

2011 年缅甸 M7.2 地震强震动观测记录初步分析*

刘琼仙, 李世成, 崔建文, 杨黎薇, 张 潜

(云南省地震局, 云南 昆明 650224)

摘要: 简要介绍了 2011 年 3 月 24 日缅甸勐帕亚 M7.2 地震发生后, 云南强震动台网中心 55 个台站接收到的强震动记录及其初步处理结果, 并对地震动衰减关系拟合、频谱随震中距的震域变化及地震动持时特征进行了分析。结果表明: 由云南地区强震动记录资料拟合的地震动衰减关系相对于大陆区域的地震动衰减关系, 与此次强震动记录具有更好的相关性。地震动加速度卓越频率依 I、II、III 类场地及楼房结构而依次变低, 且随着震中距加大, 强震动记录主频值呈变小趋势。场地类别对地震动水平分量持时的影响比竖向分量更明显一些。最后对仪器触发范围、方式、响应半径问题进行了探讨。

关键词: 缅甸地震; 强震动记录; 地震动持时; 触发方式; 响应半径

中图分类号: P315.914 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0666(2012)04-0540-08

0 引言

2011 年 3 月 24 日 21 时 55 分 12 秒, 缅甸勐帕亚地区发生 M7.2 地震, 震中位置 (20.7°N, 99.85°E), 震源深度 20 km。震中距离我国边境约 86 km, 西双版纳州的勐海县、勐腊县和景洪市的部分地区遭受烈度为 VI 度或 VI 度的地震破坏, 滇南大部分地区有震感。此次地震, 云南强震动台网中心共接收到固定台、烈度台、活断层台、存储台以及流动观测台等 55 个台站的主震记录。

1 地震构造环境及震源参数

1.1 地震构造环境

缅甸 M7.2 地震, 发生在缅甸东北部的巽他板

块与西印支板块的交汇部位、实阶断裂带与澜沧江—湄公河缝合线所夹持的块体东侧。其发震构造为北东向展布的勐帕亚—勐仑断裂, 该断裂起于缅甸的勐东一带, 向东北依次经过勐萨、勐帕亚、勐洋, 过万萨后进入我国境内, 止于勐仑一带。历史上, 勐帕亚断裂曾发生过 1969 年 2 月 9 日勐仑 M_s5.1 地震、1989 年 9 月 29 日勐东附近的 M_s6.4 地震及 10 月 1 日 M_s6.2 地震, 1990 年 1 月 24 和 25 日勐帕亚西南的两次 M_s5.3 地震, 1997 年 1 月 25 日勐仑北东 M_s5.1 地震, 以及 2011 年勐帕亚 M7.2 地震 (常祖峰等, 2011)。

1.2 地震参数

云南地震台网、中国地震台网、中国地震局地球物理所、美国地质调查局 (USGS) 分别给出了缅甸 M7.2 地震的相关参数 (表 1)。本文采用中国地震台网给出的正式目录结果。

表 1 缅甸 M7.2 地震参数
Tab. 1 The parameters of Myanmar M7.2 earthquake

台网或 机构名称	发震时刻		震级	震中		深度 /km	断层面			触发半径 /km
	年-月-日	时:分:秒		φ _N	λ _E		走向	倾向	滑动角	
云南地震台网	2011-03-24	21:55:12.5	M _s 7.5	20.82°	99.98°	11				600
中国地震台网	2011-03-24	21:55:12.3	M _s 7.6/M _L 7.2	20.7°	99.85°	20				650/500
中国地震局地球物理所	2011-03-24	21:55:11.49	M _s 7.2	20.698°	99.93°	17.1	63	85	4	500
美国地质调查局	2011-03-24	21:55:11.9	M _w 6.8	20.688°	99.84°	8	66	81	8	

* 收稿日期: 2012-04-11。
基金项目: 地震行业科研专项项目“宁洱 6.4 级地震现场综合考察和研究” (200808061) 和地震行业科研专项 20110803《地震紧急处置关键技术及在快速轨道交通工程中应用》联合资助。

