

秦双龙, 关玉梅, 洪旭瑜, 等. 广西北流—广东化州 5.2 级地震前华南地区连续重力扰动信号分析 [J]. 华南地震, 2020, 40 (2): 37-42. [QIN Shuanglong, GUAN Yumei, HONG Xuyu, et al. Signal Analysis of Continuous Gravity Disturbance in South China before the Beiliu-Huazhou M_s 5.2 Earthquake in the Junction of Guangxi and Guangdong [J]. South China journal of seismology, 2020, 40 (2): 37-42]

广西北流—广东化州 5.2 级地震前华南地区 连续重力扰动信号分析

秦双龙, 关玉梅, 洪旭瑜, 杨锦玲

(福建省地震局, 福州 350003)

摘要: 利用华南地区的多个连续重力台站 gPhone 相对重力仪秒采样原始数据, 对记录到 2019 年 10 月 12 日广西北流—广东化州 5.2 级地震前后共 7 d 的重力秒采样数据进行预处理, 提取高频扰动信号, 应用短时傅里叶变换时频分析方法分析震前异常信号的频率特征, 结合地震前后的台风活动变化, 分析认为该扰动异常为 2019 年 19 号台风“海贝思”活动引起, 非地震前兆异常。

关键词: 华南地区; 相对重力仪; 高频信号; 非地震前兆异常

中图分类号: P315.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2020) 02-0037-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2020.02.06

Signal Analysis of Continuous Gravity Disturbance in South China before the Beiliu-Huazhou M_s 5.2 Earthquake in the Junction of Guangxi and Guangdong

QIN Shuanglong, GUAN Yumei, HONG Xuyu, YANG Jinling

(Fujian Earthquake Agency, Fuzhou 350003, China)

Abstract: Based on the original second-sampling data of the gPhone relative gravimeter at several continuous gravity stations in south China, the paper preprocessed the gravity second-sampling data of seven days before and after the Beiliu-Huazhou M_s 5.2 earthquake in the junction of Guangxi and Guangdong on October 12th, 2019, extracted high frequency disturbance signals, analyzed the frequency characteristics of the anomalous signals before and after the earthquake by using the short-time Fourier transform method, and combined the changes in typhoon activity before and after the earthquake. It is believed that the disturbance anomaly is caused by the activity of typhoon Haibeisi in 2019 which is not a precursory anomaly.

Keywords: South China area; Relative gravimeter; High frequency signal; Non-seismic precursory anomaly

0 引言

近年来, 随着地震仪器采样率的不断提升,

强震前的短临异常现象不断被观测到并逐渐成为热点研究问题。据研究, 高频采样率的地震仪器如宽频带地震仪、秒采样的超导重力仪以

收稿日期: 2020-02-10

基金项目: 中国地震局监测预报司 2020 年震情跟踪项目 (2020010107); 福建省地震局科研专项 (G201905) 联合资助

作者简介: 秦双龙 (1984-), 男, 工程师, 主要从事地震前兆及地球物理等研究。

E-mail: slqin0624@126.com

及弹簧重力仪都可以监测到震前的扰动信号。这种扰动信号也称为震颤异常波,常与低频地震及慢地震相关。在关于超导重力与弹簧重力仪的震前异常研究方面,国内外学者做了较多深入系统的研究。胡小刚等^[1]利用国家测震台网 40 台宽频带地震仪对 2018 年汶川 8.0 地震震前后共计 7 d 的数据进行分析,发现震前有明显的异常颤动信号;赫晓光等^[2]对国家野外观测站 Lacoste ET-21 重力仪的观测资料进行分析,发现在汶川大地震前出现重力扰动异常现象,信号周期 4~8 s; Zhang 和 Ma^[3]基于全球的超导重力仪,结合地震活动及地震波的到时,确定了 2011 年日本 9 级大震前重力非潮汐分量的低频波动是该强震前的 5.7 地震引起,不是地震前兆异常; Lan 等^[4]基于日本和新竹的超导重力仪,检测到近了十年与 27 个地震有关的 35 组震前扰动异常现象; Shen 等^[5]应用超导重力仪和宽频带地震仪数据分析了汶川 8.0 级地震前的异常信号。震前扰动信号一般出现在震前 3~10 d,扰动的变化过程有快有慢,有的扰动持续至地震发生,扰动信号叠加在固体潮曲线和宽频带地震仪曲线上,且经常表现为纺锤状的曲线

