

ISSN 1001-8115

CN 51-1163/P

四川地震

Sichuan Dizhen EARTHQUAKE RESEARCH IN SICHUAN



ISSN 1001-8115



9 771001 811216

2021.3

四川省地震局 主办

《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊
《中国学术期刊综合评价数据库》源期刊
《中国学术期刊(光盘版)》入编期刊

《中国期刊全文数据库》收录期刊
《中文科技期刊数据库》入编期刊
《万方数据数字化期刊群》入编期刊

2021 年第 3 期

四川地震

(季刊)

总第 180 期

目 次

云南漾濞 6.4 级及青海玛多 7.4 级地震

青海玛多 7.4 级地震静态库仑应力分析 杨光远,李一帆,王 斌,屈 森,罗 松(1)

云南漾濞 6.4 级地震后川滇地块地震活动性初步分析
..... 梁 慧,王 斌,李一帆,伍永秀,赵 薇,杨光远,徐 静(5)

从云南漾濞 6.4 级地震浅析地震科普和震后舆论宣传 罗 松,周文英,彭 涛,魏娅玲,郭 毅(10)

短视频时代突发地震应急科普宣传实践与思考——以云南漾濞 6.4 级地震中抖音宣传为例
..... 陈耕耘,张新玲,李 兰,李 果(17)

江苏流体井网水位对青海玛多 7.4 级地震同震响应特征差异及原因分析
..... 胡米东,毛华锋,陈启林,王 皓,张 杰,霍雨佳,黄 群(22)

四川紧急地震信息服务系统设计与实现 程思智,申 源,赵 俊,梁厚朗(28)

地震行政执法实践与反思 李纪恩(34)

甘孜地震台地电阻率观测数据干扰分析 王 力,曾 程,郎韵宏,王元平,赵民渊,降 城(38)

长清 M4.1 地震应急流动观测台的组建与评估 吴 双,李树鹏,胡旭辉,王 良(43)

主 编 雷建成
责任编辑 吴 江
编 辑 魏娅玲 周文英 梁明剑 左 洪 廖 程

期刊基本参数:CN 51 - 1163/P * 1977 * q * A4 * 48 * zh * P * ¥10.00 * 1000 * 9 * 2021 - 9
电子信箱:scdz@ scdzj. gov. cn(备用邮箱:scdzbjb@ 163. com)

EARTHQUAKE RESEARCH IN SICHUAN

(Quarterly, Started in 1977)

No. 3 2021 Series 180

CONTENTS

Yunnan Yangbi 6.4 and Qinghai Maduo 7.4 Magnitude Earthquakes

The Analysis of Static Coulomb Stress of the Qinghai Maduo $M_s7.4$ Earthquake

..... YANG Guangyuan, LI Yifan, WANG Bin, QU Miao, LUO Song(1)

Preliminary Analysis on Seismicity of the Sichuan-Yunnan Block after the $M_s6.4$ Yangbi Earthquake in Yunnan

..... LIANG Hui, WANG Bin, LI Yifan, WU Yongxiu, ZHAO Wei, YANG Guangyuan, XU Jing(5)

Views on the Earthquake Science Popularization and Post-earthquake Publicity from the Yunnan Yangbi $M_s6.4$ Earthquake

..... LUO Song, ZHOU Wenyong, PENG Tao, WEI Yaling, GUO Yi(10)

The Practice and Thinking of Earthquake Emergency Science Popularization in Short Video Era: A Case Study from the Yangbi

$M_s6.4$ Earthquake in Dali, Yunnan Province CHEN Gengyun, ZHANG Xinling, LI Lan, LI Guo(17)

Co-seismic Response Characteristics and Cause Analysis of the Pattern Water Level of Fluid Well in Jiangsu Area Related

to the $M_s7.4$ Maduo Earthquake in Qinghai

..... HU Midong, MAO Huafeng, CHENG Qilin, WANG Hao, ZHANG Jie, HUO Yujia, HUANG Qun(22)

* * * * *

Design and Implementation of Sichuan Emergency Earthquake Information Service System

..... CHENG Sizhi, SHEN Yuan, ZHAO Jun, LIANG Houlang(28)

Practice and Rethinking of Earthquake Administrative Law Enforcement LI Jien(34)

Analysis of Interference Factors of Apparent Resistivity at Ganzi Seismic Station

..... WANG Li, ZENG Cheng, LANG Yunhong, WANG Yuanping, ZHAO Minyuan(38)

Construction and Estimation of the Changqing $M4.1$ Earthquake Emergency Mobile Observatory

..... WU Shuang, LI Shupeng, HU Xuhui, WANG Liang(43)

Managing Editor for this issue :WEI Yaling, ZHOU Wenyong, LIANG Mingjian, ZUO Hong and LIAO Cheng

Translator for English Abstract: DU Fang

E-mail: scdz@scdzj.gov.cn, scdzbjb@163.com

青海玛多7.4级地震静态库仑应力分析

杨光远¹, 李一帆¹, 王斌¹, 屈森¹, 罗松²

(1. 四川省地震局攀枝花地震监测中心站, 四川 攀枝花 617000; 2. 四川省地震局, 四川 成都 610041)

摘要:2021年5月22日, 青海省果洛州玛多县发生7.4级地震, 此次地震发生在川青交界, 发震断层位于甘德—南缘断裂附近, 四川多地震感强烈。本研究基于弹性理论, 利用Coulomb3.3软件计算地震破裂面上产生的静态库仑应力变化, 分析此次地震对周围的同震库仑应力影响。结果显示: 青海玛多7.4级地震静态库仑应力对周围大部分断层的影响已经超过阈值。

关键词:玛多7.4级地震; 静态库仑应力; 断裂带

中图分类号: P315.7 文献标识码: B 文章编号: 1001-8115(2021)03-0001-04

DOI: 10.13716/j.cnki.1001-8115.2021.03.001

中国地震台网中心正式测定, 2021年5月22日2时4分, 在青海省果洛州玛多县(34.59°N, 98.34°E)发生7.4级地震, 震源深度17 km, 属浅源地震, 震源机制解类型为走滑型。此次地震发生在甘德—南缘断裂附近, 周边分布着东昆仑断裂、玛多—甘德断裂、达日断裂和巴颜喀拉山主峰断裂、五道梁—长沙贡玛断裂等(詹艳等, 2021; 见图1)。

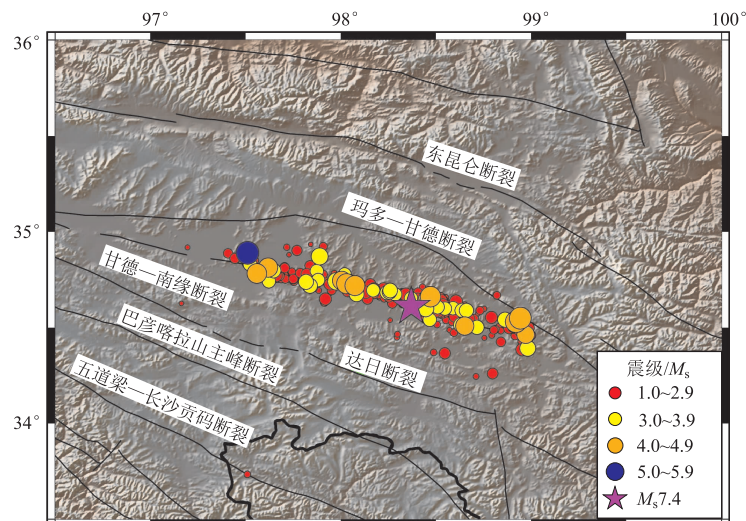


图1 玛多地震余震及附近断裂分布

近些年来, 国际地震学界广泛关注强震产生的库仑破裂应力变化及其对周围断层的影响, 主要涉及后续地震的发震位置和时间。某一断层发生地震时, 不仅在该发震断层上产生应力降及应变能的释放, 同时应力还会传递到周围的断层上, 导致其他断层的应力状态发生改变和调整。郝平等(2004)分别对1970年通海7.7级大地震、2000年姚安6.5级地震和昆仑口西8.1级地震的后续地震序列进行研究, 得出大多数强余震分布在应力增加区, 尤其通海地震的5次强余震中有4次位于库仑应力增加区。万永革等(2002)研究了邢台、唐山、共和和丽江等中强震震中在第一次较大的子破裂事件所产生的库仑应力变化及其后续子破裂事件的关系, 结果表明后续子破裂事件均落在库仑破裂应力变化为非负区域。刘桂萍等(2002)在对1973年炉霍等几次强地震序列研究中均得出一致结论: 大部分余震位于主震产生的库仑破裂应力变化增加区, 其库仑

收稿日期: 2021-06-07; 修回日期: 2021-06-14

作者简介: 杨光远(1991-), 男, 辽宁沈阳人, 助理工程师, 主要从事地震监测与分析工作. E-mail: 704870879@qq.com.

变化值均大于 0.1 bar。靳志同等(2019)计算九寨沟地震产生的静态库仑应力变化发现:绝大部分的余震是沿着所选的优势破裂面分布的,且大部分余震集中发生在应力增加区。本研究将基于弹性模型,通过 MATLAB 程序计算出玛多 7.4 级地震的静态库仑应力数值变化并使用 GMT 软件进行绘图,分析周围地区及断层的库仑应力变化,为该区域的分析研判提供数据支持。

1 库仑应力计算

地震的发生主要是由地下岩层错动造成的,地震发生前后较短时间内实现了弹性能的快速释放,假设地球介质为半无限空间且空间内各向同性,若已知地震位错的几何参数和错动大小,即可求出半无限空间内部的位移场和应变场。当岩石发生破裂时,破裂面上的库仑应力变化 ΔCFS 可定义为:

$$\Delta CFS = \Delta \tau + f(\Delta \sigma_n + \Delta p) \tag{1}$$

式中 $\Delta \tau$ 为剪切应力变化, $\Delta \sigma_n$ 为正应力变化, f 为断层面介质摩擦系数, Δp 为孔隙压力变化,实际上 Δp 调节着断层面上的有效正应力, Δp 减少摩擦系数的效应可以用 $f' = f(1 - B)$ 表示,其中 B 为 Skempton 系数,取值范围(0 ~ 1),当岩石应力的改变远远快于岩石中 Δp 的扩散,则 Δp 可以通过 B 值在式(1)中得到体现,且转换为

$$\Delta CFS = \Delta \tau + f' \Delta \sigma_n \tag{2}$$

式中 f' 包含了孔隙流体和断层面上介质的特性,一般取值为 0.2 ~ 0.8。本研究基于式(1)和(2),采用 Coulomb3.3 软件进行库仑破裂应力变化的计算。计算过程中地壳的剪切模量取值 3.3×10^4 MPa,泊松比取值 0.25, f' 取值 0.4,该值为 King 等(1994)通过不同 f 取值相应库仑破裂应力图像变化情况给出的经验取值。根据图 1 余震空间分布,结合震源参数,确定节面一为发震断层。

表 1 青海玛多 7.4 级地震震源机制解

地震震级	经度	纬度	深度	节面一			节面二		
				走向	倾向	滑动角	走向	倾向	滑动角
M _s 7.4 ^①	98.2°E	34.6°N	23.5 km	92°	67°	-40°	200°	53°	-151°

①美国地质调查局(USGS); <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us7000e54r/moment-tensor>

2 计算结果

2.1 青海玛多地震静态库仑应力分布

在没有余震震源机制解的情况下,程序无法确切地计算出主震静态库仑应力。本研究仿照某些研究者(李瑶等,2017;靳志同等,2019)的做法,将周围空间的接收断层的参数设置为和主震一样(走向 92°、倾向 67°、滑动角 -40°),计算深度分别设置为 10 km、15 km、20 km 和 25 km,结果见图 2。4 种不同计算深度的库仑应力变化均为蝴蝶状分布。其中负应力呈 NW - SE 走向分布;正应力与负应力走向呈对称分布。随着计算深度的增加,左端两处正应力中间的夹着的负应力区域逐渐减小至消失后移至右侧;两侧正应力影响范围均逐渐减小。4 种不同计算深度的最大正应力变化值分别为:32.0626 bar、18.1229 bar、10.6128 bar 和 9.9481 bar;最大负应力变化值分别为:-52.6234 bar、-160.5022 bar、-26.9152 bar 和 -0.0444 bar。选定计算深度为 10 km,将周围空间的接收断层分别选取为走滑、逆冲和正断层三种不同的模型进行对比,结果见图 3。

2.2 青海玛多地震对周围断层库仑应力影响

将计算深度设置为 17 km,在计算出静态库仑应力后,将计算结果导出投影在玛多地震周围的主要断层上,结果见图 4。各断层库仑应力变化的具体数值见表 2。

表 2 各断层库仑应力变化的具体数值

断层序号	断层名称	最大正应力变化值/(bar)	最大负应力变化值/(bar)
F1	东昆仑断裂	+7.9140	-2.2570
F2	玛多-甘德断裂	0	-2.7490
F3	甘德-南缘断裂	+0.2319	-14.5300
F4	达日断裂	+1.5170	-0.7490
F5	巴彦喀拉山主峰断裂	+1.0810	-0.3111
F6	五道梁-长沙贡玛断裂	+0.3801	-0.1626
F7	五道梁-曲麻莱断裂	+0.2088	-0.1111
F8	甘孜-玉树断裂	+0.0811	-0.0693

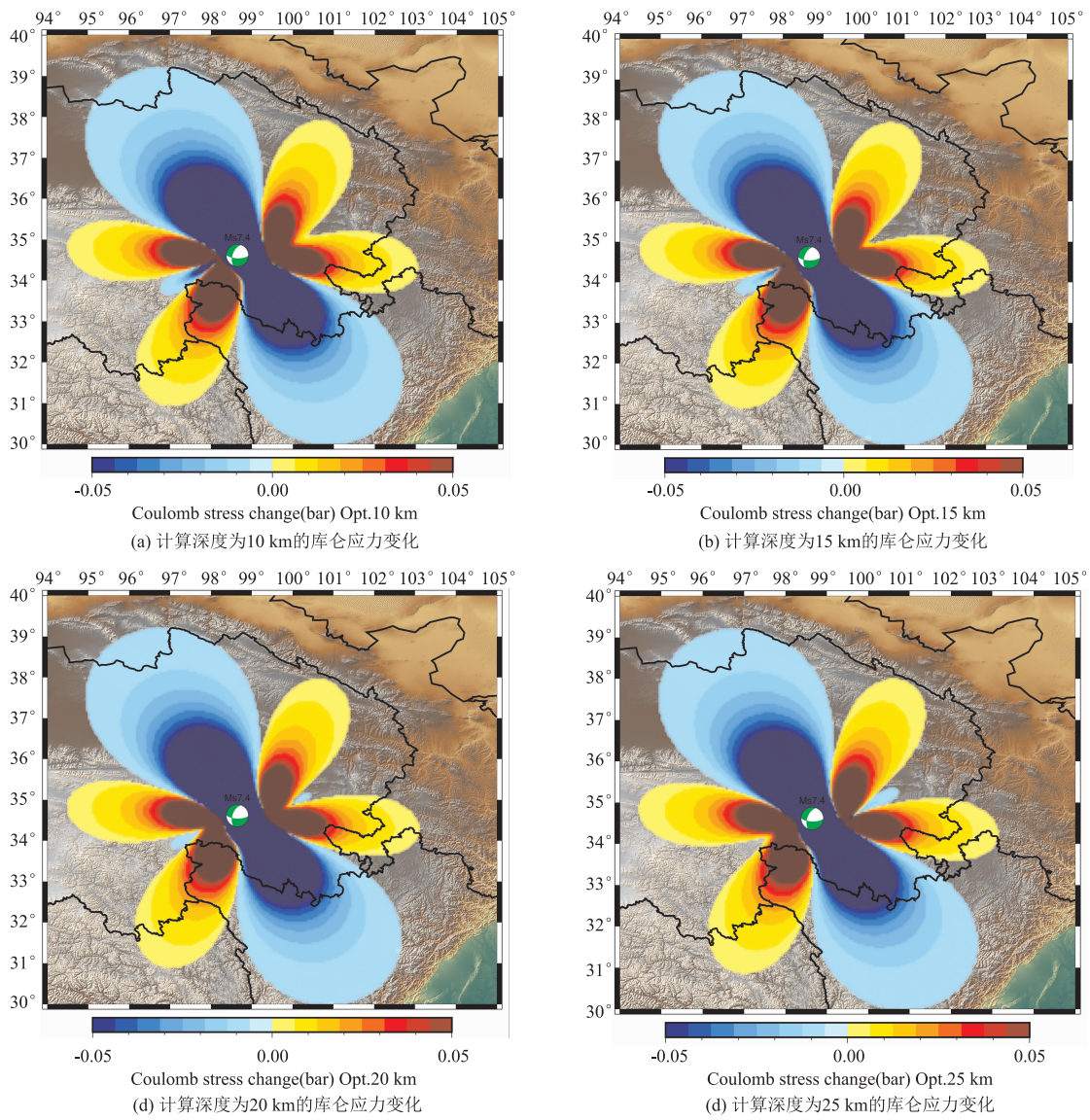


图2 不同计算深度的库仑应力变化

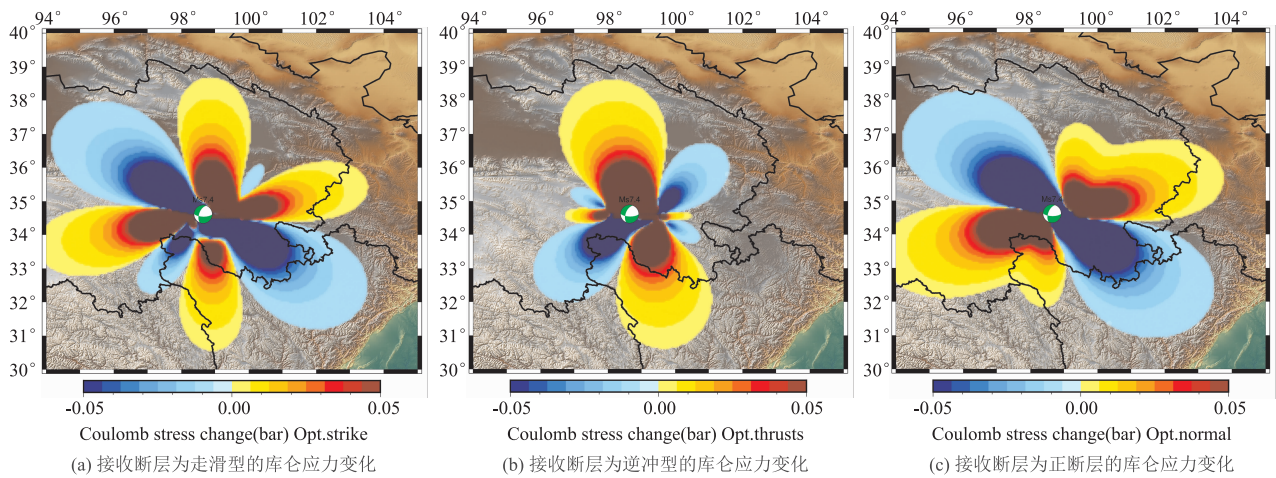


图3 不同模型的接受断层库仑应力变化

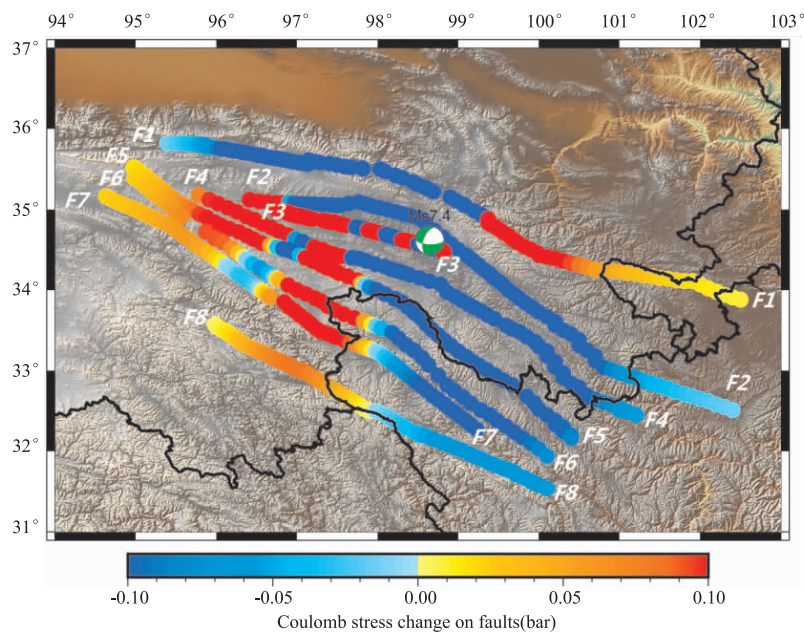


图4 玛多地震周围主要断层的库仑应力变化

3 结论与讨论

计算结果表明,青海玛多7.4级地震对位于川青藏交界处川西北地区断层的库仑应力影响为加载;对西藏东北地区断层的库仑应力影响为加载,但影响很小;对青海地区断层加载影响的区域为以主震为中心的 $30^{\circ} \sim 110^{\circ}$ 和 $210^{\circ} \sim 290^{\circ}$ 地区;卸载区域为以主震为中心的 $270^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 地区;对断层的库仑应力影响中,加载超过阈值(0.1 bar)的有东昆仑断裂、玛多—甘德断裂、巴彦喀拉山主峰断裂、达日断裂、五道梁—长沙贡玛断裂和五道梁—曲麻莱断裂,这些断层受玛多7.4级地震的影响,未来发生地震的时间可能会提前。而库仑应力影响为卸载的断层(变化值小于-0.1 Bar,图4断层中蓝色部分),未来发生地震的时间可能会滞后。需要强调的是,尽管本研究计算了玛多7.4级地震具体库仑应力变化值,但地震的发生过程是十分复杂的,难以用一种简单的模型和方法来解释或预测。地震的发生与否、地震震级的大小主要取决于断层所累积的构造应力状态和大小。本研究工作的意义在于基于地震的应力触发理论,给出在玛多7.4级地震作用下,各断层应力状态发生的变化。作者会在今后的工作中持续关注并加以研究验证。

参考文献

郝平,傅征祥,田勤俭,等.2004.1970年通海7.7级大地震强余震触发[J].地震,(2):38-46.
 李瑶,万永革,靳志同,等.2017.新疆精河 M_w 6.3地震产生的静态应力变化研究[J].中国地震,33(04):671-681.
 刘桂萍,傅征祥.2002.1973年炉霍大地震($M_s=7.6$)最大余震($M_s=6.3$)的库仑破裂应力触发[J].中国地震,(2):57-64.
 靳志同,万永革,刘兆才,等.2019.2017年九寨沟 M_s 7.0地震对周围地区的静态应力影响[J].地球物理学报,(4):1282-1299.
 万永革,吴忠良,周公威,等.2002.地震应力触发研究[J].地震学报,(05):533-551.
 詹艳,梁明剑,孙翔宇,等.2021.2021年5月22日青海玛多 M_s 7.4地震深部环境及发震构造模式[J].地球物理学报,64(7):2232-2252,doi:10.6038/cjg202100521.
 King G C P,Stein R S,Lin J.1994.Static stress changes and the triggering of earthquakes[J].Bulletin of the Seismological Society of America,84(3):935-953.

(下转第33页)

云南漾濞 6.4 级地震后川滇地块地震活动性初步分析

梁慧,王斌,李一帆,伍永秀,赵薇,杨光远,徐静
(四川省地震局攀枝花地震监测中心站,四川 攀枝花 617061)

摘要:本研究对云南漾濞 6.4 级地震后川滇地块及其周缘的地震活动性进行初步探讨,选取东经 $95^{\circ} \sim 110^{\circ}$ 和北纬 $20^{\circ} \sim 42^{\circ}$ 区域的 $M \geq 3.0$ 地震,应用全国测震学科搭建的网络地震分析会商技术系统中“地震空区”扫描自动识别产出《地震空区扫描报告》(2021 年 6 月 6 日),对研判川滇地块及其周缘地震活动的危险性和攀枝花地震监测中心站流体水温、流量观测数据变化进行了初步分析。根据研究结论推断川滇地块具有发生 6.0 级以上地震的背景。

关键词:漾濞 6.4 级地震;川滇地块;地震活动性

中图分类号:P315.7 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-8115(2021)03-0005-05

DOI:10.13716/j.cnki.1001-8115.2021.03.002

川滇活动地块地质结构复杂,地震活动性较强。据张培震等(2003)活动地块定义与划分,川滇活动地块属于 I 级青藏活动地块区内的 II 级活动地块,位于青藏高原的东南隅。历史记载至今(2021 年 6 月)共发生 7 级以上强震 26 次,地块的西南边界是红河断裂带及其北部拉分构造区,南段的强震主要沿楚雄—建水断裂带分布,北段历史上记载有 7 级以上大震 4 次,其中包括 1996 年云南丽江 7.0 级地震;地块的北东边界是晚第四纪构造活动十分强烈的左旋走滑甘孜—玉树、鲜水河、安宁河—则木河和小江断裂带,历史记载有 7 级以上大震 20 次,如 1973 年四川炉霍 7.6 级地震。川滇地块自 1996 年丽江 7.0 级地震后,其周缘的地震活动处于相对弱的状态,在经过一段时间的平静期后,近期(2021 年 5 月 21 日)位于川滇地块西侧的云南漾濞先后发生多次 5 级以上地震,这是否预示川滇地块地震活动性的增强?攀枝花地震监测中心站流体水温和流量观测数据的近期变化情况是否与云南漾濞区域地震活动有关?对此开展研究区域地震活动和地球物理监测数据分析有益于川滇地块地震活动规律的认识。

1 漾濞 6.4 级地震活动的特点

2021 年 5 月 21 日 21 时 48 分云南漾濞发生 6.4 级地震,从时空和地质构造上看,该地震不是孤立的,在 6.4 级地震前发生 5.6 级前震,其后又发生 5.0 和 5.2 级余震,该震群位于川滇地块西侧。漾濞地区地质结构复杂,龙蟠—乔后断裂、维西—乔后断裂地震活动频繁(潘睿等,2019),漾濞地区是川滇交界西部地震多发地区,地震具有丛发性,震源较浅(约 10 km),一次集中地震活动中包括多次较大地震,例如:2017 年 3 月 27 日 7 时 40 分漾濞 4.8 级地震,7 时 55 分漾濞 5.1 级地震就显示如此特点。2021 年 5 月 21 日漾濞 6.4 级地震前后发生多次 3.0 级以上地震,该次 6.4 级地震属于前震—主震—余震型地震,包括 5 月 21 日 21 时 21 分 5.6 级、5 月 21 日 21 时 55 分 5.0 级和 5 月 21 日 22 时 31 分 5.2 级三次 5 级以上地震,短时间内地震密集发生,且属于浅源地震,破坏性较大。漾濞地震的活动特性再次显示云南地区壳幔结构具有明显的横向不均匀性,川滇交界地区及川滇地块壳幔结构与其类似。

2019 年 4 月 24 日西藏墨脱 6.3 级地震打破了中国大陆 6 级以上地震 1.43 年的平静;2021 年 3 月 19 日西藏比如 6.1 级地震打破了中国大陆 5 级以上地震 0.65 年的平静;2021 年 5 月 22 日青海玛多 7.4 级地震

收稿日期:2021-06-07;修回日期:2021-06-21

作者简介:梁慧(1977-),女,高级工程师,主要从事地震监测研究. E-mail:lianghui33lh@sina.com.

