

# 地震应急关键信息提取与快速发布技术研究<sup>\*</sup>

李 敏, 李兆隆, 伙 俊, 李永强

(云南省地震局, 云南 昆明 650224)

**摘要:** 结合“中国数字地震观测网络工程”建设以来省级地震应急指挥中心破坏性地震应急响应工作经验, 分析破坏性地震发生后各级政府和应急工作组对应急快速响应期内应急关键信息的获取需求, 研究快速响应期内应急核心信息的提取方法和快速发布机制, 提出一种针对省级地震应急技术系统应急期综合信息发布技术的参考建议和新观点。

**关键词:** 地震应急技术系统; 信息提取; 快速发布

**中图分类号:** P315-39

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-0666(2015)04-0668-06

## 0 前言

“十五”项目建设以来, 我国在地震应急指挥决策领域开展了较多的研究工作, 包括地震应急指挥模式、应急指挥技术体系、地震应急管理、地震快速评估等(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, 促使应急指挥模式发生了较大变化, 应急响应从传统分散型的应急模式转化为集现代计算机、网络通讯、灾害评估和指挥决策等技术为一体的综合性应急体系工作, 实现了地震震情、灾情的应急指挥决策快速响应, 灾害损失的快速评估与动态跟踪、辅助决策的信息服务和可视化指挥等系统工程。系统建成以来, 为地震应急指挥提供丰富的理论基础和实践经验, 大大提高了我国的地震应急响应能力。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, 2009)。

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), 地震应急信息服务保障问题逐渐成为各级地震应急技术平台体系应用、运维的核心业务工作, 特别是汶川和玉树地震发生后, 国家、社会、公众对地

震应急处置的关注达到了空前的高度, 对灾情的获取、快速评估与发布要求更高, 要求发布速度要更快, 这就对应急响应和处置工作提出了新要求和挑战。

## 1 地震应急信息服务现状分析

以云南省乃至全国多次破坏性地震的应急处置情况为例, 各级政府领导对地震发生后数分钟内震区基本情况、灾情信息的获取需求尤为强烈。地震发生后, 指挥部领导在第一时间赶赴应急指挥中心的過程中, 从收到的地震三要素, 到开展快速评估工作, 再到初步评估结果产出, 一系列工作流程执行完毕至少需要20~30 min, 在这段应急信息获取的空窗期内, 指挥部领导除简单的地震三要素外, 将无法通过其他渠道进一步的获取关键的灾情和震区基本信息。这在一定程度上延误了指挥部领导快速掌握震情、灾情, 甚至延误做出应急指挥决策的关键时间点。

同时, 在应急期内, 应急指挥中心作为各类震情、灾情信息的汇集、处置、评估的核心机构, 虽然在灾情获取、动态跟踪等方面相对其他应急工作组具有无可比拟的时间优势, 但同等时间条件下, 其他地震应急工作组(如现场救援、灾害评估组等)却无法全面、及时获取这些有效信息,

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2015-02-05.

**基金项目:** 本文受公益性行业科研专项——西南地震应急对策新模式与关键技术研究(201108013)和地震应急青年重点任务——地震应急关键信息提取技术与快速发布软件研究(CEA\_EDEM-201411)联合资助。

特别是地震应急现场工作人员在奔赴灾区的行进过程中，对当前地震的震情、灾情、地震应急处置进展缺乏了解，而这些信息对工作队到灾区开展工作却极为重要。

综上，结合云南地震应急指挥中心多次破坏性地震应急响应经验，现阶段省级地震应急指挥中心应急信息发布模式，存在以下主要问题和困难：

(1) 在应急快速响应期内，指挥部领导和核心应急工作组存在信息获取的空窗期。

(2) 在目前省级地震应急指挥中心采用的人工收集编辑综合信息，通过手机短信的形式发送给各级领导和地震应急队员的工作模式，存在手工编辑困难、发送速度缓慢、发送对象难以管理、发送优先级无法调整等问题。

