

杨贵、许振栋、林彬华, 2016, 福建测震台网单台震级偏差与台站场地响应关系的初步分析, 中国地震, 32(4), 674~684。

福建测震台网单台震级偏差 与台站场地响应关系的初步分析

杨贵¹⁾ 许振栋²⁾ 林彬华¹⁾

1) 福建省地震局, 福州市华鸿路 7 号 350003

2) 福建省地震局平潭地震台, 福建平潭 350400

摘要 利用福建测震台网 2008 年 10 月~2015 年 12 月记录的每个事件至少有 6 个台站测算震级的 3069 个区域地震事件, 进行单台震级与台网平均震级的偏差统计, 获得了各台站的总的震级平均偏差为 $-0.31 \sim 0.68$, 并统计各台站测算震级所量取最大记录振幅相应的周期, 获得优势周期为 $0.06 \sim 0.38\text{s}$; 通过 Moya 方法反演各测震台站的场地响应, 获得 98 个台站对 $1 \sim 20\text{Hz}$ 频带的场地响应, 结果显示场地对某些频带信息有放大或抑制作用; 通过比较 Wood-Anderson 地震仪摆固有 0.8s 周期所对应的场地响应、各台样本优势周期所对应场地响应的震级偏差与各台总的震级平均偏差, 发现台站测算震级相应优势周期的场地响应的震级偏差与台站震级平均偏差有较好的线性关系, 表明单台震级的偏差与测算震级所量取最大记录振幅相应的周期的场地响应有较大关系。

关键词: 福建测震台网 震级 震级偏差 场地响应

[文章编号] 1001-4683(2016)04-0674-11

[中图分类号] P315

[文献标识码] A

0 引言

地震震级是描述地震强度的基本参数之一。地震震级的测定一直是地震学家研究的重要课题, 通常是通过测量地震波中某个震相的振幅来确定地震的震级。由于不同类型震源向各方向辐射的能量不均匀, 地震波在不同传播路径上的衰减不同及台站的台基差异等, 都影响所记录地震波的振幅。在测算震级时, 地震波在传播路径上的衰减主要用量规函数补偿; 对大量地震事件的回归统计, 可以消除因震源机制不同而导致各方向能量分布不均匀的影响, 求出各台站的总体震级平均偏差, 由此反映了台站的台基差异, 其值可作为单台震级校正参考值。张红才等(2010)通过对单台震级偏差分析、校正, 用单台(首台)地震震级快速估计最终震级, 服务于地震预警。另外, 近年来多人用 Moya(2000)方法反演台站的场地响应, 进而估算中小地震的震源参数, 台站场地响应能反映台站的台基情况。这 2 种方式产出的反映台基情况的值, 或许反映了台基对震级测定的影响。本文通过回归统计得到各台站的总体震级平均偏差值, 用 Moya(2000)方法反演得到各台站场地响应, 进而估算对震级造成的偏差, 最后对比各台站震级平均偏差与场地响应的关系, 分析台站台基对仪器记录地

震波振幅的影响。

1 台站震级偏差统计

1.1 福建测震台网简介

福建测震台网现有 88 个测震台站,为便于数据共享另外还接入邻省多个台站的数据(图 1),在日常工作中,省边界线 30km 附近的 13 个外省台站的记录资料也用于地震速报、编目等工作。近几年,福建测震台网积累了丰富的省内及周边 30km 范围内的地震资料。在 88 个省内测震台站中,YTFQ、PTAQ、ZPYF 等 3 个台,因为运行时间短,积累数据较少,未纳入计算。

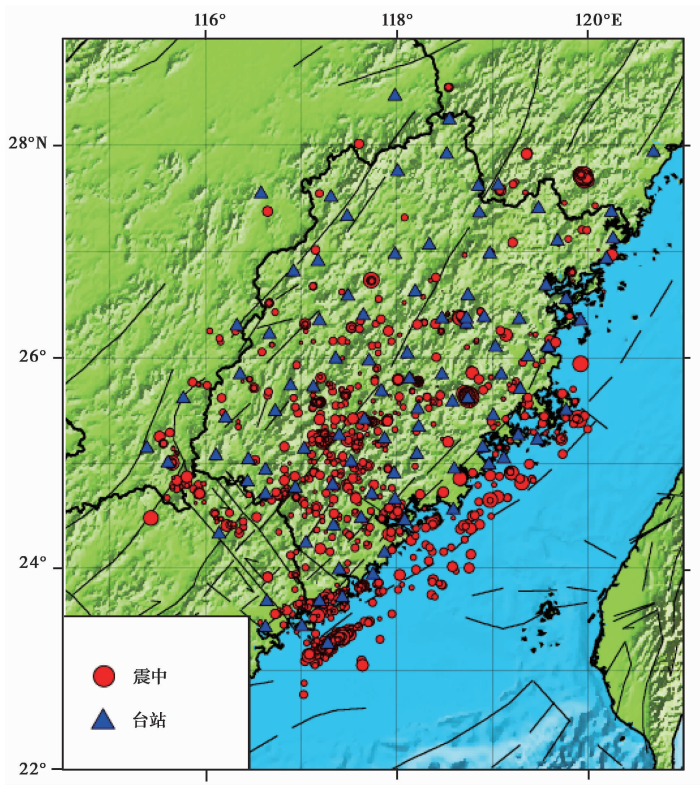


图 1 福建测震台网台站分布及 3069 个地震震中分布

1.2 台站偏差统计及资料选取

将所有记录台站计算得到的单台震级的算术平均值确定为测震台网的震级。因此计算各个台站测定的单台震级和台网平均震级的偏差、总的平均偏差和总的标准离差,用这几个参数可以评价各个台站计算震级的可靠性(李雪英等,2004)。对于某个地震 j ,台站 i 的震级偏差为

