

张翼, 郭红梅, 胡斌, 等. 基于PDA的四川灾情速报系统[J]. 华南地震, 2014, 34(4): 55-60. [ZHANG Yi, GUO Hongmei, HU Bin, et al. Earthquake Disaster Rapid Reporting System of Sichuan Province Based on PDA [J]. South china journal of seismology, 2014, 34(4): 55-60.]

基于PDA的四川灾情速报系统

张翼, 郭红梅, 胡斌, 申源, 陈维锋

(四川省地震局, 四川 成都 610041)

摘要: 破坏性地震发生后, 快速的地震灾情获取是地震应急救援工作的重要环节。借助“三网一员”体系, 利用移动终端技术、无线通信技术、GIS技术、GPS技术等建成了基于个人数码助理(Personal Digital Assistant)的四川灾情速报系统。介绍了系统的结构框架、技术路线和主要功能, 并就其中涉及的灾情分类编码、离线地图设计等关键技术进行了探讨。在4.20芦山7.0级强烈地震中, 系统实现了震后2 h内的灾情的快速上报, 有效缩短了“灾情黑箱期”。

关键词: 地震应急; 灾情上报; PDA; 灾情信息分类; 离线地图

中图分类号: P315.75 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662(2014)04-0055-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2014.04.010

Earthquake Disaster Rapid Reporting System of Sichuan Province Based on PDA

ZHANG Yi, GUO Hongmei, HU Bin, SHEN Yuan, CHEN Weifeng

(Earthquake Administration of Sichuan Province, Chengdu 610041, china)

Abstract: After the destructive earthquakes, the rapid acquisition of earthquake disaster information is very important for earthquake emergency and rescue work. With the help of “three nets and one person” system, by using the mobile terminal technology, wireless communication technology, GIS technology, GPS technology, the paper builds the Sichuan earthquake disaster rapid reporting system based on PDA. This paper introduces in detail the structure, technical route and main functions, and discusses the key technology of hazard information classification and offline map. The system achieves a rapid reporting within two hours after the earthquake, and effectively shortens the “disaster information black-box” stage in the 4.20 Lushan strong earthquake. It provides some experience and demonstration for the construction of similar systems.

Keywords: Earthquake emergency; Disaster reporting; PDA; Hazard information classification; Offline map

收稿日期: 2014-04-16

基金项目: 四川省“5.12”汶川特大地震灾后恢复重建项目(项目名称: 四川省灾情快速上报接收处理系统)

作者简介: 张翼(1982-), 女, 工程师, 主要从事地震应急研究。

E-mail: 761016@qq.com.

0 引言

我国是世界上地震活动最强烈和地震灾害最严重的国家之一。20 世纪全球因地震死亡 120 万人,我国占 59 万人,居各国之首。50% 的国土面积位于Ⅶ度以上的地震高烈度区域,包括 23 个省会城市和 2/3 的百万人以上的大城市。四川地处中国西部大南北地震活动带中段,是中国大陆地壳活动最剧烈和地震最活跃的地区之一,区域内地震活动具有强度大、频度高、分布广、震源浅、灾害重的特点。2008 年 5 月 12 日汶川 8.0 级特大地震最大烈度达Ⅺ度,截至 2009 年 4 月 25 日 10 时统计,此次地震共遇难 69 225 人,受伤 37 460 人,失踪 17 939 人,直接经济损失达 8 451 亿元^[1]。总结反思“5.12”汶川特大地震的经验与教训,重要观点之一便是认为快速地、准确地、全面地了解灾情对地震应急救援工作至关重要,是政府拟定救灾方案,完成指挥决策,部署救援力量的重要依据^[2]。因此,地震灾情快速上报是应急工作的关键环节。

