

张伟,谭庆全,刘英华. 2024. 地震应急响应信息自动推送功能设计与实现. 中国地震, 40(4): 899~906.

# 地震应急响应信息自动推送功能设计与实现

张伟 谭庆全 刘英华 郁璟贻

北京市地震局, 北京 100080

**摘要** 为提高地震应急响应的时效性和应急信息服务能力,整合现有地震速报信息共享服务系统、快速评估系统、自动触发监控系统的功能,通过相关应用接口设计开发,实现了关联地震应急预案的地震应急响应信息自动提取与打包推送,确保应急人员第一时间获取所需的地震应急响应信息。相关功能在北京市本地化地震应急平台集成应用以来,在多次地震应急处置过程中提供了快速准确的信息服务,取得良好应用效果。

**关键词:** 地震应急 地震速报信息共享服务系统 快速评估系统 信息推送

[文章编号] 1001-4683(2024)04-0899-08 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

## 0 引言

北京处于华北平原地震带、山西地震带和张家口—渤海地震带的交汇部位,活动断裂发育,历史上曾发生多次地震事件。长期以来,以北京为核心的首都圈地区被列为全国地震重点监视防御区。当前,华北地区震情形势严峻复杂,北京所处的地震构造位置和历史地震背景决定了北京地区未来始终存在发生强烈地震的危险(刘桂萍,2024;郁璟贻等,2022b)。近年来,北京及周边地区有感地震频发,地震应急响应的次数有所上升。

地震发生后,应急响应信息的发布十分关键,建立深度融合、顺畅高效的应急值守模式,可以进一步提升应急处置水平。在应急处置要求不断提高的新形势下,中国地震台网中心综合考虑震前应急准备和灾后应急处置场景,建立灾情推送与信息准实时服务平台及终端,实现了7级以上大地震灾情信息全时程服务(刘钦等,2023);四川省地震局构建基于Android智能手机的移动应用系统,为地震应急决策服务提供移动端应用支持,提升地震应急工作的联动性和协同性(李兴泉等,2021);浙江省地震局结合API混合加密和数据源监控技术,设计开发震情值守信息服务平台,实现了地震信息的多渠道发布和接收,增加了地震信息服务产品种类(吴凌杰等,2022);福建省地震局利用MQTT协议和企业微信接口的开发,实现了地震专题图的自动生成和推送(郑韵等,2021);安徽省地震局利用基于Python的文件扫描技术和企业微信API二次开发,实现了各类地震应急产出信息的跨平台推送(马

[收稿日期] 2024-04-09 [修定日期] 2024-10-25

[项目类别] 应急管理部重点科技计划项目(2024EMST040408)、北京市地震局面上项目(BJMS-2024002)、地震科技星火计划攻关项目(XH23001B)和北京市科技计划项目(Z231100003823035)共同资助

[作者简介] 张伟,男,1978年生,工程师,主要从事地震速报相关工作。E-mail: vich@bjseis.gov.cn

谭庆全,通讯作者,男,1980年生,正高级工程师,主要从事地震应急领域的应用研究。

E-mail: tanqq@bjseis.gov.cn

彝等,2018);北京市地震局基于 Android 移动终端开发的应急 APP 具有地震快速触发、灾害快速评估、应急指挥调度、辅助决策、日常运维管理等功能(郁璟贻等,2022a)。上述应急信息服务功能的实现,对提升地震应急信息服务保障能力发挥了重要作用。

综合分析认为,现有的地震应急信息快速推送功能仍存在一些不足,主要表现在:①第一时间推送的信息主要是地震参数信息,未体现震区基本情况、地震灾害快速评估结果和重点应急图件等(这些信息需要后续人工处理完成后再进行推送);②推送的信息主要是现有技术系统产出结果,与地震应急预案关联性差,未能第一时间为应急人员提供行动指南;③推送内容往往需要人工审核或人工编辑发送,自动化程度有待进一步提高。为提高地震应急响应信息自动推送功能的实用性,在实现基于地震速报信息共享服务系统(EQIM)地震应急自动触发软件的基础上(张伟等,2023),进行相关应用接口的设计与功能开发,关联地震应急预案,提取评估系统的计算结果,针对不同应急应用场景和信息模版,自动生成应急响应信息并自动推送到应急工作群,从而为地震应急处置提供更快捷有效的技术支撑与信息服务。

