

兰州地震研究所

科研成果汇编

(一九八三年)

情报资料室

3182

兰州地震研究所
科研成果汇编

(一九八三年)

情报资料室

前 言

按照国家地震局及我所下达的一九八三年科研计划，已完成并归档的49项科研课题，经所学术委员会鉴定后，本汇编选取了47项课题中的论文、报告及工作总结（其中重要成果十项，一般成果三十七项）其余两课题即《甘肃台网地震观测报告》和兰州地磁台1979—1981年《地磁观测报告》，拟单独印刷出版，故本汇编未予编入。

本汇编责任编辑刘万忠，绘图刘显枝、赵玉珍、艾志莲、张美珍。由于业务水平有限，难免有错误之处，望读者批评指正。

兰州地震研究研情报资料室

一九八四年九月

目 录

地震学理论及实验研究

震群型序列活动的应变特征.....	(1)
甘肃地区震级测定的几个问题.....	(7)
单轴压缩下砂岩的P波动力学特征的实验研究.....	(13)
祁连山西段构造应力场光弹模拟实验研究.....	(24)

地震预报及前兆研究

偶极电测法预报研究——海原观测实验总结.....	(34)
祁连山区偶极电测法预测地震试验观测研究报告.....	(45)
中国南北带北段地震强度与时间推测.....	(54)
河西走廊东部地震活动特征及地震趋势分析.....	(66)
我国大陆中强地震前地电阻率异常的分析研究.....	(82)
地磁短周期变化场与地震关系的研究.....	(94)
地震前后地电阻率(阶段性)变化特征的物理解释.....	(109)
提高震磁效应信噪比的方法探讨.....	(122)
兰州地磁场长期变化的分析.....	(128)
海原5.7级地震时的倾斜突变.....	(132)
甘肃武山温泉和兰州五泉山西龙口泉水化学干扰因素的研究.....	(143)

地震地质研究

北祁连山古缝合线的特征及其地震活动.....	(164)
180年表是地震考察报告.....	(182)
红崖堡地震构造背景考察报告.....	(199)
永登系列爆破甘宁青地缝合网的观测解释与地壳结构.....	(215)
天水地区线性构造的遥感图象分析结果.....	(239)
1927年古浪地震形变带的调查.....	(247)
部分纯附加弹性应变能密度变化与地震.....	(257)
白银公司石灰石矿区应力解除结果报告.....	(268)

南北地震带北段(兰州—天水地区)航磁特征深部构造和地震关系·····	(275)
大地电磁测深资料汇编·····	(288)

工程地震及防震抗震研究

东乡洒勒山滑坡特征及其预报·····	(301)
--------------------	---------

地震观测及台站建设

甘肃省地下水动态观测网建设工作总结·····	(316)
甘肃省地应力站更新改建总结·····	(327)
评武山水化站的监测效能—武山水化观测站综合清理报告·····	(335)
电传台网速报中的几个问题·····	(348)
1983年流动水准选点埋石技术总结·····	(355)
兰州—天水—武都地区流动水准测量技术总结·····	(358)

仪器研制及计算机应用

标准液体镭源的配制使用和水汽仪标定技术的实验研究·····	(364)
PZ40数据处理器研制报告·····	(398)
JZD型计算打印机改进研制报告·····	(400)
Q350切石机的研制报告·····	(410)
数字化测震和前兆采集程序·····	(415)
兰州电信传输地震台网的组建及联调·····	(430)
用于多层地壳模型的机算定位程序·····	(452)
近震定位的一种计算方法·····	(459)
一种性能优良的打印机自动启停电路·····	(468)
DJS—6机维护使用情况报告·····	(472)
TQD—3开关量输入通道方案设计 与联调·····	(475)

震群型序列活动的应变特征

王振声 肖丽珠

一、前言

观测表明,在地震序列活动中有一种类型的序列活动其大部分能量是通过震级彼此相近的多次地震释放出来的;其中没有突出的主震。最大地震在全序列中所占能量的比例通常小于80%。

