

综合多学科观测方法预测强地震

李均之, 陈维升, 夏雅琴

(北京工业大学 地震研究所, 北京 100022)

摘要: 介绍了一个成功的预测震例, 以此解析了多学科的地震预测方法. 列举了13次成功的临震预测及16次较好的年度地震预测. 自1995年以来全球发生伤亡人数较多的大地震, 震前北京工业大学地震研究所都收到了明显的临震信号, 这说明多学科观测方法是有效的, 实践证明地震是可以预报的.

关键词: 临震预测; 次声波; 地应力

中图分类号: P 315

文献标识码: A

文章编号: 0254-0037(2007)07-0778-07

全球地震界多数科学家认为地震是不能预报的^[1]. 一些人认为地震机理不清, 需从理论着手解决地震预报问题, 这是一条艰辛的道路, 可能需要几代人的努力. 另外, 多数地震学家都是单学科的专家, 用单一学科的地震观测方法预测具有复杂前兆的地震显得无能为力. 目前使用的地震前兆观测方法能观测到异常状况, 但不能准确预测地震发生的时间、震级和地点. 作者通过多年地震前兆研究发现, 几乎每种地震前兆观测方法都存在非震异常现象(即有前兆异常, 并无地震发生), 因此仅靠一两种前兆异常状况很难准确预测地震. 解决地震预报这一世界科学难题, 要从多学科的地震前兆方法入手, 唯象而不是唯理, 寻求新的地震前兆方法, 就有可能解决地震预报问题^[2-3].

根据多年的临震预测实践, 本文选择了10多种有效的前兆观测方法: 次声波、地应力(特殊传感器)、大地微动、地电脉冲、大地信息扫描、虎皮鹦鹉行为异常、磁三针、大地电流及引潮力共振叠加等, 其中一些方法是作者研制和发明的, 是国内外独有的^[4].

作者于1996—2006年作出了13次成功的临震预测, 在2000—2006年作出了16次较好的年度地震预测. 实践表明地震是可以预报的. 临震预报是真正的世界性科学难题. 准确的临震预报对减少大地震中的人员伤亡是至关重要的.

1 临震预测实例

1997年4月3日, 根据多学科临震前兆异常, 作者作出临震预测: 1997-04-04—1997-04-10在新疆(38.7°~40.2°N, 75°~77°E)将发生7.0~7.5级地震^[5].

1.1 预测依据

1) 次声波信号异常

从1997-03-24—1997-04-02, 北京工业大学地震研究所连续出现次声波异常信号. 信号的最大幅值为12.50 V(相当于10 Pa声压信号), 出现在1997-04-01 T 10:00—13:20(见图1), 根据信号结束的时间和声压强度, 预测发震时间应在1997年4月11日前, 震级为7.0~7.5.

2) 地应力突跳

北京工业大学校内埋深7 m的地应力传感器于1997-03-26—1997-03-31出现了临震突跳, 突跳值为3.7 N/cm²(如图2所示), 1996年3月19日, 新疆阿图什(40.23°N, 76.66°E)发生的6.9级地震, 震前也

收稿日期: 2006-01-09.

作者简介: 李均之(1934-), 男, 山东济南人, 教授.

出现过相似的信号。本次信号有可能还是新疆地震的临震信号，预示着未来几天内将发生1次强地震。

3) 虎皮鸚鵡跳动频度异常

1997年4月2日，虎皮鸚鵡出现跳动频度异常，跳动频率达2173次/日，平日为600~700次/日(如图3所示)。据此预测发震时间为1997年4月11日前。

4) 大地信息扫描的异常地区

应用大地信息扫描确定地震发生的危险区为新疆伽师地区(39.45°N, 77.00°E)。

5) 引潮力共振叠加区

中国气象科学院任振球研究员经过多年研究发现，当地球与月亮和另一行星成直线时，在地球上存在非线性引力效应。几天内在同一地区如遇多个此种引潮力迭加，可以引起共振，并触发强地震的发生。