形态。但是目前有关震前扰动现象产生的机理没有确切的定论,特别是由于强震的发生常常伴随着台风、降雨、气压、气流等气象因素的干扰,使得研究问题更加复杂。

本文对华南地区重力台网的多个连续重力台站原始秒采样数据处理发现,在 2019 年 10 月 12 日广西北流—广东化州 M_s 5.2 级地震前 2 d 存在重力扰动信息,且随着地震的结束,重力信号逐渐消失。对于此次中等强震的重力信号异常现象是否属于前兆异常还是扰动异常,对此通过收集多个重力台站的数据记录和该时段气象因素进行分析。

1 资料选取

收集华南地区 10 个 g-Phone 相对重力仪资料,采样频率为 1 Hz,分辨率为 0.1,且在 2019 年 10 月 12 日广西 M_s 5.2 级地震前重力仪工作正常,没有出现仪器故障等情况,重力数据反映真实可靠。广西北流—广东化州 M_s 5.2 级地震距离最近的灵山重力台 130 km,最远的福州重力台 990 km。

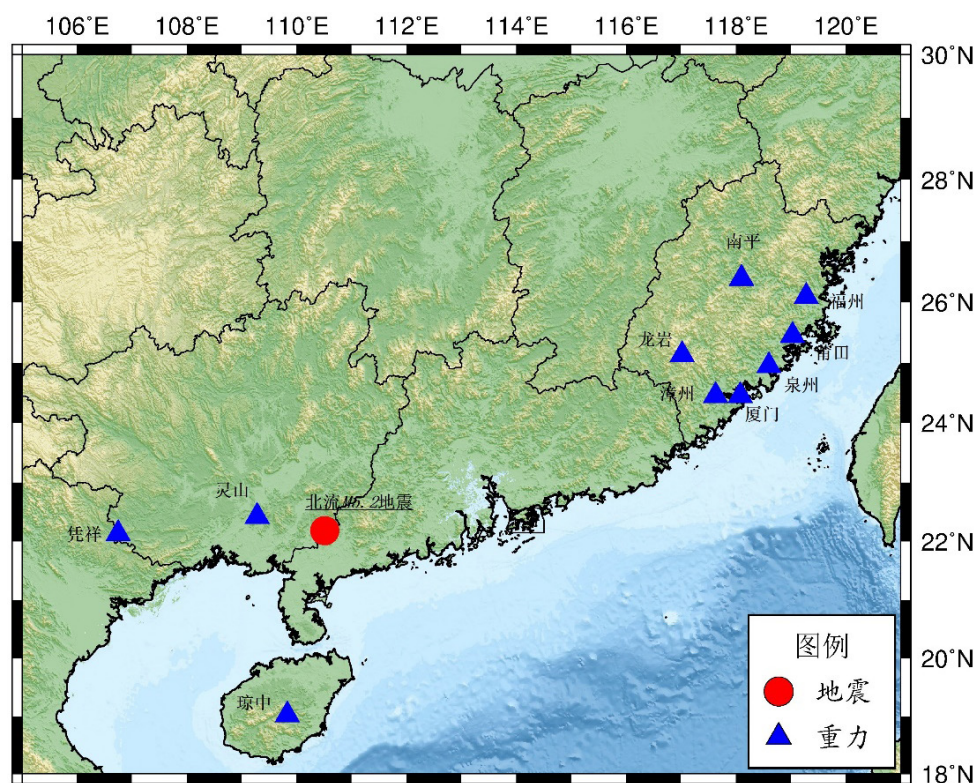


图 1 广西北流—广东化州 5.2 地震及华南地区重力台站分布图

Fig.1 The distribution map of Beiliu-Huazhou M_s 5.2 earthquake in the junction of Guangxi and Guangdong and gravity stations in south China

2 重力数据分析与结果

选取 2019 年 10 月 12 日广西北流—广东化州 5.2 级地震前 6 d 和震后一天华南地区 10 个重力台站记录的原始重力潮汐变化秒采样数据,

基于 Tsoft (Van Camp M, 2005) 预处理软件对原始重力数据进行处理, 在预处理的基础上进行理论固体潮和气压改正, 同时应用小波分解去除固体潮中的低频成分提取高频信号。因研究时间较短, 暂不考虑海潮效应和极移。

