

孙路强, 张春莉, 徐小远, 许可, 2020. 地震综合信息多渠道发布系统设计与实现. 震灾防御技术, 15 (3): 563—570. doi: 10.11899/zzyf20200310

地震综合信息多渠道发布系统设计与实现¹

孙路强¹⁾ 张春莉²⁾ 徐小远¹⁾ 许 可¹⁾

1) 天津市地震局, 地震监测预报中心, 天津 300201

2) 天津市气象局, 天津市突发公共事件预警信息发布中心, 天津 300074

摘要 针对地震速报信息、地震预警信息发布渠道单一, 无法与地震应急成员单位进行及时有效信息的共享问题, 天津市地震局对接市突发公共事件预警信息发布系统、武警总队参谋部和中新生态城智慧城市管理中心, 通过开发综合信息发布平台, 以国际通用预警 CAP 协议数据包的形式向成员单位实时推送地震预警、速报信息, 实现通过电视媒体、预警终端、短信平台发布地震实时信息的目的, 同时各应急成员单位通过地震信息服务系统推送的信息快速生成各单位相应的应急处置方案, 为地震应急救援工作提供依据。

关键词: 地震速报 地震预警 CAP 协议 地震应急

引言

中国地震台网中心于 2015 年通过国家应急广播体系实现了地震信息的快速共享与重大地震信息社会化服务, 在一定程度上提升了地震信息公共服务能力(陶冶等, 2017)。随着信息化水平的不断提高及地震预警工程的有力推进, 社会公众、政府部门对地震信息的快速产出与共享需求更加迫切。地震灾害具有突发性, 可能造成重大人员伤亡、财产损失和社会危害, 危及公共安全及社会稳定。天津市位于郟庐地震带以西, 地处河北平原地震带与张家口-渤海地震带交汇处, 历史上曾发生多次较强地震, 造成相当程度的破坏, 特别是 1976 年唐山地震。天津市地震局针对减灾手段不足、公共服务水平低、震后应急指挥信息缺乏等问题, 设计并建设了地震信息服务系统, 以适应大应急条件下的地震救援需要, 通过政务外网向本市应急成员单位推送地震信息, 并开展应急工作。同时系统将信息同步至市突发公共事件预警信息发布系统, 通过 12379 短信平台、中国气象频道推送给社会公众, 地震预警信息通过该系统向自建预警终端设备推送信息。

本系统借鉴了国家地震台网通过应急广播传输地震信息的宝贵经验, 基于 Python 语言进行开发, 集成了信息推送、快讯生成、信息结果可视化等功能, 同时实现了行业网与政务外网的信息交换, 拓宽了信息服务渠道, 加强了本市地震应急成员单位间的信息互通, 地震应急响应水平得到进一步提升, 符合当前大应急系统下的层层联动思想。

¹ 基金项目 地震科技星火计划项目 (XH20004Y); 天津市地震局局内科研项目 (zd201904)

[收稿日期] 2020-04-19

[作者简介] 孙路强, 男, 生于 1985 年。高级工程师。主要从事台网运维、软件开发、监测领域现代化建设工作。E-mail: lqsun850330@163.com

