

2016 年青海门源 6.4 级地震前后湟源地震台 水氡异常特征分析*

张超美¹, 陈永花^{1✉}, 俞 伟²

(1. 青海省地震局 湟源地震台, 青海 湟源 812100; 2. 青海省地震局, 青海 西宁 810001)

摘要: 通过分析 2016 年 1 月 21 日青海门源 6.4 级地震前后湟源地震台水氡值异常变化, 发现在地震前后水氡值出现了下降—地震—继续下降—回升—恢复的短临异常特征, 并对水氡异常可靠性进行分析, 判定 2016 年 1 月 10~30 日水氡值低异常变化为地震前兆异常, 可为地震预报提供一定的参考依据。

关键词: 门源地震; 湟源地震台; 水氡; 异常特征

中图分类号: P315.721

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2016)增刊 1-0107-05

0 引言

水氡模拟观测已开展了 30 多年, 国内外已积累了大量的震例资料(张肇诚, 1988; 张建国等, 2004; 毛玉平, 万登堡, 2001; 郑云贞等, 1999; 叶秀薇, 1998; 曾飞, 2001; 吴秀峰, 张清秀, 1996)。对水氡预报地震的前兆机理及其方法, 许多学者也进行了较为广泛和深入的研究(陈立德, 付虹, 2003; 张伟等, 1988, 1992; 国家地震局科技监测司, 1992; 杜广仁, 1994; 廖丽霞, 廖春奇, 2002)。对水氡观测资料干扰因素的分析也积累了丰富的研究成果(许荣义等, 1981; 张远城, 1981)。但对水氡动态变化的研究以及如何判断其是否存在异常, 还缺少实例(廖丽霞, 2008)。本文针对 2016 年 1 月 21 日门源 6.4 级地震前后湟源地震台水氡值异常变化进行探讨, 以期更加准确地捕捉前兆异常, 提高分析预报的准确性。

1 湟源地震台水氡观测点概况

青海省是一个地震多发的省份, 20 世纪 80 年代以来曾发生过多 6 级以上地震。湟源地震台是青海省建设较早的地震观测台站, 其中水氡观测的时间相对较长, 对应了多次 5.8 级以上地震, 为预报部门提供了可靠的决策参考依据(杜

鹏等, 2012)。

湟源地震台水氡观测泉点(36.41°N, 101.13°E)位于湟源县波航乡泉尔湾村, 海拔 2 882 m。地质构造西为日月山构造带, 南北分别为拉脊山断裂带、达坂山断裂带。图 1 为门源 6.4

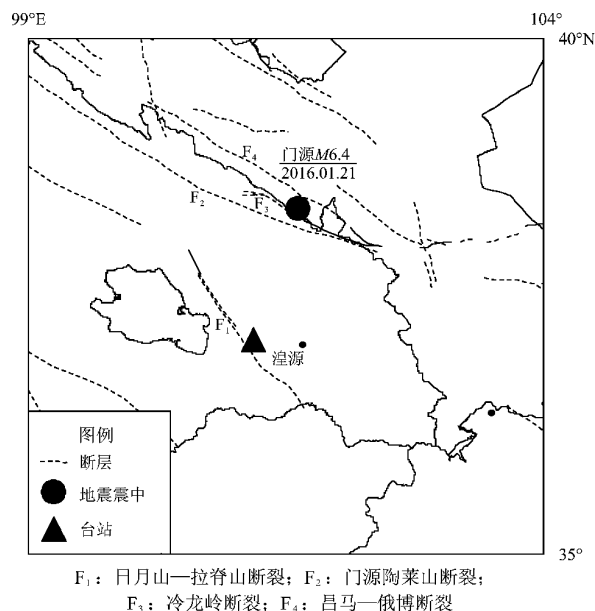


图 1 门源 6.4 级地震震中及湟源地震台
周边构造分布图

Fig. 1 Geological structure map around the epicenter of Mengyuan $M_s6.4$ earthquake and Huangyuan seismological station

* 收稿日期: 2016-08-23.

