

# 云南省省、市、县级地震应急信息 协同技术系统的设计与实现<sup>\*</sup>

李 敏, 郑 川, 李永强

(云南省地震局, 云南 昆明 650224)

**摘要:** 市、县级地震系统是地震应急体系的重要组成部分, 发展信息协同技术有助于提升地震应急综合响应能力。通过分析云南省市、县级地震系统应急快速响应期内的信息协同需求, 研究了多级地震系统的信息协同机制和联动方法, 基于现有数据平台实现了地震应急综合信息服务平台研发, 从技术平台的组织架构和运行机制角度探讨了未来多级地震应急指挥信息协同平台的建设思路。

**关键词:** 地震应急; 信息服务; 信息协同

**中图分类号:** P315.94

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-0666(2018)01-0139-09

## 0 引言

地震是人类面临的主要自然灾害之一, 其特有的瞬时突发性和巨大的破坏力会造成大量的人员伤亡和巨大的经济损失(马玉宏, 谢礼立, 2001)。为了迅速响应、高效应对包括破坏性地震在内的各类突发公共事件, 我国确定了党委领导、政府负责、部门联动、军地协作、社会参与的应急管理体系, 形成了统一健全的应急响应机制(姜立新等, 2012)。而在各级地震管理的应急主体中, 作为直接面对地震灾害的市、县级地震部门, 在地震应急处置工作中发挥着最基础、最直接的作用(周瑞廷, 2013)。

“十五”项目建设以来, 我国在地震应急指挥模式、应急指挥技术体系、地震应急管理、地震快速评估等方面开展了较多的研究工作(姜立新等, 2003)。在“中国数字地震观测网络工程”的推动下, 建成了覆盖国家、区域、重点城市、灾害现场的4级应急指挥技术系统(姜立新等, 2003), 在提高破坏性地震的快速响应、应急产出服务能力方面发挥了积极的作用(帅向华等, 2009a, b), 系统的建成大大提升了地震应急处置能力, 使得救援工作高效、有序进行, 最大限度

减少人民群众的生命和财产损失(杨仕升, 2011)。但是, 从整个应急指挥体系的信息联动角度来看, 目前我国地震应急指挥技术系统中还存在“信息孤岛”效应, 尤其是市、县级地震应急部门所急需的信息服务和联动协同功能还基本属于空白, 与国家和社会对地震应急工作的整体需求还有一定差距(姜立新等, 2012)。随着地震应急指挥体系开放性、共享性、互联程度的不断扩大(林山, 刘凤仙, 2011), 特别是汶川和玉树地震发生后, 国家、社会、公众对地震应急处置的空前关注, 对灾情获取、应急处置的要求更高, 这就对应急响应和处置工作提出了新的要求(李敏等, 2015), 也在一定程度上突显出联动协同, 进一步发挥市、县级地震部门应急响应能力的必要性。本文拟通过分析多级地震部门应急信息获取需求, 结合现有技术平台, 找到能够提升省、市、县级应急信息协同能力的技术方法。

## 1 云南省市、县级应急信息协同现状分析

云南位于青藏高原东南缘, 受印度板块与欧亚板块碰撞的影响, 是全球地壳运动最激烈的地区之一(秦嘉政等, 2009), 受山地特殊地质环境影

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2017-10-10.

**基金项目:** 中国地震局震灾应急救援司专项课题“地震应急公共服务平台研发”和基于高烈度人口密度区的地震应急快速评估方法优化研究联合资助。

响,云南地震具有次生灾害叠加效应明显的特点,震时交通易瘫痪,这在很大程度上造成了高原山地环境下地震应急救援工作的特殊性和困难性(王卫国等,2015)。虽然各级部门在“5·12”汶川地震后对应急响应平台的建设不断强化深入,各类应急响应处置平台先后得到了补充和提高,但这些工作大多围绕基于国家和省级地震应急技术系统建设,较少开展针对市、县级地震系统的应急管理和信息协同问题的研究,这与人们对市、县地震应急信息服务的研究方向的深度和广度,以及对西南地区特殊地质环境的重视不足有关。结合云南省多次破坏性地震应急响应情况,笔者认为现阶段省、市、县多级联动应急处置工作,在应急信息协同方面还存在以下主要问题:

(1) 灾情信息的采集和共享难度使得国家级、省级指挥中心的“信息孤岛”效应较为突出,市、县级地震部门虽然在灾情获取、动态跟踪方面相对其他应急工作机构具有优势,但无法第一时间将此类信息进行整合上报,这在一定程度上延误了指挥部快速掌握震情、灾情,甚至做出应急指挥决策的关键时间点(李敏等,2015)。

