

樊冬, 吴坤, 李惊生, 等. 密封措施对降低洞体形变观测气象类因素干扰的效果与分析[J]. 华南地震, 2014, 34(3): 69-75. [FAN Dong, WU Kun, LI Jingsheng, et al. Analysis and Discussion of the Hermetic Solution Effect to Reduce the Meteorological Factors Disturbance of Cave Deformation Observation[J]. South china journal of seismology, 2014, 34(3): 69-75.]

## 密封措施对降低洞体形变观测气象类 因素干扰的效果与分析

樊冬<sup>1</sup>, 吴坤<sup>2</sup>, 李惊生<sup>1</sup>, 尹传兵<sup>1</sup>

(1. 安徽省淮北地震台, 安徽 淮北 2350002; 2. 安徽省蒙城地震台, 安徽 亳州 233527)

**摘要:** 结合2010年5月初的一次密封措施, 以天为单位统计各月内影响淮北地震台洞体形变观测的气象因素类型及其变化情况, 分析造成干扰的主要气象因素类型及密封效果, 结果表明: 影响淮北台洞体形变观测的主要气象类型为大风、气压和降水, 密封能有效降低大风和气压因素造成的干扰。

**关键词:** 洞体形变观测; 风扰; 气压; 降水; 密封

**中图分类号:** P315.725 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662(2014)03-0069-07

**DOI:** 10.13512/j.hndz.2014.03.012

## Analysis and Discussion of the Hermetic Solution Effect to Reduce the Meteorological Factors Disturbance of Cave Deformation Observation

FAN Dong<sup>1</sup>, WU Kun<sup>2</sup>, LI Jingsheng<sup>1</sup>, YIN Chuanbing<sup>1</sup>

(1. Huaibei Seismic Station of Anhui Province, Huaibei 235000, China; 2. Mengcheng Seismic Station of Anhui Province, Bozhou 233527, China)

**Abstract:** Combining the hermetic solution in early May 2010, this paper statistics the meteorological factors types and their changes per month by days, and analyzes the types of main meteorological factors causing disturbance and the hermetic solution effect. The results show that: the strong wind, air pressure and rainfall are the main factors that effect observation data, and the disturbance of air pressure and strong wind on observation data was reduced after taking the hermetic solution.

**Key words:** Cave deformation observation; Wind disturbance; Air pressure; Precipitation; Hermetic solution

投稿日期: 2013-12-25

基金项目: 安徽省合同制项目课题(项目编号: 201339)

作者简介: 樊冬(1985-), 男, 助理工程师, 主要从事地震监测、形变观测与研究工作.

E-mail: 1312723090@qq.com.

## 0 引言

数字化洞体形变观测所产出的大量观测资料中,不但包含地壳应变变化信息,还包含气象类因素(如气压,降雨,温度,湿度,大风,雷击)干扰信息,给地震前兆异常识别带来了困难<sup>[1]</sup>。淮北地震台经过四十多年的观测实践,在洞体形变观测干扰因素的识别和排除方面积累了大量宝贵经验,主要干扰淮北台洞体形变观测气象类因素为大风、气压和降水<sup>[2]</sup>。文章结合 2010 年 5 月初对观测山洞内部硐室的一次密封,进一步研究密封后主要气象类因素对淮北台形变观测的影响,分析比较密封前后干扰的变化,为实际工作中降低洞体形变观测的干扰提供实用、可靠的办法,进而为更好的识别地震前兆异常提供可靠观测资料。