一般说来,震群型的特点是地震频次高、释放能量起伏显著而衰减速度较慢,活动持续时间较长, b 值一般均大于0.6。

最近以来,国内外学者对震群型序列活动问题的研究日益增多,但多偏重于 b 值及频次方面,对其物理意义探讨一般较少。本文拟通过一些震群型震例,拟以断裂力学观点阐述震群型序列活动的应变释放特征,以便对主震后是否还有强余震的活动作一估计。

二、震群型序列的力学成因

雷德曾提出地震是和地壳中物质的破坏有关。岩体的破坏是由其中存在大量微裂隙所形成。如果岩体中物质是不均匀的,那么上述大量微裂隙便呈杂乱无章地分布。在构造应力长期作用下,这些微裂隙发生缓慢而又复杂的微破裂过程,并伴随有相反的过程——即微破裂的闭合;这种过程称为蠕变。从地震观点上来说,蠕变是包括了相当于最小地震震源尺度的断裂。微破裂断断续续地发生;用地震术语讲,它是地震活动性的背景,破裂扩展的快慢有赖于所受应力大小和介质强度间的关系。实验表明,这种关系通常是十分严格的。(例如,在长期稳定性试验中,破裂时间是应力指数函数。因此,应力的微小变化常会导致破裂时间以数量级进行变化)。由于这个原则,区域性应力的增长或者区域性介质的强度降低可能会导致破裂的形成要比其闭合来得快,在土力学中这就是所谓加速蠕变阶段,而在地震学中,这时标志着—个红肿区的形成。

随着破裂过程的加强,破裂之间发生相互作用,那些平行于主震震源处断层面的破裂使断层扩展导致其重新定向,在此过程中小震的震源机制比较稳定。

断层之间的相互作用,最终导致了滑动断裂的出现;这是一种大规模的形变过程伴随着不稳定性的增加和相应张力的减少。这种不稳定形变趋于集中在沿着主要断层面的狭窄地带。于是应力就沿着这条带的边缘集中,从而减轻了震源的大部分张力。即使周

围地区压力不变,这里形变过程也会变慢,甚至还可能发生相反方向的变化。在此带内破裂导致许多为坚固的介质块体所隔开的小断层的出现。这些断层的生长因而被阻止,使整个地震带进入了一平静时期有时称地震平静期。在此期间,先前经历的那些弱震不再发生。最后一个或多个坚固块体突然屈服导致主断层突然扩张并发生一次大震。如果在主断层内有多点应力集中,那么多次扩张就会导致震群型的序列活动。

实验表明,在构造应力作用下与介质结构不均匀性有关的裂隙达到相当集中程度时裂隙间相互作用便是破坏的基础。而在一定向应力加强时,裂隙的增长常呈现出优势取向,其方向与外加应力 p 一致。Griffith认为外加应力达到临界值 P 时,裂隙就要扩张以导致固体的脆性断裂。这是因为裂隙端部应力集中的缘故。在张性的断裂中,垂直于裂隙表面的应力分量 σ_y 便由下式确定:

$$\sigma_y(x, 0) = \begin{cases} 0, & |x| \leq a, \\ \frac{px}{(x^2 - a^2)^{\frac{3}{2}}}, & |x| > a \end{cases} \quad (1)$$

