

大甸子井水位的气压系数及其震前异常

丁风和¹, 赵铁锁¹, 尹占军¹, 王鑫¹,
魏建民¹, 查斯¹, 张延芹², 季芳²

(1. 内蒙古自治区地震局, 内蒙古自治区 呼和浩特 010051;

2. 赤峰市地震局, 内蒙古自治区 赤峰 024000)

摘要:对内蒙古赤峰大甸子井的水位和气压进行了相关性分析,得到了该井气压系数的背景值。还对内蒙古东部几次中强地震前该井水位气压系数的异常变化情况进行了分析。该井气压系数表现出的短期高、低值变化一定程度上反映了震前兆异常的变化特点。

关键词: 内蒙古; 大甸子井; 气压系数; 异常

中图分类号: P315.72⁺3

文献标识码: A

文章编号: 1000-0844(2007)02-0174-03

Barometric Pressure Coefficient of Water Level in Dadianzi Well and Its Anomalies before Some Earthquakes

DING Feng-he¹, ZHAO Tie-suo¹, YIN Zhan-jun¹, WANG Xin¹,
WEI Jian-min¹, CHA Si¹, ZHANG Yan-qing², JI Fang²

(1. Earthquake Administration of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot 010051, China;

2. Earthquake Administration of Chifeng, Inner Mongolia Autonomous Region Chifeng 024000 China)

Abstract: The relativity analysis between water level and barometric pressure in Dadianzi well, Chifeng city, Inner Mongolia, is done, and the Barometric pressure coefficient background value of this well is obtained. Meanwhile the varieties of the well's Barometric pressure coefficient before some moderate-strong earthquakes in the east of Inner Mongolia are analyzed, and the result shows that high value & low value variation of the coefficient reflects possibly characteristic of earthquake precursor.

Key words: Inner Mongolia; Dadianzi well; Barometric pressure coefficient; Anomaly

0 引言

承压井水位记录中含有许多方面的信息,如何从原始水位记录中排除各种干扰因素,如固体潮、降雨和气压变化等,提取出地层应力应变的变化过程信息是地震监测分析预报的一个重要问题。内蒙古赤峰大甸子水位观测井在日常运行过程中,也受到气压、固体潮和降雨等影响因素的干扰,尤其是气压的干扰影响最为显著(图1)。本文主要对大甸子井水位气压效应进行分析和研究,目的在于搞清气压对该井水位的干扰程度及其规律和排除气压干扰的方法,为分析预报提供科学依据。

1 大甸子井概况

大甸子地震监测井位于赤峰市敖汉旗大甸子乡,所处区域位于努鲁尔虎山脉东南缘北端,属低山丘地形,西北高、东南低。地质构造上属内蒙华力西晚期褶皱带,东西向赤峰—开原深大断裂从该区域穿过。井区位于敖汉复向斜与新华夏系老虎山—道尔登断裂的交叉复合部位,周围断裂、褶皱密集,是应力易于集中的地点。该区的水系多为季节性冲

收稿日期:2006-07-14

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划“强震监测预报技术研究”资助项目(2006BAC01B02-03-04)

作者简介:丁风和(1977-),男,宁夏吴忠人,硕士,主要从事地震分析预报与研究工作。

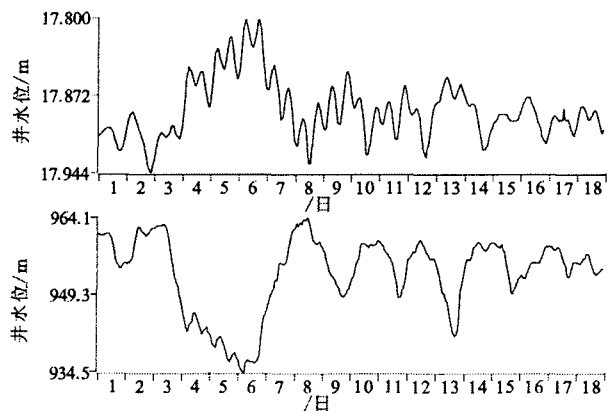


图 1 大甸子井 2005 年 4 月 1—18 日
水位和气压整点值图

Fig. 1 The water level and barometric pressure's hour values in Dadianzi well from April 1 to April 18, 2005.

