

操作说明手册

--A2/A4 音频分析仪



目录

1. A2 简介..... 1

1.1 适用测试产品..... 1

1.2 主要参数和性能指标..... 1

1. 相关性能指标..... 1

2. A2 关键特性..... 2

3. 标准配置硬件描述..... 3

1.3 可选模块描述..... 4

1. AX-SPK-RD 电声测量软件选件..... 4

2. 主观音质评测软件选件..... 4

3. AX-BT 蓝牙音频功能选件..... 5

4. AX-WIFI 功能选件..... 5

5. AX-HDMI 功能选件..... 6

6. AX-DSIO 功能选件..... 7

2. ATC 软件..... 8

2.1 软件概述..... 8

1. 系统框图..... 8

2. 软件特点..... 8

3. 软件界面..... 9

2.2 测量功能..... 18

2.3 测试类型..... 18

2.4 ATC 软件安装.....	19
2.5 基于 ATC 软件的基本测试步骤.....	22
1. 信号路径设置.....	23
2. 参考数据设置.....	23
3. 测试音频参数选择.....	24
4. 测试参数设置.....	25
5. 测试结果.....	26
2.6 音频分析仪使用注意事项.....	29
3. 音频六大基本测试项测试方法.....	30
3.1 电平/功率和增益.....	30
3.2 总谐波失真加噪声 THD+N.....	32
3.3 频率响应.....	33
3.4 信噪比.....	34
3.5 串扰.....	35
3.6 相位.....	36
4. 蓝牙测试.....	38
4.1 蓝牙音频测试.....	38
1. 蓝牙连接方式-BT-RD.....	38
2. 蓝牙连接方式-BT-PT.....	42
3. 延时设置.....	44
4. 具体音频参数测试.....	47
4.2 蓝牙通话测试.....	50

1. 蓝牙连接方式.....	51
5. WIFI 音频测试.....	53
5.1 WIFI 连接方式.....	53
5.2 WIFI 延时设置.....	55
5.3 具体音频参数测试.....	58
6. ASIO/Type-C 耳机测试.....	62
6.1 测试连接图.....	62
6.2 Type-c 耳机扬声器测试.....	62
1. 信号路径设置.....	62
2. 参考点与负载设置.....	65
3. 具体测试项.....	66
6.3 耳机麦克风测试.....	72
1. 信号路径设置.....	72
6.4 自动测试与测试报告.....	74
6.5 项目文件保存.....	76
7. 声学测试.....	77
7.1 测试架构图.....	77
7.2 测试实物搭建图.....	77
7.3 测试步骤.....	78
1. 设置信号路径.....	78
2. 校准测试麦克风.....	78
3. 添加声学响应测试项.....	80

4. 选择测试单项并设置测试条件.....	81
5. 测试单项及条件解析.....	82
8. 麦克风测试.....	92
8.1 产品连接图.....	92
8.2 具体步骤.....	92
1. 信号路径设置.....	92
2. 添加声学响应测试项.....	93
3. 校准标准麦克风.....	94
4. 校准人工嘴.....	95
9. 麦克风录音文件分析.....	98
9.1 测试原理图.....	98
9.2 信号路径设置.....	98
9.3 具体测试.....	99
10. 智能音箱麦克风录音文件测试（ADB）.....	100
10.1 非自动测试即利用 PC 端 cmd.exe 进行测试.....	100
10.2 自动测试即将对应的命令添加到声学响应测试项的子步骤中.....	104
11. 降噪耳机不同状态频响曲线对比测试.....	109
11.1 非自动测试方法.....	109
11.2 自动测试方法.....	112
12. 喇叭阻抗测试.....	120
12.1 ABTEC-IMP2 阻抗盒.....	120
1. 产品介绍.....	120

2. 产品视图.....	120
3. 设计原理.....	121
12.2 阻抗测试.....	122
1. 实物接线图.....	122
2. 具体测试.....	123
13. 开环测试.....	128
13.1 信号路径设置.....	128
13.2 参考单位与负载设置.....	129
13.3 具体测试.....	129
1. Level and Gain.....	129
2. THD+N.....	130
3. 信噪比.....	131
4. 频率响应.....	131
5. 自定义扫描表.....	133
13.4 自动测试.....	135
14. PDM 麦克风测试.....	138
14.1 测试框图.....	138
14.2 测试步骤.....	138
1. 校准麦克风.....	138
2. 校准人工嘴.....	140
3. 配置 DSIO 参数.....	144
4. 麦克风频响测试.....	146

5. 失真测试.....	147
15. DSIO 测试.....	148
15.1 测试连接图.....	148
15.2 DSIO 简介.....	148
15.3 输出（信号源）配置.....	149
1. 输出设置表.....	149
2. 常见发射器时钟配置.....	154
3. 测试实例（以 DAC 为例）.....	157
15.4 输入（分析仪）配置.....	158
1. 输入设置表.....	159
2. 常见接收器时钟设置.....	160
3. 测试实例（以 ADC 为例）.....	163
15.5 典型的 DSIO 配置.....	164
1.发送端设置.....	164
2.接收端设置.....	165
16. ATC 自动化测试设置.....	169
16.1 用户提示设置.....	169
16.2 辅助控制 AUX Control.....	171
1. AUX OUT 设置.....	171
2. AUX IN 设置.....	173
16.3 多通道开关设置.....	175
1. 开关连接图.....	175

2. 具体设置.....	175
16.4 测试参数上下限设置.....	177
16.5 测试报告自动保存.....	179
17. 测量单位.....	181
17.1 ATC 中的测试单位.....	181
1. 模拟电平.....	181
2. 数字电平.....	183
3. 比率.....	185
4. 相对.....	186
5. 频率.....	186
6. 相位.....	187
7. 时间.....	187
8. 声学.....	187
9. x/y（用于脉冲响应）.....	187
17.2 关于 dB 的更多信息.....	188
附录：.....	189
1.常见测试项中英文对照表.....	189

1. A2 简介

A2/A4 是一款多功能音频综合测试仪，适合生产线快速测试，也可作入门级研发测试，可测试消费类音频，汽车电子等音视频类产品，如手机、耳机、音箱、播放器、功放、家庭影院、电视、机顶盒、汽车多媒体主机等。

A2/A4 是一款高性价比，高精度，高可靠性，用于最新音频产品的测试和测量，最新升级支持蓝牙，WIFI 测试功能。



1.1 适用测试产品



1.2 主要参数和性能指标

1. 相关性能指标

- 系统性能

残余 THD+N (20~20kHz BW) : -106dB

- 模拟信号源指标

正弦波频率范围: 2 Hz~80.1 kHz

频率精度: 3ppm

IMD 测试信号: SMPTE/MOD/DFD

最大幅度（平衡）：16Vrms

幅度精度：±0.05dB

平坦度（20Hz~20kHz）：±0.01dB

模拟输出配置：非平衡和平衡

● 模拟分析仪指标

最大额定输入电压：230Vpk

最大带宽：> 90kHz

IMD 测试功能：SMPTE/MOD/DFD

幅度精度（1kHz）：±0.05dB

幅度平坦度（20Hz~20kHz）：±0.01dB

残余输入噪声（20Hz~20kHz BW）：<1.3uV

独立谐波分析仪：d2-d10

最大 FFT 长度：1024k 点

支持 DC 电压测量

● 通用指标

尺寸（宽 X 深 X 高）：425*318*120mm

重量：5kg

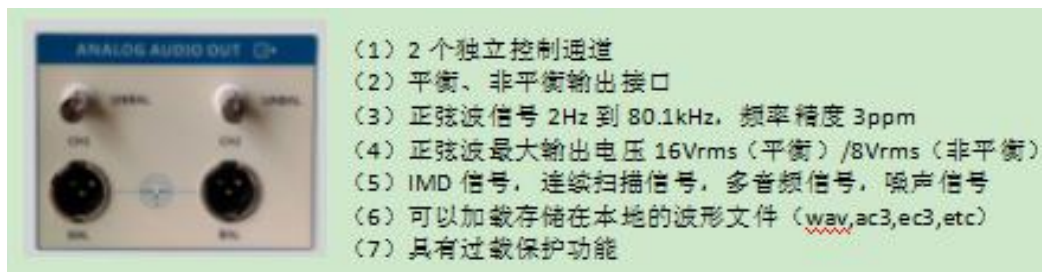
电源：100-240V/90W,50-60Hz

2. A2 关键特性

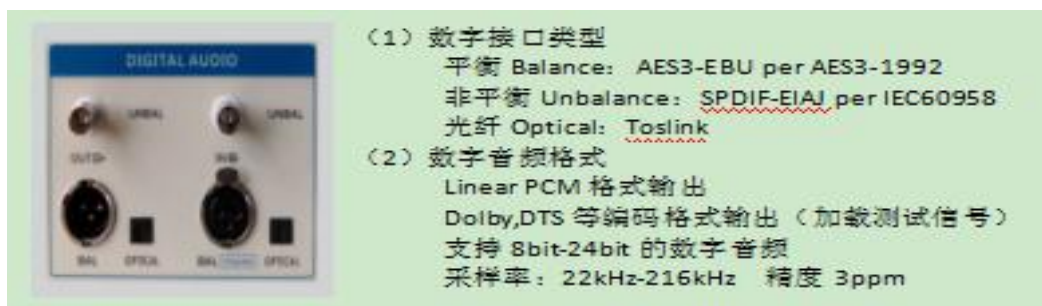
- 具备蓝牙，HDMI+ARC,WIFI 等常用数字音频接口
- 具有电声分析功能，广泛应用于扬声器，麦克风等电声测试
- 支持模拟/数字音频输出和输入
- 支持 Labview/VB.NET/C#NET
- 支持一键自动化测试，自动判断测试结果并生成测试报告
- 支持 Dolby&DTS 等数码流播放
- 无需任何编程，在 3 秒内完成全面测试
- 多达 60 项测试功能，其中包括示波器，频谱分析仪，连续快速扫描等；

3. 标准配置硬件描述

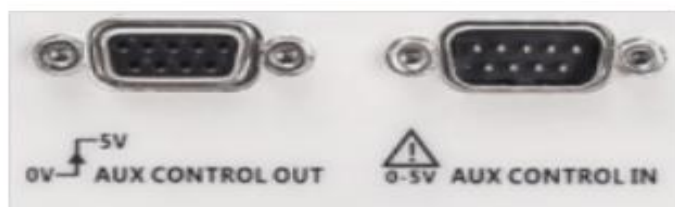
● 模拟输出模块



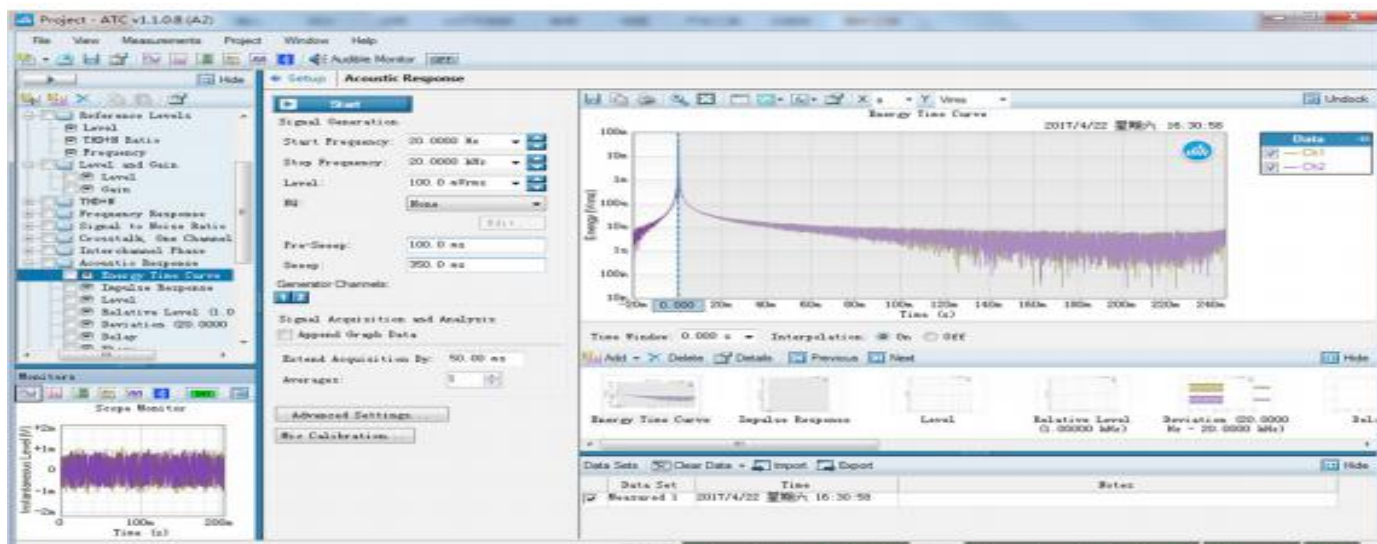
● 数字输入/输出模块



● AUX IN / OUT 输入输出端口



● 高级测试软件包 AX-ACO



AX-ACO 包含 ASIO（常见的如 USB 耳机或者声卡）数字音频流输入输出功能，高速多音测量和连续扫描测量，声学响应测量功能，IMD，MOL,动态范围，FFT 以及其他高级测量。

1.3 可选模块描述

1. AX-SPK-RD 电声测量软件选件

A2 音频分析仪电声测量软件提供全面的声学测量解决方案，让声学设计工程师以及产线测试工程师可以对声学产品进行全面的测量，从低噪声的模拟/数字转换器到扬声器/音箱的声学输出特性，全面的音频以及声学参数测量。

- **SPK-RD** 选件，为电声/音频产品的设计开发工程师量身定做，提供全面的声学测量功能，其中包括关键的声学指标，扬声器阻抗分析，Thiele-Small 特性等参数，能量时间窗口控制环境响应反射，支持瀑布图和极化图。

- **SPK-PT** 选件，为电声产品的产线测量提供快速精确的测量方案，1 秒的信号扫描，分析仪将采集到的扬声器参数与黄金单元（golden unit）进行对比，确保待测品与黄金单元的高度一致性，同时测量声压级，频响，Rub&Buzz，极性，THD 等。

2. 主观音质评测软件选件

感知音频测量广泛应用与智能手机，VoIP 网络和设备测试，衡量人们如何感知声音品质。感知声音品质测试是特别有用于宽频或位元速率有限的设备，使用标准的正弦波测试如频响和失真等这些参数不能有效地测试和比较不同设备性能；最后，只有用感知和电气音频测试组合才可以完全说明这些设备的性能。

- **AX-PESQ** 基于 ITU-T P.862 标准

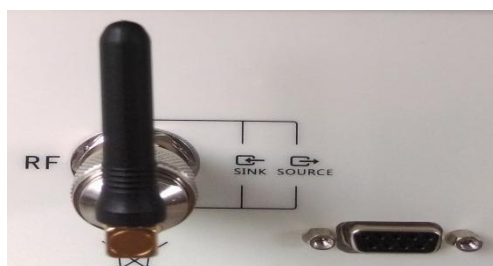
PESQ 是一个感知语音品质测量工具。它由德国 OPTICOM 有限公司开发，根据 ITU-T

建议专为低频宽的设备，例如手机和智慧手机上测试语音品质，适当的测试信号可以达到类似使用人类测试的结果，有很高的相关性；

- **AX-POLQA2** 基于 ITU-T P.863 标准

POLQA2 加强至宽带语音品质和声学接口等测试。

3. AX-BT 蓝牙音频功能选件



- **AX-BT-RD** 是当前蓝牙音频测试的最经济的解决方案。其内置蓝牙无线和蓝牙协议栈，使工程师能够对其蓝牙设备进行直接测量，消除蓝牙 Dongle 的不确定性和不便性，使蓝牙音频测试更快速、更简单、更可靠，应用于研发测试；

- **AX-BT-PT** 是基于生产线测试需求而开发的快速搜索，配对，连接的蓝牙功能选件，应用于生产测试；

4. AX-WIFI 功能选件



AX-WIFI 选件是我司为具有 WIFI 功能音频终端产品音频测试量身打造的一款高性价比功能选件，可以实时通过 WIFI 与被测品进行连接，非常好的射频连接功能，操作简单，结合我司音频分析仪，可以满足各种音频标准测试，支持无线通信标准：WIFI 802.11

a/b/g/n Dual Band Ratio.

5. AX-HDMI 功能选件



AX-HDMI 选件（HDMI + 音频回传通道（ARC））是一种多功能的音频监视和音频测量的功能选件，它功能强大，使用简单方便，测量结果准确，可广泛应用于多媒体产品的音频质量测试，可提供的所有标准音频测量值包括电平，信噪比（SNR），失真，相位，串音，群延迟等。

● AX-HDMI 选件主要特点：

执行标准：HDMI1.4

接口类型：type A

通道数：2,8

比特：8bit 24 bit

采样率：可达 192kHz

支持格式：PCM/Dolby Digital/DTS 等

具有对可支持接收器和电视的 ARC 音频质量和可连接性的功能；

具有生成线性 PCM 音频流，支持从编码前的音频测试文件中生成无损格式（比如杜比 TrueHD 和 dts-HD 主音频）和压缩格式（比如杜比数字和 dts 数字环绕立体声）；

具有兼容性和减采样/缩混/转码功能；

支持高清晰度多媒体接口音频回传信道；

具有查看和编辑 HDMI 增强扩展显示识别数据（E-EDID）；

支持多个 EDID 配置；

具有生成视频信号（分辨率达到 1080P）和第三方视频支持；

6. AX-DSIO 功能选项

数字串行功能在用于电路板级设计评估的研发中是必不可少的，数字串行输入/输出（DSIO）提供了直接多通道连接至芯片级接口（例如 I2S、TDM 等）及其他流行串行接口格式，其中包括左对齐，右对齐和 DSP。

2. ATC 软件

2.1 软件概述

1. 系统框图



- ATC 软件： ATC v1.1/1.2
- 控制电脑： Windows XP SP2 or later
Windows Vista(32-bit)
Windows 7 & 8 & 10 部分支持
2GHz CPU 或更高
2G 内存或更高
USB 2.0

- ABTEC 音频分析仪： A2 / A4

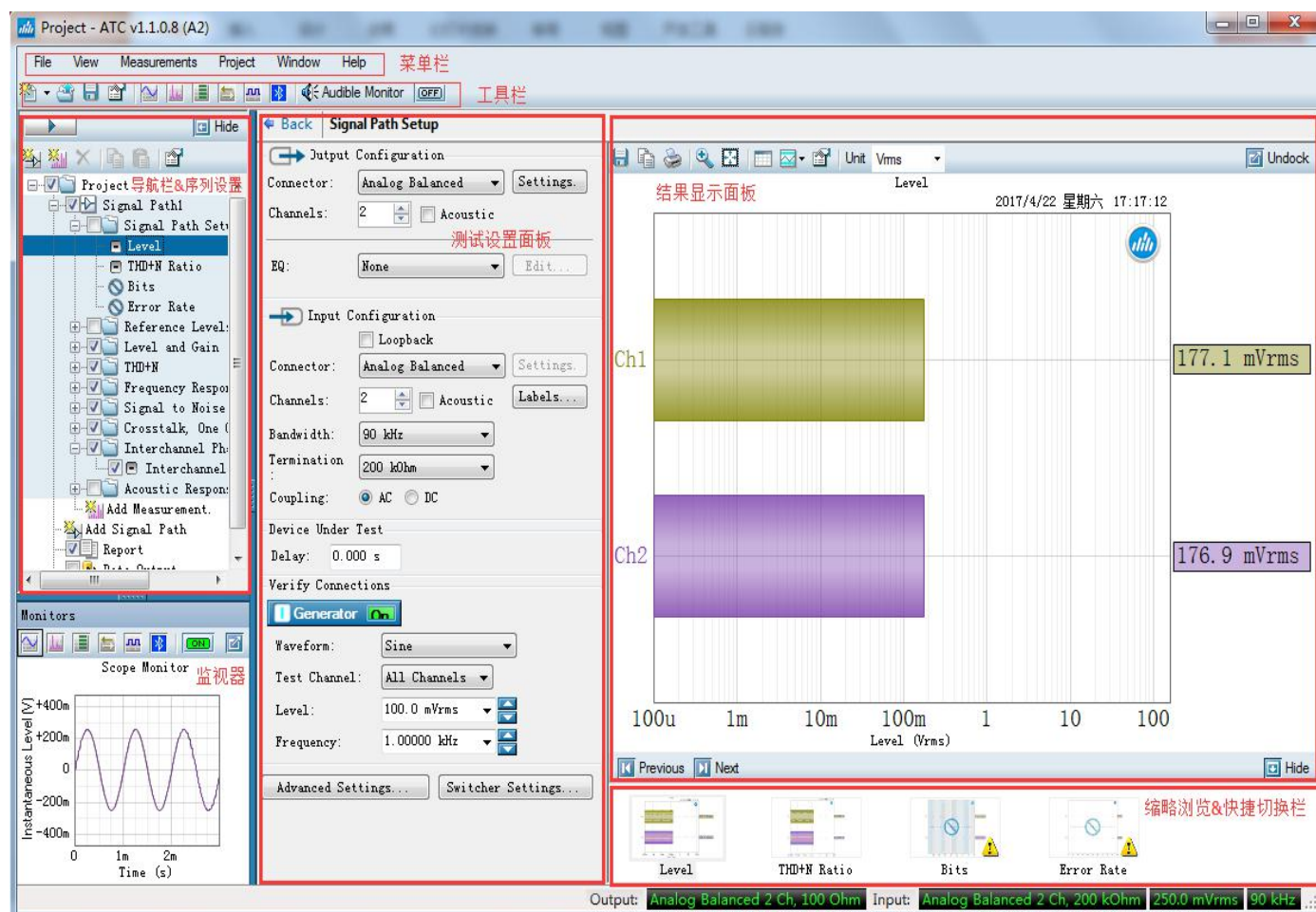
2. 软件特点

- (1) 快速测量,操作简单方便;
- (2) 一键测试,产生多种图形,产生测试报告;

- (3) 自动测试序列编辑,生成自动化测试程序;
- (4) 单一测试工程文件,管理方便;
- (5) 标准的 USB 接口与 PC 通讯;
- (6) 基本软件随机免费提供,部分功能软件需额外付费,如连续快速扫描,声学分析 BT 接口软件等。

3. 软件界面

软件主界面采用流行的菜单式结构,界面简单易操作。



软件界面可分为菜单栏, 工具栏, 选择测试项及测试结果的导航栏, 显示输入信号状态的监视器, 进行测量参数设置的测量设置面板。结果显示面板, 以及结果快捷切换栏。

(1) 菜单栏

File View Measurements Project Window Help

➤ File

文件菜单中常用的项目有如下几种：

New Project: 打开新的项目文件

Open Project: 从磁盘打开现有项目文件

Lock Project: 设置密码来锁定当前项目，当锁定时序列正常使用，但参数无法修改；

Unlock Project: 输入正确密码来解锁项目

Save Project: 保存当前项目文件

Save Project as: 将当前项目保存在新的文件名下

Import Graph Data: 从磁盘上的文件导入图形数据以显示在当前图形中

Export Graph Data: 将图形结果数据导出为* .xls、* .csv、* .mat 文件

Recent Projects: 显示最近打开的项目列表，选择要打开的项目

Exit: 关闭应用程序

➤ View

Scope Monitor: 示波器监视

FFT Spectrum Monitor: FFT 频谱监视

Meters Monitor: 仪表（电平/失真/频率）监视

Aux Control: 辅助控制监视器

Metadata Monitor: Status Bits/User Bits: 状态位/用户位监视（仪器安装 DIO 或 HDMI + ARC 时可用）

HDMI: Metadata and CEC: 将监视器切换到 HDMI 元数据/ CEC 视图

Bluetooth Monitor: 蓝牙监视器

Monitors On: 打开监视器

Monitors Off: 关闭监视器

Audible Signal Monitors: 打开或关闭声音信号监视器

Hide/Show Measurement Navigator: 隐藏/显示导航器

Full Screen: 切换全屏应用程序视图。

➤ Measurements

Start Measurement F9: 开始测量快捷键 F9，取消测量 F12

Turn Generator On F9 / Turn Generator Off F12: 打开发生器 F9 和关闭发生器 F12

Active Measurements List: 显示当前信号路径中的有效测量列表

➤ Project

Add Signal Path: 添加信号路径

Delete Signal Path: 删除信号路径

Add Measurement: 添加测量项

Add Primary Result: 添加主要结果

Add Derived Result: 添加派生结果

Delete Result: 删除结果

Start Sequence: 启动导航器中定义的整体序列

Start Selected Signal Path: 仅为选定的信号路径启动序列

Start Selected Measurement: 仅测试所选测量项

Start Sequence from Selected Measurement: 从所选测量项开始序列

Project/Sequence Properties: 打开序列属性对话框

➤ Window

显示已访问的测量项，最多可列出十个测量项，若要显示更多，点击 Windows 按钮打开 Windows 对话框并查看所有测量；

➤ Help

Help on this topic F1：显示当前测量的相关帮助，按功能键 F1

Contents：显示帮助内容

Index：显示帮助指引

Register Product：在 ABTEC Webb 网站注册您的产品

About：提供有关 ATC 和当前仪器软硬件的详细信息

（2）工具栏



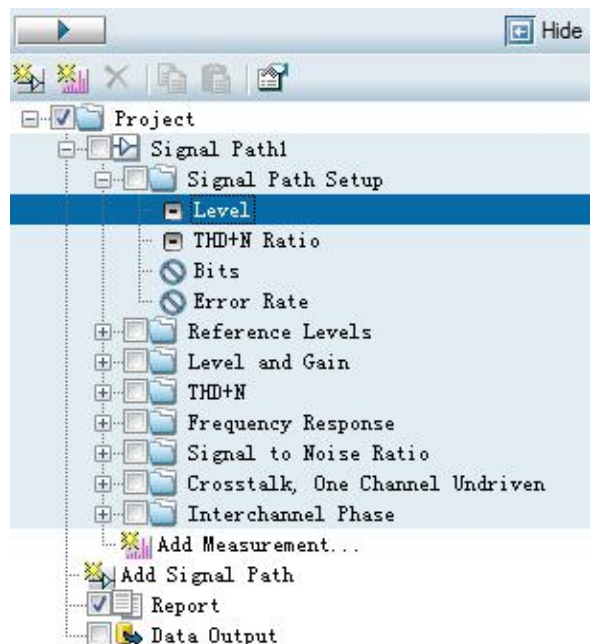
工具栏提供了对常用命令的便利访问：

-  新项目模板
-  打开项目
-  保存项目
-  项目/序列属性
-  波形监视器
-  FFT 频谱仪
-  仪表监控
-  辅助控制
-  元数据监视器：状态位/用户位
-  元数据监视器：HDMI（适用于配有 HDMI I/O 的仪器）
-  蓝牙监视器（适用于配有蓝牙 I/O 的仪器）

-  配置声音信号监视器

-  声音信号监视器开/关

(3) 导航栏/序列器



该面板显示当前使用项目，默认项目文件名称为 **project**，它有四个分支，分别为 **Signal Path1**，**Add Signal Path**，**Report** 和 **Data Output**。**Signal Path1** 下有 9 个分支，分别为 **Signal Path Setup**、**Reference Levels**、**Level and Gain**、**THD+N**、**Frequency Response**、**Signal to Noise Ratio**、**Crosstalk**、**Interchannel Phase** 以及 **Add Measurement**。

➤ Signal Paths

信号路径是输入/输出连接方式，参考电平，测量及其结果设置的组合，项目中可添加任意数量的信号路径。多个信号路径对于定义 **DUT** 通过不同路径的测试是有用的，例如通过相同的 **DUT** 路径定义不同的参考电平和测量设置。信号路径及测试项均可重命名以满足测试要求，在新项目中，最初有一个信号路径可用。

➤ Signal Path Setup

每个信号路径都有一个不能被去除的信号路径设置分支，用来设置信号输出输入方式并验证连接。

➤ Reference Levels

每个信号路径都有一个不能被去除的参考电平分支，用来设置参考单位与待测品所带负载。

➤ 测量

默认测量有如下六个，对于在导航栏界面没有的测试项可以单击 **Add Measurement** 来进行添加，测试项之间互不影响，可以添加多个相同或不同测试项，测试项均可以删除，重命名以及排序。六大基本测试项如下：

- Level and Gain
- THD+N
- Frequency Response
- Signal to Noise Ratio
- Crosstalk
- Interchannel Phase

➤ 结果

每个测量都有一个或多个主要结果和与之相关的派生结果，每个测试项中的分支即为该测试项的主要结果。

➤ Reports

报告是 **ATC** 序列测量结果的主要输出文档，默认为 **pdf** 格式，也可为其他格式，根据测试要求进行选择。右键报告选择编辑报告属性可进行报告的自动保存设置。

➤ Data Output

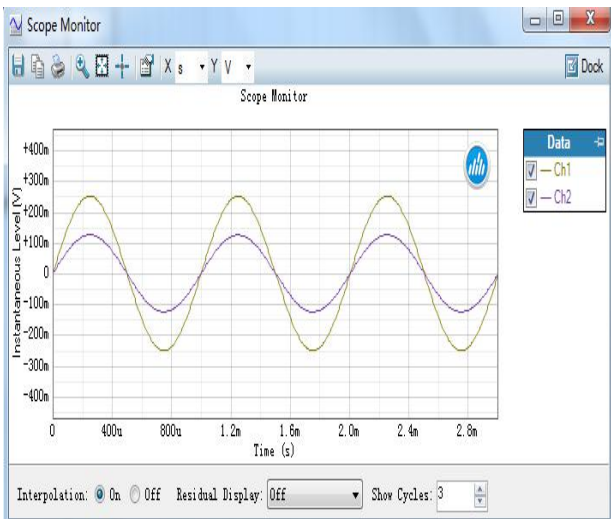
数据输出功能将某些序列结果作为表格数据保存为 CSV 文件，每次运行序列时，打开目标文件，并将新数据附加到表中。

（4）信号监视器：连续监视输入信号

特点：独立实时显示，尺寸可变

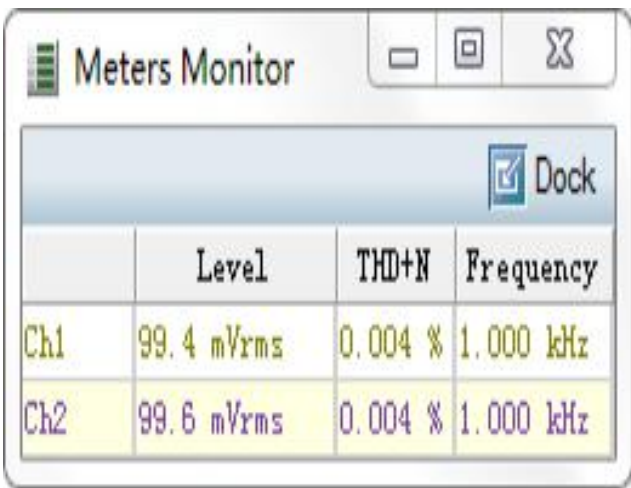
时域显示/示波器

AC/DC 耦合方式



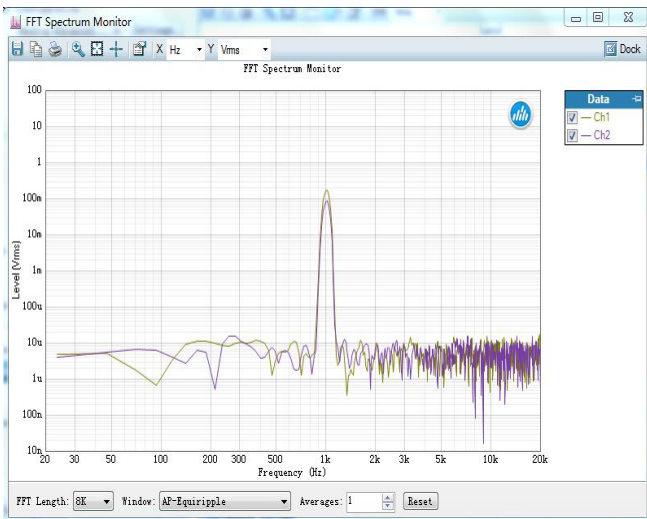
信号电压表

电平/THD+N/频率



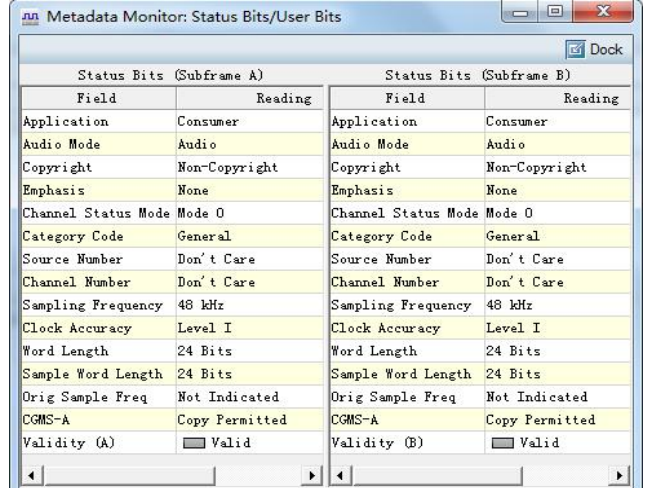
FFT 频谱

1K to 1M/平均处理/窗函数/AC/DC 耦合

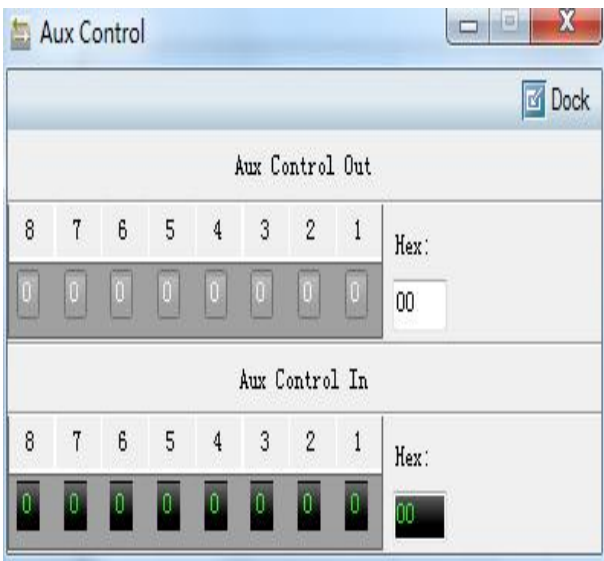


Status Bit 信息

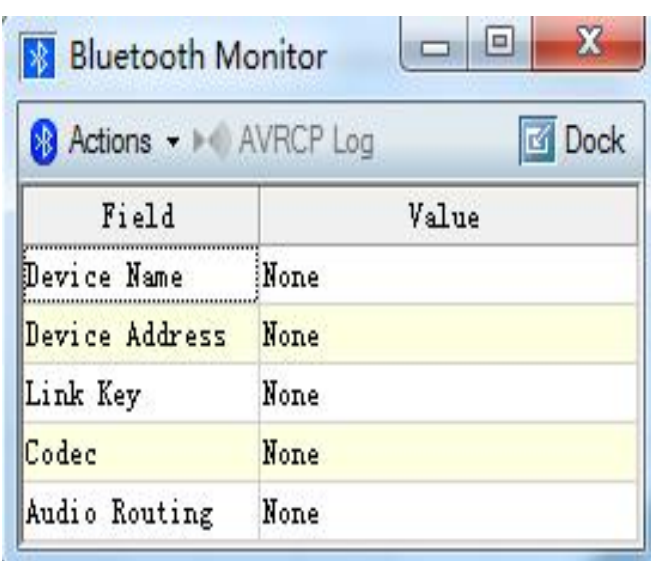
数字信号元数据的状态位



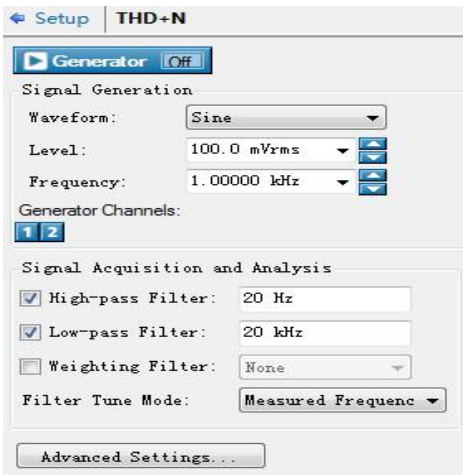
Aux 控制口



蓝牙



(5) 测量设置面板



测量设置面板是 ATC 工作区的中间部分，面板的内容随所选的测量而变化。

➤ Start On/Off

大多数测量都有 start 或信号发生器 on/off 按钮，通常位于面板的顶部。

➤ Signal Generation

信号发生器设置，对于单值测试包含波形、电平、频率和通道设置，扫描测量包括开始频率、截止频率、电平、步长、点数、对数或线性设置等。

➤ Signal Acquisition and Analysis

信号采集和分析包含滤波器，参考通道，附加设置，调节控制，FFT 以及读取速率设置等。

➤ Advanced settings

打开高级设置对话框，查看和设置测量项的发生器和分析仪设置。

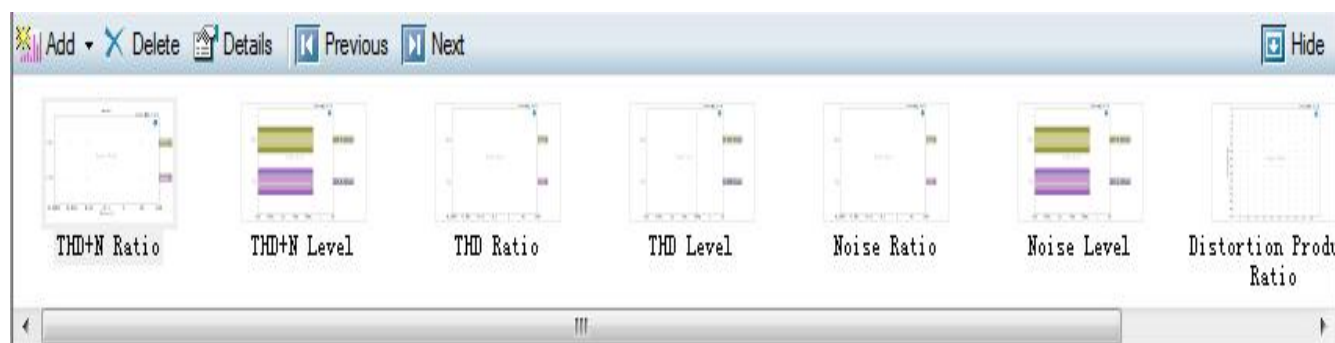
(6) 结果显示面板

ATC 界面的右侧区域为结果显示面板，显示当前测量结果，也可进行测试单位及图形属性设置。



(7) 结果快捷切换

查看同一测试项下的不同测试结果，单击要显示的结果，即可在结果显示面板中进行查看。



(8) 状态栏



状态栏（ATC 窗口底部）显示输出和输入连接、阻抗、格式和采样率。



当输入设置为数字输入并且没有信号存在，或信号损坏、超出范围时，状态栏中的采样率指示器将显示未锁定的警告。

2.2 测量功能

基本音频参数测量

输出电平 LEVEL
总谐波失真 THD+N
频率响应 FREQUENCY RESPONSE
分离度 CROSSTALK
信噪比 SNR
相位 PHASE
噪音 NOISE

软件选件功能

声音质量指数评估 PESQ
主观音质评估 POLQA
异音 Rub and Buzz

进阶音频参数测量

互调失真 DIM, DFD, MOD, SMPTE
阻抗 IMPEDANCE
阻尼系数 Damping Factor
共模抑制比 CMRR
电源抑制比 PSRR
动态范围 Dynamic Range-AES17
直流偏置电平 DC Level
信纳比 SINAD
多音频分析仪 Multi-tone Analyzer

扫描测量

声学响应（测量）Acoustic Response
带通频率/电压扫描 Bandpass Frequency/Level Sweep
连续扫描 Continuous Sweep
分辨率扫描 Crosstalk Sweep
测试纪录器 Measurement Recorder
数据记录仪 data Recorder
互调失真扫描 IMD Sweep
调节式频率扫描 Regulated Frequency Sweep
步进频率扫描 Stepped Frequency Sweep
步进电平扫描 Stepped Level Sweep

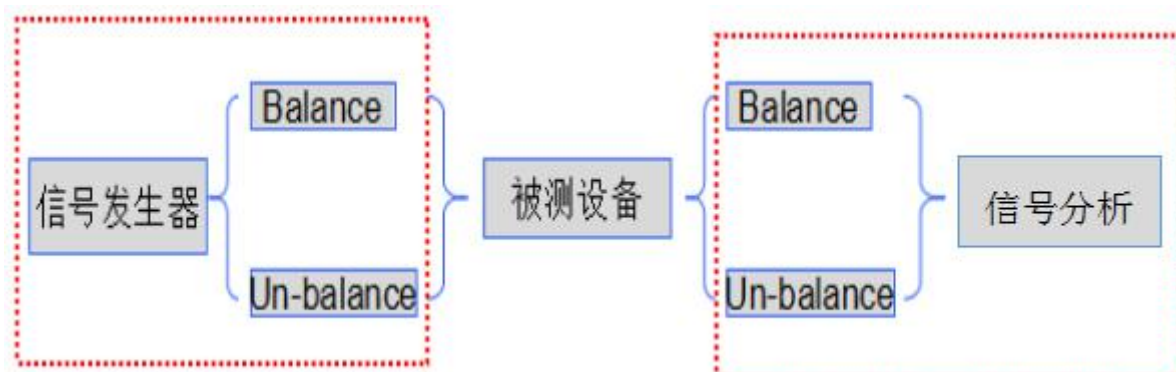
数字域测量

数字信号误码分析 Digital Error Rate
编码音频码流对比 Compare Encoded Bitstream to Reference

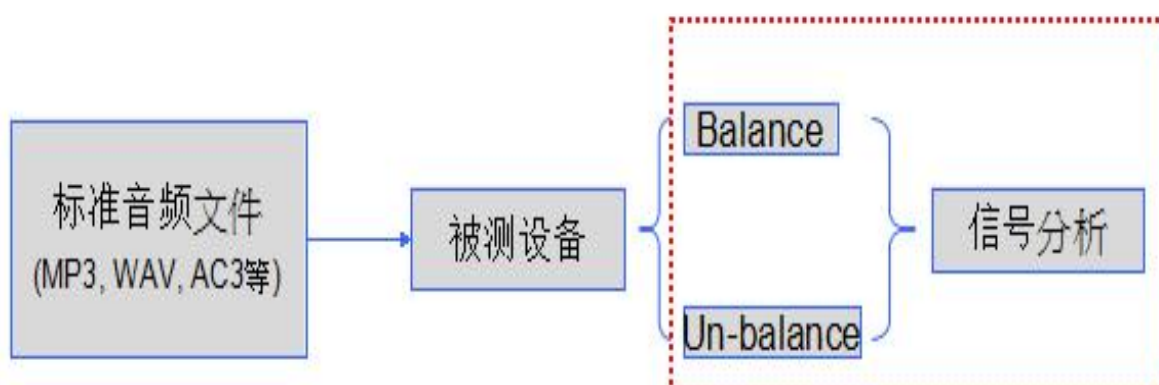
2.3 测试类型

(1) 闭环测试，即音频测试仪输出信号到被测设备，再将被测设备的输出信号导入到

音频测试仪进行对比分析，测试示意图如下：



(2) 开环测试，即被测设备的输入不是从音频测试仪导入信号，例如可以使用可在其内部播放的音频文件进行播放，将被测设备的输出信号导入音频测试仪。示意图如下：



2.4 ATC 软件安装

1. 打开 U 盘中的文件夹 (ATC 软件), 将此文件夹中 ATCSetupV1.1 或 1.2 拷贝至 PC, 双击右图 ATC 安装软件图标(ATCSetup_V1.1/2.exe)。



U盘



ATC 安装图标

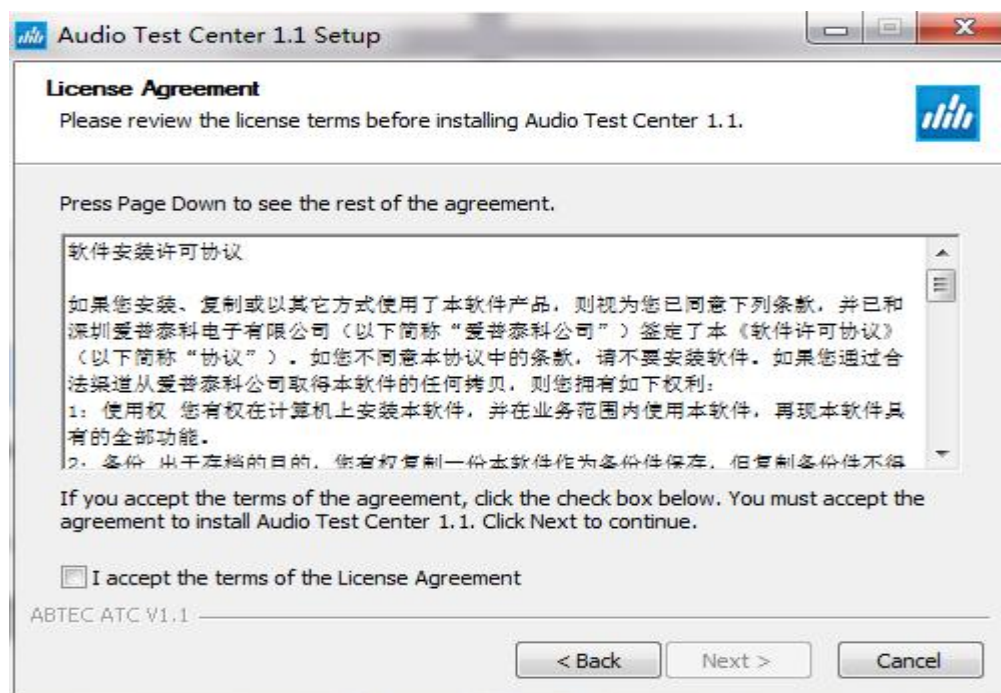
【安装前，请确认您的 PC 系统是否安装 dotNET3.5 或 dotNET4.0，如未安装，请先

安装 U 盘文件夹（3rdParty） 中”dotNET3.5 或 dotNET4.0“然后再按如下操作方式进行安装；如 PC 已安装 dotNET3.5 系统，请直接按如下操作方法安装】。

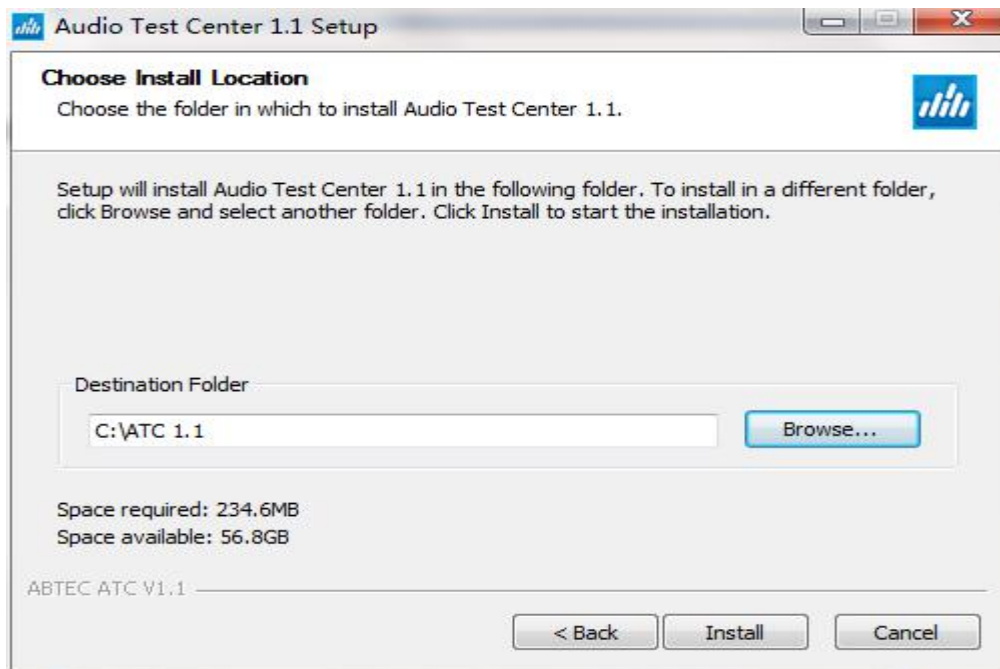
单击 Next:



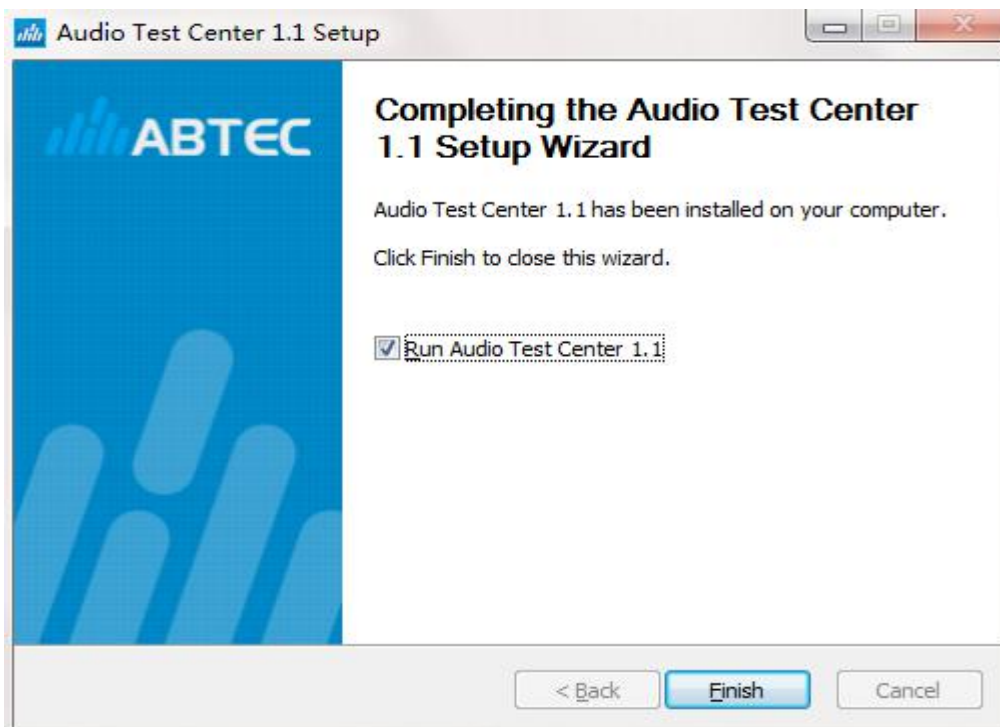
2.在“I accept the terms of the License Agreement”前打对勾，表示接受软件安装许可协议，单击 Next:



选择安装路径或默认安装路径，选择完成后单击 Install:



单击 Finish 完成安装。

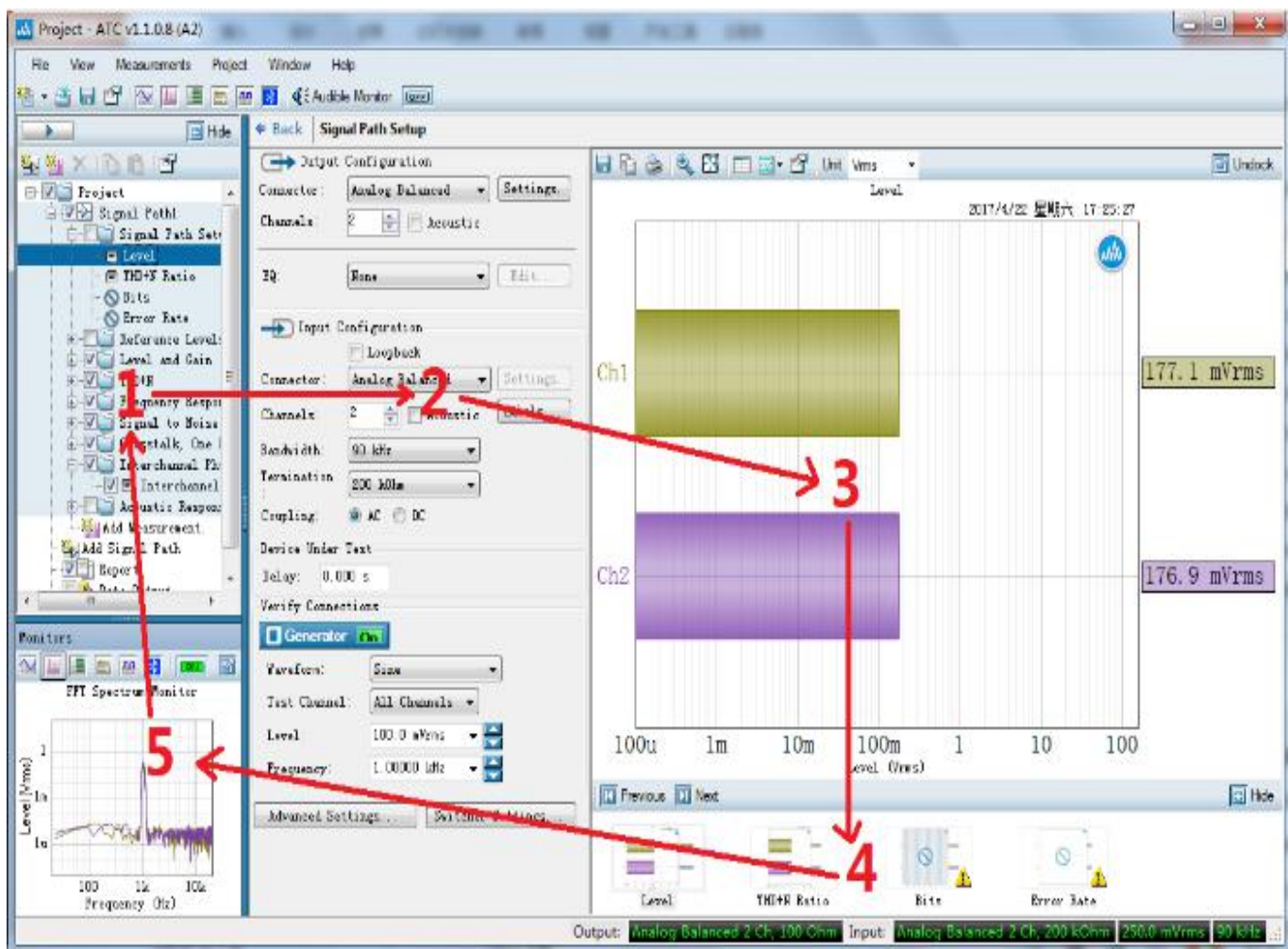


软件安装完成后会运行一次，若仪器连接正常，且已开机，则软件正常运行，如果没有连接仪器或仪器没有开机，则会弹出 Demo 界面提示框如下图所示：

ATC v1.1.0.9



2.5 基于 ATC 软件的基本测试步骤



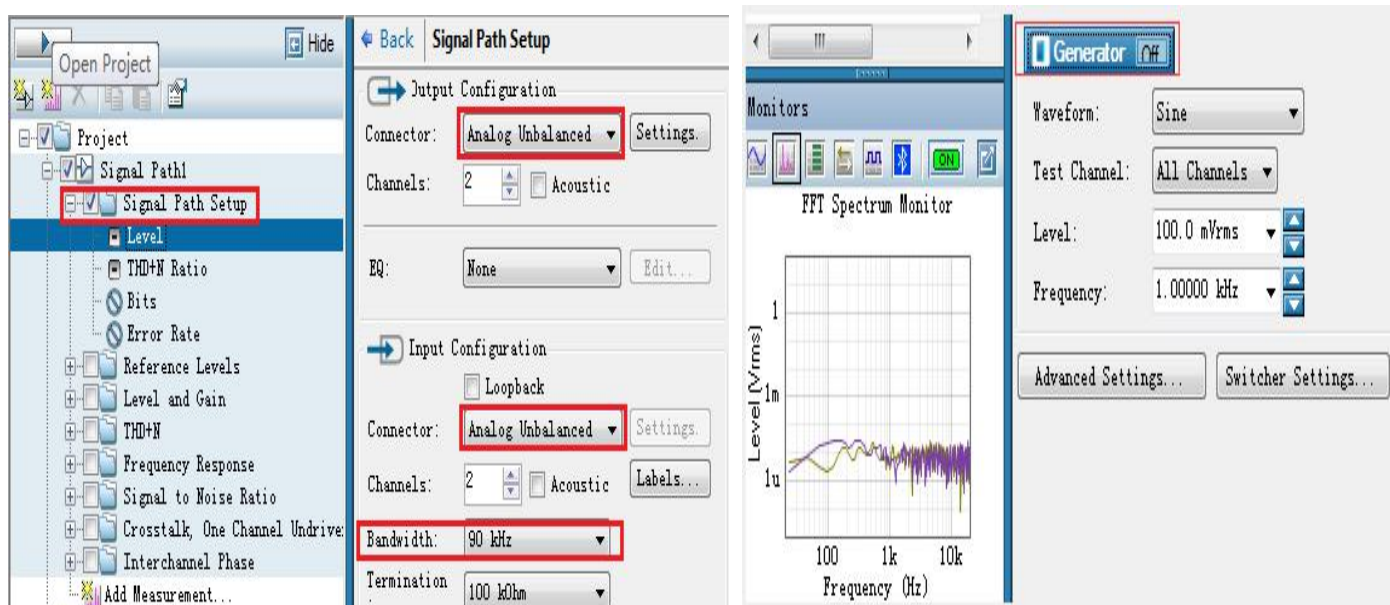
1. 信号路径设置

● Signal path setup 信号路径设置

设置信号源输出与分析仪输入信号方式（平衡，非平衡），通道数，测试带宽等。

● 验证连接

检验路径设置是否合理，打开信号发生器开关 **Generator**，观察左下角波形或频谱监视器有无信号输入，若有波形，频谱或电平值显示则路径设置合理，可进行后续测试，若无，则检查线路连接重新设置。



2. 参考数据设置

设置相对单位读数的参考，分别有下述几种：

电压参考 dBr A, dBr B

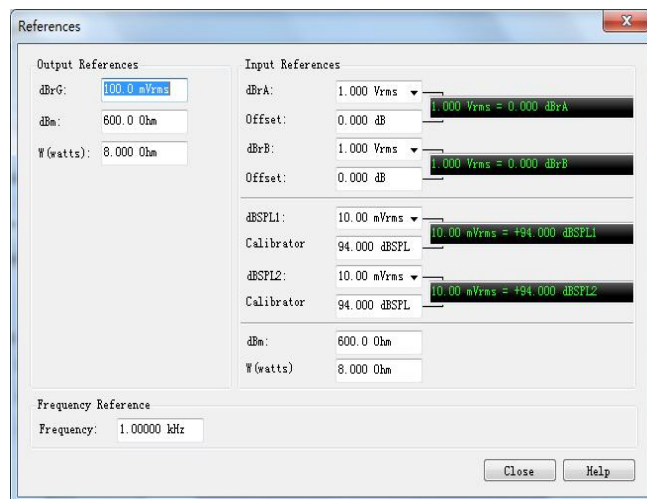
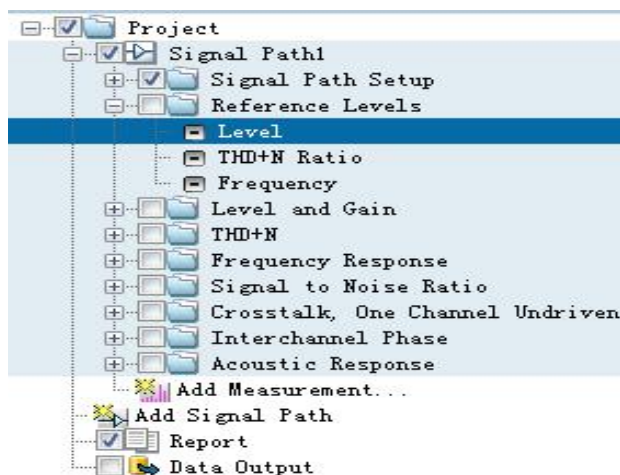
声压参考 dBSPL1, dBSPL2

功率参考 dBm

功率参考 Watts（进行负载设置）

这些参考可以手动输入，也可以点击 **Set dBr A** 按钮设置。

注：读取结果选用参考单位时，才需要设置读数参考，否则可以不设置；



3. 测试音频参数选择

测试信号路径，参考单位设置完成后，可以在测试导航栏中选择你要测试的项目，如：

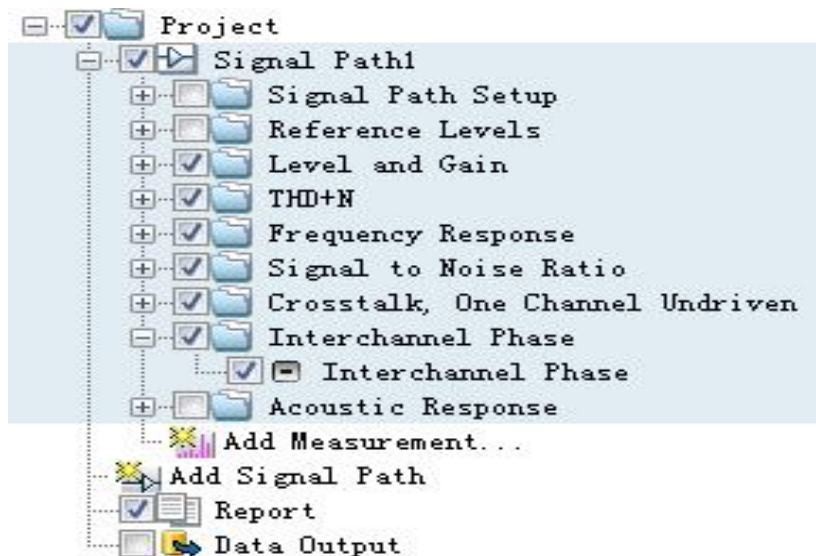
Level and Gain

Croostalk

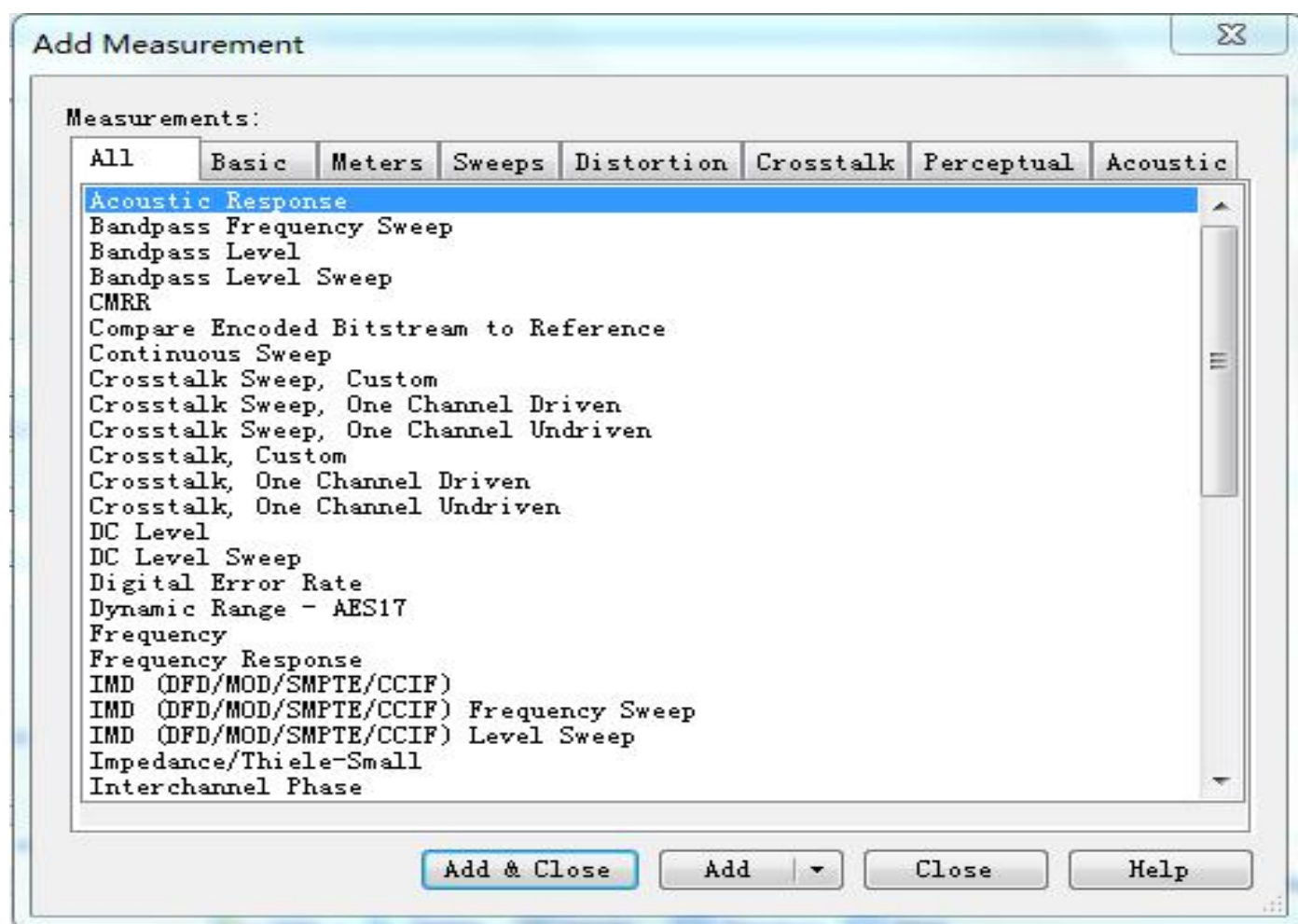
Frequency Response

Signal Noise Ratio

THD+N 等；选择测试项时用鼠标左键单击测试项目即可选中该项；



当你在导航栏中找不到你所需的测试项目时，可以进行测试项添加，在导航栏中单击 **Add Measurement** 按钮，弹出添加测试项对话框，选择你所需的测试项，可以在 **All**, **Basic**, **Meters**, **Sweeps** 等选择中找到所需测试项目并单击 **Add&Close** 进行添加，添加完成后关闭该对话框，测试项会显示在左侧导航栏中。



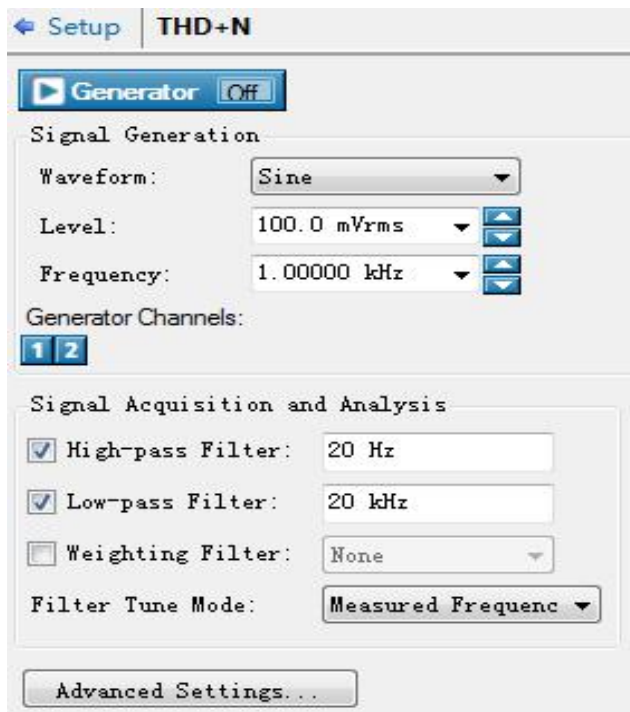
4. 测试参数设置

设置激励信号类型 **Waveform** (**Sine**, **Square** 等)，激励信号频率，激励信号幅度，以及信号分析所对应的低通、高通或计权滤波器（针对 **THD+N**，信噪比的测量）。

对于扫描曲线的测试还需要设置扫描的频率范围，设置扫描信号的幅度，扫描点数等。

注：对于所选择的每个音频测试项目，都需要对其进行相应的测试参数设置，即每个

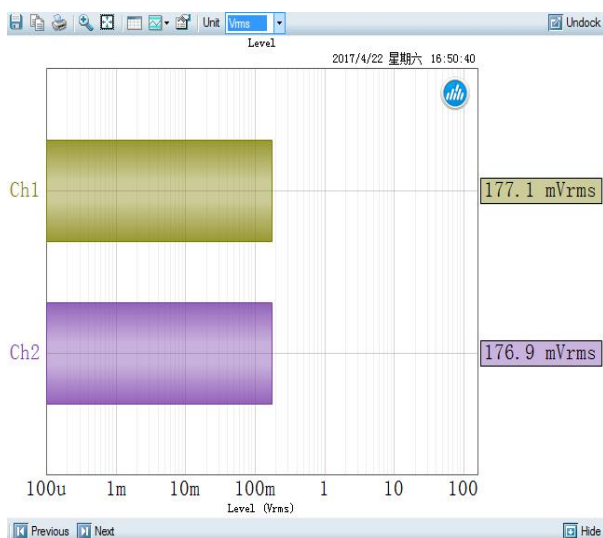
测试项目都有独立的参数设置。



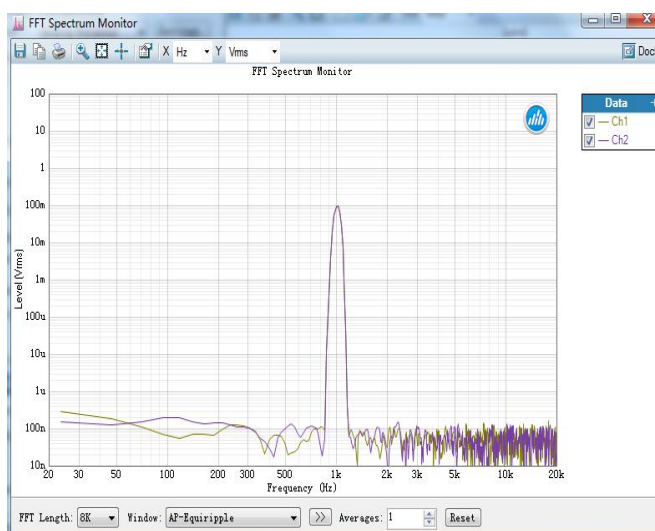
5. 测试结果

● 结果读取

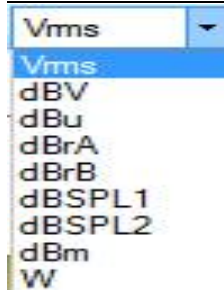
条形图显示



扫描曲线显示



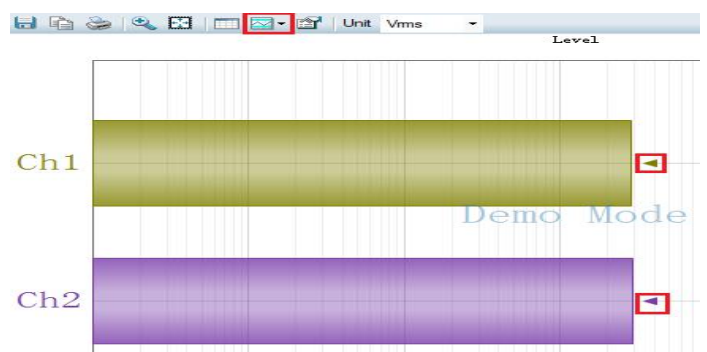
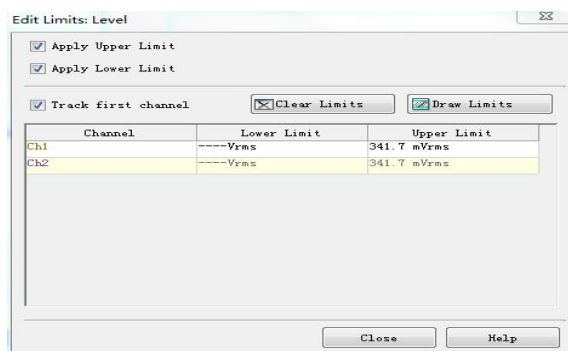
可以对测试结果选择不同的读取单位：



● 结果判断

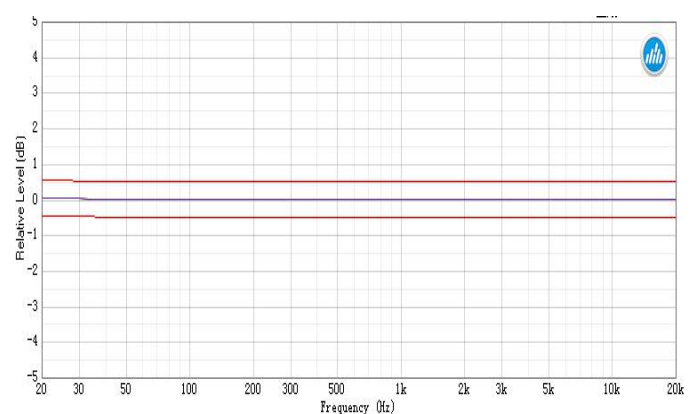
单击限制编辑工具按钮，编辑判定条件 Limits，让软件自动判定测试结果 Pass/Fail；

条形图 Limit 设置：



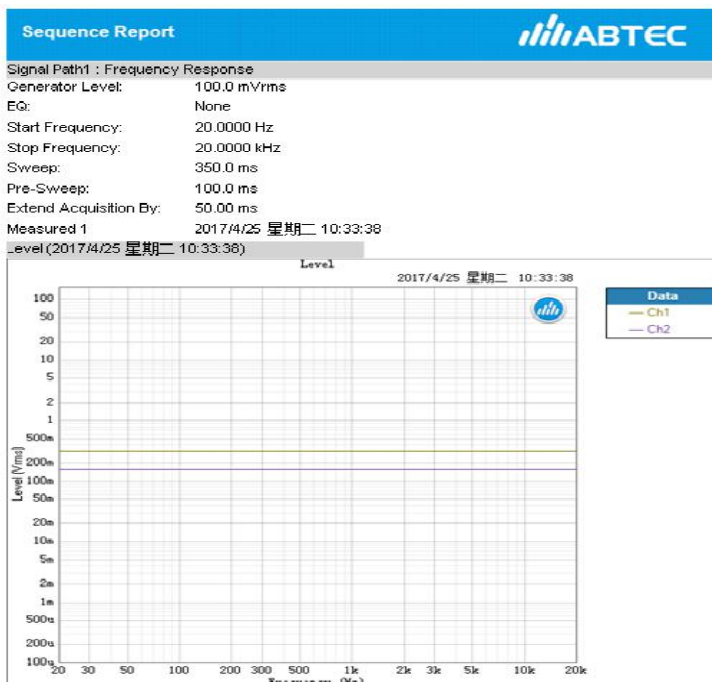
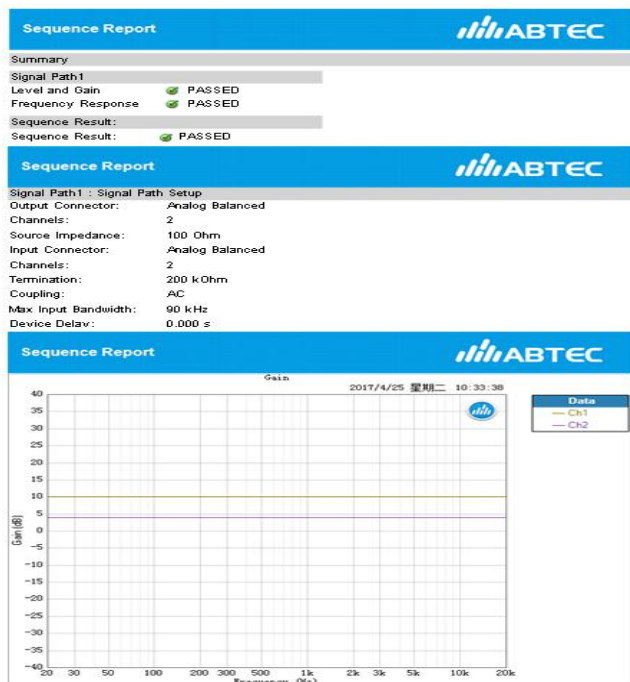
扫描曲线 Limit 设置：

拖动鼠标绘制 Limit，编辑扫描数据，整体上下移动曲线生成 Limits



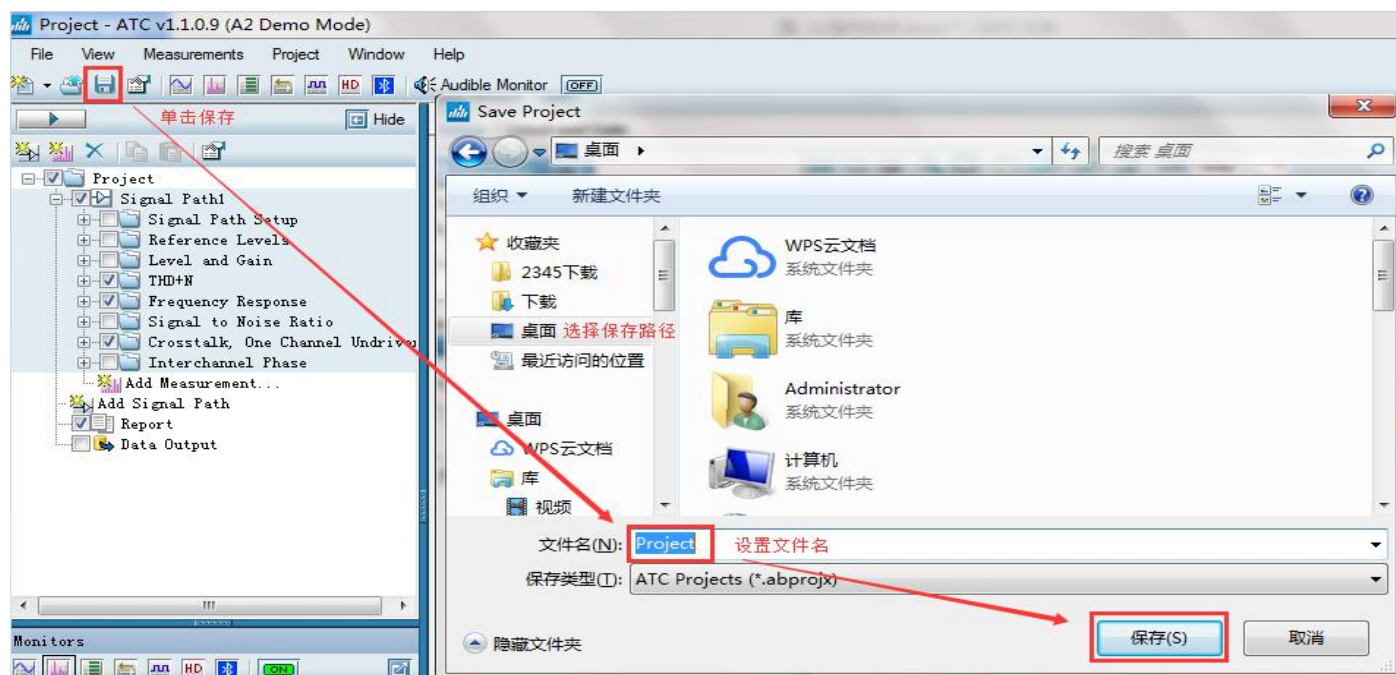
● 测试报告

自动生成测试报告：



● 测试工程文件

所有的测试项目可以保存为同一测试工程文件，包括测试参数设定、限制条件、报告等，工程文件可以在不同操作电脑上分享。



重新打开测试工程文件时，单值测试数据会消失，扫描曲线及相关的测试设置不变。

2.6 音频分析仪使用注意事项

- (1) 仪器电源应该保持接地良好；
- (2) 仪器在使用时不能突然断电，使用稳定的电源供电；
- (3) 在冬天时候，使用时应该加强静电防护，最好在有静电垫的工作台测试；
- (4) 测试大功率时要接负载，以免直流电流以及瞬态大电流或者电源损坏仪器；
- (5) 完成测量后应先退出仪器操作软件，再关仪器电源，再断开其他连线；
- (6) 输入、输出测试线应该有比较明显的标识，避免输入输出短路或接错；
- (7) 测试 D 类功放建议加 CAF2 滤波器和负载；
- (8) 仪器应尽量和其他有源设备远离（如显示器，电源，其他信号发生器等）；

3. 音频六大基本测试项测试方法

在音频测试中，多数测试都会涉及到音频的六大基本测试项目，即：

- ✧ 电平（功率）和增益
- ✧ 总谐波失真+噪声
- ✧ 频率响应
- ✧ 信噪比
- ✧ 串扰
- ✧ 通道间相位

音频测试基本都是以激励响应作为基础来进行的，即将已知特性的激励信号加到待测品的输入端，测量待测品的输出端的信号特性，从而与输入端的信号进行对比，通过测量输出端的信号劣化来评判该被测品的音频性能。当然，该激励信号可以通过音频分析仪（如 **AP** 音频分析仪，**ABTEC A2** 音频分析仪等）直接输出，也可以通过直接在待测品上播放标准的测试信号来进行测试。

在音频测试中，最常用的激励信号是正弦波信号，因为这种信号可以将能量集中到频谱中的一点上，因此对比测试相对比较简单。在日常测试中，也有用多个正弦波用于互调失真测量，或者噪声，方波和脉冲进行特定的声频测量。

测试信号的特性对测量有非常重要的意义，最重要的指标包括频率范围，幅度范围，残留失真，幅度标准的绝对精度，对于任何幅度设定的频率响应的相对平坦度，频率校准的精确度以及可选择的阻抗，平衡非平衡端口配置，浮地配置等。

3.1 电平/功率和增益

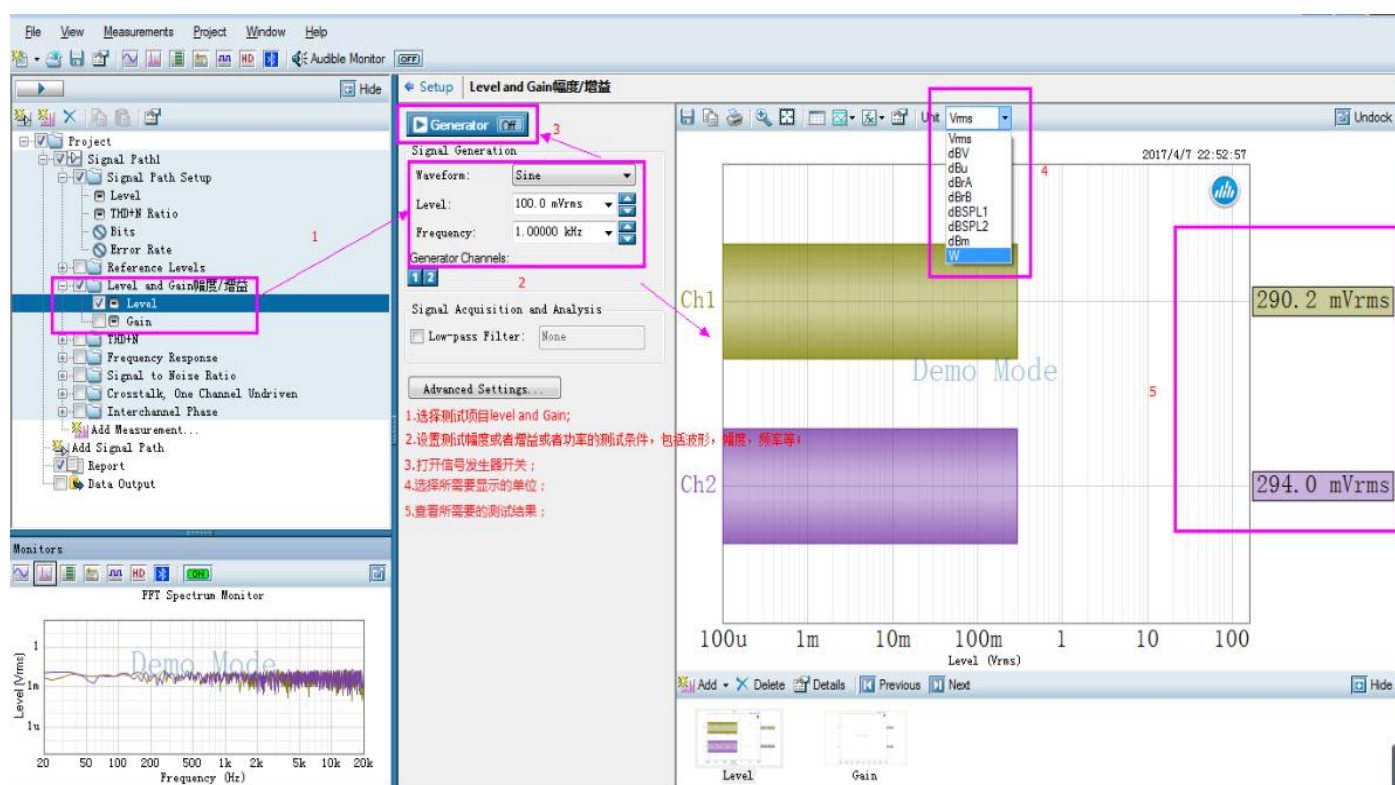
电平测试是音频测试中最基本，也是最简单的测试项目，在这个测试中，需要测试的

包括输出电平，功率，增益等。测试时，一般测试最大不失真（1%）的前提下的电平。

在测试中，将待测品输出端接负载（根据产品实际需要接相对应的负载），

然后再测量负载两端的信号，将待测品音量调整到最大，然后调整信号幅度，在仪器上实时查看信号失真度的大小，当失真度到 1%时，这个信号即为最大不失真电压或者功率，在后续的测试中，一般都会以这个特定失真情况下的输入电平作为激励信号源，一般测试全频带待测品单频信号频率使用 1kHz 。

增益是指电压或功率增加的程度，有部分产品如果带音量或者音调调整的功能，这些产品的增益是可以调整的，所以在测试的时候，根据需要进行增益控制。因此无论输入值是多少，只要输出是输入的 2 倍，其增益值就是 6dB。测试中，根据输出电平以及输入电平来计算该待测品的增益。所以在测试增益的时候，需要使用所谓的闭环测试，即激励信号是由仪器输出提供，产品的输出电平输入到音频分析仪进行实时分析。这种测试速度快精度高，而且自动化测试更加容易实现。



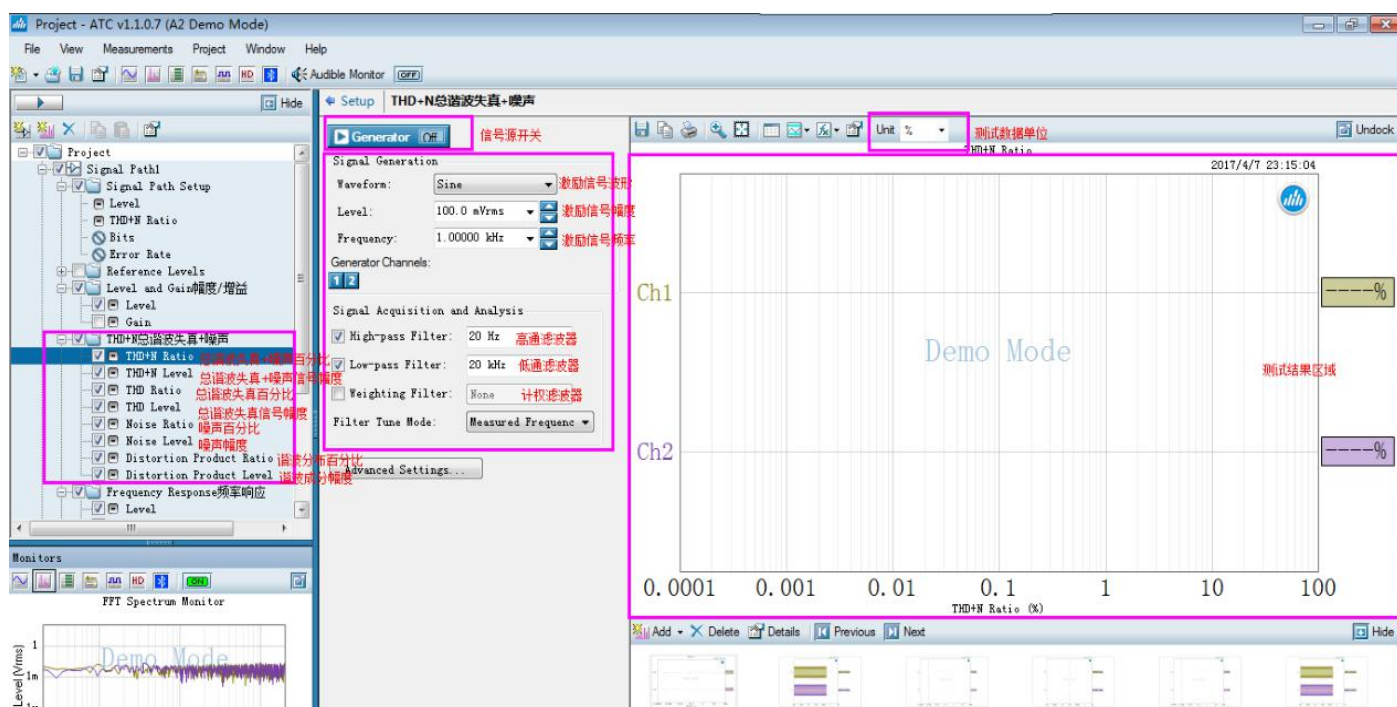
3.2 总谐波失真加噪声 THD+N

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，目前的新款的音频分析仪

(ABTEC 的 A2) 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。因为测试总谐波失真加噪声跟测试带宽有很到关系，带宽越宽，所包含的噪声跟谐波成分就越多，所以在测试的时候要注意带宽设置。

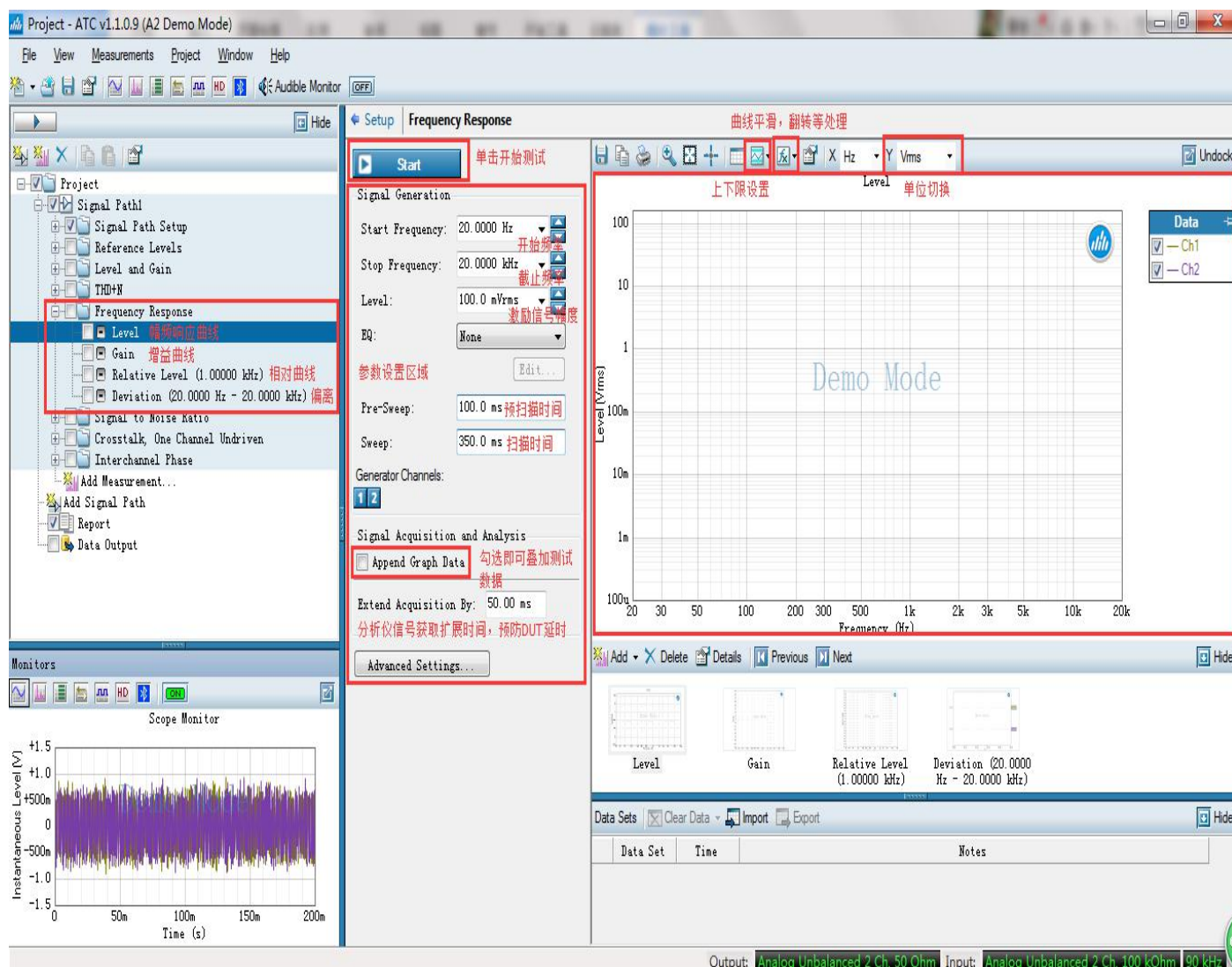
另外就是测试输入电平的设置，在低电平的时候，输出信号较小，但是待测品的噪声在输出电平中相对比较高了；在高电平的时候，可能会出现削顶失真，这样总谐波失真会比较高，所以一般测试的时候才有最大不失真 1% 的输入电平。



3.3 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，从最低频到最高频进行正弦波信号的扫描，并将结果绘于同一张电平。

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。功率放大器一般会采用输出为 1W 的时候的输入电平。声学响应的测试方法类似，但是单位一般为声压 dB SPL。

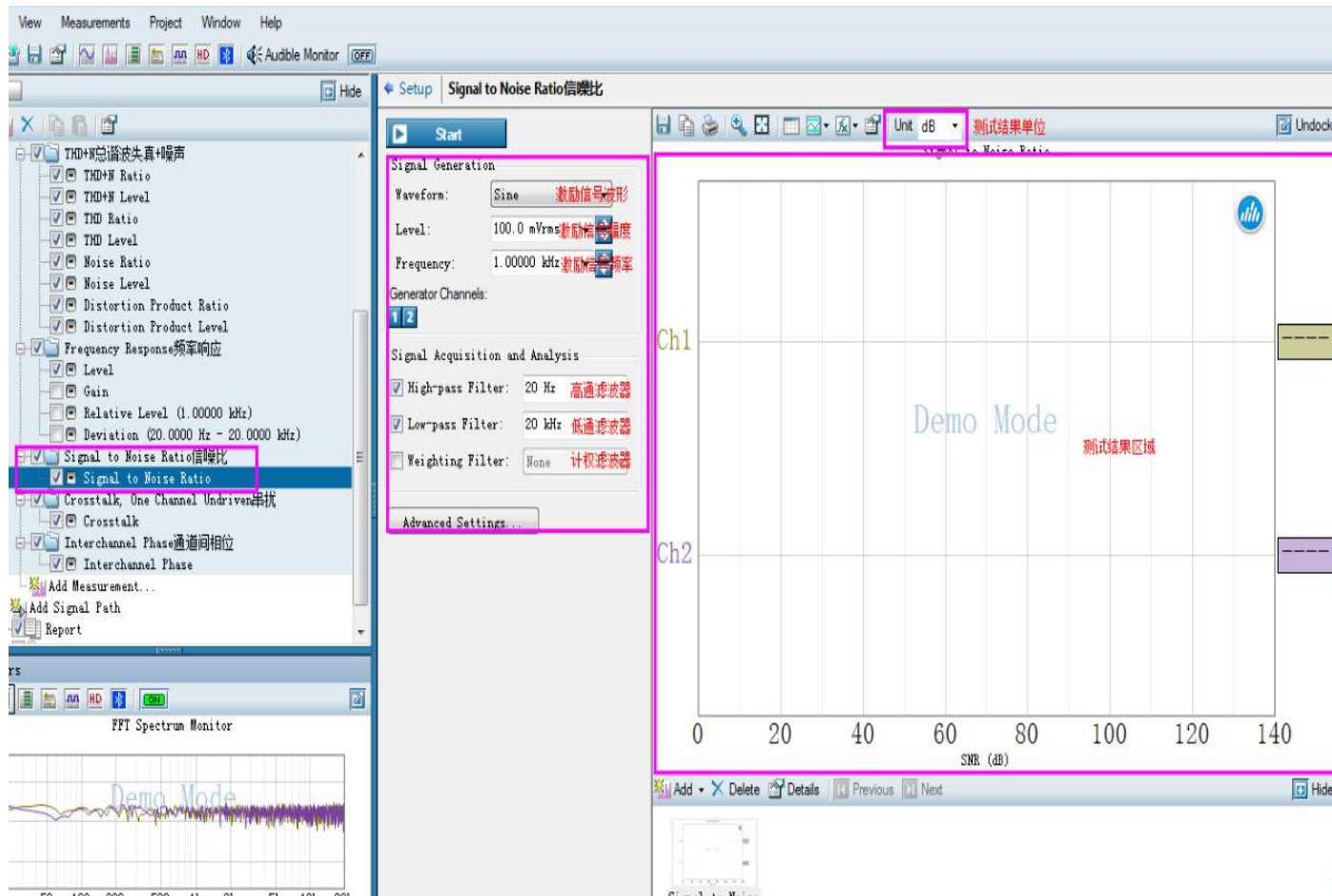


3.4 信噪比

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。信号通常设为标称工作电压或者被测设备的最大工作电平。使用最大工作电压进行信噪比测试的时候，测量结果可以称为动态范围，因为其展示了被测设备中两个电平极端值。在这里要注意在数字域中的动态范围在意义上有所不同。信噪比通常以分贝表示。噪声的测量必须是指定测量带宽和加权滤波器。