通讯作者:王斌(1973-),男,高级工程师,主要从事地震监测研究. E-mail:wangbin19731973@sina.com.

打破了中国大陆3.8年的7级地震平静;而云南漾濞6.4级地震则打破了川滇交界2020年5月18日巧家5.0级以来的5级以上地震的平静。这些对于川滇交界、川滇地块具有地震活动周期性的各个地震带、地震区来说,这可能意味着地震活动性的增强。

2 川滇地块地震活动性

川滇地块处于两大板块俯冲、顶撞前缘易于聚集构造应力的特殊位置,是一个强烈的地震活动区,其强震活动与围限地块的边缘断裂密切相关,地块内部的某些强震也主要沿着分隔次一级断块的断裂构造展布,边缘断裂强震活动各有所异(江道崇等,1990)。川滇地块受印度板块与欧亚板块的碰撞造成青藏高原的强烈隆起和青藏高原物质缓慢向东移动,其动力学机制造成青藏地块内的祁连、柴达木、巴颜喀拉和川滇等Ⅱ级地块明显差异活动,同时受到华南地块(扬子地台)顶撞阻挡,对川滇地块边缘和区内地震具有控制作用(见图1)。川滇地块的边界断裂构造主要包括甘孜—玉树、鲜水河、安宁河—则木河、小江、金沙江和红河等断裂带(见图1)。川滇菱形块体受青藏—滇西褶皱系影响较大,由四条边界断裂带围成,四条边界断裂带是该区域主要的地震活动带。川滇地块内主要还包括有丽江—小金河、绿汁江和昔格达等深大断裂(徐锡伟等,2003),也同时影响该地块区及周缘地震活动。

2021年5月21日云南漾濞6.4级地震发生在川滇地块西侧,据前震—主震—余震分布、震源机制解、地震烈度和地震灾害等资料分析,此次云南漾濞6.4级地震的发震构造为乔后断裂,乔后断裂展布于金沙江、丽江—小金河和红河等断裂之间,处于川滇地块西边缘区,又在川西北和滇中次级块体交汇处,其地震活动既反映了川滇地块西侧应力积累并释放,又引起了相邻断裂的进一步活动,有较好的“地震窗口”效应。

“地震空区”思想的萌芽源于梅世蓉(1960)在中国的地震活动性研究中按经纬1°的方块统计地震,特别指出:一切毁灭性地震($M \geq 8$)都不发生在有感地震频度最高的方块内,而在其间或其附近。Kiyoo(1979)按地震不同活动特点形成的地震空区分为两类:第一类是沿地震带大地震震源区分布形成的地震空段;第二类是活动地震区(带)上震级较小的地震形成的地震围空。刘蒲雄等(1989)系统地研究了大地震前地震活动图像的演变过程,提出在早期阶段,由较高震级的地震所围或部分围成的背景空区具有普遍意义。陆远忠等(1982a,1982b)指出,我国大陆块体内部中强以上地震发生以前,除了出现大范围、长时间、较大震级的地震空区(即背景空区)外,还普遍出现中小地震围成的孕震空区,同时,在主震前半年左右,孕震空区边缘可能出现一个或一组较为引人注目的地震,称之为逼近地震,由此可见,“地震空区”逐步成为地震活动(时、空、强)的一种有序分布,在我国地震预测探索中“地震空区”成为地震图像研究的重要内容之一。因而,至今(2021年)研究、识别和分析“地震空区”是地震预测的重要方法之一。

国内外众多学者在广泛研究的基础上,对空区的大小、形成时间等与主震震级、震源区等参数关系总结

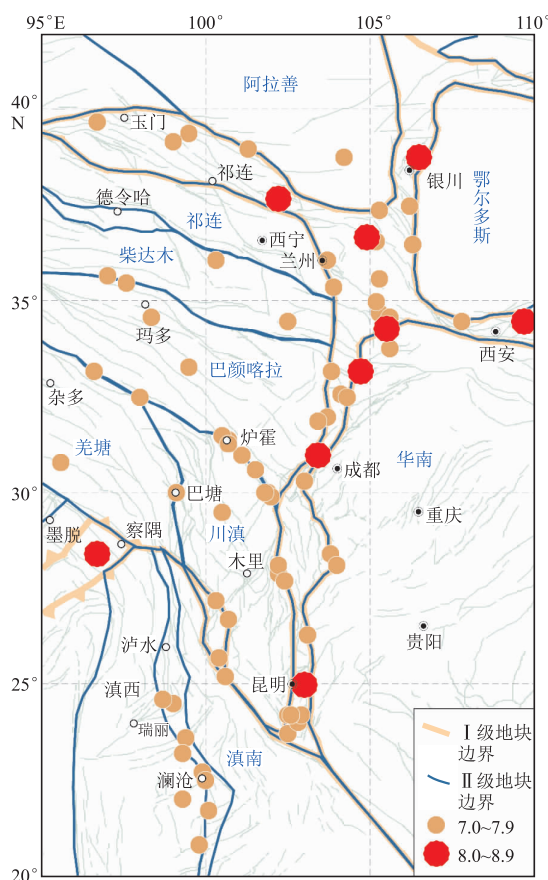


图1 历史7级以上地震与Ⅰ、Ⅱ级活动地块图 (143年10月~2021年5月, $M_s \geq 7.0$)

出一些经验关系式,用于划分地震空区,帮助推测地震活动性图像。“地震空区”方法结合断裂活动及地球物理场数据变化,分析研判地震的危险性有较好的参考作用。本研究利用中国地震局地球物理研究所搭建的网络地震分析会商技术系统,每天更新共享地震空区扫描报告,引用2021年6月6日空区震中分布图(见图2),扫描获得区域范围内识别出22个“地震空区”(见表1和2),其中:“15空区”为石棉—冕宁—越西一带中长期可能发生5.6级左右地震的区域;“9空区”为宁蒗—木里—西昌—巧家一带中长期可能发生5.9级左右地震的区域;“21空区”为攀枝花—武定—元谋一带中长期可能发生5.4级左右地震的区域;“7空区”为昆明—玉溪一带中长期可能发生5.5级左右地震的区域;“16空区”为香格里拉—丽江一带中长期可能再发生5.5级左右地震的区域;“22空区”为普洱—墨江—江城一带中长期可能再发生5.5级左右地震的区域;而“10空区”为大理—临沧—普洱中长期可能发生6.2级左右地震的区域,这些区域相对更加危险。本研究作为“地震空区”扫描网络版软件的初次应用,仅供学术讨论参考,不作为预测意见的依据。

表1 空区信息统计

扫描空区 ID	起止时间	持续时间 /月	围空震级	空区长轴 /m	空区短轴 /°	长轴方位角 /°	中心经度 /°E	中心纬度 /°N
1	2020.07.29~2021.05.29	10	3.0~3.9	165.2	129.4	101.5	97.44	31.47
2	2020.07.01~2021.04.21	9.7	3.0~3.6	166.7	106.2	77.7	99.54	29.57
3	2020.06.08~2021.05.29	11.7	3.0~4.0	160.3	105.9	114.2	102.48	33.07
4	2021.01.08~2021.05.25	4.5	3.0~3.6	113.6	113.6		100.38	39.27
5	2020.09.02~2021.06.05	9.1	3.0~4.4	112.7	112.7		96.18	34.87
6	2020.06.16~2021.03.23	9.2	3.0~3.8	143	97.2	156	102.06	36.97
7	2020.07.27~2021.05.03	9.2	3.0~3.9	88.4	88.4		102.06	24.57
8	2020.12.06~2021.06.02	5.9	3.0~4.6	114.3	94	80.7	100.38	35.07
9	2020.07.22~2021.05.24	10.1	3.0~3.8	106.4	69.3	97.2	102.06	27.17
10	2020.06.11~2021.06.05	11.8	3.0~4.0	176.9	64.7	144.2	100.38	24.67
11	2020.06.14~2021.03.07	8.7	3.1~4.8	76	76		97.86	26.27
12	2021.02.28~2021.05.22	2.7	3.5~3.9	74.4	74.4		100.38	33.07
13	2020.07.10~2021.06.02	10.8	3.0~4.3	66.1	66.1		99.54	36.37
14	2020.09.22~2021.04.29	7.2	3.0~3.7	89	66.3	176.4	102.48	29.67
15	2020.06.29~2021.05.23	10.8	3.0~3.9	61.8	61.8		102.06	28.47
16	2020.07.23~2021.05.10	9.6	3.0~3.7	61.7	61.7		100.38	27.17
17	2020.07.11~2021.04.28	9.6	3.1~3.3	60.1	60.1		99.96	31.47
18	2021.03.27~2021.06.02	2.2	3.1~3.6	58.3	58.3		102.48	30.87
19	2020.07.11~2020.11.15	4.2	3.1~3.7	54.4	54.4		100.8	30.68
20	2020.10.11~2021.05.23	7.4	3.2~4.9	53.9	53.9		96.18	25.47
21	2020.10.26~2020.10.26	0	3.2~3.2	53.9	53.9		102.06	25.87
22	2020.06.27~2021.04.13	9.5	3.0~4.0	50.4	50.4		102.06	23.17

注:引自“地震空区”扫描网络版软件自动生成表

表2 川滇地区震级预测结果

扫描空区 ID	公式(1) 预测结果	公式(2) 预测结果	公式(3) 预测结果	扫描空区 ID	公式(1) 预测结果	公式(2) 预测结果	公式(3) 预测结果
1	5.2	5.7	6.3	12	4.1	5	6
2	5.2	5.8	6.3	13	5.3	4.9	6
3	5.3	5.7	6.3	14	4.9	5.2	6.1
4	4.5	5.4	6.2	15	5.3	4.8	5.9
5	5.1	5.4	6.2	16	5.2	4.8	5.9
6	5.1	5.6	6.3	17	5.2	4.8	5.9
7	5.1	5.1	6.1	18	3.9	4.8	5.9
8	4.7	5.4	6.2	19	4.4	4.7	5.9
9	5.2	5.3	6.2	20	4.9	4.7	5.9
10	5.3	5.8	6.4	21		4.7	5.9
11	5.1	5	6	22	5.1	4.6	5.9

注:引自“地震空区”扫描网络版软件自动生成表,表2中的公式(1): $M_{川滇} = 1.996 \lg T(\text{月}) + 3.194 \pm 0.488$ (曲延军等,2010);公式(2): $M_{川滇} = 2.189 \lg R(\text{km}) + 0.894 \pm 0.472$ (曲延军等,2010);公式(3): $M = 0.8832 \lg L(\text{km}) + 4.3670 \pm 1.8046$ (吕坚等,2016)

3 川滇交界地下流体变化

攀枝花地区位于川滇地块中相对稳定的地块内,其周缘曾发生1955年9月23日四川会理鱼鲊6 $\frac{3}{4}$ 级地震、2008年8月30日四川攀枝花仁和一凉山州会理间6.1级地震,大震时间间隔较长,长期相对周边地区断裂活动较小,稳定性较强。2008年8月30日四川攀枝花仁和一凉山州会理间6.1级地震后,特别是2012年以后,攀枝花沙沟川—05井观测到的流量和水温长期处于下降趋势,反映了川滇交界地区断裂活动性降低,特别是昔格达断裂和攀枝花断裂活动性降低。在2021年5月21日漾濞6.4级地震后,攀枝花川—05井水温和流量均明显改变为上升趋势,反映了川滇交界地区断裂活动性增强;或者说昔格达断裂、攀枝花断裂被激发后,重新增强活动性(见图3)。

攀枝花川—05井位于昔格达断裂和攀枝花断裂交汇处,而攀枝花断裂带由多条断裂组成,呈近南北向走向,北交于金河—箐河断裂带,向南进入云南省,其活动性增强对川滇交界地区乃至川滇地块的强震危险性有一定指示意义。表3给出了2008年8月30日四川攀枝花仁和一凉山州会理间6.1级地震以来,川滇地块及其周缘发生的5.0级以上地震(共37次)。在这历时十三年时间中,川滇地块及其周缘的地震活动频次相对较高,但总体震级水平仍偏低,缺少6.6~7.0级地震。云南盈江、四川兴文—珙县—长宁和云南漾濞有大地震复发,四川康定、云南景谷和云南通海短期地震也出现连发,其他震源地基本没有发生5.0级以上地震。故推断整个川滇地块具有发生6.0级以上地震的背景。

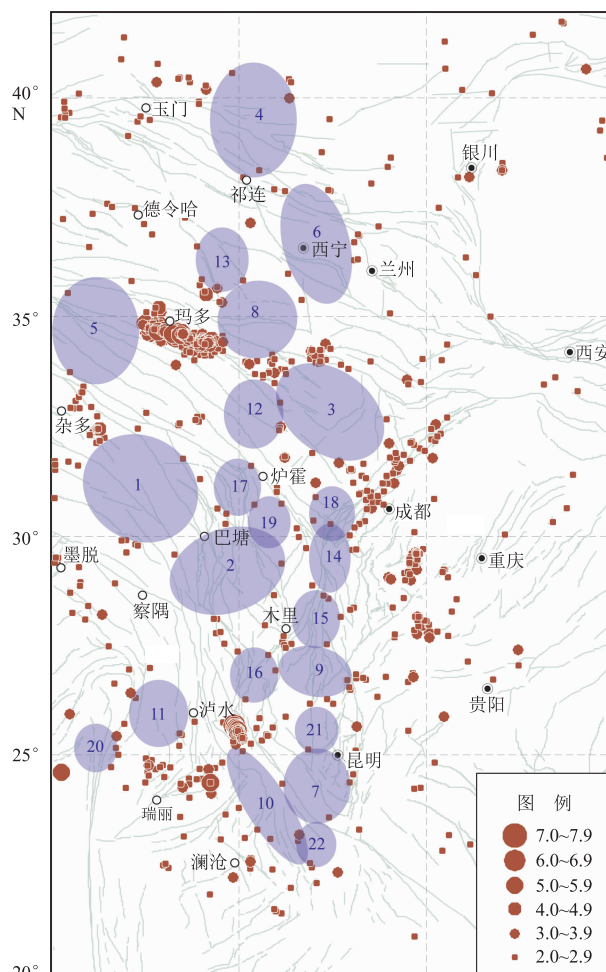


图2 2020年6月6日-2021年6月6日“地震空区”自动扫描识别结果

引自“地震空区”扫描网络版软件自动生成图(测震学科-空区自动识别;团队负责:宋美琴;软件研发:郑智江;上线维护:杨士超; $M \geq 3.0$)

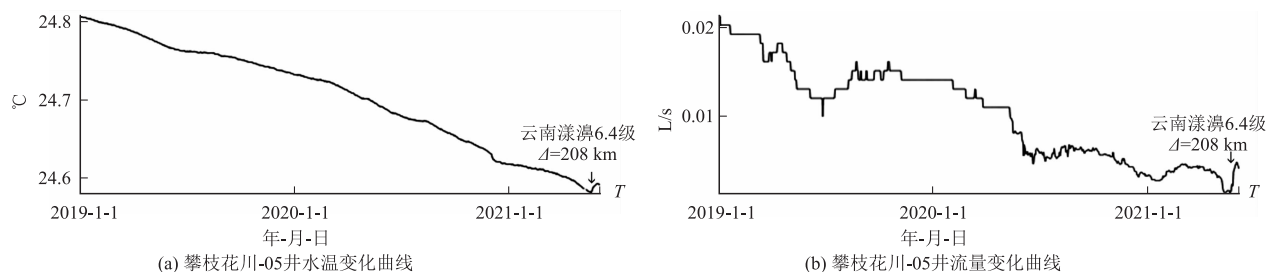


图3 攀枝花川—05井水温和流量变化曲线

4 结论

川滇地块地震活动性具有受激励多发,互相影响,多为浅源地震,且较强周期性的规律。2021年5月21日云南漾濞6.4级地震可能显示了川滇交界地区以及川滇地块及其周缘的地震活动性增强,结合各地震带、地震区的大致周期特点,在川滇地块边缘和内部可能会发生一系列5级和6级以上地震。需要密切关注震群活动和台站地球物理场变化情况,进一步观察断裂活动,推测地震活动趋势。

表3 2008年8月以来川滇地块5.0级以上地震

序号	地震震中参考地名	发震时间(BJT)	震级	序号	地震震中参考地名	发震时间(BJT)	震级
1	四川攀枝花仁和-凉山州会理间	2008-08-30	6.1	20	云南墨江	2018-09-08	5.9
2	云南姚安	2009-07-09	6.0	21	四川西昌	2018-10-31	5.1
3	云南禄丰、元谋交界	2010-02-25	5.1	22	四川兴文	2018-12-16	5.7
4	云南盈江	2011-03-10	5.8	23	四川珙县	2019-01-03	5.3
5	云南香格里拉、德钦、四川得荣交界	2013-08-31	5.9	24	四川长宁	2019-06-17	6.0
6	云南盈江	2014-05-30	6.1	25	四川珙县	2019-06-17	5.1
7	云南鲁甸	2014-08-03	6.5	26	四川长宁	2019-06-18	5.3
8	四川康定	2014-11-22	6.3	27	四川珙县	2019-06-22	5.4
9	四川康定	2014-11-25	5.8	28	四川珙县	2019-07-04	5.6
10	云南景谷	2014-12-06	5.8	29	四川威远	2019-09-08	5.4
11	云南景谷	2014-12-06	5.9	30	四川资中	2019-12-18	5.2
12	四川金口河	2015-01-14	5.0	31	西藏丁青	2020-01-25	5.1
13	云南沧源	2015-03-01	5.5	32	四川青白江	2020-02-03	5.1
14	云南昌宁	2015-10-30	5.1	33	云南巧家	2020-05-18	5.0
15	云南云龙	2016-05-18	5.0	34	云南漾濞	2021-05-21	5.6
16	四川理塘	2016-09-23	5.1	35	云南漾濞	2021-05-21	6.4
17	云南漾濞	2017-03-27	5.1	36	云南漾濞	2021-05-21	5.0
18	云南通海	2018-08-13	5.0	37	云南漾濞	2021-05-21	5.2
19	云南通海	2018-08-14	5.0				

数据来源:中国地震台网

参考文献

- 江道崇,朱礼琼.1990.川滇菱形块体地震活动性—强震活动的格局和基本特点[J].四川地震,(3):1-9.
- 刘蒲雄,黄德瑜,周胜奎,等.1989.背景空区及其在地震预报中应用[A].见:地震学预报方法实用化研究文集—地震学专集[C].北京:学术书刊出版社.
- 陆远忠,沈建文,宋俊高,等.1982a.地震空区与“逼近地震”[J].地震学报,4(4):327-335.
- 陆远忠,王伟,沈建文,等.1982b.地震空区与逼近地震(续)[J].地震学报,5(2):129-143.
- 吕坚,宋美琴,周龙泉,等.2016.基于《中国震例》的地震空区和地震条带统计特征[J].地震,36(4):22-34.
- 梅世蓉.1960.中国的地震活动性[J].地球物理学报,9(1):1-19.
- 潘睿,姜金钟,付虹,等.2019.2017年云南漾濞 M_s 5.1级及 M_s 4.8级地震震源机制解和震源深度测定[J].地震研究,42(3):338-349.
- 曲延军,王海涛,邬成栋,等.2010.中国大陆地震空区统计特征分析[J].地震学报,32(5):544-556.
- 徐锡伟,程国良,于贵华,等.2003.川滇菱形块体顺时针转动的构造学与古地磁学证据[J].地震地质,25(1):61-70.
- 张培震,邓起东,张国民,等.2003.中国大陆的强震活动与活动地块[J].中国科学(D辑),33(增刊):12-20.
- Kiyoo Mogi.1979.Two Kinds of seismic gap[J].Pure and Applied Geophysics,117(6):1176-1186.

Preliminary Analysis on Seismicity of the Sichuan-Yunnan Block after the M_s 6.4 Yangbi Earthquake in Yunnan

LIANG Hui, WANG Bin, LI Yifan, WU Yongxiu, ZHAO Wei, YANG Guangyuan, XU Jing
(Panzhihua Earthquake Monitoring Center Station of Sichuan Earthquake Agency, Sichuan Panzhihua 617061, China)

Abstract: This study was focused on the preliminary analysis on the seismicity of the Sichuan-Yunnan Block and its surrounding regions after the M_s 6.4 Yangbi earthquake in Yunnan. We selected earthquakes with $M \geq 3.0$ in the region of $95^\circ \sim 110^\circ\text{E}$ and $20^\circ \sim 42^\circ\text{N}$ latitude, and applied the "Seismic Gap Zone" from the established network for seismic analysis consultation technology system in National Seismological Survey to automatically produce the 《Report of Seismic Gap Zone Scan》(June 6, 2021), which helps to analyze and determine the risk of seismic activity in the Sichuan-Yunnan Block and its surrounding regions. Moreover, we analyzed the changes in the fluid temperature and flow observation data at the Panzhihua Earthquake Monitoring Center Station. Based on the above-mentioned results, we suggested that the Sichuan-Yunnan Block shows the background of earthquake with magnitude greater than $M6.0$.

Keywords: the M_s 6.4 Yangbi earthquake; the Sichuan-Yunnan Block; seismic activity

从云南漾濞 6.4 级地震浅析地震科普 和震后舆论宣传

罗松¹, 周文英¹, 彭涛¹, 魏娅玲¹, 郭毅²

(1. 四川省地震局, 四川成都 610041; 2. 云南省地震局, 云南昆明 650032)

摘要:云南地震部门在地震科普和震后舆论宣传方面做了很多的探索与实践,这些工作在云南漾濞 6.4 级地震应对中发挥了积极作用。文章从地震科普和震后舆论宣传两个方面分析了其成功的做法,总结了值得借鉴的经验 and 启示,并从建立长效机制、加强科普队伍建设、创作地域特色产品、创新科普传播渠道、发挥新闻媒体舆论引导作用和提高舆论引导能力六个方面提出有针对性的建议和措施。

关键词:云南漾濞 6.4 级地震;地震科普;震后舆论宣传

中图分类号:P315-4

文献标识码:B

文章编号:1001-8115(2021)03-0010-07

DOI:10.13716/j.cnki.1001-8115.2021.03.003

我国是世界上自然灾害最为严重的国家之一,同自然灾害抗争是我们生存发展的永恒课题。地震灾害是我国致灾频率高、灾害损失重的自然灾害之一,开展防震减灾科普宣传有助于社会公众正确识别地震风险、掌握紧急避险和自救互救的知识、技能,是有效减轻地震灾害损失的重要途径(白香玲,2018)。2018年7月25日,中国地震局、应急部、教育部、科技部和中国科协联合印发了《加强新时代防震减灾科普工作的意见》,从中可以看出国家高度重视防震减灾科普工作,事实上,加强防震减灾科普工作是落实习近平总书记防灾减灾救灾重要论述的必然要求,也是切实提高全民科学素质的迫切需要和推动我国防震减灾事业科学发展的重要支撑(中国地震局,2018;潘怀文,2018;李丽,2018;李蕾等,2019)。

每次破坏性地震(一般 ≥ 5.0 级)发生后,社会的关注度会急剧攀升,地震部门及时开展震后科普与舆论宣传就显得尤为重要。2021年5月21日21时48分,云南省大理州漾濞县(苍山西镇)(北纬25.67度、东经99.87度)发生6.4级地震,震源深度8 km。此次地震造成大理、保山和楚雄等地震感强烈,四川攀枝花等地亦有明显震感。云南省地震局立即按照应急管理部和地震局统一部署启动二级应急响应。地震能量释放是一个过程,因而主震发生后,震区通常会余震接连不断。漾濞地区部分群众恐慌情绪较重,在室外滞留;地震谣言很快在当地网络和社交媒体上传播。云南地震部门迅速响应,第一时间发布最新震情灾情信息,疏导震区群众,组织应急科普宣传,处置地震谣言,引导震后舆论走向,成效显著。本文侧重于通过分析云南地震部门在本次地震科普和震后舆论宣传方面的成功做法,希望能为全面提升防震减灾工作能力建设提供一些参考。

1 云南漾濞 6.4 级地震灾情和舆情

1.1 地震灾情

本次漾濞 6.4 级地震是自 2014 年 10 月 7 日景谷 6.6 级地震以来云南发生的最强地震,震感范围较大。据当地地震部门报告,大理州、保山市和楚雄州等市州震感强烈;临沧市、普洱市、昆明市和攀枝花市等地震感也十分明显。根据前方报告,震中已发现房屋倒塌、掉瓦和开裂的现象;震区电力、通讯通畅度良好,但出现由坍塌、滑坡造成交通中断的情况(云南防震减灾网,2021)。截至 5 月 22 日 06:00,大理州初步统计死亡 3 人,受伤 28 人;漾濞县共设置集中安置点 380 个,累计通过集中安置和分散安置 85 802 人;漾濞县城驻地

收稿日期:2021-06-06;修回日期:2021-07-13

基金项目:四川省地震局地震科技专项(LY2010,LY2115)资助。

作者简介:罗松(1990-),男,四川眉山人,工程师,主要从事新媒体运维管理、涉震舆情管理和防震减灾科普宣传。E-mail:15895242018@qq.com.

通讯作者:周文英(1988-),女,四川宜宾人,工程师,主要从事期刊编辑工作。E-mail:zhouwenying10@163.com.

