

综述

基于GIS的防震减灾计算机信息管理及辅助决策系统

周 斌^{1, 2}

(1. 中国石油大学, 山东 东营 257000; 2. 胜利油田地震台, 山东 东营 257000)

摘要: 从建设目标、功能、方法、设计原则、软件结构设计和实现方法等方面对平台防震减灾计算机信息管理及辅助决策系统的解决方案进行了介绍. 系统运用地理信息系统(GIS)技术实现了基础地理信息的管理功能; 通过对GIS软件的二次开发和与其他程序设计语言的混合编程, 结合其本身提供的空间分析和网络分析功能以及其他子专题提供的数学模型, 实现了地震灾害的快速预测与辅助决策等功能.

主题词: 防震减灾; GIS 信息管理

中图分类号: P315.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2003)04-0365-05

0 引言

地理信息系统(Geographic Information System)是20世纪60年代提出并逐步发展起来的一种采集、存储、管理、分析和描述整个地球或部分地球表面(包括大气层在内)与空间和地理分布有关的数据的空间信息系统. 作为一门集计算机、测绘、遥感、地理学、空间科学、信息科学和管理科学于一体的新兴边缘学科, 地理信息系统正在得到迅猛的发展. 我国自70年代中后期开展地理信息的研究与应用工作以来, 目前已经在地形图与专题制图、城市规划与市政工程、土地利用与规划、资源环境评价、地震灾害预测研究、生物资源保护与利用等诸多领域得到了广泛的应用. 本文介绍在山东省东营市和胜利油田开展将地理信息系统应用于防震减灾事业的系统设计思路与基本功能, 尤其是对具有空间地理特征的大量地震地质、地震灾害数据等基础资料的管理以及与空间位置有关的地震灾害预测、辅助决策等功能的实现.

1 系统建设目标和基本设计原则

1.1 建设目标

将地震危险性分析与地震小区划、建筑物震害预测、生命线工程震害预测、地震次生灾害预测、经济损失与人员伤亡预测、防震减灾对策研究等研究成果进行系统集成, 以GIS为平台, 以空间分析、网络分析等功能为基础, 结合有关专题数据模型, 建立防震减灾GIS计算机信息管理与辅助决策系统. 具体目标:

(1) 地震发生前利用该系统可方便地了解各类建(构)筑物、生命线工程和生产设施等的抗震性能及可能的受灾程度, 为政府编制防震减灾规划, 进行地震灾害预防提供科学的依据.

(2) 地震发生时快速预测地震所造成的损失, 迅速提供各种背景和震情信息, 便于政府快速作出科学合理的应急响应.

(3) 地震发生后快速评估各种震害信息, 并根据地震现场反馈结果随时予以更新, 动态进行震害预测, 提供防震减灾的合理对策, 实现辅助决策功能.

收稿日期: 2003-06-24

基金项目: 中国地震局“九五”攻关项目

作者简介: 周 斌(1972—), 男(汉族), 山东沾化人, 工程师, 现于胜利石油管理局地震台从事地震监测预报与震害防御工作, 中国石油大学计算机系硕士研究生.

(4) 平时可为城市规划、土地利用、工程抗震等有关工作提供信息, 直接为国民经济建设服务。

1.2 基本设计原则

1.2.1 数据库建立力求标准化和规范化

- (1) 系统中涉及多学科地理单元实体及其属性, 应建立统一表格形式的描述结构。
- (2) 尽量参考有关国际标准, 力求与国家或行业(部门)编码方案一致或兼容。
- (3) 设计统一的图形表达形式。
- (4) 通过变换可实现数据信息共享, 具备与其他常用格式间转换的能力。

1.2.2 软件系统设计的原则

根据防震减灾工作的特点和要求, 参照有关应用软件系统的通用标准, 建立本系统应遵循以下原则:

- (1) 实用性: 系统必须能够满足城市防震减灾信息管理工作的需要, 并可辅助政府领导进行科学决策。
- (2) 安全性: 设置用户权限, 保证系统和数据的安全。
- (3) 高效性: 应用软件具有高效的查询、检索和输出功能。
- (4) 模块化: 参照模块结构化标准, 根据系统的功能划分若干相互独立的子系统和模块, 完成相应的功能, 以利于系统的理解、使用和功能的进一步扩展。
- (5) 可操作性: 系统的操作使用尽量简单, 用户界面友好。如采用直观自然的操作, 有符合公认标准的快捷键, 整洁美观、风格一致的屏幕设计, 具较高的和完整的容错性, 用户拥有控制权, 可预测用户行为并对用户进行指导等。

1.2.3 遵循软件工程方法

本系统的开发是一项较大且复杂的软件工程项目, 应遵循软件工程的方法, 用工程化的思想去设计和实现。严格按照软件需求分析、软件设计、软件编码、软件测试和软件维护六个阶段进行。采用模块化设计和面向对象的方法, 进行系统的总体设计。