## 1 台基概况

淮北台形变观测山洞所在相山山体寒武系和奥陶系灰岩出露,第四系覆盖以冲积和坡积的砂砾石、红色粘土为主,植被为冠木林、乔木林及杂草等,覆盖厚度大于 50 m;洞体为奥陶系灰岩,岩层产状近于直立,裂隙发育,山洞进深 100 多米,硐温日变化小于  $0.03^{\circ}\text{C}$ ,年温差小于  $0.5^{\circ}\text{C}$ <sup>[3]</sup>。山洞位于相山背斜南翼,距庐断裂带西侧约 120 km,距 S202 省道 3.5 km,距濉河东岸 4.3 km,距南部塌陷区大于 9 km,周边无重大干扰源,观测环境满足规范和标准要求。于 2005 年 09 月底完成“十五”优化改造,安装有 DSQ 型水管倾斜仪、SS-Y 型钢瓦伸缩仪和 SSQ-2I 型石英水平摆各一套,每套仪器均有 NS、EW 两个测项,且 DSQ 仪和 SSY 仪采用共墩方式安装。为提高观测资料的内在质量,降低干扰,最大限度减少山洞内外空间的气流微交换,2010 年 05 月初台站组织人员,对硐室最内部未利用部分空间添加两道砖砌实墙进行封堵,于此同时,对于硐室预留的下水道,在过墙弯管处进行注水密封<sup>[4]</sup>。淮北台形变观测山洞构造、仪器布设及封堵位置具体见图 1。

## 2 密封前后干扰情况

在干扰淮北台洞体形变观测的因素中,除供电、仪器故障、维修维护和人为因素干扰之外,影响最多的就是气象因素。多年观测表明,主要干扰淮北台洞体形变观测的气象类因素又数大风、气压和降水三大因素最为显著。由于其影响机理

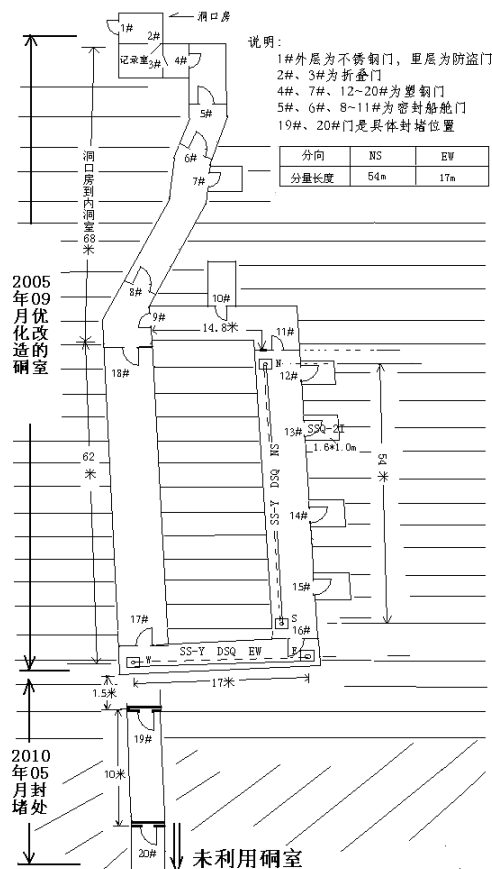


图 1 淮北台形变观测山洞示意图

Fig.1 Schematic of the ground deformation observation cave of Huabei seismic station

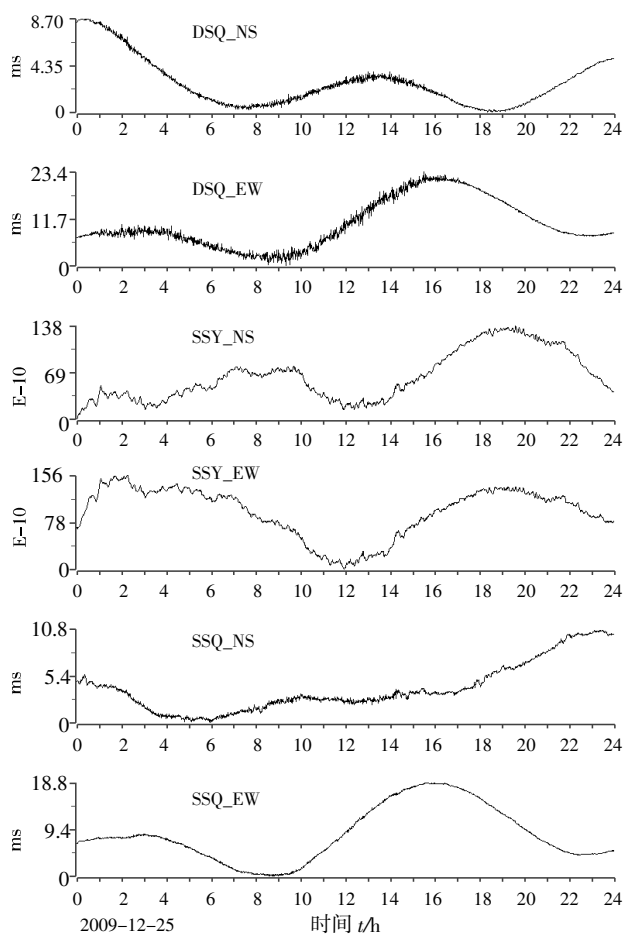
和仪器工作原理的不同,观测曲线较正常形态也出现了不同的变化。大风的影响主要导致固体潮曲线叠加高频扰动,其周期与采样率同步,出现毛刺加粗现象;气压影响主要导致固体潮短周期畸变为主,表现为固体潮曲线变化与气压变化时间上同步、趋势相似;强降雨的影响主要导致观测曲线出现长周期趋势性漂移,降雨强度越大恢复正常形态的时间越长,固体潮曲线仍然光滑无畸变<sup>[1-2]</sup>。

