



福建省地方计量技术规范

JJF(闽)1058—2013

电梯振动与噪声分析仪校准规范

Calibration Specification for Elevator Vibration and Noise Analyzer

2013—07—20 发布

2013—08—15 实施

福建省质量技术监督局 发布

电梯振动与噪声分析仪校准规范

Calibration Specification for
Elevator Vibration and Noise Analyzer

JJF(闽)1058—2013

本规范经福建省质量技术监督局 2013 年 07 月 20 日批准，并自 2013 年 08 月 15 日起实施。

归口单位：福建省质量技术监督局

起草单位：福建省计量科学研究院

广州计量检测技术研究院

本规范由起草单位负责解释。

本规范主要起草人：

李 群 (福建省计量科学研究院)
徐 峰 (福建省计量科学研究院)
林喜鉴 (福建省计量科学研究院)
郭 境 (福建省计量科学研究院)

参加起草人：

周长华 (广州计量检测技术研究院)
邹建清 (福建省计量科学研究院)
黄 晗 (福建省计量科学研究院)

目 录

引 言.....	1
1 范围 2	
2 引用文献 2	
3 术语和计量单位 2	
4 概述 3	
5 计量特性 3	
5.1 电梯振动与噪声分析仪的加速度频率响应 3	
5.2 电梯振动与噪声分析仪的加速度幅值非线性度 3	
5.3 电梯振动与噪声分析仪的 A 计权声压级 3	
6 校准条件 3	
6.1 环境条件 3	
6.2 校准用仪器设备 3	
7 校准项目和校准方法 4	
7.1 校准项目 4	
7.2 校准方法 5	
8 校准结果表达 6	
8.1 校准证书 6	
8.2 校准结果的不确定度评定 7	
9 复校时间间隔 7	
附录 A.....	8
附录 B.....	10
附录 C.....	11

引 言

本规范以JJF 1071《国家计量校准规范编写规范》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和JJF 1059《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行制定。

GB/T 24474《电梯乘运质量测量》和 GB/T 23716《人体对振动的响应 测量仪器》共同构成支撑本校准规范制定工作的技术性系列标准。

电梯振动与噪声分析仪校准规范

1 范围

本规范适用于电梯振动与噪声分析仪的校准。

本规范规定了电梯振动与噪声分析仪的计量特性、校准条件和校准方法。

2 引用文献

本规范引用下列文献

JJG 188 《声级计》

JJG 676 《工作测振仪》

JJF 1001 《通用计量术语及定义》

JJF 1059 《测量不确定度评定与表示》

JJF 1156 《振动 冲击 转速计量术语及定义》

JJF 1071 《国家计量校准规范编写规范》

GB/T 23716 人体对振动的响应 测量仪器

GB/T 24474 电梯乘运质量测量

凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 加速度 Acceleration

加速度，即速度变化率，速度的变化量与发生这一变化所用时间的比值。

3.2 基准声压 Reference sound pressure

对空气声，基准量通常选取 $20\mu\text{Pa}$ 。

3.3 声压级 Sound pressure level

已知方均根声压与基准声压之比的以 10 为底的对数乘 20。

注：频率计权用分贝 (dB) 表示。

3.4 频率计权 Frequency weighting

对声级计而言，其恒幅稳态正弦输入信号级与显示装置上指示信号级两者之间作为频率函数关系而规定的差值。

4 概述

电梯振动与噪声分析仪（以下简称“分析仪”）为电梯或自动扶梯（以下总称“电梯”）维护、分析、检验提供乘运质量测量和诊断的工具，它可以测定电梯运行时起动、制动加（减）速度，自动扶梯的振动及噪声等。

电梯振动与噪声分析仪主要由加速度传感器、噪声传感器、数据采集与分析仪等部分组成。

5 计量特性

5.1 电梯振动与噪声分析仪的加速度频率响应

加速度频率响应特性的相对误差不大于±5%。

5.2 电梯振动与噪声分析仪的加速度幅值非线性度

加速度幅值非线性度的相对误差不大于±5%。

5.3 电梯振动与噪声分析仪的 A 计权声压级

A 计权声压级示值误差应符合附录 B 的允差要求。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：(18~25)℃

