

84-8)

肃南台水管倾斜仪试记资料的初步分析*

p315.7

p315.63

彭伟荣, 车效智, 张 昱, 王锡恩
袁文武, 车灵霞, 席立峰

(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 对肃南台 FSQ 自记水管倾斜仪试记资料进行了分析, 对建台后几个月的资料进行了处理. 结果表明, 其观测资料的精度达到了现行观测规范的要求, 记录的突跳异常与该台附近发生的几次中小地震有明显的对应关系. 认为该台的建设是成功的, 而且今后可能在甘肃西部祁连山中段的地震监测中发挥重要作用.

关键词: 甘肃; 水平倾斜仪; 数据分析; 地震监测; 肃南台

中图分类号: P315.63; P315.62 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0944(1999)01-0084-04

地震资料

0 前言

肃南位于祁连山北侧的中段. 为了加强甘肃河西地区的形变监测, 中国地震局兰州地震研究所监测中心于 1996 年在肃南的一个山洞内架设了一台仅有 EW 分量的水管倾斜仪进行选台测试. 该洞进深为 180 多米, 洞室年温度变化小于 0.5°C . 实际测试结果表明, 该山洞初具水管倾斜仪的观测条件, 只须较小的投入就可建设成为国家一类水平倾斜观测台. 1997 年 5 月完成了对该山洞的扩建改造工程, 7 月份安装了 2 个分量的仪器并投入试记. 本文对该台试记资料进行了分析.

1 选台试记资料处理分析

1.1 仪器安装

肃南台位于东经 $99^{\circ}57'03''$, 北纬 $38^{\circ}50'35''$, 海拔高度 2 368 m, 仪器洞室进深 100 余米, 其顶部覆盖层厚度约 40 m. 选台试记仪器于 1996 年 12 月 3 日安装, 12 月 4 日开始试记. 该仪器只有 EW 向一个测向, 水管长度为 19.18 m, 其方位是 $98^{\circ}19.0'$, 记录使用格值为 $2.140 \cdot 10^{-3}$ s/格.

1.2 试记资料分析

试记之初 10 天(即 1996 年 12 月 16 日以前)记录格值向东漂移约 200 ms, 而后转向西倾, 月漂移量约 300 ms.

对 48 小时组数据作拟合检验, 结果为潮汐因子在 1996 年 12 月平均为 0.706 4; 1997 年 1 月平均为 0.706 0; 正常小时漂移量小于 1 ms, 二次漂移量小于 0.03 ms.

收稿日期: 1997-12-02

* 中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC1999009.

第一作者简介: 彭伟荣, 男, 1940 年 10 月生, 高级工程师, 主要从事地震监测与研究工作.

调和与分析结果见表1. 半日波群中 M_2 波潮汐因子在1996年12月为0.692 9, 1997年1月为0.691 5, 月相差很小, 仅为0.001 4, 相对变化为0.2%, 最大中误差为0.007 1.

计算和分析结果表明, 该仪器灵敏度达到 2×10^{-9} , 使用格值小于0.003 s/格, 潮汐因子为0.7左右; 半日波群的 M_2 波潮汐因子与 G-B 弹性地球模型(A)的 γ_2 值(0.692 6)^[1,2] 很

相近, 它的中误差小于1%; M_2 波潮汐因子有较高的月重复精度^[3], 小时及二次漂移量都较小; 即使小潮时的记录波形也清晰可辨, 远胜过原来的金属摆倾斜仪.

从试记资料及分析处理结果看, 该山洞已具备水管倾斜仪的基本观测条件, 可正式扩建为2个分量的水管倾斜仪观测台.

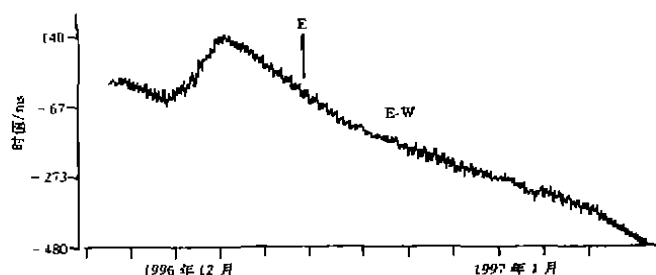


图1 1996年12月至1997年1月肃南台水管倾斜仪试台试记记录

Fig. 1 Recording of test observation of horizontal tiltmeter at Sunan station from Dec., 1996 to Jan., 1997.

