

中华人民共和国国家标准

GB/T 19531.1—2004

地震台站观测环境技术要求 第1部分：测震

Technical requirement for the observational environment of
seismic stations—Part 1: Seismometry

2004-06-21 发布

2004-09-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	1
4 环境地噪声水平	2
5 地震计安放位置与主要干扰源之间的最小距离	3
附录 A (规范性附录) 地震台站测震观测环境地噪声观测与计算方法	4
附录 B (规范性附录) 地球正常噪声模型	6
附录 C (规范性附录) 中国大陆背景地噪声区域划分	8
参考文献	9

前 言

GB/T 19531《地震台站观测环境技术要求》分为以下几个部分：

- 第 1 部分：测震；
- 第 2 部分：电磁观测；
- 第 3 部分：地壳形变观测；
- 第 4 部分：地下流体观测。

本部分为 GB/T 19531 的第 1 部分。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C 为规范性附录。

本部分由中国地震局提出。

本部分由全国地震标准化技术委员会(SAC/TC 225)归口。

本部分起草单位：中国地震局地球物理研究所、云南省地震局、中国地震局地震信息中心、中国地震局分析预报中心。

本部分主要起草人：杨建思、黄媛、徐智强、姜旭东、童汪练、赵仲和、冯义均、薛兵、张东宁、吴忠良、刘瑞丰。

引 言

我国是世界上多地震的国家,也是蒙受地震灾害最为深重的国家之一。减轻地震灾害,是保障社会经济持续、快速、稳定发展和人民生命财产安全的重要措施。

地震台站是获取多种学科观测数据的基地,而确保这些数据的质量和连续性是减轻地震灾害最基础的工作。

制定 GB/T 19531 的目的是向社会各方面提供保护地震台站观测环境的技术依据和规范地震台站选址,依据是《中华人民共和国防震减灾法》第十四条和第十五条。

本部分通过对中国大陆现有数字地震台站实际观测数据统计计算和分析得到中国大陆不同地区背景地噪声,并由此提出中国大陆背景地噪声分区和地震台站测震环境地噪声等级划分,根据各类地震仪特性和用途对背景地噪声各分区提出地震台站测震环境地噪声要求;通过实际野外观测实验、数据对比分析、国际和国内同类工作的实验和观测结果得到铁路、公路、机场、重型机械厂和火力发电厂、矿山和采石厂、水库和湖泊、海洋、输油管线、江河和瀑布、高大建筑物、低建筑物和高大树木以及高围栏和低树木等与地震台站地震计安放位置之间的最小距离。

地震台站观测环境技术要求

第1部分：测震

1 范围

本部分规定了地震台站测震观测环境的技术指标、地震计安放位置与主要干扰源之间的最小距离要求和相应的测试与计算方法。

本部分适用于地震台站的选址和观测环境的保护与管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 19531 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 3241—1998 倍频程和分数倍频程滤波器