✉ 通讯作者: 陈永花 (1973~), 工程师. 主要从事水氡观测和研究工作. E-mail: 877633711@qq.com.

级地震及湟源地震台周边构造分布图。湟源地震台水氡观测项目于1982年5月投入观测,观测仪器为FD-105K静电计。1997年11月一期改造升级为FD-125氡钍分析仪,2011年更换新FD-125氡钍分析仪,并将FH-463A定标器升级为BHC-336定标器。2015年由中国地震局资助的监测、预测、科研三结合课题“模拟水氡观测自动脱气装置研制”项目(陈永花等,2015)研发的CYH-2型自动脱气仪于2015年6月正式投入使用。湟源地震台水氡观测数据连续、可靠,在2010年全国水氡资料评比中荣获第三名。

2 水氡测值异常分析

据中国地震台网中心正式测定,2016年1月21日1时13分13秒在青海省海北藏族自治州门源县(37.68°N , 101.62°E)发生6.4级地震,震源深度10 km,地震震中位于冷龙岭断裂附近(图1)。青海省地震局湟源地震台距震中约111 km,湟源地震台CTS-1E甚宽频带地震计记录到该地震初至波的时间为1时13分31.8秒。

由于湟源地震台水氡观测水点地处偏僻山村,所以基本无环境干扰,除在雨季有流量增大,影响氡值降低的现象外,基本无其他干扰。经过30多年的发展,已积累了丰富的水氡观测数据,并多次对应地震异常。在1990年共和7.0级地震前湟源水氡出现了长趋势性异常,1986年门源6.6级地震、1994年共和6.0级、5.7级余震、2000年的兴海6.6级等地震前也有一定异常反应,为多次地震预报提

供了有意义的依据(杜鹃等,2012)。

1997年1月,湟源水氡出现了下降变化,随后变化幅度变大,似乎出现年变现象,西宁水氡也呈现出不太明显的年变状态。纵观数据变化与地震的对应关系,在多次地震前后,这2个台的水氡都有或明显或微弱的数值异常变化。杜鹃等(2012)分析研究认为西宁水氡、湟源水氡的变化对应的地震主要分布在($35^{\circ}\sim 38.5^{\circ}\text{N}$, $99^{\circ}\sim 104^{\circ}\text{E}$)范围内,且震中距越近异常表现的相对越明显。

湟源地震台CYH-2型自动脱气仪于2015年6月正式投入使用后,鼓泡时间及速度得到有效控制,完全排除了鼓泡环节的人为干扰,因此,水氡观测值准确可靠。图2是2015年8月1日至2016年3月24日湟源地震台水氡日测值图。由于观测人员经验不足,2015年11月23日至12月13日在选取水氡观测样品时识别不出采样的扩散瓶是否有漏气现象,此时段水氡值不稳定,且突高突低,故该时段数据不作为参考。2016年1月10~30日水氡值出现低异常变化,逐一分析各因素之间关系、影响及产生的变化,排查各方面因素,未发现其他任何干扰,确认此时段为震前异常变化。2016年1月10日开始,水氡值突然出现异常下降趋势,24日下降至自2015年1月1日以来的最低值(69.4 Bq/L),之后开始回升,30日回升至 73.0 Bq/L 。本次门源地震发生在水氡值下降过程中,震前10天水氡值出现下降趋势,震后持续下降3天后开始回升,至30日恢复相对正常水平,地震前后水氡异常反应为21天,水氡值显示出了下降—地震—继续下降—回升—恢复的短临异常特征。

