

基于 GIS 的重庆市地质灾害风险评估系统*

刘连中, 罗 培

(重庆师范大学 初等教育学院, 重庆 400700)

摘 要:以 GIS 系列工具软件为基础平台,采用 GIS 技术支持的专门用于重庆市地质灾害评估的应用系统 GHAIS、B/S 结构,通过对重庆市空间数据的获取、存储、查询、空间分析,实施点、面或者区域内的灾害评估、易损性评估、破坏损失评估、防治工程效益评估等,以简单的数据输入和操作,获取所需要的地质灾害性评估结果(图形或数据),为有关部门的灾害预测预报以及选取有效而科学的防灾、减灾和救灾措施提供依据。

关键词:重庆市;GIS;GHAIS 系统;地质灾害;风险评估

中图分类号:F590-41

文献标识码:A

文章编号:1672-6693(2005)03-0105-04

GIS-based Construction of Geological Hazards Assessment System for Chongqing

LIU Lian-zhong, LUO Pei

(College of Elementary Education, Chongqing Normal University, Chongqing 400700, China)

Abstract:The characteristics of the geological hazards in Chongqing have many kinds. The traditional method of geological hazards prediction and assessment does not satisfy the need of people. The construction of new model and network system which can be used quickly and really for assessment in dangerous degree evaluation, harmfulness evaluation and so on. Under the condition of Windows, based on the GIS software, the information of the geological hazards are collected, storied, managed, analyzed, culateded and displayed. With the computer language, the geological hazards assessment system for Chongqing is constructed. The related deparments can conveniently get the assessment information by requiring and analyzing. By this way they can predict the hazards and find out the effective method for lessening geological hazards and managing the hazards.

Key words:Chongqing;GIS;Geological hazards assessment information system

地质灾害的风险评估主要内容有灾害危险性评估、社会易损性评估;针对不同目的或服务对象,根据地质灾害风险评价范围或面积,可将地质灾害风险评价分为点评价、面评价、区域评价^[1]。目前我国开展的灾害风险评估主要有几个特点,一是集中在大尺度的理论开发多;二是单灾种的评估研究多;三是在实际应用中传统方法多,主要有灾害分布规律、机理分析等,20 世纪 90 年代以后出现了定量或半定量的统计分析;四是评价手段主要是实地调查和手工制图。重庆作为一个地质灾害频发的地区在灾害风险评估方面的主要不足有:(1)灾害风险评估活动本身未被重视;(2)评估过程缺乏科学性;(3)方法手段落后,效果不佳。在 GIS 空间化技术为支撑的地质灾害评价的应用日益广泛的今天,重庆市

设计开发一套地质灾害风险评估系统,会对该地区减灾规划和灾害预报发挥巨大作用。

1 研究区域与系统体系结构

1.1 区域特征

重庆市位于四川盆地东部丘陵及盆周山地区,以丘陵、山地地貌为主。区内水系发达,切割强烈,区内地形起伏较大,云阳至巫山一带,主要以深切割中山峡谷地形为主,中部至西部地区,以条状山、单斜山、台状山地貌为主^[2]。这种地形结构,为地质灾害的形成创造了有利条件。该区属于典型亚热带季风气候区,每年 5~9 月多暴雨天气,往往成为地质灾害因素。另外不合理的人为活动:填埋、开挖等也为地质灾害的发育埋下隐患。因此境内地质灾害频

* 收稿日期:2005-02-23

作者简介:刘连中(1970-),男,重庆人,高级讲师,硕士研究生,主要从事自然地理和地理教育研究。

发。发生的地质灾害类型主要为:滑坡、危岩、崩塌、泥石流,其次为地面塌陷、地裂缝等。重庆市地质灾害损失严重,不但对人民生命财产构成威胁,还对农田、交通造成很大影响。该区地质灾害的高频性和损失的严重性,迫切要求进行灾害的预防预报,“防患于未然”。

