

叶向顶, 张 慧, 张 帆. 广东东源地震与震磁响应[J]. 华南地震, 2014, 34 (3): 104-108. [YE Xiangding, ZHANG Hui, ZHANG Fan. The Magnetic Response of Dongyuan Earthquakes in Guangdong Province[J]. South china journal of seismology, 2014, 34(3): 104-108.]

广东东源地震与震磁响应

叶向顶, 张 慧, 张 帆
(海南省地震局预报中心, 海口 570203)

摘要: 采用地磁短周期日变之低点位移方法和加卸载响应比法, 分析了广东东源县 2012~2013 年间三次 M_s 4.0~4.8 级地震的震磁响应, 发现震前震中周边台站均存在有不同程度的低点位移异常和加卸载响应比异常情况。

关键词: 广东河源; 震磁响应; 低点位移; 加卸载响应比

中图分类号: P315.721 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2014) 03-0104-05

DOI: 10.13512/j.hndz.2014.03.17

The Magnetic Response of Dongyuan Earthquakes in Guangdong Province

YE Xiangding, ZHANG Hui, ZHANG Fan
(The Earthquake Administration of Hainan Province, Haikou 570203, China)

Abstract: By utilizing low displacement method and LURR method of the earth short cycle diurnal variation, the paper analyzes the seismomagnetic of 3 M_s 4.0~4.8 earthquakes during 2012 to 2013 in Dongyuan of Guangdong province, The results show that there existed different levels of low-value displacement anomalies and unload response ratio anomalies before the earthquake epicenter surrounding stations.

Key words: Guangdong Heyuan; Magnetic response; Low displacement; LURR

0 前言

2012年2月16日广东东源县发生了 M_s 4.8 级地震, 此次地震是近几年来华南地区所发生的较大的地震, 打破了该地区 M_s 4.0 级以上地震的平静。同年8月31日又发生了 M_s 4.2 级地震, 震中离上次地震有了一点变化。2013年2月22日, 东源县再次发生 M_s 4.8 级地震。即一年内广东东源县连续发生了三次 M_s 4.0~4.8 级地震, 引起华南

地区各个有关部门的极大关注。据广东省地震局有关专家认为, 此三次地震的震中位于河源新丰江水库库区西北边缘, 震源深度分别是 13 km、11 km 和 11 km, 但并非水库诱发地震, 而是属正常的地壳构造运动的中等天然构造地震。广东省地震局监测资料显示, 自 1962 年 3 月 19 日广东河源发生 6.1 级地震以来, 河源当地共发生过 46 次 4 级以上有感地震。近期这三次地震更多反映的是, 未来 1 至 2 年, 东南沿海地震带可能会步入

投稿日期: 2013-12-25

作者简介: 叶向顶 (1973-), 男, 工程师, 主要研究方向为地震地磁观测与数据处理。

E-mail: 422293776@qq.com.

地震活跃期

本文利用地磁短周期低点位移方法和加卸载响应比方法，分别分析了三个地震震前震中区周边台站的低点位移异常变化和加卸载响应比异常状况，以求对华南地区地震前兆异常有个清晰的认识，同时期待能够促成一些地震预报方面的经验积累和总结。

所用的两种方法中，“地磁低点位移异常”目前已被广泛地应用到地震地磁预测中，其主要判据是：当一个区域台站的地磁垂直分量日变化极小值出现的时间即低点时间，明显与另一区域台站的低点时间不同、具有明显的突变分界线，并且两个区域之间的低点时间相差在两小时以上。地震往往发生在突变分界线附近，发震时间在异常发生日之后的 27 d 和前后 4 d 内^[1]。

加卸载响应比 1991 年由尹祥础^[2]提出，且曾小苹^[3]等均有所论述，认为地震是地震区介质非线性失稳的演变过程，在这一过程中，其介质必定相应产生物理变化和化学变化，其中包含形变应力、重力、地下水、地温、电导率等变化，这样，在地磁测点记录到的静日变化 S_q 和扰日变化 D_s 也会发生变化，又因地下介质与地磁垂直分量 Z 的关系较之与其他分量更密切，因此，取 Z 分量作为计算震源区加卸载响应比 $D(z)$ 的参量，即： $P(z) = \Delta Z^+ / \Delta Z^-$ ，每日的垂直分量日变幅值 ΔZ^+ 、 ΔZ^- 看作是太阳风对地磁场的加卸和卸载参量，即可得到其响应比值 $P(z)$ 。