群众已被妥善疏散到指定的3个应急避难地点,已撤离6400余户、2.2万余人;受灾乡镇群众均已撤离至安全地带(中国新闻周刊,2021b)。

1.2 震后舆情

本次地震发生后,社会舆情的特点可以概括为以下4个方面:

1) 社会高度关注。2021年5月21日至22日,云南漾濞发生6.4级地震以及多次有感强余震,引发社会民众持续高度关注。截至22日11时,全网检索相关信息25.1万条,全平台共有60余个相关热搜话题,其中“大理漾濞6.4级地震”话题阅读量达13.6亿(见图1),整体舆情声量趋势见图2。媒体报道关注震情、灾情、应急救援和专家分析,网民评论集中在@新华社、@央视新闻和@大理发布等相关微博,主要内容为祈祷平安、关注救援情况、地震频发和评论地震灾难可怕等。从地域分布(见图3)上看,评论绝对热度前五位为广东省、四川省、云南省、北京省和江苏省;相对热度前五位为青海省、云南省、甘肃省、四川省和陕西省。



图1 #大理漾濞6.4级地震#微博话题浏览量

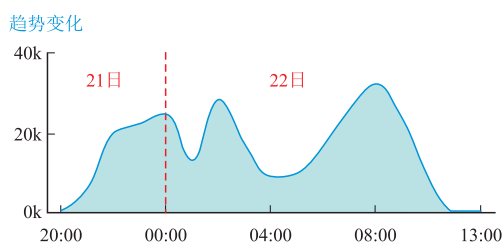


图2 漾濞6.4级地震舆情声量数据(数据来源:新浪舆情通)

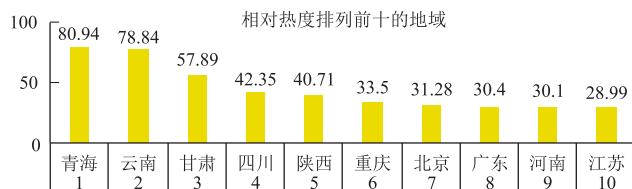
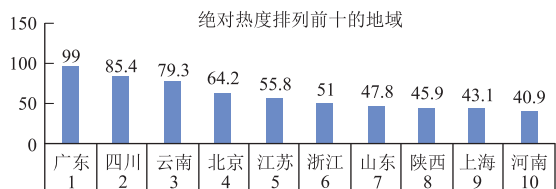


图3 网民评论热度前十的地域(数据来源:新浪舆情通)

2) 地震预警广受关注。地震发生时,震中附近已开通地震预警功能的手机、电视和“大喇叭”提前发出了预警信息。在这次地震中,国家地震烈度速报与预警工程云南先行先试区地震预警系统运行正常,通过中国地震预警网正常发布。如图4所示,这是由中国地震预警网提前74~83秒向昆明、提前3~4秒向大理市发出的预警。云南部分机关和学校(云南防震减灾网,2021a)的监控以及预警终端内置或配套监控视频显示地震预警为震后避险赢得时间,发挥了积极作用。预警服务成效初现,受到社会极大关注,大量网友咨询什么时候能全面开通地震预警。

3) 学校秩序稳定。地震发生后,各学校响应及时,组织学生紧急疏散,各项应急措施有序展开。据媒体报道(极目新闻,2021),自18日以来,漾濞已发生多次有感地震,当地党委、政府高度重视,召开紧急会议安排部署,按应急响应做好准备,对学校、医院以及生命线工程等进行隐患排查。18日地震发生时,漾濞县第一中学高中部全体师生从教室疏散至操场,并开始在学校空地上上课。三天后,漾濞县发生6.4级地震,由于师生对地震有所准备,所以并未出现人员伤亡。据统计,震区所有学校震后紧急疏散过程中没有发生一起拥挤、踩踏和跳楼等意外事件,漾濞县第一中学高三学生在救灾帐篷里备战高考的视频在网络广泛传播(中国新闻周刊,2021a)。



图4 中国地震预警网提前向云南省昆明市发出的地震预警信息

4) 地震谣言传播快。漾濞6.4级地震发生后,在21日不到3小时内连续发

生10次4级以上地震,其中4.0~4.9级地震6次,5.0~5.9级地震3次,6.0~6.9级地震1次。一时间人心惶惶,还会有更大地震的谣言在网上弥漫,地震部门的热线电话被群众“打爆”。

2 云南漾濞6.4级地震科普与震后舆论宣传

在地震发生后,云南各级地震部门迅速响应,第一时间发布震情灾情信息,组织应急科普宣传,疏导震区群众恐慌情绪,协同打击涉震谣言,积极引导震后舆论走向。

1) 组织保障。云南省地震局按《云南省地震应急预案》第一时间分别成立省地震局应急指挥中心和地震现场指挥部,并在其中分设前方和后方新闻宣传组,分工协调负责前后方最新震情和工作动态的采编和上网发布、媒体对接、舆情动态跟踪和地震谣言处置,地震现场防震减灾科普宣传、指导震区开展地震应急避险和逃生演练等工作,促进震区社会秩序安稳。

2) 媒体对接。云南地震部门设立媒体接待组,由专人负责记者身份确认、来访登记和采访提纲初审;协调地震专家作为新闻发言人接受媒体现场采访,引导正面舆论宣传;借助媒体第一时间向社会发布权威的震情信息、震后处置工作情况及各级领导的重要指示批示,满足公众和新闻媒体的知情权。地震发生后5天内,累计接待新华社、中央广播云南总站、工人日报、云南日报和云南电视台等在内的40余家新闻媒体,借力新闻媒体,通过便捷高效的信息共享推送平台,对媒体采编新闻稿件进行审核,有效引导媒体宣传报道工作。

3) 融媒体宣传。云南省地震局第一时间通过官方微博和官方网站发布实时地震资讯(见图5),同时通过微信公众号、12322热线等渠道发布权威地震信息和工作动态,主动回应社会关切,普及地震常识,与网友互动交流,维护社会稳定。据统计,截至25日地震烈度图发布,云南省地震局官方网站共发布相关信息51条,微博推送信息220条,微信推送信息16条。按照中国地震局制定的《地震应急联动科普宣传方案》(试点),包括四川省地震局、重庆市地震局和新疆维吾尔自治区地震局等在内的试点单位纷纷通过各自新媒体平台协同开展科普宣传和打击地震谣言,取得了良好效果(见图6)。



图5 云南省地震局各网络平台及时发布地震相关信息(云南防震减灾网,2021b)

4) 地震现场科普宣传。每位地震灾害调查队员同时也是科普工作人员,在开展灾害调查工作的同时深入村、镇,通过发放宣传册、面对面为群众答疑解惑等方式开展防震避险科普宣传。此外,现场指挥部还安排专人在地方政府协调下深入社区、学校、单位,通过讲座和现场演示等方式普及防震减灾知识,讲解地震自救互救技能和识别地震谣言的方法,指导应急疏散演练,疏导震区群众恐慌情绪,协助稳定震区社会秩序。



图6 试点单位参与应急联动科普宣传

5) 打击地震谣言。云南地震部门安排专人负责关注并监视地震舆情动态及网络谣言情况,通过微博、微信和官方网站等平台推送《打假地震谣言》《别让地震谣言欺骗你》《地震谣言猛于虎》等科普信息,同时协调现场工作队专家接受媒体采访,回应社会关切,指导网友如何识别地震谣言。在5月24日,监控到有网民在微信群发布“今天下午2~5点有强震,请注意避震”的不实信息后,工作人员立即向宣传、网信和公安部门反映,同时协调专家进行辟谣。25日,大理市公安局发布公告称经调查核实,该网民系大理市人赵某某(女,36岁),目前相关调查处理工作正在进行中(大理发布,2021;见图7)。

6) 召开新闻发布会。地震发生后,云南省地震局于5月21日23时53分召开新闻发布会,省地震局公共服务处处长李春光主持发布会,向记者介绍了本次地震的基本情况,并与云南地震台专家付虹研究员一同回答了记者们的提问(云南防震减灾网,2021b)。5月25日上午,“5·21”漾濞6.4级抗震救灾指挥部召开新闻发布会,由地震系统现场工作队发布云南漾濞6.4级地震烈度图,并介绍此次地震的烈度分布情况、烈度图作用和灾害损失调查工作等情况,同时回答新闻媒体提问(云南防震减灾网,2021d)。

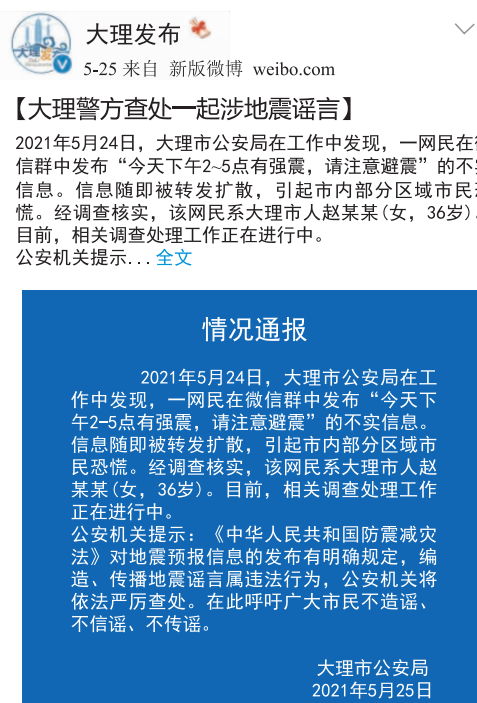


图7 大理警方查处一起地震谣言(大理发布,2021)

3 经验及启示

3.1 云南漾濞6.4级地震科普工作经验

从漾濞6.4级地震的应对过程来看,在云南,近年来学校师生和农村群众的防震减灾知识水平出现大幅度提升,地震部门开展防震减灾科普宣传和舆情处置的能力也在不断提升,这与常态化地开展地震科普宣传教育工作是密不可分的。云南省地震局每年都会发布“年度防震减灾科普宣传工作要点”,并和重大工程同步开展,对全省防震减灾科普宣传工作进行规划和指导。

1) 重大项目支撑。云南是我国大陆地震活动最频繁、地震灾害最严重的省份之一,防震减灾任务繁重而艰巨。为提升云南防震减灾综合能力,汶川地震后,云南省相继实施了“全面加强预防和处置地震灾害能

力建设10项重大措施”和“继续深入推进预防和处置地震灾害能力建设10项重点工程”,投资超过百亿。其中,前者开展了防震减灾科普宣传“家喻户晓工程”,后者设置了防震减灾科普专项,为云南防震减灾科普工作打下了坚实基础、提供了难得机遇(余丰晏等,2020)。

2)坚持走民族化、本土化和群众化道路。云南是我国少数民族最多的一个省份,深厚的民族文化为科普宣传搭建了很好的宣传平台。但是,大部分民族地区多为农村,防震减灾意识还比较淡薄;同时,由于房屋缺少抗震设计,存在较大安全隐患。为此,云南省地震局在防震减灾科普工作中提出走民族化、本土化和群众化道路。制定了“立足乡村、面向大众”的工作定位,从2017年开始用3年时间创作出一批“好听、好懂、好看,贴近生活、方便记忆、易于流传”的经典科普作品。云南省地震局依托这些作品,开展了卓有成效的普及宣传,开创了可以长期、主动、积极宣传的工作局面,走入了基层,得到了公众的认可,极大提升了民族地区防震减灾科普工作能力(余丰晏等,2020)。

3)学校教育和示范创建。云南省各级地震部门积极与教育、应急和科技等部门加强沟通协作,采用多种形式将防震减灾科普教育和地震逃生演练融入中小学安全教育内容,并列入各级领导干部的教育培训课程。云南省地震局还积极推进防震减灾示范社区建设和防震减灾科普教育基地建设工作,近年来全省共创立国家防震减灾科普教育基地3个,建成全国综合减灾示范社区231个,省级防震减灾示范学校166所。云南省各级地震部门通过持续开展防震减灾科普宣传教育工作,在增强社会公众防震减灾意识,动员社会参与防震减灾活动,提高社会公众防震避震及自救互救能力等方面的成效显著(张吕,2019;云南防震减灾网,2020,2021c)。

4)重要时段和常态化科普。云南各级地震部门一直把防震减灾科普宣传教育作为防震减灾工作重要抓手。各级地震部门每年积极利用“5·12 防灾减灾日”“11·6 全省防震减灾宣传日”“安全生产月”“科技活动周”以及重要地震纪念日等特殊时段,联动抗震救灾指挥部成员单位,全面开展防震减灾科普宣传活动。云南省地震局有计划地组织防震减灾知识“六进”活动,派员指导各类单位开展针对性的地震逃生演练。此外,还通过电视公益广告、手机短信,公交、地铁广告、公共宣传栏、科普讲解大赛、科普作品大赛、科普课堂和社交媒体等多种渠道,立体化、全覆盖地进行科普宣传教育,促使云南省社会公众防震减灾意识得到显著增强(张吕等,2019)。

3.2 启示

1)地震谣言难以灭绝。地震谣言如今已成为一种严重“次生灾害”,特别是中强地震发生后,监控和打击地震谣言是应急科普工作的重要内容。

2)震区科普宣传力量有限。破坏性地震多发生在经济欠发达的地区,当地群众防震避险意识较低,地震科普工作薄弱,科普宣传队伍的力量有限,且业务素质整体偏低。

3)科普资料储备不足。结合多次破坏性地震现场应急工作来看,市县地震主管部门的应急科普产品储备量较少,自给力不强,产品形式单一,内容贫乏,趣味性和实用性不足。

4)科普工作覆盖不全面。当前地震科普工作往往强调城镇、学校教育,广大欠发达农村地区和社会化宣传则存在明显短板。

4 结论与建议

1)建立防震减灾科普宣传教育长效机制。防震减灾科普工作具有复杂性和长期性的特征。地震部门应进一步加强与应急、教育、科协和新闻媒体等部门的协作,探索防震减灾科普社会化体系。建立健全政府部门、社会力量和新闻媒体协同开展防震减灾科普宣传教育体系运行机制;培养科普产业市场,合力推进防震减灾科普工作,切实提升全民防震减灾意识和应急避险技能。

2)强化防震减灾科普队伍建设。防震减灾科普宣传教育工作取得成效的关键在于培养人才。各级地震部门要充分重视和加强宣传教育专业队伍的建设,尤其是要强化业务培训和指导,增强地震科普宣传人员的业务素质和服务能力;制定科学的激励与考核制度,保持队伍的相对稳固,确保工作质量和取得实效;充分

调动社会力量,有序投入到防震减灾科普宣传教育工作中来,注重发挥科普志愿者队伍作用,强化措施保障,增强宣传普及力度,构建社会科普宣传网络体系。

3)创作具有地域特色的科普宣传产品。我们可以结合地域、民族等特有元素,充分拓展科普作品的内容和表现形式,开发出既注重科学性、知识性,又兼顾趣味性的防震减灾科普优秀作品。抓好科普作品的民族语言文字编译工作,尤其是要与乡村社区群众性文化活动相结合,精心创作广大群众乐于接受和传播的富有当地特色的防震减灾科普民歌、科普读物等科普作品;构建防震减灾科普资源库,备足多元化、个性化的应急科普宣传产品,以便使用时能精准化投送,努力增强科普宣传产品的供给能力。

4)重构科普传播渠道。地震部门应着力打造防震减灾科普“互联网+”,开发防震减灾科普手机客户端、微信科普小程序等新媒体传播载体;主动与主流网络平台进行合作,打通在移动互联网方面的传播渠道;实现防震减灾科普有效分发和精准投递,提高防震减灾科普传播方式现代化水平。重视中西部农村、民族地区和边疆地区等基础教育薄弱地区开展防震减灾科普宣传的通达性,着力推进防震减灾科普教育实现全覆盖。

5)发挥新闻媒体舆论引导作用。地震部门要加强与新闻、宣传等部门的协调,与传统和新兴媒体建立良性互动机制,扩大宣传阵地,借助新闻媒体的舆论引导作用。地震部门应该主动与主流媒体合作,打造权威方便高效的信息分发平台,不定期组织跑口记者参加相关科普培训;同时,还要形成主动宣传意识,通过召开新闻发布会、在线采访、专家访谈和邀请记者随行等形式,在震后第一时间(罗松等,2018)对外发布震情、地震应急工作动态、灾害损失调查和地震应急避险等信息,主动回应社会公众和震区群众急切关注的问题,拓展宣传覆盖范围,营造和谐的社会舆论氛围。

6)不断增强舆论引导能力。地震部门应遵循媒体融合发展的趋势,科学利用传统媒体和新兴媒体两类平台,根据震情和各项工作进展情况,在不同阶段进行相应的主题策划,科学、合理设置议程,有针对性地组织策划开展防震减灾新闻宣传,以获取舆论支持。把官方网站、微博、微信和抖音等新媒体的宣传和舆论引导作用充分展现出来,依据不同的媒介属性、不同的受众群体,有针对性的集中发声,说专业的话、权威的话,相互佐证,相互强化。地震部门通过这些新媒体平台发出正面声音,同公众密切互动,方能占领新媒体语境下的舆论制高点。

参考文献

- 白香玲. 2018. 如何做好地震科普宣传工作[J]. 高原地震, 30(3): 56-58.
- 大理发布. 2021. 大理警方查处一起地震谣言[EB/OL]. (2021-05-25)[2021-06-12]. <https://m.weibo.cn/3071103322/4640543432772054>.
- 极目新闻(网页版). 2021. 云南漾濞又发地震,一天震了10次,上百户受灾暂无人员伤亡[EB/OL]. (2021-05-19)[2021-06-12]. <http://j.mp2.ctdsb.net/web-dt/detailsText.html?contentId=1239516&contentType=5&cId=1545952&columnId=1476>.
- 李蕾,李海. 2019. 从“广西北流M_s5.2地震”看地震科普和震后舆论宣传[J]. 华北地震科学, (S): 102-105.
- 李丽. 2018. 全国首届地震科普大会在河北唐山成功举办[J]. 防灾博览, (4): 6-9.
- 罗松,格桑卓玛. 2018. 地震突发事件舆论引导中“第一时间”的重要性浅析——以四川省地震局“8.8”九寨沟7.0级地震应急处置为例[J]. 四川地震, (1): 36-39.
- 潘怀文. 2018. 新时代面向减轻地震灾害风险的地震科普工作思考[J]. 中国应急救援, (5): 4-6.
- 余丰晏,韦明体,冯韬,等. 2020. 民族地区开展防震减灾科普初探——以云南防震减灾科普作品创作与推广实践为例[J]. 云南科技管理, (3): 40-44.
- 云南防震减灾网. 2020. 我省20个社区被命名为2019年度全国综合减灾示范社区[EB/OL]. (2020-07-30)[2021-06-12]. http://www.yndzj.gov.cn/yndzj/_300579/dzaqsfj/603233/index.html.
- 云南防震减灾网. 2021a. 昆明市新建试运行的地震预警系统在漾濞“5·21”地震首次实战考验中受好评[EB/OL]. (2021-05-27)[2021-06-12]. http://www.yndzj.gov.cn/yndzj/_300559/_300659/630349/index.html.
- 云南防震减灾网. 2021b. 云南省地震局召开漾濞6.4级地震新闻发布[EB/OL]. (2021-05-22)[2021-06-12]. <http://www.yndzj.gov.cn/yndzj/300518/628014/628029/628033/628754/index.html>.
- 云南防震减灾网. 2021c. 2020年认定命名的云南省防震减灾科普示范学校名单[EB/OL]. (2021-01-27)[2021-06-12].

http://www.yndzj.gov.cn/yndzj/_300579/ynsfzjkpsfxjkipjyjdml/618649/index.html.

云南防震减灾网. 2021d. “5·21”漾濞6.4级地震烈度图发布[EB/OL]. (2021-05-25)[2021-06-12]. <http://www.yndzj.gov.cn/yndzj/300518/628014/628029/628033/630146/index.html>.

张吕,余丰宴,马玉涛. 2019. 云南省防震减灾科普宣传教育工作现状调查分析和研究[J]. 高原地震, (2):67-70.

张吕. 2019. 云南防震减灾科普宣传品现状与对策[J]. 云南科技管理, (6)40-42.

中国地震局(微信号). 2018. 全国首届地震科普大会在唐山召开[EB/OL]. (2018-07-28)[2021-06-12]. <https://mp.weixin.qq.com/s/FYxarzioYotGWsuqsynXOw>.

中国新闻周刊. 2021a. #漾濞震灾现场的高考生#[EB/OL]. (2021-5-23)[2021-06-12]. <https://m.weibo.cn/1642512402/4639975247185749>

中国新闻周刊. 2021b. 云南漾濞连续发生地震398次,青海玛多7.4级地震,专家:两个地震的力源上有一定关系[EB/OL]. (2021-05-22)[2021-06-12]. https://mp.weixin.qq.com/s/_He8quIrCtUMe8E6YIM-Vg.

Views on the Earthquake Science Popularization and Post-earthquake Publicity from the Yunnan Yangbi M_S 6.4 Earthquake

LUO Song¹, ZHOU Wenying¹, PENG Tao¹, WEI Yaling¹, GUO Yi²

(1. Sichuan Earthquake Agency, Sichuan Chengdu 610041, China;

2. Yunnan Earthquake Agency, Yunnan Kunming 650021, China)

Abstract: The seismological Department of Yunnan Province has explored and practiced much in earthquake science popularization and post-earthquake publicity, which shows a positive role in the response to the Yangbi M_S 6.4 earthquake in Yunnan. This paper analyzed some successful practices from the aspects of earthquake science popularization and post-earthquake publicity, and summarized the experience and skills that are worthy for future work. Specifically, we present six aspects such as establishing a long-term mechanism, strengthening the construction of science popularization team, creating products with regional characteristics, innovating the communication channels of science popularization, encouraging the news media in guiding public opinion, and improving the ability of guiding public opinion.

Keywords: the Yunnan Yangbi M_S 6.4 Earthquake; earthquake science popularization; post-earthquake publicity

短视频时代突发地震应急科普宣传实践与思考

——以云南漾濞6.4级地震中抖音宣传为例

陈耕耘¹, 张新玲¹, 李 兰¹, 李 果²

(1. 四川省地震局, 四川 成都 610000; 2. 四川省德阳市科技局, 四川 德阳 618000)

摘 要: 本文以2021年5月21日云南漾濞6.4级地震应急科普为例, 以地震部门(单位)抖音号为研究对象, 从科普内容、投放时间和传播效果等方面入手, 探讨在短视频时代下地震政务抖音号面对突发震情时在应急科普宣传上可借鉴的方法。通过实践和思考获知: 突发地震发生后, 地震部门应充分利用短视频的“短平快”传播特点, 采用多平台联动方式进行应急科普宣传。

关键词: 短视频; 突发地震; 科普宣传

中图分类号: P315-4

文献标识码: B

文章编号: 1001-8115(2021)03-0017-05

DOI: 10.13716/j.cnki.1001-8115.2021.03.004

公共突发事件是指未能预测或无法预测而突然发生, 并造成或可能造成重大人员伤亡、财产损失、生态环境破坏和严重社会危害, 对社会公众产生直接影响或对公共社会有广泛联系的事件(童兵, 2009)。突发地震属于公共突发事件之一, 我国又是一个地震多发国家, 一旦发生地震, 地震部门(单位)承担着对外公布震情、震情研判和应急科普的责任, 若未及时引导舆情, 产生舆情次生灾害, 则可能会造成不必要的社会恐慌。近年来, 短视频迅速崛起, 用户数量激增。中国互联网络信息中心(2021)发布的《第47次中国互联网络发展状况统计报告》(以下简称“报告”)显示, 截至2020年12月, 我国网络视频(含短视频)用户规模达9.27亿, 占网民整体的93.7%。说明民众在信息接收时更偏向选择简短的图像或视频类形式, 而短视频表征出的“短平快”特点正好符合现代用户需求。抖音、快手等短视频平台因其用户多、使用频率高, 现已成为很多政务单位重要的宣传渠道。报告显示, 截至2020年12月, 我国31个省(区、市)均有部门开通政务抖音号, 各级政府开通政务抖音号26 098个(199it, 2021)。在地震系统中, 目前有9个地震部门(单位)入驻抖音、快手等短视频平台, 尝试开启新的地震科普宣传模式。

本文通过分析2021年5月21日云南漾濞6.4级地震发生后, 抖音短视频发布应急科普宣传的内容和效果, 思考在短视频视域下地震部门(单位)面对突发地震时, 如何高效利用短视频平台进行应急宣传, 并思考如何进一步提高科普宣传效果。

1 地震系统抖音号在云南漾濞突发地震后的应急科普宣传

自媒体时代人人都是信息传播者, 网民手握“麦克风”, 在突发公共事件的信息发布速度上常比政务新媒体, 甚至比媒体还快。近几年, 短视频平台火爆全网, 仅抖音平台的日活跃用户突破6亿, 3日均视频搜索次数突破4亿, 青年人是抖音平台用户的主力军。抖音作为UGC平台, 最初的定位是娱乐功能, 但在2020年年初“新冠疫情”的突发公共事件后, 抖音平台功能逐渐从纯娱乐功能向集娱乐与时事动态专业化转型。“新闻联播”“央视”“外交部”等主流媒体和政府部门开通抖音账号, 地震系统的9个单位(见表1)相继开通抖音、快手账号, 增加地震科普宣传渠道。

作为地震系统的政务抖音号, 发布的信息代表了其行业专业性和公信力。综合分析现开通的9个地震部门(单位)官方抖音号, 其地震应急科普宣传内容由最开始单一的发布地震知识类视频, 到地震专家或者科普讲解员主动走入镜头向受众答疑解惑等多方位宣传。目前主要有三类:(1)成品科普类: 现有制作完成

收稿日期: 2021-06-23; 修回日期: 2021-06-30

基金项目: 四川省地震局地震科技专项(LY2111)资助。

作者简介: 陈耕耘(1993-), 女, 四川巴中人, 助理工程师, 主要从事防震减灾宣传与新媒体传播研究, E-mail: 578409658@qq.com.