1 总体架构

根据业务需要及服务对象，本系统由数据访问层、数据处理层、数据传输层及数据应用层组成，总体架构如图 1 所示。

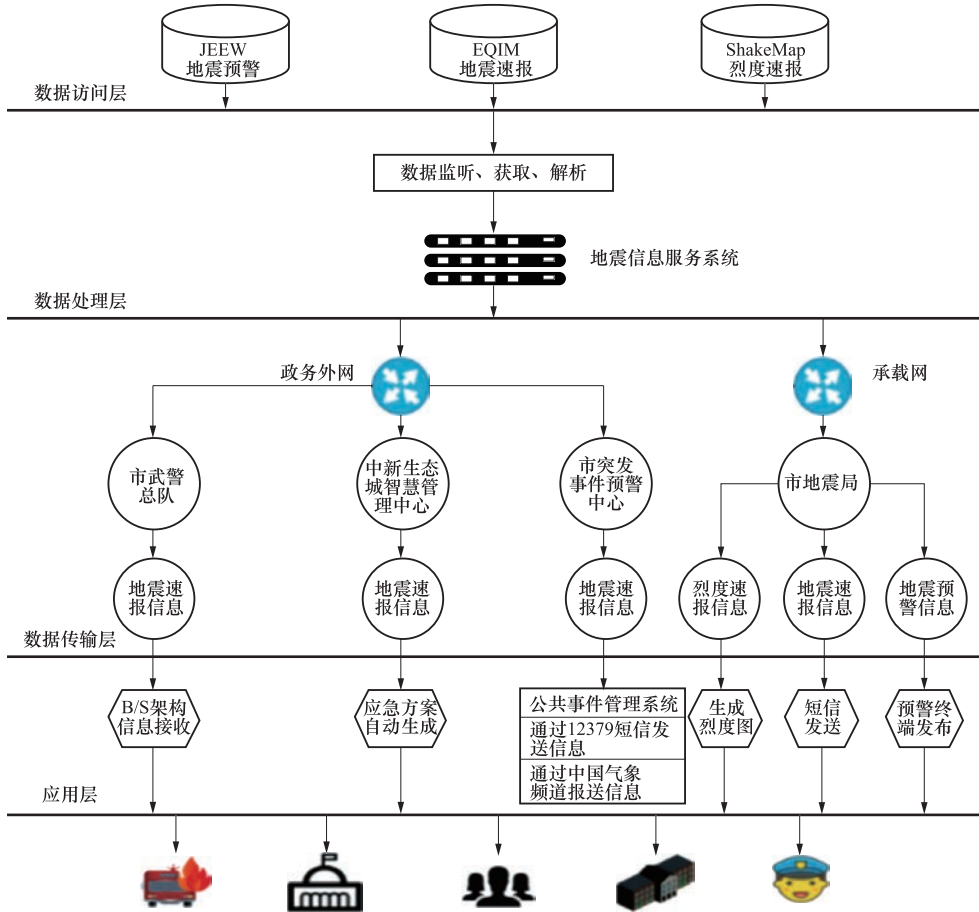


图 1 系统总体架构图

Fig. 1 The overall architecture of the system

数据访问层通过地震信息服务系统内部封装的监听程序，从地震预警系统消息服务、EQIM 地震速报数据库和地震烈度速报系统中自动获取各类地震信息（李敏等，2015），并将实时信息传输至数据处理层，进行判定、分发、传输及图件生成。

数据处理层对地震信息服务系统采集到的各类实时地震信息进行处理，首先根据震级下限条件和地震发生位置选择推送信息；然后对获取的各类地震信息进行入库管理，并对地震正式报信息进行快讯生成处理，用于向应急管理部门和政府发送传真；最后将地震预警信息按国际通用预警协议生成 CAP 数据包并转发。

数据传输层实现地震信息多网同步传输，包括政务外网、承载网与行业专网（李敏等，2018）。通过系统内封装的条件判定程序，以实时数据流的形式将“京津冀”地区发生的地震

通过政务外网向市突发事件预警中心、中新生态城智慧管理中心推送地震速报信息，并通过应用层提供的多种渠道开展地震信息服务。全国范围内的地震速报结果、“京津冀”地区地震烈度估算情况通过政务外网向市武警总队参谋部推送。地震速报信息、预警信息及烈度速报信息通过承载网和专网进行信息传输与发布。

数据应用层包括专业应用服务与社会机构服务，专业应用服务范围包括提供地震速报信息、地震事件、烈度速报信息及地震预警信息等，主要依托短信、B/S 架构数据服务和地震紧急信息终端报警等渠道。社会机构服务范围包括向天津武警总队提供全国范围内的地震速报结果和震中分布图，并接入武警总队指挥系统，作为参谋部指挥救援技术支撑数据来源。推送至天津市突发公共事件预警信息发布系统的地震速报信息通过气象频道、B/S 架构信息推送平台及 12379 专号，向社会公众及各应急成员单位推送信息。在数据应用层上大力推进与智慧城市的融合，地震信息服务系统实现了中新生态城的地震信息推送，当智慧城市指挥中心接收到地震信息后，根据预设条件自动向各应急管理部门推送相应预案，指导地震救援工作（崔满丰，2015）。

