

范晔, 韩雪君, 解滔. 德州 5.5 级地震极低频同震电磁响应分析[J]. 华南地震, 2024, 44(S1): 151–152. [FAN Ye, HAN Xuejun, XIE Tao. Extremely Low Frequency Electromagnetic Coseismic Response of Dezhou  $M_s$  5.5 Earthquake [J]. South China journal of seismology, 2024, 44(S1): 151–152]

## 德州 5.5 级地震极低频同震电磁响应分析

范晔, 韩雪君, 解滔

(中国地震台网中心, 北京 100045)

## Extremely Low Frequency Electromagnetic Coseismic Response of Dezhou $M_s$ 5.5 Earthquake

FAN Ye, HAN Xuejun, XIE Tao

(China Earthquake Network Center, Beijing 100045, China)

关键词: 极低频台网; 同震电磁响应; 德州  $M_s$  5.5; 电性结构; 磁棒旋转感应

Keywords: ELF network; Electromagnetic coseismic response; Dezhou  $M_s$  5.5; Electrical structure; Rotational effect of the coil magnetometer

中图分类号: P315

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)S1-0151-02

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.S1.55

### 0 研究背景

据中国地震台网测定, 北京时间 2023 年 8 月 6 日 2 时 33 分在山东德州市平原县(北纬  $37.2^\circ$ , 东经  $116.3^\circ$ )发生 5.5 级地震, 这是 2023 年我国大陆东部最大地震。根据震后科考认为, 地震发生在北东向聊城—兰考—沧东断裂带的陵县—冠县断裂, 余震活动主要沿断裂呈北东向分布, 余震分布约 10 km 左右。

地震发生常伴随物理场异常现象, 电磁场是重要的异常之一, 蕴含地震孕育和发生过程中重要信息, 对认识地震物理过程有重要意义<sup>[3]</sup>。德州 5.5 级地震周边极低频电磁台网观测到了伴随地震波的电磁信号, 分析这些同震电磁响应变化与震级、震中距、震源深度等之间关系, 并联合地震

波数据, 区域电性结构与速度结构分析这些变化的可能原因, 对了解地震发生过程有重要意义<sup>[1]</sup>。

### 1 研究内容

“极低频探地工程”地震预测分系统在首都圈建设了 15 个极低频地震电磁观测台站, 观测的天然源电磁信号频段范围为 0.001 ~ 1000 Hz, 按照大地电磁测深观测方式布设, 同时观测五分量的电场和磁场, 其中 16 Hz 采样率为 24 h 连续观测。这些台站基本都有测震监测手段, 德州 5.5 级地震周边极低频电磁和测震仪器如图 1 所示。记录到的同震电磁响应情况如表 1, 可以看出震中距 200 km 内可以观测到同震电场响应, 而 400 km 外依然可以观测到同震磁场响应, 并以垂向磁场最明显。

收稿日期: 2024-10-10

基金项目: 山西太原大陆裂谷动力学国家野外科学研究所基金(NORSTY2023-02); 震情跟踪项目(2024010401)共同资助。

作者简介: 范晔(1987-), 女, 博士, 高级工程师, 主要从事地震电磁分析与处理工作。

E-mail: fanye@seis.ac.cn

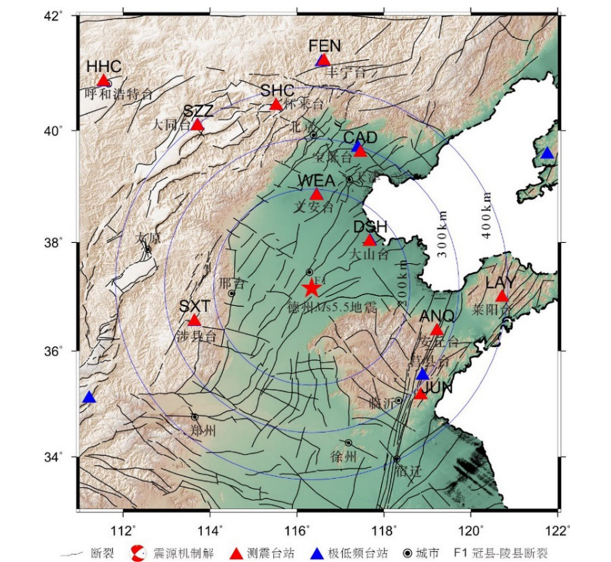


图1 德州 $M_s5.5$ 地震与周边极低频、测震台站分布图  
Fig.1 The distribution map of the Dezhou  $M_s5.5$  earthquake, the ELF and seismic stations

