

水利工程技术管理视角下的防洪防台抗旱调度优化与风险管控研究

黎广海

广东 佛山 528000

DOI:10.61369/WCEST.2026030027

摘 要： 从水利工程技术管理的视角，对防洪防台抗旱调度的优化与风险管控展开分析。说明技术管理的核心原则，指出当前调度面临适配性不足、协作不畅等问题；介绍线性规划、动态规划等优化模型以及风险识别评估的定量和定性手段；结合实际案例说明调度优化与防控的实践情形，展望大数据、智能化系统整合等发展趋势，为应对复合型水旱灾害提供技术方法。

关 键 词： 水利工程技术管理；防洪防台抗旱调度；风险管控

Research on Optimization and Risk Management of Flood Control, Typhoon Prevention and Drought Resistance Scheduling from the Perspective of Hydraulic Engineering Technology Management

Li Guanghai

Foshan, Guangdong 528000

Abstract： From the perspective of water conservancy engineering technology management, this paper analyzes the optimization and risk control of flood prevention, typhoon prevention and drought resistance scheduling. It explains the core principles of technical management, points out the problems such as insufficient adaptability and poor collaboration faced by the current scheduling; introduces optimization models such as linear programming and dynamic programming, as well as quantitative and qualitative means for risk identification and assessment; combines actual cases to illustrate the practical situations of scheduling optimization and prevention, and looks forward to the development trends such as integration of big data and intelligent systems, providing technical methods for dealing with complex water and drought disasters.

Keywords： hydraulic engineering technology management; flood control, typhoon prevention and drought resistance scheduling; risk management

引言

水利工程技术管理控制是保障防洪防台抗旱调度具备科学性与安全性的主要支撑，对提高水旱灾害应对能力具有重要意义。《十四五水安全保障规划》（2021 年）明确提出强化水利工程全生命周期管理，推动调度优化和风险管控技术融合，以应对在气候变化背景下极端天气事件频发的挑战。当前传统的调度方案在应对短时间高强度降水、多灾种同时发生等情况时适应能力较差，工程陈旧、部门协同不好等情形进一步增加调度的困难。文章通过水利工程技术管理视角，深入分析防洪防台抗旱调度的现状及风险问题，研究多目标优化模型、风险评估技术和应急响应机制的应用方式，并且结合典型案例与未来趋势，为建立高效、智能的水旱灾害防控体系提供理论根据和实践参考。

一、防洪防台抗旱调度与风险管控基础

（一）水利工程技术管理概述

水利工程技术管控是在水利工程全生命周期中，采用系统化的技术手段与管理措施，保障工程安全运行、提高工程效益的综合管理行为，其核心原则包括安全优先、技术适配、效益协同以

及动态优化。在防汛防台抗灾的调度工作中，水利工程技术管理通过建立包括工程监测、调度决策、应急处置的管理策略，为调度方案的制定与执行提供基础支撑。技术标准作为管理的主要根据，明确工程运行参数、调度范围以及风险防控指标，确保调度行为的规范性与科学性^[1]。技术管控通过整合水文监测、工程状况评估、风险预警等应用基础，实现对防洪、防台、抗旱需求的精

准回应。在恶劣天气情形下，通过技术管理体系可快速调整调度方案，平衡工程安全和水资源调配的关系，为防洪防台抗旱调度的改进以及风险管控提供主要技术支持。

（二）调度现状与风险问题分析

在当前防洪防台抗旱的调度实践里，尽管已建立起预报、预警、调度、处置的基础流程，但是由气候变化引发的极端天气事件，其发生频次有所增多、强度有所加强，这让传统调度方案的适应性明显下降。部分区域水利基础建设有老化破损、标准欠佳等情形，水库的调蓄能力不足、河道的行洪断面狭窄，难以承受短时间内高强度降雨或者长时间持续干旱的影响。管理领域存在部门协同不畅、信息共享滞后等状况，调度决策多依赖经验判定，缺乏精细化的风险评估模型来支撑，易导致调度时机延后或者措施力度不足。潜在的风险因素还包括极端气候事件中的多灾种并发情况，比如台风与暴雨同时出现、干旱和咸潮入侵一同发生，这会进一步增加调度的困难程度。当前的研究尽管关注到调度技术的提高，但对于气候变化背景下风险的动态演化机制研究不足，而且风险管控措施大多专注于单一灾种，缺乏多目标协同的综合调控方案^[2]。