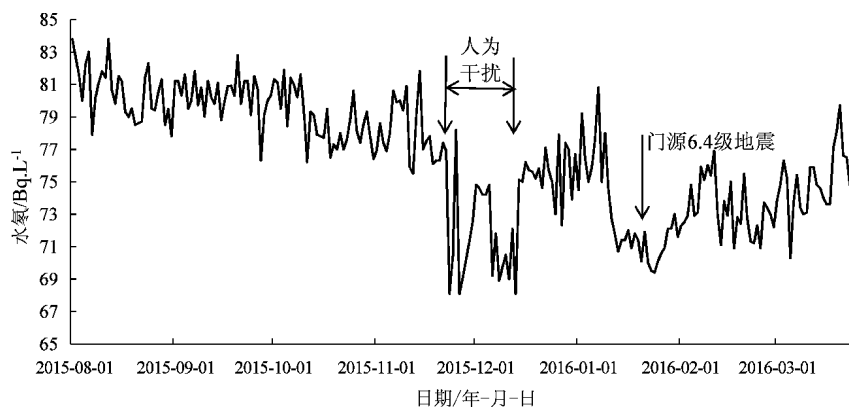


图2 2015年8月1日~2016年3月24日湟源地震台水氡日测值曲线图

Fig. 2 Daily value chart of water radon recorded by Huangyuan Seismic Station from Aug. 1, 2015 to Mar. 24, 2016

3 水氡异常可靠性分析

模拟水氡观测值同采样的时间、位置、体积、观测室条件（温度、湿度）、闪烁室及观测仪器性能、鼓泡时间和速度、静置时间、气温、气压、流量、降雨、地壳的应力应变、断裂活动、水点的水文地质条件、周边环境等密切相关。因此，

在《地震水文地球化学观测技术规范》（以下简称《规范》）中（国家地震局，1985），对采样的时间、位置、体积、观测室条件（温度、湿度）、闪烁室 K 值的标定、观测仪器性能、鼓泡时间及速度、静置时间作了严格的规定，还制定了一系列评比标准，目前这些影响因素基本上得到有效控制。其他如气温、气压、降雨常是造成水氡测值年动态的主要因素（廖丽霞，2008）。

