

几次地震前河西地区地电场的异常特征

毛可 石特临 孙景芳

(国家地震局兰州地震研究所)

摘 要

本文在分析甘肃河西地区五个台地电场资料的基础上,阐述了河西地区地电场的正常特征和几次地震前的异常特征,并指出地电场异常的研究在地震短临预报中具有一定意义。

一、前 言

早在邢台地震发生后我国地震工作者就开始了地电场与地震关系的观测研究。尽管在海城地震及唐山地震前不少测点观测到自然电位变化的短临前兆信息,但这些现象似乎没有引起人们足够的重视。1988年澜沧—耿马7.6级强震前离震中300公里左右的腾冲台除观测到地电阻率异常外,还观测到明显的自然电位短临异常。1990年10月20日景泰—天祝6.2级地震前,距震中280公里的山丹地电台NW道自然电位观测到幅度近60mV,持续时间约3个月的正异常。以上事实说明,强震前确实存在地电场的前兆异常。

近年来,国外也不断有关于地电场研究的报导。苏联学者在勘察加进行了多测点、多种电极、多极距、多测道的地电场对比观测,并根据测得的地电场群体异常资料,对几次中强震作了较成功的预报^[1]。日本学者在山崎断层上进行跨断层的自然电位测量^[2]。瑞典教授米尔声称,用他发明的装置在希腊曾多次捕捉到中强震的地电(实际上就是土地电)前兆信息¹⁾。

笔者在总结甘肃及其毗邻地区中强震震例的同时,系统地整理了1984—1989年河西5个地电台自然电位资料,将这些资料进行去干扰处理后发现,每一测道均具有正常年变特征,多数台在一些中强震前有短期异常显示。本文不打算过多地涉及地震前地电场异常的机制问题,仅对上述资料作一介绍并进行了简要的讨论,目的是为了引起人们对地电场观测研究的关注。

二、河西地电场正常年变特征

图1是河西5个自然电位台的平面分布图。这5个台是武威台、山丹台、山丹军马二场台、嘉峪关台和四零四厂台,它们几乎沿河西走廊呈“一字形”排开。5个台的有关情况见表1。

1) K. 米尔等,大地震前的大地电场周期异常,李江化译,1989.

表 1

台站	测线方向	极距	电极材料	观测仪器	场地条件	观测系统变更情况
武威	NS	600米	铅板	DDC-2A	第四纪覆盖层为灰色灰绿色砾石层，厚370米，下伏第三纪粉砂质泥岩、砾状砂岩	
	EW	600米				
山丹	NS	100米	同上	DDC-2A	无第四纪覆盖层，第三纪砂岩出露地表	1988年8月改造为标准地电台，场地向西南移动了320米，NS道极距增大到200米
	EW	200米		1988年8月改用ZD-8		
	NW	200米				
军马二场	NS	350米	同上	DDC-2A	第四纪覆盖层达百余米下伏第三纪泥岩	1988年7月改造，NS道测量极距由200米加大到350米
	EW	200米				
四〇四厂	NS	230米	同上	ZD-8	地表为数米第四纪砂砾石层，下伏第三纪砾岩、泥岩，基底为前寒武纪片麻岩	
	EW	188米				
嘉峪关	NE	300米	同上	DDC-2A	覆盖层为砾石、砂土，厚达30米左右，下伏第三系砂岩	
	NW	300米				

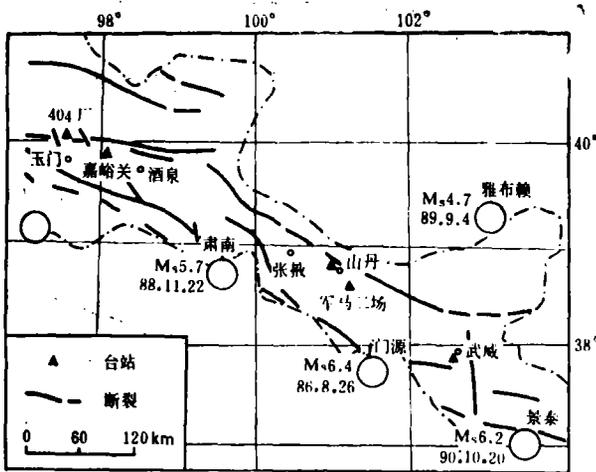


图 1 河西地区自然电位测点位置及震中分布图
Fig. 1 Distribution of the stations of the natural potential in Hexi area

