

皖西南地区中强地震前后地磁资料变化特征^{* 1}

戴 苗¹⁾ 李军辉²⁾ 刘 坚¹⁾ 李 明¹⁾ 蒋玲霞¹⁾

(¹⁾ 湖北省地震局,武汉 430071
(²⁾ 安徽省地震局,合肥 230031)

摘 要 计算并分析了2011年1月19日安庆M4.8地震和2011年9月10日瑞昌-阳新M4.6地震前后震中周边主要地磁台站地磁转换函数参数的变化特征,总结了安庆地震前华东片主要地磁台站地磁资料垂直分量的变化特征。结果表明:在两次中强地震前,武汉、泾县、金寨三个地磁台的转换函数的部分参数出现了不同程度的异常变化;安庆地震前,中国大陆东部地磁低点时间出现位移,地磁日变形态亦发生了明显的畸变。

关键词 转换函数;低点位移;中强地震;地磁;皖西南地区

中图分类号:P318.5

文献标识码:A

CHARACTERISTIC ANALYSIS OF GEOMAGNETIC DATA BEFORE AND AFTER MODERATELY STRONG EARTHQUAKES IN SOUTHWEST AREA OF ANHUI PROVINCE

Dai Miao¹⁾, Li Junhui²⁾, Liu Jian¹⁾, Li Ming¹⁾ and Jiang Lingxia¹⁾

(¹⁾ *Earthquake Administration of Hubei Province, Wuhan 430071*
(²) *Earthquake Administration of Anhui Province, Hefei 230031*)

Abstract The variation characteristic of transfer function parameter of geomagnetic data is analyzed which recorded by observatories in the time before and after M4.8 Anqing earthquake in January 19, 2011 and M4.6 Ruichang-Yangxin earthquake in September 10, 2011. The variation of geomagnetic field in the Z component before Anqing M4.8 earthquake in east China is also summarized. The results show that some transfer function parameters of Wuhan observatory, Jingxian observatory and Jinzhai observatory appeared different degrees of abnormalities before and after the two moderately strong earthquakes. The low-point time of the geomagnetic vertical component in east China appears anomalous features before the Anqing earthquake. Daily variation of geomagnetic field arises obvious distortion.

Key words: transfer functions; low-point time of the geomagnetic vertical component; moderately strong earthquake; geomagnetism; southwest area of Anhui province

1 引言

目前,从地磁场的变化中提取震磁异常常见的

方法,通常是在掌握地磁场正常变化规律的前提下,根据地磁场时空变化规律,利用多台站、多测点的比较分析,排除地磁场本身的正常背景及外空场的干

* 收稿日期:2012-09-03

基金项目:武汉市科技计划项目(2013060501010166)

作者简介:戴苗,男,1982年生,工程师,理学硕士,主要从事地球地磁学理论、方法和应用研究. E-mail: theocean123@163.com

扰等非震因素的影响,寻找偏离正常变化的成分,并通过物理和数学的分析,筛选出有用的震磁信号,如在地磁场长期变化规律中常用的提取异常的简单差值法^[1]、复杂差值法^[2]、时空参考场法^[3]、空间相关法和加权差分法^[4];在变化的磁场中提取地磁前兆信息的幅相法^[5]、地磁垂直分量日变形态^[6]、地磁加卸载响应比法^[7]、低点位移法^[8,9]、谱分析方法;利用地磁场的短周期变化的地磁转换函数法^[10]和地磁谐波振幅比法^[11]等。

2011年1月19日,安徽安庆发生了M4.8地震,同年,9月10日,江西瑞昌与湖北阳新交界发生M4.6地震,两个地震时间间隔不到8个月,震级相近,震中距相差190 km。本文利用此两次地震震中周边主要地磁台站绝对地磁观测资料,采用地磁转换函数、地磁低点位移、垂直分量日变形态三种方法探讨地震前后地震震中周边地磁台地磁场变化特征,探索地磁场变化与中强地震的孕育和发生的相关性。

