

# 水资源高效利用视角下的水利工程调度优化方法探讨

洪爱文<sup>1</sup> 朱毅<sup>2</sup> 王明珠<sup>3</sup>

1. 东台市溱东镇水务站 江苏东台 224200

2. 东台市高新区水务站 江苏东台 224200

3. 南京长城建设发展有限公司 江苏南京 210000

**摘要:** 本文从水资源高效利用的视角出发,对水利工程调度优化方法展开深入探讨。详细分析了当前水利工程调度中存在的问题,如水资源分配不合理、调度方式缺乏灵活性等。通过综合运用数学模型、信息技术等手段,研究了诸如多目标优化调度、智能调度等多种优化方法,并结合实际案例分析了这些方法在提高水资源利用效率、增强防洪抗旱能力、保障生态用水等方面的应用效果。研究表明,科学合理的水利工程调度优化方法对于实现水资源的高效配置和可持续利用具有关键作用,能够有效提升水利工程的综合效益,促进经济社会与生态环境的协调发展。

**关键词:** 水资源; 高效利用; 水利工程; 调度优化; 方法探讨

## 引言

水资源作为人类社会生存和发展不可或缺的基础性资源,其合理利用与有效管理至关重要。水利工程作为调节和控制水资源的重要基础设施,在防洪、灌溉、供水、发电等方面发挥着关键作用。然而,随着全球气候变化和经济社会的快速发展,水资源短缺、水环境污染、水生态退化等问题日益突出,对水利工程的调度管理提出了更高的要求。传统的水利工程调度方式在水资源利用效率、生态环境保护等方面存在一定的局限性,难以满足新时代水资源高效利用和可持续发展的需求。因此,从水资源高效利用的视角出发,探索科学合理的水利工程调度优化方法,对于提高水资源的利用效率,增强水利工程的综合效益,实现经济社会与生态环境的协调发展具有重要的现实意义。

## 一、水资源可持续利用的必要性

近年来,我国人口数量持续增加,城镇化进程也在不断加快,这极大地推动了社会经济的发展,但也加剧了对水资源的需求。城市人口集中意味着工农业用水、生活用水、工业用水等各类用水需求量激增,给有限的水资源带来巨大压力。同时,城市化进程也带动了基础设施建设、房地产开发等,这些都会影响到城市地下水的补给和地表水系统的变化,加剧了城市地区的水资源短缺问题。以北京为例,2020年该市常住人口达2,154万人,较2010年增加24%,人均水资源量仅为145立方米,远低于严重缺水的标准。

水利工程是确保水资源可持续利用的重要基础设施。

合理调度水利工程,既可以满足各类用水需求,又可以有效防范水旱灾害,在水资源保护、水环境治理、防洪减灾等方面发挥关键作用。以长江三峡工程为例,该工程不仅在长江中下游地区发挥了防洪、发电、航运等多重功能,还为沿江地区带来了丰富的水资源,在促进区域经济社会发展方面作出了重大贡献。因此,充分发挥水利工程的调控能力,优化调度机制,对于实现水资源可持续利用具有重要意义。

## 二、水利工程调度优化的意义与目标

### (一) 提高水资源利用效率

水资源是一种极其宝贵的自然资源,合理利用和保护水资源至关重要。水利工程调度优化可以通过科学的调度方案,充分利用水资源,最大限度地满足各类用水需求,降低水资源的浪费,提高水资源的利用效率。比如在干旱季节,合理调度水库的蓄水和放水,可以确保城乡居民生活用水需求,同时满足农业和工业用水,防止水资源短缺。

### (二) 优化水量和水质调配

水利工程调度优化可以协调不同地区、不同部门之间的用水需求,统筹兼顾,合理分配水量。同时,还能根据各用水单元的水质要求,调度水源,保证不同用途用水的水质满足标准。比如在某些工业区,需要调度优质水源满足生产用水需求,而农业灌溉用水则可以利用次等水质的水源,全面提高水资源的利用价值。

### (三) 减轻水灾风险

水旱灾害是自然灾害中危害最大、影响最广的类型之一。水利工程调度优化可以根据气象信息和水文数据,

合理调度蓄洪、排涝设施，提前做好防范措施，最大限度地减轻洪涝灾害对人民生命财产的损失。同时，调度general水库的蓄泄，合理控制水位，也能有效预防干旱，确保区域供水安全。

