

国家地震应急指挥技术系统建设中的 关键技术及应用¹

杨天青 帅向华

(中国地震台网中心, 北京 100045)

摘要 地震应急指挥系统是国家公共安全平台的一个重要组成部分, 同时也是地震应急指挥技术系统为国家与各级地方政府进行地震应急指挥服务的专业技术支持系统。本文以数字观测网络项目为背景, 全面归纳和总结了国家地震应急指挥技术系统建设中的关键技术及具体应用。

关键词: 地理信息系统 真正应用集群 企业服务总线 集成会议控制技术 卫星通信

引言

地震应急指挥技术系统是“十五数字地震观测网络项目”的一个重要组成部分, 它是一个集工程技术、信息技术、空间技术、地震专业模型、决策支持于一体的综合系统。在地震发生时, 该系统能够在基础数据库和现场信息的支持下, 迅速判断地震的规模、影响范围、损失等情况, 并结合灾区现场的实际情况提出一系列科学的救灾方案和调度方案, 协助指挥人员实施各种地震救灾行为, 实现地震应急信息快速传递、高效处理, 提高应急救灾指挥与决策的技术水平, 最大限度地减少震时的混乱和人员伤亡。

从我国的地震应急指挥系统建设来看, 在“九五”期间中国地震局已初步建立了国家级地震应急快速响应系统和北京市、天津市、河北省地震快速响应系统。这些系统在较为先进的软、硬件条件支撑下已经初具规模, 基本实现了应急响应的功能(姜立新等, 2003)。但是从整体上看, 当时建立的应急响应系统各个功能模块还是独立的、不连贯的, 不具备系统性。并且在响应速度、信息处理能力、通信能力、决策分析能力等方面还存在明显的不足。通过“十五”期间投资建设的国家地震应急指挥技术系统, 从全局出发, 结合具体业务需求, 充分吸收和整合了当前的IT技术以及其它领域的先进技术, 建立了智能化的系统架构, 提高了系统的集成度和共享程度, 目前已经具备对破坏性地震的快速反应能力、初步实时灾情监测能力和科学指挥决策能力(帅向华等, 2009)。

¹ 基金项目 地震联合基金“基于地理格网的地震灾害动态评估方法研究(106040)”资助

[收稿日期] 2009-12-27

[作者简介] 杨天青, 女, 生于1978年, 助理研究员。主要从事地震应急指挥和地震灾害方面研究。Email: ytq@seis.ac.cn

1 地理信息系统（GIS）技术

1.1 技术介绍

地理信息系统（Geographic Information System，简称 GIS）是在计算机软、硬件支持下，对各种地理空间信息进行采集、存储检索、综合分析和可视化表达的信息处理和管理系统，它是集计算机学、地理学、测绘遥感学、环境科学、空间科学、信息科学、管理科学和现代通讯技术为一体的一门新兴边缘学科（张超等，1995）。

常用的 GIS 软件有：ArcGIS、MapInfo、MapGIS、SuperMap、GeoStar、AutoDeskGIS 等。

1.2 地理信息系统的应用

应急指挥离不开地图的支撑，同样，地震应急指挥技术系统也离不开地理信息系统的支撑。国家地震应急指挥技术系统中各类应用软件、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编辑，并生成专题图件。

根据国家地震应急指挥技术系统的服务支撑能力和整体稳定性要求，综合比较各 GIS 平台的组成、技术特点、二次开发能力、空间信息服务以及稳定性等因素，选择目前功能最为完善、性能最为稳定的专业地理信息系统软件平台 ArcGIS，作为地震应急指挥技术系统的基础 GIS 平台。国家地震应急指挥技术系统的 ArcGIS 应用主要集中在以下 4 个方面。

（1）采用桌面系统进行数据编辑整理

国务院抗震救灾指挥部涉及各种来源的数据，其数据组织方式都不尽相同，要求按照中国地震局统一制定的《国家级抗震救灾指挥部地震应急基础数据库格式规范》进行重新编辑整理，以满足应急指挥的需要。

