

胡小刚,郝晓光. 2009 年 3 月 19 日 M_w 7.6 级汤加大地震的“震前扰动”现象. 地球物理学进展, 2009, 24(2): 866~870, DOI: 10.3969/j.issn.1004-2903.2009.03.007.

Hu X G, Hao X G. Observation of fore-seismic disturbance of the 2009/03/19 M_w 7.6 Tonga earthquake. *Progress in Geophys.* (in Chinese), 2009, 24(2): 866~870, DOI: 10.3969/j.issn.1004-2903.2009.03.007.

2009 年 3 月 19 日 M_w 7.6 级汤加大地震 的“震前扰动”现象

胡小刚, 郝晓光*

(中国科学院测量与地球物理研究所动力大地测量学重点实验室, 武汉 430077)

摘 要 汶川大地震爆发后, 作者在武汉大地测量国家野外科学观测站的重力仪资料中发现了震前约 48 小时的“重力扰动”现象, 并在随后对全国数十个台站宽带地震仪资料的分析中得到了证实. 2009 年 3 月 19 日, 太平洋岛国汤加海域爆发了 M_w 7.6 级(里氏 7.9 级)大地震, 宽带地震仪资料中再次出现了显著的、信号周期为 4~8 秒的“震前扰动”现象: 从大地震前约 16 天的 3 月 4 日开始一直持续到地震发生.

关键词 2009 汤加大地震, 宽带地震仪, 震前扰动

, DOI: 10.3969/j.issn.1004-2903.2009.03.007

中图分类号 P315

文献标识码 A

Observation of fore-seismic disturbance of the M_w 7.6 Tonga earthquake (2009/03/19)

HU Xiao-gang, HAO Xiao-guang*

(Key Laboratory of Dynamic Geodesy, Institute of Geodesy and Geophysics, CAS, Wuhan 430077, China)

Abstract It has been reported that we discovered significant gravity disturbance before the 2008 Wenchuan earthquake ($M_s = 8.0$) at the Wuhan national field scientific observational station for geodesy, and we confirmed our observation by broadband seismometers data from several tens station across the country. On 19 Mar, 2009 the M_w 7.6 earthquake struck the South Pacific island country of Tonga. We found that the significant fore-seismic disturbance was also be observed by broadband seismometers. The disturbance signals started on 16 Mar, 16 days before the Tonga earthquake, with its period mainly in band of 4~8 s.

Keywords 2009 great Tonga earthquake, broadband seismometer, fore-seismic disturbance

2008 年 5 月 12 日发生 8.0 级汶川大地震, 我们根据武汉大地测量国家野外科学观测站的重力仪资料和国家地震台网的宽带地震仪资料最先指出: 汶川大地震存在约两天左右的“震前扰动”现象、信号周期为 4~8 s^[1~3]. 随后有专家指出: “震前扰动”现象与台风的影响密切相关^[4~5]. 我们仔细研究了

Rammasun 台风和 LingLing 台风对 2008 年 5 月 12 日 8.0 级汶川大地震“震前扰动”和 2001 年 11 月 14 日 8.1 级昆仑山大地震“震前扰动”^[6] 的影响之后认为: 不能将“震前扰动”现象的原因简单地完全归咎于台风影响^[7].

2009 年 3 月 19 日(当地时间 20 日早晨 6 点 17

收稿日期 2008-11-12; 修回日期 2009-04-22.

基金项目 国家自然科学基金(40774011、40874014)、湖北省自然科学基金(2008CDB056)和质检公益性行业科研专项基金(数字化地震前兆地壳形变观测方法标准研究)10-215 项目联合资助.

作者简介 胡小刚, 男, 1963 年生, 博士, 中国科学院测量与地球物理研究所副研究员, 主要从事地学信号的分析与研究.

(E-mail: hxg432@sohu.com)

* 通讯作者 郝晓光, 研究员. (E-mail: hxg@whigg.ac.cn)