2 主要功能设计与实现

天津地震信息服务系统由地震综合信息获取子系统、信息解析处理子系统、信息推送子系统和行业应用子系统组成，系统开发主要采用 Python、PHP 和 JavaScript 语言，数据库采用 MySQL，数据传输采用多网合一、分级传输的方式。

2.1 数据处理机制设计

2.1.1 数据筛选

地震信息服务系统在实时监听业务系统产生的各类信息时，信息解析处理子系统根据系统数据应用层用户的定制需求提供数据筛选，通过判断参考地名和震级条件向市公共事件预警发布中心推送“京津冀”地区震级 ≥ 2.5 级的地震信息。根据天津市地震灾害应急预案设定的震级和震中经纬度条件，向中新生态城指挥中心进行速报信息推送。天津市武警总队作为机动部队，承担全国范围内的应急救援工作，数据处理层针对此需求，筛选全国范围内发生 5 级及以上的地震信息，并通过政务外网提供可视化的地震信息访问服务。

2.1.2 地震预警数据解析

利用 MQTT 传输协议，从地震预警系统默认 1883 端口获取地震预警发布结果，并根据发布协议技术要求中的预警信息 Byte 包结构，快速获取地震三要素和震中烈度估值，根据震中距关系、烈度衰减情况计算各应急点位烈度值和可用预警时间（蔡寅等，2019），地震预警信息包结构见表 1。

表 1 预警信息 Byte 包结构

Table 1 The alert message byte packet structure

序号	名称	类型	大小	内容及说明
1	版本号	uint8	B	版本号
2	信息状态	uint8	B	预警信息状态，1 表示正式发布状态，2 表示演习状态，3 表示测试状态
3	信息 ID	uint16	2B	ID 相同时表示同一地震预警事件

续表

序号	名称	类型	大小	内容及说明
4	发布序号	uint8	B	0 表示取消该地震预警事件, 1 表示地震预警事件开始
5	发震时刻	uint32	4B	绝对 UTC 事件, 年月日时分秒
6	震后时间	uint8	B	发布时间与发震时间的时间差, 单位为 s
7	震中经度	uint16	2B	度×100
8	震中纬度	uint16	2B	度×100
9	震源深度	uint8	B	单位为 km
10	震级	uint8	B	级×10
11	震中烈度	uint8	B	度×10
12	预警等级	uint8	B	1 表示红色等级, 2 表示橙色等级, 3 表示黄色等级, 4 表示蓝色等级

在预警数据解析过程中需完成震级、经纬度和震中烈度信息的提取, 并根据各终端点位经纬度信息, 计算相应震中距、剩余预警时间、预测本地烈度等信息, 以下代码用于计算本地预测烈度:

```

if (mag <= 4.0) { // 震级≤4 的算法
    pga = Math.exp(
        P1_A + P1_B * Math.log(distanceFromCenter_km + P1_R0) +
        P1_C * distanceFromCenter_km + P1_D * mag);
    } else if (mag <= 6.5) { // 震级≤6.5 的算法
    pga = Math.exp(P2_A + P2_B * mag + (P2_C + P2_D * mag) * Math.l
og(distanceFromCenter_km + P2_R0));
    } else if (mag <= 9) { // 震级≤9 的算法
    pga = Math.pow(10, P3_A + P3_B * Math.log10(distanceFromCenter_
km + P3_R0 + P3_C) + P3_D * mag);
    } else { // 其他震级的算法
    // 原代码: pga=2000
    pga = Math.pow(10, P3_A + P3_B * Math.log10(distanceFromCenter_
km + P3_R0 + P3_C) + P3_D * mag);
    }

```

被正确解析的预警信息通过处理加工后, 发送给相应的终端设备或预警终端软件, 为相关预警示范单位提供服务。

2.1.3 CAP 数据包生成

CAP 通用预警协议为简化的标准 XML 数据格式, 适用于各种网络交换灾害紧急预警与公共预警信息 (姚志平等, 2019), 同时适用于各种媒体, 如手机、广播、电视等。CAP 新版本提供了数字签名支持, 为报警系统增加了安全性和身份验证。

