

水库水电站非汛期优化调度系统应用研究

余 龙

华电四川发电有限公司宝珠寺水力发电厂, 四川 广元 628000

[摘要]随着全球能源结构的变化和水资源的有限性, 水库水电站的非汛期优化调度逐渐受到重视。该研究围绕水库水电站在非汛期的优化调度系统展开, 探讨了在水资源有限、电力需求变化及多目标冲突的背景下, 如何实现水电站的高效、稳定运行。通过对非汛期水电站运行特点、现有问题及策略的深入分析, 文中提出了一系列优化建议。其中, 强调了多目标优化模型的建立、环境与生态流量的确保、技术更新与员工培训的重要性, 以及维护与检修的整合策略。研究结果为水电站提供了一个科学、合理的非汛期优化调度框架, 有助于提高水电站的经济效益, 保障电力供应稳定, 同时兼顾生态和环境的需求, 为水电站的可持续发展提供了有力支撑。

[关键词] 水库水电站; 水电站非汛期; 优化调度; 优化策略

DOI: 10.33142/hst.v6i9.10411

中图分类号: TV213.4

文献标识码: A

Research on the Application of Non Flood Season Optimal Dispatching System for Reservoir Hydropower Stations

YU Long

Baozhusi Hydropower Plant of Huadian Sichuan Power Generation Co., Ltd., Guangyuan, Sichuan, 628000, China

Abstract: With the changes in the global energy structure and the limitations of water resources, the non flood season optimization scheduling of reservoir hydropower stations is gradually receiving attention. This study focuses on the optimization scheduling system of reservoir hydropower stations during non flood seasons, exploring how to achieve efficient and stable operation of hydropower stations in the context of limited water resources, changes in electricity demand, and multi-objective conflicts. Through in-depth analysis of the operational characteristics, existing problems, and strategies of non flood season hydropower stations, a series of optimization suggestions are proposed in the article. Among them, the establishment of multi-objective optimization models, the assurance of environmental and ecological flow, the importance of technological updates and employee training, as well as the integration strategy of maintenance and repair were emphasized. The research results provide a scientific and reasonable non flood season optimization scheduling framework for hydropower stations, which helps to improve the economic benefits of hydropower stations, ensure stable power supply, and balance ecological and environmental needs, providing strong support for the sustainable development of hydropower stations.

Keywords: reservoir hydropower station; non flood season for hydropower stations; optimization scheduling; optimization strategy

引言

水库水电站作为清洁、可再生的能源生产设施, 在全球能源结构中占有重要地位。随着社会经济的发展和电力需求的持续增长, 如何提高水电站的运行效率和经济效益, 尤其在水资源有限的非汛期, 成为了行业和学界的研究焦点。非汛期, 由于水源供应的不稳定性和有限性, 水电站的调度策略和决策变得尤为复杂。此外, 考虑到环境保护和生态需求的日益增强, 传统的以电力生产为主导的调度模式已不能满足当前的需求。因此, 如何在确保电力供应的前提下, 兼顾水资源的合理利用、环境保护和社会经济效益, 是本研究探讨的核心问题。本文旨在对水库水电站非汛期的优化调度系统进行深入研究, 通过对现有问题的分析, 提出一系列策略和建议, 为实际运营提供科学、合理的指导和参考。

1 水库水电站非汛期优化调度的重要意义

水库水电站非汛期优化调度在整体水电运营中占有

至关重要的地位。非汛期通常是降雨较少、入库流量较稳定但有限的时期, 这使得水资源的管理和使用需要更为精细和周到。正确的非汛期调度不仅可以确保水电站的经济效益最大化, 通过合理的电力输出满足电网需求, 还可以保障农业、工业和居民生活的用水需求, 在资源有限的情况下达到多方共赢。此外, 优化的非汛期调度还可以为即将到来的汛期腾出必要的库容, 确保汛期时的防洪安全和电力发电的高效性。更为重要的是, 合理的非汛期调度策略还关系到下游河流的生态环境健康, 通过保持适当的下泄流量, 可以为河流生态系统提供必要的生存环境, 确保生物多样性和河流健康。因此, 水库水电站非汛期优化调度不仅是技术和经济问题, 更涉及到社会、生态和安全等多方面的利益, 它对于水电站的长期稳定运行和地区社会经济的持续健康发展都具有深远的意义。

