

# 水库防洪度汛智能决策系统设计

刘 胜

(江西省萍乡市锅底潭水库管理局,江西 萍乡 337000)

**摘 要:** 为了提高水库的防洪度汛能力,减小洪涝灾害损失,本文针对水库防洪度汛工程的特征,基于空间信息处理技术,提出一种水库防洪度汛智能决策系统,分析系统决策流程,详细阐述其总体结构和功能。该系统能够有效实现人机交互,充分发挥专家与计算机二者优势,快速准确作出最优决策。

**关键词:** 水库;防洪;决策;空间信息处理技术

**中图分类号:** TV877

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-4701(2015)05-0374-03

## 0 引言

纵观国内外洪涝灾害给人类带来的巨大经济损失这一现实,可知人类自古以来一直在洪涝灾害的威胁下生活<sup>[1]</sup>。洪涝灾害在未来仍然是人类面临的最主要灾害之一,将是长期制约和影响社会经济发展与社会稳定的重要因素。

为了更充分、完备的做好锅底潭水库的防洪度汛工作,提高锅底潭水库突发事件应对能力,切实做好水库遭遇突发事件时的防洪抢险调度和险情抢护工作,力保工程安全,最大程度保障人民群众生命财产安全,减少损失,快速有效地针对锅底潭水库下游灾情的解决,作者从2011年起致力于水库的防洪度汛决策支持系统的研究、演示工作,此系统可使洪水灾害处于可控状态,保证抗洪抢险、救灾工作高效有序进行,最大程度地减少人员伤亡和财产损失,为萍乡的经济社会持续发展提供防洪安全保障。

决策支持系统在水资源规划利用、管理与调度方面<sup>[2-4]</sup>得到了一定的应用,并且对国内重要河道流域如长江、黄河等进行了实验研究<sup>[5]</sup>。近年来,防洪度汛决策支持系统这一非工程类项目一直是国内外学者研究的热点,并取得了一定的学术成果<sup>[6]</sup>。本文针对水库防洪防汛工程的特征,采用空间信息处理技术,提出一种新型防洪度汛智能决策系统,并分析其结构特征及功能,对于提高我市防洪度汛能力,具有十分重要的理论意义和现实意义。

## 1 工程概况

锅底潭水库位于萍乡市南部山区的绿水支流—长丰河的上游,属长丰河梯级开发的龙头水库。距萍城约36 km,是一座以防洪、供水为主,兼顾发电、灌溉的综合性水利工程。枢纽主要由大坝、溢洪道、引水系统及厂房、开关站等建筑物组成,坝址坐落于宗里河与六市河交汇处下游约200 m的峡谷河段,水库控制流域面积71.6 km<sup>2</sup>(包括上游河江水库26.3 km<sup>2</sup>),正常蓄水位455.00 m,设计洪水位(P=2%)455.00 m,校核洪水位(P=0.1%)456.10 m,水库总库容2 215万m<sup>3</sup>。电站装机为1 000 kW。大坝为混凝土面板堆石坝,最大坝高58.20 m,坝顶高程456.20 m,坝顶长度119.36 m。溢洪道布置在大坝右岸,全长135.79 m,采用正槽型式,两扇6.0 m×8.0 m的弧形闸门控制,最大泄流量为596 m<sup>3</sup>/s。导流、发电引水兼放空隧洞布置于右岸溢洪道下部岩体内,隧洞内径2.50 m,全长196.36 m,发电厂房及开关站布置在大坝下游左岸。

根据《防洪标准》(GB50201-94)及《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2000),本工程等别为Ⅲ等、中型工程。大坝及溢洪道为3级,设计洪水标准为50年一遇,校核洪水标准1 000年一遇。

水库属亚热带湿润气候区,多年平均降雨量为1 611.2 mm,实测年最大降雨量2 285.4 mm(1962年),年最小降雨量1 086.4 mm(1971年),降雨量年内分配不均匀,主要集中在二季度,为全年降雨量的44.6%;多年平均蒸发

量为1 269.6 mm。

流域洪水由暴雨形成,水库坝址处无实测径流资料,流域内和临近流域无适合的水文参证站。坝址以上宗里河集雨面积19.9 km<sup>2</sup>,主河道长7.4 km,平均坡降0.032 6。坝址以上六市河集雨面积51.7 km<sup>2</sup>,其中河江水库以上六市河集雨面积26.3 km<sup>2</sup>,主河道长10.6 km,平均坡降0.018 1;河江水库以下六市河集雨面积25.4 km<sup>2</sup>,主河道长10.5 km,平均坡降0.013 1。

