

甘孜州及邻近地区映震能力情况分析

郎韵宏 王力 曾程 方东泰 薛莲

四川省地震局甘孜地震监测中心站

DOI:10.12238/gmsm.v7i2.1657

[摘要] 收集了自2012年至2021年甘孜州邻近地区发生的 $ML \geq 4.0$ 地震发生的中强地震共100次,经统计计算认为:甘孜州各台站对四川地区发生的地震反映能力较强,云南地区次之,对青海地区发生的中强地震有一定的反映能力。其综合映震能力为13%,可预报能力为9%,异常对应能力不超过41.18%,观测项目综合灵敏度为6.02%,对甘孜州近地区发生的中等地震平均仅可能有6.69%观测项目产生异常。统计中发现,甘孜州各台站观测项目在中等地震前的异常以地下流体为主,其比例占异常总数的72.22%,体现出其在地震监测与预报中的重要性,为一项重要的观测手段,在今后的工作中其观测应大力加强。

[关键词] 映震能力; 中等地震; 地下流体; 综合灵敏度

中图分类号: P315 **文献标识码:** A

Adjacent areas of Garze Prefecture Analysis of seismic reflection ability

Yunhong Lang Li Wang Cheng Zeng Dongtai Fang Lian Xue

Garze Earthquake Monitoring Center Station of Sichuan Provincial Seismological Bureau

[Abstract] A total of 100 moderate to strong earthquakes with $ML \geq 4.0$ occurred in the vicinity of Garze Prefecture from 2012 to 2021 were collected. After statistical calculation, it is believed that the seismic stations in Garze Prefecture have a strong ability to reflect earthquakes occurring in Sichuan region, followed by Yunnan region, and have a certain degree of ability to reflect moderate to strong earthquakes occurring in Qinghai region. Its comprehensive seismic reflection ability is 13%, the predictability ability is 9%, the anomaly corresponding ability does not exceed 41.18%, and the comprehensive sensitivity of observation items is 6.02%. On average, only 6.69% of observation items may have anomalies for moderate earthquakes occurring in the vicinity of Garze Prefecture. In statistics, it was found that the anomalies observed by various stations in Garze Prefecture before moderate earthquakes were mainly caused by underground fluids, accounting for 72.22% of the total anomalies, reflecting its importance in earthquake monitoring and prediction. It is an important observation method and should be greatly strengthened in future work.

[Key words] Reflective seismic ability; moderate earthquake; comprehensive sensitivity of underground fluids

引言

发生在四川的汶川 $ML8.0$ 、青海玉树 $ML7.1$ 、芦山 $ML7.0$ 、康定 $ML5.8$ 以及最近发生的泸定 $ML6.8$ 给广大群众带来巨大灾难,作为一名地震监测工作者,我们怎样才能在地震监测工作中提供一份可靠的预报预测资料,这就要求我们必须且需要从我们目前正在运行的地球物理台网、地质、水文、地貌构造、台站仪器运行、数据进行收集整理并分析,对目前的台站的仪器设备进行映震效能分析。通过分析了解四川省甘孜州地球物理台站仪器运行现状,并对甘孜州各台站2012—2021的数据进行评估,提出了有价值的信息,为探索地震的发生、设备的研发、仪器的运转、作技术上的支撑。

1 台站基本概况

经过统计,甘孜州各地震台站流体、地电、地磁、形变4大类中可进一步细分为83个测项,随着台站仪器设备老化,对仪器进行升级改造,设备更新优化,表1统计了甘孜州各台站的观测项目,本文对甘孜州各台站仪器设备的映震能力情况进行了分析、整理与评估。

2 甘孜州邻近地区地震前兆异常统计

本文收集甘孜州邻近地区自2012年至2021年以来所发生的 $ML \geq 4.0$ 地震合计100个,有关情况见表2,震例异常情况见表3。

3 甘孜州各地震台站映震能力情况分析

3.1 甘孜州各地震台站映震的方向性

表1 甘孜州各地震台站观测项目统计表

测点名称	观测项目	仪器型号	项目个数(或成分)	观测层岩性
姑咱形变台	形变	VP	4	前震旦纪花岗岩闪长岩
	形变	SS-Y	5	
	形变	YRY	4	
水化台	流体	水氦	1	前震旦纪花岗岩闪长岩
	流体	气氦	1	
	流体	气汞	1	
康定台	形变	VS	3	基岩岩性为大面积出露的三叠纪灰岩, 岩性坚硬、致密。
	形变	VP	4	

