

文章编号: 1004-4353(2015)04-0351-05

气象三要素与氡值浓度变化的相关性分析

刘磊¹, 马玉虎¹, 祁昌炜², 王佳音²

(1. 青海省地震局, 青海 西宁 810000; 2. 青海省地质调查局, 青海 西宁 810000)

摘要: 以青海省湟源溶解气氡和乐都逸出气氡为研究对象,在剔除干扰(仪器故障、人为因素)的前提下,利用氡值和气象三要素的对比观测值,通过运用 SPSS、Mapsis 等相关软件,分析并计算了气象三要素与氡值浓度的相关系数,结果显示:气温、气压对氡值浓度变化都具有一定的影响,但气温与氡值浓度的相关系数数值较气压与氡值浓度的相关系数数值更高.降雨量与氡值浓度的相关系数很小,这是由于雨量分布及记录原因造成,但在每年雨季降雨量明显尤其是暴雨季节,降雨量对氡值浓度会有一定影响,造成数据突跳.对应震例的分析结果表明,若所关注时间段内气象三要素与氡值浓度变化的相关性显著,则这种情况下的突跳变化属于地震前兆异常的可能性不大,不具备预报地震的效能.

关键词: 气象三要素; 氡值; 相关分析

中图分类号: P315.75 **文献标识码:** A

Correlativity between three meteorological factors and Radon concentration value

LIU Lei¹, MA Yuhu¹, QI Changwei², WANG Jiayin²

(1. Qinghai Earthquake Administration, Xining 810000, China;

2. Qinghai Geological Survey, Xining 810000, China)

Abstract: Paying attention to daily values of gas Radon concentration from Huangyuan and Ledu in Qinghai, analyzing the gas Radon concentration value with three meteorological factors by related software like SPSS, Mapsis on the condition of excluding the interference (instrument failure, human factor). This paper studied the influence of gas Radon concentration and meteorological factors by calculating the relevance, correlation coefficient, cluster analysis between each variable, the results showed that air temperature had obvious influence on Radon concentration change with positive correlation, atmosphere pressure came second with low correlation. This study indicated that the influence from air temperature on Radon concentration value was more remarkable than air temperature. The low influence existed on Radon concentration and rainfall, which caused by incomplete data, but during annual rainy season especially in heavy rainy season, there was some influence and easily caused record data leakage. The analysis on related earthquakes indicated that the change during remarkable correlation between Radon concentration values and three meteorological factors had no ability to forecast earthquake.

Keywords: three meteorological factors; Radon concentration value; correlation coefficient

0 引言

信息,氡值浓度观测也不例外.地下流体中的水(气)氡一般会受到气象三要素和水点流量等因素前兆资料记录到的信息包含了大量的非地震

的干扰.很多地震学者对于气象三要素对氡值浓度测量的影响进行了研究,例如:杜建国等^[1]研究了宝山断裂逸出氡浓度测值变化的干扰因素,认为土壤湿度和大气温度是控制断裂逸出氡浓度年变化的主要影响因素;王博等^[2]分析了嘉峪关气氡浓度测值变化的主要干扰因素,认为大气温度是控制嘉峪关气氡浓度年变化的主要因素;朱自强等^[3]分析了八宝山断层气氡浓度与降雨的关系,发现降雨后气氡浓度会降低.为了有效获取构造活动引起的地下流体变化的信息,必须要对观测数据的动态变化进行分析,排除干扰成分,才能确保观测资料准确可信,以期从中提取与地震孕育、发生过程有关系的异常信息.青海地区拥有较丰富的水化观测资料,但还未对氡值浓度观测资料进行过系统的分析计算,且当前地震预报研究正处在由经验性预报逐步向由物理基础的概率性预报的过渡阶段;因此,对各种观测数据的处理工作具有重要意义.

本文选用湟源溶解气氡和乐都逸出气氡作为研究对象,通过运用 SPSS、Mapsis 等相关软件,计算各变量间相关系数,定量研究气象三要素与氡值浓度短期变化之间的相关性,分析气象三要素对氡值浓度变化的影响.

