

胡婷婷,马城城,李仲亮,等.AlphaGUARD P2000 便携测氡仪野外观测影响因素探讨[J].地震工程学报,2017,39(增刊):140-143.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2017.增刊.140
HU Tingting, MA Chengcheng, LI Shenliang, et al. Experimental Investigation on Influence Factors on the Field Observations of the AlphaGUARD P2000 Portable Radon Monitor[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2017, 39(Supp.): 140-143. doi: 10.3969/j.issn.1000-0844.2017.Supp.140

AlphaGUARD P2000 便携测氡仪野外观测 影响因素探讨^①

胡婷婷, 马城城, 李仲亮, 倪俊珺, 汪世仙

(安徽省地震局庐江地震台, 安徽 合肥 231511)

摘要: 使用 AlphaGUARD P2000 便携测氡仪对土壤氡浓度观测的采气条件、影响因素等进行了测量实验研究, 探讨土壤氡的测定方法, 试图找出影响土壤氡测定结果准确性相关因素, 为制定有效测定方法提供依据。

关键词: P2000 测氡仪; 土壤测量; 影响因素

中图分类号: P315.62

文献标志码: B

文章编号: 1000-0844(2017)增刊-0140-04

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2017.Supp.0140

Experimental Investigation on Influence Factors on the Field Observations of the AlphaGUARD P2000 Portable Radon Monitor

HU Tingting, MA Chengcheng, LI Shenliang, NI Junjun, WANG Shixian

(Lujiang Seismic Station, Hefei 231511, Anhui, China)

Abstract: As a radioactive gas geochemical survey method, soil radon measurement can be affected by a lot of interference. If we do not pay attention to these interference factors while testing, interference and abnormal phenomena will be observed; these present great difficulties while analyzing the data. The P2000 is portable, battery-powered, and easily operable. It can be used for field observation, anomaly verification, and the measurement of soil radon concentration for seismic subsurface fluid observation. In this study, based on soil radon concentration measurements using the AlphaGUARD P2000 portable radon monitor, we analyze the gas recovery conditions and influencing factors, discuss the soil radon determination method, and try to identify related factors that influence soil radon measurement.

Key words: P2000 radon monitor; soil radon measurement; influence factors

0 引言

氡是地下流体观测中重要测项之一,在我国地震预报研究中已得到普遍应用,氡的测量技术和方

法也在不断创新和发展。地震流体观测在水资源过度开采的形势下,发展断层土壤气观测成为必然趋势,但地下流体观测技术规范未给出断层土壤气观

^① 收稿日期:2017-02-28

基金项目:安徽省地震局 2013 年科研合同制课题(201329)

作者简介:胡婷婷(1988—),女,助工,主要从事地下流体观测和研究。E-mail:867094750@qq.com。

测的集气-采气装置及采气条件的具体参数,而这些参数正是影响观测结果的重要因素。基于此,本文使用 AlphaGUARD P2000 便携测氡仪在安徽省地震局庐江地震台院内进行了试验测量。

1 场地概况和仪器介绍

1.1 场地地质环境

庐江地震台位于安徽省庐江县汤池镇,地处郯庐断裂带的南段西侧约 10 km,其北侧 10 km 左右有梅山—龙河口深断裂、南侧 10 km 左右有青山—晓天深断裂,东面是扬子板块,北面是华北板块,西面是秦岭—大别山造山带和扬子破碎带,是一个地质构造比较复杂的地区。

1.2 AlphaGUARD P2000 测氡仪介绍

AlphaGUARD P2000 便携测氡仪是新引进德国生产的一种仪器。仪器基于经标定的脉冲电离室原理,具有高探测效率、快速浓度梯度反应以及长期使用免于维护的特点。即使在极端大气湿度条件下,也可以传输可靠的测量值并且不受振动冲击的影响。氡浓度范围: $2\sim 2\,000\,000\text{ Bq/m}^3$;系统操作范围温度: $-10\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($14^{\circ}\sim 122^{\circ}\text{F}$);气压: $700\sim 1\,100\text{ Mbar}$;湿度(没有凝结): $0\%\sim 95\%\text{ rH}$ 。

AlphaPUMP 是一个便携式的电子气泵,由电池供电。抽气速率有 1 L/min , 0.5 L/min , 0.3 L/min , 0.1 L/min , 0.05 L/min , 0.03 L/min 六档,前三档为连续抽气,后三档为周期性抽气,用来进行采样(将气体抽进电离室)。