沟。以佛爷山为界,东南坡有大凌河水系的上游黑城子河,北西坡发育着教来河水系。地下水补给来源多样,有努鲁尔虎山地的侧向补给,地表降水补给,还有教来河的远源补给等。由于受盆地较缓的影响,地下水径流长,排泄条件差。

该井深度 200.76 m;观测段在 57~116.0 m;主要岩性为石英砂岩及泥质板岩;井管为直径 200 mm 的套管;水位埋深 18.80 m 左右。周围无地下水的开采干扰。自 1991 年 9 月开始观测以来,仪器性能可靠,该井水位也比较稳定。

2 气压系数背景值的确定

2.1 相关性分析

大甸子井的气压观测从 1999 年开始,因此所选观测数据为 1999 年以来的水位和气压数据。为了获取气压系数(效率)的正常背景值,在数据的选取过程中尽量避免降雨及有地震活动的时段,这样水位动态曲线中主要包含着气压和固体潮两种干扰成分。在数据处理过程中为了尽量滤去固体潮的日变波形,达到压低固体潮日变动态对“水位与气压”相关分析的影响,采用水位和气压的日均值资料进行相关统计。在水位与气压回归模型选取上,发现一元回归模型更能直观地反映出水位和气压的线性关系:

$$w = kp + b \quad (1)$$

其中 w 为水位; k 为气压系数; p 为气压; b 为截距。

限于篇幅的原因,仅以 2000 年和 2005 年 2 月份水位与气压的关系为例(图 2)。可以看出,大甸子井的水位与气压间具有很强的线性关系。为了方便计算,把水位与气压、固体潮的二元回归简化为水

位与气压的一元回归。选取 1999、2000、2001、2005 和 2006 年每年 2 月份的水位和气压的日均值资料,分为 5 个时段进行水位与气压的一元相关性分析,具体结果见表 1。

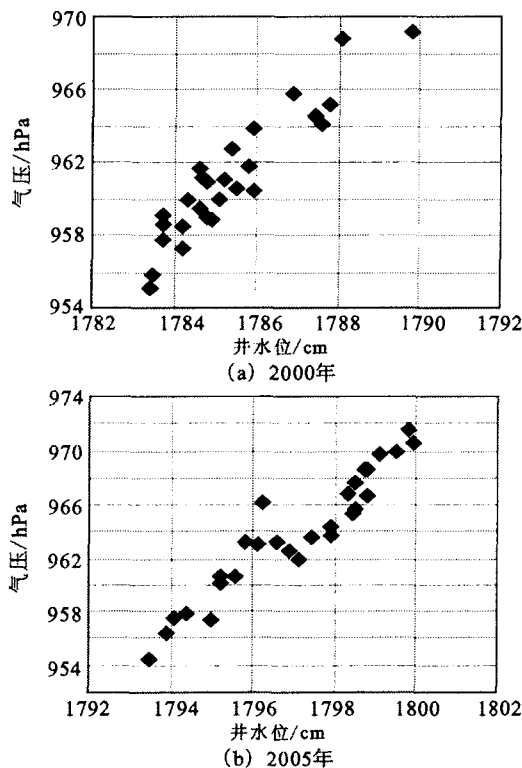


图 2 大甸子井 2 月份水位与气压关系图

Fig. 2 Relation between the water level and barometric in February in Dadianzi well.

通过表 1 可以看到,5 个时段内水位和气压的负相关系数分别是 0.944、0.933、0.885、0.950 和 0.988,相关系数均在 0.8 以上。在置信度为 95% 水平下对该模型进行检验发现,大甸子井水位和气压一元线性关系显著, t 检验和 F 检验所得统计量及伴随概率也通过。

2.2 气压系数的确定

能否准确地确定气压系数,决定着能否彻底地消除气压对水位动态的干扰。从表 1 第 6 列的回归方程可以看出,气压每变化 1 hPa 能引起 0.386 43 cm(5 个时段的均值)左右的水位变化量,所以该井的平均气压系数为 $-0.386\ 43\ \text{cm/hPa}$ (系数前的负号表示气压与水位的负相关关系)。

