

洪灾风险管理决策支持系统的总体设计与构思

陶 涛¹, 朱廷举², 纪昌明³

(1 同济大学环境学院, 上海 200092; 2 清华大学水利水电工程系, 北京 100084;

3. 武汉大学水利水电学院, 湖北 武汉 430072)

摘要:在简要介绍防洪决策支持系统研究现状的基础上, 充分考虑了洪灾风险管理的特点和目标, 提出了具有系统结构合理、扩充性好和适应实时要求特点的洪灾风险管理决策支持系统, 确定了系统开发的原则, 拟定了系统的组成结构及主要框架构成, 设计了友好、直观并且操作灵活方便的界面。

关键词:决策支持系统; 洪灾; 风险管理

中图分类号:TV122, C934

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2002)01-0006-03

洪灾风险管理主要包括五个方面内容^[1]: ①洪水风险管理; ②防洪工程风险管理; ③防洪投资风险管理; ④泛滥区风险管理; ⑤防洪决策风险管理。其中防洪决策风险管理主要是指在洪灾风险评价的基础上, 对提出的风险处理方案进行风险、费用、效益分析, 由决策者根据各种方案后果的分析评价作出决策, 它一般包括: 确定风险决策目标; 拟定风险处理方案; 选择风险处理最佳方案三个程序。

防洪决策的目标主要是有效运用各种工程和非工程的防洪手段, 防止洪水灾害, 避免和减少洪灾损失。在这个决策过程中, 要收集整理水、雨、工情和灾情等防汛信息, 对暴雨、洪水等作出准确预报, 同时还必须对工程险情进行预测, 然后制定、优选和实施防洪调度方案, 在此基础上, 对洪水灾害进行预测, 制定防洪减灾各个方案, 决策者在自己经验的基础上, 作出决策。因此这个决策过程是非常复杂的, 不但要应用行之有效的模型和算法对确定性问题求解, 还要根据制定的规则、协议和专家经验, 解决决策中结构化和非结构化的问题。而洪水灾害的形成和发展要受到众多不确定性因素的作用和干扰, 使防洪情势具有明显的随机性、模糊性、未知性及突发性, 因此在决策过程中决策者就必须承担一定的风险, 如水文风险、水力风险、经济风险等等, 正确地对待各个风险因素作出风险辨识、风险评价及风险决策在整个决策过程中是必不可少的。

决策支持系统(decision support system, DSS)是目前迅速发展起来的新型计算机人机交互系统, 它以现代信息技术为手段, 综合运用计算机技术、管理科

学、经济数学、人工智能技术等多种科学知识, 针对某一类型的半结构化决策问题, 通过提供背景材料, 协助明确问题、修改完善模型、列举可能方案等方式, 为管理者作出正确决策提供帮助。近年来, 决策支持系统在防洪领域中的应用取得了长足的进展^[2]。翁文斌等人开发的安阳市防洪 DSS 已投入使用, 浙江省洪涝台风灾害预报及省级防汛决策系统和黄河防洪 DSS 都已在 1994 年通过鉴定。1992 年国家防汛抗旱总指挥部办公室和水利部水利信息中心主持的《全国防洪调度系统研究》是一个国家级的防洪管理 DSS 原型, 这个系统包括: 国家防汛抗旱总指挥部办公室计算机局域网、原型防洪综合数据库、原型防洪信息查询和会商系统、原型淮河干流正阳关以上调度系统和交互式洪水预报系统, 其中某些系统已于 1994 年投入试运行, 取得了良好的效果。同时, 淮河、永定河和汾河等流域也相继建成了防洪 DSS。长江防洪决策支持系统于“八五”期间初步完成, 目前正在实体建设和具体实施阶段。

本文主要探讨洪灾风险管理决策支持系统(flood hazard risk management decision support system, FHRMDSS)的开发原则及其总体结构设计等内容。

1 FHRMDSS 的开发原则^[3]

a. 所开发的系统应能在一定的硬件环境支撑下, 在实时水、雨、工情信息处理系统, 防洪工程数据库等系统的支持下, 快速灵活地以图表、文字等多种方式提供流域水、雨、工情实况, 进行洪水风险预报、水库调度方案优选、分析决策预案实施后的风险情

基金项目: 国家自然科学基金重大资助项目(50099620)

