

智能可视门铃类产品音频质量测试方法研究

北京度纬科技有限公司

010-64327909

一、概述

1.1 测试目的

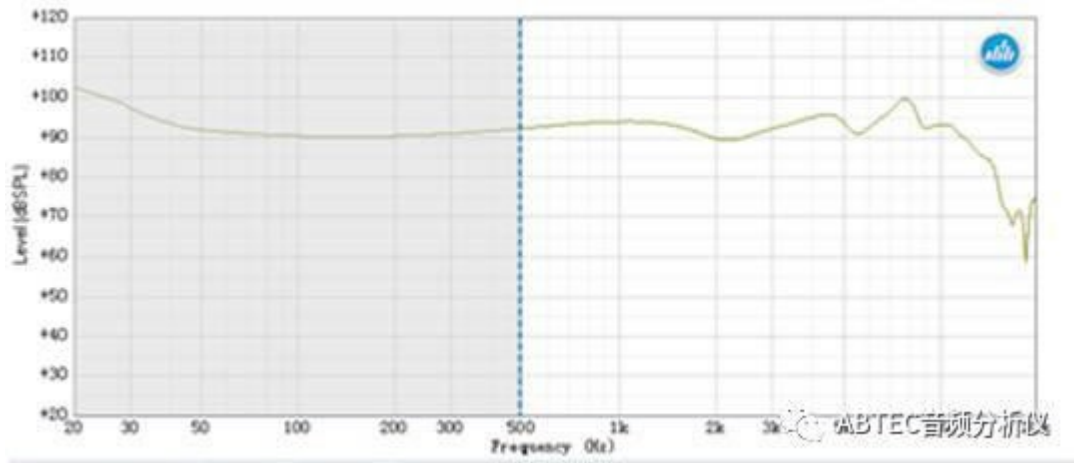
本方案旨在为智能可视门铃类产品的生产研发提供一套可供客户参考的音频测试方案，使用科学严谨的测量方法测试产品的音频性能指标，例如：频率响应、THD+N、噪声、信噪比、音频频谱等等。为智能可视门铃类产品的生产研发提供可视化的数据指导，提高产品质量把控。

1.2 测试指标

1.2.1 频率响应

频率响应指的是待测品受已知电平不同频率的激励信号激励时的输出信号电平。最常用的方法是在待测品的频率范围内，从最低频到最高频的正弦波信号的扫描，并将结果绘制出来。

在做扫频测试测试中，首先要确定扫描电平。可以在低电平下进行扫描，但是响应中可能会出现噪声或者其他杂散信号；也可以在高电平下扫描，但是可能会出现高失真度。



1.2.2 THD+N

THD+N 的全称叫总谐波失真加噪声，谐波失真指的是原有音频信号新增的不必要的音调。为原有信号的谐波相关音调。信号为频率 f_1 的正弦波时，谐波为 f_2, f_3 等，为原音调的整数倍。总谐波失真为待测设备带宽中的所有谐波之和。

一直以来都是总谐波失真加噪声一起测试，有人就问，为什么不分开测试谐波跟噪声了，因为在进行总谐波加噪声测试的时候，采用的是快速傅里叶 (FFT) 测试，很难将谐波跟噪声分离开来，但是加在一起测试就相对简单。当然，ABTEC 音频分析仪已经可以根据需要实时查看总谐波，噪声

以及从 f_2 - f_{10} 的各阶谐波信号分布情况。

1.2.3 噪声及信噪比

定义：“噪声”一词是指任何不想要的信号，包括 AC 电源哼声，来自电路器件的杂散磁场干扰等，噪声测量必须要选用滤波器。一般噪声测量只是指在宽频带上分布能量的随机噪声，以及像哼声和干扰等不想要的相干信号。