2 观测台站及获取记录初步处理

2.1 观测仪器设备及台站简况

获取此次地震记录的强震仪包括美国 kenimetrics 公司生产的 ETNA 型、K2 型和瑞士 GeoSig 公司生产的 GSR-18 型数字记录仪；拾震器为 kenimetrics 公司的 ES-T 力平衡加速度计和我国威波瑞公司的 SLJ-100 型力平衡加速度计。记录器与加速度计主要性能参数见表 2（DB/T10-2001；Li, *et al*, 2008）。ETNA 和 K2 型记录器动态范围：>90 dB，频率响应：0~80 Hz。GSR-18 型记录器动态范围：>90 dB，频率响应：0~100 Hz。这两种仪器的分辨率为 18 位，最大采样率 200 Hz。SLJ-100 型拾振器测量范围：±2 g，频率响应：DC~100 Hz，动态范围：≥120 dB，横向灵敏度比：<0.1% g/g，零位温度漂移：≤0.5 Gal/°C。ES-T 型拾振器测量范围：±2 g 频率响应：DC~200 Hz，动态范围：≥155 dB，横向灵敏度比：<1%，零位温度漂移：<500 μg/°C。

记录到主震的 55 个强震台站中（图 1、表 2），有 41 个固定台、7 个烈度速报台、1 个活断层台、2 个储备结构台，以及盈江 M_s5.8 地震现场 3 个应急流动观测台（分别布设于盈江县旧城镇派出所、莲花山乡派出所和盈江县地震局）等。台址场地类型根据建台时地质勘探中的土层剪切波速换算

得出（GB50011-2010），台址的背景噪声测试结果一般小于 0.008 Gal。55 个强震台台址中，除勐腊台为基岩，佳华酒店 15 楼台、31 楼台为高层结构外，其余台址均为土层。

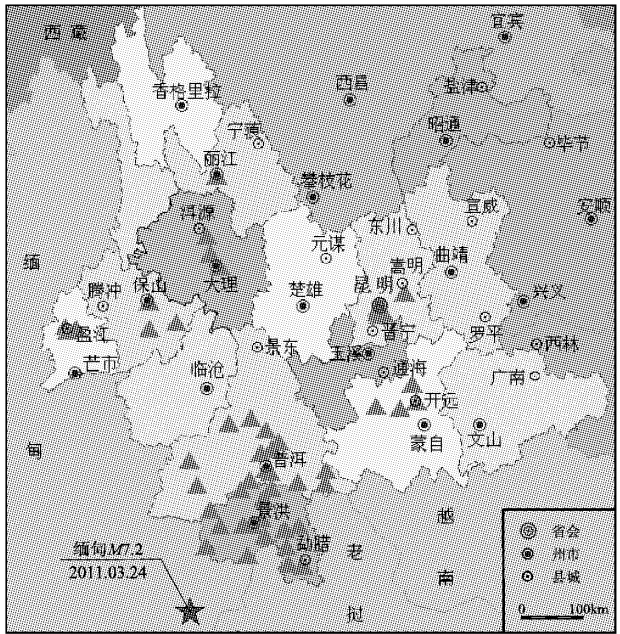


图 1 缅甸 M7.2 地震震中及强震动记录台分布示意图

Fig. 1 Distribution of epicenter of Myanmar M7.2 earthquake and the recording stations of strong motion

表 2 缅甸 M7.2 地震云南强震台网记录及台站简况

Tab.2 Strong motion recordings of Myanmar M7.2 earthquake recorded by strong earthquake network and brief situation of the strong motion stations in Yunnan

序号	台站	台址		强震仪 类型	触发值 /Gal	震中距 /km	最大加速度峰值/cm·s ⁻²		
		岩类	场地类别				E-W	N-S	D-U
1	打洛	土层	II	ETNA	4	113	-25.9	-25.2	13.1
2	勐龙	土层	I	ETNA	4	130	-52.9	40.0	-24.
3	勐遮	土层	III	ETNA	4	149	-42.3	35.9	18.4
4	宾房	土层	III	ETNA	4	165	-10.8	-18.1	-9.7
5	勐满	土层	II	ETNA	4	171	29.3	-20.1	9.4
6	勐罕镇	土层	II	ETNA	4	171	-20.7	22.8	-13.8
7	勐捧	土层	II	ETNA	4	173	45.0	60.6	-23.2
8	景洪	土层	-	ETNA	4	174	-28.8	-27.9	-19.1
9	关累镇	土层	I	ETNA	4	186	23.0	-12.9	-8.5
10	勐养	土层	III	ETNA	4	189	-31.2	20.0	-19.1
11	勐腊	基岩	II	ETNA	4	192	-11.6	-	-7.4
12	勐仑	土层	II	ETNA	4	200	21.2	22.7	7.7
13	澜沧	土层	II	ETNA	4	206	-11.0	9.2	-5.0
14	思茅港	土层	II	ETNA	4	213	-23.9	-21.6	10.3
15	大渡岗	土层	II	ETNA	4	217	15.0	19.4	7.9

