

吴国瑞, 康英, 马晓静, 等. 同源双震的速报处理——以广西北流—广东化州 $M_s 5.2$ 级地震为例[J]. 华南地震, 2020, 40(2): 67-72. [WU Guorui, KANG Ying, MA Xiaojing, et al. Earthquake Quick Report Processing of Homologous Double Events: A Case Study on Beiliu-Huazhou $M_s 5.2$ Earthquake Sequence in the Junction of Guangxi and Guangdong[J]. South China journal of seismology, 2020, 40(2): 67-72]

同源双震的速报处理 ——以广西北流—广东化州 $M_s 5.2$ 级地震为例

吴国瑞^{1,2,3}, 康英^{1,2,3}, 马晓静^{1,2,3}, 洪玉清^{1,2,3},
杨选^{1,2,3}, 姜喜姣^{1,2,3}

(1. 广东省地震局, 广州 510070; 2. 中国地震局地震监测与减灾技术重点实验室, 广州 510070;
3. 广东省地震预警与重大工程安全诊断重点实验室, 广州 510070)

摘要: 2019年10月12日广西北流—广东化州发生 $M_s 5.2$ 级地震, 广东省地震台网中心值班员在速报过程中, 发现为同源双震事件且后面的地震震级较大, 其后最大的余震也是双震。两次都为典型的同源双震类型, 震中位置处于广东、广西交界。基于此次地震的特殊性, 对同源双震速报情况进行了回顾总结, 分析了其地震特征和定位精度, 并给出同源双震处理的相关建议。

关键词: 同源双震; 速报分析; 震相特征

中图分类号: P315.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662(2020)02-0067-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2020.02.010

Earthquake Quick Report Processing of Homologous Double Events: A Case Study on Beiliu-Huazhou $M_s 5.2$ Earthquake Sequence in the Junction of Guangxi and Guangdong

WU Guorui^{1,2,3}, KANG Ying^{1,2,3}, MA Xiaojing^{1,2,3},

HONG Yuqing^{1,2,3}, YANG Xuan^{1,2,3}, JIANG Xijiao^{1,2,3}

(1. Guangdong Earthquake Agency, Guangzhou 510070, China; 2. Key Laboratory of Earthquake Monitoring and Disaster Mitigation Technology, CEA, Guangzhou 510070, China; 3. Key Laboratory of Guangdong Province Earthquake Early Warning and Safety Diagnosis of Major Projects, Guangzhou 510070, China)

Abstract: On October 12th, 2019, an $M_s 5.2$ earthquake occurred in the junction of Guangdong Huazhou and Guangxi Beiliu. During the rapid report, the staff on duty at the center of the Guangdong Seismic Network found that the earthquakes were homologous double events with larger subsequent earthquake, and the largest aftershocks were also homologous double events. Both are typical types of homologous double events, and the epicenter of those earthquakes lie in the junction of Guangxi and Guangdong. Own to the particularity of the four earthquakes, the paper reviewed and summarized the earthquake quick report of two homologous double

收稿日期: 2020-02-10

基金项目: 中国地震局监测、预报、科研三结合课题(3JH-201901001)

作者简介: 吴国瑞(1984-), 女(回族), 工程师, 主要从事地震监测和地震编目的工作。

E-mail: 645229773@qq.com

events, and analyzed the seismic characteristics and earthquake location accuracy. At last, the paper gave some suggestions on the process of homologous double events.

Keywords: Homologous double events; Quick report analysis; Seismic phase characteristics

0 前言

2019 年 10 月 12 日广西北流—广东化州发生 M_s 5.2 级地震，广东省地震台网中心值班员在警报响起后第一时间开始进入速报状态，浏览波形发现为同源双震事件且后面的地震震级较大，值班员首先速报第二个地震，然后速报第一个地震。其后最大的余震也是双震。对于此类地震，两个地震震相叠加在一起，地震震相不易分析，在一定程度上增加了震相识别的

