

共和地震余震趋势判断和余震预报

1、前言

1990年4月26日在青海省共和县发生了 $M_s 7$ 级地震。甘肃省地震局对这次地震的余震趋势做了正确的估计,并对5月7日和16日两次 5.5 级地震做了较为准确的预报。在预报过程中,使用的还是一些传统的测震学方法,但在资料选取和如何划分余震活动时间段方面,做了一些技术性改进。本文对预报过程做一简要的回顾和总结。

2、地震趋势判断和余震预报

(1) 判断某一地震的地震类型最基本的方法是根据这一地区的历史地震情况。共和盆地周围历史地震不十分活跃。在100公里范围内没有发生过 $M_s 5$ 级以上的地震,200公里范围以内没有发生过6级以上地震。如果把区域适当扩大,1986年曾发生过门源 6.4 级地震,该次地震属于主余震型,考虑到地震活动的区域性特征,共和地震和门源地震相距不远,其地震活动类型可能属于同一类型。因此可初步估计,共和地震可能属于主余震型地震。

(2) h值判定方法

计算h使用的是甘肃省地震局传输台网中湟源台($\Delta = 110\text{km}$)的资料。湟源台只能记到 $M_s 2.5$ 以上地震,到4月27日15点为止,湟源台记录到的可供分析的地震66次,其中最小地震为 $M_s 2.5$ 级。一般来说,湟源台对 2.5 级地震漏记的可能性不大,既使有个别地震漏记,对整个计算结果不会产生大的影响。

到4月27日15点止,首先以2小时和4小时为单位,分别计算出h值为1.0和0.9,折合成为以天为单位的h值为1.9和1.7。据此可初步判定共和地震为主余震型地震。分析预报中心的计算结果为1.5,现场计算结果为1.9。

我们的计算结果和上述计算结果非常接近。分析预报中心和

现场分析组使用的都是现场观测资料,参与计算h值的地震次数达到了2000多次。这说明,只要使用的地震资料达到一定的要求,计算结果和使用资料的多少关系不大,对于分析地震类型不会有很大的影响。

(3) 等待时间判别方法

从主震发生开始到5月1日,共有4次强余震活动(表1)

t_i 为强余震开始活动时间; Δt_i 为两次强余震活动的时间差;“实”为地震序列的实际情况;“预”为预测序列的活动情况。

一般在计算强余震等待时间时,要求余震震级在 $M_s 4.5$ 级以上,但对这一标准,具体分析时应灵活掌握。从表1中可以看到,第三次强余震活动时,最大震级仅为 4.3 级。但在这

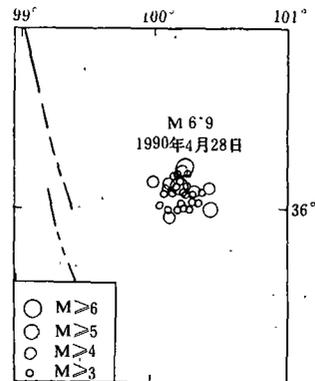


图1 共和地震序列 $M_s 3.6$

以上余震震中分布图

一段时间内，共有 3 次 4 级以上地震活动，而且从时间上看，也符合等待时间的分布规律，故把它做为一次强余震活动是合理的。

表 1 共和地震等待时间表

序号	时间	t_i		Δt_i			M_{max}
		实	预	实	计算	差值	
1	4. 26, 18—48	1 小时	8	6	7	-1	5. 1
2	4. 27, 00—45	7	8	35	23	12	4. 5
3	4. 28, 11—56	42	30	55	68	-13	4. 3
4	4. 30, 20—28	97	110	116	112	4	4. 8
5	5. 5, 15—47	213	209	193	179	14	5. 5
6	5. 13, 16—08	406	392	165	276	-111	5. 5
7	5. 20, 13—47	5. 20 天	5. 24			4 (天)	4. 2
8	6. 12, 19—43	6. 12	6. 10			2	4. 5
9	6. 25, 05—31	6. 25	6. 30			5	4. 4
10	7. 23, 10—36	7. 23	7. 26			3	3. 8
11	9. 3 07—40	9. 3	8. 27			4	5. 0

图 2 为余震序列的 $M-t$ 图。在计算强余震等待时间关系时，选用的是每一次强余震活动开始的时间，并不是最大地震的发震时间。从图 2 可以看出，强余震开始活动的标志是 4 级地震活动。如果有发生中等强度余震的背景，那么在开始活动的一段时间内都有可能发生较强余震。图 2 显示出，随着地震序列的衰减，强余震活动的时段也逐渐延长。一般在序列活

