

重力高频扰动与地震*

郝晓光¹⁾ 许厚泽¹⁾ 郝兴华¹⁾ 吕纯操¹⁾ 胡红桥²⁾

〔 1. 中国科学院测量与地球物理研究所, 武汉 430077
2. 中国极地研究所, 上海 200129 〕

摘要 报告了 L & R-ET(21) 重力仪在中国南极中山站的重力高频扰动与地震的观测记录, 并对发生这种高频重力扰动的地球物理学成因进行了初步探讨。

主题词 中国南极中山站 重力高频扰动

GRAVITY HIGH FREQUENCY DISTURBANCE AND OCCURRENCE OF EARTHQUAKE

Hao Xiaoguang¹⁾, Xu Houze¹⁾, Hao Xinghua¹⁾, Lu Chuncao¹⁾ and Hu Hongqiao²⁾

〔 1. *Institute of Geodesy and Geophysics, CAS, Wuhan 430077*
2. *Polar Research Institute of China, Shanghai 200129* 〕

Abstract

This paper reports the observation result of earthquake after gravity high-frequency disturbance. It was recorded with LaCoste & Romberg earth tide gravity meter (ET21) at the Chinese Antarctic Zhongshan station. A preliminary exploration for the cause of gravity high-frequency disturbance has been carried out.

Key words: Chinese Antarctic Zhongshan station, gravity high-frequency disturbance

1 前言

地震发生前,孕震区及其附近有明显的形变变化,这方面的研究已有大量文献报道^[1~3]。但还有另一类现象,如临震前数小时至数十小时、某些仪器突发的高频特征变化却没有得到深入研究,且多数被当作观测不稳定或不可靠的资料而未加重视。

1976 年 11 月 7 日,盐源 6.9 级地震前 57 h,西昌 43 - 8 测点短周期金属水平摆连续记录

* [收稿日期]:2001-03-16

[基金项目]:本研究获中国科学院院长基金和同济大学博士后基金资助

[作者简介]:郝晓光,男,1958 年生,博士,高级工程师,目前主要从事重力测量与地球形状学研究

到曲线加粗的脉动现象^[4]。1988年10月18日17时,易县台伸缩仪出现前所未有的大幅度高频脉冲式扰动,持续约16h,扰动开始后约8h,大同-阳高发生了6.1级地震^[5]。1998年,许昭永等采用多功能高频地震仪记录岩样多点应变在破裂孕育过程中的变化,结果发现在岩石主破裂前,各点应变除趋势性特征变化外,同时出现突发扰动,因此认为突发应变扰动有可能作为大震短临前兆的一种^[6]。

