

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1202—2008

驻极体传声器校准规范

Calibration Specification for Electret Microphones



2008—04—16 发布

2008—07—16 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

驻极体传声器校准规范

Calibration Specification for
Electret Microphones

JJF 1202—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：深圳市计量质量检测研究院

中国测试技术研究院

本规范委托全国声学计量技术委员会负责解释

本规范起草人：

朱崇全（深圳市计量质量检测研究院）

张国庆（深圳市计量质量检测研究院）

焦 践（深圳市计量质量检测研究院）

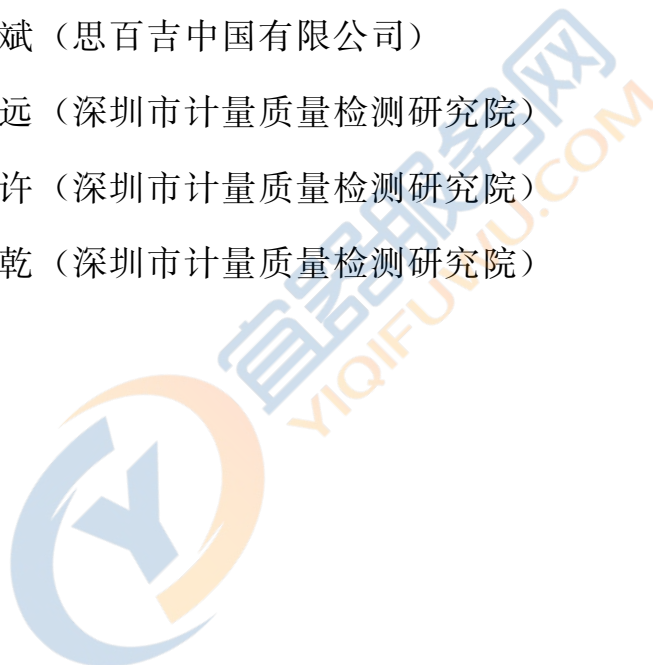
郝豫川（中国测试技术研究院）

戴 斌（思百吉中国有限公司）

罗 远（深圳市计量质量检测研究院）

段生许（深圳市计量质量检测研究院）

李德乾（深圳市计量质量检测研究院）



目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 声压灵敏度 (声压响应)	(1)
3.2 声压灵敏度级(L_m)	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 声压灵敏度级	(2)
5.2 频率响应	(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	(2)
7.1 校准项目	(2)
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 校准结果的测量不确定度	(5)
9 复校时间间隔	(5)
附录 A 校准证书的内容	(6)
附录 B 驻极体传声器校准结果不确定度的评定实例	(9)

驻极体传声器校准规范

1 范围

本规范适用于校准用驻极体传声器的校准。

2 引用文献

本规范引用下列文献：

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》

JJG 176—2005 《声校准器》

GB 3102.7—1993 《声学的量和单位》

GB 3240—1982 《声学测量中的常用频率》

GB/T 14198—1993 《传声器通用技术条件》

SJ/T 9564—1995 《驻极体传声器质量分等标准》

IEC 60268-4: 2004 Sound system equipment-Part4: Microphones (声系统设备 第四部分: 传声器)

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 1034—2005 中有关的及以下名词术语和定义。本规范采用 GB 3102.7—1993中规定的量和单位。

根据本规范需要, 采用以下名词术语。

3.1 声压灵敏度 (声压响应) (M_p) pressure sensitivity (pressure response)

接收换能器输出端的开路电压与换能器接收表面上实有的声压的比值。单位为伏每帕, V/Pa。

3.2 声压灵敏度级 (L_m) pressure sensitivity level

声压灵敏度级 L_m 是声压灵敏度 M_p 与参考声压灵敏度 M_r 之比, 用分贝表示:

$$L_m = 20 \lg(M_p/M_r)$$

式中: $M_r=1$ V/Pa, 为参考声压灵敏度。

4 概述

驻极体传声器是目前应用广泛的一种电声换能器, 即驻极体材料的极板极化后电荷长期保持在电介质表面的静电电容式传声器。校准用驻极体传声器是经筛选, 其声压灵敏度和频率响应特性经周期校准, 用作标准来确定其他驻极体传声器声压灵敏度及频响特性的驻极体传声器。

