

2008年5月12日汶川 M_s 8.0 地震 甘肃强震记录与初步分析

刘旭宙, 姚 凯, 何新社, 周民都, 闵祥仪
(中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 2008年5月12日四川汶川发生 M_s 8.0 地震, 甘肃省甘东南地区也成为地震的受灾区。“十五”期间在甘东南地区共架设了20个固定强震台站, 大多数台站都记录到了这次地震, 其中最大加速度峰值为 184.9 cm/s^2 。本文展示了全省20个台站所记录的共60道强震记录信息, 并初步分析了加速度的衰减规律。

关键词: 汶川地震; 甘肃; 强震台站; 记录; 衰减

中图分类号: P315.73 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2008)03-0266-04

The Strong Motion Records in Gansu Province for Wenchuan M_s 8.0 Earthquake on May 12, 2008, and Preliminary Analysis

LIU Xu-zhou, YAO Kai, HE Xin-she, ZHOU Min-du, MIN Xiang-yi
(Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The great earthquake occurred in Wenchuan, Sichuan province, on May 12, 2008, and the southeastern part of Gansu province was also the disaster area. During the 10th 5-years plan period, 20 strong motion stations were erected in southeastern part of Gansu, and most of them recorded the earthquake, in which the maximum acceleration value is 184.9 cm/s^2 . In the paper, total 60 records of strong motions from 20 stations in Gansu are showed and the attenuation of acceleration in Gansu is preliminarily analyzed as well.

Key words: Wenchuan earthquake; Gansu province; Strong motion station; Records; Attenuation

0 引言

2008年5月12日14点28分四川汶川发生 M_s 8.0 地震, 是新中国成立以来破坏最严重的一次地震。甘肃省的甘东南地区也成为地震的受灾区。本地区在“十五”期间共架设了20个固定台站, 大多数在本次地震中记录到了宝贵的强震资料。记录真实地反应了汶川主震在我省相应地区的地表震动加速度, 并在震后趋势判定和灾后评估中起到重要作用。本文展示这些固定台站及省内其它台站所记录的20个台站共60道本次地震记录信息, 并对加速度的衰减规律加以初步分析。

1 资料

“十五”期间在甘肃省架设的固定台站有20个台记录到60道本次地震主震信息(表1)。其中最大加速度峰值记录来自武都台, 为 184.9 cm/s^2 , 震中距为304 km。武都台站场地条件为自由场地土层, 故武都台的记录基本反应了当地地表加速度, 其烈度达到Ⅷ度。距震中最近的台站为文县台, 震中距为249 km, 加速度峰值 141 cm/s^2 。考虑到文县台架设场地为基岩山洞, 故当地的烈度应该达到了

收稿日期: 2008-06-30

中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC2008017

作者简介: 刘旭宙(1976-), 男(汉族), 青海西宁人, 助理研究员, 现主要从事地震学研究。

IX度。最远为金昌台,震中距为 848 km,加速度峰值 3 cm/s^2 。兰州观象台也获得相应的记录,其场地条件为自由场地土层,加速度峰值为 13.9 cm/s^2 ,震

