

1992年蒙古曼来6.1级地震前 远场前兆特征的研究

马桂芳 孙加林* 袁晓灵

(包头市地震局, 包头 014010)

摘要 本文在对1992年8月31日蒙古曼来6.1级地震前远场区域($\Delta=300-450\text{km}$)部分前兆观测资料进行分析的基础上,认为具有区域集中性和时域准同步性的异常群,可能是孕震中、短期前兆的普适性特征,并据此对地震时、空、强三要素进行了预测研究。

关键词: 远场前兆 区域集中性 时域准同步性 异常群

1 引言

1992年8月31日,在中蒙边境靠蒙古一侧的曼来地区,发生了Ms6.1地震,其有感范围波及到我国境内的河套盆地,尤其是呼和浩特、包头两市高层建筑震感明显。

该震强度虽不高,但其震前地球物理前兆场范围却很大。经对乌加河($\Delta=300\text{km}$)、临河($\Delta=385\text{km}$)、包头($\Delta=450\text{km}$)、呼和浩特($\Delta=500\text{km}$)和乌海($\Delta=510\text{km}$)5个地震台站较高精度地球物理前兆观测资料的研究,发现在距震中300—450km的远场区域内,普遍存在着不同程度的异常显示。

由于该震发生在蒙古南部人烟稀少的戈壁荒漠地区,地震监测能力十分薄弱,距震中300km以内的中近场区,没有收集到前兆观测资料。现就所收集到的部分前兆异常进行分析,力图探寻具有普适性的孕震前兆远场整体演化特征。

2 地震参数及观测条件

据内蒙区域台网测定,该震的基本参数如下:

发震时刻:1992年8月31日15时25分48.1秒。

震中位置:北纬 $44^{\circ}06'$,东经 $107^{\circ}40'$,宏观震中在蒙古曼来东南。

震源深度:约25km。

震级:Ms6.1。

地震前在我国内蒙古河套盆地中西部的乌加河、包头、临河等地震台站,均发现了地形变、重力、地电、地下水前兆异常。由于上述台站皆处于孕震远场区,故震中难以判定。

乌加河、包头位于河套断陷盆地的北部边缘,靠近深大活动断裂带,自新生代以来,由于

* 内蒙古自治区地震局,呼和浩特010051

受喜马拉雅运动的影响,断层表现为强烈的垂直差异性运动,其年活动速率可达10毫米/年(图1)。

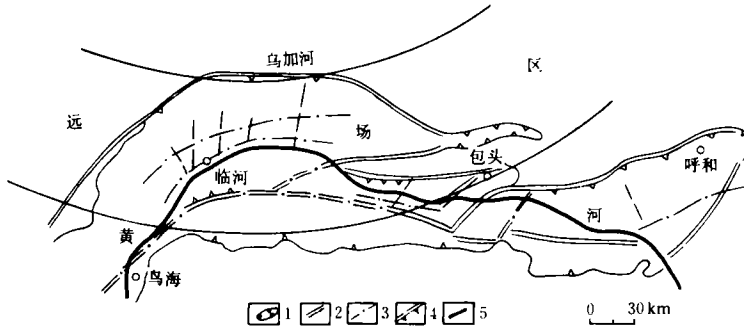


图1 台站分布及构造环境图

1. 第四纪盆地边界;2. 深大断裂;3. 隐伏断层;4. 断层崖;5. 河流

Fig. 1 Distribution of seismic stations and structural background.

形变观测所用仪器皆为石英水平摆和石英伸缩仪,安置在进深达百米以上的深山洞内,基墩坐落在花岗片麻岩(或花岗岩)上,洞室日温差小于0.05℃,年温差小于0.1℃,仪器观测精度均可达10⁻⁹以上。固体潮波振幅大于5cm(大潮),观测数据皆连续超过三年,资料稳定可靠。

乌加河台的形变电阻率观测,布极于山间盆地之中,其NS向AB极距为800m,MN为200m;EW向AB为1000m,MN为200m,观测精度及环境符合规范要求,在1979年五原6.0级地震前,曾有过明显的异常显示,具有较好的映震效能。

定点重力仪为国产DZW石英弹簧微伽重力仪,安放在5m深的地下室内,日温差小于0.2℃,年温差约8℃,观测精度为0.1mgal,曲线具有较明显的固体潮显示,该仪器自1986年观测以来,除1991年10月至次年3月因仪器故障停记外,资料一直连续而稳定。

