

倪晓寅, 陈 莹. 福建地磁谐波振幅比异常与台湾强震的关系研究[J]. 华南地震, 2016, 36 (3): 56–60. [NI Xiaoyin, CHEN Ying. The Relationship Between Strong Earthquakes in Taiwan and Geomagnetic Harmonic Wave Amplitude Ratio Anomaly in Fujian[J]. South china journal of seismology, 2016, 36(3): 56–60.]

福建地磁谐波振幅比异常与台湾强震的关系研究

倪晓寅, 陈 莹

(福建省地震局, 福州 350003)

摘要: 分析台湾强震前福建地区地磁台站谐波振幅比异常特征, 发现地震基本上都是发生在地磁谐波振幅比趋势性下降之后的转折期、恢复上升期及恢复后的初期阶段, 6级地震的异常持续时间为1~3年, 与目前谐波振幅比相关研究的结果较为一致。

关键词: 地磁场; 谐波振幅比; 地震; 异常

中图分类号: P315.72

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662 (2016) 03-0056-05

DOI: 10.13512/j.hndz.2016.03.008

The Relationship Between Strong Earthquakes in Taiwan and Geomagnetic Harmonic Wave Amplitude Ratio Anomaly in Fujian

NI Xiaoyin, CHEN Ying

(Earthquake Administration of Fujian Province, Fuzhou 350003, China)

Abstract: This article briefly describes the abnormal characteristics of geomagnetic harmonic wave amplitude ratio at the geomagnetic stations in Fujian before the strong earthquakes occurred in Taiwan. The results show that most of the strong earthquakes occurred in the transition phase, restoring and rising phase, and the early phase of the restoring after geomagnetic harmonic wave amplitude ratio's trend decrease. The anomaly before the M_s 6 earthquakes usually lasted for 1–3 years, these results are consistent with the current research of geomagnetic harmonic wave amplitude ratio.

Keywords: Geomagnetic field; Harmonic wave amplitude ratio; Earthquake; Anomaly

收稿日期: 2015-09-08

作者简介: 倪晓寅 (1981–), 工程师, 主要从事地震预报研究工作.

E-mail: 16465074@qq.com.

0 引言

地磁场的内源场部分和地下介质电磁性质息息相关,使用各种计算方法提取反应地下介质电磁性质变化是利用地磁场预报地震的常用途径。各种基于电磁感应理论通过研究地磁场短周期部分变化的计算方法,可以一定程度上获取孕震区深部电阻率的变化信息^[1]。地磁谐波振幅比就是一种基于地表观测到的地磁三分量 Z 、 $H(H_x)$ 和 $D(H_y)$ 短周期变化,计算结果能反映地下深处介质电阻率变化信息的地磁预报方法。

对于随时间周期变化的不均匀场源,在地球介质为均匀各向同性的平面导体的条件下:

$$\frac{Z(\omega)}{H_x(\omega)} = \frac{Z(\omega)}{H_y(\omega)} = i \frac{\lambda}{\theta} \quad (1)$$

$$\theta^2 = \sigma \mu \omega |i + \lambda \lambda| \quad (2)$$

式中的 $Z(\omega)$ 、 $H_x(\omega)$ 和 $H_y(\omega)$ 分别是地磁场的垂直分量、北向水平分量和东向水平分量的频谱值, μ 为磁导率, σ 为电导率, ω 为圆频率, λ 是变化磁场的波数,是反映场源尺度的参数。在上式中,

$\frac{Z(\omega)}{H_x(\omega)}$ 与 $\frac{Z(\omega)}{H_y(\omega)}$ 没有差异。但是,实际的地球介质是不均匀的,也是各向异性的,此时 $\frac{Z(\omega)}{H_x(\omega)} \neq \frac{Z(\omega)}{H_y(\omega)}$ 。地磁谐波比的定义为:

$$Y_{zhx}(NS) = \left| \frac{Z(\omega)}{H_x(\omega)} \right|, Y_{zhy}(EW) = \left| \frac{Z(\omega)}{H_y(\omega)} \right| \quad (3)$$