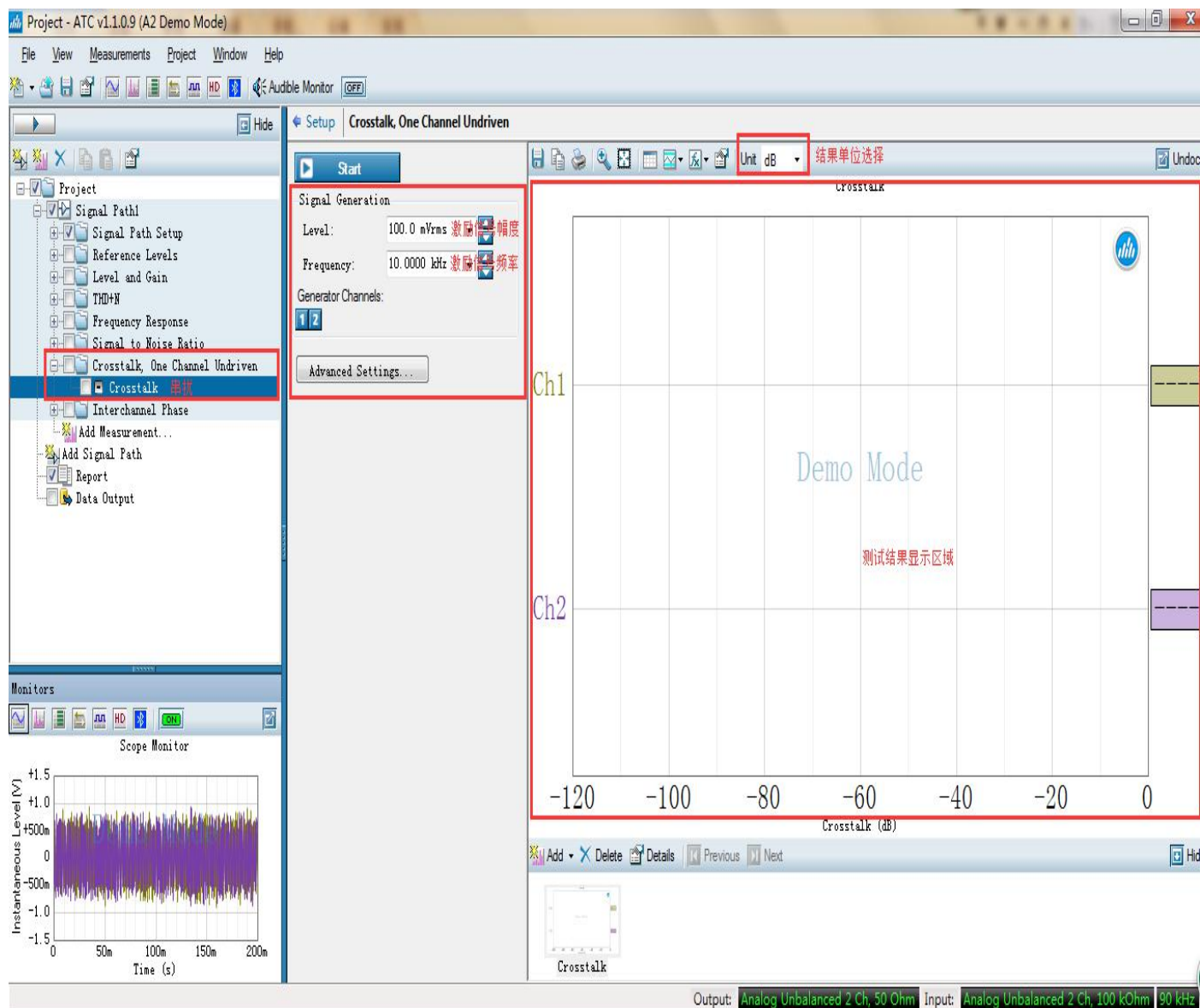
在测试信噪比的过程中，以前是需要进行两个步骤，先输入一个激励电平到待测品，仪器获取到信号的大小，然后在关掉信号，获取到噪声信号，然后进行对比计算出信噪比的值。现在的仪器都是自动控制信号并且自动计算数据。



3.5 串扰

在超过一个通道的音频系统中，如果出现其中一个通道的信号以降低电平的信号出现在另外一个通道的输出端，则为不良现象。这种跨通道的信号泄露称为串扰。串扰表示为未受激励通道中的无用信号与受激励通道中的信号之比。串扰很大程度上是由设备中通道导体间的寄生电容和电感耦合造成的，通常出现随频率上升的特性。

如果电路阻抗近似为与频率无关的常数，那么有单纯一个电容耦合引起的串音将随频率的提高以 6db/oct 为斜率增加。由于电感耦合，共用电源，共用地回路也会引起串音。



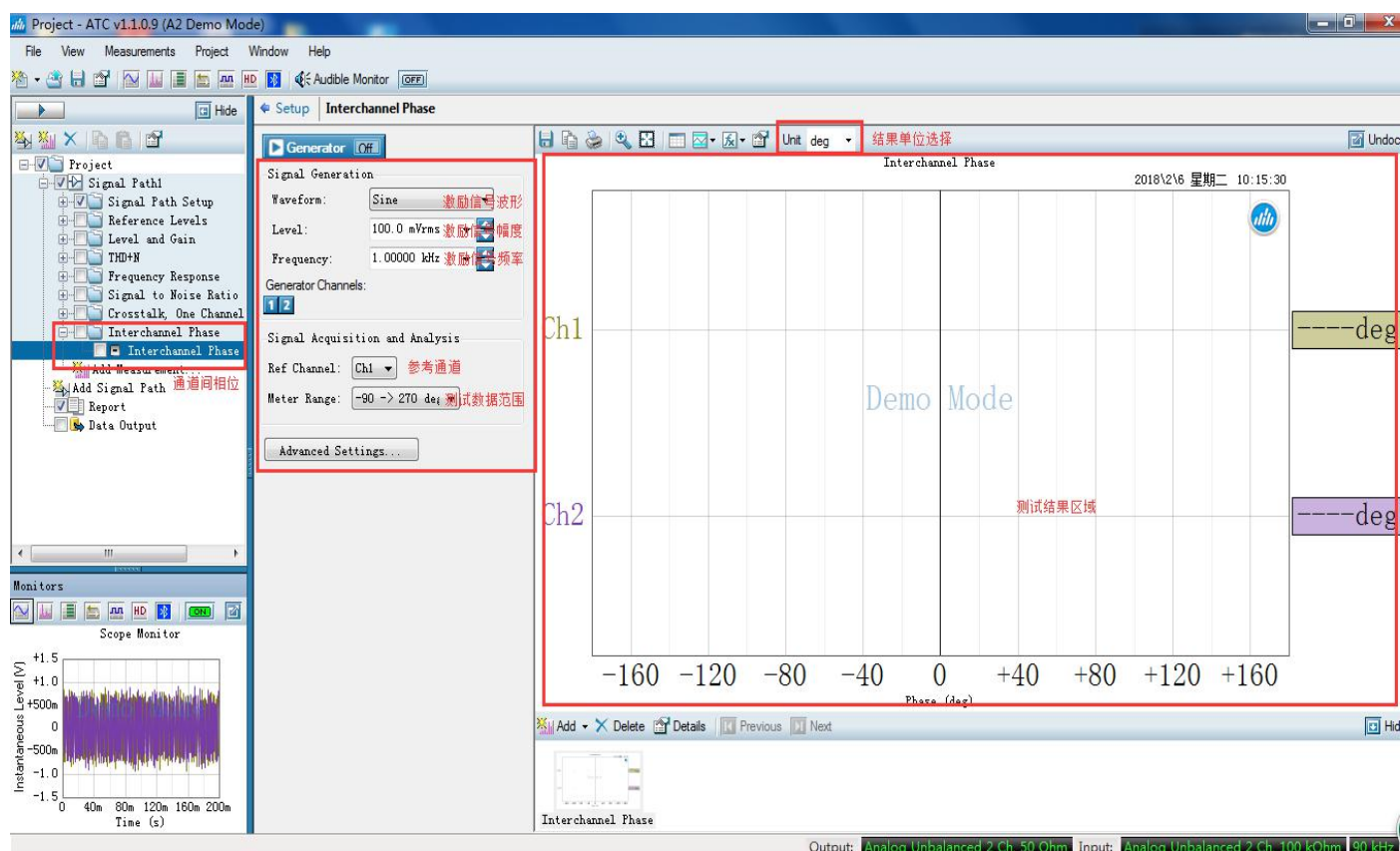
3.6 相位

在音频测试中，相位测量用于描述在周期波形循环中的时间偏移，时间偏移根据参考波形测得。参考值通常为系统中位于不同点的相同信号或者位于不同通道的相关信号。参考值的选择定义了两个常用的相位测了：输入输出相位和通道间相位。相位的单位为度。相位的测试同样的提供一个指定的电平，在一个频率或者不同频率下进行测试，可以是单点频率的相位或者频率范围内的相位变化。

在测试输入输出通道的相位时，选择仪器的其中一个通道作为参考通道，用连接线直

接连接，因为信号在相对短的测试线中传输的延时基本可以忽略不计，测试通道以参考通道作为参考点计算相位变化。

通道间的相位测试，选择其中一个通道作为参考通道，测试通道与参考通道之间的相位差即为我们所需要的测试结果。



4. 蓝牙测试

4.1 蓝牙音频测试

对于目前蓝牙产品的音频测试，A2 音频分析仪可以提供快速的蓝牙配对连接以及准确的测试数据。

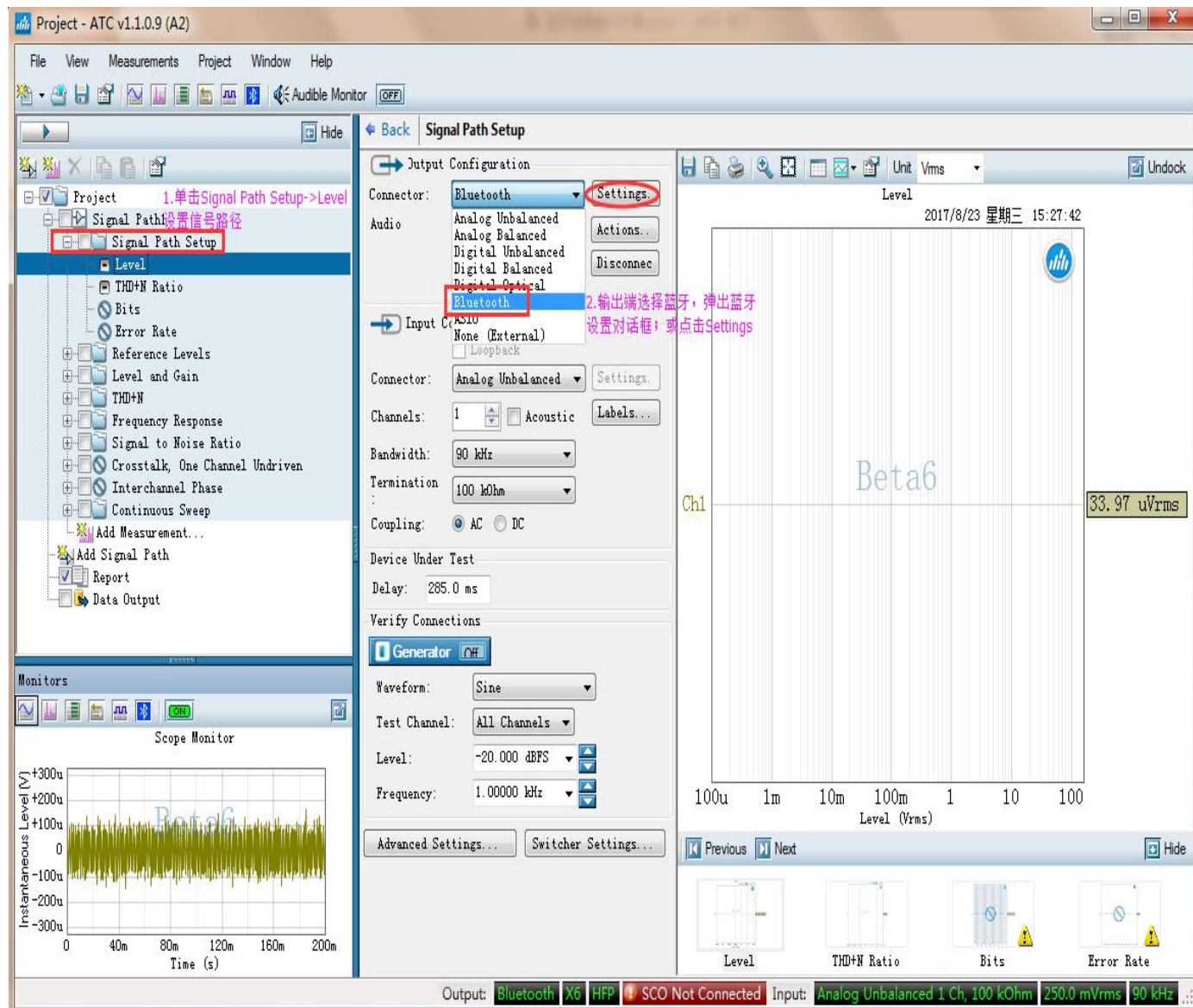
蓝牙产品音频测试原理图如下图所示：



A2 音频分析仪的信号源通过蓝牙连接方式输出测试信号到被测蓝牙设备，测试信号经过被测蓝牙设备然后输出到 A2 分析仪进行分析，从而形成一个闭合回路；

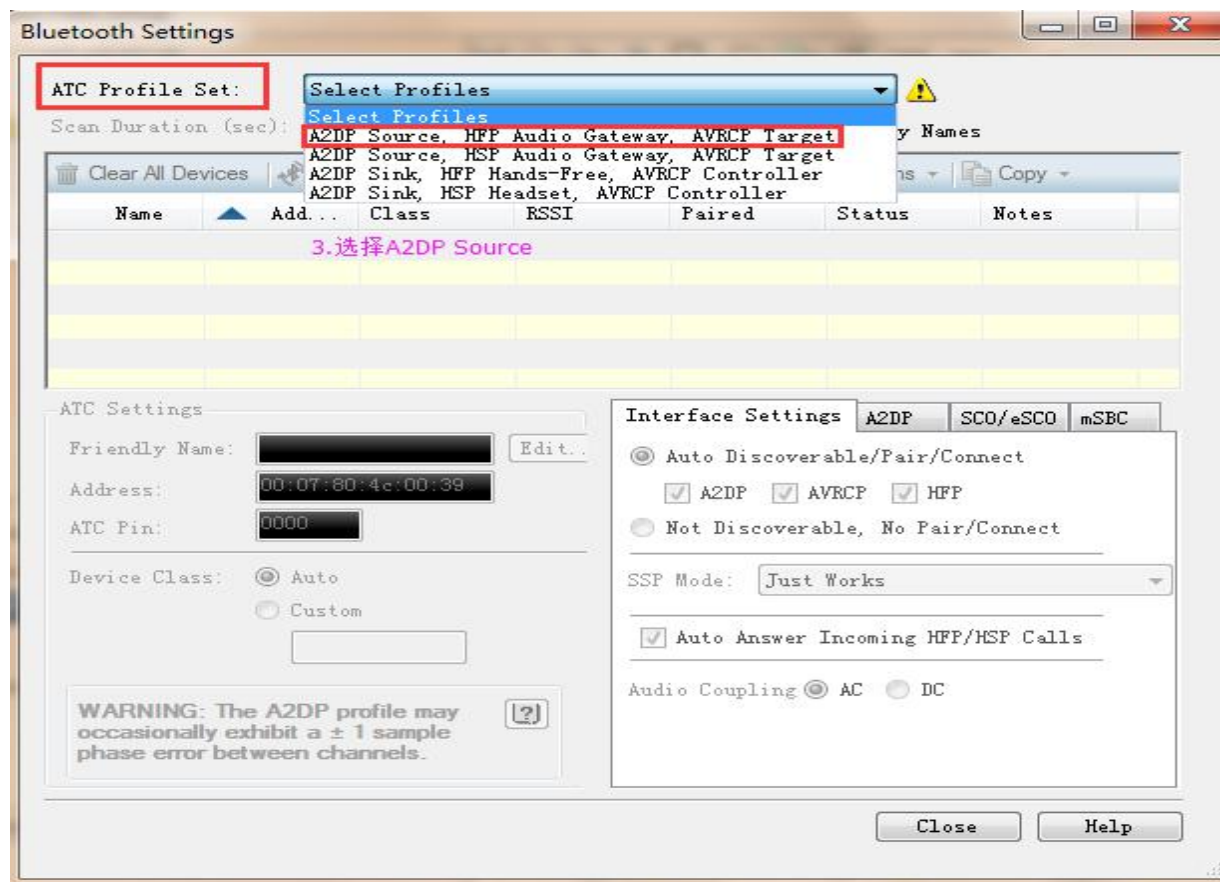
1. 蓝牙连接方式-BT-RD

（1）打开 ATC 软件，左侧导航栏&序列设置选择 Signal Path Setup，将 Output Configuration 中的 connectors 选择为 Bluetooth。如下图所示：

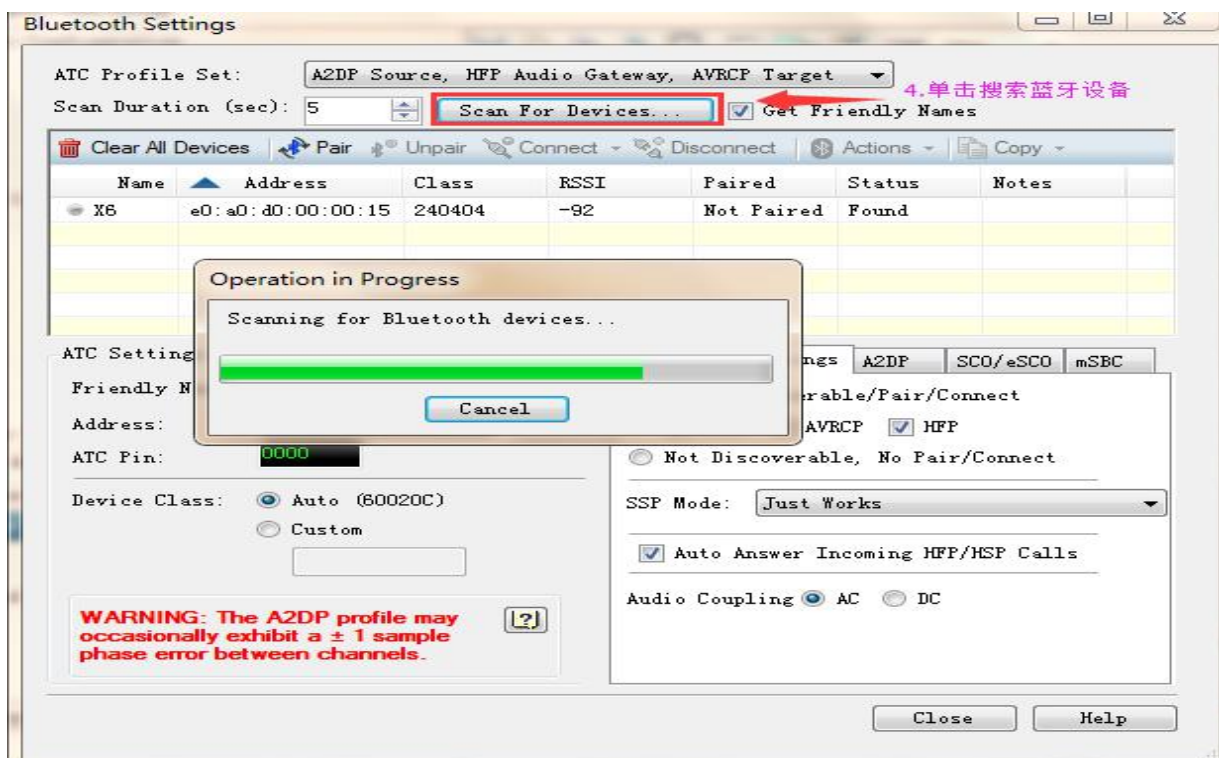


(2) 选择蓝牙后，会弹出蓝牙设置窗口，或单击 **Settings** 也会弹出此窗口，ATC Profile Set 即蓝牙配置文件选择“A2DP Source,HFP Audio Gateway,AVRCP Target”；

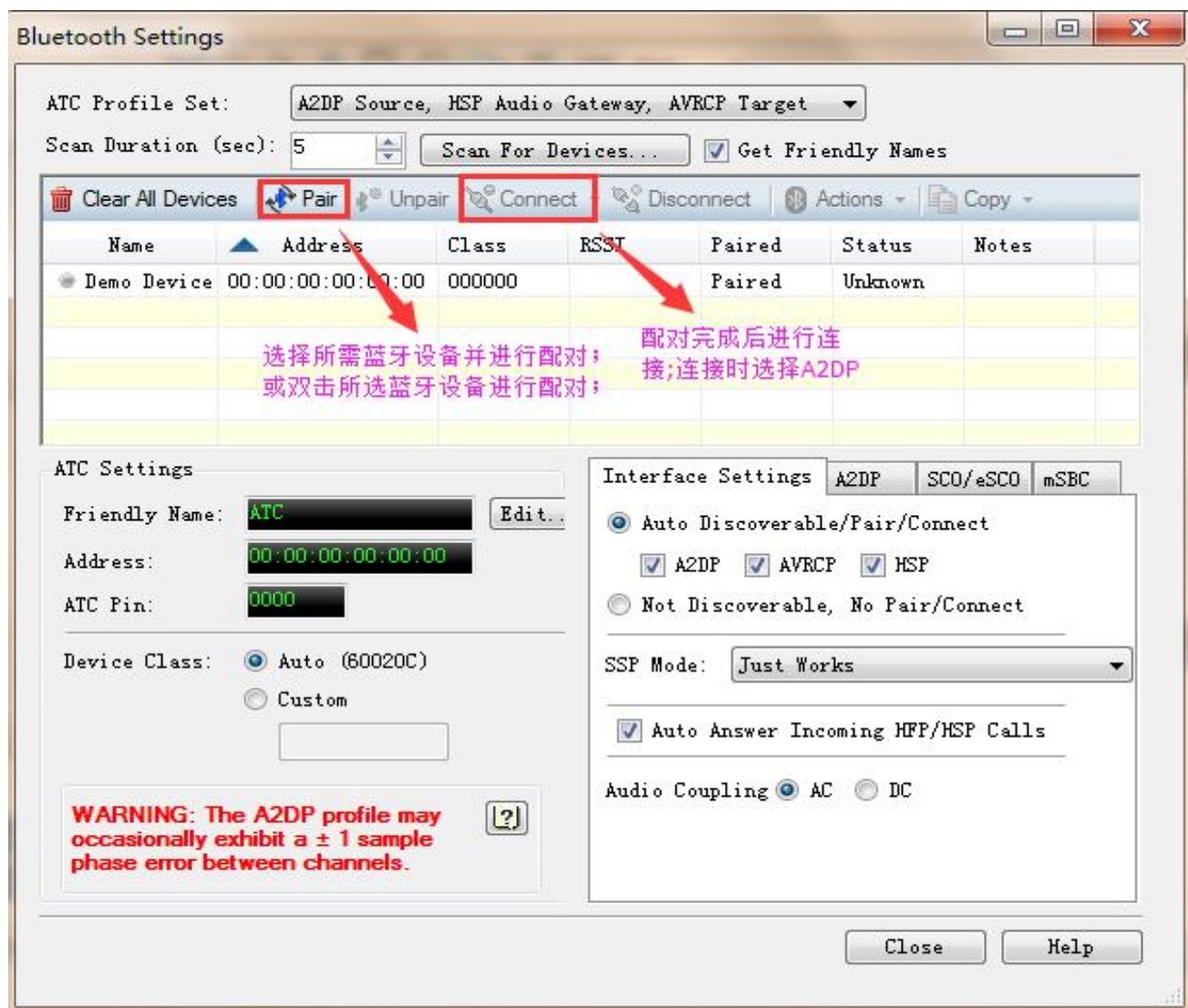
蓝牙配置文件有两大类，分别为 **source**（主设备）和 **sink**（从设备），对于常见的消费类产品比如耳机，音响等音频产品，待测品蓝牙为从设备，而 A2 蓝牙为主设备，我们通常选择 A2DP Source,HFP Audio Gateway,AVRCP Target；对于一些产品本身蓝牙为发射端时，则待测品蓝牙为主设备，相对的 A2 蓝牙为从设备，我们通常选择 A2DP Sink,HFP Hands-Free, AVRCP Controller；



(3) 单击 Scan For Devices...搜索蓝牙设备

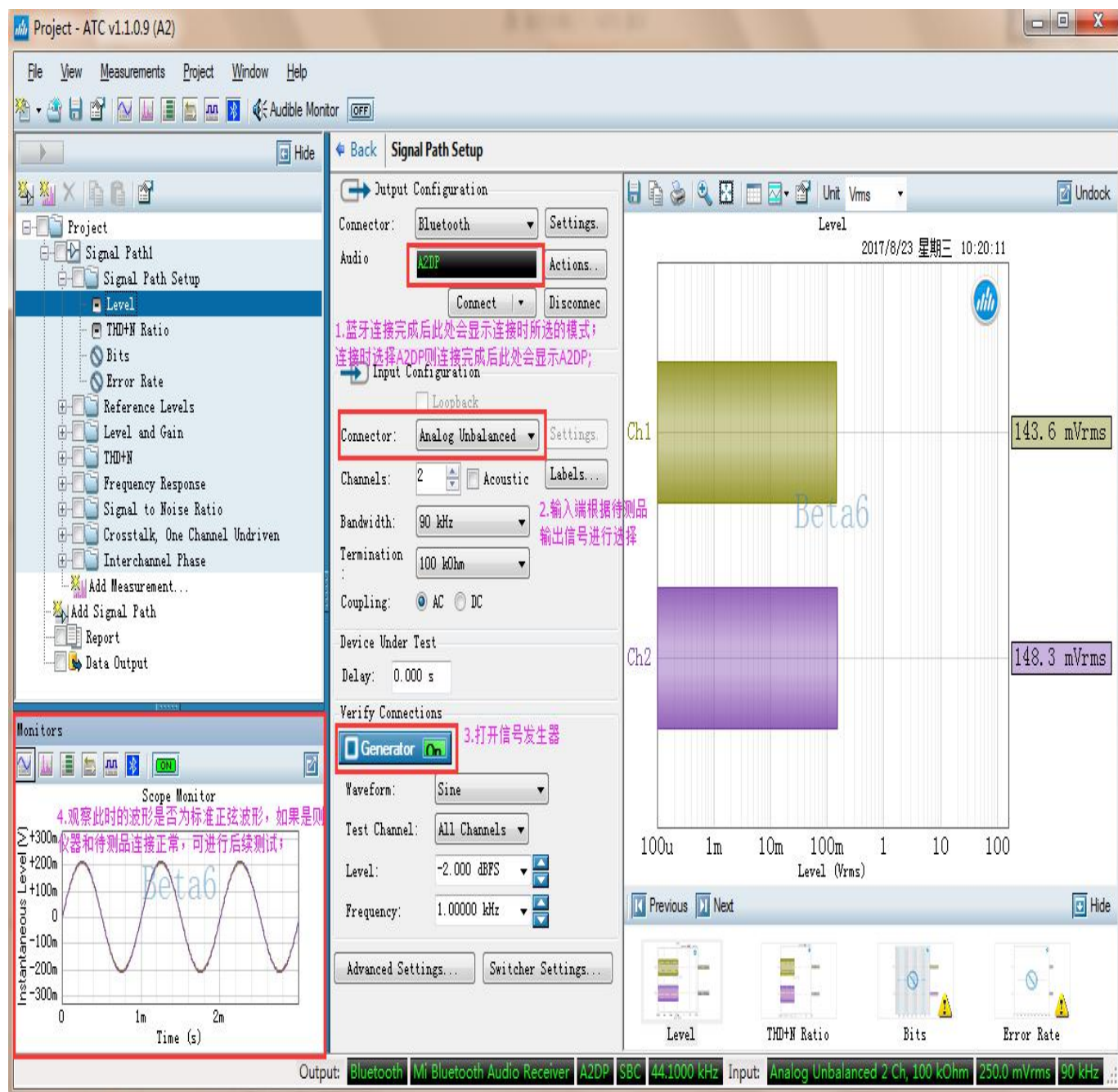


(4) 在搜索到的蓝牙设备中选择与待测品相对应的蓝牙设备并对其进行配对和连接；



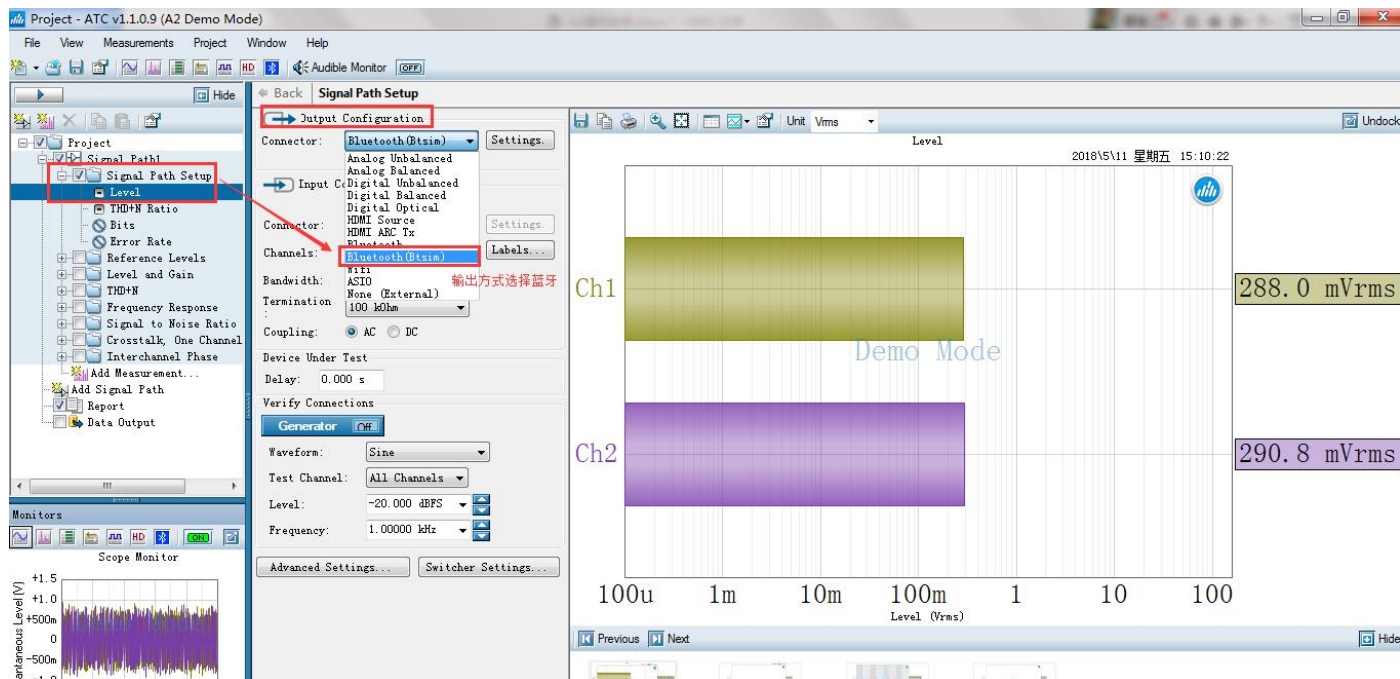
(5) 当蓝牙完成配对和连接后，信号路径设置即 Signal Path Setup 下的输出配置即 Output Configuration 中的 Audio 处会显示蓝牙连接时所选的方式即 A2DP，此时蓝牙连接已完成；

Signal Path Setup 下的输入配置即 Input Configuration 中的连接方式即 connectors 根据产品的输出方式自行选择；设置好输出输入方式后，打开信号发生器观察左下角信号监视器有无正弦信号输入，若信号正常则完成连接可进行后续测试；

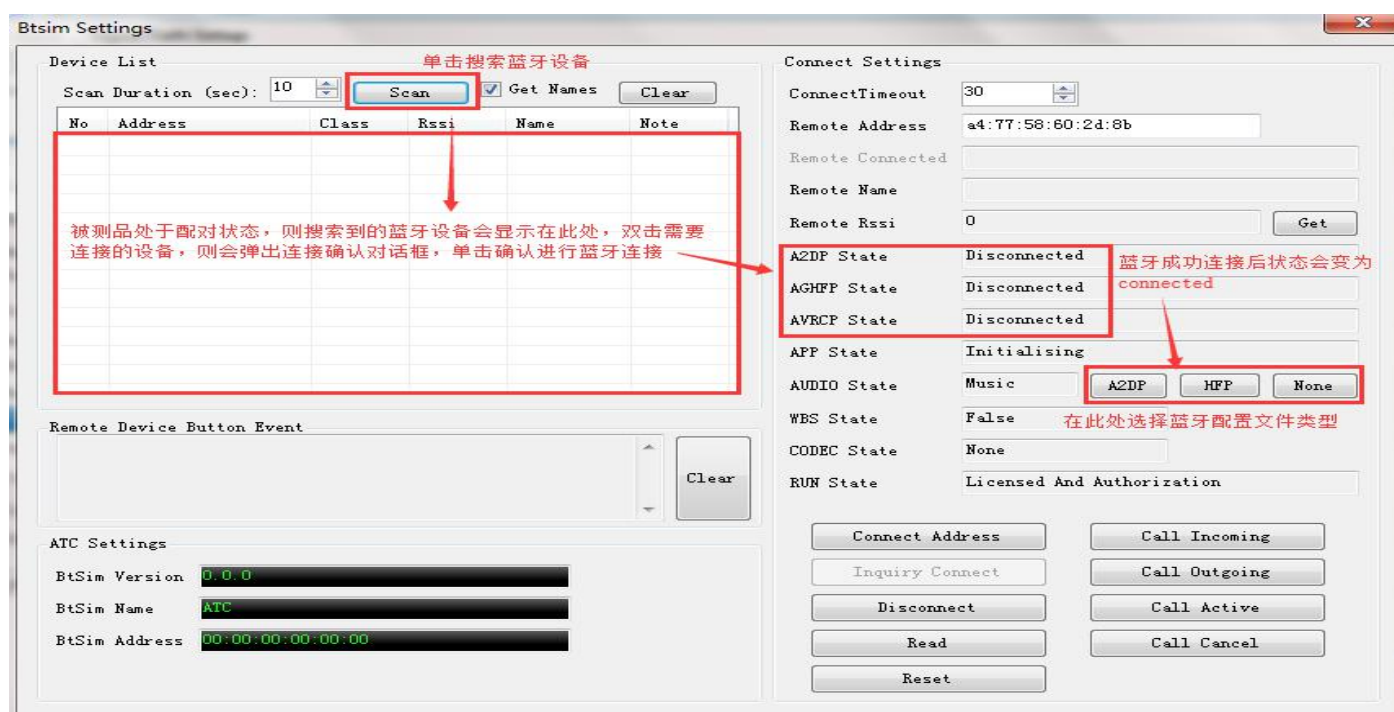


2. 蓝牙连接方式-BT-PT

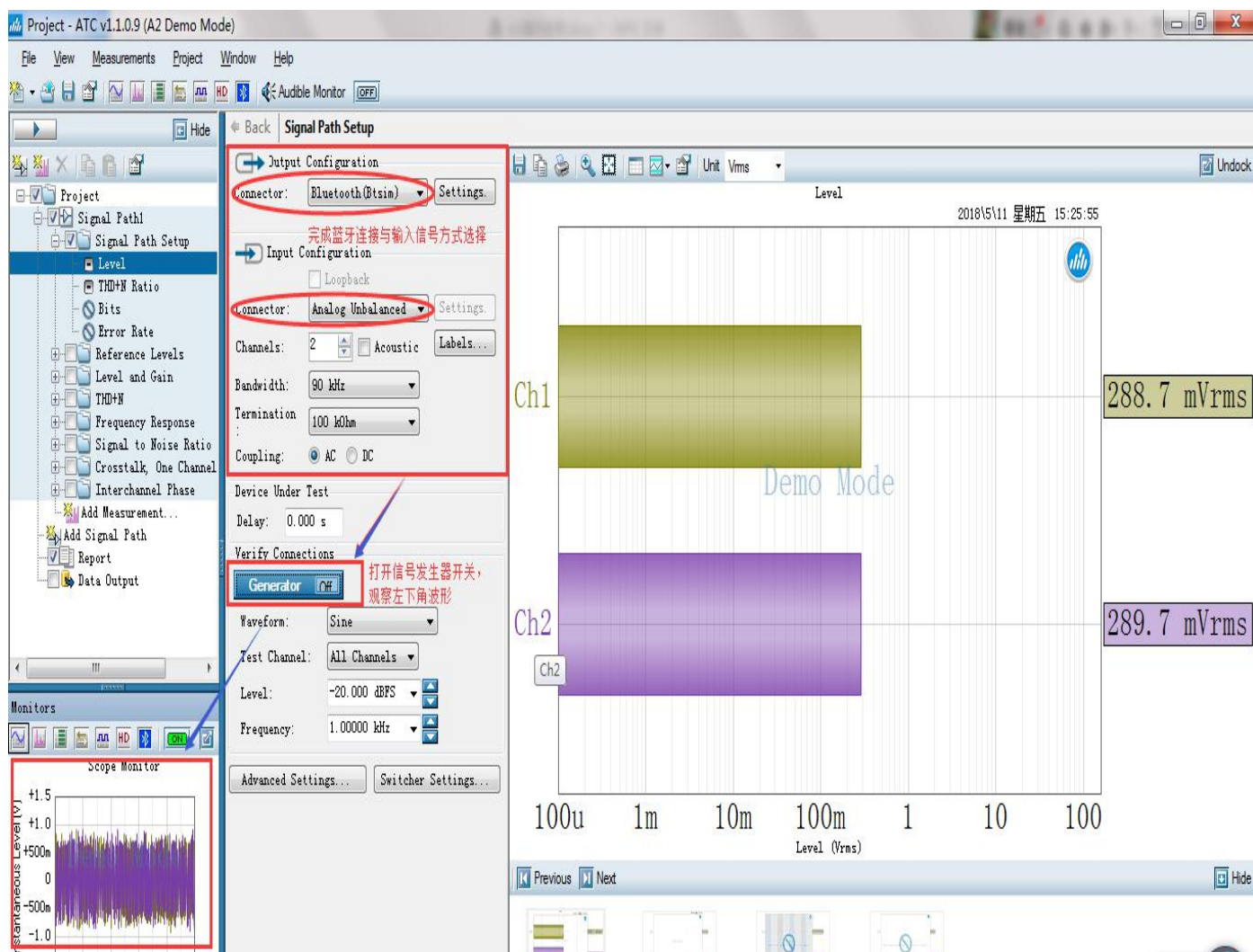
(1) 选择 ATC 软件的信号路径设置（Signal Path Setup）项目，输出配置（Output Configuration）中的连接方式（connectors）选择 Bluetooth（Btsim），如下图所示：



(2) 弹出蓝牙设置对话框，让待测品处于配对状态，单击 **scan** 搜索蓝牙，搜索到的蓝牙设备会显示在下方的空白处，选择所需的蓝牙设备，双击弹出蓝牙连接确认对话框，单击确认进行连接，连接完成后右侧的状态会从 **Disconnected** 变为 **Connected**，默认状态为 **A2DP**，如果需要测试 **HFP**，单击右侧 **HFP** 即可切换；



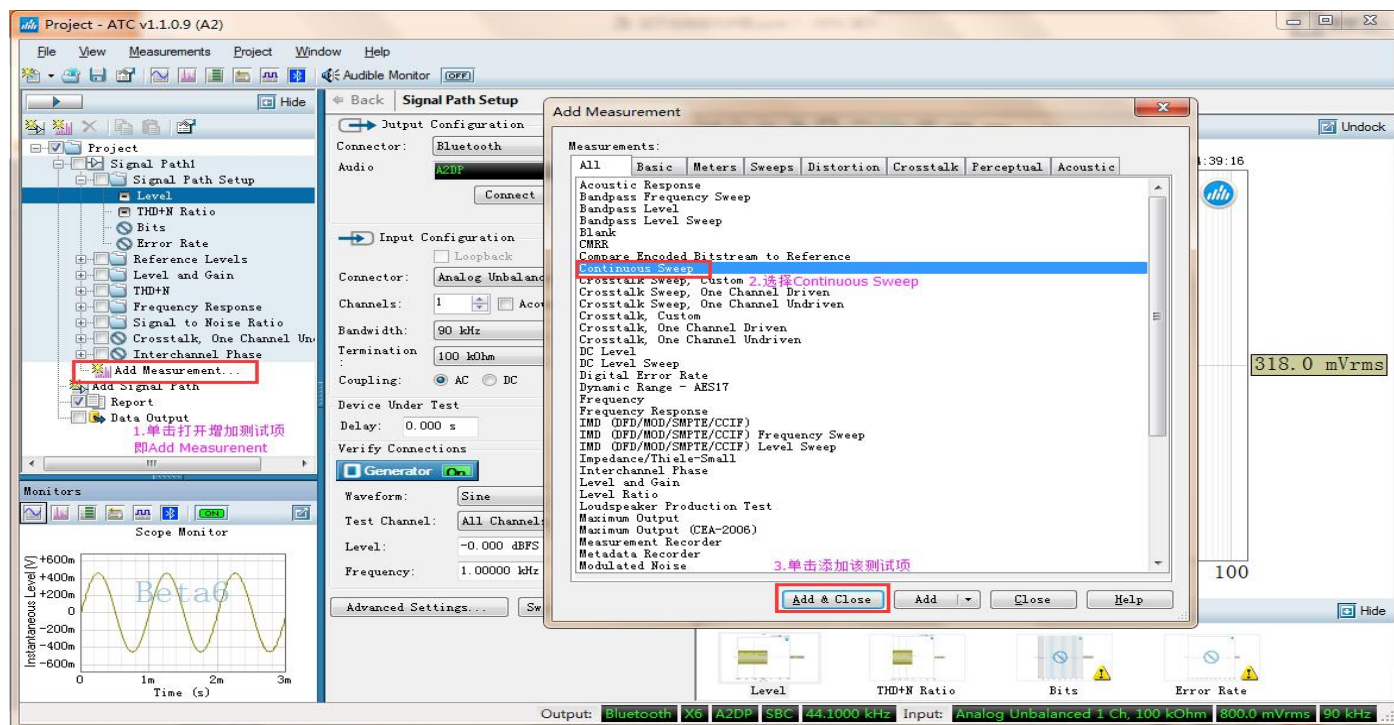
输入配置的连接方式根据产品的输出方式自行选择；设置好输出输入方式后，打开信号发生器观察左下角信号监视器有无正弦信号输入，若信号正常则完成连接可进行后续测试；



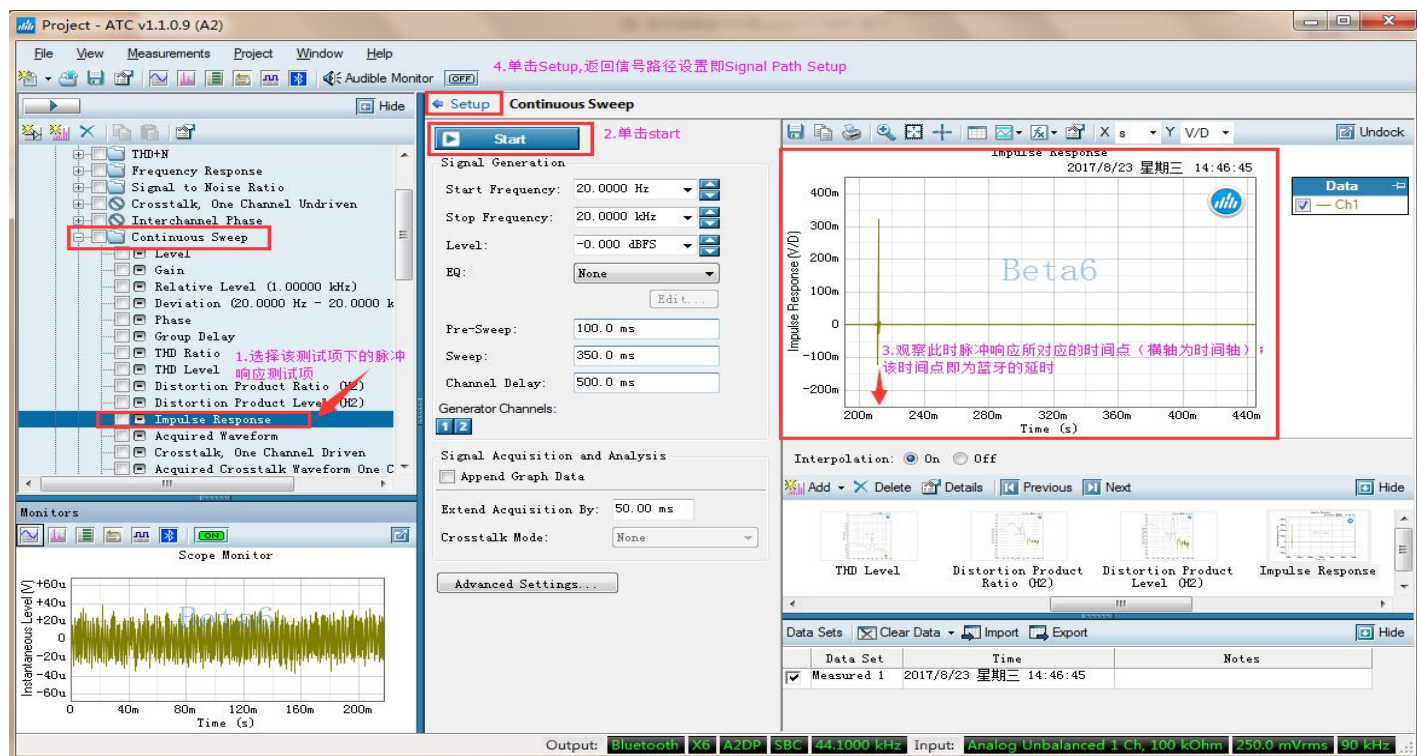
3. 延时设置

需要注意的是，对于蓝牙音频测试会有延时，在测试过程中会对测试结果有一定的影响。所以蓝牙产品测试时一定要设置延时，具体步骤如下所示：

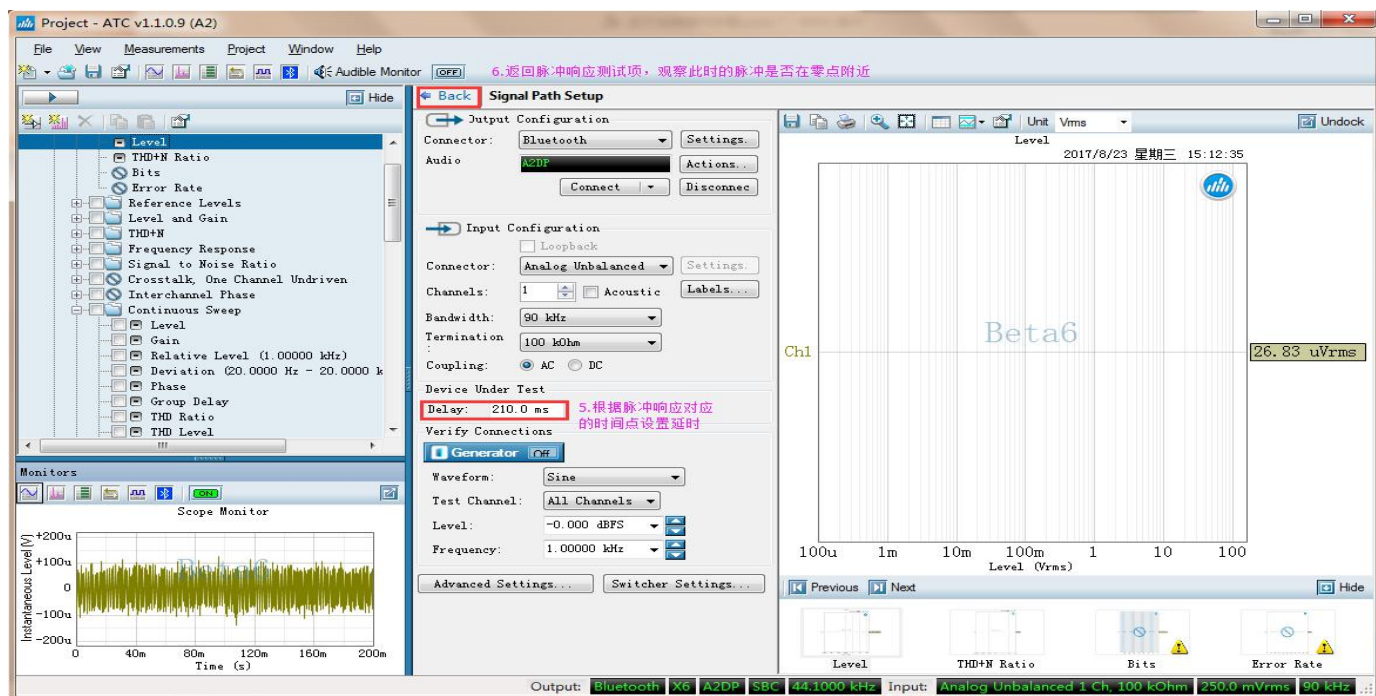
(1) 单击左侧导航栏&序列设置中的 **Add Measurements**,弹出增加测试项对话框，选择 **continuous sweep**，并单击 **Add&Close** 进行添加；



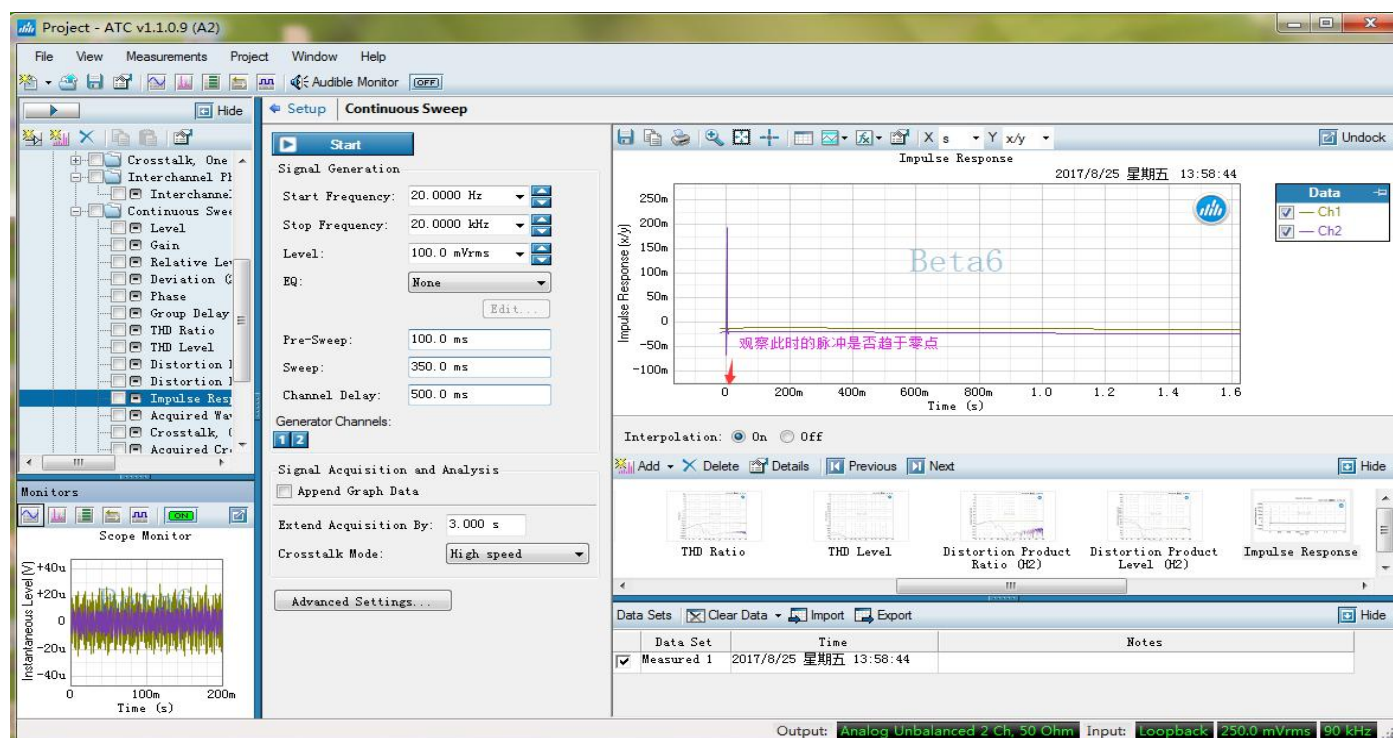
(2) 选择 continuous sweep 测量项下的 impulse response(脉冲响应)测试项, 并进行一次测试, 观察脉冲对应的时间点, 并单击 Setup 返回信号路径设置进行延时设置, 如下图所示:



(3) 将所测脉冲响应对应的时间点设置到 Signal Path Setup 中的延时即 Delay, 设置完成后单击 **back** 返回脉冲响应测试项, 如下图所示:



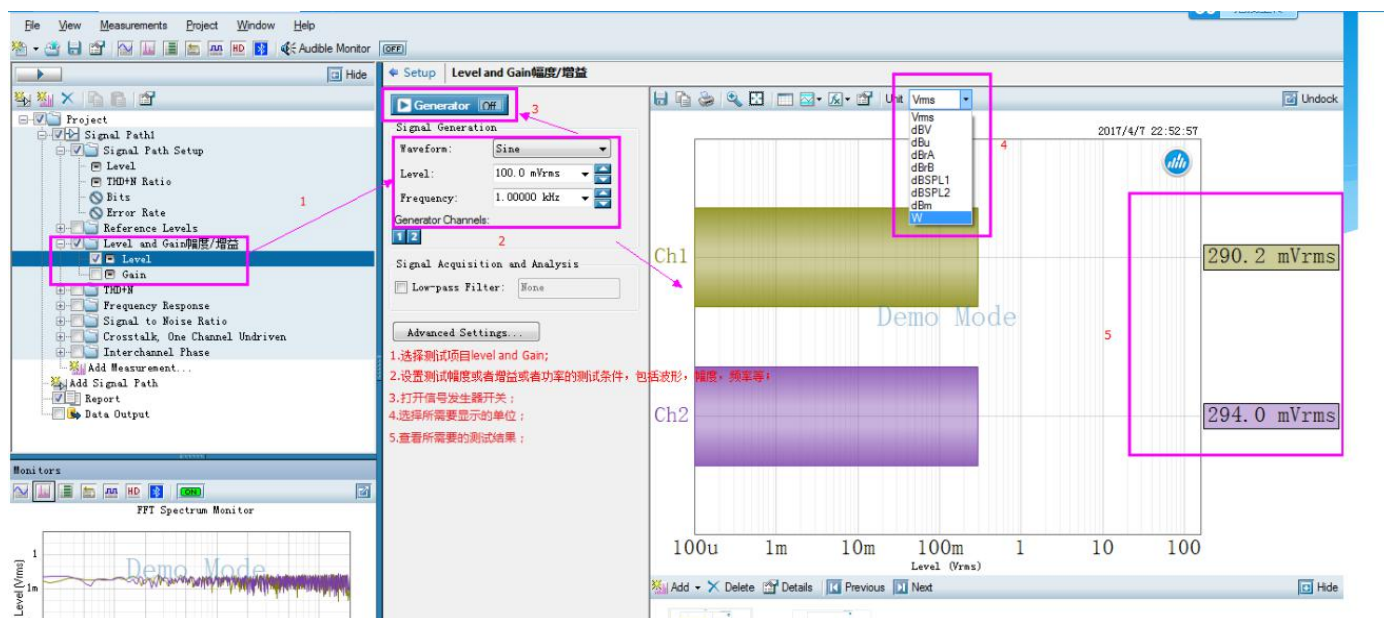
(4) 测试此时的脉冲响应, 如果脉冲趋于零点, 则设置合理, 可进行后续测试; 如图所示:



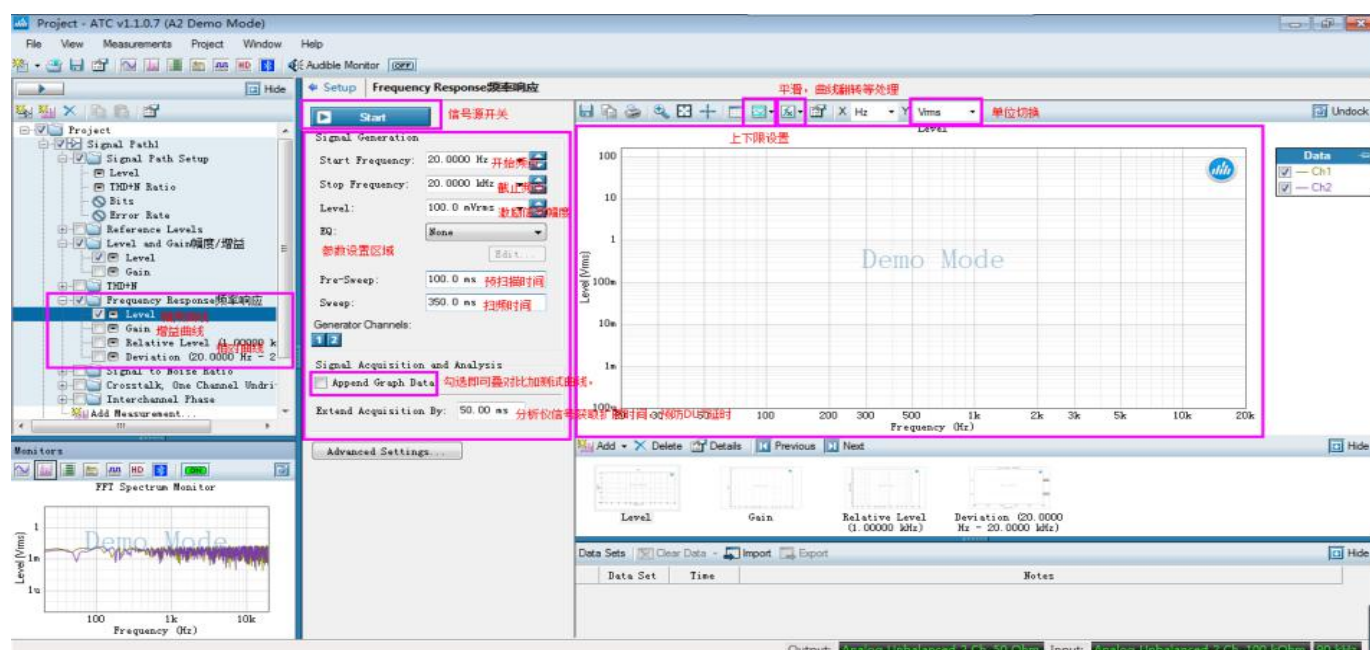
4. 具体音频参数测试

(1) 电平和增益

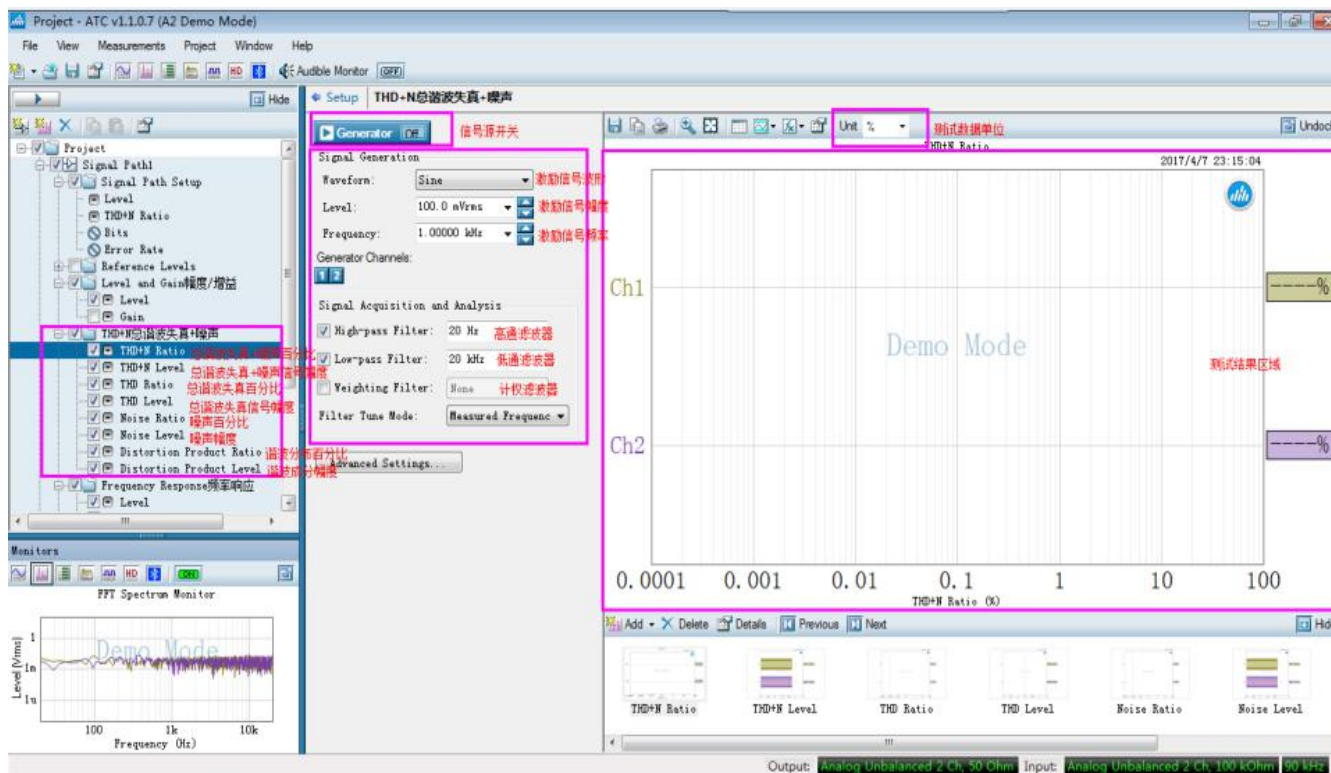
左侧序列设置栏选择电平和增益测试项，然后设置测试条件即信号源波形，幅度及频率，打开信号发生器，观察右侧测试结果，如果测试功率则需改变结果显示单位，如下图所示：



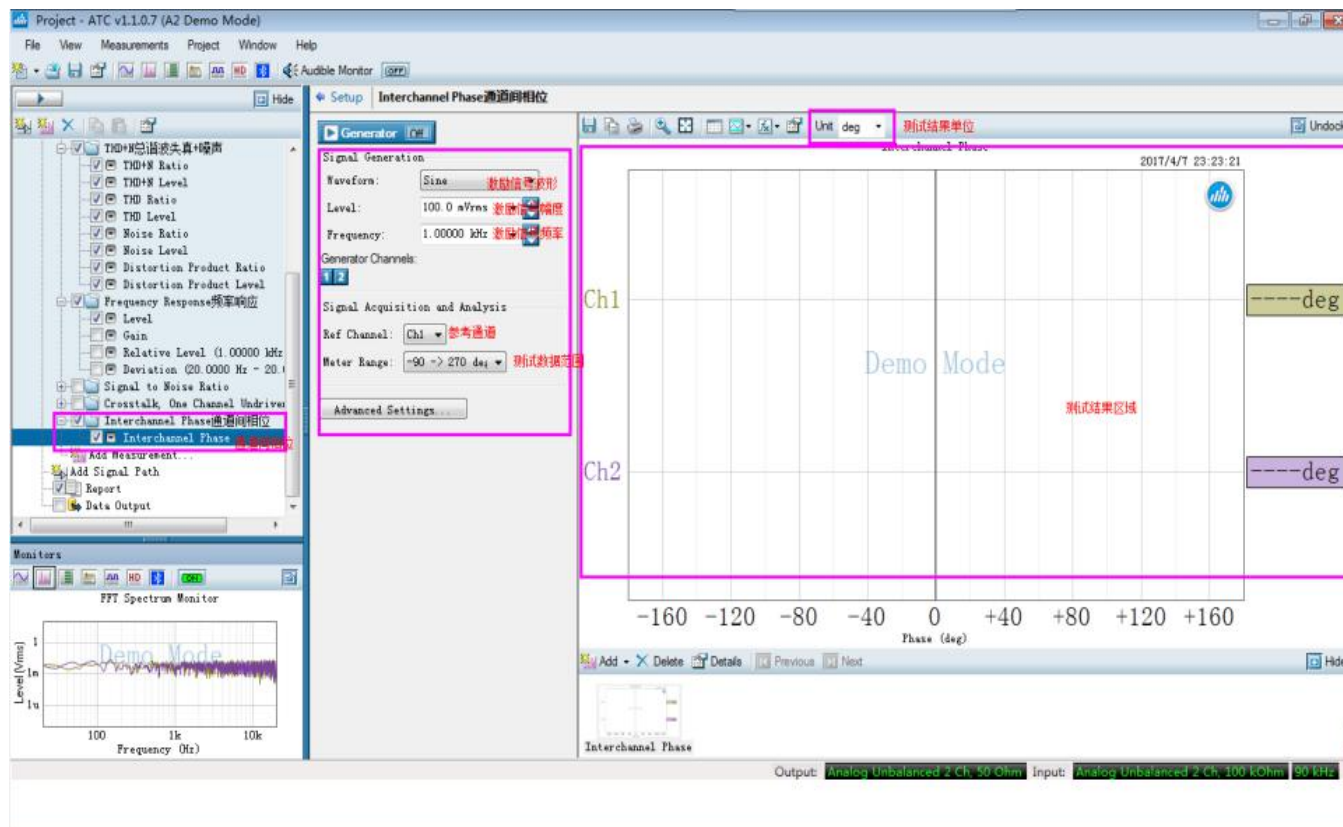
(2) 频率响应



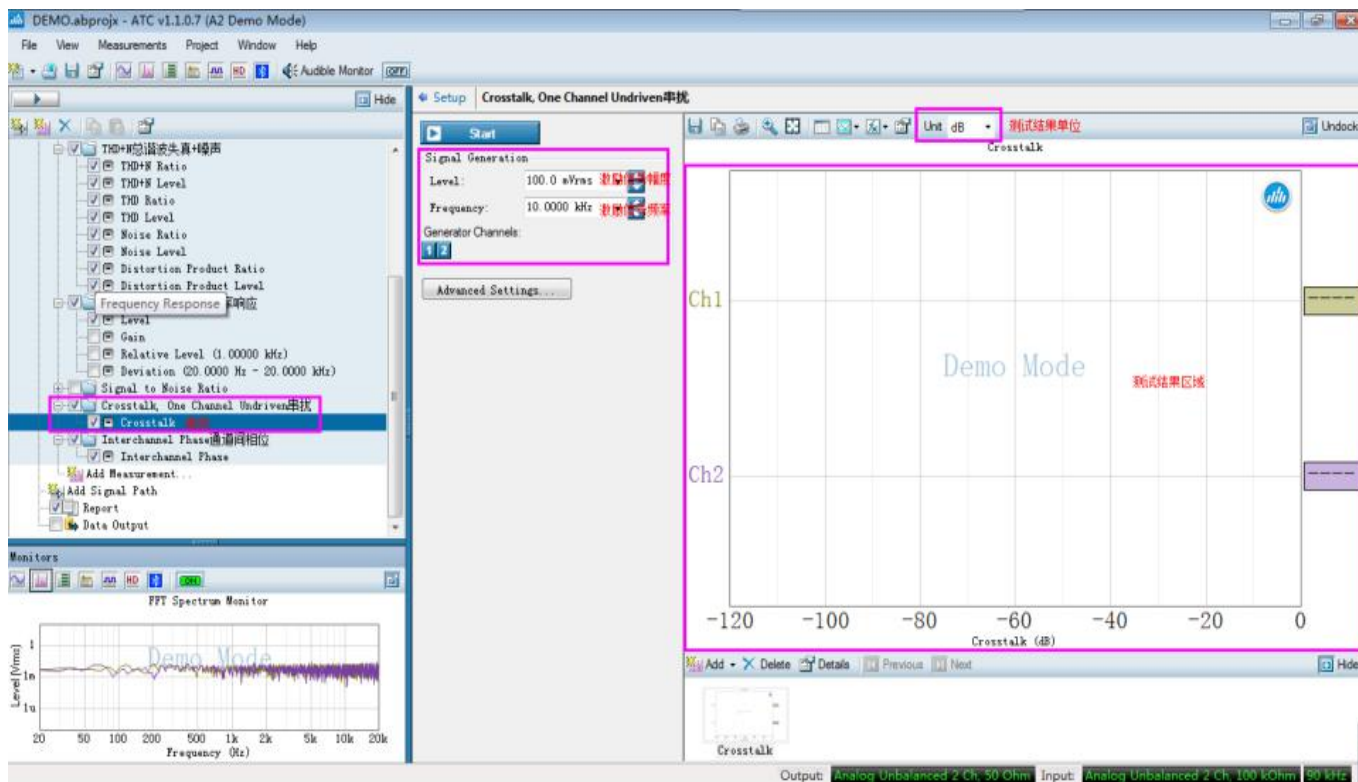
(3) 总谐波失真+噪声



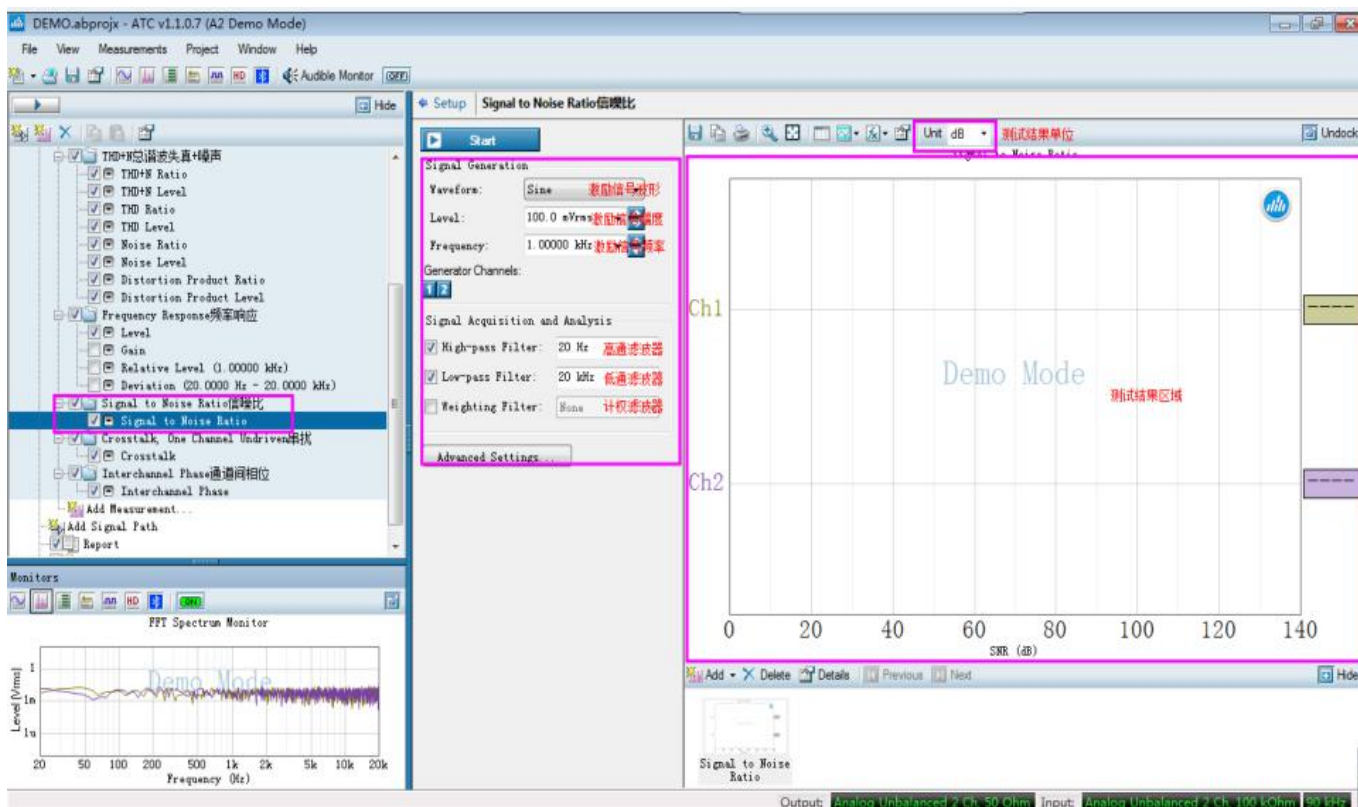
(4) 通道间相位



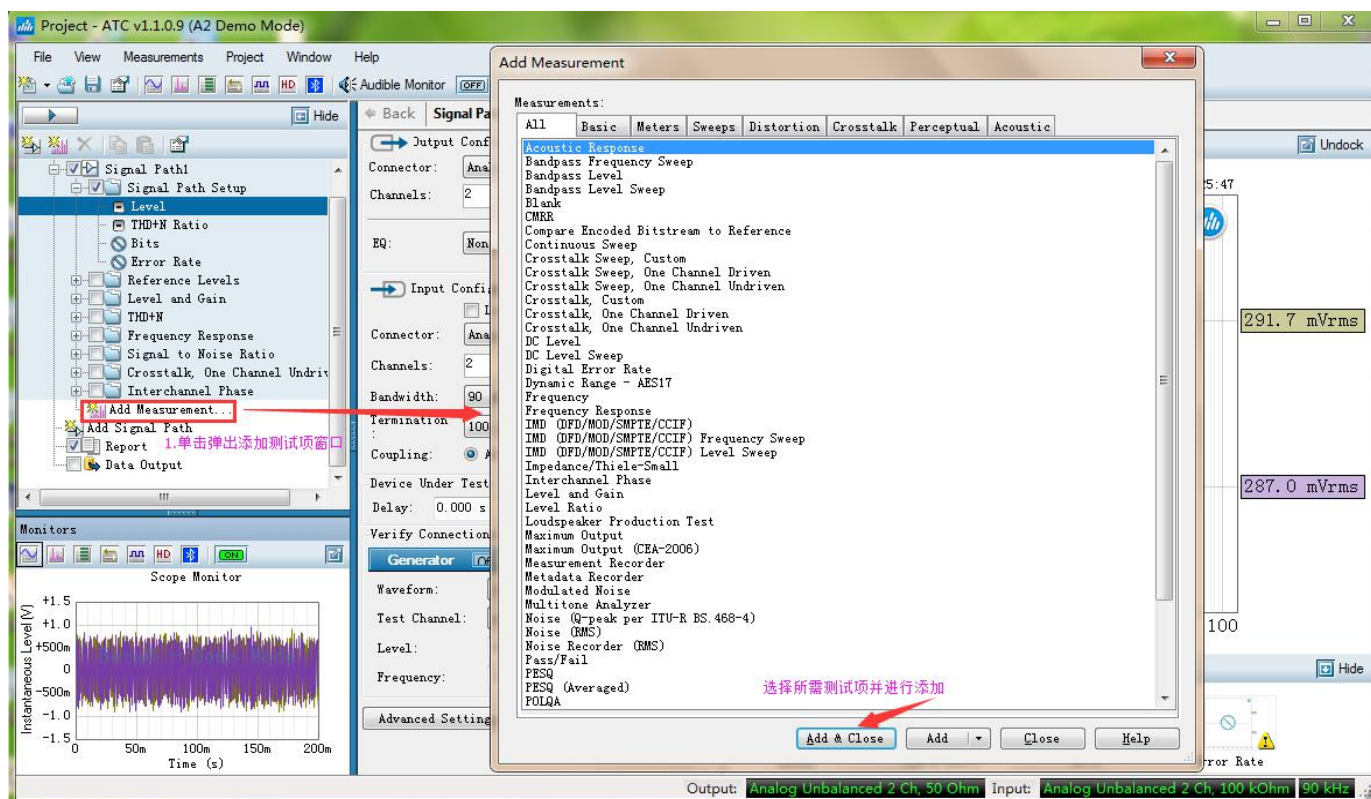
(5) 串扰



(6) 信噪比

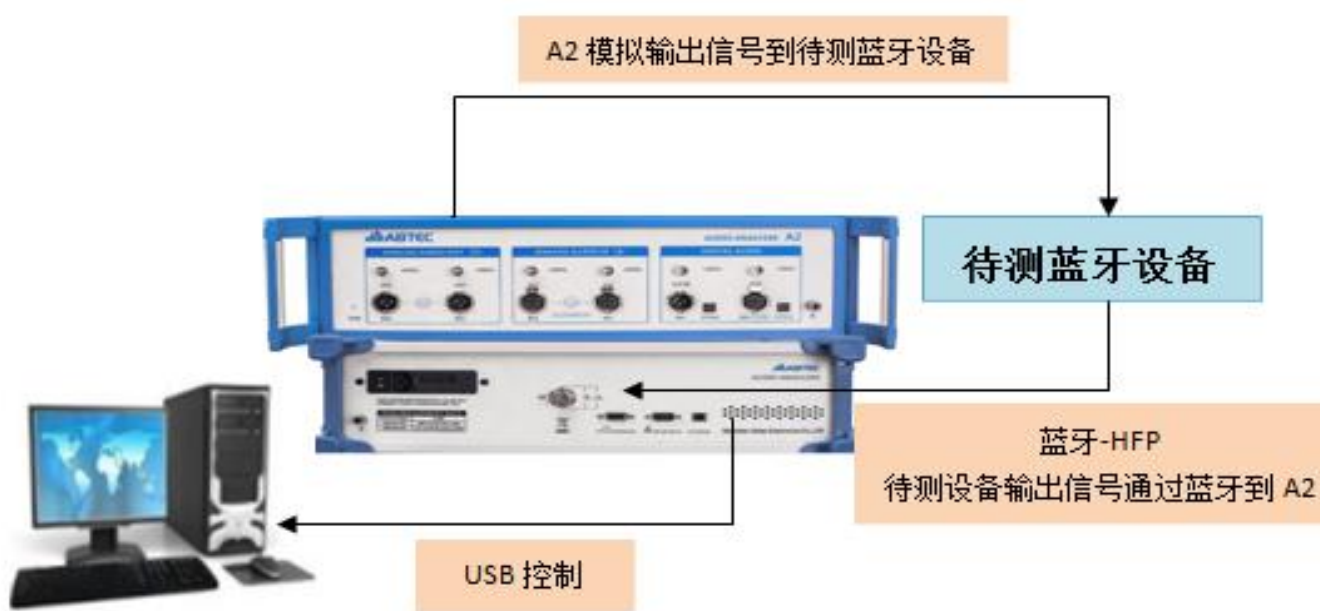


(7) 其他测试项目需进行添加，测试方法与上类似；



4.2 蓝牙通话测试

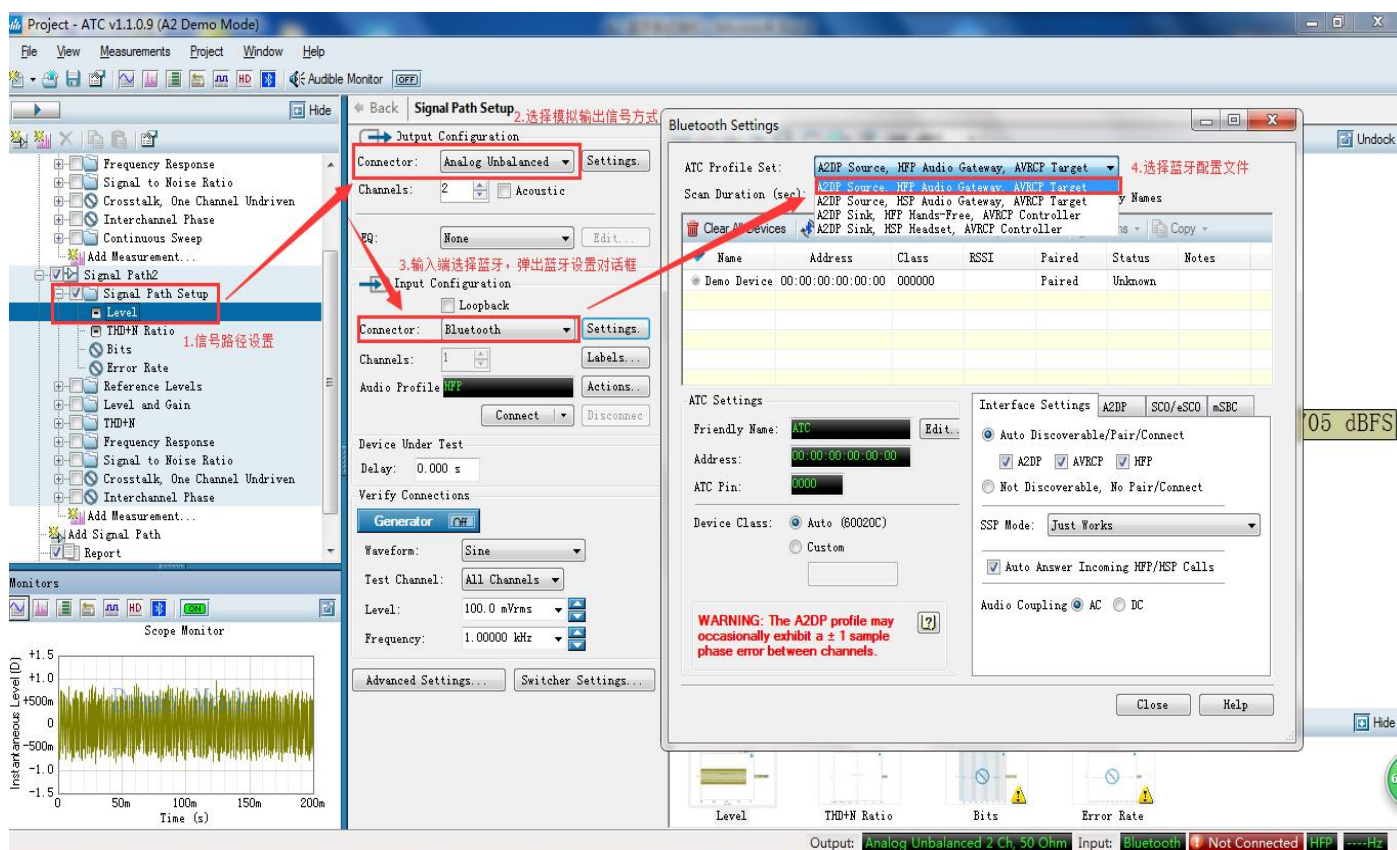
对于蓝牙产品的通话测试，采用 HFP 模式，其测试原理图如下图所示：



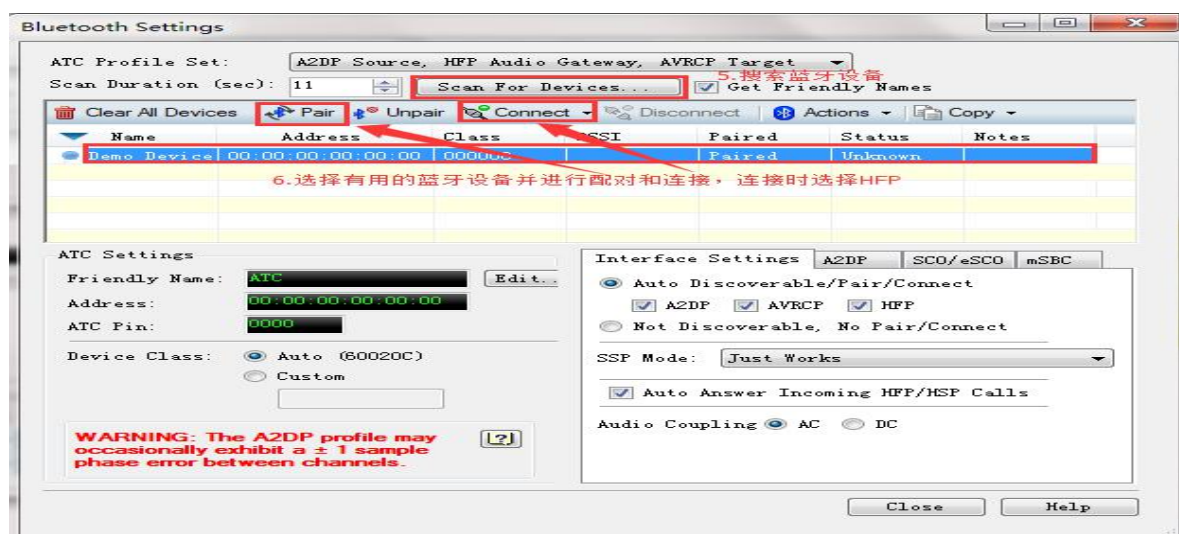
对于蓝牙通话测试，采用与音频测试相反的信号路径设置，A2 音频分析仪的信号发生器端模拟输出测试信号到待测设备（如果待测品为 MIC-PCBA 板，则直接输出测试信号到 MIC 输入端；如果测试 MIC 成品，则 A2 输出信号经过功放再到人工嘴两端，MIC 采集人工嘴发出的信号）；测试信号经待测设备后通过蓝牙传输到 A2 音频分析仪的分析仪端进行分析；

1. 蓝牙连接方式

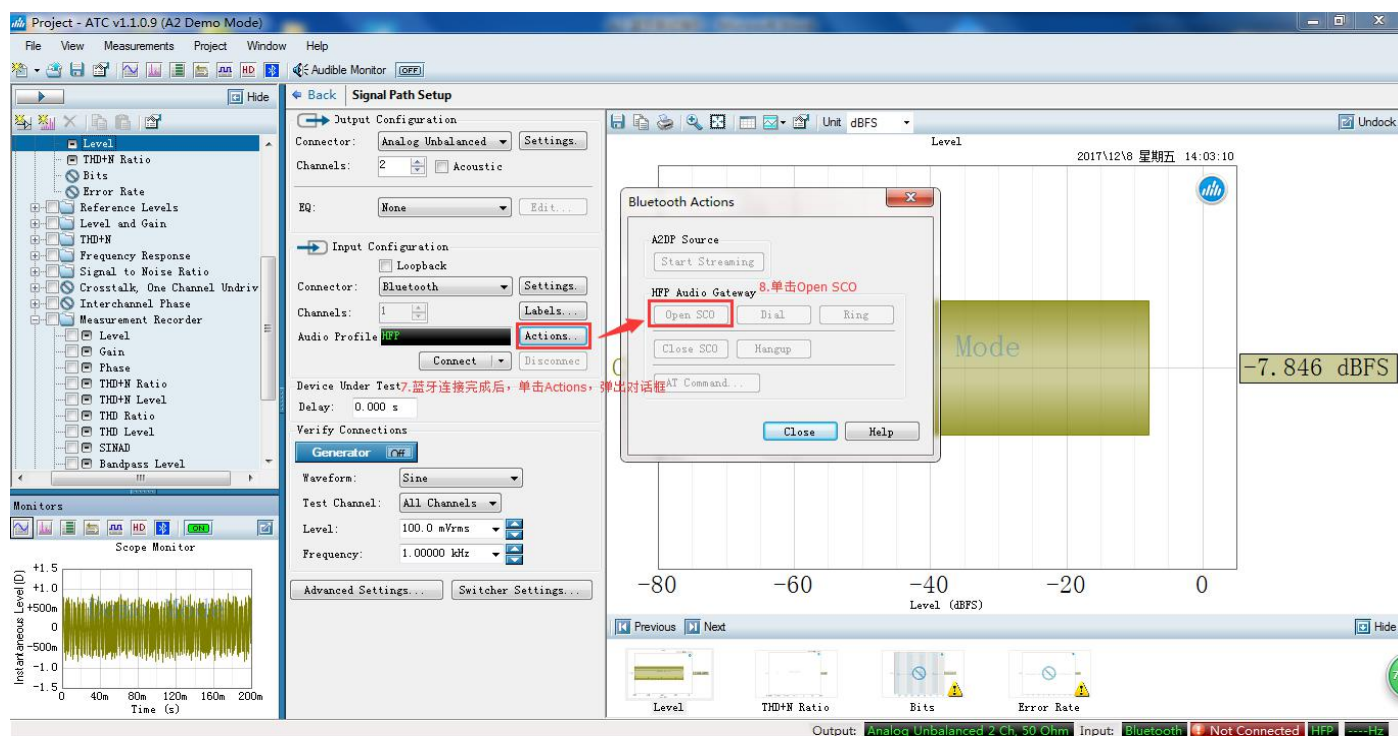
（1）信号路径设置：对于蓝牙耳机音频和通话测试，当我们把信号路径 1 已设置为 A2DP 时，我们可以新建信号路径 2 来进行通话模式即 HFP 测试，首先增加信号路径 2，在 Signal Path Setup->level 中，输出端根据实际使用方式进行设置，输入端即 Input Configuration 中的 connectors 选择为 Bluetooth 并弹出蓝牙设置对话框，选择蓝牙配置文件，如右图所示：



配置文件选择完成后，搜索蓝牙设备，并在搜索到的蓝牙设备中选择与待测设备对应的蓝牙并进行配对和连接，连接时选择 HFP，连接完成后关闭蓝牙设置对话框，具体设置如下图所示：



