



中 华 人 民 共 和 国 国 家 标 准

GB/T 6511—1986

采用互易技术对 $\phi 23.77$ mm 标准电容传声器进行自由场 校准的精密方法

Precision method for free-field
calibration of $\phi 23.77$ mm standard
condenser microphones by the
reciprocity technique

1986-06-18 发布

1987-05-01 实施

国 家 标 准 局

发 布

采用互易技术对 $\phi 23.77\text{mm}$
标准电容传声器进行自由场

校准的精密方法

UDC 621.395.616
:621.317.39

GB/T 6511—1986

Precision method for free-field
calibration of $\phi 23.77\text{ mm}$ standard
condenser microphones by the
reciprocity technique

本标准规定了采用互易技术对标准电容传声器进行自由场校准的精密方法,其详细规定是各权威机构间校准比对的基础。

本标准仅适用于 $\phi 23.77\text{ mm}$ 电容传声器,由于对校准方法及影响校准准确度的诸因素作了详细介绍和分析,因此可以估算校准总准确度。

本标准等效采用国际标准 IEC 486(1974)《采用互易技术对 1 英寸标准电容传声器进行自由场校准的精密方法》。

1 名词解释

1.1 开路电压

在给定频率下,传声器开路电压是指传声器处于开路情况下出现在传声器电端的电压。

传声器电端的电压与传声器的附加装置所造成的电负载有关,本标准所规定的开路电压是指利用插入电压技术测出的传声器极头电端电压(见 4.2 及 4.3)。测试时,传声器应连接于本标准所规定的特定接地屏蔽结构上。除此之外,没有其它电负载。

单位: V

1.2 传声器自由场灵敏度

在给定频率的正弦声波作用下,传声器自由场灵敏度 M_f 是指传声器开路电压与传声器置入声场前在传声器声中心位置的声压之比。这个比值是一复数。在不要求得到相位时,自由场灵敏度仅指其模量。声场应当是自由场条件下的平面行波。自由场灵敏度与声波入射角有关,除非另有规定,相对于传声器主轴的入射角应为零度。

单位: V/Pa

注: ① “自由场灵敏度”有时称为“自由场响应”。

② 当频率足够低时,由传声器引起的声场扰动可以忽略,自由场灵敏度近似等于声压灵敏度。

1.2.1 传声器自由场灵敏度级

传声器自由场灵敏度级为 $20\lg \left| \frac{M_f}{M_r} \right|$; M_r 为参考灵敏度,其值为 1 V/Pa。

单位: dB

1.2.2 传声器自由场灵敏度相位角

在给定频率下,传声器自由场灵敏度相位角是指其开路电压与传声器置入声场前传声器声中心所

在位置上的声压之间的相位角。

单位：(°)或 rad

1.3 传声器的电阻抗

传声器电阻抗是指作用于传声器电端的电压与由此引起的电流的复数比，它是频率、传声器膜片声负载和地屏蔽结构的函数。

单位：Ω

1.4 传声器的声阻抗

在给定频率下传声器声阻抗是指均匀作用于传声器膜片上的声压与膜片体积速度间的复数比，传声器电端应处于开路状态。

单位：Pa·s/m³

1.5 传声器的声中心

处于发送状态的传声器，在给定频率下，在规定的方向和距离上。其声中心是测点附近小范围内所接收到的近似球面波波阵面中心。

注：互易传声器处于接收状态时其声中心和处于发送状态的声中心是相同的。

1.6 传声器主轴

传声器主轴是通过传声器膜片中心并垂直于膜片的直线。

1.7 自由场条件

自由场条件是指声波能自由传播没有任何扰动。

1.8 互易传声器

线性、无源传声器，在给定信号频率下，传声器方程可以写成：

$$\begin{cases} Z_{11}I + Z_{12}q = U \\ Z_{21}I + Z_{22}q = P \end{cases} \dots\dots\dots(1)$$