## 1 系统设计

### 1.1 业务流程设计

监控软件实时读取 EQIM 软件中的地震速报信息,当获取到新的地震速报信息时,结合应急预案进行数据解析并判断是否满足启动应急条件。若满足条件则自动触发快速评估软件,评估完成后,结合信息模版要求,由信息提取与打包接口自动生成要推送的应急响应信息,最后调用企业微信机器人接口向企业微信应急群完成应急响应信息的推送。整个系统工作流程无需人工干预,可全自动运行(图 1)。

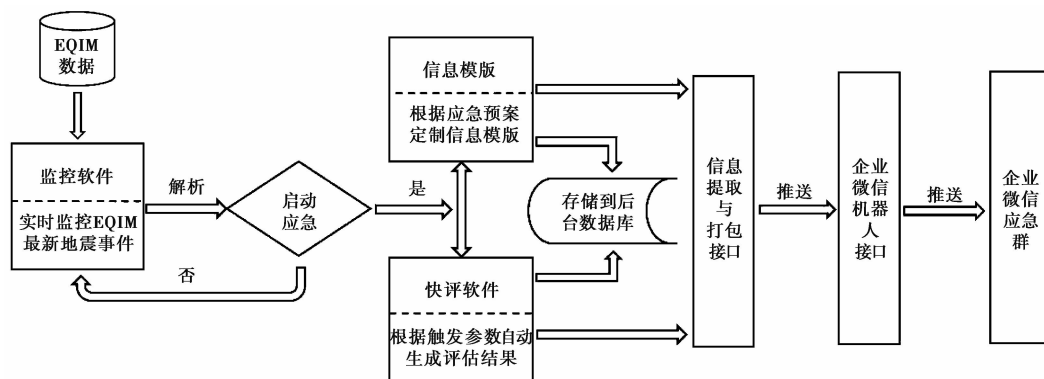


图 1 业务流程

### 1.2 数据内容设计

自动推送的应急响应信息主要有以下 3 种数据类型和来源:①基于 EQIM 软件获取的地震基本参数信息,为结构化数据,通过 JSON 格式编码后存储调用;②基于监控触发软件获得的关联预案的启动应急信息和震区基本情况,为非结构化数据,以文本文件的形式存储和调用;③基于离线式地震灾害快速评估与应急制图软件(谭庆全,2023)产出的地震灾害快速评估结果和应急专题图,为标准格式的 WORD/PDF 文档或 PNG/JPEG 图片,供应用接

口直接调用和发送。上述三类数据生成完成后,结合信息模版的要求,根据需要自动提取生成应急响应信息或应急产品,并推送至企业微信应急群。所涉及的数据内容信息的关联与属性如图 2 所示。