$$\Delta M_{ij} = M_{ij} - \bar{M}_j$$

其中, M_{ij} 为台站 i 的单台震级, $\bar{M}_j$ 为台网平均震级,由 N 个地震计算某台的单台震级偏差,可

得该台的平均震级偏差

$$\overline{\Delta M_i} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \Delta M_{ij} \tag{1}$$

标准离差

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (\Delta M_{ij} - \overline{\Delta M_i})^2}{N - 1}} \tag{2}$$

目前是将速度记录仿真成 Wood-Anderson 短周期地震仪位移记录的方法来获得台网震级,仿真后在水平位移记录波形上量取最大记录振幅和相应的周期,通过近震震级公式计算 M_L 震级,即

$$M_L = \lg \frac{A_{\mu EW} + A_{\mu NS}}{2} + R(\Delta) + C \tag{3}$$

式(3)中, $R(\Delta)$ 为短周期仪器量规函数 $R_1(\Delta)$, C 为台基改正值,福建台网目前尚无台基改正值。影响震级测定的因素有许多,除震源辐射花样的影响外,仪器、量规函数,台基等都对震级偏差有影响。李雪英等(2004)研究认为仪器类型对震级偏差有一定影响,但不大。张红才等(2010)对量规函数对震级计算的影响进行了分析,认为影响较小,可以忽略不计。项月文等(2010)、陈继锋等(2013)通过对震中距分段计算震级平均偏差,发现震中距较近的震级偏小,较远的震级偏大,并以各分段震级偏差的负值作为量规函数的校正值。如果单台在震中距跨度较广的范围内,都有较多的地震样本,可以消除因震中距不同量规函数引起的震级偏差,即可以理想地假设量规函数对地震波在传播路径上衰减的补偿是合理的,在较多地震事件合理包围台站的情况下,利用式(1)能尽量消除震源辐射花样的影响,因此所得结果反映的是台基对测算震级的影响。

我们选取了福建省内及邻近海域、省界外 30km 内的对每个事件均满足 6 个以上台站测算震级的即 2008 年 10 月 1 日至 2015 年 12 月 31 日计 3069 个地震事件进行统计。据式(1)进行计算得出每个台站总的震级平均偏差,并统计所使用的样本数,以 HAHF 台为例(图 2(a))。对各台站测算震级所量取最大振幅相对应的周期进行统计,统计出这些周期的

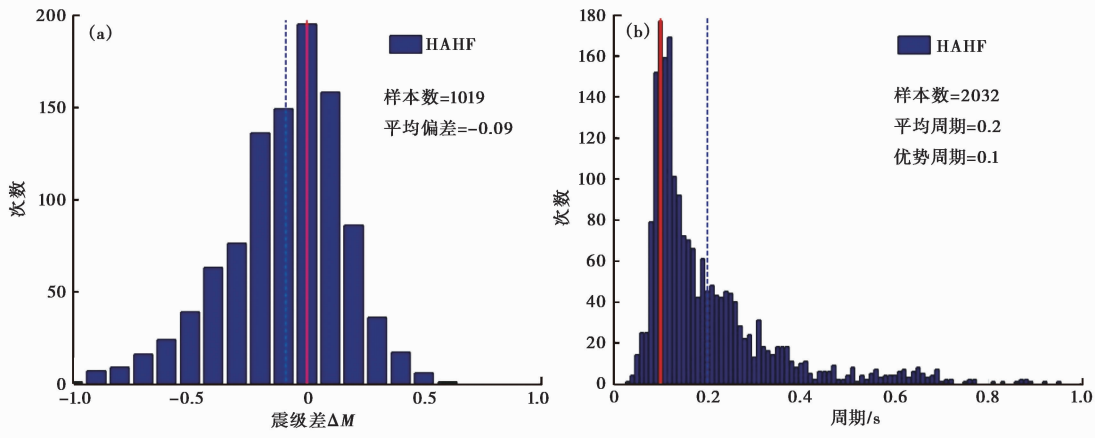


图 2 HAHF 台震级偏差及震级量取的周期值统计

频次,以 HAHF 台为例(图 2(b))。我们选量取最多的周期为优势周期,用于相应的场地响应分析。详细结果见表 1。

2 台站场地响应计算

2.1 计算方法

用 Atkinson 等(1992)的方法和三段几何衰减模型,通过多台多地震联合反演计算福建地区地壳平均非弹性衰减,再用多台多地震联合反演的 Moya 方法(刘杰等,2003;华卫等,2009;李祖宁等,2012)计算地震台站场地响应。所用软件为中国地震局预测研究所地震图像与数字化观测资料应用研究实验室在全国地震系统推广的 ISDP 软件。