本文将根据L &R-ET(21)重力仪在南极中山站的重力高频扰动与地震的观测记录,探讨其地球物理学成因。

2 实例

将以下L &R-ET(21)重力仪的记录曲线图进行比较,可明显地看出重力高频扰动的存在。图1是正常记录的重力潮汐曲线,这些曲线是很细的。

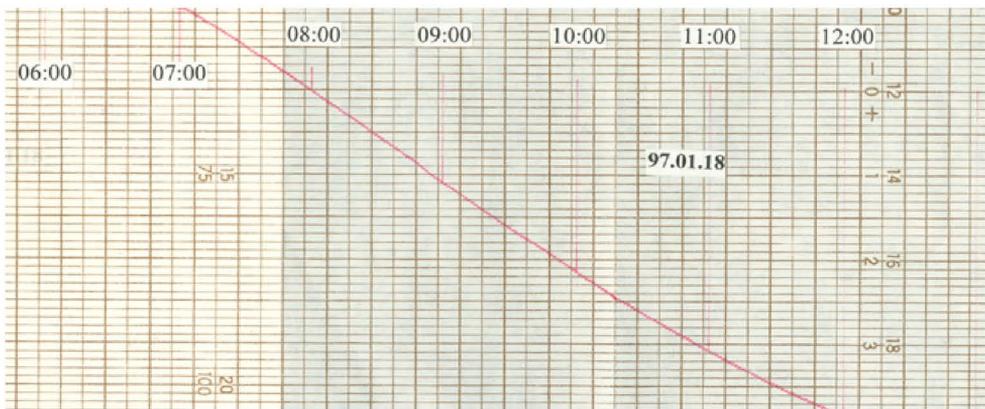


图1 正常记录的重力潮汐曲线

由图2可见,从1997年5月24日7时(世界时)开始,重力高频扰动叠加在重力潮汐曲线上,强度平稳增大,使得原本应很细的曲线逐渐变粗。

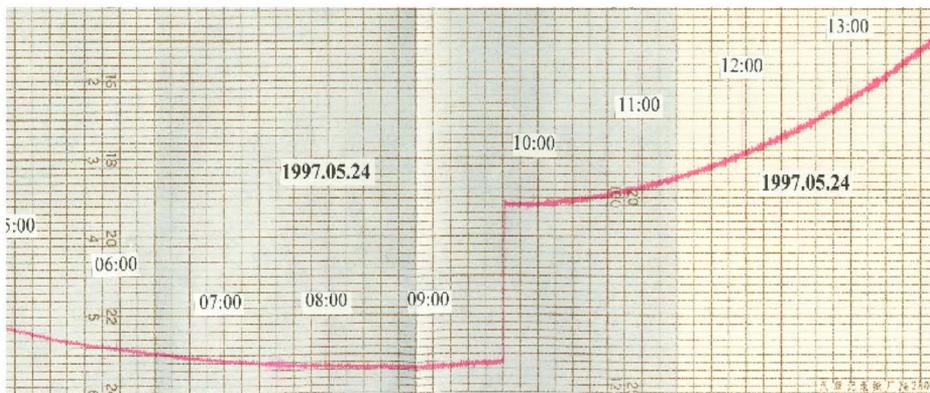


图2 已有高频扰动叠加的重力潮汐曲线

图3则进一步表现为曲线越来越粗,重力高频扰动的强度在5月25日8时左右达到极大,其幅度约为 $5 \times 10^{-7} \text{ms}^{-2}$,此后强度逐渐减小。