2 系统总体设计和软件结构设计

2.1 系统的总体设计

基于 GIS 平台的防震减灾计算机信息管理与辅助决策系统由以下四个模块组成: 防震减灾基础数据库、震害预测、辅助决策和系统数据维护。

- (1) 基础信息数据库: 管理整个系统的基础资料, 由基础地图和各种专题地图数据、震害预测数据等组成。
- (2) 震害预测: 给定任意地震参数(时间、经纬度、震级和破裂方向), 由系统自动勾画出地震影响场, 计算出本次地震所造成的人员伤亡和经济损失情况, 并给出震害分布情况。
- (3) 辅助决策: 在综合给定地震所造成的震害后, 给出辅助决策信息(高危害街区分布、人员疏散、最短路径分析等)。
- (4) 系统数据维护: 对系统的基础数据进行管理和维护, 对数据进行更新。

2.2 系统软件结构设计

系统设计的任务是根据系统研制的目的来规划系统的规模和确定系统的各个组成部分, 并说明它们在系统中的作用和相互关系。本系统的软件结构设计见图 1。

3 系统实现的基本功能

3.1 通用功能与工具

系统具有在 GIS 平台上的一般通用功能和工具, 融合在各子系统实现的具体功能模块中。

3.1.1 通用功能

(1) 图形显示: 显示各类基础地理信息图件, 包括各种图形要素的空间位置、不同图层的任意组合等。

(2) 信息查询: 实现各种图件的空间信息、属性信息的交互查询或逻辑查询等。

(3) 信息编辑: 图形编辑可添加、删除图形要素; 属性信息的编辑可通过选择图形, 调出其对应的属性信息进行修改等。

(4) 统计分析: 对城区的建筑物可按行政区划、建筑年代、结构类型等进行统计分析。

3.1.2 通用工具

(1) 图层显示工具: 按照用户要求选择要显示的图层, 可依据制定的排列顺序依次叠加显示或取消显示; 按照习惯或主次、重要性用不同的颜色加以区分等。

(2) 无级缩放工具: 建立常见的图形缩放工具, 如开窗放大、中心放大、中心缩小、返回前种状态、快速刷新等。

(3) 信息查询工具: 运用鼠标直接在所显示的图形界面上进行与图形相关的信息查询。

3.2 防震减灾基础地图服务

系统具有提供基础地理图件和专业地图图件的服务功能, 用户可方便地查询、显示有关胜利石油管理局和东营市的基础地理图件和地震危险性分析、震害预测等专题图件。

3.3 震害预测

系统具有任意地震震害预测的功能。

(1) 地震影响场: 在给定地震三要素和地震破裂长轴方向的情况下, 快速确定地震影响场, 并可对地震影响场的烈度进行修改。

(2) 地震灾害及次生灾害损失评估: 在任意给定地震影响下, 计算出城区建筑物和生命线工程等的震害情况和对影响范围进行评估, 并对震害结果以图表的方式加以显示。

(3) 经济损失和人员伤亡评估: 计算出给定地震影响场下的经济损失和人员伤亡的情况。

3.4 辅助决策

该系统模块具有以下功能: 实现不同地震应急对策的查询; 对给定地震所造成的灾害损失进行汇总, 并根据具体情况, 采取相应的地震应急预案; 在综合街区震害指数的基础上, 计算地震造成的高危害街区分布情况, 为抗震救灾提供辅助决策信息; 并在医疗救助范围、人员疏散、物资供应等方面提供辅助决策支持。

4 系统实现的关键技术

4.1 系统基础资料库的建立

系统的基础数据库包括两方面的内容: 一方面是包含各种大量图形和空间属性信息的基础地理信息系统数据库和震害预测专业数据库; 另一方面为系统进行震害预测服务的其他数据。地理信息数据库是整个系统的基础工作, 也是最关键、最花费时间, 也是投资最大的工作。

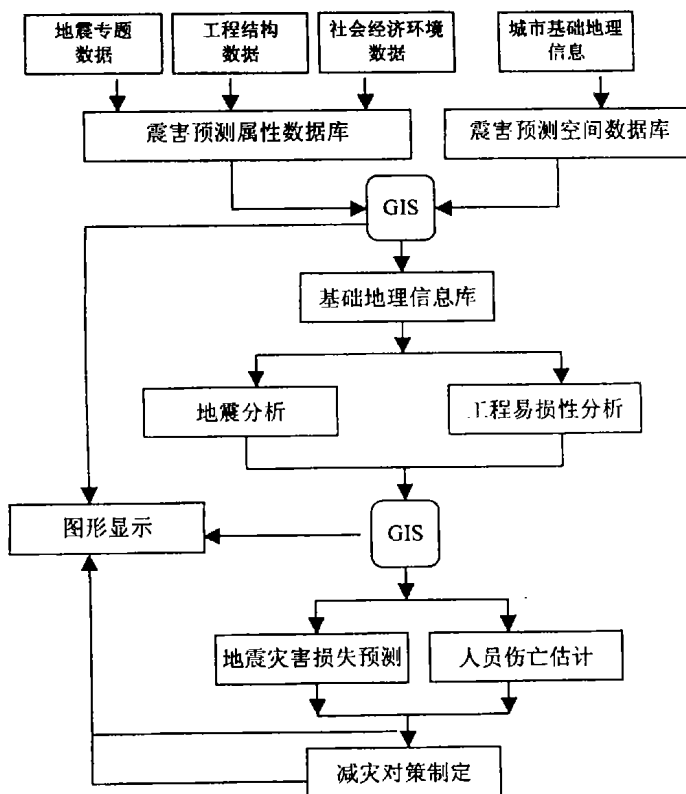


图1 系统软件结构图

Fig. 1 Structure of the system software for disaster decrease.