1 资料来源

本文所采用的资料来自震中周边六个省十个地磁台站，其中肇庆、琼中、邕宁和邵阳台均为国家 I 类台，其它台站为国家基本台，其所使用的仪器为国家地磁台网中心所推荐的仪器，每年都进行标定校准，仪器的观测精度较高，可达 1

nT 左右。各台站具体情况及与地震震中距如表 1。

表 1 各地磁台站相关信息				
Table 1 Relevant information of the magnetic stations				
省份	台站	记录仪	震中距/km	预报效能评估
广东	肇庆	GM3	200	A
	新丰江	FHD-1	60	B
	韶关	FHD-2	150	B
广西	邕宁	FHDZ-M15	630	A
	河池	GM4	660	B
海南	琼中	FHDZ-M15	750	A
	火山台	GM4	630	B
福建	龙岩	GM4	370	B
湖南	邵阳	FHDZ-M15	490	A
江西	会昌	FHD-2	230	B

2 数据处理分析

2.1 地磁短周期低点位移法

所谓的“低点位移异常”是指地磁垂直分量日变极小值出现的时间(低点时间)在空间分布的异常特征，这种少见的地磁异常现象是客观存在的，据研究，其与地震的发生有一定的相关性。广东东源这三次地震发生之前，其周边各台站的地磁垂直分量低点异常分布如表 2。

从表中可以看出，这三次地震中，地震 3 即 2013 年 2 月 22 日的地震，震前地磁低点位移异常出现了两次，均在震前 27 天以内，但只有 2 月 9 日异常形成了一个小区域范围的低点异常（如图 1、2），其低点异常时间约在 10：30(UTC)，即地方时 18：30 左右，远远偏离了正常的日变化低点时间(地方时中午 12 时左右)；地震 2 即 2012 年 8 月 31 日的地震，仅仅是个别台站如肇庆、琼中等出现低点位移异常，并没有形成区域性的异常；而地震 1 即 2012 年 2 月 16 日地震也同样，仅仅是个别台站出现异常，且该地震地磁低点异常日

表 2 广东东源地震与低点位移异常						
Table 2 The earthquakes and low-value displacement anomalies in Dongyuan						
序号	发震日期/ 年-月-日	震级/ M_s	震中	异常日期/ 年-月-日	异常台站	异常-发震相隔时间/ d
1	2012-02-16	4.8	广东东源县	2011-11-22	肇庆、邕宁、 琼中、火山	84
2	2012-08-31	4.2	广东河源市源城区 与东源县交界	2012-08-10	肇庆、韶关、 琼中、火山	21
3	2013-02-22	4.8	广东东源县	2013-01-25	肇庆、新丰江、韶关、 邵阳、邕宁、河池、琼中	26
				2013-02-09	肇庆、新丰江、韶关、 邕宁、琼中、龙岩、会昌	13

