

鄂尔多斯块体的北、东边缘区 中强地震前兆异常的讨论

李炳照

(山西省地震局)

本文主要是对鄂尔多斯块体(以下简称鄂块)的北、东边缘近几年来发生的几次中强地震的前兆异常特征以及它与构造应力场的某些关系作探索性讨论。

一、震例及其前兆异常

1976年4月和林格尔6.3级地震是近几年来,该区域发生的较大的一次地震,继而又发生巴音木仁6.2级、介休5.1级、五原6.0级和丰镇5.8级等地震。从内蒙古和山西台站观测资料分析,这些地震发生前,是有前兆异常反映的,有些异常还是较明显的。

1) 金属摆倾斜和水管倾斜的观测资料。

1976年4月6日和和林格尔6.3级地震,在震前11个月的1975年5月,太原台的金属摆倾斜就出现速率加快的持续上升,打破了历年来的年变规律的趋势变化。1976年8月,即震前一个月,在趋势变化的基础上,又出现大幅度下降和连续突跳异常(图1)。

1979年6月19日介林5.1级地震,在震前三个月也测到异常时间约40天的速率上升与下降的变化(图2)倾斜分量最大时间相关系数 ρ ,在4月也出现0.4的低值(图3)。

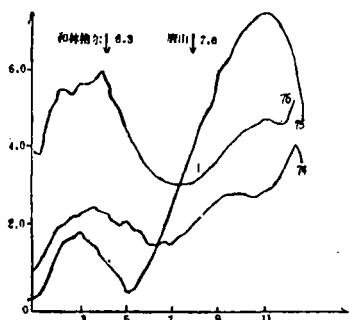


图1 太原台倾斜旬均值向量模

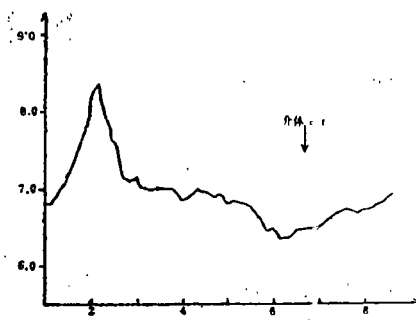


图2 太原台倾斜五日均值向量模

在五原6.0级地震中,呼和浩特和包头地震台的地倾斜分别在震前6个月和20天出现打结、转折加速和突跳的变化。

1981年8月13日丰镇5.8级地震前,也发现大同市机车厂地震台金属摆倾斜日变量达1.0秒的临震突变异常(图4)。

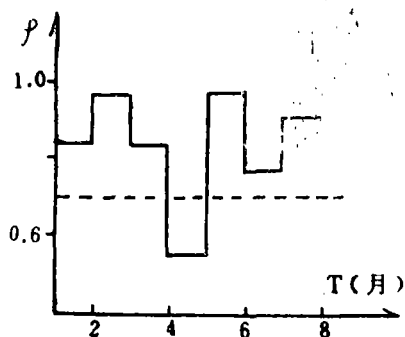


图8 太原台倾斜最大时间相关

地震中，南北向分别在震前一个月左右，出现幅度为2%与3%的负异常。两次异常构成阶梯状，并具有相互叠加的性质（图8）。

内蒙古乌加河台电阻率在五原地震前的变化是一个阶段性（时间性）明显的异常。1978年6月开始下降，1979年6月发生回升转折。到8月份完成了由中长期转为短临阶段的异常变化过程（图9）。大同机车厂地震台的自动记录电子电位差计，丰镇5.8级震前的6月1日起，EW向就记到微弱的脉冲讯号，而后脉冲频次和幅度逐步增强，8月12日达到最大值，尤其在12日21点后，形成高密度峰值，临震信息甚为明显，第二天中午就发震（图10）。

3) 地震活动性的各项指标中，小震活动的异常在这几次地震前比较显著。在主震发生前，震源区一般均形成小震活动圈空区，同时呈现出活跃—平静以及条带活动的图象。活动区域随时间的推

