

短文

南北地震带强震活动的时空关联现象探讨

祝意青, 王双绪, 程宏宾, 陈 兵

(中国地震局第二地形变监测中心, 陕西 西安 710054)

摘要: 对 1970 年以来南北地震带强震活动的时空关联现象进行了分析, 两次地震连发引起的响应地震在震中和强度上具有“黄金分割数”特征, 并与地震构造关系密切。

关键词: 地震活动; 时空关联; 黄金分割; 南北地震带

中图分类号: P315.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0844(2003)02-0179-04

0 引言

强震活动之间存在某种时空关联性的现象早已被人们所认识^[1]. 在地震孕育过程中, 与地震构造有关的一个强震发生, 会引起地下介质中应力重新分配, 导致介质非线性应变积累加速, 从而使断裂处于不稳定状态, 进而触发下一次强震的提前发生; 当与地震构造有关的两个距离较远的强震连续发生时, 则有可能在其地震构造中部触发另一个强震。

南北地震带是中国大陆强震活动最频繁的一条主要活动地震带, 其中包含有 7 条主要地震构造带. 本文主要分析南北地震带自 1970 年以来与地震构造有关的两个 $M_s \geq 5.0$ 地震快速连发后, 引起另一个地震发生的关联现象, 探讨这种关联现象在地震三要素中的黄金分割特征, 为地震预测预报服务。

1 资料选取

选取南北地震带自 1970 年以来 $M_s \geq 5.0$ 地震, 来源于中国地震局《基于 GIS 的地震分析预报系统》软件中的地震目录. 对资料按时间、震级、地点三要素进行系统整理. 对南北地震带不同地震构造带上两次显著地震的快速连发采用了以下选取原则: ① 快速连续发生是指 30 天内发生 2 次显著地震; ② 均应是最大主震, 前震和余震不计; ③ 震级差应 ≥ 1.0 级; ④ 两次震中应相差 $\geq 5^\circ$ (经纬度); ⑤ 两次地震期间南北地震带上没有其他 $M_s \geq 5.0$ 地震发生. 按上述原则, 共整理出 6 组地震, 见表 1.

2 强震活动关联现象的“黄金分割数”特征

地震活动与其它许多自然界的现象一样存在一定的规律性^[34]. 经我们初步研究南北地震带地震活动后认为, 在上述资料选取原则的情况下, 强震活动在地震三要素中表现出的时空关联现象可以采用“黄金分割数”来描述。

2.1 地震地点、强度

由表 1 可见, 响应地震的震中及强度均在前两次地震的震中及强度之间, 我们按黄金分割数进行计算:

$$\begin{aligned}\lambda_k &= 0.382 \times (\lambda_j - \lambda_i) + \lambda_i \\ \Psi_k &= 0.382 \times (\Psi_j - \Psi_i) + \Psi_i \\ \zeta_k &= 0.382 \times (\zeta_j - \zeta_i) + \zeta_i\end{aligned}\quad (1)$$

式中 λ_i 、 Ψ_i 为第一次地震的经纬度; λ_j 、 Ψ_j 为第二次地震的经纬度; λ_k 、 Ψ_k 为按黄金分割数计算出的响应地震的经纬度; ζ_i 为第一次地震震级; ζ_j 为第二次地震震级; ζ_k 为推算的响应地震震级。

按上式推算出的响应地震震级与实际发生地震震级的最大震级差不超过 0.3; 计算震中与实际震中差在 6 次地震中有 5 次在 100 km 以内, 另 1 次在 180 km 以内, 也较准确. 进一步分析可以看出, 自 1995 年以来的 3 次推算结果与实际发震的地点、震级非常吻合, 可能与 1995 年以来地震系统采用数字化台网对震中进行精确定位有关。

