

天祝—景泰6.2级地震前宁夏台网观测到的一些前兆异常

1. 引言

1990年10月20日在宁夏邻近地区的天祝—景泰($37^{\circ}.1N$, $103^{\circ}.5E$)发生了6.2级地震。该次地震前,宁夏前兆观测台网出现了一些中、短期异常。我们应用地震预报实用化攻关推广的软件系统和地震分析预报方法指南¹⁾,结合宁夏及邻区多次地震前宁夏一些前兆观测项目出现的异常特征,对前兆观测资料做了进一步的处理和分析,认为在天祝—景泰地震前西吉台地电阻率、青铜峡台地应力、固原台水化学前兆观测等确实显示了具有一定可信度的异常变化。本文详细介绍了以上各前兆异常资料的处理结果和演化特征。

2. 异常图象和分析

宁夏南部地区的前兆台网分布情况及天祝—景泰6.2级地震震中位置、区域构造分布如图1所示。

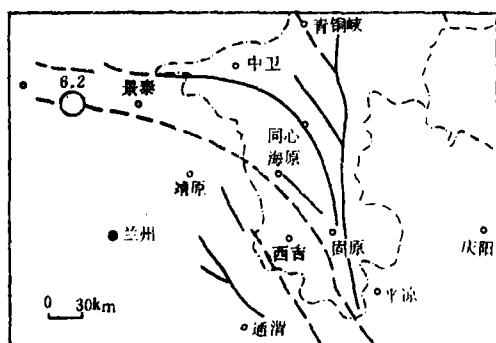


图1 宁夏南部地区前兆台网分布、天祝—景泰6.2级地震震中位置和区域构造

(1) 西吉台地电阻率异常

西吉台位于宁夏西吉县城东侧1公里的南河庄,震中距约220公里。该台位于南华山—六盘山旋回褶带上。测区第四系复盖层厚约30米左右,其下第三系为泥质砂岩、粉细砂岩和砂质泥岩互层。西吉台地电经改造后于1986年1月投入观测,布设有 $N40^{\circ}W$ 、 $N75^{\circ}E$ 两道测线,供电极距为900米,测量极距为300米,供电电流2A,使用DDC—2B型仪器进行观测。

自观测以来,该台地电阻率测值变化平稳,基本上呈直线。图2a是该台地电阻率1989年1月至1990年10月底的五日均值图。按照地震分析方法指南¹⁾的要求,对观测资料做了必要的预处理,并用该台浅井水位的辅助观测资料与 ρ_s 测值做相关分析,结果表明 $N40^{\circ}W$ 向测值的相关系数为0.24($N=48$), $N75^{\circ}E$ 向测值的相关系数为0.15,这说明该台测区附近的地下水水位变化不影响 ρ_s 测值的变化。我们还采用滑动富氏分析法(SFA)对观测资料做了处理,结果见图2b。

由图2可以看到, $N40^{\circ}W$ 方向的 ρ_s 测值在1989年11月2日固原4.9级地震($\Delta=30$ 公里)前出现过异常,震后异常恢复。自1990年1月该方向 ρ_s 测值又开始偏离正常背景值,出现负异常。自6月起测值变化较大,正负异常交替出现,异常相对变化幅度最大为1.3%,尤其是天祝—景泰地震前一个月,测值由负异常又迅速转为正异常,并在震前半个月测值在异常背景上出现突跳,以后异常开始恢复,震时异常基本恢复。 $N75^{\circ}E$ 向 ρ_s 测值从1989年12月下旬起开始升高,偏离正常背景值0.6%,一直持续到1990年6月。从6月底起异常开始加