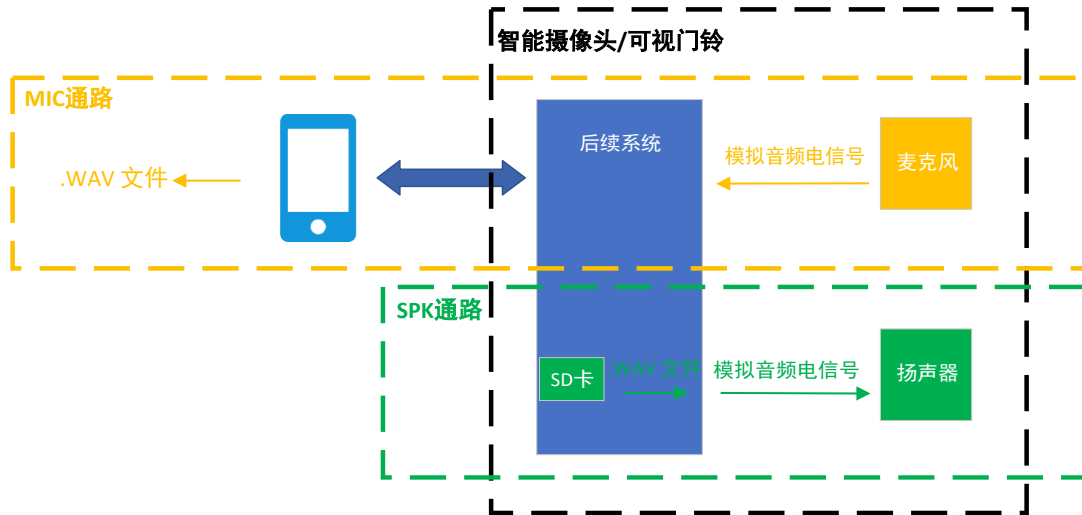
单位：一般用分贝 (dB) 来衡量噪声的强度，用信噪比 (S/N) 来衡量噪声对有用信号的影响程度。

多大的噪声算太大？这取决于信号的响度。

信噪比 SNR 就是这种差值的测量值。信噪比是指一个电子设备或者电子系统中信号与噪声的比例。在测试信噪比的过程中，以前是需要进行两个步骤，先输入一个激励电平到待测品，

