

水利水电工程中水资源管理与调度优化研究

丁云球

江西省万年县水利局

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5970

[摘要] 我国水电工程迅猛发展,水资源管理与调度优化问题凸显其重要性。本研究聚焦于水利水电工程中的水资源管理,旨在探讨调度优化策略。在确保水电站稳定运行及满足供水需求的基础上,力求实现水资源的最优配置与利用。通过构建水资源系统运行调度模型,并融入多目标优化理论,本研究旨在提升水电站发电量,同时兼顾下游及生态环境的水资源需求。采用启发式优化算法求解,调度策略展现出更高的灵活性,有效降低了水库水位波动,提升了发电效益。案例验证分析进一步证明了所提方法的实用价值及广阔应用前景,为水电工程水源的综合调度与优化管理提供了坚实的理论依据与策略支撑。

[关键词] 水利水电工程; 水资源管理; 调度优化; 合理调度; 多目标优化理论

中图分类号: TV213 文献标识码: A

Study on water resources management and scheduling optimization in water conservancy and hydropower projects

Yunqiu Ding

Wannian County Water Resources Bureau of Jiangxi Province

[Abstract] With the rapid development of hydropower projects in China, the problem of water resources management and scheduling optimization highlights its importance. This study focuses on water resources management in water conservancy and hydropower projects, and aims to explore scheduling optimization strategies. On the basis of ensuring the stable operation of the hydropower station and meeting the water supply demand, we strive to realize the optimal allocation and utilization of water resources. By constructing the operation and scheduling model of water resources system and integrating the multi-objective optimization theory, this study aims to improve the power generation of hydropower station, while taking into account the water resources demand of downstream and ecological environment. Using the heuristic optimization algorithm to solve, the dispatching strategy shows higher flexibility, effectively reduces the fluctuation of reservoir water level and improves the power generation efficiency. The case verification analysis further proves the practical value and broad application prospect of the proposed method, and provides a solid theoretical basis and strategic support for the comprehensive dispatching and optimization management of water sources in hydropower projects.

[Key words] water conservancy and hydropower projects; water resources management; scheduling optimization; rational scheduling; multi-objective optimization theory

引言

水电作为我国重要的可再生能源,其开发与利用面临多重挑战。如何在保障电力供应的同时,实现水资源的有效保护与节约,满足多样化的用水需求,成为亟待解决的问题。这不仅关乎电力生产效率,更直接影响到水环境的可持续保护。因此,本研究致力于探索科学的水资源管理策略与调度计划,借助数学与模拟优化技术,力求在水电站运行与供水保障的前提下,实现水资源的最大化利用。研究旨在完善水资源管理体系,提升水电站

发电效益,确保下游需求,同时兼顾生态环境,为水电工程的水资源管理提供理论支撑与实践指导。

1 我国水电工程发展现状与水资源管理挑战

1.1 我国水电工程的发展概述

我国水电工程发展迅速,已成为全球水电强国,这得益于丰富的水资源、政策支持及技术进步。三峡电站、小浪底水利枢纽和乌东德水电站等大型项目,不仅提升了水电装机容量,还促进了区域经济可持续发展。然而,水电开发规模的扩大对水资源

综合管理与协同调度提出更高要求。如何在保障生态安全与满足多方用水需求的前提下,实现水电资源的优化利用,成为当前重大挑战。应对这些挑战,需结合先进管理模式与技术创新,促进水电工程的社会、经济与环境效益协调发展,确保水电开发的可持续性。

1.2 水资源管理面临的主要问题

在中国水电工程飞速发展的背景下,水资源管理面临多重问题。资源配置不均衡是突出问题,地区间水资源分布差异导致部分地区水资源短缺严重,影响当地经济发展与民生。过度开发与利用对生态环境带来负面影响,加剧了水土流失和水污染。管理体制的不健全,使得多部门协调存在困难,缺乏统一规划及监管机制。技术手段的不足亦影响管理效率,传统管理方法无法有效应对复杂的水资源管理与调度需求。政策与法规的滞后性使水资源保护与合理利用面临挑战,这些问题共同制约着水资源的可持续利用。

1.3 水电调度的现状与挑战

水电调度在我国水利水电工程中扮演关键角色,其现状反映出多重挑战。在资源分配与需求不平衡的背景下,如何合理配置水资源以保障下游用水及生态需求,是调度亟待解决的问题。复杂的水文条件和气候变化增加了调度的难度,要求系统具备更高的响应能力。再者,现有调度系统的技术水平和管理能力与现代化需求尚存差距,限制了水资源的最优利用。优化水电调度成为提升水电站效率和满足多元化需求的当务之急。

