

会昌地震台新流体井气氡观测对比实验研究

谢 斌^{1,2}, 邓月圆¹, 余志成¹, 罗叶美¹, 钟智东¹, 张 磊³, 黄仁桂^{1,2*}

¹江西省地震局, 江西 南昌

²江西九江扬子块体东部地球动力学野外科学观测研究站, 江西 九江

³甘肃省地震局, 甘肃 兰州

收稿日期: 2022年8月25日; 录用日期: 2022年9月16日; 发布日期: 2022年9月26日

摘 要

介绍了会昌地震台新流体观测井的基本情况, 通过实验对比分析法, 分别采用溅落式脱气装置+BG2015气氡观测仪和溅落式脱气装置+BG2015气氡观测仪在会昌台新观测井进行实验, 对比分析会昌气氡稳定性和动态趋势, 验证不同的脱气装置是否还会存在数据大幅突跳现象, 为新观测井气氡观测提供实验依据。结果表明, 会昌地震台新流体井气氡观测数据出现大幅突跳与水质和季节温度变化有关。

关键词

流体井, 气氡, 对比实验

Comparative Experimental Study on Gas Radon Observation in New Fluid Well of Huichang Seismostation

Bin Xie^{1,2}, Yueyuan Deng¹, Zhicheng Yu¹, Yemei Luo¹, Zhidong Zhong¹, Lei Zhang³, Rengui Huang^{1,2*}

¹Jiangxi Earthquake Agency, Nanchang Jiangxi

²Observatory for Geodynamic of the East Yangtze Block in Jiujiang, Jiujiang Jiangxi

³Gansu Earthquake Agency, Lanzhou Gansu

Received: Aug. 25th, 2022; accepted: Sep. 16th, 2022; published: Sep. 26th, 2022

Abstract

The basic situation of the new fluid observation well in Huichang seismic station is introduced. Through the comparative analysis of experiments, the sputtering degassing device +BG2015 gas-

*通讯作者。

radon observation instrument and the sputtering degassing device +BG2015 gas-radon observation instrument are respectively used to conduct experiments in the new observation well of Huichang seismic station, and the stability and dynamic trend of Huichang gas-radon are compared and analyzed, to verify whether there is still a large data jump phenomenon in different degassing devices, and to provide experimental basis for the new observation of gas radon observation well. The results show that the large jump of gas radon data in the new fluid well in Huichang seismic station is related to water quality and seasonal temperature changes.

Keywords

Fluid Well, Gas Radon, Contrast Experiment

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

地下水的氡浓度同地壳断层作用(地震引起)存在依赖关系,因此利用水中氡浓度的变化进行地震预测是有效方法之一[1]。氡观测是国际上公认的地震监测手段之一,也是我国地震观测台网中最重要的测项之一,在地震趋势分析与短临震情研判中发挥着重要作用[2]。

白占孝等 2014 年针对 SD-3A 自动仪器连续数字化自动观测这一技术的基础环节存在的诸多问题,通过对湟源台麻尼泉点气氡脱气装置进行反复实验、改造,最终研制完成的脱气装置在麻尼台气氡观测中获得良好效果,改造后数据动态变化明显,整点观测值的离散度明显减小[3]。黄仁桂等 2016 年针对 SD-SA 气氡仪观测九江地震台 2 号井近年气氧观测值不稳定、连续性和可靠性较差等问题进行设计实验。研制设计了一种电动鼓泡脱气一集气装置,通过新型装置氧观测值比较稳定、且连续性和可靠性均比较好[4]。刘丽等为减少脱气装置对气氡观测的干扰,提高观测数据质量,改进制作了新型喷射负压式脱气装置,解决了氡观测脱气装置稳定性难题[5]。邱永平等利用浙江宁波地震台 ZK03 井气氡观测系统,将集气室出气口与 BG2015R 型测氡仪进气口连接,排气口与 P2000 型测氡仪的进气口连接,再从其排气口出气,形成 2 套仪器作串联比测实验。通过近 3 个月的观测,并对 10 分钟值数据作相关系数分析,发现它们具有显著的相关性, BG2015R 观测资料的客观性和科学性可以初步得到验证[6]。

