

声学 实验室标准电容传声器的
特性与规范

GB 11670—89

Acoustics—Characteristics and specifications
for laboratory standard condenser microphones

1 主题内容与适用范围

本标准规定了用于准确测定空气中声压的实验室标准电容传声器的电声特性及规格。

本标准适用于实验室标准电容传声器的产品检验和质量考核。

2 术语

2.1 电容传声器

它是一种利用电容量变化把声压转换为电信号输出的传声器。

注：本标准中“传声器”不包括前置放大器。

2.2 实验室标准传声器

它是一种可用绝对校准方法，如耦合腔互易法校准到很高准确度的传声器。其电声特性有优异的长期稳定性，几乎不随环境条件改变，且其变化关系是已知的，实验室标准传声器是测定空气中声压用的基准或工作标准器具。

注：① 实验室标准传声器是由具有高内阻电源提供极化电压的电容传声器。

② 实验室标准传声器的尺寸、公差及电声性能都有严格要求，故只有极少几种传声器能作为标准传声器。

2.3 开路电压

传声器在给定频率声压作用下的开路电压，是当传声器负载阻抗为无限大时的端电压。

电容传声器的端电压与其电负载有关，故开路电压是指传声器除了规定的接地屏蔽结构外，没有其它电负载时用插入电压法测得的传声器端电压。

2.4 传声器声压灵敏度

对给定频率和给定环境条件的正弦声波，传声器开路电压与均匀作用于传声器膜片上声压的比值，符号为： M_p ；单位为：伏每帕，V/Pa。

注：声压灵敏度是复数，当不计相位时可用其模表示。

2.5 传声器声压灵敏度级

声压灵敏度常用“级”表示，其表达式为：

$$M_p = 20 \lg |M_p / M_r|$$

式中： M_p ——传声器声压灵敏度级，dB；

M_p ——传声器声压灵敏度，V/Pa；

M_r ——传声器灵敏度级基准值，为 1V/Pa。

2.6 传声器声压灵敏度相角

在给定频率下传声器开路电压与均匀作用在膜片上声压间的相角。单位为：度，(°)。

2.7 传声器自由场灵敏度

对给定频率和给定环境条件下,传声器开路电压与在声场中引入传声器前存在于传声器声中心位置处的自由场声压的比值,符号为: M_r 。单位为:伏每帕, V/Pa。

注:自由场灵敏度值为复数,在不计相位时可用其模表示。

2.8 传声器自由场灵敏度级

自由场灵敏度常用“级”表示,其表达式为:

$$M_r = 20 \lg |M_r / M_r|$$

式中: M_r ——传声器自由场灵敏度级, dB;

M_r ——传声器自由场灵敏度, V/Pa;

M_r ——传声器灵敏度级基准值,为 1 V/Pa。

2.9 传声器自由场灵敏度相角

在给定频率下传声器开路电压与声场中引入传声器前存在于传声器声中心位置处声压间的相角。单位为:度, (°)。

2.10 传声器电阻抗

在给定频率下,加在传声器电端的电压与相应电流的复数比值。单位为欧姆, Ω 。

注:传声器电阻抗是膜片声负载及接地屏蔽结构的函数。

2.11 传声器声阻抗

在给定频率下传声器电端负载为无限大阻抗时,均匀作用在膜片上的声压与膜片体积速度的复数比值。单位为:帕秒每三次方米, $\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$ 。

2.12 传声器等效体积

传声器在耦合腔内校准和测量时,常用等效体积表示传声器声阻抗,其表达式为:

$$V_e = \frac{\gamma p_s}{j\omega Z_a}$$

式中: V_e ——传声器等效体积, m^3 ;

γ ——标准环境条件下气体的比热比;

p_s ——标准环境条件下的静压, Pa;

ω ——角频率, s^{-1} ;