图4是重力高频扰动(5月25日)的放大图,脉动周期为3min左右。

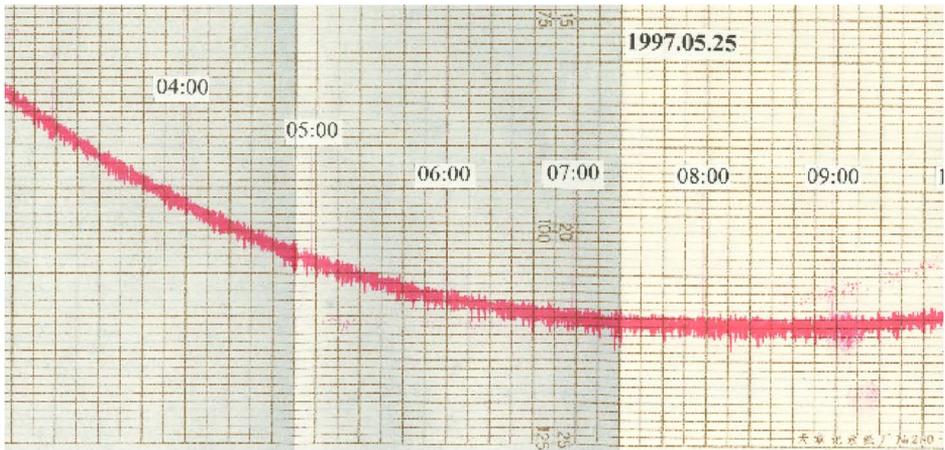


图 3 高频扰动达到最大的重力潮汐曲线

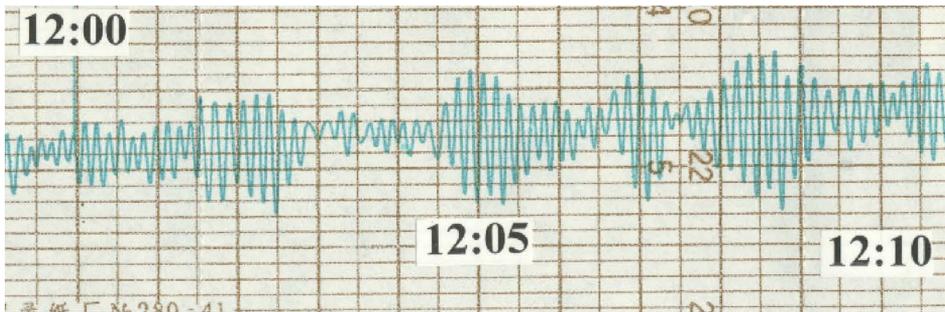


图 4 1997 年 5 月 25 日重力高频扰动的放大图

由图 5 可见,在重力高频扰动开始约 41 h 后,该地区于 5 月 25 日 23 时 30 分左右发生了强烈地震。

重力高频扰动的强度在地震发生后继续平稳减小,到 5 月 26 日 12 时完全平息。全过程从 5 月 24 日 7 时开始至 5 月 26 日 12 时结束,共持续 53 h。

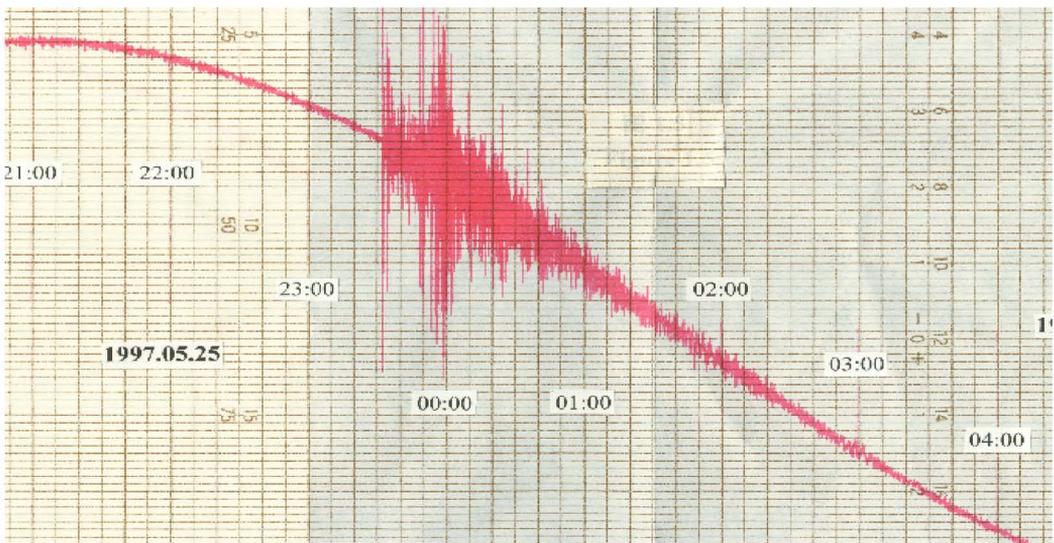


图 5 重力高频扰动后发生地震

3 分析

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,并有必要加以认真的研究。

1997 年全年,重力高频扰动于 1 月 25 日、3 月 29 日、5 月 8 日、5 月 24 日、6 月 10 日、8 月 31 日,共 6 次比较明显地出现在南极中山站。如果重力高频扰动是由地球内部的物质扰动引起的,那么这种物质扰动不可能来自地壳,因为地壳是固体,固体物质不会流动。引起重力高频扰动的物质扰动来自地幔的可能性也不大,因为地幔的粘度很大,地幔流的速度很慢,其物质扰动过程不应该是几天,而应该是几个月或几年。因此,重力高频扰动很可能来自地核的物质扰动。