表1 试记资料的调和与分析结果

时 间	波群单位 权中误差 $/ \times 10^{-3} (")$	潮汐波	潮汐因子		相位滞后 $/ (")$		主波最 大振幅 $/ \times 10^{-3} (")$	
1996 年 12 月	周日波群	$O_1: 063 \sim 088$	0.687 6	0.073 0	357.080 5	6.088 1	2.785 2	0.203 3
	3.96	$K_1: 111 \sim 143$	0.724 1	0.034 8	351.533 5	2.717 8	4.124 5	0.143 3
	半日波群	$M_2: 261 \sim 286$	0.692 9	0.006 4	0.265 4	0.531 6	8.477 6	0.054 6
	1.32	$S_2: 301 \sim 347$	0.868 8	0.016 6	6.860 9	1.105 9	4.945 7	0.082 2
	1/3 日波群							
1997 年 1 月	1.65	$M_3: 348 \sim 363$	1.329 6	0.524 2	345.213 6	22.463 6	0.249 1	0.130 6
	周日波群	O_1 —	0.817 2	0.093 7	6.213 3	6.577 9	3.310 1	0.310 1
	5.16	K_1 —	0.620 1	0.047 3	351.745 3	4.291 6	3.532 5	0.167 0
	半日波群	M_2 —	0.691 5	0.007 1	359.681 1	0.587 4	8.460 7	0.060 0
	1.51	S_2 —	0.803 0	0.016 3	7.831 3	1.179 1	4.571 0	0.074 4
	1/3 日波群							
	1.65	M_3 —	0.500 2	0.503 4	351.069 5	57.640 2	0.093 7	0.047 2

2 初步观测结果分析

2.1 洞室扩建改造和仪器安装

洞室扩建改造工程于1997年5月完成, 7月5日投入观测. EW分量的水管长度为20.10 m, 方位是 $98^\circ 19.0'$, 记录使用格值为 2.004×10^{-3} s/格, 9月17日后使用格值为 1.892×10^{-3} s/格; NS分量的水管长度为20.59 m, 方位是 $355^\circ 03.8'$, 记录使用格值为 1.996×10^{-3} s/格, 9月17日后使用格值为 1.984×10^{-3} s/格.

2.2 资料分析

1997年7月和8月该仪器EW分量记录向西漂移, 月漂移量达700 ms左右, 10月渐降至300 ms左右; NS分量记录向北漂移, 7月的漂移量在300 ms左右, 9月漂移量已降到50 ms左右, 并逐渐趋于稳定. 从10月开始转向南倾, 月漂移量不足40 ms.

对 48 小时组数据作拟合检验, 结果为 EW 分量潮汐因子平均为 0.727 7; NS 分量潮汐因子平均为 0.789 7; 正常小时漂移量 EW 分量在 1.5 ms 左右, NS 分量在 0.7 ms 左右; 2 个分量的二次漂移量均小于 0.01 ms.

调合分析结果见表 2. EW 分量 M_2 波潮汐因子为 0.713 8, 中误差为 0.007 8; NS 分量 M_2 波潮汐因子为 0.827 8, 中误差为 0.006 2, 均达到全国基本台对 M_2 波观测中误差 (小于 0.02) 的要求.

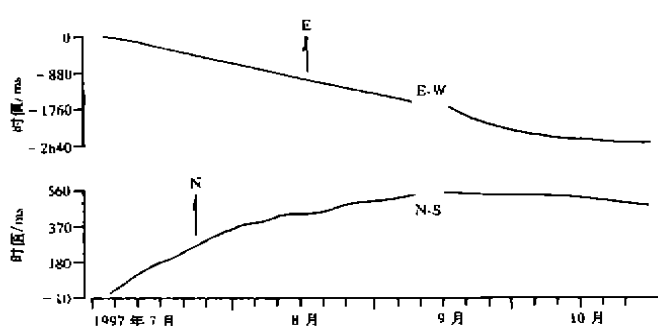


图 2 1997 年 7 月~10 月肃南台水管倾斜仪时值
Fig. 2 Hourly values of two component of horizontal tiltmeter at Sunan station from July to Dec., 1997.

