

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1339—2012

电声测试仪校准规范

Calibration Specification for Electro-acoustical
Measurement Instruments

2012-03-20 发布

2012-06-20 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

电声测试仪校准规范

Calibration Specification for Electro-acoustical
Measurement Instruments

JJF 1339—2012

归口单位：全国声学计量技术委员会

起草单位：深圳市计量质量检测研究院

中国测试技术研究院

杭州爱华仪器有限公司

国营 4380 厂嘉兴分厂

本规范委托全国声学计量技术委员会负责解释

本规范起草人：

张国庆（深圳市计量质量检测研究院）

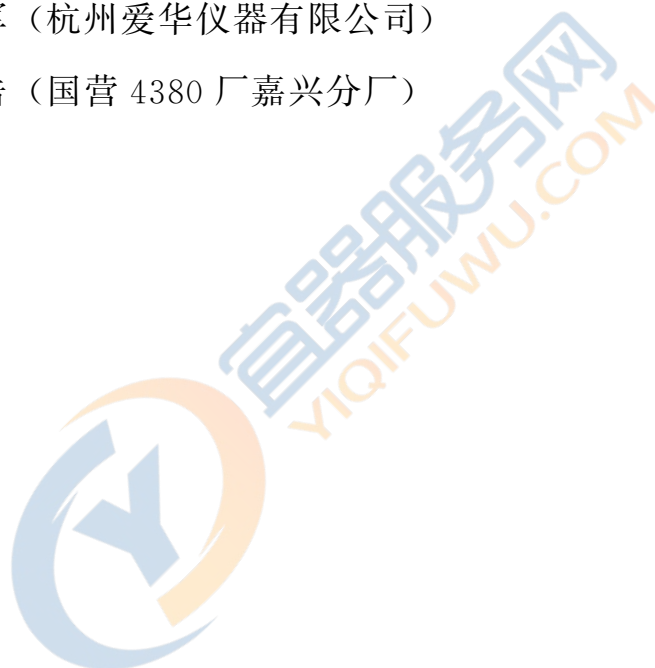
李 嘉（深圳市计量质量检测研究院）

王敬喜（深圳市计量质量检测研究院）

郝豫川（中国测试技术研究院）

钱利军（杭州爱华仪器有限公司）

陶永浩（国营 4380 厂嘉兴分厂）



目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 仿真耳	(1)
3.2 仿真嘴	(1)
3.3 嘴参考点	(1)
3.4 归一化自由声场响应	(1)
3.5 仿真话音	(2)
3.6 电仿真话音	(2)
3.7 声仿真话音	(2)
4 概述	(2)
5 计量特性	(2)
5.1 信号源频率范围及示值误差	(2)
5.2 信号源幅频特性	(2)
5.3 信号源总失真	(2)
5.4 电信号测量（或指示器）幅值线性	(2)
5.5 偏置电压误差	(2)
5.6 声压级测量误差	(2)
5.7 仿真耳传声器（含测量部分）的频率响应	(2)
5.8 仿真嘴（含信号源）归一化自由声场响应	(3)
5.9 仿真嘴（含信号源）可发出的最大声压级	(4)
5.10 仿真嘴（含信号源）声信号总失真	(4)
6 校准条件	(4)
6.1 环境条件	(4)
6.2 测量标准及其他设备	(4)
7 校准项目和校准方法	(5)
7.1 校准项目	(5)
7.2 校准方法	(5)
8 校准结果表达	(12)
8.1 校准数据处理	(12)
8.2 校准证书	(13)
8.3 校准结果的测量不确定度	(13)
9 复校时间间隔	(13)
附录 A 校准证书的内容	(14)
附录 B 不确定度的评定实例	(21)

引 言

本规范是依据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》的编写要求和格式编写的。本规范使用的通用计量术语与 JJF 1001《通用计量术语及定义》一致，主要的专业技术术语采用了 GB/T 3947—1996《声学名词术语》和 ITU-T P. 51: 1996《仿真嘴》的定义。本规范对电声测试仪仿真耳及相关部分的校准项目：仿真耳声压灵敏度调节（包括测量系统）和仿真耳传声器的频率响应与 JJG 389—2003《仿真耳》相一致。

本规范对电声测试仪仿真嘴及相关部分（含信号源）的校准项目，为 ITU-T P. 51: 1996《仿真嘴》确定的主要声学特性。归一化自由场响应选择了测量点 2，与电声测试仪的声校准位最接近。响应要求和允差取自表 3a/P. 51；可发出的最大声压级和总失真的校准方法与该建议是一致的，总失真的限值根据国内生产厂的情况略有放大，并增加了最常用的 1 kHz 的要求。

本规范中给出的电声测试仪计量特性除上述依据外，还综合了国内外电声测试仪主要制造商产品说明书主要参数的技术要求。在附录 B 中，依据 JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》给出了声压级测量不确定度的评定实例。

电声测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于测量耳机、传声器、扬声器、受话器、送话器等电声器件电声特性的电声测试仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG 176—2005 声校准器

JJG 188—2002 声级计

JJG 389—2003 仿真耳

JJG 607—2003 声频信号发生器

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1034—2005 声学计量名词术语及定义

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

JJF 1157—2006 测量放大器校准规范

GB 3102.7 声学的量和单位

GB/T 3947—1996 声学名词术语

ITU-T P. 51: 1996 仿真嘴 (ITU-T Recommendation P. 51 Artificial Mouth)

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

3 术语和计量单位

JJF 1001、GB/T 3947—1996、ITU-T P. 51: 1996 和 JJF 1034—2005 中界定的及以下术语和定义适用于本规范。

本规范采用 GB 3102.7 中规定的量和单位。

3.1 仿真耳 artificial ear

给耳机提供的声阻抗等效于成人耳平均声阻抗的校准耳机的装置。

注：改写 GB/T 3947—1996，6.57。

3.2 仿真嘴 artificial mouth

装有扬声器的闭合腔体，其发声的方向性和辐射图形与一般人嘴的讲话相似。

[ITU-T P. 51: 1996，4.1]

3.3 嘴参考点 (MRP) mouth reference point

在参考轴线上，距嘴唇平面正前方 25 mm 的点。

[ITU-T P. 51: 1996，4.7]