2.2 资料选取及计算结果

计算非弹性衰减和场地响应时,按照一个地震至少被 3 个以上台站记录到,一个台站至少记录到 3 个以上地震且信噪比大于 2 的原则,在 2012 年 9 月~2015 年 4 月,从省内及省边界线外近 30km 范围内,挑选出较均匀分布的 108 个 $M_L \geq 2.0$ 地震,有 98 个测震台,共 1996 条射线(图 3)。

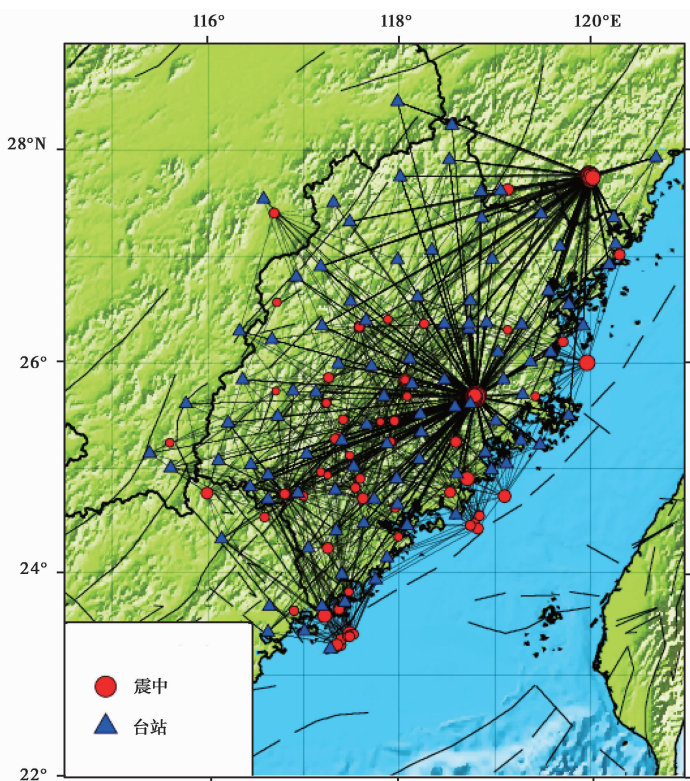


图 3 计算 Q 值和场地响应所选用地震的震中和射线分布

利用这些地震资料和 Atkinson 等(1992)的方法计算得到福建地区的非弹性衰减结果为 $Q(f) = 452.4f^{0.3338}$ 。对比李祖宁等(2012)所得结果 $Q(f) = 366.5f^{0.4282}$, Q_0 值变大了,衰减系数小了。此次工作中把邻省位于本省边界线边的台站及地震纳入计算,使得射线基本可以覆