（2）采用 ArcSDE 构建空间数据库

ArcSDE 具有海量数据处理能力强、性能高、稳定性较强等优点，在系统建设中采用 ArcSDE 构建空间数据库。

（3）采用 ArcEngine 构建专业地理信息桌面应用与服务

系统开发具有专业的地理信息分析和复杂数据编辑的需要，ArcEngine 能实现各种复杂数据处理、地图可视化和制图、多用户环境下的数据编辑、网络分析、地理统计分析等。因此，确定使用 ArcEngine 实现复杂数据编辑、高级地图可视化和制图、专业分析等工作。

（4）采用 ArcIMS 进行地图发布

ArcIMS 提供基于 Web 的 GIS 服务，可以集中建立大范围的 GIS 地图、数据和应用，并将这些结果提供给行业内部或 Internet 上的用户。

2 Oracle 真正应用集群（RAC）技术

2.1 技术介绍

Oracle RAC（Oracle Real Application Clusters）通常称作 Oracle 真正应用集群，其本质是使多台服务器访问同一个 Oracle 数据库，这样一方面可以避免一个服务器宕机时数据库不能访问（即高可用性），同时也可以进行并行运算和负载均衡。从软件组件上来讲，一个 Oracle 集群由多台服务器组成，每台服务器有自己的监听器（Listener），用于监听自己的网络端口；每台服务有自己的 Oracle RAC 服务，用于数据库的集群访问；每台服务器有自己的集群就绪服务（ClusterWare），用于集群管理；所有的服务器通过自己的操作系统访问一个共享的存储

设备。从逻辑结构上来讲, 集群中的每台服务器有一个实例, 每台服务器上的实例都对应到同一个数据库, 数据库存储在共享磁盘上。节点之间通过高速缓存合并技术, 实现内存高速缓存的同步和共享, 达到高速集群、高效互联, 从而最大限度地降低磁盘 I/O。高速缓存最重要的优势在于它能够使集群中所有节点的磁盘共享对所有数据的访问, 数据无需在节点间进行分区。

将 Oracle RAC 运行于集群之上, 可为 Oracle 数据库提供最高级别的可用性、可伸缩性和低成本计算能力。如果集群内的一个节点发生故障, Oracle 将可以继续在其余的节点上运行; 如果需要更高的处理能力, 新的节点可轻松添加至集群。

2.2 Oracle RAC 的应用

在应急指挥过程中, 应用软件直接读取数据库中的各类应急数据, 要求服务器具有极强的处理能力, 同时还要求数据库服务器系统具有很高的可靠性, 以保证应用系统能够随时访问到数据库中的数据, 并且随着数据的日益增加, 数据库系统必须具备一定的扩展能力以满足将来发展的需求。因此, 必须制定较好的备份策略, 采用多重保护以确保数据不会丢失。

基于上述特点, 应急数据库建设采用 Oracle 数据库 RAC 高性能网格计算系统。在该方案中, 利用 2 台 SUN 服务器构建基于 Oracle 数据库群集组件服务器, 数据库计算能力随着计算节点的增加而增强, 而某个节点的故障并不会影响到整个 RAC 数据库正常的运作。这样的方案使得数据库处理能力突破了单台服务器所无法突破的性能瓶颈, 同时又为服务器的不间断运行提供了最大的保障。

3 企业服务总线 (ESB) 技术

3.1 技术介绍

企业服务总线 (Enterprise Service Bus, 简称 ESB) 在当前 IT 领域中并没有一个明确的定义。ESB 从集成供应商的角度来看, 一方面它是一个提供一体化功能、开发工具和管理环境的产品; 另一方面, 从面向服务架构 SOA (Service-Oriented Architecture) 的角度来看, ESB 又可以作为一个能够把现有的 IT 技术和应用变为服务的智能化集成平台 (Tijs 等, 2009)。