3.4 归一化自由声场响应 normalized free-field response

仿真嘴在自由场中某一指定点产生信号的 1/3 倍频程谱级与同时在嘴参考点产生信

号的 1/3 倍频程谱级之差。

注：

- 1 1/3 倍频程谱级及差值以 dB 表示。
- 2 其特性通过仿真话音、语音型随机噪声、粉红噪声或其他适当的宽带信号来测试。
- 3 改写 ITU-T P. 51: 1996, 4.8。

3.5 仿真话音 artificial voice

与描述线性和非线性电信系统有关、由数学定义的，重现人类语音特性的信号。

注：

- 1 其目的是给出客观测量与用实际语音测试之间的良好相关性。
- 2 改写 ITU-T P. 51: 1996, 4.11。

3.6 电仿真话音 electrical artificial voice

用于测量传输通道或电声器件、装置的仿真话音电信号。

[ITU-T P. 51: 1996, 4.12]

3.7 声仿真话音 acoustic artificial voice

在仿真嘴的嘴参考点，与电仿真话音的时间和频谱特性相同的声信号。

[ITU-T P. 51: 1996, 4.13]

4 概述

电声测试仪是一种组合式电声器件电声特性测试装置，一般由激励电信号源、仿真耳、仿真嘴、电信号测试分析仪或显示器等组成，按照测试耳机、传声器、受话器、送话器、扬声器、音箱等不同的电声器件及不同的测试项目，可多种组合。

5 计量特性

5.1 信号源频率范围及示值误差

电声测试仪内置信号源的频率范围一般不超过 20 Hz~20 kHz。

频率示值误差一般不超过±1%。

5.2 信号源幅频特性

电声测试仪内置信号源在 20 Hz~20 kHz 范围的幅频特性一般不超过±0.5 dB（以 1 kHz 为参考）。

5.3 信号源总失真

电声测试仪内置信号源最大输出电平时的总失真（THD+N）在 1 kHz 时一般不大于 0.2%，在其他使用频率一般不大于 1%。

5.4 电信号测量（或指示器）幅值线性

电声测试仪对电信号测量或指示器的幅值线性误差一般不超过±0.5 dB。

5.5 偏置电压误差

电声测试仪的偏置电压误差一般不超过±3%。

5.6 声压级测量误差

电声测试仪（声压级测量回路）在参考频率 1 kHz、94 dB（基准声压为 20 μPa）声压级测量时的误差一般不超过±1 dB。其他频率声压级测量误差一般不超过±2 dB。

5.7 仿真耳传声器（含测量部分）的频率响应

电声测试仪仿真耳传声器压力场的频率响应，相对于 1 kHz 参考频率的声压灵敏度级（含测试系统），其他频率下声压灵敏度级的频率响应一般不超过表 1 所给出的范围。

表 1 仿真耳传声器（压力场）灵敏度级频率响应的允差

频率/Hz	$\phi 23.77$ mm 传声器灵敏度级 频响允差/dB	$\phi 12.7$ mm 传声器灵敏度级 频响允差/dB
31.5	± 0.7	± 0.7
63	± 0.7	± 0.7
125	± 0.7	± 0.6
250	± 0.7	± 0.7
500	± 0.7	± 0.7
1 000	0.0（参考）	0.0（参考）
2 000	± 0.7	± 0.7
4 000	± 1.6	± 0.7
8 000	± 2.5	± 1.6
12 500	+2.5；-12.5	± 2.2
16 000	+2.5； $-\infty$	± 2.5

5.8 仿真嘴（含信号源）归一化自由声场响应

电声测试仪仿真嘴（含信号源）轴线距嘴唇平面 50 mm 归一化自由声场响应一般不超过表 2 所给出的范围。

表 2 仿真嘴（含信号源）轴线距嘴唇平面 50 mm 归一化自由声场响应

频率/Hz	归一化自由声场响应/dB	允差/dB
100	-5.0	± 1.5
125	-5.0	+1.5
160	-5.0	± 1.5
200	-5.0	± 1.5
250	-5.0	± 1.5
315	-5.0	-1.5/+1
400	-5.0	-1.5/+1
500	-5.0	-1.5/+1
630	-4.9	-1.5/+1
800	-4.8	± 1.0
1 000	-4.8	± 1.0
1 250	-4.8	± 1.0
1 600	-4.8	± 1.0
2 000	-4.7	± 1.0
2 500	-4.6	± 1.0
3 150	-4.6	± 1.0
4 000	-4.6	± 1.5
5 000	-4.5	± 1.5
6 300	-4.5	-1.5/+2
8 000	-4.9	-1.5/+2

5.9 仿真嘴（含信号源）可发出的最大声压级

电声测试仪仿真嘴在嘴参考点（MRP）处产生声压级一般不低于+6 dB（参考声压为 1 Pa）的连续不断的仿真话音。

5.10 仿真嘴（含信号源）声信号总失真

电声测试仪仿真嘴（含信号源）声信号的总失真一般不大于表 3 所给出的值。

表 3 仿真嘴（含信号源）声信号的总失真

频率范围	总失真
100 Hz~125 Hz	<15%
>125 Hz~200 Hz	<6%
>200 Hz~8 kHz	<2%

注：本章中的“一般为……”、“一般不超过……”及“一般不大于……”，表示提及的计量性能的指标不用于合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

空气温度： $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；

相对湿度： $(50 \pm 20)\%$ ；

大气压力： $(101.3 \pm 3.0)\text{kPa}$ 。

校准时室内环境噪声至少小于测量声信号 15 dB。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 声校准器

声校准器的准确度等级应符合 JJG 176—2005 中规定的 1 级的要求。

6.2.2 多频声校准器

在 31.5 Hz~16 kHz 的频率范围内，多频声校准器的准确度等级应符合 JJG 176—2005 中规定的 2 级的要求。

6.2.3 数字电压表

在 20 Hz~20 kHz 的频率范围内，交流电压测量的最大允许误差应优于 $\pm 0.5\%$ ；直流电压的测量范围为 $(-200 \sim +200)\text{V}$ ，最大允许误差应优于 $\pm 0.1\%$ 。

6.2.4 频率计

在 20 Hz~20 kHz 的频率范围内，频率测量的最大允许误差应优于 $\pm 0.01\%$ 。

6.2.5 失真度测量仪

在使用的频率范围，谐波失真和总失真（THD+N）测量的最大允许误差应优于 $\pm 10\%$ （满刻度）。

6.2.6 声频信号发生器

声频信号发生器的频率范围 20 Hz~20 kHz，频率误差优于 $\pm 0.25\%$ ；输出电压范围应满足校准要求；以 1 kHz 为参考，幅频特性优于 $\pm 0.2\text{ dB}$ ；谐波失真不大于 0.05%，校准期间的幅值稳定度应优于 $\pm 0.02\text{ dB}$ 。

