

# GIS的发展趋势与数字地震应急救援的实现技术

李东平<sup>1</sup>, 姚远<sup>2</sup>

(1. 浙江省地震局, 浙江 杭州 310013;

2. 杭州市国内经济合作办公室, 浙江 杭州 310013)

**摘要:**随着数字地球(Digital Earth)的提出与实施, GIS的发展已经进入成熟期, 数据多维化(3D&4D GIS)、平台网络化(Web GIS)、集成化成为GIS的发展方向。GIS新技术应用于数字地震应急救援, 可以在后方逼真地模拟地震现场, 为指挥者提供更丰富和更直观的救援信息, 为现场救援提供强大的技术支持, 为指挥员决策提供更科学的决策模型。文中就建设一个数字地震应急救援系统提供了方法和理论支持, 并在系统建设中作了些初步探索, 应用GIS新技术与数字地震应急救援结合建设一个信息平台。

**关键词:**地震应急; GIS; 应急指挥

中图分类号: TP393; P208

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2011)01-0214-04

## Trends of GIS Development and Technique for Digitalized Earthquake Disaster Relief

LI Dong-ping<sup>1</sup>, YAO Yuan<sup>2</sup>

(1. Seismological Bureau of Zhejiang, Hangzhou 310013, China;

2. Hangzhou Domestic Economic Cooperation Office, Hangzhou 310013, China)

**Abstract:** With the proposal and application of Digital Earth, the development of GIS has entered the mature stage. The Mobile GIS and the Grid GIS are developing rapidly. The 3D&4D GIS, the WebGIS and the integrated GIS are the new direction of the development of GIS. The application of new GIS technology in digital earthquake emergency rescue may simulate realistic scene of earthquake. For the commanders, it may provide more richer and intuitionistic rescue information. For the site relief, it may provide powerful technological support. For the commander, it may provide more intelligent decision-making model. In this paper, building a digital earthquake emergency relief system provides methods and theoretical support, and construction in the system made some exploration.

**Key words:** earthquake emergency; GIS; earthquake emergency commanding

### 0 前言

地理信息系统(简称GIS),是与采集、贮存、管理、分析和描述与空间和地理分布有关的数据的空间信息系统,地理信息是指与所研究对象的空间地理分布有关的信息<sup>[1,2]</sup>。GIS可以方便地对空间数据进行采集、分析、管理、输出等,并具有区域分析、多种要素分析和动态预测的能力。地理信息系统已广泛地应用于应急救援、灾害损失预测、政府管理和军事等与地理坐标相关的有关领域。

进入21世纪以来,数字地球(Digital Earth)的概念被提出并得以实施。多媒体技术、空间技术、虚拟实景、数字测绘技术、数据仓库技术、通讯技术得到突破

性进展, GIS的发展已经进入成熟期,数据多维化(3D&4D GIS)、平台网络化(Web GIS)、集成化成为GIS的发展方向。

### 1 网格GIS

网格GIS是以网格为平台的GIS,是网格及网格计算技术与GIS相结合而形成的新技术,它是指在网格环境下为各种地理信息科学应用提供GIS的基本功能(如分析工具、制图功能)、分布式计算和空间数据管理的空间信息管理系统。它本质上是一个基于网络的分布式空间信息管理与服务系统,能实现空间设计管理、分布式协同作业、网上发布、代理信息应用服务等多种功能<sup>[3]</sup>。

网格GIS可以为空间信息应用提供一个强大的空间数据管理和信息处理基础设施,确保来自任何空间信息源的信息经过处理能应用在任何时候,在任何地

收稿日期:2010-04-19;修回日期:2010-07-17

基金项目:温州市社会发展科学研究项目(S20080035)