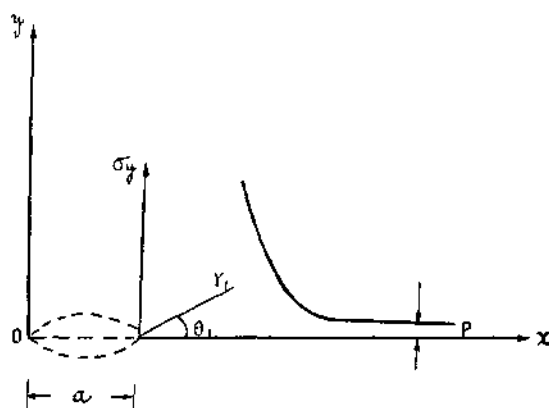


图 1

在裂隙顶端附近为 $y = 0$, $x = a + \delta$ 那一点,当 $\delta \ll a$ 时则应力分量 σ_y 便为

$$\sigma_y \propto \frac{1}{\sqrt{\delta}} \quad (2)$$

在 $\delta \rightarrow 0$ 时,裂隙顶端附近 σ_y 值很大,而在远离裂隙端部的应力值便与应力场的应力水平 p 值趋向一致,断裂力学认为,裂隙前缘的应力场可以将(1)表达为:

$$\sigma_{ij} = K \cdot (r_1)^{-1/2} f_{ij}(\theta_1) \quad (r \gg a) \quad (3)$$

式中坐标 (r, θ) 为裂隙的前缘座标, K 为应力强度因子,表达裂隙前缘应力场 $\delta^{-1/2}$ 阶奇异性强度的一个系数(参见2式)。这是一个与座标无关的物理量如下式所表达:

$$k_1 = Y \sqrt{\pi a p} \quad (4)$$

它是裂隙长度 a ，应力 p 和裂隙几何形状因子 Y 的函数。实验表明，在给定应力场水平 p 的条件下，对同一种岩石来说， K_I 存在一个临界值 K_{IC} 。当应力场 p 值增长时，裂隙也随着扩张，从而 K_I 按（4）式加大，在 $K_I \rightarrow K_{IC}$ 时，裂隙就失稳扩张以形成序列活动。

因此，对同一地震活动区来说，由于介质条件一定，可以认为 K_{IC} 为一常量。分析（4）式可以得出如下两点结论：

（1）当构造应力场应力为 p 值时，破裂首先由那些长度接近于临界值 a_c 的裂隙开始。此时，（4）便由下式所表达〔4〕：

$$K_{IC} = Y \sqrt{\pi a_c} p \quad (5)$$

（2）对于那些长度为 a 的裂隙，只有在应力场水平增至临界值 p_c 时，才有可能始开始破裂，这时，（4）式应表达为：

$$K_{IC} = Y \sqrt{\pi a} p_c \quad (6)$$

这是互为因果的。前者（5）式为我们提供一个地震发生空间的依据，即应力增长至 p_c 的那一时刻。由（5）式看来，应力的增强不是必要的条件，须要的倒是要有一个一定水平的应力场存在（参见5式）。

三、能量释放与应力释放

野外调查表明，地壳中岩石普遍存在有Griffith裂隙的。可以假定裂隙的形状、大小方向等原始状态都是单独分布存在的，这是由于介质微观不均匀性所决定。祇有在外加应力场具有优势方向时，裂隙才有可能呈现出优势取向。

通过大量实验已经确定岩体破坏通常是以裂隙组与组之间的隔堤遭到破坏使之合并成立断裂方式进行的。野外现场也表明在主断裂附近常存在有羽状裂隙，它们从不同方向向主断裂集中成一狭窄条带状分布。因此可以认为当这些裂隙数量集中到一“临界密度”时，裂隙破裂便会连锁反应表现为震群方式进行。显然，裂隙达到“临界”密度的体积便与它所释放能量有关，因而可以从震群活动的体积来估计地震能量大小。