会昌地震台 BG2015 气氡观测仪的观测数据每隔 7 至 10 天左右就会出现大幅突跳,初步判断系脱气装置不匹配引起。为了提高观测数据资料质量,本课题将对会昌地震台新流体井进行气氡观测对比实验,分析气氡变化及特征,探讨数据产生大幅突跳原因,从而提升观测效能。

2. 观测井基本情况

会昌地震台设在江西省赣州市会昌县文武坝镇岚山公园内,距主城区 5 km,有简易公路到达台站。岚山公园坐落在会昌县城西、贡江北岸[7]。岚山公园所处山体海拔 400.1 米,地貌类型属于侵蚀构造低山地貌。台站风景秀丽,无明显干扰,是地震观测的良好场地,具有优质的地质观测条件,台基岩性为加里东期花岗岩,台基坚硬,背景噪声极低,周围无厂矿与输、变电设施,满足综合台站观测规范的要求[7]。

新流体观测井位于会昌地震台院内,综合观测楼的西北角部位,处于山坡坡脚,井位场地地形相对平坦,地面标高 201 米左右。2018 年 8 月正式成井,建设单位为江西省建设勘察设计院,成孔深度 300.20 米,终孔直径 130 毫米,套管采用 DZ50 型无缝地质钢管,深度为 120 米;钻孔为承压自流井,水温 20℃~25℃,主含水层为 145~159 米,自流量约 3.97 m³/d,承压效果较好,适合开展地下水物理和地球化学观测。

3. 实验分析

3.1. 观测现状

会昌地震台 BG2015 气氡观测仪自试运行以来, 每隔一段时间观测数据就会出现大幅突跳(如图 1), 观测数据稳定性差, 在冬季观测数据突跳的幅度明显, 频率较高。本文利用会昌地震台新流体观测井进行气氡观测对比实验, 分析气氡在不同脱气装置下氡值变化及特征, 以实验数据为支撑来提高新井气氡观测效能[8] [9]。

2022 年 7 月, 重新架设了一台 BG2015 气氡仪(连接了溅落式脱气装置), 与台站现有运行的一台 BG2015 气氡仪(连接了自吸式脱气装置)进行观测对比实验(如图 2)。实验观测步骤: 1) 同一台 BG2015 气氡仪连接不同容积溅落式脱气装置进行对比观测; 2) 在同一观测环境下两台 BG2015 气氡仪分别连接溅落式脱气装置和自吸式脱气装置进行对比观测[10] [11]。

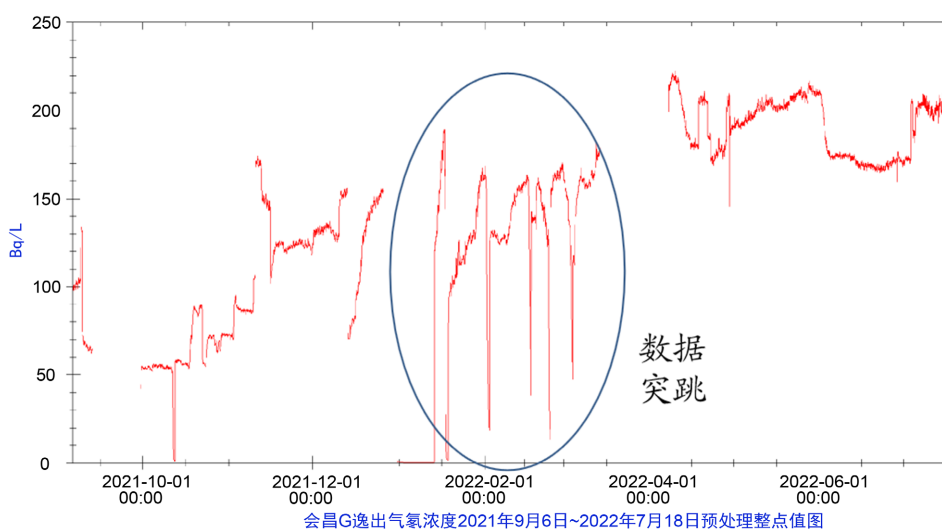


Figure 1. Plot of observed gas radon data from September 6, 2021 to July 18, 2022

