

# JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1842—2020

---

## 固定式声场测听设备校准规范

Calibration Specification of Fixed Audiometric Equipment  
in Sound Field

2020-07-02 发布

2021-01-02 实施

---

国家市场监督管理总局 发布

# 固定式声场测听设备 校准规范

Calibration Specification of Fixed  
Audiometric Equipment in Sound Field

JJF 1842—2020

**归口单位：**全国声学计量技术委员会

**主要起草单位：**上海市计量测试技术研究院

中国计量科学研究院

中国人民解放军总医院耳鼻咽喉研究所

**参加起草单位：**陕西师范大学

浙江省计量科学研究院

福建省计量科学研究院

深圳市计量质量检测研究院

本规范委托全国声学计量技术委员会负责解释。

**本规范主要起草人：**

邓 峥 （上海市计量测试技术研究院）

钟 波 （中国计量科学研究院）

冀 飞 （中国人民解放军总医院耳鼻咽喉研究所）

**参加起草人：**

吴胜举 （陕西师范大学）

姚 磊 （浙江省计量科学研究院）

李 群 （福建省计量科学研究院）

张国庆 （深圳市计量质量检测研究院）

## 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 嗽声 .....	1
3.2 参考点 .....	1
3.3 固定式声场测听设备 .....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
5.1 声场测听信号声压级误差.....	2
5.2 谐波失真.....	2
5.3 声场测听信号级线性误差.....	2
6 校准条件.....	2
6.1 环境条件.....	2
6.2 测量标准及其他设备.....	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.....	5
8.1 校准数据处理.....	5
8.2 校准证书.....	5
8.3 校准结果不确定度的评定.....	5
9 复校时间间隔.....	5
附录A 自由场与扩散场测听的基准听阈声压级.....	6
附录B 校准证书的内容及推荐格式.....	7
附录C 测量结果的不确定度评定示例.....	11

# 引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。本规范在制定中参考了国家标准 GB/T 4854.7—2008《声学 校准测听设备的基准零级 第7部分：自由场与扩散场测听的基准听阈》、GB/T 16296.2—2016《声学 测听方法 第2部分：用纯音及窄带测试信号的声场测听》和国家计量检定规程 JJG 388—2012《测听设备 纯音听力计》制定。

本规范为首次制定。



## 固定式声场测听设备校准规范

### 1 范围

本规范适用于固定式声场测听设备（以下简称测听设备）的校准。

### 2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG 176 声校准器

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1034 声学计量术语及定义

JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示

GB/T 3102.7 声学的量和单位

GB/T 3947—1996 声学名词术语

GB/T 4854.7—2008 声学 校准测听设备的基准零级 第7部分：自由场与扩散场测听的基准听阈

GB/T 7341.1—2010 电声学 测听设备 第1部分：纯音听力计

GB/T 16296.2—2016 声学 测听方法 第2部分：用纯音及窄带测试信号的声场测听

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

本规范采用 GB/T 3102.7 中规定的量和单位。

JJG 176、JJF 1001、JJF 1034、JJF 1059.1、GB/T 3947—1996、GB/T 4854.7—2008、GB/T 7341.1—2010 和 GB/T 16296.2—2016 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

#### 3.1 啞声 warble tone

频率作正弦式调制的纯音。

注：改写 GB/T 3947—1996，定义 12.10。

#### 3.2 参考点 reference point

声场测听时受试者头部中心位置（两耳外耳道口中心连线的中点），位于测听设备的发声扬声器参考轴上。

注：改写 GB/T 16296.2—2016，定义 3.3。

#### 3.3 固定式声场测听设备 fixed audiometric equipment in sound field

在测听室内对受试者进行声场测听的听力设备，由固定摆放在测听室内的一个或多个扬声器以及摆放在测听室外的信号源、功率放大器、信号级控制器等组成。

### 4 概述

测听设备用于在各类声场中进行听力测试。它的特点在于既可对各类人群进行基本的听力测量，也可对佩戴助听器或人工耳蜗的听力受损者及残障人士进行声场测听。测

听设备通过驱动扬声器在测听室内发出标准的测听声音,根据受试者的反馈对受试者进行听力测试。测听设备一般由信号源、功率放大器、信号级控制器和一个或多个固定在测听室内的扬声器等部分组成。

