

观测室环境对水汞观测结果的影响^{*}

龚永俭, 陈 嵩, 程立康, 李 越, 马丽丽

(天津市地震局, 天津 300201)

摘要: 对观测室环境和观测时间改变对水汞观测数据产生的影响进行了实验研究和分析, 详细介绍了一次水汞测值异常的核实过程, 得出以下结论: (1) 观测环境及观测时间的改变不会对水汞观测结果产生明显影响; (2) 由于观测室内会残存汞蒸汽, 应将观测室随时保持通风状态以降低观测室残存汞蒸汽对水汞测值的影响; (3) 要加强对试剂、观测室空气中汞含量的监测, 避免外界条件变化对水汞观测结果带来的影响。

关键词: 水汞观测; 干扰因素; 观测条件; 环境污染; 宝坻地震台

中图分类号: P315.6

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2012)03-0406-04

0 引言

地震预报的首要问题是前兆异常的识别, 难点是如何将前兆数据中的各种干扰因素彻底排除。水汞观测既有物理过程, 又有化学反应过程, 从取样到分析, 操作环节较多, 观测结果容易受到干扰。而且, 添加的各种试剂也会对水汞观测结果产生不同的影响(李佐唐等, 2004)。

自20世纪80年代开展水汞观测进行地震预报以来, 我们已积累了大量的水汞观测资料。但是, 因为汞在地下水中是超微量的, 对这样的超微量元素进行观测, 除了要求有高精度的观测仪器外, 还要求有更好的观测环境和观测条件以及先进的观测方法, 尽量减少其他因素的干扰, 才能保证汞含量观测的可靠性, 提高水汞预报地震的水平(李庆海等, 1998; 中国地震局监测预报司, 2007; 寸菊艳, 2005)。国内已有很多学者对影响水汞测值的原因做过系统研究, 主要有蒸馏水、化学试剂、温度、吸附作用4大影响因素, 并提出水汞观测的其他干扰因素, 如汞灯电流、水样氧化时间等(陈华静等, 1999), 但对环境变化产生的影响研究很少, 笔者就观测室测量环境改变对水汞观测结果的影响做了较详尽的研究。

1 台站观测条件改变对水汞测值的影响

1.1 观测环境改变的影响分析

2006年初, 天津市地震局制定台站水化学观测调整方案, 决定将张道口地震台水化学实验室搬迁至宝坻地震台。水化学实验室观测项目包括水氢、水汞、水质、水电导率、气相色谱观测, 观测井孔未发生改变仍为位于宝坻区周良庄镇的王3、王4井。

宝坻地震台原本无水化学观测, 也没有专用水化学实验室, 因此将前排职工宿舍改造成水化学观测室, 2006年4月1日张道口地震台水化学实验室搬迁至宝坻地震台, 原张道口水化学观测人员调至宝坻地震台, 水化学观测人员未变, 4月2日新观测室产出合格数据。

王3井水汞含量背景值在10~20 ng/L之间, 王4井水汞含量背景值在40~60 ng/L之间, 观测环境改变后, 两口井的观测数据虽然有所升高, 但仍在原背景值范围内变化(表1)。

1.2 观测时间改变的影响分析

由于张道口地震台位于市区, 而水化学观测的两口井在宝坻区周良庄镇, 台站距离井孔较远, 每天井孔当地人员采集水样后由火车托运至市区, 再由观测人员取回进行分析, 无法进行当日样品

* 收稿日期: 2011-12-19.

基金项目: 华北强震强化跟踪监测项目资助.