临探1号井位于临河市八一乡新道村,属深层(大于500m)承压水自流井,附近无明显干扰源,水位观测精度小于1cm。

3 前兆异常特征

根据异常持续时间及其特征,可分为中期趋势异常和短期突变异常。

3.1 中期趋势异常

乌加河台石英水平摆倾斜仪(SQ-80)观测资料显示,自1989年以来一直稳定地向北东倾斜,其五日均值没有明显的年变规律,基本呈线性变化。N-S向未出现异常,而E-W向1990年4-5月份脱离线性趋势,出现了较明显的加速异常,但其幅度不大。该异常稳定一年多,于1992年初急剧恢复,当至原线性趋势后发震。震后又呈原形态变化。整个异常期为2年(图2a)。

该台形变电阻率具有较规则的正弦波形年变形态,每年7-8月为极高值,1月前后为极低值。6.1级地震前该台未出现明显异常,其年低值包线仍以定向趋势呈线性变化。E-W向观测值也呈较规则的正弦波年变形态,每年9-10月为极高值,1-2月为极低值。其年低值包线

也以定向趋势呈线性变化,但从1990年开始包线明显偏离原趋势线,年变波形也发生畸变,一直持续到1992年6月左右结束,震后又恢复正常趋势(图2b)。

包头市202地震台定点重力观测曲线的月梯度值呈现较规则的正弦波年变形态,其低值在每年的5—6月,高值在1月前后。在正常年份其低值包线呈定向线性趋势,但自1989年初便明显偏离原趋势线,出现了加速异常,至1990年达极值而后反向恢复,1992年8月发震前结束,异常形态完整,持续达3年之久(图2c)。

由此可见,蒙古6.1级地震前2—3年内,在孕震远场区确实出现了为数不多的缓慢而稳定具有较长时域的中期趋势性异常,这可能是孕震体应变能加速积累、微裂隙加速扩展引起扩容形变的量变演化过程在远场区域的一种物理表征。

3.2 短期突变异常

在趋势异常恢复过程中,又出现具有时间短,显示突发性特征的加速变化,可视为短期异常。乌加河台石英伸缩仪(SSY)自1988年观测以来,数据稳定可靠,其E—W向测值在1992年2月以前,日均值基本为一直线,3月之后出现大幅度突变加速异常,至6月达极值(异常量大于 4000×10^{-9}),而后反向不久发震。N—S向测值也于3月后出现大幅度波动性加速变化,8月达极值(异常量大于 1500×10^{-9}),而后发震,其异常时间约半年(图3a)。

乌加河水平摆倾斜仪E—W向测值显示,自1987年5月之后一直呈缓慢东倾,速率为 $0.05''/月$,而到1992年2月,曲线发生突变,向西急剧倾斜,速率达 $0.68''/月$ 。N—S向自1987至1991年10月间,一直缓慢向北倾,其速率为 $0.069''/月$,之后倾斜速率明显加快为 $10.1''/月$,出现大幅度跃变异常(图3b)。

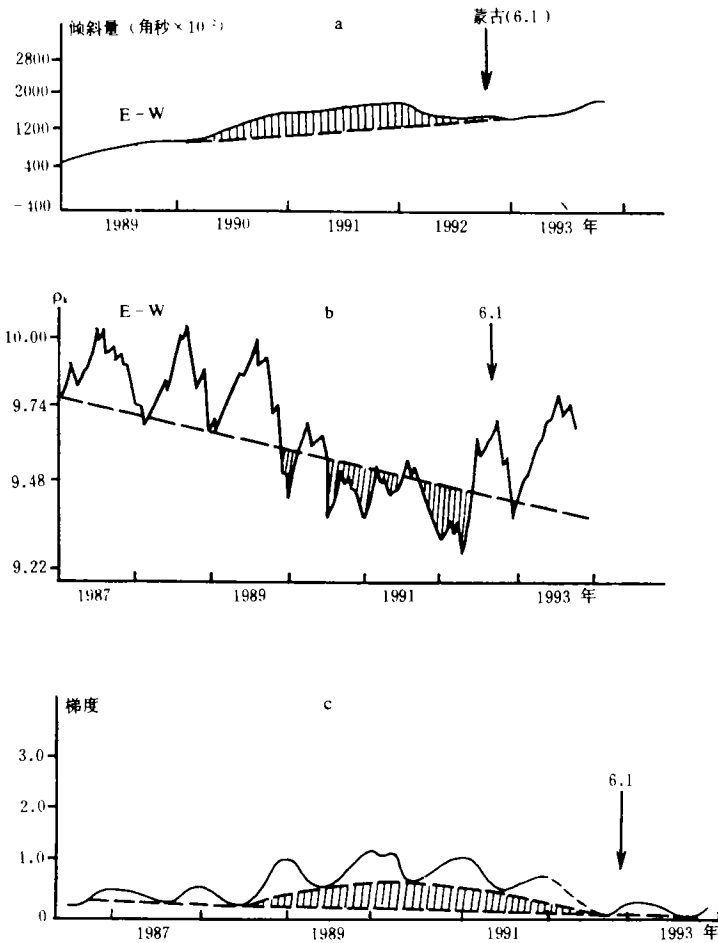


图2 中期趋势异常形态图像

a. 乌加河形变; b. 乌加河地电; c. 包头定点重力
Fig. 2 The shape of medium-term trend anomalies.