续表 2

序号	台站	台址		强震仪 类型	触发值 /Gal	震中距 /km	最大加速度峰值/cm·s ⁻²		
		岩类	场地类别				E - W	N - S	D - U
16	易武	土层	I	ETNA	4	220	9.9	-11.2	-5.2
17	曼歇坝	土层	II	ETNA	4	232	6.6	5.4	5.6
18	普文	土层	II	ETNA	4	237	-18.6	14.1	9.2
19	富邦	土层	I	ETNA	4	245	6.8	6.6	-5.5
20	大寨	土层	-	ETNA	4	258	-9.2	-8.6	3.8
21	六顺	土层	II	ETNA	4	258	10.0	-9.5	2.3
22	康平	土层	II	ETNA	4	269	4.1	4.8	-2.0
23	德化	土层	II	ETNA	4	277	-5.3	3.1	-3.1
24	同心	土层	II	ETNA	4	281	-6.0	6.8	-4.3
25	宁洱	土层	II	K2	4	292	8.5	-6.9	-3.0
26	江城县城	土层	II	ETNA	4	296	-9.1	11.2	5.9
27	磨黑	土层	II	ETNA	4	305	3.2	2.3	-2.8
28	永平	土层	II	ETNA	4	308	11.0	5.4	3.1
29	嘉禾	土层	II	ETNA	4	311	-4.6	4.4	-3.4
30	正兴	土层	II	ETNA	4	314	3.9	5.7	-2.2
31	益智	土层	II	ETNA	2	322	-3.9	-3.4	-2.4
32	坝心	土层	II	ETNA	4	436	-3.7	-4.4	-1.3
33	施甸	土层	II	ETNA	4	455	-10.9	-7.7	-3.0
34	昌宁	土层	II	ETNA	4	461	-5.6	3.0	-2.4
35	面甸	土层	III	ETNA	4	461	-5.3	5.0	-
36	开远	土层	II	ETNA	2	485	1.9	-3.1	-1.2
37	盈江旧城镇	土层	-	K2	4	485	-5.9	-4.9	-3.4
38	盈江县地震局	土层	-	K2	4	487	4.1	-4.7	1.8
39	盈江莲花山乡	土层	-	K2	4	494	4.2	4.3	-1.3
40	保山	土层	III	ETNA	4	497	4.2	-5.9	-2.4
41	巡检司	土层	III	K2	4	499	-3.7	5.0	1.9
42	大理州地震局	土层	II	K2	1	548	0.9	0.8	-1.4
43	兰色庄园	土层	II	ETNA	4	553	-3.7	-5.6	1.7
44	红塔基地	土层	II	ETNA	4	555	4.3	2.4	1.3
45	昆明市第六污水处理厂	土层	III	GSR - 18	4	558	-5.2	-5.9	-4.38
46	官渡镇中学	土层	III	GSR - 18	4	560	-2.5	7.2	1.1
47	云南机场基建处	土层	III	ETNA	2	560	2.1	2.1	0.9
48	云南边防武警总队疗养院	土层	III	ETNA	2	561	-2.4	2.7	1.3
49	昆明市二粮库	土层	III	ETNA	2	562	-1.9	1.7	-0.7
50	佳华 15 楼	土层	-	K2	2	565	-4.2	4.7	0.8
51	佳华 31 楼	土层	-	K2	2	565	10.0	7.2	0.8
52	湾桥	土层	II	ETNA	2	567	-2.0	2.3	-1.1
53	右所	土层	III	ETNA	2	593	-2.5	-1.8	-0.8
54	杨林监狱	土层	III	ETNA	2	604	2.3	1.5	-0.7
55	丽江市地震局	土层	II	ETNA	2	687	-2.4	1.40	-1.2

2.2 观测台站记录获取情况

55 个台站获取此次地震共计 163 条加速度记录。首先对这些记录进行噪声滤波、零漂校正处理（谢礼立，于双久，1982；Boore, *et al*, 2002, 2005），处理后得到的加速度峰值列于表 2，图 2 给出了 3 个典型的加速度记录图。

此次获取强震动记录距离最近的台站为打洛

台，震中距 113 km，最大峰值 25.9 Gal；获取记录距离最远的为丽江台，震中距 687 km，最大峰值 2.4 Gal；获取最大记录值的为勐棒台，南北向峰值加速度为 60.6 Gal。需要指出的是，由于记录器设置的前事件时间为 20 s，在较普文台远的强震台（震中距约 237 km 以上）的记录均丢头。

