:10.27257/d.cnki.gnxhc.2020.000070.
- [8]韩占峰, 周曰农, 安静泊. 我国调水工程概况及管理趋势浅析[J]. 中国水利, 2020, (21):5-7.
- [9]郑鹏. 优化资源配置强化节约用水不断推进水生态系统修复[N]. 延安日报, 2021-08-05(002).DOI:10.38231/n.cnki.nyabr.2021.001480.
- [10]赵伟, 张晓辉, 张文, 等. 河北省地表水开发利用现状及优化配置利用研究[J]. 水利规划与设计, 2021, (12):1-4+26.