(2) 市、县级地震部门在开展地震应急响应时主要以平时制定的应急预案作为指导,缺乏针对性和可操作性(邓砚,聂高众,2013),同时由于缺乏国家级、省级指挥中心在灾情模拟评估、救援对策建议、响应等级判定等方面的应急产品支持,市、县级地震部门无法充分发挥其在应急响应时间和空间上的天然优势。

(3) 使用传统电话、短信、文件传送等信息交互方式的时效性和承载性较差,且无法进行有效整合,不能适应新时代地震应急信息的互联协同需求,应急科技支撑能力不足。

因此,发展具备大规模互联互通能力的综合信息服务平台,强化市、县级地震系统信息协同能力,成为云南地震应急科技体系建设的重点。

## 2 信息服务需求分析

汶川特大地震应急救援和抗震救灾实践表明,我国应对巨大地震灾害的各项准备工作仍然存在许多薄弱环节,亟待加强,各部门之间缺乏有效的沟通机制和联动协同能力(帅向华等,2009)。以云南省乃至全国多次破坏性地震的应急处置情

况为例,对于多级联动,同步开展应急响应工作的省、市、县地震部门,目前还存在灾情信息共享、响应级别判定、基础数据交换、灾情模拟评估、救援队伍调度等多个类别的应急信息协同需求。因此,发展省、市、县3级地震应急信息协同技术,建立应急指挥协同技术平台,重点在于明确信息获取需求、整合现有技术平台资源、建立信息联动协同机制,在应用软件和数据库系统的基础支持上,针对各级应急响应机构所产出的数据进行加工,形成服务于不同层级地震部门的信息产品服务,通过有效手段整合推送,进而提升地震应急综合响应能力。

如表1所示,在地震应急处置过程中,省、市、县3级地震部门在不同层面发挥着自身力量,又因其不同的职能定位和地理位置,在信息获取和产出方面具备不同的特征:省级部门具备较强的科技保障能力,在联动响应、震情跟踪、应急科技产出方面具有明显的优势;市、县级部门则在应急响应时间和空间上具备天然优势,可以在第一时间启动应急处置,开展现场调查,获取第一手灾情资料。但由于传统应急通讯手段在信息资源的整合性和承载性较差,省级指挥部门无法对上报的现场灾情进行有效的提取利用,影响对灾情的动态跟踪和指挥决策部署,同一时间,市、县级应急处置部门又因缺乏上级指挥部门在震区跟踪和应急科技产品方面的信息支援,黑箱效应明显,严重制约了现场应急响应工作的有效开展。而随着互联网技术的飞速发展和网络基础设施的不断完善,各类先进技术得到迅速的普及和应用,个人手持终端成为信息传播的重要载体,它具有实时性、互动性、强扩散、信息承载量大、空间分布广的特点。因此,如何利用好这类新兴信息采集和传播手段提升灾情信息采集和应急信息服务的时效性和广泛性,成为地震应急信息服务系统重点关注的技术指标。

## 3 地震应急信息协同平台的设计

### 3.1 系统的架构设计

在地震应急响应过程中,各级部门产出的各类震情、灾情和科技产品信息存在着较高的离散性和异构性,因此,在进行信息协同系统的技术架构设计时需要综合考虑异构数据的调用和存储、

表 1 地震应急信息协同需求表

Tab. 1 Earthquake emergency information collaboration requirements table

产出机构	信息类别	二级类别	属性描述	类型
省级部门	响应信息	处置情况	指挥部响应情况、决策信息	动态
	联动信息	协同情况	与国家部门、抗震救灾成员单位协同情况	动态
	灾情信息	灾情收集	通过网络、媒体和其他手段采集的灾情	动态
	震情信息	地震参数	地震三要素、深度、震中位置等	静态
		余震信息	不同时段의余震统计和空间分布	动态
		震源信息	破裂过程、震源机制解、滑动分量等	静态
		其他信息	趋势判定、地震成因等	动态
	应急产出	基本信息	震区综合信息	静态
		快速评估	人员、房屋、经济、次生灾害等	动态
		对策建议	响应等级、救灾线路、物资人员配备等	动态
		专题地图	各分类要素专题地图	动态
	基础数据	其他信息	预案、历史案例、统计信息等	静态
		地理数据	基础地理数据库数据	静态
		影像数据	震区影像数据	静态
		其他数据	其他统计和交换数据	静态
市级部门	响应信息	处置情况	市级部门开展的应急处置情况	动态
	联动信息	协同情况	市级横向协同情况	动态
	备震信息	储备情况	市级救灾物资和救援队储备情况	动态
	应急产出	科技产出	市级应急科技产出信息	动态
县级部门	现场灾情	建筑破坏	现场调查的建筑物损坏情况	动态
		人员伤亡	现场调查的人员伤亡情况	动态
		重点工程	现场调查的交通及生命线工程损坏情况	动态
		次生灾害	现场调查的次生灾害情况	动态
	震区信息	重点目标	其他需要关注的灾情：如危险源等	动态
		响应信息	县级部门开展的应急处置情况	动态
		备震信息	县级救灾物资和救援队储备情况	静态
		震区背景	区划、人口、经济、地理、历史地震等	静态

