

GIS 技术应用于城市防震减灾工作

宋俊高, 朱元清

(上海市地震局, 上海 200062)

摘要:介绍了基于 GIS 技术的“上海市防震减灾应急决策信息系统”。该系统由 7 个功能模块组成, 主要有:地震地质基本信息、地震灾害快速评估子系统、地震应急决策信息子系统、信息查询、系统维护管理等。介绍了彩红外航片遥感等软件应用技术, 并提出此系统需改进之处。

关键词:地理信息系统; 防震减灾; 震害快速评估; 地震应急决策

中图分类号: P315.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2002)01-0085-07

0 引言

地理信息系统(GIS)是 20 世纪 60 年代开始发展起来的软件新技术。自 1965 年 Garrison 提出了“地理信息系统(GIS)”这一术语后^[1]的二十多年中,随着计算机硬件与软件技术的发展和普及,GIS 技术也得到迅速发展并逐渐走向成熟。

中国地理信息系统方面的工作始于 20 世纪 80 年代,而将 GIS 技术应用于城市的防震减灾工作则较迟,但发展较快。1995 年在新疆维吾尔自治区人民政府的领导下,中国地震局及新疆维吾尔自治区地震局等有关部门为乌鲁木齐市研制“震害预测与防震减灾对策管理信息系统”,在 GIS 技术应用于城市的防震减灾方面迈出了可喜的一步。随后,在中国的一些大中城市,如天津、合肥、大庆、唐山等,也先后开始了基于 GIS 软件平台的城市防震减灾系统或类似系统的研制工作。

上海是一个人口稠密、经济发达的国际性大都市。国务院和中国地震局在综合考虑震情趋势、震害损失预测结果以及国民经济与社会发展规划等 3 方面因素的基础上,把上海市定为国家级地震重点监视防御区^[2]。为此,我们将 GIS 这一软件技术应用于上海市的防震减灾工作,并以上海市宝山区为样本研制了“上海市防震减灾应急决策信息系统”,现在正将此系统推广应用上海其他各区县,以建立整个上海市的防震减灾应急决策信息系统。

1 上海市防震减灾应急决策信息系统

“上海市防震减灾应急决策信息系统”建立在 ARC/INFO 软件平台和 SUN 工作站硬件配置系统上。此信息系统由 7 个功能模块组成,即:地震地质基本信息、地震灾害快速评估子系统、地震应急决策信息子系统、信息查询、系统维护管理、帮助、退出等。系统可以动态地提

收稿日期: 2001-02-27

作者简介: 宋俊高(1945—),男(汉族),江苏泰县人,高级工程师,主要从事地震活动、地震预报、防震减灾、地震台阵等方面的研究工作。

供在各种可能地震状况下城市建筑物和生命线工程破坏的预测;可以有效地进行地震发生后的即时震害快速评估;还可以根据震害快速评估情况,提供地震应急决策所需的有关辅助信息等.

1.1 地震地质基本信息

此功能模块主要显示华东、上海、宝山区划图、地震地质基本信息以及有关图层(图 1).

华东区划图系指多年来研究上海市地震危险性所划定的工作区,其范围比华东地图略小($28^{\circ} \sim 35^{\circ}N, 117^{\circ} \sim 125^{\circ}E$).包括整个上海市、安徽省的东部、浙江省的中北部、江苏省大部及其以东海域;上海行政图含上海 20 个区、县.宝山行政图含宝山区 21 个乡镇、街道及道路、河流等.

上述图层均采样上海城市坐标系统,即以国际饭店楼顶中心旗杆的地面垂足为原点,东西向为 x 轴、北南向为 y 轴.华东区划图图层是根据 1:400 万《中国 $M \geq 5.0$ 地震震中分布图》制作的,上海区划图与宝山区划图图层均采用已有的矢量化上海地图.