仪器获取到信号的大小，然后在关掉信号，获取到噪声信号，然后进行对比计算出信噪比的值。现在的仪器都是自动控制信号并且自动计算数据。

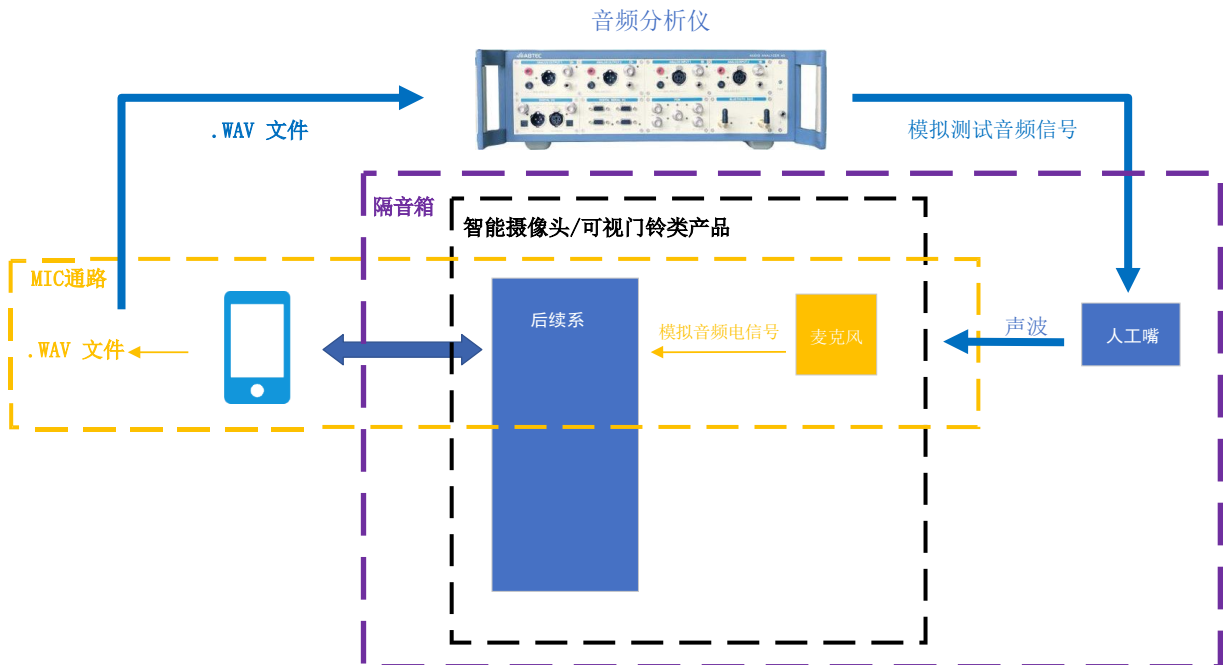
1.3 测试系统原理



一般智能可视门铃类产品的音频系统可以分为麦克风音频通路和扬声器音频通路。麦克风音频通路由麦克风采集声音信号转换为模拟音频电信号，后续系统接收到麦克风传来的模拟音频电信号将其转换为数字音频信号，通过无线网络传输给移动终端，移动终端通过相应的APP应用程序转换为.wav 格式的音频文件；扬声器音频通路由智能可视门铃类产品的 SD 卡或者本机内存存储的.wav 文件，转换为模拟音频电信号传输到扬声器，扬声器接收到模拟音频电信号转换为声音信号发送出去。

二、麦克风通路测试

2.1 整机测试



针对整机测试，测试仪器选择专业音频分析仪加人工嘴，可提供模拟、数字音频测试信号和声波信号，并且测试过程中要将人工嘴和被测系统（产品）装入专业隔音箱中，避免环境音影响测试系统。专业音频分析仪发送测试声波信号给被测系统（产品），被测系统输出.wav 格式的音频文件给专业音频分析仪，形成闭环的测试系统。

2.1.1 THD+N 测试

测试步骤：

- 1) 使用标准麦克风校准人工嘴；
- 2) 使用音频分析仪发生频率 1KHz 幅度为 1V 的模拟测试音频信号；
(注：幅度暂定 1V，实际测试根据应用环境的人声大小进行调整。)
- 3) 使用相应 APP 应用程序将测试音频信号录制为.wav 格式的音频文件；
- 4) 使用音频分析仪分析.wav 格式的音频文件，观察并记录产品 THD+N 指标情况（可结合

音频频谱进行分析)。

- 5) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

2.1.2 频谱分析

测试步骤：

- 1) 使用标准麦克风校准人工嘴（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 使用音频分析仪发生频率 1KHz 幅度为 1V 的模拟测试音频信号；
(注：幅度暂定 1V，实际测试根据应用环境的人声大小进行调整。)
- 3) 使用相应 APP 应用程序将测试音频信号录制为.wav 格式的音频文件；
- 4) 使用音频分析仪分析.wav 格式的音频文件，保存并观察分析音频频谱。
- 5) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

2.1.3 信噪比测试

测试步骤：

- 1) 使用标准麦克风校准人工嘴（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 使用音频分析仪发生信噪比测试音频（前半段频率 1KHz 幅度为 1V，后半段不发生音频信号）；(注：幅度暂定 1V，实际测试根据应用环境的人声大小进行调整。)
- 3) 使用相应 APP 应用程序将测试音频信号录制为.wav 格式的音频文件；
- 4) 使用音频分析仪分析.wav 格式的音频文件，观察并记录产品信噪比指标情况。
- 5) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

