



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 992—2004

---

## 声强测量仪

The Measurement Instruments of Sound Intensity

2004 - 09 - 21 发布

2004 - 12 - 21 实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布

# 声强测量仪检定规程

Verification Regulation of  
the Measurement Instruments of Sound Intensity

JJG 992—2004

---

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2004 年 09 月 21 日批准，并自 2004 年 12 月 21 日起施行。

归口单位：全国声学计量技术委员会

起草单位：中国科学院声学研究所

北京市劳动保护科学研究院

东方振动和噪声技术研究所

衡阳仪表电气设备有限公司

中国电子科技集团公司第三研究所

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：**

刘 克 （中国科学院声学研究所）

李毅民 （东方振动和噪声技术研究所）

丁 辉 （北京市劳动保护科学研究院）

刘湘衡 （衡阳仪表电气设备有限公司）

潘月吾 （中国电子科技集团公司第三研究所）

## 目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 声压级	(1)
3.2 瞬时声强	(1)
3.3 声强	(1)
3.4 声强级	(2)
3.5 声强探头	(2)
3.6 探头的参考点	(2)
3.7 探头轴	(2)
3.8 参考方向	(2)
3.9 探头传声器的标称间距	(2)
3.10 残余声强	(2)
3.11 声压—残余声强指数	(2)
3.12 动态能力指数	(3)
3.13 工作范围	(3)
3.14 实时工作	(3)
4 概述	(3)
5 计量性能要求	(3)
5.1 频率范围	(3)
5.2 滤波	(3)
5.3 A—计权	(4)
5.4 时间平均	(4)
5.5 峰值因数处理	(5)
5.6 声压频率响应和声强频率响应	(5)
5.7 声压—残余声强指数	(6)
6 通用技术要求	(6)
6.1 标志、铭牌和使用说明书	(6)
6.2 标志	(7)
7 计量器具控制	(7)
7.1 检定条件	(7)
7.2 检定项目	(8)
7.3 检定方法	(8)
7.4 使用中检验	(10)
7.5 检定结果的处理	(10)

7.6 检定周期 .....	(10)
附录 A 测量结果不确定度评定实例 .....	(11)
附录 B 检定证书和检定结果通知书内页格式 .....	(16)

## 声强测量仪检定规程

### 1 范围

本规程适用于采用声压传声器对 1 级、2 级和 2X 级声强测量仪的首次检定、后续检定和使用中检验。

### 2 引用文献

本规程引用了下列文献：

GB/T 3102.7—1993 《声学的量和单位》

GB/T 3241—1998 《倍频程和分数倍频程滤波器》

GB/T 16404—1996 《声学 声强法测定噪声源的声功率级 第 1 部分：离散点上的测量》

GB/T 16404.2—1999 《声学 声强法测定噪声源的声功率级 第 2 部分：扫描测量》

GB/T 17561—1998 《声强测量仪 用声压传声器对测量》

GB/T 6882—1986 《声学 噪声源声功率级的测定消声室和半消声室精密法》

JIG 176—1995 《声校准器检定规程》

JIG 188—2002 《声级计检定规程》

JIG 449—2001 《倍频程和 1/3 倍频程滤波器检定规程》

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

本规程采用和参考 GB/T 16404 和 GB/T 17561 中有关术语定义。

本规程采用 GB/T 3102.7 规定的量和单位。

#### 3.1 声压级 (sound pressure level)

声压与基准声压之比的以 10 为底的对数的 20 倍，基准声压为  $20\mu\text{Pa}$ ，声压级用分贝表示，符号为 dB。

#### 3.2 瞬时声强 (instantaneous sound intensity)

声场中某点处单位时间通过与质点速度方向垂直的单位面积的声能。

声场中某点的瞬时声强是个矢量，等于该点瞬时声压与瞬时质点速度的积

$$I(t) = p(t) \cdot u(t) \quad (1)$$

式中： $I(t)$ ——瞬时声强， $\text{W}/\text{m}^2$ ；

$p(t)$ ——瞬时声压，Pa；

$u(t)$ ——瞬时质点速度， $\text{m}/\text{s}$ 。

#### 3.3 声强 (sound intensity)

稳态声场中瞬时声强在一定时间  $T$  内的平均值：

$$I = \frac{1}{T} \int_0^T I(t) dt \quad (2)$$

式中： $T$ ——周期的整数倍或长到不影响计算结果的时间。

$I$ 是矢量 $I$ 的幅值；其量值可能为正，也可能为负，它取决于被测声源声能流的传播方向。

### 3.4 声强级 (sound intensity level)

声强与基准声强之比的以 10 为底的对数的 10 倍，基准声强是  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ ，声强级用分贝表示，符号为 dB。