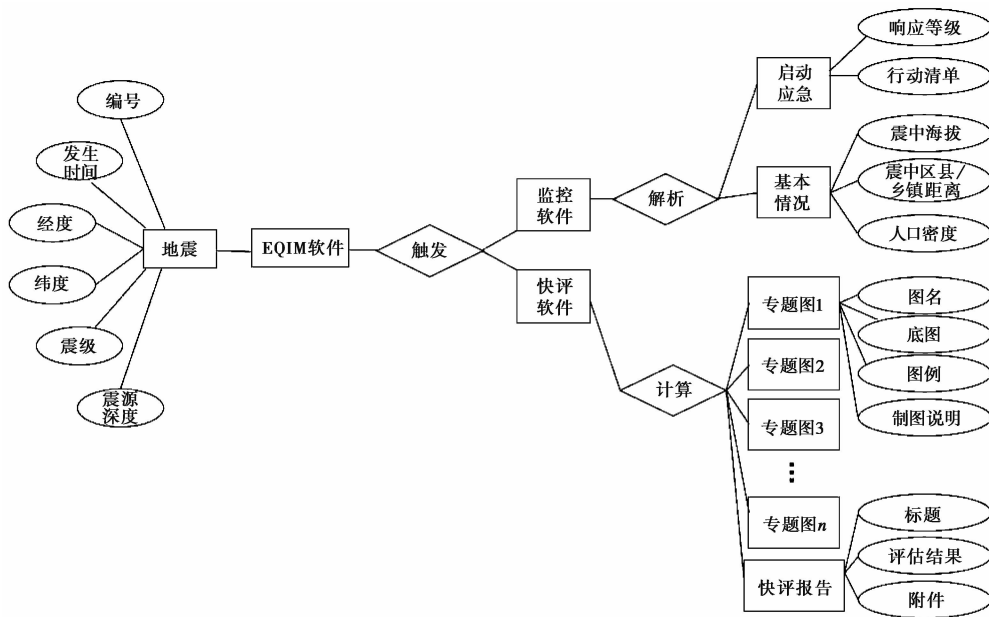


图 2 信息关联属性

### 1.3 系统架构设计

整个推送功能的实现充分利用现有软、硬件条件,通过应用接口的开发和部分软件模块的功能升级,整合现有地震速报信息共享服务系统、地震快速评估系统、自动触发监控系统的功能,实现各系统有效衔接和联动,满足更多应急场景的应用需求。

系统总体架构分为用户层、业务应用层、数据层和基础设施层,如图 3 所示。用户层主

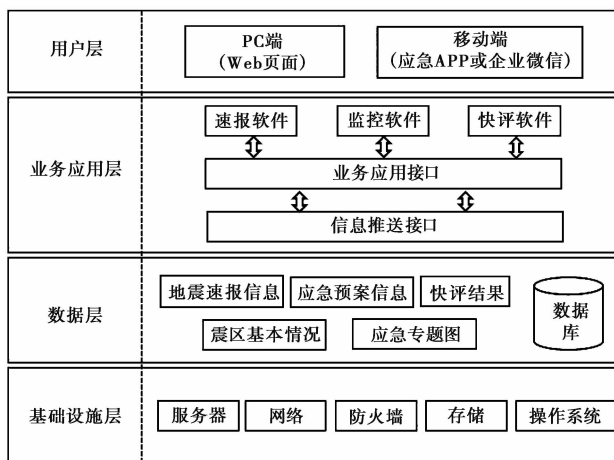


图 3 系统架构

要是面向最终用户的应急响应信息的展示,包括 PC 端(Web 页面)和移动端(应急 APP 或企业微信);业务应用层主要由现有的速报软件、监控软件、快评软件等业务软件及开发定制的应用接口组成,实现应急响应信息生成、提取、打包、推送等核心功能;数据层是对数据内容设计部分的实现,包括各类中间结果数据及最终推送数据的存储与管理;基础设施层主要是服务器、网络、防火墙、存储、操作系统等基础的软、硬件资源。

### 1.4 系统功能设计

系统主要功能分为三大类:后台服务功能、应用接口功能和设置管理功能(图4)。其中,后台服务功能主要是利用现有的软件和数据资源,为相关数据获取和应急产品的生成提供支撑服务,包括 EQIM 软件、快速评估软件、应急基础数据库相关的服务;应用接口功能根据实际需要定制开发的接口与服务,主要实现 EQIM 监听、快速评估软件触发、数据解析与应急产品生成、应急响应打包与推送等功能;设置管理功能是系统运维管理人员基于可视化界面对系统主要参数进行配置管理的功能,主要实现后台服务地址管理、根据应急预案进行响应条件管理、根据应急需求进行信息推送内容管理、接收应急信息的用户管理等功能。