众所周知，岩体形变后，如裂隙达到临界密度的范围（即体积 V ）越大时，它所积累的形变能也愈高，因而释放的地震能量也愈多。它们将由下式表达：

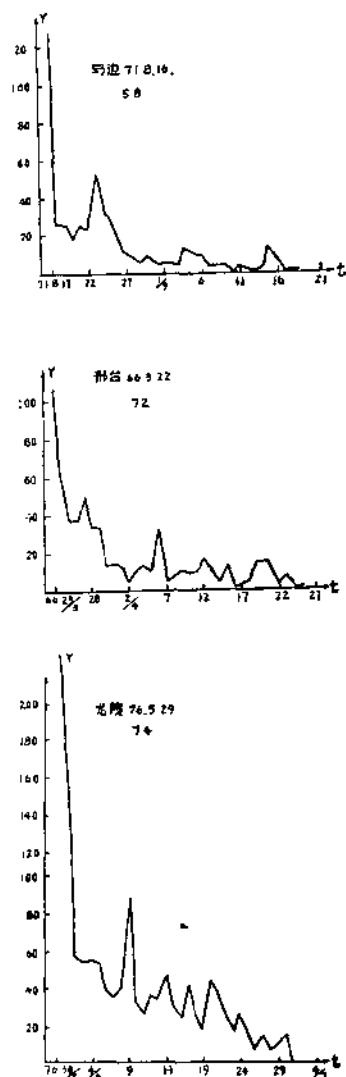


图 2

$$W_c = \frac{E}{V} \quad (7)$$

式中E为地震能量。然而实际上由于技术条件所限，目前无法测量地下深处裂隙状态。观测表明余震活动范围可以作为岩体破裂达到临界密度 W_c 的体积V。按统计结果〔2〕

$$\hat{M}_s = 0.93 \lg V - 10.91 \quad (8)$$

由于序列活动在一般情况下是在一定深度范围内进行的；因此，可以将h作一常量考虑。于是我们将(8)式化简为〔2〕：

$$\hat{M}_s = a \lg \Lambda + c \quad (9)$$

统计结果表明：

$$a = 1.06, \quad c = 3.76$$

构造地震通常是在形变积累起来的剪切应力作用下由于岩体作快速断裂而形成的。因此，由(7)式表达应变能便与剪切应力E，应变 γ 有如下关系式〔3〕：

$$W = \frac{1}{2} \mu \gamma^2 = \frac{c^2}{2 \mu} \quad (10)$$

以此式计算三个震群型序列活动的 τ 、 γ 值如表1所示($\mu = 3.5 \times 10^{11}$ 达因/厘米²)

将(7)与(10)式合并后并以下式

$$\lg E = 1.5 M_s + 11.8 \quad (11)$$

代入后得震级与应变或应力关系式为：

$$\begin{aligned} \lg \gamma &= 0.2 M_s - 2.8 \\ \lg \tau &= 0.2 M_s + 4.7 \end{aligned} \quad (12)$$

运算(12)式以计算三个震群型序列的应变释放 γ 曲线如图2所示，求得应变释放按(13)式进行衰减；式中 γ_0 为第一天的应变释放，t为天数；衰减率p对震群型序列来说求得为1.0—1.2

$$\gamma = \gamma_0 t^{-p} \quad (13)$$

图2所示曲线系按下式计算的：

$$\gamma = \gamma_0 e^{-pt} \quad (14)$$

并求得p值为0.1。今使用上两式计算所得残差S及相关性E如表2及表3所示。

为便于与频次衰减公式(大森公式)进行比较起见，一般采用(13)式。

四、小 结

综上所述，可以得出下列几点结论：

1. 断层间的相互作用导致了滑动断裂的出现，这是一种大规模的形变过程，它伴随着不稳定性的增加和相应张力的减少。这种不稳定性的形变趋于集中在沿着主要断层面的狭窄地带。于是应力就沿这条带的边缘集中，如果应力有多个集中点，那么序列活动就有利于震群型序列的进行。

表 1

年 月 日	震 中	M _s	形变体积 (c.c.)	序列释放能量 (r, G)	W (尔格/c.c.)	γ	τ (kg/cm ²)
1966—3—22	邢 台	6.8 7.2	7.4×10^{19}	5.2×10^{22}	1.5×10^3	7.8×10^{-5}	39.8
1976—8—16	松 潘	7.2 6.7 7.2	5.3×10^{19}	8.7×10^3	1.6×10^3	8.0×10^{-5}	40.8
1976—5—29	龙 陵	7.5 6.6 7.6 6.8	1.1×10^{20}	2.9×10^{23}	2.6×10^3	10.1×10^{-5}	51.5

