

# 汉1井水位的临震异常

刘喜兰 郑熙铭

(天津市地震局)

## 摘要

在本文中，作者通过分析认为，汉1井水位变化主要受海潮和气压的干扰。经过数学处理及排除干扰后的水位变化显示出较好的临震异常，这在震情监测预报中有一定的实用价值。

通过监测地下水位的变化来预报地震的工作，在我国已开展了多年。但是，如何提取较为可靠的地震前兆信息，仍然是我们今天所需要解决的问题之一。由于观测井孔所处位置的地质构造不同，井孔的结构及观测的环境不同，因此，对各类井孔的水位变化与地震关系的研究不可能采用同一模式，而应根据各自特点进行深入的分析研究。本文着重研究位于渤海岸边，蔡家堡构造西南端的石油废井——汉1井水位的临震异常。

## 一、资料情况

汉1井的地理座标是东经 $117^{\circ}47'$ ，北纬 $39^{\circ}09'$ （图1），完钻井深3303米，套管直径140毫米，套管深度3292.3米，射孔位置在井口下2688~2713米处，观测水层岩性为第三纪沙岩，水位埋深25米左右。

自1982年7月开始，用“红旗—1”型水位仪对该井水位进行连续自记观测，每月校测水位一次。几年来，水位日变幅一直比较稳定，日变形态有明显的固体潮显示，而且潮差在

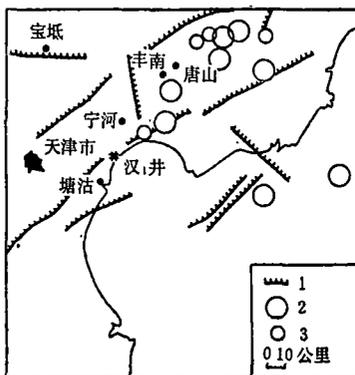


图1 井孔位置与震中分布图  
1. 活动断裂 2.  $M > 4.6$  3.  $4.0 \leq M \leq 4.5$   
Fig.1 Distribution of epicenters and Han 1 well location

朔望前后为26厘米左右，在上下弦前后为21厘米左右。因此，虽然“红旗—1”型自记水位仪观测精度为1厘米左右，但是汉1井的水位日变幅在20厘米以上，所以，该井水位观测值的数据精度能满足我们监测的要求。

另外，我们分别计算了汉1井水位与固体潮汐、海洋潮汐、气压和降雨量之间的关系，结果表明：水位与固体潮汐的相关系数为0.8，与海洋潮汐的相关系数为0.98，与气压长趋势变化的相关系数为-0.8，气压变化1毫巴，引起水位变化0.5毫米。水位与降雨之间关系不甚密切，降水量在100毫米以下时，在水位记录图纸上看不出明显的突变。

## 二、水位的临震异常

由以上分析可知，汉1井水位变化的主要干扰是海潮和气压。为此，我们采用汉沽气压和距该井位最近的塘沽验潮站的观测资料对水位进行校正计算，具体方法如下：

由于海洋潮汐对汉1井水位的干扰量最为突出，因此首先进行“海潮校正”。设海洋潮汐观测值为 $Y_i$ ，相应的水位观测值是 $X_i$ ，经相关计算，求出相关系数

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n X_i \right) \left( \sum_{i=1}^n Y_i \right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (1)$$

式中 $\bar{Y} = Y_i$ ，利用回归计算求出对水位的潮汐改正值

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i Y_i) - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n X_i \right) \left( \sum_{i=1}^n Y_i \right)}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n X_i \right)^2} \quad (2)$$

考虑到海洋潮汐作用与井孔水位变化之间的应力传递过程，因此潮汐观测值和水位观测值之间存在着“时间滞后”现象。我们计算了3种不同情况下的相关性：(1)用同一时间的水位观测值和海洋潮汐值进行计算，相关系数为-0.89，对水位的校正值是-0.76毫米/厘米；(2)用滞后1小时的水位观测值和海洋潮汐值进行计算，相关系数为-0.98，对水位的校正值是-0.83毫米/厘米；(3)用滞后2小时的水位观测值和海洋潮汐值进行计算，相关系数为-0.86，对水位的校正值是-0.73毫米/厘米。由此判断，用海洋潮汐值校正滞后1小时的水位观测值效果最好。又考虑到气压对水位的干扰，利用(1)、(2)两式对经过海洋潮汐校正的水位值再进行气压校正。最后取得汉1井水位的正常动态(图2)。

