

李军辉, 孙亮亮, 刘莉, 等. 地电场优势方位角方法在安徽地区的应用[J]. 华南地震, 2024, 44(S1): 174–176. [LI Junhui, SUN Liangliang, LIU Li, et al. Application of the Geoelectric Field Dominant Azimuth Method in Anhui Province [J]. South China journal of seismology, 2024, 44(S1): 174–176]

# 地电场优势方位角方法在安徽地区的应用

李军辉<sup>1,2</sup>, 孙亮亮<sup>1</sup>, 刘莉<sup>1,2</sup>, 何康<sup>1,2</sup>

(1. 安徽省地震局, 合肥 230031; 2. 安徽蒙城地球物理国家野外科学观测研究站, 安徽 亳州 233527)

## Application of the Geoelectric Field Dominant Azimuth Method in Anhui Province

LI Junhui<sup>1,2</sup>, SUN Liangliang<sup>1</sup>, LIU Li<sup>1,2</sup>, HE Kang<sup>1,2</sup>

(1. Anhui Earthquake Agency, Hefei 230031, China; 2. Mengcheng Nation Geophysical Observatory, Bozhou 233500, China)

关键词: 大地地电场; 优势方位角; 异常特征

Keywords: Geoelectric field; Dominant azimuth; Anomalous characteristics

中图分类号: P315

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)S1-0174-03

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.S1.64

### 0 研究背景

地震的孕育和发生过程中, 随着应力的不断加载, 地壳介质的结构也发生变化, 及至孕震晚期, 震源区应力相对集中的地壳介质的电性结构会发生变化, 从而引起大地电场的变化, 这种地电场变化已在多次中强地震前观测到, 属于中短期异常。近20多年来对地电场数据的分析也发展了多种分析方法, 如频谱分析, 极化方位计算、长短极矩比值计算。由于需要从复杂的电磁环境中提取相对较弱的地震电磁信号, 有必要进行地震电磁物理过程的物理解析, 需要开展地电场机理、特征、数值模拟等研究, 基于对大地电场的物理解析的深入认识, 近年来, 谭大诚等<sup>[1-3]</sup>探索了自然电场、大地电场初步分离的原理, 基于大地电场的潮汐机理, 将源于空间电流系和潮汐作用的大地电场与岩体裂隙结构联系起来, 建立了

大地电场的岩体裂隙水(电荷)渗流(移动)模型, 逐步发展出了地电场优势方位角分析方法, 探寻震中附近的岩体裂隙结构变化。

地电场优势方位角方法以其极强的抗干扰能力得到广泛的应用, 利用地电场优势方位角分析方法, 在近几年的部分中强地震前也提取到了显著的异常信息。尤其是在部分地震前会出现多个场地的优势方位角变化在时间上出现了准同步的异常现象。

### 1 研究内容、理论基础和研究方法

#### 1.1 地震及构造

2015年3月14日安徽阜阳发生 $M_s4.3$ 地震( $33^\circ\text{N}$ ,  $115.9^\circ\text{E}$ ), 造成155间房屋倒塌, 受损1万多间, 本次地震的震源深度3 km, 是发生在沉积层里的浅源地震, 震源机制解的反演结果显示两个

收稿日期: 2024-10-10

基金项目: 2022年度蒙城野外站开放基金项目资助(MENGO-202212)

作者简介: 李军辉(1982-), 男, 高级工程师, 主要从事震磁观测研究。

E-mail: lijunhui\_ah@163.com

节面分别与附近的临泉—刘府断裂和王老人集两条断裂的走向一致，烈度调查结果显示等震线的长轴方向为NNW向，说明阜阳地震的发震构造很可能是临泉—刘府断裂。本文利用大地电场优势方位角方法来分析阜阳 $M_s4.3$ 地震前后震中附近蒙城、周口、嘉山3个台的地电场优势方位角的异常变化特征，分析异常与地震的相关性，为该方法在华东地区震情跟踪中的应用积累震例。

研究区域内主要断裂有北东向的郟庐断裂带、王老人集断裂，东西向的宿北断裂、太和—五河断裂、临泉—刘府断裂等，2015年阜阳 $M_s4.3$ 地震位于王老人集断裂和临泉—刘府断裂交汇部位。蒙城台、周口台、嘉山台地电场观测距离本次地震的震中分别为69 km, 137 km和225 km，其中蒙城台郟庐断裂带和王老人集断裂之间、周口台位于在河淮盆地内部，嘉山台位于郟庐断裂带东侧(图1)。

