

# 西安市地震应急指挥技术 系统设计与实现<sup>1</sup>

范灵春 胡斌 李谊瑞

(四川省地震局, 成都 610041)

**摘要** 本文从系统总体架构设计、系统功能设计与应用成果、系统特色 4 个方面简要介绍了西安市地震应急指挥技术系统设计与实现情况。本系统是首个应用于省会城市地震应急工作, 并基于国产 Server GIS 软件平台研制开发出的地震应急指挥技术系统, 可为大城市地震应急指挥技术系统的建设与发展提供可借鉴的经验。

**关键词:** 地震应急指挥技术系统 数字西安 B/S 体系结构

## 前言

“十五”期间, 中国地震应急指挥技术系统在全国 31 个省、直辖市建立起了区域级地震应急指挥技术系统。其中地震应急指挥软件是其核心系统, 它要求系统设计全面、功能强大、运算速度快, 可为地震应急工作提供丰富、有价值的参考资料。区域级地震应急指挥技术系统主要是采用传统组件式 GIS 技术进行开发, 并结合 Web GIS 技术做了基于 Web 地图发布的一些尝试, 但整个系统主体上的技术架构还是基于 C/S 架构。而随着服务式 GIS (Server GIS) 技术的发展, 为地震应急指挥技术系统提供崭新的软件平台。服务式 GIS 技术是一种基于面向服务软件工程方法的 GIS 软件技术体系, 它以 Web Service 的接口方式提供 GIS 的全部功能, 使 GIS 技术融入了 SOA。它由传统组件式 GIS 封装而成, 是传统组件式 GIS 基于标准 Web Service 协议的升级, 具有高度开放、粗粒度、松耦合、服务聚合等特点, 可有效地解决异构环境下数据、应用与流程的集成。

## 1 系统承载背景

“十一五”期间, 西安市借助“数字西安地理空间框架建设示范项目”(以下简称数字西安), 在 SuperMap 上构建了一个以基础测绘资料、基础地理空间框架数据为核心, 以构建完善的地理空间框架数据管理体系和服务体系为主要结构, 面向政府、公众和行业用户的、开放式的信息服务平台。平台完成了空间数据(1: 500、1: 2000 等矢量及影像数据)建库, 建设了空间信息共享交换平台, 同时还建立了地理信息共建共享和数据分发机制以及西安市地理编

**1 基金项目** 西安市地震局地震应急指挥技术系统建设项目

**[收稿日期]** 2011-04-12

**[作者简介]** 范灵春, 女, 生于 1974 年。高级工程师。主要从事减灾救助、震害防御计算机管理系统研制与地震应急指挥技术系统研究工作。E-mail: fanlingchun@163.com

码服务系统。数字西安为各行业提供了 4 种共享方式：①直接使用方式，主要满足简单查询、浏览需求；②基于平台定制方式，主要满足功能简单，但需要独立界面的需求；③利用数字西安平台接口二次开发方式，主要满足数据全部来源平台、业务简单的需求；④利用第三方软件二次开发，主要满足基于数字西安平台数据与本地数据的应用，而且业务复杂的需求。

本着信息、资源共享，提高社会服务能力的原则，西安市地震应急指挥技术系统（以下简称本系统）的建设必须满足以下要求：第一，本系统基于数字西安的平台开发，采用上述第④种共享方式，这种结合将有效地解决地理信息、相关行业信息（如：医院、学校等）无人更新、更新不及时的问题。本系统数据库建设以“数字西安”提供的基础地理数据为基础，结合“区域级抗震救灾指挥部地震应急基础数据库格式规范（修订稿）”的要求进行数据的收集、整理工作，并作为“数字西安”数据共享的一部分，提供给各部门使用，以达到取之于民，服务于民，更新于民的效果。第二，本系统需要建立在 Server GIS 技术体系下，以提高地震应急工作的社会化服务能力。第三，由于数字西安采用国产 SuperMap 产品，为了确保本系统与数字西安的无缝对接，最好采用 SuperMap 的技术平台。第四，本系统是为西安市政府和西安市防震减灾领导小组成员提供抗震救灾指挥服务的技术支撑系统，必须具有震情和灾情信息获取、快速评估、信息通告、动态显示、信息查询、辅助决策、命令发布等功能。第五，本系统是地震行业应急指挥技术系统，属于专业应用系统，必须要与西安市政府即将建设的西安市应急联动系统（即综合应急系统）相辅相承。