#### （四）维护水生态平衡

合理调度水利工程，不仅能满足人类用水需求，还要考虑对水环境和水生态的影响。比如，适当控制河道流量，维持最小生态用水，保护水生生物赖以生存的栖息地；合理调控水库的水位变化，减少对下游河道生态的干扰，维护水陆生态系统的平衡。

### 三、影响水利工程调度的关键因素分析

#### （一）水文气象条件变化

水文气象条件的变化是影响水利工程调度的首要因素。气候变化导致的降水模式和径流量的变化，会给水资源的调配带来巨大挑战。一方面，极端气候事件的频发，如暴雨洪涝、干旱等，会带来水量供给的高度不确定性，需要水利工程作出相应的调度应对。另一方面，气候变化引起的水文情势变迁，也将改变水利工程的供水能力和蓄水调节功能，必须进行动态的调度优化。以某大型水库为例，近年来降雨量明显减少，入库径流量下降了30%左右，这对该水库的供水保障能力造成了严重影响，需要对调度方案进行重新审视和调整。



图1 水利监管中心

#### （二）社会经济发展需求

随着城镇化进程的加快和社会经济的快速发展，居民生活、工业生产、农业灌溉等各类用水需求不断增长，对水利工程的调度提出了更高要求。城市供水作为刚性需求，调度时必须优先保障；工业用水讲究高效利用，调度时需兼顾工业发展；农业灌溉季节性强，调度时要衔接好各类需求。此外，水电需求的变化也会影响水库的调度运用。总的来说，多元化、不确定的用水需求，给水利工程的调度管理带来了新的挑战。

#### （三）环境保护要求

近年来，生态文明建设上升为国家战略，对水资源的可持续利用提出了更高标准。水利工程调度必须兼顾

生态环境保护，譬如要保证河道生态基流，维护水体水质，避免地下水超采等。一些重点流域实施了最严格的用水总量和用水效率控制，这就要求水利工程调度必须服务于流域水资源可持续利用的目标。比如某流域实施了最严格的取水许可制度，水利工程调度必须严格控制各类取水量，确保生态用水需求得到满足。

#### （四）工程设施运行状态

水利工程设施的运行状态也是影响调度的关键因素。设备的运转情况、蓄水能力的变化、输水管网的完好程度等，都会对水利工程的调度产生直接影响。一旦设施出现故障或老化问题，就必须作出相应的调度应对，比如适当调减供水量，调整输水路径等。另外，一些水利工程在运行过程中会因蓄沙、枯水等原因蓄水能力下降，这也需要调度方案作相应优化。

### 四、水利工程调度优化的策略与方法

#### （一）建立多源数据融合的信息系统

水利工程调度涉及水文、气象、水库运行等多个领域的的数据信息。为提高调度决策的精准性和实时性，需要建立集水情监测、水资源调配、工程运行等信息于一体的智能化信息平台。一方面，利用物联网、遥感等技术全面感知水资源动态变化情况，实现对流域水文、气象等各类数据的实时采集与监测；另一方面，将这些数据与水库调度、供水、灌溉等运行数据进行深度融合，形成水利工程全过程的大数据体系。通过数据挖掘和分析，为调度决策提供有力支撑。

#### （二）优化调度决策支持模型

水利工程调度涉及诸多因素，需要平衡水资源供给、生态环境、社会经济等多重需求。为此，需要构建集优化算法、仿真模拟于一体的决策支持模型。一方面，借助人工智能、大数据等技术，深度挖掘影响调度的各类因素关系，建立精准的水资源调配模型；另一方面，开发集水量预报、调度模拟、方案评估等功能于一体的调度决策支持系统，为调度人员提供科学、高效的决策依据。

#### （三）创新智慧调度管理机制

水利工程调度不仅需要科学的决策支持手段，也需要健全的管理机制作为保障。一方面，借助物联网、大数据等技术，实现对工程运行状况的全程监测和智能分析，为调度人员提供实时、准确的工况信息；另一方面，构建以信息化为基础的调度指挥体系，提高调度决策的协同性和时效性。同时，建立健全的调度信息共享机制，增强调度决策的透明度，提升社会公众的认同度。

#### （四）强化水资源配置的精细化管理

科学合理的水资源配置是水利工程调度的核心任务。

需要进一步强化水资源配置的精细化管理，一方面，建立健全水资源配置预测预警机制，运用大数据分析等手段，对流域水资源供需状况进行动态监测和预测，为水资源配置决策提供依据；另一方面，针对不同用水类型，采取差异化的调度策略，提高水资源配置的精准性。同时，加强调度方案的动态优化与滚动调整，确保水资源配置方案的科学性和时效性。