液体地核与太阳大气一样都是由处于磁场中的导电流体即磁流体构成的,它们的内部运动应该满足磁流体动力学规律。当磁流体中具有局部较高或较低的密度、温度、压力、磁场或其它热力学参量偏离平衡态时,便会产生磁流体动力学不稳定性,即导电流体在位形空间中的运动。在太阳大气中,人们观测到了磁结、磁孔、黑子、大尺度场、普通场等不同时间尺度和不同空间尺度的磁场结构。在太阳活动区中磁场主要集中在黑子中,而太阳耀斑和日珥等过程则多发生在太阳活动区。地球液核与太阳大气的相似性不仅在于它们都由磁流体构成,还在于它们内部的磁场都是由自身导电流体运动产生的,都可以用发电机原理进行解释。由此可以推论,地核内和太阳一样,也可能存在着不同时间尺度和不同空间的磁场结构,存在着压力和温度的不均匀结构。这些不均匀结构会使液核内的导电流体发生宏观的物质流动,从而产生重力学效应。磁流体动力学的切变波在地球液核中也许是十分重要的。不带磁性的普通液体只能传播压缩波,不能传播切变波。但在磁场中,如果液体具有良好的导电性,它就能够传播切变波。而这种磁流体动力学的切变波是沿着磁力线传播的^[7]。

由以上初步分析可初步推测,首先,地磁场在极地几乎与地面垂直,故地核内物质扰动的重力学效应在两极应最为明显,在两极观测到这种扰动的可能性最大。其次,液体地核的物质扰动很可能来得容易去得快,扰动过程完全有可能象重力高频扰动那样在几天内完成。最后,极点离地核最近,重力仪在极区观测到地核物质扰动的可能性最大。参照“地球自由章动”^[8]和“地球自由振荡”^[9]的提法,我们不妨把这一有待进一步观测和研究的现象暂时称为“地核自由扰动”。

最近的理论研究表明,地球内部物质扰动的重力效应在两极和赤道相对较大,但在“重力聚点”(纬度 $35^{\circ}21'32''$)处则几乎为零^[10],这也许能够解释为什么“地核自由扰动”的重力效应容易在南极被观测到。

4 讨论

所谓“地核自由扰动”的提法在目前还仅仅是一种猜测,但如果将 1997 年出现的 6 次“地核自由扰动”看成是一个“扰动群”的话,那么这种“扰动群”的爆发周期是多少年?它是一种灾害吗?它是在局部产生的还是一种全球的整体效应?所有这些都是有待研究的科学问题。由于在上述“扰动群”爆发的同期内连续发生了西藏、新疆、伊朗、日本九州、印度、新西兰等地震,

故“扰动群”似乎与“地震群”有所关联。如果能够确认“地核自由扰动”与地震的因果关系,那么数十小时的“地核自由扰动”,将为地震灾害的短临预报提供极为宝贵的可能。

本研究得到了中国第十三次南极考察队中山站站长和全体越冬队员的支持,在恶劣的极地环境下提供了良好的观测条件,与队友中国科学院地球物理研究所杨友华工程师的讨论使作者受益匪浅,在此表示衷心感谢!

参 考 文 献

- 1 Mogi K. Interpretation of leveling data before the Niigata earthquake of 1964, Japan. Bull. Seism. Soc. Japan, 1982, 35(1): 149~154.
- 2 马宗晋,傅征祥,张郢珍,等. 1966 - 1976 中国九大地震. 北京:地震出版社,1982,90~99.
- 3 梅世蓉,冯德益,张国民,等. 中国地震预报概论. 北京:地震出版社,1993,96~126.
- 4 陈德福,罗荣祥,刘国培. 倾斜异常图象分类及其特征浅析. 见:地壳形变动力学观测与研究. 陈德福等著,北京:海洋出版社,1993,174~187.
- 5 谢觉民. 大同-阳高地震的地壳形变前兆及其机理研究. 见:大同-阳高地震研究. 国家地震局科技监测司编. 北京:地震出版社,1993,77~87.
- 6 许昭永,杨润海,王彬,等. 突发应变扰动:一种新的破裂前兆的实验研究. 地震学报,1998,20(6):628~634.
- 7 Hide R. Free hydromagnetic oscillation of the earth's core and the theory of the geomagnetic secular variation. Phil. Trans. Roy. Soc., 1966, A259: 615.
- 8 Chandler S C. On the variation of latitude. Astronomical Journal, 1891, 11: 83.
- 9 Benioff H. Long waves observed in the Kamchatka earthquake of November 4, 1952. J. Geophys. Res., 1958, 63.
- 10 郝晓光,许厚泽,刘大杰. 地球的重力聚点与参数椭球的地球重力学性质. 测绘学报,2000,29(2):109~113.