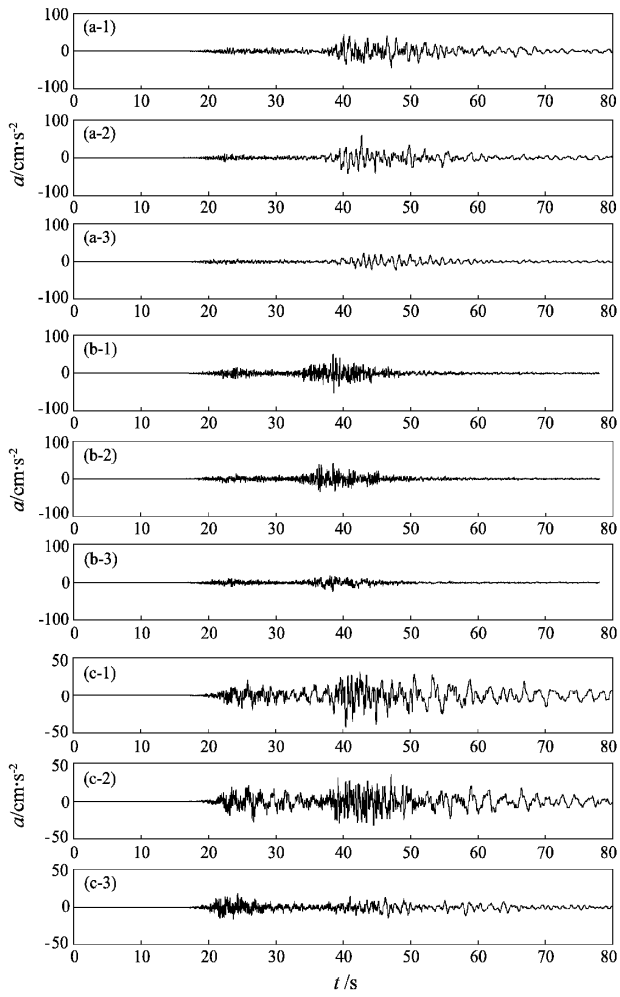


图 2 缅甸 M7.2 主震的加速度记录
(a) 勐捧台；(b) 勐龙台；(c) 勐遮台
Fig. 2 Acceleration recordings of the main shock of Myanmar M7.2 earthquake
(a) Mengpeng Station；(b) Menglong Station；
(c) Mengzhe Station

3 地震动部分特征分析

3.1 地震动衰减关系拟合

崔建文等 (2006)、李世成等 (2003)、向建光和高东 (1992) 利用云南地区地震资料，计算过云南地区的地震动衰减关系。刘小弟等 (1991) 用澜沧—耿马地震余震的强震动记录拟合了Ⅱ类场地地面加度峰值衰减关系：

$$\lg a_{\max} = 3.1245 + 0.2693M - 1.7399\lg(R + 15). \quad (1)$$

王培德等 (1991) 根据澜沧—耿马强余震、剑川地震和禄劝地震的强地震动观测资料拟合了

土层地面的加速度峰值衰减关系：

$$\lg a_{\max} = 2.39 + 0.36M - 1.95\lg(R + 10). \quad (2)$$

胡聿贤 (2006) 给出了中国大陆地震动衰减关系：

$$\lg a_{\max} = 1.71 + 0.657M - 2.18\lg(R + 30). \quad (3)$$

本文利用 3 个衰减关系式，分别对缅甸 M7.2 地震记录到的加速度峰值随距离的衰减变化进行了拟合分析 (图 3)。

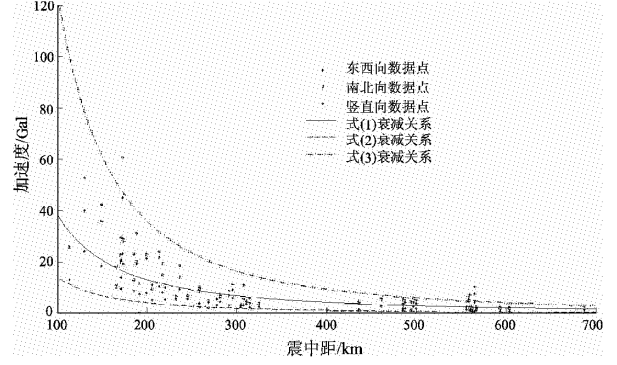


图 3 3 个衰减关系式与缅甸 M7.2 地震的强震动记录的相关性对比
Fig. 3 Coherence comparison between 3 attenuation relations and strong motion recordings of Myanmar M7.2 earthquake