表1 目前开通抖音/快手账号的地震部门(单位)

序号	部门(单位)	账号名	账号类型	发布视频(条)	粉丝量
1	中国地震台网中心	中国地震台网	抖音	1268	164.1万+
2	河北省地震局	河北省地震局	抖音	95	555
3	内蒙古自治区地震局	内蒙古自治区地震局	抖音	120	1.5万+
4	上海市地震局	见震时刻	快手	62	1179
5	山东省地震局	震知卓见	抖音	104	2129
6	广西壮族自治区地震局	广西防震减灾	抖音	71	232
7	海南省地震局	海南省地震局	抖音	13	389
8	四川省地震局	四川省地震局	抖音	374	5214
9	新疆维吾尔自治区地震局	新疆地震局	抖音	107	2581

数据截止日期:2021年6月22日

的地震科普视频(以动画视频为主)包括讲解地震原理、形成原因与危害、如何避震与自救互救等科普内容。如海南省地震局抖音号发布的《#地震科普#共振作用与减隔震技术》,这类科普视频原创性较低,很多内容已多次在官方微博、微信等平台发布,重复率较高。(2)真人讲解类:此类视频以原创为主,常由各地震部门(单位)的地震专家或科普讲解员出镜录制,后期剪辑完成,一期一主题,如山东地震局请专家讲解避震常识《地震时首先要快跑吗?这个科普视频告诉您》。在突发地震时,则以各单位新闻发言人对公众或媒体就震情、余震情况等答疑解惑为主,如四川省地震局在2019年资中5.2级地震时组织专家接受媒体采访,及时向受众介绍震情,以抑制谣言产生。(3)地震应急综合类:此类视频以报道震情速报、地震应急现场人员工作状态为主。此类信息除了及时向外界公布准确的地震三要素(地震发生的时间、地点和震级)外,还宣传地震应急现场的工作动态,如四川省地震局在2020年石渠5.6级地震发生后,及时发布地震应急动态8条,以提升地震系统的社会公信力,树立有作为的媒介形象。

1.1 科普内容要适宜,满足受众需求

目前已开通抖音号的地震部门(单位)以地震科普为主,其他宣传为辅,服务内容相对单一。突发地震科普宣传内容一定要适应当下的传播语境,知晓受众诉求,满足受众需要。

云南漾濞6.4级地震发生后,攀枝花部分地方有震感,因此云南籍和四川籍民众会比其他地方民众更加关注此次地震,他们除了想要及时知晓准确的地震三要素外,还会关心如何安全避震等知识。所以针对此类人群在应急科普内容选择上多以避震、自救互救和预防地震次生灾害等知识为主。如四川省地震局在震后第一时间发布视频《#云南省大理州漾濞县突发地震 地震来了该怎么办……》,向受众传播他们想知晓的信息,有针对性地开展防震减灾科普宣传教育。

2020年7月12日河北唐山发生5.1级地震,但其震情较轻,没有人员受伤,此时民众更想了解地震工作人员在突发地震后的工作,所以河北省地震局在震后发布《唐山古冶5.1级地震发生后,看看冀震人都做了哪些工作?》,满足受众对地震应急工作的好奇,提升公众对地震系统工作的认可。

1.2 投放时间要精准,符合受众习惯

面对突发地震,应急科普宣传应比日常科普宣传更注重内容投放时间,同时还应考虑各平台的用户使用频次、使用时长、内容偏好等因素。在震后,除了第一时间公布正式速报的地震三要素外,还需根据地震发生时间策划科普内容投放。目前,地震部门(单位)抖音号的粉丝群体较小,除中国地震台网官方抖音外(粉丝量164.1万+),其他开通抖音、快手等短视频平台的各省地震局平均粉丝量仅3400+,最多的也只有1.5万+,震后想要得到更多的转化率,提高留存量,应急科普内容投放时间要精准,要符合抖音用户使用习惯,时效性和实效性都必不可少。

云南漾濞6.4级地震发生在周五晚上9点左右,正是抖音用户使用高频时段,所以第一时间要发布准确的地震三要素。在地震发生后的3分钟,抖音号“中国地震台网”发布第一条正式速报,告知受众此次地震的基本情况,让民众和地震部门信息对称,稳定民众情绪。随着关注“云南漾濞地震”的抖音用户暴增,“云南漾濞地震”冲上抖音话题热榜,此刻地震部门把握时机及时发声,从专业角度向民众介绍地震避险知识。抖音号“四川省地震局”针对抖音热榜话题“地震避险和救援”发布视频《#云南省大理州漾濞县地震 地震被埋,如何自救和互救……》,在此次地震应急科普宣传中获得最高点赞量(见图1),比工作日5月20日发布

的科普视频《#地震来时怎么办? 3D 动画演示避震攻略。地震来时莫慌张,科学避险有讲究》的点赞量高。

2 云南漾濞 6.4 级地震抖音应急科普宣传效果

2021年5月21日云南漾濞6.4级地震发生后,因地缘关系和抖音开通情况,虽未有很多地震部门(单位)在抖音平台上进行地震应急科普宣传,但“四川省地震局”抖音号发布的6条(除转发视频)地震应急科普视频均取得了较好的传播效果,可从个案中窥观突发地震应急科普在抖音短视频平台上的宣传效果。

(1)巧用话题提高作品播放效果。突发地震发生后,震中地名是热搜关键词,在发布应急科普视频时将震中地名设为话题关键词,不仅方便受众搜索,还有助于登上抖音话题热榜,增加曝光度。如“四川省地震局”发布《#云南省大理州漾濞县频发地震 地震来了该怎么办……》,其播放量达3.4万+人次(见图2),实时观看人数达2180.1万人次(见图3)。“四川省地震局”抖音号在此次突发地震应急科普宣传中发布的视频以地震应急避险、自救互救和地震次生灾害防范为主,6条视频浏览量共计3.5万+,其中《#云南省大理州漾濞县频发地震 地震来了该怎么办……》《#云南省大理州漾濞县发生地震 地震时如何自救? 祈祷平安!》两条视频登上抖音热榜(见图4)。

(2)作品带动抖音号粉丝量增长。在此次云南突发地震应急科普宣传后,“四川省地震局”在5月23日粉丝量增长至5170个(见图5、6),比基础粉丝多了296个,平均每条视频引流49.3个粉丝,2天的粉丝增长率达53.03%,比日常地震科普视频带来的粉丝增长率高很多。

3 地震政务抖音号在突发震情科普宣传中的策略思考

短视频爆红,政务抖音号增多,一方面向我们展示了其作为地震科普新媒体平台的优势,另一方面由于人人能快速传播内容,也易使其成为舆情衍生制造机,这是我们在突发地震应急宣传中需要思考的。

3.1 用权威、全面的地震应急科普内容让真相跑在谣言前面

地震话题本就容易受民众关注,震后未及时向民众公布相关信息,极易产生谣言。震后30分钟是地震科普宣传的黄金时段,也是极易产生谣言的时段,此时有针对性地开展防震减灾科普宣传教育,有利于提高公众对相关信息的关注度,提升公众主动参与科普宣传的积极性,促进防震减灾科普信息的有序传播,有效抑制负面信息的不当扩散,甚至可避免谣言产生。

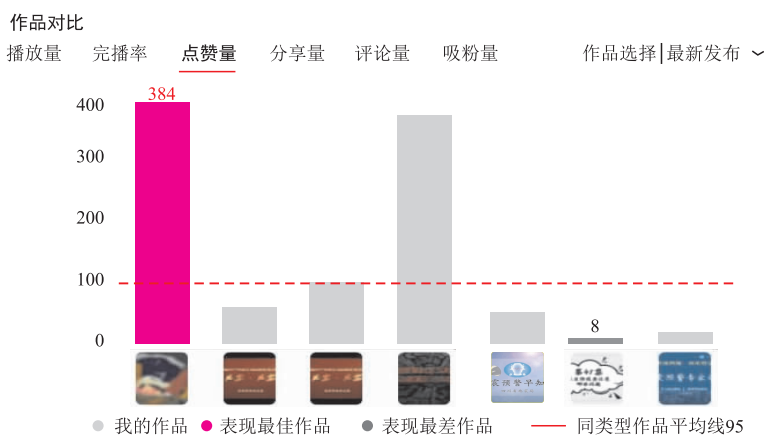


图1 应急科普宣传视频中获赞量对比

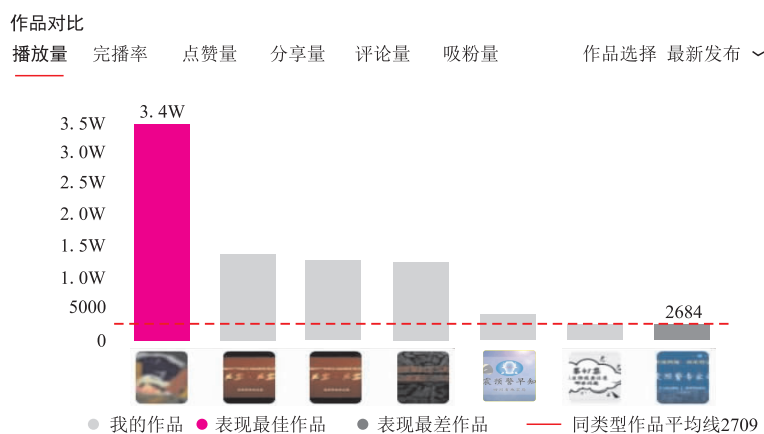


图2 单条视频播放量

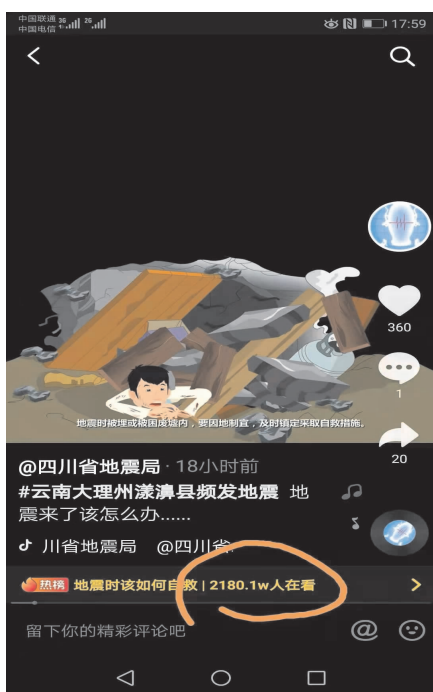


图3 单条视频实时观看人数

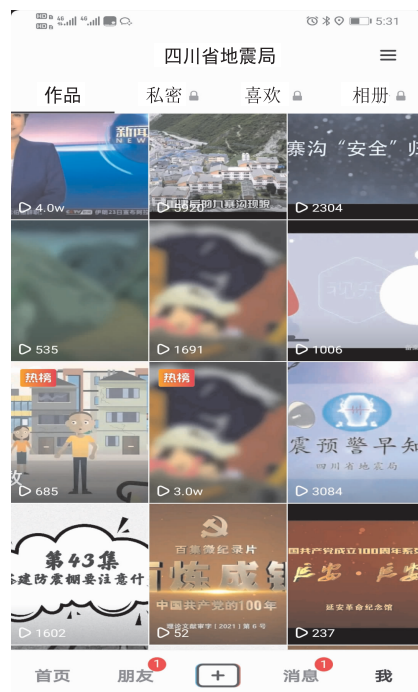


图4 热榜视频

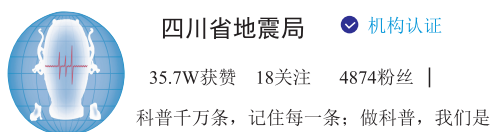


图5 2021年5月20日粉丝量

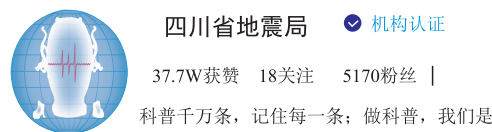


图6 2021年5月23日抖音粉丝量

云南漾濞地震发生在周五晚上,这个时间段属于休闲娱乐时间,地震在这个时段突然发生定会比在工作日发生更受关注。此次地震,四川攀枝花、凉山等地均有震感,晚间地震震动会让民众产生恐惧心理,而且此次地震余震次数达300余次,民众对是否还会发生更大余震很是关注,抖音话题榜上有关云南余震话题播放量高达60余万次(见图7)。此刻民众对震中救援和震情分析求证心切,为谣言提供了可乘之机。专业的地震部门(单位)需及时发布权威的、全面的地震信息,提供民众亟需知道的震情、救援情况和专家解读,最好做到“快速发声、有一说一”,让真相跑在谣言前面,抑制谣言产生。



图7 “云南漾濞余震”话题在抖音话题榜播放量

3.2 适应短视频话语符号传播,把握突发地震应急科普时间

目前抖音短视频广泛以非语言符号进行展现,动态图像结合声音为主,辅之动画、文字和色彩等各种模态的话语符号。此类短视频创作并非地震部门(单位)抖音号的强项,面对短视频特定的话语符号与短平快的传播模式,我们的宣传内容既要有擅长的文字符号和独有的震中现场应急图片符号,也要不断适应短视频的非语言符号传播方式以及短平快的传播特点,强化自身视频制作能力,做到既有语言符号,也有非语言符号,包括文字、图像、声音、动图和色彩等各种模态的话语符号,从传统媒体文字和图片双模态向多模态话语转变(刘昌华等,2020)。

3.3 多维度、多平台联动,建构突发地震应急科普宣传矩阵

地震部门(单位)入驻抖音时间短,日常科普话题引流难,抖音短视频平台要想在突发地震时成为舆情

引导主战场,需借助微博、微信等较好粉丝基础,微博的热门话题和微信的稳定性,与抖音短视频形成突发地震应急科普宣传矩阵;同时和消防等其他应急部门(单位)构建联动平台,资源共享,在横向和纵向上形成宣传网,则可在突发地震应急宣传时达到事半功倍的效果。

一要在科普日常需要联动微博、微信平台和其他应急部门进行话题引流,如在此次云南漾濞地震中,消防应急救援在抖音平台上的话题互动和引流明显高于地震科普类话题。二要做好突发地震科普视频储备,在内容、数量和质量上,需要结合地震行业发展最新情况进行补充或更新。三要考虑视频尺寸适应横屏与竖屏格式等各种媒介的投放,做到突发地震时,不同时段不同平台能有针对性对不同受众的应急科普宣传内容,避免内容高度同质,建构多方位系统化的应急科普宣传网。

4 结论与建议

突发地震应急科普宣传工作是应对地震舆情的一项重要任务。在短视频时代,面对突发地震,地震部门(单位)虽然不能做到如新闻媒体一样在震后及时通过抖音等短视频平台对震中进行现场直播,但我们仍需提高创新能力,优化视频质量,挖掘自身优势,提升原创率和唯一性,借助震中应急一手资料、专家现场科普讲解等方式对外发布实时信息,避免一味地发布陈旧过时的科普内容。

突发地震后,公众对地震相关信息关注度急剧增加。抖音平台网民表征之一即科普需求普遍散落于“短平快”的内容、知识碎片和转发网络共同组成的多元化议程和互动性热点中,所以在制作应急科普视频时切忌时间过长、内容繁杂,视频时长最好在1-3分钟内,一个视频一个知识点,提高完播率。

目前开通抖音号的地震部门(单位)较少,但抖音短视频平台可成为地震部门(单位)进行科普宣传的新渠道,可大胆尝试,借助其用户黏性强的特质,让更多民众“知震,不怕震”“懂震,会避震”,了解地震应急工作,提升地震部门(单位)的社会形象,增强其公信力。

参考文献

- 199it. 2021. 2020 抖音数据报告[N/OL]. (2021-01-05)[2021-06-15]. <http://www.199it.com/archives/1184841.html>.
- 刘昌华,馨玥. 2020. 短视频时代主流媒体的应急话语传播—基于人民日报抖音账号新冠肺炎疫情报道分析[J]. 中国记者, (6):24-27.
- 董兵. 2009. 突发公共事件的信息公开与传媒的宣泄功能[J]. 南京社会科学, (8):37-44.
- 中国互联网网络信息中心. 2021. 第47次中国互联网络发展状况统计报告[M].

The Practice and Thinking of Earthquake Emergency Science Popularization in Short Video Era: A Case Study from the Yangbi M_s 6.4 Earthquake in Dali, Yunnan Province

CHEN Gengyun¹, ZHANG Xinling¹, LI Lan¹, LI Guo²

(1. Sichuan Earthquake Agency, Sichuan Chengdu 610000, China;

2. Deyang Science and Technology Bureau, Sichuan Deyang 618000, China)

Abstract: The Yangbi M_s 6.4 earthquake was occurred in Dali, Yunnan Province at 21:48 on May 21, 2021. Using Douyin account of seismological departments, specifically in science popularization, casting time, and spreading effect, we discussed some useful earthquake science popularization methods for seismological departments when facing emergent earthquake under short video era. Based on practice and thinking, we suggest that seismological departments should utilize short video, especially focus on its short, stable and quick characteristics, use multiple platforms to conduct earthquake emergency and science popularization.

Keywords: short video; emergent earthquake; science popularization

江苏流体井网水位对青海玛多7.4级地震同震响应特征差异及原因分析

胡米东,毛华锋,陈启林,王皓,张杰,霍雨佳,黄群
(江苏省溧阳地震台,江苏溧阳 213332)

摘要:本文收集整理江苏流体井网对青海玛多7.4级地震同震响应水位资料、各流体井基本参数资料和井周边构造资料,分析同震响应特征和特征差异,探讨差异原因。资料显示,27口观测井中17口井水位出现同震响应;响应类型分振荡型和阶跃型两类。对于不同观测井,震级与震中距不是影响同震响应幅度的主要因素,井孔位置是否位于断裂带上或者断裂带附近,井含水层系统固有振动周期和振动阻尼系数都对同震响应幅度有重要影响。人工授时导致的误差和观测设备低采样率是导致部分井同震响应起始时间差异的主要原因,低采样率也导致同一口观测井同震响应时上下振幅大小不对应。

关键词:青海玛多7.4级地震;江苏流体井;井水位观测;同震响应

中图分类号:P315.723 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-8115(2021)03-0022-06

DOI:10.13716/j.cnki.1001-8115.2021.03.005

大量地下流体以多种形态存在各种地壳介质中,地下流体较活跃,在一定条件下地下流体能形成位置和形态变化。地下流体观测能间接获得来自地球深部信息,地下流体同震响应能够有效揭示地壳介质对应力应变响应,近十多年来一直是研究热点。井水位同震响应研究有助于对地下流体前兆现象的认识与理解,是揭示地壳介质对应力-应变过程响应最直接和最有效的手段之一(中国地震局监测预报司,2005)。向阳等(2020)从地震波能量密度、含水层渗透性参数变化及断裂带控制作用等方面探讨同震响应机理,结果显示井水位同震响应幅度与地震波能量密度有一定关系。张明哲(2019)利用河北冀21井水位部分强震同震观测资料,研究认为:水位对远场大震记录较灵敏,水位同震响应最大振幅与地震强度成正比,与震中距关系不强。杨斐等(2013)对比发现汶川8.0级和日本9.0级地震时青海观测井水位和水温同震响应特征有差异。针对水位同震响应机理,学者们认为地震引起的地壳运动造成井水位同震下降(Matsumoto et al,2003),地震波穿过井孔断层导致张合或蠕动,从而引起观测井内水外泄最终引起井水位同震下降变化等(杨竹转等,2010)。

据中国地震台网测定,2021年5月22日02时04分(北京时间)青海省果洛州玛多县发生7.4级地震,震源深度17 km,发震断裂可能为东昆仑断裂带南部的玛多—甘德断裂带(詹艳等,2021),该地震为汶川8.0级地震后我国发生的最强地震,给青海基础设施造成较大损失。地震震中距江苏一千多千米,仍然造成江苏大量地下流体井水位出现同震响应现象。本文收集江苏流体井对青海玛多7.4级地震同震响应水位资料、各流体井基本参数资料和井周边构造资料,对水位响应特征进行分析,找出响应特征差异,并结合前人研究成果,对各响应特征差异原因进行分析,以期对江苏地下流体井各水位同震响应特征取得一些新看法。

1 江苏流体井网概况

江苏区域跨华北地块、秦岭—大别山造山带东段和下扬子地块三大主要地质构造单元。区域内断裂构造较发育,其中北东向断裂数量较多。区域内较大活动断裂主要有郟庐断裂带、淮阴—响水断裂带和茅山断裂等。江苏地下流体井网构建已五十多年,受经济条件和技术条件制约,最初江苏地下流体井大多利用石油等外系统探测井改造后进行观测。随着近年来数字化改造项目、监测环境改造和抗干扰项目的建设,江苏地下流体井观测环境、观测设备质量、观测设备数量及分布密度等已初步满足地震监测预报需求。江苏地下流

收稿日期:2021-06-18;修回日期:2021-07-22

作者简介:胡米东(1982-),男,江苏常州人,2005年毕业于南京大学,工程师,主要从事地震监测工作. E-mail:271835366@qq.com.

体井孔大多位于活动断裂带附近,地下水类型以孔隙承压水为主、岩溶裂隙水为辅。区域内主要活动断裂分布和 27 口观测井孔的基本参数分别见图 1 和表 1。观测井除水位和水温测项外,还配备气温、气压、降雨量辅助观测。水位观测大多使用 SWY-II 型数字水位仪,传感器采样率为 1 次/min。

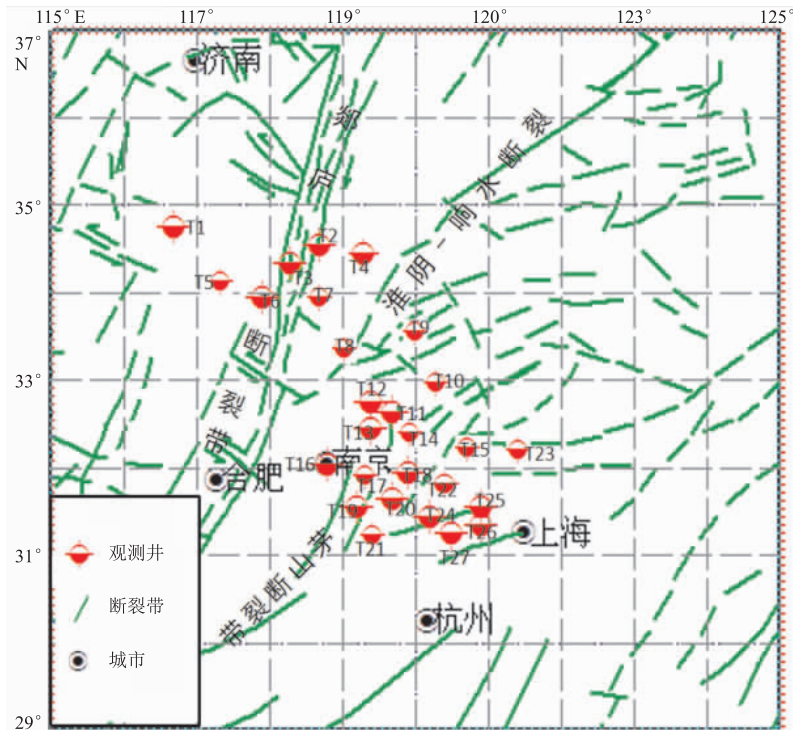


图 1 江苏地下流体井观测点分布

表 1 江苏流体井基本参数

序号	编号	台站名	构造部位	观测层岩性	高程 /m	井深 /m	套管深度 /m	地下水类型
1	T17	句容苏 16 井	茅山断裂西侧,句容凹陷潜山隆起近顶部	岩浆岩	20	889	20	孔隙承压水
2	T21	溧阳苏 22 井	宜溧山区的东西向背斜轴布附近	砂岩	27	243	26	裂隙承压水
3	T18	丹徒苏 18 井	茅山断裂带茅东断裂西侧	灰岩	17	366	75	岩溶裂隙承压水
4	T5	徐州苏 02 井	郯庐断裂带西侧 15 km	灰岩	27	934	141	岩溶裂隙承压水
5	T7	宿迁苏 05 井	郯庐断裂带以东 23 km,沭阳凹陷内	细砂岩	20	867	217	孔隙承压水
6	T15	南通苏 12 井	通扬隆起,东西向黄桥—吕四断裂内	闪长岩	4	689	313	孔隙承压水
7	T23	南通苏 14 井	通扬隆起,东西向黄桥—吕四断裂南侧	大理岩	4	463	365	孔隙承压水
8	T22	武进苏 19 井	江阴复背斜	砂岩	20	1666	415	断裂构造与层间岩裂承压水的混合水
9	T26	昆山苏 21 井	苏州复背斜带,马鞍山断块隆起高部位	灰岩	4	676	313	孔隙承压水
10	T12	高邮台井	高邮凹陷主体的北部	砂质岩	32	528	322	承压水
11	T10	兴化苏 08 井	溱潼凹陷内	白云岩	4	2680	2228	孔隙承压水
12	T8	金湖苏 06 井	金湖凹陷刘庄构造兴隆集高点	灰岩	10	2354	2008	孔隙承压水
13	T9	盐城台井	淮阴—响水断裂附近	砂质千枚岩	2	546	542	孔隙承压水
14	T4	灌云台井	郯庐断裂带东侧	花岗片麻岩	38	280	260	承压水
15	T14	姜堰苏 10 井	泰州—溱潼大断裂的北侧	砂砾岩	23	1228	1200	孔隙承压水
16	T3	新沂台井	郯庐断裂带	灰岩	30	406	180	孔隙承压水
17	T20	溧阳台井	茅山构造带茅东断裂附近	砂岩	35	1132	862	碎屑岩类裂隙水
18	T27	苏州苏 20 井	苏州—湖州断裂和苏州—无锡断裂交汇处	火山岩	11	368	202	断层裂隙水
19	T2	东海台井	郯庐断裂带东侧,牛山倒转背斜轴部	花岗片麻岩	16	106	32	承压水
20	T16	南京苏 15 井	南京—湖熟断裂附近	石英砂岩	10	736	55	裂隙承压水
21	T25	常熟支塘井	湖州—苏州断裂附近	火山岩	18	544	200	裂隙承压水
22	T1	丰县苏 23 井	丰沛断裂块凹陷内	安山质角砾岩	25	603	315	断层水
23	T11	江都小纪井	扬州—江都凸起与高邮凹陷交界处	砂岩	19	331	120	承压地下水
24	T24	无锡军嶂山井	昆山—嘉定断裂附近	砂岩	18	180	85	孔隙承压水
25	T19	上兴井	茅山构造带茅东断裂、白马断裂南侧	砂岩	50	354	137	碎屑岩类裂隙水
26	T13	扬州平山台井	泰州断裂附近	砂岩	20	326	122	孔隙承压水
27	T6	睢宁苏 03 井	近南北向郯庐断裂带西侧约 15 km 处	灰岩	24	449	95	岩溶裂隙承压水

2 江苏各流体井同震响应典型特征

青海玛多7.4级地震后,江苏流体井网27口井中有17口井水位出现同震响应,测项响应比为63%。17口井水位同震响应形态不尽相同(见表2和图2),根据形态差异可简单分两类:振荡型(笔者把脉冲型归于此类)和阶跃型(阶跃上升型和阶跃下降型)。为更清楚显示水位形态变化,对同震响应相关时段水位数据曲线进行放大处理。由于17口井数量较多,所有图像展示篇幅将过大,因此根据空间分布和形态特征等因素选取苏02井、苏03井、苏20井、苏22井和灌云台井对其同震响应形态特征详细描述。

2.1 苏22井

苏22井位于宜溧山区的东西向背斜轴布附近,周边有茅山断裂,地下水类型为裂隙承压水。该井由原石油系统探测井改造而来,井深243 m,套管深度26 m。水位同震响应形态为阶跃上升

型(见图3),震前水位变化平稳,5月22日02:12(玛多7.4级震后8 min)水位出现振荡变化,记录水位初动上升,最大振幅143 mm,是所有收集27口观测井中振荡幅度最大的一口井。经历8 min振荡之后,水位出现阶跃,阶跃幅度50 mm,水位振荡持续至03:26左右水位振荡逐渐结束,5月30日阶跃完全恢复。

2.2 灌云台井

灌云台井位于郯庐断裂带东侧45 km处,地下水类型为空隙承压水,井深280 m,套管深度260 m。该井水位响应类型为阶跃下降型(见图4),震前水位变化平稳,02:15出现小幅振荡,振荡时间较短,02:17快速

表2 江苏流体井同震响应基本参数

台站名	形态	响应开始时间	响应结束时间	振幅/m
句容苏16井	振荡	02:13	02:17	0.02
徐州苏02井	振荡	02:09	02:58	0.102
宿迁苏05井	振荡	02:10	02:33	0.086
溧阳苏22井	阶跃上升	02:12	03:26	0.143
兴化苏08井	振荡	02:12	02:20	0.012
金湖苏06井	振荡	02:10	02:16	0.011
盐城台井	振荡	02:12	02:19	0.005
灌云台井	阶跃下降	02:15	02:16	0.012
丹徒苏18井	阶跃上升	02:15	02:32	0.007
新沂台井	振荡	02:12	02:17	0.004
溧阳台井	阶跃下降	02:12	02:42	0.119
东海台井	振荡	02:13	02:58	0.034
南京苏15井	阶跃上升	02:12	02:21	0.012
丰县苏23井	阶跃上升	02:12	02:51	0.037
睢宁苏03井	振荡	02:11	03:54	0.046
上兴井	振荡	02:12	02:18	0.009
扬州平山台井	振荡	02:11	02:47	0.017
南通苏12井、南通苏14井、 武进苏19井、高邮台井、 姜堰苏10井、苏州苏20井、 常熟支塘井、江都小纪井、 无锡军嶂山井、昆山苏21井	无	无	无	无