四川历来重视防震减灾“三网一员”的建设,至上世纪八十年代起逐步建起市(县)-县(市)-乡(镇)-村(组)四级地震群测群防工作网络,不断形成了地震宏观监测网,进行科普知识宣传网,地震灾情速报网三网合一的“三网一员”的工作体系。特别进入了二十一世纪“三网一员”队伍进一步壮大,联络管理机制进一步健全,仅阿坝州一个市州村级联络员达 1 373 名。破坏性地震发生之后,“三网一员”位于灾区最前线,是地震事件的目击者、救灾的参与者,相对于其他民众和媒体机构能以最快的速度、利用更专业的知识、通过成熟的渠道向政府提供大量而有效的灾情信息。

随着无线通信技术和智能终端技术的飞速发展,个人数码助理(Personal Digital Assistant)等无线手持终端的广泛普及,基于无线移动技术的应用成为一个研究热点,与行业需求深度融合趋势日益明显,人们获取信息和服务的方式发生了深刻的变化。同时 GIS、GPS 等在嵌入式技术方面的发展以及与移动互联网技术的结合,使信息无线传输与 GPS 定位识别成为可能,可以在一定程度上基本实现震后 2 h 内的灾情获取^[3]。

四川省地震灾情信息主要通过现场调查、电话上报、短信上报等几种有限的手段进行获取,特别缺乏震后 0~2 h 灾情黑箱期内对信息快速获取

的技术和手段,而且汇集的地震灾情数据零散、片面、重复,不利于后续对灾情规范化的管理和有效地利用,远不能满足地震应急实际工作需要。为了解决上述问题,四川省地震局在汶川地震灾后重建工作中,利用 GSM/GPRS/3G 无线通信技术基于 PDA 建设了一套主要面向四川省“三网一员”的灾情速报系统。

1 系统总体结构

“四川省地震灾情快速上报接收处理系统”是四川省地震局在“5.12”汶川特大地震灾后重建项目中建设的一个集灾情信息采集、分析与发布为一体的综合技术系统。该系统通过基于 PDA 的灾情信息获取、基于 BGAN 网络的灾情信息获取、灾情在线填报、12322 灾情信息获取、手机短信彩信灾情获取、互联网灾情智能检索、基于遥感影像的灾情获取和现场工作组音视频资料获取八种方式对震后灾情信息进行采集汇集,将获取到得灾情信息进行格式化和甄别等预处理,然后通过四川省灾情综合分析处理系统对灾情信息进行综合分析、实时标绘、动态跟踪、灾情事件管理等,最终实现针对不同的发布对象通过不同的发布渠道灾情产品的发布。在八种灾情获取方式中基于 PDA 的灾情信息获取渠道专业、网点分布最广、信息获取最全面,是“四川省地震灾情快速上报接收处理系统”灾情信息的主要来源。

基于 PDA 的灾情速报系统作为“四川省地震灾情快速上报接收处理系统”前端灾情采集源之一,是一套包括信息采集、信息传递和数据处理的综合应用系统,能够打通灾害性地震发生后的灾情信息上报渠道,指导和辅助专业灾情信息上报员采集和编辑地震灾情信息,包括位置信息、属性信息以及图片等,将采集的灾情信息经 GSM/GPRS/3G 移动网络或 Internet 发送至区域灾情处理中心,为抗震救灾工作提供灾情支撑^[4-6]。系统包括灾情采集 PDA 终端和 PDA 中心管理端两个部分。灾情采集 PDA 终端由部署在四川省 21 个市州、151 个区(县)和 1 000 个乡(镇)2 000 余个网点组成,主要沿鲜水河、安宁河、则木河、龙门山、华蓥山、昔格达等重点监视防御区活动断裂带分布。PDA 中心管理端部署在四川省地震局中心机房,与四川省灾情综合分析处理系统实现无缝连接,为其提供准实时地、格式化的灾情信息。