2 地磁资料异常与地震之间的关系

2.1 地磁转换函数与地震的关系

地磁转换函数法可了解和监视震源及邻区的地下电性结构,如果在地震发生前捕捉到这种变化,就可进行地震预报^[4]。早在上个世纪90年代,汪江田等^[12]就有过利用转换函数法对我国上海及邻近地区中强地震进行预报的尝试,并确认该方法对中强地震中期预报的有效性。2008年,李琪等^[10]分析了2006年7月4日河北文安地震前后,距离震中分别为52 km和298 km的静海地磁台和泰安地磁台不同周期的转换函数参数随时间的变化过程,发现静海地磁台转换函数参数的数据异常点会随着时间的向后推移从短周期向长周期迁移。近年来,地磁转换函数在我国不同区域、不同省份区域地磁台网均有不同程度的应用研究,积累了部分地磁转换函数预报地震的宝贵经验和实例^[13,14]。

2.2 地磁低点位移现象与地震关系

地磁低点位移是指地磁垂直分量日变极小值出现时间因受到外来因素的影响偏离正常时间的现象,研究结果表明,全国较大范围的地磁低点位移异常与我国中强地震活动有一定的关系^[1]。目前研究人员利用地磁日变低点位移的两条以上分界线交汇来研究其与地震之间的关系,以此缩小预测范围^[8]。由于应力的积累,孕震介质的结构等性质发生变化而产生的各种前兆也呈多样性,地磁低点位移异常在我国不同地区有着不同的表现形式,反应不同地区、不同强度的地震信息。

2.3 地磁日变幅异常与地震的关系

变化磁场内场强弱既与外场有关,又与地下物质电导率的分布、大小有关。强震前孕震体环境由于应力增强引起介质电导率等电磁性质的改变,可观测到与地震有关的局部或区域性磁异常。国内多次震例显示,中强地震发生前,区域地磁场垂直分量日变化会出现的相位和幅度变化。

3 安庆地震前后地磁资料特征分析

3.1 安庆地震前后地磁转换函数异常

地磁短周期变化的垂直分量 ΔZ 、水平分量 ΔH 和磁偏角 ΔD 存在如下关系:

$$\Delta Z = A\Delta H + B\Delta D \quad (1)$$

式中的 A 和 B 为转换函数。转换函数 A 和 B 的时空变化特征为地下电性构造的函数,因而可用于研究局部和部分地区地壳和上地幔电性结构及其变化,转换函数 A 和 B 是地点 (λ, ϕ) 、深度 (h) 、频率 (ω) 和时间 (t) 的函数。由于每一个地磁短周期变化都可以对应一个方程(如式(1)),于是可以利用多个相同类型的地磁短周期变化建立一个矩阵方程,用最小二乘法得出转换函数 A 和 B 、方位角 α_p 以及总方差 σ_e 等。

本方法计算选用湖北、安徽、湖南等震中相邻省份7套FHD质子矢量磁力仪数字化分钟值数据,资料选用时间段为2009年1月—2012年5月。数据计算前先采用粗差处理技术对数据进行高通滤波,去除分钟值中数据突跳等不可用数据,然后,计算预处理后地磁各要素分钟值虚实富氏谱,在此基础上,计算并选取不同周期的转换函数参数,最后,采用滑动平均方法依次去除转换函数中的月以及年变趋势。安庆地震前后,地磁转换函数出现异常的台站主要有湖北九峰地磁台、安徽泾县地磁台和安徽金寨地磁台,研究区域内异常地磁台站及显著地震事件震中分布如图1所示,三个地磁台站泾县台、金寨台、九峰台三个台站距离安徽安庆地震震中依次

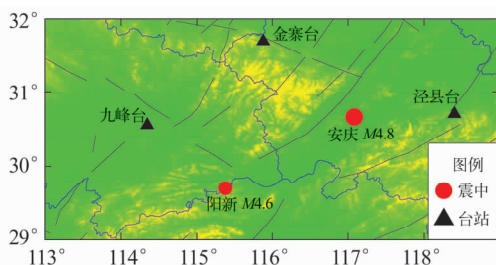


图1 区域内异常地磁台站及显著地震事件震中分布

Fig. 1 Explanation of the map of epicenter distribution and geomagnetic observatory in the studied area

