

防汛抗旱视角下水库运行管理策略探讨

覃海龙

罗定市水库工程管理服务中心, 广东 罗定 527200

DOI:10.61369/WCEST.2025020013

摘要 : 阐述水库防汛抗旱功能, 包括拦蓄洪水、调节径流、抗旱保供等及带来的效益。分析防汛抗旱协同理论, 指出运行调度机制存在决策滞后等问题, 以及设施设备技术瓶颈。介绍动态调度模型、联合调控方案等多种策略及应用, 强调其对防汛抗旱的重要性和创新性, 还提及南北方差异及未来研究方向。

关键词 : 水库; 防汛抗旱; 运行管理

Discussion on Reservoir Operation and Management Strategies under The Perspective of Flood Control and Drought Relief

Qin Hailong

Luoding Reservoir Engineering Management Service Center, Luoding, Guangdong 527200

Abstract : This paper discusses the flood control and drought resistance functions of reservoirs, including flood interception, runoff regulation, and drought protection, along with the benefits they bring. It analyzes the theory of coordinated flood control and drought resistance, highlighting issues such as decision-making delays in operational scheduling mechanisms and technical limitations in facilities and equipment. The paper introduces various strategies and applications, such as dynamic scheduling models and joint regulation plans, emphasizing their importance and innovation in flood control and drought resistance. It also addresses the differences between the southern and northern regions and outlines future research directions.

Keywords : reservoir; flood control and drought relief; operation management

引言

水库在流域综合治理中具有防汛抗旱的核心功能, 对保障水资源稳定供应及社会经济发展至关重要。2021年发布的《关于加强水利基础设施建设的指导意见》强调了水利设施建设与管理的重要性。水库通过拦蓄洪水和释放水量分别在防汛抗旱中发挥关键作用, 其功能带来显著社会效益。同时, 防汛抗旱协同理论框架涉及多种理论体系, 然而水库运行调度机制存在问题, 设施设备面临技术瓶颈。因此, 需融合多种技术、设计合理方案、构建评价系统及防控体系等, 以优化水库运行管理策略, 提升其在防汛抗旱中的作用。

一、水库运行管理理论基础

(一) 水库防汛抗旱功能定位

水库作为流域综合治理的核心设施, 具有重要的防汛抗旱功能。在防汛方面, 水库能够通过拦蓄洪水, 削减洪峰流量, 从而减轻下游地区的洪水压力。其调洪蓄水功能可有效调节河川径流, 在洪水期储存多余水量, 避免洪水泛滥成灾^[1]。在抗旱方面, 水库起到了抗旱保供的关键作用。当面临干旱时期, 水库可以释放储存的水量, 满足农业灌溉、工业生产以及居民生活用水等需求, 保障水资源的稳定供应。同时, 水库的这些功能还带来了显著的社会经济效益, 如保障人民生命财产安全、促进农业和工业稳定发展等。

(二) 防汛抗旱协同理论框架

在防汛抗旱协同理论框架中, 构建相关理论体系至关重要。水量时空分配理论需考虑不同时段和区域的用水需求, 合理调配水库水量, 以应对防汛与抗旱的不同情境^[2]。风险效益平衡理论要求在保障水库安全运行、降低防汛风险的同时, 充分发挥其在抗旱中的效益, 实现两者的平衡。多目标优化理论则综合考虑防汛、抗旱以及其他相关目标, 如生态保护、发电等, 通过优化算法找到最佳的水库运行策略。同时, 解析防汛抗旱的矛盾统一关系, 认识到两者在水资源利用上存在矛盾, 但通过合理的水库运行管理又可实现统一, 共同保障水资源的可持续利用和社会经济的稳定发展^[2]。

二、防汛抗旱视角下水库运行现状分析

（一）运行调度机制现存问题

从近十年灾情数据来看，水库运行调度机制存在诸多问题。调度决策滞后，未能及时根据水情变化做出合理调整，导致在防汛抗旱关键时刻无法发挥最佳作用^[9]。预警响应不灵，相关监测预警系统不完善，信息传递不及时、不准确，使得下游地区无法及时做好应对准备。泄洪蓄水矛盾突出，在防汛时为保安全需泄洪，但又要考虑后续抗旱需求而蓄水，难以平衡两者关系，这不仅影响水库自身功能发挥，还可能对周边生态环境及居民生活造成不利影响^[9]。

