



中国地震局部门计量检定规程

JJG(地震) 003—2024

地震烈度仪

Seismic Intensity Instrument

2024-04-30 发布

2024-05-01 实施

中国地震局 发布

地震烈度仪检定规程

Verification Regulation of
Seismic Intensity Instrument

JJG(地震) 003—2024

归口单位：全国地震专用计量测试技术委员会

主要起草单位：中国地震局地震预测研究所

中国地震局第一监测中心

中国地震局工程力学研究所

参加起草单位：珠海市泰德企业有限公司

北京港震科技股份有限公司

本规程委托全国地震专用计量测试技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

薛 兵（中国地震局地震预测研究所）

赵立军（中国地震局第一监测中心）

刘岸明（中国地震局第一监测中心）

王宇欢（中国地震局工程力学研究所）

参加起草人：

罗新恒（珠海市泰德企业有限公司）

周银兴（北京港震科技股份有限公司）

刘佳悦（中国地震局第一监测中心）

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语	1
4 概述	2
5 计量性能要求	2
6 通用技术要求	2
7 计量器具控制	3
附录 A 正弦波测试数据处理方法	9
附录 B 仪器地震烈度测算功能检查方法	10
附录 C 地震烈度仪使用中检查方法	12
附录 D 地震烈度仪时间偏差检查方法	14
附录 E 地震烈度仪检定证书内页格式	15
附录 F 地震烈度仪检定结果通知书内页格式	16

引 言

JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》共同构成支撑本规程编制的基础性系列规范。本规程主要参考DB/T 59—2015《地震观测仪器进网技术要求 地震烈度仪》等进行编制。

本规程为首次发布。

地震烈度仪检定规程

1 范围

本规程适用于地震烈度仪的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

本规程引用了下列文件：

JJF 1156—2006 振动 冲击 转速计量术语及定义

GB/T 17742—2020 中国地震烈度表

GB/T 19531.1—2004 地震台站观测环境技术要求 第1部分：测震

DB/T 21—2007 地震观测仪器进网技术要求 常用技术参数表述与测试方法

DB/T 22—2020 地震观测仪器进网技术要求 地震仪

DB/T 59—2015 地震观测仪器进网技术要求 地震烈度仪

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语

3.1 地震烈度仪 seismic intensity instrument

监测地面振动并测算仪器地震烈度的专用仪器。

3.2 仪器地震烈度 instrumental seismic intensity

根据仪器观测记录得到的地面振动的强弱程度。

3.3 地震烈度速报 seismic intensity rapid reporting

由地震观测数据快速测定和报送仪器地震烈度的过程。

3.4 地震预警 earthquake early warning

地震发生后，对即将到来的破坏性的振动进行预测和警报。

3.5 地震动峰值加速度 peak ground acceleration; PGA

地震地质点运动加速度的最大绝对值。

3.6 地震动峰值速度 peak ground velocity; PGV

地震地质点运动速度的最大绝对值。

3.7 混叠频率分量 aliased frequency component; AFC

使用比输入信号最高频率分量的2倍低的采样速率对输入信号进行采样时，在输出信号中产生的虚假频率分量。

3.8 横向灵敏度 transverse sensitivity

传感器在与其灵敏轴垂直的方向被激励时的灵敏度。

3.9 横向灵敏度比 transverse sensitivity ratio

传感器或振动设备的最大横向灵敏度与沿灵敏轴方向的灵敏度之比，用百分数表示。

4 概述

地震烈度仪（以下简称烈度仪）以地面振动加速度作为观测量，一般内置高灵敏度微机电加速度计和数据采集器，可安装在地面和墙面使用，并通过网络传输安装场地垂直(UD)、东西(EW)、北南(NS)三个方向的振动信号，多用于地震烈度速报和地震预警中。烈度仪输出的振动信号一般为数字量。

5 计量性能要求

5.1 加速度测量误差：应优于 $\pm 5\%$ （1 Hz~20 Hz）。

5.2 高端截止频率：应不小于 40 Hz。

5.3 阻带衰减：应不小于 46 dB。

5.4 幅值线性度：应不大于 2%。

5.5 横向灵敏度比：应不大于 3.5%。

5.6 噪声：应不大于 10^{-3} m/s^2 （0.1 Hz~20 Hz）。

6 通用技术要求

6.1 外观要求

烈度仪上应标出型号、出厂编号和安装方向标识，壳体应无明显的机械损伤。

6.2 功能要求

烈度仪应具有同时采集UD、EW、NS三个方向地振动加速度的能力，采样率可设置为50 Hz、100 Hz或200 Hz，内置最小相位或线性相位滤波器，具备观测波形数据记录和传输、地震事件检测和事件触发信息传输、卫星或网络授时、TCP/IP网络接入等功能，具备运行日志记录和参数设置、运行管理等功能。