表 2

年 月 日	震 中	M _s	γ_0	p	S	E
1966—3—22	邢 台	6.8 7.2	172.4	1.0	8.8	-0.8
1971—8—16	马 边	5.8 5.4 5.6 5.1	156.3	1.2	13.4	-0.8
1976—5—29	龙 陵	7.5 6.6 7.6 6.8	480.5	1.0	39.0	-0.8

表 3

年 月 日	震 中	M _s	γ_0	p	S	E
1966—3—22	邢 台	6.8 7.2	52.4	0.1	22.4	-0.8
1971—8—61	马 边	5.8 5.4 5.6 5.1	46.9	0.1	17.7	-0.8
1976—5—29	龙 陵	7.5 6.6 7.6 6.8	152.7	0.1	96.1	-0.8

2. 裂隙在发生缓慢而又复杂的微破裂过程时, 是在应力强度因子 K_I 在 $K_{Ic} > K_I > K_0$ 范围内进行。当 K_I 增长至 K_{Ic} 时, 裂隙的破坏便会以连锁反应式地震群方式进行, 在断裂力学方面称之为失稳扩张。此时应变能密度 W 也达到临界值 W_c , 因而可以从震群型序列活动体积来计算地震序列释放能量的大小。

3. 在应变释放中求得应变释放衰减率 p 系按下式进行衰减的:

$$\gamma = \gamma_0 t^{-p}$$

震群型序列的衰减率一般是在 1.0~1.2 的范围内。

参 考 文 献

- 〔1〕 范天佑: 断裂力学基础; P.71, 江苏科学技术出版社: 1978
- 〔2〕 王振声、王娟: 弱震活动与续发性强震的可能关系, 地震学报84年6卷1期。
- 〔3〕 王振声: 判断续发性强震的一种能量标志, 西北地震学报, 81年3卷3期。
- 〔4〕 王振声、肖丽珠: 地震序列类型的成因; 地成因学术讨论会1983年8月

甘肃地区震级测定的几个问题

曹克信 王周元

摘 要

震级测定中发现《地震台站观测规范》中推荐使用的由全国大范围平均结果得到的起算函数同甘肃的地区差别较大,尤其是在近距离上震级明显偏低,本文利用甘肃及邻近地区近300个地震的4000多个数据,在原有起算函数的基础上。用统计的方法反复修正得到了适合于甘肃地区近震震级 M_L 测定的起算函数 $R_g(\Delta)$ 如表1所示。同时得到甘肃各台站的震级改正值如表2所示。外检验表明利用这两项结果测得的震级精度比原起算函数的结果约高一倍,总偏差由0.37降至0.21,最大偏差由原来的0.5级下降到0.3级;并且某些台的改正值同其它已知结果一致。同时这些改正值大致与台基的岩性相关。这就表明了结果是可行的,因而建议在今后的测震工作中使用。

此外还得到了在水平向振幅资料缺失情况下用垂直向P、S波最大地动位移求震级的公式为:

$$N_L = L_g A_u + R_g(\Delta) + S$$

其中 $A_u = (A_{up} + A_{us})$;该震级与水平向地动位移测定震级的偏差一般不超过0.3级。因此建议将该公式也投入使用。

一、问题的提出

震级是地震最基本的参数之一,它的精确测定对于地震研究和预报无疑都很重要。目前甘肃地区大量中小地震震级的测定方法都是利用横波S两个水平分向最大地动位移的平均值 A_u ,由公式

$$M_L = L_g A_u + R(\Delta) + S \quad (1)$$

求得,然后取多台平均,再据

$$M_s = 1.13 M_L - 1.08 \quad (2)$$

换算为面波震级;仅少数较大的地震用长周期仪器资料直接求取面波震级 M_s 。(1)式中 $R(\Delta)$ 为震级起算函数。它反映了地震波振幅随震中距衰减特性,在震级测定中则是一个距离改正值。 S 为克服台基影响的台站改正值。