多种网络的构建与互连、基础平台软件的选择与应用、业务应用软件的设计开发与部署等要素。同时，为保证整个平台系统的稳定可靠运行，还需要构建合理的安全保障体系和运行监控体系。基于以上考虑，整个数据系统的总体技术架构设计为包含支撑网络、数据存储、应用支撑、应用组件、应用接口、用户展现 6 个层次的技术架构体系，如图 1 所示。

地震行业信息网作为核心承载网络，承担着整个业务系统数据交换工作，同时为保障系统的互联互通性，接受通过 VPN 等方式的外部网络接入。

存储管理系统整合了原有技术平台数据库系统，建立应急协同数据库，在应急支撑组件的支持下通过共享文件系统向应用软件层进行数据调度。核心业务应用平台由省级信息服务系统，市、县信息采集与管理系统及协同控制系统组成，通过特定的功能模块实现对调度数据的深度加工，最后通过调用相应接口实现对不同层级访问用户的数据服务。

为达到 3 级地震应急信息协同目标，需要在现有应急指挥技术系统的基础上，合理规划信息产出的控制方法和数据流转方案，重点实现各软件系统之间的互联和互操作性，尤其是各种异构软件（包括

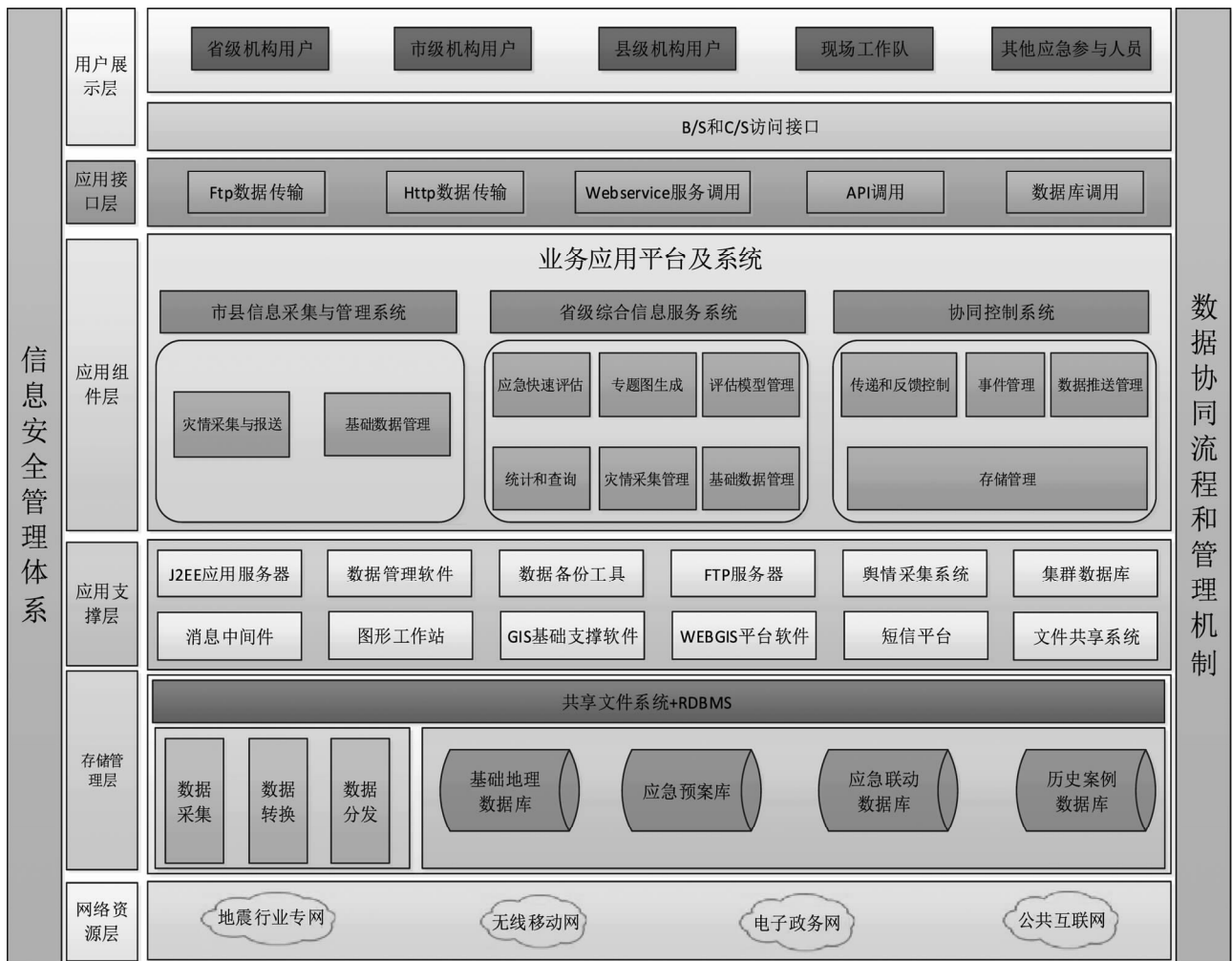


图1 协同技术系统构架图

Fig. 1 Collaborative technology system structure diagram

操作系统和业务应用系统)之间的接口、协议和中间件等的规范、定义、开发和集成工作,实现不同层级指挥系统产出资源的整合利用。