表 2 初步观测资料的调和分析结果

分量	观测时间	波群单位 权中误差 $/\times 10^{-3}(\%)$	潮汐波	潮汐因子		相位滞后/ $(^\circ)$		主波最大振幅 $/\times 10^{-3}(\%)$	
EW	1997 年 7~10 月	周日波群	$O_1:063\sim088$	0.735 6	0.036 7	358.407 3	2.862 6	2.979 7	0.109 5
		3.78	$K_1:121\sim143$	0.787 6	0.025 5	354.686 3	1.854 3	4.486 7	0.1144
		半日波群	$M_2:261\sim286$	0.713 8	0.007 8	1.190 3	0.628 1	8.733 2	0.068 4
		3.16	$S_2:301\sim309$	0.685 7	0.019 0	5.385 5	1.603 7	3.903 4	0.074 3
		1/3 日波群							
NS	1997 年 7~10 月	1.19	$M_3:348\sim363$	0.658 8	0.191 6	347.919 8	16.700 1	0.123 4	0.023 6
		周日波群	$O_1:063\sim088$	0.208 7	0.071 4	243.748 3	19.603 1	0.307 9	0.022 0
		2.54	$K_1:121\sim143$	0.392 9	0.051 1	257.918 9	7.482 4	0.815 4	0.041 7
		半日波群	$M_2:261\sim286$	0.827 8	0.006 2	1.336 3	0.429 5	6.403 7	0.039 7
		1.47	$S_2:301\sim309$	0.874 9	0.015 4	12.136 7	1.009 4	3.148 9	0.048 5
		1/3 日波群							
		1.04	$M_3:348\sim363$	1.157 7	0.270 7	15.655 4	13.535 8	0.137 1	0.037 1

3 讨论

从上述初步观测结果可以看出, 该仪器 EW 分量的漂移方向与选台时是一致的, 漂移量较大可能与洞室改造后地基不稳定、仪器架设后不稳定及记录时段的年变化量等因素有关. NS 分量呈正常漂移状态, 其月漂量逐渐减小, 9 月以后已趋于较稳定状态.

从记录结果可以看出, NS 分量要比 EW 分量稳定一些, 其记录的潮汐幅度比 EW 分量要小, 这与中国地处中纬度地区有关, 符合理论计算结果.

尽管在 1997 年 8 月洞室地面被复施工时有较大的干扰以及 9 月又因 EW 分量重新安装和测方位造成干扰或断记, 其 M_2 波潮汐因子的中误差还是符合正常观测要求的. EW 分量的拟合检验的潮汐因子平均值和调和分析的 M_2 波潮汐因子, 较接近 G-B 弹性地球模型(A)的 γ_2 值(0.692 6), NS 分量偏离 γ_2 值较大, 这可能与该地的地质构造有关.

每个测向的水管长度超过 20 m, 使用格值也小于 2.151×10^{-3} s/格, 其灵敏度高达 2×10^{-9} .

1997 年 9 月 5 日 13 时 EW 分量有一向东阶跃突跳, 9 月 4 日 18 时、9 月 5 日 07 时及 13

时、9月6日04时NS分量出现4次向北阶跃突跳,突跳量为2~2.5 ms,9月8日22时及23时在张掖发生2次4.1级地震,9月10日05时在张掖又发生3.1级地震;9月20日22时EW分量有一个2.5 ms的向东阶跃突跳,9月21日05时NS分量有一个3.5 ms的向北阶跃突跳,9月21日10时在托勒牧场发生4.0级地震,9月24日22时在张掖发生2.3级地震.这几次地震均发生在距肃南台100 km范围之内,该台仪器所记到的突跳(倾斜阶跃)是否与地震有关值得进一步探讨.

综上所述,肃南倾斜台的建设是成功的.投入正常观测以后,对甘肃省西部的地震监测将起到重要的作用.

参考文献

- [1] 唐九安,杨嘉文,周志宇,等.兰州倾斜固体潮潮汐参数的观测研究[J].西北地震学报,1991,13(2):63~67.
- [2] 郗钦文,侯天航.固体潮汐与引潮常数[J].中国地震,1986,2(2):30~41.
- [3] 唐九安,杨嘉文,周志宇,等.兰州台潮汐形变观测结果与景泰6.2级地震[J].地壳形变与地震,1992,12(3):55~60.

A PRELIMINARY ANALYSIS ON TEST OBSERVATION DATA FOR THE HORIZONTAL TILTMETER AT SUNAN STATION

PENG Wei-rong, CHE Xiao-zhi, ZHANG Yu, WANG Xi-en,
YUAN Wen-wu, CHE Ling-xia, XI Li-feng
(Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou Gansu 730000)

Abstract

Test observation data of the FSQ tiltmeter at Sunan station are analyzed, and it is found that the construction of a tilt station is feasible in Sunan. The data during several months after construction of the station are analyzed. The results show that the construction of the station is successful and precision of observations accords with the requirement of the present observation specification. The station will play an important role in earthquake monitoring at the mid-Qilian Mountains in the western Gansu in the future.

Key words: Gansu; Horizontal tiltmeter; Data analysis; Seismologic surveillance; Sunan station