

王 俊, 王行舟, 陶月潮, 等. 泾县凤村井水位异常与地震关系分析[J]. 华南地震, 2014, 34(3): 115–119. [WANG Jun, WANG Xingzhou, TAO Yuechao, et al. Analysis on the Relation Between Water Level Abnormality and Earthquake in Fengcun, Jingxian [J]. South china journal of seismology, 2014, 34(3): 115–119.]

泾县凤村井水位异常与地震关系分析

王 俊¹, 王行舟¹, 陶月潮¹, 刘庆国², 杨源源¹

(1. 安徽省地震局, 合肥 230031; 2. 宣城市地震局, 安徽 宣城 242099)

摘要: 系统分析和整理了安徽泾县凤村井水位在(超远)距离强震前出现的异常变化及其特征。映震分析结果显示: 该井对远大震响应较为灵敏, 尤其是东南沿海、西太平洋、南太平洋的大震活动。希望研究结果有利于泾县凤村井后续水位异常的判别, 增强其预测能力。

关键词: 井水位; 远大震; 异常识别; 映震

中图分类号: P332.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2014) 03-0115-05

DOI: 10.13512/j.hndz.2014.03.019

Analysis on the Relation Between Water Level Abnormality and Earthquake in Fengcun, Jingxian

WANG Jun¹, WANG Xingzhou¹, TAO Yuechao¹, LIU Qingguo², YANG Yuanyuan¹

(1. *Earthquake Administration of Anhui Province, Hefei 230031, China;*

2. *Earthquake Administration of Xuancheng City, Xuancheng 242099, China*)

Abstract: In this paper, the groundwater anomalies and their characteristics of Fengcun well in Jingxian, Anhui, before strong earthquake occurred in far (ultra-far) places are systematically arranged and analyzed. The results show that the well with high precision and sensitivity about far earthquake, especially strong earthquake activity along the southeast coast, the Western Pacific, the South Pacific. Through this study, it will be helpful to distinguish the anomalies of the subsurface fluids in Jingxian Fengcun well, and improve the prediction ability to earthquake.

Key words: Well water level; Far and strong earthquake; Anomaly identification; Reflecting earthquake

0 引言

地下水是地壳介质中最活跃的组分之一, 广布于地壳深部介质中, 并具有流动性与难压缩性

特征, 当形成一个封闭条件的承压含水层系统时, 它能灵敏地反映岩体微小的应力应变状态变化, 这已被许多观测事实所证明^[1-4]。而关于井水位的超远强震异常, 80年代中期首先在我国地震地下

投稿日期: 2014-02-10

基金项目: 地震科技星火计划(XH14026)

作者简介: 王 俊 (1984-), 男, 助理工程师, 硕士, 主要从事地震地下流体和地震综合预报方法等研究工作。

E-mail: renshi1314@126.com.

水位动态观测井网中被发现并陆续有报导^[5-8]。基于地下流体动态是地壳应力应变状态的一种指示器^[1], 本文系统分析了 2008 年 6 月至 2013 年 12 月时间段内泾县凤村井水位出现的异常特征, 就该井水位异常和远震的对应关系进行了探讨, 进而总结了该井水位异常的映震规律或特征, 以希揭示地震孕育与发生的某些规律^[9], 也为今后分析该井异常变化提供借鉴和为其周边及附近地区未来地震预测提供帮助。

1 概述

1.1 区域地震地质背景

通过对历史地震统计分析显示: 以泾县凤村井为中心, 100 km 范围内, 有两大潜在震源区。一是泾县潜在震源区, 该区域为决定区域。该井坐落于该区, 区内主要构造为北东向的石台-宣城断裂带及近东西向的江南断裂, 1743 年泾县 M_s 5.0 级地震可能是这两条断裂共同活动的结果; 二是溧阳潜在震源区, 该区域为影响区域。位于南渡-金坛地堑内, 区内有 NNE-NE 向茅山断裂、南渡-金坛断裂和 NW 向南京-自来桥断裂、芳山-老虎山断裂相交。该区域于 1974 年、1979 年分别发生过 M_s 5.5 级和 M_s 6.0 级地震, 表明该地区具有发生强震的构造背景。

1.2 井孔概况及周围环境

泾县凤村井完钻井深 371.51 m, 观测含水层岩性为中生代燕山期花岗闪长岩的破碎带, 套管深约 2.24 m, 地下水为承压自流型。2007 年 12 月对井孔进行改造, 改造结束后于 2008 年 6 月 1 日重新启用, 结果显示其观测效能进一步增强, 受气压、降雨等气象因素影响较小。