缅甸 7.2 级地震强震动记录均为远场记录，故与式 (1) ~ (3) 拟合使用的数据类型有一定的差异。但从图 3 仍可看出，在约 130 ~ 300 km 相对近的震中距内，基于云南强震动记录计算的衰减关系与实际数据分布的离散性小 (刘小弟等, 1991；王培德等, 1991)，其中 (1) 式的相关性更好；式 (3) 与实际数据分布的离散性相对大 (胡聿贤, 1988)。震中距在 300 km 以上时，3 个衰减关系与实际记录数据拟合的差别都较小。因此，利用云南地区强震动记录资料拟合的地震动衰减关系与云南区域情况更符合。

3.2 频谱分析

选取不同震中距、不同场地类型台站的强震动记录，进行傅立叶谱分析 (表 3、图 4、图 5)。尽管震中距在 200 km 以上的台站记录均丢头 (表 2)，但这种丢头的记录中均包含此次地震在该处产生的最大地面加速度。对于任何一条实际地震波，每一频率均可对应相应谐波振幅，其中振幅

表 3 不同震中距、不同场地台址的几个台站记录的峰值加速度及其主频

Tab. 3 EPA and their predominance frequency recorded by several strong motion stations with different epicentral distances and fields

台站	震中距 /km	台址土类型, 场地类别	峰值加速度			频率/Hz		
			E - W	S - N	U - D	E - W	S - N	U - D
勐龙台	130	土层, I 类	-52.9	40.0	-24.	4.9	4.6	0.7
勐遮台	149	土层, III类	-42.3	35.9	18.4	0.4	0.5	1.1
勐棒台	173	土层, II类	45.00	60.60	-23.20	0.7	1.2	1.6
江城台	296	土层, II类	-9.10	11.20	5.90	0.9	1.0	0.8
巡檢司台	499	土层, III类	-3.70	5.00	1.90	0.6	0.7	0.7
佳华 15 楼	565	钢框架楼房上	-4.2	4.7	0.8	0.5	0.4	0.5
佳华 31 楼	565		10.0	7.2	0.8	0.4	0.5	0.5
丽江台	687	土层, II类	-2.40	1.40	-1.20	0.4	0.6	0.7

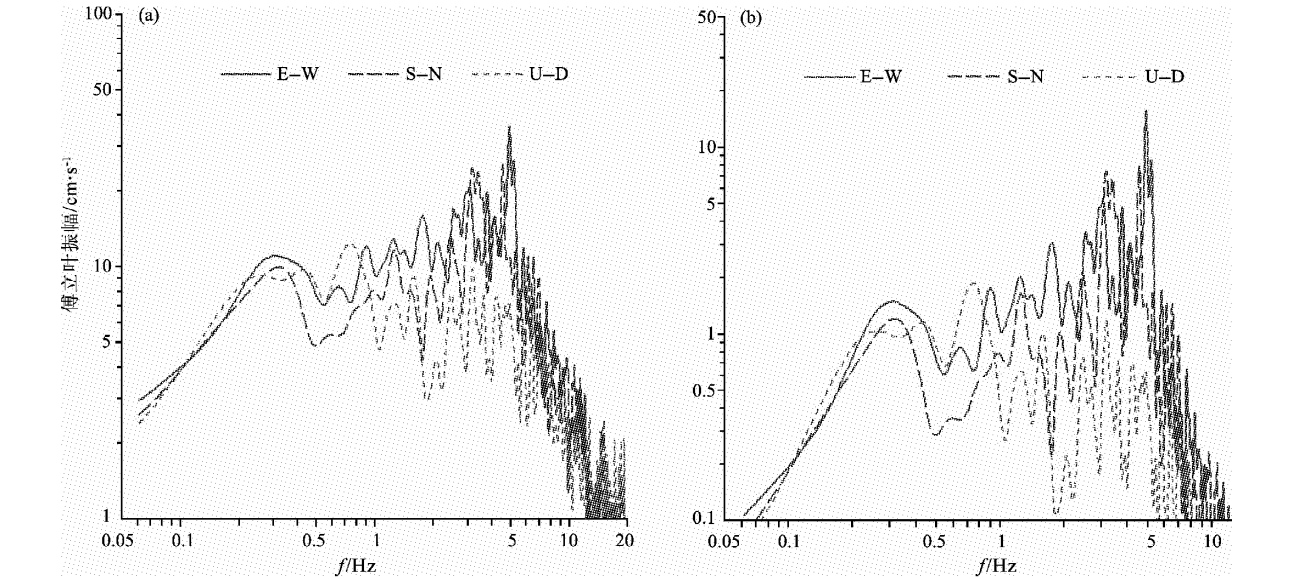


图 4 勐龙台 $M7.2$ 强震动记录傅立叶谱及功率谱
Fig. 4 Fourier spectrum and power spectrum of the strong motion recordings of Myanmar $M7.2$ earthquake recorded by Menglong Station