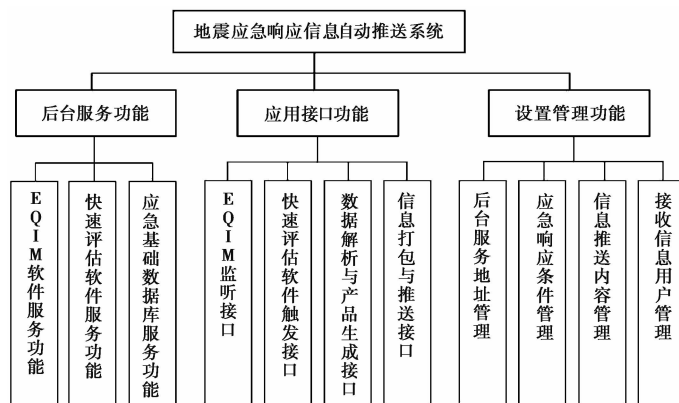


图4 系统主要功能

## 2 关键技术及实现

### 2.1 EQIM 实时监控与自动触发

2022 年北京市地震局研发了基于 EQIM 的地震应急指挥技术系统自动触发监控软件(张伟等,2023),该软件可自动监控地震速报系统的最新地震事件,当监测到满足条件的地震事件时,自动向应急指挥中心的应急工作平台、中控系统及其他关键业务系统发送控制指令,实现地震快速评估报告、应急专题图件自动产出以及应急指挥技术系统自动启动,从而达到高效应急的目的。

在此基础上,新增关联预案的应急启动判定及震区基本情况计算模块,当监测到的地震速报信息满足启动应急的条件时,自动计算震区基本情况,并将相关应急信息推送给应急人员。图5为启动应急条件的设置界面,系统可以设置多条判定规则,当满足多条规则时采取就高原则启动应急。

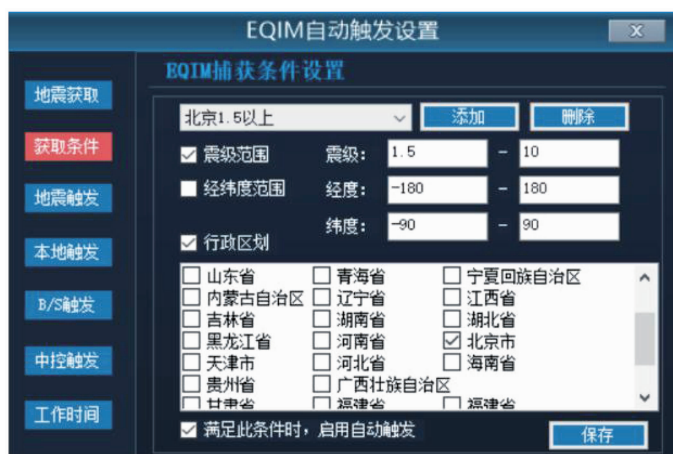


图5 启动应急条件设置界面

## 2.2 定制推送信息模版

根据地震应急预案和应急工作需求设计推送信息模版,实现地震速报信息、启动地震应急信息、震中基本情况、快速评估报告和地震应急专题图的汇集推送功能。信息模版推送的内容要简明扼要,使应急人员能够快速了解地震相关情况。首先,推出地震速报信息,包括震中经纬度、发生时间、震级、震源深度及震中地名;其次,推送启动地震应急信息及震区基本情况,即系统自动根据应急预案判定启动的应急级别,应急人员会根据应急响应级别迅速到岗参加相关应急处置工作,震中基本情况包括震中海拔、震中最近的区县/乡镇、震中附近的人口密度及总人口数、震中附近的建筑物分布、震中抗震设防烈度、震中附近的历史地震等;最后,推送快速评估结果及应急专题图,评估结果包括地震最高烈度、影响场分布、影响人口、人员伤亡、经济损失等,应急专题图是快速评估系统自动产出的10余幅重点应急专题图,包含震中位置图、影响范围分布图、震区历史地震分布图、震区地质图、震区地震动峰值加速度区划图、震区GDP图、震区人口分布图、震中距离专题图、断裂分布图、遥感影像图、建筑物面积千米网格分布图、交通图、学校分布图、医院分布图、危险源分布图等。

## 2.3 定制企业微信机器人应用接口

企业微信在各行业的工作中均有广泛应用,技术已较为成熟。服务端API开放了丰富的能力接口,开发者可以借助接口能力实现各种业务服务与企业微信的集成。在某个群组添加机器人之后,创建者可以在机器人详情页看到该机器人特有的webhookurl,开发者可以向这个地址发起HTTP POST请求,实现给该群组发送消息。

