

“诱发前震”在新疆南北天山地震带中的应用

近年来,我国的一些地震工作者开展了对“诱发前震”的研究,取得了一定的经验。在地震学方法清理攻关中,对“诱发前震”的预报效果予以肯定。我们利用新疆南北天山地震带中所发生的地震对这种方法进行了检验,进一步证实了地震带中诱发作用的存在,有些大的远震(相对远)可以诱发外区大震的较小前震。

1. 基本方法与结果

设先发大震为A, A后发生一批小震F, 其中包含着未来大震B的前兆地震, 这种地震对于未来大震B的位置可能有所指示, 称为“诱发前震”或“响应地震”, 简称为A—F—B模型¹⁾。根据这种方法, 我们对南北天山带1970至1985年 $M \geq 6.0$ 级的地震资料进行了分析处理²⁾。具体做法是, 首先用追溯的方法, 将每一个已发生的大震(最早发生的那个地震除外)作为B($M \geq 6.0$), 反推前面是否有A($M \geq 6.0$), 然后找出A后48天内所发生的诱发前震(时间不宜取得太长, 取太长会造成虚报率增大), 再找出落入B震中区120公里范围内的小震F, 震级分别取4.0、3.5(不超过5级), 再将所有F与A的相隔时间 T_{AF} 求平均值, 得出F为 $M \geq 4.0$ 时, $T_{AF} = 17$ 天; F为 $M \geq 3.5$ 时, $T_{AF} = 22$ 天。然后正演AFB模型, 先列出A后 T_{AF} 时间内发生的F(余震除外), 再以F震中为圆心, 120公里为半径做圆, 该圆即为未来大震B的发震地区。若圆内无B震, 则属虚报。当F震级取为 $M \geq 3.5$ 时, 虚报率达64%。其原因可能是新疆属于多地震区, $M \geq 3.5$ 级地震的频度很高, 故取这个值不合适。我们用 $M \geq 4.0$ 级地震作为选定新疆地震带中F的标准, 检验了14个大地震中的11个, 其震中位置和其它参数见图1和表1。

1970年6月5日, 伊塞克湖东发生6.8级地震(见图2a), 震后8天, 阿合奇发生4.6级地震。随后1971年3月23日乌什发生6.1级双主震, 震中距 D_{BF} 为70公里。

1971年3月23日乌什6.1级双主震后14天(见图2b), 西克尔发生4.5级地震, 125天后, 离F35公里的地方发生西克尔6级地震。

1971年7月26日西克尔6级地震后6天, 乌苏发生4.8级地震, 13天后库车发生4.1级地震。

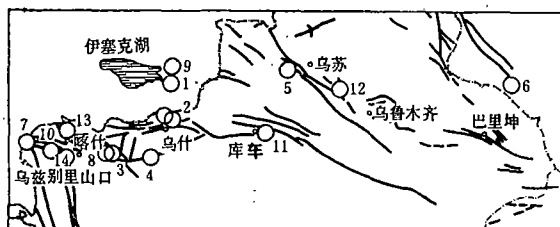


图1 新疆南北天山地震带 $M \geq 6.0$ 级地震震中分布图(1970~1985)

¹⁾ 赵根模, 诱发前震方法总结报告, 1984.

²⁾ 金仲明等, 1971~1978年新疆地震目录($M_s \geq 4.0$).

南北天山带 $M \geq 6.0$ 级地震(1970~1985)

表 1

编号	发震时间		震中位置		震级	参考地名
	年月日	时分秒	经度	纬度		
1	1970.6.5	12 53 05	78.89°	42.48°	6.8	伊塞克湖东
2	1971.8.23	17 52 12	79.17°	41.44°	6.1	乌什
3	7.26	09 48 34.4	77.22°	39.81°	(6)	西克尔
4	1972.1.16	04 21 47	78.96°	40.17°	6.2	巴楚
5	1973.6.8	07 57 02.4	83.60°	44.14°	6	乌苏
6	1974.7.5	03 30 41.1	93.86°	45.20°	7.1	巴里坤
7	8.11	09 13 55	73.76°	39.54°	7.3	乌兹别里山口
8	1977.12.19	00 47 15.8	77.30°	39.86°	6	西克尔
9	1978.8.25	05 05 46	78.5°	43.1°	7.2	伊塞克湖东北
10	10.8	22 20 04.2	74.76°	39.40°	6.0	乌恰
11	1979.8.29	10 01 32	83°27'	41°55'	6.0	库车
12	1980.11.6	09 34 25.0	86°12'	43°48'	5.8	玛纳斯
13	1983.2.13	09 40 11.5	76°20'	40°08'	6.8	乌恰
14	1985.8.23	20 41 58	75.60°	39.35°	7.4	乌恰东南