图 1. 2021 年 9 月 6 日至 2022 年 7 月 18 日气氡观测数据曲线图



Figure 2. Layout diagram of station gas radon meter

图 2. 台站气氡仪布设图

3.2. 不同容积溅落式脱气装置观测对比

图3 左边是内部容积约 4.5 L 的溅落式脱气装置，图3 右边是内部容积约 9 L 的溅落式脱气装置，原理是利用水头的落差让水流冲击溅散面，使的水流发生溅散后将水中溶解的气氡脱离出来[12]。脱气装置也是集气装置，稳定工作一段时间后，脱气装置内部会达到平衡[4]。

2022 年 7 月 3 日至 12 日对比气氡仪 BG2015 连接了容积为 4.5 L 的溅落式脱气装置，发现在 7 月 6 日气氡值达到最高值 36 Bq/L，7 月 7 日开始气氡值稳定在 3 Bq/L 附近(如图 4)。考虑到氡值太低，在确保进水口进水量一致的前提下，2022 年 7 月 13 日更换容积为 9 L 的溅落式脱气装置，发现在安装脱气装置当天气氡值达到最高值 41 Bq/L，7 月 14 日开始稳定在 15 Bq/L 附近(如图 5)。从实验数据我们可以看出两种不同容积的溅落式脱气装置的气氡值最高值与稳定值都相差很大，说明该脱气装置的稳定性较差。两套脱气装置稳定后的氡值都很低，我们分析可能该脱气装置的进水口或出水口存在漏气，导致脱出进入 BG2015 气氡仪闪烁室的氡气量很少，从而导致氡值偏低[13]。