Z_a ——传声器的声阻抗, $\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$ 。

注:等效体积为复数,且为频率的函数。

2.13 传声器灵敏度级的静压系数

传声器在给定频率下的静压系数,是传声器灵敏度级随静压变化产生的增量与静压增量的比值。单位为:分贝每帕, dB/Pa。

注:静压系数一般为频率和静压的函数。

2.14 传声器灵敏度级的温度系数

传声器在给定频率下的温度系数,是传声器灵敏度级随温度变化产生的增量与温度增量的比值。单位为:分贝每开, dB/K。

注:温度系数一般为频率和温度的函数。

2.15 传声器灵敏度级的湿度系数

传声器在给定频率下的湿度系数,是传声器灵敏度级随湿度变化产生的增量与湿度增量的比值。单位为:分贝每百分相对湿度, dB/%RH。

2.16 传声器灵敏度级的稳定性系数

在实验室正常环境条件下,在规定时间内传声器灵敏度级的变化率。稳定性由以下两个量表示。

长期稳定性(传声器灵敏度的系统漂移),以回归线斜率 m 表示。 m 是以测得的灵敏度级为纵坐标,以相应的时间为横坐标作图,由线性回归求得的直线斜率。长期稳定性系数的测量时间不应少于一年。

单位为:分贝每年, dB/a。

短期稳定性(传声器灵敏度可逆性变化),以标准偏差 S 表示,其表达式为:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{ci})^2}{n-2}}$$

式中: S —— 标准偏差, dB;

n —— 测量次数;

x_i —— 第 i 次测量的灵敏度级, dB;

x_{ci} —— 由回归方程 $x_c = mt + x_0$ 计算得到的 $t = t_i$ 时的第 i 个灵敏度级, dB。回归方程中:

x_0 —— 回归方程在 $t = 0$ 时的值, dB;

t —— 时间。

规定短期稳定性系数的测量时间为 5 天。5 天之内进行 3 组测量,每组应在 24h 内至少完成 3 次测量,两次测量的时间间隔不应少于 2 h,每组的测量时间间隔应不少于 24 h,第 3 组测量应在 5 天完成。单位:分贝, dB。

2.17 实验室正常环境条件

温度: 15~25℃;

静压: 90~110kPa;

相对湿度: 25%~80%。

2.18 实验室标准环境条件

温度: 23℃;

静压: 101.325kPa;

相对湿度: 50%。

3 实验室标准传声器特性

3.1 灵敏度

声场中某点的声压为标量,理想情况下应用无限小尺寸的传声器测量,实际上传声器总有一定尺寸,在高频时会产生衍射效应,致使传声器灵敏度与传声器安装方式及声场性质有关。

由于衍射效应,定义了在各种理想声场下不同的传声器灵敏度,即声压灵敏度、自由场灵敏度等。通常,对应于上述各种灵敏度,可设计成不同的传声器,使其灵敏度在尽可能宽的频率范围内与频率无关。

实验室标准传声器通常装有保护罩,以防止膜片的意外损伤。当进行校准或作精确的测量声压级时,应除去保护栅罩。

3.2 声阻抗

传声器在驻波管及小封闭腔内测量声压时,必须考虑传声器声阻抗。在耦合腔进行传声器互易校准时,传声器声阻抗是总的声转移阻抗的主要部分。声阻抗应作为频率的函数给出。

注: ① 传声器声阻抗可以用一个等效单自由度系统的集总参数表示,该系统有相同的共振频率及低频声阻抗。集总参数可以是声顺、声质量及声阻,也可以用共振频率、损耗因数及低频时的等效体积。

② 声压型传声器主要在封闭腔内用,等效体积对其特别重要。

3.3 静压均衡

传声器后腔通常装有均压管构成压力均衡通道,以使膜片两边静压相同。由于在自由场中声波可进入传声器后腔,频率很低时传声器自由场灵敏度显著低于声压灵敏度。

静压均衡能力以传声器的均压管和后腔构成的系统的时间常数表示,也可以用自由场灵敏度级降低 3 dB 的低限频率表示。

3.4 传声器灵敏度与静压关系

传声器后腔内空气的静压会略微影响传声器灵敏度。静压系数应作为频率的函数给出,其适用范围为 90~110 kPa。

3.5 传声器灵敏度与温度关系

环境温度改变将影响传声器灵敏度,温度在一定范围内缓慢变化所产生的灵敏度改变是可逆的,而温度冲击可能引起传声器灵敏度永久性改变。

温度系数应作为频率的函数给出,其适用范围 15~25℃。

3.6 传声器灵敏度与湿度的关系

湿度对传声器灵敏度影响很小。

湿度系数的适用范围为:25%~80%。

3.7 传声器电容

传声器电容在传声器作接收器的戴维南等效电路中是最主要元件。电容器与极化电压及膜片声负载有关,且应在传声器按规定的接地屏蔽结构时测定。在传声器劲度控制的低频频率范围内,当膜片声负载为零,且极化电压为 4.5 条款规定值时,电容量为恒值。

