

莫佩婵, 文翔, 聂冠军, 等. 广西浦北寨圩水井变混异常核实与分析[J]. 华南地震, 2017, 37(3): 110–116. [MO Peichan, WEN Xiang, NIE Guanjun, et al. Investigation and Analysis of a Well Water Turbidity Abnormality in Zhaixu Town, Pubei County, Guangxi Zhuang Autonomous Region[J]. South China journal of seismology, 2017, 37(3): 110–116.]

广西浦北寨圩水井变混异常核实与分析

莫佩婵, 文翔, 聂冠军, 周斌

(广西壮族自治区地震局, 南宁 530022)

摘要: 2016年12月8日广西浦北县寨圩镇民用井出现井水变混异常, 鉴于1958年9月25日广西灵山 M_s 5.8级地震前该水井也出现过类似现象, 对此广西地震局高度重视, 12月8日派出工作组赶赴现场对异常调查核实。通过对该异常点进行实地勘察与调研, 取样分析井水水质、气体等指标, 并结合以异常点为中心开展的流动重力加密观测结果, 综合分析认为水井异常与围岩裂隙发育、大气降雨及火烧山林有关, 非地震前兆异常。此项工作成果可为今后地震异常核实提供借鉴与参考。

关键词: 井水浑浊; 水氢; 多组分气体; 流动重力; 异常核实

中图分类号: P315.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662 (2017) 03-0110-07

DOI: 10.13512/j.hndz.2017.03.016

Investigation and Analysis of a Well Water Turbidity Abnormality in Zhaixu Town, Pubei County, Guangxi Zhuang Autonomous Region

MO Peichan, WEN Xiang, NIE Guanjun, ZHOU Bin

(Guangxi Earthquake Agency, Nanning 530022, China)

Abstract: A civil well water suddenly became muddy in Zhaixu town, Pubei county, Guangxi Zhuang Autonomous Region on December 8th, 2016. As there had been similar phenomenon in the well before the Guangxi Lingshan M_s 5.8 earthquake in September 25th, 1958, the well abnormality also caused great concern. A working team had been sent to the scene to carry out investigation. Through the study of the field exploration and research of the abnormal points, sampling analysis such as well water, gas, water quality indexes, and combined with results of mobile gravity observation, the authors think the well abnormality may had related to fracture of surrounding rocks, atmospheric precipitation and forest fire, and was not seismic precursory

收稿日期: 2017-02-10

作者简介: 莫佩婵(1967–), 女, 工程师, 主要从事地下流体数据处理与分析工作。

E-mail: rose.mpc@163.com.

phenomenon. This work can provide reference for the future seismic anomaly verification.

Keywords: Well water turbidity; Water radon; Multicomponent gas; Mobile gravity observation; Abnormality investigation

0 前言

地下水上升、下降、变混、冒泡等宏观异常的出现,在一定程度上提供了构造活动、地壳应力应变、热力活动等地壳运动信息。但随着社会快速发展、人类活动频繁以及自然环境变化,对地震前兆观测和判断造成很大影响和干扰。目前,开展前兆异常调查落实、识别并排除非构造因素干扰,有效地捕捉地震前兆信息,已成为地震预报工作一个重要组成部分,对防震减灾、震情监视和短临跟踪工作具有十分重要的意义。

2016年12月8日广西浦北县寨圩镇水井出现井水宏观变混异常现象,鉴于1958年9月25日钦州市灵山县发生 M_s 5.8地震前该水井也曾出现混浊,对此广西地震局高度重视,12月8日派出工作组赶赴现场对异常调查核实。此次调查使用电子PH值计、多组份气体观测、水氡测试、区域流动重力加密观测等多种宏、微异常核实方法,为今后地下流体异常核实提供借鉴。

1 概况

1.1 水井异常

2016年12月8日浦北县寨圩镇竹较村委大务

村8队屋背岭半山坡的三口水井同时出现井水变混异常现象,三口水井占地面积约20 m²,相互间距1 m,呈三角形展布(图1a)。其中一口为方形老井,成井约50多年,其长2 m、宽1.5 m、深2.5 m;另两口为圆形井,成井约20余年,直径1 m,深1.8 m。经现场勘查,方形井离山体稍远,井水呈泥黄色;圆形井离山体稍近,井水呈棕褐色;三口井水均无异味及翻泡现象(图1b、1c、1d)。

