

祁连大地电场变化与地震关系的研究*

1 前言

1990 年兰州地震研究所在青海祁连县建立了大地电场、大气电场、电磁辐射和地应力 4 种手段的综合观测台(简称祁连台)。当年 5 月正式投入观测,到 1992 年 10 月停测为止,共有 30 个月的观测资料。在观测期间,该台周围 300km 范围内发生了 6 次 $M_s \geq 5.1$ 地震,地震前后大地电场测值出现了一些有意义的变化。

2 台址条件、电场布设及观测资料

祁连台位于祁连县八宝乡下庄。从地质构造条件看,该台位于祁连巨型褶皱带中段南侧八宝盆地内,NNW 向构造和 NWW 向构造在此交汇。台址周围的小构造很发育(图 1)。

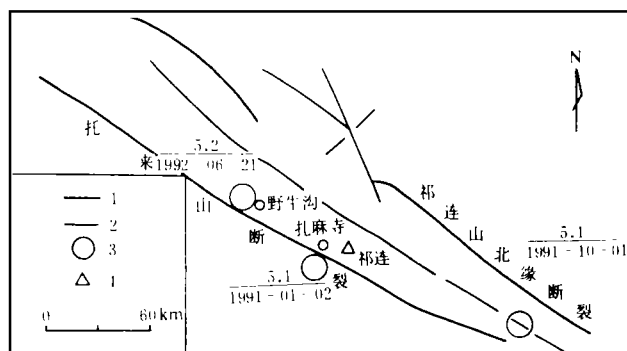


图 1 综合观测台、震中和活动构造分布

1. 主要活动断裂; 2. 一般活动断裂;
3. 震中; 4. 观测台

大地电场观测分 NE 和 SE 两个方向,共 3 条测线。N50°E—S50°W 测线长 320m (NE 道), N40°W—S40°E 设两种极距,分别为 320m (SE320 道) 和 560m (SE560 道)。NE 道横跨经过测区的一组 NW 向断层的破碎带上。SE 两道与断层平行。测线采用 3 铜 4 钢的军用被复线,架设在 6—8m 高的木杆上。

观测仪器使用兰州地震研究所研制的 ZD—9 数字式大地电场仪。每分钟各道分别采样一次,存入 ZD—9 内存。仪器精度优于

0.05%,分辨率为 0.1mv,线性度优于 0.1%,性能稳定,受观测环境的影响较小。

大地电场随机变化幅度往往比较大。ZD—9 电场仪的日均值分别是 24×60 个分值的平均值,有利于压制瞬间电场随机变化。

图 2 给出 1990 年 5 月—1992 年 10 月祁连台大地电场日均值曲线。总体来看三个测道的观测值都各自在某一个基值附近变化。变化区间是 NE 道: -143.0—61.0mv, SE320 道: -42.0—82.0mv, SE560 道: -77.0—83.0mv。

在 30 个月的观测中,仪器采集数据,打印部分没有出现过故障,日均值是连续的。

3 几次地震前后大地电场变化

6 次 $M_s \geq 5.1$ 地震的参数列于表 1。

由图 2 可以看出,电场的变化很复杂(主要是 SE 两个测道),其中包含非震因素引起的

* 甘肃省自然科学基金和兰州地震研究所资助项目

表 1

地震	时间	震级 M _s	震中距 km	经度	纬度
共和	1990-05-16	5.5	200	100°05′	36°04′
景泰	1990-10-20	6.2	290	103°36′	37°07′
祁连扎麻寺	1991-01-02	5.1	24	99°50′	38°09′
门源	1991-10-01	5.1	105	101°22′	37°47′
祁连克克里	1992-06-21	5.2	70	99°33′	38°10′
嘉峪关	1992-01-12	5.4	240	98°19′	39°45′

偶然变化。因此寻找与地震有关的定量异常是困难的。一次地震距发震时刻近,震前出现干扰的机率小,震源力学过程引起的前兆现象明显;而距发震时刻远,震前出现干扰的机率大,震源力学过程引起的前兆现象弱。

因此取以下定性指标研究地震前后的大地电场变化:

(1)震前约半年一发震时刻出现的明显异常变化。

(2)震后回复或有明显回复迹象的异常变化。

由图 2 可以看出,共和 5.5、景泰 6.2、嘉峪关 5.4 和扎麻寺 5.1 级地震前后,大地电场变化不满足上述指标,没有显示出明显的异常,仅门源 5.1 和克克里 5.2 级地震的异常变化比较明显。