## 5 计量特性

### 5.1 声场测听信号声压级误差

测听设备声场测听信号声压级在规定的频率范围内最大允许误差一般不超过 $\pm 5.0$  dB。

### 5.2 谐波失真

测听设备在 125 Hz 的谐波失真一般不大于 5.0%, 125 Hz 以上频率点的谐波失真一般不大于 3.0%。

### 5.3 声场测听信号级线性误差

测听设备声场测听信号级线性的最大允许误差一般不超过步进值的 $\pm 3/10$  或 $\pm 2.0$  dB, 两者取其较小者。

注: 以上技术要求不是用于合格性判定, 仅供参考使用。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

温度: (15~35) °C

相对湿度: (30~90) %

静压: (86~106) kPa

### 6.2 测量标准及其他设备

#### 6.2.1 工作标准传声器

工作标准传声器灵敏度级不应小于-40 dB (参考灵敏度: 1 V/Pa), 灵敏度级频率响应的最大允许误差见表 1。在自由场和准自由场类型的测听室中应使用 WS2F 型工作标准传声器, 在扩散场类型的测听室中应使用 WS2D 型工作标准传声器。

**表 1 工作标准传声器灵敏度级频率响应的最大允许误差**

频率/Hz	最大允许误差/dB
20~4 000	$\pm 0.50$
5 000	$\pm 0.75$
6 300	$\pm 1.0$
8 000	$\pm 1.25$
10 000	$\pm 1.50$
12 500	$\pm 1.75$
16 000	$\pm 2.0$

#### 6.2.2 声分析仪

在工作频率范围内其电信号的频率响应应优于 $\pm 0.2$  dB, 应具有 1/3 倍频程分析模块。声分析仪的级线性应优于 $\pm 0.6$  dB, 谐波失真应优于 0.5%。

#### 6.2.3 声校准器

声校准器满足 JJG 176 中 2 级技术要求。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

固定式声场测听设备的校准项目见表 2。

**表 2 固定式声场测听设备校准项目一览表**

序号	项目名称	技术条号	校准方法条号
1	声场测听信号声压级误差	5.1	7.2.1
2	谐波失真	5.2	7.2.2
3	声场测听信号级线性误差	5.3	7.2.3

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 声场测听信号声压级误差

7.2.1.1 进行声场测听信号声压级误差校准的测量装置示意图见图 1，将工作标准传声器放置在测听室参考点处，工作标准传声器与扬声器参考轴的夹角和受试者进行声场测听时的声音入射角度一致（即  $0^\circ$ 、 $45^\circ$  或  $90^\circ$  入射）。声场测听信号与声场类型的组合以及对应的声场测听类型见表 3。应对测听设备的每个声场测听输出通道分别进行校准。