多年来甘肃地区使用的起算函数 $R(\Delta)$ 是根据全国资料得出的大范围内的平均结果〔1〕。使用过程中发现用该起算函数在甘肃地区的震级经常得到一些差异较大的结果

果。尤其在近距离上测得震级明显偏小(见图1)。这就反映了地震波衰减特性在甘肃地区的区域性差别,因而有必要使用我区的震级起算函数,以得到更为确切可靠的震级值。

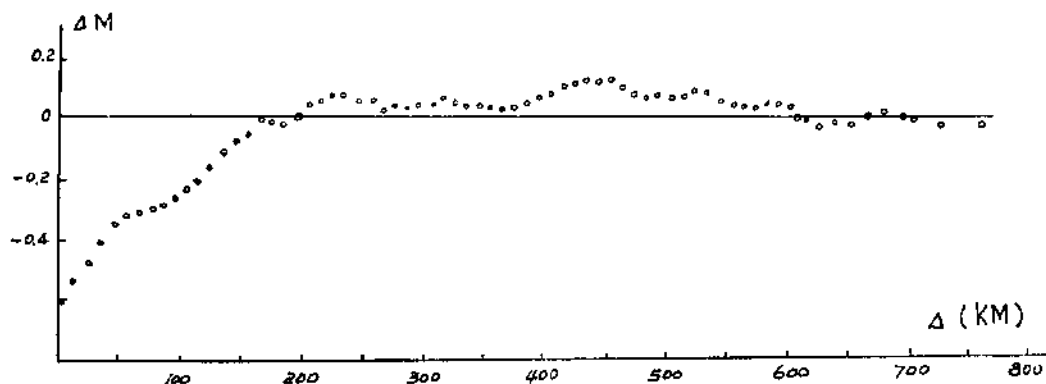


图1 $\Delta M \sim \Delta$ 综合平均曲线

此外,甘肃地区的台站改正值问题,虽然有人作过某些考虑,但尚未作过系统的工作。因而震级测定中一直未作台站改正。这样使得某些台如天水、靖远等测得的震级明显偏大,而另一些台站则偏低。所以这也是精确测定震级急待解决的问题。否则一些仅能由个别台站求出震级的较小地震的震级值偏差较大,甚至与多台记到的较大地震的震级之间有可能出现震级脱节或者说“缺震”现象。

现在甘肃地区几乎所有台站均配备了百倍、千倍、万倍三种不同级别放大倍数的垂直向记录,为了利用这些资料以弥补地震过大或过小时失记而无法测定震级的缺陷。解决用垂直向地震波记录资料测定与上述水平向测定的一致的震级问题也是一项值得开展的工作。

本文的目的即在于简单介绍上述三方面的工作和结果。

二、起算函数和台站改正值

1. 资料。工作中选用了81年1月至82年8月陕甘宁青地震观测报告中185个地震的2014个数据;震级 M_L 在2.3~5.8之间,其中3.0~4.0级地震144个;大多数地震有5个以上的台站记录资料;这些数据中甘肃台网占1600多个;甘肃台网的光记录19个,烟记录11个,墨水记录3个,放大倍数从2000多倍到26万倍不等,绝大多数台站在1.8万~5万倍之间。对所用资料的相当部分都作了查图复算核对工作。

2. 起算函数。原则上解决起算函数问题有两种途径可供选择:其一,按照震级的原始定义和规定。根据本地区地震波传播过程中随距离的衰减关系进行计算,在我们的初步工作之后发现这种方法受到所用资料的限制很大,一时难以解决问题,而且精度也难以提高。所以这里不打算使用这种方法;其二,在原有起算函数基础上根据大量的资料进行反复修正。工作过程中发现这种方法简便、易行、适用。而且最主要的是所得结果便于同以往的起算函数和全国的震级系统衔接,何况在实质上它与前者是一致的。故本文采用这种方法。