2 水位动态变化特征

2.1 正常动态

泾县凤村井为模拟的动水位观测井, 目前水位埋深约 +3.9m, 日变幅约为 3~10 mm, 年变幅约 11~73 mm(图 1)。多年水位观测资料表明: 该井水位动态与大气降雨、地表水体等因素无直接联系。在原始水位记录图纸上, 该井水位表现出日变形态和清晰的固体潮变化。水位日变形态对非震兆力(如气压效应、降水效应等)的应变显示能力弱。

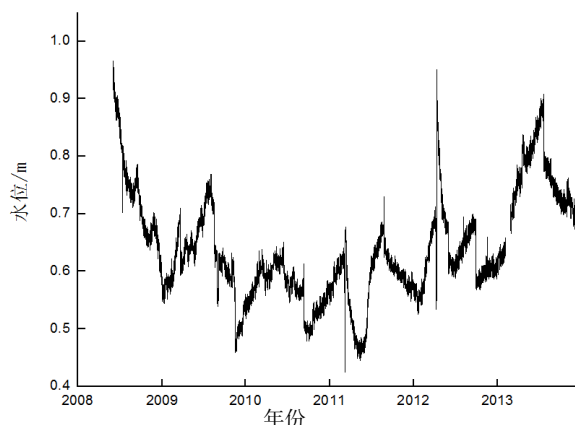


图 1 泾县凤村井水位时间曲线

Fig.1 The time curve of Fengcun well water level in Jingxian

2.2 异常形态

在正常动态变化情形下, 水位有时会出现大幅度的突降、突升等异常变化, 若以水位在 3 个月内变幅大于 3 cm 为统计标准, 2008 年 6 月 1 日至 2013 年 12 月 31 日共有 17 次突降、突升等异常变化, 其中有 15 次异常后, 东南沿海或日本海域等区域会出现强震。但异常与地震并不是严格地一一对应关系, 有时是一次异常对应一组地震(图 2、表 1)。

原始记录图纸显示, 该井水位异常形态主要有以下几种: ① 阶变型, 即水位的突升突降是在短时间内完成的, 有时阶变在一个较短的时间段内连续出现, 形成阶变组; ② 水位固体潮“畸变”; ③ 脉冲-方波-震荡型; ④ 震后效应, 即地震发生后, 水位出现突升或突降变化, 若地震震中较近的则偏离原水位变化趋势(图 3); 若地震震中较远的则会恢复原水位变化趋势(图 4)。此外, 该井水位在震前异常特征变现为, 以水位大幅度下降的负异常为主, 占异常次数总比例的 80%(表

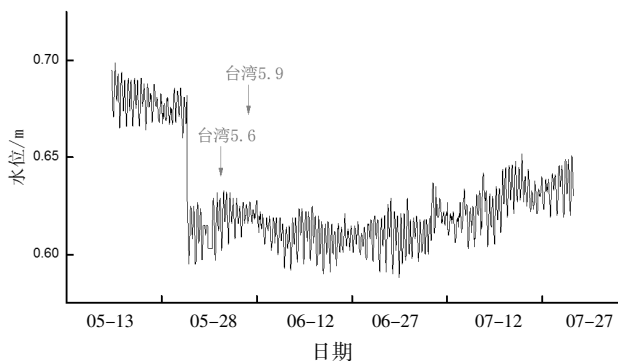


图 2 泾县凤村井水位时间曲线(2012-05-10~2012-07-31)

Fig.2 The time curve of Fengcun well water in Jingxian (2012-05-10~2012-07-31)

表 1 泾县凤村井水位异常与地震对应关系

Table 1 The correspondence between water level abnormality of Fengcun well and earthquakes in Jingxian

