

沂沭断裂带重力场季节性变化特征*

吕子强, 佟瑞清, 王峰吉, 陆汉鹏, 张书建, 于 澄, 张 刚

(山东省地震局, 山东 济南 250014)

摘要: 通过对沂沭断裂带地区 2010~2012 年共 6 期重力场资料进行动态差分, 和相对于 2010~2012 年 6 期基准的动态变化分析, 得到沂沭断裂带重力场的变化特征为: 沂沭断裂带重力场呈现明显的季节性变化, 即每年的 3 月与 8 月重力场存在反向变化, 其季节性变化与降水量相关。

关键词: 沂沭断裂带; 重力场; 季节性变化; 降水量

中图分类号: P315.72

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2014)01-0024-05

0 引言

地球重力场结构是地球物质分布和运动的直接映像, 与地震的孕育和发生存在着密切的联系。重力场变化是强震孕震的背景条件, 它揭示了强震孕育过程中应力集中、应变能积累的程度, 反映地球内部密度分布结构及地球内部动力学过程, 可作为未来强震地区圈定和强度判定的重要依据(申重阳等, 2009, 祝意青等, 2009)。2008 年汶川 8.0 级地震发生后, 为加强华北地区的震情监视, 中国地震局实施了“强化华北地区强震监视跟踪工作”项目, 对区域测点进行了加密, 网型进行了优化, 更有利于反映区域重力场的变化特征。燕乃玲等(2001)对 1990~1997 年沂沭断裂带的重力变化进行研究, 认为重力变化与 1995 年苍山地震后该区地下物质的调整过程有关。祝意青等(2008)研究了 1996~2006 年沂沭断裂带地区流动重力测量资料, 研究表明重力场变化与活动断裂构造密切相关, 重力场有规律的变化与区域应力—应变场微动态活动有关。本文主要结合强化监测以来的沂沭断裂带重力场 2010~2012 年的测量资料, 研究沂沭断裂带重力场的季节性变化特征, 有助于该区域未来地震形势及危险性的判断。

1 测区概况及资料处理

沂沭断裂带重力场测区位于华北构造区的东

南部, 新构造期地壳运动的性质、强度等特征具有明显的分区性(王若柏, 杨国华, 1995)。沂沭断裂带活动区位于鲁中南和鲁东上升区之间, 主要受 NNE 向沂沭断裂带控制, 历史上曾发生过 1668 年郯城 8.5 级地震(晁洪太, 崔昭文, 1995)、1995 年山东苍山 5.2 级地震(王志才, 晁洪太, 1999)等多次中等以上地震。沂沭断裂带测区共有测点 51 个, 主要分布于断裂带两侧及其北西向分支断裂地区, 观测方式为使用拉科斯特重力仪进行相对重力测量, 重复测量周期为每年两期, 点位布设情况如图 1 所示。

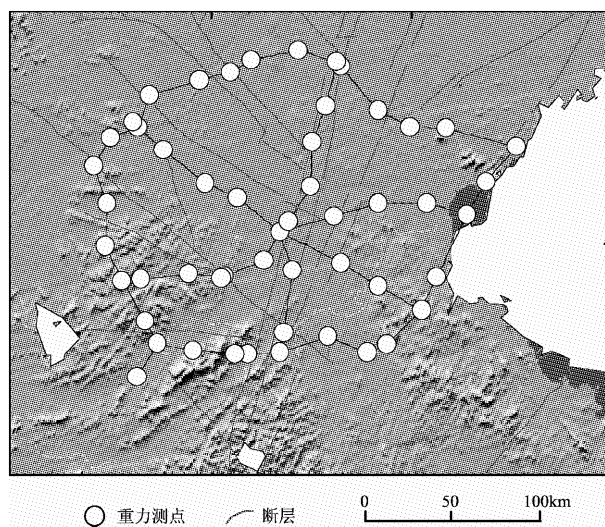


图 1 沂沭断裂带地区流动重力测点分布示意图

Fig. 1 Schematic diagram of flow gravity measuring points layout in Yishu Fault area

* 收稿日期: 2012-11-26.

