



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 176—2005

声 校 准 器

Sound Calibrators

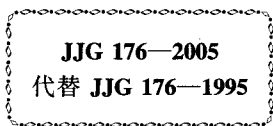
2005 - 04 - 28 发布

2005 - 10 - 28 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

声校准器检定规程

Verification Regulation of
Sound Calibrators



本规程经国家质量监督检验检疫总局 2005 年 4 月 28 日批准，并自 2005 年 10 月 28 日起施行。

归口单位： 全国声学计量技术委员会
起草单位： 中国计量科学研究院
北京市产品质量监督检验所

本规程委托全国声学计量技术委员会负责解释

本规程起草人：

- 陈剑林 （中国计量科学研究院）
张美娥 （中国计量科学研究院）
郑晓媛 （中国计量科学研究院）
孙路伟 （北京市产品质量监督检验所）
帅正萍 （中国计量科学研究院）
白 滢 （中国计量科学研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 声校准器	(1)
3.2 规定声压级	(1)
3.3 标称声压级	(2)
3.4 规定频率	(2)
3.5 标称频率	(2)
3.6 主声压级	(2)
3.7 主频率	(2)
3.8 重复	(2)
3.9 总失真	(2)
3.10 参考平面	(2)
3.11 传声器有效负载体积	(2)
4 概述	(2)
5 计量性能要求	(2)
5.1 通用要求	(2)
5.2 声压级和短期级漂移	(3)
5.3 频率	(3)
5.4 总失真	(4)
6 通用技术要求	(4)
6.1 材料和结构	(4)
6.2 铭牌、标志和使用说明书	(4)
7 计量器具控制	(4)
7.1 检定条件	(4)
7.2 检定项目	(5)
7.3 检定方法	(5)
7.4 检定结果的处理	(11)
7.5 检定周期	(12)
附录 A 测量不确定度的最大限值	(13)
附录 B 检定证书和检定结果通知书的内页格式	(14)
附录 C 声校准器测量不确定度评定实例	(16)

声校准器检定规程

本规程依据国际电工委员会 IEC 60942: 2003 《电声学—声校准器》，除声校准器型式评价部分的相关内容未采用外，其他技术内容等同。

1 范围

本规程适用于 1S 级（实验室标准）、1 级和 2 级声校准器的首次检定、后续检定和使用中的检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

JJF 1001—1998 《通用计量术语及定义》

JJF 1059—1999 《测量不确定度评定与表示》

JJG 188—2002 《声级计》

JJG 790—1992 《标准电容传声器》

GB/T 3102.7—1993 《声学的量和单位》

GB/T 3947—1996 《声学名词术语》

IEC 60942: 2003 《Electroacoustics - Sound calibrators》

IEC 61094—1: 2000 《Measurement microphones - Part 1: Specifications for laboratory standard microphones》

IEC 61094—2: 1992 《Measurement microphones - Part 2: Primary method for pressure calibration of laboratory standard microphones by the reciprocity technique》

IEC 61094—4: 1995 《Measurement microphones - Part 4: Specifications for working standard microphones》

IEC 61094—5: 2001 《Measurement microphones - Part 5: Methods for pressure calibration of working standard microphones by comparison》

ISO 266: 1997 《Acoustics Preferred frequencies》

在使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和计量单位

本规程采用 GB3102.7 中规定的声学的量和单位、JJF1059 给出的测量不确定度评定方法、以及 GB/T3947 和 JJF1001 中规定的相关术语和定义。根据本规程需要，采用 IEC 60942 中的以下术语和定义。

3.1 声校准器 (sound calibrator)

声校准器是一种当耦合到规定型号和结构的传声器上时，能产生规定声压级和规定频率的正弦声压的装置。

3.2 规定声压级 (specified sound pressure level)

在参考环境条件下，声校准器和一个已知型号和结构的传声器一起使用时所产生的声压级，它对单个的声校准器（如 LS 级声校准器）或相同型号的所有声校准器（如 1 级或 2 级声校准器）是有效的。

3.3 标称声压级 (nominal sound pressure level)

为标记使用，取整到最接近于规定声压级的分贝值，它对相同型号的所有声校准器是有效的。

3.4 规定频率 (specified frequency)

在参考环境条件下，由声校准器产生的声信号频率，它对单个的声校准器（如 LS 级声校准器）或相同型号的所有声校准器（如 1 级或 2 级声校准器）是有效的。

3.5 标称频率 (nominal frequency)

接近于规定频率，为标记使用，通常按 ISO266 进行取整。

3.6 主声压级 (principal sound pressure level)

仪器使用说明书中所规定的主要声压级。

3.7 主频率 (principal frequency)

