

·环境地质·

# 藏东林芝地区基于递进分析法(AMFP)理论的地质灾害评价系统实现

李远华, 姜琦刚, 湛邵斌, 王利花, 武慧智

LI Yuan-hua, JIANG Qi-gang, ZHAN Shao-bin, WANG Li-hua, WU Hui-zhi

吉林大学地球探测科学与技术学院, 吉林 长春 130026

College of Geo-Exploration Science and Technology, Jilin University, Changchun 130026, Jilin, China

**摘要:**藏东林芝地区是地质灾害(崩塌、滑坡、泥石流)的发育区,为了加强对该区地质灾害规律的研究,科学地管理地质灾害信息和将研究方法可视化、数字化、程序化,阐述了基于递进分析法(AMFP)的林芝地区地质灾害评价系统的设计和实现过程。此系统采用组件式GIS二次开发技术,以Visual Basic、Visual C++为开发语言,实现了林芝地区基于AMFP理论的灾害模型编辑与区域性地质灾害评价,并取得了良好的应用效果。

**关键词:**藏东;林芝地区;地质灾害;AMFP;评价系统

**中图分类号:**X141;X4

**文献标志码:**A

**文章编号:**1671-2552(2007)01-0108-06

Li Y H, Jiang Q G, Zhan S B, Wang L H, Wu H Z. Geological Hazards evaluation system of the Nyingchi area, eastern Tibet, China, based on the AMFP theory. *Geological Bulletin of China*, 2007, 26(1):108-113

**Abstract:** The Nyingchi area, eastern Tibet, is an area where geological hazards (avalanches, landslides and mudflows) are developed. In order to fully understand the formation and development of geological hazards, manage relevant information in a scientific way and make the research method to be visualized, digitalized and programmed, this paper not only discusses the procedure of designing and realizing of the geological hazards evaluation system of the Nyingchi area bases on the AMFP theory. By adopting the COM-GIS technique and relying on Visual BASIC and Visual C++, this system has accomplished the regional geological hazards evaluation and model editing based on AMFP and good results have been yielded in its application.

**Key words:** eastern Tibet; Nyingchi area; geological hazard; AMFP; estimate system

青藏高原的强烈隆升导致高原周缘区形成了有利于地质灾害发生的特定的地质、地貌与气候环境条件,使其成为中国地质灾害最为严重的地区之一。青藏高原周缘西北部的黄河上游流域、东南部的长江上游流域、西藏南部的雅鲁藏布江下游区(林芝地区)及其东南部的“三江地区”,由于强烈的构造变形与现代活动构造效应,成为地质灾害事件集中发生的区域,其中的地震、崩塌、滑坡、泥石流、断裂活动等地质灾害效应最为典型,成为影响人类

活动的主要灾害,而且这种影响将会越来越大、长期存在<sup>[1]</sup>。

林芝地区的地形地貌、地质情况复杂,坡度大、切割深,多种气候带并存,处于地震活动带,且人类活动相对较为强烈。这些都是崩塌、滑坡、泥石流发育较为有利的条件。从以往的研究成果<sup>[2]</sup>和项目调查结果来看,该区处于崩塌、滑坡、泥石流的强烈发育区,是研究这3种灾害的天然试验场。因此,选择这一地区作为崩塌、滑坡和泥石流预警研究的