(3) 由于没有数据库的支持，无法对已发送的应急信息进行综合管理，无法存储、查询、浏览信息发送内容和过程，导致对震后应急处置的总结和分析工作难以开展。

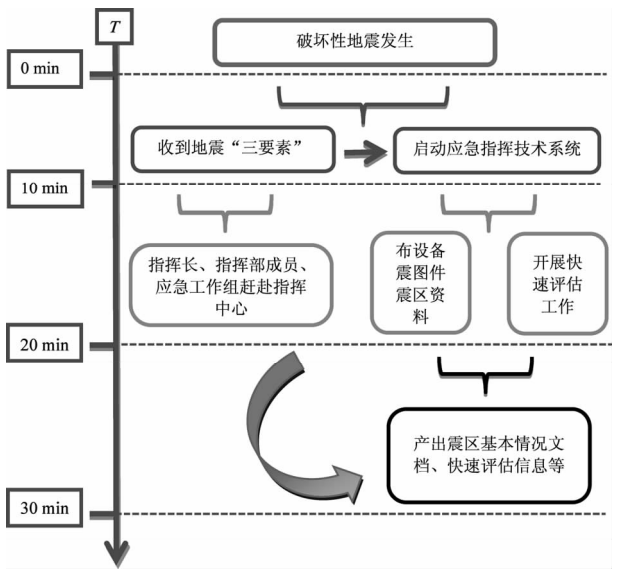


图 1 地震应急指挥中心应急快速评估信息产出流程图

Fig. 1 Diagram for output of the emergency rapid assessment information by the provincial earthquake emergency commanding center

2 地震应急关键信息提取研究（以云南为例）

作为我国地震灾害最频繁、最严重的地区之

一，西南地区面临大震巨灾的高危风险。虽然“5·12”汶川地震后随着各部门对各类应急响应平台的建设不断深入，各类应急响应处置平台先后得到了补充和提高，但大多围绕基于硬件环境的应急技术系统展开，而较少基于应急响应流程、机制类的应急管理问题进行研究，这与人们对地震应急救援研究的方向及深度、广度，以及对西南地区的特殊性重视不足有关。

尤其是“8·03”鲁甸地震，由于特殊地理环境的因素，共造成了 617 人遇难，100 余人失踪的惨痛灾难，因此，笔者以西南地区的特殊行政生态环境为背景，结合 2014 年度云南省地震应急指挥中心应对多次 6.0 级以上破坏性地震应急响应工作情况，综合研究了云南省地震灾害区域特点和应急救援特征，分析指挥部领导、工作组对应急快速影响期内应急关键信息的获取需求，确定了以行政区划、自然地理特征、人口特征、经济特征、房屋特征为主要结构的应急期内核心短信结构（表 1）。笔者认为，通过科学有效的提炼，由以上 5 个分类描述信息共同组成的不超过 200 个字符的快速短信，可以在收到地震“三要素”后第一时间为指挥长、各应急工作组清晰展示震中地区基本情况，为接下来的各项应急处置工作提供一定的数据支持，进而提升做出应急指挥决策的关键时间点。

表 1 快速响应核心信息组成结构  
Tab. 1 Consist structure of the key information about the fast response

震中所在地	行政区划	自然地理特征	人口特征	经济特征	房屋结构特征
-------	------	--------	------	------	--------

2.1 行政区划

笔者以“中国数字地震观测网络工程”建设成果云南省地震应急基础数据库为基础，将云南省 16 个州（市）1 129 个县进行行政区划编码，描述震中所在县区，及所属州（市）和其行政中心所在地信息，如表 2 所示。

表 2 行政区划信息组成结构  
Tab. 2 Consist structure of the information about the administrative division

编码	县名	所属州（市）	政府驻地
530103	盘龙区	昆明市	拓东街道

2.2 自然地理

云南地处我国西南高原，山地面积占全省国土面积的 94%，地势北高南低，南北之间高差悬殊达 6 000 m，中部断陷盆地星罗棋布。由于地形陡峭，容易引发滑坡、崩塌及泥石流等次发灾害，几乎每次发生在云南的破坏性地震都会引发不同程度的滑坡、崩塌（王景来，杨子汉，1988）。笔者以云南省地震应急基础数据库和百度百科词条为基础，描述目标县区所在州（市）区位（东、南、西、北部），海拔高低、地势情况、水系分布情况、平坝高原山地分布情况、气候情况，如表 3、4 所示。

2.3 人口和经济特征

受特殊地理环境及民族特性影响，云南省东部地区人口的数量、群体规模和密度都远远超过西部，且各地县的经济水平、人口数量和密度存在较大差距，最高人口密度（昆明市五华区 8 387 人/km<sup>2</sup>）与最低人口密度（怒江州贡山独龙族怒

族自治县 9 人/km<sup>2</sup>）、最高 GDP 水平（昆明市五华区 84 884 元/人）与最低 GDP（昭通市镇雄县 6 163 元/人）差异巨大（云南省统计局，2013）。笔者以 2013 年云南省统计年鉴为基础（云南省统计局，2013），以人口密度、GDP 指数、农民人均纯收入水平、财政收入指标和城镇居民可支配收入为属性，将云南省 129 个县经济人口特征进行综合聚类分析，如表 5 所示。