仪器使用说明书中所规定的主要频率。

3.8 重复 (replication)

将传声器耦合到声校准器，然后将传声器从声校准器完全移开的重复测量。

3.9 总失真 (total distortion)

所有失真分量的方均根值与整个信号的方均根值之比的百分数。

3.10 参考平面 (reference plane)

传声器和声校准器之间的接触面。

3.11 传声器有效负载体积 (effective load volume of a microphone)

在参考环境条件下，与由参考平面、传声器膜片和参考平面上传声器的外圆柱面所限定的腔体具有相同声顺的空气体积，包括传声器的等效体积（见 IEC 61094-1）。

注：有效负载体积通常用立方毫米表示。

4 概述

声校准器是一种当耦合到规定型号和结构（如带或不带保护栅）的传声器上时，能在一个或多个频率上产生一个或多个已知声压级的装置。声校准器产生的声压级与气压、温度和相对湿度等环境条件有关。

声校准器主要有两种用途：

- a) 确定规定型号和结构的传声器的声压灵敏度；
- b) 检查或调节声学测量装置或系统的总灵敏度。

5 计量性能要求

5.1 通用要求

5.1.1 为适合不同类型的传声器，制造商提供的适配器应为声校准器的一部分。

5.1.2 声校准器可以在一个或多个频率上产生一个或多个声压级，同一声校准器产生

的多个频率或多个声压级应有相同的准确度等级。

5.1.3 对需进行环境条件修正的声校准器，应给出参考环境条件下的测定值，使用说明书应提供在不同环境条件下的修正方法。

5.1.4 使用说明书应提供当传声器与声校准器耦合后声压级和频率达到稳定所需的时间，其稳定时间不应超过 30s。

5.2 声压级和短期级漂移

5.2.1 声校准器产生的主声压级应大于 90dB。

5.2.2 在参考环境条件下或参考环境条件附近，即：气压 97kPa ~ 105kPa、温度 20℃ ~ 26℃和相对湿度 40% ~ 65%的环境条件范围内，声校准器产生的声压级与相应规定声压级之差的绝对值，包括测量所引入的不确定度（见附录 A）不应超过表 1 的规定，表 1 给出了在参考环境条件下或参考环境条件附近时的声压级允差和短期级漂移限值的绝对值。

表 1 声压级允差和短期级漂移的限值

标称频率范围 Hz	声压级允差（绝对值）/dB			短期级漂移限值（绝对值）/dB		
	LS 级	1 级	2 级	LS 级	1 级	2 级
31.5 ~ < 160	—	0.50	—	—	0.20	—
160 ~ 1250	0.20	0.40	0.75	0.05	0.10	0.20
> 1250 ~ 4000	—	0.60	—	—	0.10	—
> 4000 ~ 8000	—	0.80	—	—	0.10	—
> 8000 ~ 16000	—	1.00	—	—	0.10	—

注：本规程中，所有涉及的测量不确定度在未作特殊规定时，其包含因子 $k=2$ ，相当于 95% 的置信概率。

5.3 频率

5.3.1 声校准器产生的主频率应在 160Hz ~ 1250Hz 频率范围内。规定频率应为 ISO266 中给出的准确频率。

5.3.2 在参考环境条件下或参考环境条件附近，即：气压 97kPa ~ 105kPa、温度 20℃ ~ 26℃和相对湿度 40% ~ 65%的环境条件范围内，声校准器产生的声信号频率与相应规定频率之差的绝对值（以百分比表示），包括测量所引入的不确定度（见附录 A）不应超过表 2 的规定，表 2 给出了在参考环境条件下或参考环境条件附近时的频率允差的绝对值。

表 2 频率允差

频率允差（绝对值）/%		
LS 级	1 级	2 级
1.0	1.0	2.0

5.4 总失真

在声校准器的每个规定频率上，至少在 22.5Hz~20kHz 频率范围内测量总失真。其最大总失真，包括测量所引入的不确定度（见附录 A）不应超过表 3 的规定。

表 3 最大总失真

标称频率范围 Hz	总失真/%		
	LS 级	1 级	2 级
31.5 ~ < 160	—	4.0	—
160 ~ 1250	2.5	3.0	4.0
> 1250 ~ 16000	—	4.0	—


6 通用技术要求

6.1 材料和结构

声校准器使用的材料和结构应保证其有长期的使用稳定性。

6.2 铭牌、标志和使用说明书

6.2.1 声校准器应具有以下清晰而耐久的标志：

- 1) 制造商的名称；
- 2) 产品的型号、序列号和  标志；
- 3) 采用国际标准或国家标准的标准编号；
- 4) 声校准器的准确度等级，如需进行环境条件修正的应在准确度等级后加 ‘C’ 标志，如 LS 级为 LS/C。

