



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1201—2008

助听器测试仪校准规范

Calibration Specification for Hearing

Aids Measurement Instruments

2008-04-16 发布

2008-07-16 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

助听器测试仪校准规范

Calibration Specification for Hearing

Aids Measurement Instruments

JJF 1201—2008

本规范经国家质量监督检验检疫总局于 2008 年 4 月 16 日批准，并自 2008 年 7 月 16 日起施行。

归口单位：全国声学计量技术委员会

起草单位：湖北省计量测试技术研究院

本规范由全国声学计量技术委员会负责解释

本规范起草人：

姚秋平（湖北省计量测试技术研究院）

时根火（湖北省计量测试技术研究院）

许 颖（湖北省计量测试技术研究院）

石曙光（湖北省计量测试技术研究院）

宋一峰（湖北省计量测试技术研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 测试箱中的本底噪声	(1)
5.2 声源特性	(1)
5.3 声压级测量的准确度	(2)
5.4 测试传声器的频率响应	(2)
5.5 声压级测量系统的总谐波失真	(2)
5.6 级线性	(2)
5.7 有效值特性	(2)
5.8 上升/恢复时间	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 标准器及其他设备	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目	(3)
7.2 校准方法	(3)
8 校准结果表达	(7)
8.1 校准数据处理	(7)
8.2 校准证书	(7)
8.3 校准结果的测量不确定度	(7)
9 复校时间间隔	(8)
附录 A 校准证书的内容	(9)
附录 B 测量不确定度的评定实例	(12)

助听器测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于助听器测试仪的校准。

2 引用文献

本规范引用下列文献

GB/T 3102.5—1993《电学和磁学的量和单位》

GB/T 3102.7—1993《声学的量和单位》

GB/T 6657—1986《助听器电声特性的测量方法》

GB/T 6659—1986《具有自动增益控制电路的助听器电声特性的测量方法》

JJG 176—2005《声校准器检定规程》

JJG 449—2001《倍频程和1/3倍频程滤波器检定规程》

JJF 1001—1998《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》

IEC 60118-7: 2005《电声学 助听器 第7部分：助听器产品交货时质量检验的性能测量》(Electroacoustics-Hearing aids-Part 7: Measurement of the performance characteristics of hearing aids for production, supply and delivery quality assurance purposes)

使用本规范时，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

本规范采用JJF 1001—1998和JJF 1034—2005中有关的术语和定义。

本规范采用GB/T 3102.5—1993和GB/T 3102.7—1993中规定的量和单位。

4 概述

助听器测试仪是用于测量助听器电声特性的设备，它主要由测试箱、声源、控制传声器、耳模拟器、声压测量系统、衰减器、失真度测量系统及电源等部分组成。

5 计量特性^①

5.1 测试箱中的本底噪声

测试箱的本底噪声应足够低，在200 Hz~8 kHz频率范围内的1/3倍频程频带上，其本底噪声应至少低于被测助听器固有噪声10 dB。

5.2 声源特性

5.2.1 替代法参考声压级误差：在200 Hz~5 kHz频率范围内，一般^②不超过±1.0 dB，

注：① 本规范中的计量特性提出的技术指标不是用于合格性判别，仅是提供参考。

② 本规范第5条中的“一般”表示所提及的性能的指标仅供参考。

在 5 kHz~8 kHz 频率范围内, 一般不超过 ± 1.5 dB。

5.2.2 比较法参考声压级误差: 在 200 Hz~3 kHz 频率范围内, 一般不超过 ± 1.5 dB, 在 3 kHz~8 kHz 频率范围内, 一般不超过 ± 2.5 dB。

5.2.3 声源的频率准确度

声源的频率准确度在 200 Hz~8 kHz 频率范围内一般应优于指示值的 $\pm 2\%$ 。

5.2.4 声源声信号的总谐波失真

声源声信号的总谐波失真, 在 200 Hz~8 kHz 频率范围内, 在声压级 70 dB (包括 70 dB) 以下时一般不应超过 1.0%。在声压级高于 70 dB, 并且不超过 90 dB 时一般不应超过 2.0%。

5.3 声压级测量的准确度

声压级测量的准确度在参考频率上一般应优于 ± 0.7 dB。

5.4 测试传声器的频率响应

测试传声器的声压灵敏度级在 200 Hz~3 kHz 频率范围内, 各点偏离 1 kHz 之值一般不超过 ± 1.0 dB; 在 3 kHz~8 kHz 频率范围内, 一般不超过 ± 2.0 dB。

5.5 声压级测量系统的总谐波失真

声压级测量系统的总谐波失真在 500 Hz~3 kHz 频率范围内, 声压级在 120 dB (包括 120 dB) 以下时一般应小于 1.0%。

5.6 级线性

工作频率范围内, 助听器测试仪相隔 10 dB 级线性误差一般不超过 ± 1 dB。

5.7 有效值特性

在信号峰值因子不大于 3 时, 所用输出指示器指出的有效值的误差一般不超过 ± 0.5 dB。

5.8 上升/恢复时间

上升/恢复时间测量范围一般为 50 ms~5 s, 测量误差一般优于 $\pm 10\%$ 。

6 校准条件

6.1 环境条件

空气温度: (15~35)℃;