GB/T 10084—1988 振动、冲击数据分析和表示方法

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1.1

地噪声 **ground noise**

地面的物理运动。

3.1.2

地噪声水平 **ground noise level**

地面运动速度记录的功率谱密度(*PSD*)在 1 Hz~20 Hz 频带范围的均方根(*rms*)值。

3.1.3

背景地噪声 **background ground noise**

大区域范围的平均正常地噪声。

3.1.4

环境地噪声 **environment ground noise**

具体地点的地噪声,它是背景地噪声和其他干扰地噪声的总和。

3.1.5

短周期地震仪 **short period seismograph**

工作频带的低频端在 0.5 Hz~1 Hz 内,高频端在 20 Hz 或 20 Hz 以上的地震仪。

3.1.6

宽频带地震仪 **broadband seismograph**

工作频带的低频端在 0.01 Hz~0.05 Hz 内,高频端在 20 Hz 或 20 Hz 以上的地震仪。

3.1.7

甚宽带地震仪 **very broadband seismograph**

工作频带的低频端在 0.003 Hz~0.01 Hz 内,高频端在 20 Hz 或 20 Hz 以上的地震仪。

3.1.8

井下地震仪 bore hole seismograph

将地震计或将地震计和数据采集器安装在地下钻井中进行地震观测的专用地震仪。

3.2 符号

下列符号适用于本部分。

Enl ——环境地噪声水平；

Enl_{dB} ——用分贝数表示的环境地噪声水平；

P_a ——地面运动加速度功率谱密度；

P_v ——地面运动速度功率谱密度。

4 环境地噪声水平

4.1 环境地噪声水平计算

使用速度型或加速度型地震仪在地震计安放台基处或准备安放地震计台基处观测并记录地噪声，按附录 A 的规定，计算环境地噪声水平 Enl 。

4.2 环境地噪声水平等级划分

环境地噪声水平分为五级：

—— I 级环境地噪声水平： $Enl < 3.16 \times 10^{-8}$ m/s；

—— II 级环境地噪声水平： 3.16×10^{-8} m/s $\leq Enl < 1.00 \times 10^{-7}$ m/s；

—— III 级环境地噪声水平： 1.00×10^{-7} m/s $\leq Enl < 3.16 \times 10^{-7}$ m/s；

—— IV 级环境地噪声水平： 3.16×10^{-7} m/s $\leq Enl < 1.00 \times 10^{-6}$ m/s；

—— V 级环境地噪声水平： 1.00×10^{-6} m/s $\leq Enl < 3.16 \times 10^{-6}$ m/s。

上述环境地噪声水平等级用分贝数表示为：

—— I 级环境地噪声水平： $Enl_{dB} < -150$ dB；

—— II 级环境地噪声水平： -150 dB $\leq Enl_{dB} < -140$ dB；

—— III 级环境地噪声水平： -140 dB $\leq Enl_{dB} < -130$ dB；

—— IV 级环境地噪声水平： -130 dB $\leq Enl_{dB} < -120$ dB；

—— V 级环境地噪声水平： -120 dB $\leq Enl_{dB} < -110$ dB。

4.3 各类台站观测环境地噪声水平要求

4.3.1 一般规定

4.3.1.1 环境地噪声在拟安装地震仪的工作频带范围内应满足附录 B 中的 NHNM 和 NLNM 模型，并且环境地噪声水平 Enl 应满足 4.3.2、4.3.3 和 4.3.4 的规定。

4.3.1.2 对于井下台站，地震计所安放位置的环境地噪声水平应符合相应地噪声背景分区的该类型地震计的观测环境地噪声水平的要求。背景地噪声区域见附录 C。

4.3.1.3 同时具有两种以上测震仪的台站，环境地噪声水平应符合台站所具有的全部地震仪的最优环境地噪声水平要求。

4.3.2 短周期数字台站

安放短周期数字地震仪的台站，环境地噪声水平在各类地区应符合下列要求：

—— A 类地区：应不大于 II 级环境地噪声水平，即 $Enl_{dB} < -140$ dB；

—— B 类地区：应不大于 III 级环境地噪声水平，即 $Enl_{dB} < -130$ dB；

—— C 类地区：应不大于 III 级环境地噪声水平，即 $Enl_{dB} < -130$ dB；

—— D 类地区：应不大于 IV 级环境地噪声水平，即 $Enl_{dB} < -120$ dB；

—— E 类地区：应不大于 V 级环境地噪声水平，即 $Enl_{dB} < -110$ dB。

4.3.3 宽频带数字台站

安放宽频带数字地震仪的台站,环境地噪声水平在各类地区应符合下列要求:

- A类地区:应不大于Ⅱ级环境地噪声水平,即 $Enl_{dB} < -140$ dB;
- B类地区:应不大于Ⅱ级环境地噪声水平,即 $Enl_{dB} < -140$ dB;
- C类地区:应不大于Ⅲ级环境地噪声水平,即 $Enl_{dB} < -130$ dB;
- D类地区:应不大于Ⅲ级环境地噪声水平,即 $Enl_{dB} < -130$ dB;
- E类地区:应不大于Ⅳ级环境地噪声水平,即 $Enl_{dB} < -120$ dB。

4.3.4 甚宽频带数字台站

安放甚宽频带数字地震仪的台站,环境地噪声水平在各类地区应符合下列要求:

- A类地区:应不大于Ⅰ级环境地噪声水平,即 $Enl_{dB} < -150$ dB;
- B类地区:应不大于Ⅰ级环境地噪声水平,即 $Enl_{dB} < -150$ dB;
- C类地区:应不大于Ⅱ级环境地噪声水平,即 $Enl_{dB} < -140$ dB;
- D类地区:应不大于Ⅱ级环境地噪声水平,即 $Enl_{dB} < -140$ dB;
- E类地区:应不大于Ⅲ级环境地噪声水平,即 $Enl_{dB} < -130$ dB。