收稿日期:2006-03-28;修订日期:2006-10-18

地调项目:中国地质调查局《青藏高原生态地质环境遥感调查与监测》项目(编号200315100002)资助。

作者简介:李远华(1979-),男,在读博士,从事遥感与GIS技术应用方面的研究工作。E-mail:liyuanhuahua@eyou.com

通讯作者:姜琦刚(1964-),男,教授,博士生导师,从事遥感地质研究和教学工作。E-mail:jiangqigang@jlu.edu.cn



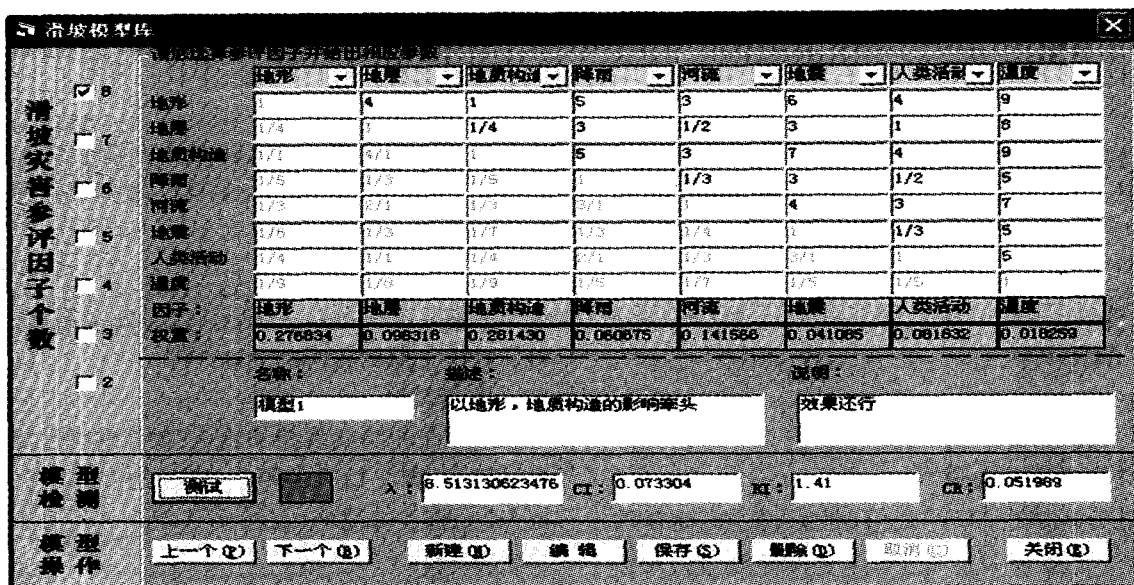


图2 系统可视化因子模型编辑

Fig.2 Visualization factor model editing of the system

其灾害预测评价功能依据AMFP理论设计,用户可以在自建模型的基础上进行灾害的预测;时间预测尚属试验阶段,暂不允许用户对时间预测模型进行编辑与修改。

系统设计的具体功能主要分为崩塌、滑坡、泥石流的单种潜势度预测评价,综合性区域潜势度预测评价和危险度灾害预测评价(以区域降雨量、人类活动和地震作为主要因子)。系统灾害预测评价的功能分为地震诱导灾害危险度预测、线性工程诱导灾害危险度预测(受影响与产生影响)、区域工程诱导灾害危险度预测(受影响与产生影响)、区域降雨诱发灾害危险度预测(泥石流为试点)。后者以县为单位给定降雨量,进行全区危险度评价、崩塌灾害危险度评价和灾害活跃性周期预测。

高级管理功能主要是针对核心技术、核心数据的管理和系统对推荐模型的编辑等。

## 2 系统关键技术的实现

### 2.1 组件式GIS开发策略

组件式GIS是当今GIS发展的潮流之一,它易于集成、适用性强、便于开发、易于推广、成本低、可扩展性强、可视化设计和Internet应用等特点<sup>[7]</sup>。鉴于本文的研究需求与实际情况,采用Visual Basic 6.0

和ESRI的组件式GIS二次开发工具MapObject 2.2建立林芝地区地质灾害预警系统,实现了评价模型的系统化表达与GIS的一些基本功能。

### 2.2 DLL编程技术

林芝地区有8万多个评价单元,这给系统的评价运算带来了很大的负担。考虑到C/C++在数据处理方面的超强能力与系统程序简明化的要求<sup>[8]</sup>,本系统在模型编辑与灾害评价程序编写中采用了VC++的动态连接库(DLL)技术,有效地提高了系统的数据处理效率。

这一技术的实现需要经过2个重要步骤:第一步,在Visual C++中编写数据处理程序的DLL文件,将模型评价函数与预测函数等封装在动态连接库DLL文件中。第二步,在VB中声明DLL文件,并在程序中调用该函数(与Win32的API函数调用类似)。

### 2.3 模型编辑与调用的实现

模型编辑的概念算法如图3所示。当编辑的模型满足要求(判断条件)时,就可以将模型保存起来,同时将ADO技术引入到模型的数据库式管理中。为保证参数的动态变化,在VB的对话框编程中运用了动态加载编程技术,在权重模型计算程序的编程中采用了如下程序所示的指针变换实现参数的传递调用,从而实现了参评因子的动态选择。