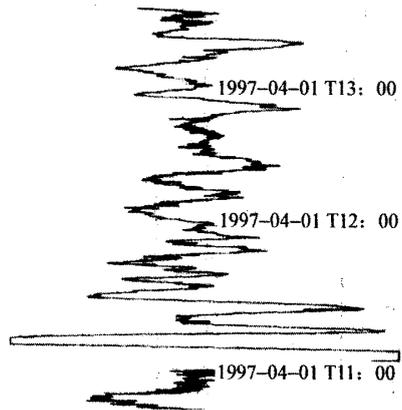


图1 1997-04-01次声波图

Fig. 1 Abnormal curve of infrasonic wave on April 1st, 1997

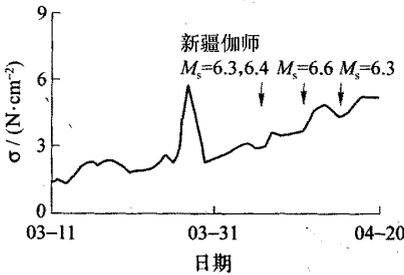


图2 1997年地应力日值图

Fig. 2 Abnormal curve of crustal stress in 1997

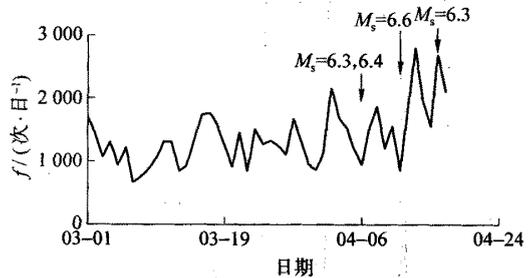


图3 1997虎皮鸚鵡跳动频率图

Fig. 3 Jumping frequency of budgerigars in 1997

1997年4月7日为朔，正值天文大潮时期，1997-04-05—1997-04-07在新疆地区(38.7°~40.2°N, 75°~77°E)有8个引潮力共振叠加。由此预测发震时间为1997年4月7日前后，地点为伽师地区。

基于上述多种临震信号出现，李均之、任振球等人于1997年4月3日联合作出临震预测为1997-04-04—1997-04-10在新疆伽师地区(38.7°~40.2°N, 75°~77°E)将发生7.0~7.5级地震。

1.2 预测精度

1997年4月6日在伽师地区发生了6.3级和6.4级地震，1997年4月11日在该地区又发生了6.6级地震。预测与实况对比见表1。

表1 新疆伽师强震群预测

Table 1 Verification of the imminent earthquake prediction of the group of strong earthquakes occurred in Jiashi, Xinjiang Autonomous Region

地震三要素	预测地震	地震实况	误差	总分
发震时间	1997-04-04—1997-04-10	①1997-04-06 T 07:46:16.3	0	30
		②1997-04-06 T 12:36:32.53	0	
		③1997-04-11 T 13:34:43.5	13 h	
M _s	7.0~7.5	① 6.3 ② 6.4 ③ 6.6	0.2	24
地点	新疆 38.7°~40.2°N 75°~77°E	① 39.5°N, 76.8°E	0	40
		② 39.6°N, 76.9°E	0	
		③ 39.7°N, 76.8°E	0	

预测未来 10 d 内发生的地震为临震预测,因此,此次预测发震时间正确,1997 年 4 月 16 日在新疆地区再次发生 6.3 级地震. 4 次地震释放的总能量与 6.8 级地震相当,震级误差为 0.2 级. 4 次地震的震中都在预测区内.

1.3 预测效果

在 199-7-04-03 T 17:00,作者将填写的“短临预报卡片”送交中国地震局分析预报中心. 当晚中国地震局通知新疆地震局,1997 年 4 月 6 日上午,在新疆伽师地区发生了 6.3 和 6.4 级地震. 由于准确的临震预报,未造成人员伤亡. 根据次声异常量级应发生 7 级左右地震,已发生的 6.3 和 6.4 级地震震级偏小,地震能量未完全释放. 近期还有可能发生更大的地震,在 1997 年 4 月 11 日,该地区又发生了 6.6 级地震,造成 9 人死亡.

在 11 d 内发生了 4 次 6 级以上的破坏性地震,使 30 万人口的地区仅造成 9 人死亡,取得了很好的减灾效果. 2003 年 2 月 24 日,在同一地区又发生了 6.8 级地震,却造成了 168 人死亡. 实践证明,有无准确的临震预报其后果大不相同.

2 地震预测实例

根据多学科的综合分析及非常规的地震前兆观测方法,在北京工业大学地震研究所预测了几千公里以外的地震,见表 2、表 3.