3.8 绝缘电阻

传声器的绝缘电阻值应在温度为 23℃、相对湿度为 65% 静压 90~110kPa 的环境中放置 24 h 后测量。

3.9 传声器动态范围

为满足校准需要,传声器应有足够大动态范围。动态范围上限受传声器畸变限制,下限受传声器固有噪声限制。

动态范围上限用传声器在劲度控制的低频频率范围内产生的总谐波畸变量为 1% 时的声压级表示。

动态范围下限用传声器固有噪声的等效声压级表示,它和所选择的频带有关,通常规定频带为 22.4 Hz~22.4 kHz。

3.10 传声器灵敏度的稳定性

传声器即使存放在实验室正常环境,其灵敏度也会随时间而产生一定变化。

传声器稳定性系数应在极化电压为 200.0 V,频率为 200 Hz~1 kHz 范围内某个频率上(最好取 500 Hz)测量。并应将测得的灵敏度级修正至标准环境条件下的值。

4 实验室标准传声器规范

4.1 型号

对实验室标准传声器的型号作如下规定:头两个字母 CB 表示标准传声器,后面的数字(1 或 2)表示传声器标称尺寸类别,然后是字母(a 或 b)为系列号(a 系列为 24,12;b 系列为 23.77,12.7),最后一个字母(P 或 F)表示电声特性。P 为声压型,F 为声场型。本标准规定实验室标准传声器采用声压型传声器,故表 3 中只给出声压型的电声规格,但其灵敏度和频率响应经校正后也可以在自由场和扩散场中使用。

4.2 机械结构及尺寸

传声器的机械结构和相应的尺寸及公差,分别见图 1 和表 1。

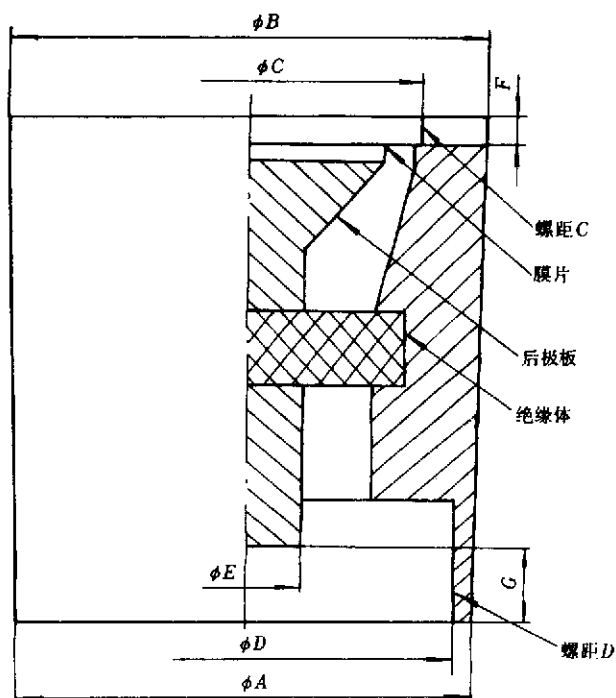


图 1

表 1

mm

型号	CB1aP	CB1bP	CB2aP	CB2bP
标称直径	24		12	
ϕA	24.00 ± 0.02	23.77 ± 0.03	12.00 ± 0.02	12.70 ± 0.03
ϕB	24.00 ± 0.02	23.77 ± 0.03	12.00 ± 0.02	13.20 ± 0.03
ϕC	18.80	18.80 ± 0.03	9.30 ± 0.02	9.30 ± 0.03
ϕD	23.00	23.11	11.00	11.70
ϕE	< 6.0	< 6.0	< 5.0	< 5.0
ϕF	1.95 ± 0.04	1.95 ± 0.1	0.50 ± 0.05	0.50 ± 0.05
G	3.3	3.3	3.6	3.6
螺距 C		0.423 (60UNS)		
螺距 D	0.400	0.423 (60UNS-2B)	0.400	0.423 (60UNS-2B)

