

水利水电工程中的水资源优化配置与调度研究

● 孙岩 路新锋 陈扬柱 王子腾 李鹏军



[摘要] 本文旨在探讨水利水电工程中的水资源优化配置与调度问题。通过对水资源特性的深入分析,结合水利水电工程的实际情况,提出了一系列水资源优化配置的方法和调度策略。本文首先概述了水资源优化配置与调度的基本概念和原则,然后详细分析了水利水电工程中水资源的时空分布特性、可再生性与有限性等关键要素。在此基础上,本文设计了水资源优化配置方案,包括水资源评价、水需求预测和优化配置方案设计等环节。同时,探讨了水利水电工程中的水资源调度实践,包括水库调度、跨流域调水和洪水调度等方面。通过典型水利水电工程的案例分析,验证了所提方法和策略的有效性和可行性,为相关领域的研究和实践提供了有益的参考。

[关键词] 水利水电工程;水资源优化配置;调度策略;水库调度;跨流域调水

水是重要的基础资源,然而随着人口增长和经济发展,水资源短缺、污染和分布不均等问题日益突出。水利水电工程作为水资源开发利用的重要手段,对于保障水资源安全、促进经济可持续发展具有重要意义。然而,水利水电工程在建设和运行过程中也面临着水资源优化配置与调度的难题。如何在有限的水资源条件下,实现水资源的合理高效利用,成为当前亟待解决的问题。因此,本文将对水利水电工程中的水资源优化配置与调度进行深入研究,以期为解决水资源短缺和保障生态安全提供科学依据和技术支持。

Q 水利水电工程中的水资源特性

(一)水资源的时空分布特性

1.降水量、径流量的时空分布不均

水资源在时间和空间上的分布极不均匀。从时间上来看,由于季风气候的影响,我国夏季多雨、冬季少雨,季节性变化明显。夏季时,受副热带高压控制,降水量增多;而冬季则受西风带影响,降水量减少。这种季节性变化使得水资源的利用和管理面临挑战,需要在丰水期合理储存,在枯水期合理分配。

从空间上来看,受地形、地貌以及气候等多种因素的影响,水资源的地区分布也极不均匀。我国南方地区水资源相对丰富,而北方地区则相对贫乏。这种空间分布的不均匀性导致不同地区在水资源利用上存在差异,需要采取跨流域调水等措施来平衡地区间的水资源需求。

2.水资源短缺与丰富的地区差异

由于时空分布的不均匀性,一些地区水资源短缺,而另一些地区则相对丰富。这种差异对水利水电工程的规划和建设产生了重要影响。在缺水地区,需要更加注重水资源的节约和保护,通过建设节水型社会、提高水资源利用效率等措施来缓解水资源短缺的问题。而在水资源丰富的地区,则需要更加注重水资源的合理开发和利用,避免过度开发和浪费。

(二)水资源的可再生性与有限性

1.水资源的可再生过程及更新速度

水资源具有可再生性,这是由其流动性以及永无休止的水循环运动所决定的。水循环包括蒸发、降水、地表径流、地下径流等多个环节,通过这些环节,水资源得以不断更新和再生。这种可再生性使得水资源在受到污染或损失后,可以通过自然过程得到恢复和更新。然而,水资源的更新速度是有限的。不同地区的水循环速度和更新周期存在差异,这取决于当地的气候、地形、地貌等多种因素。因此,在水资源的开发利用过程中,需要充分考虑其可再生性和更新速度,避免过度开发和浪费。

2.开发利用的难度及影响因素

水资源的开发利用受到多种因素的影响,包括地形、地貌、气候、技术、经济等。在一些地区,受地形复杂、气候恶劣等自然条件的限制,水资源的开发利用难度较大。同时,由于技术水平和经济条件的限制,一些地区在水资源的开发利用上也面临困难。此外,水资源的开发利用还受到

法律法规和政策的影响。为了保护水资源和生态环境，相关部门制定了一系列法律法规和政策措施来规范水资源的开发利用行为。这些法律法规和政策措施对水利水电工程的规划和建设产生了重要影响，需要在工程规划和建设过程中严格遵守和执行。

Q 水利水电工程中的水资源优化配置方法

在水资源日益紧张的背景下，水利水电工程中的水资源优化配置显得尤为重要。为了确保水资源的可持续利用，需要采取一系列有效的方法来评价和分配水资源。以下是对水资源优化配置方法的详细阐述。