由公式(1)和(2)可见, Y_{zhx} 和 Y_{zhy} 与介质的电阻率呈正比(与电导率呈反比),即当地球介质电阻率下降时, Y_{zhx} 和 Y_{zhy} 也下降。 Y_{zhx} 和 Y_{zhy} 分别为谐波振幅比的南北向和东西向,可记为 $Y_{zhx}(NS)$ 和 $Y_{zhy}(EW)$ 。

地磁谐波振幅比异常变化特征与地电阻率的特征类似,主要表现为下降-转折-恢复上升的变化过程,地震基本发生在趋势性下降异常后的转折期、恢复上升期或恢复后的初期阶段;异常持续时间与震级关系符合地电阻率的异常持续时间与震级关系,时间越长,震级越高^[2]。地磁谐波振幅比可提供多个周期的变化信息,不同周期的信息有助于判定未来地震震级和发震地点,目前主要有如下研究结果^[2-4]:当仅有短周期出现异常时,异常持续时间一般较短,未来地震震级较低,且未来地震发震地点距台站较近,一般在 100~300 km 范围内;当长短周期都出现异常时,异常持续

时间一般也较长,未来震级较高,一般在 6 级左右或更高,在此前提下,若南北向与东西向变化同步、长短周期变化也同步时,未来地震距台站较远,一般在 300~500 km 范围,甚至更远;而当南北向与东西向变化不同步或长短周期变化不同步时,未来地震距台站较近,一般在 100~300 km 范围内,事实上,以上规律也基本符合三维电磁感应的数值模拟计算结果^[6],即异常体边界附近和的变化不同步。

1 仪器性能和资料概况

本文选取了福建地区泉州地磁台 FHDZ-M15 地磁总场与分量组合观测系统、龙岩台和漳州台 FHD-2B 质子矢量磁力仪的地磁三分量分钟值数据和观测时间段内的台湾地区 6 级以上地震进行分析研究。

FHDZ-M15 组合观测系统由丹麦生产的地磁场 DHZ 三分量磁通门磁力仪 (DMI Suspended Fluxgate Magnetometer) 和加拿大生产的 Overhouser 磁力仪组成,采样率为秒采样; FHD-2B 型质子矢量磁力仪是江苏省地震局生产的一种连续测量和记录地磁场总强度(F)、水平强度(H)和磁偏角(D)时间变化的相对记录仪,采样率为分钟采样。本文研究所用数据为中国前兆台网数据库中下载的由 FHDZ-M15 秒采样数据计算得出的分钟值预处理数据和 FHD-2B 的分钟采样预处理数据。

研究时间段内发生的台湾 6 级以上地震参数见表 1,台站和地震分布见图 1。

表 1 地震参数

序号	震中		震级/ M_L	发震时间 /年-月-日
	经度($^{\circ}$)	纬度($^{\circ}$)		
1	120.6	21.9	7.2	2006-12-26
2	121.7	22.9	6.1	2008-04-24
3	122.2	24.1	6.7	2009-07-14
4	121.6	23.8	6.2	2009-10-04
5	121.6	23.9	6.7	2009-12-19
6	120.7	23.0	6.7	2010-03-04
7	121.0	23.9	6.5	2013-03-27
8	121.0	23.9	6.7	2013-06-02

