

文章编号: 1000-2022(2002) 02-0247-06

基于 GIS 的水库防洪决策支持系统

田 红¹, 吴必文², 陆维松¹

(1. 南京气象学院 大气科学系, 江苏 南京 210044; 2. 安徽省气象局, 安徽 合肥 230061)

摘 要: 以安徽省基础地理信息、气象、水文等大量空间和非空间数据为基础, 利用世界著名的 GIS 软件 ARC/INFO 和 ArcView, 结合数据库管理技术和其他高级语言进行二次开发, 实现数据管理、图形显示、查询检索、统计量算、空间分析、图表输出等功能, 为汛期水库科学调度提供决策支持。

关键词: 决策支持系统; GIS; 防洪

中图分类号: TP14 **文献标识码:** A

安徽地处亚热带与暖温带之间的过渡带, 是一个气象灾害频繁的省份。其中旱涝为灾害之首。几十年来安徽省关于旱涝灾害方面的研究成果很多, 例如灾害类型、发生机制、时空规律等^[1-2]。然而灾害特别是洪涝往往是突发性、动态性的, 一旦灾害发生, 人们更关心的是“现在”, 要求对灾害作出快速反应, 采取应急措施。历史资料分析表明, 安徽省两大山区(大别山区和皖南山区)主要气象灾害就是因暴雨引发的山洪, 而全省主要大型水库也恰恰集中在这两大山区。因此, 应用 GIS 这一高新技术, 对暴雨和库区洪水进行实时的监测模拟, 为政府和有关专业部门进行水库科学调度提供及时、准确、可靠的信息, 是防灾减灾的需要。

地理信息系统 GIS(Geographical Information System)的发展已有三十多年的历史, 在社会、经济、军事和管理部门得到了广泛的应用^[1-3]。在气象领域, 将遥感与 GIS 结合用于农业气象业务已取得初步成功。本系统是主要以安徽省基础地理信息、气象、水文等资料为信息源, 选用功能卓越的 GIS 软件 ARC/INFO 和 ArcView, 结合其他高级语言开发出的一个 GIS 应用系统。

1 系统目标

总体设计目标是: 运用 GIS 技术, 结合数据库管理技术和其他高级语言, 以空间和非空间数据为基础, 汛期暴雨实时监测和库区洪水模拟为主要目的, 构成解决这一问题的空间决策支

收稿日期: 2001-09-07; 改回日期: 2001-10-18

基金项目: 中国气象局“九·五”青年气象科学基金课题

第一作者简介: 田 红(1965-), 女, 山东潍坊人, 高工, 硕士生。

1) 司有元, 贾淑英, 张荣芝. 地理信息系统在区域经济发展中的应用. 中国地理信息系统协会. GIS 年会论文集. 1996.

2) 王家耀. 军事地理信息系统研制回顾、特点与方法. 中国地理信息系统协会. GIS 年会论文集. 1997.

3) 张清浦. 地理信息系统在政府宏观决策中的作用. 中国地理信息系统协会. GIS 年会论文集. 1997.

持系统(decision support system, 简称 DSS)¹⁾。

主要技术实施过程: 1) 建立安徽省洪涝灾害背景数据库; 2) 研究安徽省两大库区(大别山库区和陈村库区)暴雨气候特征, 科学划分出各库区主汛期、过渡期和末汛期的具体时段, 提出分期蓄洪的可行性建议; 3) 建立暴雨实时监测子系统; 4) 建立洪水模拟评估子系统。

2 数据组织

GIS 中的数据有两大类: 一类是空间数据, 另一类是非空间属性数据。

(1) 空间数据库

图形数据: 收集了已有的安徽省基础地理信息, 包括 1:50 万安徽省地市行政区划, 县级行政区划, 全省水系图, 交通图, 等高线图等。利用数字化仪输入了 1:50 万全省三大流域, 主要气象灾害分布, 1:25 万大别山库区地图等专题数据。图像数据: 扫描仪扫描输入的一些地物图片。

(2) 非空间属性数据库

属性数据按其主要内容可分为: 安徽省社会经济统计资料; 全省主要大型水库的水文资料; 全省气象要素资料和两大库区暴雨气候分析资料; 来自网上的实时降水资料。

3 系统总体结构

本系统框架结构如图 1 所示。中文图形用户界面见图 2。在一级菜单中, 点击“资源背景”, 系统显示不同分辨率, 不同主题等多个图层供用户进行任意查询, 叠加, 了解两大库区的环境