2 水库水电站非汛期的特点

水库水电站非汛期所呈现的特点深刻影响了水电资

源的管理和利用方式。首先,非汛期往往表现为降雨量的显著减少,导致入库流量相对稳定,但整体水量较为有限。这种有限的水资源供应使得每一滴水都显得尤为宝贵,需要细致地进行调度以满足多重需求。其次,除了发电外,非汛期还需要满足农业灌溉、生活用水和工业生产等多种用途的水需求。这使得非汛期的水电调度成为一个复杂的多目标优化问题,需要在满足发电需求的同时,兼顾其他用水方面的要求。再者,由于电网的负荷和电价可能与汛期存在差异,水电站需要灵活地根据电网的需求调整出力,确保电力供应的稳定性和经济性^[1]。此外,为了为即将到来的汛期做好准备,水库还需要进行合理的库容管理,确保有足够的容量来储存汛期的大量雨水。因此,水库水电站非汛期呈现出稳定但有限的水源、多重用水需求、变化的电网需求和对即将到来的汛期做好准备等多种特点,这些特点决定了非汛期的水电调度策略需要更为精细和周到,以确保各方面的利益得到平衡和满足。

3 水库水电站非汛期优化调度的现有问题

3.1 水源稳定性与有限性

水库水电站在非汛期的调度中面临着众多挑战,其中,水源稳定性与有限性是最为显著的问题之一。非汛期往往伴随着较少的降雨和相对平稳的入库流量,虽然这为水电站调度提供了一定的稳定性,但也意味着可用的水资源量相对有限。在这种背景下,如何合理、高效地分配和利用这有限的水资源成为了一个亟待解决的问题。水电站需要在满足电力发电的同时,兼顾农业、工业和居民生活的用水需求。由于水资源的有限性,可能导致在某些时段无法完全满足各方的需求,从而产生供需矛盾。另外,水资源的有限性也可能对电力市场造成影响,限制了水电站在某些高价时段的发电量,从而影响其经济效益。同时,为了确保即将到来的汛期有足够的库容空间,水电站在非汛期还需要对库容进行精细的管理,这进一步增加了调度的复杂性。

3.2 多目标调度的复杂性

水库水电站非汛期优化调度所面临的核心问题之一是多目标调度的复杂性。特别是在非汛期,当水源相对有限时,如何平衡并实现各种不同的目标变得尤为关键。这些目标包括:确保电力供给,满足电网变化的需求;为农业、工业和居民生活提供足够的用水;保持适当的生态流量以保护下游生态环境;以及考虑即将到来的汛期,为可能的降雨事件预留足够的库容。每一个目标都有其独特的需求和考量,这些需求之间可能存在冲突,如追求最大的电力输出可能会牺牲生态流量,而过多地释放水为其他用途可能会影响电力生产^[2]。因此,如何在多个目标之间找到平衡点,确保每一个目标都得到合理的满足,是非汛期调度中的一大难题。

3.3 环境与生态考量

在水库水电站非汛期优化调度中,环境与生态考量是

一个日益凸显的问题,尤其在当前全球高度关注可持续发展与生态保护的背景下。水电站的调度不仅仅关乎电力供给和经济效益,还与下游河流生态系统的健康和稳定息息相关。非汛期,由于水流入量有限,若过度强调发电需求,可能导致河流下游的流量减少,从而影响河流的生态连续性,对鱼类迁移、繁殖以及河床微生物的生存造成负面影响。此外,水库调度也可能影响下游湿地、泥沙搬运、河床形态和温度等,这些因素都会对河流生态系统产生深远的影响。不恰当的调度可能导致生态流量下降,对河流生态环境造成破坏,从而触发生态系统失衡,导致生物多样性降低。