相对湿度：(30~90)%

气压：(97~103)kPa

6.2 校准用仪器设备

校准电梯振动与噪声分析仪所用标准装置的各测量部分的技术指标见下表1。

表1 标准装置各测量部分的技术指标

序号	校准项目	校准用仪器设备		校准装置 不确定度 ($k=2$)
		名称	技术要求	
1	电梯振动与噪声分析仪的加速度频率响应	标准 加速度计套组	参考灵敏度的不确定度为1%	$U_{rel}=1.5\%$
		标准振动台(包括 信号源、功放、台体)	加速度波形失真度 $\leq 5\%$ 横向振动比 $\leq 10\%$ 幅值均匀度 $\leq 5\%$ 台面漏磁 $\leq 3mT$	
2	电梯振动与噪声分析仪的加速度幅值非线性度	数字电压表	分辨率: $1\mu V$ 交流电压测量最大允许误差: 0.2%	
		动态信号分析仪	频率示值误差: $\pm 0.01\%$ 幅值测量最大允许误差: $\pm 2\%$	
3	电梯振动与噪声分析仪的A计权声压级	标准电容传声器	在校准频率上传声器灵敏度级的扩展不确定度应优于 $0.3dB(k=3)$	$U=0.3dB$
		正弦信号发生器	输出频率范围为 $20Hz\sim 20kHz$ 频率误差应优于 $\pm 0.25\%$ 输出信号的谐波失真不大于 0.1% 校准期间幅值稳定度优于 $\pm 0.05 dB$	
		测量放大器	测量频率范围为 $10Hz\sim 20kHz$ 频率响应优于 $\pm 0.2 dB$ 谐波失真小于 0.1% 校准期间幅值稳定度优于 $\pm 0.02 dB$	
		声源	声源的频率范围为 $63Hz\sim 20kHz$ 在所需的声压级上谐波失真小于 3%	

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

电梯振动与噪声分析仪的校准项目见表 2

表 2 电梯振动与噪声分析仪校准项目一览表

序号	校准项目
1	加速度频率响应
2	加速度幅值非线性度
3	A计权声压级

7.2 校准方法

7.2.1 所有电子仪器在校准前均应预热 15min。

7.2.2 传感器的安装

7.2.2.1 应将传感器的重心尽量对准振动台台面中心。

7.2.2.2 传感器的输出电缆应固定合适，防止校准时产生剧烈抖动、碰撞和摩擦现象。

7.2.3 电梯振动与噪声分析仪的加速度频率响应

校准原理框图见图 1。

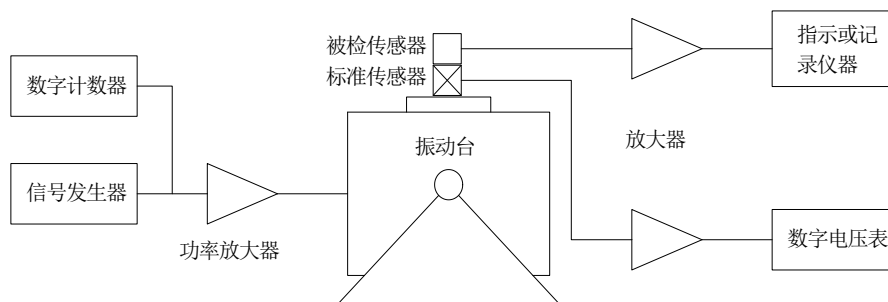


图 1 校准原理框图

7.2.3.1 按本规范 7.2.2 有关规定安装传感器，由振动标准装置给出某一不小于 0.1m/s^2 的固定加速度幅值，改变频率，测量不同频率下被检电梯振动与噪声分析仪的示值。

7.2.3.2 电梯振动与噪声分析仪工作频率在 $0.1\text{Hz}\sim 80\text{Hz}$ 范围，采用比较法校准。推荐在 0.1Hz 、 0.5Hz 、 1Hz 、 2Hz 、 5Hz 、 8Hz 、 10Hz 、 20Hz 、 40Hz 、 80Hz 各频率点，选取包括 8Hz 在内的不少于 7 个频率点进行校准。

