



Constraints on GMPEs for CEUS Using Wenchuan Data

Zhenming Wang

Kentucky Geological Survey University of Kentucky Lexington, KY 40506, USA

USGS National Seismic Hazard Map (NSHMp) Workshop on Ground Motion Prediction Equations (GMPEs)

December 12-13, 2012 I-House, Berkeley, CA

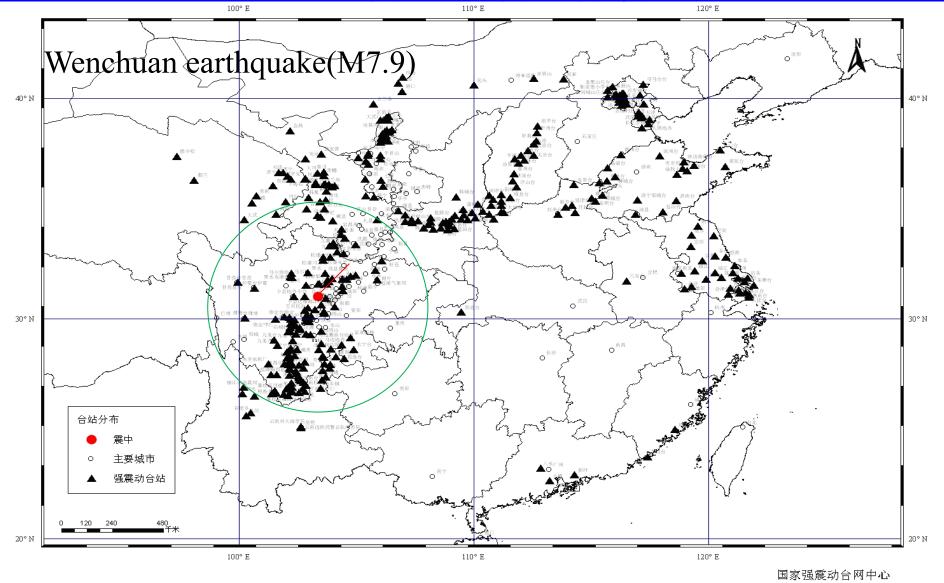


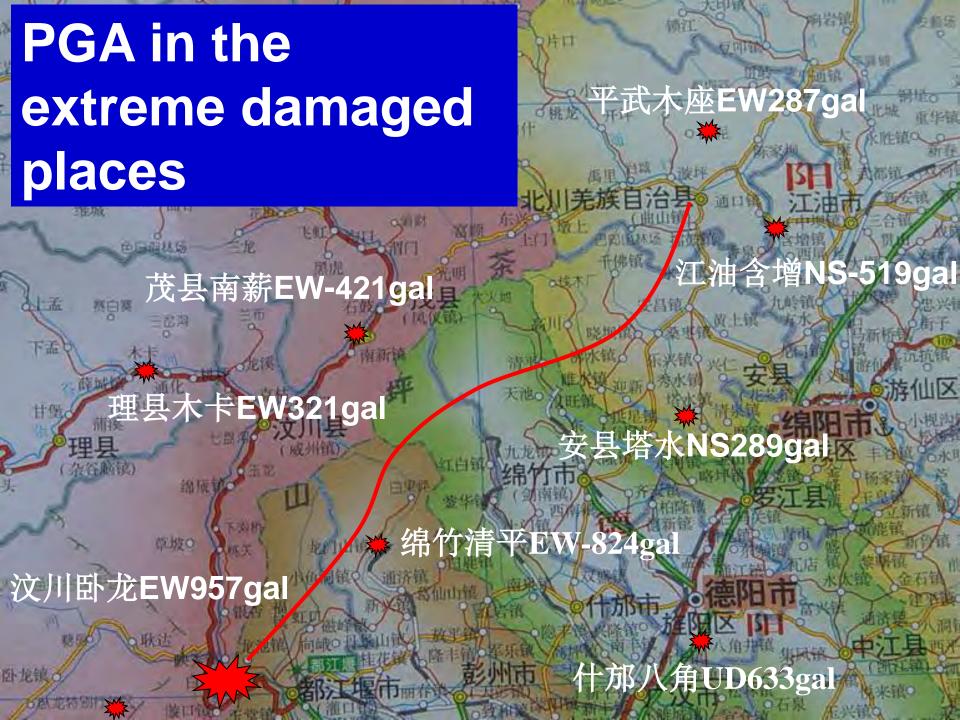


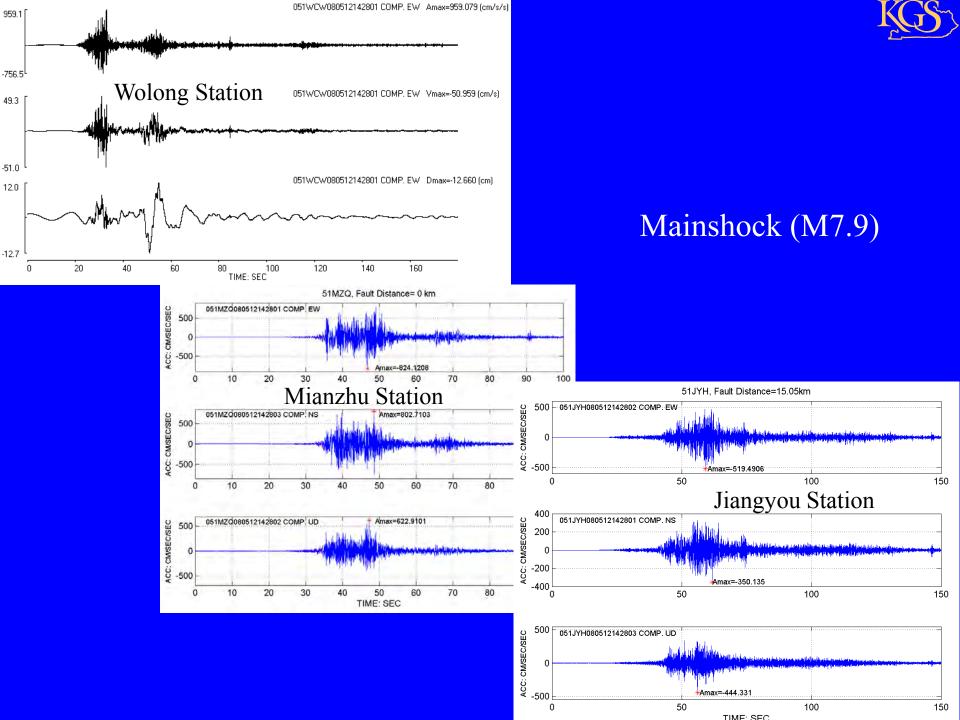
Outline

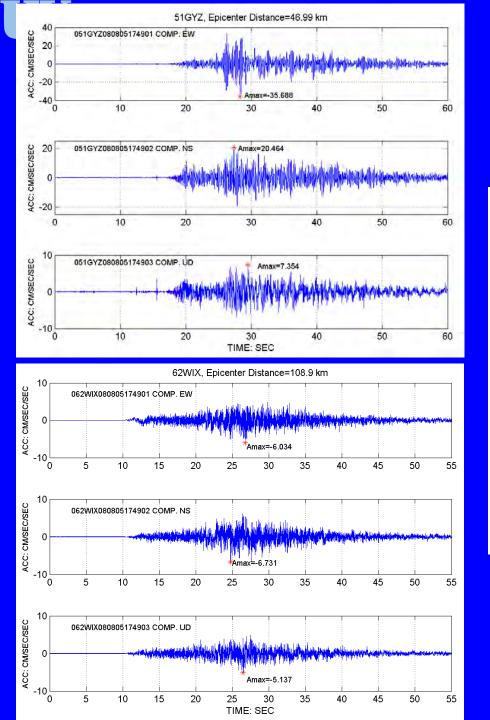
- Wenchuan Strong Motion Data
- Some Preliminary Comparisons
- Summary