单击 Actions 弹出 Bluetooth Actions 对话框，单击 Open SCO 从而完成蓝牙 HFP 的路径设置；

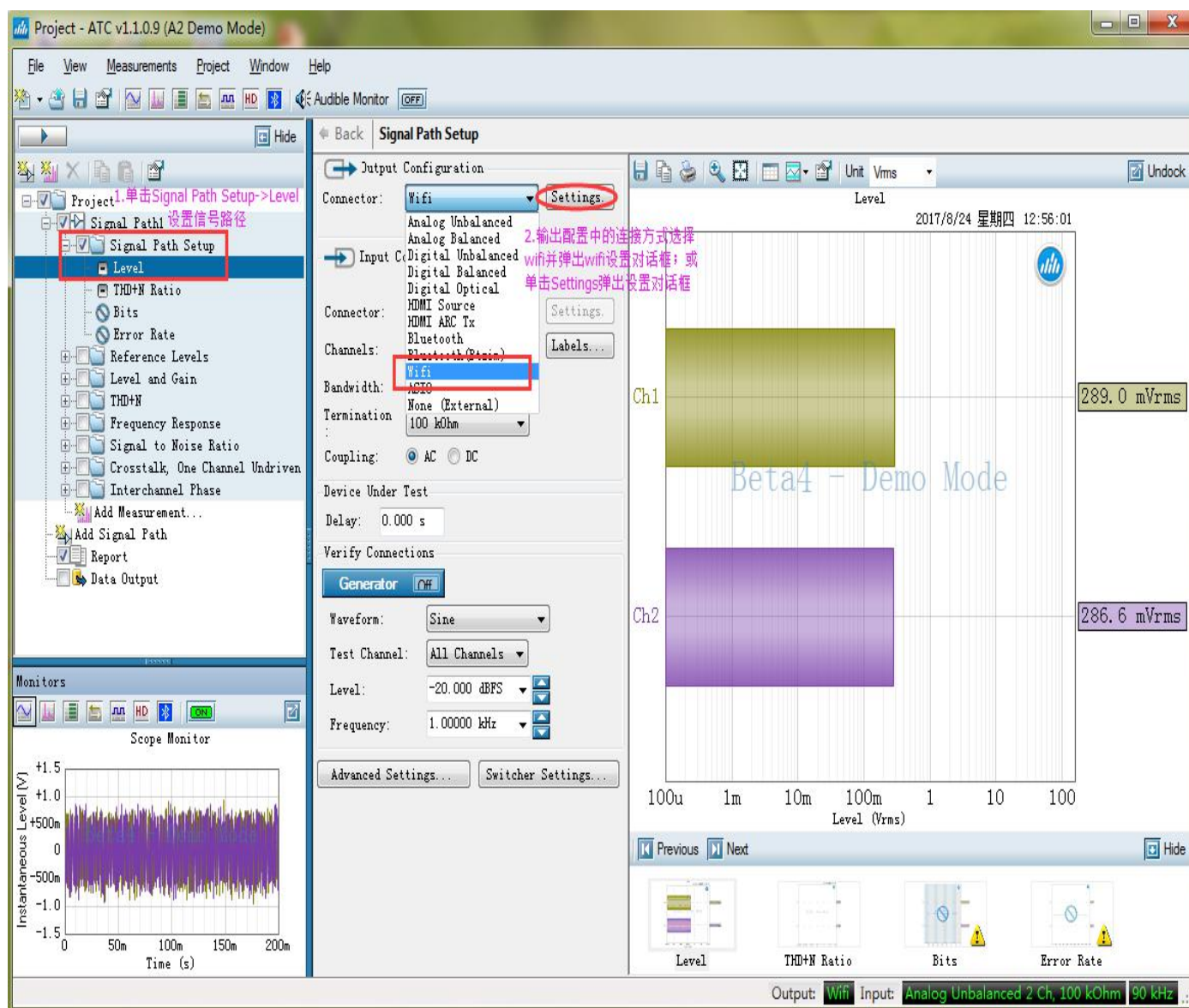


延时与具体测试项目与上述蓝牙音频测试相同，可参考上述内容；

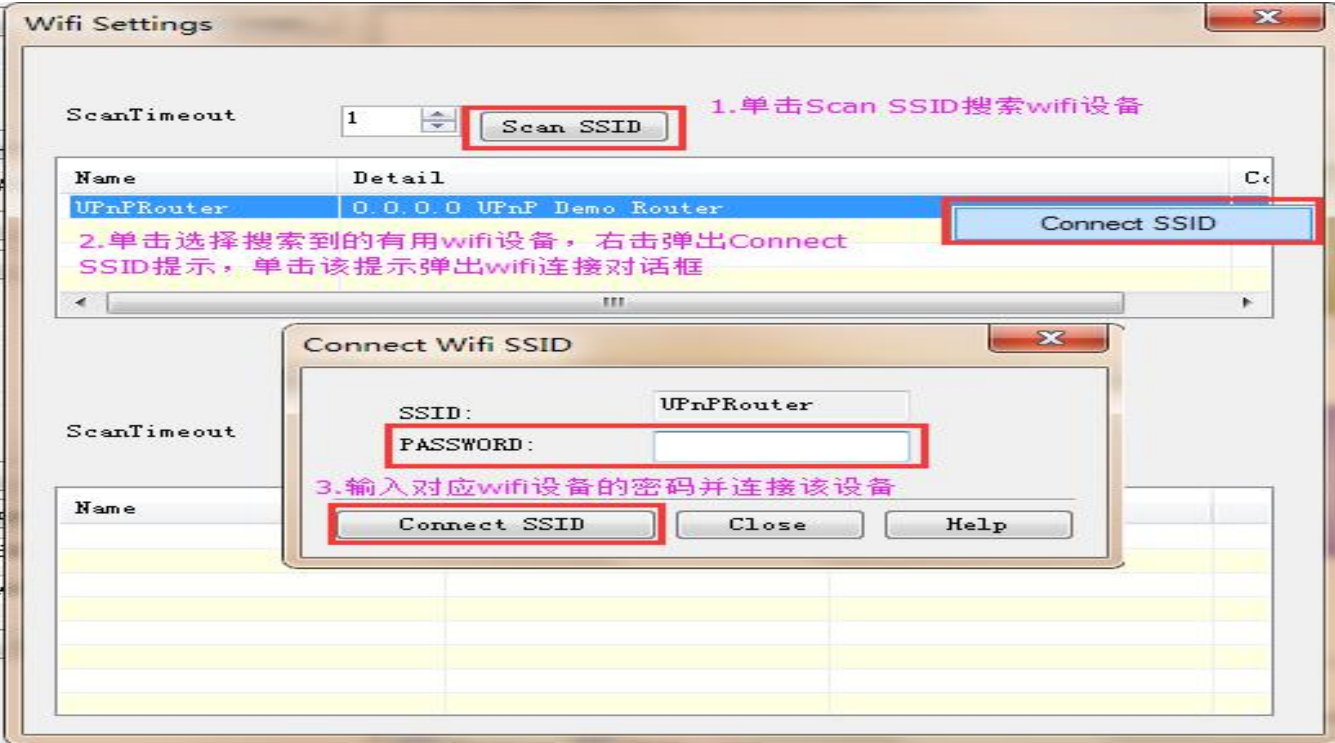
5. WIFI 音频测试

5.1 WIFI 连接方式

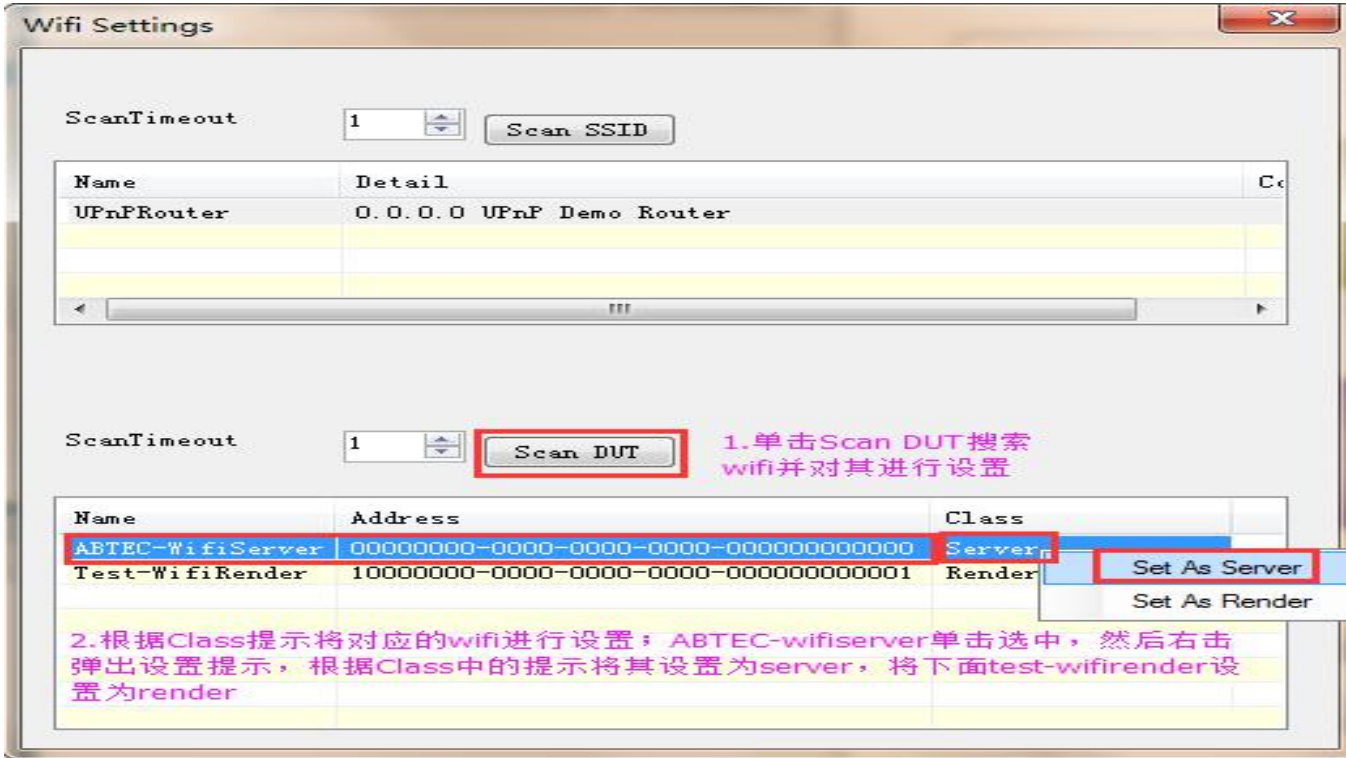
1. 打开 ATC 软件，左侧导航栏 & 序列设置选择 Signal Path Setup，将 Output Configuration 中的 connectors 选择为 wifi. 如右图所示：



2. 选择 wifi 后，弹出 wifi 设置窗口（单击 Settings 也会弹出此窗口），单击 Scan SSID 搜索 wifi 设备，并对搜索到的 wifi 设备进行连接，连接完成后连接提示框会自动关闭，若连接不成功则会出现连接失败的提示，如下图所示：

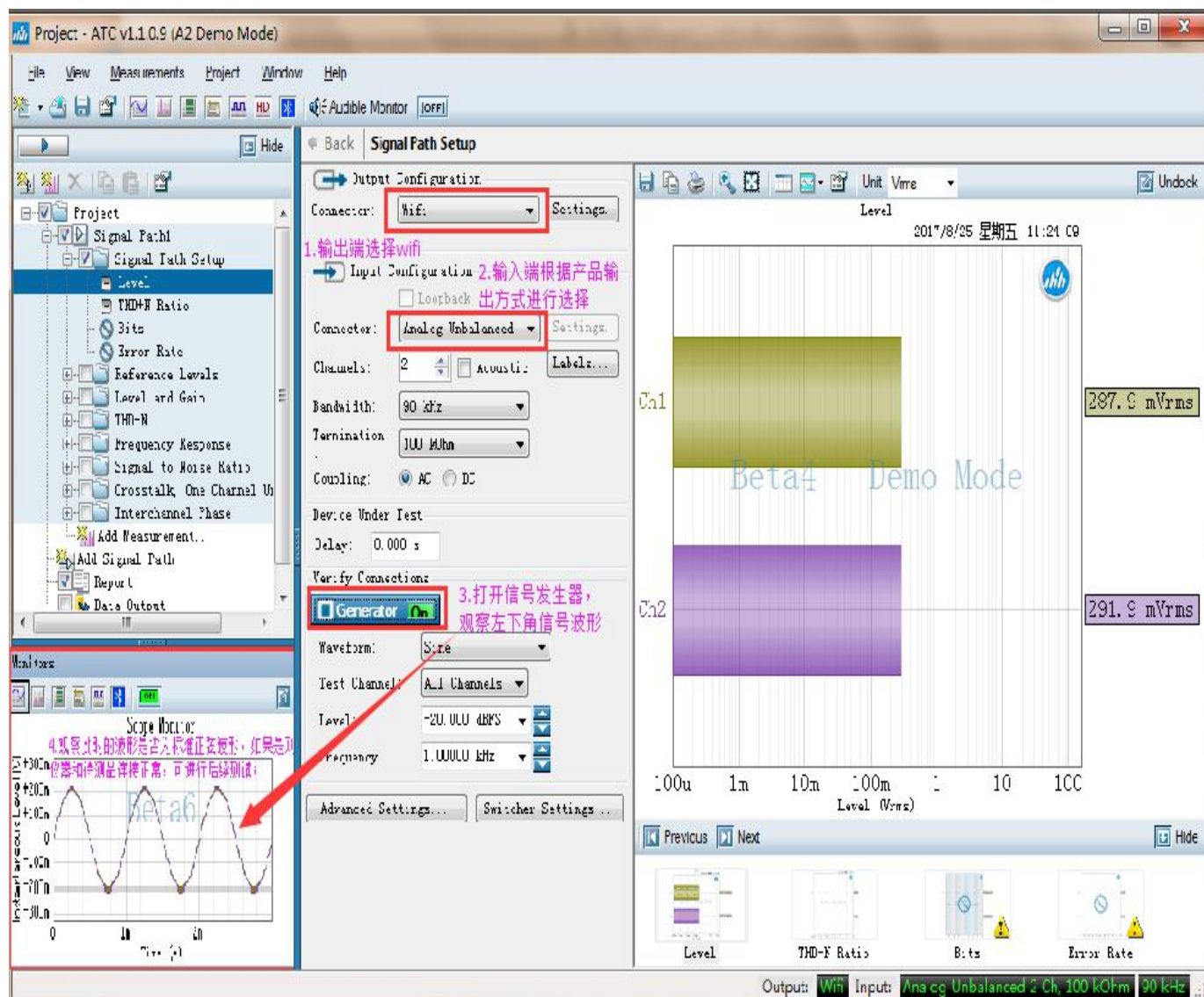


3.单击 Scan DUT 搜索 wifi 设备并对其进行设置，设置完成后关闭此窗口，wifi 连接已完成，如下图所示：



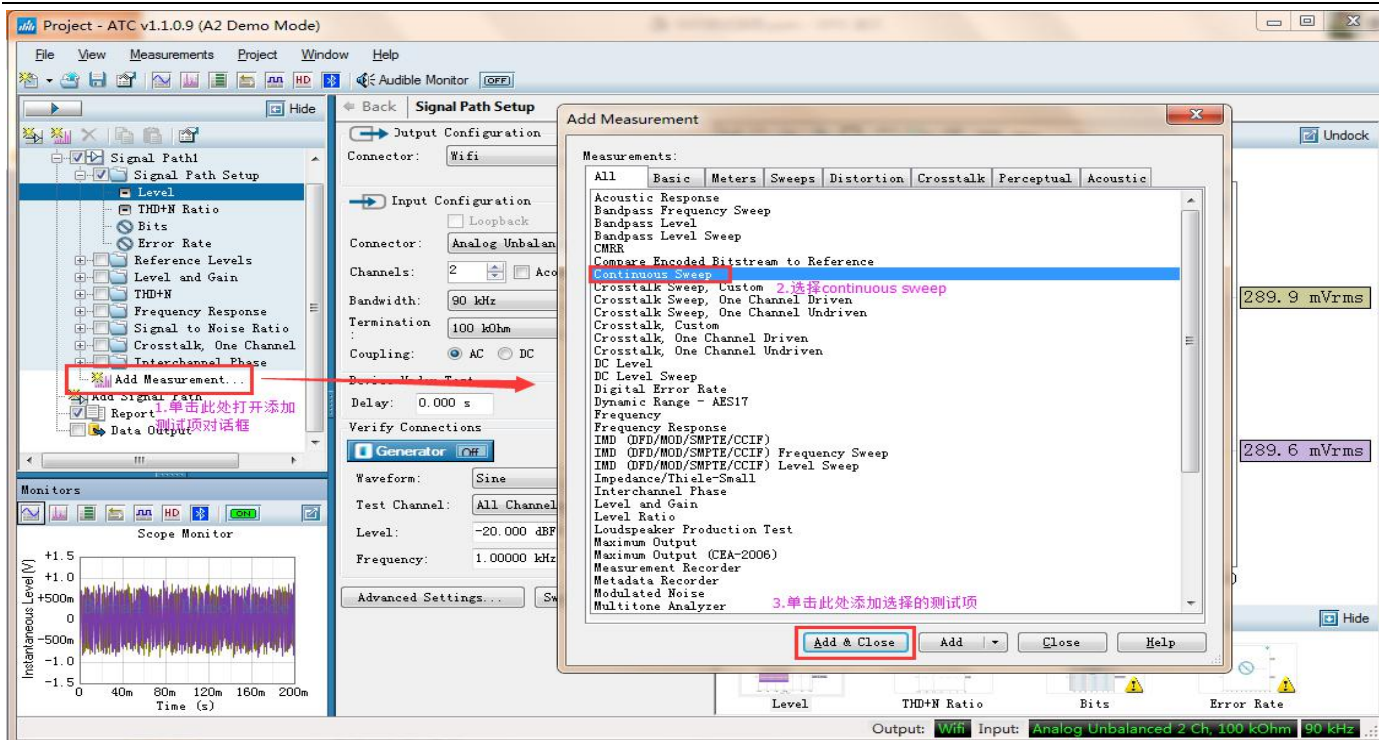
4.当 wifi 连接成功后，Signal Path Setup 下的输入配置即 Input Configuration 中的连

接方式即 **connectors** 根据待测品的输出方式自行选择；设置好输出输入方式后，打开信号发生器观察左下角信号监视器有无正弦信号输入，若信号正常则完成连接可进行后续测试；

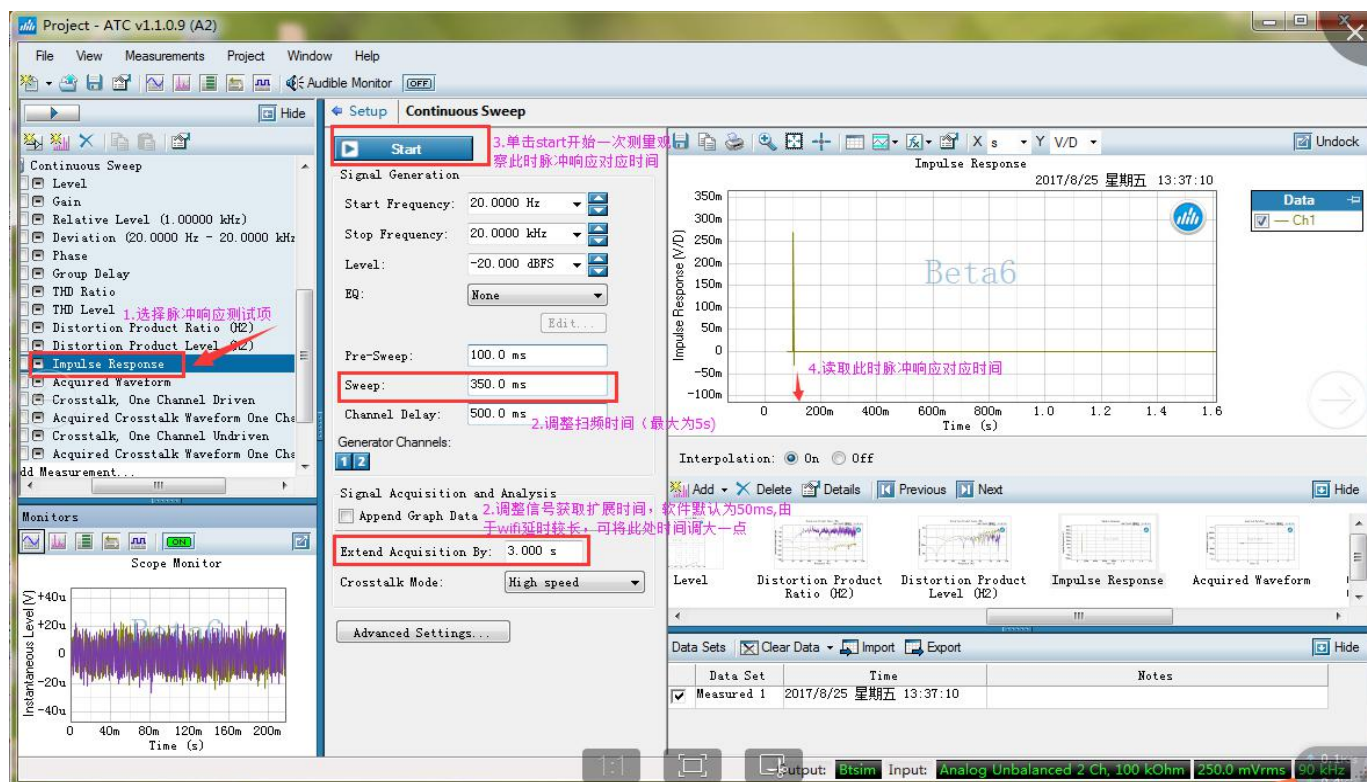


5.2 WIFI 延时设置

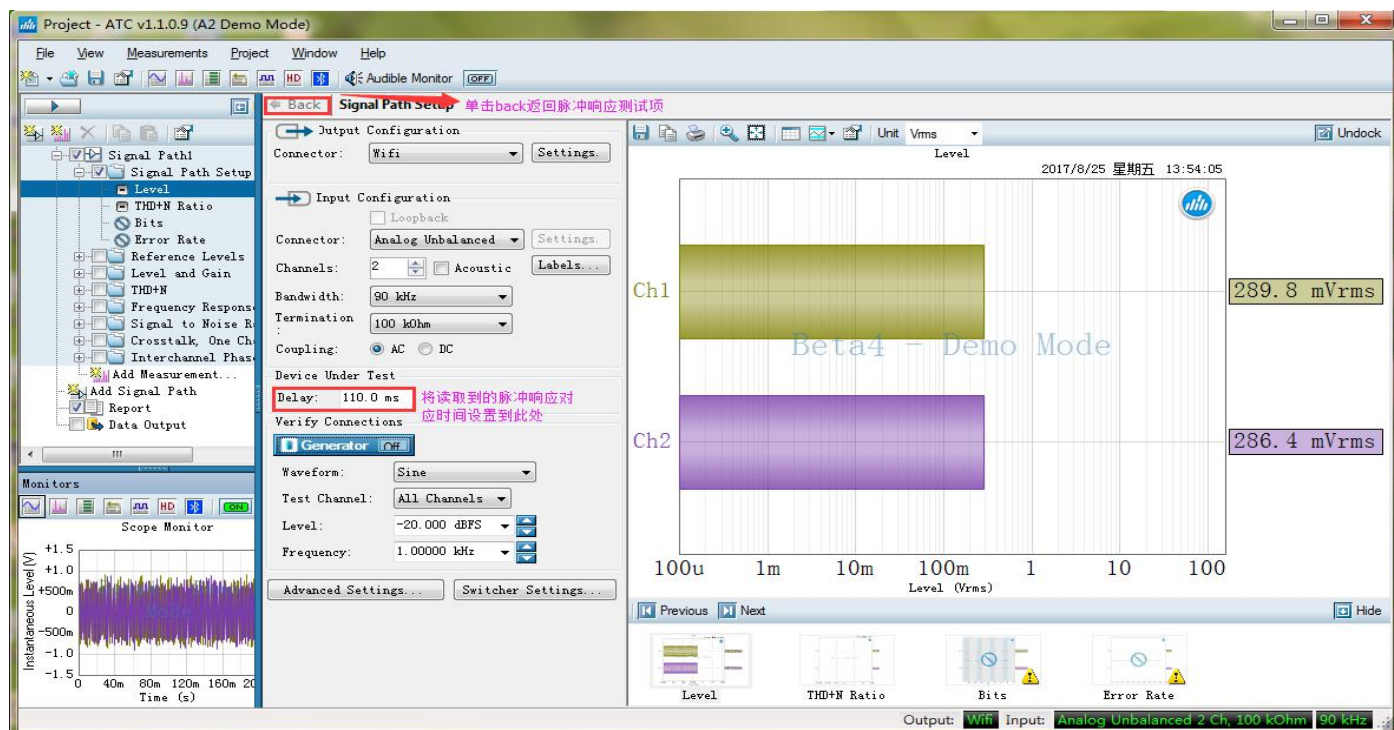
1. 单击左侧导航栏序列设置中的 **Add Measurements**, 弹出增加测试项对话框，选择 **continuous sweep**，并单击 **Add&Close** 进行添加；



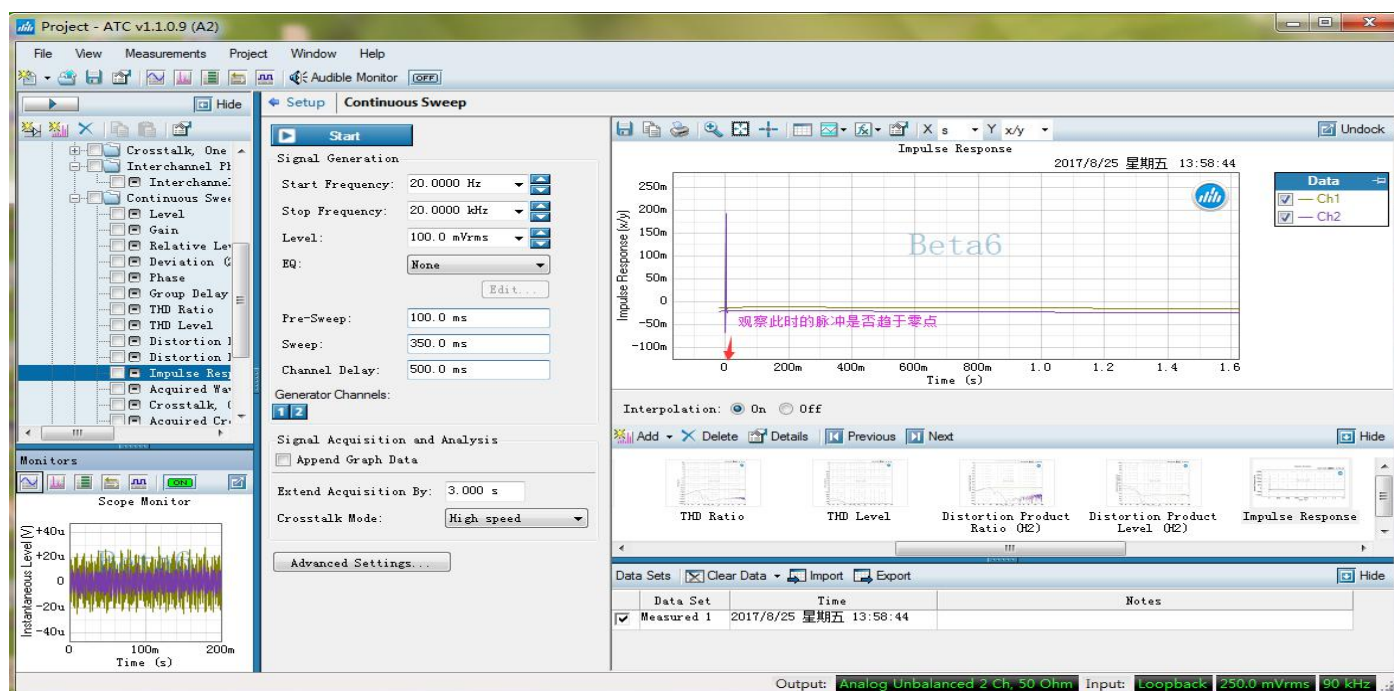
2.选择 continuous sweep 测量项下的 impulse response(脉冲响应)测试项，调整扫频时间和信号获取扩展时间，进行一次测试，观察脉冲对应的时间点，并读取该时间值，如下图所示：



3.将读取到的脉冲响应对应时间点设置到 Signal Path Setup 中的延时即 Delay,设置完成后单击 back 返回脉冲响应测试项，如下图所示：



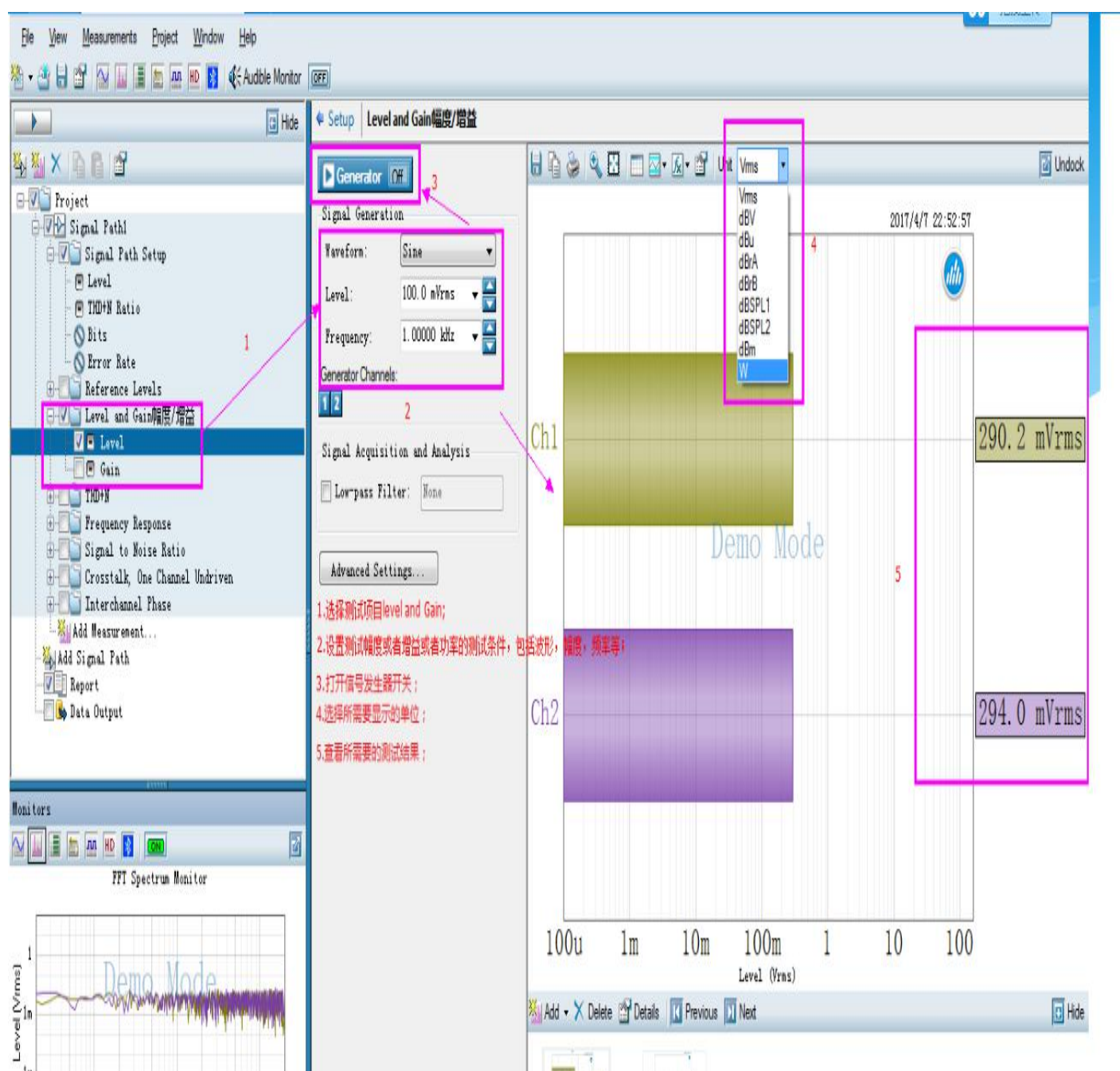
4.测试此时的脉冲响应，如果脉冲趋于零点，则延时设置合理，可进行后续测试；如下图所示：



5.3 具体音频参数测试

1. 电平和增益

左侧序列设置栏选择电平和增益测试项，然后设置测试条件即信号源波形，幅度及频率，打开信号发生器，观察右侧测试结果，如果测试功率则需改变结果显示单位，如下图所示：



File View Measurements Project Window Help

File View Measurements Project Window Help

Hide

Project

Signal Path

Signal Path Setup

Level

THD+N Ratio

Bits

Error Rate

Reference Levels

Level and Gain 幅度/增益

Level

Gain

THD+N

Frequency Response 频率响应

Level 幅度

Gain 增益曲线

Relative Level (1.00000 kHz)

Deviation (20.0000 Hz ~ 20.0000 kHz)

Signal to Noise Ratio

Crosstalk, One Channel Under

Interchannel Phase

Add Measurement...

Monitors

FFT Spectrum Monitor

Level (Vrms)

Frequency (Hz)

1

1m

10k

100

1k

10k

Setup

Frequency Response 频率响应

Start

Signal Source 信号源开关

Advanced Settings...

Signal Generation

Start Frequency: 20.0000 Hz 开始频率

Stop Frequency: 20.0000 kHz 截止频率

Level: 100.0 nVrms 激励信号幅度

BQ: None

参数设置区域

Edit...

Pre-Sweep: 100.0 ms 预扫描时间

Sweep: 350.0 ms 扫描时间

Generator Channels:

Signal Acquisition and Analysis

Append Graph Data 勾选即可叠对比加测试曲线

Extend Acquisition By: 50.00 ms 分析仪信号采集时间段内可遍历500ms

上下限设置

平滑, 曲线旋转等处理

Level

100

10

1

100m

10m

1m

100

100

200

300

500

1k

2k

3k

5k

10k

20k

Frequency (Hz)

Level

Gain

Relative Level (1.00000 kHz)

Deviation (20.0000 Hz ~ 20.0000 kHz)

Data Sets

Clear Data

Import

Export

Data Set

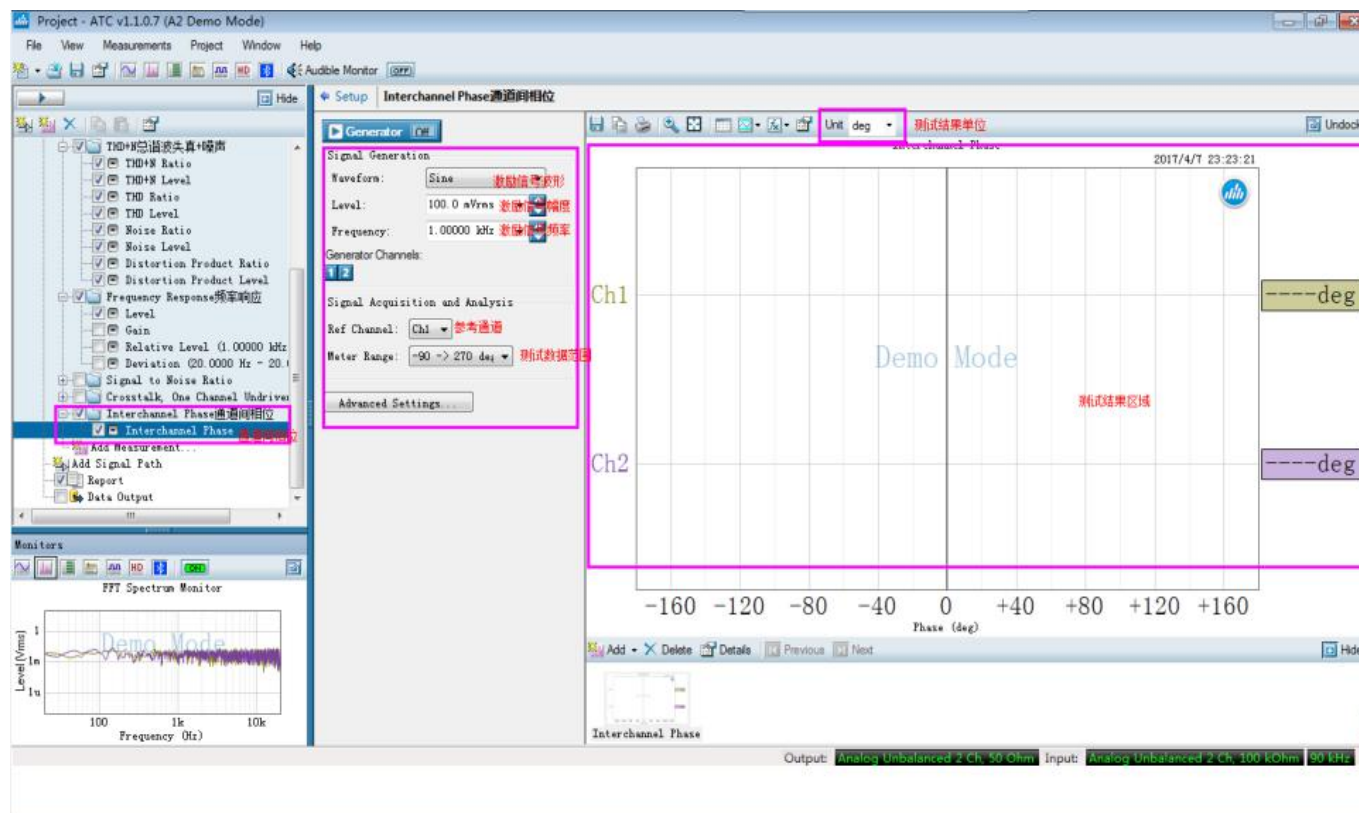
Time

Notes

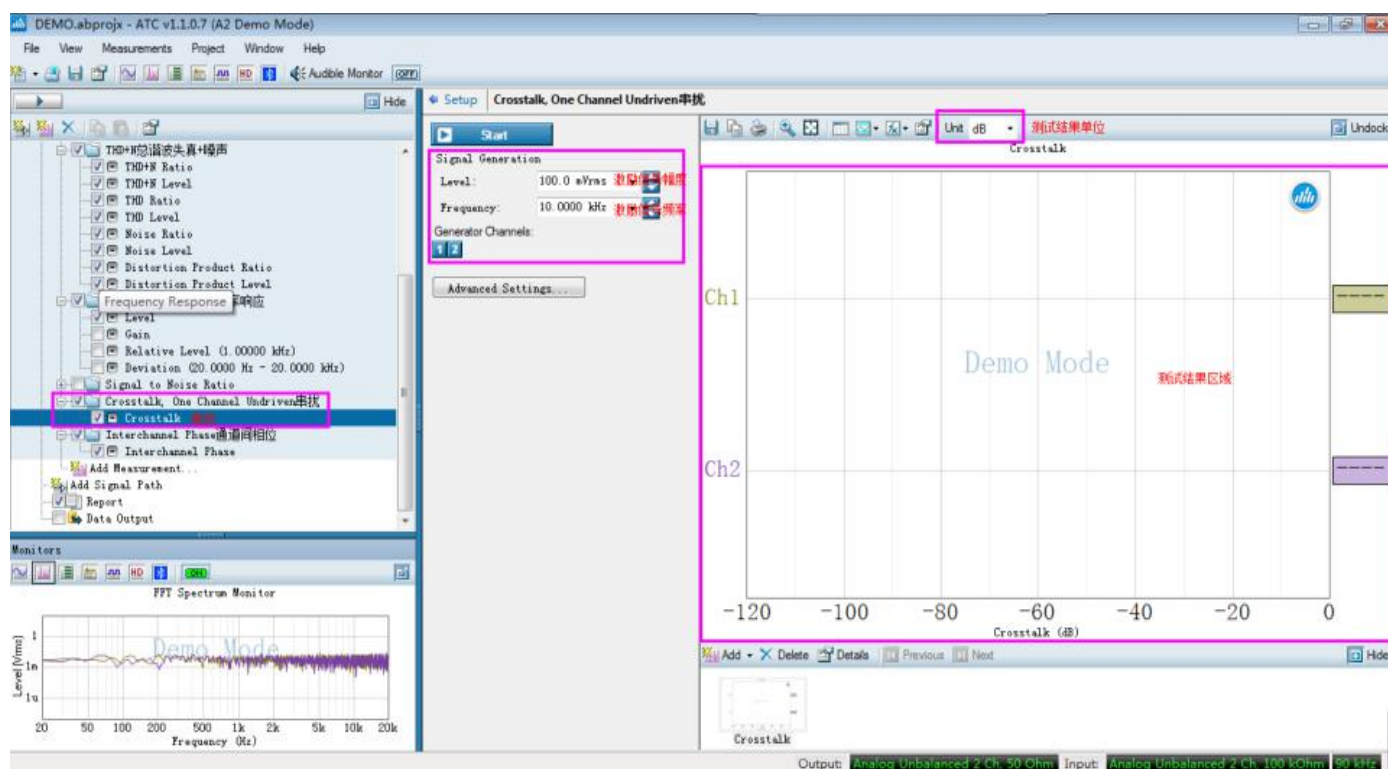
Output: Analog Unbalanced 2 Ch, 50 Ohm

Input: Analog Unbalanced 2 Ch, 100 kOhm, 90 kHz

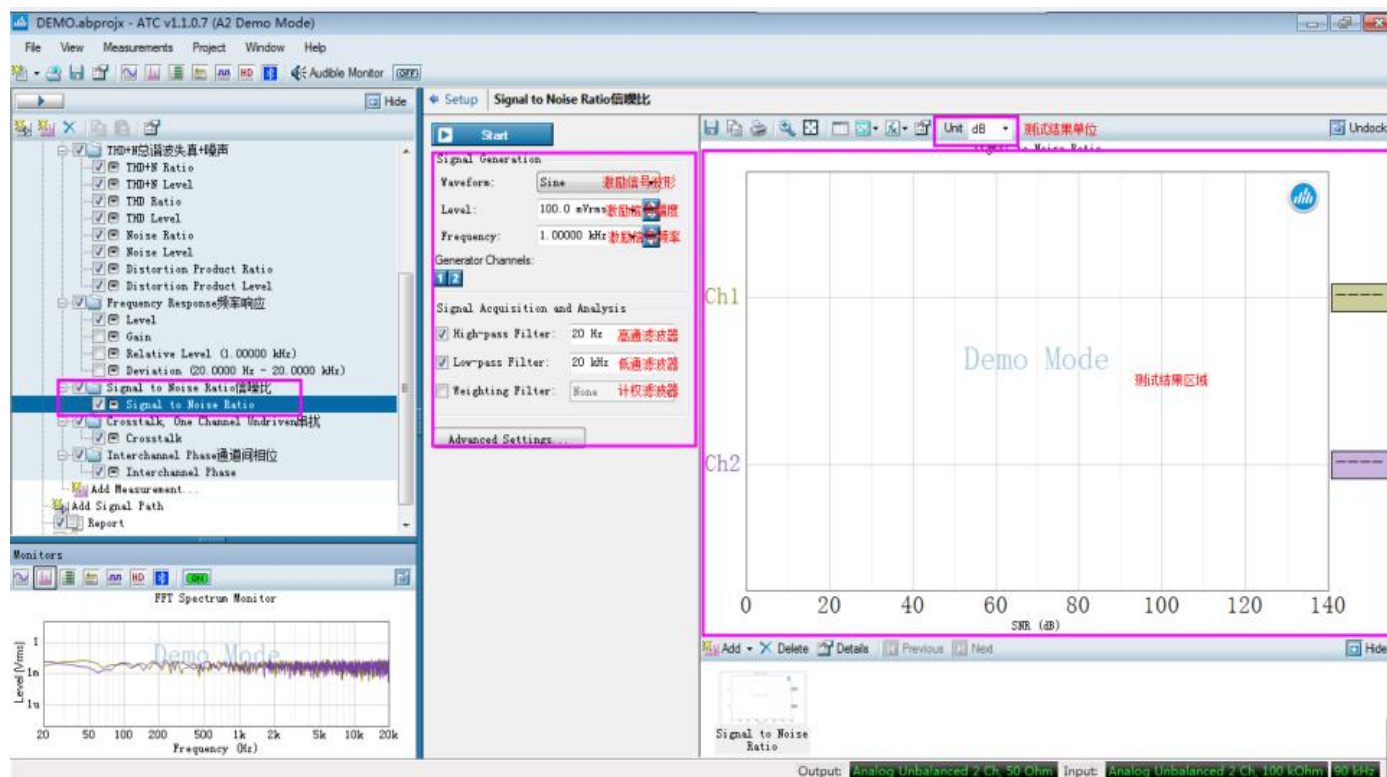
4.通道间相位



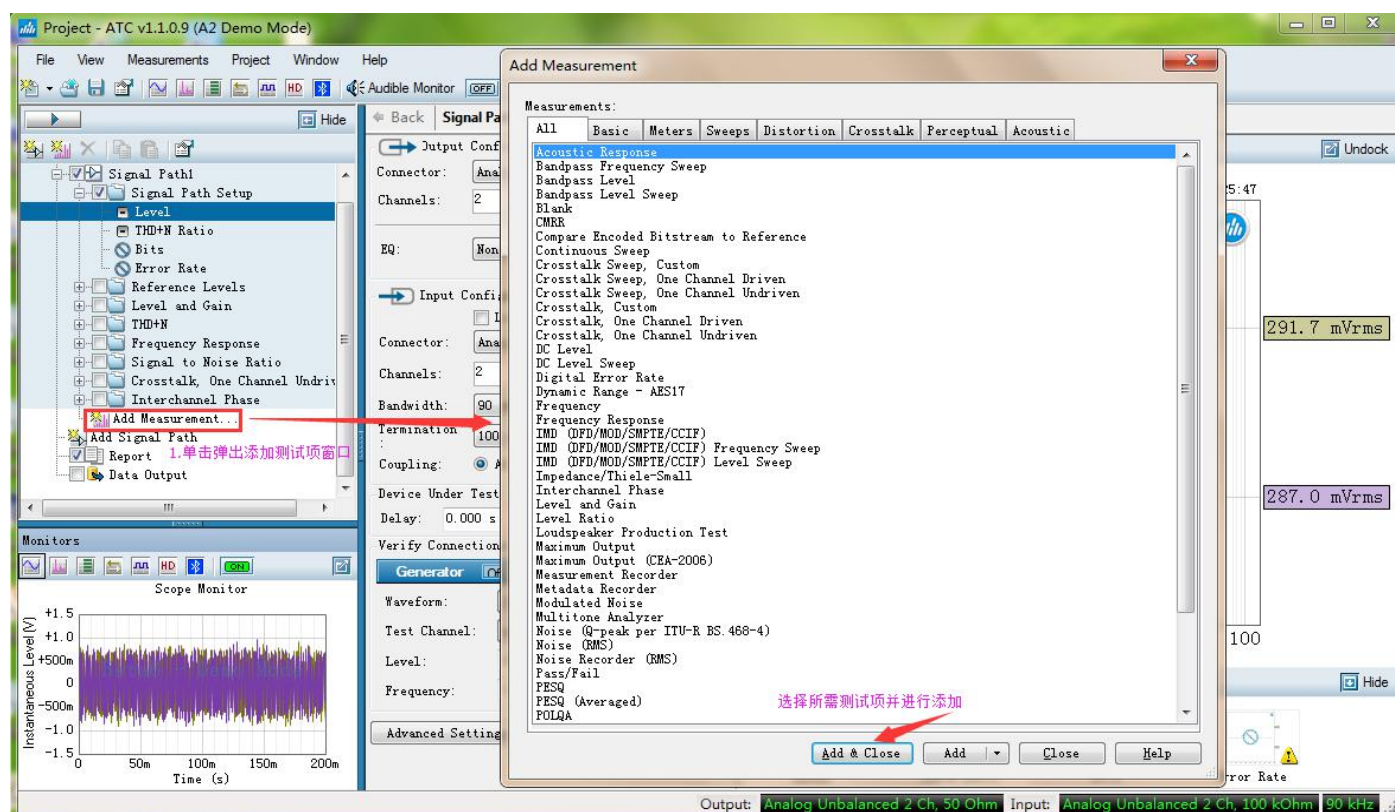
5.串扰



6.信噪比



7.其他测试项目需进行添加，测试方法与上类似；



6. ASIO/Type-C 耳机测试

6.1 测试连接图



6.2 Type-c 耳机扬声器测试

1. 信号路径设置

在测试之前，需要安装 ASIO4ALL V2 驱动；

1.打开 ATC 软件，选择路径设置 Signal Path Setup-level;

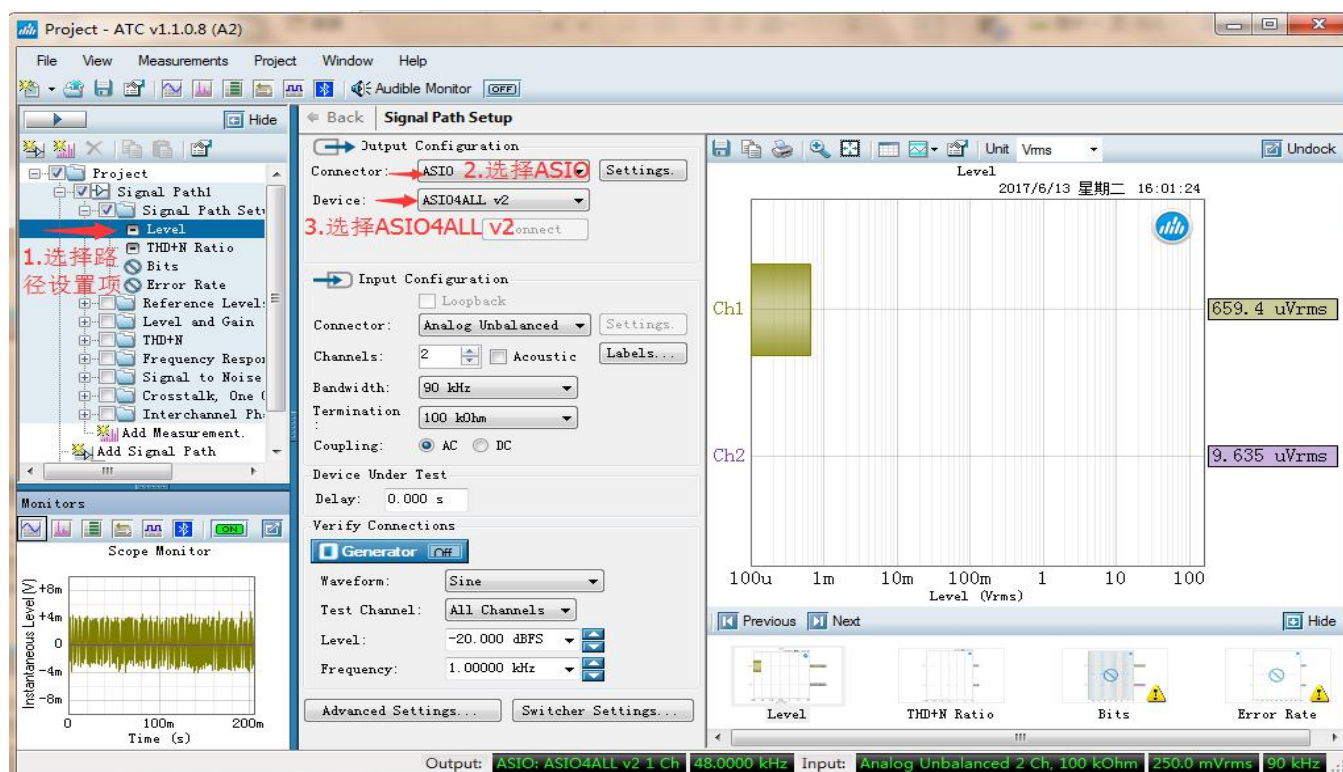
2.针对 Type c 耳机，我们选择 ASIO 作为信号源输出方式，模拟非平衡为分析仪输入方式；具体路径设置方法如下：

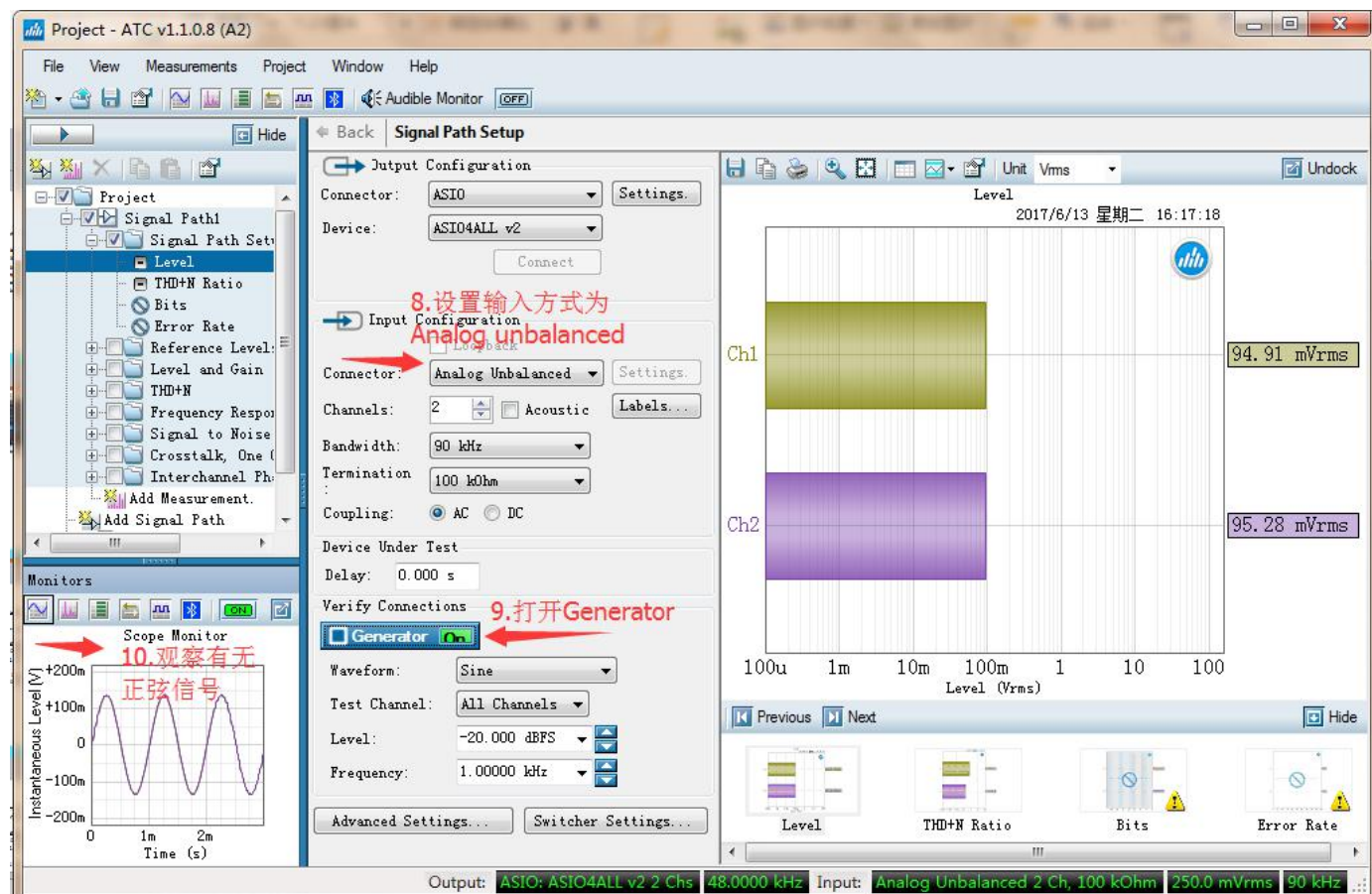
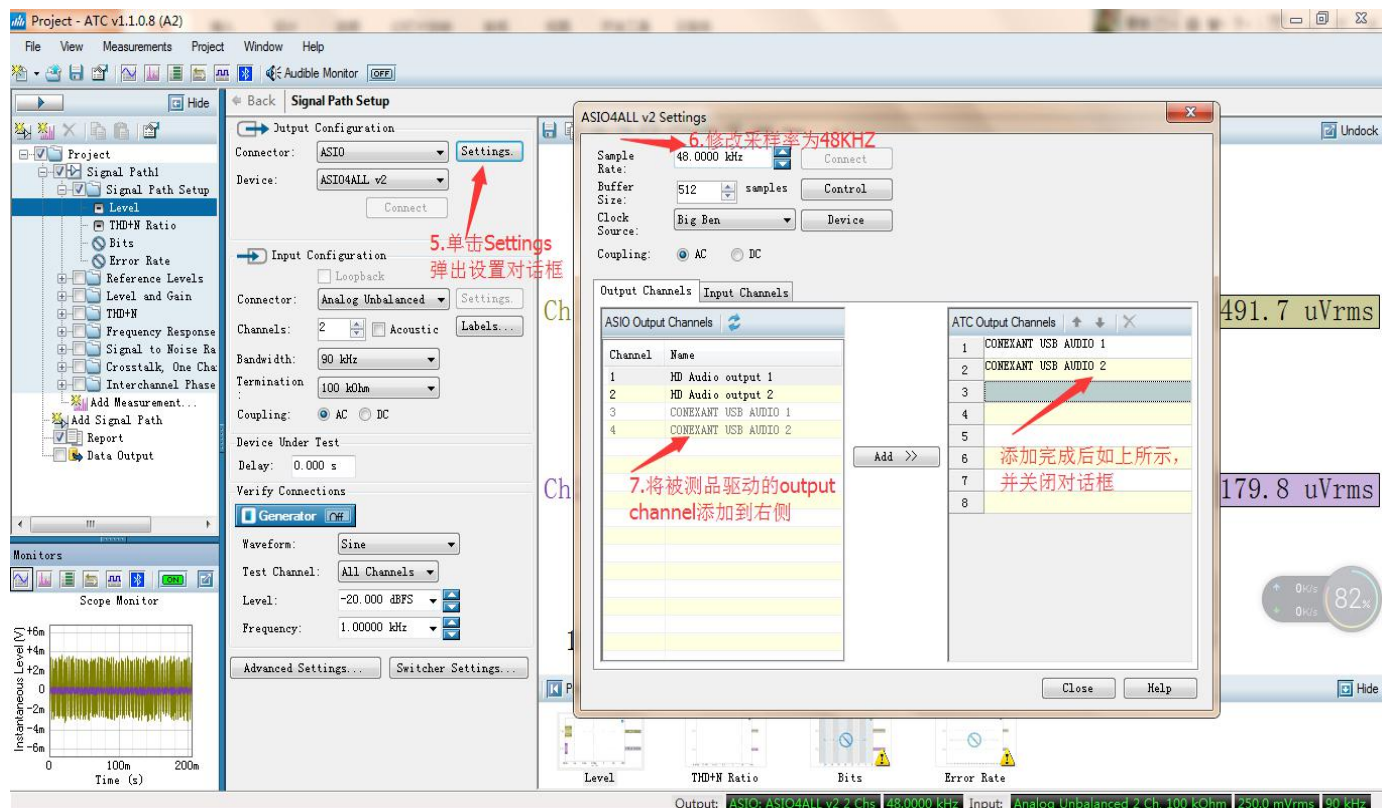
- (1) Output Configuration 中的 Connector 选择为 ASIO,Device 选择 ASIO4ALL v2;
- (2) 在桌面右下角会有驱动显示图标，确定驱动处在打开的状态；
- (3) 单击设置即 Settings.弹出设置对话框，修改 Output Channel,将左侧对应驱动的 ASIO Output Channels 添加到右侧 ATC Output Channels;

(4) Iutput Configuration 中的 Connector 选择为 Analog unbalanced;

3.打开信号发生器 Generator，这时我们可以观察分析仪即 Scope monitor 有无正弦信号输入，若有则路径设置正确，可以进行后续测试；

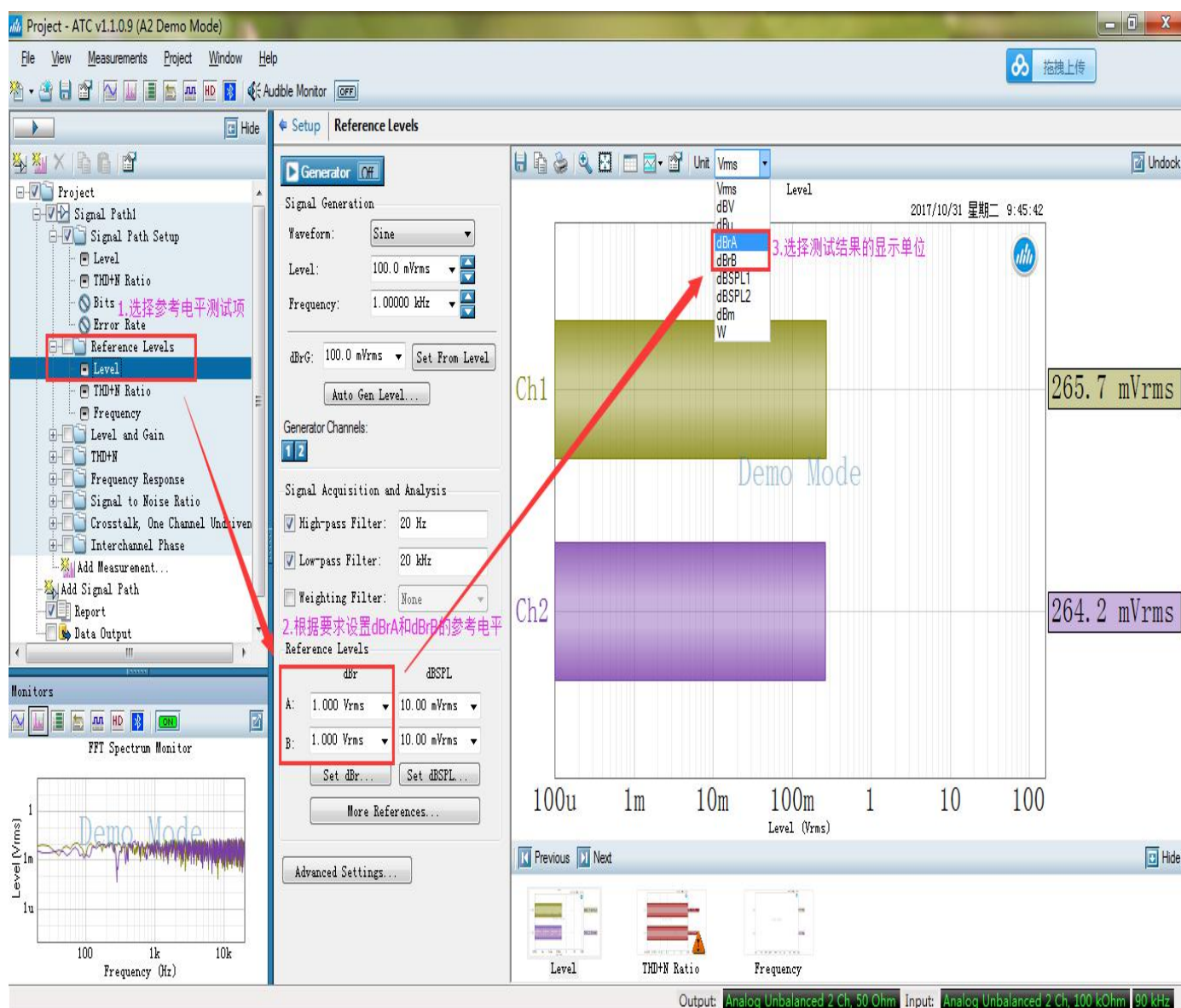
软件操作界面如下所示：



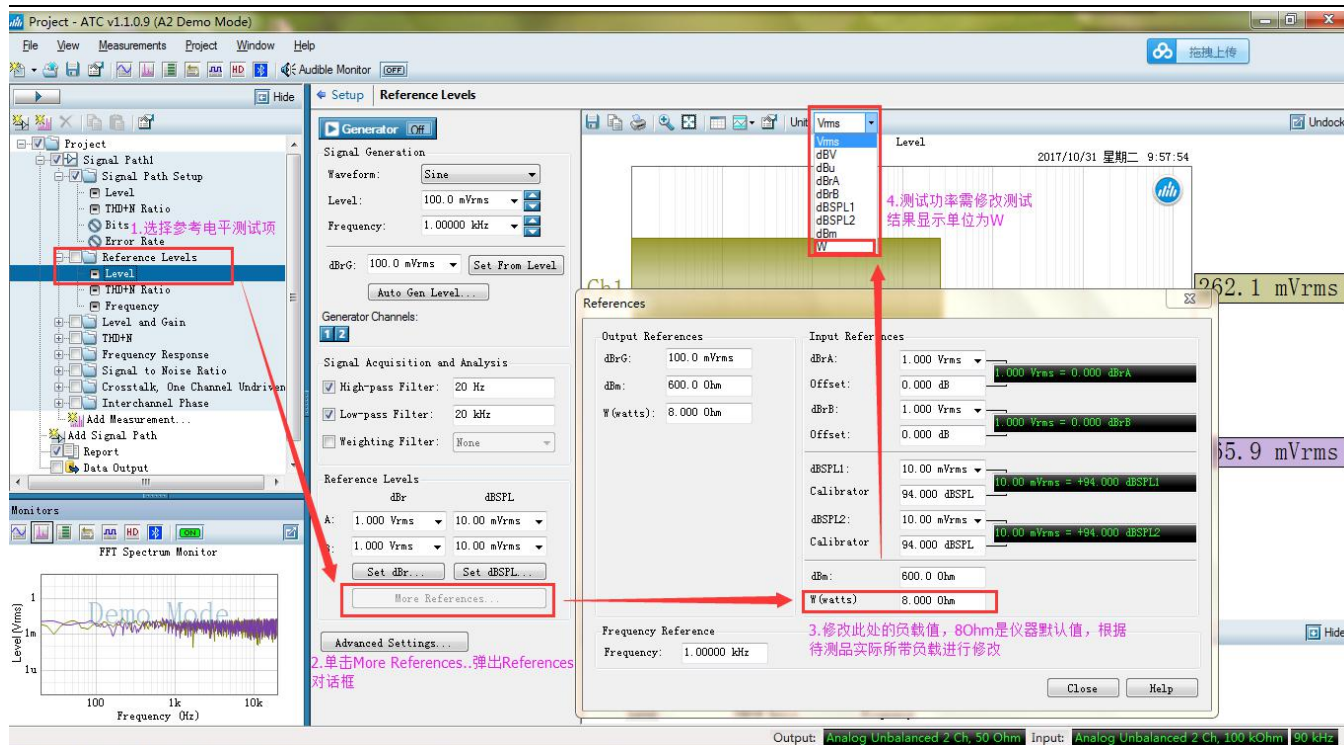


2. 参考点与负载设置

1.参考单位设置：根据测试需要可以设置参考点，仪器默认电信号的参考单位有 dBrA 和 dBrB，其默认参考电平均为 1Vrms,即默认情况下 dBrA=dBrB=dBV，可根据实际测试需求进行更改；



2.负载设置：当进行待测品输出功率测试时需要根据待测品实际所带负载进行设置，由于仪器不能直接测试输出功率，是根据 $U \cdot U/R$ 计算的，所以为了获取正确的功率测试结果一定要设置负载；



3. 具体测试项

1.信噪比 SNR 测试

信噪比测试条件以 $f_{in}=1\text{kHz}$, $BW=20\sim 20\text{kHz}$, 采用 A 计权滤波器即 A-weighted 为例;
测试步骤如下所示:

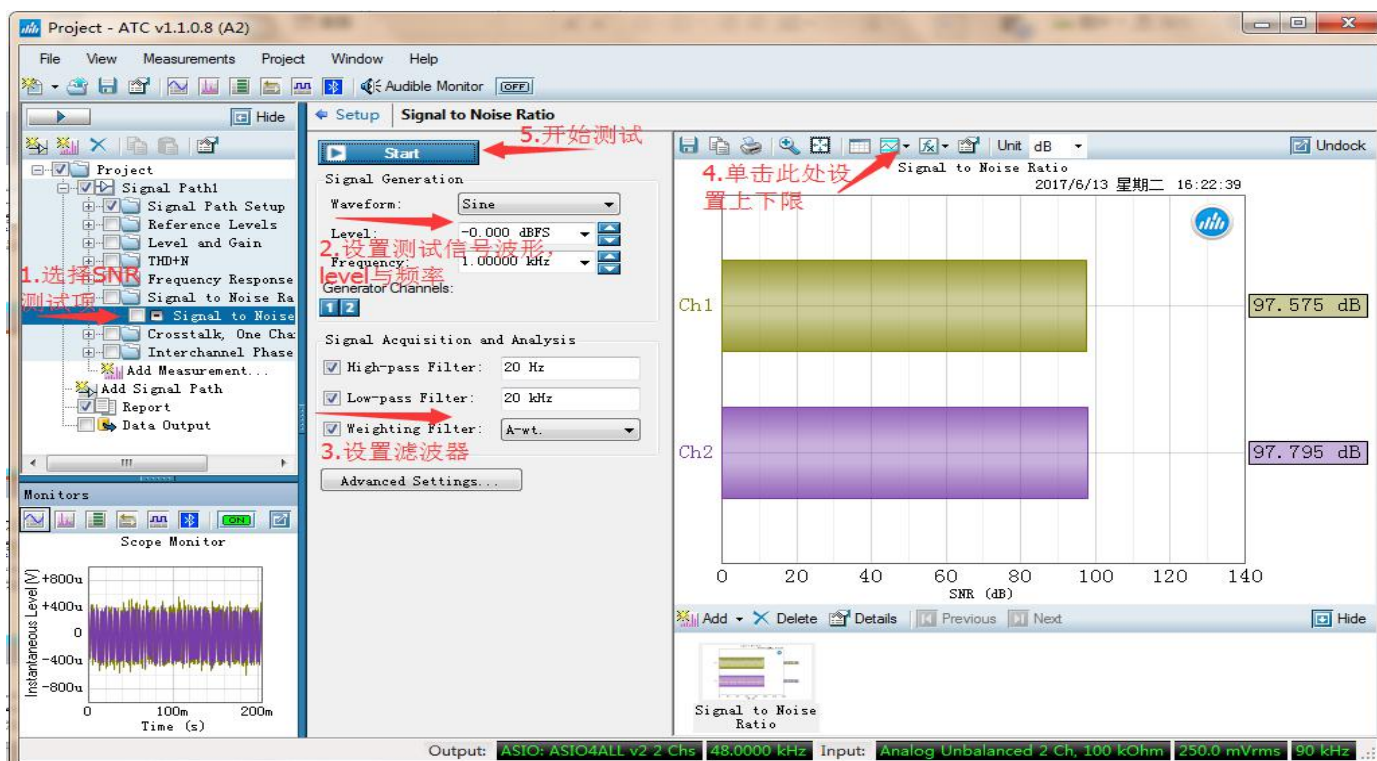
(1) 选择测试项：在软件界面的最左侧的导航栏&序列设置中选择信噪比即 Signal to Noise Ratio 测试项;

(2) 设置测试信号条件：在软件界面中间的测试设置区设置测试条件，设置信号波形 waveform 为正弦 sine,信号电平 level 为-0dBFS,信号频率 Frequency 为 1KHZ;

(3) 设置滤波器：设置高通及低通滤波器分别为 20HZ 和 20KHZ,并勾选计权滤波器选择 A-wt:

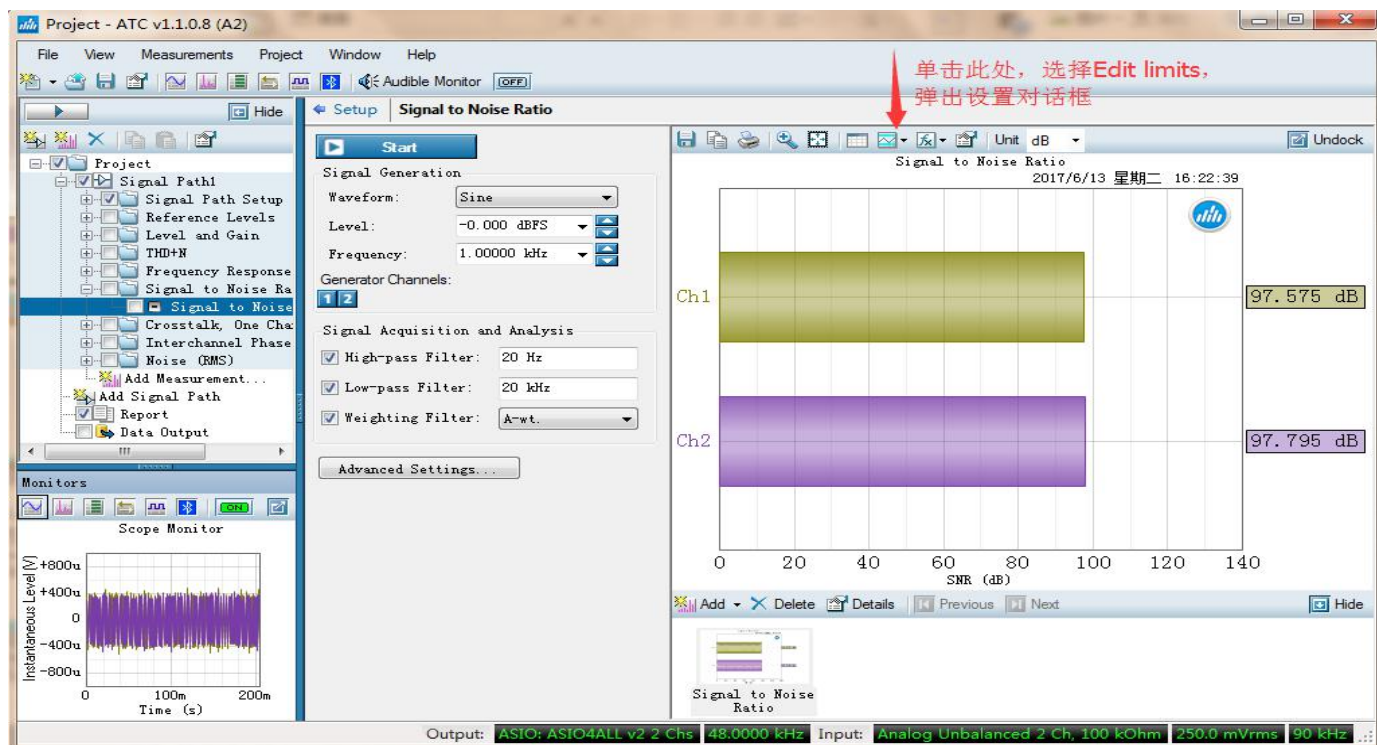
(4) 设置上下限：在结果显示区的顶部单击 并选择 **Edit limits**,弹出上下限设置对话框，根据测试要求设置上下限，此处设置信噪比下限为 100dB:

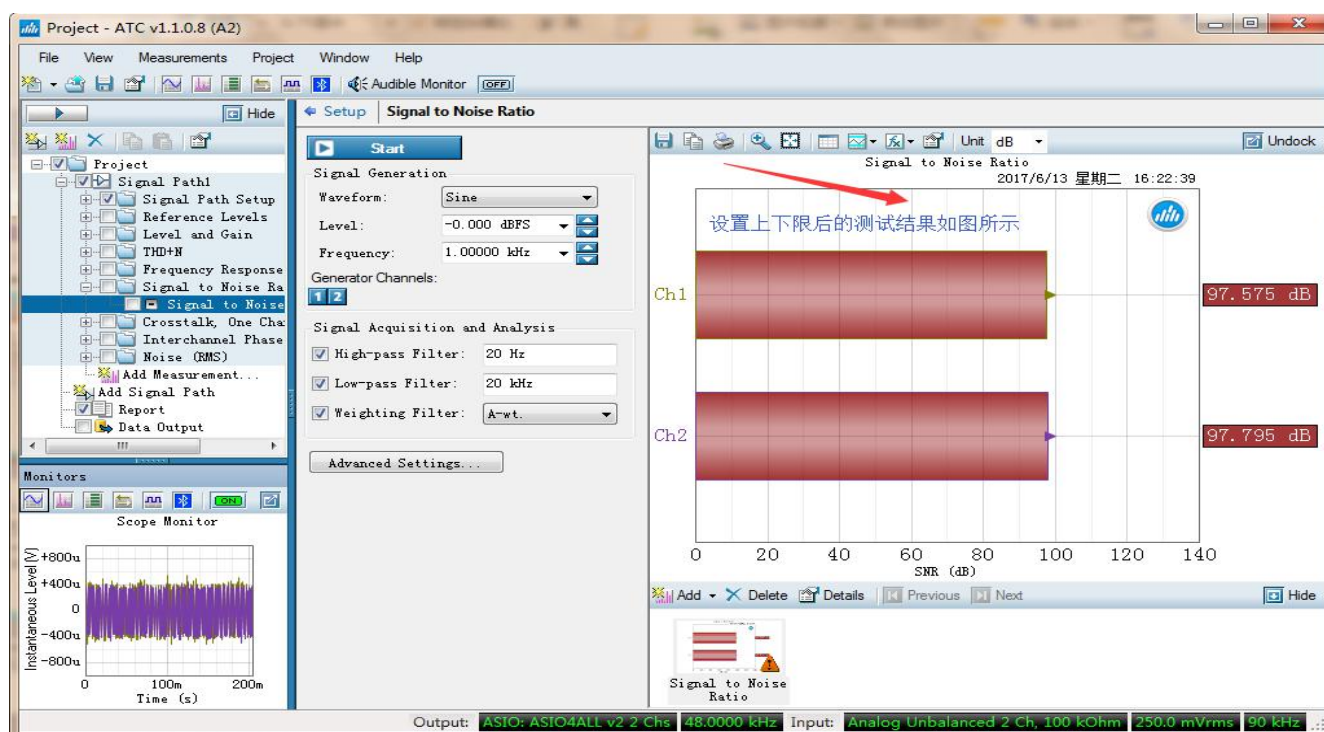
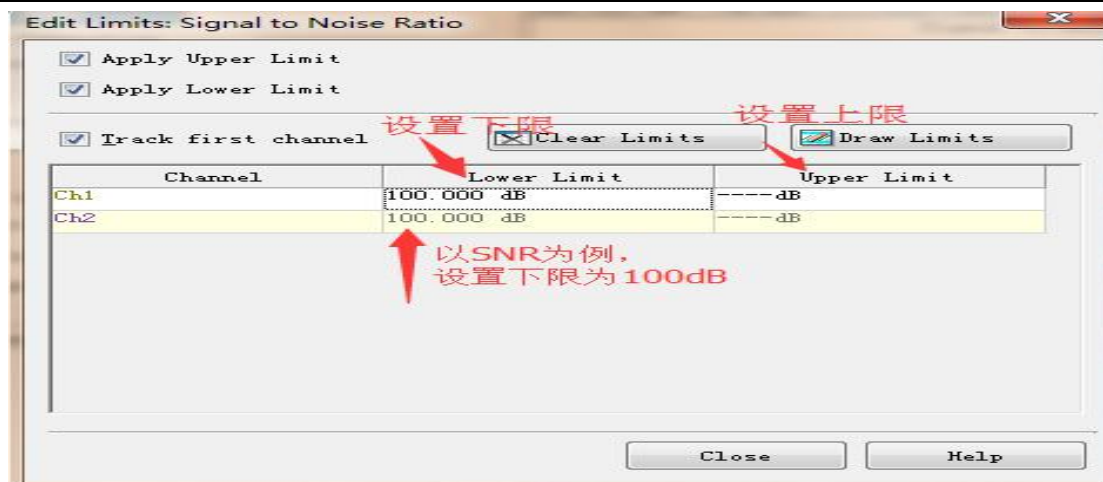
(5) 开始测试：点击 start 开始测试并观察测试结果；



注：上下限的设置，以 SNR 为例：

设置上下限时条形图选择 Edit limits，曲线图选择 Draw limits；





2. THD+N 测试

THD+N 测试条件为 $f_{in} = 1\text{kHz}$, 测试步骤如下所示:

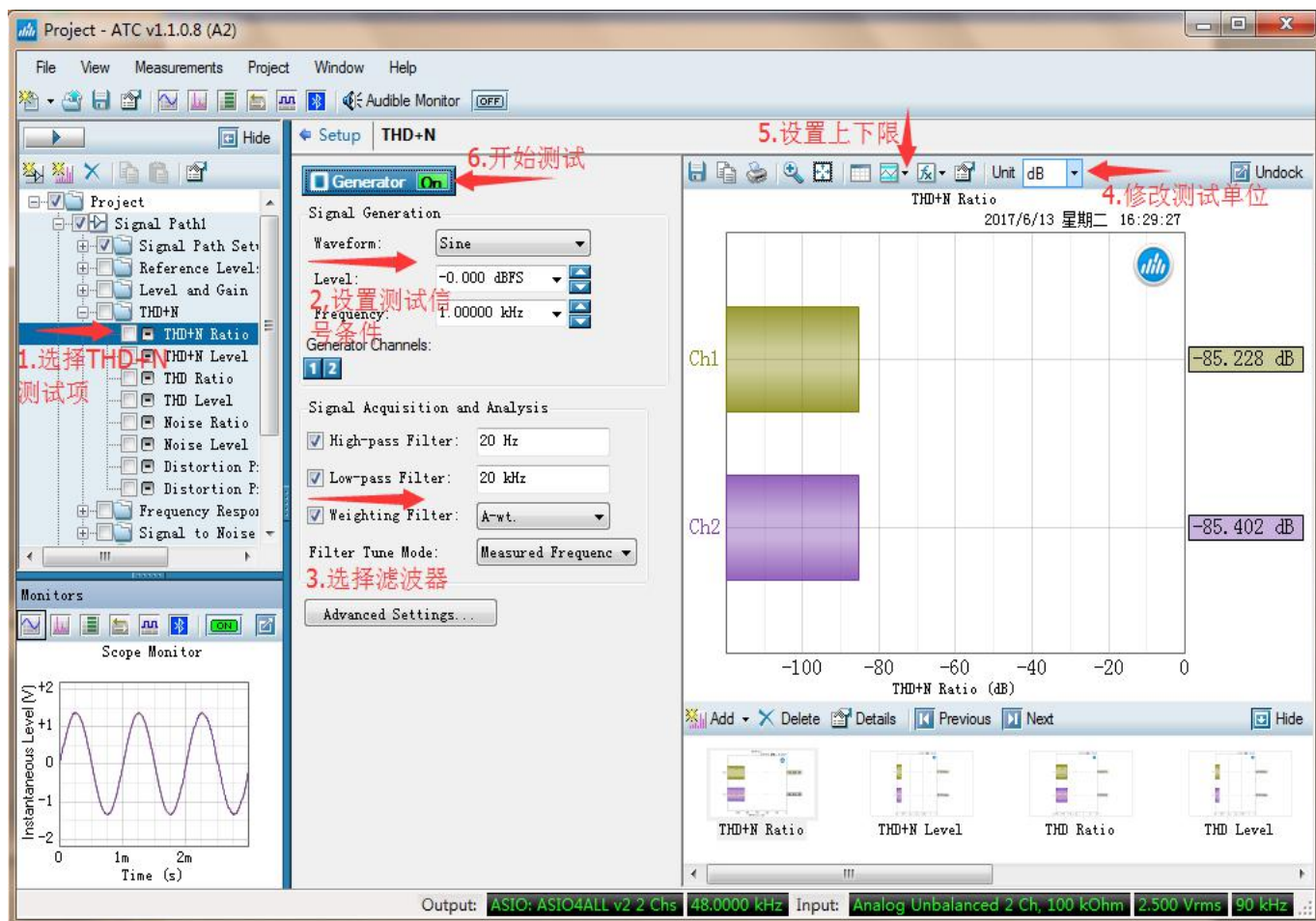
- (1) 选择测试项：在软件界面左侧的导航栏 & 序列设置中选择 THD+N 下的 THD+N Ratio 测试项;
- (2) 设置测试信号条件：在软件界面中间的测试设置区设置测试条件，设置信号波形 waveform 为正弦 sine, 信号电平 level 为 -0dBFS, 信号频率 Frequency 为 1KHz;

(3) 设置滤波器：设置高通及低通滤波器分别为 20HZ 和 20KHZ,并根据需要勾选计权滤波器并选择 A-wt;

(4) 选择测试单位：仪器默认该项的测试单位是%，根据测试需要选择 dB 为测试单位，单击结果显示区顶部的 unit Unit dB 选择 dB ；

(5) 设置上下限：在结果显示区的顶部单击  并选择 Edit limits,弹出上下限设置对话框，根据测试要求设置上下限，此处设置 THD+N 的上限为-80dB;

(6) 开始测试：点击 **start** 开始测试并观察测试结果；



3.Crosstalk 测试

串扰即 Crosstalk 测试步骤如下所示：

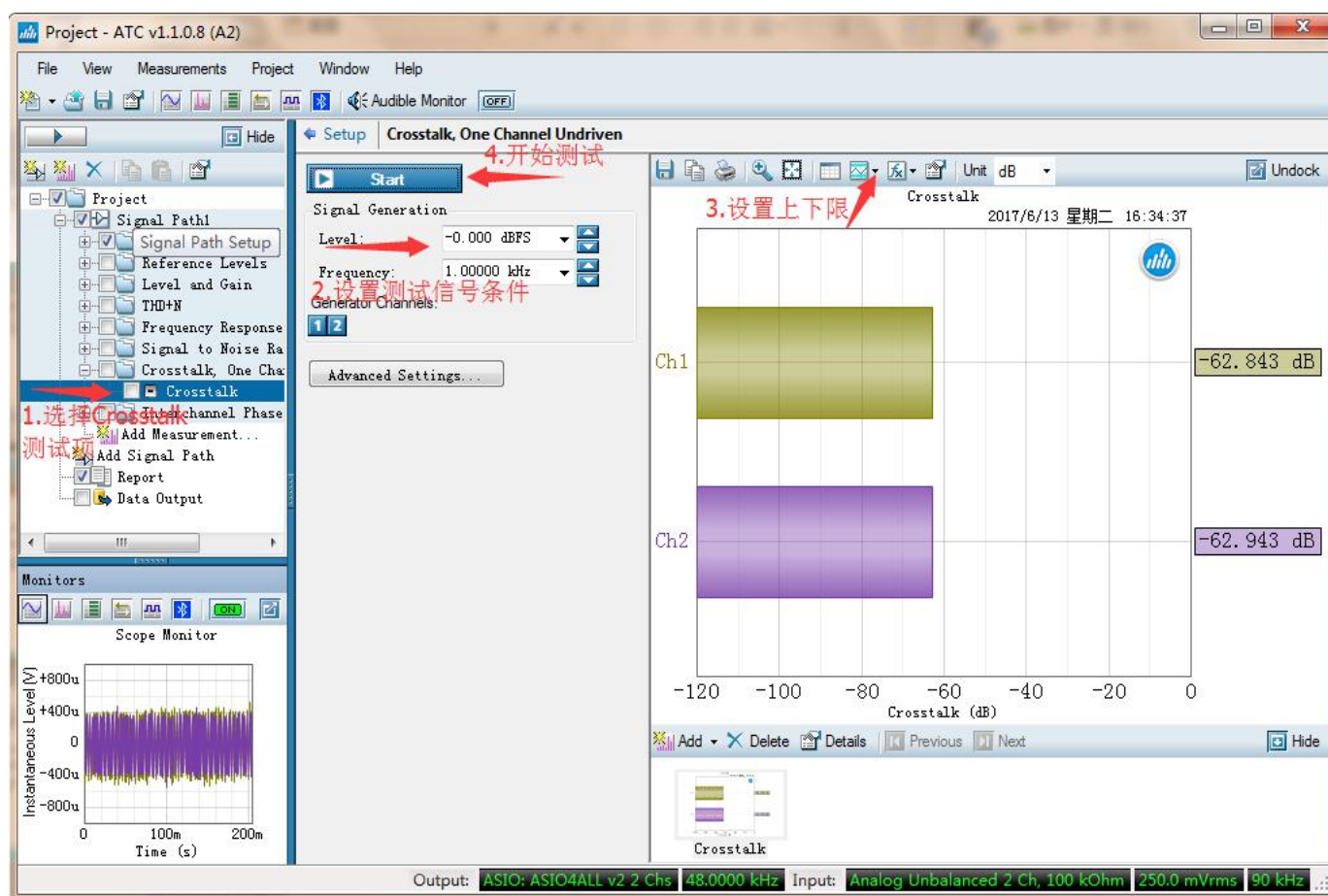
(1) 选择测试项：在软件界面左侧的导航栏&序列设置中选择 Crosstalk,One Channel

Undriven 测试项;

(2) 设置测试信号条件：在测试设置区设置测试条件，设置信号电平 level 为-0dBFS，信号频率 Frequency 为 1KHZ;

(3) 设置上下限：在结果显示区的顶部单击  并选择 Edit limits,弹出上下限设置对话框，根据测试要求设置上下限，此处设置 Crosstalk 的上限为-70dB;

(4) 开始测试：点击 start 开始测试并观察测试结果;



4.底噪测试

Noise 测试条件为 BW=20~20kHz, 采用 A 计权滤波器即 A-weighted; 测试步骤如下所示:

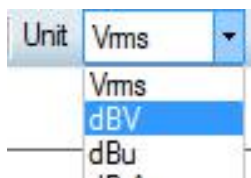
(1) 增加 Noise(RMS)测试项：在软件界面导航栏单击增加测试项即 Add

Measurement...,弹出“增加测试项”对话框,选择 Noise(RMS)并添加该测试项,添加成功后该测试项会在导航栏中显示;

(2) 选择测试项: 选择添加的 Noise(RMS)测试项;

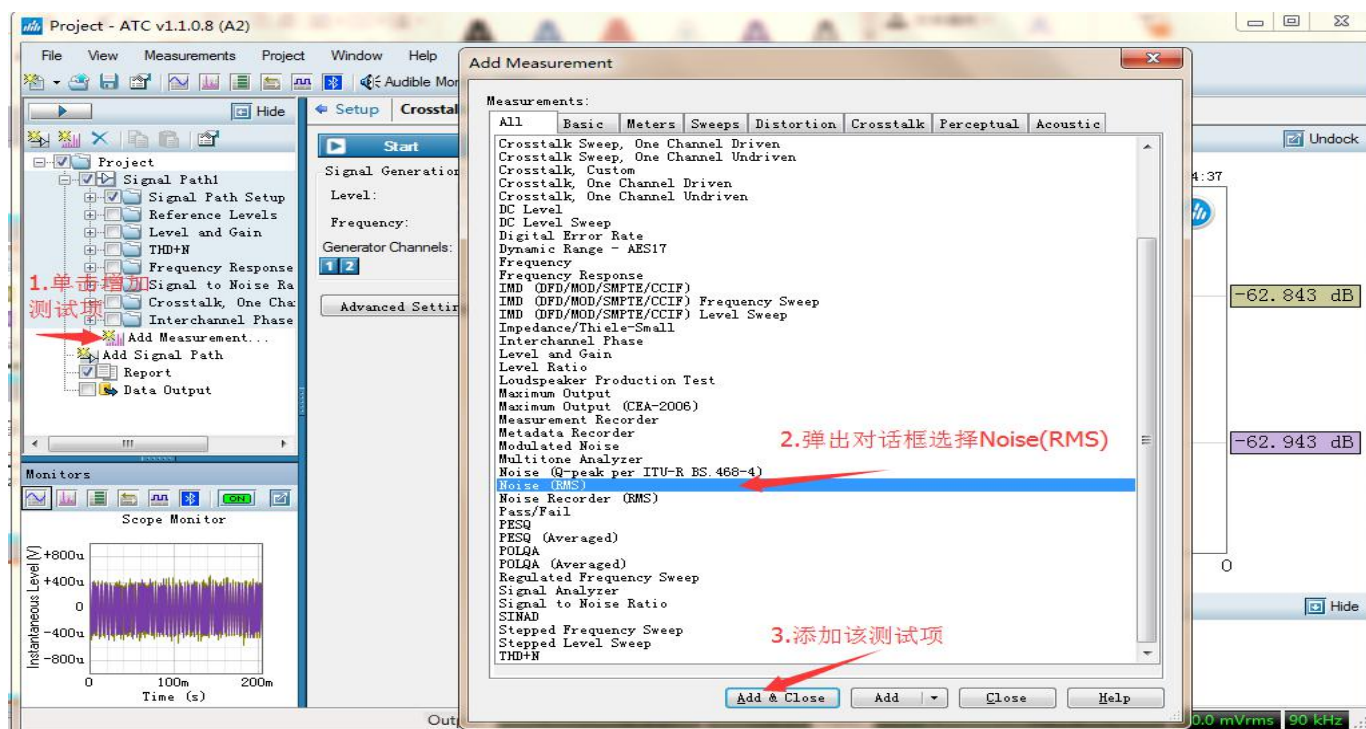
(3) 设置测试条件: 设置高通及低通滤波器分别为 20HZ 和 20KHZ,并勾选计权滤波器选择 A-wt;

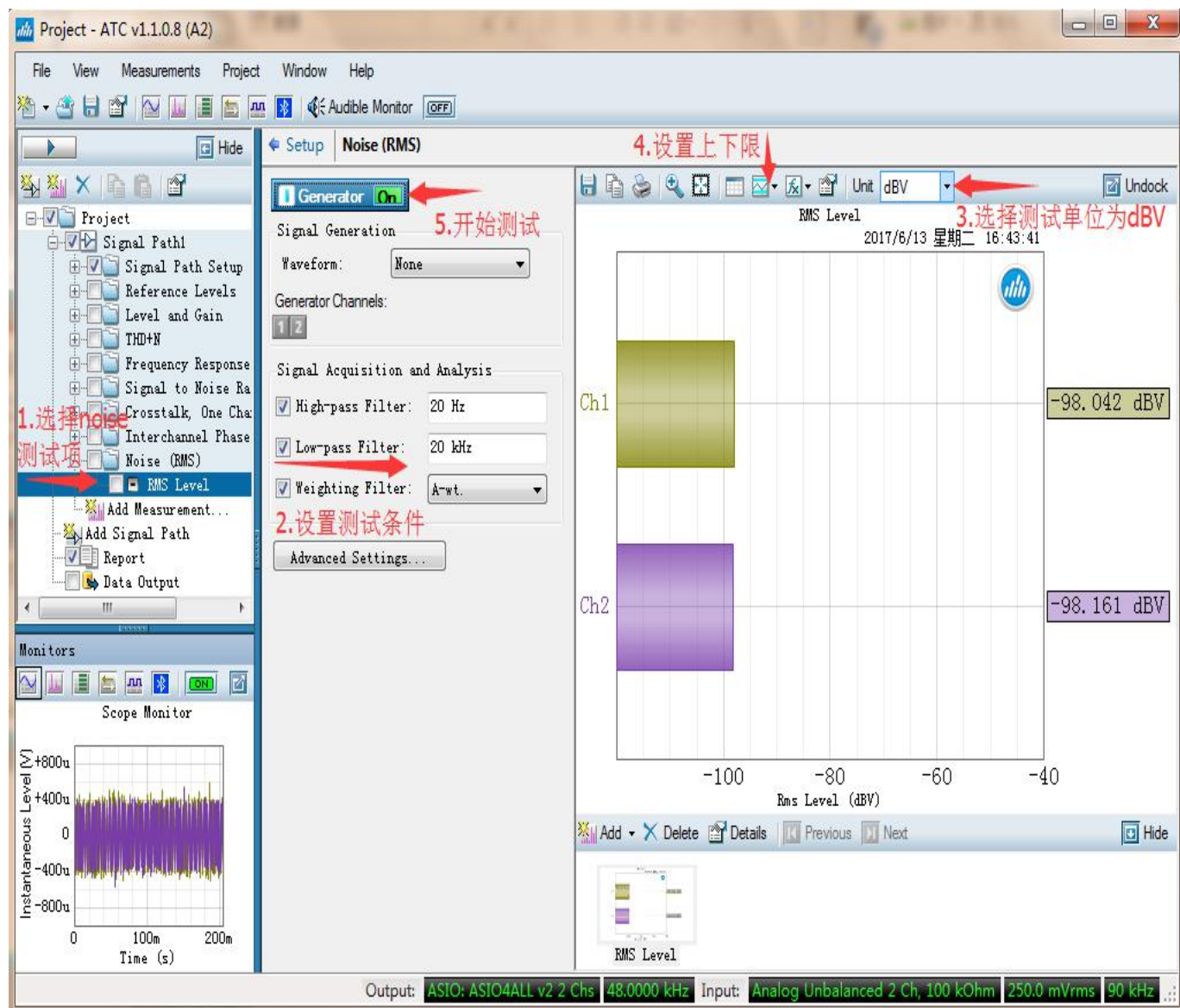
(4) 选择测试单位: 根据测试需要选择 dBV 为测试单位,单击结果显示区顶部的 unit 选择 dBV;



(5) 设置上下限: 在结果显示区的顶部单击  并选择 Edit limits,弹出上下限设置对话框,根据测试要求设置上下限,此处设置 Noise 上限为-100dBV;

(6) 打开 Generator 开始测试并观察测试结果;





6.3 耳机麦克风测试

1. 信号路径设置

对于同一个耳机的麦克风测试，可以增加一个信号路径来测试（或者也可以修改之前的路径设置或重新打开一个新的项目文件来测试）；

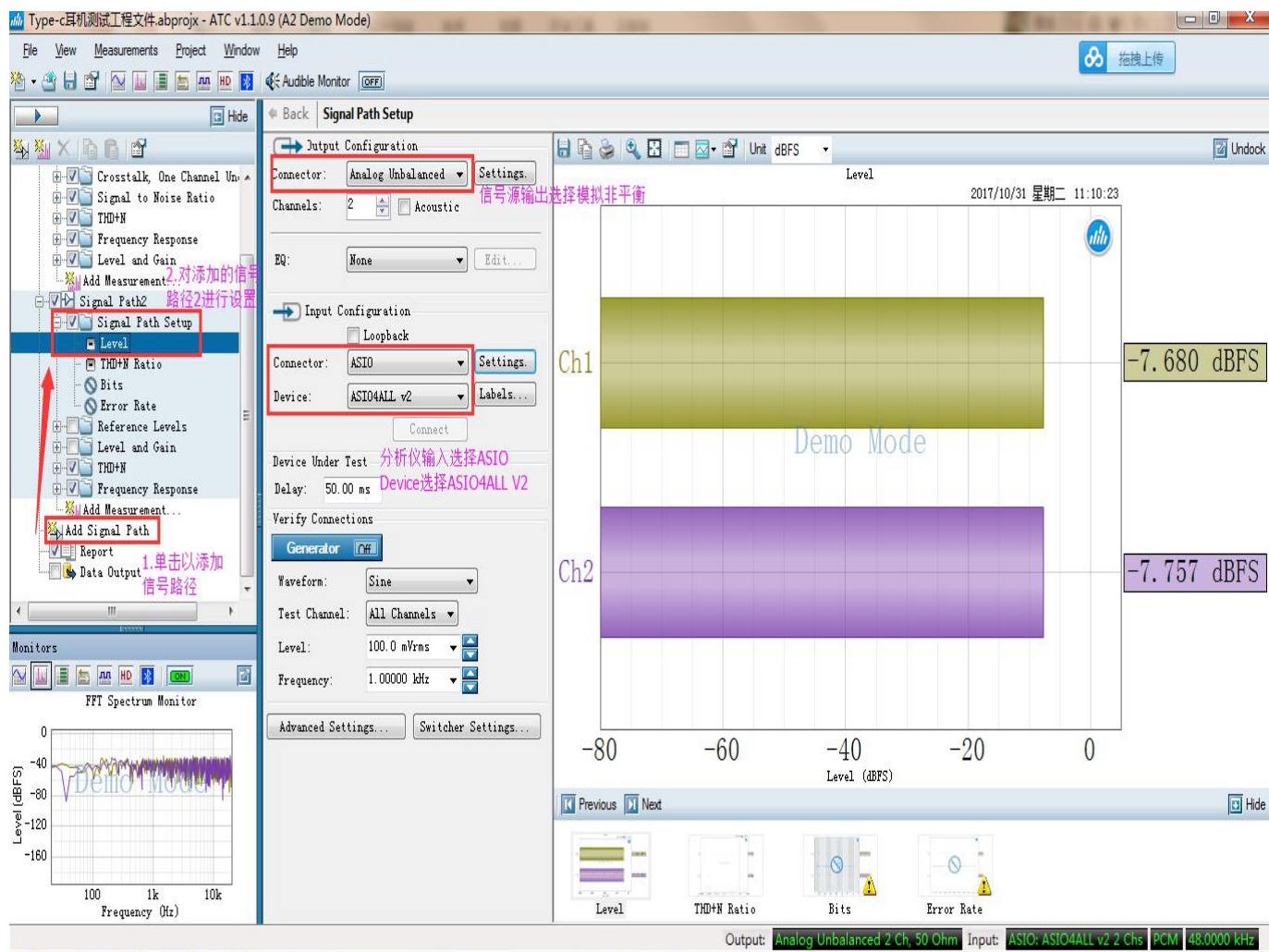
1. 单击添加信号路径 **Add Signal Path**，将新添加的 **Signal Path2** 用来测试麦克风；

