《吸声材料声压反射系数测试技术规范（半自由场传递函数法）》

不确定度评定报告

**《吸声材料声压反射系数测试技术规范（半自由场传递函数法）》制定工作组**

**2025.5**

目 录

|  |  |
| --- | --- |
| 1 基本情况 ……………………………………………………………………………………… | （3） |
| 1.1 实验条件 ………………………………………………………………………………… | （3） |
| 1.2 实验方法 ………………………………………………………………………………… | （3） |
| 1.3 实验用标准和配套设备………………………………………………………………… | （3） |
| 1.4 实验用样机 ……………………………………………………………………………… | （3） |
| 2 实验验证结果的不确定度评定………………………………………………………………… | （3） |
| 2.1 法向声压反射系数的不确定度评定…………………………………………………… | （3） |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

《法向反射系数测试技术规范（半自由场传递函数法）》

不确定度评定报告

1. 基本情况
   1. 实验条件

实验时间：2025年4月～2025年5月

实验地点：湖北省计量测试技术研究院楼声学实验室

环境参数：空气温度（22.7~26.7）℃

相对湿度（70~75）%

静压（101.6~101.8）kPa

* 1. 实验方法

本次实验采用了《法向反射系数测试技术规范（半自由场传递函数法）》(征求意见稿)（以下简称“规范”）所描述的方法。

* 1. 实验用标准器和配套设备

本次验证实验所用标准和主要配套设备如下：

1. 测量传声器2个（声望SVANTEK,型号：SV12，编号：NO.2008，NO.2018）
2. 声分析仪（HBK，型号3160-A-022，编号：106157）
3. 半消声室
   1. 实验用样机

本次验证中将半消声室未铺设吸声材料的反射面作为测量对象。

1. 实验验证结果的不确定度评定

本次验证对以下项目进行不确定度评定：

1. 法向反射系数。

2.1法向反射系数的不确定度评定

声源发出声信号，沿着半消声室反射面法线方向入射，先经过传声器1和传声器2，经过反射后由传声器2和传声器1再次接收。

测量模型如式（1）所示。

= ,= ,

式中：——反射面的法向反射系数；

——双传声器测量系统的传递函数；

——复波数；

——两个传声器之间的距离，m；

——声源声中心距离反射面的距离，m；

——传声器1到基准面的距离，m；

——声源球面波从传声器1到传声器2时的衰减系数；

——声源球面波经过吸声材料反射后到达传声器2时衰减系数；

——声源球面波经过吸声材料反射后到达传声器1时衰减系数。

将、、代入后得到：

各个测量量的灵敏系数分别为：

, , , ,

各个频率下法向反射系数的不确定度评定过程类似，下文中以500Hz的测量数据进行不确定度评定。

2.1.1标准不确定度的评定

1. 测量重复性

半消声室反射面法向反射系数的测量结果见表2.1.1，在相同条件下对同一消声室的反射面的法向反射系数重复测量6次，以其标准偏差作为测量重复性引入的测量不确定度分量。

**表2.1.1 法向反射系数的重复性测量结果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **频率/Hz** | **测量序号** | | | | | | **平均值** | **标准偏差** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 125 | 0.9978 | 1.0201 | 1.0118 | 0.9925 | 0.9950 | 0.9981 | 1.0025 | 0.0109 |
| 250 | 0.9972 | 0.9517 | 1.0225 | 1.0580 | 1.0046 | 1.0053 | 1.0065 | 0.0347 |
| 500 | 0.9821 | 0.9516 | 1.0075 | 1.0897 | 0.9792 | 0.9723 | 0.9971 | 0.0488 |
| 1000 | 1.0966 | 0.9792 | 1.0452 | 0.9075 | 1.0108 | 0.9887 | 1.0047 | 0.0640 |
| 2000 | 0.9922 | 1.0228 | 0.9183 | 0.8806 | 1.0747 | 1.0012 | 0.9816 | 0.0708 |
| 4000 | 0.9875 | 1.0141 | 0.9779 | 0.9871 | 1.1592 | 1.1955 | 1.0536 | 0.0973 |

1. 位置测量引入的不确定度分量

位置测量误差由长度测量引入，记为±0.1 mm。考虑为均匀分布，传声器1测量引入标准不确定度为：

= 18.00940.00006=0.0031

传声器2位置测量引入的标准不确定度为：

=0.0031

源位置测量误差主要由声中心估算偏差引入，记为±0.1m。考虑为均匀分布，引入的标准不确定度为：

三个位置测量不确定度分量不相关，因此位置测量引入的不确定度分量为：

139

1. 波数测量误差引入的不确定度分量

波数测量由频率和温度，按正文中式（1）计算得到。

波数对温度的偏导数为

数字式温度计的标准测量不确定度为0.1摄氏度，环境温度25.5摄氏度，500Hz下引入的不确定度分量为：

1. 传递函数测量误差引入的不确定度分量

传递函数测量由传声器和声分析仪的声压测量值计算得到，以0.3dB计算其引入的传递函数数值的相对不确定度为3.5%。本例中500Hz处，传递函数的模值为0.3475，传递函数的不确定分量为：

0.0239

2.1.2合成标准不确定度

法向反射系数的测量不确定度来源及标准不确定度数值汇总于表2.1.2中。由于表2.1.2中各测量不确定度分量互不相关，故500Hz处法向反射系数的合成标准不确定度见表2.1.2。

2.1.3扩展不确定度

取包含因子，则法向反射系数的扩展不确定度见表2.1.2。

**表2.1.2 法向反射系数的测量不确定度来源及数值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 来源 | 符号 | 500 Hz |
| 1 | 测量重复性 |  | 0.0488 |
| 2 | 位置 |  | 0.0139 |
| 3 | 波数 |  | 0.0017 |
| 4 | 传递函数 |  | 0.0239 |
| 合成标准不确定度 | |  | 0.0561 |
| 合成相对不确定度 | |  | 6% |
| 扩展不确定度（*k*=2） | |  | 12% |