1.2 GH AIS 系统构建

GIS 工具软件是由计算机专业技术人员组成的科研集体开发而成的,技术水平较高,近几年来,特别是随着 GIS 技术的更加广泛的使用,GIS 系统软件技术日臻完善^[3],目前市场上相继出现的主要 GIS 工具软件有 Mapinfo、Arc/Info、Tigers、GeoStar、ArcView 等等,他们都有较为理想的空间数据可视化分析处理功能,许多软件已经具备了强大的二次开发能力,而地质灾害风险评估信息系统仅仅是一个实用的 GIS 系统,具有区域性和专用性,在利用已有的 GIS 工具软件,在通用编程软件上尤其是 Delphi、Visual C++、Power Builder 等可视化开发工具上进行二次开发无疑是一条捷径。

重庆市地质灾害评估信息系统(Geological Hazard Assessment Information System,简称 GH AIS 系统)的二次开发有两种方法。一是用软件开发工具开发前台可执行应用程序,采用对象连接嵌入自动化(OLE Automation)或用动态数据交换技术(DDE)方式启动 GIS 工具软件在后台运行,实现应用程序的 GIS 功能;二是利用 GIS 工具软件厂家提供的建立在复杂 OXC 技术基础之上的 GIS 功能组件如 MAPX 在 C++等编程工具的应用程序中直接将 GIS 功能嵌入其中^[2],考虑到该应用系统面对使用对象——政府决策者、GIS 基础软件的成熟等因素,在实际设计时采用第二种方法。另外构建 GH AIS 必须完成专业界面的开发和专业模型(系统)的建构。

2 重庆市 GH AIS 系统构成

2.1 系统构建目标

GH AIS 系统是基于 GIS 技术支持的专门用于地质灾害评估的应用系统,此系统从空间数据的获取、存储、查询、空间分析着手,实施点、面或者区域内的灾害危险性评估、易损性评估、破坏损失评估、防治工程效益评估。该系统构建或开发的目的:(1)面向数据采集者或者有关科研人员,利用 GIS 系列工具软件建立用于灾害评估的基础数据库,为他们提供灾害评价研究的平台;(2)利用软硬件功能实现

地质灾害信息的检索与查询、数据统计、空间分析以及输出,为重庆市政府的有关决策部门防灾救灾、实施防治工程、制定地区或区域减灾规划等灾害管理时提供决策依据,同时也为该系统在该地区该领域的广泛应用以及与其它应用系统的横向联合打下良好的基础。

2.2 系统总体结构

GH AIS 系统面对的主要有决策者和部分专业人员,他们希望在进行简单的数据输入和操作后就可获得评价结果,另外考虑到 B/S 可以显著地减少 LAN 传输量以及降低对数据控制管理难度,提供多用户开发操作特性,使整个系统扩充自如,跨平台兼容性好,升级方便,同时保障用户投资,所以该系统体系结构采用浏览器/服务器结构即 B/S 结构。B/S 模式把界面和数据处理操作分开为前端(客户端)和后端(服务器端),使得该系统的工作速度主要取决于进行大量数据操作的服务器,而不是前端的硬件设备;同时也大大降低了对网络传输速度的要求,因为它只需客户端把服务请求发送给数据库服务器,数据库服务器把服务结果传回前端^[4]。整个系统主要由基础数据库模块、应用分析模型库模块、显示模块和决策支持模块和输出模块 5 个部分组成(详见图 1)。

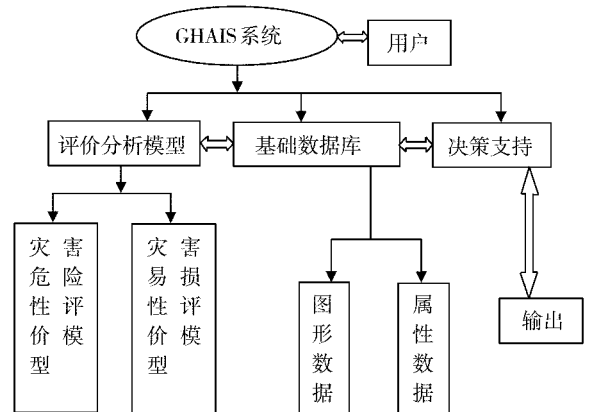


图 1 重庆市地质灾害风险评估信息系统结构

2.3 基础数据库

基础数据库是应用 GIS 系统的基础核心,重庆市地质灾害评估信息系统数据库包括用于本地区灾害评价的所有地图数据和属性数据。该系统构建的目的和意义,决定了该系统数据信息的复杂性和精度要求,基础数据库的建立主要包括以下几个内容:数据的范畴和类型、数据库的组成、数据的类型等,内容详见表 1。从表 1 可以看出,既有反映各类地质灾害以及各单体灾害的特征数据,又有反映区内