由于云南省各地区发展水平差异巨大，为科学分类，客观描述各县区经济和人口发展水平，笔者对各县区数据指标采用非层次 K - Means 聚类方法，通过距离矩阵的方式进行极差标准化处理：

$$G = \{x_1 - \min(x)\} / \{x_1 - \max(x)\}. \tag{1}$$

其中，G 为目标县区极差值，x<sub>1</sub> 为第一属性值，min(x) 为该县区第一属性在全省相同属性中的最小值，max(x) 为最大值。

表 3 区域海拔和县城地形概况示例  
Tab. 3 Examples of the regional altitude and landform of the county town

县名	区域面积/km <sup>2</sup>			县城平均海拔/m	县城地形
	海拔 < 1 500 m	1 500 m ≤ 海拔 < 3 000 m	海拔 ≥ 3 000 m		
古城区	33	1 119	113	2 500	平坝
施甸县	663	1 285	0	1 470	河谷平坝
腾冲县	653	4 096	5	1 640	河谷平坝
龙陵县	837	1 722	0	1 500	山地

表 4 自然地理概况  
Tab. 4 Natural geography in the study areas

县名	自然地理概况
古城区	位于云南省西北部横断山脉向云贵高原的过渡地段，兼有横断山峡谷和滇中高原特征，地形地貌复杂，有山地、盆地、河谷分布
屏边县	受河流切割，全县地貌形成“四河三山六面坡”的总体结构，地形极其复杂，高山连绵，沟谷纵横，“V”型谷较多，山地面积占全县国土面积的 100%，属典型的山区县

表 5 人口和经济特征示例  
Tab. 5 Examples of the characteristic of population and econonic in the study areas

县 名	人口密度/(人·km <sup>-2</sup> )	GDP/亿元	人均 GDP/(元/人)	人均财政收入/(元/人)	农民人均纯收入/(元/人)	人口特征	经济特征
五华区	8 387	730. 42	84 884	3 544	10 255	人口高密度区	经济水平极高
镇雄县	364	82. 40	6 131	379	3 737	人口密集区	经济水平极低
晋宁县	243	84. 52	29 346	3 821	9 061	人口密集区	经济水平较低
东川区	145	70. 10	25 490	2 474	4 313	人口均值区	经济水平较低
红塔区	501	562. 95	112 702	2 645	9 070	人口密集区	经济水平极高
易门县	119	44. 29	24 909	1 876	6 903	人口较稀疏区	经济水平较低
福贡县	35	7. 02	7 080	478	2 229	人口稀疏区	经济水平极低
贡山县	9	5. 32	13 959	1 007	2 209	人口稀疏区	经济水平极低

最终将目标县区人口和经济水平特征分别以人口高密度、密集、均值、较稀疏、稀疏和经济水平极高、较高、中等、较低、极低 5 级进行划分。

2.4 房屋结构特征

云南地区房屋建筑类型主要包括钢筋混凝土剪力墙结构、框架剪力墙结构、框架结构、内框架结构、钢筋混凝土厂房、砖混结构、砖结构、砖木结构、木构架房屋、土坯房屋等。其它还有少量具有地域民族特色的圆木屋（主要分布在丽江、宁蒗泸沽湖畔彝族地区）、穿斗木结构竹编墙或木板墙（主要分布在滇南、滇西南傣族、佤族地区）（周光全等，2007）。笔者在进行房屋结构特征分类时，同时参考了 2011 年度中国地震局地震行业科研专项“西南地震应急对策新模式与关键技术研究（201108013）”研究成果和云南房屋结构为抽样调查统计情况，综合考虑了房屋抗震设防情况，房屋结构比例（卢永坤，戴博洋，

2011），进而确定目标县区房屋结构综合特征，如表 6 所示。

表 6 农村房屋结构特征概述	
Tab. 6 Brief description of the houses in rural area	
县名	农村房屋结构特征
古城区	农村房屋以砖混和砖木结构为主，大部分经抗震设防，少部分房屋老旧，整体抗震性能较强
屏边县	农村房屋以砖混和土木结构为主，普遍未经抗震设防，部分房屋老旧，抗震性能差

2.5 提取信息编码建库

通过对以上信息提取，以云南为例，建立 129 个县区包含行政区划、人口密度特征、经济特征、自然地理、房屋构造特征属性的核心关键信息编码库，使得每一目标县区对应特定编码 ID，如表 7 所示。