2.1.4 频响测试

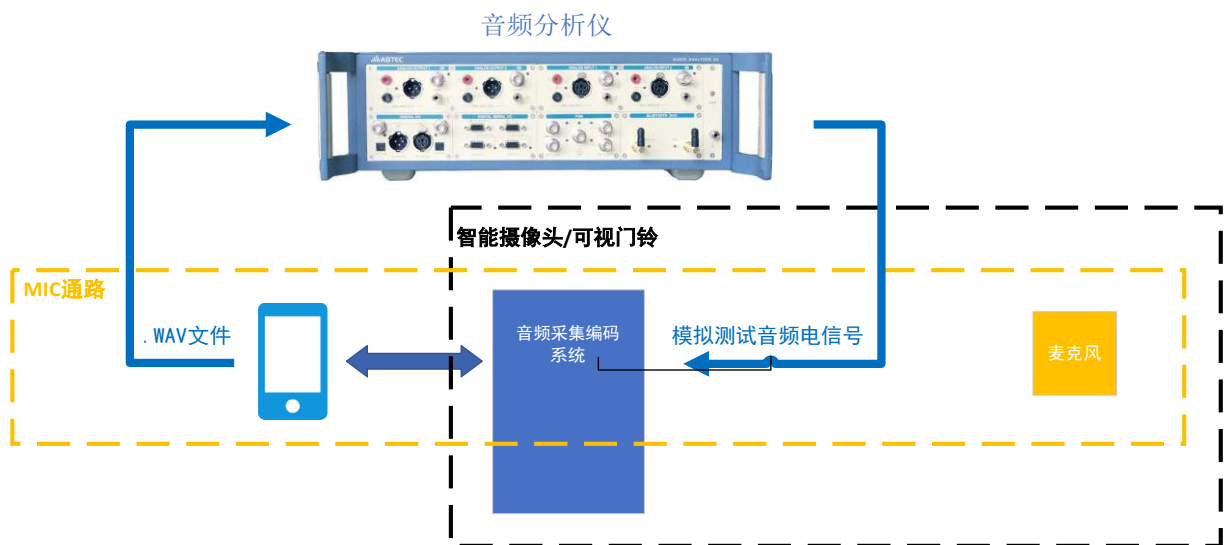
测试步骤：

- 1) 使用标准麦克风校准人工嘴（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 使用音频分析仪发生步进扫频测试音频（频率范围 20Hz-20kHz，线性扫频，扫频点数 30，幅度为 1V）；

（注：频率范围和扫频点数根据实际被测系统的音频处理范围决定，幅度暂定 1V，实际测试根据应用环境的人声大小进行调整。）

- 3) 使用相应 APP 应用程序将测试音频信号录制为 .wav 格式的音频文件；
- 4) 使用音频分析仪分析 .wav 格式的音频文件，观察并记录产品频响指标情况。
- 5) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

2.2 音频采集编码系统测试



智能可视门铃的门载部分针对麦克风输入的信号会进行采集和编码处理，针对这部分也需要进行测试，测试仪器选择专业音频分析仪，可提供模拟和数字音频测试信号。专业音频分析仪发送模拟测试音频电信号给后续系统（跳过麦克风），后续系统输出 .wav 格式的音频文件给专业音频分析仪，形成闭环的测试系统。

2.2.1 THD+N 测试

测试步骤：

- 1) 使用音频分析仪发生频率 1KHz 幅度为 1V 的模拟测试音频信号；
- 2) 使用相应 APP 应用程序将测试音频信号录制为 .wav 格式的音频文件；

