维普资讯 http://www.cqvip.com

第35卷 第6期
2006年 12月

贵州工业大学学报(自然科学版)
JOURNAL OF GUIZHOU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
(Natural Science Edition)

Vol.35 No.6
December.2006

文章编号:1009-0193(2006)06-0040-05

贵阳市地质灾害危险性评价的GIS系统

左双英[1],梁 风[1],程欣宇[2],李景阳[1]

(1.贵州大学资源与环境工程学院;2.贵州大学信息工程学院,贵州 贵阳 550003)

摘 要:系统在GIS具有的信息采集、分析和管理的强大功能基础上,建立空间信息数据库、评价指标信息库,采用权重法和模糊综合评判法,应用C++ Builder和VC++7.0程序语言进行二次开发,对研究区地质灾害危险性进行预测和评价。

关键词:贵阳市;地质灾害;地理信息系统

中图分类号:P694 **文献标识码**:A

0 引 言

建立适合于专业需要的GIS系统,一般都是基于商业GIS软件平台的二次开发。而专业型GIS系统的建立与开发已成为一项系统工程,应按照软件工程的设计思想,从用户需求出发,形成一个规范的体系,突出专业性、实用性。其开发过程应包括:系统分析、系统设计、系统开发研制、系统调试维护及系统评价等几个方面。其中系统设计是GIS系统实现过程中的核心内容,包括系统功能设计、数据库设计、应用模块开发设计等。

1 系统分析

贵阳市城区是一个岩溶山城,四周为中低山环绕,中间是红粘土覆盖的盆地,零散分布着一些岩溶丘峰和低山。近二十年来,在地质作用、自然因素和人类活动的影响下,发生了多种地质灾害,造成了巨大的人员伤亡和经济损失[1]。尤其是随着西部大开发战略的实施,大量基础设施的修建,客观上导致了自然环境和地质灾害的进一步恶化。因此,人类工程活动应尽量避开一些"危险地段",或对"危险地段"进行有意识、有目的的防治,而所有这些工作的前提就是必须对此地区的地质环境状况进行预测和区划。

按照一般区域工程地质工作方法和程序,基于GIS的贵阳市地质灾害危险性评价与区划的工作方法和步骤如下:(1)资料搜集和现场调研,获取贵阳市地质环境条件、已有地质灾害分布及人类工程活动造成的危险地段分布,并编绘相关图件;(2)分析区域内与地质灾害有关的环境地质条件和诱导因素;(3)建立地质灾害危险性评价的指标体系;(4)建立评价、预测模型;(5)对预测结果进行区划与显示。

2 系统开发模式

2.1 开发环境

系统开发环境包括硬件平台、软件平台(采用的是MAPGIS6.2版)、操作系统、数据库系统及二次开发工具语言。

2.2 开发原则及策略

本系统采用的是MAPGIS6.2版进行数据输入和二次开发,其中数字化地图的编制、各项图元(如滑坡、崩塌、泥石流等)的属性输入、地图的显示等都是在MAPGIS平台上进行操作的。而二次开发部分主要是制作地质灾害危险性程度评价区划图,其中包括对各项灾害程度评价因子的选取与分级、评价数学模型等,最

收稿日期:2006-03-20
基金项目:贵州省重点科技基金项目(社字1999,115号);贵州工业大学科研项目(校科合基字2004年305号)
作者简介:左双英(1977-),女,讲师,主要从事工程地质方面的教学和科研工作.

