

乌什体应变的气压响应特征分析

邢喜民¹ 杨绍富¹

1 新疆维吾尔自治区地震局,乌鲁木齐市科学二街 338 号,830011

摘 要:通过选取不同时段乌什体应变、气压观测数据,利用小波分析分离观测数据中的信号,将相同频段的体应变、气压进行相关性分析。结果表明,乌什气压对乌什体应变的影响主要表现为线性关系,并且有 16~64 min 和 64~128 h 两个卓越频段。

关键词:乌什体应变;相关系数;气压;小波分析

中图分类号:P315 **文献标识码:**A

体应变观测除了能清晰记录到固体潮汐、地震波和震前异常等重要信息外,同时也记录到了大气压力、地下水位、抽水和降雨对地应变场的干扰^[1]。对这些干扰规律的认识,是进行合理数据分析和准确识别震前异常的前提和基础。乔子云等^[2]通过对河北张家口地震台体应变和气压观测的对比分析认为,气压是体应变观测中的一项主要干扰,消除气压干扰后,异常更加明显,有利于异常的识别和判断。邢喜民等^[3]在研究乌什体应变年频段及日频段信息的影响因素时认为,气压是影响乌什体应变日变化的主要因素之一,且体应变的短期波动变化与气压基本是同步的。而钻孔体应变仪观测精度高(可达 10^{-11})、响应频带宽(从 0 到几 Hz)^[4],文献^[3]中给出的结论可能不足以揭示气压对乌什体应变的影响特征。为此,本文通过选取乌什体应变、气压等不同时段数据,利用小波分析,将观测数据中的信号按不同周期分离出来,研究乌什体应变的气压影响特征。

1 乌什体应变台址地质构造和观测情况

乌什地震台(41.2°N,79.2°E)位于新疆维吾尔自治区天山南麓阿克苏地区乌什县西郊七女坟旁,处在柯坪断块的东北部,北东向的阔克沙勒断裂分布在台站北部。台区基岩大面积出露,岩性以石英质砂岩为主,是地震及前兆观测的理想场所^[3]。

乌什体应变观测仪器型号为 TJ-II 型,体应

变钻孔开口孔径 150 mm,终孔径 130 mm,钻孔深度 80 m,实际测量深度 77 m。因钻孔底部有大约 3 m 的沉砂,探头底部的实际埋深为 75.6 m,探头处于砂岩层中^[3]。

2 数据分析

由图 1 看出,乌什体应变日变化受固体潮影响明显,但固体潮与气压对体应变的影响特征并不同,因此文献^[3]中“气压是影响乌什体应变日变化主要因素之一”的结论,不足以揭示气压对乌什体应变的影响特征。

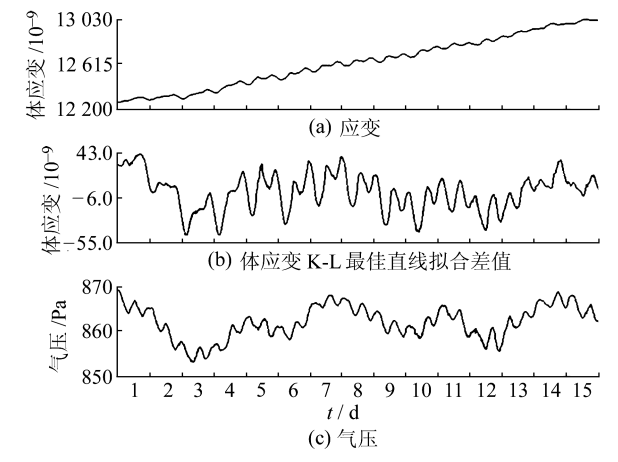


图 1 乌什体应变、气压分钟值曲线(2015-01-01~01-15)
Fig.1 Minute values of body strain, atmospheric pressure(2015-01-01~01-15)

用小波分析的方法将原始曲线中的短周期信号分离出来,气压的影响会变得清晰^[4-5]。针对体应变响应频带宽的特点,选取 2013-01-01~2015-

10-31 整点值、2015-01-01~01-15 分钟值两段数据分别进行研究。

首先,将 2015-01~01-15 分钟值按周期2~4 min、4~8 min、8~16 min、16~32 min、32~64 min、64~128 min、128~256 min、256~512 min、512~1 024 min、1 024~2 048 min、2 048~4 096 min、4 096~8 192 min 划分,得到 12 个频段的波形数据,再将同一频段体应变和气压分别进行相关性分析,得到各频段的相关系数 r (图 2)。

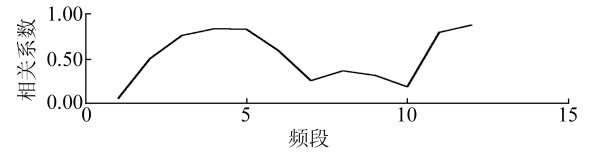


图 2 乌什体应变与气压在各频段的相关系数 (2015-01-01~01-15)
Fig. 2 The correlations of every bands body strain with atmospheric pressure(2015-01-01~01-15)

