景泰地震前宁夏干盐池井和王民井水位的异常变化分析

李 英, 柴炽章, 赵卫明, 任雪梅, 康凌燕
(宁夏回族自治区地震局, 宁夏 银川 750001)

摘要: 分析了甘肃景泰1990年6.2级地震和2000年5.9级地震前, 宁夏南部干盐池井和王民井水位的变化情况. 发现在景泰地震前上述2口井水位变化既有趋势异常显示也有中短期异常显示. 干盐池井水位的中短期异常表现为打破年变规律, 而王民井水位则出现了明显的下降变化. 2口井水位的异常变化同步, 而且具有重复性特征.

关键词: 宁夏; 地下水位; 异常特征; 景泰地震
中图分类号: P315.72+3 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2001)03-0257-04

1 干盐池井和王民井的基本概况

干盐池井和王民井属于宁夏南部地区地震观测井网, 位于甘肃景泰地区的东侧, 在构造上干盐池井位于海原左旋走滑断裂内部的拉分盆地中, 王民井位于六盘山挤压隆起带的西缘(图1). 2口井均从1983年开始使用SW40-1自记水位仪观测, 观测人员固定, 资料可信度较高, 至今已积累了18年的静水位观测资料. 观测井成井条件较好, 环境和人为干扰小, 水位动态变化比较稳定, 并具有较好的年动态变化规律. 井水位动态变化受气压影响较大, 与气压变化呈负相关, 与降雨量没有直接的关系. 水位微动态存在显著的固体潮效应[1].

干盐池井深165 m, 含水层埋深92.3 m, 水位深20.21 m, 最大潮差25 mm, 气压效应为1.114 mm/hPa. 王民井深351.2 m, 含水层埋深225.50 m, 水位深10.16 m, 最大潮差65 mm, 气压效应为2.544 mm/hPa①. 2口井均为承压井.

井孔-含水层系统对固体潮的响应能力与含水层的岩性有很大关系, 地层时代愈老, 岩石愈坚硬, 其对固体潮响应的能力越强, 反之, 则越弱[2]. 干盐池井含水层为第四纪冲洪积相砂砾石层(Q), 王民井含水层为老第三纪河流相砂岩(E_2), 因此, 王民井水位的固体潮效应比干盐池井大, 这与实际观测结果是一致的.

2 景泰地震前水位异常特征分析

1990年10月20日和2000年6月6日先后在甘肃景泰地区发生了6.2级和5.9级地震.

收稿日期: 2001-03-13
作者简介: 李英(1963-), 女(汉族), 宁夏银川人, 工程师, 主要从事地震地下流体分析预报工作.
① 赵文瑞. 宁夏地震地下水位观测井网观测条件评述及映震能力分析. 1992.

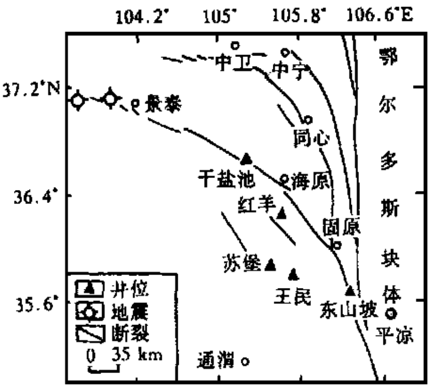

图 1 宁夏南部地下水位观测井分布

Fig. 1 Distribution of the water level observation wells in south Ningxia.

干盐池井距离 2 次地震震中分别为 170 km 和 140 km. 王民井距离 2 次地震震中分别为 260 km 和 230 km. 地震前 2 口井水位出现了明显的异常变化. 不仅有清楚的趋势异常显示, 而且还有中短期异常变化.

2.1 趋势异常变化

图 2 给出了 1985 年以来干盐池井和王民井水位的月均值曲线. 从图中可以看出, 2 口井水位变化具有一定的相似性, 即以 1992 年为界, 总体变化趋势分为下降和上升 2 种过程.

