

巴塘地震台近震弱 S 波震级偏差研究

何 韬, 刘 涛, 李小萍, 唐云辉

(巴塘地震台, 四川 巴塘 627650)

摘要:分析了 2009 年至 2012 年巴塘台测定的 $M_L \geq 3.0$ 的近震共 540 个, 计算出了它们与中国地震台网中心(CSN)发布的 M_L 震级之间的偏差, 找出了巴塘台弱 S 波出现的区域。用相同标准震级, 相等震中距的方法, 找出了正常波形记录与弱 S 波波形记录之间的振幅比, 计算出了弱 S 波地震的震级偏差程度, 发现该台记录到的弱 S 波的比例高达 46.5%, 弱 S 波的震级偏差达 0.7, 其结果有利于地震震级测定的准确性。

关键词: 数字地震观测; 近震; 弱 S 波; 震级偏差

中图分类号: P315.3⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0844(2013)增刊-0081-04

DOI:10.3969/j.issn.1000-0844.2013.增刊.0081

Magnitude Deviation of Seismic Weak S-wave of Batang Station

HE Tao, LIU Tao, LI Xiao-ping, TANG Yun-hun

(Batang Seismic Station, Batang Sichuan 627650, China;)

Abstract: After analyzing 540 near earthquakes of $M_L \geq 3.0$ determined by Batang station from 2009 to 2012, we calculated the magnitude deviation from that released by China Earthquake Networks Center (CSN), and then found out the regions where weak S-wave occurred at Batang station. Using the methods of same standard magnitude and same epicenter distance, the amplitude ratio of normal waveform recording to weak S-waveform recording was found and the magnitude deviation degree of weak S-waveform earthquakes was also calculated; the former at Batang station is up to 46.5% and the latter is 0.7. This study could make the determination of earthquake magnitude of our station more accurate.

Key words: digital earthquake observation; near earthquake; weak S-wave; magnitude deviation

0 引言

巴塘地震台从 1998 年安装了数字地震仪以来, 记录到的地震震级偏差有两种情况^[1-3], 一种情况是地震震级偏差在 ± 0.2 之间, 这属于正常现象, 还有一种是地震震级偏小, 偏小的幅度达 0.6 以上。找出这些地震震级偏差为什么如此而之大, 是否具有规律性还是很有必要的。通过多年的分析总结, 发现震级偏差在 0.6 以上的地震, 它们记录出来的波形特征为弱 S 波形。

弱 S 波特征是指: 与正常地震记录波形相比, 近震在水平分向上, S 波的振幅比 P 波的振幅小或小

很多。一般情况下, 近震在水平分向上, S 波的振幅要比 P 波的振幅大。下面是巴塘台记录到的地震波形记录, 它们的震中距不同。

图 1(a)地震事件为 201212012317. EVT, 是弱 S 波记录, 方位角 65.9° , $\Delta = 525$ km, $H = 24$ km, $M_L = 4.6$, 震中: 北纬 31.85° , 东经 104.18° , 四川省汶川县。我台实测 4.0, 相差 0.6 级。

图 1(b)地震事件为 201210191045. EVT, 方位角 86.8° , $\Delta = 361$ km, $H = 26$ km, $M_L = 4.3$, 震中: 北纬 30.14° , 东经 102.86° , 四川省天全县。巴塘台实测 3.6, 相差 0.7 级。

