

地电场震前变化的探讨

沈红会¹, 冯志生², 燕明芝³, 田 韬¹, 李 伟¹

(1. 南京基准地震台, 江苏南京 210014; 2. 江苏省地震局, 江苏南京 210014;

3. 甘肃省地震局, 甘肃兰州 730000)

摘要:地电场的地震预报研究目前处于摸索探讨阶段。本文主要利用西北地区的一些数字化观测资料对地电场的震前变化进行分析, 并就地电场的预报提出一些看法和建议。

关键词:地电场; 震前变化; 探讨

中图分类号: P315.72*2

文献标识码: A

文章编号: 1000-0844(2006)01-0074-04

Approach on Variation of Geoelectric Field before Earthquakes

SHEN Hong-hui¹, FENG Zhi-sheng², YAN Ming-zhi³, TIAN Tao¹, LI Wei¹

(1. Nanjing Standard Seismological Observatory, Nanjing 210014, China; 2. Earthquake Administration of Jiangsu Province, Nanjing 210014, China; 3. Earthquake Administration of Gansu Province, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The earthquake prediction based on the geoelectric field variation is still in period of fumble and discussion. In this paper, using some digital observation data of geoelectric field in Northwest China, the variation before some earthquakes are analyzed. Some views and suggestion for earthquake prediction based on the geoelectric field are presented also.

Key words: Geoelectric field; variation before earthquakes; Approach

0 引言

“九五”期间我国陆续建设了20多个地电场观测场地。经过几年的观测已经积累了一批数字化观测资料, 初步显示了地电场的一些基本特征。但就地电场的地震预报而言, 还处于摸索和探讨的阶段。

与地震有关的地震电信号被称为 SES (Seismic Electric Signal) 和 GVEF (Gradual Variety Electric Field), 它是希腊“VAN”小组进行地震预报的主要依据。很多地电学家认为, 在孕震体及其周围受统一应力场变化的影响, 流体的冲流、过滤、定向作用, 就会使自然电位出现规律性的异常。张北地震前赵家骝等在宝坻试验场观测到了典型的 SES 信号, 毛桐恩等作了详细的分析^[2]; 赵和云等在永登地震前发现了地电场日变形态畸变^[4]; 在以前地电阻率的自然电位观测中, 也发现了很多类似 GVEF 的地电弯扰变化等。但由于“九五”期间建设的很多地电场台站还处于摸索阶段, 观测系统出现的问题比较多, 尤其是电极问题, 所以数据的连续性很差, 数据

长期的一些变化很难判断是否是震前变化。除了希腊等提出的地震前的 SES、GVEF 信号, 近几年国内也在寻找一些其它的预报方法, 如方位角、垂直极化投影等方法。

本文主要针对兰州台、嘉峪关台周围发生的一系列中强震前地电场的变化进行分析, 对地电场的震前变化展开一些讨论, 就预报方法提出一些建议和看法。

1 兰州、嘉峪关周围地电场的震前变化

2002年以来, 在兰州台、嘉峪关台周围地区发生了一系列中强地震(表1), 分析这两个台的地电场观测资料, 发现有明显的地电场异常现象。图1为兰州台2003年8月1日至12月31日的三方向地电场和地磁 H 分量时均值。选取时均值的目的是滤掉1小时以下的变化, 而突出地电场的日变形态。从图中可以看出, 甘肃临潭 $M_s 5.2$ 地震($\Delta =$

收稿日期: 2005-07-01

基金项目: “十五”国家科技攻关项目(2004BA601B01-03-02)

作者简介: 沈红会(1972--), 男(汉族), 江苏常州人, 工程师, 从事地震监测工作。

表1 兰州、嘉峪关周围的一些地震

时间	经度 / °	纬度 / °	震中距/km		震级 / M_s	发震地点
			嘉峪关	兰州		
2002-02-14	97.3	39.8	79	706	5.9	甘肃玉门市
2003-04-17	96.8	37.5	285	646	6.6	青海德令哈
2003-10-25	101.2	38.4	301	347	6.1	甘肃民乐、山丹间
2003-10-25	101.1	38.4	294	353	5.8	甘肃民乐、山丹间
2003-11-13	103.9	34.7	758	154	5.2	甘肃岷县、临潭间
2004-02-25	96.7	37.6	279	657	5.0	青海德令哈
2004-03-17	96.7	37.6	279	657	5.2	青海德令哈
2004-05-04	96.7	37.5	289	655	5.5	青海德令哈
2004-05-04	96.7	37.5	289	655	5.1	青海德令哈
2004-05-11	96.7	37.4	299	652	5.9	青海德令哈