4.3 前腔泄漏

实验室标准传声器必须满足耦合腔互易校准的要求。高频校准时需要在耦合腔内充氢气或氦气。为避免耦合腔内气体进入传声器后腔，静压均衡孔的开口应位于传声器的后方。

4.4 接地屏蔽标准结构

与传声器相接的接地标准屏蔽结构见图 2 所示,相应的尺寸及公差见表 2。

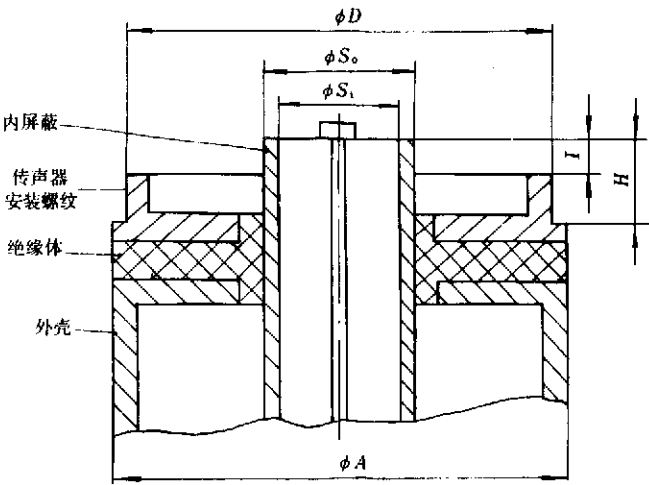


图 2

表 2 mm

型号	CB1aP	CB1bP	CB2aP	CB2bP
标称直径	24		12	
ϕA	24.00 ± 0.05	23.77 ± 0.05	12.00 ± 0.05	12.70 ± 0.05
ϕD	23.00	23.11	11.00	11.70
ϕS_1	9.0 ± 0.1	9.0 ± 0.1	6.00 ± 0.07	6.50 ± 0.07
ϕS_0	11.0 ± 0.1	11.0 ± 0.1	6.50 ± 0.05	7.00 ± 0.07
H	5.0 ± 0.1	5.0 ± 0.10	5.00 ± 0.15	5.00 ± 0.15
I	2.5	2.5	3.0	3.0
螺距 D	0.400	0.423 (60UNS-2B)	0.400	0.423 (60UNS-2B)

4.5 电声规格

实验室标准传声器的电声规格列于表 3。实验室标准传声器是采用外加极化电压的电容传声器。规定极化电压为 200.0 V。表 3 列出的所有电声特性均为极化电压为 200.0 V 时的值。制造厂应按表 3 所列项目给出产品各项性能典型数据,而对表 3 内第 1,2,3 项,应随每个传声器分别给出实测数据。

CB1P 型传声器用于中、低频的高准确度校准。在较高频率下传声器灵敏度下降,因而不能在 8 kHz 以上作高准确度校准。在自由场或扩散场条件下,由于高频时有明显的方向性,同样也不能作高准确度测量。

CB2P 型传声器可用到 20 kHz,但其灵敏度较低。

表 3

项目	特性	说明	CB1P	CB2P	单位
1	灵敏度级	200~500 Hz	-26 ± 2	-37 ± 3	dB(0dB \triangleq 1 V/Pa)
2	频率响应	在 2 dB 以内 ¹⁾	10~8 000	10~20 000	Hz
3	等效体积	200~500 Hz	150 ± 30	10 ± 5	mm ³
4	共振频率		>8	>20	kHz
5	动态范围上限	1%畸变	>130	>145	dB(0dB \triangleq 20 μ Pa)
6	电容	200~500 Hz	55 ± 5	20 ± 5	pF
7	绝缘电阻	直流 100 V	$>10^{13}$	$>10^{11}$	Ω
8	静压均衡时间常数 ²⁾		>0.05	>0.05	s
9	静压系数	在项目 2 的频率范围内	$-0.02 \sim +0.02$	$-0.025 \sim +0.025$	dB/kPa
10	温度系数	在项目 2 的频率范围内	$-0.02 \sim +0.02$	$-0.02 \sim +0.02$	dB/K
11	湿度系数		<0.001	<0.0001	dB/%RH
12	长期稳定性	15~25℃	<0.02	<0.02	dB/a
13	短期稳定性	250Hz~1kHz	<0.05	<0.05	dB/(8h)

注：1) 指在规定频率范围内最高和最低灵敏度级差。

2) 除非有特殊目的,该时间常数不应大于 1 s,否则难以满足短期稳定性的要求。

附加说明：

本标准由全国声学标准化技术委员会提出。

本标准由中国科学院声学研究所负责起草。