中距 570 km,对应烈度为 III ~ IV 度。图 1 为上述台站的强震记录波形记录。

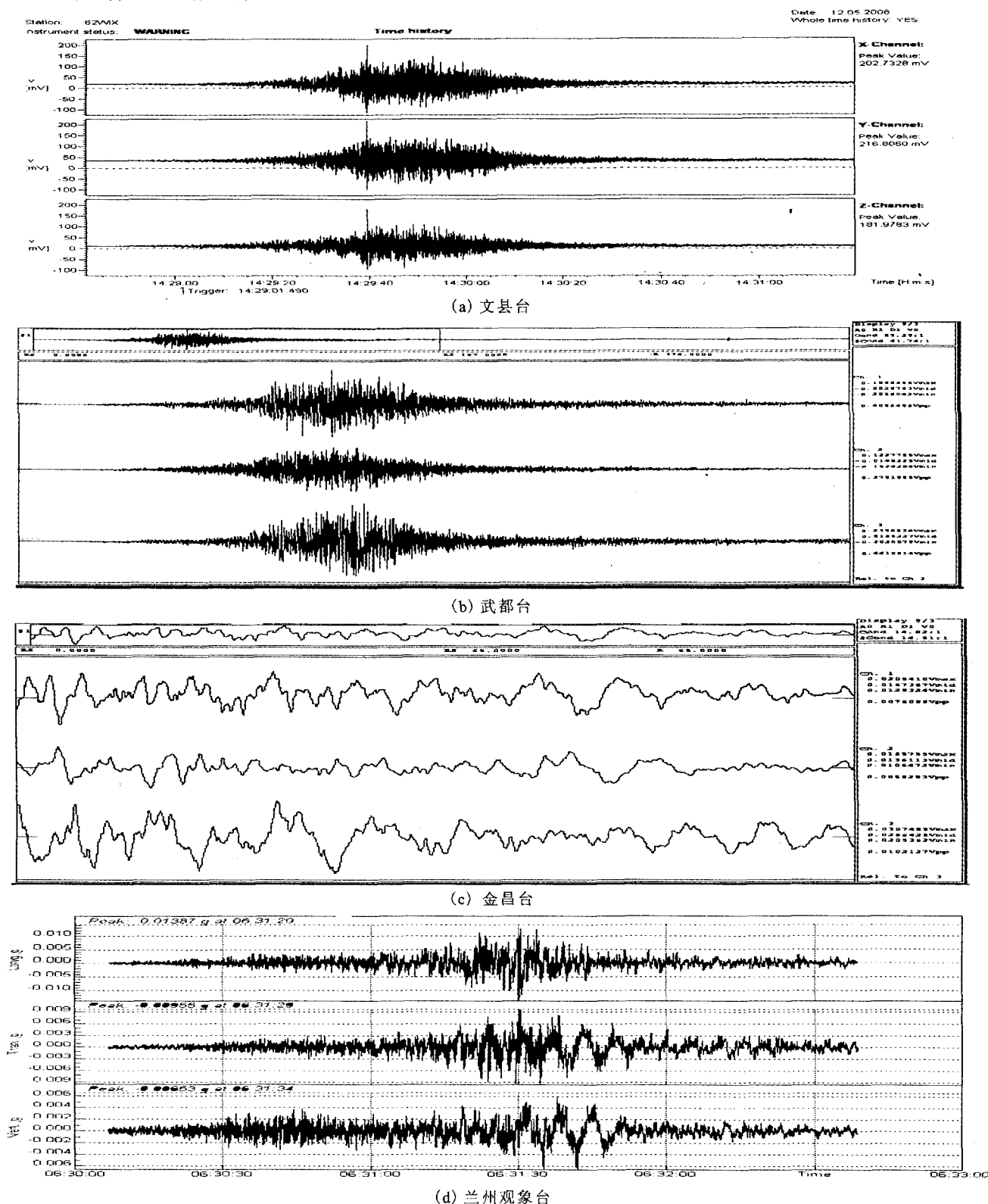


图 1 甘肃典型的强震记录波形

Fig. 1 Some typical waveforms of strong motion record in Gansu province.