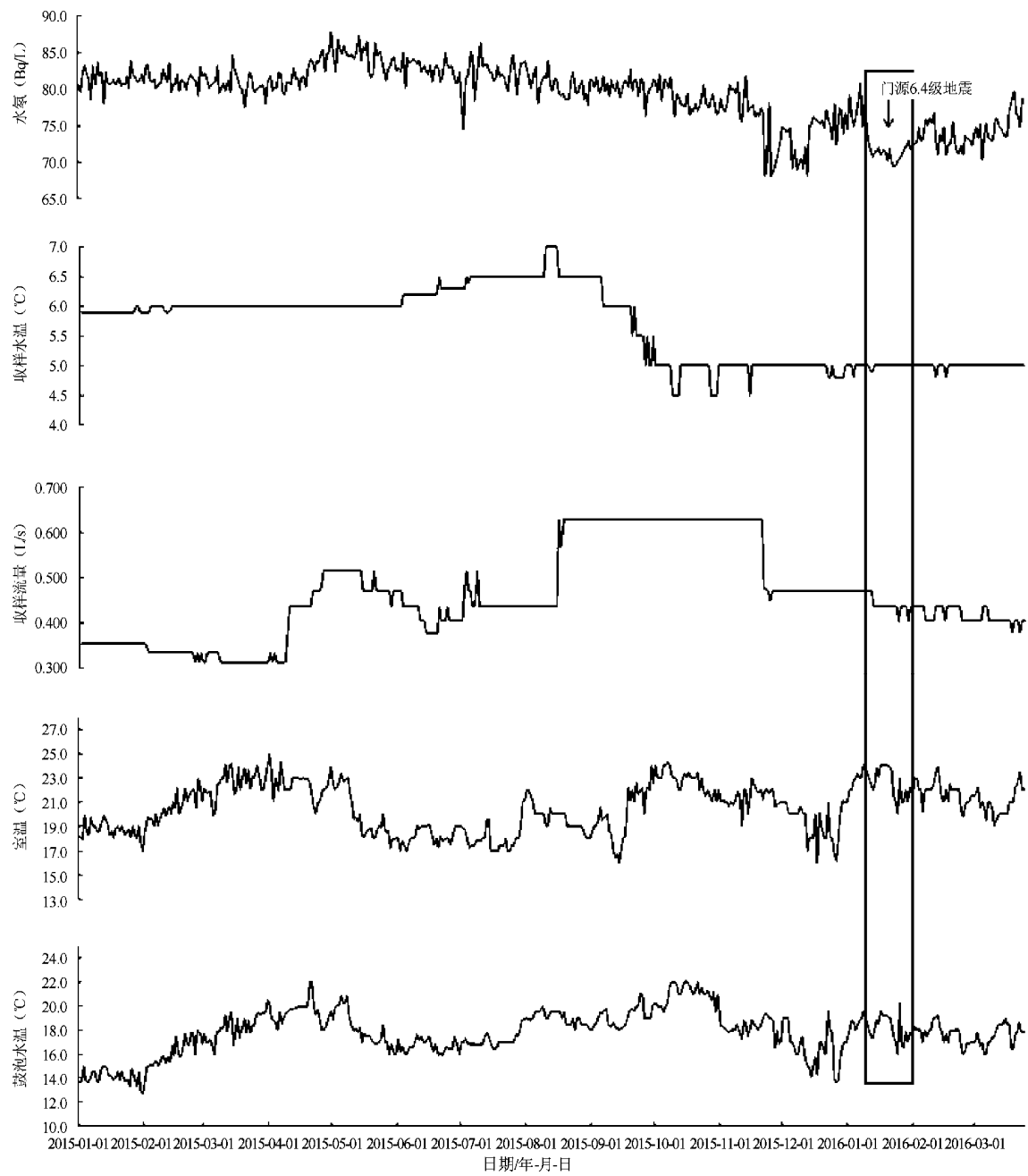


图3 2015年1月1日~2016年3月24日湟源地震台水氡及各辅助测项目测值图
Fig. 3 Daily value chart of water radon and each auxiliary observation test item recorded by Huangyuan Seismic Station from Aug. 1, 2015 to Mar. 24, 2016

按照《规范》对湟源地震台水氡测值及采样的时间、位置、体积、观测室条件（温度、湿度）、闪烁室及观测仪器性能、鼓泡时间和速度、静置时间、气温、气压、流量、降雨、地壳的应力应变、断裂活动、水点的水文地质条件、周边环境等各辅助测项及水氡观测过程进行干扰排查。排查结果为：观测水点周边环境、水文地质条件等均未改变；2016年1月10~30日采样的时间、位置、体积均符合《规范》要求；采样时的气温、气压、流量、降雨及水点的水文地质条件、周边环境等未发现异常；采用的样品无漏气现象；观测室条件（温度、湿度）符合《规范》要求；静置时间正常。2015年12月工作人员按《规范》要求对仪器进行季度检查，结果显示仪器工作正常，闪烁室及观测仪器性能稳定，工作状态正常；鼓泡是由每次鼓泡时间和速度保持一致的CYH-2型自动脱气仪自动完成，且工作状态稳定，无任何干扰。整个观测过程从采样、鼓泡、读数、计算等各个环节都是由观测经验丰富的老观测员专人负责。图3是2015年1月1日至2016年3月24日湟源地震台水氡及各辅助测项日测值图，图中方框部分为水氡值异常时段及异常时段相对应的辅助测项时段。从图中鼓泡水温、室温、取样流量、取样水温及氡值日测值曲线对比可以看出，2016年1月10~30日水氡值低异常时段相对应的各辅助测项没有大的变化。经过排查，2016年1月10~30日水氡观测值未发现任何干扰因素，故判定2016年1月10~30日水氡值低异常变化为地震前兆异常。