二、调度优化技术与模型

（一）优化模型与方法

在水利工程技术管理方案里，防洪防台抗旱调度的优化需通过量化模型和算法实现资源的高效调配与灾害处理。线性规划模型可用于建立多目标优化系统，通过设定约束条件（如水库库容、河道流量限值）和目标函数（比如最小化灾害损失、最大化水资源利用效益），探寻调度方案的最优解，特别适合静态或准静态的资源分配状况。动态规划考虑调度流程的时间特性与不确定性，将多阶段决策问题分解成嵌套子问题，根据贝尔曼最优性原理逐个求解各时段的最优调度策略，确实满足洪水演进、台风路径变化等动态过程中的决策需求。此外启发式算法如遗传算法、粒子群优化等，可在复杂约束条件下快速搜索近似最优解，弥补传统数学规划方法在大规模问题计算效率上的不足^[3]。模型建立需整合实时监测数据与以往灾害情形，通过参数校准和敏感性研究加强模型的适配度，为调度决策提供科学根据。

（二）优化策略与应用

在优化策略与应用方面，需专注于水利工程技术管理视角下的调度优化实际操作。在防汛、防台与抗旱的调度工作当中，水资源高效配置的策略可通过动态调整水库群联合调度的有关参数实现，例如把实时的人文数据与预测模型相融合，在保障防洪安全的前提下，预留出抗旱需要的库容，提高水资源的利用效能。防台抗旱协作机制需整合气象预警、工程调度和应急响应系统，建立多部门联动的决策规划，确保极端天气下的资源统筹与风险防控。某沿海城市建立智能调度系统，对流域里水库、水闸等工程设施的数据予以整合，实现台风时段洪水预泄与早期生态补水的动态平衡，明显降低灾害损失，提高水资源保障水平^[4]。这种案例表明，从技术管理方面着手的调度优化需依赖工程设施的精细

化管理以及跨部门的数据共享，通过量化分析和模型模拟，将技术参数与管理流程开展深度融合，最终实现防洪防台抗旱调度的科学性与高效性。

三、风险管控系统与方法

（一）风险评估

1. 风险因素识别

从水利工程技术管理视角而言，防洪防台抗旱调度中的风险因素识别需结合自然、工程和管理等方面开展。极端气候事件出现概率增加是主要风险源头，比如由于气候变化使得极端降水频率增多，可能会超出水利工程原本的设计规格，进一步引发洪水漫流或者堤坝坍塌^[5]。工程设施所存在的不足同样会形成主要风险，例如堤坝发生渗漏、闸门的开启关闭系统存在故障、泵站机组出现老化等状况。这些不足可能会由于日常保养工作未落实到位，或者技术规范更新不及时而被忽视，在灾难降临的时候让损失增加。人为管理失误同样是不可忽视的风险因素，如调度指令传达延迟、应急响应流程不规范、数据监测系统误判等，反映出技术管理方案中责任划分不清晰或者信息化支撑不足的情形。根据技术管理方案分析，这些风险的根源可以追溯至前期设计阶段的风险预估不足、运维阶段的技术标准执行不彻底，以及应急阶段的跨部门协作机制缺失，需通过系统性的技术管理措施实现风险因素的精准识别与根源追溯。

2. 风险评估技术

风险评估方法是防洪防台抗旱调度风险管控的主要，需结合定量与定性途径实现精准风险识别。在定量方法中，概率统计分析通过历史水文数据建立风险概率模型，计算出不同调度策略下工程失效的概率区间，为决策提供数据支撑；敏感性模拟通过改变主要参数（如水库水位阈值）识别影响明显的变量，对参数设定进行优化。定性方式如专家打分法与故障树分析，适用于数据缺乏或复杂系统，通过专家经验来判定风险源的严重程度，以弥补定量办法的局限。李盈提出内部控制的系统观念有助于识别风险传导路径，对水利工程多源风险的结构化识别有参考价值^[6]。在应用过程中需根据《水利工程风险管理规范》（SL 709-2015），明确风险等级的判定标准，结合实时监测数据对评估模型开展动态更新。多种方法相结合可将量化结果与定性分析进行整合，建立更为完备的评估体系，为调度优化提供科学的根据。