微信机器人的调用地址格式如下: <https://qyapi.weixin.qq.com/cgi-bin/webhook/send?key=机器人key>,其中,机器人key是一个36位的唯一编码,该信息需注意保护,防止泄漏。自定义的微信机器人支持文本、markdown、图片、图文、文件、语音、模板卡片等多种消息类型。在应急工作群添加的“应急信息推送”机器人结果页面如图6所示。

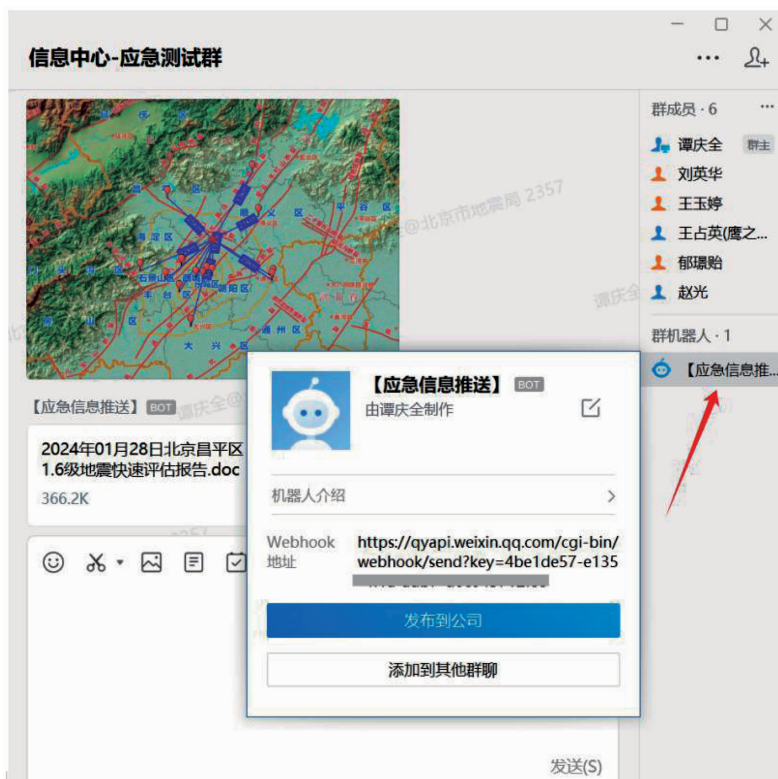


图 6 微信群机器人添加界面

### 3 应用实例

根据北京市地震局应急预案<sup>①</sup>,将地震应急启动条件(表 1)配置到 EQIM 实时监控与自动触发软件中,2023 年 9 月,地震应急响应信息自动推送功能在北京市地震局应急指挥中心进行了部署应用,在 2023 年 9 月 1 日北京顺义 2.7 级、2024 年 1 月 28 日北京昌平 1.6 级和 2024 年 3 月 15 日北京平谷 1.5 级地震中均取得良好应用效果。

表 1 地震应急启动等级判定条件

| 判定条件                                                                                                        | 响应等级 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 北京市行政区内发生 $M \geq 4.0$ 地震;天津市、河北省行政区内发生 $M \geq 6.0$ 地震;山西省、山东省、河南省行政区内发生 $M \geq 7.0$ 地震                   | 一级响应 |
| 北京市行政区内发生 $3.0 \leq M < 4.0$ 地震;天津市、河北省行政区内发生 $5.0 \leq M < 6.0$ 地震;山西省、山东省、河南省行政区内发生 $6.0 \leq M < 7.0$ 地震 | 二级响应 |
| 北京市行政区内发生 $2.0 \leq M < 3.0$ 地震;北京市中心 200km 范围内发生 $4.0 \leq M < 5.0$ 地震                                     | 三级响应 |
| 北京市行政区内发生 $1.5 \leq M < 2.0$ 地震;北京周边 30km 范围内发生 $3.0 \leq M < 4.0$ 地震;北京地区发生 $M < 1.5$ 且造成一定程度震感影响的地震       | 四级响应 |

<sup>①</sup> 北京市地震局. 2023. 北京市地震局地震应急预案(2023 修订).