使用 P2000 测量土壤氡气含量,仪器测定的是绝对值,实验选择 1 min 的测量周期, 1 L/min 的抽气速率,每个测量点连续观测 5 个数据,去除第 1 个和第 5 个,取中间 3 个数的平均值做为最后的测量结果。实验中没有使用德国原装置土壤沙气探测器 (Soil Gas Unit),而是直接根据采样孔深度放入相应长度的气管。在实验过程中,应勤检查气路是否堵塞,气体能否畅通进入,各连接部位是否漏气等,以保障实验结果的准确性。每完成一个点的观测后,需要依靠泵吸空气清洗仪器及管路,将本底降至 $1\,000\text{ Bq/m}^3$ 以下才开始下一个观测点的测量。

2 实验与讨论

2.1 采样孔深度的影响

实验采样孔深度分别为: 20 cm 、 30 cm 、 40 cm 、 50 cm 、 60 cm 、 70 cm 和 80 cm ,孔径均为 5 cm ,由钢

钎打出,孔距约为 50 cm ,采样孔打好后立即测量。

由观测结果可以看出,随着采样孔深度的增加,测得的土壤氡浓度是先上升后下降的,到孔深 80 cm 时由于地下水位上升无法观测(图 1)。土壤氡浓度先上升后下降可能是由于孔深 40 cm 以下土壤湿度大,密度增加,氡又易溶于水,导致土壤中逸出氡浓度减小。实验表明,庐江地震台院内地势较低,地下水位较高,观测土壤氡浓度的采样孔深度应在 40 cm 为宜。

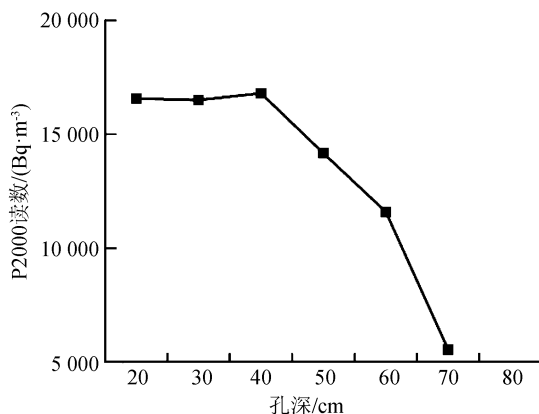


图 1 不同采样孔深度土壤氡测值曲线

2.2 观测时间的影响

选择 25 cm 、 40 cm 和 60 cm 的孔各一个,相距 50 cm ,进行为期三天的连续监测,探讨一天内氡浓度的变化规律。测量期间天气晴好,湿度介于 $48\%\sim 61\%\text{ rH}$ 之间,温度在 $6\sim 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,大气压在 $1\,012\sim 1\,016\text{ Mbar}$ 之间。每天早晨 $8:00$ 、中午 $13:00$ 、晚上 $18:00$ 进行测量,取三天的平均值作为测量结果。

从观测结果可知,在一天时间内(早、中、晚),不同孔深的土壤氡浓度值总体都是下降的,而且随着采样孔深度的增加下降幅度越大(图 2)。早晨测值较大,是因为土壤温度较低,土壤气密度较大,氡测值高;中午和傍晚土壤气密度小,测值低。试验表明,在进行土壤氡浓度的长期观测时,一定要定时测量,避免由观测时间带来的环境因素的影响。

2.3 采样孔孔径的影响

选取的采样孔直径分别为: 5 cm 、 10 cm 、 15 cm 、 20 cm 和 30 cm ,孔深均为 40 cm 。前一天下午挖孔并用薄膜覆盖密封,第二天早上 $8:00$ 开始测量,集气时间约为 16 h 。

根据观测结果可知,采样孔径 10 cm 测值较高, 10 cm 之后,随着孔径增大测值减小(图 3)。直径为 10 cm 至 30 cm 的采样孔都是用铲子挖的,孔壁相

