

作林昌. 昆明市水位水温观测资料协调性特征分析[J]. 华南地震, 2017, 37(S1): 121–125. [ZUO Linchang. Analysis on Coordination Characteristics of Water Level and Water Temperature Observation Data in Kunming City[J]. South China journal of seismology, 2017, 37(S1): 121–125.]

昆明市水位水温观测资料协调性特征分析

作林昌

(昆明市地震分析预报中心, 昆明 650500)

摘要: 以 2004 年 12 月 26 日苏门答腊 8.7 级地震为例, 分别对昆明市部分水位水温进行了详细分析, 对影响观测质量的各种因素进行了剔除, 应用差分法、剩余曲线法等多种数学方法提取了强地震前的异常信息。结果显示, 昆明市部分水位、水温正常动态变化协调性特征存在同步同向变化, 同步反向变化, 无规律变化三类; 同震响应一般出现在大震发生或震后很短短时间内出现异常, 形态上表现为测值的突升或突降、阶变与震荡变化, 有些变化持续时间很短, 很快恢复到正常水平, 有些在新的水平下变化, 有些虽然有恢复的过程, 但无法恢复到正常水平。

关键词: 强震; 流体; 水位、水温; 协调性; 昆明

中图分类号: P315.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2017) S1-0121-05

DOI: 10.13512/j.hndz.2017.S1.019

Analysis on Coordination Characteristics of Water Level and Water Temperature Observation Data in Kunming City

ZUO Linchang

(Kunming Earthquake Disaster Mitigation Bureau, Kunming 650500, China)

Abstract: Taking the Sumatra M8.7 earthquake on December 26th as an example, the paper analyzes the water temperature and water levels in Kunming in detail. The paper eliminates the various factors affecting the quality of observation, and extracts the anomalous information before the strong earthquake by using the difference method, residual curve method and other mathematical methods. The results show that there are synchronous simultaneous change, synchronous reverse change, and irregular change existed in the coordination characteristics of the normal and dynamic changes of the water level and water temperature in Kunming. The coseismic response usually occurs in the event of a large earthquake or a short time after the earthquake with the morphological performance of sudden rise or fall, step change and shock change. Some changes have a very short duration and soon return to normal levels, while some changes in the new level have recovery process, but can not return to normal level.

Keywords: Strong earthquake; Fluid; Water level water temperature; Coordination; Kunming

收稿日期: 2017-07-30

作者简介: 作林昌(1984-), 男, 助理工程师, 主要从事地震监测预报工作。

E-mail: 345567966@qq.com.

0 引言

地震地下流体是指与地震孕育、发生和构造活动有直接联系的、赋予于地壳岩体空隙中的水、气、油等物质。大陆地下流体前兆的物理力学机制,主要是基于强震孕育的动力学原理,即在区域应力作用下,当地壳介质受到力的作用而发生形变破坏时,赋予于介质中的流体在动力作用、热力作用、化学作用下发生的动态变化。刘耀伟等^[1]认为,强震流体前兆主要表现在异常时间发展的阶段性、加速性和群体性等特征上。

昆明位于中国南北构造带南端的构造盆地,地质构造复杂,湖泊地貌分布广泛,地基软弱。昆明盆地在大地构造上位于扬子准地台康滇古陆隆起东缘,处于滇中经向构造体系与纬向构造体系的交汇部位,夹持于川滇经向构造的普渡河断裂带和小江断裂带之间。南北向构造为区内的主控构造,东西向构造次之,褶皱不发育,多被断裂破坏成断块状,各断块为倾向各异的单斜层,主要为石灰岩沉积地层^[1-2]。

本文对昆明市部分水位水温观测资料的前兆协调性特征进行分析,有效剔除干扰,对典型的地震异常信息特征进行了归纳,应用多种数学方法提取了强震前的异常信息,这对提高异常的信度具有重要的意义。