398 stations of ground motion obtained the main shock records



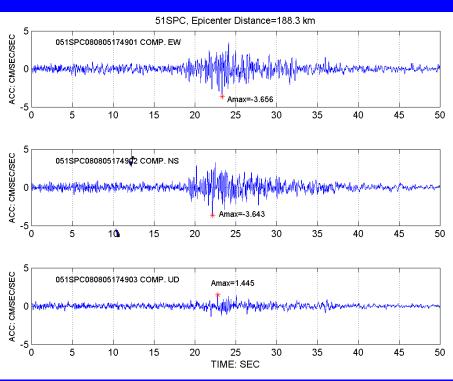


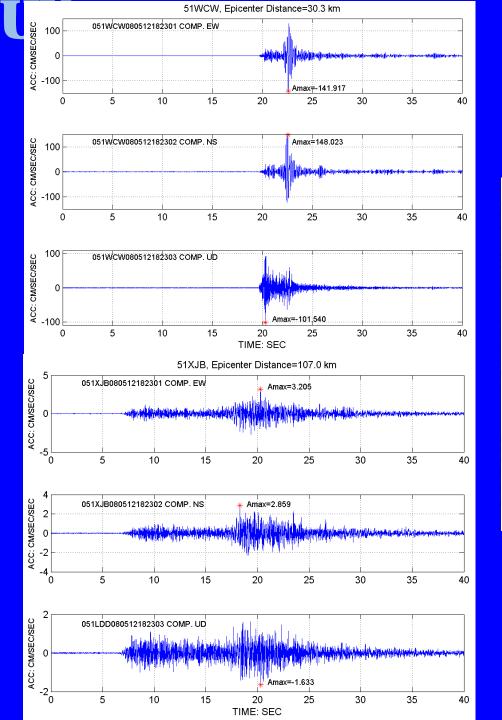






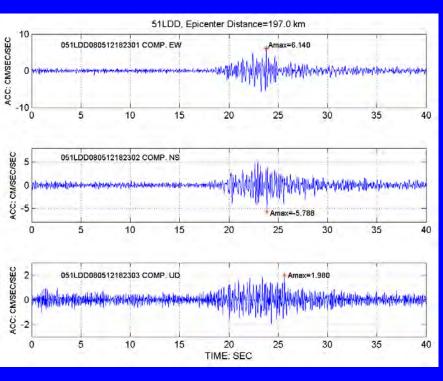
The largest aftershock (M6.4)







