

降雨干扰与短临震兆异常的识别方法^①

冯琼松, 崔庆谷, 贾 华, 李思瑶, 李 鹏

(云南省地震局, 云南 昆明 650204)

摘要:通过对昆明地震台前兆观测资料的短临跟踪分析,发现短时间强暴雨降雨干扰引起的异常与地震前兆短临异常有相似特征,为了获取可靠的前兆变化信息,需要对观测资料进行降雨干扰排除,才能对类似异常变化做出客观的判断。

关键词:前兆资料;降雨干扰;短临异常;识别;排除

中图分类号: P315.72⁺8

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2016)增刊 2-0256-05

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2016.Supp.2.0256

The Methods of Identifying the Interference of Raining with the Abnormal of Short-term Precursor

FENG Qiong-song, CUI Qing-qu, JIA Hua, LI Si-yao, LI Peng

(Earthquake Administration of Yunan Province, Kunming 650204, Yunnan, China)

Abstract: According to analyse the precursor observation data of Kunming Station, we find that the interference of raining and the abnormal of short-term precursor have similar characteristics. In order to obtain reliable information of precursor change, it is necessary to eliminate the interference of raining from the observed data, so that we can make an objective judgment on the abnormal changes.

Key words: data of precursor; the interference of raining; the abnormal of short-term precursor; identify; rule out.

0 引言

正确地认识和排除前兆观测资料中的各种干扰因素是准确捕捉地震异常信息的前提^[1]。在昆明地震台前兆观测资料的多种干扰因素中,降雨影响最为显著,其频次高、时间长,尤其对水管仪、伸缩仪和水位仪影响最大。一次强降雨可影响几个小时、几天或更长时间,且不同的降雨时间和降雨量均伴有不同的异常干扰,阻碍了观测人员对前兆观测资料异常的判定。本文通过对昆明地震台 2012—2015 年前兆观测资料受降雨和震兆异常影响程度的对比分析,发现短时间强暴雨降雨引起的干扰异常和短临震兆异常有一定的相似特征,为了获取可靠的短临前兆变化信息,需要对观测资料进行降雨干扰排除,才能对这种异常变化做出客观的判断^[2-3]。笔者对

短时间强暴雨降雨引起的干扰异常和短临震兆异常的情况加以分析总结,供其他台站借鉴排查,以便快速识别降雨干扰,做好短临跟踪工作。

1 台站观测概况

昆明地震台是地震监测的 I 类观测台站,位于昆明市北郊黑龙潭,海拔 1 952 m。形变仪器安置于洞室内,洞的主体为“L”字型,长 73 m;有六个支洞,支洞主长 71 m,最深处距洞口为 47 m;覆盖层约 30~50 m。洞内温度约 15 ℃,日变化小于 0.1 ℃,年温差 0.5 ℃,相对湿度约 93%。昆明地震台现有形变观测仪是在“十五”期间进行数字化改造时安装在此洞室内,2007 年 7 月 1 日开始观测记录。两

① 收稿日期:2016-06-01

基金项目:地震行业科研专项(201208018)

作者简介:冯琼松(1976—),女,工程师,主要研究领域:前兆形变观测技术。E-mail:779773296@qq.com。

套形变仪自安装运行以来,工作性能稳定,数据连续率达 99.9% 以上,能清晰记录倾斜及应变固体潮。而静水位是 2006 年 10 月安装在台站前方 200 m 的观测井内,井深 279 m。该台三套前兆观测资料自安装运行以来,对短临中强以上地震具有较好的映震效能,且能清晰记录震兆异常信息。

昆明台洞室由于较破旧,雨季总有大量的雨水渗透下来,对形变观测仪影响很大,而降雨对形变观测的影响主要是雨水渗透岩层裂隙,使岩石孔隙体积发生膨胀,地表发生不规则变化引起^[4-6]。构造应力和降雨产生的附加力之间关系的变化将引起断层活动的变化,即引起地壳形变与地下水位的变化^[7-8]。当地每年 6—8 月为雨季,有时也会在 4 月、5 月或 9 月出现较大量的降雨。