（一）水资源评价

水资源评价是水资源优化配置的基础。这一步骤主要包括对地下水、地表水、雨洪等不同类型的可用水源进行全面调查和分析。通过收集和分析水文地质、气象、水质等方面的数据，可以确定这些水源的可利用性、数量和质量等关键因素。这有助于了解水资源的现状，为后续的水资源分配提供科学依据。

（二）水需求预测

水需求预测是水资源优化配置的重要环节。通过对历史数据的分析，可以预测未来一段时间内不同领域（如农业、工业、生活用水等）的水需求量。这有助于合理安排水资源的使用，避免浪费和短缺。同时，水需求预测还可以为制定水资源管理政策提供依据，确保水资源的公平分配和有效利用。

（三）优化配置方案设计

在了解了水资源的现状和未来需求后，需要制定合理的水分配方案。这一步骤需要综合考虑需求优先级、可持续性等因素，确保水资源的合理分配和利用。为了制定最优的水分配方案，可以采用线性规划、非线性规划、动态规划等优化方法。这些方法可以帮助找到在满足各种需求的前提下，使得水资源利用效率最大化的方案。具体来说，线性规划方法适用于处理简单的线性关系问题，如确定最优的水资源分配比例；非线性规划方法则可以处理更复杂的关系，如考虑水质、水量等因素对水资源分配的影响；动态规划方法则适用于处理随时间变化的问题，如考虑未来水资源的供需变化对当前分配方案的影响。

Q 水利水电工程中的水资源调度实践

水资源调度是水利水电工程中的关键环节，它直接关系到水资源的有效利用和工程的安全运行。

（一）水库调度是水资源调度的重要组成部分

通过制定合理的水库蓄水与放水计划，可以确保水库的安全运行，并满足下游的用水需求。在实际操作中，需要

根据水库的蓄水量、下游的用水需求以及气象预报等因素，综合考虑并制定科学的调度方案。此外，水库调度还需要实现多目标调度，即在防洪、发电、灌溉、供水等多个方面达到平衡。为了实现这一目标，需要对水库的调度方案进行不断优化和调整，确保在满足各项需求的同时，实现水资源的最大化利用。

（二）跨流域调水

跨流域调水是通过工程措施将水资源从一个流域调往另一个流域的过程。这一措施可以解决水资源分布不均的问题，实现水资源的合理配置。在进行跨流域调水时，需要根据调入区和调出区的水资源条件，选择合适的水源并进行规划。

跨流域调水工程涉及输水线路、泵站、闸门等工程设施的建设和运营管理。这些设施的建设和运行需要充分考虑地形、地质、气候等因素，确保工程的安全和稳定。同时，还需要建立完善的运营管理机制，确保跨流域调水工程的长期稳定运行。

（三）洪水调度

洪水调度是确保水利水电工程安全运行的重要措施。在洪水来临前，需要制定科学合理的防洪预案，明确应对措施和调度原则。这些预案需要充分考虑洪水的特性、工程的防洪能力以及下游的承灾能力等因素。为了实现洪水的实时监测和预警，需要充分利用水文监测站网和现代信息技术手段。通过实时监测洪水的水位、流量等参数，可以及时获取洪水信息，为调度决策提供科学依据。同时，还可以利用信息技术手段对洪水进行模拟和预测，为防洪调度提供更加精准的支持。

综上所述，水利水电工程中的水资源调度实践包括水库调度、跨流域调水和洪水调度等多个方面。通过科学合理的调度实践，可以实现水资源的合理配置和有效利用，确保水利水电工程的安全运行和可持续发展。

Q 水资源优化配置与调度的案例分析

（一）某地区水利工程水资源优化配置案例

1. 地区水资源概况及水利工程现状

某地区位于我国内陆，水资源分布不均，夏季降雨集中，冬季干旱少雨。该地区拥有多座水库和引水工程，但由于历史原因和技术限制，水资源利用效率低下，存在较为严重的浪费现象。同时，随着该地区经济的快速发展，农业、工业和生活用水需求不断增加，水资源供需矛盾日益突出。

2. 优化目标与方案内容

针对该地区水资源现状，制定了水资源优化配置方案，旨在提高水资源利用效率，满足经济发展和生活用水需求。

优化目标包括：提高水库蓄水能力，优化引水工程布局，减少水资源浪费，保障生态安全。具体方案内容包括：一是加强水库调度管理，制定合理的蓄水、放水计划，确保水库在枯水期有足够的蓄水；二是优化引水工程布局，减少输水过程中的损失和浪费；三是推广节水技术，提高农业灌溉和工业用水的效率；四是加强水资源保护，防止水污染和生态破坏。