标志，如 LS 级为 LS/C。

6.2.2 非供操作者使用的部件，应采用密封或标记的方法加以保护，以免影响声校准器的准确度。

6.2.3 每台声校准器应附有使用说明书，包括所有附件的资料。

7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定以及使用中的检验。

7.1 检定条件

7.1.1 计量标准和主要配套设备

1) 实验室标准传声器

在 31.5Hz ~ 6.3kHz 频率范围内，开路声压灵敏度级的测量不确定度应不大于 0.05dB ($k=2$)；在 20Hz ~ 16kHz 频率范围内，开路声压灵敏度级的测量不确定度应不大于 0.10dB ($k=2$)。

2) 工作标准传声器

在 31.5Hz ~ 6.3kHz 频率范围内，开路声压灵敏度级的测量不确定度应不大于 0.1dB ($k=2$)，在 20Hz ~ 16kHz 频率范围内，开路声压灵敏度级的测量不确定度应不大于 0.2dB ($k=2$)，年稳定度优于 ± 0.03 dB。

3) 声校准器

声校准器的准确度等级应为本规程给出的 1S 级（实验室标准）或 1 级。

注：1S 级和 1 级声校准器分别适用于 1 级和 2 级声校准器作比较法测量。

4) 测量放大器

测量放大器的频率范围为 20Hz ~ 20kHz，频率响应优于 $\pm 0.2\text{dB}$ ，总失真应不大于 0.1%，在检定期间的稳定度优于 $\pm 0.02\text{dB}$ 。

5) 正弦信号发生器

在 20Hz ~ 20kHz 频率范围内，总失真应不大于 0.1%，在检定期间的幅值稳定度优于 $\pm 0.02\text{dB}$ 。

6) 前置放大器

在 20Hz ~ 20kHz 频率范围内，总失真应不大于 0.1%，在检定期间的稳定度优于 $\pm 0.01\text{dB}$ 。

7) 交直流电压表

在检定频率范围内，交直流电压表的最大允许误差应优于 $\pm 0.5\%$ （AC）或 $\pm 0.05\%$ （DC）。

8) 失真度测量仪

在检定频率范围内，失真度测量仪引起的测量不确定度应不大于 0.5%（ $k=2$ ）。

9) 频率计

在检定频率范围内，频率计的最大允许误差应优于 $\pm 0.05\%$ 。

10) 气压计

在检定环境条件内，气压计的最大允许误差应优于 $\pm 0.2\text{kPa}$ 。

11) 温度计

在检定环境条件内，温度计的最大允许误差应优于 $\pm 0.2\text{℃}$ 。

12) 湿度计

在检定环境条件内，湿度计的最大允许误差应优于 $\pm 4\%$ 。

7.1.2 参考环境条件

温度：23℃；

相对湿度：50%；

气压：101.325kPa。

7.1.3 检定环境条件

温度：(20 ~ 26)℃；

相对湿度：(30 ~ 90)%；

气压：(80 ~ 105) kPa。

检定时背景噪声应低于被检声校准器相应标称声压级 50dB。

7.2 检定项目

声校准器的首次检定、后续检定和使用中检验项目见表 4。

7.3 检定方法

7.3.1 外观检查

声校准器应具有清晰的标志,包括名称、型号、序列号、**MC**标志、执行标准的编号、准确度等级和制造商等。外观不应有机械损伤、声漏等现象。电池电压应在规定的工作电压范围内。

表 4 声校准器的首次检定、后续检定和使用中检验项目一览表

项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观检查	+	+	+
使用说明书	+	-	-
声压级	+	+	+ (仅使用比较法)
短期级漂移	+	-	-
频率	+	+ (仅在主声压级上)	-
总失真	+	+	-

注：“+”表示需检的项目，“-”表示不需检的项目。

7.3.2 使用说明书

在对声校准器作首次检定时,需全面检查和校核其使用说明书,使用说明书中给出的相关技术指标应符合对声校准器的技术要求。

7.3.3 声压级

声压级检定可使用传声器法和声校准器比较法。对 LS 级声校准器应使用已校准过的实验室标准传声器,并采用传声器法检定;对 1 级和 2 级声校准器可使用已校准过的工作标准传声器,并可采用传声器法或声校准器比较法进行检定。

7.3.3.1 传声器法

声校准器的实际测量声压级 L_p 可由公式 (1) 给出,实际测量声压级与规定声压级之差不应超过表 1 所规定的相应允差。

$$L_p = \overline{L_{pi}} + k_0 + \Delta\beta + \Delta k + \Delta p + \Delta H \quad (1)$$