M5.0 aftershock







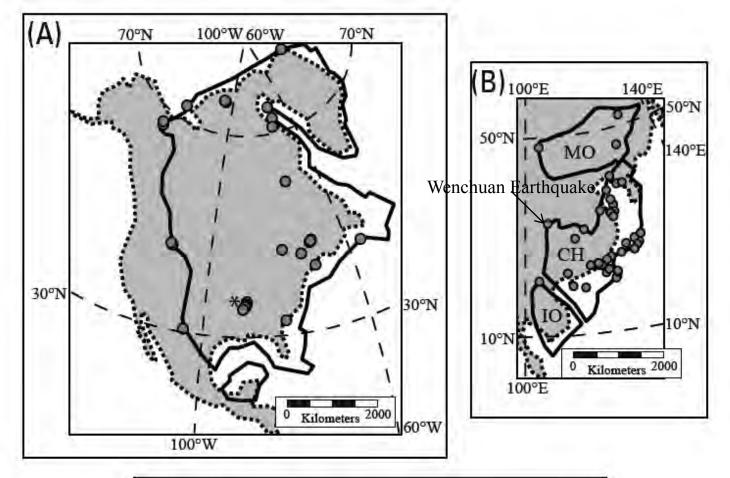
Station Site Information

录: 地质资料

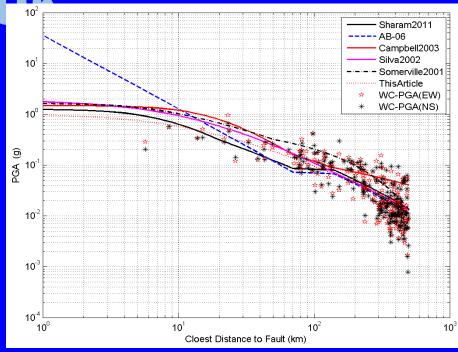
台站名 钻孔深度 (m) NÈHRP V30(m/s) GB50011-2010 分类 备注 西吉 清水驿 足远 和平 50.0 日報 日報 30.5 228.7 259.3 265.3 34.0 265.3 265.3 20.0 270.1 270.1 270.5 270.1 日報 195.1 20.6 265.3 20.0 270.1 270.1 270.5 270.1 270.5 270.1 270.5 270.1 270.5 27								
西吉 30.5 228.7 259.3 259.3 259.3 265.3 34.0 265.3 265	台站夕	钻孔深度	/ NEHRP		GB50011-2010		1-2010	
清水驿 34.0 259.3 202.6 2.0 中软土 泥岩, v34=560 定远 43.0 265.3 20.0 中软土 粉土和卵石 和平 50.0 270.1 221.2 2.0 中软土 粉土和卵石 医和 30.0 275.3 229.5 2.0 中软土 黄土状粉土和卵石 陈井 30.0 310.7 243.6 2.0 中硬场地土 角砾, v30=506 中心乡 20.0 659.5 261.9 2.0 中硬场地土 砂岩, v20=522m/s,未揭穿 产山县飞仙关 9.8 666.2 226.0 2.0 中硬场地土 砂岩, v20=522m/s,未揭穿 雷波黄琅 7.2 695.0 114.0 2.0 中硬场地土 动风化砂质泥岩,基岩层,未揭穿 雷波青泉 7.2 695.0 114.0 2.0 中被土 弱风化峨眉山玄武岩,未揭穿 康定呷巴 22.0 765.2 801.2 252.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,未揭穿 草尼 12.0 801.2 168.8 2.0 中硬场地土 基岩层, 未揭穿 产生县两路 22.0 862.8 162.0 2.0 中软土 中软土 可以代码质页岩,未揭穿 产山风千 10.0 1519.0 487.8 1.0 中软土 基岩层 基岩层 基岩层 2.0 中软土 30.0 中软土 <td></td> <td>(m)</td> <td>V30(m/s)</td> <td>分类</td> <td>v20(m/s)</td> <td></td> <td>分类</td> <td>.Ħ. イT</td>		(m)	V30(m/s)	分类	v20(m/s)		分类	.Ħ. イT
定远 43.0 265.3 270.1 221.2 2.0 中软土 粉土和卵石 民和 30.0 270.5 215.5 2.0 中软土 黄土状粉土和卵石 陈井 30.0 275.3 229.5 2.0 中软土 角砾,埋藏深度 25.1m以下,v30=382m/s 西槽 30.0 310.7 243.6 2.0 中硬场地土 角砾,埋藏深度 25.1m以下,v30=382m/s 中心乡 20.0 659.5 261.9 2.0 中硬场地土 粉土,水湿等度 25.1m以下,v30=382m/s 产山县飞仙关 9.8 666.2 242.0 2.0 中硬场地土 砂岩,v20=522m/s,未揭穿 雅安沙坪 22.0 689.8 226.0 2.0 中硬场地土 时板砂质泥岩,基岩层,未揭穿 曹波青泉 7.2 695.0 114.0 2.0 中硬场地土 中分化泥岩,基岩,未揭穿 藤定呷巴 22.0 765.2 321.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,未揭穿 摩尼 12.0 801.2 252.0 2.0 中被场地土 弱风化细砂岩,未揭穿 季日 12.0 854.1 168.8 2.0 中較场地土 基岩层, 未揭穿 野山貝木生局 22.0 862.8 162.0 2.0 中软土 期风化钙质页层,未揭穿 市物官 10.0 1519.0 487.8 1.0 中软土 基岩层 東京 22.0 862.8	西吉	30.5	228.7		195.1	2.0	中硬场地土	黄土,v30.45=375m/s