注：

1 在开始校准之前应使用声校准器检查工作标准传声器、传声器前置放大器和声分析仪的灵敏度，必要时调整声分析仪的灵敏度。

2 由用户提供声场类型的依据。

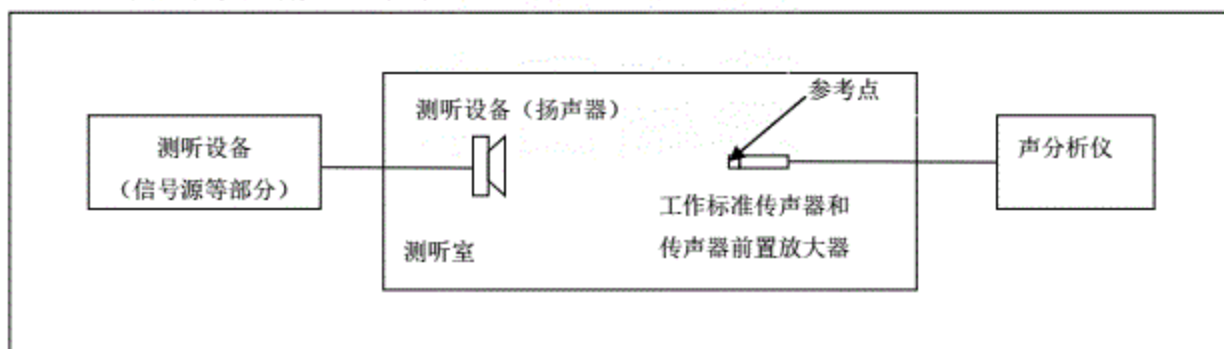


图 1 测听设备校准的测量装置示意图

**表 3 声场测听信号与声场类型的组合类型**

序号	声场类型	可选声场测听信号	声场测听类型
1	自由场	纯音	自由场
		啜声	自由场
2	准自由场	啜声	自由场
3	扩散场	窄带噪声	扩散场

#### 7.2.1.2 自由场测听条件下的校准方法：

a) 声分析仪设置为 1/3 倍频程分析，频率范围为 125 Hz~10 kHz，频率计权为 Z 计权，平均时间不小于 10 s。

b) 设置测听设备的输出听力级。

c) 选择“纯音”或“啜声”并逐档改变测听设备频率，记录声分析仪显示的三分



之一倍频带声压级  $L_r$ 。

d) 按公式 (1) 计算各频率声场测听信号声压级误差。自由场测听的基准听阈声压级  $L_{frtspl}$  见表 A.1, 若入射方向不为  $0^\circ$ , 应将表 A.1 给出的基准听阈声压级加上修正值, 不同角度的修正值见表 A.2。

$$\delta_r = L_r - b - L_{frtspl} \quad (1)$$

预览与源文档一致, 下载高清无水印  
式中:

$\delta_r$ ——自由场测听条件下测听设备声场测听信号声压级误差, dB;

$b$ ——校准时测听设备设置的听力级, dB;

$L_r$ ——用声分析仪测得的测听设备声场测听信号声压级, dB;

$L_{frtspl}$ ——自由场测听的基准听阈声压级, dB。

### 7.2.1.3 扩散场测听条件下的校准方法:

a) 声分析仪设置为 1/3 倍频程分析, 频率范围为 20 Hz~20 kHz, 频率计权为 Z 计权, 平均时间不小于 10 s。

b) 设置测听设备的输出听力级。

c) 选择“窄带噪声”并逐档改变测听设备频率, 记录声分析仪显示的总声压级  $L_d$ 。

e) 按公式 (2) 计算各频率声场测听信号声压级误差。扩散场测听的基准听阈声压级  $L_{drtsp1}$  见表 A.1。

$$\delta_d = L_d - b - L_{drtsp1} \quad (2)$$

式中:

$\delta_d$ ——扩散场测听条件下测听设备声场测听信号声压级误差, dB;

$b$ ——校准时测听设备设置的听力级, dB;

$L_d$ ——扩散场测听条件下测听设备声场测听信号声压级, dB;

$L_{drtsp1}$ ——扩散场测听的基准听阈声压级, dB。

### 7.2.2 谐波失真

进行谐波失真校准的测量装置示意图见图 1, 当声场测听信号为啁声或者纯音时, 将测听设备的输出听力级设置为 50 dB, 逐次改变测听设备输出频率, 在声分析仪上测出各次谐波电压值, 用公式 (3) 计算各频率的谐波失真  $d$ , 逐档增加测听设备的输出听力级, 记录使得  $d$  满足 5.2 技术要求的最大听力级档位。

$$d = \sqrt{\frac{u_2^2 + u_3^2 + u_4^2}{u^2}} \quad (3)$$

式中:

$u_2, u_3, u_4$ ——分别是二次、三次、四次谐波电压值, mV;

$u$ ——总信号 (含基波) 电压值, mV。

### 7.2.3 声场测听信号级线性误差

7.2.3.1 进行声场测听信号级线性误差校准的测量装置示意图见图 1, 根据声场类型和声场测听信号的选择见表 3。

#### 7.2.3.2 声场测听信号级线性误差的校准方法如下:

声分析仪设置同 7.2.2, 首先测听设备设置为不发声, 记录在声分析仪上显示的环

境噪声。将测听设备设置为持续发声，听力级设置为 7.2.2 测得的最大听力级档位，依据标称步进值向下逐档降低测听设备听力级输出，记录在每一输出档位上声分析仪显示的三分之一倍频带声压级，然后计算相邻档位的衰减值，最后计算标称步进值与衰减值之差。声分析仪输出声压级的信噪比小于 10 dB 的档位不予校准，并在校准报告中予以记录。应至少校准 1 kHz 的声场测听信号级线性误差。