相对湿度: (20~90)%;

气压: (86~106)kPa。

6.2 标准器及其他设备

1) 声频信号发生器: 在 100 Hz~10 kHz 频率范围内的频率幅频特性优于 ± 0.2 dB, 频率误差不超过 $\pm 0.25\%$, 总谐波失真 $\leq 0.5\%$ 。

2) 测量放大器: 频率范围 100 Hz~10 kHz, 主要指示器 20 dB 内, 每 10 dB 线性误差不超过 ± 0.2 dB。

3) 带通滤波器: 应满足 JJG 449—2001《倍频程和 1/3 倍频程滤波器》中 1 级的要求。

4) 数字频率计: 在 100 Hz~10 kHz 频率范围内, 最大允许误差优于 $\pm 0.01\%$ 。

5) 精密衰减器: 最小步进挡为 0.01 dB, 准确度优于 $\pm (0.5\%A + 0.02 \text{ dB})$, A 为

衰减量程。

6) 猝发音信号发生器的正弦信号频率为 800 Hz~5 kHz, 重复频率范围为(0.1~100)Hz, 持续时间为 0.5 ms~2 s, 猝发音持续时间和周期的误差优于±1%, 校准期间的幅值稳定度应优于±0.1 dB。

7) 频率分析仪: 在校准频率范围内, 最大允许误差±10% (满刻度)。

8) 声校准器: 应满足 JJG 176—2005《声校准器》中 1 级的要求。

9) 工作标准传声器: 在测量频率上, 传声器灵敏度级校准的测量扩展不确定度应优于 0.4 dB($k=2$)。

10) 校准声源: 500 Hz~3 kHz 测量频率上, 在 120 dB 时, 总谐波失真不大于 0.5%。

11) 有源耦合腔: 在校准的频率范围内产生径向对称声场, 腔内声压级不小于 80 dB。

12) 可编程信号发生器: 信号范围(20~120)dB, 最大时间允许误差±0.1%, 最大幅值允许误差±0.1 dB。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

助听器测试仪的校准项目见表 1。

表 1 助听器测试仪校准项目一览表

编号	项目名称	技术要求的条款号	校准方法的条款号
1	外观检查	7.2.1	7.2.1
2	测试箱中的本底噪声	5.1	7.2.2
3	声源特性	5.2	7.2.3
4	声压级测量的准确度	5.3	7.2.4
5	测试传声器的频率响应	5.4	7.2.5
6	助听器测试仪测量系统的总谐波失真	5.5	7.2.6
7	级线性	5.6	7.2.7
8	有效值特性	5.7	7.2.8
9	上升恢复时间	5.8	7.2.9

7.2 校准方法

7.2.1 外观检查

助听器测试仪上的标志应清晰可辨, 应无影响正常工作的机械损伤, 开关等控制器件应定位准确、接触可靠, 若不满足上述要求, 应先修理后再进行校准。

7.2.2 测试箱中的本底噪声

关闭助听器测试仪的声源, 测试箱中无助听器和其他障碍物, 在测量放大器读出 1/3 倍频带声压级, 即为测试箱的本底噪声。

7.2.3 声源特性

7.2.3.1 替代法参考声压级误差

校准装置如图 1 所示。



图 1 替代法参考声压级误差的测量装置示意图

a) 将助听器测试仪的测量参考声压的控制传声器置测试箱测试点处，调节助听器测试仪声源的声压级置于 70 dB，声源声信号在 200 Hz~8 kHz 频率范围内以 1/3 倍频程步进变化，用助听器测试仪测量出相应频带声压级。然后，将工作标准传声器助听器测试仪的测量参考声压的控制传声器替换助听器测试仪的测量参考声压的控制传声器，用上述同样的方法调节声源声信号，在测量放大器上读出相应的频带声压级，控制传声器测得的声压级示值减去工作标准传声器相应各频带声压级的值即为替代法参考声压级误差。

b) 将助听器测试仪声源的声压级分别置于 50 dB、90 dB，重复上述测量与计算，得到助听器测试仪声源声压级分别为 50 dB、90 dB 时的声源参考声压级误差。