6.2.7 实时声分析仪

实时声分析仪在 20 Hz~20 kHz 范围应具备三分之一倍频程分析能力,并符合 JJG 188—2002 中 1 级声级计的要求。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

电声测试仪的校准项目见表 4。

表 4 电声测试仪校准项目一览表

序号	项 目 名 称	技术要求条款号	校准方法条款号
1	信号源频率范围及示值误差	5.1	7.2.2
2	信号源幅频特性	5.2	7.2.3
3	信号源总失真	5.3	7.2.4
4	电信号测量(或指示器)幅值线性	5.4	7.2.5
5	偏置电压误差	5.5	7.2.6
6	声压级测量误差	5.6	7.2.7
7	仿真耳传声器(含测量部分)的频率响应	5.7	7.2.8
8	仿真嘴(含信号源)归一化自由声场响应	5.8	7.2.9
9	仿真嘴(含信号源)可发出的最大声压级	5.9	7.2.10
10	仿真嘴(含信号源)声信号总失真	5.10	7.2.11

7.2 校准方法

7.2.1 外观

7.2.1.1 电声测试仪主机部分、辅助件等各部分的名称、型号、输入/输出等连接端的文字、符号应标识完整、清晰,各部分的铭牌或标识应完整。

7.2.1.2 电声测试仪各部分应无影响正常工作的机械损伤,连线、接头稳固、可靠,没有松动、接触不良现象。

7.2.1.3 电声测试仪各部分的开关、按键等控制器件应定位准确、触控有效,辅助设备安装良好。

7.2.1.4 电声测试仪各部分连接安装正确,接通电源后能正常工作。

7.2.2 信号源频率范围及示值误差

7.2.2.1 电声测试仪信号源频率范围及示值误差的校准如图 1 所示。

7.2.2.2 按被校电声测试仪使用说明书的要求接通电源并预热完成后,将被校仪器置于校准或特定的测试功能,使内置信号源工作并置于单一固定频率、人工调节频率的工作状态,将内置信号源电信号输出端的信号连接到频率计输入端。

a) 分别调节信号源至下限频率和上限频率,在频率计上读出并记录实测的频率值 f_L 和 f_H , $f_L \sim f_H$ 即是信号源频率范围的实测值。



图 1 信号源频率范围及示值误差校准示意图

b) 在信号源频率范围内, 各倍频程或三分之一倍频程中心频率选取测点 (包括 f_L 和 f_H), 分别记录各设置点频率的示值 (或标称值) f_x 和频率计测得的值 f_s , 信号源频率示值误差, 按公式 (1) 计算。

$$\delta_f = \frac{f_x - f_s}{f_s} \quad (1)$$

式中:

δ_f ——信号源频率示值误差;

f_x ——信号源频率示值 (或标称值), Hz;

f_s ——频率计示值, Hz。

7.2.3 信号源幅频特性

7.2.3.1 电声测试仪信号源幅频特性的校准如图 2 所示。



图 2 信号源幅频特性校准示意图

7.2.3.2 按被校电声测试仪使用说明书的要求接通电源并预热完成后, 将被校仪器置校准或特定的测试功能, 使内置信号源工作并置于正弦定频信号 (非扫频) 工作状态, 将内置信号源电信号输出端的信号连接到数字电压表的输入端。

7.2.3.3 在信号源频率范围内, 各倍频程或三分之一倍频程中心频率选取测点 (包括 f_L 和 f_H), 记录各频率测试点在数字电压表上测得的电压值 u_x , 信号源输出的幅频特性, 按公式 (2) 计算。

$$R_{ui} = 20 \lg(u_{xi} / u_0) \quad (2)$$

式中:

R_{ui} ——信号源输出电压和频率的幅频特性, dB;

u_{xi} ——信号源除 1 kHz 外各频率输出电压在数字电压表的示值, V;

u_0 ——信号源在 1 kHz 时输出电压在数字电压表的示值, V。

7.2.4 信号源总失真

7.2.4.1 电声测试仪信号源总失真的校准如图 3 所示。

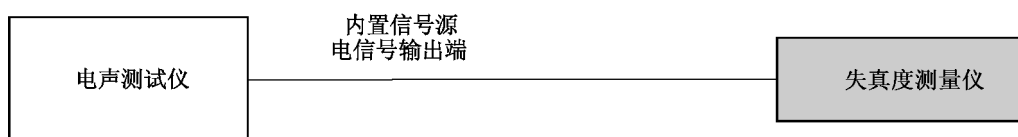


图 3 信号源总失真校准示意图

7.2.4.2 按使用说明书给出的方法将内置信号源输出信号调到最大输出电平，在数字电压表上测量并记录 1 kHz 的输出电压实测值，然后将信号源的输出端接入失真度测量仪的输入端。

7.2.4.3 在信号源频率范围内，各倍频程或三分之一倍频程中心频率选择信号源频率（包括 f_L 和 f_H ），将失真度测量仪置于总失真（THD+N）测量功能，记录各频率在失真度测量仪测得的总失真值。

7.2.5 电信号测量（或指示器）幅值线性

7.2.5.1 电声测试仪电信号测量（或指示器）幅值线性的校准如图 4 所示。

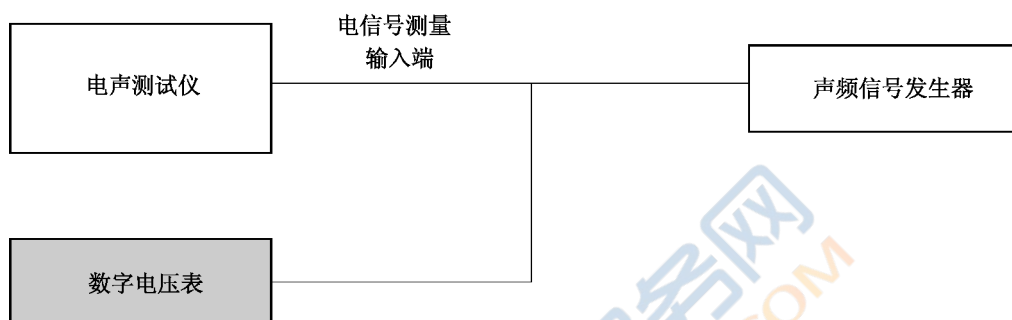


图 4 电信号测量（或指示器）幅值线性校准示意图

7.2.5.2 按被校电声测试仪使用说明书给出的方法将被校电声测试仪置于相应的测试功能（或校准状态），使其能测量并指示电信号输入端的电压值或灵敏度校准值，将声频信号发生器输出正弦信号频率置于 1 kHz，调节输出电压幅度使数字电压表的读数为 50.0 mV，被校电声测试仪应指示到整机灵敏度校准值（或刻度），如 50.0 mV 或 94.0 dB。若有明显的偏离，应按使用说明书给出的方法调到 50.0 mV 或 94.0 dB。记录此时数字电压表的电压实测值 u_{L0i} 。