表 2 临震预测震例与实况对照表

Table 2 The instances of imminent earthquake predictions

序号	预测			实况			误差		评分
	时间	地点	M_s	时间	地点	M_s	Δt	地点 ΔM_s	
1	1996-03-18— 1996-03-25	内蒙 40.5°~42°N, 108°~110°E	6.5	1996-05-03	内蒙 40.8°N,109.6°E	6.4	39 d	0 0.1	70
	2	1997-04-04— 1997-04-10	新疆 38.7~40.2°N, 75°~77°E	7.0~7.5	1997-04-06	新疆 39.5°N,76.8°E	6.3	0	0
1997-04-06					39.6°N,76.9°E	6.4	0	0	
1997-04-11					39.7°N,76.8°E	6.6	13 h	0	
3	2000-07-01— 2000-07-09	日本 33.5°~35.5°N, 138.5°~140.5°E	7.0±0.5	2000-07-01	日本 35.1°N,138.7°E	6.4	0	0	0.1 97
				2000-07-09	34.9°N,139.0°E	6.0	0	0	
				2000-07-09	34.1°N,139.5°E	三宅岛 火山爆发	0	0	
4	2004-10-14— 2004-10-23	日本 35.4°±1°N, 139.4°±1°E	7.5°±0.5	2004-10-23	日本 37.2°N, 138.8°E	6.9	0	0.8°N 0°E	0.1 97
5	2005-03-10— 2005-03-18	日本 36°±2°N, 140°±2°E	6.6±0.5	2005-03-20	日本 33.8°N, 130.1°E	7.0	1.4 d	0.2°N 7.9°E	0 77.6
6	2005-08-02— 2005-02-11	日本 33.3°±2°N, 142.3°±2°E	6.8±0.5	2005-08-16	日本 38.2°N, 142°E	7.2	4.4 d	2.9°N 0°E	0 75.6

续表 2

序号	预测			实况			误差		评分	
	时间	地点	M_s	时间	地点	M_s	Δt	地点 ΔM_s		
7	2005-11-07— 2005-11-16	日本 42.5°±2°N, 143.0°±2°E	7.1±0.5	2005-11-15	日本 38.1°N, 144.9°E	7.0	0	2.4°N 0°E	0	80
	8	2006-01-12— 2006-01-21	日本 38.9°±2°N, 141.6°±2°E		7.7±0.5	2006-01-18	日本 37.772°N, 142.130°E	5.7	0	0
9		2001-12-10— 2001-12-18	台湾 25°±1°N, 123.2°±1°E	7.0±0.5	2001-12-18	台湾 23.9°N, 123°E	7.5	0	0.1°N 0°E	0
	10	2004-02-02— 2004-02-10	台湾 24.1°±1°N, 120.7°±1°E	7.0±0.5		2004-02-04	台湾 23.44°N, 122.06°E	6.0	0	0°N 0.36°E
11		2004-10-14— 2004-10-23	台湾 24.6°±1°N, 121.8°±1°E	7.5±0.5	2004-10-15	台湾 24.4°N, 122.91°E	7.0	0	0°N 0.11°E	0
	12	2004-10-27— 2004-11-01	台湾 26.4°±2°N, 123°±2°E	6.3±0.5		2004-11-08	台湾 24.07°N, 122.5°E	6.3	7 d	0.33°N 0°E
13		2006-04-26— 2006-05-04	南太平洋地区	7~8	2006-05-03	南太平洋 地区汤加 20°S, 174.2°W	7.9	0	0	0

表 3 年度预测震例与实况对照表

Table 3 The instances of annual earthquake predictions

序号	预测			实况			误差		评分	
	时间	地点	M_s	时间	地点	M_s	Δt	地点 ΔM_s		
1	2000-02-04— 2001-02-04	中国甘肃武山 33.8°~35.8°N, 104°~106°E	6.0~7.0	2000-06-06	甘肃景泰 37°N, 104°E	5.9	0	1.2°N 0°E	0.1	85
	2	2002-02-10— 2003-02-10	台湾 25°±2°N, 122°±2°E		7.0±0.5	2002-03-31	台湾 24.4°N, 122.1°E	7.5	0	0
3		2002-02-10— 2003-02-10	新疆 39.7°±2°N, 75.6°±2°E	6.5±0.5	2002-12-25	新疆 39.6°N, 75.4°E	5.7	0	0	0.3
	4	2003-02-17— 2004-02-17	新疆 46.8°±2°N, 89.9°±2°E	7.5±0.5		2003-09-27	中、俄、蒙交界 49.9°N, 87.9°E	7.9	0	1.1°N 0°E