Figure 3. Sputtering degassing device

图 3. 溅落式脱气装置

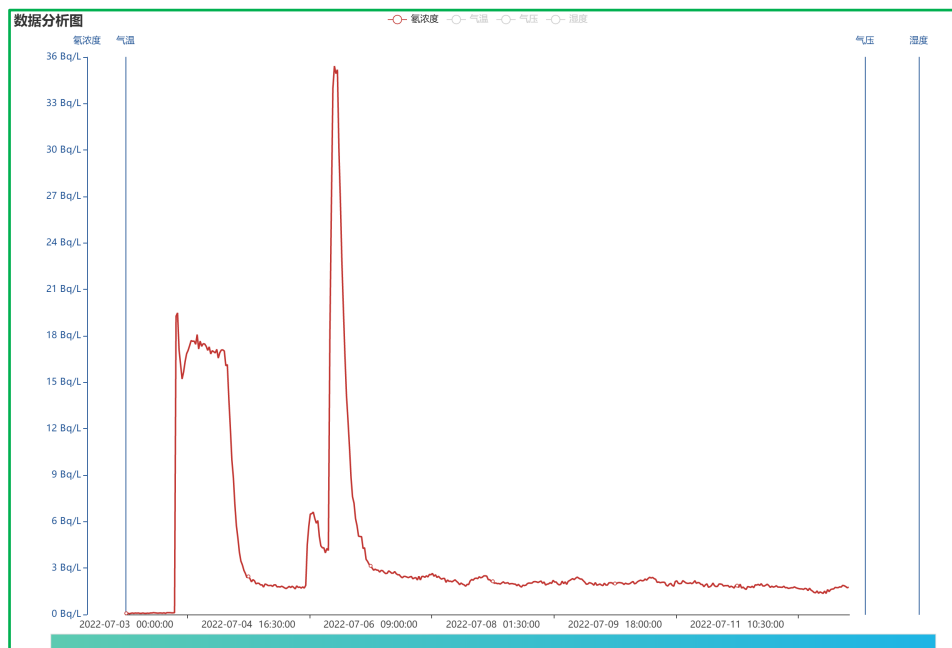


Figure 4. Compare the data curve of gas radon meter from July 3 to 12

图 4. 对比气氡仪 7 月 3 日至 12 日观测数据曲线图

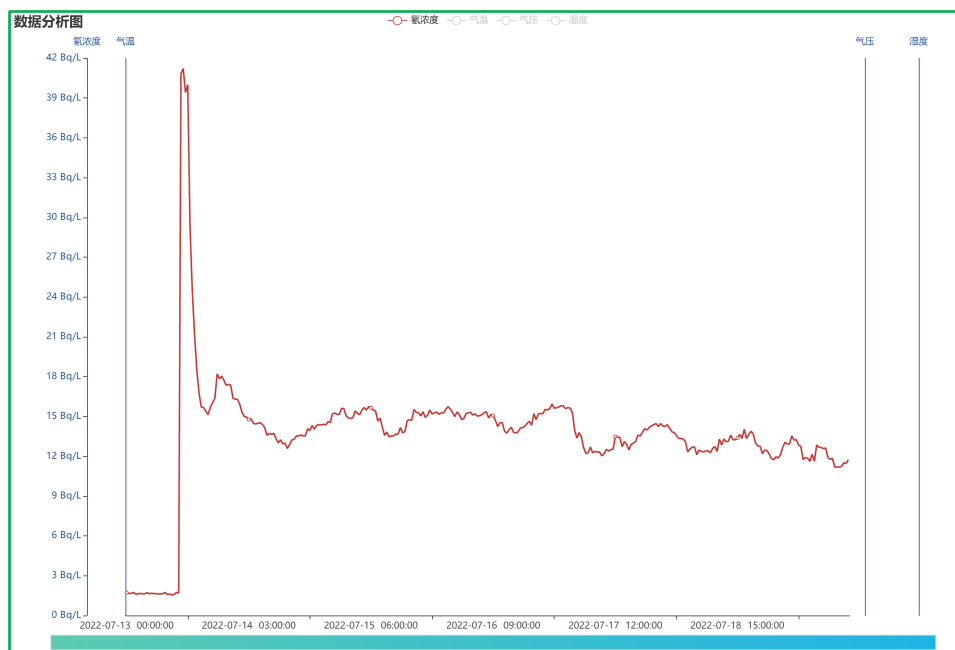


Figure 5. Compare the data curve of gas radon instrument from July 13 to 19
图 5. 对比气氡仪 7 月 13 日至 19 日观测数据曲线图

3.3. 溅落式脱气装置与自吸式脱气装置观测对比

会昌地震台新流体观测井是动水位井，2019 年 2 月开始采用自吸式脱气装置进行脱气。此类脱气装置采用井水溅射入腔体所产生的负压进行脱气，脱气效率比以往有了较大提升[14]。溢水口管径应稍大于进水口管径(如图 6)。

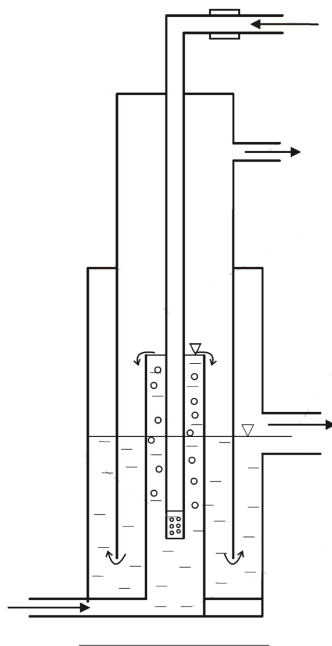


Figure 6. Compare the data curve of gas radon instrument from July 13 to 19
图 6. 对比气氡仪 7 月 13 日至 19 日观测数据曲线图

去掉异常数据,拉长时间轴,我们选取2022年7月14日至8月23日两套不同脱气装置连接的BG2015气氡仪产生的实验数据。连接溅落式脱气装置BG2015气氡仪氡值最高值是7月14日0时,氡值16.311 Bq/L,最低值是8月21日06时,氡值6.474 Bq/L,平均值是11.644 Bq/L(如图7)。连接自吸式脱气装置BG2015气氡仪氡值最高值是8月22日04时,氡值219.22 Bq/L,最低值是7月14日19时,氡值198.168 Bq/L,平均值是209.897 Bq/L(如图8)。从图7和图8的数据我们可以看出,连接自吸式脱气装置的BG2015气氡仪氡值远高于连接溅落式脱气装置的气氡仪产生的氡值,说明脱气图7的脱气装置脱气效率远低于图8的脱气装置;图7的观测曲线在7月19日、8月7日和8月19日出现了3次下降,而图8从7月14日至8月23日整个实验阶段观测曲线未出现明显变化,说明图8的脱气装置运行更稳定[15]。