2 水资源系统运行调度模型的建立

2.1 运行调度模型的基本概念与构建

水资源系统运行调度模型在水利水电工程中扮演着关键角色,其基本概念包含多个核心要素。调度模型旨在综合考虑水电站发电需求、供水需求以及生态环境保护等多元目标。通过对水文过程、水库蓄泄规律及发电机组性能的深刻理解,可实现水资源的科学配置和高效利用。该模型的构建需基于水系特征、历史水文数据及预测信息,建立数学表达式以表征水量平衡、能量转换及生态流量等因素。在应用中,应采用先进的数学工具和计算技术,模拟复杂的水文动态,以实现精准调度。调度模型须具备灵活性与可扩展性,能够适应不断变化的水文情势和管理目标。通过科学的模型构建与优化,可提升水资源调度的效率和效益,进而为水电工程的可持续发展提供必要支持。

2.2 多目标优化理论在水电站调度中的应用

多目标优化理论在水电站调度中发挥着关键作用,其核心在于协调多个相互冲突的目标,如提高发电效率、满足下游用水需求及保护生态环境。在水电站调度的应用中,多目标优化可以通过建立数学模型,将不同目标函数合并为一个综合指标,采用权重系数反映各目标的相对重要性。该模型需准确描述水电站的水力-电力转换过程及流域的水资源供需特性。应用多目标优化理论可以有效地提升水电站的运行效率,使调度策略在整个规划期内实现效益最大化,为制定科学的水电调度方案提供了理论支持。

2.3 具体调度模型的搭建与演示

具体调度模型的搭建与演示中,需要明确调度优化的目标,包括提高发电效率、保障下游水资源供应以及生态环境的维护。在模型构建中,采用多目标优化理论,通过数学建模将水电站调度问题转化为求解优化问题。模型集成流域水文特性、水库容量、电站需求和生态流量约束等因素,建立综合性调度框架。在调度策略实施中,利用计算机模拟技术进行模型演示与验证,模拟结果显示调度模型能够有效优化水资源配置,实现发电与供水效益的兼顾,为实际应用提供科学依据。

3 启发式优化算法在水电调度中的应用

3.1 启发式优化算法的基本原理

启发式优化算法是一种模拟自然启发进行问题求解的技术,通过相对简单的规则来发现复杂问题的近似最优解。该算法通常包含生成候选解、评估候选解、选择优秀解及更新现有解四个关键步骤,通过不断迭代优化,在复杂搜索空间中寻找最优或次优方案。具体应用中,启发式算法常结合问题特征进行定制化设计,以提高求解效率和解的质量。常见的启发式优化算法包括遗传算法、粒子群优化以及模拟退火等,通过模拟生物进化、群体智能或热力学过程来指导搜索方向和策略。在水电调度问题中,启发式算法通过构建适应具体需求的评价函数,寻找能够在多种目标间实现平衡的调度策略,从而提高发电效益并满足生态需求。

3.2 启发式优化算法在水电调度优化中的运用

启发式优化算法在水电调度优化中发挥着关键作用。其通过模拟自然进化与行为机制,提供了一种处理多约束、多目标问题的有效路径。在水电调度优化中,常用的启发式算法包括遗传算法、粒子群优化算法和蚁群算法等。这些算法擅长在大规模非线性问题中进行全局搜索,在优化水电站调度策略时,能够快速适应变化的水文条件和电力需求,提升计算效率和结果精确度。利用启发式算法的随机搜索和自适应特性,可有效平衡发电效益与生态保护需求,实现最佳的水资源配置。

3.3 优化结果的分析与比较

对优化结果的分析表明,启发式优化算法在水电调度中的应用有效提高了水电站的运行效率。生成的调度策略显示,在满足下游水量需求的减少了水库水位的波动幅度,与传统方法相比,发电量显著增加。优化方法通过对比不同算法的结果,表现出在计算效率和解决复杂性上的优势,为水资源管理提供了可靠的决策支持,满足了生态环境和多方利益的综合需求。

4 水源调度优化方法及其效益分析

4.1 水源分配的优化方法

水源分配的优化方法在水利水电工程中具有重要意义,其核心在于通过科学合理的模型与算法实现水资源的高效配置。基于多目标优化理论,优化方法需考虑提高发电量、保障供水及生态环境保护三大目标。在模型构建中,利用数学模型确定水库调度时序与水量调配,确保在不段内资源的合理分配。引入启发式优化算法,借此在高维复杂空间中探寻近似最优解,从而有效解

决传统方法难以处理的大规模多目标问题。通过在不确定性条件下进行模拟,可以适时调整调度方案,保证各方面需求的动态平衡。调度策略的制定需因地制宜,充分考虑区域差异及具体水文条件,以实现资源利用的最大化和可持续性。