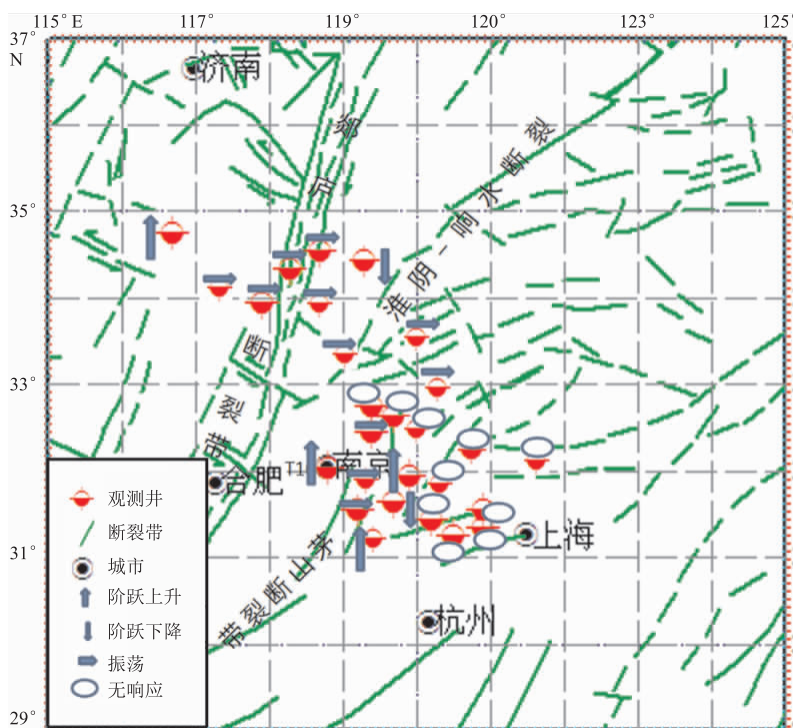


图2 江苏地下流体井对青海玛多7.4级地震同震响应空间分布

阶跃下降,阶跃过程持续9 min,阶跃下降12 mm,5月23日阶跃完全恢复。

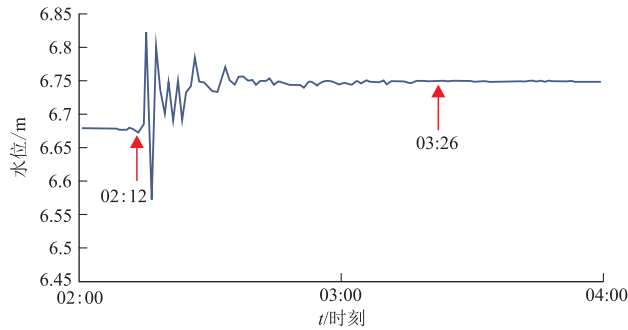


图3 苏22井水位同震响应曲线

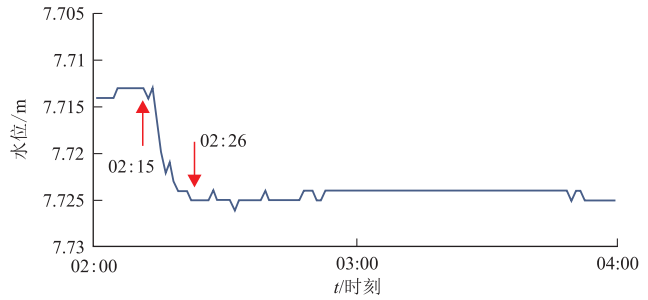


图4 灌云台井水位同震响应曲线

2.3 苏02井

苏02井位于郯庐断裂带东侧15 km处,地下水类型为岩溶裂隙承压水,井深934 m,套管141 m。该井水位响应类型为振荡型(见图5),震前苏02井水位变化平稳,02:09(玛多7.4级震后5 min)水位出现振荡变化,记录水位振荡初动上升,最大振幅为102 mm,水位振荡49 min,02:58水位振荡逐渐结束,该井水位振荡幅度是苏北地区变化幅度最大一口井。

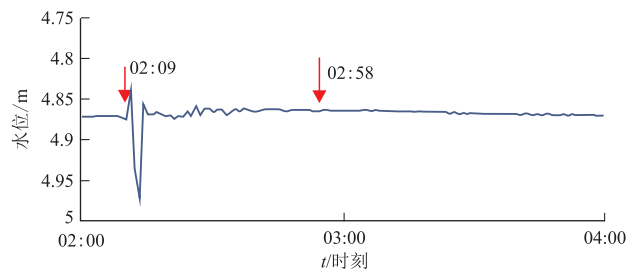


图5 苏02井水位同震响应曲线

2.4 苏03井

苏03井位于近南北向郯庐断裂带西侧约15 km处,北西向废黄河断裂南侧交汇处附近,地理位置位于废黄河冲击平原。该井水位响应类型为振荡型(见图6),地下水类型为岩溶裂隙承压水,井深449 m,套管深度95 m。震前苏03井水位变化平稳,02:11(玛多7.4级震后7 min)水位出现振荡变化,记录水位初动下降,最大振幅46 mm,该井水位振荡时间持续103 min,是27口观测井中水位振荡持续时间最长的一口井,同时也是唯一出现两次较大振幅的一口井,03:54水位振荡逐渐结束。

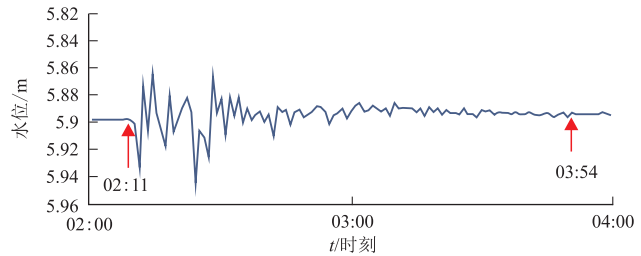


图6 苏03井水位同震响应曲线

2.5 苏20井

苏20井位于EW向苏州—湖州断裂附近,该断裂属于正断层性质,与EW向苏州—无锡断裂联合运动,中生代断陷盆地内沉积厚度大于2000 m,地下水类型为断层裂隙水,井深368 m,套管深度202 m。该井水位观测曲线正常(见图7),未出现同震响应。

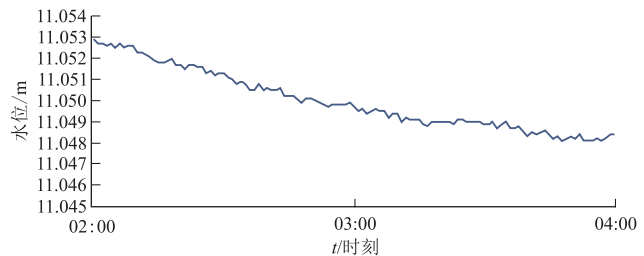


图7 苏20井水位同震响应曲线

3 江苏各流体井响应特征差异原因分析

3.1 同震响应区域差异

据统计发现在本次玛多7.4级地震中,江苏27口观测井中有10口观测井水位未出现同震响应(见图2),占总数的37%。根据图1和表1可知,该10口观测井并非震中距最远的观测井。研究表明对于同一口观测井,一定时期之内震级与震中距是影响水位同震响应是否出现以及同震响应幅度大小的主要原因,但对

于不同观测井,震级与震中距往往不是主要影响因素,井孔所在位置的构造环境、水文地质条件和成井工艺水平均有影响,同时断裂带上或附近的井含水层系统对地震波或同震破裂应力加载更为敏感。分析本次10口观测井分布可以发现,与其它17口观测井出现水位同震响应的观测井相比,该10口井周边大部分没有丰富断裂带分布。例如苏南东部地区断裂带较少,该地区6口井均未出现同震响应,而出现同震响应的17口观测井或处于断裂带上或周边有着丰富断裂带分布。这说明处于断裂带上或者附近有丰富断裂带分布的井含水层系统相较远离断裂带的井含水层系统对应力变化更敏感,断裂带对观测井水位同震响应有较大影响作用。分析认为在受到应力应变作用时,位于断裂带上或附近的井含水层系统,其水位更易发生变化、断裂带内的流体更活跃,更易出现同震响应现象。

3.2 同震响应形态差异

本次玛多7.4级地震,江苏井网出现同震响应的17口观测井,水位形态主要包括振荡型和阶跃型。例如苏02井和苏03井出现振荡型同震响应,苏22井出现阶跃上升型同震响应,灌云台井出现阶跃下降型同震响应。笔者未发现观测井地下水类型、观测井深度、观测层岩性和震中距与同震响应形态之间存在必然联系。地震发生后,地震波传播至井孔含水层和周边岩体,在一定能量范围内,含水层岩体发生弹性压缩与膨胀交替变形,使含水层内孔隙压力出现增大与减小交替变化,表现为井内水位的交替升降变化,其中以可同时引起膨胀和垂直运动的瑞雷波造成的井水位波动最大(Brodsky et al, 2003)。当地震波能量超过一定标准或者一些井的构造环境和周边岩体较为敏感,能量积累程度超过岩体弹性变化临界点,含水层岩体不再出现弹性压缩与膨胀,岩体内部结构将发生塑性变化,含水层渗透率发生改变,井水流量发生阶跃改变,因此出现阶跃型同震响应形态(孙小龙等, 2007)。

3.3 同震响应时间差异

根据表2统计可知,江苏各流体井水位对青海玛多7.4级同震响应时间有很大差异。同震响应较快的井集中出现在苏北地区,其中徐州苏02井在震后5 min出现响应,是所有井中最早出现响应的。在出现同震响应的17口井中,最慢出现响应的是丹徒苏18井和灌云台井,地震发生11 min后水位才出现振荡变化。同震响应时间快与慢相差6 min左右。目前水位观测普遍使用采样率1次/min的数字化记录仪,因此两口井响应时间可能因为采样率引起最大1 min误差。即使如此,仍无法解释部分相邻井出现的响应时间差异。例如苏23井是所有观测井中震中距最近的井,但响应时间比震中距更远的苏02井慢3 min,这是采样率记录误差无法解释的。分析后可知目前水位观测仪不像地震计采用GPS卫星对时,而是每周进行一次人工授时,人工授时精度较低,同时每周一次的授时频率会造成各个观测井水位仪器的时间服务系统产生较大误差。因此部分井地震响应时间异常是人工授时引起的时间误差以及仪器较低采样率造成的误差共同影响的结果。

3.4 同震响应幅度差异

青海玛多7.4级地震后,江苏各观测井水位同震响应振荡幅度差别也较大,苏22井水位振荡幅度最大,达143 mm;盐城台井最小,只有5 mm。分析发现井孔水位振荡幅度亦不随震中距增大而单纯衰减。茅山断裂带周边苏22井与溧阳台井震中距并非最小,但两口井水位振荡幅度是27口井中较大的。据表1可知,溧阳台井和上兴井含水层岩性均为砂岩,且两口井均位于茅山断裂带附近,两口井距离6.5 km,但两口井水位最大振荡幅度却相差较大,溧阳台井水位最大振荡幅度比上兴井大110 mm。可见还有其他因素影响水位同震响应幅度。张昭栋等(2000)专家利用弹性理论和渗流理论,对水井进行SLUG实验,得到井水位振荡曲线,认为观测井含水层对地震波的响应主要与其固有振动周期和观测井含水层振动阻尼系数有关。井含水层主要对周期20 s瑞利波产生较好的响应,因此井含水层系统的固有振动周期越接近20 s,对地震波响应越好,水位振荡幅度越大。另外井含水层系统的振动阻尼系数越小,振动响应越好,水位振荡幅度越好。井孔基本参数包括井深、井径、套管深度等和井孔周边构造环境,水文地质条件均对井含水层系统的固有振动周期和阻尼系数产生影响。因此水位同震响应振荡幅度不是单一因素的线性变化,而是多因素共同影响的复杂变化结果。同时发现同一口观测井同震响应时上下振幅大部分情况下也不是大小对应,分析原因仍然与仪器较低采样率有一定关系,1 min一个数值的采集频率无法详细反映水位振动。

4 结论

(1)江苏流体井网27口井中,17口观测井水位对青海玛多7.4级地震出现同震响应,测项响应比达

63%,表明江苏地下流体观测网大多数井孔水位对远强震高频成分有较好响应能力。(2)江苏流体井对青海玛多7.4级地震同震响应形态主要分为两类:振荡型(把脉冲型归于此类)和阶跃型(阶跃上升型和阶跃下降型)。而造成响应形态差异的原因是井孔含水层系统和周边岩体性质所影响的。在一定能量范围内,含水层岩体发生弹性压缩与膨胀交替变形,出现振荡型形态;超出一定能量范围,岩体内部的结构将发生塑性变化,出现阶跃型形态。(3)江苏各观测井水位对青海玛多7.4级地震响应幅度并不是单纯地随震中距的增大而减小,首先与井孔位置是否位于断裂带上或者断裂带附近有关,其次与井含水层系统的固有振动周期和振动阻尼系数有关。(4)江苏各流体井同震响应时间差异的原因是由人工授时引起的仪器记录时间误差以及仪器较低采样率造成的误差共同影响的结果。(5)10口观测井未出现同震响应的井并非震中距最远的井,主要原因是这10口井大部分井孔位置不位于断裂带上或者断裂带附近。(6)同一口观测井同震响应时上下振幅大部分情况下也不是大小对应,分析原因与仪器较低采样率有一定关系。

参考文献

- 孙小龙,刘耀炜. 2007. 本溪自流井水位与水温同震变化关系研究[J]. 大地测量与地球动力学,27:100-104.
- 向阳,孙小龙,杨朋涛,等. 2020. 2019年长宁 $M_6.0$ 和2018年兴文 $M_5.7$ 地震引起的井水位同震对比分析[J]. 地震,40:32-40.
- 杨斐,张彬,杨选辉,等. 2013. 汶川8.0级和日本9.0级地震时青海境内井水温、井水位同震效应对比分析[J]. 中国地震,29:377-385.
- 杨竹转,邓志辉,高小其,等. 2010. 新疆乌鲁木齐04号井数字化水位同震阶变的研究[J]. 中国地震,26(3):329-336.
- 詹艳,梁明剑,孙翔宇,等. 2021. 2021年5月22日青海玛多 $M_s7.4$ 地震深部环境及发震构造模式[J]. 地球物理学报,64(7):2232-2252, doi:10.6038/cjg202100521.
- 张明哲. 2019. 河北冀21井数字化水位同震效应特征[J]. 华北地震学,37:31-18.
- 张昭栋,迟镇乐,陈会民,等. 2000. 井水位的振荡与地震波[J]. 地震研究,23:418-425.
- 中国地震局监测预报司. 2005. 2004年印度尼西亚苏门答腊8.7级大地震及其对中国大陆地区的影响[M]. 北京:地震出版社,168-172.
- Brodsky E E, Roeloffs E A, Woodcock D, et al. 2003. A mechanism for sustained groundwater pressure changes induced by distant earthquakes [J]. Journal of Geophysical Research, 108:2021-2031.
- Matsumoto N, Roeloffs E. 2003. Hydrological response to earthquakes in the Haibara well, central Japan -I. Groundwater level changes revealed using state space decomposition of atmospheric pressure, rainfall and tidal responses [J]. Geophysical Journal International, 155:885-898.

Co-seismic Response Characteristics and Cause Analysis of the Pattern Water Level of Fluid Well in Jiangsu Area Related to the $M_s7.4$ Maduo Earthquake in Qinghai

HU Midong, MAO Huafeng, CHENG Qilin, WANG Hao, ZHANG Jie, HUO Yujia, HUANG Qun
(Jiangsu Liyang Seismic Station, Jiangsu Liyang 213332, China)

Abstract: In this paper, we collected and sorted out the water level data of the co-seismic response of the fluid well pattern in Jiangsu area related to the $M_s7.4$ Maduo earthquake in Qinghai. Using the basic parameter data of each fluid well and the surrounding structural data, analyzed the co-seismic response characteristics and the difference in characteristics, and discussed the mechanisms for the differences. The data shows that the co-seismic response was recorded in the 17 of 27 observation wells. The co-seismic responses can be divided into two types: oscillation type and step type. Magnitude and epicenter distance of an earthquake are not the main factors affecting amplitude of the co-seismic response in observation wells in different regions. Location of the well, whether it is located on or near the fault zone, natural vibration period and vibration damping coefficient of the aquifer system of the well have an important influence on the co-seismic response amplitude. The error caused by manual timing and low sampling rate of observation equipment are the main reasons for the difference in co-seismic response time of wells at similar areas. The low sampling rate also leads to the asymmetry of the upper and lower amplitudes of the co-seismic response of the same observation well.

Keywords: The $M_s7.4$ Maduo earthquake in Qinghai; fluid well in Jiangsu; observation of the water level in the well; co-seismic response

四川紧急地震信息服务系统设计与实现

程思智, 申源, 赵俊, 梁厚朗
(四川省地震局, 四川成都 610041)

摘要:针对地震信息发布存在渠道单一、覆盖范围有限、时效性较差以及历史信息无法直接关联等问题,四川省地震局设计了四川紧急地震信息服务系统。该系统通过 mqtt 数据传输协议和灵活完善的信息触发策略,将多个信息源进行有效整合,并快速、准确地向省委省政府、抗震救灾指挥部成员单位、紧急救援队、示范学校和社会公众等服务对象发布紧急地震信息,实现了震情信息的高效传输与播报。

关键词:地震预警;紧急地震信息;系统架构;信息发布

中图分类号:P315.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-8115(2021)03-0028-06

DOI:10.13716/j.cnki.1001-8115.2021.03.006

1968年,Cooper提出为旧金山市建设地震早期预警系统的构想,但限于当时的技术水平,该构想未能得以实现。1985年,Heaton为美国的南加州提出构建现代地震计算机化预警网络思想,创造了一种基于密集监测台网的地震预警简单模型(马强,2008)。20世纪90年代以来,日本、美国、墨西哥、中国和欧洲部分国家及地区逐渐开展了地震预警系统建设。其中,日本是最早将Cooper地震预警构想付诸实施并应用于地震灾害防御的国家,目前日本、墨西哥已正式对社会开展地震预警信息服务,并在2011年日本9.0级和2017年墨西哥8.2级等重特大地震中取得了实际减灾效益(宋彦云等,2021)。台湾是我国第一个部署地震预警系统的地区,1995年在花莲地区装设的预警系统投入使用(高峰等,2014)。2017年12月28日,四川省人民政府办公厅印发了《关于印发“8·8”九寨沟地震灾后恢复重建规划项目的通知》,明确提出要实施《地震烈度速报与预警项目》,建设紧急地震信息服务平台。本研究通过构建紧急地震信息服务平台,实现四川紧急地震信息服务体系的建设,可以提高地震预警发布的时效性,丰富紧急地震信息内容,拓宽信息发布手段,并在第一时间通知省委省政府和抗震救灾指挥部成员单位,为决策层正确判断灾情和部署救援力量提供重要科学依据。

1 系统架构及功能

四川紧急地震信息服务平台以“国家地震烈度速报与预警工程”项目建设为基础,通过建设省级紧急信息服务平台和市州级、县级紧急地震信息转发接收平台,搭建涵盖社会公众、政府机构、行业用户、新闻媒体等示范用户的信息接收服务系统,将“国家地震烈度速报与预警工程”项目建设的“国家、省、市州”三级紧急地震信息服务体系延伸到“区县”级,最终将服务范围覆盖全川,并构建“国家、省、市、县”四级立体联动的地震烈度速报与预警监测能力体系。系统采用J2EE技术架构、B/S系统访问模式。J2EE是当前使用最广泛的Web程序设计技术,具有安全性、可伸缩性、负载平衡性和可重用性等特点,适合分布式运算、具有良好的多线程处理能力,安全性较高,已成为业界模范(汪金营,2004)。B/S模式具有客户端零部署及未来可在各业务部门扩展的特点,比较适合多目标系统的用户,且操作简单、易于维护、信息共享度高、扩展性好,技术平台稳定是当前应用范围广泛的先进网络体系结构(谭骏珊等,2003)。

1.1 系统架构设计

四川紧急地震信息服务系统主要由数据资源层、业务逻辑层、展现层及服务对象层组成(见图1)。数据

收稿日期:2021-04-25;修回日期:2021-06-02

作者简介:程思智(1994-),女,黑龙江齐齐哈尔人,助理工程师,主要从事地震监测预警工作。E-mail:877800534@qq.com.

通讯作者:申源(1985-),男,山西交城人,高级工程师,主要从事地震监测预警与应急技术、地震标准化建设与紧急地震信息发布技术研究。E-mail:352048209@qq.com.

资源层是信息输入端,输入数据主要包括省级地震预警处理系统推送的地震预警信息、地震速报信息、灾情快速评估产品、气象信息、其它灾害信息以及面向公众的地震科普宣传信息等。业务逻辑层是系统的核心,具有紧急信息来源接收(用于融合地震、气象和速报机器人等的灾害预警信息)、实时信息和非实时信息发布、终端状态监控、终端运维管理和基础信息管理等功能,能为各类用户提供地震预警、地震速报、科普宣传和地震演练等服务,日常可提供当前时间、日期和天气预报等服务。展现层是系统的集中展现,主要包括地震预警专用接收终端、移动 App 接收终端、微信/微博、12322 地震短信社会服务平台和第三方接口等。服务对象层也是用户层,是系统产出产品的最终受益者,主要包括部署终端的政府机构、抗震救灾指挥部成员单位、中小学示范学校以及社会公众等。

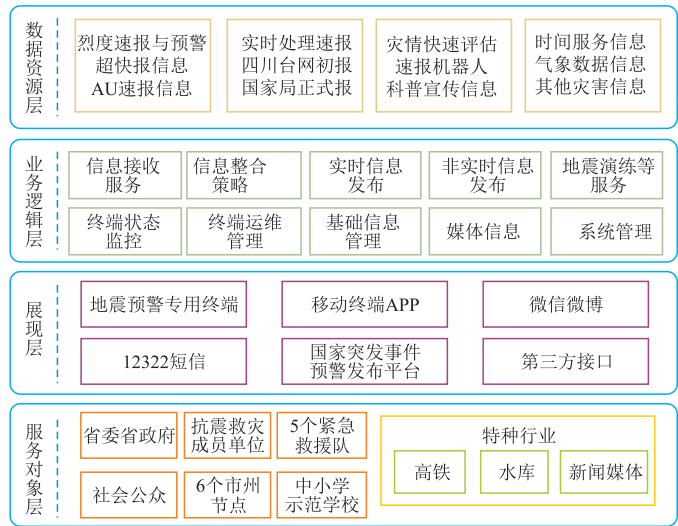


图1 四川紧急地震信息服务系统总体逻辑架构

1.2 系统网络架构设计

紧急地震信息服务发布网络充分利用社会和行业网络资源,实现紧急地震信息的三级发布、四级服务。省级预警发布平台与相对应的数据处理系统通过局域网高速互联,省、市、县三级平台之间通过地震行业网互联。发布平台与服务对象之间的链路,主要包括电子政务外网、教育网、互联网、VPN 及其他行业专网等。省级中心负责上连国家中心、下连台站和市县,并与政府、学校、企业以及社会公众连接,提供信息服务。省级中心网络涉及专线、VPN、电子政务网、互联网等多种接入方式。在省级中心局域网按照业务功能及管理划分子网,包括服务器区、办公接入区、安全管理区与紧急信息发布子网等。省级中心采取运营商双物理链路方式接入,接口类型为千兆以太网接口。市(州)、县节点通过专线直连省级中心,局域网、广域网接口类型为以太网接口,路由协议支持静态路由、OSPF、GRE、IPSEC、MPLS-VPN 等协议(见图2)。

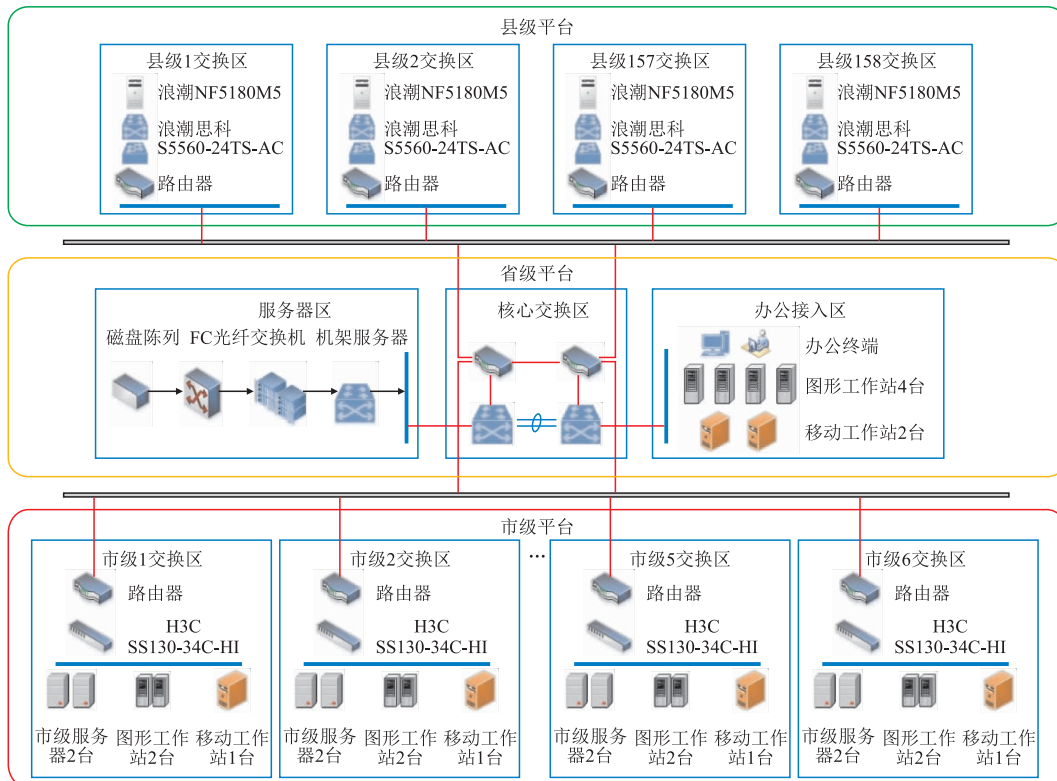


图2 四川紧急地震信息服务系统逻辑网络拓扑架构

市州及区县紧急地震信息服务转发平台是国家、省、市州、县四级信息服务体系中的重要部分,处于省级部门服务中心和触控终端之间,相对省级平台来说,同时起到分散流量,分担传送压力,分摊故障风险的作用,同时管理部署在县级部门的紧急地震信息服务接收客户端具有监控各个工作客户端状态的功能。紧急地震信息服务市州转发平台主要包括信息接收、属地信息配置、资源转发三个子系统,平台功能主要有县级平台接入管理、资源接收转发管理、系统管理等。