包头地震台石英水平摆倾斜仪(SQ-70),自1989年观测以来,其测值显示一直稳定向北西倾斜,月曲线梯度值年变形态不明显,在长达5年的观测过程中,N-S、E-W两向基本呈同步变化,在蒙古6.1级地震前半年左右,从1991年底至1992年初,两向出现低值突变异常,幅值达40%,异常结束后发震.E-W向异常持续时间为9个月,N-S向为6个月。在此之前,1991年包头东西两侧300—400km范围内,连续发生3次5—6级地震,震前该台也出现了较明显的突变异常,说明该台倾斜观测曲线具有较好的短期映震效能(图3c)。

临探1号井1990至1991年,水位一直呈缓慢下降的线性趋势变化,其速率为1.67cm/月,不受降水影响,无明显年变形态。1992年2—7月间,水位突然急剧上升,速率达10cm/月,出现明显加速突变异常,达极值后发震,震后又恢复下降趋势,异常期约6个月(图3d)。

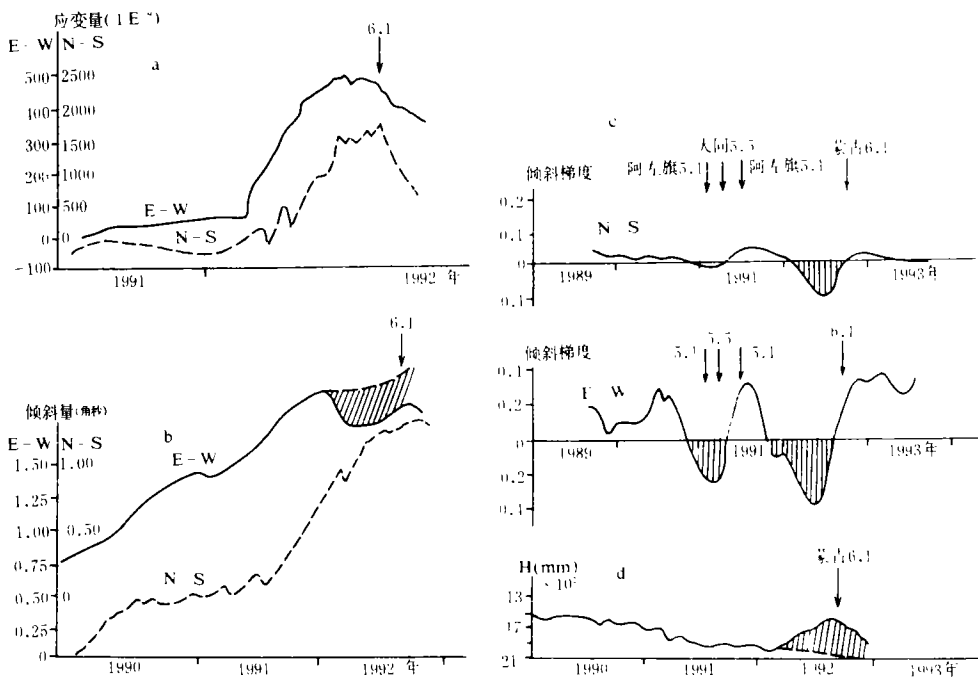


图3 短期突变异常形态图象

a. 乌加河SSY日均值异常;b. 乌加河SQ-80日均值异常;c. 包头台SQ-70倾斜月梯度变化曲线;d. 临探1井水位变化曲线

Fig. 3 The shape of short-term abrupt anomalies.

