

泵站与水闸联合调度在防洪减灾中的应用

张 强

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300221

摘 要：本次研究就泵站和水闸联合调度对防洪减灾的影响进行论述。通过对联合调度理论基础的建构和系统架构的设计，以及防洪减灾具体运用策略的阐述，该研究揭示出联合调度策略对于增强防洪效果和减少灾害损失所起到的巨大作用。并指出随着技术的发展，联合调度会越来越智能化和精细化，从而为洪涝灾害的应对提供强有力的支撑。该研究结果在丰富相关理论的同时，为其在实践应用中提供一种新思路、新方法。

关键词：泵站与水闸；联合调度；防洪减灾

引言

洪涝灾害作为经常发生的自然灾害对人类社会造成巨大损失并严重威胁到人们生命财产安全。在许多水利工程当中，泵站和水闸各自独立发挥功能已被人们普遍接受，成为重要的水流调节设施。但在洪涝灾害日趋严重的情况下，独立运作的传统模式似乎捉襟见肘。所以探讨泵站和水闸联合调度策略目的是通过两者协同促进防洪减灾效果已成为时下水利工程领域关注重点。这一研究不仅对提升我国防洪减灾能力有重大意义，而且对相关理论发展与实践应用创新有强大支撑。通过本次调研，希望能对维护人民生命财产安全和社会经济的稳定发展尽绵薄之力。

1 泵站与水闸联合调度的理论

1.1 调度原则与目标的综合考量

在讨论泵站和水闸共同调度理论基础中，首先必须明确调度原则和对象。这些原则与目标既指导调度策略，又直接影响防洪减灾成效。在联合调度中，安全性为第一原则。面对洪涝灾害，保障人民群众的生命财产安全显得尤为重要。所以在调度策略制定过程中，需要充分考虑泵站和水闸结构安全性、运行稳定性和对突发情况处理能力等因素。经济性又是一项不容忽视的方针，防洪减灾工作开展时，合理的使用资源与有效的控制费用同等重要。联合调度策略应该追求在确保安全的同时使资源得到最优配置、费用最小。这不仅表现出对公共资源负责任的精神，而且有利于增强防洪减灾的可持续性^[1]。在联合调度中，追求效率是其中一个主要目标。当我们面临洪涝灾害的时候，时间是生命，效率是钱。通过优化调度算法，提高决策速度和增强协同配合，可显著增强联合调度效率性以更好迎接洪涝灾害挑战。除以上原则之外，联合调度还应该考虑公平性与可持续性的问题。公平性决定了调整策略必须既兼顾整体

利益又注重局部地区及弱势群体利益。而强调可持续性调整策略要与生态环境保护及长期发展规划协调一致，尽量避免短视行为及不利影响。

1.2 调度模型和方法等理论支持

泵站和水闸共同调度战略的提出离不开调度模型和方法等理论支持。这些模型与方法给了我们分析问题和解决问题的手段与框架，也是联合调度由理论到实践中至关重要的一步。在诸多调度模型当中优化模型最常用。它是通过构造目标函数及约束条件把联合调度问题转化为数学优化问题进行解决。如我们可建立一个以淹没范围最小化或者排水量最大化为优化目标，并通过对泵站及水闸开度，调节量以及其他决策变量进行调节，从而找到一个最佳调度方案。仿真模型是调度中又一重要模型。其通过对洪水演进过程，泵站和水闸运行状况及调度策略执行效果等方面进行仿真研究，给大家提供虚拟实验环境。在此环境下，可通过多种调度策略的检验与评价来选择最符合实际的调度策略。对应于该优化模型及仿真模型，提出了一系列优化调度算法。这些算法都是解决优化问题，实现仿真模拟所需要的核心技术。如线性规划、动态规划等经典算法来解决优化问题；近些年，遗传算法与粒子群算法作为新兴的智能优化技术，在解决复杂问题时展现出了卓越的表现。在实际运用时，一般都是针对具体问题特点与需要选择适当的模式与方法。

1.3 联合调度的智能化发展趋势

联合调度智能化趋势逐渐成为水利工程领域重点革新方向，在人工智能、大数据、物联网、云计算等前沿技术飞速发展下，泵站和水闸联合调度系统逐渐向智能化方向发展。智能化系统可通过高级算法与模型实现水文数据实时监控与分析、洪水趋势与潜在风险自动预报，以便提前作出精确调度决策。