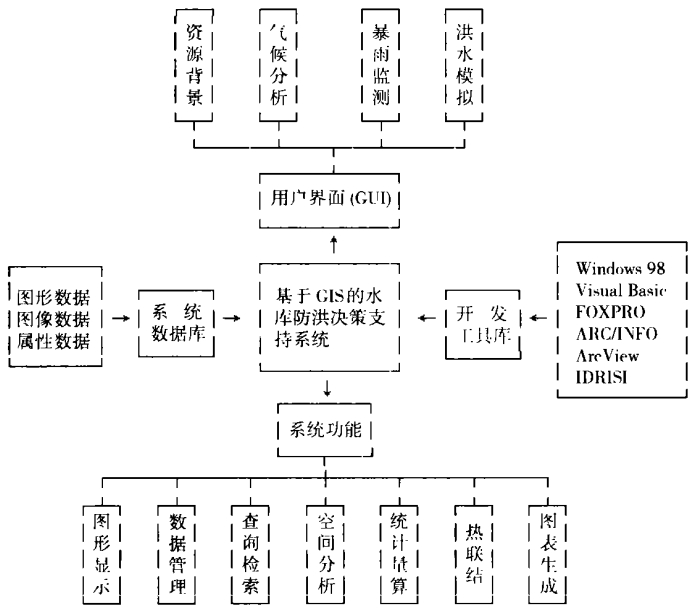


图 1 基于 GIS 的水库防洪决策支持系统框架结构

Fig. 1 Framework of the GIS-based decision support system of flood control for reservoir area

1) 张显峰, 崔伟宏. 建立空间决策支持系统的思路与方法初探. 中国地理信息系统协会. GIS 年会论文集. 1996.

背景情况; 点击“气候分析”, 可以了解两大库区的暴雨气候特征, 包括暴雨日, 暴雨强度, 库区面暴雨, 持续性暴雨, 成因分析, 分期蓄洪的可行性建议; 点击“暴雨监测”, 系统调用安徽省气象台网上实时降水资料进行处理, 然后显示暴雨范围和雨量, 距平百分率, 最长连续(无)降水日数等多种特征量的信息; 点击“洪水模拟”, 系统启动 ARC/INFO 进行空间分析, 然后回到 ArcView 中显示结果。一级菜单下还有二级, 三级菜单, 结构清晰, 层次分明。

整个系统以 Project 为一个基本应用单元, 它由 5 种 Document 组成: View(显示查询, 空间分析), Table(数据库管理, 电子表格), Chart(统计图形制作), Layout(地图组合设计), Script(Avenue, 面向对象的程序设计工具)。每一种 Document 都有其相应的图形用户界面, 图 2 即是一例。包括 Menu Bar(第一行), Button Bar(第二行), Tool Bar(第三行)。



图 2 系统界面

Fig.2 Graphic user interface

4 系统功能

- (1) 图形显示: 能分别显示各个图层, 包括全部显示, 局部显示, 缩放显示, 叠加显示等。
- (2) 数据管理: 建立、存储和管理空间与属性数据, 包括增删图件, 增删字段和记录, 修改数据, 数据库连接, 删除等数据库基本操作。值得强调的是, 系统的信息管理是动态连接的, 即任意的信息被操作或改动, 其余的都自动更新, 以反映其结果。
- (3) 查询检索: 包括空间查询、逻辑查询和条件检索。前两项也称为图文双向查询, 它是从地图上某一点查询其属性信息(图→文), 或者反过来根据属性信息进行空间定位(文→图)。条件检索是将某一值域范围内的空间点及其属性值检索出来。所有查询、检索结果都将在 View 和 Table 中自动加亮。
- (4) 空间分析: 空间分析是 GIS 区别于一般信息系统的主要功能特征。本系统有临近分析, 缓冲区分析, 空间叠加等。设置了 4 个参数: 被选图层, 选择图层, 空间关系(如落入, 包含, 中心线落入, 包含中心线, 切割, 在一定距离内), 距离。这四者的不同组合可完成各种叠加, 缓冲区, 临近分析等空间操作。
- (5) 统计量算: 可以对属性数据库中的要素进行数学统计(如求和、平均、最大、最小、标准