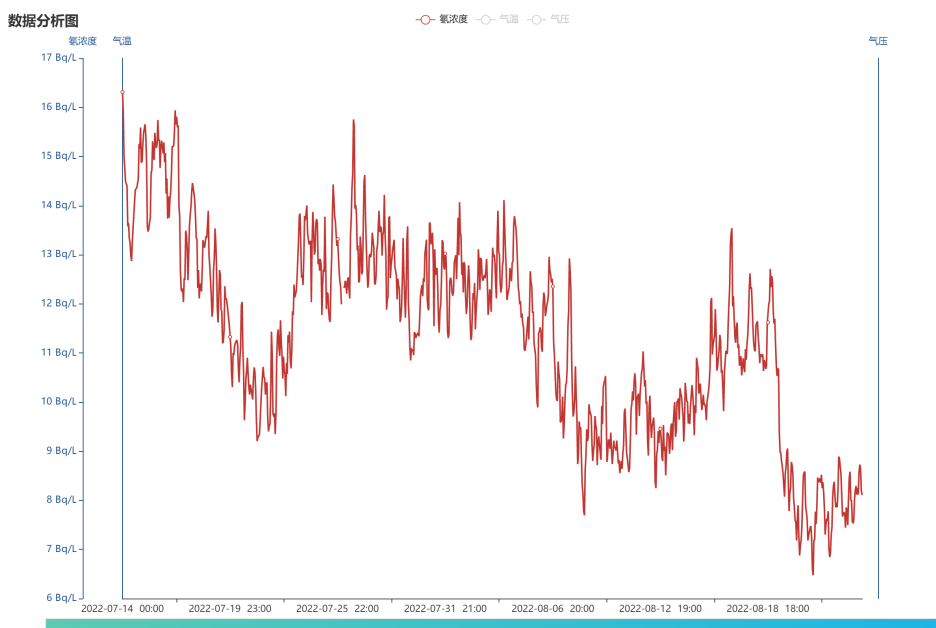


Figure 7. Compare the data curve of the gas radon instrument from July 14 to August 23, 2022
图 7. 对比气氡仪 2022 年 7 月 14 日至 8 月 23 日观测数据曲线图

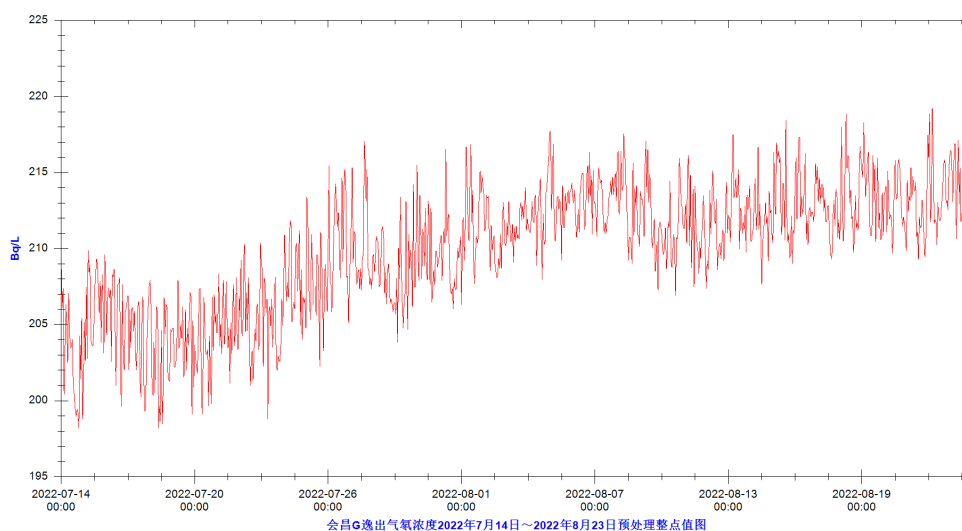


Figure 8. The observation data curve of the station gas radon meter from July 14 to August 23, 2022
图 8. 台站气氡仪 2022 年 7 月 14 日至 8 月 23 日观测数据曲线图