5 地震计安放位置与主要干扰源之间的最小距离

地震计安放位置与干扰源之间的最小距离应符合表1的要求。

表1 地震计安放位置与干扰源之间的最小距离

干扰源	最小距离 km		最小距离比例系数			
	Ⅱ级环境地噪声台站		其他级别环境地噪声台站			
	硬土和沙砾土	基岩	I	Ⅲ	Ⅳ	V
Ⅲ级(含Ⅲ级)以上铁路	2.00	2.50	2.00	0.80	0.60	0.40
县级以上(含县级)公路	1.30	1.70	2.00	0.80	0.60	0.40
飞机场	3.00	5.00	2.00	0.80	0.60	0.40
大型水库、湖泊	10.00	15.00	3.00	0.10	0.04	0.02
海浪	20.00	20.00	8.00	0.20	0.10	0.05
采石场、矿山	2.50	3.00	2.00	0.80	0.60	0.40
重型机械厂、岩石破碎机、火力 发电站、水泥厂	2.50	3.00	2.00	0.80	0.60	0.40
一般工厂、较大村落、旅游景点	0.40	0.40	2.00	0.80	0.60	0.40
大河流、江、瀑布	2.50	3.00	4.00	0.60	0.40	0.20
大型输油输气管道	10.00	10.00	2.00	0.60	0.40	0.20
14层(含)以上的高大建筑物	0.20	0.20	2.00	0.50	0.30	0.10
6层楼以下(含6层)低建筑物、 高大树木	0.03	0.04	2.00	0.80	0.60	0.40
高围栏、低树木、高灌木	0.02	0.03	2.00	0.80	0.60	0.40

注1: N级台站与干扰源之间最小距离=Ⅱ级台站与干扰源之间最小距离×N级台站最小距离比例系数;
注2: 大型水库、湖泊:指库容量 $\geq 1 \times 10^{10}$ m³的水库、湖泊;
注3: 重型机械厂:指有大型机械、往复运动机械的工厂;
注4: 一般工厂:不产生明显振动感的工厂;
注5: 地震台站与7~13层建筑物的最小距离根据地震台站与6层和14层建筑物的最小距离按层数内插。

附录 A

(规范性附录)

地震台站测震观测环境地噪声观测与计算方法

A.1 基本原理

由美国 USGS(美国地质调查局)的 J. Peterson 及其所领导的研究小组,观测和研究了全世界各地正常地球噪声,得到了新的全球公认的地球正常噪声新模型(Peterson,1993),包括地球高噪声新模型(NHNM-new high noise model)和地球低噪声新模型(NLNM-new low noise model)。正常地噪声水平在高噪声模型(NHNM)和低噪声模型(NLNM)之间(见图 A.1)。图 A.1 是 Peterson 用全球范围 75 个不同地点的地面运动加速度的功率谱密度曲线集,由它的包络得到地球正常噪声模型。

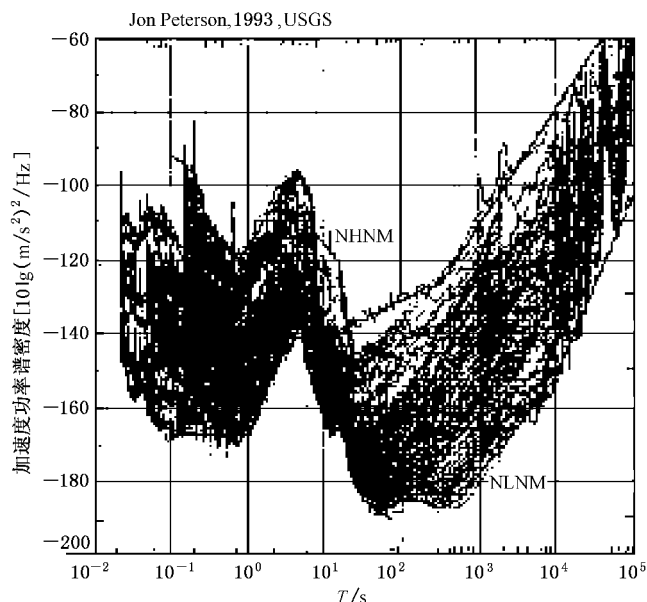


图 A.1 地球噪声模型(Peterson, 1993)

地噪声是随机振动过程,采用 GB/T 10084—1988 中 7.3.2.1 规定的自功率谱密度函数表示。这种表示方法与地球噪声模型的表示法一致。

对于观测的地面运动速度记录,计算其自功率谱密度(PSD),并根据 GB/T 3241—1998 规定用 1/3 倍频程滤波器在 1 Hz~20 Hz 观测频带范围内由功率谱密度 PSD 按公式 A.1 计算 rms 值,即地噪声水平。

