

行星地球地震预警系统(测试版)的初步应用

李 勇

(中国科学院国家天文台,北京 100012)

摘要 2006 年 3 月,采用国家天文台自主研发的行星地球的地震预警系统(测试版),曾向中国地球物理学会天灾预测专业委员会提交了一份“天灾年度预测报告简表”。该表给出了 2008 年 8 月奥运会期间,在北纬 $20^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 、东经 $70^{\circ}\sim 140^{\circ}$ 区域内,计算得到的 27 个模拟地震指数最大的地点,表明发生 6 级以上地震的概率较高。本文介绍了该项工作,同时指明其可能的应用前景——发布全球的模拟地震指数。**关键词** 地震,预警系统,天文地球动力学

中图分类号 P223+.9, P315.7, P183.5

文献标识码 A

文章编号 1004-2903(2007)04-1066-04

Elementary applications for a tentative earthquake warning system upon the planet earth (Test Version)

LI Yong

(National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China)

Abstract Applying the Earthquake Warning System (Test Version) upon the Planet Earth which developed independently by the National Astronomical Observatories of Chinese Academy of Sciences, we once submitted one regular Yearly Disasters Prediction Table in March of 2006 to the Special Committee for Natural Disasters Prediction of Chinese Geophysics Society. This table obtained 27 locations with biggest analog earthquake index in the area from the latitude 20° to 70° (North) and longitude from 70° to 140° (East) in August of 2008 which just covering China and the Olympic Games period, means the occurrence probability of $M\geq 6$ earthquakes is higher on those 27 regions. In this paper, we introduce this work and show its further application to issue the worldwide analog earthquake index.

Keywords earthquake, earthquake warning system, astrogeodynamics

0 引言

已有研究表明:固体潮与地震存在相关性,并可能对地震产生触发作用^[1~4]。根据地震震中所受引潮力及其参数的分布特征,及基于我们的先期研究^[5~6],中国科学院国家天文台重大自然灾害的天文因素研究组自主研发了“行星地球地震预警系统(测试版)”。该系统理论上可方便地提供任何地点,在任意时间段的强震($M\geq 6$)预警信息,并试图成为地震预测的辅助手段,同时它亦可用于发布全球的模拟地震指数。

当考察未来世界范围内的地震时,这种预警信息可转换为全球各格点的分级化的模拟地震指数,

类似于目前已采用的供暖、穿衣、地质灾害、森林火警、气象等指数。我们相信经反复测试它的应用前景乐观。此外,与现有的地震预测手段相比,它还具有以下显著特点:

(1)时空分辨率高,从理论上讲,其时间和地点精度分别可达小时量级和公里量级。

(2)覆盖面广,在整个时域上没有盲点,同时在全球范围没有盲区。

(3)对某地可事先获取任意时刻的预测信息,而不仅限于实时值。

(4)系统能统一处理资料,不受因不同仪器及研究者所造成的系统差、仪器差、人差等因素的影响,可全方位、全天候投入工作。

收稿日期 2007-03-10; **修回日期** 2007-05-20.

基金项目 天元基金资助项目(A0324673)资助.

作者简介 李勇,男,1963年生,博士(博士后),中国科学院国家天文台副研究员,主要从事天文地球动力学、天文年代学、天文历法、天文考古学等方面的研究。(E-mail: yli@bao. ac. cn)

- (5)经济高效,不需要布网建站.
- (6)系统维护及数据更新较为方便和快捷.

测试版初步建成于 2004 年底. 当时的第一项工作,就是对华北某地所作的 10 年(2004~2013 年)预警,预测时设定步长为 5 min,深度 30 km. 实际上该地区在 1679 年曾发生过 8 级大地震. 经过近 1 周的连续计算,我们在 12 月 24 日(星期五)晚终于得出结果,给出了 5 个预警日期,其中已经迫近的正是 2004 年 12 月 26 日. 24 日到 26 日,短短数日,能否发生 $M \geq 6$ 地震? 只能静观其变. 令人难以置信的是,我们所担忧的地点风平浪静、安然无恙;但如期来临的竟然是举世震惊的印度洋 9 级大地震. 后查明该系统若能事先对当地扫描亦能提前预警. 虽然与印度洋大地震擦肩而过,却同样能给我们深深的启示:它之所以能极为敏感地捕捉到 2004 年 12 月 26 日这一危险日期,难道仅仅是一种巧合?