难度^[1-5]，本文对于双震地震速报情况进行总结，详细分析了双震地震特征，对今后地震速报工作中顺利应对此类双震速报事件给出了快速判断及分析的建议。

1 双震的基本参数

1.1 主震双地震

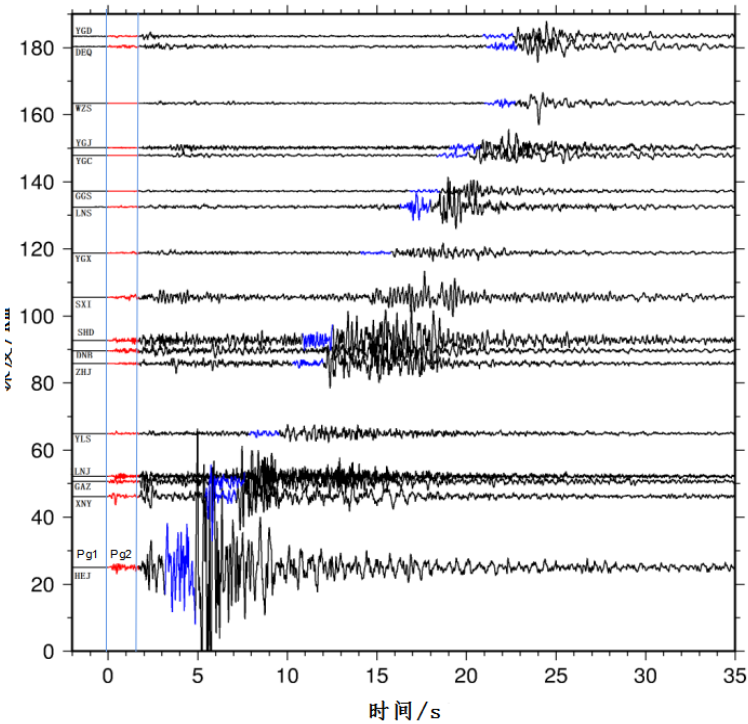
双震事件速报参数见表 1。

表 1 主震双地震速报参数
Table1 Earthquake quick report parameters

序号	发震时刻		震中位置		参考地点	M/M_s	震源深度 / km	定位台站数	速报用时 / (min:s)
	年 - 月 - 日	h:min:s	纬度 / (°)	经度 / (°)					
1	2019-10-12	22:55:24.4	22.16	110.53	广东化州	4.2	11	13	08:50
2	2019-10-12	22:55:26.4	22.15	110.54	广东化州	5.2	8	7	08:07

通过地震波形和速报参数判断为同源双震事件（图 1）。前震与主震发震时刻相差仅仅 2

s，从广东合江台的地震波形上看两个 P G 震相差 1.81 s。



(Pg1 为主震前震, Pg2 为主震, 蓝色为前震 Sg)