## 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，出具的校准数据应修约至小数点后 1 位。

### 8.2 校准证书

经校准的测听设备应出具校准证书，校准证书应包括的信息及推荐的校准证书内页格式见附录 B。

### 8.3 校准结果不确定度的评定

对测听设备校准结果不确定度按 JJF 1059.1-2012 的要求评定，不确定度评定的示例见附录 C。

## 9 复校时间间隔

测听设备的复校时间间隔建议不超过 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、扬声器位置及参考点位置变动等，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

## 自由场与扩散场测听的基准听阈声压级

A.1 自由场（正向入射）与扩散场测听的基准听阈声压级由 GB/T 4854.7—2008 规定，具体数值见表 A.1。

表 A.1 自由场（正向入射）与扩散场测听的基准听阈声压级

频率/Hz	基准听阈声压级（基准声压：20 $\mu$ Pa）/dB	
	自由场（正向入射）测听	扩散场测听
125	22.1	22.1
250	11.4	11.4
500	4.4	3.8
750	2.4	1.2
1 000	2.4	0.8
1 500	2.4	1.0
2 000	-1.3	-1.5
3 000	-5.8	-4.0
4 000	-5.4	-3.8
6 000	4.3	1.4
8 000	12.6	6.8

A.2 声场（45° 及 90° 入射）测听的基准听阈声压级相对于正向入射的修正值由 GB/T 16296.2 规定，见表 A.2（修约到 0.5 dB）。

表 A.2 声场（45° 及 90° 入射）测听的基准听阈声压级相对于正向入射的修正值

频率/Hz	声场（45° 及 90° 入射）测听的基准听阈声压级相对于正向入射的修正值（基准声压：20 $\mu$ Pa）/dB	
	45°	90°
125	0.5	1.0
250	1.0	2.0
500	3.0	4.5
1 000	4.0	5.5
2 000	3.0	2.0
3 000	5.0	2.5
4 000	4.0	-0.5
6 000	7.5	9.5
8 000	5.5	8.5

## 附录 B

### 校准证书的内容及推荐格式

- B.1 校准证书应至少包括以下信息：
- 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；
  - f) 送校单位的名称和地址；
  - g) 被校固定式声场测听设备的描述和明确标识；
  - h) 校准所依据的技术规范的名称及代号；
  - i) 校准所用计量标准的名称、技术参数及有效性说明；
  - j) 校准时的环境条件；
  - k) 校准结果；
  - l) 校准结果的测量不确定度的说明；
  - m) 复校时间间隔的建议；
  - n) 校准人签名、核验人签名、批准人签名；
  - o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
  - p) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。
- B.2 推荐的校准证书内页格式见图 B.1

证书编号××××××—××××					
校准机构授权说明					
校准的技术依据 JJF ××××—×××× 固定式声场测听设备校准规范					
校准环境条件及地点					
温 度	℃	相对湿度	%	静 压	kPa
地 点					
校准使用的计量（基）标准装置					
名 称	测量范围	不确定度 /准确度等级 /最大允许误差	计量（基）标 准证书编号	有效期至	
校准使用的标准器					
名 称	测量范围	不确定度 /准确度等级 /最大允许误差	检定/校准证书 编号	有效期至	
第×页			共×页		

图 B.1 固定式声场测听设备校准证书的内页格式

证书编号××××××-××××

**校准结果**

## 1 概述

测听室声场类型：自由场 准自由场 扩散场声场测听信号类型：纯音 啜声 窄带噪声

测听室内扬声器和工作标准传声器摆放示意图：

## 2 声场测听信号声压级误差

通道\_\_：

入射方向：正向入射 45°入射 90°入射

频率/Hz	声场测听信号声压级/dB	基准听阈声压级/dB	听力级档位/dB	声场测听信号声压级误差/dB
125				
250				
500				
750				
1 000				
1 500				
2 000				
3 000				
4 000				
6 000				
8 000				