2.2 发震时间

响应地震都是在第二次地震发生后 10 个月内发生的, 这对于地震中短期预报有重要意义. 6 次地震中有 5 次地震是在 4~7 个月内发生的. 当第一次地震不在主要地震构造带上发生时, 响应地震则发生较晚, 如 1974 年 6 月 15 日云南大关 5.6

收稿日期: 2002-04-01

基金项目: 国家重点基础研究项目《大陆强震机理与预测》(G1998040703)资助。

作者简介: 祝意青(1962-), 男(汉族), 高级工程师. 主要从事流动重力测量与研究及地震分析预报工作。

级地震是在 1973 年 8 月 2 日云南大关 5.1 级地震后 10 个月发生的.

表 1 南北地震带上 $M_s\geqslant 5.0$ 地震的关联现象

组号	地震	时间	地点	经纬度	震级/ M	备注
1	A	1970-02-24	四川大邑	30. 60° N, 103. 30° E	6. 1	
	B	1970-03-11	云南通海	23. 92° N, 102. 95° E	5. 1	震级差 0. 3, 震中差
	响应	1970-07-31	云南雷波	28. 62° N, 103. 72° E	5. 4	81 km, 推测良好.
	推算			28. 08° N, 103. 17° E	5. 7	
2	A	1973-08-02	云南大关	27. 90° N, 104. 70° E	5. 1	
	B	1973-08-11	四川南坪	32. 90° N, 104. 10° E	6. 5	震级差 0. 震中差
	响应	1974-06-15	云南大关	28. 30° N, 104. 05° E	5. 6	175 km, 推测一般.
	推算			29. 80° N, 104. 46° E	5. 6	
3	A	1988-11-06	云南澜沧	22. 78° N, 99. 60° E	7. 5	
	B	1988-11-22	甘肃肃南	38. 57° N, 99. 52° E	5. 6	震级差 0. 3, 震中差
	响应	1989-04-16	四川巴塘	29. 95° N, 99. 22° E	6. 5	97 km, 推测较好.
	推算			28. 08° N, 103. 17° E	5. 7	
4	A	1995-07-12	中缅	22. 03° N, 99. 20° E	7. 2	
	B	1995-07-21	甘肃永登	36. 42° N, 103. 18° E	5. 8	震级差 0. 2, 震中差
	响应	1996-02-03	云南丽江	27. 33° N, 100. 25° E	6. 9	50 km, 推测好.
	推算			28. 08° N, 103. 17° E	5. 7	
5	A	2000-08-21	云南禄劝	25. 80° N, 102. 20° E	5. 1	
	B	2000-09-12	青海兴海	35. 30° N, 99. 30° E	6. 6	震级差 0. 3, 震中差
	响应	2001-02-23	四川雅江	29. 40° N, 101. 10° E	6. 0	1 km, 推测好.
	推算			29. 41° N, 101. 09° E	5. 7	
6	A	2001-02-23	四川雅江	29. 40° N, 101. 10° E	6. 0	
	B	2001-03-12	云南澜沧	22. 30° N, 99. 80° E	5. 0	平均震级差 0. 3, 平
	响应 1	2001-05-24	云南宁蒗	27. 60° N, 100. 90° E	5. 8	均震中差 30 km, 试
	响应 2	2001-10-27	云南永胜	26. 23° N, 100. 57° E	6. 0	推测较好.
	试预测			26. 71° N, 100. 61° E	5. 6	

2.3 地震预测试验

(1) 南北地震带具有黄金切割数的规律, 我们首次认识到这一现象是在 1995 年 7 月 12 日中缅 7.2 级地震和 1995 年 7 月 22 日甘肃永登 5.8 级地震发生后, 于 1996 年 2 月 3 日发生丽江 6.9 级地震时. 我们曾于 1998 年 1 月针对汾渭地震带 1998 年 1 月 5 日发生陕西泾阳 4.8 级地震(34.4° N, 108.9° E), 1 月 10 日发生张北 6.2 级地震(41.1° N, 114.3° E)的情况, 综合考虑该地区的地震构造、地形变异异常等预测, 1998 年 3~9 月份, 临汾盆地(35.6° N, 110.0° E 为中心)有 5~6 级地震发生的可能, 结果于 1998 年 7 月 11 日在临汾盆地发生临猗 5.1 级地震(35.0° N, 110.7° E), 预测基本正确^[5].