## 2 系统总体架构

本系统依托西安市政府信息化建设系统提供的基础设施、硬件平台、通信平台、数字西安数据库平台，是西安市应急联动系统的地震灾害应急专业技术系统，它与西安市相关政府技术系统的关系如图 1 所示。

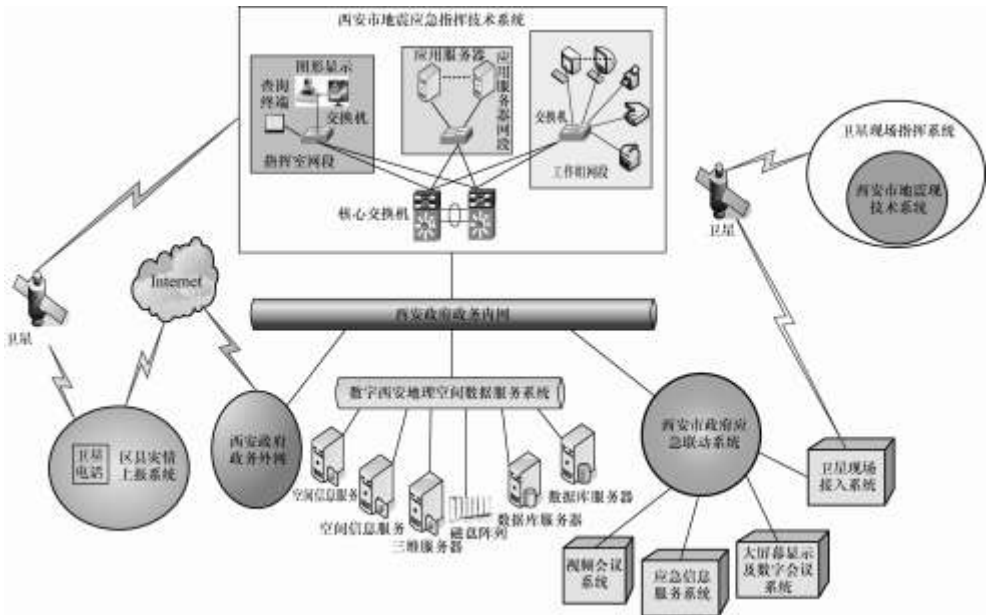


图 1 本系统与其他系统关系

Fig. 1 The relationship between the system with other systems

本系统采用 B/S 体系结构，基于灵活跨平台的 J2EE 框架结构，与 GIS 相关的核心软件采用 SuperMap iServer Java 和中间服务器相结合进行开发，并以组件的方式封装，形成独立的 Web Service 服务。

本系统总体结构通过面向构件的软件开发方法，采用 SOA 架构，利用 ESB 总线集成软件服务，实现地震应急业务各项功能，其中包括服务支持层、服务提供层和业务应用层 3 层架构，遵循地震行业数据交换标准和规范体系，通过 ESB 总线进行服务部署和访问，系统用户通过地震业务应用系统平台访问被授权的业务系统。本系统总体结构如图 2 所示。