为 120、160、150 km,距离湖北阳新地震震中依次为 310、230、120 km。经台站所属台网人员核实,异常出现时间段观测仪器的运行率较高,数据资料稳定可靠。

在安徽安庆 4.8 级地震前,2010 年 3 月初开始,安徽泾县台转换函数 A 不同周期曲线同步出现异常低值,异常时间持续 6 月余,10 月开始,不同周期异常曲线逐步恢复,12 月底恢复到正常水平(图 2)。在此期间,湖北九峰台,除了周期为 10 分钟的时间序列曲线外,转换函数 A 各周期的时间曲线均出现了高值异常,其中周期为 50 分钟的时间序列曲线出现的异常持续时间段最长。安徽金寨台转换函数 A 在震前 5~6 个月不同周期也同步“成片”出现高值异常。随后,2011 年 1 月 19 日发生安庆 M4.8 地震。2011 年 3 月中旬开始,安徽泾县台转换函数不同周期曲线同步再次出现异常高值,高值超过两倍均方差,高值持续两月余,异常恢复正常水平后三个月,2011 年 9 月 10 日发生江西瑞昌和湖北阳新交界 M4.6 地震。江西瑞昌和湖北阳新交界地震发

生前一个月内,安徽金寨台部分短周期段转换函数 A 出现高值异常。安徽安庆地震、江西瑞昌和湖北阳新交界地震前,安徽泾县台转换函数 A 虽均出现异常但曲线异常形态的表现形式却不一致(前者为低值异常,后者为高值异常),可能与这两次地震发震构造差异性^[13]有一定关联。

3.2 安庆地震前地磁低点时间异常

“低点位移”是指一个大区域各台的日变低点时间明显地与另一个大区域各台的低点时间不同,而每个大区域内部低点时间又相对一致,两个区域之间突变分界线的低点时间相差 2 小时以上,这种少见的磁场突变分界线与强震发生有较好的相关性。根据震例统计,地震的发震日期一般为异常日后第 27 天(或 41 天)前后 4 天,即:

低点位移日期 + 27(或 41)天 = 发震日期

通过对安庆 Ms 4.8 级地震前中国大陆东部地区 42 个台站的地磁 Z 分量的幅度和相位分析,结果显示安庆地震前,华东地区出现地磁 Z 分量日变化幅度的极小值时间在空间上出现地磁低点位移现象,地磁