$$L_I = 10 \lg \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad (3)$$

式中： $L_I$ ——声强级，dB；

$I$ ——声强的大小， $\text{W/m}^2$ ；

$I_0$ ——基准声强， $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ 。

注：

1. 在指定方向  $n$  的声强  $I_n$  等于  $I \cdot n$ 。
2. 当声波为平面行波时，声强级与声压级有如下关系：

$$L_I = L_p + 10 \lg \left( \frac{k}{\rho c} \right) \quad (4)$$

式中： $L_I$ ——声强级，dB；

$L_p$ ——声压级，dB；

$k$ —— $400 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{s)}$ ；

$\rho$ ——媒质密度， $\text{kg/m}^3$ ；

$c$ ——声速， $\text{m/s}$ 。

在温度为  $23^\circ\text{C}$ 、大气压为  $101.3 \text{ kPa}$ 、相对湿度为  $50\%$  时：

$$L_I = L_p - 0.15 \text{ dB} \quad (5)$$

### 3.5 声强探头 (sound intensity probe)

换能器系统，它的输出信号能被处理以获得特定方向的声强分量。

### 3.6 探头的参考点 (reference point of a probe)

声强探头两传声器的有效声中心之间的中点。

### 3.7 探头轴 (probe axis)

通过声强探头两传声器有效声中心的直线。

### 3.8 参考方向 (reference direction)

指向探头且平行于探头轴的方向。

### 3.9 探头传声器的标称间距 (nominal separation of microphones in a probe)

在规定测量频率范围内，声强探头两传声器有效声中心之间的距离的平均值。

### 3.10 残余声强 (residual intensity)

声强探头两个传声器受到相同声压作用时，由于声强测量仪两个通道（包括传声器在内）的固有相位差而引起的虚假声强值。

### 3.11 声压—残余声强指数 (pressure - residual intensity index)

声强探头两个传声器受到相同的粉红噪声的作用时，测量得到的声压级与残余声强级之差。该指数一般以倍频程谱或 1/3 倍频程谱的形式给出。

### 3.12 动态能力指数 (dynamic capability index)

声压—残余声强指数与偏差因子之差。

注：偏差因子表明了声压级与声强级的最大差值，1 级与 2 级声强测量仪的偏差因子均为 10dB。

### 3.13 工作范围

在声压—残余声强指数符合本规程要求的条件下，声强测量仪可测到的粉红噪声信号的最高和最低声压级的范围，以分贝为单位。

### 3.14 实时工作

声强测量仪的一种工作方式。将整个平均时间内声信号的全部数据同时用于计算声压和声强。

## 4 概述

声强是表明声能量流动的强弱及方向的一个矢量。声强测量仪是一种测量空气介质中声强在某一方向的分量的仪器。通过多点的声强测量，可获得声源附近某一平面上的声能流强弱分布，以研究声源的辐射特性。通过声强测量还可测定声源的声功率级。

声强测量仪包括声强探头和声强处理机两部分。声强探头采用一对相隔一定距离的声压传声器。声强测量仪应给出声强及声压的倍频程或 1/3 倍频程谱，并提供 A 计权功能。

本规程规定了 1 级和 2 级两种准确度等级的声强测量仪，对 1 级的要求比 2 级严格。

还有一个等级，称为 2X 级。在本规程要求的频率范围内，不对 2X 级的声强测量仪作实时工作的要求。对 2X 级声强测量仪的其他性能要求与 2 级声强测量仪相同。

## 5 计量性能要求

### 5.1 频率范围

1 级声强测量仪应给出声强的 1/3 倍频程谱，至少包括标称中心频率从 50Hz 到 6.3kHz 的 22 个 1/3 倍频带，频率覆盖范围从 45Hz 至 7.1kHz。

2 级声强测量仪应能给出符合上述要求的声强的 1/3 倍频程谱；或者能给出倍频程谱，至少包括标称中心频率从 63Hz 到 4kHz 的 7 个倍频带，频率覆盖范围从 45Hz 至 5.6kHz。