### 2.1 大风干扰

与 SSY 不同,风扰对 DSQ、SSQ-2I 影响相似,尤其对 DSQ 影响更为明显;对同一仪器的不同分向来说,风扰对 DSQ 仪的 EW 分项的影响较 NS 分项更加显著、对 SSQ-2I 仪的 NS 分项影响较 EW 分项更加显著。选取相似风扰条件下(5~6 级风力、风向均为 NE 向)的 2009 年 12 月 25 日和 2010 年 12 月 30 日两天资料作对比,可见风扰所造成的干扰幅度和强度有明显降低(图 2),说明 2010 年 5 月初的密封对减少风扰能够起到很好的效果。

## 2.2 气压干扰

地表气压在几十分钟左右发生的短时快速扰动,对SSY仪影响最显著,气压扰动幅度越大,同步扰动幅度也越大。相同幅度的气压变化,对SSQ-2I仪、DSQ仪的干扰相对较小。选取封堵前2010年04月11日08:55~09:14气压短时相对小幅变化(1.9 hpa),和封堵后2010年12月15日04:34~05:26气压短时相对大幅变化(2.1 hpa)作对比(图3),发现密封应对气压扰动的效果显著。



## 2.3 降水干扰

强降水对DSQ、SSY仪影响表现为,两个分项在时均值曲线上呈大幅度、对称性的漂移变化,对SSQ-2I仪影响表现为两个分项出现相同形态的漂移,幅度较DSQ、SSY仪小。对比封堵前2009年07月05日至09月05日两月期间两次强降水、封堵后2010年08月15日至10月15日两月期间两次强降水情况(图4),发现强降水对淮北台数字化地形变观测的影响未发生显著变化。