式中：P——作用于膜片上的声压(复数)；

U——传声器电端电压(复数)；

q——膜片体积速度(复数)；

I——通过传声器电端的电流(复数)；

Z_{11} ——传声器受挡阻抗；

Z_{22} ——传声器电端开路状态下的声阻抗。

如果转移系数 Z_{12} 和 Z_{21} 满足 $Z_{12} = \pm Z_{21}$ ，则此传声器互易。

当声压不均匀作用于膜片上时，例如，在高频情况下传声器置于平面波声场中，其声端位置是不明显的。在这种情况下，对方程(1)中的 P 需要作出专门的说明(见 2.3)。

对任何互易换能器在给定的方向上，可以用一个点换能器来等效具有远场条件下发送和接收特性的真实换能器。这等效点换能器位于真实换能器给定方向的声中心位置上(见 1.5)。

2 自由场互易校准原理

2.1 概述

传声器互易校准可以采用三传声器法，其中至少两个传声器必须是互易的，也可以采用辅助声源法，一个辅助声源和两个传声器，其中一个必须是互易的。

注：本标准所述的三传声器法系指假定三个传声器均为互易传声器。

2.1.1 三传声器法的一般原理

将两个传声器相对置于自由场中，其中一个作声源，另一个作接收器，测出接收传声器开路电压及发送传声器的输入电流。当系统声耦合特性已知时，则可以得到这两个相对放置的传声器自由声场灵敏度积(见 2.4)，顺次组合放置传声器(a)、(b)、(c)，可以得到三个独立的灵敏度积，从而求得这三个传声

器各自的自由场灵敏度。

2.1.2 两个传声器和一个辅助声源法的一般原理

首先将两个传声器相对置于自由场中,处于声耦合状态,求得该两传声器的自由场灵敏度积(见 2.1.1),然后,把两个传声器轮流置于辅助声源产生的自由场中相同的位置上,求得两传声器自由场灵敏度比,这样就可求出每个传声器的自由场灵敏度。

2.2 声学条件

传声器自由场灵敏度取决于自由传播的平面行波声压,自由场条件下声源远场是球面波声场,在离声源足够远处的有限范围内可以近似为平面波。因此,发送传声器和接收传声器之间距离应足够大,以确保在围绕接收传声器的适当范围内近似为平面波(见 3.2.7)。

另外,环境干扰的影响随两个传声器之间距离的增加而增加,因此声学条件必须满足 3.2.8 需要。

2.3 传声器的接收和发送特性

设传声器置于声压为 P_0 的自由平面场中,传声器等效电路如图 1。

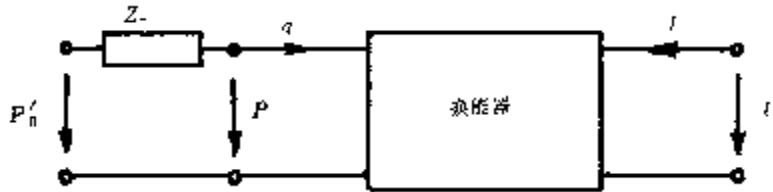


图 1

P 表示实际作用声压, P_0' 是当传声器声端受挡时声压, Z_r 是传声器辐射阻抗, 设 P_0' 与 P_0 之比为:

$$\frac{P_0'}{P_0} = S(f, \theta)$$

$S(f, \theta)$ 是散射因子, 它是频率与入射到传声器膜片上声波入射角的函数, $S(f, \theta)$ 与传声器几何形状有关。

由于 $P = P_0' - Z_r q$, 互易方程(1)可以写成

$$\begin{cases} Z_{11}I + Z_{12}q = U \\ Z_{21}I + (Z_{22} + Z_r)q = P_0' \end{cases} \dots\dots\dots(2)$$

根据定义, 可得到自由场灵敏度为:

$$M_f = \left(\frac{U}{P_0}\right)_{I=0} = \frac{Z_{12}}{Z_{22} + Z_r} S(f, \theta) \dots\dots\dots(3)$$

如果传声器在自由场中处于发送状态, 其等效电路如图 2。

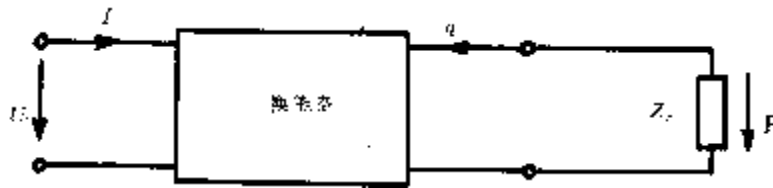


图 2

由于 $P = -Z_r q$, 方程(1)可写成

$$\begin{cases} Z_{11}I + Z_{12}q = U \\ Z_{21}I + (Z_{22} + Z_r)q = 0 \end{cases} \dots\dots\dots(4)$$

