

海原5.5级地震前后水氡和水动态资料分析

1. 地震前后的异常情况

震前呈现明显异常的水氡点有5个,即甘肃的庄浪万泉、平凉柳湖泉、宁夏的隆德、固原寺口子泉孔。西吉、通渭有所反映,但不明显。其中呈现短期异常的有4个,临震突跳的4个(平凉、固原两泉孔既有短期异常又有临震突跳)。上述泉孔均在距震中200公里范围内,占该范围内泉孔数目的百分之五十五(图1)。

隆德水氡几次突跳都对应了该地区3级以上地震。尽管突跳幅度不大(5%),但该点平时观测数据比较稳定,波动范围不超过正常值的3%。庄浪万泉4月4日突跳幅度达27%,10天后发生地震,符合“倍九”规律^[1](图2)。

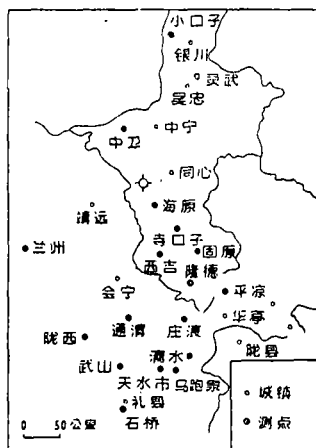


图1 水氡、水动态测点分布图

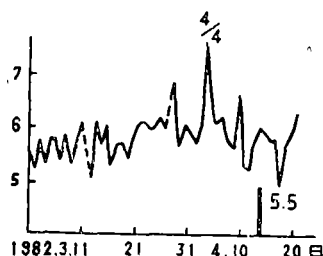


图2 庄浪万泉水氡突跳

固原水氡3月28日突跳幅度达7%,然后持续一个多月的高值短期异常,在高值背景上4月3日出现突跳,幅度达10%,地震发生于持续高值一下降一回升阶段上。震后还维持数日高值。平凉柳湖泉水氡3月11日突然上升并持续一个多月,在4月12日出现负突跳,幅度达6%,地震发生于持续高值一下降一回升阶段上(图3)。

地下水震前有明显异常的测点是礼县石桥自流井和隆德大口井。它们分别于4月8日、4月1日出现突降。礼县石桥自流井流量降低21%,隆德大口井水位下降7.4厘米。据统计,礼县1—5月份降雨量在4月份最大,而自流井流量反而下降,可以说是地震引起的异常。隆德井水

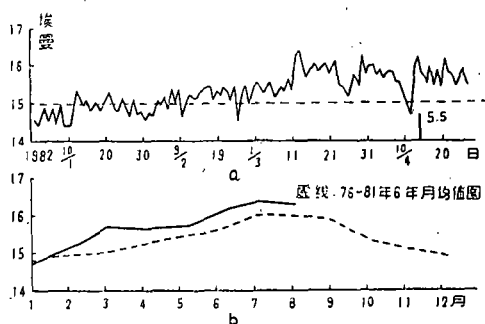


图3

a. 平凉水氡日变曲线 b. 平凉水氡月均值图。

位一直比较稳定，平时变幅为 ± 2 厘米，此次突跳7.4厘米亦属异常，详见图4。此外，距震中76公里的新营观测井水位于震前一天突降22厘米；沙岗子I°井($\Delta = 100$ km)水位于发震当日突升3厘米；南华山马场水井水位当日上升20厘米。

震后呈突跳异常和发震当日呈突跳异常的水氡测点有5个，按时间顺序为：隆德（4月14日）、松潘（拱，4月14日）、武都（4月14日—15日）、松潘（川，4月17日）、马尔康（4月18日），见图5。