2 资料异常表现

昆明台前兆观测资料在每次的强降雨过程中均会受到一定的干扰影响,而水管倾斜、伸缩应变、水

位观测受降雨响应最为明显。分析降雨引起前兆多手段观测资料的响应特征,发现异常表现是随降雨的缓急和时间的不同而变化的,它们表现为阶变鼓包、持续的加速上升或下降。限于篇幅,笔者只选取多次降雨响应中的一次异常特征作对比分析,发现短时间强暴降雨引起的干扰异常和短临震兆异常有一定的相似特征,且伸缩仪对降雨和震兆异常的响应最为灵敏。

2.1 短时间降雨干扰异常

这里的短时间是指出一个小时至几个小时、降水量在 1.0 mm 以上的强暴降雨过程。由强降雨引起的地表倾斜给仪器带来的影响最为明显,短时间的强暴降雨引起的干扰表现为向上或向下的阶变鼓包,有时其幅度达到几倍的日变幅,大雨过后记录图形又恢复正常形态。提取昆明地震台部分短时间强暴降雨引起水管倾斜、伸缩应变、水位观测资料的干扰异常情况,如图 1 所示。

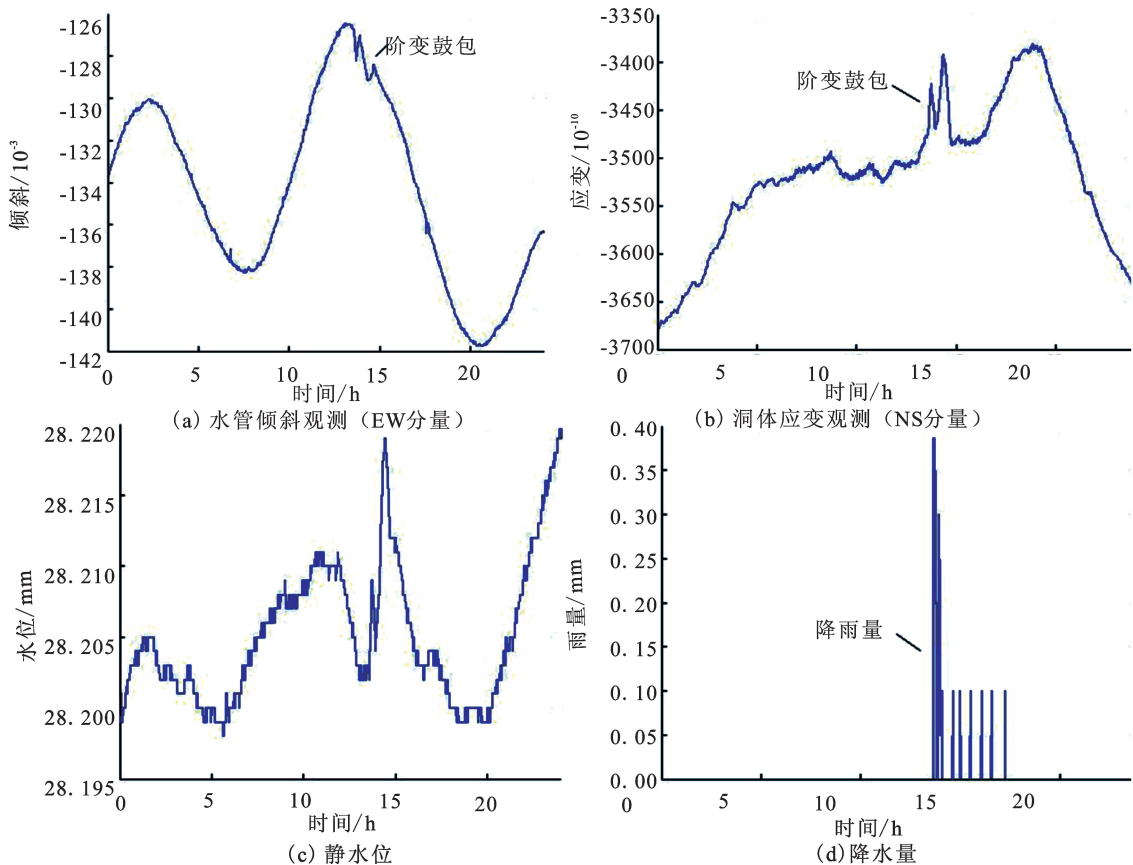


图 1 昆明地震台短时间强暴降雨干扰(2014-04-05)