和平 民和 房井 30.0 房井 西槽 50.0 30.0 310.7 270.1 275.3 30.0 310.7 221.2 20.5 20.0 中軟土 229.5 20.0 中較地土 中硬场地土 日藤宗、v30=506 20.0 中破场地土 日藤宗、v30=506 中心乡 产山县飞仙关 雅安沙坪 富波黄琅 20.0 689.8 666.2 7.2 695.0 261.9 242.0 2.0 689.8 226.0 321.0 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0 2.0	清水驿	34.0	259.3		202.6	2.0	中软土	泥岩,v34=560
民和 陈井 西槽 30.0 30.0 270.5 275.3 310.7 215.5 229.5 229.5 229.5 243.6 2.0 20.0 243.6 中軟土 中較土 中較土 中較土 中較土 中較土 中極场地土 9.8 666.2 242.0 黄土状粉土和卵石 角砾,埋藏深度 25.1m 以下,v30=382m/s 角砾,v30=506 中心乡 芦山县飞仙关 雅安沙坪 富波黄琅 7.2 695.0 261.9 242.0 2.0 261.9 242.0 中硬场地土 中分化泥岩,基岩层,未揭穿 324.0 砂岩,v20=522m/s,未揭穿 弱风化砂质泥岩,基岩层,未揭穿 可收泥岩,基岩层,未揭穿 可以化碱眉山玄武岩,未揭穿 可以化碱眉山玄武岩,未揭穿 可以化碱砂岩,未揭穿 可以化碱砂岩,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以化钙质页岩,未揭穿 可以化钙质页岩,未揭穿 中以化泥岩,未揭穿 基岩层 基岩 基岩层 西昌小庙 长安 富顺板桥 无 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五	定远	43.0	265.3		265.3	2.0	中软土	粉土和卵石
中心乡 20.0 659.5 261.9 2.0 中硬场地土 砂岩, v20=522m/s,未揭穿 芦山县飞仙关 9.8 666.2 242.0 2.0 中硬场地土 弱风化砂质泥岩,基岩层,未揭穿 雅安沙坪 22.0 689.8 226.0 2.0 中硬场地土 中分化泥岩,基岩房 雷波黄琅 7.2 695.0 114.0 2.0 中軟土 弱风化峨眉山玄武岩,未揭穿 藤定呷巴 22.0 765.2 252.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,未揭穿 草尼 12.0 801.2 252.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,基岩层,未揭穿 下全县两路 22.0 854.1 273.0 2.0 中軟土 弱风化钙质页岩,未揭穿 产山计生局 22.0 862.8 162.0 2.0 中软土 明水土 中风化泥岩,未揭穿 西昌小庙长安富顺板桥 无 基岩 基岩 基岩 富顺板桥 五 五 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 <td>和平</td> <td>50.0</td> <td>270.1</td> <td> _ </td> <td>221.2</td> <td>2.0</td> <td>中软土</td> <td>粉土</td>	和平	50.0	270.1	_	221.2	2.0	中软土	粉土
中心乡 20.0 659.5 261.9 2.0 中硬场地土 砂岩, v20=522m/s,未揭穿 芦山县飞仙关 9.8 666.2 242.0 2.0 中硬场地土 弱风化砂质泥岩,基岩层,未揭穿 雅安沙坪 22.0 689.8 226.0 2.0 中硬场地土 中分化泥岩,基岩房 雷波黄琅 7.2 695.0 114.0 2.0 中軟土 弱风化峨眉山玄武岩,未揭穿 藤定呷巴 22.0 765.2 252.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,未揭穿 草尼 12.0 801.2 252.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,基岩层,未揭穿 下全县两路 22.0 854.1 273.0 2.0 中軟土 弱风化钙质页岩,未揭穿 产山计生局 22.0 862.8 162.0 2.0 中软土 明水土 中风化泥岩,未揭穿 西昌小庙长安富顺板桥 无 基岩 基岩 基岩 富顺板桥 五 五 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 <td>民和</td> <td>30.0</td> <td>270.5</td> <td>)(1)</td> <td>215.5</td> <td>2.0</td> <td>中软土</td> <td>黄土状粉土和卵石</td>	民和	30.0	270.5)(1)	215.5	2.0	中软土	黄土状粉土和卵石