本系统在向市突发公共事件预警信息发布平台推送地震速报信息时，数据处理层将满足条件的地震信息按 CAP 协议格式生成数据包，并以 JSON 轻量级数据交换的方式向指定地址端口推送实时数据，JSON 示例如下：

```
"signature": "SourceID+key+identifier",
"identifier": "信息 ID",
"sender": "发布单位",
"senderCode": "单位编码",
"senderName": "签发人",
"sendTime": "2019-08-10 12:20:00",
"status": "Actual",
"msgType": "Alert",
"eventType": "11B17",
"severity": "Yellow",
"headline": "地震信息标题",
"description": "地震信息内容",
"sendGroups": {
    "groupId": "123456",
    "pri": "0"
}
```

2.2 信息发布设计

测震台网在地震发生后分阶段依次产出地震预警信息、人工速报信息和烈度速报信息等，并根据地震灾害应急预案要求，向地震应急现场队、应急成员单位和社会公众发布地震信息，地震信息服务系统通过短信、网络、应急平台、地震预警终端发布信息。

2.2.1 地震短信发布

通过地震信息服务系统短信发布子系统实现地震信息的靶向推送，根据人员群组，推送不同范围和震级条件的地震信息，同时地震预警信息按分组人员位置信息判断剩余处置时间等，具备向震情值班室推送地震快讯的功能（赵国峰等，2014a，2014b；王琛等，2018）。地震信息推送时效较高，可在 2—3s 内完成全体地震应急人员的信息推送，短信发布子系统界面如图 2 所示。

2.2.2 Web 界面发布

基于 PHP 语言，在地震信息服务系统信息发布功能中增加 Web 发布界面，可通过 Web 界面获取中国地震台网发布的所有正式报信息，同时基于天地图 API 完成二次开发（李兆隆等，2019），提供最新 10 条地震震中分布图，“京津冀”地区可详尽到村镇级别。由于各单位采用政务外网的方式访问 Web 信息发布界面，因此需采用 Openlayers 离线加载天地图的方式实现该功能，地震信息 Web 发布界面如图 3 所示。

2.2.3 电视媒体发布

地震信息服务系统除依托自身发布渠道开展地震信息服务外，同时能向天津市突发公共事件预警信息发布系统自动推送“京津冀”地区地震信息，突发公共事件系统与中国气象频道存在信息推送接口，借助此渠道实现了电视媒体推送地震信息的目的，地震正式报信息产

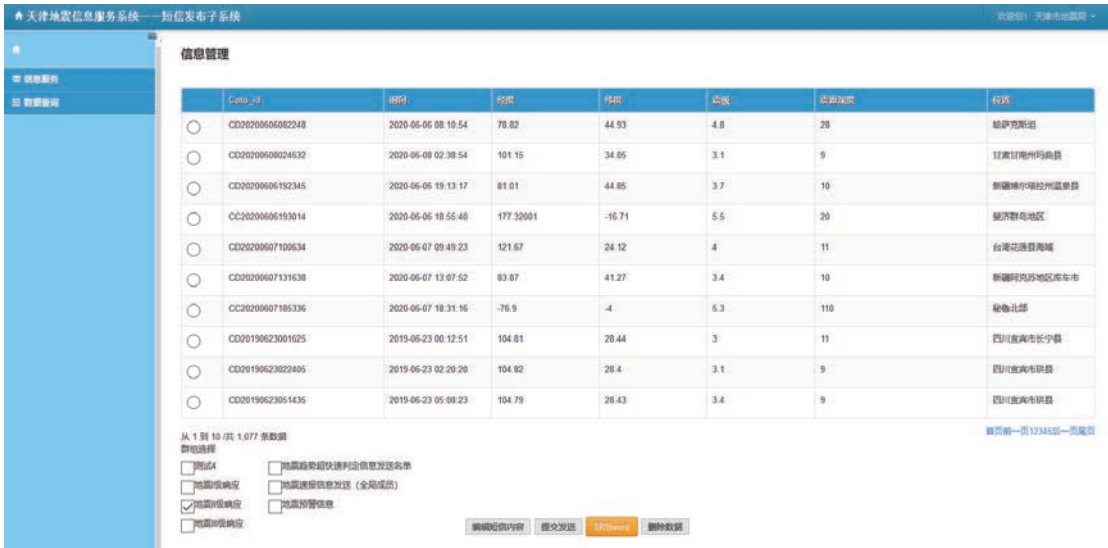


图 2 地震信息服务系统短信发布子系统

Fig. 2 Short message issuing subsystem of seismic information service system



图 3 Web 发布子系统界面

Fig. 3 Web publishing subsystem interface

生后, 会实时同步至突发公共事件系统, 并以电视下方拉滚的方式实时滚动信息。2019 年 12 月 03 日河北怀安 $M3.4$ 地震电视发布界面如图 4 所示。



