

GIS 技术在暴雨泥石流减灾预报中的运用*

罗 晓 梅

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

摘 要 运用 GIS 这一新技术手段于暴雨泥石流区域减灾预报研究是一种尝试。通过该项研究,建立了为孙水河流域泥石流减灾预报提供分析依据和决策支持的地形及各类专题要素的地理信息系统。该系统集数据库、图形库、模型库为一体,具有空间数据采集、属性处理、灾例检索、灾损预估、灾情分析与区域预测和减灾决策支持一体化。

关键词 泥石流 预报 孙水河 GIS 技术

暴雨泥石流是我国危害严重的山地自然灾害现象,是由自然和人为因素或二者迭加引起的自然现象和过程,常常给人类生存和社会发展带来不利影响^[1]。开展暴雨泥石流发生的科学预测和减灾预报是减轻灾害损失的重要措施之一。

泥石流灾害的发生与发展变化总是与周围自然和社会环境诸因素密切相关的。研究灾害发生要涉及大量自然地理信息、社会经济信息、环境信息、灾害信息等综合内容。在以往的研究中,对灾害有关资料的收集、整理、归纳、分析都要花费大量的人力、物力,费工、费时,效率低下,且难于对各种信息进行全面综合的分析,更难对灾害进行及时的预测、预报和动态研究。地理信息系统(GIS)正是一个能把各种图形及数据属性信息进行综合分析的强有力的工具,是具有多层次数据结构、多功能综合分析能力的空间型信息系统。利用 GIS 技术来进行暴雨泥石流的研究,在质量上比传统方法优胜一筹,在速度、精度、费用和范围上比传统方法更优越和广阔。本文正是借助于 GIS 这一新技术手段来进行暴雨泥石流区域减灾预报研究的尝试。示范区为四川省凉山州孙水河流域,流域处于横断山东缘,位于 102°11'~102°42'E, 27°54'~28°29'N,是安宁河的一条重要支流,主河总长约 95km,流域面积 1 617.5km²,流域人口 11.42 万人,涉及 11 幅 1:5 万地形图。

1 系统的建立

1.1 GIS 简介

地理信息系统(Geographic Information System)简称 GIS,可以从不同应用角度描述它的概念。从历史发展来看,地理信息系统脱胎于地图。地图和地理信息系统都是地理学的信息载体,同样具有存储、分析与显示的功能^[2]。之所以称为地理信息系统,是由于它的特定性质属于空间型,以区别于其他统计型的信息系统。它的最主要的特点是,每个数据项都按地理坐标来编码,即首先是定位,然后是各种定性(分类)、定量的属性,以这些定

* 国家自然科学基金资助项目(编号:49571009)。

收稿日期:1997-11-14。

位数据库为基础发展起来,具备越来越完善的空间分析功能的信息系统,则统称为地理信息系统。它是由硬件、软件、数据和方法组成的系统,它能支持地理空间数据的存取、管理、操作、分析、输出和显示查询,以解决各种管理、设计、规划和决策问题。

本系统采用的软件主要是美国环境研究所(ESRI)研制的 PC ARC/INFO,ARC/VIEW 系统,在栅格数据的处理上还采用了 IDRISI For Windows 系统。ARC/INFO 系统中的数据一般分为两类,一类是图形数据,即地理要素空间分布位置的数据(空间型数据),借以生成图形数据库;另一类是属性数据,用以描述和认识地理要素的特征。两种数据分为空间数据和属性数据,空间数据用拓扑数学模型,属性数据库则用 DBMS 系统管理。在两种数据结构之间建立起相互的联系,实现图形和属性间的相互查询和操作。这种混合型的数据模型兼顾了空间数据和非空间数据这两种不同性质的数据特点。这正是 GIS 系统区别于其它数据库系统的一个重要方面。

1.2 资料处理

有关孙水河流域的资料很多。这些资料被分为两类,一类是灾害发生地区的本底数据(如地形、地貌、地质、行政区划、水系、交通、土地利用等),另一类是专题因子(如暴雨、滑坡、泥石流、地震等)。以上数据,有图形资料,也有文字资料。对于图形资料必须经过数字化才能进入计算机。在具体操作中,地形资料采用 1:5 万地形图,用 MICROTEK 扫描仪先扫描,再用 APSIS 系统矢量化后加载到 ARC/INFO 中。其他图形资料,直接用数字化仪录入。

经过以上资料处理,得到了有关流域的各种因子的图层(Coverage),分别命名为:1. 流域界(SSH\LYJ);2. 水系、交通(SSH\HL);3. 行政区划(SSH\XZHQH);4. 地形(SSH\DX);5. 地貌(SSH\DM);6. 地质(SSH\DZH);7. 农业区划和土地利用现状(SSH\NYQH);8. 年降水量等值线与地震等裂度线(SSH\NJSH);9. 流域滑坡分布及山体稳定性分区(SSH\HP);10. 流域泥石流沟分布及活动性分区(SSH\NSL);11. 流域典型灾例图(SSH\ZLT);……

1.3 地图数据库的生成和管理

任何信息系统都只能是在拥有完备、正确的数据基础上才能发挥其作用。数据库是信息系统的基础,地图数据库是地理信息系统的基础。在 GIS 中,地图数据库的任务就是管理地理数据,实现对数据的录入、修改、维护和更新^[3]。经数字化生成的数据库,只是经编辑、细化、矢量化处理后生成的一组有序的坐标数据,把它们加载在 ARC/INFO 系统中时,各层数据没有拓扑关系。也就是说既不能输入地理要素的属性数据,也不能与任何数据库软件连用,还必须经过拓扑运算后,对不同的图幅生成不同的属性表。对于点、线要素采用 BUILD 拓扑分别生成 AAT 和 PAT 属性表,对多边形要素则用 CLEAN 拓扑生成 PAT 属性表。这样,在各图幅属性表中有了与各种要素一一对应的属性信息,从而可进行检索,查询和有关的应用分析研究。

