

文章编号:1671-5942(2014)03-0055-04

大震应急与科学产品的自动产出 ——以巴东 5.1 级地震为例^{* 1}

刘 坚¹⁾ 李盛乐¹⁾ 戴 苗²⁾ 刘珠妹¹⁾ 陈晓琳¹⁾

(1) 中国地震局地震研究所(地震大地测量重点实验室), 武汉 430071

(2) 湖北省地震局, 武汉 430071

摘要 基于中国地震信息网站最新地震速报数据, 采用自编程序, 实现了地震应急与科学产品的后台自动加工处理与自动发布。以巴东 5.1 级地震为例, 说明用该方法提供的地震科学产品与应急服务具有较强的时效性、可行性和可靠性。

关键词 地震科学产品; 大震应急; 产品加工; 自动发布; 巴东 5.1 地震

中图分类号:P315.9 文献标识码:A

EARTHQUAKE EMERGENCY AND AUTOMATIC PROCESSING OF SCIENCE PRODUCTS——TAKING Ms5.1 EARTHQUAKE OF BADONG AS EXAMPLE

Liu Jian¹⁾, Li Shengle¹⁾, Dai Miao²⁾, Liu Zhumei¹⁾ and Chen Xiaolin¹⁾

(1) Key Laboratory of Earthquake Geodesy, Institute of Seismology, CEA, Wuhan 430071

(2) Earthquake Administration of Hubei Province, Wuhan 430071

Abstract To provide earthquake science products and emergency services for the community promptly after earthquakes, automatically processing and posting of earthquake science products and emergency services are realized through self-programming, based on China Seismic Information website. The example of Ms5.1 of Badong Earthquake indicates that the earthquake science products and emergency services offered by the method are feasible and reliable.

Key words: earthquake science product; earthquake emergency; product processing; automatic publishing; Badong Ms5.1 earthquake

震后地震信息需要在第一时间精准快速发布, 目前比较成熟的方式是基于 Web 的地震速报信息自动发布^[1] 和地震信息微博自动发布^[2]。但上述方式仅仅是对地震信息的最基本描述, 即发震时刻、地点、震级大小及震源深度等, 政府管理部门还需要得到更多的信息或地震科学产品, 为地震应急、救灾提供科学支持与专业指导^[3]。

现有的震后产品的加工与发布皆是通过人工编辑完成的, 存在容易错漏、时效性差等缺点。我们基于中国地震信息网站最新的地震速报数据, 自编程序, 实现了地震应急与科学产品的自动处理与自动发布。并以巴东 5.1 级地震为例, 说明本方法所提供的地震科学产品与应急服务具有较强的时效性、可行性和可靠性。

* 收稿日期:2014-03-13

基金项目:中国地震局地震研究所所长基金项目(13201326138)。

作者简介:刘坚,男,1978 年生,硕士,主要从事地学信息、监测及遥感应用研究工作。E-mail:linefanliu@163.com。

1 总体技术思路

使用程序实现产品加工与发布主要有两种方式:将欲发布的内容直接生成静态 HTML 文件,或将信息存入数据库,用户访问时,从数据库里读出数据生成动态页面。针对震后应急的时效性、瞬时访问量大等特点,生成静态页面的方式比较稳定可靠^[4]。由此,我们选用该方式来实现大震应急与科学产品的自动加工与自动产出,如图 1。

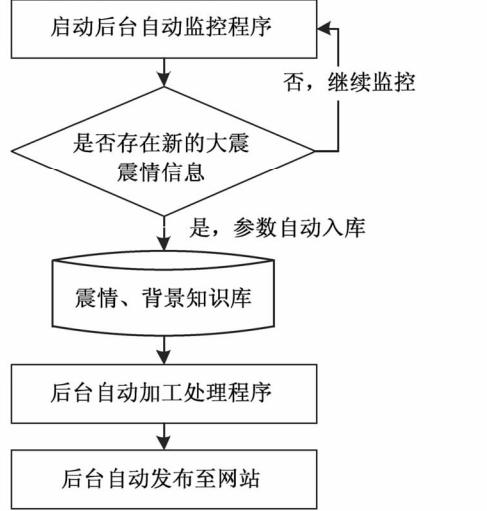


图 1 系统功能流程

Fig. 1 Flow chart of system function

本系统主要功能包括:

1) 实时接受中国测震台网地震速报信息,判断是否符合大震条件与标准,生成地震信息的基本要素参数。

2) 后台产品加工与处理,包含震中位置图、地震波在地面及地球内部传播过程演示、震中附近烈度与加速度分布、震中周边过去 1 年 5 级以上地震分布图、震中附近 5 级以上地震 M-T 图、地震震源机制解等。