对疏松,氦气更易析出;直径为 5 cm 的孔是用直径为 5 cm 的钢钎直接打出来的,孔壁相对致密,氦气析出减缓。

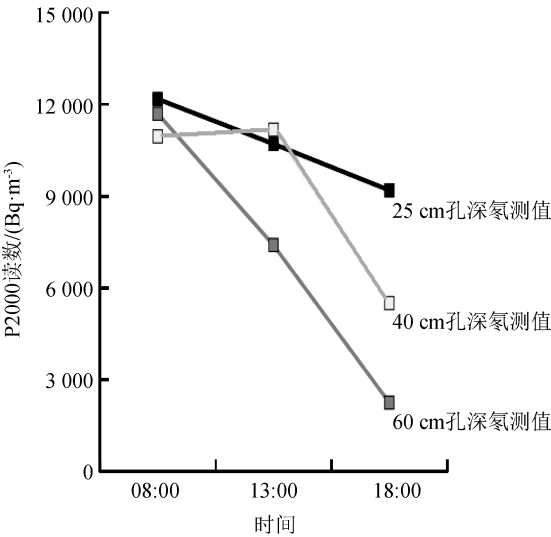


图 2 不同孔深早/中/晚氦浓度测值曲线

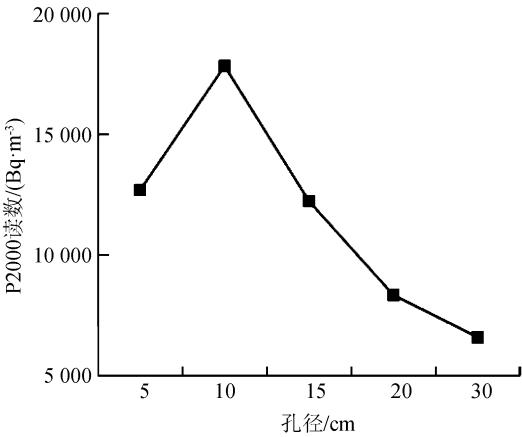


图 3 不同孔径土壤氦测值曲线

实验表明,采样孔径对土壤氦浓度测值有影响,在进行土壤氦浓度观测中,要选择一定的孔径进行测量。

2.4 积累时间的影响

采用钢钎打六个相距约 50 cm 的孔,孔深均为 40 cm,打孔后立即用薄膜覆盖。这里选取的积累时间(min)分别为:0、5、10、15、20、30 min。

从图 4 可以看出,土壤氦浓度值随着积累时间的增加是先下降后稳定升高的,其中即时测量时的观测数值最大。由于实验没有使用德国原装置土壤沙气探测器(Soil Gas Unit),而是直接根据采用孔深度放入相应长度的导气管,导致随着积累时间的增加土壤氦浓度向大气中扩散,测值下降。

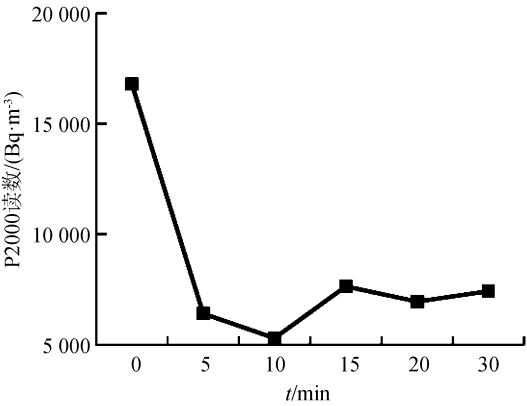


图 4 不同积累时间土壤氦测值曲线

2.5 不同类型植被对观测数据的影响

分别选取不同类型植被覆盖下的场地进行土壤氦浓度的观测,分析土壤氦浓度的观测结果。

由图 5 可见,不同类型覆盖植被的土壤氦浓度差异很大。由于测量点间距相差较大,所测氦浓度值,除了受不同土壤不同覆盖植被的影响外,还有其他很多影响因素,不利于比较,故欲确切地讨论不同类型植被对土壤氦浓度测量的影响,尚需进一步工作。