式中: $\overline{L_{pi}}$ —— i 次测量的算术平均声压级, dB;

k_0 ——实验室标准传声器或工作标准传声器的开路声压灵敏度级修正值, dB;

$\Delta\beta$ ——前置放大器的传输损失, dB;

Δk ——声校准器的气压修正量, dB [如适用];

Δp ——腔体积修正量, dB [如适用];

ΔH ——相对湿度修正量, dB [如适用]。

1) 平均声压级 $\overline{L_{pi}}$

声压级检定装置方框图如图 1 所示:

检定装置按规定时间预热后,测量放大器放置在内校上,调节“前置放大器输入”或“直接输入”的灵敏度,使其增益相同,并观察连接在测量放大器输出端的直流(或交流)电压表有相同的示值。

依据被检声校准器的标称声压级,将测量放大器置于相应的工作量程位置上,时间计权使用 F 挡(快挡),频率响应置于“线性”挡。实验室标准传声器(或工作标准传

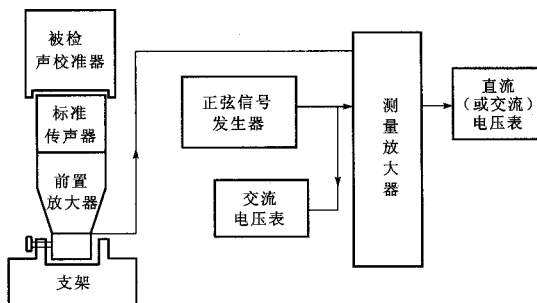


图1 声压级检定装置方框图(传声器法)

声器)紧密地插入被检声校准器的耦合腔内,使其参考平面与水平面平行,如制造商规定了声校准器的工作方位,则按规定的工作方位进行检定。

接通被检声校准器的电源,在制造商规定的稳定时间后,先将测量放大器置于“前置放大器输入”上,测量其输出声压级,并在连接测量放大器输出端的直流(或交流)电压表上读取示值,测量时间应大于20s。然后将测量放大器置于“直接输入”上,调节正弦信号发生器的输出信号频率与被检声校准器的频率相同,并调节其输出信号电压,使连接在测量放大器输出端的直流(或交流)电压表的示值与上述读取的示值相同,此时用交流电压表测量正弦信号发生器输出端的电压值 U_i ,并将此电压值按公式(2)换算成分贝值 L_{pi} 表示。

$$L_{pi} = 20 \lg \frac{U_i}{U_0} \quad (2)$$

式中: U_i ——测量到的电压值;

U_0 ——参考电压,1 μ V。

上述过程重复3次,求出算术平均声压级 $\overline{L_{pi}}$,每一次重复均应包括标准传声器与被检声校准器的重新耦合与分离。

2) 标准传声器的开路声压灵敏度级修正值 k_0

检定使用的标准传声器应根据使用说明书提供的环境条件修正方法,把参考环境条件下的传声器开路声压灵敏度级修正到实际检定环境时的传声器开路声压灵敏度级。修正也可使用公式(3)的方法:

$$L_{px} = L_{p0} + \alpha_p(p - 101.325) + \alpha_1(T - 23) \quad (3)$$

式中: L_{px} ——实际检定环境时的标准传声器开路声压灵敏度级, dB;

L_{p0} ——参考环境条件下的标准传声器开路声压灵敏度级, dB;

α_p ——气压修正系数, dB/kPa;

α_1 ——温度修正系数, dB/ $^{\circ}$ C;

p ——实际检定时的气压, kPa;

T ——实际检定时温度, °C。

则开路声压灵敏度级的修正值 k_0 可由式 (4) 给出:

$$k_0 = -26 - L_{px} \quad (4)$$

注: 对 B&K4160、4180、4144 和 4145 型电容传声器, 在 250Hz 时的气压修正系数 α_p 和温度修正系数 α_t 见表 5。

表 5 气压修正系数和温度修正系数

电容传声器型号	4160 型	4180 型	4144/4145 型
气压修正系数/(dB/kPa)	-0.016	-0.007	-0.014
温度修正系数/(dB/°C)	-0.003	-0.002	-0.003

3) 前置放大器的传输损失 $\Delta\beta$

前置放大器的传输损失 $\Delta\beta$ 可用插入电压法测定, 也可由图 2 所示的测量装置测定。

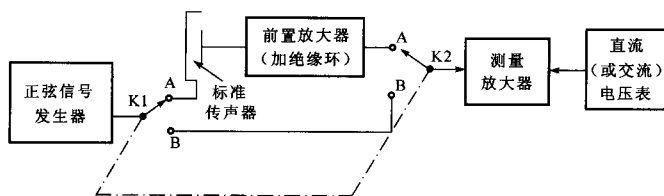


图 2 前置放大器传输损失测量装置示意图

在测量装置开机前, 先在标准传声器与前置放大器之间加接一个绝缘环和一个延长导体, 以保证标准传声器外壳与前置放大器外壳的绝缘隔离和标准传声器后级与前置放大器输入信号端之间有效接触。