1.2 地质地貌

异常水井所处的浦北县位于广西南部,钦州市东北部。浦北县地形地貌以丘陵为主,境内地势中部高,南、北低;全境出露晚二叠、早三叠纪的花岗岩岩体,又称浦北岩体,在其西部和北部,零星发育泥盆系和石炭系的灰岩、砂岩和砂泥岩,为浦北岩体的围岩。浦北县境内主要发育有北东向的防城-灵山断裂带、北西向巴马-博白断裂带和近南北向的浦北断裂(图2)。浦北岩体的分布走向主要受北东向的防城-灵山断裂带控制,同时浦北岩体被北西向的巴马-博白断裂带切割,沿巴马-博白断裂带的分支断裂形成一系列北西向的线性谷地^[1]。



图1 异常水井(图a为三口井位置全景,图b、c、d为各井内状况)

Fig.1 Abnormal Wells (figure a is the whole scene of three wells location, figure b, c, d are borehole conditions for the three wells)

2 现场核实

此次现场调查核实开展了第8队异常水井及其邻近第9队、10队水井的水样采集、气体测试、

环境及气象因素调查等工作(图 4)。在完成现场核实工作后，广西地震局继而开展了以异常点为中心，半径约 150 km 范围的区域流动重力加密观测，综合把握区域重力场调整变化状态，密切跟踪震情趋势。



图 4 第 8 队、第 9 队、第 10 队水井位置示意图

Fig.4 The locations of the wells belonging to team 8, 9 and 10

2.1 水质检测

大务村8队、9队、10队水井的位置依次位于山腰、山脚、山谷。从表 1 可知，所测水样 PH 值约 6.48~6.78，属于一般地表水正常酸碱度范围；井水氡值在 60~115 Bq/L 之间，结合前人研究成果表明^[4-5]，我国大部分井水氡含量相差很大，在几个至几千个 Bq/L 之间，对比可知大务村水井水氡

含量不高，应属于浅层地表水。而且，此次检测结果反映出水井位置越低，水氡值越高的现象；其中第 8 队方井和两个圆井高程相当，水氡值相近，约为 60~64 Bq/L，而位于山脚的第 9 队方井与位于山谷的第 10 队方井水氡值较高，分别为 72 Bq/L 与 115 Bq/L。结合地形初步分析认为：从山腰到谷地地表水聚集度愈来愈大，水温逐步升高，造成游离氡在其中的含量也愈来愈大。

表 1 水质检测结果

Table 1 Water quality test results

水样水质	第 8 队方井	第 8 队圆井(左)	第 8 队圆井(右)	第 9 队方井	第 10 队方井
水氡(Bq/L)	60	64	62	72	115
PH 值	6.78	6.48	6.48	6.78	6.76

2.2 气体检测

从大务村 8 队、9 队、10 队水井口收集到的

气体通过检测，各成份如表 2 所示。井口气体主要成份为 O₂，含有少量 CH₄，而 H₂S 与 H₂ 的含量甚微，说明各水井中不存在地壳深部气体逸出

表 2 气体检测结果
Table 2 Gas test results

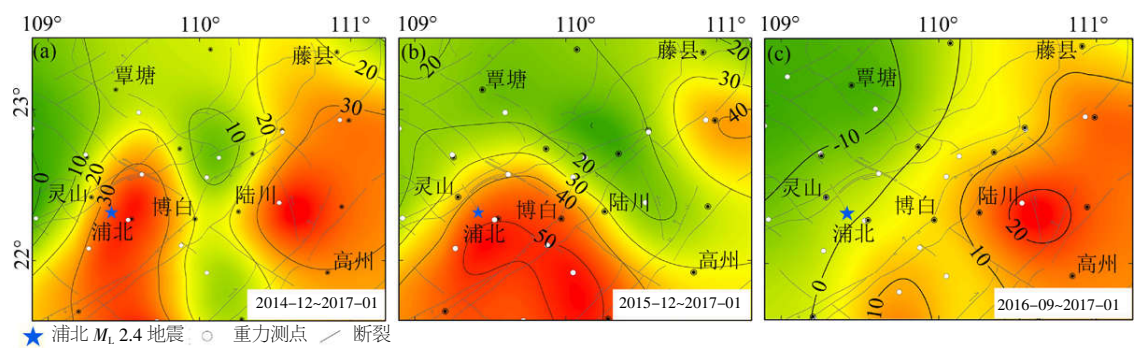
水样气体组份	第 8 队方井	第 8 队圆井(左)	第 8 队圆井(右)	第 9 队方井	第 10 队方井
CH ₄ (LEL)	4%	3%	3%	3%	4%
O ₂ (Vol%)	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9
H ₂ S(ppm)	0.9	1.0	0.7	0.9	0.9
H ₂ (ppm)	0	0	0	0	0

