

中华人民共和国工业和信息化部
轻工计量技术规范

JJF(轻工) ××-××××

消声室内反射平面装置校准规范

Calibration Specification for
Reflector Devices in Anechoic Rooms

(报批稿)

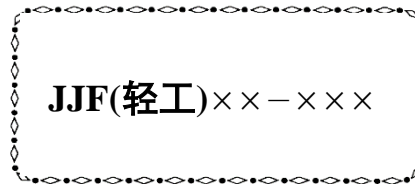
2023-×-× 发布

2023-×-× 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

消声室内反射平面装置 校准规范

Calibration Specification for
Reflector Devices in Anechoic Rooms



归口单位：中国轻工业联合会

主要起草单位：中国家用电器研究院

北京理工大学

参加起草单位：安徽中家智锐科技有限公司

安徽华方计量科技有限公司

中家院（北京）检测认证有限公司

北京中家智锐智能装备科技有限公司

本规范由主要起草单位负责解释

本规范主要起草人：

彭强（中国家用电器研究院）

李泽超（北京理工大学）

曹瑞林（中国家用电器研究院）

参加起草人：

赵玉军（安徽中家智锐科技有限公司）

张阳阳（安徽华方计量科技有限公司）

陈松涛[中家院（北京）检测认证有限公司]

汪超（中家智锐智能装备科技有限公司）

杨晓玲（中家智锐智能装备科技有限公司）

目 录

引言	I
1 范围.....	2
2 引用文件.....	2
3 术语.....	2
4 概述.....	2
4.1 反射平面主要用途	2
4.2 反射平面工作原理	3
4.3 反射平面组成及结构	4
5 计量特性.....	4
5.1 反射面的尺寸	4
5.2 反射面的吸声系数	4
6 校准条件.....	5
7 校准项目和校准方法.....	5
7.3 校准方法	6
8 校准结果表达.....	8
9 复校时间间隔.....	9
附录 A 校准结果不确定度评定示例 (参考件)	10
附录 B 校准原始记录格式 (参考件)	12
附录 C 校准证书内页格式 (参考件)	14

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。

本规范的附录 A “校准结果不确定度评定示例（参考件）”、附录 B “校准原始记录格式（参考件）”、附录 C “校准证书内页格式（参考件）”均为资料性附录。

本规范为首次发布。

消声室内反射平面装置校准规范

1 范围

本规范规定了消声室内反射平面装置（以下简称“反射平面”）的计量特性、校准条件、校准项目及方法、校准结果等内容。

本规范适用于新制造、改造后的反射平面的校准，其他类似用途的反射平面也可参照本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1034 声学计量术语及定义

JJF 1147 消声室和半消声室声学特性校准规范

GB/T 4214.1 声学家用电器及类似用途器具噪声测试方法第1部分通用要求

GB/T 6882 声学声压法测定噪声源声功率级和声能量级消声室和半消声室精密法

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

JJF 1034、GB/T 6882 界定的术语适用于本规范。

4 概述

4.1 反射平面主要用途

本规范提到的反射平面主要指在消声室内，用于提供声反射平面的装置或结构，如图1所示

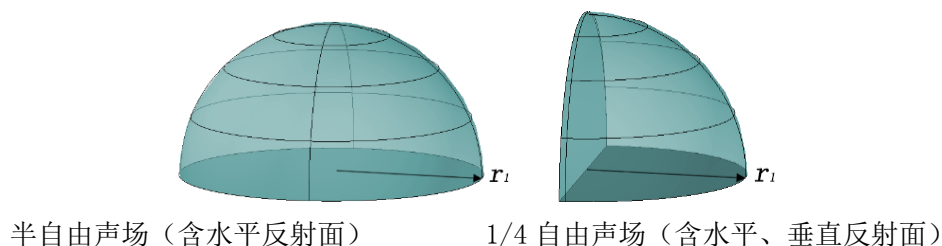


图1 反射平面

4.2 反射平面工作原理

在消声室等自由声场中,被测声源可以被看成一个点声源,点声源的声音是向各个方向均匀传播的球面。如图 2 所示,图中圆圈代表球面,声源的声音会先穿过区域 A_0 ,其半径为 r_0 ,然后会穿过 A_1 区域,对应的半径为 r_1 。相同的声功率会穿过这些区域,然而随着半径的增加,相同的声功率会分布到更大的区域。