维普资讯 http://www.cqvip.com

后得出区划图。图 1 给出了本系统的开发模式示意图。

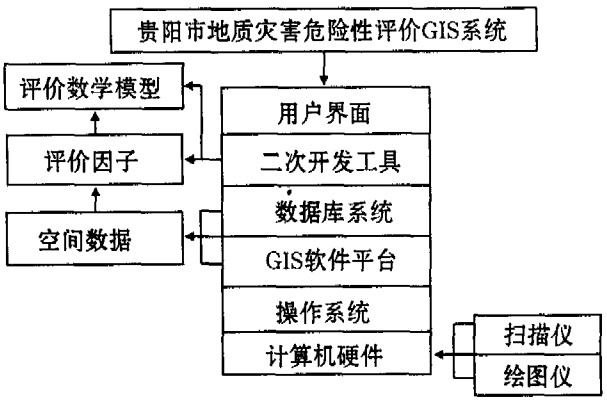


图 1　贵阳市地质灾害危险性评价 GIS 系统开发模式图

3　系统设计

3.1　界面设计

良好的界面是评估软件成功与否的重要条件之一。计算机应用程序与用户之间的良好界面,对于用户方便地使用程序,最大程度地发挥程序的效率是非常重要的。

3.2　功能设计

本系统采用结构化程序设计思想,按功能将系统自上而下逐步分解为相对独立的子模块(如图 2)。设计过程中,强调模块设计的完备性与扩充性、功能的实用性、操作的可视化等。软件功能实现的工作流程示意图见图 3.

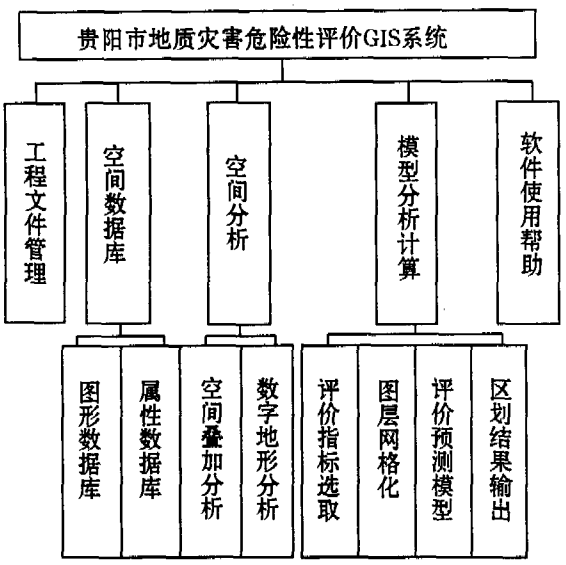


图 2　贵阳市地质灾害预测、预报 GIS 系统功能结构图

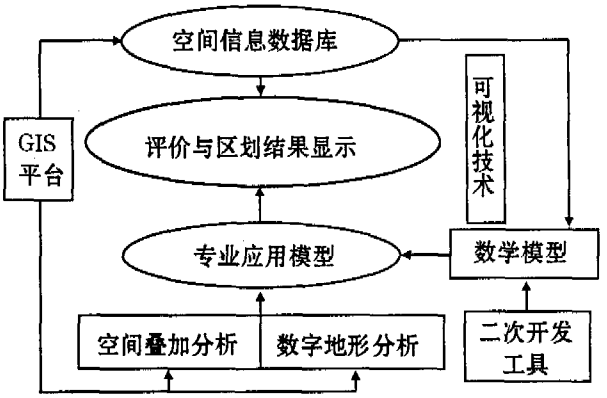


图 3　系统实施流程示意图

3.2.1　工程文件管理

程序中用到的数据以文本文件和图形数据文件的方式保存和交换,文件以工程的型式管理和操作。

3.2.2　空间数据库子系统

(1)数据采集

包括搜集有关地质灾害资料以及现场调研的资料。

(2)空间数据库的建立

空间数据库的建立,就是要建立各图幅及其属性表与各数据库信息源文件的相联关系。这一步的具体工作流程见图 4.

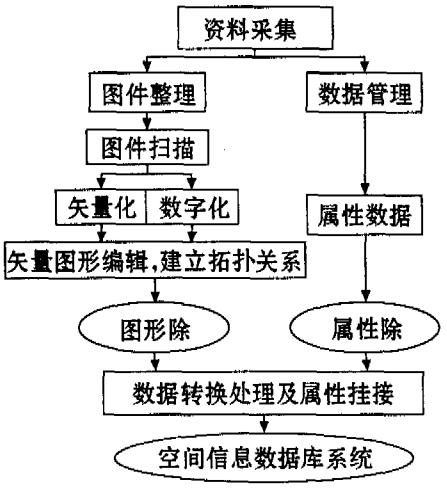


图 4　空间数据库工作流程图

(3)空间数据库的管理

空间数据库管理分为图形库管理和属性库管理。图形库以图层管理为主要特点,本系统中采用的图层空间数据模型都是矢量数据模型,每一个图层分别用一个文件来表示。根据图层描述的评价因素特征状态,可以有点、线、面(区)文件,见表 1。属性库是描述空间实体特征或性质的二维数据表格,是在 MAPGIS 中建立的内部属性数据库。它们之间是通过目标关键字紧密相联