作者简介:李东平(1976-),男,高级工程师,硕士,研究方向为地理信息系统、地震应急指挥等。

点、任何有权限的用户,它是一个在广域范围内的空间信息无缝集成和协同处理系统。

网络 GIS 一般分为三个层次:应用层、网络服务层、数据资源层(见图 1)。

随着计算机技术的和 GIS 技术的发展,基于 GIS 的地震应急指挥技术也越来越成熟,地震应急指挥所需的灾害快速评估、辅助决策模型也不断完善,参与计算的基础数据量在不断增加,目前的一个成熟的地震应急指挥技术系统需要的数据大多在 TB 级,海量的数据使计算硬件平台负担很大,通过复杂的模型计算一个灾害快速评估结果往往耗时很长,而地震应急指挥最重要的指标之一就是快速反应时间,采用 GIS 与网络技术结合计算,在高速互连网络环境下,充分利用现有各种计算机、空间数据服务器,把海量数据和复杂模型问题进行并行计算,可以大大提高运算效率,节约硬件投入,快速得出评估结果,大大提高地震应急指挥的效率<sup>[4,5]</sup>。

在地震灾害发生时,部分专业应急指挥终端和指挥场所有可能也受到破坏,在网络 GIS 技术支持下,只要在核心数据服务器可以正常运行,则利用网络中的任何一个授权终端都可以启动地震应急快速响应系统,进行地震灾害的快速评估和辅助决策计算。应用网络 GIS 技术可以极大地保障地震应急指挥技术系统的安全性。

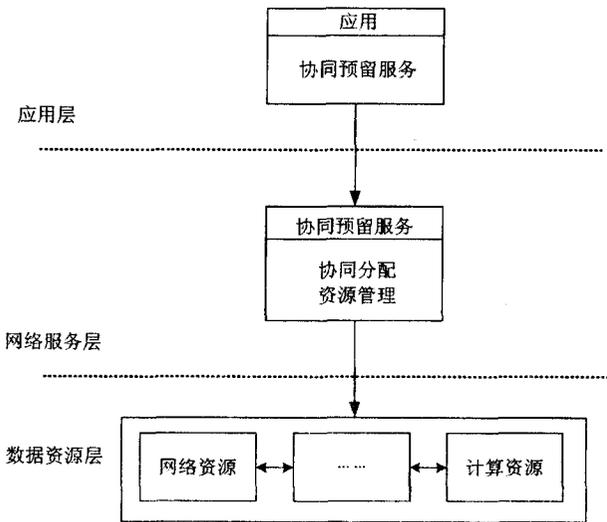


图 1 网络 GIS 基本层次图

地震应急基础数据收集整理建库是一项艰巨而复杂的任务,既涉及到不同单位人员、物资的种类、数量及其空间分布状况,又要考虑与其相关的许多其他因素,而且数据量特别大。

地震部门过去几十年花费了大量的人力和财力收集各种人口、经济、基础地理信息的各类数据,由于目前这些数据零碎地分散在不同的地方和部门,共享困难,利用率很低。应用网络技术建立包括各种资源的

网络 GIS,能在较短时间内把需要的数据从不同的数据库中抽取出来并综合在一起,利用网络系统中所需要的各种软件和硬件资源进行计算与分析,以提高快速评估与辅助决策的效率和水平。

### 2 移动 GIS

当前嵌入式移动 GIS 软硬件技术、移动定位技术、无线通信互联技术在不断发展,使得移动 GIS 空间信息服务的能力得到进一步拓展和完善。移动 GIS 已经成为一种重要的空间信息服务技术。

移动 GIS 有以下主要功能:

- 1) 定位用户所在的位置,根据位置查找最近的、用户迫切想知道的信息,并以图形方式显示;
- 2) 实现实时救助服务;
- 3) 根据用户当前位置及最终目的地进行路线查询,并可以监视运行轨迹;
- 4) 其他与位置相关的服务<sup>[6]</sup>。

在地震应急指挥中,移动 GIS 可以解决应急指挥系统终端移动困难问题。利用移动 GIS, GPS 和无线通讯技术,将应急救援系统的各种信息资源整合到移动终端中,可以大大提升应急救援系统的灵活性、实时性、准确性。在应急中,移动终端为救援人员随身携带,通过 GPS 进行移动定位及 GIS 空间分析,为快速抵达灾区现场提供必要的协助,降低灾情的扩大,并提供现场指挥所需要的各类基础信息<sup>[7]</sup>。