### 3.2 数据规划

数据是应急指挥决策的基础,数据的合理规划管理是保障系统高效、稳定运行的一个重要前提。在本系统中,将数据分为基础型数据、来源型数据和产出型数据,从存储形态上可分为文件存储和DB存储,由于本系统存储管理的文件数据数量庞大、种类繁多,为保证文件读取的高效,规划了不同类型数据的存储目录,并设定了每个目录下放置的文件数量和文件类型,尽量做到均衡配置,避免出现文件读写的高负载区。

### 3.3 数据提取和存储

整个平台以地震行业网、电子政务网、公共互联网为基础信息承载通道,在已有省、市级应急指

挥技术平台的基础上,利用数据采集、评估和分析工具,有效整合原有数据库资源,建设了一套协同数据库。同时建立了一个负责数据采集、转换和分发的数据存储管理器,其功能是将平台数据依据存储形态和数据类型进行分割,建立索引和数据缓存,利用数据多级索引机制实现文件数据的快速准确存取,在应用服务器和基础处理软件的支撑下,实现对2套业务应用平台的数据支持,如图2所示。

业务应用系统整合了原地震应急快速响应期所需的科技产出需求,实现了灾情快速评估、采集与发布、专题地图生产等功能的一体化运行,其数据成果依托协同控制器进行传输和存储控制,除了向特定的外部访问终端推送相应信息产品,同时还通过协同控制系统建立事件存储,由数据监听服务实时监控业务系统产出的数据产品,向协同数据库进行定向传送,如图3所示。