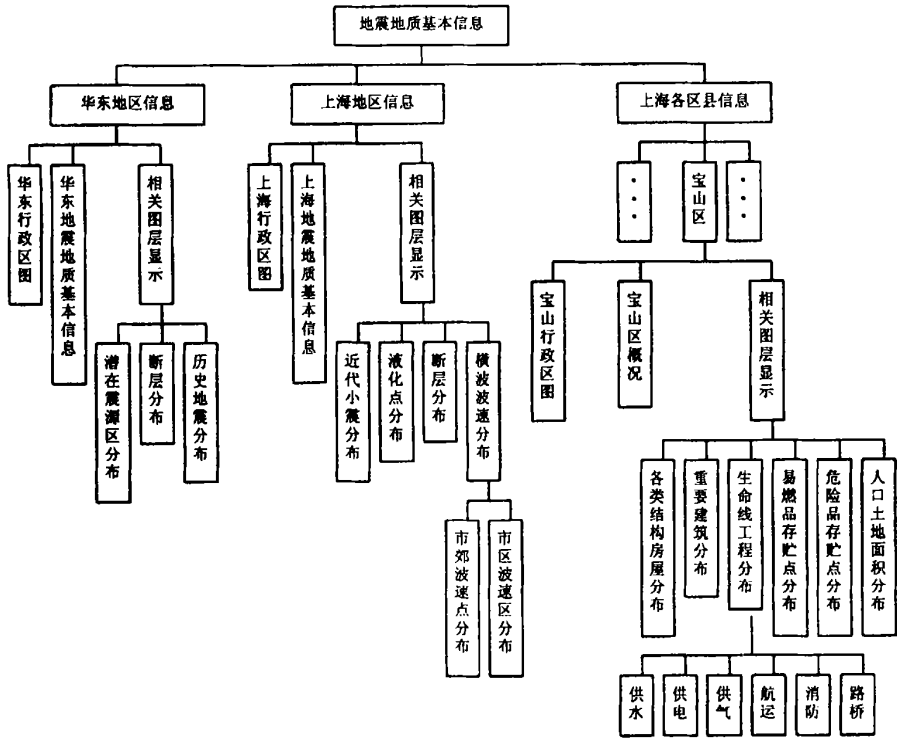


图 1 地震地质基本信息模块结构图

Fig. 1 Modular structure of basic information of seismology and geology.

1.2 地震灾害快速评估子系统

地震灾害快速评估子系统包括 3 个方面:输入地震(或设定地震)有关参数,生成地震烈度分布,通过图层叠合后计算地震灾害损失快速评估定量值(图 2).

主要地震参数中震源破裂方向(或烈度椭圆长轴方向)可参考该震中区域上的历史地震而定.由于历史地震给出的长轴方向仅是一种参考,为了得到某次破坏性地震对上海地区的最大和最小破坏情况,可将该震中位置与上海城市坐标系原点相联接,所形成的直线指向可认为是长轴方位,由此可得出最大破坏情况.

可选择适合的设定地震信息输入,进行上海地区的震害预测及给出相应的应急决策辅助信息.本系统的设定地震选择如下:(1)根据地震活动性,取长江口地震,或上海西侧的地震,或上海北侧的南黄海地震;(2)根据华东地区潜在震源区的地震;(3)根据近期所作预报的地震等.

本地区所用的地震烈度影响衰减模型,是根据上海及其邻近地区 17 个地震的 34 条烈度等震线,用最小二乘法得到的烈度衰减规律^[3].烈度和震级的关系如下:

长轴: $I = 4.108 + 1.235 M - 1.275 \ln(R_A + 15)$

短轴: $I = 3.037 + 1.266 M - 1.189 \ln(R_B + 10)$

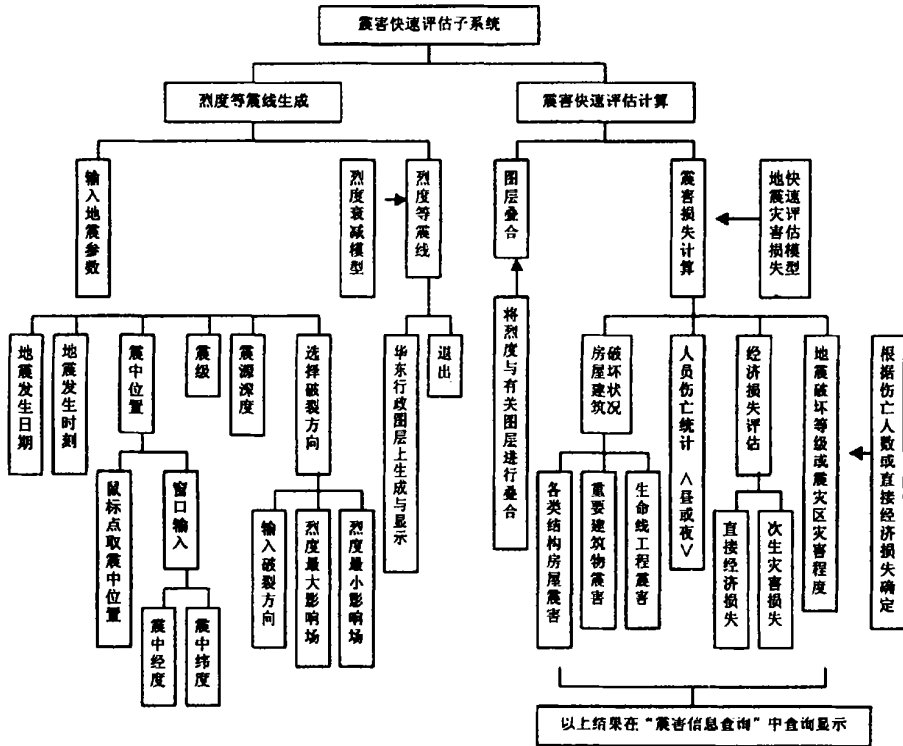


图 2 震害快速评估子系统模块结构图

Fig. 2 Modular structure of subsystem for rapid evaluation of damage loss from earthquake.

1.3 地震应急决策信息子系统

震后应急决策是一种应变对策.它是一个科学预测与社会经济紧密相关、有很强实用性的科学问题,也是减轻地震灾害最直接的重要问题,地震应急决策包括的内容比较多,如救灾、地震次生灾害的减轻、医疗卫生、社会治安、通信恢复等.但在震后立即要做出应急决策的主要有这几个方面:建议救灾方案;人员避震疏散;现场抗震救灾指挥部位置的确定;各危险品贮存点的危险程度警告及防护措施;易燃易爆品存贮点震时应急;地震火灾辅助决策等.

1.3.1 救灾方案

本系统根据震害快速评估子系统给出的人员伤亡与财产损失估计数,确定受灾地区的灾害程度,如:轻灾区、中等灾区或重灾区,并显示相应的救灾方案及有关抢救说明^[4,5](图 3).

1.3.2 震时人员避震疏散

此软件模块设置了人员疏散速度和所需疏散时间的对话框. 最后给出疏散地周围的人员疏散路径及有关疏散情况查询(图 4).

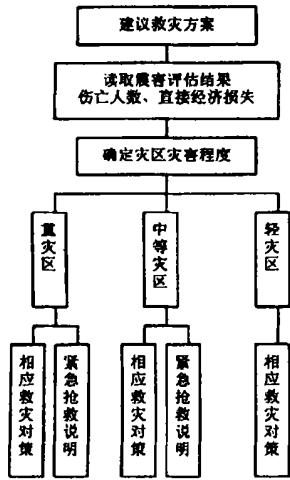


图 3 救灾方案技术框图

Fig. 3 Block diagram for project of disaster relief.