实际应用结果表明,在收到 EQIM 速报信息后 1min 内,系统即可全自动完成地震应急响应信息向企业信息群的推送。由于推送的信息包含了应急预案的规定动作提示以及快速评估系统的计算结果,为应急人员迅速开展应急处置工作奠定了基础。2024 年 1 月 28 日北京昌平 1.6 级地震发生在凌晨 3 点 37 分,信息的自动产出与推送为值班人员及时编制值班信息、向上级报送震情信息提供了快速有效的技术支撑。企业微信机器人针对该地震自动推送到应急工作群的信息界面如图 7 所示。



图 7 企业微信机器人自动推送应急信息界面

## 4 结语

通过整合现有地震速报信息共享服务系统、快速评估系统、自动触发监控系统的功能,结合北京市地震局地震应急预案并借助企业微信接口的二次开发,实现了面向真实地震应急场景的地震应急响应信息在企业微信端的自动推送。该功能的实现解决了人工启动地震应急时间相对滞后以及各应急工作组之间信息衔接不顺畅等问题。系统具有灵活参数设置功能,当地震应急预案修订、应急处置工作要求变化时,仅需更新相关配置参数,而系统无需重新设计开发。地震应急响应信息跨平台自动推送有效提高了地震应急产品的服务能力,为有力、有序开展地震应急处置工作提供了技术支撑。该系统试在运行期间运行平稳,取得良好应用效果。后续还需要针对会商研判、舆情发布、灾情调查等不同应急场景,进一步整合相关系统功能和数据资源,丰富和完善系统功能,为地震应急服务响应提供更全面的技术保障。

## 参考文献

- 李兴泉,廖峰,谌亮,等. 2021. 地震应急协同移动互联网应用软件的设计与实现. 中国地震,37(4):829~836.
- 刘桂萍. 2024. 以综合减灾为宗旨,创新规划北京地震监测站网未来发展. 城市与减灾,27(1):1~9.
- 刘钦,姜立新,帅向华,等. 2023. 地震应急全时程灾情汇聚与决策服务技术研究. 地震科学进展,53(1):1~10.
- 马森,张洁,何琳,等. 2018. 地震应急指挥技术系统推送平台建设. 电脑编程技巧与维护,31(10):57~59.
- 谭庆全. 2023. 离线式地震灾害快速评估与应急制图系统研发及应用. 地震科学进展,53(2):57~65.
- 吴凌杰,陈吉锋,孟真,等. 2022. 震情值守信息服务平台设计与实现. 地震地磁观测与研究,43(3):140~146.
- 郁璟贻,薄涛,刘英华,等. 2022a. 基于 Android 移动终端的北京市本地化地震应急工作平台实现与应用. 中国地震,38(2):280~292.
- 郁璟贻,谭庆全,刘英华,等. 2022b. 北京地区中小地震应急信息产出与服务研究. 防灾科技学院学报,24(1):60~69.
- 张伟,刘爱华,刘英华,等. 2023. 基于 EQIM 的地震应急自动触发软件设计与实现. 中国地震,39(2):282~289.
- 郑韵,杨天青,王青平,等. 2021. 基于 MQTT 协议的地震专题图自动生成和推送系统的设计与实现. 中国地震,37(4):837~842.

## Design and Implementation of Automatic Pushing Function of Earthquake Emergency Response Information

Zhang Wei, Tan Qingquan, Liu Yinghua, Yu Jingyi

Beijing Earthquake Agency, Beijing 100080, China

**Abstract** To enhance the timeliness of earthquake emergency response and improve the efficiency of emergency information services, the functionalities of the existing Earthquake Instant Messenger, Rapid Assessment System, and Automatic Trigger Monitoring System have been integrated. This integration is achieved through the design and development of relevant application interfaces, enabling the automatic extraction and packaging of earthquake emergency response information in alignment with the earthquake emergency response plan. These advancements ensure that emergency personnel receive critical response information promptly. Since the implementation of this integrated application within the Beijing localized earthquake emergency response platform, it has provided fast and accurate information services during multiple earthquake emergencies, demonstrating significant practical value and achieving positive outcomes.

**Keywords:** Earthquake emergency; Earthquake instant messenger; Rapid assessment system; Information pushing