

异常判别和强度预报问题

苏 刚

(陕西省地震局)

在地震预报中常有这种情形,如果某地发生了一些小震或震群,人们将问这是不是前震?如果某地少震,但存在很多异常,人们要问,这里会不会发生大震?这些问题的回答在实际中是迫切而尖锐的。由于构造运动的复杂、多样性,对所出现异常(包括小震)做出非震或必震的回答常是很困难的。于是,人们从临震时沿断层的加速蠕滑^[1]、外因调制^[2]等所引起的现象中找寻‘必震信息’的同时,自然会想到,如何找一指标,依它来评判所出现的异常,是可能发生大震的,还是非震的。

谁提供这种指标呢?看来,在目前最可能的还是测震。因为较小地震的频度,不管在时间上还是空间上总是较大的,所获得信息是准确的,测试技术也较为过关。因此重视一个区域发生的地震(包括震群),找其个性特征,正像癌症早期检查中重视‘脱落细胞’的病理检查,以获取准确的癌变信息一样,它将使我们得到震源及其邻近区深部介质的应力状态信息,依此作为评判异常(包括小震本身)的指标。

根据物理学、地震学的研究,地震波的辐射能基础是构造运动所积累的弹性位能。这种弹性位能的大小可以用

$$W = \frac{1}{2} E \Delta \sigma^2$$

表示。其中W表示能量密度、E是地壳介质的弹性系数(对地壳介质它约为 5×10^{11} 达因/厘米²), $\Delta \sigma$ 为广义应力降。当考虑了波能转换系数后,便可找出单位体积以震波形式释放的能密度(简称释放能)。显然比值愈大,发生大震的可能也会愈大。于此,当我们设法通过小震求得 $\Delta \sigma_1$ 后,则可直接找出单位体积的震波释放能。故在一不很大区域中,根据一定数量地震所提供的数值有可能据其伏势提出评判指标。

很明显,如果 $\Delta \sigma_1$ 大,则地壳介质处于高释放能状态,此背景下出现的小震和其它异常就很值得注意。反之,它们属非大震甚至非震异常。

有工作表明^[3],海城和唐山大震前小震应力降较高,而震后小震应力降普遍较低。两个大震前兆情况很不相同,但应力降在地震前后的变化却是一致的。因之从测震角度提出这种共性的评判指标是可能的。

问题在于,目前所用的地震尾波波谱分析法求应力降时,做起来困难且误差较大,这就限制了它的应用。

若从小震释放能量时的等效几何尺度(一般等效为球源)看,有可能找到较简便的指标。比方同一个2级地震,如 $\Delta \sigma_1$ 大,则相应的介质等效球半径 a_1 就小;如 $\Delta \sigma_2$ 小,

则相应的介质等效球半径 a_2 就大。 $\left(\frac{a_1}{a_2} = \left[\frac{\Delta \sigma_2}{\Delta \sigma_1} \right]^{2/3} \right)$,此时 a_1 、 a_2 间比值将高于 σ_2 、

σ_1 间的比值)。这种几何尺度的不同造成发震时辐射频率会有差别。前者相对地频率较高,后者相对地频率较低。因之在地壳中传播也会不同。这样地震波记录图上会显示出不同的特征。从几次地震波频(如78年2月11日石泉4.2级,79年7月25日礼县4.7级)似能看出这种特征,在其震后趋势判断中对上述想法作过初步试用。拟进一步工作,使此法得以完善。

要说明的是,参数 $\Delta\sigma$ 或波频特征会随着构造运动而变化。因之作为检验目的,应经常根据小震情况找其数值,以掌握异常的动态发展。

其次,作短临预报时很重要的一个指标是强度问题。实际中仅以异常范围、幅度等作判断,可靠性很差。因之除参照中长期的强度预报外,依据某些前兆手段的长趋势异常做强度估计是必要的。

73年我用能量等效观点和力学方法,导出这样的关系*

$$\lg T(\text{天}) = 0.75M - 1.80 \quad (1)$$

76年力武常次用世界不同地区一百多个地震前兆统计,得

$$\lg T(\text{天}) = 0.76M - 1.83 \quad (2)$$

易看出,理论与实际拟合是好的。

76年8月16日松潘7.2级地震前,我们于8月10日作临震预报时,曾据一水氡长趋势异常,用(1)估算约6.0级,并依此作了强度预报。(此点距震中约350公里)。

据天津地震局整理的水氡资料看,唐山7.8级大震前有的点反映约3年的异常,由(1)估算约为6.4级。据辽宁同志介绍,利用一煤矿人工爆破得,海域地震前波速比约有两年多异常。由(1)估算约为6.2级。

实际发生7级多,估算6级多,相差是较大的。但在一个将发生7级多地震之前,有一个较客观的将发生6级多地震的‘警觉’,则对短临预报和应采取措施,那是很有意义的。一些实践说明,对较小地震,用(1)估算误差较小。

估算与实际相差较大,主要在于异常起算时间常常不准。以水氡为例,在观测条件一致情况下,如何根据长期观测中的某些测段定出可靠基值,是甚为重要的。没有准确基值作基础,异常识别和时间起算就定不准。要选某一段测试正常,近处无小震、远处无大震,时间又较长的测值平稳段来定基值。定出后还应在监测中加以检验。要以能清楚反映近处一些2至3级地震前兆才行。否则往往是定高了。

参考文献

- [1] 牛志仁,构造地震的前兆理论,1978年,地球物理学报,21, 3。
- [2] 郭增建、秦保燕,论短临地震预报的调制模式,1979年,兰州地震研究所。
- [3] 朱传镛等,海城地震前后微震震源参数和介质品质因子,1977年,地球物理学报,20, 3; 及1977年,20, 4。

* “震源及其邻近区的应力发展对周围介质的影响”, 1973年,陕西地震队。