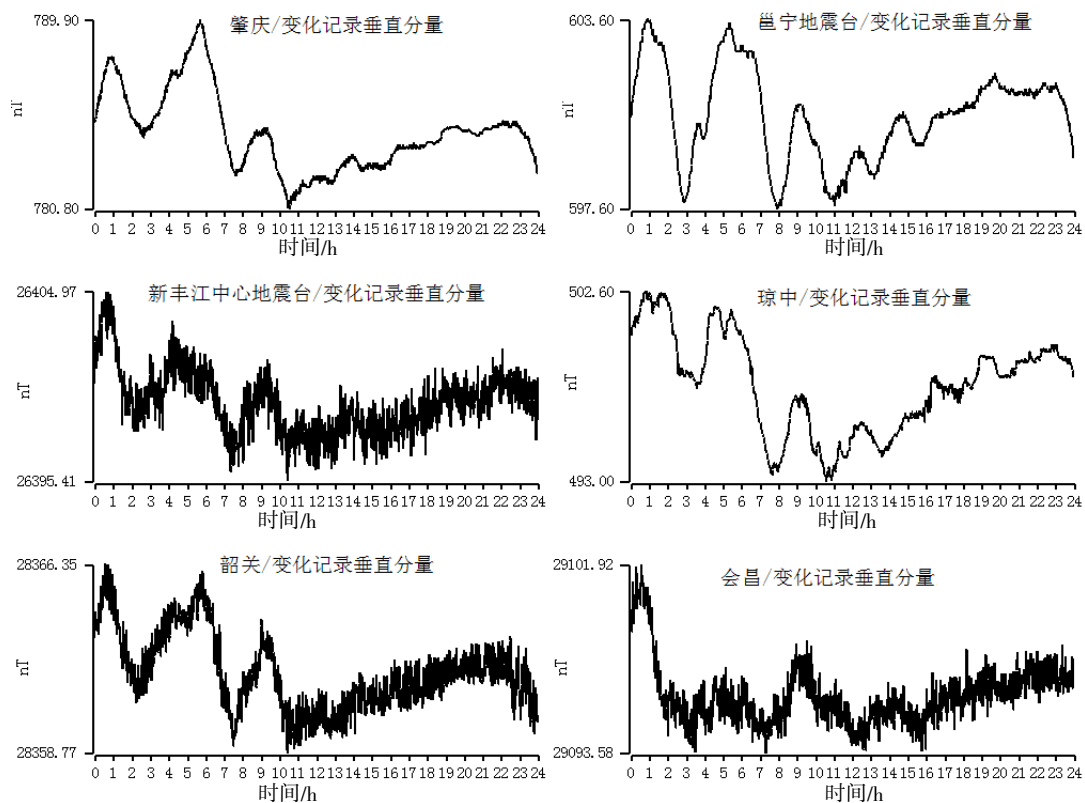


图 1 2013 年 2 月 9 日地磁低点位移异常图

Fig.1 Geomagnetic low-value displacement anomalies on February 9th, 2013

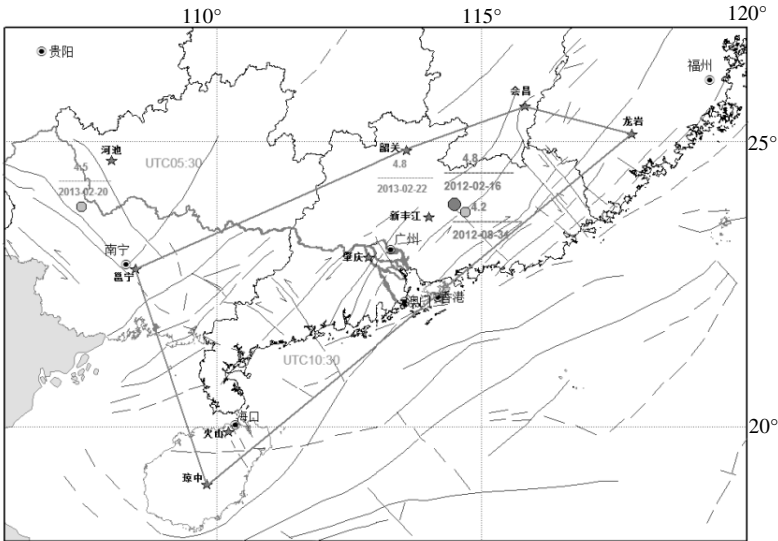


图 2 2013 年 2 月 9 日各台地磁低点位移异常区域图

Fig.2 Regional map of stations with geomagnetic low-value displacement anomalies in area of every station on February 9th,2013

期为震前 80 多天，即 2011 年 11 月 22 日异常。据有关统计认为，异常后 80 多天发生地震的概率只占 3%^[4]。即可以认为，在东源县三个地震中，2013 年 2 月 22 日发生的 M_s 4.8 级地震，震前地磁低点位移前兆异常是可信度较高的。

2.2 地磁加卸载响应比

地球变化磁场垂直分量日变幅度从某种程度来

说可以反应地球内部介质电性质的变化。曾小苹等在分析了地磁场垂直分量日变幅度极大值及其后极小值之比值(地磁加卸载响应比)与地震的关系之后，发现其高值与台站周边地震有良好的对应关系，即太阳风对地球磁场的加卸载响应比法。图 3 为广东东源地震前地磁垂直分量加卸载响应比图。根据经验，我们以 $P_0(Z)=2.8$ 为阈值， $P(Z) \geq P_0(Z)=2.8$ 即为异常。由图 3 及表 3 可看出：