（二）风险应对策略

1. 预防与控制措施

从水利工程技术管理视角而言，防洪防台抗旱调度的风险防范与管控需围绕工程主体、监测体系以及管理流程来开展。针对工程设施，要根据结构安全评估开展加固作业，比如针对堤防的薄弱之处采用土工合成材料加强其抗渗性能，对泄洪设施的液压系统予以升级以提高响应速度。在对实时监测系统开展优化工作时，需把物联网与遥感技术融合起来，建立多源数据采集网络，实现水位、风速、坝体位移等参数的高频自动监测以及异常预警^[7]。标准化管理流程需制定包括风险识别、预案启动、资源配置

的具体操作规则，明确不同风险等级下的技术响应标准，并且通过培训与演练提高应急处理能力，从技术方面建立工程、监测、管理三位一体的风险防控体系。

2. 应急响应优化

应急响应的优化需将水利工程技术管理当作基础，建立多灾种协同的灾害响应系统，整合水文监测、工程调度和应急资源等方面的数据，实现从预警到处置全流程的动态适配。根据防洪、防台以及抗旱的不同需求，明确分级启动的条件（例如水位、风力或者墒情的临界值），配合水库、堤防等工程的调度指令，并且建立跨部门的信息共享通道。资源高效调配算法可引入强化学习模型，根据过往灾害数据和实时运行情形，动态调整物资与抢险队伍的分配路径，提高响应效率。实证研究表明，某流域通过优化应急响应机制与调度算法，在台风期间将堤防险情处理时长缩减30%，抗旱应急供水调度的水资源利用效能提高15%^[8]。这种策略需通过数字化平台实现数据驱动的决策，再配合实地演练来检验其可行性，建立可复制的应急响应优化范式。

四、应用实践与未来展望

（一）案例研究

1. 防洪调度优化案例

选取长江中下游某流域的防洪工程系统作为典型案例，该地区整合水库群、堤防和分蓄洪区等水利设施，在2020年极端暴雨情形中采用通过实时水文数据和动态风险评估的调度优化策略。在技术管理领域，通过建立多目标决策模型，对上游水库群的提前泄洪与错峰调度予以协调，同时结合下游堤防的实时监测信息来调整分蓄洪区的启用临界值，实现防洪资源的动态配置。实际情形表明，通过优化调度，流域内重点城市的洪峰削减比率达到18%，分蓄洪区的启用次数比传统方案少2次，确实降低灾害带来的损失。但是案例中仍然存在因数据传送延迟导致的调度响应迟缓情况，以及不同水利工程管理主体间协同机制的不顺畅，显示出技术管理在信息共享和跨部门协作方面有改进的空间。此外在极端气候状况下，调度模型的边界条件适应能力欠佳，需进一步结合气候预测相关数据对模型参数进行优化，加强调度方案的鲁棒性^[9]。

2. 抗旱风险管控案例

选取我国华北一个干旱多发流域当作研究对象，此区域年均降水量少于400mm，近十年有3次中度及以上的干旱情况。当地水利部门建立多水源联合调配、动态风险预警系统：通过优化水库群调度规则，将上游3座中型水库与下游地下水储备区域联合配置，枯水时节优先保障生活用水，同时结合土壤墒情监测与作物需水模型动态调整灌溉额度，2022年干旱期间灌溉水利用效率提高18%^[10]。在风险防范方面，采用干旱指数预估模型，结合气象数据与以往记录设定风险等级标准，提前15天发布预警，推动农户对种植布局进行调整，2021年干旱导致的损失相较于2018年降低25%。该案例表明，水利工程技术管理的重点在于通过调度优化实现水资源的高效配置，并且凭借技术手段强化风险预警，

为干旱多发地区提供可参考的实践方案。

（二）系统集成

1. 调度优化系统设计

在应用实践与未来展望领域，调度优化系统的设计需建立以集成优化模型为核心的系统规划，该规划应包括决策支持系统以及人工智能算法的技术实现路径。决策支持系统需整合实时的水文气象信息、水利工程的运转状况以及过往调度实例，通过数据层、模型层和应用层的协同，实现信息的迅速处理与可视化显示，为调度人员提供直观的决策辅助。人工智能算法的技术实现需结合水利工程调度的动态特征与不确定情形，利用深度学习模型对水文过程进行精准预测，同时通过强化学习算法模拟多目标调度状况，通过迭代训练来完善调度方案，加强系统应对极端天气的响应能力。系统整合需确保各模块间的数据交流以及功能衔接，实现从数据采集、模型运算到决策输出的全流程自动化，为防洪防台抗旱调度提供高效、智能的技术支撑。