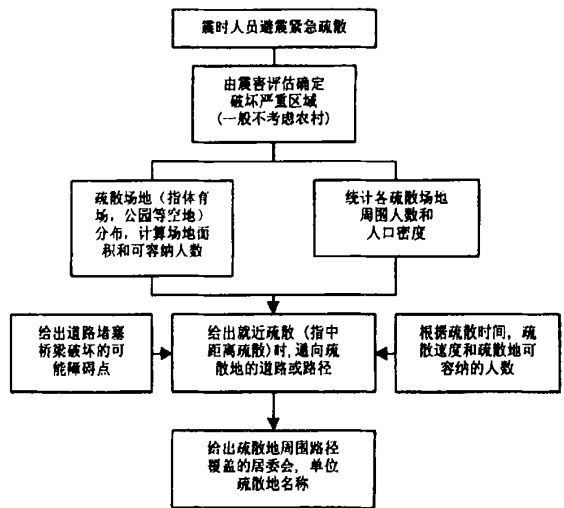


图 4 震时人员避震紧急疏散技术框图

Fig. 4 Block diagram for emergent evacuation and evading of people during earthquake.

1.3.3 现场抗震救灾指挥部

在确定现场救灾指挥部的位置时, 应考虑灾害相对较重的区域并兼顾到交通方便、通讯方便、便于联系和指挥等条件. 此软件根据这些约束条件, 建立各自的缓冲区, 通过对缓冲区的叠加, 经逻辑选择后确立现场抗震救灾指挥部的理想位置(图 5).

1.3.4 各危险品存贮点的危险程度警告及防护措施

在确定存贮点的危险程度时综合考虑了下列指标: 化学物存储量, 急性毒性, 居民密度, 共存物总量, 最大储存容器容量, 既往中毒程度, 管理制度及安全措施, 设备状态等. 此软件给出不同烈度下各危险品存贮点的震害等级, 进而给出不同震害等级下的危险程度及其相应扑救措施(图 6).

1.3.5 易燃易爆品存贮点震时应急

主要是指液化气、煤气、加油站的油类、以及发电厂的电器与油类等. 此软件给出不同烈度下各易燃易爆品存贮点的震害等级, 并给出不同震害等级下易燃品的危险程度及其相应扑救措施示和易爆品的影响范围(图 7).

1.3.6 地震火灾辅助决策

除了包含有高温、高压生产工段的工业区外, 对一般的城市居民生活区或商业区来说, 地震火灾的发生与地震烈度、建筑面积、建筑物的使用功能等因素紧密相关. 此外, 产业结构越复杂, 造成次生火灾的可能性越大. 由此建立起地震火灾发生概率模型. 此软件包含有: (1) 消防单位的分布及易燃品的材料类型和相应的扑救方式; (2) 依据地震次生火灾

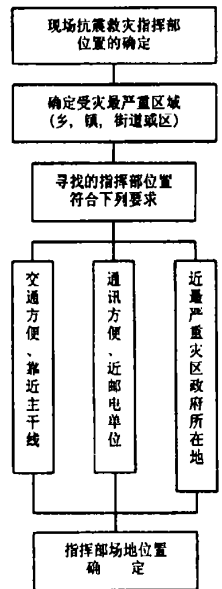


图 5 现场抗震救灾指挥部位置的确定技术框图

Fig. 5 Block diagram for locating on-the-spot headquarters of earthquake disaster relief.

发生概率模型确定次生火灾高发区域. 随着地震烈度的不同, 动态给出不同烈度下的可能火灾区域; (3) 根据实际烈度, 显示可能火灾区, 选择较近距离的消防单位对近邻火灾区实行扑救工作(图 8).

1.4 信息查询

对系统中各类图层的有关属性信息进行查询; 对震害快速评估结果进行查询和打印输出, 包括: 各类结构房屋震害、重要建筑物震害、生命线工程建筑震害、危险品存贮点震害、易燃易爆品存贮点震害、人员伤亡统计数、经济损失评估值等(图 9).