维普资讯 http://www.cqvip.com

的，以便于空间可视化查询、管理和分析。

3.2.3 空间分析子系统

MAPGIS提供了多种空间分析方法，本系统在MAPGIS基础上建立了适合专业特点及项目需要的分析模型。这一部分都是在MAPGIS平台自带的功能模块上完成的。

(1)空间叠加分析

空间叠加分析就是将同一地区、同一比例尺的两幅或两幅以上的图层重叠在一起，产生新的空间图形及空间位置上新的属性。实质上是针对各评价因素图层(或文件，参见表1，为输入层)的某种函数的叠加运算，叠加运算的结果即为分析运算的单元基础图(输出数据层)[2]。输出数据层$=f$(2个或多个输入数据层)，函数f表达的是输入数据层之间的空间运算关系。

表1 空间数据文件分类表

序号	区文件(.WP)	线文件(.WL)	点文件(.WT)
1	岩组类型	公路线	采石场
2	湖泊	断层线	地层代号
3	地质图	支流	地名
4	主河流	区域边界	滑坡点
5	街道	铁路线	崩塌点
6	坡度	地层界线	泥石流点
7		产状	桥
8			倾角
9			地层代号
10			街名和地名
11			滑坡调查点
12			基坑调查点

(2)数字地形分析

在本系统中，数字地形分析主要是用于坡度、坡向计算，由此确定岸坡结构类型。坡度的定义是水平面与地形表面夹角的正切值，实际计算时采用高度——斜度变化的最大比率；坡向为坡面的水平方向，即坡面法线在水平面上的投影与正北方向的夹角，按最大坡度计算坡向[2][4]。

3.2.4 危险性评价与区划模型二次开发子系统

本部分是整个系统设计中的重点，是用程序语言C++Builder 6.0和VC++7.0在MAPGIS平台上实现的二次开发的主要内容。在这一部分中，以地质模型为基础，建立多种数学模型，开发出了适合空间环境地质评价的专业应用模型，包括4个子模块(见图2)，即评价预测指标体系的建立、模型单元的划分、评价模型的建立及区划结果的显示。在这一子系统中，充分考虑了影响地质灾害危险性的各种因素，包括自然地质条件(地形地貌、岩石性质、地质结构、水文地质条件、已有地质灾害)、诱发因素(降雨量、降雨强度)、人类工程活动(人工边坡、基坑)等，建立了贵阳市地质灾害危险性评价与预测的指标体系，采用两种数学模型，即专家打分权重法和模糊综合评判法(具体建模见参考文献[3])，对贵阳市地质环境状况进行分级评价，并将分级区划结果进行可视化显示。

3.2.5 软件帮助系统

在菜单中提供了打开帮助文档的菜单项。打开的是windows98以上才支持的chm格式的标准Windows风格帮助文档，该格式可以包含网页具有的功能，又提供了标准的目录结构、索引和查找系统。帮助文档内容分为：项目概述、软件概述、软件特点、使用方法、操作示例五部分。

4 系统功能的实现及预测结果

前已述及，空间数据库和空间分析两大模块主要是在MAPGIS平台上完成，而需要在本系统中实现的是危险性评价与区划子系统。本系统采用了两种数学模型进行综合评价，由于这些模型需要进行大量的数据处理和复杂运算，需要计算能力很强的高级语言来编写分析模型的程序，然后用MAPGIS6.2接口调用外部程序。MAPGIS的动态库太分散，且没有导出函数名，所以使用VC封装了MAPGIS的静态库，生成一个动态库文件，导出可能要用到的模型函数，实现平台与外部程序的集成。本系统主要使用的是基本API函数库，它是一个Windows动态连接库，库中所有函数均按C标准命名方式命名，并且以标准C的接口形式，封装了MAPGIS所有的基本数据结构和功能函数；这种方法功能最强，灵活性更高，应用环境也最广。

