

CRY6151 系列电声器件测试仪

ELECTROACOUSTIC DEVICE ANALYZER

使用说明书

(V 8.0)



杭州兆华电子有限公司
杭州吉高电声科技有限公司
CRY Sound Co.,Ltd.

邮箱: cry@crysound.com
电话: 0571-88225198 88225128
电话: 0769-21688120

网站: www.crysound.com
传真: 0571-88225178
传真: 0769-21688150

目录

第 1 部分 概述	1
1.1 产品概述	1
1.2 技术指标	2
1.3 工作原理	3
1.4 仪器输入输出端口	3
第 2 部分 驱动和软件安装	5
2.1 USB 驱动安装	5
2.2 声卡设置	7
2.2.1 声卡驱动安装	7
2.2.1 声卡配置	8
2.3 CRY6151 软件安装	8
第 3 部分 软件介绍	9
3.1 用户管理	9
3.1.1 用户登录	9
3.1.2 用户管理	9
3.2 菜单栏介绍	10
3.2.1 文件 (F)	10
3.2.2 操作 (O)	10
3.2.3 设置 (S)	10
3.2.4 视图 (V)	10
3.2.5 曲线 (C)	11
3.2.6 数据 (D)	11
3.2.7 工具 (T)	12
3.3 测试序列和测试步骤	12
3.4 仪器校准	13
3.4.1 仪器内部校准	14
3.4.2 测量传声器校准	14
3.4.3 仿真嘴校准	14
3.5 界面显示	15

3.5.1 添加曲线窗口	15
3.5.2 排列曲线窗口	18
3.5.3 添加数据窗口	19
3.5.4 状态栏	20
3.5.5 总判定窗口	20
3.5.6 差值窗口	21
3.6 仪器自检	21
3.7 万用表	22
3.8 信号发生器	22
第 4 部分 软件设置	23
4.1 序列和步骤	23
4.2 测试步骤	24
4.2.1 输入输出	25
4.2.2 频率响应	26
4.2.3 平均频响	27
4.2.4 频响分档	27
4.2.5 平衡度	29
4.2.6 THD	29
4.2.7 阻抗	30
4.2.8 F0、Q 值	30
4.2.9 咪头电流	31
4.2.10 相位	32
4.2.11 响度评定	32
4.2.12 输出码	35
4.2.13 其他设置	35
4.3 消息	36
4.4 触发	36
4.5 序列号	36
4.6 串口	37
4.7 IO 编码	38
4.8 蓝牙连接	38
4.8.1 配对连接	39

4.8.2 功能测试	41
4.9 跳转	41
4.10 自定义	41
4.11 框线设置	41
4.12 文件保存	44
4.12.1 保存当前扫频数据	44
4.12.2 连续保存扫频数据	45
4.12.3 曲线列表窗	46
4.13 报告	47
4.14 选项设置	47
4.14.1 判定	48
4.14.2 高频测试	48
4.14.3 USB 声卡	48
4.14.4 刷新	49
第 5 部分 典型应用	50
5.1 耳机测试	50
5.2 驻极体麦克风测试	58
5.3 耳机麦克风组件测试	63
5.4 扬声器测试	66
5.5 USB 耳机加麦克风测试	71
5.6 蓝牙耳机加麦克风测试	75
第 6 部分 故障检查方法	79
6.1 PC 机部分	79
6.2 信号板部分	79
6.3 测量板部分	80
第 7 部分 注意事项	81
附录：专业词语解说及型号说明	82

第 1 部分 概述

1.1 产品概述

CRY6151 系列电声器件测试仪，是本公司推出的一款全功能电声器件测试仪，功能强大，稳定性强。可以测量耳机（USB、蓝牙、抗噪声）、麦克风（驻极体、动圈式、MEMS）、耳机麦克风组件、受话器/耳机喇叭、扬声器/音箱（普通、蓝牙）、通信帽、音箱分频器件以及其它电声器件的性能指标。如：灵敏度（SPL）、阻抗、失真（THD）、谐振频率 F0、左右耳机平衡度、左右耳机位置、相位极性、麦克风电流电压、信噪比、麦克风指向性、扬声器 T&S 参数、电话机接收响度、发送响度等，测量频率范围可达 20Hz—20kHz。

CRY6151 系列电声器件测试仪，在技术上是 CRY6125、CRY6135、CRY6136 系列产品一个新的突破，是国内最早一款可以测试蓝牙音频的仪器，可实现自动配对，无需手动点击。

CRY6151 在软件、硬件部分进行了全面升级。

硬件：

采用当前最流行的 USB2.0 接口传输数据，速度更快，数据更稳定、可靠；采用四通道同步采集数据，可实现两个耳机和两个麦克风组件测试。

软件：

V8.0 基于 Windows 7& 32bit 系统，同时支持 Win XP 和 Windows 7&64bit 系统（需要更新驱动），界面友好，操作方便，功能强大，除了具备早期电声测试仪所有测试功能外，新增如下功能：

- 测试精度更高、速度更快；
- 支持多种扫频方法，包括有效值、快速步进扫频、高精度步进扫频、多音测试、白噪声、粉红噪声等，根据不同的测试场合和测试需求选择不同的方法。
- 一次扫频即可完成频响、灵敏度（SPL）、失真度、阻抗、F0、相位、平衡度、极性参数的测量与判定；
- 界面实现多分屏，可同时查看多种测试曲线；
- 各个测试项目均可自由添加与删除；
- 强大的保存功能，同时满足实验室及产线的应用需求；
- 器件分档按灵敏度分档，或按频响框分档，器件条形码可读入；
- 可自由选择器件类型或按照自定义方式确定仪器输入端口和输出端口；
- 强大的帮助信息系统，使用户更容易操作本软件；
- 显示或隐藏测试曲线等多种辅助功能。

1.2 技术指标

1. 扫频信号

- ◆ 频率范围：一般场合 20Hz~20kHz，特殊情况下可支持 1~96kHz
- ◆ 频率误差：< 0.01%
- ◆ 频带范围：在 20Hz~20kHz 频率范围内可自定义
- ◆ 倍频程方式：1/3, 1/6, 1/12, 1/24 可选
- ◆ 频率响应：≤ ±0.2dB（以 1kHz 为基准）
- ◆ 幅度范围：50~5000mV，误差 ≤ ±0.1dB，失真 < 0.1%
- ◆ 输出阻抗：0Ω, 32Ω, 150Ω, 300Ω, 450Ω, 600Ω, 750Ω, 900Ω, 1050Ω

2. 幅度测量

- ◆ 频率范围：20Hz~20kHz
- ◆ 频率响应：≤ ±0.5dB（以 1kHz 为基准）
- ◆ 幅度范围：电信号测量：-80dB~10dB(0dB=1V)
声信号测量：50~140dB(94dB=1Pa)
测量误差：≤ ±0.2dB
本底噪音：-100dBV

3. 阻抗测量

- ◆ 频率范围：20Hz~20kHz
- ◆ 测量范围：1~2000Ω
- ◆ 测量误差 ≤ ±1%

4. 失真度测量

- ◆ 频率范围：20Hz~20kHz
- ◆ 测量范围：0.1~80%

5. 驻极体传声器（咪头）电压、电流测量

- ◆ 电压范围：0~6.4V±50mV
- ◆ 电流范围：10~1000uA
- ◆ 测量误差：≤ ±1%

6. 可选配件

- ◆ 仿真嘴：CRY601、CRY602
- ◆ 测量传声器：CRY331、CRY332
- ◆ 仿真耳：CRY318、CRY711

- ◆ 蓝牙适配器：CRY574 Bluetooth Dongle

7. 多种测试算法

- ◆ 有效值算法
- ◆ 快速步进扫频
- ◆ 高精度步进扫频
- ◆ 多音测试
- ◆ 白噪声
- ◆ 粉红噪声

8. 仪器整机测试误差

- ◆ 误差 $\leq \pm 1\text{dB}$

9. 电源

- ◆ 50Hz, 220V $\pm 10\%$

10. 使用环境

- ◆ 0~+40⁰C, 相对湿度 $\leq 80\%$

11. 尺寸 (mm)

- ◆ 360×316×161

1.3 工作原理

CRY6151 软件是基于 Windows 操作系统的一个应用软件, 主要由 PC 通过 CRY6151 软件对整个测试过程进行控制。在对电声器件进行测试时, 用户根据器件选择相应的输入输出端口, 并且在对话框中设置合适的的关键性参数后接入器件。对于受话器、耳机之类器件应接在电信号输出口, 标准传声器将器件发出的声压信号传到声信号输入口, 即可完成对器件相关性能参数的测试; 对于送话器之类器件, 在仿真嘴输出口接仿真嘴, 通过送话器将接收到的声音转换成电信号并传送到电信号输入口, 完成对器件相关性能参数的测试。

1.4 仪器输入输出端口

CRY6151 电声测试仪的外观如图 1.1, 后面板及各端口定义如图 1.2 所示。



图 1.1 CRY6151 电声测试仪实物图

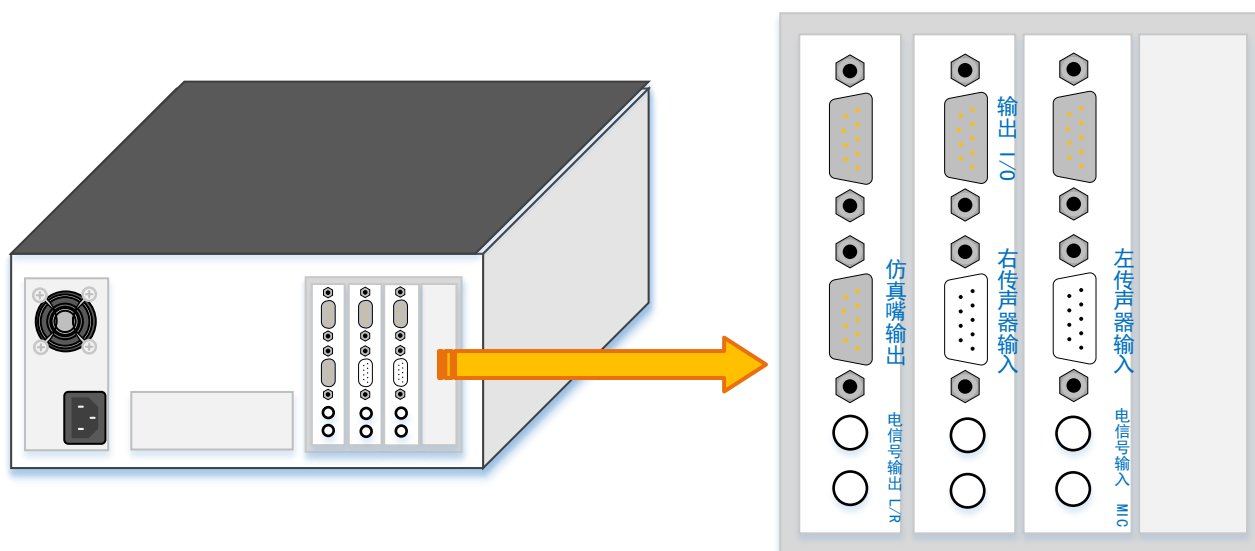


图 1.2 CRY6151 电声测试仪后面板及端口定义

左传声器输入：连接左传声器，接收左路声音信号；

右传声器输入：连接右传声器，接收右路声音信号；

仿真嘴输出：连接仿真嘴，作为声源信号；

电信号输出 L/R：连接耳机、扬声器、喇叭等受话器类型器件；

MIC： L/R 麦克风输入，连接被测麦克风，同时提供麦克风需要的工作电压；

电信号输入：连接音头等器件；

第 2 部分 驱动和软件安装

本章主要讲述 USB、声卡驱动及 CRY 系列软件的安装过程。出厂时每台仪器均已安装完成，若在使用中需要重新安装，请参考本章内容。

2.1 USB 驱动安装

在使用仪器之前，请按以下步骤完成应用软件和驱动软件的安装：

(1)、仪器上电后，PC 机任务栏将先后弹出如图 2.1“发现新硬件”提示信息。随即桌面上弹出“找到新的硬件向导”对话框，如图 2.2。在对话框中选择“从列表或指定位置安装（高级）(S)”项，点击下一步，获得如图 2.3 对话框。



图 2.1 发现新硬件提示信息图



图 2.2 找到新的硬件向导对话框 1

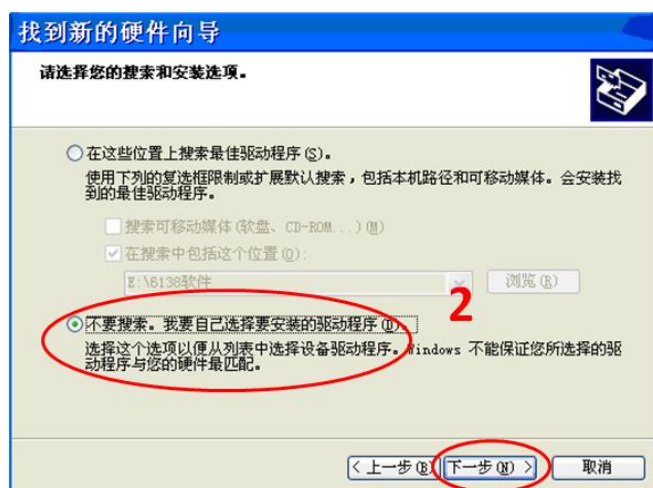


图 2.3 找到新的硬件向导对话框 2

(2)、在图 2.3 所示对话框中选择“不要搜索...”选项，点击下一步，进入图 2.4 对话框。

(3)、如图 2.4，注意图中黄色箭头指向。紧接上一步操作，在“找到新的硬件向导 2”对话框中，鼠标左键点击“从磁盘安装 (H) ...”按钮，弹出“从磁盘安装”对话框；

(4)、如图 2.4，鼠标左键点击“浏览 (B) ...”，弹出“查找文件”对话框；

(5)、如图 2.4，在“查找范围”选择栏中选择“我的电脑”，再选择保存了驱动安装文件的磁盘；

(6)、如图 2.4，鼠标左键点击“打开”按钮；

(7)、如图 2.5，在驱动存放目录中，选中 CyUSB.inf 文件；

(8)、如图 2.5，双击此文件或者鼠标左键点击“打开”按钮；

(9)、如图 2.6，以上便完成了驱动文件的选择，点击确定；

(10)、如图 2.6，返回至“新硬件向导”，点击下一步；

(11)、开始安装驱动，点击完成即可。



图 2.4 从磁盘安装驱动

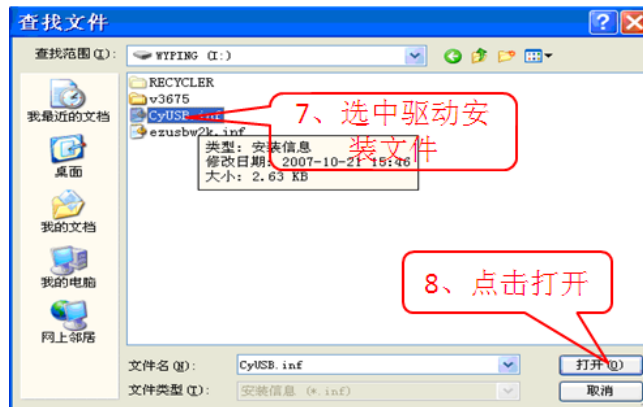


图 2.5 驱动安装文件选择



图 2.6 驱动安装步骤

● 为了检验驱动是否成功安装，可以进行如下操作：

(1)、如图 2.7，鼠标右键选择桌面上“我的电脑\管理(G)”，打开“计算机管理”对话框。

(2)、在“计算机管理”对话框中左边窗口，点击设备管理器，在右边窗口点击“通用串行总线控制器”前面的“+”号，显示“通用串行总线控制器”所有的项，如图 2.8 所示。

(3)、查看“通用串行总线控制器”项中有无“Cypress Generic USB Device”项，若有则说明已经成功安装。如果没有此项，则需要重新安装。

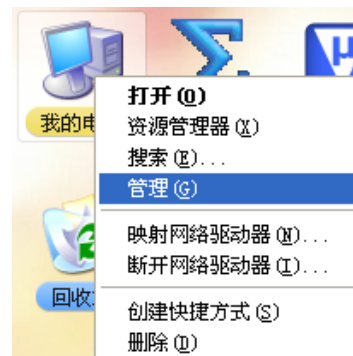


图 2.7 计算机管理对话框 1

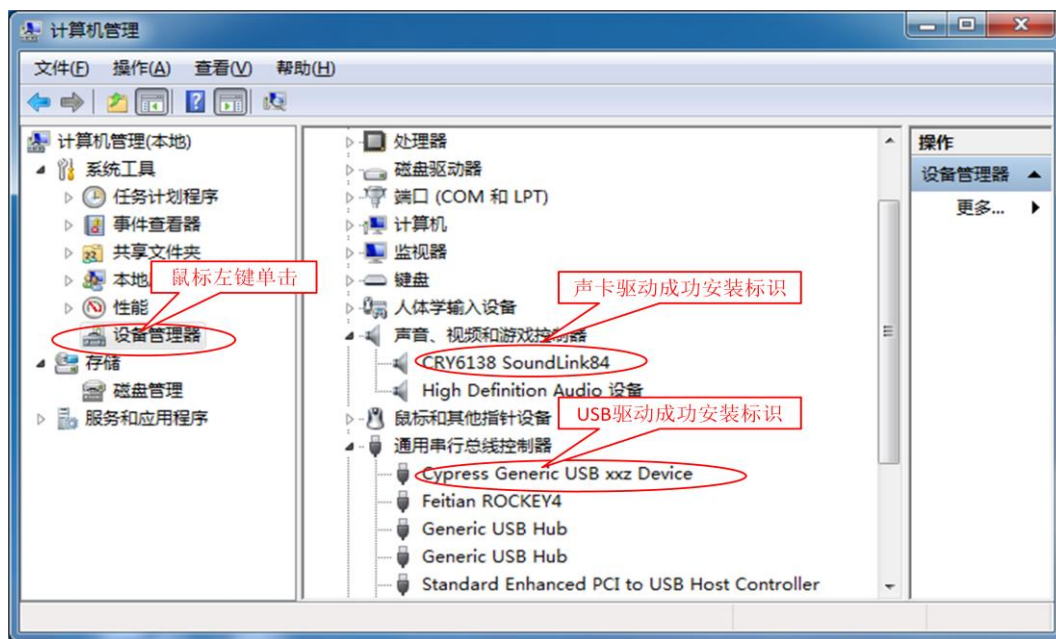


图 2.8 计算机管理对话框 2

2.2 声卡设置

CRY6181V8.0 默认使用 CRY6138 声卡（老版本的仪器使用的是 Quartet 声卡，安装过程请参考 V7.0 说明书）。

2.2.1 声卡驱动安装

在软件安装包中找到声卡驱动“CRY6138 驱动 2014_09_11.rar”，解压缩，双击 setup.exe，按图 2.9 完成驱动安装，过程中无需输入其他信息，多次按 Install 至 Finish 即可。



图 2.9 声卡驱动安装步骤

2.2.1 声卡配置

(1) 点击如图 2.10 所示的声卡托盘或在声卡驱动文件夹内双击“CRYSoundCpl”进入配置界面，依据图 2.11 完成声卡配置。



图 2.10 声卡托盘图标

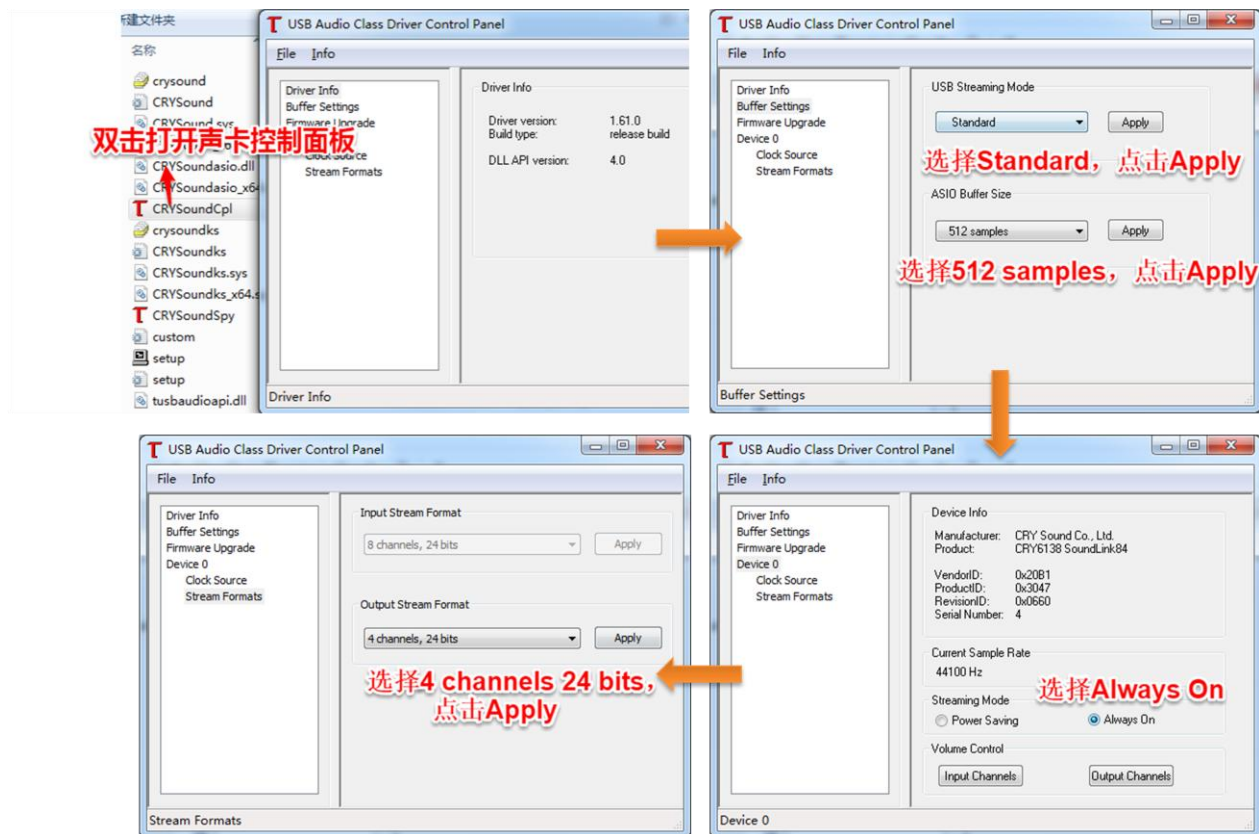


图 2.11 声卡配置步骤

备注：

- (1) 声卡设置选择后请务必点击 Apply，使设置生效；
- (2) 请在关闭测试软件后设置声卡；

为了检验驱动是否成功安装，可以进行如下操作：

- (1) 如图 2.7，鼠标右键选择桌面上“我的电脑\管理”，打开“计算机管理”对话框。
- (2) 在“计算机管理”对话框中左边窗口，点击设备管理器，在右边窗口点击“声音、视频和游戏控制器”前面的“+”，显示所有项目，如图 2.8 所示；
- (3) 查看“声音、视频和游戏控制器”项中是否有“CRY6138 SoundLink84”项，若有则说明已经成功安装，若没有，则需要重新安装。

2.3 CRY6151 软件安装

CRY6151 软件为绿色软件，无需安装，只需打开软件包中对应的 CRY6151.exe 文件即可。

第 3 部分 软件介绍

3.1 用户管理

3.1.1 用户登录

软件启动时，弹出用户登陆对话框，如图 3.1。用户分为工程师和操作员，工程师和操作员登陆是否需要密码由用户自主选择。软件出厂时，工程师和操作员的出厂密码均为空。



图 3.1 登录对话框

3.1.2 用户管理

用户登录后，可以自由更改用户密码，点击菜单“设置”→“修改密码”进入修改密码界面，如图 3.2 所示。

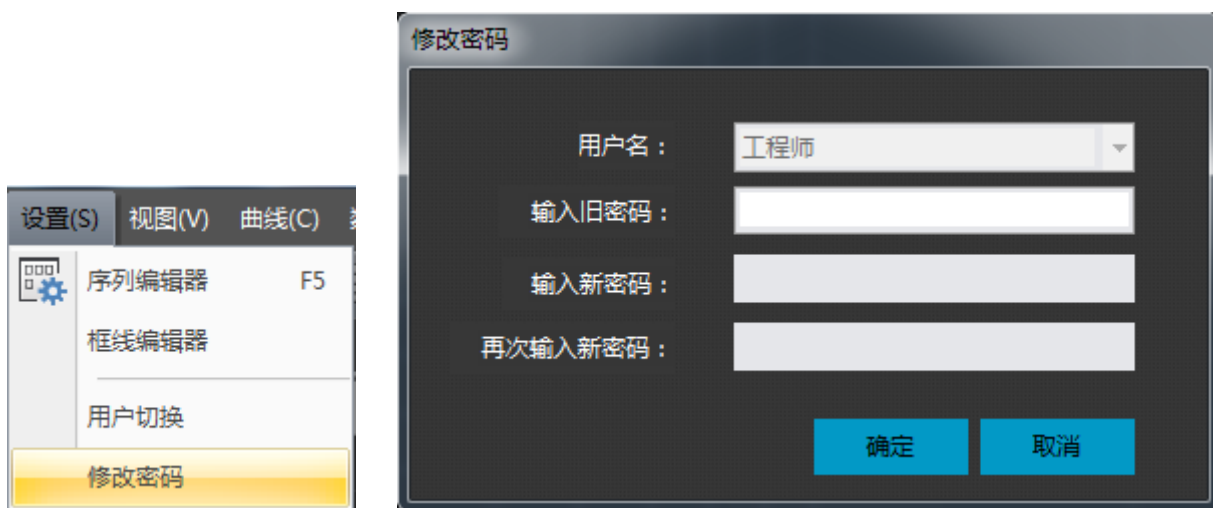
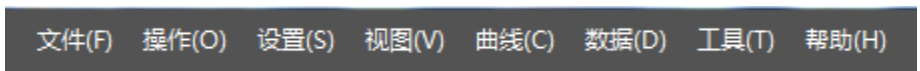


图 3.2 修改密码

“工程师”和“操作员”的区别在于使用软件的权限不同，工程师可以修改软件的各类参数，而操作员只能进行一些基本操作，如测试、停止、保存等功能。

3.2 菜单栏介绍



软件菜单项如图 3.3 所示：

图 3.3 菜单栏

3.2.1 文件（F）

“文件（F）”下拉菜单如图 3.4 所示。

- 新建(N)：新建一个测试序列，后缀名为.cry；
- 打开(O)：打开一个已存在的测试序列文件，后缀名为.cry；
- 保存(S)：保存当前的测试序列；
- 另存为(A)：另存为当前的测试序列；
- 打印(P)、打印选项(T)、打印预览(V)、打印设置 (R)：与打印相关的设置项；
- 退出(X)：退出软件。



