第27卷专刊
2007年6月

大地测量与地球动力学
JOURNAL OF GEODESY AND GEODYNAMICS

Vol. 27 Spec.
June, 2007

文章编号:1671-5942(2007)Spec. -0067-04

从中国大陆重力潮汐观测看印尼 *Ms*8.7 地震的重力效应*

喻节林　王晓权　张新林　李　辉
(中国地震局地震研究所,武汉　430071)

摘　要　对2004年12月26日印尼 *Ms*8.7 地震前后中国重力台站的观测资料进行了分析,根据 M_2 波潮汐因子的月变化曲线及加卸载响应比讨论了该次地震可能引起的重力趋势性变化。分析结果表明,印尼 *Ms*8.7 地震引起的 M_2 波潮汐因子趋势性变化是明显的,但在不同地区趋势并不相同。

关键词　印尼 *Ms*8.7 地震　重力效应　重力观测资料　M_2 波潮汐因子　加卸载响应比

中图分类号:P315.72$^+$6　　**文献标识码**:A

GRAVITATIONAL EFFECT OF INDONESIA *Ms*8.7 EARTHQUAKE REFLECTED IN GRAVITY TIDE OBSERVATION IN CHINA CONTINENT

Yu Jielin, Wang Xiaoquan, Zhang Xinlin and Li Hui

(*Institute of Seismology, CEA, Wuhan*　430071)

Abstract　The gravity data at the stations of China observed before and after the Indonesia *Ms*8.7 earthquake occured on Dec. 26, 2004, are analyzed. On the basis of the monthly variation of the tidal factor of M_2 wave and the response ratio to loading and unloading, the possible tendentious gravity change caused by the earthquake is discussed. The analysis shows that the tendentious change of the tidal factor of M_2 wave caused by the Indonesia *Ms*8.7 earthquake is obvious but the trends are different for the stations in different place.

Key words: Indonesia *Ms*8.7 earthquake, gravitational effect, gravity observation data, tidal factor of M_2 wave, response ratio of loading and unloading

1　观测资料结果分析

重力观测资料调和分析结果及其精度是衡量资料质量的最重要指标,一般来说,调和分析所得到的主波潮汐因子的精度,对 O_1 波而言必须小于0.01,目前台站资料精度在0.003～0.000 4之间,对于 M_2 波其精度要求小于0.005,目前一般在0.002～0.000 3之间,少数可达0.000 2左右;而根据各种地球模型解算的结果为 $\delta(O_1)-\delta(K_1)\approx 0.023$; $M_3\approx 1.07$[1]。

我们对全国15个重力台站2003～2005年长序列观测资料进行了Nakai检验及调和分析计算,计算结果列入表1、表2(仅列出对印尼 *Ms*8 以上地震前有明显前兆异常的7个台站的观测结果)。

* 收稿日期:2007-04-28
基金项目:地震科学联合基金(105119)
作者简介:喻节林,女,1955年生,高级工程师,长期从事重力固体潮理论研究

表 1 各主波潮汐因子及其精度

Tab. 1 Tidal factors of main wave and their precisions

台站	O_1	K_1	M_2	M_3
蓟县	1.175 72 ±0.000 32	1.156 86 ±0.000 24	1.176 11 ±0.000 17	1.08 ±0.007 70
佘山	1.224 89 ±0.000 64	1.200 12 ±0.000 48	1.172 74 ±0.000 18	1.10 ±0.005 12
银川	1.17 089 ±0.000 60	1.15 570 ±0.000 44	1.17 628 ±0.000 32	1.12 ±0.009 97
攀枝花	1.167 06 ±0.001 65	1.139 98 ±0.001 22	1.168 09 ±0.000 63	1.11 ±0.017 12
昆明	1.169 60 ±0.001 72	1.143 13 ±0.001 27	1.173 18 ±0.000 82	1.07 ±0.012 64
红山	1.158 54 ±0.001 14	1.140 15 ±0.000 85	1.162 56 ±0.000 57	1.09 ±0.019 08
西昌	1.166 91 ±0.001 65	1.140 71 ±0.001 19	1.167 21 ±0.000 70	1.05 ±0.012 9 8