基础数据库的建立分以下几步:

- (1) 进行需求分析, 确定所需数据的精度和质量;
- (2) 调查收集数据资料, 包括地图(图形)资料 and 与地图相联系的属性统计资料;
- (3) 建立编码体系, 编码体系要与国家、行业(部门)的相关体系相容, 并且具可扩展性;
- (4) 进行数据库的逻辑设计与物理设计;
- (5) 将数字化的图形数据和录入属性数据编码对应, 完成基础数据库的建库工作.

4.2 震害预测与辅助决策功能的实现

震害预测与辅助决策功能的实现是通过对 GIS 的二次开发和应用来实现的.

(1) 软件选型: 目前, GIS 软件为满足不同需求在向多元化发展. 从软件运行的硬件要求上可分为基于大型工作站、服务器到一般 PC 机的一系列 GIS 软件; 从软件开发的平台上可分为 GIS 开发平台、GIS 工具包、嵌入式 GIS; 从软件的开发商可分为, 美国 ESRI 的 Arc/ Info、ArcView, 美国 Mapinfo 公司的 Mapinfo 软件以及中国自己开发的 MapGis 软件等. 本系统选择美国 ESRI 公司的 PC ArcView 软件作为 GIS 软件开发平台.

(2) 系统开发: 系统在 Windows95/98/NT 环境下, 采用 ESRI 公司的 ArcView3.2 和 Network Analyst 扩展模块的 GIS 平台, 通过提供的 Avenue 语言进行二次开发. 过程中充分利用 GIS 所拥有的空间分析和网络分析功能, 实现了任意地震震害预测和辅助决策模块(最短路径分析、医疗救助范围分析等). 为弥补 Avenue 语言的不足, 采用其他可视化编程语言如 Visual Basic 6.0 实现程序运算结果的管理、显示等.

5 结束语

在各种灾害中, 地震灾害是危害最大的自然灾害之一. 在中国经济高速发展的今天, 抗震防灾工作就显得越来越重要. 本文介绍的防震减灾计算机信息管理及辅助决策系统运用 GIS 技术, 实现了基础地理信息的管理功能; 通过对 GIS 软件的二次开发和与其它程序设计语言的混合编程, 结合其本身提供的空间分析和网络分析功能以及其它子专题提供的数学模型, 动态实现了地震灾害的快速预测与辅助决策等功能. 为今后开展震害预测和大震时的抗震救灾工作提供了有用指挥决策系统.

[参考文献]

- [1] 李德仁, 龚健雅, 边馥苓, 等. 地理信息系统导论[M]. 北京: 测绘出版社, 1993.
- [2] 边馥苓, 余洁. 地理信息系统原理和方法[M]. 北京: 测绘出版社, 1996.
- [3] 林道生, 陈军, 李征航. RS, GIS, GPS 的集成与应用[M]. 北京: 测绘出版社, 1995.

INFORMATION MANAGEMENT AND ASSISTANT DECISION-MAKING SYSTEM IN COMPUTER BASED ON GIS FOR EARTHQUAKE PRECAUTION AND DECREASING DISASTER

ZHOU Bin^{1, 2}

(1. *The Petroleum University of China, Shandong Dongying 257000, China;*

2. *Seismic Station of Shengli Oil Field, Shandong, Dongying 257000, China*)

Abstract: The settlement scheme of information management and assistant decision-making system in computer for earthquake precaution and decreasing disaster is introduced from its construction goal, system function, devising principles, software structure design, etc. . By using the technology of GIS, the system fulfills the function of administrating basic information in GIS. Through further exploitation on the GIS platform, programming with other types of program language, and integrating its analytical functions in space and net with mathematics models in other subjects, the quick earthquake disaster prospect and assistant decision-making functions of the system are realized.

Key words: Earthquake precaution and decreasing disaster; GIS; Information management

(上接 347 页)

APPLICATION OF SEISMICITY ACCELERATION MODEL IN NORTHWEST REGION OF CHINA

MA He-qing, ZHAO Wei-ming, ZHANG Wen-xiao, JIN Chun-hua

(*Seismological Bureau of Ningxia Hui Autonomous Region, Ningxia Yingchuan 750001, China*)

Abstract: Deeper discussion on the seismicity acceleration model is made in this paper. A direct solution to the time-crack equation of the model is given. Using the model, the prediction tests for moderate-strong earthquakes occurred in Gansu, Ningxia, Qinghai, Xinjiang and Inner Mongolia provinces and autonomous regions in northwest of China from 1970 are made and earthquake predication in future 1 ~ 3 years for this region is given.

Key words: Seismicity acceleration model; Northwest region of China; Prediction test