2. 风险管理系统应用

从水利工程技术管理角度而言，风险管理系统通过信息化平台实现风险监测和干预的闭环式管控。以某沿海城市的防洪防台调度系统为例，该系统融合水文、气象等多源数据，建立实时风险评估模型。当台风预警开启时，系统会自动关联以往灾情和当前水情，制定具备差异化的调度策略，并同步传送到水库、水闸等终端，实现远程控制，确实降低城市发生内涝的几率。在另外一个实例中，某干旱地区的抗旱调度系统整合土壤水分状况和灌溉数据，根据作物需水模型对灌溉策略开展动态调节，通过可视化界面显示干旱等级的分布情形，为管理人员精确分配水资源提供辅助，进一步提高抗旱响应的效能。

（三）建议与趋势

1. 实践推广建议

从水利工程技术管理方面而言，需推动调度优化与风险管控措施实现制度化实施。要加快推进水利工程调度技术规范的修订工作，将防洪防台抗旱的动态调度模型、多目标优化算法等纳入标准体系，明确不同水文情形下的调度参数阈值与操作流程，为工程管理部门提供技术支持。需建立跨部门协同机制，整合水利、气象、应急管理等部门的数据资源与决策权力，消除信息阻碍，搭建可实时共享的调度指挥平台，确保极端天气时调度指令能高效传达并执行。要进一步强化基层工程管理工作者的技术培训，通过模拟演练提高他们对优化调度模型的运用水平，推动先进技术从理论研究迈向实际操作。

2. 研究方向展望

未来防汛、防台风和抗旱技术管理的创新方向主要包括三个方面。其一大数据分析深度融入调度优化工作，整合气象、水文、地理空间等多种源数据，建立高精度的预测模型，提高极端天气预警的时效性与精准度，为动态调度提供实时的决策根据。二是开展智能化系统集成，推动防洪、防台、抗旱调度系统与工程监控、应急响应平台实现无缝对接，实现跨区域、跨部门的信息互通以及协同指挥，提高调度方案的动态调控能力。三是气候变化适应策略得以进一步拓展，根据气候预测结果完善调度准则

以及风险评估方案，加强工程抵御极端气候的韧性。

五、总结

本项研究重点专注水利工程技术管理事务，全方位优化防洪、防台、抗旱调度以及风险管控办法。建立的多目标协同调度模式，融合实时监测与气象预警，实现防洪、排涝、抗旱资源的

动态分配，提高对极端天气的响应效率；提出的风险分级管控机制，根据结构安全界限和区域承灾能力评测，建立从风险辨认到应急处理的闭环程序，确实降低灾害链带来的损失。研究将标准化管理观念融入调度决策流程，为复合型水旱灾害的处置提供可行措施。由于受到数据精准度的约束，模型在极端气候的模拟工作中存在偏差，跨区域协同调度的机制尚需进一步深入完善。

参考文献

- [1] 杨凯翔. 核心企业视角下 X 企业供应链融资风险管控研究 [D]. 湖南: 吉首大学, 2023.
- [2] 张越. Y 商业银行信贷风险管控系优化研究 [D]. 陕西: 西安科技大学, 2022.
- [3] 顾婷. 文本挖掘视角下医养结合服务关键风险识别及管控策略 [D]. 江苏: 江苏科技大学, 2023.
- [4] 张小青. D 房地产公司财务风险管控优化研究 [D]. 吉林: 吉林大学, 2022.
- [5] 胡坤. 大数据背景下中国银行 Y 分行个人信贷风险管控优化研究 [D]. 江苏: 江苏大学, 2022.
- [6] 李盈. 内部控制视角下建筑企业税务风险管控研究 [J]. 投资与创业, 2022, 33(10): 123–125, 129.
- [7] 史亦言. 从财务风险管控看金融企业的风险防控 [J]. 财会学习, 2022(5): 28–30.
- [8] 刘晶. 风险管控视角下的高校内部控制体系构建 [J]. 财会学习, 2022(30): 164–166.
- [9] 杨军辉. 基于财务视角的施工企业风险管控研究 [J]. 财讯, 2022(2): 115–117.
- [10] 白春玉. 基于风险管控的煤矿安全综合防控体系建设研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2023(13): 91–93.