测试版在操作时具体可分为三步:

- (1)归算历史资料,计算并还原模型所需要的历史资料中的力学参数.
- (2)建立相关性模型,经过考察这些力学参数与地震的关系,建立地震发生概率与力学参数的相关性模型.

(3)利用相关性模型进行实际预测.

实际上相关性模型一旦建立即可反复使用,直到更新地震数据为止. 直接将地点及时间等参数代入模型即可得到预测结果. 我们希望该系统能服务于地震预测,并作为对已有预测手段的补充,能扬长避短,有所作为.

1 地震指数

2006 年 3 月,我们向中国地球物理学会天灾预测专业委员会提交了“天灾年度预测报告简表”,见《2006 天灾预测意见汇编》(中国地球物理学会天灾预测专业委员会,2006 年 4 月,北京,P25),如图 1 所示. 作为初步应用,当时的目的是想采用国家天文台自主研发的“行星地球的地震预警系统(测试版)”来监测 2008 年奥运会期间中国的震情,监测的时间范围为 2008 年 8 月 1 日至 8 月 31 日.

为方便起见,系统取北纬 $20^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 、东经 $70^{\circ} \sim 140^{\circ}$,进行格点扫描,相邻格点的距离为 1.0° . 于是在 1 个月的时间区间内,设定步长为 6 小时作采样,计算时深度取 10 km,所给出的预测结果为各格点的月平均值.

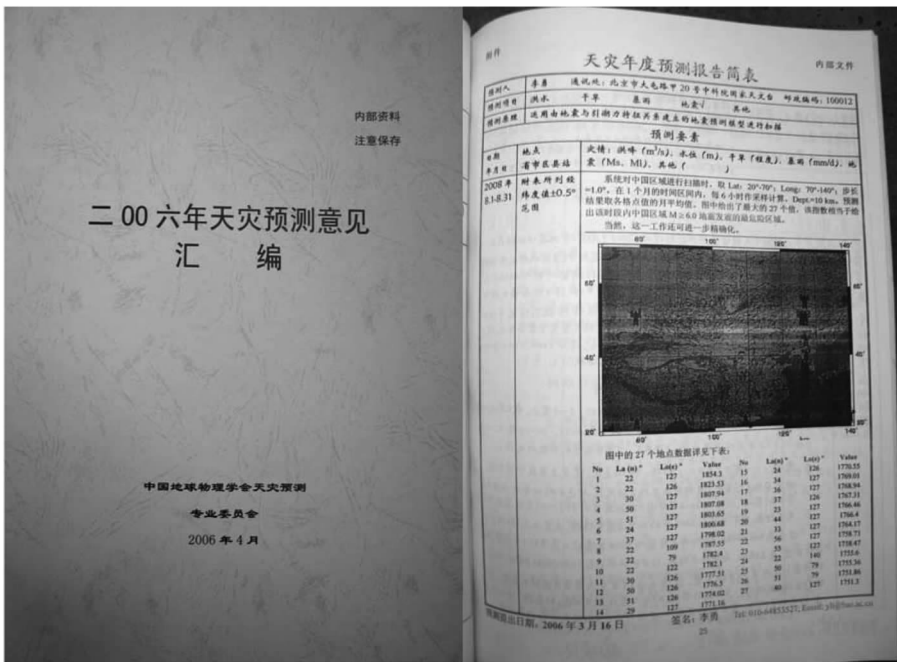


图 1 运用行星地球的地震预警系统监测 2008 年 8 月中国区域内地震指数的报告
 Fig. 1 The report about applying the Earthquake Warning System (Test Version) to monitor the earthquake indexes in China within August 2008