2.3 流动重力观测

此次流动重力加密观测以异常点为中心，半径约 150 km 区域范围，观测采用两台高精度 CG-5 型重力仪，于 2017 年 1 月完成观测任务。资料平差考虑到测网内北海、梧州绝对重力点点位稳定，外界干扰影响小，且有高精度绝对观测值，有利于提取监测区域内可靠的重力变化信息，因此计算时采用北海、梧州绝对重力点为起算点的经典平差计算方法；平差处理之前进行了一次项、固体潮及零漂改正等处理，重力观测资料的点值平均精度在 $4.6\times10^{-8}\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 左右，反映本文使用的观

测资料及其处理结果可靠。

为分析研究区较长时段的区域重力场累积变化特征，本文以 2017 年 1 月广西网观测资料为时间基准，分别绘制各测期相对基准的区域重力场累积变化动态图像，分析图 5 表明：浦北地区以西在 2014-12~2017-01 及 2015-12~2017-01 期间，沿北东向防城-灵山断裂带附近出现一定的重力变化梯度带，重力变化差异约 $+40\times10^{-8}\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ，但变化范围小；而且较短时段的 2016-09~2017-01 重力差分变化较缓，综合分析认为浦北地区重力变化平稳。



(a) 2014-12~2017-01; (b) 2015-12~2017-01; (c) 2016-09~2017-01
图 5 浦北周边地区不同时段的重力场差分动态变化图像(单位: $10^{-8}\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)

Fig.5 Differential dynamic change images of gravity field at different times of the Pubei Region and its surrounding areas

2.4 环境因素

此次水井异常点位于寨圩镇竹较村委大务村，该村位于防城-灵山断裂带上，此外附近还发育一条约 4 km 的北西向小断裂(可能为巴马-博白断裂的次级断裂)，异常点正好处于两条断裂的交汇处(图 6a)，水井周边出露深灰色灰岩，破碎角砾胶结明显(图 6c)。大务村整体呈东西向分布，其南侧为花岗岩矮山，防城-灵山断裂沿山脚线发育；其北侧为线性谷地，该谷地东高西低，水源充沛，形成自东向西流淌的水系。异常水井位于该村南侧矮山的一处北西走向的山坳中，通过走访调查，发现异常点周围裂隙发育，其补给水源主要来自

花岗岩矮山上的渗流水，以及周围的地下水，两者汇集在山坳的水井处，然后流向大务村北侧的谷地。通过周边 2 km 范围环境调查未发现大型工程、爆破、打井、注水等人为活动。但值得注意的是，异常点后背山顶成片林木多有焦黑迹象，而中、底部植被仍为翠绿(图 6b)。据村民反映，该山头 12 月 5 日发生大火，6 日凌晨山火被扑灭，12 月 8 日起井水变混。

2.5 气象因素

浦北县气象局提供的资料显示 2016 年以来浦

北县平均降雨量处于正常年变范围，10 月、11 月与 12 月降雨量均偏少。但 2016 年 7~11 月寨圩镇每月降雨量均比浦北县月平均降雨量大 70~90 mm

(表 3)，表明寨圩镇出现水井异常与村道路基塌陷之前降雨明显偏高，井水异常受雨水冲刷山体影响的可能性较大。



图 6 浦北县寨圩镇竹较村委大务村周边环境概况

Fig.6 Environment profiles of the Dawu village, Zhaixu town, Pubei county, Guangxi Zhuang Autonomous Region

表 3 2016 年浦北县及寨圩镇降雨量一览表

Table 3 List of rainfall of Zhaixu town and Pubei county in 2016

时间/月	浦北县平均雨量/mm	寨圩镇雨量 /mm
1	240.5	110.2
2	18.5	10.2
3	71.5	110.5
4	132.5	106.7
5	258.3	222.5
6	162.9	220.6
7	268.2	340.6
8	325.0	413.4
9	154.7	226.2
10	89.2	232.5
11	145.2	204.8
12 月 20 日前	1.2	3.7

