

中强震的地应变临震前兆

张绍治 范桂英

(江苏省地震局)

摘 要

本文分析了发生在江苏省境内的三次地震的地应变临震前兆特征。这三次地震是1979年7月9日溧阳6.0级地震、1987年2月17日射阳5.1级地震和1990年2月10日常熟5.1级地震。在本文中,作者还对利用地应变临震前兆进行临震预报的有关问题作了讨论。

关键词: 中强震 地应变 临震前兆

临震预报的重要意义在于,可以使人们不失时机地采取措施,减轻灾害。有些地震虽然已有中期趋势预测,但由于临震预报环节没有跟上,以致仍然难免震灾的袭击。及时认识临震前兆是作好临震预报的前提。江苏省扬州—铜陵地震带在1974年至1990年间发生了6次大于5级的地震,中强震的平均时间间隔为3.6年,表明了和华北地区进入地震活跃期以来江苏省中强震活动水平有所上升。本文对已发生的中强震地应变前兆进行评述,进而探讨临震预报的可能途径。

一、地应变临震前兆的特征

1. 地应力测量

1979年溧阳6级地震前27天起,相距80公里的南京台压磁法地应力传感器测值数次发生突跳,突跳幅度如表1及图1所示。

南京台安装地应力探头的孔深为61.80米,岩石为侏罗系象山群中粒长石石英砂岩。台站所处构造部位属于长江弧形断裂的转折部位。其东面有NNE向小丹阳断裂通过,下部地

表 1

溧阳6级地震前南京台短临异常幅度表

幅值KPa \ 时间	6月12日	6月13日	6月18日	6月30日至7月1日
	震前27天	震前26天	震前21天	震前8—9天
EW	76.11	-778.76	35.4	-1203.54
N30°E	62.85	0	101.01	0
N30°W	161.02	84.75	0	-105.93

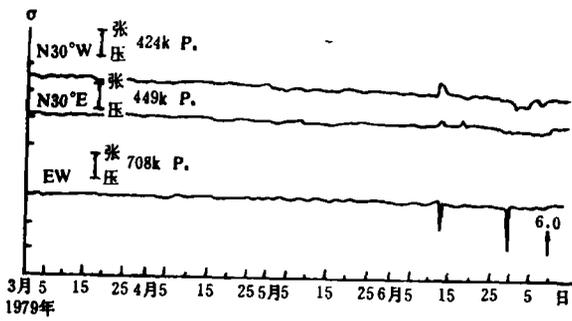


图1 1979年7月9日溧阳M_s6.0地震前南京台记录到的异常曲线

Fig.1 The indicative abnormal entry recorded by piezo-magnetic stressmeter at Nanjing station before the Liyang earthquake M_s6.0 on July 9, 1979

壳内有NNW向隐伏断裂带通向震中区。南京台以往观测资料未发现测值突跳情况。该台地应力前兆异常具有如下特征：

(1) 震前27天，三个方向传感器测值均有突跳，由此计算主应力方向为N60°E左右，与该区现代构造应力场主压应力方向 $78.2^{\circ} \pm 9.1^{\circ}$ [1] 近于一致。以后的三次突跳，主应力方向有向EW方向偏转之势。

(2) 震前8至9天，突跳幅度最大，达1.2MPa。根据位于震区附近的溧阳台的经验，一般台站附近发生的大于3.0级的有感地震，测值突跳量仅数10kPa。

(3) 在不到一个月的时间内测值连续

突跳，而且至少有二个方向的传感器测值发生突跳。以往测值背景比较清晰平稳。

2.地应变测量

1987年射阳5.1级地震前，位于震中NNW方向310公里的徐州台振弦式应变仪N60°W方向的元件测值于震前8天发生 1×10^{-8} 的应变阶。该台的体积式应变仪固体潮形态同时发生严重畸变。震前第8天为阴历十二，接近月相望日，正常情况下固体潮日波和半日波皆显示清晰，由于畸变致使该日体应变半日潮消失(图2)。