2006年4月,锅底潭水库水、雨情自动测报系统建设完成,实现了水、雨情自动测报。但洪水预报预警、洪水调度方面却还是一片空白。

## 2 系统设计目的与原则

水库防洪度汛智能决策系统是为了减免洪涝灾害损失的需要而设计的水库防洪减灾非工程措施的一种决策系统。它能在地理信息系统和一定量的水文、气象信息的监测、采集和处理的基础上,加上一定的计算机软件、硬件环境支持,为决策者提供当前和一定预见期内水文气象、洪水等有关信息,帮助决策者进行问题识别,明确所面临的问题做出正确的防洪度汛应急方案,以便达到减免经济及人身损失,促进城镇经济、社会和环境协调发展的目的<sup>[1]</sup>。

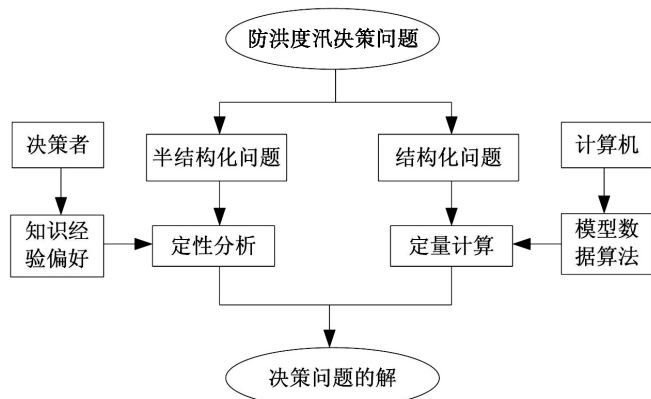


图1 防洪度汛决策系统人机交互工作原理

防洪度汛工作的核心部分是防汛决策,要针对所面临的各种复杂情况,及时确定各种应急方案,并进行分析和评价。防汛决策存在许多不确定的因素,具有半结构化和非结构化的特点。防汛决策涉及大量防洪度汛政策、法规、防洪度汛专家知识和经验等问题,这些半结构化的问题很难或不能用数学模型表达出来,这需要知识经验丰富的专家、决策人的积极参与。此外,计算机能够通过其强大的计算和存储能力解决大量的结构化问题。

因此,采用专家与计算机相结合的方式,发挥二者各自的优势,可以相得益彰。因此,遵循专家与计算机相结合的原则,是水库防洪度汛智能决策系统和一般的决策支持系统在设计概念上的重要区别之一。其工作原理如图1所示。

## 3 系统总体框架及其功能

### 3.1 系统特征

该系统具有以下几个特征:

(1)实时性强。防洪减灾决策所要求采集的信息、预报评估计算、决策实时性很强,必须迅速做出反映,并且随着防洪形式的不断变化要求反复分析计算和方案比较,并迅速采取应变措施。

(2)系统数据量大,种类繁多。需要用到的模型、算法、参数都因不同地域不同时间而不同,模型本身千差万别,既有预报、评估、决策计算方面的数学模型,又有社会学、经济学、管理学等方面的各类数学模型,由于有些模型比较确定,有些模型并不确定,给决策结果的评价带来极大的困难。

(3)防洪预报-评估-决策整个过程是一个反复迭代的过程,既有静态需要,也有动态特性,即迭代的结果随时间变化。

(4)不确定性。无论是预测预报还是决策,都会受到人为干预(专家知识或领导经验)。

(5)决策过程各环节要求大量的信息查询。

(6)防洪度汛决策的影响程度深,一旦做出决策,洪水的一系列客观事件就会发生,也必将减缓或加重洪涝灾害的损失,直接影响到下游城镇人民生命财产安全和社会经济的发展。

### 3.2 系统决策过程分析

防洪度汛决策过程的工作内容与流程如图2,基本可以划分为4个阶段:

(1)情报活动阶段:主要完成气象、水雨情、工情、险情、灾情等防汛信息的收集、整理,并提供信息服务。信息是决策的基础,它们构成了决策的环境。

(2)预测预报活动阶段:主要完成暴雨预报、洪水预报、工程安全状况预报、洪灾发生发展预测等。由于防洪决策属事先决策,即在洪水到来前必须对防洪度汛工程的运用、防洪措施等作出安排,没有预测预报就没有事前决策,预测预报的结果是调度的依据。