维普资讯 http://www.cqvip.com

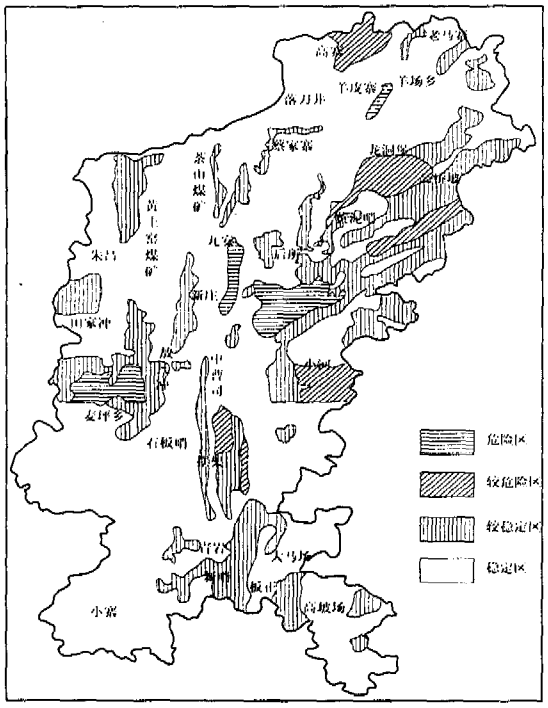


图 5　权重法危险性等级区划图

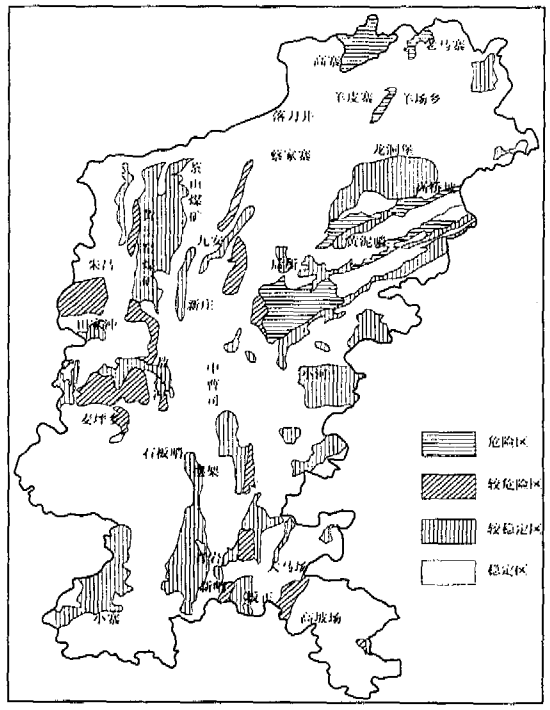


图 6　模糊综合评判法危险性等级区划图

表 2　贵阳市地质灾害危险性区划结果分析对比评价表

编号	该区地质灾害的主要特征	评价方法		综合评价
		权重法	模糊法	
1	翁寨——老木冲及柿花寨——白石崖小区 该区海拔高程 1100－1300 m,地形平均坡度较陡(达 25°左右),以碎屑岩岩组为主,崩、滑、流发育,灾害发育密度 4.7 个/10 km^2。	较危险区	危险区	危险区
2	梯子崖电站——王比——白水河小区 该区海拔高程 1100－1300 m,地形坡度最陡(均在 30°以上),构造复杂,断裂发育,崩塌发育,偶见泥石流,灾害点密度 1.9 个/10 km^2。	较危险区	较危险区	较危险区
3	谷汪——普渡——猫冲小区 此区海拔高程 1000－1100 m,溪流切割强烈,地形平均坡度 25°－30°;属于碎屑岩组,发育有大量小型滑坡,平均密度 4.5 个/10 km^2。	较危险区	危险区	危险区
4	谷薹——杨家庄——青冈林小区 该区海拔高程 1250－1380 m,主要处于溪谷的斜坡地带,平均坡度约 20°,属于碎屑岩组,发育有小规模滑坡 9 个,灾害密度为 5.1 个/10 km^2。	较危险区	危险区	危险区
5	瓦窑——黄土田——小关小区 该区地形上海拔 1150－1350 m,地形上为沟谷斜坡地带,地形坡度 20°左右,碎屑岩组,滑坡相当发育,黔春路泥石流也发育在本区,灾害密度 11 个/10 km^2。	危险区	较危险区	危险区
6	高寨——蔡家寨——后所小区 该区地形海拔 1100－1300 m,地形陡峻,平均坡度 27°－30°,切割强烈,碎屑岩组,分布有滑坡 18 个,平均 7.6 个/10 km^2。	危险区	危险区	危险区
7	茶山煤矿——黄土窑煤矿小区 该区海拔高程 1280－1400 m,平均坡度 18°左右,主要以砂页岩煤系地层为主,碎屑岩组,断层发育,共发生滑坡 5 个,灾害密度平均 2.7 个/10 km^2。	较危险区	较危险区	较危险区
8	龙洞堡——黄泥哨小区 该区海拔在 1100－1200 m 之间,以峰丛洼地为主,地形比较平缓,断裂发育,崩、滑坡较发育,区内崩滑点总共 6 个点,密度 2.4 个/10 km^2。	较危险区	较危险区	较危险区