（二）设施设备技术瓶颈

水库在防汛抗旱中面临诸多设施设备技术瓶颈。水库群联合调度能力不足，难以实现水资源的优化配置和协同利用，影响防汛抗旱的整体效果^[4]。自动化监控系统覆盖率低，部分水库仍依赖人工监测，数据获取不及时且准确性难以保证，无法对水库运行状态进行实时、精准掌控。应急抢险装备陈旧，在面对突发的防汛抗旱险情时，可能无法高效开展抢险工作，延误救援时机，增加灾害损失。这些技术短板严重制约了水库在防汛抗旱中的作用发挥，亟待解决。

三、防汛抗旱协同管理策略构建

（一）智能化调度体系

1. 多目标优化调度模型

融合气象预测与水文模拟，建立兼顾防洪安全与抗旱需求的动态调度模型。通过气象预测获取降水等信息，结合水文模拟技术，准确模拟水库入库流量等水文过程^[6]。以防洪安全为首要约束条件，设定合理的防洪限制水位和泄洪规则，确保在洪水期能够有效拦蓄洪水，保护下游地区安全。同时，考虑抗旱需求，根据不同地区的用水需求和水资源状况，优化水库的放水策略，保障农业灌溉、城市供水等用水需求。在模型构建中，采用多目标优化算法，平衡防洪和抗旱两个目标之间的矛盾，寻求最优的调度方案，提高水库在防汛抗旱中的综合效益。

2. 水库群联合调度机制

设计跨行政区域的流域级水库群水量联合调控方案与利益补偿机制是实现水库群联合调度的关键。需综合考虑流域内各水库的地理位置、库容、来水情况等因素，制定科学合理的调控方案，以实现水资源的优化配置^[6]。同时，由于不同行政区域在水资源利用上存在利益差异，建立公平有效的利益补偿机制至关重要。通过明确各方的权利和义务，合理分配水资源利用的收益和成本，促进各区域之间的合作与协调，保障联合调度方案的顺利实施，提高防汛抗旱的整体效能。

（二）风险防控体系

1. 多维风险预警指标体系

构建包含库区安全、下游防护、生态流量保障等多维度的动态风险评价系统，需综合考虑多方面因素。对于库区安全，要关

注水位变化、坝体稳定性等指标，如水位过高可能导致漫坝风险增加^[7]。下游防护方面，应监测洪水流量、流速以及下游区域的人口密度和重要设施分布，确保洪水来临时能及时预警并采取措。生态流量保障则要考虑河流的生态需水要求，根据不同季节和区域特点，设定合理的生态流量阈值。通过整合这些维度的指标，建立动态风险评价系统，能够更全面、准确地预警防汛抗旱风险，为水库运行管理提供科学依据。

2. 应急预案分级响应机制

构建风险防控体系中的应急预案分级响应机制对于防汛抗旱至关重要。基于情景模拟建立应急响应预案库，可涵盖多种可能的旱涝灾害情景^[8]。针对不同程度的旱涝情况，制定五级应急响应标准。当出现轻微旱涝时，启动较低级别响应，采取相应的常规措施，如适度调整水库水位等。随着旱涝程度加剧，逐步提升响应级别，加大资源调配和防控力度。例如，在高级别旱涝响应时，可能需要紧急泄洪并加强堤坝防护；而在严重干旱响应时，则要严格控制用水并积极寻找新的水源。通过这种分级响应机制，能更科学、有效地应对防汛抗旱中的各种复杂情况。

四、管理策略实施路径

（一）智慧水利技术支撑

1. 数字孪生平台建设

部署水库三维仿真模型与实时数据驱动的智慧决策系统架构是数字孪生平台建设的关键。该架构需整合多源数据，包括水库的地形地貌、水文气象、工程设施等信息，构建高精度的三维仿真模型^[9]。通过传感器网络实时采集水库运行数据，如水位、流量、水质等，并将其输入模型进行动态更新。利用数据分析和人工智能算法，对水库的运行状态进行实时评估和预测，为防汛抗旱决策提供科学依据。同时，系统应具备可视化界面，方便管理人员直观了解水库运行情况，实现智慧决策和高效管理。

2. 卫星遥感监测应用

高分辨率卫星在防汛抗旱相关的水库运行管理中具有重要应用。在库区淹没分析方面，其能够精准感知水位变化及淹没范围。通过对卫星图像的分析处理，可以获取不同时间点的库区水面信息，从而为水库的泄洪决策提供依据^[10]。在干旱监测领域，高分辨率卫星可以监测土壤湿度、植被覆盖等指标的变化。这些指标的变化能够反映出水库周边地区的干旱程度，帮助管理者及时了解水资源状况，合理调整水库的供水策略，以保障农业、工业和生活用水需求。