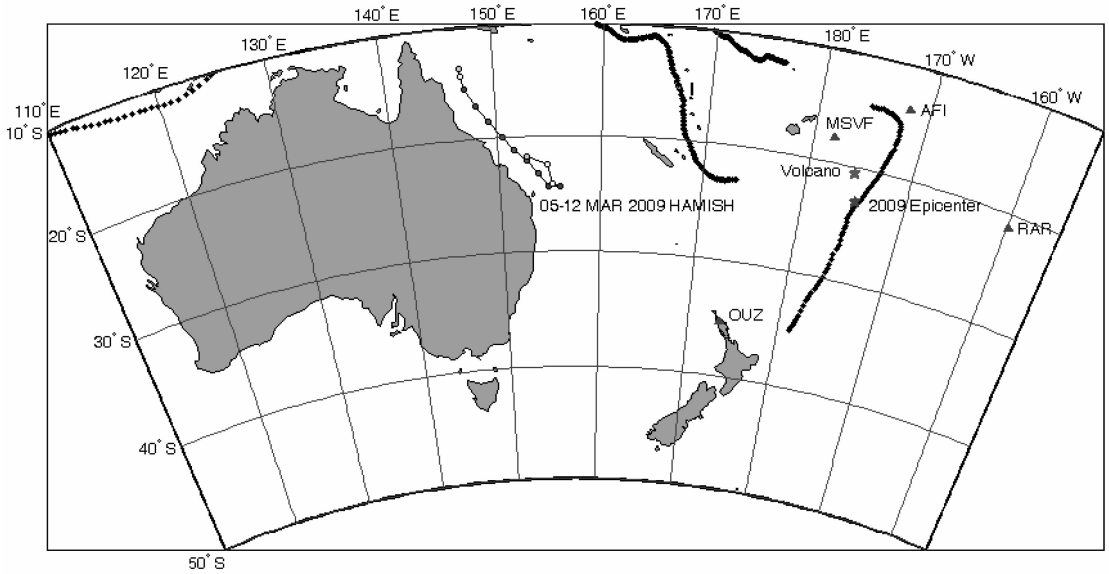


图 1 四个地震台站 OUZ, MSVF, AFI 和 RAR 的位置. 图中蓝色曲线表示太平洋海沟. 2009 年 3 月 19 日汤加大地震震中位于汤加大海沟旁边. 图中还显示了 3 月 16 日爆发的汤加海底火山的位置以及飓风 HAMISH 的路径.

Fig. 1 Locations of seismic stations OUZ, MSVF, AFI and RAR. The blue curves show ocean trenches. The epicenter of 2009/03/19 Tonga earthquake is just located at a short distance away from the Tonga trench. The location of undersea volcano erupting on 2009/03/16 and the track of cyclone HAMISH are also shown in the figure.

分),南太平洋岛国汤加海域发生了 M_w 7.6 级(里氏 7.9 级)的大地震.震中位于汤加首都努库阿洛法南偏东方向 213 km 的太平洋海域,刚好在汤加大海沟旁边(图 1),震源深度约 10 km.汤加大地震发生后,我们通过美国地震研究联合会(IRIS)的数据管理中心(DMC),下载了汤加大地震震中附近地震台站的宽带地震仪连续观测资料.分析这些观测资料(LHZ 分量)后发现:地震发生前十几天中,这些台站的宽带地震仪都不同程度地记录到了“震前扰动”现象.

图 1 显示了四个地震台站 OUZ、MSVF、AFI 和 RAR 的位置.四个台站分别位于震中四周,其中 MSVF 距震中最近,距离大约为 8.54° ; OUZ 距震中最近,距离大约为 15.83° . AFI 和 RAR 距震中分别为 9.5° 和 14.03° .我们用小波滤波器处理了观测数据.图 2 和图 3 显示:从 3 月 4 日开始,四个台站都不同程度地记录到了异常扰动现象,扰动信号的周期范围为 2~10 s,主要集中在 4~8 s.但四个台站记录到的异常扰动波形有一定的区别,这说明扰动现象是由多个扰动源造成.

汤加群岛区域地处南太平洋地质活动频繁地带,该区域位于太平洋“火圈”上.太平洋“火圈”是太

平洋上连接智利、阿拉斯加、瓦努阿图以及汤加的大弧圈,其上经常爆发地震和火山.汤加地震发生前 3 天的 3 月 16 日,汤加海域的一座海底火山爆发,爆发地点位于汤加主岛汤加塔布岛西南海岸约 11 公里处(参见图 1),该海域下面是火山聚集区,海底火山多达 36 个.火山爆发一直延续到 3 月 21 日,结束时创建了一座数百平方米新的小岛.火山喷发前后往往会出现震动现象,火山爆发时,地下岩浆的活动引起地应力变化,从而产生火山震动现象.因此,四个台站记录到的异常扰动的原因之一可能是火山震动.