2 资料处理

首先对三分量时间序列数据进行傅氏谱分析,得到频率域虚实傅氏谱;然后根据傅氏谱计算谱

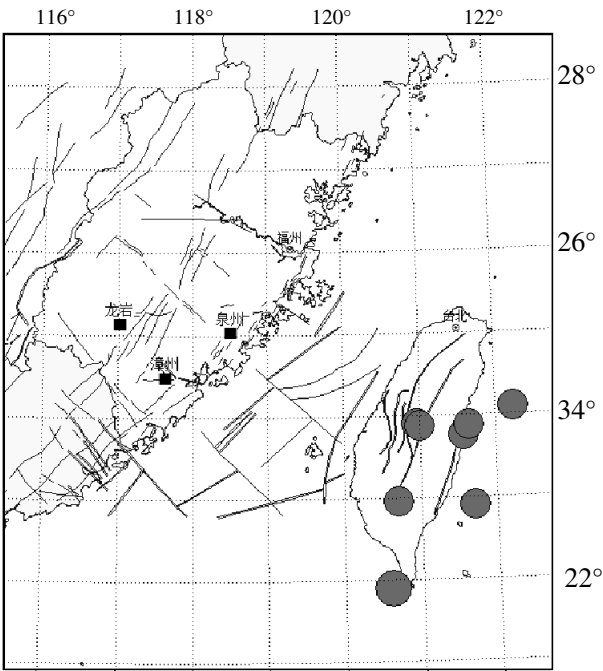


图 1 地磁台站和地震震中分布图

Fig.1 Distribution of geomagnetic stations and earthquake epicenters

比 $Y_{zhx} = \left| \frac{Z(\omega)}{H_x(\omega)} \right|$; $Y_{zhy} = \left| \frac{Z(\omega)}{H_y(\omega)} \right|$; 按 10 min 为一个频带, 计算频带均值, 并生成逐日值文件; 对逐日值进行 31 d 和 365 d 滑动滤波滤除短期噪声和年变, 最后得到去年变的谐波振幅比结果, 计算结果见图 2~4, 图中标注地震震级斜杠线右侧的

数字为台站震中距。

3 异常特征

基于图 2~4, 福建地区地磁谐波振幅比在台湾地区 6 级以上地震震前的变化有如下特点:

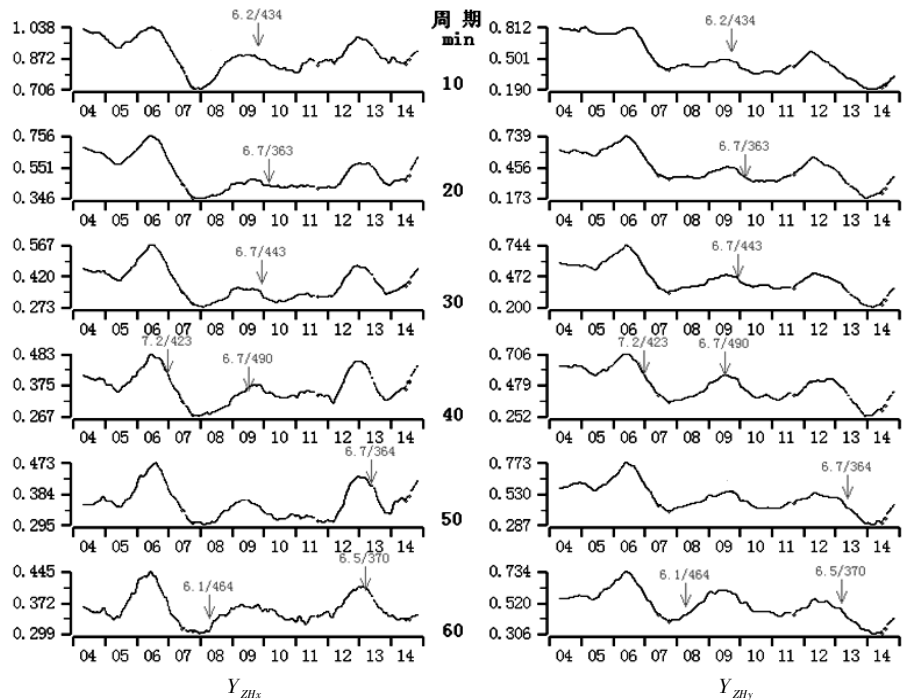


图 2 漳州台

Fig.2 Zhangzhou station

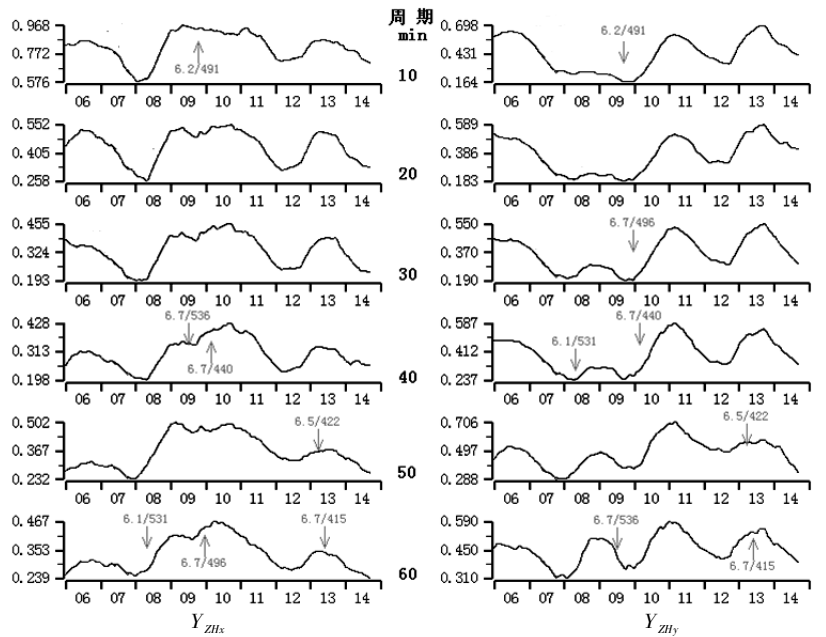


图3 龙岩台

Fig.3 Longyan station

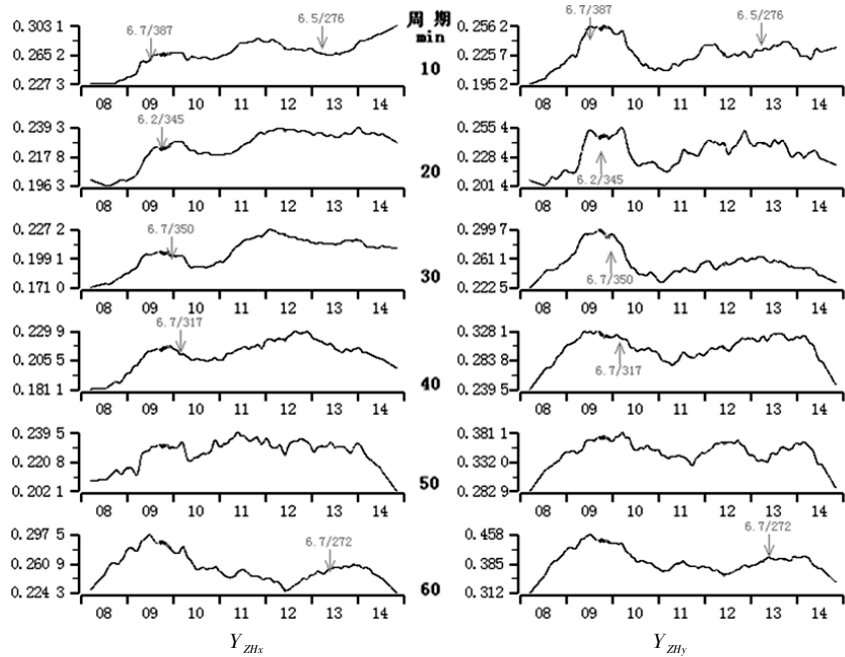


图4 泉州台

Fig.4 Quanzhou station

(1) 台湾 6 级以上地震基本都发生在地磁谐波振幅比趋势下降之后的转折期、恢复上升期及恢复后的初期阶段。图 2、图 3 可以看到, 2008—2010 年的 5 次 6 级地震前, 漳州台和龙岩台的谐波比在 2006—2007 年均表现为下降—转折—上升的趋势, 5 次 6 级地震发生在上升过程中和之后的转折点附近。

(2) 2008—2010 年的 5 次 6 级地震前漳州台

和龙岩台异常持续时间分别为 17 个月和 19 个月, 异常分布在两个方向所有周期且趋势变化同步, 这 5 次地震距离两个台的震中距基本上都在 400 km 以上(仅 2010 年 3 月 4 日的 6.7 级地震与漳州台距离略小于 400 km), 两个台的异常幅度大致相当, 变化幅度范围约为 0.2~0.4。