### 五、水利工程调度优化案例分析

长江中下游流域水量调度优化：长江作为我国最大的水系，中下游地区是经济发达区域，用水需求巨大。如何在防洪、发电、航运、灌溉等多重需求中实现水资源的高效配置，一直是水利部门面临的重大挑战。近年来，长江水利委员会采取一系列措施优化水量调度，取得显著成效。首先，建立健全了长江中下游水量调度管理体系，制定了季节性调度预案，根据来水形势实时调整，确保各类用水需求得到有效满足。以长江三峡水库为龙头，配合长江中下游骨干水库群，实现了区域性水量优化调配。其次，运用先进的水资源调度模型，综合考虑各方面因素，采取精准调度策略。例如，在汛期加强来水预报分析，提高防洪调度精准度；在枯水期合理控制水库出库，保障生态用水；在丰水期适当增加发电出力，满足电力需求。再次，加强与相关部门的协调配合，实现跨区域水资源调度。长江经济带各省市水利、电力等部门密切配合，统筹调度上中下游水资源，确保了流域内水平衡。同时加强与长江以外调水工程的衔接，如南水北调等，提高调度的协同性。

### 六、水利工程调度优化的建议

#### （一）持续完善调度决策支持系统

水利工程调度优化工作需要依托高效的决策支持系统。近年来，相关部门不断完善调度决策支持系统的功能和性能，提升了水利工程调度的科学性和精准性。然而，随着用户需求的不断升级和技术水平的进一步提高，现有的调度决策支持系统仍存在一些不足之处，需要持续优化完善。

#### （二）推动水利大数据和人工智能应用

水利工程调度优化离不开先进技术的支撑，其中水利大数据和人工智能技术正发挥着日益重要的作用。水利部门应当充分利用大数据技术，整合各类水利数据资源，构建覆盖全流域的大数据平台。通过对海量数据的深度分析和建模，可以发现水文规律、识别异常情况，为调度决策提供更加精准的依据。同时，大数据技术还能支撑对水利工程运行状态的全面监测和预警，为及时调度提供有力支撑。

### （三）健全水资源刚性约束管理机制

水资源约束是水利工程调度优化的刚性基础，必须建立健全的约束管理机制，确保调度方案的可行性和可持续性。要进一步完善水资源刚性指标体系，包括用水总量控制指标、用水效率指标、水环境承载能力指标等，并将其纳入调度决策的刚性约束条件。同时，健全相应的监测预警和考核机制，确保各项指标的严格执行。另一方面，要建立健全的水权交易机制，通过市场手段优化水资源配置，促进区域间的水资源共享，提高整体的用水效率。

### 结论

本研究深入探讨了水资源高效利用视角下的水利工程调度优化方法。剖析现有问题后，明确了调度优化的必要与紧迫。研究中分析多种先进优化方法，其在实际案例中能有效提高水资源利用效率。经济效益上，可降低供水成本、提高发电效益；社会效益方面，保障居民用水和农业灌溉；生态效益则满足生态用水，保护水生态。但水利工程调度优化是复杂系统工程，面临技术难题、数据获取难、多目标协调不易等挑战。未来需加强技术研发，完善数据监测管理体系，强化多部门协同，持续优化调度方法，推动水资源高效利用与水利事业可持续发展。

### 参考文献

- [1] 林柏贤. 水资源配置中的水利工程管理优化方法分析[J]. 2024 (11): 166-168.
- [2] 张连军. 探究水文水资源管理在水利工程中优化运用[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2024 (003): 000.
- [3] 徐成林. 基于复杂水资源系统的水利工程生态调度研究[J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2023 (1): 3.
- [4] 李灿灿, 秦灏, 孙天悦, 等. 太湖蓝藻期滨湖城市水网畅流活水工程优化方案探究[J]. 水利规划与设计, 2024 (6).
- [5] 苗玉清, 刘卫华, 种艳, 等. 区域水资源配置下的水利工程优化调度研究[J]. 中国地名, 2023 (8): 0016-0018.
- [6] 贾海峰. 水资源调度与水利工程优化运行的智能化技术研究[J]. 生态与资源, 2023 (10): 0099-0101.
- [7] 蒋东城. 水利工程建设发展与水资源可持续利用探究[J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2022 (8): 3.
- [8] 杨真. 水资源配置工程调度与水环境保护问题探索[J]. 内蒙古水利, 2024 (1): 66-67.