图 3 是 1992 年 1—8 月大地电场日均值曲线。

由图可以看出,尽管 SE 两个测道

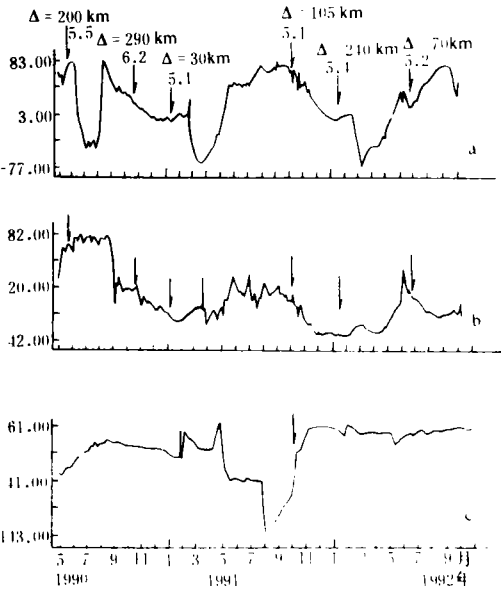


图 2 大地电场 SE320,SE560 和 NE 道日均值曲线
a. SE320 道; b. SE560 道; c. NE 道

变化复杂,但异常还是明显的,尤其 SE560 测道最为明显。

4 讨论及认识

4.1 讨论

(1)可以认为门源 5.1 和克克里 5.2 级地震前,大地电场短临变化是明显的。

门源 5.1 级地震前 5 个月左右,NE 道测值突然下降到低值,持续 3 个月左右。震前 2 个月大地电场又再次突降,4 天内下降到最低值,几天后开始线性回升,地震发生在电场测值大幅度回升过程中。震后仅几天电场测值就回升到与震前 5 个月相当的高值,此后一直持续到 1992 年 10 月底观测结束。这次异常是在长达 30 个月的连续观测中,NE 道唯一的一次异

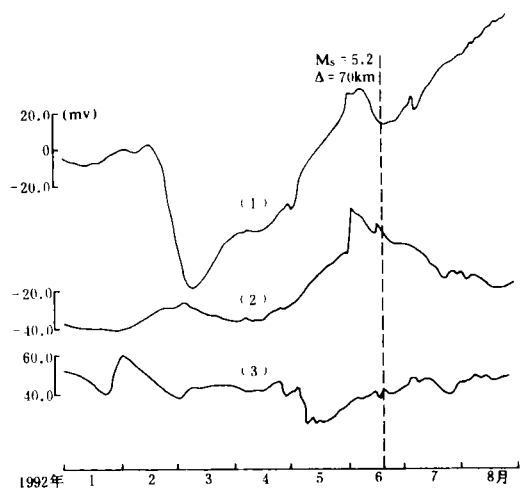


图3 1992年1月—8月大地电场日均值曲线
1. SE560道; 2. SE320道; 3. NE道

月25日甘孜3.9级地震,距震中仅30km的甘孜台的3个测道,仅N30°E道观测到大地电场短临异常。1992年1月12日甘肃嘉峪关5.4级地震,距震中100km的404厂地电台的2个测道中,仅NW道观测到短临异常(嘉峪关仅20km,没有观测到异常),图4给出这两个震例。

这种现象在地电阻率观测中也普遍存在^{[1][2]}。

(2)震前观测到大地电场短临异常的门源5.1和克克里5.2级地震发生在陶勒山NW向断裂和祁连山NW向断裂所夹的带状区域内,而没有观测到异常的景泰6.2、共和5.5、嘉峪关5.4和扎麻寺5.1等4次地震发生在带状区域外。尤其令人注意的是景泰6.2级地震震级远大于门源

5.1和克克里5.2级地震,其释放能量是后2次地震的30—40倍;扎麻寺5.1级地震与门源5.1和克克里5.2级地震震级相当,距祁连台仅24km,远小于门源地震(105km)和克克里地震(70km),与祁连台之间仅隔陶勒山NW向断裂。

大地电场短临异常的这种空间复杂性与多年来地电阻率观测中短临异常的空间复杂性

常变化。

克克里5.2级地震前,SE两个测道的电场测值出现短临异常。当时该台观测人员在震前约一星期左右就注意到了这次变化,并对观测系统做了详细检查,观测系统正常。当时测区环境也未变化。同时该台地应力也观测到临震变化^①。

门源5.1级地震距祁连台105km,大地电场仅NE道观测到异常、SE两道没有观测到异常,克克里5.2级地震70km,大地电场SE两道异常明显,NE道不甚明显。这用传统观点不能解释,可能会引起人们怀疑两次地震大地电场短临异常的可靠性。事实上多年来地电观测中,同一地电台的多个测道中仅个别测道出现地震异常情况很多。1982年3