图 3.4 文件菜单

3.2.2 操作（O）

“操作（O）”下拉菜单，如图 3.5 所示。

- 仪器校准（C）：包括仪器内部校准、测量传声器校准、仿真嘴校准；
- 单次测试：启动一次测试，快捷键 F2；
- 连续测试：启动循环测试，快捷键 F3；
- 停止测试：停止测试，快捷键 F4。



图 3.5 操作菜单

3.2.3 设置（S）

“设置（S）”下拉菜单，如图 3.6 所示。

- 序列编辑器：设置测试参数，包括输入输出、灵敏度设置、失真度设置、平衡度设置等，快捷键 F5；
- 框线编辑器：设置曲线的判定框线，快捷键 F8；
- 用户切换：更换登录账号；
- 修改密码：修改登录密码；



图 3.6 设置菜单

3.2.4 视图（V）

“视图（V）”下拉菜单，如图 3.7。

- 新建曲线窗口：新建窗口用于显示测试的曲线；

- 水平平铺窗口：水平方向平铺曲线窗口；
- 垂直平铺窗口：垂直方向平铺曲线窗口；

窗口平铺先按照测试步骤顺序排序，在同一个步骤中的窗口按照窗口上下位置排序（鼠标最后点的窗口在最上面）。

- 新建数据窗口：显示用户关心的数据，包括频响、失真度、阻抗、平衡度等，可自由设定显示项及显示位置；
- 差值窗口：显示频率点之间的差值，可以计算同一测试步骤的不同频率点灵敏度的差值，或是计算不同测试步骤不同或相同频率点灵敏度的差值；
- 总判定窗口：该窗口用于显示测试总的合格/不合格信息。



图 3.7 视图菜单

3.2.5 曲线 (C)

“曲线 (C)”下拉菜单，如图 3.8。

- 频响 (FR)：当前激活的窗口中添加/删除频响曲线；
- THD：当前激活的窗口中添加/删除 THD 曲线；
- THD+Noise：当前激活的窗口中添加/删除 THD+N 曲线；
- Rub&Buzz：当前激活的窗口中添加/删除 Rub&Buzz 曲线；
- Rub&Buzz Norm：当前激活窗口中添加/删除 Rub&Buzz Normalized 曲线；
- 阻抗曲线：当前激活的窗口中添加/删除阻抗曲线；
- 相位曲线：当前激活的窗口中添加/删除阻抗曲线；
- 平衡度曲线：当前激活的窗口中添加/删除平衡度曲线。



图 3.8 曲线菜单

3.2.6 数据 (D)

“数据 (D)”下拉菜单，如图 3.9。

- 保存数据：保存当前测试的数据，格式为图片文件(jpg 格式)或 Excel 文件；
- 打开曲线：在当前激活的曲线窗口中，显示保存的曲线；
- 回显曲线列表窗：批量保存和显示测试曲线；
- 数据库文件设置：设置需要保存到数据库中的内容，包括文件名、路径、灵敏度、阻抗等参数。
- 数据库文件保存：启动/关闭数据库文件保存功能。
- 导出报告：设置、导出测试报告，word 格式。

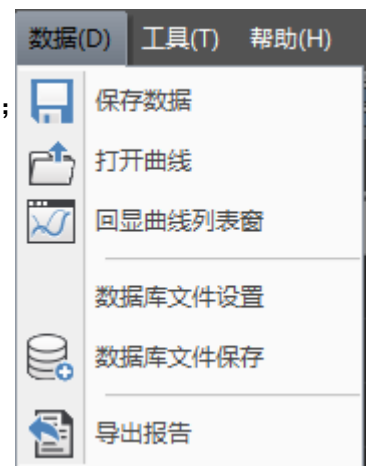


图 3.9 数据菜单

3.2.7 工具 (T)

“工具 (T)”下拉菜单，如图 3.10 所示。

- 仪器自检：CRY6151 测试仪硬件自检；
- 万用表 (M)：打开一个万用表，具体使用请参考 3.9 章节；
- 信号发生器 (S)：打开一个信号发生器，具体使用请参考 3.10 章节；
- 选项 (O)：设置软件的一些系统参数，包括总判定设置、USB 声卡设置等。



图 3.10 工具菜单

3.3 测试序列和测试步骤



图 3.11 软件启动窗口

启动软件，第一次登陆时，程序界面如图 3.11 所示，测试序列为空，在起始页对话框中，用户可以选择“新建序列”、“打开序列”、“使用指南”以及退出程序。在对话框右侧显示最新打开的测试序列。

CRY6151 V8.0 软件的文件组织架构为测试序列和测试步骤。测试序列可以包含一个或者多个测试步骤。

在开始测试前，用户需进行以下操作（以新建一个测试序列为例）。

第一步：新建测试序列，如图 3.12 所示操作，选择保存的序列路径和序列名称；

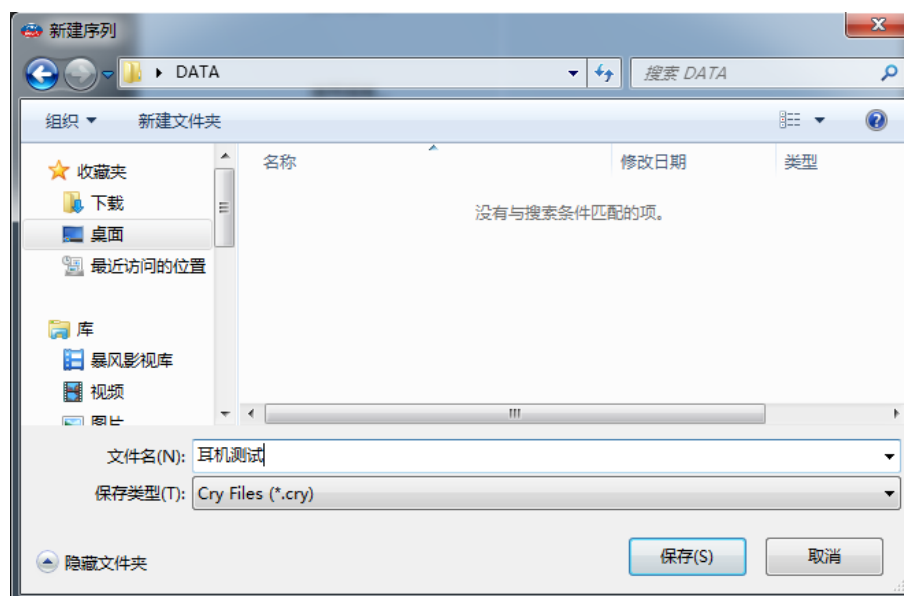


图 3.12 新建测试序列示意图

第二步：在执行完成第一步操作后，仅仅创建了一个空的测试序列，需要继续添加测试步骤，默认会新建一个测试步骤，如图 3.13 所示，输入步骤名称和选择器件类型，点击“确定”按钮。

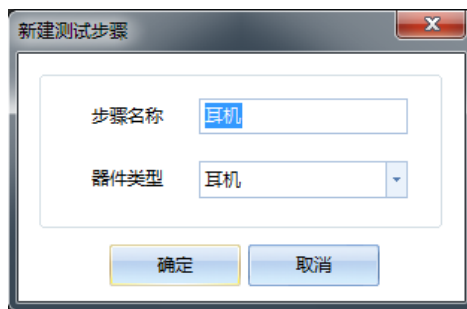


图 3.13 新建测试步骤示意图

第三步：设置测试参数，详细的测试参数设置参考第四章的软件设置部分。

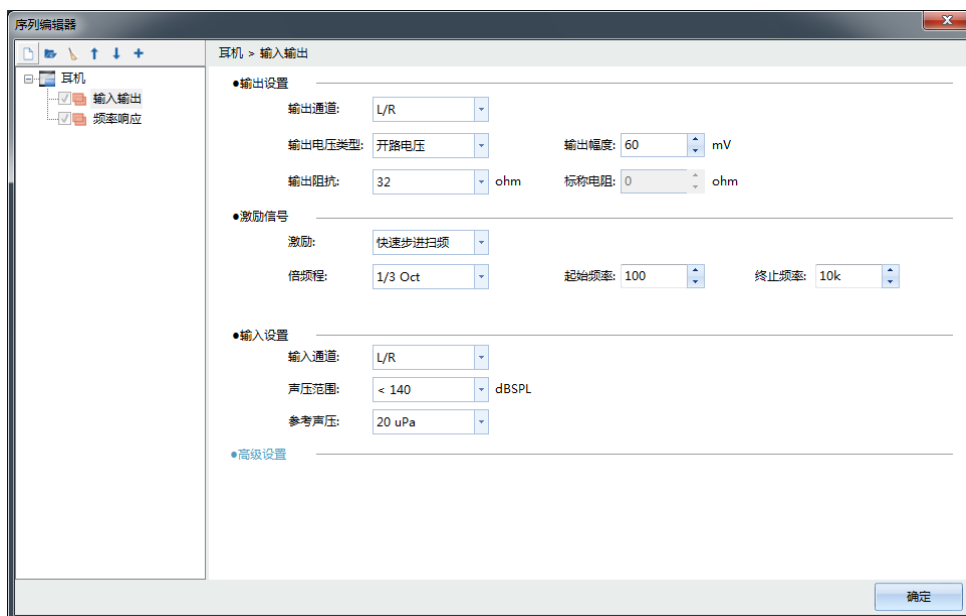


图 3.14 设置测试参数示意图

3.4 仪器校准

打开方式：菜单栏“操作”→“仪器校准”，或右击曲线界面选中“仪器校准”，弹出图 3.15 对话框：



图 3.15 仪器校准对话框

3.4.1 仪器内部校准

点击“仪器内部校准”，等待会提示“校准通过”或“校准失败”若提示失败请检查线路连接。

3.4.2 测量传声器校准

进行左测量传声器校准，连接线路如图 3.16 所示，校准后正常显示数值在 25—45mV/Pa 左右，若数值很小，考虑 CRY5611 声级校准器是否打开、校准器电量不足、线路接触不良等情况。

如有需要，则进行右传声器校准，与左传声器校准方法相同，唯一注意需将右传声器连接至右传声器输入。

如果知道测量传声器的灵敏度，也可以手动输入灵敏度数值。

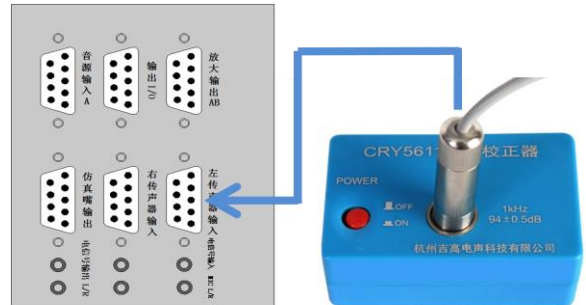


图 3.16 左传声器校准连线示意图

3.4.3 仿真嘴校准

选择仿真嘴输出时，需要进行仿真嘴校准，CRY6151 系统有两个仿真嘴输出通道，根据实际连线选择仿真嘴 1 或仿真嘴 2 进行校准。实际的校准频率为选择的测试步骤频率。



图 3.17 仪器校准对话框（仿真嘴校准激活）

以“仿真嘴 1 校准”为例说明。单击“仿真嘴 1”，弹出图 3.18 所示对话框。

注意：必须使用左测量传声器进行仿真嘴校准。

- 仿真嘴校准声压：目标声压，将仿真嘴校准到某个声压级，例如 94dB；
- 有效频率起点、有效频率终点：校准的起止频率；
- 校准后最大偏差：判断校准完成的条件，当校准的曲线在起止频率范围内与目标声压的偏差小于“校准后最大偏差”时，校准自动停止，完成校准；

- 开始校准：点击该按钮开始进行校准；
- 停止校准：点击该按钮强制停止校准；
- 恢复出厂设置：恢复校准数据为出厂时提供的数据；
- 退出：退出校准，软件会提示是否保存该次校准结果。

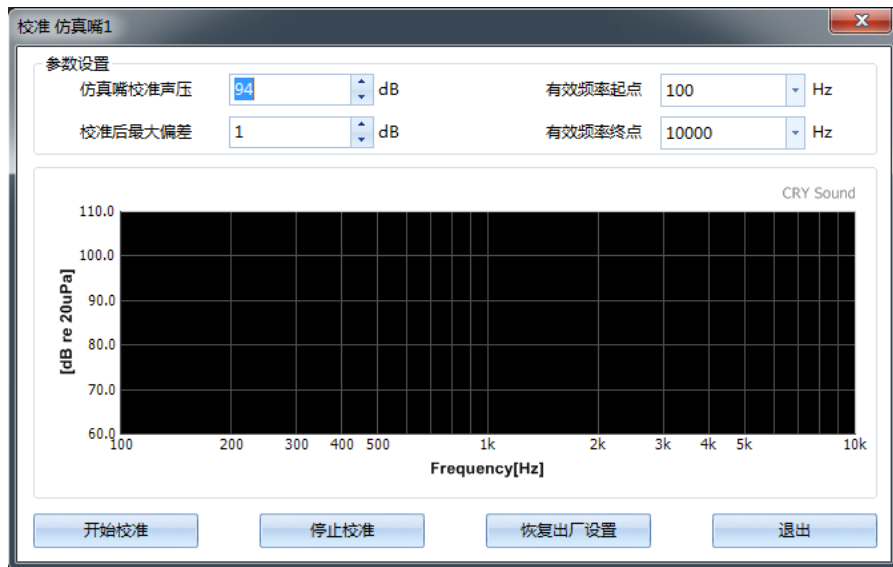


图 3.18 仿真嘴校准对话框

3.5 界面显示

3.5.1 添加曲线窗口

曲线窗口是显示各类曲线的模块，一个曲线窗口可显示多条测试曲线。

打开方式：菜单栏“视图（V）”→“新建曲线窗口”、工具栏“新建曲线窗口”按钮、右键“新建曲线窗口”。

点击新建之后界面便会弹出曲线选择对话框，如图 3.19 所示，说明如下。

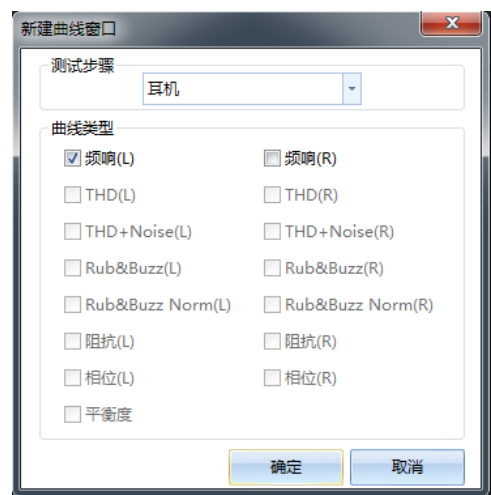


图 3.19 新建曲线窗口

测试步骤：选择需要新建曲线的测试步骤；

曲线类型：频响、THD、THD+Noise、Rub&Buzz、Rub&Buzz Norm, 阻抗、相位、平衡度，多种曲线类型可供选择，只有测试的曲线高亮供用户选择，其余项屏蔽，用户可通过序列编辑器添加需要的测试项使其高亮。

用户也可在一个已建的曲线窗口中添加曲线显示类型。操作方式：鼠标单击需要添加曲线的窗口使其选中，随后在菜单栏“曲线”选择需要显示的类别及通道，如图 3.20 所示。

新建曲线窗口并添加频响曲线左通道，效果如图 3.21。

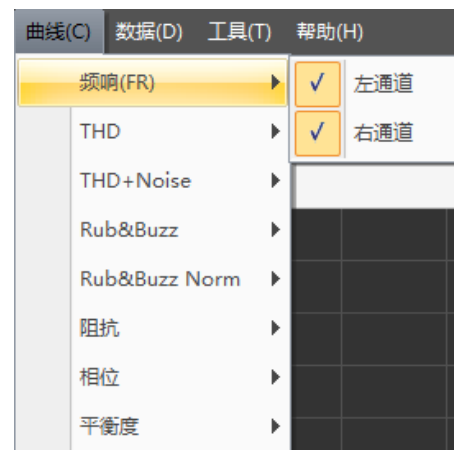


图 3.20 添加曲线

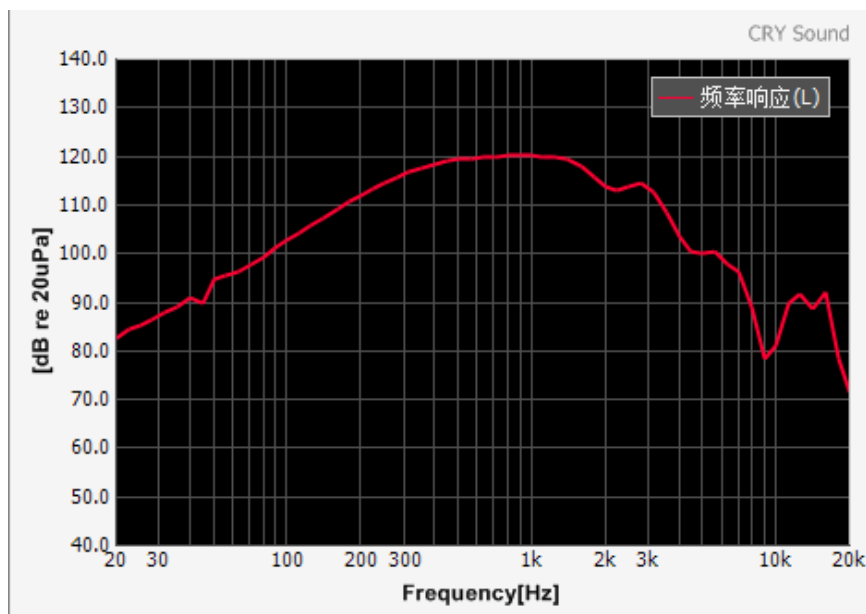


图 3.21 添加曲线效果图

曲线窗口可以依据客户需要进行个性化设置，具体如下：

(1) 图形设置

图形界面上双击鼠标左键，弹出图形属性对话框，图 3.22；



图 3.22 图形属性对话框



图 3.23 修改坐标轴参数示意图

- 图形(Graph)：修改图形的背景颜色和面板颜色；
- 坐标(Axis)：修改坐标轴的文本颜色和线条颜色；
- 图例(Legend)：控制图例的显示，水平对齐方式和垂直对齐方式；
- 标题(Title)：控制标题的显示，颜色和文本内容。

(2) 坐标轴参数设置

在需要更改的坐标端点处双击，可以修改坐标轴范围，更改数值后鼠标在其他任意处左键单击，确认修改。如图 3.23 所示修改 Y 轴最小值。

(3) 曲线设置

在曲线或图例对应的曲线名称上双击，可以修改曲线参数。如图 3.24 所示

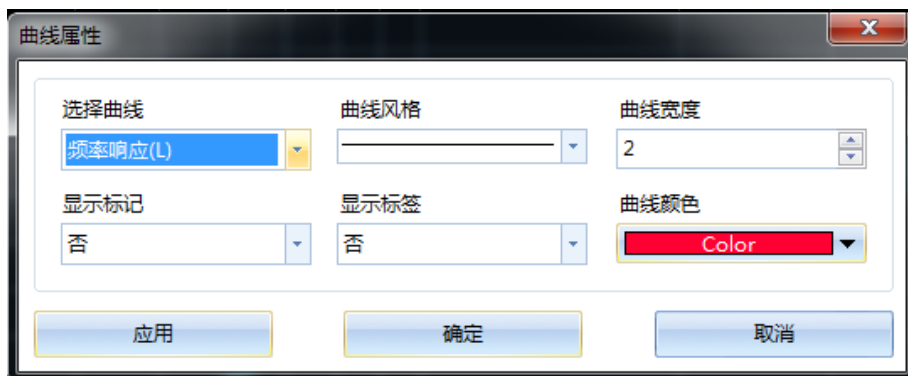


图 3.24 曲线属性对话框

(4) 图形滚动及缩放

鼠标左键选中曲线窗口，滚动鼠标中键实现曲线图形上下滚动；按住 Ctrl 键的同时滚动鼠标中键实现曲线图形缩放。

(5) 曲线添加原则

一个曲线窗口中最大只允许添加两个 Y 轴单位，分别停靠在窗口的左右，如图 3.25 所示。若用户继续添加第三组 Y 轴，例如阻抗曲线，则会弹出图 3.26“最多只能添加两组坐标系曲线”的提示框。

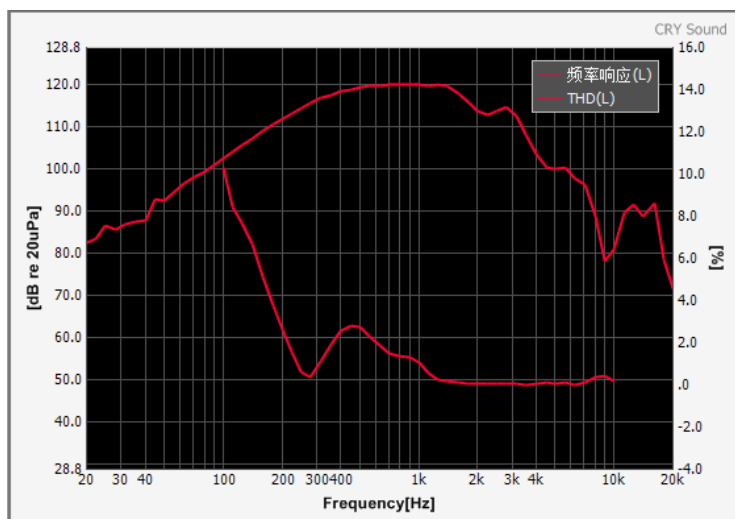


图 3.25 窗口添加多组单位曲线示例



图 3.26 坐标轴上限提示对话框

(6) 游标显示

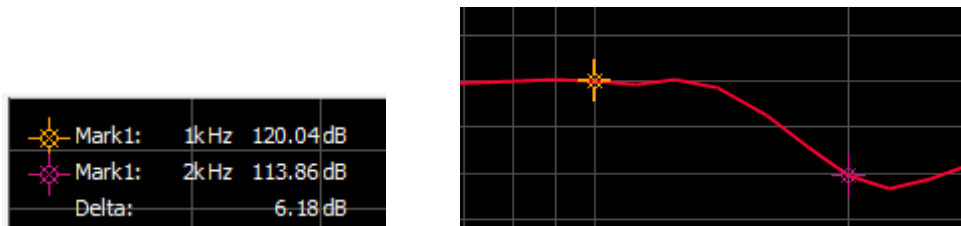


图 3.27 游标显示

曲线窗口右键，在右键菜单有“显示游标”和“固定游标”选项。

显示游标：选中则在图形窗口左上角显示两个游标数值并在曲线上显示两个十字光标，如图 3.27；选中游标并按住鼠标左键可在曲线上随意拖动游标，或者使用键盘上的左右方向键左右移动游标，上下方向键切换游标曲线。

固定游标：将禁用鼠标左键拖动游标功能，键盘方向键仍然可用。

3.5.2 排列曲线窗口

软件可对曲线窗口进行平铺排列，分为水平平铺窗口和垂直平铺窗口，效果如图 3.28 及 3.29。

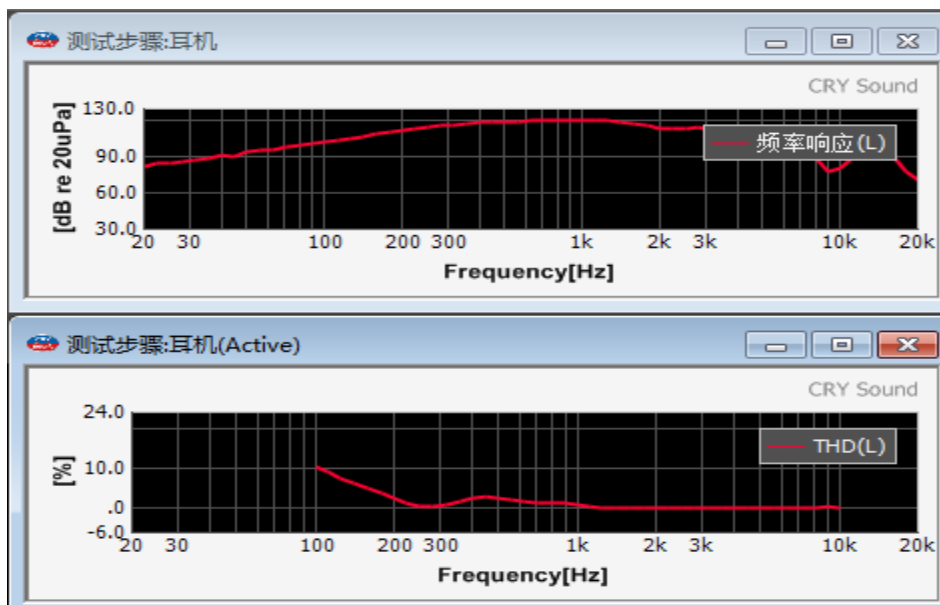


图 3.28 水平平铺窗口

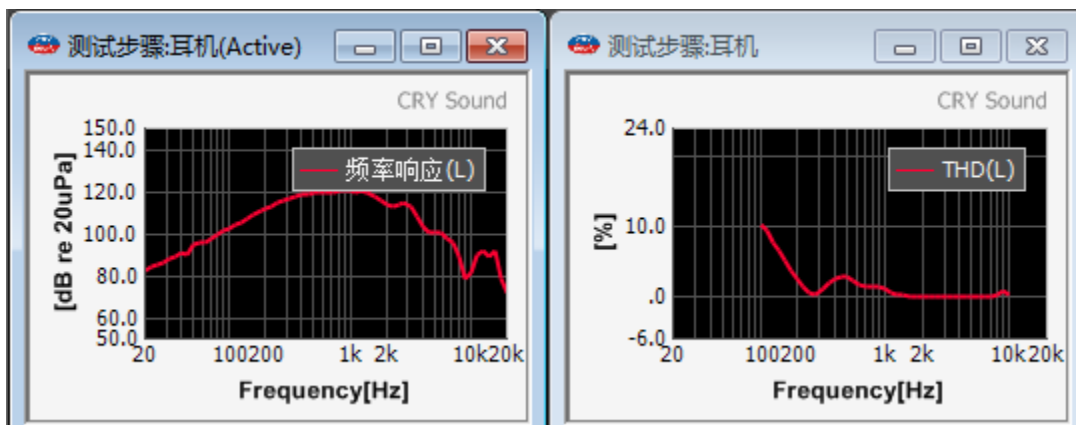


图 3.29 垂直平铺窗口

窗口排列顺序：

- (1) 按照测试步骤顺序划分区域，不同步骤的曲线窗口不会交叉。
- (2) 在一个测试步骤中的窗口，按照鼠标点击的逆序排序。即在点击曲线分布按钮前最后点击的窗口会出现在步骤窗口所在区域的最前方。