### 5.2 滤波

1 级声强测量仪的滤波器性能应满足 JJG 449—2001 对 1 级 1/3 倍频程滤波器的要求。

2 级声强测量仪的滤波器性能应满足 JJG 449—2001 对 2 级 1/3 倍频程或 2 级倍频程滤波器的要求。

滤波器可以是模拟的或数字的滤波器，或由窄带分析结果合成。

1 级和 2 级声强测量仪的滤波器应能实时工作，对 2X 级不做此项要求。

## 5.3 A—计权

声强测量仪应提供 A 计权的声级及声强级。声级及声强级的 A—计权特性及允差应符合表 1 的规定。

表 1 A—计权特性及其允差

频率/Hz	A—计权/dB	允差/dB
50	-30.2	±0.75
63	-26.2	±0.75
80	-22.5	±0.75
100	-19.1	±0.5
125	-16.1	±0.5
160	-13.4	±0.5
200	-10.9	±0.5
250	-8.6	±0.5
315	-6.6	±0.5
400	-4.8	±0.5
500	-3.2	±0.5
630	-1.9	±0.5
800	-0.8	±0.5
1000	0	±0.5
1250	+0.6	±0.5
1600	+1.0	±0.5
2000	+1.2	±0.5
2500	+1.3	±0.5
3150	+1.2	±0.5
4000	+1.0	±0.5
5000	±0.5	±0.75
6300	-0.1	+0.75, -1.0

## 5.4 时间平均

声强测量仪应提供声强及声压的时间平均值。

1 级声强测量仪的平均时间应可在 10s ~ 180s 的范围内连续改变, 或以 1s 或更短的间隔改变。

2 级声强测量仪的平均时间应可在 10s ~ 180s 的范围内连续或步进改变。

2X 级声强测量仪的平均时间应可在 30s 至 600s 的范围内连续或步进改变。

声强测量仪对信号持续时间为平均时间 1/10 的信号的指示, 比对连续正弦信号的指示应低 10 dB, 1 级声强测量仪的允差为  $\pm 0.3\text{dB}$ , 2 级为  $\pm 0.5\text{dB}$ 。

### 5.5 峰值因数处理

声强仪应对峰值因数不高于 5 的信号给出正确的测量结果。

使声强处理器处于声压测量方式, 测量 2kHz 的正弦信号并平均 (30~36) s, 测得的声压级为  $L_1$ ; 对同样幅值、持续时间为 8ms、重复频率为 10Hz 的 2kHz 猝发音序列进行测量, 并时间平均相同, 测得的声压级为  $L_2$ 。对于倍频程测量  $L_2 = L_1 - 11.0\text{dB}$ ; 对于 1/3 倍频程测量  $L_2 = L_1 - 11.3\text{dB}$ 。1 级声强测量仪的允差为  $\pm 0.3\text{dB}$ , 2 级为  $\pm 0.5\text{dB}$ 。

### 5.6 声压频率响应和声强频率响应

令一平面行波在参考方向入射到声强探头, 在声强探头旁设置一个标准传声器并与声强仪同时进行测量。以标准传声器测得的声压级为声压参考值, 根据公式 (4) 算得的声强级作为声强测量的参考值。1 级和 2 级声强仪应满足表 2 给出的允差。

表 2 声强仪声压与声强频率响应的允差

频率/Hz	声压频率响应的允差/dB		声强频率响应的允差/dB	
	1 级	2 级	1 级	2 级
50	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$	$\pm 1.5$
63	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$	$\pm 1.4$
80	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.9$	$\pm 1.3$
100	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.8$	$\pm 1.2$
125	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.7$	$\pm 1.1$
160	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$
200	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$
250	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$
315	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$
400	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$
500	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$
630	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$
800	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$
1000	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$
1250	$\pm 0.5$	$\pm 0.7$	$\pm 0.8$	$\pm 1.0$
1600	$\pm 0.6$	$\pm 0.8$	$\pm 0.9$	$\pm 1.1$
2000	$\pm 0.7$	$\pm 1.0$	$\pm 1.0$	$\pm 1.3$
2500	$\pm 0.8$	$\pm 1.2$	$\pm 1.1$	$\pm 1.6$
3150	$\pm 0.9$	$\pm 1.4$	$\pm 1.2$	$\pm 1.9$
4000	$\pm 1.0$	$\pm 1.6$	$\pm 1.3$	$\pm 2.2$
5000	$\pm 1.2$	$\pm 1.8$	$\pm 1.6$	$\pm 2.5$
6300	$\pm 1.4$	$\pm 2.0$	$\pm 1.9$	$\pm 2.8$

