

近震震级 M_L 量规函数和台站校正值

薛志照

(天津市地震局)

摘要

本文通过各地量规函数的分析研究,认为量规函数主要反映地震波区域衰减特征,不宜将一量规函数任意推广,要以地质构造分区,建立区域性量规函数。台站校正值在区域量规函数适合的基础上考虑,不能以台站校正值代替量规函数的修订。根据100多个台站资料的综合研究,不同岩性的台基,台站校正值都不大,一般在 $-0.3 < S < 0.3$ 之间。

关键词 近震震级 量规函数 台站校正值

一、问题提出

1935年美国地震学家Richter研究南加利福尼亚州地震时,提出近震震级 M_L 定义式:

$$M_L = \log B - \log B^*$$

指出 $\log B^*$ 是震中距 Δ 的函数,称为量规函数,只能应用于和南加利福尼亚州有共性的地区。1958年又称原始标度,如果没有进一步论证,不能用于外区。

1959年我国地震学家李善邦把Richter定义式中 $\log B$ 两水平分量平均振幅(mm),转换成地动位移(μm),修订为:

$$M_L = \log A + R(\Delta)$$

在我国推广,指出量规函数 $R(\Delta)$,亦按各地区实际情况改作,常需经过台站校正。

1977年国家地震局颁发的《地震台站观测规范》规定应用下式:

$$M_L = \log \Delta \mu + R_2(\Delta) + S$$

明确指出应用量规函数 $R_2(\Delta)$,并加了台站校正值 S 。

各地在实际震级测定中,发现上式计算的震级普遍有偏差,最大可达1级左右,与实际相差过大。因此,有些地区开始研究本地震级计算式。

1983年陈培善^[1]研究云南地区近震震级时提出均匀震级系统。此后,福建、湖北等地相继开展工作。各地一致认为量规函数 $R_1(\Delta)$ 、 $R_2(\Delta)$ 只作仪器周期的校正是不够的,需根据不同地区地震波的衰减特征,计算新的量规函数。台站校正值只能在区域量规函数基本适宜的前提下进行校正。

二、地震波的区域性衰减

由于各地地壳介质结构的差异,地震波的传播、衰减也不同,地震在传播途径中,

各种震相的最大振幅有差别。黄纬琼等^[2]于1982年研究了京津和川滇两地区的地震S波最大振幅随震中距衰减的情况, 得出两地振幅衰减曲线关系式:

$$\log \Delta_S = b_0 - b_7 \sqrt{\Delta},$$

b_0, b_7 为常数。

以此式拟合了京津和川滇地区的振幅衰减曲线。后来各地用类似的方法拟合出振幅衰减曲线(表1)。

天津虽然邻近北京, 但在地质构造上分属两个亚板块, 地壳厚度和介质性质的差异显而易见。地震波振幅衰减变化大不相同^[4]。依据文献〔2〕的方法, 利用天津平原台网1980—1984年的地震记录资料(图1), 作地震S波水平分量平均值的衰减曲线关系式为:

$$\text{Log } A_{\mu} = 1.657 - 0.083 \sqrt{\Delta}$$

震中距 $\sqrt{\Delta}$ 前的系数与北京地区相比, 平原地震S波衰减较北京地区慢, 比川滇地区快, 与陕西地区相近似。各地的衰减系数 b_7 彼此差异较大。如果以此研究地壳介质结构, 可望提供一些信息。

表1 各地振幅衰减系数

地 区	衰减系数	A_{max} 定 义	来 源
京 津	-0.1115	S_{max}	黄纬琼〔2〕
华北南部	-0.0999	$(A_{N_{max}} + A_{L_{max}}) / Z$	严遵国〔3〕
陕 西	-0.0843	$(A_{N_{max}} + A_{L_{max}}) / Z$	谢家树〔4〕
川 滇	-0.0784	S_{max}	黄纬琼〔2〕
滇 西北	-0.081	$S_{V_{max}}$	秦嘉政〔5〕
通 海	-0.081	$S_{V_{max}}$	同 上
龙 陵	-0.080	$S_{V_{max}}$	同 上
天津平原	-0.083	$(A_{N_{max}} + A_{L_{max}}) / Z$	本 文

三、量规函数的区域性

量规函数是近震震级 M_L 测量中用地震波振幅(或位移)沿传播途径衰减变化的补偿值, 是地震波随距离增大而衰减的平均量度, 也是地震波区域衰减特征的一个定量性描述。

近几年各地测定的量规函数, 有明显的地区特征(图2、表2)。北京地区的量规函数与云南地区的差异甚大, 特别是起始值, 相差0.4—0.5。湖北地区介于两者之间。三个地区由于地壳厚度和震源深度的不同导致量规函数的差异。地震反射波 S_{11} 出现时, 振幅增大, 函数变小, 曲线上出现一段凹形。北京地区在100—150公里间, 湖北地区在

90—140公里间, 云南地区在140—210公里间, 出现的震中距随地壳厚度加大而变远, 凹形曲线的幅度大小与地壳介质有关。Lg波常出现在400—450公里处, 表现出一个小幅度变化, 与上述因素关系不甚明显。