灾情信息的上报流程:灾情采集 PDA 终端经本系统定制的灾情采集 PDA 软件调用摄像头拍摄

灾情照片、调用 GPS 模块自动采集位置信息,提供下拉菜单引导灾报员进行灾情信息的填报,对上述信息进行组合、编码压缩后通过数据通讯模块经 GSM/GPRS/3G 移动网络或 Internet 发送至 PDA 中心管理端;PDA 中心管理端再对灾情信息进行解密和解码,供下一步灾情信息综合分析、信息统计、信息发布等后续处理和分析做准备。

信息发布及指令下达的流程:PDA 中心管理端接收到来自四川省灾情综合分析处理系统的信息发布命令后,立即对信息进行编码,同时对相关指令进行组包,通过数据通讯模块经 GSM/GPRS/3G 移动网络或 Internet 发送至全网灾情采集 PDA 终端的灾情复核及指令接收模块中进行解码,灾报员即可直接查看信息发布和指令内容(图 1)。

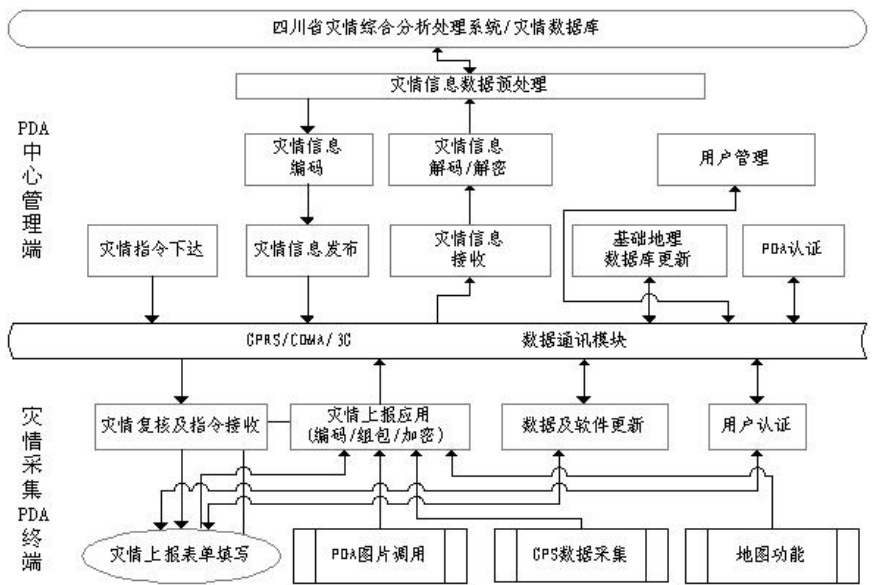


图 1 系统结构图
Fig.1 Framework of system

2 关键点

2.1 灾情分类与编码

震后来自灾区的信息种类繁多,来源广泛,形式多样,为了让前方报灾员准确、快速地填写灾情信息,后方规范、及时地进行灾情信息的处理、发布和使用,在四川地区地震应急工作对灾情信息的应用需求基础上,同时兼顾“三网一员”上报地震前兆信息和接收指令的需求,本文对灾情信息进行了合理、科学的分类。灾情采集 PDA

信息作为灾情信息主要来源之一,其信息分宏观异常、地震灾害(图 2)和动态反馈三个大类,大类包括若干中类,中类细分为不同小类。宏观异常包括地下流体异常、地下气异常、地下油异常、动物异常、植物异常、气象异常、地光异常、地磁异常、其它地象异常等几个中类。地震灾害信息包括震感、人口影响、建筑物破坏、交通破坏、居民生活影响、次生灾害和地面破坏等几个中类。动态反馈信息包括救灾需求和灾情复核两个中类。灾情采集 PDA 上报的信息数据格式由灾情数