3.4 电网需求的变化

水库水电站非汛期优化调度在实际操作中,电网需求的变化是一个不可忽视的重要问题。与汛期相比,非汛期的电力消费模式、负荷需求和电价机制可能存在显著的差异。例如,冬季的取暖和夏季的制冷等季节性需求导致电网在非汛期出现负荷高峰,而这往往与水库的入库流量低迷相矛盾。为了响应电网的需求,水电站可能需要提供更为灵活的调峰能力,尤其是在电力系统中缺乏其他调峰资源的情况下。这意味着水电站在非汛期需要在有限的水资源中做出合理的调度决策,确保既满足电网的稳定供电要求,又能实现较高的经济效益。更为复杂的是,随着可再生能源如风电、太阳能的快速发展,非汛期的电网需求变得更加难以预测,这为水电站的调度带来了更大的不确定性。

3.5 维护与检修的资金投入

水库水电站在非汛期优化调度过程中,维护与检修的资金投入成为了一个不可避免的关键问题。非汛期由于水量相对较少,经常被选作是水电设施的维护和检修时期。这意味着在这一时期,水电站可能面临着停机或部分停机的情况,从而影响到正常的电力输出和相应的经济效益。然而,为了确保水电站的长期稳定运行和安全,这些维护与检修工作是不可或缺的。它们需要大量的资金投入,包括设备更换、设施升级、专家咨询以及员工培训等。对于许多水电站,特别是那些较为陈旧或资金短缺的水电站来说,如何在有限的预算内合理分配资金,确保在满足维护和检修需求的同时,还能进行正常的发电运营,成为了一个巨大的挑战。

4 水库水电站非汛期优化调度的策略与建议

4.1 建立多目标优化模型

对于水库水电站非汛期的优化调度,建立多目标优化模型是一个至关重要的策略,它能够帮助决策者在多个可能相互冲突的目标中找到最佳的平衡点。在非汛期,水库需要满足电力发电、农业灌溉、生活用水、生态放水等多种需求,这些需求往往伴随着不同的经济、社会和环境价值。多目标优化模型可以将这些不同的价值和需求量化为具体的目标函数,并通过数学方法在这些目标函数之间找

到最佳的权衡和平衡。这样的模型不仅可以提供一个系统性、全面的视角，还能确保决策的科学性和客观性^[3]。但要注意，建立多目标优化模型需要大量的数据和专业知识，而且模型的精度和可靠性需要经过反复地验证和修正。

4.2 环境与生态流量的确保

对于水库水电站非汛期优化调度，确保环境与生态流量的重要性不言而喻。随着全球对可持续发展和生态保护意识的日益增强，河流生态系统的健康和稳定已经成为了调度策略中不可或缺的一部分。河流的生态流量不仅是维持河流生态系统正常运行的关键，还直接关系到水质、河床稳定性、鱼类和其他水生生物的生存。因此，非汛期调度策略中必须考虑到下游河流的生态需求，确保在满足发电、农业、生活和其他需求的同时，也能为河流生态系统提供必要的生存环境。这意味着，在确定每日的放水流量时，必须将生态流量纳入考虑，确保其不低于某一预定的最小值。同时，为了更好地满足生态需求，可以考虑采取模拟自然流量的方式，例如模拟季节性的流量变化，或在特定的时间模拟鱼类迁移所需的流量。此外，建议定期进行生态流量的评估和监测，根据实际的生态反馈调整非汛期的调度策略，确保河流生态系统的长期健康和稳定。

