

高邮-宝应 M4.9 地震前湖州定点形变异常分析^{* 1}

方燕勋¹⁾ 马武刚²⁾

(1) 浙江省地震局湖州地震台,湖州 313000
(2) 中国地震局地震研究所(地震大地测量重点实验室),武汉 430071)

摘 要 对高邮-宝应 M4.9 地震前湖州台定点形变资料进行了分析,发现其存在趋势异常、短期异常和临震异常。震源机制解结果显示,摆式倾斜仪的倾斜异常的方向与研究区域背景应力场方向一致,形变异常很可能是区域构造应力场改变的反映。

关键词 高邮-宝应 M4.9 地震;湖州地震台;形变观测;异常;区域构造应力场

中图分类号:P315.72⁺⁵

文献标识码:A

DEFORMATION ANOMALY ANALYSIS AT HUZHOUS SEISMOSTATION BEFORE M4.9 GAOYOU-BAOYING EARTHQUAKE

Fang Yanxun¹⁾ and Ma Wugang²⁾

(1) Huzhou Seismostation ,Earthquake Administration of Zhejiang Province , Huzhou 313000
(2) Key Laboratory of Earthquake Geodesy , Institute of Seismology , CEA , Wuhan 430071)

Abstract The significant abnormal trends of deformation observations were found at the Huzhou seismostation before the M4.9 Gaoyou-Baoying earthquake. By combining the deformation data with the focal mechanism solution, the results show that the direction of the anomaly is consistent with the direction of background stress field of this area. The observed deformation anomalies are likely to reflect the changes in tectonic stress field.

Key words: M4.9 Gaoyou-Baoying earthquake; Huzhou Seismostation; deformation observation; anomaly; regional tectonic stress field

1 引言

定点连续形变观测资料精度高、连续性好,可提供地壳运动的动态过程,在地震预测研究中有着其他手段不可替代的作用^[1,2]。

湖州地震台技术人员根据该台形变观测资料的异常信息,于 2012 年 5 月的年中地震趋势会商上提出“在未来半年时间内,以湖州地震台为原点,半径

300 千米或更远些,有可能发生 5.5 级左右的地震,其关注的重点方向为东北方向”^①。2012 年 7 月 20 日,距湖州地震台 240 km,北西方向的江苏省高邮市和宝应县交界处发生 M4.9 地震(北纬 33.0°,东经 119.6°),江苏省大部分地区有强烈震感,湖州地区也有明显震感。浙江省属于少震弱震区,台站及周边地区中强地震较少,因此,对高邮-宝应 M4.9 地震形变趋势、短临震异常的研究有一定意义。

* 收稿日期:2013-02-27

基金项目:中国地震局三结合课题;浙江省地震局局科技项目(2013ZJJ08)

作者简介:方燕勋,男,1983 年生,工程师,主要从事地震监测、地震预报工作. E-mail: fangyanxun@126.com

①方燕勋. 湖州及邻近地区 2012 年年中地震趋势研究报告,2012.

2 观测台站及资料概况

湖州台位于浙江北部、太湖南岸的湖州市南郊,属道场山脉,为燕山期花岗岩体。有苏州-湖州的北东向断裂、长兴(湖州)-屯溪北东向断裂及湖州-嘉善东西向断裂交汇。定点形变仪器安装在完整性极好的花岗岩上。DSQ 水管倾斜仪、SS-Y 洞体应变仪安装在人防 7 号山洞,洞室进深 400 m,洞顶覆盖层厚度约 45 m,年平均温度为 16.8℃;VS 垂直摆倾斜仪、SSQ 石英水平摆倾斜仪安装在人防 11 号山洞,洞室进深 60 m,洞顶覆盖层厚约 28 m,年平均温度为 17.7℃。对观测资料的主要干扰为 11 号洞内的抽水活动(距摆房最近距离 15 m,每年 2 月份抽水一次,干扰特征以潮汐畸变、短时间加速倾斜为主,干扰时间少于 5 天)。

湖州台潮汐形变观测资料连续率和内在精度均达到 I 类潮汐形变台精度要求。在 2011 年度,湖州台的潮汐形变仪连续率达 99% 以上。DSQ 水管倾斜仪、VS 垂直摆倾斜仪两项内在质量定量指标:M2 波 γ 值均方差 m_γ 分别为 0.002 3、0.006 4;相对噪声水平 M_1 分别为 2.550 0 ms、2.350 0 ms。SS-Y 洞体应变仪 M2 波 γ 值相对中误差为 0.008 5,相对噪声水平为 0.004 75。

3 定点形变异常

3.1 趋势异常

高邮-宝应 M4.9 地震湖州台定点形变趋势异常特征是年变畸变。

1)图 1 为湖州地震台 SS-Y 洞体应变仪东西分量年变规律,从图 1 可见,东西分量年变幅度增大、相位提前。一般情况下,每年 10 月开始上升呈张性变化,次年 5 月转折下降呈压性变化,年变幅为 2.738×10^{-10} 。2011 年 10 月开始加速上升,观测值明显偏离正常值。年变幅度是正常年度测值的 3 倍。相位提前 2 个月,于 2012 年 3 月提前转折。

