

汶川大地震前的重力扰动^{*}

郝晓光 胡小刚 许厚泽 钟敏 方剑 郝兴华 刘明 刘根友 薛怀平

(中国科学院测量与地球物理研究所, 武汉 430077)

摘要 继1997年5月采用LacosteET-21重力仪在中国南极中山站观测发现South of Kermadec Islands 7.1级地震前的“重力扰动”现象之后,2008年5月又在武汉大地测量国家野外科学观测站LacosteET-20重力仪的观测资料中发现了汶川大地震的“重力扰动”现象:从大震前两天开始,“重力扰动”逐渐增大、最大振幅约为 $\pm 0.8 \times 10^{-8} \text{ ms}^{-2}$,直到大震发生。由于这两次监测的时间不同、地点不同、仪器不同(ET-21与ET-20),这就使得监测结果的可靠性得到了加强。初步认识是:在某些强震发生前两天左右,往往会出现较明显的“重力扰动”,其振幅在 $\pm (1 \sim 2) \times 10^{-8} \text{ ms}^{-2}$ 左右、信号周期4~8 s。

关键词 汶川大地震;Lacoste-ET重力仪;震前重力扰动;振幅;周期

中图分类号:P315.72+6

文献标识码:A

GRAVITY DISTURBANCE BEFORE WENCHUAN Ms8.0 EARTHQUAKE

Hao Xiaoguang, Hu Xiaogang, Xu Houze, Zhong Min, Fang Jian

Hao Xinghua, Liu Min, Liu Genyou and Xue Huaiping

(Institute of Geodesy and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430077)

Abstract After having deserved the significant gravity disturbance before the Kermadec Islands earthquake ($M_w 7.1$) on May 27, 1997 at Zhongshan station in Antarctica with LacosteET-21 gravimeter, and observed the similar disturbance before the Wenchuan earthquake ($M_s 8.0$) on May 12, 2008 at the Wuhan National Field Scientific Observation Station for Geodesy with LacosteET-20 gravimeter. The analysis of the gravity data of the Wenchuan earthquake shows that the gravity disturbance had been gradually increasing since two days before the earthquake with the maximum amplitude of about $0.8 \times 10^{-8} \text{ ms}^{-2}$. The observations of gravity disturbance before earthquake are reliable, as the anomaly was observed at different sites with different Lacoste-ET gravimeters. It is concluded that the significant gravity disturbance appear usually about two days before some strong earthquakes with the amplitude of $(1 \sim 2) \times 10^{-8} \text{ ms}^{-2}$ and the period of 4–8 s.

Key words: Wenchuan earthquake; Lacoste-ET gravimeter; gravity disturbance before earthquake; amplitude; period

1 前言

地球物理学家多年来已认识到地球内部的活动在地表重力观测上的反应是不稳定的,但目前还不

清楚这种不稳定性的原因。所以,每当高精度重力仪的观测资料出现意料之外的异常时,总会引起观测者的极大兴趣。由发现观测资料的异常而导致理

* 收稿日期:2008-05-19

基金项目:国家自然科学基金(40730316;40574033)

作者简介:郝晓光,男,1958年生,研究员、理学博士,主要从事地球重力学的理论研究。E-mail:hxg@whigg.ac.cn

论突破的实例在地球科学的发展史中不胜枚举,例如,“地球自由章动”就是由 S C Chandler^[1] 于 1891 年从纬度变化的观测资料中发现的;而 H Benioff^[2] 则从 1952 年 11 月 4 日堪察加半岛的地震记录中辨认出了“地球自由振荡”。

1997 年,作者在我国南极中山站利用 LacosteET-21 重力仪 6 次观测到明显的“重力扰动”现象^[3],其中最典型的是从 1997 年 5 月 24 日 7 时(世界时)开始,“重力扰动”叠加在重力潮汐曲线上,强度平稳增大并在 5 月 25 日 8 时左右达到极大,最大幅度约为 $\pm 1.5 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$,此后强度逐渐减小。在“重力扰动”开始约 41 小时后,于 5 月 25 日 23 时 30 分发生了 South of Kermadec Islands 7.1 级强烈地震,震中距南极中山站约 7 800 km,“重力扰动”的强度在地震后继续平稳减小,到 5 月 26 日 12 时完全平息,全过程共持续 53 小时^[4](图 1)。

2 汶川大地震前的重力扰动现象

2008 年 5 月 12 日 14 时 28 分(世界时 6 时 28 分)四川省汶川县发生 8.0 级大地震,距震中 1 000 多千米的中国科学院测量与地球物理研究所武汉大地测量国家野外科学观测研究站的 LacosteET-20 重力仪清晰地监测到了震前“重力扰动”现象:从大震前两天开始,“重力扰动”逐渐增大(成喇叭口形)、最大振幅达 $\pm 0.8 \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$,直到大震发生(图 2,已扣除潮汐曲线,时间为世界时)。