1 台站及资料选取

1.1 湟源溶解气氡

湟源地震台溶解气氡观测项目于 1982 年 5 月架设并投入观测,仪器型号为 FD-105K.1997 年 11 月仪器改造升级为 FD-125 室内氡钍分析仪.湟源溶解气氡在 1990 年共和 7.0 级地震前出现该台观测资料中罕见的长时间趋势性异常,对 1986 年门源 6.4 级地震、1994 年共和 6.0 级和 5.8 级余震也有异常反应.

湟源地震台地处青藏高原东部,日月山断裂带和拉脊山断裂带的交汇复合处北缘地段(图 1),台基属加里东期侵入岩、片麻状黑云母花岗岩,岩体完整性好.该地区属于大陆性气候,日照时间长,太阳辐射度高,气温日差较大,年差较小,冷冻期长,无霜期短.观测泉点位置位于湟源县波航乡泉湾村,距台站观测室西北 2 km 处.地质构造西为日月山构造带,南北分别为拉脊山、达阪山

构造带,该泉初步断定属断裂上升泉,断裂岩性为片麻岩,含水层为砾石滤层.观测泉点水温为 8℃,含氧量为 73 Bq/L,流量为 1 L/s^[4].观测背景主要受自然气象因素影响.

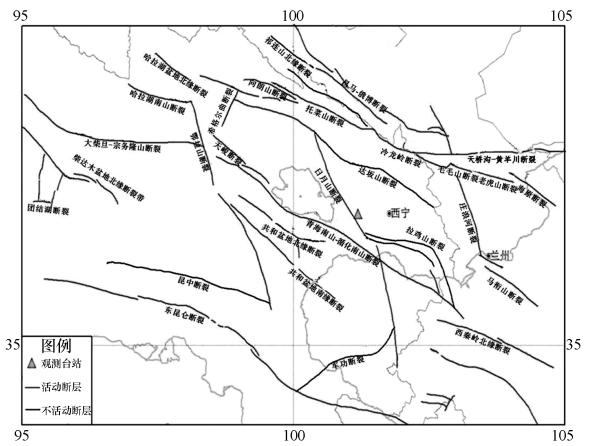


图 1 湟源地震台附近断裂带分布

1.2 乐都逸出气氡

乐都逸出气氡自 2007 年 7 月 10 日开始观测,观测装置采用 SD-3A 自动测氡仪,原为人工取气模拟观测,后经过改造成为数字化观测.乐都气氡采用的是流体空吸原理,该集气装置的效率主要受空气进气量、气流量以及空气与流量两者同时变化比例系数大小的影响(图 2).在 2011 年之前,乐都数字化气氡观测资料数据极不稳定,表现为大起大落,原因不明,但 2011 年之后该资料数据相对开始出现平稳状态.故本文选用的观测资料数据从 2012 年开始.

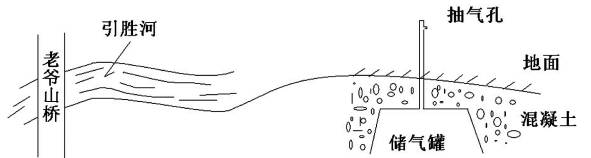


图 2 乐都地震台取气点示意图

乐都地震台地处乐都县引胜乡熊家湾西侧(图 3).位于青藏高原北部边缘,祁连山褶皱带的西宁-民和断陷盆地内,盆地边缘的主要活动断裂带为日月山-达坂山断裂带.这些断裂具有形成时间早,规模大,切割深,活动强的特征.该地区属于内陆高原气候,雨水集中在 7—8 月,年蒸发量远大于降雨量,日温差变化大,并且具有垂直分带性;全年日平均气温为 7℃,月相对湿度为 56%,月平均

蒸发量为 145 mm,月平均降雨量为 25 mm^[4].