4. 结论与讨论

综上所述, 本文针对同一型号的 BG2015 气氦仪连接同型号不同容积的脱气装置和不同型号的脱气装置开展对比实验, 得到以下实验认识和结论。

1) 同一种类型的溅落式脱气装置, 在进水量稳定一致的情况下, 装置大小不同, 容积不同, 脱气装置的脱气效率也不同, 导致同一套气氦仪的观测值大小差别较大。

2) 根据两台相同型号的仪器在连接不同脱气装置条件下的实验数据对比来看, 溅落式脱气装置脱气效率要远低于自吸式脱气装置。

3) 溅落式脱气装置的进水口和出水口可能存在气体泄露, 溅落式脱气装置的稳定性要低于自吸式脱气装置。

4) 会昌井气氦观测数据出现大幅突跳基本上发生在 2021 年 11 月份至 2022 年 3 月份, 结合日常观测可以得出会昌井气氦观测数据出现大幅突跳与水质和季节温度变化有关, 冬季进气管内的水蒸气遇冷凝结成水, 水中含杂质导致进气管堵塞, 造成数据突跳。

基金项目

中国地震局监测、预报、科研三结合课题(3JH-202201014)和江西九江扬子块体东部地球动力学野外科学观测研究站开放基金资助项目(OGYB202006)共同支持。

参考文献

- [1] 中国地震局监测预报司. 地震地下流体理论基础与观测技术[M]. 北京: 地震出版社, 2007.
- [2] 张炜, 李宣瑚, 王吉易. 水文地球化学预报地震的原理与方法[M]. 北京: 地震出版社, 1988.
- [3] 白占孝, 李延京, 罗宾生, 等. 湟源台麻尼泉点气氦脱气及氦探测装置改造[J]. 地震研究, 2014, 37(12): 138-142.
- [4] 黄仁桂, 赵影, 肖健, 等. 新气氦观测方法实验研究[J]. 现代科学仪器, 2016(22): 103-107.
- [5] 刘丽, 刘爽, 刘建光, 等. 盘一井气氦新型脱气装置应用实验研究[J]. 防灾减灾学报, 2019(1): 36-40.
- [6] 邱永平. BG2015R 与 P2000 型测氦仪在气氦连续观测中的比测实验[J]. 内陆地震, 2020, 34(2): 174-180.
- [7] 汤兰荣, 曾新福. 会昌台洞体形变观测资料干扰分析[J]. 防灾减灾学报, 2019, 35(1): 47-51.
- [8] 黄仁桂, 罗齐彬, 姚玉霞, 等. 微型氦室应用于地震测氦仪校准实验[J]. 大地测量与地球动力学, 2020, 40(8): 865-869.
- [9] 黄仁桂, 赵影, 李雨泽, 等. 闪烁室测氦仪采用微型氦室野外校准实验[J]. 地球科学前沿, 2021, 11(8): 1123-1129. <https://doi.org/10.12677/AG.2021.118108>
- [10] 李志鹏, 赵东, 张利兵. 姑咱气氦测值稳定性研究[J]. 四川地震, 2013(3): 19-23.
- [11] 赵冬, 李志鹏, 袁梅, 等. 姑咱海子泉气氦脱气技术系统改造效能分析[J]. 地震地磁观测与研究, 2018, 39(3): 170-174.
- [12] 夏伟奔, 刘高川, 王桂清, 等. 不同脱气装置脱气效率对比分析[J]. 地震地磁观测与研究, 2013, 34(5/6): 229-233.
- [13] 黄仁桂, 赵影, 肖健, 等. 地震监测气氦仪响应能力实验[J]. 华北地震科学, 2019, 37(3): 229-233, 31-37.
- [14] 赵影, 谢斌, 王成楠, 等. 地下流体气汞观测的储气装置[J]. 地震地磁观测与研究, 2021, 42(5): 153-157.
- [15] 赵影, 胡旭东, 肖孟仁, 等. 新型水氦仪质量检测及台站比测实验研究[J]. 地震工程学报, 2022, 44(1): 166-171.