待测量装置按规定时间预热后, 测量放大器放置在内校上, 调节“前置放大器输入”或“直接输入”的灵敏度, 使其增益相同, 并观察连接在测量放大器输出端的直流(或交流)电压表有相同的示值。

调节正弦信号发生器的输出信号频率和幅度, 使其和被检声校准器的声信号频率和幅度相当。先将开关 K1 和 K2 同时打在 A 的位置, 正弦信号发生器的输出信号电压经标准传声器外壳, 通过传声器振膜与后极板组成的电容耦合到前置放大器后进入测量放大器的“前置放大器输入”端, 并使测量放大器上产生一合适的指示, 记下直流(或交流)电压表的示值 U_A 。然后将开关 K1 和 K2 同时打在 B 的位置, 则正弦信号发生器的输出信号直接由测量放大器的“直接输入”端输入, 记下直流(或交流)电压表的示值 U_B , 则前置放大器的传输损失 $\Delta\beta$ 可由公式 (5) 求得:

$$\Delta\beta = 20\lg \frac{U_A}{U_B} \quad (5)$$

4) 声校准器的气压修正量 Δk

对需进行气压修正的声校准器，在实际检定环境条件下测得的声压级应根据使用说明书提供的气压修正方法进行修正，给出在参考环境条件下的声压级。

目前国内常见声校准器（一般指活塞发声器）的气压修正量 Δk 可从公式（6）求得：

$$\Delta k = -20\lg \frac{p}{p_0} \quad (6)$$

式中： p ——实际检定时的气压，kPa；

p_0 ——参考气压，101.325 kPa。

5) 声校准器的腔体积修正量 Δp

声校准器产生的声压级与耦合腔体积（包括传声器的前腔等效体积以及热传导附加体积）有关，当耦合腔体积超出标准体积时，必须进行腔体积修正，腔体积修正量 Δp 可从公式（7）求得：

$$\Delta p = -20\lg \frac{V}{V + \Delta V} \quad (7)$$

式中： V ——腔标准体积， cm^3 ；

ΔV ——腔体积变化量， cm^3 。

注1：对使用一些腔体积已知的标准传声器，可根据表6提供的腔体积修正量进行修正。

表6 腔体积修正量

标准传声器型号	腔体积修正量/dB	
	不带保护栅	带保护栅
WE640AA	-0.3	-0.42
MR103	-0.3	-0.42
B&K4131、4132	-0.25（带 DB0111 适配环）	+0.05
B&K4144、4145	-0.25（带 DB0111 适配环）	-0.05
B&K4160	-0.28	-0.43
B&K4180	-0.08	—
B&K4133、4134	-0.08（带 UA0825）	0.00
B&K4135/4136	—	0.00

注2：目前需要进行腔体积修正的声校准器一般为活塞发声器，对具备自动声压缩功能的声校准器（如 B&K4231 型）和腔体积修正可以忽略不计的声校准器（如 B&K4230 型），则不需要进行腔体积修正。

6) 声校准器的相对湿度修正量 ΔH

对需进行相对湿度修正的声校准器，在实际检定环境条件下测得的声压级应根据使

用说明书提供的相对湿度修正方法进行修正，给出在参考环境条件下的声压级。

注：目前给出相对湿度修正方法仅有 B&K 4228 型活塞发声器，其修正量 ΔH 可从图 3 和公式 (8) 求得：

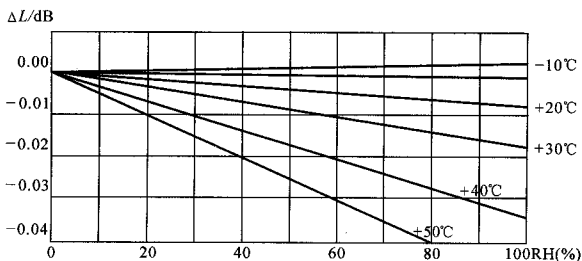


图 3 在不同温度、相对湿度下的修正值 ΔL

$$\Delta H = -\frac{101.325}{p} \times \Delta L - 0.0064 \quad (8)$$

式中： p ——实际检定时的气压，kPa；

ΔL ——由图 3 查得的相应修正量，dB。

7.3.3.2 声校准器比较法

对 1 级声校准器，声压级检定可采用与已知声压级的 LS 级声校准器进行直接比较；对 2 级声校准器，声压级检定可采用与已知声压级的 LS 级或 1 级声校准器进行直接比较。检定装置示意图如图 4 所示：