作者简介: 陶涛(1974—), 女, 重庆人, 博士, 主要从事水资源管理研究。

况,对受灾区的灾情进行风险评估,为水库防洪调度决策提供多层次、高精度的信息服务和多种支持手段。

b. 在现有防洪决策支持系统的基础上,重点开发风险管理方面的内容,为决策者提供更为全面的决策信息、同时在决策过程中,要注重“信息—经验—反馈”之间的关系,将专家知识和经验引入决策支持系统,尽可能地激发专家的创造性思维。

c. 要注重系统的统一完整性和系统的逐步完善要求,为以后系统的改进留有一定的空间;并且对于该通用系统,要有一定的推广意义,以满足其它部门在修改、扩充、调整、转换的基础上建立自己的系统。

d. 以水库多年积累的防洪经验、形成的防汛体制以及工作流程为基础,进行系统的设计与开发,重点是防洪调度专家系统的设计;遵循广泛适用的原则,应能为各级防汛部门所借鉴使用。

e. 设计界面应以满足用户需求为根本目的,及时、持续地以容易为用户所理解的方式提供有用的信息,并易于适应决策环境的变化。

2 系统总体结构设计

洪灾风险管理决策支持系统主要包括人机交互界面、数据库、模型库管理系统以及知识库。人机交互界面是实现用户与系统发生联系而开发的软件,是用户与系统直接对话的工具和决策者参与决策的手段,它负责接收和检查用户的要求、沟通数据库、模型库及知识库之间的联系,包括面向用户的菜单系统,可通过键盘或鼠标接受并识别用户发出的指令,并启动相应程序来完成指定任务。

数据库是决策支持系统的基础,它的作用非常重要,包含了大量的相关信息,既有历史数据,又有实时数据;既有数码文字,又有声音图形,这些数据覆盖了水文、气象、工程、社会经济等多方面,因此,在开发设计数据库时,既要使其总体结构具有较高的灵活性、可扩充性和可维护性,又要保证数据的可靠、有效、完整和安全,充分满足查询、显示、科学计算、预报决策等对使用数据的要求;并在功能结构先进合理、操作使用灵活方便的同时,为其它子系统提供多种形式的接口功能,以适应计算机网络的发展需要。本文设计的决策支持系统数据库主要包括:工程数据库、水文数据库、社会经济数据库、历史事件数据库和法律法规数据库等(见图1)。其中工程数据库主要包括区域(流域)各个水库、大堤垸堤、险工段、涵、闸、道路、桥梁、电灌站、排涝站、渠道、分蓄洪区、河道等级、物资仓库等数据;水文数据库包括了

各水文站历年所有的年、月、日水位、流量、降雨、实时水情、卫星云图、雷达观测气象数据等;社会经济数据库包括了与经济有关的各种数据,即(区域)工农业产值、企业统计、人口分布、建筑物分布等;历史事件与法规数据库分别包括历史上的重大洪灾记录及其受灾情况、抗灾纪实和法律法规、工程资料图片等。

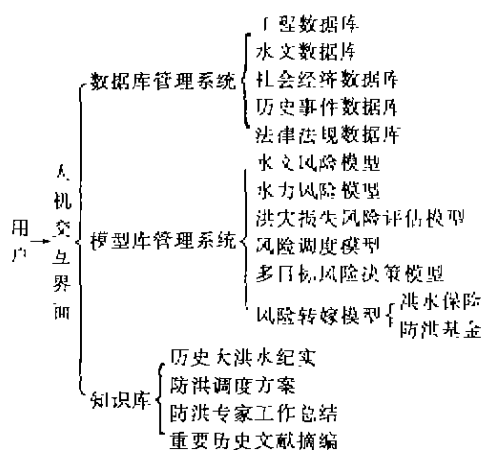


图1 FHRMDS 结构流程

模型库管理系统是决策支持系统的重要组成部分,管理系统主要是为模型库提供运行环境、负责模型的装入、维护、更新、查询、运行以及与其它子系统的连接问题,它的功能主要有:模型的存储管理(建立、删除、修改、查询);模型的运行管理(模型程序的输入和编译、模型的运行控制、模型对数据的存取);支持模型的组合(模型库管理系统本身不进行模型的组合,而是能够支持模型的组合,模型的组合是通过问题处理集成来进行的)。

模型库主要用来储存系统中辅助决策的各个模型,本文模型库主要是针对洪灾风险管理所建立的,这是本文的核心内容。模型库主要包括:水文风险模型、水力风险模型、洪灾损失风险评估模型、风险调度模型、多目标风险决策模型和风险转移模型。水文风险模型主要是通过确定洪水径流系列的分布,来计算防洪控制点的洪灾风险率,目前经过研究和实践证明,皮尔逊Ⅲ型曲线与我国大部分河流的洪水资料相适应^[4],该模型以控制断面的洪峰流量为荷载,安全泄量为承载能力,定义荷载小于承载能力的概率为洪灾风险率。水力风险模型主要是对水力模型中潜在的风险进行模拟,例如对糙率的选择,实际边界的简化等等,该模型的研究目前还处于探索阶段,本文在此仅提供一定的思路。洪灾损失风险评估模型主要是综合考虑了洪灾风险率以及洪灾区承载体的概率分布来计算洪灾损失。多目标风险决策模型以防洪减灾的多个风险处理方案为研究对象,通过风险—费用—效益综合分析,形成多目标的非劣解。