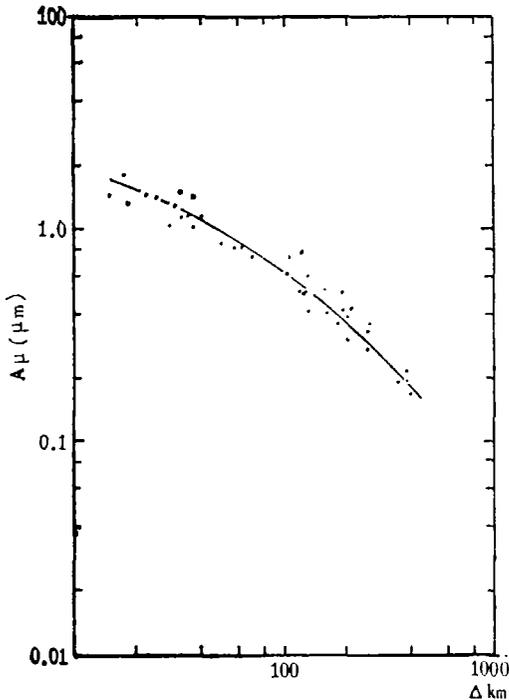


图1 $\Delta\mu - \sqrt{\Delta}$ 拟合曲线图

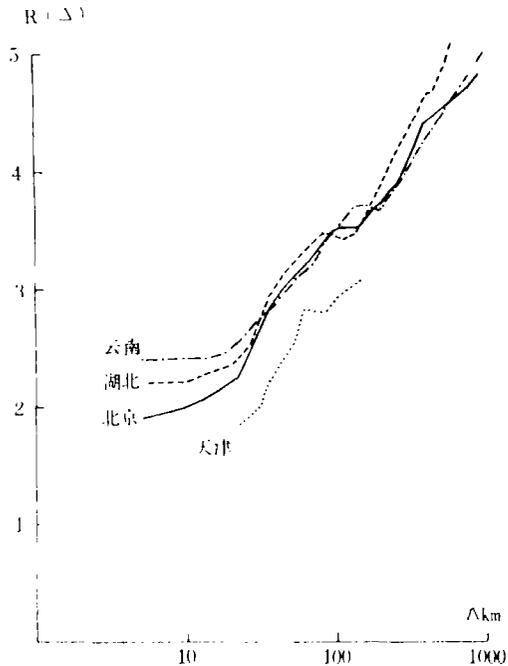


图2 量规函数曲线图

沉积平原在中国东部分布相当广泛, 平原上建有许多地震台站。平原与山区基岩有明显差别, 地壳介质的品质因子Q值相差较大, 地震波的衰减不同也是必然现象。因此, 建立平原地区量规函数是必要的。

各地量规函数起始震中距一般在10公里左右, 但是起始值差别很大, 如表2所示。北京与云南地区相差0.4, 其他地区一般相差0.2左右。如以震中距20公里左右的函数相比, 北京与天津平原地区相差0.4, 与山东松散沉积区相差0.15。山东基岩地区与松散沉积区相差0.23。由此可见起始函数的差异是各地常见的现象。

一般以震中距100公里附近为3.4作震级 M_L 的标准。这实质上是不考虑区域特征。由表2中各地量规函数所示, 没有一个地区震中距100公里时为3.4, 彼此都有差别, 最大可达0.5。量规函数既然是对地震波区域衰减的补偿, 那么各地区给予不同的补偿, 是对原始震级标度的有效修订, 也是解决震级 M_L 等价问题的好方法。因此, 震级 M_L 量规函数在不同周期仪器的基础上进行地震波衰减的补偿, 建立区域性量规函数是必要的。从现在台网布局出发, 以大的区域构造、地壳厚度、介质结构等划分, 如中国东部、西部、华北、华东, 或者华北平原和太行、燕山、阴山区也未必不可。

表2

地区	震中距 Δ km						资料来源
	0—5	5—10	10—15	20	25	100	
北京	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4	3.5	付瑛[7]
云南	2.4	2.4	2.4	2.5	2.6	3.5	陈培善[1]
安徽		2.2	2.3	2.42	2.55	3.38	戴维乐[8]
山东(岩)			2.25	2.37	2.48	3.30	林怀存[6]
(沉)			2.02	2.05	2.13	3.14	同上
宁夏		2.14	2.22	2.32	2.43	3.48	董卫国[9]
湖北	2.2	2.2	2.3	2.32	2.5	3.42	严尊国[3]
东北					2.7	3.3	李伟[10]
青海	2.51	2.52	2.53	2.54	2.55	3.47	任铁生[12]
天津				1.8	2.0	2.9	本文

