

延庆台气氦集气装置的改进

朱石军¹, 孔令昌², 乔永军³, 徐绿清¹, 张宏宇¹, 白长清⁴

(1. 北京延庆地震台, 北京 102100; 2. 中国地震台网中心, 北京 100045;
3. 北京市地震局, 北京 100080; 4. 北京丰台地震台, 北京 100072)

摘要:介绍了延庆地震台2010年底气氦测项集气装置改进的整个过程,从改造以后的数据来看,集气装置的改进使气氦观测数据质量得到了显著提高,日变形态清晰、规则。对延庆台此次改进的集气装置参数、制作方面的技术环节以及安装中的注意事项进行了详细地介绍。

关键词:延庆地震台; 逸出气氦; 集气装置

中图分类号:P315.62 **文献标志码:**A

0 引言

在地下流体前兆观测手段中,气体化学类的测项如气汞、气氦、气氮等一般都离不开集气装置,目前全国在用的集气装置大致可以分为负压式、加热式、振荡式、溅散式、喷雾式等集气装置,另外也有一些根据观测井实际情况改进的集气装置,如新疆地震局许秋龙老师的浮动式集气装置^[1],这些集气装置不管具体结构如何,最终目的都是为仪器抽气时提供足够的采样气体,而气氦观测则不同于这种方式,气氦仪器的观测依靠渗透原理不需要抽气,因此在集气装置的选择上也有所不同。

1 延庆台五里营井简介

延庆台五里营井始开采于1984年,为一口水文地质勘察井。五里营井原属中国地震局分析预报中心,2007年划归北京市地震局管理,2007年底逐步恢复观测。目前的观测项目有水位、水温、气氦、气氮、气汞、水汞。除水汞为模拟观测外,其它测项均为“十五”测项。五里营井位于东经115.9°,北纬40.5°,该井水位观测层为岩溶裂隙承压水,资料表明无明显年变,受降水、开采影响不明显^[2]。打井之初水头高出地面20 m以上,采取动水位“泄流”方式将水位稳定在3.7 m的位置^[3],随着多年的地下水涌出,五里营井水位也大幅降低,目前通过调整限

流阀将水位稳定在2.0 m左右,五里营井水温稳定,常年保持在34℃。

2 气氦资料存在的问题

延庆台气氦测项自2007年5月开始观测,目前已积累了3年多的观测资料,从近两年动态图像和日变形态来看,气氦观测数据与温度的关系密切,二者的变化存在负相关的关系,年变形态表现为冬高夏低形态。延庆台五里营井为动水位观测井,井水长年自流,最初气氦与气汞、气氮一样均采用了溅散装置脱气的方式采气,但观测效果并不理想(图1),冬季数据高值时还比较稳定,夏季数据尤其是雨季时段数据就变得很不稳定,会经常出现成簇高值突跳数据,气氦测项比较有代表性的震前异常有1998年和1999年2次濮阳 $M_L 4.0$ 级地震,2次地震异常均表现为较为明显的连续低值异常^[4],与延庆台的高值突跳差别很大,而且延庆台气氦的高值具有较强的重现性,因为可以初步判断与地震异常无关,其原因可能还是与温度或湿度等观测环境因素有关^[5]。2010年7月,延庆台五里营井水位出现周期性上升一下降变化,上下变化幅度达到0.4 m(图2),每天早晨8时左右取水样时出水口会有大量气体排出,水位也会随之下降。我们通过调节限流阀的方式进行观察,发现泄流流量越小水位变化的周期越短,从变化的特征形态上不难推断,出现这种周

收稿日期:2011-07-14

基金项目:北京市地震局前兆测项效能评估项目

作者简介:朱石军(1979-),男(满族),工程师,主要从事地震前兆监测预报工作。E-mail:zsj@bjseis.cn

期变化的原因是由于泄流管内憋气造成的,当泄流管内的气体不断聚集时,水位也不断上升,压力达到一定的程度时突然释放,井水位随之突然下降,但出现管内憋气的原因目前尚不明确。受水位变化的影响,同井观测的水温、气汞、气氢、气氮均出现同步的干扰,为了解决水位造成的影响,考虑到气氮仪器与其它仪器观测原理不同,我们首先对气氮仪器的集气装置进行了改进。

