

水文水资源工程中的水资源调度与管理技术探究

刘会林¹ 徐汪洋¹ 祝剑锋²

1. 湖北省黄冈市水文水资源勘测局 湖北黄冈 438000; 2. 罗田县减灾备灾中心 湖北黄冈 438600

DOI: 10.12238/ems.v7i3.12204

[摘要] 随着全球气候变化和水资源供需矛盾的日益加剧, 水资源调度与管理在水文水资源工程中扮演着至关重要的角色。水资源调度不仅关乎水资源的高效利用, 还涉及水质保护、生态环境维护和社会经济可持续发展等多个方面。本文从水资源调度与管理的背景出发, 探讨了当前水资源管理中存在的问题及其解决方案, 特别是信息化技术在水资源调度中的应用。通过分析不同调度方法的特点和适用场景, 提出了优化调度策略的关键技术, 并为未来水资源调度管理提供了科学依据。

[关键词] 水资源调度; 水资源管理; 信息化技术; 可持续发展; 水文模型

引言

水资源是社会经济发展的重要基础, 然而, 随着城市化进程的加速以及气候变化的影响, 全球许多地区面临着水资源短缺、分布不均等问题。特别是在我国, 水资源的时空分布极为不均, 水资源的过度开发和利用使得部分地区出现了严重的水危机。在这种背景下, 水资源调度与管理的有效性变得尤为重要。水资源调度的目标是通过合理配置水资源, 实现水资源的高效利用与优化分配, 同时保证生态环境的可持续性和社会经济的长期稳定。

水资源调度的难度不仅体现在水量分配上, 还包括水质管理、环境保护及社会经济的综合考量。因此, 如何科学合理地水资源调度与管理, 成为当前水文水资源工程领域亟待解决的关键问题。传统的调度模式已经难以应对现代社会对于水资源利用效率和环境保护的高要求, 基于信息化手段的智能化调度方法已逐渐成为主流。本文将深入分析当前水资源调度中的技术应用现状, 探讨其面临的问题, 并提出优化调度策略和技术手段。

一、水资源调度与管理的基本概念与理论基础

水资源调度与管理不仅是一项技术性工作, 更涉及到多个学科的交叉应用。其核心任务是将有限的水资源在不同时间和空间进行合理配置, 以保证人类社会和生态系统的可持续发展。水资源调度的基本概念涉及到水量调度、水质调度、生态调度等多个方面, 而水资源管理则更侧重于在调度过程中如何综合考虑社会需求、经济效益和环境保护等因素。

(一) 水资源调度的基本目标与原则

水资源调度的主要目标是确保水资源的合理配置, 并通过实时监控与管理提高水资源的利用效率。在水资源调度过程中, 通常需要遵循以下几个原则:

1. 合理性原则: 在确保水资源高效利用的基础上, 应根据各区域的用水需求进行科学配置, 尽可能降低浪费, 保障各方需求的满足。
2. 公平性原则: 在水资源有限的情况下, 应尽量保障各个用水主体的公平用水, 尤其要考虑弱势群体与生态环境的需求。
3. 可持续性原则: 水资源调度不仅要考虑当前的用水需求, 还需要考虑长期的资源保护与生态恢复, 避免短期利益的过度开发。

(二) 水资源管理的核心任务与内容

水资源管理涵盖的内容非常广泛, 具体包括水资源的分配、调度、保护、监测与评估等方面。

1. 水资源的科学规划与调度: 科学合理地规划水资源的利用, 制定水资源调度方案, 并在实际操作中进行灵活调整。
2. 水质保护与污染治理: 合理调度水质资源, 确保水体质量的安全和可持续, 同时加强污染源的管理。
3. 生态保护与修复: 在水资源调度过程中, 充分考虑生态用水需求, 确保生态系统的水资源需求不被忽视。

4. 信息化管理与决策支持: 借助信息化技术与智能化手段, 实时监控水资源的变化, 为决策提供支持。

(三) 水资源调度的基本技术手段

现代水资源调度已不再仅依赖传统的人工经验和管理方式, 越来越多的智能化技术被应用于水资源管理之中。通过数据采集、信息处理和智能决策等手段, 水资源的调度能够更加精确和高效。主要技术手段包括:

1. 水文模型: 水文模型能够根据不同区域的水文气候数据, 预测未来水资源的供需状况, 为水资源调度提供依据。
2. 遥感与GIS技术: 利用遥感技术对水资源进行动态监测, 并通过地理信息系统(GIS)技术实现水资源空间分布的可视化管理。
3. 大数据与云计算: 通过大数据技术对水资源调度进行优化, 结合云计算进行数据存储与实时分析, 为决策提供支持。