3) 使用音频分析仪分析.wav 格式的音频文件，观察并记录产品 THD+N 指标情况（可结合音频频谱进行分析）。

4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

2.2.2 频谱分析

测试步骤：

1) 使用音频分析仪发生频率 1KHz 幅度为 1V 的模拟测试音频信号；

（注：幅度暂定 1V，实际测试根据应用环境的人声大小进行调整。）

2) 使用相应 APP 应用程序将测试音频信号录制为.wav 格式的音频文件；

3) 使用音频分析仪分析.wav 格式的音频文件，保存并观察分析音频频谱。

4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

2.2.3 信噪比测试

测试步骤：

1) 使用音频分析仪发生信噪比测试音频（前半段频率 1KHz 幅度为 1V，后半段不发生音频信号）；

2) 使用相应 APP 应用程序将测试音频信号录制为.wav 格式的音频文件；

3) 使用音频分析仪分析.wav 格式的音频文件，观察并记录产品信噪比指标情况。

4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

2.2.4 频响测试

测试步骤：

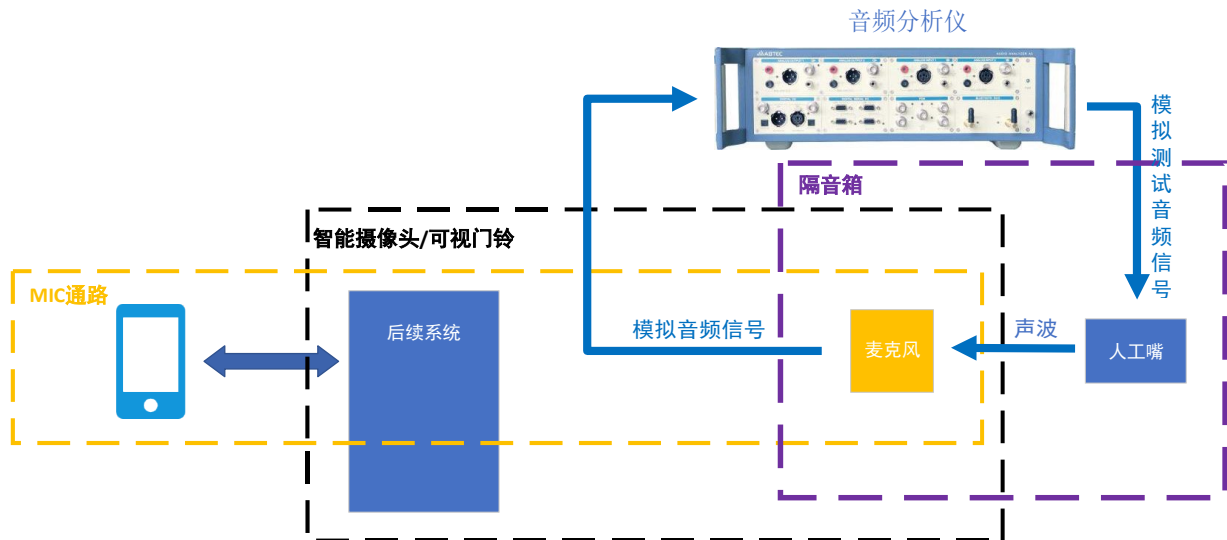
1) 使用音频分析仪发生步进扫频测试音频（频率范围 20Hz-20kHz，线性扫频，扫频点数 30，幅度为 1V）；

2) 使用相应 APP 应用程序将测试音频信号录制为.wav 格式的音频文件；

3) 使用音频分析仪分析.wav 格式的音频文件，观察并记录产品频响指标情况。

4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

2.3 麦克风部件测试



针对麦克风部件测试，测试仪器选择专业音频分析仪加人工嘴，可提供模拟、数字音频测试信号和声波信号，并且测试过程中要将人工嘴和麦克风装入专业隔音箱中，避免环境音影响测试系统。专业音频分析仪发送测试声波信号给麦克风，麦克风将声波信号转换为模拟音频信号给专业音频分析仪，形成闭环的测试系统。

2.3.1 THD+N 测试

测试步骤：

- 1) 使用标准麦克风校准人工嘴；
- 2) 使用音频分析仪发生频率 1KHz 幅度为 1V 的模拟测试音频信号；
- 3) 使用音频分析仪分析麦克风输出的模拟音频信号，观察并记录产品 THD+N 指标情况（可结合音频频谱进行分析）；