中心乡 20.0 659.5 261.9 2.0 中硬场地土 砂岩, v20=522m/s,未揭穿 芦山县飞仙关 9.8 666.2 242.0 2.0 中硬场地土 弱风化砂质泥岩,基岩层,未揭穿 雅安沙坪 22.0 689.8 226.0 2.0 中硬场地土 中分化泥岩,基岩房 雷波黄琅 7.2 695.0 114.0 2.0 中軟土 弱风化峨眉山玄武岩,未揭穿 藤定呷巴 22.0 765.2 252.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,未揭穿 草尼 12.0 801.2 252.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,基岩层,未揭穿 下全县两路 22.0 854.1 273.0 2.0 中軟土 弱风化钙质页岩,未揭穿 产山计生局 22.0 862.8 162.0 2.0 中软土 明水土 中风化泥岩,未揭穿 西昌小庙长安富顺板桥 无 基岩 基岩 基岩 富顺板桥 五 五 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 <td>陈井</td> <td>30.0</td> <td>275.3</td> <td>80~</td> <td>229.5</td> <td>2.0</td> <td>中软土</td> <td>角砾,埋藏深度 25.1m 以下,v30=382m/s</td>	陈井	30.0	275.3	80~	229.5	2.0	中软土	角砾,埋藏深度 25.1m 以下,v30=382m/s
芦山县飞仙关 雅安沙坪 9.8 666.2 242.0 2.0 中硬场地土 中硬场地土 中分化泥岩,基岩层,未揭穿 弱风化砂质泥岩,基岩层,未揭穿 弱风化峨眉山玄武岩,未揭穿 弱风化细砂岩,未揭穿 弱风化细砂岩,未揭穿 弱风化细砂岩,未揭穿 弱风化细砂岩,未揭穿 弱风化细砂岩,未揭穿 弱风化细砂岩,基岩层,未揭穿 可见324.0 康定呷巴 芦山风禾 阜尼 12.0 9.8 790.3 801.2 854.1 22.0 252.0 324.0 2.0 2.0 中較土 明场地土 中硬场地土 168.8 2.0 開家和工,未揭穿 明初地土 中硬场地土 168.8 2.0 財際石土,未揭穿 明成化细砂岩,基岩层,未揭穿 明成化细砂岩,基岩层,未揭穿 可以他细砂岩,未揭穿 可以他细砂岩,未揭穿 明成化钙质页岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 基岩层 西昌小庙 长安 富顺板桥 无 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五 五	西槽	30.0	310.7	370	243.6	2.0	中硬场地土	角砾,v30=506
雅安沙坪 22.0 689.8 226.0 2.0 中硬场地土 中分化泥岩,基岩,未揭穿 雷波黄琅 7.2 695.0 114.0 2.0 中软土 弱风化峨眉山玄武岩,未揭穿 菱溪气象局 22.0 706.6 321.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,未揭穿 康定呷巴 22.0 765.2 252.0 2.0 中软土 稍密卵石土,未揭穿 芦山凤禾 9.8 790.3 324.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,基岩层,未揭穿 草尼 12.0 801.2 2.1 168.8 2.0 中硬场地土 基岩,板岩,v9=730m/s,未揭穿 天全县两路 22.0 854.1 273.0 2.0 中软土 弱风化钙质页岩,未揭穿 芦山计生局 22.0 862.8 162.0 2.0 中软土 中风化泥岩,未揭穿 博物馆 10.0 1519.0 487.8 1.0 中软土 基岩层 西昌小庙长安富顺板桥 无 基岩 基岩 富顺板桥 五 2.0 中软土 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基	中心乡	20.0	659.5		261.9	2.0	中硬场地土	砂岩,v20=522m/s,未揭穿