表 1 各台站的统计震级平均偏差与台站场地响应计算的理论震级偏差对比

台名	台站位置		统计单台震级偏差			0.8s 周期		优势周期			
	N/(°)	E/(°)	样本数	偏差	标准 离差	场地 响应	震级 偏差	周期 样本数	优势 周期	场地 响应	震级 偏差
FZCM	26.01	119.37	793	0.21	0.20	1.87	0.27	1583	0.17	1.46	0.16
FQDZ	25.70	119.29	758	-0.14	0.25	1.19	0.08	1516	0.12	1.24	0.09
LJTL	26.35	119.92	330	0.16	0.18	1.80	0.26	656	0.15	1.91	0.28
MQDQ	26.38	118.91	1018	0.13	0.25	2.02	0.31	2020	0.17	2.09	0.32
PTTC	25.50	119.76	547	-0.04	0.23	1.17	0.07	1090	0.16	0.81	-0.09
MQXJ	26.32	118.73	1198	-0.07	0.24	1.03	0.01	2380	0.12	1.13	0.05
LYJJ	26.55	119.77	114	0.19	0.23	1.59	0.20	225	0.29	1.76	0.25
FZRX	26.36	119.28	486	0.16	0.16	1.26	0.10	952	0.12	1.41	0.15
FZLQ	26.10	119.58	228	-0.14	0.12	1.42	0.15	428	0.17	0.90	-0.05
MHZQ	26.10	119.03	483	-0.13	0.15	1.59	0.20	960	0.12	1.14	0.06
YTGL	25.84	119.09	525	-0.28	0.16	1.59	0.20	1050	0.14	1.07	0.03
YTGy	25.84	118.47	716	-0.24	0.24	1.87	0.27	1422	0.09	1.15	0.06
PTLC	25.45	119.01	1211	0.07	0.18	2.00	0.30	2419	0.11	1.92	0.28
PTNR	25.22	119.47	485	-0.20	0.22	1.83	0.26	937	0.17	0.45	-0.35
XYXY	25.58	118.58	757	-0.14	0.22	2.28	0.36	1499	0.10	1.54	0.19
XYSC	25.61	118.74	752	0.10	0.24	1.86	0.27	1490	0.12	3.18	0.50
PTDT	25.26	119.27	508	0.15	0.13	1.50	0.18	1012	0.12	2.16	0.33
PTMZ	25.04	119.12	386	0.03	0.16	1.56	0.19	746	0.14	1.52	0.18
HAJF	24.98	118.96	1089	0.31	0.19	1.48	0.17	2141	0.22	5.08	0.71
YCSG	25.34	118.23	1284	-0.13	0.21	1.22	0.09	2542	0.12	0.84	-0.08
DHTT	25.80	118.13	1532	0.01	0.19	1.17	0.07	3053	0.09	2.22	0.35
DHTZ	25.51	118.22	512	-0.14	0.19	1.40	0.15	1020	0.09	0.69	-0.16
QZH	24.94	118.59	660	-0.02	0.19	1.25	0.10	1295	0.12	1.47	0.17
AXCK	25.23	117.87	459	-0.08	0.24	1.43	0.16	902	0.08	1.64	0.21
QGQH	25.15	118.90	440	0.04	0.16	1.31	0.12	878	0.14	1.03	0.01
AXDP	24.90	117.97	182	-0.08	0.20	1.23	0.09	358	0.12	0.83	-0.08
JJJJ	24.55	118.59	92	0.06	0.24	1.12	0.05	184	0.06	4.06	0.61
AXCN	25.08	118.21	399	0.10	0.17	1.62	0.21	788	0.09	2.42	0.38
XMSM	24.45	118.08	593	-0.01	0.31	2.01	0.30	1168	0.22	1.42	0.15
XMJM	24.65	117.98	211	-0.02	0.21	1.68	0.23	418	0.11	1.37	0.14
HAHF	25.01	117.52	1019	-0.09	0.26	1.63	0.21	2032	0.10	1.57	0.20
PHSG	24.40	117.34	1192	-0.08	0.24	2.20	0.34	2372	0.14	1.23	0.09
DSXP	23.71	117.43	1320	0.01	0.23	2.06	0.31	2617	0.10	2.15	0.33
ZZJH	24.47	117.63	1088	0.01	0.22	2.07	0.32	2124	0.14	1.36	0.13
NJJS	24.79	117.33	359	0.15	0.22	1.67	0.22	704	0.13	1.53	0.18
CTCX	24.70	117.74	179	0.03	0.22	1.73	0.24	354	0.07	3.75	0.57
PHJF	24.23	117.05	659	0.10	0.20	1.64	0.21	1300	0.14	1.45	0.16
ZPCH	24.14	117.87	536	0.09	0.20	1.95	0.29	1062	0.14	1.40	0.15
YXHT	23.98	117.40	762	0.07	0.18	1.32	0.12	1480	0.08	2.61	0.42
ZPLA	23.93	117.75	654	0.17	0.18	2.03	0.31	1278	0.17	2.79	0.45
ZAQD	23.67	117.19	643	-0.20	0.23	1.61	0.21	1270	0.11	1.07	0.03
YDXS	24.70	116.63	986	0.12	0.19	1.85	0.27	1961	0.09	3.36	0.53

