

车用太、杨丽、何镞等,2015,气汞的第一个同震效应记录,中国地震,31(3),602~604。

· 研究报道 ·

气汞的第一个同震效应记录

车用太¹⁾ 杨丽²⁾ 何镞³⁾ 鱼金子¹⁾

1) 中国地震局地质研究所,北京市朝阳区华严里甲 1 号 100029

2) 云南省地震局,昆明 650224

3) 杭州超距科技有限公司,杭州 310030

摘要 利用杭州超距科技有限公司最近研发的 ATG-6138 型测汞仪在云南省弥勒井气汞(Hg)观测中记录到尼泊尔 8.1 级地震的同震效应。这是中国气汞观测的第一个同震效应的纪录。这一事实表明了进一步提升地震地下流体化学量观测仪器的观测精度与采样率,有可能记录到固体潮与同震效应等更多的地壳动力作用信息,从而进一步提升其地震前兆监测能力。

关键词: 气汞 同震效应 尼泊尔地震 弥勒井

[文章编号] 1001-4683(2015)03-0602-03 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

地震前兆观测的监测效能,一般可从 4 个方面进行评估。首先,无疑是地震前兆的监测能力,看发生在一定范围内的一些破坏性地震之前能否记录到与地震活动有关的异常信息,其次是看能否记录到地球固体潮的变化,再次是看能否记录到同震效应,最后是看信噪比大小。由于近 10 多年来,全球连发 $M_s \geq 7.0$ 强震,国内外都十分关注同震效应的研究,从中探索与间接地评估前兆监测效能。在我国近 50 年的地震地下流体观测中,井水位与水温观测记录到了大量同震效应,据 2008 年 5 月 12 日四川汶川 $M_s 8.0$ 地震的统计,194 口井水位与 132 口井水温观测记录到同震效应(刘耀炜,2009);然而,在地球化学定量观测中,多年来很少记录到同震效应,只在汶川地震时甘肃省武都台殿沟泉、宁夏胜利井、福建宁德井等的气氡观测中记录到第一批气氡同震效应(刘耀炜等,2009)。气汞的同震效应,国内外尚未见报导。云南省弥勒井在 2015 年 4 月 25 日尼泊尔 $M_s 8.1$ 地震时记录到了中国第一个气汞的同震效应。

中国地震部门有近 30 年的汞观测历史,其中数字化气汞观测也有 10 多年的历史。汞的观测,在地震前兆监测与地震预测探索中都发挥着重要作用,在多次地震前捕捉到地震中短期或短期异常信息,在个别井还记录到疑似地球固体潮的动态(金仰芬等,1987;张炜,1989;魏家珍等,1994;任佳等,2005;钱晓东等,2008;赵小茂等,2010),但尼泊尔 8.1 级地震前从未记录到同震效应。

[收稿日期] 2015-08-29; [修定日期] 2015-09-09

[项目类别] 地震科技星火计划(XH15041Y)资助

[作者简介] 车用太,男,1942 年生,研究员,主要从事地震地下流体监测预报研究。E-mail:Che@ies.ac.cn

弥勒井位于云南省弥勒县梅花村温泉区,井点坐标为 $103^{\circ}26'E$ 、 $24^{\circ}24'N$,井点地面高程为 1416m。观测井深 614.4m,观测层为三叠系中统 (T_2) 灰岩岩溶承压水,井水自流,水温 $23^{\circ}C$ 。井中观测除动态水位、水温等物理测项外,“十·五”开始观测气氦、气汞、氦气等数字化化学量观测,观测仪器分别是 SD-3A 测氦仪、RG-BQZ 测汞仪与 WGK-1 型测氦仪。2013 年 5 月弥勒井上安装了“十二·五”国家科技支撑计划课题(2012BAK19B02)支持的、由杭州电子科技大学下属的超距科技有限公司研发的 ATG-6138M 型痕量汞在线分析仪(简称测汞仪)。该测汞仪的绝对检出限为 $5 \times 10^{-13} gHg$,相对检出限为 $0.1 pgHg/L$ ($10^{-4} ngHg/L$),这比中国目前普遍使用的 RG-BQZ 数字化测汞仪的检出限($0.008ng$)还高 2 个数量级;新型测汞仪与目前国际上公认是最好的俄罗斯 RA915am 测汞仪的比测结果说明,二者的测值一致性非常好。在弥勒井试验性气汞观测其间,于尼泊尔 $M_s 8.1$ 地震时记录到了明显的同震效应(图 1)。同期同步观测的 SD-3A 测氦仪、RG-BQZ 测汞仪与 WGK-1 测氦仪等均未记录到同震效应。