图 4 电视媒体发布地震信息界面

Fig. 4 The seismic information interface released by TV media

3 结语

天津地震信息服务系统建设完成后, 实现了地震信息的分级服务、超快推送、多点覆盖, 并做到多网络、多途径的信息服务, 与天津市多家应急成员单位实现地震信息共享。中新生态城智慧城市管理中心利用快速获取的地震信息, 自动启动地震应急预案生成系统, 对于地震综合应急工作意义重大。该系统自 2019 年 1 月投入使用以来, 共推送地震速报信息 18 次、地震预警信息 7 次, 通过短信、电视、预警终端积极开展地震信息社会化服务, 使地震应急联动机制更成熟。天津地震信息服务系统将推进与应急广播、区级广播电视台的合作, 进一步扩大地震信息社会服务范围, 提高全民地震应急意识。

参考文献

- 蔡寅, 张明, 赵瑞等, 2019. 地震预警信息快速发布系统研究. 震灾防御技术, 14 (1): 247—258.
- 崔满丰, 2015. 地震信息传播平台综合服务分析. 震灾防御技术, 10 (2): 361—366.
- 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. 地震研究, 38 (4): 668—673.
- 李敏, 郑川, 李永强, 2018. 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. 地震研究, 41 (1): 139—147.
- 李兆隆, 吕佳丽, 郑川等, 2019. 云环境下的云南地震应急指挥技术软件系统设计与实现. 地震研究, 42 (2): 196—203.
- 陶冶, 侯建民, 陶鑫, 2017. 国家应急广播地震信息专用接口的开发与实现. 地球科学前沿, 7 (6): 724—731.
- 王琛, 章熙海, 肖飞等, 2018. 基于 12322 平台的江苏省地震应急灾情速报系统的设计与应用. 震灾防御技术, 13 (2): 471—479.
- 姚志平, 谢勇, 王洋等, 2019. 基于 CAP 标准协议的“吉林预警发布”多媒体智能 App 设计. 气象灾害防御, 26 (4): 30—33.

- 赵国峰, 李丽, 李永红等, 2014a. 12322 地震速报短信服务系统设计与实现. 地震研究, **37** (1): 157—162.
- 赵国峰, 李鑫, 李丽等, 2014b. 中国地震信息网速报信息实时同步设计与实现. 震灾防御技术, **9** (2): 310—316.

Design and Implementation of Multi-channel Release System of Seismic Comprehensive Information

Sun Luqiang¹⁾, Zhang Chunli²⁾, Xu Xiaoyuan¹⁾ and Xu Ke¹⁾

1) Tianjin Earthquake Agency, Earthquake Monitoring and Prediction Center, Tianjin 300201, China

2) Tianjin Meteorological Bureau, Public Emergency Warning Information Release Center, Tianjin 300074, China

Abstract In view of the problem that the channels for the release of earthquake quick report information and earthquake early warning information are single and cannot be shared with the member units of earthquake emergency response in a timely and effective manner. Tianjin Seismological Bureau established relation with Tianjin public emergency early warning information release system, the general staff of the armed police force and the smart city management center of Zhongxin ecological city. Through the development of comprehensive information release platform and the use of international common early warning cap protocol data package to push real-time earthquake early warning and quick report information to the above member units, real-time earthquake information is released through TV media, early warning terminal and SMS platform. At the same time, all emergency member units quickly generate corresponding emergency plans through the visualized seismic information system to provide the basis for earthquake emergency rescue work.

Key words: Earthquake rapid report; Earthquake early warning; CAP protocol; Earthquake emergency