4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

2.3.2 频谱分析

测试步骤：

- 1) 使用标准麦克风校准人工嘴（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 使用音频分析仪发生频率 1KHz 幅度为 1V 的模拟测试音频信号；
(注：幅度暂定 1V，实际测试根据应用环境的人声大小进行调整。)
- 3) 使用音频分析仪分析麦克风输出的模拟音频信号，保存并观察分析音频频谱；
- 4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

2.3.3 信噪比测试

测试步骤：

- 1) 使用标准麦克风校准人工嘴（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 使用音频分析仪发生信噪比测试音频（前半段频率 1KHz 幅度为 1V，后半段不发生音频信号）；
- 3) 使用音频分析仪分析麦克风输出的模拟音频信号，观察并记录产品信噪比指标情况。
- 4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

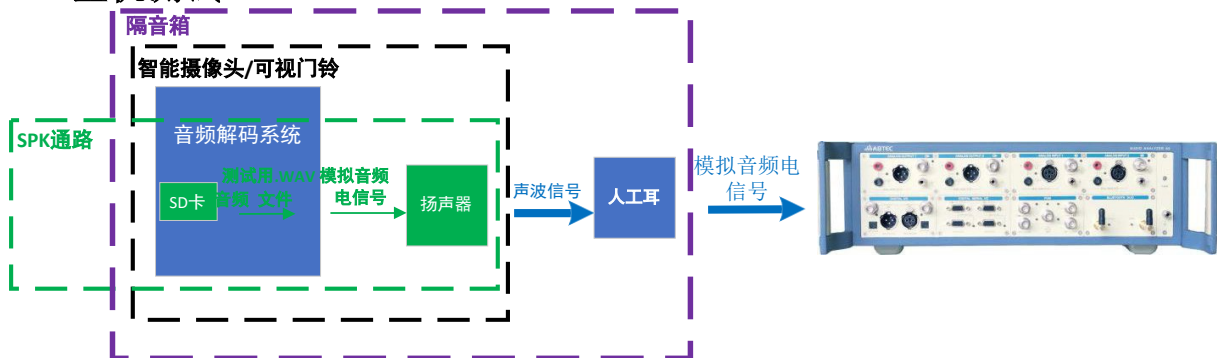
2.3.4 频响测试

测试步骤：

- 1) 使用标准麦克风校准人工嘴（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 使用音频分析仪发生步进扫频测试音频（频率范围 20Hz-20kHz，线性扫频，扫频点数 30，幅度为 1V）；
- 3) 使用音频分析仪分析麦克风输出的模拟音频信号，观察并记录产品频响指标情况。
- 4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

三、扬声器通路测试

3.1 整机测试



针对整机测试，测试仪器选择专业音频分析仪加人工耳，可接收模拟、数字音频测试信号和声波信号，并且测试过程中要将人工耳和被测系统（产品）装入专业隔音箱中，避免环境音影响测试系统。提前将制作好的.wav 格式的标准音频测试文件存储到 SD 卡中，并将 SD 卡插入被测系统（产品），人工耳接收从被测系统（产品）扬声器传出的声波信号，转换为模拟音频电信号输出给专业音频分析仪，进行整机测试。

3.1.1 THD 测试

测试步骤：

- 1) 使用标准人工嘴校准人工耳；
- 2) 控制被测系统（产品）发送提前制作好的 THD 测试音频文件（1KHz 单音）；
- 3) 使用音频分析仪分析人工耳采集到的音频信号，观察并记录产品 THD 指标情况（可结合音频频谱及时域波形进行分析）；
- 4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

3.1.2 异音（Rub & Buzz）测试

测试步骤：

- 1) 使用标准人工嘴校准人工耳（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 控制被测系统（产品）发送提前制作好的异音（Rub & Buzz）测试音频文件（1KHz 单音）；
- 3) 使用音频分析仪分析人工耳采集到的音频信号，观察并记录产品异音（Rub & Buzz）指标情况；
- 4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