(表续下页)

维普资讯 http://www.cqvip.com

（表接上页）

	小河——中曹司——摆架小区			
9	本区海拔1080－1125 m，两侧为条状山，山体呈17°－20°的缓坡。岩性为砂、页岩及钙质泥岩，发育小型滑坡5个，灾害密度4.4个/10 km^2。	较危险区	较危险区	较危险区
	（高坡）石门——板正小区			
10	本区海拔高程1300－1600余米，属侵蚀地貌，陡坡和陡崖多见，广泛分布着泥盆系石英砂岩，有多处崩塌体，灾害点密度2个/10 km^2。	较危险区	较危险区	较危险区

依据所建模型，将两种危险性等级评价结果显示出来，见图5、图6。由于两种方法所应用的原理、数学模型和所取用的参数不尽相同，所以其危险性等级的预测结果也不太可能完全一致。现将两种方法的预测结果（主要是危险区和较危险区）及对于该结果的综合列表评价，见表2。为安全起见，当两种评价结果不太一致时，以危险性高的为综合评价结果。由表2可见，危险区和较危险区基本都是分布在碎屑岩组、构造复杂、崩滑灾害较多的区域，这与实际情况是一致的。

5 结 论

（1）城市地质灾害评价和预测的基本思路是：运用GIS具有的信息采集、分析和管理的强大功能，形成研究区环境地质基础数据，建立空间信息数据库、评价指标信息库，利用GIS所具有的空间数据迭合、综合定量分析、预测决策等功能，采用一定的地质模型和数学方法，进行研究区地质灾害危险性预测和评价。

（2）依据上述思想，在中国地质大学开发研制的软件平台MAPGIS6.2基础上，利用C++ Builder和VC++7.0进行应用模块的二次开发，最后系统合成“贵阳市地质灾害危险性等级区划图”，对两种方法区划出的“危险区”和“较危险区”进行了综合评价。

（3）贵阳市地质灾害危险性评价系统的开发与建立，既能为城市的减灾、防灾提供科学依据，又能为城市建设、资源利用以及环境保护提供指导作用。

参考文献：

[1] 李景阳，梁 风，陈 筠. 贵阳市山体斜坡稳定性分析[D]. 中国岩石力学与工程学会第六次学术大会论文集. 中国. 武汉，2000：495－499.

[2] 陈述彭. 地理信息导论[M]. 北京：科学出版社，2000.

[3] 左双英，程欣宇，梁 风，等. 基于GIS的贵阳市地质灾害危险性评价[J]. 地球与环境. 2005，33(4)：83－88.

[4] 沈 芳，黄润秋，苗 放. 地理信息系统与地质环境评价[J]. 地质灾害与环境保护. 1999，11(1)：6－10.

GIS System of Geological Hazards Risk Evaluation in Guiyang City

ZUO Shuang－ying[1]，LIANG Feng[1]，CHENG Xin－yu[2]，LI Jing－yang[1]

（1. College of Resource and Environment Engineering，Guizhou University，Guiyang 550003，China；2. College of Information Engineering，Guizhou University，Guiyang 550003，China）

Abstract：Guiyang is a karst mountainous city. Frequent geological hazards have a grave influence on its economic development for last two decades. We should manage these geohazard information scientifically and recognize their distribution rules of investigation area fully. On the basis of GIS powerful function with information collection，analysis and management，the system builds spatial database and evaluation indexes information. Then，statistical weight method and fuzzy comprehensive judgment method are adopted to predict geohazard risk with C++ Builder and VC++7.0 program languages. The system not only provides scientific evidence for hazard damping and preventing，but also gives an important guidance on city construction，resource utilization and environment protection，etc.

Key words：Guiyang city；geological hazard；IS