1985～1992 年王民井水位变化在总体上呈趋势性下降. 但是从 1987 年开始下降速率减小, 1988 年出现明显上升趋势, 1989 年上升速率减小, 1990 年呈下降趋势. 干盐池井水位变化与王民井不同, 表现为在水位总体下降的背景上, 从 1987 年开始, 下降速率明显减小, 并持续到 1990 年底. 据文献[2], 青藏块体东北缘 1987～1990 年的主压应力增强, 上述 2 口井水位变化恰好均在 1987 年出现转折, 与区域应力场变化吻合. 景泰 6.2 级地震发生在水位出现异常变化的后期.

1993～2000 年 2 口井水位呈上升趋势. 1998 年王民井水位上升速率减小, 1999 年大幅度下降. 同样, 干盐池井水位在 1998 年不再上升, 1999～2000 年 4 月水位在 19.2 m 附近波动. 根据震源机制分析②, 1998～1999 年宁夏南部地区主压应力发生显著的变化. 显然, 上述 2 口井在 1998 年出现的同期转折变化与应力场的变化有关. 2000 年 6 月在景泰发生了 5.9 级地震.

2.2 中短期异常变化

作者利用相关矩平方法, 对 2 口井的资料分别进行了统计分析, 得出了 2 口井水位的年动态变化曲线. 在此基础上分析水位异常变化与景泰地震的对应关系.

2.2.1 干盐池井

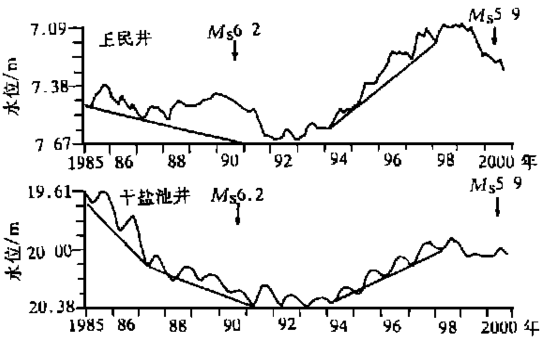

图 2 1985～2000 年干盐池井和王民井水位月均值曲线

Fig. 2 Monthly mean value curves of water level of Ganyanchi and Wangmin wells from 1985 to 2000.

在正常情况下, 干盐池井水位每年 3 月为最低值, 4 月缓慢上升, 8～9 月达到最高值, 10 月开始下降, 呈现了清楚的年动态变化规律. 然而, 从图 3 的实测值曲线可以看出, 1990 年该井水位曲线明显偏离了年动态变化轨迹, 在 4 月水位并未上升, 而是呈波动下降状态, 一直到 1990 年底才逐渐恢复正常(图 3a). 在此异常期间, 于 1990 年 10 月 20 日在该井西侧约 170 km 处的景泰老虎山断裂附近发生了 6.2 级地震. 震前水位异常持续时间为 6 个月, 震后 1 个多月恢复年动态变化.

同样, 2000 年 6 月 6 日景泰 5.9 级地震前, 干盐池井水位变化也出现了打破年动态变化规律的情况. 由图 3b 的实测曲线可见, 1997～1998 年该井水位变化与年动态变化基本一致. 1999 年 5 月中旬水位变化偏离年动态变化规律, 测值在小范围内平稳波动, 直到 2000 年 3 月

② 赵知军, 等. 宁夏南部地区应力场方向的变化特征. 2000.

开始上升. 2000 年 6 月 6 日在该井西侧约 140 km 的海原断裂带与老虎山断裂的衔接部位发生了 5.9 级地震. 与 1990 年 6.2 级地震不同的是, 5.9 级地震前的水位异常长达 1 年. 震后 5 个月尚未恢复正常.

总之, 干盐池井自观测以来, 其水位变化先后出现了 2 次偏离年动态变化的异常, 这 2 次异常正好与景泰发生的 2 次地震相对应.

