

# 山西数字遥测地震台网十五勘选 子台台址地动噪声分析

李媛媛<sup>1</sup>, 吴东<sup>2</sup>

(1. 中国科学技术大学地学院, 安徽 合肥 230026; 2. 山西省地震局, 山西 太原 030002)

摘要: 对山西数字遥测台网“十五”勘选的 19 个子台台址背景噪声进行分析和计算, 得出了各台址背景噪声地动速度均方根值(RMS 值)、有效测量动态范围、噪声信号功率谱。结果表明, 各台址背景噪声水平符合数字地震观测技术规范要求。

关键词: 背景噪声; 噪声功率谱; RMS 值; 有效测量动态范围

中图分类号: P319.3 文献标识码: A

## 0 引言

“十五”启动伊始, 山西数字测震台网于 2002 年 12 月~2003 年 3 月对 20 多个候选台址进行了勘选, 现已基本认定 19 个台址满足数字地震观测的要求。

与模拟地震仪相比, 数字地震仪虽然具有大动态范围、宽频带、高精度、高分辨率等优点, 但同时会记录到更多更复杂的噪声信号。数字地震台的监测能力不仅取决于仪器的性能, 而且与台址背景噪声密切相关。台址背景噪声一方面反映了台基条件及台址环境噪声的情况, 同时又与仪器的灵敏度设置及有效动态范围有关。因此, 分析数字地震台的背景噪声水平及其特征, 对提高地震台网监测能力有重要意义。

## 1 台网各子台的噪声观测资料处理结果与分析

### 1.1 计算公式

数字地震仪记录的数据是 counts 数, 实际计算中要先把 counts 数转换成地动速度。公式如下<sup>[1]</sup>:

$$V = \frac{N \cdot U}{R \cdot K \cdot S}$$

其中,  $V$  为实测地动速度值(m/s),  $N$  为实际记

录背景噪声的 counts 数,  $U$  为模拟输入峰值电压(v),  $R$  为仪器分辨率,  $K$  为数采实际工作时的增益,  $S$  为地震计的工作灵敏度(v s/m)。

利用地面地动噪声的均方根值(RMS)<sup>[1]</sup>可以衡量台址的背景噪声水平。

$$\text{RMS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_i - V)^2}{n}}$$
$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i$$

$V_i$  为某点实测地动速度值(m/s),  $V$  为实测地动速度均值(m/s)。

### 1.2 噪声水平计算

以隰县台为例说明噪声水平的计算。

选取隰县台 32 小时无震且干扰不严重的波形数据进行处理。

首先将各小时的波形数据进行分道并转换为 ASCII 码格式文本, 转换前对数据进行预处理, 误码帧的剔除一般采取丢弃方式, 干扰剔除阈值通常在 2.0~3.0 间(在进行计算前需对地震或干扰进行剔除, 若阈值过小则剔除不干净, 过大则会地把地动噪声误剔除), 采取丢弃方式, 然后计算各小时的地脉动噪声 RMS 值, 最后将 32 个小时 RMS 取算术平均值。各子台结果见表 1。

\* 收稿日期: 2003-04-07

作者简介: 李媛媛(1975-), 女, 汉族, 山西浑源县人, 山西省地震局工程师, 1996 年毕业于山西大学电子信息系, 现就读于中国科技大学, 攻读地球物理专业硕士学位。