测点名称	观测项目	仪器型号	项目个数(或成分)	观测层岩性
乡城台	形变	VS	3	表层为亚砂土, 砂砾岩层厚度达300多米, 下伏第三纪砂岩、泥岩。
		VP	4	
巴塘台	地磁	FHD-2B分量质子磁力仪	3	第四系覆盖, 第三纪砂岩, 厚度大于80m.
		GM4-1XI磁通门磁力仪	12	
		GM4-4XI磁通门磁力仪		
		GSM-900verhauser		
道孚台	地磁	FHD-2B分量质子磁力仪	3	变质砂岩
		GM4-1XI磁通门磁力仪GM4-4XI磁通门磁力仪	8	
		GSM-900verhauser	1	
甘孜台	地电	ZDSM地电阻率仪、GEF-2地电场仪	12	以三叠系炭质板岩和变质砂岩为主
	形变	TJ-2、CBT-钻孔倾斜仪	6	
	流体	水氦	1	
九龙台	地磁	ADU-07极低频电磁测量仪	3	石英砂板岩
燕子沟台	形变	VP	4	第三系砂岩



表2 甘孜州邻近地区MS≥4.0地震统计表

时间	4.0=MS<5.0	5.0=MS<6.0	6.0=MS<7.0	7.0=MS<8.0	MS=8.0
2012年	0	1	0	0	0
2013年	11	4	3	0	0
2014年	5	4	2	0	0
2015年	2	2	0	0	0
2016年	3	2	0	0	0
2017年	10	3	0	1	0
2018年	5	4	0	0	0
2019年	9	5	1	0	0
2020年	9	3	0	0	0
2021年	8	1	1	1	0
总计	62	29	7	2	0

表3 甘孜州各地震台震前异常反映统计表

震例	甘孜水气	姑咱 气象	姑咱 气氧	YRY	甘孜地 电场	甘孜地电 阻率	姑咱 水氧	姑咱VP	姑咱 VS	康定 台VS	康定台 VP	乡城 台VS	乡城台 VP	甘孜体 应变	甘孜钻 孔	燕子沟 VP	道孚台地磁
2013年4月20日芦山ML7.0	√		√														
2014年11月22日康定ML6.3级			√														
2014年11月25日康定ML5.8级			√														
2015年1月14日乐山金口河ML5.0级			√														
2017年3月27日云南漾濞县ML5.1级		√	√														
2017年5月4日珙县ML4.9级		√	√														
2017年8月8日九寨沟ML7.0级		√	√														
2017年11月18日米林ML6.9级		√	√														
2020年5月26日四川沐川ML4.4级				√													
2020年2月3日青白江ML5.1级				√													
2021年4月1日石渠ML5.6级				√													
2021年11月8日青海果洛州玛多县ML7.4级						√											
2021年5月21日云南漾濞县ML6.4级						√											

地震台站观测由于受气象水文、地质构造、地层岩性等诸多因素的影响,对地震的震前反映一般具有一定的方向性。由于地震的震源深度、震中距、震级等因素的不同,各台仪器在地震前的反映程度是不相同的。表2整理了甘孜州近邻地区从2012年至2021年发生的地震100次,四川地区70次,云南地区17次,甘肃地区4次,青海6次,西藏3次。从表3可知甘孜州台站监测仪器对四川地区发生的70次地震中的10次震前有反映(邵永新等<天津前兆台网映震能力评价1996>,约占该地区发生地震的14.29%。对云南地区发生的地震,17次中仅云南漾濞县2次地震震前有反映,占11.76%。青海6次,仅有1次震前有反应,而甘肃地区的4次地震,均无震前异常。而甘孜州台站监测设备对四川地区发生的4.0<ML<8.0的地震有较多震前异常反映。从表3所列震前异常项目统计来看也是四川地区发生的地震震前异常数量比云南、青海两个地区高。因此发生在四川地区的地震,甘孜州地震监测设备映震效果较好、云南地区次之,而对青海地区发生的中强地震有一定程度的映震效果。