一个台站的环境地噪声是随时间变化的,用台站的平均地噪声水平表示台站的环境地噪声水平。

通过统计中国大陆地震台站测震环境地噪声水平,划分环境地噪声水平等级(见 4.2);通过全国测震观测环境地噪声水平的空间分布,得到中国大陆背景地噪声区域划分表(见附录 C)。

A.2 观测设备

在观测地动噪声时应选用工作频带包含 0.05 Hz~20 Hz 的宽频带数字地震仪。对有特殊要求的长周期观测台基的勘选,应选用甚宽频带地震仪作为选址噪声观测仪器。对于台基选择的地震仪要求其自身噪声低于 1×10^{-8} m/s,灵敏度高于 4.0×10^8 count/(m/s)(例如:地震计的电压灵敏度应大于 $800 \text{ V} \cdot \text{s/m}$,数据采集器的电压转换灵敏度应大于等于 $1.907 \mu\text{V/count}$)。采样率应等于或高于 50 点每秒。

A.3 观测方法

将选用的宽频带数字地震仪,安装到拟测试的台站仪器墩位置或拟建的台站位置,进行系统校准后逐步试记,认为可用后,连续观测 48 h。

A.4 测试结果的分析与处理

对 48 h 数据,抽取白天和晚上各 4 h 的噪声记录数据,按照 GB/T 10084—1988 的规定分别计算各小时的功率谱密度 PSD ,根据 GB/T 3241—1998 规定用 1/3 倍频程滤波器在 1 Hz~20 Hz 频带范围内,按式 A.1 由 PSD 计算 rms 值,取白天和晚上的 rms 平均值。如果噪声记录是地面运动速度记录,则计算结果得到的就是环境地噪声水平 Enl 。

如果噪声记录是地面运动加速度记录,直接计算地面运动加速度的功率谱密度 P_a ,并由 P_a 按式 A.4 转换为地面运动速度的功率谱密度 P_v ,再由 P_v 计算 Enl 。

A.5 计算和转换公式

rms 值计算:

$$rms = \sqrt{2PSD \cdot f_0 \cdot RBW} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

f_0 ——分度倍频程中心频率;

RBW ——相对带宽。

相对带宽 RBW 计算:

$$RBW = (f_u - f_l) / f_0 \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

f_u ——分度倍频程上限频率;

f_l ——分度倍频程下限频率。

式 A.1 和式 A.2 中 f_0 、 f_u 和 f_l 按 GB/T 3241—1998 的规定确定。

分贝转换:

$$P_a[\text{dB}] = 10\lg(P_a/1(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}) \dots\dots\dots (A.3)$$

$$P_v[\text{dB}] = P_a[\text{dB}] + 20\lg(T/2\pi) \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

$P_a[\text{dB}]$ ——加速度功率谱分贝数(采用相对于 $1(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$ 的分贝表示法);

$P_v[\text{dB}]$ ——速度功率谱分贝数(采用相对于 $1(\text{m/s})^2/\text{Hz}$ 的分贝表示法);

T ——相应于 P 处的频率倒数,即 $T=1/f$,单位为秒(s)。

A.6 测试结果计算程序

测试结果的计算程序应满足 GB/T 10084—1988 和 GB/T 3241—1998 功率谱密度计算程序的规定。

附录 B
(规范性附录)
地球正常噪声模型

本部分直接引用了由美国 USGS 的 J. Peterson 及其所领导的研究小组,观测和研究的全世界各地正常地球噪声得到的地球高噪声新模型 NHNM 和地球低噪声新模型 NLNM(图 B.1)。为了使速度记录的功率谱密度函数直接使用,将 J. Peterson 公布的原始 NHNM 和 NLNM 的曲线变化点值按照附录 A 中式 A.3 换算成用速度功率谱密度表示的高噪声新模型和低噪声新模型(表 B.1)。

