

滞洪区决策支持系统的设计

13

陆定维, 田秀乐, 林益才

285-46

(河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098)

TV873.2

TV877

摘要:介绍滞洪区决策支持系统的系统结构、各模块的设计方法、进行洪水演进计算时所采用的水力计算方法, 预测滞洪可能引起的灾情损失, 以多媒体形式, 动态地显示不同工况下的洪水演进过程。

关键词:防洪减灾; 水力计算; 滞洪区; 决策系统; 应用程序; 多媒体 滞洪区

中图分类号:TV873+.2; TP31

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2000)04-0045-02

滞洪区是综合防洪体系的重要组成部分。对洪水进行风险分析, 可以对减少灾害损失起到一定的指导作用。近年来, 各级管理部门在不断加强防洪工程建设的同时, 也开始重视非工程防洪决策及防洪减灾措施的研究。“滞洪区决策支持系统”软件能在洪水演进计算的基础上, 预测滞洪可能引起的灾情损失, 动态地显示洪水演进过程, 计算出在不同洪水频率下滞洪区内各乡村受淹水深变化过程, 结合系统内存储的滞洪区内交通状况, 确定各乡村撤退的时间及路线, 对滞洪区防洪决策及防洪减灾的指挥工作有着重要的意义。

1 系统设计

1.1 系统结构

系统高度集成是目前软件开发的一个新特点, 它可最大限度地利用各种软件的优点, 使所开发的系统更加完美。本系统用 FoxPro for Windows 对涉及的大量数据进行管理, 在进行洪水演进计算时需要求解复杂的数学方程, 故用 FORTRAN 语言进行洪水演进计算, 用 Visual BASIC 进行系统集成。

本系统共设有基本资料、洪水演进、村镇风险等几个模块, 各模块独立操作, 采用统一的数据格式进行相互间数据的传递, 系统结构如图 1 所示。

1.2 模块设计

1.2.1 基本资料

该模块用于处理系统所需的有关滞洪区的图形及数据, 采用 AutoCAD 输入图形, FoxPro 管理数据。

本系统主控界面用 Visual BASIC 编制, 故必须将所需处理的图形数字化, 以供调用。处理的图形包括: 滞洪区地形地貌、区内乡镇及村庄分布、交通路

线图、撤退路径及安置地点等。

除图形以外, 还有大量的数据需要处理, 将这些数据存入 FoxPro 的数据库中, 并提供对这些数据的查询、修改、打印、增加及删除等功能。共存有以下资料:

a. 水文资料。水位库容关系曲线、入库洪水过程线及相应的数据表格。

b. 地形资料。储存了滞洪区地形地貌资料, 与水文资料一起在洪水演进计算时使用。

c. 社会经济指标。用于输入滞洪区内各县、乡、村的人口、房屋、耕地及资产值等资料, 并对这些资料进行维护。

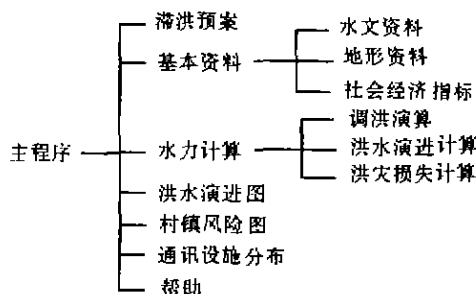


图 1 系统结构

1.2.2 水力计算

该模块用于进行洪水演进计算。

a. 调洪演算。针对滞洪区所在流域进行调洪演算, 求出口门处流量过程线。

b. 洪水演进计算。根据调洪演算结果, 进行洪水演进计算, 求出各时段滞洪区淹没情况, 区内各点的水深、流速、流向、区内瞬时的蓄水量、淹没范围。

c. 洪灾损失计算。根据洪水演进计算结果, 结合社会经济指标, 进行洪灾损失计算, 洪灾损失可分成两类, 一类是人口及淹没面积等与淹没水深无关,

另一类是建筑物及农作物等与淹没水深及淹没时间有关。前一类损失可以根据区内各乡村在图形中的坐标点位置,在洪水演进计算所得结果中找出该位置所在网格点上的水深,判断其是否淹沿后得出;后一类损失则需在前述处理的基础上再根据水深及淹没时间乘上相关的系数,所需采用的系数需在全面普查或典型户调查的基础上确定。

1.2.3 洪水演进图

以图形方式直观地显示洪水演进计算的结果,用不同的颜色表示不同的水深,用箭头的大小及方向表示流速及流向,通过不同历时下各网格点上的计算结果动态地表示洪水波变化过程。根据区内社会经济指标计算各区域的淹没结果。