3.5.3 添加数据窗口

打开方式：点击菜单“视图(V)”→“新建数据窗口”、工具栏“新建数据窗口”按钮、右键“新建数据窗口”或快捷键 F10，弹出如图 3.30 所示对话框，功能选项说明如下：

- 步骤名称：序列可能具有多个测试步骤，因此在新建数据窗口时，需要选择对应的测试步骤；
- 停靠位置：设置新建的数据窗口停靠在界面的初始位置，分为左、右。添加后也可自由拖动；
- 内容：选择需要观察数据的内容，包括灵敏度、失真度、平衡度等；对话框左侧会自动识别正在测试的项目并显示，用户只需选择需要显示的数据项，通过右移按钮完成选择即可，即右侧即为选中显示的数据项。



图 3.30 数据类别管理

单击确定后完成数据窗口添加，在空白处鼠标右键，会弹出相应的设置菜单，如图 3.31。

- 添加：在不同的类别位置点击鼠标右键，则添加对应类别的频率和测试内容。例如在类别“频响(L)”上点击右键弹出的菜单中，可以添加频率，平均频响和框线判定等。
- 删除：删除选中的某一项数据；
- 设置范围：设置选中的某一项数据的合格上下限；
- 类别管理：在数据窗口中添加或删除数据类别；
- 展开所有：展开所有数据项；
- 折叠所有：折叠所有数据项；



图 3.31 数据窗口右键菜单

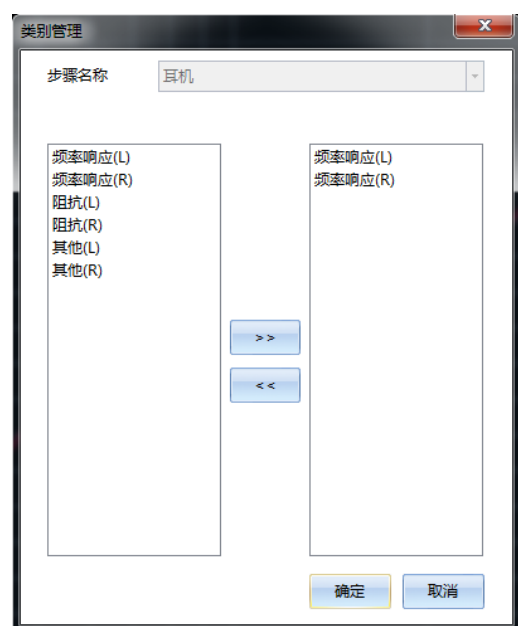


图 3.32 数据窗口类别管理

在步骤测试完成后，会刷新数据窗口的数据并且判定内容是否合格，合格时背景颜色显示合格颜色，不合格时，数据背景颜色显示不合格颜色，合格颜色在“工具”→“选项”→“判定”中设置。

数据项不折叠时和折叠时合格显示分别如图 3.33 所示，折叠时显示的是某个类别下的总的判定。

频率响应(L)	1k	88.69 dB
频率响应(R)	1k	60.68 dB

频率响应(L)	PASS
频率响应(R)	PASS

图 3.33 数据合格判定示例

在数据窗口最下方，显示的是整个数据窗口的判定合格。

在数据窗口中，双击相应的行（第一列），可以弹出对应的设置界面。例如双击 1k，则弹出频响上下限及修正对话框，这一功能极大地方便用户修改设定值。

以下对各个类别下可以添加显示的数据进行简要的罗列(前提是添加了所有的测试项)：

- 频响 L/R：各个频率点的频响值、平均频响、框线、频响分档、框线分档；
- THD L/R：各个频率点的 THD 值、框线；
- THD+Noise L/R：各个频率点的 THD+Noise 值、框线；
- Rub&Buzz L/R：各个频率点的 Rub&Buzz 值、框线；
- Rub&Buzz Normalize L/R：各个频率点的 Rub&Buzz Normalize 值、框线；
- 阻抗 L/R：各个频率点的阻抗值、框线、TS 参数等；
- 相位 L/R：各个频率点的相位值、框线；
- 平衡度：各个频率点的平衡度值、平均频响的平衡度值、框线；
- 其他 L/R：延迟时间、左右位置、极性、咪头电压、咪头电流等。

3.5.4 状态栏

在整个程序最下方，显示的是程序的状态栏，分别显示测试的状态、测试所花费的时间、当前打开的测试序列存储位置、当前的序列号、数据库是否自动保存数据，如下图所示。

停止测试	1.77 s	序列：C:\Users\CRY\Desktop\DATA\耳机测试\耳机测试.cry	序列号：	停止保存数据
------	--------	--	------	--------

图 3.34 状态栏

3.5.5 总判定窗口

点击菜单“视图”→“总判定窗口”，可以控制总判定窗口的显示及隐藏。

总判定窗口用来显示总的测试判定结果或者测试状态，选中总判定窗口后按住鼠标左键移动鼠标可以移动窗口到任意位置，下次打开后窗口会恢复到程序上次关闭时的位置。

在窗口上右键菜单或者主菜单“工具”→“选项”→“判定”中，可以设置窗口字体颜色属性等，详情请参考 4.14.1。

3.5.6 差值窗口

差值窗口的功能是计算指定测试步骤及频率点的频响差，特别适合于测试指向性咪头。

点击菜单栏“视图”→“差值窗口”，曲线界面上部弹出差值窗口，可通过在此窗口中鼠标右键→“设置”，修改差值设置项，此对话框分两个属性页。

- 差值设置，如图 3.35 左：

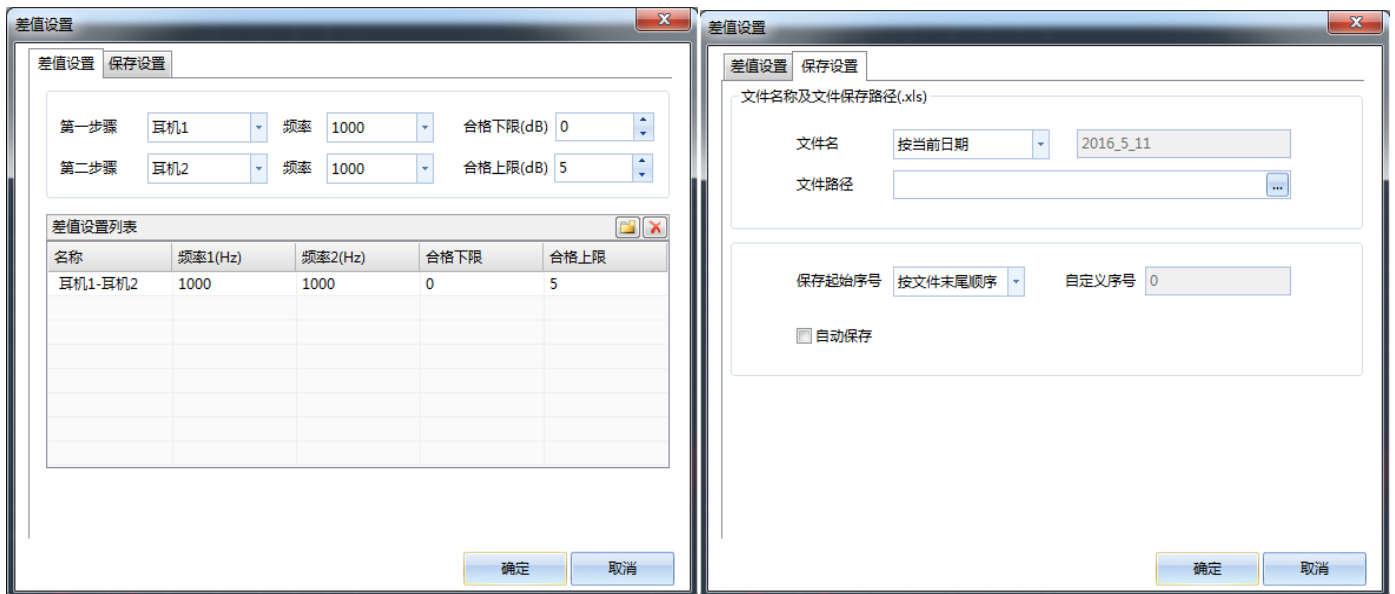


图 3.35 差值设置对话框

- ✓ 可通过下拉菜单选择测试步骤及参与计算的频率点，差值数据为第一步骤频响值减去第二步骤频响值；
- ✓ 合格上下限：设置合格范围，再上下限范围内即刻个，在差值窗口中以绿色字符显示，反之红色字符；
- ✓ 添加、删除：在差值列表中添加或删除差值项，软件计算列表中所有的差值项。

- 保存设置，如图 3.35 右：

- ✓ 文件名：文件名称可在按当前日期与自定义中选择；
- ✓ 文件路径：可通过浏览按钮选中文件的保存路径；
- ✓ 保存起始序号：默认为按文件末尾顺序，即继续上次保存文件的最后序号，也可自定义；
- ✓ 自动保存：打√代表每次执行扫频则保存差值数据；

3.6 仪器自检

打开方式：菜单栏“工具”→“仪器自检”，弹出如图 3.43 左图所示对话框。点击“开始自检”按钮，等待片刻，若提示颜色显示绿色表示自检通过，若提示红色则代表仪器存在问题。



图 3.36 仪器自检

3.7 万用表

打开方式：菜单栏“工具”→“万用表”，弹出如图 3.37 所示对话框。

信号通道：标准传声器（L）、标准传声器（R）、电信号输入（L）、电信号输入（R）。

设置一段时间，求取这段时间内采集到的信号的电平值（RMS），并显示于输入店铺文本框内。



图 3.37 万用表

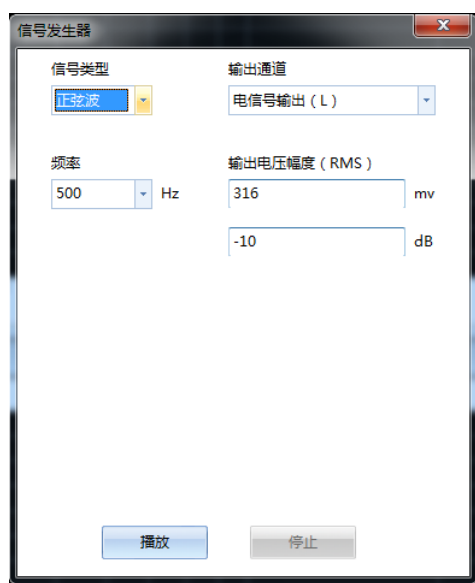


图 3.38 信号发生器

3.8 信号发生器

打开方式：菜单栏“工具”→“信号发生器”，弹出如图 3.38 所示对话框。

信号类型：正弦波和 WAV 文件。选择正弦波时，输出对话框中设定频率、幅度的信号；选择 WAV 文件时，选择磁盘上的 WAV 文件路径，播放此文件。

输出通道：电信号输出（L）、电信号输出（R）、电信号输出（L&R）以及仿真嘴输出，设置信号的输出端口。

当选择正弦波信号以及仿真嘴输出时，还可以选择“均衡”，即校准后的声压信号，用户选择校准文件并设置输出声压。

第 4 部分 软件设置

4.1 序列和步骤

序列就是一个测试列表，后缀名.cry，一个序列可包含一个或多个测试步骤，而步骤则是测试的基本单元。比如带麦克风的耳机测试序列，一般包含耳机测试步骤和麦克风测试步骤。

序列的新建和保存等功能在主菜单“文件”中完成。请勿在序列文件夹内新建或删除任何文件，否则会引起序列的未知错误。

菜单栏“设置”→“序列编辑器”（快捷键 F5），打开序列编辑器。



图 4.1 序列编辑器界面

序列编辑器左上角六个功能按钮说明：

- 新建步骤：点击“新建步骤”按钮，选择步骤类型，步骤的类型有测试步骤、消息、触发、序列号、串口、IO、蓝牙连接、跳转和自定义，测试步骤就是通常所称的步骤。一般不做特殊说明，下文中步骤就是指测试步骤，其他的类型称为辅助步骤。各个类型都将会在接下来的章节中详细解释。
- 添加步骤：点击“添加步骤”按钮，添加一个现有的测试步骤，现有的测试步骤必然是在序列所在的文件目录下。
- 删除选择：删除选中的步骤。
- 步骤上移、下移：上下移动步骤顺序，调整测试顺序。
- 添加测试项：添加测试步骤的子项。根据选择不同的器件类型，可以选择不同的测试项，器件类型选择自定义时，显示所有的测试项。测试项前面的复选框如果打勾则测试该项，不打勾则不测试。

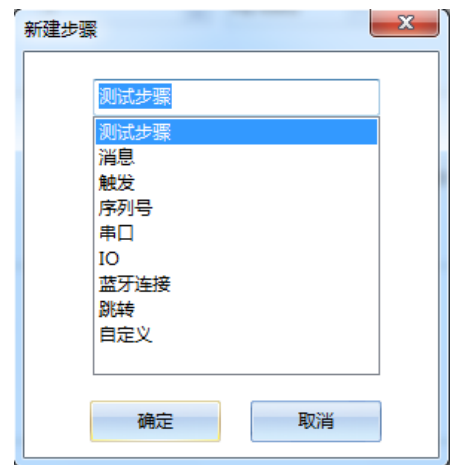


图 4.2 新建步骤对话框

4.2 测试步骤

选择新建测试步骤后，弹出如图 4.3 所示对话框，用户可输入步骤名称和器件的类型。选择不同的器件类型，软件将呈现不同的设置内容。

器件类型：受话器、耳机、扬声器、驻极体麦克风、动圈麦克风、硅麦克风、USB 耳机、蓝牙耳机、USB 麦克风、蓝牙麦克风和自定义。

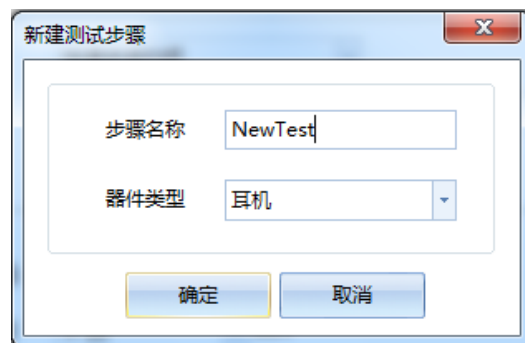


图 4.3 新建测试步骤对话框

- 受话器、耳机、扬声器：输出端口固定为电信号输出，输入端口固定为标准传声器输入，输出电压类型可选择开路电压或器件激励电压。可测试频响、THD、Rub&Buzz、阻抗、相位、极性参数。
- 驻极体麦克风(即咪头)、动圈麦克风、硅麦克风：输出固定为仿真嘴输出，驻极体麦克风、硅麦克风输入端口固定为咪头输入，动圈式麦克风输入固定为电信号输入。可以测试频响、THD、Rub&Buzz、相位、极性参数，驻极体麦克风还可测试麦克风电流。
- USB 耳机、蓝牙耳机：输出端口固定为 USB 声卡，采样信号为 48kHz，16bit 数字信号。选择 USB 耳机时，需要在“工具”→“选项”→“USB 声卡”中选择声卡名称。如果仪器只连接了一个 USB 声卡设备，则会选择唯一的 USB 声卡作为测试声卡。选择蓝牙耳机时，使用 CRY574 蓝牙 dongle 作为 USB 声卡，同时需要在测试步骤之前添加“蓝牙连接”辅助步骤连接蓝牙耳机。输入端口固定为“标准传声器”输入。
- USB 麦克风、蓝牙麦克风：输出端口固定为仿真嘴端口，输入端口为 USB 麦克风声卡。
- 自定义：此时将不再限制输入输出和测试内容，用户可以自由设置各个参数，此类型具有最多的测试项。

本章以器件类型自定义作为示例，并且添加了所有的测试项（测试项前的复选框打勾才有效）。

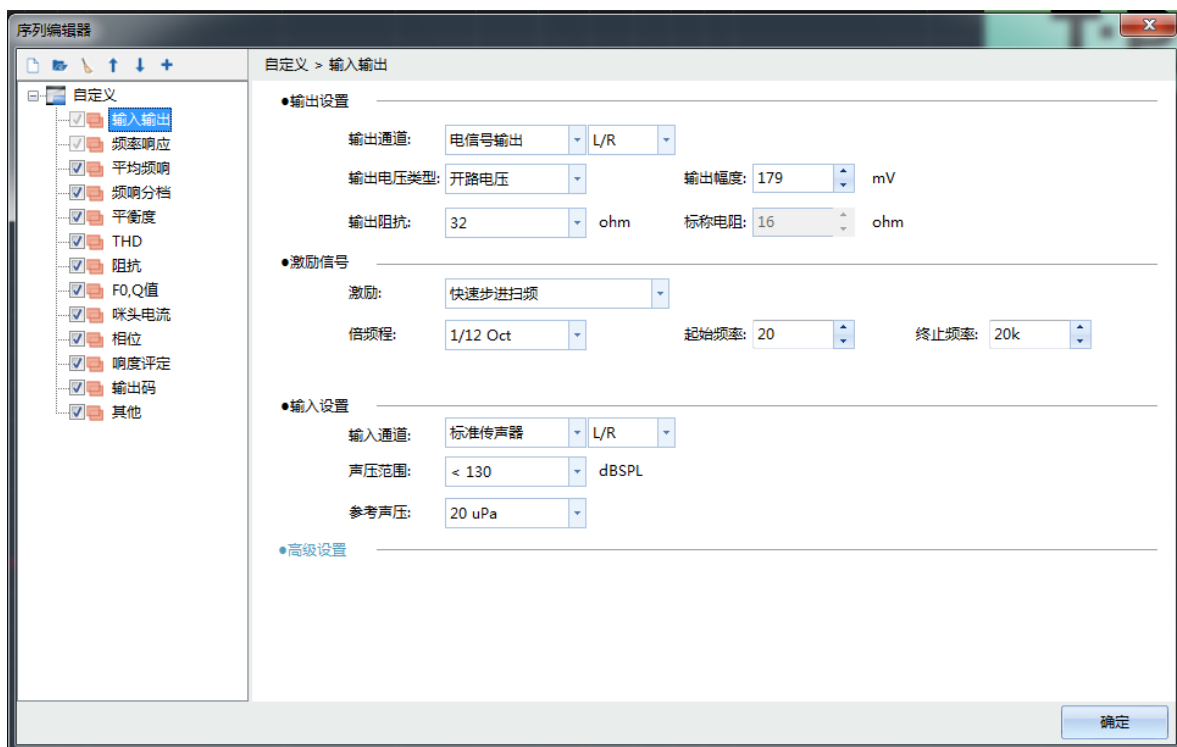


图 4.4 输入输出设置

4.2.1 输入输出

输入输出设置界面如图 4.4 所示。

1. 输出设置

- 输出通道：电信号输出、仿真嘴输出、USB 耳机输出。电信号输出和 USB 耳机输出可以选择 L、R 和 L/R 通道，仿真嘴输出可以选择仿真嘴 1 和仿真嘴 2。
- 输出电压类型：仿真嘴声压、开路电压和激励电压。
 - ✓ 仿真嘴声压是仿真嘴校准后加入了均衡器的声压，输出幅度可以选择 Pa RMS 或 dB re 20uPa，其中 1Pa RMS 就等于 94dB re 20uPa；
 - ✓ 开路电压：是指电路开路时的输出电压，一般用于电信号输出和 USB 耳机输出，如图 4.5 中 V；
 - ✓ 激励电压：是指实际加载在器件两端的电压，如图 4.5 中 V1，计算原理及公式如图 4.5 及式 4.1；
- 输出阻抗：选择电路内部串联电阻阻抗值，如图 4.5 中 R1；
- 标称阻抗：器件的实际阻抗，如图 4.5 中 R2。

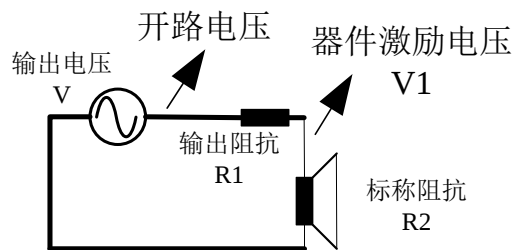


图 4.5 输出电压电路说明

$$V1 = V \times \frac{R2}{R1+R2} \quad (4.1)$$

2. 激励信号：

- 激励：有效值、快速步进扫频、高精度步进扫频、多音测试、白噪声、粉红噪声；

其中测试 Rub&Buzz，THD+Noise，Rub&Buzz Norm 时，必须选择高精度步进扫频算法，不同的激励算法的测试内容如表 4.1。

表 4.1 激励算法和可测试内容

可测试内容	频响	THD	Rub&Buzz	阻抗	相位	极性&左右位置
有效值	✓			✓		✓
快速步进扫频	✓	✓		✓	✓	✓
高精度步进扫频	✓	✓	✓	✓	✓	✓
多音测试	✓					
白噪声&粉红噪声	✓					

- 倍频程：1/3、1/6、1/12、1/24 四种倍频程可选。
- 起始频率、终止频率：设置扫频范围。

3. 输入设置

- 输入通道：标准传声器输入、咪头输入、电信号输入、USB 麦克风输入四选一。
- 测试通道：L（左通道）、R（右通道）、L/R（左右通道）。
- 声压范围：设置标准传声器声信号输入范围，设置范围值应大于且最接近于实际测量灵敏度曲线的最大值。
- 电压范围：设置咪头或电信号输入范围，设置范围值应大于且最接近于实际测量灵敏度曲线的最大值。
- 声压参考 0dB：选择参考声压 20uPa、1Pa，一般使用 20uPa。

注意：为方便用户使用，软件中已将器件类型与输入输出端口一一对应。例如，若用户选择器件类型为耳机，则默认输入输出端口分别为传声器输入、电信号输出，设置界面也不再显示端口选择项。特殊器件请选择自定义器件类型。

4.2.2 频率响应

频率响应测试项完成频响的修正和单点合格上下限，界面如图 4.6：

- 通道总修正：对曲线上每个频率点加上总修正值；
- 频率点修正：实现单个频率点的修正，同时设置该点的合格上下限。
- 标准曲线修正：方法一可通过读取标准曲线文件和测试曲线文件的数据相减得到数据修正值。要求两个数据文件频率点必须一致，且和当前测试步骤的频率点一致。经过标准曲线修正后，可以将测试曲线修正为标准曲线。方法二可通过点击“实测”按钮，弹出“实测平均曲线”对话框，可在“连续测试次数”文本框中输入 N，从而测试 N 条曲线并计算出平均曲线作为修正曲线并保存为文件。
- 曲线平滑：曲线滑动平均的次数。

自定义 > 频率响应

● 左通道

☐ 通道总修正 0 dB 设置参数 左通道复制到右通道

☐ 频率点修正

频率(Hz)	修正值(dB)	合格下限(dB)	合格上限(dB)
1000	0	-160	160

☒ 标准曲线修正 标准曲线 ... 左通道 实测

测试曲线 ... 左通道 实测

● 右通道

☐ 通道总修正 0 dB 设置参数 右通道复制到左通道

☐ 频率点修正

频率(Hz)	修正值(dB)	合格下限(dB)	合格上限(dB)
1000	0	-160	160

☐ 标准曲线修正 标准曲线 ... 左通道 实测

测试曲线 ... 左通道 实测

● 曲线平滑

☐ 曲线平滑（滑动平均的次数） 1

图 4.6 频率响应设置对话框

备注：左右通道设置方法一致，且软件支持左、右通道设置项的相互复制。

4.2.3 平均频响



图 4.7 平均频响设置对话框

● 平均频响计算范围

- ✓ 扫频上下限法：根据用户设置的扫频上下限计算平均频响；
- ✓ 选定上下限法：根据用户设置的起始频率、终止频率计算平均频响；
- ✓ 选定频点法：根据用户选定的几个频率点计算平均频响；

● 左、右平均频响修正值、合格上下限设置：可在表格中自由设定

备注：平均频响的计算通过对数运算法则计算。

4.2.4 频响分档

频响分档包括频率点频响分档和频响曲线分档（框线分档），界面如图 4.8、图 4.9 所示。

（1）频率点频响分档

- ✓ 添加、删除参与分档判定的频率点，可通过 ctrl 键多选，最多不超过 4 个。
- ✓ 分档设置：将被测曲线中参与判定的频率点的灵敏度值进行归档。

分档结果将在数据观察窗口中的“频率响应”→“频响分档”内显示。

（2）框线分档：框线分档是指设定 N 条框线，按照分档次序将实际测试曲线与 N 条框线进行相交性判断，若测试曲线落在符合的框线内则分档结束，分档结果为第一组不想交的框线的名称；如果不落在框线内则继续判定下一条框线，以此类推。分档结果在数据观察窗口中“频率响应”→“框线分档”内显示。若显示“none”表示被测曲线不落在任何一条框线内。**注意：框线分档只有在入框方式选择定框法或归零法时才有效。**

因此一般排在前面的分档要求比较严格，例如分档 1 偏移量为 ± 1 ，分档 2 偏移量为 ± 2 ，分档 3 偏移量为 ± 3 ...，分档结果为第一组符合分档要求的框线。