(3)方案设计阶段:水雨工情和灾情及其发展趋势的预报预测,构成了防洪形势,经过分析归纳可以理出

防洪度汛决策的具体内容和目标,制定可行有效的决策方案并对其风险及后果进行评价。这个阶段是调度决策的主要工作内容。

(4)决策阶段:在认清防洪形势的基础上,本着以洪灾损失最小等目标,通过数据整合和专家建议,进行方案补充调整,选出最优方案予以实施。

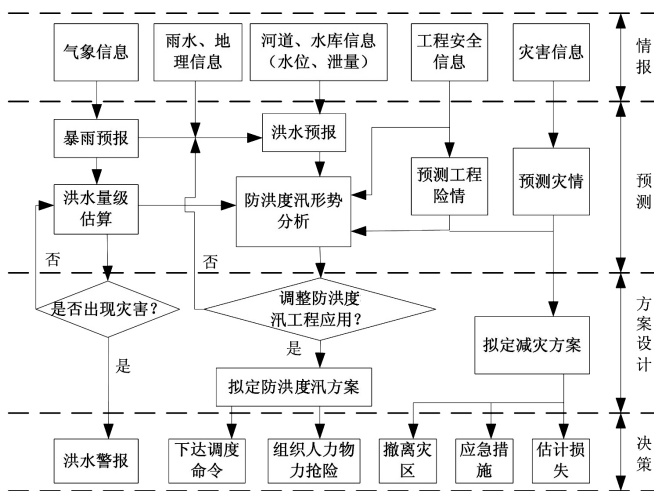


图2 防洪度汛决策过程的工作内容与流程

### 3.3 系统总体框架及功能分析

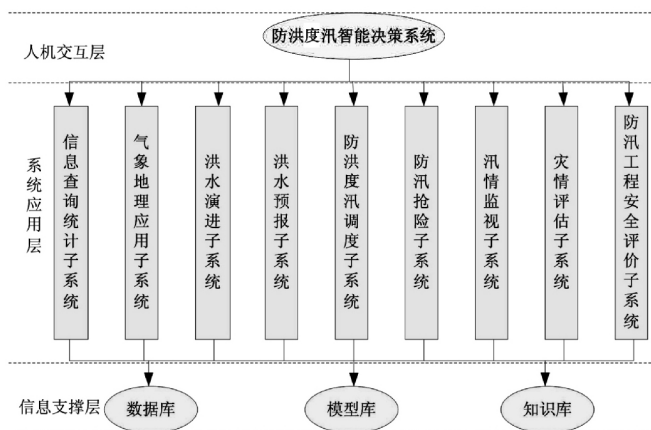


图3 系统总体框架结构

根据防洪度汛决策过程的工作内容和流程,系统结构框架可分为3个层次:系统人机交互层、系统应用层和系统信息支撑层<sup>[9]</sup>,其总体结构如图3所示。系统应用层通过人机接口与防洪度汛领域专家、调度人员、决策分析人员和决策者进行交互,在系统信息支撑层和系统应用层众多分析功能的支持下,完成防洪度汛调度决策过程中各个阶段、各个环节的多种信息需求和分析功能。

系统应用层包括信息查询统计、气象地理应用、洪水预报、洪水演进、防洪度汛调度、灾情评估、汛情监视和防汛抢险指挥等九大功能子系统。各子系统间不进行直接的相互控制,可独立运行,其间的联系通过信息交换缓冲区进行。

该系统具有以下功能:①采集和存贮汛情发生及其环境状态的数据,能够快速准确地查询地理、气象信息,历年相关资料信息;②获取和积累有关汛情预防和处理的专门知识,对防洪度汛工程实施灾前调整调度,降低汛情的发生概率;③具有强大的计算功能,能够快速准确地处理监测数据,预测和预报可能发生的汛情;④利用动态演示模型可仿真洪涝灾区灾情的发生、演进过程以及防洪度汛决策的实施效果,计算机3D技术的出现使其效果更加形象逼真;⑤传递和提取有关当前汛情的各种信息,系统能够迅速整理出具体灾情,如时间、地点、灾区人员以及物质分布等,并对其进行评估;⑥辅助分析汛情发展态势,提供基于专家知识和经验的建议和预案;⑦帮助决策人拟定、评价和选择最优防汛决策方案。

## 4 结论

锅底潭水库的防洪度汛基础设施简陋,防汛能力相对薄弱,本文采用空间信息处理技术,基于人机交互原理,提出新型防洪度汛智能决策系统,系统由九大功能子系统、数据库、模型库和知识库组成。该系统不仅具有强大的信息查询能力和计算分析能力,能够准确预报洪涝灾害和预测灾情演化发展,而且能够快速有效地针对锅底潭水库下游灾情设计出最优决策,提供其防洪度汛能力,减小人民财产损失。

### 参考文献:

- [1] 陈兴,程吉林,周健康. 基于GIS的水资源优化配置决策支持系统的研究[J]. 水资源与水工程学报,2008,05:15-19.
- [2] 李舟,董增川,张文明. 基于混合B/S结构的水资源决策支持系统开发[J]. 人民长江,2007,08:94-96.
- [3] 顾世祥,李靖,傅骅. 流域水资源调度决策支持系统[J]. 黑龙江水专学报,2002,03:21-23.
- [4] 熊堂,陈力,黄艳. 长江流域水资源管理与决策支持系统研究[J]. 水资源研究,2013,01:5-8+17.
- [5] 李燕,李满春. 黄河水量调度管理决策支持系统建设研究[J]. 地域研究与开发,2009,05:140-144.
- [6] 马军建. 基于B/S模式的智能水电厂防汛决策支持系统研究[J]. 水电能源科学,2013,05:170-172.
- [7] 黄诗峰,李纪人. GIS支持下的防汛指挥决策支持系统的系统分析与设计[J]. 中国管理科学,2001,06:74-81.

(下转第 379 页)