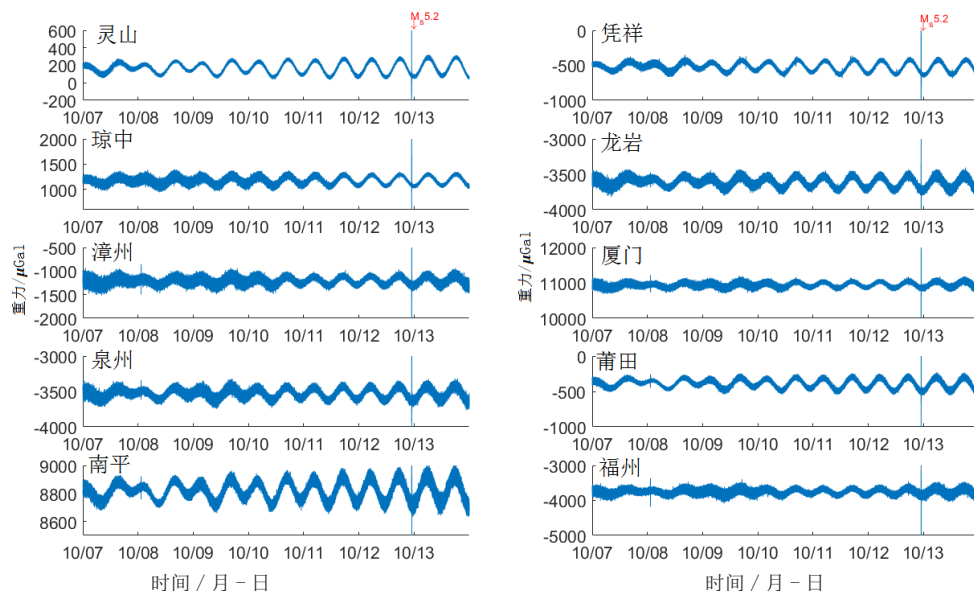


图 2 华南地区 10 个台站重力原始数据时序图

Fig.2 Time series of gravity data of 10 stations in south China

2.1 原始秒采样数据

按照震中距离由近及远对 2019 年 10 月 7 日至 2019 年 10 月 13 日华南地区的 10 个连续重力台秒采样数据进行分析比较, 观测数据曲

线图见图 2, 显示华南地区 10 个重力台数据变化基本一致, 从原始秒采样曲线显示震前没有明显的扰动异常现象。

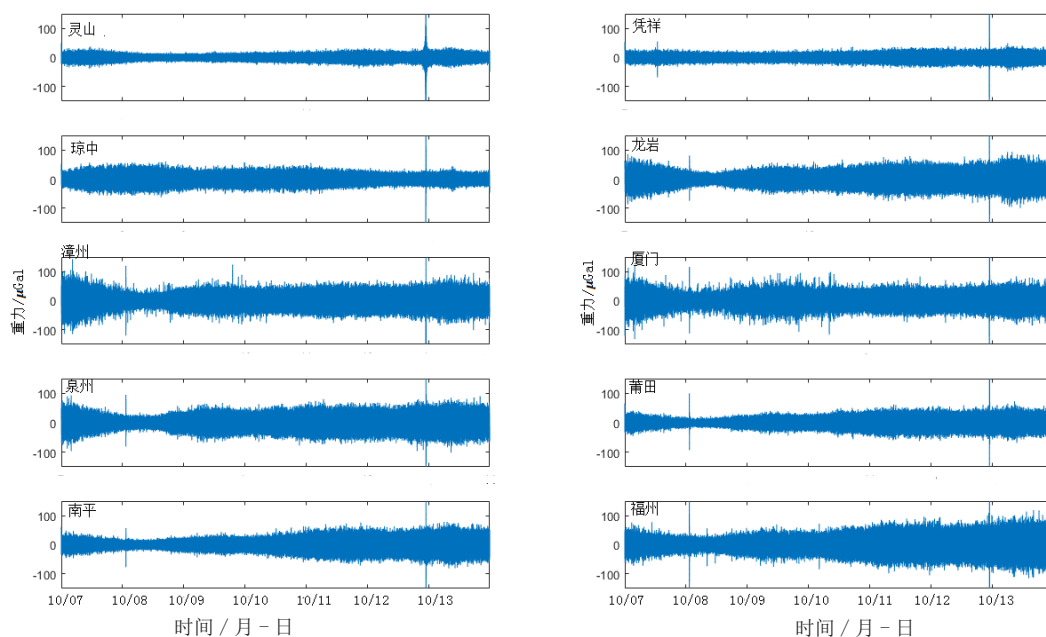


图 3 华南地区连续重力在 2019 年 10 月 12 日广西北流—广东化州 5.2 地震前滤波分析

Fig.3 Filtering analysis of continuous gravity in south China before Beiliu-Huazhou $M_{5.2}$ earthquake on October 12th, 2019