表 1 各子台参数及计算结果表

台名	经度 (°)	纬度 (°)	高程 (m)	地震计	数据 采集器	噪声谱分析结果 ( $(\text{m/s}^2)^2/\text{HZ}$ )	噪声有效值结果 (m/s)	有效测量 动态范围 D(db)
大同台	113.20	40.10	121.47	FBS-3	EDAS-C24	-129.968	1.17000E~007	94.800
偏关台	111.52	39.45	1204.83	FBS-3	EDAS-C24	-139.317	4.12000E~008	103.866
五台台	113.54	39.00	1730.00	FBS-3	EDAS-C24	-137.467	4.53000E~008	103.04
保德台	111.00	38.95	807.91	FBS-3	EDAS-C24	-138.310	4.00000E~008	104.122
轩岗台	112.44	38.93	1271.67	FBS-3	EDAS-C24	-134.305	6.79000E~008	99.526
娄烦台	111.95	38.04	1105.49	FBS-3	EDAS-C24	-142.130	2.06155E~008	109.886
霍洲台	111.90	36.60	1280.89	FBS-3	EDAS-C24	-137.476	3.68605E~008	104.832
太谷台	112.59	37.38	853.39	FBS-3	EDAS-C24	-129.155	1.19630E~007	94.609
左权台	113.35	37.10	1131.58	FBS-3	EDAS-C24	-136.455	4.93000E~008	102.307
隰县台	110.95	36.70	1095.00	FBS-3	EDAS-C24	-144.728	1.80000E~008	111.058
襄垣台	112.94	36.67	1003.62	FBS-3	EDAS-C24	-141.558	3.16000E~008	106.170
交城台	112.08	37.57	932.58	FBS-3	EDAS-C24	-135.442	6.33000E~008	100.135
长治台	113.18	36.22	1036.21	FBS-3	EDAS-C24	-130.900	9.58000E~008	96.536
安泽台	112.25	36.16	920.00	FBS-3	EDAS-C24	-132.870	7.10000E~008	99.138
临汾台	112.37	36.08	650.00	FBS-3	EDAS-C24	-131.444	9.75900E~008	96.375
河津台	110.70	35.72	546.27	FBS-3	EDAS-C24	-127.341	2.10520E~007	89.698
陵川台	113.29	35.69	1185.01	FBS-3	EDAS-C24	-135.151	4.82000E~008	102.503
候马台	111.41	35.58	536.37	FBS-3	EDAS-C24	-135.891	6.25920E~008	100.233
永济台	110.64	34.84	956.96	FBS-3	EDAS-C24	-139.665	3.14230E~008	106.219

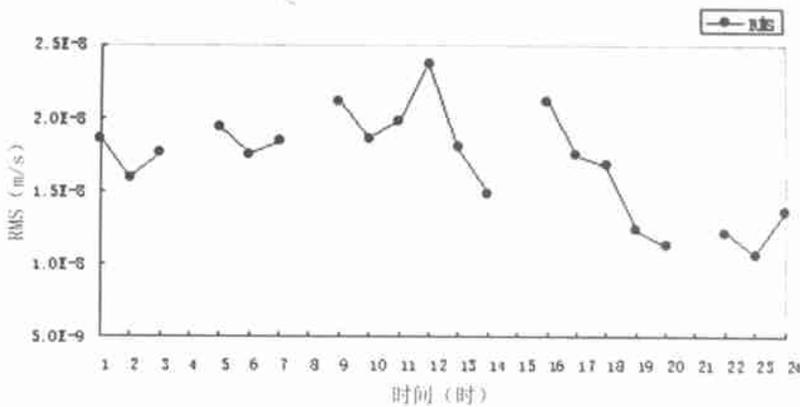


图 1 隰县台地脉动噪声全天 RMS 值变化曲线图

由图 1 可知,地脉动噪声在 8~18 时较高,在 12 时达到最高值  $2.38\text{E}^{-8}$ ;其余时间噪声水平较低,在 23 时达到最低值  $1.06\text{E}^{-8}$ 。可见地动噪声 RMS 值白天高于夜晚,究其原因,是由于白天人为干扰较夜晚强所致。

## 2 有效测量的动态范围估算

台址有效测量动态范围反映了仪器本身性能指标确定后台址环境干扰水平对记录地震信号最大动态范围的限制。由于台址环境噪声与地震信号的叠加,使得仪器达不到设计的动态范围,只能达到有效

测量的动态范围。有效测量的动态范围采用的计算公式<sup>[1]</sup>如下:

$$D = 20 \lg \frac{U}{K \cdot S \cdot \text{RMS} \cdot \sqrt{2}}$$

其中, RMS 为地动噪声均方根值,  $\sqrt{2}$  为仪器有效因子, U 为模拟输入峰值电压 (v), K 为数采实际工作时的增益, S 为地震计的工作灵敏度 (v/s/m)。

各子台计算结果见表 1。

## 3 噪声功率谱

噪声功率谱密度分析是根据所采用的数字地震

仪类型及其零极点和增益参数,计算出该台基的地噪声功率谱密度曲线,并给出全球地动噪声最小模型(LNM)和最大模型(HNM)功率密度曲线,该模型由美国人皮特生统计全球平均噪声得出,并由童汪练在软件中给出。