最大处的频率即为卓越频率。从表 3 中可以看出, I 类场地记录的地震动加速度卓越频率最高, II 类场地的次之, III 类场地和楼房上的地震动加速度卓越频率最低。

图 5 是根据表 2 列出强震动台的 $M7.2$ 强震动记录, 拟合三分向加速度卓越频率随距离的衰减变化。显然, 对于这样的中远场地表加速度, 水平向峰值加速度的频率值随距离的加大迅速衰减; 而竖向峰值加速度的频率值则随距离加大损失不大。也就是说, 在远场地震动加速度经衰减后以长周期成份为主。随着台站的震中距加大, 强震动记录主频值总体上呈变小趋势。

3.3 地震动持时统计分析

通常在相同条件下的地震动水平分量与竖向分量某些方面特性有较大差别, 如表 2 所示, 本次

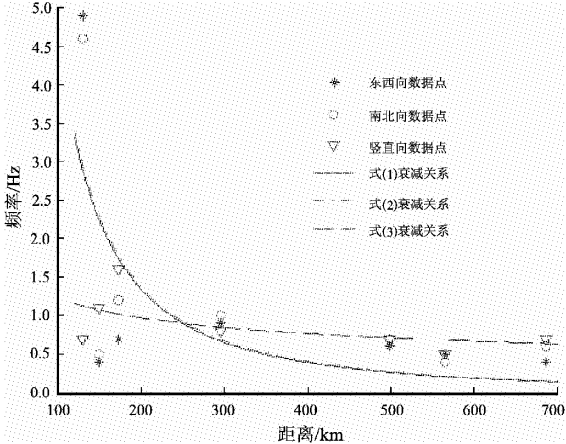


图 5 缅甸 $M7.2$ 地震加速度峰值的频率随距离的衰减
Fig. 5 The attenuation on the frequency of PGA of Myanmar $M7.2$ earthquake with distance

记录均为远震记录，可在表 4 分类的基础上，采用 1/3 分数相对持时的方法（胡聿贤，1988）计算地震动水平分量与竖向分量的持续时间均值与均方差，详见表 5 ~ 表 7。

当震中距在 100 ~ 150 km 之间时（表 5），Ⅰ类场地台站记录的 3 个分量平均持时基本一致；Ⅱ类场地台站记录的纵向水平分量平均持时最大，横向水平分量平均持时最小；Ⅲ类场地台站记录的纵向水平分量平均持时最大，竖向分量平均持时最小。

当震中距在 150 ~ 250 km 之间时（表 6），Ⅰ、Ⅱ类场地台站记录的 3 个分量平均持时基本一致；Ⅲ类场地台站的记录横向水平分量平均持时最大，纵向分量平均持时最小；未知场地类型无可比性。

当震中距大于 250 km 时（表 7），Ⅱ类场地台站的记录纵向分量平均持时最小，其余两分量相似；Ⅲ类场地台站的记录横向水平分量平均持时最小，其余两分量相似；未知场地类型无可比性。

表 4 缅甸 7.2 级地震强震数据分组

Tab. 4 Grouping of the strong motion recordings of Myanmar M7. 2 earthquake

记录地震个数 震中距/km 场地类别	100 ~ 150	150 ~ 250	250 以上
Ⅰ	1	3	0
Ⅱ	1	10	20
Ⅲ	1	2	10
未知	0	1	6

表 5 震中距在 100 ~ 150 km 的台站记录的地震动水平分量和竖向分量的持续时间均值与均方差

Tab. 5 Mean and standard deviation of duration of horizontal and vertical components in ground motion recorded by stations with the distance from 100 km to 150 km

场地类别	震中距 100 ~ 150 km					
	横向水平分量/s		纵向水平分量/s		竖向分量/s	
	均值	均方差	均值	均方差	均值	均方差
Ⅰ	12. 86	—	12. 82	—	12. 81	—
Ⅱ	12. 47	—	13. 63	—	13. 36	—
Ⅲ	13. 46	—	15. 70	—	8. 10	—

由表 5 ~ 7 可见，场地类别对地震动水平分量持时的影响比竖向分量更明显一些。震中距在 250 km 之内，即使在相同的震中距范围内，随着场地变软，水平分量平均持时相应递增，与水平分量平均持时相对应的均方差无明显变化，其原因与未知场地类型有关；竖向分量平均持时总体上也是增大的，其对应的均方差明显呈递增趋势。当震中距超过 250 km 后，持时变化趋势不再有明显规律。