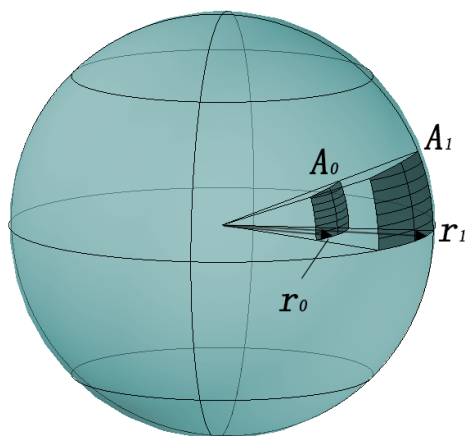


图 2 声音在自由场中的传播

声音强度会随着距离的增加而减小,这种声音强度的衰减不是严格意义的损耗,是由于声音能量的空间扩展所导致。由于声压的测量结果与所处声学环境中的距离和方位有关,难以给出确定的数值来评价器具噪声的大小。而声功率是测量面上一点的声压与该点质点速度的测量面法向分量 u_n 的乘积在整个测量面上的积分。与声压相反,声功率是独立于环境的客观量。声功率测量通常使用声强法和声压法,不管是基于声压法还是声强法,声功率测量都需要假想一个包络被测声源的测量面,并且在该测量面内除了被测声源之外,不能有其他声源或吸声体,测量面到被测声源的距离要适中。常用的包络被测声源的测量面有两种形式:矩形面和半球面。声压法,并不需要实验室把整个包络面上的每个点的声压都测量出来,而是选取一定数量的测点,用这些测点的平均值来代表整个测量面上各点声压的平均值。

$$L_w = \bar{L}_p + 10 \times \lg \left(\frac{S}{S_0} \right) \quad (1)$$

式中:

L_w ——被测器具的噪声声功率级,单位为分贝 (dB);

\bar{L}_p ——测量表面的平均声压级;

S ——测量表面的面积,单位为平方米 (m^2);

S_0 ——标准参考面积,为 1 平方米。

声波遇到壁面或其他障碍物时,一部分声能被反射,一部分声能被壁面或障碍物吸收转化为内能而消耗,还有少部分声能透射到另一侧,通常使用吸声系数作为衡量材料或结构吸声能力的指标,吸声系数是指材料吸收和透过的声能与入射到材料上的总声能

之比。不同材料具有不同的吸声能力，通常用 α 表示吸声系数，当 $\alpha=0$ 时，表示声能全反射，材料不吸声；当 $\alpha=1$ 时，表示材料吸收了全部声能，没有反射。一般材料的吸声系数在 0~1 之间，吸声系数 α 越大，表明材料的吸声性能越好。

被测样品体积足够小且声音没有明显指向性，可以被看作点声源，且点声源到垂直反射面的距离忽略不计，垂直反射面吸声系数为 0，去除垂直反射面，相当于当测量表面的面积扩大 1 倍，即 S 扩大为 $2S$ 时，在被测器具的噪声声功率级保持不变的情况下，则有：

$$\overline{L_{p1}} + 10 \times \lg\left(\frac{S}{S_0}\right) = \overline{L_{p2}} + 10 \times \lg\left(\frac{2S}{S_0}\right) \quad (2)$$