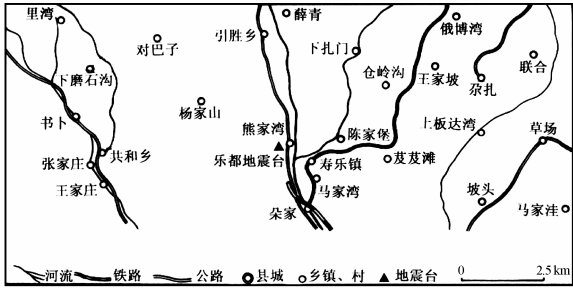


图 3 乐都地震台地理位置图

乐都逸出气氡观测点位于乐都地震台东北部约 1.5 km 处的老爷山山脚下,地处达坂山、拉脊山交汇处的加里东期花岗岩长岩 NE 向小断裂带上,南侧与乐都盆地相邻,其余三面是中高山区.在大地构造单元上,处于祁吕贺兰“山”字型构造前弧西翼的达坂山、日月山、拉脊山等隆起带及西宁-民和盆地拗陷带内,该区主要构造线为 NWW 向,受构造控制的中新生代拗陷带亦呈 NWW 向分布.湟水流域周边及内部中高山、低山丘陵区古老坚硬、裂隙发育的变质岩及碳酸盐岩构造断裂形成的破碎带,盆地内碎屑岩的空隙、裂隙、第四系松散沉积层所具有的孔隙等,为该地区地下水的蓄积集聚提供了空间条件,特别是中高山区较为丰富的降水,为地下水的形成提供了较为丰富的来源.

2 数据处理方法

氡是铀及其子体的放射性产物,它从产生到迁移至地表需要经历一定的过程和时间.气象三要素在不同时间段对氡值浓度变化会有一定影响,但何时影响最大,是否与地震前兆有关,都还无法确定^[5-6],所以本文选用湟源溶解气氡和乐都逸出气氡作为研究对象,从不同时段进行计算分析.湟源溶解气氡浓度观测值为日均值,每天 9 点在测点取样,然后带回实验室进行浓度测量.选取每日取样或测样时所测的气象三要素来分析其对氡值浓度变化的影响.乐都逸出气氡浓度观测值为整点值,数字化记录.选取取样周期内各个时段的气象三要素来分析其对氡值浓度变化的影响.

2.1 原始数据预处理

对于本文选用的湟源溶解气氡观测值(2009

年 1 月 1 日至 2015 年 7 月 31 日)和乐都逸出气氡观测值(2012 年 1 月 1 日至 2015 年 7 月 31 日),在分析计算时都采用原始观测值,将明确由干扰(人为或仪器)造成的数据非正常变化作缺数处理.湟源溶解气氡观测值为日均值,故将其对应的气象三要素数据也转换为日值数据;乐都逸出气氡观测值为整点值,将其对应的气象三要素数据也转换为整点值数据,并将气象三要素原始数据的非正常变化同样作缺数处理^[7].

2.2 数据计算方法

首先分别计算气象三要素与两处氡值浓度变化的相关性分析.本文采用 SPSS 统计软件进行相关分析,调用此过程可对变量内部各观察单位间的数值进行距离相关分析,以考察相互间的接近程度.由于研究区降雨分布极为不均匀,导致降雨量数据大部分记录为零,必然会影响最终计算结果,所以本文对降雨量集中月份逐年统计,计算和氡值观测浓度变化的相关性分析.

3 数据处理结果分析

3.1 气象三要素与氡值浓度变化的相关性分析
3.1.1 气象三要素与湟源溶解气氡浓度变化相关性分析 本文选用的湟源溶解气氡观测数据和气象三要素数据均从 2009 年 1 月 1 日开始至 2015 年 7 月 31 日结束,共计 79 个月.计算结果(表 1)显示,气温、气压与湟源溶解气氡浓度变化呈正相关关系,其中气温与湟源溶解气氡浓度的相关系数最大为 0.26,气压与湟源溶解气氡浓度的相关系数为 0.11.查表^[8]得到相关系数临界值 $r_{0.05}=0.039\ 98$,通过检验.