3.4 主震前小震记录分析

根据六顺、永平、正兴、德化 4 个强震台的记录（表 8），在主震前约 28 s，发生过 1 次小震。根据记录的初步推算，震中在景洪西南约 70 km 处。因震级小，云南测震台网速报目录中没有该小震目录。在地震预警技术大力推进的现今，此小震的强震动记录现象值得研究或引起关注。

表 6 震中距在 150 ~ 250 km 的台站记录的地震动水平分量和竖向分量的持续时间均值与均方差

Tab. 6 Mean and standard deviation of duration of horizontal and vertical components in ground motion recorded by stations with the distance from 150 km to 250 km

场地类别	震中距 150 ~ 250 km					
	横向水平分量/s		纵向水平分量/s		竖向分量/s	
	均值	均方差	均值	均方差	均值	均方差
Ⅰ	10. 04	3. 569	9. 80	4. 124	10. 32	3. 344
Ⅱ	14. 10	3. 172	14. 23	3. 153	14. 41	3. 440
Ⅲ	15. 49	1. 181	12. 20	6. 314	12. 73	7. 099
未知	17. 13	—	15. 02	—	15. 94	—

表 7 震中距大于 250 km 的台站记录的地震动水平分量和竖向分量的持续时间均值与均方差

Tab. 7 Mean and standard deviation of duration of horizontal and vertical components of ground motion recorded by stations with the distance more than 250 km

场地类别	震中距 > 250 km					
	横向水平分量/s		纵向水平分量/s		竖向分量/s	
	均值	均方差	均值	均方差	均值	均方差
Ⅱ	9. 37	4. 209	8. 78	3. 732	9. 37	2. 630
Ⅲ	6. 94	0. 864	8. 35	2. 703	8. 36	3. 071
未知	14. 02	4. 488	15. 33	3. 476	15. 94	6. 159

表 8 六顺、永平、正兴、德化台记录的
主震前小震加速度峰值

Tab. 8 The PGA of small earthquakes before the main shock of
Myanmar *M*7.2 earthquake recorded by Liushun,
Yongping, Zhengxing and Dehua Stations

序号	台站名称	加速度峰值/ ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-2}$)		
		E - W	N - S	D - U
1	正兴	-2.3	-3.0	1.5
2	六顺	4.8	3.7	2.0
3	永平	-2.0	-3.0	-1.6
4	德化	5.7	3.0	-2.0

4 讨论及结论

4.1 强震台的地震响应半径

中国地震局强震台网中心对目前我国大陆投入运行的强震台在地震时的响应半径,即强震记录仪的最小触发范围有明确要求,该触发范围由汪素云等(2000)提出的方法及公式确定,并将该范围内的强震仪是否触发记录作为台站正常运行的考虑指标。如表 1 所列,若按中国地震台网所测定的震源参数,计算出的响应触发半径约为 500 km(震级取 $M_L7.2$)。就此次地震而言,云南强震台网台站触发的情况是:该半径以内触发了 42 个台站,半径以外触发了 13 个台站;紧邻缅甸的西双版纳州的 16 强震台全部触发获取记录;普洱地区全部 19 个台中,有 17 个台站被触发并记录。获取记录最远的是丽江强震台,震中距约 687 km。但是,在计算的触发范围内,有部分强震台却没触发。就昆明盆地的强震台而言,此次地震有 7 个烈度速报台、2 个结构台触发并获取记录,这些台站的震中距在 550~565 km 之间,且都分布在盆地松散堆积厚度较大的地带。在震中距大于 495 km 的全部 16 个记录台中,Ⅲ类场地台址的台站有 10 个、高层楼房的结构台 2 个,共占 75%。其余台站的台址为Ⅱ类场地。这些表明,在同一触发阈值的前提下,决定强震台记录仪在地震时是否触发记录,除震源距外,台址的场地条件(局部地形、土层结构),仪器布设位置,仪器的性能,拾震器台基的施工质量及拾震器的安装等,都可能是重要的影响因素。类似的强震台触发记录现

象,在 2011 年 11 月 1 日新疆伊犁 6.0 级、2011 年 1 月 12 日南黄海 5.0 级、2011 年 4 月 10 日四川炉霍 5.3 级、2012 年 2 月 16 日的广东东源 4.8 级等地震事件中,均普遍存在。因此,考评办法中的应触发范围,可以认为是检验强震台站运行是否符合设计标准的最低要求。若在计算的触发范围内台站对多次地震无响应,则应对台站进行彻底检查。

