

曾宁, 李利波, 白仙富, 等. 水富水平摆的映震特征分析[J]. 华南地震, 2024, 44(S1): 180–182. [ZENG Ning, LI Libo, BAI Xianfu, et al. Seismic Reflection Characteristics of Shuifu Horizontal Pendulum[J]. South China journal of seismology, 2024, 44(S1): 180–182]

水富水平摆的映震特征分析

曾 宁, 李利波, 白仙富, 刘昌伟

(云南省地震局, 昆明 650224)

Seismic Reflection Characteristics of Shuifu Horizontal Pendulum

ZENG Ning, LI Libo, BAI Xianfu, LIU Changwei

(Yunnan Earthquake Agency, Kunming 650224, China)

关键词: 水富水平摆; 映震特征; 矢量合成法

Keywords: Shuifu horizontal pendulum; Seismic mapping characteristics; Vector synthesis method.

中图分类号: P315

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)S1-0180-03

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.S1.66

0 研究背景

地震预报的前提条件是掌握地震的发生演化规律^[1]。在地震孕育的整个过程中都伴随着地壳形变的演化^[2], 因此地壳形变观测作为最直接的地球物理场观测手段之一, 是地震预报研究中不可或缺的基础数据^[3]。水富地区位于四川盆地南缘和云贵高原的交汇处, 以金沙江为界, 地貌上属于典型的中山—峡谷地貌, 地势东北低、西南高, 境内最高海拔约为1986.4 m, 最低海拔约267 m。西南部多为山地, 中部多为二半山区和深丘陵区, 北部和东部多为河谷平坝和矮丘陵地区。水富地震台位于金沙江和横江的交汇处、金沙江南岸边坡上。该观测台位于大关—马边断裂与华莹山断裂之间, 距离大关—马边断裂51 km, 距华莹山断裂18 km(图1)。其中大关—马边断裂带是昭通境

内主要发震构造, 历史最大地震为1216年3月17日四川雷波M7.0地震和1974年5月11日大关M7.1地震, 2006年的盐津三次M5.0地震也发生在此构造带上。

水富水平摆自2006年观测以来, 两分量就表现出较为显著的年变特征。周边地区发生5.0级以上地震前, 多次出现两分量同步大幅上升, 后转折下降现象。因此, 深入研究水富水平摆异常特征, 揭示其变化规律, 尝试使用多种预报方法, 对水富观测站及周边地区的地震预报研究工作具有深刻的意义。

1 水富水平摆的映震特征

1.1 水平摆映震特征

通常运行良好的形变观测仪器所得到的观测

收稿日期: 2024-10-10

基金项目: 中国地震局监测预报司震情跟踪项目(CEA-ZQGZ-202501037); 云南省重点研发计划(202203AC100003)联合资助。

作者简介: 曾宁(1994-), 女, 本科, 助理工程师, 主要从事地球物理资料分析与地震预测工作。

E-mail: 1269921345@qq.com

资料具有正常背景值与正常的动态特征^[4]，水富局水平摆NS和EW分量自2006年投入观测以来，多次在两分量同步大幅上升现象后转折下降过程中发生地震，且EW分量具有比NS分量更加明显的上升幅度。截止2023年12月31日，距离台站300 km范围内一共发生三组对应地震，分别是2012年彝良 M5.7、M5.6地震、2018年兴文 M5.7、珙县

M5.3地震和2022年兴文 M5.0、芦山 M6.1和泸定 M6.8地震(图2)。通过统计水平摆的震前异常特征(表1)，发现主要特征为两分量同步快速上升现象，异常持续时间相对较长，为9个月至1年，而地震发生在异常转折过程中的1~5个月。2023年1月起水平摆两分量再次出现同步快速上升的现象，与2012年、2018和2022年的异常类似。

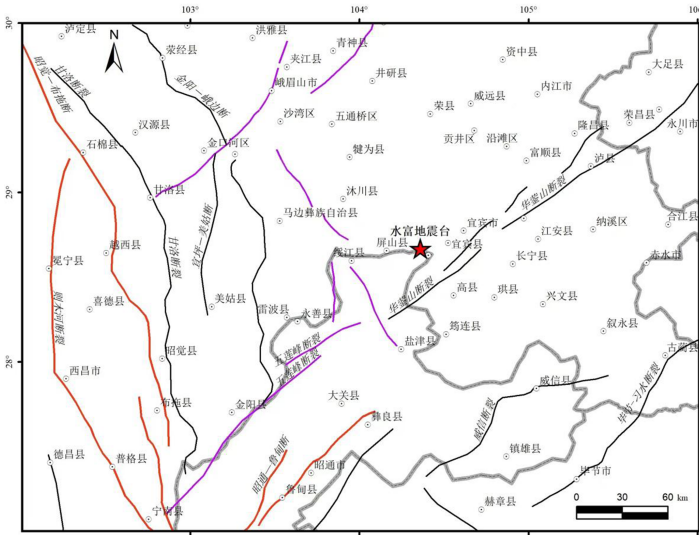


图1 水富地震台位置及区域构造图

Fig.1 Location and regional tectonic of Shuifu Seismic Station

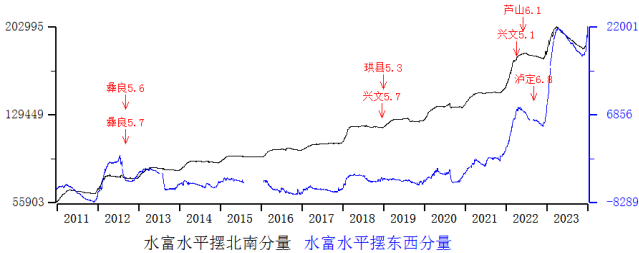


图2 水富水平摆NS和EW分量异常动态曲线

Fig.2 Dynamic curves of NS and EW components anomalies of Shuifu horizontal pendulum