进一步简化，可得：

$$\overline{L_{p1}} = \overline{L_{p2}} + 3 \quad (3)$$

即反射面造成的声功率测量误差不会超过 3dB。

4.3 反射平面组成及结构

反射平面可以是一体的，也可以有多块拼接成整体。其材质、大小以及吸声系数等参数都直接影响其声学反射性能。

5 计量特性

5.1 反射面的尺寸

尺寸的测量范围和技术要求见表 1。

表 1 尺寸的测量范围和技术要求

项目	测量范围	技术要求
尺寸 (长、宽)	≤ 5 m	± 5 cm
	> 5 m	± 10 cm

5.2 反射面的吸声系数

吸声系数的测量范围和技术要求见表 2。

表 2 吸声系数的测量范围和技术要求

项目	测量范围	技术要求
吸声系数	100 Hz~10kHz	≤ 0.06

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(15~35)℃。

6.1.2 环境湿度：(20~80)%RH。

6.1.3 大气压力：(86~106)kPa。

6.1.4 供电电源应满足如下条件：

a) 电源电压：单相交流应在(220±10%)V之内；

b) 电源频率：应在(50±10%)Hz之内。

6.1.5 工作区域无明显空气对流、机械振动和电磁干扰。

6.1.6 当校准用设备对环境条件另有要求时，应满足其规定要求。

6.2 标准器及其他设备

对反射平面校准时，选用表3所列设备。

表3 主要校准设备一览表

序号	仪器、设备名称	技术要求	用途
1	钢卷尺	在(0~10)m范围内，最大允许误差为±2mm。	用于测量反射面的几何尺寸大小
2	声频信号发生器	在(20~10k)Hz范围内，最大允许误差为±0.1dB	用于吸声系数的测量
3	功率放大器	在(20~10k)Hz范围内，最大允许误差为±0.1dB	用于吸声系数的测量
4	信号采集分析系统	在(20~10k)Hz范围内，最大允许误差为±0.2dB	用于吸声系数的测量
5	传声器(含前置放大器)	在(20~10k)Hz范围内，最大允许误差为±0.4dB	用于吸声系数的测量
6	声校准器	1级，频率为1000Hz，声压级为94dB，最大允许误差为±0.3dB	用于声学测试系统的校准
7	声功率级标准样品	在(40~70)dB(A)范围内，标准值的扩展不确定度不超过1.5dB(A)	用于产生稳定的声功率级

注：也可采用满足技术要求的其他设备。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观及工作正常性检查

外观及工作正常性检查包括以下内容：

a) 反射平面在消声室或半消声室所处的位置，标识反射平面的长和宽的方向；

- b) 反射平面的材料、安装方式（固定式、活动式等）；
c) 反射平面上是否有开孔、接缝等可能影响吸声系数的情况。

7.2 校准项目

反射平面的校准项目见表 4，应根据反射平面的结构类型及客户要求，选择相关的校准项目。

表 4 反射平面的校准项目

序号	项目名称	技术要求条款	校准方法章节	新制造	改造后
1	尺寸	5.1	7.2.2	√	√
2	吸声系数	5.2	7.2.3 或 7.2.4	√	√

7.3 校准方法

7.3.1 反射平面尺寸的校准方法

7.3.1.1 校准点选择

确定反射平面的尺寸时，长和宽的各个方向是应尽可能均匀分布至少 3 组测点。必要时，可根据用户需求增加测点。

7.3.1.2 校准步骤

反射平面整体的长为其方向上各组测点各测量一次，取其平均值作为结果。

$$L_l = \overline{L_{li}} \quad (4)$$

式中：

L_l ——被测反射平面的长，单位为米（m）；

$\overline{L_{li}}$ ——被测反射平面长方向上各组测点的算术平均值，单位为米（m）。

反射平面整体的宽为其方向上各组测点各测量一次，取其平均值作为结果。

$$L_w = \overline{L_{wi}} \quad (5)$$

式中：

L_w ——被测反射平面的宽，单位为米（m）；

$\overline{L_{wi}}$ ——被测反射平面宽方向上各组测点的算术平均值，单位为米（m）。

7.3.2 反射面吸声系数的直接校准方法

7.3.2.1 校准点选择

确定反射平面的吸声系数时，应尽可能均匀分布至少 5 组测点，测点布置可参考图 3 所示。必要时，可根据用户需求增加测点。

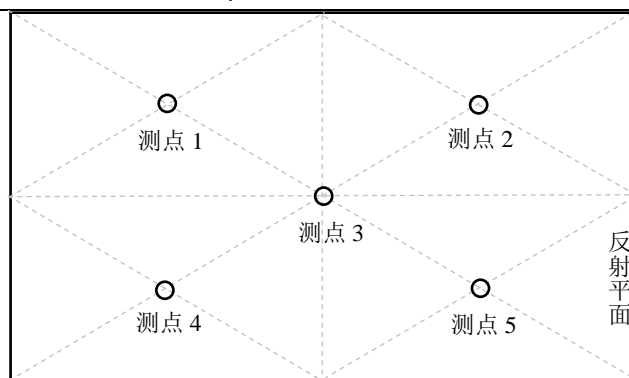


图 3 反射面吸声系数测点位置示意图

7.3.2.2 校准步骤

(1) 当使用脉冲回波方法进行校准时：

脉冲回波方法具有时间与空间延续短暂的特点，能够方便记录信号脉冲响应，同时该方法的频率成分包含丰富，能够获得较宽频带的测量信号。该方法又主要分为 MLS 序列的波形相减法、传递函数法、扩展脉冲法。脉冲法主要优点是法简单，现场测量方便；脉冲回波方法主要问题在于采用脉冲声源入射声源与反射声源信噪比问题。

(2) 当使用便携式阻抗管法进行校准时：

阻抗管法是通过配置不同直径的阻抗管可以测量不同频率范围，管径与对应的频率测量范围见 GB/T 18696.2。

(3) 结果的计算：

无论使用哪种方法，均应分别测量各测点在相应频率范围内的吸声系数，取 5 点平均值作为最终结果。

$$\sigma = \bar{\sigma}_i \quad (6)$$

式中：

σ ——被测反射平面的吸声系数；

$\bar{\sigma}_i$ ——被测反射平面各测点吸声系数的算术平均值。

7.3.3 反射面吸声系数的间接校准方法

7.3.3.1 校准步骤

(1) 在消声室或半消声室中，依据 GB/T 4214.1 或 GB/T 6882 采用不含需要校准反射面的方法测量声功率级标准样品的声功率级 L_{w1} ，重复测量 6 次。