## 5.7 声压—残余声强指数

声压—残余声强指数应不小于表 3 所规定的值。

表 3 声压—残余声强指数的最低要求

频带中心频率/Hz	声压—残余声强指数/dB	
	1 级	2 级
50	12	6
63	13	7
80	14	8
100	15	9
125	16	10
160	17	11
200	18	12
250	19	13
315	19	14
400	19	14.5
500	19	15
630	19	16
800	19	16
1000	19	16
1250	19	16
1600	19	16
2000	19	16
2500	19	16
3150	19	16
4000	19	16
5000	19	16
6300	19	16

## 6 通用技术要求

## 6.1 标志、铭牌和使用说明书

## 6.1.1 声强测量仪应具有以下标志：

- a) 制造者的名称；
- b) 产品的型号和序列号；
- c) 采用国家标准的标志“GB/T 17561—1998”或采用国际标准的标志“IEC 61043:1993”；
- d) 准确度等级。

## 6.1.2 每台声强测量仪均应附有包括 GB/T 17561—1998 中第 15 条要求给出的所有信息

的使用说明书。

## 6.2 标志

6.2.1 声强探头应作标记以区分两通道，从而正确说明声强测量仪所指示的声强方向。

6.2.2 声强探头所使用的传声器应有识别标记，例如序号等。

6.2.3 声强测量仪中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。

## 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验。

### 7.1 检定条件

#### 7.1.1 计量标准和主要配套设备

##### 1) 声校准器

准确度等级为 JIG 176—1995 中规定的 0 级或 1 级。

##### 2) 标准传声器

声场型传声器。在检定频率上，传声器灵敏度级校准的测量扩展不确定度应优于 0.3dB ( $k=3$ )。

##### 3) 正弦信号发生器

频率范围为 10Hz ~ 20kHz，频率误差应优于  $\pm 0.25\%$ ，输出信号的总谐波失真小于 0.5%，在检定期间的幅值稳定度应优于  $\pm 0.02\text{dB}$ 。

##### 4) 粉红噪声信号发生器

频率范围为 20Hz ~ 20kHz。在检定期间的幅值稳定度应优于  $\pm 1.5\text{dB}$ 。

##### 5) 测量放大器

频率范围为 10Hz ~ 20kHz，频率响应优于  $\pm 0.2\text{dB}$ ，总谐波失真小于 0.1%，在检定期间的稳定度优于  $\pm 0.05\text{dB}$ 。

##### 6) 1/3 倍频程滤波器

中心频率范围从 50Hz ~ 6.3kHz，满足 JIG 449—2001 中 1 级滤波器的要求。

##### 7) 功率放大器

频率范围为 20Hz ~ 10kHz，频率响应优于  $\pm 0.2\text{dB}$ ，总谐波失真小于 0.5%。

##### 8) 声源

声源无指向性，频率范围为 45Hz ~ 8kHz，在所需的声压级上谐波失真小于 3%。在消声室中距声源 2m 处的声压级应不小于 80dB。

##### 9) 气压计

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

##### 10) 温度计

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

##### 11) 猝发音信号发生器

可产生 1kHz ~ 5kHz 的正弦信号。猝发音信号持续时间 1ms ~ 500ms 可调，重复频率在 1Hz ~ 500Hz 可调，准确度优于  $\pm 5\%$ 。

##### 12) 声强校准器

由送检声强仪附带。

### 7.1.2 检定环境条件

消声室：满足 GB/T 6882 中消声室的要求，且工作范围内自由场偏差小于 0.2dB。

温度：(18~28)℃；

相对湿度：(30~90)%；

气压：(86.0~106.0) kPa。

### 7.1.3 参考环境条件

温度：23℃；

相对湿度：50%；

气压：101.3kPa。

## 7.2 检定项目

检定项目见表 4。

表 4 声强测量仪首次检定、后续检定和使用中检验项目一览表

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观检查	+	+	+
2	滤波	+	+	-
3	A-计权	+	+	-
4	时间平均	+	-	-
5	峰值因数处理	+	-	-
6	声压频率响应和声强频率响应	+	+	-
7	声压—残余声强指数	+	+	-