3 结语

依据浦北县寨圩镇大务村周围水文地质、自然环境勘查及异常点周边多个水井水化学检测结果，结合浦北地区重力近期变化情况，综合分析认为：浦北县寨圩镇竹较村大务村委第 8 队地处防城-灵山断裂带与巴马-博白断裂带次级断裂交汇部位，围岩裂隙发育，地表水汇集度较大，异常水井水源来自于浅层地表水；水井变混之前几个月，寨圩镇一直有明显的降雨，加之 12 月 5 日水井后背山体顶部大范围的林木又遭遇大火焚烧，在一定程度上破坏了山体原有的水土平衡，导致水井补给水源遭到泥土的侵入。异常水井所处位置较第 9 队、10 队水井更接近烧焦的山林，水井后背山体陡峭、土质松软，围岩裂隙也更为发育，从而使其出现了井水混浊现象。由于该异常点所

处区域位于 1936 年 4 月 1 日广西灵山 $M_s 6\frac{3}{4}$ 地震与 1958 年 9 月 25 日灵山 $M_s 5.8$ 地震震中附近，存在发生中强地震的构造条件与历史背景，建议钦州市地震局将该异常点及其邻近水井列入该市宏观异常观测网络，加强监控，如有异常，及时上报^[8-10]。

对于判定流体的深、浅部补给源研究，主要涉及物理和化学两种手段。物理手段如用数值方法分析大气降水和自然环境对井水位的影响^[6]、通过 GPS 观测揭示区域应力状态分析井水位异常与区域构造活动的关系等^[7]。而化学手段能够给出地下水性质的实际观测值，定量地指示流体的来源和经历的地质过程。其中水氦作为一种放射性元素，其化学性质稳定，主要赋贮于地壳深部的热液或岩石中，水体中氦的分析方法采样方便、测试简单，能有效地了解水源的补给情况； H_2 是断层剧烈活动“水-岩”反应的直接产品，其浓度与地震活动有密切关系，多组分气体的检测简单易行、直接有效。此次水井异常核实采用水氦、多组分气体对比分析(化学手段)与流动重力网络观测(物理手段)相结合方法，从点至面对异常系统分析，其异常核实过程、研究依据，可作为核实工作的一个实例，对今后异常核实措施、异常性质判别提供借鉴与参考。

致谢：本文的异常核实工作得到了钦州市地震局、浦北县地震局及寨圩镇人民政府的大力支持，在此一并致谢。

参考文献：

[1] 游象照. 广西地震活动与地震地质特征[J]. 广西地质，

- 1988, 4(1): 63-73.
- [2] 龚永俭, 陈 嵩, 程立康, 等. 宝坻新台井水位对地下水开采的响应特征及机理探讨[J]. 华南地震, 2015, 35(2): 1-9.
- [3] 解晓静. 海南省井水位的数字化观测在地震前兆监测中的效能[J]. 华南地震, 2015, 35(2): 28-36.
- [4] 张炜, 史勇, 张平. 地下水中逸出气氮的研究-水化地震前兆新项目探索[J]. 中国地震, 1992, 7(3): 18-24.
- [5] 杜学杉, 张新基, 张慧. 中国大陆地震水氡短临异常的空间特征研究[J]. 地震学报, 1996, 17(8): 358-364.
- [6] 车用太, 鱼金子, 张大雄. 降雨对深井水位动态的影响[J]. 地震, 1993, 12(4): 8-15.
- [7] 付虹, 邬成栋, 赵小艳, 等. 云南开远井水位异常分析[J]. 地震学报, 2014, 36(2): 292-298.
- [8] 解晓静, 李 盛, 卢启明, 等. 海南琼海加积井水位受万泉河水位的影响特征及震例分析[J]. 华南地震, 2015, 35(3): 25-33.
- [9] 秦双龙, 刘水莲, 廖丽霞, 等. 福州连江江南井水位水温同震响应变化特征及机理探讨[J]. 华南地震, 2016, 36(4): 50-57.
- [10] 王玥琪, 杨立明. 维尼迪科夫调和解析对大甸子井水位潮汐因子和相位的气象影响研究[J]. 地震工程学报, 2015, 37(1): 255-259.