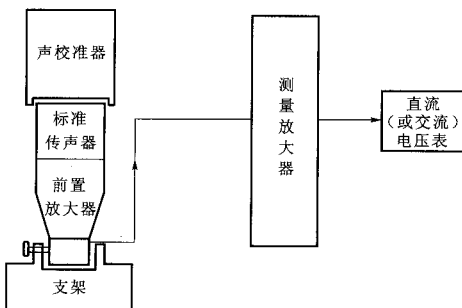


图 4 声压级检定装置方框图（声校准器比较法）

依据被检声校准器的标称声压级，将测量放大器置于相应的工作量程位置上，时间计权使用 F 挡（快挡），频率响应置于“线性”挡。实验室标准传声器（或工作标准传声器）紧密地插入被检声校准器的耦合腔内，使其参考平面与水平面平行，如使用说明书规定了声校准器的工作方位，则按规定的工作方位进行检定。接通被检声校准器的电

源, 在使用说明书规定的稳定时间后, 读取连接在测量放大器输出端的直流 (或交流) 电压表上的电压示值 U_i , 然后将已知声压级的声校准器替代被检声校准器, 并在连接测量放大器输出端的直流 (或交流) 电压表上读取电压示值 U_0 。则被检声校准器的实际声压级 L_{pi} 可由公式 (9) 给出:

$$L_{pi} = L_{p0} + 20 \lg \frac{U_i}{U_0} \quad (9)$$

式中: L_{p0} ——比较用声校准器的已知声压级, dB。

上述过程重复 3 次, 求出算术平均声压级 $\overline{L_p}$ 。

当被检声校准器与比较用声校准器的已知声压级和频率不同时, 应对标准传声器的频响特性和前置放大器、测量放大器的频响特性以及级线性误差进行修正。

注: 对具有自动声压缩功能的声校准器与没有自动声压缩功能的声校准器进行比较时, 应注意具有自动声压缩功能的声校准器不需要考虑腔体体积修正和气压修正, 而没有自动声压缩功能的声校准器需对腔体体积变化和实际检定时的气压进行修正。

7.3.4 短期级漂移

短期级漂移检定在被检声校准器的主声压级上进行, 检定装置方框图如图 1 和图 4 所示, 依据被检声校准器的主声压级, 将测量放大器置于相应的工作量程位置上, 时间计权使用 F 挡 (快挡), 频率响应置于“线性”挡。实验室标准传声器 (或工作标准传声器) 紧密地插入被检声校准器的耦合腔内, 使其参考平面与水平面平行, 如使用说明书规定了声校准器的工作方位, 则按规定的工作方位进行检定。

接通被检声校准器的电源, 在使用说明书规定的稳定时间后, 在 20s 测量时间内, 连续读取直流 (或交流) 电压表上的电压示值至少 10 次, 并按公式 (2) 将电压值转换成成分贝值, 其测量中的最大值与最小值之差的一半即为被检声校准器的短期级漂移。

7.3.5 频率

频率检定在被检声校准器的主声压级上进行, 检定装置方框图如图 1 或图 4 所示, 在按以上 7.3.3.1 条或 7.3.3.2 条进行主声压级检定时, 将频率计连接至测量放大器的输出端, 并在频率计上直接读取其频率示值, 被检声校准器的频率误差 Δf 可由公式 (10) 给出:

$$\Delta f = \left| \frac{f_i - f_0}{f_0} \right| \quad (10)$$

式中: Δf ——被检声校准器的频率误差, %;

f_i ——测量到的频率, Hz;

f_0 ——被检声校准器的规定频率, Hz。

7.3.6 总失真

总失真检定装置方框图如图 1 或图 4 所示, 在按以上 7.3.3.1 条或 7.3.3.2 条进行各频率点上的声压级检定时, 将失真度测量仪连接至测量放大器的输出端, 并在失真度测量仪上直接读取被检声校准器各频率点上的每个声压级的总失真。

7.4 检定结果的处理

经检定合格的声校准器发给检定证书; 检定不合格的声校准器发给检定结果通知

书，并注明不合格的项目。检定证书和检定结果通知书的内页格式见附录 B。

7.5 检定周期

声校准器的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

测量不确定度的最大限值

在本规程中,声校准器的电声性能允差包括了由检定所引入的测量不确定度,为保证声校准器的检定结果与本规程的技术要求一致,表 A1~表 A3 分别规定了在进行声压级、频率和总失真检定时所能引入的测量不确定度的最大限值。