雷波黄琅 7.2 695.0 114.0 2.0 中软土 弱风化峨眉山玄武岩,未揭穿 苍溪气象局 22.0 706.6 321.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,未揭穿 康定呷巴 22.0 765.2 801.2 252.0 2.0 中球土 稍密卵石土,未揭穿 芦山凤禾 9.8 790.3 324.0 2.0 中硬场地土 弱风化细砂岩,基岩层,未揭穿 草尼 12.0 801.2 168.8 2.0 中硬场地土 基岩,板岩,v9=730m/s,未揭穿 天全县两路 22.0 854.1 273.0 2.0 中软土 弱风化钙质页岩,未揭穿 芦山计生局 22.0 862.8 162.0 2.0 中软土 中风化泥岩,未揭穿 博物馆 10.0 1519.0 487.8 1.0 中软土 基岩层 西昌小庙长安富顺板桥 无 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 基岩 <	芦山县飞仙关	9.8	666.2		242.0	2.0	中硬场地土	弱风化砂质泥岩,基岩层,未揭穿
苍溪气象局22.0706.6321.02.0中硬场地土弱风化细砂岩,未揭穿康定呷巴22.0765.2252.02.0中软土稍密卵石土,未揭穿芦山凤禾9.8790.3324.02.0中硬场地土弱风化细砂岩,基岩层,未揭穿卓尼12.0801.2168.82.0中硬场地土基岩,板岩,v9=730m/s,未揭穿天全县两路22.0854.1273.02.0中软土弱风化钙质页岩,未揭穿芦山计生局22.0862.8162.02.0中软土中风化泥岩,未揭穿博物馆10.01519.0487.81.0中软土基岩层西昌小庙 长安 富顺板桥无无基岩基岩基岩 基岩基岩基岩基岩	雅安沙坪	22.0	689.8		226.0	2.0	中硬场地土	中分化泥岩,基岩,未揭穿
康定呷巴 22.0 765.2 BB (760.2) 252.0 2.0 中软土 村密卵石土,未揭穿 弱风化细砂岩,基岩层,未揭穿 弱风化细砂岩,基岩层,未揭穿 基岩 大金县两路 22.0 产山计生局 22.0 854.1 252.0 2.0 中硬场地土 基岩,板岩, v9=730m/s,未揭穿 弱风化钙质页岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 中风化泥岩,未揭穿 基岩层 基岩 基岩 西昌小庙 长安 富顺板桥 无	雷波黄琅	7.2	695.0		114.0	2.0	中软土	弱风化峨眉山玄武岩,未揭穿
芦山凤禾 卓尼 天全县两路 芦山计生局9.8 12.0 854.1 801.2 854.1 唐物馆790.3 12.0 854.1 862.8324.0 168.8 273.0 162.02.0 2.0	苍溪气象局	22.0	706.6		321.0	2.0	中硬场地土	弱风化细砂岩,未揭穿
博物馆 10.0 1519.0 487.8 1.0 中软土 中软土 中风化泥岩,未揭穿 西昌小庙 长安 富顺板桥 无 基岩 基版 基岩	康定呷巴	22.0	765.2	В	252.0	2.0	中软土	稍密卵石土,未揭穿
博物馆 10.0 1519.0 487.8 1.0 中软土 中软土 中风化泥岩,未揭穿 西昌小庙 长安 富顺板桥 无 基岩 基版 基岩	芦山凤禾	9.8	790.3	(76	324.0	2.0	中硬场地土	弱风化细砂岩,基岩层,未揭穿
博物馆 10.0 1519.0 487.8 1.0 中软土 中软土 中风化泥岩,未揭穿 西昌小庙 长安 富顺板桥 无 基岩 基版 基岩	卓尼	12.0	801.2	0~1	168.8	2.0	中硬场地土	基岩,板岩,v9=730m/s,未揭穿
博物馆 10.0 1519.0 487.8 1.0 中软土 中软土 中风化泥岩,未揭穿 西昌小庙 长安 富顺板桥 无 基岩 基版 基岩	天全县两路	22.0	854.1	500	273.0	2.0	中软土	弱风化钙质页岩,未揭穿
西昌小庙 无 长安 无 富顺板桥 无 基岩 基岩	芦山计生局	22.0	862.8	٥	162.0	2.0	中软土	中风化泥岩,未揭穿
长安 无 富顺板桥 光 基岩 基岩	博物馆	10.0	1519.0		487.8	1.0	中软土	基岩层
富顺板桥 基岩	西昌小庙		\ /					基岩
	长安		l \ /					
大关	富顺板桥							
	大关		无					基岩