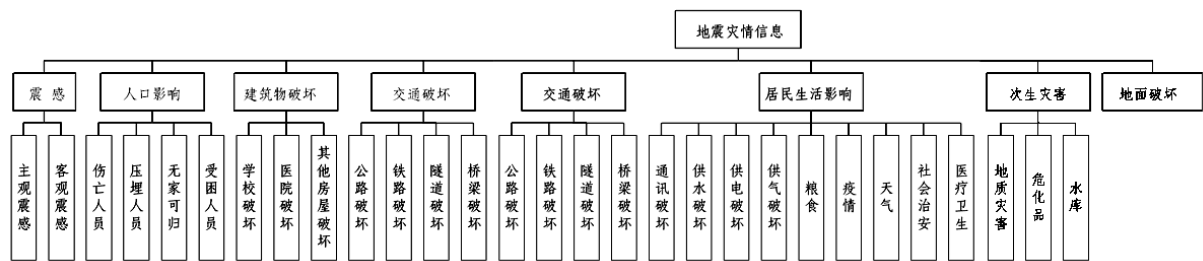


图 2 地震灾情信息分类图示
Fig.2 Classification of earthquake hazard information

据包头和灾情数据包内容体两部分组成，长度及内容随不同的灾情数据类型而相应变化。灾情数据包头编码采用变长方式，主要表达数据加密类型、事件发生时间以及灾情信息分类几个部分内

容，表 1 以宏观异常、人口影响为例说明具体的编码结构，其他信息的编码与此类似。灾情数据包内容体编码主要表达数据长度、数据的种类，灾情信息的具体属性几个部分的内容。

表 1 宏观异常、人口影响编码表
Table 1 Coding of macroscopic anomaly and population effect

一级类别	二级类别	三级类别	编码
原始信息	宏观异常	无	0x0101
原始信息	人口影响	伤亡人员	0x010301
		压埋人员	0x010302
		无家可归	0x010303
		受困人员	0x010304

2.2 离线地图设计

为了节约数据流量，提高系统响应速度和处理效率，保证任何时候都可以正常使用地图功能，灾情 PDA 客户端软件采用了离线地图的方式，即通过 ArcGIS Server 地图服务将地震应急基础数据库中的全省地图以市(州)为单位进行切片，同时每个市(州)生成多个比例尺的切片文件，分别保存在该市(州)灾情 PDA 终端的 SD 存储卡上，以便实现离线地图的缩放显示等应用。当灾报员通过地图点选方式进行报灾时，灾情 PDA 客户端软件直接访问本地离线地图作为底图层，在此基础上进行各类编辑及业务信息的叠加，保证了灾报员快速地上报与地图应用相关的灾情。检测到有最新地图版本，在网络畅通情况下能自动下载本区域内的最新地图并替换现有地图文件，实现地图的在线更新。

3 系统建设内容

3.1 灾情采集 PDA 终端

灾情采集 PDA 终端由灾情 PDA 终端硬件和灾情上报 PDA 终端软件两部分组成。

3.1.1 灾情 PDA 终端硬件

灾情采集 PDA 终端硬件设备采用的是华为 C8600 智能终端，操作系统为 Android OS 2.1，网络制式为 2G CDMA 1X、3G CDMA 2000 EVDO (支持频段 800/1 900/2 400 MHz)，528 MHz 的 CPU 频率，512 MB ROM、256 MB RAM 的机身内存容量，320 万像素后置摄像头，主屏尺寸为 3.5 英寸，主频分辨率为 480*320 像素，带 GPSONE 导航定位功能。

3.1.2 灾情 PDA 终端软件

灾情 PDA 终端软件是一套针对灾情 PDA 定制的终端硬件开发的报灾软件，主要功能是指导、辅助灾情上报人员进行灾情采集、编辑和上报工作，其详细功能如下：

(1) 灾情采集模块。根据预置的灾情分类和灾情内容，对每类灾情的内容描述或分级进行了规范化处理，以下拉菜单的方式展现，灾报员通过表单选择要上报的灾情信息、内容描述或调用照相功能，拍摄灾情图片，点击“上报”，软件就将灾情种类、内容、固定格式的照片以及软件自动采集的报灾时间、报灾地点(经纬度)等要素一起打包、压缩并数据通讯模块上传至灾情 PDA 中心管理端，实现快速报灾。