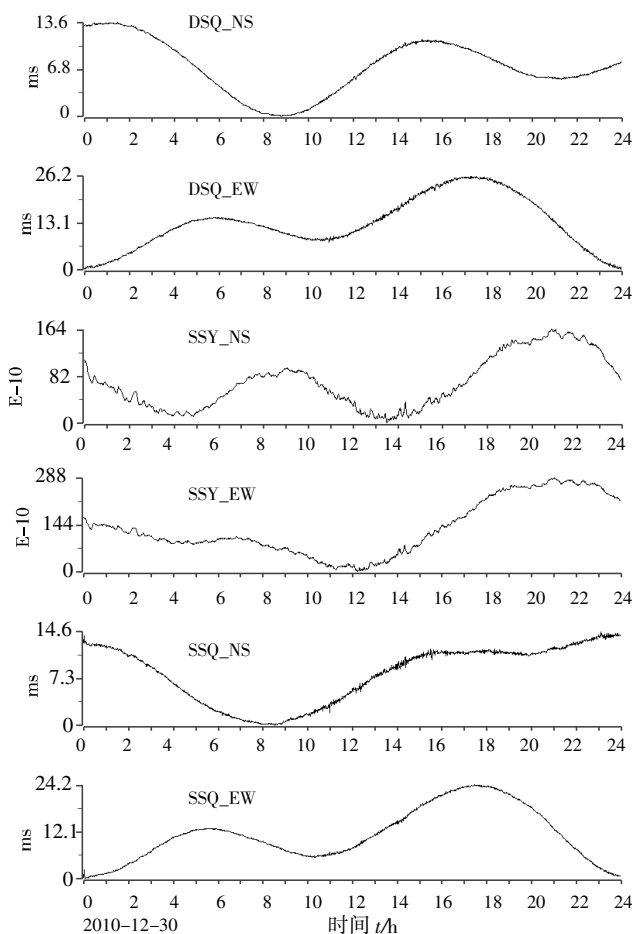


图2 密封前后风扰对淮北台洞体形变观测影响对比

Fig.2 Effect comparison of wind disturbance to cave deformation observation in Huaibei seismic station before and after taking hermetic solution

上述分析表明,在2010年5月密封前后一年内,主要干扰淮北台洞体形变观测的气象因素类型未发生根本变化,不同干扰因素对不同仪器的影响形态也显著区别,密封对降低大风和气压因素的干扰起到了较好效果,而对减少降水的影响却未发生显著变化。

## 3 成因分析

查询淮北台2011年5月到2013年6月三套

洞体形变观测仪器DSQ、SS-Y和SSQ-2I的运行日志,详细记录影响淮北台洞体形变观测的气象类因素,以天为单位统计各月内造成主要干扰的气象类因素变化情况,分析如下。

### 3.1 风扰分析

由淮北台形变观测月风扰天数变化图5可知,在这连续50个月的统计区间内,月风扰天数峰值都出现在每年的3月至5月之间和9月至11月之间,这主要原因是受春、秋两季的季风影响,以

