

甘肃及邻近地区 M_L 与 M_S 震级问题的探讨

众所周知,震级问题是国内外地震学家非常关心并一直在探讨的重要课题。由实际观测资料发现,对于甘肃及邻近地区 $M_S \geq 4.0$ 的地震(中长周期和短周期仪器都能记上的情况下)由短周期仪测定的体波震级 M_L 换算出的面波震级 M_S 往往与中长周期仪直测的 M_S 有较大的偏差,特别是在 $M_S > 4.5$ 的情况下,这种偏差有时达到 0.6—0.7 级。初步分析认为上述情况属于甘肃及邻近地区的 M_L 震级饱和问题及其使用范围问题。

甘肃地区的兰州台网在记录 $M_S < 4.0$ 地震时,由于中长周期仪的放大倍数为千倍级,记录不到震中距大于 350 km 的地震或记录不清楚。对于震中距较小的地震,由于其周期也小,不符合直测面波震级 M_S 的要求,一般都是用短周期仪根据以下近震震级公式来测定 M_L :

$$M_L = \text{Log } Au + R_1(\Delta)$$

式中 Au 为两水平分向地动位移的算术平均值, $R_1(\Delta)$ 是我国常用短周期地震仪测定 M_L 的量规函数。按要求, M_S 必须根据下列换算关系式进行换算:

$$M_S = 1.13M_L - 1.08 \quad (1)$$

此关系式是郭履灿先生在 1968 年根据邢台地震资料总结出来的。

对于 $M_S \geq 4.0$ 的地震,利用兰州台 1980 年—1991 年 SK 仪资料,选用了记录较好的 32 个地震 ($4.0 \leq M_S \leq 6.0$),做出了甘肃地区实测 M_{S2} ^① 和 M_{S1} ^② 分布图(图 1)。从图中可看出 M_{S2} 与 M_{S1} 基本呈线性分布,但直线在 $M_{S1} = 4.6$ 左右有一拐点,说明在此区间 M_{S1} 已趋于饱和状态,且 $M_{S1} > 4.6$ 时饱和现象尤为明显。用最小二乘法原理,拟合实测 M_L 与 M_S 关系式

$$M_S = 0.978M_L - 0.154 \quad 4.0 < M_S < 6.0 \quad (2)$$

$$M_S = 0.733M_L + 1.35 \quad 5.0 \leq M_S < 6.0 \quad (3)$$

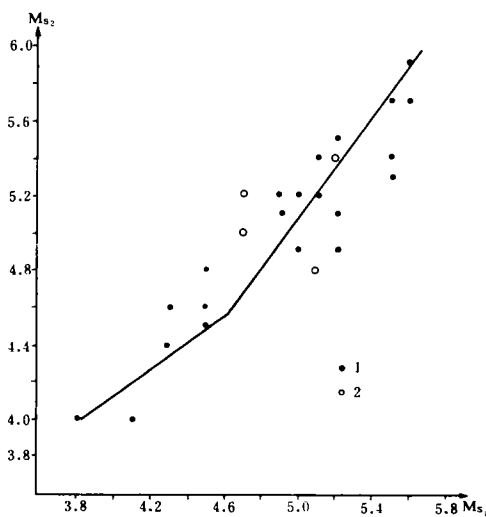
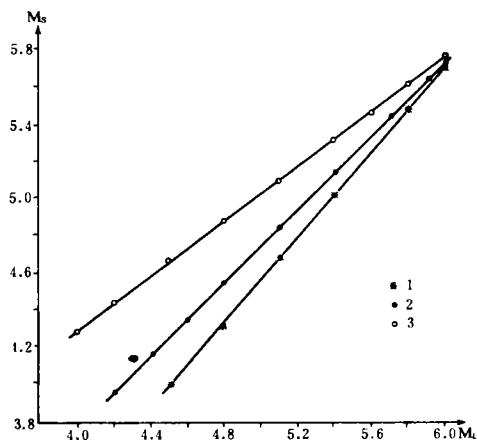


图 1 甘肃地区实测 M_S 的分布

1 实测地震 2 两次地震重迭

① 兰州台 SK 实测 M_S 数据

② 实测 M_L 换算成的 M_S 数据

图2 甘肃地区 M_L — M_S 换算关系曲线对比

$$1 \quad M_S = 1.13M_L - 1.08 \quad 2 \quad M_S = 0.978M_L - 0.154$$

$$3 \quad M_S = 0.733M_L + 1.35$$

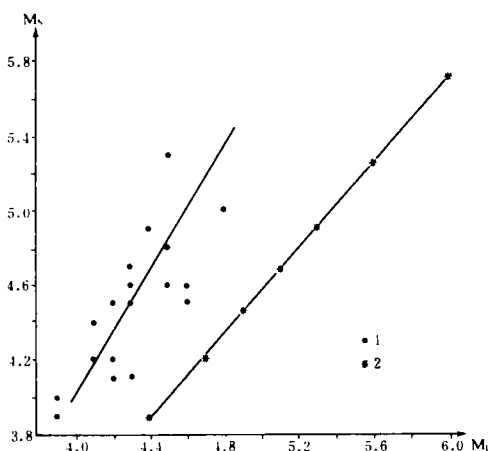
$\bar{M}_{S2} = +0.1$ 和 $\Delta M_{S3} = +0.2$ 都在《规范》所规定的范围之内。

