

参 考 文 献

- [1] 李善邦等, 中国地震目录, 科学出版社, 1960.
 [2] 卢荣俭等, 等震线图与震级的关系, 地震工程研究报告集, 科学出版社, 1981.
 [3] 宇津德志, 地震学, 陈映成等译, 地震出版社, 1981.
 [4] 东京天文台, 理科年表, 杂善株氏会社, 1979.
 [5] 谢毓寿, 地震与抗震, 科学出版社, 1977.
 [6] 国家地震局, 中国地震等烈度线图集, 地震出版社, 1979.
 [7] 广西省地震局历史地震小组, 广西地震志, 广西人民出版社, 1981.

DISCUSSION OF THE METHOD ON DETERMINING THE MAGNITUDE OF HISTORICAL EARTHQUAKES

Zhu Shujun

(Seismological Bureau of Jiangsu Province, Nanjing, China)

1984年元月6日旦马(M=5.5)级地震前重力固体潮的异常形态

重力预报地震的数据虽有多种, 但它们的物理实质是一样的^[1]。因此, 我们日常工作中只使用日均值和潮汐因子 δ 值。日均值能反映震前地壳的快速蠕滑过程¹⁾, δ 值反映了震前趋势的变化²⁾。我们将日均值作为短临预报指标, 将 δ 值作为中长期预报指标。

1. 震前日均值和 δ 值变化的基本形态:

(1) 岩石的压力试验表明岩石的变形过程是: $\rightarrow$ 体积压缩 $\rightarrow$ 体积膨胀 $\rightarrow$ 弹性变塑性 $\rightarrow$ 岩石破裂。

根据地壳中岩层在强大应力场作用下经历的这一过程, 可以推算出震中附近的相应的重力场变化模型

$$\Delta g = \frac{d}{dz} \int \frac{\rho(r)}{r} dV = 2\pi G \Delta \rho (d + a - \sqrt{d^2 + a^2})$$

根据弹性力学理论又可推出 $\Delta \rho = \rho(1 - \nu - 2\nu^2) \frac{|\sigma_x|}{E}$, 式中 Δg 为重力值变化, ρ 为

1) 国家地震局武汉地震大队重力一组, 观测重力场变化预报地震可能性问题, 1977.

国家地震局武汉地震大队重力一组, 南北地震带上重力潮汐因子的初步研究, 1977.

2) 许天铭, 重力潮汐因子在地震前后的变化特征, 1978.

岩石密度; r 、 d 、 a 震源体积参数; ν 为波松比; E 为弹性模量; σ_x 为 X 方向压应力。当给定有关参数时, 就可以根据以上两式计算出震中附近地震孕育过程中重力值的变化过程。

我们取 $E = 5 \times 10^{11}$ 达因/cm², $V = 0.25$, $\sigma_x = 100$ 巴/cm², $\rho = 2.7$ 克/cm³, $d = a = 20$ km, 根据地震的扩容理论, 在震源附近重力异常值应是:

$$(1) \frac{100-200\mu\text{gal}}{\text{压缩阶段}} \quad (2) \frac{-50-100\mu\text{gal}}{\text{膨胀}} \quad (3) \frac{10\mu\text{gal}}{\text{扩散}} \quad \text{异常曲线具有如图1所示的形态:}$$

(2) δ 称为潮汐因子, 是固体潮实测振幅和理论振幅之比, 反映了地壳变形的弹性特征。它是Love数 h 和 K 的线性组合, 即 $\delta = 1 + h - \frac{3}{2}K$ (取二阶球函数), h 是经向变形的参数, 它代表地壳的实际隆起与水准面隆起之比, 比值越大, 表示该地在相同引潮力作用下, 将发生较大的径向弹性变形。 K 也是一个相似的参数, 它代表变形后实际产生的附加位与引潮力位之比。

因此, 当地壳上升时, δ 增大, 当地壳下降时, δ 应减小。那么, 根据地震的扩容理论, 在压缩→膨胀→扩散过程中, δ 就应有如图2所示的异常形态:

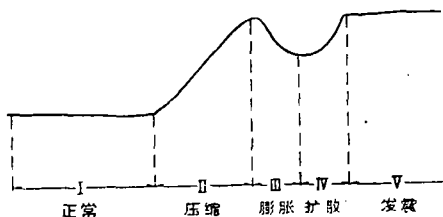


图1 重力日均值的理论异常模型

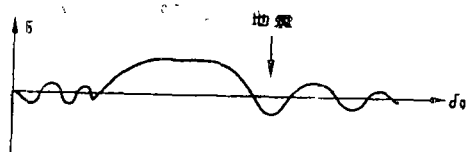


图2 潮汐因子 δ 的震前异常图象

这种异常形态与波速异常基本形态^[2]同位反相, 这因为 $\rho = 1 + \frac{gR}{4gR + 38V_s^2}$, 取微分后, $\Delta\rho = -\frac{gR76V_s}{(4gR + 38V_s^2)^2} \Delta V_s$, $\frac{gR76V_s}{(4gR + 38V_s^2)^2}$ 项可以认为是一常数 C , 则 $\Delta\rho = -C\Delta V_s$ 。

2. 1984年元月6日旦马5.5级地震前重力日均值和 δ 值的异常

地震前, 重力固体潮日均值和 δ 值呈现出了与上述基本形态相一致的震前异常图象(图3, 图4)

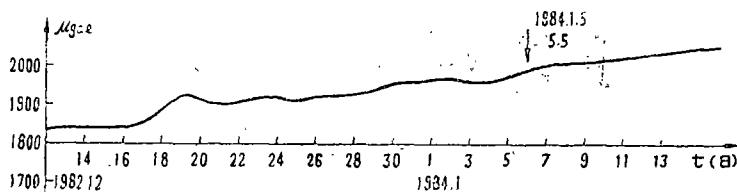


图3 旦马地震前重力固体潮日均值图

由图3可以看出, 1983年12月16日以前, 固体潮日均值曲线比较平滑, 自1983年12月17日 9

点开始突然上升,一直维持到1984年元月4日又有所下降,然后于元月6日早晨7点发生地震。

观测中使用的GS₁₁型重力仪的观测精度在6 μ gal以下,那么仪器观测到的日均值(漂移值)每天不应相差20 μ gal以上,如超过这个数量应视为异常。这次地震前日均值在1983年12月17日一天内上升了70微伽,超过每日最大限差的3.5倍。因此应视为震前异常。

一般重力漂移值有一正常的年变,曲线有一光滑的上升或下降。地震后曲线上升属正常漂移,但速率每天应小于20 μ gal。

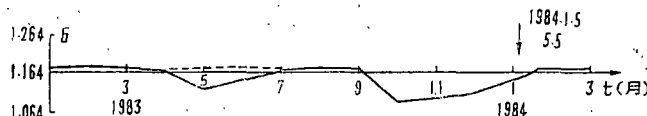


图4 旦马地震前 δ 值变化曲线

潮汐因子 δ 与仪器格值 C 有直接关系,即 $\frac{\Delta\delta}{\delta} = \frac{\Delta C}{C}$,国家局规定 ΔC 应小于1%,因此在

没有系统误差的正常情况下 $\frac{\Delta\delta}{\delta} < 1\%$ 。观测中为保证观测值 δ 准确情况下, $\frac{\Delta\delta}{\delta}$ 应小于1%,否则就是异常。

由图4可以看出自1983年9月份以来,潮因子 δ 值相应减小,幅度约3—4%,然后于10月底又有所回升,到12月底还没有完全恢复,元月6日地震后恢复到正常水平,异常时间为4个月(其中5—6月份 δ 值有1—2%的下降趋势,主要因为仪器倾斜灵敏度改变,并非异常。加改正后为正常水平)。

按郭增建等^[3]人的研究结果,日均值的突然上升反映了震前的震源处突然蠕滑。异常时间从1983年12月18日到1984年元月6日是20天,近似为九的两倍,符合倍九规律。按天体运行规律,地震多发生在朔望附近。海洋潮汐最大常在朔望后的一、二天。1984年元月6日旦马5.5级地震正是农历初四,为朔后的第三天,也是海洋潮汐最大的一天。

(兰州地震研究所 郭大庆 田少柏)

(本文1984年2月19日收到)

参 考 文 献

- [1] 北京大学地球物理系,重力与固体潮教程,地震出版社,1982.
- [2] 冯德益等,我国西部地区一些强震及中强震前后波速异常的初步研究(一),地球物理学报, Vol.19, No.3, 1976.
- [3] 郭增建,预报地震的“倍九法”,地震战线, No.5, 1977.
- [4] 徐道一等,天体运行与地震预报,地震出版社,1980.

UNNORMAL TIDAL CURVE OF THE DANMA EARTHQUAKE ($M_s = 5.5$) ON JANUARY 6, 1984

Guo Daqing and Tian Shaobai

(Seismological Institute of Lanzhou, State Seismological
Bureau, Lanzhou, China)