由图 2 可以看出,2015-01-01~01-15 气压对乌什体应变的影响基本可分为两个频段:一个频段是 16~64 min,气压与体应变相关系数为 0.82;另一个频段是 4 096~8 192 min(68.3~136.5 h),相关系数为 0.87。两个频段的气压与体应变散点图见图 3。

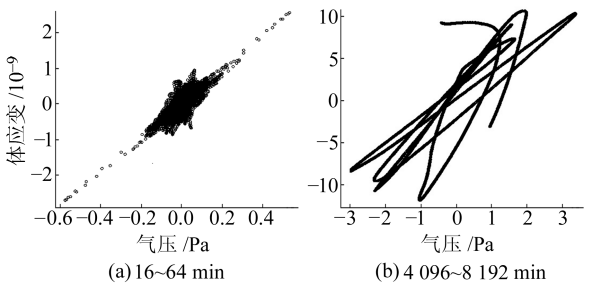


图 3 乌什体应变与气压散点图(2015-01-01~01-15)
Fig. 3 The scatter of body strain and atmospheric pressure(2015-01-01~01-15)

由图 2、图 3 可知,在 16~64 min 和 4 096~8 192 min 这两个频段,乌什体应变与气压线性相关性较强。

同样,对 2013-01-01~2015-10-31 的整点值数据,利用小波分析,按周期 2~4 h、4~8 h、8~16 h、16~32 h、32~64 h、64~128 h、128~256 h、256~512 h、512~1 024 h 划分,得到 9 个频段的波形数据,再将同一频段体应变和气压分别作相关性分析,得到各频段的相关系数 r ,见图 4。

由图 4 可以看出,2013-01-01~2015-10-31 乌什气压对体应变影响的显著频段为 64~128 h,相关系数为 0.91,这与 2015-01-01~01-15 的 4 096~8 192 min(68.3~136.5 h)频段结果基本一致。乌什气压与体应变散点图见图 5。

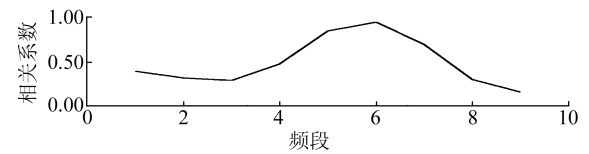


图 4 乌什体应变与气压在各频段的相关系数 (2013-01-01~2015-10-31)
Fig. 4 The correlations of every bands body strain with atmospheric pressure at Wushi (2013-01-01~2015-10-31)

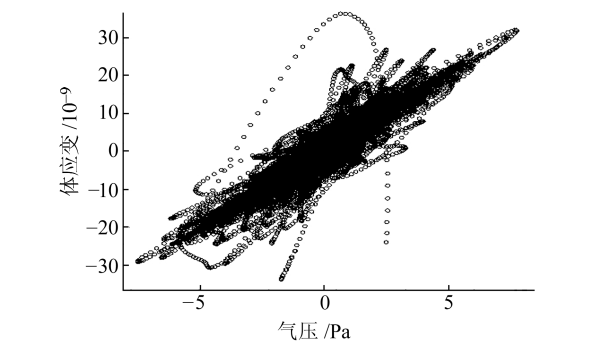


图 5 乌什体应变与气压散点图 (2013-01-01~2015-10-30)
Fig. 5 The scatter of body strain and atmospheric pressure(2013-01-01~2015-10-30)

由图 5 可知,在 64~128 h 频段乌什体应变与气压具有较高的线性相关性。

综上所述可以看出,乌什气压对乌什体应变影响主要有两个显著频段,一个频段周期约为 16~64 min,另一频段周期约为 64~128 h。这与张凌空^[4]、周龙寿等^[6]的结论不一致,但有一点却是相同的,那就是气压对体应变的影响主要表现为线性相关。结合图 1,乌什体应变与气压的变化基本同步。

3 结 语

本文通过小波分析,将乌什气压和乌什体应变观测数据细节变化按不同周期进行划分,对相同频段的气压和体应变数据进行分析。结果表明,乌什气压对乌什体应变的影响主要表现为线性关系,并且有 16~64 min、64~128 h 两个卓越周期。

参考文献

[1] 李杰,邹钟毅,闫德桥,等. TJ-II型钻孔体应变仪数字化观测资料分析[J]. 大地测量与地球动力学,2002 22(3):69-74(Li Jie, Zou Zhongyi, Yan Deqiao, et al. Analysis of Digitized Observations of TJ-II Borehole Body Strain Meters[J]. Journal of Geodesy and Geodynamics,2002,22(3):69-74)