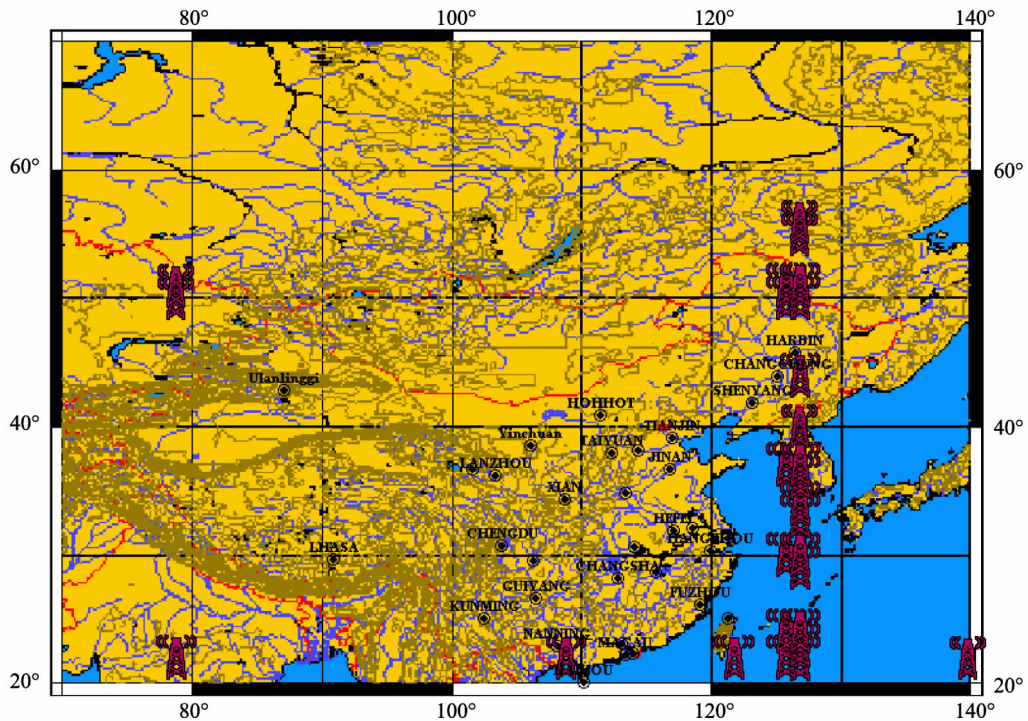


图 2 运用行星地球的地震预警系统监测 2008 年 8 月中国区域内的最大 27 个模拟地震指数图

Fig. 2 Applying the Earthquake Warning System (Test Version) to monitor the 27 biggest analog earthquake indexes in China within August 2008

表 1 运用行星地球的地震预警系统监测 2008 年 8 月中国区域内最大 27 个模拟地震指数的数值

Table 1 Applying the Earthquake Warning System (Test Version) to monitor the 27 biggest analog earthquake indexes in China within August 2008

序	北纬 °	东经 °	地震指数	序	北纬 °	东经 °	地震指数
1	22	127	1854.30	15	24	126	1770.55
2	22	126	1823.53	16	34	127	1769.01
3	30	127	1807.94	17	36	127	1768.94
4	50	127	1807.08	18	37	126	1767.31
5	51	127	1803.65	19	23	127	1766.46
6	24	127	1800.68	20	44	127	1766.40
7	37	127	1798.02	21	33	127	1764.17
8	22	109	1787.55	22	56	127	1758.73
9	22	79	1782.40	23	55	127	1758.47
10	22	122	1782.10	24	22	140	1755.60
11	30	126	1777.51	25	50	79	1755.36
12	50	126	1776.50	26	51	79	1751.86
13	51	126	1774.02	27	40	127	1751.30
14	29	127	1771.16				

图 2 给出了模拟地震指数最大的 27 个值的位置,该指数相当于给出该时段内中国区域 $M \geq 6$ 地震发震概率较高的危险区域,它们的具体位置和相

应的数值列于表 1.