3) 将地震三要素信息、产品图文信息自动生成静态网页文件,在网站二级模板中自动生成一条震情信息列表和最终三级产品显示页面。

2 原理与实现

2.1 模式设计

中国地震信息网是面向互联网应用,前台页面采用 B/S 体系结构,后台数据加工与处理采用 C/S 体系结构,即前台用户可以通过浏览器随时随地地访问网站服务器,后台实时自动高效地进行处理运算。

2.2 数据结构设计

在数据库结构设计中,根据功能需要,在 Mysql 中建立 Seismic 数据库,在库中建立 Catalog(表 1)和

quakeLast(表 2)两个数据表,并确定每个表的字段与字段类型。另外,产品加工需要大量背景资料的支撑,特别是与历史地震比较,相关性分析时涉及众多知识库,其建设与此类似,不一一赘述。

表 1 地震目录参数信息表

Tab. 1 Information table of earthquake parameters

含义	字段	类型	主键
目录 ID	id	VARCHAR(40)	Yes
地震类型	Eq_type	VARCHAR(40)	
发震时刻	O_time	DATE	
震中纬度	Epi_lat	NUMBER(10,5)	
震中经度	Epi_lon	NUMBER(10,5)	
深度(km)	Epi_depth	NUMBER(5,1)	
震级	M	NUMBER(4,2)	
中文震中地名	Location_cname	VARCHAR(128)	
英文震中地名	Location_sname	VARCHAR(128)	
地震名字	Eq_name	VARCHAR(128)	
备注	Remark	VARCHAR(128)	

表 2 最后监控标记表

Tab. 2 The last monitoring marks

含义	字段	类型	主键
监控最后一次大震的标记时间	LastDate	DATE	Yes

2.3 设计实现

1) 监控测震台网速报信息模块。监控测震台网速报信息采用 C# 语言编写,该程序通过监控网站服务器的固定数据端口,解析接收到的数据流,过滤掉小震,对符合自定义大震标准的地震进行处理。解析完成后,将地震参数信息存入数据表中的指定字段^[5],将日志写入监控日志表(图 2)。

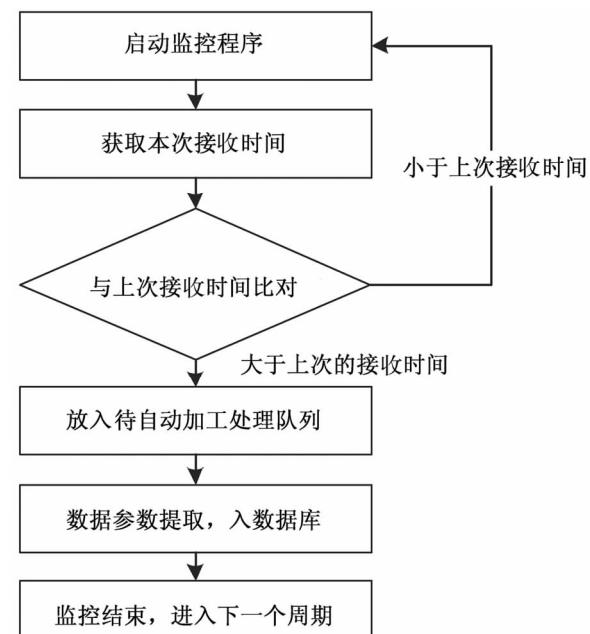


图 2 监控大震速报信息流程

Fig. 2 Flow chart of quick report

2)产品加工与处理功能模块。该模块加工与处理的产品种类较多,这里仅针对几个主要的产品加工过程进行描述:

①地震震源机制解。我们用 SH 波和 P 波振幅

比确定震源机制解,因基于 CAP、F_K 等方法确定的震源机制解有较高的可信度,所以本系统得到的结果将与它们进行比较。图 3 为利用本程序自动产出的 2013 年 12 月巴东 5.1 级地震的震源机制解。