表 7 核心信息结构示例						
Tab. 7 Examples of the structure of key information						
编码	县名	所属 州市	政府 驻地	人口密 度特征	经济特 征描述	房屋特征描述
530128	禄劝县	昆明市	屏山镇	人口稀 疏区	经济水 平较低	农村房屋以砖混和土木结构为主，普遍未经抗震设防，部分房屋老旧，抗震性能差
						县城海拔海拔 1 679 m，地处平坝，地处南北向切割的横断山脉中段及滇池断陷带上，地势东北高、西南低，自东北向西南呈阶梯状缓降，地壳运动剧烈，地震和滑坡频繁

3 信息快速发布机制研究

3.1 硬件平台

信息快速发布硬件平台包含一套应急操作终端、一套服务器处理端、一台网络交换机、一台连接服务器操作端的 SIM 卡扩展池，其网络拓扑结构如图 2 所示。

3.2 快速发布作用机制

EQIM 的数据交换分为客户端和本地 EQIM 服务器之间的数据交换以及本地 EQIM 服务器和中国地震局 EQIM 服务器之间的数据交换（杨陈等，2009），在 EQIM 客户端部署监听程序，获取地震速报数据。地震速报信息获取和和快速发布主要分为接收数据 EQIM、解析速报参数、匹配数据编码、信息发送 4 个步骤（图 3）。

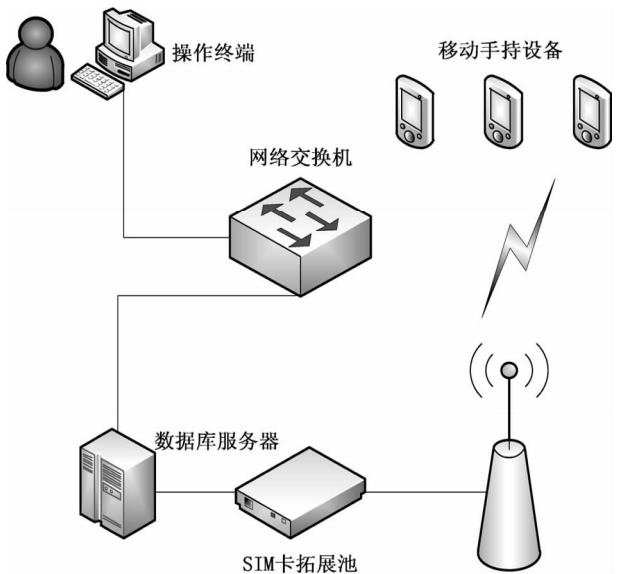


图 2 硬件拓扑结构图  
Fig. 2 Topological structure of the hardware

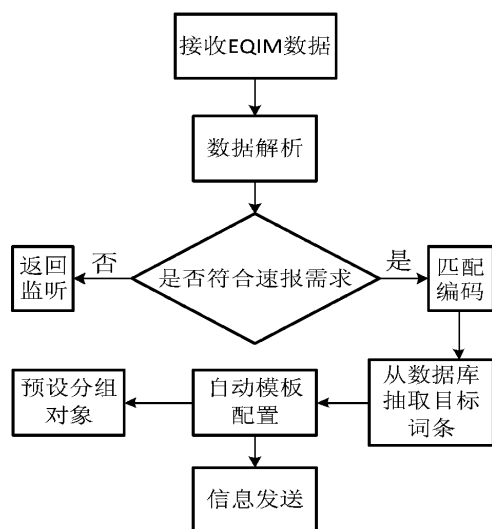


图3 信息快速发布流程图

Fig. 3 Diagram for information rapid release

EQIM 通过 SOCKET 通信方式以 XML 格式交换数据 (李大辉等, 2001), 信息快速发布主要采用基于 TCP/IP 通信协议编程实现。Socket 通常用来实现客户端和服务端的连接, 一个 Socket 由一个 IP 地址和一个端口号唯一确定。Socket 通讯的过程是 Server 端 Listen (监听) 某个端口是否有连接请求, Client 端向 Server 端发出 Connect (连接) 请求, Server 端向 Client 端发回 Accept (接受) 消息 (林洋等, 2013)。监听程序 LissClient 及方法, 主要参数包括 EQIM 服务器 IP、端口, 客户端的登录用户及密码, 建立与 EQIM 服务器的连接, 实现地震速报数据的监听和获取。主要实现代码如下:

```

public boolean connect ( ) throws IOException,
LissException
{
    private LissClient msgSrcClient;
    private ArrayBlockingQueue < Result > queue;
    this. msgSrcClient = new LissClient ( profile. host,
profile. port );//启用监听 socket 程序
    this. msgSrcClient. setTimeout ( 10000 );//设置
连接中断时间
    this. msgSrcClient. login;//登陆 EQIM 客户端
    this. msgSrcClient. setServerPassiveMode ( true );
//设置客户端数据传输方式
    this. locResIn = this. msgSrcClient. retrieveResult
( "LOC" );//获取标识符 LOC 的数据
    ExecutorService exec = Executors. newFixedThread
  