这两次 Lacoste-ET 型重力仪监测到的震前“重力扰动”是完全独立的,时间不同、地点不同、仪器不同(ET-21 与 ET-20),这就使得监测结果的可靠性得到了加强。根据图 1 和图 2、以及对 LacosteET-20 重力仪 2008 年 5 月 8 日至 13 日观测资料进行的数据分析,我们得到的初步认识是:

- 1)震前“重力扰动”往往出现在某些强震前两天左右,一直持续到强震发生;
- 2)震前“重力扰动”的振幅在 $\pm (1 \sim 2) \times 10^{-8} \text{ms}^{-2}$ 左右;
- 3)震前“重力扰动”的信号周期为 4 ~ 8 s。

3 讨论

关于“震前扰动”现象,国内外曾陆续有一些报导,广泛出现在重力、地倾斜、应变、水位以及地震仪等多种观测资料中^[5-20]。

有两个问题值得注意。一是在各种仪器观测到的“震前扰动”现象中,“震前重力扰动”现象显得比较突出。最早的“震前重力扰动”是日本的 Kizawa^[19] 于 1972 年在 GS-12 重力仪的观测记录中发现

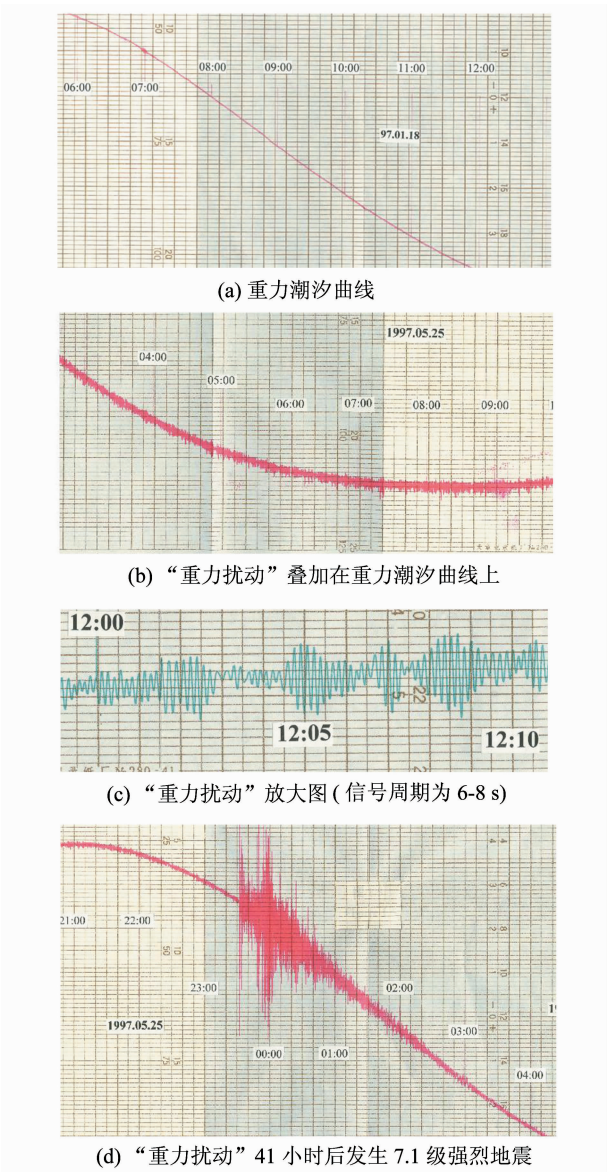


图 1 在“重力扰动”41 小时后发生 South of Kermadec Islands 7.1 级强烈地震

Fig. 1 South of Kermadec Islands earthquake after 41 – hour gravity disturbance

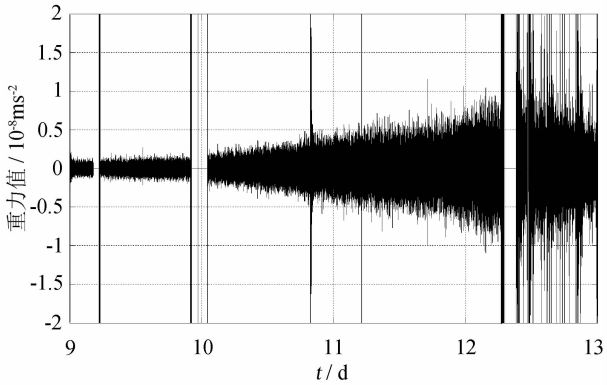


图 2 在“重力扰动”48 小时后发生 8.0 级汶川大地震

Fig. 2 Wenchuan Ms8.0 earthquake after 48 hours gravity disturbance

的:1964年3月28日的美国阿拉斯加8.4级大震和1964年6月16日的日本新泻7.5级地震的震前“重力扰动”,强震前3天有一系列的特殊脉动叠加在重力潮汐曲线上,并一直持续到强震发生。二是“震前扰动”的观测站点与强地震震中之间距离较远。日本的 Kanamori^[20]于1972年在距震中近10 000 km的美国加州 Pasadena 地震台的长周期地震仪的记录中发现了1960年5月22日智利8.3级大震前数十小时的“震前扰动”现象,这种长距离的监测结果似乎能在某种程度上说明“震前扰动”现象具有全球性特征。