用上述方法消除海潮和气压干扰后的水位值或多或少仍然存在着波动，这可能是固体潮汐的干扰，但是其波动与固体潮汐相关性并不好，校正效果也不理想，因此，其原因应当进一步分析研究。即使如此，也并不影响临震前兆信息的提取。

汉1井水位观测是从1982年下半年开始的，考虑到开始观测阶段数据稳定性较差，因此，我们主要对1983~1984年，在距汉1井100公里范围内所发生的5次 $M_s \geq 4$ 级地震和1985年沙河驿4.9级地震(据地球所速报目录)前后的观测值进行了计算。在原始观测记录

图上看不出明显变化,但从计算结果中可以看出,在这6次地震前,汉1井水位都呈现出临震异常变化。具体情况见表1。

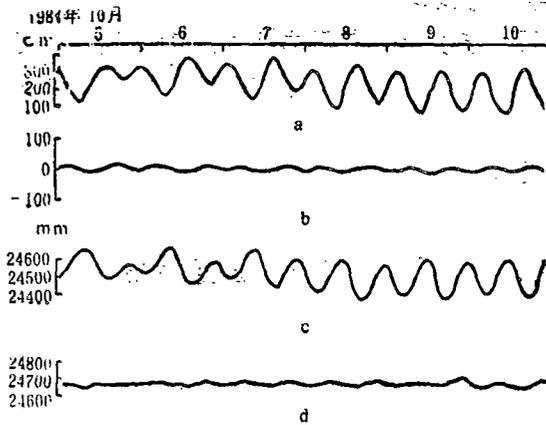


图 2

a.海潮曲线 b.固体潮曲线 c.汉1井水位观测值曲线 d.经过海潮、气压校正后的水位值图

Fig. 2

a.sea tide b.tide of the solid earth c.water level observation value  
d.value to eliminate sea tide noises and air pressure noises from observation value

表1中所列的地震前后几天都没有降雨,其原始水位观测记录曲线和经过海潮、气压校正后的水位曲线见图3。从图中可以看出,原始观测水位曲线有异常的,经过处理以后异常更突出;原始观测水位曲线没有异常的,经过处理后,出现了异常。

另外,我们还以同样方法处理了1983年3月4日雷庄4.0级(M.)、1984年4月26日滦

表 1

地 震	震中距	出现异常到发震之间的时间	异常形态
1983.2.21 <sup>d</sup> 13 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 唐山4.2(Ms)	52公里	42小时	水位突降 50毫米
1983.5.28 <sup>d</sup> 16 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 雷庄4.2(Ms)	100公里	31小时	水位突降 100毫米
1983.8.21 <sup>d</sup> 5 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 雷庄4.8(Ms)	100公里	4小时	水位突升 50毫米
1984.1.7 <sup>d</sup> 19 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 滦南5.0(Ms)	100公里	5小时	水位突升 70毫米
1984.2.27 <sup>d</sup> 5 <sup>h</sup> .00 <sup>m</sup> 卢台4.4(Ms)	37公里	83小时	水位突升 40毫米
1985.10.5. <sup>d</sup> 12 <sup>h</sup> .01 <sup>m</sup> 沙河驿4.9	94公里	101小时	水位突升 70毫米

表 2

海洋潮汐理论值				海洋潮汐观测值			
有震状态		无震状态		有震状态		无震状态	
地震	R值	日期	R值	地震	R值	日期	R值
1983.2.21 唐山4.2	0.76	3月	0.85	1983.2.21 唐山4.2	0.68	8月	0.88
1983.5.28 雷庄4.2	0.83	6月	0.92	1983.5.28 雷庄4.2	0.88	5月	0.95
1983.8.21 雷庄4.8	0.91	8月	0.93	1983.8.21 雷庄4.8	0.91	8月	0.93
1984.1.7 滦南5.0	0.91	10月	0.96	1984.1.7 滦南5.0	0.89	10月	0.97
1984.2.27 芦台4.4	0.83	12月	0.89	1984.2.27 芦台4.4	0.94	12月	0.96
1985.10.5 沙河驿4.9	0.93	10月	0.94	1985.10.5 沙河驿4.9	0.91	10月	0.98
平均	0.86		0.92	平均	0.87		0.95