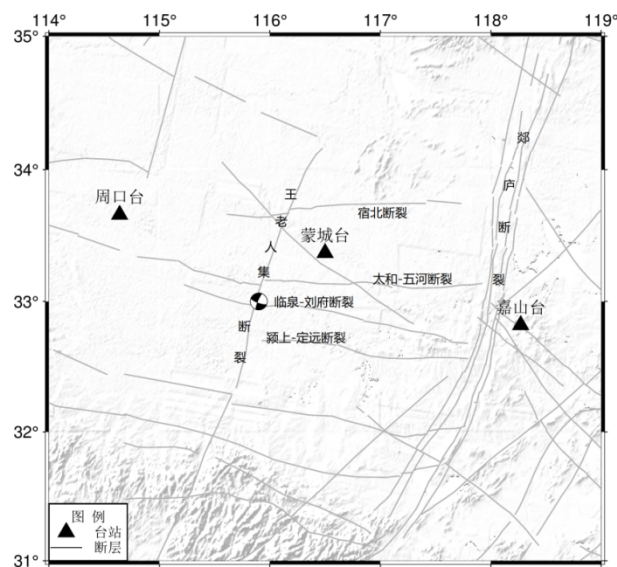


图1 2015年阜阳4.3级地震震中及地电场台站分布

Fig.1 The distribution of epicenter of Fuyang  $M4.3$  earthquake in 2015 and geoelectric field stations

## 1.2 地电场优势方位角算法

在实际的计算中，如果计算台站地电场某两个方向的方位角时，如计算NS、NW向之间的地电场优势方位角 $\alpha$ (北偏东)的计算公式如下：

$$\alpha = 180 - \frac{180}{\pi} \arctan \left\{ \sqrt{2} \frac{\sum_{i=1}^{10} A_{NW(i)}}{\sum_{i=1}^{10} A_{NS(i)}} - 1 \right\} \quad (1)$$

式(1)中 $A_{NW(i)}$ 和 $A_{NS(i)}$ 分别为NW和NS向的第

$i$ 阶潮汐谐波的振幅，利用谐波分析方法对地电场每天的分钟值进行处理，得到周期为24、12、8、6、4.8、4、3.4、3、2.7和2.4小时谐波的振幅。

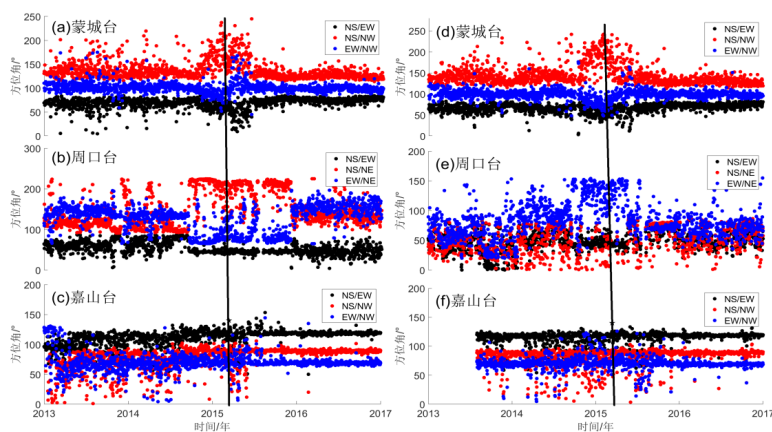
## 2 研究结果

### 2.1 方位角时间特征

利用地电场优势方位角算法得到三个台站地电场优势方位角随时间变化的曲线，其中图2(a、b、c)为3个台站长极矩2013—2016年方位角曲线，图2(d、e、f)为相应台站短极矩2013—2016年方位角变化曲线。结果显示：在2015年3月14日阜阳4.3级地震前，蒙城、周口地电场方位角出现准同步的异常变化，震中距69 km的蒙城地电场长极矩的NS/NW向的方位角2013年1月—2014年9月底变化平稳，在 $110^\circ$ 附近波动变化，2014年10月该方向方位角开始出现增大偏转的变化，至12月底，方位角偏转至 $200^\circ$ 左右，偏转幅度约 $90^\circ$ ，2015年1月到2015年3月14日阜阳4.3级地震前，方位角在 $200^\circ$ 附近波动变化，地震发生后3个月左右，方位角恢复到震前背景水平，NS/EW，EW/NW向方位角的变化幅度较小(图2a)。蒙城台短极矩的方位角NS/NW向的方位角2013年1月—2014年9月底变化平稳，在 $126^\circ$ 附近波动变化，2014年10月该方向方位角开始出现增大偏转的变化，至12月底，方位角偏转至 $210^\circ$ 左右，偏转幅度约 $90^\circ$ ，与长极矩的异常时段同步(图2d)，NS/EW，EW/NW向方位角的变化幅度较小；震中距137 km的周口台地电场三个方向的优势方位角2013年1月—2014年9月中旬变化不大，2014年9月下旬开始三个方向的方位出现快速偏转的变化，其中长极矩方向的NS/EW向方位角由 $86^\circ$ 跳变为 $44^\circ$ 左右，偏转约 $42^\circ$ 。NS/NE向方位角由 $100^\circ$ 跳变为 $220^\circ$ 左右，偏转角度约为 $120^\circ$ ，EW/NE向方位角偏转约 $70^\circ$ (图2b)，短极矩的NS/EW方位角由 $65^\circ$ 跳变为 $130^\circ$ 左右(图2e)；震中距225 km的嘉山台地电场三个方向长短极矩的方位角在地震前后都在均值附近波动变化，方位角未发现明显的偏转变化(图2c、f)，可能震中距较远或者郟庐断裂带阻隔了应力的传递。