续表 2

台名	台站位置		统计单台震级偏差			0.8s 周期		优势周期			
	N/(°)	E/(°)	样本数	偏差	标准 离差	场地 响应	震级 偏差	周期 样本数	优势 周期	场地 响应	震级 偏差
LYXP	25.13	117.03	432	0.22	0.37	3.41	0.53	860	0.20	1.42	0.15
CTTZ	25.84	116.35	394	0.03	0.22	1.41	0.15	783	0.21	1.27	0.10
SHLC	25.03	116.45	883	0.08	0.22	1.54	0.19	1753	0.22	1.16	0.06
SHXD	24.82	116.44	841	-0.01	0.21	0.92	-0.04	1674	0.09	1.81	0.26
SHLX	24.93	116.63	901	-0.10	0.23	1.25	0.10	1782	0.14	0.74	-0.13
LCGT	25.73	116.89	206	-0.12	0.28	1.08	0.03	403	0.12	1.15	0.06
LCJX	25.49	116.73	184	-0.06	0.23	1.41	0.15	368	0.19	0.80	-0.10
WPXD	25.43	116.21	150	0.03	0.21	1.24	0.09	299	0.16	1.02	0.01
ZPXH	25.41	117.66	301	-0.31	0.23	0.94	-0.03	596	0.10	1.09	0.04
ZPGN	25.26	117.40	195	-0.08	0.30	1.16	0.06	390	0.14	2.15	0.33
YDFS	24.76	116.94	263	0.02	0.27	1.66	0.22	522	0.17	1.11	0.05
WPPC	25.07	116.11	101	-0.09	0.22	1.19	0.08	202	0.12	0.71	-0.15
YAYX	25.99	117.36	250	0.07	0.25	1.84	0.26	494	0.28	1.33	0.12
YAXT	25.72	117.12	745	0.07	0.23	1.80	0.26	1486	0.17	1.03	0.01
YXBM	26.04	118.11	1436	0.17	0.18	1.51	0.18	2826	0.09	2.52	0.40
TNSC	26.91	117.18	504	-0.08	0.22	1.99	0.30	1007	0.38	1.44	0.16
MXXF	26.35	117.19	599	0.11	0.23	2.13	0.33	1194	0.28	1.13	0.05
YAHN	25.97	117.71	1165	0.68	0.21	1.49	0.17	2314	0.17	5.80	0.76
DTJX	25.68	117.84	817	-0.15	0.23	1.18	0.07	1616	0.12	0.72	-0.14
JNSX	26.81	116.92	58	0.07	0.32	1.61	0.21	116	0.38	1.38	0.14
JLNK	26.58	117.49	121	0.26	0.19	1.59	0.20	242	0.13	3.33	0.52
SXFK	26.40	117.65	183	0.03	0.22	1.69	0.23	362	0.11	1.26	0.10
NHCN	26.22	116.67	71	-0.04	0.19	0.92	-0.04	140	0.10	1.02	0.01
NPDK	26.62	118.19	764	-0.01	0.22	2.10	0.32	1523	0.34	1.61	0.21
WYXF	27.75	118.01	323	0.13	0.22	2.35	0.37	635	0.31	1.42	0.15
ZHNZ	27.36	118.86	445	-0.08	0.23	1.29	0.11	886	0.17	0.72	-0.14
PCNP	27.91	118.52	271	-0.10	0.21	1.44	0.16	538	0.31	1.07	0.03
SWDT	27.33	117.48	191	0.06	0.18	1.66	0.22	382	0.09	1.81	0.26
NPZH	26.37	118.47	1145	-0.09	0.22	1.44	0.16	2245	0.14	0.97	-0.01
PCGL	28.23	118.55	28	-0.05	0.18	1.22	0.09	56	0.07	1.18	0.07
SXJX	27.61	118.85	70	-0.09	0.20	1.15	0.06	140	0.19	1.09	0.04
GZLF	27.51	117.31	24	0.24	0.22	3.20	0.51	48	0.34	2.22	0.35
JOJA	27.06	118.34	45	-0.08	0.19	1.15	0.06	90	0.23	0.75	-0.12
SCLX	26.97	117.98	100	0.14	0.19	1.33	0.12	198	0.11	0.94	-0.03
NDZW	26.68	119.56	388	0.03	0.16	2.06	0.31	744	0.25	1.57	0.20
FDQY	27.12	120.26	293	-0.05	0.33	1.93	0.29	586	0.17	1.05	0.02
SNQY	27.40	119.48	471	0.05	0.27	2.03	0.31	942	0.15	0.82	-0.09
GTSK	26.37	118.73	1037	-0.01	0.28	2.01	0.30	2068	0.17	1.60	0.20
GTYT	26.59	118.73	796	-0.16	0.22	1.19	0.08	1576	0.14	0.82	-0.09
FDGL	27.37	120.24	118	-0.22	0.26	2.37	0.37	236	0.12	0.57	-0.24
FACY	27.10	119.68	132	-0.10	0.22	2.00	0.30	262	0.16	0.70	-0.15

续表 2

台名	台站位置		统计单台震级偏差			0.8s 周期		优势周期			
	N/(°)	E/(°)	样本数	偏差	标准 离差	场地 响应	震级 偏差	周期 样本数	优势 周期	场地 响应	震级 偏差
XPSS	26.93	120.19	118	-0.26	0.32	1.40	0.15	232	0.14	0.91	-0.04
PNTK	26.98	118.97	139	0.02	0.18	2.06	0.31	278	0.14	1.55	0.19
SHT	23.42	116.63	665	-0.20	0.20	1.89	0.28	1272	0.12	0.65	-0.19
MEZ	24.32	116.14	642	0.15	0.23	2.07	0.32	1278	0.19	1.83	0.26
NAP	23.26	117.28	730	0.00	0.25	1.16	0.06	1450	0.06	2.08	0.32
NAO	23.43	117.01	993	-0.23	0.25	2.22	0.35	1974	0.17	1.34	0.13
CHZ	23.67	116.64	257	-0.05	0.26	2.40	0.38	512	0.22	1.58	0.20
HUC	25.61	115.77	131	-0.18	0.22	1.39	0.14	261	0.15	0.55	-0.26
SHR	28.45	117.98	77	0.04	0.19	2.00	0.30	154	0.29	1.27	0.10
XUW	25.00	115.61	277	0.11	0.23	1.45	0.16	554	0.17	1.66	0.22
NAC	27.54	116.58	60	0.04	0.25	1.54	0.19	120	0.23	0.67	-0.17
ANY	25.14	115.39	163	0.23	0.28	1.67	0.22	326	0.25	2.04	0.31
SHC	26.30	116.33	163	0.13	0.22	1.55	0.19	324	0.12	1.68	0.23
WEZ	27.93	120.68	111	-0.15	0.21	1.52	0.18	219	0.23	1.16	0.06
QIY	27.62	119.06	174	0.56	0.39	1.61	0.21	348	0.17	4.25	0.63