*12号地震虽不到6级,因其发生在乌鲁木齐附近,故列入表内

震,这两个地震分别与1973年6月3日精河6级地震和1979年3月29日库车6.0级地震对应(图2c)。

1974年7月5日,巴里坤东北7.1级地震后11天,阿图什东发生4.4级地震,3年后,1977年12月19日该处发生了6级地震(图2d)。

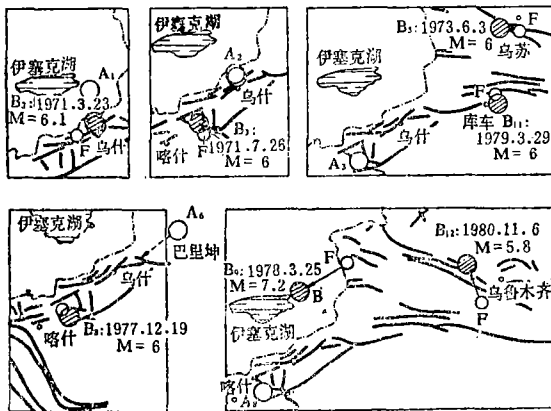


图 2

1977年12月19日,西克尔6级地震后5天,和静发生4.0级地震,2年后,1980年11月6日玛纳斯发生5.8级地震,西克尔地震后12天,霍城发生4.0级地震,107天后伊塞克湖东北发生7.2级地震(图2e)。

这11个震例中,除了两个F属虚报外,其余的AFB模型的参数 T (即 A_{AF} 与F的相隔时间) T_{AB} (即A与B的相隔时间) D_{BF} (即B与F震中的距离)均已求出,详细结果见表2。

2. 检验

我们对预报的成功率进行了检验。设成功率 $W = 1 - (I_1 + Q)$

其中 漏报率 $I_1 = \frac{n_1}{N_1}$, N_1 为B总数, n_1 为漏报次数;

虚报率 $Q = n_2/N_2$, N_2 为F总数, n_2 为虚报次数。

由表2统计得出,当有效预报期为0~5年时, $W = 0.70$, $I_1 = 0.19$, $Q = 0.11$ 。

从表2可以看出,先发大震A与诱发前震B的间隔时间长短不一,为了较准确地做出中期预报,我们做出不同时间段的统计曲线(见图3),在实际应用时,可根据相应的预报时间求出其成功率值。

表 2

AFB模型检验结果 ($F \geq 4.0$, $B \geq 6.0$)

地震序号	A地震(时间, 地点, 震级)	F震(时间, 地点, 震级)	B震	TAF	TAB	DBF
1	1970. 6. 5 伊塞克湖东 ($M_s = 6.8$)	6. 13 阿合奇 ($78^{\circ}06'E$, $41^{\circ}06'N$) $M_s = 4.6$	2	8 天	261 天	70 km
2	1971. 3. 23 乌什 ($M_s = 6.1$) 双震	1971. 4. 1 乌恰 ($74^{\circ}.79'E$, $39^{\circ}.60'N$) $M_s = 4.5$ 4. 4 乌恰 ($75^{\circ}.3'E$, $39^{\circ}.3'N$) $M_s = 4.1$ 4. 6 西克尔 ($77^{\circ}.56'E$, $39^{\circ}.76'N$) $M_s = 4.5$	7 (10) 7 (10) 8, 4	9 12 14	8 年141 天 8 年141 天 125 天	80 135 35
3	1971. 7. 26 西克尔 ($M_s = 6$)	1971. 8. 1 乌苏 ($84^{\circ}.62'E$, $44^{\circ}.03'N$) $M_s = 4.8$ 8. 9 库车 ($83^{\circ}.46'E$, $41^{\circ}.97'N$) $M_s = 4.1$	5 11	6 13	676 天 7 年247 天	95 15
4	1972. 1. 16 巴楚 ($M_s = 6.2$)					
5	1973. 6. 8 乌苏 ($M_s = 6$)	1973. 6. 6 乌恰 ($74^{\circ}.74'E$, $39^{\circ}.74'N$) $M_s = 4.3$ 6. 9 沙雅 ($82^{\circ}.21'E$, $41^{\circ}.08'N$) $M_s = 4.9$ 6. 11 乌恰 ($74^{\circ}.81'E$, $39^{\circ}.40'N$) $M_s = 5.3$ 6. 17 沙雅 ($82^{\circ}.19'E$, $41^{\circ}.12'N$) $M_s = 4.4$	7, (10) 11 7, 10 11	3 6 8 14	428 天 5 年296 天 428 天 5 年296 天	80 130 75 130
6	1974. 7. 5 巴里坤东北 ($M_s = 7.1$)	1974. 7. 16 阿图什东 ($77^{\circ}40'E$, $40^{\circ}08'N$) $M_s = 4.4$	8	11	3 年167 天	20
7	1974. 8. 11 乌兹别里山口 ($M_s = 7.3$)	1974. 8. 26 拜城 ($81^{\circ}.8'E$, $42^{\circ}.0'N$) $M_s = 4.8$	11	15	4 年232 天	130
8	1977. 12. 19 西克尔 ($M_s = 6$)	1977. 12. 24 和静 ($86^{\circ}44'E$, $42^{\circ}42'N$) $M_s = 4.0$ 12. 31 霍城 ($84^{\circ}42'E$, $44^{\circ}08'N$) $M_s = 4.0$	12 9	5 12	2 年522 天 107 天	120 200
9	1978. 3. 25 伊塞克湖东北 ($M_s = 7.2$)	1977. 3. 31 新源 ($82^{\circ}.81'E$, $43^{\circ}.30'N$) $M_s = 4.4$				虚
10	1978. 10. 8 乌恰 ($M_s = 6.0$)	1978. 10. 14 托克逊 ($88^{\circ}.64'E$, $41^{\circ}.49'N$) $M_s = 4.5$ 10. 20 阿图什 ($77^{\circ}.01'E$, $39^{\circ}.87'N$) $M_s = 4.9$				虚
11	1979. 8. 29 库车 ($M_s = 6.0$)	1979. 4. 1 阿克陶 ($75^{\circ}45'E$, $39^{\circ}03'N$) $M_s = 4.6$	13	12	4 年125 天	140
13	1983. 2. 13 乌恰 ($M_s = 6.8$)	1983. 2. 17 尼勒克县东部 ($84^{\circ}03'E$, $43^{\circ}42'N$) $M_s = 4.7$	待验证	待验证	待验证	待验证
14	1985. 8. 23 乌恰东南 ($M_s = 7.4$)	1985. 8. 28 温泉东南 ($81^{\circ}.5'E$, $44^{\circ}.3'N$) $M_s = 4.5$	待验证	待验证	待验证	待验证

