
阻抗管测试系统 技术方案



北京声望声电技术有限公司

2014年1月

一、振动、声学测试系统技术方案

北京声望声电技术有限公司是专业从事声学、振动测量产品的高新技术企业。作为国内声学高端公司，声望公司基于长期从事的噪声测试、咨询等实际工作，开发了具有独立知识产权的噪声振动测试系统VA-Lab。

VA-Lab噪声振动测试分析系统可实时进行信号的采集、存储及在线分析。对噪声振动信号在线的进行FFT频谱分析，及实时在线监测分析结果（包括FFT、自谱、互谱、相关性、相干性、传递函数），从而得到信号的频谱特性，时域信号特性、总量值随着时间、转速、位移等的变化曲线。支持不同采样频率。FFT分析支持多种窗函数和平均方式，1/n倍频程分析有A、C、Lin计权和快档、慢档和脉冲方式。VA-Lab配备相应的硬件，可以完成阻抗管测量材料吸隔声测试、声强测试、混响时间测试、建筑隔声测试、电声测试和声功率测试等。

VA-Lab4 IMP模块是北京声望声电技术有限公司专门开发用于测量法向入射条件下声学材料吸声系数和隔声量的软件,也可用于消声器性能测试。软件为VA-Lab系统的一部分，可搭配声望自主研发阻抗管系统进行双传声器法材料吸声系数测量和四传声器法材料隔声量测量。

传递函数法用固定在管壁的传声器测量宽频噪声的声压，然后将采集的声压信号进行处理，分离入射波的能量与反射波的能量，计算不同频率对应的吸声系数和声阻抗。一般需要配置有至少双通道声学分析功能的仪器。相较驻波比法而言，传递函数法可以同时进行宽频吸声系数、反射系数、声阻抗率、声导纳率的测试。测量要求在管中产生平面波，而平面波的条件是声波的波长要小于管径，同时考虑传播长度，因此需要配备不同测试管来满足不同的频率范围的测量。发声管配备隔声管，软件还支持材料的隔声测试。

VA-Lab4 IMP满足下面标准：

GB/T18696.2 2002 声学 阻抗管中吸声系数和声阻抗的测量 第2部分: 传递函数法

ISO 10534-2: 1998 Acoustics- Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes- Part2: Transfer-function method。

隔声量测试基于四传声器传递函数法，满足美国标准，

ASTM E2611: 阻抗管传递函数法测量材料的隔声量 (美国)