（二）管理制度创新

1. 流域管理协调机制

设计跨部门、跨区域的防汛抗旱联席会议制度及信息共享平台，旨在打破部门和区域壁垒，实现信息的高效流通与协同管理。跨部门合作可整合水利、气象、应急等多部门资源，形成合力。例如，水利部门提供水库水位等数据，气象部门提供天气预测信息，应急部门制定应对方案。跨区域合作则考虑到流域的整体性，不同区域间共享防汛抗旱信息，共同协商水库的运行策

略。通过建立信息共享平台，各方能够实时获取所需信息，及时做出决策，提高水库在防汛抗旱中的运行效率和管理水平，保障流域内人民生命财产安全和生态环境稳定。

2. 绩效考核体系重构

建立包含防洪效益、供水保障、生态影响的综合绩效考核指标体系是水库运行管理的重要创新。防洪效益方面，需考量水库在汛期对洪水的调蓄能力，如削减洪峰流量的程度等。供水保障上，要关注水库对周边地区供水的稳定性和水质达标情况。生态影响维度，应评估水库运行对周边生态环境的改变，例如对水生生物栖息地的影响。通过对这些指标的综合考核，能更全面地了解水库运行管理的成效，激励管理者采取更科学合理的措施，平衡防洪、供水和生态保护之间的关系，实现水库的可持续运行和综合效益的最大化。

(三) 工程措施优化

1. 汛限水位动态控制

汛限水位动态控制是工程措施优化的重要方面。基于气象预报精度确定汛期水位浮动控制区间是关键。需综合考虑气象预报的准确性、可靠性以及水库自身的特性和周边环境因素。通过建立科学合理的模型，分析不同气象条件下的来水情况，以此确定合适的水位控制区间。在实际操作中，要实时监测气象数据和水库水位变化，根据最新信息及时调整水位控制策略。同时，要加强与气象部门的合作，提高气象预报信息的获取和利用效率，确保汛限水位动态控制的科学性和有效性，从而提升水库在防汛抗

旱中的作用。

2. 抗旱应急水源工程

规划库区连通工程与地下水备用取水设施相结合的应急供水保障方案。通过合理规划库区连通工程，实现不同水库之间的水资源调配，增强区域整体的抗旱能力。同时，建设地下水备用取水设施，在地表水水源不足时，能够及时抽取地下水作为补充。在工程建设过程中，要充分考虑地质条件、水资源分布等因素，确保工程的科学性和可行性。并且，要建立完善的监测和管理系统，实时掌握应急水源的水量、水质等情况，以便在抗旱期间能够合理调度和使用应急水源，保障居民生活用水和重要产业用水需求。

五、总结

防汛抗旱视角下水库运行管理策略研究具有重要意义。通过对相关策略的系统总结，可发现其创新性主要体现在综合考虑防汛抗旱需求、采用先进技术进行监测和调度等方面。在南北方水库应用中存在差异，南方水库更注重防洪与水资源综合利用的平衡，北方水库则在抗旱保水方面面临更大挑战，且在调度规则和设施建设上各有特点。在气候变化背景下，未来研究应关注水库对极端气候事件的适应性、如何进一步优化调度模型以提高水资源利用效率、加强生态保护与水库运行管理的协同等，以更好地发挥水库在防汛抗旱中的关键作用。

参考文献

- [1] 梁文娟. 陕西省小型水库运行管理标准化评价体系研究 [D]. 西安理工大学, 2021.
- [2] 彭邵雯. 水库抗旱调试及早警水位研究 [D]. 西安理工大学, 2023.
- [3] 李广辉. 土地利用视角下的石头口门水库非点源污染控制研究 [D]. 吉林大学, 2023.
- [4] 周溢. 应急管理视域下 C 水库极端暴雨应对问题与对策研究 [D]. 华北水利水电大学, 2023.
- [5] 张建新. 水库汛期运行水位动态控制多目标风险分析 [D]. 华北电力大学 (北京), 2023.
- [6] 王婷. 加强水库运行管理的有效策略 [J]. 建材与装饰, 2021, 17(10): 287-288.
- [7] 张启银. 防汛抗旱与农田水利管理的实施策略 [J]. 河北农机, 2023(21): 127-129.
- [8] 彭德明. 石头口门水库在防汛抗旱中的作用与优化管理措施研究 [J]. 湖南水利水电, 2024(2): 52-54.
- [9] 邓海英. 农田水利防汛抗旱管理对策 [J]. 农业开发与装备, 2023(7): 239-240.
- [10] 汤喜春. 基于生态环境保护背景下防汛抗旱工作开展要点探讨 [J]. 湖南水利水电, 2021(5): 50-51.