7.2.3.3 电梯振动与噪声分析仪的加速度频率响应应按下列公式计算其相对误差：

$$\delta_f = \frac{x_i - x_r}{x_r} \times 100\% \quad (2)$$

式中： x_i —— 电梯振动与噪声分析仪加速度示值， m/s^2 ；

x_r —— 电梯振动与噪声分析仪在 8Hz 频率点的加速度示值， m/s^2 ；

其结果的最大相对误差应符合本规范 5.1 要求。

7.2.4 电梯振动与噪声分析仪的加速度幅值非线性度

校准原理框图见图 1。

选取 8Hz 频率点，在频率不变的情况下，由振动标准装置给出不少于 6 个均匀分布的加速度幅值，分别测量被检分析仪在不同幅值下的示值，分析仪幅值非线性度可按下列公式计算其相对误差：

$$\delta_L = \frac{x_i - x_s}{x_s} \times 100\% \quad (3)$$

式中: x_i —— 电梯振动与噪声分析仪加速度示值, m/s^2 ;

x_s —— 振动标准装置给出的加速度标准值, m/s^2 ;

其结果的最大相对误差应符合本规范 5.2 要求。

7.2.5 电梯振动与噪声分析仪的 A 计权声压级

校准原理框图见图 2

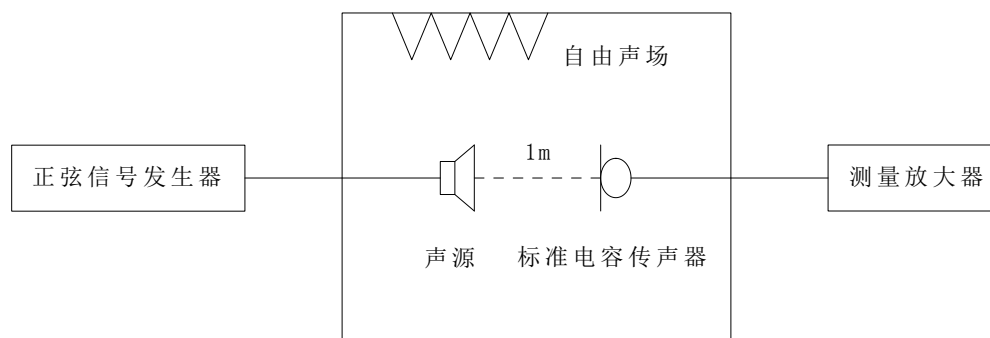


图 2 A 计权声压级校准原理框图

校准步骤如下:

1) 将标准传声器置于自由声场中, 使标准传声器的参考轴与声源的参考轴重合。正弦信号发生器的频率分别置于 500Hz、1kHz, 调节其输出幅度, 使测量放大器指示为 85dB 的参考声压级。

2) 保持正弦信号发生器输出信号的频率与幅度不变, 用被检分析仪的噪声传感器取代标准传声器和测量放大器, 保持噪声传感器与标准传声器的参考点位置相同, 记录分析仪的 A 计权声压级示值。

电梯振动与噪声分析仪的 A 计权声压级可按下列公式计算其误差:

$$\Delta_L = L_i - L_s \quad (4)$$

式中: L_i —— 电梯振动与噪声分析仪的 A 计权声压级示值, dB;

L_s —— 标准系统的示值, dB;

其结果的最大误差应符合本规范 5.3 要求。

8 校准结果表达

8.1 校准证书

电梯振动与噪声分析仪经校准后出具校准证书, 校准证书应包括的信息及推荐的校准证书内页格式见附录 A。

8.2 校准结果的不确定度评定

电梯振动与噪声分析仪的测量不确定度评定依据 JJF 1059-1999 《测量不确定度评定

与表示》，其不确定度评定实例见附录 C。

9 复校时间间隔

电梯振动与噪声分析仪复校时间间隔建议为 1 年。使用单位可根据实际使用情况(如环境条件、使用频率、测量对象等) 自主决定复校的时间间隔。

附录 A

推荐的校准证书内容

A.1 校准证书至少应包括以下信息：

1. 标题：校准证书；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
4. 证书或报告编号、页码及总页数；
5. 送校单位的名称和地址；
6. 被校准仪器名称；
7. 被校准分析仪的制造商、型号规格及编号；
8. 校准所使用的计量标准名称、型号、编号、技术特征及有效期；
9. 本规范的名称及编号和对本规范的任何偏离、增加或减少的说明；
10. 校准时的环境情况；
11. 校准项目的校准结果；
12. 校准结果的测量不确定度；
13. 校准人签名，核验人签名，批准人签名；
14. 校准证书签发日期；
15. 复校时间间隔的建议；
16. 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书。