据上所述,当 $M_S \geq 4.6$ (即 $M_L \geq 5.0$) 时, M_L 震级系统趋于饱和,我们初步认为这与以下两种因素有关:(1)与短周期仪的频率特性有关,因短周期仪摆的固有周期 $T_s = 1'' - 2.5''$,当地震周期 $T_w > 1''$ 时,其频率特性曲线急速下降,此时记录到的地震波形已严重失真。对于中强地震,计算震级时,若 $\Delta < 500$ km,一般使用短周期勒夫面波的周期;若 $\Delta > 500$ km,瑞雷面波开始发育,随着距离的增大,面波周期也越来越大,这时根据短周期频率曲线的特征,地震图上已反映不出真实的地动位移,从而使测定的 M_L 震级常常偏低。(2)与量规函数 $R(\Delta)$ 有关。因此研究并建立适合于各地区的量规函数十分必要。

四川台网在分析处理地震时,一般都对 M_L 和 M_S 分别进行测定,不需换算震级。根据四川1980年—1992年的资料,选择记录较好的33个 $M_L \geq 3.9$ 的地震作出了四川地区实测 M_L 与 M_S 关系图(图3)。

从图中可看出,四川地区 M_L 震级系统饱和和要早些。同时还选用了宁夏地区1987年—1991年中长周期仪和短周期仪都能记录到的14个地震,震级 M_L 取自地震目录,从资料中可看出震级 M_L 系统相对于

我们在拟合这些数据时去掉了个别 $|\Delta M_S| \geq 0.6$ ^① 的数据。(2)式中的 $\bar{\Delta M}_S = +\frac{3.1}{27} = +0.11$, (3)式中的 $\bar{\Delta M}_S = +\frac{2.7}{15} = +0.18$ 。将(2)式和(3)式与(1)式进行了对比(图2)。从图中可看出直线(1)式与直线(2)式的变化不是很大,但直线(1)式与直线(3)式在一定震级范围内就有显著的差异,这表明在区间 $5.0 \leq M_S < 6.0$ 范围内得到的公式(3)更有利于消除由 M_L 震级饱和带来的影响。对于 $M_S \geq 6.0$ 的地震,短周期仪往往限幅,此时仅有 M_S 震级系统起作用。在同一种震级标度下,多台测得的地震震级都有一定的偏差,因而观测规范允许测定误差 $\Delta M = \pm 0.3$ 。而由以上(2)式和(3)式求得的 $\bar{\Delta M}_{S2}$

图3 四川地区实测 M_L — M_S 关系

$$1 \quad \text{实测地震} \quad 2 \quad M_S = 1.13M_L - 1.08$$

(下转88页)

① M_{S2} 与 M_{S1} 之差

标,由于使用的元器件少,可靠性高,维修和调试方便,为原机的全面改进提供了可靠的依据。

(本文1994年1月1日收到)

(国家地震局兰州地震研究所 豆耀华)

IMPROVEMENT ON WIRELESS TELEMETERING TRANSMISSION SYSTEM

Dou Yaohua

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB*)

~~~~~  
(上接83页)

震级  $M_s$  系统饱和的范围大致与甘肃地区相同。

综上所述,我们初步认为:(1)甘肃、宁夏地区  $M_L$  震级相对  $M_s$  震级的饱和范围不同于四川地区,这可能是两地区的地壳构造差异所致。解决的方法之一是要研究适合本地区的量规起算函数  $R(\Delta)$ ,使得各地区有合适的量规函数。(2)为解决震级饱和问题,可用本地区  $M_L > 4.0$  的地震,重新拟合  $M_L - M_s$  换算关系式。(3)为了防止震级出现混乱,各种震级系统间不要进行换算,这也是我国震级专家们一直在强调的。但有时我们在工作中需报出  $M_s$  震级参数,这也是我们要重新拟合换算关系式的原因之一。

本文曾得到高世磊同志的帮助,在此表示谢意。

(本文1994年2月22日收到)

(国家地震局兰州地震研究所 魏德红 张树勋 张惠芳)

## RESEARCH ON $M_L$ AND $M_s$ OF EARTHQUAKES IN GANSU PROVINCE AND ADJACENT AREAS

Wei Dehong, Zhang Shuxun and Zhang Huifang

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB*)