

大西海子水库运行调度分析

沙拉木·阿尤甫

新疆维吾尔自治区塔里木河流域干流水利管理中心 新疆库尔勒 841000

DOI:10.12238/ems.v7i6.13797

[摘要] 本文聚焦大西海子水库, 基于详实数据深入剖析其运行调度情况。先介绍水库基本概况, 再详细分析来水与用水特征, 探讨影响运行调度的因素。接着阐述现有调度方式及问题, 如调度目标局限、缺乏精准决策支持等。针对问题提出优化策略, 涵盖构建多目标调度模型、引入智能算法、强化水情监测预报等。最后对优化效果进行展望, 为大西海子水库科学运行调度提供参考, 提升水库综合效益。

[关键词] 大西海子; 水库运行; 调度分析

一、引言

大西海子水库作为区域水资源调控的关键枢纽, 在水资源合理分配、防洪减灾、农业灌溉及生态保护等方面意义重大。随着社会经济快速发展、水资源供需矛盾凸显以及气候变化影响加剧, 水库运行调度面临诸多新挑战。科学合理的运行调度不仅能保障水库安全运行, 还能提高水资源利用效率, 促进区域可持续发展。因此, 深入分析大西海子水库运行调度情况, 提出针对性优化策略具有重要的现实意义。

二、大西海子水库基本概况

2.1 地理位置

大西海子水库位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州若羌县境内, 地处塔里木河下游, 地理坐标为东经[具体经度], 北纬[具体纬度]。其特殊的地理位置使其成为塔里木河下游水资源调配的核心节点, 对维护该区域生态环境、保障农业生产用水具有关键作用。

2.2 工程规模

大西海子水库是一座以灌溉、防洪为主, 兼顾生态补水等综合利用的大型平原水库。水库总库容为 1.68 亿立方米, 兴利库容 0.95 亿立方米, 死库容 0.23 亿立方米。水库主要由大坝、溢洪道、输水洞等建筑物组成。大坝为均质土坝, 坝高 12.5 米, 坝顶长度 10.8 千米, 坝顶宽度 7 米。溢洪道为开敞式正槽溢洪道, 设计泄洪流量为 1200 立方米/秒, 校核泄洪流量为 1500 立方米/秒。输水洞设计流量为 50 立方米/秒, 用于向下游灌区输水及生态补水。

三、水库来水与用水情况分析

3.1 来水情况

3.1.1 年际变化

根据 1960 - 2020 年水文监测数据, 大西海子水库多年平均年径流量为 4.2 亿立方米。但年际变化较大, 最大年径流量出现在 1999 年, 达到 8.5 亿立方米; 最小年径流量出现在 1985 年, 仅为 1.2 亿立方米, 极值比为 7.08。年径流量标准差为 1.8 亿立方米, 变异系数为 0.43, 表明来水年际波动明显。

3.1.2 年内分配

来水年内分配极不均匀, 主要集中在 6 - 9 月, 这几个月径流量占全年径流量的 70% - 80%。其中, 7 月和 8 月是来水高峰期, 两月径流量合计占全年径流量的 40% - 50%。而 11 月至次年 3 月径流量较小, 仅占全年径流量的 5% - 10%。这种年内分配不均的特点给水库运行调度带来了很大困难, 丰水期需防洪弃水, 枯水期则面临来水不足的困境。

3.1.3 气候变化影响

近年来, 气候变化对大西海子水库来水产生了显著影响。气温升高导致冰川融水加速, 短期内可能增加来水量, 但从长期来看, 冰川退缩将使冰川融水补给减少。同时, 降水模式改变使得降水时空分布更加不均, 极端降水事件增多, 加大了水库防洪调度的难度。例如, 2010 年 7 月, 该地区遭遇罕见暴雨, 水库来水量急剧增加, 最高日入库流量达到 1200 立方米/秒, 接近溢洪道设计泄洪流量, 给水库安全运行带来巨大压力。

3.2 用水情况

3.2.1 农业灌溉用水

农业灌溉是大西海子水库的主要用水方向, 占总用水量的 70% - 80%。该区域以棉花、小麦等农作物种植为主, 灌溉定额较高。根据调查, 棉花灌溉定额为每亩 400 - 500 立方米, 小麦灌溉定额为每亩 300 - 400 立方米。灌溉用水季节性较强, 主要集中在 4 - 10 月, 与水库来水高峰期有一定重叠, 但用水需求与来水过程并非完全匹配, 导致部分时段灌溉用水紧张。

3.2.2 工业用水

工业用水占总用水量的 10% - 15%。区域内主要工业为矿产开采、农产品加工等, 工业用水量相对稳定, 但对水质有一定要求。随着工业发展, 工业用水需求呈缓慢增长趋势, 对水库供水保障能力提出了更高要求。

3.2.3 生活用水

生活用水占总用水量的 5% - 8%。随着人口增长和生活水平提高, 生活用水量逐年增加。目前, 区域内生活用水主要依靠水库供水, 供水保证率要求较高, 需确保居民生活用水安全。