表 1 气温、气压与湟源溶解气氡浓度的相关性

	值向量间的相关性		
	湟源水氡浓度	气温	气压
湟源水氡浓度	1.000	0.260	0.111
气温	0.260	1.000	0.242
气压	0.111	0.242	1.000

3.1.2 气象三要素与乐都逸出气氡浓度变化相关性分析 本文选用的乐都逸出气氡观测数据和气象三要素数据均从 2012 年 1 月 1 日开始至 2015 年 7 月 31 日结束,共计 43 个月.由于该点

降雨量分布不均匀,并且 2014 年以后降雨观测仪器损坏,所以本文不计算降雨量与乐都逸出气氮浓度变化的相关性分析,只对气温、气压与乐都逸出气氮浓度变化的相关性进行分析计算. 计算结果(表 2)显示,气温、气压与乐都逸出气氮浓度变化呈正相关关系,其中气温与乐都逸出气氮浓度的相关系数最大为 0.415,气压与乐都逸出气氮浓度的相关系数为 0.102. 查表^[8]得到相关系数临界值 $r_{0.05}=0.011\ 29$,通过检验.

表 2 气温、气压与乐都逸出气氮浓度的相关性

	值向量间的相关性		
	乐都气氮浓度	气温	气压
乐都气氮浓度	1.000	0.415	0.102
气温	0.415	1.000	0.148
气压	0.102	0.148	1.000

综上所述,气温对氮值浓度变化影响较为显著,二者成正相关关系. 气压对氮值浓度变化影响次之,它们具有相关性,但相关系数不高. 在每年雨季降雨量明显尤其是暴雨季节,降雨量对氮值

浓度会有一定影响,造成数据突跳.

4 震例论证

湟源溶解气氮观测点和乐都逸出气氮观测点相距 110 km,该区附近 2013 年 1 月—2015 年 5 月间,共发生了 6 次 5 级以上地震,其中震中距大于 1 000 km 发生 1 次 8 级以上地震,6 次地震的具体参数见表 3. 从表 3 可以看出:2013 年 4 月 20 日芦山 7.0 级地震、2013 年 7 月 22 日岷县 6.6 级地震震前,湟源溶解气氮浓度和乐都逸出气氮浓度都没有显著变化;2013 年 9 月 20 日门源 5.1 级地震前湟源溶解气氮观测点有突跳变化;其余 3 次地震前两处观测点均不同步地出现突跳变化.

以下本文利用地震前气象三要素与氮值浓度的相关系数变化来判断上述突跳变化究竟是地震短临异常还是由气象三要素的变化引起的. 根据短临异常时间范围的界定,本文仅分析震前 2 个月氮值浓度的突跳变化.

表 3 地震参数及相应氮值变化时间统计表

日期	震中	Ms	震中距/km		氮值变化日期	
			湟源	乐都	湟源溶解气氮	乐都逸出气氮
2013-04-20	芦山	7.0	720	691	无变化	无变化
2013-07-22	岷县	6.6	350	298	无变化	无变化
2013-09-20	门源	5.1	52	70	2013-09-07	无变化
2014-10-02	乌兰	5.1	328	442	2014-09-14	无变化
2015-04-16	阿拉善左旗	5.8	552	505	无变化	2015-03-29
2015-04-25	尼泊尔	8.1	1 795	1 826	无变化	2015-03-29

门源 5.1 级地震:从表 4 可以看出,2013 年 9 月气温与湟源溶解气氮浓度的相关系数为 0.208,表明相关性较为显著;气压与湟源溶解气氮浓度的相关系数为 0.356,表明相关性显著.

乌兰 5.1 级地震:从表 5 可以看出,2014 年 9 月气温与湟源溶解气氮浓度的相关系数为 0.6,表明相关性显著;气压与湟源溶解气氮浓度的相关系数为-0.364,表明负相关性显著;降雨量与湟源溶解气氮浓度的相关系数为-0.507,表明负相关性显著. 查表^[8]得到相关系数临界值 $r_{0.05}=0.025\ 4\ 2$,通过检验.

内蒙古阿拉善左旗 5.8 级地震和尼泊尔 8.1

级地震:从表 6 可以看出,2015 年 3—4 月气温与乐都逸出气氮浓度的相关系数为 0.318,表明相关性较为显著;气压与乐都逸出气氮浓度的相关系数为 0.491,表明相关性显著.