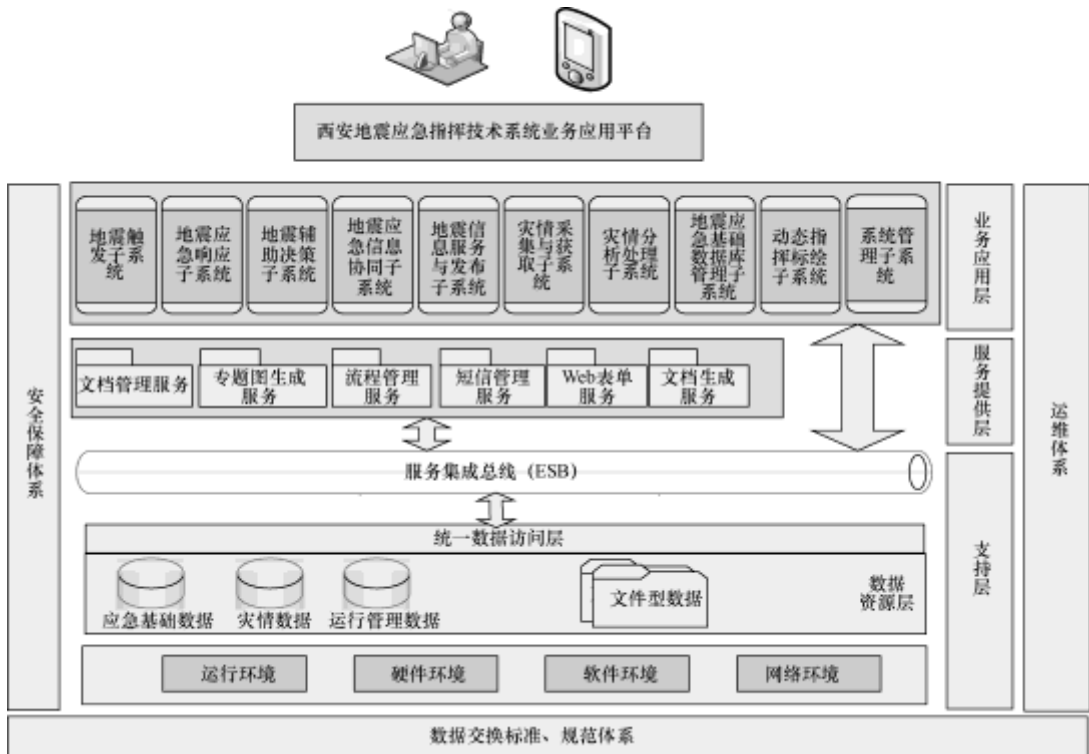


图 2 系统总体结构图

Fig. 2 The picture of overall system structure

本系统由以下主要部分构成：

系统环境：主要包括系统软件环境、系统硬件环境和网络环境以及运行环境。

数据资源层：主要包括空间数据库、地震应急专用数据库、音视频等多媒体文档数据。

业务应用层：主要包括地震触发子系统、地震应急快速响应子系统、地震应急辅助决策子系统、地震应急信息协同子系统、地震信息服务与发布子系统、灾情采集与获取子系统、灾情处理子系统、地震应急基础数据库管理子系统、动态指挥标绘子系统、系统管理子系统等。

服务提供层：主要包括可复用构件提供的服务，构成节点服务，被业务流程集成。

应用平台：针对内网用户的专业功能应用界面以及互联网用户的 WEB 信息发布应用平台，各类用户可通过浏览器、客户端、PDA、手机等与系统交互。

服务集成总线：利用服务集成总线 ESB 管理各层服务，并通过流程编排服务实现地震应急业务各项功能，ESB 通过消息机制松散耦合服务节点。

系统安全、管理机制：本系统的安全设施除依赖硬件平台提供的安全设施外，还提供软件方面的系统安全考虑，如用户权限、角色的划分、系统日志记录等。

数据交换标准与规范体系：遵循中国地震应急指挥技术系统建设与数据库建设的规范以及数字西安项目相关规范等。

运维体系：该体系实时监控和采集系统运行状态和各功能模块运行性能参数，为系统管理员提供分析、诊断、优化和排障的指导信息，并提供本系统各功能模块运行实时监控信息展示，能定期生成系统运行报告，关键功能模块故障实时报警。

### 3 系统功能

#### 3.1 地震触发与快速响应子系统

在接到地震触发信号后，该子系统可完成以下功能：①快速发布地震消息；②通知灾情上报人员进行灾情收集；③快速进行震情、灾情的评估与处理，提供震中位置、灾区范围、人员伤亡、经济损失、次生危险源等一系列预评估结果（如图 3 所示）；④以短信（或者带震中位置分布的彩信）发到相关人员的手机上（如图 4 所示）；⑤自动生成灾情上报的灾情文档，自动生成向领导汇报的灾情初步评估的 PPT 报告（如图 5 所示），其中包括灾情的人口、经济、自然环境等背景资料，灾区盲估的结果，相关的辅助对策信息等；⑥为抗震救灾指挥部提供应急处置、实时标注、综合查询和信息展示等服务。