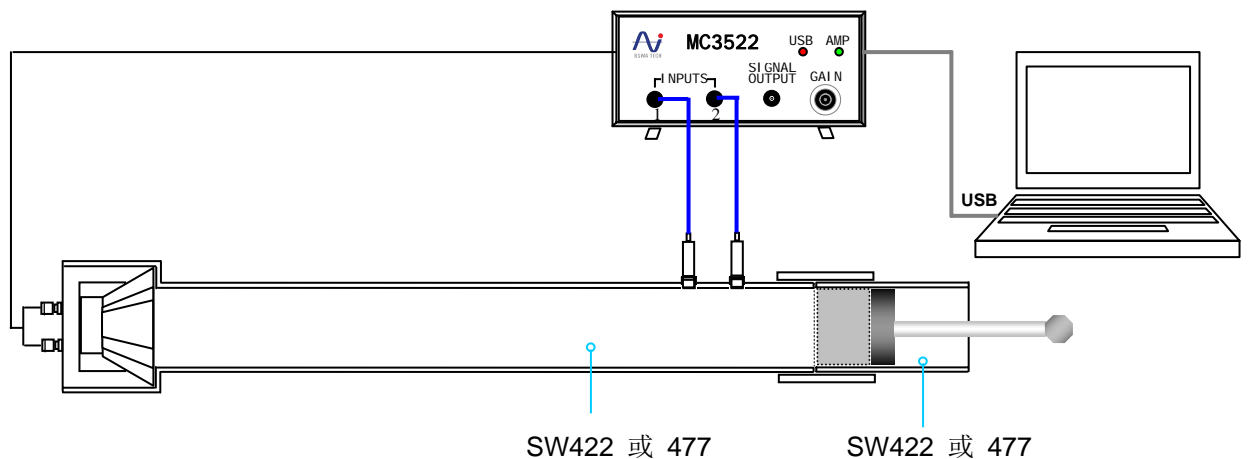
目前国际和国内标准还在讨论中。

VA-Lab4 IMP材料测试模块是在声望公司四通道数据采集硬件MC3242上开发的，开发平台为LabVIEW。

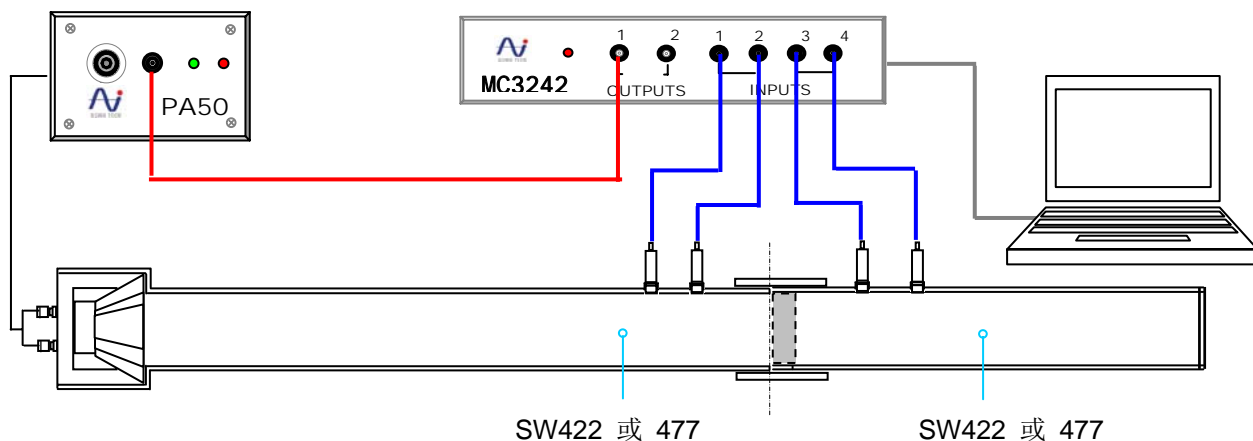
传递函数法是一种全频测试的方法，需搭配专门的阻抗管进行测试。用两个传感器来测试管中入射波和反射波从而分析材料的吸声和隔声特性。

1、测试连接

一般的，吸声测试需要至少两个通道的数采，而隔声测试，需要至少四个通道的数采测试前必须进行设备连接。下图为两通道吸声系数的测量连接示意图和四通道隔声特性测量的连接示意图：