A.2 推荐的电梯振动与噪声分析仪校准证书的内页格式见图表 A.1

表 A.1 校准证书的内页格式

校准结果						共 页 第 页
一、电梯检测分析仪的加速度频率响应：						
频率(Hz)						
标准值()						
电梯检测分析仪 示值()	X					
	Y					
	Z					
$U_{rel} (k=2)$						
频率(Hz)						
标准值()						
电梯检测分析仪 示值()	X					
	Y					
	Z					
$U_{rel} (k=2)$						
二、电梯检测分析仪的加速度幅值非线性度：						
频率(Hz)						
标准值()						
电梯检测分析仪 示值()	X					
	Y					
	Z					
$U_{rel} (k=2)$						
三、电梯检测分析仪的 A 计权声压级：						
频率(Hz)	标准声压级(dB)	指示声压级(dB)	$U(\text{dB}) \quad k=2$			
校准结果的不确定度：						
校准的环境条件：						
温度： _____℃			相对湿度： _____%			

附录B

频率计权和允差

标称频率 /Hz	频率计权A /dB	允差 (2级) /dB	标称频率 /Hz	频率计权 /dB	允差 (2级) /dB
10	-70.4	+5.5; $-\infty$	----	----	----
12.5	-63.4	+5.5; $-\infty$	800	-0.8	± 1.9
16	-56.7	+5.5; $-\infty$	1000	0	± 1.4
20	-50.5	± 3.5	1250	+0.6	± 1.9
25	-44.7	± 3.5	1600	+1.0	± 2.6
31.5	-39.4	± 3.5	2000	+1.2	± 2.6
40	-34.6	± 2.5	2500	+1.3	± 3.1
50	-30.2	± 2.5	3150	+1.2	± 3.1
63	-26.2	± 2.5	4000	+1.0	± 3.6
80	-22.5	± 2.5	5000	+0.5	± 4.1
100	-19.1	± 2.0	6300	-0.1	± 5.1
125	-16.1	± 2.0	8000	-1.1	± 5.6
160	-13.4	± 2.0	10000	-2.5	+5.6, $-\infty$
200	-10.9	± 2.0	12500	-4.3	+6.0, $-\infty$
250	-8.6	± 1.9	16000	-6.6	+6.0, $-\infty$
315	-6.6	± 1.9	20000	-9.3	+6.0, $-\infty$
400	-4.8	± 1.9	----	----	----
500	-3.2	± 1.9	----	----	----
600	-1.9	± 1.9	----	----	----

附录 C

电梯振动与噪声分析仪校准结果的不确定度评定实例

电梯振动与噪声分析仪的校准结果是用标准装置给出的标准值和分析仪的示值进行比较,校准结果主要包括加速度示值和 A 计权声压级示值两个参数。

一、电梯振动与噪声分析仪加速度校准结果的不确定度评定

1.1 数学模型

$$\Delta x = x_i - x_s \quad (1-1)$$

式中: Δx ——分析仪的加速度校准结果(m/s²);

x_i ——被检分析仪的加速度示值(m/s²);

x_s ——标准装置的加速度示值(m/s²);

其中,振动标准装置、环境影响、安装参数是 x_s 的测量不确定的的部分来源。测量过程中对加速度校准结果校准结果有影响的量可归纳为四项,如下所示:

Δx —算术平均值为校准值;

$\Delta x_{s,1}$ —振动标准装置;

$\Delta x_{s,2}$ —温度、湿度;磁场、电场;周围低频振动噪声等环境影响

$\Delta x_{s,3}$ —安装参数(如传感器的安装、电缆的固定等);

因此公式(1-1)可扩展为:

$$\Delta F = \Delta x + \Delta x_{s,1} + \Delta x_{s,2} + \Delta x_{s,3} \quad (1-2)$$

其中: $\Delta x = x_i - x_s$

式中各项互不相关,除第一项用 A 类方法评估外,其它三项均用 B 类方法评估。

1.2 合成标准不确定度公式及灵敏系数:

根据合成标准不确定度公式即公式(1-3),以及公式(1-2)可得出各项的灵敏系数:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i) = \sum_{i=1}^N C_i^2 u^2(x_i) \quad (1-3)$$

$$C_1 = \frac{\partial F}{\partial \Delta x} = 1$$

$$C_2 = \frac{\partial F}{\partial \Delta x_{s,1}} = 1$$

$$C_3 = \frac{\partial F}{\partial \Delta x_{s,2}} = 1$$

$$C_4 = \frac{\partial F}{\partial \Delta x_{s,3}} = 1$$

1.3 标准不确定度评定

1.3.1 算术平均值为校准值引入的标准不确定度

根据所测得 10 次测量序列值，其算术平均值 $\bar{\Delta x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta x_i$ (1-4)

根据贝塞尔公式，单次校准标准差： $S(\Delta x) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta x_i - \bar{\Delta x})^2}$ (1-5)

在加速度 0.981m/s^2 ，在 $0.1\text{Hz} \sim 80\text{Hz}$ 频率范围内，进行重复性测量，测量值见下表 (C-1)，采用贝塞尔法对 A 类标准不确定度进行估计。

表(C-1) 电梯振动与噪声分析仪各测量点加速度校准结果 Δx 及实验标准差 $S(\Delta x)$

频率(Hz)		0.1	0.5	1	2	5	8	10	20	40	80
测 量 序 列 (m/s^2)	1	0.0294	0.0294	0.0098	0.0000	0.0098	0.0000	-0.0098	-0.0098	-0.0196	-0.0098
	2	0.0196	0.0196	0.0196	0.0098	-0.0098	-0.0196	-0.0098	-0.0098	-0.0098	-0.0098
	3	0.0294	0.0098	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0098	0.0000	0.0098	0.0098
	4	-0.0098	-0.0098	0.0196	0.0098	0.0098	-0.0098	-0.0196	-0.0196	-0.0196	-0.0196
	5	0.0000	0.0000	0.0098	0.0196	0.0098	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0294
	6	-0.0098	-0.0098	-0.0098	0.0000	-0.0098	-0.0098	-0.0098	-0.0098	-0.0098	-0.0098
	7	0.0196	0.0196	0.0000	-0.0098	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0294	0.0000
	8	0.0294	0.0294	0.0098	0.0098	0.0098	0.0098	-0.0196	0.0098	-0.0098	-0.0294
	9	0.0098	0.0098	-0.0196	-0.0196	-0.0196	0.0098	-0.0098	-0.0098	0.0000	-0.0098
	10	0.0294	0.0196	0.0098	0.0098	0.0098	-0.0196	0.0098	-0.0294	-0.0196	-0.0196
实验标准 差 $S(\Delta x)$ (m/s^2)		0.0162	0.0145	0.0124	0.0114	0.0108	0.0105	0.0105	0.0111	0.0117	0.0123

实际测量中，在重复性条件下连续测量 3 次，以该测量值的平均值作为测量结果，

则， $u(\Delta x) = \frac{S(\Delta x)}{\sqrt{3}}$ ，各频率点相对不确定度 $u_{rel}(\Delta x) = \frac{u(\Delta x)}{x_s}$ 计算见下表(C-2)：

表(C-2) 被检电梯振动与噪声分析仪各测量点不确定度 $u_{rel}(\Delta x)$

频率(Hz)	0.1	0.5	1	2	5	8	10	20	40	80
$u_{rel}(\Delta x) / \%$	0.95	0.85	0.73	0.67	0.64	0.62	0.62	0.66	0.69	0.72

1.3.2 振动标准装置引入的标准不确定度分量 $u_{rel}(x_s, 1)$

在 (0.1~100) Hz 范围内，振动标准装置引入的相对扩展不确定度为 1.5%($k=2$)，

因此标准不确定度的分量为： $u_{rel}(x_s, 1) = \frac{1.5\%}{2} = 0.75\%$

1.3.3 温度、湿度；磁场、电场；周围低频振动噪声等环境影响引入的标准不确定度分量 $u_{rel}(x_s,2)$

根据有关资料 and 实际经验，估计这些环境影响引入的误差处于 $\pm 0.2\%$ 之内，认为是均匀分布，则有： $u_{rel}(x_s,2) = \frac{0.2\%}{\sqrt{3}} = 0.115\%$ 。