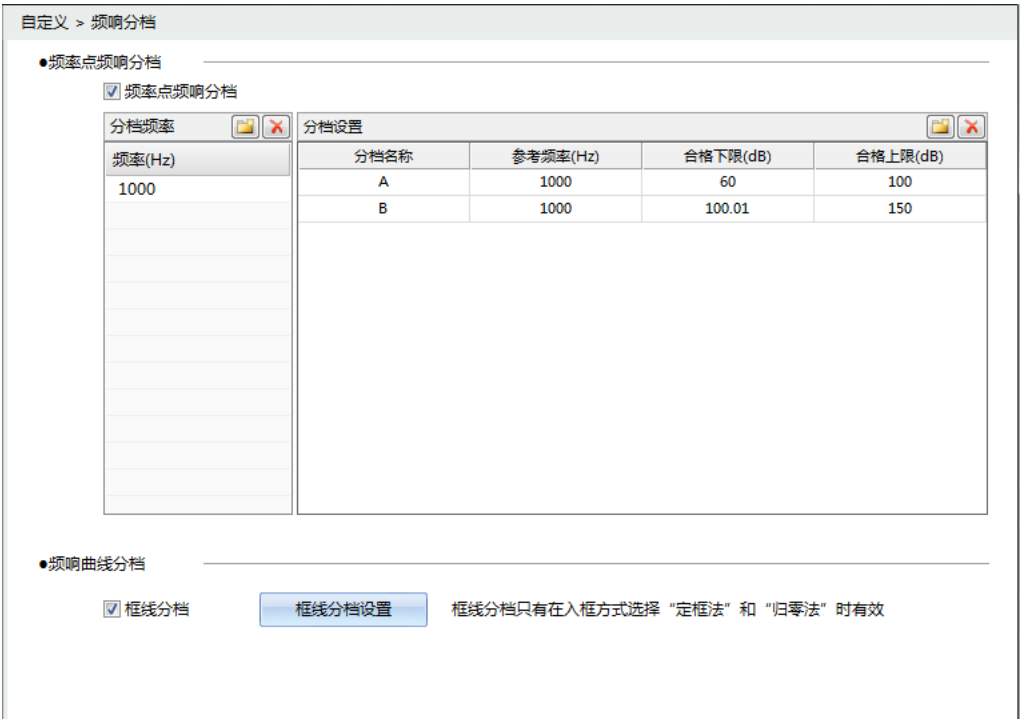


图 4.8 频响分档设置对话框

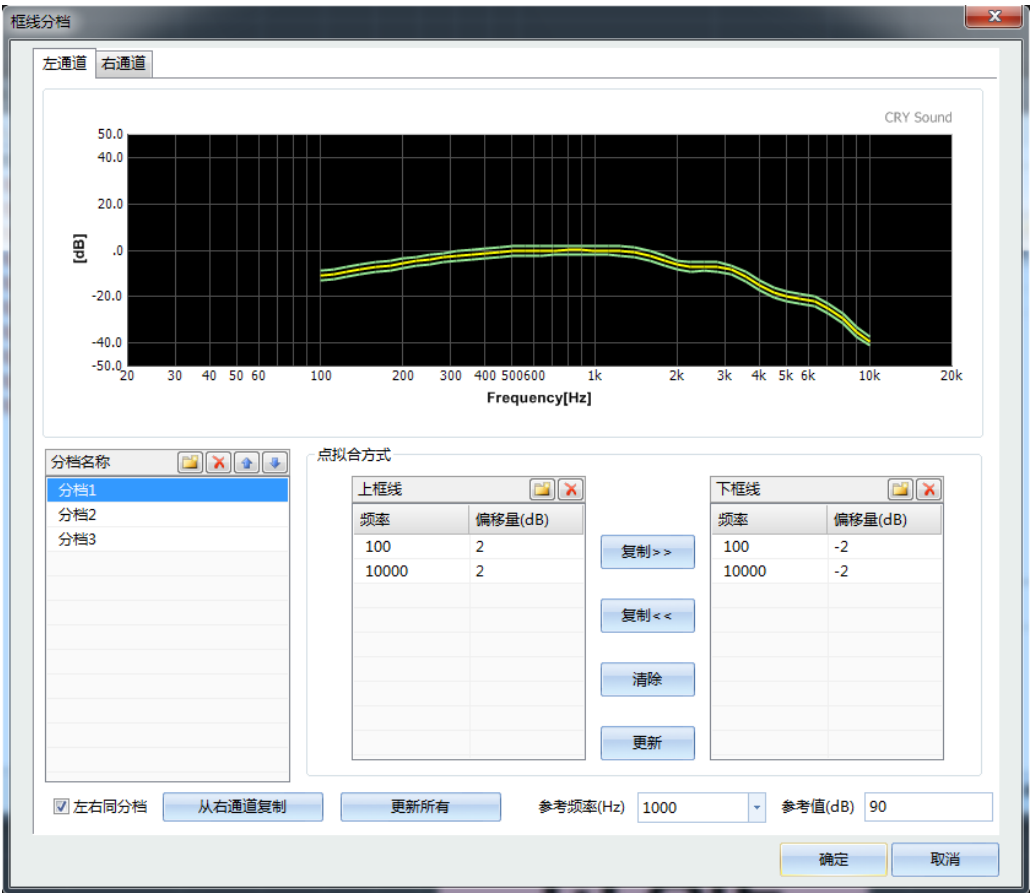


图 4.9 框线分档设置对话框

- ✓ 分档名称：用户定义的名称，可以添加、删除、上移、下移分档；
- ✓ 点拟合方式：按照点拟合方式根据偏移量计算框线；
- ✓ 复制>>、复制<<：上下框线频率和偏移量的复制；

- ✓ 清除：清除上下偏移量列表。
- ✓ 更新：重新刷新图形上的分档框线。
- ✓ 左右同分档：勾选时，左右通道使用左通道的框线分档数据；不勾选时，左右通道独立使用各自的分档数据；
- ✓ 更新所有：更新所有分档数据，特别当测试曲线重新测试后，可以刷新所有的分档框线；
- ✓ 参考频率和参考值：框线的参考频率和参考值，和框线设置中的参数一致。

4.2.5 平衡度

当输入通道选择 L/R 时，通过左频响减右频响，可以计算平衡度。

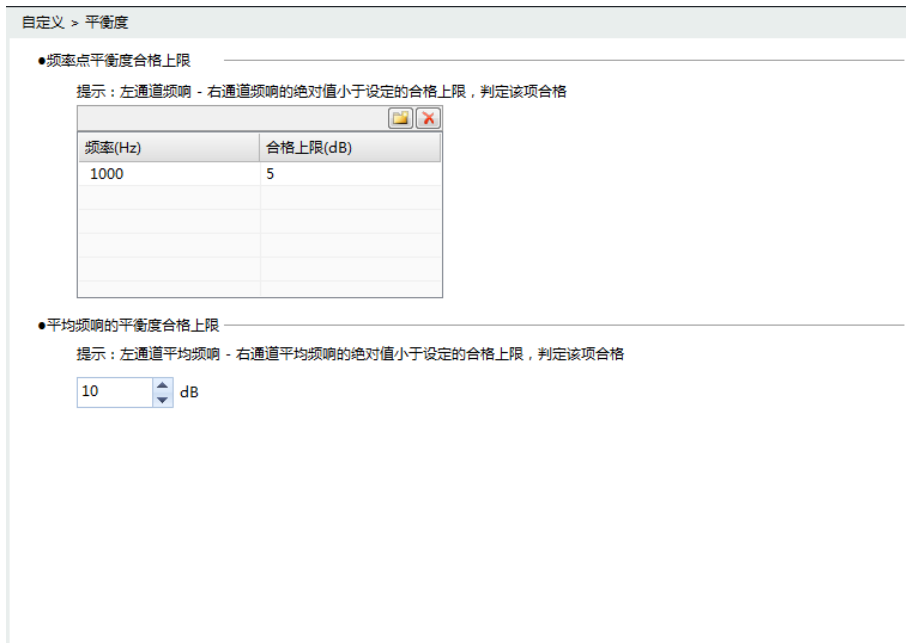


图 4.10 平衡度设置对话框

- (1) 频率点平衡度合格上限：平衡度的单点判定，如果单点平衡度的绝对值小于或等于合格上限，则判定为合格，反之不合格。
- (2) 平均频响的平衡度合格上限：即左通道平均灵敏度与右通道平均灵敏度差值的绝对值的合格上限。

4.2.6 THD

THD 即总谐波失真。

- (1) 谐波阶数及频率范围：可以设置 THD 的谐波阶数，一般 THD 的谐波成分都在 2、3 次谐波，所以选择 1、2、3 即可。起始频率和终止频率即 THD 的频率范围。
- (2) 修正方法：THD 修正可以选择相加或相乘修正值。
- (3) 通道总修正：THD 曲线的总修正值。
- (4) 频率点修正：THD 单点的修正值和合格上限。

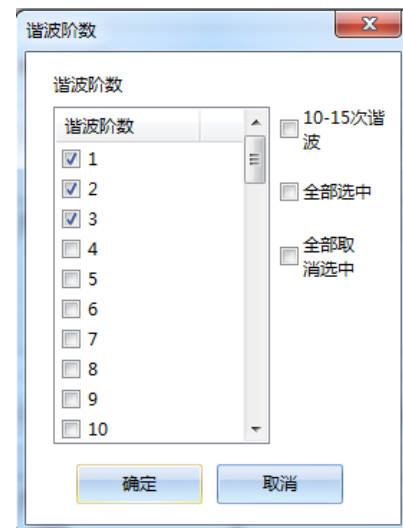


图 4.11 谐波阶数设置

备注：左右通道设置方法一致，且软件支持左、右通道设置项的相互复制。

自定义 > THD

●谐波阶数及频率范围

谐波阶数设置 起始频率: 100 终止频率: 10000

●修正方法

修正方法: 相加

●左通道

☐ 通道总修正 0 % 设置参数 左通道复制到右通道

☒ 频率点修正

频率(Hz)	修正值(%)	合格上限(%)
1000	0	5

●右通道

☐ 通道总修正 0 % 设置参数 右通道复制到左通道

☒ 频率点修正

频率(Hz)	修正值(%)	合格上限(%)
1000	0	5

图 4.12 THD 设置对话框

4.2.7 阻抗

自定义 > 阻抗

●左通道阻抗测试

☐ 通道总修正 0 ohm

☐ 频率点修正 设置参数 左通道复制到右通道

频率(Hz)	修正值(ohm)	合格下限(ohm)	合格上限(ohm)
1000	0.0	10.0	50.0

●右通道阻抗测试

☐ 通道总修正 0 ohm

☐ 频率点修正 设置参数 右通道复制到左通道

频率(Hz)	修正值(ohm)	合格下限(ohm)	合格上限(ohm)
1000	0.0	10.0	50.0

图 4.13 阻抗设置对话框

- (1) 通道总修正：阻抗曲线的总修正值。
- (2) 频率点修正：添加、删除、修改任意频率点的修正值及合格上下限；

备注：左右通道设置方法一致，且软件支持左、右通道设置项的相互复制。

4.2.8 F0、Q 值

F0、Q 值等测试参数结果在数据观察窗口中“阻抗”内显示，界面如图 4.14 所示，具体设置说明如下：

- (1) 直接计算：通过查找阻抗曲线的最大值来计算 F0。
- (2) 二项式拟合：通过二项式拟合来计算阻抗曲线的最大值，最终的 F0 的值不一定是扫频频率中的频率点。
- (3) F0 的起始频率和终止频率：查找或计算的 F0 的频率范围。
- (4) 各个参数：Rac 是指阻抗曲线中 F0 频率点后第一个最小值对应的交流阻抗值；Zm 是指阻抗曲线中 F0 对应的频率点处的交流阻抗值。RΔ 是指 Zm 与 Rac 的差值；Qm 是机械品质因数，Qt 是总品质因数。

自定义 > F0,Q值

●F0的计算方法

☒ 直接计算

☐ 二项式拟合 参 数: 0.3 ?

●F0测试参数设置

F0的频率计算范围: 起始频率: 100 Hz 终止频率: 1000 Hz

F0,Rac,RΔ,Zm,合格上下限设置		
测试项	合格下限(Hz/ohm)	合格上限(Hz/ohm)
F0	100	1000
Rac	0	100
RΔ	0	100
Zm	0	100
Qm	0	100
Qt	0	100

●F02测试参数设置

F02的频率计算范围: 起始频率: 100 Hz 终止频率: 1000 Hz

F02,Rac2,RΔ2,Zm2,合格上下限设置		
测试项	合格下限(Hz/ohm)	合格上限(Hz/ohm)
F0	100	1000
Rac	0	100
RΔ	0	100
Zm	0	100

图 4.14 F0、Q 值设置对话框

4.2.9 咪头电流

咪头电流设置说明如下：

自定义 > 咪头电流

●麦克风工作电压及限流电阻设置

提示：设置完DCV，DCR后，请点击“应用”按钮，同时确保被测麦克风处于断开状态

直流电压(DCV): 2.5 V 限流电阻(DCR): 2200 ohm

应用

电压电流合格上下限设置		
电压电流	合格下限(mA/mV)	合格上限(mA/mV)
咪头电流	20	200
咪头电压	0	10

图 4.15 咪头电流设置对话框

- (1) 麦克风工作电压及限流电阻设置：设定需要的工作电压 DCV 及限流电阻 DCR，电压可在 0—6V 之间设定，电阻提供 8 个常用阻值供选择；

注意：点击“电压电阻确定”按钮前需断开被测咪头。

- (2) 电压电流合格上下限设置：设定咪头电流、咪头电压合格上下限。

4.2.10 相位



图 4.16 相位设置对话框

- (1) 通道总修正：相位曲线的总修正值。
- (2) 频率点修正：相位单点的修正值和合格上限。

备注：左右通道设置方法一致，且软件支持左、右通道设置项的相互复制。

4.2.11 响度评定

响度评定设置界面如图 4.18 所示，表格中可实现多种响度评定项目的修正和合格上下限设置。

响度评定项目包括接受响度(RLR)、发送响度(RLR)、加权终端耦合损耗 (TCLW)、侧音掩蔽评定值(STMR)、静态发送噪音(Tx Noise)。具体说明如下：

响度评定值的修正及合格上下限	
项目	通道
发送响度(SLR)	左通
接收响度(RLR)	右通
发送响度(SLR)	
加权终端耦合损耗(TCLW)	
侧音掩蔽评定值(STMR)	
静态发送噪音(Tx Noise)	
静态接收噪音(Rx Noise)	
None	

图 4.17 响度评定项目列表



图 4.18 响度评定设置对话框

(1) 接收响度(RLR):

计算公式如下:

$$RLR = -\frac{10}{m} * \lg \sum_4^{17} 10^{\frac{m}{10}(S_{JE}-W_R)} \quad (4.2)$$

W_R ----RLR 的加权系数, 不同频率的 W_R 见表 4.2;

m ----斜率系数, $m=0.175$;

(2) 发送响度(SLR):

计算公式如下:

$$SLR = -\frac{10}{m} * \lg \sum_4^{17} 10^{\frac{m}{10}(S_{mj}-W_s)} \quad (4.3)$$

S_{mj} ----测试频率点频响;

W_s ----SLR 的加权系数, 不同频率的 W_s 见表 4.2;

m ----斜率系数, $m=0.175$;

(3) 加权终端耦合损耗 (TCLW):

计算公式如下:

$$TCLW = HCLW - (RLR + SLR) + 8 \quad (4.4)$$

HCLW: 麦克风测试频响, 计算方法同 SLR;

(4) 侧音掩蔽评定值(STMR):

计算公式如下:

$$STMR = -\frac{10}{m} * \lg (\sum_1^{20} 10^{\frac{m}{10}(S_{meST}-W_m)}) \quad (4.5)$$

W_m ----STMR 的加权系数, 不同频率的 W_m 见表 4.3;

m ----斜率参数, $m=0.225$;

表 4.2 响度评定值加权系数

频带序号 i	中心频率 Hz	发送加权系数 W _{si}	接收加权系数 W _{ri}	耳承声泄露系数 LE
4	200	76.9	85.0	8.4
5	250	62.6	74.7	4.9
6	315	62.0	79.0	1.0
7	400	44.7	63.7	-0.7
8	500	53.1	73.5	-2.2
9	630	48.5	69.1	-2.6
10	800	47.6	68.0	-3.2
11	1000	50.1	68.7	-2.3
12	1250	59.1	75.1	-1.2
13	1600	56.7	70.4	-0.1
14	2000	72.2	81.4	3.6
15	2500	72.6	76.5	7.4
16	3150	89.2	93.3	6.7
17	4000	117.0	113.8	8.9

表 4.3 侧音加权系数

频带序号 i	中心频率 Hz	侧音加权系数 W_{MSi}
1	100	110.4
2	125	107.7
3	160	104.6
4	200	98.4
5	250	94.0
6	315	89.8
7	400	84.8
8	500	75.5
9	630	66.0
10	800	57.1
11	1000	49.1
12	1250	50.6
13	1600	51.0
14	2000	51.9
15	2500	51.3
16	3150	50.6
17	4000	51.0
18	5000	49.7
19	6300	50.0
20	8000	52.8

4.2.12 输出码

在测试步骤的输出码中完成输出编码，如图 4.19，而在辅助步骤 IO 中则确定哪几项进行 IO 输出，两个部分共同完成 IO 输出码。

可以设置测试项的合格/不合格码、频响分档编码、框线分档编码。编码为 8 位二进制 0,1 数字，分别对应 IO 端口上的 8 个引脚。1 表示高电平（3.3V），0 表示低电平(0V)。

耳机 > 输出码

●测试项输出

名称	合格码	不合格码
☐ 频率响应(L)		
1000		
框线		
☐ 频率响应(R)		
1000		
框线		
☐ THD(L)		
1000		
☐ THD(R)		

●频响分档输出

频响分档 IO输出		
分档名称	左输出编码	右输出编码
A		
B		

●框线分档输出

框线分档 IO输出(左通道)	
分档名称	输出编码

框线分档 IO输出(右通道)	
分档名称	输出编码

图 4.19 输出码设置对话框

4.2.13 其他设置

耳机 > 其他

●极性测试

☒ 极性测试 ☒ 相关法 ☐ 脉冲法

判定条件

☒ 自定义 左合格 右合格

☐ 同号合格

●左右位置测试

☒ 左右位置测试

●延迟时间

合格下限 ms

合格上限 ms

图 4.20 其他设置对话框

（1）极性测试

需要测试极性时，勾选“极性测试”复选框。极性测试有“相关法”和“脉冲法”两种。

选择自定义时,用户可以任意设置判定符号，选择“同号合格”时，当左右都为“+”或都为“-”时，判定合格。

（2）左右位置测试

勾选“左右位置测试”复选框，可以测试器件左右位置，此时“输入输出”设置输入通道选择必须是“L+R”。

（3）延迟时间合格上下限设置。

4.3 消息

在步骤中，选择“消息”，弹出图 4.21 消息设置对话框，可以设置延迟时间、编辑显示的消息字符。例如，如图 4.21 设置消息，则当序列测试至消息步骤时，会弹出如图 4.22 所示消息显示对话框，等待 3s 自动退出或点击“确定”提前手动跳出消息对话框。

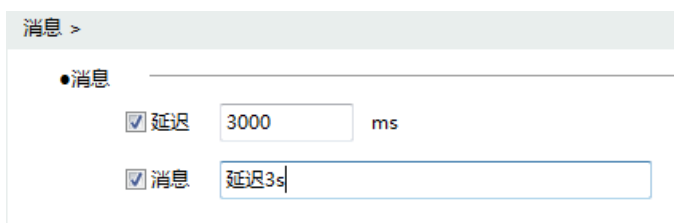


图 4.21 消息设置对话框



图 4.22 消息提示效果图

4.4 触发

在步骤中，选择“触发”，弹出图 4.23 触发设置对话框。触发可以选择 I/O 触发或者阻抗触发。

（1）IO 触发：在 IO 输入端用脚踏开关触发，检测的是低电平触发信号，当触发开关一直常闭时，会一直进行测试。

（2）阻抗触发：在电信号输出端检测阻抗信号，当有器件接入时，会触发测试。阻抗触发要求步骤必须使能阻抗测试，且输出阻抗要尽可能的接近测试器件阻抗。

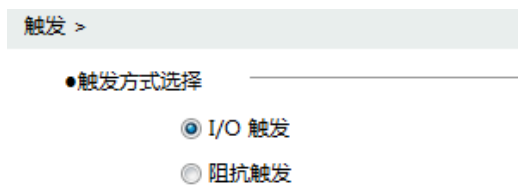


图 4.23 触发设置界面

等待IO触发信号..

等待阻抗触发信号..

图 4.24 触发显示界面

4.5 序列号

在步骤中，选择序列号，显示序列号设置对话框。用户设置的序列号是纯整数且选择自动递增时，序列每次执行到这一步序列号都会自动加 1。

在序列号显示对话框中，依据设置的序列号进行显示，也可手动输入，点击“开始测试”进行测试，点击“退出测试”会停止序列的测试。



图 4.25 序列号设置界面



图 4.26 序列号显示界面

4.6 串口



图 4.27 串口设置对话框

串口支持和外部设备(例如 PLC 等)以及软件间的串口通讯。

输入输出支持十六进制和文本两种方式，用户可自行选择串口输入或输出。

- 串口输入：执行到串口步骤时，程序会弹出等待提示窗，等待串口指令，当收到的串口指令中包含设置的指定指令时，不区分大小写，程序执行下一个步骤。如图所示，等待文本“Start”，当串口收到“Start”字符串时，程序执行下一个步骤(注：包含关系，例如“Start”，“Start1”等都可以)。

等待串口指令..

图 4.28 等待串口指令提示对话框

注：在串口输入时，还可以根据 CRY6151 串口通讯指令，来获取测试的数据或判定结果。详细指令见附录 1（CRY6151 串口通讯指令）。串口等待时，设置的文本尽量和指定的串口指令不同。

- 串口输出：执行到串口步骤时，根据设置的序列判定结果，输出不同的字符串。选择文本时（非十六进制），可以选择“发送新行”，在文本最后加入回车和换行（“\r\n”）。如果要固定输出一个字符串，可以把“合格时发送”和“失败时发送”选项都选上，在对应的文本中设置需要输出的字符串即可。

4.7 IO 编码



图 4.29 IO 编码输出设置对话框

该步骤会输出一个 IO 编码，如图 4.29 所示。编码顺序为 D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0。IN 引脚为触发开关，低电平有效。编码输出 0 表示低电平，1 表示高电平（3.3V）。

- 固定输出：固定输出勾选时，IO 端口输出一个固定的编码；
- 总判定输出：总判定勾选时，根据总判定的合格或不合格，与步骤输出的编码相加（“或”的关系）进行输出。
- 步骤输出：每个测试项都可以根据合格或不合格输出编码，编码在步骤的“输出码”中设置。输出编码为每个步骤的编码相加（“或”的关系），如果勾选了总判定输出，则还要加上总判定的编码（“或”的关系）。

4.8 蓝牙连接

本步骤在测试蓝牙设备时使用，会连接一个蓝牙设备。本步骤只能添加一个，具有全局性。设置完后，整个测试序列中的蓝牙耳机和蓝牙麦克风都会使用本步骤的设置。所以，本步骤应该放在蓝牙耳机或蓝牙麦克风测试之前。

“蓝牙连接”使用的配对 Dongle 为本公司自行开发的 CRY574 BlueTooth Dongle。具有配对速度快，使用方便，连接稳定等特点。成功连接 Dongle，会在声卡中显示“CSR Audio Dongle”声卡名称。

测试步骤中的“蓝牙连接”是设置界面，测试显示界面在主界面窗口“蓝牙连接”中，如果窗口原始没有打开，则执行此步骤时会显示该窗口，如图 4.30。

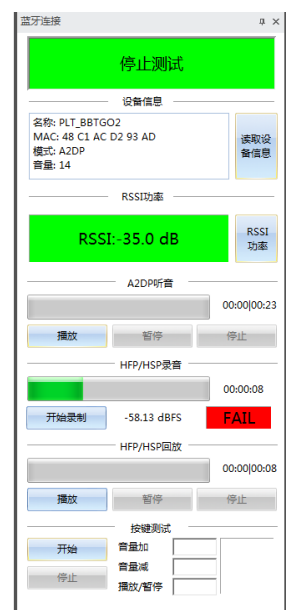


图 4.30 蓝牙连接显示界面

4.8.1 配对连接

蓝牙的配对有三种方式，搜索配对、自动配对和 MAC 地址配对，其中搜索配对本质上还是 MAC 地址配对。三种模式的设置对话框如图 4.31。以下对蓝牙设置进行详细讲解：



图 4.31 搜索配对设置对话框

1. 搜索配对：当软件开始测试时，会向 CRY574 发送自动搜索命令，CRY574 则返回搜索到设备的名称、RSSI 功率值以及蓝牙设备的 MAC 地址。当勾选“设备名称配对”时，软件会比较搜索到的设备名，当设备名称包含设置的名称时，使用该设备的 MAC 地址进行配对。当勾选“按 RSSI 值配对”时，软件会比较搜索到的设备的 RSSI 值，当该值超过设置的 RSSI 下限时，会使用该设备的 MAC

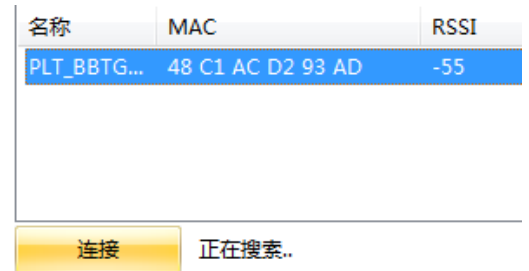


图 4.32 手动选择蓝牙设备

地址进行配对。如果两者都勾选，则需要两个条件都满足才会使用 MAC 地址配对。当然，如果设置的设备名称或 RSSI 下限不合理时，用户也可以手动选择设备，进行 MAC 配对。如图 4.32 所示，选中 PLT_BBTGO2 设备后，手动点击“连接”按钮配对。

2. 自动配对：当软件开始测试时，会向 CRY574 发送自动配对命令，CRY574 则会随机连接最先搜索到的蓝牙设备。
3. MAC 地址配对：使用 MAC 地址进行配对。MAC 地址为 6 位十六进制数值。地址输入方式可以是扫码输入、手动输入或 NFC 模式读取。

- 扫码输入：通过扫描枪扫描条形码或二维码输入，当选择保存前 N 位地址时，扫码结束后，后 6-N 位数值会呈现选中状态如图 4.33。一般扫码输入该数值设置为 0。

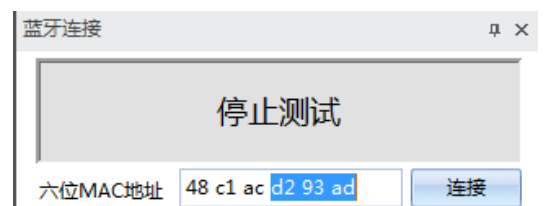


图 4.33 扫码输入保留 3 位蓝牙连接对话框

- 手动输入：通过键盘手动输入 MAC 地址，输入完成后点击“连接”按钮或回车键，连接蓝牙设备，当选择保存前 N 位地址时，输入结束后，后 6-N 位数值会删除掉。如图 4.34 所示为“保留前 3 位地址”时的输入结束状态。



图 4.34 手动输入保留 3 位蓝牙连接对话框

- NFC 模式：对于有些 NFC 芯片的蓝牙设备，可以通过读卡器读取设备的 MAC 地址。需要安装 NFC 专门的驱动程序。当设备连接后，在设备管理器中显示的是个串口，选择串口和波特率，就可以读取蓝牙设备的 MAC 地址了。