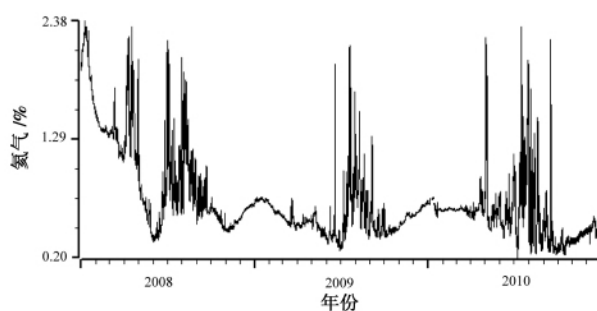


图1 延庆台气氮 2008—2010 整点值图

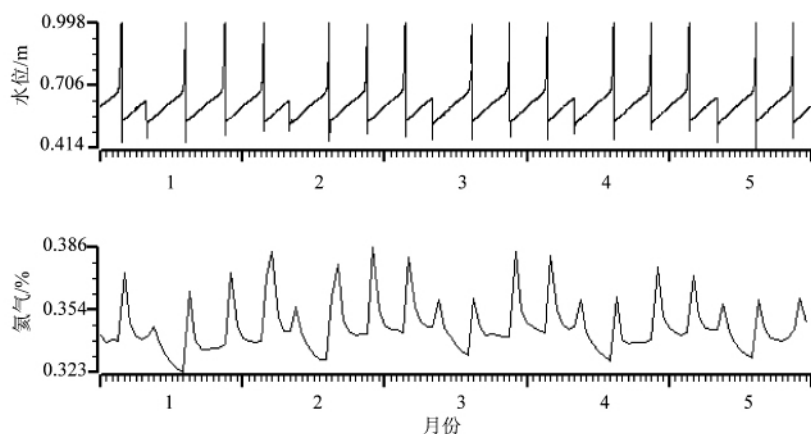


图2 延庆台水位周期异常变化对气氮的影响

3 集气装置的改进

改造后的集气装置比较简单,主要由 2 部分构成。集气筒是主要部分如图 3 所示,使用 $\Phi 60 \sim 75$ mm 的不锈钢管切割成 250~300 mm 的小筒,一端用不锈钢板焊接密封并在中间开 $\Phi 10$ mm 的小孔,将一根 $\Phi 10$ mm 的细不锈钢管焊接在小孔处,长度 150 mm 左右即可,所有的焊接处要求使用氩弧焊并且要密封,集气筒尽可能使用质量好的不锈钢材料,直径可根据井孔的实际情况确定,一般来说,正规的观测井孔直径都应大于 100 mm,只要集气筒可以顺利下到井中,可适当加大集气筒直径以便得到更好的集气效果。接下来将准备好的气管与集气筒上端的细管连接牢固,并将集气装置放置到水下 15~20 m 的位置。气管可使用质量较好的塑料煤气管,塑料管不宜过硬,应具有适当的可伸展性,但由于要将塑料管放置到水下较深的位置且下端吊有集气筒,同时也要具有较好的抗拉性和抗压性。塑料管与集气筒连接处一定要处理牢固,集气筒上端细管插入塑料管后可以用防水高压胶布进行缠裹,再用塑料扎线绑扎,这里不要使用金属物品如铁丝

等绑扎,以免长时间浸泡在具有腐蚀性的地下水中脱落。最后将塑料管的另一端与仪器进气口连接好即完成改造。

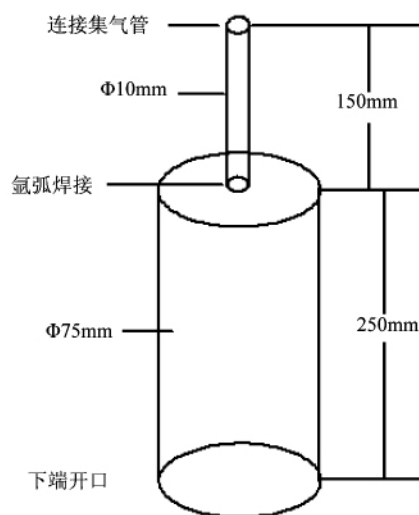


图3 延庆台气氮集气装置结构示意图

4 改进后观测资料情况

延庆台此次气氮集气装置的改造于 2010 年 12

月 19 日完成,改进以后完全消除了水位周期性变化对气氦数据的影响,图 4 是延庆台改造以前气氦正常数据曲线和改造后的气氦数据曲线,从图中可以看到,改造以后气氦观测数据比之前稳定了很多,具有很规则的日变化,呈近似于正弦曲线的单峰单谷形态,每天高值出现在上午 8—9 时,低值出现在 15—16 时,目前测值在 $0.3\% \sim 0.6\%$ 之间,比改造之前同时间段的测值略有减小,日变化幅度在 0.06% 左右,与改造以前的测值日变幅度相比有所增大,但日变形态比改造以前更加清晰、稳定。