3. 小结

上述结果表明,在一个大震发生前后,广大范围内的应力场要发生长期变化,与此同时还会有大范围的地震活动的变化。大震后相邻地块和本地块更远的地方都会受到牵连,每一地方的应力都会重新调整、释放。根据震中区以外中等程度的地震预测另一个大震将发生的地点是有一定意义的。

在工作中,我们对各种参数的相关性也做了分析。据现在资料统计, T_{AB} 与 T_{AF} , LgT 与 M , LgT_{AF} 与 D_{BF} 均不相关。 LgT_{AB} 与 D_{BF} 有一定的线性关系(见图4),其相关系数 $r=0.81$ 。由于资料太少,其结果仅供参考。但是这似乎可以说明,A诱发B的时间越长,诱发前震F与B的震中距越大。

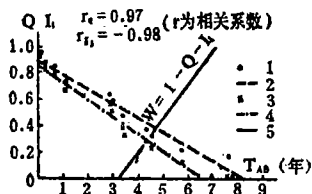
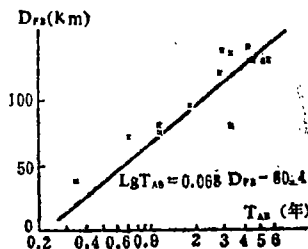


图 3

1. 不同时段Q值 2. 虚报率曲线 3. 不同时段I值
4. 漏报率曲线 5. 成功率曲线

图 4 $LgT_{AB} - D_{BF}$

另外,应当说明,诱发前震与临震的前震是不同的,区别在于(1)F与B相隔长达几年,最短也超过三个月,而前震一般在大震前几天,最多几十天内发生;(2)F震级一般较大于前震震级;(3)F多为孤立地震,最多发生2、3个,而前震一般成丛发生。

总之,“AFB”模型对地震三要素中的地点、震级预报较好,对地震发生时间的预报不十分理想。

感谢云南地震局王六桥、新疆地震局朱令人,天津地震局赵根模同志对本文工作的指导和帮助。

(本文1986年3月7日收到)

(新疆维吾尔自治区地震局 魏若平 庾莉)

参 考 文 献

[1](苏)E.Φ.萨瓦连斯基,地震前兆探索,地震出版社,1980.

THE APPLICATION OF INDUCED FORERUNNER EARTHQUAKES IN THE NORTH AND SOUTH OF TIANSHAN SEISMIC BELT IN XINJIANG

Wei Ruoping Yu Li

(Seismological Bureau of Xinjiang Uygur Autonomous Region)