

李红,樊智勇,胡乐银,等. 2022年平山 $M_s4.3$ 地震前房山室外水准异常判定回顾[J]. 华南地震, 2024, 44(S1): 153–155. [LI Hong, FAN Zhiyong, HU Leyin, et. Review of Outdoor Leveling Observation Anomaly Judgment of Fangshan Station Before Pingshan $M_s4.3$ Earthquake in 2022[J]. South China journal of seismology, 2024, 44(S1): 153–155]

2022年平山 $M_s4.3$ 地震前房山室外水准异常判定回顾

李红, 樊智勇, 胡乐银, 申立静, 于春葆, 王彤辉

(北京市地震局, 北京 100080)

Review of Outdoor Leveling Observation Anomaly Judgment of Fangshan Station Before Pingshan $M_s4.3$ Earthquake in 2022

LI Hong, FAN Zhiyong, HU Leyin, SHEN Lijing,
YU Chunbao, WANG Tonghui

(Beijing Earthquake Agency, Beijing 100080, China)

关键词: 房山台; 水准EW向; 破年变异常; 异常判定

Keywords: Fangshan station; EW-oriented leveling observation; Breaking annual variation anomaly; Anomaly judgement

中图分类号: P315

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)S1-0153-03

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.S1.56

0 研究背景

跨断层形变观测是研究地震前兆的一种重要手段, 水准监测断层两盘的垂向相对运动, 基线监测断层两盘的水平向相对运动, 其观测值时序变化主要反映断层近场的构造活动, 已有震例表明, 跨断层形变在强震前具有一定的中短期—短期前兆意义^[1]。房山地震台是北京市地震局形变专业观测台站, 位于房山区城关镇西南2 km处, 海拔高度为70 m, 台站地处八宝山断裂带的南端, 该断层走向NE45°, 倾向140°~150°, 倾角50°~60°左右, 台站基岩出露地表, 破碎带宽2~3 m, 带内充填板岩和灰岩等, 断层堆积物上盘约2~3 m, 下盘5 m至30 m不等, 断层上盘为震旦系石灰岩, 下盘为石炭二迭系千枚岩, 在其东侧伴有黄庄—高丽营正断层与之平行。根据微震、物探、

地质勘察及断层活动性研究, 目前八宝山断层仍处于活动期, 但总体活动水平不强, 经台站长期连续监测表明, 该断层对北京区域及周边近邻地区的地震活动有明显的制约性。

房山地震台室外水准测量场地由EW向和NS向两个测段组成, 其中EW向101.50 m, 为跨断层; NS向68.10 m, 与断层平行。全测线为水泥路面, 各点均为1.30~1.95 m的钢筋混凝土浇筑而成, 中间过渡点三个, 为裸露基岩标。该台室外水准观测1989年9月开始试测, 1990年1月正式投入使用, 分别进行上、下午往返观测, 1992年开始观测资料应用于震情分析。从原始资料曲线来看, 房山台水准NS、EW两测项均记录到比较明显的年变信号, EW向信息更为丰富。基于跨断层观测的物理意义, 跟踪数据曲线随时间的动态过程, 及时捕捉异常变化, 有助于我们了解测点附近及其敏感区域的构造信息。按照原始观测曲线的异

收稿日期: 2024-10-10

作者简介: 李红(1981-), 女, 博士, 高级工程师, 主要从事形变分析预测与地球动力学研究工作。

E-mail: dzjlhong@163.com

常形态,分为速率型、破年变型、趋势转折型异常^[1]。本文重点关注EW向跨断层水准测线的观测数据。

1 跨断层水准EW向变化特征

房山台室外水准EW向为跨断层观测,1992年以来的时序曲线显示,该段断层1992—1999年呈现出明显的粘滑运动特征,1999年之后表现出蠕滑运动特征。计算的年变幅度序列结果显示水准EW向平均年变化幅度在1.8 mm左右。曲线整体趋势与地下水储变量相关性较好,相关系数达0.91,地下水累计储变量影响水准趋势变化。同时,水准EW向具有较好的年变特征,每年5月中下旬至6月初会出现曲线向下的压性变化,7月20日左右到达压性谷底并转折向上开始呈张性变化,一般张性变化会持续到年底,之后缓慢压性变化,至次年5月份开始出现明显压性趋势,其中每年7月份的张性趋势活动与夏季降雨相关。当观测曲线出现打破正常年变规律的变化且该变化非受其他干扰影响导致时,可能暗示观测变化蕴含某些构造意义的信息。如1997年7月15日开始,曲线未出现往常年份的张性变化,而是持续压性变化趋势,表现为典型的破年变异常变化,异常开始后180天,于1998年1月10日发生张北 $M_s6.2$ 地震,该震中距台站215 km。因此,当水准EW向观测数据出现类似异常变化时,需首先开展异常的核实与判定工作。2022年5月底曲线如期出现向下的压性变化,7月18日开始出现反向的向上张性变化,此变化过程符合该测项的正常年周变特征,且张性变化一般会持续到年底。然而2022年8月6日起,张性变化停止,形变学科重点关注,至9月7日一直持续缓慢压性变化,打破正常年变规律(图1),北京局会商时提出异常。

2 破年变异常核实与判定

2022年9月8日,我们针对水准EW向8月6日以来的破年变异常开展异常核实,从仪器观测系统、观测场地稳定性、环境干扰、人为因素、气象因素、资料对比等多方面分析,给出异常变化性质。

仪器观测系统:对水准测量使用的电子水准仪及其相应项目的检测进行检查,如i角、安平精度、补偿性能等,均符合规范要求。铝合金钢瓦尺按规范配备、送检,观测程序和观测精度严格

按照规范执行,仪器工作状态正常。

观测场地标志稳定性:房山台水准自1990年开测以来,环境稳定,目前对观测点保护较好,近几年无破坏观测标志的情况。

环境干扰:房山台位于南山坡中部,山坡坡度很缓,北部是经营十几年的万宁公墓,规模越来越大,往北是山顶,只能逐渐往西发展,但没有影响到台站的观测点位和观测工作。在台站西北方向大约1 km距离是房山牛口峪水库,已经运营40多年,规模不大,水深大约6~7 m。实地调查了解,牛口峪水库是燕山石化污水处理后的排放池,燕山石化向水库排水为1200~1800 m³/h,且水库一直在排水,排出水流向马刨泉河,水库内水位处于动态平衡状态,水库库容没有显著变化,因对观测资料没有影响。2020年7月该水准测量场地按照中国地震局标准化要求进行优化改造,观测线路硬化170 m长、仪器检测线路铺设青石板75 m、更换了5个水准点,观测线路宽度在2~3 m,局部达到4 m,水泥路面厚度15~20 cm,测量线路与场地环境得到显著改善。采用闫伟等^[2]的计算程序,评估不规则测线施工改造对水准EW向观测垂向位移的影响,结果显示线路施工改造对EW向跨断层水准影响可以忽略,且从改造后水准EW向数据形态来看,未产生明显干扰影响。周边未发现其他环境变化,综合认为台站周边不存在引起观测数据显著变化的环境干扰。

人为因素:短水准观测人员均已从事观测多年,积累了较为丰富的观测经验,全体工作人员在短水准测量工作中严格遵守操作规范、严格按照规程进行观测作业,且在数据异常变化时段观测人员无变化,基本可排除人为影响因素的干扰。

气象因素:对比同台观测的地温和降雨数据,发现地温较往年没有明显的变化,2022年降雨量约为2021年北京全年降雨量(924 mm)的一半。分析显示水准变化趋势与北京市地下储变量呈较强正相关,降雨量大小与张性年变幅相关较好,与压性变化幅度无明显相关性,且降雨量的大小不会改变趋势走向,因而此张性消失、压性增强的破年变异常由气象影响导致的可能性不大。

资料对比:八宝山断裂上其他流动测点受疫情影响,仅2022年8月份有数据,未现异常。考虑到1997年、2014年、2019年该测项三次张性缺失破年变异常,均对应地震事件,且2022年降雨量与2014年接近,类似的张性活动减弱、压性增强异常变化可认为是较明确的前兆异常变化,北

京局将此项异常作为A类前兆异常跟踪,结合以往震例,预测台站周边250 km范围内存在 $M_s4.3$ 以上地震可能,重点关注区域为京西北、唐山老震区,

预测有效期为330天,异常出现58天后,2022年10月3日石家庄平山发生 $M_s4.3$ 地震(图1),震中距台站242 km。

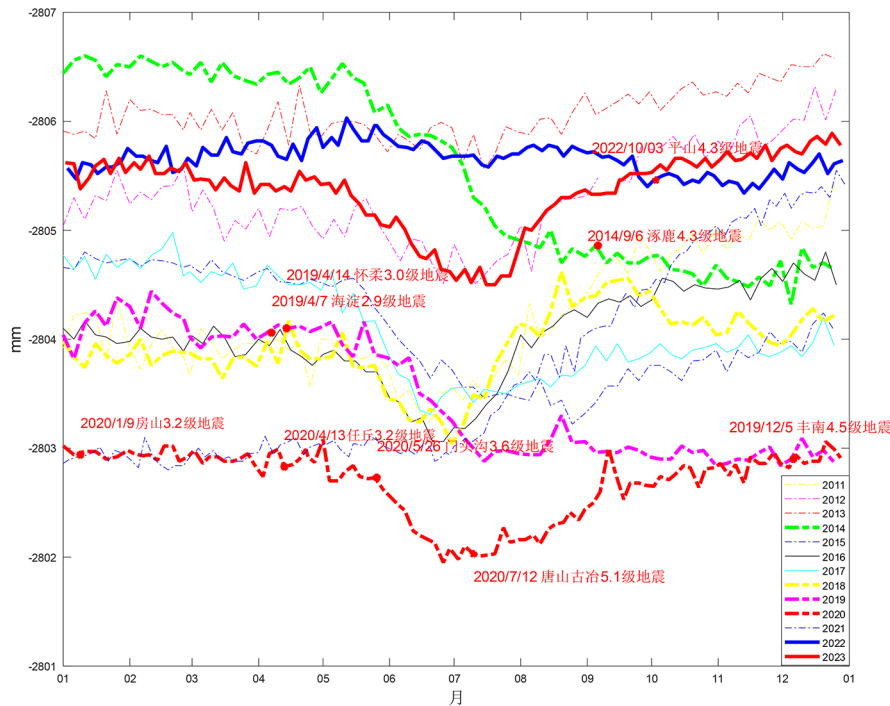


图1 房山台室外水准EW向年变对比图

Fig.1 Annual variation comparison chart of EW-oriented outdoor leveling observation of Fangshan station

3 结语

房山地震台室外跨断层水准观测的观测历史较长,数据连续,资料完备,观测期间经历了多次中强地震,为震例总结提供了较好的资料积累。形变观测主要异常形态之一的破年变异常为该跨断层水准观测数据的主要异常表现形式。房山水准EW向自2022年8月6日开始出现张性停止、压性增强的破年变异常,9月7日提出并作为A类异常跟踪,58天后距离台站242 km的石家庄平山发生 $M_s4.3$ 地震,为一次较为准确的预报意见。平山地震后压性异常基本结束,转为平稳变化,目前

已经恢复为正常年变。结合以往震例总结,该测项对台站周边250 km范围内,330天预测有效期内的 $M_s4.3$ 以上地震,具有较高的预报效能($R=0.61$, $R_0=0.31$),对日常数据异常识别与震情跟踪有较好的指示意义。

参考文献

- [1] 中国地震局监测预报司. 形变分析预报技术方法工作手册[M]. 北京:地震出版社,2020:40-51.
- [2] 闫伟,牛安福,陈国琴. 不规则载荷影响地表近场垂向位移和倾斜观测的定量计算[J]. 中国地震,2015,31(2): 297-307.