声场测听信号声压级校准值的不确定度：

## 3 谐波失真

通道\_\_：

入射方向：正向入射 45°入射 90°入射

频率/Hz	听力级档位/dB	最大听力级档位/dB	谐波失真/%

谐波失真校准值的不确定度：

第×页

共×页

图 B.1 固定式声场测听设备校准证书的内页格式（续）

证书编号××××××—××××

## 3 声场测听信号级线性误差

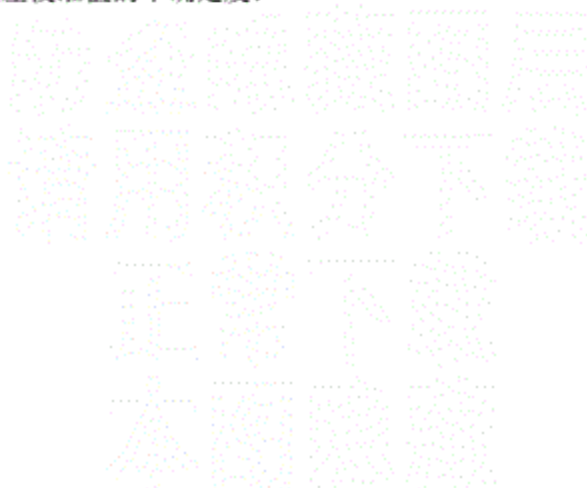
通道\_\_\_\_\_:

入射方向: 正向入射 45°入射 90°入射

频率/Hz	环境噪声/dB	听力级档位 /dB	测得的 衰减 值 /dB	误差/dB

\_\_\_\_\_及以下档位不满足信噪比要求。

声场测听信号级线性误差校准值的不确定度:



第×页

共×页

图 B.1 固定式声场测听设备校准证书的内页格式(续)

## 附录 C

## 不确定度评定示例

## C.1 概述

测听设备的计量特性包括声场测听信号声压级误差、谐波失真和声场测听信号级线性误差，本附录给出了其中最重要的声场测听信号声压级误差的不确定度评定示例，示例中测听室声场类型为准自由场，声场测听信号为啁声。

## C.2 测量模型

按公式 (C.1) 计算声场测听信号声压级误差：

$$\phi_r = L_r - b - L_{rfspl} \quad (C.1)$$

式中：

$\phi_r$ ——自由场测听条件下测听设备声场测听信号声压级误差，dB；

$b$ ——校准时测听设备设置的听力级，dB；

$L_r$ ——自由场测听条件下测听设备声场测听信号声压级，dB；

$L_{rfspl}$ ——自由场测听的基准听阈声压级，dB；

## C.3 合成标准不确定度计算公式

$\phi_r$  的不确定度来源主要有声分析仪的频率响应、工作标准传声器灵敏度级频率响应、声校准器声压级误差、测听室自由场偏差和测量位置误差，所有不确定度分量互不相关，合成标准不确定度计算公式如下：

$$u_c^2(\phi_r) = u_c^2(L_r) + u_c^2(\alpha) + u_c^2(\beta) + u_c^2(\chi) + u_c^2(\delta) + u_c^2(\gamma) \quad (C.2)$$

式中：

$\alpha$ ——声分析仪的频率响应，dB；

$\beta$ ——工作标准传声器灵敏度级频率响应，dB；

$\chi$ ——声校准器声压级误差，dB；

$\delta$ ——测听室自由场偏差，dB；

$\gamma$ ——测量位置误差，dB。

其中  $L_r$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\chi$ 、 $\delta$  和  $\gamma$  互不相关。

## C.4 各不确定度分量评定

C.4.1 测量重复性引入的不确定度分量 ( $u_1$ )