图 4.35 蓝牙连接状态提示

4. 超时时间：程序判定蓝牙连接的超时时间。当发送配对指令后开始计时，开始连接后，蓝牙连接窗口会显示“正在连接（n）”并开始计数；如果在超时时间内还没有连接成功，会显示“连接超时”，窗口背景为红色；如果在超时时间内连接成功，则显示“蓝牙已连接”，窗口背景为绿色。
 5. 耳机延迟：蓝牙耳机连接成功后，从准备耳机测试到耳机真正测试的时间。因为设备连接后需要一个稳定的过程，不同耳机的稳定时间不一样。
 6. 麦克风延迟：蓝牙麦克风连接成功后，从准备麦克风测试到麦克风真正测试的时间。因为设备连接后或者蓝牙模式切换（A2DP 到 HFP 切换）需要一个稳定的过程，不同麦克风的稳定时间不一样。
- 备注：耳机延迟和麦克风延迟是个全局量，序列中所有的设备类型为蓝牙耳机或蓝牙麦克风的步骤测试都需要延迟这个时间。
7. 每次连接都复位 dongle：在每次进行连接时先复位 Dongle。某些蓝牙设备可能连上几次后出现再也连接不上的状态，需要勾选此项复位 Dongle。复位 Dongle 一般需要花费 2-3s 时间。
 8. HFP 蓝牙 MIC 测试模拟来电接听：某些蓝牙设备，连接成功后切换成 HFP 模式 MIC 也不能采集声音，需要发送模拟来电命令后 MIC 才能采集声音。



图 4.36 功能测试设置对话框

4.8.2 功能测试

上一小结介绍了蓝牙连接中“配对连接”的设置选项，本小节则继续蓝牙连接另一模块“功能测试”，如图 4.36。若所有功能测试

1. 连接后自动测试：当蓝牙设备连接上后，自动进行功能测试，功能测试完成后再进行电声测试。若按图 4.36 完全勾选功能，则蓝牙连接及测试内容显示效果如图 4.30。
2. 读取设备信息：读取被测蓝牙设备信息，设备信息包括蓝牙设备名称、MAC 地址、模式、音量。
3. RSSI 功率：读取被测蓝牙设备 RSSI 功率值，并设置合格上下限进行判定。延迟时间是读取完 RSSI 功率后的等待时间，目的是为耳机听音准备时间。
4. A2DP 听音测试：在 A2DP 模式下，蓝牙设备播放一段选定的音乐，可以设置播放文件路径和播放的时间。
5. HFP/HSP 录音测试：在 HFP/HSP 模式下，蓝牙麦克风采集一段声音，可以设置录音时间和声音响度的合格下限。
6. HFP/HSP 回放测试：在 HFP/HSP 模式下，回放上一步骤录取的声音，可以设置回放时间。
7. 按键测试：在 HFP 模式下，可以检测设备“音量加”、“音量减”以及“播放/暂停”按键。

4.9 跳转

该步骤可以控制测试步骤的执行流程。

图 4.37 跳转设置对话框

首先判断本跳转步骤前选择的步骤或所有步骤是否合格。如果合格，则跳转到合格时选择的步骤；如果不合格，则跳转到失败时选择的步骤。测试次数用来控制跳转执行的次数，每次执行到本步骤时次数加 1。勾选“合格时跳出测试”选项时，如果判定的步骤测试合格，则停止计数，跳出循环，执行本跳转步骤之后的步骤。

4.10 自定义

该步骤为保留项。

4.11 框线设置

打开方式：菜单栏“设置”→“框线编辑器”； 曲线窗口鼠标右键，选择“框线编辑器”； 快捷键“F8”；

框线设置对话框如图 4.38 所示，有频率响应、THD、THD+Noise、Rub&Buzz、Rub&Buzz Norm、阻抗、相位、平衡度框线。曲线前面的复选框如果不打勾，则说明该条曲线无框。如果需要设置框线，必须勾选对应的复选框。下面以“频率响应”框线作为示例介绍。

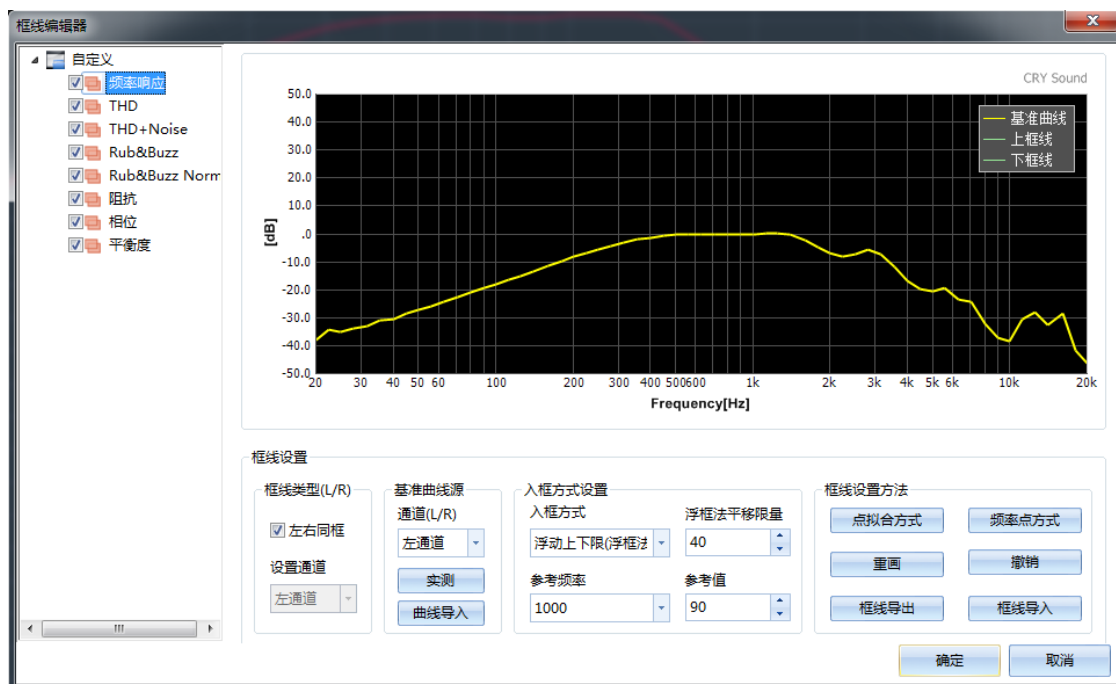


图 4.38 框线设置对话框

1. 框线类型（L/R）

- 左右同框：勾选时左右曲线使用相同的框线设置，包括形状和位置。不勾选时，左右曲线的框线各自独立设置。
- 设置通道：当“左右同框”不勾选时，选择需要设置框线的曲线通道。

2. 基准曲线源

- 通道(L/R)：选择基准曲线通道，即选择左通道的实际测试曲线还是右通道的实际测试曲线作为基准曲线。
- 实测：点击“实测”按钮时，设置测试的次数，求取曲线的平均值做为基准曲线。
- 曲线导入：从外部回显曲线格式的 excel 文件中导入曲线作为基准曲线。

3. 入框方式设置：入框方式有浮动上下限（浮框法）、绝对上下限(定框法)、平移数据（归零法）三种。

为了方便框线设置，软件中引入了参考值这一概念，即实际呈现的框线是按照绘制的框线+参考值得到的。框线设置界面中的基准曲线的绘制准则，是将实际曲线依据参考频率处平移到 0 得到。如图 4.38，参考频率 1k，参考值 90dB，则在设置框线完成后，1kHz 的框线中心点应该在 90dB。

● 浮动上下限(浮框法)：

框线能随着被测曲线整体上下平移，以“点拟合方式修改曲线”为例说明浮框法作用效果：

- ✓ 确定上下框线形状及位置；
- ✓ 当开始测试时，上下框线会随着被测曲线上下平移，浮框法的原则就是，使被测曲线尽可能多的点落在框线内，如果碰框，上下限会一起碰框。

注意：平移的范围不能超过“浮框法平移限量”，若超出，则将上下框线固定于“浮框法平移限量”处，即最近原则。

● 绝对上下限(定框法):

框线是固定不能移动的, 以“点拟合方式修改框线”为例说明定框法的原理及效果:

- ✓ 在框线设置界面完成上下框线设置, 以被测曲线上、下平移作为框线;

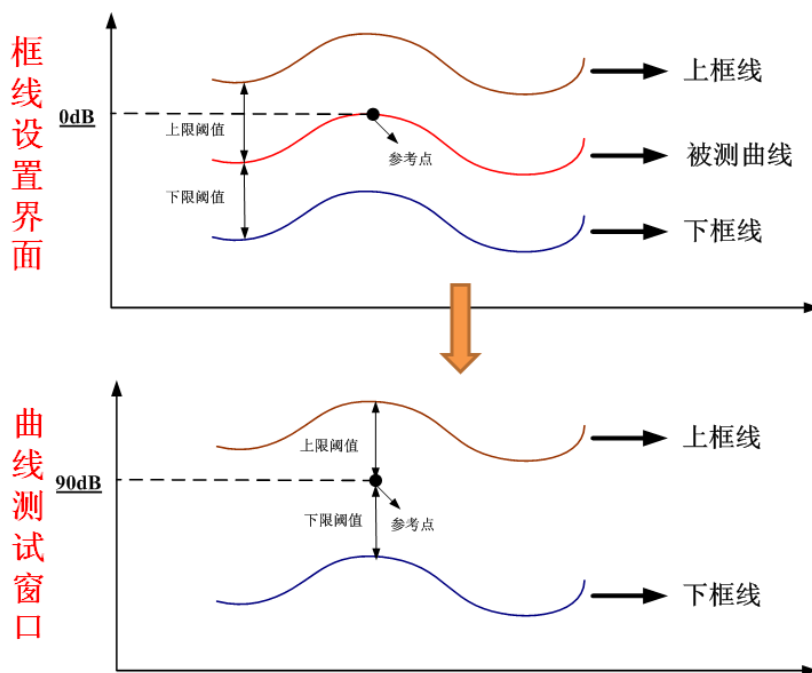


图 4.39 定框法示意图

- ✓ 根据方案设置界面上“频响框参考值”最终确定测试窗口中框线的位置。图 4.39 说明了框线位置的确定过程, 图中频响框参考值为 90dB;
- ✓ 在测试过程中框线的位置保持不变。

● 平移数据 (归零法):

曲线依据参考点平移, 其余与定框法相同。

- ✓ 确定上下框线形状及位置, 与定框法前两步相同
- ✓ 被测曲线依据参考频率点、参考值进行平移, 若“频响框参考频率”=1000Hz, “频响框参考值”=100dB, 实际被测曲线 1kHz 处灵敏度为 90dB, 则界面显示会将曲线向上平移 10dB, 如图 4.40 所示, 框线位置固定不变。

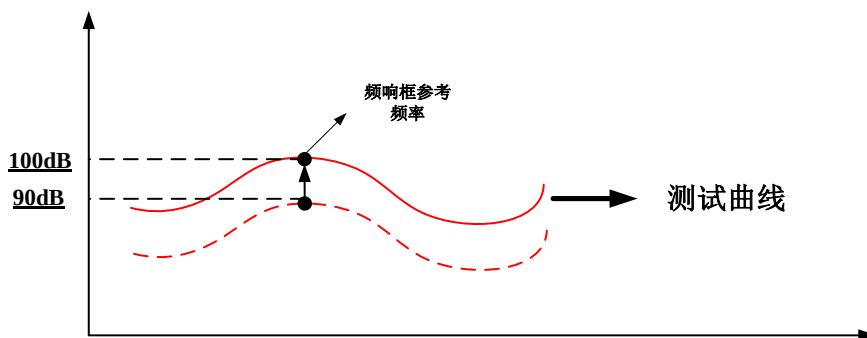


图 4.40 归零法示意图

注意: 使用归零法时, 测试曲线在界面上会依据参考值进行平移, 但灵敏度数据显示窗口中仍然为原始数据。

表 4.4 入框方式汇总表

入框方式	被测曲线	框线
定框法	固定在测试的位置	固定在设置的位置
浮框法	固定在测试的位置	平移框线，使被测曲线中尽可能多的点在框线内
归零法	平移至目标点（频响框参考频率，频响框参考值），例如将曲线的 1kHz 平移至 0dB	固定在设置的位置

4. 框线设置方式：点拟合方式和频率点方式

- 点拟合方式：如图 4.41 所示，新建按钮添加频率和偏移量，清除按钮清除设置的频率段。复制按钮可以在上下框线间复制偏移量，点拟合方式设置框线时必须先进行一次扫频获取基准曲线。

点拟合方式按照设置的偏移量平移数据，若设置的偏移量不同，例如 20Hz 为 3dB，1000Hz 为 5dB，则 20Hz 的点平移 3dB，1000Hz 的点平移 5dB，20Hz~1000Hz 之间的点根据曲线的斜率平移偏移量。

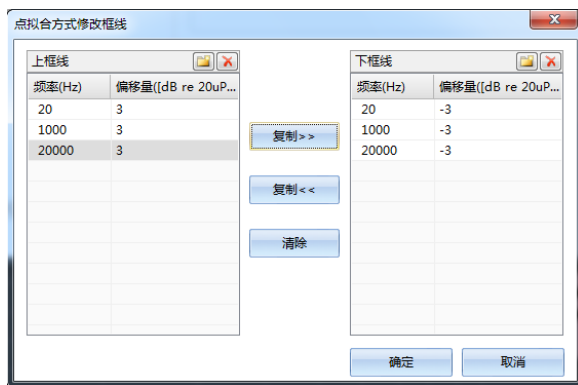


图 4.41 点拟合方式设置对话框



图 4.42 频率点方式设置对话框

- 频率点方式：如图 4.42，频率点列表中显示当前框线的偏移量数值，用户双击手动输入各个频率点的偏移量。

5. 手动绘制及整理框线：

- ✓ 重画：清除框线，以两点画直线方式绘制框线。通过左键确定转折点，当完成最后一个点后，右击鼠标确定结束，完成上框线的绘制，重复以上操作完成下框线，绘制过程中会自动整理框线，不会出现同一条框线交叉的现象；
- ✓ 撤销：在绘制框线过程中实现退一步的功能。当上下框线绘制完成后，此功能无效。

4.12 文件保存

软件共有两种保存形式，其一是保存当前扫频数据，其二是连续保存扫频数据于数据库文件。

4.12.1 保存当前扫频数据

打开方式：菜单栏“数据”→“保存数据”，弹出如图 4.43 所示对话框。

图片文件：以 jpg 格式保存当前显示器屏幕截图，和键盘上的“Print Screen”按键功能相同。如果只保存某个具体的曲线图形，可以在图形视图上点击右键，在右键菜单“导出”中选择“图片文件”保存，或者选择“剪切板”保存，

然后使用 Ctrl+V 粘贴到画图或者 word 等应用软件中。

回显文件：以 Excel 格式保存当前扫频频响、THD、阻抗、相位等数据。回显曲线、标准曲线均采用此类保存数据格式。

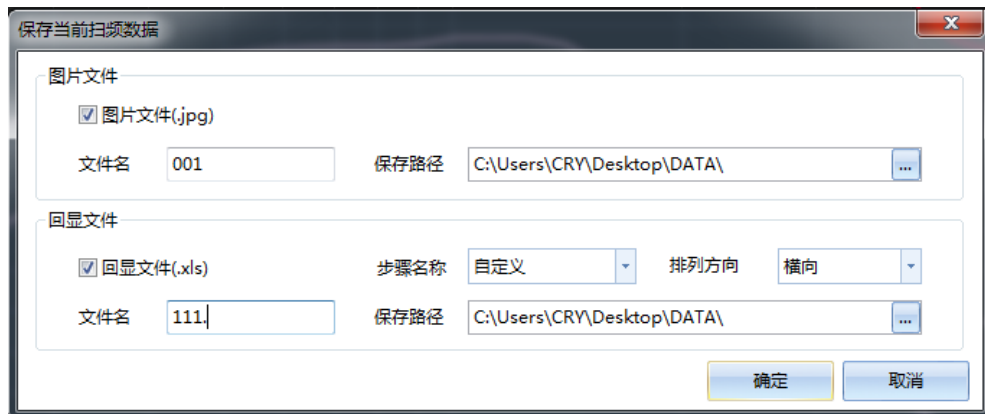


图 4.43 保存当前扫频数据对话框



图 4.44 数据库文件设置对话框

4.12.2 连续保存扫频数据

点击菜单“数据”→“数据库文件设置”，弹出如图 4.44 所示对话框，可进行连续保存所需数据项的设置。

1. 文件名称及文件保存路径：设置扫频数据保存文件的文件名和保存路径。文件取名方式有两种：一种是按当前日期，按年月日命名，用户不能编辑；另一种为用户自定义。
2. 合格时保存：当判定合格时才保存数据。

3. 序列号非空时保存：当序列号不为空时才保存数据。
4. 公共参数：包括测试人员、设备名称、测试时间、序列号四项，打√则在扫频数据保存文件中保存该项信息；
5. 测试参数选择：数据库文件中需要保存的测试内容，在对应测试步骤属性栏中打√即需要保存此项测试数据。

在测试开始前，单击“数据”→“数据库文件保存”，则在点击开始后数据将连续保存至指定数据库文件，直至重新单击“数据”→“数据库文件保存”，使其图标处于未选中状态时才结束。

注意：若存在多个测试步骤，连续保存数据时每个测试步骤会单独建立一张表，并保存于同一个数据库文件中。

4.12.3 曲线列表窗

打开方式：菜单栏“数据”→“曲线列表窗”；曲线窗口鼠标右键→“曲线列表窗”；如图 4.45，曲线列表窗可以每次测试自动保存 excel 数据（和回显文件格式相同），需要保存时必须打开曲线列表窗口并勾选自动保存，否则不会自动保存。

1. 保存路径：设置文件保存的路径，在该路径下会自动新建按步骤名称命名的文件夹，如图所示会自动生成“耳机”和“咪头”两个文件夹来保存耳机和咪头的 excel 数据文件。
2. 命名方式：
 - 时间：按照测试的时间作为文件名。名称格式为年_月_日_时_分_秒，例如 2016_05_17_10_37_52.xls。
 - 序列号：按照序列号作为文件名。当序列号为空时，不会保存文件；当保存的文件已经存在时，会弹出“重新输入文件名”对话框，如图 4.46，用户可以重新命名或者覆盖、取消保存文件。
3. 选择批量操作的曲线名称，例如图 4.45 中频率响应（L）和频率响应（R），则后续树形列表中文件名勾选即选中当前文件中的频率响应（L）和频率响应（R），方便用户多选。
4. 添加文件和文件夹：添加上次保存的回显文件到树形列表中，选择添加文件夹时会遍历整个文件夹。
5. 自动保存：勾选自动保存后，每次测试完成会自动保存数据，各个步骤的“自动保存”选项相互独立。
6. 树形列表：树形列表中显示了保存的数据
 - 曲线回显：结合第 3 步骤选中的名称，则当勾选某一文件之前的复选框时，此文件中所对应名称的曲线均被选中，且会在当前激活的图形窗口中显示相同类型的测试曲线，回显曲线以文件名命名。不勾选复选框，则会同时删除子目录曲线名称前的勾以及当前激活的



图 4.45 曲线列表窗对话框

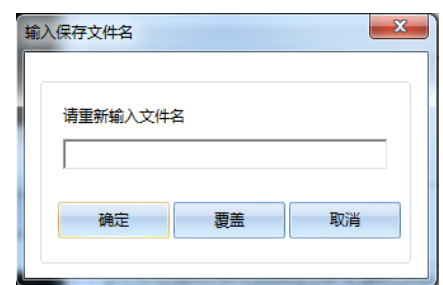


图 4.46 序列号重复提示对话框

图形窗口对应显示的曲线。可在子目录名称右侧双击颜色进行修改。

- 在树形列表上单击右键，弹出图 4.47 菜单。

- ✓ 导出选中：导出选中的曲线数据到一个新的 excel 文件中，可通过第 3 步骤批量操作快速选择需要的曲线数据。
- ✓ 删除文件：从 PC 硬盘上删除选中的文件
- ✓ 删除所有：从 PC 硬盘上删除列表中所有文件。
- ✓ 清除文件：在列表中删除文件，PC 硬盘上文件保留
- ✓ 清除列表：清空列表，PC 硬盘上文件保留。
- ✓ 全部选中：全部选中文件，同时选中文件中与第 3 步骤相同曲线名称的项目，并且在当前激活的图形窗口中显示相同类型的曲线。注意，如果文件列表中存在较多的文件，“全部选中”菜单功能需要花费大量的时间读取并回显数据。
- ✓ 全部取消选中：全部取消选中列表文件，并在当前激活的图形视图上删除回显文件。

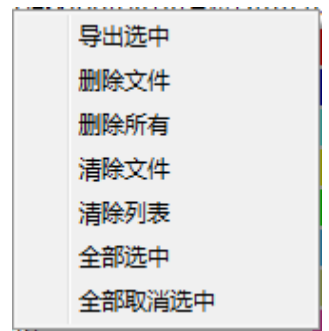


图 4.47 树形列表右键菜单

4.13 报告

打开方式：菜单栏“数据”→“导出报告”； 工具栏按钮→“导出报告”；曲线窗口鼠标右键，选择“导出”→“测试报告”；

点击“导出报告”按钮，弹出图 4.48 所示对话框，用户分别对各个测试步骤的规格参数进行选择，“确定”后选择 word 路径及编辑命名。后续用户可编辑报告文件，报告图形背景固定为白色。

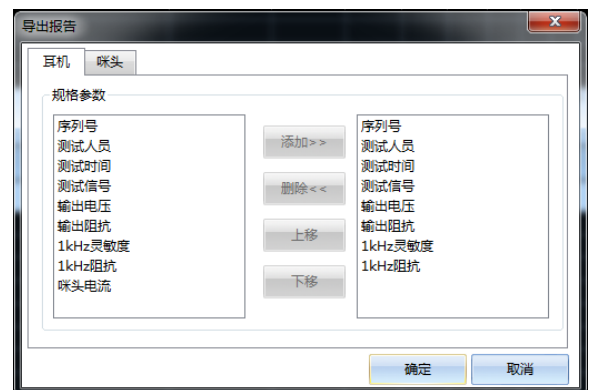


图 4.48 导出报告设置对话框

4.14 选项设置

打开方式：菜单栏“工具”→“选项”；

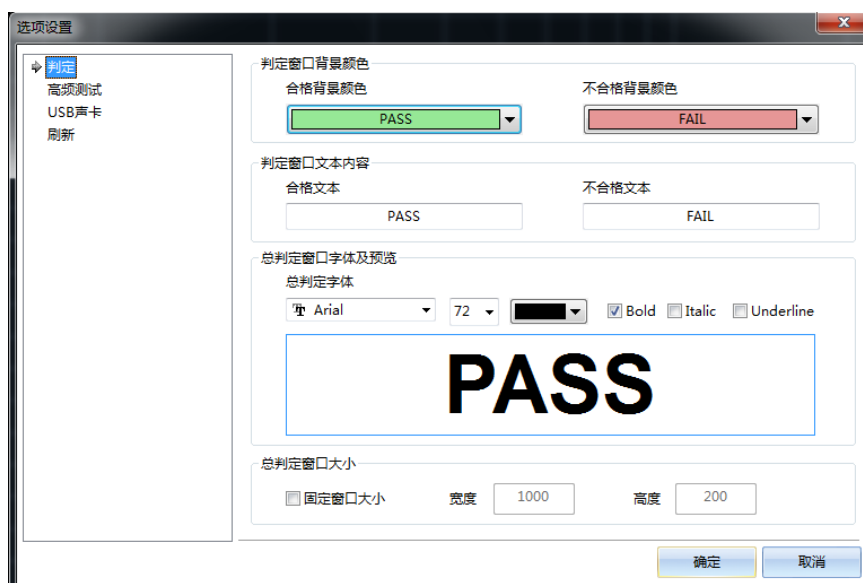


图 4.49 选项设置对话框

4.14.1 判定

1. 判定窗口背景颜色：分别设置合格及不合格背景颜色；包括总判定窗口、步骤判定窗口、数据判定窗口等。
2. 判定窗口文本内容：合格判定文本，即判定合格时显示的文本和不合格显示的文本。
3. 总判定窗口字体及预览：设置总判定窗口文本的字体大小、颜色、格式等。
4. 总判定窗口大小：设置总判定窗口的大小。选择“固定窗口大小”时设置窗口的宽度、高度；不勾选时则根据设置在字体大小自动计算窗口大小。

4.14.2 高频测试

当测试的频率大于 20kHz 时，需要勾选“高频测试”选项，如下图所示。



图 4.50 高频测试设置对话框

1. 设置完成后，需要重新启动软件。
2. 如果使用的是 CRY6138 声卡，软件启动后，会自动设置声卡参数。

选择高频测试时，“Buffer Settings”设置页面中，“USB Streaming Mode”选择“Safe”，“ASIO Buffer Size”选择“2048 Samples”。

没有选择高频测试时，“Buffer Settings”设置页面中，“USB Streaming Mode”选择“Standard”，“ASIO Buffer Size”选择“512 Samples”。

4.14.3 USB 声卡

测试 USB 耳机或 USB 麦克风时，需要选择 USB 声卡，如图 4.51 所示。

当 PC 只有连接一个 USB 耳机时，默认会选择该 USB 声卡，用户不需要设置。如果插入了多个 USB 耳机，用户需要选择需要测试的 USB 耳机。



图 4.51 USB 声卡设置对话框

4.14.4 刷新

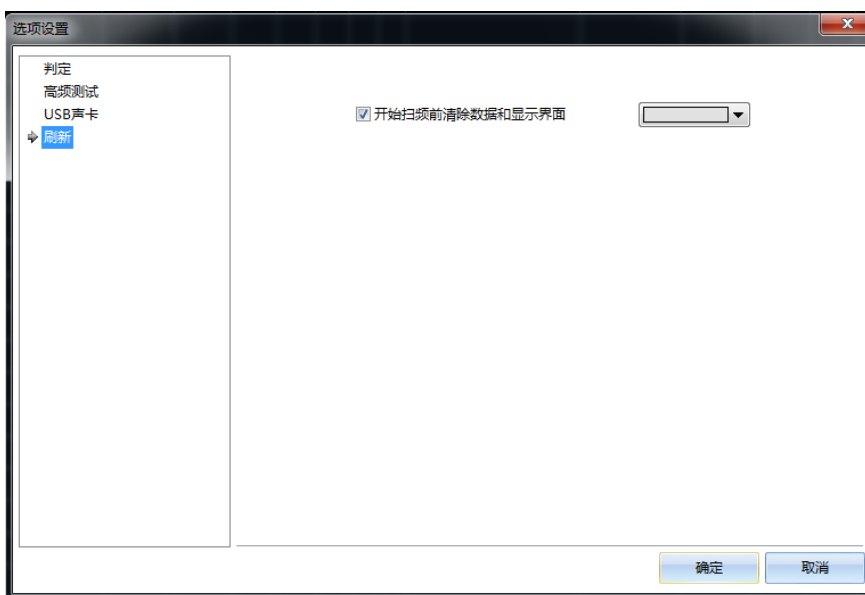


图 4.52 刷新设置对话框

勾选“开始扫频前清除数据和显示界面”，每次开始测试时，会清除测试数据，刷新图形窗口和数据显示窗口，同时总判定窗口显示“正在测试...”文本,窗口背景颜色为设置的顏色，该方式适用于单次扫频。

