

水文水资源在水库调度中的应用探究

吴晓冬

北京市官厅水库管理处 北京 102100

摘要：水资源是人类生存和发展的基础，随着全球气候变化和人口增长，水资源短缺和水环境问题日益突出。水库作为水资源管理的重要设施，其调度对于保障水资源的安全供给、防洪减灾、灌溉供水等方面具有关键作用。水文水资源管理作为水库调度重要支撑，通过监测、评估、预测和管理水文环境和水资源，为水库调度提供科学依据和技术支持。本文将详细探讨水文水资源在水库调度中的应用，分析其重要性、具体应用方法以及面临的挑战和解决方案。

关键词：水文水资源；水库调度；应用探究

引言：水库调度作为水资源管理的重要环节，对于防洪安全、水资源优化配置和水能利用率提升等方面具有显著作用。而水文水资源作为水库调度的核心依据，其重要性不言而喻。文章针对水文水资源应用于水库调度面临的挑战，如数据不确定性和气候变化，提出了相应的改进策略和多目标优化算法的应用，以期水库调度提供更加科学、合理的水文水资源管理支持。

1 水文水资源在水库调度中的重要性

水文水资源作为水库调度的基础和依据，其重要性不言而喻。首先，水文水资源是水库调度的信息源泉。水库调度需要依据大量的水文数据，包括降雨量、水位、流量、蒸发量等，这些数据是制定调度方案的基础。只有准确、全面地掌握这些水文信息，才能对水库的蓄水量、放水量等进行科学合理的调控，从而满足防洪、供水、发电等多方面的需求。其次，水文水资源是水库调度决策的重要依据。在制定水库调度方案时，需要对未来的水文情势进行预测和判断。通过对历史水文数据的分析和研究，可以揭示水文变化的规律和趋势，为调度决策提供科学依据。实时监测的水文数据也可以及时反映水库及其上游的水文状况，为调度方案的调整提供实时信息支持。再者，水文水资源管理对于提高水库调度的效率和效益具有重要意义。通过优化水资源配置，可以充分发挥水库的综合效益，提高水能的利用率。通过科学的水文预测和调度，还可以有效减少水资源的浪费和损失，提高水资源的利用效率。此外，水文水资源管理还有助于保障水库防洪安全^[1]。通过对水库上游水文情势的实时监测和预警，可以及时发现潜在的洪水风险，为防洪调度提供充足的时间准备。通过制定合理的防洪调度方案，还可以有效控制下游河道的洪峰流量，减轻洪水灾害的影响。

2 水文水资源在水库调度中的具体应用

2.1 水资源监测与评估

水库调度首要且核心的任务便是对水资源进行全面、准确的监测和评估。这一任务的完成，离不开现代科技的支撑，尤其是先进的水文测量仪器和设备的应用。自动水位计、流速仪、水质分析仪等设备的出现，极大地提升了水资源监测的效率和准确性。它们能够自动、连续地采集关键的水文要素数据，如降雨量、水位、流量和水质等，并实现数据的实时传输和共享。基于这些实时、准确的数据，水库管理人员能够迅速、全面地掌握水库及其上游的水文状况，包括水量的变化、水质的状况以及可能存在的风险。这些数据为水库的调度决策提供了有力支持，使得管理人员能够根据实际情况，及时、准确地调整水库的运行策略，以确保水库的安全、高效运行。然而，数据的采集只是水资源监测与评估的第一步。数据的处理和分析同样至关重要^[2]。运用数学和统计学方法，对监测数据进行深入的处理和分析，可以提取出有用的水文信息，如流域或区域内的降水量、地表水资源量和地下水资源量等。这些信息对于全面、准确地评估水资源总量，以及制定科学合理的水库调度方案具有重要意义。

2.2 水库防洪调度

防洪，作为水库的首要且核心的功能，水文水资源管理发挥着举足轻重的作用。（1）实时监测与预警。如同防洪工作的“哨兵”，时刻守护着水库的安全。通过高精度的监测设备，我们可以实时掌握降雨、水位等关键水文要素的变化，同时结合气象预报信息，构建起一套灵敏的防洪预警系统。这套系统能够迅速捕捉到可能引发洪水的任何异常情况，并在第一时间发出预警信号，从而为防洪减灾工作赢得宝贵的应对时间。（2）优