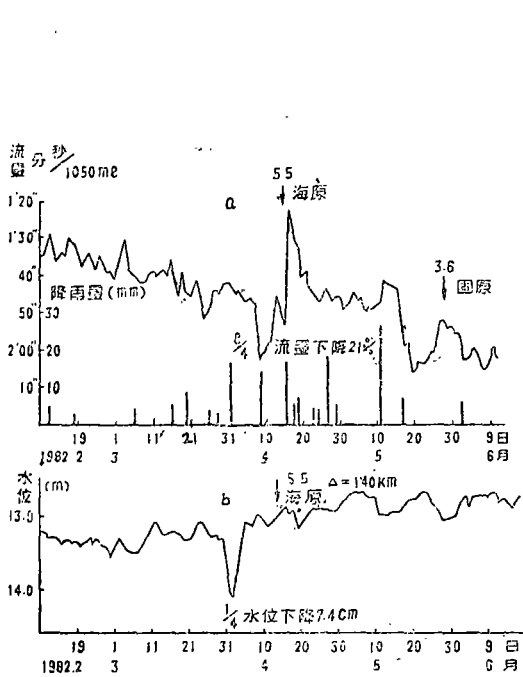


图 4

a. 礼县石桥自流井流量日变曲线
b. 隆德水位日变曲线

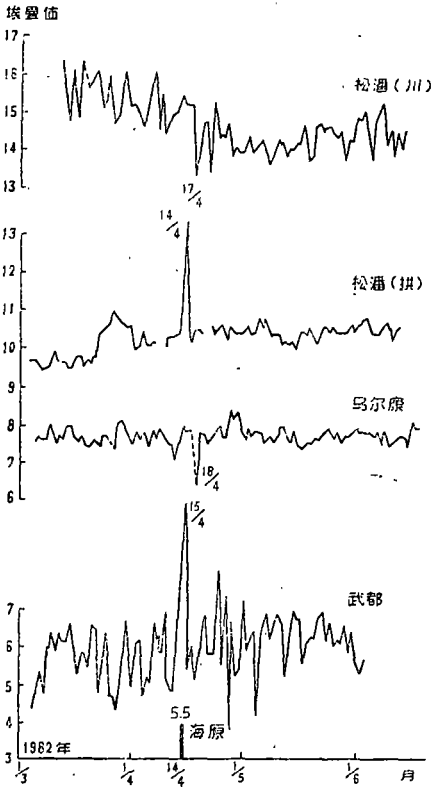


图 5 水氡震后突跳

2. 短临异常的特点及其分析

(1) 短临异常时间集中、同步性强

10个水氡、水动态观测点（隆德泉、隆德井、固原井、柳湖泉、万泉、武都泉、松潘泉、新营井、马场井、沙岗子I°井）临震异常都集中在发震当日或前几天，而其中两个点有一个多月的短期异常（固原井、平凉柳湖泉），而且异常同步性好。短期前兆阶段可能的物理基础是地震断层的一次偶发性的快速前兆蠕动^[2]。肖尔茨用光电测距仪在圣安德烈斯断层上观测到，既有断层蠕动同时伴随有构造应变积累。这样结果表明断层蠕动可能是一次临震的警报。关于断层蠕动与破裂的模拟实验也证实了由于主破裂前偶发性的前兆蠕动，测点的应力状态可能发生相应的剧烈变化。而前兆蠕动的急速发展以至主破裂发生，导致水氡、水动态于震前几天和当日的突发性异常。至于位于不同构造部位和不同震中距的测点出现异常时间的差异，则反应了前兆蠕动以一定速度传播的特点。

(2) 显示异常的点均分布在南北地震活动构造带上

临震异常大都集中在震中以南

200km左右范围内。这个事实再次证明水氡、水动态前兆变化的主要影响因素是区域应力场的作用、地质构造的控制和水文地质条件的制约。这是因为应力沿着构造体系传播最快,位于构造带上或其附近的各种观测手段反映最灵敏^[4,5]。试验证明,不同方向的压裂对氡的变化有很大影响。