不勾选“开始扫频前清除数据和显示界面”时，则不会清除数据和显示界面。

第 5 部分 典型应用

本章中的所有测试案例可以在程序安装路径下的“lib->example”文件夹中找到。

5.1 耳机测试

目标：测试一副普通模拟耳机频率响应、阻抗曲线、平衡度曲线，为其设定频响合格框线及 1kHz 灵敏度、阻抗的合格上下限，并测试耳机极性。

硬件连接及操作内容

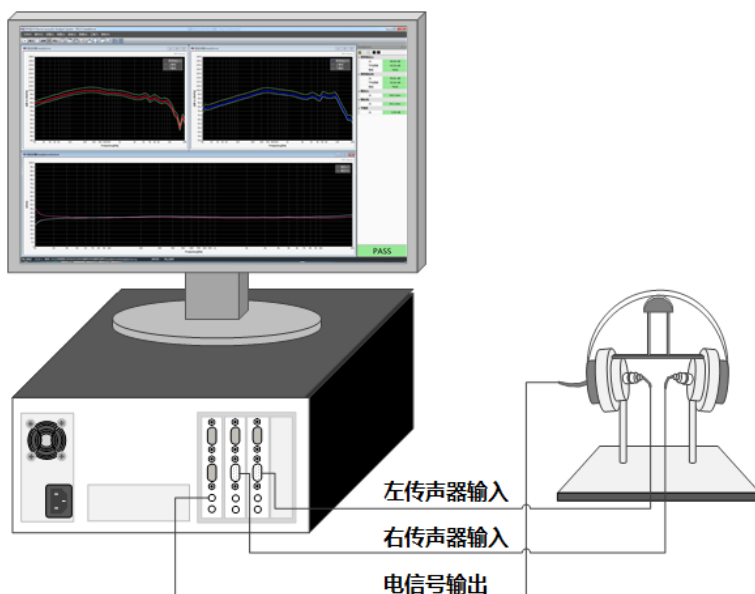


图 5.1 耳机测试硬件连接示意图

- ✓ 序列设置
- ✓ 仪器校准
- ✓ 参数设置
 - ✧ 输入输出
 - ✧ 频率响应
 - ✧ 阻抗
 - ✧ 平衡度
- ✓ 框线设置
 - ✧ 定框法、点拟合方式画线
- ✓ 添加观察项
- ✓ 开始测试

详细操作步骤

1、打开或新建产品方案

用户可直接打开安装目录下\lib\example 文件夹下的测试模板，只需依据产品做适当的参数修改即可，软件同时支持方案的另存为。

现以测试模板中的耳机方案为例，按以下步骤操作：菜单栏“文件”→“打开”，选择 example 文件夹下的“32Ω headphone test.cry”方案。

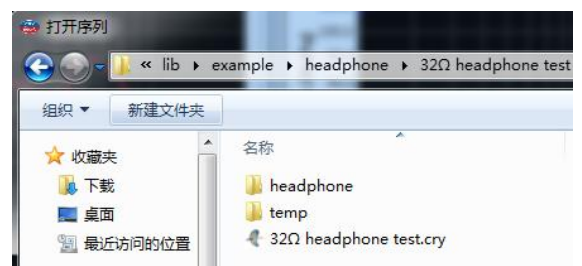


图 5.2 打开产品方案示例

2、序列设置

用户鼠标点击菜单栏“设置”→“序列编辑器”，弹出图 5.3 所示对话框，在此序列中只有一个测试步骤 headphone，当选中步骤名称“headphone”时，右侧将显示当前步骤的基本信息，包括序器件类型、循环次数、信息等。也根据序列编辑器左上角六个功能按钮完成测试步骤新建和添加、增加观察项以及更改执行顺序等操作。在左侧下拉菜单中输入输出、频率响应是默认测试项，其余可以通过添加按钮完成，详见 3.3 章节。

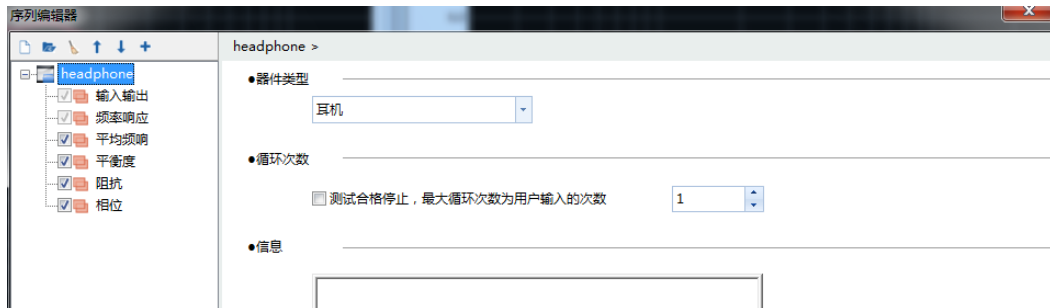


图 5.3 序列设置对话框

3、仪器校准

点击菜单栏“操作”→“仪器校准”或快捷键“F7”。（首次使用或更改相关设置项时需要重新校准）

校准步骤：仪器内部校准→左传声器校准→右传声器校准，详细请参考 3.4 章节。

4、参数设置

● 输入输出设置

菜单栏“设置”→“序列编辑器”→“输入输出”或快捷键“F5”，弹出图 5.4 对话框，选择输入输出测试项。

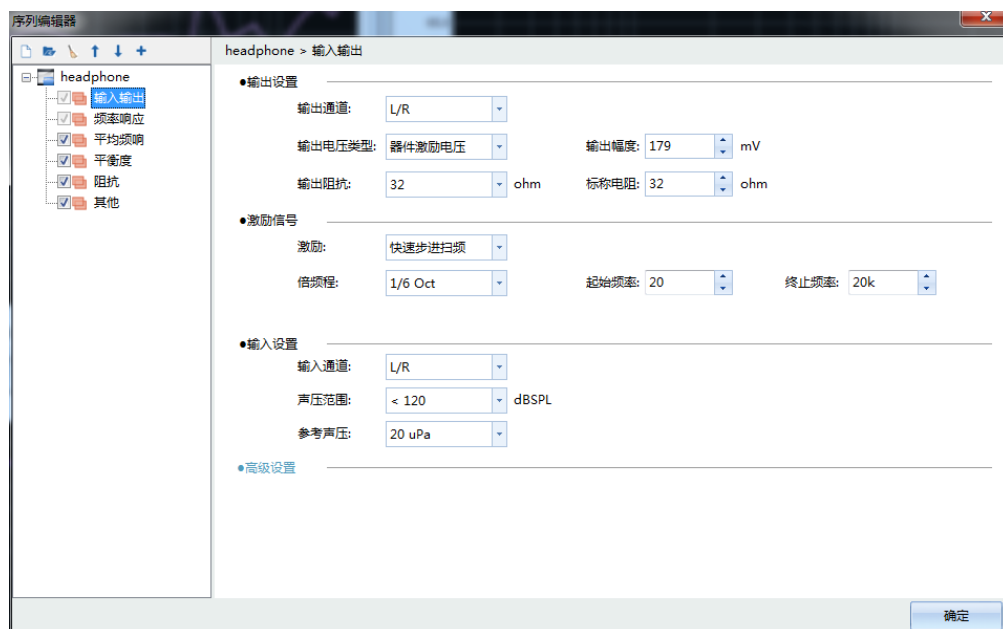


图 5.4 参数设置对话框

✓ 激励信号：

激励：有效值、快速步进扫频、高精度步进扫频、多音测试、白噪声、粉红噪声；

倍频程：1/3 Oct、1/6 Oct、1/12 Oct、1/24 Oct；

起始频率、终止频率：按照产品需要选择；

✓ 输出设置:

输出通道: L (左通道)、R (右通道)、L/R(左通道+右通道);

输出电压: 开路电压、器件激励电压;

◇ 如何选择合适的耳机输出电压?

耳机的输出功率一般为 1mW, 依据式 5.1 及产品标称阻抗可计算出一电压值, 此数值即器件激励电压。

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{V1^2}{R2} \quad (5.1)$$

若用户需要设置开路电压值, 则可依据式 5.2 以及激励电压 V1 计算开路电压 V, 电路示意图如 5.5 所示。

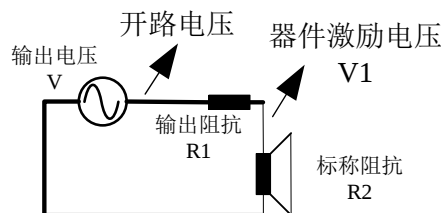


图 5.5 输出电压电路说明

$$V1 = V \times \frac{R2}{R1+R2} \quad (5.2)$$

✓ 输入设置:

声压范围: 选择的声压范围只要大于器件测试时最大的声压即可, 例如被测器件测试时的最大声压是 110dB, 那么声压范围选择<120dB 即可;

输入通道: L (左通道)、R (右通道)、L/R(左通道+右通道);

声压参考 0dB: 选择 20uPa。

● 频率响应设置

设置 1kHz 灵敏度合格上下限, 菜单栏“设置”→“序列编辑器”→“频率响应”, 弹出如图 5.6 对话框, 若需要频响修正, 请勾选对应的复选框, 用户也可自由编辑上下限, 左右通道可相互拷贝数据, 详细请参考 4.2.2 章节。



图 5.6 频率响应设置

● 阻抗设置

设置 1kHz 阻抗合格上下限：菜单栏“设置”→“序列编辑器”→“阻抗”，弹出如图 5.7 对话框，若需要阻抗修正，请勾选对应的复选框，用户也可自由编辑上下限，左右通道可相互拷贝数据，详细请参考 4.2.7 章节。



图 5.7 阻抗设置

● 平衡度设置

设置平衡度合格上限及平均平衡度合格上限：菜单栏“设置”→“序列编辑器”→“平衡度”，弹出如图 5.8 对话框，详细请参考 4.2.5 章节；



图 5.8 平衡度设置

● 极性、左右位置测试设置

菜单栏“设置”→“序列编辑器”→“其他”，弹出如图 5.9 对话框，选中极性测试、左右位置测试复选框，详细请参考 4.2.13 章节；

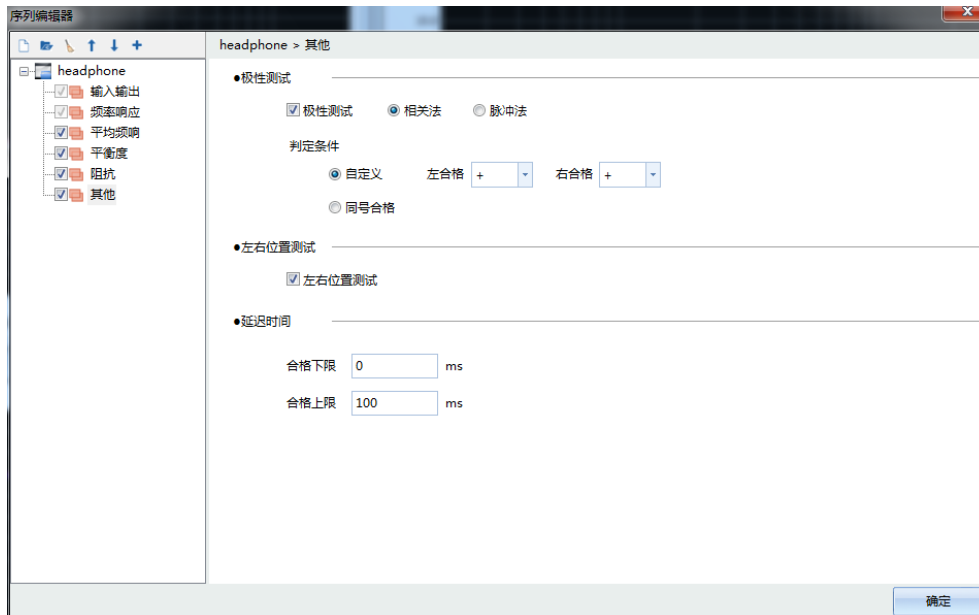


图 5.9 极性、左右位置设置

5、框线设置

● 频率响应

首次运行软件获得一条被测曲线，可以此作为参考绘制框线。

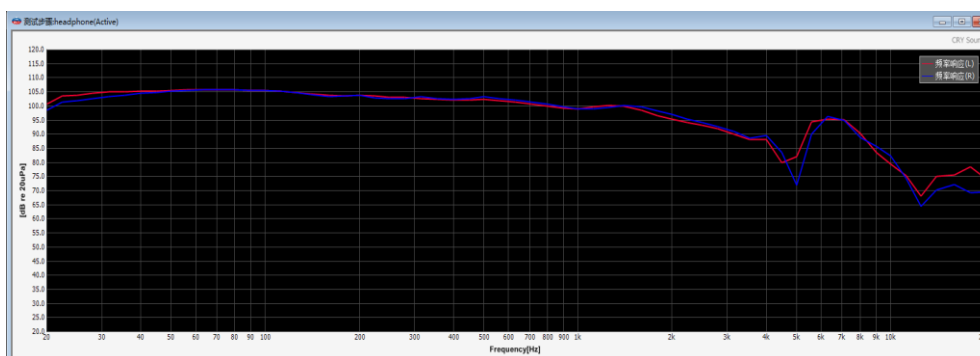


图 5.10 首次运行获得被测曲线

其次，菜单栏“设置”→“框线编辑器”，弹出如图 5.11 对话框，左侧单击频率响应一栏，同时需要复选框打勾。

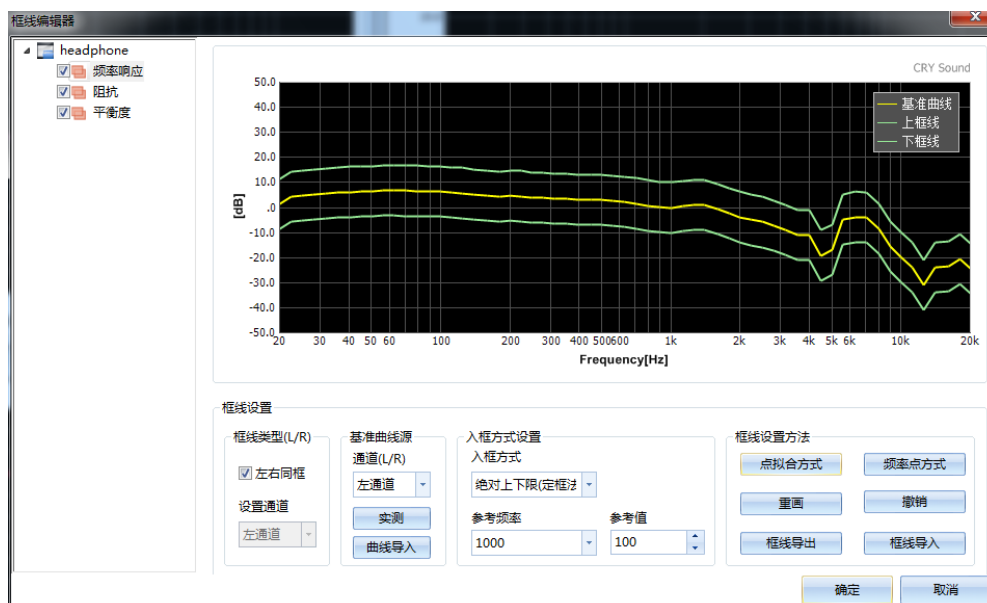


图 5.11 频率响应框线设置对话框

框线设置方式详见 4.11 章节，在此，以最简单的定框法为例。

- (1)、对话框默认黄色曲线即软件实测数据，若需要重新实测曲线，可点击“实测”，完成基准曲线获取；
- (2)、按图 5.12 设置框线选项；
- (3)、点击“点拟合方式修改框线”，如图 5.12 所示，偏移量均设置为 10dB,数据可左右复制；
- (4)、框线绘制完成，图 5.13 中两条绿色框线便是以被测曲线为基准上下平移 10dB 所得的曲线；
- (5)、确定退出框线设置界面，运行时只要测试曲线在框线内，就判定合格，反之不合格。



图 5.12 点拟合方式修改框线对话框

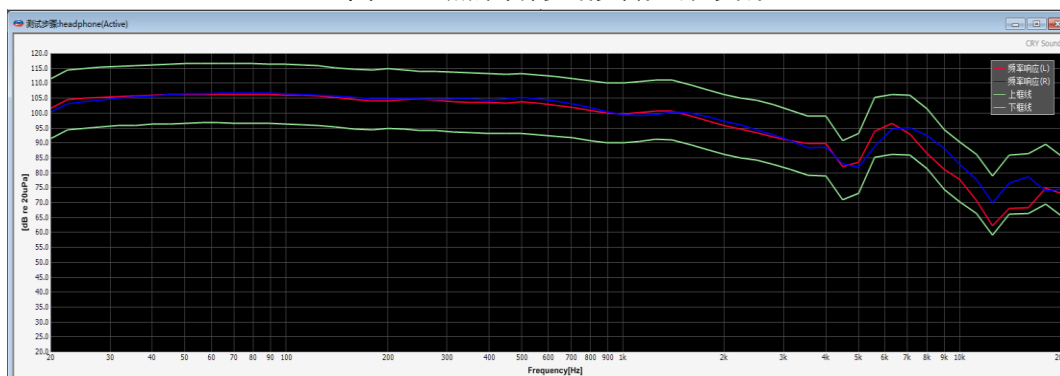


图 5.13 频响上下框线与被测曲线

● 平衡度

菜单栏“设置”→“框线编辑器”，弹出如图 5.14 框线设置对话框，左侧单击平衡度一栏，同时需要复选框打勾。

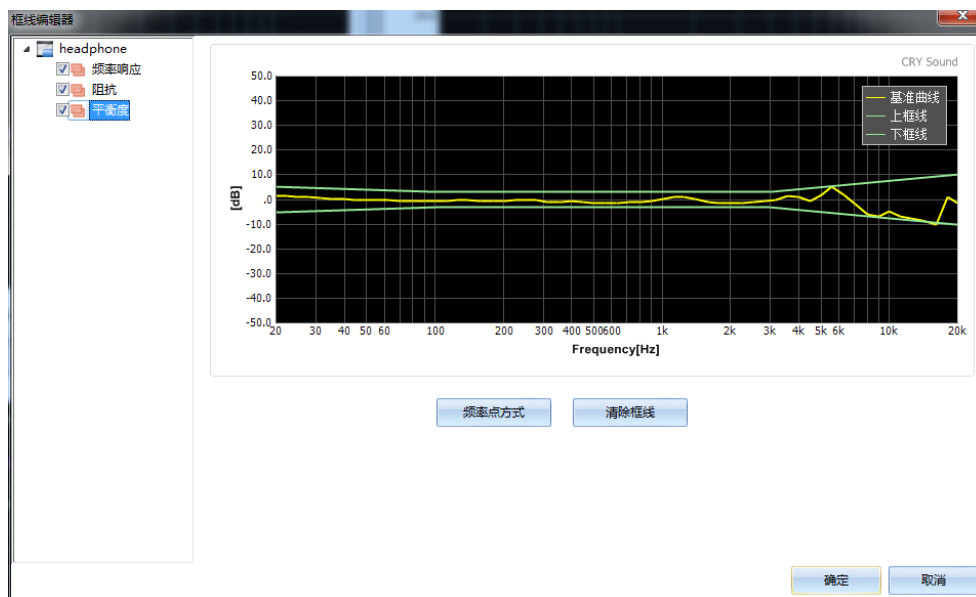


图 5.14 平衡度框线设置

通过点击“频率点方式”绘制平衡度框线，如图 5.15 所示。偏移量以 0dB 作参考，框线绘制遵循两点画线原则。



图 5.15 频率点方式修改框线对话框

● 阻抗

阻抗框线可依据产品需要设定，可参考上文频响框线设置内容，本节不作叙述。

6、添加观察项

用户可通过菜单栏“视图”→“新建数据窗口”添加需要的观察项，如图 5.16 左图所示；

详细请参考 3.5.3 章节，此处只做简要说明。

选中需要显示的观察项，使其处于底色蓝色状态，点击 >> 按钮，右栏中显示项即为最终添加的观察项。

可在相应的观察项窗口中增加需要查看的数据项，如 1kHz 频响，用户可在此区域右键添加，如图 5.17 所示，极性可在其他一栏中右键添加。



图 5.16 显示观察项添加界面

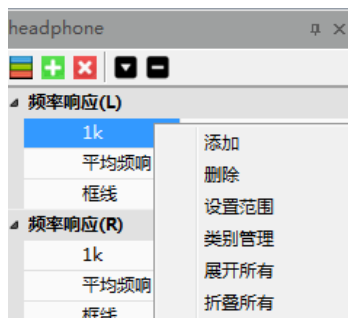


图 5.17 添加灵敏度观察项

7、添加判定窗口

每一观察项窗口底部都有一判定栏，此栏仅对本身窗口中的数据项有关，可同时建立多个观察窗口和判定栏，此外，也可添加总判定，用户可以通过菜单栏“视图”→“总判定窗口”，选中后测试界面出现如图 5.18 所示，菜单栏“工具”→“选项”→“判定”可对总判定项进行设置。

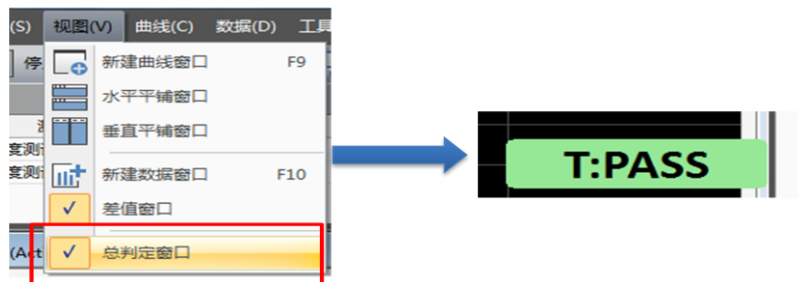


图 5.18 总判定添加示意图

8、添加曲线窗口

- ✓ 点击菜单栏“视图”→“新建曲线窗口”，使第一个曲线窗口显示左阻抗、右阻抗曲线；
 - ✓ 点击菜单栏“视图”→“新建曲线窗口”，使第二个曲线窗口显示平衡度曲线；
 - ✓ 点击菜单栏“视图”→“新建曲线窗口”，使第三个曲线窗口显示左灵敏度、右灵敏度曲线；
- 成功添加 3 个曲线窗口，点击工具栏“平铺曲线窗口”，效果如图 5.19。

8、开始测试

至此完成了示例的各项设置内容，点击运行开始测试，测试界面如图 5.19 所示。

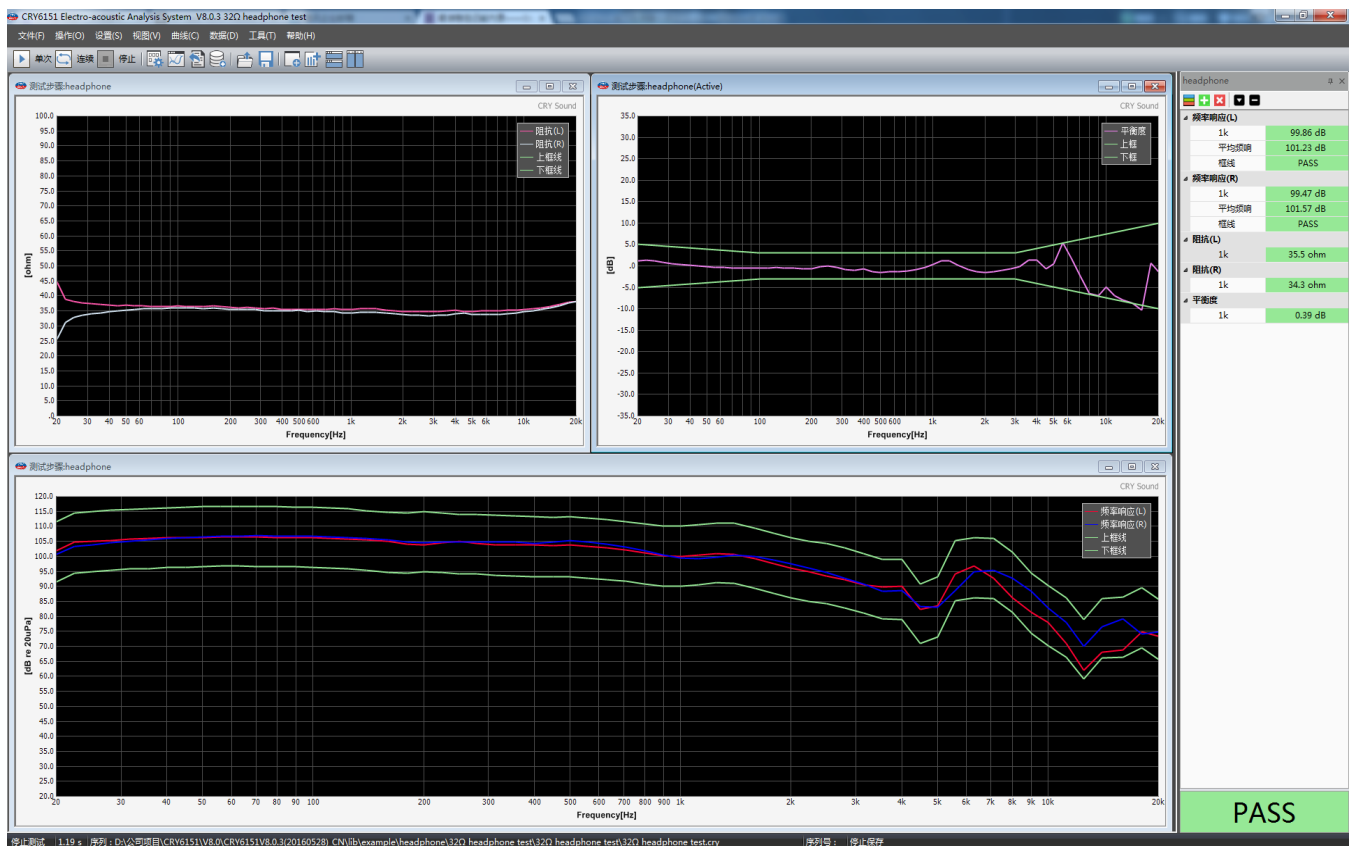


图 5.19 耳机方案测试图

5.2 驻极体麦克风测试

目标：测试指向性驻极体麦克风 0°及 180°的频率响应，计算 1kHz 差值，并为其设定频率响应判定框，同时设定咪头工作电流的上下限。

硬件连接及操作内容

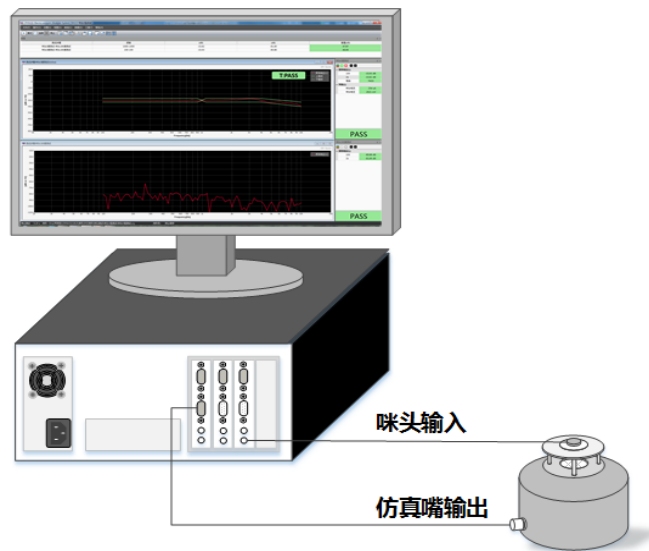


图 5.20 麦克风测试硬件连接示意图

- ✓ 序列设置
- ✓ 仪器校准
- ✓ 参数设置
 - ✧ 输入输出
 - ✧ 咪头电流
- ✓ 框线设置
 - ✧ 浮框法、频率点方式
- ✓ 差值设置
- ✓ 添加观察项
- ✓ 开始测试

详细操作步骤

1、打开或新建产品方案

用户可直接打开安装目录下\lib\example 文件夹下的测试模板，只需依据产品做适当的参数修改即可，软件同时支持方案的另存为。用户在菜单栏执行“文件”→“打开”，选择“咪头测试”文件夹下的“咪头 H 型测试.cry”；

2、序列设置

用户鼠标点击菜单栏“设置”→“序列编辑器”，弹出图 5.21 所示对话框，在此序列中有两个测试步骤“咪头 0 度测试”和“咪头 180 度测试”，当选中步骤名称“咪头 0 度测试”时，右侧将显示当前步骤的基本信息，包括序器件类型、循环次数、信息等，此序列类型选择驻极体麦克风。用户也可根据序列编辑器左上角六个功能按钮完成测试步骤新建和添加、增加观察项以及更改执行顺序等操作。在左侧下拉菜单中输入输出、频率响应是默认测试项，其余可以通过添加按钮完成，详见 3.3 章节。

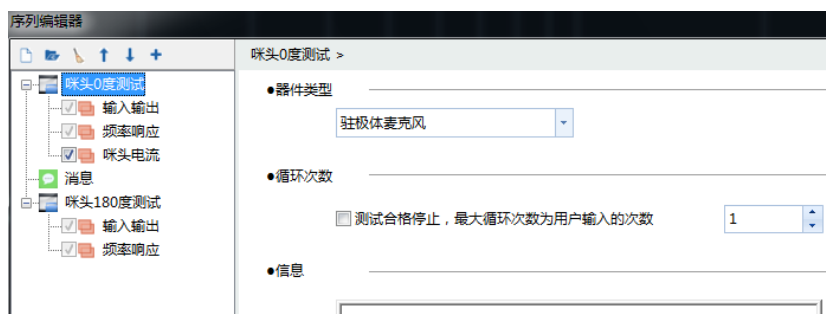


图 5.21 序列设置对话框

3、仪器校准

点击菜单栏“操作 (O)” → “仪器校准 (C)”。

校准步骤：仪器内部校准 → 左传声器校准 → 利用左传声器完成仿真嘴校准，详细请参考 3.4 章节；此节中仿真嘴校准采用“H 型校准”，实物及连线如图 5.22 所示。

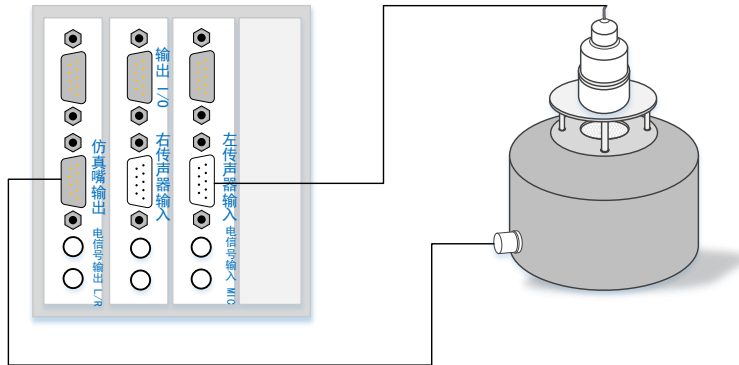


图 5.22 仿真嘴校准--“H 型校准”

4、参数设置

● 输入输出设置

菜单栏“设置” → “序列编辑器” → “输入输出”或快捷键“F5”，弹出图 5.23 对话框，选择输入输出测试项。



图 5.23 参数设置界面

✓ 激励信号：

激励：有效值、快速步进扫频、高精度步进扫频、多音测试、白噪声、粉红噪声；

倍频程：1/3 Oct、1/6 Oct、1/12 Oct、1/24 Oct；

起始频率、终止频率：按照产品需要选择；

最小周期、最短时间：各个频率点的发声周期，依据转换频率作为分界点，低于转换频率遵循最小周期，高于转换频率遵循最短时间；（当激励选择高精度步进扫频时会激活此编辑框）

✓ 输出设置：

输出通道：仿真嘴 1、仿真嘴 2；

幅度：按照实际需要输入(仿真嘴校准数据按照 1Pa 校准，设置 0.5Pa 即仿真嘴输出 88dB)；

✓ 输入设置：

输入通道：L（左通道）、R（右通道）、L/R(左通道+右通道)；

电压范围：选择的电压范围只要大于器件测试时最大的电压即可，例如被测器件测试时的最大灵敏度是 -20dB，那么电压范围选择<-10dB 即可；

注意：观察到此处的输入输出项与耳机测试存在差别，用户不必在意，因为软件会根据用户选择的测试器件，自动调整输入输出项内容。

● 咪头电流设置

在序列编辑器中添加“咪头电流”测试项，在相应序列中会增加电流属性页，如图 5.24 所示；

在咪头电流测试前打√，说明需要测试咪头电流，反之不进行电流测试；

✓ 测试设置

电压 DCV：咪头工作电压，电压范围为 0~6V；

电阻 DCR：咪头限流电阻，可在下拉菜单 8 个电阻选项中选择；

✓ 判定设置：设置咪头电流、咪头电压合格上下限；

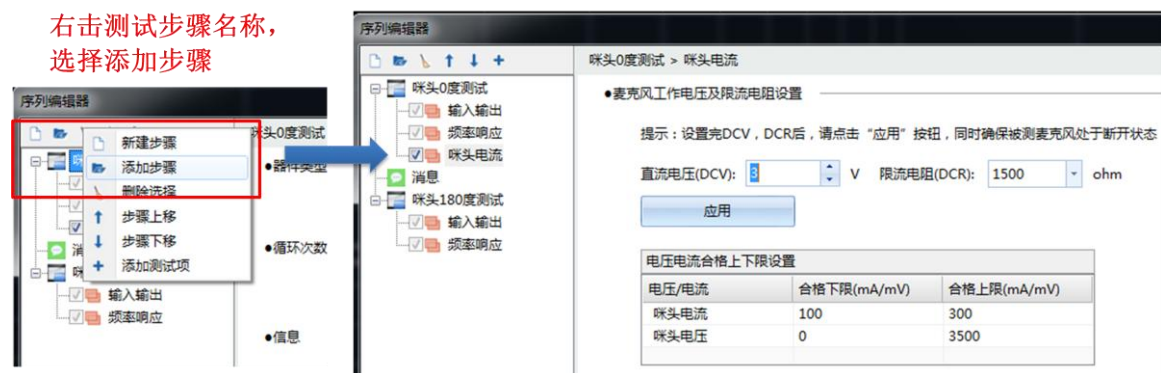


图 5.24 咪头电流设置界面

注意：按下“应用”前，必须断开被测咪头，该设置只需设置一次即可。若改变设定的电压或电阻值，则需要重新确定。

5、框线设置

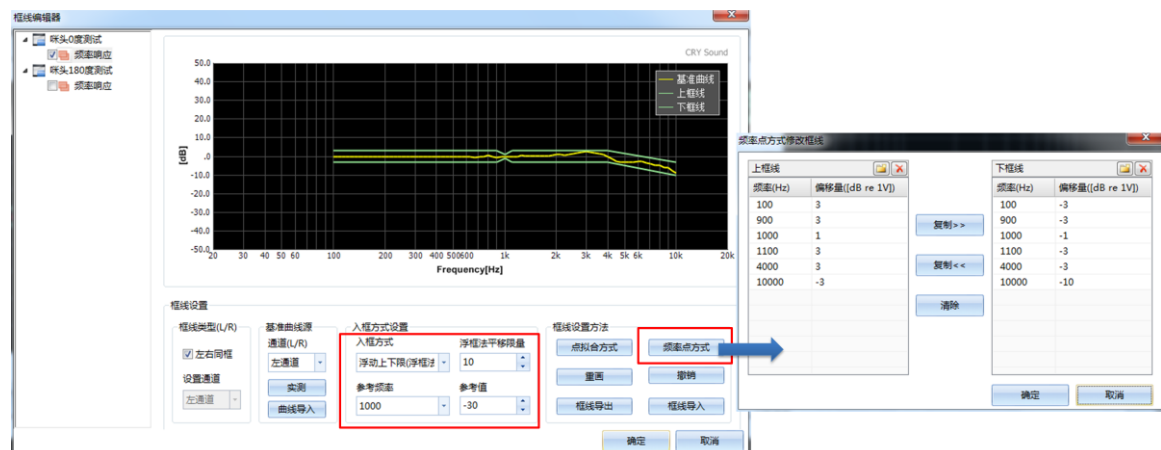


图 5.25 框线设置示意图

此节选用频率点方式、浮框法，以“咪头0度测试”绘制框线为例。

鼠标右击曲线界面→“框线编辑器”→“咪头0度测试”，弹出如图 5.25 所示对话框。入框方式选择浮动上下限(浮框法)，按需设置参考频率、参考值和平移限量，通过频率点方式设置具体频率点和允许偏移量。

注意：此界面中的 0 点坐标即参考值（-30），浮框法的平移限量为 10dB,说明在实际测试界面，1kHz 频率点所在的框线会随着被测曲线在-20~-40 之间浮动，若被测曲线超出这一范围，则框线无法跟着曲线移动，只能停留在最大偏移量处。详细请参考 4.11 章节有关框线设置部分。

6、差值设置

此例中需要计算 0°及 180°时 1kHz 频响差值，则要求需要建立两个设置项一致的测试步骤，分别测试 0°和 180°频响。测试指向性咪头需要在步骤间添加消息或是触发项，从而使用户有时间完成咪头转向动作，而后通过消息框或脚踩开关完成序列的继续测试。此处以添加消息框为例，添加步骤如图 5.26，。

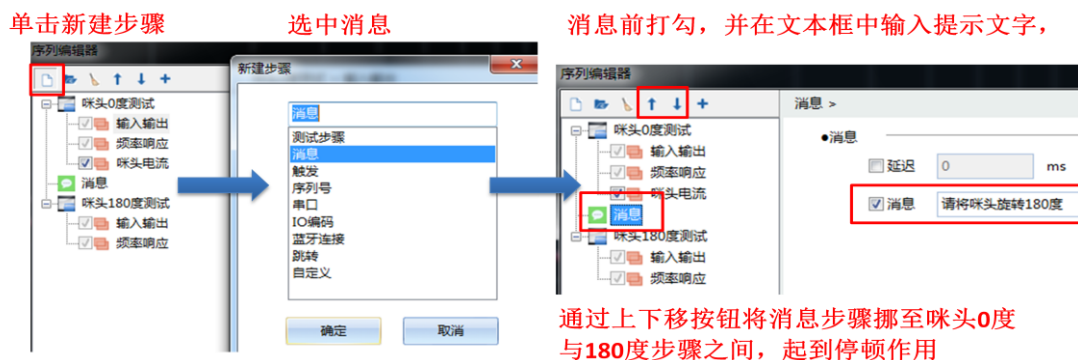


图 5.26 指向性咪头测试步骤

添加差值窗口，点击菜单栏“视图”→“差值窗口”，按图 5.27 完成差值窗口添加，实际测试提示如图 5.28 对话框。

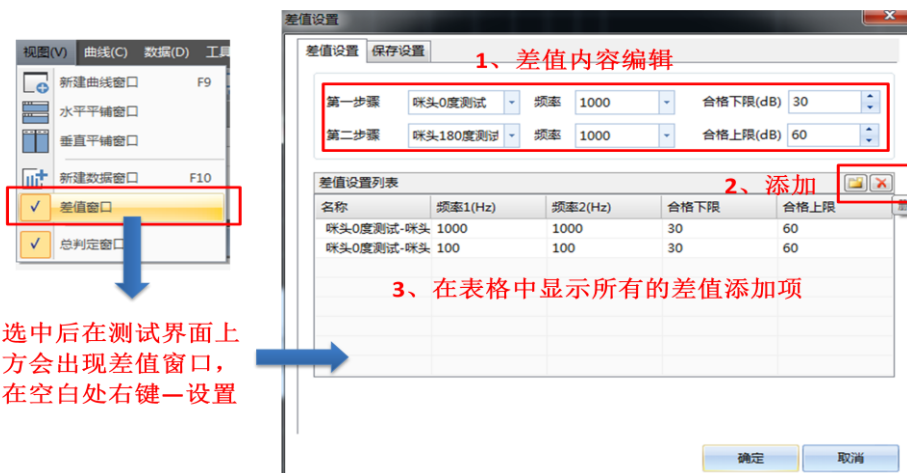


图 5.27 设置差值窗口



图 5.28 测试过程中的消息等待对话框

7、添加观察项

菜单栏“视图”→“新建数据窗口”，对两个步骤分别添加观察项，其中咪头电压与咪头电流项在“其他”中。



图 5.29 添加观察项

8、添加曲线窗口

- ✓ 点击菜单栏“视图”→“新建曲线窗口”，使第一个曲线窗口显示“咪头 0 度测试”步骤的左频响曲线；
- ✓ 点击菜单栏“视图”→“新建曲线窗口”，使第二个曲线窗口显示“咪头 180 度测试”步骤的左频响曲线；

9、开始测试

至此完成了示例的各项设置内容，点击运行开始测试，测试界面如图 5.30 所示。



图 5.30 指向性咪头方案测试图

5.3 耳机麦克风组件测试

目标：测试普通耳机与麦克风的频率响应，并为其设定频率响应判定框，同时设定麦克风工作电流的上下限。

硬件连接及操作内容

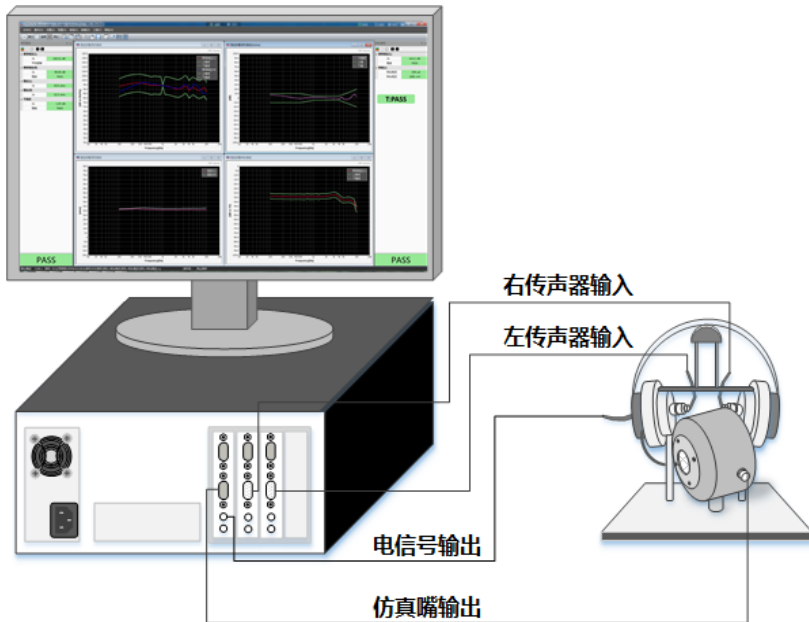


图 5.31 耳机麦克风组件测试硬件连接示意图

- ✓ 序列设置
- ✓ 仪器校准、仿真嘴校准
- ✓ 参数设置
 - ✧ 输入输出
 - ✧ 频率响应
 - ✧ 咪头电流
- ✓ 框线设置
 - ✧ 归零法
 - ✧ 频率点方式修改
- ✓ 添加观察项
- ✓ 开始测试

详细操作步骤

1、打开或新建产品方案

用户可直接打开安装目录下\lib\example 文件夹下的测试模板，只需依据产品做适当的参数修改即可，软件同时支持方案的另存为。用户在软件菜单栏执行“文件”→“打开”→选择“耳机+咪头测试”文件夹下的“耳机+咪头测试.cry”；

2、序列设置

菜单栏“设置”→“序列编辑器”，完成序列步骤的管理。

- 1) 新建两个测试步骤，测试名称可按实际需要输入，测试类型分别选择耳机和驻极体麦克风；
- 2) 添加测试项，为耳机测试添加平衡度、阻抗，为咪头测试添加咪头电流，如图 5.32 所示。

3、仪器校准

点击菜单栏“操作（O）”→“仪器校准（C）”。

校准步骤：仪器内部校准→左传声器校准→右传声器校准→利用左传声器完成仿真嘴校准，请参考 3.4 章节。

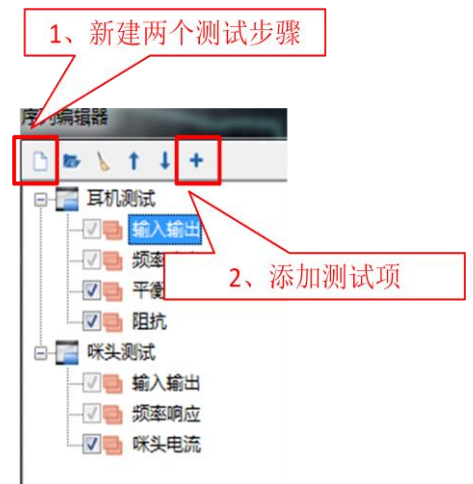


图 5.32 测试步骤对话框

4、参数设置

菜单栏“设置”→“序列编辑器”，左侧为测试步骤及测试项列表，右侧为选中栏目的具体设置信息，如图 5.33 即耳机测试步骤中输入输出测试项的有关参数，用户可根据需要自行设置。

耳机及咪头测试步骤参数设置详情请参考 5.1、5.2 章节参数设置部分。



图 5.33 参数设置步骤选择

5、框线编辑

绘制框线请参考 5.1、5.2 章节中框线部分，此节采用归零法、点拟合方式，如图 5.34 所示。



图 5.34 频率点方式修改框线对话框

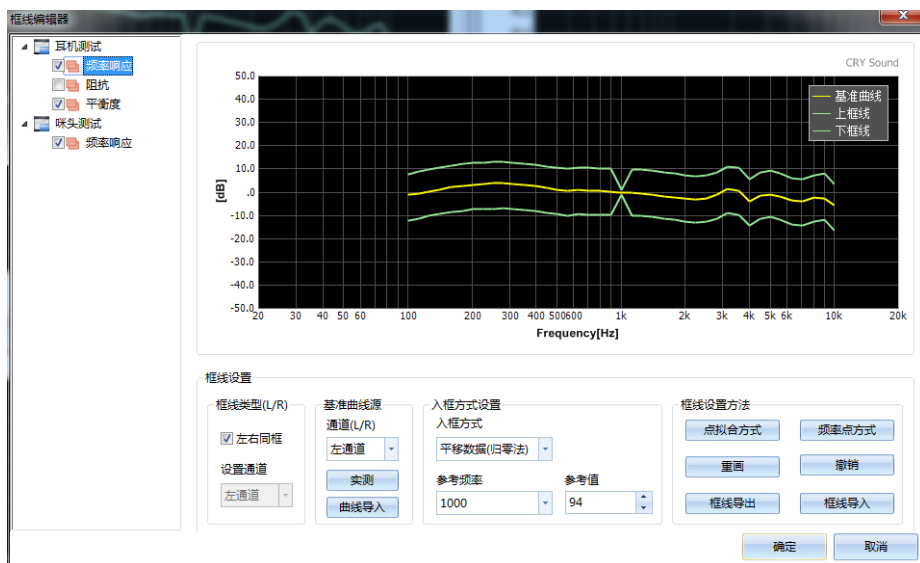


图 5.35 频率点方式修改后的上下框线

绘制框线请参考 5.1、5.2 章节中框线部分，此节采用归零法、点拟合方式绘制上下框线，若用户需要减小 1kHz 上下限范围，则可点击“频率点方式修改框线”，弹出如图 5.34 所示对话框，可修改各个频率点的相对声压值。以将 1kHz 相对声压修改为 ± 1.0 为例，最终上下框线如图 5.35 所示。

6、添加观察项

菜单栏“视图”→“新建数据窗口”，添加耳机灵敏度（L）、灵敏度（R）、平衡度、阻抗窗口于左侧；添加咪头灵敏度（L）、其他（包括咪头电流、咪头电压）于右侧，效果如图 5.36。

7、添加曲线窗口

- ✓ 点击菜单栏“视图”→“新建曲线窗口”，选择显示耳机测试步骤的左频响、右频响曲线；
- ✓ 重复第一步三次，使第二个曲线窗口显示耳机测试步骤的左阻抗、右阻抗曲线，第三个曲线窗口显示耳机测试步骤的平衡度曲线，第四个曲线窗口显示咪头测试步骤的左频响；
- ✓ 点击菜单栏“视图”→“平铺曲线窗口”，使同时显示四个曲线界面，平铺于曲线显示窗口，如图 5.36。

8、开始测试

至此完成了示例的各项设置内容，点击运行即可开始测试，测试界面如图 5.36 所示。

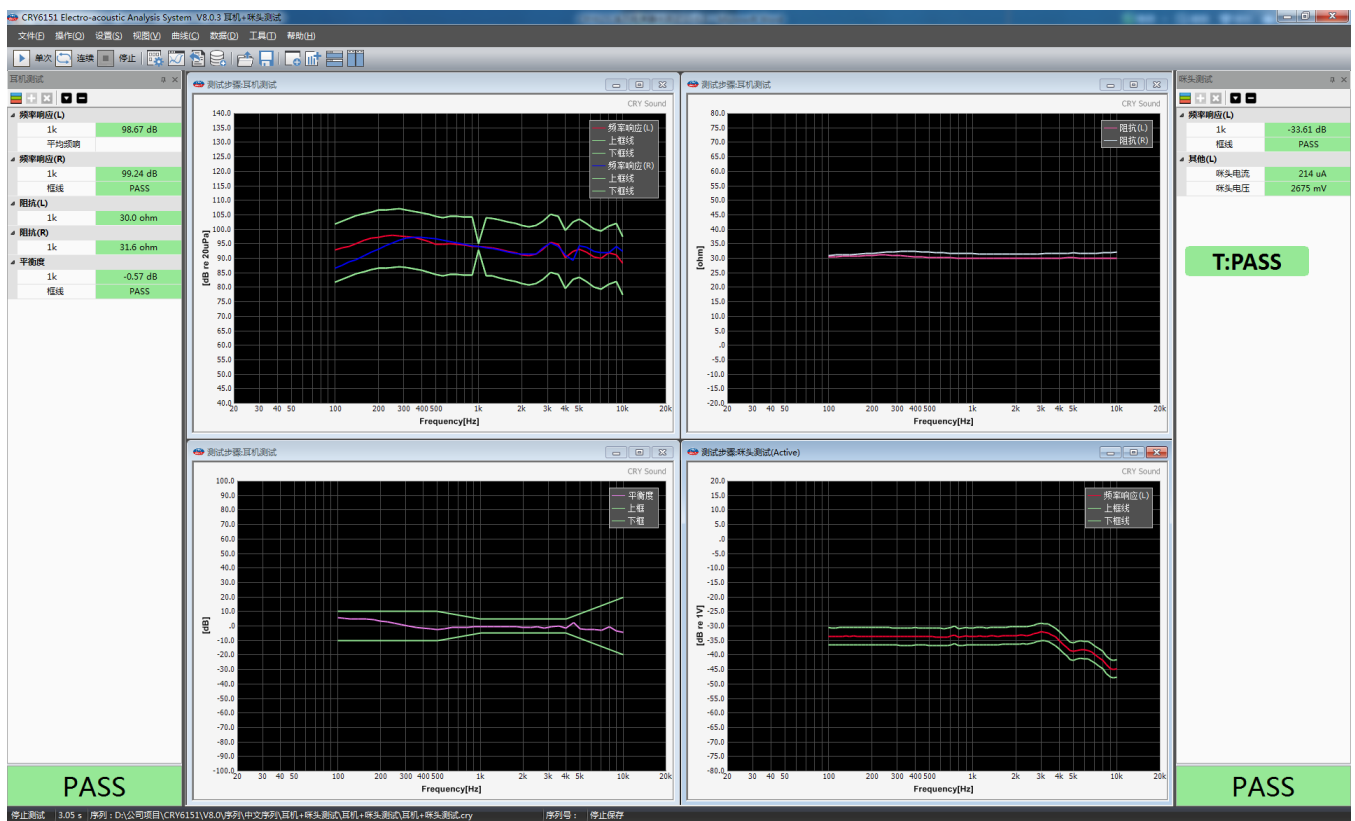


图 5.36 耳机麦克风组件测试效果图

5.4 扬声器测试

目标：测试扬声器频率响应、阻抗曲线，并为其设定频率响应判定框，观察谐振频率 F_0 。

硬件连接及操作内容

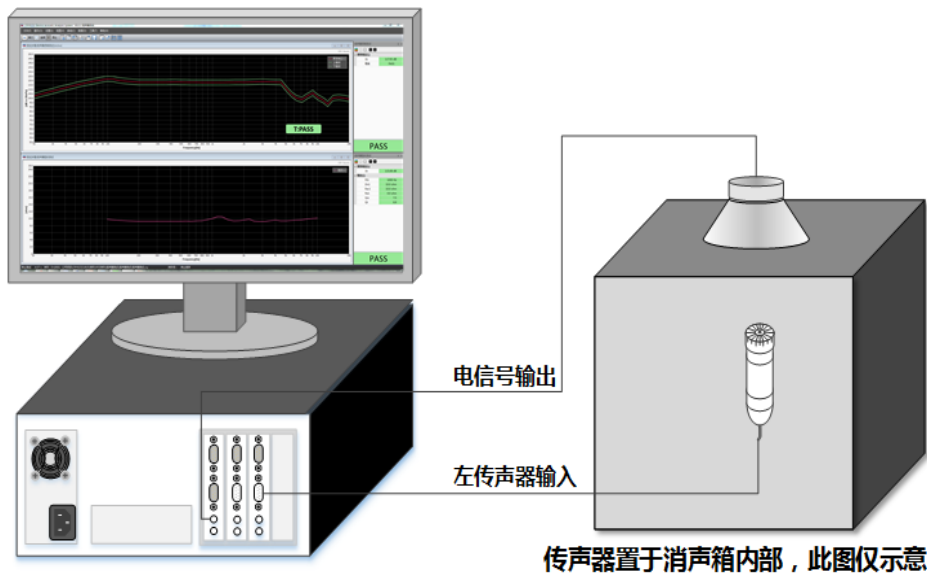


图 5.37 扬声器测试硬件连接示意图

- ✓ 序列设置
- ✓ 仪器校准
- ✓ 参数设置
 - ◇ 输入输出
 - ◇ 频率响应
 - ◇ 阻抗
- ✓ 设置框线
 - ◇ 定框法
 - ◇ 点拟合方式
- ✓ 添加观察项
- ✓ 开始测试