由于 ESB 提供了一种开放的、基于标准的消息机制, 通过它的简单标准适配器和接口, 即可完成粗粒度应用 (服务) 和其它组件之间的互操作, 满足大型异构企业环境的集成需求。同时, 它还可以在不改变现有基础结构的情况下, 让几代技术实现互操作。

一方面, 企业服务总线本身作为一个企业服务组件, 提供了消息动态路由、消息操纵、日志管理、消息校验、协议桥、异常报警、数据转发等公共基础服务。运行在企业服务总线上的所有服务组件, 都可以简单的、标准化通用插件接口调用来获取这些共享服务。另一方面, 企业服务总线在整个系统中扮演着总控的角色, 实现了系统监控、参数配置、异常监控、消息跟踪、统计分析等全面的服务运行和生命周期的管理, 从而确保了系统运行的可靠性和稳定性。

3.2 企业服务总线的应用

国家地震应急指挥技术系统中包含地震快速触发系统、地震灾害快速评估与动态跟踪系统、地震应急辅助决策系统、地震综合信息查询系统、地震指挥命令与反馈系统等许多业务应用子系统, 各子系统功能各异、实现技术不一, 对业务信息需求差异较大。如何将这些业务子系统无缝地集成起来, 建立高效、稳定、技术领先的地震应急指挥技术系统, 以满足地

震应急对响应时效性的紧迫要求，ESB 技术提供了一个简便快捷、且稳定可靠的企业信息化集成解决方案。

国家地震应急指挥技术系统的应用集成企业服务总线，是以 WebLogic Server 9.2 为消息中间服务器，基于 Java J2EE 平台开发，支持 JMS/HTTPS 和 SOAP/HTTPS 两种协议标准。消息的传递及服务的调用，采用订阅和发布的方式进行异步通讯，服务的自注册通过 JNDI 完成。

各业务子系统，通过应用集成的企业服务总线（ESB）进行服务调用、消息流转，以完成整个业务流程。业务系统之间的调用和消息流转分别通过 ESB 开发的不同接口来实现。这样的接口有：JMS、EJB、WebService。具体的接口逻辑调用关系如图 1 所示。

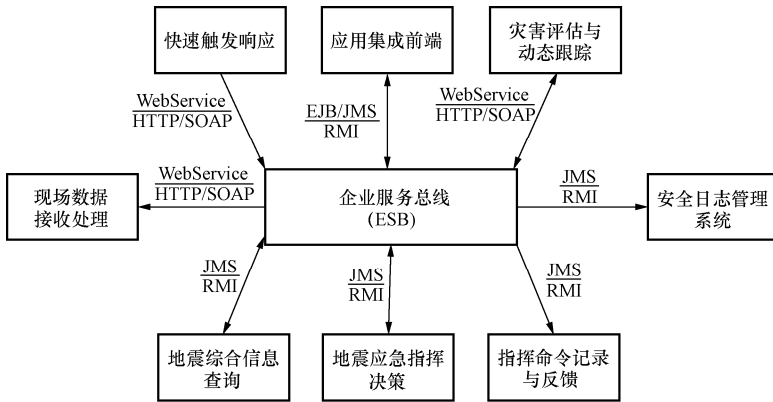


图 1 地震业务系统逻辑调用关系

Fig.1 The logic call-relationship of application system

从图 1 可以看出：快速触发响应、灾害评估与动态跟踪、现场数据接收处理系统与应用集成之间是通过 HTTP 或 SOAP 协议进行消息传递的，并通过 WebService 的方式进行服务调用；应用集成前端、地震应急指挥命令记录与反馈、地震应急指挥辅助决策和地震应急综合信息查询等系统是通过 JMS 或 EJB 的方式进行消息传递，利用 RMI 的方式进行远程调用；安全日志管理系统接收各个应用系统通过服务总线转发过来的系统日志，传递采用 JMS 的方式。