在灾后恢复和重建阶段,恢复期内,可以用手持设备 GPS 定位毁坏的设施、确定伤害类型和数量,排出优先级;配给中心按人口和每个地区受伤害的类型,给安置点发放水、食物、药品、衣被。重建期内,要恢复所有的服务(街道、家庭、医院、学校、供水、供电等)到正常的水平,可以用 GIS 来跟踪和显示重建的计划和进展,辅助重建资金的预算、分配。在省级地震应急指挥系统中利用现场移动终端建立起地震现场数据接收系统,采用 C/S 与 B/S 相结合的分布式结构,建立一个支持各种类型数据的数据接收、处理与应用输出系统。能够接收、存储、管理来自地震现场的 GIS 空间信息,也包括视频、音频、图像、数据信息,包括了现场的灾害评估、烈度调查、科学考察等工作中涉及的现场调查数据,并进行解密、解压、归档和显示处理,并对部分数据的空间特性处理,规整为符合应急系统规范格式,提供给其它模块使用,系统核心是一个地震现场移动 GIS 平台。

### 3 3D GIS

3D GIS 一直是 GIS 理论和应用研究中的热点问题之一,也是“数字地球”的核心技术问题。但是,目前

达到成熟应用的只有 2.5 维(准三维)GIS,所谓的 2.5 维功能,也只是相对传统 GIS 多了属性值,而不是真正的空间坐标值。真正意义上的 3D GIS,是空间中某一点的属性值是独立于 XY 的自变量即三维空间中的 Z 坐标值圈。目前相对成熟的技术有 VRML、Java3D、GeoVRML 等<sup>[8]</sup>。

利用三维 GIS、无线网络传输技术,建立基于海量数据的 3D 地理信息平台。在三维 GIS 平台支持下,指挥员可迅速从数据库中调出事发地点的 3D 地理信息地图,三维建筑模型,指挥员可以根据现场的地形、交通、救灾设施和物资分布及建筑情况进行分析并作出正确的决策,合理安排前进路线、交通管制、物资分配,必要时进行人群疏散范围确定。还可针对震区情况,对部分重要目标(如政府机关、重点文物保护单位、人群密集场所、危险源等)进行重点数据采样,建立更加完整评估模型。三维 GIS 在地震应急指挥中应用越来越广泛<sup>[9]</sup>。

地震应急指挥系统可以在基础数据库的支持下对部分重要大型水库下游及周边建立 3D 地理信息平台,在抗震分析和震害预测成果以及震害统计分析的基础上,综合堤坝结构类型、抗震设防水平、建设年代、使用现状、场地条件、抗震设防水平以及所遭受地震作用等因素,建立各类堤坝的地震破坏等级的快速判断模型。并根据可能发生的大坝垮坝做出必要预警,依据 3D 地理信息平台,给出下游淹没时间和面积数据,为指挥者提供指挥依据。

#### 4 GIS 新技术在数字救灾中的实现

##### 4.1 以 GIS 为平台地震应急指挥系统建设

东部某省地震应急指挥系统以 GIS 为平台,以地震灾害救援数据库为基础、以地震灾害救援分析模型为主要手段,建立地震灾害应急指挥决策系统平台。

地震应急指挥技术系统以千兆网为网络平台和建立地震应急快速响应系统。当破坏性地震发生后,该系统通过主动或被动触发控制机制,启动快速响应、地震灾害损失快速评估、决策指挥辅助信息等系统,在一定的