基金项目: 国家十二五科技支撑项目(2012BAK15B06), 山东省自然科学基金(ZR2012DQ006)及山东省地震局科研基金项目联合资助。

对观测资料的处理采用经典平差计算方法，以沂水、日照绝对重力点作为统一起算基准点，资料处理中作了固体潮、气压、一次项、仪器高等改正，各期资料的平差精度见表 1。点值的平均精度为 $(8.4 \sim 11.2) \times 10^{-8} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ，精度比较高，观测资料可靠。

表 1 山东地区重力测量精度 (单位: $10^{-8} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

Tab. 1 Accuracies of the gravity measuring in Shandong area

使用仪器	观测时间/年-月	点值平均精度
G999、1027	2010-03	11.2
G999、1027	2010-08	10.6
G999、1027	2011-03	10.2
G999、1027	2011-08	9.4
G999、1027	2012-03	8.4
G999、1027	2012-08	8.7

2 沂沭断裂带重力场动态变化特征

沂沭断裂带重力场处于鲁中南隆起地区，主要活动断裂为 NNE 向的沂沭断裂带以及一些 NW 向的次级断裂，如苍山—尼山断裂、新泰—蒙阴

断裂等，历史上曾发生中国东部最大的 1668 年山东郯城 8.5 级地震，1995 年的苍山 5.2 级地震也发生在该区域内。而目前小震活动主要位于历史显著地震的发震区内，表明这些老震区仍然处于应力场持续调整状态，仍具有再次发生较大破裂活动的危险性。

表 2 各测量时段重力场变化量 (单位: $10^{-8} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

Tab. 2 The gravity field variations in every measurement period

测量时段/年-月	最大值	最小值	平均值
2010-03 ~ 2010-08	15.9	-37.6	-11.6
2010-08 ~ 2011-03	51.4	-18.1	14.9
2011-03 ~ 2011-08	13.4	-65.3	-23.4
2011-08 ~ 2012-03	65.5	-23.0	25.5
2012-03 ~ 2012-08	3.9	-44.8	-21.1

沂沭断裂带重力网的测量时间为每年的 3 月和 8 月，时间上的一致性有助于对重力场季节性异常的判断。2010 ~ 2012 年共累计 5 期差分变化图 (图 2)，每期变化量如表 2 所示。由动态差分可以看出，沂沭断裂带重力场整体表现为正负变化交替的现象，应是受季节性因素的影响。