所以

$$-q = \frac{Z_{21}}{Z_{22} + Z_r} I = \frac{M_f}{S(f, \theta)} I$$

对于互易传声器来说,当它作为发送器工作时,在其远场中传声器的作用相当于一个声源强度为 $qS(f, \theta) = M_f I$ 的点源,在距离 d 处声压 P_0 为:

$$P_0 = j \frac{\rho f}{2d} M_f I \exp[jk(ct - d)] \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中: d ——传声器声中心到观察点间距;

ρ ——空气密度;

f ——频率;

k ——声波波数;

c ——声速;

t ——时间。

注: 式(5)推导是将传声器作为集总参量来处理,比较严密的推导是对传声器方程使用积分形式。

2.4 互易程序

将自由场灵敏度为 $M_f^{(a)}$ 和 $M_f^{(b)}$ 的传声器(a)和(b)相对置于自由场中,并使其参考轴重合。当电流 I_a 通过传声器(a)的电端时,在自由场条件下,距离传声器声中心 d_{ab} 处将产生一个声压 P_0 ,当传声器(b)置入声场[此时 d_{ab} 应视为传声器(a)、(b)声中心间距],假定在这两传声器间没有干涉发生,在传声器(b)的电端开路电压为:

$$U_b = M_f^{(b)} P_0 = j \frac{\rho f}{2d_{ab}} M_f^{(a)} M_f^{(b)} I_a \exp(-jk d_{ab})$$

因此,自由场灵敏度积为:

$$M_f^{(a)} M_f^{(b)} = -j \frac{2d_{ab}}{\rho f} (U_b / I_a) \exp(jk d_{ab}) \quad \dots\dots\dots(6)$$

2.5 空气中声衰减

在实际情况下,由于分子弛豫效应和热—粘滞衰减,引起声波在自由场中传播的衰减。

衰减值取决于声波频率、空气温度及湿度,考虑到空气衰减,在式(5)中引入衰减系数 α 。因此式(6)可写为:

$$M_f^{(a)} M_f^{(b)} = -j \frac{2d_{ab}}{\rho f} \frac{U_b}{I_a} \exp[(\alpha + jk)d_{ab}] \quad \dots\dots\dots(7)$$

2.6 自由场灵敏度表达式

2.6.1 三传声器方法

考虑到 2.5 所述的修正,传声器(a)的自由场灵敏度表达式为:

$$|M_f^{(a)}| = \left\{ \frac{2}{\rho f} \frac{d_{ab} d_{ca}}{d_{bc}} \frac{|U_b / I_a| |U_a / I_c|}{|U_c / I_b|} \exp[\alpha(d_{ab} + d_{ca} - d_{bc})] \right\}^{1/2} \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中: $|U_b / I_a|$, $|U_a / I_c|$, $|U_c / I_b|$ 分别为传声器 a—b, c—a, b—c 组合时测得的电转移阻抗模量, Ω ;

d_{ab} , d_{ca} , d_{bc} 分别为传声器 a—b, c—a, b—c 组合时测得的声中心间距, m;

f ——频率, Hz;

ρ ——空气密度, kg/m^3 ;

α ——空气中声波衰减系数, m^{-1} 。

传声器(b)和(c)可获得类似的表达式。

注: 空气中声波吸收的修正,可以在未经修正的传声器(a)的自由场灵敏度级上(见 1.2.1)加上附加项来得到,附加项为:

$$\frac{1}{2} \Delta A (d_{ab} + d_{ca} - d_{bc})$$

其中: $\Delta A = 8.686\alpha$ 是声波在空气中的衰减,单位 dB/m。 ΔA 的值见附录 A。

2.6.2 两个传声器和一个辅助声源法

考虑到 2.5 所述修正,传声器(a)的自由场灵敏度最后表达式为:

$$|M_f^{(a)}| \left[\frac{2d_{ab}}{\rho f} |U_b/I_a| |U_a/U_b| \exp(\alpha d_{ab}) \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(9)$$

$$|U_a/U_b| = |M_f^{(a)}/M_f^{(b)}|$$

对于传声器(b)可有类似于式(9)的表达式(见 2.1.2)。

3 校准的绝对准确度

3.1 概述

除了在式(7)中出现的一些因素外,还有一些因素将影响互易校准的绝对精度,自由场灵敏度取决于极化电压及其它一些因素,如校准实际上是在球面声场中进行而不是在平面波声场中进行,这将使校准产生偏差,这种偏差的修正实际上是困难的。

3.2 影响校准的一些因素的准确度

对于以已知方式影响校准的因素必须以切实可行的高准确度进行测量,下述各量至少应以下面所规定的准确度进行测量。

3.2.1 极化电压

传声器极化电压的测量准确度应为 0.05%。

3.2.2 空气密度

空气密度的测量准确度应为 0.1%。

注:空气密度是静压和温度的函数,可用下式计算:

$$\rho = 1.2930 \frac{P_s}{1.013 \times 10^5} \frac{273.16}{T} \text{ kg/m}^3$$

式中: P_s ——静压, P_s 。

T ——绝对温度, K 。

3.2.3 频率

当频率直接参与自由场灵敏度计算时,其测量准确度应为 0.1% 否则在允差为 0.1% 或 $\pm 1 \text{ Hz}$ 中取较大的一个。

3.2.4 电转移阻抗

电转移阻抗(如 $|U_b/I_a|$, 见 2.6)的测量准确度为 0.2%。

3.2.5 空气衰减修正

空气衰减的修正值准确度应为 0.02 dB(见 2.6 及附录 A)。

3.2.6 传声器声中心间距

传声器声中心间距测量准确度为 0.5%。

3.2.7 平面波偏差

为了保证在接收传声器周围的平面波条件,规定在校准时两传声器间距应大于 20 cm 在这种情况下传声器膜片上声压分布偏差不超过 0.2 dB,这相当于引起开路电压的误差为 0.05 dB。

3.2.8 自由场偏差

在校准时,声源和接收传声器之间的范围内,声压与距离成反比规律,偏差应不大于 0.1 dB。

3.3 总准确度

由互易校准可达到的总准确度取决于辅助校准设备的准确度以及用于校准中计量设备的稳定性和结构。

如果达到上述给出的准确度,则校准总准确度为 0.1~0.2 dB。

注:测试重复性的标准偏差应比上述总准确度小得多。

4 校准方法和设备

4.1 自由场

校准应在自由场中进行,获得这种条件的最可行的办法是消声室,这种环境不受风和空气噪声的影响。由于布置在墙上的吸声材料的非理想特性及房间尺寸的限制,壁面的反射造成了声场对于声压与距离反比规律的偏离,偏离的大小取决于离开声源的距离和方向。一般说来,在消声室中心区域附近并且沿既不平行也不垂直于任意一个壁面的方向上,可获得声场的最小偏离。但支架、工作网、电缆和各种支撑会增加对声场的干扰。