智能化调度系统借助机器学习与深度学习技术可以不断地进行自我优化以增强对于复杂水文条件下的适应性与响应速度。该系统能对泵站抽水流量及水闸开度进行自动调节,达到最佳防洪效果及水资源配置。另外,智能化调度表现为远程监控、无人值守等功能,通过智能传感器、自动化设备等配置,对水利设施进行全天候监测,及时发现异常、处置。

随着科技的发展,今后联合调度系统会更重视数据集成与共享,并通过构建统一数据平台来实现多源数据集成与综合利用。从而为更科学,更合理地制定调度策略,提供有力的数据支撑。与此同时,智能化调度系统将更注重用户体验,操作人员可以通过友好的人机交互界面更直观方便地实现调度管理与决策支持。综上所述,联合调度智能化趋势预示水利工程管理会变得更高效、准确、自动化,从而为防洪减灾工作提供更可靠的技术保障,促进水利行业持续发展。

2 泵站与水闸联合调度的系统设计

2.1 系统架构的整体性与功能性

泵站和水闸共同调度系统设计时,首先要考虑整体性和功能性。该系统不只是硬件和软件的集合体,而是由众多部件协同合作,协同工作而形成的。为保证该体系在防洪减灾方面发挥出最大的效用,该体系的设计必须按照一定逻辑与结构进行。从硬件的角度看,该系统涵盖了泵站、水闸以及其他相关设备,例如传感器和执行部件等。这些硬件设施构成了整个系统的根基,它承担着收集数据、执行调度指令等任务。它们性能的好坏,可靠性的高低,直接影响着系统整体运行效果。所以在选择硬件时,一定要注意器件的耐用性、精度以及稳定性,还要兼顾器件的易维护性以及可扩展性^[2]。软件层面由数据处理、决策支持、用户界面组成。数据处理模块,负责将收集到的数据经过清洗、集成、转换后用于后续的分析利用;所述决策支持模块再依据所述处理数据及预设调度算法对操作者进行调度建议或者自动进行调度操作;用户界面则是操作者与系统交互的窗口,设计应简洁明了,便于操作者快速掌握系统功能。为保证系统整体性,需要统一规划各个部分间接口及通信协议。这样既有利于平稳地传输数据,又可以降低由于系统升级或者设备更换而导致的兼容性难题。同时系统的功能性还需要各个组成部分能协同工作来达到防洪减灾目的。比如洪水到来之前,该系统要能够自动或者人工地启动泵站抽水 and 调节水闸开度等措施来降低河流水位和缓解下游的防洪压力。

2.2 关键技术的实现与应用

在泵站和水闸共同调度系统设计过程中,关键技术实现和运用是保证整个系统有效,稳定工作的核心环节。这些关键技术既涉及数据的获取,传输与处理,又覆盖了智能决策和远程监控的诸多方面。收集资料是整个体系的基础。利用高精度传感器对泵站,水闸及河道水位,流量等重要信息进行实时采集,从而为后续调度决策提供精准数据支撑。同时数据传输的稳定性与实时性是关键。采用先进通信技术及网络协议保证了传输数据时无丢失,无错乱,并可实时向系统更新。对数据进行处理,是智能决策得以进行的先决条件。通过对数据进行清洗,集成,变换等技术手段实现原始数据到可供分析格式的转换。然后将预设调度模型与算法相结合,通过深度挖掘与数据分析得到最优调度方案^[3]。这个过程既要具备较强的计算能力又要有丰富的阅历与专业知识。智能决策在整个体系中处于中心地位。该系统以处理过的数据为依据,以先进优化算法为手段,实现了调度指令的自动或者半自动产生。这些命令既考虑到了目前洪水,又对今后发展趋势、可能影响因素进行了预报。所以,要实现智能决策就必须将机器学习,专家系统以及其他各种技术与手段结合起来。为了确保系统的稳定运作,远程监控显得尤为关键。通过远程访问与控制功能,操作人员可在任何时间、任何地点观察系统运行状态、实时数据等信息,并对调度策略进行适时调整或者对异常情况进行处置。这样既增加了系统可靠性与灵活性,又极大地降低运维成本与风险。

2.3 系统设计的技术挑战与解决方案

设计泵站-水闸组合调度系统时,技术挑战集中表现为数据实时采集精度高,数据传输稳定且实时性强,智能决策精确性高且响应速度快。为了解决这些难题,人们提出了许多解决方案。

一是为了保证数据采集精度,该系统利用高精度传感器实时监控水位,流量等关键水文参数,这类传感器具有耐用性好、精度高、稳定性好等特点。二是数据传输的稳定性与实时性是通过使用先进的通信技术与网络协议来保证的,保证了数据传输时不丢失,不错乱且能实时地更新到系统。