实验，所用样品均为隔日样品。搬迁至宝坻地震台后，台站距离井孔较近，可以进行当日样品实验，观测时间由原来的隔日观测改为当日观测，缩短了汞氧化时间。实验表明，当日观测与隔日观测结果差异不明显（表 2）。

表 1 两口井汞观测数据

Tab. 1 Water mercury observation data of two wells

观测时间	王 3 井汞含量	王 4 井汞含量
年 - 月 - 日	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹
2006 - 03 - 29	11. 8	40. 9
2006 - 03 - 30	12. 1	21. 9
2006 - 03 - 31	17. 0	47. 8
2006 - 04 - 01	13. 8	39. 5
2006 - 04 - 02	23. 3	53. 9
2006 - 04 - 03	21. 9	58. 2
2006 - 04 - 04	16. 4	43. 6
2006 - 04 - 05	16. 7	49. 2
2006 - 04 - 06	13. 0	53. 3

1. 3 观测条件改变的影响总体分析

水化学实验室搬迁后，取样和观测人员未发生改变，新试剂配置后均按规范进行对比观测，仪器标定、维护也由专人管理，不存在系统误差的变化（表 3）。

综合分析表 1 ~ 3 可知，观测环境、观测时间的改变均未对观测数据产生较大影响，观测数据变化在井孔的背景值变化范围内。

2 汞异常数据核实

2. 1 汞异常数据的出现与核实

2006 年 5 月 17 ~ 18 日观测数据偏离背景值（表 4），当高值出现后，值班人员重新配制了试剂并检查了仪器状态，排除了 4 大主要干扰因素产生的影响。

5 月 18 日观测人员到井上进行了现场采集实验，对每个井孔采集样品并进行实验，产生了 10

表 2 当日与隔日汞实验数据

Tab. 2 Experimental data of water mercury on the same day and the next day

观测时间	王 3 井当日值	王 3 井隔日值	王 4 井当日值	王 4 井隔日值
年 - 月 - 日	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹
2006 - 05 - 12	14. 6	17. 9	53. 0	49. 2
2006 - 05 - 13	19. 4	20. 9	42. 6	40. 8
2006 - 05 - 14	15. 2	19. 1	41. 7	33. 1
2006 - 05 - 15	15. 8	15. 8	32. 8	33. 1
2006 - 05 - 16	15. 8	17. 3	40. 5	54. 8

注：当日观测与隔日观测的样品为同一天，同一时间采集。

表 3 月实验数据对比

Tab. 3 Month experimental data comparison of water mercury

观测时间	王 3 井最小值	王 3 井最大值	月均值	王 4 井最小值	王 4 井最大值	月均值
年 - 月	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹
2006 - 03	5. 5	14. 1	11. 1	21. 9	61. 1	48. 1
2006 - 04	7. 8	26. 8	16. 4	31. 3	74. 5	49. 7

表 4 汞异常数据对比

Tab. 4 Comparison of abnormal water mercury data

观测时间	王 3 井当日值	王 3 井隔日值	王 4 井当日值	王 4 井隔日值
年 - 月 - 日	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹
2006 - 05 - 17	53. 9	37. 5	141. 3	109. 1
2006 - 05 - 18	91. 8	110. 0	76. 3	62. 9

多组数据，实验结果显示数据均在正常背景值范围内，并无高值出现，因此将问题又转移回实验室。观测数据高值出现时，空白水样由平时的 5 ~ 10 ng/L 上升到 20 ng/L 以上，可能为室内汞含量过高所致。在搬迁时在隔壁房间水银温度计被打碎，尽管当时及时进行了处理，但残存的细小水银颗粒随温度的升高蒸发到空气中，逐步扩散到了其他房间，也会使得测值出现高值异常，观测人员除对影响观测的系统干扰进行排查外，还进行了一系列实验。

2.2 对观测室室内、外环境的测试

为了进一步排除外界干扰，笔者进行了开关门窗观测以及在室外流通空气中进行水样脱附的实验，以检验观测室的工作环境对观测结果的影响程度。

从表 5 可以看到，在观测室流通空气中进行样品的吸附，测值偏小；在洁净的流通空气中进行样品的吸附，测值比在观测室流通空气中还要小，这说明汞蒸气吸附在室内，难以排出，观测室内残存汞蒸气对观测数据变化产生了一定影响。而且室内空气中的汞量与观测仪器的高低有一定关系，即位置越低汞量越高，说明了汞蒸气的密度较大，易沉积在室内空气下方。