(2) 在消声室或半消声室中，依据 GB/T 4214.1 或 GB/T 6882 采用含需要校准反射面的方法测量声功率级标准样品的声功率级 L_{w2} ，重复测量 6 次。

(3) 对 L_{w1} 和 L_{w2} 的两组结果进行等精度检验(推荐采用科克伦法),当两组数据精度无明显差异时,计算 $\overline{L_{w1}}$ 与 $\overline{L_{w2}}$ 的差值 D 。

$$D = \overline{L_{w1}} - \overline{L_{w2}} \quad (7)$$

式中:

$\overline{L_{w1}}$ ——不含被测反射平面的声功率级测试结果;

$\overline{L_{w2}}$ ——含被测反射平面的声功率级测试结果。

(4) 由差值 D 查表 5, 得到反射面的吸声系数。

表 5 间接法判断反射面吸声性能

序号	差值 D dB(A)	吸声系数	序号	差值 D dB(A)	吸声系数
1	-0.02	0.01	7	-0.18	0.08
2	-0.04	0.02	8	-0.46	0.20
3	-0.07	0.03	9	-0.97	0.40
4	-0.09	0.04	10	-1.55	0.60
5	-0.11	0.05	11	-2.22	0.80
6	-0.13	0.06	12	-3.00	1.00

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映,校准证书应至少包括以下信息:

- 标题,如“校准证书”;
- 试验装置名称和地址;
- 进行校准的地点(如果与试验装置的地址不同);
- 证书的唯一性标识(如编号),每页及总页数的标识;
- 客户的名称和地址;
- 被校对象的描述和明确标识;
- 进行校准的日期,如果与校准结果的有效性和应用有关时,应说明被校对象的接收日期;
- 如果与校准结果的有效性和应用有关时,应对被校准样品的抽样程序进行说明;
- 校准所依据的技术规范的标识,包括名称及代号;
- 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;

- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 5 年。由于复校时间间隔的长短是由反射平面的使用情况、使用者、反射平面本身质量等诸多因素所决定的，因此，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

校准结果不确定度评定示例 (参考件)

A.1 吸声系数测量不确定度评定 (脉冲回波方法)

A.1.1 测量模型

吸声系数由脉冲回波方法测试系统测量得到, 其计算见公式 (A.1):

$$\alpha(f) = 1 - |R_p(f)|^2 = 1 - \frac{1}{K_r^2} \left| \frac{P_r(f)}{P_i(f)} \right|^2 \quad (\text{A.1})$$

式中:

$R_p(f)$ ——被测反射平面反射因子;

K_r ——空间因子;

$P_r(f)$ ——反射声频谱;

$P_i(f)$ ——直达声频谱。

A.1.2 不确定度传播率

不确定度传播率计算见公式 (A.2):

$$u_c^2(\alpha) = c_1^2 u^2(P_r) + c_2^2 u^2(P_i) \quad (\text{A.2})$$

式中灵敏系数分别为

$$c_1(\alpha) = \frac{\partial f}{\partial P} u(P) = 0.025^2 = 6.25\text{E-}4 \quad (\text{A.3})$$

$$c_2(\alpha) = \frac{\partial f}{\partial P} u(P) = 0.025^2 = 6.25\text{E-}4 \quad (\text{A.4})$$

A.1.3 不确定度来源分析

- a) 重复测量引入的不确定度分量;
- b) 传声器校准引入的不确定度分量;
- c) 声压测试系统引入的不确定度分量;
- d) 测试环境引入的不确定度分量;
- e) 包络面积引入的不确定度分量。

A.2 标准不确定度分量分析

A.2.1 重复测量引入的不确定度分量 u_1

本次试验共重复测试了 10 次, 数据分别为 0.032、0.023、0.031、0.035、0.022、0.024、0.027、0.029、0.026、0.028。根据贝塞尔公式, 其不确定度为:

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} = 0.004 \quad (\text{A.5})$$

A.2.2 传声器校准不确定度 u_2

传声器校准的不确定度 u_2 , 根据声级校准器的技术规格书, 其最大允许误差为 ±0.2dB, 为矩形分布。

$$u_2 = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.12 \text{ (dB)} \quad (\text{A. 6})$$