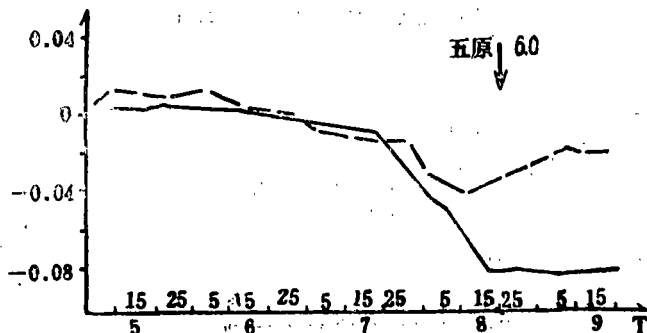


图4 大同机车厂倾斜矢量

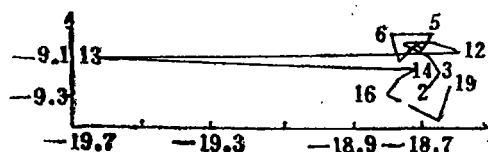


图5 呼和浩特水管倾斜五日均值滑动曲线

移，逐步向震中区靠拢。

二 前兆异常的讨论

从鄂块北部和东部边缘区域，近几年来先后发生的几次中强地震前所显示的异常分析，有以下特点。

水管倾斜在介休和五原地震中，也测到较好的短期异常。呼和浩特台的水管在五原6.0级地震前70天开始下降，到8月下旬，由日变量0.001"~0.005"猛增到0.05"~0.08"，在回升过程中发震（图5）。介休5.1级震前一个月左右，太原水管倾斜SN向观测到幅度达34"的上升变化，在转折下降过程中发震（图6）。磴口5.2级震前，乌海台的水管两个方向同步下降，持续时间51天，分量值超出均方差三倍。

2) 形变电阻率的异常变化，在这几次地震震前也有较好的显示。1976年4月6日和林格尔6.3级地震，太原台电阻率震前三个月就出现持续时间77天，幅度为3%的负异常变化（图7）。在介休5.1级和五原6.0级