表 1 各测点信息及主震信息

序号	台站名称	台站代码	震中距 /km	场地类型	观测对象	仪器型号	加速度峰值/[$\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}$]			记录长度 /s
							EW	SN	垂直	
1	文县	62WIX	249	基岩台	山洞	MR2002	141	141	132	158.2
2	武都	62WUD	304	土层台	自由地表	ETNA	184.9	164	-108.6	199.6
3	天水	62TSH	456	土层台	自由地表	MR2002	133	117	52	190
4	沙湾	62SHW	316	土层台	自由地表	MR2002	91	-108	-59	193
5	岷县	62MXT	388	土层台	自由地表	MR2002	71	45	25	164
6	宕昌	62TCH	354	土层台	自由地表	ETNA	74.5	-83.9	-43.3	240
7	和平乡	62HEP	560	土层台	自由地表	GSR-18	-38	40	22	343
8	舟曲	62ZHQ	327	基岩台	山洞	MR2002	33	38	-23	124
9	康乐	62KLE	489	土层台	自由地表	ETNA	16.5	-15.4	-7.8	223
10	静宁	62JNI	552	基岩台	山洞	MR2002	15	8.6	12	70
11	临潭	62LTA	410	基岩台	山洞	MR2002	7.5	10	6.6	93
12	合作	62HEZ	447	土层台	自由地表	ETNA	8	10.3	3.9	117
13	韩家集	62HJI	503	土层台	自由地表	ETNA	9.1	8.3	5.2	76
14	安远镇	62ANY	700	土层台	自由地表	ETNA	5	4	3	105
15	裴家营	62PIY	720	土层台	自由地表	MR2002	-7.5	7.1	3.8	55.6
16	金昌市	62JCH	848	土层台	自由地表	ETNA	1	3	2	65
17	冶力关	62YLG	440	土层台	自由地表	ETNA	8.2	-10.9	-8.9	103
18	卓尼	62ZNI	400	土层台	自由地表	ETNA	18.3	19.4	9.9	137
19	八松	62BAS	482	土层台	自由地表	MR2002	18	18	6	159
20	观象台	62GXT	570	土层台	自由地表	GSR-18	-13.9	-9.6	-6.5	152

2 地震衰减场初步分析

地震动衰减规律是地震区划和工程场地地震安全性评价的重要依据。目前我国强震记录较少,因而本次地震带来的诸多强震记录是不可多得的宝贵资料。该次地震甘肃省所记录到的强震记录震中距在 250 km 到 850 km 之间,如图 2 所示,大致分布在一个夹角为 40°左右的方位内,而绝大多数台站更近似于分布在由极震区延伸的一条带内。故以各台站记录的加速度峰值为依据可绘制出自由场加速度随震中距的衰减曲线。

本文用 $y = e^A \cdot x^B$ 幂函数来研究衰减规律。其中 y 为加速度峰值(单位 cm/s^2), e^A 代表与震级相关的极限加速度, B 代表与地震波传播介质有关的几何扩散系数, x 为震中距(单位 km)。

在图 3 所示的衰减图中可以看到各台站的衰减相关性并不强。其原因在于各台站的实际场地条件有很大的差异。图 4 为将基岩台文县台、舟曲台、临潭台、静宁台及黄土层较厚具有明显放大效应的天水台、和平乡台去掉后的衰减图,可以看到三个分向的数据大致成线性分布,但是在震中距 400 km 到 500 km 区间加速度峰值对数值明显较低。实际上此段的资料来自于甘南及临夏地区,包括八松台、康乐台、韩集台、合作台、冶力关台及卓尼台,场地条件介于基岩台和土层台之间。其加速度峰值

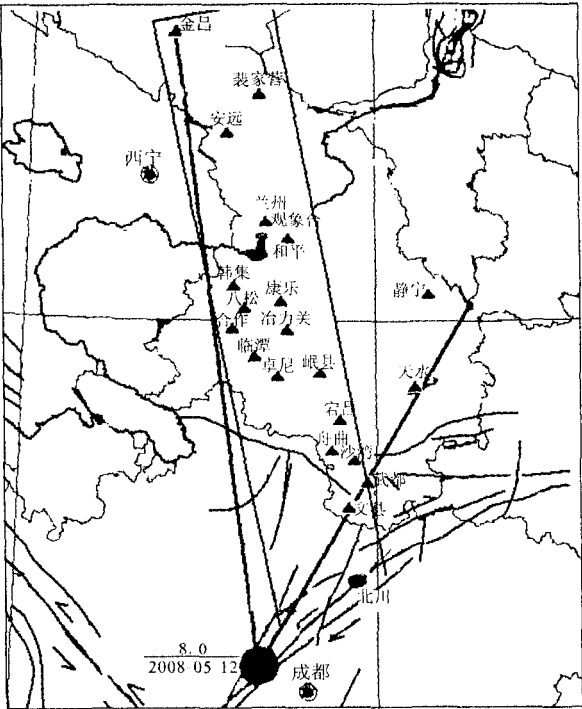


图 2 记录到汶川 $M_s8.0$ 地震的甘肃强震台站分布

Fig. 2 Distribution of strong motion stations in Gansu province which recorded the Wenchuan $M_s8.0$ earthquake.