4 集成会议控制技术

4.1 技术介绍

集成会议控制技术是利用数字信号处理技术和自动控制技术，将多媒体会议系统中的调控设备及调音台、功放、显示等功能集成于一体，使会议控制具有高度集成化、数字化调控功能。

4.2 集成会议控制技术的应用

国务院抗震救灾指挥部是进行地震应急指挥的主要场所，一方面要集中汇集展示各类地震灾情信息、震情信息、救援信息以及现场视频等地震应急指挥需要的各类信息，灵活调度各类信号的接入与展示，应具有良好的音响视频显示效果；另一方面，还要满足应急指挥时对各级地震应急指挥部、应急人员的指挥调度需求；同时，还保证具有灵活方便的易操作智能化控制平台。

基于上述应用需求,利用现有的成熟高新技术手段和集成会议控制技术,建立地震应急指挥集成会议控制系统,可以通过操作单一控制终端以实现应急指挥大厅会议及显示系统的远程控制,同时还可以通过远程监控方式实现故障设备的自动定位,使操作自动化、集成化,进一步提高对指挥大厅工作过程中的集成化控制。

为使整个会议系统达到投资有效、性能优良、管理方便的良好效果,针对指挥大厅内大屏幕显示系统、音响扩声系统、数字会议系统、视频会议系统、多媒体录播系统等的不同特点和彼此的兼容性,在进行集中控制设计时主要按照以下集成设计思路:

(1) 建立以大屏幕为主的统一的多媒体显示系统,实现现场、远程各类信号的集中控制和管理,以满足应急指挥时多种信号的显示需求和操作的便捷性。

(2) 建立统一的音响、视频管理控制系统,使数字会议、视频会议、现场音响等多个系统的音响、视频应用达到最佳集成效果。集成内容包括:视频信号分配系统、RGB 信号分配系统、音频信号处理及分配系统、灯光调光控制系统、集中控制系统等。

(3) 按照地震应急大厅承担的任务特点,设置了 3 种会议的控制模式:参观模式、演习模式和应急模式。

5 卫星通信技术

5.1 技术介绍

卫星通信是指利用人造地球卫星作为中继站转发无线电信号,在两个或多个地面站之间进行的通信过程或方式。卫星通信系统由卫星和地球站两部分组成。卫星在空中起中继站的作用,即把地球站发上来的电磁波放大后,再返送回另一个地球站。地球站则是卫星系统与地面公众网的接口,地面用户通过地球站出入卫星系统形成链路。卫星通信属于宇宙无线电通信的一种形式,在微波频段工作(丁龙刚等,2006)。

卫星通信网络具有覆盖面大、传输距离远、通信质量好、可靠性高、频带宽、通信容量大、机动性好、建站迅速等优点。

甚小口径天线地球站(Very Small Aperture Terminal,简称VSAT)系统是近年来发展起来的卫星通信新技术之一。它是指一类具有甚小口径天线的智能化小型或微型地球站,主要工作在 14/11GHz 的 KU 频段以及 C 频段。综合利用分组信息传输与交换、多址协议、频谱扩展等多种先进技术,进行数据、语言、视频图像、传真、计算机信息等多种信息的传输。与传统卫星通信网络相比,VSAT 具有直接面向用户、智能化、集成度高、低功率、安装方便等特点,一般用于专用网络建设。

5.2 卫星通信技术的应用

现场地震应急指挥系统是开展地震现场应急指挥相关工作内容的技术支撑和后勤保障;也是抗震救灾指挥部技术系统在地震现场的延伸。当破坏性地震发生后,该系统能够迅速到达地震现场,开展应急救援的工作。根据地震现场工作任务的通信需求和特点,需要具有有线、无线、卫星等多种通信手段,确保与各级抗震指挥部之间的图像、数据和语音传输。