县4.0级、1984年12月20日古冶3.7级等地震前后汉1井水位资料，发现在震前亦有上述水位突变的临震异常。

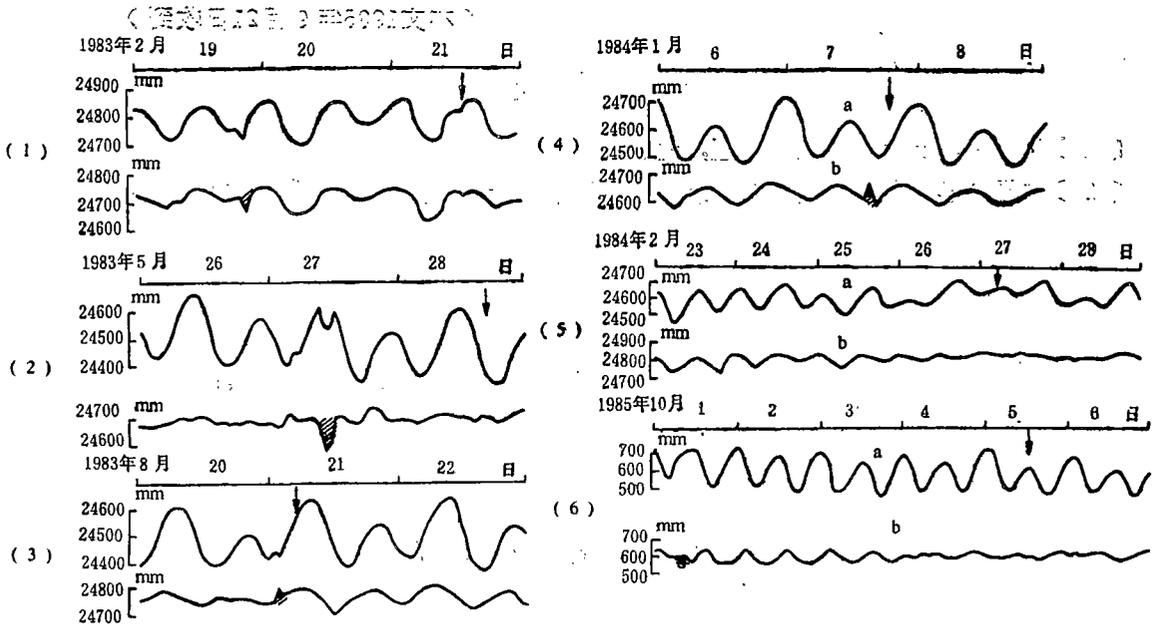


图3 汉1井水位观测值曲线

a.原始观测值 b.经海潮、气压改正后的水位观测值(1)唐山4.2级地震(2)雷庄4.2级地震(3)雷庄4.8级地震(4)滦南5.0级地震(5)卢台4.4级地震(6)沙河驿4.9级地震

Fig. 3 The curve of water level variation in Han 1 well

鉴于汉1井水位变化与海洋潮汐变化密切相关，因此，按照本文(1)式计算了有震和无震两种状态下水位与海洋潮高的相关系数，发现有震状态下相关系数小，无震时相关系数大，具体情况见表2。

### 三、几点认识

通过对汉1井水位两年多来的资料的处理，得出如下几点认识：

1. 汉1井的井深超过2千米，观测层水位是基岩承压水，受地表的干扰少，但由于临近渤海海域，因此，其水位变化主要反应了海洋潮汐的应力变化。

2. 为了掌握位于海岸附近的井水位变化规律，在其附近海岸应开展海潮潮高观测或收集附近验潮站的潮汐资料，进行排除干扰的计算。

3. 经过海潮和气压校正后，汉1井水位对在其周围100公里范围内发生的 $M_s > 4$ 级地震有较好的临震异常反应，异常形态主要表现为水位的突升、突降、以及破坏正常日变形态和与海洋潮位的相关系数降低(一般低于0.90)。

4. 从出现水位异常变化到发震，最短几个小时，最长为3—4天，因此，为了抓住临震信息，对这类井孔的水位数据要采取自动传输用微机直接处理的观测系统。

5. 汉1井水位异常对应的地震主要是发生在唐山块体内的地震，这很可能是由于汉1井

正处于唐山震源体西南端的调整单元内。这一特点对于井位的选择以及震中的预报有一定参考价值。

(本文1985年9月21日收到)

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 郭增建、秦保燕, 震源物理, 地震出版社, 1979.
- [ 2 ] 中国科学院数学研究所统计组, 常用数理统计方法, 科学出版社, 1973.

## THE ANOMALIES OF WATER LEVEL IN HAN NO.1 WELL BEFORE IMMINENT EARTHQUAKES

Liu Xilang            Zheng Ximing

(*Seismological Bureau of Tianjin City*)

### Abstract

This paper holds that water level varies in Han No.1 well because of sea tide and air pressure. It is of significance to find precursory informations in predicting earthquake from the water level value when the interference is eliminated.