3.1.3 频谱分析

测试步骤：

- 1) 使用标准人工嘴校准人工耳（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 控制被测系统（产品）发送提前制作好的测试音频文件（1KHz 单音）；
- 3) 使用音频分析仪分析人工耳采集到的音频信号，保存并观察分析音频频谱；
- 4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

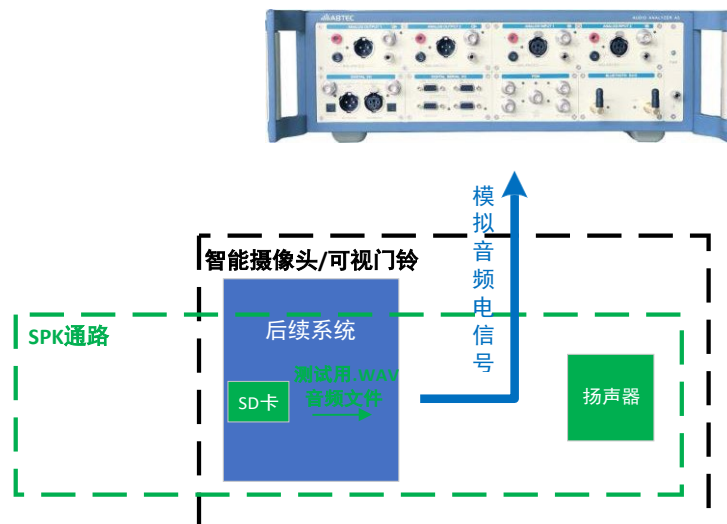
3.1.4 频响测试

测试步骤：

- 1) 使用标准人工嘴校准人工耳（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 控制被测系统（产品）发送提前制作好的扫频测试音频文件（频率范围 20Hz-20kHz，线性扫频，扫频点数 30）；
- 3) 使用音频分析仪分析人工耳采集到的音频信号，观察并记录产品频响指标情况；

4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

3.2 音频解码系统测试



针对扬声器后续的音频解码系统也需要进行测试，测试仪器选择专业音频分析仪，可接收模拟/数字音频测试信号。提前将制作好的.wav 格式的标准音频测试文件存储到 SD 卡中，并将 SD 卡插入被测系统（产品），后续系统将.wav 格式的标准音频测试文件转换为模拟音频电信号输出给专业音频分析仪，进行后续系统测试。

3.2.1 THD 测试

测试步骤：

- 1) 控制被测系统（产品）发送提前制作好的 THD 测试音频文件（1KHz 单音）；
- 2) 使用音频分析仪分析后续系统输出的模拟音频信号，观察并记录产品 THD 指标情况（可结合音频频谱及时域波形进行分析）；
- 3) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

3.2.2 异音（Rub & Buzz）测试

测试步骤：

- 1) 控制被测系统（产品）发送提前制作好的异音（Rub & Buzz）测试音频文件（1KHz 单音）；
- 2) 使用音频分析仪分析后续系统输出的模拟音频信号，观察并记录产品异音（Rub & Buzz）指标情况；
- 3) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

3.2.3 频谱分析

测试步骤：

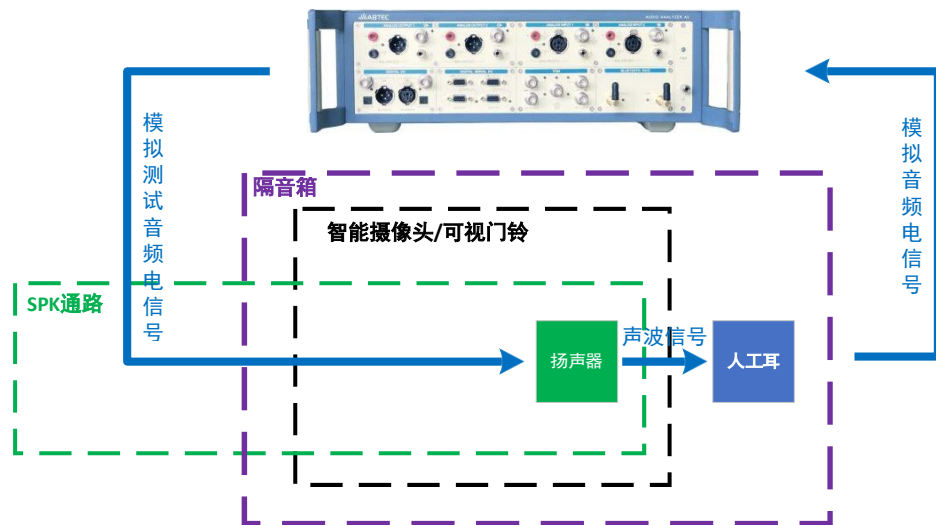
- 1) 控制被测系统（产品）发送提前制作好的测试音频文件（1KHz 单音）；
- 2) 使用音频分析仪分析后续系统输出的模拟音频信号，保存并观察分析音频频谱；
- 3) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

