

# 丹江口水库防洪预报调度过程中的关键问题分析

郑 磊

汉江水利水电(集团)有限责任公司 湖北十堰丹江口 442700

**摘要:** 水库作为主要防洪工程措施之一,对保障国民经济稳定发展、保障人民生命财产安全和社会稳定具有重要作用。合理的水库防洪预报与调度可以有效地解决或缓解水库防洪调度中存在的矛盾,有利于防洪与效益的有机结合。然而,与常规调度相比,水库防洪预报调度方式增加了更多的风险因素,增加了水库发生风险的可能性。因此,在水库防洪预报调度过程中进行风险分析是十分必要的,为水库的安全调度提供了技术支持。

**关键词:** 丹江口水库; 防洪预报; 预报调度

传统的水库调度方法是在防洪调度方案的前期设置为建筑物实际运行后应遵循的规律,而忽略了两阶段水库调度工作任务和基础信息的巨大变化,它没有充分利用雨情遥测气象云图分析系统、水系、洪水预报、调度,没有考虑洪水或降雨预报信息。其运行方式单一,缺乏灵活性,不能充分发挥水库的调节功能,虽合法但不合理。因此,许多水库,特别是华北地区的水库,在防洪过程中由于防洪水位的限制而弃水,洪水过后没有蓄水,造成洪水资源的浪费。为了改变这种汛期后弃水、无水可蓄的矛盾局面,一是改变目前水库定时定额蓄水的管理模式;二是依托天气预报和洪水预报技术,挖掘水库预报运行潜力。根据洪水发生规律,结合水文气象预报信息,在不改变现有防洪标准的前提下,研究预测调度模式,实现防洪效益与繁荣效益的转换。

基于实时调度的信息要比设计阶段丰富得多,不仅包括基于随机理论的统计信息和基于原因分析的确定性信息,还包括基于统计信息、确定性信息和调度经验的模糊信息。利用运行阶段的各种信息研究防洪预报调度模式不仅是必要的,而且是可行的。防洪预报与调度可以简单地定义为:为了充分发挥水库的效益,使防洪与社会福利尽可能地结合起来,可以利用预报洪水过程来实施防洪调度方法。洪水预报调度方法的优点是增加预报周期,提高防洪效益,缺点是承担预报误差的风险。实践证明,洪水预报调度方法具有理论价值和经济社会效益,有望在未来部分取代传统的调度方法。

## 一、水库防洪预报调度方式规则制定分析

### 1. 预报调度规则判别指标的选择

根据水库防洪安全风险最小或水库效益最大的思想,设计水库防洪预报和运行规程。目前水库防洪调控规则主要采用三个指标:累计净降雨量、实际流入流量和水库水位,其中,累计净降雨量是水库防洪预报调控规律的关键指标,决定了洪水的大小。但由于洪水预报误差

的存在,为了弥补其不足,根据径流预报误差分析结果,大洪水预报合格率为100%,但随着径流预报误差的增大,洪水预报误差趋于减小,设计洪水一般降雨过程集中径流系数较大。因此,在规则制定过程中,选取不同震级洪水的累积净降雨量,增加允许误差上限作为判断洪水震级的主要指标。同时,为了安全、更完善地控制出水过程,选择了水库临水时水位作为第二判别指标。为了防止调洪过程中出现越级泄流而采用了入库流量控制因此在文中选定的防洪预报调度判别指标为个考虑预报误差的累积净雨量、面临时刻库水位和实际入库流量。

### 2. 预报调度规则中判别指标选定原则

为使制定的防洪预报调度规则能够更有效地指导实际调度在选取判别指标时应遵循以下原则:

#### (1) 调度控制因素原则

在水库防洪调度过程中,指标的选取应该是对水库安全起控制作用的关键因素。例如,调节性能高的水库控制着防洪安全,而调节能力低的水库控制着防洪安全,是洪峰。洪水量换算成净雨量后以累积净降雨量作为判别指标,径流深小于同频率设计洪水的总径流深。径流深超过该指标时,按上级洪水进行泄洪。

#### (2) 多指标控制原则

选取的指标应该是多种类型的,主要考虑洪水预报误差的差异和不同的典型洪水设计过程,所以一般选择累积净降雨量或蓄流量作为判断指标,指标值应该是区间值而不是固定值

#### (3) 代表性和外包性原则

选取的指标是从各种典型洪水预报的设计洪水中外包出来的,或者是从一种典型洪水预报的设计洪水过程中衍生出来的,经过各种典型洪水的验证是安全合理的,即代表性原则。

## 二、水库防洪预报调度的风险问题

实施相对于水库的常规调度,水库防洪预报运行模

式可以考虑实际运行中,洪水预报、洪水设计计算、调度延误、调整水位、出库流量过程、水库间各种不确定因素的关系等,因此水库实施防洪预报调度模式和提高调度水平,可能会增加大坝本身和库区上下游的防洪风险。然而,在水库防洪预报和调度过程中,主要的风险影响因素是洪水预报信息的误差、调度滞后时间(人为因素)、初始调节水位、设计洪水的典型选取以及水位与库容的关系等。具体描述如下:

#### 1.洪水预报信息的不确定性

洪水预报信息是水库防洪调度的主要依据之一,洪水预报的不确定性也是导致风险的主要因素。洪水预报的不确定性来源于水文模型误差的结构,模型参数的优化是误差,水文现象的随机性和模糊性带来误差,模型输入误差的不确定性和模型输入不确定性的误差,如累积误差的不确定性最终体现在洪水预报误差上。因此,可以用洪水预报的精度来综合描述预报的不确定性。洪水预报误差影响防洪调度的风险,主要体现在洪水预报过小,实际来水是超过预报水位的洪水,按预报洪水水位进行防洪调度可能导致防洪目标的破坏。

概率水文预报通常用来描述洪水预报误差的不确定性。该方法强调充分利用各种可能的资料,以定量和概率分布的形式描述洪水预报的不确定性。目前,随着预报领域新技术、新方法的广泛发展和应用,概率水文预报得到了迅速发展。概率水文预报可以分析模型结构、模型参数、改进模型输入、处理模型输出。主要方法有:卡尔曼滤波、贝叶斯方法、随机模拟、结构可靠性分析等。在本研究中,随机模拟分析方法主要用于模型输出的后续处理。

#### 2.调度滞时的不确定性

防洪调度决策过程中的不确定性,主要是根据洪水或降雨的预报结果,制定调度方案、会见领导、汇报决策和实际调度所需的时间,这往往会导致流量延迟和最终洪水水位调整到一个更高的水平。如果后续洪水持续时间较长,防洪目标将被摧毁。总之,调度方案实施的延迟是调度延迟时的不确定性。此外,水库泄洪设施在运行过程中设计参数的选择和计算也存在一定程度的不确定性。排水建筑物的施工误差以及控制和排水设备的制造、运行和排水能力的不确定性,也导致排水建筑物的排水能力偏离设计值。这些不确定性都会导致调度方案的延迟实施,最终体现在水库防洪调度的风险上。

#### 3.初始起调水位的不确定性

主要是指水库调度初期确定的初始调节水位的变化。水库运行中,由于前期来水过程、洪水、降雨预报信息及其预报误差、调度决策方案实施时间的综合作用,洪

水调节开始时的水位并不完全等于汛限水位,而是在汛限水位附近随机波动。特别是对于汛限水位可变的水库,启动控制水位的不确定性更大。

#### 4.设计洪水典型选择的不确定性

在设计阶段,无论是在水库下游防洪调度计算中,还是为了水库下游防洪的安全性,根据设计洪水给出了一个条件,设计洪水计算采用一个或几个典型过程,但实际的水处理过程往往与选定的典型模拟过程不一致,可能发生的过程多种多样,因此,应选择不同的典型过程来分析和设计洪水风险。

#### 5.水位-库容关系的不确定性

库容与水位面积的关系是水库调洪计算的基础数据之一,传统的分析方法以库容和面积为准,但这两种曲线都是在实测和曲线拟合的基础上给出的,也是前述的,具有测量误差和模型误差的不确定度,是随机量。对于同一个水库,不同测量人员绘制的水库盆地等值线图会有所不同。在同一等高线条件下,由于计算原理和所用设备的不同,计算出的存储面积和存储容量也会有所不同。此外,洪水期间和之后的冲淤将改变水下地形,从而改变水库的面积和容量,除非在每次洪水之后立即绘制水下等高线,这往往是不可能的,因为人力和物力有限。

### 三、结束语

目前,我国水资源短缺、洪灾等问题严重威胁着人们的正常生活,水资源问题已成为制约我国经济社会可持续发展的主要问题。而这个问题在我国北方地区尤为严重。因此,面对严重的缺水问题,我国实施了南水北调、西东水引水等一系列引水工程。水库作为重要的水利工程之一,在洪水蓄水中也发挥着重要作用,洪水资源利用也逐渐提上议事日程。因此,水库防洪风险预测与运行研究为充分发挥水库防洪综合效益提供了理论支持,具有重要的现实意义。

#### 参考文献:

- [1]曹永强,殷峻暹,胡和平.水库防洪预报调度关键问题研究及其应用[J].水利学报,2005,36(1):0051-0055.
- [2]侯召成.水库防洪预报调度模糊集与风险分析理论研究与应用[D].大连理工大学,2004.
- [3]刁艳芳,王本德.基于不同风险源组合的水库防洪预报调度方式风险分析[J].中国科学:技术科学,2010,040(010):1140-1147.
- [4]陈璐,卢韦伟,周建中,等.水文预报不确定性对水库防洪调度的影响分析[J].水利学报,2016,47(001):77-84.