2 信息系统应用技术

2.1 信息系统的软件与硬件平台

选用了目前国际上最大的 GIS 专业软件公司——美国 ESRI 公司的 ARC/INFO 软件作为“上海市防震减灾应急决策信息系统”的系统开发平台. 使用的是 ARC/INFO 7. 1. 1 较新版. 系统运行的硬件平台是 SUN 工作站(ULTRA1 MODEL 140).

ARC/INFO 提供 AML 语言(ARC 宏语言)开发环境, ARC/INFO 命令语言能与 AML 中宏命令和菜单建立工具以配合用来扩充用户基本应用工具. 利用 AML 全功能的程序设计语言, 可编制自己所设计的程序, 生成各种风格的菜单、对话框.

2.2 数字化技术

地理信息的数字化过程由图形数字采样、属性数据输入、编辑和核验等几个环节组成. 其数字化的方法是将数字化仪与 PC 机联接, 采用 AutoCAD 软件完成地理信息数字化, 然后将数字化的图层再传输到工作站上. 系统建立的数据库有: 特征(图形)数据库、属性数据库、文字材料库、像片资料库、航片扫描数据库等.

2.3 系统维护管理技术

在此信息系统中有一主要模块是“系统维护管理”. 该模块的功能是对系统内各类图层的几何特征数据及属性数据可作增、删、改等操作. 在进行此类工作时, 不需要将信息系统退到 ARC 状态, 可在此功能模块下直接操作.

2.4 航片遥感技术

本系统将城市房屋建筑的矢量化图建立在城市“遥感彩红外航片”扫描图上, 直接将航片利用扫描仪输入到计算机内建立扫描图像数据库, 通过拼接整理成整幅城市扫描图. 以此扫描图为基图, 在显示屏上直接勾划出房屋建筑的轮廓, 道路、河流的中心线, 从而建立相应的矢量化电子空间特征数据库, 并对这些空间特征赋予相应的属性数据(图 10).

航片扫描图与相应矢量图相结合的技术用于城市防震减灾系统中有一些好处: (1) 资料新、现势性强、成图周期短、形象逼真、信息量丰富且费用低廉; (2) 便于动态管理; (3) 很直观.

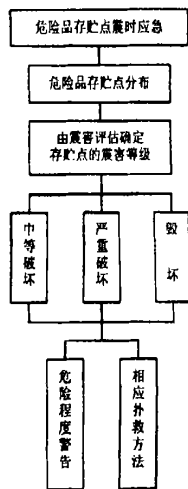


图 6 危险品存贮点震时应急技术框图
Fig. 6 Block diagram for emergency project of dangerous articles storing places during earthquake.

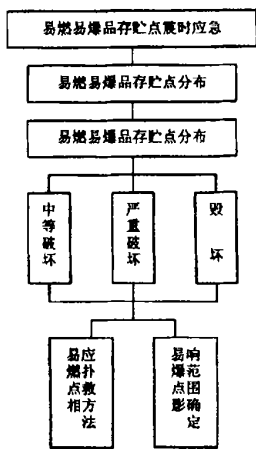


图 7 易燃易爆品存贮点震时应急技术框图
Fig. 7 Block diagram for emergency project of flammable during earthquake and explosive articles storing places.

