# 《音频传输模块声学性能校准规范》

# 测量不确定度评定报告

《音频传输模块声学性能校准规范》起草组

2025.10

音频传输模块声学性能中的主要计量特性为频率响应和总谐波失真，因此对这两项进行不确定度评定。

**1 频率响应不确定度评定**

以某型号音频传输模块作为样品，对其频率响应测量不确定度评定。

根据征求意见稿中的测试方法测试频率响应。

**1.1 标准不确定度的A类评定**

对频率响应重复10次测量，以其标准偏差作为测量重复性引入的测量不确定度分量。测试结果见表1，取其中的最大值并放大为0.01 dB。

表1 频率响应重复性测试

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 频率  Hz | 频率响应  dB | | | | | | | | | | 平均值  dB | 标准偏差  dB |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 100 | -6.012 | -6.012 | -6.012 | -6.012 | -6.012 | -6.012 | -6.012 | -6.012 | -6.012 | -6.012 | -6.012 | 0.0001 |
| 125 | -6.007 | -6.007 | -6.007 | -6.007 | -6.007 | -6.007 | -6.007 | -6.007 | -6.007 | -6.007 | -6.007 | 0.0001 |
| 160 | -6.004 | -6.004 | -6.004 | -6.004 | -6.004 | -6.004 | -6.004 | -6.004 | -6.004 | -6.004 | -6.004 | 0.0001 |
| 200 | -6.002 | -6.002 | -6.002 | -6.002 | -6.002 | -6.002 | -6.002 | -6.002 | -6.002 | -6.002 | -6.002 | 0.0001 |
| 250 | -6.000 | -6.000 | -6.001 | -6.001 | -6.000 | -6.000 | -6.000 | -6.000 | -6.000 | -6.000 | -6.000 | 0.0001 |
| 315 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | 0.0001 |
| 400 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | 0.0001 |
| 500 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.997 | -5.997 | -5.998 | 0.0001 |
| 630 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | 0.0001 |
| 800 | -5.996 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.996 | -5.996 | -5.997 | -5.996 | -5.996 | -5.997 | 0.0001 |
| 1000 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.996 | -5.997 | -5.997 | 0.0001 |
| 1250 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | 0.0002 |
| 1600 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | 0.0003 |
| 2000 | -5.996 | -5.996 | -5.996 | -5.996 | -5.996 | -5.996 | -5.996 | -5.996 | -5.996 | -5.996 | -5.996 | 0.0002 |
| 2500 | -5.999 | -5.999 | -5.998 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | -5.998 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | -5.999 | 0.0002 |
| 3150 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | 0.0001 |
| 4000 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | -5.997 | 0.0002 |
| 5000 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | -5.998 | 0.0001 |
| 6300 | -5.997 | -5.996 | -5.996 | -5.997 | -5.997 | -5.996 | -5.996 | -5.996 | -5.997 | -5.996 | -5.996 | 0.0003 |
| 8000 | -6.001 | -6.001 | -5.997 | -5.998 | -6.000 | -5.997 | -6.000 | -6.001 | -5.995 | -5.996 | -5.999 | 0.0023 |
| 10000 | -5.994 | -5.998 | -5.992 | -6.002 | -5.996 | -5.990 | -5.996 | -5.997 | -5.999 | -5.995 | -5.996 | 0.0035 |