6.3 测量范围要求

烈度仪的测量范围应不小于 $-19.6 \text{ m/s}^2 \sim 19.6 \text{ m/s}^2$ 或 $-29.4 \text{ m/s}^2 \sim 9.8 \text{ m/s}^2$ （仅适用于UD方向）。

6.4 烈度测算要求

烈度仪应能够实现PGA、PGV及仪器地震烈度的测算和传输。事件触发期间测算地震烈度，烈度偏差不超过0.2度。具备在事件触发期间计算不同方向的拟加速度和拟速度反应值（PGA值、PGV值、PGD值、PSA03、PSA10、PSA30、PSV03、PSV10、PSV30）的功能。

6.5 时间偏差要求

烈度仪应具有通过卫星授时（北斗系统、全球定位系统）或网络授时（NTP）与标准协调世界时（UTC）时间同步的功能，并以UTC时间标识采样数据的时刻。烈度仪与UTC时间的偏差应不大于0.1 s。

6.6 其他技术要求

烈度仪生产厂家应给出测量范围、频带范围等标称参数。如果输出量不是加速度，则应给出相应的转换因子。

7 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中检查。

7.1 检定条件

7.1.1 检定环境条件

7.1.1.1 实验室环境条件

环境温度：(23±3) °C；

相对湿度：≤75%；

电源电压的变化不超过额定电压的±10%；

检定现场应无强振源、强磁场的干扰及腐蚀性气液体。

7.1.1.2 噪声检定环境条件

在0.01 Hz~50 Hz频带范围内，环境地动噪声有效值应不大于 10^{-4} m/s²。

7.1.2 检定用标准器具

7.1.2.1 绝对法振动标准装置

绝对法振动标准装置包括：激光测振仪、振动发生系统（垂直向和水平向振动台）、测量系统（数据采集和处理设备）和必要的隔振基础，其测量范围应能覆盖被检烈度仪的测量范围，其不确定度应满足表1要求。

表1 绝对法振动标准装置的测量范围和不确定度

名称	测量范围	不确定度($k=2$)	
		频率范围	U_{rel}
绝对法振动标准装置	频率:0.1 Hz~120 Hz; 加速度: 0.005 m/s ² ~30 m/s ²	0.1 Hz~120 Hz	1%

7.1.2.2 低频振动试验台 (选用)

- a) 频率范围: 5 Hz~100 Hz;
- b) 最大输出加速度: ≥ 20 m/s²;
- c) 台面波形失真度: 不超过 $\pm 15\%$ ($f \leq 20$ Hz), $\pm 10\%$ ($f > 20$ Hz);
- d) 具备地震波模拟输出功能。

7.1.2.3 参考加速度计

- a) 参考灵敏度误差: $\leq \pm 3\%$;
- b) 灵敏度幅频误差: -0.3 dB~0.3 dB (0.1 Hz~50 Hz);
- c) 幅值线性度: $\leq 1\%$;
- d) 横向灵敏度比: $\leq 2\%$ 。

7.2 检定项目

首次检定、后续检定和使用中检查的项目见表2。

表2 检定项目一览表

序号	项 目	首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观及功能检查	+	+	+
2	测量范围检查	+	-	-
3	烈度测算检查	+	-	-
4	时间偏差检查	+	-	-
5	加速度测量误差	+	+	+
6	高端截止频率	+	-	-
7	阻带衰减	+	-	-
8	幅值线性度	+	-	-
9	横向灵敏度比	+	-	-
10	噪声	+	-	-

注: 表中“+”为应检项目,“-”为可不检项目。

7.3 检定方法

7.3.1 外观及功能检查

依据6.1和6.2进行检查,符合要求后,再进行以下各条的检查和检定。

7.3.2 测量范围检查

使用绝对法振动标准装置，将烈度仪刚性安装在振动台台面中心，使烈度仪的传感方向与振动台台面运动方向一致，并使烈度仪处于正常工作状态，采样率不小于 100 Hz。控制振动台进行正弦激振，在 10 Hz 频点处输出信号幅值应不小于标称测量范围的最大值。读取烈度仪输出波形，应无明显畸形，且峰值不小于测量范围的 5%。对烈度仪的三个方向分别进行检查，检查结果应满足 6.3 的要求。