156 km)之前三个方向均都出现了地电场的日变形态畸变和日变幅度的明显变化,变化时间都在地震前后 20 天左右。同时期的地磁 H 分量显示两次磁暴不是导致这种变化的原因,另外地电场 6 道(短极距未列出)同时都记录到这种变化,也可以说明不是电极的极化造成的。

图2为兰州台2003年11月10日至14日的三方向(图中(1)为长极距,(2)为短极距)地电场分钟值。看出在甘肃临潭地震之前三个方向都出现了

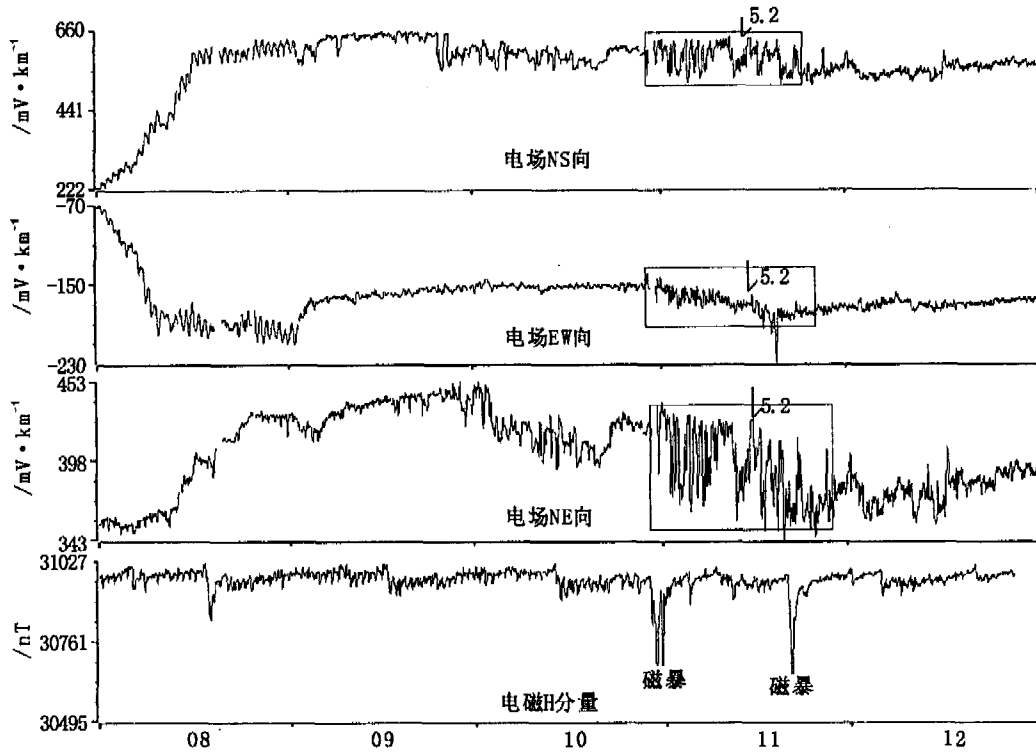


图1 兰州台2003年8-12月地电场三方向、地磁H时均值曲线

Fig. 1 Average hour value curves of the geoelectric field in three directions and geomagnetism field in H direction from August to December, 2003 in Lanzhou station.

类似方波信号的变化,变化幅度为 40 mV/km 左右。图2中EW(1)和EW(2)、NE(1)和NE(2)极性相反是电极线路接反的原因。当然,这是不是 SES 信号还需要更多的观测和研究。另外 SES 信号的产生机理也需要进一步探讨。一个最主要的问题是信号来自于震前震源区的辐射还是有可能断层挤压下形变传递的电场效应,是否完全可以把震前变化看做是远场变化。国内地电场场地与希腊地电场场地最大的区别是长短极距的比例,希腊是 20:1^[5],国内基本上是 2:1,这一点对于区分震前变化和干扰是非常不利的。地震前兆的远场变化在地电场上的反映是每道变化极性相同,幅度接近;而近场噪声在地电场上的反映是每道变化极性、幅度都有可能较

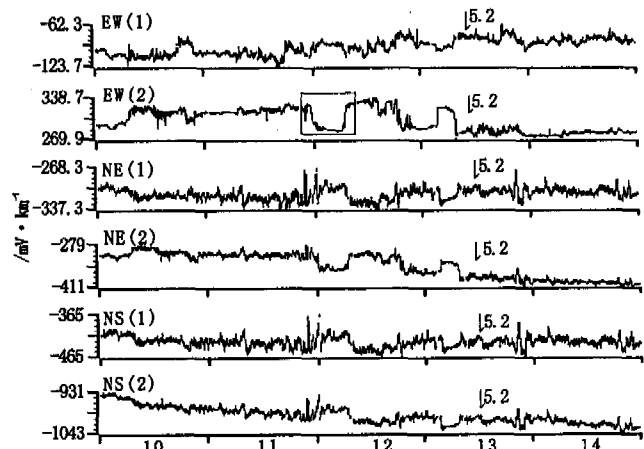


图2 兰州台2003年11月10-14日地电场分钟曲线
Fig. 2 Minute value curves from November 10 to 14, 2003 in Lanzhou station.