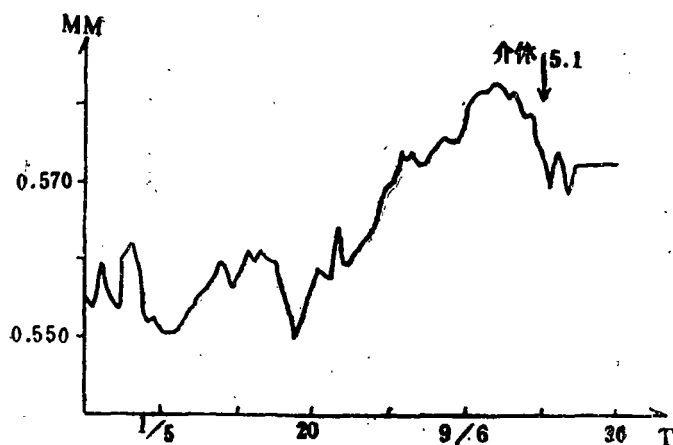


图6 太原水管倾斜高差曲线图

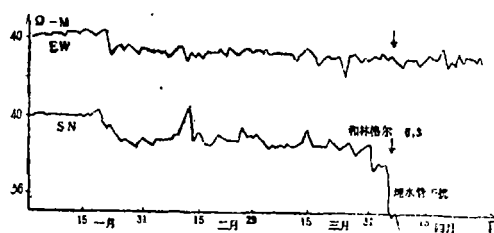


图7 太原台形变电阻率日均值图

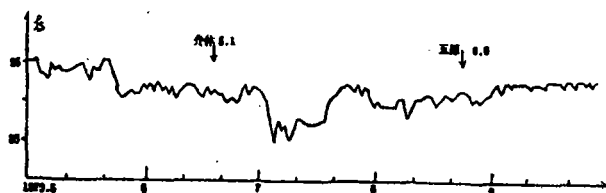


图8 太原台形变电阻率日均值

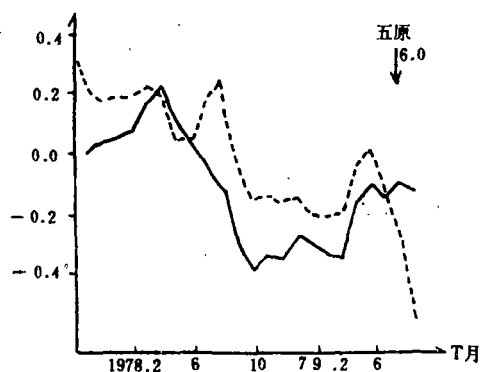


图9 乌加河台形变电阻率月距平值

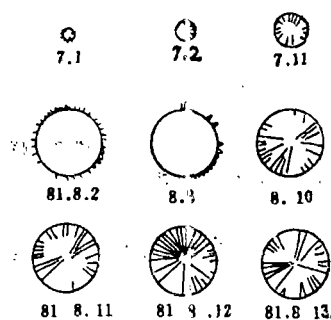


图10 大车机同厂台电位差计自动记录图

1) 地震活动在震前主要是显示出小震活动围空区和条带活动的图象, 而且随着时间的延展, 外围区的小震活动逐渐向震源区逼近。如和林格尔6.3级地震前1~2年, 山西北部形成了灵丘—和林格尔明显的北西向 $M_L \geq 3.0$ 级地震活动条带。条带方向指向震源区, 小震活动由南东向北西转移。主震发生后, 活动条带消失(图11ab)。五原、介休、丰镇等地震虽然震前的条带活动不明显, 但小震活动围空区仍然是显著的, 而且小震活动也呈现由外围向震中区逼近的图象。

从上述地震活动的空间展布图象表明, 它可能与区域应力场的作用和构造断裂的蠕裂扩展有密切关系。根据组合式的观点^[1], 由于震源区外围(调整单元)的介质弱而易于破裂, 故先出现异常。然后震中区(积累单元)蠕裂加速, 此时震中区才出现异常。这个过程实质上是应力的积累过程。当源内介质处于积累应力时, 基本上是弹性性质。此时的表现应该是周围发生地震而源内区域基本上没有地震, 形成地震活动空区。当应力积累到相当程度时, 介质就发生变化而近入非弹性阶段。此时空区内将要发生主震的周围就出现较多的地震。从和林格尔地震前的情况看, 山西北部中小地震大都发生在靠近和林格尔地区。所以空区为我们提供了中长趋势指标, 而源外区地震活动增强并逐步向震源区逼近, 为我们提供了短临前兆的依据。

2) 前兆异常的阶段性(时间性)大都表现在短临阶段, 并与震级的关系比较密切。1976年4月6日和和林格尔6.3级地震和1979年8月25日五原6.0级地震, 太原台的倾斜与乌加河台的电阻率在震前

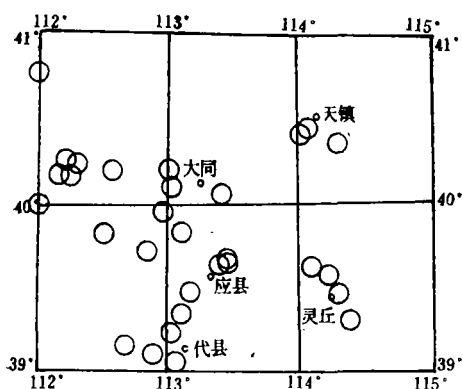


图11a 山 北部1972—1976.4.9.前地震分布图
($M \geq 3.0$)

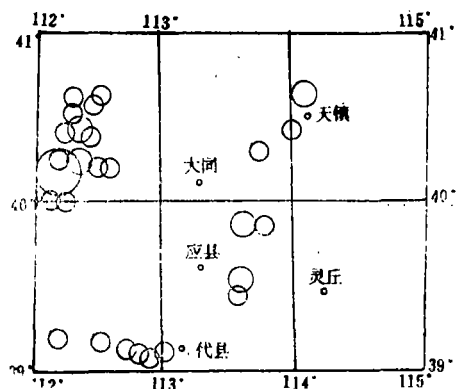


图11b 山西北部1976.4.9—1980年地震
分布图 ($M \geq 3.0$)