7.2.5.3 按仪器使用说明书给出的幅值测量范围内选点，调节声频信号发生器的输出电平，使被校电声测试仪指示到被校准的点（或示值）。

a) 被校电声测试仪按绝对量电压读数（或指示），则按公式（3）计算幅值线性误差。

$$\Delta_{L_{lini}} = 20\lg(u_{Lx}/u_{L0}) - 20\lg(u_{Lxi}/u_{L0i}) \quad (3)$$

式中：

$\Delta_{L_{lini}}$ ——电信号测量（或指示器）幅值线性误差，dB；

u_{Lx} ——参考点以外的电压标称值，mV；

u_{L0} ——校准参考点的电压标称值，mV；

u_{Lxi} ——参考点以外的电压实测值，mV；

u_{L0i} ——校准参考点的电压实测值，mV。

b) 被校电声测试仪按分贝读数（或指示），则在参考电平时，将数字电压表置于 0 dB 参考，然后调节声频信号发生器的输出电平，分别记录被校电声测试仪和数字电压表上的读数，按公式（4）计算各幅值测试点的差值。

$$\Delta_{L_{lin(r)i}} = r_{xi} - (r_{si} + 94.0) \quad (4)$$

式中：

$\Delta_{L_{\ln(r)i}}$ ——以分贝指示的幅值线性误差，dB；

r_{xi} ——电声测试仪上电平的读数（或示值），dB；

r_{si} ——数字电压表上电平的示值，dB。

7.2.6 偏置电压误差

7.2.6.1 电声测试仪偏置电压的校准如图 5 所示。

7.2.6.2 按产品说明书的要求，将被校电声测试仪置于相应的测试功能（或校准状态），使其偏置电压输出端产生偏置电压（或校准过程中产生偏置电压）。分别记录偏置电压标称值 $u_{p,N}$ 和（或）偏置电压示值 $u_{p,d}$ ，以及数字电压表上读出的实测值 $u_{p,s}$ 。

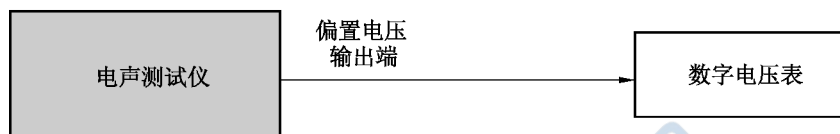


图 5 偏置电压校准示意图

a) 只有标称值的偏置电压误差按公式（5）计算。

$$\delta_{u_{p,N}} = \frac{u_{p,N} - u_{p,s}}{u_{p,s}} \quad (5)$$

式中：

$\delta_{u_{p,N}}$ ——标称偏置电压误差；

$u_{p,N}$ ——偏置电压标称值，V；

$u_{p,s}$ ——偏置电压实测值，V。

b) 偏置电压示值（或自校准示值）的误差按公式（6）计算。

$$\delta_{u_{p,d}} = \frac{u_{p,d} - u_{p,s}}{u_{p,s}} \quad (6)$$

式中：

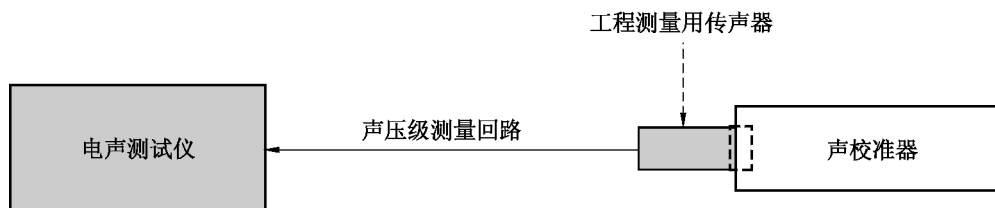
$\delta_{u_{p,d}}$ ——偏置电压示值（或自校准示值）误差；

$u_{p,d}$ ——偏置电压示值（或自校准示值），V；

$u_{p,s}$ ——偏置电压实测值，V。

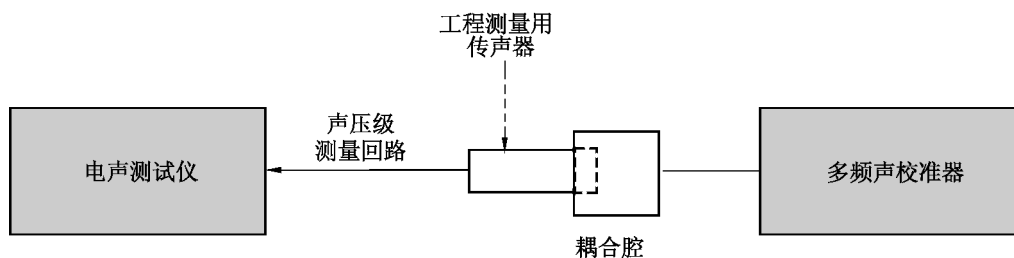
7.2.7 声压级测量误差

7.2.7.1 电声测试仪声压级测量的校准如图 6 所示。



a) 声压级校准状态

图 6 声压级测量校准示意图



b) 声压级测试状态

图 6 (续)

7.2.7.2 按产品说明书的要求,将被校电声测试仪置于声压级测量校准状态,使电声测试仪、声压级测量回路与主机接通并处于校准状态,如图 6a) 所示。

7.2.7.3 将被校电声测试仪声压级测量回路的传声器耦合到 1 kHz、94 dB 的 1 级声校准器耦合腔内,记录被校准声压级测量示值 $L_{p,d}$,其声压级测量误差按公式 (7) 计算。

$$\Delta L_{p,d} = L_{p,d} - L_{p,s} \quad (7)$$

式中:

$\Delta L_{p,d}$ —— 声压级测量误差, dB;

$L_{p,d}$ —— 被校声压级测量示值, dB;