表 A.1 声压级和短期级漂移检定时的测量不确定度的最大限值

标称频率范围 Hz	检定声压级的不确定度/dB			检定短期级漂移的不确定度/dB		
	LS 级	1 级	2 级	LS 级	1 级	2 级
31.5 ~ < 160	—	0.20	—	—	0.10	—
160 ~ 1250	0.10	0.15	0.35	0.02	0.03	0.05
> 1250 ~ 4000	—	0.25	—	—	0.03	—
> 4000 ~ 8000	—	0.35	—	—	0.03	—
> 8000 ~ 16000	—	0.50	—	—	0.03	—

表 A.2 频率检定时的测量不确定度的最大限值

检定频率的不确定度/%		
LS 级	1 级	2 级
0.3	0.3	0.3

表 A.3 总失真检定时的测量不确定度的最大限值

标称频率范围 Hz	检定总失真的不确定度/%		
	LS 级	1 级	2 级
31.5 ~ < 160	—	1.0	—
160 ~ 1250	0.5	0.5	1.0
> 1250 ~ 16000	—	1.0	—

附录 B

检定证书和检定结果通知书的内页格式

B.1 检定证书内页格式

检定结果

共 页 第 页

一、外观检查：

二、声压级：

规定声压级/dB	测量声压级/dB	声压级差的绝对值/dB

三、频率：

规定频率/Hz	测量频率/Hz	频率误差/%

四、总失真：

规定频率/Hz	规定声压级/dB	总失真/%

检定环境条件：

温 度：_____℃

相对湿度：_____%

气 压：_____kPa

检定依据：JJG 176—2005 声校准器检定规程

测量不确定度：

使用标准装置名称：

说明：

B.2 检定结果通知书内页格式

检定结果

共 页 第 页

一、外观检查：

二、声压级：

规定声压级/dB	测量声压级/dB	声压级差的绝对值/dB

三、频率：

规定频率/Hz	测量频率/Hz	频率误差/%

四、总失真：

规定频率/Hz	规定声压级/dB	总失真/%

检定环境条件：

温 度：_____℃

相对湿度：_____%

气 压：_____kPa

检定依据：JJG 176—2005 声校准器检定规程

测量不确定度：

使用标准装置名称：

检定结果通知书中应标明检定不合格的项目，对不能继续进行检定的项目加以说明。

附录 C

声校准器测量不确定度评定实例

声校准器的主要量值为声压级，以下就 1 级声校准器（活塞发声器）用传声器法的测量结果作特定的不确定度分析。

C.1 数学模型

活塞发声器发生的总声压级 L_p 可由式 (C.1) 给出：

$$L_p = \overline{L_{pi}} + k_0 + \Delta\beta + \Delta k + \Delta p + \Delta H \quad (\text{C.1})$$

式中： $\overline{L_{pi}}$ —— i 次测量的平均声压级，dB；

k_0 ——实验室标准传声器的开路声压灵敏度级修正值，dB；

$\Delta\beta$ ——前置放大器的传输损失，dB；

Δk ——声校准器的气压修正量，dB；

Δp ——腔体积修正量，dB；

ΔH ——相对湿度修正量，dB（不适用）。

C.2 灵敏度系数

由 (C.1) 式可知，六个分量互不相关，其中相对湿度修正量可忽略不计，则方差为

$$u_c^2(L_p) = c_1^2 u^2(\overline{L_{pi}}) + c_2^2 u^2(k_0) + c_3^2 u^2(\Delta\beta) + c_4^2 u^2(\Delta k) + c_5^2 u^2(\Delta p)$$

式中灵敏度系数为：

$$c_1 = \frac{\partial(L_p)}{\partial(\overline{L_{pi}})} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial(L_p)}{\partial(k_0)} = 1$$

$$c_3 = \frac{\partial(L_p)}{\partial(\Delta\beta)} = 1$$

$$c_4 = \frac{\partial(L_p)}{\partial(\Delta k)} = 1$$

$$c_5 = \frac{\partial(L_p)}{\partial(\Delta p)} = 1$$

C.3 A 类标准不确定度的评定

活塞发声器各次测量到的声压级汇总于表 C.1。

求得实验标准偏差为：0.0126 (dB)

则 3 次测量平均值的标准偏差为： $u_1 = s_1 = 0.0126/\sqrt{3} = 0.0073$

C.4 B 类标准不确定度评定

C.4.1 根据本规程 7.3.3.1 条款，单次测量的 L_{pi} 值来源于两方面的误差：

1) 在测量放大器上，“直接输入”和“传声器输入”灵敏度调节的最大偏差为 0.003dB，以均匀分布考虑，取 $k = \sqrt{3}$ 。则： $u_2 = 0.003/\sqrt{3} = 0.0017$ (dB)。