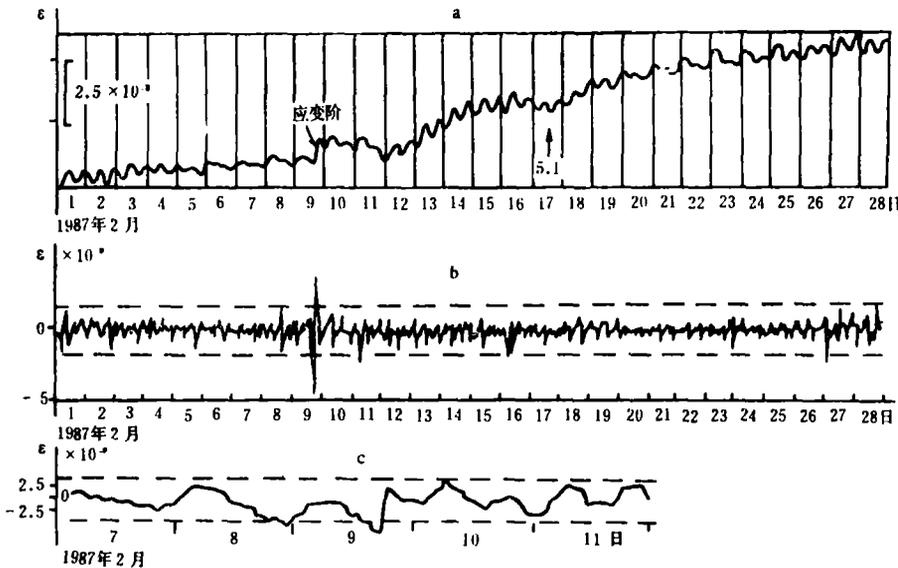


图2 1987年2月17日射阳M_s5.1地震前徐州台N60°W方向线应变前兆异常

Fig.2 The indicative abnormality of linear strain in the direction of N60°W recorded at Xuzhou Station before the Sheyang earthquake M_s 5.1 on Feb.17, 1987

徐州台应变仪安装在进深350米的大型坑道底板钻孔中，孔深为10米(ZX-79弦频式应变仪)和30米(体积式应变仪)，顶部岩石复盖约60米。构造位置属于徐州弧形构造东翼，区内NNE向构造线十分发育。岩石为寒武系上统厚层状石灰岩。坑道钻孔内温度恒定，孔

位变动甚微, 仅受降雨影响, 但在2月9日发生异常前17天内无降雨。总的看来, 干扰背景较低。

应变阶是瞬时应变速率远较常态大得多的应变变化, 与岩石的非弹性变化有关。应变阶有震时和震前发生的两类, 震前发生的前兆性应变阶可作为预测的依据。

接近望日的应变固体潮半日波形态的消失属于较强烈的畸变现象, 比一般干扰影响所造成的畸变为甚, 可视其为临震前兆现象之一。另外该异常现象与在同一地点测量的体应变与线应变在时间上是呼应的, 因此其异常是可靠的。

用契比雪夫多项式拟合对体应变数据作去倾处理, 发现1987年2月9日至2月17日时段数据中误差为 8.12×10^{-9} , 而2月9日以前和2月17日以后时段的中误差分别为 6.06×10^{-9} 及 7.49×10^{-9} 。体应变固体潮汐因子计算结果, 1987年2月为 0.4611 ± 0.1199 , 而1月和3月分别为 0.3961 ± 0.0067 与 0.3951 ± 0.0094 。可见临震前兆发育阶段数据波动较其他时段为大。

段为大。

3. 地形变测量

1990年常熟5.1级地震前, 震中距为32公里的南通台短水准N-S₁测线高差在经历了近4个月的大幅度短期异常变化后, 于震前第9天测值显示相对平稳, 持续到发震(图3)。

南通台N-S₁测线长163米, 跨越NW向断裂, 断裂走向290°-300°, 倾向NNE, 倾角70°-75°, 属区内活动性较强的扭性断裂。与根据常熟地震震源机制解分析的发震断裂走向近于一致。岩石为泥盆系茅山组碎屑岩层。南通台短水准场地之N点为60米双层钢管基岩标, S₁点为基岩点, 观测中误差小于 ± 0.05 mm, 场地稳定性较好, 观测精度较高。在台站同时设立有气温、地温、