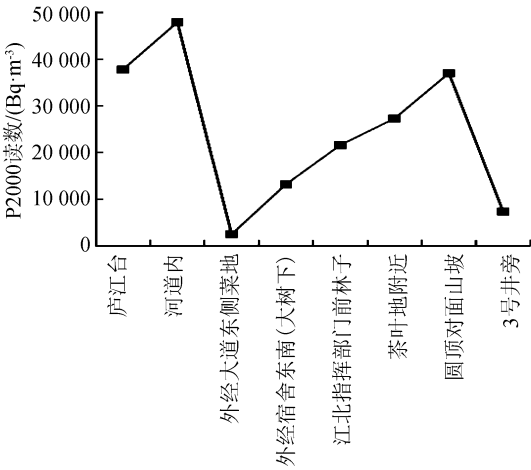


图 5 不同类型覆盖土壤氦浓度测值曲线

3 断层气氦剖面观测

利用 P2000 测氦仪在庐江地震台周边进行土壤氦浓度的初步测量,并对测量结果进行分析研究。

剖面一:国轩大门-外经大道氦气测量剖面。测线长约 1 200 m,近 EW 向,8 个测量点,间距视测量情况而定,从 50~100 m 不等。

剖面二:马槽河-外经大道氦气测量剖面:此条剖面测线长约 1 000 m,近 EW 向,9 个测量点,间距视测量情况而定,从 50~200 m 不等。

由测量结果可知,P2000 测氦仪所测土壤氦浓

度结果对所测试的断层有较好反映,异常明显,各剖面图上的土氡异常与隐伏断裂大致吻合,基本上能反映出断层的位置,产状如图 6 所示。这次观测仅

对土壤氡浓度在空间上的变化进行了实测,未研究其随时间的动态变化,因此,对于断裂的活动性研究,尚需进行定点重复测量。

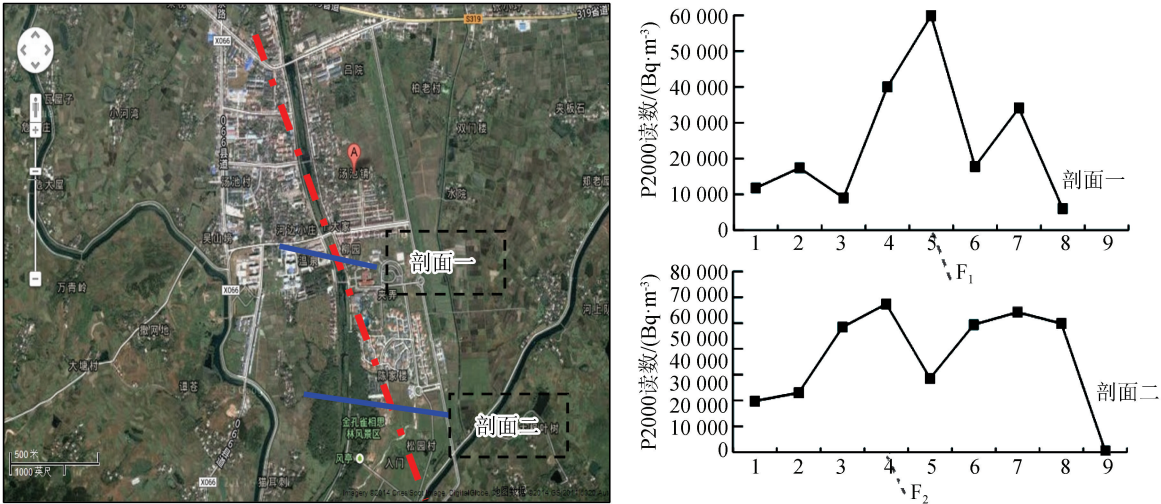


图 6 断层气氡剖面观测图

4 结论

P2000 测氡仪进行土壤氡浓度测量时,对湿度变化不敏感,具有可重复性,稳定性高,测值可靠。实验表明,采样孔深度、观测时间、采样孔径、积累时间、不同类型覆盖土层对土壤氡浓度的测量结果是有一定影响的,如果不注意这些影响因素,会给测量结果带来很大误差。

此次研究所得出的结论仅仅是依据有限的资料和通过较小范围的对比研究得出的,存在一定的局限性,有待于在实践中加以检验和完善。

参考文献

[1] 吴自香,刘彦兵,贾育新,等.土壤氡测定的影响因素探讨[J].中国辐射卫生,2006,15(1):23-24.

[2] 赵桂芝,肖德涛.土壤氡浓度的测量方法现状[J].核电子学与探测技术,2007,27(3):583-587.

[3] 沈繁鑫,陈星宇,郑在壮,等.土壤氡在海口活断层的试验测量[J].震灾防御技术,2012,7(1):64-69.

[4] 梅爱华,朱立.土壤氡浓度随季节变化规律[J].山西建筑,2007,33(3):325-326

[5] 姜薇薇,马城城,王玲玲,等.AlphaGUARD P2000 便携测氡仪在地震观测中的应用与实验研究[J].地震工程学报,2015,37(3):901-905.