4.2 强震台记录器的触发方式

2011 年缅甸 7.2 级地震中,各记录台站的强震仪均采用阈值触发。在实际设置中,为减少因环境干扰而产生的误触发及其连带问题,往往将触发阈值设置相对高一些。这在背景干扰相对大的地方,更是如此。事实上,近场小震或远场强震动的地震动记录在地震学研究中越来越显现出重要作用。因此,数字强震仪的触发设置,应尽可能采用 STA 与 LTA(短时平均与长时平均)的比值触发或差值触发的方式(周雍年,2011)。这样,不仅可以减少误触发次数,更能提高记录器的触发灵敏度,获取更广域的强震动记录。

2011 年缅甸 *M*7.2 地震,云南强震台网在较广地域内共有 55 台站获取了 163 条强震动记录,特别是西双版纳地区全部、普洱地区绝大部分台站都获取到记录。这是自“十五”云南强震动台网运行以来记录国外强震最多的一次,且记录的获取、传输,均实现了准实时自动化过程。因此,此次地震也是对建成运行后云南强震动台网的一次较为全面的检验,而其中的一些经验也会对今后的强震台站建设及其运维有指导或借鉴作用。

参考文献:

常祖峰,安晓文,陈刚,等. 2011. 2011 年 3 月 24 日缅甸孟帕亚 *M*7.2 地震地震构造浅析[J]. 国际地震动态, (4): 52-56.

崔建文,李世成,高东,等. 2006. 云南分区地震动衰减关系[J]. 地震研究, 29(4): 386-391.

胡聿贤. 1988. 地震工程学[M]. 北京:地震出版社.

胡聿贤. 2006. 地震工程学[M]. 北京:地震出版社.

李世成,崔建文,韩新民. 2003. 云南地区地震烈度衰减特征研究[J]. 中国地震, 19(3): 287-294.

刘小弟,王亚勇,高东,等. 1991. 近场地面运动特征研究[A]//云南澜沧—耿马震害论文集[C]. 北京:科学出版社.

汪素云,俞言祥,高阿甲,等. 2000. 中国分区地震动衰减关系的确定[J]. 中国地震, 16(2): 99-103.

- 王培德, 王鸣, 周家玉, 等. 1991. 澜沧—耿马地震强余震近场地面运动特征[A]//云南澜沧—耿马震害论文集. 北京: 科学出版社.
- 向建光, 高东. 1992. 云南地区基岩水平峰值加速度衰减规律[J]. 中国地震, 3(8): 14–20.
- 谢礼立, 于双久. 1982. 强震观测与分析原理[M]. 北京: 地震出版社.
- 周雍年. 2011. 强震动观测技术[M]. 北京: 地震出版社.
- Boore D M, Bommer J J. 2005. Processing of strong-motion accelerograms: needs, options and consequences[J]. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 25(2): 93–115.
- Boore D M, Stephens C D, Joyner W B. 2002. Comments on baseline correction of digital strong motion data: Examples from the 1999 Hector Mine, California, earthquake[J]. BSSA, 92(4): 1543–1560.
- DB/T10–2001, 数字强震动加速仪[S].
- GB50011–2010, 建筑抗震设计规范[S].
- Li XiaoJun, Zhou ZhengHua, Huang M, *et al.* 2008. Preliminary Analysis of Strong-Motion Recordings from the Magnitude 8.0 Wenchuan, China, Earthquake of 12 May 2008[J]. Seismological Research Letters, 79(6): 844–854.

Observation on Strong Motion of Myanmar $M7.2$ Earthquake Recorded by the Strong Motion Network in Yunnan

LIU Qiong-xian, LI Shi-cheng, CUI Jian-wen, YANG Li-wei, ZHANG Qian
(Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract

We introduce the seismic parameters of strong motion recordings of Mongpayak $M7.2$ earthquake on Mar. 24 in Myanmar recorded by 55 stations in Yunnan Strong Motion Network (YSMN) and their data processing results. Then we analyze the fitting attenuation curve, frequency attenuation with the epicenter distance and duration of ground motions. The results show that the attenuation relation of ground motion fitted by strong motion recordings in Yunnan is more correlative with the Myanmar $M7.2$ earthquake than that in China. The predominant frequency of ground motion acceleration decreases with the different site class I, II, III, different building structures, and the increasing of epicenter distance in turn. The effect of site class on the duration of ground motion in horizontal component is more obvious than that in vertical component. Finally we discuss the trigger range, trigger mode and responding range of monitor in YSMN.

Key words: Myanmar $M7.2$ earthquake; strong motion recording; duration of ground motion; trigger mode; responding rang