

大同遥测地震台网小震群活动与 大同一阳高中强地震预报讨论

李 祝 薛振岳 赵淑珍 金文臣

(山西省地震局大同中心地震台)

秦保燕

(国家地震局兰州地震研究所)

摘要 根据大同遥测地震台网记录到的小震群资料,用组合模式理论^[1]对本区的小震群时空演化规律进行了分析研究。结果表明,对于1989年10月18日在本区发生的大同一阳高5.8级地震,利用震前小震群资料得出的预报震中与实际震中有较好的一致性。另外,通过震群与外因相关性的分析,对发震时间的预报也取得了较好的效果。

主题词: 小震活动 地震预报 组合模式 大同一阳高地震

1 前言

大同遥测地震台网于1988年7月开始试记,9月开始正式出观测报告。1989年10月18日发生的大同一阳高5.8级中强地震,位于台网中部,即 $39^{\circ}56.8'N$, $113^{\circ}50.6'E$ 。台网对该区控制能力较强,试记以来取得了较为完整的记录资料。本文利用震前大同遥测地震台网记录到的小震群资料,对1989年10月18日第一次大同一阳高中强地震的预报问题进行了初步探讨。

2 大同一阳高5.8级地震前小震群活动概况

2.1 大同遥测地震台网小震群定义

在正常情况下,大同遥测地震台网网内小震活动很少有日频次超过3次的情况,为此,我们以日频次3次、空间集中、震级差小于1.0的小震活动作为小震群指标。这种小震群是属于高于正常活动水平的小震活动,它们携带有未来中、强地震发生的前兆信息。因此,利用它们的时空演化来探讨地震预报问题是十分有益的。

2.2 大同遥测地震台网小震群活动概况

自1988年9月1日至1989年10月17日网内共发生本文定义的小震群31个。在小震群统计时,为了保证其完整性,根据台网定位能力,只选取0.5级以上的地震,震中位置使用台网的定位结果,对于因台数不够而不能定位的地震,使用S-P和初动确定其位置一并参与统

计。其小震群目录如表 1 所示。

表 1 大同遥测地震台网小震群目录(1988-09-01~1989-10-17)

震群号	发生日期	地震 个数	最大震级 (M_L)	北纬	东经	地理位置	外因调制
1	1988-09-08~10	5	1.5	39°54'	114°02'	广灵梁庄北	朔日
2	1988-09-10	3	1.6	39°56'	113°43'	大同县徐疃	朔日
3	1988-09-20~21	4	1.0	39°51'	114°04'	广灵梁庄北	
4	1989-01-05	15	1.9	39°37'	112°52'	山阴北周庄	朔日小寒
5	1989-02-05~06	4	1.2	39°50'	113°58'	怀仁里八庄	朔日立春
6	1989-03-04~05	3	2.9	39°23'	113°05'	应县东安峪	惊蛰
7	1989-03-06~08	7	1.6	39°57'	113°53'	阳高县友宰	朔日
8	1989-03-09~11	6	1.8	40°08'	114°01'	阳高袁家皂	
9	1989-03-21~24	3	1.3	40°03'	114°01'	阳高马家皂	望日
10	1989-04-11	3	0.8	40°08'	114°03'	阳高袁家皂	
11	1989-04-13~16	5	2.0	39°53'	113°32'	大同县峰峪	上下弦
12	1989-04-22	3	2.8	40°13'	113°58'	天镇赵家湾	望日谷雨
13	1989-04-25~28	4	1.5	40°43'	113°45'	内蒙古兴和	上下弦
14	1989-05-09~13	7	0.8	39°57'	113°53'	阳高县友宰	上下弦
15	1989-05-17	4	1.4	39°29'	113°34'	浑源县土岭	
16	1989-06-05~08	7	1.9	39°37'	113°16'	应县边耀乡	朔日芒种
17	1989-06-27~30	4	1.6	39°09'	112°48'	代县秦庄	上下弦
18	1989-07-02~05	3	1.4	40°04'	113°57'	阳高东小村	朔日
19	1989-07-06~09	6	1.3	39°51'	114°42'	河北蔚县	小暑
20	1989-07-10~11	3	2.1	39°19'	113°13'	应县梨树坪	上下弦
21	1989-07-13~19	7	1.8	40°04'	113°59'	阳高东小村	望日
22	1989-08-01~03	3	1.4	39°30'	113°34'	浑源县土岭	朔日
23	1989-08-06	3	0.9	40°06'	113°18'	大同阁老山	立秋
24	1989-08-07	3	1.5	39°45'	113°18'	怀仁县河头	立秋
25	1989-08-15~16	3	1.9	40°11'	114°03'	天镇赵家湾	望日
26	1989-08-21~23	4	1.7	40°09'	112°27'	右玉范家庄	处暑
27	1989-08-28~30	6	0.9	40°05'	113°56'	阳高东小村	朔日
28	1989-09-26	3	2.2	39°40'	113°50'	浑源大仁庄	
29	1989-09-26~27	3	1.8	39°55'	112°24'	右玉滴水沿	
30	1989-09-28~29	6	2.7	39°17'	112°47'	山阴县张庄	朔日
31	1989-09-29	4	1.3	40°23'	114°14'	天镇张西河	朔日