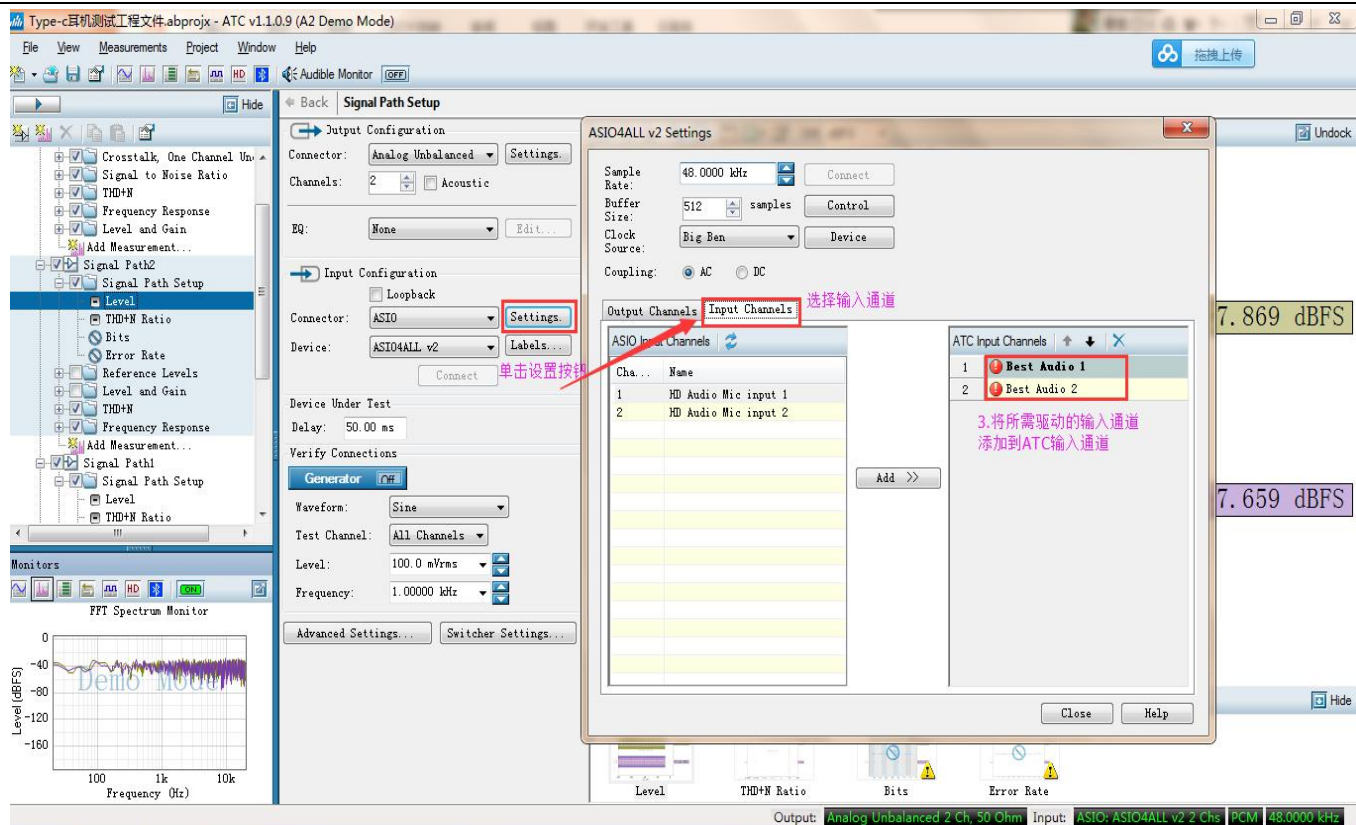
2. 针对 **Type-c** 耳机，我们选择模拟非平衡为信号源输出方式，**ASIO** 作为分析仪输入方式，具体路径设置方法如下：

- (1) Output Configuration 中的 Connector 选择为 Analog unbalanced;
- (2) Input Configuration 中的 Connector 选择为 ASIO, Device 选择 ASIO4ALL v2;
- (3) 在桌面右下角会有驱动显示图标，确定驱动处在打开的状态;
- (4) 单击设置即 Settings，弹出设置对话框，并修改 Input Channel，将左侧对应驱动的 ASIO Input Channels 添加到右侧 ATC Input Channels;

3. 打开信号发生器 Generator，这时我们可以观察分析仪即 Scope monitor 有无正弦信号输入，若有则路径设置正确，可以进行后续测试；

软件操作界面如下所示：

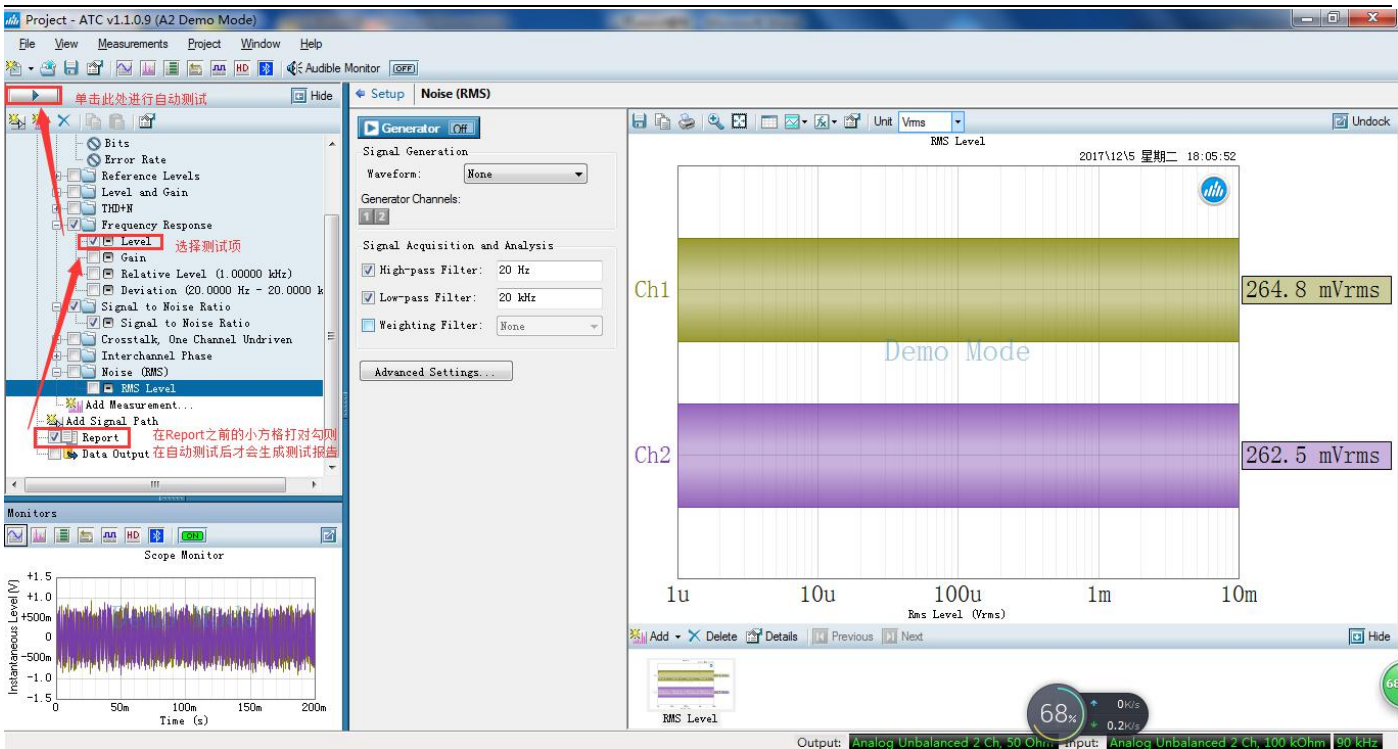




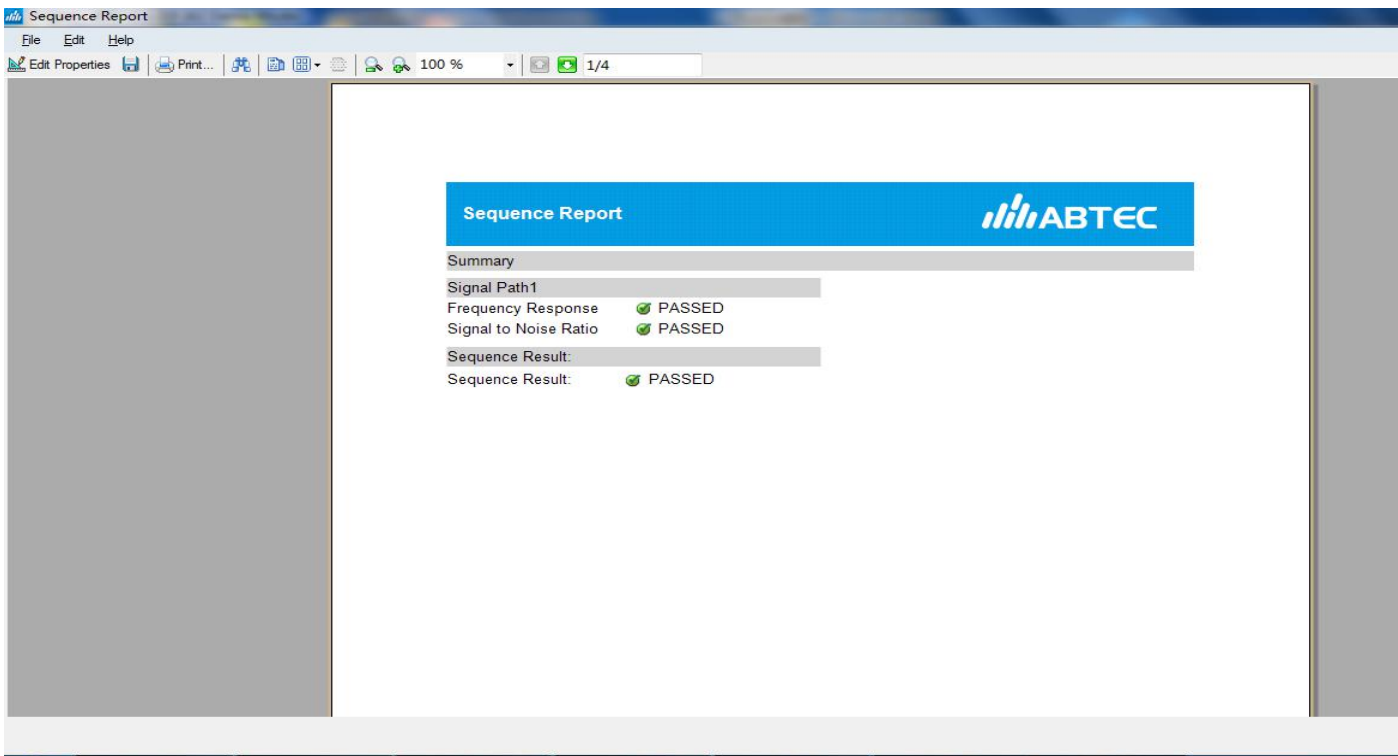
其他测试项与扬声器测试类似，可参考扬声器测试的具体项目，麦克风测试与扬声器测试的不同点在于信号路径设置，二者采用相反的信号路径：

6.4 自动测试与测试报告

当信号路径设置与所需测试项参数设置完成后，可选择所需的测试项（只需在测试项之前的小方格打对勾即可）进行自动测试并生成测试报告，单击自动测试按钮，则会按照所选路径及测试项从上到下依次测量并生成测试报告（需勾选报告）；

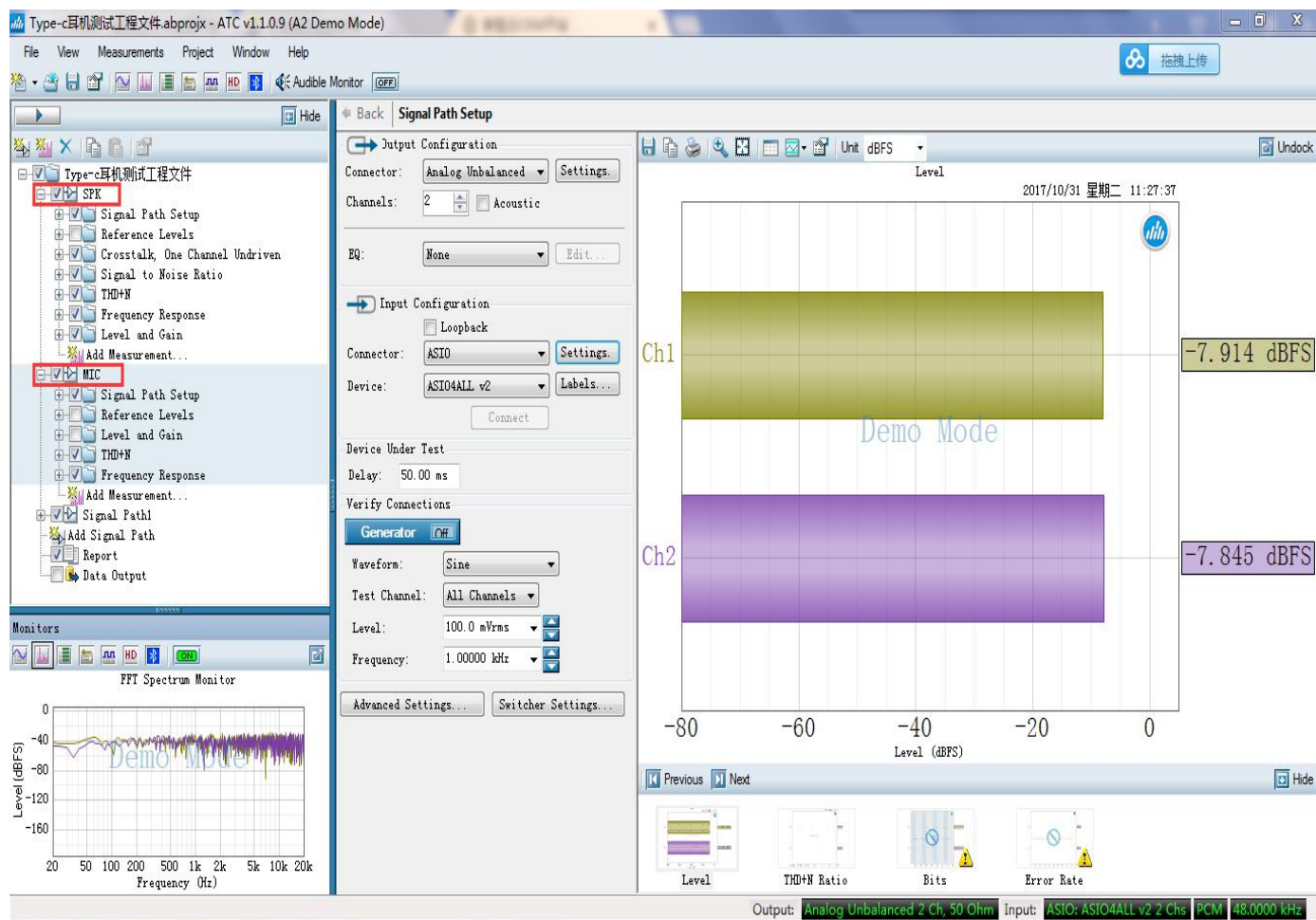


报告如下图所示，报告首页显示测试项及其结果 **pass/fail**，后续会根据测量顺序显示信号路径设置，各测试项的参数设置与具体测试结果（单值结果不会显示测试图，只显示测试数据，扫描测量则显示测试图），测试日期等。



6.5 项目文件保存

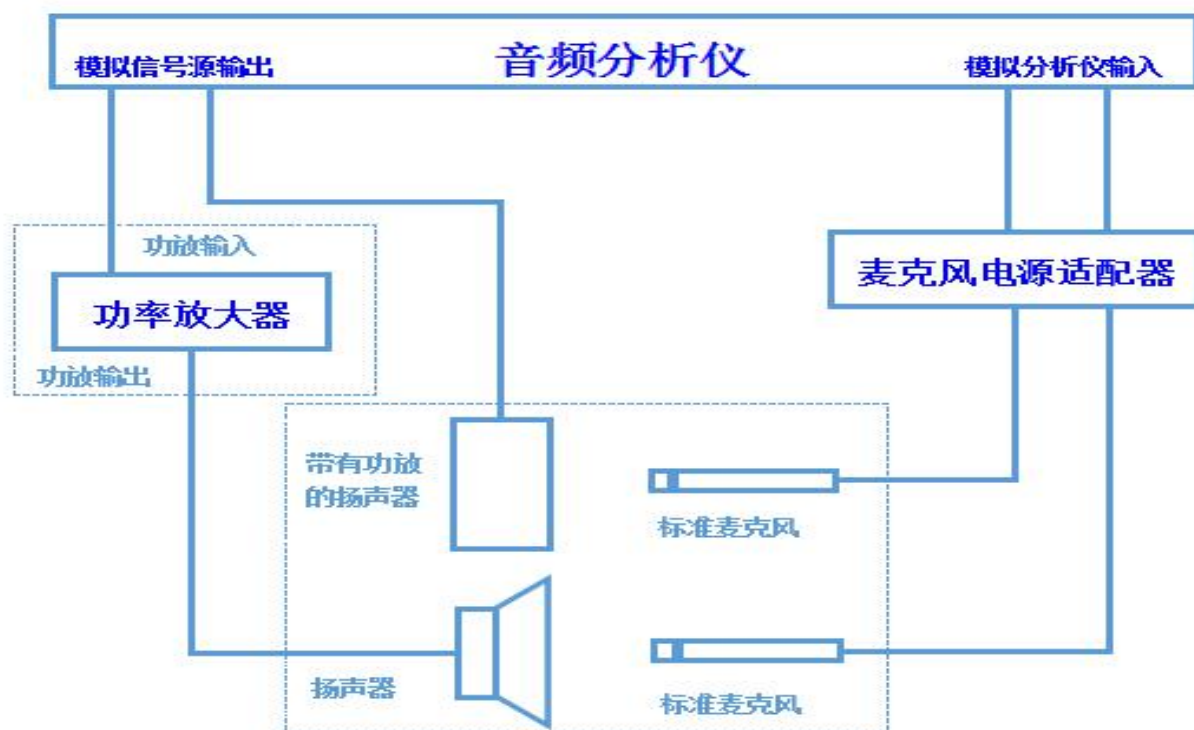
- 同一耳机在同一项目文件中进行扬声器与麦克风测试，为方便结果浏览以及设置，可将信号路径重命名为 **SPK** 和 **MIC**，右键需要重新命名的信号路径，选择 **Rename** 即可；
- 对于已设置好路径和参数的项目文件，也可将其进行保存，方便同类产品测试，单击 **ATC** 软件界面左上角的 **File**，选择 **Save Project** 即可进行保存；如图所示：



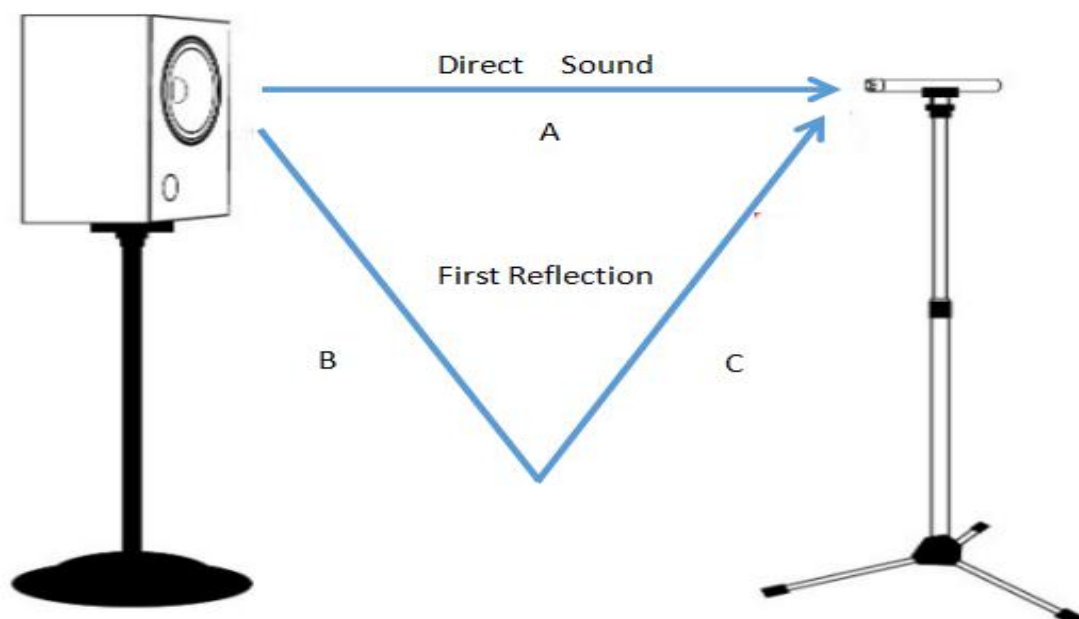
7. 声学测试

7.1 测试架构图

A2 音频分析仪测试声学，其测试架构如下图所示：



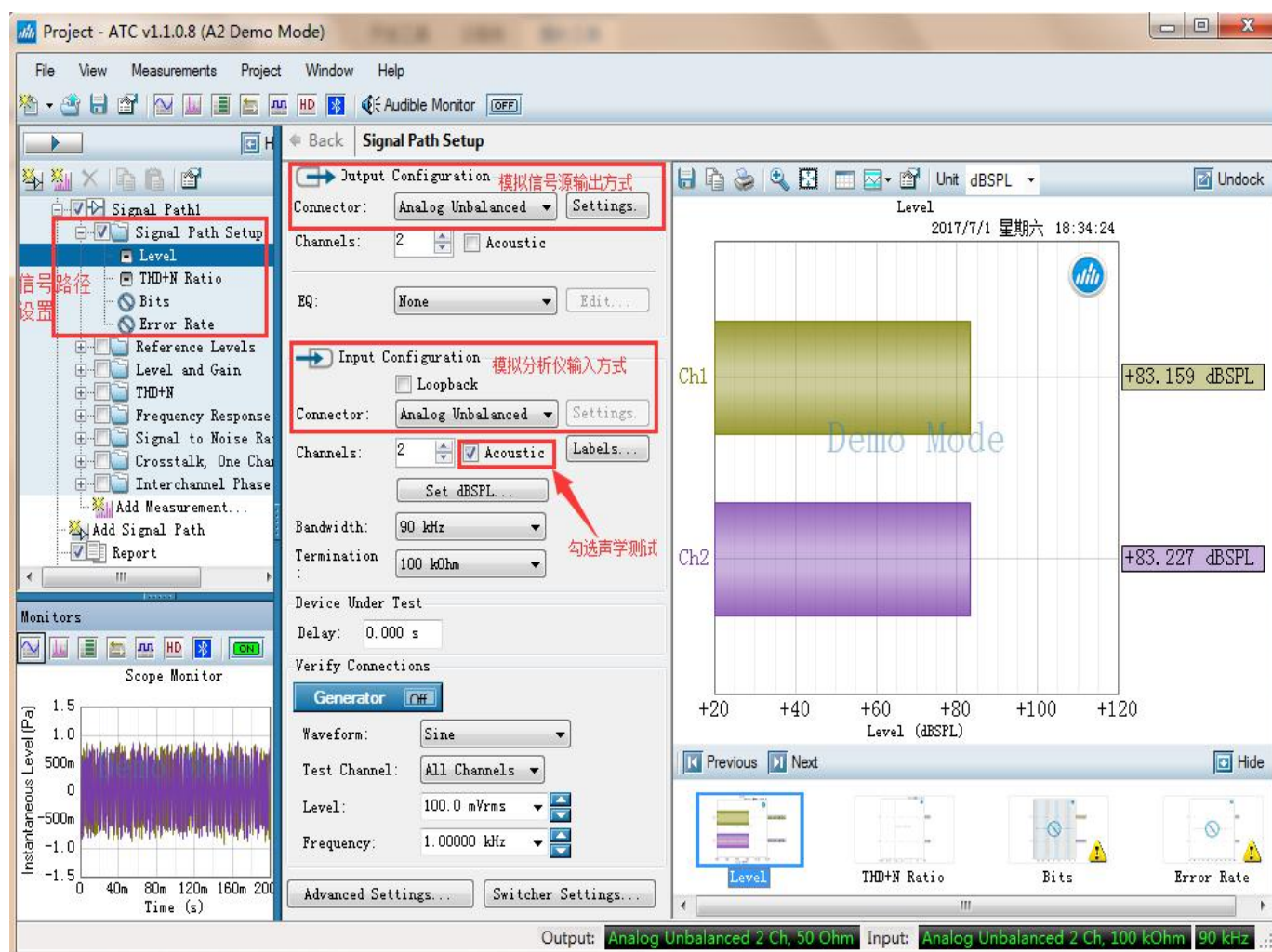
7.2 测试实物搭建图



7.3 测试步骤

1. 设置信号路径

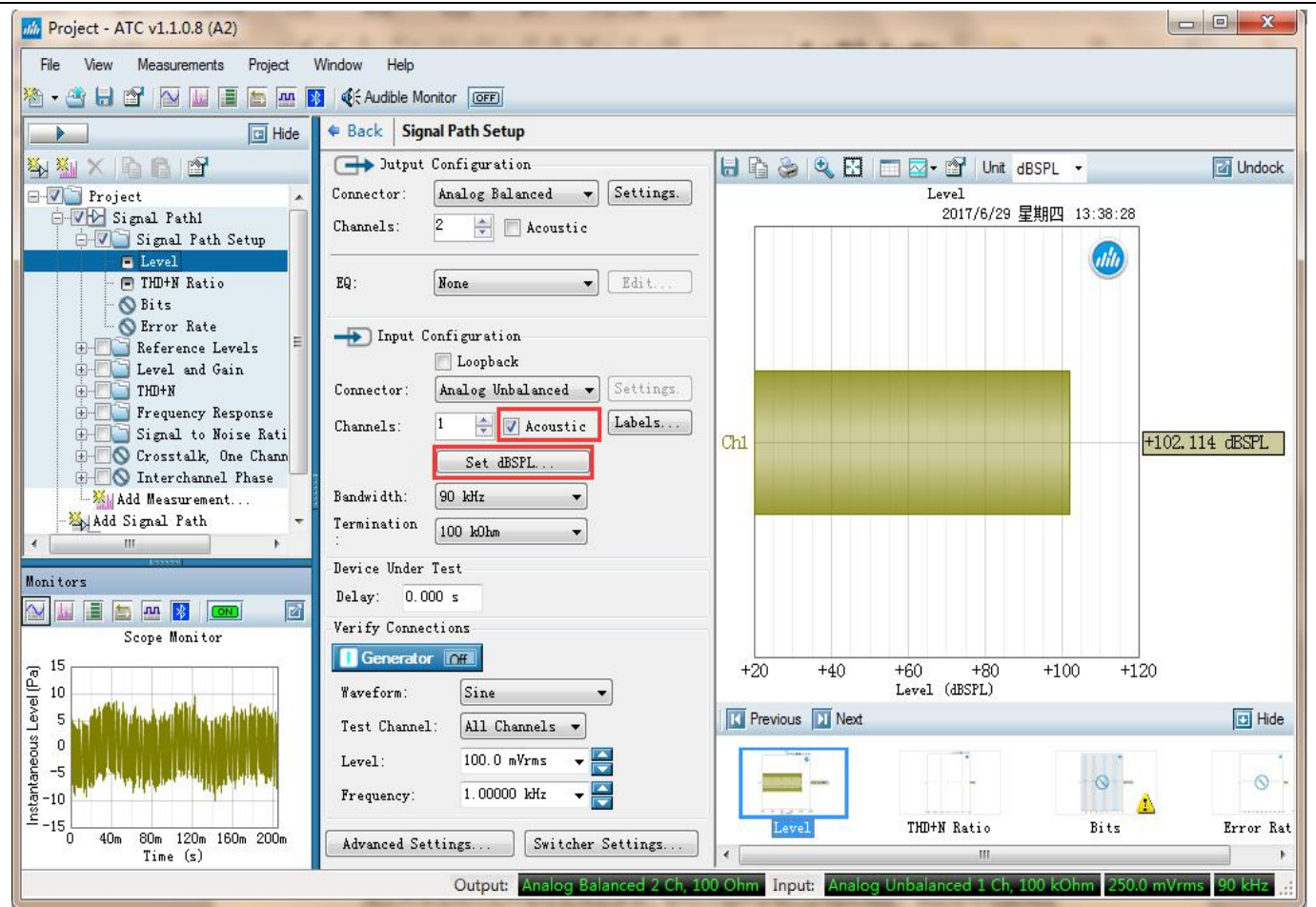
搭建好测试环境后，打开 ATC 软件，软件界面默认为信号路径设置界面，此时，需要根据实物连接情况设置信号路径，需要注意的是声学测试时需要勾选声学即 Acoustic，具体界面如下所示：



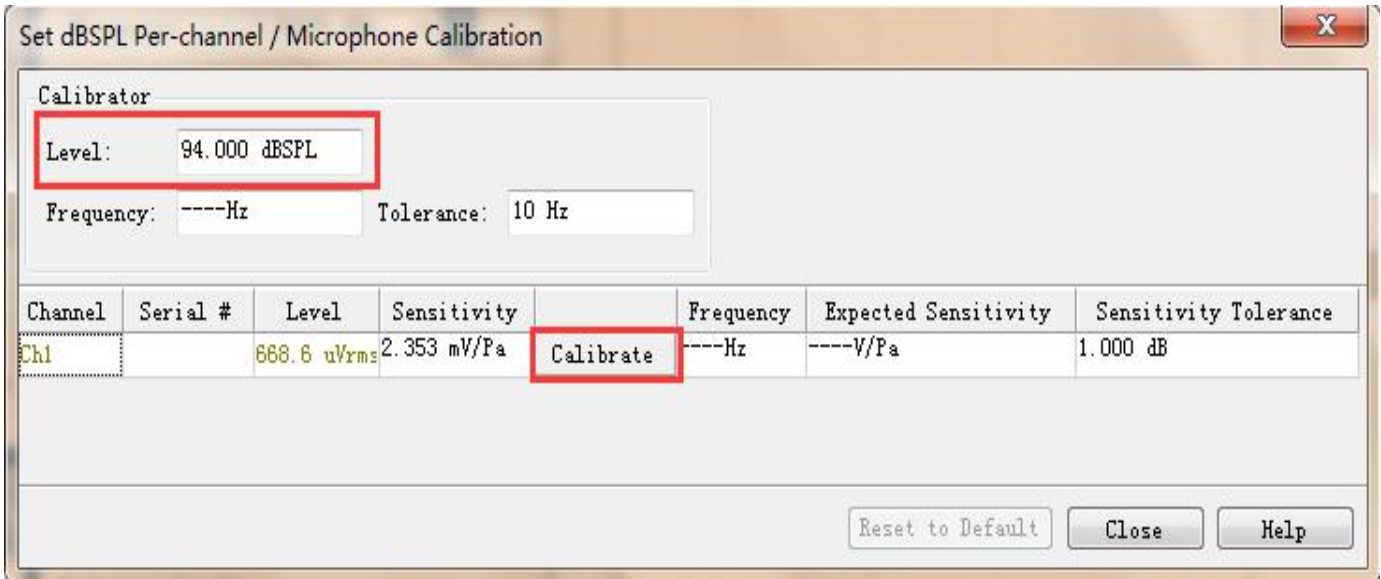
2. 校准测试麦克风

开始声学测试之前，需要校准测试所需的标准麦克风，具体校准方法如下：

1. 信号路径设置中的 Input configuration 处选择 Acoustic，点击下方的 Set dB SPL 按钮弹出麦克风校准框；



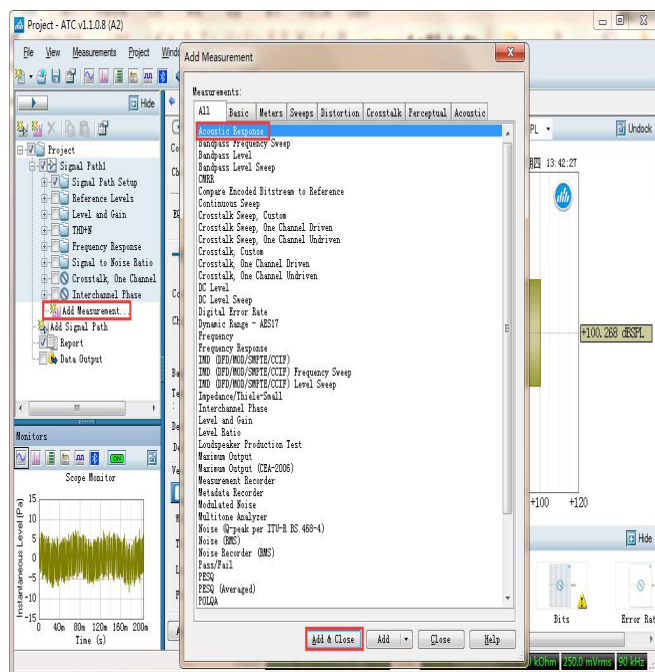
2. 根据所选校准器的型号设置校准框中的 Level，一般有 94dB SPL 和 114dB SPL 两种，此处选择 94dB SPL。然后将校准器套在麦克风上，打开校准器开关，单击校准框中的 **calibrate** 即可完成麦克风校准。

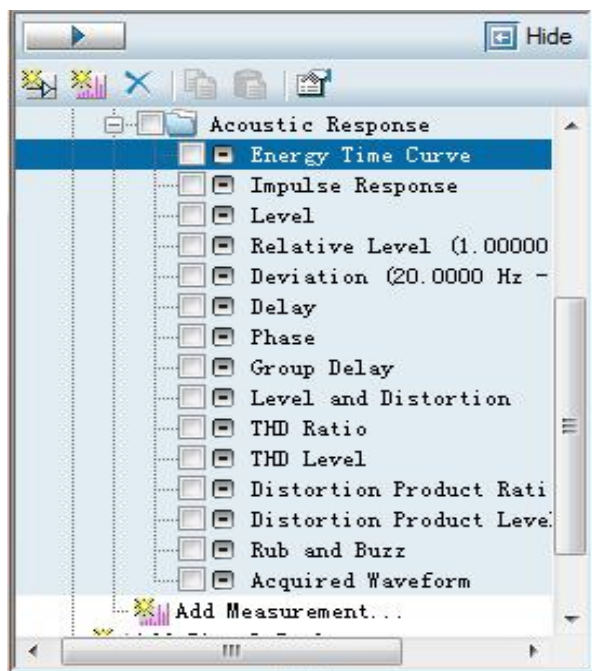


3. 添加声学响应测试项

A2 音频分析仪有相应的声学测试项目 Acoustic Response，由于 ATC 软件界面左侧导航栏的默认测试项为基本音频测量项目，故需要添加该测试项，具体添加方法如下：

- (1) 单击软件左侧导航栏中的 **Add Measurement**，弹出增加测试项目对话框；
- (2) 在对话框中选择第一个 **Acoustic Response** 并单击 **Add&Close** 进行添加；
- (3) 添加完成后可以在左侧的导航栏中看到该测试项，该测试项目包括了频率响应，相位，失真度，Rub&Buzz 等常用的测试参数；

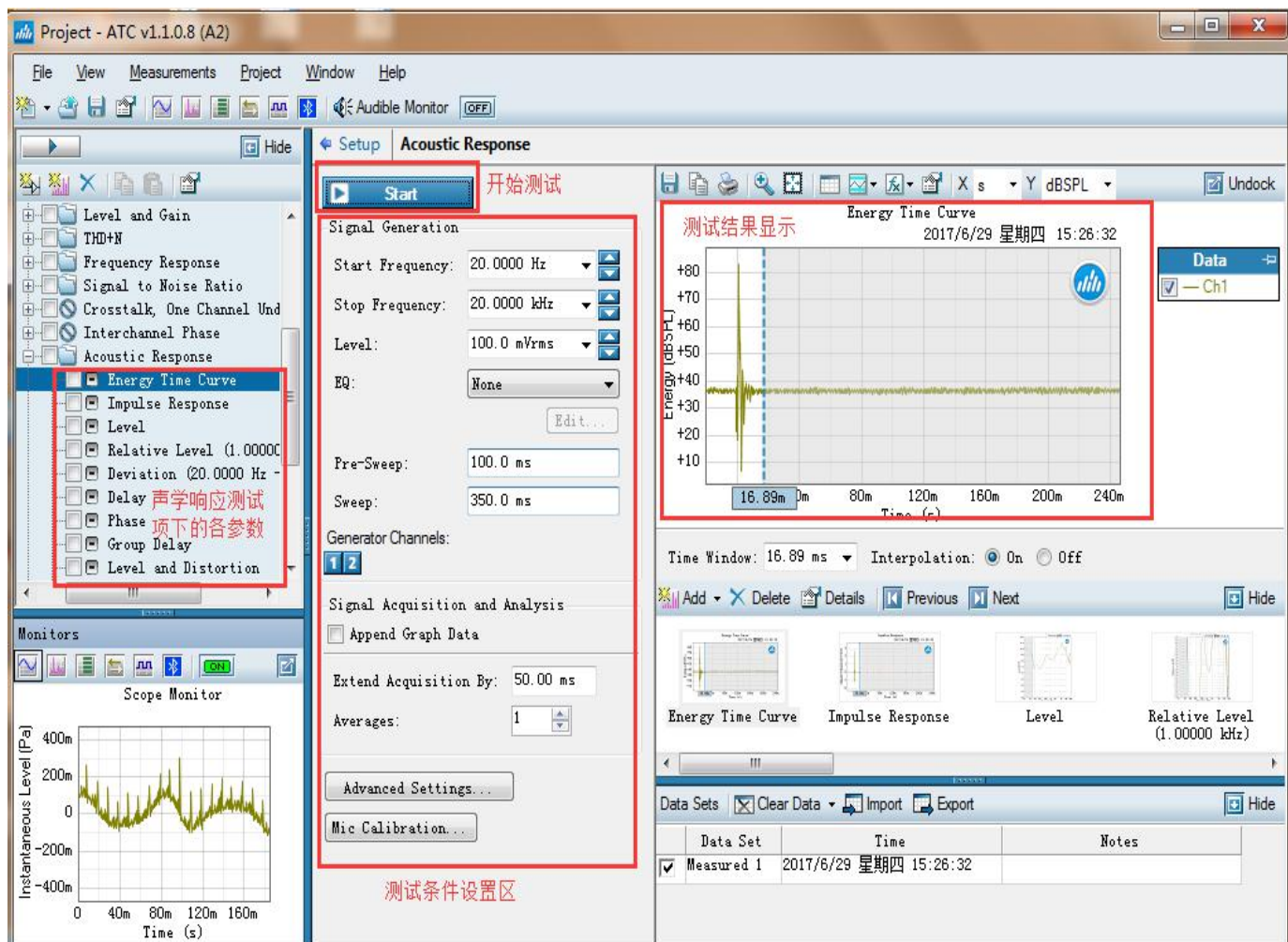




4. 选择测试单项并设置测试条件

Acoustic Response 项目下面包含了多个测量参数，如频率响应，相位，失真度，Rub&Buzz 等，可根据需求进行选择。选择好测试项目后需要设置测试条件。测试条件包括测试频率范围即开始频率和截止频率（Start Frequency/Stop Frequency），测试信号大小即音频分析仪输出信号大小（Level），扫频时间(Sweep)及预扫频时间（Pre-Sweep）等，开始频率和截止频率及测试信号大小可根据被测品性能进行设置，其他设置可保持默认不改动。

根据待测试品的测试条件调整驱动待测品的功放放大倍数，尽量用小信号开始测试，避免突然大信号烧毁待测品。



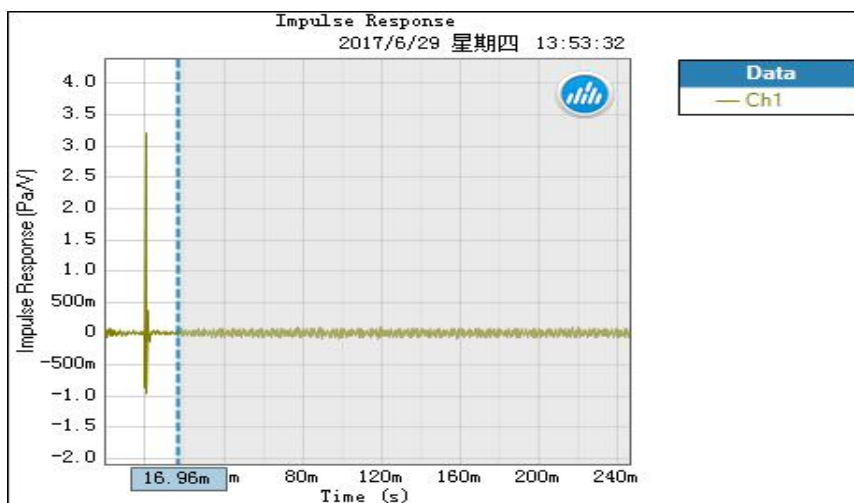
5. 测试单项及条件解析

1. Impulse Response 脉冲响应/Energy Time Curve 能量曲线

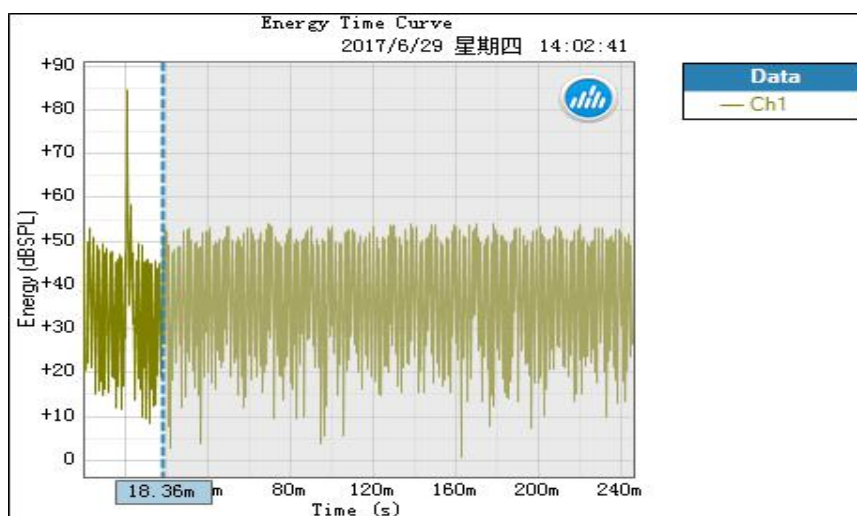
Impulse Response 脉冲响应/Energy Time Curve 能量曲线调整是目前 A2 音频分析仪特有的功能。通过设置能量曲线时间窗口排除测试过程中的环境反射信号，减少环境的干扰，提高测试数据的可靠性。

➤ Impulse Response

测试环境搭建后，进行一次扫频测试，如下图：0ms 位置的脉冲是麦克风所获取的从待测品直接传输过来的测试信号。



➤ 能量曲线



声学测试中环境的反射信号是不可避免的，可通过调整时间窗口排除反射信号。具体方法为将光标放置在能量时间窗口灰色部分的开始端，此时光标会变成左右双箭头，移动光标使其位于第一次反射波之前即可。

2. 声学频率响应曲线-Level

频响测试需要设置开始频率（**start frequency**），截至频率(**stop frequency**)，测试信号幅度(**level**)，预扫频时间(**pre-sweep**)，扫频时间（**Sweep**）。

预扫频时间的设置是为了使待测品在进行实际测试的时候处于稳定的工作状态。在实际测试时，激励信号的开始频率会低于测试定义的开始频率（**start frequency**），激励

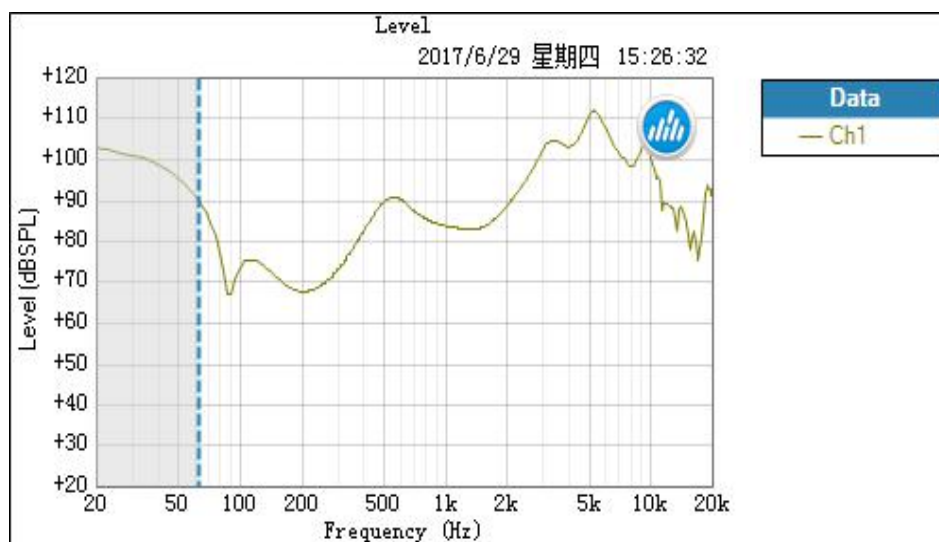
信号频率从低于测试定义开始频率到测试定义开始频率的时间为预扫频时间，软件默认预扫频时间为 100ms，最短为 0s，最长为 1s。

扫频时间（Sweep）是测试时的实际扫频时间（开始频率-截止频率），默认为 350ms，最短为 50ms，最长为 5s，整个频率响应时间为预扫频时间+扫频时间。

其次，扫频测试选项中会有 Append graph data 勾选项，勾选此项后在进行多次扫频测试时测试数据不会丢失，方便进行对比测试，默认情况下此项未勾选。

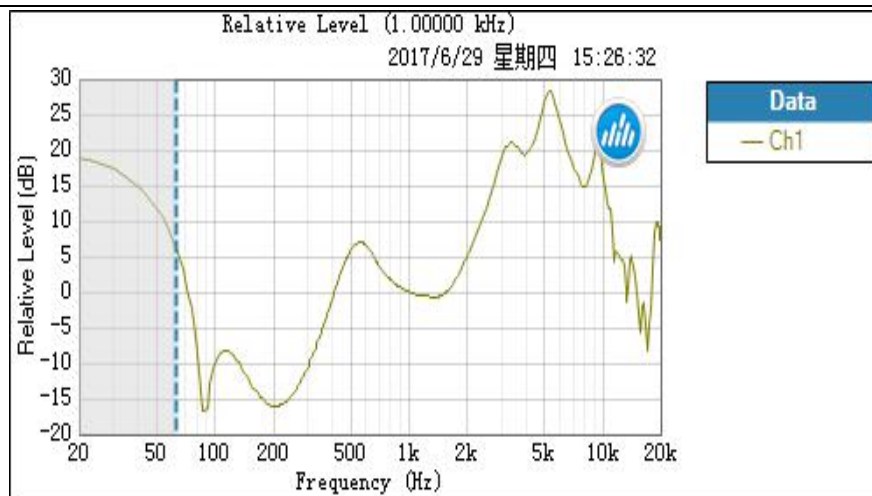
延伸时间 Extend acquisition 是为了预防待测品延时所导致数据丢失而设立的，在测试过程中，测试数据的获取时间都会偏长于信号激励时间，默认为 50ms，最大为 3s。

频率响应曲线如下图所示：



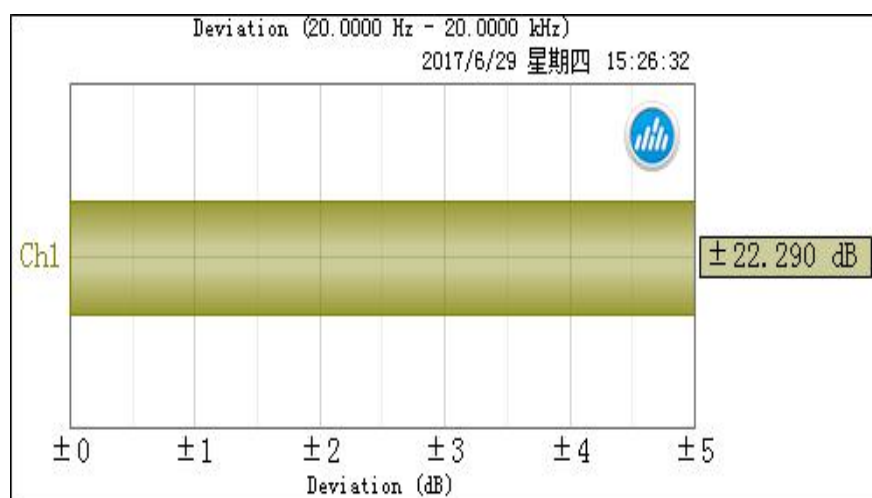
3. 相对曲线

相对曲线指的是在整个测试频率范围内所有测试频率点与参考频率点的相对位置，一般以 dB 为单位。参考频率点可以在 Ref frequency 中更改设置；相对曲线如下图所示：



4. 频率响应偏离 Deviation(20-20kHz)

频率响应偏离是指整个测试频率范围内频率响应幅度变化的总和。这个数据是从频率响应曲线中计算出来的，左右通道都以一个单值表示，一般来说偏离值越小越好。测试中可以根据测试需要设置所需要查看的偏离的频率范围（min frequency,max frequency）。频率范围可以在任意时间进行更改；偏离测试如下图所示：



5. 延时 Delay

延时是指信号源输出信号到分析仪接收测试信号之间的延时，在声学测试中，这个延时会受扬声器到测试麦克风之间的信号传输时间影响，延时测试数据如下图所示：



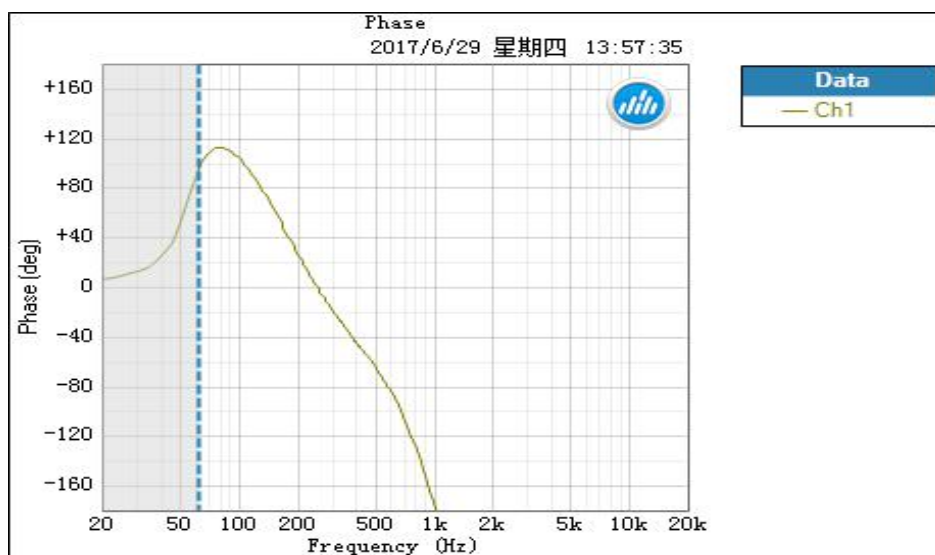
6. 相位 Phase

在任意一个时间点，两个不同的波形在相同的频率点会在波形周期中相同的位置或者在不同的位置（相位偏差）。相位一般会在两个不同的信号中看到，在音频测试中。相位测试一般是多通道的待测品的通道之间，以及相同通道的输入跟输出之间的相位差异。

在相位测试项目中，有几种不同的模式可以选择：

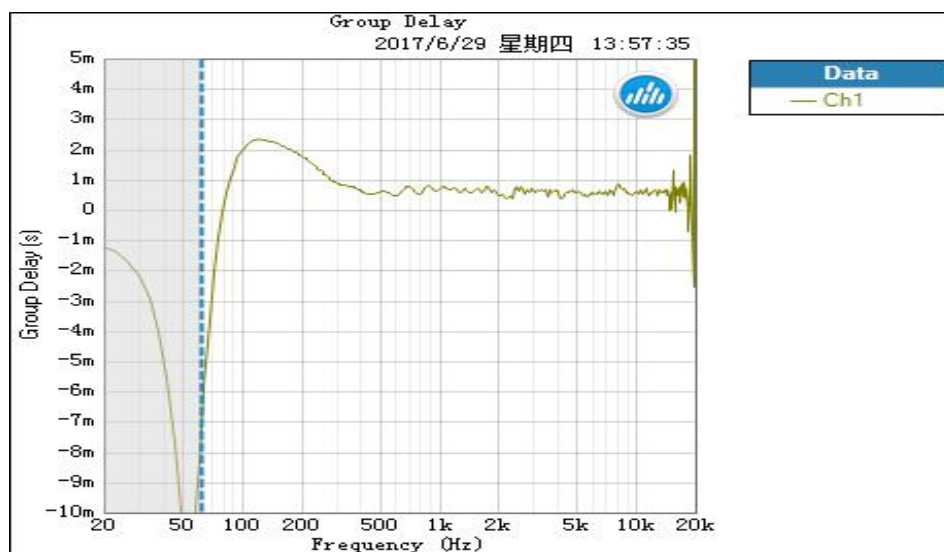
- (1) Relative to ch1 以 ch1 为参考通道，其他通道跟 ch1 的相位差；
- (2) Input to Output 是通道的输入输出的绝对相位差，这个相位差包括了待测品的延时，这个相位没有将相位进行 360° 的自动相减处理；
- (3) Input to Output, wrapped 这个测试项目的结果与 Input to Output 一样，只是将数据进行 360° 相减处理，数据结果为 -180° ；
- (4) Input to Output, excess 这个测试项目的结果与 Input to Output 一样，只是去除了一些线性因素（待测品延时）。

相位测试如下图所示：



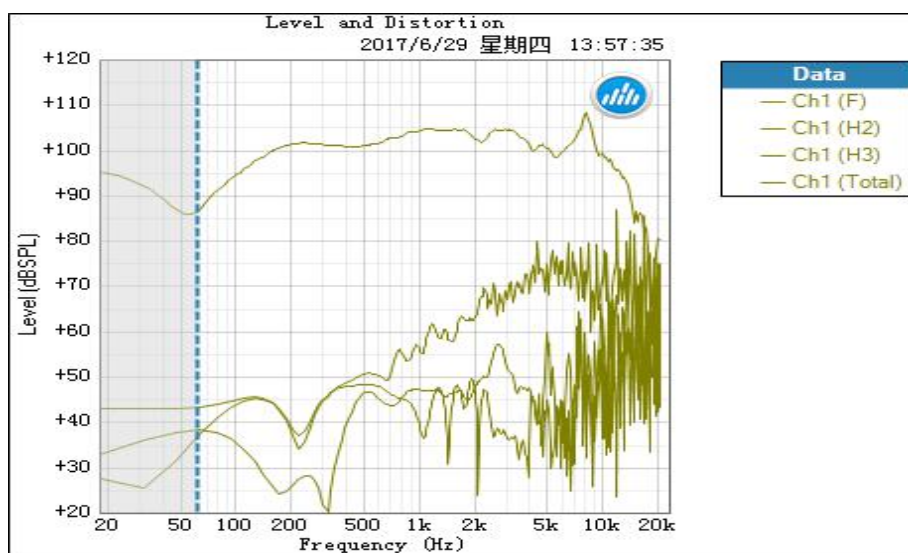
7. 群延时 Group delay

群延时指的是在测试频率范围内不同频率点的相对于信号发生器的延时，也可以理解为频率的相位偏移；测试如下：



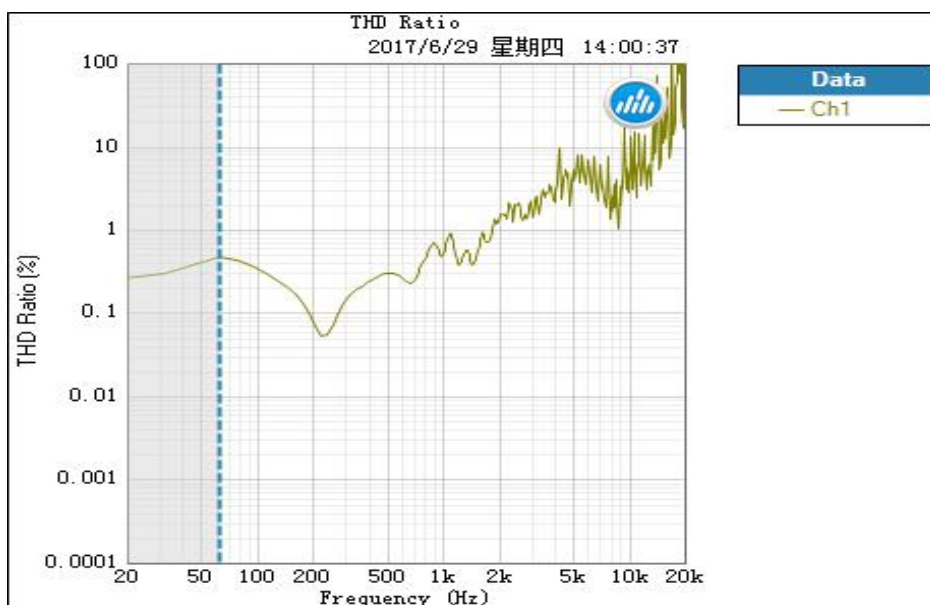
8. 幅度和失真

在这个测试项目中，可以测试频率响应曲线，H2 失真曲线，H3 失真曲线，总的失真曲线对对比。测试如下所示：



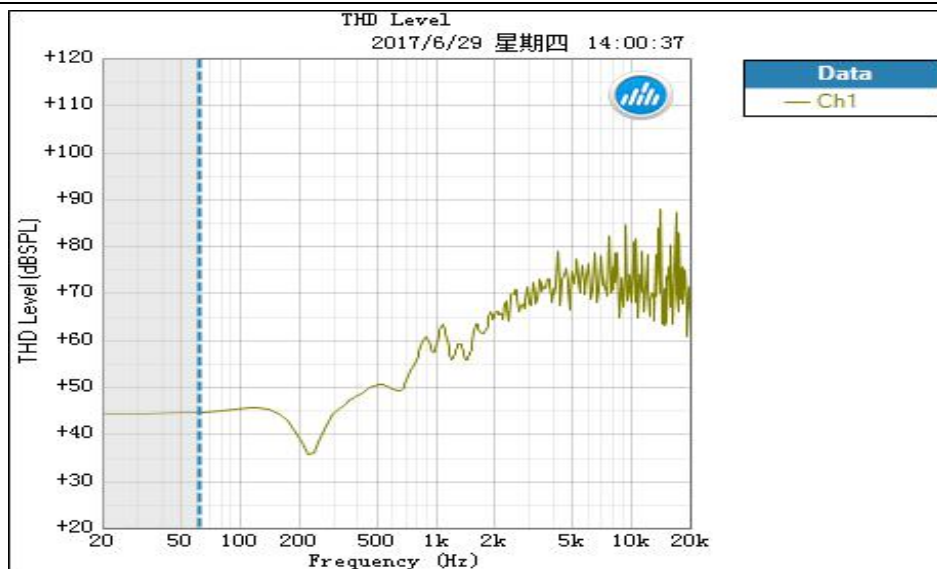
9. 总谐波失真(比率)THD Ratio

失真度与频率的关系曲线，测试如下所示：



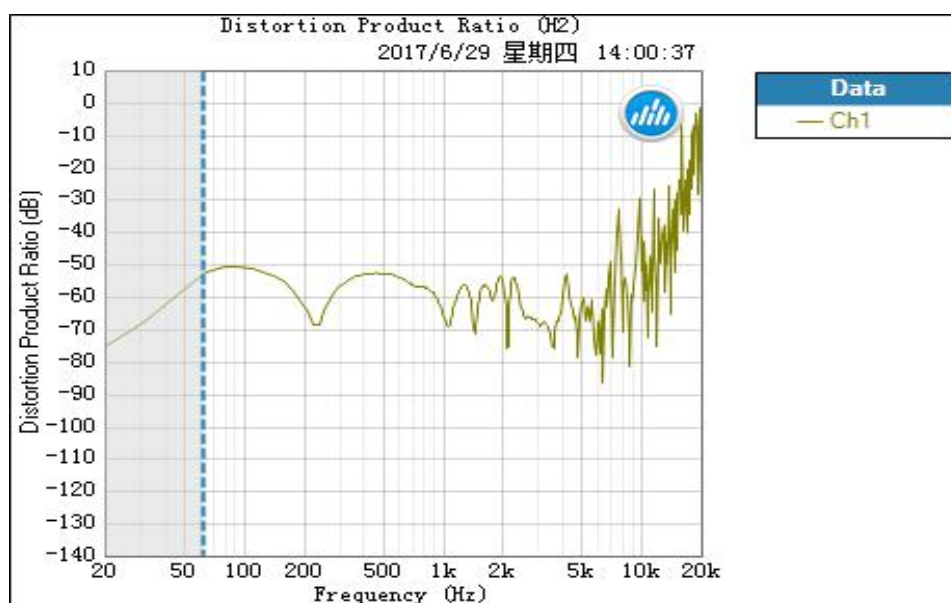
10. 总谐波失真信号幅度 THD Level

失真幅度与频率的关系曲线，测试如下所示：



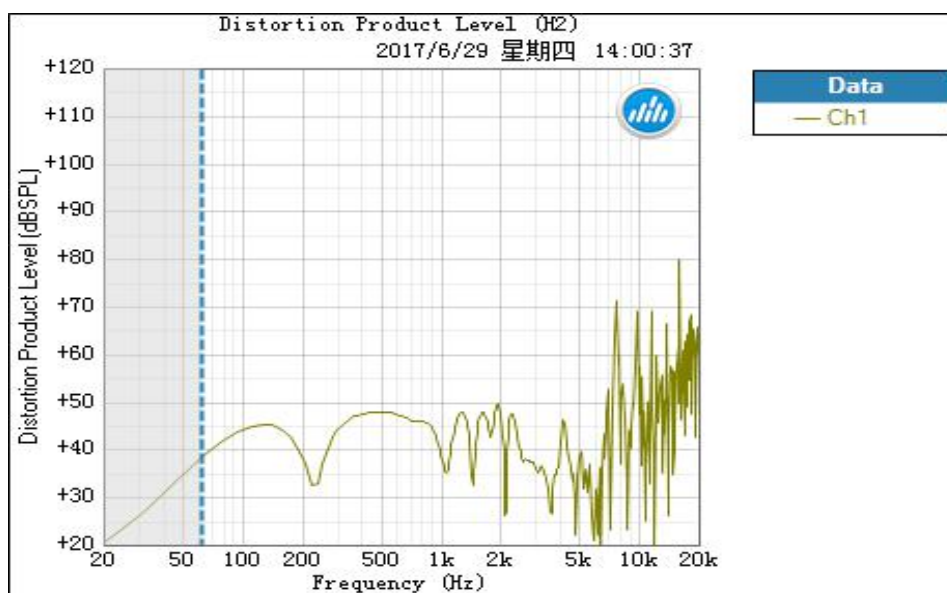
11. 失真度百分比 Distortion Product Ratio(H2)

失真度百分比是测试设置所选择的失真度与基波的百分比，测试的谐波次数可以根据测试需要更改，谐波次数最高可选择 20 次；测试数据也可以选择单次失真数据 single harmonic 和失真谐波总和 Sum of harmonic.



12. 失真度幅度 Distortion Product Level(H2)

失真信号幅度与频率曲线。



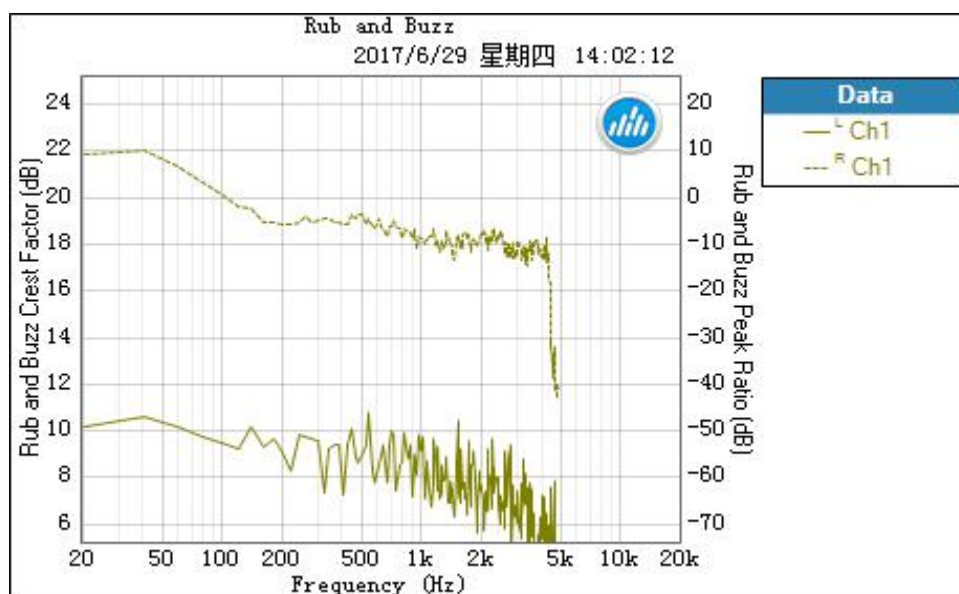
13. 异常音 Rub and Buzz

异常音主要是 10 次以上的高次谐波，在测试中可以根据需要选择 10-30 次谐波。

在测试数据上 Rub&Buzz 有两种显示方式：

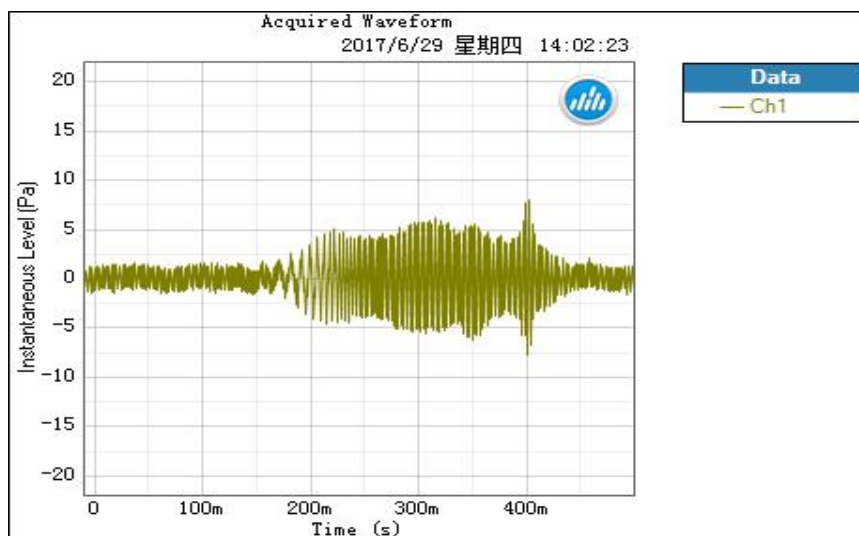
波峰因子：滤波后的残留信号 Rub and buzz crest factor = residual signal peak / residual signal RMS

峰值比率：Rub and buzz peak ratio = residual signal peak / main (unfiltered)



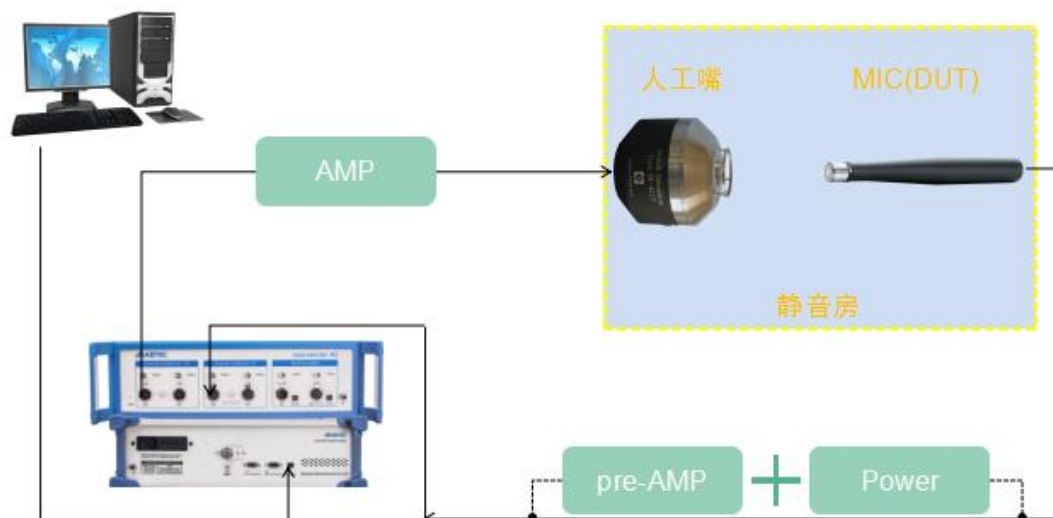
14. 波形 Acquired Waveform

指的是在时间域内的获取到的信号。



8. 麦克风测试

8.1 产品连接图

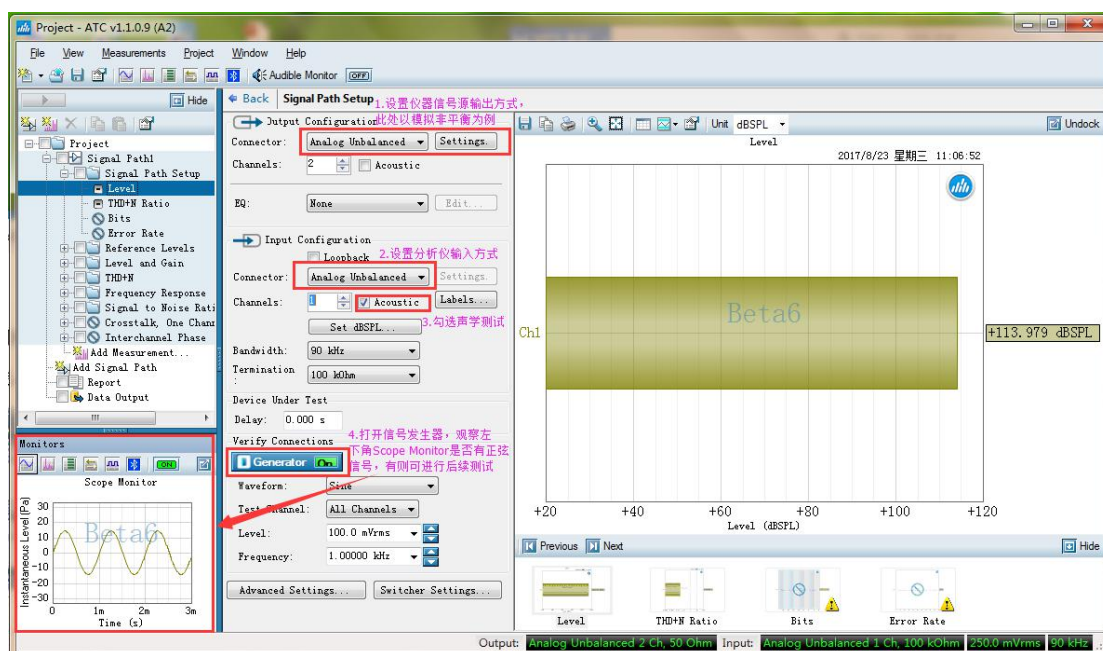


根据上图连接好音频分析仪和待测品；

8.2 具体步骤

1. 信号路径设置

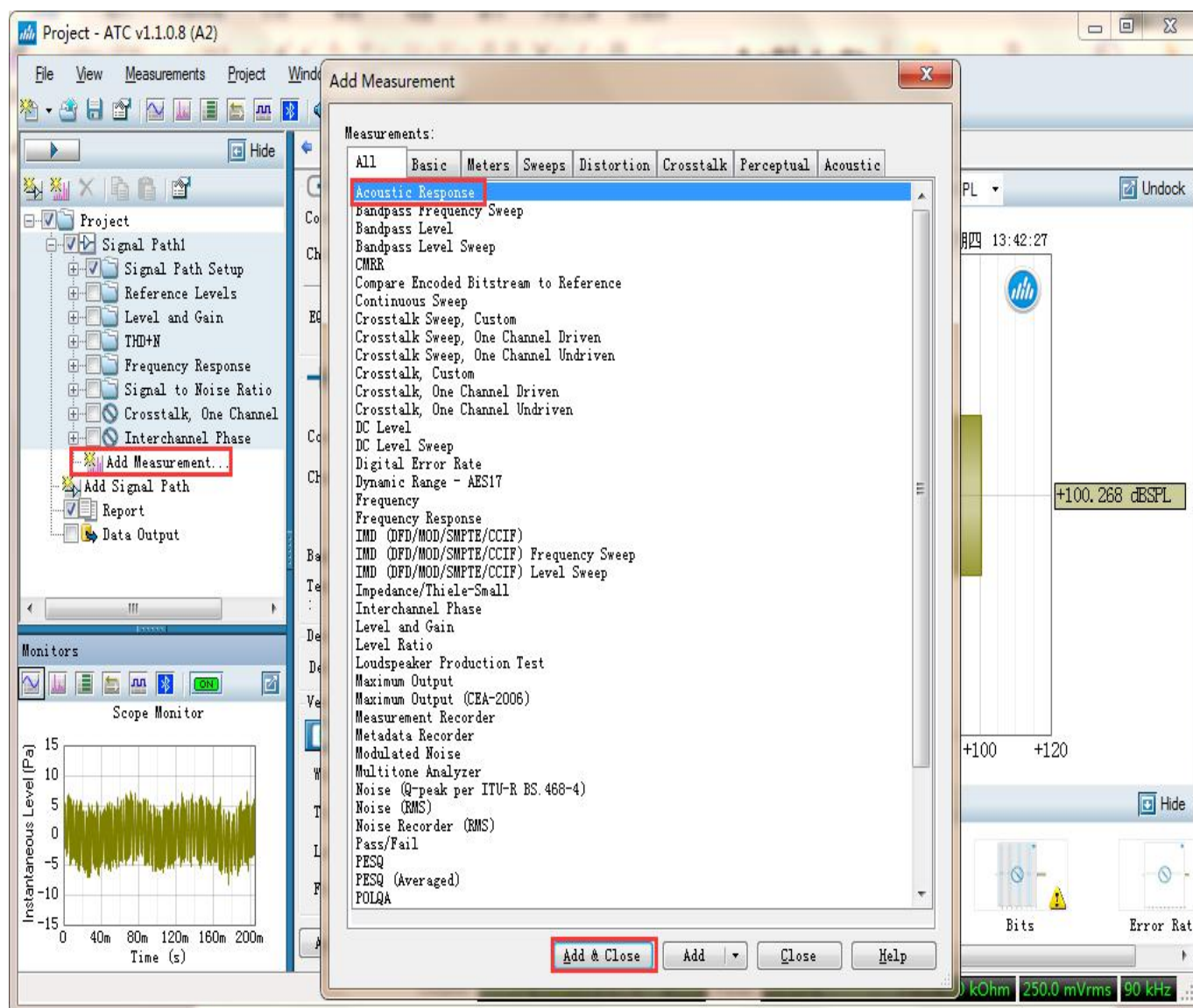
打开 ATC 软件，设置信号路径，具体设置如下图所示：

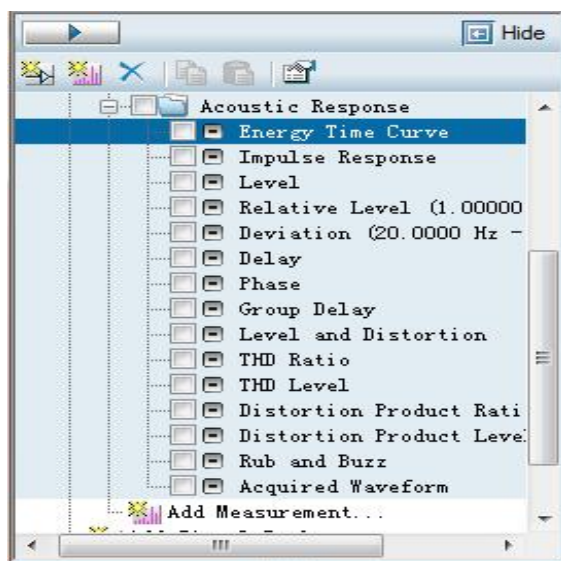


2. 添加声学响应测试项

A2 音频分析仪有相应的声学测试项目 Acoustic Response，由于 ATC 软件界面左侧导航栏的默认测试项为基本音频测量项目，故需要添加该测试项，具体添加方法如下：

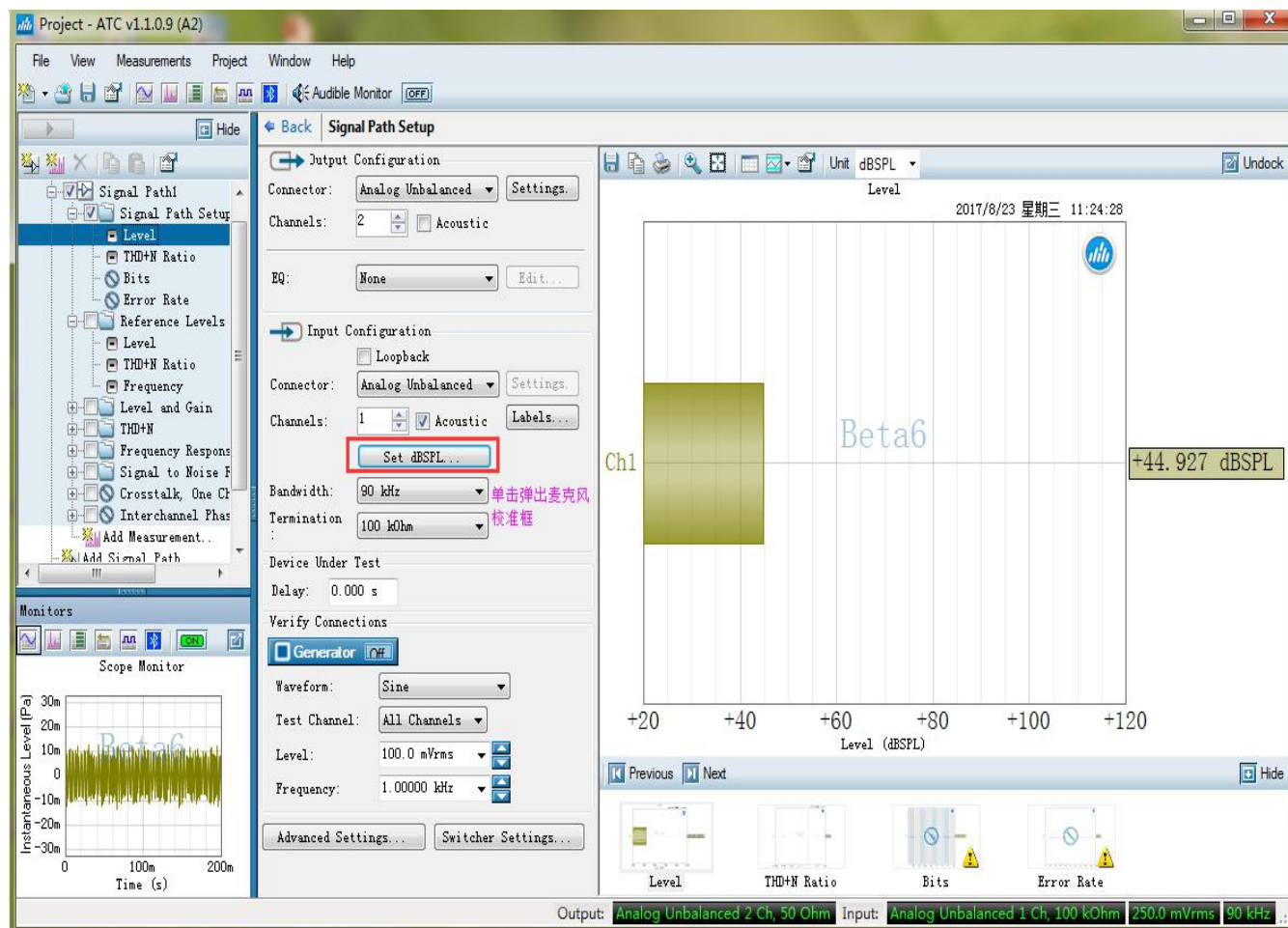
1. 单击软件左侧导航栏中的 Add Measurement，弹出增加测试项目对话框；
2. 在对话框中选择第一个 Acoustic Response 并单击 Add&Close 进行添加；
3. 添加完成后可以在左侧的导航栏中看到该测试项，该测试项目包括了频率响应，相位，失真度，Rub&Buzz 等常用的测试参数；



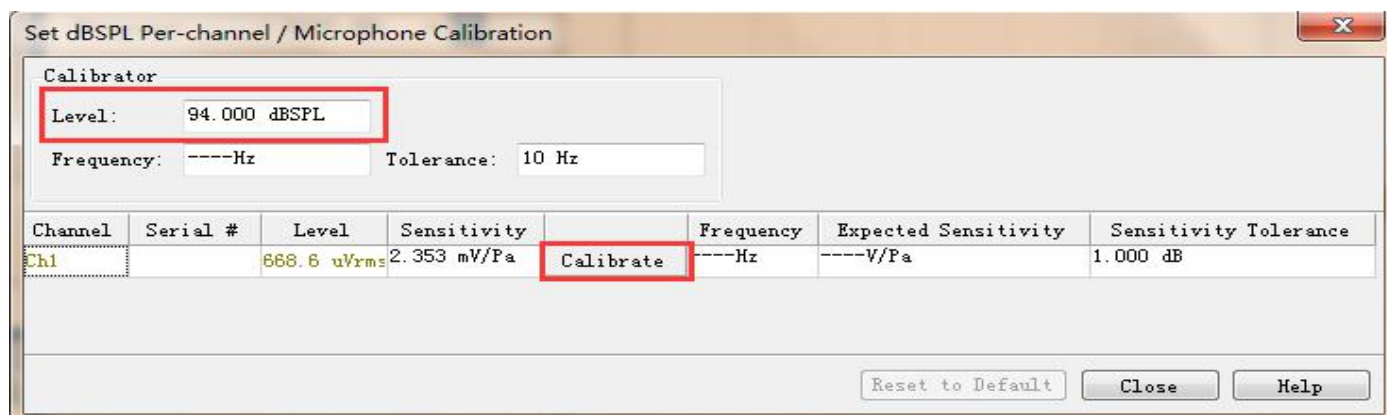


3. 校准标准麦克风

1. 信号路径设置中的 Input configuration 处选择 Acoustic，点击下方的 Set dB SPL 按钮弹出麦克风校准框；

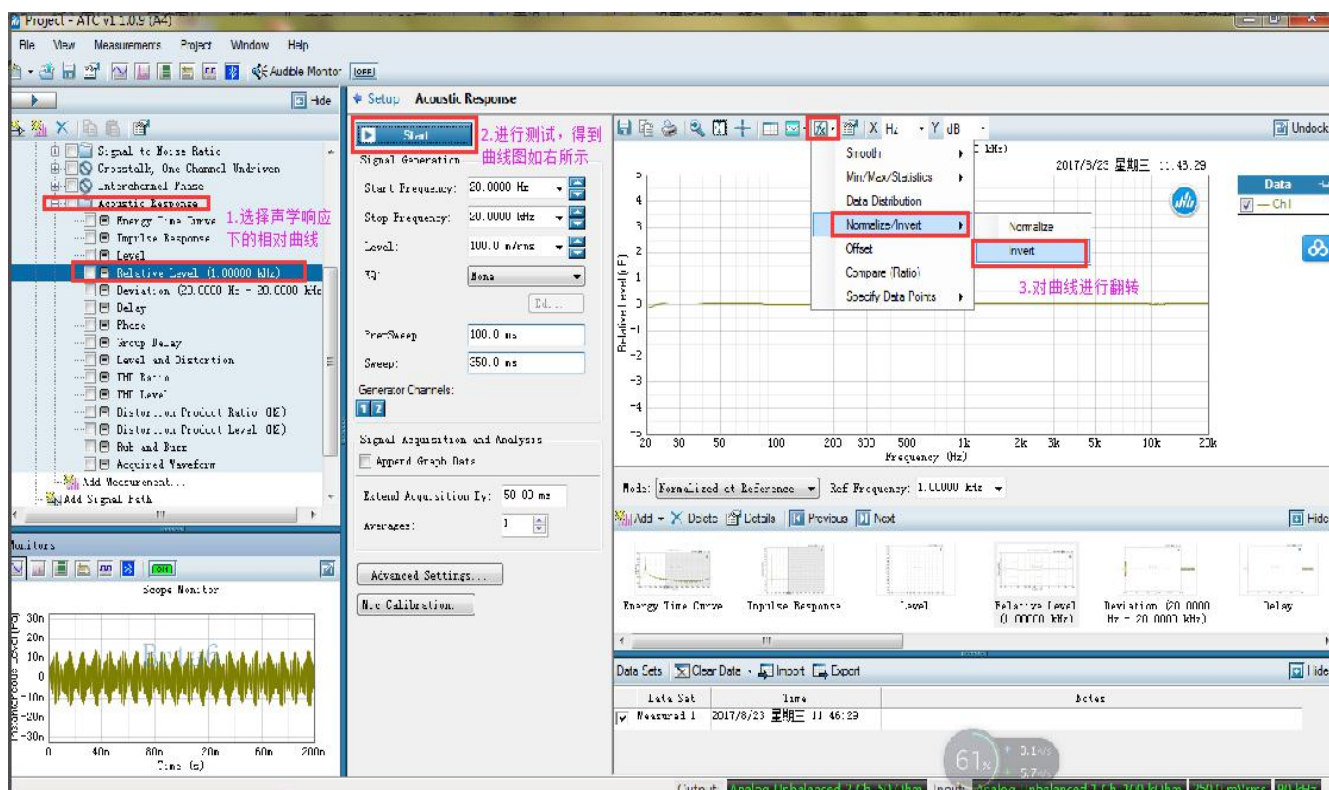


2.根据所选校准器的型号设置校准框中的 Level, 一般有 94dB SPL 和 114dB SPL 两种, 此处选择 94dB SPL。然后将校准器套在麦克风上, 打开校准器开关, 单击校准框中的 calibrate 即可完成麦克风校准。

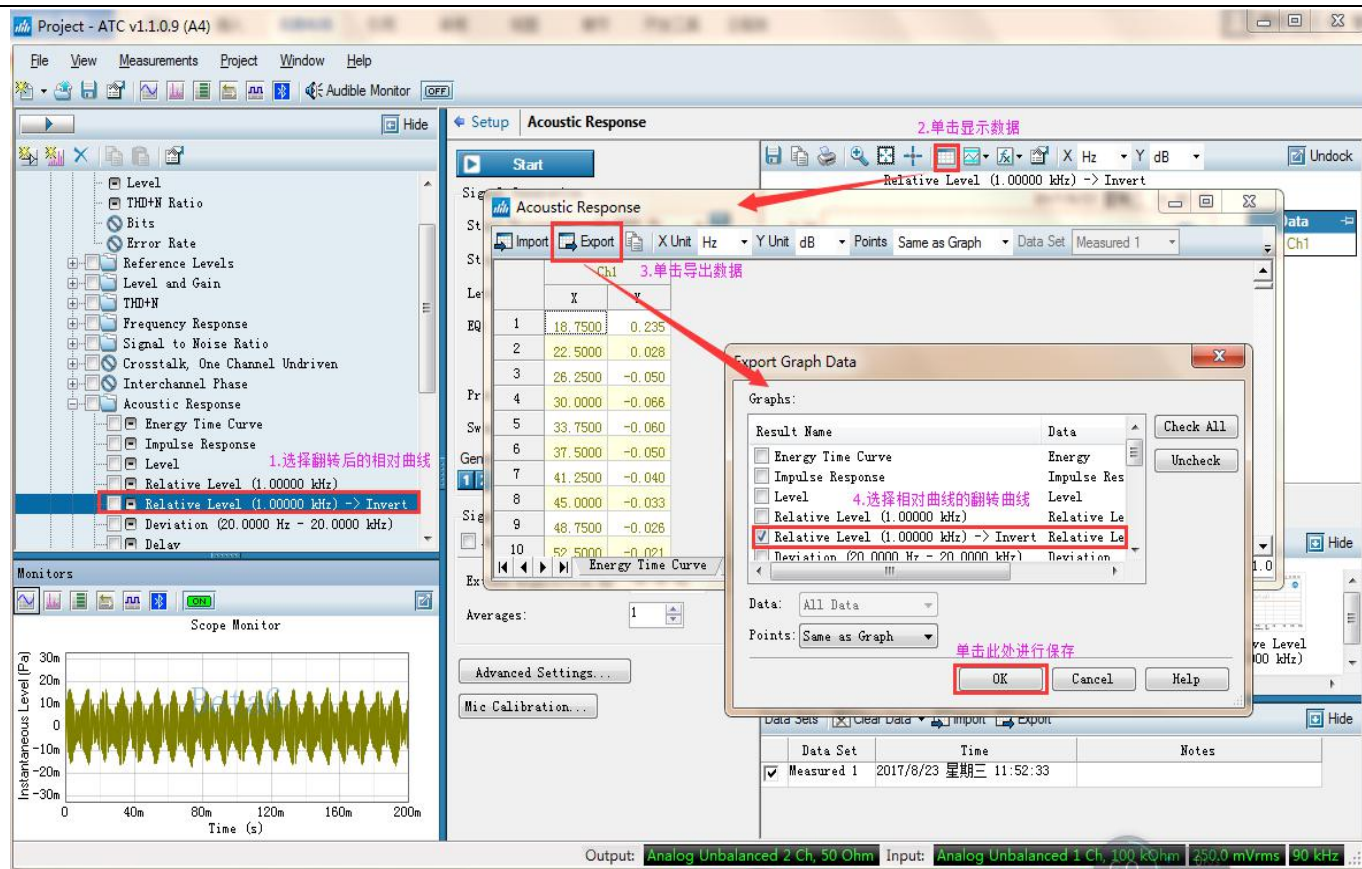


4. 校准人工嘴

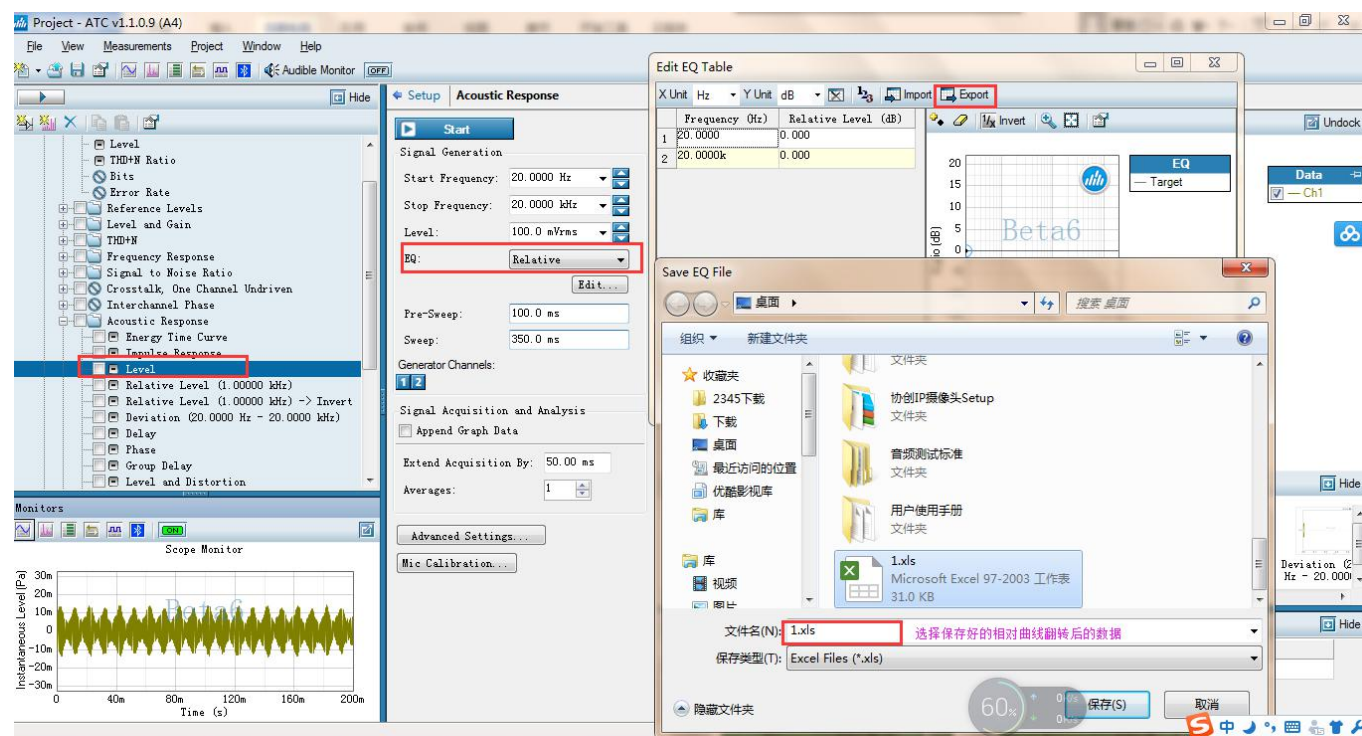
1.用标准麦克风（已校准 OK）测试一条待校准人工嘴的频响曲线, 选择 Relative level 曲线在 fx-->invert 进行翻转。如下图所示:



2.翻转完成后, 导出翻转后的 Relative level 数据;



3.将导出保存好的数据在信号源处 EQ 导入，重复测试 level 确认是否为直线，即完成人工嘴校准。



深圳市爱普泰科电子有限公司

地址：深圳市龙华观澜大富工业区 20 号硅谷动力智能终端产业园 A4 栋 5 楼

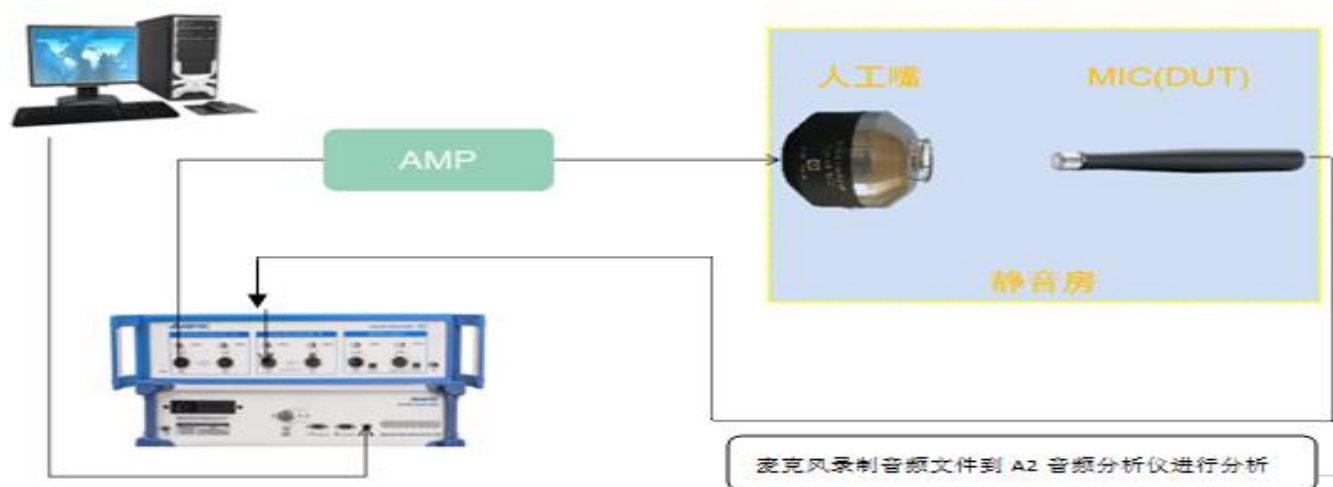
T:0755-8638 0078 E:sales@szaptk.com www.szaptk.com