只要在校准时注意,这些干扰的影响可以减小到可接受的程度。

传声器膜片之间可能形成驻波,为减小这一效应,可使两传声器膜片间成几度的夹角。

4.2 接地屏蔽参考结构

根据 1.1,开路电压应当在加有特定接地屏蔽结构的传声器电端测量,为此目的,可以采用图 3 所示结构,屏蔽套应当与地电位相连。

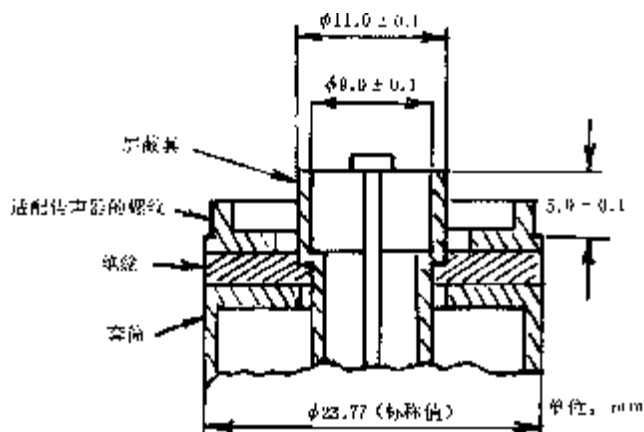


图 3

若使用其他结构,测试所得的声压灵敏度(或声场灵敏度)与采用接地屏蔽参考结构所测得的相应值之差应小于 0.02 dB。

注: 作用于传声器中心电接触点的最大力不应超过制造厂规定的极限。

4.3 插入电压技术

插入电压技术(也称置换法)用于决定带有电负载的传声器的开路电压。

将一个负载阻抗接到具有确定开路电压和内阻抗的传声器上,为测量传声器的开路电压,将一个比负载阻抗小得多的阻抗与传声器相串联,并在其上施加一个校准电压。

交替地施加声压和同频率的校准电压,调节校准电压,使其在负载阻抗上所产生的电压降与声压作用于传声器上所产生的电压降相等,此时,校准电压即为传声器开路电压。

4.4 声负载

传声器自由场灵敏度取决于包括前置放大器在内的传声器的几何形状。基于这一原因,建议应将传声器和接地屏蔽(见 4.2)接到一圆柱体上,圆柱体直径等于传声器的标称直径($\phi 23.77 \text{ mm}$),其长度应大于传声器直径。

此装置也适用于发送传声器。

4.5 与静压的关系

传声器膜片后腔的声阻和声顺与静压有关,因而传声器灵敏度与静压有关,它可以通过在不同静压下的互易校准来确定。

4.6 极化电压

为了达到规定的极化电压精度,极化电压应该在传声器极头端直接测量。

4.7 传声器声中心

如 1.5 规定,传声器声中心位置可以通过在自由场中测试传声器的辐射声压来加以确定,该声压是测量点与传声器上任意选定的参考点(一般选传声器膜片中心为参考点)之间距离的函数,在远场的任何有限区域中,声压将遵循声压与距离成反比规律。将声压的倒数值作为离开选定的传声器参考点之间距离的函数作图,通过这些点连一直线,这直线与横轴的交点可用来确定相对于参考点的声中心位置。声中心同自由场校准时的取向和间距有关,它用于确定 d_{ab} (或 d_{bc} 、 d_{ca} 等,见 2.4 及 2.6)。

典型传声器结构的声中心位置在附录 B 中给出。

4.8 振荡器的最大输出电压

激励发送传声器的激励电压所引起的谐波畸变对自由场灵敏度级的影响应小于 0.05 dB。

4.9 噪声

噪声或串音干扰,不管来自声的还是电的,对传声器自由声场灵敏度级的影响应不大于 0.05 dB,可使用窄带滤波器以改善信噪比。

附 录 A
空气衰减值表
(补充件)

下述各表中列出了作为频率、温度和相对湿度的函数的空气中声衰减值。各表所列值在 **2m** 距离内有效。

ΔA 等于表中数值乘以 10^{-2} 表示每米衰减的分贝数(dB/m)。

表 A1 空气中声衰减值

温 度		频 率 Hz	相对湿度%															
			衰 减 值 10^{-2} dB/m															
			20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
16℃	2 000	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2 500	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	3 150	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	
	4 000	8	6	5	5	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	
	5 000	11	9	8	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	
	6 300	16	14	12	10	9	8	7	6	6	5	5	5	5	4	4	4	
	8 000	21	20	18	15	14	12	11	10	9	8	8	7	7	7	7	6	
	10 000	26	26	25	22	20	18	16	15	14	13	12	11	10	10	10	9	
	12 500	32	34	33	31	29	26	24	22	20	19	18	17	16	15	15	14	
	16 000	38	43	44	43	41	39	36	33	31	29	27	26	24	23	23	22	
	20 000	44	51	55	56	55	53	51	48	45	42	40	38	36	34	34	33	
	25 000	50	60	67	70	72	71	70	67	64	61	58	55	53	51	51	49	