4 地震参数预测

在地震时、空、强参数中,确定孕震空间域当推之首。据付承义红肿理论,孕震应有其源和场,且不同强度的地震,则源和场的空间尺度应具有差异。研究表明,Ms≥7.0强烈地震可具有近、中、远三个孕震场,异常范围达300km以上,而7.0>Ms>5.0的中强震,孕震场一般只有300km左右(中、近场),但往往由于构造环境不同,其异常区大小也具有伸缩性。乌加河、包头、临河均处超壳型深大断裂带附近,是应变容易显示区域,6.1级地震虽强度不高,但其孕震信息可通过构造活动传递较远,形成远区异常。一般越接近震源,介质受应变能作用

愈大,其前兆观测出现异常的概率应越高,乌加河位于中场外边界,其异常概率高达75%,而位于远场的临河、包头异常概率只有30%,而呼和浩特、乌海均无异常,已处于孕震场外。据此分析,河套盆地异常范围只集中于局部区域,很难确定其震中位置。但可排除内蒙古自治区西部和宁夏境内发生中强以上地震的可能性。

实践表明,中期趋势异常的持续时间与地震强度成正比,经对华北1973年以来近10次中强以上地震的研究,得经验公式

$$M_s = 4.5 + 0.55 \Delta t (\pm 0.3) \quad (1)$$

式中 Δt 为异常持续时间(异常加速时段的2倍),单位为年,当多种手段出现异常时,可取其平均值。据此得预测震级为6.2。

若以上述趋势异常加速时段的2倍推算,发震危险期应在1992年9月,由短期异常计算,发震期应在多种异常极值出现后的恢复过程时段,即在1992年7至12月内,结果8月31日发震,与预测基本吻合。

5 结论

目前地震前兆观测数据受着地球表层诸要素的强大干扰,给识别来自地壳深部的孕震信息造成极大困难。在现阶段,人们在尽力完善观测条件的基础上,用数学方法排除有规律的噪声,在缓慢而稳定的变化背景上,探寻具有普适性特征的孕震信息。这种信息应出自同一震源,故在空间上应围绕震源区具有整体集中性。由于构造环境的作用,异常出现的时间具有差异,但一般具有准同步性,这种在某一区域出现的具有时、空特性缓慢加速或短期突变的异常群,是识别孕震信息的重要指标。

由于孕震异常受控于震源体微裂隙的演化过程,以距震中的远近可分为近、中、远三个孕震场,深入研究异常出现概率并划分场的范围,判别异常性质,是整体预测地震时、空、强参数的有效途径。

总之,在活动构造部位,进行条件优越、多种类配套的地球物理前兆场观测,选取具有规律性稳定变化的手段为预报因子,利用异常群的统一性、系统性、整体性观点来探索具有科学价值的孕震信息的普适性特征,必将为地震中、短期预报发挥积极的作用。

(本文1994年1月10日收到)

参考文献

- 1 (苏)B. N. 米亚奇金等著,付征祥译:震源物理和地震预报,《地震前兆探索》,北京,地震出版社,1980,83-90
- 2 马桂芳:利用大地慢倾斜异常群进行强震中期预报的可能性,《地震学报》,1986,8(增刊) 111-119

(下转第53页)

参考文献

- 1 周硕愚:《系统科学导引》,北京:地震出版社,1988
- 2 左军:层次分析法中判断矩阵的间接给出法,《系统工程》,6(6),1988:56-63
- 3 国家地震局科技监测司:《地震学分析预报方法程序指南》,北京:地震出版社,1990:72-75

**THE SYSTEMATIC STRUCTURE OF PRECURSORY INFORMATION
AND ITS APPLICATION TO COMPREHENSIVE
EARTHQUAKE PREDICTION**

Zhang Qiming

(*Seismological Office of Dali County, Yunnan Province*)

Abstract

This paper discusses the systematic structure of seismically precursory information, points out the effect by which systematic structure gets information gain in systematic entirety and determines the matrix of systematic structure by using AHP method. The results from practical application in western Yunnan Province show that the structure has some positive significance in comprehensive earthquake prediction.

Key words: Systematic structure. Layer analysis method. Systematic structure factor. Systematic structure matrix

(上接第46页)

**RESEARCH ON THE CHARACTERISTICS OF FAR-FIELD PRECURSOR BEFORE
THE MANLAI M6.1 EARTHQUAKE, MONGOLIA, IN 1992**

Ma Guifang, Sun Jialin and Yuan Xiaoling

(*Seismological Bureau of Baotou City, Baotou, 014010*)

Abstract

Based on the analysis of a portion of the far-field ($\Delta = 300-450\text{km}$) precursory data before the Manlai M 6.1 earthquake occurring in Mongolia on Aug. 31, 1992, this paper puts forward that an anomaly group with regional concentration and time-domain quasi-synchronism will probably be a universalism character of medium-term and short-term precursors during earthquake-pregnant process and, based on this concept, makes a research on the three seismic factors of time, space and strength.

Key words: Far-field precursor. Regional concentration. Time-domain quasi-synchronism. Anomaly group

• Seismological Bureau of the Nei Monggol Autonomous Region, Huhehot, 010051