1 水位、水温正常动态变化协调性特征分类

水位、水温正常动态协调性变化特征的分类主要从形态特征出发,两者是否为同步变化,在同步变化的基础上,是同向变化还是反向变化或者成无规律状态。

同步性变化包括长趋势同步性变化和短期(1 年尺度内)同步性变化。长趋势同步性变化是指水位和水温在没有年变或者其中一个测项有年变而另一个测项无年变的背景下,多年的趋势保持同步变化;短期协调性变化是指水位和水温测值具有明显的年变并且年变发生变化,也就是年变谷峰值的出现是同步的,或者水位、水温的变化并没有明显的年变,但它们的波动变化是同步的。

通过对昆明市 8 口水位、水温数字化观测井清理,分析发现水位、水温有部分观测资料有同步同向变化,部分同步反向变化,部分为无规律变化。

1.1 同步同向协调性变化

同步同向变化是指水位、水温的变化不仅拐

点一致,并且变化方向也一致,如都为夏高冬低型、夏低冬高型变化以及波动方向一致或者长趋势都为上升或下降变化。昆明地区的水位、水温同步同向变化有富民、嵩明、西山三口深井。其中富民、嵩明井水温水位趋势同步,西山水温水位短期内同步同向,如图 1、表 1 所示。

1.2 同步反向协调性变化

同步反向协调性变化是指井孔水位、水温同步变化,但方向相反,也包括短期同步反向变化和趋势同步反向变化。短期同步反向变化一般为具有年变的两个测项,年变形态相反,如正弓形和反弓形变化,也就是 1 年尺度上的同步反方向变化,或者两者都无年变,但在长趋势变化不确定的前提下小的波动是相反变化,即不考虑它们之间长趋势变化关系。趋势同步反向变化是测项没有年变或没有明显的年变,但多年的长趋势变化上是同步相反的,一般为趋势上升与趋势下降,如图 2 所示。

1.3 无规律变化

在所统计的 8 口井中,有 1 口井水位和水温测值之间没有明显的协调性变化关系,主要表现在短期一个测项有明显的年变而另一个测项无明显的年变,即短期不存在协调性变化,或者说水位、水温测值都没有年变显示,多年的趋势变化通常为一测项为平稳变化,而另一测项表现为趋势上升或趋势下降变化,即不存在趋势性协调性变化,如图 3 所示。

2 水位、水温同震响应异常特征分析

地震的发生对地下流体动态的影响十分显著。人们对地震地下流体效应,尤其是对地下水的效应进行过深入的研究。地震地下流体效应有两种成因机制。一是由于地震波的传播引起的,地震波产生脉冲状应力作用于含水层而引起水、气的变化,含水层主要产生弹性变形。第二种是由于地震破裂传播(蠕动传播)及震后应力调整引起的,这种作用的影响时间较长,且有滞后性^[3-4]。

地下水位的震时和震后的变化,从形态上可分为两类,一类是急速的阶跃变化,这主要是近震(震中距小于 500 km)的井水位效应;有时某些灵敏井也能记录到远震的水位阶变。第二类是水位的振荡变化(又称为水震波),一般震中距大于 2 000 km 的井孔出现这种变化。