小震群的空间分布如图 1 所示。

为了研究外因对小震群的调制作用,调制小震群也在表 1 和图 1 中注明。

由表 1 和图 1 可见,5.8 级大同—阳高中强地震前小震群活动是相当发育的。从时间分布上看,有一定的阶段性,1989 年 3 月之前,震群较少,只有 4 个,其余 27 个都集中在震前的 7 个月内。从震群空间分布看,小震多集中在该中强地震震中附近。

3 小震群活动对 1989 年 10 月 18 日大同—阳高 5.8 级中强地震震中位置的预示

根据震源组合模式理论和秦保燕、姜秀娥等的研究,在中、强震发震前,震群的时空演化能很好地预示未来主震的位置*。根据组合模式理论,震源由于介质均匀,强度高,让位条件少,因而是前兆信息较少的地区,而震源周围的调整单元却是震前调整运动最为活跃的地区。

调整单元又与周围的应力场联系在一起,从而形成震前的大调整场。由于各调整单元的介质强度、位置、应力水平总是有差异的,因此每一次调整运动的空间图象是不同的。但是震源调整运动较弱,所以相当于一个不动点,它始终位于调整运动的边缘区。将不同时间段的调整空间迭合在一起,其交汇区即为未来主震位置。

我们利用表 1 的震群参数作大同—阳高地震前的小震群时空演化图,如图 2 所示。图中小圆圈为该震群中最大震级地震的位置,所标序号为小震群的编号,按时间顺序排列。由该图可见,不同时段的小震群分布的组合交点均位于实际大同—阳高 5.8 级主震附近。

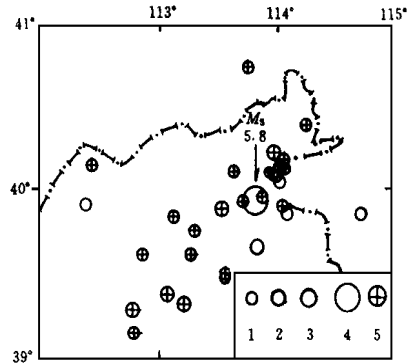


图 1 大同地震台网小震群空间分布 (1988-09-01 ~ 1989-10-17)

Fig. 1 Distribution of small earthquakes recorded by the Datong seismic network from Sep. 1, 1988 to Oct. 17, 1989.

- 1 $M \leq 1.9$; 2 $2.0 \leq M \leq 2.9$;
- 3 $3.0 \leq M \leq 3.9$;
- 4 大同—阳高第一次主震($M_s 5.8$);
- 5 调制震群

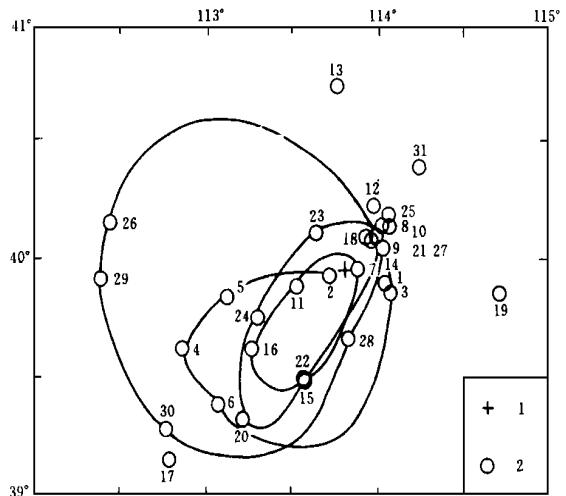


图 2 大同遥测地震台网小震群时空演化图

Fig. 2 Temporal and spatial evolutions of small earthquake swarms before the Datong-Yanggao $M_s 5.8$ earthquake.