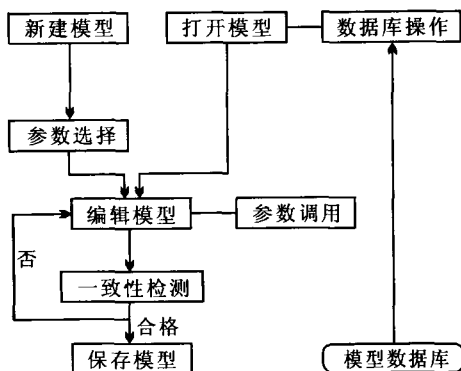


图3 模型编辑流程

Fig.3 Model editing program

```

BOOL WINAPI DLLTRANPOSE (double * pa,int size,
double * TZXL,double * Tmax)
for(i=0; i<size;i++)
{.....
for(j=0;j<size;j++)
{ * (Result+i)= * (Result+i)+ * ((pa+size * i)+j); //
操作列中每一个元素
// * (Result+i)= * (Result+i)+ * ((pa+size * j)+i); //
操作行中每一个元素}
.....}
  
```

模型计算的设计思路是:将模型公式依次应用于每一个评价单元,将模型计算结果存放在新的字段中。在应用前必须考虑到不同用户设置因子数目和类型的不同。因子数目不同,可以通过动态的DLL模型函数进行匹配,而不同因子的类型可以通过对属性字段的程序化选择加以调整。其数据处理流程参见图4。

### 3 系统的建立

系统建立过程大致分为资料收集、数据库建立和系统设计、试运行等几个阶段。

#### 3.1 资料的收集

对调查结果进行总结分析,选定地形地貌、地层、地质构造、降雨、河流、地震、气温、人类活动和植被覆盖等因素进行分析。因此,收集了该区的ETM遥感图像,1:25万数字化等高线数据,1:100万地层、地质构造、地震、气温分布图,1:10万地形图,近几十年来的气象资料等数据。一些基础数据还取自项目最新的调查成果。

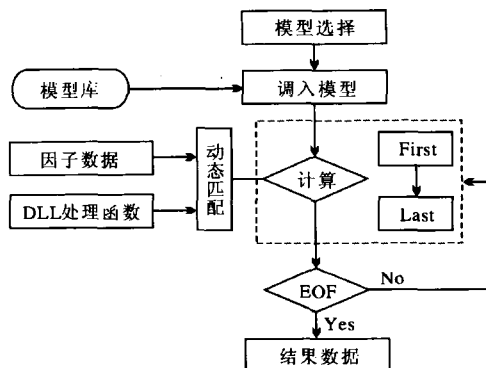


图4 模型运算数据处理流程

Fig.4 Model data processing program

#### 3.2 数据库的建立

在统一的投影坐标系下,将地形地貌(源自DEM等数据)、地层、地质构造、降雨等参评因子利用GIS软件进行矢量化并赋以相应的量化属性,建立空间数据和属性数据一体化的数据库。评价单元中各因子数据的量化以归一化后的float(浮点)型数据表示,利于评价模型的数字化处理与评价指数的分级显示。数据库是系统灾害评价的源数据,是系统的重要组成部分。

#### 3.3 系统试运行

利用Visual Basic 6作为系统程序开发的语言,利用Visual C++编写基于Win32的动态数据处理DLL,并在MapObject 2.2等组件的支持下,实现了单机版的系统模型编辑、灾害评价、GIS查询、成果统计与输出等功能。虽然系统在理论支持、图像处理方面还有待进一步加强,但初步实现了林芝地区地质灾害的区域性系统评价和不同模型参数下评价结果的对比,取得了一些有意义的成果。

从系统试运行的软件效果来看,系统不仅操作简便,而且可以针对用户的各项基本操作做出准确的响应;系统的模型编辑和评价结果都有良好的可视化效果(图5、图6)。

从实际应用效果来看,将本系统应用于林芝地区地质灾害评价,得出了该区基于AMFP的各项评价结果(图7)。在系统评价结果的基础上修编的林芝地区地质灾害(崩、滑、流)评价结果与野外调查确定的灾害点的分布、前人的研究成果基本一致<sup>[2]</sup>,说明系统的评价结果具有一定的可信度(图8)。