1) 国家地震局,地震预报方法指南,1989。

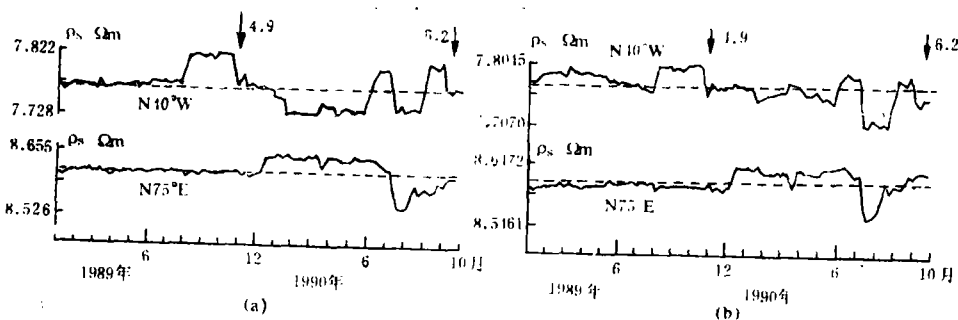


图2 西吉地电异常变化曲线

a、五日均值 b、滑动富氏分析结果

速反向, 变为负异常, 幅度为 -1.2% , 8月异常开始恢复, 震后几天内异常完全恢复。

在上述异常期间, 我们曾进行过多次调查核实, 对观测系统和场地进行了必要的检查, 未发现任何干扰源和仪器工作不正常的情况。

值得指出的是, 文献1) 建议异常的判别标准为异常相对变化幅度大于 1.5% 且超过三倍均方差。这次西吉地电阻率相对变化幅度最大为 1.3% , 但其绝对变化幅度最大达到 1.9% 。根据多年来的观测资料, 西吉台地电阻率在正常年份变化甚微, 超过 1% 的异常情况是没有的。因此, 从变化幅度来看, 该台的异常是可靠的。另外, 这次异常的一个明显特征是测值从震前2—3个月开始加速反向, 震前一个月 $N75^\circ E$ 向测值开始恢复, $N40^\circ W$ 向测值在震前半个月出现突跳, 震后几天两测道异常都完全恢复。

(2) 青铜峡台地应力异常

青铜峡地应力台位于宁夏中部的牛首山东麓断裂带内。震中距约210公里。井孔座落在基岩上, 深度42米, 井孔围岩为灰岩和砂岩, 用电感法进行相对地应力测量。测量元件方位分别为 $N30^\circ E$ 、 $N30^\circ W$ 和 EW 向。由于观测值中包含有明显的趋势项, 尤其是 $N30^\circ E$ 和 EW 向元件测值, 因此, 按文献1) 要求对观测资料做了去倾处理, 结果见图3a。将电感测值与室温测值做相关分析, 相关系数为 0.15 ($N=48$), 表明室温对测值曲线形态影响不大。

从图3a可以明显看到, 1990年 $N30^\circ W$ 元件的测值在形态上与往年无震期间不同。从1990年3月开始测值偏离正常背景值, 呈趋势性下降, 最大幅度超过 $100\mu H$, 8月开始恢复。与此同时, $N30^\circ E$ 元件测值在7月底也开始偏离正常背景值, 呈下降趋势, 10月初开始恢复。上述异常状态与1987年8月、1988年1月灵武5.5级地震($\Delta=20$ 公里)前的异常形态很类似。本文采用拟合残差方法做短临异常判别, 结果见图3b。由图3b可见, 两个元件测值的拟合残差同时超限的情况, 只有在1987年8月、1988年1月两次灵武地震前和1990年8—9月期间出现过。因此, 青铜峡地应力1990年8—9月的异常是可靠的, 该异常应属于短临异常1)。

(3) 固原水化学异常

在固原有2个水化学观测点, 一个是硝口观测点, 另一个是北海观测点。震中距约250公里。硝口观测点水质分析项目主要有 Cl^- 、 HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 。该观测点位于北西走向的海原左旋走滑断裂带的东南段硝口断层与近南北走向的六盘山东麓断裂带之间的过渡地带。北海观测点主要测试项目有 Cl^- 、 HCO_3^- 、水电导及 CO_2 等。该测点位于清水河断陷盆地内。