续表 A1

温 度 频 率 Hz		相对湿度% 衰 减 值 10 ⁻² dB/m															
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
18℃	2 000	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2 500	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	3 150	5	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
	4 000	7	6	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	
	5 000	11	9	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	
	6 300	15	13	11	9	8	7	7	6	5	5	5	4	4	4	4	
	8 000	21	19	16	14	13	11	10	9	8	8	7	7	6	6	6	
	10 000	28	26	24	21	19	17	15	14	13	12	11	10	10	9	9	
	12 500	34	35	33	30	27	24	22	20	19	17	16	15	14	14	13	
	16 000	42	45	45	43	40	37	34	31	29	27	25	23	23	21	20	
	20 000	50	56	58	57	55	52	48	45	42	40	38	36	34	32	30	
	25 000	58	67	72	74	74	71	68	65	61	58	55	52	50	47	45	
20℃	2 000	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2 500	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	3 150	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	
	4 000	7	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	
	5 000	10	8	7	6	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	
	6 300	15	12	10	9	7	7	6	5	5	5	4	4	4	4	4	
	8 000	21	19	15	13	12	10	9	8	8	7	7	6	6	6	6	
	10 000	28	25	22	19	17	15	14	13	12	11	10	9	9	8	8	
	12 500	36	35	32	28	25	23	21	19	17	16	15	14	13	13	12	
	16 000	46	47	45	42	38	34	32	29	27	25	23	22	21	20	19	
	20 000	55	59	60	57	54	49	46	43	40	37	35	33	31	30	28	
	25 000	65	73	76	76	74	70	66	62	58	55	52	49	46	44	42	

续表 A1

温 度 频 率 Hz		相对湿度% 衰 减 值 10 ⁻² dB/m															
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
22℃	2 000	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2 500	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	3 150	4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	
	4 000	6	5	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	
	5 000	9	7	6	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	
	6 300	14	11	9	8	7	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	
	8 000	20	17	14	12	11	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	
	10 000	28	24	21	18	16	14	13	12	11	10	9	9	8	8	8	
	12 500	37	34	30	26	23	21	19	17	16	15	14	13	12	12	11	
	16 000	48	48	44	39	35	32	29	27	25	23	22	20	19	18	17	
	20 000	60	62	60	56	51	47	43	40	37	35	32	31	29	27	26	
	25 000	72	78	79	77	72	67	62	58	55	51	48	46	43	41	39	
24℃	2 000	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2 500	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	3 150	4	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	4 000	6	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	5 000	8	7	5	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	6 300	13	10	8	7	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	
	8 000	19	15	13	11	10	9	8	7	7	6	6	6	5	5	5	
	10 000	27	22	19	17	14	13	12	11	10	9	9	8	8	8	7	
	12 500	37	32	28	24	22	19	17	16	15	14	13	12	11	11	11	
	16 000	50	47	42	37	33	30	27	25	23	21	20	19	18	17	16	
	20 000	63	63	59	53	48	44	40	37	35	32	30	28	27	26	24	
	25 000	78	62	80	75	69	64	59	55	51	48	45	43	41	39	37	

续表 A1

温 度 频 率 Hz		相对湿度% 衰 减 值 10 ⁻² dB/m															
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
26℃	2 000	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2 500	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	3 150	4	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	4 000	6	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	5 000	8	7	5	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	6 300	13	10	8	7	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	
	8 000	19	15	13	11	10	9	8	7	7	6	6	6	5	5	5	
	10 000	27	22	19	17	14	13	12	11	10	9	9	8	8	8	7	
	12 500	37	32	28	24	22	19	17	16	15	14	13	12	11	11	11	
	16 000	50	47	42	37	33	30	27	25	23	21	20	19	18	17	16	
	20 000	63	63	59	53	48	44	40	37	35	32	30	28	27	26	24	
	25 000	78	82	80	75	69	64	59	55	51	48	45	43	41	39	37	
28℃	2 000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2 500	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	3 150	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	
	4 000	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	5 000	7	6	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	6 300	11	9	7	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
	8 000	16	13	11	9	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	5	
	10 000	24	20	16	14	12	11	10	9	9	8	8	8	7	7	7	
	12 500	35	29	24	21	18	16	15	14	13	12	11	11	10	10	10	
	16 000	50	43	37	33	29	26	23	21	20	19	18	17	16	15	15	
	20 000	67	61	54	48	43	39	35	32	30	28	26	25	24	23	22	
	25 000	87	84	77	69	63	57	52	48	45	42	40	37	36	34	33	