化调度方案的制定。这需要我们充分利用实时监测数据和丰富的历史资料,运用先进的优化算法,精心制定出科学合理的防洪调度方案。这样,在洪水来临时,我们就能通过灵活调整水库的蓄水量和放水量,有效控制下游河道的洪峰流量,从而最大限度地减轻洪水灾害对人民生命财产的影响。(3)建立应急响应机制。一旦洪水等突发事件发生,我们必须立即启动应急预案,迅速调集各方人力物力,投入到抢险救灾的紧张战斗中。这一机制的建立和完善,同样离不开水文水资源管理的有力支撑和保障。

2.3 水库供水调度

水库不仅承载着防洪、发电等重要功能,更在供水方面发挥着举足轻重的作用。而供水调度的科学与否,直接关系到水库能否充分发挥其供水功能,满足人们生活和生产的需求。在这个过程中,水文水资源管理如同一根纽带,将各个环节紧密相连,确保供水调度的顺利进行。(1)需水量预测,作为供水调度的基础和前提,其准确性至关重要。通过对历史资料和实时监测数据的深入分析,结合统计学和预测模型的运用,我们可以更加精准地把握未来一段时间内的需水量变化趋势。这不仅为制定合理的供水计划提供了有力依据,更在保障水资源充足供应方面发挥着不可替代的作用。(2)水资源中实现优化配置。根据需水量预测结果和水资源总量评估情况,我们需要制定出一套既满足生活、生产需求,又兼顾水资源可持续利用的优化配置方案。这一方案的制定,无疑是对水库蓄水量、放水量以及水质状况等因素的全面考量与权衡。(3)水质监测与保护同样不容忽视。水质的好坏直接关系到供水的安全性与可靠性。我们需要对水库水质进行实时监测,及时发现并处理潜在的水质污染问题。这一工作的开展,离不开水文水资源管理的有力支持,它为我们提供了科学的方法和手段,确保水质监测与保护工作的有效进行。

2.4 水库发电调度

对于兼具发电功能的水库而言,水文水资源管理在发电调度中扮演着举足轻重的角色。水库不仅承担着蓄水、防洪等任务,还是重要的清洁能源基地。在发电调度中,如何科学、合理地利用水资源,确保水电站的安全运行和高效发电,成为水文水资源管理的重要课题。实时监测水库的水位、流量等水文要素是发电调度的基础。这些数据如同水电站的“生命体征”,反映着水库的实时状态。通过监测这些数据,并结合电网需求和水电站运行规则,我们可以制定出既符合安全要求又具备经济性的发电调度方案。这一方案的制定,不仅关乎水

电站自身的运行效率,更与整个电网的稳定供电息息相关。在发电调度中,水文水资源管理的作用还体现在对发电机运行状态和负荷分配的及时调整上。当水库水位或流量发生变化时,我们需要迅速响应,调整发电机的运行状态和负荷分配,以确保水电站始终在安全、高效的轨道上运行。通过对历史水文数据的深入分析和研究,我们还可以预测未来的水文情势和发电潜力^[3]。这种预测能力对于水电站的长期规划和发展具有重要意义。它可以帮助我们提前制定应对策略,优化水库的蓄水、发电计划,从而在确保水电站安全运行的同时,最大限度地发挥其经济效益和社会效益。

3 水文水资源应用于水库调度面临的挑战

3.1 数据不确定性

水文数据是水库调度决策的基础,其质量直接关系到调度方案的准确性和可靠性。然而,在实际监测过程中,数据不确定性问题却如影随形,成为制约调度效果的一大隐患。(1)监测设备故障。由于设备老化、损坏或维护不当,监测数据可能会出现缺失、异常或误差。这些问题在偏远或条件恶劣的水库地区尤为突出,设备维护和更新往往面临诸多困难。(2)人为因素。观测人员的操作失误、数据记录错误或故意篡改,都可能对数据的准确性造成严重影响。特别是在缺乏有效监管和激励机制的情况下,人为错误的风险进一步增加。(3)环境因素。极端天气条件、水域地形复杂等自然因素都可能对监测数据造成干扰。例如,在暴雨或洪水期间,监测设备可能受到损坏或影响,导致数据失真。数据的不确定性直接影响水库调度模型的输入参数,进而影响调度方案的制定和执行效果。

3.2 气候变化

全球气候变化对水文循环产生了深远影响,导致水文规律发生变化。这种变化给水库调度带来了新的挑战。(1)降水模式的变化。气候变暖导致降水分布不均,极端降水事件频发。这种变化不仅增加了水库防洪调度的难度,也对水库的蓄水能力和供水安全构成了威胁。(2)蒸发量的增加。气温升高使得水面蒸发量增加,这减少了水库的有效蓄水量,进一步影响了供水安全。特别是在干旱地区,蒸发量的增加可能导致水库蓄水量严重不足。气候变化使得传统的水文预测模型难以准确反映当前的水文规律,这增加了水库调度的风险。