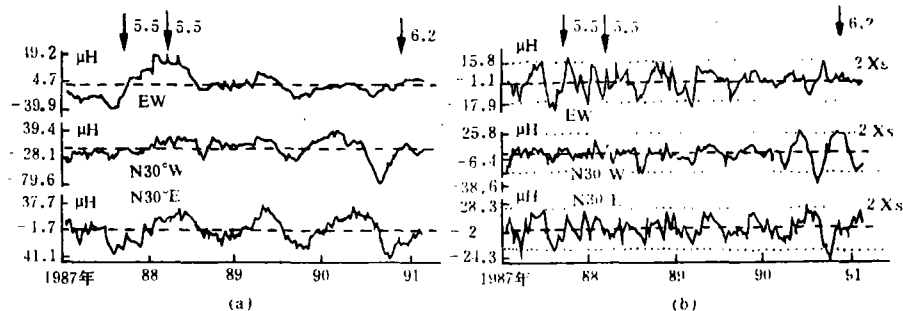
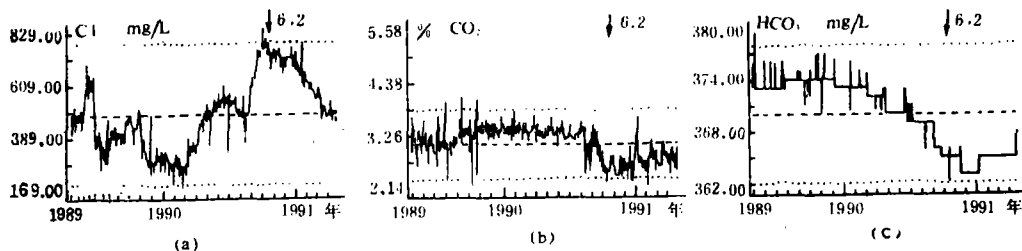


图3 青铜峡地应力异常变化曲线

a. 去倾结果 b. 拟合残差结果

该盆地东西两侧均有断裂控制。

硝口和北海测点从1989年4月1日起开始观测。图4是1989年4月—1991年初硝口 Cl^- 和北海 CO_2 、 HCO_3^- 测值日变图。自观测以来,硝口 Cl^- 测值变化一直不大。从1989年5月到1990年8月的观测资料来看,其变化范围在7200—7600mg/l之间,平均为7400mg/l。但从1990年8月下旬开始测值明显增高,到10月上旬变幅达400mg/l,且超过正常观测值的2倍均方差。从10月上旬起异常呈恢复趋势,震后测值逐渐恢复到正常值范围。北海 CO_2 测值,自观测以来变化也比较稳定,尤其是1990年1月至7月的测值曲线基本上呈一条直线。但从8月下旬开始测值出现起伏,9月上旬测值明显下降,其相对变化幅度达36%,超过正常背景值的2倍均方差。从10月中旬起测值呈回升趋势,震后趋于稳定。该台 HCO_3^- 测值从1990年3月开始出现明显下降异常,9月开始异常加速,震后测值相对稳定。

图4 硝口 Cl^- 、北海 CO_2 、 HCO_3^- 的日变曲线

尽管固原台水化综合观测时间较短,震例也较少,但三个测项测值在1990年8—10月期间几乎同时出现大幅度加速变化,且在天祝—景泰地震后各项测值都变得稳定,说明异常是可靠的。从持续时间看,上述异常属于短临异常^[1]。

综上所述,天祝—景泰6.2级地震前宁夏西吉台地电阻率、青铜峡地应力和固原水化学前兆等出现了异常,不但有趋势异常,而且还有短临异常,震后异常恢复或测值稳定。对于上述异常出现的原因还有待进一步研究。

(本文1991年6月17日收到)

(宁夏地震局 王勇 李根起 陈力)

参 考 文 献

[1] 汤泉等,甘肃天祝、景泰6.2级地震,国际地震动态, No. 4, 1991.

SOME PRECURSORY ANOMALIES OBSERVED IN NINGXIA SEISMIC NETWORK BEFORE THE TIANZHU—JINGTAI EARTHQUAKE OF M=6.2

Wang Yong, Li Genqi, Chen Li

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