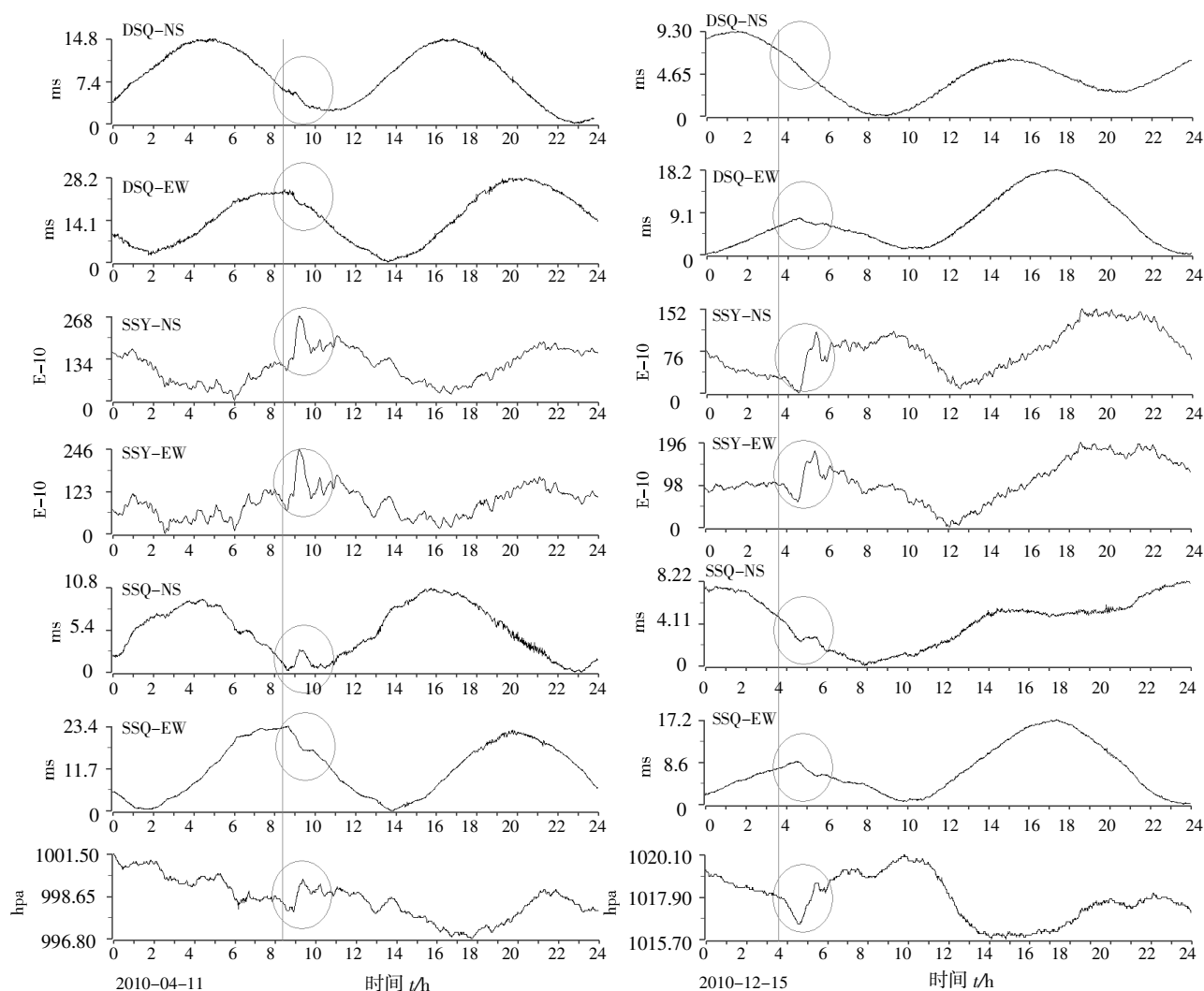


图3 密封前后气压对淮北台洞体形变观测影响对比

Fig.3 Effect comparison of air pressure disturbance to cave deformation observation in Huabei seismic station before and after taking hermetic solution

及来自北方的强冷空气频繁活动,黄淮区域南部地势平缓,因此多受影响。密封有效降低了大风对淮北台三套形变观测的影响,尤其是密封后的第一年内,DSQ仪两分向月风扰天数有显著减少;对DSQ仪的NS向和SSQ仪EW向来说,月均风扰天数分别由较密封前的14.2 d和5.5 d减少为密封后的4.3 d和3.4 d明显减少;而DSQ仪EW向的月均风扰天数在密封后的第二年、第三年出现了增多趋势,可能是洞体所在山体成南北走向,该仪器的EW向基线长度低于NS向,以及皖北地区春秋季节盛行偏东的风向有关,长期情况下,当洞室内微环境稳定后,该分向对风扰的响应较为灵敏,因此风扰的方向性得以凸显。

### 3.2 气压干扰分析

由淮北台形变观测月气压干扰天数变化图6

可知,气压对淮北台三套形变观测的影响均表现出明显的下降趋势,密封有效的降低了气压对淮北台形变观测的干扰;对每套仪器来说,密封前后月气压扰动天数无显著变化;对比各套仪器的NS、EW两个分向,气压影响几乎同步,也无显著差异。

### 3.3 降水干扰分析

由淮北台形变观测月降水干扰天数变化图7知,密封前后,降水对淮北台三套形变观测的影响未表现出显著变化。受山洞所在山体岩石构造特性限制,各套仪器受降水因素干扰的程度相当,降水量越大、持续时间越长对山体荷载的影响就重,其干扰天数就越多;对比各仪器的NS、EW两个分向,降水影响也无显著差异。可见密封不能有效的应对降水的影响。