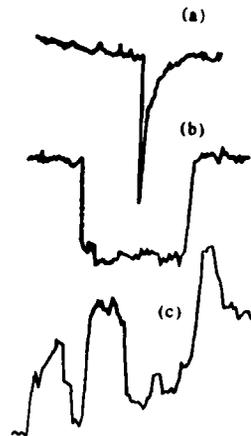


图 2 自然电位干扰的主要类型
Fig. 2 Main interference types of the natural potential

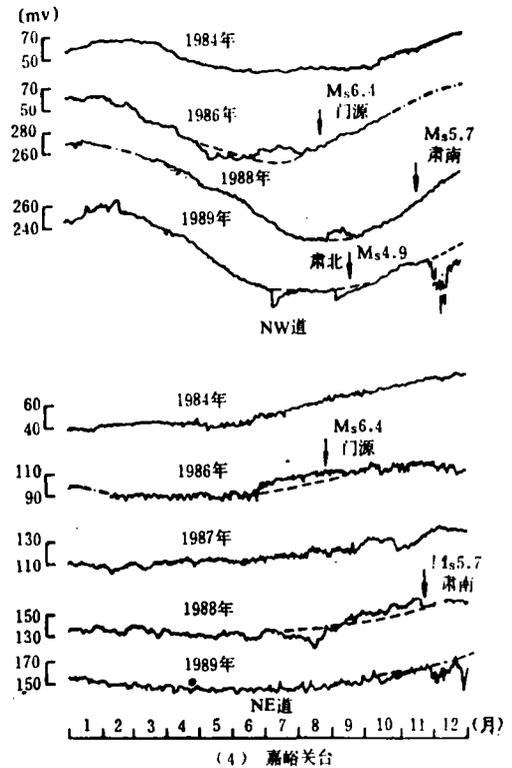
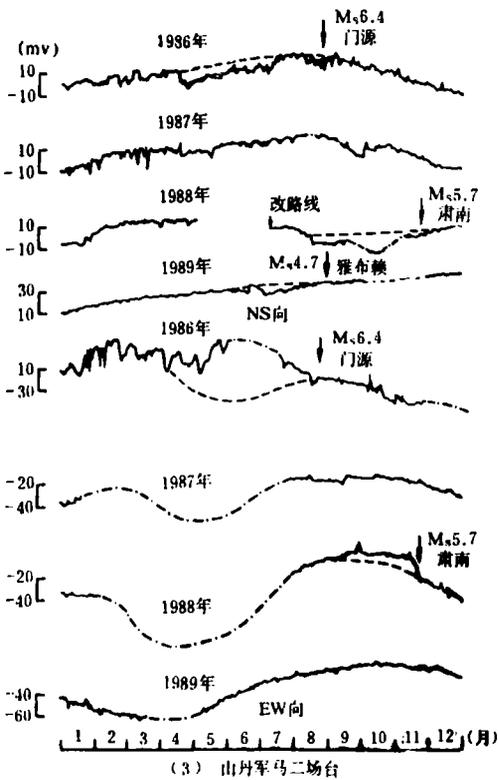
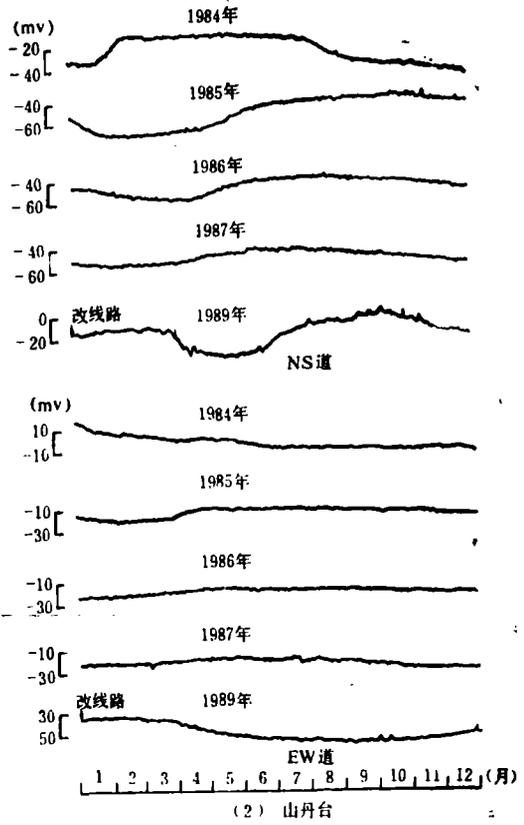
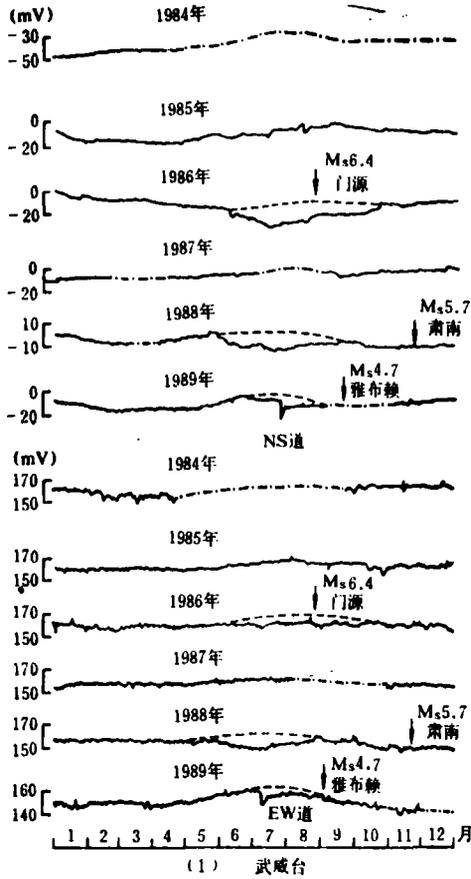
从原始资料来看，对自然电位观测的干扰形态主要有3种，即（1）单个脉冲（图2a），（2）“U”字形干扰（图2b），（3）脉动形干扰（图2c）。