图 1 主震双地震波形, P 波对齐排序

Fig.1 Double events waveform of the main shock and aligned with P wave

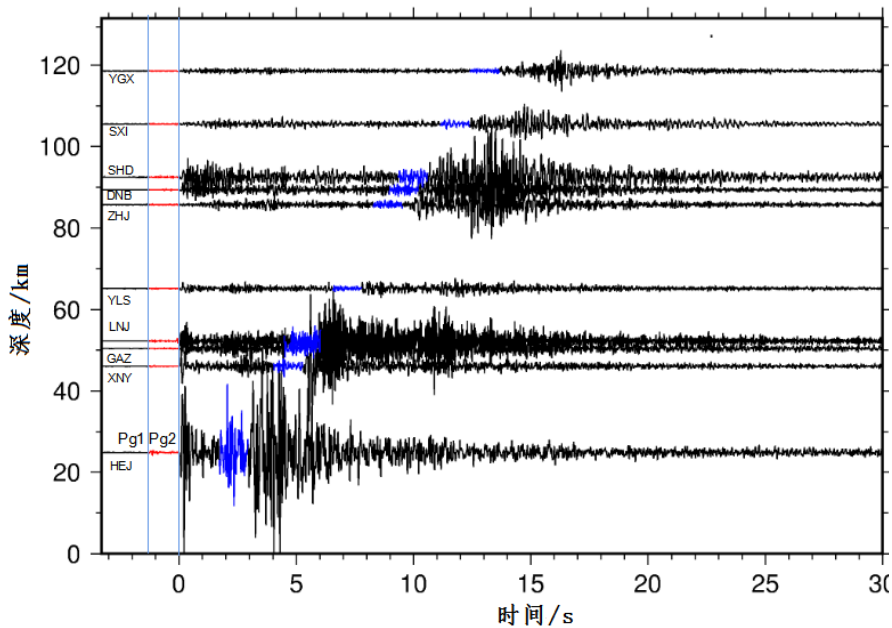
1.2 余震双地震

广西北流—广东化州 $M_s5.2$ 级地震余震序列中，最大余震也是一个同源双震事件（图 2），

余震主震为 $M2.5$ 级，前震为 $M1.6$ 级，发震时刻相差 1.4 s，地震参数见表 2。

表 2 余震双地震定位结果
Table 2 Earthquake location results of the main shock and the maximum aftershock.

发震时刻		震中位置		参考地点	M	震源深度 /km	定位台站数
年 - 月 - 日	h : min : s	纬度 (°N)	经度 (°E)				
2019-10-12	23:31.12.1	22.16	110.54	广东化州	1.6	11	6
2019-10-12	23:31:13.5	22.15	110.54	广东化州	2.5	11	32



（Pg1 为余震“前震”，Pg2 为余震“主震”，蓝色为前震 Sg）

图 2 余震双地震波形图，P 波对齐排序

Fig.2 Double events waveform of the maximum aftershock and aligned with P wave

2 速报总结

2.1 同源双震的判断

值班员查看波形发现该地震为双震，进一步用“P 波对齐”功能对各台站波形进行排序，明显看出两个事件 P 头的到时差一致；从波形特征上来看，前后两个地震波形记录的形态也相似，可以判断为同源双震。第 2 个地震明显震级较大，首先速报第 2 个地震参数然后再速报第 1 个地震参数。

2.2 双震震相的标注

分析中震相标准尽量选用清晰可靠的震相

进行标注。首先将时间窗设置为 60s（速报地震通常设置 120 s），通过 P 波对齐，震相从近到远排序，标注了 5 个近台的 PG、2 个 SG，2 个 PN 震相（表 3）；这过程中尽量选用台站包围震中，最终定位残差为 0.025，用时 8 分 7 秒得出了化州 $M_s5.2$ 级地震定位结果。

接着，快速分析前震震相，P 波很好识别，速报标注了 10 个 PG、3 个 PN，因波形叠加，SG 不好识别，用了一个比较清晰的 SG（表 4），选用台站包围震中地点，定位残差为 0.087，用时 8 分 50 秒（第 2 个报出开始计时）得出化州 $M4.2$ 级地震定位结果。

表 3 主震速报定位结果

Table 3 Earthquake quick report location results of the M_s 5.2 main shock and the M_L 2.5 maximum aftershock

序号	台站名	震相	发震时刻 /h:min:s	走时残差	震中距 /km	震级 M_s
1	HEJ	Pg	22:55:31.1	0.24	24.96	
2	XNY	Pg	22:55:34.1	-0.05	45.67	
		Sg	22:55:39.5	-0.01		
3	GAZ	Pg	22:55:34.9	0.02	49.94	
			22:55:40.1	0.02		
4	LNJ	Pg	22:55:35.3	-0.01	52.61	
		Sg	22:55:41.4	-0.01		
5	YLS	Pg	22:55:37.4	0.03	65.52	
6	HZS	Pn	22:56:05.6	-0.11	273.48	
7	HUJ	Pn	22:56:05.7	-0.55	276.00	
8	PHSG					5.2
9	HAHF					5.0
10	HAJF					5.4
11	PTNR					5.4

表 4 前震速报定位结果

Table 4 Earthquake quick report location results of the foreshock of the M_s 5.2 main shock and the M_L 2.5 maximum aftershock.

序号	台站名	震相	发震时刻 /h:min:s	走时残差	震中距 /km	震级 M_L
1	HEJ	Pg	22:55:29.0	-0.06	25.89	4.2
2	XNY	Pg	22:55:32.3	0.02	45.98	
3	GAZ	Pg	22:55:33.1	0.04	50.94	4.4
		Sg	22:55:39.1	-0.03		
4	LNJ	Pg	22:55:33.3	-0.00	52.52	
5	YLS	Pg	22:55:35.3	-0.00	64.32	
6	ZHJ	Pg	22:55:38.8	-0.06	86.87	4.8
7	DNB	Pg	22:55:39.7	0.12	90.33	
8	SHD	Pg	22:55:40.3	0.17	93.7	5.1
9	SXI	Pg	22:55:42.5	0.27	106.57	
10	YGX	Pg	22:55:44.2	-0.16	119.19	
11	BHS	Pn	22:55:47.8	-0.24	147.53	
12	YGC	Pn	22:55:48.1	0.06	147.74	
13	YGJ	Pn	22:55:48.3	-0.08	150.32	4.7

2.3 双震的震级量取

主震由于地震较大，测定了有面波发育的 4 个台的 M_s 震级。因波形叠加，前震震级量取需仔细判别，手动仿真量取；因近台震级偏小，远台波形叠加不易区分，速报量取了 25~151 km 内 5 个台的 M_L 震级。

2.4 定位台站的处理

定位过程中要充分考虑台站包围震中分布（图 3），缩小空隙角，提高其定位精度。表 5 对比了广东台网编目结果和速报结果，表明速报分析结果可靠。

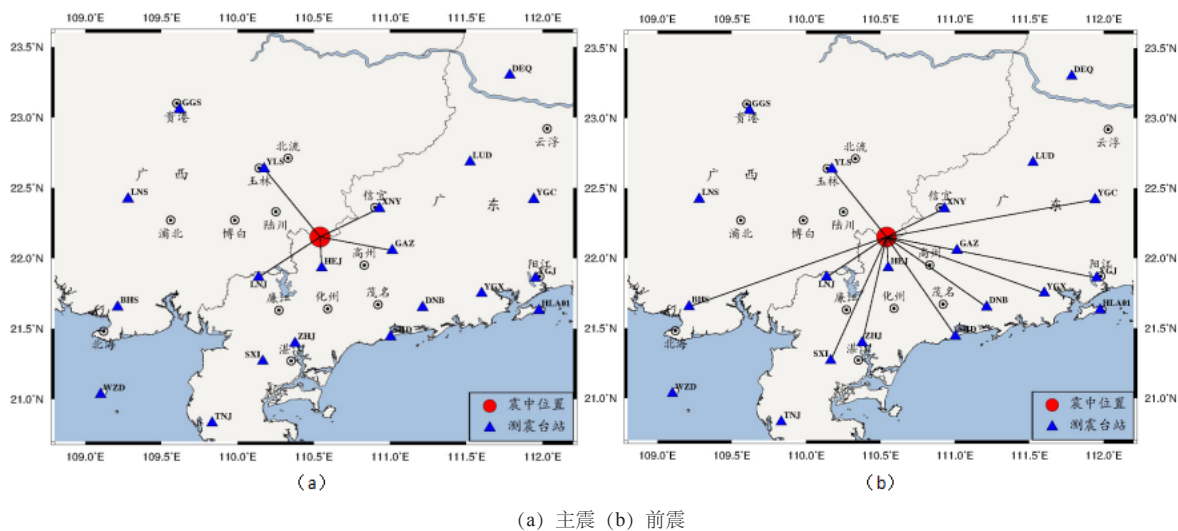


图 3 主震双地震速报定位台站分布图
Fig.3 Distribution map of earthquake quick report location station of the $M_s5.2$ main shock.