续表 A1

<div> <div> <div>相对湿度%</div> <div>衰减值 10^{-2}dB/m</div> </div> <div> <div>频率 Hz</div> <div>温度</div> </div> </div>		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
30℃	2 000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 500	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3 150	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
	4 000	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	5 000	7	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	6 300	10	8	7	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3
	8 000	15	12	10	9	8	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5
	10 000	22	18	15	13	11	10	9	9	8	8	8	7	7	7	7
	12 500	33	27	23	20	17	15	14	13	12	11	11	11	10	10	10
	16 000	48	41	35	30	27	24	22	20	19	18	17	16	15	15	14
	20 000	67	59	51	45	40	36	33	30	28	26	25	24	23	22	21
	25 000	89	82	74	66	59	54	49	46	42	40	37	35	34	32	31

附录 B

传声器声中心位置 (补充件)

根据定义,传声器声中心位置取决于取向、频率以及观测点至换能器的距离。对足够远的观测点,膜片中心即可作为声中心,但在互易校准中,一般的校准距离范围是 20~100 cm。在这种情况下可利用下述图和表中给出的数值。图和表中数值的准确度在计算自由场灵敏度时所引起的误差小于 0.05 dB。对于三种类型的 $\phi 23.77$ mm 标准传声器,下述图表给出了垂直入射时相对于膜片表面的声中心位置与频率的函数关系,正号表示声中心位于膜片的前方。

传声器结构 1

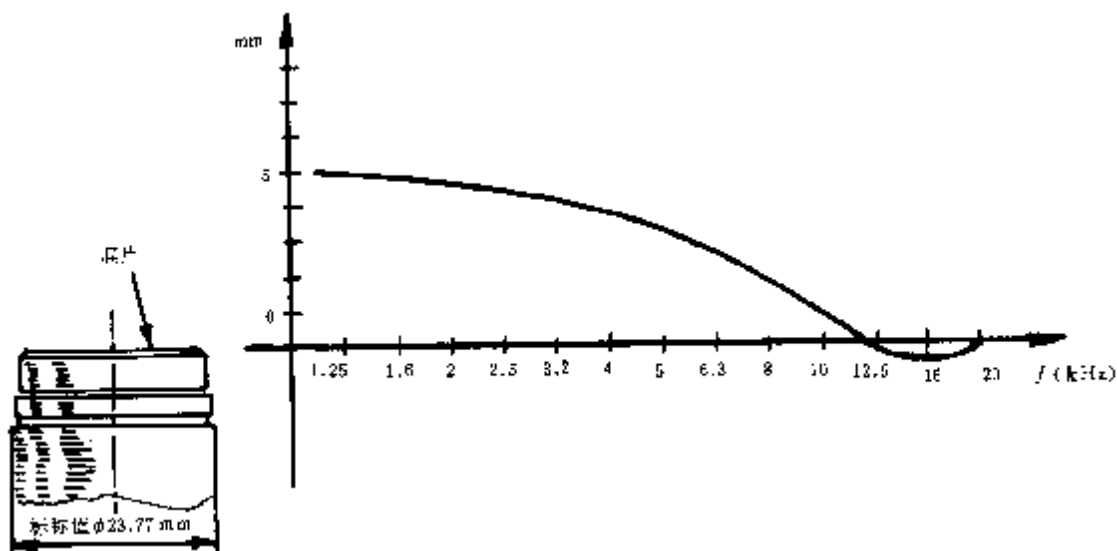


图 B1 垂直入射时相对于膜片的声中心位置

表 B1 垂直入射时相对于膜片的声中心位置

kHz	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20
mm	5.0	4.9	4.8	4.6	4.3	4.0	3.6	2.9	2.2	1.2	0.2	-0.3	0