常用的排除干扰方法有如下几种：

（1）现场落实。在观测点上检查观测系统，找出干扰源。进而确定产生干扰的时间及干扰的量级，从资料中直接剔除。如军马二场台EW道自然电位每年春季出现的幅度为数十毫伏波动状干扰与东测极附近变压器漏电有关。

（2）对资料作低通滤波。多数干扰为高频成分，周期为数小时至数天（DDC-2的观测间隔为4小时）。对资料作低通滤波，可滤掉高频干扰，突出低频成分。

（3）距平分析。对多年无趋势有年变的自然电位资料进行距平分析。凡距平值大于10毫伏者，或以距平曲线的2倍均方差为警戒线，超过此值并持续半月以上者为异常，否则判为干扰。



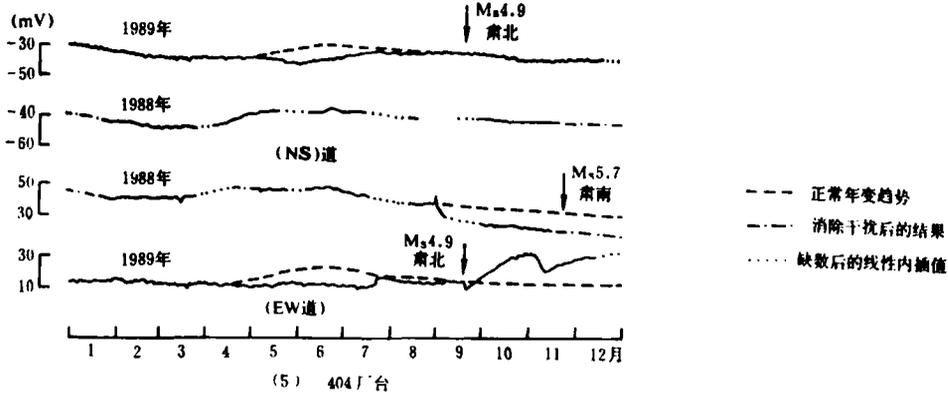


图3 各台自然电位日均值曲线

Fig. 8 The curves of daily mean value of the natural potential in each station

图3是河西5个台排除上述干扰后自然电位日均值曲线。不难看出，各台站不同测道自然电位的年变都有一定规律。每年都出现一极大值和极小值，年变幅和极值出现时间大致相同。一般情况下极大值在秋季出现，极小值在春季出现。而山丹台EW道、嘉峪关台自然电位例外，极大值在春季，极小值在秋季。河西5个台的正常年变情况见表2。由表2可以看出，除军马二场台外，其它各台NS道多年平均年变幅均大于或等于EW道多年平均的年变幅。