3 几次中强震前气压系数的特征分析

利用气压系数的背景值(气压系数视为常量)来扣除气压对水位的影响效果也比较好,但这一过程忽略了气压系数本身变动的特征。搞清气压系数的

表 1 2 月份水位和气压的相关性分析结果

时段	负相关系数	回归平方和	剩余平方和	正态分布	回归方程
1999 年 2 月	0.944	2.961 5	0.123 84	321.534 1	$w = 1447.31 + 0.36689p$
2000 年 2 月	0.933	3.021 0	0.164 52	324.654 4	$w = 1382.34 + 0.41936p$
2001 年 2 月	0.885	3.124 1	0.178 93	310.215 4	$w = 1426.65 + 0.37652p$
2005 年 2 月	0.950	3.018 3	0.174 4	346.102 1	$w = 1415.08 + 0.39627p$
2006 年 2 月	0.988	2.915 4	0.145 87	309.351 4	$w = 1412.89 + 0.37311p$

注: w 为水位(cm), p 为气压(hPa)。

动态变化特征对探索气压对水位影响的过程和物理机制具有十分重要的意义。

针对该井水位和气压资料,根据上述的一元线性模型,采用 1 日滑动的方法(式 2、3),得到了气压系数随时间变化曲线(图 3)。

$$\begin{cases} w_i = k_i p_i + b_i \\ w_{i+1} = k_i p_{i+1} + b_i \end{cases} \quad (2)$$

$$k_i = \frac{w_i - w_{i+1}}{p_i - p_{i+1}} \quad (3)$$

其中 w_i 为 i 时刻水位值; p_i 为 i 时刻气压值; k_i 为 i 时刻的气压系数。

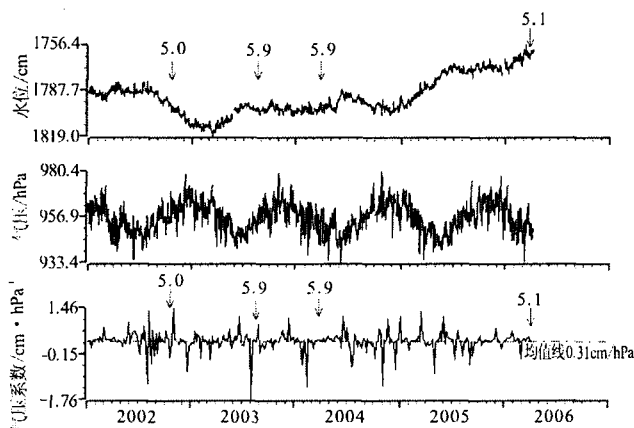


图 3 大甸子井水位、气压以及气压系数的动态变化曲线

Fig. 3 Dynamic curves of water lever and barometric pressure and barometric pressure coefficient in Dadianzi well.

由图 3 可以看出,大甸子井水位和区域气压具有较明显的年变特征,水位的最高值一般在每年的 7~8 月份,最低值在 12 月份;区域气压每年 6 月份左右表现为低值,高值在 12 月份和次年 1 月份出现。同时,从式(2)、(3)可以看出:(1)当每年(1—8 月)水位上升时,即 $w_i - w_{i+1} > 0$ 时,气压的变化经历了先减小(1—6 月)后增大(7—8 月)的过程,因此每年 1—8 月的气压系数会出现由正(1—6 月)变为负(7—8 月)的现象。(2)相应地,当水位下降(9—12 月)时,气压一直持续上升,气压系数表现为正值。另外,除个别突跳点外,在多年的气压系数曲线中大甸

子井气压系数相对于 0.31 cm/hPa 均值的系数分布稳定性较好。

由图 3 可以看出,2002 年以来大甸子井水位气压系数的动态变化比较好的对应了 2002 年 10 月 20 日西乌珠穆沁旗 $M_s5.0$ 地震、2003 年 8 月 16 日巴林左旗 $M_s5.9$ 地震、2004 年 3 月 24 日东乌珠穆沁 $M_s5.9$ 地震和 2006 年 3 月 31 日吉林乾安 $M_s5.0$ 地震(图 4)。正常情况下大甸子井受气压和降雨等因素的共同影响,其气压系数的动态变化呈较规律的正值—负值—正值年变特征。而在几次地震前气压系数表现出明显的短期高、低值异常,一定程度上反映了震前兆异常的变化特点,其成因与区域应力应变调整有关。