另外,3 月 5 至 3 月 12 日,澳大利亚西海岸附近产生了一次 4 级飓风 HAMISH,风力最高达 135 knot/h. HAMISH 的运动路径参见图 1.根据英国海洋学家 Languet-Higgins 的海浪非线性干涉理论^[8-11],飓风或台风发生在靠近海岸的浅水海域上空时,会引起巨浪冲击海岸和海底,产生大量的反射波浪.反射波浪与原生海浪相互干涉后产生很强的海浪驻波,海浪驻波引起的海水压强变化可传递到海底而不衰减,因此海浪驻波可在海底激发强烈的微地震(microseismic).因此,四个台站记录到的异常扰动的另一个原因是飓风 HAMISH.

汤加大地震“震前扰动”现象的出现使得对“震

前扰动”现象的研究显得更加必要了. 昆仑山大地震、汶川大地震、汤加大地震都出现了“震前扰动”现象、且都与台风影响有关, 这难道是巧合吗? 问题是: 强台风引起的微地震有可能触发大地震吗?

我们正在对汤加大地震“震前扰动”与台风影响的关系, 以及昆仑山大地震、汶川大地震和汤加大地震“震前扰动”现象的异同进行深入的研究, 结果将另文发表.

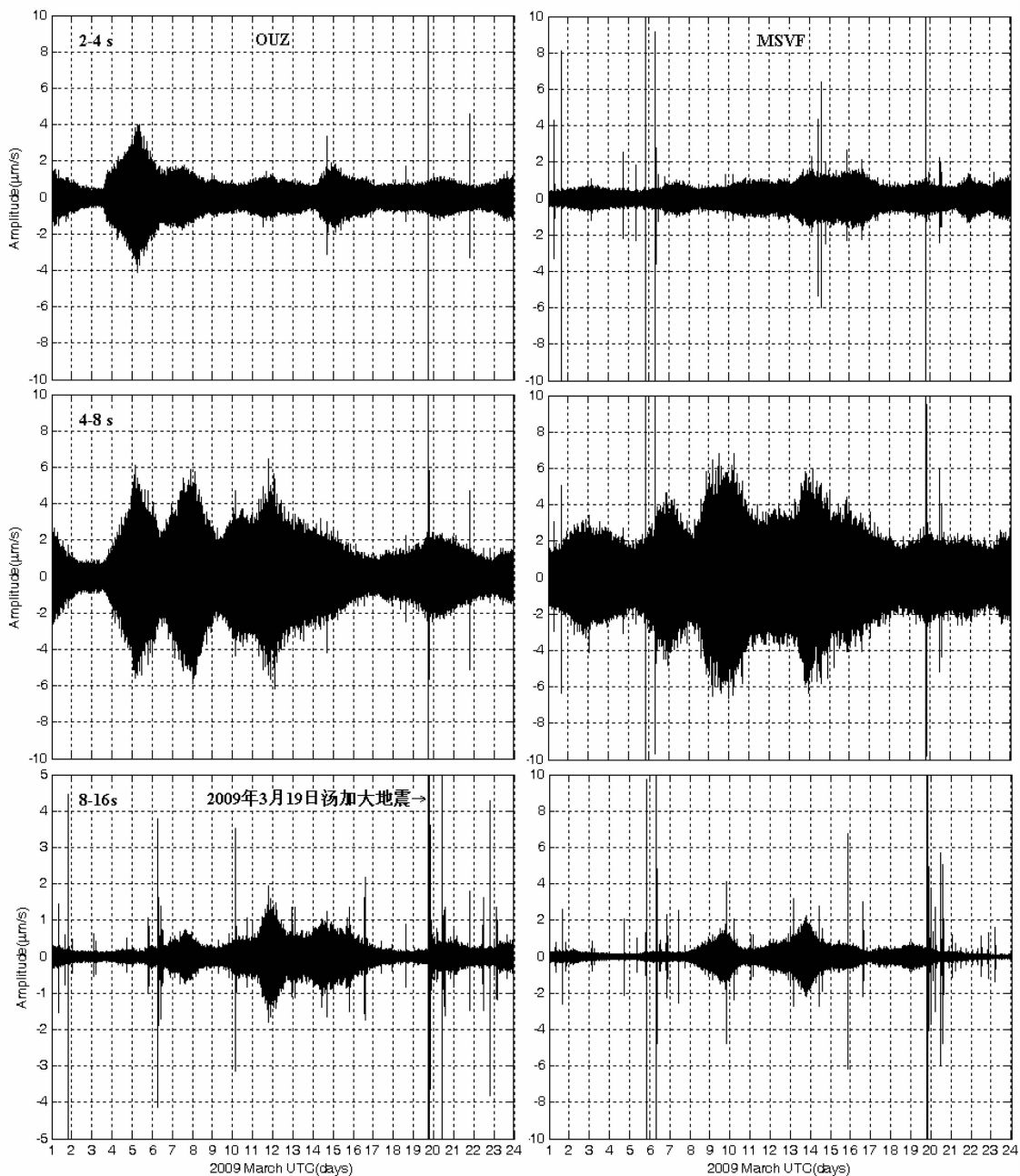


图2 地震台站 OUZ, MSVF 记录到的 2009 年 3 月 19 日汤加大地震“震前扰动”现象.