表2

台 站	测 道	极大值时间	极小值时间	年变幅	备 注
武 威	NS	8、9、份	3、4月份	12毫伏	
	EW	7、8月份	3、4月份	9毫伏	
山 丹	NS	7、8月份	3、4月份	20毫伏	1984年违反正常年变规律，原因不明
	EW	2、3月份	9、10月份	7毫伏	
军马二场	NS	8、9月份	1、2月份	29毫伏	
	EW	9、10月份	4、5月份	59毫伏	
嘉 峪 关	NW	2月份	7、8月份	58毫伏	
	NE	11、12月份	5、6月份	28毫伏	
四零四厂	NS	6、7月份	3、4月份	9毫伏	
	EW	6、7月份	3月份	9毫伏	

另外，我们还发现，某一方向上地形坡度大或冲沟发育，则与此方向平行的某测道自然电位年变幅较大。典型的例子是嘉峪关台的NW道及军马二场台的EW道。此外，适当增大测量极距，可观测到较稳定的结果。如山丹军马二场台NS道原测量极距为200米，1988年7月改造后为350米。改造后观测系统所受干扰明显减小。又如，武威台地处市区边缘，工业离散电流的干扰较严重。由于该台测量极距长达600米，因此自然电位的测值比较稳定。

三、几次地震前河西地电场前兆异常特征

(1) 1986年门源6.4级地震

震前武威台两道自然电位均显示负异常。NS道异常时间132天,异常幅度-19毫伏。EW道异常时间130天,异常幅度-10毫伏。在异常恢复过程中发震。震中距为104公里。

军马二场台NS道也为负异常。异常时间137天,异常幅度-16毫伏。EW道为正异常,异常时间143天,异常幅度为+37毫伏。在异常恢复后发震。震中距为125公里。

嘉峪关台NW道自然电位异常时间94天,异常幅度13毫伏。NE道为正异常,异常时间88天,异常幅度+10毫伏。震中距375公里。

(2) 1988年肃南5.7级地震

肃南地震前武威台NS、EW两道自然电位的异常时间为110天,异常幅度分别为-14毫伏和-13毫伏,均在异常恢复数十天后发震。震中距为275公里。

山丹军马二场台NS、EW两道自然电位的异常时间分别108天和75天,异常幅度分别为-16毫伏和+17毫伏,均在异常恢复后期发震。震中距为138公里。

嘉峪关台NW道和NE道自然电位异常时间分别为26天和125天,异常幅度分别为+8毫伏和+15毫伏。NE道在异常恢复后发震,NW道在异常恢复后数十天发震。震中距为178公里。

震前四零四厂台NS道自然电位无异常显示。EW道自然电位于该年9月初出现一幅度为-11毫伏的下降。此后,异常再未恢复。该台距震中220公里。

(3) 1989年雅布赖4.7级地震

雅布赖地震前武威台NS道和EW道自然电位异常时间分别为74天和66天,异常幅度分别为-18毫伏和-13毫伏,异常恢复后发震。震中距为148公里。

军马二场台仅有NS道有异常显示,异常时间为75天,异常幅度仅为-7毫伏,在异常恢复后发震。震中距为165公里。

(4) 1989年肃北4.9级地震

嘉峪关台仅有NW道出现两个负异常,异常时间分别为15天和26天,异常幅度分别为-12毫伏和-8毫伏。在第二个异常尚未完全恢复时发震。震中距为125公里。

404厂台NS道和EW道自然电位异常时间分别为116天和144天,异常幅度均为-10毫伏,异常恢复后发震。震中距为110公里。

(5) 1990年景泰6.2级地震

初步整理了1990年河西五个台的自然电位资料发现,景泰6.2级地震前距震中280公里的山丹台NW道自然电位异常显示最为明显。该道正常年变规律是,1-3月测值曲线应缓慢上升,5-10月应缓慢下降。极大值出现在4月份。而该年NW道7-10月份自然电位曲线不仅未下降,反而大幅度上升,形成正异常。异常幅度达60毫伏。持续时间近3个月。异常恢复后发震(见图4)。

综上所述,几次中强以上地震前河西地区地电场前兆异常有下列特征:

(1) 正常年变规律被破坏或年变消失是识别河西地电场前兆异常的定性指标。在自然电位曲线上异常形态表现为弯形变化。

(2) 河西地电场异常临震突跳不明

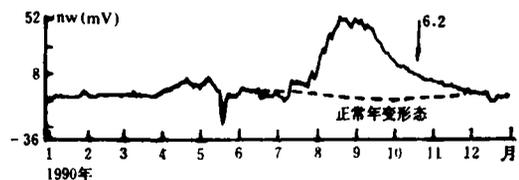


图4 景泰6.2级地震前山丹台自然电位异常(NW道)