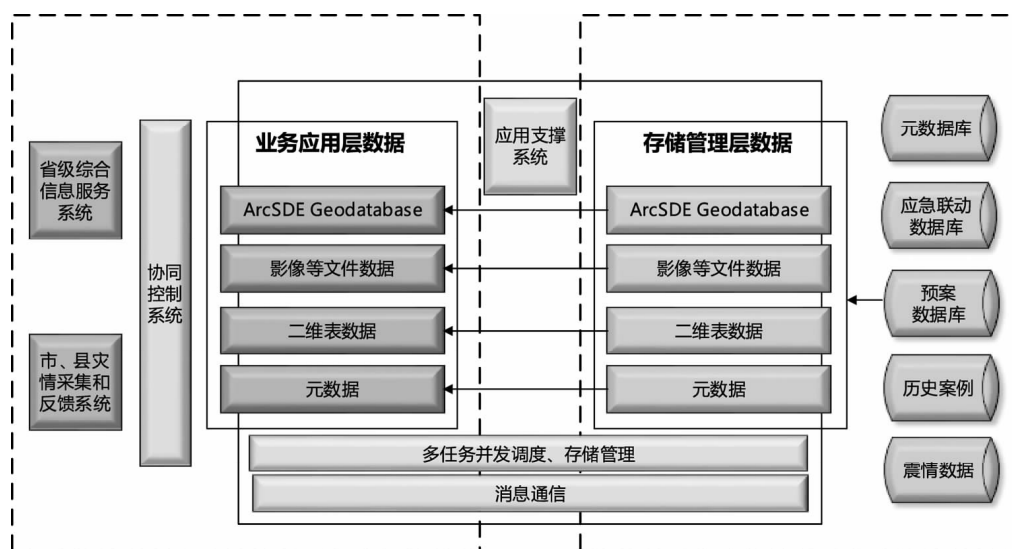


图2 协同数据的提取调度

Fig. 2 Extraction scheduling of collaborative data

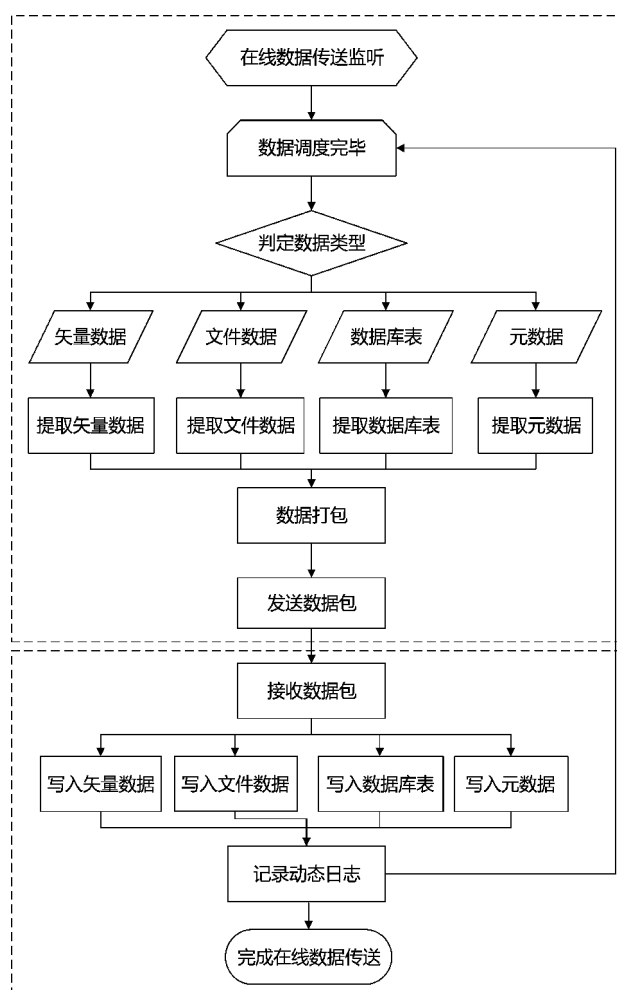


图3 协同数据产出和入库流程

Fig. 3 The output and storage processes of collaborative data

### 3.4 信息服务

实现地震应急指挥信息服务的整合，关键在于明晰地震应急指挥技术系统各个业务系统之间的数据流向和调用方式，数据流向体现在数据接口的概念定义上（帅向华等，2009）。

如图4所示，对于信息服务系统而言，要通过相应的数据接口调用实现对不同层级终端用户的信息推送服务，其所涉及的数据接口需要充分考虑省级信息服务系统与各级地震系统、应急参与人员异型访问终端的耦合关系。因此，针对本系统协同数据的异构性和服务对象的差异性问题的，主要采用3种数据交换方式来解决。

第一种是对于联动实时性要求较高的数据交换，主要采取基于 Webservice 的网络共享技术，以 SOAP（简单对象访问协议）封装业务系统与客户端的服务请求，实现异构 GIS 的互操作以及异构数据的动态装配，例如市、县 C/S、B/S 访问端的实时动态数据请求；第二种是对于大数据量、实时性需求不高的静态基础数据交换，采用数据库调用和 FTP 文件交换的方式解决，如地震应急基础数据库和过程数据的交换与传输；第三种是针对有一定时效性需求同时还需要进一步加工的数据信息，主要采用调用 API 和其他数据接口的方式，由第三方数据平台进行格式转换和封装后实现数据传递，如针对 IOS 移动平台终端的信息推送服务。