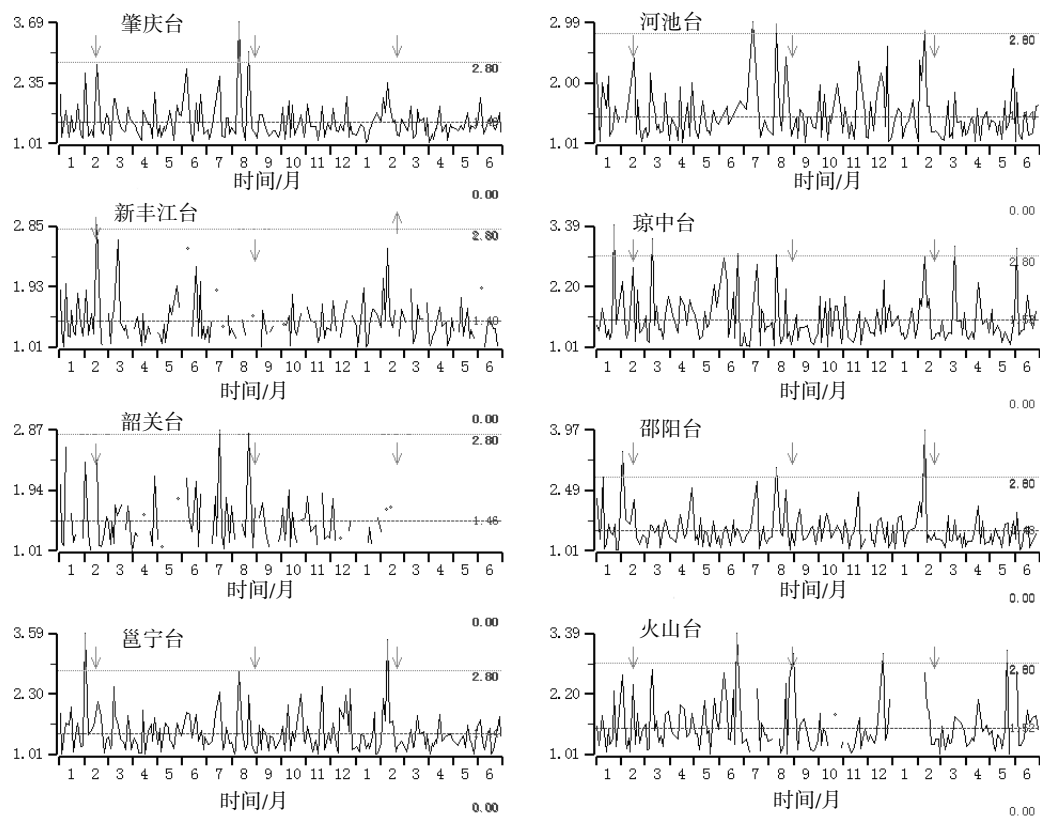


图 3 广东东源地震与加卸载响应比(2012-01~2013-06)
Fig.3 The earthquakes in Dongyuan and their LURR(2012-01~2013-06)

表 3 广东东源县地震地磁加卸载响应比 $P(z) \geq P_0(Z)=2.8$
Table 3 The geomagnetic LURR of earthquakes in Dongyuan

序号	发震日期/ 年-月-日	震级/ M_s	震中、 经纬度	异常台站		$P(z)$ 值	异常日期/ 年-月-日	异常-发震相隔时间/d
				省份	市县			
1	2012-02-16	4.8	广东东源县 (E114.5、 N24.0)	福建	泉州	3.1	2012-02-16	0
					龙岩	2.8		
				广西	邕宁	3.6	2012-02-02	14
					河池	4.5		
				湖南	邵阳	3.4	2012-01-23	23
				海南	琼中	3.4		
2	2012-08-31	4.2	广东河源市源 城区与东源县 交界(E114.7、 N23.8)	广东	肇庆	3.7	2012-08-10	21
				福建	龙岩	3.7		
				广西	邕宁	2.8		
					河池	2.8		
				湖南	邵阳	3.0		
				海南	琼中	2.8		
3	2013-02-22	4.8	广东东源县 (E114.5、 N23.9)	广西	邕宁	3.4	2013-02-09	13
					河池	2.8		
				湖南	邵阳	4.0		
				海南	琼中	2.8		
				江西	会昌	2.9		