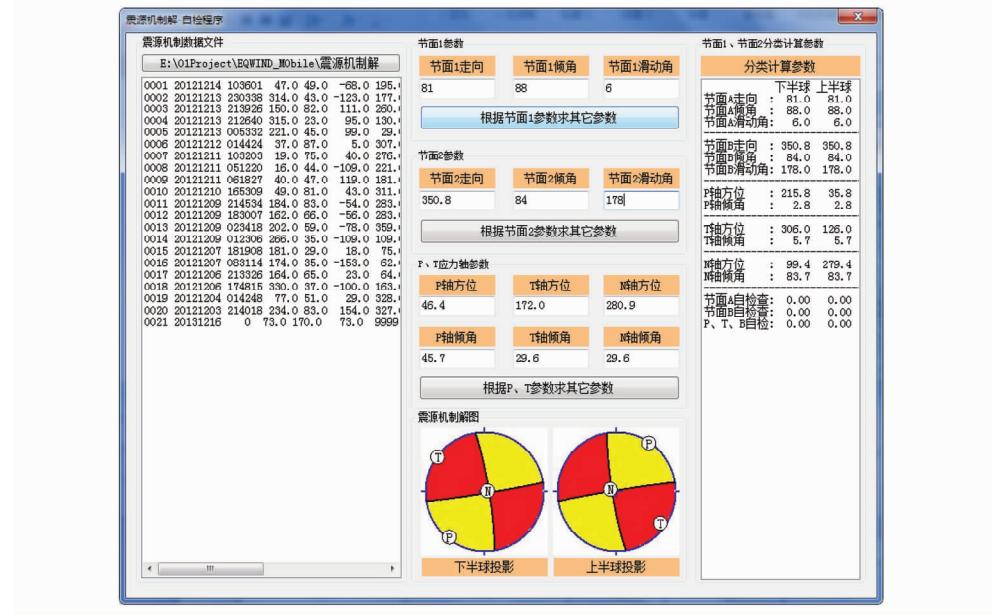


图 3 震源机制解算结果

Fig. 3 The focal mechanism solution

②震中烈度与加速度。表 3 为自动产出的该地震震中附近烈度与加速度。

表 3 巴东 5.1 级地震震中附近烈度与加速度

Tab. 3 Intensity and accelerometer in the epicenter area

编号	地名	距离/km	烈度	加速度 10^{-2}ms^{-2}
01	震中附近	0.0	6.4	376.3
02	约 3.3 km	3.3	6.0	190.6
03	湖北老巴东	7.8	5.6	101.3
04	约 17.2 km	17.2	5.0	41.1
05	湖北老秭归	30.2	4.4	18.0
06	湖北兴山县	37.4	4.2	12.7
07	约 44.7 km	44.7	4.0	9.4
08	重庆巫山县	48.8	3.9	8.1

3 自动产出结果与实际结果的比较

3.1 烈度分布比对

现场考察给出的巴东 5.1 级地震野外考察结果为: 极震区烈度Ⅶ度, 等震线长轴呈近东西-西北西走向展布, Ⅵ度区及以上总面积为 251 km^2 ; Ⅶ度区整体呈椭圆状, 长轴走向 NWW-SEE 105° , 长轴约 3.9 km, 短轴约 2.4 km, 面积约 7.7 km^2 ; Ⅵ度区整体呈西细东粗的椭圆状, 长轴走向近东西向, 长约 21.4 km, 短轴近南北向, 长约 13.6 km, 面积 251 km^2 。

结合表 3, 理论计算值与野外考察结果的比较情况见表 4。从表 4 可见, 理论值与实际调查值误

差较小,能够满足政府、地震灾害管理部门对地震应急、地震救灾等工作的需求。

3.2 震源机制解比对

与文献[6]震源机制解算结果的比较见表 5。由表 5 可见,二者在走向、倾角、滑动角等方面相差在 $\pm 3^\circ$ 内, 滑动类型解算结果基本一致, 说明震后快速自动产品加工是可行的。

表 4 烈度分布结果对比

Tab. 4 Comparison of the intensity distribution of results

比较项	理论值计算	现场调查	相差
震中附近烈度值	6.4	Ⅶ度	-0.6
Ⅶ度区面积估算	$1.5 \times 1.5 \times 3.14 = 7.06$	7.7	-0.64
Ⅵ度区面积估算	$8.5 \times 8.5 \times 3.14 = 226.86$	251	-24.14

表 5 震源机制解结果对比

Tab. 5 Comparison of the focal mechanism solution

比较项	自动计算结果	文献[6]的结果	相差
节面 I 走向	81°	82°	-1°
节面 I 倾角	88°	85°	3°
节面 I 滑动角	6°	4°	2°
节面 II 走向	350.8°	350°	0.8°
节面 II 倾角	84°	86°	-2°
节面 II 滑动角	178°	176°	2°
滑动类型	逆断层	逆冲成分走滑断层	基本一致

3.3 时效性比较

以上 14 类震后产品加工通过程序计算并发布,

整个过程在震后 2~3 min 内完成,不需要人工干预,极大地提高了时效性。

4 结语

该系统运用网络、软件编程、网站及数据库等技术,实现大震的自动监控、参数信息自动入库、后台产品自动加工产出,并第一时间在中国地震信息网站上发布国内外大震的震情产品信息,可为政府部门及时提供地震应急的地震科学产品。