从图 1 中前兆资料异常变化量和降雨量很好的相关性可以看出,在降雨量达到测项的趋动降雨量

时,水管倾斜、伸缩应变、水位观测曲线会出现较同步的大幅度短时间阶变鼓包干扰,起步快且恢复较

快,时间关系对应很好。图中引起水管倾斜、伸缩应变、水位突变的幅度大小不相同与各观测手段的灵敏度不一样有关。经过多次排查对比分析,降雨引起的干扰因素是确定的,且在每次的短时间强暴雨过程中,昆明台前兆仪器记录资料曲线均有一定幅度的干扰异常表现。

2.2 长时间降雨干扰异常

这里的长时间降雨是指一天或一天以上,或者

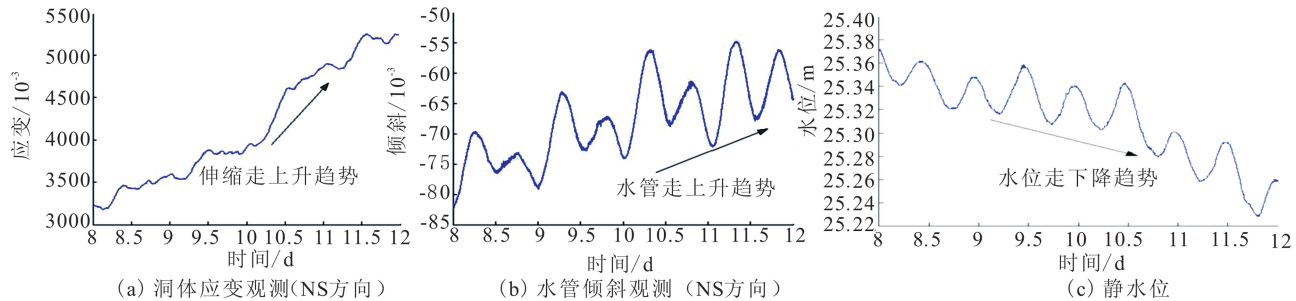


图2 昆明地震台长时间强降雨干扰

2.3 短临震兆异常

短临震兆异常也就是地震前几天或几个小时的异常,即临震异常。从原始资料记录图即形态图可清晰看出一些临震异常变化幅度。通常当资料的正常变化规律被打破而出现异常变化时,若经分析断定非干扰所致,便可以认为资料出现了震前异常。在本文震兆异常分析中昆明地震台前兆资料出现的异常都为临震异常,而且经核实在选取的资料异常期间观测仪器正常,观测环境系统及周围未发生异常变化,无人为和其他外界因素干扰,观测资料记录的地震前兆异常真实可靠。由于短临震兆异常相对难于记录到,笔者选用2012—2015年昆明地震台前兆记录资料,以云南省内 $M_s \geq 5.0$ 及全球 $M_s \geq 8.0$ 地震为研究对象,对前兆观测记录到的临震异常特征图进行分析(图3)(2015年地震相对较少,没有记录到明显震兆异常)。

图3中2012年6月22日昆明地震台水管北南向、东西向数据出现阶变突跳,对应6月24日云南宁蒗县5.6级地震。2013年8月27日昆明台水管倾斜北南向、洞体应变东西向数据出现阶变鼓包,8月29日水管倾斜北南向、洞体应变北南向再次出现数据阶变鼓包,对应8月31日云南香格里拉县5.1级和5.9级两次地震。2014年4月2日洞体应变东西向、北南向出现数据阶变鼓包,对应4月2日智利8.1级地震。2014年8月1日洞体应变东西向、北南向出现数据阶变鼓包,对应8月3日云南昭通6.5

更长时间,降水量在20 mm以上的强降雨过程。一次这样的降雨可影响几天到十几天甚至更长时间的观测资料。连续强降雨会引起观测数据曲线走势出现突变性转折趋势性上升或下降,幅度随降雨量的增加而增加。提取昆明地震台部分长时间强降雨引起水管倾斜、伸缩应变、水位观测资料的干扰异常情况,如图2所示。这一自然干扰是没法避免的,只要我们平时填好工作日志,就很容易辨别异常原因。

级地震。2014年10月06日洞体东西向、北南向出现数据阶变鼓包,对应10月7日云南景谷6.6级地震。分析看出昆明地震台水管倾斜和洞体应变在一些地震前出现了跟短时间强降雨引起的数据曲线阶变突跳和阶变鼓包异常特征相似,有很好的映震效果。