在相同的测量条件下对声场测听信号声压级误差重复测量 6 次，得到的实验标准偏差作为重复性所引入的标准不确定度分量  $u_1$  见表 C.1。



表 C.1 重复性测量结果

频率/Hz	声场测听信号声压级/dB						平均值/dB	实验标准偏差/dB
	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次		
125	2.2	1.5	1.7	1.4	2.1	1.3	1.70	0.374
250	0.3	0.1	0.2	0.1	0.4	-0.5	0.10	0.316
500	0.7	0.7	0.8	0.9	0.7	1.3	0.85	0.235
750	0.6	0.6	0.7	0.9	0.6	0.8	0.70	0.126
1 000	0.6	0.2	0.3	0.0	0.6	-0.4	0.22	0.382
1 500	1.1	1.3	1.5	2.1	1.0	2.3	1.55	0.536
2 000	2.0	1.2	1.4	0.8	2.2	0.6	1.37	0.638
3 000	2.4	2.1	2.0	2.0	2.4	1.3	2.03	0.403
4 000	1.0	1.0	1.0	0.9	1.2	0.4	0.92	0.271
6 000	0.6	0.1	0.3	0.1	0.5	0.4	0.33	0.207
8 000	0.2	-0.2	0.0	0.0	0.2	-0.3	-0.02	0.204

C.4.2 声分析仪频率响应引入的不确定度 ( $u_2$ )

声分析仪频率响应优于 $\pm 0.2$  dB, 其引入的标准不确定度按均匀分布估计, 则声分析仪频率响应引入的不确定度分量  $u_2$  为 0.116 dB。

C.4.3 工作标准传声器灵敏度级频率响应引入的不确定度 ( $u_3$ )

工作标准传声器灵敏度级频率响应最大允许误差见表 C.2, 其引入的标准不确定度按均匀分布估计, 则工作标准传声器灵敏度级频率响应引入的标准不确定度分量  $u_3$  见表 C.2。

表 C.2 工作标准传声器灵敏度级频率响应引入的标准不确定度分量

频率/Hz	125	250	500	750	1 000	1 500	2 000	3 000	4 000	6 000	8 000
频率响应最大允许误差/dB	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$	$\pm 0.5$	$\pm 1.0$	$\pm 1.25$
不确定度分量 $u_3$ /dB	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.578	0.722

C.4.4 声校准器声压级误差引入的不确定度 ( $u_4$ )

所使用的 1 级声校准器标称频率为 1000 Hz, 标称声压级为 94 dB, 其声压级的允差限为 $\pm 0.25$  dB, 引入的标准不确定度按均匀分布估计, 则声校准器声压级误差引入的不确定度分量  $u_4$  为 0.144 dB。

C.4.5 测听室自由场偏差引入的不确定度 ( $u_5$ )

准自由场的测听室, 在参考点产生的声压级与声压距离反比定律理论值的偏差不超过 $\pm 1.0$  dB, 其引入的标准不确定度按均匀分布估计, 则准自由场偏差引入的不确定度

分量  $u_5$  为 0.577 dB。

#### C.4.6 测量位置误差引入的不确定度 ( $u_6$ )

测量位置的最大误差为 0.5 mm，其引入的最大误差估计为  $\pm 0.05$  dB，其引入的标准不确定度按均匀分布估计，则测量位置误差引入的不确定度分量  $u_6$  为 0.029 dB。

#### C.5 合成标准不确定度

根据表 C.3 中的标准不确定度分量，并且各分量互不相关，其合成标准不确定度为：

$$u_c(\phi_f) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2}$$

表 C.3 测量不确定度来源汇总表

序号	不确定度来源	符号	标准不确定度分量/dB
1	重复性	$u_1$	(见表 C.1)
2	声分析仪频率响应	$u_2$	0.116
3	工作标准传声器灵敏度级频率响应	$u_3$	(见表 C.2)
4	声校准器声压级误差	$u_4$	0.144
5	测听室自由场偏差	$u_5$	0.577
6	测量位置误差	$u_6$	0.029

#### C.6 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则声场测听信号声压级误差校准值的扩展不确定度为：

$$U(\phi_f) = k u_c(\phi_f)$$

各频率的合成标准不确定度和扩展不确定度见表 C.4。

取表 C.4 其中最大值可得声场测听信号声压级误差校准值的扩展不确定度：

$$U(\phi_f) = 2.0 \text{ dB}$$

表 C.4 合成标准不确定度和扩展不确定度

频率/Hz	125	250	500	750	1 000	1 500	2 000	3 000	4 000	6 000	8 000
合成标准不确定度 $u_c$ /dB	0.769	0.743	0.712	0.684	0.773	0.860	0.927	0.784	0.725	0.864	0.965
扩展不确定度 $U$ /dB	1.538	1.486	1.424	1.368	1.546	1.720	1.854	1.568	1.450	1.728	1.930