表 5 主震双地震速报与编目结果对比表
Table 5 The comparison of the earthquake quick report and catalog results

类型	发震时间 / h:min:s	发震时间差 /S	震中差 /km	震级差 M_s /M	深度差 /km	速报、编目 定位台站	地名
主震速报	55:26.4	0.3	0	0	1	11	广东茂名 市化州市
主震编目	55:26.7					44	广东化州
前震速报	55:24.4	0.2	1	0.1	2	13	广东茂名 市化州市
前震编目	55:24.6					50	广东化州

2.5 地名交界的处理

分析结果显示发震地点在广东化州与广西北流交界地区，根据速报要求^[6]，值班员给出速报 3 级地名“广东茂名市化州市”。

2.6 余震双震的处理

第 2 个双震事件按上面经验依次处理。

3 地震波形特征

基于 2 个同源双震事件的波形进一步分析特征如下：

(1) 两个事件间隔很近，近台记录的地震波形形态相似，各台站 P 头的到时差一致；

(2) 地震发生在两省交界，震中附近台站较少（主震最近台为广东合江台，震中距为 24.4 km），所有记录波形叠加，很容易当成一个地

震分析速报；除近台（合江台、信宜台）可以快速分析认定是双震外，其他台（50~200 km）都很容易认成 PG，PmP，PN，SG，SmS，SN 震相^[7]。

(3) 前震近台记录 PG 波清晰，初动尖锐；PG、PN 震相可以分析，但 SN、SG 震相和主震震相叠加在一起，震相无法识别分析；因后续震相叠加在一起，震级测定必须避开第 2 个地震事件的最大振幅，手动仿真分析，不能使用自动快速测定震级功能；

(4) 主震由于震级较大，近台限幅，较远台有面波出现；近台 PG 和 SG 震相需仔细识别可靠清晰的震相。

4 结语

通过此次同源双震的总结分析，对于此

次事件快速判断及分析的建议如下：

(1) 快速判断是否为双地震，可采用 MSDP 中“P 波对齐”的功能。

(2) 先处理震级大的事件，后处理小的地震事件，在速报第一个地震时，建议备注给出双震的提示；例如此次同源双震，速报第一个地震时可在备注栏写明“2s 前有一前震”，快速让周边地震台网和国家地震台网了解是双震事件。

(3) 由于震相叠加，前面事件的 S 类震相和最大振幅、后面事件的 P 类震相要小心识别。

(4) 对于同源双震，MSDP6.2 版已增加“平移”功能，可以在分析一个后快速给出第 2 个事件的参考位置和发震时刻，速报人员仅计算震级；通过“平移”功能，在大震速报中，可以更快、更准确的速报，在以后台网速报中发挥最大作用。

(5) 对于交界地震，建议速报参数时恢复交界说法，以免造成 2 个地震的误会。

(6) 对于波形限幅的情况，自动处理系统直接不采用，人机交互系统给予提示，不能量取震级。

在实际情况中，由于双震数量相对较少，速报过程中三要素存在一定的误差；通过此次双震速报，对于在未来地震速报中提供了一定

的指导意义。在今后的工作中，将会收集更多的双震资料用于总结分析，改进双震速报中的缺点与不足。

参考文献：

- [1] 唐艳娟. 重叠地震波的分析 [J]. 地震地磁观测与研究, 1996, 17(2): 5-9.
- [2] 蔡新辉. 2005 年 3 月 6 日台湾宜兰海域 6.1 级地震速报总结及地震特征分析 [J]. 福建地震, 2005, 21(2-3): 57-59
- [3] 叶建庆, 陈慧, 刘学军等. 2006 年云南盐津 5.1 级双震的监测与研究 [J]. 地震研究, 2008, 31(2): 134-141
- [4] 王登伟. 遥测地震台网中的地震叠加问题 [J]. 地震地磁观测与研究, 2007, 28(2): 47-49
- [5] 石玉燕, 王洪水, 颜启, 周彦文, 苗庆杰. 山东泗水双震叠加快速定位浅议 [J]. 内陆地震, 2010, 24(03): 265-268.
- [6] 中国地震局监测预报司. 地震速报技术管理规定 [R]. 北京: 中国地震局, 2015.
- [7] 广东省地震局监测中心. 广东台网对广西北流 5.2 地震处理情况总结 [R]. 广州: 广东省地震局, 2019.