我们采用的图形资料有两种比例尺。如流域行政区划采用 1:10 万地形图拼接,流域地形因子(即等高线、河流),采用 11 幅 1:5 万地形图,其它的各种专题因子为 1:10 万的图形资料。因此,在生成的各种图层中,存在将各图层的自身坐标转换成统一的真实

的地面坐标,处理各图层之间的拼接和叠加问题,以便对整个流域进行全面的整体分析、研究(见图 1)。

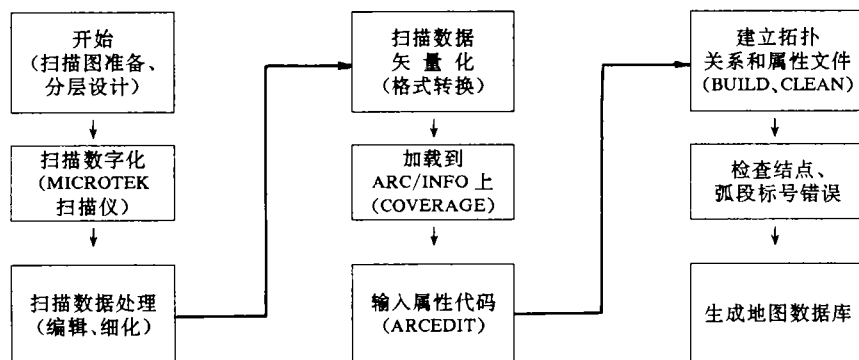


图 1 地图数据库的生成过程

Fig. 1 Generational process of map database

通过图 1 的各步骤,初步建立了为孙水河流域泥石流减灾预报提供分析依据和决策支持的地形及各类专题要素的地理信息系统。该系统是集数据库、图形库、模型库为一体的灾害分析管理系统。

2 系统的功能和应用分析

2.1 系统的主要功能

1. 空间数据采集 主要用于图形及其属性数据的录入和校验,完成各专题因子和地形等高线图形的数据和编辑修改。
2. 数据库管理 可以从数据库中提取与暴雨泥石流减灾预报所需的各类型数据资料(含统计数据资料),如地形、地层、降雨、滑坡分布、泥石流分布等。
3. 输出功能 主要用于完成输出用户指定的图件的操作,包括加注图例、图标、经纬度、以及图幅的整体修饰。
4. 灾例检索 能对有关的泥石流、滑坡灾害提供相应的灾情环境分析及本底信息,揭示灾害演变规律。
5. 灾损预告 根据已有资料,对有关泥石流、滑坡灾害损失进行经济评估与社会影响评估。
6. 区域预测和减灾决策 可以对灾害防治的可能性对策建议进行模拟与对比分析,支持决策。

2.2 应用分析

GIS 技术应用的实质不仅是地图数据库的建立,而在于它强大的空间分析功能。系统的应用分析是在 GIS 数据库的基础上进行的,通过空间分析,不但得到数据库中的有关数据,且可以通过这些数据去揭示更深刻、更内在的规律和特征。下面列举应用分析的例子:

1. 地面高程分析

通过对等高线的插值运算,形成地面高程模型,计算坡度、坡向等地理要素(含相应的

数据),也可进行多角度的三位立体显示。

2. 滑坡的稳定性分区

用地层、地形与滑坡分布图的叠加,可以分析出滑坡的稳定性分区。如再叠加泥石流分布和社会、经济指标,也可以得出泥石流滑坡灾害危险区划。

3. 暴雨泥石流的预测

利用地形、地质、降雨等自然因子的组合分析,可以得出灾害发生的条件,再叠加上现势的暴雨资料,以及典型灾例对比,可预测灾害发生的区域范围和时间。

以上工作采用 GIS 工具和建立的各种灾害数据库,可以从图形、文字、图表、统计资料等几方面直观、形象地得到所需信息,较之人工方法,具有动态性、实时性强,节省人力、财力的特点,具有推广价值和实用意义。

参 考 文 献

- [1] 时晓燕. 地理信息系统的基础. 地图,1996,(1):39~41.
- [2] 徐国华. GIS的渊源及启迪. 地图,1994,(3):53~54.
- [3] 王声跃. 试论灾害地图的内容和功能. 地图,1995,(3):41~42.

PRIMARY STUDY ON RAINSTORM DEBRIS FLOW PREDICTION USING GIS TECHNOLOGY

Luo Xiaomei

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*
& *Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041*)

Abstract

Scientific prediction and disaster-mitigating policy decision of rainstorm-induced debris flows is a huge system engineering. It involves a number of natural and environmental factors in many disciplines and lots of aspects in social and economic fields. Advanced technologies are needed to realize timely collection and prompt disposal of disastrous information, also to realize the stylization of predicting analysis of disasters, the scientification of administration for policy decision of disaster mitigation and the standardization of programs. By these ways, this kind of policy decision can be up to a higher level. For this purpose, taking advantage of systematic software, such as PC ARC/INFO, ARC/VIEW, IDRISI, we primarily build a geographic information system about elements of landform and all kinds of specialties which is provided as analytical basis and support of policy decision for disaster mitigation and prediction of debris flows in this basin.

Key words debris flow, prediction, Sunshui He River, GIS technology