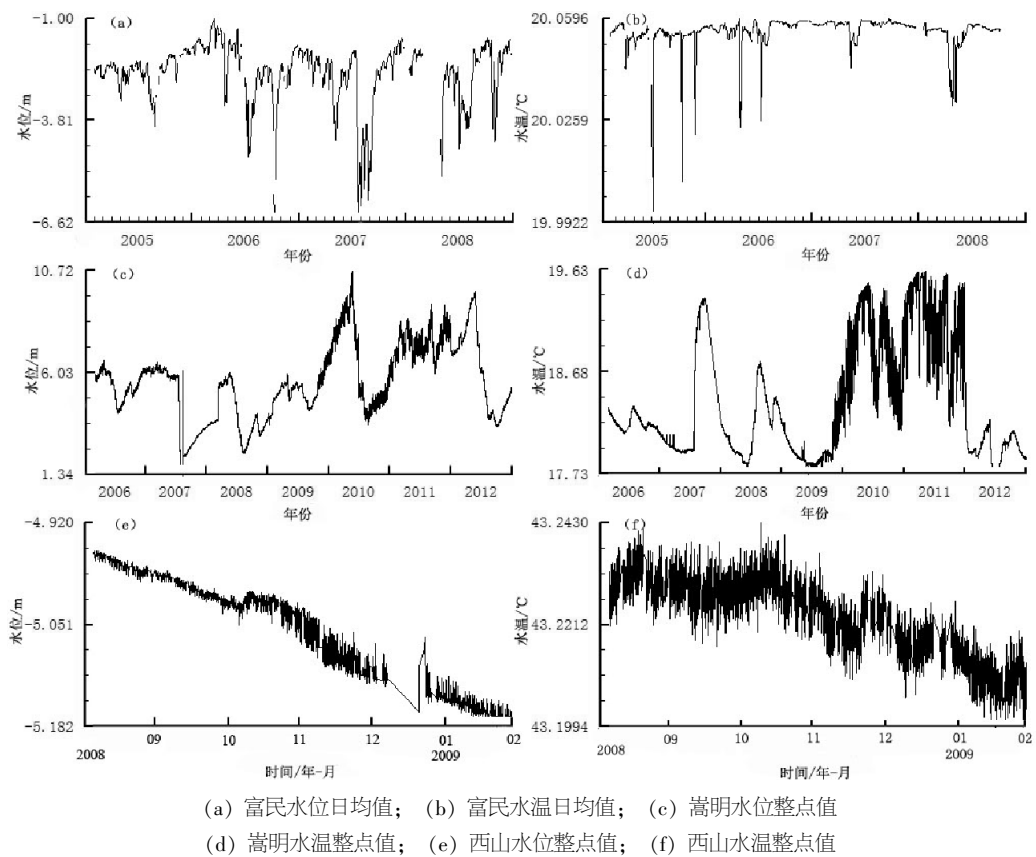


图 1 富民、嵩明井水温水位趋势同步，西山水温水位短期内同步同向变化图

Fig.1 Trend synchronization of water temperature and water well of Fumin, Songming well, synchronous change of water temperature and water level in the short term in Xishan

表 1 昆明水位、水温协调性变化深井统计表

Table 1 Statistics table of water level and water temperature coordination changes of deep wells in Kunming

深井	形态	类型	静水位
富民	无明显年变	长期趋势同步	静水位
东川	正弓型年变	无规律	静水位
禄劝	无年变	反向同步	静水位
小哨	无年变	反向同步	动水位
寻甸	无年变	无规律	动水位
石林	无年变	无规律	静水位
嵩明	有明显年变	长期趋势同步	静水位
西山	无年	短期同步同向	静水位

同震响应一般出现在大震发生或震后很短时间内，出现巨变异常，形态上表现为测值的突升或突降、阶变与震荡变化，有些变化持续时间很短，很快恢复到正常水平，有些在新的水平下变化，有些虽然有恢复的过程，但无法恢复到正常水平，这种采样周期为小时或更小的分钟观测测值表现得更为明显。以 2004 年 12 月 26 日苏门答腊 8.7 地震为例进行分析，由图分析可以得出，昆明市

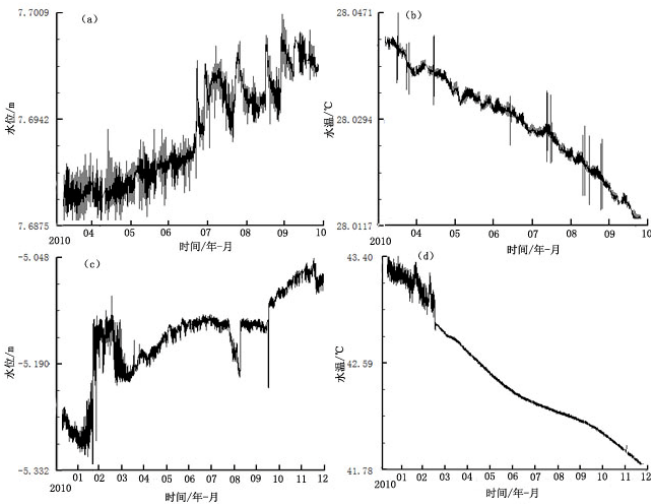


图 2 禄劝、官渡小哨水位水温出现同步反向协调性变化图

Fig.2 Synchronous reverse coordination change graph of water level and water temperature of Luquan, Xiaoshao well