1.3 主要功能设计

紧急地震信息服务系统由紧急地震信息服务端、市州信息转发服务、触控屏终端服务、移动终端服务四部分构成(见图3)。紧急地震信息服务端对各分系统生成的地震预警数据、地震速报数据、地震烈度速报数据、灾情快速评估等紧急地震信息进行分拣,基于用户需求进行定制,按照设置的转发优先级将结果向市州县转发平台、信息接收终端推送,或者以手机短信、手机 APP 终端进行展示。市州信息转发平台接收紧急地震信息服务端发布的信息产品,并向政府相关机构和所管辖范围内县级、示范学校转发紧急地震信息。触控屏终端和移动终端负责接收展示相关信息。

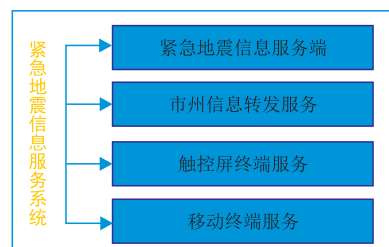


图3 紧急地震信息平台构成

2 信息发布及产品服务

地震预警发布系统主要从省局地震预警分系统接收地震预警数据,通过对数据进行解析并根据发布规则封装预警信息,同时向各类用户分发实时紧急地震预警信息(见图4)。

2.1 地震速报和地震烈度信息发布

地震速报发布信息主要包括 JEEW 超快速报、AU 自动速报、四川台网初报和国家局正式报数据,其处理系统通过信息整合策略对数据进行解析并根据发布规则封装信息,向用户发布实时速报信息(见图5)。烈度速报发布信息主要为烈度速报信息报文和地震烈度分布图。

2.2 地震动参数和灾情评估产品服务

地震动参数产品服务系统主要接收强震数据处理系统产出的台站仪器烈度分布图、加速度反应谱分布图和加速度动态震动图等产品,再根据相应的发布策略以及用户配置进行产品推送服务。灾情评估产品的推送主要面向政府部门以及防震减灾部门。地震发生后,只要省内某地区烈度达到6度,强震数据处理系统在3~10分钟产出第一报灾情评估图,30分钟后产出第二报灾情评估图,并同时采用人工上传或修正的方式来推送主震破裂过程、余震序列和震源机制等图件。

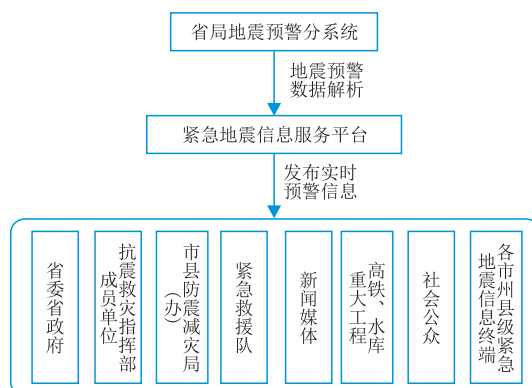


图4 预警信息发布流程图

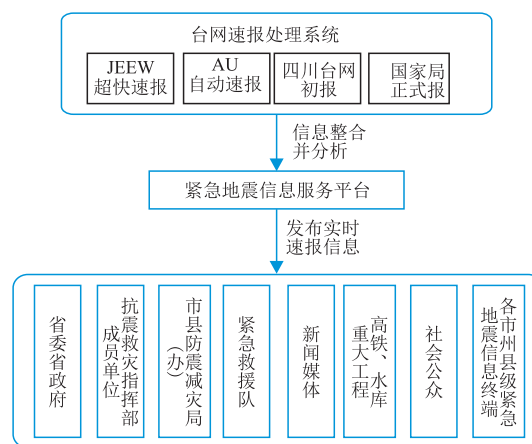


图5 地震速报发布流程

3 效果展示

3.1 紧急地震信息服务平台

四川紧急地震信息服务系统自2021年2月5日起进入试运行,平台部署了国家预警项目I型终端11

台,II 型终端 298 台,省项目触控屏终端 239 台(含转发平台)，“村村响”广播终端 48 台,共计 596 台。以 2021 年 3 月 19 日四川北川 3.9 级地震为例,四川紧急地震信息服务平台从 JEEW 超快速报处理系统接收了 1 次地震预警自动处理结果,并于 18 时 57 分 59 秒开始向地震预警终端推送,时间为震后 10 秒,震级为 4.0 (见图 6)。四川紧急地震信息服务平台共有 514 台预警终端接收到该预警信息,其中有 121 台预警终端有屏显和闪爆灯,67 台预警终端有屏显、闪爆灯并发出警报声音。

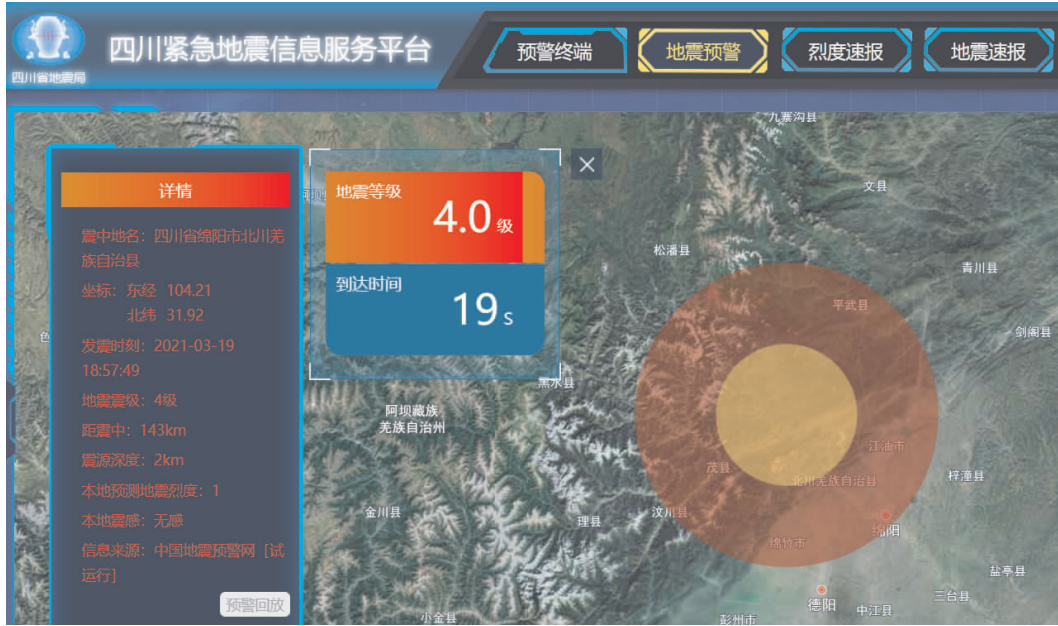


图 6 四川省紧急地震信息服务平台地震预警推送展示界面

四川紧急地震信息服务平台在震后 1 分 41 秒接收到 AU 自动速报信息,4 分 32 秒接收到四川台网初报信息,5 分 52 秒接收到国家局正式报信息。震后 6 分钟,强震数据处理系统陆续产出了乡镇仪器烈度分布图、仪器烈度图、PGA 等值线图 and PGV 等值线图等地震动参数和灾情评估产品(见图 7)。



图 7 四川省紧急地震信息服务平台烈度速报推送展示界面

紧急地震信息服务系统的紧急地震信息 APP 在震后及时推送了预警信息,该平台包括终端状态监控、

终端远程运维管理、地震模拟演练和基础信息管理等模块。以四川省成都市武侯区林荫街的用户为例,用户距离2021年3月19日四川北川3.9级地震震中144千米,收到信息时预警时间为30秒(见图8)。目前,四川省地震局已与支付宝、川观新闻APP、华为手机、西南油气田转发系统和四川省监狱管理局戒毒所信息发布管理系统等第三方平台展开合作,授权其对外发布预警信息。

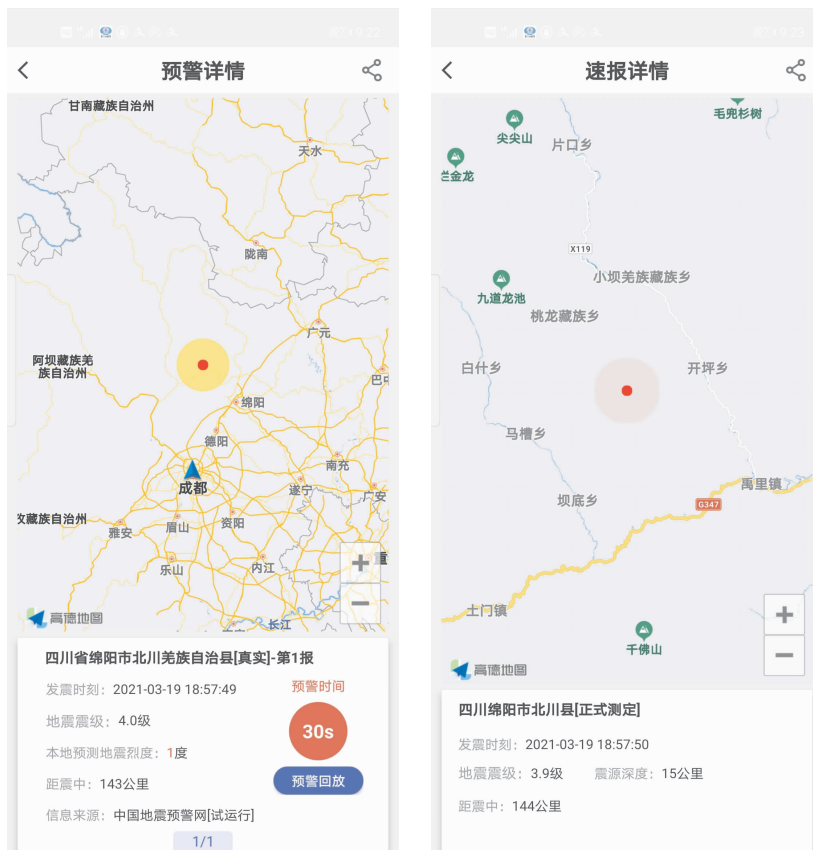


图8 紧急地震信息APP地震预警信息展示界面

4 结束语

四川紧急地震信息服务系统建成后,极大地提高了地震应急响应速度,丰富了紧急地震信息的内容,拓展了服务渠道,提升了地震部门服务水平,实现了向公众快速准确传递地震信息的目标,能第一时间向省、市州政府发送通知。系统上线(2019年11月)至今,共接收地震速报信息898条,接收地震预警信息267条,达到预警标准向社会公众发布的紧急地震预警信息267条。系统通过专用预警终端、手机APP、手机短信和第三方转发等方式多渠道拓展地震信息社会化服务能力,使地震应急联动机制更加成熟。该系统的建成对全面提升四川省地震监测和应急救援能力、减轻灾害损失和保护人民生命财产安全、实现地震监测现代化具有重要意义。

参考文献

高峰,杨学山,马树林. 2014. 地震预警系统综述[J]. 自然灾害学报, 23(5):62-69.
 马强. 2008. 地震预警技术研究及应用[D]. 哈尔滨:中国地震局工程力学研究所.
 宋彦云,彭汉书,马强. 2021. 贯彻新发展理念、全面推进我国地震预警业务现代化建设[J]. 地震地磁观测与研究,42(1):155-160.
 谭骏珊,吴昌盛. 2003. 基于b/s模式应用系统性能优化的研究[J]. 计算机应用,(1), 70-72.
 汪金营. 2004. 解析java及j2ee的功能特性[J]. 北京农业职业学院学报, 18(1), 47-50.

Design and Implementation of Sichuan Emergency Earthquake Information Service System

CHENG Sizhi, SHEN Yuan, ZHAO Jun, LIANG Houlang

(Sichuan Earthquake Agency, Sichuan Chengdu 610041, China)

Abstract: According to the problems in earthquake information announcement such as single channel, limited coverage, poor timeliness and shortage in direct connection for historical information, Sichuan Earthquake Agency has designed and constructed the Sichuan Emergency Earthquake Information Service System. The system effectively integrates multiple information sources through the MQTT data transmission protocol and flexible-completed information trigger strategy. The system can quickly and accurately transmit emergency earthquake information to the provincial party committee and provincial government, members of the earthquake relief headquarters, emergency rescue teams, representative schools, and the public, which help realize seismic information transmit and broadcast efficiently.

Keywords: earthquake early warning; emergency earthquake information; system architecture; information announcement

.....
(上接第 4 页)

The Analysis of Static Coulomb Stress of the Qinghai Maduo M_S 7.4 Earthquake

YANG Guangyuan¹, LI Yifan¹, WANG Bin¹, QU Miao¹, LUO Song²

(1. Sichuan Earthquake Agency Panzhihua Earthquake Monitoring Center Station, Sichuan Panzhihua 617000, China;

2. Sichuan Earthquake Agency, Sichuan Chengdu 610041, China)

Abstract: On May 22, 2021, a magnitude 7.4 earthquake occurred in Maduo County, Guoluo Prefecture, Qinghai Province. The earthquake occurred at the border between Sichuan and Qinghai Province and was strongly felt at multiple sites in Sichuan Province. The seismogenic fault was located close to the Gande-Nanyuan fault. Based on the elastic theory, we used the Coulomb3.3 software to calculate the static Coulomb stress on the rupture plane of the earthquake, and analyzed the influence of the earthquake on the surrounding coseismic Coulomb stress. The results show that the effect of static Coulomb stress on the most of the surrounding faults was greater than the threshold value.

Keywords: the Maduo M_S 7.4 earthquake; coulomb stress; fault zone

地震行政执法实践与反思

李纪恩^{1,2}

(1. 中共中央党校(国家行政学院),北京 海淀 100091;2. 防灾科技学院,河北 三河 065201)

摘要:地震行政执法工作是地震行政管理活动的重要组成部分。在实践中,地震工作部门的地震行政执法职权主要包括地震行政许可、地震行政检查和地震行政处罚三类。依法行政是地震行政执法工作的基本遵循,法治化是地震行政执法要实现的目标。地震工作部门在执法活动中应贯彻法治理念,执法行为必须合规合法,执法活动应做到公开化、规范化、程序化和责任化。推进和实现地震行政管理的法治化,要求地震行政执法的依据应完善齐备、执法程序和方式应规范合理、执法人员应具有高法治素养。

关键词:地震行政执法;执法依据;法治化

中图分类号:D922

文献标识码:A

文章编号:1001-8115(2021)03-0034-04

DOI:10.13716/j.cnki.1001-8115.2021.03.007

地震行政管理活动是地震行政机关依据防震减灾法律规范所实施的一系列行为,地震行政执法工作是地震行政管理活动的重要组成部分。依法行政是地震行政执法工作的基本遵循,地震行政执法法治化是地震行政执法要实现的目标。

1 地震行政执法简述

按行政的内容不同来区分,行政行为可以分为行政立法、行政执法和行政司法。行政执法是指行政主体直接实施法律和行政规范,处理涉及行政相对人权利义务的各种事务的行为(姜明安,2017)。依据《地震行政执法规定》,地震行政执法是指国务院地震工作主管部门和县级以上地方人民政府负责管理地震工作的部门或者机构,以及受委托进行地震行政执法的机构或者组织依据防震减灾法律、法规和规章规定,按照法定权限和程序实施的具体行政行为。具体种类包括地震行政检查、地震行政许可、地震行政确认、地震行政处罚、地震行政奖励以及法律、法规和规章规定的其他地震行政执法行为。

地震行政许可是指地震行政主体依法对个人、法人或者其他组织提出的申请,准许其从事某项活动的具体行政行为。依据《中华人民共和国防震减灾法》,地震行政许可行为的行政主体是中国地震局和省级以上地方人民政府负责管理地震工作的部门或者机构,职责权限内容包括依法对建设工程地震安全性评价结果进行审定、确定抗震设防要求和审批外国组织或者个人在华从事地震监测活动两项,其中第二项职权仅限中国地震局行使。地震行政检查是指地震行政执法主体基于行政职权依法对公民、法人或者其他组织是否遵守防震减灾法律、法规和规章,是否执行地震行政决定、命令等情况进行检查的具体行政行为。地震行政处罚是指地震行政执法主体对违反防震减灾法律、法规和规章规定的公民、法人或者其他组织给与制裁的具体行政行为。地震行政检查可以独立存在,也可能被地震行政处罚行为所吸收。实施地震行政检查和地震行政处罚行为的行政主体是中国地震局和县级以上地方人民政府负责管理地震工作的部门或者机构。职责权限内容主要包括依法监督检查抗震设防要求执行情况、地震安全性评价工作、专用地震监测台网和社会地震监测台站(点)建设运行情况、地震监测环境设施和典型地震遗址遗迹保护等,查处违规开展地震安全性评价或未按照地震安全性评价报告结果进行抗震设防、破坏影响地震监测环境设施和典型地震遗址遗迹、违规从事地震监测活动、擅自公告震后地震趋势判定等违法行为。地震行政确认是指地震行政执法机关依法对

收稿日期:2021-05-16;修回日期:2021-06-02

作者简介:李纪恩(1977-),女,中共中央党校(国家行政学院)博士生,防灾科技学院副教授,从事政府法治管理研究. E-mail: uibelijen@163.com.

公民、法人或者其他组织在防震减灾活动中的法律地位、特定法律关系或者有关法律事实进行甄别,给予确定或者否定并宣告的具体行政行为。地震行政确认主要涉及对地震遗址、遗迹等的行政确认,一般不会直接形成或处分行政相对人的权利义务。

2 地震行政执法的实践

在实践中,地震工作部门的地震行政执法职权主要包括地震行政许可、地震行政检查和地震行政处罚三类。

在我国实施全面依法治国的战略背景之下,“约束权力”和“权利保障”成为近些年来行政管理改革的主要趋势。在改革进程中,地震工作部门的行政审批职权趋于弱化。以地震安全性评价为例,从取消资质认证,到中国地震局2017年10号文中引入第三方评价,再到2019年《地震安全性评价管理条例》的修订,彻底解决了地震系统以前存在的“评审不分”问题,地震工作部门的行政许可范围最终限定为建设工程地震安全性评价结果的审定及抗震设防要求的确定。各省、自治区、直辖市地震工作部门也按照当地人民政府行政审批改革部署,对保留的地震行政许可进行了清理、调整和重新确认。地震行政执法实践中此类执法案件量较少,并且基本没有行政争议。

地震行政检查是地震行政执法工作的最主要内容,当检查后发现存在违法或不合法情形的,有权命令行政相对人在规定期限内进行整改,行政相对人如不整改或继续违法的,则可以依法对其进行行政处罚。行政处罚由于具有强制性和制裁性特点,相较于行政检查,更可能引发行政争议。在地震行政处罚方面,由于国家和地方经济发展需要,大量的工程建设往往会对地震监测设施和观测环境造成破坏,所以,在中国地震局确定的地震行政处罚事项中,各级地震工作部门执法案件最多的是针对侵占、毁损、拆除或者擅自移动地震监测设施,危害地震观测环境等违法行为进行的行政处罚。依据《中华人民共和国防震减灾法》《地震监测管理条例》和《地震行政执法规定》,行政执法人员执法程序一般为:第一,通过行政执法检查或其他途径发现违法或潜在的违法行为,联系行政相对人,对其进行法制教育宣传,告知其应尽的法律义务和违法应承担的法律责任;第二,进行后续监督检查,如果存在违法行为,责令行政相对人停止违法行为,并进行行政指导和协调,要求恢复原状或采取补救措施;第三,行政指导和协调不成的,或违法后果是不可恢复、影响严重的,则依法做出行政处罚决定。就各级地震工作部门目前的执法实际情况来看,最终做出行政处罚的案例很少,主要还是通过行政监督检查、行政指导和协调等方式解决问题。

3 地震行政执法的反思

法治之“法”的根本特征之一是“法的至上性”,即一切政党机关、国家组织、社会组织和个人都必须在宪法和法律范围内活动,这是法治的内在要求(胡建森,2016)。地震工作部门在执法活动中应贯彻法治理念,执法行为必须合法,执法活动应做到公开化、规范化、程序化和责任化,力求实现地震行政执法法治化。推进和实现地震行政管理的法治化,要求地震行政执法的依据应完善齐备、执法程序和方式应规范合理、执法人员应具有高法治素养。

第一,完善地震行政执法依据。地震行政执法依据可分为执法法律依据和事实依据,后者也称为地震行政执法证据。事实依据是通过一定证据形式,用以证明案件事实和当事人主张的事实材料和凭证。法律依据是行政执法人员在开展执法活动时不可或缺的参照标准或依据,包括法律、行政法规、地方性法规、规章和其他规范性文件。目前,地震行政执法的法律依据存在一些不足,需要完善。

首先,应适时修订《地震行政执法规定》。在现行地震行政执法所依据的法律规范中,有的规章过于陈旧或存在表述性错误。地震行政执法的直接法律依据之一是1999年制定的《地震行政执法规定》,这部规章已经颁行20多年,随着经济社会的发展和行政法学理论的丰富与改进,出现了法律文本的表述错误及内容的不适应性问题。比如,《地震行政执法规定》第十六条规定,地震行政许可是指地震行政执法主体依法对公民、法人或者其他组织提出的申请,准许其从事某项活动的具体行政行为。其中对于行政相对人的范

国的规定,无法完全涵盖外国组织或者个人在华从事地震监测活动时的审批时的申请主体。同时,《地震行政执法规定》未纳入程序正当、比例原则等行政法治原则,其规定的合法、公正、公开、及时的执法原则并不能很好地反映现代行政法治要求。从当前视角看,此规章规定的执法程序过于简单,也不能反映防震减灾工作信息化的要求。所以《地震行政执法规定》应以《中华人民共和国行政处罚法》《中华人民共和国行政许可法》《中华人民共和国行政强制法》《中华人民共和国防震减灾法》等上位法为依据尽快进行修订,力求将现代行政法治理念吸入其中,将相关法律法规的精神和要求在地震工作领域中加以贯彻体现,同时也应结合地震工作实际,充分反映地震行政执法的特点,为执法工作提供最直接且充分的法律依据。其次,应完善非强制性行政行为的规范性依据。近年来,地震工作部门逐渐从行业管理者的角色向行业服务者的角色过渡转换,在地震行政执法中,行政许可、行政处罚和行政强制等强制性行政行为使用的越来越少,行政检查、行政指导和行政合同等非强制性行政行为使用的越来越多,而应用这些非强制性行政手段的直接规范性依据却明显缺乏。比如,行政指导作为一种非强制性行政管理手段,具有灵活性、高效性和实用性的特点,在地震管理工作实践中发挥着日益重要的作用。从理论上讲,虽然法定外的行政指导应充分承认,但其实施应符合一定的条件,包括:必须是属于该行政机关权限范围内的事项;不能与法律法规的规定和原则相抵触;不得适用于必须依法处理的情形,比如行政处罚、行政强制等(胡建森,2015)。所以,应适时制定规范性依据用以指导和规范地震行政指导、行政监督、行政合同等非强制性行政执法行为,具体应包括行政指导、行政监督、行政合同等非强制性行政行为的概念、适用范围、适用条件等实体内容。

第二,规范地震行政执法程序和方式。任何行政执法行为,无论是地震行政许可,还是地震行政检查,或是地震行政处罚,都必须通过一定的方式,遵循一定的程序进行。执法行为的方式和程序对于行为的合法性有着至关重要的直接影响,不规范的地震行政执法程序和方式容易引发法律风险。从总体来看,地震行政许可和地震行政检查由于执法方式和程序相对比较简单,易于操作,在实践中并无突显问题。地震行政处罚则由于程序相对繁琐,执法人员在实施时往往可能会出现问題。在2015年,长治市地震局向法院提出强制执行行政处罚决定申请时,山西省长治市城区人民法院就因其履行行政处罚事先告知及听证程序有瑕疵,而未予支持。所以应重视对地震行政执法方式和执法程序的改革,逐步建立民主、科学、文明、规范的执法程序和全过程记录并公开的执法方式。

首先,各级地震工作部门应认真、严格、务实地贯彻和实施好《关于印发中国地震局全面推行行政执法公示制度执法全过程记录制度重大执法决定法制审核制度实施意见的通知》的相关规定,制定细化落实方案,明确责任部门和责任人,并按照《通知》的要求,建立激励和问责机制,把“三项制度”推进情况纳入年底效能目标考核体系,向各单位定期通报。其次,应严格规范各种地震行政执法事项的详细程序和执法流程,保证程序合法适当,符合比例原则等基本法治原则要求,进行法律风险点明示,关注公民合法权利保障。这样不仅可以使行政执法人员有依据,同时可以减少地方地震行政部门的“裁量和操作空间”。最后,地震行政执法活动要做到全方位、全过程的政务信息及时主动公开,除依法应保密的情形除外。建立激励和问责机制,将政务信息公示的结果纳入效能目标考核体系。

第三,建设高法治素养的地震行政执法队伍。建构和维护地震行政管理秩序是地震行政执法的重要功能和作用之一,这除了取决于执法方式与执法程序之外,还取决于执法人员的素质。行政执法行为在一定程度上受行政执法方式与程序制约,更受到行政执法人员素质制约。

影响地震行政执法作用发挥的行政执法人员素质主要包括三类素质:政治思想品德方面的素质,文化知识和业务能力方面的素质,法律知识、法律意识和法治观念方面的素质。对于一个地震行政执法人员来说,政治思想品德、文化知识和业务能力素质对地震行政管理秩序的影响是显而易见的,他们掌握法律知识的深浅直接决定着执法质量的好坏。除此之外,地震行政执法人员的法律意识和法治观念虽不直接影响其执法,但有时对执法效果的影响却是关键性的和决定性的。这是因为,法律规范的适用不是简单、机械地将法条适用于立法者事先设计好的某种确定情境的活动,而是一种创造性的复杂劳动。在地震行政执法人员执法过程中,需要将法律条文中的许多不确定法律概念,比如“公共利益”“社会安全”“重大损失”等适用于具体情境中,这涉及到自由裁量权的使用。如果执法人员法治素养不够,可能会曲解法律原意,背离法律的目的、原则、精神而滥用职权,侵害相对人的合法权益。所以,推进地震行政管理法治化,必须下大力气提高地震行政

执法人员的法治素养。提高行政执法人员法律素质的途径主要有:1)是加大对现有地震行政执法人员进行与执法相关法律法规的知识和业务技能培训,使其具备良好的法律知识和素养;2)是录用具有法学教育背景,特别是行政法专业背景的人员,或持有法律资格证书的人员从事地震行政执法工作和其他法律事务工作。

参考文献

胡建森. 2016. 法治天下:胡建森法治演讲录[M],北京:法律出版社,15.

胡建森. 2015. 行政法学[M],北京:法律出版社,492.

姜明安. 2017. 行政法[M],北京:北京大学出版社,283.