**1.2 B类不确定度的评定**

1)多通道声分析仪信号发生部分引入的不确定度，其在100 Hz~10 kHz扩展不确定度为0.1 dB(*k*=2)，因此其标准不确定度为0.05 dB。

2)多通道声分析仪信号分析部分引入的不确定度，其在100 Hz~10 kHz扩展不确定度为0.1 dB(*k*=2)，因此其标准不确定度为0.05 dB。

3）数据修约误差引入的测量不确定度，数据修约间隔为0.10 dB，考虑均匀分布，由此引入的标准不确定度为0.03 dB。

**1.3合成标准不确定度**

各标准不确定度分量互不相关，合成标准不确定度*u*c=0.078 dB

**1.4 扩展不确定度**

合成后的标准不确定度，按近似正态分布考虑，当取包含因子*k* = 2时，其扩展不确定度

=2 ×0.078 dB≈ 0.16 dB

则频率响应的测量扩展不确定度*U* = 0.16 dB， *k* = 2。

**2总谐波失真不确定度评定**

以某型号音频传输模块作为样品，对其总谐波失真测量不确定度评定。

根据征求意见稿中的测试方法测试总谐波失真。

**2.1 标准不确定度的A类评定**

对总谐波失真重复10次测量，以其标准偏差作为测量重复性引入的测量不确定度分量。测试结果见表2，取其中的最大值并放大为0.007%。。

表2总谐波失真重复性测试

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 频率  Hz | 总谐波失真  % | | | | | | | | | | 平均值  % | 标准偏差  % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 100 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.001 |
| 125 | 0.004 | 0.003 | 0.004 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.001 |
| 160 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.006 | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.001 |
| 200 | 0.007 | 0.008 | 0.007 | 0.007 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.008 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.001 |
| 250 | 0.008 | 0.009 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.008 | 0.007 | 0.009 | 0.008 | 0.008 | 0.001 |
| 315 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.006 | 0.001 |
| 400 | 0.008 | 0.006 | 0.008 | 0.007 | 0.008 | 0.007 | 0.008 | 0.007 | 0.007 | 0.006 | 0.007 | 0.001 |
| 500 | 0.007 | 0.007 | 0.007 | 0.008 | 0.007 | 0.007 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.001 |
| 630 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.009 | 0.008 | 0.007 | 0.008 | 0.008 | 0.007 | 0.007 | 0.008 | 0.001 |
| 800 | 0.008 | 0.010 | 0.011 | 0.009 | 0.009 | 0.012 | 0.009 | 0.009 | 0.011 | 0.009 | 0.010 | 0.001 |
| 1000 | 0.013 | 0.011 | 0.012 | 0.013 | 0.011 | 0.012 | 0.013 | 0.013 | 0.012 | 0.009 | 0.012 | 0.001 |
| 1250 | 0.016 | 0.017 | 0.016 | 0.014 | 0.017 | 0.017 | 0.019 | 0.016 | 0.020 | 0.017 | 0.017 | 0.002 |
| 1600 | 0.012 | 0.022 | 0.019 | 0.017 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.019 | 0.015 | 0.013 | 0.016 | 0.003 |
| 2000 | 0.011 | 0.007 | 0.007 | 0.013 | 0.010 | 0.007 | 0.011 | 0.008 | 0.008 | 0.009 | 0.009 | 0.002 |
| 2500 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.010 | 0.009 | 0.005 | 0.010 | 0.008 | 0.002 |
| 3150 | 0.004 | 0.005 | 0.003 | 0.003 | 0.005 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.005 | 0.006 | 0.004 | 0.001 |
| 4000 | 0.002 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.001 |
| 5000 | 0.037 | 0.027 | 0.022 | 0.032 | 0.026 | 0.016 | 0.026 | 0.014 | 0.020 | 0.017 | 0.024 | 0.007 |
| 6300 | 0.011 | 0.013 | 0.015 | 0.011 | 0.007 | 0.013 | 0.009 | 0.014 | 0.012 | 0.015 | 0.012 | 0.003 |
| 8000 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.004 | 0.003 | 0.002 | 0.003 | 0.006 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.001 |
| 10000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |

**2.2 B类不确定度的评定**

1）多通道声分析仪信号发生部分失真所引入的不确定度，一般不超过0.01%，取其标准不确定度为0.005%。

2) 多通道声分析仪信号分析部分失真引入的不确定度，一般不超过0.001%，取其标准确定度为0.0005%。

3）数据修约误差引入的测量不确定度，数据修约间隔为0.001%，考虑均匀分布，由此引入的标准不确定度为0.0006%。

**2.3合成标准不确定度**

各标准不确定度分量互不相关，合成标准不确定度*u*c=0.018%

**2.4 扩展不确定度**

合成后的标准不确定度，按近似正态分布考虑，当取包含因子*k* = 2时，其扩展不确定度

=2 ×0.018%≈ 0.04%

则声信号采集通道总谐波失真的测量扩展不确定度*U* = 0.04%， *k* = 2。

### 3 结论

根据各表中的实验数据分析，可验证本规范设计的试验方法和要求的实验条件合理、可行，满足音频传输模块声学性能计量性能测试的要求。