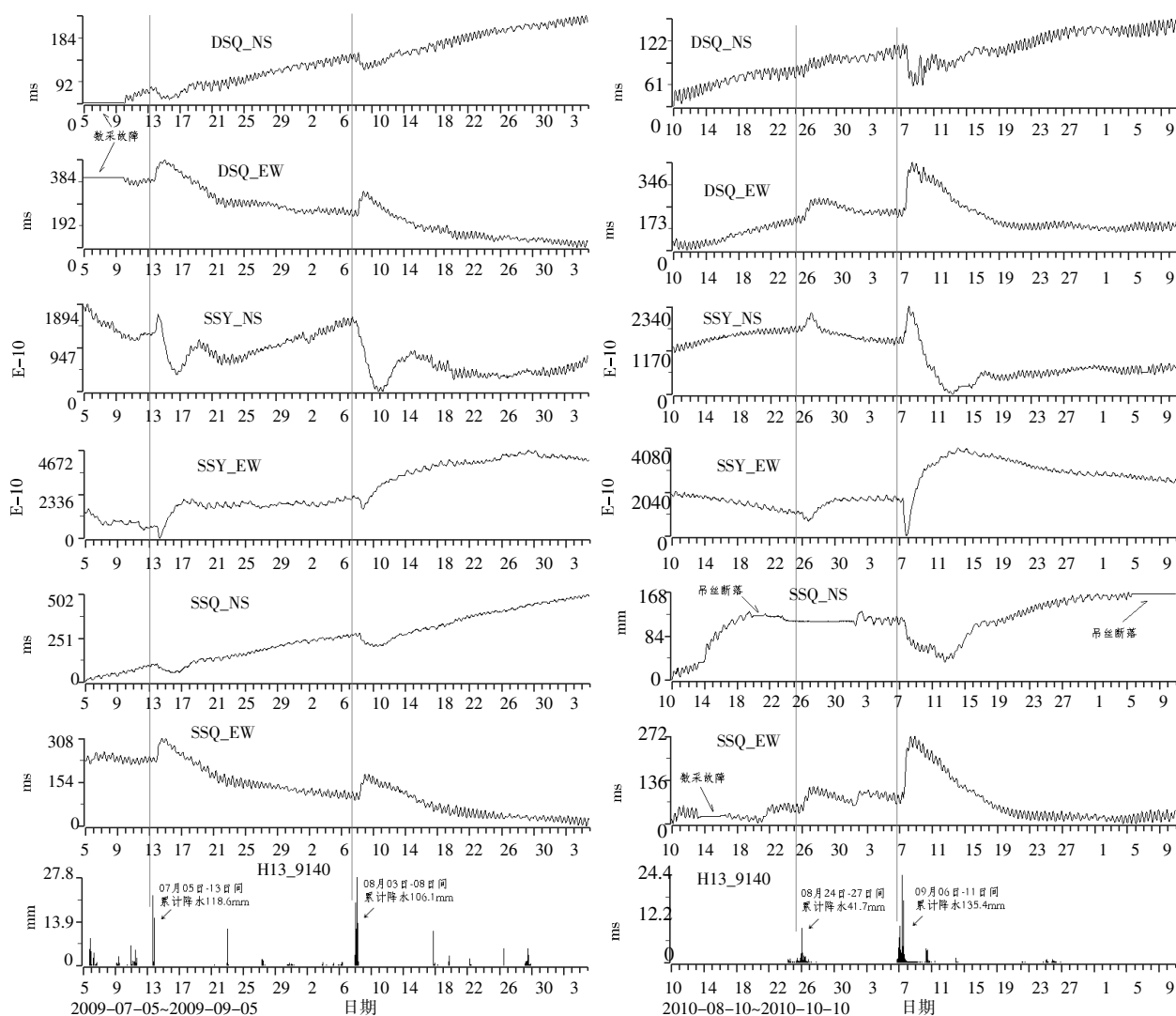


图4 密封前后强降雨对淮北台洞体形变观测影响对比

Fig.4 Effect comparison of strong rainfall disturbance to cave deformation observation in Huaibei seismic station before and after hermetic solution

## 4 结论

影响淮北台洞体形变观测的气象类因素主要为大风、气压和降水,密封前后,气象类主要干扰因素类型未发生根本变化,不同干扰因素对不同仪器的影响形态有显著区别。

(1) 大风对淮北台 DSQ 仪干扰最明显、SSQ-2I 仪次之、SSY 仪最少,密封能够有效降低大风对洞体形变观测的干扰,尤其是对倾斜类仪器效果更为显著。因倾斜类、应变类仪器的工作原理不同,风扰存在显著的差异性。长期来看,受洞体所在山脉和季风等条件限制,风扰对淮北台倾斜类仪器的影响具有明显的方向性。

(2) 气压对淮北台 SSY 仪干扰最明显、SSQ-

2I 仪次之、DSQ 仪最少,密封能够明显降低气压对洞体形变观测的干扰,尤其是对应变类仪器效果最为显著。另外密封措施应对气压的干扰效果,并不因仪器的工作原理不同而存在显著差异。长期来看,气压对各仪器分向的影响也无方向性。

(3) 降水对淮北台洞体形变观测的干扰相当,密封前后,降水影响未发生显著变化,在倾斜仪、应变仪及其分向的区别上,无明显差异存在,受限于洞体地理、地质条件,密封不能有效的减少降水的影响。