Fig. 4 Anomaly of the natural potential in Shandan station before the Jingtai earthquake with $M=6.2$

显, 主要表现为短期前兆异常。异常时间为半个月至半年(一般不超过半年), 异常幅度为十毫伏至几十毫伏。

(3) 未来地震震级愈大, 出现异常的台站数愈多。目前尚未发现异常时间及异常幅度与地震震级之间有定量关系(也可能统计样本太少)。

(4) 远离震中的测点异常先恢复, 靠近震中的测点异常后恢复。如门源6.4级地震前嘉峪关台NW道自然电位异常于8月上旬恢复, 军马二场台自然电位异常于8月中旬恢复。而离震中最近的武威台自然电位异常发展后仍持续数十天。

另外, 有些台站震前有异常显示, 有些台站在某些地震前无异常显示。如山丹台自然电位除对1990年10月20日景泰6.2级地震有反应外, 对1984年以来的其它中强以上地震均无反应。我们认为每个台站的映震能力可能跟该台址本身的构造、地下介质条件、未来地震震级、测点与未来地震的距离及方位等因素有关。武威、嘉峪关和404厂台附近都有活动断裂通过, 测区地下都分布有较厚的松散层。

最后还需要指出的是, 肃北4.9级地震后404厂EW道自然电位大幅度的波动及11月下旬嘉峪关NW道和NE道自然电位的急剧变化, 可能是1990年1月14日青海茫崖M_s6.7级地震的异常显示。

四、结 语

1. 前兆观测是地震预报的基础。目前单靠某个台或某项手段成功地预报地震三要素几乎是不可能的。综合观测、综合研究是地震预报的必由之路。既然用地电场异常变化预报地震有一定效能, 我们有必要对该手段进行认真的观测研究。

2. 人们普遍认为, 地下水的渗滤在毛细管壁形成偶电层, 进而在整个介质中产生过滤电场是地电场前兆异常的机制。在扩容—扩散过程中, 具有一定矿化度的地下水在裂隙、空隙中运移, 完成力—电的转换, 这也许是能观测到地电场前兆异常的原因。其实, 自然电场法早就是干旱地区寻找地下水的有效方法。大量报导表明, 在新疆、甘肃及宁夏等地区, 自然电位异常与地震有较好的对应关系^{[3][4]}。甘肃地处干旱的西北地区, 开展地电场前兆的观测研究具有一定的有利条件。

3. 地电观测应包括地电阻率和地电场(其交变部分即为电磁波)两大门类。地电场和地电阻率的观测研究应该相辅相成。前者着重研究短临异常, 后者着重研究中短期异常。长期以来, 我们仅偏重于研究地电阻率的变化, 而对大量的地电场资料未予重视。建议对现有资料进行清理, 深入研究地电场异常与地震的关系, 进而提取出地电场前兆信息的短临异常指标。

4. 建议开展多测点、多测道、多频率和多种电极材料的地电场对比观测。目前, 电磁波观测在全国的广泛开展, ZD—9大地电场仪的研制成功, 非金属材料——导电环氧树脂在不极化电极上的应用, 表明进行对比实验的条件业已成熟。

(本文1990年12月1日收到)

参 考 文 献

- [1] Г.А. 索波列夫等, 地震活动区机械电现象的研究, 震源物理, 地震出版社, 1982.
- [2] Jakegi Yukutake, A review of studies on the electrical resistivity structure of the crust in Japan, Earthquake Prediction Research, Vol. 3, No. 5 3/4, 1985.
- [3] 毛可, 1973年6月8日精河6.0级地震前的自然电位异常, 西北地震学报, Vol. 6, No. 4, 1984.
- [4] 张静波等, 灵武5.5级地震前的一个地电流异常, 地震观测与预报, Vol. 11, No. 1, 1988.

DISCUSSION ON ANOMALOUS FEATURES OF ELECTROTELLURIC
FIELD BEFORE SOME EARTHQUAKES IN HEXI AREA

Mao Ke, Shi Telin, Sun Jingfang

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Gansu, China*)

Abstract

This paper describes the normal and anomalous features of electrotelluric field before some earthquakes in Hexi area of Gansu Province, based on the data observed at five stations in Hexi area. It points out that study on the anomalies of electrotelluric field is significant for short-term and imminent prediction of earthquake.