序号	地震事件/ M_s	异常起始时间/ 月-日 时:分	异常结束 时间/年-月-日	异常开始时间 至发震时差/h	异常形态	最大幅度/ cm	井距/ km
1	2008-07-19 日本 7.3	07-19 10:15	/	0.4	缓降-突降-恢复	14.1	2 339
2	2009-08-05 琉球群岛 6.2	08-05 05:15	/	3	突降	5.4	979
3	2009-08-16 印尼 7.1	08-16	/	5	突降	14.4	3 790
4	2009-09-30 印尼 7.6	08-29 20:00	09-05	25	“U”型	5.2	3 842
5	2009-12-19 台湾花莲 6.7	11-16	2010-01-26	792	缓降-突降-恢复	9.1	820
6	2010-02-27 琉球群岛 7.3	02-21	02-28	144	缓降-突降-恢复	5.1	1 133
7	2010-04-07 印尼 7.8	04-01	04-09	144	缓降-突升-恢复	5.0	3 845
8	2010-04-14 玉树 7.1	04-09	04-19	120	缓降-突降-恢复	3.2	2 059
9	2010-05-09 印尼 7.4	05-01	05-10	192	缓降-突升-恢复	10.0	3 801
10	2010-10-25 印尼 7.3	09-11	12-10	1 056	突降	9.6	3 507
11	2010-12-22 小笠原群岛 7.4	12-14	12-31	192	突降	12.0	2 504
	2011-03-11 日本 9.0	03-05	03-14	144	“U”型	24.6	2 407
12	2012-04-09 台湾花莲 5.5	04-02 08:00	05-09	168	突降	13.0	816
	2012-04-11 印尼 8.6			216	突升	40.0	4 113
	2012-06-06 台湾台东 5.6			120			955
13	2012-06-08 台湾花莲 5.9	06-01	08-08 水位恢复	168	突降	8.7	777
	2012-06-10 台湾宜兰 5.9			216			826
14	2013-04-20 四川芦山 7.0	04-20 8:00	04-20 13:00	0.05	突升	5.8	1 450
15	2013-10-31 台湾花莲 6.7	10-31 20:00	11-01 05:00	0.05	突升	5.4	847

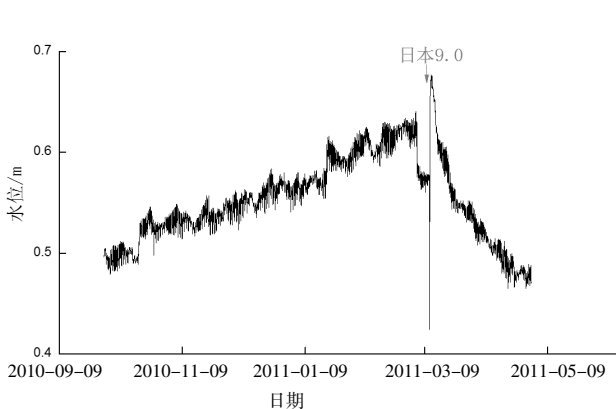


图 3 日本 9.0 级地震泾县凤村井水位震后效应曲线

Fig.3 The response curve of Fengcun well water level in Jingxian after the 9.0earthquake in Japan

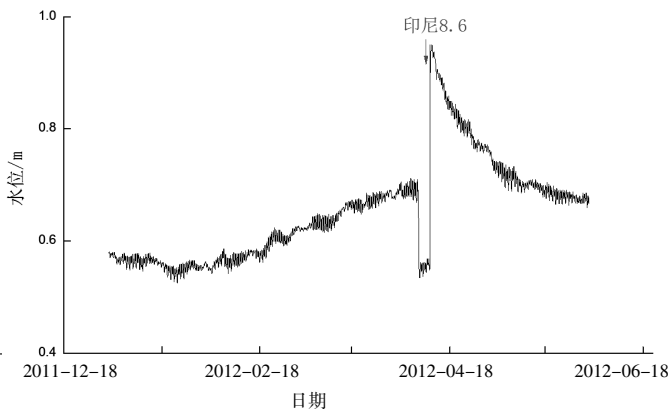


图 4 印尼 8.6 级地震泾县凤村井水位震后效应曲线

Fig.4 The response curve of Fengcun well water level in Jingxian after the 8.6 earthquake in Indonesia

1), 下降幅度 ≥ 3 cm, 震后几天至 3 个月内恢复至震前水平。

3 泾县凤村井水位映震特征分析

由表 1 可知, 该井水位异常与地震对应关系分析表明, 泾县凤村井水位异常的映震特征或规律主要有如下几个方面:

(1) 震前水位异常形态具有重复性。所谓“形态”是指水位变化曲线的外在表现, 异常形态的重复性是指它在多次地震前重复性或重现性^[9]。

表 1 中 15 次异常中的 19 个震例的统计分析

表明, 该井水位异常形态均属于“阶变”型异常。具体表现出三种映震类型: ① 突降(突升)-发震, 即: 水位突降(突升)后发震, 震后水位逐渐恢复到原值(图 5); ② “U”型, 即水位先突降, 后一直在低值波动, 一般持续 3~5 d 后水位突升至原水平, 随后发震(图 6); ③ 水位缓降-突(升)降-恢复-发震(图 7)。表 1 中, 11 次地震属于第一种类型, 2 次地震均属于第二种类型, 其余 6 次地震属于第三种类型。