1.3.4 安装因数（如传感器的安装、电缆的固定等）引入的标准不确定度分量 $u_{rel}(x_s,3)$ 由安装因素带来的误差，凭经验粗估可得下表：

表 (C-3) 安装因数引入的标准不确定度分量 $u_{rel}(x_s,3)$

频率(Hz)	0.1	0.5	1	2	5	8	10	20	40	80
$u_{rel}(x_s,3)$ (%)	0.17	0.12	0.087	0.087	0.058	0.043	0.12	0.17	0.20	0.23

1.4 合成标准不确定度

1.4.1 测量不确定度分量汇总于下表(C-4)

表 (C-4) 测量不确定度分量汇总表

序号	标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	灵敏系数
1	$u_{rel}(\Delta x)$	加速度校准结果 Δx 重复性	见表 (C-2)	1
2	$u_{rel}(x_s,1)$	振动标准装置	0.75%	1
3	$u_{rel}(x_s,2)$	温度、湿度；磁场、电场；周围低频振动噪声等环境影响	0.115%	1
4	$u_{rel}(x_s,3)$	安装参数（如传感器的安装、电缆的固定等）	见表 (C-3)	1

1.4.2 相对合成标准不确定度

以上分量独立不相关，根据合成标准不确定度公式，有

$$u_c(\Delta x) = \sqrt{u_{rel}^2(\Delta x) + u_{rel}^2(x_s,1) + u_{rel}^2(x_s,2) + u_{rel}^2(x_s,3)}$$

1.4.3 相对扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U(\Delta x) = k \times u_c(\Delta x)$

1.5 对电梯振动与噪声分析仪(EVA-625)加速度校准结果的测量不确定度评定

在加速度 0.981m/s^2 ，在 $0.1\text{Hz} \sim 80\text{Hz}$ 频率范围内，选取频率点为： 0.1Hz ， 0.5Hz ， 1Hz ， 2Hz ， 5Hz ， 8Hz ， 10Hz ， 20Hz ， 40Hz ， 80Hz ，其加速度校准结果测量不确定度见下表 C-5：

表(C-5) 在 0.981m/s² 各频率点加速度校准结果的测量不确定度

校准点 (Hz)	不确定度分量 (%)				$u_c(\Delta x)$ (%)	$U(\Delta x)$ (%) ($k=2$)
	$u_{rel}(\Delta x)$	$u_{rel}(x_{S,1})$	$u_{rel}(x_{S,2})$	$u_{rel}(x_{S,3})$		
0.1	0.95	0.75	0.115	0.17	1.22	2.5
0.5	0.85	0.75	0.115	0.12	1.14	2.3
1	0.73	0.75	0.115	0.087	1.05	2.1
2	0.67	0.75	0.115	0.087	1.01	2.1
5	0.64	0.75	0.115	0.058	0.99	2.0
8	0.62	0.75	0.115	0.043	0.98	2.0
10	0.62	0.75	0.115	0.12	0.98	2.0
20	0.66	0.75	0.115	0.17	1.00	2.0
40	0.69	0.75	0.115	0.20	1.03	2.1
80	0.72	0.75	0.115	0.23	1.05	2.1

二、电梯振动与噪声分析仪 A 计权声压级校准结果的不确定度评定

2.1 数学模型

$$\Delta L = L_i - L_S \quad (2-1)$$

式中： L_i —— 电梯振动与噪声分析仪 A 计权声压级示值，dB；

L_S —— 标准系统的示值，dB；

其中标准传声器灵敏度、测量放大器、前置放大器插入损失和标准传声器准确频率与标称频率灵敏度之差的测量不确定度是 L_S 的测量不确定度的部分来源；测量过程中对 A 计权声压级测量结果有影响的量可归纳为四项，如下所示：

ΔL —算术平均值为校准值；

$\Delta L_{S,1}$ —标准传声器灵敏度修正；

$\Delta L_{S,2}$ —测量放大器修正；

$\Delta L_{S,3}$ —标准传声器准确频率与标称频率灵敏度之差的修正；

因此公式(2-1)可扩展为：

$$\Delta F = \Delta L + \Delta L_{S,1} + \Delta L_{S,2} + \Delta L_{S,3} \quad (2-2)$$