参 考 文 献

- Chandler S C. On the variation of latitude[J]. *Astronomical Journal*, 1891, 11: 83.
- Benioff H. Long waves observed in the Kamchatka earthquake of November 4, 1952[J]. *J. Geophys. Res.*, 1958, 63.
- 郝晓光. L&R-ET 重力仪在南极中山站记录到“不明地学事件”[J]. *极地研究*, 1997, 9(3): 214–215.
- Hao Xiaoguang. An unidentified geophysical event recorded with L&R-ET gravity meter at Zhongshan Station Antarctica [J]. *Chinese Polar Science*, 1997, 8(2): 146–147.
- 郝晓光,等. 重力高频扰动与地震[J]. *地壳形变与地震*, 2001, 21(3): 9–13.
- Hao Xiaoguang, et al. Gravity high – frequency disturbance and occurrence of earthquake[J]. *Crustal Deformation and Earthquake*, 2001, 21(3): 9–13. (in Chinese)
- 朱传镇,房明山,安镇文. 脉动与地震关系初步探讨[J]. *地球物理学报*, 1977, 20(1): 20–32.
- Zhu Chuanzhen, Fang Mingshan and An Zhenwen. Preliminary discuss on relationship between disturbance and earthquake[J]. *Chinese Journal of Geophysics*, 1977, 20(1): 20–32. (in Chinese)
- 韩元杰. 预滑与地震——长周期波动研究[J]. *西北地震学报*, 1984, 6(1): 10–15.
- Han Yuanjie. Study on pre-slip precursor of the earthquake——long period precursory seismic wave[J]. *Northwestern Seismological Journal*, 1984, 6(1): 10–15. (in Chinese)
- 冯德益,等. 长周期形变波及其所反应的短期和临震地震前兆[J]. *地震学报*, 1984, 6(1): 41–56.
- Feng Deyi, et al. Long-period deformational waves and short-term and imminent earthquake precursors[J]. *Acta Seismologica Sinica*, 1984, 6(1): 41–56. (in Chinese)
- 陈德福,罗荣祥,刘国培. 倾斜异常图像分类及其特征浅析[J]. *地震学报*, 1986, 8(2): 211–225.
- Chen Defu, Luo Rongxiang and Liu Guopei. Preliminary opinion on the features and classification of anomaly patterns of crustal tilt[J]. *Acta Seismologica Sinica*, 1986, 8(2): 211–225. (in Chinese)
- 姚同福,等. 1976年松潘7.2级地震前几种异常波形的记录特征及其在大震短临预报中的应用[J]. *西北地震学报*, 1994, 16(2): 57–61.
- Yao Tongfu, et al. Waveform anomaly prior to the Songpan earthquake and its value to short-imminent prediction of strong earthquakes[J]. *Northwestern Seismological Journal*, 1994, 16(2): 57–61. (in Chinese)
- 张晓东,马文静. 1994年2月16日共和5.8级地震短临预报实况[J]. *地震*, 1995(1): 20–28.
- Zhang Xiaodong and Ma Wenjing. The short-term and impending earthquake prediction for Gonghe earthquake with Ms5.8 on Feb. 16 1994[J]. *Earthquake*, 1995(1): 20–28. (in Chinese)
- Dziewonski A M and F Gilbert. Temporal variation of the seismic moment tensor and evidence of precursive compression for two deep earthquakes [J]. *Nature*, 1974, 247: 185–188.
- Kanamori J and J J Cipar. Focal process of the great Chilean earthquake May 22, 1960 [J]. *Phys. Earth. Planet. Inter.*, 1974, 9: 128–136.
- Kerr R. Quake prediction by seismic oxymora? [J]. *Science*, 1990, 248: 1490.
- Ihmle P F, Harabaglia P and Jordan T H. Teleseismic detection of slow precursors of the great 1989 Macquarie Ridge earthquake[J]. *Science*, 1994, 261: 177–183.
- Ihmle P F and Jordan T H. Teleseismic search for slow precursors to large earthquake[J]. *Science*, 1994, 266: 1547–1551.
- Monastersky R. Before the quake: Detecting the slow groan [J]. *Science News*, 1994, 146(23): 374.
- McGuire J J and Ihmle P F. Time – domain observations of a slow precursor to the 1994 Roman the transform earthquake[J]. *Science*, 1996, 273: 82–85.
- Kerr R. Seismology: A slow start for earthquakes[J]. *Science*, 1998, 279: 985.
- Kizawa T. 大地震前后重力仪的记录[J]. *国外地震*, 1972, 1: 39–41.
- Kizawa T. Recording of gravimeter around strong earthquake[J]. *Oversea Earthquakes*, 1972, 1: 39–41. (in Chinese)
- Kanamori H and Cipar J J. Focal process of the great Chilean earthquake May 22, 1960 [J]. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 1974, 9: 128–136.