此时，将标准麦克风换为待测麦克风即可进行测试。保持测试条件不变，单击 **start** 直接开始测试即可；

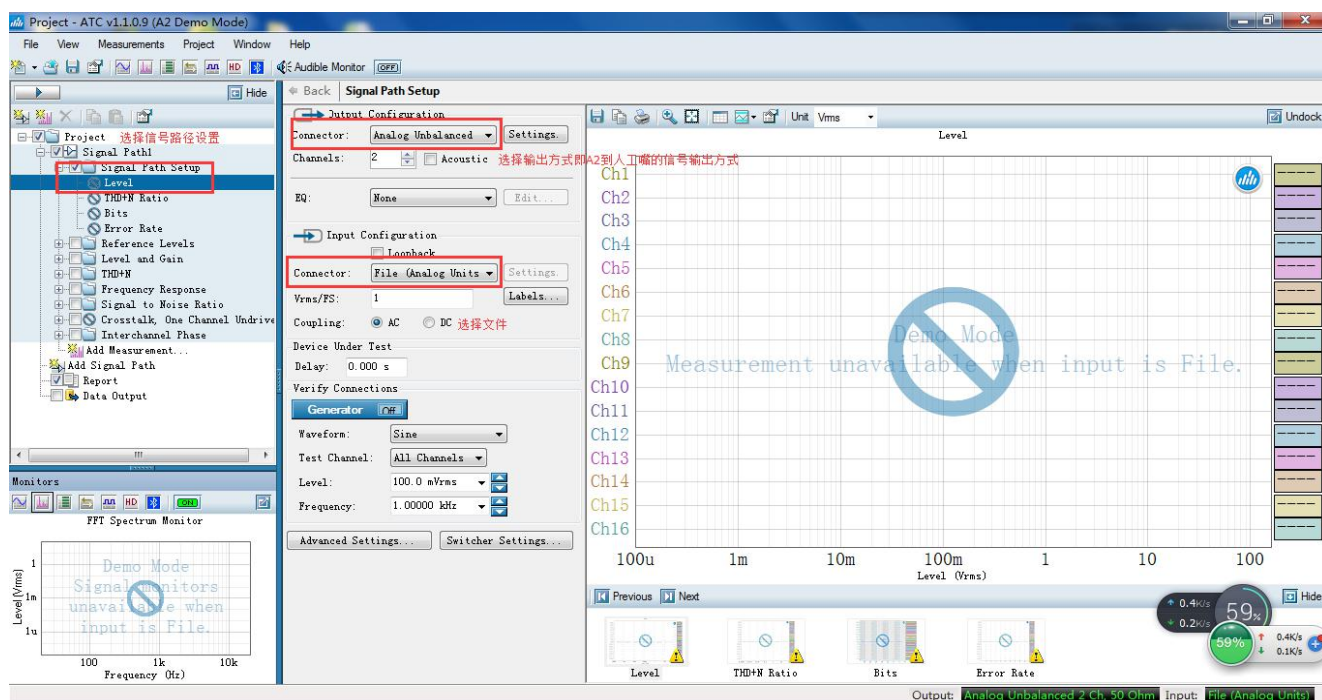
9. 麦克风录音文件分析

9.1 测试原理图



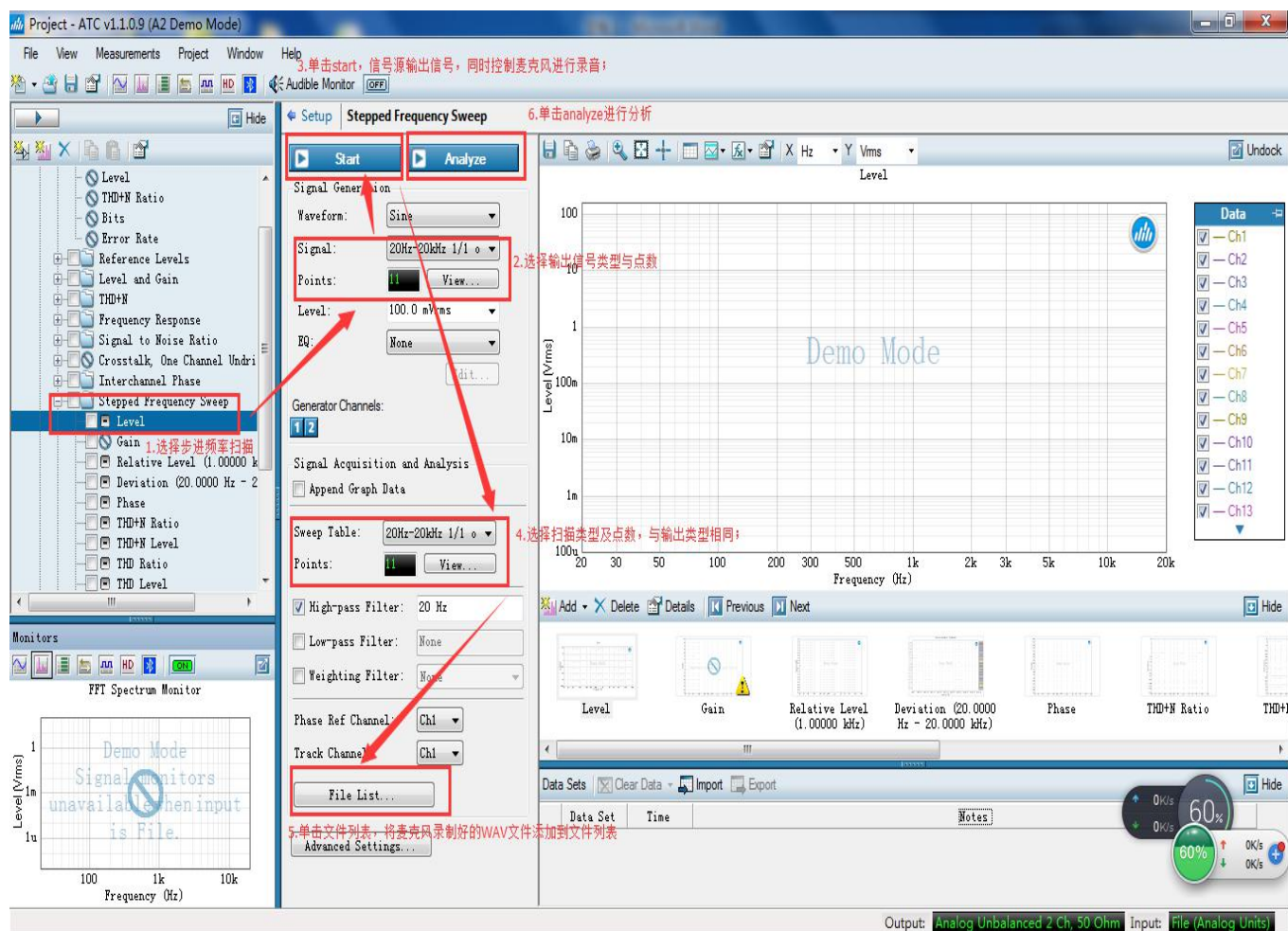
麦克风录音文件测试原理图如上图所示，A2 音频分析仪输出测试信号经过功放到人工嘴，人工嘴播放测试信号，再由被测麦克风录制该信号并生成 WAV 音频文件，由 A2 分析该音频文件，需要注意的是在测试之前需要用标准麦克风校准人工嘴；

9.2 信号路径设置



输出配置中的连接方式根据信号输出实际方式进行选择，输入连接方式选择文件；

9.3 具体测试



单击 **Add Measurement** 添加 **step frequency sweep** 进行测试；选择 **level** 即频响曲线，首先要选择输出测试类型，选择完成后单击 **start** 进行测试信号输出，同时被测麦克风进行信号录制，录制完成后需要将录制的音频文件拷贝到运行 **ATC** 软件的 **PC** 端，然后选择分析信号类型，要与输出的测试信号类型相同，并将音频文件添加到文件列表，单击 **Analyze** 进行分析即可；

失真测试同上类似，选择失真测试项，文件添加成功后进行分析即可（如果在频响曲线测试时已添加文件，可直接进行分析）；

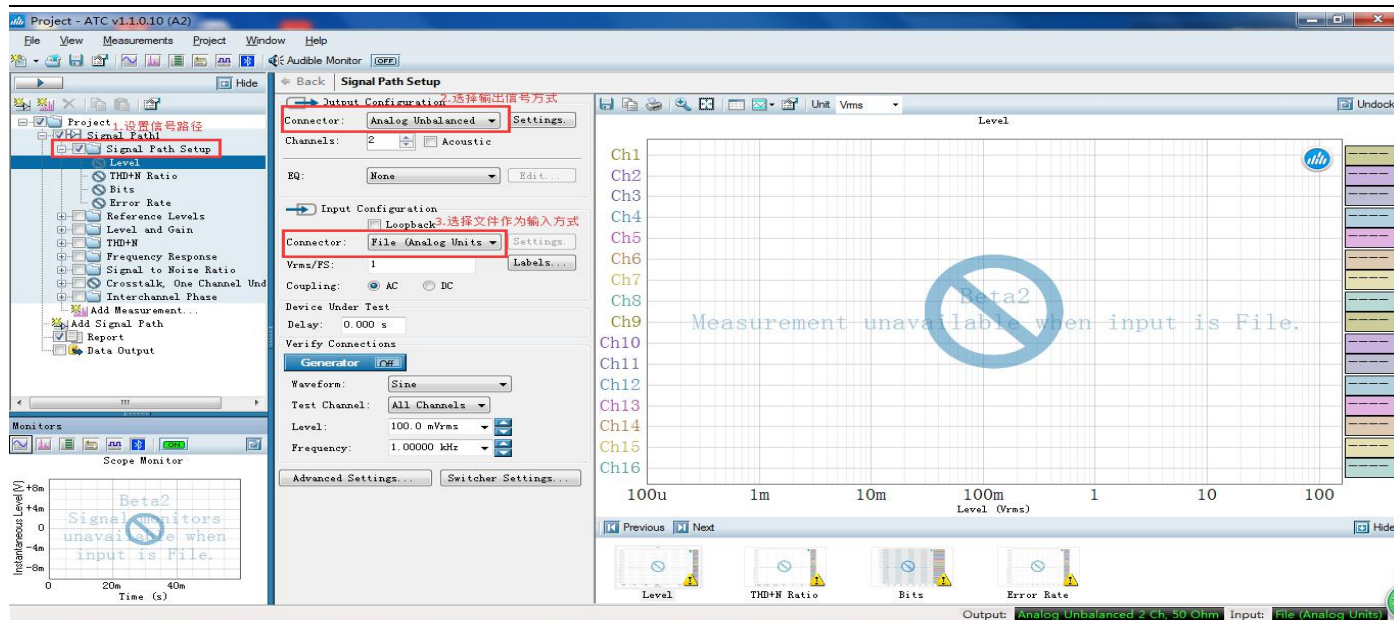
10. 智能音箱麦克风录音文件测试（ADB）

麦克风录音文件测试，需要用 PC 端执行命令控制麦克风录音，所以控制智能音箱麦克风的 PC 端应该装有 ADB 驱动，对于麦克风测试，需要的设备有 A2 音频分析仪，人工嘴，标准麦克风，麦克风电源适配器，功放，校准器等，音频文件录制之前需要对标准麦克风与人工嘴进行校准，具体校准方法请参考声学测试与麦克风测试指导。校准完成后为方便测试可以将麦克风录音命令与录音结束拷贝命令保存为 Windows 批处理文件（.bat）并放在一个文件夹里，本次使用的录音命令保存为 **al.bat**，录音结束拷贝命令为 **alend.bat**，拷贝命令中需要有录制音频文件的名称以及存放位置（存放在 D 盘以 **48k_8ch_32bit.wav** 命名）；并将这两个命令文件放置在 D 盘中的 **aioS** 文件夹中（注：文件名和存储位置可自行选择）。

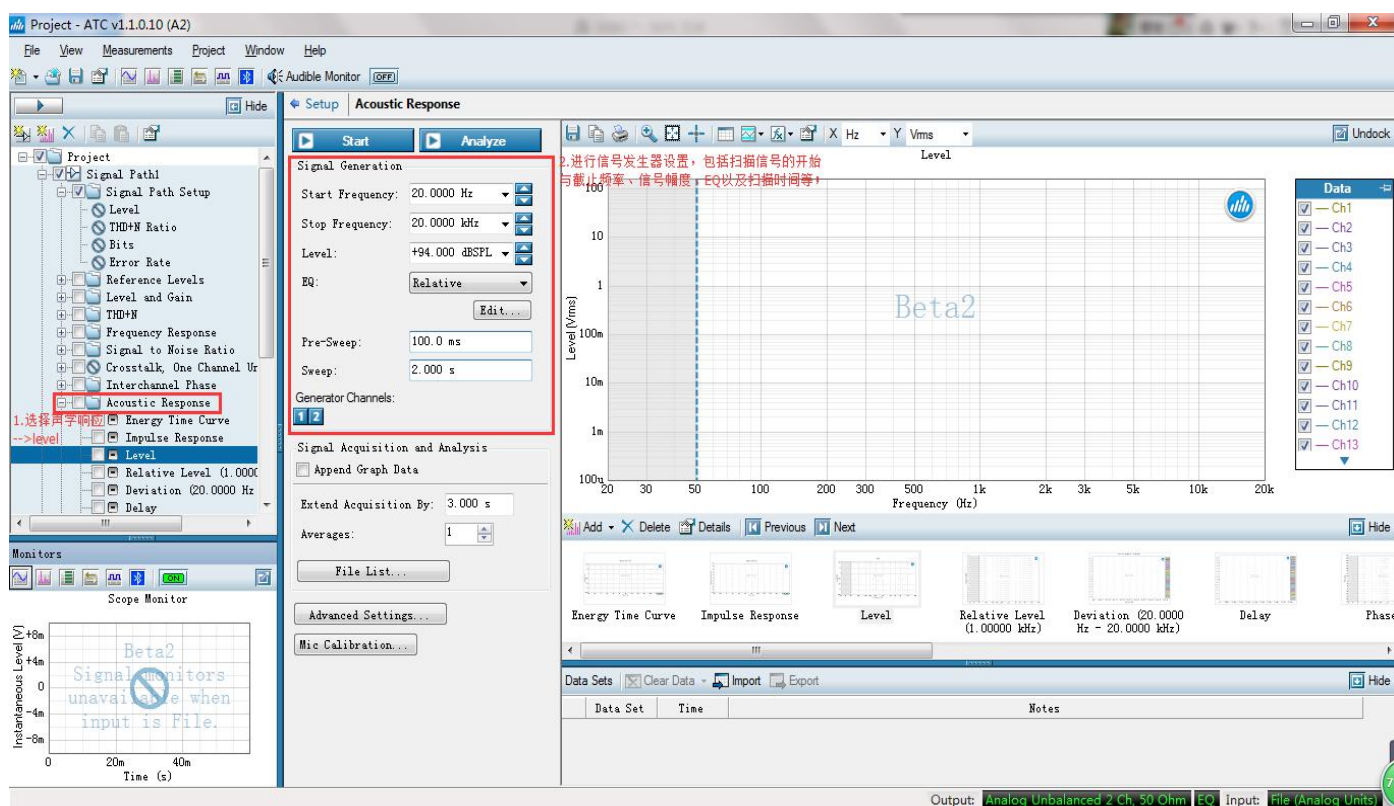
具体录音文件测试有两种方法：一种是非自动测试，即在 PC 端 **cmd.exe** 中通过执行命令进行测试；一种为自动测试，即将命令添加到 ATC 测试项目序列运行的子步骤中自动运行测试。

10.1 非自动测试即利用 PC 端 **cmd.exe** 进行测试

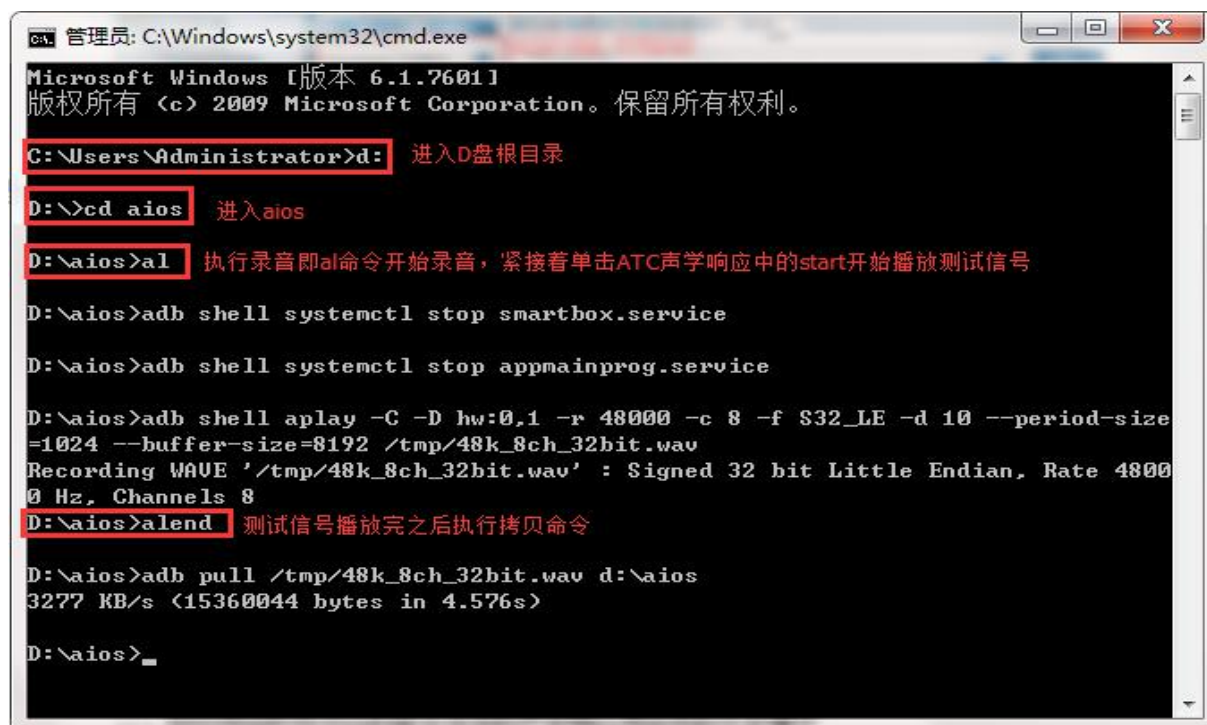
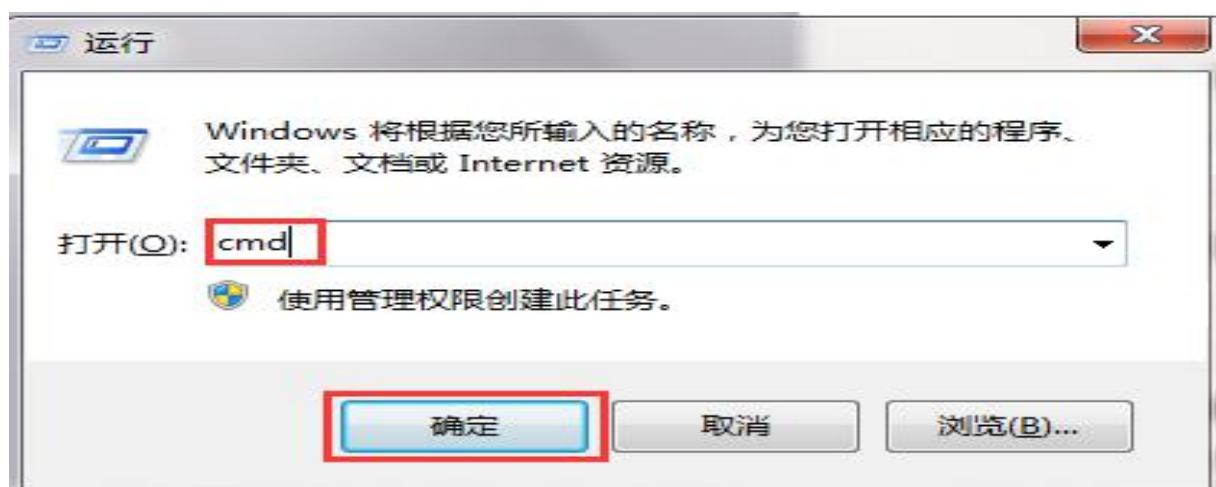
1. 选择 ATC 信号路径设置进行输入输出连接方式设置，输出连接方式为 A2 音频分析仪信号源到人工嘴的信号输出方式（通常为模拟非平衡或模拟平衡），输入端选择 **File**（Analog units），具体设置如下图所示：



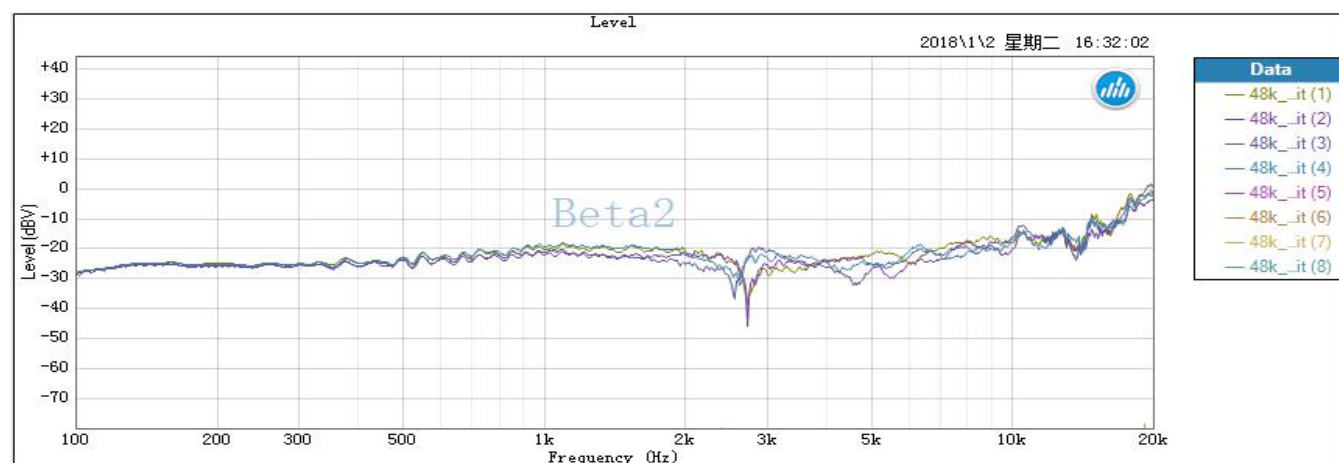
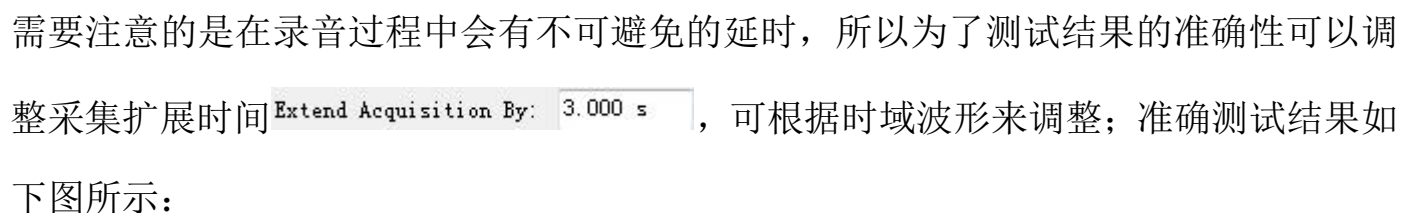
2. 添加声学响应测试（如果校准人工嘴时已添加则选择该项即可），然后进行信号发生器设置，信号源设置主要包括测试信号的开始频率与截止频率，信号幅度（一般采用 94dB SPL），EQ 即均衡曲线（选择校准人工嘴时保存的相对曲线反转后的数据），预扫描以及扫描时间，如下图所示：

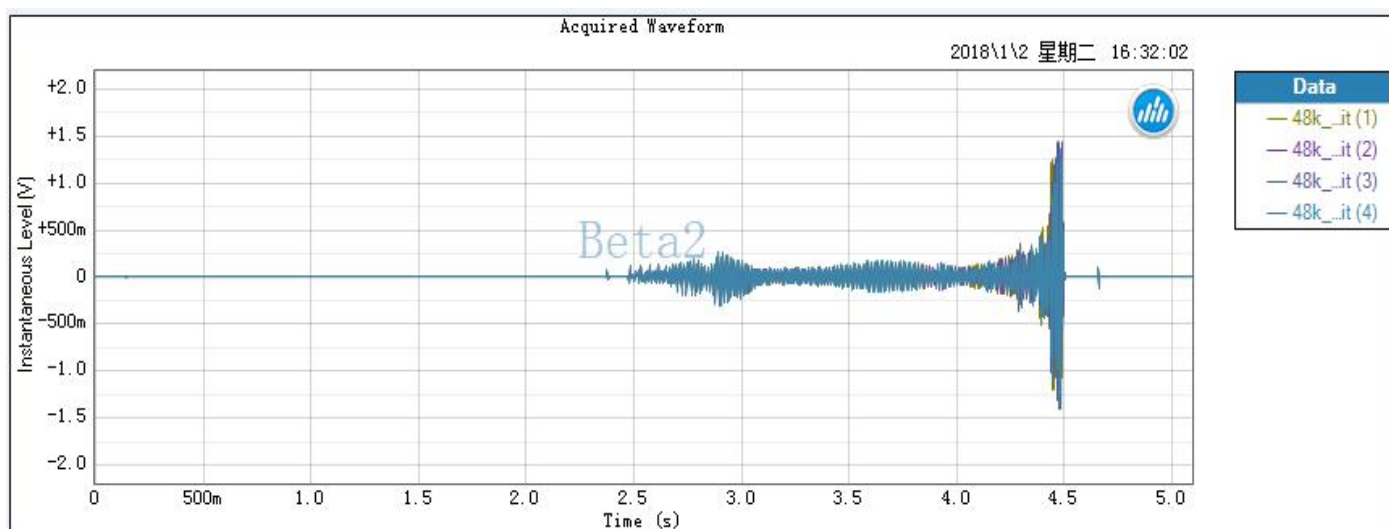
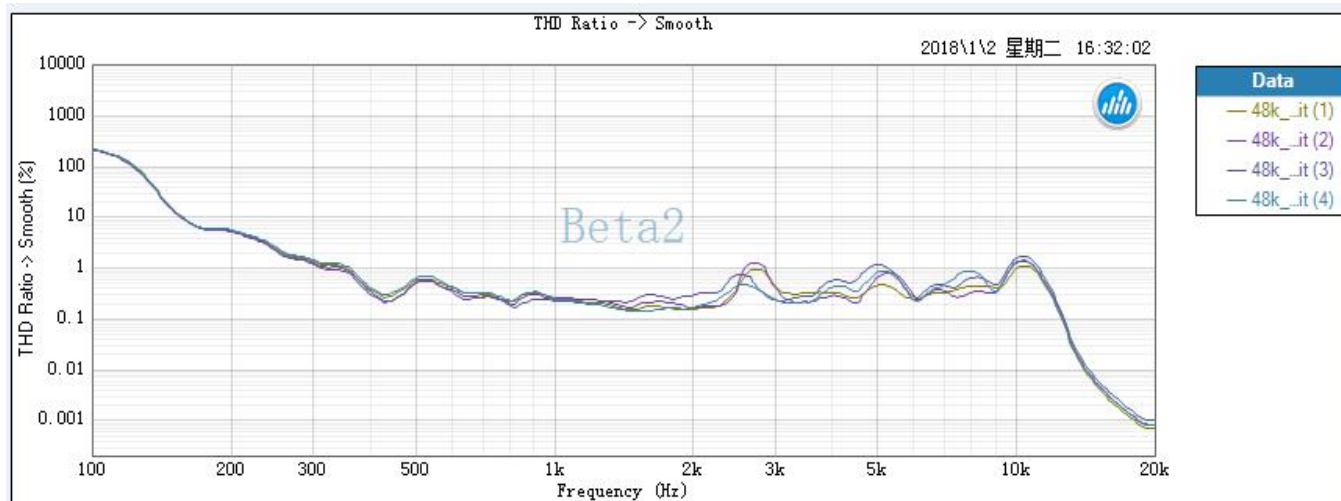


3. 信号路径与信号发生器参数设置完之后，开启智能音箱，进入 **cmd.exe**，进入录音文件的根目录（**D:\aios**）并执行录音命令（**al**）让麦克风开始录音，紧接着单击 **ATC** 声学响应中的 **start** 播放测试信号。测试信号播放结束后，执行录音结束拷贝命令（**alend**），如下图所示：



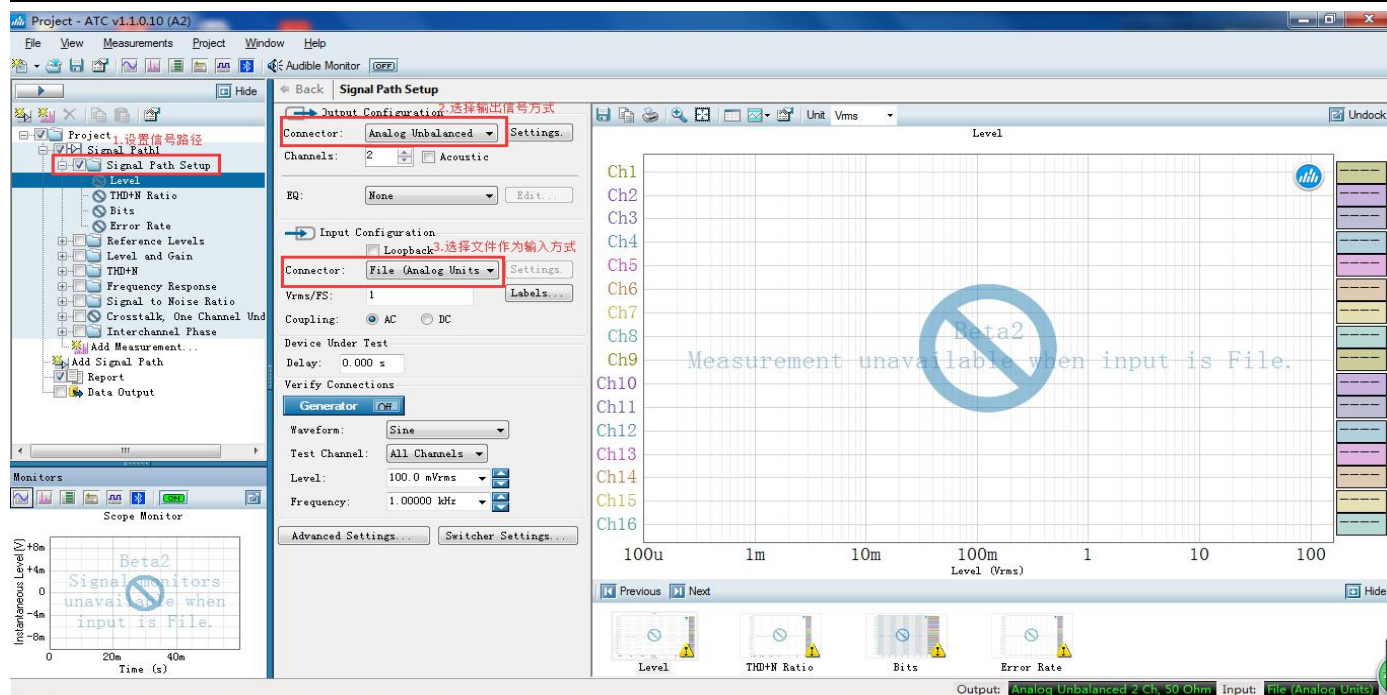
4. 所有命令执行完之后，录音文件是保存在 **D:\aios** 中以 **48k_8ch_32bit** 命名的 **wav** 文件（**48k_8ch_32bit.wav d:\aios**），单击文件列表将该文件添加到文件列表中并单击分



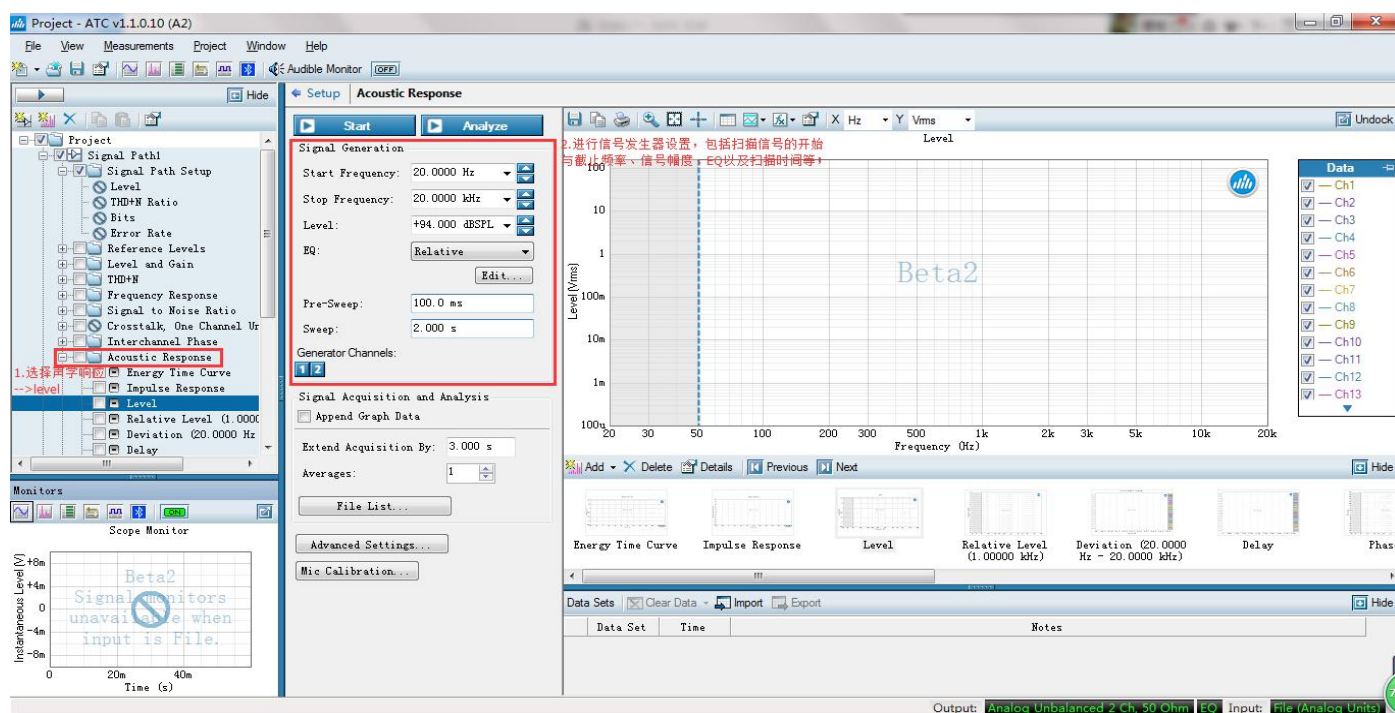


10.2 自动测试即将对应的命令添加到声学响应测试项的子步骤中

1. 选择 ATC 信号路径设置进行输入输出配置，输出连接方式为 A2 信号源到人工嘴的信号输出方式（通常为模拟非平衡或模拟平衡），输入端选择 File（Analog units），具体如下图所示：



2. 添加声学响应测试（如果校准人工嘴时已添加则选择该项即可），然后进行信号发生器设置，信号源设置主要包括测试信号的开始频率与截止频率，信号幅度（一般采用 94dB SPL），EQ 即均衡曲线（选择校准人工嘴时保存的相对曲线反转后的数据），预扫描以及扫描时间，如下图所示：



3. 右键单击声学响应  Acoustic Response ， 选择编辑提示和属性

 Edit Prompts and Properties... 弹出提示和属性对话框, 单击添加步骤  Add Step 选择 program

如图 1 所示；弹出程序设置对话框，首先添加录音命令如图 2 所示；录音命令添加完成后添加一个 program 进行录音文件拷贝命令添加，如图 3 所示；所有命令添加完成后需要对添加的 program 进行排序，将录音置顶，将拷贝置于分析文件之前即可：

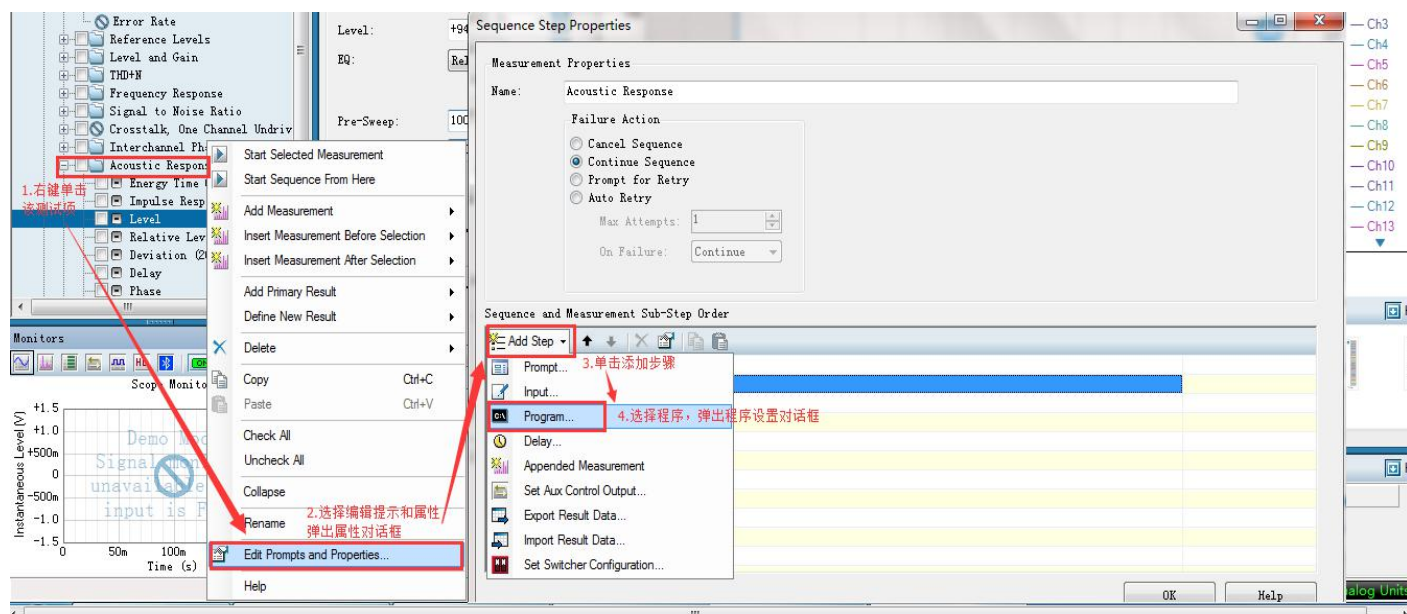


图 1

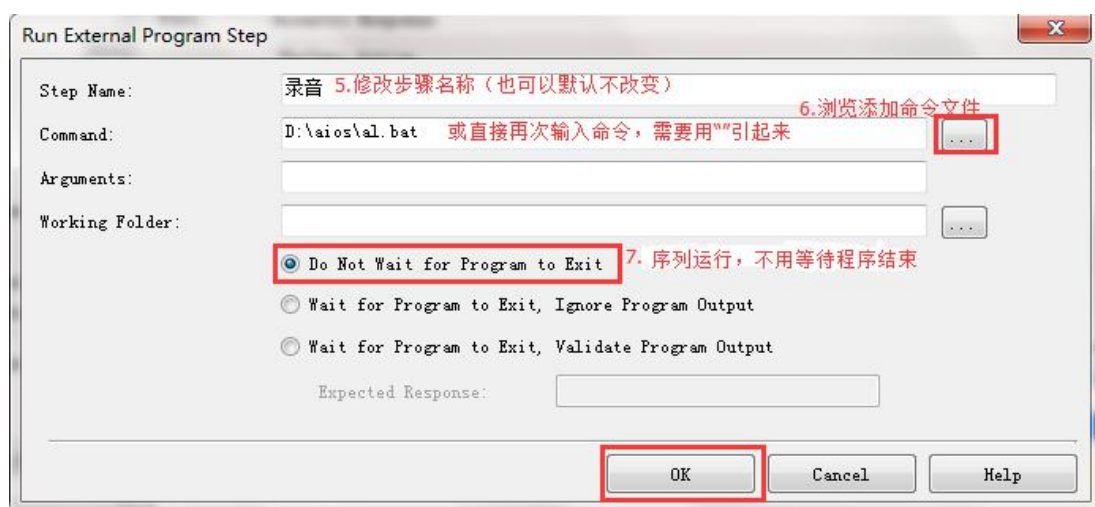


图 2

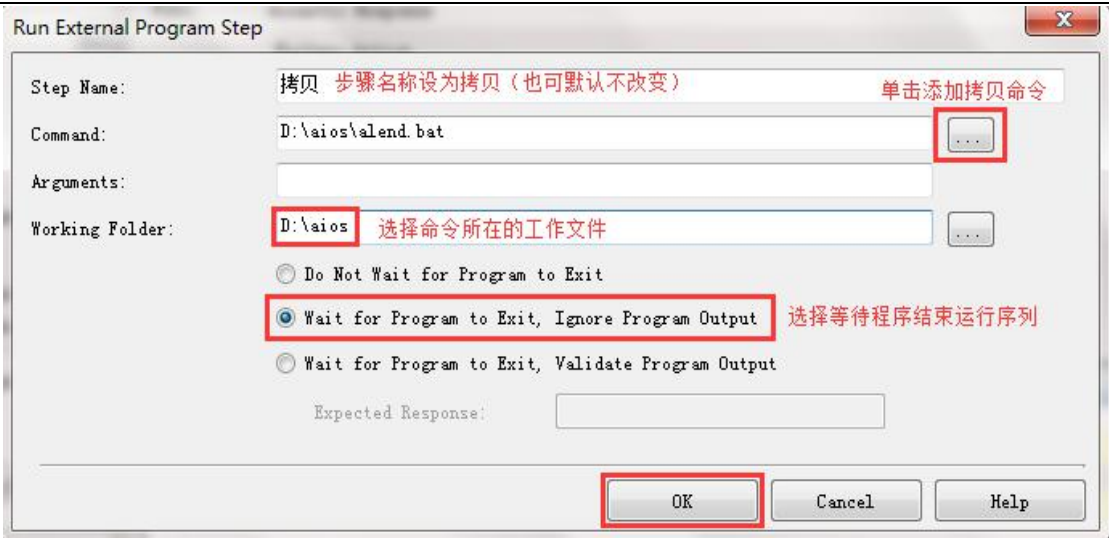


图 3

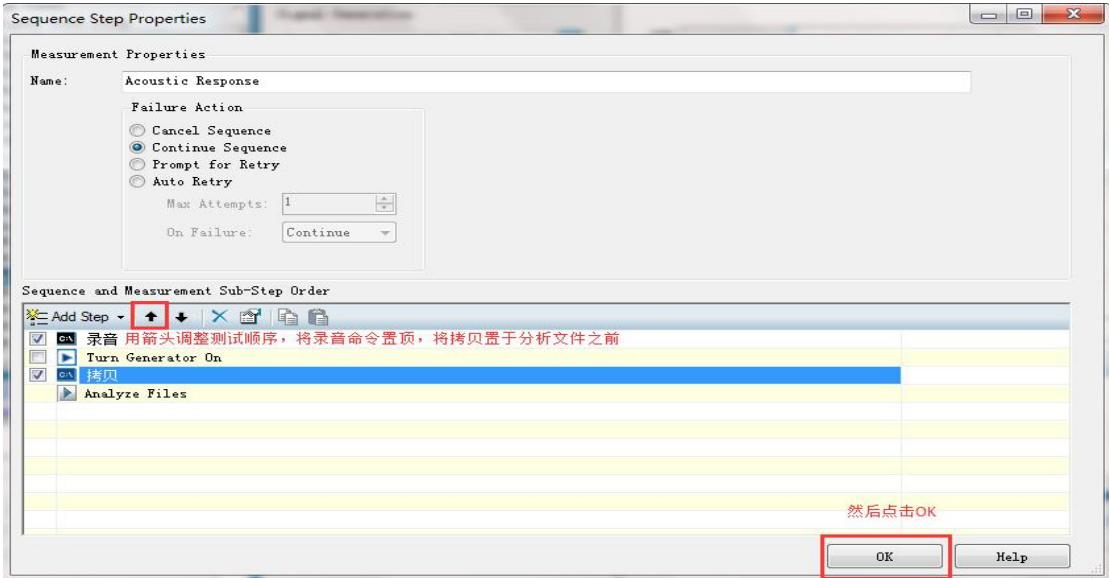
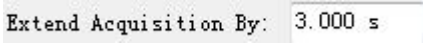
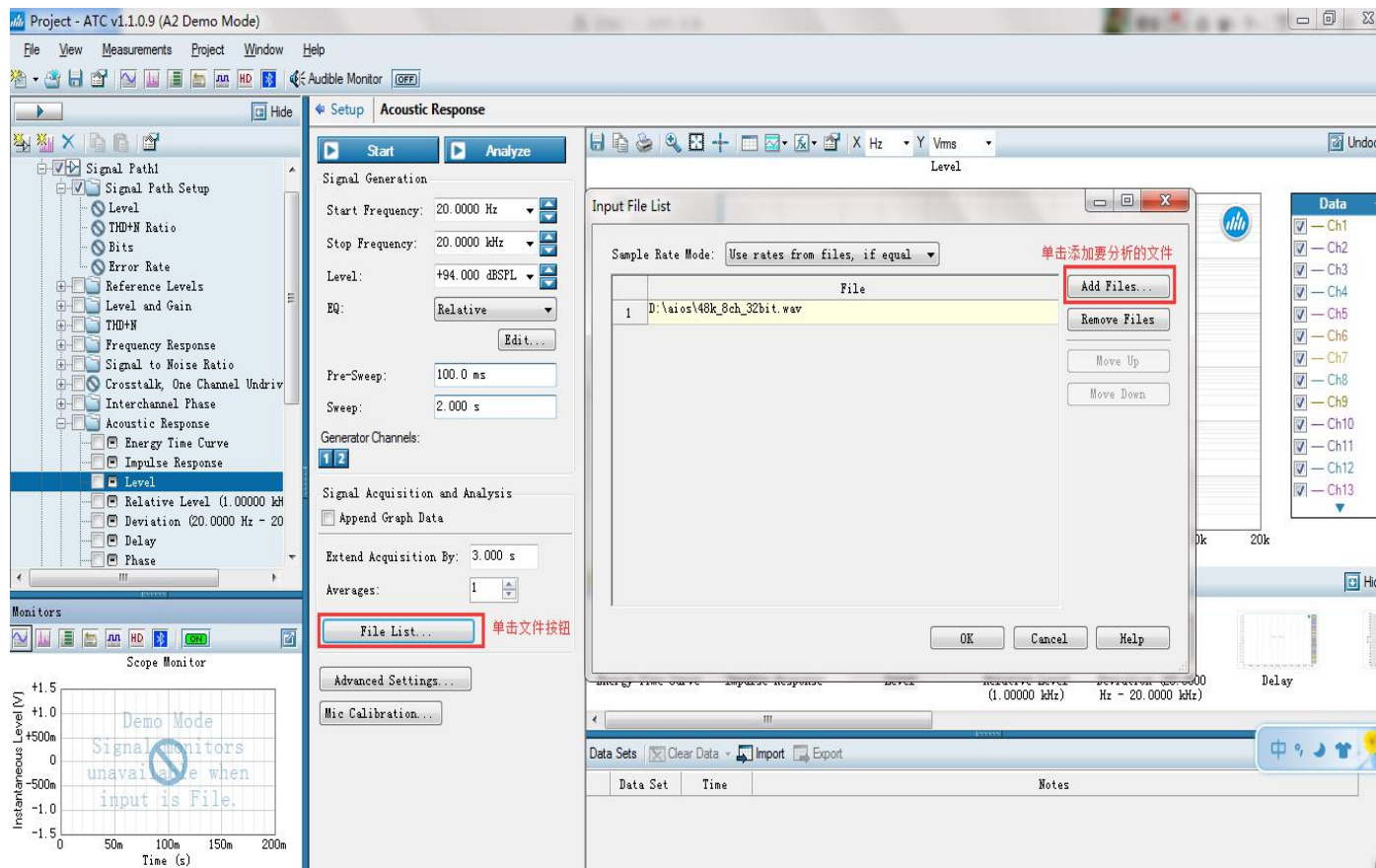


图 4

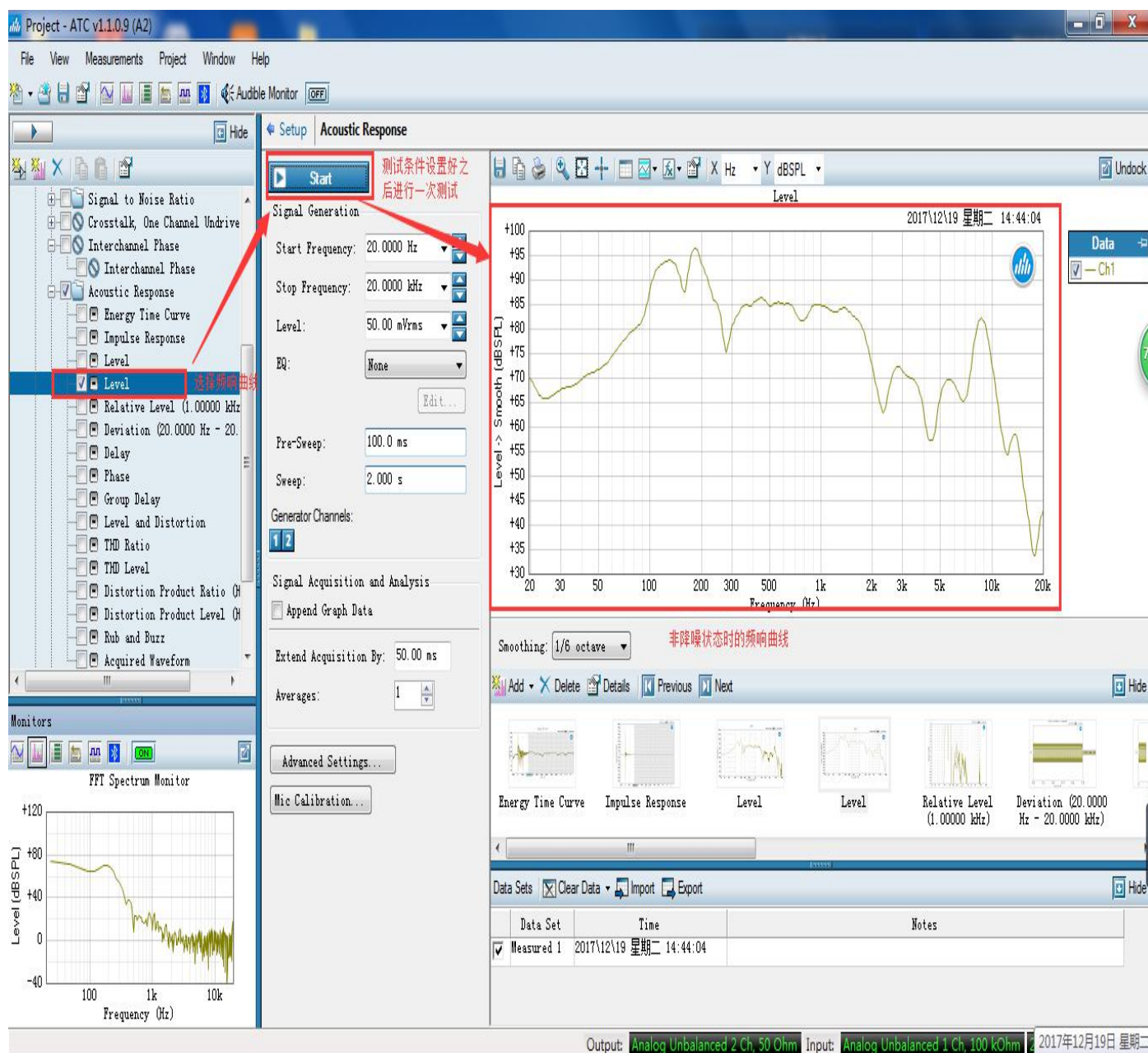
4. 命令添加完成后，单击文件列表  添加录音文件，即可进行测试；拷贝命令里将录音文件保存在 D:\aios 中并以 48k_8ch_32bit.wav 命名；为了测试结果的准确性，可以将采集扩展时间  设置长一些；右键单击声学相应测试选择运行该测试项或直接单击左上方的自动测试按钮  即可进行一次自动测试：



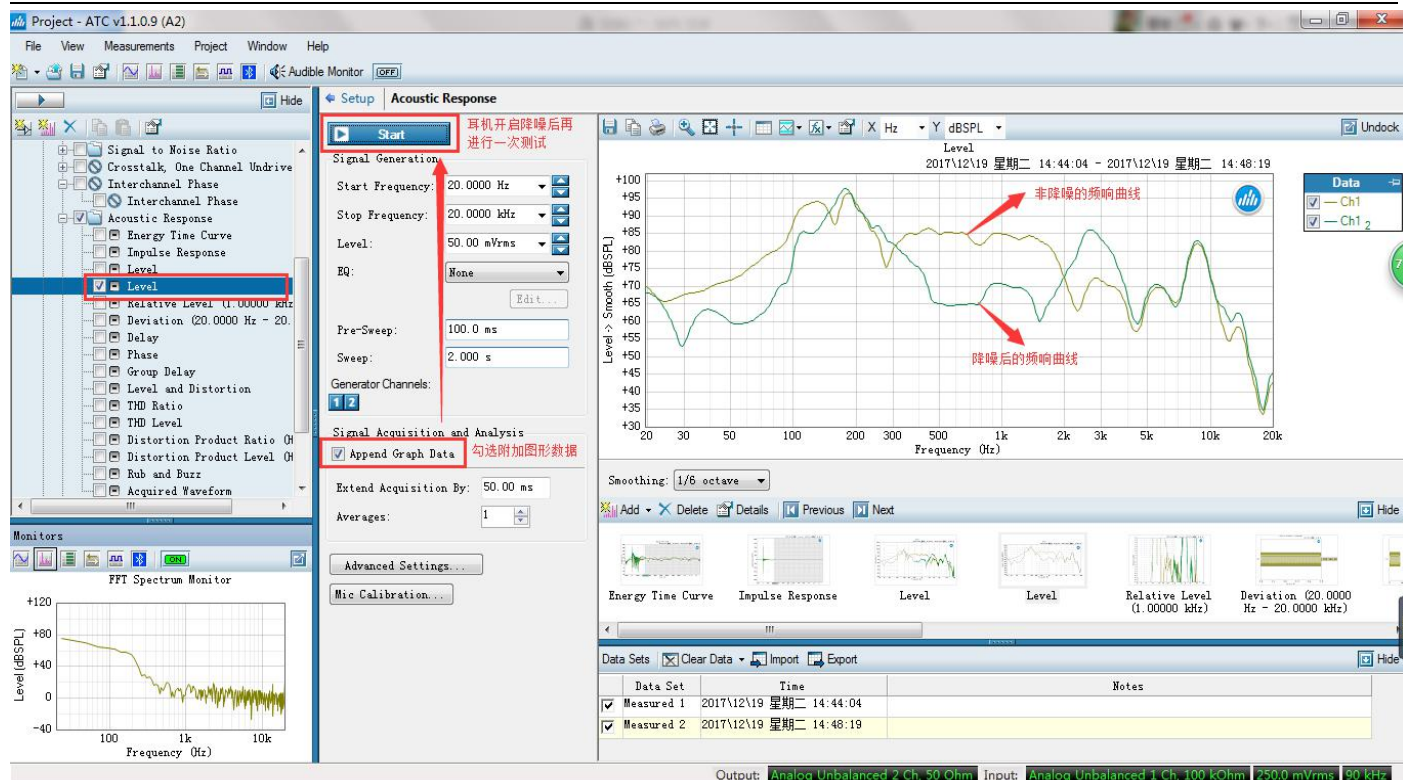
11. 降噪耳机不同状态频响曲线对比测试

11.1 非自动测试方法

1. 设置好测试环境与条件之后，添加声学响应并选择频率响应测试项，使耳机处于非降噪状态进行一次测量，具体步骤如下图所示：

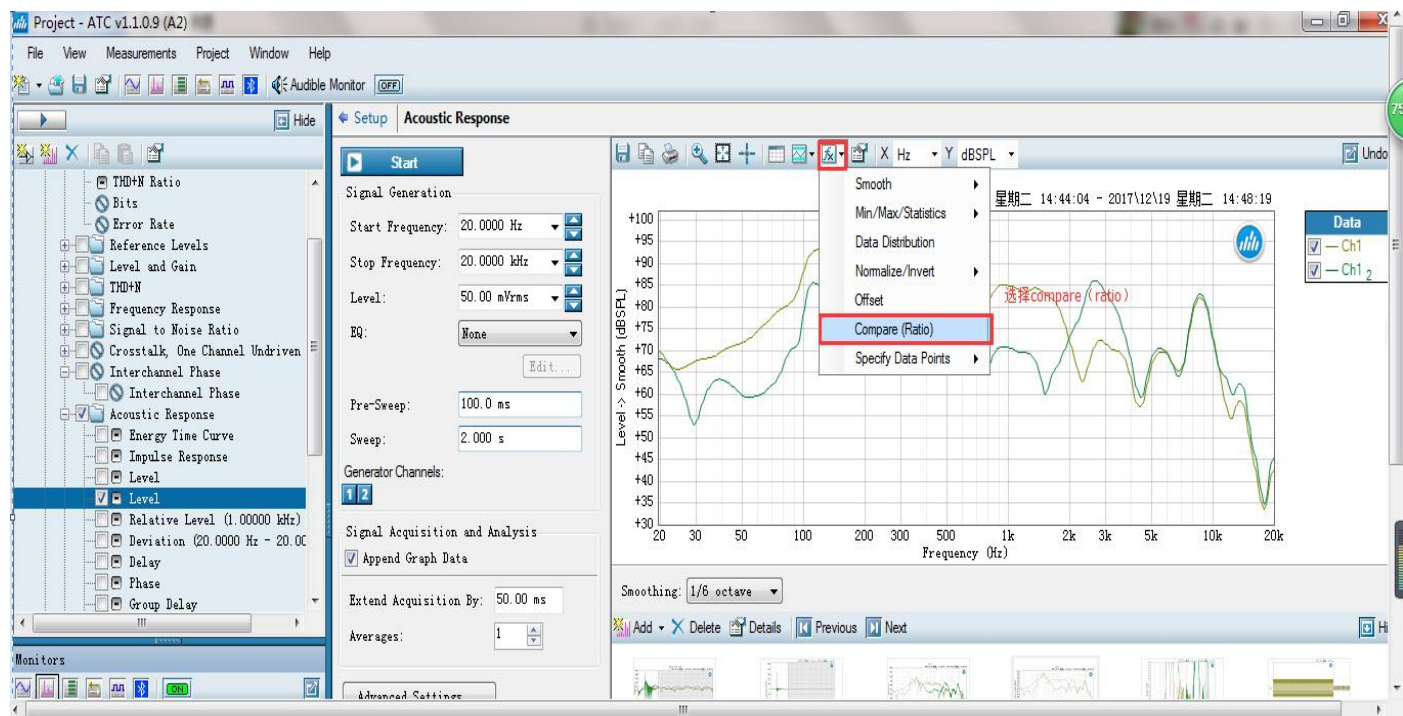


2. 同样在声学响应-->频响测试项，勾选附加图形数据，此时让耳机处于降噪状态，再进行一次测试，如下图所示：

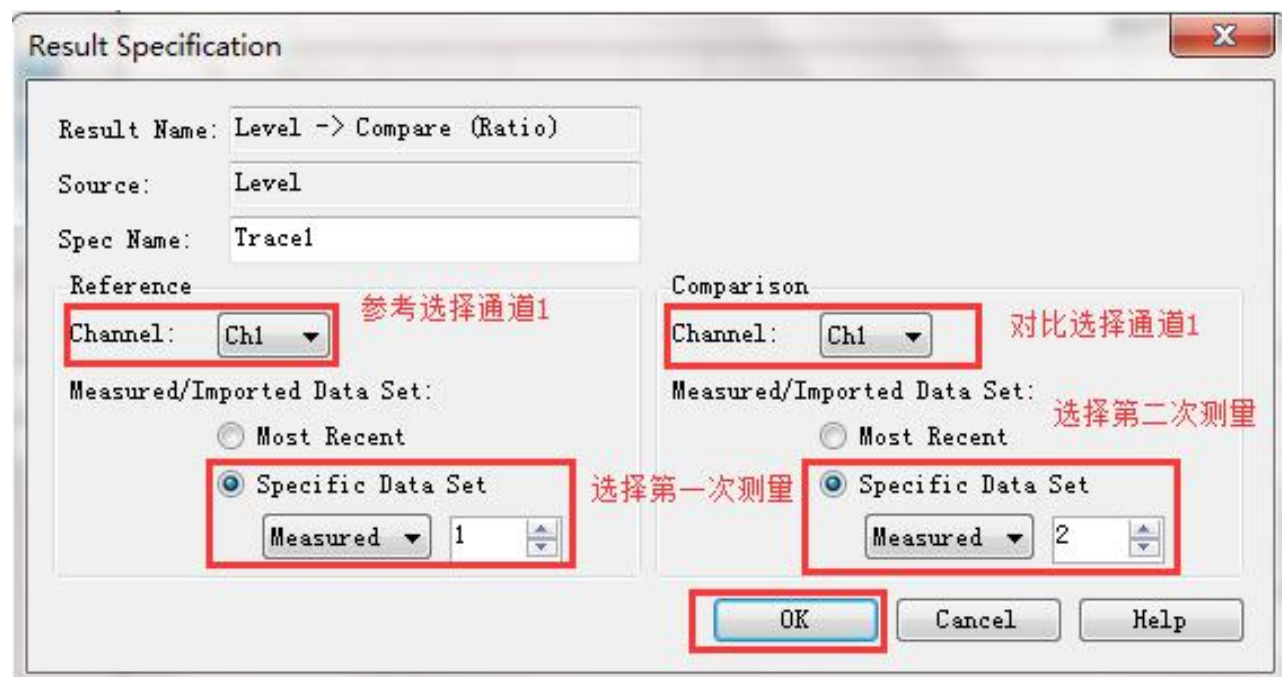
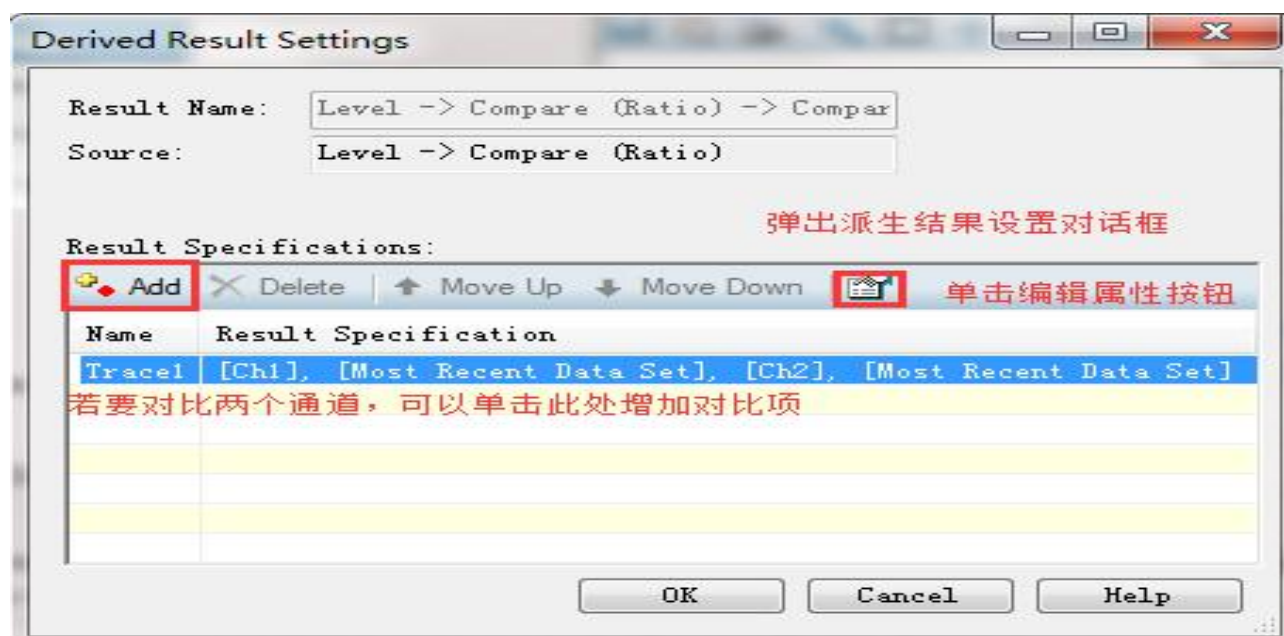


3.此时 ATC 图形显示界面会显示两条测试曲线

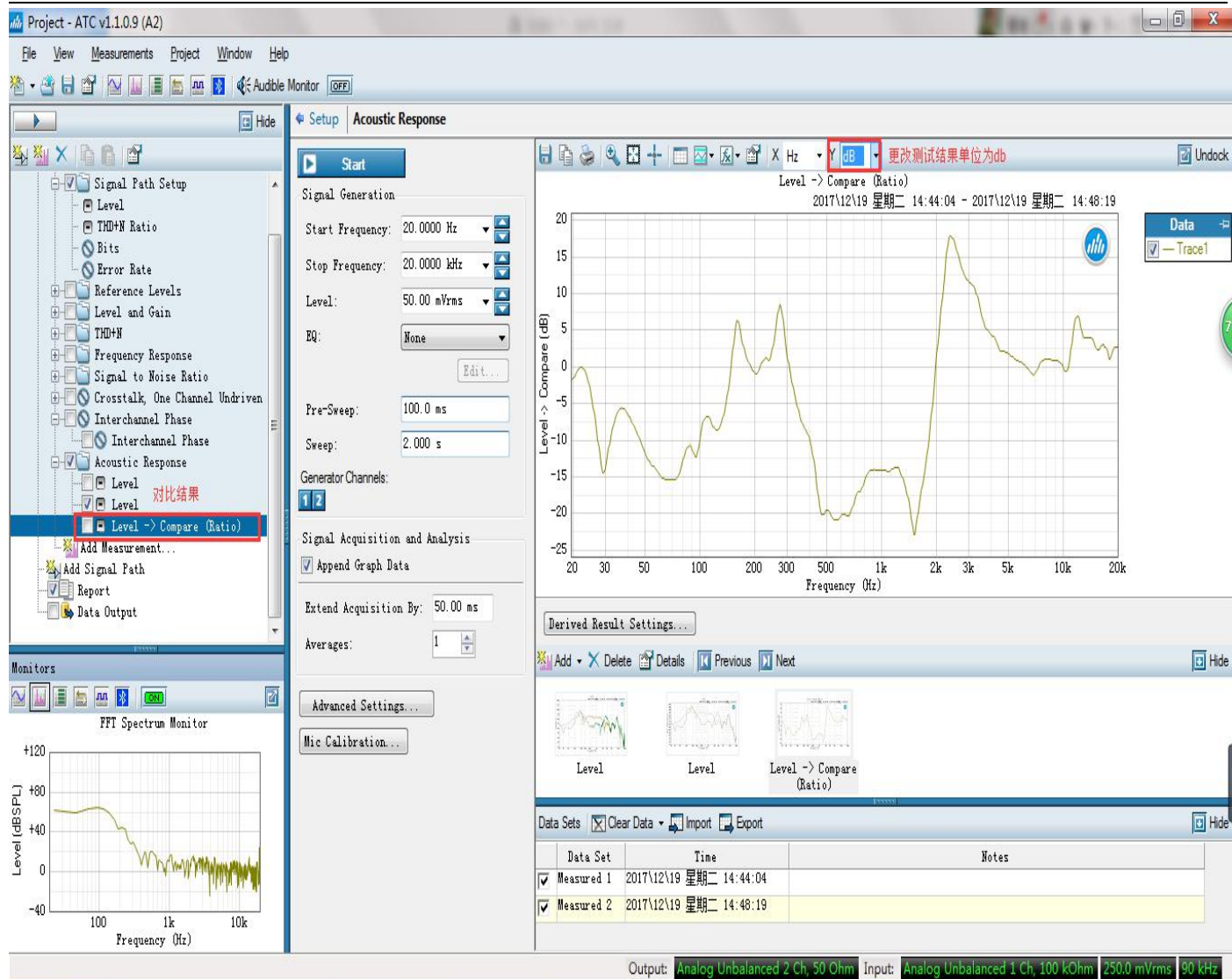
(1) 单击 图标并选择 Compare (Ratio) // 【或右键单击左侧声学响应项目中的 level--->选择添加派生结果 --->选择 Compare (Ratio) Compare (Ratio)】



(2) 左侧导航栏会出现 level-->compare (ratio) 同时会弹出派生结果设置对话框；如果有两个通道测试结果对比，可以单击 **Add** 按钮添加对比项，在该对话框中单击编辑属性按钮进行设置，如下图所示：



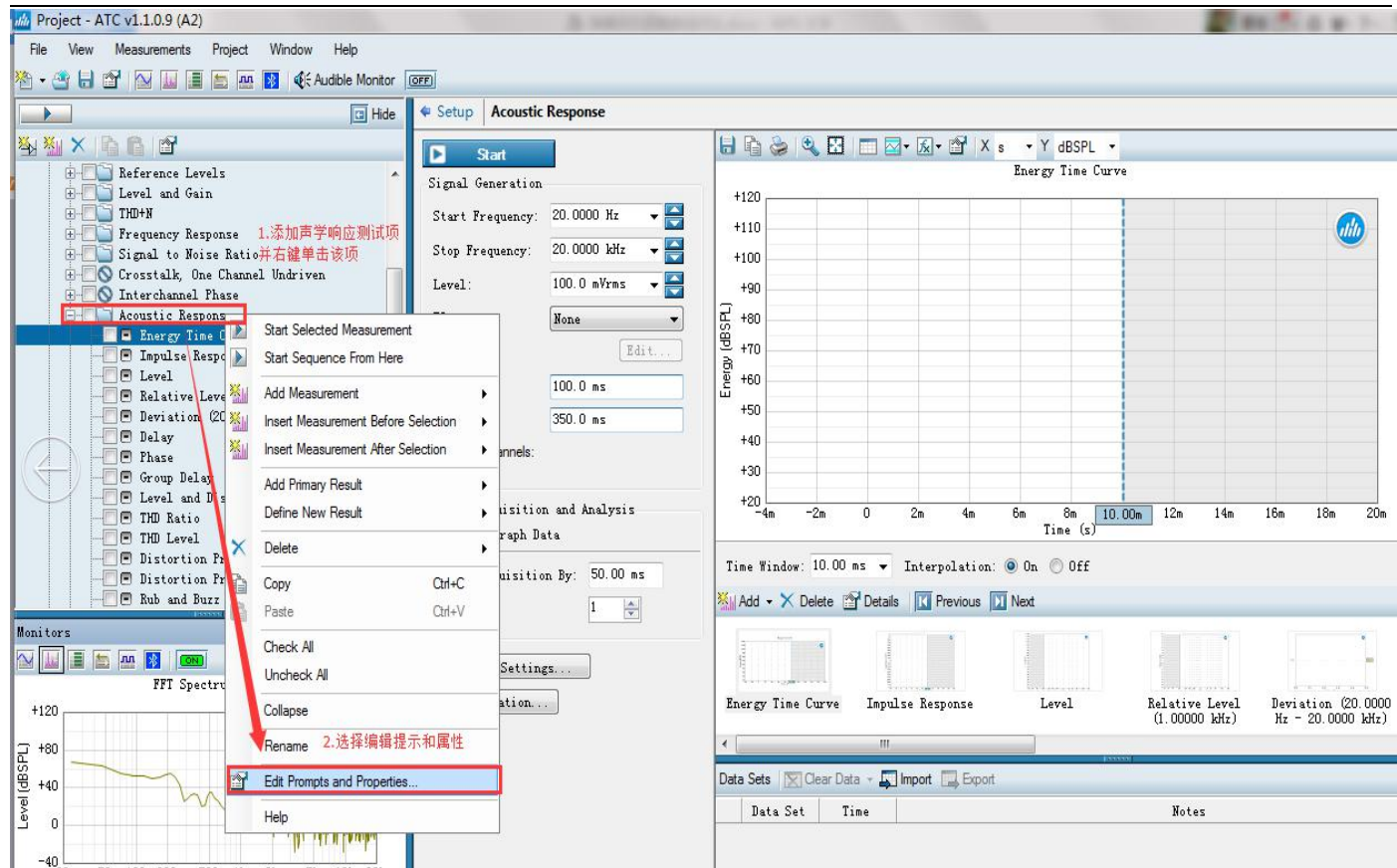
4. 上述设置完成后单击 **OK** 即可，此时我们可以看到对比的测试结果，但要注意单位的更改，默认单位是 **x/y**，修改单位为 **db** 即为所需的测试结果，如下图所示：



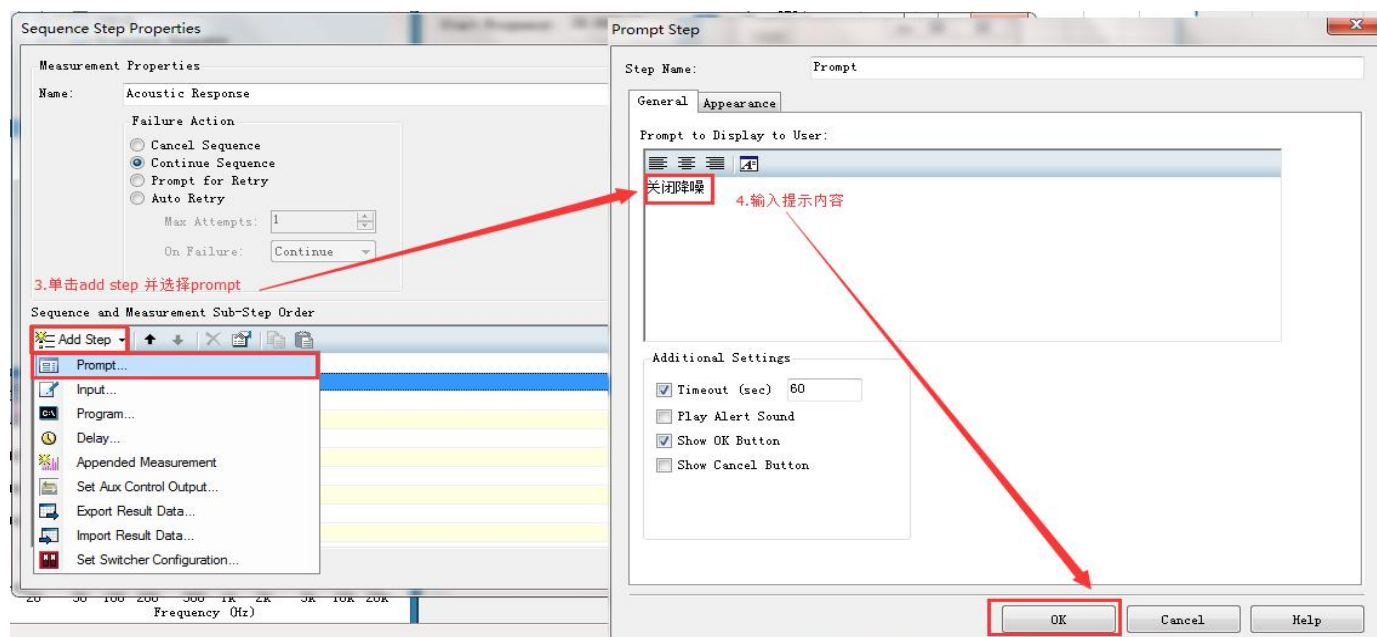
11.2 自动测试方法

1. 设置好测试环境与条件之后，添加声学响应测试项，为了自动测试时使耳机处于正确的状态，我们可以为该测试项设置提示；提示设置完后，使耳机处于非降噪状态进行一次频响曲线测量，将该次测量结果数据导出为.CSV 格式的文件，具体步骤如下图所示：

(1) 添加声学相应测试，右键单击该项并选择编辑提示和属性；

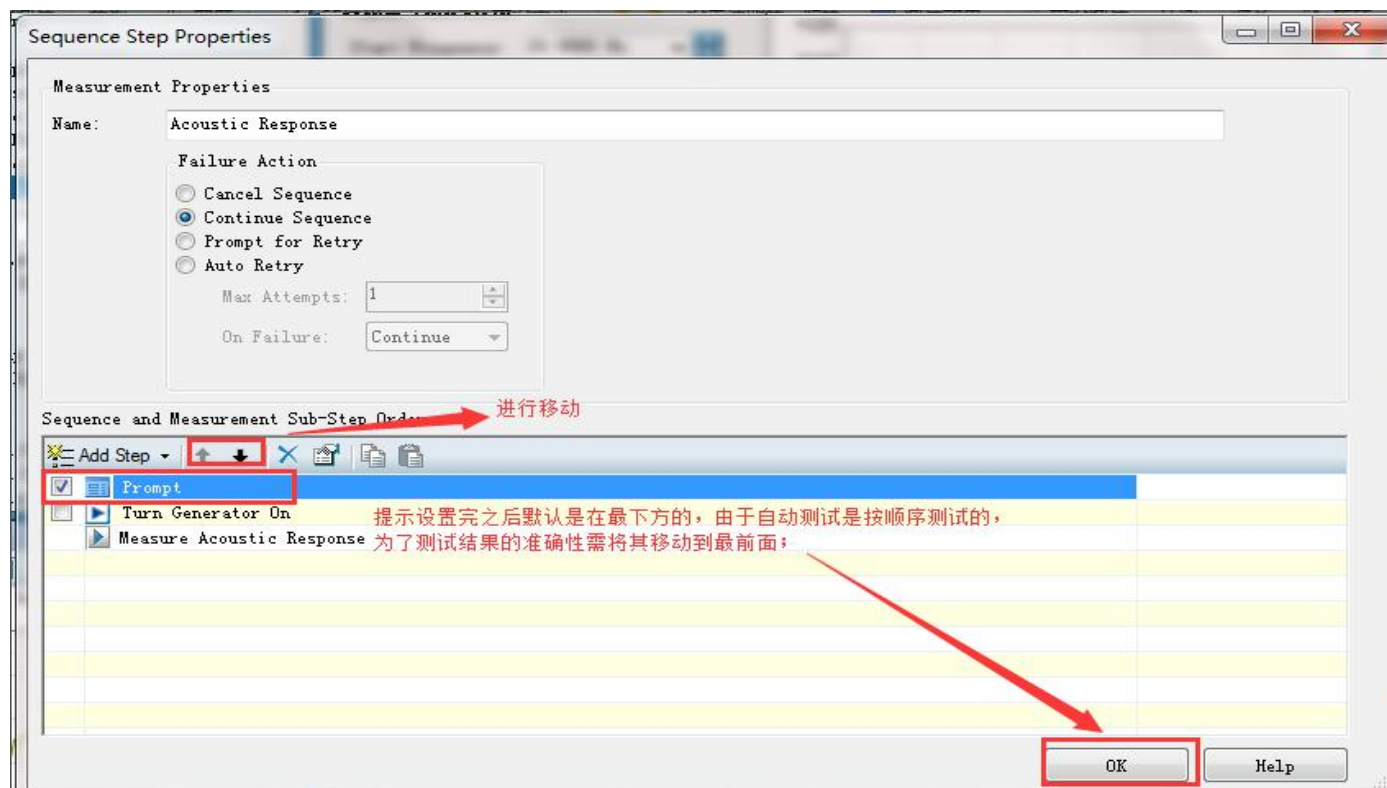


(2) 在弹出的提示和属性对话框中单击 **add step**, 并选择 **prompt**, 弹出提示设置对话框, 输入需要提示的内容, 比如本次输入的提示内容为: 关闭降噪, 然后单击 **OK**;

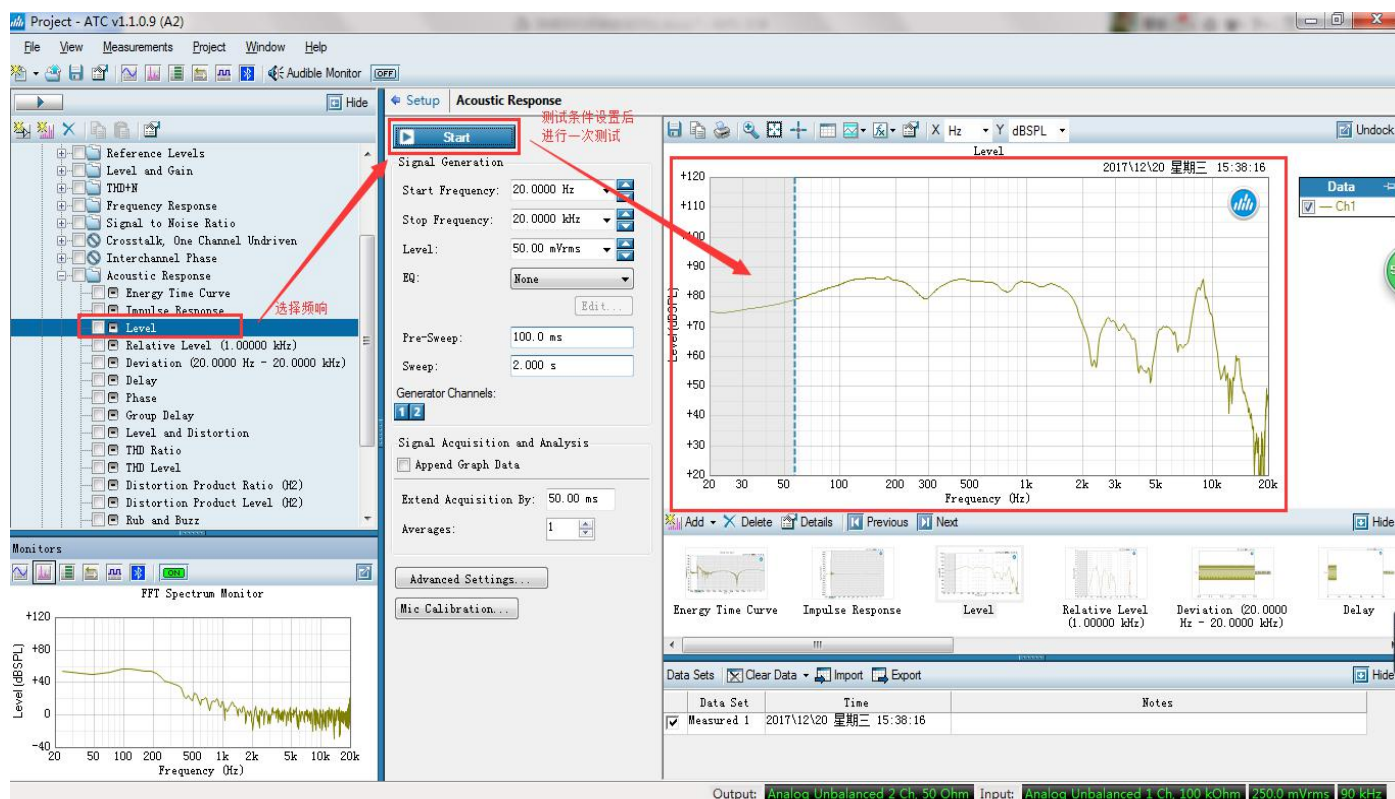


(3) 由于测试是按顺序由上至下测试的, 故为了测试结果的准确性需将添加的提示置

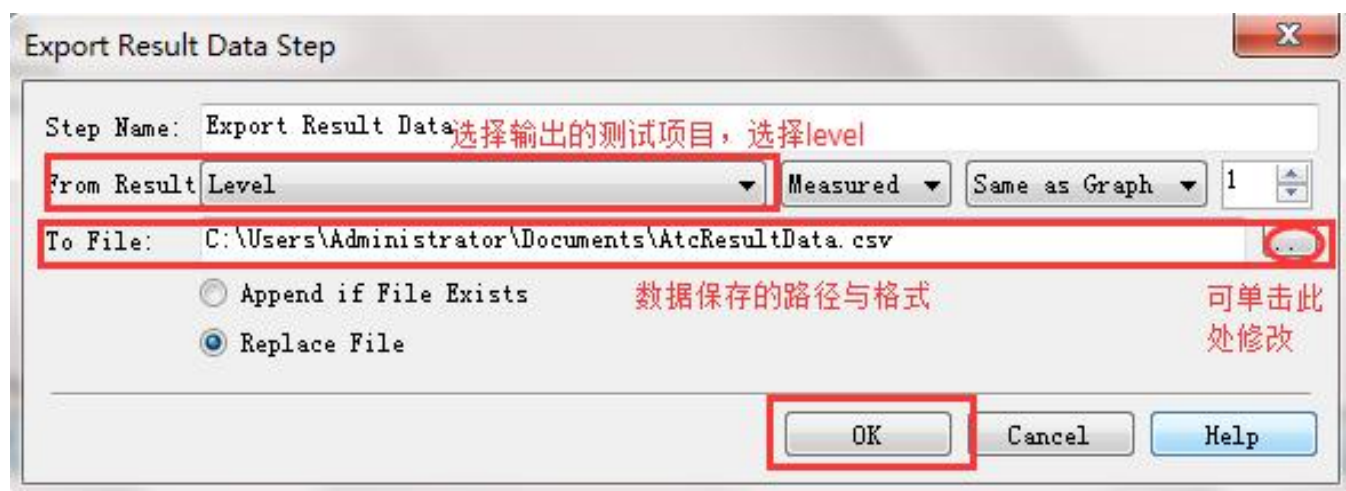
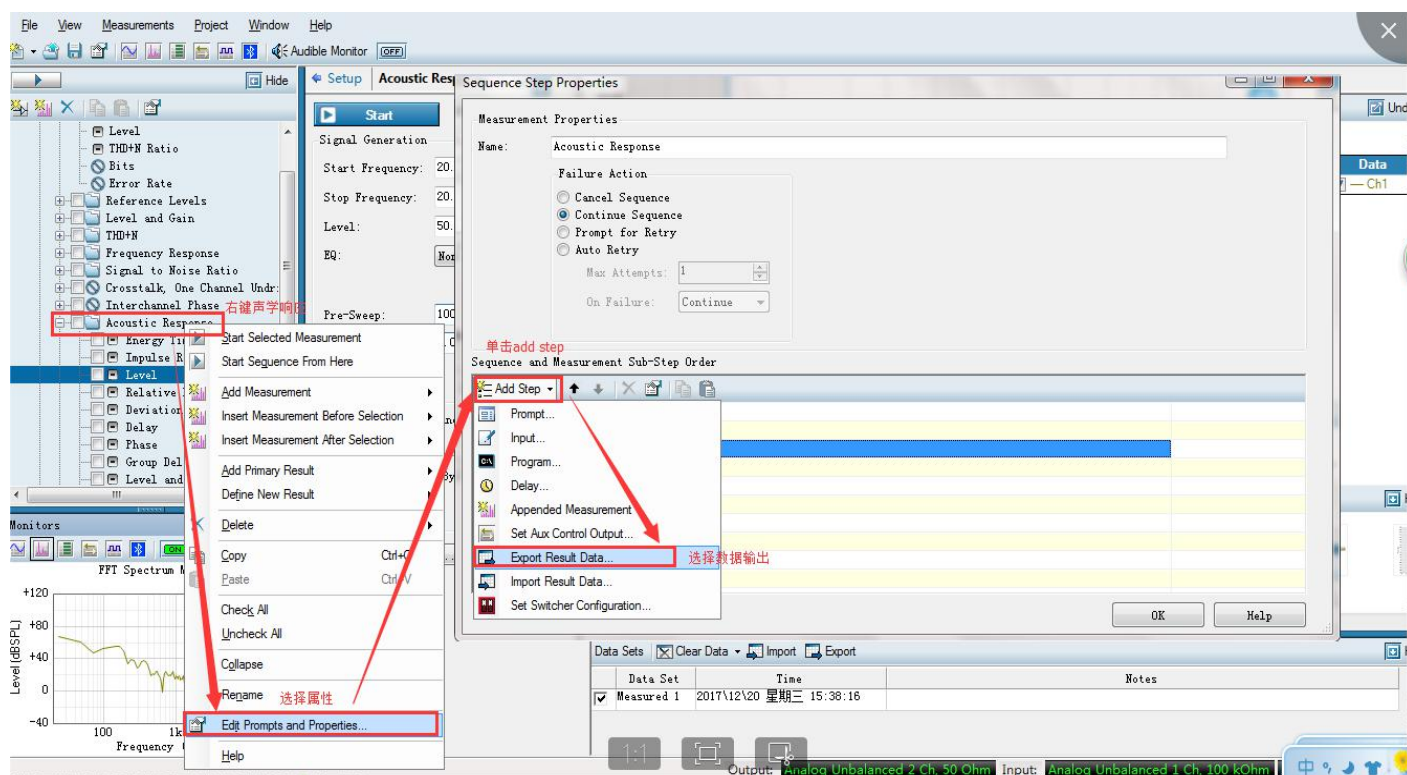
于测试序列的顶部;



(4) 提示设置完成后使耳机关闭降噪，选择 level 进行一次频响测试；

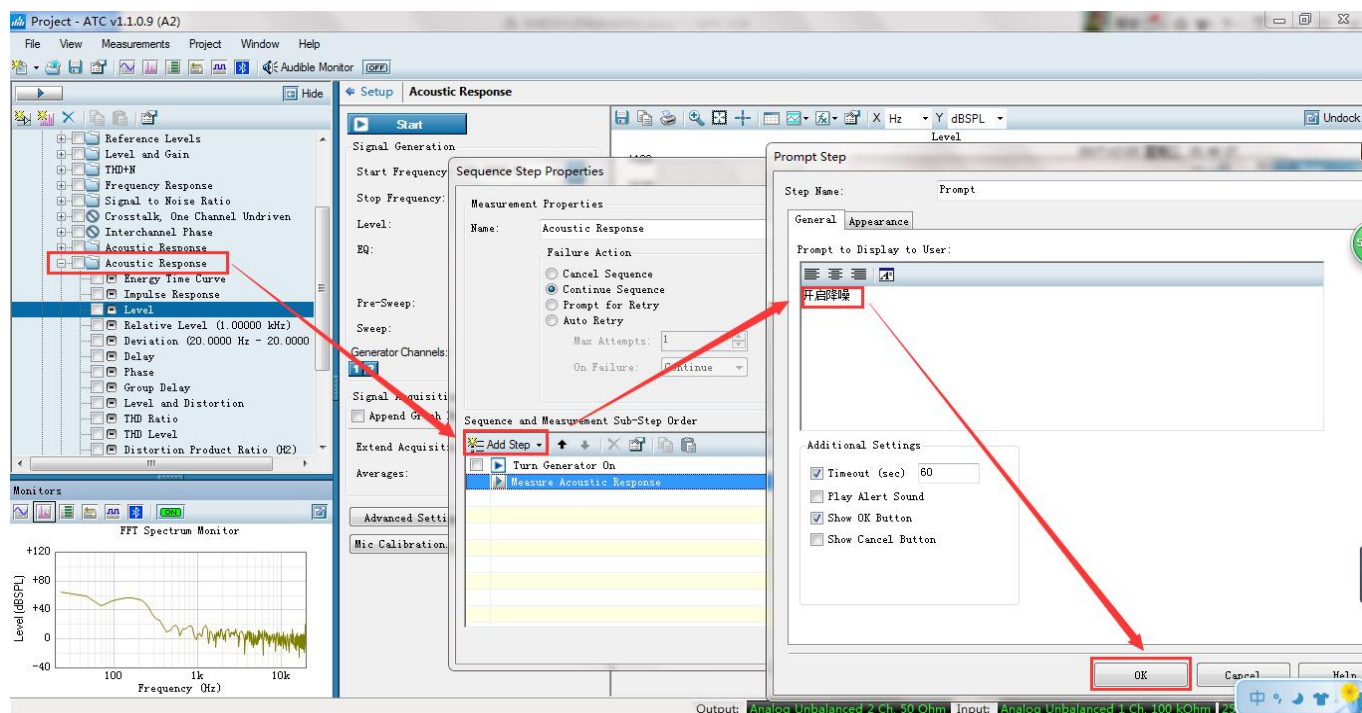


(5) 右键单击声学响应--->选择编辑提示和属性，在属性对话框中单击 **Add step** 并选择导出结果数据 **Export Result Data..**，弹出数据导出设置对话框，在该对话框中选择要导出的结果以及保存文件的名称及路径；

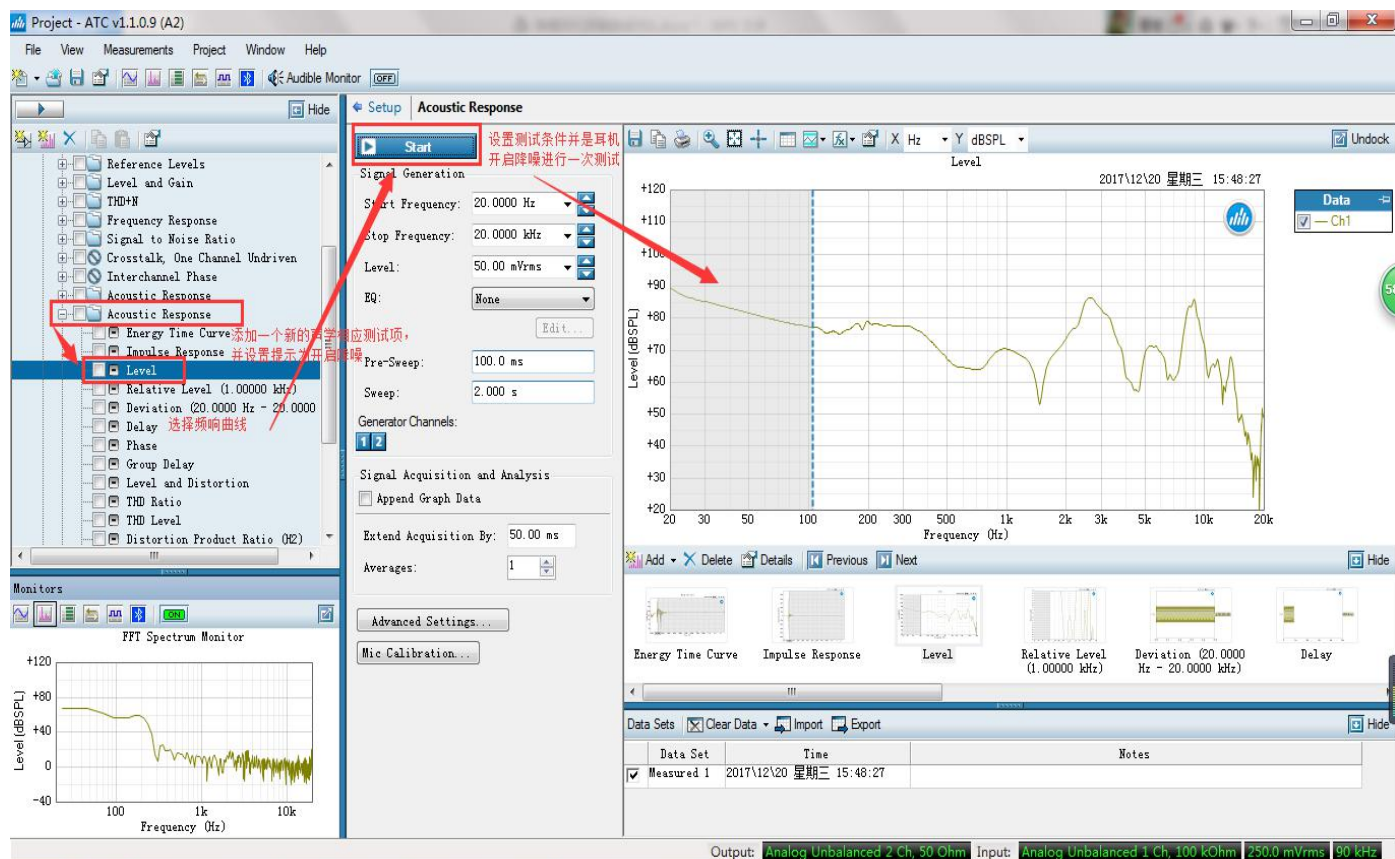


2.再添加一个声学响应测试项，设置提示为开启降噪，设置方法与上述关闭降噪类似；设置好之后可以进行一次频响测试；对于新添加的声学响应测试需要将之前导出的频响曲线导入到该测试项下的频响曲线中，具体方法如下：