灾情采集模块以表单的形式为报灾员提供报灾，避免了填写大量文字的信息，表单主要包括：震感信息上报表单、生命线工程灾情上报表单、次生灾害灾情上报表单、人员伤亡灾情上报表单、房屋受损情况灾情上报表单等。

(2) 灾情复核及指令接收模块。接收中心管理端的指令、灾情复核命令，灾报员根据需要对需要深入调查的灾情进行落实，并提交复核结果，提供信息文字、地图描述，可自行设置指令接收方式，震动或者铃声提醒。

(3) GPS 数据采集与处理。灾情 PDA 定制软件启动时自动打开 GPS 定位跟踪，灾报员可根据需求打开或关闭，提供实时位置上报，路径保存，行动路径上报及回放等功能，同时保存的路径定期发送到中心管理端。

(4) 图片调用及地图功能。提供不同分辨率的照片拍摄功能，在灾情上报模式下指定照片的分辨率，分辨率由中心管理端统一设置；可为图

片命名,系统自动给图片打上拍摄时间的标记。根据经纬度信息进行定位,自动在地图上显示震中位置;根据灾报员指定的两点、或多点进行距离测定;根据所在的位置以图文结合的方式提供周边相关的桥梁、次生灾害源等基础信息的情况,可对地图上添加简单标注以及记号,可实现放大、缩小等通用功能。

(5) 基础数据及软件更新。提供对本地属性数据进行更新功能,具有添加、修改、删除等功能,并与中心同步更新功能。报灾过程中,灾情PDA定制软件可向中心端提出请求,下载相关业务数据用于辅助报灾,如:需要填报桥梁受损情况,软件通过获取中心端基础数据为报灾员提供该区域范围内的桥梁名称等相关信息。

软件更新设定(手动更新和自动更新)软件开启之后检测是否有最新版的软件,并自动从中心管理端下载补丁并安装更新,或者通过USB或者蓝牙等方式导入软件离线升级包进行自解压的安装更新。

(6) 用户认证。采用灾情PDA定制软件用户名和密码,手机号码以及手机卡的IMSI码四码一一对应方式进行用户认证,前三码由系统预置,当灾报员第一次使用后从运营商处获取IMSI码,进行四码配对,每次开机要求用户认证,如果认证失败,灾情PDA只能作为普通手机使用,不能通过灾情PDA定制软件进行报灾。

(7) 数据通讯模块。支持GPRS/CDMA两种通讯方式,本系统采用电信CDMA通讯方式,将建立安全的信息传输通道,对信息进行编码、加密,对收到的信息进行解码与解密。

3.2 PDA 中心管理端

灾情PDA中心管理端实现灾情上报信息的接收、解密和解码;对灾情信息和命令信息进行组包、加密和发送以及灾情预处理数据入库,供下一步灾情信息综合分析、信息统计、信息发布等后续处理和分析做准备。

3.2.1 灾情上报信息接收处理

采用GPRS/CDMA或者其它通讯协议,在数据链接基础上建立安全校验机制,建立与PDA客户端的安全通讯链路,对接收的数据包进行检验、解码、解密、验证。实现中心管理端与PDA客户端在灾情信息、震情信息、地震其它业务数据、命令通告等信息的信息交换,把接收到的数据上传到前置数据库。

3.2.2 灾情信息发布及灾情命令下达

对需要发布的灾情信息和命令信息进行组包、加密和发送。需要发布的灾情信息包括:震情信息和辅助分析信息。需要下达的命令包括:灾情上报命令、灾情核实命令和灾情处置核实命令。要求具有提示短信发送功能。

3.2.3 基础数据分发

提供对PDA用户分发数据、图件等。根据PDA手机用户的注册信息自动从基础数据库提取相关位置的基础信息,包括:乡镇一级的行政区划电子地图、重要生命线工程的属性及位置信息、经济与人口相关的信息等,并分发。