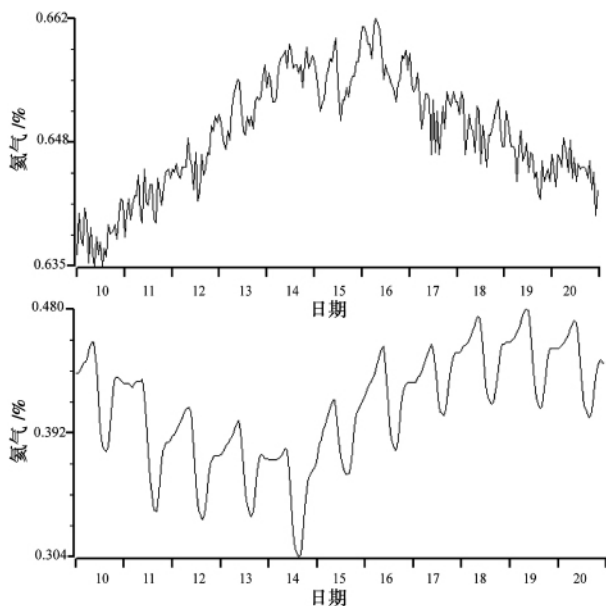


图 4 延庆台气氦集气装置改进前(上)、改进后(下)对比曲线

5 讨论

(1)从改造的结果来看,延庆台气氦数据质量得到了显著的提高,使用原集气装置时观测数据稳定性较差,曲线突跳较多,而更改为新的集气装置以后数据曲线明显好转,日变曲线呈近似于正弦曲线的单峰单谷形态,重复性很好,图 5 是延庆台 2011 年 1—6 月的气氦数据曲线,改造前每年的 4 月开始就会出现明显的高值突跳数据,2011 年进入夏季以来没有再出现前几年的成簇突跳,但是从日变形态上看,夏季略差于冬季,原因在于夏季观测室内温度较

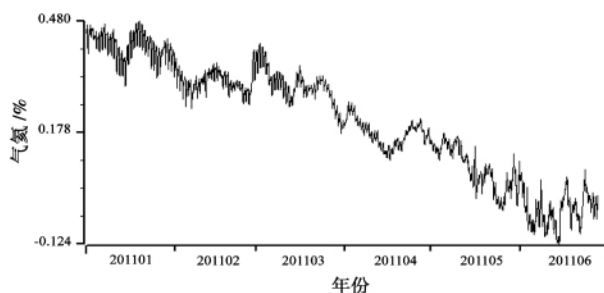


图 5 延庆台气氦 2011 年 1—6 月数据曲线图

大,影响数据的稳定性^[6],因此建议气氦观测室内在湿度大的时段应该采取除湿处理,如利用风扇或加装空调除湿等等。

(2)气氦仪器观测时不需要抽气,因此可以去掉脱气环节而直接观测逸出气体,当然也有些台站是直接集气筒放在井口处进行集气的,但我们发现,集气装置放入水中以后,观测数据抗干扰能力明显提高,数据非常稳定,井水位的变化也不会对气氦数据造成干扰,即使在调整限流阀水位大幅度变化时,气氦数据也只出现轻微的变化。

(3)采用新的集气装置不仅可以提高气氦测项的观测精度,还可以节省相当可观的费用支出,整个集气装置只需 300 元左右,所需的材料为 2 段不锈钢管和 1 段塑料气管,不锈钢管使用普通楼梯扶手材料即可,不锈钢的材质有几十种,如果条件允许也可采用更为耐腐蚀的材质,在集气筒焊接方面宜采用氩弧焊,切不可使用氧焊,因为氧焊的焊口处会严重破坏不锈钢的耐腐蚀性;气管建议使用带尼龙线夹层的聚乙烯燃气管,这种气管具有良好的抗拉、抗压性。