7.3.3 烈度测算检查

依据附录 B 进行检查，检查结果应满足 6.4 的要求。

7.3.4 时间偏差检查

依据附录 D 进行检查，检查结果应满足 6.5 的要求。

7.3.5 绝对法低频振动检定

7.3.5.1 本方法适用于加速度测量误差、高端截止频率、阻带衰减、幅值线性度、横向灵敏度比的检定。

a) 使用绝对法振动标准装置，将被检烈度仪刚性安装在振动台台面中心，使烈度仪的传感方向与振动台台面运动方向一致，并使烈度仪处于正常工作状态。

b) 按照表 3 控制振动台进行正弦激振，使用正弦逼近法计算振动台各频率点的振动加速度值，并测量被检烈度仪输出值。对被检烈度仪的 UD、EW、NS 三个传感方向应分别进行检定。

注：本规程所列的振动信号幅度，均为正弦振动的加速度单峰值，正弦波测试数据处理方法见附录 A。

表3 振动台激振参数

序号	项目	激振参数
1	加速度测量误差	振动频率 (Hz) : 1、5、10、20、30、35、60、90; 振动信号幅度: 7 m/s ²
	高端截止频率	
	阻带衰减	
2	幅值线性度	振动频率: 10 Hz; 振动信号幅度 (m/s ²) : 2、4、6、8、10、12、14、16、17、18.5
3	横向灵敏度比	振动频率: 10 Hz ; 振动信号幅度: 7 m/s ²
注:		
1进行“加速度测量误差”“高端截止频率”“阻带衰减”检定时，烈度仪采样率一般设置为100 Hz。如需对其他采样率进行检定，可根据需要调整频率点。		
2“加速度测量误差”“高端截止频率”“阻带衰减”在首次检定时应覆盖本表列出的全部振动频率，在后续检定时可只选择5~7个频点进行检定。		
3振动台输出的振动信号幅度偏差应控制在±0.5 m/s ² 以内。		
4“幅值线性度”振动信号幅度可根据被检烈度仪测量范围进行调整。		

7.3.5.2 加速度测量误差、高端截止频率和阻带衰减的检定

按照表3对激振参数进行检定,记录各频率点被检烈度仪输出加速度值 y_i 和振动台输出加速度值 a_i ,并按照以下方法计算加速度测量误差、高端截止频率和阻带衰减。

a) 加速度测量误差

在1 Hz、5 Hz、10 Hz和20 Hz频率点,计算加速度测量误差见公式(1):

$$e_i = \frac{y_i - a_i}{a_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

e_i ——第*i*个频率点的加速度测量误差;

y_i ——烈度仪第*i*个频率点的输出加速度值, m/s^2 ;

a_i ——振动台第*i*个频率点的振动加速度值, m/s^2 。

1 Hz、5 Hz、10 Hz和20 Hz频率点的加速度测量误差应符合5.1的要求。

b) 高端截止频率和阻带衰减

将各频率点被检烈度仪输出加速度值 y_i 除以振动台输出加速度值 a_i ,得到各频率点的加速度灵敏度系数见公式(2):

$$S_i = \frac{y_i}{a_i} \quad (2)$$

式中:

S_i ——烈度仪第*i*个频率点的加速度灵敏度系数;

y_i ——烈度仪第*i*个频率点的输出加速度值, m/s^2 ;

a_i ——振动台第*i*个频率点的振动加速度值, m/s^2 。

根据公式(2)可进一步计算得到被检烈度仪的归一化灵敏度频率响应,见公式(3):

$$\sigma_i = 20 \times \lg \frac{S_i}{S} \quad (3)$$

式中:

σ_i ——烈度仪第*i*个频率点的灵敏度频率响应, dB;

S_i ——烈度仪第*i*个频率点的加速度灵敏度系数;