1.2.4 村镇风险图

本模块截取了洪水演进过程中最大水深时段的情况,结合区内的村镇分布状况作图,输出滞洪区内各村镇的最大风险,并配上区内交通图、区内各村的撤退路线及安置地点。

2 水力计算

要对灾情进行预测,必须作洪水演进计算,计算可分为两种方法:一种是分段模型解法,即把坝址作为上下两段的连接点,先根据库区情况和下游水位对坝址出流的影响,求出坝址流量过程线,然后作为上边界,向下游作洪水演进计算;另一种是整体模型解法,即把库区、坝址、下游滞洪区作为一个整体模型来研究,理论上较为完善,但计算较为复杂^[1]。用前一种方法即分段模型进行计算时,先用水量平衡的方法求出坝址处的流量过程,再向下游作洪水演进计算。

2.1 流量过程计算

一般的水库调洪演算方法,忽略库区阻力影响,不考虑动力方程,仅用水量平衡求解,溃坝流量比一般泄洪流量大得多,阻力影响要小得多,因此用水量平衡方程及堰流方程计算口门处的流量过程。

2.2 洪水演进计算

2.2.1 水流运动基本方程

洪水演进是滞洪区灾情预测系统的重要组成部分,对它的研究始终是一个重要的课题,以前对它的研究主要通过实验来进行,近年来随着计算机技术的不断发展,人们可借助计算机进行数值模拟求解,捕捉洪水波间断面的瞬时位置,进行水深计算。

在滞洪区域的地形和来流条件下,水流的平面尺度远大于水深尺度,作用于水体上的外力有重力、淹水区底部摩擦力,柯氏力可忽略不计,动水压强在垂向的分布可近视作静水压强分布。水流运动符合浅水方程应用的三个条件,故可用浅水方程描述水流运动过程^[2]。

2.2.2 数值计算方法

本设计采用了ADI即交替方向隐式法对浅水方程进行数值离散,它具有显式和隐式两种差分格式的一些优点,其表达式简单,不像完全隐式格式那样,每步都要解一个大型代数方程组且要进行迭代,因而比隐式格式节省计算时间和内存,它在计算中没有显式格式常有的波动现象,具有较好的计算稳定性和精度,在半时间步长 $k \cdot \Delta t \sim (k+1/2) \cdot \Delta t$ 内的计算步骤见图2。

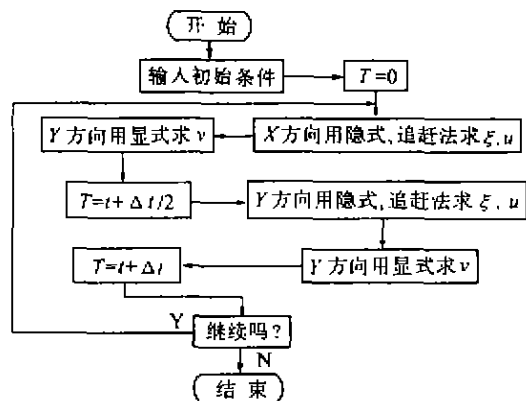


图2 数值计算框图

3 应用实例

笔者成功地开发了一套“滞洪区滞洪决策支持系统”多媒体软件,并将其应用于江苏省黄墩湖滞洪区的管理之中,软件集声音、图像、动画、表格及文字于一体,具有直观、方便的特点。

黄墩湖滞洪区是江苏省内最大的滞洪区,区内有9个乡镇,100多个村庄,人口20多万,耕地2万多 hm^2 ,财产30多亿元,一旦滞洪将对区内人民生命财产造成巨大损失。根据该滞洪区的具体情况,计算了在遭遇20年及50年一遇洪水时,进行爆破滞洪及开闸滞洪两种运行方式下的洪水演进及洪灾损失,以1h为一时段制作了区内淹没图,计算出了每小时受淹没影响的人口、耕地及财产值。从软件的运行中可直观地观察到不同洪水频率下滞洪所引起的洪水推进速度、各节点的流速大小及方向、区内各村淹没随时间的变化过程等情况,可查到滞洪后区内100多个村庄所在位置开始被淹的时间及以后每小时的水深,结合区内的交通情况,提供了各村村民的撤退路线及安置地点。

参考文献:

- [1] 谢任之. 溃坝水力学[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1993.
- [2] 汪德耀. 计算水力学理论与应用[M]. 南京: 河海大学出版社, 1989.

(收稿日期: 1998-11-23 编辑: 张志翠)