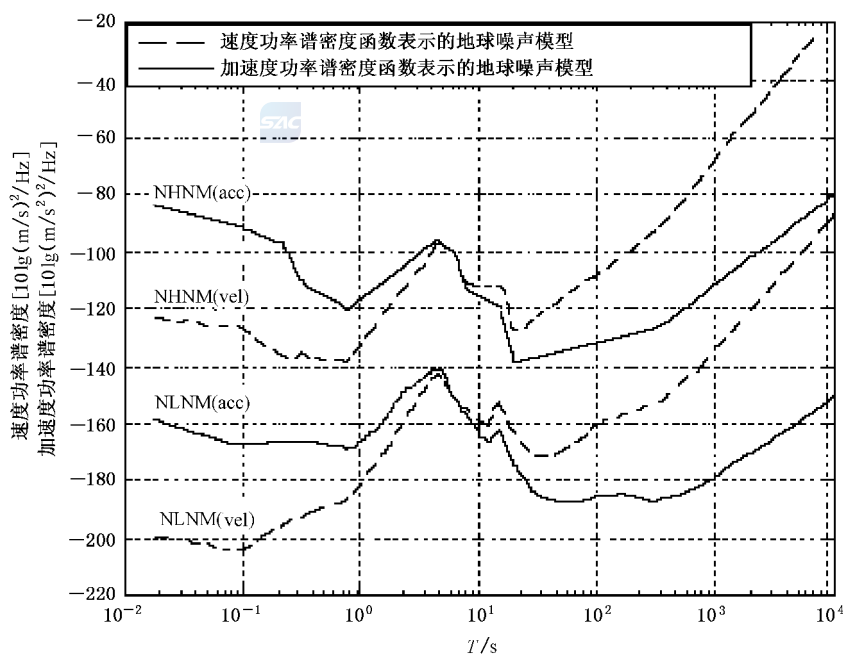


图 B.1 地球高噪声模型(NHNM)和低噪声模型(NLNM)

表 B.1 用速度功率谱密度表示的高噪声和低噪声新模型

地球高噪声模型(NHNM)			地球低噪声模型(NLNM)		
周期 T/s	速度 功率谱密度 P_v/dB	加速度 功率谱密度 P_a/dB	周期 T/s	速度 功率谱密度 P_v/dB	加速度 功率谱密度 P_a/dB
0.10	-127.463	-91.500	0.10	-203.963	-168.000
0.22	-136.520	-97.405	0.17	-198.054	-166.700
0.32	-136.358	-110.498	0.40	-190.619	-166.697
0.80	-137.903	-120.001	0.80	-187.103	-169.201
3.80	-102.366	-97.998	1.24	-177.792	-163.697

表 B.1(续)

地球高噪声模型(NHNM)			地球低噪声模型(NLNM)		
周期 T/s	速度 功率谱密度 P_v/dB	加速度 功率谱密度 P_a/dB	周期 T/s	速度 功率谱密度 P_v/dB	加速度 功率谱密度 P_a/dB
4.60	-99.206	-96.498	2.40	-157.005	-148.646
6.30	-100.999	-101.000	4.30	-144.394	-141.100
7.90	-111.506	-113.495	5.00	-143.080	-141.096
15.40	-112.215	-120.002	6.00	-149.399	-148.999
20.00	-128.440	-138.497	10.00	-159.713	-163.750
354.80	-90.968	-126.004	12.00	-160.627	-166.247
10000.00	-16.064	-80.100	15.60	-154.230	-162.129
100000.00	35.536	-48.500	21.90	-166.659	-177.505
			31.60	-170.964	-184.995
			45.00	-170.399	-187.500
			70.00	-166.561	-187.500
			101.00	-160.877	-185.000
			154.00	-157.200	-184.987
			328.00	-153.137	-187.491
			600.00	-144.781	-184.381
			10000.00	-87.843	-151.880
			100000.00	-19.064	-103.100

附录 C
(规范性附录)

中国大陆背景地噪声区域划分

中国大陆背景地噪声区域划分见表 C.1。

表 C.1 中国大陆背景地噪声区域划分表

区域分类	地理位置
A类地区	西藏、新疆、青海、内蒙、宁夏、黑龙江、甘肃西部
B类地区	四川、云南、贵州、湖南、湖北、江西、山西、陕西、河南、甘肃东部、吉林、广西
C类地区	北京市的郊区县、重庆市的郊区县、安徽,以及天津、河北、山东、辽宁、广东、福建、江苏、浙江七省的距海边 100 km 范围以远地区
D类地区	城市市区、上海,以及天津、海南、河北、广东、福建、江苏、浙江、辽宁、山东、广西省的沿海地区(距海边 10 km~100 km 范围以内)
E类地区	海岛、港湾、距海边小于 10 km 范围内沿海
	(台湾地区暂缺)



参 考 文 献

- [1] Peterson. J, 1993. Observation and Modelling of background Seismic Noise. Open File Report, 93-322, U. S
- [2] Willmore, P. L, 1979. Manual of Seismological Observatory Practice, Report, SE-20, World Data Center A for Solid Earth Geophysics
- [3] GB/T 18207.1—2000《防震减灾术语 第1部分:基本术语》
-