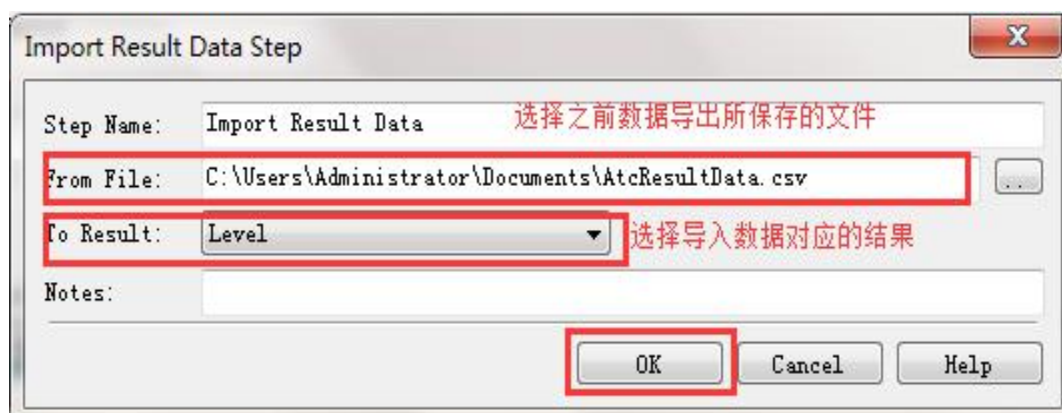
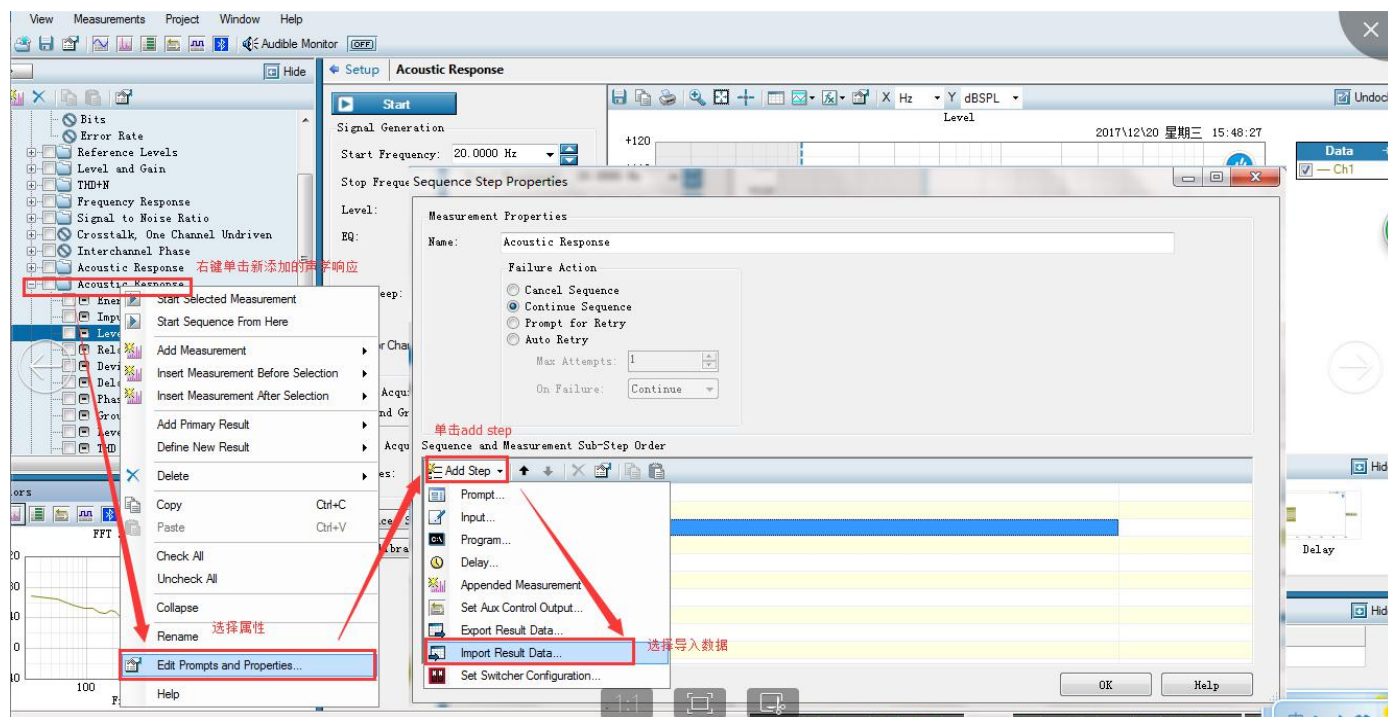
(1) 设置提示为开启降噪，方法与上述关闭降噪一致；



(2) 耳机开启降噪，进行一次测试（也可不用执行此步骤）；

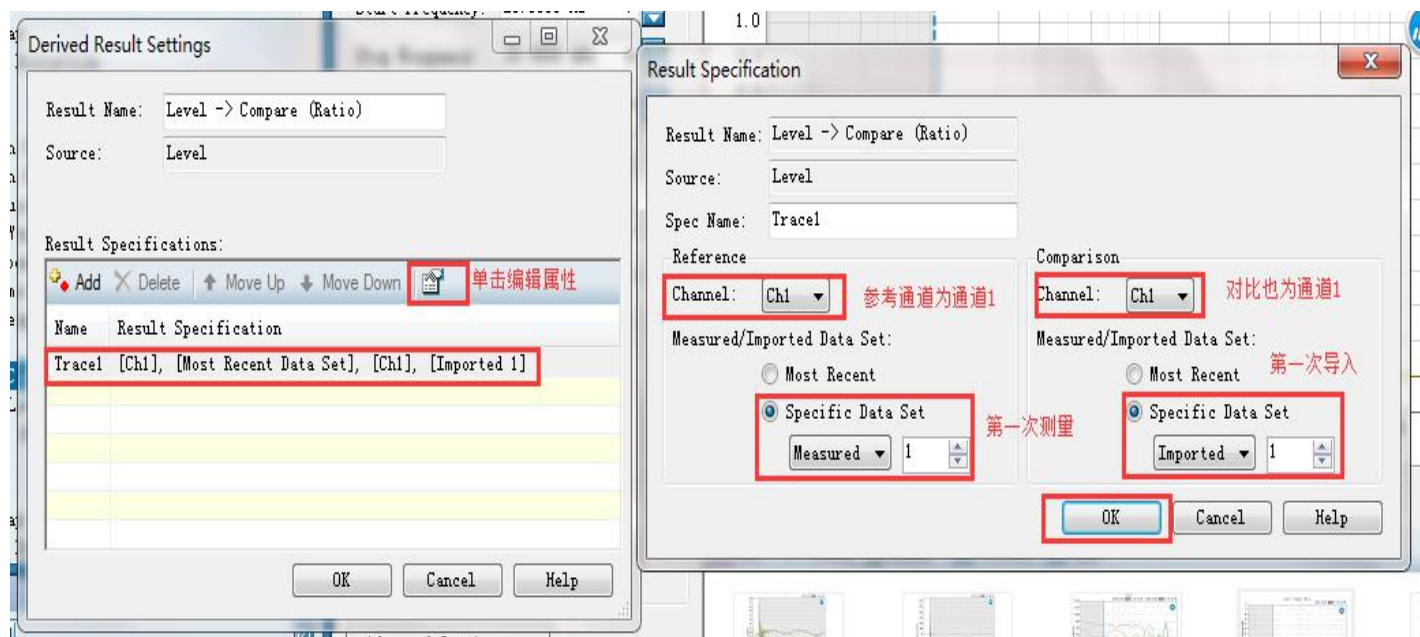
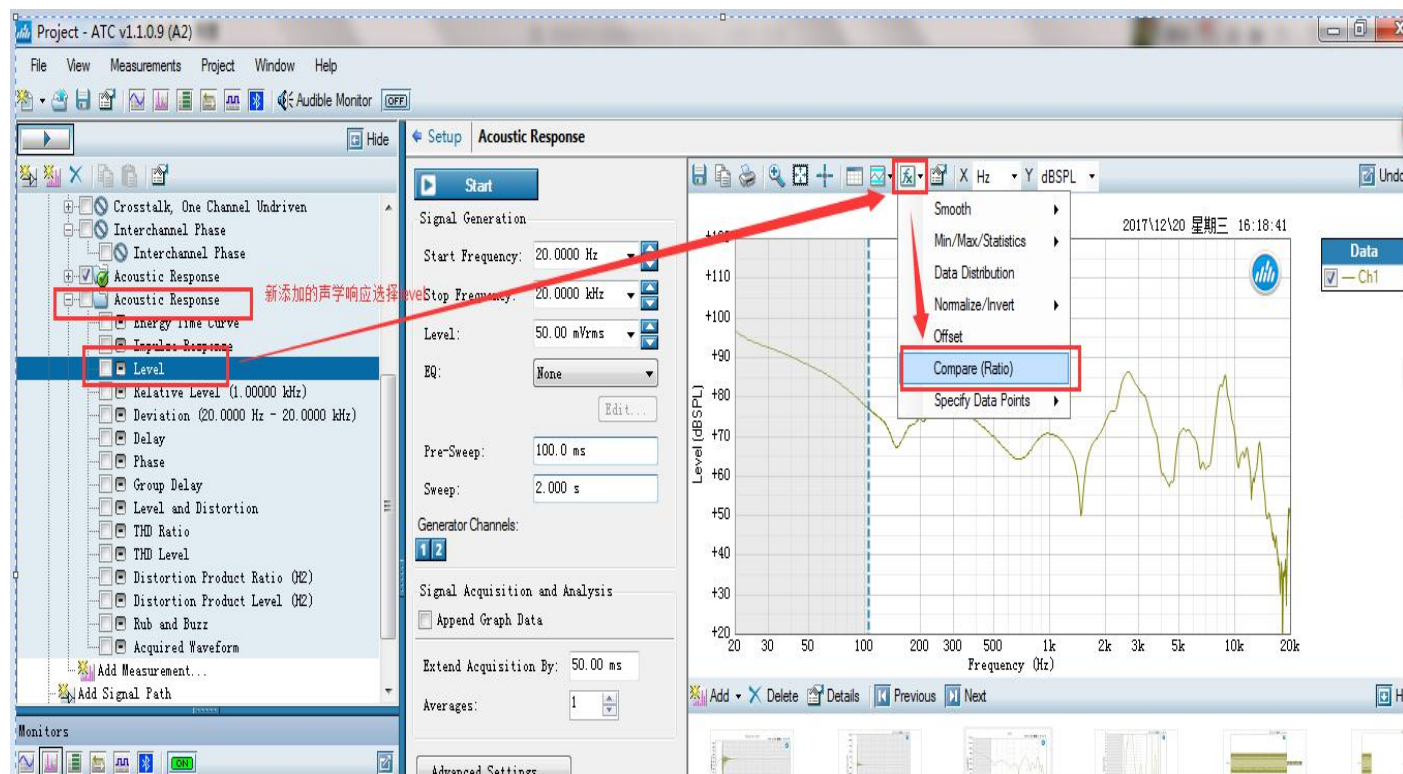


(3) 将之前保存的频响曲线数据导入到新添加的声学响应的频响曲线中；



3. 数据导入设置完成后，在新添加的声学响应测试项中的频响曲线中选择

---->compare(ratio), 在弹出的派生结果设置对话框中对添加的对比曲线进行设置，如下图所示：



4. 设置完成后进行一次自动测试，可以看到第二次添加的声学响应测试项中的频响曲线有两条，分别为降噪和非降噪两条曲线，其对比曲线也如下图所示，需要注意的是需要修改对比曲线的结果显示单位；

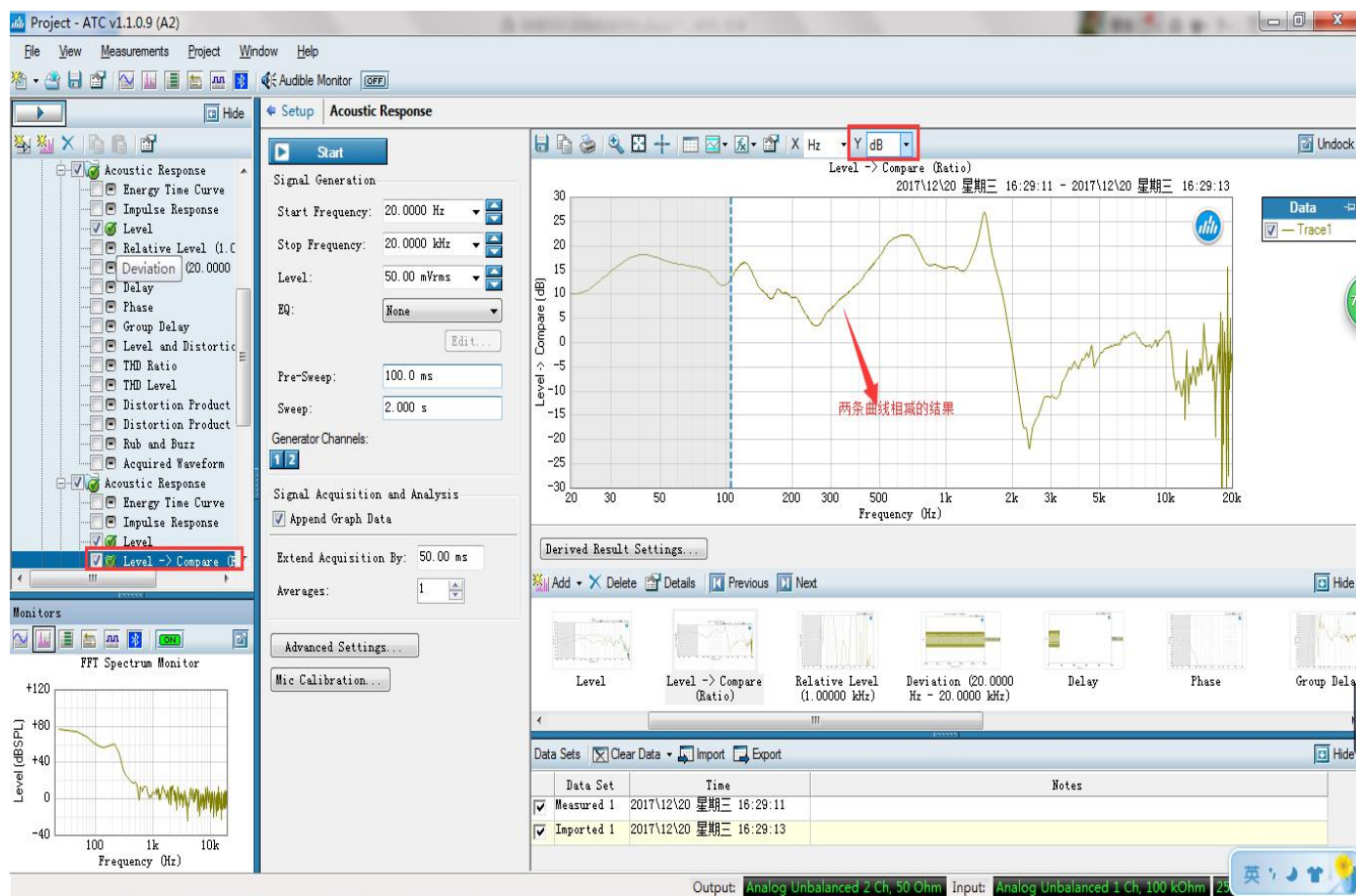
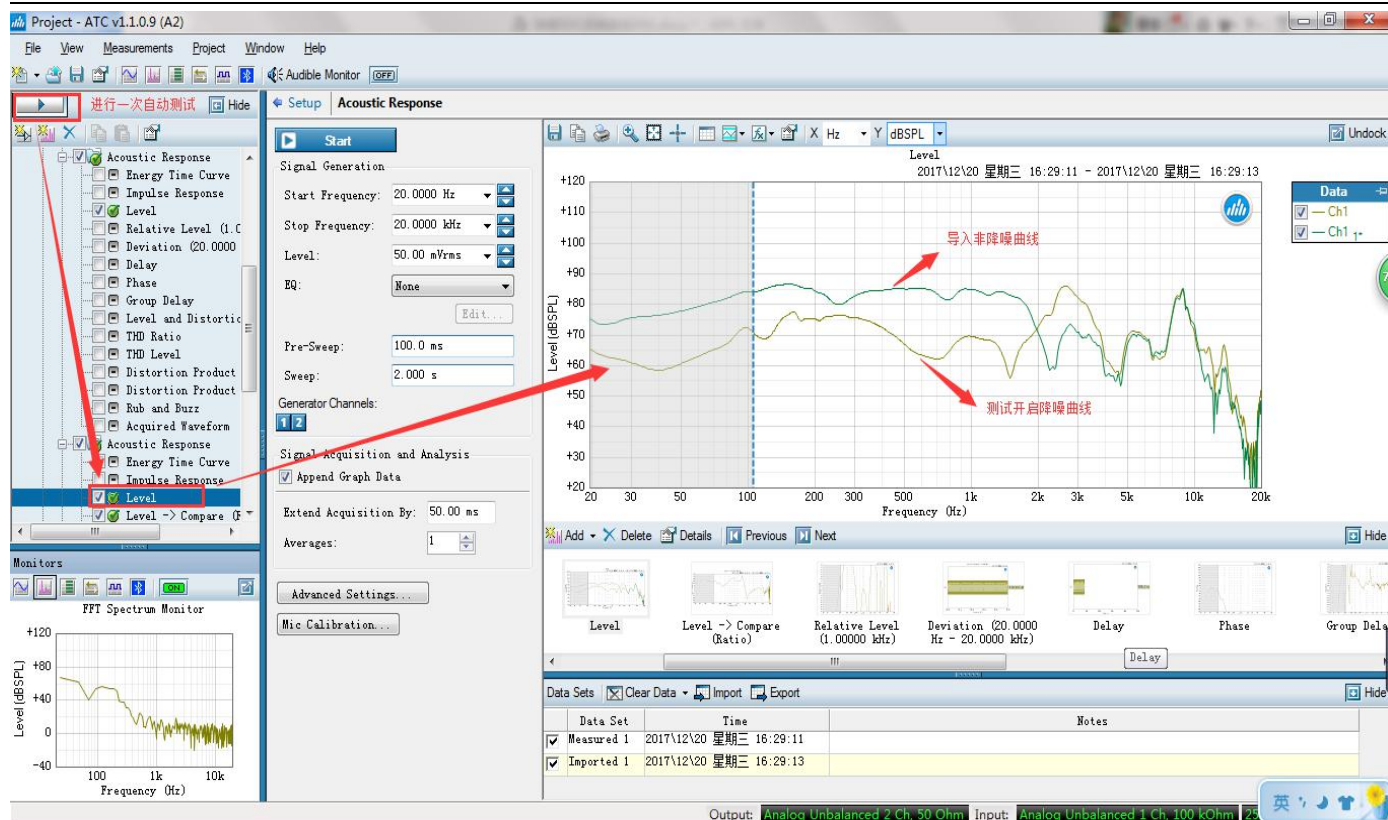
深圳市爱普泰科电子有限公司

地址：深圳市龙华观澜大富工业区 20 号硅谷动力智能终端产业园 A4 栋 5 楼

T:0755-8638 0078 E:sales@szaptk.com www.szaptk.com



专业音频及自动化测试解决方案



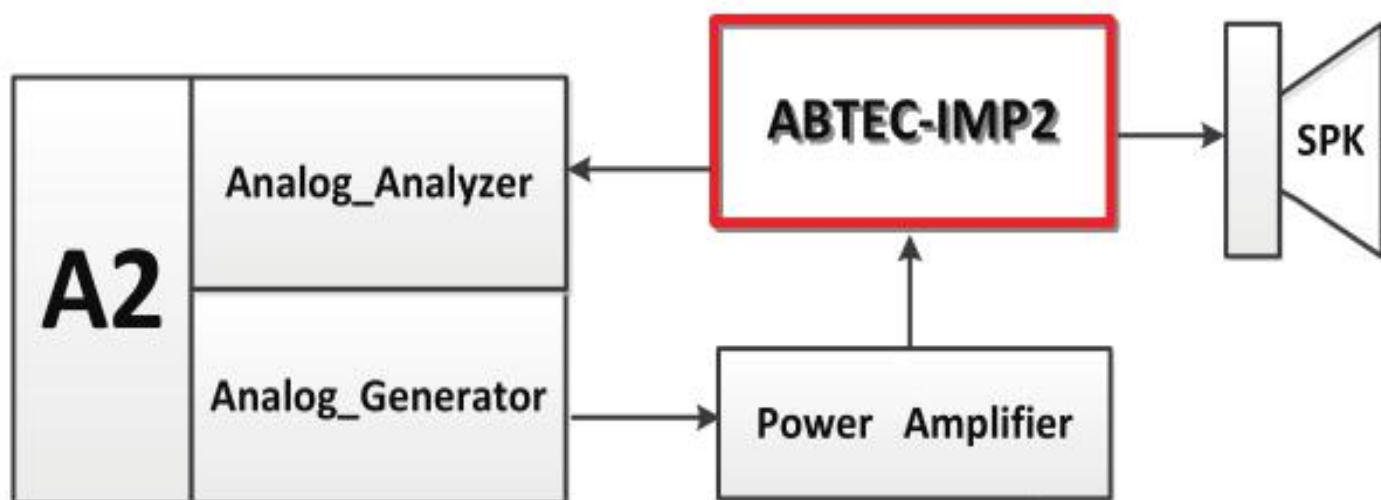
12. 喇叭阻抗测试

所需设备：A2 音频分析仪，SPK-RD 选件，功率放大器，阻抗盒，线材若干；

12.1 ABTEC-IMP2 阻抗盒

1. 产品介绍

IMP2 阻抗盒内部含两个高精度感应电阻，外部采用专业音响、功放等香蕉头接线端子，在被测品与音频分析仪之间建立连接，测试框架如下图所示，使用 A2 分析仪的两个模拟平衡输入端口，来检测感应电阻的电压 V_{sense} 和扬声器两端的电压 V_{spk} ，ATC 软件一键自动测试扬声器阻抗曲线。



2. 产品视图

IMP2 正面视图



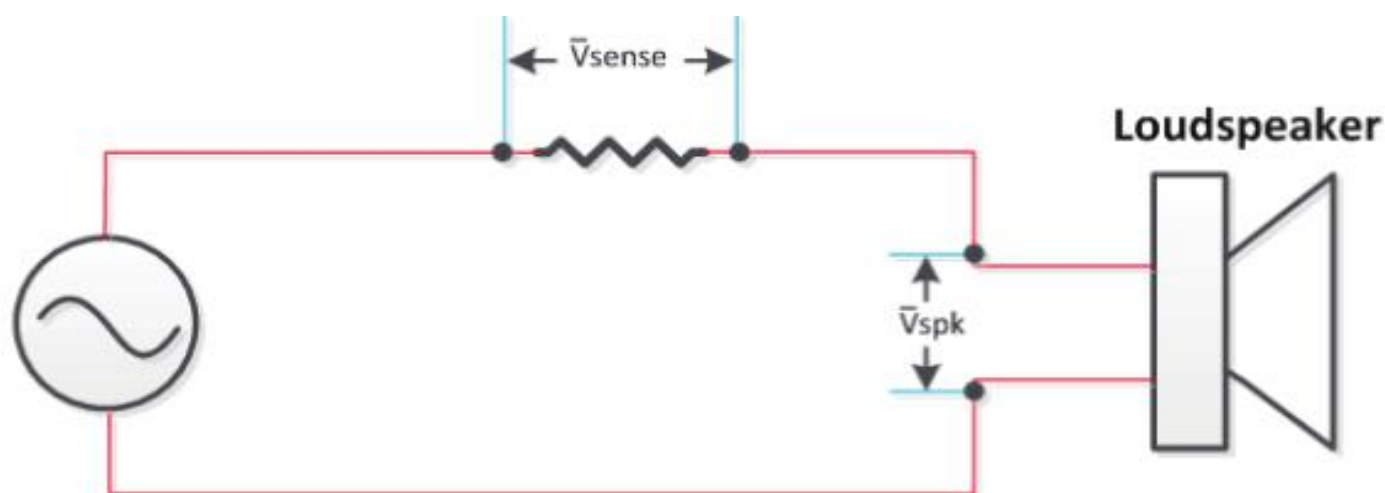
IMP2 反面视图



3. 设计原理

扬声器又称为喇叭，它其实是一种电能转换成声音的转换设备，当不同的电子能量传至线圈时，线圈产生一种能量与磁铁的磁场互动，这种互动造成纸盘振动，因为电子能量随时变化，喇叭的线圈会往前或往后运动，因此喇叭的纸盘就会跟着运动，此动作使空气的疏密程度发生变化而产生声音。

扬声器的主要性能指标有：灵敏度、频率响应、额定功率、额定阻抗、指向性以及失真度等参数。目前，在扬声器相关性能指标测试时，人们往往只注重频响曲线，而忽视阻抗曲线的讨论。扬声器的阻抗特性很重要，许多听感上的缺陷都能从阻抗曲线上反映出来。例如从阻抗曲线中可以得到扬声器的额定阻抗、谐振频率、品质因数；扬声器频率响应也与阻抗曲线有密切关系，阻抗曲线上的谐振频率就是扬声器频率响应曲线的下限；阻抗曲线高频区的小峰与扬声器频率响应曲线的高频峰相对应。扬声器阻抗测试原理如图所示：



选择足够精度的感应电阻 R_{sense} ，其阻值在此测量方法中其实并不是特别关键，为了便于计算有两种感应电阻选择，分别为 1Ω 或者 0.1Ω ，误差 1%。

通过测量感应电阻的电压而得到电路电流 i ：

$$\vec{i} = \frac{\vec{v}_{sense}}{R_{sense}}$$

以电流 i 可得到扬声器阻抗 z ：

$$\vec{z} = \frac{\vec{v}_{spk}}{\vec{i}}$$

联立上面两个方程式可得扬声器阻抗计算公式：

$$\vec{z} = \frac{\vec{v}_{spk}}{\vec{v}_{sense}} \cdot R_{sense}$$

（注：等式中的 i, v, z 等物理量都是矢量，含有幅度及相位的信息）

12.2 阻抗测试

1. 实物接线图

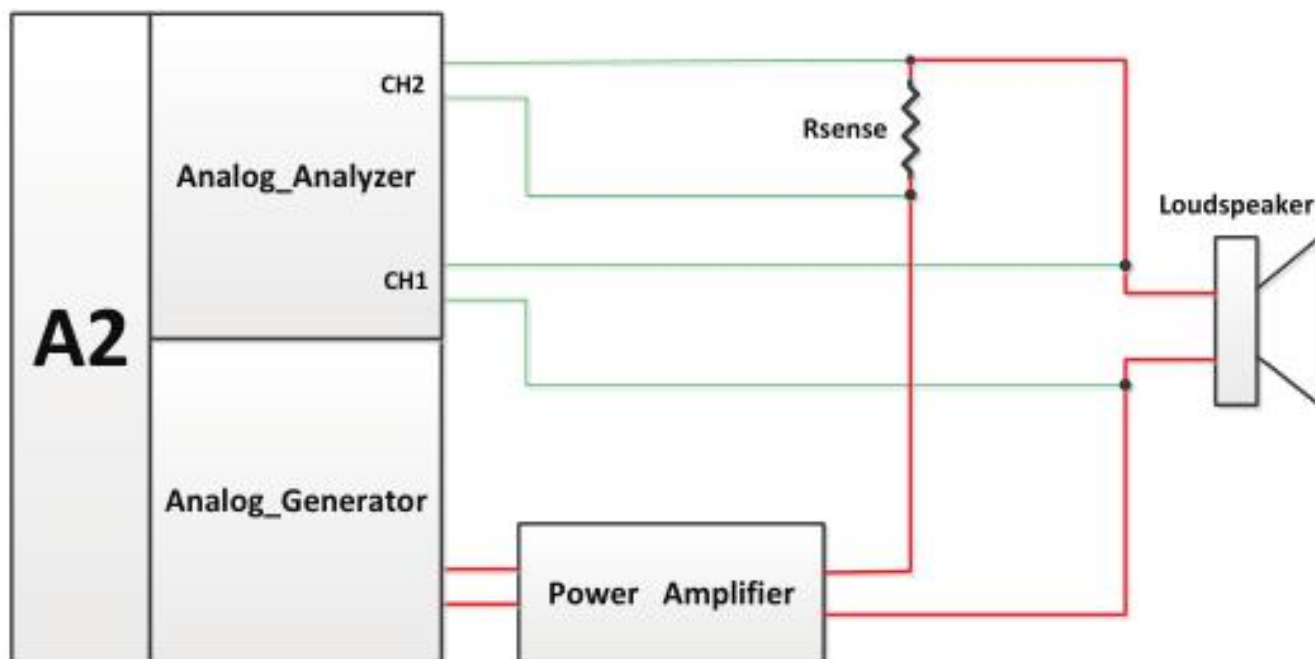


图 1

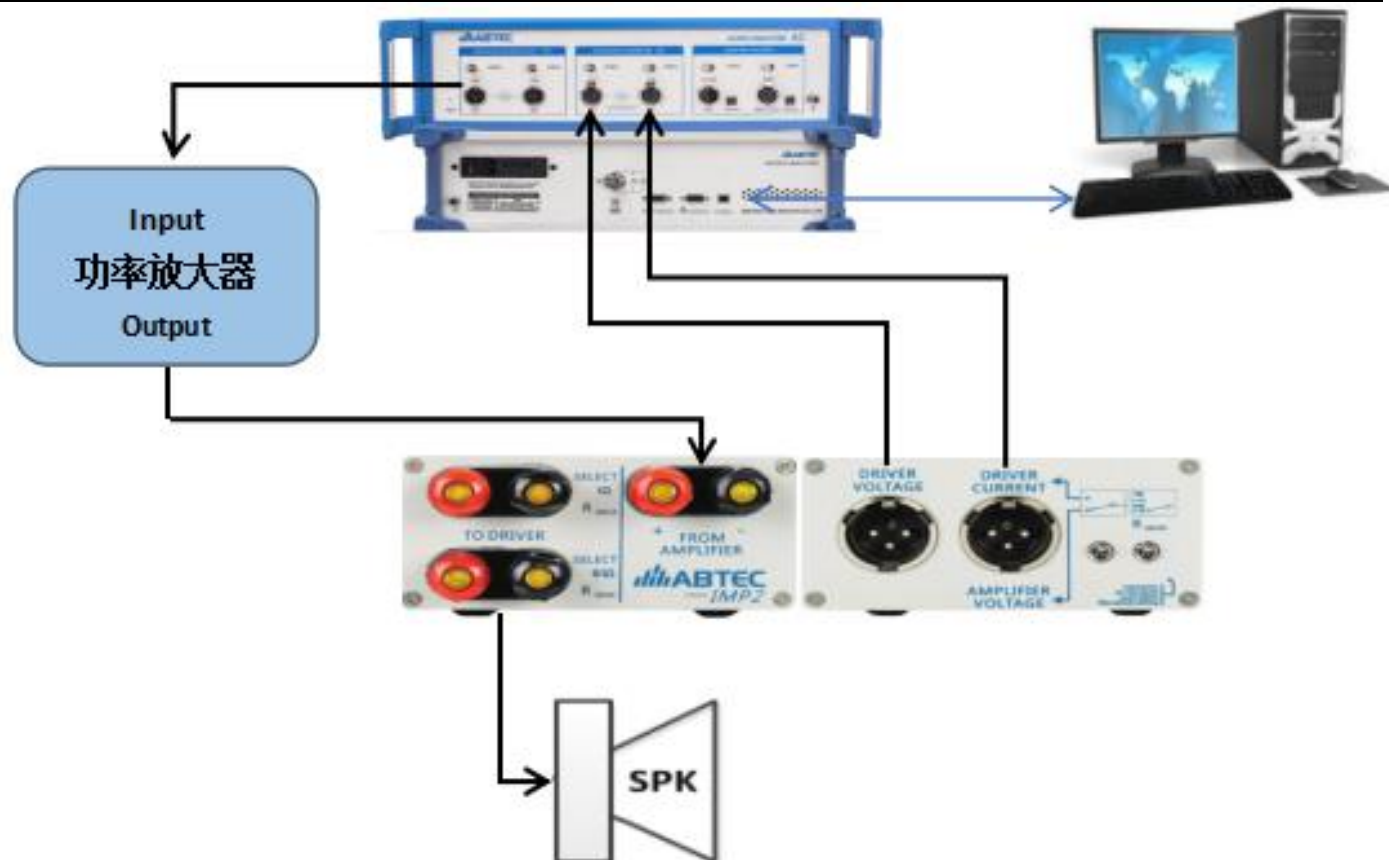


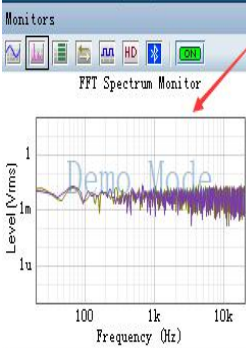
图 2

如果阻抗盒感应电阻选择为 $R_{sense} = 1\Omega$ ，则将后面板的感应电阻开关拨到上方，如果选择 $R_{sense} = 0.1\Omega$ ，则将感应电阻开关拨到下方，左侧开关在测试时保持在上方状态。

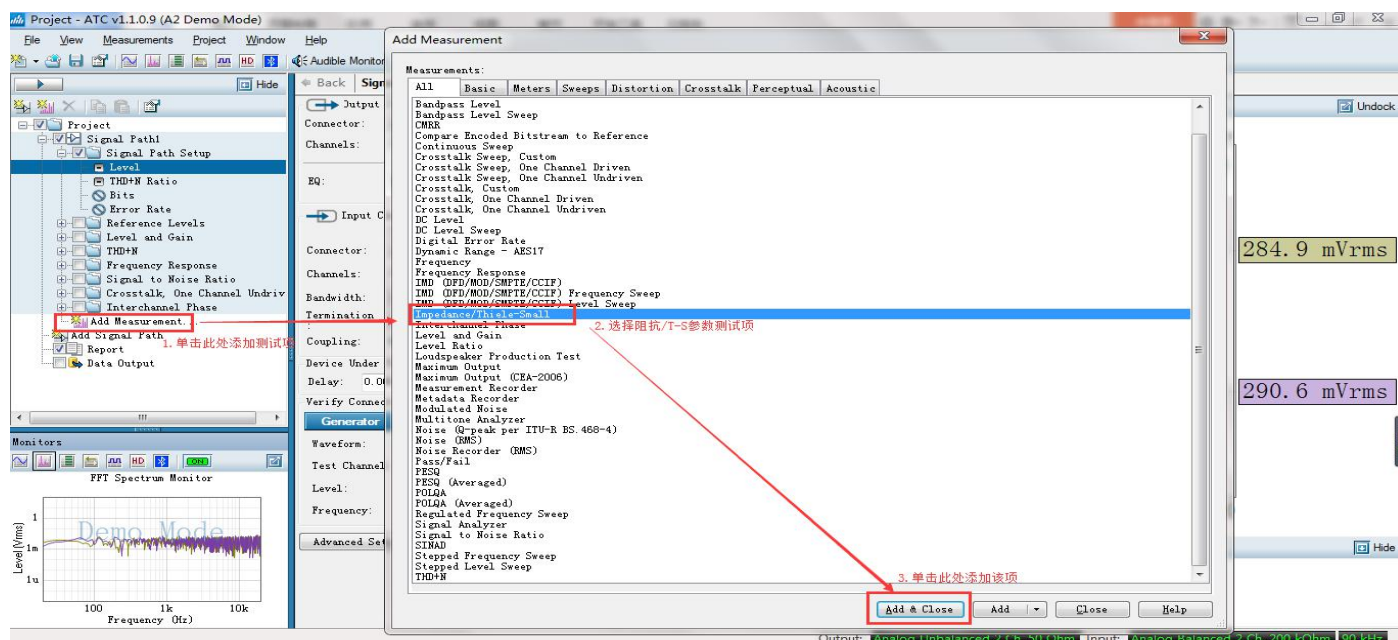
2. 具体测试

(1) 信号路径设置

对于阻抗测试的信号路径设置，输入端固定为模拟平衡，输出端根据实际测试进行选择（模拟平衡或模拟非平衡），设置完成后打开信号发生器，观察左下角波形监视器的波形，若波形正常（正弦波）进行后续测试，若不正常则检查线路连接进行重新设置。路径设置如下图所示：



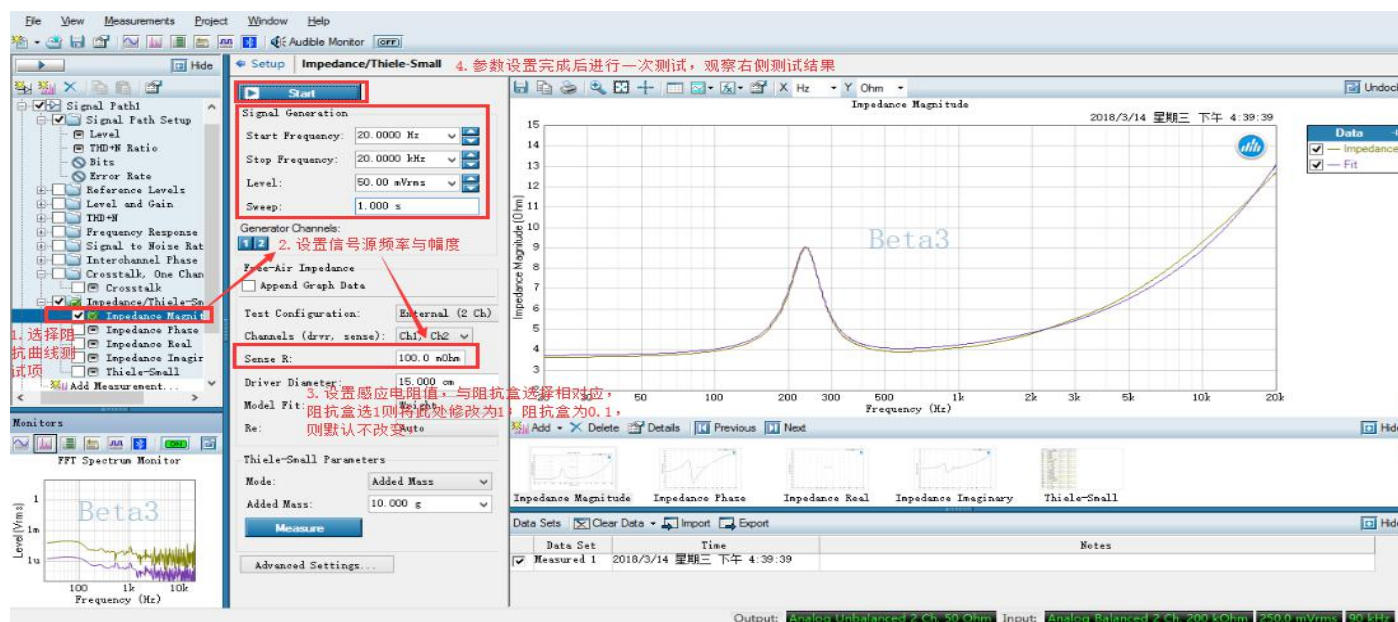
124



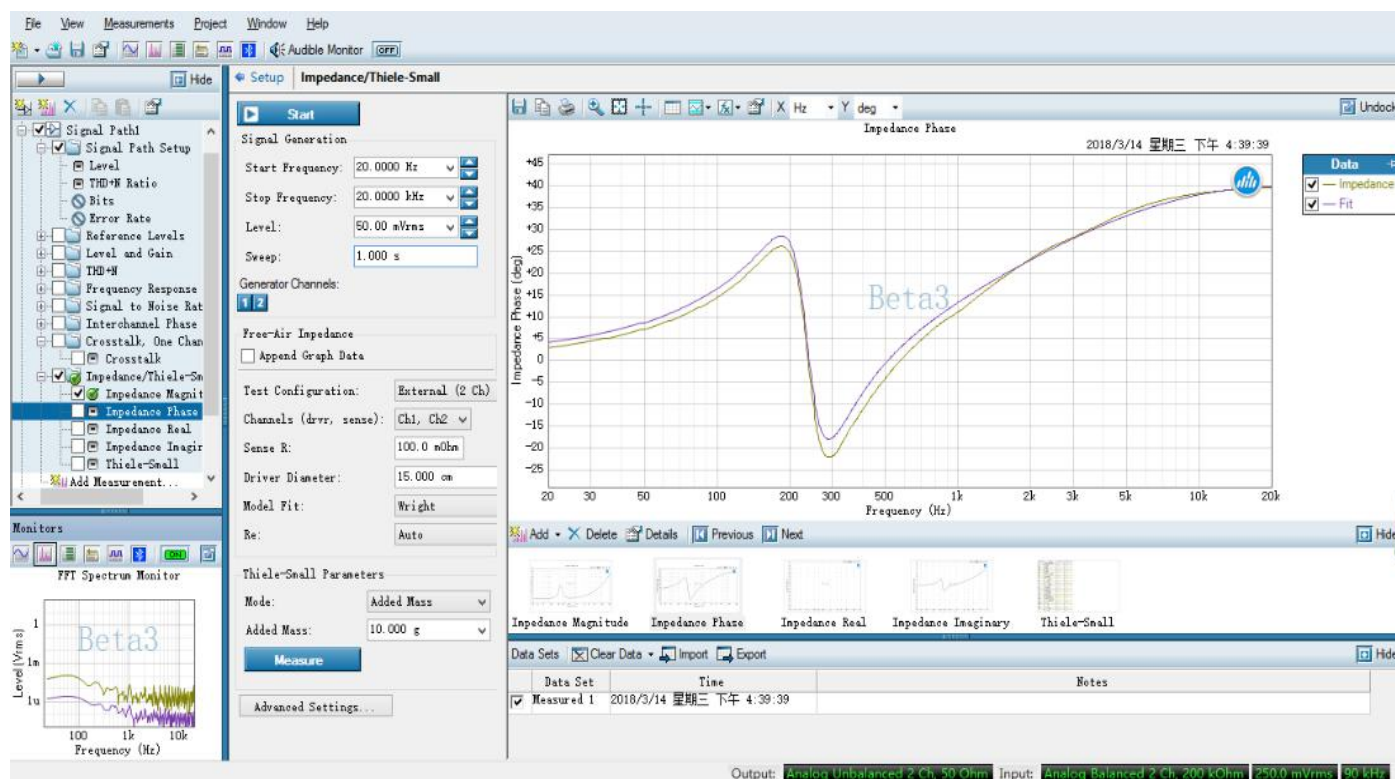
(3) 具体测试

选择阻抗响应曲线，设置测试参数，主要有输出信号频率与幅度，以及感应电阻值；如果阻抗盒选择感应电阻为 1 欧，则将感应电阻设为 1 欧，如果选择 0.1，则感应电阻可以默认不变；设置完成后进行一次测试即可得到喇叭阻抗的相关测试结果，如下图所示：

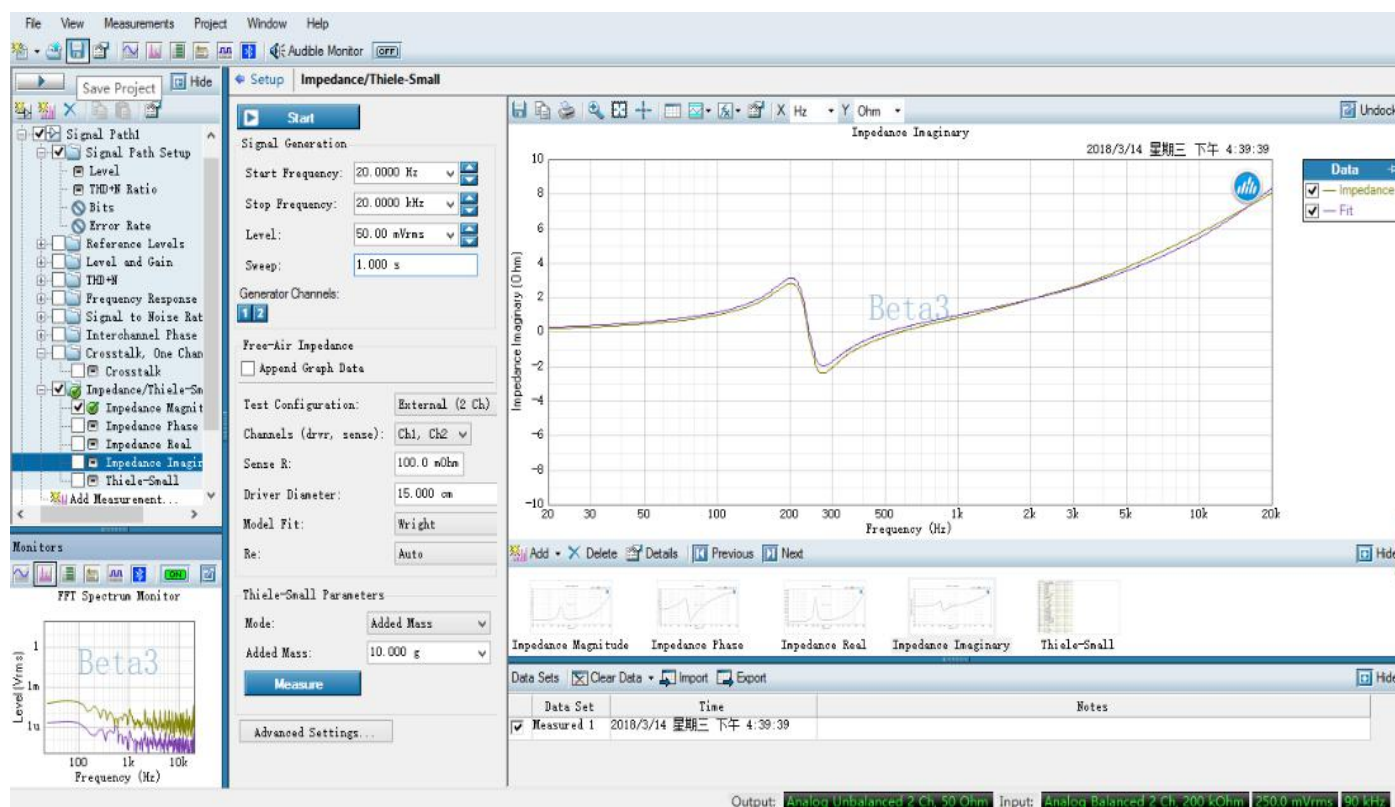
➤ 阻抗响应曲线：



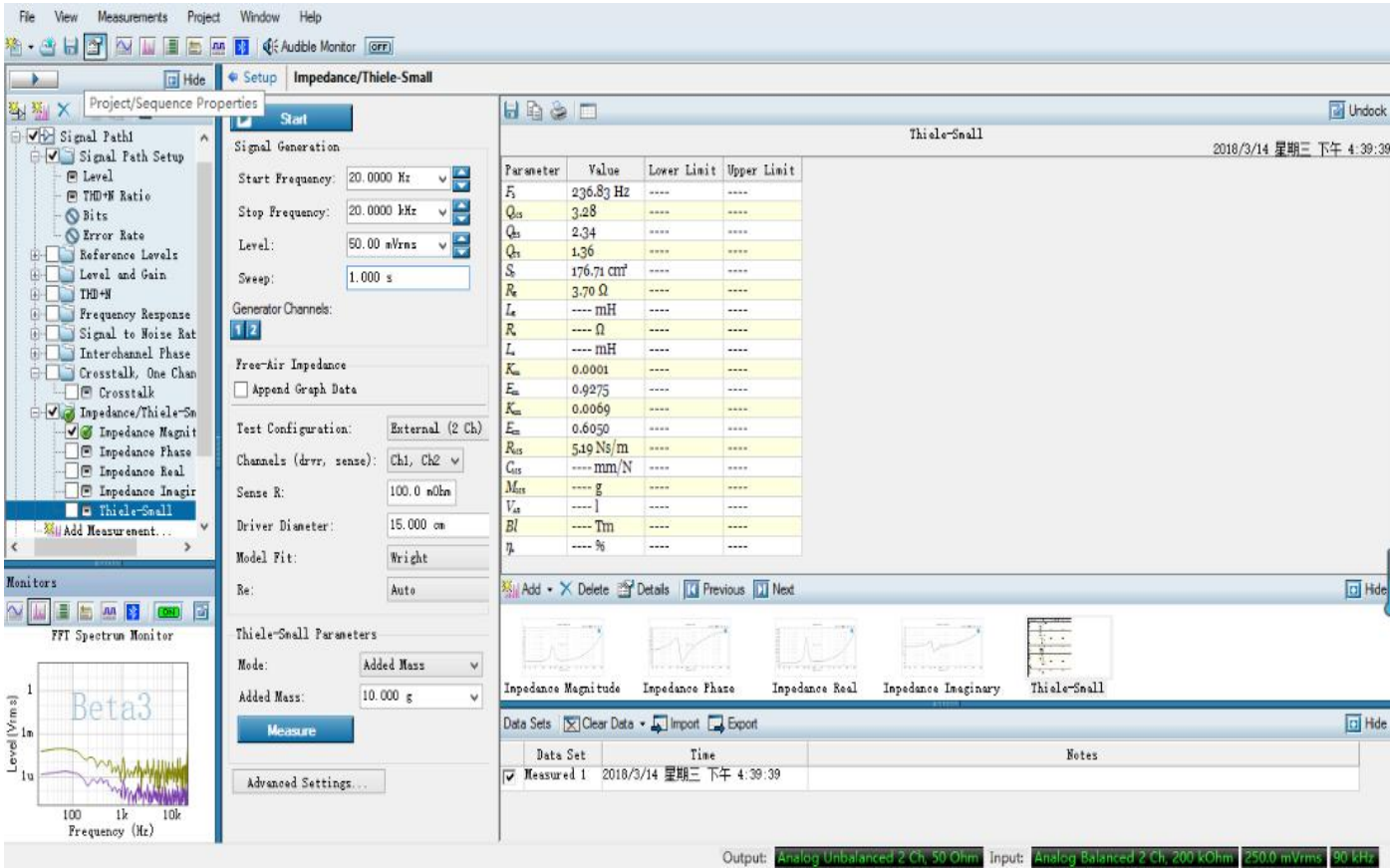
➤ 阻抗相位曲线:



➤ 阻抗响应曲线-虚部:



➤ Thiele-Small 参数:



13. 开环测试

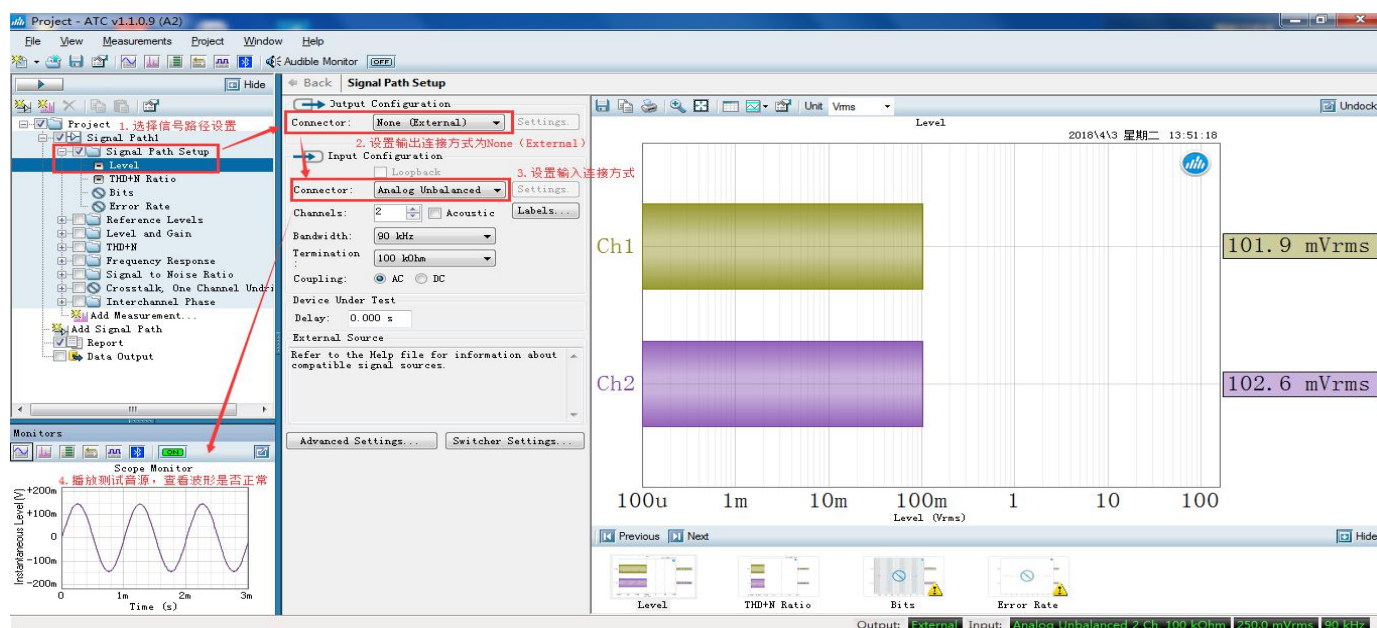
开环测试即不使用 A2 音频分析仪的信号源产生测试信号，而是由待测品直接播放测试信号，并将待测品输出接入到 A2 音频分析仪中进行分析。

测试框图如下所示：



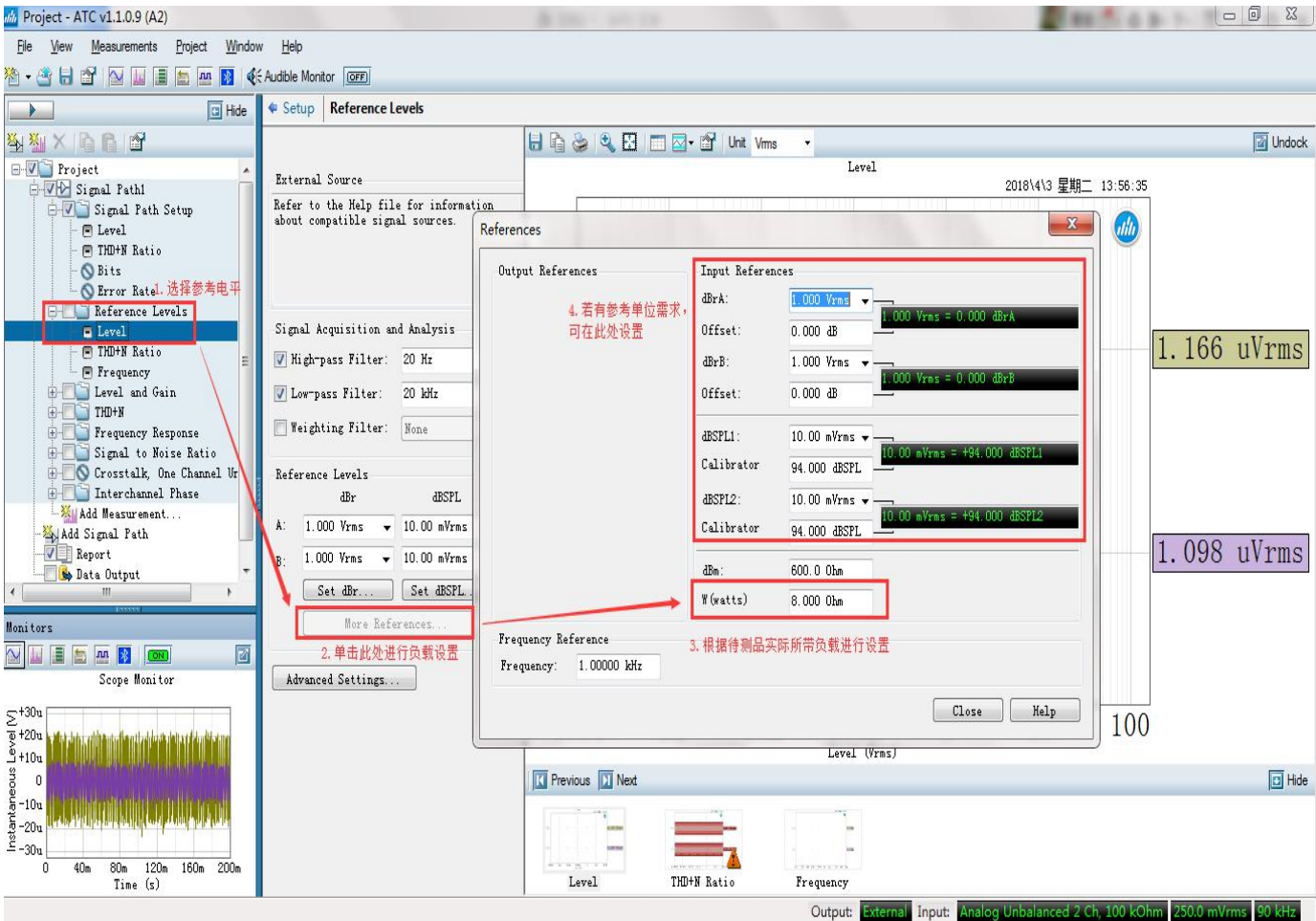
13.1 信号路径设置

对于开环测试，信号路径设置中的输出配置连接方式选择 **None (External)**，输入配置连接方式根据实际连接情况进行选择，常见的音频输入主要分为模拟非平衡（单端信号）和模拟平衡（差分信号）两种。路径设置完成后，通过播放测试音源观察测量值或波形来验证连接，如下图所示：



13.2 参考单位与负载设置

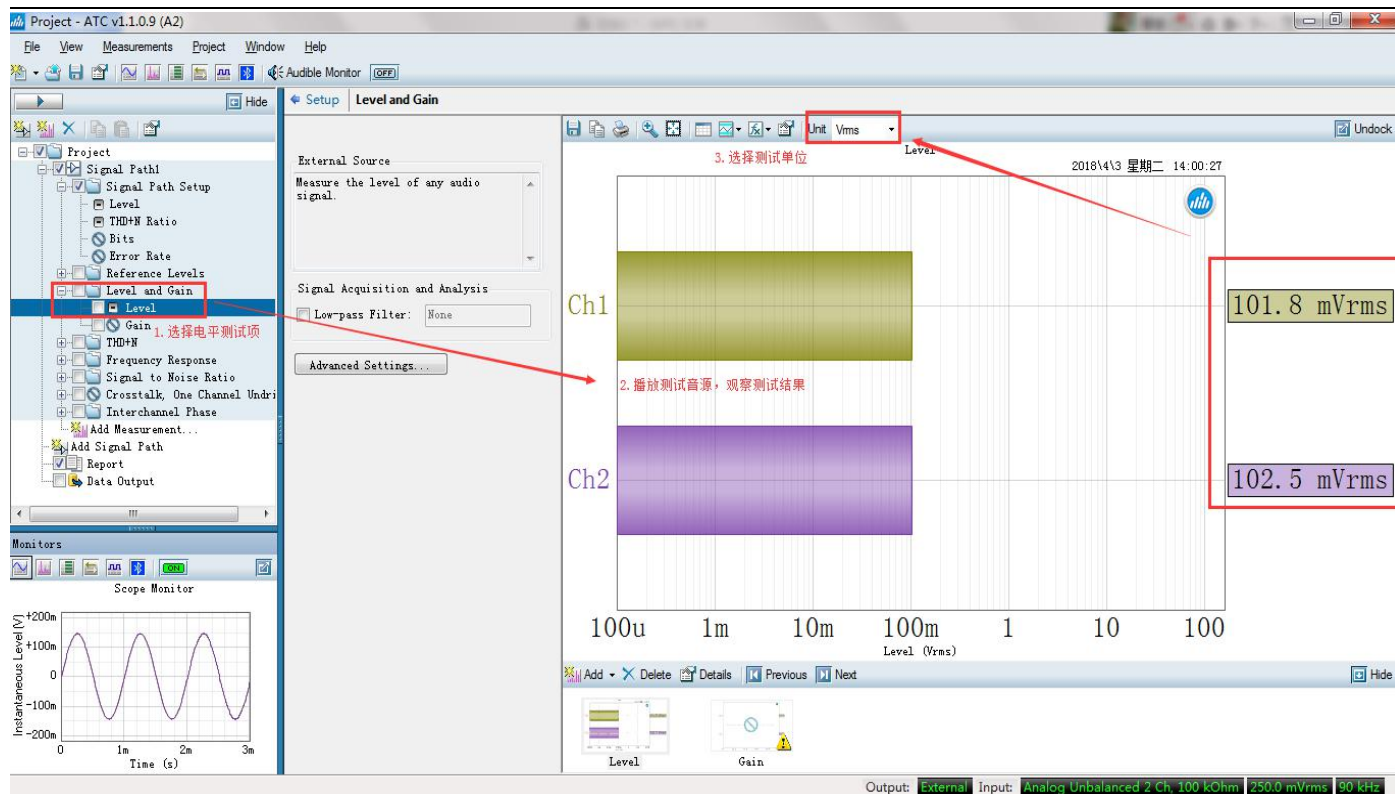
如果测试过程中有不同参考点的单位需求或需要测试待测品输出功率，则需要进行测试单位与负载设置，对于负载设置，根据待测品实际所带负载进行设置即可，具体设置如下图所示：



13.3 具体测试

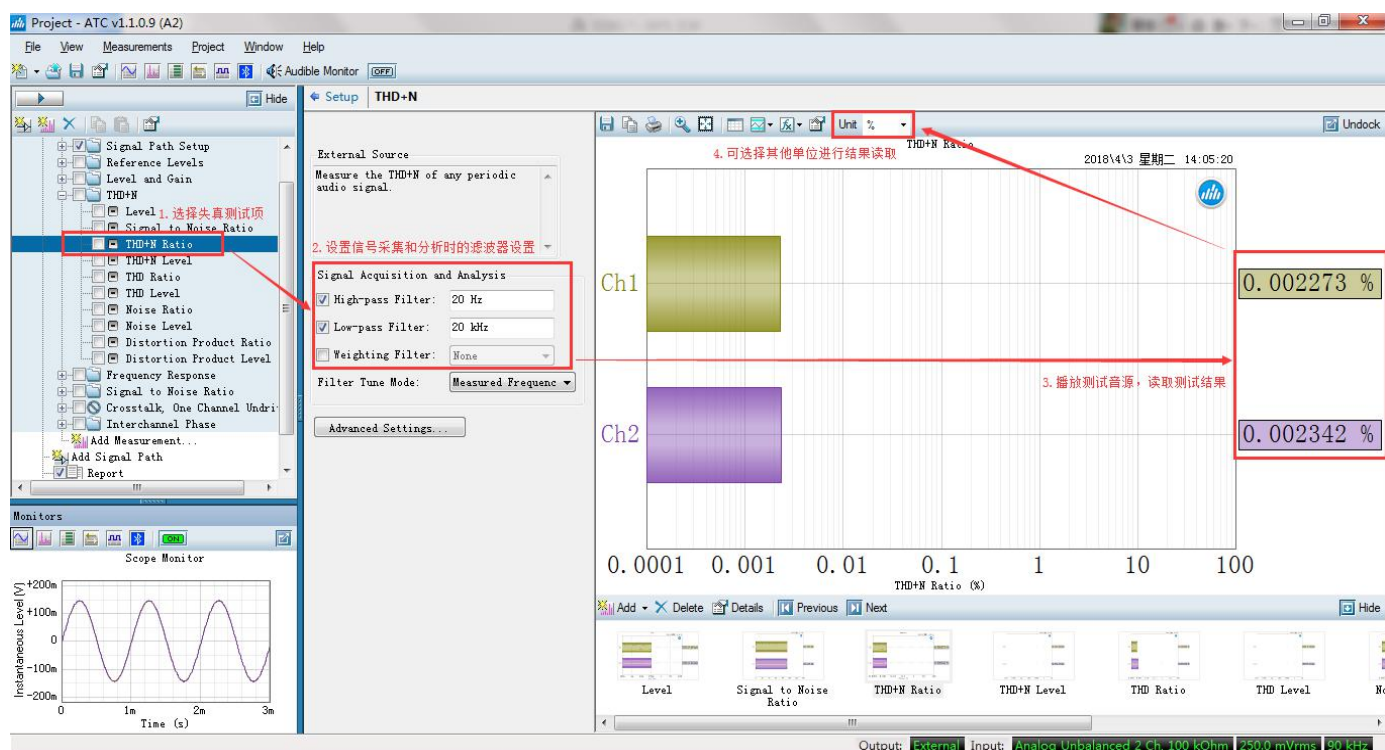
1. Level and Gain

对于电平和增益测试，通常采用 0db 1KHz 的测试音源。测试输出电平时，待测品播放测试音源，则会在测试界面显示待测品输出电平，如下图所示：



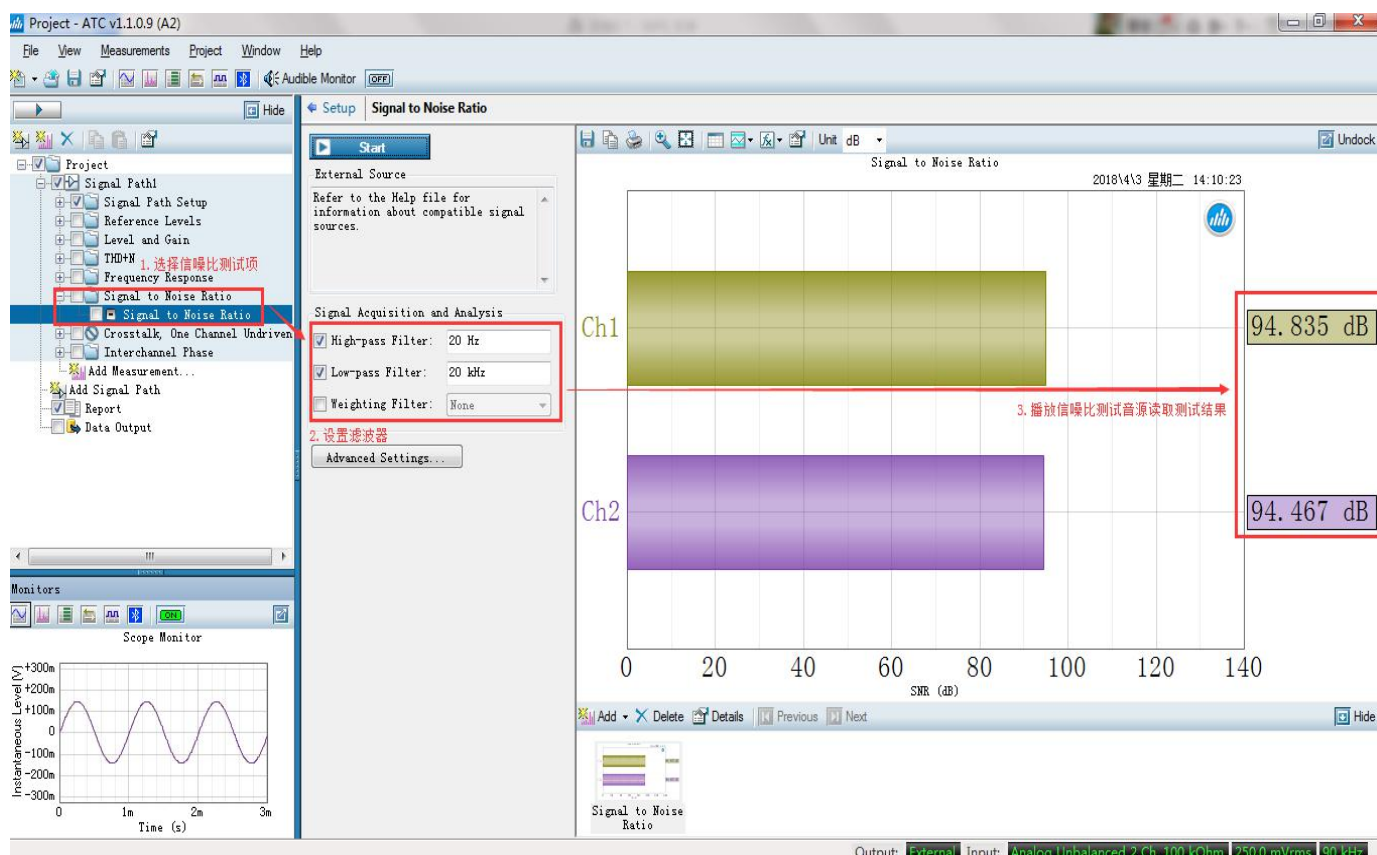
2. THD+N

对于 THD+N 测试，通常采用 0db 1KHz 的测试音源，待测品播放测试音源，此时会在测试界面显示待测品失真度，如下图所示：



3. 信噪比

对于信噪比测试，有相应的信噪比测试信号，播放测试音源，单击 **Start**，此时会进行信噪比测试并显示测试结果，如下图所示：



4. 频率响应

- 对于频率响应测试，采用外部信号源时 Frequency Response 测试项不可用，必须采用 Stepped Frequency Sweep 测试项，首先需要添加该测试项，具体方法如图 1 所示：

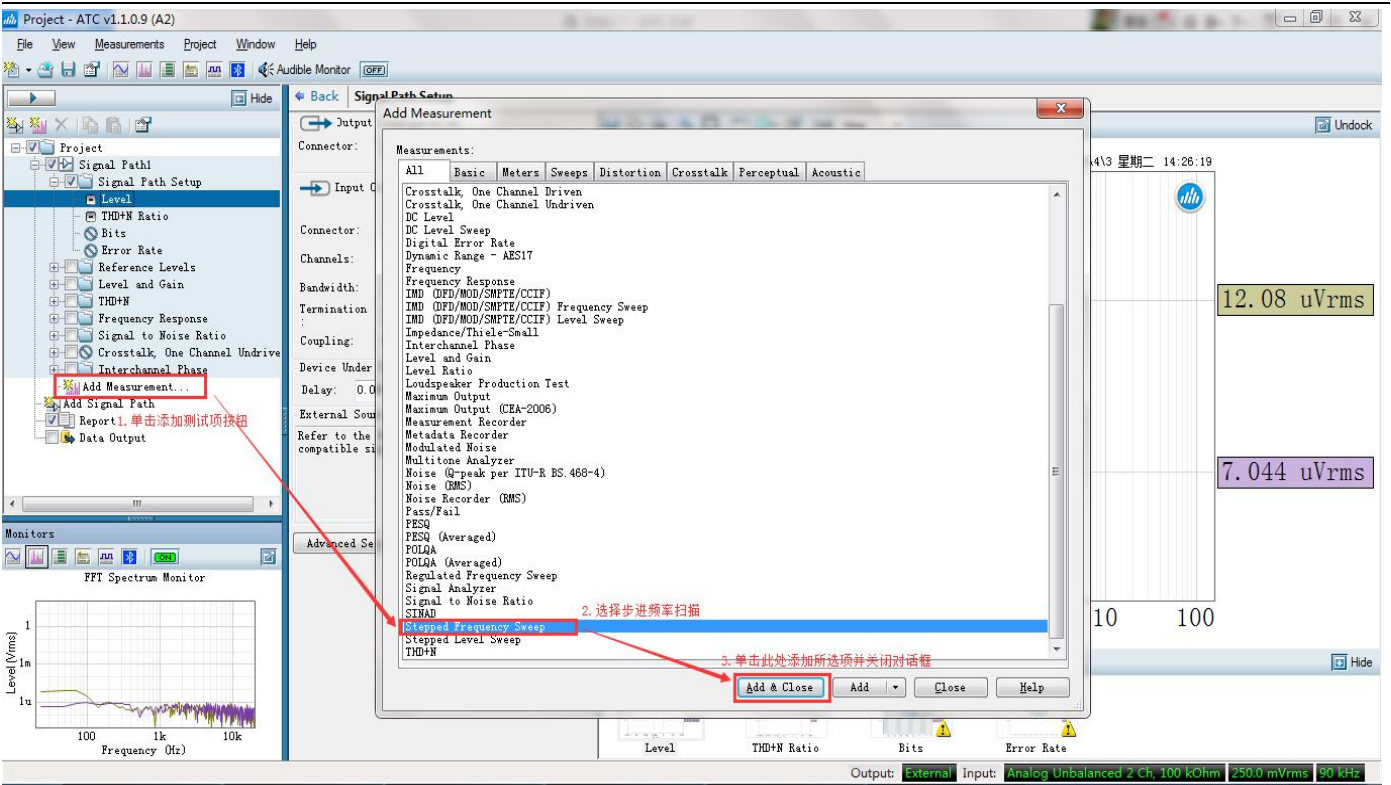


图 1

➤ 添加完成后，对于频响曲线测试，需要设置扫描表，扫描表有不同的扫频点数与测试信号选择，如图 2 所示，在测试过程中需要选择一个扫描表来进行测试，选择的扫描表要与播放音源相对应。

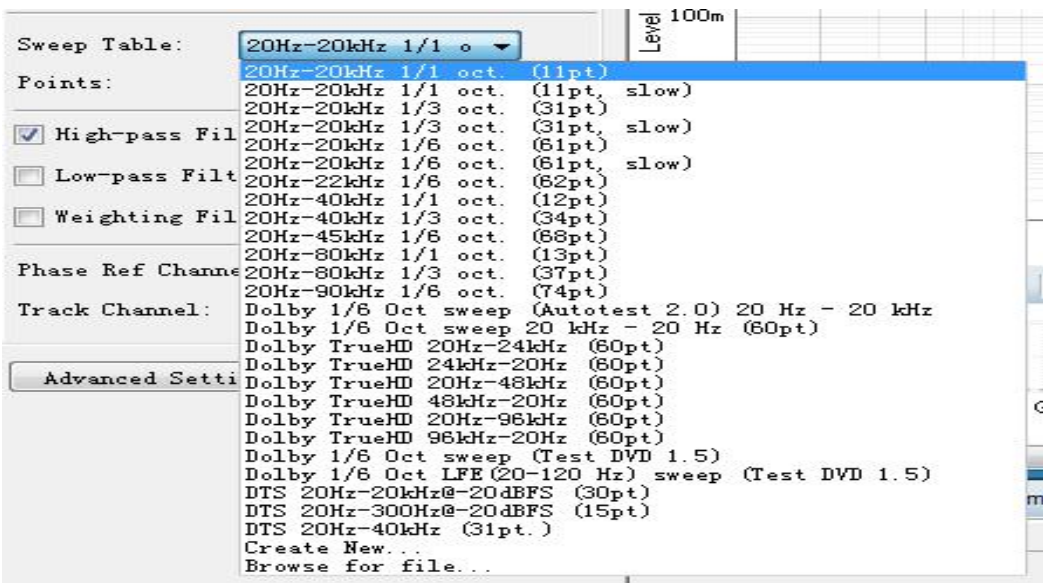


图 2

- 选择扫描表之后，根据测试要求进行信号采集和分析时的滤波器设置，设置完成后，单击 **Start**，并播放扫频音源，观察测试结果，如图 3 所示：

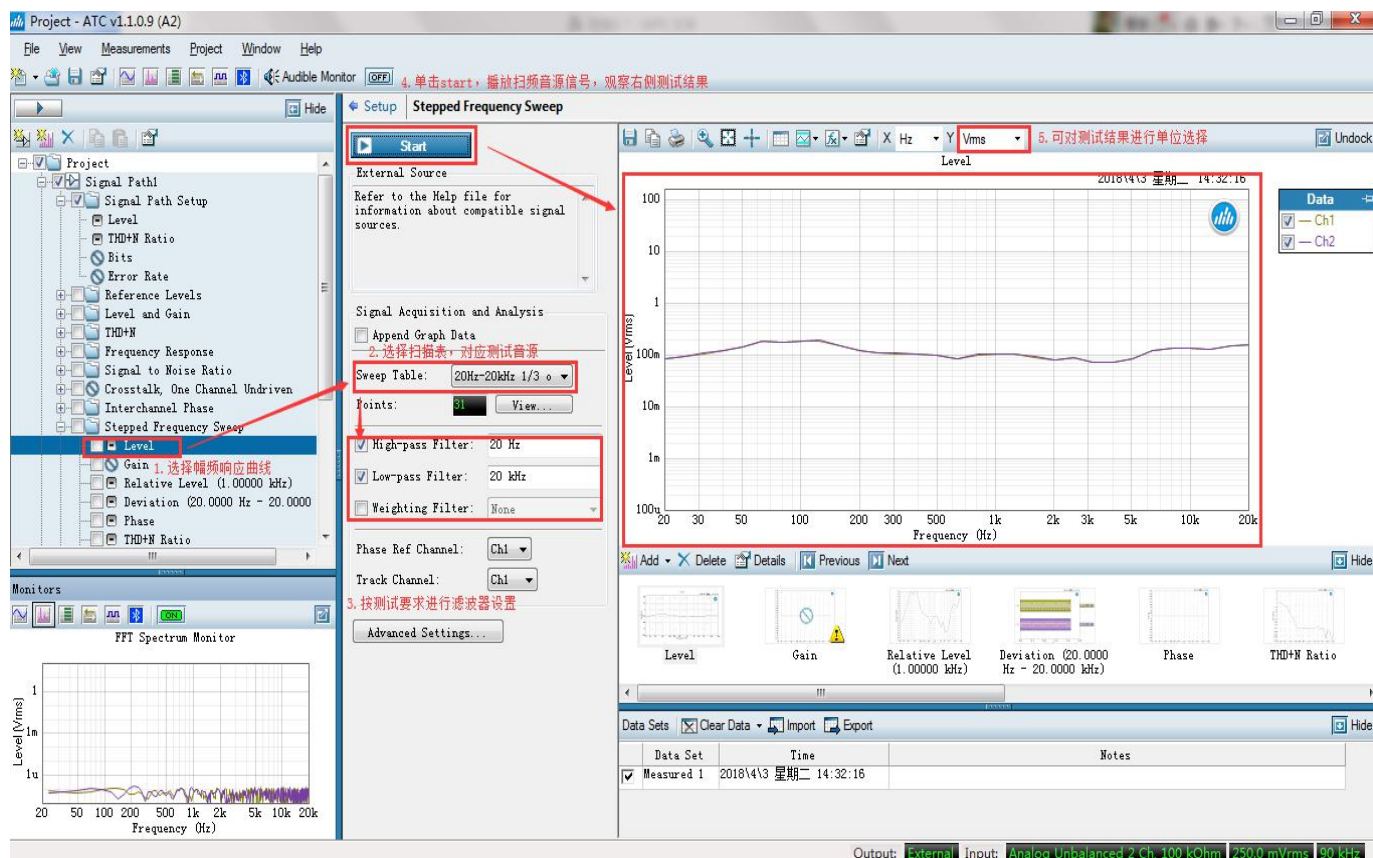
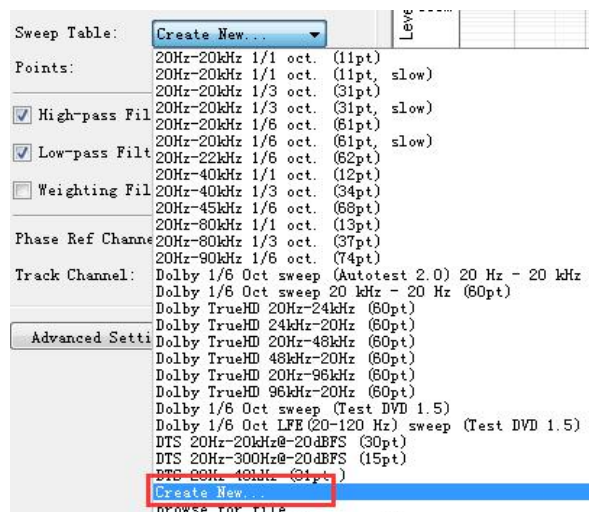


图 3

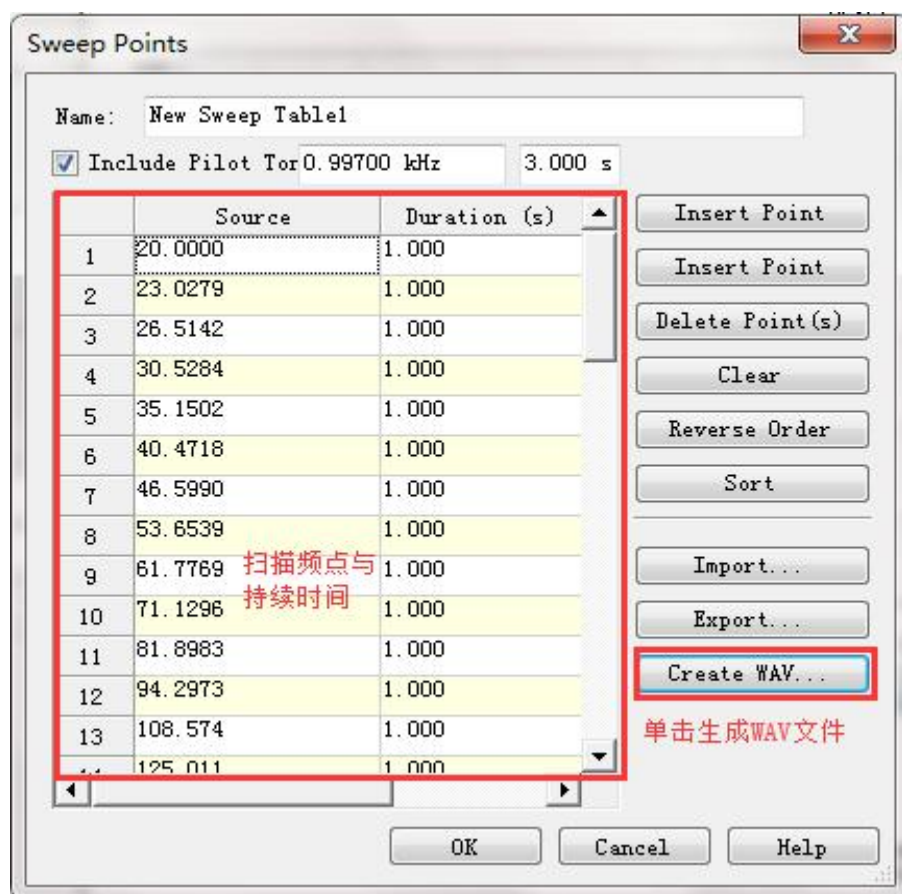
5. 自定义扫描表

如果不采用固定的扫描表，可以自己定义扫描表并生成相应的测试音源，具体设置方法如下：

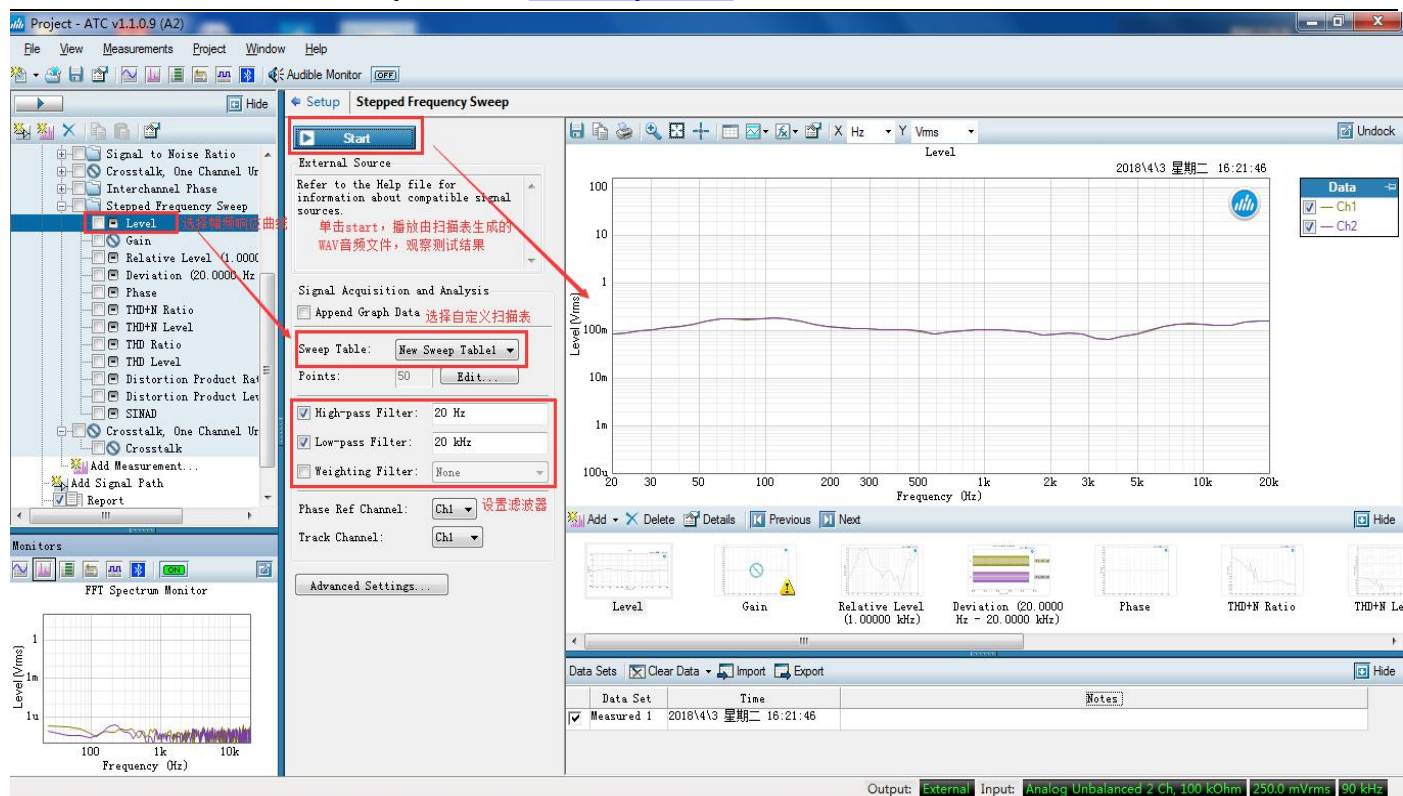
- 单击扫描表中的新建即 **Create New** 弹出新建扫描表对话框，在该对话框中设置开始、截止频率，扫描类型以及扫描点数，设置完成后单击 **OK** 弹出 **Sweep Points** 对话框：



- **Sweep Points** 对话框中显示扫描点以及每个点所持续的时间，可按照测试要求进行修改，单击右下角的 **Create WAV** 可以生成该扫描表对应的 WAV 音频文件；



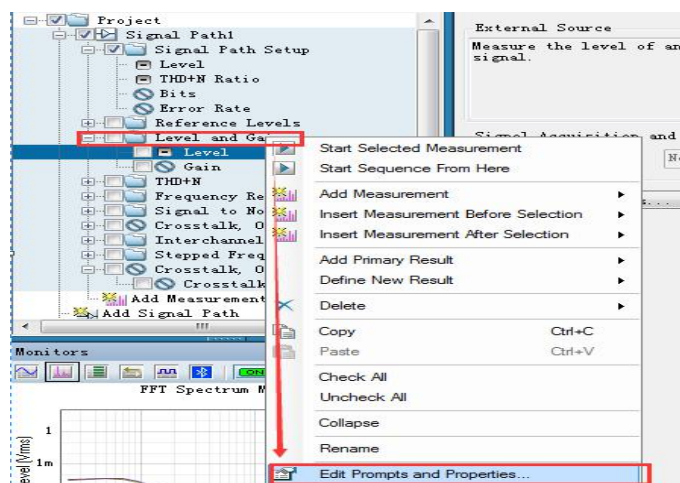
- 进行扫频测试时，将生成的 WAV 音频文件导入待测品，扫描表选择新建的扫描表，单击 **Start**，播放音源进行测试，如下图所示：



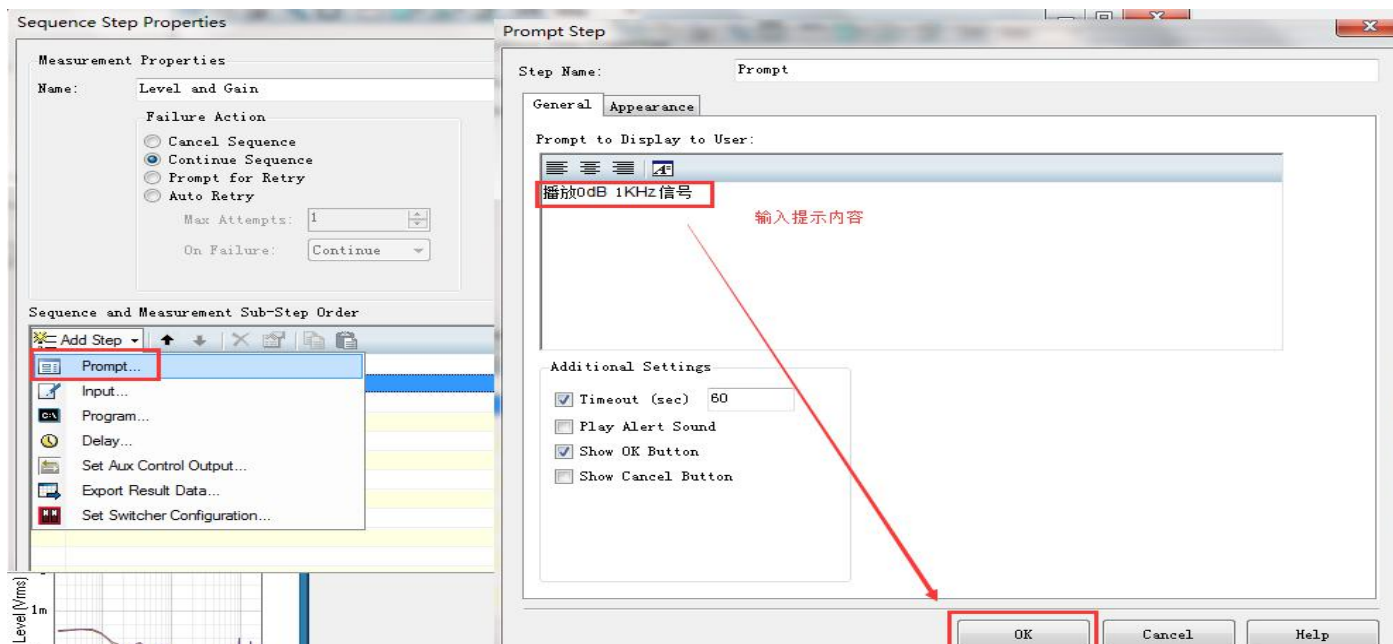
13.4 自动测试

对于开环测试，由于每个测试项对应不同的音源，所以当选择自动测试时需要添加提示使待测品播放正确音源从而获得正确的测试结果。以电平测试项为例，测试电平时采用 0db 1KHz 的信号，提示添加如下所示：

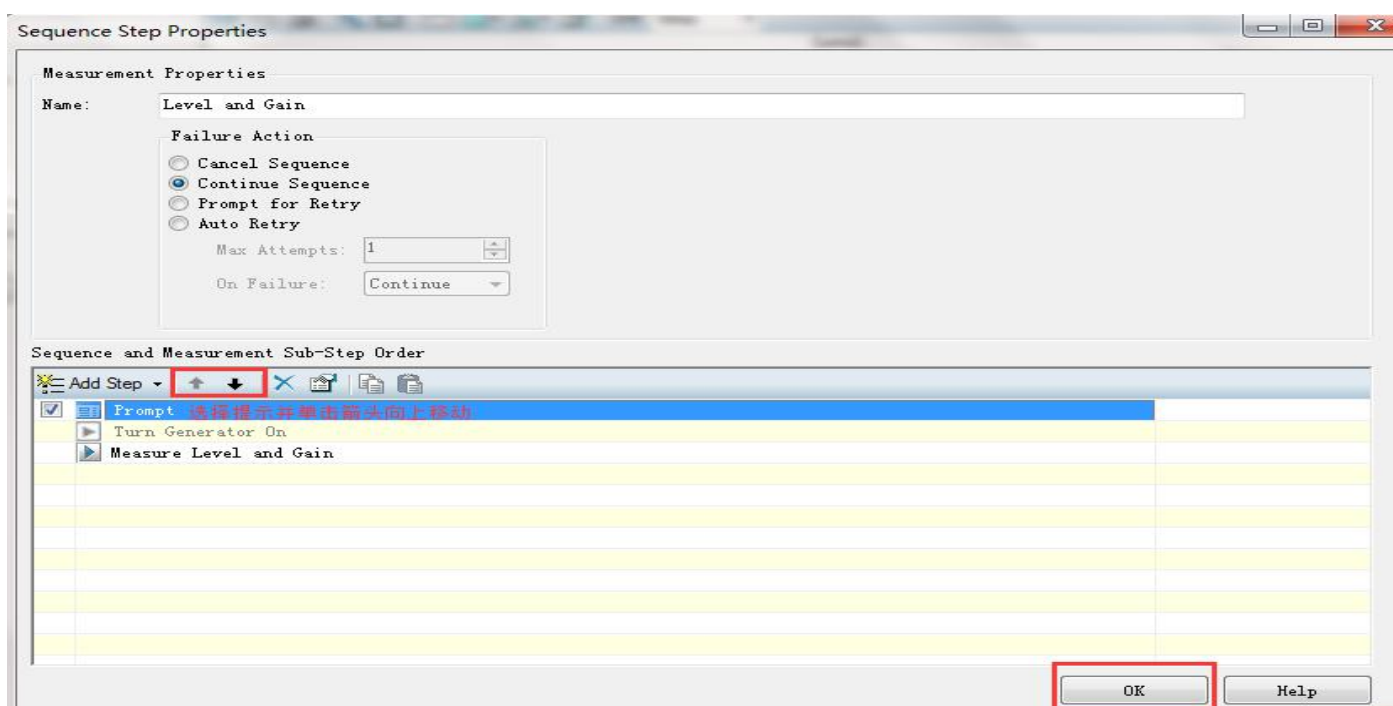
- 右键 Level and Gain 测试项，选择 Edit Prompts and Properties，弹出提示和属性设置对话框：