7.2.3.2 比较法参考声压级误差

校准装置如图 2 所示。

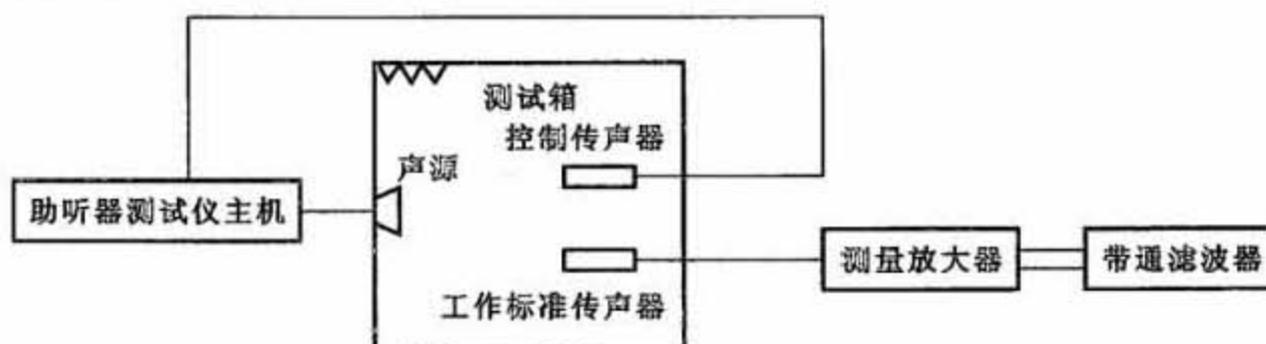


图 2 比较法参考声压级误差的校准装置示意图

a) 将助听器测试仪的测量参考声压的控制传声器置测试箱测试点处，调节助听器测试仪声源的声压级置于 70 dB，声源声信号在 200 Hz~8 kHz 频率范围内以 1/3 倍频程步进变化，把工作标准传声器放置于说明书规定的助听器参考点上，助听器测试仪的控制传声器放置在说明书规定的测点上，分别在测量放大器和助听器测试仪上读出相应频带声压级，控制传声器测得的声压级示值减去工作标准传声器相应各频带声压级的值即为比较法参考声压级误差。

b) 将助听器测试仪声源的声压级分别置于 50 dB、90 dB，重复上述测量与计算，得到助听器测试仪声源声压级分别为 50 dB、90 dB 时的比较法参考声压级误差。

7.2.3.3 声源频率准确度

校准装置如图 3 所示。将助听器测试仪声源的声压级置于 70 dB，在 200 Hz~8 kHz 频率范围内以 1/3 倍频程的步进调节助听器测试仪声信号频率，在数字频率计上分别读出各频率点的频率值，此值与助听器测试仪所指示的频率值之差即为声源的频率误差。



图3 声源频率准确度的校准装置示意图

7.2.3.4 声源声信号的总谐波失真

校准装置如图4所示。



图4 声源声信号总谐波失真的校准装置示意图

将助听器测试仪声源的声压级分别置于 70 dB 和 90 dB，在助听器测试仪信号频率为 200 Hz、1 kHz 和 8 kHz 时，采用通过带通滤波器，在测量放大器上测出各次谐波电压值，用下式计算各频率的总谐波失真 D ：

$$D = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2}}{V} \times 100\%$$

式中： V_2 、 V_3 、 V_4 ——分别是二次、三次、四次谐波电压值，mV；

V ——总信号（含基波）电压值，mV。

7.2.4 声压级测量的准确度

按助听器测试仪耳模拟器说明书的要求用声校准器校准耳模拟器，其测量值与标准值之差为声压级测量的误差。

7.2.5 测试传声器的频率响应

校准装置如图5所示。

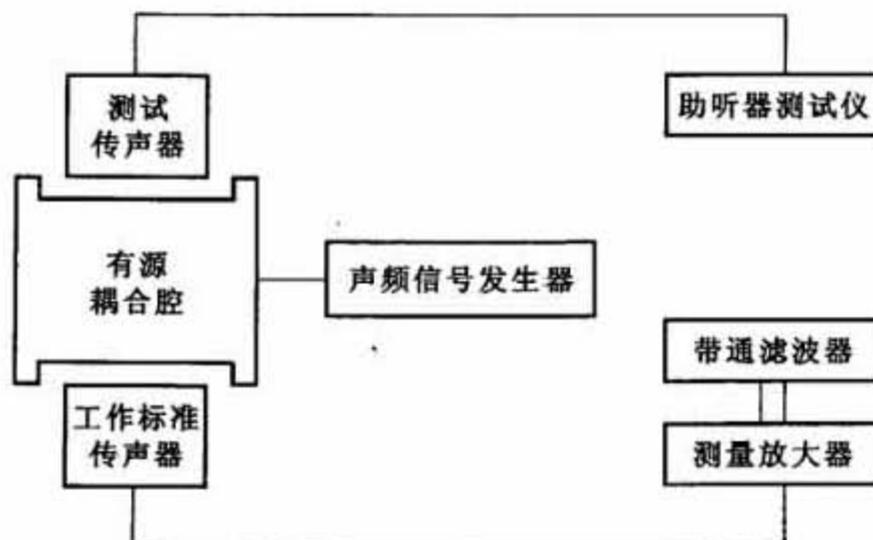


图5 测试传声器的频率响应的校准装置示意图

卸下耳模拟器的耦合腔，将助听器测试仪测试电容传声器和工作标准传声器分别插入有源耦合腔中，声频信号发声装置置 1 kHz，使助听器测试仪显示 90 dB，在 200 Hz~8 kHz 频率范围内以 1/3 倍频程步进调节声频信号发生器的频率，分别读出助听器测试仪和测量放大器显示的频带声压级，测试传声器测得的声压级示值减去工作标准传声器相应各频带声压级的值即为测试传声器的频率响应。

7.2.6 助听器测试仪测量系统的总谐波失真

助听器测试仪置于失真测量功能，把耳模拟器的耦合腔卸下，将测试传声器放入声源中，高声压耦合腔产生 500 Hz、1 kHz、2 kHz、3 kHz 的 120 dB 的声信号，分别读出助听器测试仪测量系统的总谐波失真。