表 4 2013 年 9 月气象三要素与湟源溶解气氮浓度的相关性

	值向量间的相关性			
	湟源水氮浓度	气温	气压	降雨量
湟源水氮浓度	1.000	0.208	0.356	0.193
气温	0.208	1.000	-0.116	-0.383
气压	0.356	0.116	1.000	0.140
降雨量	0.193	-0.383	0.140	1.000

表 5 2014 年 9 月气象三要素与湟源溶解气氡浓度的相关性

	值向量间的相关性			
	湟源水氡浓度	降雨量	气温	气压
湟源水氡浓度	1.000	−0.507	0.600	−0.364
降雨量	−0.507	1.000	−0.546	0.310
气温	0.600	−0.546	1.000	−0.779
气压	−0.364	0.310	−0.779	1.000

表 6 2015 年 3—4 月气象三要素与乐都逸出气氡浓度的相关性

	值向量间的相关性		
	乐都气氡浓度	气温	气压
乐都气氡浓度	1.000	0.318	0.491
气温	0.318	1.000	−0.149
气压	0.491	−0.149	1.000

综合以上震例分析可以看出,湟源溶解气氡浓度和乐都逸出气氡浓度在不同时间段出现的突跳变化,主要是由气象三要素变化引起的,其中起显著作用的是气压和气温,由此说明湟源溶解气氡浓度和乐都逸出气氡浓度在震前的突跳变化只是由气象三要素引起的时间上的一种巧合,并不是地震前兆异常。

5 结论

本文计算分析了湟源溶解气氡浓度和乐都逸出气氡浓度与气象三要素的相关性及相关系数,通过分析不同时间段两者相关系数的变化特征,得到了以下主要结论:

1)从得出的相关系数可以看到,无论气温、气压还是降雨量,均对氡值浓度的日值变化有显著的影响,并且气温对氡值浓度的短期影响明显大于气压,这与文献[1,9-10]的研究结果一致。

2)不同时间段、不同月份气象三要素与氡值浓度变化的相关性存在着明显的差异。

3)综合震例分析可以看出,湟源溶解气氡浓度和乐都逸出气氡浓度在不同时间段出现的突跳变化,主要是气象三要素变化引起的,其中起显著作用的是气温和气压,与地震并没有明显的关系。说明若所关注时间段内气象三要素与氡值浓度变化呈显著相关性,则这种情况下出现的突跳变化属于地震前兆异常的可能性不大,不具备预报地震的效能。

参考文献:

[1] 杜建国,宇文欣,李圣强,等. 八宝山断裂带逸出氡的地球化学特征及其映震效能[J]. 地震,1999,18(2):155-162.

[2] 王博,黄辅琼,简春林. 嘉峪关断层带土壤气氡的影响因素及映震效能分析[J]. 中国地震,2010,26(4):407-417.

[3] 朱自强,简春林,宇文欣. 土氡测量影响因素的初步探讨[G]//断层气测量在地震科学中的应用. 地震出版社,1991:222-226.

[4] 青海省地震局. 青海省地震监测志[M]. 北京:地震出版社,2005.

[5] 车用太,张大维,鱼金子,等. 断层带土壤气的映震效能与地震短期预报[J]. 中国地震,1995,11(4):374-380.

[6] 梅世蓉. 地震前兆的地区性[J]. 中国地震,1985,1(2):17-22.

[7] 曹玲玲,高安泰. 气温气压与断层气氡浓度短期变化的相关性分析[J]. 地震学报,2014,36(4):719-729.

[8] 祝东进,郭大伟,刘晓. 概率论与数理统计[M]. 北京:国防工业出版社,2010.

[9] 张素欣,郑云贞,昌黎井. 水氡、水位、降雨之间的相关分析[J]. 地震,1999,19(3):309-312.

[10] 冯在成,李庆朝,潘维双. 气压对水氡测值的影响[J]. 华北地震科学,1986,4(8):9-11.