[2] 乔子云,马兴国. 体应变的气压效应[J]. 山西地震,2000 (2):36-38(Qiao Ziyun, Ma Xingguo. Atmospheric Pressure Effect of Body Strain[J]. Earthquake Research in Shanxi,2000(2):36-38)

[3] 邢喜民,孙吉泽,张治广. 乌什钻孔体应变年频段及日频段信息的影响因素探索[J]. 大地测量与地球动力学, 2016, 36(5): 82-85(Xing Ximin, Sun Jize, Zhang Zhiguang. Exploring the Factors Influencing of Wushi Borehole Body Strain Year Period and Daily Frequency Information[J]. Journal of Geodesy and Geodynamics. 2016, 36(5): 82-85)

[4] 张凌空,王广才,牛安福. 周期气压波对地壳应变场观测影响的若干因素分析[J]. 地震学报, 2011, 33(3): 351-361 (Zhang Lingkong, Wang Guangcai, Niu Anfu. Analysis on Several Factors of Periodic Air Pressuer Wave Affecting Crustal Strain Field[J]. Acta Seismologica Sinica, 2011, 33(3): 351-361)

[5] 陆远忠,李胜乐,邓志辉,等. 基于 GIS 的地震分析预报系统[M]. 成都: 成都地图出版社, 2002 (Lu Yuanzhong, Li Shengle, Deng Zhihui, et al. Seismic Analysis and Prediction System Based on GIS[M]. Chengdu: Chengdu Cartographic Publishing House, 2002)

[6] 周龙寿,邱泽华,唐磊. 地壳应变场对气压短周期变化的影响[J]. 地球物理学进展, 2008, 23(6): 1 717-1 726 (Zhou Longshou, Qiu Zehua, Tang Lei. The Response of Crustal Strain Field to Short-Period Atmospheric Pressure Variation[J]. Progress in Geophysics, 2008, 23(6): 1 717-1 726)

Exploration of the Response Characteristics of Air Pressure to Wushi Body Strain

XING Ximin¹ YANG Shaofu¹

1 Earthquake Administration of Xinjiang Uygur Autonomous Region, 338 Kexueer Road, Urumqi 830011, China

Abstract: Selecting different period data of Wushi body strain and air pressure, we apply wavelet analysis method to separate observation data signals, using correlation analysis of body strain and air pressure in the same frequency band. The results show that the effect of air pressure on body strain is mainly expressed as a linear relationship, and that there are two outstanding bands.

Key words: Wushi body strain; correlation coefficient; air pressure; wavelet analysis

Foundation support: Seismic Regime Tracking Project of CEA, No. 2015010225.

About the first author: XING Ximin, engineer, majors in the precursor tracking data analysis, E-mail: 24033663@qq.com.

(上接第 929 页)

[8] 朱伟,石超峰,李楠. 基于遗传算法优化支持向量机的再生混凝土抗压强度预测模型[J]. 中外公路, 2014, 34(1): 311-314 (Zhu Wei, Shi Chaofeng, Li Nan. The Recycled Concrete Compressive Strength Prediction Model Based on Support Vector Machine Optimized by Genetic Algorithm[J]. Journal of China & Foreign Highway, 2014, 34(1): 311-314)

[9] 吴富梅,杨元喜. 基于高阶 AR 模型的陀螺随机漂移模型[J]. 测绘学报, 2007, 36(4): 389-394 (Wu Fumei, Yang Yuanxi. Gyroscope Random Drift Model Based on the Higher-Order AR Model[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2007, 36(4): 389-394)

Dam Deformation Monitoring Prediction on Support Vector Machine Optimized by Genetic Algorithm

SHEN Zhehui¹ HUANG Teng¹ SHEN Yueqian¹ ZHENG Hao¹

1 School of Earth Sciences and Engineering, Hohai University, 8 West-Focheng Road, Nanjing 211100, China

Abstract: A SVM model is established for predicting dam deformation, and optimizing the kernel function parameter, penalty parameter and loss function parameter through the genetic algorithm. We use this model to analyze the long period deformation monitoring data and make predications. In this paper, we compare horizontally different kernel functions of support vector machine using the same optimization method, and the same kernel function of support vector machine using different optimization methods. The results show that GA-SVM(RBF) not only can well predict the dam deformation trend, but also improves the prediction accuracy over contrasting BP neural networks, $AR(p)$, multiple regression analysis and periodic function fitting longitudinally.

Key words: dam deformation factors; support vector machines; genetic algorithm; optimizing; prediction

Foundation support: College Postgraduate Research and Innovation Project of Jiangsu Province, No. KYLX15_0478.

About the first author: SHEN Zhehui, postgraduate, majors in precision engineering measurement and data processing, E-mail: 1280381222@qq.com.