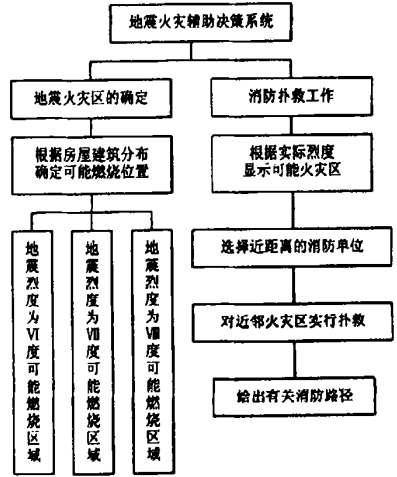
3 结语

地理信息系统是近年来随着计算机技术的高速发展而发展起来的一种高科技工具,由于其具有功能强大的空间分析能力,也必将在我国的城市防震减灾工作中发挥其独特的作用。

上海市防震减灾应急决策信息系统在推广应用时还需不断完善,可从以下几点着手改进。

(1) 根据上海及其邻近地区中强以上地震的参数,由信息系统所给出的地震灾害评估是一个理论上的量值.为了符合实际震害情况,就必须将现场调查的灾情及相关的评估信息通过人机对话输入信息系统,不断修正和补充地震灾害。

(2) 在信息系统的应急决策方面还需加强决策功能.在应急决策子系统中应留有必要的接口,便于系统



8 地震火灾辅助决策系统技术框图
Fig. 8 Block diagram for assistant decision on fire due to earthquake.

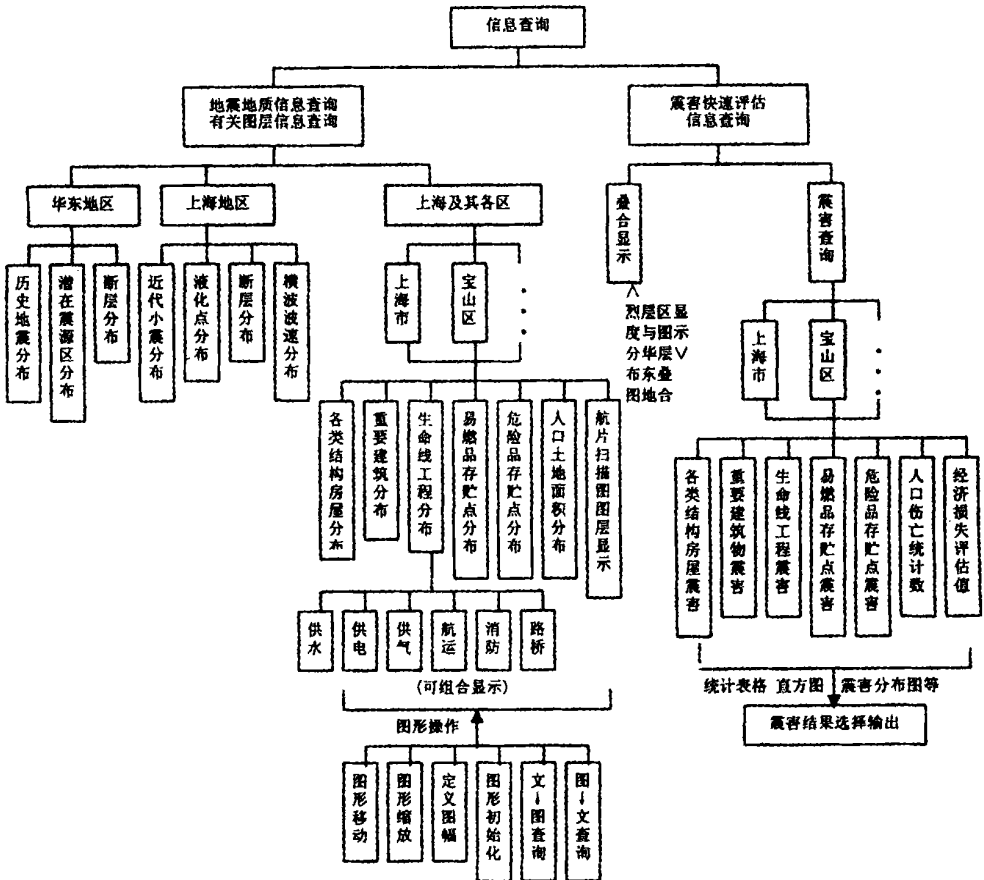


图 9 信息查询模块结构

Fig. 9 Modular structure of information query.