盖全省,所得的 Q 值应能较客观地反映福建省的情况。与周边省所得结果进行比较:广东省 $Q(f) = 437.5f^{0.3937}$ 和 $Q(f) = 423.6f^{0.3912}$ (康英等,2010),浙江省 $Q(f) = 361.0f^{0.458}$ (邹振轩,2006),此次计算结果与广东省的 Q_0 值相近,衰减系数更小。

在求得介质的品质因子等系数后,应用 Moya 等(2000)的方法计算得到 98 个测震台站的场地响应(图 4)。98 个台站中有 62 个台的场地响应值总体在 1 附近波动(图 4(a)~(p)),有 12 个台站场地响应值整体在 2 附近波动(图 4(q)~(s)),有 24 个台的场地响应曲线变化较大,有的在高频呈较大的放大或衰减等(图 4(t)~(y)),各台站场地响应在 1~20Hz 上的反应还是有较大不同。

由式(3)可见在计算地方性震级 M_L 时,并未用到量取最大记录振幅相应的周期值。地方性震级 M_L 是由测量周期为 0.8s 的地震波的振幅得到的(陈运泰,2004),实际量取的最大记录振幅相应的周期值变化较大,各台实际量取的优势周期见表 1。计算场地响应时是用由 1~20Hz 中 98 个等间隔频点计算的,在取各台站的 0.8s 周期和各自样本优势周期的场地响应值时,取其相邻的 2 个计算频点的场地响应均值,所得结果见表 1。表中场地响应的震级偏差为根据公式(3)对场地响应所取的对数值。

3 台站场地响应与震级偏差关系分析

表 1 中,在统计各单台震级偏差时,用到的地震样本数为 24~1532 个,其中用到 150 个以上地震事件的台有 79 个,占 81%;震级偏差为 -0.31~0.68,正、负值台数差不多各占 50%,这些值与张红才等(2010)和郭阳(2014)所计算的值,大部分都相差在 ±0.1 之间,较少部分台有较大的差别,可能与所选用的样本及台站数不同有关;标准离差为 0.12~0.39,其中小于等于 0.25 有 83 个台,占 85%。各台 0.8s 周期所对应的场地响应值为 0.92~3.41,其中 95 个