7.2.7 级线性

7.2.7.1 级线性校准分别用 200 Hz、1 kHz 和 5 kHz 稳态正弦信号，助听器测试仪测量相应频率的声级。

7.2.7.2 调节输入信号，使助听器测试仪显示声级为 110 dB，然后输入信号以 10 dB 步进向上至 140 dB 和向下至 60 dB，分别读出助听器测试仪的级线性响应，输入信号的指示声级偏离相应预期声级的偏差即为级线性误差，预期声级可以通过参考级程上规定的起始点加上输入信号的变化量进行计算。

7.2.8 有效值特性

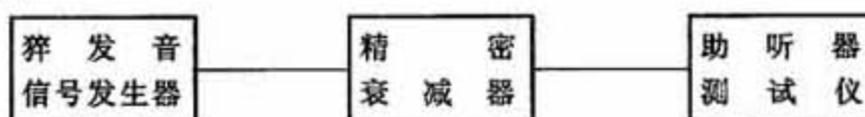


图 6 有效值特性校准装置示意图

7.2.8.1 助听器测试仪的有效值特性用频率为 2 kHz 的猝发音序列来测量，校准装置如图 6 所示。

7.2.8.2 有效值特性的测量步骤如下：

a) 助听器测试仪置于单频 (2 kHz) 测量。

b) 调节猝发音信号发生器使其输出频率为 2 kHz 的连续正弦信号，调节信号幅度，使助听器测试仪指示在指示器合适位置。

c) 保持信号幅度不变，从连续信号中提取持续时间为 5.56 ms，重复频率为 40 Hz 的猝发音序列电信号，加至助听器测试仪。通过减少精密衰减器的衰减来增加助听器测试仪的输入电压，使助听器测试仪指示在与步骤 b) 时相同的位置。理论增加量 (6.53 dB) 与精密衰减器的衰减改变量之差，即为助听器测试仪在峰值因数小于或等于 3 时的有效值特性的误差。

7.2.9 上升/恢复时间

7.2.9.1 测量装置如图 7 所示。



图 7 上升/恢复时间测量装置示意图

7.2.9.2 可编程信号发生器分别模拟 55 dB~80 dB 和 66 dB~100 dB 的具有上升/恢复过冲特性的助听器输出信号，将此信号直接输入助听器测试仪。

7.2.9.3 助听器测试仪上升/恢复测试信号输入到可编程信号发生器触发输入端，可编程信号发生器同步产生和上升/恢复测试信号频率相同的模拟上升/恢复过冲信号。上升时间为信号由低声压突然上升到高声压级时，偏离高声压级 ± 2 dB 所经历的时间；恢复时间为信号由高声压突然下降到低声压级时，偏离低声压级 ± 2 dB 所经历的时间。上升/恢复测试信号和模拟上升/恢复过冲信号如图 8 所示。

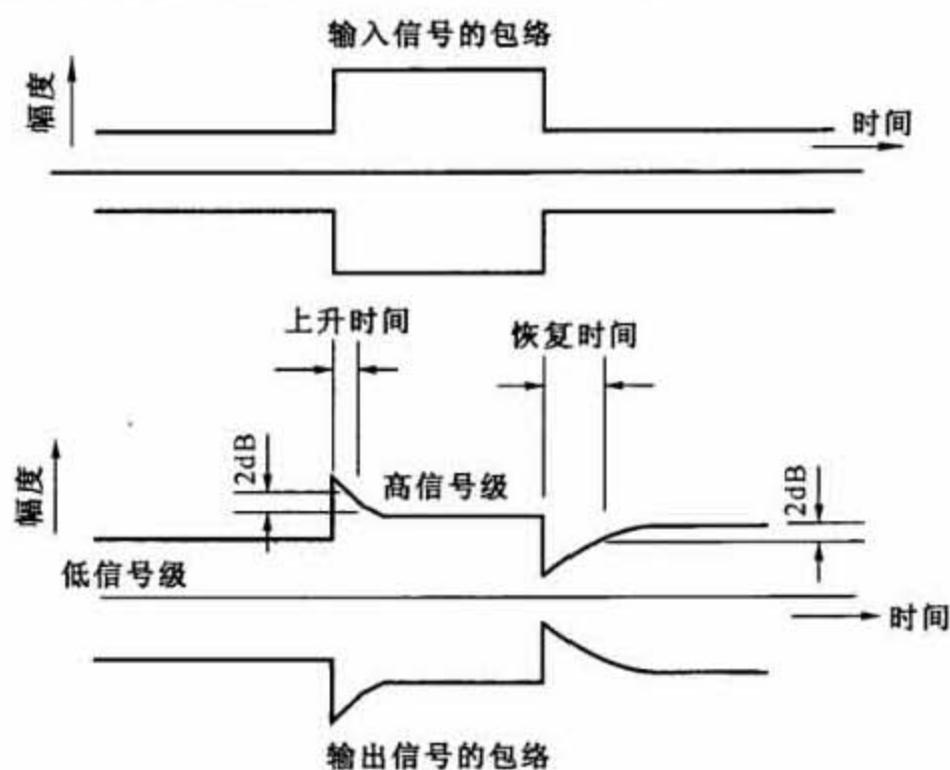


图 8 模拟具有上升/恢复过冲特性的助听器输出信号

7.2.9.4 用可编程信号发生器模拟的上升/恢复过冲信号，上升/恢复时间分别设为 50 ms, 100 ms, 500 ms, 用助听器测试仪测量上升/恢复时间，其与模拟值的差为上升/恢复时间的测量误差。