表1 德州5.5级地震周边同震电磁响应情况  
Table1 Electromagnetic coseismic response around the Dezhou  $M_s5.5$  earthquake

极低频台	测震台	震中距/km	电场有无同震	磁场有无同震
大山台	DAX	151.9	两道均有	三道均有
文安台	WEA	187.8	Ex较明显	三道均有
涉县台	SXT	249.6	两道均无	三道均有
安丘台	ANQ	270.9	两道均无	Hz较明显
莒县台	JUN	291	两道均无	三道均无
宝坻台	CAD	296.8	两道均无	三道均有
怀来台	SHC	371.8	两道均无	Hz较明显
莱阳台	LAY	389.1	两道均无	三道均无
大同台	SZZ	397.3	两道均无	Hx, Hz较明显
丰宁台	FEN	449.7	两道均无	三道均有

2 研究结果

距离最近的大山台五道电磁场均观测到了比较明显的与地震波形相似的同震信号，如图2所示。但随着震中距的增加，台站电磁环境较好的情况下，同震电场响应消失，同震磁场响应依旧

存在，尤其是垂向磁场更明显。通过对九寨沟7级地震电磁同震机理的数值模拟结果可知，不同机制对地震电磁异常都有贡献，机制所起作用与地层电导率有关<sup>[2]</sup>。从德州5.5级地震的同震电磁响应情况来看，远距离的台站只观测到了同震磁场响应，可能主要是由于磁棒旋转感应效应产生。

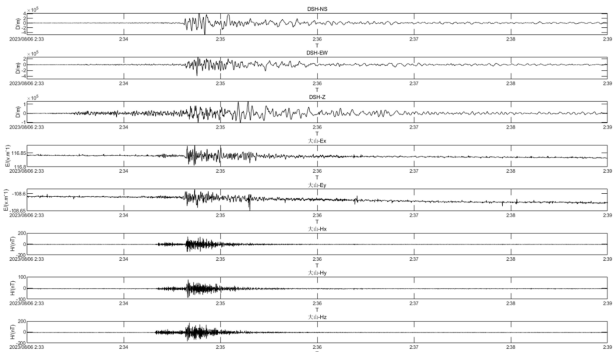


图2 大山台测震、极低频台站同震响应曲线图  
Fig.2 The coseismic response curves of seismic and the ELF stations at Dashan station

3 结语

对同震电磁异常的研究，对了解地震发生过程中应力调整、地震波辐射现象有重要意义。可以更全面认识和了解地球电磁场和与地震相关的电磁信号。分析电磁台站观测的同震电磁变化数据，积累地震电磁同震实例，详细分析地震发生前、中、后电磁场变化规律，可以更好地提高对与地震相关的电磁现象与理论模拟的支持。

参考文献

[1] 韩冰,汤吉,赵国泽,等. 极低频台站同震电磁信号特征分析[J]. 地震地质,2022,44(3):753-770.  
[2] Gao Y X,Zhao G Z,Chong J J,et al. Coseismic electric and magnetic signals observed during 2017 Jiuzhaigou  $M_w$  6.5 earthquake and explained by electrokinetics and magnetometer rotation[J]. Geophys. J. Int,2020(223):1130-1143.  
[3] Huang Q, Ren H, Zhang D, et al. Medium effect on the characteristics of the coupled seismic and electromagnetic signals[J]. Proceedings of the Japan Academy,2015,91(1):17-24.