基础数据、专业计算模型的基础上,对灾区的经济

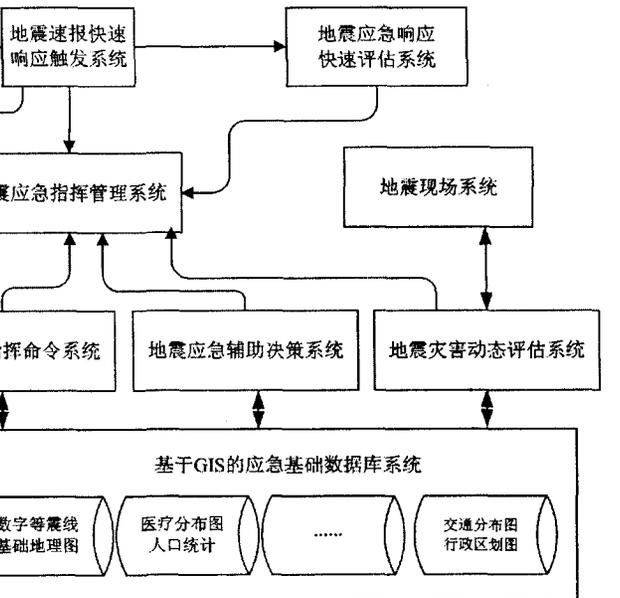


图 2 基于 GIS 的省级地震应急指挥系统体系图

地震应急指挥技术系统通过对地震救援相关信息的科学管理,提供地震灾害紧急救援状况及需求分析功能,提供救援决策建议,实现地震救援指挥的生产与管理。系统以直观、科学的数据及预案、决策建议为基础,为地震救援提供有效的信息与辅助决策支持。系统平台以 C/S 结构为主,B/S 结果为辅,提供灵活、直观的信息管理与浏览、查询方式。由两大部分组成:

##### (1) 地震应急快速响应与灾害评估。

通过地震监测和震情跟踪,监视破坏性地震的发生,一旦有紧急情况立即响应,对地震事件可能造成的损失和人员伤亡情况进行预评估,同时还可以根据不断获得的新情况进行地震灾害动态评估和地震趋势的动态跟踪;

##### (2) 地震应急指挥及辅助决策。

在应急快速响应部分给出的结果表明需要进入紧急状态、进行抗震救灾指挥工作时,即启动该项功能,为有关政府部门进行抗震救灾指挥工作提供技术手段和信息支持。

主要功能包括:地震紧急救援相关信息的管理,GIS、RS 与现场信息相结合的辅助决策图件,地震紧急救援状态分析与建议,地震紧急救援需求分析与建议,地震现场救援方案的生成与管理等。

地震发生之后,通过地震灾害紧急救援状况分析与决策建议模型研究,可在震后根据地震基本参数、灾情快速估计、灾区基本情况、已有分级预案等输入参数,快速给出救援等级、救援方案、救援力量调配等决策建议,并可在现场灾情信息不断获取后,适时修正决策建议,有效地辅助救援初期的关键决策。救援初期,

随着救援工作的不断深入,需要准确了解地震灾区的救援需求。应急系统主要参考目前已有地震应急及震害预测研究中已有的需求分析模型,并适当补充、完善,初步建立一个可满足目前地震应急指挥工作要求的技术系统<sup>[10]</sup>。

#### 4.2 系统建设中 GIS 新技术的应用

##### (1) 网络空间数据库建设。

地震应急基础数据是实施地震应急指挥的基础和必要条件,数据库建设中采用大量新技术:包括集中与分布式相结合的数据库群建设、海量数据仓库、空间数据引擎、高可用数据库系统、分布式数据库的数据同步和存储、数据库系统的自动备份。地震应急数据包括:人口、经济、建筑、基础地理、城市地图、公路、铁路、气象、地震灾害、地质、生命线工程、医疗、消防、水库、应急预案、应急联络等 47 大类数百个小类,这些数据以区、市、县、乡、村为单位开展收集和建库工作,建成后的数据库在统一的数据规范指导下,实行应急数据共享。

##### (2) 空间技术支持下的震害动态评估。

系统设计采用基于 PDA 的震害调查终端,这样指挥系统建设在空间数据的基础上,可以实现动态获取空间数据并进行震害评估,震害动态评估技术可根据灾区现场情况不断跟踪、评估灾情发展的软件,用于为指挥人员制订救灾决策提供基本的地震损失信息。