```

Pool(2); //创建线程

exec. execute ( new Receiver ( ) );//线程执行从 EQIM 获取数据, 放入队列

exec. execute ( new Sender ( ) );//从队列中解析获取地震速报参数

完成速报信息提取后, 匹配数据编码, 从数据库中抽取目标词条, 向预设分组对象快速发布核心信息 (图4)。

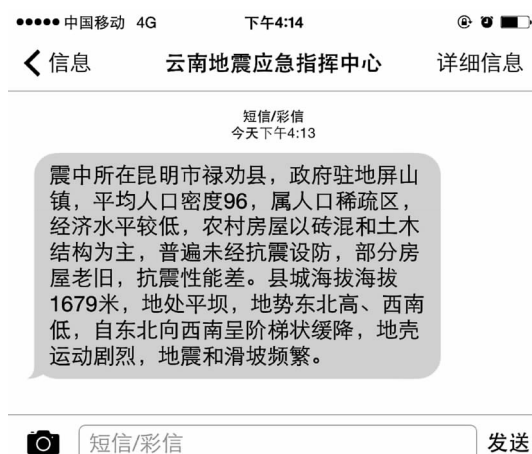


图4 核心信息发布示例图

Fig. 4 Diagram of example of key - information release

## 4 结论与讨论

该流程以 EQIM 系统数据接收和自动解析, 较好地解决了信息发布的时效性和准确性, 而利用地震应急关键信息提取、数据匹配和模板预设, 实现了地震应急期内的关键信息的快速推送, 在 2014 年度云南省 8 月 3 日鲁甸 6.5 级、10 月 7 日景谷 6.6 级地震的应急响应工作中得到了初步应用, 其核心信息通过调制解调器扩展池快速送达指挥部领导和各应急工作组, 对各方面第一时间了解震区基本情况发挥了积极作用, 起到了一定的减灾实效。但目前, 信息发布的内容和形式还较单一, 核心信息库也仅是以县级作为目标统计单元, 随着地震应急技术的发展, 对应急期内核心信息的内容及表现形式需求的不断提高, 我们在地震应急信息结构、发布模式和架构体系等应用方面还需要进行不断地探索和研究。

### 参考文献：

- 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.
- 李大辉, 韩磊, 黄文辉. 2001. LISS 系统在中国数字地震台网的应用设想[J]. 地震地磁观测与研究, 22(1): 63-67.
- 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.
- 林洋, 张颖, 范开红. 2013. 网站地震速报信息快速发布技术设计与实现[J]. 地震研究, 36(4): 540-544.
- 卢永坤, 戴博洋. 2011. 云南地区房屋建筑面积的统计和调查结果[J]. 地震研究, 34(4): 533-537.
- 帅向华, 杨天青, 马朝晖. 2009. 国家地震应急指挥技术系统[M]. 北京: 地震出版社.
- 王景来, 杨子汉. 1988. 云南自然灾害与减灾研究: 献给国际减灾十年[M]. 昆明: 云南大学出版社.
- 杨陈, 黄志斌, 高景春. 2009. 全国地震速报信息共享服务系统[J]. 地震地磁观测与研究, 30(5): 133-138.
- 云南省统计局. 2013. 云南省统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社.
- 周光全, 谭文红, 施伟华, 等. 2007. 云南地区房屋建筑的震害矩阵[J]. 中国地震, 23(2): 115-123.

## Research on Technology of Extraction and Rapid Release of Key Information about Earthquake Emergency

LI Min, LI Zhao-long, HUO Jun, LI Yong-qiang

(Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)

### Abstract

In the period (2001 ~ 2005) of the Tenth Five-Year Plan, as a sub-project of the China Digital Earthquake Observation Network Project, the Earthquake Emergency Commanding System was implemented in China. With the help of our experiences of the emergency response to the destructive earthquakes in the provincial earthquake emergency commanding centers, we analyzed the demand for the key information about earthquake disasters by the governments at all levels as well as the working groups, and studied the extraction and rapid release of the key information in rapid response period. As a result, we proposed some suggestions and new points to improve the current technology of the comprehensive information-release which is applied into the technological system of the provincial earthquake emergency.

**Key words:** technological system of earthquake emergency; information extraction; rapid release