2.2.2　王民井

图 4 是王民井 1987～1992 年的水位实测值和年动态变化曲线. 从图中可以看出, 1987～1989 年水位实测曲线与年动态曲线变化基本相似, 从 1989 年底开始水位变化偏离年动态变化规律, 呈下降趋势. 1990 年 4 月水位下降速率增大, 7 个月后, 在该井西侧发生了 6.2 级地震, 震中距约 260 km. 整个异常持续了 19 个月. 从 1991 年 11 月开始水位变化恢复正常.

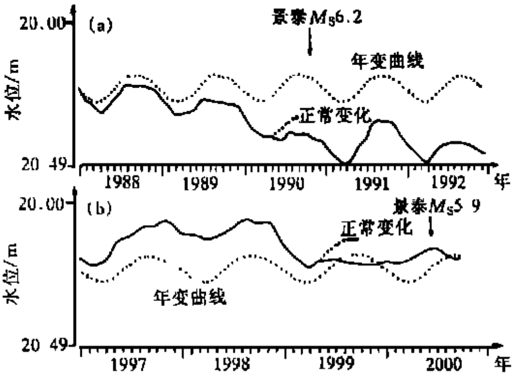

图 3　干盐池井水位月均值和年动态变化曲线

Fig. 3　Monthly mean value and annual dynamic variation curves of water level of Ganyanchi well.

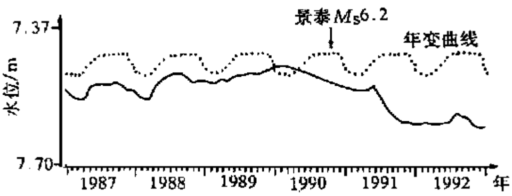

图 4　1987～1992 年王民井水位月均值和年动态变化曲线

Fig. 4　Monthly mean value and annual variation curves of water level of Wangmin well from 1987 to 1992.

图 5 是该井 1996～2000 年的水位实测值与年动态变化曲线. 与图 4 相比, 2000 年 6 月 6 日景泰 5.9 级地震前的趋势下降异常非常明显, 但中短期异常不明显.

2.3　异常特征

2.3.1　单井异常的自相似性

对单井而言, 干盐池井水位在景泰 2 次地震前的异常形态均表现为偏离年动态变化规律, 水位测值在一定范围内平稳波动. 王民井水位测值在景泰 2 次地震前均呈现大幅度的下降, 显示出下降—发震—下降—恢复的规律. 上述 2 次地震前单井异常都表现出较好的自相似性.

2.3.2　异常的重复性

1990 年景泰 6.2 级地震前, 2 口井水位异常的时间均较短, 异常幅度也比较小. 而在 2000 年景泰 5.9 级地震前, 2 口井水位异常时间都比较长, 异常幅度也比较大. 但总体来看, 2 口井水位异常出现的时间、异常形态和异常幅度都有较好的重复性.

2.3.3　异常的同步性

在趋势变化方面, 2 口井水位发生下降、转折和上升变化的时间同步, 异常出现的时间、持续时间和转折的时间也基本同步.

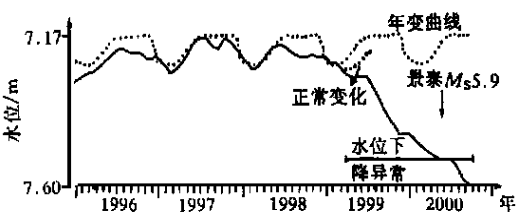

图 5　1996～2000 年王民井水位月均值和年变化曲线

Fig. 5　Monthly mean value and annual variation curves of water level of Wangmin well from 1996 to 2000.

3　讨论与结论

综上所述, 在甘肃景泰 1990 年 6.2 级地震和 2000 年 5.9 级地震前, 位于宁夏南部地区的干盐池井和王民井水位出现了明显的趋势异常和中短期异常. 干盐池井水位的趋势异常持续 4 年, 中短期异常持续约 1 年; 王民井水位的趋势异常

持续2年4个月,中短期异常持续7~8个月,在5.9级地震前的中短期异常不明显.2口井的水位异常在震后都没有立即恢复,而是持续一段时间才恢复,显示了明显的震后效应.