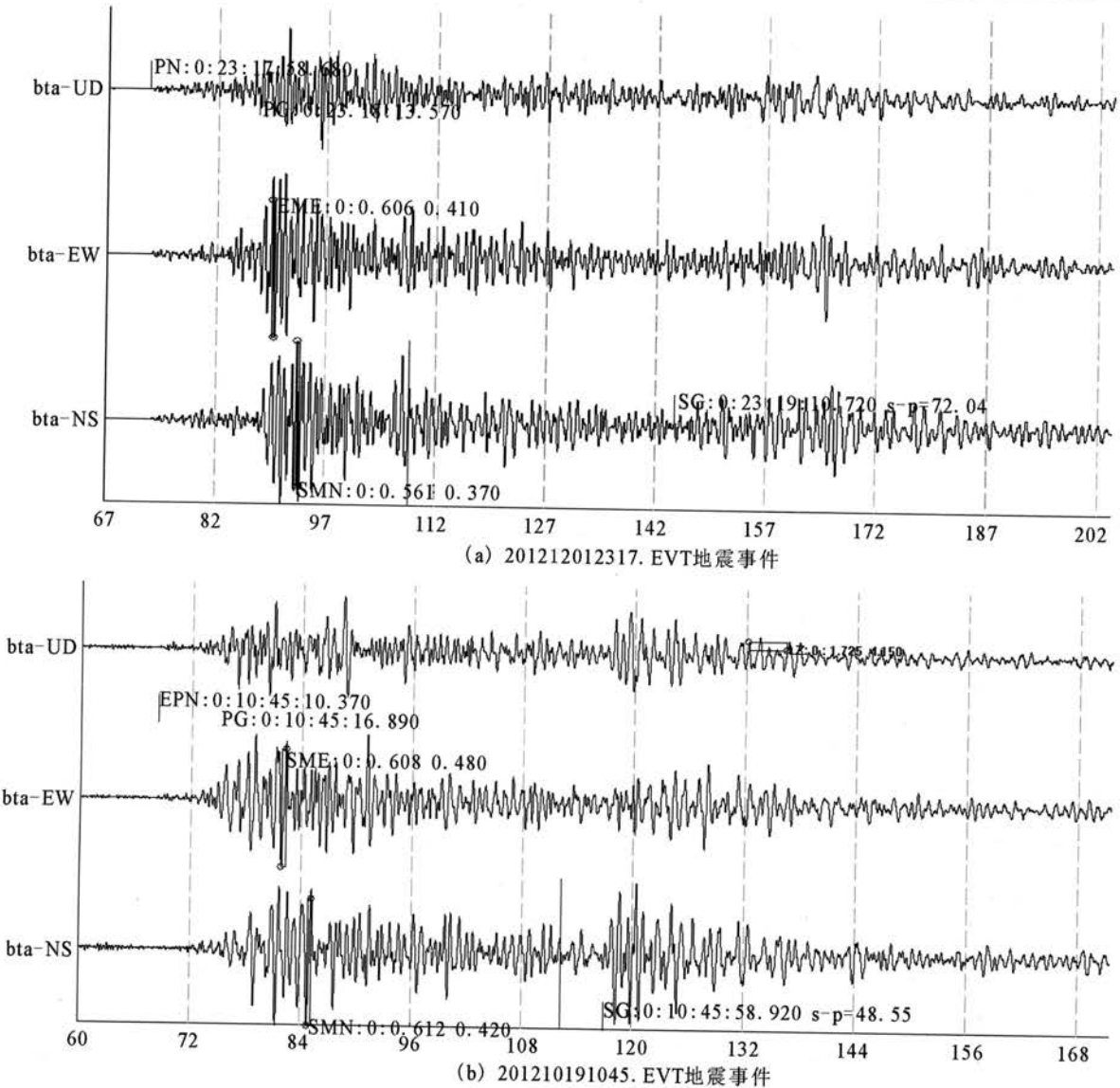


图 1 巴塘地震台记录弱 S 波典型图例
Fig. 1 Typical sample of weak S-wave recorded at Batang station

图 2 地震事件为 201304161634. EVT, 是正常波形记录, 方位角 241.9° , $\Delta=436\text{ km}$, $H=6.3\text{ km}$, $M_L=5.1$, 震中: 北纬 28.1° , 东经 95.2° , 西藏墨脱县。我台实测 5.1, 相差 0.0 级。

1 资料

用国家台网中心的目录数据, 以我台为中心, 选取时间为 2009 年 1 月至 2012 年 12 月, 选取的震级为 $M_L \geq 3.0$, 选取半径为北纬 24° 至 36° ; 东经 93° 至 105° (我台地理座标为 30.00° , 99.1°), 共选取地震 1 283 个, 再与我台记录相对比, 共找到 540 个 $M_L 3.0$ 的地震。