5 计量特性

5.1 声压灵敏度级

其额定值由生产厂给出，其最大允许误差一般应不超过±1.0 dB。

5.2 频率响应

在生产厂给出的有效频率范围，应满足 SJ/T 9564 中 3.3.1.1 对优等品的要求。详见图 1。

注：以上技术指标仅供参考，不作合格性判定。

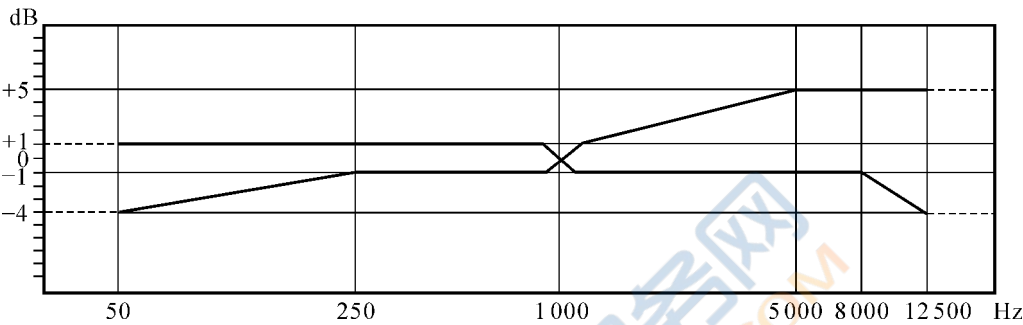


图 1 优等品的驻极体传声器频响曲线图

6 校准条件

6.1 环境条件

- 空气温度：(23±5)℃；
- 相对湿度：(50±30)%；
- 气压：(86~106)kPa。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 声校准器

在使用的频率范围应满足 JJG 176 对 1 级声校准器技术要求，多频声校准器应具有声反馈压缩功能。

6.2.2 驻极体传声器测试仪

应具有被校驻极体传声器所需要的额定负载阻抗、额定电源，电源电压的极性可以转换。额定负载阻抗的误差一般应优于±1.0%，额定电源电压的误差一般应优于±3%。

6.2.3 数字式交流电压表

在所用的量程和频率范围，交流电压测量误差应优于±0.5%，输入阻抗≥1 MΩ。

注：交流电压表输入阻抗应至少大于被校驻极体传声器额定阻抗的 100 倍。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

驻极体传声器的校准项目见表 1。

表 1 驻极体传声器校准项目一览表

编号	校准项目名称	技术要求条款号	校准方法条款号
1	外观检查	7.2.1	7.2.1
2	声压灵敏度级	5.1	7.2.2
3	频率响应	5.2	7.2.3

7.2 校准方法

7.2.1 外观检查

外观检查包括以下内容：被校驻极体传声器不应有明显的机械损伤，外表面应光滑平整，没有明显变形、划痕或破损。输出端平整，没有发生短路或断开等故障。

7.2.2 声压灵敏度级

如图 2 所示，并按以下步骤进行操作：

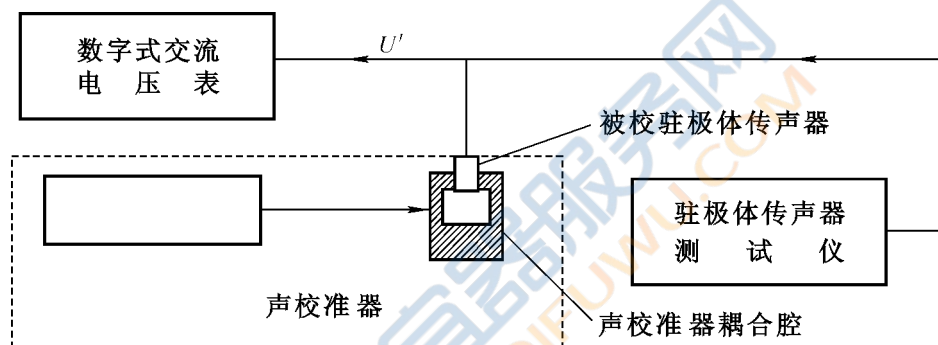


图 2 用声校准器耦合腔校准声压灵敏度示意图

a) 按被校驻极体传声器的额定负载阻抗、额定电源的电压和极性在驻极体传声器测试仪上设定相应的值和极性。

b) 将被校驻极体传声器放入声校准器耦合腔声入口，膜片（换能器接收面）朝内，输出端朝外，并耦合良好，否则需转换一个与被校传声器耦合良好的适配器。声校准器耦合腔声入口的适配器是固定的、不能拆下更换时，分两种情形分别对待：当声校准器耦合腔固有的适配器直径大于被校驻极体传声器直径时，可以在驻极体传声器的外面加一个圆套型的适配器，端面与传声器齐平才能保证耦合腔的容积保持不变和耦合的密闭性，并且换能器（传声器）声接收面不被改变或遮挡；当声校准器耦合腔固有的适配器直径小于被校驻极体传声器直径时，此时已不能有效耦合，必须更换能耦合良好的声校准器。