3.2 甘孜州各地震台映震下限

映震下限是指地球物理台网能够反映的最小震级。

本文整理的震例,其震级均为 $ML \geq 4.0$ 。通过收集甘孜州各台站从2012年—2021年年度报告及异常核实报告中得知,对于

甘孜州邻近地区发生 $ML < 4.0$ 地震未发现震前异常反映。因此,甘孜州邻近地区映震下限估计在 $ML 4.0$ 左右。

3.3 甘孜州各台站监测综合映震能力及可预报能力

综合映震能力是指在统计时间段内,震前有异常反映的地震次数与该时间段内总共发生地震次数之比,表明台站监测仪器对地震的反映水平。可预报能力是指在统计时间段内、震前异常数目超过异常噪声的地震次数与该时间段内所发生地震总数之比,表明在实际工作中根据台网异常情况更有可能提高综合预报的水平。

从表2、表3所列情况表明,文中收录2012年至2021甘孜州邻近地区发生 $ML > 4.0$ 地震共100次,其中具有前兆反映的13个,约占13.0%。因此,甘孜州各台站仪器映震能力为13.0%。仅从震后总结的这一指标来看,各台站仪器对地震的反映能力是一般,但是实际情况并非如此,前人研究表明,在地震的实际监测预报工作中,在无震的情况下地球物理台网5%的观测项目有可能出现异常噪声。因此甘孜州83个观测项目中,在无震的条件下,有可能出现4项虚异常(4.15项)。这一情况的出现,对于那些震前仅有一二项异常的地震,在震前作出准确的预报是非常困难的,因此,实际预报成功能力的大小并不仅仅取决于这一指标,地球物理台网可预报能力的大小更能有效地反映实际工作中对地震提

出综合预报的可能性。(邵永新等<天津前兆台网映震能力评价1996),在扣除异常噪声的条件下,甘孜州地震台站在上述13个震前有反映的震例中,震前异常超过噪声震例的仅有2013年4月20日芦山ML7.0、2014年11月22日康定ML6.3级、2014年11月25日康定ML5.8级、2017年3月27日云南漾濞县ML5.1级、2017年5月4日珙县ML4.9级、2017年8月8日九寨沟ML7.0级、2017年11月18日米林ML6.9级、2020年5月26日四川沐川ML4.4级、2021年11月8日青海果洛州玛多县ML7.4级、2021年5月21日云南漾濞县ML6.4级 共计9次地震,占9%。因此,甘孜州地球物理台网可以提出预报的地震占比仅为9%。

3.4 甘孜州各台站监测项目的综合灵敏度

综合灵敏度是指震前异常项目与观测项目总和之比,反映台网观测项目对地震的总体反映程度。

甘孜州各地震监测台站观测项目合计83项,在2012—2021年100次地震中有前兆异常的为5项,占6.02%。得出甘孜州台站地震观测项目在震前出现异常反映的项目相对较少,异常并不广泛。

3.5 甘孜州各台站监测项目异常应对能力

异常的对应能力是指在统计时间段内地震前兆异常与出现的总异常之比,表明异常与地震的关系,体现出台网观测资料的内在质量。

本文统计的异常均参考了四川省地震局2012年至2021年年度会商报告。笔者统计,自2012年至2021年甘孜州出现异常共34次,其中有震异常18次,无法解释的虚异常16次。但在有震异常中,有的地震震前仅有一项或两项异常,实际综合预报中很有可能将其忽略或作为虚异常对待,对这一问题本文作如下规定:

(1)异常与地震的对应:当异常项目超过台网噪声时,在异常有效时间段内发生了地震,则认为异常与地震相对应。

(2)有效异常:异常项目超过台网噪声,有可能根据其作出相应的综合预报,并且与地震相对应。

(3)无效异常:异常项目未超过台网噪声,不能根据其作出相应的综合预报,但在异常有效时间段有地震发生。

(4)虚异常:异常项目有可能超过台网噪声,并有可能根据其作出综合预报,但在异常的有效时间段内无地震发生。

因此由表3可见,甘孜州台站监测在2012年至2021年观测项目有效异常14次,无效异常4次,虚异常16次。与地震的应对能力为41.18%。但在虚异常的统计中,笔者仅统计了无法解释的异常,而对于那些已明确的干扰异常未统计,因此,甘孜州各台站观测与地震的应对能力不会超过41.18%(邵永新等<天津前兆台网映震能力评价1996)。