2 处理方法

d_{M_L} 为平均偏差, $M_{st} i$ 标准震级, 由中国地震台网中心目录给出; $M_{real} i$ 为台站实际测算震级; n 为测算

2.1 震级的计算公式和相关公式

2006 年 9 月至今, 我台一直使用的是北京港震机电技术有限公司开发的 EDAS—IAS 人机交互分析程序。数字观测系统近震震级计算公式为^[4]:

$$M_L = \log(A) + R(\Delta) + C \tag{1}$$

式(1)中: A 为地震计两个水平向最大记录振幅的平均值; $R(\Delta)$ 为近震震级的起算函数, 它跟震中距(Δ)有关; C 是台站校正值。在台站实际使用的软件中, 没有加校正值, 即台站校正值 $C=0$ 。震级平均偏差公式为:

$$d_{M_L} = \sum_{i=1}^n \Delta M_i / n \tag{2}$$

$$\Delta M_i = M_{st} i - M_{real} i \tag{3}$$

震级的地震总个数; ΔM_i 是震级的偏差值。标准误差公式为:

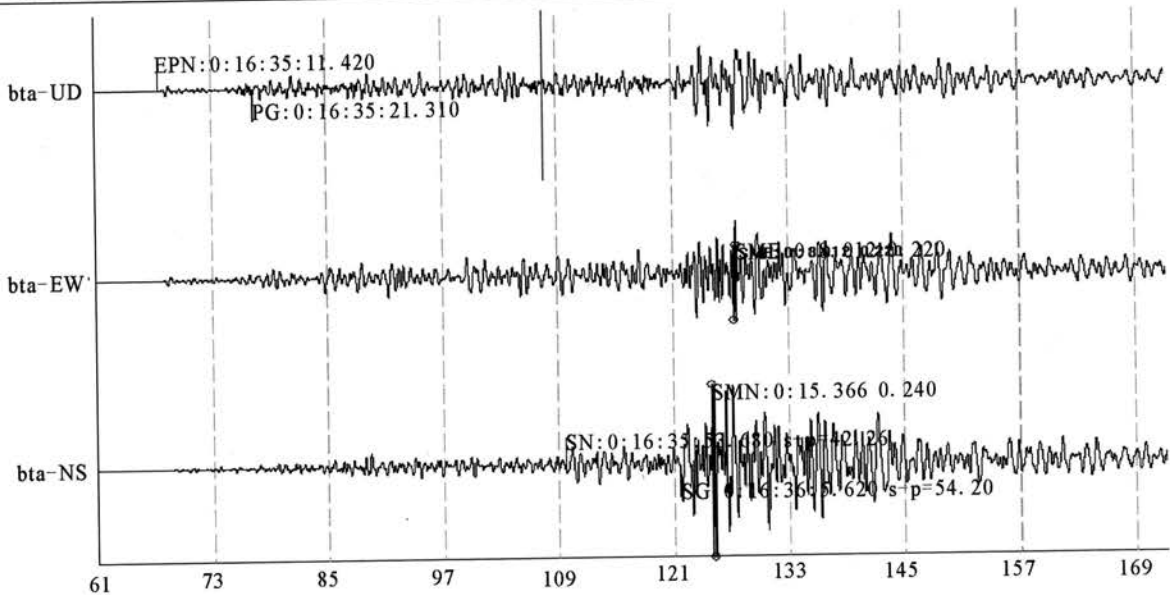


图 2 巴塘地震台记录非弱 S 波典型图例

Fig. 2 Typical sample of non-weak S wave recorded at Batang station

$$S=\pm\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n(d_{M_L}-\Delta M_i)^2}{n-1}}\tag{4}$$

2.2 方位角和震中距计算

为了消除人员分析水平的参差不齐,排除人为错分的可能,使用了计算震中距和方位角的软件。以中国地震台网中心(CSN)给出的地震震中为依据,计算出每一个地震到本台的震中距与方位角,用《地震台站观测规范》^[5]中的近震起算函数 $R(\Delta)$ 。依据我台实际测算的最大地动位移,精确计算出了每一个地震在我台实际的震级,结果真实可靠。

2.3 震级差的对比法

采取选用起算函数相同,所给地震标准震级相等,震中距相近($\pm 20\text{ km}$ 以内),只有方位角不同,一组是正常波形记录,另一组是弱 S 波波形记录,共找出了相对应的地震 96 对,计 192 个地震。

3 结果

3.1 弱 S 波出现的区域

巴塘台弱 S 波出现的区域是方位角 62° 至 155° 之间,震中距大于 290 km 以后出现弱 S 波的地震共 251 个,比例为 46.5%,如表 1 所示。