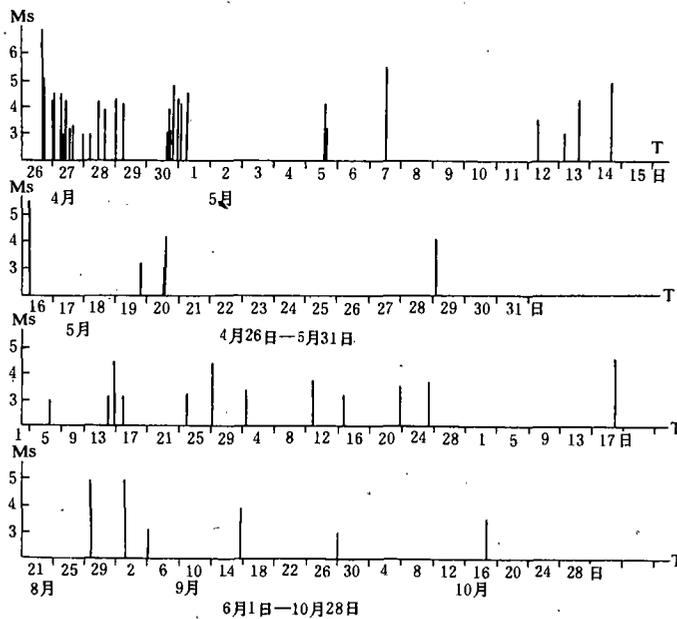


图 2 共和地震余震序列 $M-t$ 图

动的初期,余震活动时段较短,而在序列活动的中晚期活动时段较长。从表1中还可以看出,在序列开始的20天左右,预测余震开始活动的时间较为准确,在地震序列的晚期,预测的精度就比较差了,一般误差可达4天左右的时间。图3给出了共和地震等待时间的分布关系。根据前三次余震活动得出的等待时间关系式为:

$$\log \Delta t_k = 0.6 \lg k + 0.86, \quad r = 0.95$$

用前5次余震活动拟合出的关系式和上式完全一样,相关系数提高到0.98。

从两次的计算结果可以看出,对于同一地震序列,其拟合直线的关系不会发生太大的变化,但使用余震活动的次数越多,其拟合精度越高。

由于共和地震余震活动的等待时间线性关系较好,也可以进一步确认共和地震属主余震型。

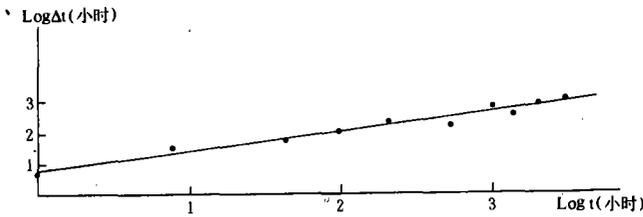


图3 共和地震余震活动等待时间拟合曲线

根据上面给出的等待时间计算公式,在5月3日的会商会上我们提出,以后强余震开始活动的时间分别是5日和14日。结果分别在7日和16日发生了两次5.5级地震。

(3) 其它方法

从图4给出的能量释放曲线看,4月28日以后,能量释放处于加速阶段。按能量释放的速率,到5月5日,约有一个5.5级地震的能量等待释放。

按h值估算最大余震震级可达5.6级;按巴特定律计算还缺一次5.6级地震;按间接余震一直接余震关系计算出30日以后的最大余震震级可达4.6—5.2级。

表2给出了以12小时为单位的b值计算结果。图5给出了共和余震b值的变化曲线。从图5可以看出,4月30日以后,b值一直处于低值状态。这表明在短时间内有可能发生较强余震。

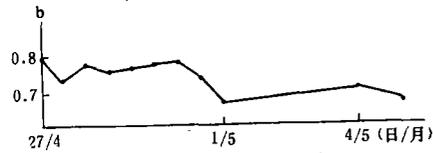


图5 共和地震余震b值变化曲线

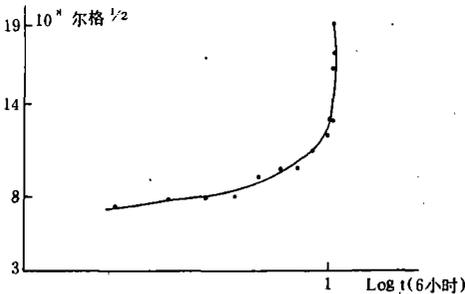


图4 共和地震余震能量释放曲线

5日和16日是倍九日,6日是节气点。根据郭增建的研究结果,这些时间有利于触发地震。

根据以上分析,我们在5月3日的会商会上发表了预报意见,结果在5月7日和16日分别发生了两次5.5级地震。

3、小结

强余震的临震预报是现场工作中重点需要解决的问题。我们在预报共和地震强余震过程中有如下认识和体会:

(1) 在计算 h 值时, 不必拘泥于地震次数越多越好。只要地震数目达到一定的要求, 其计算结果是可以用于判断地震趋势的。

(2) 用等待时间法预报强余震发生时间效果虽好, 但必须在发生了 3 次余震活动以后才能使用。在计算余震活动时, 不一定局限于 4.5 级地震, 具体情况可以灵活掌握。选择强余震活动开始时间时, 最好将强余震活动时间分段, 然后以 4 级地震开始活动的时间做线性拟合, 这样拟合出的直线效果较好。

(3) 等待时间法是一种统计预报方法, 在预报强余震发生时间时还需要结合其它方法, 如 b 值、能量释放等。

(国家地震局兰州地震研究所 刘维贺 肖丽珠)

TREND JUDGEMENT AND IMMINENT PREDICTION OF AFTERSHOCKS AFTER THE GONGHE EARTHQUAKE OF 1990

Liu Weihe , Xiao Lizhu

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China*)

(上接 95 页)

A PRELIMINARY EXPERIMENTAL STUDY ON INTERFERENCE FACTORS OF SOIL GAS

Tao Shufen, Wang Changling, Liu Yaowei, Jiang Dayong,

Shen Kejin, Ning Zhizhen, Chen Lanqing, Lei Lansheng,

Zhang Shiqin

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China*)