一年左右就观测到中期趋势变化, 震前一个月发生明显的转折, 出现短期前兆。乌加河台的电阻率在五原地震三天左右还测到连续突跳的临震变化。对于太原台地倾斜的中期趋势变化因有质疑需要指出, 这个变化是和和林格尔地震的反映, 还是唐山地震的反映? 由于两次地震时间较近, 而且后者远大于前者。作者认为, 中期趋势变化是两次地震异常的相互叠加, 但唐山地震的异常信息大于和林格尔地震。而短期异常变化是和和林格尔地震的反映。可是介休与丰镇两次小于6.0级地震, 在震前都未观测到中期趋势(地震活动除外)只测到短临前兆的变化。尤其大同机车厂地震台地倾斜在丰镇地震前的一天左右就测到明显的连续突跳的临震信息。由此认为, 连续突跳现象是临震信息的重要标志。

从上述情况看, 能够观测到临震变化的是距震中50公里的台站(如乌加河台距五原震中只有14公里, 大同机车厂台距丰镇中也不过是30公里左右), 这种情况可能是震源体介质处于塑性变形及微裂扩展阶段时, 其变化是剧烈的, 变形量也比较大, 但能量在震源体介质的变形中消耗较多, 所以影响范围比弹性阶段小。因此在震中区及附近区域(只要台站部署得当)能够观测到临震异常, 而在震中较远的区域就比较困难。由此可见, 在台站布局中, 应该结合未来可能发生中强震的地区这一必要因素, 以减少盲目性。

8) 前兆异常变化的形态, 在这几次地震中, 形变电阻率的异常形态均表现下降, 在下降过程或接近回升过程中发震。这种形态表现, 可能是由于台站所处地区的地下岩石介质处于水饱和状态, 当

区域应力不断增大时,致使介质产生微破裂,裂隙扩展而促使水流运移,电阻率减弱而形成的负异常变化。

形变地倾斜的异常形态,在鄂块东部的山西地堑内台站的倾斜,它的形态变化是先上升、后下降,在下降过程中发震,并且南北向大于东西向。在鄂块北部的内蒙古地区内台站的倾斜变化形态主要是以下降为主,反方向基本同步变化。这种形态变化的差异,原因尚不太清楚。从这几次地震的震源机制解看,它是受华北区域应力场所控制^[2]。从局部看,山西地堑受一系列北东向构造断裂所控制,而内蒙古地区受一系列东西构造所控制。两者的力学性质是不同的。因此,这种差异可能与所处的构造单元不同和局部构造活动的受力状态不一致有一定关系。

三 结束语

前兆异常的变化是地震预报的依据。已有的资料说明,前兆异常变化是复杂的。如同一个台站对同一个地震,有的观测手段有异常,有的观测手段却无异常显示。这些情况在本文讨论的几次地震中均存在,是何原因?这是有待今后进一步做工作和研究的。虽然前兆异常的分析 and 它的物理机制目前仍处于研究和探索阶段,通过本文所讨论的异常分析认为:

1) 根据目前的台网情况和观测条件,对于中强地震在震前还是能够观测到前兆异常的变化,但以短期为主。要取得中长趋势的变化(地震活动性除外)还是比较困难。

2) 中强地震的前兆异常影响范围,根据我们对山西及邻区近年来发生的地震统计,一般的小于300公里。

3) 从目前的地震活动性和前兆异常变化分析,虽然强烈地震的信息尚不明显,但地震活动性的背景异常指标仍然存在,并表现强弱交替的状态。因此鄂块的北部和东部区域,近期地震活动水平有可能增强,但仍处于中等强度的水平。

由于资料 and 水平所限,工作也做得不够,对文中所讨论的问题,仅提出一些初步想法。

参考文献

1. 郭增建、秦保燕编著,震源物理,地震出版社,1979
2. 马宗晋,华北地壳的多(应力集中)点应力场与地震,地震地质,1980年第1期
3. 李钦祖等,华北地区的应力场及其与地震活动的关系,1978
4. 米尔佐也夫等,探索强震前兆变化的时空规律,地震前兆探索,地震出版社,1980
5. 内蒙古自治区和林格尔地震工作队,内蒙古和林格尔6.3级地震初步总结,1976
6. 内蒙古五原地震震区工作队,五原6.0级地震总结,内蒙古地震,1979年第2期