地震应急卫星通讯网络系统是现场应急指挥系统的网络出口之一,其规模包括 1 个卫星中心站、19 个卫星固定站和 21 套机动卫星站。卫星中心站部署在国家地震应急指挥中心;19 个卫星固定站部署在 19 个区域地震应急指挥中心;21 套机动卫星站中有 2 套部署在国家地震应急指挥中心,另外 19 套与固定站配套,部署在区域地震应急指挥中心。机动卫星通信

站包括机动车载站和便携移动站两种结构形式。

地震应急卫星通讯网络选择亚洲 4 号通讯卫星，地面卫星站均采用 VSAT 系统，网络结构为星状网和网状网相结合的应用结构。在非地震应急时期，中心站为系统主站，19 个省级卫星固定站为远端站，全网为星状网应用结构；当某地因发生破坏性地震而进入地震应急工作状态时，机动卫星通信站赶赴地震现场，架设启用，此时机动卫星通信站既是星状网的远端节点，同时还与地震破坏所属的省地震局固定站建立网状连接（最多 4 点），实现网状网应用结构。地震应急卫星网络拓扑图如图 2 所示。

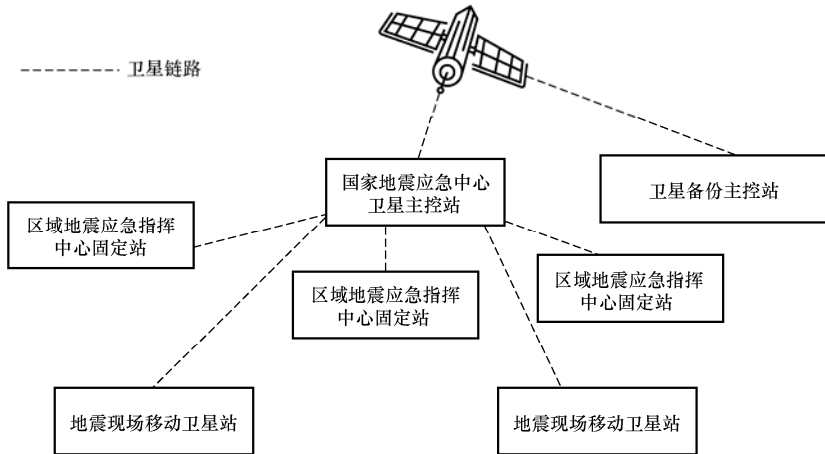


图 2 地震应急卫星网络拓扑图

Fig.2 Topology of earthquake emergency satellite network

6 结语

国家地震应急指挥技术系统是一个集各类高科技软硬件为一体的集成系统，在建设过程中充分吸收了目前主流的科技技术，并经过多轮次的系统集成，目前已形成了运行稳定、结果可靠、可 7×24 小时业务运行的系统。

参考文献

- 丁龙刚，马虹，2006. 卫星通信技术. 北京：机械工业出版社.
- 姜立新，聂高众，帅向华等，2003. 我国地震应急指挥技术系统初探. 自然灾害学报，12（2）：1—6.
- 帅向华，姜立新，王栋梁，2009. 国家地震应急软件系统研究. 自然灾害学报，18（3）：99—105.
- 张超，陈丙咸，邬伦，1995. 地理信息系统. 北京：高等教育出版社.
- Tijs Rademarkers, Jos Dirksen, 2009. Open Source ESB in Action. Minning Greenwich.

Application of Key Techniques in National Earthquake Emergency Commanding Technical System

Yang Tianqing and Shuai Xianghua

(China Earthquake Network Center, Beijing 100045, China)

Abstract Earthquake emergency commanding system is an important part of National Public Security Platform. Earthquake emergency commanding technical system is responsible for providing technical support of earthquake emergency commanding service for the central and local governments. Based on the China Digital Seismological Observation Network Project, several key techniques and their application in construction of national earthquake emergency commanding technology system are concluded and summarized in this paper.

Key words: GIS; RAC; ESB; Integrated control technology; Satellite communication technology