$L_{p,s}$ —— 声校准器发出的声压级 (由上级传递的值), dB。

注:若 $\Delta L_{p,d}$ 超过了该产品给出的误差限,应按产品说明书的要求和方法进行调整。

7.2.7.4 按产品说明书的要求,将被校电声测试仪置于声压级测量工作状态 (或声压级测量频率响应校准状态,若有),使声压级测量回路与主机接通,如图 6b) 所示。

7.2.7.5 将被校电声测试仪声压级测量回路的传声器耦合到带负反馈压缩功能的多频声校准器耦合腔内,可按多频声校准器上已有的频率 (如: 31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz, 12.5 kHz, 16 kHz) 选择频率,根据选定的频率逐一记录被校声压级测量示值 $L_{p,dfi}$,其声压级测量 (校准) 的误差按公式 (8) 计算。

$$\Delta L_{p,dfi} = L_{p,dfi} - L_{p,sfi} \quad (8)$$

式中:

$\Delta L_{p,dfi}$ —— 参考频率以外各声压级测量误差, dB;

$L_{p,dfi}$ —— 参考频率外各声压级测量示值 (或校准值), dB;

$L_{p,sfi}$ —— 参考频率外各声压级的实际值 (上级传递的值), dB;

注:当被校传声器的自由场响应与压力场响应的差值已知时,参考频率 1 kHz 以上也可以选择并得到自由场响应曲线。

7.2.8 仿真耳传声器 (含测量部分) 的频率响应

7.2.8.1 按产品说明书的要求,将被校电声测试仪置于相应的测试功能 (或校准状态),使电声测试仪仿真耳与主机接通并处于工作 (或校准) 状态。

7.2.8.2 如图 7 所示,用声校准器直接耦合到仿真耳中的传声器上,按产品及使用说明书的要求的方法记录并调节 (要记录调整前后的被校示值)。最终使电声测试仪上的声压灵敏度示值与声校准器的实际值 (检定或校准证书给出的值) 一致。

7.2.8.3 如图 8 所示,按产品说明书的要求将被校电声测试仪置于相应的测试功能(或校准状态)。使电声测试仪仿真耳与主机接通并处于工作(或校准)状态。用多频声校准器耦合腔直接耦合到仿真耳传声器上。多频声校准器置于声压场模式,可按多频声校准器上已有的频率(如:31.5 Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz, 12.5 kHz, 16 kHz)选择频率,在电声测试仪上读出并记录对应频率的声压灵敏度级。以 1 kHz 参考频率时的声压灵敏度级为参考,其他频率下声压灵敏度级与之相比较而得出频率响应。

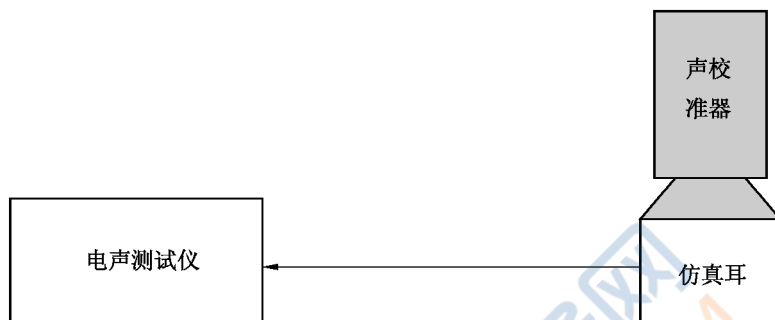


图 7 仿真耳声压灵敏度校准示意图

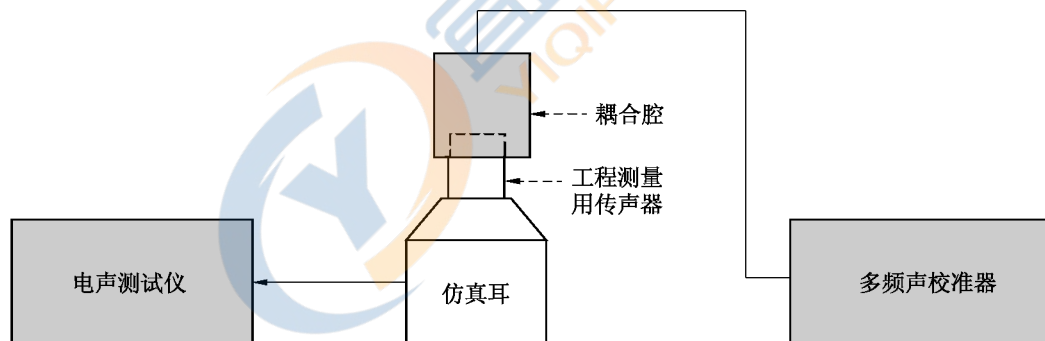


图 8 仿真耳传声器频率响应校准示意图

7.2.9 仿真嘴(含信号源)归一化自由声场响应

7.2.9.1 电声测试仪仿真嘴(含信号源)归一化自由声场响应的校准如图 9 所示。

7.2.9.2 按产品说明书的要求,将被校电声测试仪置于相应的测试功能(或校准状态),使电声测试仪声压级测量回路与主机接通并处于工作(或校准)状态;电声测试仪仿真嘴(含信号源部分)与主机接通并处于工作(或校准)状态。将实时声分析仪的传声器(连前置放大器)固定在距离仿真嘴唇平面 50 mm 处(不同类型传声器的安装方向分别见图 9a)和图 9b)),可以用小型支架安装,50 mm 高的柱形定距器定位,也可以使用厂家提供的定位环(用于自由声场型传声器)或定位卡边(用于声压型传声器)。

7.2.9.3 将实时声分析仪置于三分之一倍频程实时分析测试功能,被测电声测试仪仿

真嘴发出声仿真话音（或语音型随机噪声、粉红噪声、其他适当的宽带信号均可），按表 2 给出的频率记录距嘴唇平面 50 mm 处与嘴参考点（MRP）处的三分之一倍频程声压级。在距嘴唇平面 50 mm 处测得的三分之一倍频程声压级，与在嘴参考点（MRP）处测得的三分之一倍频程声压级的差值，即为仿真嘴（含信号源）归一化自由声场响应。