##### (3) GIS 决策分析。

抗震救灾指挥部各类软件、数据库、显示模块等均须运行在 GIS 平台上。通过 GIS 的相关操作,对各类信息进行计算,对救援分布力量、灾害分布、次生灾损通过专业模型进行空间计算并生成专题图件。指挥系统还借用 Google 平台,利用 Google 高分辨率影像辅助空间分析决策。

## 5 结束语

GIS 新技术应用于数字地震应急救灾,可以将地

震基础数据库中无法看到的数据之间的关系模式,借助 GIS 的空间分析、网络分析、数学模型分析和可视化功能清晰直观地表现出来。GIS 新技术可以为指挥者提供更丰富和更直观的救援信息,提供更科学的决策模型<sup>[11,12]</sup>。建设一个具有智能应急功能的地震应急平台必将涉及大量的空间信息与属性信息,也必须借助 GIS 新技术的支持。

#### 参考文献:

- [1] 成小平,帅向华,杨亚莉,等.地震应急响应系统中的数据分发[J].地震,2001,21(4):88-93.
- [2] 李东平,赵锦慧,沈晓健,等.基于 GIS 技术的浙江省地震应急指挥演练系统[J].地震研究,2006(3):45-51.
- [3] 孙芹芹,陈少沛,谭建军.基于 MDA 的城市地质灾害应急 GIS 模型研究[J].计算机技术与发展,2008,18(7):184-186.
- [4] 赵军,李东平,朱瑜馨.可视化语言实现 GIS 软件的二次开发[J].测绘通报,2002(S1):25-27.
- [5] Heath J R, Yakutis P J. High Speed Storage Area Networks Using a Fibre Channel Arbitrated Loop Interconnect [J]. Network, IEEE, 2000, 14(2): 2-3.
- [6] Lawmn G. New Ways to Build Rich Internet Applications [J]. IEEE Computer Society, 2008, 41(8): 10-12.
- [7] Xilinx Inc. Logic CORE Fibre Channel User Guide [J]. [s. l.]: Xilinx Inc, 2004.
- [8] 刘维中.基于 AJAX 及其框架技术开发 WEB 应用[J].中国科技信息,2009(1):69-70.
- [9] 李军利,查良松.数据挖掘在人口 GIS 中的应用研究[J].计算机技术与发展,2009,19(12):213-216.
- [10] 汤胤,彭宏,郑启伦.基于数据挖掘和范例推理的智能分析决策支持技术综述[J].计算机工程与应用,2004,(9):184-187.
- [11] 李向,宋涛. MAS 技术在土壤重金属污染评价及预警中的应用[J].计算机技术与发展,2010,20(1):217-220.
- [12] 王结臣,沈定涛,陈焱明,等.一种有效的复杂多边形裁剪算法[J].武汉大学学报:信息科学版,2010(3):369-372.

(上接第 213 页)

机床与液压,2008,36(7):229-231.

- [5] 李佳,礼宾,王梦卿.基于神经网络的齿轮故障诊断专家系统[J].机械传动,2007,32(5):81-83.
- [6] Suratgar A A. Modified Levenberg-Marquardt Method for Neural Networks Training [J]. Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology, 2005, 6:46-48.
- [7] Fidele B, Cheenebash J. Artificial Neural Network as a Clinical Decision-Supporting Tool to Predict Cardiovascular Disease [J]. Trends in Applied Sciences Research, 2009, 4(1): 36-46.

- [8] Alpaydin E. Introduction to Machine Learning [M]. [s. l.]: MIT Press, 2004.
- [9] 夏玫,陈立潮,王新波.一种提高 BP 神经网络泛化能力的改进算法[J].计算机技术与发展,2009,19(9):62-64.
- [10] 刘鹏.一类基于 Levenberg-Marquardt 算法的神经 PID 控制研究[J].重庆工商大学学报(自然科学版),2008,25(2):139-142.
- [11] 王晓红.基于概率投票策略的多类支持向量机及应用[J].计算机工程,2009,35(2):180-183.
- [12] 孟浩东.基于神经网络和灰色理论的传动箱故障诊断研究[D].太原:中北大学,2005.