表 2 台站观测资料的 $\delta(O_1)-\delta(K_1)$

Tab. 2 Values of $\delta(O_1)-\delta(K_1)$ from observation data

台 站	仪器型号	$\delta(O_1)-\delta(K_1)$
蓟 县	GS15-232	0.019
佘 山	DZW-005	0.025
银 川	GS15-212	0.016
西 昌	DZW-002	0.026
攀枝花	GS15-229	0.027
昆 明	GS15-230	0.026
红 山	GS15－216	0.019

从表 1 和表 2 中可看出:7 个台站的 O_1 波潮汐因子精度在 0.001 7 ~ 0.000 4 之间,M_2 波潮汐因子精度在 0.000 8 ~ 0.000 17 之间,7 个台站的 $\delta(O_1)-\delta(K_1)$ 平均值等于 0.023,这与理论值一致,M_3 波的结果均在 1.07 左右,这充分证实了观测资料及其分析结果的可靠性。

2 异常分析

分析震前 M_2 潮汐因子是否随时间有异常变化是目前研究固体潮汐与地震关系中普遍采用的方法之一,据以往经验,M_2 波潮汐因子趋势性下降达 3 个月,累计变化超过 3%,通常会在台站 400 km 范围内发生 6 级以上强震。下面给出了 7 个台站的 M_2 波潮汐因子及响应比变化图①(图 1 ~ 7)。

蓟县台(图 1):M_2 波潮汐因子在印尼 Ms8.7 地震前呈下降趋势达 3 个月之久,表现为缓慢上升,然后转为下降,下降的振荡过程中发生了印尼 Ms8.7 地震,但响应比无明显前兆异常;而 2003 年 7 月西藏 Ms6.1、云南 Ms6.2 地震前其 M_2 波潮汐因子和响应比均有明显的前兆异常。

佘山台(图 2):M_2 波潮汐因子对全球大震均有明显反应;在印尼 Ms 8.7 地震前先降(至 2004 ~ 2005 年的最低点)后快速上升,在上升途中发生大

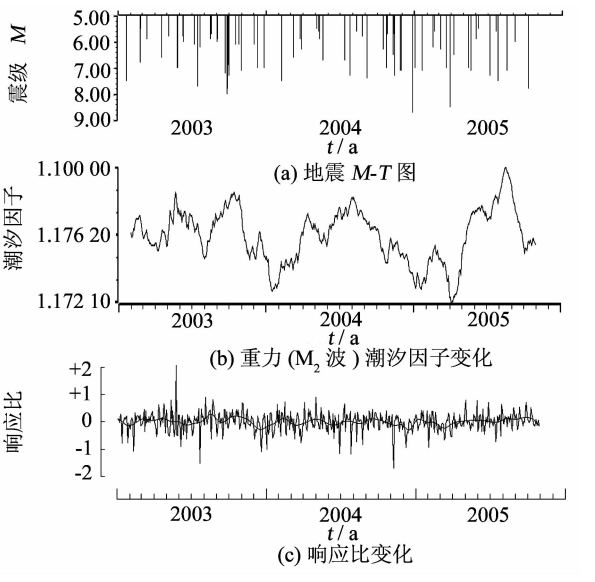


图 1 天津蓟县台 M_2 波潮汐因子与响应比变化(2003 ~ 2005 年)

Fig. 1 Variation of tidal factor of M_2 wave and response ratio at Jixian station of Tianjin(2003 – 2005)