S ——参考频率点(一般取10 Hz)的烈度仪加速度灵敏度系数。

对于频率小于5.2要求的高端截止频率下限的频率点,其灵敏度频率响应的绝对值如果小于3 dB,则认为高端截止频率符合5.2的要求。

对于大于被检烈度仪高端截止频率(一般为采样率0.65倍)的频率点,计算灵敏度频率响应的相反数为阻带衰减,取多个频率点的阻带衰减最小值作为检定结果,检定结果应符合5.3的要求。

7.3.5.3 幅值线性度的检定

按照表3激振参数进行检定,分别测量各加速度点的烈度仪输出加速度,采用最小二乘法计算幅值线性度。用 n 次测量的振动加速度 a_i 和烈度仪输出加速度值 y_i ,求出回归直线:

$$y_i = y_0 + K \times a_i \quad (4)$$

式中:

y_i ——第 i 个振动加速度对应的烈度仪输出加速度值, m/s^2 ;

a_i ——振动台第 i 个测量点振动加速度值, m/s^2 ;

K ——最小二乘法求出的回归系数;

y_0 ——用最小二乘法求出的回归常数项。

将各加速度点带入拟合公式,计算实测烈度仪输出值与拟合值的偏差,幅值线性度误差为:

$$l = \frac{\max \{ |y_i - y'_i| \}}{FS} \times 100\% \quad (5)$$

式中:

l ——幅值线性度误差;

y_i ——第 i 个测量点的烈度仪输出值, m/s^2 ;

y'_i ——第 i 个测量点的烈度仪线性拟合值, m/s^2 ;

FS——烈度仪标称输出最大值, m/s^2 。

检定结果应符合5.4的要求。

7.3.5.4 横向灵敏度比的检定

按照表3激振参数进行检定,同时记录被检烈度仪三个正交的输出值,分别计算烈度仪与振动台台面运行方向正交的两个方向的灵敏度系数,其与烈度仪传感方向的灵敏度系数之比即为该方向横向灵敏度比,见公式(6):

$$\text{TSR} = \frac{S_T}{S} \times 100\% \quad (6)$$

式中:

TSR——烈度仪横向灵敏度比;

S_T ——烈度仪横向灵敏度;

S ——烈度仪传感方向的加速度灵敏度系数。

取其他两个方向中TSR较大值作为检定结果,检定结果应符合5.5的要求。

7.3.5.5 噪声的检定

将被检烈度仪固定在环境地动噪声水平符合7.1.1.2要求的检定场地上，采样率不低于100 Hz，记录不少于20 min的数据，按照烈度仪标称转换因子将其记录数据转化为加速度测量值，单位为 m/s^2 。按照以下方法计算噪声：

时域方法：对每个方向的数据进行频带为0.1 Hz~20 Hz的带通滤波（带通滤波器的倍频程衰减不小于12 dB），对滤波后的数据计算其均方根值作为相应方向的噪声。

频域方法：计算每个方向数据的功率谱密度，再计算0.1 Hz~20 Hz频带内噪声功率的有效值作为相应方向的噪声。

噪声应符合5.6的要求。

7.4 检定结果的处理

经检定符合本规程要求的烈度仪发给检定证书，检定证书内页格式见附录E；经检定不符合本规程要求的烈度仪发给检定结果通知书，检定结果通知书内页格式见附录F，注明不合格项。

注：烈度仪三个传感方向计量性能均应满足本规程要求。

7.5 检定周期

地震烈度仪的检定周期一般不超过6年。检定周期内，使用单位应参照附录C的方法，按照台站监测设备运维管理有关规定进行使用中检查，检查不合格的设备重新使用前应进行检定。

附录 A

正弦波测试数据处理方法

A.1 直接计算正弦波振幅值的时域方法

设正弦波测试序列为 $x_i (i = 0, 1 \dots, N - 1)$ ，采样率为 f_s 。在信噪比不小于40 dB、测试信号频率不大于 $0.02f_s$ 的情况下，查找正弦波测试序列为 x_i 中的最大值 x_{\max} 和最小值 x_{\min} ，则正弦波测试信号的峰值为 $(x_{\max} - x_{\min})/2$ ，正弦波的有效值为 $(x_{\max} - x_{\min})/\sqrt{8}$ 。

A.2 正弦函数拟合方法

设正弦波测试序列为 $x_i (i = 0, 1 \dots, N - 1)$ ，采样率为 f_s 。在测试信号频率不大于 $0.1f_s$ 的情况下，使用以下正弦函数模型公式进行最小二乘法拟合。公式(A.2)为正弦函数拟合的误差函数定义。

$$x_0(t) = A_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) + d_0 \dots\dots\dots (A.1)$$

$$\rho = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} [x_i - A_0 \sin(i\omega_0 T_s + \varphi_0) - d_0]^2 \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