各灾害点、面和区域的背景地质资料。以地质灾害调查的资料为基础,结合野外补充调查收集、选取影响地质灾害评价的自然因素和社会因素,编制成相应的图件,并对所有图件进行数字化、矢量化处理。数据的精度要求图形的比例尺一般控制在 1:5000 ~ 1:50000 之间。

表 1 GH AIS 系统数据库的类型

数据范畴	(1)重庆地质灾害现状资料;(2)重庆地质灾害历史资料;(3)经济损失和社会影响;(4)单体灾害防治的地质资料;(5)全地区基础地质资料。
基础数据	(1)重庆地区人口分布信息;(2)重庆市 GNP 分布信息;(3)重庆市重大工程建设分布信息。
数据特征信息	(1)滑坡灾害分布;(2)崩塌灾害分布;(3)泥石流灾害分布;(4)地面沉降灾害分布;(5)地面塌陷灾害分布;(6)地裂缝灾害分布。(本数据还包括各种图片和图幅如照片、平面图、剖面图等)
成果图形	(1)重庆地质灾害危险性评价图;(2)重庆地质灾害易损性评价图;(3)重庆地质灾害损失评估图;(4)重庆地质灾害防治工程效益评估图。

数据库建立的主要环节是灾害数据的标准化^[2]。数据的标准化是基础前提,其目的是建立标准数据模型,解决空间数据的分层、图元编码、图层的划分和图元属性设计等问题,以利于数据的检索、存储、分析和共享。GH AIS 系统在充分考虑所涉及到的数据的特征的前提下,数据层次划分和编码直接采用国家标准《国家基础信息数据分类与代码(GB/T13923-92)》的有关规定。图元属性设计包括反映图元固有特征的内部属性表设计和反映图元动态特征的外挂数据库,这两类表的设计一般包括序号、数据项编码、类型、长度、描述和说明等内容,具体样式按照国标《地质灾害空间数据库图元属性表》来设计。其他方面如地质图的图例采用国标 GB958-89,地质图用色标准和原则执行国标 GB6390-86;地形图比例尺参考国家基本比例尺标准 GB/T13989-9

GH AIS 系统中数据库结构设计主要采用层次数据结构,使用管理方便,整个数据库包括若干个项目,每个项目有专门的项目描述数据库,项目之下有反映灾害区域地理要素的底图数据库,地质灾害分布的基础数据、外挂数据,社会经济背景信息库,成

果图库和图例库等,其结构如图 2。

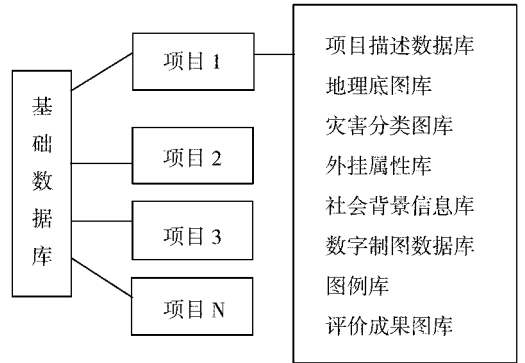


图 2 GH AIS系统基础数据库结构

在进行 GH AIS 系统的基础数据库设计的时候,主要有以下 3 方面的技术问题需要解决,一是图元与外挂属性数据库的连接,采用目前广泛使用的办法,在外挂属性表内建立一个连接码标志,在图形数据库图元属性表内建立一个连接码,将两者结合。二是数据冗余问题,地质灾害数据复杂多样,多成树状结构,必须考虑建立数据子库,在相关子库间建立关联数据库系统。三是数据库文件名和文件定义,一定要作到规范化、条理化、系统化。