### 2.2 频率域特征

为进一步明确蒙城地电场中前10阶谐波中振幅增强的周期，本文对蒙城台地电场NS、EW、



(竖线为地震时间)

图2 蒙城、周口、嘉山2013—2016年地电场优势方位角

Fig.2 The dominant azimuth of geoelectric field of Mengcheng, Zhoukou, Jiashan station from 2013 to 2016

NW三个方向2013—2016年的各阶谐波振幅的时间序列进行归一化如图3所示,地电场NS向的前10阶谐波中,短周期谐波2.4~4.8 h的振幅自2014年10月初开始增强,2015年3月14日阜阳地震发生后,短周期的谐波振幅恢复到背景水平,长周期

谐波6~24 h周期谐波未出现明显的异常变化(图3a),EW、NW向各阶谐波在地震前后均未出现明显的增强或者减弱的变化(图3bc)。因此,认为蒙城台地电场方位角偏转异常主要是因为NS向短周期的振幅增强引起的。

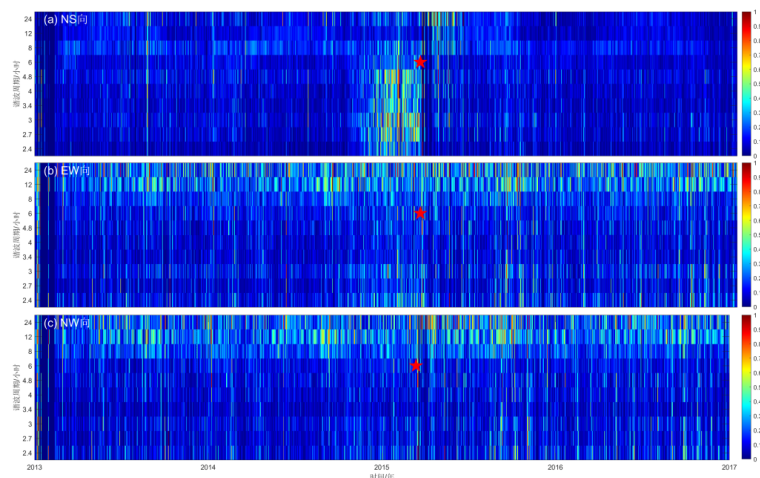


图3 蒙城台地电场三个方向各阶谐波振幅归一化结果

Fig.3 Normalization results of harmonic amplitude in three directions of geoelectric field in Mengcheng station

### 3 结语

通过对2013—2016年蒙城、周口、嘉山地电场优势方位角分析,发现在2015年3月14日阜阳4.3级地震前,震中距较近的蒙城、周口地电场长短极矩优势方位角在2014年10月初出现准同步的偏转变化,地震后几个月内逐渐恢复。对蒙城台地电场NS向各阶谐波的振幅进行归一化分析,认为优势方位角的偏转主要是地电场NS向2.4~4.8 h短周期谐波振幅在震前增强引起的,地震后短周期谐波振幅恢复到背景值水平,因此,认为地电

场方位角的异常与地震存在明显的相关性,为该方法在华东地区震情跟踪中应用积累震例。

### 参考文献

- [1] 谭大诚,王兰伟,赵家骝,等.潮汐地电场谐波和各向波形的影响要素[J].地球物理学报,2011,54(7):1842-1853.
- [2] 谭大诚,席继楼,张慧,等.地电场水文地质因素及裂隙水主体渗流方向逐日计算[J].地震学报,2013,35(1):36-49.
- [3] 谭大诚,辛建村,王建军,等.大地电场岩体裂隙模型的应用基础与震例解析[J].地球物理学报,2019,62(2):558-571.