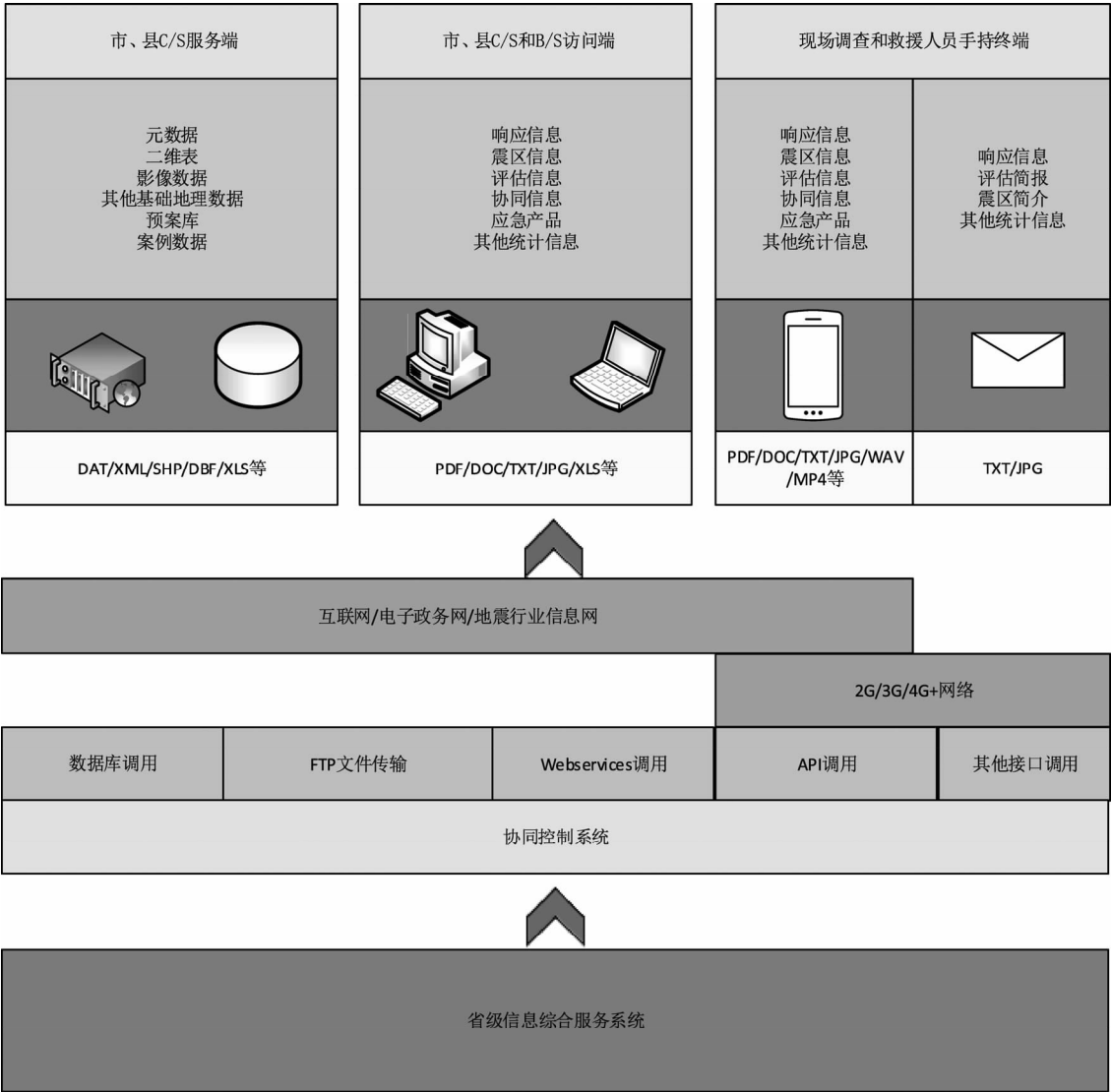


图 4 信息发布流程

Fig. 4 Information release process

4 系统功能实现

4.1 系统的硬件架构

应急信息协同平台硬件系统在空间分布上由省级信息服务和数据库系统，市、县信息接收与管理 系统以及移动信息接收和采集终端 3 部分组成。为 达到支撑 3 级地震应急信息协同的目标，在现有应 急指挥技术系统的基础上，规划整合了原应用支撑 硬件系统，配备了移动信息采集和接收终端，增强 了应急信息联动的延展性和灵活性，如图 5 所示。