注：需检定或检验的项目用“+”号表示，不需检定或检验的项目用“-”号表示。

## 7.3 检定方法

### 7.3.1 外观检查

声强测量仪应具有 6.1 和 6.2 规定的清晰而耐久的标志和标识。声强测量仪的外观不应有机械损伤、操作失灵等现象，采用电池供电时，电池电压应在规定的范围内。

声强探头和传声器不应有腐蚀迹象，不得有机械性损伤和变形，传声器的膜片应光亮平整，不应有尘埃等污物。

### 7.3.2 滤波

声强测量仪的滤波器性能按 JIG 449—2001 中规定的方法检定，并应符合 5.2 条的规定。

### 7.3.3 A-计权

声强测量仪的 A-计权特性按 JIG 188—2002 中 7.1.3.4 规定的方法检定，A-计权特性及允差应符合表 1 的规定。

### 7.3.4 时间平均

声强处理机置于声压测量模式，将 6.3kHz 的正弦信号（如声强处理机仅有倍频程滤波器，则采用 4kHz 的信号）同时加到声强处理机的两个输入端。用 180s（对 1 级和 2 级声强处理机）或 600s（对 2X 级声强处理机）平均输入信号，并测量记录结果  $L_1$ 。

保持平均时间不变，施加持续时间为  $T/10$  的信号，测量结果  $L_2$ ， $L_2$  与  $L_1$  之差应为 10dB，允差应符合本规程 5.4 条的规定。

### 7.3.5 峰值因数处理

声强处理机置于声压测量状态，选用 30s ~ 36s 的平均时间，滤波器的中心频率置于 2kHz。向声强处理机的输入端施加一个稳定的 2kHz 正弦信号，读出并记录声压级  $L_1$ 。

然后向声强处理机施加 2kHz 的猝发音信号，猝发音信号的持续时间为 8ms，猝发音信号的重复频率为 10Hz，每个猝发音信号应在幅值为零时开始并在幅值为零时结束，猝发音信号与稳定信号的幅值应相等，平均时间不变，读出并记录声压级  $L_2$ 。

$L_1$  与  $L_2$  之差及允差应符合本规程 5.5 条的规定。

### 7.3.6 声压频率响应和声强频率响应

声强仪声压频率响应和声强频率响应的试验装置如图 1 所示。

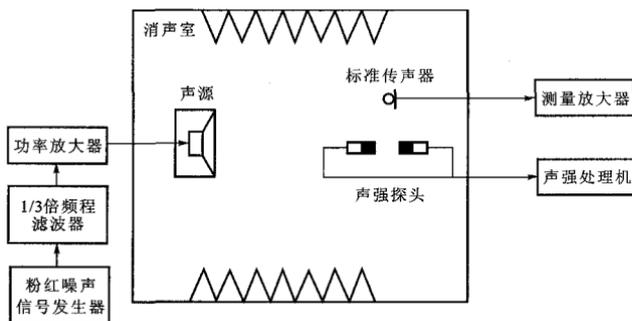


图 1 声压频率响应和声强频率响应检定装置示意图

注：

- 1 对后续检定可仅测量每个传声器的声压频率响应；
- 2 对自由场修正值已知的传声器，可在 200Hz 至 7.1kHz 的频率范围内采用静电激励器和 125Hz、250Hz 的声压校准器，或者采用从 125Hz 至 6.3kHz 以 1/1 倍频程间隔校准过的多频率声校准器测定传声器的声压频率响应。

将声强探头装上隔离柱置于自由声场中。应使声强探头轴延长线通过声源声中心，且声强探头参考点距声源声中心的距离应大于 2m。将声强探头的输出连续到声强处理机上，按照制造厂的规定调整整个系统的灵敏度。

标准传声器放置于距离声强探头 40cm ~ 50cm 处，并使其到声源声中心的距离等于声强探头参考点到声源声中心的距离。

开启声源，将滤波器中心频率调整到 50Hz。记录测量放大器显示的声压级和声强测量仪测得的总声压级及总声强级。顺序向上改变滤波器的中心频率，作同样的测量。

各 1/3 倍频程声压级的偏差, 是用声强测量仪测得的声压级减去测量放大器测得的声压级。

各 1/3 倍频带声强级的偏差, 是用声强测量仪测得的声强级减去由公式 (4) 计算的声强级。式 (4) 中的声压级为测量放大器测得的声压级, 式中的媒质密度  $\rho$  和声速  $c$  应根据检定环境的温度及气压予以修正。

声强仪的声压频率响应和探头的声强频率响应应符合表 2 的规定。

### 7.3.7 声压—残余声强指数

声压—残余声强指数的检定装置如图 2 所示。

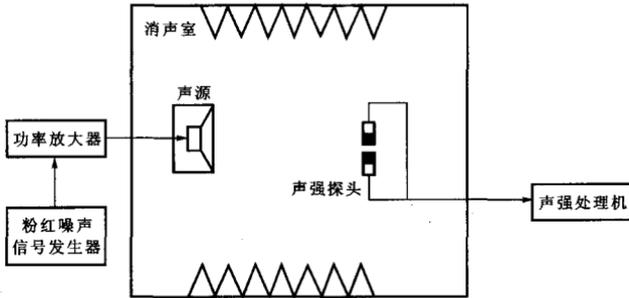


图 2 声压—残余声强指数的检定装置示意图

将粉红噪声信号发生器的输出信号直接输入到功率放大器。将声强探头的隔离柱去掉, 并将两个传声器相互贴紧。将声强探头置于声源中轴线附近, 且距离声源声中心 2m 左右。令声强探头轴与入射声波的方向垂直, 使得两传声器接收到相同的声压信号。