2.4 重庆市 GH AIS 系统风险评价模块

GH AIS 系统的风险评价模块本身是一相对独立的子系统,主要功能是提供解决评价过程模拟的数学模型及模型管理。该子系统可以目前比较实用的 Arcinfo7. x 到 Arcinfo8 之间的版本作为基础平台进行开发,利用多种专业地学分析模型,对滑坡、泥石流、崩塌等进行危险性、易损性分析,并最终得出综合的风险评估。GH AIS 系统地质灾害风险评价模型主要由以下两个模块组成:灾害危险性评价模型,灾害易损性评价模型,模块结构如图 3。

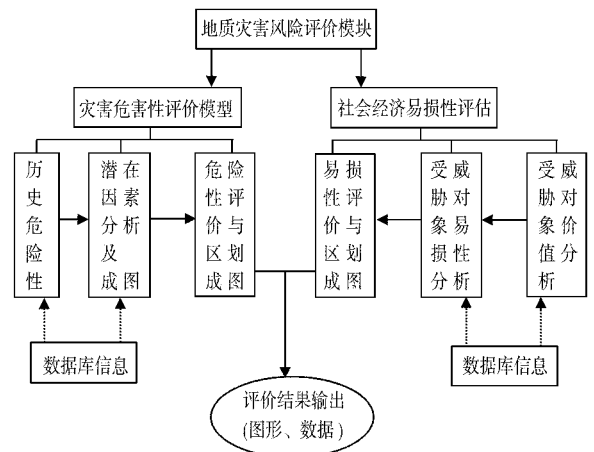


图 3 GH AIS 系统地质灾害风险评估模块运行示意图

GHAIS 系统的两个模型都属于统计分析模型,建立的关键技术是选取影响各个评价主体的主要影响因子的解决模型的算法^[4]。每个评价主体一般有很多因子,如灾害损失评价的因素有生命影响、经济影响、社会影响和资料环境影响等,每个因子还有许多次级因子,这就需要根据实际情况进行主要因子的选取,并采用专家打分的方式给因子加权和打分。模型的算法思路是数据归一化和采用网格运算方法。为了实现不同影响因子的可比化,确定各个模型中的因素数据归一化标准,一方面把权重确定为 0~1 之间;另外,网格运算法就是先将模型要求的各个评价因子的取值进行网格化,再让专家打分,根据分值和权重求出网格数值,由于信息量模型是进行区域地质灾害风险分析的有效方法^[5],所以把各因素的图形叠加,计算出信息量,形成评价结果。

2.5 决策支持模块

决策支持模块是 GHAIS 系统另一个重要子系统,在基础数据库支持下,应用 GHAIS 系统开发出一系列决策模型,形成一个相对独立模块,是必要的工作。该模块的构建便于决策部门在快速、准确、全方位的获得灾害的评价结果的同时,及时进行灾害防治措施,进行减灾应急调度,计算灾害补偿的范围和数额以及对防灾工程和拟建防灾工程进行评价,从而达到决策的科学性和合理性。笔者认为该模块主要由三个模型构成:防灾决策模型、避险决策模型、救灾决策模型(详见图 4)。

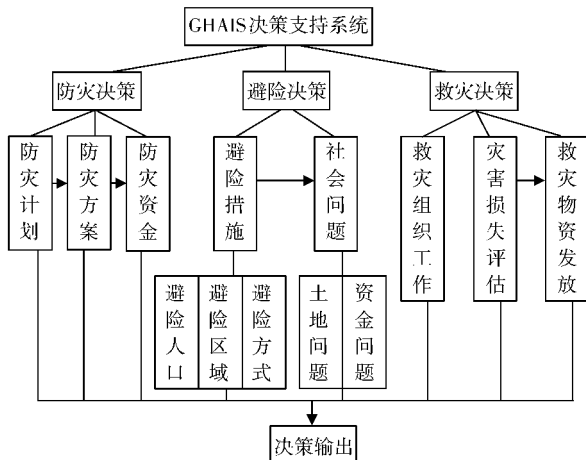


图 4 GHAIS 系统决策支持模块

决策模块的构建应该达到以下目的:无论是对点上、面上还是区域上的地质灾害进行了评价,给出了评价结果(图形或文本文件),在同一窗口上,经过简单的操作就可找到决策项目,并可以进一步了解详细的决策过程。

