

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 790—92

标准电容传声器

1992年6月15日批准

1992年12月1日实施

国家技术监督局

目 录

一 概述.....	(1)
二 技术要求.....	(1)
三 检定条件.....	(1)
四 检定项目和检定方法.....	(2)
五 检定结果的处理及检定周期.....	(5)
附录	
附录 1 各修正项的计算	(6)
附录 2 检定证书格式 (背面)	(13)

标准电容传声器检定规程
Verification Regulation of Standard
Condenser Microphones

JJG 790—92

本检定规程经国家技术监督局于1992年6月15日批准，并自1992年12月1日起施行。

归口单位： 中国计量科学研究院

起草单位： 中国计量科学研究院
湖北省计量检定所

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人：

张美斌 (中国计量科学研究院)

时根火 (湖北省计量检定所)

参加起草人：

陈剑林 (中国计量科学研究院)

黄 强 (中国计量科学研究院)

潘月吾 (机电部第三研究所)

汪汉春 (中国计量科学研究院)

标准电容传声器检定规程

本规程适用于新制造、使用中直径为 $\phi 23.77\text{mm}$ 、极化电压为200 V的标准电容传声器的耦合腔互易法检定。

一 概 述

电容传声器是一种靠电容量变化而起声电换能作用的传声器。标准电容传声器具有良好的稳定性,其灵敏度可用绝对法校准,以提高其准确度。本规程采用三只传声器耦合腔互易法检定标准电容传声器,将三只线性、无源、可逆的传声器用耦合腔依次两两耦合在一起,分别测出每对传声器的电转移阻抗,得出灵敏度乘积,然后导出每个传声器的开路声压灵敏度级。

二 技 术 要 求

1 开路声压灵敏度级

$-26 \pm 2\text{dB}$ (250 Hz, 以1 V/Pa为0 dB)。

2 声压灵敏度级频率响应

10~8 000 Hz, $\pm 2\text{dB}$ (以250 Hz为参考,周期检定在50~2 000 Hz范围内进行)。

3 稳定度

优于 $\pm 0.05\text{dB}$ (250 Hz, 检定周期内)。

三 检 定 条 件

(一) 检定用设备

4 互易校准仪或功能相当的设备

指示表准确度优于 $\pm 0.002\text{dB}$, 衰减器准确度优于 $\pm 0.005\text{dB}$, 极化电压为200 V, 其稳定度优于 $\pm 10\text{mV}$ (检定期间)。