c) 声校准器置于参考频率 1 kHz 及额定的声压级（如 94 dB、104 dB、114 dB）后开启电源，等待腔内声压稳定。

d) 将驻极体传声器测试仪的输入端按被校驻极体传声器输出端的极性接入。被校传声器在接入额定的负载阻抗和电源电压后，对于声校准器发出的声信号，在输出端产生对应的交流信号电压 U' 。

e) 用数字式交流电压表测量被校驻极体传声器输出端的电压 U' 。

f) 依据公式 (1) 计算被校驻极体传声器在参考频率时的声压灵敏度 M'_p 。

$$M'_p = U' / p \quad (1)$$

式中： M'_p ——被校准极体传声器的声压灵敏度，V/Pa；

U' ——被校准极体传声器参考频率时的输出端电压，V；

p ——声校准器耦合腔内的声压，Pa。

声校准器的声信号输出一般用声压级标示（单位为 dB），可根据其定义的公式和基准声压（20 μ Pa）换算回声压（单位为 Pa）。并且应该用声校准器经计量校准后给出的实际声压级值（非标称值）进行换算。换算公式如下：

$$p = p_0 \times 10^{L_p/20} \quad (2)$$

式中： p ——声校准器耦合腔内的声压， μ Pa；

p_0 ——基准声压，20 μ Pa；

L_p ——声校准器耦合腔内以分贝表示的声压级，dB。

g) 依据公式（3）计算被校准极体传声器在参考频率时的声压灵敏度级 L'_m 。

$$L'_m = 20 \lg(M'_p/M_r) \quad (3)$$

式中： L'_m ——被校准极体传声器的声压灵敏度级，dB；

M'_p ——被校准极体传声器的声压灵敏度，V/Pa；

M_r ——参考声压灵敏度， $M_r = 1$ V/Pa。

7.2.3 频率响应

以参考频率的声压灵敏度级为参考，在驻极体传声器有效频率范围的低频部分和高频部分各测试频率测得的声压灵敏度级与 1 kHz 时的声压灵敏度级相减，其差值即为对应频率的声压灵敏度级的频率响应值。参考频率以外低频和高频部分的测试频率，应在被校准极体传声器的额定有效频率范围内，选择 GB/T 3240 规定的声学测量常用频率，如倍频程或 1/3 倍频程的标称中心频率。本规范推荐在 1 kHz 以下低频段选择 50 Hz，63 Hz，125 Hz，250 Hz，500 Hz 等频率，并增加一个在电声行业中检测驻极体传声器低频响应特性时通用的 70 Hz 检测频率。在 1 kHz 以上高频段选择 2 kHz，4 kHz，5 kHz，6.3 kHz，8 kHz，10 kHz，12.5 kHz 等频率。建议在高频和低频段至少各选一个尽量靠近额定有效频率范围上限和下限的频率值。

具体的测试方法和步骤如下：

a) 按图 1 所示连接测试仪器和被校准极体传声器。

b) 按被校准极体传声器的额定负载阻抗、额定电源的电压和极性在驻极体传声器测试仪上设定相应的值和极性。

c) 将被校准极体传声器放入声校准器耦合腔声入口，膜片（换能器接收面）朝内，输出端朝外，并耦合良好，否则需转换或加入一个与被校传声器耦合良好的适配器。

d) 声校准器置于参考频率 1 kHz 以外的其他测试频率，如上述推荐的频率值。声压级置于 7.2.2 c) 相同的挡位，开启电源，等待腔内声压稳定，不同测试频率其压缩时间长短不同，特别是在高低端频率声压不稳时，需检查声校准器与被校传声器是否耦合良好、是否有声泄漏或外界干扰，找出原因并排除。