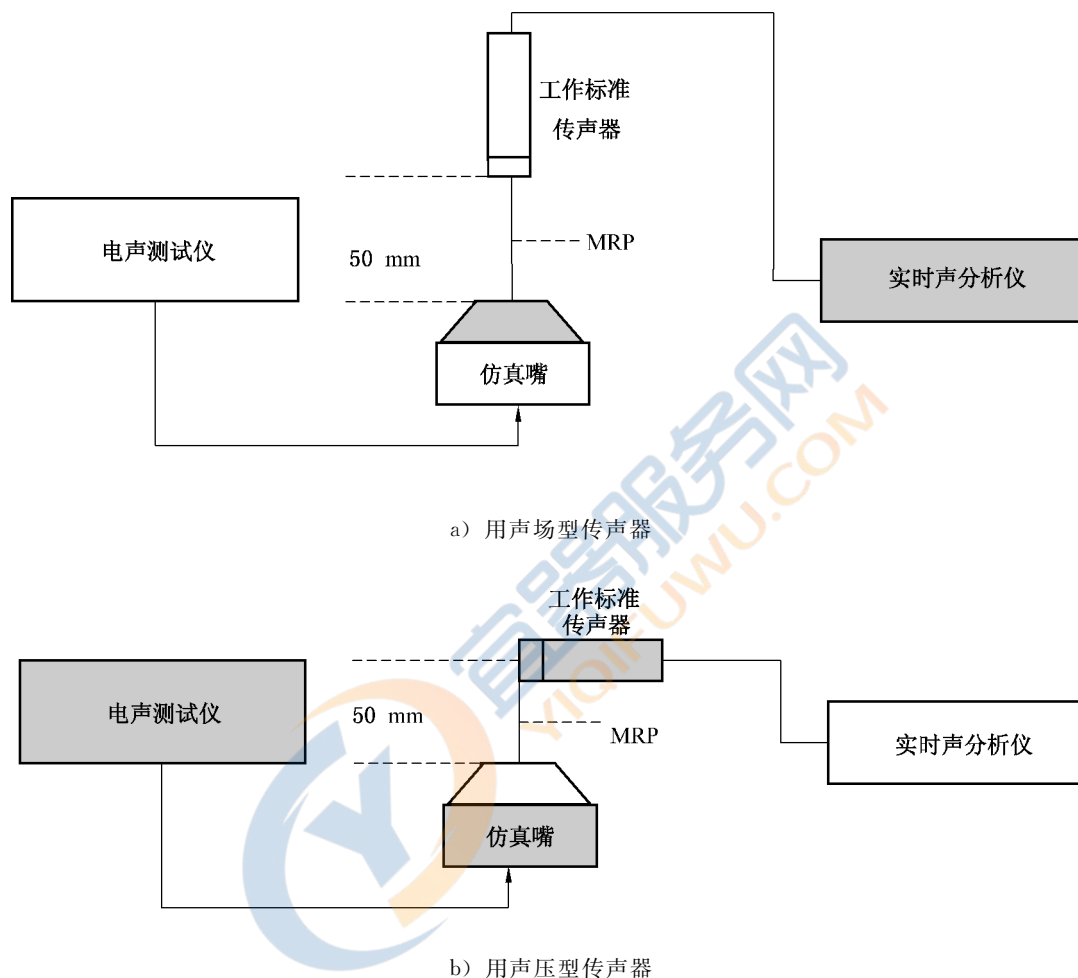


图 9 仿真嘴（含信号源）归一化自由声场响应校准示意图

7.2.10 仿真嘴（含信号源）可发出的最大声压级

7.2.10.1 电声测试仪仿真嘴（含信号源）可发出的最大声压级的校准如图 10 所示，实时声分析仪的传声器定位改为仿真嘴的嘴参考点（MRP）位。

注：部分制造商提供的校准或测试定位用的定距柱高度为 35 mm，包括仿真嘴唇 10 mm，与嘴参考点（MRP）位是一致的；国内部分制造商提供了 40 mm 定位环、定位卡，仅用于电声性能自校程序。

7.2.10.2 电声测试仪信号源设置为仿真话音（或语音型随机噪声、粉红噪声、其他适当的宽带信号均可）信号输出，或用连接扫频信号（选最快速挡）输出方式代替，实时声分析仪频率计权特性置于 Z（或 Lin 线性），时间计权置于 S 或时间计权常数 1 s 以上，逐步调节电声测试仪的信号源输出电压幅值。

注：以 20 μ Pa 为参考的声级测试仪（或声级计）1 Pa 声压时读数应为 94 dB。

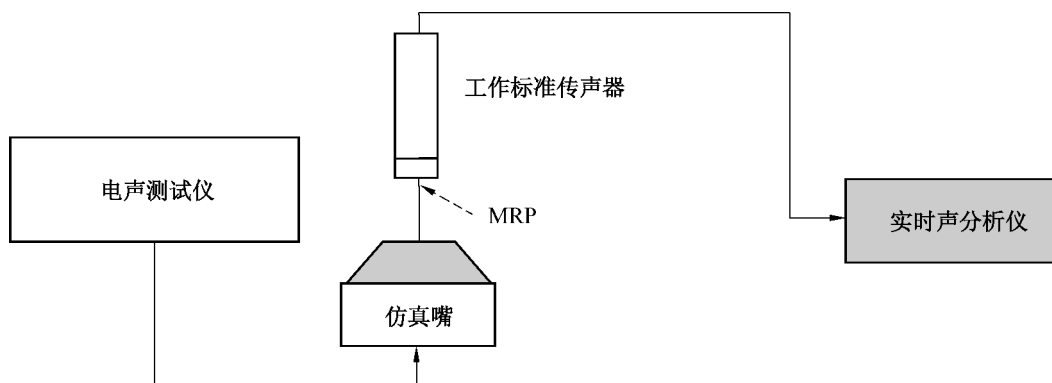


图 10 仿真嘴（含信号源）可发出的最大声压级校准示意图

7.2.11 仿真嘴（含信号源）声信号总失真

7.2.11.1 电声测试仪仿真嘴（含信号源）声信号总失真的校准如图 11 所示。

7.2.11.2 按产品说明书的要求，将被校电声测试仪置于相应的测试功能（或校准状态）。将电声测试仪输出端设置为正弦单频信号并输出到仿真嘴，在仿真嘴 MRP 处的单频声压级应达到 +6 dB（以 1 Pa 为参考）。按表 3 中的频率范围选择频率，在失真度测量仪上测得相应的总失真。