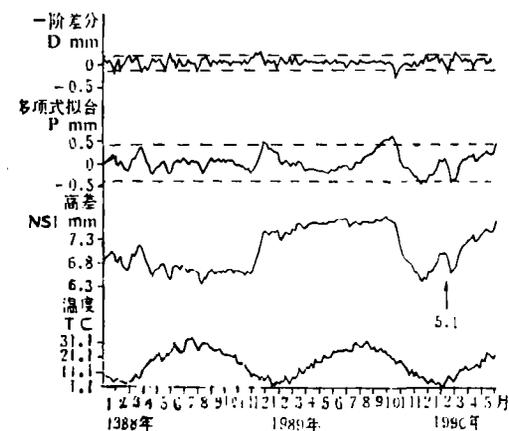


图3 1990年2月10日常熟—太仓M_s5.1地震前南通台地形变前兆异常

Fig. 8 The indicative abnormality of ground deformation recorded at Nanjing Station before the Changshu-Taicang earthquake M_s 5.1 on Feb. 10, 1990

气压、降雨和水位5项辅助观测项目, 经逐步回归分析证实仅水位与测值呈弱相关, 其他因子均排除在卓越回归方程之外。经水位改正后的残差曲线, 仍保留了高差曲线的原基本形态, 显示出常熟地震前明显的中短期异常。

常熟地震前, 南通台短水准中短期异常明显, 在这种测值变动强烈的背景下, 于震前第9天高差测值趋于平稳, 这是临震前兆的一种类型。岩石的破裂试验表明, 随着主破裂的时间逼近, 伴随微破裂的声发射频度越来越高, 而在临近主破裂的短暂时间内, 声发射反而趋于平静, 这一结果似乎可以解释南通台短水准高差临震异常的物理机制。

常熟地震震源机制解表明, 发震断层走向为308°, 倾向218°, 倾角60°, 与南通台N-S₁测线跨越的断层为同一构造体系的断裂。常熟地震的发震断层为显示左旋走滑性质的逆断层, 南通台短期高异常表现出被跨越的断层具有压性活动的特点, 两者在力学性质上具有一致性。N-S₁测线的临震异常可能反映发震断裂活动的某些动向。而跨越区内NNW向断裂的S₂-W测线高差虽然亦具有中期异常的显示, 但无此种临震异常之标志。

二、利用地应变临震前兆进行地震预报的一些问题讨论

1. 事实表明, 地应力、地应变、地形变临震异常特征变化较复杂, 不可等同对待。射阳5.1级地震前, 相距245公里的南京台地应力测量系统的平衡指示器于15日20时至次日16时发生仪器无法调平现象, 检查仪器又无任何故障。这又是一种临震前兆的类型。

2. 临震前兆一般多发生在震前8至9天, 而且有近于9天的周期, 这似乎与郭增建等提出的倍九韵律现象一致。

3. 临震前兆一般有中、短期前兆做背景。溧阳6级地震前南京台中期异常约为10个月, 射阳5.1级地震前徐州应变测值所反映的应力力学性质由张性向压性转化, 转折界点发生在2月9日; 对于常熟5.1级地震, 南通台短水准高差明显异常达4个月。单纯考虑临震异常则容易与某种干扰影响相混淆, 如果在中短期异常的基础上来辨别临震异常则可提高其可信度。同时在台站亦应有目的地设立干扰因素的辅助观测项目, 以便随时作出排除干扰的分析。

4. 江苏及其附近地区中强震的发生多与月相有关, 溧阳6级地震发生的时间为阴历六月十六, 常熟地震在元月十五, 都接近望日。而1974年溧阳5.5级地震在四月初一, 1975年朗家沙5.3级地震在七月廿七, 1983年菏泽5.9级地震在十月初三, 1979年固镇5.0级地震在二月初三, 皆接近朔日。发震时间多接近在朔望时的地震数约占总数的75%。1987年射阳5.1级地震发生在元月二十, 南黄海6.3级地震发生在四月二十一, 接近月相的上下弦。中强震发生时间多接近朔望时, 反映了引潮力对地震的触发作用。所以在判明了出现地应变临震异常以后, 月相可以作为推断发震时间的参照因素。