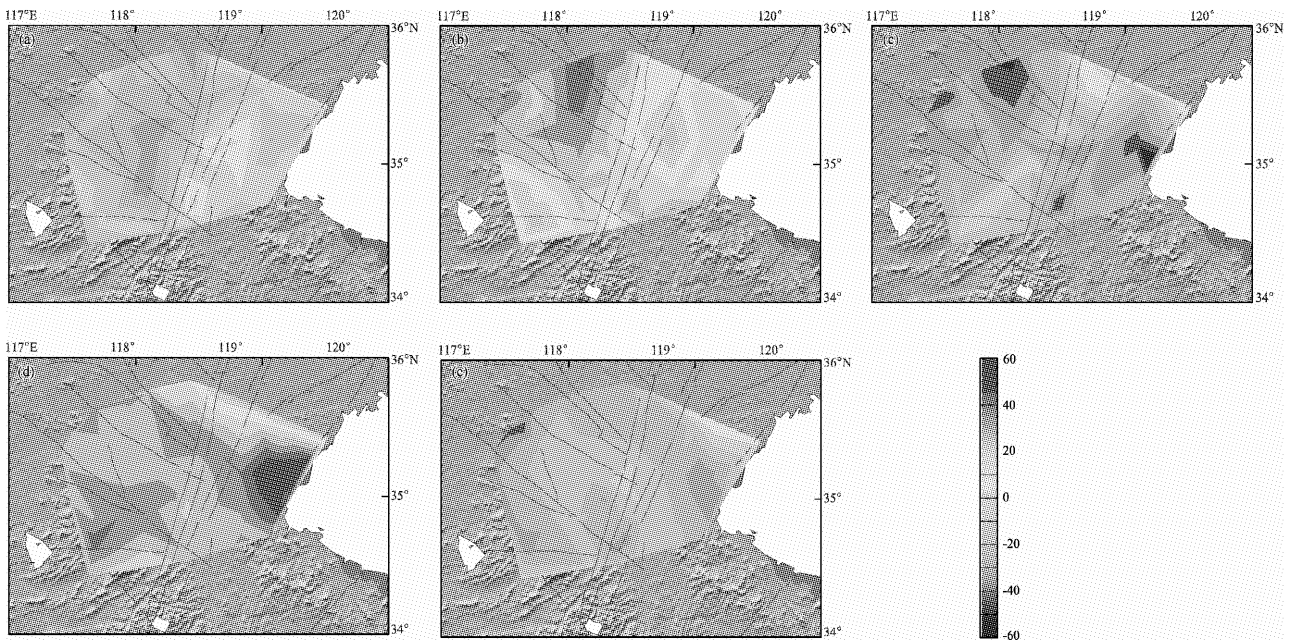


图 2 沂沭断裂带重力场差分变化图 (单位: $10^{-8} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)
(a) 2010-03 ~ 2010-08; (b) 2010-08 ~ 2011-03; (c) 2011-03 ~ 2011-08;
(d) 2011-08 ~ 2012-03; (e) 2012-03 ~ 2012-08

Fig. 2 Dynamic variation of gravity field difference in Yishu Fault zone (unit: $10^{-8} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

为了研究山东区域重力场变化的演变过程,对 2010~2012 年共 6 期数据相对于 2010~2012 年 6 期基准进行平差计算,平差后的重力点值作为山东重力场的基准值,然后分别用各期数据减去基准值,得到的差值可以认为是山东重力场的变化规律。

通过相对于 2010~2012 年 6 期基准的动态变化图可以看出(图 3),沂沭断裂带重力场的季节性变化规律比较明显,呈现季节性正负异常的交替变化,每期变化量如表 3 所示。

表 3 各测量时段重力场变化量(单位: $10^{-8} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

Tab. 3 The gravity variations in every measurement period

测量时段	最大值	最小值	平均值
2010-03	26.2	-9.6	6.6
2010-08	12.2	-28.4	-5.5
2011-03	37.4	-13.5	9.7
2011-08	13.2	-42.3	-14.6
2012-03	30.1	-9.7	11.8
2012-08	15.4	-39.4	-10.1

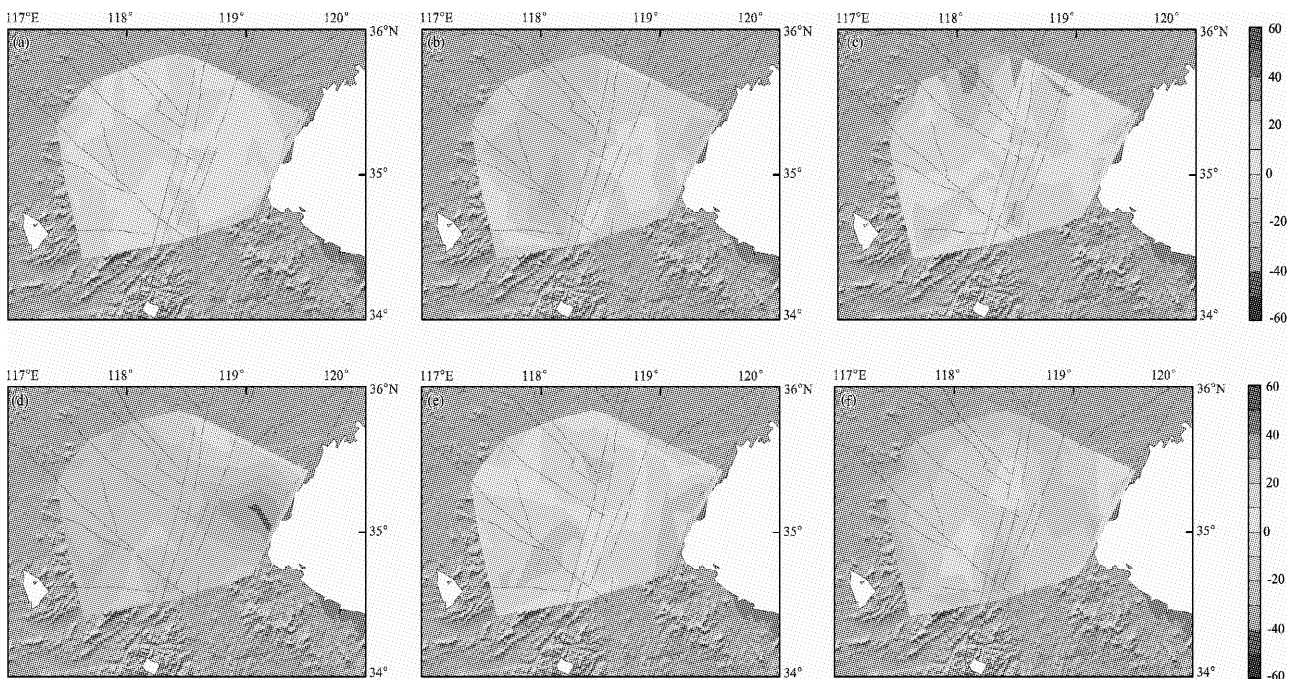


图 3 相对于 2010~2012 年 6 期基准的动态变化图(单位: $10^{-8} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

(a) 2010-03; (b) 2010-08; (c) 2011-03; (d) 2011-08; (e) 2012-03; (f) 2012-08

Fig. 3 Gravity dynamic changes relative to 6 periods of reference from 2010 to 2012 in Yishu Fault area (unit: $10^{-8} \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

3 重力场季节性变化的可能影响因素探讨

一般来讲,影响重力场变化的主要因素有潮汐变化,气压、水储量变化(包括地表水和地下水)以及各种模型误差和测量误差等。在流动重力测量的计算过程中做了固体潮的改正,大大削弱潮汐变化因素的影响,同时做了气压、一次项、仪器高等改正,这样也减少了气压、模型和测量过程中的误差。徐建桥等(2008)对武汉台超导

重力仪观测的重力长期变化研究发现,重力变化存在非常显著的季节性变化,其大约 70% 的总能量来自于局部大气和水储量变化;周红伟等(2009)对武汉台重力变化的研究也得到类似的结果,表明局部大气和水储量变化是影响重力周期性变化的主要因素。由于测量过程中已经做了气压改正,因此水储量变化可能对山东重力场的异常变化起到了一定的影响作用。

贾民育等(1995, 2001)对滇西北地区水循环的重力效应和香山绝对点的重力非潮汐变化的研究表明,在雨季,由于潜水层的水位升高,形

成重力场与水位变化负相关。为了研究重力场变化与降雨量的相关性,我们收集了沂沭断裂带地区马陵山地震台、沂水地震台、临沂河东区以及莒南县 2010~2012 年 3~4 月、7~8 月的降雨量数据,利用它们的月降雨量均值数据作为沂沭断裂带地区的平均降雨量。从图 4 可以看出,每年 3~4 月的降雨量相对较少,每年 7~8 月降雨量普遍增加,并且每年 7~8 月的降雨量远远大于 3~4 月的降雨量。降雨量大的阶段,重力场变化呈现减小趋势,而降雨量少的阶段,重力场变化呈增大趋势,重力场的变化与降雨量呈负相关。这种变化关系可能是由于雨季降水的渗透作用,使地下水水位回升,导致地表部分抬升,从而使重力场呈现减小趋势。

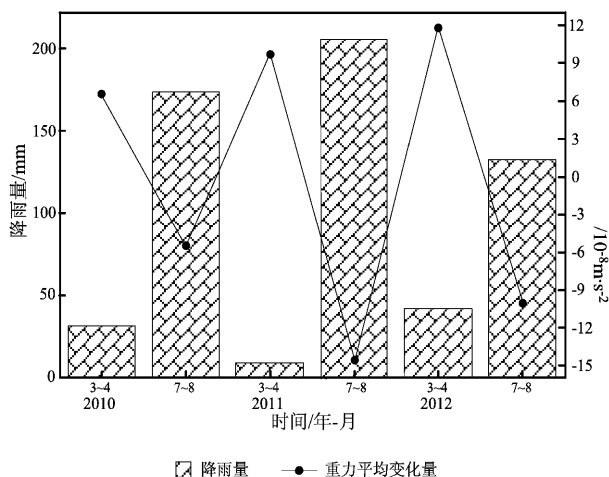


图 4 沂沭断裂带地区降雨量与重力变化量的关系

Fig. 4 The relationship between rainfall and gravity variation in Yishu Fault area

4 结论

通过对沂沭断裂带重力场的动态差分分析和

相对于 2010~2012 年 6 期基准的动态变化分析研究,结果表明:(1)沂沭断裂带重力存在季节性正负异常的交替变化。2010~2012 年测量期间,3 月与 8 月沂沭断裂带重力场存在反向变化,可能是季节性因素影响较大;(2)沂沭断裂带地区降雨量分布与重力场的季节性变化呈一定的负相关性,降水的渗透作用可能导致地表抬升,从而使重力场减小,反映出近地表水环境的变化是影响重力场的重要因素之一;(3)重力场的变化在地球科学研究中的应用越来越广泛,季节性的变化是影响重力场的一个重要因素,只有扣除了季节性的影响,才有利于提取地震引起的重力场变化信息。

参考文献:

- 晁洪太,崔昭文. 1995. 郯庐活断层与 1668 年郯城 8.5 级地震灾害 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 15(3): 69-80.
- 贾民育,郭有光,高荣胜,等. 2001. 香山绝对点的重力非潮汐变化 [J]. 地壳形变与地震, 21(4): 52-57.
- 贾民育,孙少安,项爱民,等. 1995. 滇西北地区水循环的重力效应 [J]. 地震学报, 17(3): 340-346.
- 申重阳,李辉,孙少安,等. 2009. 重力场动态变化与汶川 $M_s 8.0$ 地震孕育过程 [J]. 地球物理学报, 52(10): 2547-2557.
- 王若柏,杨国华. 1995. 沂沭断裂带地壳垂直形变的演化及其构造含义 [J]. 中国地震, 11(2): 174-180.
- 王志才,晁洪太. 1999. 1995 年山东苍山 5.2 级地震的发震构造 [J]. 地震地质, 21(2): 115-120.
- 徐建桥,周江存,罗少聪,等. 2008. 武汉台重力长期变化特征研究 [J]. 科学通报, 53(5): 583-588.
- 燕乃玲,潘纪顺,郭玉莲,等. 2001. 沂沭带形变、重磁场时空变化特征与地震活动 [J]. 地震研究, 24(2): 126-130.
- 周红伟,徐建桥,孙和平,等. 2009. 影响武汉台重力和垂直位移观测的环境因素 [J]. 大地测量与地球动力学, 29(3): 55-59.
- 祝意青,韩海华,郭树松,等. 2008. 沂沭断裂带重力场时空动态演化特征 [J]. 大地测量与地球动力学, 28(6): 61-66.
- 祝意青,徐云马,吕弋培,等. 2009. 龙门山断裂带重力变化与汶川 8.0 级地震关系研究 [J]. 地球物理学报, 52(10): 2538-2546.

Seasonal Variation Characteristics of Gravity Field in Yishu Fault

LU Zi-qiang, TONG Rui-qing, WANG Feng-ji, LU Han-peng, ZHANG Shu-jian, YU Cheng, ZHANG Gang
(*Earthquake Administration of Shandong Province, Jinan 250014, Shandong, China*)

Abstract

We did the dynamic difference on the 6 periods of gravity data from 2010 to 2012 in Yishu Fault zone, and analyzed their dynamic variation relative to 6 periods of reference from 2010 to 2012 to obtain the gravity field variation characteristics of Yishu Fault zone. The result showed that the gravity field of Yishu Fault zone appeared the significant seasonal variation, which was related with rainfall, and there were a reverse variation on March and August in each year.

Key words: Yishu Fault zone; gravity field; seasonal variation; rainfall