(2) 异常时间具有集中性, 以短临异常为主。由表 1 可知, 对于多次地震前, 地下水异常主要

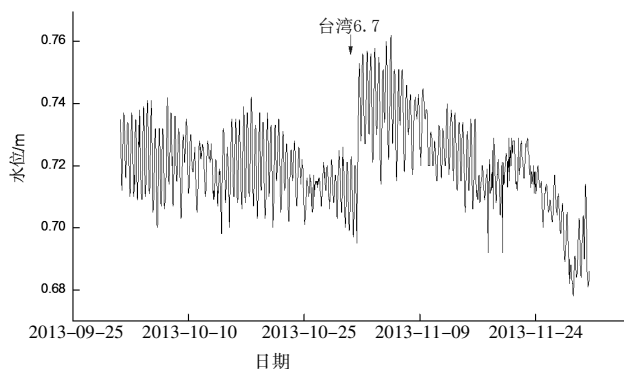


图5 台湾 6.7 级地震前后泾县凤村井水位时间曲线

Fig.5 The time curve of Fengcun well water level in Jingxian before and after the 6.7 earthquake in Taiwan

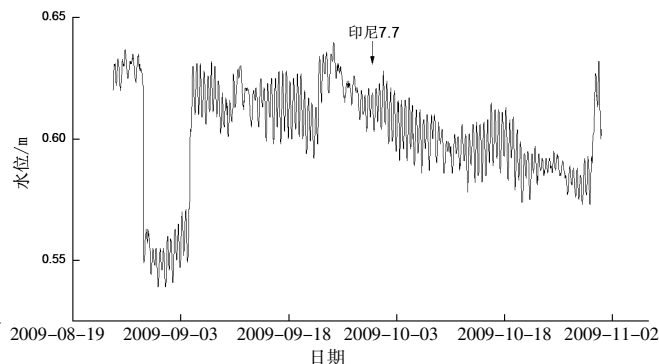


图6 印尼 7.7 级地震前后泾县凤村井水位时间曲线

Fig.6 The time curve of Fengcun well water level in Jingxian before and after the 7.7 earthquake in Indonesia

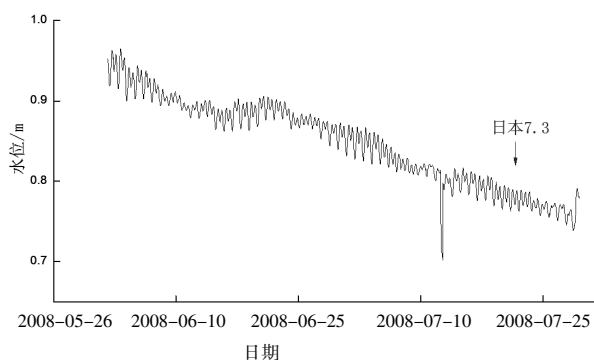


图7 日本 7.3 级地震前泾县凤村井水位时间曲线

Fig.7 The time curve of Fengcun well water level in Jingxian before the 7.3 earthquake in Japan

集中在短临阶段 (一般起始于震前几天至几个月)。从该井水位异常与地震关系资料统计结果显示, 异常开始时间至发震时差即异常超前时间最长为 3 个月 (如 2009 年台湾 M_s 6.7 级地震), 最短仅 1 天 (如 2009 年 9 月 30 日印尼 M_s 7.6 级, 2013 年 4 月 20 日四川芦山 M_s 7.0 级地震), 这进一步表明, 该井水位异常多为短临异常, 一般在水位异常出现

后 1 d 至 3 个月内发震。

(3) 水位异常幅度和震级、震中距三者之间关系来看, 水位异常变化幅度有随震级增高而增大, 随震中距增大而减小的趋势, 但构不成明显的定量关系, 只能定性加以描述。如 2008 年日本 M_s 7.3, 井震距 2 339 km, 异常幅度 14.1 cm, 2010 年小笠原群岛 M_s 7.4, 井震距 2 504 km, 异常幅度 12.0 cm, 2011 年日本 M_s 9.0, 井震距 2 407 km, 异常幅度 24.6 cm; 2009 年台湾 M_s 6.7, 井震距 820 km, 异常幅度 9.1 cm; 2012 年台湾 M_s 5.9, 井震距 777 km, 异常幅度 8.7 cm; 2013 年台湾 M_s 6.7 级地震, 井震距 847 km, 异常幅度为 5.4 cm。

