

英山数字地震台的勘选及建设^{*}

丁世念¹⁾ 魏贵春¹⁾ 商国利¹⁾ 胡四清²⁾

(¹⁾湖北省地震局,武汉 430071
(²⁾英山县地震局,英山 438700)

摘 要 通过对英山数字地震台台址背景噪声的分析和计算,得出了台址背景噪声地脉动速度均方根(RMS)值、观测动态范围和噪声信号功率谱,表明台址地脉动噪声水平基本符合数字地震观测技术规范要求。

关键词 英山地区;数字地震台;背景噪声;地脉动;观测技术

中图分类号:P315.73

文献标识码:A

SELECTION AND CONSTRUCTION OF YINGSHAN DIGITAL SEISMOSTATION

Ding Shinian¹⁾, Wei Guichun¹⁾, Shang Guoli¹⁾ and Hu Siqing²⁾

(¹⁾Earthquake Administration of Hubei Province, Wuhan 430071
(²⁾Earthquake Administration of Yingshan County, Yingshan 438700)

Abstract The task for selection and construction of Yingshan digital seismostation comes from sub - programs of Hubei Provincial earthquake background field exploration project, which is one of newly-built unattended digital seismic stations in Hubei province during the Eleventh Five-Year period. By analyzing and calculating the background noise of Yingshan digital seismostation, we got the root-mean-square (RMS) value of the ground pulsation speed, the dynamic range of observation and the power spectrum of the noise signal about the background noise of station. The result shows that the background noise level of the station satisfy basically the normative requirement of the digital seismic observation technique.

Key words: Yingshan region; digital seismostation; background noise; pulsation; observation technique

1 引言

按照湖北省地震背景场探测工程规划,“十一五”期间拟在湖北省英山县新建一个无人值守的测震观测台站。根据搜集到的各项技术资料 and 图件,选定在湖北省黄冈市英山县温泉镇黄柏山村附近建台,该地距英山县城约 10 km,海拔高程 280 m。交通、通信、供电等条件基本满足建台要求。

该地区属长江中游亚热带大陆季风气候,气候温和、四季分明、光照充足、雨量充沛,年降水量的 70%集中于 4~8 月,年平均气温 16.4℃。地势自北向南逐渐倾斜,北部的大别山脉主脊呈西北-东南走向。中部为丘陵区,高低起伏,谷宽丘广。南部为狭长的平原湖区,发源于大别山脉的 6 条水系,均自北向南流经该区汇入长江。台址区位于华北地台与扬子地台之间的秦岭-大别褶皱带东段,区内构造发

* 收稿日期:2011-05-30

基金项目:国家自然科学基金(407303172011)

作者简介:丁世念,男,1957 年生,高级工程师,长期从事地震监测预报和项目建设管理工作。E-mail:dingsinian1957@126.com

育,出露基岩岩性为片麻岩,地震活动水平较低。

台址勘选和建设按照国家的相关标准和项目的技术规定执行。本文主要分析台站勘选和建设过程中遇到的一些技术问题并提出解决办法。

2 台址勘选技术

2.1 勘选流程的规范化

勘选主要包括3个阶段:图上作业、宏观勘选和仪器勘选,各阶段均有行业专家参与。

1)图上作业的主要任务是依据台站布局需求和大比例尺地图,初步确定宏观勘选的大致方位和范围,根据地质、气象、交通、通信、经济社会发展等地理人文环境,对建台的可行性进行初步分析,为下一步的宏观勘选做好准备。图上作业完成后提交勘选工作实施方案及相关结果表格。主要包括:资料收集的种类和要求,台址附近的地质构造、水文地质等情况,包括基岩埋深、岩性、地下水位等,收集大比例尺的地质图;台址附近的地形、地貌情况,包括1:5万的地形图;台址附近的气象条件,包括最大年温度变化、最大日温度变化、年均降雨量、最大风速、年均日照量等情况;交通条件,包括交通图等;台址附近公路、铁路、机场、水库、湖泊、河流以及大型厂矿等主要干扰源分布情况。

2)宏观勘选则根据图上作业的结果进行实地踏勘,详细调查台基地质环境、气象、交通、供电、通信、经济社会发展规划等地理人文条件,确定下一步仪器勘选的具体点位,调研台站施工条件和建设成本。宏观勘选完成后填写相关表格,并给出拟采取的观测方式(山洞、地面、井下等)、供电方式、通信方式等方面的初步分析结论。