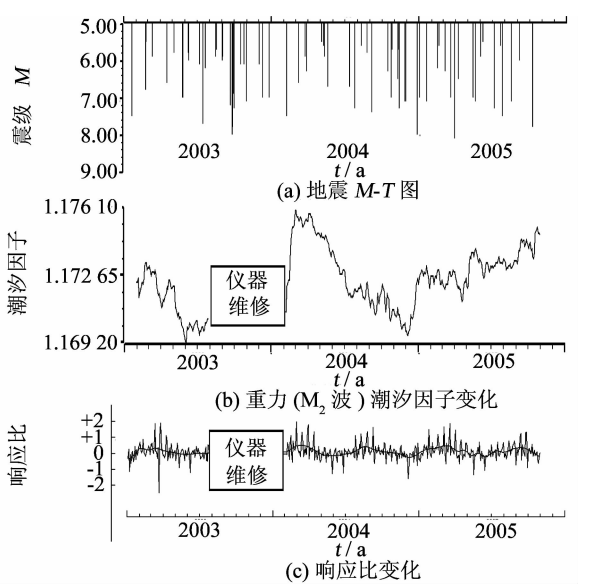


图 2 上海佘山台 M_2 波潮汐因子与响应比变化(2003 ~ 2005 年)

Fig. 2 Variation of tidal factor of M_2 wave and response ratio at Sheshan station of Shanghai(2003 – 2005)

① 王晓权,等. 2006 年度全国地震趋势研究报告(台站重力)[R]. 2006.

震,其变化幅度不超过 1%。

银川台(图 3):M_2 波潮汐因子基本在 1% 以内变化,在印尼 2004 年 12 月 *M*s8.7 地震前,先降后升再下降;在 2005 年 3 月的 *M*s8.5 地震前缓慢下降至 3 年来的第 2 个低点后发生大震。2005 年 6 月以来上升,7 月达近 3 年来最高值,平缓下滑略有起伏,处于高值异常。响应比无明显异常反应。

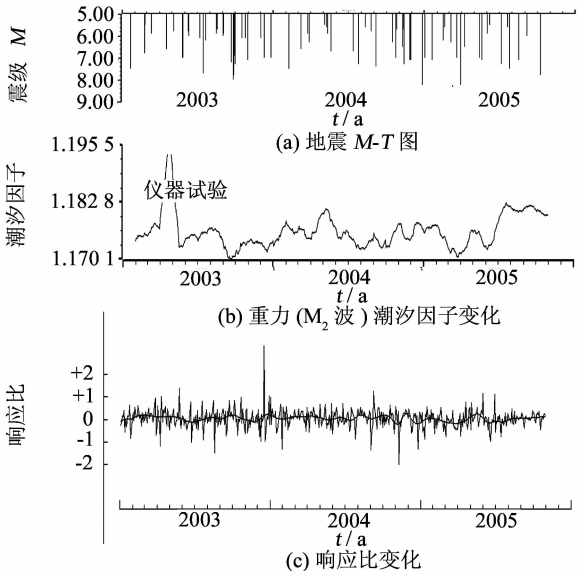


图 3　宁夏银川台 M_2 波潮汐因子与响应比变化(2003 ~ 2005 年)

Fig. 3　Variation of tidal factor of M_2 wave and response ratio at Yinchuan station of Ningxia(2003 – 2005)

西昌台(图 4):2004 年 12 月印尼 *M*s8.7 地震前 M_2 波潮汐因子持续下降 3 个多月,幅度近 2%,之后恢复性上升;2005 年 3、5 月印尼 *M*s8.5、7.0 地震前均有下降,6月回升,7月以来持续下降,下降幅度超过 2%,10 月电源故障,资料无法利用。响应比无大变化。