2.6 GHAIS 系统界面

应用 GIS 系统作为一种再开发的可视化产品,设计原则应该是具有友好的人机界面,美观大方、简单易学和方便使用^[6]。由于该系统是在 Windows 系统环境下构建的,拥有完全的 Windows 系统属性,主体界面只显示主控界面菜单,进入子系统后才显示各系统菜单。系统界面利用 GIS 提供的二次开发语言来开发。

3 GHAIS 系统功能

GHAIS 系统建立起来以后,除了具有数据的输入功能、数据的提取、转换和编辑功能、数据的集成功能浏览功能外,主要体现在以下几个功能上:数据的检索和查询、专用评价模型的空间分析和操作以及数字制图和成果输出功能。

3.1 数据的检索和查询

建立在 GIS 工具软件上的 GHAIS 系统具有强大的查询和检索功能,系统提供图形数据和属性数据的检索、图形和外挂属性数据的联动检索,并支持“并集”方式,检索和结果形成数据文件,并立即显示。

检索内容有:图示点检索,检索某些图元,单击某个信息点、线或区域,系统显示该点的数据属性;图示矩形检索,即对图形窗口上划定巨型区域内属性的检索,如综合反映某幅灾害评价图上局部区域的信息;图层检索,将指定图层中的数据检索出来,如查询影响某个单体灾害某个影响因素的分布数据;区域内(外)及相邻区域的检索;条件检索,按照用户给定的条件进行检索,并保存检索结果,此功能具有较大的灵活性。

3.2 空间分析和操作

空间操作和分析是 GHAIS 系统最重要的功能,是对基础数据库中的图形数据和属性数据的主要加工过程。空间操作和分析有许多模块构成,如再取样模块、分类模块、交叉表模块、面积计算模块、周长计算模块、时间序列分析模块和叠加模块,其中叠加模块是核心部分,它能良好地执行各专题图层之间的加、减、乘、除等代数功能^[7],如该系统中各风险评价因子分布图层的叠加。该系统建立了一个专门管理重庆市地质灾害评估模型的模块。实现多个模块的同时管理,并执行模型评价因子的数据和参数的输入,同时进行模型运算,将运算结果提交图形库。

4 前景与讨论

重庆市地质灾害评估地理信息系统的架构探讨,旨在探讨灾害评价方法与GIS技术的有机结合,充分发挥GIS工具软件在空间数据处理方面的优势和现有程序语言在编程方面的功能,以及利用运行较理想、人机交互良好的Windows系列平台,为决策者和有关科研人员提供快速、准确的评价结果,包括地图、统计表等,为他们在本区进行防灾减灾提供科学的参考依据。

由于GHAIS系统是一个复杂的系统工程,目前还没有现成的用于本行业的应用GIS系统软件。该系统的构建处于尝试阶段,本文思想、方法和构建过程是探讨为该课题的开展提供基本框架,硬件的配置、软件的开发等各个方面的技术还需进一步探索和研究。

参考文献:

- [1] 张春山. 地质灾害风险评估方法与展望[J]. 自然灾害学报, 2003, 12(1): 96-102.
- [2] 袁长天, 江文波. 重庆市地质灾害及减灾对策[J]. 中国减灾, 1999(9): 47-50.
- [3] 张艳军, 郭跃, 赵纯勇. GIS和RS在水土保持规划中的应用[J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2005, 22(2): 61-63.
- [4] 张永波, 张礼中, 周小元, 等. 地质灾害信息系统的设计与开发[M]. 北京: 地质出版社, 2001.
- [5] 殷坤龙, 朱良峰. 滑坡灾害空间区划与GIS应用研究[J]. 地学前缘, 2001, 8(2): 279-284.
- [6] 朱良峰, 殷坤龙. 基于GIS技术的区域地质灾害信息分析系统研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2001, 12: 79-83.
- [7] 蒋勇军. 基于webGIS的张家界市城市旅游信息系统[J]. 测绘科学, 2003(4): 35-42.

(责任编辑 李若溪)