数字化水位水温的同震响应形态几乎为突变变化，震荡型变化很少，如图 4、表 2 所示。

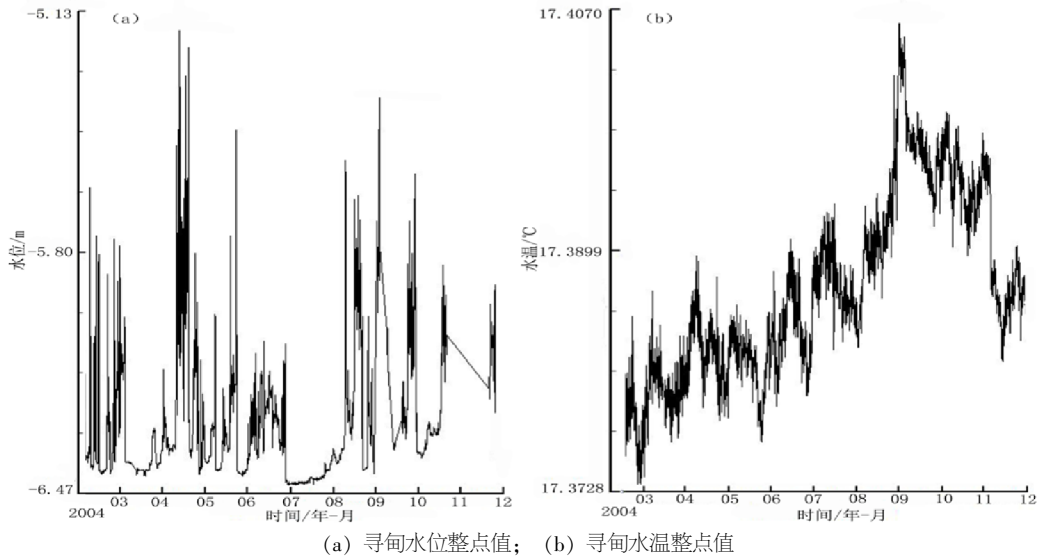


Fig.3 Irregular change map of water level and water temperature in Xundian

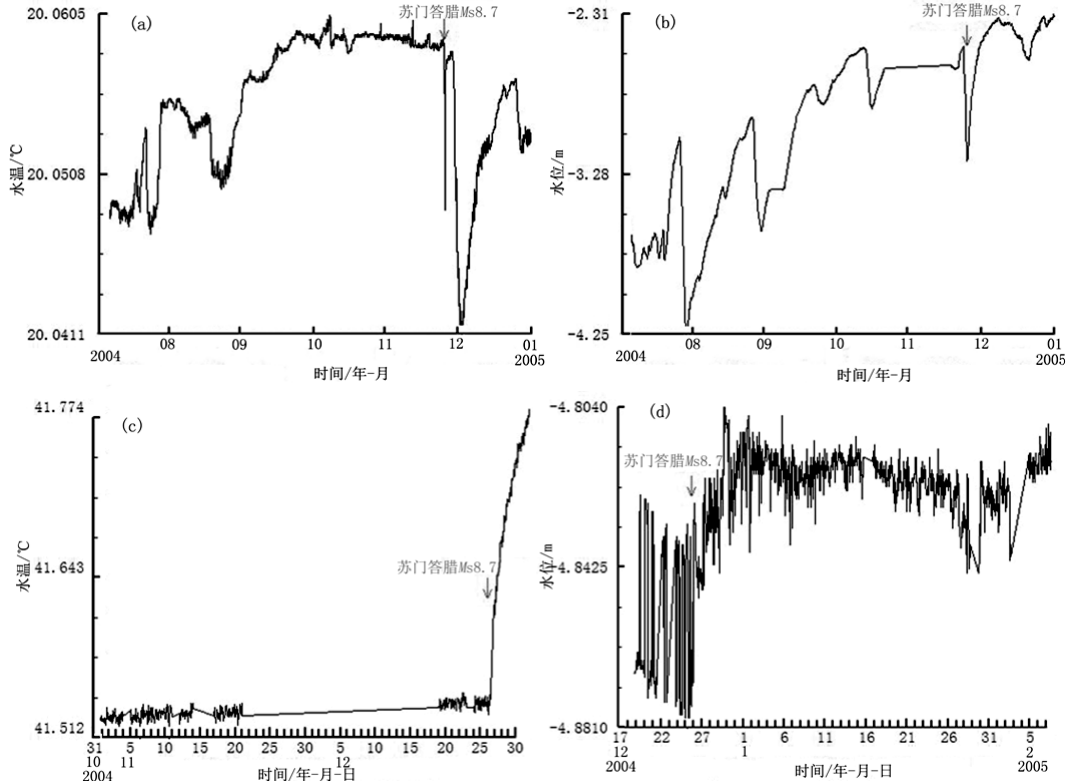


图 4 2004 年 12 月 26 日苏门答腊 8.7 级地震东川、嵩明、富民、小哨水温水位异常变化曲线图

Fig.4 Anomaly curve of water temperature and water level in Dongchuan, Songming, Fumin, Xiaoshao during Sumatra M8.7 earthquake on December 26th, 2004

表 2 昆明市部分观测井水温震后数据变化表

Table 2 Data change table of water temperature of some observation wells in Kunming after the earthquake						
台站	基数/(℃)	极值/(℃)	变化值/(℃)	极值出现时间	距发震时间/(h)	震后数据偏移
东川	27.222 0	27.208 7	0.013 3	27 日 22 时	37	高
嵩明	17.104 2	17.052 3	-0.051 9	26 日 18 时	9	低
富民	20.058 5	20.048 6	-0.009 9	26 日 12 时	3	低
小哨	41.538 1	41.664 3	0.125 9	27 日 21 时	36	高