引入效用理论来判断决策者对风险的态度,构成风险决策的主观依据,通过此依据进行风险决策,风险转嫁模型在目前研究得比较少,风险转嫁主要有物理方法和经济方法,物理方法是指通过采用先进的科技手段、或利用自然界某些固有的特性来承担人类应该承担的风险,实现风险的转嫁,例如在防洪系统中,所采用的物理风险转嫁方法就是应用分洪区,将洪水灾害的风险进行转移,经济方法它不是从根本上消除风险,而是追求失事情况发生后的经济补偿,该方法旨在经济活动中实现风险的转嫁,主要有三种表现形式:自救形式、财政支持和社会保险,洪水保险和防洪基金是目前抗洪救灾中使用较多的风险转嫁方法,本文建立的风险转嫁模型主要是对征收防洪保护费建立优化模型,得出最优防洪保护费率。

模型和方法在本系统中是统一的,模型和方法有不同之处,模型一般用数学方程表示,而方法用求解算法表示,但在本质上它们代表了同一问题,即模型和方法是同一问题的两个侧面。

构造知识库系统是一个重要而困难的问题,成百条规则和大量事实是靠访问有关领域专家来获取的,把专家的知识表示成事实和规则是枯燥而费时的过程,主要困难有:专家用他理解的方式陈述知识,这些知识包含背景、概念、关系、问题等,很难用计算机程序形式进行描述;专家知识存在主观性、不确定性等问题,知识的不一致性主要包括知识的冗余、蕴涵、矛盾、遗漏等方面,这对于知识库系统是不可忽视的问题,知识库系统主要包括防洪决策过程中需要的各种文档资料,如:历史大洪水纪实、防洪法规和条例、防洪规划方案、防洪调度方案、防洪专家工作总结与重要历史文献摘编、防汛抗洪管理信息及背景和基础知识等。

3 系统总控框架

洪灾风险管理决策支持系统的框架设计主要是指面向用户的菜单设计,在这个过程中,菜单设计必须任务明确,安排合理,然后利用各种数据接口技术的开发,建立各库之间的有机联系,通过总控程序将各个子系统及各功能模块集成起来,形成软件系统。

总控菜单(见图2)下的各子菜单描述如下:

- a. 系统信息,子菜单有系统版权信息、退出。
- b. 实时信息,有实时雨情信息、实时水情信息、实时水雨情过程线。
- c. 历史信息,包括水库特性曲线、历史水雨情过程线、历史洪灾损失、历史洪水记录。
- d. 预报预测信息,利用水文风险模型来预报和

预测洪水水位、流量及水雨情,包括洪水水位预报、洪水流量预报、雨情预测、水情预测、灾情预测。

e. 防洪调度方案,利用系统中的洪水优化调度模型对洪水进行优化调度,包括方案生成和方案描述。

f. 防洪决策,利用多目标风险决策模型,对以上生成的防洪调度方案进行优选,主要包括模型选择、模型结果和决策方案风险分析。

g. 知识库查询,包括防洪法律法规、防洪专家工作总结、重要历史文献摘编、防汛抗洪管理信息及背景和基础知识。

h. 帮助,为用户提供使用本系统的帮助信息,包括帮助目录与内容。

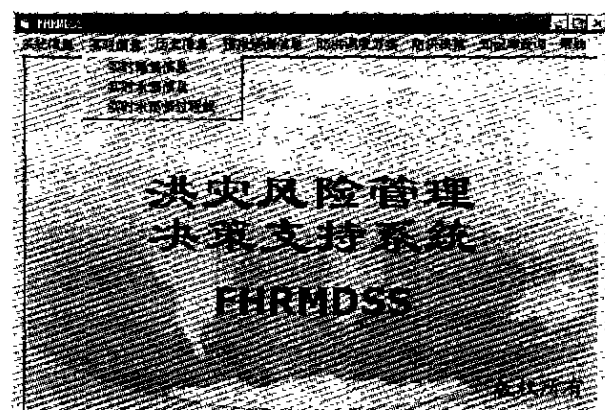


图2 FHRMDSS 总控菜单

4 结 语

洪灾风险管理的目的,就是针对防洪减灾管理过程中的风险因素及风险环境,正确分析,从而调节控制洪水,避免人员伤亡,尽可能减免洪灾造成的损失,该决策支持系统的建设,不会直接创造财富,而在于减少洪灾损失及其带来的不利影响,其经济效益和社会效益都是巨大的,并且为防洪减灾提供了有力保证,但系统现在仍处于开发阶段,还需要在以后的研究工作过程中,针对具体研究对象,逐步完善以满足用户的要求。

参考文献:

- [1] 刘树坤,国外防洪减灾发展趋势分析[J],水利水电科技进展,2000,20(1):12~10.
- [2] 刘建民,水资源规划与管理决策支持系统的发展和应用[J],水科学进展,1995(3):255~259.
- [3] 余达征,索丽生,关于防洪调度智能决策支持系统的分析与设计[J],水文,1999(2):18~23
- [4] 付湘,防洪减灾中的风险管理研究[D],武汉:武汉水利电力大学,1999.

(收稿日期:2001-01-27 编辑:殷永斌)