表 C.1 活塞发声器产生的声压级

序号	声压级/dB	序号	声压级/dB	序号	声压级/dB
1	124.368	7	124.338	13	124.373
2	124.363	8	124.345	14	124.372
3	124.367	9	124.345	15	124.366
4	124.366	10	124.337	16	124.361
5	124.369	11	124.335	17	124.358
6	124.367	12	124.352	18	124.357
平均值/dB			124.358		
标准偏差/dB			0.0126		

2) 交流电压表的准确度 $\pm 0.1\%$ ($\pm 0.009\text{dB}$), 以均匀分布考虑, 取 $k = \sqrt{3}$ 。则:

$$u_3 = 0.009/\sqrt{3} = 0.0050 \text{ (dB)}$$

C.4.2 实验室标准传声器在测量放大器上使用, 其开路声压灵敏度级修正值 k_0 将来源于两方面的误差:

1) 由耦合腔互易法声压基准给出的量值传递误差, 其测量不确定度为 0.040dB ($k = 2$), 在实际工作环境条件下, 由于温度、气压的影响, 使用中的测量不确定度为

$$0.040 \times 1.25 = 0.050 \text{ (dB)} \quad (k = 2), \text{ 故 } u_4 = 0.050/2 = 0.025 \text{ (dB)}$$

2) 测量放大器极化电压的最大误差为 $\pm 0.08\text{V}$, 对实验室标准传声器的开路声压灵敏度级的影响为 $u_5 = 0.0042 \text{ (dB)}$ 。

C.4.3 前置放大器的传输损失 $\Delta\beta$ 主要取决于交流电压表的准确度, 其准确度为 $\pm 0.1\%$ ($\pm 0.009\text{dB}$), 以均匀分布考虑, 取 $k = \sqrt{3}$ 。则:

$$u_6 = 0.009/\sqrt{3} = 0.0050 \text{ (dB)}$$

C.4.4 活塞发声器的气压修正量 Δk 主要取决于气压表的准确度, 气压表的准确度为 $\pm 0.05\%$, 对气压修正量 Δk 产生的最大误差为 $\pm 0.0043\text{dB}$, 以均匀分布考虑, 取 $k = \sqrt{3}$ 。则: $u_7 = 0.0043/\sqrt{3} = 0.0025 \text{ (dB)}$ 。

C.4.5 腔体积修正量 Δp 主要取决于使用的不同型号和结构的标准传声器, 而腔体积修正量的误差取决于使用传声器的前腔体积测量的准确度, B&K4160 型标准传声器的前腔体积最大允许误差为 $\pm 30\text{mm}^3$, 腔体积修正量 Δp 产生的最大误差为 $\pm 0.013\text{dB}$, 以均匀分布考虑, 取 $k = \sqrt{3}$ 。则:

$$u_8 = 0.013/\sqrt{3} = 0.0075 \text{ (dB)}$$

C.4.6 计算中修约误差取 $u_9 = 0.0005 \text{ (dB)}$ 。

测量不确定度来源汇总于下表 C.2。

表 C.2 测量不确定度来源汇总表

序号	标准不确定度		
	来源	符号	数值/dB
1	声压级测量的标准偏差	$u_1 = s_1$	0.0073
2	“直接输入”和“传声器输入”灵敏度调节的偏差	u_2	0.0017
3	测量 L_p 值的电压表准确度	u_3	0.0050
4	标准传声器开路声压灵敏度级修正值 k_0	u_4	0.025
5	测量放大器的极化电压影响	u_5	0.0042
6	前置放大器的传输损失 $\Delta\beta$	u_6	0.0050
7	活塞发声器的气压修正量 Δk	u_7	0.0025
8	腔体积修正量 Δp	u_8	0.0075
9	修约误差	u_9	0.0005

C.5 合成标准不确定度

以上分量独立无关，合成标准不确定度为

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2 + u_7^2 + u_8^2 + u_9^2$$

$$u_c = \sqrt{(0.0073)^2 + (0.0017)^2 + (0.0050)^2 + (0.0025)^2 + (0.0042)^2 + \dots}$$

$$\sqrt{\dots + (0.0050)^2 + (0.0025)^2 + (0.0075)^2 + (0.0005)^2}$$

$$u_c = 0.0285 \text{ (dB)}$$

C.6 测量不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，则测量不确定度 $U = ku_c = 2 \times 0.0285 = 0.0570 \text{ (dB)}$ ，取 $U = 0.06 \text{ (dB)}$ ($k = 2$)。

C.7 结论

$$\frac{0.06}{0.40} = \frac{1}{6.7} < \frac{1}{3}$$

故检定可行。