目前,该系统仅仅具备后台发布至网站的功能,今后将运用微博、微信等新媒体方式,开发推送发布至移动手机客户端功能,进一步完善大震应急与科学产品自动产出系统。

参 考 文 献

- 1 郑黎辉,叶应树,洪星. 基于 WEB 的地震速报信息自动发布系统的设计与实现[J]. 内陆地震,2009,23(3):368–375. (Zheng Lihui, Ye Yingshu, Hong Xin. Design and realization of web-based automatic publishing system for earthquake rapid report[J]. Inland Earthquake,2009,23(3):368–375)
- 2 叶佳宁,何霆. 地震信息微博自动发布系统的设计与应用[J]. 华南地震,2012,32(2):82–87. (Ye Jianing, He

(上接第 54 页)

出的,且这个源可能就是地震的震源,与前述的其他异常相比是最可能的震前异常。

4 结 论

对巴东 5.1 级地震前、震中附近 400 km 内的观测数据进行分析,从不同异常识别方法识别的结果来看,此次地震只有安康台垂直摆倾斜观测东西分量在震前出现原始数据异常;潮汐因子异常出现在石柱黄水台和宜昌台的个别测项;小波分解细节的异常出现在万州天星和宜昌台应变观测东西分量的细节第 9 阶,该异常幅度较大,两个台站的异常形态相同,台站距震中的位置和出现异常的测项也基本一致,因此有可能反映了震前震源区地壳介质在震前出现了一个微变形的过程。由于震中附近 100 km 内仅有宜昌一个观测点,此次地震的震级也仅为 5.1 级,因此仅凭这些异常还无法准确获得震中的位置。

参 考 文 献

- 1 蔡惟鑫,等. 中国第三代地壳形变连续观测技术-地壳形变连续观测台网数字化网络系统[J]. 地壳形变与地震,

Ting. Design and application of earthquake message microblog mutomatic release system [J]. South China Journal of Seismology,2012,32(2):82–87)

- 3 彭愿,吴阿丹,李胜乐. 中国地震前兆台网观测曲线动态展示[J]. 大地测量与地球动力学,2012,32(增):49–52. (Peng Yuan, Wu Adan, Li Shengle. Dynamic display of observation curve on china earthquake precursor network [J]. Journal of Geodesy and Geodynamics,2012,32(supp):49–52)
- 4 鹿江春,鄢爱兰,李丽华. 基于 ASP 的信息自动发布系统的设计与实现[J]. 南华大学学报:自然科学版,2005,19(1):88–90. (Lu Jiangchun, Yan Ailan, Li Lihua. Design and implementation of news publishing system based on ASP [J]. Journal of Nanhua University:Science and Technology,2005,19(1):88–90)
- 5 胥永康,吴志杰,岳筱玲. 基于客户/服务器的应用软件自动发布系统[J]. 信息与电子工程,2004,2(3):200–203. (Xu Yongkang, Wu Zhijie, Yue Xiaoling. Application software auto-issuing system based on client/server [J]. Information and Electronic Engineering,2004,2(3):200–203)
- 6 Chen Junhua, et al. Study on the focal mechanism of the M 5.1 Badong earthquake in Hubei [J]. Geodesy and Geodynamics,2014,5(1).

1997(1):103–108. (Cai Weixin, et al. Third generation techniques for continuous observation of crustal deformation in China [J]. Crust Deformation and Earthquake,1997(1):103–108)

- 2 中华人民共和国地震行业标准 DB/T 45–2012. 地震地壳形变观测方法 地倾斜观测[S]. (The Seismic Industry Standard of the People's Republic of China DB/T 45–2012. The method of earthquake-related crustal deformation monitoring—Crustal tilt observation[S])
- 3 中华人民共和国地震行业标准 DB/T 46–2012. 地震地壳形变观测方法 洞体应变观测[S]. The Seismic Industry Standard of the People's Republic of China DB/T 45–2012. The method of earthquake-related crustal monitoring—Crustal strain observation in horizontal tunnel[S])
- 4 李正媛,等. 川滇强震震源区形变潮汐短临变化特征[J]. 大地测量与地球动力学,2003(2):55–60. (Li Zhengyuan, et al. Short-impending deformation tide variation features of strong earthquake source area in Sichuan and Yunnan [J]. Journal of Geodesy and Geodynamics,2003(2):55–60)
- 5 张燕,吴云. 小波分析在地壳形变资料处理中的应用[J]. 地震学报,2004(1):59–63. (Zhang Yan, Wu Yun. Application of wavelet analysis to crustal deformation data processing [J]. Acta Seismologica Sinica,2004(1):59–63)