大差异。

2 资料处理

2.1 极化斜率法

地电场的方位角法是常用的数据处理方法：

$$\theta = \arctan \frac{E_{AB}}{E_{AB\perp}}$$

在方位角的计算中,数据的选择是比较困难的事情,无论采用分钟值还是 N 分钟均值都会出现数据离散的情况。本人认为不如直接运用极化斜率法来处理数据,即采用最小二乘法计算一定时间段内电场方位斜率拟合值。在电场的正常变化中,NS 向和 EW 向都存在同步的变化,因此一般来说是斜率稳定的线性极化。如图 3(a) 所示:嘉峪关台 2003 年 8 月 25 日、9 月 29 日、10 月 31 日三个不同时期某一天的极化都呈线性极化,并且极化斜率非常稳定。在出现异常时,电场的方位角也会变化,极化可能不再线性,因此可以通过判断极化斜率来检验数据是否出现异常^[2]。毛桐恩等发现在地震前地电场的 \vec{E} 矢量是发生转动的。考虑到地电场预报的短临特征,再结合观测的实际情况,笔者认为 1 天的数据处理周期太长,以 1 小时为数据窗长比较合适。

图 3(b) 为嘉峪关台 2004 年 1 月地电场极化斜率值曲线。数据的变化范围非常小,从中也可以看出地电场在正常变化时有稳定的极化斜率。图 4 为兰州台 2003 年 10—11 月地电场极化斜率值,在甘肃临潭 $M_s 5.2$ 地震($\Delta = 156$ km)前出现了极化斜率大幅变化的情况。图 5 显示了嘉峪关台在周围地



图 4 兰州台 2003 年 10—11 月地电场斜率值
Fig. 4 Polarization slope values of geoelectric field in Lanzhou station.

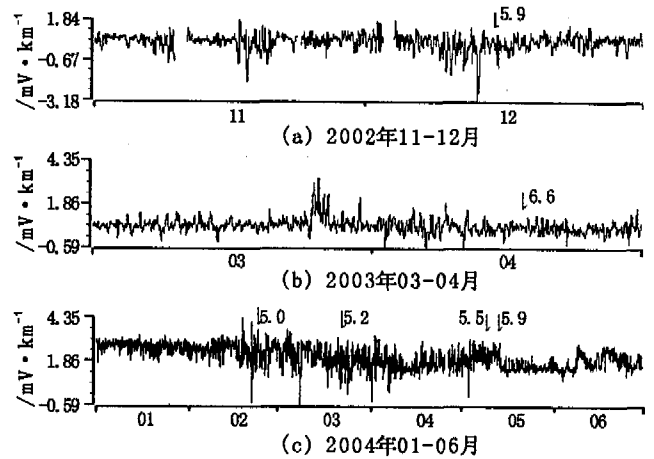


图 5 嘉峪关台一些地震前的地电场极化斜率变化
Fig. 5 Polarization slope values of geoelectric field before some earthquakes in Jiayuguan station.

震前地电场极化斜率的变化:2003 年 4 月 17 日德令哈 $M_s 6.6$ 地震($\Delta = 280$ km)前大约 23 天左右出现极化斜率的明显改变;2002 年 12 月 14 日玉门市 $M_s 5.9$ 地震($\Delta = 79$ km)前 2 天左右出现极化斜率的明显改变;2004 年 2 月 25 日至 5 月 11 日在德令哈发生了一系列的地震,2004 年 1 月地电场的极化斜率还很稳定,之后在地震前斜率均出现了很大的变化。

2.2 垂直极化投影法

垂直极化投影法是阮爱国等提出的一种地电场异常变化提取方法^[1]。以线性极化的方向为轴,每个观测点在轴上的投影来判断数据的异常情况。在数据处理时间段的选择上,阮爱国等认为以 24 小时的数据为时间窗长计算为佳,并且在投影的两边采用了正负区别。在实际的观测中可能根据不同场地的观测来选择计算窗长比较好,只要极化稳定,窗长越短越好。另外在投影的两边可以采用绝对值来处理,因为我们考虑的是投影的距离。还有一个问题是,所有点都投影会出现一些离散点,所以可以在一定时间段内取均值处理。图 6、7 采用了 12 小时作为计算窗长,投影全部采用绝对值,分钟值数据计算后取时均值。从图中可以看出,在前面提到的几次地震前也均出现了投影距离变大的现象。