4.2 系统实例

云南地震应急信息协同技术系统以“十五”和

“十一五”应急技术系统建设为基础，于 2015 年 依托“全面提升云南省防震减灾综合能力十项重 点工程”项目建设完成。系统整合不同应急响应 机构的产出数据，形成服务于不同层级地震部门 的信息服务产品，通过有效手段整合推送传递，满 足了不同终端用户的信息获取需求。全系统包含 1 套 B/S 架构的省级综合信息服务平台，1 套 C/S 架 构的市、县信息采集与管理 系统，1 套移动终端的 信息接收和反馈系统，配备了 1 套协同数据库，如 图 6 所示。项目部分成果（移动端信息接收反馈） 应用于云南省 2014 年以来的破坏性地震应急工 作，通过省级中心控制端向前后方指挥部、现场应 急工作队、其他应急参与人员实时推送指挥部应急 指令、

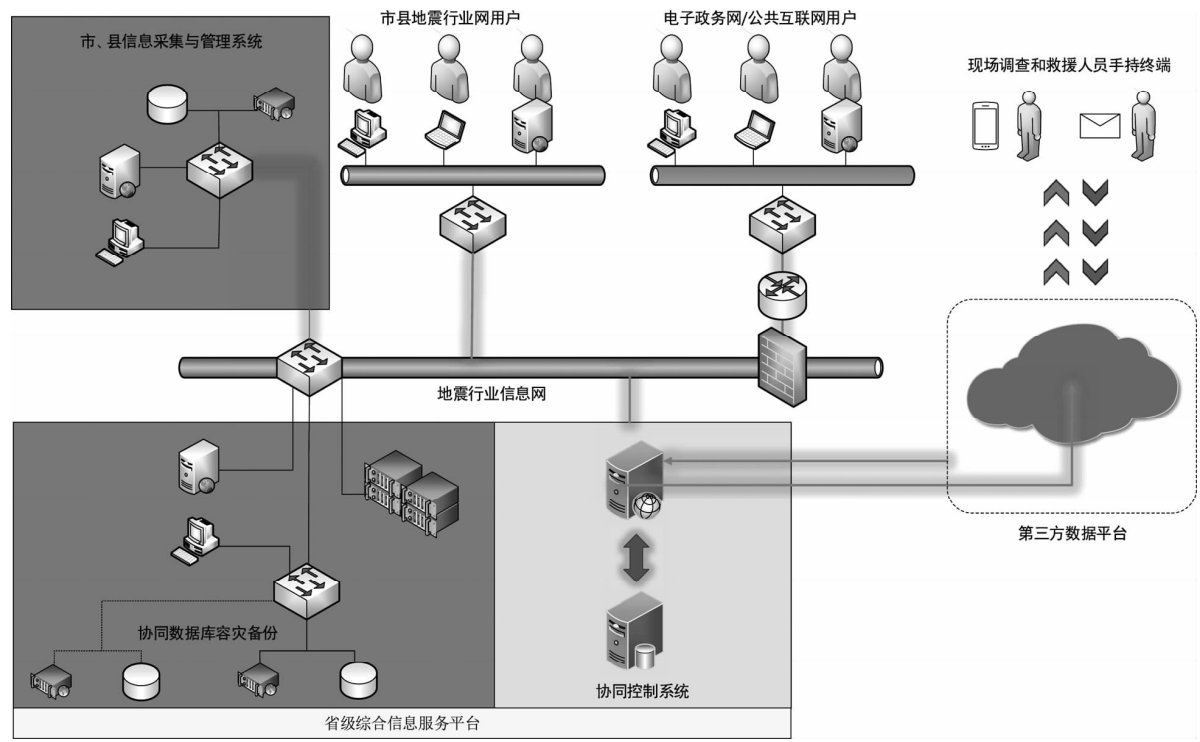


图 5 系统硬件架构示意图

Fig. 5 Sketch diagram of system hardware architecture



(a) 省级应急信息综合服务平台

(b) 市、县信息采集与管理系统

(c) 移动终端信息推送系统

图 6 系统软件实例

Fig. 6 System software examples

灾情跟踪资料、现场救灾进展情况、应急科技产品等,使得不同层级的应急参与者能够实时掌握应急期内的各类关键信息,从而提升应急响应效率。系统的全面成果应用于自 2016 年 5 月至 2017 年 10 月的 6 次地震应急处置工作,均取得了较好的实用效果,其模型构架目前已在部分省级指挥中心推广应用,部分模块纳入全国应急信息平台的系统设计规划。