3.2.4 用户管理

建立并管理用户资料信息,包括灾情上报员人名、联系方式(电话、住址、工作单位)、登陆用户名、密码。提供用户的新建、验证(只有通过手机短信验证后的用户才能被使用)、信息跟踪、密码修改、删除等操作。实时显示当前登录用户、用户状态等。

3.2.5 PDA 认证

在中心部分,建立证书验证体系,依据数字签名方式提供PDA终端软件认证数字签名,并提供作软件的正版和非修改验证。建立用户的数字证书,提供证书的生成、发放、验证以及销毁。对登录PDA接入部分用户,依据数字证书的验证算法进行检验。在终端软件启动时,要求输入用户名和密码,考虑到紧急情况,缺省可以不输入。

4 “4.20”芦山地震的应用

2013年4月20日8时2分,四川省雅安市芦山县(30°N, 103°E)发生7.0级强烈地震。地震发生后2 min (08:04),系统收到了第一条由灾情采集PDA上报的震感信息,10 min之内,系统陆续收到包括雅安、广元、眉山、乐山、绵阳、遂宁、德阳、宜宾、阿坝、凉山、广安、成都、自贡和甘孜等14个市州上报的110多条灾情信息,涵盖了包括主观震感、学校破坏、人员伤亡、通信信息、房屋破坏、医院破坏、供电信息、治安情况、供水信息及客观震感在内的10种灾害类别。获取到的灾情信息为省委、省政府抗震救灾指挥决策提供了重要依据,有效缩短了灾情黑箱期。

震后3 h四川多地通讯出现严重堵塞和中断现象,系统通过灾情复核、命令下达及用户管理模块全面监控雅安及周边地区灾情PDA信息的上报、

命令反馈和在线轨迹情况,同时多次连线雅安市芦山县、宝兴县和天全县境内的所有灾情 PDA,但连通率为 12%,且无法联系上宝兴县任何一名报灾员。根据这一可靠数据并结合多方消息,四川省地震局立即向省委、省政府及抗震救灾指挥部报告,“宝兴成为通讯孤岛”的结论,建议立即增派救援队伍赶赴宝兴县开展应急救援工作。

地震发生后 72 h 内,系统接收到的有效灾情信息达 1 000 多条。特别是震后救援需求、医疗需求等灾情信息上报为指挥部的人员和物资调动,获取到的现场灾情照片及时地为现场灾害调查工作提供了有力的帮助。

5 结论

通过该系统的建设在四川省形成了一套覆盖面广、专业的灾情速报网络,填补了四川省在地震发生后第一时间灾情获取的空白,但是还存在许多需要进一步解决的问题。本系统作为灾情综合汇集、处理发布系统的前端信息输入源,需要

紧跟灾情识别、灾情处理等技术的发展步伐;同时由于地震现场情况复杂多变,造成灾情信息获取来源、渠道等有诸多的不确定性,系统需要在实践中不断地完善。

参考文献:

- [1] 温玉婷,李宁,刘雪琴,等.汶川地震与唐山地震损失与救助之对比[J].灾害学,2010,25(2):68-111.
- [2] 聂高众,安基文,邓砚.地震应急灾情服务进展[J].地震地质,2012,34(4):782-791.
- [3] 帅向华,郑向,刘钦.基于 SMS/GPS/GIS 地震灾情获取处理技术研究实现[J].震灾防御技术,2011,6(2):164-171.
- [4] 陈维锋,郭红梅,张翼.四川省地震灾情快速上报接收处理系统[J].灾害学,2014,29(2):110-116.
- [5] 何霆.增强型 12322 地震应急信息服务系统[J].华南地震,2012,32(3):107-117.
- [6] 秦娟,蔡辉腾,李光,王宏超.重庆及邻区震后烈度分布评估模型构建[J].地震工程学报,2013,35(2):394-400.