两通道吸声系数测量连接示意图



四通道隔声系数测量连接示意图

2. 系统测试功能

(1) VA-Lab BASIC

VA-Lab BASIC主要包括以下功能：

Project Manager 项目管理；创建项目或者读取以前的项目。所有的项目都以文件夹的形式保存，路径为安装目录。

Measurement Setup 测量设定；选择测试所用数采、测试模式（噪声，振动），以及采样率，FFT分析点数。

Calibration 系统校准；配合校准器，对各通道进行校准。

FFT Analysis 窄带分析；目前可进行快速傅立叶分析，互功率谱分析。

OCT Analysis 倍频程分析；目前可进行1/1 倍频程分析，1/3倍频程分析。

Record 录音功能；任选通道进行录音并回放。

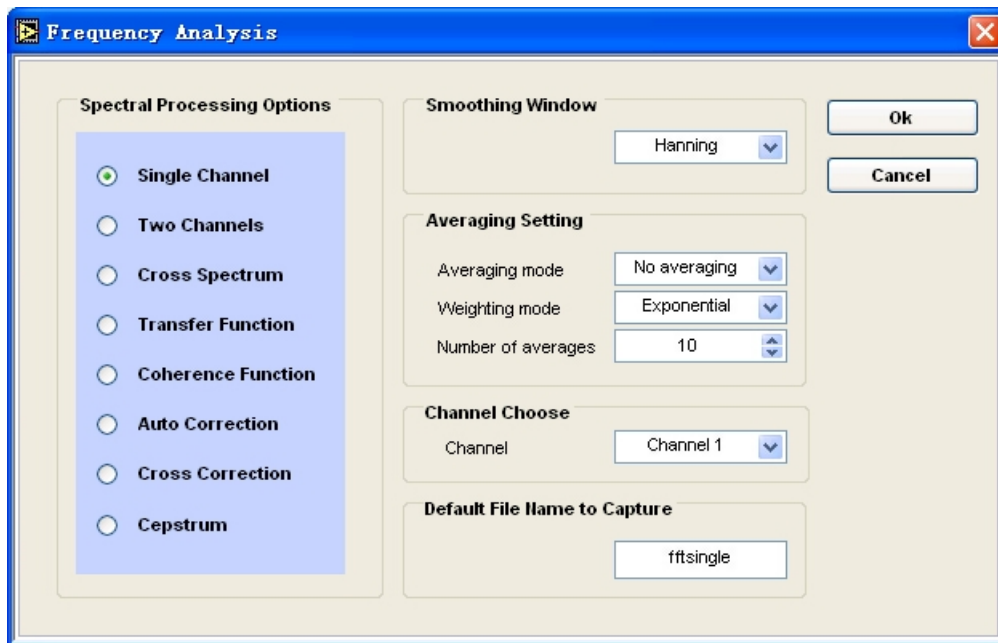
A:窄带FFT频谱：

声音测量频率范围20-- 25 kHz，可自定义，但最大25kHz；FFT 有512, 1024, 2048, ..., 65536 点，无须Zoom功能可实现频率细化。

窗函数: None, Hanning, Hamming, Blackman-Harris, Exact Blackman, Blackman, Flat Top, 4-Term B-Harris, 7-Term B-Harris, Low Sidelobe.

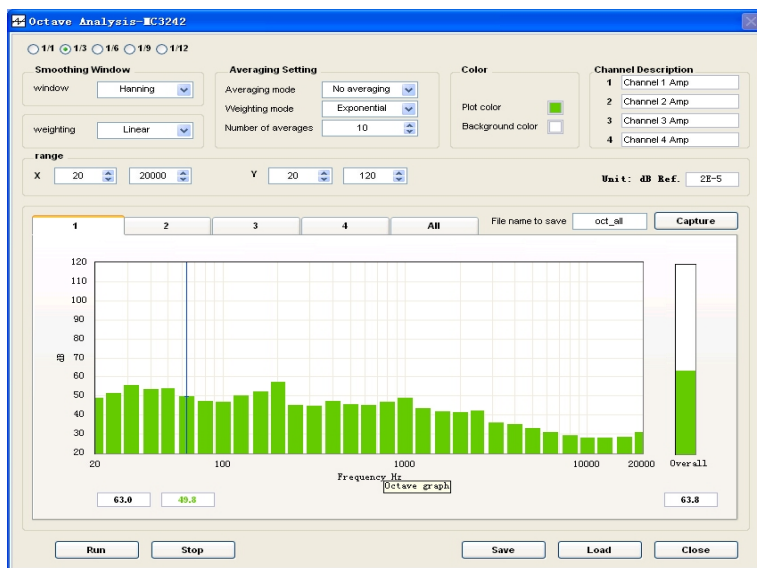
平均方式: No averaging, Vector averaging, RMS averaging, Peak hold.