3)仪器勘选包括现场地脉动仪器测试、必要的通信信道测试、测试数据分析处理、测试报告编写等,确定拟建设台站的具体点位,给出拟采取的观测方式(山洞、地面、井下等)、供电方式、通信方式及建设成本等方面的明确结论^[1]。

2.2 测试仪器及数采装置的选取

勘选采用的测试仪器选用北京港震机电技术有限公司生产的FSS-3B型地震计和EDAS-24IP数采。FSS-3B型地震计是三分向一体的电子反馈型短周期地震计,具有灵敏度高,范围动态大等特点。FSS-3B型地震计采用了自振频率为3 Hz及其稳定的短周期机械部分,配置高灵敏度的电磁换能器,并应用了电子反馈技术,闭环反馈后的等效自振频率为1 Hz,观测频带为1~40 Hz。电子反馈技术的应用提高了地震计的动态范围,降低了地震计的非线性失真。EDAS-24IP数采为北京港震机电技术有限

公司生产,参数设置与监控软件为2.0版,利用单道噪声功率谱计算地动噪声RMS值。

EDAS-24IP是专门针对要求IP通信方式的地震观测而开发的一种新型的高分辨率、大动态范围的地震数据采集器,支持基于Internet的网络通讯和数据传输,支持大容量数据存贮,具备数据采集、记录、网络服务功能,体积小、功耗低,适合流动地震观测;基于这些特点,也同样适合国家和区域数字地震台网使用。

2.3 地脉动测试情况及数据分析

对台址的地脉动进行了48小时的测试,测试结果见图1~3和表1。

通过对测试数据的分析可以看出:

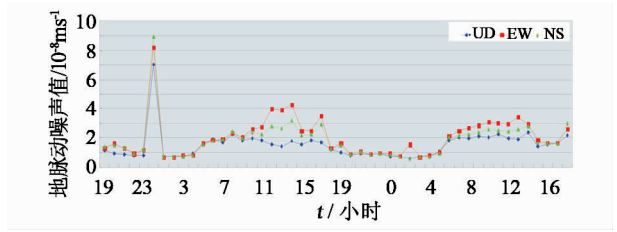


图1 地脉动噪声RMS值变化曲线

Fig. 1 Variance curve of the RMS values about the ground pulsation noise

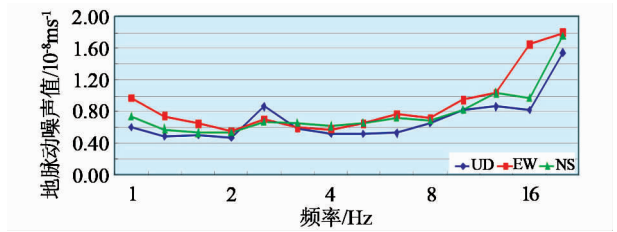


图2 00时地脉动噪声RMS值变化曲线

Fig. 2 Variance curve of the RMS values about the ground pulsation noise at 00 hour