3. 实施过程与效果评估

在实施过程中，加强了水库调度管理，建立了完善的水资源监测和预警系统，以及及时掌握水资源动态。同时，加大了节水技术的推广力度，提高了农业灌溉和工业用水的效率。此外，还加强了水资源保护宣传和教，增强了公众的水资源保护意识。经过几年的实施，该地区水资源优化配置方案取得了显著成效。水库蓄水能力得到显著提高，引水工程布局更加合理，水资源浪费现象得到有效遏制。同时，农业灌溉和工业用水的效率得到大幅提升，生态环境得到明显改善。

(二) 国内外典型水利水电工程的水资源调度案例

1. 南水北调工程

南水北调工程是我国为解决北方地区水资源短缺问题而实施的一项重大战略性水利工程。该工程通过东、中、西三条调水线路，将长江、黄河、淮河和大海河四大江河的水资源联系起来，形成“四横三纵、南北调配、东西互济”的水资源配置格局。在南水北调工程中，注重实现多目标调度，即在保障北方地区用水需求的同时，兼顾生态环境保护 and 南水北调工程的可持续发展。通过优化调度方案，实现了水资源的合理配置和高效利用。实施效果方面，南水北调工程为北方地区提供了稳定的水资源保障，有效缓解了水资源短缺问题。同时，该工程还促进了区域经济发展，为我国的经济社会的可持续发展做出了重要贡献。

2. 三峡工程

三峡工程是中国在长江流域实施的一项重大水利水电工程，具有防洪、发电、航运、水资源利用等综合效益。在三峡工程的调度策略中，注重实现防洪、发电和水资源利用的协调统一。通过制定科学合理的调度方案，确保了三峡工程在防洪、发电和水资源利用等方面的综合效益最大化。实施效果方面，三峡工程在防洪方面发挥了重要作用，有效减轻了长江流域的洪涝灾害。同时，该工程还为全国提供了大量的清洁能源，促进了能源结构的优化和升级。此外，三峡工程还改善了长江流域的航运条件，促进了区域经济的发展。

从以上案例中可以得出以下经验：一是要注重实现水资源的合理配置和高效利用；二是要注重实现多目标调度和协

调统一；三是要加强水资源监测和预警系统的建设；四是要加大节水技术的推广力度；五是要加强水资源保护宣传和教。这些经验对于今后开展水资源优化配置与调度工作具有重要的指导意义。

Q 结束语

综上所述，在水利水电工程领域，水资源优化配置与调度研究不仅关乎工程本身的效益最大化，更是实现水资源可持续利用、保障我国水资源安全、促进社会经济可持续发展的关键所在。本文深入分析了水资源优化配置与调度的理论基础、方法体系以及实践案例，旨在为相关领域的研究和实践提供有益的参考和借鉴。未来，水利水电工程中的水资源优化配置与调度研究仍面临诸多挑战和机遇。一方面，随着社会经济的发展和人口的增长，水资源供需矛盾将更加突出，对水资源优化配置与调度的要求也将更高。另一方面，随着科技的进步和创新，将拥有更多手段和方法来应对这些挑战，推动水资源管理的科学化和智能化水平不断提升。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 王占海, 何梁, 王保华, 等. 环北部湾地区水资源优化配置研究[J]. 水电能源科学, 2022, 40(10): 44-47.
- [3] 刘启. 洞庭湖北部多闸泵系统水资源优化配置研究[D]. 长沙: 长沙理工大学, 2022.
- [4] 太光宏. 水资源优化配置方案评价研究与应用[J]. 低碳世界, 2021, 11(05): 215-216.
- [5] 吕恬可, 方星, 吕志升, 等. 山区小流域水资源优化配置浅析——以缙云县昆坑小流域为例[J]. 浙江水利科技, 2021, 49(01): 1-2, 6.
- [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.

作者简介:

孙岩(1987—), 女, 汉族, 陕西铜川人, 本科, 高级工程师, 陕西汇霖建设有限公司, 研究方向: 水利水电。

路新锋(1986—), 男, 汉族, 陕西西安人, 本科, 工程师, 陕西国铁工程咨询管理有限公司, 研究方向: 土木工程。

陈扬柱(1987—), 男, 汉族, 陕西安康人, 本科, 高级工程师, 陕西安康恒鑫建设工程有限公司, 研究方向: 水利工程。

王子腾(1995—), 男, 汉族, 陕西安康人, 大学专科, 工程师, 陕西安康恒鑫建设工程有限公司, 研究方向: 水利水电。

李鹏军(1980—), 男, 汉族, 陕西西安人, 大学专科, 工程师, 陕西熠鸿建设工程有限公司, 研究方向: 水利工程。