表1 水富局水平摆两分量的映震特征

Table 1 The seismic reflection characteristics of the two components of the horizontal pendulum of the Shuifu Station

测项	异常起始 时间/年-月-日	异常结束 时间/年-月-日	异常特征	异常持续 时间	最大幅度/ (mV)	距离发震时间/ d	地震/(M_s)	震中距/ (km)
NS 分量	2011-12-11	2012-07-20	快速上升	222	14 667	271/49	彝良 5.7、5.6	131
	2017-12-20	2018-08-02	快速上升	225	11 852	361/136	兴文 5.7	70
	2021-12-12	2022-06-08	快速上升	178	33 489	171/-7 267/89	芦山 6.1 泸定 6.8	234 244
	2023-01-01	至今	快速上升					
EW 分量	2011-12-08	2012-08-06	快速上升	242	6041	274/32	彝良 5.7、5.6	131
	2017-12-18	2018-07-17	快速上升	211	2862	364/152	兴文 5.7	70

(转下表)

(接表1)

测项	异常起始 时间/年-月-日	异常结束 时间/年-月-日	异常特征	异常持续 时间	最大幅度/ (mV)	距离发震时间/ d	地震/(M_s)	震中距/ (km)
	2021-12-07	2022-05-04	快速上升	148	8576	176/28 272/124	芦山 6.1 泸定 6.8	234 244
	2023-01-01	至今	快速上升					

1.2 矢量合成法

地面在某一时刻相对于起始位置的倾斜角定义为定点形变两分量测值的矢量和，在地震预报中常利用矢量图的不正常转向、拐弯、打结或加速等来判断异常^[5]。通过绘制水富局水平摆两分量的五日均值合成矢量图，以2010—2016年为例(图

3)，发现2012年5月转折变化(矢量打结)后，同年9月发生彝良 $M5.7$ 、 $M5.6$ 地震；2018年6月转折变化(矢量打结)后，同年12月发生兴文 $M5.7$ 地震；2022年9月矢量打结后发生泸定 $M6.8$ 地震。震前水富水平摆五日矢量图的显著变化，表现出了较好的中期和临震异常特征。

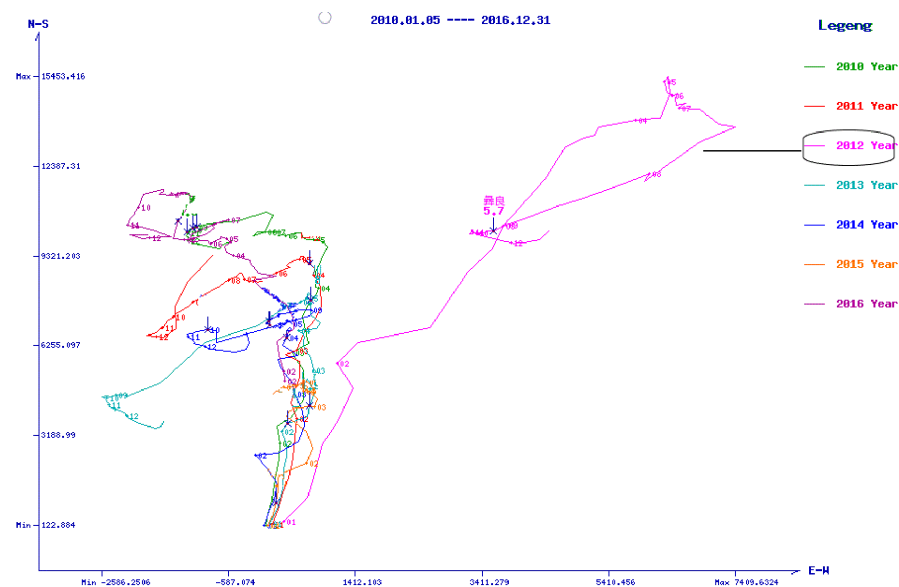


图3 水富水平摆2010—2016年五日矢量图

Fig.3 Five-day vector diagram of Shuifu horizontal pendulum from 2010 to 2016

2 结论和建议

通过分析水富水平摆在地震前出现的异常现象，得到以下认识和建议：

- (1)水富水平摆震前异常特征持续时间相对较长在9个月至12个月，地震发生在异常转折过程中1~5个月。
- (2)水富水平摆的五日矢量图在震前，也表现出了较好的中期和临震异常特征。
- (3)单台的水平摆异常对于地点、时间和震级大小的相关性不明确，应结合其他形变资料进行研究。

参考文献

[1] 赵慈平,虎雄林,付虹,等. 2001年10月27日云南永胜6.0级地震的前兆异常特征[J]. 地震研究,2003,26(2):126-135.

[2] 王永安,刘强,王世芹,等. 云南地区大震前地倾斜趋势性异常的典型特征[J]. 地震研究,2003,26(S1):126-132.

[3] 乌日乐. 巴彦浩特地震台石英水平摆倾斜仪观测资料分析[J]. 地震学报,2020,42(1):66-78.

[4] 李杰,李希亮,刘瑞峰,等. 岫岩 $M_s5.4$ 地震前烟台形变异常特征及机理分析[J]. 地震,2006,26(3):71-78.

[5] 吴翼麟. 定点形变前兆预报地震的观测技术与分析方法[J]. 地震,1990,10(5):33-46.