扰动信号在 4~8 s 周期段很强, 在 2~4 s 和 8~16 s 周期段中较弱.

Fig. 2 Fore-seismic disturbance of 2009/03/19 Tong earthquake recorded by stations OUZ and MSVF.

The disturbance signals are very strong in the period band of 4~8 s and weak in bands of 2~4 s and 8~16 s.

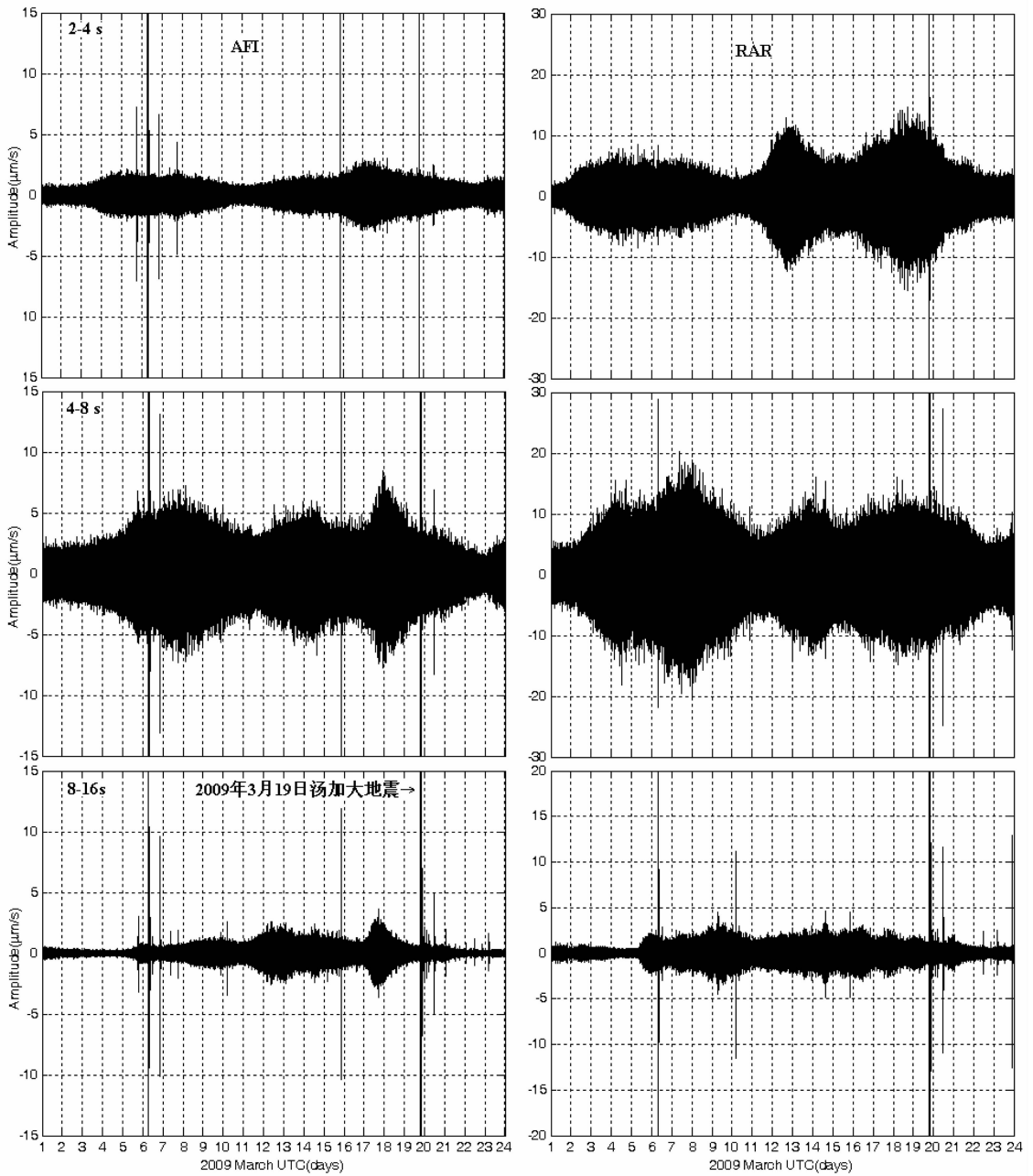


图3 地震台站 AFI、RAR 记录到的 2009 年 3 月 19 日汤加大地震“震前扰动”现象。

扰动信号在 4~8s 周期段很强,在 2~4 s 和 8~16 s 周期段中较弱。

Fig. 3 Fore-seismic disturbance of 2009/03/19 Tong earthquake recorded by stations AFI and RAR.

The disturbance signals are very strong in the period band of 4~8 s and weak in bands of 2~4 s and 8~16 s.

参 考 文 献 (References):

[1] 郝晓光,胡小刚,许厚泽,等. 汶川大地震前的重力扰动[J]. 大地测量与地球动力学,2008, 28(3): 129~131.
 Hao X G, Hu X G, Xu H Z, *et al.* Gravity disturbance before the Wenchuan M_w 8.0 earthquake [J]. Journal of Geodesy and Geodynamics (in Chinese), 2008, 28(3): 129~131.

[2] 郝晓光,胡小刚. 宽带地震仪资料证实汶川大地震“震前重力扰动”[J]. 地球物理学进展,2008,23(4):1332~1335.
 Hao X G, Hu X G. Disturbance before the Wenchuan earthquake by broadband seismometer [J]. Progress in Geophysics (in Chinese), 2008, 23(4): 1332~1335.

[3] 胡小刚,郝晓光. 汶川大地震宽带地震仪短临异常及成因初探 [J]. 地球物理学报,2008,51(6):1726~1734.
 Hu X G, Hao X G. The short-term anomalies detected by

- broadband seismographs before the May 12 Wenchuan earthquake, Sichuan, China [J]. Chinese J. Geophys. (in Chinese), 2008, 51(6):1726~1734.
- [4] 张雁滨, 蒋骏, 廖盈春, 等. 宽频带地震计及倾斜、重力仪对长周期波动信号的综合观测[J]. 地震学报, 2008, 30(6):626~633. Zhang Y B, Jiang J, Liao Y C, *et al.* Joint observation of long period seismic signals with broad band seismometer, tiltmeter and gravimeter[J]. Acta Seismologica Sinica, (in Chinese), 2008, 30(6): 626~633.