e) 将驻极体传声器测试仪的输入端按被校准极体传声器输出端的极性接入。被校传声器在接入额定的负载阻抗和电源电压后，对于声校准器发出的声信号，在输出端产

生对应的交流信号电压 U'_{fi} 。

f) 用数字式交流电压表测量被校准极体传声器输出端的电压 U'_{fi} 。

g) 依据公式 (4) 计算被校准极体传声器在参考频率以外的声压灵敏度 $M_{p,fi}$ 。

$$M_{p,fi} = U'_{fi} / p \quad (4)$$

式中： $M_{p,fi}$ ——参考频率以外各频率时的被校准极体传声器的声压灵敏度，V/Pa；

U'_{fi} ——参考频率以外各频率时的被校准极体传声器输出电压，V；

p ——声校准器耦合腔内的声压，Pa。

声校准器参考频率以外各测试频率的声压级 (dB)，也应根据公式 (2) 按计量校准后的实际声压级值 (非标称值) 换算成声压 (Pa)。

h) 依据公式 (5) 计算被校准极体传声器在参考频率以外各测试频率时的声压灵敏度级 $L'_{m,fi}$ 。

$$L'_{m,fi} = 20 \lg(M'_{p,fi} / M_r) \quad (5)$$

式中： $L'_{m,fi}$ ——参考频率以外各频率时的被校准极体传声器的声压灵敏度级，dB；

$M'_{p,fi}$ ——参考频率以外各频率时的被校准极体传声器的声压灵敏度，V/Pa；

M_r ——参考声压灵敏度， $M_r = 1$ V/Pa。

i) 依据公式 (6) 计算被校准极体传声器在参考频率以外各测试频率的频率响应值 $Resp_{fi}$ 。

$$Resp_{fi} = L'_{m,fi} - L'_m \quad (6)$$

式中： $Resp_{fi}$ ——被校准极体传声器各测试频率的频率响应值，dB；

$L'_{m,fi}$ ——参考频率以外各频率时的被校准极体传声器的声压灵敏度级，dB；

L'_m ——被校准极体传声器的声压灵敏度级，dB。

频率响应以 1 kHz 频率为参考，其频率响应值为 0.0 dB，加上其他测试频率的频率响应值，列入表格或描图便得到被校准极体传声器的声压灵敏度的频率响应特性 (或曲线图)，其结果应满足 5.2 的要求。

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，出具校准数据均保留一位小数。

8.2 校准证书

驻极体传声器经校准后发给校准证书。

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

驻极体传声器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

驻极体传声器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) 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) 被校驻极体传声器明确标识；
- 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。

A.2 推荐的校准用驻极体传声器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 2 页 第 1 页
一、外观检查		
二、声压灵敏度级（参考频率 1 kHz）		
校准时的声压：	Pa	
驻极体传声器的输出电压：	V	
声压灵敏度：	V/Pa	
声压灵敏度级：	dB	（以 1 V/Pa 为参考）
三、频率响应		
校准频率/Hz	声压灵敏度级/dB	声压灵敏度级的频率响应/dB
...		
...		
...		
50		
63		
70		
125		
250		
500		
1 000（参考频率）		0.0（参考响应）
2 000		
4 000		
5 000		
6 300		

表 A.1 (续)

校 准 结 果

共 2 页 第 2 页

校准频率/Hz	声压灵敏度级/dB	声压灵敏度级的频率响应/dB
8 000		
10 000		
12 500		
...		
...		
...		

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

驻极体传声器校准结果不确定度的评定实例

B.1 引言

校准用驻极体传声器的主要参数为声压灵敏度级，依据 JJF 1059 以驻极体传声器参考频率时的声压灵敏度级声校准器耦合腔法校准为例进行不确定度评定。

B.2 数学模型

校准用驻极体传声器声压灵敏度级校准的误差 δ 由 B.1 给出：

$$\delta = L'_{m,norm} - L'_{m,meas} \quad (B.1)$$

式中： δ ——校准驻极体传声器声压灵敏度级的误差，dB；

$L'_{m,norm}$ ——声压灵敏度级标称值，dB；

$L'_{m,meas}$ ——声压灵敏度级实测值，dB。

B.3 方差和灵敏系数

由 (B.1) 式可知， $L'_{m,norm}$ 和 $L'_{m,meas}$ 两个分量完全互不相关，则方差为

$$u_c^2(\delta) = c_1^2 u^2(L'_{m,norm}) + c_2^2 u^2(L'_{m,meas}) \quad (B.2)$$

式中各灵敏系数分别为

$$c_1 = \partial(\delta) / \partial(L'_{m,norm}) = 1 \quad (B.3)$$

$$c_2 = \partial(\delta) / \partial(L'_{m,meas}) = -1 \quad (B.4)$$

B.4 A 类标准不确定度的评定

B.4.1 将声级校准器置于 1 kHz 参考频率，声压级置于 94 dB (1 Pa) 声压输出，选择一校准用驻极体传声器，驻极体传声器测试仪按被校传声器的极性及额定负载阻抗 3 k Ω 、额定电源电压 4.5 V 设置并接入被校传声器，耦合到声校准器腔内，用数字式电压表测量其输出电压，换算成 1 kHz，1 Pa 声压时的声压灵敏度级 $L'_{m,meas}$ 。重复上述步骤连续测量 15 次，将结果记录在表 B.1 中。