3.2.4 频响测试

测试步骤：

- 1) 控制被测系统（产品）发送提前制作好的扫频测试音频文件（频率范围 20Hz-20kHz，线性扫频，扫频点数 30）；
- 2) 使用音频分析仪分析后续系统输出的模拟音频信号，观察并记录产品频响指标情况；
- 3) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

3.3 扬声器部件测试



针对扬声器部件测试，测试仪器选择专业音频分析仪加人工耳，可接收模拟、数字音频测试信号和声波信号，并且测试过程中要将人工耳和被测扬声器装入专业隔音箱中，避免环境音影响测试系统。专业音频分析仪发送模拟测试音频电信号给被测扬声器，人工耳接收从被测扬声器传出的声波信号，转换为模拟音频电信号输出给专业音频分析仪，进行闭环测试。

3.3.1 THD 测试

测试步骤：

- 1) 使用标准人工嘴校准人工耳；
- 2) 使用音频分析仪发生频率 1KHz 幅度为 200mV 的模拟测试音频信号；
- 3) 使用音频分析仪分析人工耳采集到的音频信号，观察并记录产品 THD 指标情况（可结合音频频谱及时域波形进行分析）；
- 4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

3.3.2 频谱分析

测试步骤：

- 1) 使用标准人工嘴校准人工耳（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 使用音频分析仪发生频率 1KHz 幅度为 200mV 的模拟测试音频信号；
- 3) 使用音频分析仪分析人工耳采集到的音频信号，保存并观察分析音频频谱；
- 4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

3.3.3 异音（Rub & Buzz）测试

测试步骤：

- 1) 使用标准人工嘴校准人工耳（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 使用音频分析仪发生频率 1KHz 幅度为 200mV 的模拟测试音频信号；
- 3) 使用音频分析仪分析人工耳采集到的音频信号，观察并记录产品异音（Rub & Buzz）指标情况；
- 4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

3.3.4 频响测试

测试步骤：

- 1) 使用标准人工嘴校准人工耳（若前项测试校准过，此次测试就不用再次校准）；
- 2) 使用音频分析仪发生扫频测试音频（频率范围 20Hz-20kHz，线性扫频，扫频点数 30，幅度为 200mV）；
- 3) 使用音频分析仪分析人工耳采集到的音频信号，观察并记录产品频响指标情况；
- 4) 多次重复上述步骤，避免测试偶然性。

四、总结

基于本测试方案可以对智能可视门铃类产品的音频传输处理链路进行可观可重复的质量评估，不论是针对研发还是生产，均可以提供量化并可视化的参数对比，若又遇到产品质量问题，可以很好地进行故障定位，快速反馈研发部门优化对应的产品模块。

整个测试最核心的测试设备是A5 音频分析仪，该音频分析仪具有非常人性化的操作界面，并提供了可靠的测试精度，目前已经为业界所共识。

针对测试参数内容、通路数量和精度的不同考量，我公司还可以推荐同系列的其它音频分析仪如A2/A4/A7/A8/A9 等，欢迎大家垂询。