3 异常现象分析

通常情况下,台站观测到的日曲线是光滑的近似正弦曲线,有时也出现不光滑的现象,这些现象主要有台阶、突跳和阶变异常。引起这些变化的原因有:(1)构造活动引起的变化;(2)日月引力作用及仪器漂移等引起的变化;(3)气象、环境、人为及仪器故障引起的变化等。在数据处理分析中要排除(3),需识别(1)^[9]。强降雨会导致观测曲线畸变,影响的可能机制是:雨季初期地下介质干燥松软,岩石不规则的裂隙经过雨水渗透后体积发生膨胀,孔隙压改变,使岩石产生不均匀变形,从而引起局部区域加速形变^[10-11]。

分析2015年部分短时强暴雨和长时间强降雨引起观测资料的响应幅度,发现2015年4月5日日降水量为1.3 mm,属于短时间强暴雨;2015年9月8—12日降水达到40 mm,属于长时间的强降雨。从图1和图2可以看出,记录资料出现阶变鼓包异常的时间与强降雨出现的时间较为吻合,等降雨过后记录图形又恢复了正常形态。而连续几天的强降雨引起记录曲线走势突然直线上升,且异常变

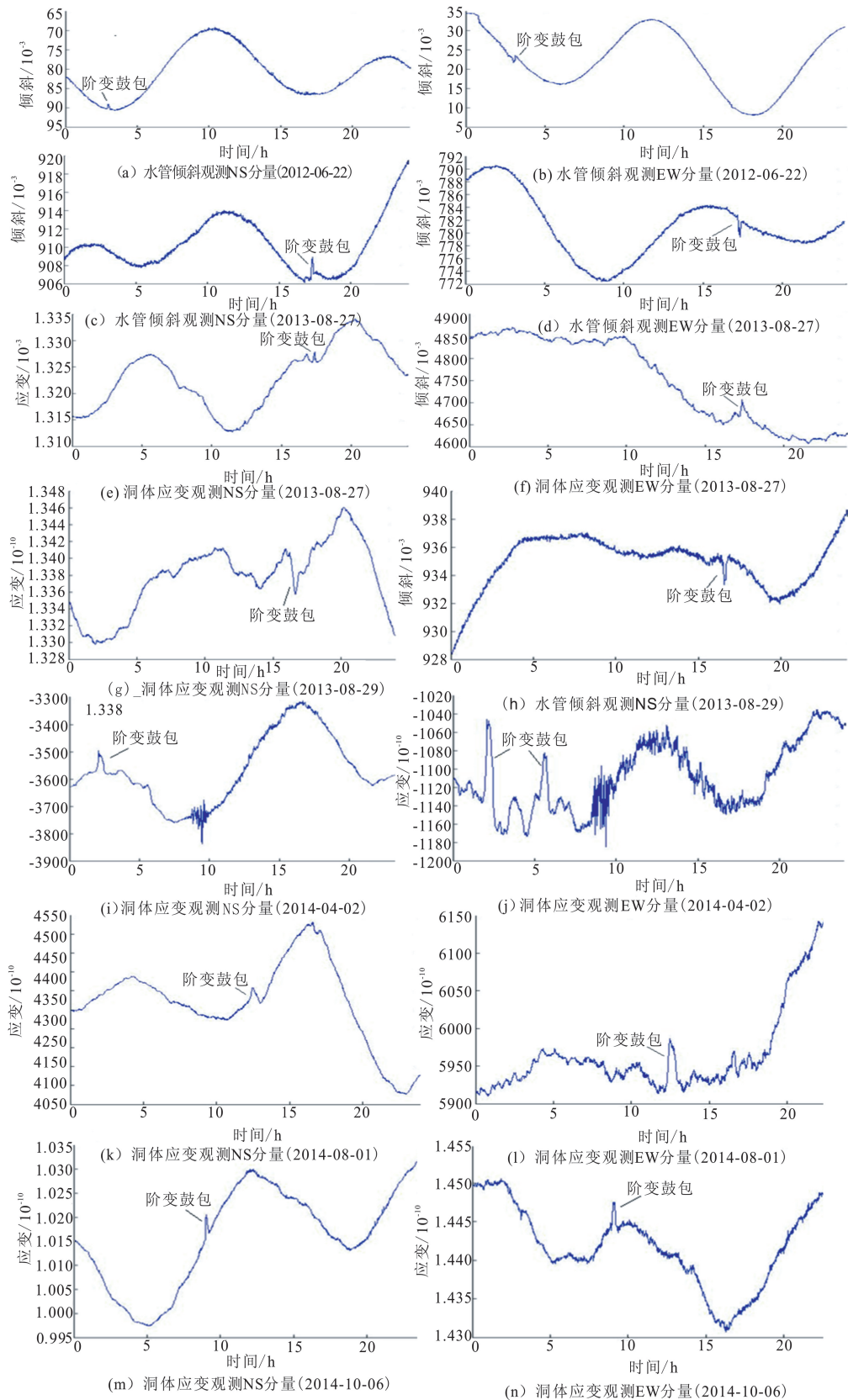


图 3 昆明台部分观测资料的短临震兆异常

化时间与降雨时间也有很好的对应关系,变化程度是随着降雨的缓急不同而发生变化,变化量和降雨量相关性较好,所以认为这些异常由强降雨引起。

从图3中多个震例来分析昆明地震台前兆资料形态图可以看出,短临震兆异常的形态特征跟短时强暴降雨引起的数据阶变突跳或阶变鼓包异常特征相似,在排查没有外界干扰的情况下,判定是地震前的异常表现,而这样的形态异常图可很好的应用于临震预报实践。

4 讨论

通过对昆明地震台定点形变观测的众多干扰因素分析可知,降雨是影响观测的主要因素,幅度大、时间长,且降雨对前兆观测的响应与降雨时间、降雨量及降雨过程等有密切关系,降雨形式的多样性特点决定了前兆资料降雨响应的复杂性。对较小的降雨,由于造成的倾斜、应变相对于固体潮观测变化较小,且长周期观测仪的滞后效应,引起的变化有时不一定明显^[12-13]。

为了获取可靠的短临前兆变化信息,需要对观测资料进行降雨干扰排除,才能对这种异常变化做出客观的判断。笔者对短时间强暴降雨引起的干扰异常和短临震兆异常的震例对比分析,以更好地识别降雨干扰,从干扰中提取有用的地震前兆异常信息,以便更好的做好短临跟踪工作。