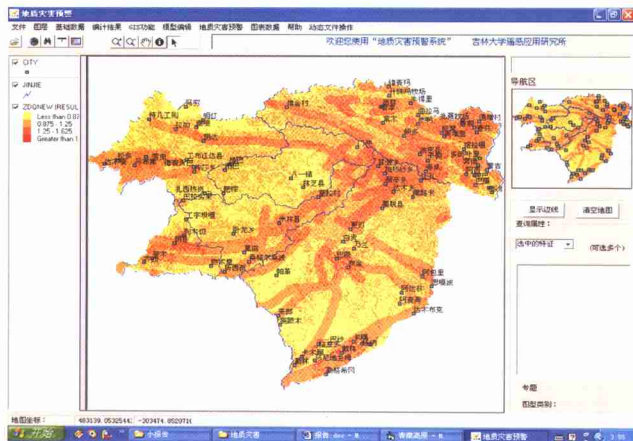


图5 系统区域地质灾害潜势度评价实例(断裂控制)

Fig.5 Example of regional geological hazard potential evaluation of the system (fault-controlled)



图6 点、线、面型诱导因子的危险度系统评价(黑点为响应区域)

Fig.6 Evaluation of the danger degrees of the point, linear and areal inducing factors of the system.

#### 4 展望

林芝地区地质灾害评价系统在GIS和上述理

论方法的支持下,已基本实现了基于AMFP理论的危害评价、AHP算法的因子量化和各项地质灾害评价的相关功能。系统还可根据实测参数进行模

型调整,构建了理论方法的“数字实验室”,为理论方法的实际应用不断积累经验。虽然离地质灾害防治、预测预报和空间分析的要求还有一定差距,但它为完善地质灾害辅助决策支持系统的建立提供了一定的理论基础和实践经验。

本系统与其他地质灾害评价(决策)系统一样,如果在优秀模型(专家思想)的引入,现势性数据的获取(遥感的动态监测等)、高精度连续数据的提取(坡度、植被指数)、多对多模式的模型配置(多区域、多模型)、GIS技术应用等方面取得进步<sup>[9-10]</sup>,那么它的前景无疑是广阔的,必将推动地质灾害预测、预警研究水平迈上更高的技术层面。

致谢:感谢中国国土资源航空物探遥感中心遥感部领导和专家的关心与支持。

#### 参考文献:

- [1]郭建兵,马润勇,卢全中,等.青藏高原隆升的地质灾害效应[J].地球科学进展,2004,19(3):457-466.
- [2]向彦军,杨志法,廖秋林,等.雅鲁藏布江大拐弯北段地质灾害分布规律及防治对策[J].中国地质灾害与防治学报,2001,12(4):30-40.
- [3]刘传正,李铁锋,程凌刚,等.区域地质灾害预警的递进分析理论与方法[J].水文工程地质,2004,(4):1-8.
- [4]赵焕臣.层次分析法[M].北京:科学出版社,1986:1-30.
- [5]李克,曹丽.层次分析方法在水库诱发地震预测中的应用[J].东北地震研究,1995,11(2):39-43.
- [6]程爱玲.层次分析法与GIS耦合在矿山地质灾害危害性分区评价中的应用[J].地下水,2003,25(4):286-287.
- [7]组件式GIS与MapX[EB/OL].[2006-1-25].http://www.gisforum.net/maindoc/simchun/gisforum/techpaper/w0105102\_2.htm
- [8]卢毅.Visual Basic实例教程[M].北京:科学出版社,2001:571-595.
- [9]张进德,段永侯,何庆成.应用ArcView GIS建立我国地质灾害空间信息管理系统探讨[J].中国地质灾害与防治学报,1999,10(3):89-94.
- [10]李向全,胡瑞林,张莉.地质灾害预测评价模型库系统设计原理[J].地质灾害与环境保护,1999,10(4):18-23.

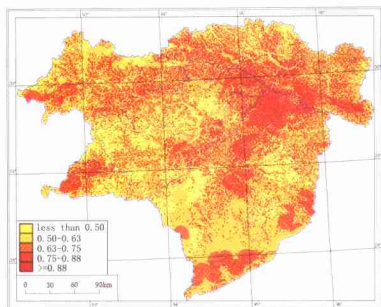


图7 系统输出的滑坡势度预测评价图

Fig.7 Prediction and evaluation of the potential degrees of landslides of the system output

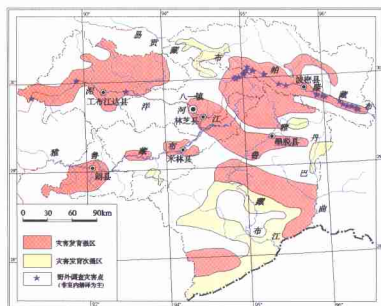


图8 系统灾害势度综合评价与野外调查结果对比

Fig.8 Comparison between the results of integrated evaluation of the system hazard potential degrees and results of field investigation