Practice and Rethinking of Earthquake Administrative Law Enforcement

LI Jien^{1,2}

(1. Party School of the Central Committee C. P. C. National Academy of Governance, Beijing Haidian 100091, China;

2. Institute of Disaster Prevention, Hebei Sanhe 065201, China)

Abstract: Earthquake administrative law enforcement is an important part of earthquake administrative activities. In practice, earthquake administrative law enforcement powers used by earthquake management departments mainly include earthquake administrative license, earthquake administrative inspection and earthquake administrative punishment. Administration by law is the basic follow of the earthquake administrative law enforcement, and legalization is the goal of earthquake administrative law enforcement. Earthquake management departments should implement the concept of legalization in law enforcement activities. Law enforcement activities must be reasonable and legal, and should be open, standardized, procedural and responsible. To promote and realize the rule by law of earthquake administration, the basis of earthquake administrative law enforcement should be perfect. The procedures and methods of law enforcement should be standardized and reasonable, and the law enforcement personnel should have high legal literacy.

Keywords: earthquake administrative law enforcement; basis of law enforcement; legalization

甘孜地震台地电阻率观测数据干扰分析

王力, 曾程, 郎韵宏, 王元平, 赵民渊, 降城
(四川省地震局甘孜地震监测中心站, 四川 甘孜 626799)

摘要:通过对甘孜地震台地电阻率观测数据的分析,发现观测数据会受观测环境、漏电、雷电和降雨等因素的影响而发生变化。对地电阻率观测到的各类干扰数据变化特征进行总结,有助于排除前兆信息中的干扰因素,提高地电阻率观测资料的使用价值,夯实用地电阻率观测资料预测地震的基础。

关键词:甘孜地震台;地电阻率;干扰因素;变化特征

中图分类号:P335 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-8115(2021)03-0038-05

DOI:10.13716/j.cnki.1001-8115.2021.03.008

地电阻率观测法是观测地球介质的电化学性质随着时间的变化来进行预报地震的方法之一。在震前预报研究中,一般说来,与场地的观测(如地电场、地磁场、形变场和水文场的观测)相比,物质属性的定点观测(如波速、密度、电阻率和热导率等的观测)相对要稳定得多。作为物质属性之一的电阻率也可以通过直观的形态时间序列对比来发现它是否发生变化。但随着我国经济的飞速发展及城镇化的建设,观测环境已影响到地电阻率的正常监测,造成从地电观测数据中采集有用地震前兆信息的难度加大,如金属构件的存在或者等效地改变了测区电性结构,或者等效地改变了观测系统的装置参数,使得地电阻率观测值造成某种畸变,加之它们的影响大多并不稳定,会导致地电阻率观测中出现无法辨别或者无法定量排除的种种变化(钱家栋,2010)。本研究通过对甘孜地震台(以下简称“甘孜台”)地电阻率观测资料中较突出的观测环境、仪器故障、人为因素、降雨和雷电等干扰因素进行分析,有助于促进该数据在地震分析预报中的应用。

1 台站电阻率观测背景

甘孜台属于国家级基本台站,1970年建台,1973年迁至现址。台站现位于甘孜县城郊区东南方向斯俄乡境内的布绒郎山下,占地面积 $15\,750\text{ m}^2$;海拔 $3\,360\text{ m}$;台站距川藏公路北线主干公路 334 m ;距甘孜县城 4.5 km 。台区范围气候主要受西北寒流影响,属高山寒温带气候,年降雨量少,空气干燥,昼夜温差大,冬季气候寒冷,平均日温差 $20\text{ }^\circ\text{C}$,最低气温接近 $-30\text{ }^\circ\text{C}$ 。甘孜台地处北西向鲜水河断裂带与甘孜—玉树断裂带之间的岩桥区内,台站距南侧的甘孜—玉树断裂带约 2.5 km 。

1.1 气象水文及地质情况

地电布极区处于甘孜县斯俄盆地布绒朗山脚一线,靠北是布绒朗山脉,其它三个方向地势平坦、开阔,坡降不大;观测场设在第四系含碎石的粘土、亚粘土的高阶地上的冲积物无盐碱旱地农田上,其厚度 $15\sim 40\text{ m}$,下伏岩石主要为细粒石英砂岩,岩性破碎,裂隙发育,裂面上有水锈及方解薄膜,其间夹有不到一米厚的炭质板岩, 70 m 以下的岩石较完整;地下水丰富,埋深 $7\sim 9\text{ m}$ 可见水的流向由北西经过测区转向南东,属于低阻层地段。

1.2 地层岩性及布极

钻孔处地层以三叠系炭质板岩和变质砂岩为主,上部为厚约 30 m 的第四系覆盖层,在北方向陡坎部位有变质砂岩露头。第四系覆盖层上部碎石土为厚约 10 m ,下部砂土层、卵石层厚约 20 m ,结构松散稍密。甘孜台地电阻率采用非对称“L”布设,公用公共点(B1、B2),采用 $N10^\circ E$ 、 $N60^\circ W$ 两测线(如图1和表1)。

收稿日期:2020-07-25;修回日期:2021-04-23

作者简介:王力(1990-),男,四川眉山人,助理工程师,主要从事地震前兆观测工作. E-mail:1228400721@qq.com.

表1 甘孜地震台水平层状电性结构

层位	N10°E 测线		N60°W 测线	
	厚度 /m	电阻率 /($\Omega \cdot m$)	厚度 /m	电阻率 /($\Omega \cdot m$)
1	3	180	3	180
2	7	215	7	215
3	41	540	41	540
4	∞	25	∞	25

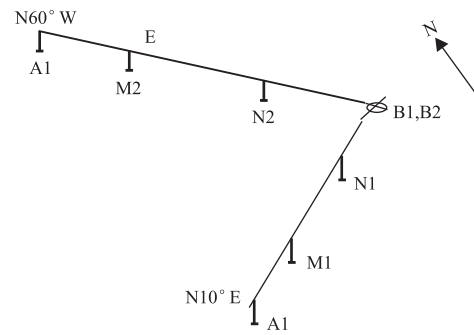


图1 地电阻率布极示意图

2 干扰数据分析

2.1 漏电干扰

常见的观测装置系统干扰包括仪器、外线路、电极、电源故障、外线路漏电、电极不稳和仪器老化等情况,可造成数据畸变或者高频波动等现象。其中数采故障、外线路断线、断电等会造成观测系统仪器无法正常工作;电源供电不稳、电极老化、外线路漏电等会使数据打破日常规律、出现畸变。从甘孜台地电阻率仪器ZD8BI安装好后,数据就出现了畸变,产生约3%的跳动(见图2a),一直找不到原因,直到2009年9月12日

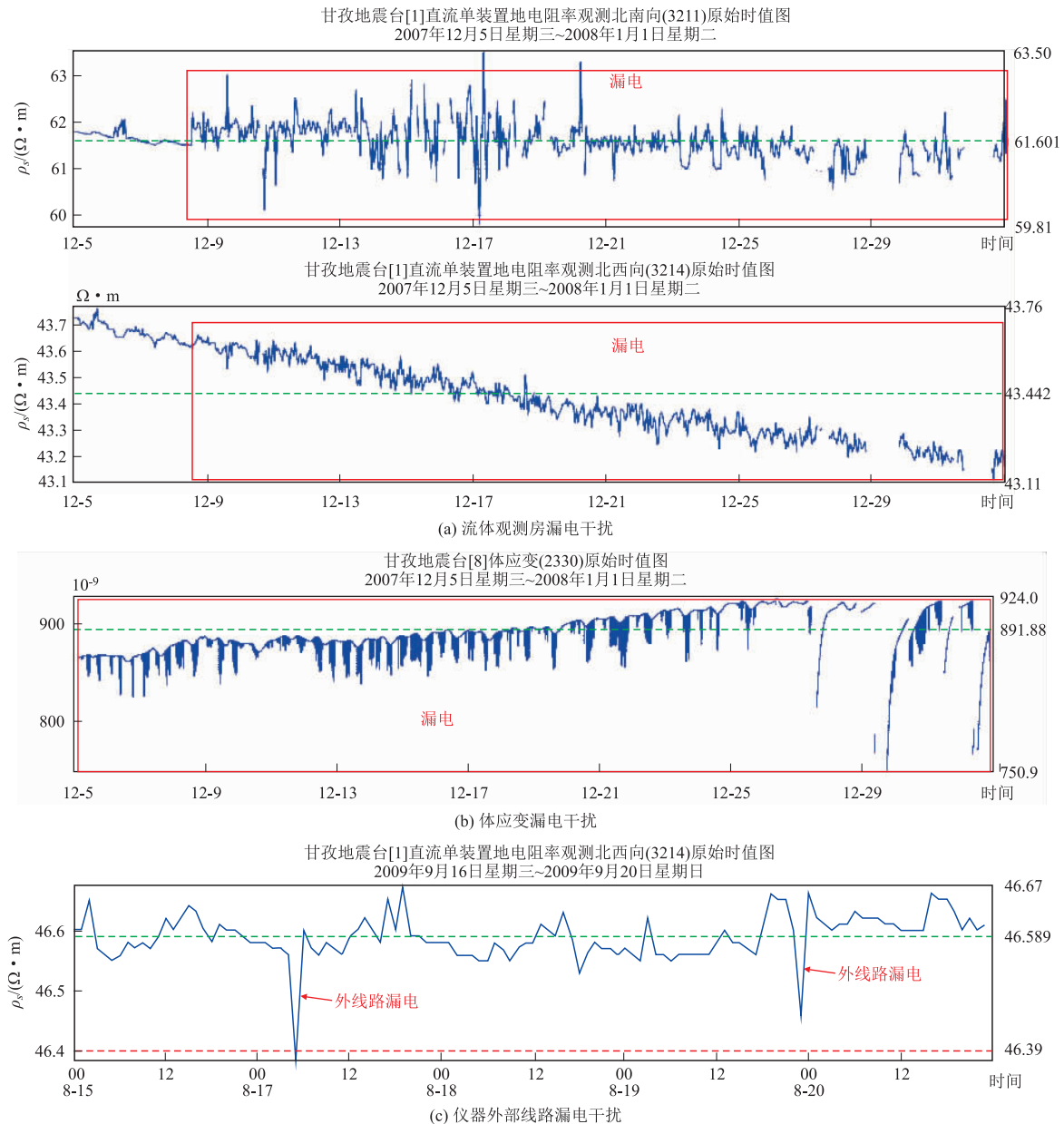


图2 漏电干扰

才发现该栋建筑的流体观测房有漏电现象。原来是在2005年修建综合办公房安装流体观测室房门时,膨胀螺丝蹭破插座接头,导致整栋房屋存在漏电,2006年在安装数字仪器时,甘孜台没有专门的接地地网,仪器的接地是安装在建筑物(机房房屋)的地网上,电源的不稳定加上漏电引起观测数据出现不规则跳变,对比该时间段的体应变数据,也可以明显看出漏电对数据造成的影响(见图2b)。2009年9月14日取走该螺丝,包扎破损线路后,干扰问题便得到了解决了。图2c是2009年9月17日、9月19日N10°E测道外线路破损,破损处搭在树枝上引起漏电造成的数据畸变,产生了约0.36%的突跳,重新包扎并砍掉树枝,数据变化便恢复平稳(在±0.05%范围内变化)。

2.2 观测环境干扰

地电测区环境条件的变化是地电观测中较为常见的一种干扰因素,如周边农田灌溉、场地施工、地下金属管线布设、地铁干扰、强电磁扰动及地球电磁场等的变化均会对地电观测产生一定的影响。2010年8月1日至8月21日在测区距离N10°E测量极约20m的地方开始修建砖厂,引起N10°E测道数据变化,主要表现为数据不规律频繁跳变(如图3a),变化率在0.85%~0.23%,难以辨别数据的真实变化形态。

2016年8月在测区内靠近N10°E的地方,工作人员开始修建围墙,围墙每隔10m多就有一个钢筋水泥柱子,最近的柱子离N10°E测道供电极A极仅2.6m,导致雨季时地电观测数据突然上升,上升幅度为7.35%,直至10月10日雨季结束后才又开始回落,电阻率值呈现方波变化。经分析研究认为,该时间段的变化属于测区环境和降雨共同作用的影响(见图3b),测区周围设施的建设改变了介质的导电结构,从而造成人工电场的分布变化,致使地电阻率观测值发生变化。

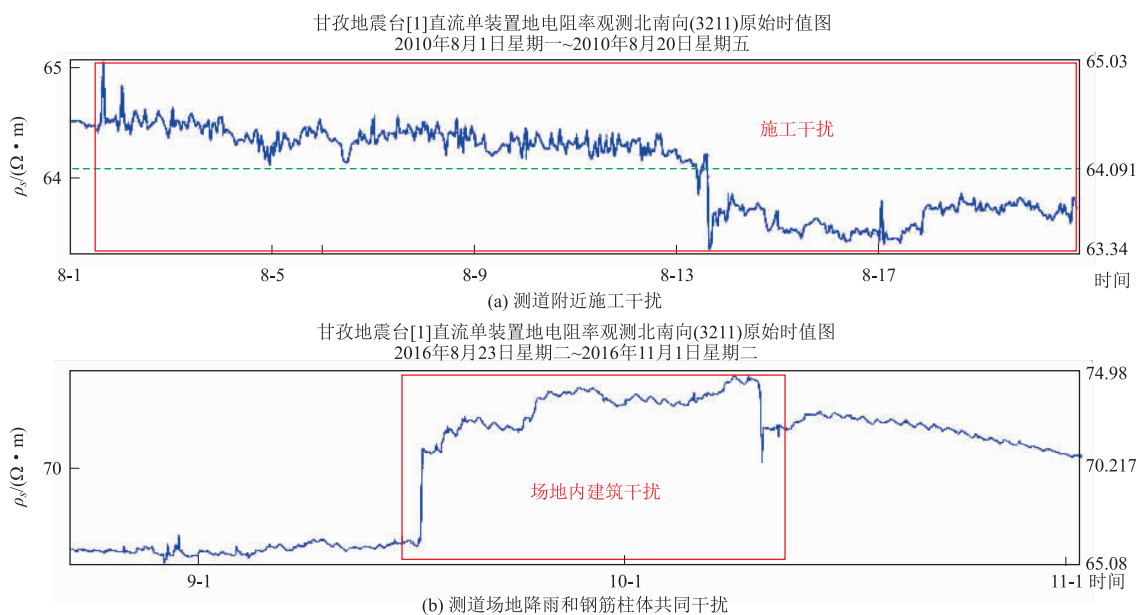


图3 观测环境干扰

2.3 雷电及降雨干扰

自然环境的变化对地电阻率的干扰较为普遍,降雨、温度、大风和降雪等变化均对地电阻率产生一定的影响。甘孜地电阻率的长周期变化形态主要是伴随着降雨变化而产生的,也是地电年变化产生的主要原因。甘孜台地处高原,雷电天气较多,尽管台站加强管理措施,遇强雷电时及时关闭交流电源,并在天气特别恶劣的情况下,断开交流电,在实际工作中受到的雷电干扰极少,但雷电对观测数据仍然有一定的影响,主要表现为观测曲线发生尖锐突跳,测值大幅度增大或减小,如图4a所示,2011年9月27日15:00和9月28日17:00电阻率值因雷电干扰造成数据突跳,突跳幅度跟雷电的强弱有关。

甘孜台每年1~3月和11~12月为少雨或无雨时节,降雨主要集中在每年的4~10月,历年平均降雨量在653~917mm,为附近地区的少雨中心。甘孜台2012年1月至2016年12月及2018年1月至2019年12月的地电阻率和降雨量观测资料如图4b所示。表层介质电阻率随季节变化显著,夏季降水量较多且表

层水为液态,介质电阻率相对较低,冬季降水较少且甘孜台表层土壤处于冻结状态,介质电阻率较高。甘孜台两测道地电阻率在夏季降水量增加时,浅层介质电阻率值降低时观测值上升,而在冬季降水量减少和地表土层处于封冻,浅层介质电阻率值上升时观测值下降,年变形态表现为“夏高冬低”,与我国大多数台站地电阻率“夏低冬高”年变形态相反,同时年变幅度也较大,约为观测值的8%(图4b)。解滔等(2013)在分析2013年芦山地震前甘孜台地电阻率变化时,针对该现象采用表1中的层状电性结构,计算N10°E和N60°W测道各层介质影响系数,甘孜台两测道在供电极距250m时地表两层介质对地电阻率的影响系数为负。因此在浅层介质电阻率受降雨影响季节性变化时,甘孜台的地电阻率数据表现出与之相反的年变化。同时两测道地表两层介质的影响系数也显著大于其他台站,表层介质相对变化量对地电阻率变化的贡献较大,因而甘孜台地电阻率的年变化幅度较大(刘川琴等,2017)。

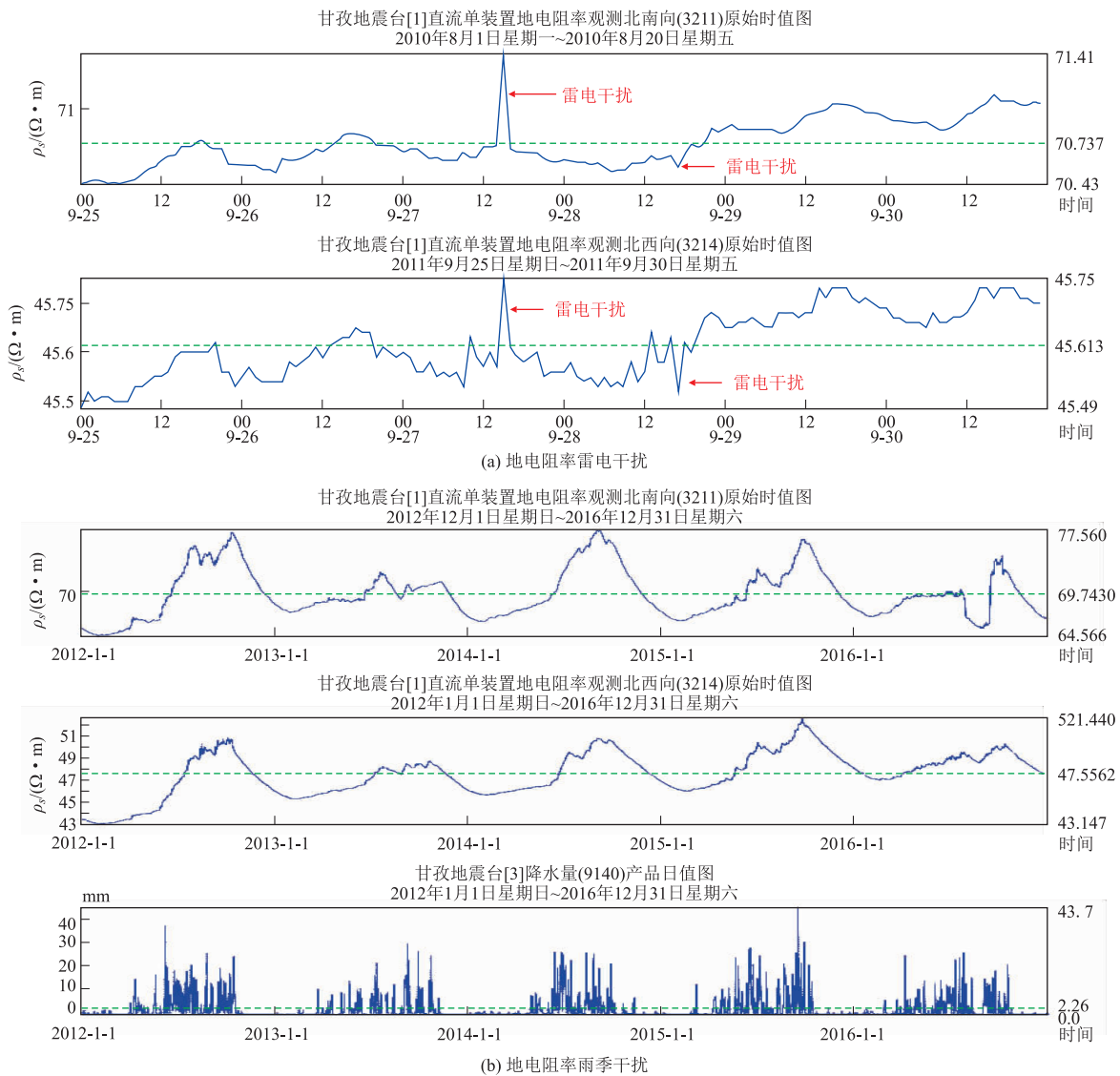


图4 甘孜台雷电及雨季干扰曲线

2.4 人为干扰

甘孜台因地理位置特殊,雷电强度大、频率高。为防止仪器遭雷击,在雷雨天有时会采取断电,关闭仪器的做法,引起数据缺记。另外,偶尔会因为观测人员操作不当出现干扰数据,如图5是2009年8月19日仪器遭雷击损坏,取回修好重新安装后,N10°E和N60°W两测道地电阻率值均出现数据减小现象,N10°E测道电阻率值较原始数据减小76.05%、N60°W测道电阻率值较原始数据减小28.6%,在查看相关仪器说明书后,发现仪器正常运行时装置系统稳定仪的开关应该置于“关”,而在8月19日安装好仪器后该开关置于

“手动断线”,于9月15日发现问题后,并将开关置于“关”上后,数据恢复正常。

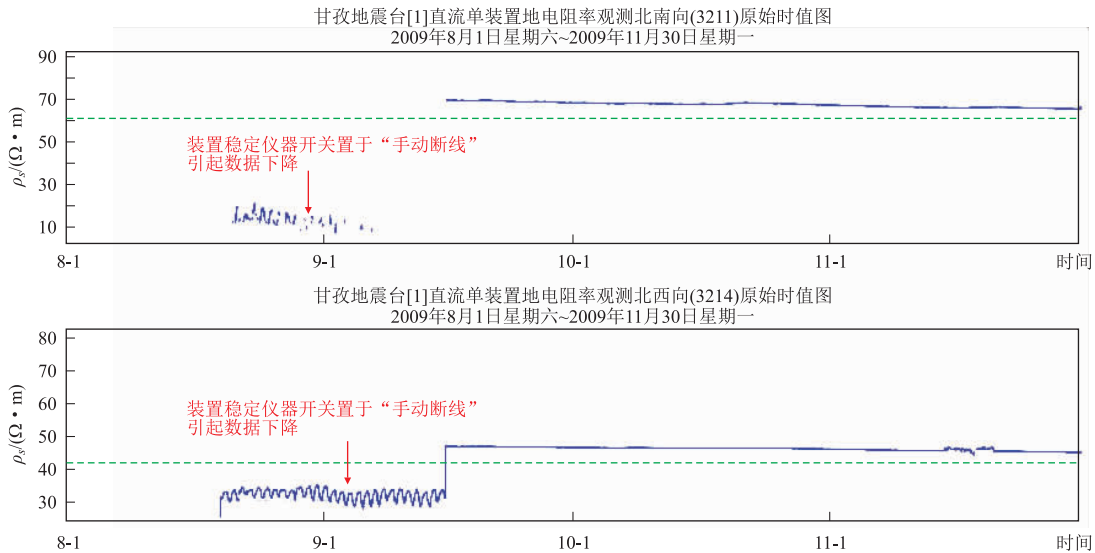


图5 装置系统设置错误干扰

2.5 其它不明原因干扰

原 N10°E 测道测量极距为 120 m,2011 年 8 月 17 日因 317 国道扩建,原测量电极位置被覆盖,两新测量电极位置各自向供电电极方向移动 10 m,移动后测量极距为 140 m。以表 1 中 N10°E 测道电性结构,采用二级装置滤波器算法计算 N10°E 测道在测量电极移动前后地电阻率变化,计算结果为:测量电极移动前的地电阻率为 66.34 Ω·m,测量电极移动后的地电阻率为 70.38 Ω·m,比移动前出现了 4.04 Ω·m 的阶跃上升变化(如图 6)。

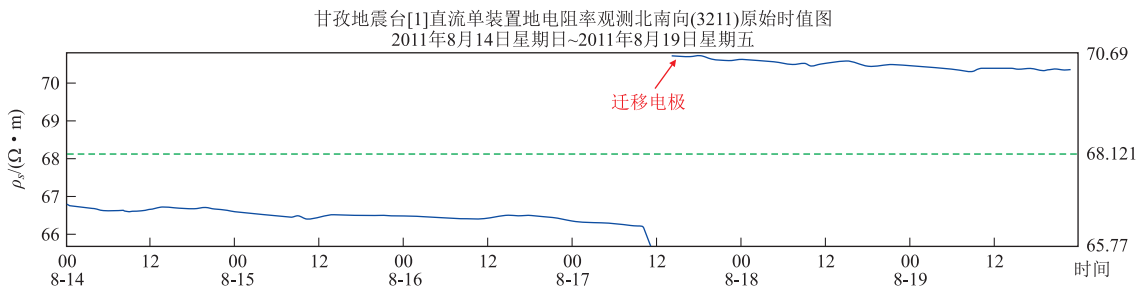


图6 甘孜台 N10°E 测道测量极迁移前后曲线图

3 结论

地电阻率观测历史悠久,目前已有很多专家学者对地电阻率的干扰因素进行了详细分析,但各台站场地和环境的差异,使得地电干扰特征表现不同,结合甘孜台 2009 年以来的地电仪器运行情况 & 观测资料分析,甘孜台地电观测系统存在的干扰主要有以下五种:漏电、观测环境、雷电及降雨、人为因素和其他不明原因干扰。通过对甘孜地震台地电阻率的各种干扰分析与整理,明确了台站干扰分析的因素,为今后的观测数据分析及排除干扰奠定基础。

参考文献

解滔,卢军,任越霞,等. 2013. 2013 年芦山 $M_s7.0$ 地震前甘孜地震台地电阻率变化分析[J]. 震害防御技术,8(4):377-388.