用被检定的声强测量仪测量声压级和声强级。中心频率分别从 50Hz 至 6.3kHz。此时测得的声压级减去声强级即为声压—残余声强指数, 应满足表 3 的要求。

## 7.4 使用中检验

### 7.4.1 检验项目

使用中检验的项目见表 4。

### 7.4.2 检验方法

外观检查按 7.3.1 的规定进行。

## 7.5 检定结果的处理

经检定合格的声强测量仪发给检定证书; 检定不合格的声强测量仪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。

## 7.6 检定周期

声强测量仪的检定周期一般不超过 1 年。

## 附录 A

## 测量结果不确定度评定实例

在声强测量仪检定项目中，“A 计权”、“时间平均”及“峰值因数处理”检定方式简单，误差来源较少，所以不作分析。这里只对声强仪的主要指标“声强频率响应测量结果”进行评定。

## A.1 数学模型

声强频率响应偏差试验：

依据本规程 7.3.6 条检定方法对声强仪的声强频率响应进行试验。声强频率响应偏差通过声强仪测得的声强级减去参考声强级（用标准传声器测得声压级，并通过公式

$$L_l = L_p + 10 \lg \left( \frac{400}{\rho c} \right) \text{ 计算得到} \text{ 得到。}$$

$$\delta L_l = L_l - L_{l_0} \quad (1)$$

式中： $\delta L_l$ ——声强级频率响应偏差，单位：dB；

$L_l$ ——声强仪测得的声强级，单位：dB；

$L_{l_0}$ ——标准传声器测得的声压级，通过计算换算得到的声强级，单位：dB。

## A.2 灵敏度系数

由公式 (A.1) 可知： $L_l$  和  $L_{l_0}$  是互不相关，其方程式为

$$u_c^2(\delta L_l) = c_1^2 u^2(L_l) + c_2^2 u^2(L_{l_0})$$

式中： $c_1, c_2$  为灵敏度系数； $c_1 = \frac{\partial(\delta L_l)}{\partial(L_l)} = 1$ ； $c_2 = \frac{\partial(\delta L_l)}{\partial(L_{l_0})} = -1$

## A.3 A 类标准不确定度

对同一台声强仪测量独立的进行声强级频率响应偏差测量，测量结果如下表 A—1。

表 A—1

频率/Hz	$\Delta I_1$ /dB	$\Delta I_2$ /dB	$\Delta I_3$ /dB	$\Delta I_4$ /dB	$\Delta I_5$ /dB	$\Delta I_6$ /dB	$\Delta \bar{I}$ /dB	标准偏差 /dB
50	-0.95	-0.88	-0.99	-0.93	-0.89	-1.03	-0.950	0.061
63	-0.10	-0.07	-0.08	-0.06	-0.04	-0.05	-0.067	0.023
80	-0.50	-0.54	-0.47	-0.46	-0.43	-0.52	-0.487	0.043
100	-0.75	-0.69	-0.75	-0.73	-0.80	-0.82	-0.757	0.049
125	0.10	0.07	0.15	0.02	0.09	0.17	0.100	0.059
160	-0.35	-0.41	-0.39	-0.28	-0.34	-0.30	-0.345	0.052
200	-0.15	-0.11	-0.15	-0.11	-0.16	-0.13	-0.135	0.022
250	0.10	0.08	0.05	0.11	0.16	0.09	0.097	0.039

表 A—1 (续)