- [5] 傅容珊, 万柯松, 崇加军, 等. 地震前兆还是其它因素? ——与“汶川大地震宽带地震仪短临异常及成因初探”作者商榷[J]. 地球物理学报, 2009, 52(2):584~589. Fu R S, Wan K S, Chong J J, *et al.* Earthquake auspice or other factor? — Discuss with authors of the paper “The short-term anomalies detected by broadband seismographs before the May 12 Wenchuan earthquake, Sichuan, China”[J]. Chinese J. Geophys. (in Chinese), 2009, 52(2): 584~589.
- [6] 杨又陵, 赵根模, 高国英, 等. 2001 年 11 月 14 日昆仑山口西 M8.1 地震前的缓慢地震事件[J]. 国际地震动态, 2003(9):1~4. Yang Y L, Zhao G M, Gao G Y, *et al.* The Slow Earthquake Event Occurring Before West to Kunlun Mountain Pass Earthquake of M_s 8.1 on November 14, 2001 [J]. Recent Developments in World Seismology (in Chinese), 2003, 9, 1~4.
- [7] 胡小刚, 郝晓光. 强台风对汶川大地震和昆仑山大地震“震前扰动”影响的分析[J]. 地球物理学报, 2009, 52(5): 1363~1375. Hu X G, Hao X G. An analysis of the influences of typhoon on anomalous tremors before the great Wenchuan and Kunlunshan earthquakes [J]. Chinese J. Geophys. (in Chinese), 2009, 52(5): 1363~1375.
- [8] Longuet-Higgins M S. A theory of origin of microseisms[J]. Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. A, 1950, 243: 1~35.
- [9] Hasselmann K A, A statistical analysis of the generation of microseisms[J]. Rev. Geophys., 1963, 1: 177~209.
- [10] Tanimoto T. Excitation of normal modes by nonlinear interaction of ocean waves[J]. Geophys. J. Int., 2007, 168: 571~582.
- [11] Tanimoto T. Excitation of microseisms[J]. Geophys. Res. Lett., 2007, 34:5308.