干盐池井和王民井所处的位置与景泰地震的发震构造关系密切.根据考察结果[3,4],1990年6.2级和2000年5.9级地震分别发生在老虎山断裂和其东端点附近.众所周知,老虎山断裂向东延伸就是海原断裂和六盘山断褶带.因此,当左旋走滑的老虎山断裂形变速率发生变化时,必然会有信息向东传递,使海原断裂乃至东端的六盘山构造带形变速率随之变化.形变测量资料证实[5],海原断裂带中段窝子滩跨断层形变在上述2次地震前均出现了异常.由于干盐池井位于海原断裂内的拉分盆地中,只要海原断裂形变速率发生变化,就会导致盆地内的形变速率变化,进而引起该井水位出现异常.王民井虽然位于六盘山西缘,但当NWW向的老虎山—海原断裂南侧次级条块的东移速率发生变化时,东端NS向的六盘山隆起的形变速率也会随之变化,进而使得山脚下的王民井水位也发生变化.

干盐池井和王民井水位对海原断裂以北地区的地震(如1988年灵武地震等)反应不灵敏,作者认为这可能与该区的构造应力来自南侧印度板块的作用有关.

宁夏南部地下流体观测井点共有8个,其中水位观测点5个,水氡测点3个.在1990年景泰6.2级地震前,除了干盐池井和王民井水位有异常显示之外,固原硝口氯离子、重碳酸根离子也有异常显示[6].但在2000年景泰5.9级地震前,只有干盐池井和王民井水位出现异常,说明干盐池井和王民井可能是映震灵敏点,对其附近地区中强以上地震有一定的监测能力,可以利用其中短期异常变化,对景泰地区发生的中强以上地震进行某种程度的预测.

[参考文献]

[1] 王勇.宁夏井水位固体潮调和分析结果及应用[J].地震地质,1992,14(3):245—249.

[2] 赵和云,钱家栋,阮爱国.甘、宁、青地区地震孕育的力源环境[J].地震,1997,17(1):89—97.

[3] 才树华,王振亚.1990年10月20日甘肃天祝、景泰6.2级地震[A].中国地震年鉴(1990)[C].北京:地震出版社,1990.167—171.

[4] 袁道阳.2000年6月6日甘肃景泰县5.9级地震发震构造与震害启示[A].中国地震年鉴(2000)[C].北京:地震出版社,2001(待出版).

[5] 王双绪,江在森,陈文胜,等.景泰5.9级地震的断层形变异常与中短期预报[J].地震学报,2001,23(2):151—158.

[6] 王勇,李根起,陈力.天祝-景泰6.2级地震前宁夏台网观测到的一些前兆异常[J].西北地震学报,1991,13(4):75—77.

ANALYSIS ON ANOMALOUS VARIATIONS OF WATER LEVEL OF GANYANCHI AND WANGMIN WELLS IN SOUTHERN NINGXIA BEFORE THE JINGTAI EARTHQUAKES

LI Ying, CHAI Chi-zhang, ZHAO Wei-ming, REN Xue-mei, KANG Ling-yan

(*Seismological Bureau of Ningxia Hui Autonomous Region*, *Yinchuan* 750001, *China*)

Abstract: Anomalous variations of water level of Ganyanchi and Wangmin wells in southern Ningxia before the Jingtai $M_S6.2$ (1990) and $M_S5.9$ (2000) earthquakes in Gansu are analyzed. It is found that the variations of the two wells have shows of trend and medium-term or short term anomalies before the two earthquakes. The medium-term or short-term anomalies of Ganyanchi well show that regularity of annual variation of the water level is broken and the anomalies of Wangmin well show that water level dropped evidently. The anomalies of the two wells are synchronous with the repetitive feature.

Key words: Ningxia; Underground water level; Anomalous character; Jingtai earthquake