为此,使用球面三角公式

$$\cos \Delta^{\circ} = \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos (\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$\Delta (\text{KM}) = 111.1 \Delta^{\circ} \quad (3)$$

首先对各台站的震中距进行复核,并查算了所有的震级和均值。经过资料选取舍去 1.5 倍均方根残差的点后得到不同震中距离上相对于平均震级之偏差 ΔM 的综合平均曲线 (图 1), 图中不难看出, $\Delta < 150$ 公里时, $\Delta M < 0$, 所定震级偏小。而且最为明显, 震中距越小偏差越大, $200 < \Delta < 600$ 公里时, $\Delta M > 0$, 所定震级偏大, 但差值不太大, 并且基本平稳。 $\Delta > 600$ 公里时 $\Delta M \approx 0$, 但有起伏, 这种分布特点一方面在近距离上反映了我区的地区差, 另一方面在远距离上反映了原起算函数为大范围平均结果。据此可以得到不同距离上所求震级的偏差值, 将这些值从原起算函数中减去则可得到甘肃震级地区测定新的起算函数, 记为 $R_g(\Delta)$ 其结果列于表 1。

表 1

Δ (公里)	$R_g(\Delta)$	Δ (公里)	$R_g(\Delta)$
0—10	2.39	230—240	4.02
15	2.53	250	4.04
20	2.59	260	4.06
25	2.77	270—280	4.16
30	2.92	290—300	4.25
35	3.10	310—320	4.33
40	3.16	330—340	4.45
45	3.24	350—370	4.46
50	3.33	380—390	4.55
55	3.43	400—420	4.60
60—70	3.51	430—450	4.63
80—85	3.58	460	4.64
90—100	3.66	470—500	4.72
110—140	3.70	510—530	4.83
150—160	3.74	540—600	4.86
170—180	3.82	610—680	5.00
190—200	3.88	700	5.08
210—220	3.93	750	5.17

3. 台站改正值。外检验表明使用新的起算函数 $R_g(\Delta)$ 确实可将图1中所示的各台所求得的震级值随震中距的趋势变化消除;但所得震级值仍有起伏变化。这主要是由于各个台站岩性的影响所致。为此将这时所得各台震级对平均震级的偏差作为各台校正值的基础。首先将所有资料全部平均,求其标准差 σ 。并进行选点舍去 1.5σ 以外的点重新平均。得到甘肃地区台网的台站改正值。列于表2。

表 2

台 站	S	台 站	S	台 站	S
AX	-0.24	YD	-0.14	GG	
SNA	-0.37	JY	-0.32	XM	0.08
JYG	-0.23	LZH	-0.14	XF	-0.15
JTS	0.16	LJX	0.14	ZJC	0
GT	0.15	LX	0.19	TSS	-0.46
ZY	0.14	DX	-0.13	LXA	0
SD	-0.19	HZO	0.38	CX	0
HXB	0	JN	0.06	WD	0.20
JTL	0	TW	-0.07	WX	0.30
MQ	-0.13	LXY	0	WS	0.05
JTA	0.12	MX	0.10	YCH	0.18

4. 外检验。用82年9月至83年5月《甘肃台网地震观测报告》上的50个地震的525个观测数据作拟合度外检验。数据一般也经过复核;用原起算函数所定震级的总偏差 $SD(ML) = 0.37$ 。用新起算函数并加上台站改正后所得震级的总偏差 $SD(ML) = 0.21$,可见震级测定精度大有改进,约提高一倍;最大震级偏差由原来的0.5级降到现在的0.3级。可见工作结果是可行的。