传声器结构 2

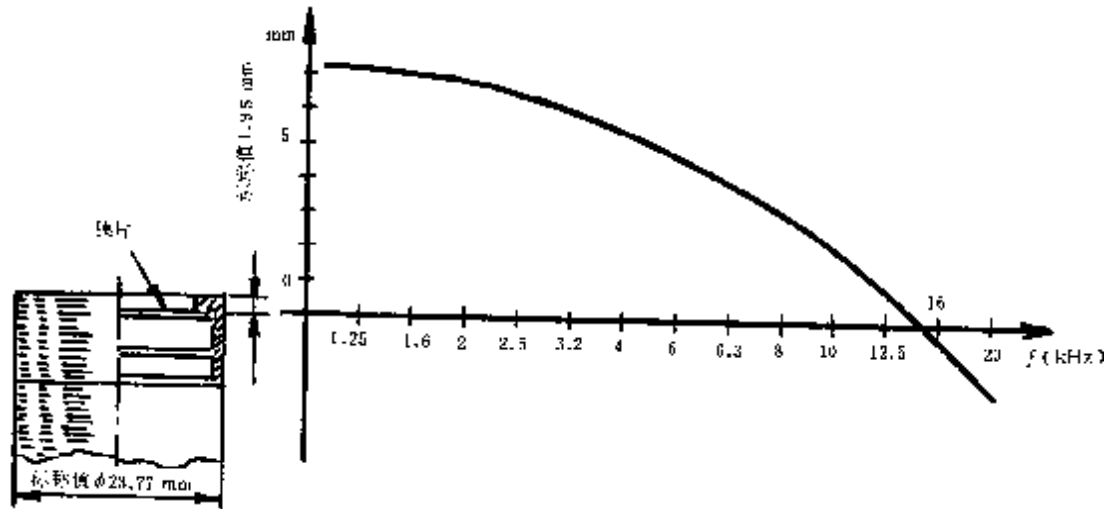


图 B 2 垂直入射时相对于膜片的声中心位置

表 B2 垂直入射时相对于膜片的声中心位置

kHz	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20
mm	7.2	7.1	6.9	6.6	6.2	5.7	5.0	4.2	3.3	2.2	0.9	-0.4	-1.9

传声器结构 3

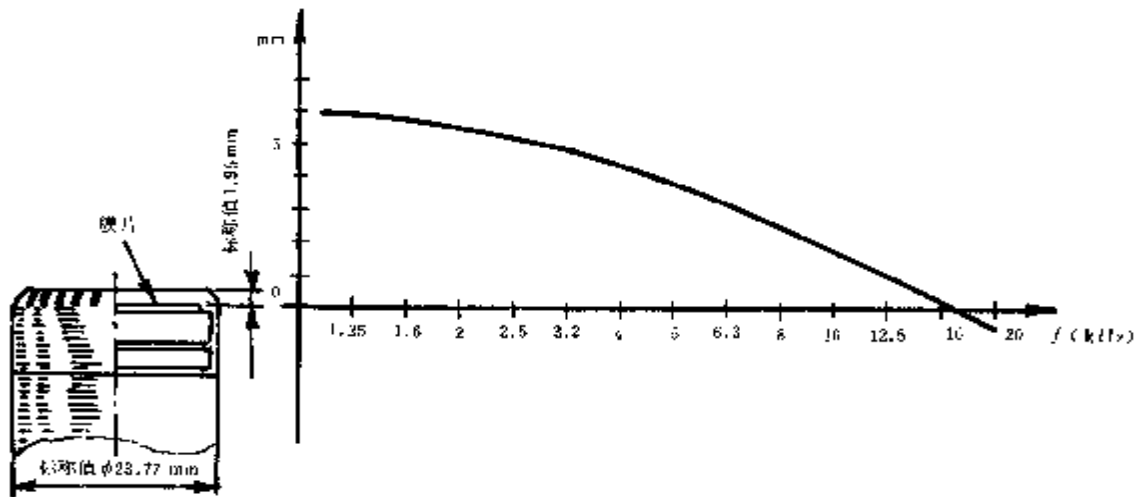


图 B3 垂直入射时相对于膜片的声中心位置

表 B3 垂直入射时相对于膜片的声中心位置

kHz	1.25	1.6	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20
mm	6.1	6.0	5.8	5.4	5.1	4.6	4.0	3.4	2.8	2.0	1.2	0.3	—0.6

附加说明：

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由南京大学负责起草。

本标准主要起草人陶擎天。