四、台站校正

国家地震局颁发的地震台站观测规范中的近震震级式:

$$M_L = \log A\mu + R_2(\Delta) + S$$

式中明确给出了台站校正 S , 并定义为:

$$S_{ij} = M_L(B_{ij}) - [\log A\mu_{ij} + R_2(\Delta_{ij})]$$

以北京台网为例进行推广。但是没有给出 S_{ij} 的范围。所以各地台站校正 值相差很大, 由0.01—1.0均有, 有的甚至高出1.0以上。同时没有给出校正值的 前题条件。因此, 现在有必要从概念上定义: 台站校正 值是震级 M_L 测定中在同一个区域量规函数的基础上, 各台站震级与均匀震级的差值。

现在对全国六个地区102个台站的情况(表3)分析, 影响台站校正 值的主要因素有下列几方面:

1、区域介质不均匀性

地壳横向与纵向(深度)介质的不均匀, 地震波在各向传播和衰减有差异。所以, 震级测定需在同一大地构造单元内进行。大断裂或构造体两侧常有震级差, 如郯卢断裂。

2、区域量规函数使用不当

有的台站不考虑区域特征, 把一个量规函数任意扩展, 在不同的大地构造单元中使用同一量规函数, 如云南滇东、滇西不同地质构造区使用一个量规函数, 使部分台站的校正 值过大。

3、台基岩性不同

全国六个区100多个台站的台基岩性,侵入岩、喷出岩、变质岩、沉积岩均有。有致密坚硬的花岗岩,也有松散沉积的黄土层。仅从岩性与校正值的关系(表3)并不明显。如质地坚硬的花岗岩台基校正值不是最小,居第四位,台基平均值最小的是砂岩。黄土层台基校正值比石英岩、片麻岩都小,这显然不符合实际。

如果分区研究,在一个地质构造单元内,用一个量规函数,台站校正值与较大岩性关系密切。质地坚硬、结构致密的花岗岩台基校正值则小,比较松软的岩石则较大。如北京地区花岗岩台基校正值平均为0.01,而石灰岩比花岗岩高5倍。湖北的台站台基值也类同(表3)。

一个区内量规函数值接近于何种岩类,这类岩性台基校正值则小,而其他岩类则大。如山东量规函数接近于石灰岩,宁夏的接近于砂、页岩。黄土和冲积层比砂、页岩松散,对地震S波有一定放大作用,所以台站校正值为负,这与理论和实际相符。

4、不同仪器记录

地震台站观测规范对短周期和中长周期地震仪,以卓越周期 $T(\Delta)$ 的不同制定量规函数 $R_1(\Delta)$ 、 $R_2(\Delta)$ 。各种类型短周期地震仪记录,秦嘉政等^[6]作了深入细致的研究比较,结果表明:不同类型短周期地震仪在震级 M_L 测定中几乎无系统误差,可以忽略不计。

由上述诸因素分析台站校正值的大小决定于区域量规函数的选择,在同一区内决定于台基岩性。从100多个台站校正值统计分析,台基校正值限定在 $-0.3 < S < +0.3$ 为适宜。如过大,则需检查区域量规函数是否适当,不能将量规函数和台基校正值混为一谈,不检查量规函数,盲目修改校正值。当然不排除在同一台网有大断裂构造存在,或同一地震不同台网记录的校正。

(1990年7月25日收到初稿)

参 考 文 献

- [1] 陈培善等,量规函数、台站方位、台基及不同测量方法对近震震级 M_L 的影响,地震学报,5,1期,1983。
- [2] 黄纬琼等,近震衰减特征的区域差异及近震震级的估算,地震学报,4,4,1982。
- [3] 严尊国,建立华北南部地方性均匀震级系统的尝试,中国地震,2,2,1986。
- [4] 谢家树,陕西省区域台网测定近震震级的现状及地震波最大振幅随距离衰减的初步估算结果,地震地磁观测与研究,4,4,1983。
- [5] 秦嘉政等,不同仪器以及地震波的区域性衰减特征对测定 M_L 的影响,地震研究,第9卷,第1期,1986。
- [6] 林怀存,山东台网的震级测定及其偏差分析,地震地磁观测与研究,9,1,1988。
- [7] 付瑛等,近震震级测定方法研究,地震学报,9,1,1987。
- [8] 戴维乐,安徽地震台网量规函数的探讨,地震地磁观测与研究,7,2,1985。
- [9] 董卫国,宁夏区域台网 M_L 震级量规函数的修正和台站校正,地震地磁观测与研究,9,1,1988。
- [10] 李伟等,东北地区量规函数的初步探讨,东北地震研究,1,2,1985。

CALIBRATION FUNCTIONS OF NEAR EARTHQUAKE MAGNITUDES (M_L) AND CORRECTION VALUES OF STATION

Xue Zhizhao

(*Seismological Bureau of Tianjin*)

Abstract

By analysing the different regional calibration functions, it is found that the calibration functions show mainly the local attenuation coefficient of seismic waves and do not extend to any research field of seismic activity. According to geological construction unites, the local calibration functions are set. The calibration functions should be considered first, before correcting station values, the correction values of station cannot replace function correction. Based on the comprehensive research of over 100 seismic station data the function value variations for different site condition station are not obvious, generally, they are about ± 0.3 .