自然也相应的要低一些。由此大概可以判断甘南地区在本次 8 级地震中的受破坏程度低于陇南地区,其震中距的远近固然是一个原因,而地质环境也是

重要原因之一。图5为将甘南地区的三个台站(合作台、冶力关台、卓尼台)也剔除后的衰减图。图6为图5的线性拟合,可以看出,虽然地震记录的资料有体波也有面波,但其整体分布有很好的线性相关性。根据 $y = e^A \cdot x^B$ 公式可以计算出三个分向的线性相关因子 γ 分别为 0.936 7 (EW), 0.940 3 (NS) 和 0.913 2 (UD)。由此结果可以推论在我省甘东南的大部分地区加速度峰值关于震中距的衰减大体服从于幂函数规律,即加速度和震中距取其对数时,线性衰减规律比较明显。表2给出拟合结果。

进一步将临夏地区的三个台站资料去掉后,得到更为理想的结果。如图7和表3所示。

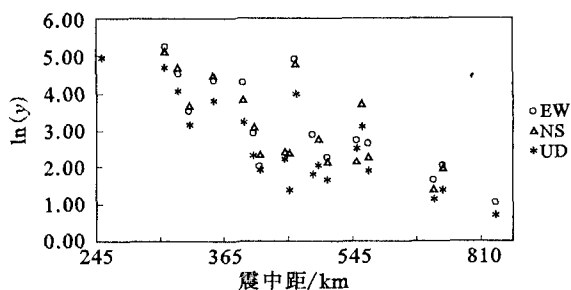


图3 20个台站强震记录的衰减关系图

Fig.3 Acceleration attenuation relation from 20 strong motion stions.

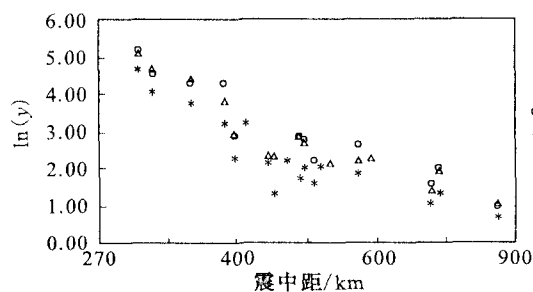


图4 去掉基岩台,厚土层台后的衰减图

Fig.4 Acceleration attenuation relation from stations without one on basic rock and thick soil.

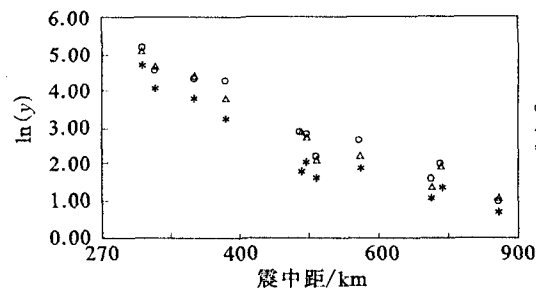


图5 再剔除甘南地区三个台站后的衰减图

Fig.5 Acceleration attenuation relation that the records in which three more stations in Gannan are deleted.

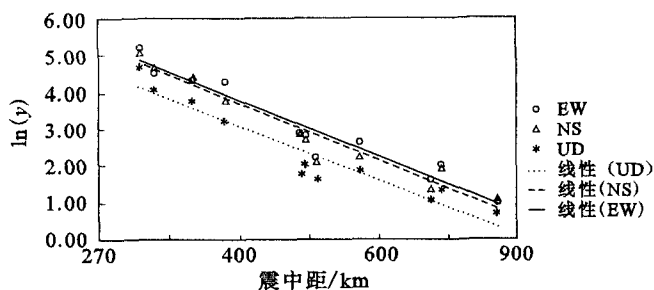


图6 以图5资料为基础的线性拟合

Fig.6 Linearity fit based on Fig. 5.