(3) 水氡临震异常形态呈单点突跳,水动态呈现“V”形异常

单点突跳和“V”形异常表征主震破裂前诱发性的前兆蠕动,即震源体及其附近活动块体的预滑(预位移)。文献〔6〕指出,1971年5月美国圣安德烈斯断层上的一口深152米的井的水位的明显变化与断层两翼的蠕动一致。经过试验证明,孔隙中流体压力的变化与断层蠕动密切相关。

1971年3月24日青海都兰红水川地区6.8级中强震前地,下水也出现六年来从未有的“V”形异常^[7]。

(4) 未能正式预报的原因

1970年12月3日西吉5.5级地震前,距震中155公里的马跑泉和官泉都有短临异常,如图6所示。

然而,事过十年,观测点增加了,基本上形成了监视网,但对这次5.5级地震并没有正式准确预报,其原因主要有以下几个方面:

临震突跳大多集中在震前前几天或当天,短期异常较少,其它前兆手段又很少呼应。这正是中强震预报的难点所在。宁夏隆德、固原的水氡和隆德的地下水,甘肃的平凉、庄浪水氡和礼县石桥的地下水,短临异常形态基本一致,时间同步,因各自跨省,资料未及时交流,还有地下水异常需要等当地气象站降雨资料核实,拖延了时间,失去了预报时机。1970年以来西海固地区还发生2次中、强震,由图3、图5可见大都在短期异常没有恢复时发震,震后数日才转折恢复正常,临震突跳又逼近发震日期,增加了预报日期的困难。还有异常点都偏于震中以南的南北地震带上,并沿着条带达500公里。而不在构造带上的点,无论距离远近,均无明显异常,异常幅度与震中距无明显关系,这就为预报地点增加了难度。

3. 值得注意研究的两个问题

每当西海固地区发生4级以上地震,出现的短临异常往往是分布在两个省区内,且遥相呼应。为了以后有效地监视这个危险区,对此次地震反映较好的前兆手段——水氡、水动态应认真总结,寻找临震信息。

对上述观测点所处的地质构造、水文地质条件、地球化学环境和震源区应力场的内在联系应进行考查,并改造这些泉孔的出露条件,提高观测精度,确定正常的误差范围,以利于

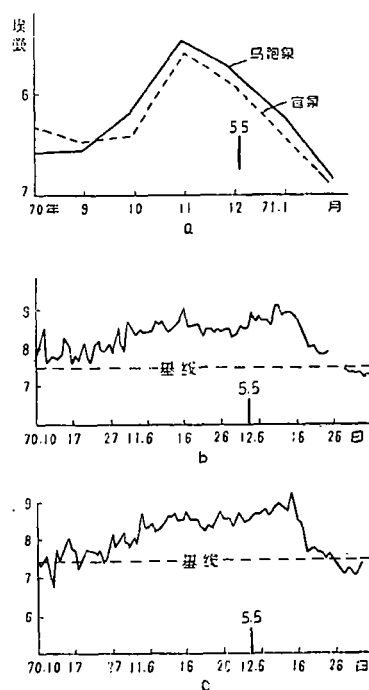


图 6

- a. 1970年西吉5.5级地震前水氡月均值图
- b. 马跑泉水氡日变曲线
- c. 天水官泉水氡日变曲线

正确地判断异常。

(兰州地震研究所 张文冕 姚庆春 杨淑英 张世琴)

参 考 文 献

- [1] 郭增建等, 地震活动倍九日期, 地震战线, No. 4, 1978.
- [2] 康仲远等, 唐山地震短期前兆信息的统计分析, 地震科学研究, No. 1, 1979.
- [3] C. H. Scholz et al., Earthquake prediction: A physical basis science, 181, 803—810, 1973.
- [4] О. Ю. Шига, Физика очага Землетрясения, 6—29, Издательств Наука, 1975.
- [5] 吴锦秀, 地下水与地震预报的关系, 地震科学研究, No. 1, 1979.
- [6] 兰州地震大队, 一个地震前兆现象, 地震战线, No. 1, 1971.