2004 年 12 月 26 日苏门答腊 8.7 级地震后, 昆明市水温普遍出现同震或震后效应, 说明地温是能够记录到地震所引起的地温变化的。震前震后所引起的地温变化, 本质上是一样的, 正常情况下, 数字化地温变化值一般都在千分位变化, 而这次震后效应达到了百分位, 甚至十分位。我们认为, 如果能在平时正常地温变化值与此次地震同震或震后效应的变化值之间, 找到破坏性地震前地温的异常变化, 这种变化可能在百分点。

6 结语

(1) 昆明市部分水位、水温同震响应一般出现在大震发生或震后很短时间内出现异常, 形态上表现为测值的突升或突降、阶变与震荡变化, 有些变化持续时间很短, 很快恢复到正常水平, 有些在新的水平下变化, 有些虽然有恢复的过程, 但无法恢复到正常水平。

(2) 昆明市部分水位、水温正常动态变化协调性特征存在同步同向变化, 同步反向变化, 无规律变化三类。

(3) 水位震前异常的主要特征主要表现在趋势上升或下降, 或固体潮波动幅度增大使差分值增大; 水温的异常特征主要表现在震前上升或下降且幅度比正常动态大。

参考文献:

- [1] 刘耀伟, 陆明勇, 付虹, 等. 地下流体动态信息提取与强震预测技术研究[M]. 地震出版社, 2010.
- [2] 张旭东. 基于高密度速度分析的天然气水合物地震资料各向异性参数分析[J]. 华南地震, 2016, 36(2): 1-5.
- [3] 付虹, 郭成栋, 刘强, 等. 印尼巨大地震引起的云南水位异常记录及其意义[J]. 地震地质, 2007, 29(4): 873-882.
- [4] 杨竹转. 地震波引起的井水位水温同震变化及其机理研究[J]. 国际地震动态, 2012(11): 42-47.