5 高阻抗直流电压表

输入阻抗大于 $10^{14}\Omega$, 准确度优于 $\pm 0.025\%$ 。

6 正弦信号发生器

在所需要的频率范围内,谐波失真小于0.015%,频率准确度优于 $\pm 0.1\%$ 。

7 带通滤波器

符合国家标准 GB 3241—32《声和振动分析用的1/1和1/3倍程滤波器》的要求。

8 前置放大器

具有插入电压校准功能,噪声小于 $3\mu\text{V(A)}$ 。

9 耦合腔

结构和尺寸符合 IEC 327 标准的 20 cm^3 耦合腔。

10 温度计

准确度优于 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

11 水银气压计

准确度优于 $\pm 0.05\%$ 。

12 湿度计

准确度优于 $\pm 1\%$ 。

(二) 检定环境条件

温度: $18\sim 26^\circ\text{C}$

气压: $94.0\sim 103.0\text{ kPa}$

相对湿度: $45\sim 75\%$

环境噪声: 耦合腔内信噪比大于 30 dB 。

(三) 参考环境条件

温度: 23°C

气压: 101.325 kPa

相对湿度: 50% 。

四 检定项目和检定方法

13 外观检查

被检标准电容传声器应当具有明确的标志(包括型号、序号、生产厂家等),外观无损伤,膜片无污染、腐蚀,

14 开路声压灵敏度级的检定

14.1 检定装置示意图见图 1。

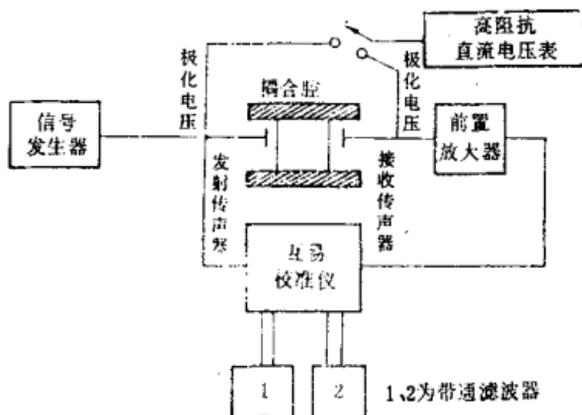


图 1

14.2 装置预热 40 min 以后，进行系统自校。

14.3 极化电压的测量

用高阻抗直流电压表在传声器极头处测量极化电压并调整到 200 V，也可以在互易校准仪极化电压输出插孔处测量。

14.4 灵敏度乘积测量

首先，将传声器 1 作为发射传声器、传声器 2 作为接收传声器，分别安装在发射底座及前置放大器上，用 20 cm³耦合腔将其耦合，耦合腔可以不使用毛细管而用专用钢针阻塞（若使用毛细管，计算最终灵敏度时进行毛细管修正）。将信号发生器频率调至 250 Hz，输出电压调至 8 V 左右，待系统稳定 5 min 后，反复调节互易校准仪各功能旋钮直至最佳状态，读出灵敏度乘积 L_1 ，并记录在专用表格上；然后保持发射传声器 1 不变，将接收传声器 2 取下，换上传声器 3。按上面

的程序测出灵敏度乘积 L_{13} ；最后保持接收传声器 3 不变，将发射传声器 1 换成传声器 2，测出灵敏度乘积 L_{23} 。在 L_{12} 测量前和 L_{23} 测量后，应分别读取温度、气压、相对湿度值，取其平均值作为检定期间的环境条件。必要时，将发射传声器和接收传声器互换，重复上述步骤。

灵敏度乘积测量应重复进行三次。

14.5 开路声压灵敏度级的计算

由于互易校准仪内部已经根据互易原理对部分参数进行了预置，因此开路声压灵敏度级可按下式进行计算：

$$M_{p1} = -23.000 - \frac{1}{2}(L_{12} + L_{13} - L_{23}) + 10 \lg \Delta H \\ + 10 \lg \Delta p_z + 10 \lg \Delta C + 10 \lg \Delta r + \Delta W + K_{V1} \\ + \Delta p_M + \Delta T_M \quad (\text{dB}) \quad (1)$$

$$M_{p2} = -23.000 - \frac{1}{2}(L_{12} + L_{23} - L_{13}) + 10 \lg \Delta H \\ + 10 \lg \Delta p_z + 10 \lg \Delta C + 10 \lg \Delta r + \Delta W + K_{V2} \\ + \Delta p_M + \Delta T_M \quad (\text{dB}) \quad (2)$$

$$M_{p3} = -23.000 - \frac{1}{2}(L_{13} + L_{23} - L_{12}) + 10 \lg \Delta H \\ + 10 \lg \Delta p_z + 10 \lg \Delta C + 10 \lg \Delta r + \Delta W + K_{V3} \\ + \Delta p_M + \Delta T_M \quad (\text{dB}) \quad (3)$$

式中 M_{p1} 、 M_{p2} 、 M_{p3} ——分别是传声器 1、2、3 的开路声压灵敏度级 (dB)；

-23.000——耦合腔内为空气介质时的参考值 (dB)；

$10 \lg \Delta H$ ——耦合腔的热传导修正 (dB)，见附录 1 表 1；

$10 \lg \Delta p_z$ ——大气压引起耦合腔阻抗变化的修正 (dB)，见附录 1；

$10 \lg \Delta C$ ——用于耦合腔内、外压力均衡的毛细管修正

(dB), 见附录 1 表 2;

$10 \lg \Delta r$ ——比热比修正 (dB), 见附录 1 图 1;

K_{V_1} 、 K_{V_2} 、 K_{V_3} ——分别是传声器 1、2、3 的前腔及等效体积修正 (dB), 见附录 1;

ΔW ——耦合腔波动修正 (dB), 见附录 1 表 3;

Δp_M ——将检定环境条件下的灵敏度级修正到参考条件下的灵敏度级时的气压修正值 (dB), 见附录 1;

ΔT_M ——将检定环境条件下的灵敏度级, 修正到参考条件下的灵敏度级时的温度修正值 (dB), 见附录 1.

14.6 根据 14.4 款的测量结果, 按 14.5 款的公式分别计算出每次的开路声压灵敏度级, 取其算术平均值作为标准传声器的开路声压灵敏度级。

15 声压灵敏度级频率响应的检定

在 50~2000 Hz 频率范围内, 按 1/3 倍频程中心频率 (或根据需要) 改变信号发生器的频率, 重复 14 条的程序, 测量出各个频率点上的开路声压灵敏度级, 即可得到标准电容传声器的声压灵敏度级频率响应。

16 稳定度的检定

将测得的开路声压灵敏度级与上次的检定结果进行比较, 应满足第 3 条要求。

五 检定结果的处理及检定周期

17 首次检定发给测试结果通知书。周期检定时, 经检定合格并符合第 3 条规定的标准电容传声器发给检定证书, 不合格的发给检定结果通知书。

18 标准电容传声器的检定周期一般为 2 年。

附 录

附录 1 各修正项的计算

1.1 耦合腔热传导修正

耦合腔声阻抗的计算公式是在假定腔内处于绝热状态的前提下导出的,实际上,腔壁上存在热传导效应,必须进行热传导修正。对于 20 cm^3 耦合腔,修正值见表 1。

表 1 热 传 导 修 正

频率 (Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315
$10 \lg \Delta H(\text{dB})$	0.080	0.071	0.063	0.057	0.051	0.045	0.040	0.036	0.032
频率 (Hz)	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	
$10 \lg \Delta H(\text{dB})$	0.028	0.025	0.023	0.020	0.018	0.016	0.014	0.013	

1.2 大气压力引起耦合腔阻抗变化的修正

由于耦合腔的声阻抗与大气压力有关,因此必须进行修正,其计算公式为

$$10 \lg \Delta p_s = 10 \lg \frac{101.325}{p_s} \quad (\text{dB}) \quad (1)$$

式中 p_s ——检定期间气压值 (kPa)。

1.3 毛细管修正

检定时,可以不使用毛细管而用专用钢针将均压孔堵塞,此时毛细管修正值为 0。当使用长度为 50 mm、内径为 0.335 mm 的两根毛细管时,对于 20 cm^3 耦合腔,其修正值见表 2。

1.4 比热比修正

比热比修正见图 1。

表 2

毛细管修正

频率(Hz)	50	63	80	100	125	160	200	250	315
$10 \lg \Delta C$ (dB)	-0.008	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.005	-0.004
频率(Hz)	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	
$10 \lg \Delta C$ (dB)	-0.004	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	0	0	0	

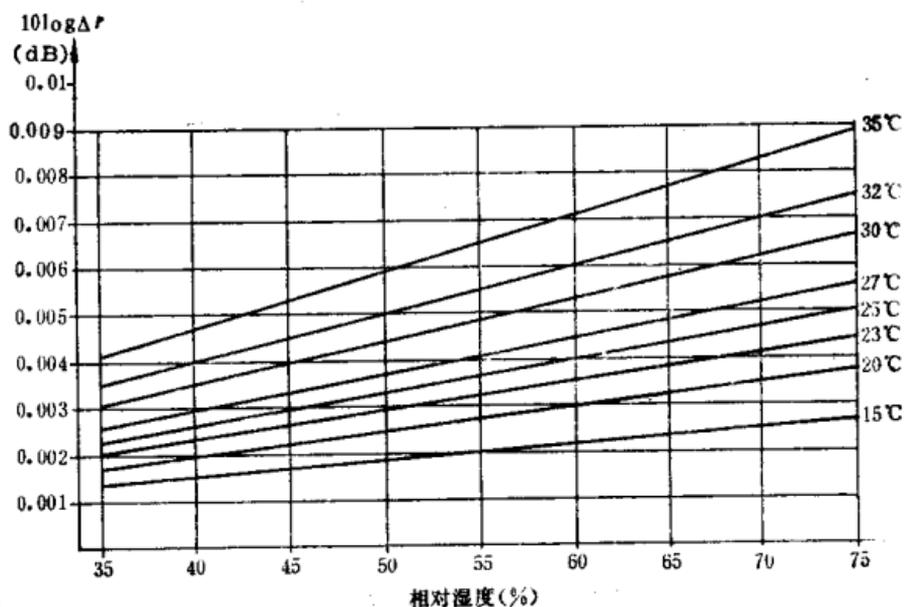


图 1

1.5 耦合腔波动修正

使用 20 cm^3 耦合腔, 其波动修正值见表 3.

1.6 等效体积修正

表 3 波动修正

频率 (Hz)	50	63	80	100	125	160
ΔW (dB)	0	0	0	0	0	0
频率 (Hz)	200	250	315	400	500	630
ΔW (dB)	0	0	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004
频率 (Hz)	800	1 000	1 250	1 600	2 000	
ΔW (dB)	-0.011	-0.022	-0.037	-0.057	-0.081	

在灵敏度计算公式中,参考值选择使用的是标准传声器的标称前腔体积和标称等效体积,而实际上每个传声器的前腔体积和等效体积是不同的,因此必须测出每个传声器的等效体积和前腔体积之和,然后进行修正。方法如下:

首先使用 1 cm^3 耦合腔,按照 14.4 款叙述的方法,用互易校准仪测出 250~500 Hz 之间任一频率点上由传声器 1 发射、2 接收,1 发射、3 接收和 2 发射、3 接收时的灵敏度乘积 L_{12} 、 L_{13} 、 L_{23} ;然后,在 1 cm^3 耦合腔中加入已知体积的环,测量出相应的灵敏度乘积 L_{12}' 、 L_{13}' 、 L_{23}' ;最后,按下式计算出每个传声器的等效体积修正值:

$$K_{V1} = K_{V12} + K_{V13} - K_{V23} \quad (2)$$

$$K_{V2} = K_{V12} + K_{V23} - K_{V13} \quad (3)$$

$$K_{V3} = K_{V13} + K_{V23} - K_{V12} \quad (4)$$

式中 K_{V1} 、 K_{V2} 、 K_{V3} ——分别是标准传声器 1、2、3 的等效体积修正值 (dB)。

$$K_{V12} = 10 \lg \frac{V_m + \left[K \left(\frac{V_R}{F_{12} - 1} - V_C \right) - \Delta V \right] - \varepsilon}{V_{nom}} \quad (5)$$

$$K_{V13} = 10 \lg \frac{V_m + \left[K' \left(\frac{V_R}{F_{13} - 1} - V_C \right) - \Delta V \right] - \varepsilon}{V_{nom}} \quad (6)$$

$$K_{V_{2S}} = 10 \lg \frac{V_m + \left[K \left(\frac{V_R}{F_{2S} - 1} - V_C \right) - \Delta V \right] - \varepsilon}{V_{nom}} \quad (7)$$

式中 V_m ——20 cm³耦合腔的实际体积 (cm³)，可以通过精测或查出厂数据表得到；

V_R ——1 cm³耦合腔的实际体积 (cm³)，可以通过精测或查出厂数据表得到；

V_C ——环的体积 (cm³)，可以通过精测或查出厂数据表得到；

V_{nom} ——标称体积 19.898 cm³；

$$F_{12} = 10^{\left(\frac{L_{12} - L_{12}'}{20} \right)} \quad (8)$$

$$F_{13} = 10^{\left(\frac{L_{13} - L_{13}'}{20} \right)} \quad (9)$$

$$F_{23} = 10^{\left(\frac{L_{23} - L_{23}'}{20} \right)} \quad (10)$$

K 、 ΔV 、 ε 的值由表 4 给出。

表 4 K 、 ΔV 、 ε 的值

频率 (Hz)	250	315	400	500
K	1.007 1	1.006 3	1.005 6	1.005 0
ΔV (cm ³)	0.025 ⁵ 5	0.022 7	0.020 1	0.018 0
ε (cm ³)	0.002 8	0.002 1	0.001 8	0.001 6

等效体积和前腔体积之和的测量也可以使用一个三孔耦合腔和多个体积已知的模拟体测得。耦合腔的一个孔安装发射传声器作声源，一个孔安装监视传声器，一个孔依次安装被测传声器及模拟体，通过

监视传声器测量腔内声压，利用内插法求得被测传声器等效体积与前腔体积之和，最后按下式计算等效体积修正。

$$K_{V_{12}} = 10 \lg \frac{V_m + (V_{e1} + V_{e2})}{V_{nom}} \quad (11)$$

$$K_{V_{13}} = 10 \lg \frac{V_m + (V_{e1} + V_{e3})}{V_{nom}} \quad (12)$$

$$K_{V_{23}} = 10 \lg \frac{V_m + (V_{e2} + V_{e3})}{V_{nom}} \quad (13)$$

式中 V_{e1} 、 V_{e2} 、 V_{e3} ——分别是传声器 1、2、3 的等效体积和前腔体积之和。

1.7 传声器灵敏度气压修正

传声器灵敏度与气压有关，检定结果需要修正到参考气压 (101.325 kPa) 下，修正公式如下：

$$\Delta p_M = \alpha_p (101.325 - p_s) \quad (\text{dB}) \quad (14)$$

式中 α_p ——传声器灵敏度压力系数 (dB/kPa)；

p_s ——检定期间的气压值 (kPa)。

几种标准电容传声器的压力系数见表 5 和表 6。

表 5 4160 型传声器的压力系数

频率 (Hz)	50	63	80	100	125	160
α_p (dB/kPa)	-0.016 1	-0.016 1	-0.016 1	-0.016 1	-0.016 1	-0.016 1
频率 (Hz)	200	250	315	400	500	630
α_p (dB/kPa)	-0.016 1	-0.016 1	-0.016 1	-0.016 1	-0.016 1	-0.016 1
频率 (Hz)	800	1 000	1 250	1 600	2 000	
α_p (dB/kPa)	-0.016 1	-0.016 1	-0.016 0	-0.015 2	-0.014 4	

表 6

4144型传声器压力系数

频率 (Hz)	50	63	80	100	125	160
α_p (dB/kPa)	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
频率 (Hz)	200	250	315	400	500	630
α_p (dB/kPa)	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
频率 (Hz)	800	1 000	1 250	1 600	2 000	
α_p (dB/kPa)	-0.014	-0.014	-0.013	-0.013	-0.013	

表 7

4160型传声器的温度系数

频率 (Hz)	50	63	80	100	125	160
α_T (dB/°C)	-0.002 0	-0.002 0	-0.002 0	-0.002 0	-0.002 0	-0.002 0
频率 (Hz)	200	250	315	400	500	630
α_T (dB/°C)	-0.002 0	-0.002 0	-0.002 0	-0.002 0	-0.002 0	-0.002 0
频率 (Hz)	800	1 000	1 250	1 600	2 000	
α_T (dB/°C)	-0.002 1	-0.002 3	-0.002 6	-0.003 1	-0.003 8	

表 8

4144型传声器的温度系数

频率 (Hz)	50	63	80	100	125	160
α_T (dB/°C)	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
频率 (Hz)	200	250	315	400	500	630
α_T (dB/°C)	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
频率 (Hz)	800	1 000	1 250	1 600	2 000	
α_T (dB/°C)	-0.004	-0.004	-0.005	-0.006	-0.007	

1.8 传声器灵敏度温度修正

传声器灵敏度与温度有关，检定结果需要修正到参考温度条件（23℃）下。修正公式如下：

$$\Delta T_M = a_T(23 - T) \quad (\text{dB}) \quad (15)$$

式中 a_T ——传声器灵敏度温度系数 (dB/℃)；

T ——检定期间温度值 (℃)。

几种标准电容传声器的温度系数见表 7 和表 8。

附录 2

检定证书格式 (背面)

一、外观检查: _____

二、开路声压灵敏度级: _____ dB (250 Hz, 参考 1 V/Pa)

三、声压灵敏度级频率响应:

频率 (Hz)	50	63	80	100	125	160
开路声压灵敏度级 (dB)						
频率 (Hz)	200	250	315	400	500	630
开路声压灵敏度级 (dB)						
频率 (Hz)	800	1 000	1 250	1 600	2 000	
开路声压灵敏度级 (dB)						

四、稳定度: _____

检定环境条件:

温度: _____ °C

气压: _____ kPa

相对湿度: _____ %

备注: 下次送检需带此证书