3.2.4 生态用水

生态用水是大西海子水库用水的重要组成部分, 主要用于维持塔里木河下游生态系统的稳定。近年来, 为改善下游生态环境, 水库加大了生态补水力度。根据生态补水规划, 每年需向下游生态输水[X]亿立方米, 以恢复胡杨林等植被, 保护生物多样性。

四、影响水库运行调度的因素

4.1 自然因素

4.1.1 降水

降水是水库来水的主要来源之一, 降水的时间、强度和空间分布直接影响水库的入库水量。如前文所述, 降水年际分配不均和年际变化大, 给水库运行调度带来不确定性。在暴雨集中期, 水库需及时泄洪, 防止漫坝; 而在干旱年份, 则需合理调配水资源, 保障用水需求。

4.1.2 气温

气温升高会加速冰川融化和土壤蒸发, 影响水库来水和用水。冰川融水是塔里木河下游的重要水源之一, 气温升高短期内会增加冰川融水量, 但长期来看会导致冰川储量减少, 来水减少。同时, 气温升高还会增加土壤蒸发和植物蒸腾量, 导致农业灌溉用水增加。

4.2 人为因素

4.2.1 经济发展

随着区域经济发展, 工业用水和生活用水需求不断增加, 给水库运行调度带来更大压力。工业项目的建设和投产需要稳定的水源保障, 生活水平的提高也使得居民对用水质量和数量的要求提高。如何在满足经济社会发展用水需求的同时, 保障农业灌溉和生态用水, 是水库运行调度面临的重要问题。

4.2.2 政策法规

国家和地方的水资源管理政策法规对水库运行调度具有重要指导作用。例如, 水资源有偿使用制度、取水许可制度等政策, 促使水库管理单位更加合理地调配水资源。同时, 生态保护政策的实施要求水库加大生态补水力度, 这对传统的以农业灌溉为主的调度模式提出了挑战。

五、水库现有运行调度方式及问题

5.1 现有运行调度方式

目前,大西海子水库主要采用经验调度和常规调度相结合的方式。经验调度主要依据水库管理人员的长期实践经验,根据来水情况和用水需求进行大致的水位控制和水量分配。常规调度则基于一定的调度规则和模型,如以灌溉用水为主,在满足灌溉用水需求的前提下,兼顾防洪和生态补水。在丰水期,当水库水位超过汛限水位时,通过溢洪道泄洪;在枯水期,根据灌溉用水计划,合理控制水库下泄流量。

5.2 存在的问题

5.2.1 调度目标单一

现有调度方式主要以满足农业灌溉用水为主,对工业用水、生活用水和生态用水的综合考虑不足。在调度过程中,往往优先保障农业灌溉,导致工业和生活用水在枯水期可能面临短缺,生态补水也难以得到有效保障。例如,在干旱年份,为保证农业灌溉,可能会减少生态补水,影响下游生态环境。

5.2.2 缺乏科学决策支持

现有的调度决策主要依靠经验,缺乏科学的数学模型和决策支持系统。在水情复杂多变的情况下,仅凭经验难以做出最优的调度决策。同时,对来水预报的精度不高,也影响了调度的准确性和及时性。例如,在遇到突发暴雨时,由于预报不准确,可能导致水库水位上涨过快,增加防洪风险。

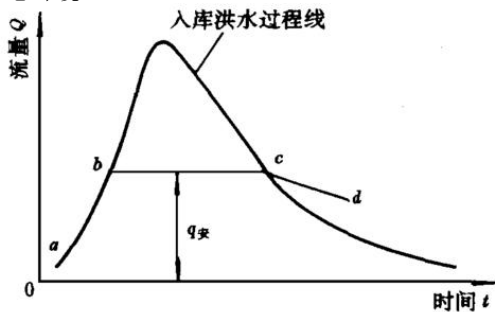
5.2.3 部门协调困难

水库运行调度涉及水利、农业、环保等多个部门,各部门之间利益诉求不同,协调困难。在调度过程中,可能出现各部门各自为政的情况,影响水库的综合效益发挥。例如,农业部门希望增加灌溉用水,而环保部门则要求加大生态补水,两者之间的矛盾需要通过有效的协调机制来解决。

六、水库运行调度优化策略

6.1 建立多目标调度模型

考虑农业灌溉、工业用水、生活用水和生态用水等多方面需求,建立多目标水库运行调度模型。以供水保证率最大、发电效益最大(如有发电功能)、生态效益最好等为目标函数,采用多目标优化算法求解模型,得到最优的调度方案。例如,在保证农业灌溉用水基本需求的前提下,通过优化调度,提高工业和生活用水的供水保证率,同时增加生态补水,改善下游生态环境。



6.2 引入智能算法

随着水库运行调度面临的情况日益复杂,传统的求解方法往往难以满足需求,而遗传算法、粒子群算法等智能算法凭借独特优势脱颖而出。

遗传算法基于自然选择和遗传变异的原理,它将水库运行调度中的各种参数,如不同时段的水位和下泄流量等,编码成染色体,通过种群的不断进化,模拟自然界中的适者生存过程,逐步寻找最优解。这种算法具有强大的全局搜索能力,不会轻易陷入局部最优陷阱,即使在复杂的约束条件下,也能遍历解空间,找到符合多目标要求的调度方案。

粒子群算法同样表现出色,它模拟鸟群觅食行为,每个粒子代表一个潜在的调度方案,通过粒子间的信息共享和自身经验学习,朝着最优解不断飞行。其鲁棒性强,对初始值的依赖性较小,能够在不同的问题场景下稳定运行。

在实际应用中,利用遗传算法对水库不同时段的水位和下泄流量进行优化时,会充分考虑水库的蓄水量限制、上下游水位落差、用水需求变化等多种约束条件。经过多轮迭代优化,使水库在满足农业、工业、生活和生态等各种用水需

求的同时,实现水资源的高效利用,提高发电效率,降低水资源浪费,为水库的科学调度提供有力支持。

6.3 加强水情监测与预报

水情信息的准确获取与预报是水库科学运行调度的基石,直接关系到调度决策的合理性与有效性。因此,加大对水情监测设施的投入刻不容缓。

首先,要完善监测网络,形成全方位、多层次的监测体系。气象卫星能够从宏观层面实时捕捉大范围的气象信息,包括云层分布、降水趋势等,为分析降水情况提供广阔视角;雷达则可以更精准地监测局部地区的降水强度和移动方向;弥补卫星监测在细节上的不足;水文站作为最基础的监测单元,能够实地测量水位、流量、水质等关键数据,反映河流的实时状态。通过整合这些多种监测手段的数据,实现对水情的全面感知。

同时,建立先进的水文预报模型是提高预报精度的核心环节。结合气象预报数据,利用分布式水文模型对流域内的降水径流过程进行细致模拟。该模型考虑了流域地形、土壤特性、植被覆盖等多种因素对降水径流的影响,能够更真实地反映水流在流域内的产汇流过程。通过这种方式,可以提前预测水库的入库水量,为调度决策争取宝贵的时间。例如,在洪水来临前,准确的预报能让水库提前做好泄洪准备,避免洪水漫坝等灾害;在干旱时期,根据来水预报合理调整用水分配,保障各方面用水需求,从而为水库的科学调度提供坚实可靠的科学依据。

6.4 完善部门协调机制

水库运行调度涉及多个部门的利益和职责,完善部门协调机制是确保调度工作顺利开展的关键。

水利部门作为水资源管理的核心力量,掌握着水库的工程运行和水资源调配的专业知识;农业部门熟悉农业灌溉需求和季节性特点;环保部门则关注生态用水对环境的影响。这些部门之间的有效沟通与合作不可或缺。

为此,需要成立联合调度指挥机构,明确各部门在水库运行调度中的具体职责和权限。水利部门负责制定总体的调度方案,把控水库的水位、流量调节;农业部门提供农业用水需求信息,协助确定灌溉用水的优先顺序和分配比例;环保部门则依据生态保护要求,提出生态补水的标准和时机建议。

制定统一的调度方案和应急预案是协调工作的重要保障。调度方案要综合考虑各方需求,确保水资源的合理分配;应急预案则针对突发情况,如洪水、干旱等,明确各部门的应急响应流程和责任分工。在调度过程中,定期召开协调会议至关重要。通过会议,各部门可以及时交流信息,反馈遇到的问题,例如在制定年度调度计划时,各部门共同参与讨论,水利部门结合水情预测和工程状况,农业部门根据种植结构和灌溉需求,环保部门依据生态保护目标,充分协商,权衡利弊,最终制定出既满足各方需求又切实可行、有效的调度方案,保障水库运行调度的科学性和整体性。

结语

本文对大西海子水库运行调度进行了全面深入的分析。通过对水库基本概况、来水与用水情况、影响因素、现有调度方式及问题的研究,提出了建立多目标调度模型、引入智能算法、加强水情监测与预报、完善部门协调机制等优化策略。优化后的运行调度有望提高水资源利用效率、保障用水安全、增强水库防洪能力。然而,水库运行调度是一个复杂的系统工程,需要不断探索和实践。未来还需进一步加强研究,结合实际情况不断完善调度方案,以实现大西海子水库的综合效益最大化,为区域经济社会发展提供有力的水资源支撑。

【参考文献】

- [1] 电站水库运行管理及调度常见问题探析[J]. 王娟; 龙俊安. 水电站机电技术, 2023 (04)
- [2] 水库运行管理及调度常见问题探析[J]. 李吉昌. 新农业, 2022 (15)
- [3] 广东省公益性大中型水库运行管护存在问题及对策研究[J]. 黄春华; 谭彩; 杨文滨; 夏甜; 袁明道; 史永胜; 张旭辉. 广东水利水电, 2022 (07)