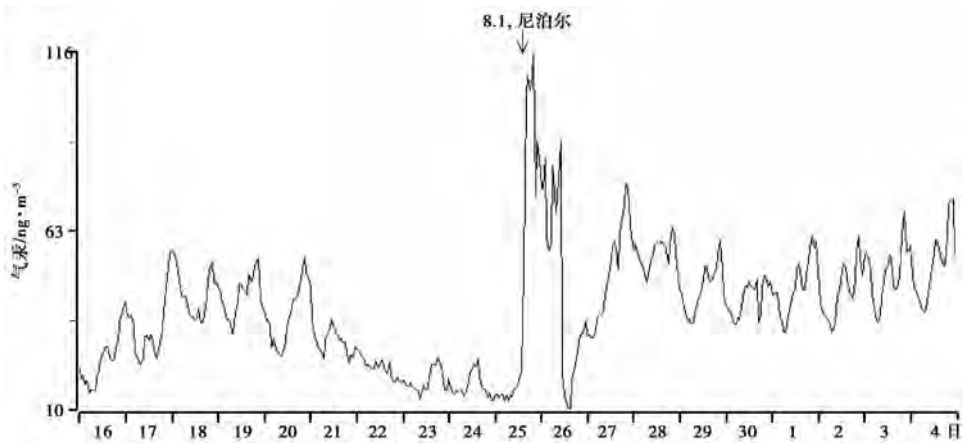


图 1 2015 年 4 月 16 日~5 月 3 日弥勒井气汞的小时值动态曲线

由图 1 可见,弥勒井气汞的正常背景值为 $30ng/m^3$ 上下,表现出有一定日变化,一般每日呈下降-上升-下降-上升的变化,日起伏度为 $10 \sim 30ng/m^3$ 。地震发生之后,测值由不足 $20ng/m^3$ 陡升到 $100ng/m^3$ 以上,升幅为正常日起伏度的 3~8 倍,异常十分显著。震后,在 $80 \sim 110ng/m^3$ 的高值上起伏了约 20h,然后回降,恢复到正常背景值($20 \sim 30ng/m^3$)。

中国地震地下流体观测网中的化学量观测,虽然在地震前兆监测与地震预测中发挥着积极作用,但绝大多数记录不到地球固体潮效应,同震响应也很少。对于这种现象,长期以来认为是化学量自身对地壳动力响应的灵敏度低所致。然而,无论汶川地震时武都泉气氦的同震效应,还是尼泊尔地震时弥勒井气汞的同震效应记录,都说明化学量观测同样可以记录到地壳动力效应信息。多数井(泉)化学量观测目前记录不到地球固体潮与同震效应等,现在看来可能是由于化学量观测的仪器精度不够与采样率偏低所致的。若是这样,研发观测精度与采样率更高的化学量观测仪器是必要的,这不仅是为了观测固体潮与同震效应,更是为了显著地提升化学量观测的地震前兆监测能力。

致谢:感谢刘耀炜研究员与付虹研究员对本研究的支持与协助。

参考文献

- 金仰芬、吴宗华、黄宏库等,1987,汞量测量监测预报地震的前景,地震,7(5),6~14。
- 刘耀炜,2009,地下水物理动态对动荷载作用的响应(博士学位论文),北京:中国地质大学(北京)。
- 刘耀炜、任宏微,2009,汶川 8.0 级地震氡观测值震后效应特征初步分析,地震,29(1),121~131。
- 钱晓东、李树华,2008,2001 年 10 月 27 日云南省永胜 6.0 级地震,见:陈棋福、郑大林、车时等,中国震例(2000~2002),392~425,北京:地震出版社。
- 任佳、张凤秋、王长江等,2005,怀 4 井气汞观测井口装置设计及其气汞固体潮汐效应分析,地震研究,28(4),330~333。
- 魏家珍、申春生、宋贯一,1994,首都圈汞网的建设及预报效能评价,见:国家地震局科技监测司,首都圈地震短临预报新方法观测与研究,85~92,北京:地震出版社。
- 张炜,1989,汞测量在地震预报研究中的应用,中国地震,5(5),70。
- 赵小茂、黄辅琼、王新等,2010,汶川 8.0 级地震及余震期间陕西周至井气汞的异常特征,内陆地震,24(3),236~240。

The first record of co-seismic effect of mercury vapor in China

*Che Yongtai*¹⁾ *Yang Li*²⁾ *He Lan*³⁾ *Yu Jinzi*¹⁾

1) Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing 100029, China

2) Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, China

3) Hangzhou Aadtech Co. Ltd., Hangzhou 310030, China

Abstract Using the ATG-6138m mercury detector recently developed by the Hangzhou Aadtech Co. Ltd., a record of the co-seismic effect of mercury (Hg) vapor accompanying the 2015 Nepal $M_s 8.1$ earthquake was obtained in the Mile monitoring well, Yunnan Province. This is the first record of co-seismic effect obtained by mercury vapor observation in China. Such a fact implies that it would be possible to record more information about crustal dynamic effects, such as solid tide, co-seismic effect, etc., by further improving the observation instrument precision and increasing the sampling frequency of the chemical quantity of subsurface fluids. This may help us to raise the capability of earthquake precursor monitoring and forecasting in the future.

Key words: Mercury vapor Co-seismic effect The Nepal earthquake Mile monitoring well