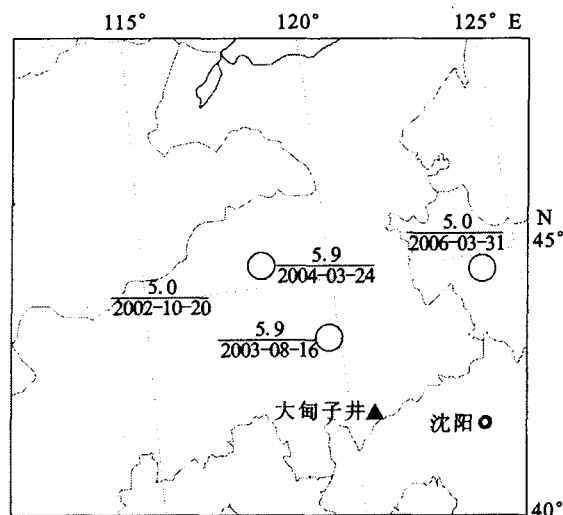


图 4 大甸子井与几个中强地震的空间位置

Fig. 4 Location of Dadianzi well and some moderate-strong earthquakes.

(下转 182 页)

- [1] 范雪芳,张淑亮,王吉易. 地下流体中期和中短期前兆异常的四
种判定方法[J]. 地震,2002,22(4):136-139.
- [2] 范雪芳,张淑亮,王吉易. 水氧滑动变化率法对发展时间的预
测[J]. 山西地震,2006,(1):22-28.
- [3] 耿杰,张昭东,魏焕,等. 山东及邻区中强震前地下流体异常烟
花特征及检验性预测[J]. 华南地震,2000,20(2):27-31.
- [4] 王吉易,宋贯一,曹志成,等. 地下水诱发的浅层前兆异常及其
机理与有关的地震预报问题(1)[J]. 华北地震科学,2002,20
(2):28-41.
- [5] 王吉易,宋贯一,曹志成,等. 地下水诱发的浅层前兆异常及其
机理与有关的地震预报问题(2)[J]. 华北地震科学,2002,20
(3):1-13.
- [6] 王吉易,宋贯一,曹志成,等. 地下水诱发的浅层前兆异常及其
机理与有关的地震预报问题(3)[J]. 华北地震科学,2003,21
(1):1-10.

(上接 176 页)

[参考文献]

4 讨论与结论

通过对大甸子井水位和气压的相关性分析,得到了该井气压系数的背景值为 3.8643 mm/hPa。在气压和降雨等因素的共同影响下,其气压系数的动态变化呈较规律的正值—负值—正值的年变特征。在内蒙古东部地区几次中强地震前气压系数异常特征比较明显,异常形态主要以短期的高、低值异常为主。震前区域应力应变的调整很有可能使井区一定范围内含水层的孔隙度、固体骨架和水的体压缩系数、井孔与含水层之间水流运动条件等发生了变化,因此在内蒙古东部地区几次中强地震前,该井气压系数表现出的短期高、低值变化,一定程度上反映了震前前兆异常的变化特点。

- [1] 国家地震局科技监测司. 地震地下水手册[M]. U 北京:地震出版社,1995.
- [2] 张国民,刘蒲雄,黄德瑜,等. 地震预报引论[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [3] 张韶栋,郑金涵,张广诚. 水井含水层系统的潮汐响应函数[J]. 西北地震学报. 1995. 17(3):66-71.
- [4] 张韶栋,郑金涵,冯初刚. 井水位的固体潮效应和气压效应与含水层参数间的定量关系[J]. 西北地震学报,1989. 11(3):47-52.
- [5] 陆明勇,牛安福,鲁德顺,等. 地壳形变与地下水动态异常特征研究进展[J]. 西北地震学报. 2005,27(1):89-95.
- [6] 陆明勇,牛安福,白长清,等. 地壳形变短临异常与地下水位短临异常关系及识别方法的初步研究[J]. 地震研究,2006;29(1):13-20.
- [7] 车用太,刘五洲,鱼金子,等. 井水位对地壳应力—应变响应灵敏度的研究[J]. 地震. 2003,23(3):113-120.