图 3 地震影响场范围评估示意图

Fig. 3 Schematic diagram of the earthquake intensity



图 4 评估结果短信息发布界面

Fig. 4 The interface of assessment of short information interface

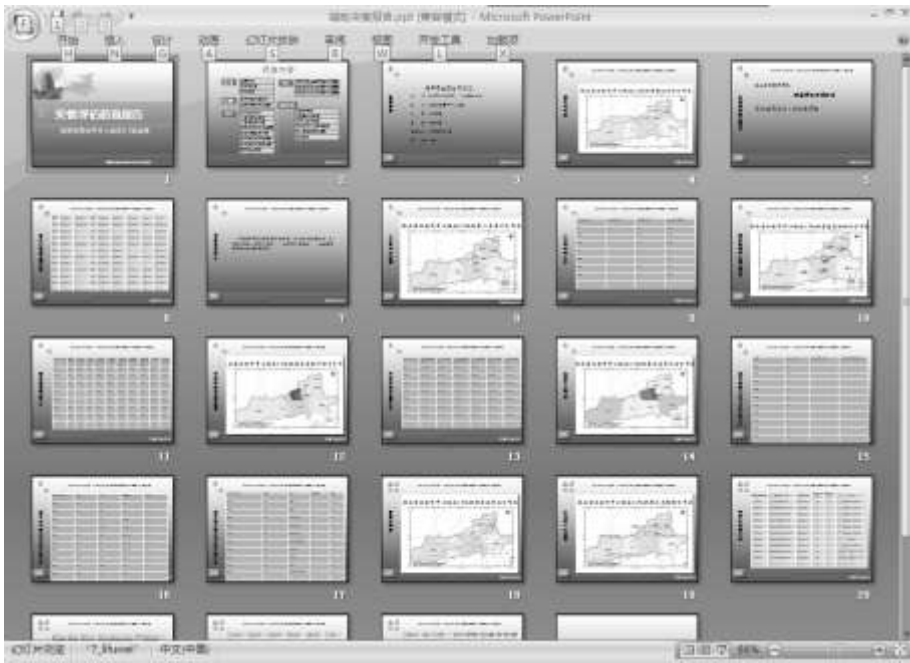


图 5 用于向政府汇报的 PPT

Fig. 5 PPT for reporting to the government

### 3.2 地震应急辅助决策子系统

该子系统可为指挥人员提供一系列灾区信息，为其制订各种救灾行动方案、指挥决策服务。它是为指挥员和各部门救灾指挥服务的、交互式的地震应急辅助决策系统，可回答首长的相关实时询问，为首长提供救灾指挥所需的相关提示信息，提出分层次的、必要的应急救灾行动辅助决策建议，以协助指挥员快速制定救灾方案、部署救灾行动。

该子系统可主要解决：哪危险，如何抢险？可能被埋压人员情况（如图 6 所示）？哪重要，如何保全？灾民需要什么？抢险需要什么？特大目标如何保护？交通管制与路线如何确定？派多少救灾队伍去？去哪里？去干什么？需要什么特殊的装备和设施，多少？各个救灾

抢险事项的轻重缓急如何确定？当地有何特殊的对象需要应急时关注？预案的使用（如图 7 所示）与动态的辅助决策等。



图 6 可能被埋压人员空间分布示意图

Fig. 6 The picture of spatial distribution of buried pressure personnel



图 7 抗震救灾指挥部结构示意图

Fig. 7 Schematic diagram of the earthquake relief headquarters

### 3.3 地震应急信息协同子系统

该子系统可在西安市应急联动系统与本系统之间、本系统与市级其他防震减灾小组成员单位的应急指挥平台之间、本系统与陕西省地震应急指挥技术系统之间建立信息交换渠道。

在地震发生后,本系统会自动将震情信息协同到各成员单位,在评估与辅助决策阶段,会将相关的人员伤亡、次生灾源、交通等评估与实际的灾情信息协同到各成员单位(如图8所示),同时接受各成员单位反馈的灾情、救援信息,以便达到各单位各施其职,协同开展应急救援工作。



图8 地震应急信息协同功能界面

Fig. 8 Functional interface of earthquake emergency coordination

### 3.4 地震信息服务与发布子系统

地震信息服务与发布子系统,可用于在地震应急期间将地震震情、灾情、应急救援、地震现场、各部门应急反应措施、指挥部指挥信息等进行抽取、归类、组织,并向各部门分层次发布。针对不同层次的被发布对象,信息发布的级别和内容有所不同,包括地震应急信息服务、科学考查、灾评信息服务、恢复重建信息服务等。