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：

a) 对测试箱中的环境噪声、声源声压级的准确度、声压级测量的准确度、有效值特性，修约到十分之一分贝。

b) 声源的频率准确度的校准结果保留四位有效数字；

c) 声源的声信号的总谐波失真、声压级测量系统的总失真度测量的准确度，修约到 0.1%。

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

助听器测试仪校准结果的测量不确定度按 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

助听器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仪器的使用情况（使用部位的重要性、环境条件、使用频率）、使用人员、仪器本身质量等诸多因素，因此，仪器使用者可根据实际使用情况并综合考虑测量质量的要求自主决定复校的时间间隔。

附录 A

校准证书的内容

A.1 校准证书至少应包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 证书的编号、页码及总页数；
- c) 校准实验室的名称和地址；
- d) 进行校准的日期；
- e) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
- f) 客户的名称和地址；
- g) 被校助听器测试仪的型号、规格及出厂编号；
- h) 本技术规范的名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准溯源性及有效性的说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- n) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

A.2 推荐的助听器测试仪校准证书的内页格式见表 A.1。

表 A.1 校准证书内页的格式

校 准 结 果

共 2 页 第 1 页

一、外观检查：

二、测试箱中的环境噪声：

频 率/Hz	200	250	315	400	500	630
本底噪声/dB						
频 率/Hz	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500
本底噪声/dB						
频 率/Hz	3 150	4 000	5 000	6 300	8 000	
本底噪声/dB						

三、声源特性：

1. 替代法参考声压级误差：

频 率/Hz	200	250	315	400	500	630
误差/dB	50dB					
	70 dB					
	90 dB					
频 率/Hz	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500
误差/dB	50 dB					
	70 dB					
	90 dB					
频 率/Hz	3 150	4 000	5 000	6 300	8 000	
误差/dB	50 dB					
	70 dB					
	90 dB					

2. 比较法参考声压级误差：

频 率/Hz	200	250	315	400	500	630
误差/dB	50 dB					
	70 dB					
	90 dB					
频 率/Hz	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500
误差/dB	50 dB					
	70 dB					
	90 dB					
频 率/Hz	3 150	4 000	5 000	6 300	8 000	
误差/dB	50 dB					
	70 dB					
	90 dB					

表 A.1 (续)

校准结果

共 2 页 第 2 页

3. 声源的频率准确度:

频率/Hz	200	250	315	400	500	630
实测值/Hz						
频率/Hz	800	1000	1250	1600	2000	2500
实测值/Hz						
频率/Hz	3150	4000	5000	6300	8000	
实测值/Hz						

4. 声源声信号的总谐波失真:

频率/Hz	200	1000	8000
声压级为 70 dB 时的总谐波失真/%			
声压级为 90 dB 时的总谐波失真/%			

四、声压级测量的准确度: 误差 _____

五、测试传声器的频率响应:

频率/Hz	200	250	315	400	500	630
频率响应/dB						
频率/Hz	800	1000	1250	1600	2000	2500
频率响应/dB		参考				
频率/Hz	3150	4000	5000	6300	8000	
频率响应/dB						

六、声压级测量系统的总谐波失真:

频率/Hz	500	1000	2000	3000
失真度/%				

七、级线性:

位置/dB	60	70	80	100	110	120	130	140
误差/dB					参考			

八、有效值特性: _____

九、上升/恢复时间测量 (2500Hz):

上升时间/ms	5	100	500
误差/ms			
恢复时间/ms	5	100	500
误差/ms			

十、测量不确定度

十一、校准依据: JJF 1201—2008 助听器测试仪校准规范

十二、使用的校准装置

名称	型号规格	检定或校准证书	检定或校准机构

附录 B

测量不确定度的评定实例

B.1 引言

本附录以声压级测量的准确度、替代法参考声压级误差、声源频率准确度、有效值特性、上升、恢复时间等校准项目的测量不确定度评定为例，说明助听器测试仪各校准项目的测量不确定度评定的程序。

由于校准方法和所用仪器设备相同或近似，其他一些项目的不确定度评定与以上一些项目也是相同或近似的。例如，测试箱中的本底噪声、比较法参考声压级误差、测试传声器的频率响应与替代法参考声压级误差相似。

B.2 声压级测量的准确度校准结果测量不确定度评定

B.2.1 数学模型

将声校准器耦合到助听器测试仪控制传声器上时，产生的实际声压级 L_p 由式 (B.1) 计算

$$L_p = L + \Delta K \quad (\text{B.1})$$

式中： L ——上级证书给出在基准条件下的声校准器声压级值，dB；

ΔK ——偏离基准条件下的气压修正量，dB。

$$\Delta K = -20 \lg(p/p_0) \quad p_0 = 101.325 \text{ kPa}$$

B.2.2 标准不确定度的 A 类评定

A 类标准不确定度主要来源于测量的重复性，本范例在相同的测量条件下对助听器测试仪声级校准误差重复测量 9 次，得到的测量结果如表 B.1 所示。

表 B.1 声级校准误差的测量数据

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9
声级校准误差/dB	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0