4.2 调度策略对水电站运行的优化效益

水源调度策略在水电站运行中的优化效益主要体现在几个方面。通过优化调度策略,提高了水电站发电量,确保在满足供电需求的有效利用水资源。优化的调度策略能够合理分配水流,减少无效弃水现象,从而提升水资源利用效率。调度策略通过动态调控水库水位,有效控制水位波动,保障了水电站的安全运行。这不仅降低了水库水位急剧变化带来的风险,还提升了水电设备的运行寿命。优化策略关注生态与环境需求,在调度过程中兼顾生态流量,保护下游生态环境。优化后的调度策略能够在发电效益与生态保护之间取得平衡,为水资源的可持续利用提供有力支持。

4.3 调度优化方法对满足各方面需求的实用价值

调度优化方法能够在水电工程中有效平衡发电效益、生态环境保护 and 下游供水需求。通过优化水源分配,不仅提升了水电站的运行效率,还减少了水库水位波动对生态环境的影响,从而维护了河流生态健康。在满足多重需求的情况下,该方法在提高水资源利用率方面表现出显著优势,使得水资源的管理和调度更为科学高效,为水电工程的发展提供了坚实的技术支撑和应用价值。

5 水电工程水源的综合调度与优化管理

5.1 结合实际情况进行综合调度

在水电工程水源综合调度中,需要充分结合流域的自然条件和社会经济需求,以实现可持续利用与多方共赢。考虑流域的降水量、地形地貌及气象条件等自然因素,是制定合理调度策略的基础。需结合当地的经济发展目标、农业及工业用水需求以及生态环境保护等社会因素,平衡发电、供水和生态流量的调度目标。在这一过程中,实时监控与信息反馈机制的应用增强了调度的灵活性和效率。综合协调多部门资源信息,确保调度方案具有可操作性,并能及时应对突发及季节性变化。完善的管理评估机制为水源综合调度提供了实施保障,确保其有效落实。

5.2 优化管理的策略与实施

优化管理的策略与实施在水电工程的水源调度中扮演着关键角色。需从系统整体出发,结合水资源供需动态变化,制定科学的调度方案。优化策略应兼顾发电效益与生态需求,具体包括动态调整水库蓄水量、合理配置下泄流量,以平衡各方需求。实施过程中,需应用先进的信息化技术与实时监控系统,确保对水资源的精准调度。通过智能化管理平台,综合分析气象、水文等

多方面数据,预测并预警可能出现的水资源冲突,协调上下游用水。在实施调度策略时,应根据环境、经济和社会影响进行调整,以实现资源的可持续利用,提高系统应对不确定性的能力,增强水电工程调度的智能化和灵活性。

5.3 对水电工程水源调度与优化的未来前景探讨

未来的水电工程水源调度与优化将朝着智能化、数字化和生态友好型方向发展。智能调度系统可以通过实时监测和数据分析,精准控制水资源的利用,使调度过程更具适应性和预见性。数字化技术的应用将促进水电站之间的联网协作,提高整体系统的响应速度和效率。生态需求将成为重要考量因素,调度策略需平衡发电效益与环境保护,以实现可持续发展。随着技术进步和政策支持,水源综合管理的实践与研究将更加深入,开拓更为广阔的应用前景。

6 结束语

本研究以水利水电工程水资源管理为核心,运用数学模型与模拟优化技术,深入探讨了水资源调度优化问题。通过构建运行调度模型并融入多目标优化理论,旨在提升水电站发电效益,保障下游及生态环境需求。启发式优化算法的应用,验证了所提方法对塑造灵活调度策略、降低水库水位波动及提高整体效益的积极作用。然而,研究局限在于未充分考虑自然条件与气候变化等实际因素,且缺乏针对具体地理区域的深化分析。未来研究应引入更多实际场景,提升模型精确度与实用性。本研究结果为水电工程水资源管理提供了理论与实践指导,展现了新的思考方式与操作策略。鉴于我国水利水电工程的复杂特性,未来需继续探索优化算法,拓宽研究领域,以应对多变量、多约束的优化挑战,推动我国水电工程水资源管理的持续优化与发展。

[参考文献]

- [1]汤迪操.水利水电工程项目人力资源管理——评《水利水电工程施工组织与管理》[J].灌溉排水学报,2021,40(6):151-152.
- [2]向晶晶.优化水利水电工程管理的措施[J].产业科技创新,2020,(08):97-98.
- [3]王艳芳.水利水电工程管理现状与优化研究[J].电力设备管理,2022,(13):190-192.
- [4]李强龙镇.水利水电工程运行调度中的风险管理[J].中国防汛抗旱,2021,31(S1):41-43.
- [5]蓝明霞.水利水电工程规划中的水资源管理与保护[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2020(8):4273-4274.

作者简介:

丁云球(1972--),男,汉族,江西万年人,大专,助理工程师,研究方向:水利水电工程。