4.3 持续的技术更新与培训

在水库水电站非汛期优化调度中，持续的技术更新与培训策略显得尤为重要。随着科技的飞速发展，新的调度方法、模型和工具不断涌现，这为提高调度效率、精度和可靠性提供了巨大的机会。然而，仅仅依赖最新的技术并不足够，关键在于如何将这些技术与现有的运营体系结合起来，并确保调度人员能够熟练运用。因此，持续的技术培训和更新对于保障非汛期优化调度的成功至关重要。定期的技术培训可以确保调度人员掌握最新的知识和技能，对于新出现的调度问题和挑战，他们能够迅速做出反应并采取合适的策略^[4]。此外，与技术供应商、研究机构和其他水电站的交流合作，可以帮助水电站了解和引入行业内的最佳实践和经验。因此，持续的技术更新可以确保水电站的调度系统始终处于最佳状态，能够满足日益增长和变化的电网和社会需求。

4.4 多部门协同

对于水库水电站非汛期优化调度，多部门协同是一项关键策略，确保整体效率和资源最大化利用。非汛期的水资源调度不仅涉及电力发电，还关联到农业灌溉、居民供水、生态保护和旅游等多个领域，这意味着涉及多个行政部门和利益相关方。单一部门或者单一利益方的决策可能导致资源的低效使用或某些利益方的需求被忽略。因此，多部门之间的紧密协同与沟通显得尤为重要。建议建立一个跨部门的协调机制，其中包括定期的沟通会议、共享的

信息平台 and 明确的决策流程。这样的机制可以确保各部门的需求和信息得到充分的交流和考虑，同时也能更好地处理和解决冲突和矛盾。此外，通过多部门协同，可以整合各方的资源和技术，发挥各自的优势，为非汛期的优化调度提供更为科学、合理的决策依据。

4.5 维护与检修的整合

对于水库水电站在非汛期的优化调度，维护与检修的整合策略显得尤为关键。非汛期，由于水量的有限性，往往被视为设备维护和检修的最佳时机。然而，如何在确保电力供应的稳定性与满足其他用水需求的同时，高效地进行维护与检修，是一大挑战。建议采用整合的方法，提前制定详尽的维护与检修计划，确保各项活动的时间、资源和资金上都得到充分的协调和优化。这不仅可以缩短停机时间，提高设备的利用率，还能确保各项维护与检修工作得到有效执行，延长设备的使用寿命。同时，结合现代技术，如远程监控和预测性维护，可以更为精确地确定维护与检修的时间和内容，进一步提高工作效率。此外，维护与检修的整合也有助于减少冗余和重复的工作，节约资金和资源。

5 结束语

随着本研究的深入，我们认识到水库水电站非汛期的优化调度不仅是技术和经济问题，更是一个涉及生态、环境和社会多重利益的综合问题。在有限的水资源与不断增长的电力需求之间寻找平衡，同时考虑生态与环境的保护，无疑是一项挑战重重的任务。但通过本研究，我们也看到了多种可行的策略和方法，它们为我们提供了在非汛期实现水电站高效、稳定、可持续运行的可能性。因此，随着技术的进步和各方对此问题的共同关注与努力，我们有信心在未来实现一个既环保又高效的水电站非汛期优化调度系统。期望本研究能为行业、政府和学界在此领域的决策和研究提供有价值的参考，共同推动水电站的可持续发展。

【参考文献】

- [1] 李凯. 水库水电站非汛期优化调度系统应用研究[J]. 河南科技, 2023, 42(15): 58-61.
 - [2] 陈潇. 三峡水电站短期精细化水量计算方法与调度建模研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2022.
 - [3] 李力. 复杂水力联系下梯级水库短期联合优化调度研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2023.
 - [4] 崔喜艳. 考虑径流预报不确定性的三峡水库非汛期优化调度研究[D]. 天津: 天津大学, 2019.
- 作者简介: 余龙 (1989.5—), 男, 毕业院校: 三峡大学水利与环境学院, 所学专业: 水文与水资源工程, 当前就职单位: 华电四川发电有限公司宝珠寺水力发电厂, 职务: 水务班副班长, 职称级别: 工程师。