差、方差等),统计结果是一个 Table。还可以测量图上任意线段长度、区域面积等。

(6) 热链接:热链接就是把某一要素和另外的图像,文本文件, Document, Project 或 Avenue 程序连接起来,当鼠标点中该要素时,立即显示这些数据或执行这个程序。

(7) 图表生成:系统将图形数据与属性数据用标识码(ID 码)相联接,利用属性表可在 Chart 环境下生成关于单项或多项统计要素的各类统计图。

5 技术特点

构建本系统的关键技术主要要解决系统数据库的获取、如何利用实时降水资料进行暴雨监测、如何模拟不同水位下的洪水演进等方面的问题。

5.1 建立 GIS 数据库

用数字化方式录入空间数据,数字化过程中需不断地进行质量检验,以便修正。在数字化过程中,地理坐标与标识码(ID 码)都存入了数据库。非空间数据(属性数据库)在 FOXPRO 下建立,以 DBF 数据格式存贮。属性数据库也建立了 ID 码,属性值通过 ID 码与空间数据连接。用 ARC/INFO 主模块中的 CLEAN 及 BUILD 命令对空间数据建立拓扑关系。这样一幅完整的地图就形成了。ARC/INFO 中每一个图层就叫做一个 Coverage,它是一种矢量数据。

5.2 实时暴雨监测

用 Visual Basic 语言编程对网上实时降水资料进行接收、转换,使之成为数据源进入 ArcView,再用 ArcView 的编程语言 Avenue 编程计算各种降水特征值进行空间显示、查询、综合分析等,从而实现暴雨的实时监测。监测到暴雨后,建议水库可采取预泻措施,适当腾出一定的防洪库容。

5.3 用混合编程法实现洪水模拟

ARC/INFO 和 ArcView 是美国环境系统研究所(ESRI)开发的两个相对独立而又有联系的 GIS 软件。前者主要用于地图输入编辑、空间分析等;后者则主要用于图形显示、信息查询等。两者的联系之处在于:在 ARC/INFO 环境下形成的 Coverage 作为数据来源可以在 ArcView 中进行操作。比较两者发现:ARC/INFO 的空间分析功能强大,它所提供的编程语言可以用来开发复杂的应用程序,但该系统采用的是 PC ARC/INFO 3.4.2 版本,它是 DOS 环境下的应用程序,不能制作图形界面,此外它还不支持汉字;ArcView 是 Windows 环境下的一个应用程序,它可以制作图形用户界面,在中文平台支持下已基本实现汉化,所显示的图形质量也远远优于 ARC/INFO 环境下的。但其缺点也较明显:ArcView 的空间分析能力不如 ARC/INFO 强大,它难以独立完成本系统的后期任务。如果两者结合起来,相互取长补短,利用 ARC/INFO 完成洪水模拟这一复杂的空间处理,再将处理结果放到 ArcView 中进行各种操作,将是一个十分有益的尝试。

涉及到资料来源及分辨率等方面的问题,以大别山库区为例用混合编程法开发出一个模拟洪水致灾的实验性的应用子系统,其主要目的是在暴雨造成的不断变化的洪水水位的条件下模拟出洪水淹没范围和公路淹没程度,并计算出库区各乡镇的受灾人口、农业损失等指标。因此,在 ARC/INFO 中需要将水位、等高线,库区地图,公路等 Coverage 进行一系列的空间叠加与相交分析。

用 ARC/INFO 的编程语言—SML 语言将上述分析过程写成一些 SML 可执行程序,放入工作目录。用 Avenue 命令进入 ARC/INFO 并调用相应的 SML 程序,分析结束后再退出 ARC/INFO,自动回到 ArcView 环境中显示分析结果(图 3,图 4)。