4 水文水资源应用于水库调度的策略

4.1 提高数据质量和监测技术

针对数据不确定性问题,我们必须从源头上提高数据质量和监测技术,为水库调度提供坚实的数据支撑。

(1) 升级监测设备。我们应积极采用先进的监测设备和技术,提高数据的采集精度和稳定性。定期对监测设备进行维护和校准,确保设备处于良好工作状态,避免因设备老化、损坏或维护不当导致的数据缺失、异常或误差。(2) 加强人员培训。我们应提高观测人员的专业技能和责任心,确保他们能够准确、规范地进行数据观测和记录。同时,建立数据审核和校验机制,对观测数据进行严格的审核和校验,确保数据的准确性和可靠性。

(3) 引入智能监测技术。我们可以利用遥感、无人机、GIS等现代信息技术手段,实现水文数据的实时、高效采集和处理。通过大数据分析和机器学习算法,我们可以挖掘数据背后的规律和信息,为水库调度提供更加全面、准确的数据支持。

4.2 考虑气候变化的调度模型改进

针对气候变化对水文规律的影响,我们必须对调度模型进行改进,以适应新的水文环境和挑战。(1) 引入气候变化因子。我们应在调度模型中充分考虑降水量、蒸发量、气温等气候变化因子的影响,以反映气候变化对水文规律的影响。通过历史数据和未来气候预测信息,对模型参数进行动态调整和优化,确保模型能够准确反映当前的水文环境。(2) 构建适应性调度模型。我们应建立适应性调度模型,根据气候变化趋势和水文规律的变化情况,动态调整调度策略和目标。通过模拟不同气候情景下的调度效果,我们可以评估调度方案的适应性和鲁棒性,确保方案能够在各种气候条件下都能发挥良好的调度效果。

4.3 多目标优化算法的应用

针对多目标协调的复杂性,我们可以采用多目标优化算法进行调度方案的制定和优化,以实现科学、合理的调度决策。(1) 选择合适的优化算法。我们应根据水库调度的具体需求和目标特点,选择合适的优化算法进行求解。常用的多目标优化算法包括遗传算法、粒子群算法、模拟退火算法等。这些算法能够在满足多种约束条件的前提下,寻找最优或近似最优的调度方案,为水

库调度提供科学依据。(2) 设置合理的目标函数和约束条件。我们应根据水库调度的多目标特点,设置合理的目标函数和约束条件。目标函数可以包括防洪效益、供水效益、发电效益等多个方面;约束条件可以包括水库库容限制、下游防洪要求、生态环境需水量等。通过合理设置目标函数和约束条件,我们可以确保调度方案的科学性和可行性,满足各方面的需求和利益。(3) 加强决策支持系统建设。我们应加强决策支持系统建设,将多目标优化算法与水库调度实际相结合。通过构建集成化的决策支持系统平台,我们可以实现数据输入、模型计算、方案优化和结果展示等功能的一体化操作。这不仅可以提高调度决策的效率和准确性,还可以为调度人员提供直观、便捷的决策支持工具,帮助他们更好地制定和执行调度方案。

结语

综上所述,水文水资源管理在水库调度中发挥着至关重要的作用。通过全面、准确的水资源监测与评估,以及科学合理的调度方案制定与实施,水文水资源管理为水库调度提供了有力支持和保障。然而,面对数据不确定性和气候变化等挑战,我们需要不断加强监测设备的维护和更新,提高观测人员的专业素质,同时改进调度模型以适应新的水文环境。未来,随着科技的不断进步和应用推广,水文水资源管理在水库调度中的应用将更加广泛深入,并发挥出更加显著的作用与效益,为水资源管理和利用提供更加坚实的支撑。

参考文献

- [1]常利伟,程磊,陈进,等.水库和大坝地理信息数据集的对比及其应用研究进展[J].中国农村水利水电,2023(6):11-20.
- [2]高仕春,刘宇栋,程西方,等.基于水资源配置的水库群生态调度研究[J].中国农村水利水电,2020(5):63-67.
- [3]商妙辰,齐纪.水库水资源科学调度的分析探寻[J].城镇建设,2020(6):225.