实验标准偏差按式 (B.2) 计算：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (\text{B.2})$$

式中： n ——重复测量的次数，此处 $n=9$ ；

x_i ——声级校准误差的第 i 次测量值，dB；

\bar{x} ——声级校准误差 n 次测量结果的平均值，dB。

根据表 B.1 中的数据，可由式 (B.2) 计算出声级校准误差的实验标准差：

$$s = 0.04 \text{ dB}$$

校准时取单次测量结果，故 A 类标准不确定度：

$$u_A = s = 0.04 \text{ dB}$$

B.2.3 标准不确定度的 B 类评定

助听器测试仪声级校准误差校准的 B 类不确定度主要来源于：

a) 声校准器声压级的不确定度引入的标准不确定度分量。

声校准器上级证书给出不确定度 $U=0.2$ dB, $k=2$, 属于正态分布。

$$u_{B1} = 0.2/2 = 0.1 \text{ dB}$$

b) 气压修正时气压表不确定度引入的标准不确定度分量

气压计不确定度上级证书给出为 0.1%, 一般气压测量值为 100 kPa 左右, 测量极限误差 0.1 kPa, 属于均匀分布, $k=\sqrt{3}$ 。

灵敏系数: $c_{B2} = \frac{\partial L_p}{\partial p} = -\frac{20}{p \times \ln 10} = -\frac{20}{86 \times \ln 10} = -0.1$ [额定环境气压 p 在 (86~106) kPa 范围内取 $p=86.0$ kPa]

则: $u_{B2} = |-0.1| \times 0.1/\sqrt{3} = 0.006$ dB

c) 助听器测试仪读数值引入的标准不确定度分量

助听器测试仪读数分辨力为 0.1 dB, 为均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则

$$u_{B3} = 0.1/\sqrt{3} = 0.06 \text{ dB}$$

B.2.4 合成标准不确定度

声级校准误差校准结果的测量不确定度的来源及数值汇总于表 B.2 中。

表 B.2 声级校准误差校准结果的测量不确定度的来源及数值

序号	标准不确定度		
	来源	符号	数值/dB
1	重复性	u_A	0.04
2	声校准器	u_{B1}	0.1
3	气压计	u_{B2}	0.006
4	助听器测试仪读数值	u_{B3}	0.06

由于表 B.2 中各分量独立无关, 故合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_{B1}^2 + u_{B2}^2 + u_{B3}^2} = 0.12 \text{ dB}$$

B.2.5 扩展标准不确定度

取包含因子 $k=2$, 则助听器测试仪声级校准误差校准的扩展不确定度为

$$U = 0.12 \times 2 = 0.24 \text{ dB}$$

B.3 替代法参考声压级误差校准结果测量不确定度评定

B.3.1 数学模型

助听器测试仪测得 1000 Hz 频率上的声压级 L_p 由下式计算出:

$$L_p = L_{测} - L_{标} \quad (B.3)$$

式中: $L_{测}$ ——助听器测试仪测得的声压级, dB;

$L_{标}$ ——工作标准传声器测得的参考声压级, dB。

B.3.2 标准不确定度的 A 类评定

A 类标准不确定度主要来源于测量的重复性, 本范例在相同的测量条件下, 助听器测试仪声源的声压级置于 70 dB, 在试验频率 1000 Hz 处重复测量 9 次, 得到的测量结果如表 B.3 所示。

表 B.3 1000 Hz 频率处声压级置于 70 dB 时声压级的测量数据

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9
声压级误差/dB	0.2	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.1	0.3

参照 B.2.2, 可求出由测量重复性引入的不确定度分量为:

$$u_A = 0.093 \text{ dB}$$

B.3.3 标准不确定度的 B 类评定

替代法参考声压级误差校准时的主要 B 类不确定度来源于:

a) 工作标准传声器的不确定度引入的测量结果不确定度分量由标准传声器上级证书给出的不确定度为 0.5 dB, $k=2$, 故

$$u_{B1} = 0.5 / 2 = 0.25 \text{ dB}$$

b) 测量放大器稳定度引入的测量结果不确定度分量由测量放大器上级证书给出的稳定度为 ± 0.02 dB, $k=2$, 故

$$u_{B2} = 0.02 / 2 = 0.01 \text{ dB}$$

c) 带通滤波器引入的测量结果不确定度分量由带通滤波器上级证书给出的不确定度为 0.2 dB, $k=2$, 故

$$u_{B3} = 0.2 / 2 = 0.1 \text{ dB}$$

d) 助听器测试仪声压级示值分辨力引入的测量结果不确定度分量

助听器测试仪声压级示值分辨力为 0.1 dB, 半区间为 0.05 dB, 均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则:

$$u_{B4} = 0.05 / \sqrt{3} \approx 0.029 \text{ dB}$$

B.3.4 合成标准不确定度

替代法参考声压级校准结果的测量不确定度的来源及数值汇总于表 B.4 中。

表 B.4 替代法参考声压级校准结果的测量不确定度的来源及数值

序号	标准不确定度		
	来源	符号	数值/dB
1	重复性	u_A	0.093
2	实验室标准传声器灵敏度	u_{B1}	0.25
3	测量放大器稳定度	u_{B2}	0.01
4	带通滤波器	u_{B3}	0.1
5	助听器测试仪声压级示值分辨力	u_{B4}	0.029