- 在提示和属性设置对话框中，单击 **Add Step** 并选择 **prompts**，弹出提示设置窗口，在此输入提示的内容，并单击 **OK**：

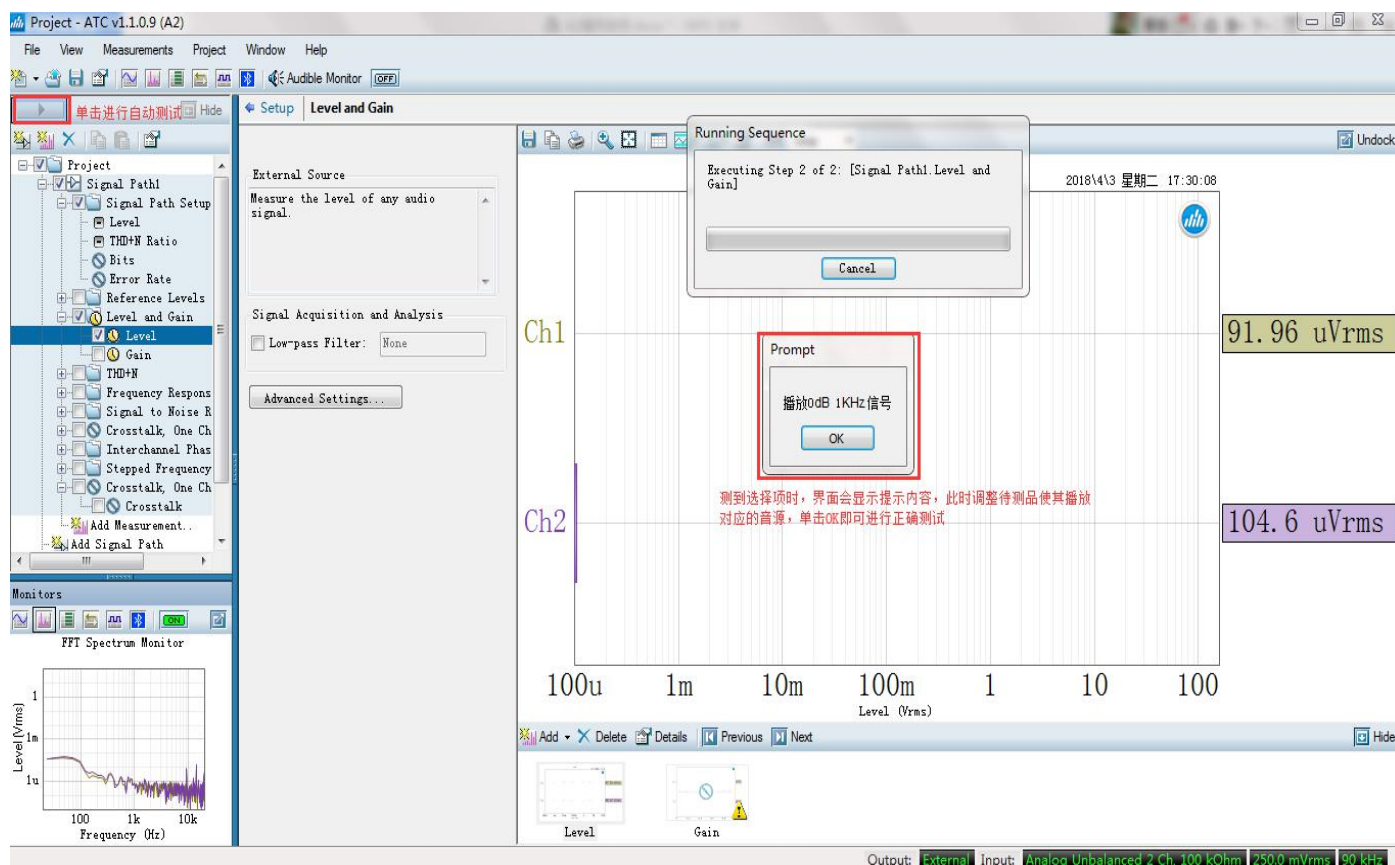


- 由于测试时是按照顺序依次测试的，所以要把提示置于测量之前，单击向上和向下箭头进行顺序调整，并单击 **OK** 完成提示设置：



- 其他测试项提示设置请参考上述设置，所有测试项提示设置完成后，即可进行自动

测试。单击自动测试按钮，序列从上向下依次测试，当测到所选项时，界面会显示提示内容，此时需要测试人员调整待测品状态，使其播放对应的音源，然后单击 OK，即可进行正确测试，如下图所示：

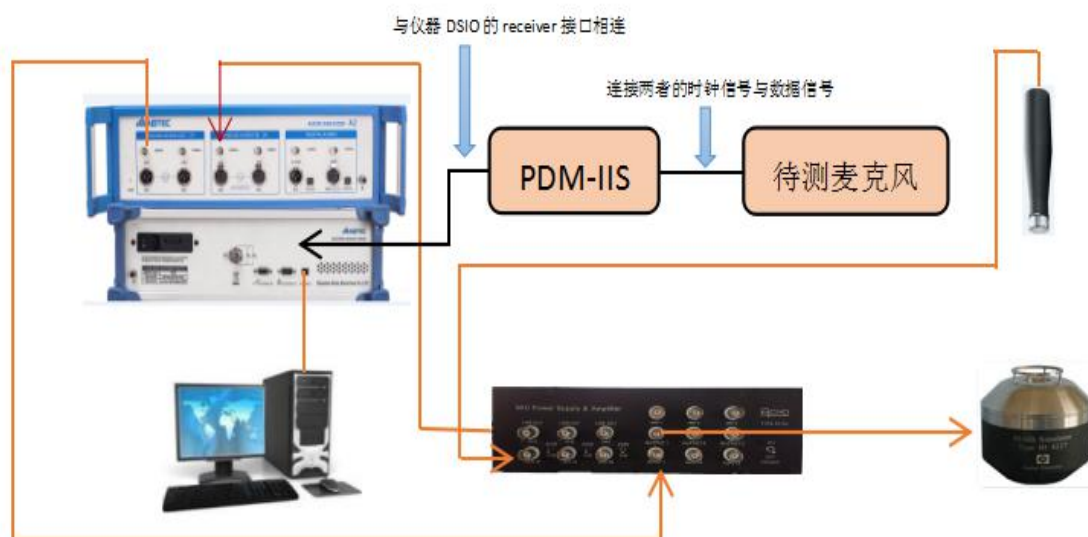


14. PDM 麦克风测试

所需设备：A2 音频分析仪，DSIO 选件，P18（PDM 转 IIS 转换盒），人工嘴，麦克风，功放&麦克风电源

目前大部分数字麦克风测试均为 PDM 信号，针对 PDM 麦克风测试，利用仪器的 DSIO 接口可以完成测试，由于仪器是支持 DSIO 的，所以只需一个 PDM 转 I2S 的转换盒就可以完成测试，这种测试方法相较于录音文件测试更简洁直观。

14.1 测试框图

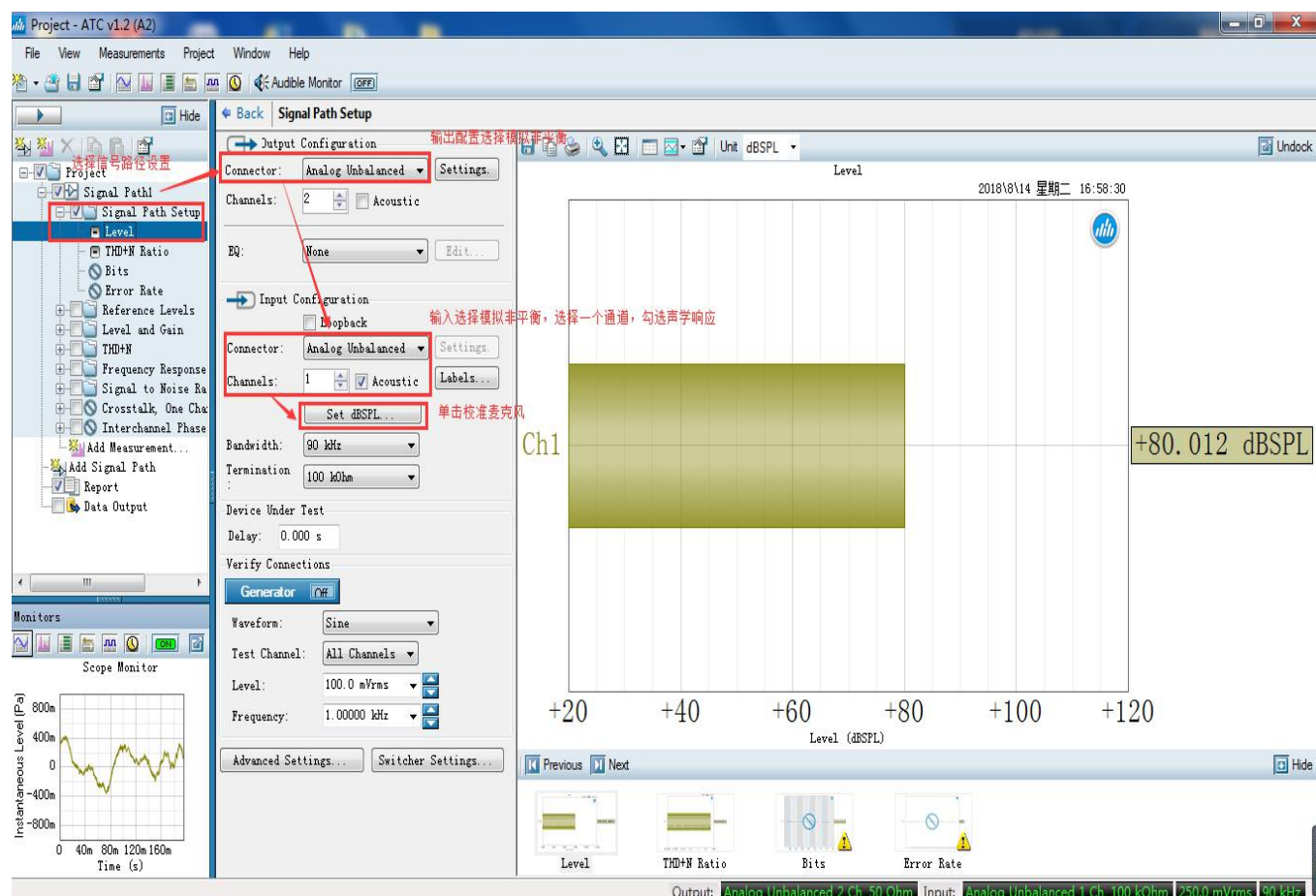


14.2 测试步骤

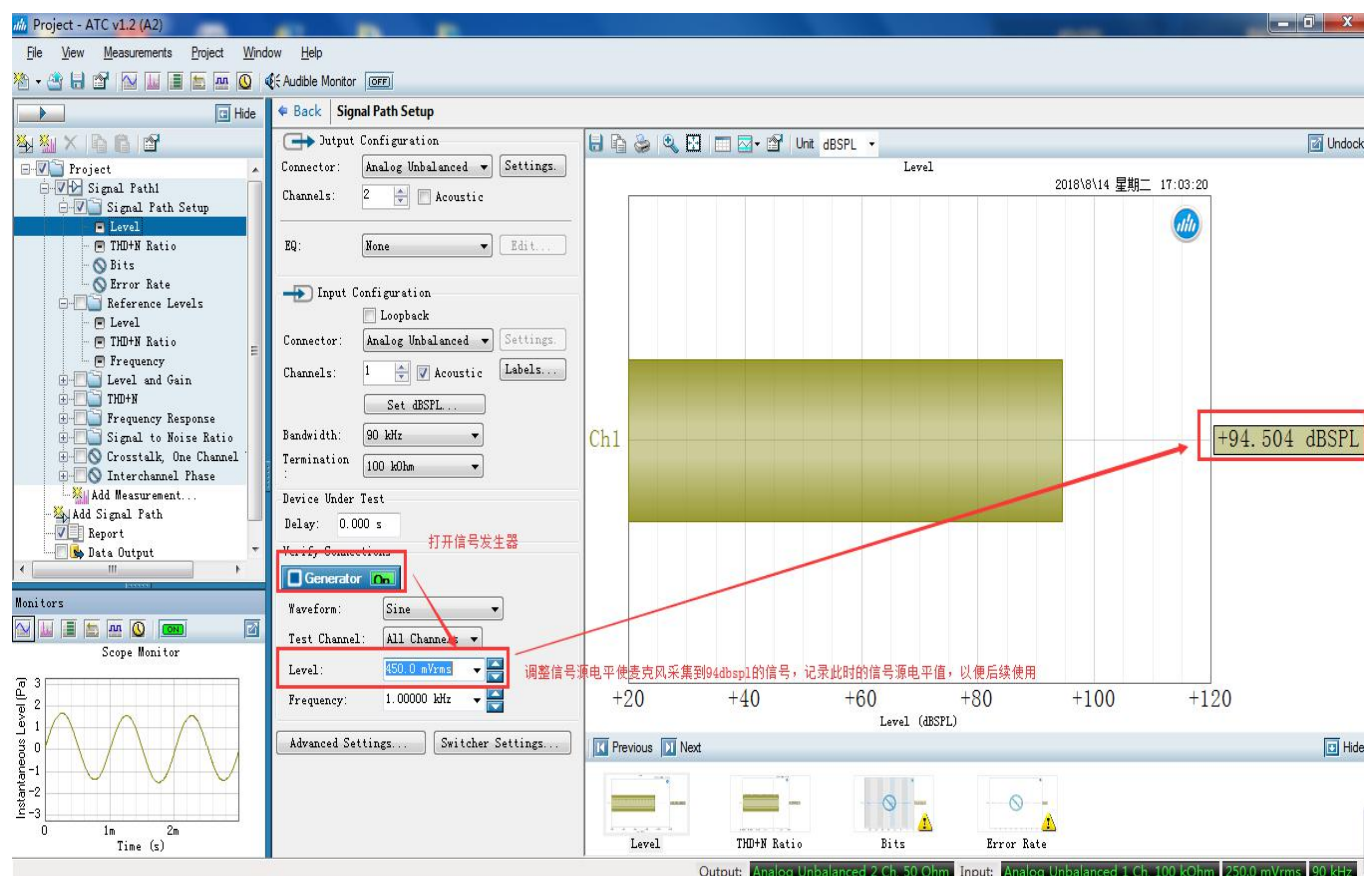
1. 校准麦克风

数字麦克风与模拟麦克风测试的不同点在于信号传输方式不一样，其他测试方法与测试流程都一致，对于麦克风测试第一步需要完成的就是校准标准麦克风，首先我们需要在静音房或隔音箱中固定好人工嘴与标准麦克风，确定好两者之间的距离，单击 ATC 软件信号路径设置中输入配置下方的声学选项，单击 Set dB SPL 弹出麦克风校准框，选择校准电平（一般为 94dB SPL），根据校准器型号进行设置，然后打开校

准器并将其套在麦克风上，单击 **Calibrate** 完成校准，此时 ATC 上测试结果显示为 94dB SPL，校准完成后关闭并取下校准器进行后续测试，具体校准方法如下：

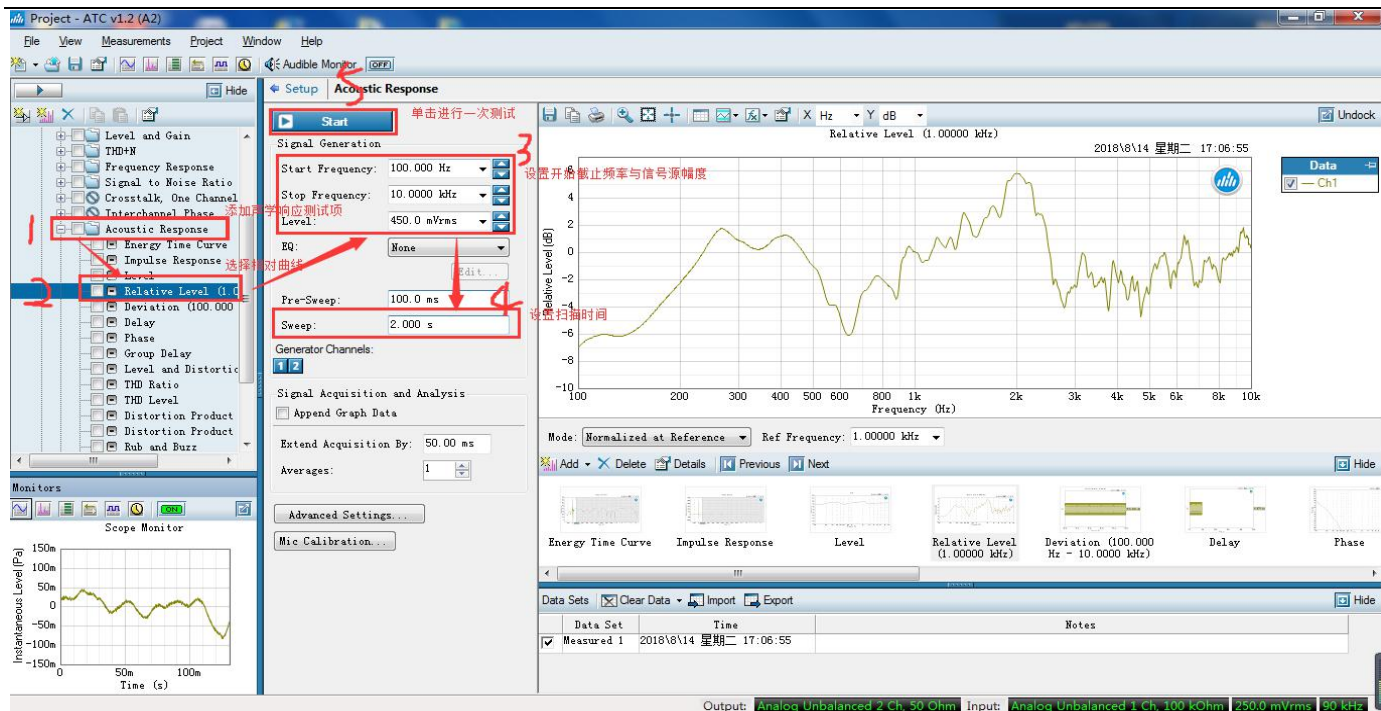


由于大部分麦克风测试均选择 94dB SPL，所以麦克风校准完成后需要确认麦克风采集为 94dB SPL 信号时信号源的幅度，如下图所示，调整信号源幅度使右侧测试结果达到 94dB SPL，记录此时的信号源电平值。

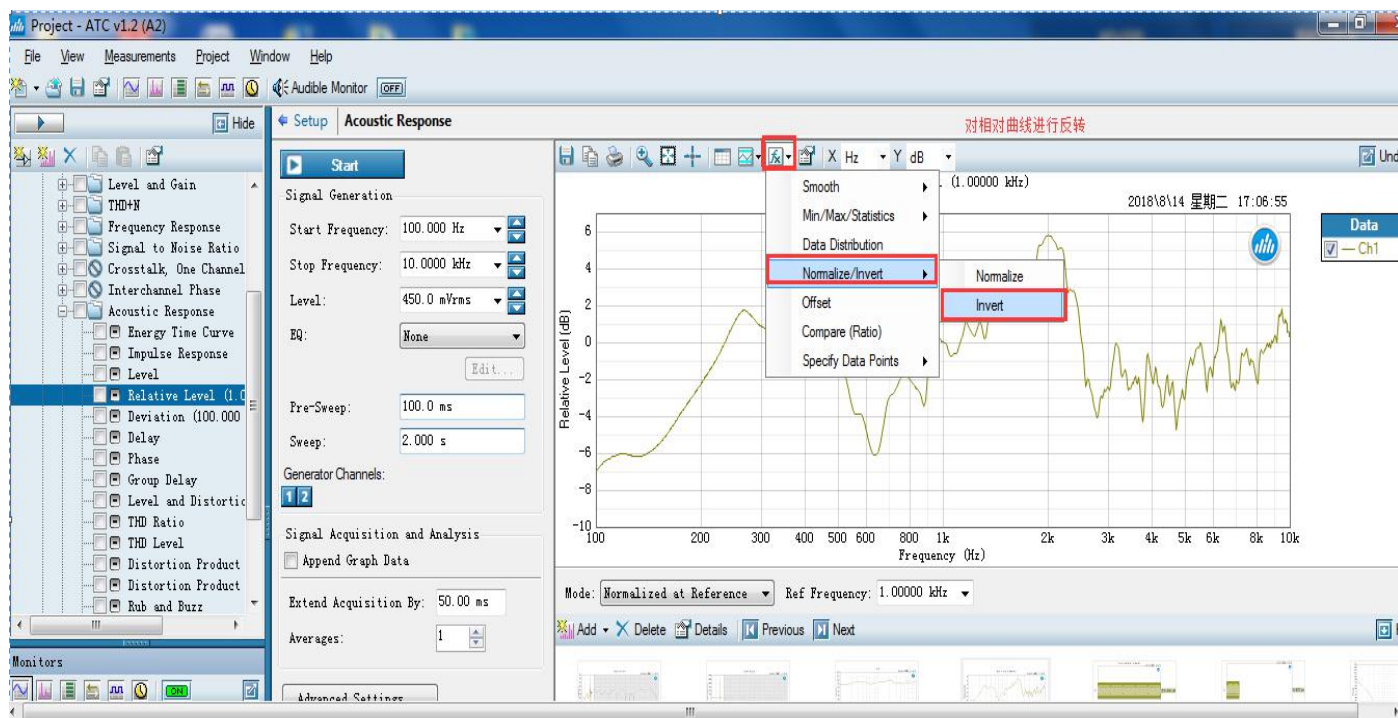


2. 校准人工嘴

添加声学响应测试项，选择 **relative level**，设置开始与截止频率，信号源电平值（上一步记录的电平值）并进行一次测试，如下图：

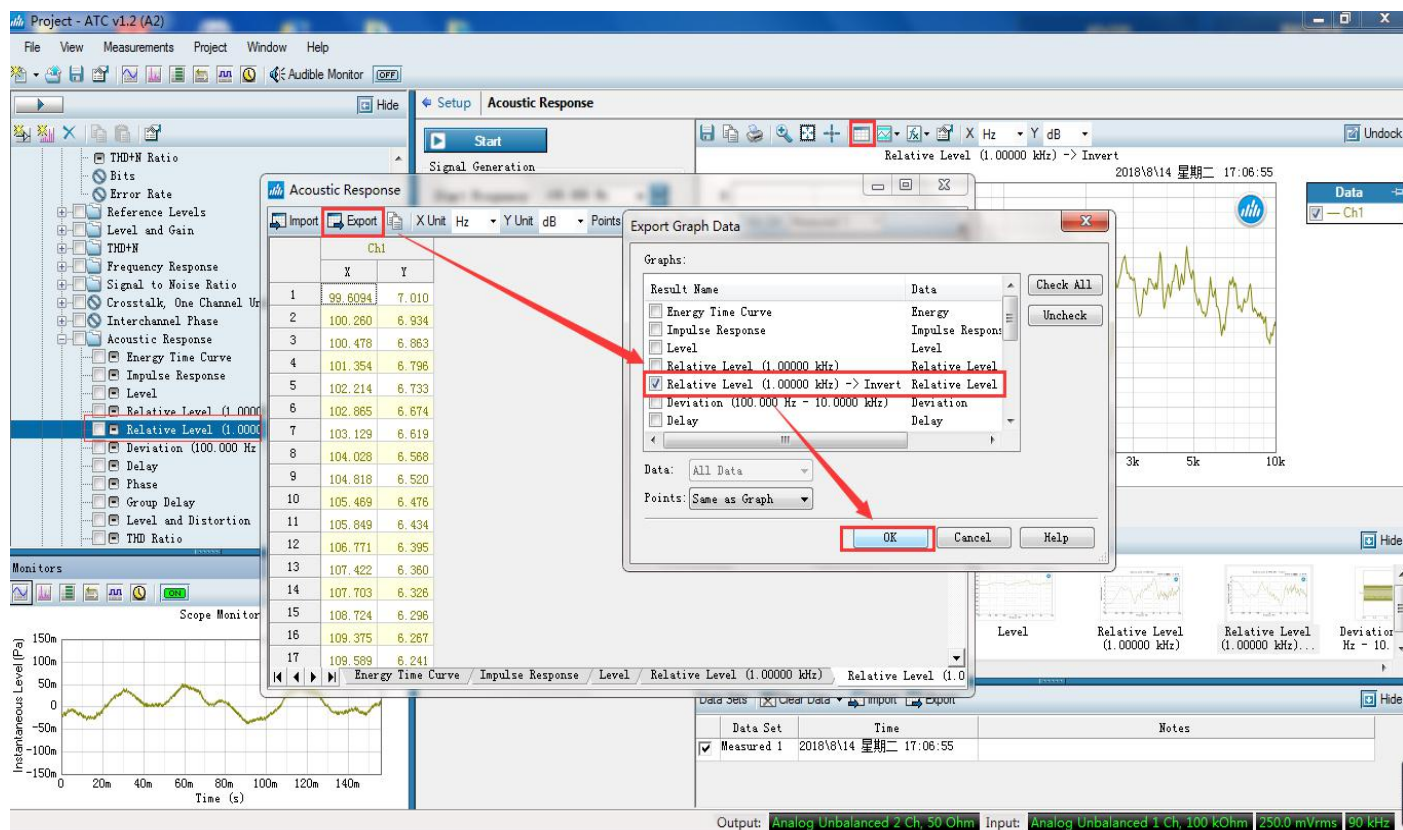
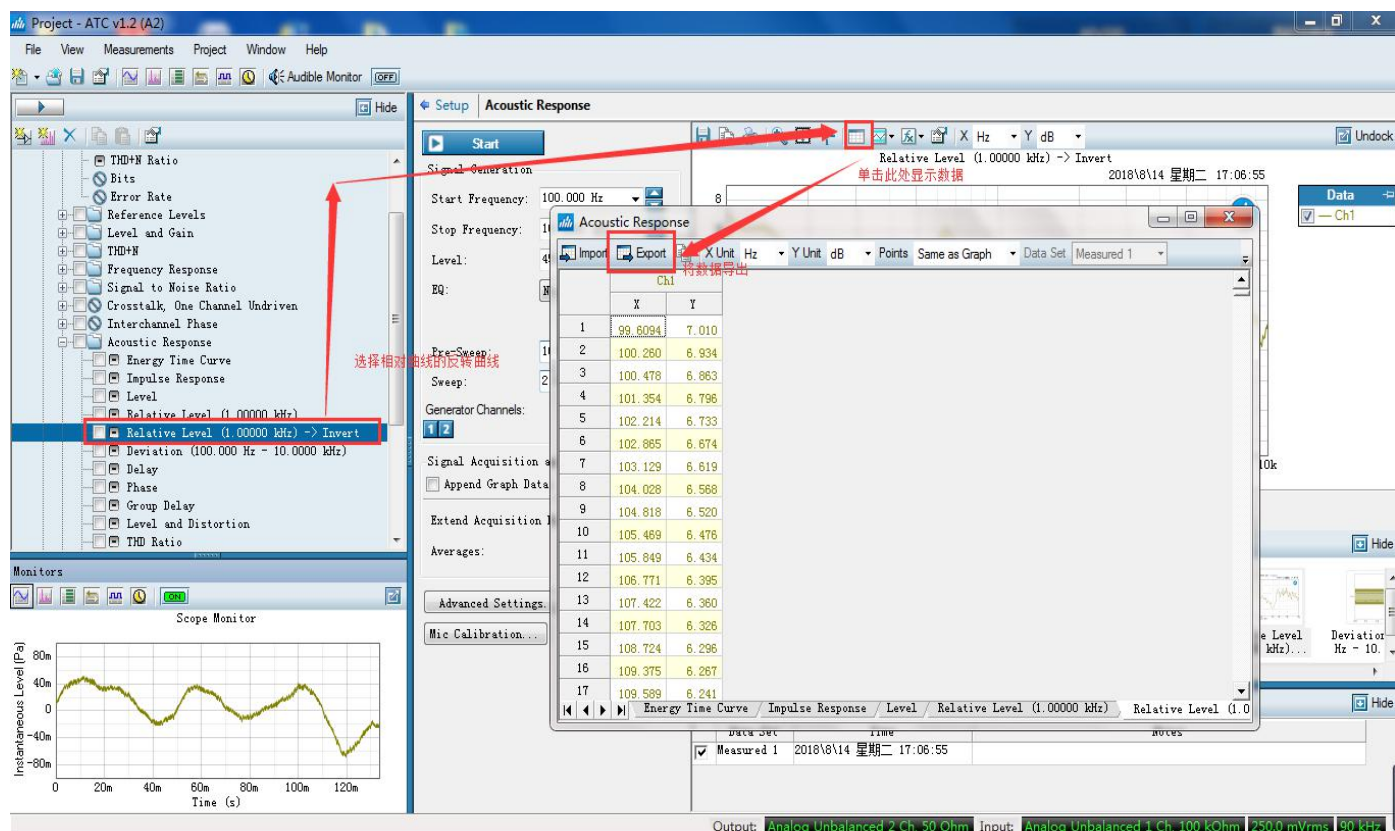


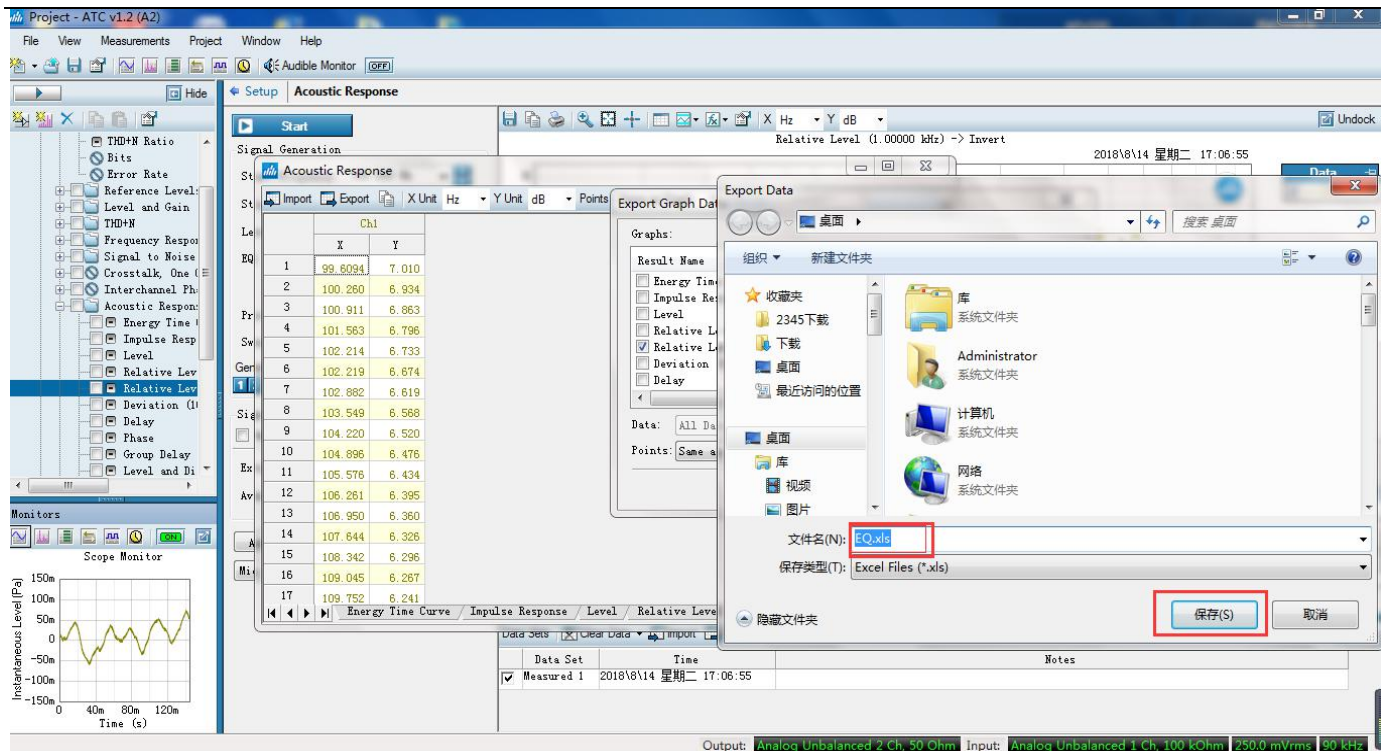
将测到的曲线图进行反转得到相对曲线的反转曲线，单击图形上方的 fx--->Normalize/Invert--->Invert 对曲线进行反转；



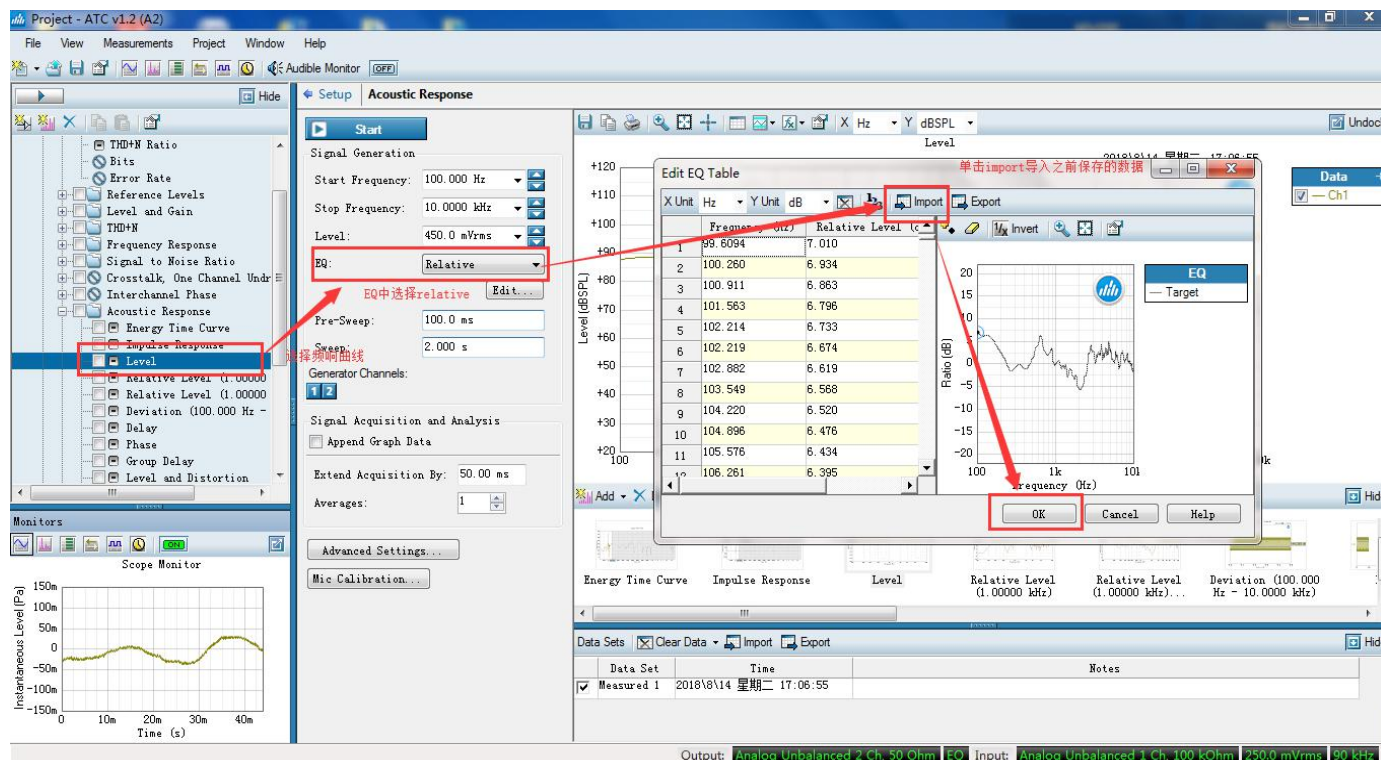
保存反转后的图形数据，单击图形上方的 弹出数据列表-->单击 导出数据-->选择 relative level (1.0KHz) --Invert-->单击 OK，选择保存路径，设置文件名对数据

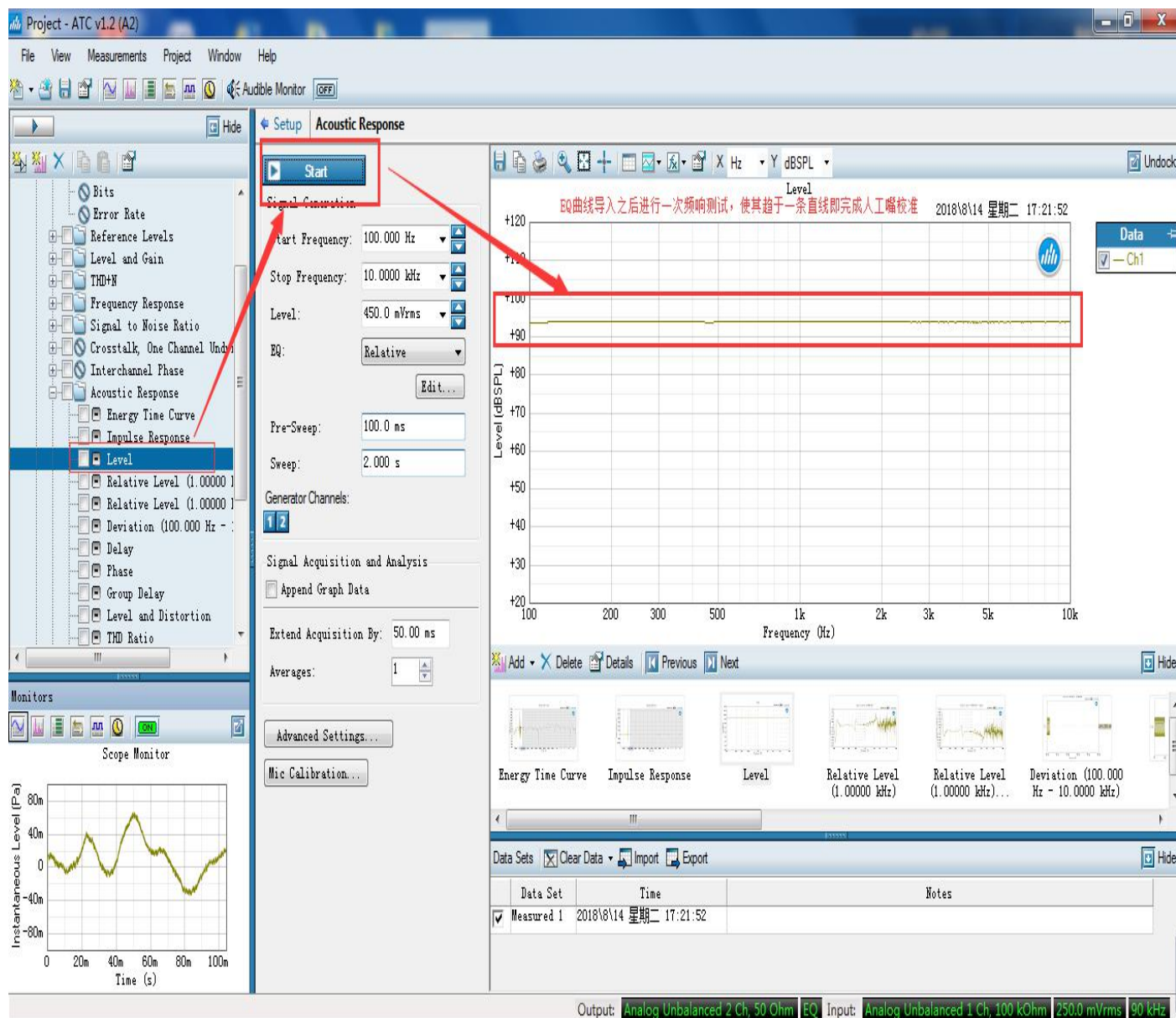
进行保存；





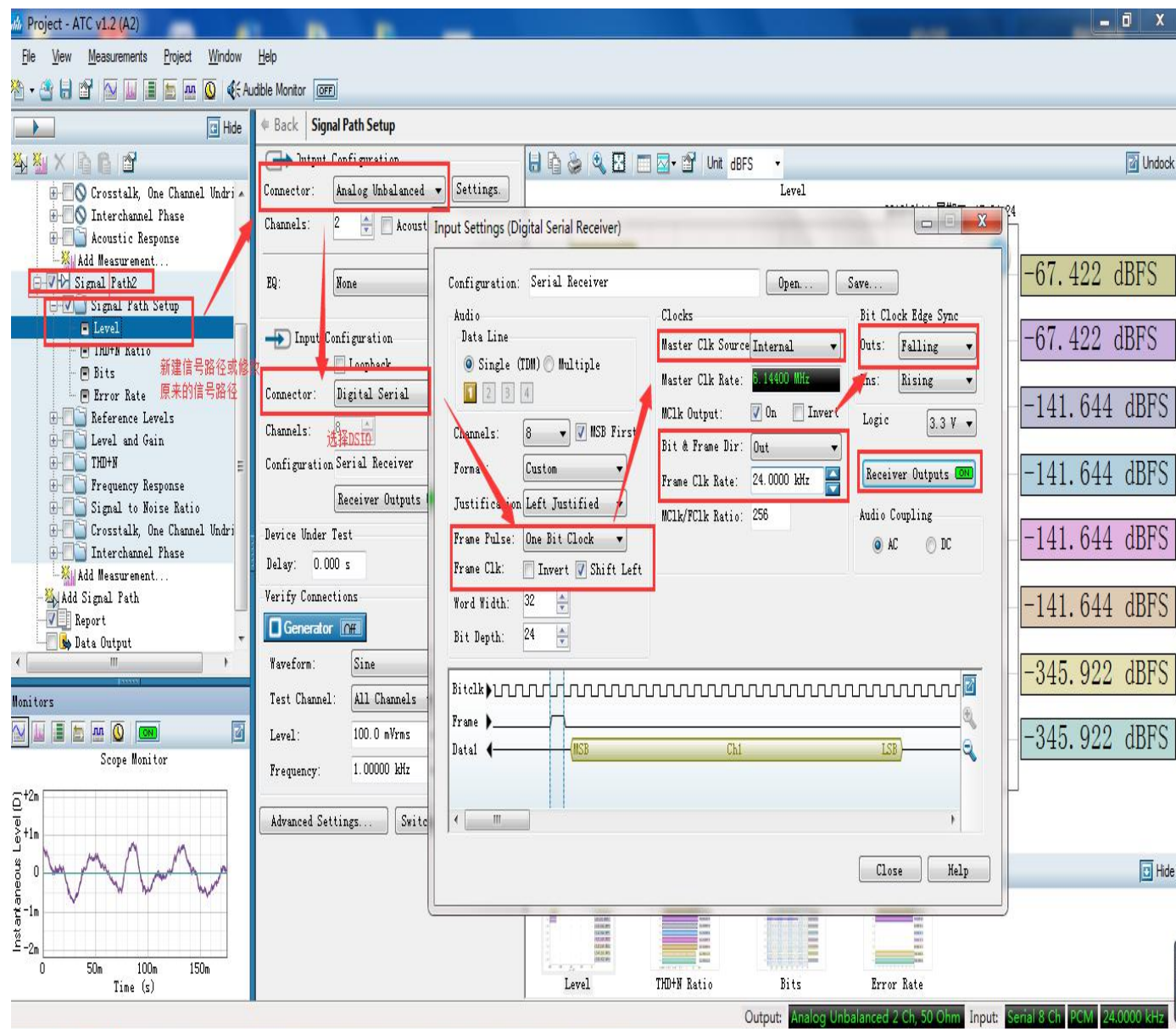
数据保存后，将测试项目切换到 level 中，在信号发生器设置面板的 EQ 字段中选择 Relative，单击 Import 将保存的数据导入，然后进行一次测试，此时测试的曲线应该趋于一条直线，如下图所示：





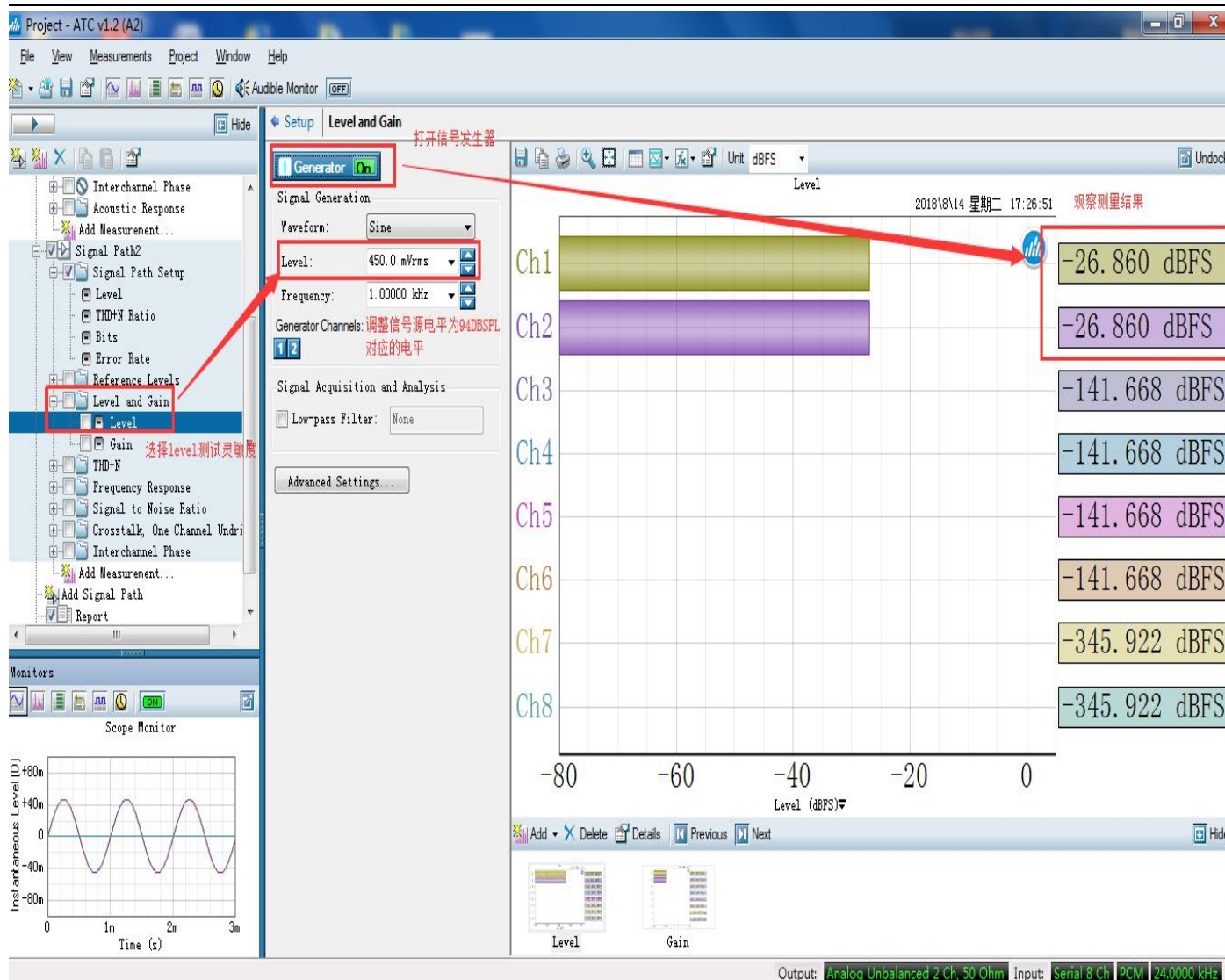
3. 配置 DSIO 参数

人工嘴校准完成后，返回信号路径设置切换输入方式为 Digital Serial (DSIO)，或重建信号路径进行路径设置，输入端选择 Digital Serial 后要对其进行设置，具体设置请参考下图，不同的 PDM 麦克风可能对应不同的时钟频率，时钟频率根据麦克风的实际时钟频率进行调整，修改设置面板中的 Frame CLK Rate 即可调整主时钟频率；



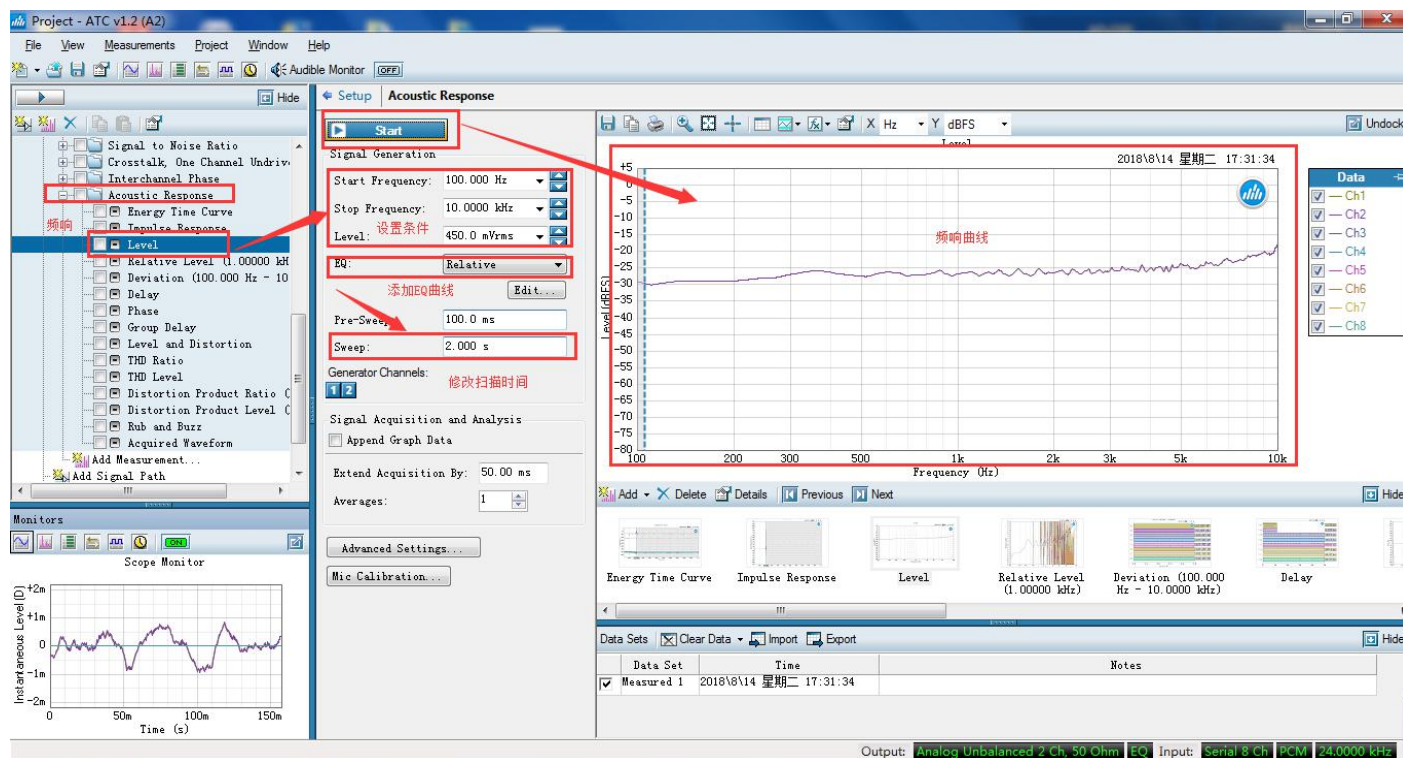
如果设置正常，则麦克风对应的通道数值会变为环境噪声，如上图前两个通道所示，后面六个通道均没有信号；

通道回路验证后，即可进行后续测试，对于麦克风测试主要测试灵敏度，信噪比，频率响应以及失真等参数；对于麦克风灵敏度测试，选择 **Level and Gain** 测试项中的 **Level** 测试项目，信号源幅度设置为标准麦克风测试数据为 **94dB SPL** 时所记录的信号电平，打开信号发生器，此时所测量的值即为所测麦克风的灵敏度，测试图如下所示：



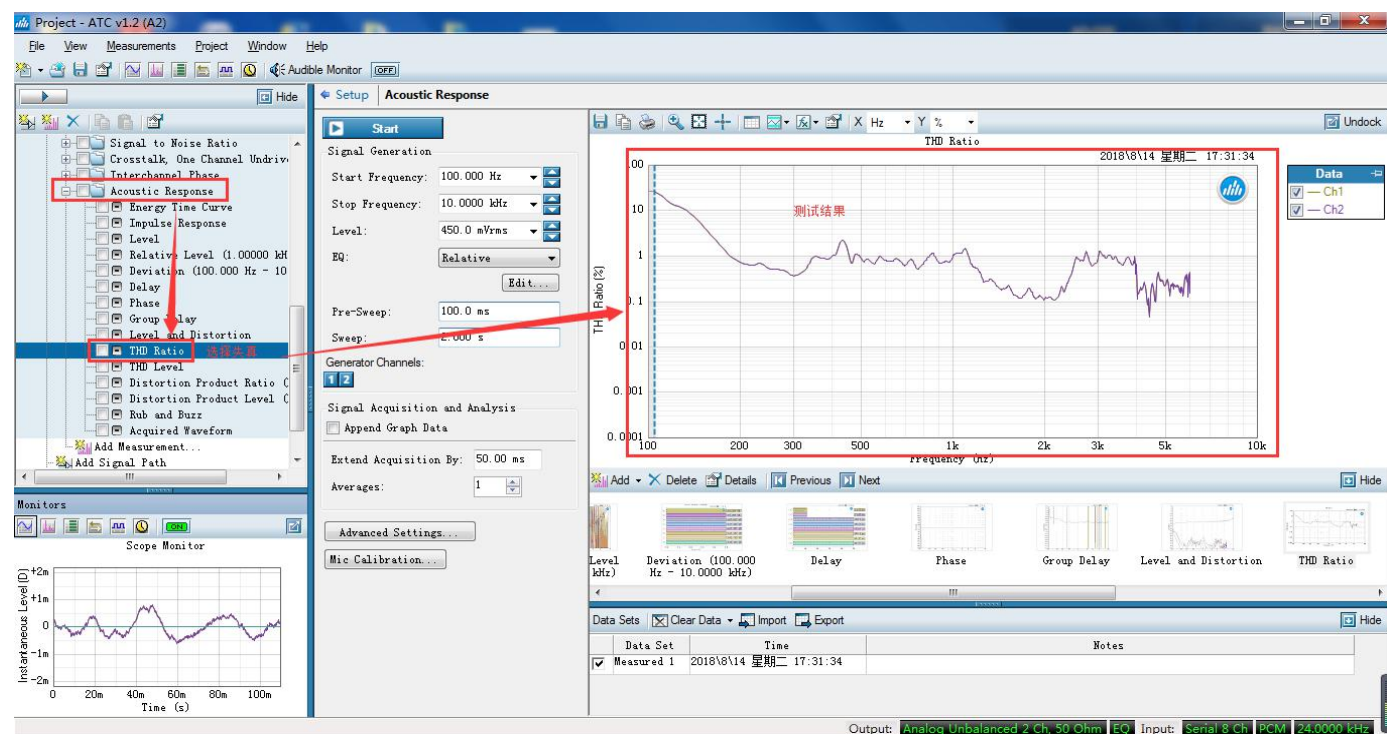
4. 麦克风频响测试

添加声学响应测试项，选择 level 测试项，设置开始和截止频率，设置信号源幅度为标准麦克风测试数据为 94dB SPL 时对应的信号源幅度，添加 EQ 曲线，即将校准人工嘴时保存的数据导入到 EQ 曲线中，然后进行相关测试，具体测试如下图：



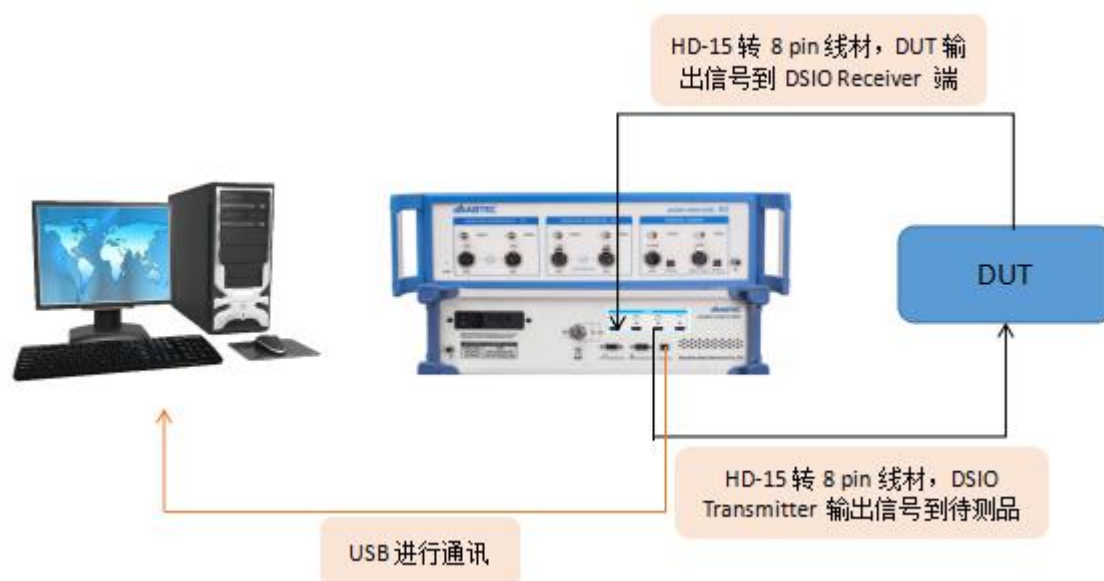
5. 失真测试

声学响应测试中包括失真测试，同一测试项中的不同结果可通过一次测试进行查看，当测试完频响曲线后，失真曲线也已完成测试，只需选择失真项目查看测试结果即可。



15. DSIO 测试

15.1 测试连接图



测试线材为 HD-15 转 8pin 线材，HD-15 连接器与 A2 仪器的 DSIO 模块端进行连接，8 条信号线分别为 4 条数据线，一条主时钟，一条位时钟，一条帧时钟，一条通道时钟，这 8 条线分别与 DUT 端的信号线相连接（时钟对时钟，数据对数据）。

15.2 DSIO 简介

DSIO 数字串行输入输出选件为 A2/A4 音频分析仪增加了多通道数字串行接口，为芯片级接口提供了直接连接，例如 I2S 和其他串行接口格式（如 Left Justified, Right Justified 以及 DSP 等），该选件支持 TDM 和多路数据配置方式，高达 8 个音频数据通道。

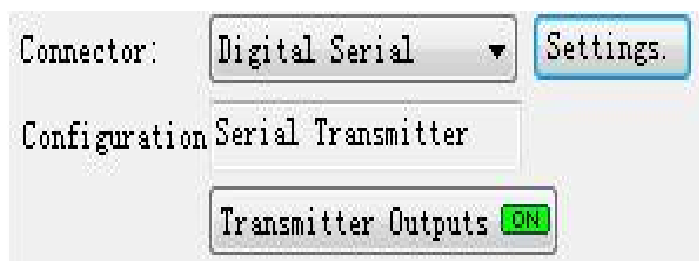
DSIO 模块为研发人员在电路板开发阶段提供一个评估的工具，它能够直接连接测试仪器与 CODECs, DSPs, 模数 A/D 或数模 D/A 转换器，采样率转换器以及其他类型的音频处理接口芯片，用户可以深入到电路板中测试各项参数。可调脉冲电压、采样率、字长、数据长度以及时钟与数据之间的关系等功能，使它可以广泛地应用到各种

设备和工程测试中。

发射器和接收器通过 HD-15 连接器连接，除了 4 条数据传输线外，每个连接端口还可以传输主时钟，帧时钟，位时钟，通道时钟等信息，4 条数据传输通道可以同时传输 8 通道的音频数据，或配置成 TDM（时分复用）模式，8 个通道音频数据只在单一线上传输。

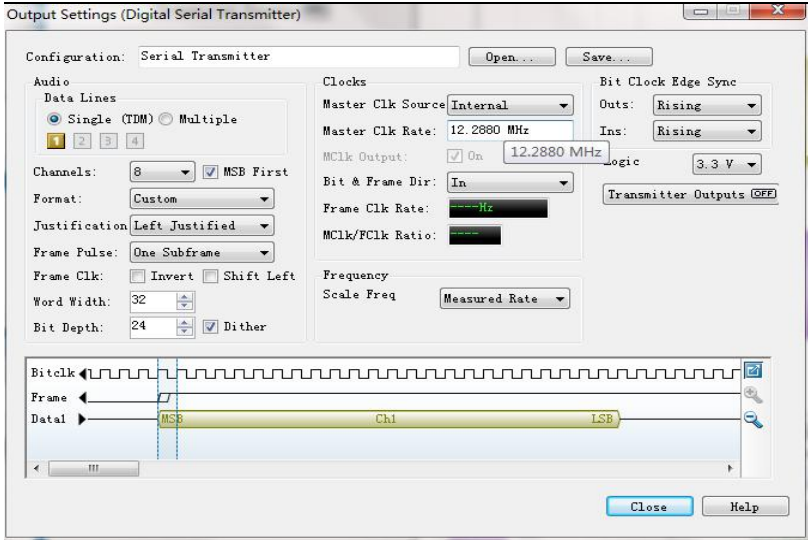
另外，发射器和接收器信号都可以通过缓冲监视器端口来监视，这跟发射器或接收器里的信号是一样的，也可以直接连接到外部的示波器来监视信号，该选件为发射器或接收器提供独立，可编程的主时钟信号，允许同时使用两个不同的时钟信号，该特点在测试采样率转换器时是非常有用的。

15.3 输出（信号源）配置



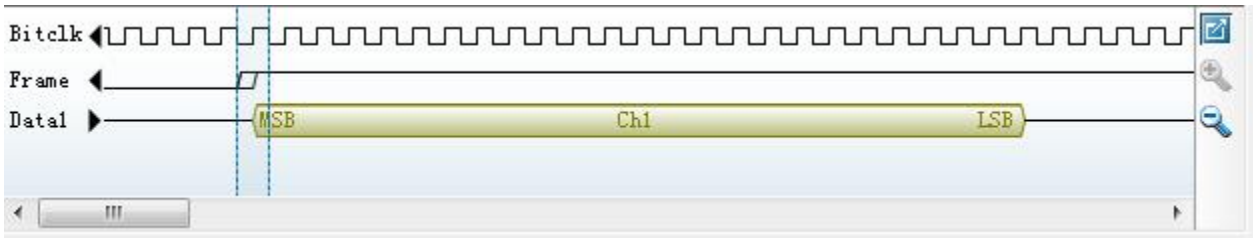
当选择 DSIO 作为信号源使用时，首先选择输出配置连接方式为 Digital serial，配置名称默认为 Serial Transmitter，此时仪器后面板上的数字串行输出可用，并行发射端监视器已启用；要想输出正确的测试信号，需要单击 settings 按钮，进行时钟设置，并打开发射器输出开关 Transmitter Outputs ON；

1. 输出设置表



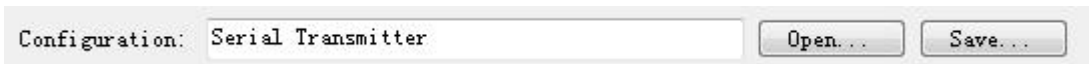
数字串行输出的通用设置，在此处可以设置，保存或加载数字串行发射器配置，动态时序图提供了不同配置的屏幕显示，采用 **HD-15** 连接器，并提供四组数据，以及主时钟，位时钟，帧时钟和通道时钟信息，监视器为这些信号的缓冲输出提供示波器监视。
 注：通道时钟作为用户在示波器上监视的辅助工具，通道时钟信号与数据对齐，每个通道都有一个上升沿。

1. 时序图



面板底部的时序图根据当前配置动态变化，同时提供缩放控件将时序图进行放大或缩小；

2. 配置



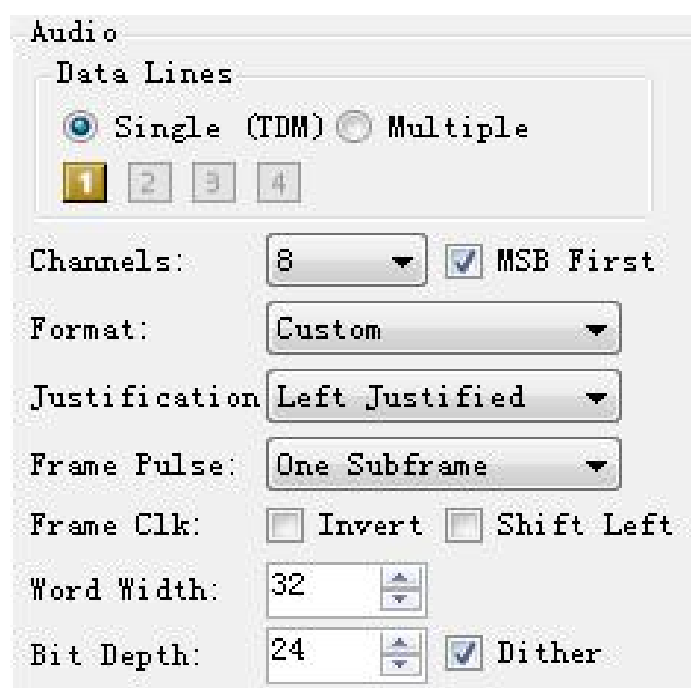
Configuration: 在此输入您的输入配置的名称；

Open: 单击此处以查看“打开数字串行发射器设置对话框”，您可以在其中加载保存

的.stx 配置文件;

Save: 单击保存按钮查看“保存数字串行接收机设置对话框”，您可以在其中将当前配置保存为.stx 文件;

3. Audio



● Data lines

(1) **single (TDM)**:使用时分多路复用技术将音频数据通道嵌入到单个数据流中，从通道 1 开始，然后是通道 2，然后是通道 3，依此类推。虽然只能配置单个多通道数据流，但可以通过物理层中的四个数据线导体的任意组合（或不包含任何组合）发送此数据流，使用数据线按钮选择输出数据线。

(2) **Miltiple**: 多数据线使用 1,2 或 4 个单独的数据线，每个数据线在物理层的各个数据线导线上输出，每条数据线携带 2 个音频数据通道。

● Channel

配置为单数据线（TDM）或多条数据线时，数字串行输出可以传输 1,2,4,8 个音频数

据通道，从下拉菜单中选择通道数量。

● MSB First

有效音频数据是一串比特，其数量由比特深度设置，当 MSB 优先设置时，MSB（最高有效位）引导字符串，当 MSB 未被优先设置时，LSB（最低有效位）引导字符串。

● Format

（1）I2S：是飞利浦 inter IC sound 总线的首字母缩写，I2S 是一种常见的音频串行接口格式，I2S 将第一个通道的帧时钟设置为低电平，将第二个通道设置为高电平。如果有更多的通道，帧时钟保持高电平，直到下一帧的开始。I2S 数据从每个字的开始位置偏移一个位时钟周期。

（2）DSP

在 DSP（数字信号处理）格式中，帧时钟脉冲与一个位时钟周期的长度相同，与 I2S 类似，DSP 从每个字的开始处将数据偏移一个位时钟周期。

（3）Custom

“自定义”选项允许您在未通过 I2S 或 DSP 格式定义的配置中设置对齐和帧脉冲。

● Justification

（1）左对齐

左对齐将有效位完全设置到数据字的左侧（前导）边沿，如果有填充位则跟踪数据。

（2）右对齐

右对齐将活动位完全设置到数据字的右边（尾部），如果有填充位则引领数据。

● 帧脉冲

当格式为自定义时，您可以在这里设置帧时钟脉冲的宽度。

(1) **One Bit Clock**: 帧时钟脉冲是一个位时钟位宽;

(2) **One Subframe**: 帧时钟脉冲是一个子帧宽, 子帧是一个数据字的宽度, 子帧是由该数据线上的通道数量划分的帧;

(3) **50% Duty Cycle**: 帧时钟脉冲被设置为 50% 的占空比, 这使得帧时钟脉冲的宽度是帧的宽度的 1/2;

Frame CLK Invert: 选中此框可以反转帧时钟的极性。

Frame CLK Shift Left: 选中此框可将帧时钟一位时钟脉冲相对于数据向左移动。

● 字宽

字宽是一个数据字或子帧的宽度 (以位为单位), 子帧是一个由通道数量划分的帧, 在这里设置字宽。最大值是 128 位; 最小值是 8 位, 字宽不能小于位深度。

● 位深度

位深度 (音频数据长度), 最大值是 32 位, 最小值是 8 位。当位深度设置为与字宽相同的值时, 通道的整个位分配携带音频数据; 当位深度小于字宽时, 只有一些位携带数据。其余的位称为填充位。数字串行发射器将填充位的逻辑状态设置为逻辑低电平。

Dither: 当选中“启用抖动复选框时”, 抖动处于开启状态 (默认), 打开时根据位深度设置抖动, 使用 ± 1 LSB 处的 TPDF (三角概率密度函数) 抖动。取消选中复选框以关闭抖动。

4. 频率

(1) 比例频率

这里选择一个采样率作为嵌入音频的比例因子, 通常情况下, 它被设置为测量速率, 跟踪传入的帧时钟, 并将发生器缩放以提供所需的信号频率。在某些应用中 (例如存

在抖动时），可能需要输入固定速率，以便测量速率的变化不会影响信号频率并导致失真。

（2）固定速率

当比例频率设置为固定速率时，在此处输入参考采样率。

5. 位时钟边缘同步

这些选项用于选择 DSIO 接收器输入和输出的帧（和数据）的前沿是否与位时钟的上升沿或下降沿同步。

Outs:

（1）Rising Edge: 同步位于时钟信号的上升沿

（1）Falling Edge: 同步处于时钟信号的下降沿

Ins:

（1）Rising Edge: 同步位于时钟信号的上升沿

（2）Falling Edge: 同步位于时钟信号的下降沿

6. 逻辑电平

设置 HD-15 接收器连接处的 DSIO 时钟和数据信号标称电平，选择与 DUT 兼容的电平，选项分别为 1.8 V，2.5 V 和 3.3 V，监视器连接的逻辑电平固定为 3.3 V。

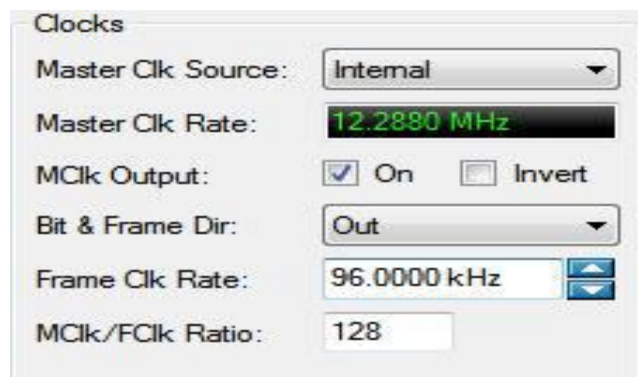
7. 发射器输出

发射器输出开关，当选择为 off 时，DSIO 输出连接器引脚上不会输出任何电压。

2. 常见发射器时钟配置

DSIO 发射端时钟区域控件及读数的可见性和可用性取决于主时钟和位&帧时钟方向的设置，常见设置如下所示：

例 1：主时钟：Internal，位&帧：out



Master Clock Source Internal: 主时钟由 A2/A4 音频分析仪提供，在这种配置中，仪器是主设备，DUT 是从设备；

Master Clk Rate: 显示主时钟速率，主时钟速率是采样率乘以比率值的乘积。对于 1，2 或 4 个通道，最大主时钟速率为 55.296 MHz；对于 8 通道，最大主时钟速率为 49.152 MHz；

MClk Output: 主时钟输出，当选择 ON 时，主时钟信号出现在 DSIO 发射器输出 HD-15 连接器（引脚 1）上；当选中 Invert 时，则会反转主时钟输出信号。当未反转时，位时钟的上升沿与主时钟的上升沿同步；反转时，位时钟的上升沿与主时钟的下降沿同步；

Bit & Frame Clock Dir Out: 位时钟和帧时钟从 A2/A4 主时钟内部分频，在这种配置下，DUT 从属于 A2/A4 的 DSIO 发射器；

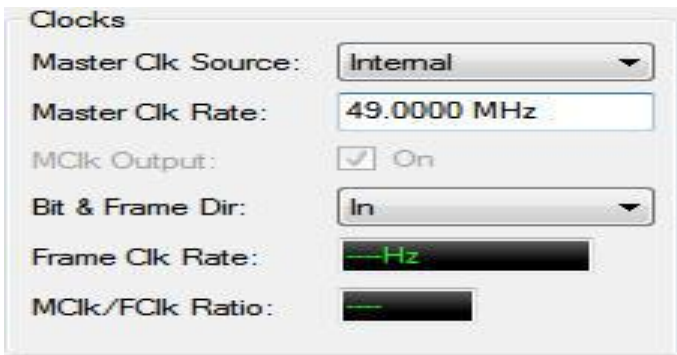
Frame Clk Rate: 帧时钟频率（音频数据采样率），最小值是 4 kHz。对于 1，2 或 4 个通道，最大帧时钟频率为 216 kHz；对于 8 通道，最大帧时钟速率为 192 kHz。

MClk/FClk Ratio: 主/帧时钟比率，是决定主时钟信号速率的一个因素；

注：字宽，通道数，采样率，主时钟最小和最大频率以及其他同步要求约束比率值。

比率的常用值是 128，256 或 512。

例 2：主时钟：Internal，位&帧：in



Master Clock Source Internal: 主时钟由仪器提供；

Master Clk Rate: 主时钟频率,对于 1,2 或 4 个通道,最大主时钟速率为 55.296 MHz;
 对于 8 个通道, 最大主时钟速率为 49.152 MHz;

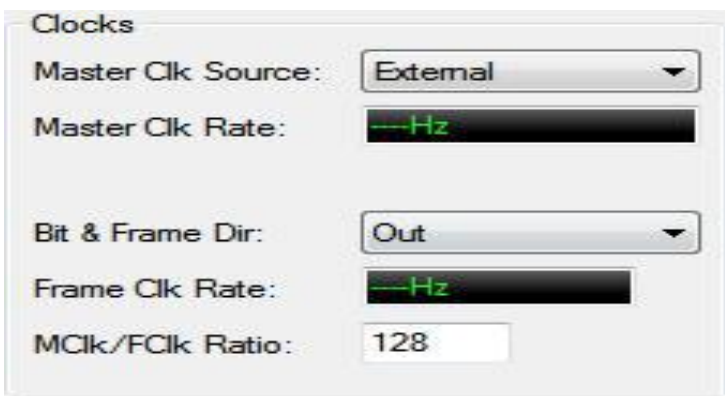
MClk Output: 在此配置中强制启用 MClk 输出,主时钟信号出现在 DSIO 发射器输出 HD-15 连接器（引脚 1）上。

Bit & Frame Clock Dir In: 位时钟和帧时钟由 DUT 提供,在这种配置下, DUT 属于主设备, 仪器是从设备；

Frame Clk Rate: 该字段显示帧时钟信号速率

MClk/FClk Ratio: 该字段显示 MClk/FClk 比率

例 3：主时钟：External，位&帧：Out

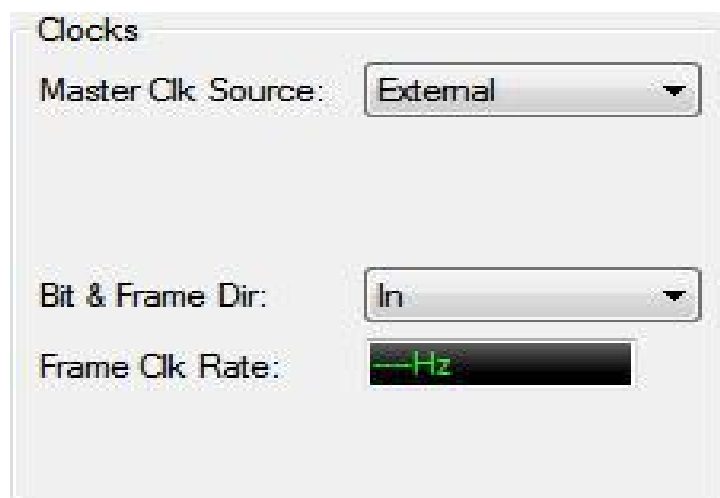


Master Clock Source External: 仪器主时钟未使用

Bit & Frame Clock Dir: Out: 位和帧时钟从外部主时钟内部分频，在这种配置下，DUT 从属于 A2/A4 的 DSIO 发射器；

Frame Clk Rate: 该字段显示帧时钟信号速率。

例 4：主时钟：External，位&帧：In



Master Clock Source External: 仪器的主时钟未使用，

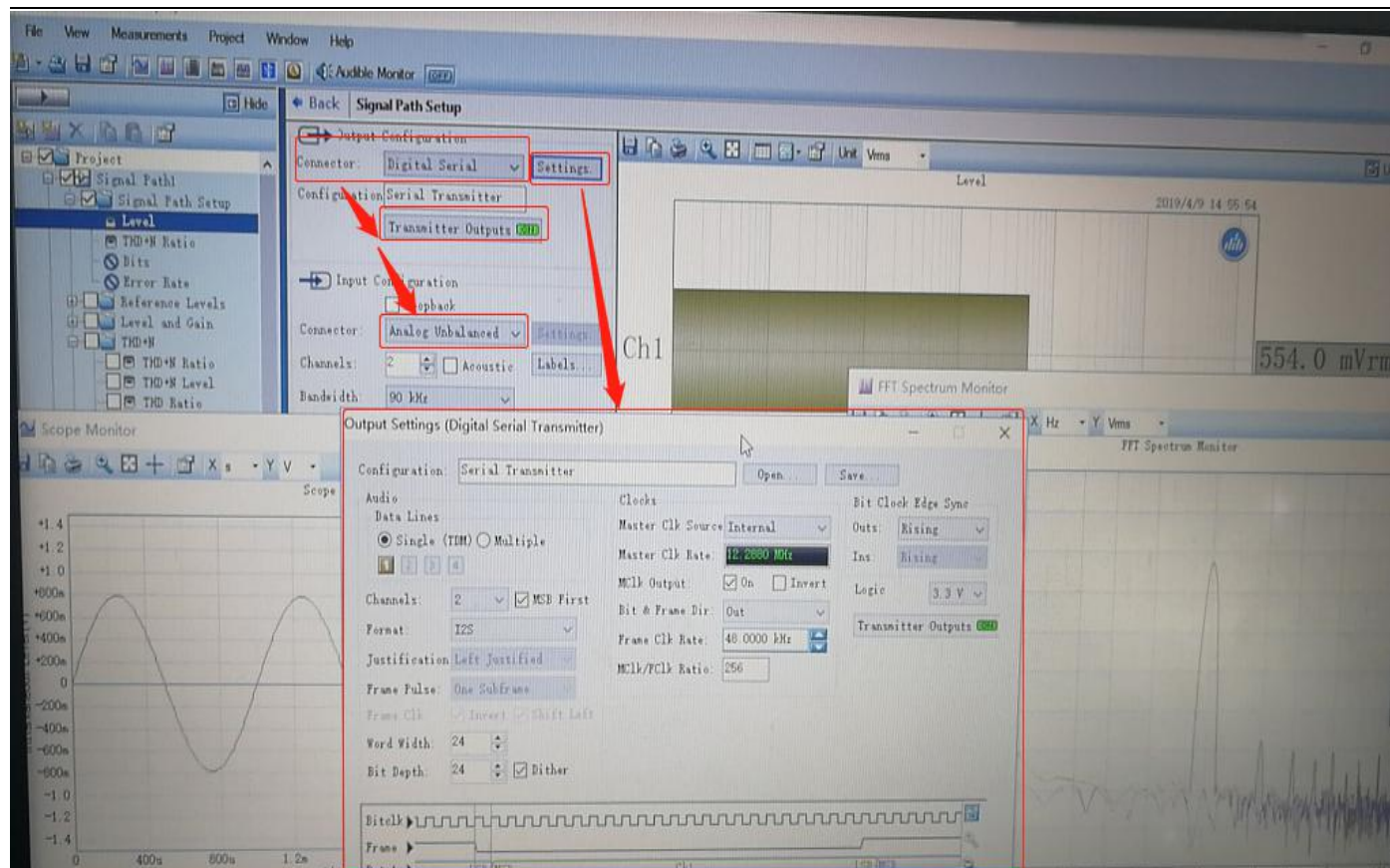
Bit & Frame Clock Dir in: 位时钟和帧时钟由 DUT 提供，在这种配置下，A2/A4 发射器从属于 DUT；

Frame Clk Rate: 该字段显示帧时钟信号的速率；

MClk/FClk Ratio: 该比率是决定帧时钟信号速率的一个因素，在这里输入一个比率来划分外部主时钟到可接受的帧时钟速率；

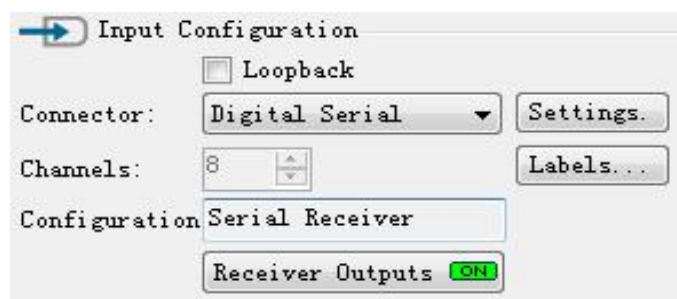
注：字宽，通道数，采样率，主时钟最小和最大频率以及其他同步要求约束比率值，比率的常用值是 128，256 或 512。

3. 测试实例（以 DAC 为例）



以 DAC 为例，仪器输出端采用 Digital serial，并进行输出表配置，主要为时钟配置，根据产品的主从属性进行选择，上述采用的 DAC 其时钟信号由仪器提供，所以主时钟选择 internal，bit 时钟选择 out，设置并选择好逻辑电平值之后打开 transmitter output 开关，并关闭配置表，仪器输入端采用模拟非平衡或平衡（根据产品实际输出进行设置），设置好之后打开信号发生器开关，观察左下角波形与频谱是否正常，如果都正常则进行后续测试；

15.4 输入（分析仪）配置



当选择 DSIO 作为分析仪使用时，首先选择输入配置连接方式为 **Digital serial**，配置名称默认为 **Serial Receiver**，此时仪器后面板上的数字串行输入可用，并行接收端监视器已启用；要想获取正确的测试信号，需要单击 **settings** 按钮，进行时钟设置，并打开接收器输入开关 ；

◆ Loopback

当环回复选框被选中时，数字输入将从后面板输入连接器断开，并被路由到数字输出电路。环回允许您查看分析仪或图形上数字输出端的信号。

◆ 通道

通道设置是信号路径设置面板上的只读显示，转到输入设置（数字串行接收器）对话框来设置通道。

◆ 设置

点击 **settings** 按钮打开输入设置（数字串行接收器）对话框。

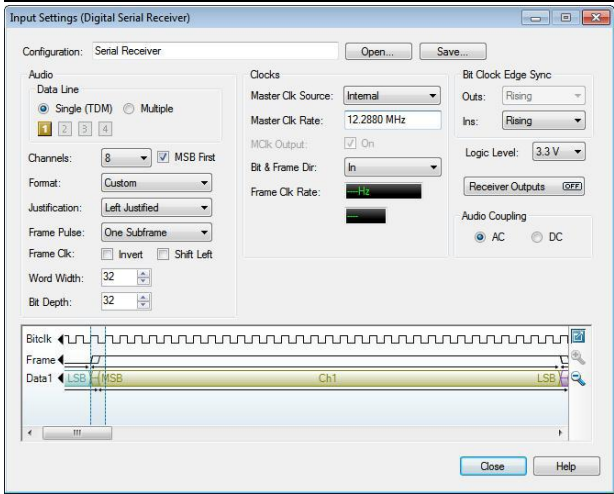
◆ 接收器输出

当选择输入配置，数字串行时，接收器输出 **ON / OFF** 开关（在设置对话框中复制）可用，当选择 **off** 时，将从 **DSIO** 接收器输入连接器引脚上移除所有输出电压。

◆ 接口信号缺失或损坏的操作

当“输入配置”设置为数字输入并且没有信号时，或者信号损坏或超出范围时，输入接收器无法锁定（同步）接口信号，并且无法恢复有效的音频。状态栏中的采样率指示器将显示“解锁”警告，并且任何引用来自解锁输入的音频的测量结果都将显示“----”（无效）结果。

1. 输入设置表



此对话框允许您设置，保存或加载数字串行接收器配置。动态时序图提供了配置设置的屏幕显示。接收器连接在 HD-15 连接器上提供，具有主时钟，帧时钟，位时钟，通道时钟和四条数据线连接。监视器连接器为这些信号的缓冲输出提供示波器监视。

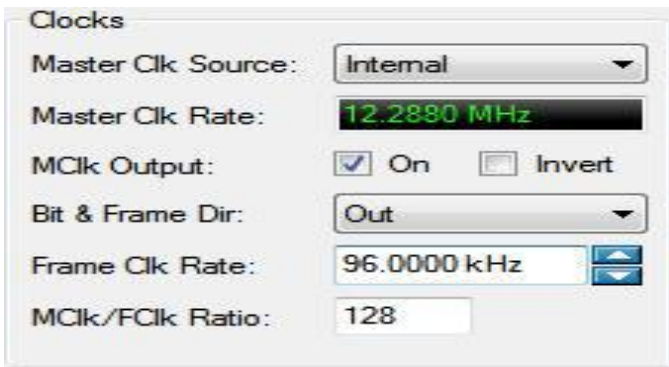
通道时钟作为用户在示波器上监视的辅助工具，与数据对齐，每个通道都有一个上升沿。当输入配置不是 DSIO 时，DSIO 接收器帧时钟可作为参考时钟任意使用。

配置表中各项设置的含义请参考输出配置表，内容基本一致，输入端增加了音频耦合设置，为接收到的音频数据设置数字 AC 或 DC 耦合，

2. 常见接收器时钟设置

接收器时钟区域中控件以及读数的可见性和可用性取决于主时钟和位&帧时钟方向的设置，下面为常见的四种配置：

例 1：主时钟：Internal，位&帧：out



Master Clock Source Internal: 仪器提供主时钟；

Master Clk Rate: 主时钟信号的速率，主时钟速率是采样率乘以比率值的乘积。对于 1,2 或 4 个通道，最大主时钟速率为 55.296 MHz；对于 8 个通道，最大主时钟速率为 49.152 MHz。

MClk Output: 当选则 on 时，主时钟信号出现在 DSIO 接收器 HD-15 连接器（引脚 1）上。当选择 Invert 时，则反转主时钟输出信号；当未反转时，位时钟的上升沿与主时钟的上升沿同步。反转时，位时钟的上升沿与主时钟的下降沿同步。

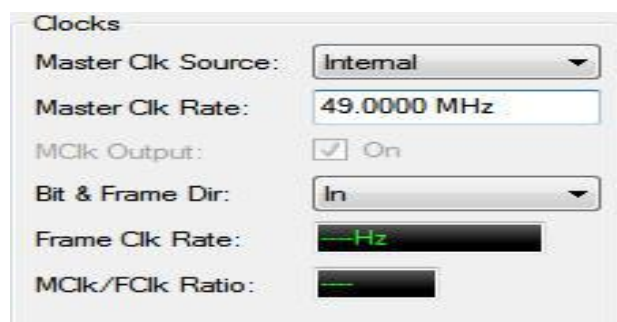
Bit & Frame Clock Dir Out: 位时钟和帧时钟从 A2/A4 主时钟内部分频，在这种配置下，DUT 从属于 A2/A4 DSIO 发射器。

Frame Clk Rate: 帧时钟频率（音频数据采样率），最小值是 4 kHz。对于 1,2 或 4 个通道，最大帧时钟速率为 216 kHz；对于 8 通道，最大帧时钟速率为 192 kHz。

MClk/FClk Ratio: 该比率是决定主时钟输出信号速率的一个因素；

注：字宽，通道数，采样率，主时钟最小和最大频率以及其他同步要求约束比率值，比率的常用值是 128,256 或 512。

例 2：主时钟：Internal，位&帧：in



Master Clock Source Internal: 主时钟由仪器提供；

Master Clk Rate: 主时钟频率，对于 1,2 或 4 个通道，最大主时钟速率为 55.296 MHz，

对于 8 个通道，最大主时钟速率为 49.152 MHz。

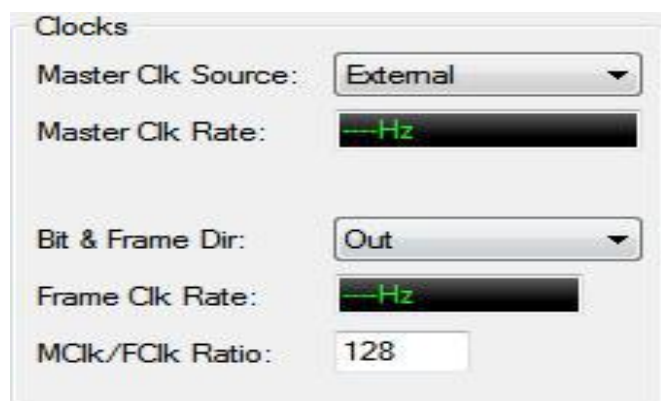
MClk Output: 在此配置中强制启用 MClk output，主时钟信号出现在 DSIO 接收端 HD-15 连接器（引脚 1）上。

Bit & Frame Clock Dir In: 位和帧时钟从 DUT 外部的 A2/A4 Master Clock 中分出，在这种配置下，A2/A4 发射器从属于 DUT.

Frame Clk Rate: 该字段显示帧时钟信号的速率；

MClk/FCIk Ratio: 该字段显示 MClk / FCIk 比率；

例 3：主时钟：External，位&帧：Out



The screenshot shows a configuration window titled "Clocks". It contains five settings:

- Master Clk Source: A dropdown menu set to "External".
- Master Clk Rate: A text field with a green "Hz" unit indicator.
- Bit & Frame Dir: A dropdown menu set to "Out".
- Frame Clk Rate: A text field with a green "Hz" unit indicator.
- MClk/FCIk Ratio: A text field containing the value "128".