A.2.3 测试分析系统的不确定度 u_3

测试分析系统的声压级测量不确定度 u_3 ，根据其测试分析系统（1级）的技术规格书，其最大允许误差为 ± 0.5 dB，为矩形分布， $k = \sqrt{3}$ 。

$$u_3 = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29 \text{ (dB)} \quad (\text{A. 7})$$

A.2.4 测试环境的不确定度 u_4

精密级半消声室中环境影响的测量不确定度 u_4 ，根据自由场分布情况，其环境带来的最大允许误差为 ± 0.5 dB，为正态分布， $k = 2$ 。

$$u_4 = \frac{0.5}{2} = 0.25 \text{ (dB)} \quad (\text{A. 8})$$

A.2.5 包络面积带来的不确定度 u_5

实际布点过程中，由于测点位置偏差为 ± 3 cm内，但考虑10个测点的位置带来的最大误差为0.13dB，为正态分布， $k = 2$ 。

$$u_5 = \frac{0.13}{2} = 0.065 \text{ (dB)} \quad (\text{A. 9})$$

A.3 合成标准不确定度

标准不确定度分量汇总见表A.1。

表A.1 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量 u_i	不确定度来源	类型	数值	概率分布	分布系数	标准不确定度 $u(x_i)$	灵敏系数 C_i	不确定度贡献 $u_i(y)$
u_1	测量重复性分量	A	0.004	正态	—	0.004	1	0.004
u_2	传声器校准	B	0.2 dB	矩形	$k=\sqrt{3}$	0.12 dB	$6.25\text{E-}4$	0
u_3	测试系统的声压级测量（1级）	B	0.5 dB	正态	$k=2$	0.25dB	$6.25\text{E-}4$	0
u_4	测试环境 (精密级半消声室)	B	0.5 dB	矩形	$k=\sqrt{3}$	0.29dB	$6.25\text{E-}4$	0
u_5	包络面积	B	0.13dB	正态	$k=2$	0.065dB	$6.25\text{E-}4$	0

合成标准不确定度为

$$u_c = 0.004 \quad (\text{A. 10})$$

A.4 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，则扩展不确定度为

$$U = k \times u_c = 0.01 \quad (\text{A. 11})$$

附录 B

校准原始记录格式 (参考件)

委托单位名称			
委托单位地址			
设备名称			
制造单位			
规格型号		仪器编号	

校准用主要计量标准器具

标准器名称	规格型号	设备编号	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	证书编号	有效期

校准依据: _____

环境条件 温度: _____ 相对湿度: _____

校准地点: _____

备注: _____

校准日期: _____

校准人员: _____ 核验人员: _____

B.1 外观及工作正常性检查

材质	
是否可拆卸	<input type="checkbox"/> 可拆卸 <input type="checkbox"/> 不可拆卸
是否有接缝	<input type="checkbox"/> 有接缝, 接缝位置及大小 <input type="checkbox"/> 无接缝
是否有开孔	<input type="checkbox"/> 有开孔, 开孔位置及大小 <input type="checkbox"/> 无开孔

B.2 反射平面尺寸校准: (mm)

测量值	测点 1	测点 2	测点 3	平均值
长				
宽				
$U(k=2)$	——			

B.3 反射平面吸声系数校准:

吸声系数	水平反射面	垂直反射面
位置 1		
位置 2		
位置 3		
位置 4		
位置 5		
平均值		
限值	0.06	0.06
$U(k=2)$		

附录 C

校准证书内页格式（参考件）

证书编号：XXXX—XXXX

校准机构授权说明				
校准环境条件及地点：				
温 度		地 点		
相对湿度		其 他		
校准所依据的技术文件（代号、名称）：				
校准所使用的主要测量标准：				
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	检定/校准 证书标号	证书有效期至

注：

1. XXXX XXXX 仅对加盖“XXXXXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
3. 未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

第 页，共 页

校 准 结 果

B.1 外观及工作正常性检查

材质	
是否可拆卸	<input type="checkbox"/> 可拆卸 <input type="checkbox"/> 不可拆卸
是否有接缝	<input type="checkbox"/> 有接缝, 接缝位置及大小 <input type="checkbox"/> 无接缝
是否有开孔	<input type="checkbox"/> 有开孔, 开孔位置及大小 <input type="checkbox"/> 无开孔

B.2 反射平面尺寸校准: (m)

测量值	平均值
长	
宽	
$U(k=2)$	

B.3 反射平面吸声系数校准:

	测量值	限值	$U(k=2)$	结论
水平反射面		0.06		
垂直反射面		0.06		

校准员:

核验员: