

# 水利工程运行管理中的水文预报与调度策略

金希坚 雷梁伟

景宁县水利局 浙江 丽水 323500

**摘要:** 水利工程运行管理对保障水资源合理利用、防洪减灾及生态环境保护具有重要意义。其中,水文预报与调度策略作为核心环节,直接关系到水利工程的安全运行和效益发挥。本文旨在探讨水利工程运行管理中水文预报的重要性、技术方法以及调度策略的制定与实施,以期为水利工程运行管理提供理论参考和实践指导。

**关键词:** 水利工程、水文预报、调度策略、水资源管理

## 引言

水利工程作为水资源开发利用和防洪减灾的重要手段,其运行管理直接关系到社会经济的可持续发展和人民群众的生命财产安全。水文预报作为水利工程运行管理的基础,能够为水资源调度、防洪决策等提供科学依据。同时,合理的调度策略能够确保水利工程在复杂多变的水文环境下安全、高效地运行。

### 1 水文预报在水利工程运行管理中的重要性

水文预报作为水利工程运行管理的“眼睛”,其重要性不言而喻,它在洪水预警与防洪减灾、水资源管理与调度以及水环境保护与生态修复等方面均发挥着至关重要的作用。

#### 1.1 洪水预警与防洪减灾的“前哨”

水文预报通过精密的气象监测、水文观测以及先进的预测模型,能够较为准确地预估洪水发生的时间、地点及其可能的规模。这种“未雨绸缪”的能力,为防洪减灾工作赢得了宝贵的提前量。基于预报结果,相关部门可以迅速启动应急预案,组织力量进行防洪准备,如加固堤防、疏散群众、调配物资等,从而最大限度地减轻洪水对人民生命财产安全的威胁,减少经济损失和社会影响。

#### 1.2 水资源管理与调度的“智囊”

在水资源管理方面,水文预报同样扮演着不可或缺的角色。它通过对未来降雨、径流等水文要素的预测,为水资源管理者提供了科学决策的依据。管理者可以根据预报结果,合理调整水库的蓄水和放水计划,确保在满足灌溉、发电、供水等多元需求的同时,保持水库水位的稳定,避免水资源的浪费和过度开发<sup>[1]</sup>。此外,水文预报还有助于制定长期的水资源规划,促进水资源的可持续利用。

#### 1.3 水环境保护与生态修复的“助手”

在水环境保护和生态修复领域,水文预报同样发挥

着重要作用。通过对河流、湖泊等水体水质变化趋势的预测,相关部门可以及时发现潜在的水污染风险,并迅速采取措施进行干预,防止污染事件的扩大和蔓延。同时,水文预报还能生态修复项目提供数据支持,帮助制定更加科学合理的修复方案,促进水生态系统的恢复和健康发展。

## 2 水利工程运行管理中水文预报的技术方法

### 2.1 经验相关法

在水利工程运行管理中,水文预报的技术方法多种多样,其中经验相关法作为一种经典且实用的方法,被广泛应用于实际预报工作中。该方法主要基于历史水文资料,通过深入分析并挖掘水文要素之间的统计关系,进而对未来水文情况进行预测。经验相关法的核心在于“经验”与“相关”。所谓“经验”,指的是长期积累的大量历史水文资料,这些资料记录了不同时间、不同地点的水文变化情况,是预报工作的宝贵财富。而“相关”则是指水文要素之间存在的内在联系和规律。例如,降雨量与河流水位、流量之间的关系,蒸发量与水库蓄水量之间的变化等。在应用经验相关法进行水文预报时,首先需要收集和整理历史水文资料,确保资料的完整性、准确性和可靠性。然后,通过对这些资料进行深入分析,找出水文要素之间的统计关系,如线性相关、非线性相关等。这些关系可以通过绘制散点图、计算相关系数等方式进行直观展示和量化描述。接下来,根据找出的统计关系,建立经验预报模型。模型可以是简单的线性回归模型,也可以是复杂的非线性模型,具体取决于水文要素之间的实际关系。通过模型,可以根据已知的水文要素值,预测未来的水文情况。值得注意的是,经验相关法虽然简单实用,但其预报精度受到多种因素的影响。例如,历史资料的丰富程度、代表性以及预报因子的选择等都会对预报结果产生影响<sup>[2]</sup>。因此,在实际应用中,需要结合实际情况对预报模型进行不断

优化和调整,以提高预报的准确性和可靠性。

## 2.2 物理成因法

在水文预报的广阔领域中,物理成因法以其深厚的理论基础和精准的模拟能力,成为了应对复杂水文环境的重要工具。特别是在资料缺乏、影响因素纷繁复杂的地区,物理成因法展现出了其独特的优势。物理成因法的核心在于,它深入探究了水文循环的物理过程,包括降雨、蒸发、径流、下渗等各个环节。通过对这些物理过程的细致剖析,建立起一套能够反映水文循环内在机制的数学模型(图1)。这些模型不仅考虑了水文要素之间的相互作用,还充分考虑了地形、地貌、土壤、植被等多种因素对水文过程的影响。在建模过程中,物理成

因法注重物理机制的准确性和完整性。它利用先进的数学方法和计算机技术,将复杂的水文过程抽象为可计算的数学模型。这些模型能够模拟不同条件下的水文循环过程,从而预测未来的水文情况。与经验相关法相比,物理成因法具有更强的普适性和预测能力。它不受历史资料丰富程度的限制,即使在资料缺乏的地区,也能通过模拟水文循环的物理过程,进行较为准确的预报。同时,由于物理成因法考虑了更多的影响因素和物理机制,因此它能够更准确地模拟复杂的水文过程,提高预报的精度和可靠性。在实际应用中,物理成因法通常与地理信息系统(GIS)、遥感技术等相结合,以实现水文过程的动态监测和实时预报。

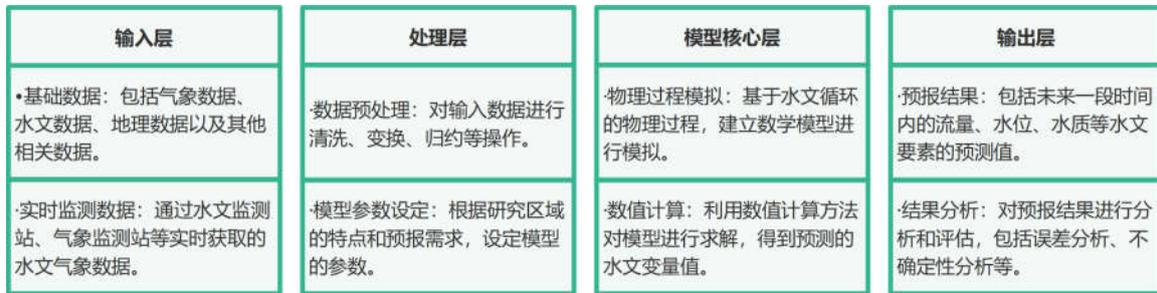


图1 水文预报模型原理架构示意图

## 3 水利工程调度策略的制定与实施

### 3.1 调度原则与目标

水利工程调度作为水资源管理的重要环节,其策略的制定与实施需严格遵循一系列核心原则,以确保水资源的合理、高效与可持续利用。首先,综合调度原则强调水资源的多目标管理和综合效益最大化。这意味着在调度过程中,需全面考虑防洪、供水、发电、航运、生态等多重需求,通过科学调配,实现水资源在不同用途间的优化配置。先进技术原则则要求调度策略紧跟科技发展趋势,充分利用现代信息技术、智能监控与预测技术,提升调度的精准度和响应速度,确保水资源管理的现代化水平。生态环境保护原则是水利调度不可或缺的一环。它要求在制定调度策略时,充分考虑生态流量需求,保护水生生态系统,避免过度开发对自然环境造成不可逆的损害。公平合理原则确保水资源分配的公正性,既要满足城市、工业用水需求,也要兼顾农业灌溉、居民生活等基本用水权益,促进社会经济均衡发展。持续发展原则则着眼于长远,强调水资源管理的可持续性,通过科学合理的调度策略,保障水资源的长期有效利用,为后代留下充足的水资源储备。调度目标方面,首要的是防洪安全,即通过精准调度,有效减轻洪

水灾害,保护人民生命财产安全;其次是供水保障,确保城乡居民生活用水及工农业生产用水的稳定供应;发电效益则追求在水资源合理利用的基础上,最大化水电站的发电效率,为经济社会发展提供清洁能源;最后,生态保护目标强调在调度过程中维护河流生态系统的健康与稳定,促进人与自然和谐共生<sup>[1]</sup>。这些目标的共同实现,构成了水利工程调度的核心使命与追求。

### 3.2 调度方案的制定

制定水利工程调度方案,是一项复杂而精细的系统工程,它要求在全面把握水文条件、深入理解水资源需求、严格遵循生态环境要求的基础上,进行科学合理的规划与决策。首先,我们必须对水文条件进行详尽的分析。这包括对历史水文数据的深入挖掘,以及对未来水文趋势的准确预测。通过运用先进的水文预报技术,如物理成因法、经验相关法及综合分析法,我们能够更准确地把握降雨、径流等关键水文要素的变化规律,为调度方案的制定提供坚实的数据支撑。同时,水资源需求的分析同样至关重要。需要充分考虑城乡供水、农业灌溉、工业用水、生态用水等多方面的需求,以及这些需求在不同季节、不同年份的波动情况。通过构建水资源需求模型,能够更精准地预测未来的水资源需求,从而

确保调度方案能够满足各方面的用水需求。此外,生态环境要求也是制定调度方案时不可或缺的一环。必须充分考虑河流生态系统的健康与稳定,确保调度方案不会对生态环境造成破坏。这包括对生态流量的合理预留,对水生生物的保护,以及对河流生态景观的维护等。在综合考虑以上因素的基础上,需要建立准确、可靠的水资源调度模型。通过模型模拟和优化,能够科学预测水库、河道等水利设施的水位、流量等关键参数,从而制定出既满足水资源需求,又符合生态环境要求,同时确保防洪安全的调度方案。这样的方案不仅具有科学性、合理性,更具有可操作性和可持续性,能够为我们提供长期稳定的水资源保障。

### 3.3 调度执行与监控

调度执行是水利工程调度策略落地生根的关键环节,其高效、准确的实施对于水资源管理的成效至关重要。为确保调度指令的畅通无阻与精准执行,建立强有力的调度指挥中心是首要任务。该中心作为水资源调度的神经中枢,需具备高度的组织协调能力和快速响应机制以及先进的通信技术,以确保各级调度指令能够迅速、准确地传达至每一处水利设施,实现水资源的统一、有序调度。与此同时,构建一个全面、实时的调度运行监测系统同样不可或缺。这一系统应涵盖水位监测、流量监控、闸门状态反馈、水质检测等多个维度,利用物联网、大数据、云计算等现代信息技术,对水利设施的运行状态进行全天候、全方位的实时监测。通过数据的即时采集、处理与分析,系统能够迅速识别异常情况,为调度决策提供及时、准确的科学依据,有效避免调度失误,提升水资源管理的精细化水平。此外,调度执行与监控过程中还应注重信息的透明化与共享<sup>[4]</sup>。通过建立信息共享平台,将调度指令、设施运行状态、水资源分配情况等关键信息及时公开,不仅能够增强各利益相关方的信任与理解,还能促进多方协同,共同参与水资源管理的决策与执行中来,形成合力,共同推动水资源的高效、可持续利用。强化调度执行与监控,确保指令的畅通无阻与精准执行,构建全面、实时的监测系统,以及实现信息的透明化与共享,是提升水利工程调度效率与效果,保障水资源安全、高效利用的重要途径。

### 3.4 调度评估与优化

水利工程调度并非一成不变,而是一个需要不断评估、调整与优化的动态过程。为确保调度方案能够持续适应实际变化,降低调度成本,规避潜在风险,定期进

行评估与优化显得尤为重要。评估环节应全面而深入,既包括对调度效果的后评价,如对防洪减灾成效、供水保障能力、发电效率提升以及生态环境改善等方面的量化评估,也涵盖对调度执行过程中出现的问题、挑战及反馈信息的整理与分析。通过构建科学的评估指标体系,运用数据统计、对比分析等方法,我们可以客观、准确地衡量调度方案的实施效果,为后续的优化提供有力依据。优化过程则需依托先进的优化算法和调度模型。随着计算机科学和数学理论不断发展,诸如遗传算法、粒子群优化、神经网络等智能优化算法在水资源调度领域展现出巨大潜力。这些算法能够处理复杂的非线性问题,寻找全局最优解或近似最优解,从而在满足多目标约束的前提下,有效提升调度方案的合理性和可行性。同时,调度模型的精细化也是优化过程中的关键。通过集成更多维度的数据(如气象预报、社会经济状况、生态环境变化等),构建更为精细、动态的水资源调度模型,可以进一步提高调度的精准度和灵活性,降低因不确定性因素导致的调度风险。定期对调度方案进行评估,结合实际情况和反馈信息不断调整优化,运用先进的优化算法和精细化的调度模型,是持续提升水利工程调度管理效能,实现水资源高效、可持续利用的重要途径。

### 结语

水文预报与调度策略是水利工程运行管理的核心环节,对于保障水资源合理利用、防洪减灾及生态环境保护具有重要意义。通过综合运用多种水文预报技术方法和制定合理的调度策略,能够确保水利工程在复杂多变的水文环境下安全、高效地运行。未来,随着科技的进步和水利工程需求的日益增长,水文预报与调度策略将不断完善和优化,为水利事业的可持续发展提供有力支持。

### 参考文献

- [1]赵庆鲁,刘新征,杨绪超,等.浅析平原区水利工程调度对水文预报精度的影响[J].地下水,2021,43(03):205-206+220.
- [2]翟朋云.水利工程与水文预报在防汛抗旱中的作用[J].河南水利与南水北调,2019,48(07):14-15.
- [3]王凯.水利工程中的水资源优化配置与调度管理[C]//中国智慧工程研究会.2024新技术与新方法学术研讨会论文集.河南省交通规划设计研究院股份有限公司,2024:2.
- [4]冯支雄.水利工程影响下的河流生态径流及其调度管理研究[J].水上安全,2023,(03):87-89.