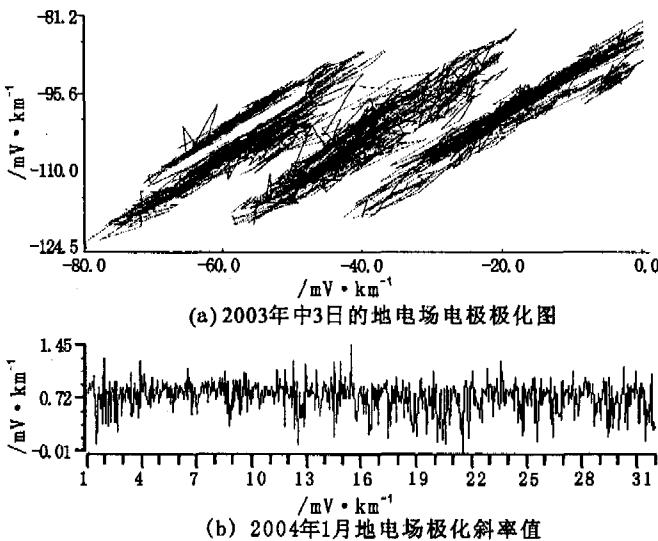


图 3 嘉峪关地电场的变化

Fig. 3 Polarization of geoelectric field in Jiayuguan station.

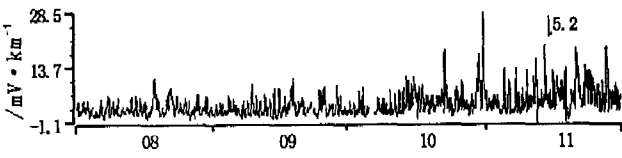
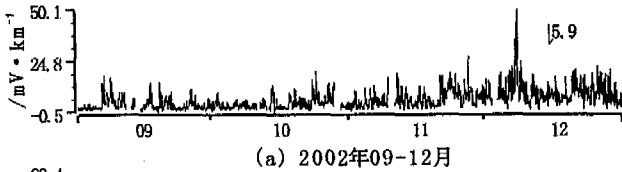
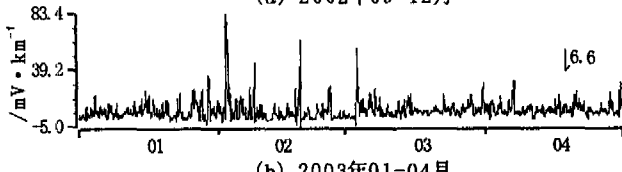


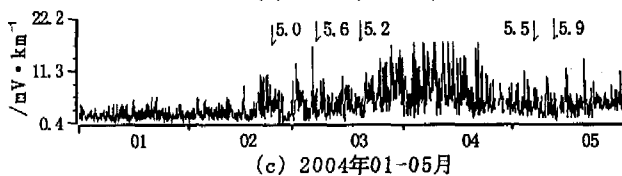
图6 兰州台2003年8-11月的垂直极化投影曲线
Fig.6 Vertical polarization projection curve of geoelectric field in Lanzhou station.



(a) 2002年09-12月



(b) 2003年01-04月



(c) 2004年01-05月

图7 嘉峪关台一些地震前的地电场垂直极化投影曲线

Fig.7 Vertical polarization projection curve of geoelectric field in Jiayuguan station.

3 讨论

从“九五”上的一批地电场数字化资料来看,避开地电场观测系统还存在的各种问题。这些数字化观测资料已经观测到了地电场的一些变化特征,研究和分析这些数字化资料还是一个探索的过程。就地电场的地震预报而言,如何确定 SES 信号还需要进一步探讨,其传播机理也需要研究。建议加大地电场的长短极距比例,以便更加清晰地区分 SES 信号和一般周围环境的干扰。地电场矢量的变化方向在一般情况下非常稳定,在地震前可以发现明显的改变,具体的一些特征还需要更多的观测研究。

[参考文献]

- [1] 阮爱国,赵和云.提取地震地电场异常的垂直极化方向投影法[J].地震学报,2000,22(2):171-175.
- [2] 毛桐恩,席继楼,王燕琼,等.地震过程中的大地电场变化特征[J].地球物理学报,1999,42(4):519-528.
- [3] 马钦忠,冯志生,等.崇明与南京台震前地电场变化异常分析[J].地震学报,2004,26(3):304-312.
- [4] 赵和云,阮爱国,等.Pb-PbCl₂固体不极化电极在地电场观测中的作用和效能[J].地震,1998,18(增刊):45-52.
- [5] Varotsos P, Lazaridou M. Latest aspects of earthquake prediction in Greece based on seismic electric signals [J]. Tectonophysics, 1991,188:321-347.