其中： $\Delta L = L_i - L_S$

式中各项互不相关，除第一项用 A 类方法评估外，其它三项均用 B 类方法评估。

2.2 合成标准不确定度公式及灵敏系数：

根据合成标准不确定度公式即公式(2-3)，以及公式(2-2)可得出各项的灵敏系数：

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial F}{\partial L_i} \right)^2 u^2(L_i) = \sum_{i=1}^N C_i^2 u^2(L_i) \quad (2-3)$$

$$C_1 = \frac{\partial F}{\partial \Delta L} = 1$$

$$C_2 = \frac{\partial F}{\partial \Delta L_{S,1}} = 1$$

$$C_3 = \frac{\partial F}{\partial \Delta L_{S,2}} = 1$$

$$C_4 = \frac{\partial F}{\partial \Delta L_{S,3}} = 1$$

2.3 标准不确定度评定

2.3.1 算术平均值作为校准值引入的标准不确定度 $u(\Delta L)$

根据被检电梯振动与噪声分析仪 A 计权声压级示值和公式(2-1)可计算出 A 计权在 1000Hz 频点上的校准结果(dB)

表(C-6) 1000Hz A 计权声压级测量误差 ΔL 校准结果(dB)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-1.0	-1.0	-2.0	-1.0	-2.0	-1.0	-1.0	-1.0	-2.0	-1.0

根据贝塞尔公式，单次校准标准差：

$$S(\Delta L) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (\Delta L_i - \overline{\Delta L})^2} = 0.483 \text{dB} \quad (n=10)$$

实际测量中，以单次测量值作为测量结果，则 $u(\Delta L) = S(\Delta L) = 0.483 \text{dB}$ 。

2.3.2 标准传声器灵敏度修正引入的标准不确定度 $u(L_{S,1})$

4144 标准传声器在消音箱中灵敏度的扩展不确定度 $U=0.05 \text{ dB}$ ， $k=2$ ，由于受散射和环境条件的影响，取其扩展不确定度 $U=0.05 \times 1.25=0.0625 \text{ dB}$ ， $k=2$ ，按正态分布作 B 类评估，则 $u(L_{S,1})=0.031 \text{ dB}$

2.3.3 测量放大器修正引入的标准不确定度 $u(L_{S,2})$

JJG 188-2002《声级计检定规程》对测量放大器的要求，测量放大器的频率范围为 10Hz~20kHz，频率响应优于 $\pm 0.2 \text{ dB}$ ，按均匀分布 $k=\sqrt{3}$ ，则 $u(\Delta L_{S,2}) = 0.2/\sqrt{3} = 0.115 \text{ dB}$

2.3.4 标准传声器准确频率与标称频率灵敏度之差修正引入的标准不确定度 $u(L_{S,3})$

由于标准传声器校准证书上给出的是准确频率上的声压灵敏度级，而实际测量时使用的是标称频率，二者的差异在所有频点上小于 0.05 dB ，将其作为误差处理，按均匀分布作 B 类评估，取 $k=\sqrt{3}$ ，则 $u(L_{S,3}) = 0.05/\sqrt{3} = 0.029 \text{ dB}$ 。

2.4 合成标准不确定度

2.4.1 测量不确定度分量汇总于下表(C-7)

表(C-7) 测量不确定度分量汇总表

序号	标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	灵敏系数
1	$u(\Delta L)$	A 计权声压级示值误差 ΔL 重复性	0.483	1
2	$u(L_{S,1})$	标准传声器灵敏度修正	0.031	1
3	$u(L_{S,2})$	测量放大器修正	0.115	1
4	$u(L_{S,3})$	标准传声器准确频率与标称频率灵敏度之差修正	0.029	1

2.4.2 相对合成标准不确定度

以上分量独立不相关，根据合成标准不确定度公式，有

$$u_c(\Delta L) = \sqrt{u^2(\Delta L) + u^2(L_{S,1}) + u^2(L_{S,2}) + u^2(L_{S,3})} = 0.498\text{dB}$$

2.4.3 相对扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U(\Delta L) = k \times u_c(\Delta L) = 1.0\text{dB}$ 。

电梯振动与噪声分析仪 A 计权声压级校准结果的不确定度为：

$$U=1.0\text{dB}, k=2。$$