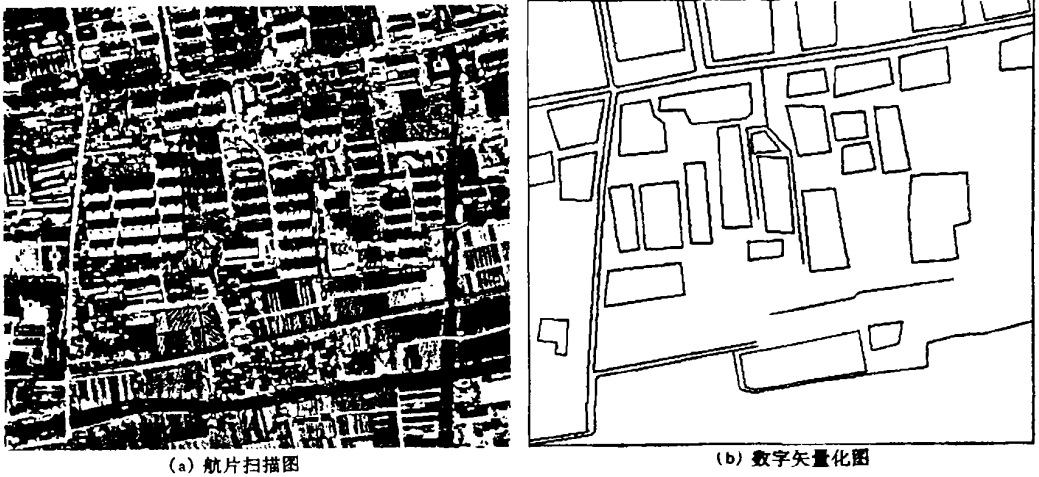


图 10 航片扫描图转化为数字矢量化图

Fig. 10 Transform aerophotograph to Digital vector map.

扩展所用,比如增加医疗救护、食品供应、地震水灾等应急决策功能。

(3) 在“九五”期间,上海行政区内已建成了一个具有一定规模的强震台网系统,可记录地面加速度、速度、位移等参量,震时可根据该强震台网的记录绘制出反映实际地震影响场的地震烈度等震线图,取代由模型所生成的烈度等震线图。

(4) 随着科学技术的飞速发展,世界已进入空间时代和信息社会,这就要求信息系统也应与之相适应,应尽可能地增加地震方面的信息,如全国或区域烈度区划、地质构造、地震活动等数据资料,使其成为一个基于 GIS 的实用化多媒体信息系统,为城市建设服务。

[参考文献]

- [1] 郭伦,任伏虎,谢昆青,等. 地理信息系统教程[M]. 北京:北京大学出版社,1994.
- [2] 上海市地震局. 上海市的地震与应急[M]. 北京:地震出版社,1999.
- [3] 上海市地震局. 上海地区地震危险性分析与基本烈度复核[M]. 北京:地震出版社,1992.
- [4] 郭增建,陈鑫连. 地震对策[M]. 北京:地震出版社,1986.
- [5] 郭增建,陈鑫连. [M]. : , 1991.

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGY TO URBAN EARTHQUAKE PREVENTION AND DISASTER REDUCTION

SONG Jun-gao, ZHU Yuan-qing

(Seismological Bureau of Shanghai City, Shanghai 200062, China)

Abstract: The "information system for emergence decision on the earthquake prevention and disaster reduction in Shanghai City" based on GIS technology is introduced. This information system consists of 7 functional modules. Mainly they are basic information of seismology and geology, subsystem of rapid evaluation for damage loss from earthquake, subsystem of decisive information for earthquake emergence, information query, maintenance and management of system, and etc., Meanwhile, the software application technology, such as color infrared aerophotograph, remote sensing and etc., and point out that the information system is needed to be improved in some aspects.

Key words: Geographical information system; Earthquake prevention and disaster reduction; Evaluation of earthquake damage loss; Emergence decision