T_s ——采样周期，s。

拟合的过程就是寻找参数 A_0 、 ω_0 、 φ_0 、 d_0 的最佳取值，使误差函数 ρ 取极小值（其中 ω_0 可使用测试信号频率，作为已知量）。根据拟合结果，正弦波测试信号的峰值为 A_0 ，有效值为 $A_0/\sqrt{2}$ ，正弦信号的频率为 $\omega_0/(2\pi)$ 。

A.3 计算正弦波幅值的频域方法

设正弦波测试序列为 $x_n (n = 0, 1 \dots, N - 1)$ ，采样率为 f_s ，测试信号的频率为 f_0 。若 $k = Nf_0/f_s$ 为整数，则可使用以下傅里叶变换式直接计算正弦波峰值。

$$A_0 = \frac{2}{N} |X(k)| = \frac{2}{N} \left| \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-j2\pi n f_0 / f_s} \right| \dots\dots\dots (A.3)$$

正弦波幅值的有效值为 $A_0/\sqrt{2}$ 。

附录 B

仪器地震烈度测算功能检查方法

B.1 按下列步骤进行烈度测算检定

- a) 将被检烈度仪与参考加速度计并列，刚性地安装在振动试验台台面上，保持两者的安装方位角一致；
- b) 使用数据采集器记录参考加速度计的输出信号；
- c) 使用由标准信号源产生的地震波模拟信号驱动试验台；
- d) 检查并记录烈度仪的事件检测输出信息、PGA 和 PGV 的输出值以及仪器地震烈度的测算值；
- e) 对由参考加速度计测量的数据进行分析处理，计算仪器地震烈度的参考值。

B.2 地震波试验数据

- a) 试验数据可由强震动观测台站记录的强震加速度波形数据乘以增益因子生成；
- b) 应选择不同地震的加速度观测数据和不同震中距台站的加速度观测数据生成试验数据；
- c) 试验数据应不少于 3 组，其最大峰值加速度振幅宜在 $0.2 \text{ m/s}^2 \sim 20 \text{ m/s}^2$ 范围内选取不同的值。
- d) 振动试验台一般应具备三轴向振动输出能力，若为单轴向试验台，则需对烈度仪的 UD、EW、NS 方向分别进行测试。若绝对法振动标准装置满足测试要求，可使用绝对法振动标准装置代替振动试验台。

B.3 仪器地震烈度的计算流程

B.3.1 基线校正

应对数据记录进行基线校正处理，宜采用地震事件记录时间过程减去地震事件前平静期记录的算术平均值方法，事前记录时间长度宜为 10 s。

B.3.2 记录转换

加速度数据记录转换得到速度数据记录。

B.3.3 数字滤波

加速度和速度数据记录的每个方向均应采用数字滤波器进行 $0.1 \text{ Hz} \sim 10 \text{ Hz}$ 带通滤波。宜采用最小相位滤波器，滤波器通带波纹应小于 0.5 dB ，滤波器带外衰减应大于 12 dB/oct 。

B.3.4 记录合成

采用公式(B.1)计算三个方向合成加速度数据记录：

$$a(t_i) = \sqrt{a^2(t_i)_{EW} + a^2(t_i)_{NS} + a^2(t_i)_{UD}} \dots \dots \dots \text{(B.1)}$$

式中：

- $a(t_i)$ —— t_i 时刻点合成加速度值， m/s^2 ；
- $a(t_i)_{EW}$ —— t_i 时刻点滤波后东西方向加速度值， m/s^2 ；
- $a(t_i)_{NS}$ —— t_i 时刻点滤波后北南方向加速度值， m/s^2 ；

$a(t_i)_{UD}$ —— t_i 时刻点滤波后垂直方向加速度值, 单位为 m/s^2 。

采用公式(B.2)计算三个方向合成速度数据记录:

$$v(t_i) = \sqrt{v^2(t_i)_{EW} + v^2(t_i)_{NS} + v^2(t_i)_{UD}} \dots \dots \dots (B.2)$$

式中:

- $v(t_i)$ —— t_i 时刻点合成速度值, m/s ;
- $v(t_i)_{EW}$ —— t_i 时刻点滤波后东西方向速度值, m/s ;
- $v(t_i)_{NS}$ —— t_i 时刻点滤波后北南方向速度值, m/s ;
- $v(t_i)_{UD}$ —— t_i 时刻点滤波后垂直方向速度值, m/s 。

B.3.5 计算三个方向合成数据记录的 PGA 和 PGV

采用公式 (B.3) 计算 PGA, 采用公式 (B.4) 计算 PGV:

$$PGA = \max[a(t_i)] \dots \dots \dots (B.3)$$

$$PGV = \max[v(t_i)] \dots \dots \dots (B.4)$$

式中:

- PGA ——合成加速度数据记录的最大值, m/s^2 ;
- PGV ——合成速度数据记录的最大值, m/s ;
- $a(t_i)$ —— t_i 时刻点合成加速度值, m/s^2 ;
- $v(t_i)$ —— t_i 时刻点合成速度值, m/s 。

B.3.6 烈度值计算

采用公式 (B.5) 计算 I_A , 采用公式 (B.6) 计算 I_V :

$$I_A = 3.17 \lg PGA + 6.59 \dots \dots \dots (B.5)$$

$$I_V = 3.00 \log PGV + 9.77 \dots \dots \dots (B.6)$$

按公式 (B.7) 计算仪器测定的地震烈度 I_I , 结果可取小数点后一位有效数字。

$$I_I = \begin{cases} I_V & I_A \geq 6.0 \text{ 且 } I_V \geq 6.0 \\ (I_A + I_V) / 2 & I_A < 6.0 \text{ 或 } I_V < 6.0 \end{cases} \dots \dots \dots (B.7)$$

如 I_I 小于 1.0, 取 1.0; 如 I_I 大于 12.0, 取 12.0。

B.4 结果判定

a) 对由参考加速度计测量的数据进行分析处理, 得到 PGA、PGV 和仪器地震烈度的参考值。

b) 检查烈度仪输出的事件检测信息, 并将烈度仪输出的 PGA 值、PGV 值、仪器地震烈度测算值与试验过程中相应的参考值进行对比, 仪器烈度测算值与参考烈度值的偏差一般应不大于 0.2。

附录 C

地震烈度仪使用中检查方法

对于地震台站连续运行的烈度仪，可在台站现场进行加速度测量误差的检查。可在台站现场临时中断烈度仪观测，使用地球重力法进行（静态）加速度测量误差的检查，或使用振动台比较法进行加速度测量误差的检查。当有地震事件发生时，可通过观测设备响应波形对地震事件作用范围内的烈度仪加速度测量误差进行检查。上述方法可视情况选择使用。

C.1 加速度测量误差的检查（地球重力法）

C.1.1 测试设备

水平测试平台，台面尺寸 $\geq 200\text{ mm} \times 200\text{ mm}$ ，可进行台面调平，配备刻度不小于 $10' / 2\text{ mm}$ 的水准器。

C.1.2 测试方法

将水平测试平台安置在烈度仪观测现场，并调平测试平台台面。临时中断烈度仪观测，将烈度仪拆卸后，在仪器通电工作状态下，分别将烈度仪机壳的六个外接触面紧密靠近在水平测试平台台面上，静置并记录六个姿态下各不少于 10 s 的数据，计算各姿态下烈度仪各传感方向加速度测量值的平均值作为静态加速度测量结果。

对于烈度仪 UD、EW、NS 三个传感方向，分别计算传感方向与测试平台台面垂直的两个姿态下烈度仪该方向静态加速度测量结果绝对值的平均值，该值与地球重力加速度（取 9.8 m/s^2 ）的相对误差即为烈度仪该传感方向的（静态）加速度测量误差测试结果。

C.1.3 测试结果判别

使用地球重力法进行加速度测量误差检查时，被测烈度仪的（静态）加速度测量误差应优于 $\pm 8\%$ 。

C.2 加速度测量误差的检查（振动台比较法）

C.2.1 测试设备

a) 低频振动台（便携式）：频率范围不小于 $1\text{ Hz} \sim 20\text{ Hz}$ ，最大位移 $\geq 100\text{ mm}$ ，最大峰值加速度 $\geq 19.6\text{ m/s}^2$ ，振动台总质量 $\leq 30\text{ kg}$ ，最大负载能力 $\geq 5\text{ kg}$ ，台面尺寸 $\geq 200\text{ mm} \times 200\text{ mm}$ 。

b)（参考）加速度计：频率范围不小于 $1\text{ Hz} \sim 20\text{ Hz}$ ，最大峰值加速度 $\geq 19.6\text{ m/s}^2$ ，参考灵敏度误差优于 $\pm 3\%$ ，参考灵敏度年稳定度 $\leq 1\%$ 。

C.2.2 测试方法

将参考加速度计和被测烈度仪刚性地安装在低频振动台台面中心，保证被测烈度仪、参考加速度计的传感方向与振动台台面运动方向一致。控制振动台在 1 Hz、5 Hz、10 Hz、20 Hz 频率点分别进行正弦激振，每个频率激振时间不少于 10 s，激振加速度幅度一般为被测烈度仪最大加速度测量范围的 1/2（当振动台输出不足时，可减小激振幅度），计算各频率点被测烈度仪的输出加速度测量值与参考加速度计的输出加速度测量值的相对误差，即为该频率点的加速度测量误差。对于烈度仪的三个传感方向，应分别进行测试。

C.2.3 测试结果判别

使用振动台比较法进行加速度测量误差检查时，被测烈度仪的加速度测量误差在 1 Hz、5 Hz、10 Hz、20 Hz 频率点应优于 $\pm 8\%$ 。

C.3 加速度测量误差的检查（地震事件响应计算方法）

当地震事件（含人工震源、天然地震）发生时，可对作用范围内的观测设备响应波形进行处理，判断仪器是否正常工作，并分析观测设备的安装误差（方位角等）和响应偏差（灵敏度、相位等），估计加速度测量误差。

附录D

地震烈度仪时间偏差检查方法

D.1 时间偏差的检查

使用绝对法振动标准装置和参考加速度计进行测试，振动信号频率范围为 5 Hz~15 Hz，信号幅度宜为 5 m/s^2 。

- a) 将烈度仪和参考加速度计同时固定在振动台上，参考加速度计的模拟输出连接到数据采集器。
- b) 数据采集器采用标准时钟授时；烈度仪采用标准时钟、NTP 时间服务器或卫星授时接收机等授时。
- c) 烈度仪的采样率和滤波器应与数据采集器同样设置。
- d) 待烈度仪和数据采集器均与标准时间同步后，启动振动台输出正弦测试信号。
- e) 设置烈度仪记录采集数据，同时记录数据采集器的采集数据。

D.2 数据处理与判定

- a) 数据截取。分别按照烈度仪和数据采集器记录数据中的时间信息，截取包含扫频信号的相同时间段的数据，截取数据段的长度不少于 10 s。
- b) 计算它们的互相关。读取互相关最大峰值偏离中心位置的采样点数，该采样点数与采样周期的乘积即为烈度仪和数据采集器之间的时间偏差，可视为烈度仪的时间偏差测试结果。
- c) 测试结果应不大于 0.1 s。

附录 E

地震烈度仪检定证书内页格式

送检单位_____ 检定地点_____

制造厂_____ 型号规格_____ 出厂编号_____

检定项目

1.外观及功能检查 _____

2.测量范围、烈度测算、时间偏差检查 _____

3.加速度测量误差

频率/Hz	加速度/(m/s ²)	烈度仪输出/(m/s ²)	加速度测量误差/%

4.高端截止频率和阻带衰减

频率/Hz	加速度/(m/s ²)	烈度仪输出/(m/s ²)	归一化频率响应/dB

高端截止频率 \geq _____ Hz

阻带衰减 _____ dB

5.幅值线性度 _____ %

频率/Hz	加速度/(m/s ²)	响应幅值	线性偏差

6.横向灵敏度比

频率/Hz	传感方向灵敏度	正交方向灵敏度	横向灵敏度比/%

7.噪声 _____ m/s² (0.1 Hz~20 Hz)

检定环境条件：温度：_____ 相对湿度：_____ 其他：_____

注：烈度仪各传感方向检定结果应分别列出。

附录 F

地震烈度仪检定结果通知书内页格式

送检单位_____ 检定地点_____

制造厂_____ 型号规格_____ 出厂编号_____

经检定，该地震烈度仪具有以下不合格项：

序号	检定项目	规程指标	实测指标	备注

检定环境条件：温度：_____ 相对湿度：_____ 其他：_____