B.4.2 根据以下公式计算被测声压灵敏度级的平均值 $\overline{L'_{m,meas}}$

$$\overline{L'_{m,meas}} = \sum_{i=1}^n (L'_{m,meas i}) / n \quad (B.5)$$

将表 B.1 中的实测值代入公式 (B.5)，得到声压灵敏度级的平均值

$$\overline{L'_{m,meas}} = -36.662 \text{ dB}$$

B.4.3 计算各残差值 $\nu_i = L'_{m,meas i} - \overline{L'_{m,meas}}$ ，代入以下公式计算该 15 次测量序列其测量结果的标准差：

$$\begin{aligned} s(L'_{m,meas i}) &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \nu_i^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L'_{m,meas i} - \overline{L'_{m,meas}})^2}{n-1}} \end{aligned}$$

$$\approx 0.0121 \text{ dB}$$

求得实验标准偏差为： $s=0.0121 \text{ dB}$

表 B.1 驻极体传声器的声压灵敏度级

序号	声压灵敏度级/dB	序号	声压灵敏度级/dB
1	-36.68	9	-36.66
2	-36.67	10	-36.65
3	-36.65	11	-36.66
4	-36.67	12	-36.67
5	-36.64	13	-36.65
6	-36.66	14	-36.67
7	-36.67	15	-36.65
8	-36.68		

取 $u_1=s=0.0121 \text{ dB}$

B.5 B类标准不确定度评定

B.5.1 $L'_{m, meas}$ 实测值误差的来源主要有以下因素：

1. 声校准器在参考频率时的声压级误差；
2. 额定电源电压误差所引起的被校传声器输出电压的变化；
3. 额定负载阻抗误差引起的被校传声器输出电压的变化；
4. 交流电压表在 1 kHz 电压测量误差；
5. 耦合腔容积的误差或变化；
6. 环境条件变化的影响，空气温度、湿度、大气压力等。

经计算及实验验证，第 1，2，3，4 项为主要因素，其余因素可消除或忽略不计。

B.5.2 根据本规范 7.2.2，单次测量 $L'_{m, meas}$ 值主要有以下方面的误差：

- 1) 1 级声校准器校准后在参考频率的声压级误差，一般不超过 $\pm 0.20 \text{ dB}$ ，有较高的可靠性，因此 $u_2=0.20/2=0.10 \text{ dB}$
- 2) 额定电源电压在最大允许误差 $\pm 3\%$ 范围内变化时，经试验引起声灵敏度级变化不超过 $\pm 0.10 \text{ dB}$ ，按均匀分布时，则 $u_3=0.10/\sqrt{3}\approx 0.058 \text{ dB}$
- 3) 额定负载阻抗最大允许误差 $\pm 1\%$ 范围内变化时，经试验所引起的声灵敏度级变化不超过 $\pm 0.08 \text{ dB}$ ，按均匀分布时，则 $u_4=0.08/\sqrt{3}\approx 0.046 \text{ dB}$
- 4) 数字交流电压表经校准后，以 34 401 为例在所使用的频率和量程，其误差应不超过 $\pm 0.05 \text{ dB}$ ，按均匀分布时，取 $k=\sqrt{3}$ ，则 $u_5=0.05/\sqrt{3}\approx 0.029 \text{ dB}$

B.5.3 测量不确定度来源及分量汇总（见表 B.2）

表 B.2 测量不确定度来源及分量汇总表

序号	来 源	分量	数值/dB
1	A 类不确定度	$u_1 = s$	0.012 1
2	声校准器在参考频率时的声压级误差	u_2	0.10
3	额定工作电压误差所引起的输出电压的变化	u_3	0.058
4	额定负载阻抗误差引起的输出电压的变化	u_4	0.046
5	交流电压表在 1 kHz 电压测量误差	u_5	0.029

注：1 表 B.2（测量不确定度来源及分量汇总表）中所列各不确定度的分量中，第 2 项 u_2 是驻极体传声器声压灵敏度校准不确定度的主要来源，声校准器的声压误差直接传递给被校准极体传声器的声压灵敏度，校准时应重点关注。

2 表 B.2 中第 3 项和第 4 项 u_3 、 u_4 也对驻极体传声器声压灵敏度校准的不确定度有较大的贡献，校准时也应予以重视。

B.6 合成标准不确定度

以上分量独立无关，根据公式 B.2，B.3，B.4 可得到：

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 \quad (\text{B.6})$$

则合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{0.012\,1^2 + 0.1^2 + 0.058^2 + 0.046^2 + 0.029^2} \approx 0.128 \text{ dB}$$

B.7 扩展测量不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则 $u=k \times u_c = 2 \times 0.128 = 0.256 \text{ dB}$

取整小数点后二位有效数值，则

$$U = 0.26 \text{ dB}$$