表 1 震中距、方位角、地震个数与波形情况之间的关系			
震中距 Δ/km	方位角 $\alpha/^\circ$	$N(\text{地震个数})/\text{个}$	波形情况
<290	$0<\alpha<360$	29	正常
>290	$62<\alpha<155$	251	弱 S 波
>290	$155<\alpha<422$	260	正常

3.2 震级偏差情况

用上述的相关公式计算出所选取 96 对地震的

震级平均偏差和标准误差。结果如表 2。从表 2 可以清楚的看到,巴塘台弱 S 波出现的地震震级偏差很大, d_{M_L} 为 0.749,标准震级大,我台的地震震级偏小,这与我们平时工作中出现的实际情况是相吻合。 S_{M_L} 误差为 $+0.179$,标准误差小,说明震级偏差相对集中。正常波形,本台震级偏差符合要求。震中距小于 290 km 的地震, d_{M_L} 为 0.120, S_{M_L} 误差为 $+0.182$,震级偏差不大,达到规范要求;震中距大于 290 km 的正常地震波形, d_{M_L} 为 -0.002 , S_{M_L} 误差为 -0.272 ,震级偏差不大,也达到规范要,只是后者离散度相对大。

表 2 震级偏差与震中距、方位角、波形情况之间的关系					
震中距 Δ/km	方位角 $\alpha/^\circ$	$N(\text{地震个数})/\text{个}$	$d_{M_L}(\text{平均偏差})$	ΔM_i 均方差	波形情况
<290	$0<\alpha<360$	29	0.120	$+0.182$	正常
>290	$62<\alpha<155$	96	0.749	$+0.179$	弱 S 波
>290	$155<\alpha<422$	96	-0.02	-0.272	正常

3.3 震幅比的情况

依据测定出的正常波形的振幅与弱 S 波波形的振幅的振幅比,平均值为 7.05。 $\lg(7.05)=0.85$,也就是说,正常波形的地震震级要比弱 S 波波形的地震震级大 0.85,这与震级偏差为 0.749 相吻合。

4 结论

(1) 巴塘台波形记录正常的地震,其震级偏差在 ± 0.2 之间,符合规范要求。出现弱 S 波现象的地震,其震级明显偏小,偏小幅度在 0.6 以上;

(2) 通过对地震波形的分析总结,认为在我台以东 290 km 以外,方位角 62° 至 155° 之间的地区,

大约东经 102°附近存在一段大的软流层,导致 S 波无法正常通过,造成我台震级明显偏小;

(3) 我台记录到东边大于 290 km 以外的地震有弱 S 波现象出现,那么在我台以东 290 km 以外的地震台,他们在记录东经 102°以西的地震,是不是也会出现弱 S 波现象呢?

参考文献

[1] 张淑珍. 兰州台数字记录速报震级偏差的分析[J]. 地震地磁观

测与研究,2006,27(2):28-31.

[2] 田文德,胡俊明. 成都数字地震仪测定震级偏差分析与校正[J]. 四川地震,2012,(3):20-23.

[3] 刘学华. 平武地震台数字地震仪记录近震震级及定位偏差[J]. 四川地震,2011,(2):32-35.

[4] 中国地震局监报司. 地震学与地震观测[M]. 北京:地震出版社,2007.

[5] 国家地震局. 地震台站观测规范[M]. 北京:地震出版社,1990.

[6] 中国地震局监报司. 数字地震观测技术[M]. 北京:地震出版社,2003:22-35.

(上接 50 页)

[14] 毛凤英,张培震. 古地震研究的逐次限定方法与新疆北部主要断裂带的古地震研究[A]//国家地震局地质研究所编,活动断裂研究(4). 北京:地震出版社,1995:153-164.

[15] 冉勇康,邓起东. 海原断裂的古地震及特征地震破裂的分级性讨论[J]. 第四纪研究,1998,(3):271-278.

[16] 国家地震局阿尔金断裂带课题组. 阿尔金活动断裂带[M]. 北京:地震出版社,1992.

[17] 青海省地震局,中国地震局地壳应力研究所. 东昆仑活动断裂带[M]. 北京:地震出版社,1999.

[18] 国家地震局地质研究所,宁夏回族自治区地震局. 海原活动断裂带[M]. 北京:地震出版社,1990.

[19] 刘兴旺,雷中生,袁道阳,等. 1609 年甘肃红崖堡 7¼ 级地震考证[J]. 西北地震学报,2011,33(2):143-148.