(3) 2013 年两次南投 6 级地震前漳州台和泉州台均在 2009 年 5 月开始趋势下降, 异常持续了

近 3 年的时间。震中距约 370 km 的漳州台所有周期均出现异常, 异常变化幅度大约在 0.8~2.0 之间, 但两个方向的转折上升后出现了持续近一年的东西向和南北向趋势变化不同步现象; 震中距约 270 km 泉州台则仅有 60 min 周期出现异常, 且 2011 年 60 分钟周期和其他周期的趋势开始出现了差异变化, 泉州台的异常幅度在 0.08 左右; 龙岩台的震中距超过 400 km, 我们可以很明显地看到震前存在所有周期同步的下降-转折-上升的变化, 但由于 2008—2011 年龙岩台地磁观测时常受到环境干扰致数据不可信, 无法统计精确的异常持续时间和幅度。

总体来看, 震中距在 400 km 以上的台站在震前的异常出现在所有周期并且长短周期和二个方向趋势变化都一致, 震中距在 200~400 km 的台站会出现东西向南北向趋势变化不同或者长短周期变化不同的现象。

4 结语

对福建地区地磁谐波振幅比的初步分析可以发现, 地震基本上都发生在地磁谐波振幅比趋势之后的转折期、恢复上升期及恢复后的初期阶段, 6 级地震前的异常时间为 1~3 年, 这与喀什台在 6 级地震前的异常情况类似^[9]。

地磁谐波比的异常形态能很好地反应未来地震的距离。如 2013 年两次南投地震前, 三个台站的异常形态均有所不同, 距离震中超过 400 km 的龙岩台两个方向所有周期均出现异常且趋势变化一致, 较近的漳州台(370 km)所有周期均出现异常但在转折过程中发生东西向和南北向趋势不同步现象, 距离震中最近的泉州台(270 km)只有 60 min 周期出现异常。而几次震例都显示, 震中距超过 400 km 的台站异常表现为双方向所有周期的同步变化。这种很明显的反映不同震中距的异常形态有助于我们在有多个台站出现异常时判定未来地震可能发生的范围和方向。

根据龚绍京的研究成果, 高导体边界附近会出现介质电性的各向异性变化^[9]。冯志生则认为, 地震前形成的异常高导体, 在异常高导体边界附近的地磁谐波振幅比会出现东西向和南北向的趋势变化不同步现象^[9]。漳州台(二个方向不同步)和泉州台(长短周期不同步)在南投地震前的异常形态表明台站位于地震前形成的异常高导体边界附近, 而两个台的形态也有区别, 可能异常高导

体的边界就位于两个台之间。

地磁谐波振幅比在我国的研究和应用还比较少, 而我们对该方法在福建地区的分析研究对该方法的应用是一个较好的补充。但由于数据时间不长, 异常数目和震例相对较少, 关于异常幅度和异常持续时间与地震的关系还需要未来进一步的研究和印证。

参考文献:

- [1] 曾小苹, 林云芳. 地磁短周期变化异常对中国中强地震的响应[J]. 地震, 1995, 15 (1): 29-36.
- [2] 冯志生, 梅卫萍, 张秀霞, 等. 中强震前地磁谐波振幅比的趋势性变化特征初步研究[J]. 西北地震学报, 2004, 26 (1): 50-56.
- [3] 冯志生, 居海华, 李鸿宇, 等. 地磁谐波振幅比异常特征的进一步研究及定性解释[J]. 华南地震, 2009, 29 (1): 17-23.
- [4] 冯志生, 李鸿宇, 张秀霞, 等. 地磁谐波振幅比异常和强地震[J]. 华南地震, 2013, 33 (3): 9-15.
- [5] 戴勇, 高立新, 张立丰. 甘-青地区地磁谐波振幅比分析[J]. 地震工程学报, 2016, 38 (1): 12-18.
- [6] 龚绍京, 陈化然. 水平场转换函数空间分布特征的数值模拟[J]. 地震学报, 2001, 23 (6): 637-644.