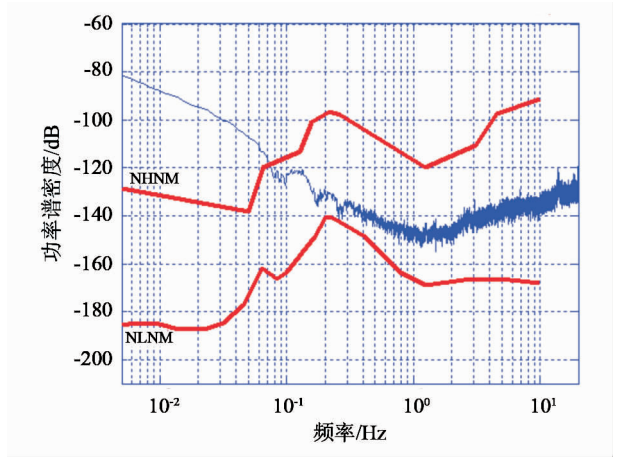


图3 地脉动噪声功率谱密度曲线

Fig. 3 Curve of the power spectral density of the ground pulsation noise

表 1 地脉动噪声 RMS 值

Tab.1 RMS values about the ground pulsation noise

观测时间 (月-日 T 时)	RMS 值(10^{-8} m/s)		
	UD 向	EW 向	NS 向
08-16T	19	1.145 37	1.315 72
	20	0.905 957	1.616 99
	21	0.869 14	1.290 86
	22	0.790 206	0.932 827
	23	0.776 3	1.156 35
08-17T	00	7.038 19	8.212 26
	01	0.730 956	0.719 405
	02	0.678 239	0.677 99
	03	0.712 729	0.771 021
	04	0.903 721	0.821 766
	05	1.554 65	1.675 51
	06	1.861 43	1.819
	07	1.722 28	1.935 24
	08	2.268 16	2.314 32
	09	1.848 85	2.066 04
	10	1.950 68	2.564 15
	11	1.813 44	2.761 1
	12	1.590 33	3.975 63
	13	1.416 13	3.896 68
	14	1.795 23	4.298 48
08-18T	15	1.565 86	2.488 88
	16	1.831 96	2.484 97
	17	1.724 38	3.486 56
	18	1.205 33	1.245 88
	19	1.010 99	1.631 49
	20	0.781 477	0.870 517
	21	0.980 524	1.040 89
	22	0.858 866	0.871 75
	23	0.922 071	0.948 081
	00	0.747 264	0.957 581
	01	0.728 935	0.751 638
	02	0.555 311	1.543 14
	03	0.695 359	0.713 559
	04	0.762 211	0.768 917
	05	1.059 69	1.003 91
	06	1.832 74	2.138 88
	07	2.053 93	2.495 47
	08	1.980 83	2.670 74
	09	2.095 07	2.842 43
	10	2.063 63	3.095 93
	11	2.256 97	3.030 21
	12	1.968 19	2.987 27
	13	1.927 2	3.386 1
	14	2.413 63	2.942 39
	15	1.400 94	1.838 51
	16	1.576 23	1.618 56
	17	1.613 68	1.639 6
	18	2.168 8	2.559 92
平均值		1.524 04	2.059 89

1)通过统计原始测试波形,非天然地震事件为 5 次,发生频度 $N=0.104$ 次/小时,非天然地震事件持续时间约 8 分钟,占记录时间的0.277%,按照规

范 $0.05 < N < 0.2$ 且 $R < 0.5\%$ 的标准,该台址干扰评定为一般可以忍受;

2)从图 2 可以看出,在 48 小时内,01~05 时左右的地脉动噪声值较小,00 时左右的地脉动噪声值相对较大($8.898\ 85 \times 10^{-8}$ m/s),但仍满足规范要求;

3)从图 3 可以看出,在 1~20 Hz 频带内,加速度功率谱密度均低于 NLNM,为优秀;

4)通过对英山台址 48 小时的测试,三分向静态地脉动噪声有效值分别为:UD 向 $1.524\ 04 \times 10^{-8}$ m/s,EW 向 $2.059\ 89 \times 10^{-8}$ m/s,NS 向 $1.857\ 44 \times 10^{-8}$ m/s,该测试结果满足规范三分向平均地动噪声 RMS 值应小于 1.0×10^{-7} m/s 的要求^[2]。

2.4 建设条件分析

1)干扰因素在台站周围不明显。1 km 范围内无活动断裂带和破碎带;周围无山洪通道和泥石流滑坡、溶洞等;周围目前未发现采石爆破等工业干扰。

2)基建与工作条件良好。程控电话和市电接入距离不大于 1km;台站所处区域大面积裸露的片麻状花岗岩硬度较高、整体性较好;台址区交通便利,距离英山县城约 0.5 小时的路程。

3 台站建设技术

3.1 仪器房和仪器墩的设计与建设

仪器房的面积为 $4.8\text{ m} \times 3.3\text{ m} \times 4.2\text{ m}$,摆房分缓冲过道和仪器室两部分,上下圈梁和构造柱结构;拾震器墩按 $1.0\text{ m} \times 0.8\text{ m}$ 标准设计,距离地面高度 0.1 m,建在完整的基岩上,四周预留 0.05 m 宽的防震槽。