功能: FFT窄带分析、自功率谱、互功率谱、相关性、相干性、传递函数等。



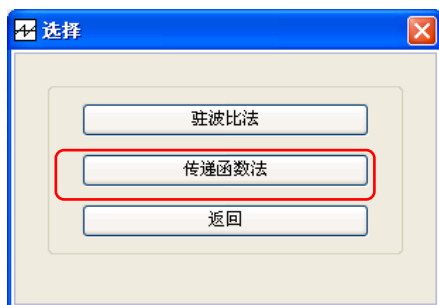
B、倍频程频谱分析

功能: 1/1, 1/3, 1/6, 1/9, 1/12倍频程实时显示。



(2) 阻抗管测试软件VA-Lab IMP介绍

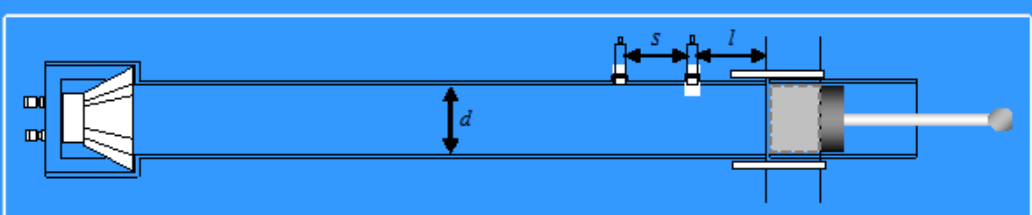
硬件连接完成后，选择菜单中测试/阻抗管测试模块进行选择或者直接双击左侧列表中的阻抗管测试模块下面的【传递函数法】进入阻抗管传递函数法测量界面。



传递函数法测试总界面如下图所示，界面中上面的示意图显示目前测试的内容是吸声测试还是隔声测试，比如下面的界面即为吸声测试。

样品吸声特性测试

测试用阻抗管: 声望100mm大管 管径, d (米): 0.1 系列 1



两个传声器之间的距离, s (米): 0.08

样品端面到较近的传声器的距离, l (米): 0.05

频率测试范围 (Hz): 250 1600

样品厚度, t (米): 0.05

大气压力 (Pa): 101325 声速 (m/s): 343.237

摄氏温度 ($^{\circ}\text{C}$): 20 空气密度 (kg/m^3): 1.202

相对湿度 (%): 50 空气特征阻抗 ($\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}$): 412.568