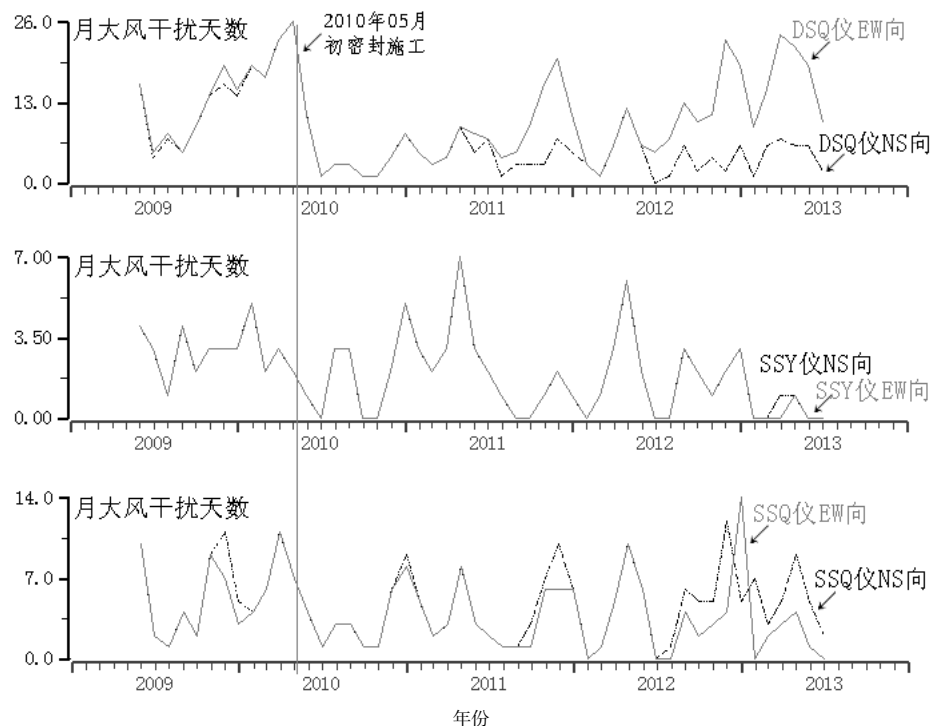


图 5 淮北台洞体形变观测月风扰天数变化图

Fig.5 Change map of wind disturbance days of cave deformation observation in Huaibei seismic station per month