(下转第 47 页)

长清 M4.1 地震应急流动观测台的组建与评估

吴双,李树鹏,胡旭辉,王良
(山东省地震局,山东 济南 250000)

摘要:2020年2月18日17时7分在山东省济南市长清区发生M4.1地震,山东省地震局出动现场流动监测队迅速在震中附近架设4个流动台站,与周边固定地震监测台组网监测震中区域余震活动。本文介绍了流动台的组建,监测流动台的运行情况,展现出流动台在余震监测中的重要作用,并通过计算流动台地震计的正弦标定、脉冲标定测试结果,验证了流动台地震专业设备运行状态良好,通过计算流动台的台基噪声水平,评估流动台的架设环境基本符合要求。

关键词:流动台;正弦标定;脉冲标定;台基噪声

中图分类号:P315 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-8115(2021)03-0043-05

DOI:10.13716/j.cnki.1001-8115.2021.03.009

“十三五”项目建设完成后,山东省内已建成布局基本合理的数字化测震观测系统,该系统可以满足日常地震速报工作的要求,但对微震事件或局部地区的非天然地震事件的监控能力仍显不足。在较大地震发生后,对余震活动进行有效跟踪监测是地震应急工作的首要任务。但往往因为台站的密度不够,无法准确定位余震,在一定程度上影响到震后趋势判断,而应急流动台的架设就可以有效地弥补局部地区监测能力不足,从而提高地震定位精度(张清等,2019)。

1 地震流动观测启动工作

根据中国地震台网测定,2020年2月18日17时7分在山东省济南市长清区(36.47°N,116.64°E)发生了M4.1地震,震源深度10 km。震中距平阴县城26 km,距肥城市区34 km,距济南市区41 km。按照地震应急响应工作安排,山东省地震局出动现场流动监测队,负责在震区架设流动台,对余震活动进行监测。根据中国地震局学科管理相关要求,地震计、数据采集器、通信设备、供电设备等均要做好检测工作,包括备用仪器、电缆等均要存放于应急库房,以备不时之需。

2 流动台的组建

2.1 组网

流动台的布设是应急流动观测的重要环节,根据以往经验,流动观测台站应围绕地震震中布设,而且流动台和现有固定台要合理的对震中形成包围分布,同时还需要考虑地震构造带的走向、地震破裂方向和震中迁移情况(张璐等,2019)。根据长清地震震中位置,同时考虑到流动台台址应避免陡坡、风口、局部地形起伏变化大的地点以及可能影响观测的震动源,经过对震中现场的勘察,选定了贾庄(LJIN)、小屯(L3704)、顾小庄(L3705)、五峰山(L3706)4个环境噪声低、仪器能安全运行、通信供电条件良好的观测点架设流动台,加上长清(CHQ)固定台,本次地震固定台和流动台联合组网的流动监测台网完成,可以较好地包围余震活动区(谢江涛等,2019)。济南长清4.1级地震应急流动观测联合组网台站的空间分布如图1,各应急流动观测台站的具体信息如表1。

收稿日期:2021-01-14;修回日期:2021-03-21

作者简介:吴双(1991-),女,助理工程师,主要从事地震仪器运行维护工作,E-mail:1552835896@qq.com.

表1 济南长清 M4.1 地震应急流动台信息表

序号	流动台编号	台站名称	纬度 (°N)	经度 (°E)	高程 /m	地震计	地震数据采集器	仪器频带范围	架设完成时间
1	L3704	小屯	36.46	116.69	40.10	GL-PS2	一体机	2 s ~ 50 Hz	2020 - 02 - 18 22:51:31
2	L3705	顾小庄	36.44	116.61	42.50	EDAS-BS60	一体机	60 s ~ 80 Hz	2020 - 02 - 18 21:36:31
3	L3706	五峰山	36.44	116.82	139.70	EDAS-BS60	一体机	60 s ~ 80 Hz	2020 - 02 - 19 00:06:31
4	LJIN	贾庄	36.52	116.62	55.76	FSS-3M	EDAS-24IP	2 s ~ 60 Hz	2020 - 02 - 18 22:16:31

2.2 系统调试

地震计、数据采集器的参数配置和性能检测决定了流动台在数据处理中的有效性。流动台架设完成后,工作人员对其进行参数配置,确认流动台授时正确,并进行正弦、脉冲标定,测试地震计性能是否良好,且流动台采样率一般设为 100 sps。4 个流动台地震计正弦标定、脉冲标定如图 2。4 个流动台正弦标定和脉冲标定结果如表 2,结果显示 4 个流动台工作状态均正常。表 2 中观测系统灵敏度计算公式为:观测系统灵敏度 = 地震计电压灵敏度/数采转换因子。以 L3704 流动台垂直向为例进行计算,采集电压为 ±10 V,地震数据采集器转换因子为 74.5 nV/Count,地震计垂直向电压灵敏度为 999.01 V · s/m,通过公式计算得出 L3704 流动台垂直向的观测灵敏度为 13 409.53 Count · s/μm。

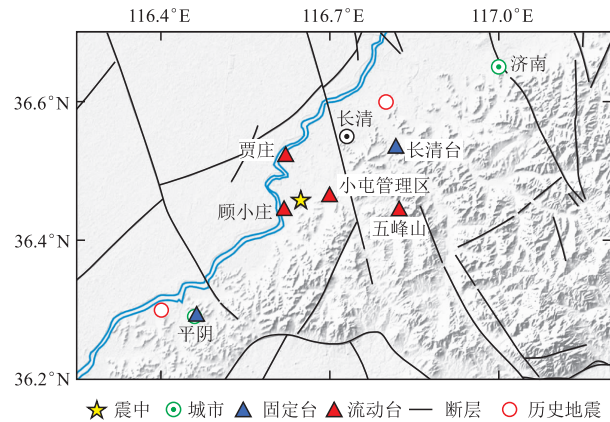


图1 济南长清 M4.1 地震流动台组网分布图

3 流动台的噪声水平分析

噪声水平是衡量地震台站观测环境质量的指标,也是衡量地震台站观测的地震波形数据质量的重要因素(王松等,2016)。地震流动台网架设主要目的是监测余震活动情况,为后续震情跟踪、震情趋势分析和断层分析等提供有力的数据。为此流动台架设完成后,对台基的噪声水平分析就变得非常重要。本文采用 Welch 方法计算样本数据的加速度功率谱密度评估台基环境地动噪声水平(张宇等,2013)。随机选取无地震事件 6 h 时间段原始数据作为计算样本,计算 4 个流动台的台基噪声,各台的噪声功率谱密度曲线图如图 3、图 4。

从流动台台基噪声功率谱密度曲线图可以看出:(1)小屯和贾庄两个流动台均使用短周期地震计,两个台站分别在 2 s ~ 50 Hz 和 2 s ~ 60 Hz 频带范围内的高频段台基噪声要高于 NHNM 曲线,说明台站附近可能存在固定干扰源,也可能与流动台当地地质构造有关(侯颖等,2019)。(2)顾小庄和五峰山两个流动台台基噪声在 60 s ~ 80 Hz 频带范围内曲线大致正常,水平向在低频段稍高于 NHNM 曲线,造成这种情况可能为附近环境干扰,如风、大气流动等。另外,顾小庄流动台部分时段在高频段台基噪声较高,可能是流动台存在不定时外界人为干扰。4 个流动台台基倍频程 1 ~ 20 Hz 频带范围内环境地动噪声水平值如表 3。

表2 4 个流动台的标定结果

台站	分向	周期 /s	阻尼系数	地震计灵敏度 /(V · s/m)	观测系统灵敏度 /(Count · s/μm)
L3704	UD	2.0341	0.7120	999.01	13409.53
	EW	2.0677	0.7230	971.01	13033.66
	NS	2.0606	0.7160	1026.63	13780.20
L3705	UD	63.1893	0.7123	1204.83	1010.76
	EW	62.9002	0.7139	1182.85	992.32
	NS	62.2312	0.7102	1191.16	999.30
L3706	UD	60.3276	0.7073	1175.99	986.56
	EW	59.7817	0.7109	1188.67	997.21
	NS	59.9187	0.6920	1187.39	996.14
LJIN	UD	2.0848	0.6980	2092.08	1289.16
	EW	2.0040	0.6870	1907.58	1179.61
	NS	2.0770	0.6700	1971.60	1235.57

表3 流动台台基噪声平均 RMS 值

台站名称	RMS(m/s)		
	UD 向	EW 向	NS 向
L3704 小屯	7.34907E ⁻⁶	4.60583E ⁻⁶	5.21497E ⁻⁶
L3705 顾小庄	7.87417E ⁻⁶	5.63229E ⁻⁶	6.27545E ⁻⁶
L3706 五峰山	2.44645E ⁻⁷	2.83586E ⁻⁷	3.19517E ⁻⁷
LJIN 贾庄	6.95060E ⁻⁷	1.87028E ⁻⁶	5.48115E ⁻⁶

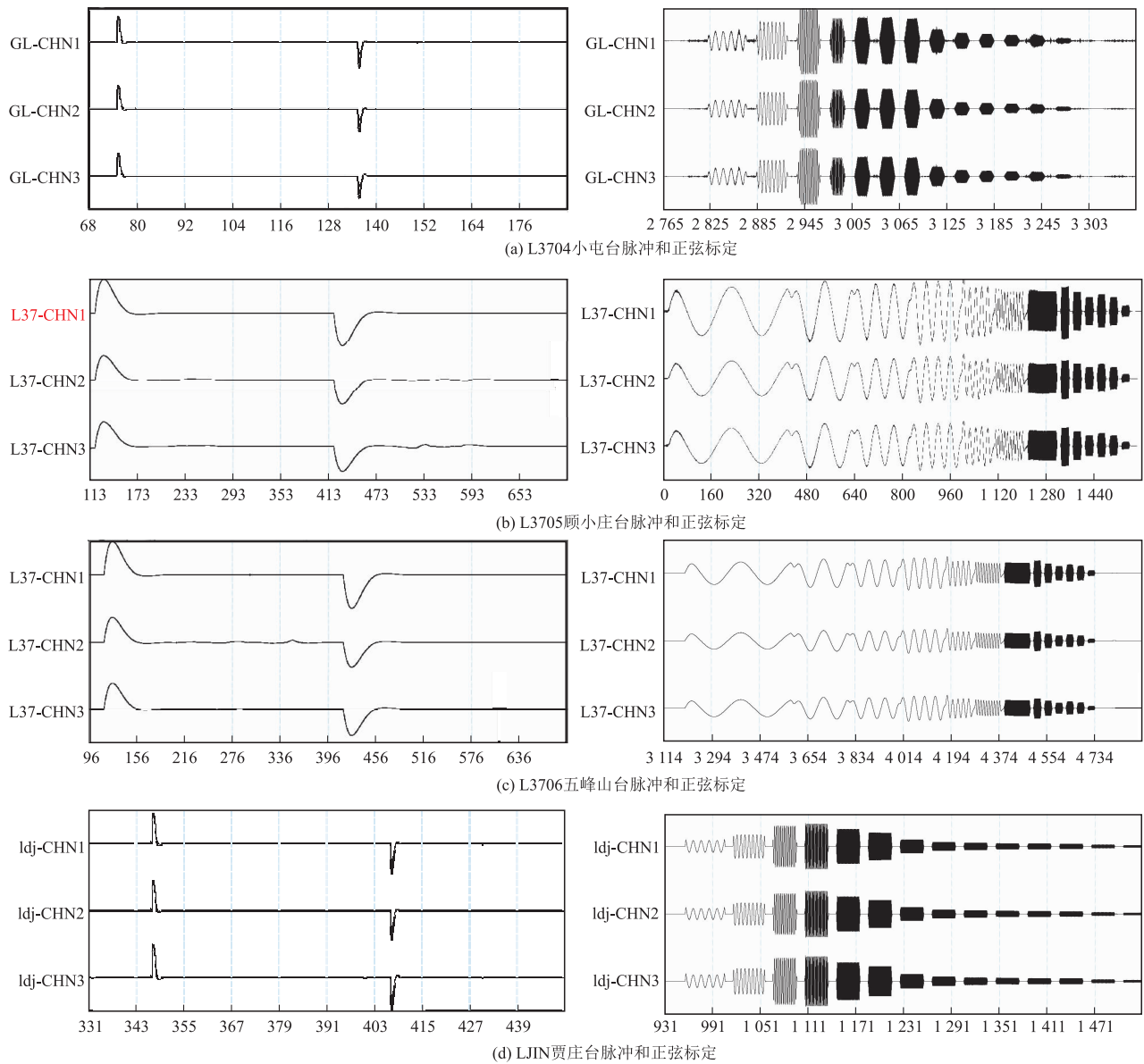


图2 流动台正弦标定和脉冲曲线图

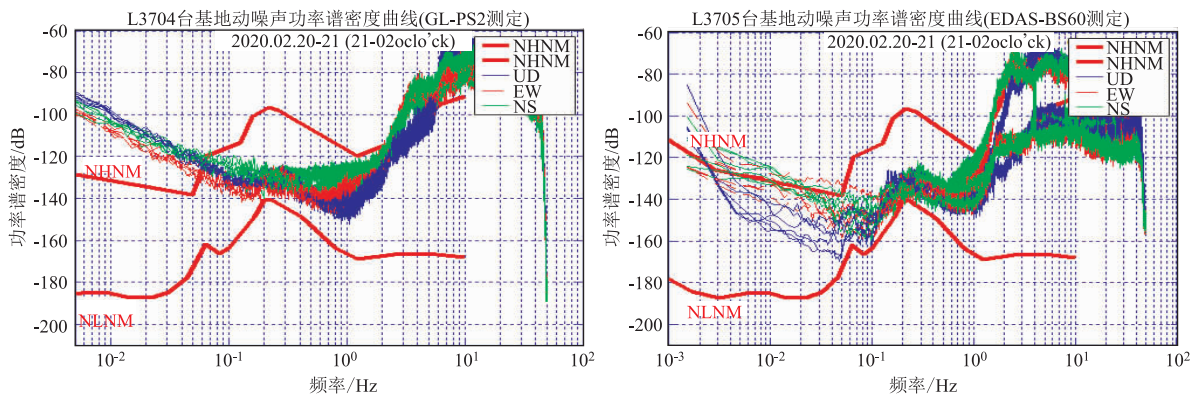


图3 L3704小屯(左)和L3705顾小庄(右)流动台台基噪声功率谱密度曲线

4 流动台的运行状况

4个流动台从2月18日架设完成至3月23日撤台一直运行良好,运行率均在99.86%以上,各台站运

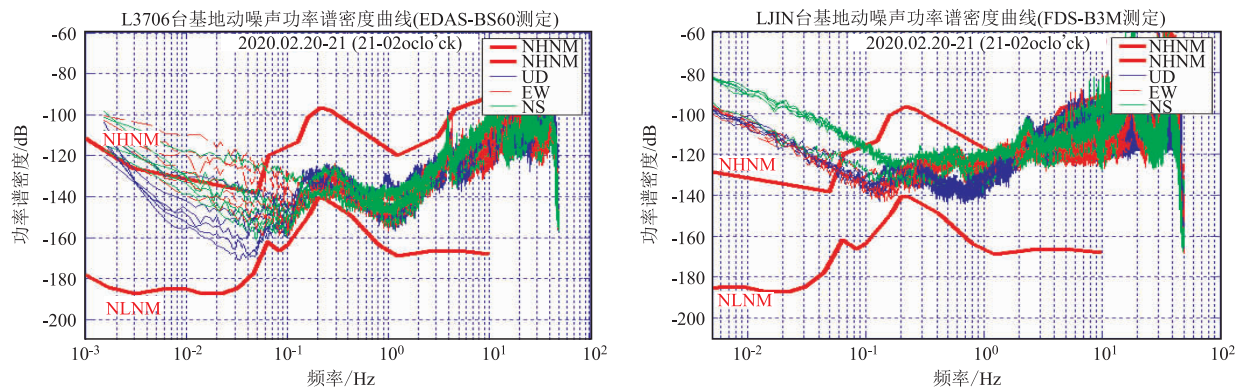


图4 L3706 五峰山(左)和LJIN 贾庄(右)流动台台基噪声功率谱密度曲线

行率情况如表4。

截至2020年3月5日,流动台运行期间共记录到余震事件34次。其中,M3.0~M3.9余震1次,M2.0~M2.9余震1次,M1.0~M1.9余震3次,M1.0以下余震29次(包含一个单台不可定位事件)。

表4 4个流动台的运行率统计

台站名称	L3704 小屯	L3705 顾小庄	L3706 五峰山	LJIN 贾庄
运行率	99.89%	99.97%	99.93%	99.96%

记录到震级最大的余震为2020年2月20日4时44分的长清M3.1(36.46°N,116.63°E)地震,震源深度8 km。流动台记录到的地震波形如图5、图6。

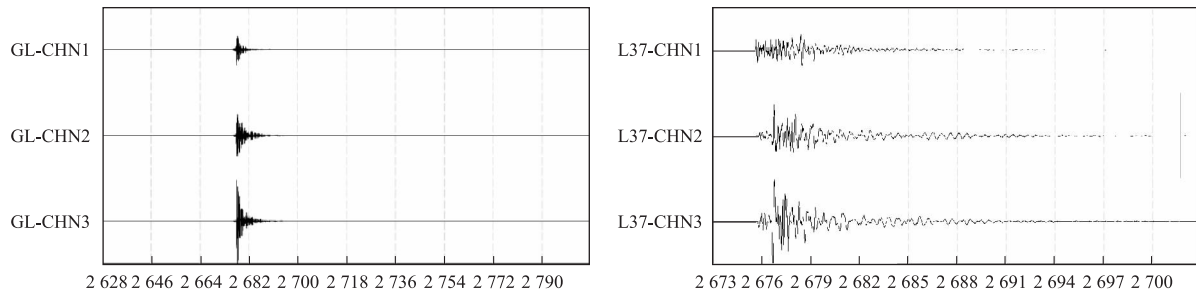


图5 L3704 小屯(左)和L3705 顾小庄(右)地震波形

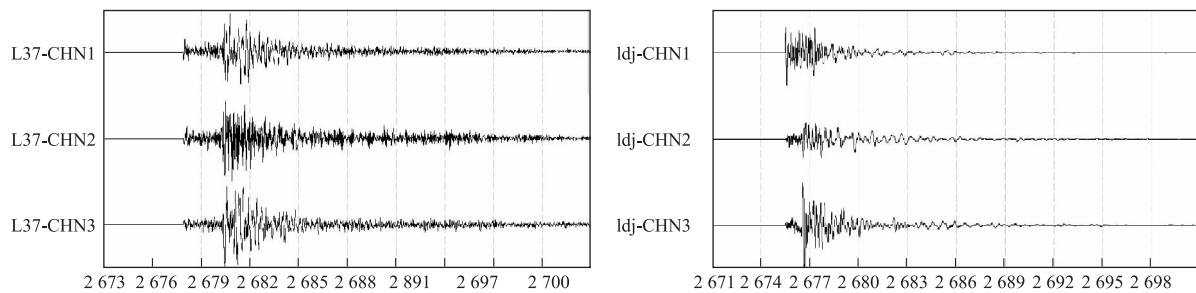


图6 L3706 五峰山(左)和LJIN 贾庄(右)地震波形

5 结论

流动台的架设可以实现对震区有效覆盖,提升震区余震活动的监测能力。通过对流动台脉冲和正弦标定测试,验证流动台设备性能良好;通过对流动台台基噪声数据样本功率谱密度分析,获得各流动台台基地动噪声功率谱密度曲线和台基倍频程1~20 Hz频带范围内环境地动噪声水平值,垂直向最优可达到 $2.44645 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ 。科学合理的流动台布设获取了长清M4.1地震大量的余震记录,精确的余震定位为震后余震活动、震后趋势判断及区域地质构造的分析均提供了有效的基础资料。

参考文献

- 侯颢,余大新,叶庆东,等. 2019. 北京测震台网台基背景噪声特征[J]. 华北地震科学,37(3):56-61.
- 王松,胡德军,房立华. 2016. 西昌流动地震台阵背景噪声特征分析[J]. 四川地震,(3):15-18.
- 谢江涛,林丽萍,赵敏,等. 2019. 应急流动观测组网技术在康定 6.3 级地震中的应用[J]. 华南地震,39(3):23-31.
- 张清,谢夜玉,符衡,等. 2019. 流动地震监测台网在广西北流 $M_s 5.2$ 级地震中的应用[J]. 华北地震科学,37(增刊):24-29.
- 张宇,康建红,张晨侠,等. 2013. 吉林测震台网数字台站台基噪声功率谱分析[J]. 地震地磁观测与研究,34(3/4):118-121.
- 张璐,舒优良,李垚奇,等. 2019. 地震应急流动观测系统的组建与应用[J]. 高原地震,31(3):30-33.

Construction and Estimation of the Changqing M4.1 Earthquake Emergency Mobile Observatory

WU Shuang, LI Shupeng, HU Xuhui, WANG Liang

(Shandong Earthquake Agency, Shandong Jinan 250000, China)

Abstract: An earthquake with magnitude 4.1 was occurred in Changqing District, Jinan, Shandong, at 17:07 on February 18, 2020. The Shandong Earthquake Agency dispatched an on-site mobile monitoring team to quickly set up four mobile stations near the epicenter and networked with the surrounding fixed seismic monitoring stations for monitoring aftershock activity in the epicenter area. This paper described the construction of the mobile station and the sine and pulse calibration tests, calculated the base noise of the mobile station, monitors the operation of the mobile station, and showed the important role of the mobile station in monitoring aftershocks.

Keywords: mobile station; sinusoidal calibration; pulse calibration; station-based noise

(上接第 42 页)

- 刘川琴,金艳,裴红云,等. 2017. 安徽省数字化地电阻率观测数据干扰分析与处理方法[J]. 地震,37(2):167-179.
- 钱家栋. 2010. 地电阻率方法物理基础[M]. 北京:地震出版社.

Analysis of Interference Factors of Apparent Resistivity at Ganzi Seismic Station

WANG Li, ZENG Cheng, LANG Yunhong, WANG Yuanping, ZHAO Minyuan

(Ganzi Seismic Monitoring Center Station, Sichuan Earthquake Agency, Sichuan Ganzi 626799, China)

Abstract: Through the analysis of the observation data of apparent resistivity at Ganzi seismic station, we suggest that the observation data can be affected by the observation environment, electric leakage, lightning, rainfall and other interference factors. It is helpful to eliminate the interference factors in the precursory information, to improve the value of the apparent resistivity observation data, and consolidate the basis of practical apparent resistivity observational data for earthquake prediction.

Keywords: Ganzi seismic station; apparent resistivity; interference factors; variation characteristics

四川省地震月报目录($M_L \geq 3.0$)

(2021.04 ~ 2021.06)

序号	发震时刻		震中位置			位号	震级			深度 (km)	精度	台数	资料来源	备注
	年月日	时分秒	纬度	经度	地点		M_L	M_D	M_S					
1	20210403	081408.3	2858	10545	四川合江	51	3.1		19	3	10	51		
2	20210408	170234.8	2925	10432	四川贡井	51	3.2		1	1	34	51		
3	20210412	081834.8	2925	10432	四川贡井	51	3.4		7	1	41	51		
4	20210418	081157.6	3022	10257	四川芦山	51	3.3		20	1	31	51		
5	20210421	044237.0	3038	09938	四川白玉	51	3.2		6	1	18	51		
6	20210421	052640.6	3039	09938	四川白玉	51	3.4		11	1	17	51		
7	20210426	040027.0	2807	10111	四川木里	51	3.5		5	1	45	51		
8	20210426	213015.0	2809	10459	四川兴文	51	3.7		10	1	29	51		
9	20210427	030522.5	3307	09732	四川石渠	51	3.1		12	2	09	51		
10	20210428	093921.4	3155	10019	四川甘孜	51	3.1		7	2	08	51		
11	20210429	094306.9	3004	10306	四川名山	51	3.7		30	1	33	51		
12	20210430	140038.3	3039	10313	四川大邑	51	3.6		19	1	39	51		
13	20210505	095105.3	3225	10402	四川平武	51	4.1		12	1	23	51		
14	20210505	095355.2	3226	10401	四川平武	51	3.2		4	1	17	51		
15	20210510	224439.9	3201	10242	四川黑水	51	4.0		18	1	40	51		
16	20210514	012549.2	3234	10515	四川青川	51	3.4		9	1	20	51		
17	20210519	043835.8	3259	09855	四川石渠	51	3.9		8	1	12	51		
18	20210520	142906.0	2827	10446	四川长宁	51	3.7		5	1	30	51		
19	20210522	013804.7	2812	10517	四川兴文	51	3.8		12	3	20	51		
20	20210522	031003.7	3112	10511	四川三台	51	3.2		15	1	22	51		
21	20210525	080938.5	2940	10443	四川资中	51	3.5		7	1	40	51		
22	20210526	062842.4	2842	10258	四川峨边	51	3.4		15	1	25	51		
23	20210529	143512.3	3151	10258	四川理县	51	3.1		15	1	20	51		
24	20210530	232930.1	2925	10401	四川犍为	51	3.2		11	2	12	51		
25	20210602	152743.9	3115	10204	四川金川	51	3.1		19	1	20	51		
26	20210604	112354.7	3150	10114	四川壤塘	51	3.0		12	1	13	51		
27	20210608	092133.4	2812	10448	四川珙县	51	3.8		4	1	28	51		
28	20210609	115910.8	3129	10356	四川什邡	51	3.1		21	1	25	51		
29	20210614	040237.1	3200	10429	四川北川	51	4.4		14	1	55	51		
30	20210614	065753.5	3159	10430	四川北川	51	4.0		14	1	49	51		
31	20210621	014857.5	3226	10506	四川青川	51	4.0		22	1	30	51		
32	20210621	201333.6	2652	10256	四川会东	51	3.2		12	3	12	51		
33	20210622	084818.4	2921	10433	四川荣县	51	3.5		7	1	32	51		
34	20210623	051128.9	3212	10455	四川平武	51	4.3		12	1	34	51		
35	20210624	031959.5	3159	10429	四川北川	51	3.7		12	1	34	51		
36	20210625	070114.8	2955	10129	四川康定	51	3.3		6	1	29	51		
37	20210625	182045.0	2757	10258	四川昭觉	51	3.7		19	1	33	51		
38	20210626	201824.6	2813	10447	四川珙县	51	3.4		7	1	18	51		
39	20210626	231751.5	2811	10447	四川珙县	51	3.4		5	1	23	51		
40	20210628	095620.8	2909	10213	四川石棉	51	3.1		16	1	21	51		

《四川地震》

第6届编辑委员会

主 编：雷建成

副主编：杜 方 易桂喜 周荣军

编 委：（按姓氏笔画排序）

马胜利 车 时 王 彬 王兰民 王庆良 王志鹏 王绪本
王翠芳 龙 锋 刘 杰 孙 玮 孙柏涛 朱 航 乔 森
何 强 何玉林 李 勇 李永强 杨永林 杨兴国 苏金蓉
吴微微 吴建春 张茂军 张建国 张致伟 陈维锋 周 玮
金 星 官致君 赵 永 胡 斌 徐 锐 郭 勇 郭红梅
姚运生 顾林生 龚 宇 黄丁发 黄剑涛 韩 进 彭长虹
廖 华 熊 峰 戴仕贵

四川地震 Sichuan Dizhen

（季刊，1977年创刊）

2021年第3期（总第180期）2021年9月

主办单位：四川省地震局

编辑出版：《四川地震》编辑部

主 编：雷建成

发行订购：《四川地震》编辑部

地 址：四川省成都市人民南路三段29号

邮政编码：610041 电话号码：028-85436543

国外发行：中国国际图书贸易集团有限公司

北京海淀区车公庄西路35号 100048

国外发行代号：QR733

排版印刷：成都金龙印务有限责任公司

EARTHQUAKE RESEARCH IN SICHUAN

(Quarterly, Started in 1977)

No.3, (Series No.180) September 2021

Sponsor: Sichuan Earthquake Agency

Editor: 《Earthquake Research in Sichuan》Edit Office

Editor-in-chief: LEI Jiancheng

Printer and Distributor: Edit Office of ERS

Address: No.29, 3rd Section of South Renmin Road,
Sichuan Chengdu 610041, China

Distributor Abroad: China International Publishing
Group Ltd.Co.

Printer: Chengdu Golden Dragon Printing Ltd. Co.

公开发行 中国标准连续出版物号：
ISSN 1001-8115
CN 51-1163/P

国内定价：10.00元/册