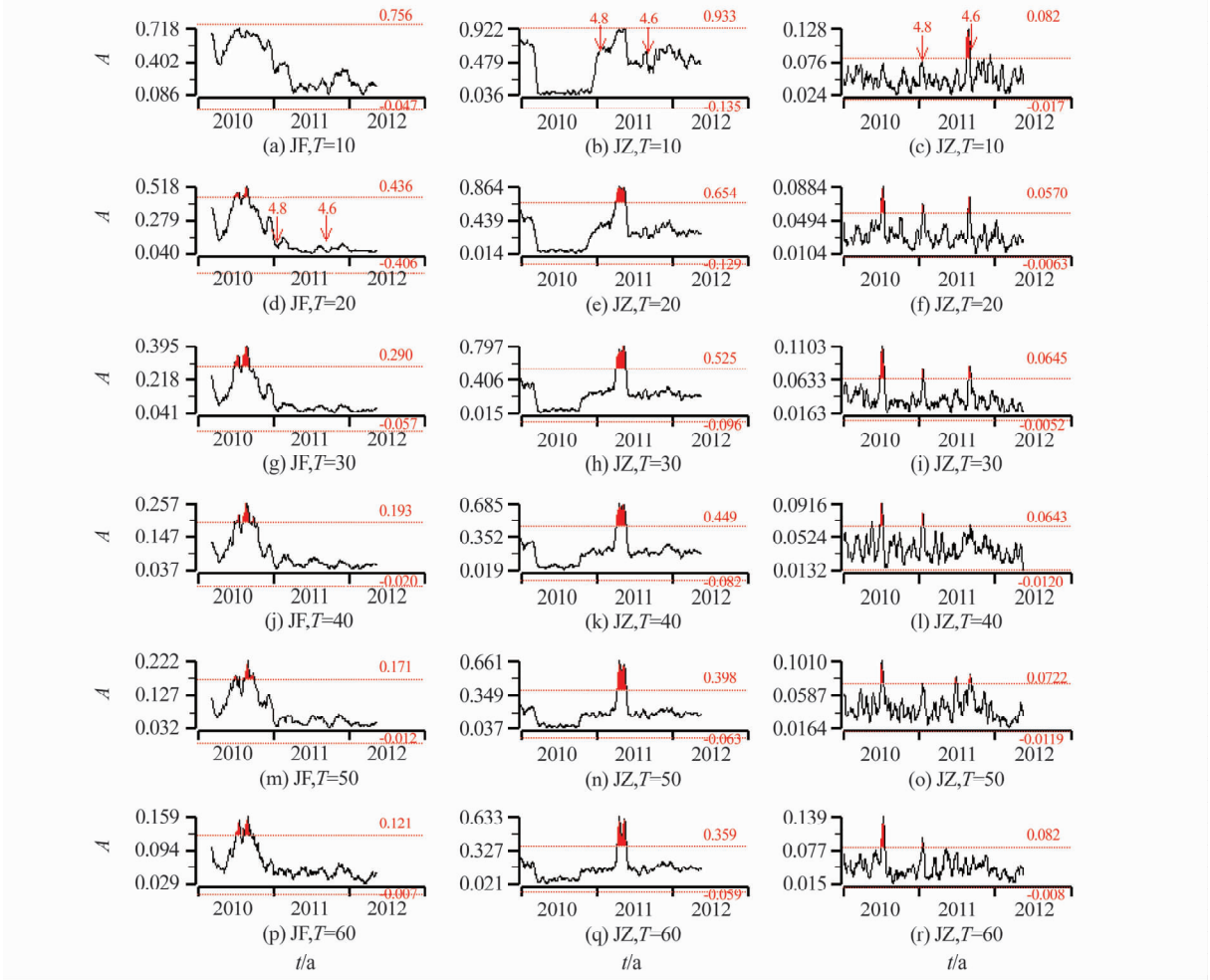


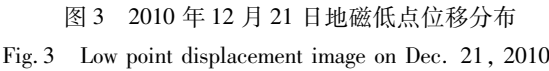
图 2 九峰(JF)、泾县(JX)、金寨(JZ)地磁台不同周期(T)转换函数 A 时间序列曲线
Fig. 2 Variation curves of different period transfer function A in Jiufeng, Jingxian and Jinzhai Station

畸变异常,出现了明显的地磁日变“双低点”现象(图4)。

分析 2011 年 1 月 19 日安庆 M4.8 地震和 2011 年 9 月 10 日瑞昌-阳新 M4.6 地震前后地震周边主要地磁台站地磁转换函数时间序列曲线,以及安庆地震前华东片主要地磁台站地磁资料垂直分量变化特征,可得结论如下:

2) 依据各台站地磁转换函数参数值变化曲线, 转换函数参数异常为渐变趋势性异常, 持续时间较长, 而且异常消失后往往需要持续一段时间后发震, 间隔的时间不一, 该异常具有中期异常特征, 对临震异常特征识别不好区分和把握。

湖北及周边地区显著地震少,地磁震例不多,仅从本文两个震例还不足以得出确定性的结论,还需在以后的研究中继续总结和探索。



安庆 M4.8 地震前 29 天(2010 年 12 月 21 日),沿郟庐断裂带分布及附近的信阳、金寨、蒙城、郟城、陵阳、泰安等六个台站地磁垂直分量除了日变幅度和相位变化显著外,地磁日变形态还发生了明显的