续表 3

序号	预测			实况			误差		评分	
	时间	地点	M_s	时间	地点	M_s	Δt	地点 ΔM_s		
5	2004-02-16— 2005-02-16	西藏 31.2°±2°N, 91.4°±2°E	7.0±0.5	2004-03-28	西藏 34°N, 89.4°E	6.3	0	0.8°N 0°E	0.2	86
	6	2004-02-16— 2005-02-16	青海 35.6°±2°N, 97.7°±2°E		7.0±0.5	2004-05-11	青海 37.4°N, 96.7°E	5.9	0	0
7		2004-02-16— 2005-02-16	台湾 24.4°±2°N, 121.7°±2°E	7.0±0.5	2004-05-19	台湾 22.8°N, 121.3°E	6.7	0	0	0
	8	2004-02-16— 2005-02-16	西藏 31.2°±2°N, 91.4°±2°E	7.0±0.5		2004-07-12	西藏 30.5°N, 83.4°E	6.7	0	0°N 6.0°E
9		2004-02-16— 2005-02-16	台湾 24.2°±2°N, 121.7°±2°E	7.0±0.5	2004-10-15	台湾 24.4°N, 122.91°E	7.0	0	0	0
	10	2005-03-02— 2006-03-02	西藏当雄 30.7°±2°N, 91.2°±2°E	7.0±0.5		2005-04-08	西藏仲巴县 30.5°N, 83.7°E	6.5	0	0°N 5.5°E
11		2005-03-02— 2006-03-02	美国洛杉矶 33.7°±2°N, 121.8°±2°W	6.5±0.5	2005-07-08	美国加州外海 33°N, 121.1°W	6.1	0	0	0
	12	2005-03-02— 2006-03-02	日本 41.5°±2°N, 141.5°±2°E	7.5±0.5		2005-08-16	日本 38.2°N, 142.0°E	7.2	0	1.3°N 0°E
13		2005-03-02— 2006-03-02	台湾 25°±2°N, 122.2°±2°E	7.0±0.5	2005-10-15	台湾 25.304°N, 123.263°E	6.6	0	0	0
	14	2006-03-28— 2007-03-28	首都圈 38.6°±2°N, 118.4°±2°E	6.0±0.5		2006-07-04	河北文安 38.9°N, 116.3°E	5.1	0	0°N 0.1°E
15		2006-03-28— 2007-03-28	湛江 20.5°±2°N, 109.4°±2°E	6.5±0.5	2006-10-09	南海 20.7°N, 120°E	6.3	0	0°N 8.6°E	0
	16	2006-03-28— 2007-03-28	广东南澳 23.5°±2°N, 117°±2°E	7.2±0.5		2006-12-26	南海 21.9°N, 120.6°E	7.2	0	0°N 1.6°E

这些预测文件分别上报中国地球物理学会天灾预测专业委员会、中国科学院国家天文台(合作单位)、中国地震局、中国地震预测咨询委员会等。

为了准确评价地震预测水平,北京工业大学地震研究所制定了地震预测评分标准:发震时间(临震预测在10 d内,年度预测在1 a内)为30分;预测震级误差在0.5级以内为30分;震中位置其经度和纬度在2°以内各为20分,超出规定要扣分,总共100分。

1996-03-18—2006-04-26 的临震预测达 60 分以上的 32 次, 其中达 70 分以上的 13 次(见表 2), 90 分以上的 6 次. 评分在 90 分以上的临震预测已达到了相当高的水平.

2000-02-04—2007-03-28 的年度地震预测达 60 分以上的 29 次, 其中 80 分以上的 16 次(见表 3).

3 大地震的临震信号

自 1995 年以来, 全球发生伤亡人数较多的大地震^[6], 在震前北京工业大学地震研究所都收到了明显的临震信号. 这说明地震是有前兆的, 是可以预报的, 这些地震见表 4.

表 4 近 10 年全球发生的大地震

Table 4 In recent ten years, the major earthquakes occurred in the world

时间	地点	M_s	时间	地点	M_s	时间	地点	M_s
1995-01-17	日本神户	7.2	2001-01-13	中美洲	7.6	2004-12-26	印度尼西亚	9.0
1999-08-17	土耳其	7.8	2001-01-26	印度	7.9	2005-03-29	印度尼西亚	8.7
1999-09-21	中国台湾	7.6	2001-11-14	中国青海	8.1	2005-10-08	南亚	7.6

4 结论

准确预测一两次大地震可能有其偶然性, 北京工业大学地震研究所自 1996 年以来准确地作出 13 次 6 级以上临震预测和 16 次 6 级以上年度地震预测, 这说明多学科的地震预测方法是有效的, 地震是可以预测的. 但是, 统计 1995 年以来的临震预测, 其成功率在 40% 左右, 年度预测的成功率在 50% 以上.