在仪器房的建设中,为了减小室内温、湿度随外界影响的变化,特别采取了以下措施:

1)采用 24 和 12 双层墙体结构,中间夹 0.1m 的聚苯乙烯保温材料;房顶采用钢筋混凝土现浇尖顶,并在屋顶加做一层防水材料。

2)利用缓冲过道和两道密封门,以减少环境温度变化和人员进出产生气流对地震仪的影响。

3)仪器房地面及靠山体墙面做防潮处理,仪器安装运行前配备小功率的抽湿机,为防止抽湿机工作时产生的气流对地震观测的影响,在安装地震计时用有机玻璃制作仪器罩进行密封。

在仪器墩的制作过程中,考虑到地表台本身会给地震计带来多种干扰因素的缺陷,施工时在出露地表的基岩上直接凿平一个仪器墩的坑基平面,这样减少了地震计接受来自不同界质面上传播地震波的层次,使地震计记录的地震波形更为真实。

3.2 防雷设计与地网制作

台址周围土壤电阻率达 $2\,700\,\Omega\cdot\text{m}$,自然接地电阻 $33\,\Omega$ 。按照设计要求:记录室埋设仪器专用地线,接地电阻 $<4\,\Omega$;摆房接地电阻 $<4\,\Omega$ 。

记录室内仪器使用的 $220\,\text{V}$ 电源设计安装 2 级避雷装置(如原 $380\,\text{V}$ 总电源未做避雷,需增加一级避雷)。考虑到场地环境的实际情况,参照新一代天气雷达站防雷技术规范^[3]的要求,当土壤电阻率大于 $1\,000\,\Omega\cdot\text{m}$ 时,共用接地系统的接地电阻可适当放宽。因此,设计接地网工频接地电阻小于 $4\,\Omega$ 。具体采取以下措施:

1) 防雷电感应。电源过电压保护,采用三级防护:第一级采用通流量 100kA 避雷器,第二级采用通流量 $40\,\text{kA}$ 避雷器,第三级采用通流量 $20\,\text{kA}$ 避雷器。信号过电压保护:凡从室外进入仪器房的视频线数据控制线都要安装相应的信号避雷器。

2) 等电位联接。除防直击雷接地外,所有的电气接地都要进行闭合环的等电位联接。

3) 地震仪器房建筑物的防雷。按照设计要求在施工时将圈梁、构造柱、基础梁焊接在一起,形成一个环形网,并引下线良好接地。

4) 电源防雷。电源的接入用铠装电缆或套金属水管埋地 $15\,\text{m}$ 远以上,防止从电源线路引入的雷击。

5) 仪器设备和信号线防雷。按照地震台站观测系统布线及防雷技术要求^[3]设计,电源避雷器不少于 2 级,信号电缆采用金属管外套,并有良好的接地。

6) 地网制作。由于台址附近土壤电阻率较高,敷设水平与垂直复合式接地极,接地系统采用水平

环型接地与垂直接地体相结合,采用 150×50 镀锌角钢作垂直接地极,埋设深度为 2m ,周围敷设长效降阻剂,水平接地体采用 -40×4 镀锌扁钢,埋设深度一般为 $0.6\,\text{m}$,周围敷设长效降阻剂,或加模块。

3.3 通信信道的选择

考虑到测震观测数据的实时传输要求高,并为无人值守,需便于远程管理和故障的快速判定等,选择的信道传输方式为 $2\,\text{M Internet}$ 接入。这样既确保了数据通信可靠性,又解决了通信设备的防雷问题。

4 启示

回顾英山地震台勘选和建设过程的全部工作,得到以下几点启示:

1) 台站勘选流程的规范化是台站建设和今后运行工作的坚实基础;

2) 基岩仪器墩的选择和建设质量是无人值守地震台未来获取高质量监测数据的关键;

3) 科学合理的台站设计和施工建设是无人值守数字地震台站正常运行的保障,尤其是台站的防雷和防潮等技术。

参 考 文 献

1 魏贵春,等. 湖北省测震台网英山台场址勘选报告[R]. 2009.
2 中国地震局. 中国数字地震观测网络技术规程[S]. 北京:地震出版社,2005.
3 中国地震局监测预报司. 地震台站观测系统布线及防雷技术要求(试行)[S]. 2010.