二、水资源调度与管理的主要问题与挑战

尽管现有的水资源调度方法与技术逐渐成熟, 但在实际应用过程中仍然面临着多种问题和挑战。首先, 水资源的分布极为不均, 部分地区面临着严重的水资源短缺问题, 而其他地区则存在水资源浪费的现象。其次, 水质污染的治理仍然是一个长期难题, 部分水源的污染程度严重, 导致水质水量的调度更加复杂。

(一) 水资源供需矛盾问题

水资源的供需矛盾是当前水资源调度面临的主要问题之一。由于水资源的时空分布不均, 加之部分地区过度开采, 导致局部区域的水资源供给无法满足日益增长的用水需求。尤其在一些干旱和半干旱地区, 水资源的紧缺已经影响到了当地社会经济的发展。

(二) 水质污染问题

随着工业化和城市化进程的加速, 水体污染日益严重, 水质的恶化使得水资源的调度更加复杂。水质污染不仅影响了水资源的使用安全, 还使得水资源的处理和管理成本大大增加, 影响水资源调度的效率和可持续性。

(三) 气候变化与极端天气问题

气候变化带来了极端天气事件的频发, 这使得水文条件发生了较大变化。干旱、洪水等极端天气对水资源的供应和需求产生了极大的影响, 传统的水资源调度方法在应对这些极端事件时显得捉襟见肘。因此, 如何在气候变化背景下进行科学的水资源调度, 已经成为当前研究的热点之一。

三、信息化技术在水资源调度中的应用

随着信息化技术的快速发展, 水资源调度逐步向智能化和数字化转型。信息化技术不仅能够为水资源的科学调度提供技术支持, 还能提高管理决策的精准性和时效性。

(一) 水文模型的优化与应用

水文模型是水资源调度中的核心工具之一, 通过对水文

数据的建模分析,可以预测未来一段时间内的水资源变化趋势。近年来,随着大数据和人工智能技术的不断发展,水文模型的精度和可靠性得到了显著提高。通过对历史数据的回溯分析,结合实时监测数据,能够更加准确地评估水资源的供需状况,并为调度决策提供依据。

(二) 遥感技术与GIS技术的结合应用

遥感技术与GIS技术的结合为水资源调度提供了空间与时间上的全方位支持。通过遥感技术获取大范围区域的水资源数据,并结合GIS技术进行空间分布分析,可以直观地反映水资源的分布状况,从而为调度决策提供重要参考。通过对水资源的实时监测与数据分析,能够实现动态调度和应急管理,提高水资源利用效率。

(三) 大数据与云计算在调度决策中的作用

大数据与云计算技术在水资源调度中的应用越来越广泛。通过对大量历史数据和实时监测数据的收集与分析,能够为决策提供精准的数据支持。云计算技术则可以提供强大的数据存储和处理能力,实现跨区域的数据共享与协同调度。

四、水资源调度优化策略与技术发展趋势

为了更好地应对当前水资源调度中存在的问题,未来的水资源管理需要进一步加强技术创新与优化。随着科技的不断发展,水资源调度的智能化、信息化趋势将更加明显,这不仅有助于提高水资源的利用效率,还能够在动态变化的环境条件下,更加科学地进行水资源调度。随着大数据、人工智能(AI)、物联网(IoT)等先进技术的不断进步,水资源调度系统将更加灵活、实时、精确和高效。这一趋势为未来水资源的可持续管理提供了新的技术支持,帮助应对日益严峻的水资源供需矛盾。未来水资源管理的优化将不仅仅依靠技术本身的创新,还需要政策、经济等多个方面的协调配合,形成全方位、多层次的综合调度管理体系。

(一) 基于智能化系统的调度优化

智能化调度系统的引入为水资源管理带来了全新的思路和方法。通过实时数据的采集、传输与处理,智能化系统可以实现水资源的精确调度。在传统的调度模式中,往往依赖人工经验和有限的数据来进行决策,这种方法不仅效率低,而且难以应对复杂的水文变化和突发事件。智能化调度系统通过运用大数据、云计算、AI算法等技术,可以实时获取包括水位、水流量、气象数据等信息,并对这些数据进行深度分析,预测未来的水资源供需状况,从而制定出最优的调度方案。通过人工智能算法优化调度过程,不仅能够提高调度效率,还能在不同时间、不同区域根据需求进行灵活调整,优化水资源的配置。此类系统还可借助机器学习模型不断优化其决策过程,进而实现自主决策和调度,使得水资源调度可以做到更加精准和个性化。