在智能决策中,该系统综合运用清洗、集成和变换等多种数据处理技术把原始数据转化为可供分析的形式,通过建立预设调度模型和优化算法进行组合,实现了对深度数据的挖掘与分析以获取最优调度方案。另外,智能决策系统将机器学习与专家系统有机地结合起来,使调度指令更加自动化、半自动化。

实现远程监控功能提高了系统可靠性及灵活性,使

操作人员可以随时随地通过远程访问及控制功能对系统状态及数据进行实时监测,适时调整调度策略或者应对异常,明显降低运维成本和风险。采用上述技术解决方案后,泵站-水闸联合调度系统可有效地应对设计及实施中所面临的技术挑战,保证系统有效稳定运行,从而为防洪减灾工作提供有力的技术支撑。

3 泵站和水闸共同调度防洪减灾运用策略

3.1 预警与响应机制的构建与实施

防洪减灾中预警和响应机制建设非常关键。泵站和水闸联合调度是防洪减灾工作中的一种重要方式,预警和响应机制建设更影响着整个防洪体系效能发挥。预警机制在防洪减灾全过程中处于前沿阵地。它需要我们对水文信息进行实时准确的把握,其中包括降雨量,河流水位和流量等重要数据。这些资料由传感器进行实时采集然后进行处理与分析以形成洪水形势精确判断^[4]。当数据超出预设警戒线时,立即启动预警机制,并发布预警信息提醒有关部门及人员准备应对。响应机制指的是在预警系统发布预警之后,所采取的一系列应对策略。这就需要我们根据预警信息等级及紧急程度快速地制订和发起相应响应方案。其中包括泵站与水闸联合调度策略,例如调节泵站抽水量,改变水闸开度来尽可能减少洪水灾害。在实际应用中,预警和响应机制建设需考虑诸多因素。一是必须保证数据采集准确、实时,才能保证预警机制有效工作的根本。二是必须制定科学的预警指标体系、合理设置警戒线、预警级别才能保证预警信息及时准确。最后应强化应急响应能力建设,主要包括健全应急预案,强化应急演练和提升应急处置能力,从而保证洪水灾害来临时能得到快速有效的响应。

3.2 调度方案与实施效果的评估与优化

泵站和水闸共同调度的方案,是防洪减灾的核心内容。科学合理的调度方案可以使泵站与水闸防洪作用得到最大限度的发挥,降低洪水灾害造成的危害。但编制

调度方案并非一劳永逸,必须持续评估与优化才能满足洪水形势变化与防洪需求。对调度方案的评价主要分为两大部分:首先是对方案有效性的评价,也就是对方案在实际操作中的防洪效果进行评价;其次是对方案的实施性进行评估,这意味着要检查方案在执行时是否遇到了难题或潜在风险。对这两方面进行评价,可对调度方案优劣有一个整体认识,并为下文优化工作奠定基础。优化调度方案需要不断地进行^[5]。这就需要我们在评估结果的基础上不断地调整与改进计划。优化方向可多样化,主要有改善调度算法,优化调度策略和提高调度效率。经过不断地优化,才能使得调度方案更贴合实际,更有效应对洪水灾害的影响。执行调度方案时也要重视执行效果反馈。通过实时监测与数据分析,了解该方案实际效果并找出问题与不足之处。这些反馈信息能给后续优化工作带来有价值的实践经验。

结语

本次研究就泵站和水闸联合调度防洪减灾应用展开深入的研究,并得到重要的结论,联合调度策略能够显著改善防洪效果和减少灾害损失。面对日趋严重的洪涝问题,这一战略显示出更大潜力与价值。与此同时,该研究还为有关方面提供新的理论支持与实践经验。

参考文献

- [1]薄又凡.自动化防洪控制系统在水闸泵站中的应用措施研究[J].中国设备工程,2021,(16):176-177.
- [2]邹连鑫.水利工程中泵站水闸洪涝排水与止水问题分析[J].中国水能及电气化,2021,(08):49-52.
- [3]陈世辉.利用水闸和排灌泵站加快治理水环境的实践分析[J].建材与装饰,2020,(21):291+293.
- [4]任益楼.排涝泵站、水闸基坑支护设计[J].建材与装饰,2018,(21):285-286.
- [5]熊利红.沙井河排涝泵站、水闸基坑支护的设计与施工[J].中国农村水利水电,2012,(08):155-157.