### 3.5 灾情采集与获取子系统

该子系统建立了中国地震局遥感地震灾害信息分析与处理系统的接口;地震现场流动灾情采集、编辑、传输模块;基于网站、电话及相关灾情采集终端的灾情上报软件模块;同时还建立了与地震烈度速报系统的接口。

### 3.6 灾情数据处理子系统

该子系统主要包括以下模块:灾情数据的汇集、分类、筛选、甄别、入库模块;灾情动态跟踪与展示模块;灾情信息管理模块;灾情信息发布模块。

### 3.7 实时指挥标绘子系统

该子系统通过建立地震应急标号库,提供根据现场反馈的信息在电子地图上直接标绘,跟踪、显示现场救援、科考实时工作进程;制作任务部署、调度图;提供在GIS地图上对地震应急工作、灾区情况等相关信息进行动态标注的功能(如图9所示),可提供地震应急救援的综合显示,以便于抗震救灾指挥部综合部署应急救援工作。



图9 救援力量集结标绘示意图

Fig. 9 The picture of rescue force gather

## 4 系统特色

本系统是国内第一套在总结“5.12”汶川特大地震经验教训的基础上，在 SuperMap iServer 平台上采用现代软件工程技术开发的、功能完善且方便实用、符合规范要求、纵向完全兼容、横向互联互通的省会大城市地震应急指挥技术系统。本系统具有以下特色：

(1) 在总结汶川地震应急处置工作经验和教训的基础上，对已有的应急指挥技术系统进行了较大的改进和提升。

(2) 完善了系统快速触发方法。在原有手工输入地震三要素的基础上，增加了 EQIM 平台自动触发和定制自动触发新方法。

(3) 拓展了地震应急技术系统有效应对的震级边界。对于小于等于 7.0 级的地震采用点源地震烈度影响场分布计算模型；对于大于 7.0 级的地震采用震级与破裂长度之间的关系模型，并结合余震分布图进行绘制灾区范围；对于小于 5 级的地震，根据传统模型不能勾画出烈度影响的范围，在本系统中也补充了地震有感范围勾画的功能。通过以上新模型的应用，使得地震应急指挥技术系统能灵活应对 4—8 级（以及 8 级）以上地震的应急工作，有效的弥补了相关领域的不足。

(4) 初步完善了地震应急辅助决策模型。

(5) 增加了专题地图快速定制，包括专题地图定制模型设计和专题地图输出定制模型。

(6) 完善了地震信息服务与发布，包括地震应急信息服务、科学考查和灾评信息服务、恢复重建信息服务等。

(7) 增加了实时动态标绘功能。



- (8) 创新应用了地震应急基础数据更新、共享模式。
- (9) 应急联动设计特色突出, 方便实用。
- (10) 在地震应急领域首次采用国产自主知识产权的 GIS 平台——SuperMap GIS。

## 5 结束语

本系统的开发和构思基于“十五”中国地震应急指挥技术系统建设的经验, 并结合汶川地震后对震时应急指挥技术系统与实践经验的总结和反思, 实现了地震应急指挥和地震信息综合服务等功能。本系统加快促进了城市应急联动机制, 有效整合了社会资源, 全面提升了地震应急综合能力。

**致谢:** 本系统在开发过程中得到了地震行业有关专家、西安市地震局、陕西省地震局、北京超图软件股份有限公司、四川数码物联网络科技有限责任公司、神州数码(中国)有限公司的大力支持和协助, 在此表示衷心的感谢。

# Design and Implementation of Xi'an Earthquake Emergency Command Technology System

Fan Lingchun, Hu Bin and Li Yirui

(Earthquake Administration of Sichuan Province, Chengdu 611041, China)

**Abstract** The design and Implementation of Xi'an Earthquake Emergency Command Technology System was introduced detailedly in three main facets of system architecture, function application and system feature in this paper. The system was developed on the basis of the SuperMap Server GIS platform and is the first one applied to the earthquake emergency of provincial center cities. Its applications have provided many valuable experiences for the construction and development of Metropolitan Earthquake Emergency Command Technology System.

**Key words:** Earthquake Emergency Command Technology System; Digital Xi'an; B/S architecture