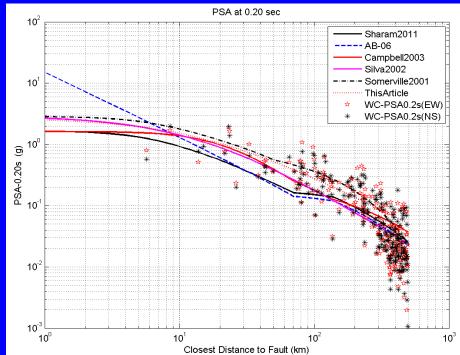






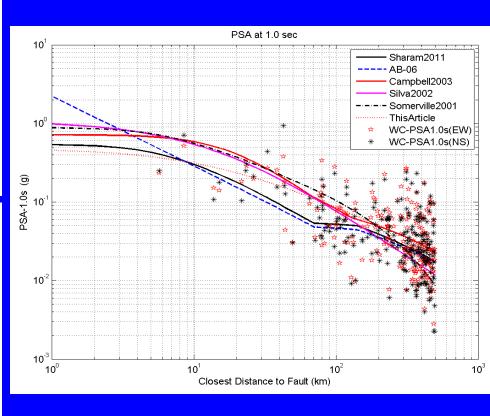
- Earthquake epicenter
- Mainland and coastline of continent
- Boundary of stable continental region
- * Large earthquakes of New Madrid seismic zone

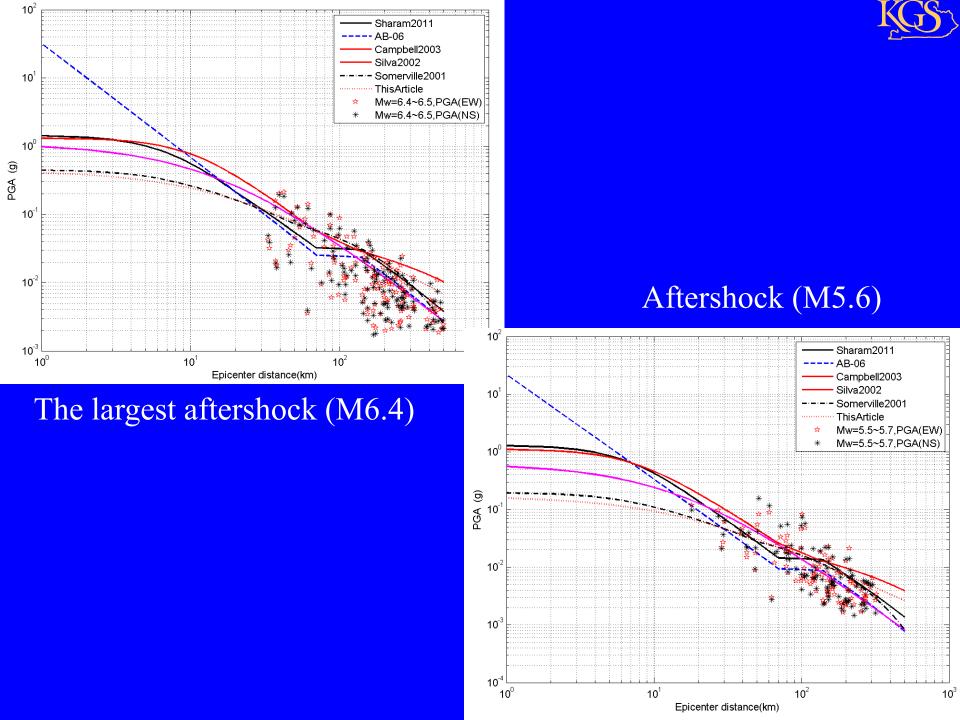






Mainshock (M7.9)









Summary

 Preliminary comparisons show that the Wenchuan strong motion data can provide constraints on GMPEs for CEUS

 Near-source saturation should be considered in GMPEs for CEUS

• Standard deviation (σ): 0.3-0.33 (log10)





Thank you!