参考文献

- [1] 汪翠枝,张磊,刘双庆,等.定点形变观测的降雨干扰及排除方法研究[J].华北地震科学,2010,28(1):43-46.
- [2] 赵栋,易立新,王广才,等.地下水位中地震前兆信息提取方法研究[J].地震工程学报,2013,35(2):334-340.
- [3] 姜振海,翟伟,王小娟.甘肃岷县漳县 $M_s6.6$ 地震与甘肃形变异常情况探讨[J].地震工程学报,2013,35(3):550-556.
- [4] 丁建国,陆德明,狄梁,等.常熟台倾斜仪降雨干扰定量分析[J].华南地震,2011,31(3):83-88.
- [5] 李杰,刘希强,李红,等.利用小波变换方法分析形变观测资料的正常背景变化特征[J].地震学报,2005,27(1):33-41.
- [6] 李瑞莎,张希,唐红涛,等.玉门、民乐等地震前跨断层形变异常及与定点前兆观测的相互印证[J].西北地震学报,2012,34(4):388-392.
- [7] 白宝荣,付虹.排除降雨干扰后的地下水位异常与强震预报[J].地震研究,2006,29(1):39-42.
- [8] 柯昌安,牛安福,李正媛,等.宁强 5.7 级地震前陕西定点形变的异常现象[J].西北地震学报,2011,33(2):177-181.
- [9] 王瑞平,刘辉,张文来,等.阿克苏断层仪资料相关处理及地震异常特征分析[J].内陆地震,2000,14(3):276-28.
- [10] 邱鹏成,王永刚,杨广华,等.汶川 8.0 级地震前后表层水温的异常变化研究[J].西北地震学报,2010,32(4):367-375.
- [11] 牛安福.地壳形变观测与地震前兆一般性问题的探讨[J].国际地震动态,2007,26(6):43-48.
- [12] 唐九安,彭伟荣,常千军,等.兰州形变与景泰地震的短临前兆[J].地震地磁观测与研究,1995,16(3):41-45.
- [13] 李希亮.山东形变固体潮数字化资料的干扰因素分析[J].高原地震,2008,20(3):36-41.