5. 地应力测值突跳或出现应变阶跃及固体潮畸变是临震前兆的特征。溧阳6.0级地震前, 位于震中区的溧阳台地应力测值出现幅度大、时间达数月之久的突跳。1976年唐山7.8级地震前, 位于震中区的唐山赵各庄站地应力 $N70^{\circ}W$ 方向测值在1975年底出现大幅度突跳, 其形式与溧阳台测值突跳十分相似。江苏射阳5.1级地震前32小时, 南通台倾斜仪观测到固体潮畸变; 震前20天前, 常熟台倾斜仪幅值急剧变化, 最大幅度达 $1''.8(8.7 \times 10^{-6})$ 。类似的例子还有很多, 在此不一一列举了。

总之, 震前出现应力与应变测值的大幅度突跳、应变阶和固体潮畸变, 表明震前应力、应变量的加剧, 可视其为地震的短临前兆。

震前地应力及应变测值出现短暂平静也有一些实例, 对此可以从岩石破裂试验中找到依据。今后对如何识别干扰因素所造成的测值变化, 提取临震前兆的可靠信息还需进一步深入研究。

(本文1990年10月14日收到)

参 考 文 献

- [1] 张绍治等, 郟庐断裂带中南段现代构造应力场, 地震, No. 4, 1989.

THE IMPENDING EARTHQUAKE PRECURSOR OF GROUND STRAIN BEFORE MODERATE EARTHQUAKES

Zhang Shaozhi, Fan Guiying

(*Seismological Bureau of Jiangsu Province, Nanjing, China*)

Abstract

The precursory characteristics of ground strain before the Liyang earthquake Ms 6.0 on July 9, 1979, Sheyang earthquake Ms 5.1 on Feb. 17, 1987, Changshu-Taicang earthquake Ms 5.1 on Feb. 10, 1990 in Jiangsu Province, China are analysed in this paper. And some questions about the imminent earthquake prediction using the impending earthquake precursor of ground strain are also discussed.

大震和大洪、大旱的异域相关

大震与大洪、大旱的相关性有同域相关和异域相关。1991年4月24—27日在兰州举行“全国天灾预报研究会”，我们指出，蒙、新、甘交接地区发生7级以上大震后，黄河流域往往有大洪或大旱。这是异域相关。1991年从太阳活动来说，符合黄河大洪指标，但相关区的大震指标不具备，故预报1991年不致发生太大洪水。1991年6月10日在上海举行“全国首届城市灾害学和城市防灾工作研讨会”，我们提出“巨灾学与城市防灾”的报告，并指出，滇缅地区发生7级以上大震后一年内，长江和珠江易发生大洪。这也是异域相关。事实上今年1月5日缅甸发生7.6级大震，今年6月下旬至7月上旬长江下游果出现大洪大涝。上述异域相关，属于中国古人的“穴位论”。蒙新甘交接地区大震发生时和其前后有大范围相对剧烈的构造运动，地下有携热水汽逸出，它可能影响了西风带槽脊的动态而致使黄河流域大洪或大旱。滇缅地区大震发生后，大范围逸出的水气叠加在孟加拉湾向长江流域输送的水气中（梅雨水气多来自孟加拉湾），使长江流域水气供应充分，从而易形成大涝和大洪。

对于长江中下游大洪发生的年份，百余年来有1870、1931、1954和1991等次，这个时间符合花甲周期和该周期的黄金分割点（1954年为黄金分割点）。故预报长江大洪大涝要同时考虑相关区大震、花甲周期、黄金分割和太阳活动峰谷年。

(郭增建 秦保燕 李革平)

A CORRELATION BETWEEN LARGE EARTHQUAKES AND LARGE FLOODS, DROUGHTS IN DIFFERENTIAL REGIONS

Guo Zengjian, Qin Baoyan, Li Geping