3.6 甘孜州地球物理台站观测项目震前单项平均反映能力

单项平均反映能力是指在统计时间段内震前异常总数与台网观测项目总数和震例次数之积的比,体现出每个测项在地震前出现异常的平均可能性。

由表3所列实际资料表明,文中收录的100次地震前,甘孜州地球物理台站83个观测项目表现出18次异常,因此,甘孜州各观测项目震前平均仅有6.69%个异常。

3.7 流体观测项目震前反映较为灵敏

除上述外,表3所列还表明这样一个情况,在2012~2021年甘孜州邻近地区发生的有异常反映的13次地震前,甘孜州地球物理台站出现的18次测项异常中有13次表现为流体异常,占异常总数的72.22%,这一事实表明甘孜州流体观测项目在中等地震前的反映要优于其它观测项目,而从表4所列在震前异常次数大于噪声的可预报情况下,流体项目异常也占了很大比重,充分反映出流体观测项目在地震监测和预报工作中的重要性和重要作用,因此在今后的地震监测和预报中应大力加强流体项目的观测(邵永新等<天津前兆台网映震能力评价1996)。

震例	异常总数	流体异常次数	其他项目异常次数
2013年4月20日芦山ML7.0	2	2	0
2014年11月22日康定ML6.3	1	1	
2014年11月25日康定ML5.8	1	1	
2015年1月14日乐山金口河ML5.0	1	1	
2017年3月27日云南漾濞县ML5.1	2	2	
2017年5月4日珙县ML4.9	2	2	
2017年8月8日九寨沟ML7.0级	2	2	
2017年11月18日米林ML6.9级	2	2	

项目	能力	项目	百分比
映震方向	四川、云南、甘肃、青海、西藏	异常对应能力	<41.18%
映震下限	ML4.0左右	综合灵敏度	6.02%
映震能力	13%	单项平均反映能力	6.69%
可预报能力	9%	流体异常占总异常的比例	72.22%

4 结论与讨论

4.1 综合预报今后重点

表3所列情况表明,对于甘孜州邻近地区发生的中等地震,甘孜州物理台站异常项目主要集中在流体观测项目中,因此,从综合预报的角度来讲,今后对发生在甘孜州邻近地区的中等地震预报应集中在流体项目异常的分析上。从对姑咱气氦、气汞震前异常次数统计来看,这2个测项在震前共产生12次有震异常,占甘孜州邻近前兆台网有震异常的66.67%。因此在今后综合预报中,重点项目可能应放在这2个观测侧项上。预报的重点地区则为甘孜州、雅安等地区。

4.2 目前需要解决的问题

甘孜州目前只有姑咱、甘孜流体观测共计有4个点,从2004年、2007年和2014年我站在省局部门组织开展的《甘孜州及邻

区地震短期预测指标研究》(李学川, 刘仕锦等, 2004年, 2014年)中可以看出: (1) 甘孜水氡有一定年变规律, 大多数年份的资料表现为“夏高冬低”形态; 主要的干扰为甘孜水氡观测点附近居民在观测点周围修建了洗澡塘, 大量抽取地下水, 改变了泉点原来的混合比, 使观测环境受到破坏, 另外泉点出水口较低, 易堵塞、易倒灌, 冬季易封冻。(2) 姑咱海子泉气汞和气氡由于受观测水源被污染导致上升变化, 污染的水源又致仪器脱气装置系统出现故障或气路不畅造成的, 是这两个干扰因素共同造成数据的大幅上升变化。严重影响甘孜州日常的流体数据分析, 甘孜州流体观测点的缺少表现的更为突出, 想改变这种现状, 第一是增加水化观测点, 这一办法需要国家局及省局的大力支持, 难度很大。第二是加强与地方应急管理部门联络, 联合应急局开展流体观测, 提升地方地震监测工作的能力与技能, 逐步规范流体观测的细则、纳入地震台站观测网。

[基金项目]

四川省地震局地震科技专项(LY2320)资助。

[参考文献]

- [1] 尹宝军, 马丽, 陈会忠, 等. 地震地下水动态研究中的若干问题[J]. 国际地震动态, 2009, (5): 1-13.
- [2] 刘仕锦, 李学川. 甘孜地震台水氡观测资料的干扰识别和短临异常分析[J]. 地震研究, 2008, 31(1): 14-19.
- [3] 胡琳, 李占斌, 张霞, 等. 基于灰色系统的地下水动态研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2009, 40(5): 585-589.
- [4] 范建明. 大同市区二十年地下水动态研究[J]. 地下水, 2003, 25(2): 95-97.

作者简介:

郎韵宏(1996--), 男, 汉族, 四川省资阳市乐至县人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 地震前兆研究。

通讯作者:

王力(1990--), 男, 汉族, 四川省眉山市东坡区人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 地震流体、电磁研究。