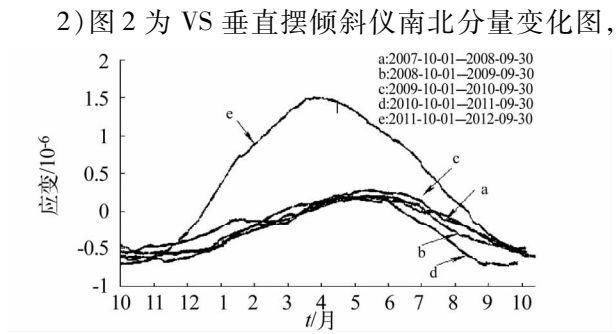


图 1 洞体应变仪东西向年变变化
Fig. 1 Annual variation of the EW extensimeter

从图 2 可见,VS 垂直摆倾斜仪南北分量年变幅度变小,年变幅为 700 ms。2012 年 1 月开始往南压制北倾幅度,观测值明显偏离正常年变值,年变幅大约是正常年变测值的 1/2。异常在高邮-宝应 M4.9 震前 30 天左右结束。

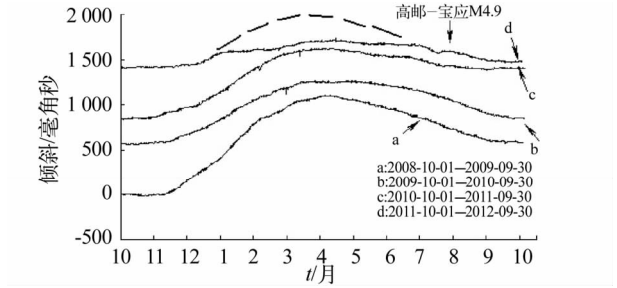


图 2 垂直摆南北向年变变化
Fig. 2 Annual variation of the NS vertical pendulum

3.2 短期异常

1)SSQ 石英水平摆倾斜仪的短期异常

图 3 为石英水平摆倾斜仪观测曲线。南北分量从 2011 年 12 月开始,往南压制北倾幅度。东西分量从 2012 年 3 月 12 日起加速西倾,5 月份转折东倾,之后加速西倾。到 6 月 7 日达到最低值,西倾幅度为 600 ms。历时 3 个月,平均每天西倾 6.5 ms,之后又开始转折东倾。异常出现在发震前 127 天,转折出现在发震前 43 天,在转折恢复中发生地震。

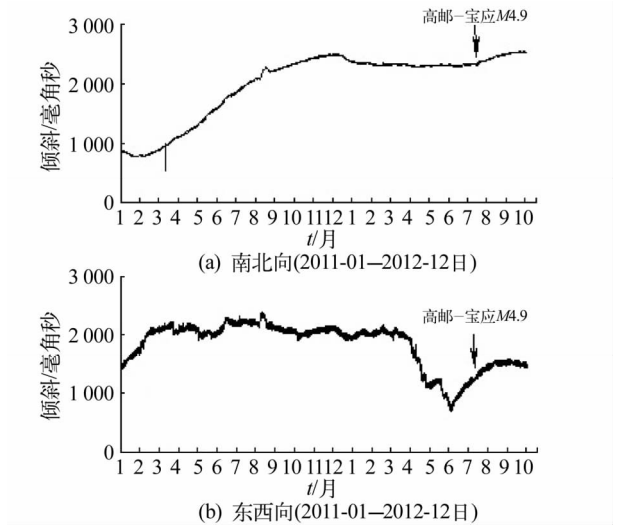


图 3 湖州台水平摆短期异常
Fig. 3 Short-term anomaly of level pendulum tiltmeter at Huzhou seismostation

2)SS-Y 洞体应变仪异常的小波分析

图 4 为洞体应变仪东西分量采用 db4 函数分析结果,细节部分第 7 层(128 ~ 256 小时)从 2012 年 1 月份开始出现超 2 倍方差异常。

3.3 临震异常

2012 年 7 月 14 日 08:39 分对垂直摆倾斜仪南北

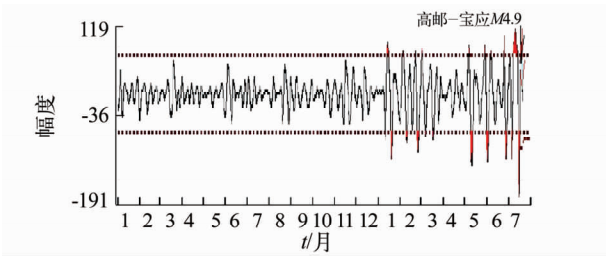


图4 洞体应变仪东西向小波分解细节第7层(2011-01—2012-07日)

Fig. 4 Wavelet decomposition results at the 7th level for the EW extensimeter(2011-01—2012-07)

向调零点,调仪器对当天记录资料造成干扰,第二天恢复正常。17日记录到加速北倾、潮汐曲线畸变和阶跃等临震异常现象。对该临震异常现象,我们通过观测环境、温度、气压变化等进行相关分析,结果无明显关联,并且也排除了来自局部的干扰(图5)。

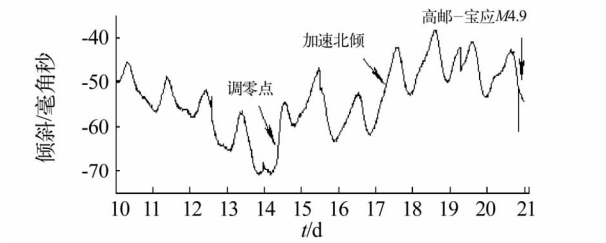


图5 湖州台垂直摆南北临震异常(2012年7月)

Fig. 5 Impending anomalies of vertical pendulum tiltmeter at Huzhou seismostation in July, 2012

4 异常机理分析

高邮-宝应 M4.9 地震的震源机制解显示:节面 I 走向为 208°,倾角 80°,滑动角 151°;节面 II 走向为 302°,倾角 62°,滑动角 11°;主压应力方向为 258°,主张应力方向为 162°。两个节面分别为 NNE 和 NW 走向,以走滑性质为主,带有少量逆冲成分^[4]。根据震中附近地震构造及“双差”精定位后的余震序列分布,余震沿 NNE 走向展布,与该地区断裂延伸方向基本一致,推测 NNE 向节面可能是本次地震的发震断层破裂面。

湖州台震前出现趋势、短期、临震前兆异常(表 1),其中石英水平摆倾斜仪南北向南倾、垂直摆倾斜仪南北向南倾、石英水平摆倾斜东西向西倾异常最为显著可靠。结合高邮-宝应 M4.9 地震的震源机制解和湖州台与震中的位置可见,地震发生前湖州台附近主要受 SWW 方向的张应力和 ESS 方向的压应力作用,与摆式倾斜仪出现的 SW 向倾斜异常

相一致。这说明湖州台摆式类倾斜仪出现的异常很可能是震中区应力增强导致的近源区应力变化的结果。随着断层上应力的增强-释放-减弱,异常的表现也随之出现相应的变化,直到最后恢复到原来正常水平。2006 年 4 月 19 日濮阳 M_L4.6 地震前泰安台也记录到近源区应力变化异常特征^[5,6]。

表 1 震前异常统计

Tab. 1 Anomaly statistics before earthquake				
测项	观测点	异常判断	异常形态	异常类别
洞体应变仪东西向	人防 7 号洞	破年变	年变幅度增大、相位提前	中期
垂直摆倾斜仪南北向	人防 11 号洞	破年变	年变幅度变小、往南压制北倾	中期
石英水平摆南北向	人防 11 号洞	破正常动态	加速南倾	短期
石英水平摆东西向	人防 11 号洞	破正常动态	加速西倾	短期
垂直摆倾斜仪南北向	人防 11 号洞	破正常动态	加速北倾、阶跃	临震

5 结论

- 1)湖州台定点形变观测资料在高邮-宝应 M4.9 地震前出现趋势异常、短期异常和临震异常。趋势异常的最显著特点是应变量年变幅度增大 2 倍,相位提前 2 个月;倾斜量年变幅度减小 1/2。短期异常以倾斜量往西、往南加速倾斜、应变量 db4 函数小波分解细节第 7 层超 2 倍方差为主要特征。临震异常以倾斜量阶跃、加速倾斜为主要特征。
- 2)洞体应变仪东西向年变幅度呈扩张异常、摆式倾斜仪出现 SW 向倾斜异常可能是震中区应力增强导致的近源区应力变化的结果。观测到的形变异常很可能反映的是区域构造应力场的变化情况。
- 参 考 文 献
- 李勇,袁显春,马丽.地震前兆形变研究[J].北京师范大学学报(自然科学版),2004,40(3):304-308.
 - 张燕,吴云,吕品姬.汶川 8.0 级地震前定点形变异常特征[J].地震学报,2009,31(2):152-159.
 - 蒋靖祥,等.2003 年昭苏 Ms6.0 地震定点形变异常初步分析[J].地震,2005,25(2):83-90.
 - 孙业君,王俊,黄耕.2012 年 7 月 20 日江苏省高邮-宝应 M4.9 地震震源机制[J].防灾减灾工程学报,2012,32(4):521-522.
 - 李杰,等.濮阳 M_L4.6 地震前泰安台形变异常特征分析[J].大地测量与地球动力学,2007,(4):100-104.
 - 李杰.山东省地形变数字化与模拟观测资料的对比分析[J].大地测量与地球动力学,2003,(1):85-92.