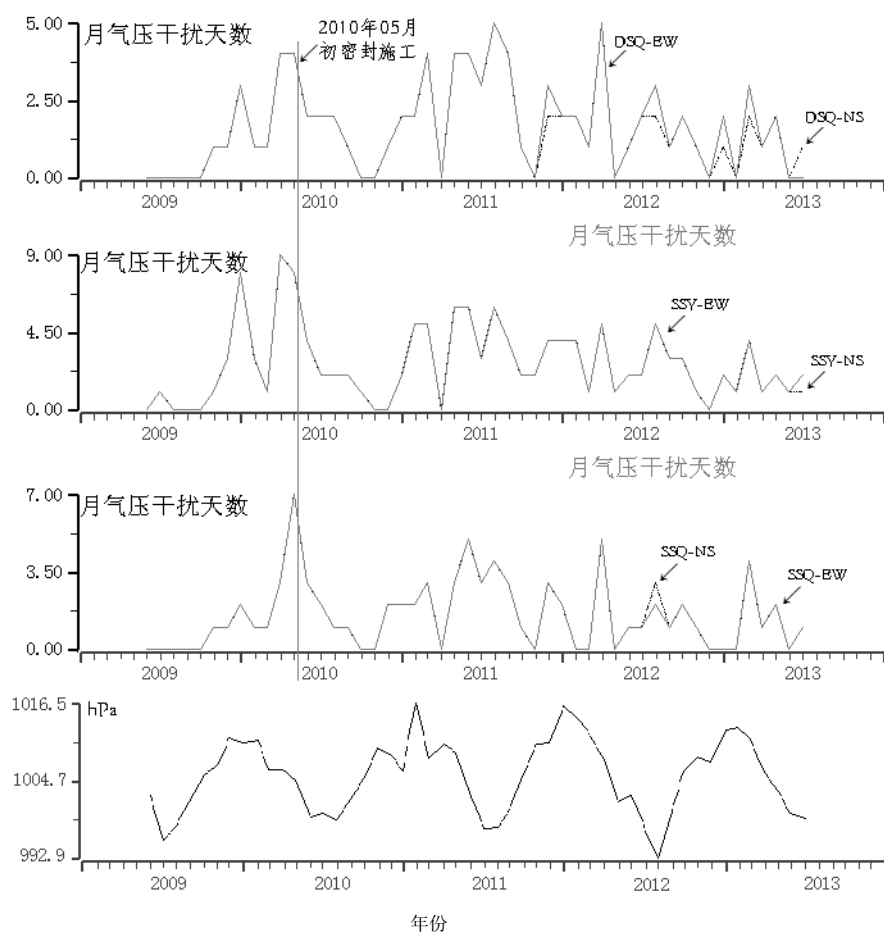


图 6 淮北台形变观测月气压干扰天数变化图

Fig.6 Change map of air pressure disturbance days of cave deformation observation in Huaibei seismic station per month

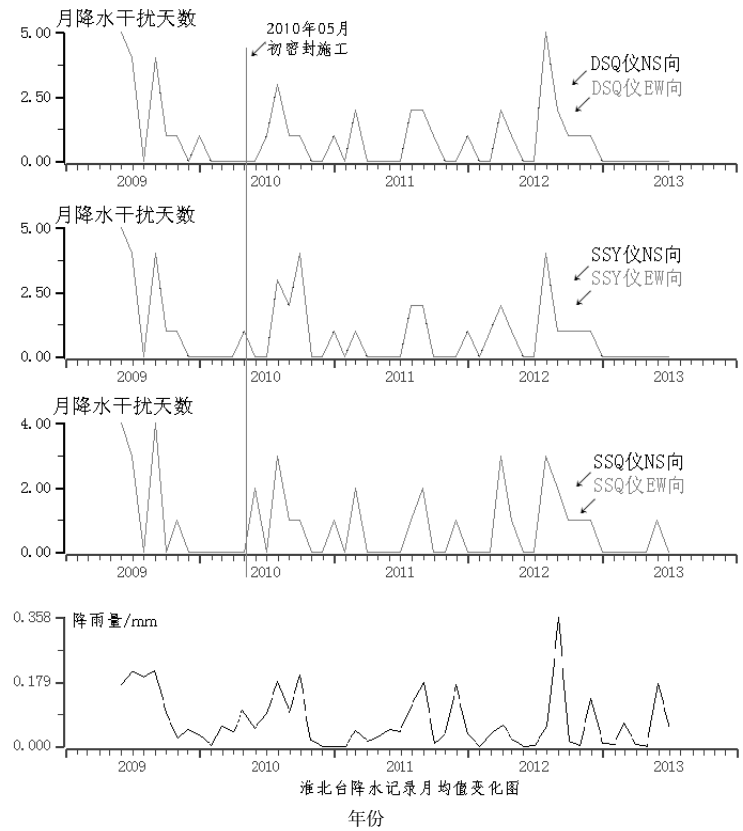


图 7 淮北台形变观测月降水干扰天数变化图

Fig.7 Change map of rainfall disturbance days of cave deformation observation in Huaibei seismic station per month

参考文献:

[1] 赵小贺, 卢双琴, 冯志军, 等. 洞体形变数字化观测干扰分析[J]. 地震地磁观测与研究, 2009, 30 (4): 55-62.

[2] 樊冬, 鲍从民, 李惊生, 等. 应对数字化地形变观测干扰分析与实践[J]. 防灾科技学院学报, 2012 (4): 47-53.

[3] 鲍从民. 安徽省数字化形变仪器及其观测资料的综合分析[J]. 地震地磁观测与研究, 2009, 30 (4): 47-54.

[4] 陈耿琦, 于天龙, 尹传兵, 等. DSQ 型水管倾斜仪安装中的一些技术问题[J]. 大地测量与地球动力学, 2007, 27 (专刊): 153-155.