(2) 南北地震带 2001 年 2 月 23 日发生雅江 6.0 级(29.4° N, 101.1° E)和 3 月 12 日澜沧 5.0 级(22.3° N, 99.8° E)地震, 笔者也曾立即进行试预测研究, 认为云南(26.8° N, 100.6° E)地区有 5.6 级地震发生的可能, 结果于 2001 年 5 月 24 日发生宁蒗(27.6° N, 100.9° E)5.8 级地震.

3 地震关联活动与地震构造关系探讨

地震关联活动与地震构造有密切关系. 地震活动的时空变化, 实际上反映了地震构造断裂的活动. 如果前两次地震都在地震构造带上, 则推算的响应地震与实发地震吻合得较好. 由图 1(a)可见, 1970 年 2 月 24 日在龙门山断裂带上发生 6.1

级地震, 3月11日在红河断裂带上发生通海 5.1 级后, 7月31日在小江断裂带上发生雷波 5.5 级地震, 地震活动与构造关系密切. 其它几组地震也是如此. 反之, 1973年8月2日发生的云南大关 5.1 级地震不在主要地震构造带上, 推算地震与实发震中相差 176 公里(图 1(b)), 响应地震发生的时间也较晚. 还有一种, 虽然前两次地震发生在地震构造带上, 但按黄金分割数计算的响应地震不在主要构造带上, 这时推算的响应地震与实发地震有一定的偏移. 如 1988 年 11 月 6 日和 11 月 22 日分别在澜沧江地震构造带上发生澜沧 7.5 和祁连地震构造带发生肃南 5.6 级地震, 推算的响应地震不在主要地震构造带上, 实际震中距差为 97 公里(图 1(c)). 因此, 在实际预测中除按黄金分割数推算外, 还应考虑推测地区的地震构造情况.