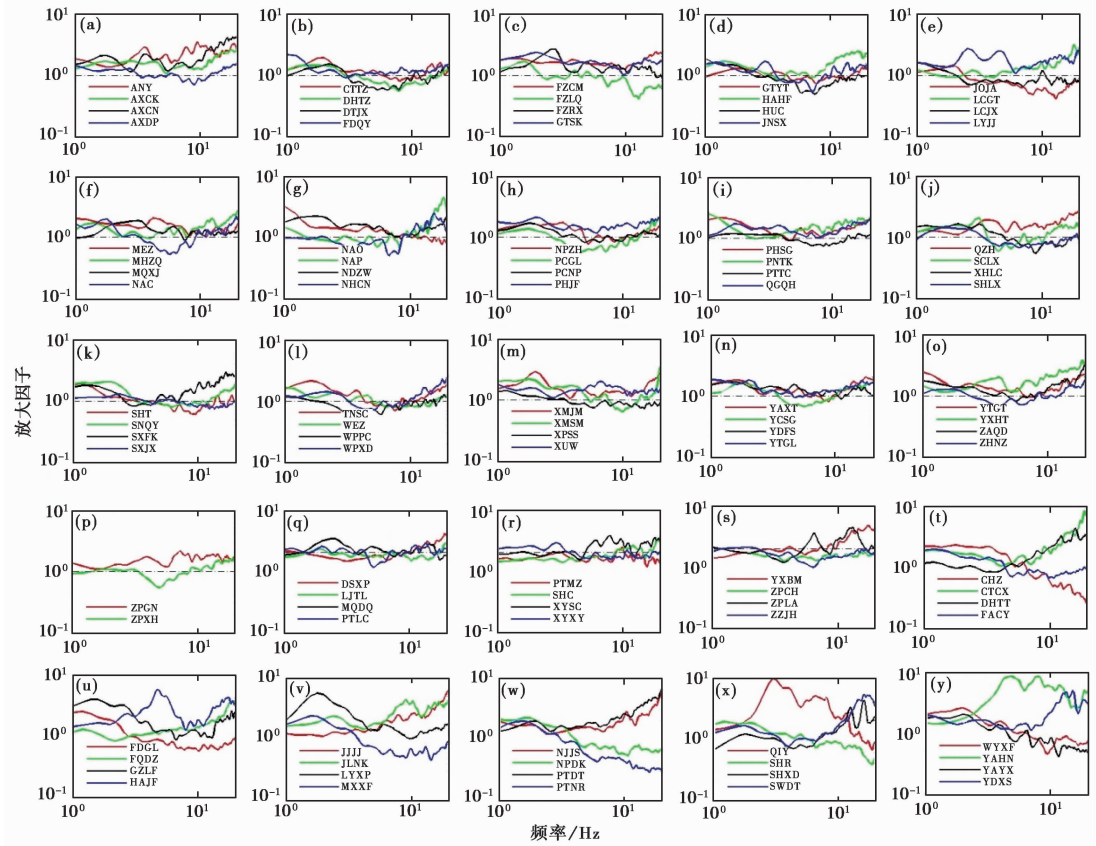


图 4 98 个测震台站场地响应平均值曲线

台的值大于 1,影响的偏差值为-0.04~0.53。对各台站优势周期进行统计时,用到的量取周期数为 48~3053 个,其中有 88 个台大于 200 个;统计出的优势周期为 0.06~0.38s;场地响应为 0.45~5.80,其中 76 个台的值大于 1,影响的偏差值为-0.35~0.76,其值与张红才等(2015)用噪声谱比法计算的场地响应影响值有部分较接近,有些差别较大,可能与计算场地响应所用的方法不同等有关。对统计的单台震级平均偏差与 0.8s 和各台优势周期所对应的场地响应影响的震级偏差做图,可见统计偏差与 0.8s 对应场地响应偏差较集中成团(图 5(a)),未显示出较好的关系,而与优势周期所对应的场地响应的震级偏差呈较好的线性关系(图 5(b)),关系式为 $\Delta M_{\text{场}} = (0.94 \times \Delta M_{\text{统}} + 0.13) \pm 0.25$,场地响应对震级 M_L 的测定有较大影响,特别是台站场地在不同频率上响应的不同,使得震级振幅记录的不同周期受台站场地响应影响的震级偏差也不同,进而认为单台震级偏差与量取最大记录振幅的相应周期的场地响应有较大关系。

影响震级测定的因素有许多,通过大量地震样本的平均以尽量消除对震源辐射花样的影响以及量规函数在不同震中距台站的影响,未考虑到同一台站来自各个方向地震样本数及其权重等,求得的各台站总震级的平均偏差在反应台站台基影响方面应该有一定的偏差;用 Moya 方法反演各台站场地响应时,受地震样本震中分布、各台站布局的影响,部分台站参

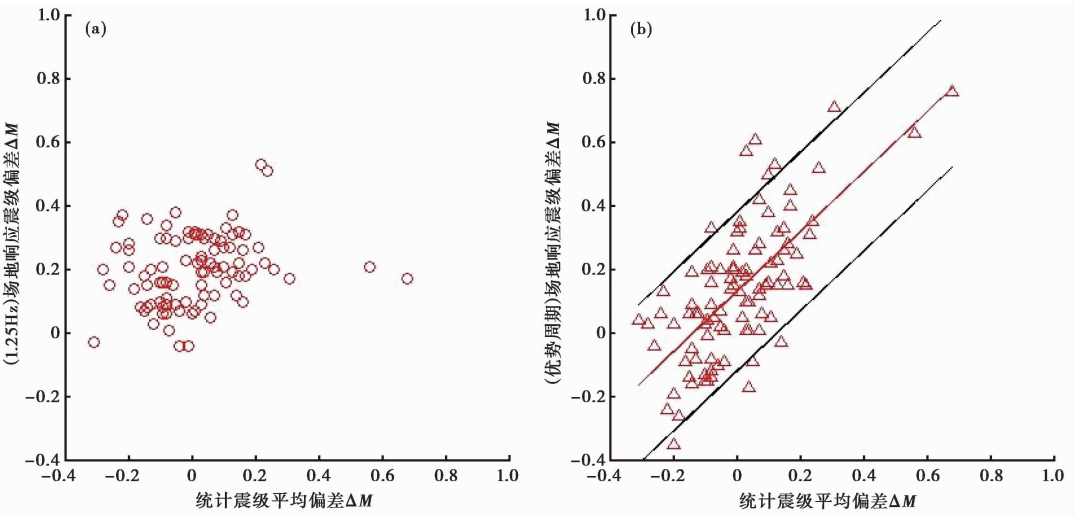


图5 各台统计震级的平均偏差与场地响应影响偏差的关系

与反演的样本少,方向单一,不能较全面反映场地的响应情况,影响了场地响应的震级偏差。两个偏差关系的分析也可能是多种因素综合影响的结果。

4 结论与讨论

本文应用福建测震台网自 2008 年 10 月至 2015 年 12 月记录的每个事件至少有 6 个震级记录的 3069 个地震事件,进行单台震级与台网平均震级的偏差统计,获得各台站总的震级平均偏差,统计各台站在测算震级时量取最大记录振幅相应的周期,获得优势周期;通过 Moya 等(2000)方法反演各测震台站的场地响应,获得 98 个台站对 1~20Hz 频带的场地响应,显示场地对某些频带信息有放大或抑制作用;比较了 Wood-Anderson 标准地震仪固有 0.8s 周期所对应的场地响应与各台优势周期所对应的场地响应与震级记录的平均偏差关系。通过研究,初步得出以下结论:

(1)福建测震台网及邻省周边共 98 个台的总的震级平均偏差为-0.31~0.68;统计各台站在测算震级时量取最大记录振幅相应的周期发现,优势周期分布为 0.06~0.38s。

(2)通过 Moya 等(2000)方法计算得到的 98 个台站的场地响应,在 1~20Hz 频带上也有较大差别,有部分台整体在 1 附近,有部分整体在 2 附近,还有部分台站整体曲线变化较剧烈,显示出台站在不同频段上对信号的作用有很大不同。

(3)Wood-Anderson 标准地震仪固有 0.8s 周期计算的场地响应影响的震级偏差与单台震级总的平均偏差对应效果并不好;各台的优势周期所对应的场地响应震级偏差与单台震级总的平均偏差显示有较好的对应关系,其线性关系式为 $\Delta M_{\text{场}} = (0.94 \times \Delta M_{\text{统}} + 0.13) \pm 0.25$,可以说台站统计震级的平均偏差反映的是台站对所用样本在测算震级时与量取最大记录振幅相应的周期的场地响应影响。

(4)在统计各台震级总的平均偏差时,仅是通过大量地震样本的统计努力消除多项因素的影响,未考虑所用样本的合理分布、权重等,可能所求得的值包含了较多因素的影响结果。

用 Moya 等(2000)方法计算的场地响应受计算的地震样本及台站布局等因素影响,部分台站结果可能不能较全面反映场地的响应情况。如果能构建更科学合理的模型及选用更全的数据样本,进一步消除各种因素的影响,或许能取得更客观合理的场地响应与震级的影响偏差和台站震级偏差的关系。

参考文献

- 陈继锋、尹欣欣、董宗明等,2013,甘肃地区近震震级的量规函数研究,中国地震,29(3),327~334。
- 陈运泰、刘瑞丰,2004,地震的震级,地震地磁观测与研究,25(6),1~12。
- 郭阳,2014,福建数字地震台网近震震级偏差的研究,硕士学位论文,15~39,福州:福州大学。
- 华卫、陈章立、郑斯华,2009,2008 年汶川 8.0 级地震序列震源参数分段特征的研究,地球物理学报,52(2),365~371。
- 康英、吕金水、杨选、黄文辉,2010,广东新地震参数目录的编制,华南地震,30(增刊),19~27。
- 李雪英、陈立强、赵英萍等,2004,首都圈数字遥测地震台网单台震级偏差研究,华北地震科学,22(3),33~39。
- 李祖宁、杨贵、陈光,2012,福建地区地震波非弹性衰减 Q 值、场地响应及震源参数研究,地震研究,35(3),381~386。
- 刘杰、郑斯华,2003,利用遗传算法反演非弹性衰减系数、震源参数和场地响应,地震学报,25(2),211~218。
- 项月文、曾文敬、罗丽等,2010,江西数字地震台网近震震级偏差与量规函数关系的研究,华南地震,30(3),95~104。
- 张红才、金星、马强等,2010,福建省“九五”地震监测台网台站震级校正及单台震级应用研究,华南地震,30(3),27~36。
- 张红才、徐嘉隽、陈智勇,2015,基于噪声谱比法的福建台网观测台站的场地响应研究,地震学报,37(6),1045~1058。
- 邹振轩,2006,应用 Moya 方法反演浙江地震震源参数和台站场地响应,东北地震研究,22(1),40~46。
- Atkinson G M, Mereu R F, 1992, The shape of ground motion attenuation curves in Southeastern Canada, Bull Seism Soc Am, 82(5), 2014~2031.
- Moya C A, Aguirre J, 2000, Inversion of source parameters and site effects from strong ground motion records using genetic algorithms, Bull Seism Soc Am, 90(4), 977~992.

Preliminary analysis of the relationship between the magnitude deviation of the station and the site response in Fujian Digital Seismic Network

*Yang Gui*¹⁾ *Xu Zhendong*²⁾ *Lin Binhua*¹⁾

1) Earthquake Administration of Fujian Province, Fuzhou 350003, China

2) Pingtan Seismic Station, Earthquake Administration of Fujian Province, Pingtan 350400, Fujian, China

Abstract On the basis of 3069 region earthquake events recorded by the Fujian Digital Seismic Network from October, 2008 to December, 2015, we calculated the deviations of the single station magnitude and the average magnitude of the network, and found that the magnitude of the average deviation of each station was $-0.31 \sim 0.68$. We also calculated the period time for magnitude measurements, and found that the advantageous period time was $0.06 \sim 0.38$ s. The site response inversion of each seismic station by the Moya method reveals that 98 stations responded to 1~20Hz band, and had an amplifying or inhibiting effect on certain frequency band information. The comparison of the 0.8s magnitude deviation of Wood-Anderson pendulum seismograph with the average magnitude deviation of the each station shows that there was a good linear relationship between the magnitude deviation of the advantageous period time site response. The result shows that the average magnitude deviation of a single station had a close relationship with the site response of the corresponding period of magnitude amplitude.

Key words: **Fujian Digital Seismic Network; Magnitude; Magnitude deviation; Site response**