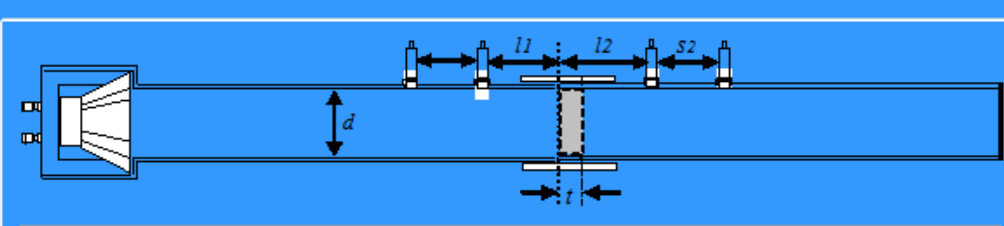
确定

取消

吸声特性测试设置图

样品隔声特性测试

测试用阻抗管: 声望100mm大管 管径, d (米): 0.1 系列 1

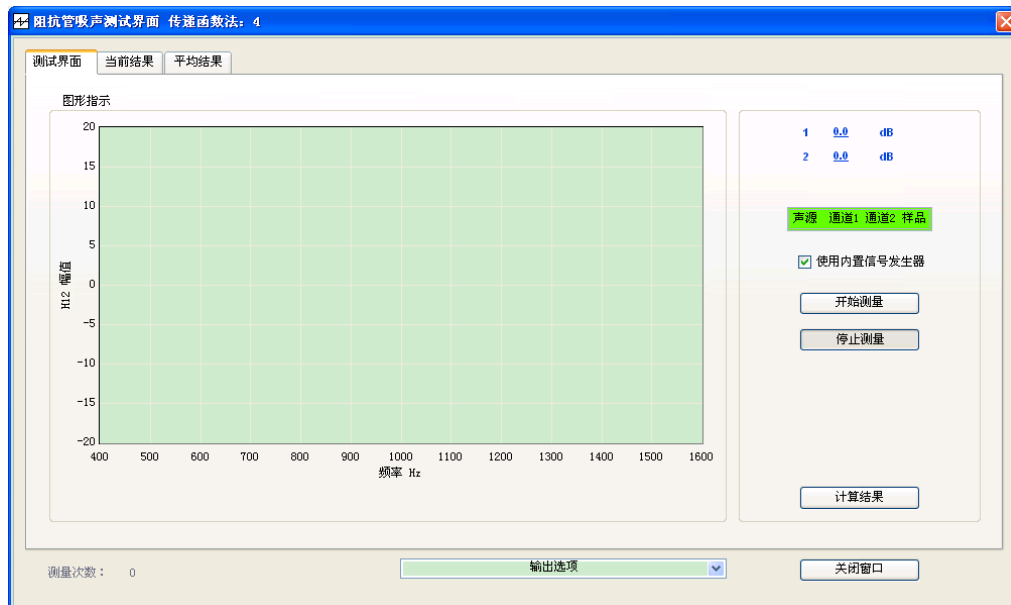


两管中传声器间距, s_1 (米): 0.08 s_2 (米): 0.08
 样品端面到两管中较近传声器的距离, l_1 (米): 0.05 l_2 (米): 0.15

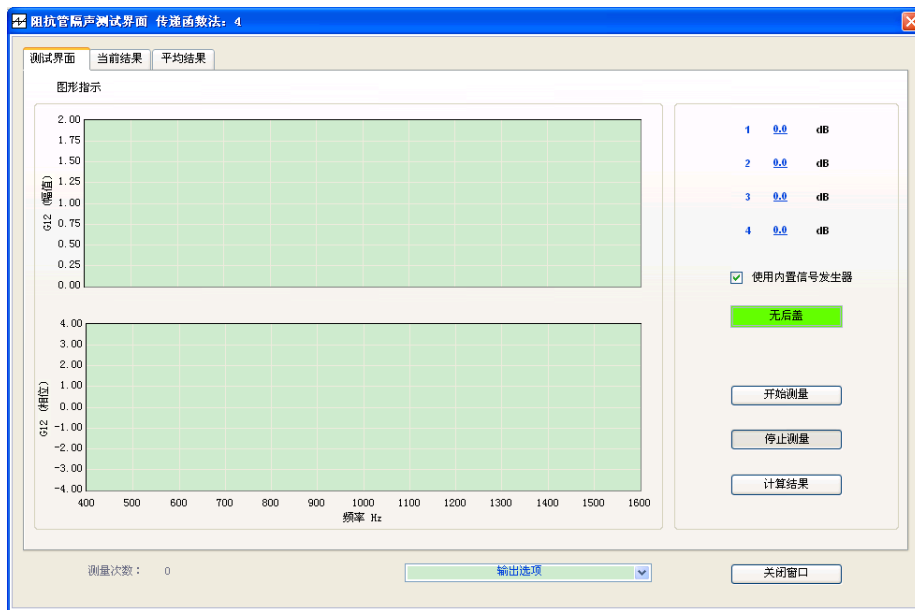
频率测试范围 (Hz): 250 1600
 样品厚度, t (米): 0.05

大气压力 (Pa): 101325 声速 (m/s): 343.237 确定
 摄氏温度 ($^{\circ}\text{C}$): 20 空气密度 (kg/m^3): 1.202 取消
 相对湿度 (%): 50 空气特征阻抗 ($\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}$): 412.568

隔声特性测试设置图



吸声特性测量



隔声特性测量



测试报告

3、测试注意事项

- √ 根据测试标准，扬声器在正式测试前需要预热至少 10 分钟，来保证测试时的稳定性。
- √ 不同内径的阻抗管，不同的传声器位置都决定测试的频率范围，超出频率范围的结果是随机的，程序不保证其准确性。
- √ 在测试界面页面中，测量时间越长曲线会越光滑，最后的测量结果也会越准确
- √ 测试中一定要注意实际的设备连接顺序和提示的一致，但是先进行绿色工况还是红色工况没有限制，但必须都至少测试一次后才能进行下一步骤。
- √ 在信号发生器关闭的时候可以事先测试一下背景噪声，当信号发生器发出粉红噪声后，带宽中每个频率的声压级应该至少高过背景噪声相关频率的 10dB，一般情况下这里推荐，传声器所在位置的总声压级在 90dB 和 110dB 之间，可以通过调节功放来达到。
- √ 软件也支持外部的信号发生器，如果使用外部信号发生器，在测试界面页面中，可不用选择使用内置信号发生器。
- √ 测量的样品应裁剪整齐，能够和试件管紧密配合，不能够被压缩变形或者膨胀，最好在样品和管之间用凡士林或者粘土密封。为保证样品能够牢固的安装，在必要的时候也可以使用胶带或者油脂、蜡类的东西固定，比如地毯材料，可以用双面胶固定来避免振动和不必要的空隙。声望的吸声测试的试件管的拉杆上面有刻度显示，对于松软材料，可以事先测量好厚度来调节拉杆。
- √ 大多数样品即使是均匀材料，也应该多次测量来进行平均，在测试标准中，还要求旋转样品重新安装后测试。由于边界条件的不同，同一材料的吸声系数用不同管径测试的结果会不一致（在重叠的频段处），数据分析中，会进行平均处理。
- √ 样品本身的不均匀及安装方式都会引起材料声学参数测量的不确定性。