表 B.4 中各分量独立无关, 故合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_{B1}^2 + u_{B2}^2 + u_{B3}^2 + u_{B4}^2} = 0.29 \text{ dB}$$

B.3.5 扩展标准不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则助听器测试仪替代法参考声压级误差校准的扩展不确定度为

$$U = 0.29 \times 2 = 0.58 \text{ dB}$$

B.4 声源频率准确度校准结果的测量不确定度评定

B.4.1 数学模型

$$\delta = f_s - f \quad (\text{B.4})$$

式中： f_s ——声源频率测量结果，Hz；

f ——助听器测试仪声源的标称频率，Hz；

δ ——测量误差，Hz。

B.4.2 标准不确定度的 A 类评定

A 类标准不确定度主要来源于测量的重复性，本范例在相同的测量条件下对助听器测试仪声源 1000 Hz 的频率进行 9 次测量，得到的测量结果如表 B.5 所示。

表 B.5 1000Hz 声源频率的测量数据

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1000 Hz 声源频率/Hz	1003	1003	1004	1003	1004	1004	1003	1004	1004

参照 B.2.2，可求出由测量重复性引入的不确定度分量为

$$u_A = 0.527 \text{ Hz}$$

B.4.3 标准不确定度的 B 类评定

校准声源频率准确度时，主要的 B 类不确定度来源于以下几个方面：

a) 数字频率计引入的标准不确定度分量

数字频率计的最大允许误差优于 $\pm 0.01\%$ ，其引入的标准不确定度按均匀分布估计，取包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，本次测量平均值为 1003.6 Hz，则：

$$u_{B1} = 0.01\% \times 1003.6 / \sqrt{3} = 0.058 \text{ Hz}$$

b) 助听器测试仪频率分辨力引入的标准不确定度分量

助听器测试仪频率分辨力为 1 Hz，半区间为 0.5 Hz，按均匀分布估计，取 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_{B2} = 0.5 / \sqrt{3} = 0.289 \text{ Hz}$$

B.4.4 合成标准不确定度

声源频率准确度校准结果的测量不确定度的来源及数值汇总于表 B.6 中。

表 B.6 声源频率准确度校准结果的测量不确定度的来源及数值

序号	标准不确定度		
	来源	符号	数值/Hz
1	重复性	u_A	0.527
2	数字频率计	u_{B1}	0.058
3	助听器测试仪频率分辨力	u_{B2}	0.289

表 B.6 中各分量独立无关, 故合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{u_\lambda^2 + u_{B1}^2 + u_{B2}^2} = 0.60 \text{ Hz}$$

B.4.5 扩展标准不确定度

取包含因子 $k=2$, 则助听器测试仪声源频率准确度校准的扩展不确定度为

$$U = 0.60 \times 2 = 1.20 \text{ Hz}$$

B.4.6 相对扩展不确定度

$$U_r = \frac{1.20}{1000} \times 100\% = 0.12\%$$

B.5 有效值特性校准结果的测量不确定度评定

B.5.1 数学模型

$$\delta = L_p - L \quad (\text{B.5})$$

式中: L_p ——猝发音信号幅度实际增加值的测量结果, dB;

L ——猝发音信号幅度的理论增加值, dB;

δ ——测量误差, dB。

B.5.2 标准不确定度的 A 类评定

校准猝发音响应时, A 类标准不确定度主要来源于测量的重复性, 本范例在相同的测量条件下对助听器测试仪在峰值因数小于或等于 3 时的有效值特性的误差重复测量 9 次, 得到的结果如表 B.7 所示。

表 B.7 有效值特性的测量数据

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9
有效值响应误差/dB	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2

参照 B.2.2, 可求出由测量重复性引入的不确定度分量为

$$u_A = 0.071 \text{ dB}$$

B.5.3 标准不确定度的 B 类评定

校准有效值特性时, 主要的 B 类不确定度来源于以下几个方面:

a) 正弦信号发生器稳定度引入的标准不确定度分量

正弦信号发生器在校准期间的稳定性优于 ± 0.02 dB, 其引入的标准不确定度按均匀分布估计, 取包含因子 $k=\sqrt{3}$, 则:

$$u_{B1} = 0.02/\sqrt{3} = 0.012 \text{ dB}$$

b) 精密衰减器引入的标准不确定度分量

精密衰减器在 10 dB 内的误差优于 ± 0.05 dB, 其引入的标准不确定度按均匀分布估计, 取包含因子 $k=\sqrt{3}$, 则:

$$u_{B2} = 0.05/\sqrt{3} = 0.029 \text{ dB}$$

c) 猝发音持续时间误差引入的标准不确定度分量

猝发音持续时间的误差为 $\pm 1\%$, 其半区间约为 0.086 dB, 其引入的标准不确定度按均匀分布估计, 取包含因子 $k=\sqrt{3}$, 则:

$$u_{B3} = 0.086 / \sqrt{3} = 0.050 \text{ dB}$$

d) 猝发音重复周期误差引入的标准不确定度分量

猝发音重复周期的误差为±1%，其半区间约为0.086 dB，其引入的标准不确定度按均匀分布估计，取包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_{B4} = 0.086 / \sqrt{3} = 0.050 \text{ dB}$$

e) 数据修约引入的标准不确定度分量

在计算中要求数据修约到0.1 dB，则：

$$u_{B5} = 0.05 / \sqrt{3} = 0.029 \text{ dB}$$

B.5.4 合成标准不确定度

有效值特性校准结果的测量不确定度的来源及数值汇总于表 B.8 中。

表 B.8 有效值特性校准结果的测量不确定度的来源及数值

序号	标准不确定度		
	来源	符号	数值/dB
1	重复性	u_A	0.071
2	正弦信号发生器的稳定度	u_{B1}	0.012
3	精密衰减器的误差	u_{B2}	0.029
4	猝发音持续时间的误差	u_{B3}	0.050
5	猝发音重复时间的误差	u_{B4}	0.050
6	数字修约误差	u_{B5}	0.029

表 B.8 中各分量独立无关，故合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_{B1}^2 + u_{B2}^2 + u_{B3}^2 + u_{B4}^2 + u_{B5}^2} = 0.11 \text{ dB}$$

B.5.5 扩展标准不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则助听器测试仪有效值特性校准的扩展不确定度为

$$U = 0.11 \times 2 = 0.22 \text{ dB}$$

B.6 上升/恢复时间校准结果的测量不确定度评定

B.6.1 数学模型

$$\delta = T_s - T \quad (\text{B.6})$$

式中： T_s ——上升/恢复时间测量结果，s；

T ——模拟上升/恢复时间信号的时间，s；

δ ——测量误差，s。

B.6.2 A类标准不确定度的评定

在相同的测量条件下，对100 ms模拟上升/恢复时间的信号独立测量9次，得到上

升/恢复时间测量误差如表 B.9 所示。

表 B.9 上升/恢复时间的测量数据

第 <i>i</i> 次测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9
上升/恢复时间/ms	105	104	105	106	105	105	104	105	106

参照 B.2.2, 可求出由测量重复性引入的不确定度分量为

$$u_A = 0.707 \text{ ms}$$

B.6.3 B类标准不确定度的评定

校准上升/恢复时间误差时, 主要的 B类不确定度来源于以下几个方面:

a) 可编程信号源模拟上升/恢复时间引入的标准不确定度分量

可编程信号源模拟上升/恢复时间校准后得测量不确定度为 0.1%, $k=2$, 本次测量平均值为 105.0 ms, 则:

$$u_{B1} = 0.1\% \times 105.0/2 = 0.053 \text{ ms}$$

b) 可编程信号源声压级误差引入的标准不确定度分量

可编程信号源是通过测量声压级的衰减时间而计算上升/恢复时间的, 本测量装置声压级误差优于 $\pm 0.2 \text{ dB}$, 取 $k=2$, 可编程信号源上升/恢复时间的测量是测量 (90~82)dB 的衰减历程的时间, 本次测量标准值为 100.0 ms, 此分量引入上升/恢复时间的标准不确定度分量:

$$u_{B2} = (0.2/8) \times 100.0/2 = 1.25 \text{ ms}$$

c) 助听器测试仪声压级分辨力引入的标准不确定度分量

助听器测试仪声压级分辨力为 0.1 dB, 按均匀分布估计, 取 $k=\sqrt{3}$, 助听器测试仪上升/恢复时间的测量也是测量 (90~82)dB 的衰减历程的时间, 本次测量的平均值为 105.0 ms, 此分量引入上升/恢复时间的极限误差 = $(0.1/8) \times 105.0 = 1.313 \text{ ms}$, 此分量引入上升/恢复时间的标准不确定度分量:

$$u_{B3} = (0.1/8) \times 105.0/\sqrt{3} = 0.76 \text{ ms}$$

B.6.4 合成标准不确定度

上升/恢复时间校准结果的测量不确定度的来源及数值汇总于表 B.10 中。

表 B.10 上升/恢复时间校准结果的测量不确定度的来源及数值

序号	标准不确定度		
	来源	符号	数值/ms
1	重复性	u_A	0.707
2	可编程信号源模拟上升/恢复时间	u_{B1}	0.053
3	可编程信号源声压级误差	u_{B2}	1.25
4	助听器测试仪声压级分辨力	u_{B3}	0.76

由于表 B.10 中各分量独立无关, 故合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{u_A^2 + u_{B1}^2 + u_{B2}^2 + u_{B3}^2} = 1.63 \text{ ms}$$

B.6.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度:

$$U = ku_c = 2 \times 1.63 \approx 3.3 \text{ ms}$$

B.6.6 相对扩展不确定度

$$U_r = \frac{3.3}{100.0} \times 100\% = 3.3\%$$

中华人民共和国
国家计量技术规范

助听器测试仪校准规范

JJF 1201—2008

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

880 mm×1230 mm 16开本 印张1.5 字数27千字

2008年6月第1版 2008年6月第1次印刷

印数1—1500

统一书号155026—2344 定价:28.00元