2.2 重力数据信号时间域分析

根据前文所述的数据预处理方法,采用小波分析对华南地区的 10 个连续重力台秒采样数据采用 0.075~0.25 Hz 带通滤波器进行滤波,提取高频信息(如图 3),可以发现华南地区所有重力台都记录到广西北流—广东化州 5.2 级地震

同震信号,同震信号随着震中距的增大而减小,另外福建地区的 7 个重力台还记录到 10 月 8 日 01 时 17 分 5.6 秒的台湾宜兰海域 4.3 级地震同震信号,但重力数据在时间域信号分析没有明显的震前扰动信号出现。

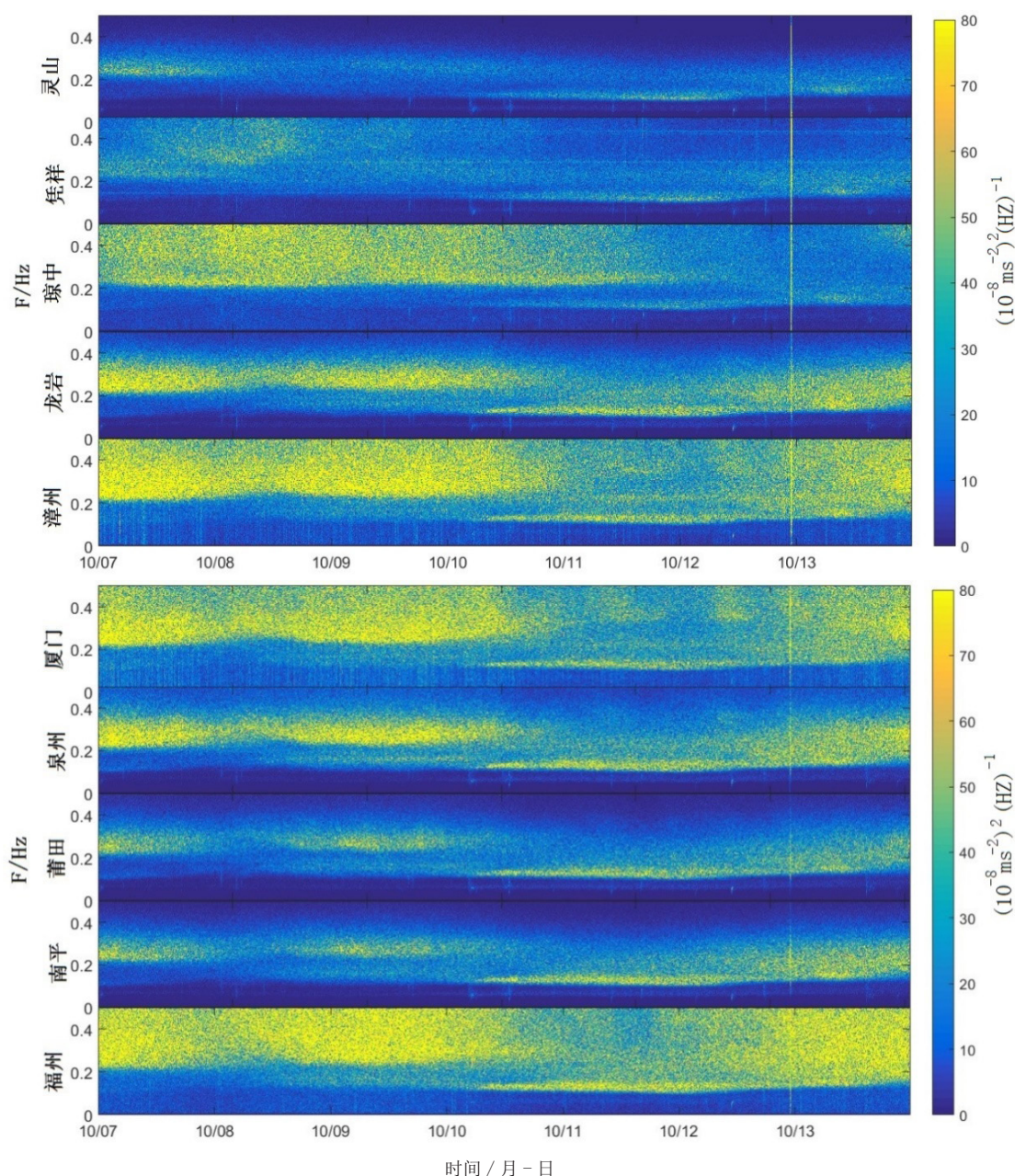


图 4 广西北流—广东化州 5.2 级地震前华南地区连续重力台站的扰动时频

Fig.4 Time-frequency diagram of continuous gravity stations in south China before the Beiliu-Huazhou M_s 5.2 earthquake

2.3 重力数据信号频率分析

对重力台的秒采样数据的时频分析显示,各重力台的重力扰动频率范围在 0.1~0.4 Hz 之间。震前 2 d,2019 年 10 月 10 日开始各台出现

一簇明显的能量高值,频率在 0.1~0.2 Hz 之间,整体来看从西向东逐渐增强,与震中距没有明显的关系。

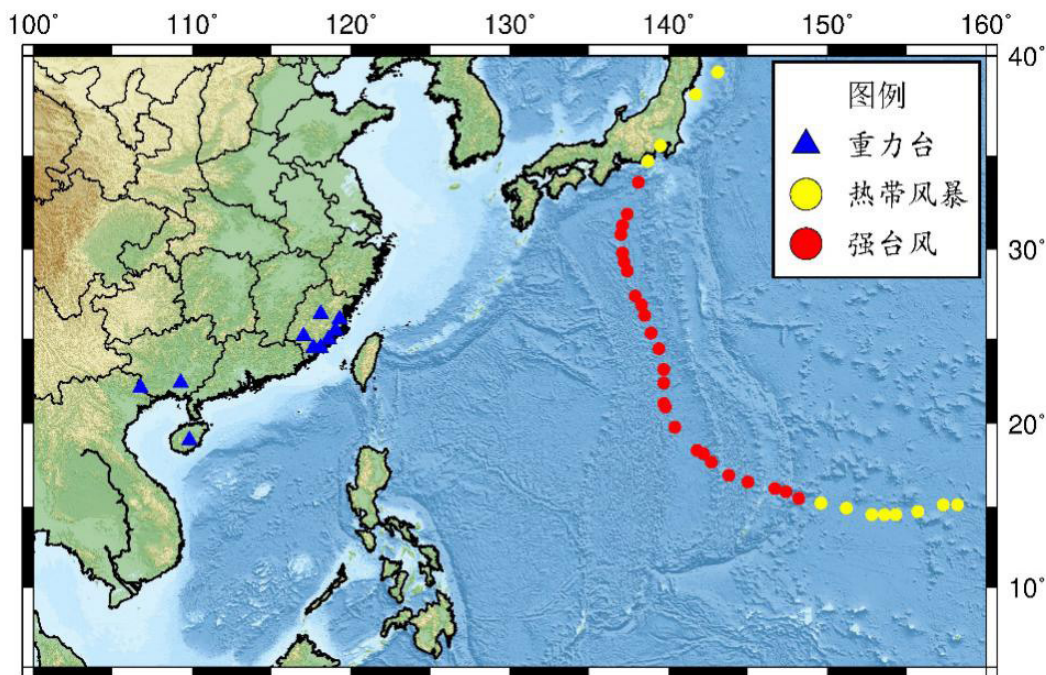


图5 台风“海贝思”路径图

Fig.5 Track map of typhoon Hagibis

2.4 气象影响因素分析

台风或热带气旋容易在重力高频信号中引起响应。台风“海贝思”自 2019 年 10 月 6 日

在西北太平洋上生成,之后强度迅速增强,自 10 月 7 日 14 时成强台风级别,10 月 12 日 17 时后逐渐减弱为热带风暴直至消失。

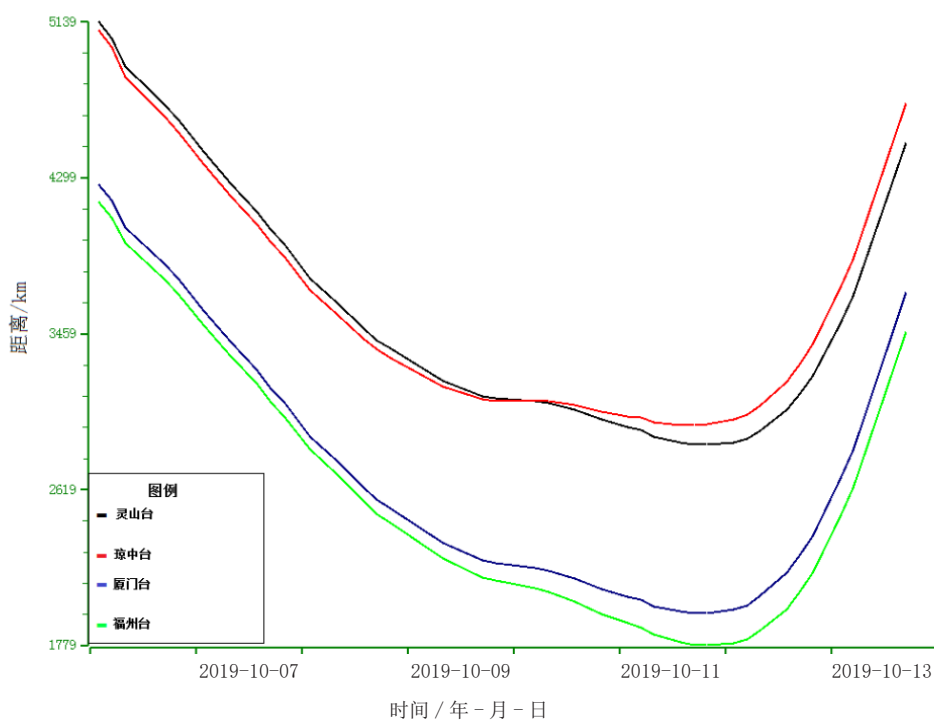


图6 台风“海贝思”中心距离重力台距离

Fig.6 Distance between the center of typhoon Hagibis and gravity stations

对比分析了2019年10月6日~10月13日台风“海贝思”中心距离灵山、琼中、厦门、福州四个重力台的距离(图6),在10月6日~10月11日期间台风中心距离各重力台距离逐渐减小,其中10月11日最近,自10月12日后台风中心距离各重力台距离转折增大,这与重力数据显示的频率能量信号变化基本一致,同时可以判断台风中心对各重力信号的干扰半径约在3000 km范围之内,距离台风中心越近,能量越大。

3 结论与讨论

本文基于华南地区重力观测的秒采样高频数据,对2019年10月12日广西北流—广东化州5.2级地震前后的重力扰动信号进行分析,得到以下主要几点结论:

(1) 2019年10月12日广西北流5.2级地震前华南地区的主要重力观测台原始观测数据在震前6天没有出现明显的震前扰动信号;

(2) 通过对重力数据的信号频率进行分析,发现在震前2 d,即10月10出现明显的一簇明显的能量高值信号,频率在0.1~0.2 Hz之间,从西向东逐渐增强,与震中距没有明显的关系;

(3) 通过对地震前后的气象影响因素进行分析,认为在10月10日~10月12日华南地区各重力台出现的能量高值信号与2019年19号

台风“海贝思”活动有关,随着台风中心与重力台站距离越近,显示能量越大,同时判断台风中心对各重力信号的干扰半径约在3000 km范围之内。

(4) 随着“海贝思”台风中心靠近重力台网,记录的0.1 Hz低频重力扰动信号明显加强,远离时则逐渐减弱。

参考文献:

- [1] 胡小刚,赫晓光.汶川大地震宽带地震仪短临异常及成因探讨[J].地球物理学报,2018,51(6):1726-1734.
- [2] 赫晓光,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,2018,28(3):129-131.
- [3] Zhang K L, Ma J. Superconducting gravimeters detect gravity fluctuations induced by earthquake along South Pacific rise few hours before the 2011 Tohoku-Oki earthquake[J]. Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, 2014, 25(4):471-481.
- [4] Lan S C, Yu T T, Hwang C, et al. An analysis of mechanical constraints when using superconducting gravimeters for farfield pre-seismic anomaly detection[J]. Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, 2011, 22(3):271-282.
- [5] Shen W B, Wang D J, Hwang C. Anomalous signals prior to Wenchuan earthquake detected by superconducting gravimeter and broadband seismometers records[J]. Journal of Earth Science, 2011, 22(5):640-651.