北京声望声电技术有限公司

声望阻抗管材料吸隔声测试系统配置单

| 类别 | 型号 | 描述 | 数量 |
|-------|----------------------|---|----|
| 阻抗管 | SW422（低频 四传声器，吸声+隔声） | 黑色硬质铝合金材料，包括扬声器测量主管（100mm 内径）、可调试件管及隔声测量管（100mm 内径）。双传声器法测量材料的吸声系数，四传声器法测量材料的隔声量。吸声测试频率范围60-1800Hz，隔声测试频率范围60-1800Hz。 | 1 |
| | SW477（高频 四传声器，吸声+隔声） | 黑色硬质铝合金材料，包括扬声器高频测量主管（30mm 内径）、可调试件管及高频隔声测量管（30mm 内径）。双传声器法测量材料的吸声系数，四传声器法测量材料的隔声量。吸声测试频率范围1600-6300Hz，隔声测试频率范围1600-6300Hz。 | 1 |
| 4通道数采 | MC3242 | 4通道输入、2通道输出，USB供电，频率范围0—20KHz | 1 |
| 传声器 | MPA416 | 1/4”传声器，灵敏度50mV/Pa，带ICP前置放大器，SMB接口 | 4 |
| 功率放大器 | PA50 | 单通道功率放大器，功率为50瓦 | 1 |



北京声望声电技术有限公司

| | | | | |
|-------------|--|-------------------|------------------------------------|---|
| 校准器 | | CA111 | 一型校准器, 94dB, 114dB; 频率为1000Hz | 1 |
| 4通道分析 软件 | | VA-Lab4 BASIC | 四通道基础模块, 包含采样率设置, 噪声的FFT分析, 倍频程分析。 | 1 |
| | | VA-Lab4 IMP-AT | 四通道阻抗管吸隔声系数测试模块, 含驻波比法和传递函数法。 | 1 |
| 线缆 | | CBS002 | 2m BNC—SMB 电缆。 | 4 |

四、客户列表

下面所列为部分使用阻抗管的部分用户：

1. 上海大众
2. 上海交通大学
3. 上海环境科学研究院
4. 同济大学
5. 东华大学
6. 浙江理工大学
7. 南京工业大学
8. 浙江工业大学
9. 北京航空航天大学
10. 四川大学
11. 西南交通大学
12. 苏州大学
13. 奇瑞汽车
14. 华晨金杯
15. 烟台万华北京研究院
16. 芜湖杰锋汽车动力系统有限公司
17. 西北工业大学
18. 重庆海特汽车排气有限公司
19. 合肥工业大学
20. 南通大学
21. 西卡(中国)苏州有限公司
22. 合肥汇通汽车零部件有限公司
-

五、VA-Lab软件扩展

- VA-Lab ENV-S 环境噪声模块，功能包括：A、C、Lin 计权，快、慢、脉冲档，累计百分比，LEQ，SEL等。
- VA-Lab VIB 振动测试模块，功能包括：频率分析、机械振动、速度及位移测量、人体计权等，需配振动传感器。
- VA-Lab SI 声强测试模块，需配声强仪。
- VA-Lab4 REV 混响时间测试模块，需配声源、功放等。
- VA-LabTL 建筑隔声测试模块，需配地板打击器、声源、功放等。
- VA-Lab Audio 电声测量模块，可进行倍频程、点扫、用户自定义测量，需配人工嘴等。