(二) 综合考虑生态用水与人类需求的调度策略

水资源的合理调度不仅要保障人类的用水需求,还要充分考虑生态用水需求,实现水资源的双赢利用。生态用水是指维持生态系统健康和生物多样性所需的水量,这一需求在水资源调度中经常被忽视,尤其是在水资源紧张的地区。为了确保生态平衡,未来的水资源调度将更加注重生态保护与人类用水需求的平衡,通过合理规划水资源的调度方案,确保生态用水和社会用水两者的协调发展。

实现生态用水与人类需求的平衡调度,首先需要对生态用水量进行准确评估,并将其纳入水资源管理体系中。生态用水需求的合理评估依赖于对生态系统水文需求的精确分析,特别是在干旱和半干旱地区,生态用水需求通常与人类用水需求存在激烈的竞争。其次,在水资源调度过程中,应充分考虑不同地区、不同季节的水质和水量变化,针对性地制定水资源的供给方案。例如,某些地区在旱季可能会优先

考虑生态用水的保障,而在丰水期则可适当增加社会用水的供应。调度决策中通过综合考虑水源地的生态保护、水质维持和人类社会需求,有助于形成长期可持续的水资源利用模式。

(三) 跨区域合作与水资源共享机制

水资源短缺问题在很多地区都十分严峻,而跨区域的水资源共享与合作在解决这一问题方面具有重要作用。我国部分地区存在水资源丰富与匮乏的极大差异,尤其在东部与西部、南部与北部之间,水资源的分布不均更加明显。这种不平衡分布加剧了地区间的水资源竞争,制约了整体水资源管理效率。因此,跨区域水资源合作与共享机制成为缓解水资源紧张、促进资源合理配置的重要途径。

跨区域水资源合作首先要求各区域间的水资源数据共享和信息互通。通过建立统一的水资源信息平台,各区域可以及时掌握其他区域的水资源供需状况,避免不必要的资源浪费或盲目调度。例如,在干旱季节,水资源供给较为充足的区域可以通过跨区域的水资源调度系统,将富余水量调配到缺水区域,帮助其解决用水困难。其次,跨区域合作还需要政策层面的支持与协调。水资源共享机制的建立涉及到水资源权的划分、调度方案的制定、利益的协调等多个方面,需要国家和地方政府加强政策引导,促进各地区之间的水资源合作。

五、结语

水资源调度与管理在水文水资源工程中的地位越来越重要,合理调度与高效管理能够确保水资源的可持续利用和生态系统的健康。然而,随着水资源供需矛盾的加剧和气候变化的影响,传统的调度方法已难以适应现代社会对水资源管理的高要求。智能化技术的引入,为水资源调度提供了新的思路和解决方案。通过建立基于大数据、人工智能和云计算等技术的智能化水资源调度系统,能够实现水资源的精准配置与高效管理。同时,综合考虑生态用水与人类用水需求,形成更加公平、可持续的调度策略,将为未来水资源的科学管理提供有力支撑。跨区域水资源共享机制的建立,则为解决水资源分布不均问题提供了新的途径,推动了水资源的合理流动与高效利用。

未来,水资源调度将朝着智能化、绿色可持续的方向发展。随着技术的进步和管理理念的转型,水资源调度系统将更加完善,为全球水资源的合理利用、环境保护和社会可持续发展提供强有力的支持。

【参考文献】

- [1] 王思远. 水利工程建设项目的生态保护措施与可持续发展路径研究[J]. 黑龙江水利科技, 2025, 53(01): 129-132. DOI: 10.14122/j.cnki.hskj.2025.01.033.
- [2] 李龙啸. 信息化技术在水资源管理系统中的实践应用探讨[C]//河海大学, 浙江省水利河口研究院(浙江省海洋规划设计研究院), 浙江省水利学会. 2024(第十二届)中国水生态大会论文集. 聊城黄河水务局:, 2024: 8. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.039758.
- [3] 关磊. 水文水资源管理信息化与智能化发展趋势探讨[C]//河海大学, 浙江省水利河口研究院(浙江省海洋规划设计研究院), 浙江省水利学会. 2024(第十二届)中国水生态大会论文集. 黄河水利委员会上游水文水资源局:, 2024: 7. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.039886.
- [4] 李海涛, 苏成. 信息技术在农田水利工程建设中的作用分析[J]. 农业工程技术, 2024, 44(29): 100-101. DOI: 10.16815/j.cnki.11-5436/s.2024.29.042.
- [5] 蒋国栋, 邓大建, 李莉, 等. 数字孪生技术在水利工程中的应用[J]. 电子技术, 2024, 53(09): 96-97.