- 1 首次主震震中; 2 每次小震群中最大地震震中

* 秦保燕,姜秀娥.震群的动态演化与强震预测.1995.

4 1989 年 10 月 18 日大同一阳高 5.8 级中强地震时间预报的讨论

为了研究外因的调制作用,我们将表 1 中的小震群作成时序图,并将与外因调制因素相关的震群一并在图 3 中标出。

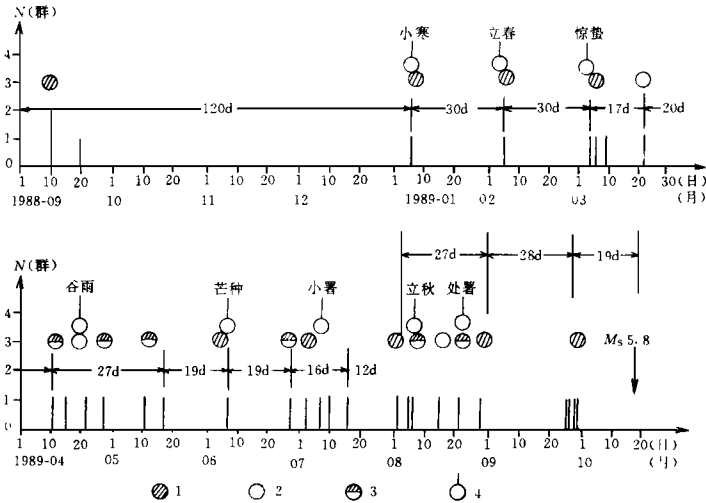


图 3 小震群时序图与外因时间的相关性

Fig. 3 Time series of small earthquake swarms and their relation to extemal causes.

1 朔; 2 望; 3 上、下弦; 4 节气

由图可见,小震群活动大致可分为两期,1988 年 9 月至 1989 年 3 月为前一期,该期震群的发生与外因的相关性较差,即调制比低。而后期,即 1989 年 3 月到主震发生前,外因与震群的相关性很好,这预示着主震临近。此外,后期的震群活动有明显的倍九天时间特征。

将表 1 中的震群按月作月频次曲线(图 4)。

由图 4 可以看出,在临近主震前,震群的发生有一定的周期性。由震群的时间特征,可以初步预测大同一阳高中强地震将发生在 1989 年 10 月。参考图 3 还可推测 10 月 18 日和 10 月 28 日为可能的发震日期。

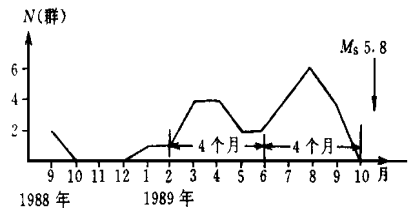


图 4 大同台网震群月频次曲线

Fig. 4 Monthly frequency curve of small earthquake swarms before the Datong-Yanggao Ms 5.8 earthquake.

5 由微震震级探讨大同一阳高 5.8 级地震的发震时间

根据统计研究,在正常地震活动地区,震级的分布呈一定的统计规律,一般在 M_s 为 2.0 左右时频次最高,低于或高于它时均呈现减小趋势。当出现应力异常时,由于调整运动的加剧,使得微小震级的地震较为发育。但一般由于观测条件的限制,不容易取得较为完整的微小震级资料。大同遥测地震台网由于台网孔径不大,台站分布均匀,台基条件好、放大率高,且大同一阳高 5.8 级地震发生在台网中部,因而对该震区周围

微小地震的记录较为完整。我们利用大同遥测地震台网记录到的微震资料对大同—阳高 5.8 级地震的时间预报问题作一些初步探讨。

我们取 1988 年 9 月至 1989 年 10 月 18 日 5.8 级地震之前 $M_L \leq 2.9$ 级的地震,按 0.1 级的步长作震级频次统计(表 2)。