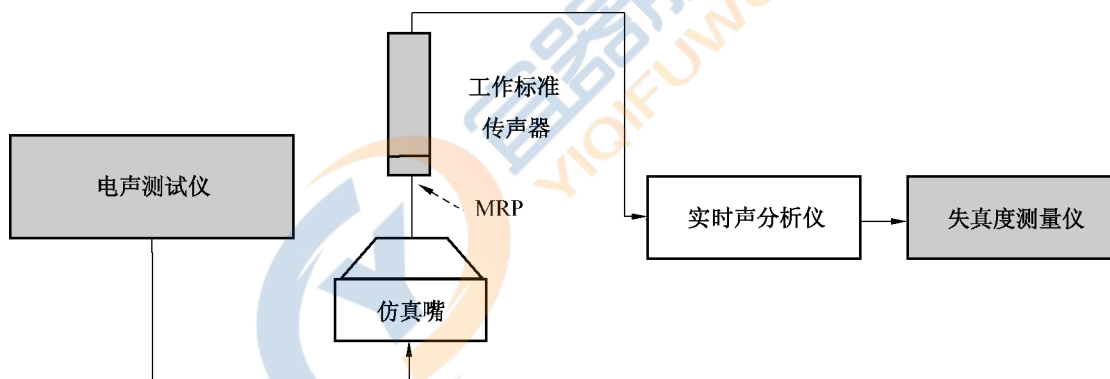


图 11 仿真嘴（含信号源）声信号总失真校准示意图

8 校准结果表达

8.1 校准数据处理

所有的数据应先计算，后修约，出具校准数据的有效位数按如下方法修约：

- 信号源频率范围频率值修约到四位或以上有效数字；信号源频率示值误差修约到两位有效数字；
- 信号源幅频特性修约到 0.1 dB；
- 信号源总失真修约到两位有效数字；
- 电信号测量（或指示器）幅值线性修约到 0.1 dB；
- 偏置电压误差修约到两位有效数字；
- 声压级测量误差修约到 0.1 dB；
- 仿真耳传声器的频率响应修约到 0.1 dB；

- h) 仿真嘴（含信号源）归一化自由声场响应修约到 0.1 dB;
- i) 仿真嘴（含信号源）可发出的最大声压级修约到 0.1 dB;
- j) 仿真嘴（含信号源）声信号总失真修约到两位有效数字。

8.2 校准证书

经校准的仪器应出具校准证书。校准证书应包括的信息及推荐的校准证书的内页格式见附录 A。

8.3 校准结果的测量不确定度

电声测试仪校准结果的不确定度按 JJF 1059—1999 的要求评定，不确定度评定的实例见附录 B。

9 复校时间间隔

电声测试仪的复校时间间隔建议为 1 年。然而，复校时间间隔的长短取决于其使用情况，如环境条件、使用频率及测量对象等，因此，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间间隔。

附录 A

校准证书的内容

A.1 校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 实验室的名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

A.2 推荐的校准用电声测试仪校准证书的内页格式见表 A.1。

表 A.1 校准证书的内页格式

校 准 结 果		共 页 第 1 页
一、外观		
二、信号源频率范围及示值误差		
下限频率 f_L _____ Hz 上限频率 f_H _____ Hz 频率范围 $f_L \sim f_H$ _____ Hz ~ _____ Hz		
频率误差：		
频率标称值 f_x / Hz	频率示值 f_s / Hz	误差 δ_f / %
20		
40		
80		
160		
315		
630		
1 000		
1 250		
2 500		
5 000		
10 000		
16 000		
20 000		

三、信号源幅频特性

频率 f/Hz	电压实测值 u_{xi}/V	幅频特性 R_{ui}/dB
20		
40		
80		
160		
315		
630		
1 000	(参考值 u_0)	0.0 (参考)
1 250		
2 500		
5 000		
10 000		
16 000		
20 000		

四、信号源总失真 (参考频率 1 kHz 时最大输出电压值: ____ V)

频率 f/Hz	总失真 D_x (THD+N) / %
20	
40	
80	
160	
315	
630	
1 000	
1 250	
2 500	
5 000	
10 000	
16 000	
20 000	

五、电信号测量（或指示器）幅值线性

a) 电信号测量整机灵敏度

频率 f Hz	调校前整机灵敏度 L_P 或 u mV 或 dB	调校后整机灵敏度 L'_P 或 u' mV 或 dB
1 000		

b) 电压直读（或指示）的幅值线性

频率：1 kHz

电压标称值 u_{Lx} mV	$20\lg(u_{Lx}/u_{L0})$ dB	电压实测值 u_{i_0} mV	$20\lg(u_{Lxi}/u_{L0i})$ dB	电压幅值线性误差 $\Delta_{L_{lin}}$ dB
$u_{L0} :$	0.0	$u_{L0i} :$	0.0	0.0（参考）

c) 相对电平指示时的幅值线性

频率：1 kHz

被校相对电平示值 r_{xi} dB	数表相对电平示值 (50 mV: 0 dB) ($r_{si} + 94$) / dB	幅值线性 $\Delta_{L_{lin}(r)}$ dB

六、偏置电压

标称值 $u_{p,N}$ V	实测值 $u_{p,s}$ V	误差 $\delta_{u_{p,N}}$ %
48		
60		
200		

七、声压级测量

频率：1 kHz

声压级示值 $L_{p,d}$ dB	调校后示值 $L_{p,d}$ dB	声压级实际值 $L_{p,ss}$ dB	误差 $\Delta_{L_{p,d}}$ dB

频率 f Hz	声压级示值 $L_{p,dfi}$ dB	声压级实际值 $L_{p,sfi}$ dB	误差 $\Delta_{L_{p,dfi}}$ dB
31.5			
63			
125			
250			
500			
1 000			
2 000			
4 000			
8 000			
12 500			
16 000			

八、仿真耳传声器（含测量部分）的频率响应

频率：1 kHz

仿真耳声压级示值 $L_{pe,dfi}$ dB	调校后声压级 $L_{pe,dfi}'$ dB	声校准器声压级实际值 $L_{pe,sfi}$ dB

频率 f / Hz	声压级 $L_{pe,dfi'}$ / dB	频率响应 R_{pe} / dB
31.5		
63		
125		
250		
500		
1 000	(参考值)	0.0
2 000		
4 000		
8 000		
12 500		
16 000		