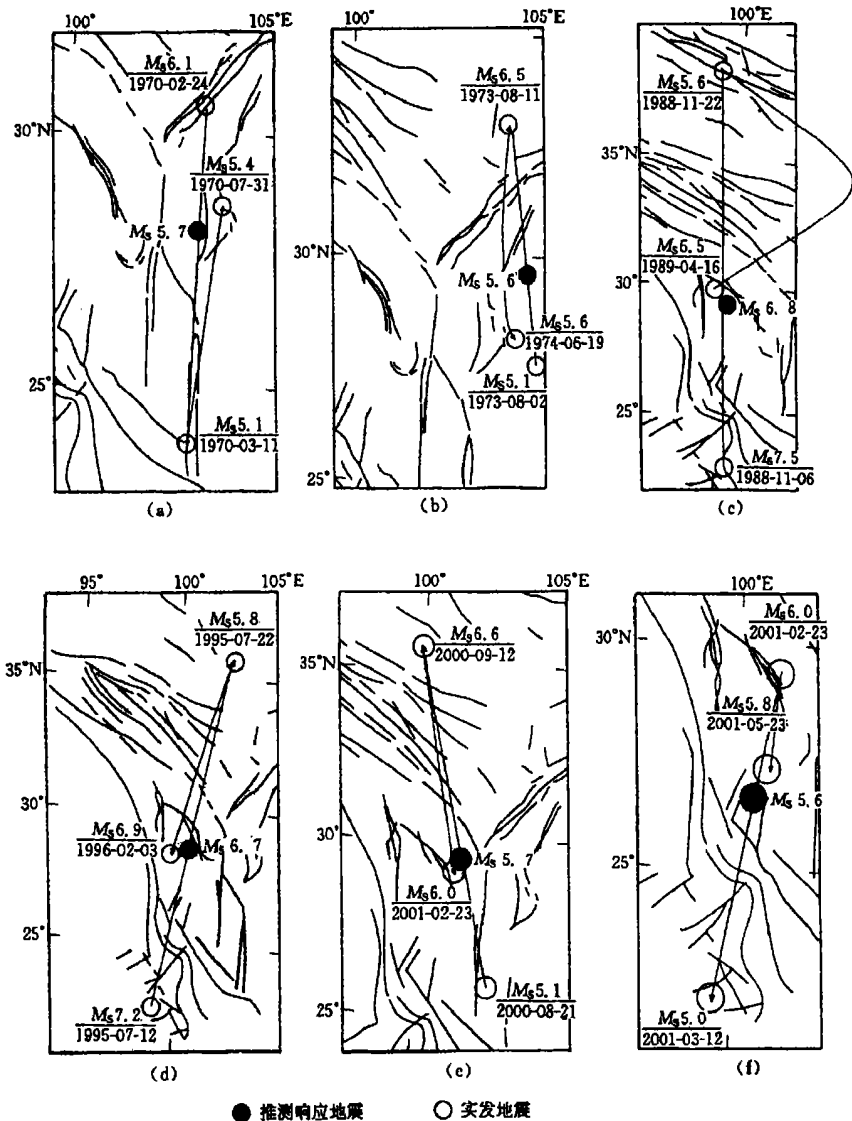


图 1 地震活动与地震构造分布图

Fig. 1 Distribution of earthquakes and seismo-tectonics.

4 结论

- (1) 南北地震带地震活动存在一定的时空关联现象. 在地震三要素预测中, 未来地震的强度和地点可以按黄金切割法来精确推算, 推算的未来震级误差很小, 在 0.3 以内.
- (2) 震中的确定还应考虑地震构造情况, 一般发生在离推算点距离最近的地震构造附近. 考虑地震构造后, 震中误差在 100 km 范围内.

(3) 响应地震一般在关联地震后 2~7 月内发生, 因此具有中短期地震预报意义.

上述几点认识是根据有限资料提出的, 是否具有普适性还需进一步研究. 本文只探讨了黄金分割数的内分割法, 还可进行外分割法的研究.

[参考文献]

- [1] 王泽皋. 华北强震活动的空间动态韵律[J]. 西北地震学报, 1987, 9(2): 33—39.
- [2] 毛可, 石特临, 杨立明. 南北地震带强震迁移特征及期预测意义[J]. 西北地震学报, 1997, 19(4): 6—11.
- [3] 郭增建. 黄金分割数在灾害科学中的意义[J]. 西北地震学报, 1986, 8(4): 85—86.
- [4] 郭增建, 秦保燕. 耗散理论在地震预报中的应用[J]. 西北地震学报, 1987, 9(2): 1—5.
- [5] 祝意青, 熊善宝, 陈兵, 等. 泾阳 4.8 级地震应急监测及短水准异常变化分析[J]. 地震地磁观测与研究, 1999, 19(1): 22—27.

STUDY ON PHENOMENON OF TIME-SPACE ASSOCIATION AMONG STRONG EARTHQUAKES IN CHINESE NORTH-SOUTH SEISMIC BELT

ZHU Yi-qing, WNG Shuang-xu, CHENG Hong-bin, CHEN Bing

(*The Second Crustal Deformation Monitoring Center, CSB, Shanxi Xi'an 710054, China*)

Abstract: The phenomenon of time-space association among the strong earthquakes in Chinese north-south seismic belt since 1970 is analyzed. The magnitude and epicenter of the responsive earthquake after two earthquakes occurring in succession has the character of "Golden section", and it is closely related with seismic tectonics.

Key words: Seismicity; Time-space association; Golden section; Chinese north-south seismic belt