(4) 通过本文研究表明, 泾县凤村井水位异常对应发震地点或区域较多为远场, 主要对应台湾及东南沿海, 西太平洋、南太平洋的扇形区域。19 次震例总结中, 有 7 次对应台湾及东南沿海的中强震, 10 次地震位于西太平洋、南太平洋的扇形区域内, 2 次为我国大陆西部 (图 8)。

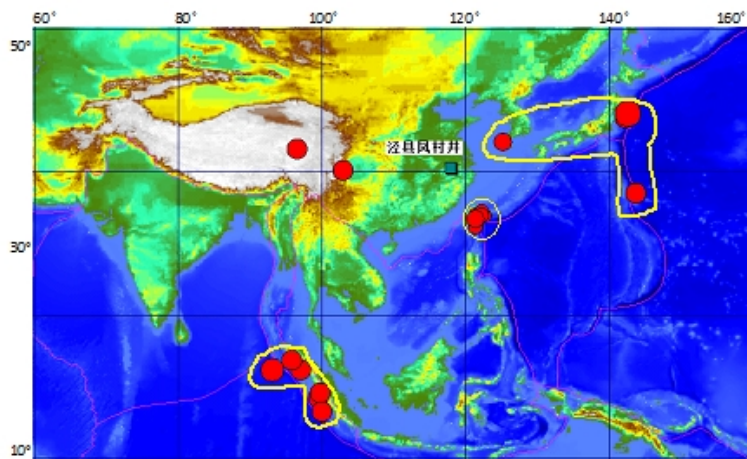


图8 泾县凤村井水位异常与对应地震空间分布图

Fig.8 The spatial distribution map of the abnormal level of Fengcun well water in Jingxian with the corresponding earthquakes

4 结论与讨论

(1) 综合分析表明,泾县凤村井水位异常多对应台湾及东南沿海、西太平洋、南太平洋的扇形区域。但作为单井单项预报地震,对发震时间的预报效果较好,而对地点与强度的预报,特别是地点常表现出难以区别近区中强等地震与远震的困难,这与马建英等^[9]的研究结果相一致。

(2) 震例分析表明,发生在不同地区、不同震级的地震,泾县凤村井水位异常特征以突降为主的阶变型,其次是突升,并与东南沿海中强地震有较好地对应关系,这可能与其所处的构造位置有很大关系,该井可能是反映区域应力场变化的一个“敏感点”,仍需要深入研究。就异常变化幅度而言,一般大于5 cm以上,其异常特征非常明显,在该井水位整点值曲线上能够很容易地分辨出来,这种特征将在今后分析处理该井水位日常观测数据与地震分析预测中发挥着重要作用。

(3) 本文的研究成果为今后该井水位异常现场核实、异常性质判别及异常信度判定提供参考依据。

参考文献:

- [1] 国家地震局预测预防司. 地下流体地震预报方法[M]. 北京:地震出版社,1997.
- [2] 王海涛. 静水位扰动异常与地震关系的分析[J]. 防灾科技学院学报,2011,13(3):36-38.
- [3] 兰双双,迟宝明. 汶川地震前地下水位固体潮加卸载响应比异常分析[J]. 地震研究,2011,34(3):271-277.
- [4] 杨从生. 再论句容16井水位对远大震的异常响应[J]. 国际地震动态,2012(6):281.
- [5] 车用太,鱼金子,杨会年. 试论地下水位震前异常的来源、机制与模式[J]. 地震,1988(4):1-8.
- [6] 汪成民,车用太,万迪昆,等. 地下水微动态研究[M]. 北京:地震出版社,1988.
- [7] 鱼金子,车用太,朱清钟,等. 北京太平庄井水的超远强震异常(远兆)研究[J]. 地震研究,1998,21(1):42-49.
- [8] 郭一新,毛纪英,万迪昆,等. 地下水微动态的远场效应初析[M]//国家地震局科技监测司编. 实用化攻关研究文集(水文水化专辑). 北京:地震出版社,1990.
- [9] 马建英,刘学领,杜宗和. 天津潘庄井水位异常与地震关系的分析[J]. 华北地震科学,2008,26(2):35-39.