Master Clock Source External: A2/A4 DSIO 主时钟未使用；

Master Clk Rate: 该字段显示主时钟信号的速率；

Bit & Frame Clock Dir Out: 位和帧时钟从外部主时钟内部分频，在这种配置下，DUT 从属于 A2/A4 DSIO 发射器。

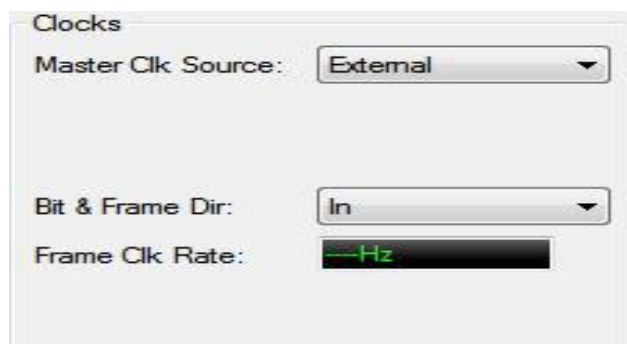
Frame Clk Rate: 该字段显示帧时钟信号的速率；

MClk/FCIk Ratio: 该比率是决定帧时钟信号速率的一个因素，在此处输入比率以将外部主时钟分频为可接受的帧时钟速率；

注：字宽，通道数，采样率，主时钟最小和最大频率以及其他同步要求约束比率值，

比率的常用值是 128,256 或 512。

例 4：主时钟：External，位&帧：In

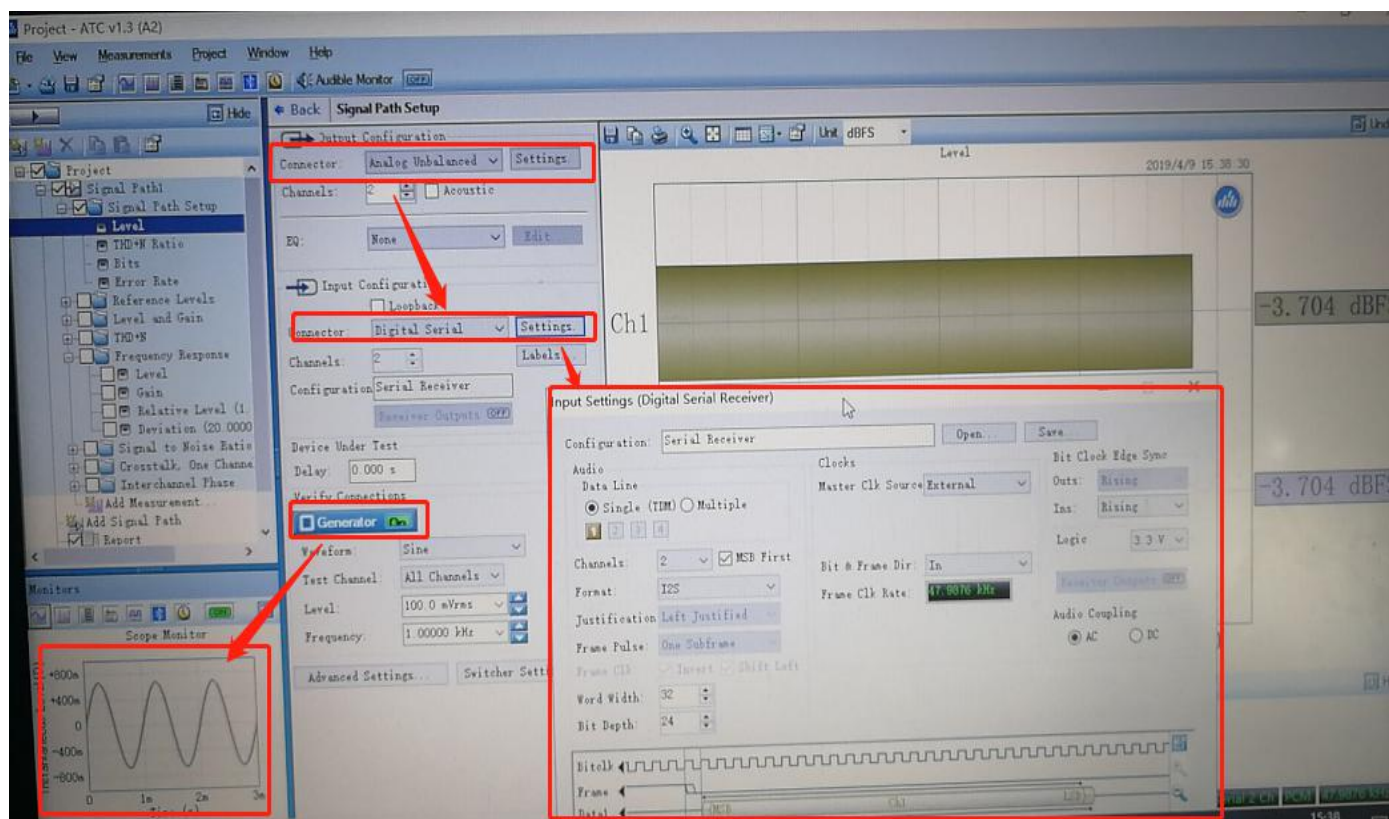


Master Clock Source External: A2/A4 DSIO 主时钟未使用；

Bit & Frame Clock Dir: In: 位和时钟由 DUT 提供，在这种配置下，A2/A4 发射器从属于 DUT；

Frame Clk Rate: 该字段显示帧时钟信号的速率；

3. 测试实例（以 ADC 为例）

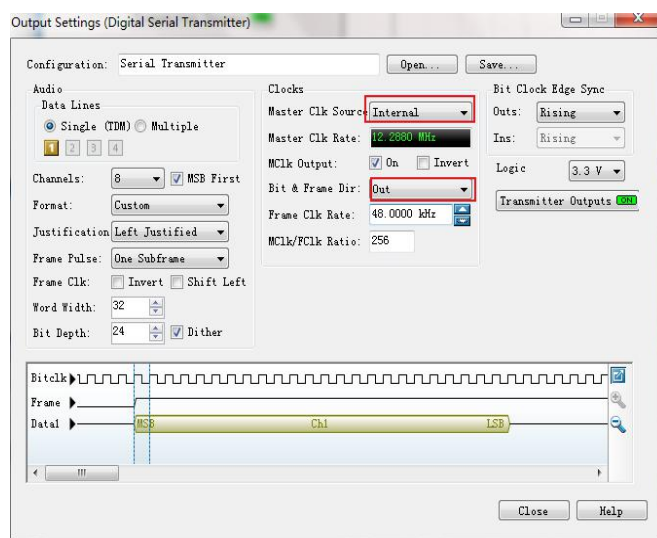
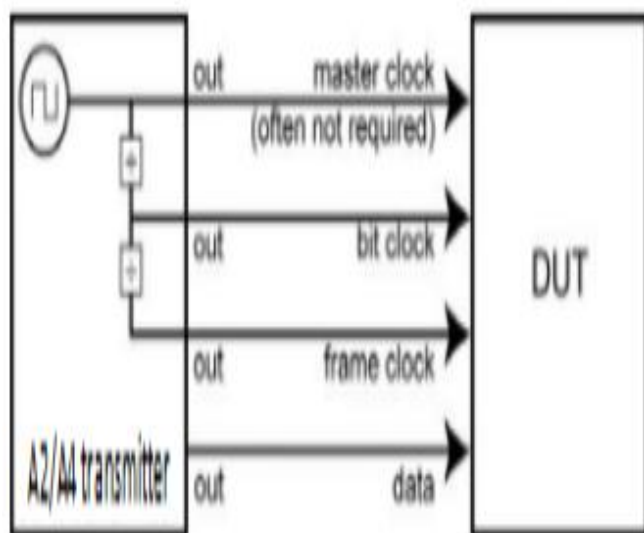


以 ADC 为例，待测品输入是模拟信号，所以仪器输出端选择模拟平衡或者非平衡，仪器输入端选择 **Digital serial**，并进行输入表配置，主要为时钟配置，根据产品的主从属性进行选择，上述采用的 ADC 没有主时钟，只有 bit 时钟和帧时钟，所以主时钟选择外部或不用设置，，bit 时钟选择 in，这时仪器会自动获取帧时钟速率，设置完成后关闭配置表，打开信号发生器，观察左下角波形，波形正常则进行后续测试；

15.5 典型的 DSIO 配置

1.发送端设置

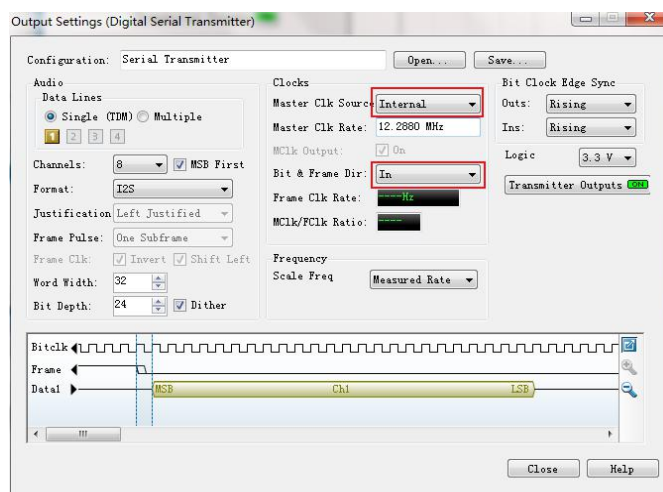
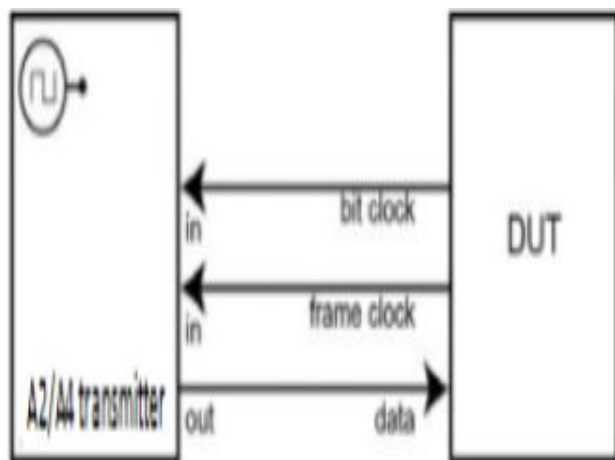
(1) 主时钟：内部，位&帧时钟：输出



在上述设置中，由仪器的 DSIO 模块提供主时钟，位时钟和帧时钟信号，同时发送数据，需要注意的是，在一些待测品的配置中，主时钟不是必需的。

时钟设置：如果使用主时钟，请勾选 **MClk Output On** 复选框，不使用则不用勾选，将 **Frame CLK Rate** 设置为所需的值。帧速率乘以通道数乘以字宽确定时钟速率。如果主时钟打开，请在 **MClk/FClk Ratio** 中输入一个值来确定采样率。选中 **Invert** 复选框来改变主时钟信号的极性，有效地在上升沿/下降沿同步之间切换。

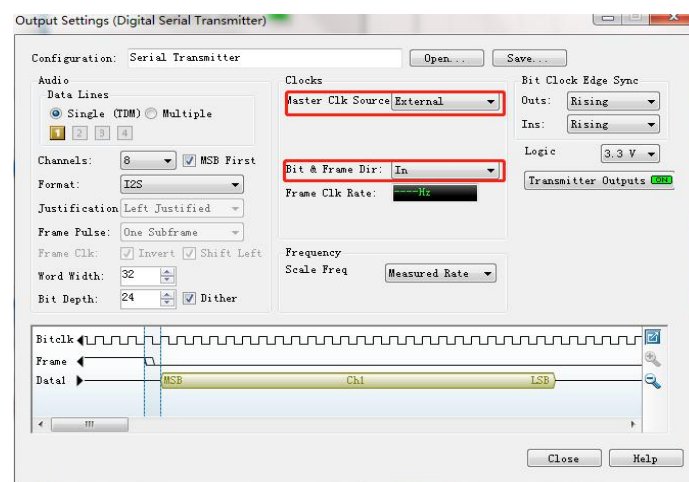
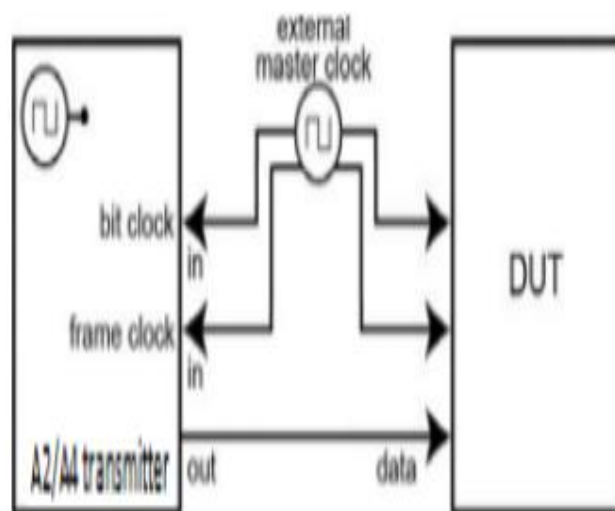
(2) 主时钟：内部，位&帧：输入



仪器提供主时钟并发送数据，DUT 提供位时钟和帧时钟；

时钟设置：如果要使用主时钟，请勾选 MClk Output On 复选框，Bit/Frame Clks 选择 In；

(3) 主时钟:外部，位&帧:输入

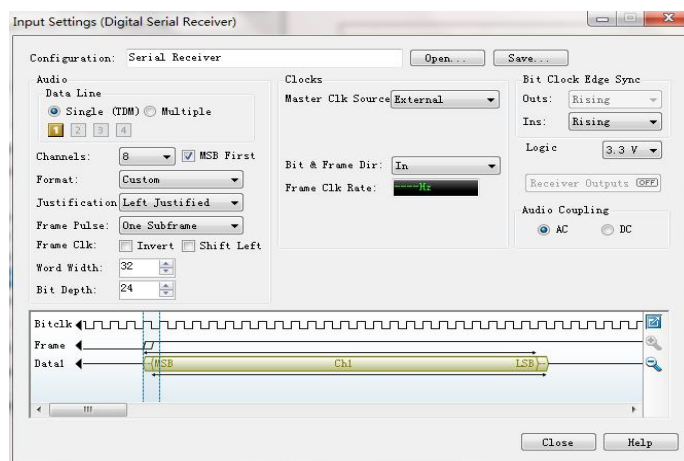
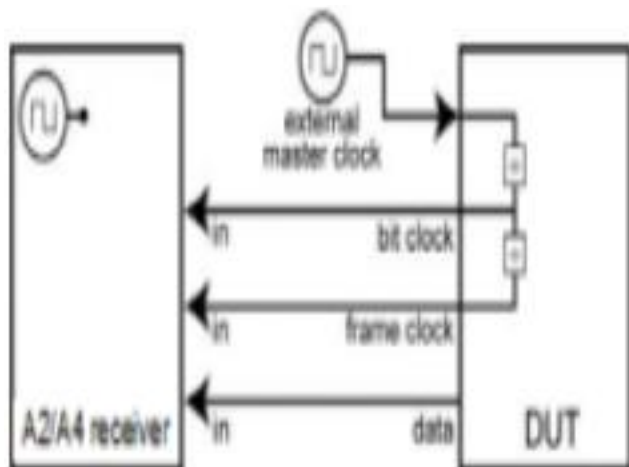


外部时钟向 A2/A4 和 DUT 提供比特和帧时钟，A2/A4 发送数据。

时钟设置：将 Master Clk Source 设置为 External，Bit/Frame Clks 设置为 In

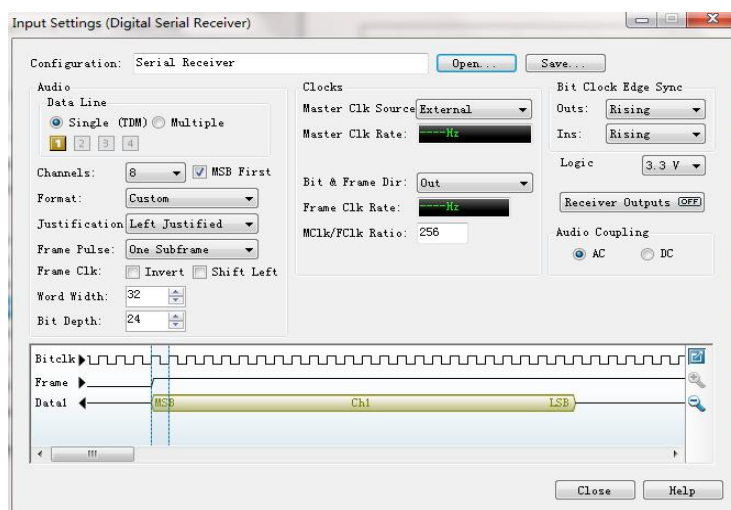
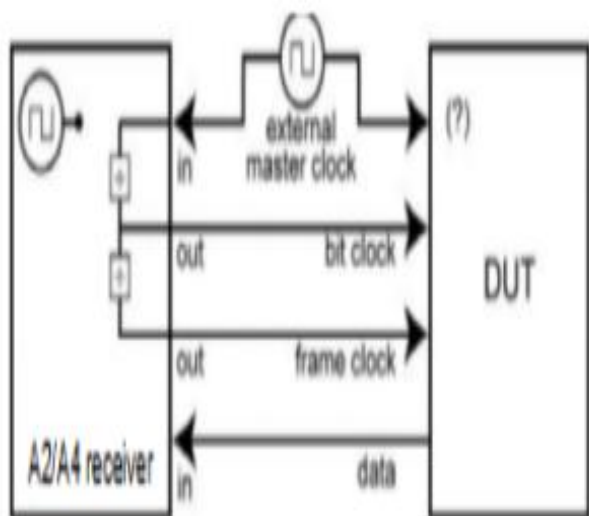
2.接收端设置

(1) 主时钟：外部，位&帧：IN



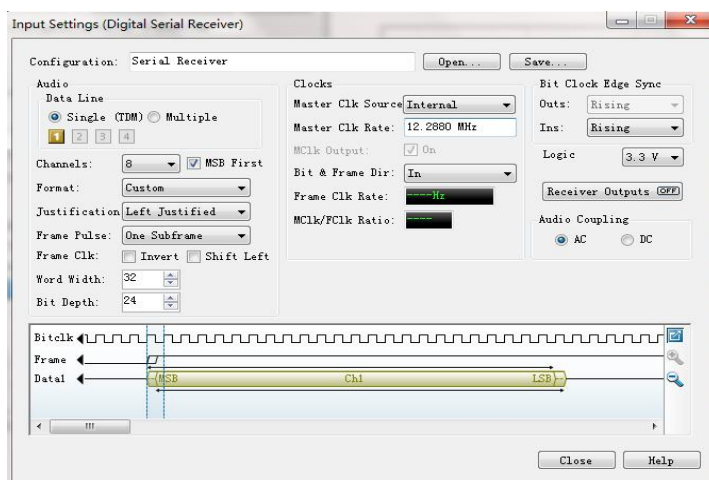
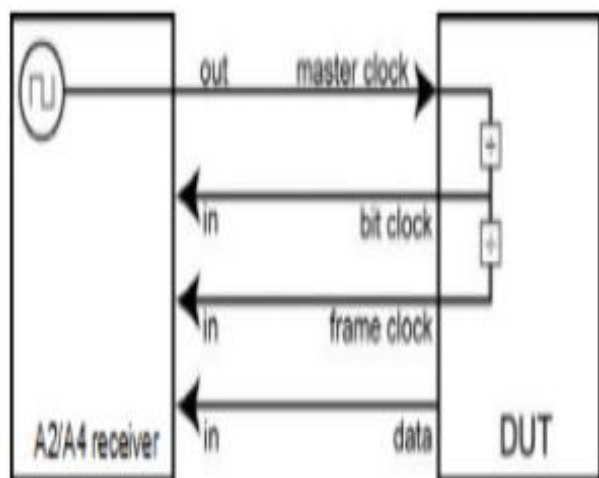
在该配置中，被测设备（DUT）提供主时钟，位时钟和帧时钟分频器并发送数据；将 Master Clk Source 设置为 External，将 Bit & Frame Dir 设置为 In；

（2）主时钟：外部，位&帧：out



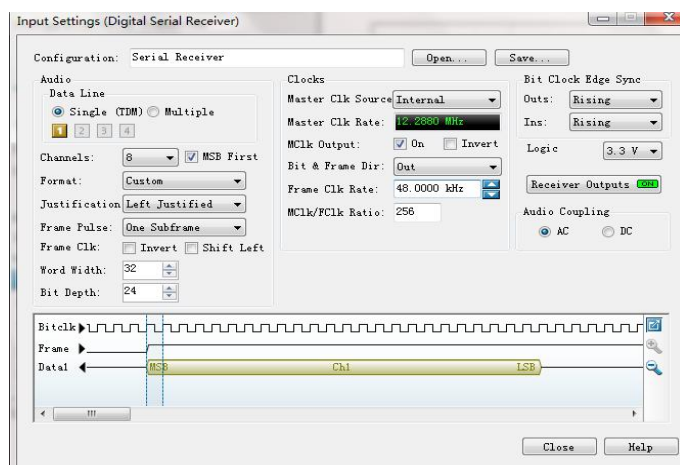
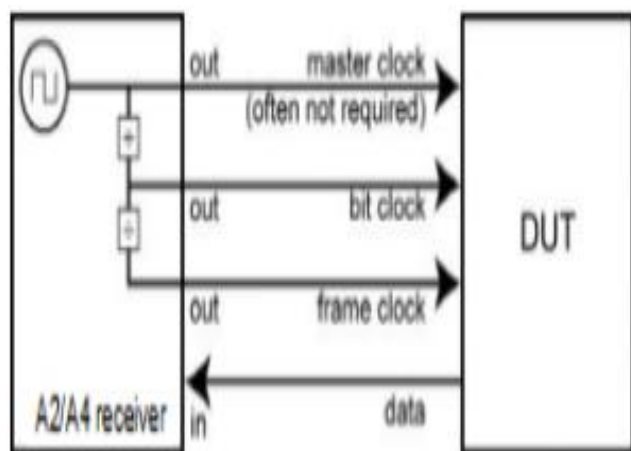
在该接收器配置中 DUT 提供主时钟并发送数据，仪器提供位和帧时钟分频器；将 Master Clk Source 设置为 External，将 Bit & Frame Dir 设置为 Out，在 MClk / FClk Ratio 中输入一个值来确定采样率；

（3）主时钟:内部，位&帧:IN



在该接收器配置中 DUT 提供位和帧时钟分频器并发送数据，仪器提供主时钟；将 Master Clk Source 设置为 Internal；将 Bit & Frame Dir 设置为 In；将帧速率设置为所需的值，在 MClk / FClk Ratio 中输入一个值来确定采样率。

(4) 主时钟内部，位&帧输出



在该配置中，仪器提供主时钟，位和帧时钟分频器，DUT 发送数据；在一些 DUT 配置中，只需要位时钟和帧时钟。

将 Master Clk Source 设置为 Internal。如果要使用主时钟，请勾选 MClk Output On 复选框。如果不使用主时钟，请从 On 复选框中清除。将 Bit & Frame Dir 设置为 Out，将 Frame Rate 设置为所需的值。帧速率乘以通道数乘以字宽确定位时钟速率。

如果主时钟打开，请在 MClk / FClk Ratio 中输入一个值来确定采样率。选中 Invert 复选框来改变主时钟信号的极性，这有效地在上升沿/下降沿同步之间切换。

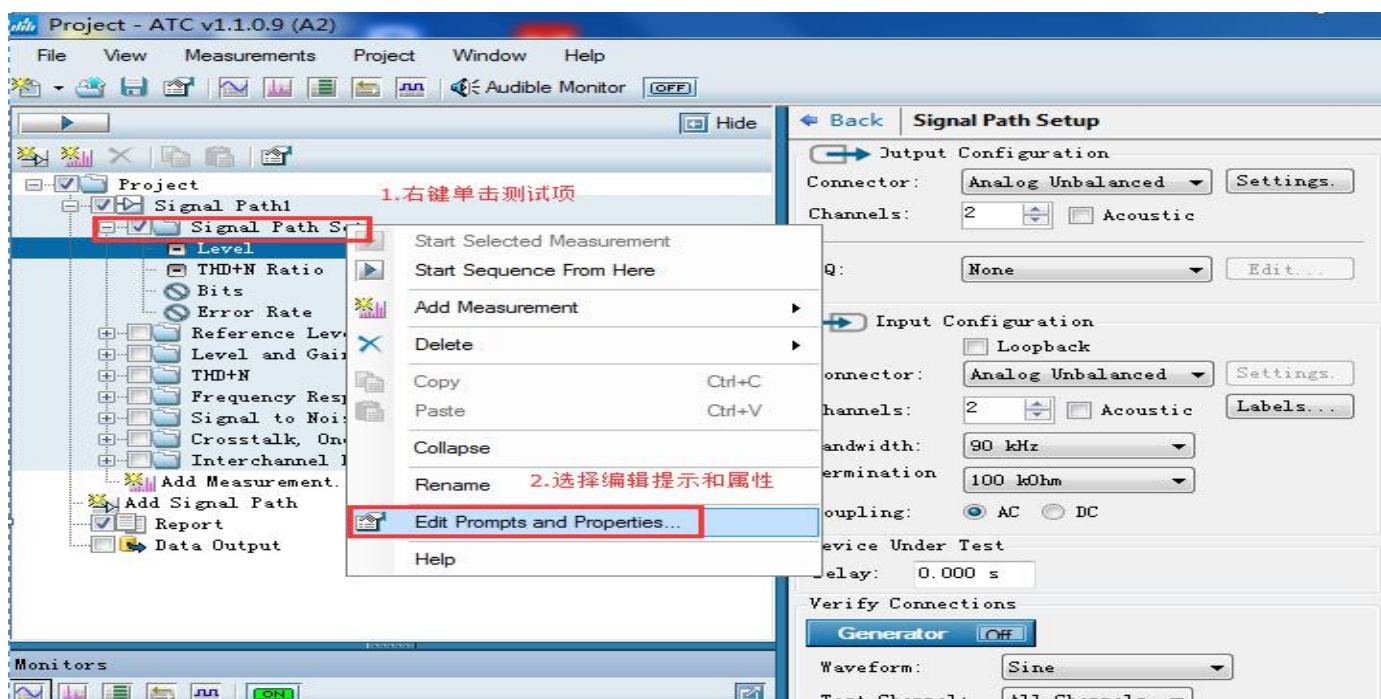
16. ATC 自动化测试设置

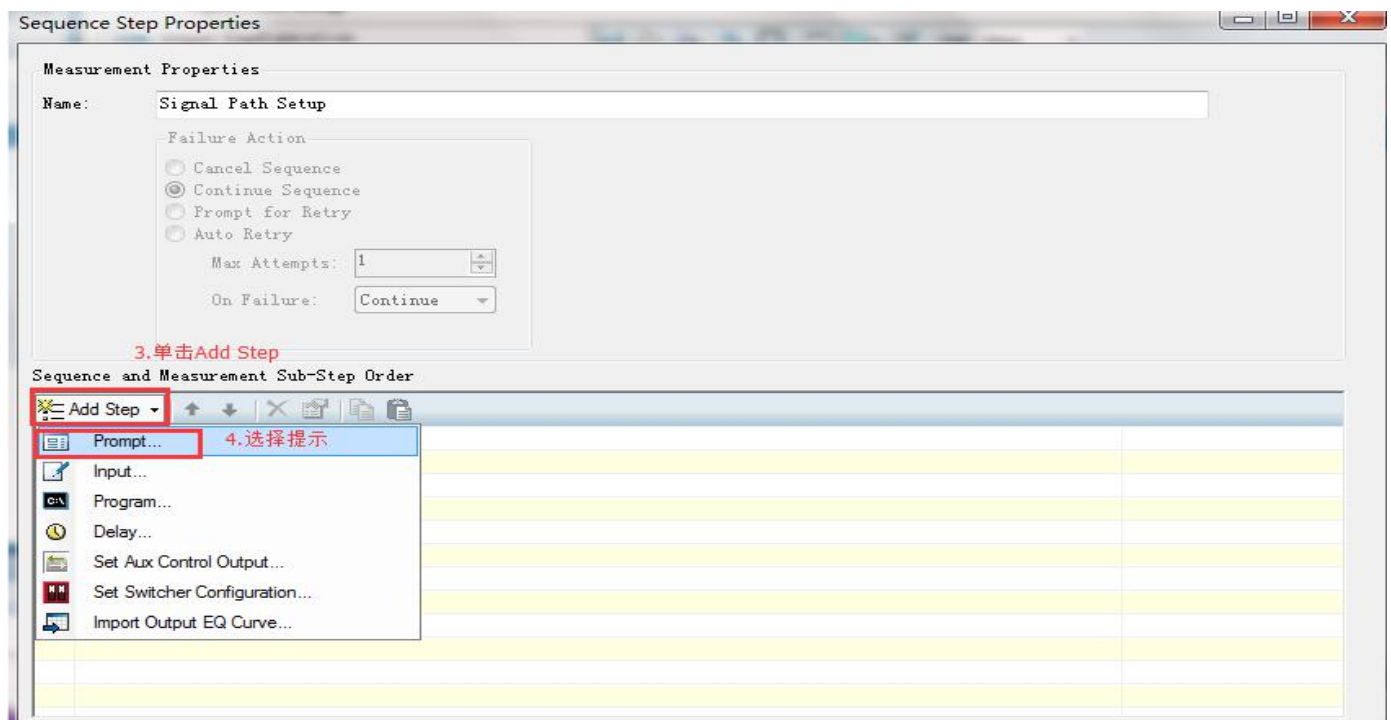
ATC 软件支持在不进行二次编程的情况下进行自动化测试，可以在测试过程中设置用户提示，调用可执行程序，外部输入高低电平控制程序执行，或仪器输出高低电平控制外部继电器进行其他操作，如果是多通道的待测品，可以外加开关进行自动通道切换。具体操作请参考如下操作指引：

16.1 用户提示设置

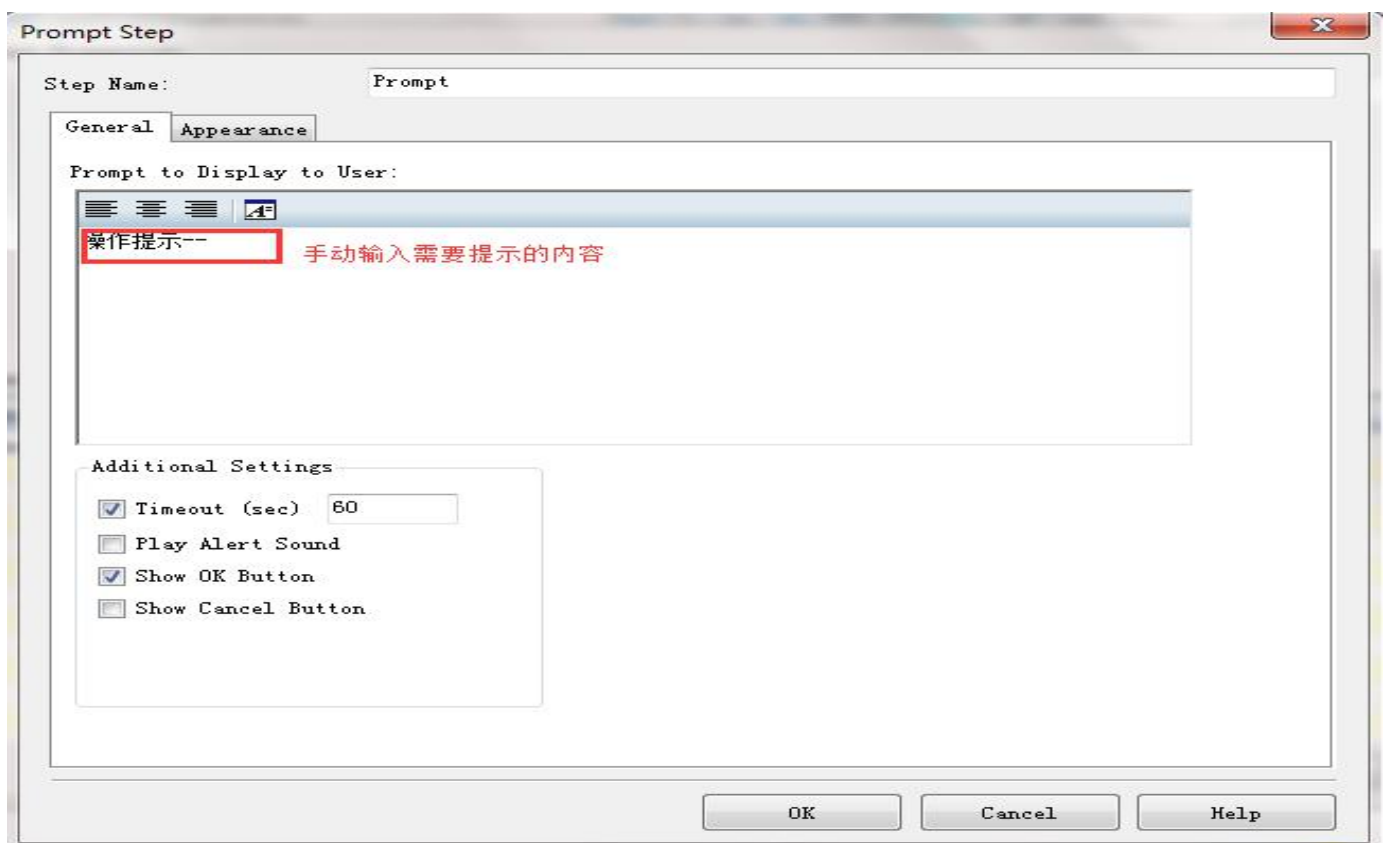
在某些情况下，比如电视影音，音乐模式，耳机的不同音量等，不同的测试项需要对应待测品不同的状态，对于这种测试要求，在自动化测试过程中，我们可以设置用户提示，即在测试过程中提示用户手动切换产品状态从而确保测试结果的准确性。用户提示具体设置方式如下所示：

1. 对于需要设置用户提示的测试项，选择并右键单击该测试项目，单击 **Edit Prompts and Properties**（编辑提示和属性），弹出提示和属性设置对话框，单击 **Add Step** 按钮并选择 **Prompt** 进行提示设置：

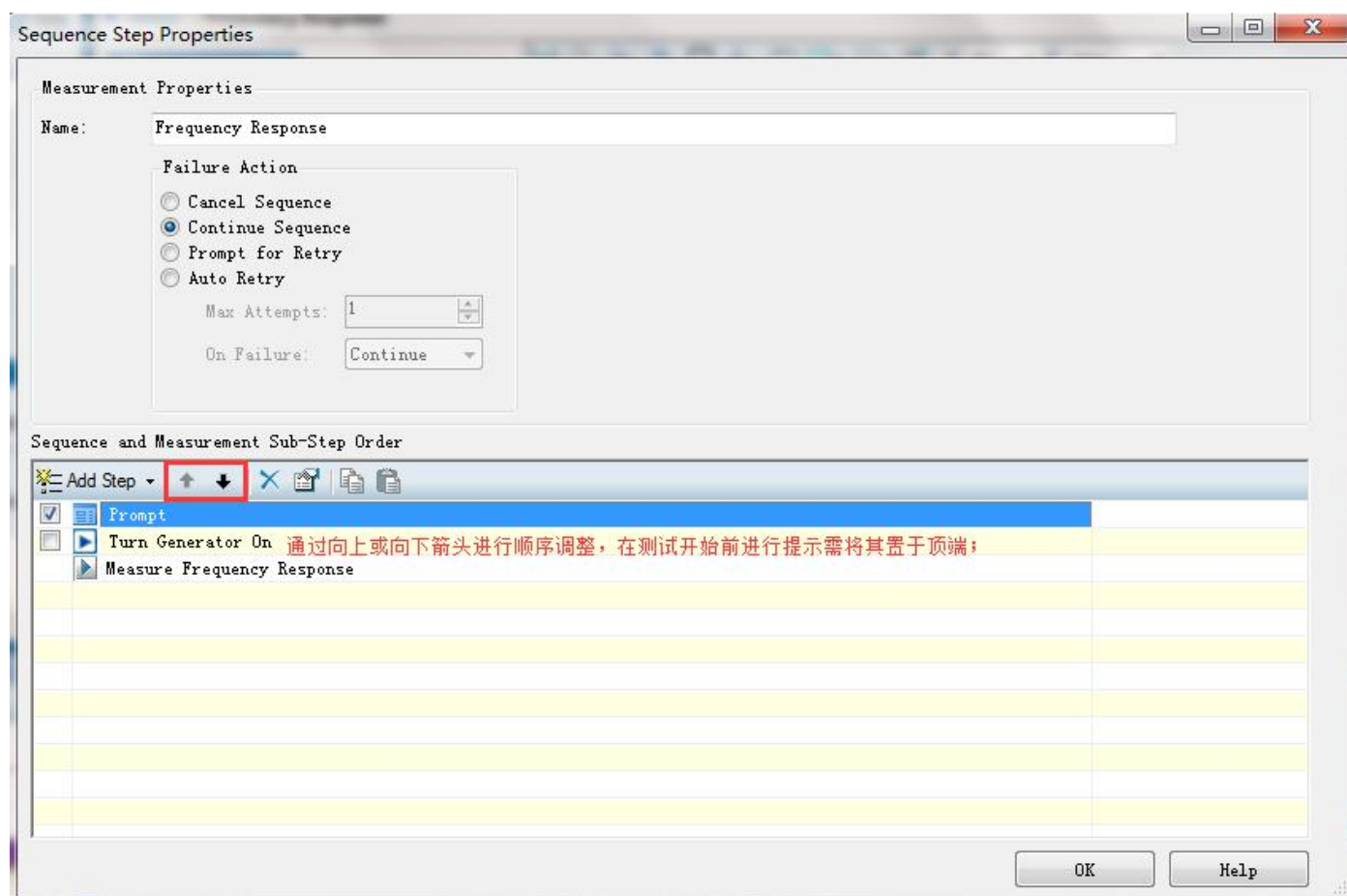




2. 在弹出的提示对话框中输入需要显示的提示内容，可以是文字或图片等，设置完成后单击 OK;



3. 由于测试是按照顺序依次进行的，在提示设置完成后，可根据测试要求对设置的提示进行排序，在测试开始之前进行提示可以将其置于顶端，在测试完成后进行提示可将其置于末端；



ATC 中的每个测试项均可设置用户提示，各测试项提示互相之间并无影响，可根据测试要求依次对测试项进行提示设置。

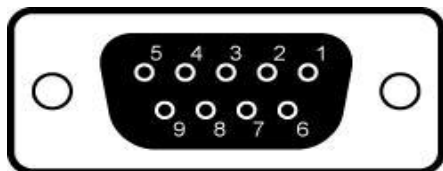
16.2 辅助控制 AUX Control

辅助控制（也称为 GPIO 或通用输入/输出）提供与外部设备进行通信的能力，通过通用 8 位数字端口发送和接收控制命令，可使用 A2/A4 仪表后面板的 9 针 D-Sub 连接器。

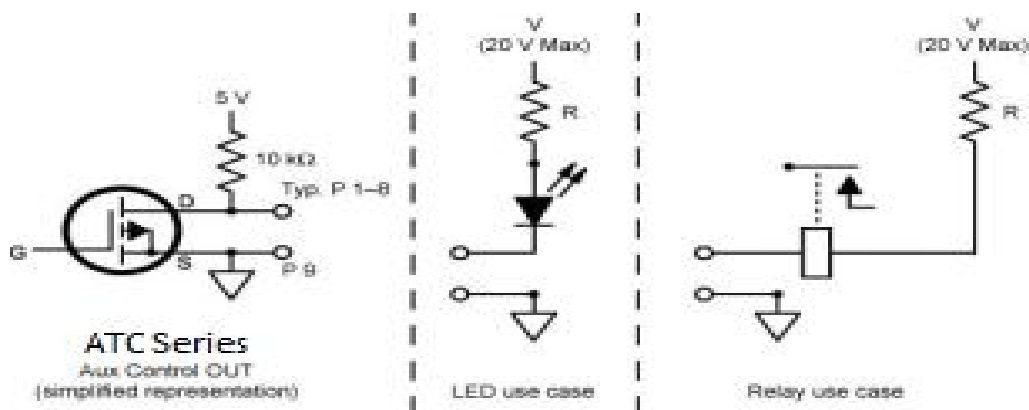
1. AUX OUT 设置

仪器后面板的 AUX OUT 可以输出高低电平控制外部继电器，测试结果指示灯等，AUX

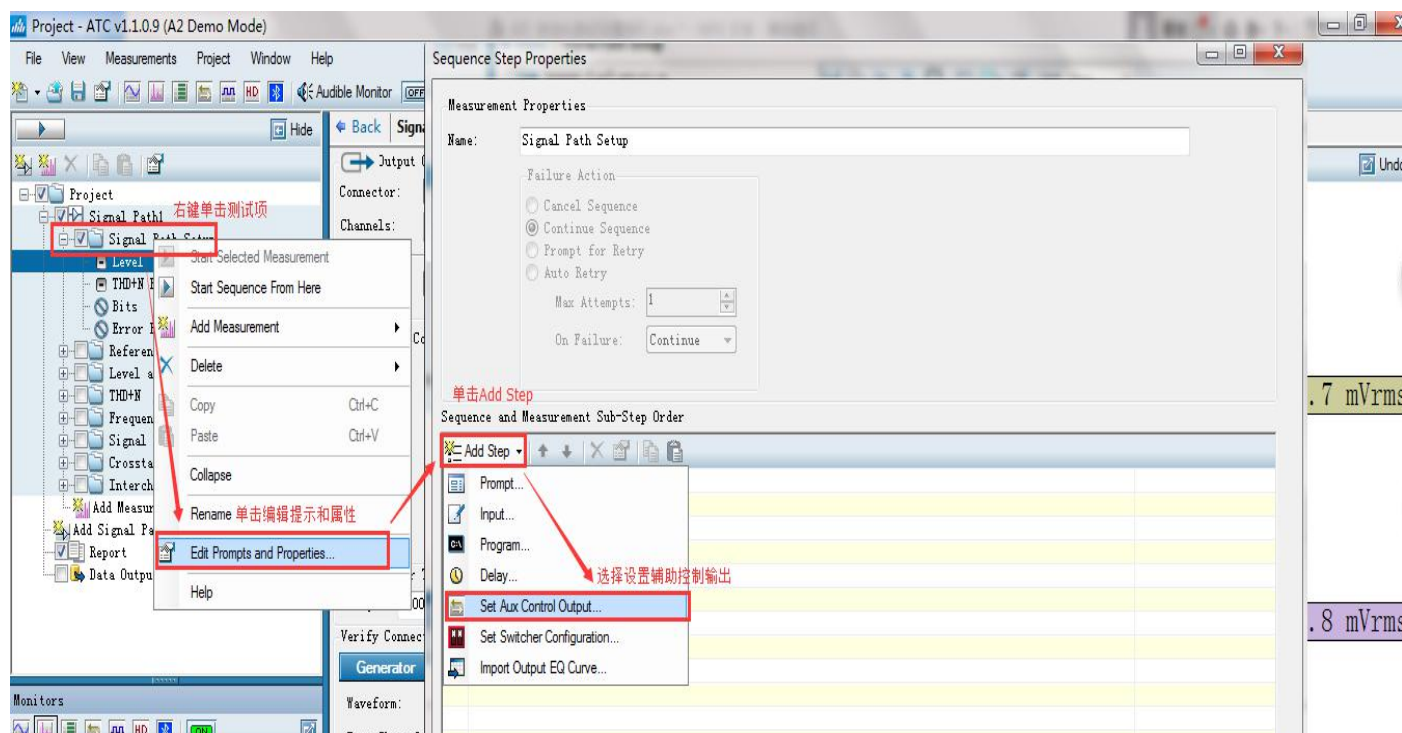
OUT 脚位图以及控制原理如下图所示：



引脚 9 是通用（接地）连接；引脚 1-8 与辅助控制位 1-8 相对应。



- 与添加用户提示同样的方法，单击 **Edit Prompts and Properties**（编辑提示和属性），弹出提示和属性设置对话框，单击 **Add Step** 并选择 **Set Aux Control Out** 进行辅助控制输出设置，如下所示：

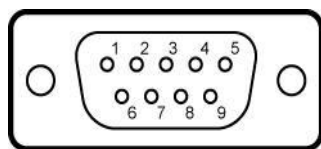


- 弹出辅助控制输出设置对话框，根据需要设置输出脚位的高低电平即可；

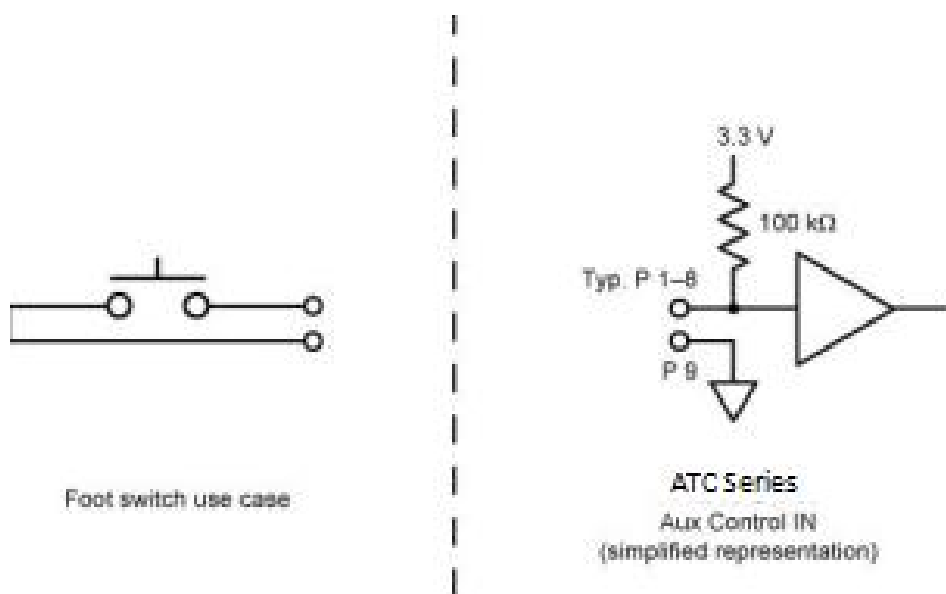


2. AUX IN 设置

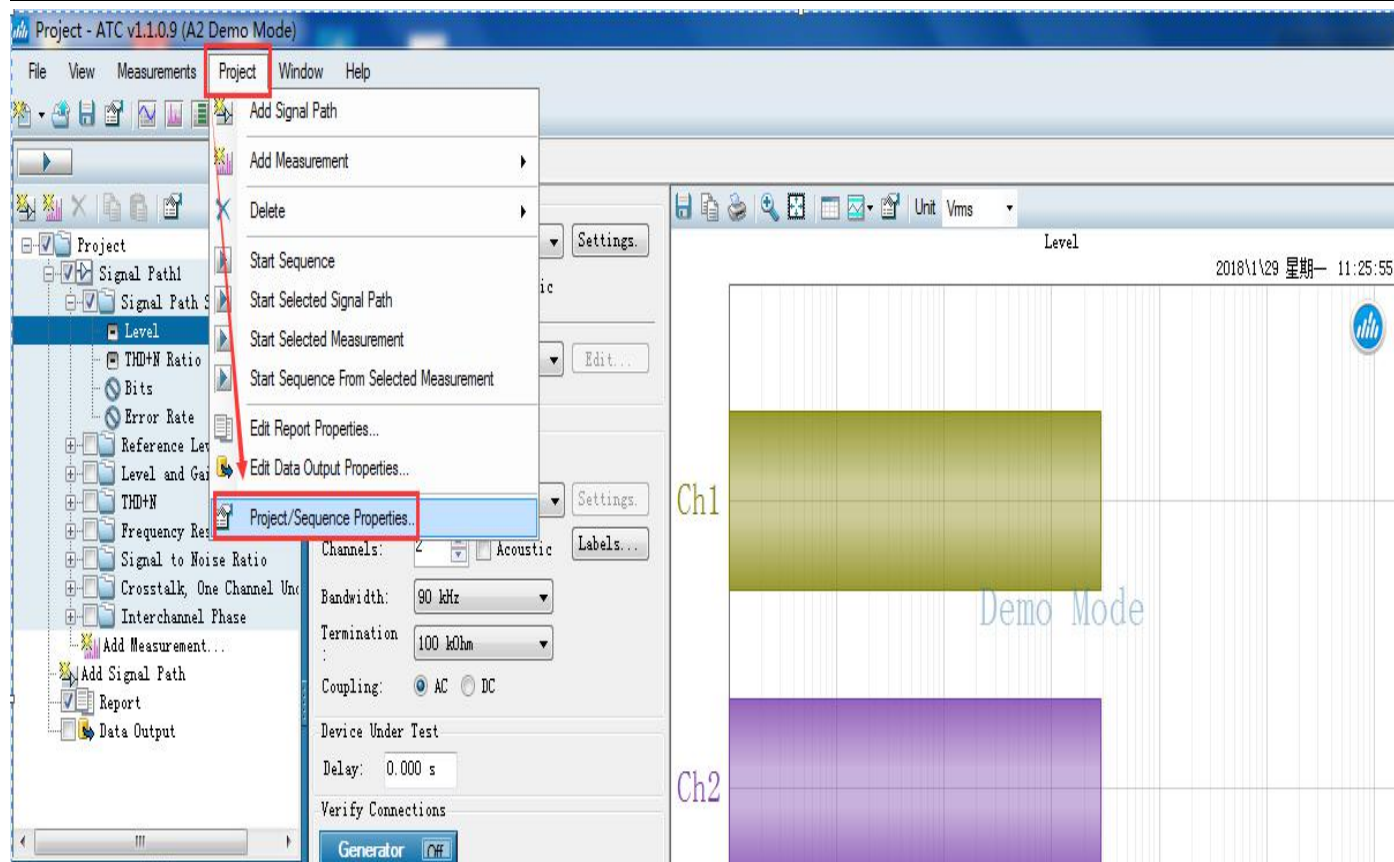
仪器后面板 AUX IN 输入端口的引脚如下所示，可以使用脚踏开关进行自动化测试相关的辅助控制，具体设置如下所示：



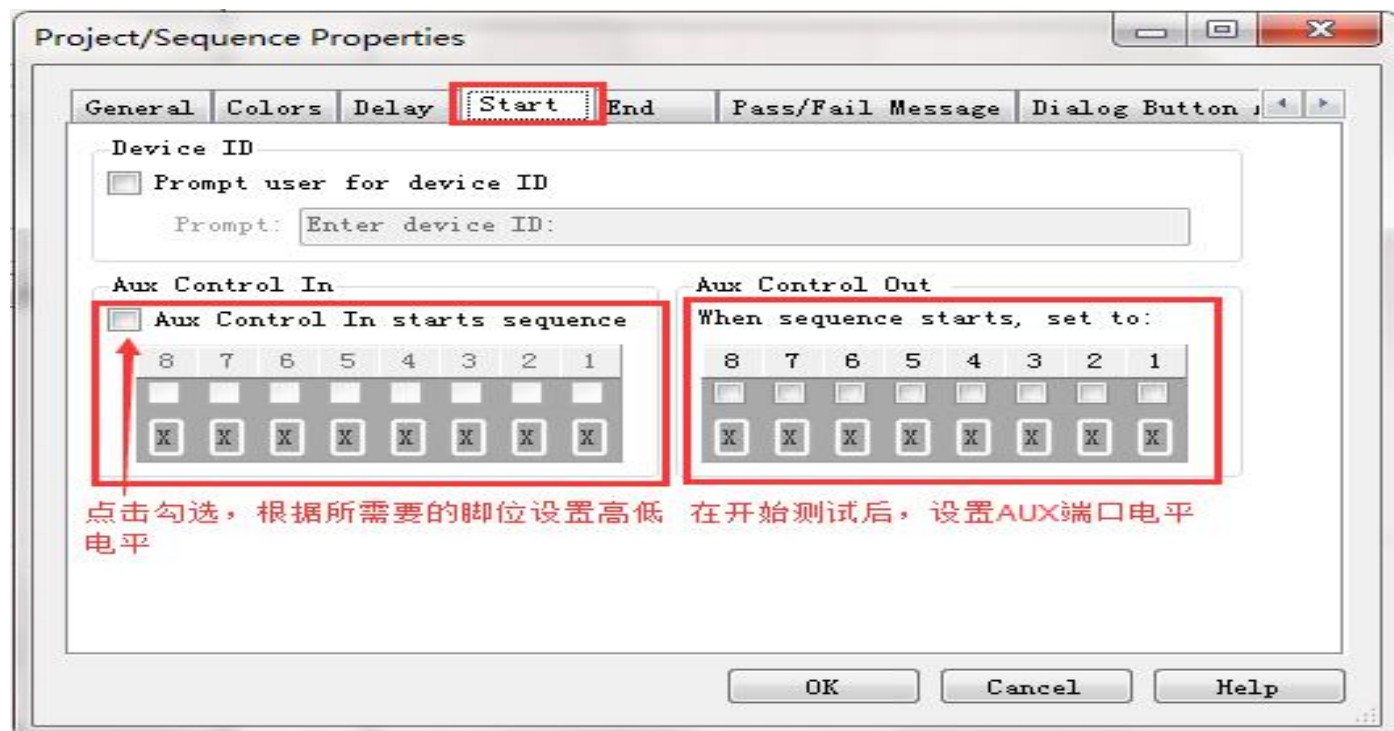
引脚 9 是通用（接地）连接，引脚 1-8 与辅助控制位 1-8 相对应。



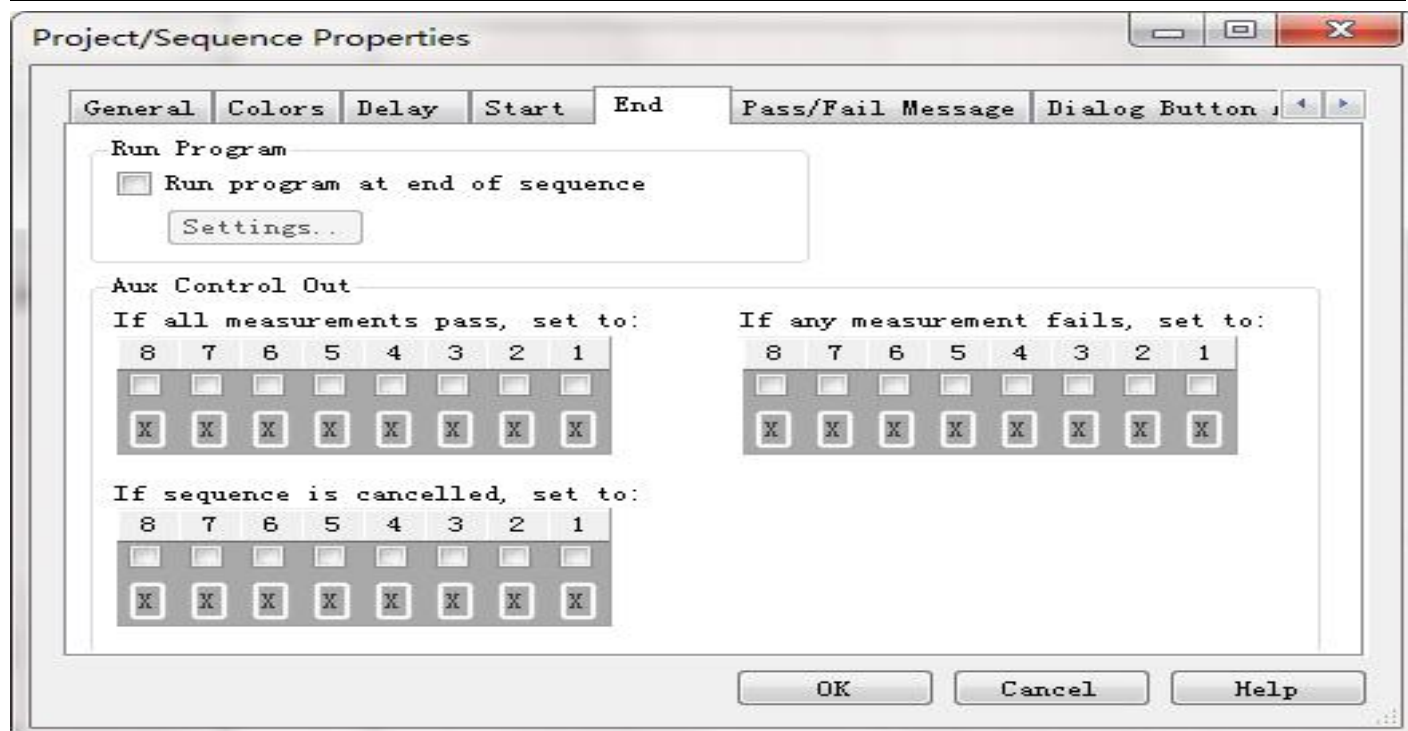
- 单击菜单栏的 Project，并选择 Project/Sequence Properties（项目/序列属性）：



➤ 弹出项目/序列属性对话框，选择 **Start**，设置输入输出辅助端口控制电平：

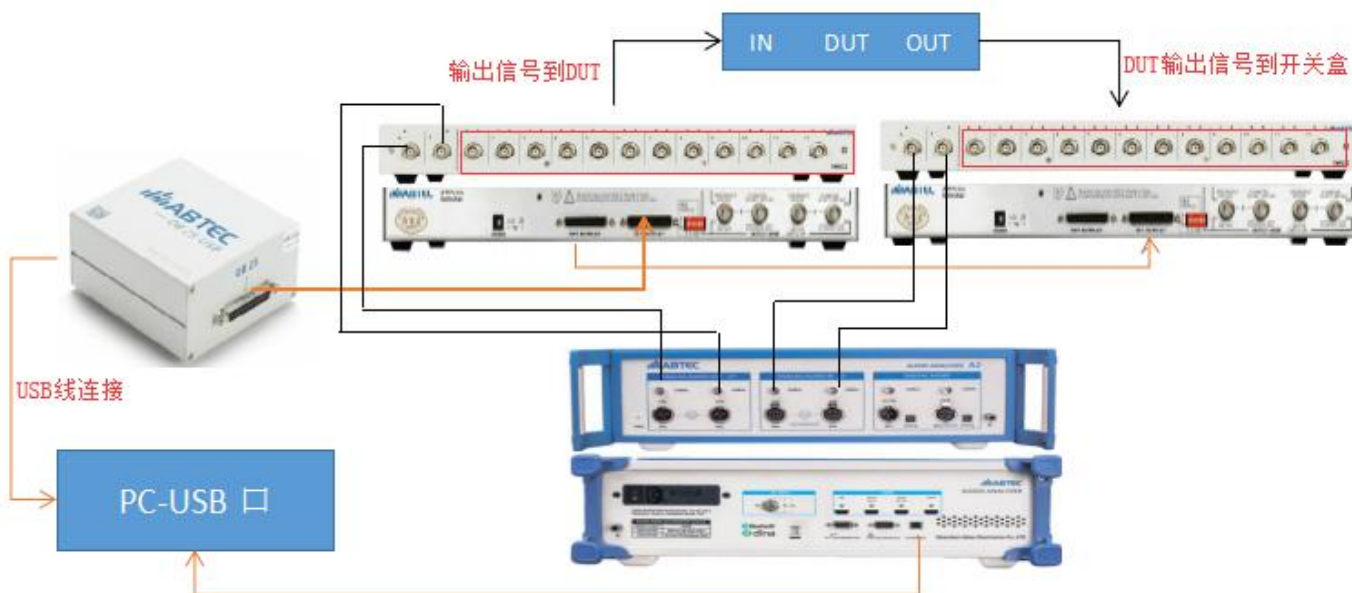


➤ 切换到 **end**，根据测试结果或者其他操作设置所需要的辅助输出端口电平：



16.3 多通道开关设置

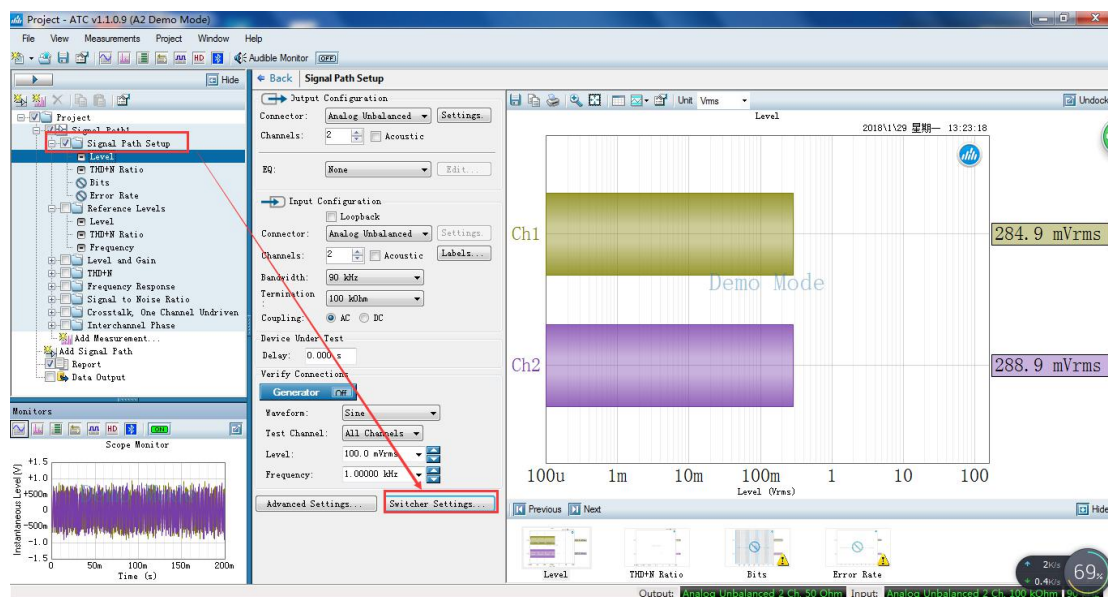
1. 开关连接图



注：开关在使用时需要连接电源

2. 具体设置

在信号路径设置的参数设置区域，选择 **switching setting**，弹出开关设置对话框；



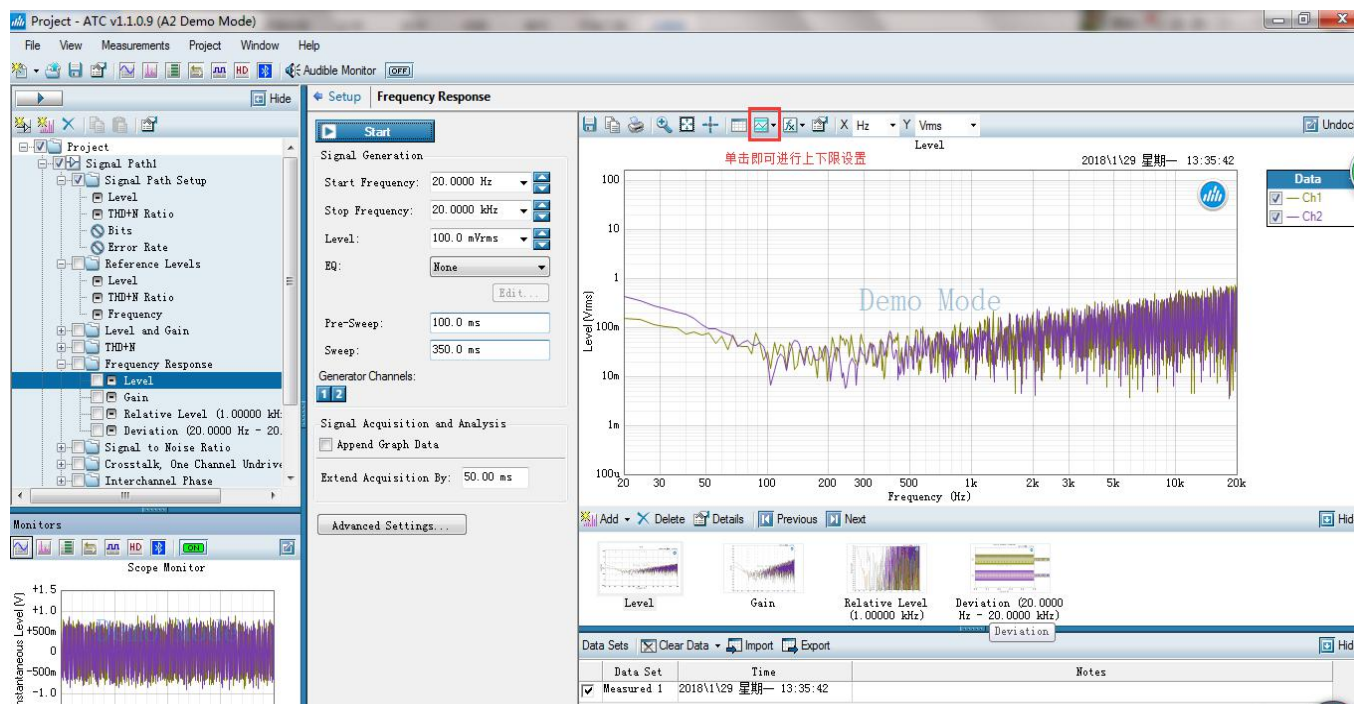
对话框如下所示，根据实际测试所需选择输入或输出开关，设置并选择所需要的开关切换通道；



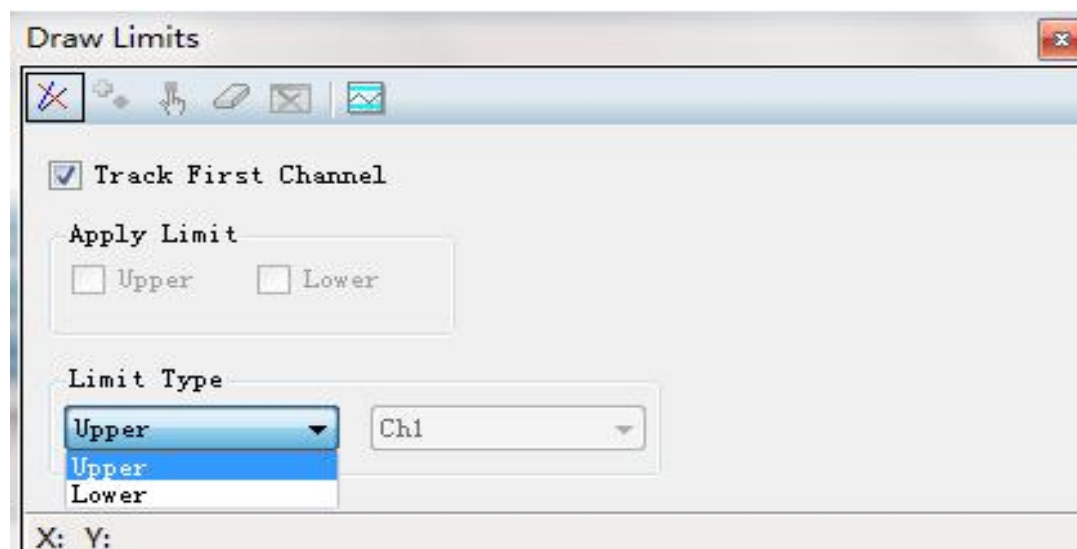
对于开关设置我们也可以在测试项中进行设置，对于全局开关设置，可以右键信号路径设置，在选择 Project/Sequence Properties 按钮，在弹出的对话框中单击 Add Step，选择 Set Switcher Configuration，弹出开关设置对话框，同样可以进行开关的设置。如果测试项需要对应不同的通道，则可以为每个测试项分别设置输入输出开关，方法同上，右键测试项选择 Project/Sequence Properties-->Add Step-->Set Switcher Configuration 进行开关设置。

16.4 测试参数上下限设置

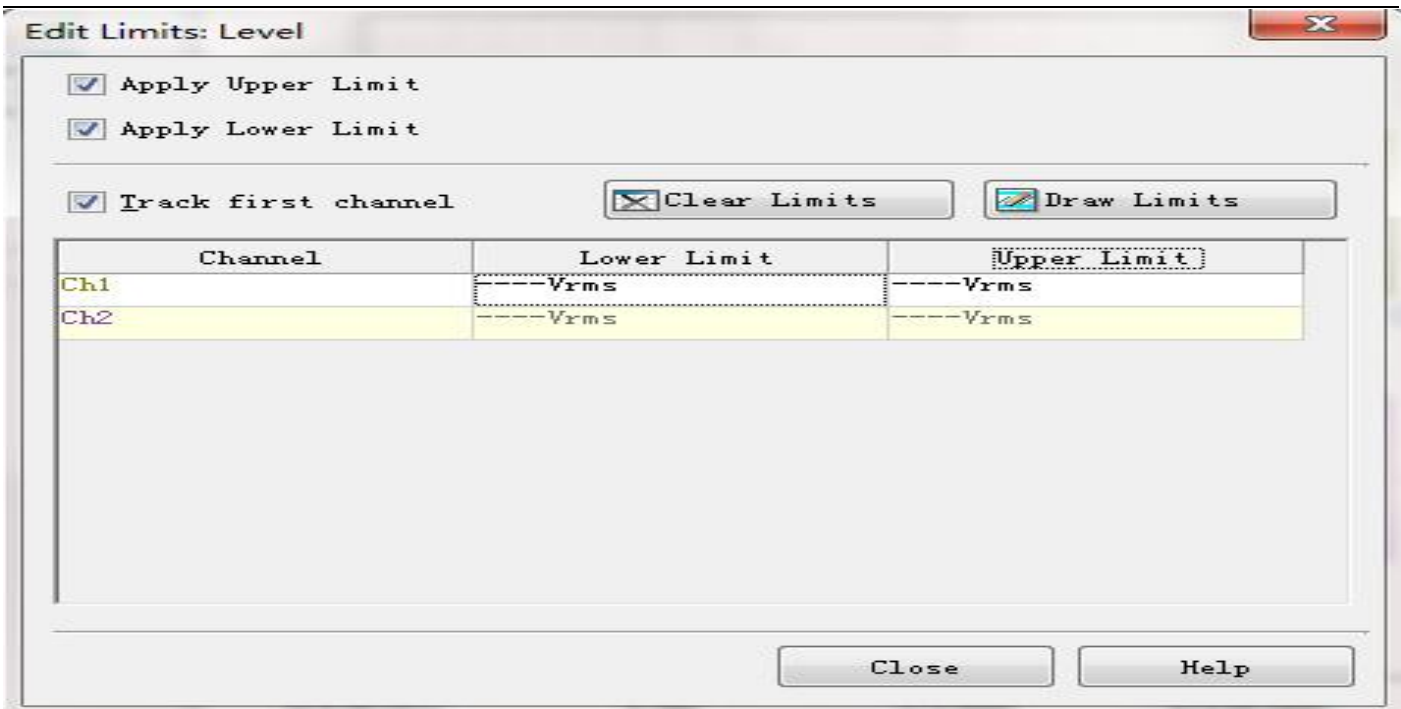
在每个测试项目数据或者曲线图显示区域的上方都有一个 limit 功能键，如下图：



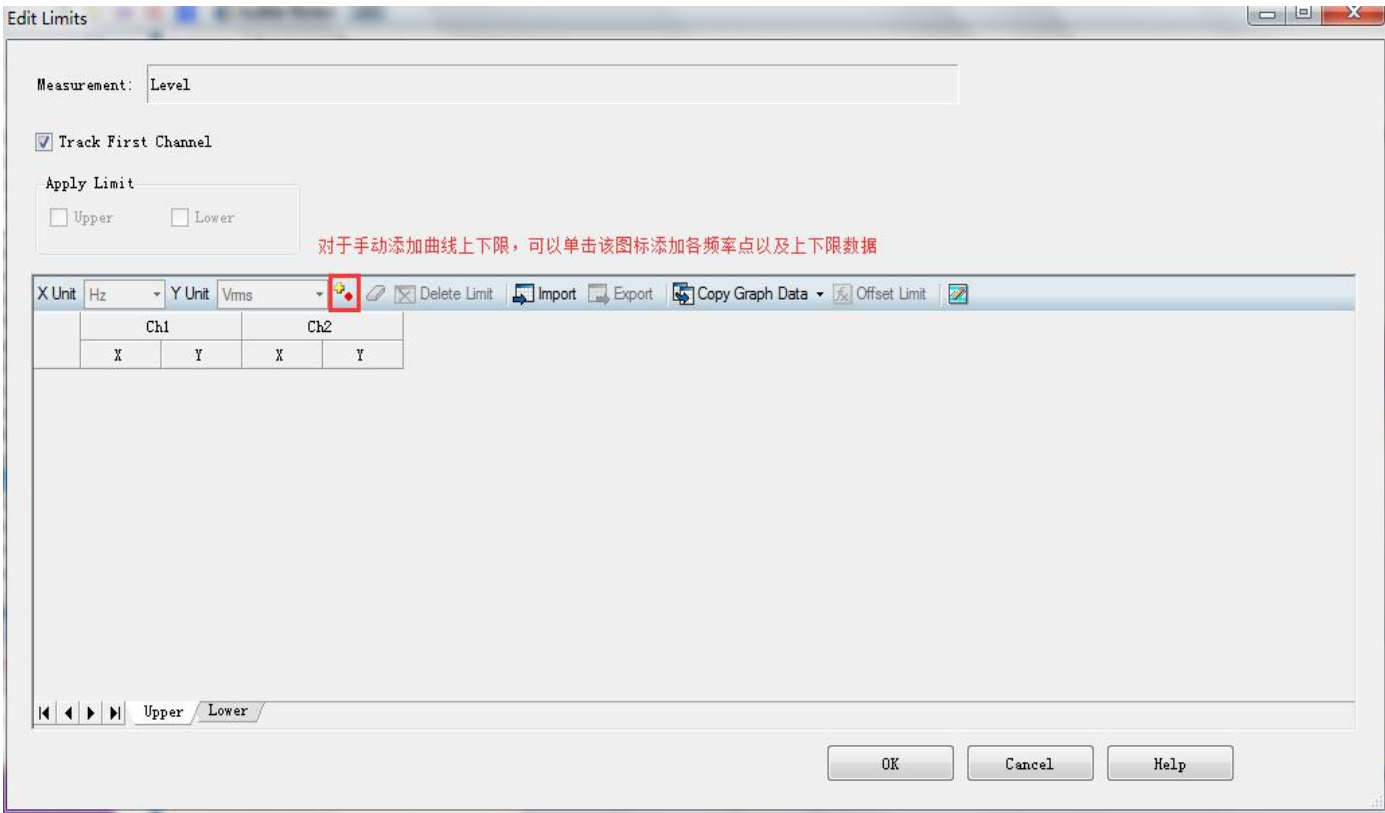
单击 limit 设置键，可进行单点或曲线图的上下限设置，draw limit 为绘制上下限，如下图所示，将鼠标光标移到右边的结果或者显示曲线，单击即可完成单点或者曲线的上下限设置，但是该方法设置速度慢，比较难精确的设置，所以一般不建议使用。



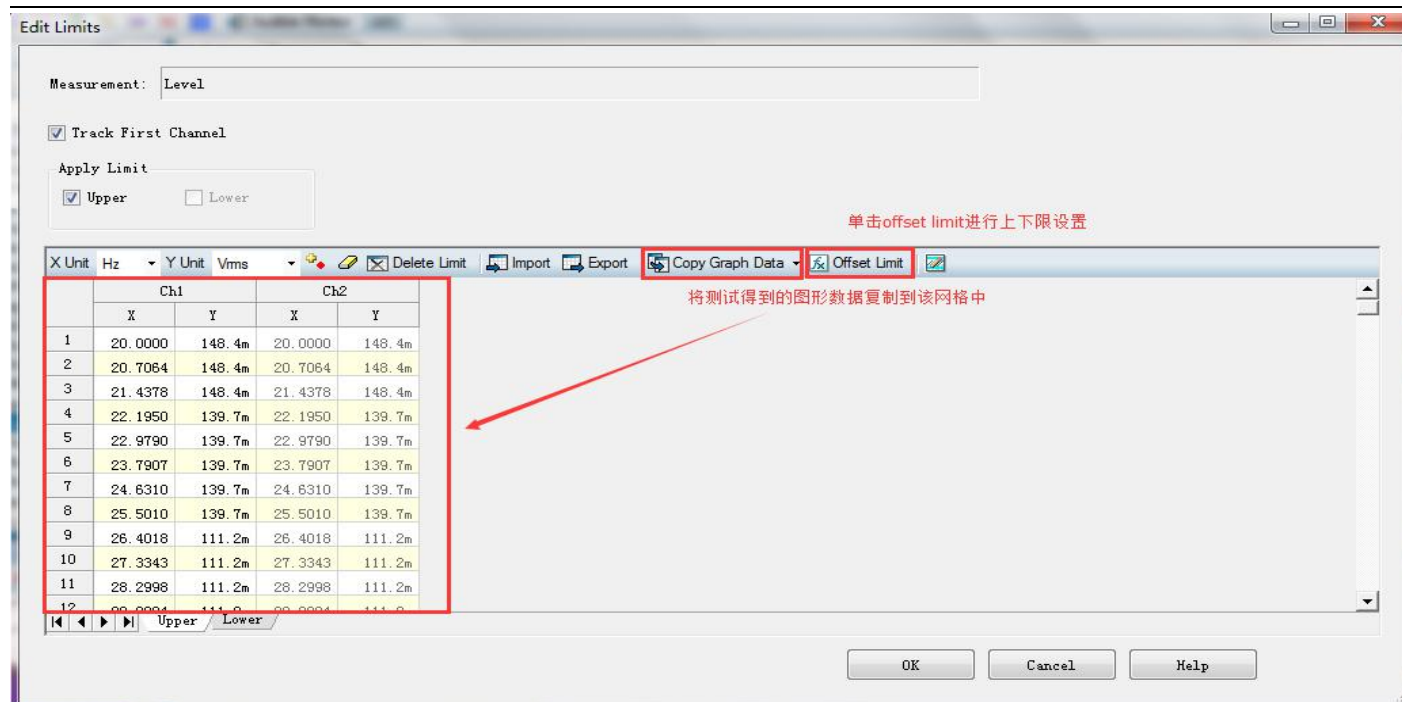
Edit limit 为编辑上下限设置，对于单点的数据，直接输入上下限即可：



对于曲线的上下限设置，可以通过添加曲线上的相关频点以及相对应的数据来设置：



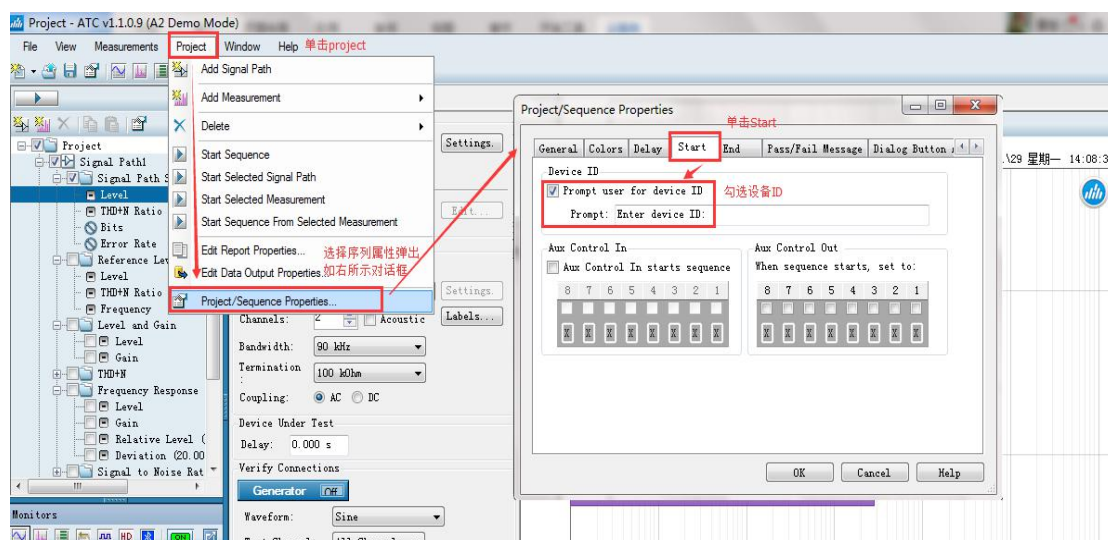
如果根据曲线图进行上下限设置，可快速的进行上下限设置；



16.5 测试报告自动保存

在完成测试后，测试报告可以自动保存，测试报告中可以显示设备 ID，也可以用设备 ID 作为文件名进行保存，如下所示：

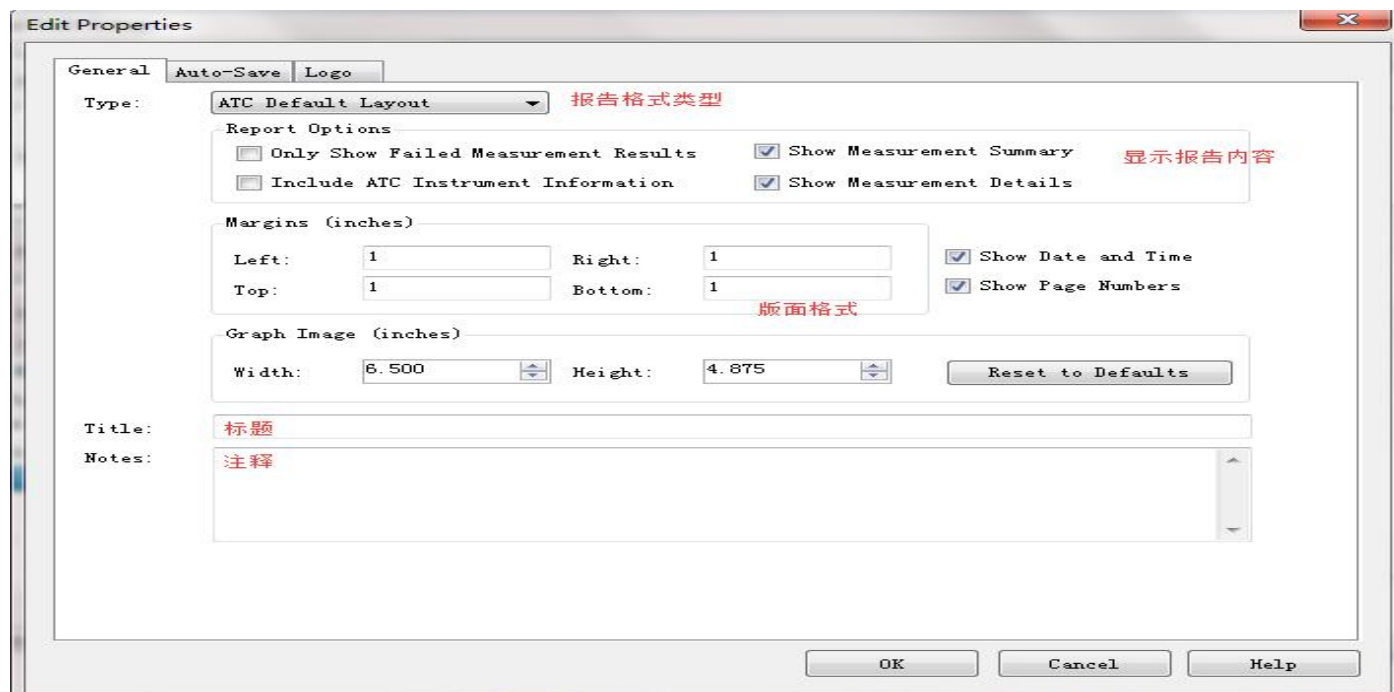
1. 测试报告显示设备 ID



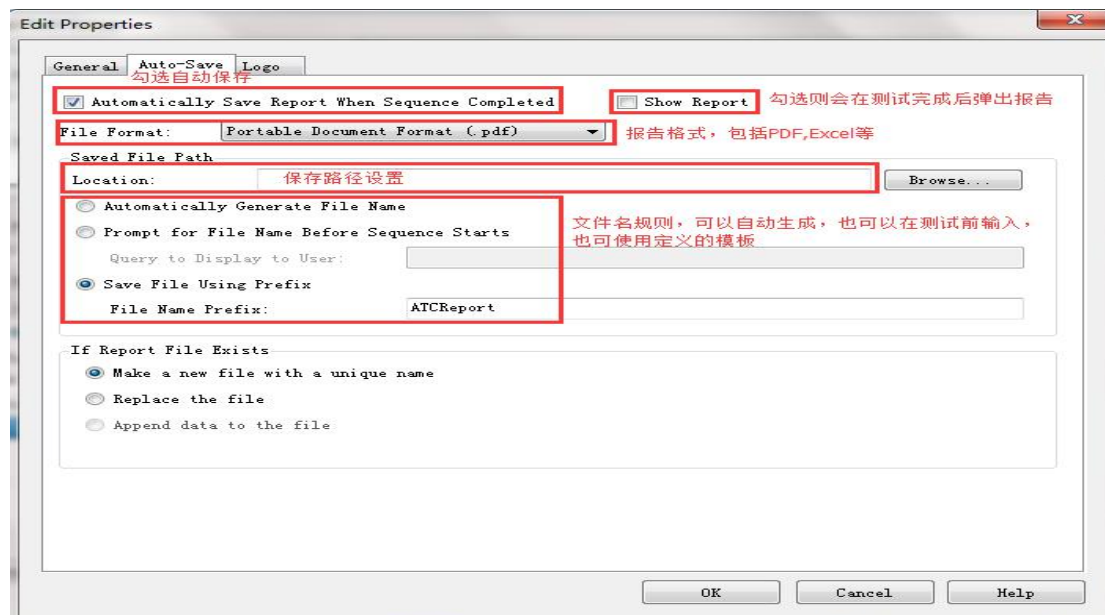
2. 测试报告的自动保存

单击菜单栏 **project**，选择编辑报告属性，弹出属性设置对话框，或右键单击导航栏中

的报告，选择属性，同样可以弹出报告的属性设置对话框，在弹出的对话框设置报告内容和格式；



自动保存报告，包括报告格式，保存路径，报告名设置方法；



需要设备 ID 作为报告名称，则需要选择在测试前输入，在开始自动测试是用扫码枪扫入设备 ID 即可。

17. 测量单位

17.1 ATC 中的测试单位

ATC 软件中使用许多不同的测量单位来描述音频信号和音频系统的特性，有绝对单位（如 V，W，Ω，Hz 和 s）和相对单位（dB 或%）等。ATC 中测量单位可划分为 9 个部分，每一部分都有一个基本单位和许多等效单位。

在测试过程中，对于每个测试结果，其图形上方单位切换栏中的单位均可用，选择测试要求的单位，ATC 会重新计算并以所选单位显示测试结果。

ATC-单位模块		
模拟电平	数字电平	比率
相对	频率	相位
时间	声学	无单位（脉冲响应）

1. 模拟电平

（1）V—伏（瞬时电压）

ATC 中该单位主要用于直流电平和时域测试项的单位显示，包括监视器与信号分析仪中的波形显示、声学响应/连续扫描和多音频中的时域波形、多音测试项中的噪声密度以及直流电平相关测试项。

（2）Vrms—伏（有效值）

用于 ATC 信号发生器和分析仪测量，当产生正弦波时，Vrms 可以精确校准信号发生器输出。当使用具有 Vrms 的其他波形（IMD 双音调激励信号）时，该信号具有与正弦波相同的峰峰值电压。对于模拟输出，Vrms 是一个开路值，实际的输出电压随所带负载大小而变化。在测试中，总是使用 Vrms 读数电压值。

(3) Vp—伏（峰值）

用于 ATC 发生器设置，Vp 可以用 Vrms 值乘以 2 的平方根（大约为 1.414）来计算。

对于模拟输出，Vp 是开路值，实际输出电压随负载大小而变化。

(4) Vpp—伏（峰-峰值）

用于 ATC 发生器设置，Vpp 可以用 Vrms 值乘 2 倍的 2 的平方根（大约 2.828）来计算。对于非正弦波形，使用此单位可将其校准为具有与正弦波相同的峰-峰值。对于模拟输出，Vpp 为开路值，实际输出电压随负载而变小。

(5) dBV—以 1Vrms 为 0dB

dBV 通常是消费音频设备和系统中音频电压的常见单位，与 dBu 一样，与电路阻抗无关。对于模拟输出，dBV 是开路值，实际的输出电压随负载大小而变化，其计算公式如下所示：

$$dBV = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{rms}}{1} \right), \text{ 其中 } V_{rms} \text{ 为测量值。}$$

(6) dBu—以 0.7746 Vrms 为 0dB

dBu 是电压单位，与 dBm 不同，与电路阻抗无关。对于模拟输出，dBu 是开路值，实际输出电压带负载时将较小。其计算公式如下所示：

$$dBu = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{rms}}{0.7746} \right), \text{ 其中 } V_{rms} \text{ 为测量值。}$$

(7) dBm—以 1 mW 为 0dB

dBm 是 ATC 发生器设置和分析仪测量中使用的功率单位，其计算公式如下所示：

$$dBm = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{1 \times 10^{-3}} \right), \text{ 其中 } P \text{ 为测量功率值。}$$

➤ dBm 作为信号发生器信号电平的输出单位

A2/A4 信号发生器输出方式中的平衡连接源阻抗为 100，非平衡连接为 50。当使用 dBm

作为信号发生器单位时，平衡（100 源阻抗）输出时内部信号发生器电平值是根据负载以及功率计算出的值，要进行正确的计算，必须在 **Reference Level>More References** 对话框中输入负载电阻的值，600ohm 是 dBm 测量的常见电路阻抗。非平衡输出的源阻抗为 50，在 dBm 单位计算中不被考虑。

注意：发生器输出设置中的功率单位（dBm 和瓦特）是音频分析仪中包含的功能，我们不建议使用 dBm 或瓦特作为信号发生器输出电平的单位。

➤ dBm 作为分析仪输入单位

对于分析仪输入，dBm 可以精确测量和计算平衡和不平衡输入。要进行正确的计算，必须在 **Reference Level>More References** 对话框中输入 DUT 输出端的负载阻抗，600 是 dBm 测量的常见电路阻抗值。

（8）W—瓦特

W 是 ATC 发生器设置和分析仪测量中使用的功率单位。

➤ W 作为分析仪输入单位

要正确计算待测品输出功率，必须在 **Reference Level>More References** 对话框中输入 DUT 所带负载大小，8ohm 是功率测量的默认负载。

（9）ohm

欧姆是电阻（R）的单位，它与电路中的电压（V）和电流（I）的关系由欧姆定律 $V = IR$ 表示。

2. 数字电平

（1）FS—数字满量程

数字满量程是根据峰值达到最大正码的正弦波来定义,这种正弦波的有效值为 1FS。

(2) %FS—per cent of full scale

%FS 是信号的有效值与 1 FS 的比值，表示为小数，并乘以 100%，满刻度值的正半波将被表示为 50%FS。

(3) dBFS—以满量程为 0dB

dBFS 是用于数字音频幅度最常用的测量单位，其全称为 Decibels Full Scale（全分贝刻度）；dBFS 的基准并不是最小的或者是中间的某一个值，而是最大的那个值，也就是说 0dBFS 是数字设备能达到的最大值，除了最大值外都是负值。

定义为 $20\log_{10}(A/B)$ 的对数测量，其中 A 是要表达的信号电平， B 是满量程正弦波（1 FS）的电平。例如，0.1 FS 的信号等于 -20 dBFS。

➤ dBFS 和 dBu 之间的转换

dbu 是度量模拟信号的，而 dBFS 是度量数字信号的，并且 dBFS 不会用于度量模拟信号，所以在 dBu 和 dBFS 之间没有统一的转换公式，其依赖于具体的数字设备。在 dBu 和 dBFS 转换时，需要规定一个峰值电压，该电压下产生的音频信号经过 AD 转换后得到的 sample 为 0dBFS。例如，+18dbu 对应于 0dBFS，在该条件下求 xdbu 对应于 ydBFS，那么就有 $y=x-18$ 。

(4) D—瞬时数字电平

D，瞬时数字电平是根据峰值达到最大数字码的瞬时信号来定义的。达到最大正码的信号峰值为 +1 D，达到最大负码的信号峰值为 -1 D。

(5) hex—十六进制

十六进制单位以 16 位（十六进制）符号表示嵌入式音频采样的瞬时数值，用于恒定值波形电平，在 ATC 直流电平测量中以及时域视图测试项中使用。

3. 比率

（1）相同域比率单位

➤ **X/Y**

X / Y 单位是两个数字之间的简单比例。

➤ **%—百分比**

百分比单位表示两个数的比值乘以 100%，例如，0.7 的比率表示为 70%。

➤ **ppm—百万分之一**

百万分之一表示两个数字的比例乘以 1000000。例如，0.00005 的比例等于 50ppm。

➤ **dB—分贝**

分贝总是两个幅度的比值，以对数方式表示。对于电压幅度，分贝通过 $dB = 20 \log_{10}(V_1 / V_2)$ 计算。

（2）不同域的比率

➤ **FS/Vrms**

对于具有模拟输入和数字输出的器件（如 ADC），FS / Vrms 单位是输出和输入电平之间的比率。

➤ **Vrms/FS**

对于具有数字输入和模拟输出的器件（如 DAC），Vrms / FS 单位是输出和输入电平之间的比率。

➤ **D/V**

对于脉冲响应测量，D / V 单位是具有模拟输入和数字输出的器件（如 ADC）的输出和输入之间的关系。

➤ V/D

对于脉冲响应测量，V/D 单位是具有数字输入和模拟输出的器件（如 DAC）的输出和输入之间的关系。

4. 相对

（1）dBrG

dBrG 是内部信号发生器的输出单位，用户可定义参考电平并将其储存，ATC 中有两个独立的 dBrG：一个用于模拟输出电平，另一个用于数字输出电平。

（2）dBrA 和 dBrB

dBrA 和 dBrB 是用户可以自己定义参考电平的电压测量单位。您可以在 Reference Level 中手动输入 dBrA 和 dBrB 的参考电平值，也可以使用同一视图中的 Set 按钮进行设置。有两对独立的 dBr 设置：模拟输入电平为一对，数字输入电平为一对。

（3）dBSPL1 和 dBSPL2

dBSPL1 和 dBSPL2 与 dBrA 和 dBrB 一样，只不过该项是支持声压级的自定义单位。

5. 频率

（1）Hz—hertz

频率的基本单位，表示一秒钟内信号的周期数。

（2）dHz—delta hertz

dHz 是测量频率与参考频率之间的频率差， $DHZ = F - R$ 。

（3）F/R

测量频率与参考频率的比值。

（4）%Hz—百分比赫兹

通过将测量的频率除以参考频率并将结果乘以 100 获得 %Hz；%赫兹 = $100 (F/R)$ 。

例如，950Hz 的测量频率将表示为 1kHz 的参考频率的 95.0%Hz。

6. 相位

(1) deg—度

度是相位测量的基本单位，代表相位完整旋转的 $1/360$ 。

(2) rad—弧度

一个弧度是圆的中心处的圆弧，圆弧的长度与圆的半径相等。

$$2 \text{ rad} = 360^\circ$$

$$1 \text{ rad} = 360^\circ / 2 = 57.2958^\circ$$

7. 时间

(1) s—秒

秒是基本的时间单位，缩写为 **s**，在音频中常见的时间单位可能以毫秒（ms），微秒（us）或纳秒（ns）为单位。

8. 声学

(1) Pa—帕斯卡

帕斯卡（Pa）是力的量度，定义为每平方米 1 牛顿，大气压以帕斯卡测量。

(2) dBSPL—分贝声压级

声压级通常以相对于以帕斯卡测量压力的分贝来表示，0 dBSPL 定义为 $20\mu\text{Pa}$ ，被认为是人类听觉的门槛， $1 \text{ Pa} = 94 \text{ dBSPL}$ 。

9. x/y（用于脉冲响应）

当 DUT 的输入和输出域相同（例如，模拟到模拟）时，脉冲响应是器件的无单位特性。

我们在 ATC 中表示为 x / y 。

17.2 关于 dB 的更多信息

分贝是量度两个相同单位之数量比例的计量单位，主要用于度量声音强度，常用 dB 表示，也是音频领域使用最广泛的测量单位。

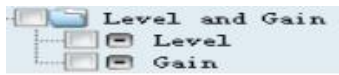
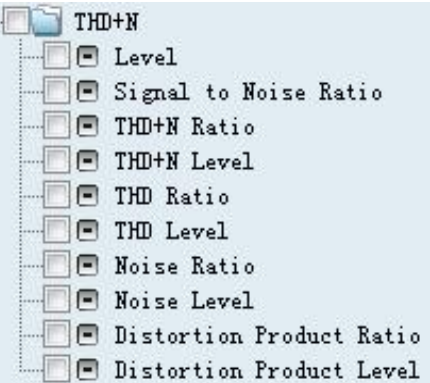
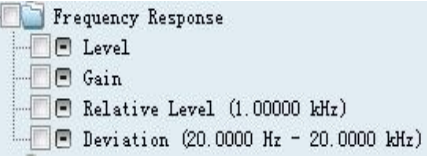
dB 是两个值的比值，对于一个有意义的表达式，这两个值必须是已知的。每当使用简单的 dB 单位时，表达式必须标识参考值。例如 dBV（以 1 V_{rm} 为 0dB 参考值），dBu（以 0.7746 V_{rms} 为 0dB 参考值），dBFS（以数字满量程为 0dB 参考值），dBSPL（声压标准值为 $2 \times 10^{-5} Pa$ ）等。

电压分贝的计算公式为 $dB = 20 \log_{10}(V_1 / V_2)$ ，其中 V_1 和 V_2 是两个相关电压；

功率分贝的计算公式为 $dB = 10 \log_{10}(P_1 / P_2)$ ，其中 P_1 和 P_2 是两个相关功率。

附录：

1.常见测试项中英文对照表

Level and Gain 电平和增益 	Level	电平
	Gain	增益
THD+N 总谐波失真+噪声 	THD+N Ratio	总谐波失真+噪声比率
	THD+N Level	总谐波失真+噪声电平
	THD Ratio	总谐波失真比率
	THD Level	总谐波失真电平
	Noise Ratio	噪声比率
	Noise Level	噪声电平
	Distortion Product Ratio	各阶谐波比率
	Distortion Product Level	各阶谐波电平
Frequency Response 频率响应 	Level	幅频响应曲线
	Gain	增益曲线
	Relative Level(1.0000KHz)	相对曲线（1KHz）
	Deviation(20Hz - 20KHz)	偏离度
Signal to Noise Ratio	Signal to Noise Ratio	信噪比
Crosstalk,One Channel Undriven	Crosstalk	分离度（串扰）。一个通道不驱动
Interchannel Phase	Interchannel Phase	通道间相位
Acoustic Response 声学响应	Energy Time Curve	能量时间曲线
	Impulse Response	脉冲响应曲线
	Level	频率响应曲线
	Relative Level(1.0000KHz)	相对曲线（1KHz）
	Deviation(20Hz - 20KHz)	偏离度
	Delay	延时
	Phase	相位曲线

深圳市爱普泰科电子有限公司

地址：深圳市龙华观澜大富工业区 20 号硅谷动力智能终端产业园 A4 栋 5 楼

T:0755-8638 0078 E:sales@szaptk.com www.szaptk.com



专业音频及自动化测试解决方案

- Energy Time Curve - Impulse Response - Level - Relative Level (1.00000 kHz) - Deviation (20.0000 Hz - 20.0000 kHz) - Delay - Phase - Group Delay - Level and Distortion - THD Ratio - THD Level - Distortion Product Ratio (H2) - Distortion Product Level (H2) - Rub and Buzz - Acquired Waveform	Group Delay	群延时
	Level and Distortion	频响曲线与各阶谐波曲线
	THD Ratio	总谐波失真比率曲线
	THD Level	总谐波失真电平曲线
	Distortion Product Ratio (H2)	2 阶谐波比率曲线
	Distortion Product Level (H2)	2 阶谐波电平曲线
	Rub and Buzz	异音
	Acquired Waveform	获取时域波形
Continuous Sweep 连续扫描 - Level - Gain - Relative Level (1.00000 kHz) - Deviation (20.0000 Hz - 20.0000 kHz) - Phase - Group Delay - THD Ratio - THD Level - Distortion Product Ratio (H2) - Distortion Product Level (H2) - Impulse Response - Acquired Waveform - Crosstalk, One Channel Driven - Acquired Crosstalk Waveform One Channel Driven - Crosstalk, One Channel Undriven - Acquired Crosstalk Waveform One Channel Undriven	Level	幅频响应曲线
	Gain	增益曲线
	Relative Level(1.0000KHz)	相对曲线 (1KHz)
	Deviation(20Hz - 20KHz)	偏离度
	Phase	相位曲线
	Group Delay	群延时
	THD Ratio	总谐波失真比率曲线
	THD Level	总谐波失真电平曲线
	Distortion Product Ratio (H2)	2 阶谐波比率曲线
	Distortion Product Level (H2)	2 阶谐波电平曲线
	Impulse Response	脉冲响应曲线
	Acquired Waveform	获取时域波形
	Crosstalk,One Channel Driven	分离度 (串扰) 曲线。一个通道驱动
	Acquired Crosstalk Waveform,One Channel Driven	获取分离度 (串扰) 波形。一个通道驱动
	Crosstalk,One Channel Undriven	分离度 (串扰) 曲线。一个通道不驱动
	Acquired Crosstalk Waveform,One Channel Undriven	获取分离度 (串扰) 波形。一个通道不驱动
Dynamic Range - AES17	Dynamic Range - AES17	动态范围
Impedance/Thiele-Small 阻抗/T-S 参数	Impedance Magnitude	阻抗曲线
	Impedance Phase	阻抗相位曲线
	Impedance Real	实阻抗曲线

深圳市爱普泰科电子有限公司

地址：深圳市龙华观澜大富工业区 20 号硅谷动力智能终端产业园 A4 栋 5 楼

T:0755-8638 0078 E:sales@szaptk.com www.szaptk.com



专业音频及自动化测试解决方案

	Impedance Imaginary	虚阻抗曲线
	Thiele-Small	T-S 参数
Noise(RMS)	RMS Level	噪声（有效值）：用于测试被测品底噪
Signal Analyzer 信号分析仪 	FFT Spectrum	FFT 频谱
	Scope	波形
	Amplitude Spectral Density	幅度谱密度
	Power Spectral Density	功率谱密度
Stepped Frequency Sweep 步进频率扫描 	Level	幅频响应曲线
	Gain	增益曲线
	Relative Level(1.0000KHz)	相对曲线（1KHz）
	Deviation(20Hz - 20KHz)	偏离度
	Phase	相位曲线
	THD+N Ratio	总谐波失真+噪声比率曲线
	THD+N Level	总谐波失真+噪声电平曲线
	THD Ratio	总谐波失真比率曲线
	THD Level	总谐波失真电平曲线
	Distortion Product Ratio (H2)	2 阶谐波比率曲线
	Distortion Product Level (H2)	2 阶谐波电平曲线
	SINAD	信纳
Stepped Level Sweep 步进电平扫描 	Level	电平（信号源电平与被测品输出电平的关系）
	Gain	增益（信号源电平与被测品输出增益的关系）
	Linearity(1.0Vrms)	线性度
	THD+N Ratio	总谐波失真+噪声比率曲线（与信号源电平的关系）
	THD+N Level	总谐波失真+噪声电平曲线（与信号源电平的关系）
	THD Ratio	总谐波失真比率曲线（与信号源电平的关系）
	THD Level	总谐波失真电平曲线（与信号源电平的关系）

	THD+N Ratio vs Measured Level	总谐波失真+噪声比率曲线（与被测品输出电平的关系）
	THD+N Level vs Measured Level	总谐波失真+噪声电平曲线（与被测品输出电平的关系）
	THD Ratio vs Measured Level	总谐波失真比率曲线（与被测品输出电平的关系）
	THD Level vs Measured Level	总谐波失真电平曲线（与被测品输出电平的关系）
	SINAD	信纳

深圳市爱普泰科电子有限公司

地址：深圳市龙华观澜大富工业区 20 号硅谷动力智能终端产业园 A4 栋 5 楼

T:0755-8638 0078 E:sales@szaptk.com www.szaptk.com



微信公众号

深圳市爱普泰科电子有限公司

电话：4008-368-078 / 0755-8638-0078

邮箱：sales@szaptk.com 网址：www.szaptk.com

地址：深圳市龙华观澜大富工业区 20 号硅谷动力智能终端产业园 A4 栋 5 楼