表2 图6拟合结果

分向	A	B	γ
EW	26.587	-3.803	0.9367
NS	26.797	-3.851	0.9403
UD	25.274	-3.696	0.9132

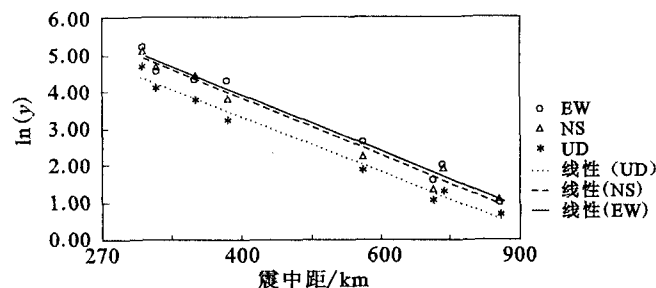


图7 去掉临夏地区台站后的线性拟合

Fig.7 Linearity fit after deleting the records from stations in Linxia.

表3 图7拟合结果

分向	A	B	γ
EW	26.628	-3.786	0.9793
NS	26.818	-3.833	0.9782
UD	25.413	-3.686	0.9826

表4为根据表3给出的结果,并参照中国地震烈度表算出烈度与震中距的对应关系。

表4 按照分析结果推出的烈度与震中距的对应关系

烈度	Ⅵ度	Ⅶ度	Ⅷ度	Ⅸ度
(加速度/ $\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}$)	(45~89)	(90~177)	(178~353)	(354~707)
震中距/km	414.8	345.4	288.5	240.6

从表4中可以推出我省定西地区有很大部分在汶川8级地震中地表震动达到了Ⅵ度,而武都地区则大部分处于Ⅶ度区,陇南市以南达到了Ⅷ度,甚至部分地区达到Ⅸ度。考虑实际的断层走向及场地条件,则实际的受破坏程度不会低于上述观测的结果。

(下转 303 页)

- 2006,33:1029G1026764.
- [40] Spudich P, Steck L K, Hellweg M, et al.. Transient stresses at Parkfield, California, produced by the M_s 7.4 Landers earthquake of June 28, 1992: Observations from the UPSAR dense seismograph array[J]. J. Geophys. Res., 1995, 100: 675-690.
- [41] Stein R S, Barka A A, Dieterich J H. Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering [J]. Geophys. J. Int., 1997, 128: 594-604.
- [42] Nalbant S S, Hubert A, King G C P. Stress coupling between earthquakes in northwest Turkey and the north Aegean Sea[J]. J. Geophys. Res., 1998, 103: 24469-24486.

(上接 269 页)

3 结论

本文在对我省“十五”期间架设的强震台站记录到的 60 道强震记录进行分析后得出,我省大部分地区的震动强度依从幂指数衰减规律,其公式为 $y = e^{26.628} \cdot x^{-3.786}$ (以 EW 向为例),并获得了烈度与震中距的对应关系。

[参考文献]

- [1] 中国科学院地球物理研究所编. 地震学基础[M]. 北京:科学

出版社,1977.

- [2] 闵祥仪,姚凯,何新社. 2003 年 10 月 25 日甘肃民乐—山丹 M_s 6.1 地震强震近场记录和分析[J]. 西北地震学报,2003,25(4):289-292.
- [3] 李滔,马建新. 地震拟合相关系数在青海地区地震预报中的应用[J]. 西北地震学报,2008,30(2):184-188.
- [4] 张俊玲. 1879 年甘肃武都南 8 级地震新史料[J]. 西北地震学报,2007,29(3):264-266.
- [5] 石树中,沈建文. 美国西部地震烈度衰减规律[J]. 世界地震工程,2003,(3):50-55.
- [6] 刘高,李新召,邓建丽,等. 岩体力学参数变异性及取值方法[J]. 西北地震学报,2008,30(1):1-5.