当时曾预测:表 1 所列经纬度值的 $\pm 0.5^\circ$ 范围内均属地震的可能发生区域,应引起警惕,同时指

出,这一工作还可进一步精确化。

2 结 论

鉴于目前地震预测尚处于困难和被动的境地,本文介绍了采用“行星地球的地震预警系统(测试版)”得出 2008 年 8 月中国区域内的模拟地震指数的方法。依据这种研究思路,或许有助于将天文地震学的研究工作推向深入。

行星地球的地震预警系统(测试版)已取得过一定的实绩,例如它曾较为精确地预测“2006 年 12 月 27 日可能是 $M \geq 6$ 地震的危险日期”。具体预测信息见《2006 天灾预测总结学术会议文集》(中国地球物理学会天灾预测专业委员会、翁文波科学发展基金、北京工业大学地震研究所、北京市凯利华信息咨询公司:2006 年 11 月,北京,P228)。实际上在当日的士 1 日内即发生了 3 次 6 级以上地震。其一是:2006 年 12 月 26 日北京时间 20 时 26 分和 34 分,在台湾南部海域(北纬 21.9° ,东经 120.6°)分别发生 7.2 级和 6.7 级地震,震中距大陆最近海岸线约 350 公里,距台湾陆地约 15 公里。其二是:2006 年 12 月 28 日,北京时间 4 时 16 分,在所罗门群岛(南纬 5.55° ;东经 154.55°)发生 6.5 级地震。

就本工作而言,所得结果并不是绝对的。取月平均值只是一种简化的处理,因为它完全能提供实时指数。当时这样做的侧重点在于介绍一种能够获取大区域甚至全球地震指数的方法,而不仅仅是对预测结果的强调。针对结果,或许用实时值与均值之差更具合理性,因为它反映了振幅的大小。总之,它提交的实际上只是一种模拟地震指数的雏形。现在看来,这一工作确有改进的余地,甚至还可转化为其他方便而实用的形式,包括分级。例如对本例,可根据一个月内每个格点的预测最大值 MAX 和最小值 MIN 的差(即振幅),将其分为 K 级。具体再定义每级的范围 $D = (MAX - MIN)/K$,则可将实时值 V 转换成分级的模拟地震指数: $INDEX = (V - MIN)/D$,这就是地震危险的等级,

其最高等级为 K 最低为 0。这样的改进采用了分级预测,其表述更为直接,且不同地域的预测结果均用相应的级表示。由于它的本质是相对值,不同于实时值(相当于绝对值),从而使得不同区域的预测结果具有了可比性。

尽管系统具有预测精度相对较高的特点,但由于仍属于对小概率事件所作的概率预测,故方法本身仍存局限性。同时,投入实际应用后,它虽能发布全球的模拟地震指数,但仍需反复实践,总结经验。

参 考 文 献 (References):

- [1] 高锡铭,殷志山,王威中,等. 固体潮应力张量对地震的触发作用[J]. 地震学报, 1981, 3(3):264~275.
Gao X M, Yin Z S, Wang W Z, *et al.* Triggering of earthquakes by the tidal stress tensor[J]. Acta Seismologica Sinica (in Chinese), 1981, 3(3): 264~275.
- [2] Ding Z Y, Jia J K, Wang R. The triggering of earthquakes by the tidal stress[J]. Acta Seismologica Sinica, 1983, 5(2): 172~184.
- [3] 吴小平,黄雍,冒蔚,等. 云南地震的潮汐应力触发机制及相关天体位置图像[J]. 地球物理学报, 2005, 48(3): 574~583.
Wu X P, Huang Y, Mao W, *et al.* Tidal stress triggering mechanism of earthquakes in Yunnan and related patterns of celestial body positions[J]. Chinese J. Geophys. (in Chinese), 2005, 48(3): 574~583.
- [4] 周攀,山秀明,任勇,等. 固体潮的地震预测研究与地球动力学研究之分析比较[J]. 地球物理学进展, 2005, 20(1):118~122.
Zhou Z, Shan X M, Ren Y, *et al.* Comparing the earthquake forecast of the earth tide with the geodynamics of the earth tide [J]. Progress in Geophysics (in Chinese), 2005, 20(1): 118~122.
- [5] 李勇. 用太阳系主要天体的位置建立特大地震的时间预测模型 [J]. 天文学报, 2003, 44 (4): 363~368.
- [6] 李勇. 太阳系天体位置、固体潮与地震预测 [J], 中国科学 G 辑. 2005, 35(3): 327~336.
Li Y. An examination of the correlation between earthquake, positions of solar system bodies and solid tide[J]. Science in China (Series G), 2006, 49 (3): 367~376.