按表 2 作震级频次图(图 5)

表 2 大同台网震级频

次表(1988-09-01
~ 1989-10-18)

震级	频次	震级	频次
0.0	15	1.5	20
0.1	21	1.6	19
0.2	21	1.7	16
0.3	19	1.8	13
0.4	22	1.9	8
0.5	26	2.0	10
0.6	32	2.1	5
0.7	22	2.2	6
0.8	43	2.3	1
0.9	31	2.4	1
1.0	35	2.5	1
1.1	18	2.6	4
1.2	24	2.7	3
1.3	24	2.8	1
1.4	29	2.9	1

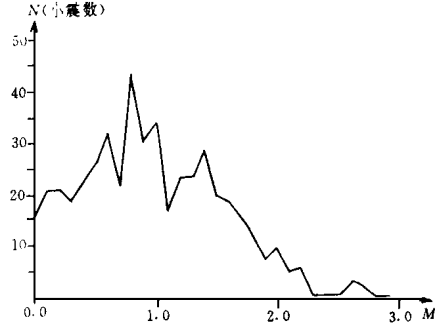


图 5 大同台网震级频次图

Fig. 5 The magnitude-frequency curve of microquakes before the Datong-Yanggao M_s 5.8 earthquake.

由图 5 可见,在 0.8 级和 1.4 级出现了两个峰,且微小震级的地震相当发育,说明该地区已具有相当高的应力水平。为了更进一步确定大震的发震时间,我们取 1989 年 9 月 1 日~10 月 17 日 $M_L \leq 1.9$ 级的微震资料作日频次图(图 6)。由图 6 可以看出,从 9 月 25 日起频次起伏加大,其中微震活动期持续约 6d,此后又起伏两次发震,其周期均为 8d。此仍符合起伏 3 次后发生 5.8 级中强地震的研究结果^[2]。这也许可作为临震预报的依据。

6 讨论

利用大同遥测地震台网的资料来探讨大同—阳高中强地震预报是一次有益的尝试。本文的研究表明,由于遥测地震台网能迅速获取最新的资料,因此对由中期向短临跟踪的预报将起到重要作用。

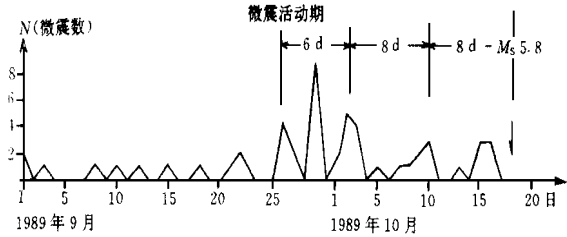


图 6 微震日频次图 ($M_L \leq 1.9$)

Fig. 6 The daily frequency curve of microquakes before the Datong-Yanggao M_s 5.8 earthquake.

参考文献

- 1 郭增建, 秦保燕, 徐文耀, 汤泉. 震源孕育模式初步讨论. 地球物理学报, 1973, 16.
- 2 秦保燕, 等. 震源系统 r_m 和 s_{rm} 起伏加剧的时空特征与强震的中、短期预报. 西北地震学报, 1994, 10(3).

**ACTIVITY OF SMALL EARTHQUAKE SWARMS AND PREDICTION
OF THE DATONG—YANGGAO M_S 5.8 EARTHQUAKE**

Li Zhu Xue Zhenyue Zhao Shuzhen Jin Wenchen
(Datong Central Seismostation, Datong 037008)

Qin Baoyan

(Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Lanzhou 730000)

Abstract

On the basis of microearthquake data recorded by the Datong telemetry network, the temporal and spatial evolution regularity of small earthquake swarms in the region is analyzed by using the combination pattern theory. The results show that the predicted epicenter is consistent with the real epicenter of the Datong-Yanggao M_S 5.8 earthquake occurring on Oct. 18, 1989. In addition, through the analysis on relation of earthquake swarms to external causes, the origin time is predicted better.

Key words: Small earthquake activity, Earthquake prediction, Combination pattern,
Datong-Yanggao earthquake