作者在研究了台湾 1999 年 9 月 21 日的 7.6 级地震前兆基础上, 对 1999 年 9 月 21 日后台湾地区发生的 4 次 7 级以上的地震均作出了预测, 同样通过对 1995 年 1 月 17 日的日本神户 7.2 级地震前兆的研究, 对以后日本发生的较大地震几乎都作出了预测^[8]. 这说明, 深入研究一个地区的发展规律对该地区大地震作出准确预测是完全可能的.

参考文献:

- [1] GELLER R J, JACKSON D D, KAGAN Y Y, et al. Earthquake cannot be predicted[J]. Science, 1997, 275: 1616-1617.
- [2] 李均之, 夏雅琴, 陈维升, 等. 临震预测试验及有关预测机理[C]//香山科学会议第 133 次学术讨论会会议论文集. 北京: 科学出版社, 2002: 3-11.
LI Jun-zhi, XIA Ya-qin, CHEN Wei-sheng, et al. The experiments of imminent earthquake prediction and the mechanism of relational prediction[C]//The Transactions of 133rd China Xiangshan Science Conference. Beijing: Science Press, 2002: 3-11. (in Chinese)
- [3] 白志强, 李均之. 利用多种观测方法对中国西部地震预报的初步实验[C]//中国地球物理学会年刊. 北京: 科学技术出版社, 2001: 225.
BAI Zhi-qiang, LI Jun-zhi. Elementary experiments on prediction of earthquakes in west of China with multi-subjects and multi-methods[C]//Annual of the Chinese Geophysical Society. Beijing: Publishing House of Science and Technology, 2001: 225. (in Chinese)
- [4] 李均之, 白志强, 陈维升, 等. 昆仑山口西 M_s 8.1 级地震前兆简介[J]. 地学前缘, 2003, 10(4): 428.
LI Jun-zhi, BAI Zhi-qiang, CHEN Wei-sheng, et al. Brief introduction of precursors for M_s 8.1 earthquake occurred in west of mountain gap of kunlun, China[J]. Earth Science Frontiers, 2003, 10(4): 428. (in Chinese)
- [5] 李均之, 任振球, 黄相宁. 新疆伽师强震群的临震预测[C]//中国减灾研究. 北京: 科学技术出版社, 1998: 409-413.
LI Jun-zhi, REN Zhen-qiu, HUANG Xiang-ning. Imminent prediction of group of strong earthquakes in Jiashi, Xinjiang [C]//Study on Reducing Natural Disasters in China. Beijing: Publishing House of Science and Technology, 1998: 409-413. (in Chinese)

- [6] LI Jun-zhi, BAI Zhi-qiang, CHEN Wei-sheng, et al. Strong earthquakes can be predicted: A multidisciplinary method for strong earthquake prediction[J]. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2003, 3: 703-712.
- [7] 李均之, 陈维升, 夏雅琴, 等. 台湾 7.6 级地震的前兆信息[C]// 香山科学会议 133 次学术讨论会议论文集. 北京: 科学出版社, 2002: 48-51.
LI Jun-zhi, CHEN Wei-sheng, XIA Ya-qin, et al. The precursory information for ms 7.6 earthquake occurred in taiwan[C]// The transactions of 133rd China Xiangshan Science Conference. Beijing: Science Press, 2002: 48-51. (in Chinese)
- [8] 李均之, 夏雅琴, 陈维升. 近几年日本地震的临震前兆信息[J]. *北京工业大学学报*, 1995, 21(4): 1-12.
LI Jun-zhi, XIA Ya-qin, CHEN Wei-sheng. The precursory information of impending earthquake learnt from the strong earthquake of the past few years in Japan[J]. *Journal of Beijing University of Technology*, 1995, 21(4): 1-12. (in Chinese).

Forecasting of Strong Earthquakes by Synthesizing Observation Methods Based on Multi Disciplines

LI Jun-zhi, CHEN Wei-sheng, XIA Ya-qin

(Institute of Earthquake Prediction, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China)

Abstract: By introducing a successful instance of earthquake prediction, the method of earthquake forecasting with multi disciplines is illustrated. In the paper, 13 successful prediction of earthquake and 16 better annual prediction of earthquake are also be listed. Moreover, since 1995, in the violent earthquake with more casualties of people in the world, we have received obvious signal of impending earthquake before earthquake in the Institute of Earthquake Prediction, Beijing University of Technology. Those facts show that the forecasting method with multi disciplines is effective, and practices prove that earthquake can be predicted.

Key words: imminent earthquake forecast; infrasonic wave; crustal stress