同时值得一提的是,这里所得到的兰州台的台站改正值与其它一些有关结果〔1—4〕相当一致。这也证明我们的结果可行,而且同全国震级系统衔接得很好。

需要说明的是,考虑到震级测定的连续性和原始震级定义在100公里处的规定,这里的起算函数已作了平移。以保证上述规定的满足。但这并不对测定结果的偏差产生影响。

三、垂直分向震级

根据位错理论,对于我国绝大多数浅源走滑型为主的地震,可用P波和S波能量幅

射互补的特点来校正由于地震波幅射的方向性而引起不同方位上台站所测定震级不同的问题〔5〕。这样便有可能为我们提供用垂直分量地动位移资料求取与水平向一致的震级的最简便方法。为此选取了甘肃地区近100个地震的1000多个资料点求取二水平分量S波最大地动位移和同垂直向P，S波最大地动位移和之比KA。其分布如图2所示。图中明显可见，KA在1.98附近出现峰值。而在该值的2倍差即0.99~3.96之间的数据点占90%以上，而资料点的分散可能主要是由于资料有误，如光记录振幅偏大时光点不清，放大倍数、衰减档不准等，当然也不能排除个别地震的特殊性，但总的情况是绝大多数地震观测值的KA值介于0.99~3.96之间，取1.90作代表值，用垂直向P，S波最大

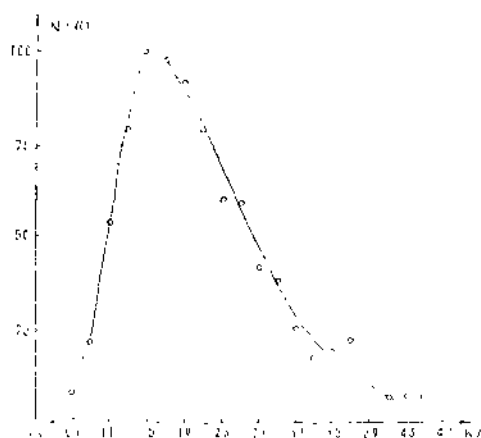


图2 KA分布

地动位移之平均值代替S波二水平向最大地动位移均值测定震级仅差一常数，而不需另求起算函数和台站改正值，并且这样的结果的最大偏差也在0.3级以内。此外，KA值同震中距和地震强度的对比看不出明显的相关变化趋势，即是说KA值同震中距和地震强度基本没有关系。这就更为我们测定震级提供了方便。因此，我们的结论是用垂直向资料求震级和水平向基本一致，只差一常数。

即：

$$M_{LUD} = Lg \frac{A_{\mu P} + A_{\mu S}}{2} + Rg(\Delta) + S \quad (4)$$

$$M_{LH} = M_{LUD} + 0.30$$

四、讨论和结论

1. 图1表明甘肃地区地震波传播途径上的衰减比全国大范围平均结果要大些，因此建议今后甘肃台网测定地震的震级时使用本文表1所给出的起算函数 $Rg(\Delta)$ 。经检验

表明它能得出精度更高,且与全国震级系统一致的震级值;

2. 台站改正值同各台岩性的对比表明,花岗岩、石灰岩的改正值接近于零,其它岩类差别较大,如肃南、嘉玉关的红沙岩改正值在 -0.2 到 -0.3 之间,武都、文县的基岩在 $0.2\sim 0.3$ 之间,黄土层则最大,如天水、靖远在 $-0.3\sim -0.5$ 之间,而兰州、民勤、西峰却比较小在 -0.1 左右。尽管我们的结果是初步的,也较粗糙,但检验结果较为理想,因此建议使用本文表2给出的台站改正值;

3. 在水平向资料没法使用的情况下,建议用本文(4)式给出的用垂直向P、S波最大地动位移求震级 M_L 的方法;统计结果表明。这样求出的震级同水平向震级之差小于0.3的可信度在90%以上。

参 考 文 献

- [1] 国家地震局,地震台站观测规范(试行),地震出版社,1978
- [2] 郭履灿等,面波震级和它的台基改正值,地震学报, V.13 No.3
- [3] 许建生、马志新,对兰州台面波震级偏差的分析,地震地磁观测研究, V.3 No.2
- [4] 郭履灿、李绍业,兰州台面波震级偏差的地理分布,西北地震学报, V.15 No.3
- [5] 陈培善、秦嘉政,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 V.15 No.1