表 5 水样试验数据对比
Tab. 5 Water sample comparison of water mercury experimental data

观测时间 年 - 月 - 日	井孔	水样测值（室内吸附）/ng · L ⁻¹		水样测值/ng · L ⁻¹	空白样/ng · L ⁻¹	空白样/ng · L ⁻¹
		开门窗	关门窗	（室外吸附）	（室内桌面）	（室内地面）
2006 - 05 - 22	王 4 井	35. 2	41. 6	30. 1	8. 6	32. 4
	王 3 井	18. 8	27. 5	15. 5		
2006 - 05 - 23	王 4 井	42. 0	50. 3	36. 8	9. 6	16. 5
	王 3 井	18. 5	26. 7	18. 0		
2006 - 05 - 24	王 4 井	46. 8	52. 2	31. 3	9. 2	35. 6
	王 3 井	13. 1	20. 3	12. 6		

3 其他实验

为了进一步确定环境对观测数据的影响量级，笔者在不同地点进行了测汞实验：分别在不同的地点，距离地面 1 m 处多次抽取空气进行汞量测试，每次用净化后的捕汞管抽取 10 个样品，测定空气中汞含量的变化（表 6）。

表 6 不因环境水汞试验数据对比
Tab. 6 Exprimental data comparison of water
mercure in different environment

农田	台站院内	观测室	繁华街区	工业区
/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹	/ng · L ⁻¹
0 ~ 1. 5	2. 8 ~ 5. 3	3. 5 ~ 15. 2	38. 9 ~ 120. 6	30. 2 ~ 158. 3

实验结果表明，空旷的环境中汞测值偏小，人员聚集的环境中测值偏大，尤其在繁华街区及工业区，测值波动较大，分析认为主要是因为生活用品及废弃垃圾中含有微量汞。

4 结果与讨论

土壤中汞蒸气的挥发作用主要是燃烧煤炭及化工生产以及生活中的垃圾含有高浓度的汞，如荧光灯管、废旧电池等，都会使得大气中含有微量汞，在进行汞观测时会影响正常测值。在汞含量极其微小的时候，可以用测试样与空白样差值消除试剂与大气汞的影响，但当试剂或大气中汞含量高于测试样品的时候，便无法反映被测量样品的汞含量，这就需要找到原因，排除干扰，以求真实的测试结果，通过试验表明：

- （1）观测环境及观测时间改变不会对观测数据产生明显影响。
- （2）观测室内通风程度对样品观测结果有一定影响，观测室应随时处于通风状态以降低观测室残存汞蒸气对测值的影响。
- （3）加强对试剂、观测室空气汞含量的监测，尽量避免外界条件变化对测值带来的影响。

参考文献：

寸菊艳. 2005. 保山水汞异常与中强震关系研究[J]. 地震研究, 28 (4): 325 – 329.

陈华静, 申春生, 来淑琴. 1999. 水汞测量过程中干扰因素的探讨 [J]. 地震, 19(3): 291 – 296.

李佐唐, 景世林, 蒋继业, 等. 2004. 保护剂和还原剂对水汞观测结果的影响分析[J]. 地震研究, 27(1): 43 – 48.

李庆海, 杨景魁, 刘国明, 等. 1998. 浅析影响水汞测值的几个因素 [J]. 东北地震研究, 14(1): 13 – 16.

中国地震局监测预报司. 2007. 地震地下流体理论基础与观测技术 [M]. 北京: 地震出版社.

Influence of Observation Room Environment on the Water Mercury Measurement Results

GONG Yong-jian, CHEN Song, CHENG Li-kang, LI Yue, MA Li-li
(*Earthquake Administration of Tianjin Municipality, Tianjin 300201, China*)

Abstract

Based on experimental study and analyzing of the influence of the environment in observation room and observation time change on water mercury data, we described the verification process of water mercury anomaly in detail. Conclusions are drawn as follows: (1) The observation environment and observation time change have not significantly influence on water mercury observational results; (2) There exit a few mercury vapors in the observation room, we should keep the observation room in the state of ventilation in order to reduce the influence of residual mercury vapors on the water mercury observation results. (3) We should strengthen monitoring the reagent and mercury content in the air of the observation room to avoid the influence of external conditions change on the water mercury observation results.

Key words: water mercury observation; interference factors; observation condition; environmental pollution; Baodi Seismic Station