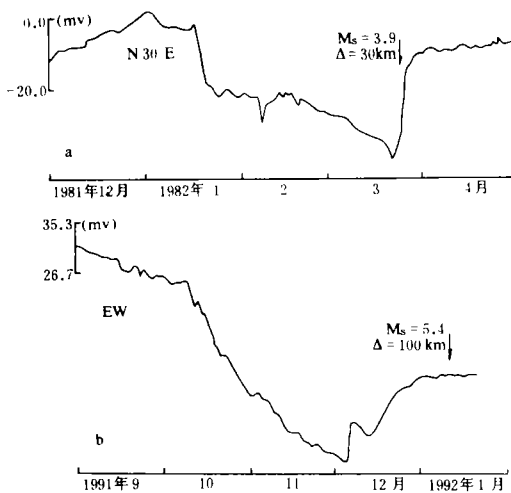


图4 大地电场日均值曲线
a. 甘孜台; b. 404厂台

① 李步云,岩石疲劳破裂地震机制探索——1992年6月青海祁连克克里5.0级地震主应变化异常理论及前兆分析。

类似。

笔者1989年以来研究了地电阻率短临异常的空间复杂性,发现其复杂性与震源机制和震源区内、外的活地质构造有关^{[1][2]}。大地电场短临异常的空间复杂性是否也与震源机制、活地质构造有关呢?笔者未作过研究,目前尚未见到有关类似报道。另外,以上6次地震中,5次地震(除景泰6.2级地震外)的发震机制也不了解,因此目前还不能作结论。但是景泰6.2级地震前大地电场观测结果符合文献^{[1][2][3]}对地电阻率短临异常的研究结果。

(3)震源力学过程引起大地电场出现短临地震异常的因素可能有两个方面:a.震源力学过程造成地下介质物理、化学性质变化,使大地电场原分布状态发生变化;b.震源力学过程引起空间电磁场变化,使地壳浅层介质产生附加的感应电场。门源5.1和克克里5.2级地震,祁连台的电磁波、大气电场手段并未记录到短临异常^②,但地应力手段在克克里5.2级地震前记录到临震异常⁽¹⁾(门源5.1级地震地应力观测结果不详)。因此笔者认为:这两次地震震源动力学过程造成祁连台所处地下介质物理、化学性质变化,使大地电场出现短临异常。

另外门源5.1级地震和克克里5.2级地震距祁连台105km和70km,而大地电场NE和SE两个方向布设的测道,其短临异常的记录结果截然不同。这一事实也证明了以上推断。

4.2 认识

(1)祁连台观测期间,300km范围内发生6次 $M_s \geq 5.1$ 级地震,门源5.1和克克里5.2级地震前祁连台观测到大地电场短临异常,而景泰6.2、共和5.5、嘉峪关5.4和扎麻寺5.1级等4次地震前,未观测到短临异常。

(2)观测到大地电场短临异常的2次地震均发生在祁连山北缘NW向活断裂和陶勒山NW向活断裂所夹的带状区域内,而没有观测到短临异常的4次地震均发生在这个区域之外。大地电场短临异常的空间复杂性似乎与活地质构造展布格局有关,而与震级大小,震中距大小没有关系。

(3)这两次地震前大地电场短临异常是震源动力学过程造成祁连台所处地下介质物理、化学性质变化,使大地电场出现短临异常。

(本文1993年12月20日收到)

(国家地震局兰州地震研究所 杜学彬 陈有发 阮爱国 邹明吾)

(中国人民保险公司兰州市东岗支公司 丁胜)

参考文献

- 1 杜学彬. 临震的突变活断层——应力场效应. 地震, 1992, (1).
- 2 杜学彬, 等. 地电阻率临震突变与活断层、发震应力场. 地震学报 1993, 15(3).
- 3 阮爱国, 等. 地电台址构造条件三维有限数值模拟. 西北地震学报 1991, 13(4).

(下转 92 页)

② 陈有发等, 祁连电磁多参数的综合研究, 地电台站通讯, No15, 1992.

(国家地震局兰州地震研究所 毕秋菊 蒋小泉 范世宏 齐玉芳 朱建平 王爱君)

Bi Qiuju, Jiang Xiaoquan, Fan Shihong,
Qi Yufang and Zhu Jianping
quake Research Institute of Lanzhou, SSB, China)

(上接 87 页)

Du Xuebin, Chen Youfa,
Ruan Aiguo and Zou Minwn
(*Earthquake Research Institute of Lanzhou,SSB,China*)