九、仿真嘴（含信号源）归一化自由声场响应（声源类型：_____）

频率 f Hz	自由声场响应（标称值） $R_{p,si}$ / dB	自由声场响应（实测值） $R_{p,di}$ / dB
100	-5.0	
125	-5.0	
160	-5.0	
200	-5.0	
250	-5.0	
315	-5.0	
400	-5.0	
500	-5.0	
630	-4.9	
800	-4.8	
1 000	-4.8	
1 250	-4.8	
1 600	-4.8	
2 000	-4.7	
2 500	-4.6	
3 150	-4.6	
4 000	-4.6	
5 000	-4.5	
6 300	-4.5	
8 000	-4.9	

十、仿真嘴（含信号源）可发出的最大声压级（声源类型：_____）

声源类型	时间计权特性	最大声压级（参考声压为 1 Pa） $L_{p,max}/\text{dB}$

十一、仿真嘴（含信号源）声信号总失真

频率/Hz	MRP 处声压级 $L_{pm,di}/\text{dB}$	谐波失真 $H_i/\%$
100		
125		
150		
200		
500		
1 000		
2 000		
4 000		
6 000		
8 000		

校准结果测量不确定度的描述：

校准技术依据：

校准的环境条件：

空气温度：_____℃； 相对湿度：_____％； 气压：_____ kPa

附录 B

不确定度的评定实例

B.1 引言

电声测试仪的声压级测量部分是装置中十分重要的一部分，不仅是因为扬声器、音箱、蜂鸣器等必须用它来测量，也是声信号测量各功能部分中最便于校准、准确度最高的部分；在大多数电声测试仪的自校或校准程序中，一般都先校准声压级测量部分，再用校准后的声压级测量部分来校准仿真嘴。因此选择声压级测量作不确定度评定是十分必要的。

B.2 数学模型

电声测试仪声压级测量的校准，是用已校准、频率 1 kHz、声压级 94 dB 的 1 级声校准器直接与传声器耦合校准。校准声压级测量的误差按公式 (B.1) 计算。

$$\Delta L_{p,d} = L_{p,d} - L_{p,s} \quad (\text{B.1})$$

式中：

$\Delta L_{p,d}$ ——声压级测量（或校准）误差，dB；

$L_{p,d}$ ——被校声压级测量示值（或校准值），dB；

$L_{p,s}$ ——声校准器发出的声压级实际值（由上级传递的值），dB。

B.3 方差和灵敏系数

方差： $u_c^2 = c^2(L_{p,d})u^2(L_{p,d}) + c^2(L_{p,s})u^2(L_{p,s})$

灵敏系数： $c(L_{p,d}) = 1$

$c(L_{p,s}) = 1$

故： $u_c^2 = u^2(L_{p,d}) + u^2(L_{p,s}) \quad (\text{B.2})$

B.4 标准不确定度分量评定

采用上述方法校准电声测试仪时，其不确定度来自两个方面：用于校准的声校准器分量 $u(L_{p,s})$ ，和被校准的电声测试仪声压级测量单元分量 $u(L_{p,d})$ 。

B.4.1 声校准器声压级传递误差引入的不确定度分量 $u_1(L_p)$

声校准器 94 dB 检定或校准的不确定度为 0.11 dB， $k=2$ ，则：

$$u_1(L_p) = u(L_{p,s}) = 0.11 \text{ dB} / 2 = 0.055 \text{ dB}$$

B.4.2 被校电声测试仪声压级测量重复性引入的不确定度分量 $u_2(L_p)$

用 1 级声校准器对被校电声测试仪声压级测量单元在 1 kHz、94 dB 做 10 次独立的校准，其结果见表 B.1。

表 B.1 用声校准器做 10 次独立的校准结果

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值/dB	94.1	94.2	94.1	94.2	94.1	94.0	94.1	94.1	94.2	94.1
平均值：	94.12 dB									
标准偏差：	0.063 dB									

则 $u_2(L_p) = 0.063 \text{ dB}$ ， $u_2(L_p) = u_1(L_{p,d})$

B.4.3 环境的外部噪声干扰对校准影响引入的标准不确定度分量 $u_4(L_p)$

由于校准在封闭的耦合腔内进行，一般的环境外部噪声已被有效隔离衰减，通过试验得到验证证明， $u_4(L_p)=u_3(L_{p,d})$ 可忽略不计。

B.4.4 校准时，由于耦合和方位变化影响引入的标准不确定度分量 $u_5(L_p)$

由于耦合和方位变化对具有声级压缩功能的声校准器声腔内声压级的影响量非常微小，也具有随机性，即使有影响，包括外界其他一些因素的影响也体现在 A 类评定的分量 $u_2(L_p)$ 之中了，因此，这些短期、不可控的随机影响可忽略不计，可以通过 A 类评定综合反映出来，因此 $u_5(L_p)=u_4(L_{p,d})$ 可忽略不计。

B.5 标准不确定度各分量一览表

表 B.2 标准不确定度各分量一览表

标准不确定度 各分量 $u_i(L_p)$	不确定度来源	$c_i(L_p)$	$ c_i(L_p) u_i(L_p) / \text{dB}$
$u_1(L_p)$	标准声校准器声压级传递误差	-1	0.055
$u_2(L_p)$	被校电声测试仪声压级测量重复性	1	0.063
$u_4(L_p)$	外部环境噪声干扰	1	可忽略
$u_5(L_p)$	耦合方位、腔体积变化等对标准声源的影响	-1	可忽略

B.6 合成标准不确定度

表 B.2 所列各标准不确定度分量互不明显相关，根据合成不确定度计算公式，将各标准不确定度分量及灵敏系数代入式 (B.2)：

$$\begin{aligned}
 u_c^2 &= u^2(L_{p,d}) + u^2(L_{p,s}) \\
 &= u_1^2(L_p) + u_2^2(L_p) + u_3^2(L_p) + u_4^2(L_p) + u_5^2(L_p) \\
 &= (0.055 \text{ dB})^2 + (0.063 \text{ dB})^2 \\
 &\approx (0.084 \text{ dB})^2
 \end{aligned}$$

合成标准不确定度：

$$u_c \approx 0.084 \text{ dB}$$

B.7 扩展不确定度

合成后的标准不确定度，按近似正态分布考虑，当取包含因子 $k=2$ 时，对应 t 分布的置信概率 $p=95\%$ ，其扩展不确定度

$$U = k \times u_c = 0.084 \text{ dB} \times 2 = 0.168 \text{ dB}$$

与声压级测量结果末位 0.1 dB 对齐，则 1 级标准声校准器在 1 kHz、94 dB 时对电声测试仪声压级测量进行校准时的测量扩展不确定度 $U=0.2 \text{ dB}$ ， $k=2$ 。