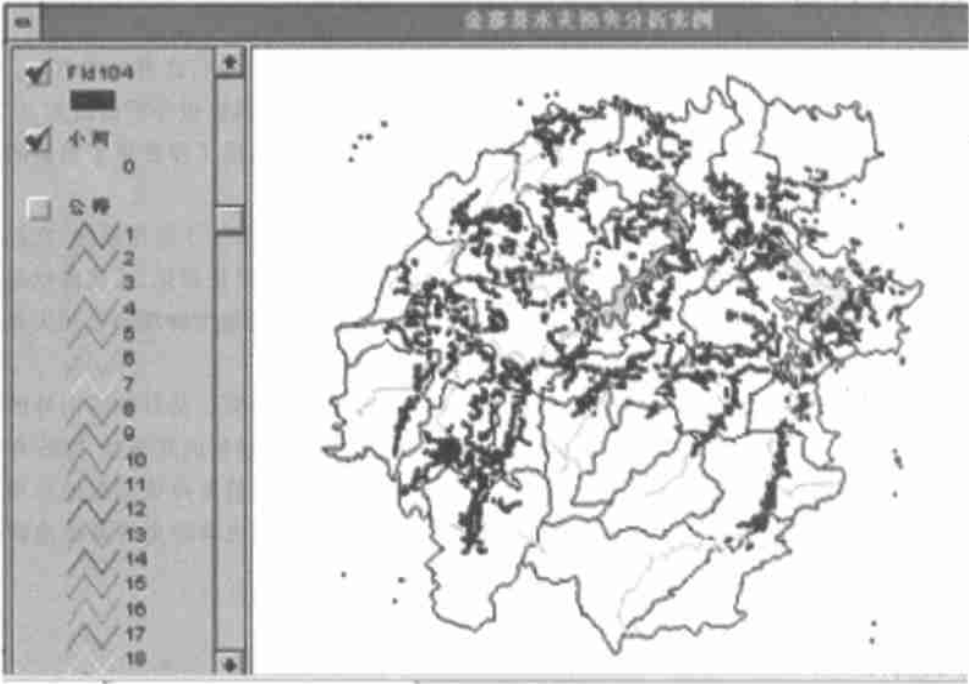


图 3 某一洪水水位下的淹没范围(黑色斑块)

Fig.3 Flooded area(black blocks) at a certain water level



图 4 某一洪水水位下的被淹公路(黑色粗线)

Fig.4 Flooded roads(black thick lines)at a certain water level

6 结论与讨论

(1) 研究证明, 将 GIS 技术应用于对突发性灾害的快速反应是一个行之有效的方法。

(2) 本系统将 ARC/INFO 和 ArcView 结合起来开展了 GIS 空间模拟分析的研究, 促进了 GIS 从数据管理型向辅助决策型的发展。系统的建立为汛期库区防洪工作提供了重要的空间信息处理工具和辅助决策的支持手段。

(3) 本文仅是对库区防洪决策支持系统进行了原型开发。而作为一个应用系统, 在补充和完善方面还有不少工作要做。首先是数据库的完善。如果资料能够更加细化, 系统的空间分辨率就可以进一步提高。其次是模型的完善。这必须基于比较完整的数学物理基础和大量的实验数据。在此只是做一个范例, 重点是在开发 GIS 的空间功能。

(4) 决策支持系统(DSS)不能替代人作决策, 它只能支持人的决策。从目前国内外的研究现状来看, 建立 DSS 从理论到技术都是可行的。但是由于人的决策过程的复杂性, DSS 在实际决策过程中发挥的作用也许是有限的, 只有不断发展才能真正发挥辅助决策工具的作用。因此, 充分利用人工智能技术开发并建立由目前的单用户到群体共同决策的支持系统应该是未来的发展方向。

参考文献:

- [1] 刘凤舞. 安徽省防汛抗旱气象手册[M]. 北京: 气象出版社, 1998.
- [2] 安徽省水利厅. 安徽水旱灾害[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.

GIS-Based Decision Support System of Flood Control for Reservoir Area

TIAN Hong¹, WU Bi-wen², LU Wei-song¹

(1. Department of Atmospheric Sciences, NIM, Nanjing 210044, China;

2. Meteorological Bureau of Anhui Province, Hefei 230061, China)

Abstract: Combined with database managing technique and other computer languages, and on the basis of a vast amount of spatial and non-spatial data such as basic geographical, meteorological and hydrologic information, the GIS application system for storing, querying, analyzing, and displaying information makes it possible to monitor flood and to supply reference for government.

Key words: decision support system(DSS); GIS; flood control