(1) 地震 1。即 2012 年 2 月 16 日广东东源县 M_s 4.8 级地震震前最靠近震中区的广东三个台站肇庆、新丰江、韶关和江西会昌台加卸载响应比并
无异常，但其周边各省局台站则不同程度出现了响应比异常状况，其中福建龙岩、泉州两台异常出现在发震当天，湖南邵阳台、广西河池、邕宁

台异常出现在 2 月 2 日, 即提前 14 d, 而位置更远, 海南琼中台则较为提前, 异常出现在于 1 月 23 日, 提前了 24 d。即各台异常时间都不大同步, 异常出现时间由外向内、由西南方向向东南方向转移, 到震中区消失, 即无异常反应, 且其 $P(z)$ 值均有所不一。

(2) 地震 2。2012 年 8 月 31 日广东东源县 M_s 4.2 级地震, 异常出现在震前 21 d, 即 8 月 10 日, 震中周边台站均出现了协同性异常。观察发现, 震中及东北方向台站 $P(z)$ 值均较西南部台站高, 而广东肇庆台则相隔几天连续出现两次异常, 第一次异常 $P(z)$ 高达 3.69, 且时间上也与其他台同步。因此, 震后广东局会商结果认为, 广东地区加卸载响应比高值异常, 往往会伴随着 M_s 5 级左右的中强地震的发生, 因此, 此次的异常应还会存在发生更大地震的可能性。结果半年后, 即 2013 年 2 月 22 日广东东源县又再次发生 M_s 4.8 级的中强地震。

(3) 地震 3。2013 年 2 月 22 日广东东源县 M_s 4.8 级地震, 此次地震震中与第一次地震相差无几, 其最显著的特点是加卸载响应比异常与低点位移异常同步, 均在 2 月 9 日同时出现, 但各台异常出现时间却是一致的, 且异常台站如前所述, 形成了一个区域性的异常。

3 结语

从对地磁短周期日变化 Z 分量低点位移分析中可以看到, 在广东东源县三个地震中, 各台均存在不同程度的低点位移异常, 但唯有 2013 年 2 月 22 日的 M_s 4.8 级地震形成了一个区域性的异常。因此可以认为, 本次前兆异常包含有某些震磁异常信息, 该信息对本次地震的预测具有一定的参考意义。

在用加卸载响应比的分析中, 三个地震同样存在不同程度的响应过程、均各有各的显著特点。地震 1 显示了异常出现时间由外而内、由远及近直到在震中区无异常的特点; 地震 2 在三个地震中震级最小, 但异常的区域范围却最广。另外从广东肇庆台的高值异常上看, 这可能是一次异常对应二次地震, 即本次异常, 除对应地震 2 这次相对较弱的地震之外, 更可能是 2013 年 2 月 22 日发生的 M_s 4.8 级地震的前兆异常; 地震 3 中最为显著的特点就是加卸载响应比和低点位移异常出现的时间的同步性, 即如果说这些异常作为

地震前兆异常的话, 那么此次异常是三个地震中最为明显的前兆异常, 也是最值得关注的。

从以上分析中看到, 地震 1 和地震 3 震中地点几乎处在同一个位置上, 但两次地震所出现的异常响应无论是从异常出现时间还是异常表现形式均大有不同, 体现了地震的震源机制的复杂性。

参考文献:

- [1] 丁鉴海、黄雪香. 地磁垂直分量日变“低点位移”预报地震方法实用化研究[C]//地震预报方法实用化研究文集地磁地电专辑. 国家地震局科技监测司编, 北京: 学术书刊出版社, 1990: 96-126.
- [2] 尹祥础, 尹灿. 非线性系统失稳的前兆与地震预报-响应比理论及其应用[J]. 中国科学 (B), 1991 (5): 512-518.
- [3] 曾小苹, 续春荣, 赵明, 等. 地球磁场对太阳风的加卸载响应与地震[J]. 地震地磁观测研究, 1996, 17 (1): 49-53.
- [4] 陈绍明, 谢美娟. 地磁垂直分量日变低点位移预报方法研究[C]//地震预报方法实用化研究文集地磁地电专辑. 国家地震局科技监测司编. 北京: 学术书刊出版社, 1990: 127-134.