频率/Hz	$\Delta I_1/\text{dB}$	$\Delta I_2/\text{dB}$	$\Delta I_3/\text{dB}$	$\Delta I_4/\text{dB}$	$\Delta I_5/\text{dB}$	$\Delta I_6/\text{dB}$	$\bar{\Delta I}/\text{dB}$	标准偏差 /dB
315	-0.75	-0.71	-0.80	-0.81	-0.69	-0.74	-0.750	0.050
400	-0.40	-0.34	-0.35	-0.45	-0.45	-0.41	-0.400	0.050
500	0.80	0.79	0.82	0.74	0.76	0.78	0.782	0.030
630	-0.50	-0.54	-0.53	-0.45	-0.55	-0.50	-0.512	0.038
800	-1.50	-1.54	-1.47	-1.47	-1.47	-1.45	-1.483	0.032
1000	0.55	0.52	0.54	0.54	0.58	0.53	0.543	0.022
1250	0.00	0.03	-0.04	-0.04	0.05	-0.04	-0.033	0.019
1600	1.75	1.80	1.73	1.78	1.77	1.72	1.758	0.031
2000	0.20	0.17	0.18	0.19	0.25	0.16	0.192	0.034
2500	-0.40	-0.40	-0.36	-0.38	-0.46	-0.43	-0.405	0.037
3150	0.70	0.68	0.71	0.74	0.65	0.76	0.705	0.041
4000	-0.60	-0.66	-0.60	-0.59	-0.56	-0.55	-0.593	0.041
5000	-1.40	-1.46	-1.37	-1.42	-1.43	-1.46	-1.423	0.037
6300	2.05	2.11	2.03	2.05	1.99	2.08	2.052	0.043

从表中看出：800Hz 和 1600Hz 两个频率点上的声强级响应超过允许容差范围，在此不作分析。对其他频率点计算了声强级响应的平均值标准偏差。

计算公式：

$$u_i = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^6 (\delta_{I_n} - \bar{\delta}_{I_n})^2}{(n-1)}}$$

式中： $u_i$ ——各频率点的声强级的实验标准偏差，dB；

$n_i$ ——测量次数；

$\delta_{I_n}$ ——各次测量并计算得到声强级响应值，dB。

计算结果见上表中。其中 50Hz 时声强级响应的标准偏差最大，0.061 dB。

A 类标准不确定度为

$$u_A = 0.061 \text{ dB}$$

#### A.4 B 类标准不确定度

在声强仪检定中，B 类不确定度来源较多，下面对各个不确定来源进行具体分析：

##### A.4.1 传声器灵敏度

在规程中规定标准传声器灵敏度级标准，测量扩展不确定度小于 0.30dB ( $k=3$ )，  
则

$$u_{B1} = \frac{0.30}{3} = 0.100 \text{ (dB)}$$

#### A.4.2 前置放大器

前置放大器插入衰减准确度  $\pm 0.05$  dB。以均匀分布考虑， $k = \sqrt{3}$ ，则

$$u_{B2} = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{ (dB)}$$

#### A.4.3 测量放大器示值误差

测量放大器示值误差  $\pm 0.05$  dB。以均匀分布考虑， $k = \sqrt{3}$ ，则

$$u_{B3} = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{ (dB)}$$

#### A.4.4 极化电压

极化电压常用 89A15 差分电压表测量，极化电压从 180V 变到 220V 时，传声器接收的声压级变化不大于 2dB。测量过程中，考虑极化电压的稳定性及测量误差等因素，对极化电压的影响不超过 0.2V，由此对测量结果引起的误差由下式计算得到。

$$u_{B4} = \frac{0.2}{220 - 180} \times 2 = 0.010 \text{ (dB)}$$

#### A.4.5 信噪比对测量结果的影响

在测量过程中，信噪比大于 30dB，由于噪声的干扰，引起传声器灵敏度的不确定度由下式计算。

$$u_{B5} = 10 \lg (1 + 10^{(N/10)}) = 0.0043 \text{ (dB)}$$

式中： $N$ ——为信噪比。

#### A.4.6 空气密度对测量结果的响应

因为空气密度是温度和大气压的函数，在测量过程中，计入气压计的准确度，气压的变化及读数等因素引起大气压误差小于 0.3kPa。计入温度计准确度，测量中温度变化及读数等因素引起温度误差 0.5℃。由此对测量结果引起的不确定度由下式计算得到。

$$u_{B6} = 20 \lg \left( 1 + \left| \frac{d\rho}{\rho} \right| \right) = 20 \lg \left( 1 + \frac{0.3}{101.3} + \frac{0.5}{295.66} \right) = 0.04 \text{ (dB)}$$

#### A.4.7 声速对测量结果的响应

因为声速也是温度和大气压的函数，分析方式与空气密度分析类似，在此不再重复。取声速对测量结果引起的不确定度为

$$u_{B7} = 0.040 \text{ (dB)}$$

#### A.4.8 自由场偏差

在测量范围内，声压与距离应该成反比规律。在消声室自由场偏差计算中，采用最大误差法，置信因子取  $k = 2$ ，自由声场偏差 =  $20 \lg \left[ 1 + \frac{2}{k_n} \left| \frac{\Delta k / \rho}{k / \rho} \right|_{\max} \right]$ 。系数  $k_n$  由查表得出。

一般消声室中，在测量范围内自由声场偏差小于 0.2dB，由此引起测量结果的不确定度不大于 0.100dB。即：

$$u_{B8} = 0.100 \text{ (dB)}$$

#### A.4.9 平面波偏差

平面波在直径 12.7mm 传声器膜片上，声压分布偏差不超过 0.2dB，由此引起的测量结果不确定度不大于 0.050dB，即：

$$u_{B9} = 0.050 \text{ (dB)}$$

#### A.4.10 球面波偏差

在消声室内只能得到球面波。在远场小区域内，传声器膜片上球面度偏差小于 0.2dB。由此引起测量结果不确定度小于 0.100dB。即：

$$u_{B10} = 0.100 \text{ (dB)}$$

#### A.4.11 测量距离偏差

在测量中，采用钢板直尺测量距离。当测量 2m 以内距离时，包括钢板直尺的不确定度及测量时读数误差在内，总的测量误差不超过 4mm，由此引起测量结果不确定度小于 0.034dB。即：

$$u_{B11} = 0.034 \text{ (dB)}$$

#### A.4.12 总结

将上述分析结果列在表 A—2 中。

表 A—2

序号	误差来源	B 类不确定度/dB
1	标准传声器	0.100
2	前置放大器	0.029
3	测量放大器	0.029
4	极化电压	0.010
5	信噪比	0.0043
6	空气密度	0.040
7	声速	0.040
8	自由场偏差	0.100
9	平面波偏差	0.050
10	球面波偏差	0.100
11	测量距离偏差	0.034

B 类标准不确定度：

$$\begin{aligned}
 u_B &= \sqrt{u_{B1}^2 + u_{B2}^2 + u_{B3}^2 + u_{B4}^2 + u_{B5}^2 + u_{B6}^2 + u_{B7}^2 + u_{B8}^2 + u_{B9}^2 + u_{B10}^2 + u_{B11}^2} \\
 &= \sqrt{(0.100)^2 + (0.029)^2 + (0.029)^2 + (0.010)^2 + (0.0043)^2 + (0.040)^2} \\
 &\quad + \sqrt{(0.040)^2 + (0.100)^2 + (0.050)^2 + (0.100)^2 + (0.034)^2} \\
 &= 0.195 \text{ (dB)}
 \end{aligned}$$

## A.5 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = \sqrt{(0.061)^2 + (0.195)^2} = 0.21\text{dB}$$

## A.6 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，置信水平为 0.95，可得扩展标准不确定度：

$$U = ku_c = 2 \times 0.21\text{dB} = 0.42\text{dB}$$

实际取扩展标准不确定度为 0.50dB。





## 4. 平坦频率响应

测试频率/Hz	相对衰减/dB	相对衰减限值/dB	结论

## 三、A 计权

频率/Hz	A 计权/dB	频率/Hz	A 计权/dB
50		630	
63		800	
80		1000	
100		1250	
125		1600	
160		2000	
200		2500	
250		3150	
315		4000	
400		5000	
500		6300	

## 四、时间平均

时间平均的误差：\_\_\_\_\_ dB。

## 五、峰值因数处理

峰值因数处理的误差：\_\_\_\_\_ dB。

## 六、声压频率响应和声强频率响应

频率/Hz	声压频率响应偏差/dB		声强频率响应偏差/dB	
	通道 1	通道 2	正向	反向
50				
63				
80				
100				
125				
160				
200				
250				
315				
400				
500				
630				
800				
1000				
1250				
1600				
2000				
2500				
3150				
4000				
5000				
6300				

## 七、声压—残余声强指数

频率/Hz	声压—残余声强指数/dB	频率/Hz	声压—残余声强指数/dB
50		630	
63		800	
80		1000	
100		1250	
125		1600	
160		2000	
200		2500	
250		3150	
315		4000	
400		5000	
500		6300	

检定环境条件：

温 度：\_\_\_\_\_℃

相对湿度：\_\_\_\_\_%

气 压：\_\_\_\_\_kPa

检定依据：JJG 992—2004

测量不确定度：

使用的标准装置名称：

备注：

**B.2 检定结果通知书的内页格式**

检定结果通知书的内页格式之栏目与检定证书相同，但应在检定结果通知书中表明不合格项目。