(4)北京地震局目前有 2 个气氦测点,分别是延庆五里营台和丰台大灰厂台,2 个测点直线距离约 70 km,尽管 2 个台站相距近百公里,但是曲线的变化形态非常一致(图 6),在 20 天的观测数据里,2 个台站的数据同步出现趋势变化,甚至同步出现日变形态异常变化,我们对比了同期的气压、降雨等辅助测项,未发现同步的变化,在与气温进行对比时,发现存在短期的负相关同步变化,同时气氦的年变规律为冬高夏低^[7],说明气氦与温度有较高的相关性。

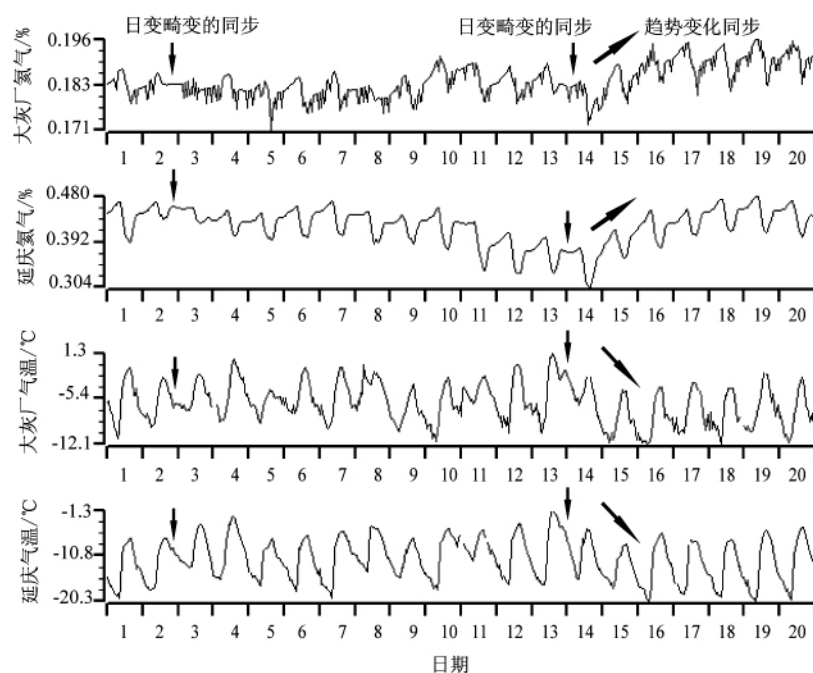


图 6 延庆台和大灰厂台气氦与气温数据对比曲线

致谢：此次改造得到了孔令昌老师的悉心指导，改造方案也由孔老师帮忙设计，在此表示忠心感谢。

参考文献：

- [1] 许秋龙, 崔勇. 浮动式集气装置[J]. 内陆地震, 2005, 2: 185-187.
- [2] 聂玉秋, 宇文欣. 五里营综合观测井地下流体震前异常特征初步研究[J]. 国际地震动态, 1999, 11: 6.
- [3] 殷积涛, 郑香媛. 五里营井水位脉动(冲)异常成因初探[J]. 地震, 1989, 6: 13.
- [4] 李桂清, 胡凤英, 岳红霞, 等. 濮阳 2 次 $M_L 4.0$ 级地震前兆异常研究[J]. 华北地震科学, 2003, 21(4): 46-49.
- [5] 张子广, 盛艳蕊, 李非, 等. 昌黎井水位、水氦趋势动态特征分析[J]. 华北地震科学, 2011, (2): 19-22.
- [6] 尤宇星. 温差对泉州四至井水氦测值的影响分析[J]. 华北地震科学, 2011, (3): 57-60.
- [7] 魏汝庆, 陈其锋. 聊古一井逸出气氦数字化观测资料分析及其映震能力初步研究[J]. 地震研究, 2001, 24(2): 121.

Improvement of Helium Gas-collection Instrument at Yanqing Seismic Station

ZHU Shi-jun¹, KONG Ling-chang², QIAO Yong-jun³, XV Lv-qing¹, ZHANG Hong-yu¹, BAI Chang-qing⁴

(1. Yanqing Seismic Station, Beijing 102100, China; 2. China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China;

3. Earthquake Administration of Beijing Municipality, Beijing 100080, China;

4. Fengtai Seismic Station, Beijing 100072, China)

Abstract: This article introduces the whole improvement of helium gas-collection instrument at Yanqing seismic station, including the parameter of the gas-collection instrument, the technical notes of the execution and the other matters needing attention. After the improvement, the quality of the helium data is improved obviously and day-value shows clear and regular form.

Key words: Yanqing seismic station; escaped helium gas; gas-collecting instrument