## 5 讨论与结论

因整个信息协同平台包含多个子系统,结构复杂,本文主要针对全系统的构架及数据存储和发布技术进行了表述,重点阐述了针对省、市、县 3 级不同应急参与者的差异化服务,以及实现这种差异化服务所需的数据处理模式。

市、县级地震系统是地震应急体系的重要组成部分,发展信息协同技术有助于提升地震应急综合响应能力。地震是一个突发性灾种,涉及面广、破坏性强,抗震救灾是全社会共同面对的问题,而不是一个部门、一个地区、一个行业或一种技术能够解决的,这就需要在一个共同的环境下进行协同配合,各部门必须相互支援、统一调度指挥和协同行动,才能有效地开展抗震救灾工作(张百成,谭伟闲,2005)。本文通过分析云南省省、市、县地震系统在应急快速响应期内的信息协同需求,研究了多级地震系统的信息协同机制和联动方法,在应用软件和数据库系统的基础支持上,建立了一套地震应急信息协同系统,提升了省、市、县 3 级地震应急机构的信息协同水平,取得了一定的减灾实效。

大数据技术的发展日新月异,正在深刻影响着基于互联网应用技术的各个方向,目前,全国各类应急信息服务系统均缺乏大数据分析应用,为了充分调动资源,提升地震应急信息服务的针对性和有

效性,发挥指挥协同、资源互补的信息优势,国家中心和各省级中心在这个领域进行了大量的理论研究和实践探索,其最终目的是建立一个具备多级联动、资源共享、协同保障的大规模地震应急综合信息服务平台,震时形成前后方一体、多部门一体、全社会一体的协同抗震救灾局面,而随着全球互联网应用技术的不断发展,基于云环境的分布式、虚拟化计算模式势必会为大数据时代的地震应急信息服务工作带来更加强有力的技术支持,值得我们进行不断地探索研究。

## 参考文献:

- 邓砚,聂高众. 2013. 县市政府地震应急行为模式研究[J]. 灾害学, 28(2):149-152.
- 姜立新,聂高众,帅向华. 2003. 我国地震应急指挥技术体系初探[J]. 自然灾害学报,12(2):1-6.
- 姜立新,帅向华,聂高众,等. 2012. 地震应急指挥协同技术平台设计研究[J]. 震灾防御技术,7(3):234-302.
- 李敏,李兆隆,伙俊,等. 2015. 地震应急关键信息提取与快速发布技术研究[J]. 地震研究,38(4):668-673.
- 林山,刘凤仙. 2011. 企业网络安全方案设计[J]. 福建电脑,27(4):117-119.
- 马玉宏,谢礼立. 2000. 关于地震人员伤亡因素的探讨[J]. 自然灾害学报,9(3):84-90.
- 秦嘉政,钱晓东,刘丽芳. 2009. 云南强震活动间隔时间特征研究[J]. 地震研究,32(3):221-227.
- 帅向华,姜立新,王栋梁. 2009a. 国家地震应急指挥软件系统研究[J]. 自然灾害学报,18(3):99-104.
- 帅向华,杨天青,马朝晖. 2009b. 国家地震应急指挥技术系统[M]. 北京:地震出版社.
- 王卫国,洪再生,苏幼坡,等. 2015. 山地地震灾害应急救援规划的原则与要点[J]. 世界地震工程,31(4):108-112.
- 杨仕升. 2011. 视频会议系统在地震应急联动指挥中的应用[J]. 广西大学学报,36(4):699-703.
- 张百成,谭伟闲. 2005. 城市应急联动系统建设[M]. 北京:科学出版社.
- 周瑞廷. 2013. 我国县级政府地震应急管理研究[D]. 昆明:云南大学.



## Design and Implement of Research on Earthquake Emergency Information Collaborative Technology System of Provincial-Municipal-County in Yunan Province

LI Min, ZHENG Chuan, LI Yongqiang

(Yunnan Earthquake Agency, Kunming 650224, Yunnan, China)

### Abstract

Municipal and county level earthquake system is an important part of the earthquake emergency response system, and the development of information coordination technology can help to improve the comprehensive response capability of earthquake emergency response. Through the analysis of the information coordination need of provincial, municipal and county level earthquake system within the rapid response time, we studies the information coordination mechanism and linkage method of multi-level seismic system. Based on the existing data platform, the research and development of the integrated emergency service platform for seismic emergency is carried out, and the construction idea of the multi-level earthquake emergency command information coordination platform is discussed from the perspective of the organizational structure and operation mechanism of the technology platform.

**Keywords:** earthquake emergency; information service; information coordination