### 3.1 功率谱密度曲线

由于篇幅关系,只给出隰县台加速度功率谱密度。隰县台的加速度功率谱密度高于 LNM(低噪声模型)约 20~30dB,计算结果良好。对比曲线见图 2。

### 3.2 各频点功率谱密度

选取隰县台 32 小时无震且干扰不严重的波形数据进行处理,将 32 个小时各频点功率谱密度取算术平均值,结果如下:

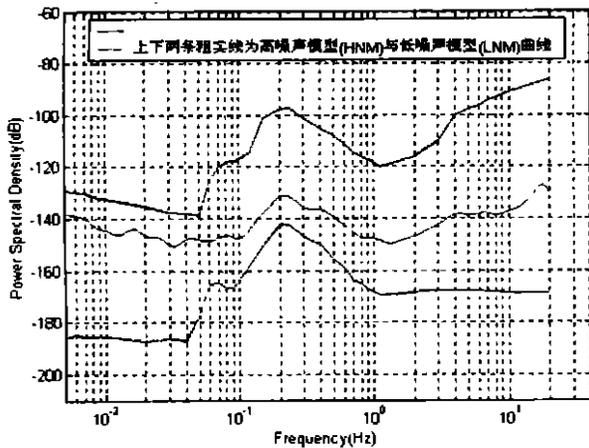


图 2 隰县台地动噪声功率谱密度曲线图

中心频率 1~20Hz 的 1/3 倍频程各频率为:

1.00 1.25 1.60 2.00 2.50 3.15 4.00 5.00  
6.30 8.00 10.00 12.50 16.00 20.00

1/3 倍频程带宽(1~20Hz)各段地动噪声功率谱密度(dB)均值如下:

-149.444 -151.235 -150.594 -149.435  
-146.276 -145.916 -143.559 -142.504  
-141.629 -142.522 -142.039 -140.082  
-138.250 -136.940

## 4 结 语

通过对山西数字遥测台网“十五”勘选的 19 个子台址背景噪声进行分析和计算,得出了各台址背景噪声地动速度均方根值(RMS 值)、有效测量动态范围、噪声信号功率谱。根据数字地震观测技术规范要求,台址的干扰水平在 1~20Hz 内地动速度的噪声水平应低于  $1.0E \sim 7(m/s)^{[2]}$ 。结果表明,19 个子台噪声水平大致低于或接近于  $1.0E \sim 07(m/s)$ ,其中尤以隰县、娄烦为好,噪声 RMS 值在  $2.0E \sim 08(m/s)$  以下;个别台略高一点,可能由于记录点靠近公路,人为因素影响较大,具体建设实施时是完全可以避免的。就全天不同时段而言,地动噪声 RMS 值白天高于夜晚;而就季节变化而言,噪声 RMS 值一般在春冬季较高,其变化范围约为  $3.19E \sim 08(m/s)$ ,而堪选时间又在高噪声季节,故其他季节噪声 RMS 值会更加小,更满足要求。数字地震仪的理论动态范围,主要取决于 A/D 转换器的位数,但如若地震计动态范围小于数采动态范围,而系统动态范围取两者较低的,因此不能有效利用数采的动态范围,故由于地震计的影响,也会降低有效动态范围。各台的加速度功率谱密度均介于 LNM(低噪声模型)与 HNM(高噪声模型)之间,高出 LNM(低噪声模型)约 20~30dB,计算结果良好。

### 参考文献:

- [1] 刘永廷,等. 乌鲁木齐区域数字遥测台网各子台背景噪声分析[J]. 内陆地震, 2002, 16(4): 366-371.
- [2] 中国地震局. 地震及前兆数字观测技术规范[M]. 北京: 地震出版社, 2001.

## Analysis on the background noise at the sub-stations in Shanxi digital telemetered seismic network

Li Yuan-Yuan<sup>1</sup>, WU Dong<sup>2</sup>

(1. Department of Earth and Space Science, USTC, Hefei 230026 China;

2. Seismological Bureau of Shanxi Province, Taiyuan, 030002, China)

**Abstract:** RMS (root-mean-square) values of ground motion noises, effective dynamic ranges and noise power spectrums of 19 stations selected by “the tenth-five-year project” are calculated and analyzed. The results show that the background noise level of all the 19 stations is accordant with the specification of digital seismic observation.

**Key words:** background noise; noise power spectrum; RMS; effective dynamic range