4 结论

2016年1月21日青海门源6.4级地震前后湟源地震台水氡值出现了下降—地震—继续下降—回升—恢复的短临异常特征。验证了湟源地震台

水氡观测资料对（35°~38.5°N，99°~104°E）范围内的地震有很好的映震能力（杜鹃等，2012），并且可以在地震预测、预报过程中起到重要的作用。

参考文献：

- 陈立德,付虹. 2003. 地震预报基础与实践[M]. 北京:地震出版社, 169,181.
- 陈永花,张超美,罗兵生等. 2015. 水氡模拟观测自动脱气装置研制及实验[J]. 高原地震,27(3):52-55.
- 杜广仁. 1994. 鹤壁井煤燃烧的水氡效应分析[J]. 地震,14(5):92-96.
- 杜鹃,屠泓为,苟智栋. 2012. 西宁、湟源台1986年以来印震特征分析与探讨[J]. 内陆地震,29(1):90-96.
- 国家地震局. 1985. 地震水文地球化学观测技术规范[M]. 北京:地震出版社,1,13.
- 国家地震局科技监测司. 1992. 水文地球化学地震前兆观测与预报[M]. 北京:地震出版社,243-245.
- 廖丽霞,廖春奇. 2002. 花岗岩层岩性与水文地球化学指标映震能力的探讨[J]. 华南地震,22(3):44-51.
- 廖丽霞. 2008. 模拟水氡异常判别[J]. 内陆地震,22(2):143-150.
- 毛玉平,万登堡. 2001. 2000年云南姚安6.5级地震[M]. 昆明:云南科技出版社,139,163.
- 吴秀峰,张清秀. 1996. 1994年台湾海峡南部7.3地震的地下流体前兆[J]. 地震,16(3):307-310.
- 许荣义,张远城,王华美. 1981. 测氡的干扰因素及排除[J]. 地震,1(4):16.
- 叶秀薇. 1998. 湾海峡7.3级地震前地下流体前兆异常[J]. 华南地震,18(3):35-40.
- 曾飞. 2001. 朱继承福建水氡网对台湾强震的异常响应[J]. 地震,21(1):103-106.
- 张建国,秦嘉政,乔森. 2004. 2001年云南永胜6.0级地震观测与研究[M]. 昆明:云南科技出版社,154-170.
- 张伟,史勇,张平等. 1992. 地下水中逸出氡的研究——水化地震前兆新项目探索[J]. 中国地震,15(1):18-25.
- 张伟,王吉易,鄂秀满等. 1988. 水文地球化学预报地震的原理与方法[M]. 北京:教育科学出版社.
- 张远城. 1981. 水氡双台比测质量检验[J]. 地震,1(6):38-40.
- 张肇诚. 1988. 中国震例[M]. 北京:地震出版社,1-135.
- 郑云贞,王吉易,张索欣. 1999. 大同地震水氧动态图像的前兆异常特征[J]. 地震,19(1):90-96.

Analysis of Characteristics of Water Radon Anomaly Recorded by Huangyuan Station before and after Qinghai Menyuan $M_s6.4$ Earthquake in 2016

ZHANG Chaomei¹, CHEN Yonghua¹, YU Wei²

(1. Huangyuan Seismic Station, Earthquake Administration of Qinghai Province, Huangyuan 812100, Qinghai, China)

(2. Earthquake Administration of Qinghai Province, Xining 810001, Qinghai, China)

Abstract

Based on the analysis of water radon anomaly variation recorded by Huangyuan Station before and after Qinghai Menyuan $M_s6.4$ earthquake on Jan. 21, 2016, we found that there appeared short impending anomaly in water radon data before and after the earthquake, such as decline – earthquake occurred – continue to decline – gone up again – recovery. Then we analyzed the reliability of water radon anomaly, and concluded that the low anomaly variation of water radon from Jan. 10 to Jan. 30 in 2016 was the precursor anomaly of Menyuan $M_s6.4$ earthquake, which could provide the reference for earthquake prediction.

Key words: Menyuan $M_s6.4$ earthquake; Huangyuan Station; water radon; abnormal characteristic