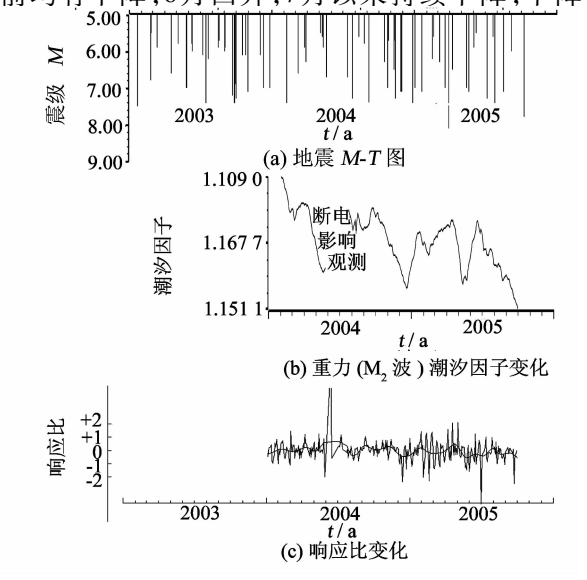


图 4　四川西昌台 M_2 波潮汐因子与响应比变化(2003 ~ 2005 年)

Fig. 4　Variation of tidal factor of M_2 wave and response ratio at Xichang station of Sichuan(2003 – 2005)

攀枝花台(图 5):2004 年 12 月印尼大震前 M_2 波潮汐因子与西昌台具有同步前兆异常反应;对 2004 年 3 月西藏 *M*s6.5 地震,M_2 潮汐因子及响应比都有明显的异常反应。

这个台 M_2 波潮汐因子对近区云南 2003 年 7 月的 2 次 *M*s6 以上地震均显示了最低值,其次对国外强震(印尼 7.0、智利 8.1)M_2 波潮汐因子及响应比均有前兆反应,比较典型。

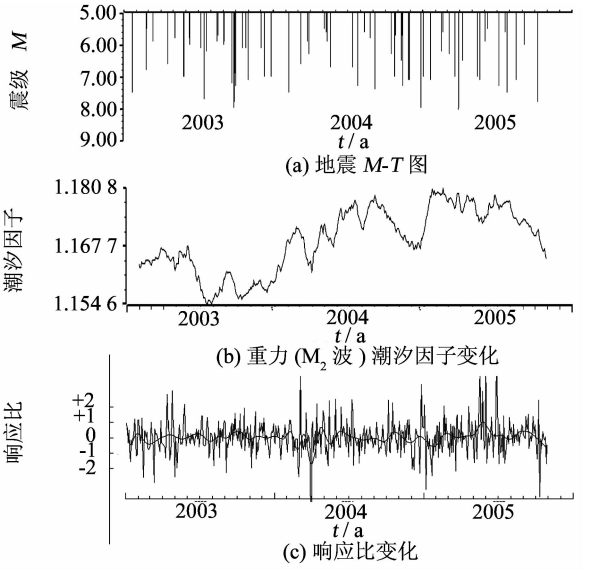


图 5　四川攀枝花台 M_2 波潮汐因子与响应比变化(2003 ~ 2005 年)

Fig. 5　Variation of tidal factor of M_2 wave and response ratio at Panzhihua station of Sichuan(2003 – 2005)

昆明台(图 6):M_2 潮汐因子对 2003 年 5 月青海地震、2004 年 2 月印尼 *M*s 7.5 地震均有明显前兆反应。2004 年仪器维修后,存在半月周期气压效应,但对地震前兆反应灵敏,2005 年巴基斯坦 7.8 强震后呈上升回复趋势,变化幅度小,3 年来不超过 2%。

乌鲁木齐台(图 7):2003 年下半年到 2004 年上半年仪器内恒温故障、渗水干扰,造成 M_2 波潮汐因子曲线起伏大,其余时段对应强震都有前兆显示,2005 年 2 月以来变化平缓,10 月巴基斯坦 *M*s7.8 地震以后呈下降趋势。

由图 1 ~ 7 可看出:M_2 波潮汐因子变化显示印尼大震前各台站都有时间较长的下降趋势,幅度多数没有超过 2%;银川台变化稍有不同,先降后升,发震前再降;攀枝花台 M_2 潮汐因子及响应比对国外 *M*s7、国内 *M*s6 以上强震反应敏感,几乎都有对应前兆异常;加卸载响应比可能对台站区域附近的重力场(局部)变化反应敏感,而对远(下转第 128 页)