详细操作步骤

1、打开或新建产品方案

用户可直接打开安装目录下\lib\example 文件夹下的测试模板，只需依据产品做适当的参数修改即可，软件同时支持方案的另存为。

用户在软件菜单栏执行“文件”→“打开”，选择“扬声器测试”文件夹下的“扬声器测试.cry”；

2、序列设置

菜单栏“设置”→“序列编辑器”，完成序列步骤的管理。

- 1) 新建两个测试步骤，分别测试扬声器频响曲线及阻抗曲线，测试类型均选择扬声器，分开测试的原因详见参数设置部分；
- 2) 添加测试项，为扬声器阻抗测试添加阻抗、 F_0 ， Q 值，如图 5.38。

3、仪器校准

点击菜单栏“操作 (O)”→“仪器校准 (C)”。

校准步骤：仪器内部校准→左传声器校准，请参考 3.4 章节。

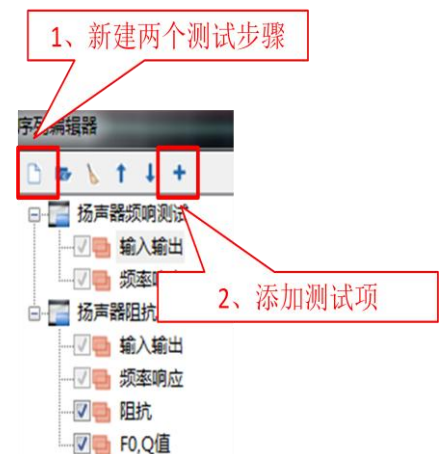


图 5.38 测试步骤对话框

4、参数设置

● 扬声器频响测试

菜单栏“设置”→“序列编辑器”，左侧为测试步骤及测试项列表，右侧为选中栏目的具体设置信息，如图 5.39 即扬声器频响测试步骤中输入输出测试项的有关参数，用户可根据需要自行设置。



图 5.39 参数设置对话框

✓ 激励信号：

激励：有效值、快速步进扫频、高精度步进扫频、多音测试、白噪声、粉红噪声；

倍频程：1/3 Oct、1/6 Oct、1/12 Oct、1/24 Oct；

起始频率、终止频率：按照产品需要选择；

✓ 输出设置：

输出通道：L（左通道）、R（右通道）、L/R(左通道+右通道)；

输出电压：开路电压、器件激励电压；

◇ 如何选择合适的扬声器输出电压？

扬声器的器件激励电压 V_1 依据公式 5.3 进行计算，其中 R 、 R_2 为扬声器标称阻抗，而 P 并不直接是额定功率，依据电声器件技术标准规定，按表 5.1 执行。

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{V_1^2}{R_2} \quad (5.3)$$

表 5.1： 参与输出电压计算的扬声器功率等效方法

扬声器额定功率 P_e	代入计算的等效功率 P
$P_e \geq 10W$	$P = 1W$
$1W \leq P_e \leq 10W$	$P = 0.1P_e$
$P_e \leq 1W$	$P = 0.1W$

依据式 5.3 计算的是器件激励电压，若用户需要设置开路电压值，则可依据式 5.4 及激励电压 V_1 计算开路电压

V，电路示意图如 5.40 所示。此实例中使用 8Ω/0.5W 扬声器，因此激励电压设置为 894mV。考虑到开路输出电压及输出电阻功率因素，此方案只能将输出阻抗选择为 0Ω，因此只能测试频响，阻抗测试方案详见下一部分。

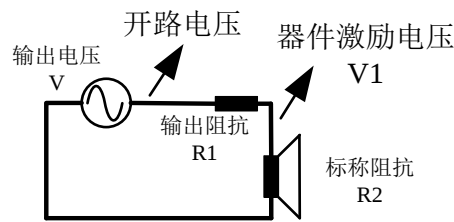


图 5.40 输出电压电路说明

$$V1 = V \times \frac{R2}{R1+R2} \quad (5.4)$$

注意：

- 1、若扬声器测试中输出阻抗选择 0 欧姆，则此步骤只能测试频响，需添加测试步骤测试阻抗，输出电压修改为开路电压，依据选择的输出阻抗大小使输出阻抗两端功率小于 0.5W，此方案便是选择这一方法建立了两个测试步骤；
- 2、若输出阻抗选择其他阻值，请确保输出阻抗两端的功率需小于 0.5W，可适当减小输出电压大小，或增加标称阻抗，否则会烧坏电路板中输出阻抗部分相应电路。

✓ **输入设置：**

声压范围：选择的声压范围只要大于器件测试时最大的声压即可，例如被测器件测试时的最大声压是 110dB，那么声压范围选择 <120dB 即可；

输入通道：L（左通道）、R（右通道）、L/R（左通道+右通道）；

声压参考 0dB：选择 20uPa。

✓ **频率响应：**

鼠标单击频率响应测试项，完成左通道 1kHz 频响上下限设置

● **扬声器阻抗测试**



图 5.41 输入输出设置对话框

鼠标单击扬声器阻抗测试步骤的输入输出测试项，按图 5.41 完成参数设置；

鼠标单击阻抗，完成左通道 1kHz 阻抗上下限设置；

鼠标单击 F0、Q 值，完成相应设置；

详细参数含义及修改方法请参考 4.2 章节。

5、框线设置

首次运行软件获得一条被测曲线，可以此作为参考绘制框线；

其次，菜单栏“设置”→“框线编辑器”，弹出如图 5.42 框线设置对话框，左侧激活频率响应一栏；

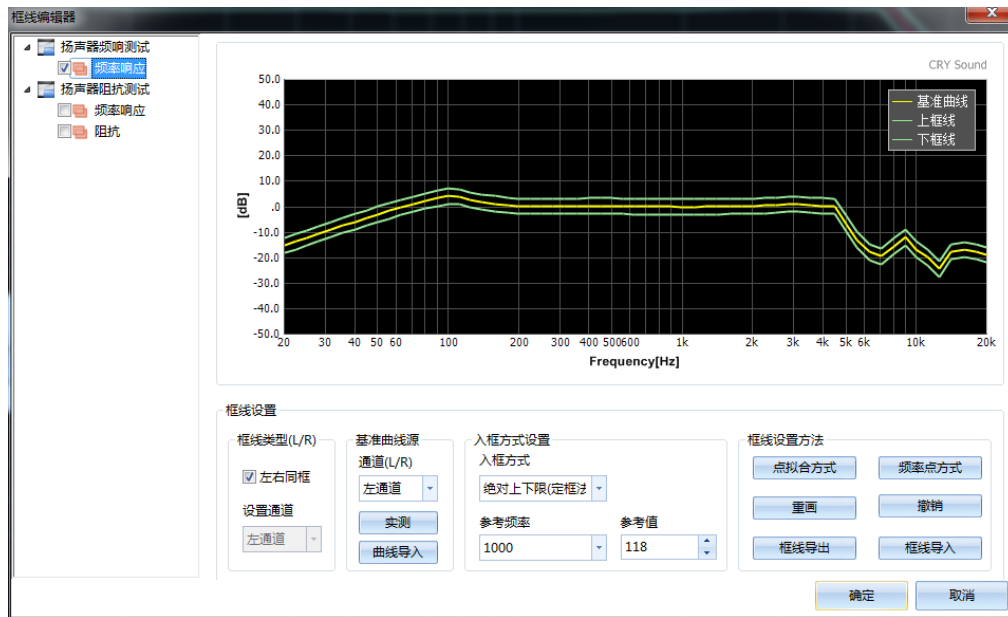


图 5.42 灵敏度框线设置对话框

框线设置方式详见 4.11 章节，在此，以最简单的定框法为例。

- (1)、对话框默认黄色曲线即软件实测数据，若需要重新实测曲线，可点击“实测”，完成基准曲线获取；
- (2)、按图 5.42 设置框线选项；
- (3)、点击“点拟合方式修改框线”，如图 5.43 所示，偏移量均设置为 3dB，数据可左右复制；
- (4)、框线绘制完成，图 5.42 中两条绿色框线便是以被测曲线为基准上下平移 3dB 所得的曲线；
- (5)、确定退出框线设置界面，运行时只要测试曲线在框线内，就判定合格，反之不合格。



图 5.43 点拟合方式修改框线

6、添加观察项

用户可通过菜单栏“视图”→“新建数据窗口”添加需要的观察项，频响测试添加 1kHz 频响及框线判断，阻抗测试方案添加 1kHz 阻抗及 T&S 参数，如图 5.44 所示，详细请参考 3.5.3 章节。

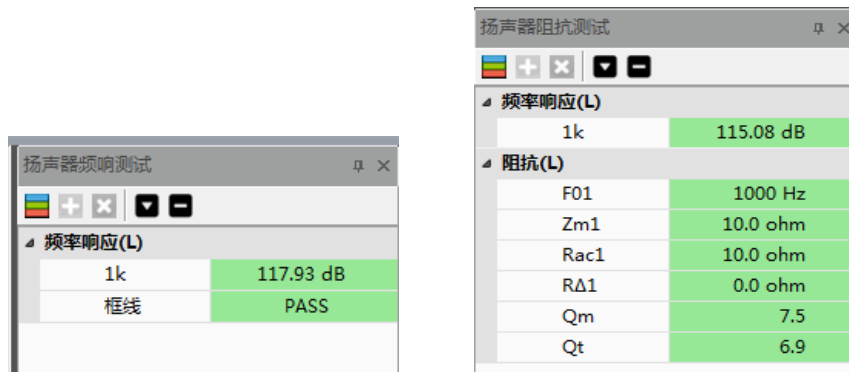


图 5.44 添加观察项

7、添加曲线窗口

- ✓ 点击菜单栏“视图”→“新建曲线窗口”，使第一个曲线窗口显示“扬声器频响测试”步骤的左频响曲线；
- ✓ 点击菜单栏“视图”→“新建曲线窗口”，使第二个曲线窗口显示“扬声器阻抗测试”步骤的左阻抗曲线；
- ✓ 成功添加 2 个曲线窗口后，点击工具栏“平铺曲线窗口”，效果如图 5.45。

8、开始测试

至此完成了示例的各项设置内容，点击运行即可开始测试，测试界面如图 5.45 所示。



图 5.45 扬声器测试效果图

5.5 USB 耳机加麦克风测试

目标：测试 USB 耳机和麦克风的频率响应，并为其设定频率响应判定框。

硬件连接及操作内容

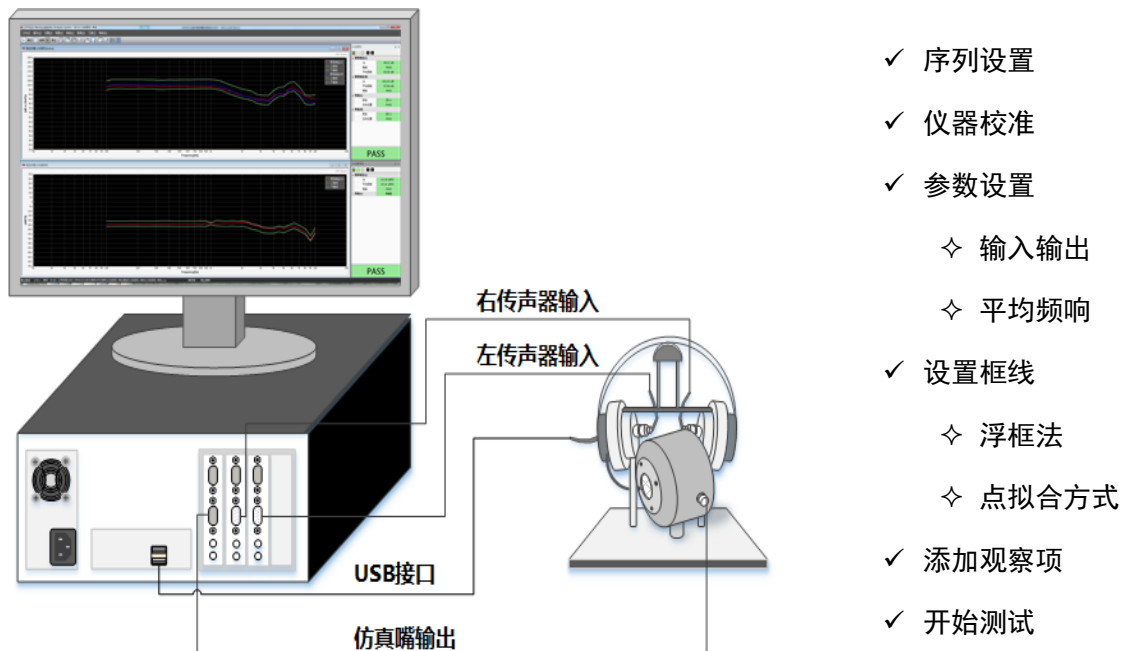


图 5.46 USB 耳机麦克风组件测试硬件连接示意图

详细操作步骤

1、打开或新建产品方案

用户可直接打开安装目录下\lib\example 文件夹下的测试模板，只需依据产品做适当的参数修改即可，软件同时支持方案的另存为。

用户在软件菜单栏执行“文件”→“打开”，选择“USB 耳机+咪头测试”文件夹下的“USB 耳机+咪头.cry”；

2、序列设置

菜单栏“设置”→“序列编辑器”，完成序列步骤的管理。

- 1) 新建两个测试步骤，测试名称可按实际需要输入，测试类型分别选择 USB 耳机和 USB 麦克风；
- 2) 添加测试项，为 USB 耳机测试添加平均频响、其他（耳机位置），为 USB 麦克风测试添加平均频响测试项；

3、仪器校准

点击菜单栏“操作（O）”→“仪器校准（C）”。

校准步骤：仪器内部校准→左传声器校准→右传声器校准→利用左传声器完成仿真嘴校准，请参考 3.4 章节。

4、参数设置

菜单栏“设置”→“序列编辑器”，左侧为测试步骤及测试项列表，右侧为选中栏目的具体设置信息，如图 5.47 即

USB 耳机测试步骤中输入输出测试项的有关参数，用户可根据需要自行设置。

输出电压类型：因测试类型选择为 USB，此处默认为数字信号输出；

输出幅度：数字信号幅度可依据实际要求设置；

其他设置详情请参考 5.1、5.2 章节参数设置部分，与普通耳机麦克风基本相同。

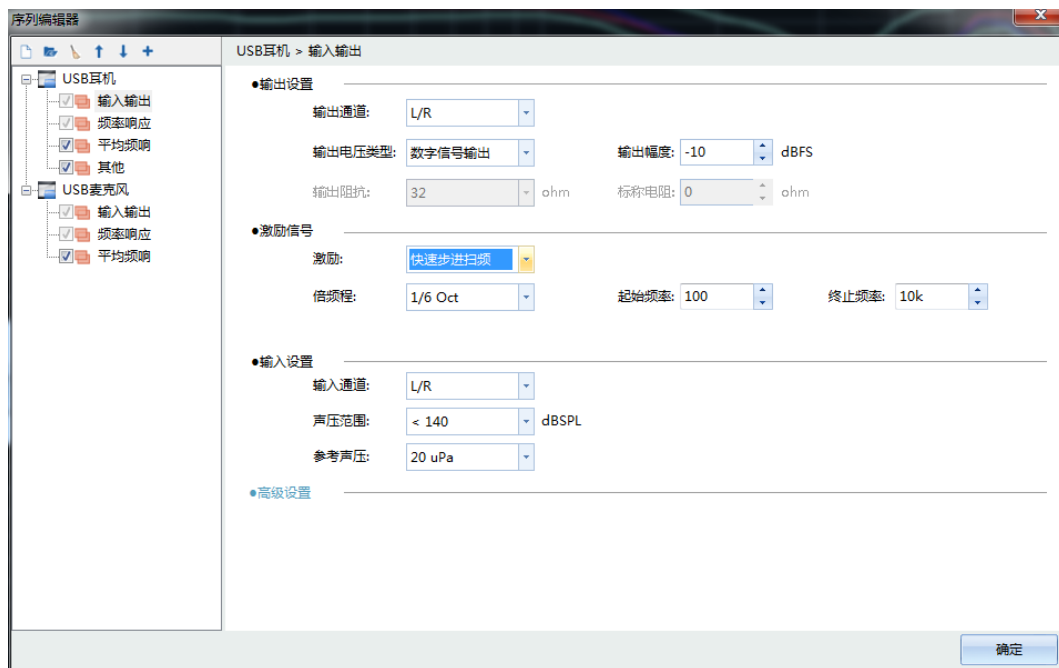


图 5.47 参数设置对话框

5、框线设置

绘制框线请参考 5.1、5.2 章节中框线部分，此节采用浮框法、点拟合方式，如图 5.48 所示，图中利用点拟合方式绘制了偏差为 5dB 的耳机频响上下框线；

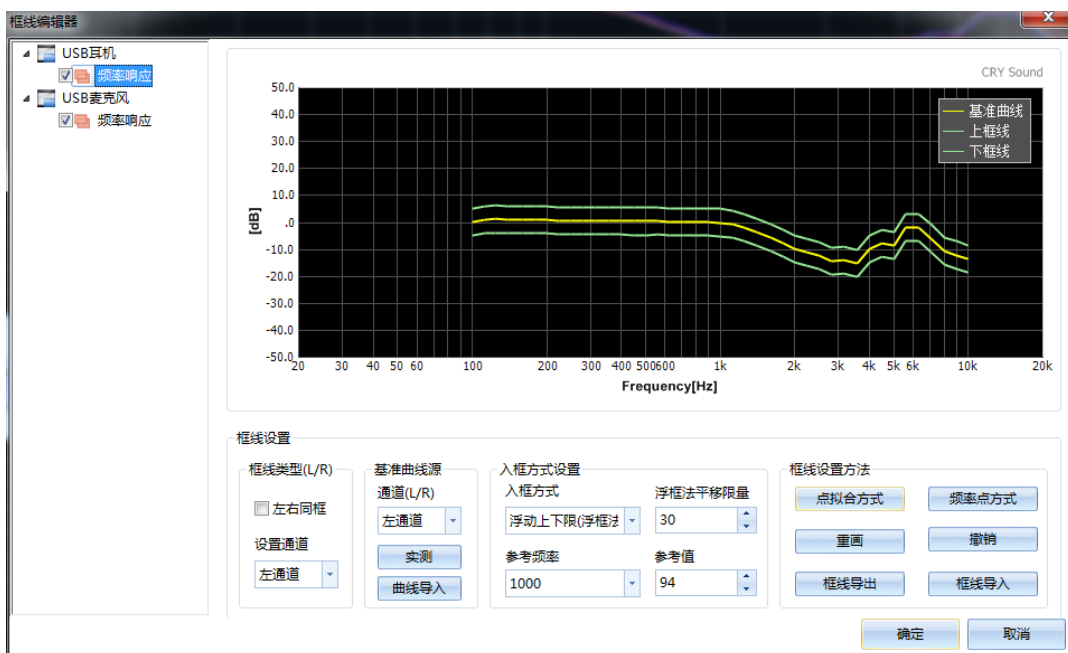


图 5.48 USB 耳机步骤频响框线设置

图 5.49 则绘制了偏差为 3dB 的 USB 麦克风频响上下框线，若用户需要减小 1kHz 上下限范围，则可点击“频率点方式修改框线”，弹出如图 5.50 所示对话框，可修改各个频率点的相对声压值。以将 1kHz 相对声压修改为 ± 1.0 为例，

最终上下框线如图 5.51 所示。

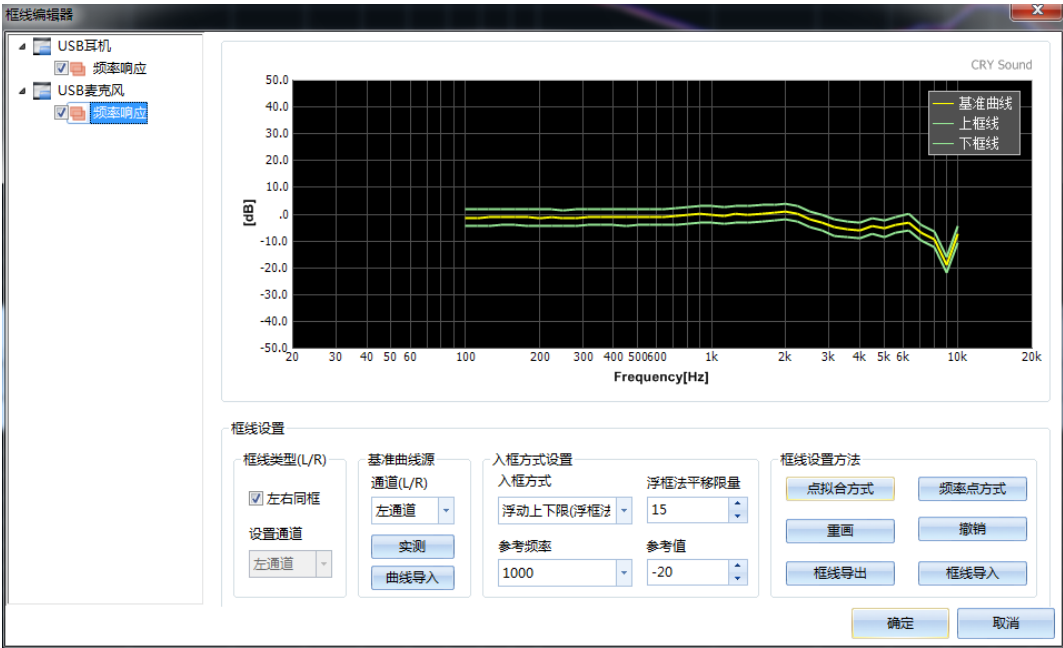


图 5.49 USB 麦克风步骤频响框线设置 1



图 5.50 频率点方式修改偏移量

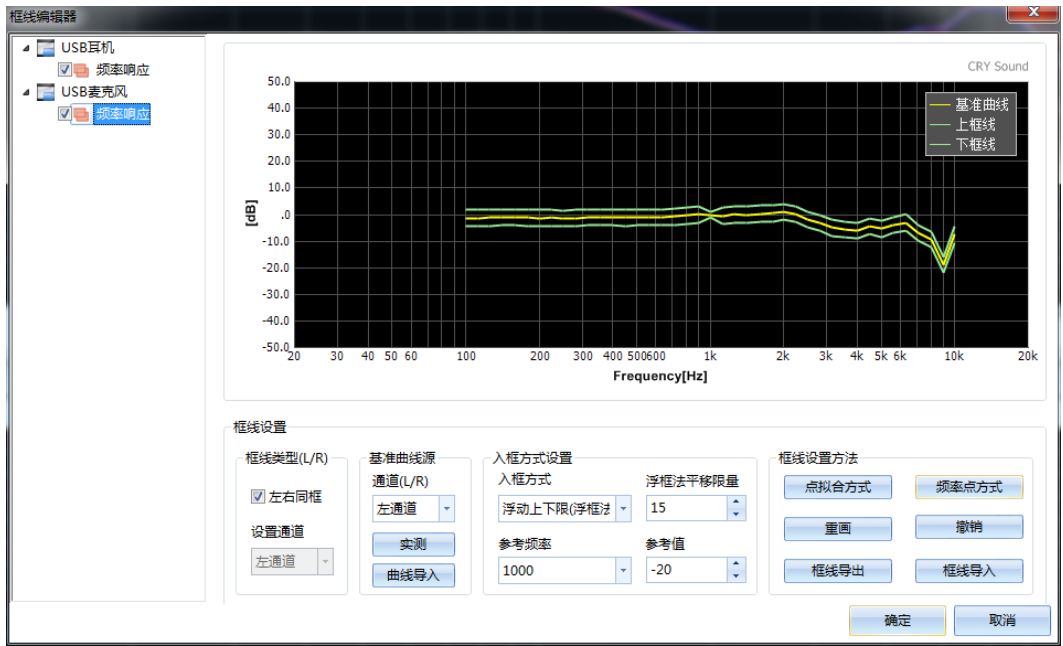


图 5.51 USB 麦克风步骤频响框线设置 2

详细也可参考 4.11 章节中框线设置部分，频响框参考值可依据产品自由修改。

6、添加观察项

菜单栏“视图”→“新建数据窗口”，添加 USB 耳机灵敏度（L）、灵敏度（R）窗口于右侧；添加 USB 麦克风灵敏度（L）于右侧，可通过鼠标拖动，将两个窗口显示于一列，效果如图 5.52 右侧。

7、添加曲线窗口

- ✓ 点击菜单栏“视图”→“新建曲线窗口”，选择显示 USB 耳机测试步骤的左频响、右频响曲线；
- ✓ 重复第一步，使第二个曲线窗口显示 USB 麦克风测试步骤的左频响；
- ✓ 点击菜单栏“视图”→“平铺曲线窗口”，使同时显示两个曲线界面，平铺于曲线显示窗口，如图 5.52。

8、开始测试

至此完成了示例的各项设置内容，点击运行即可开始测试，测试界面如图 5.52 所示。

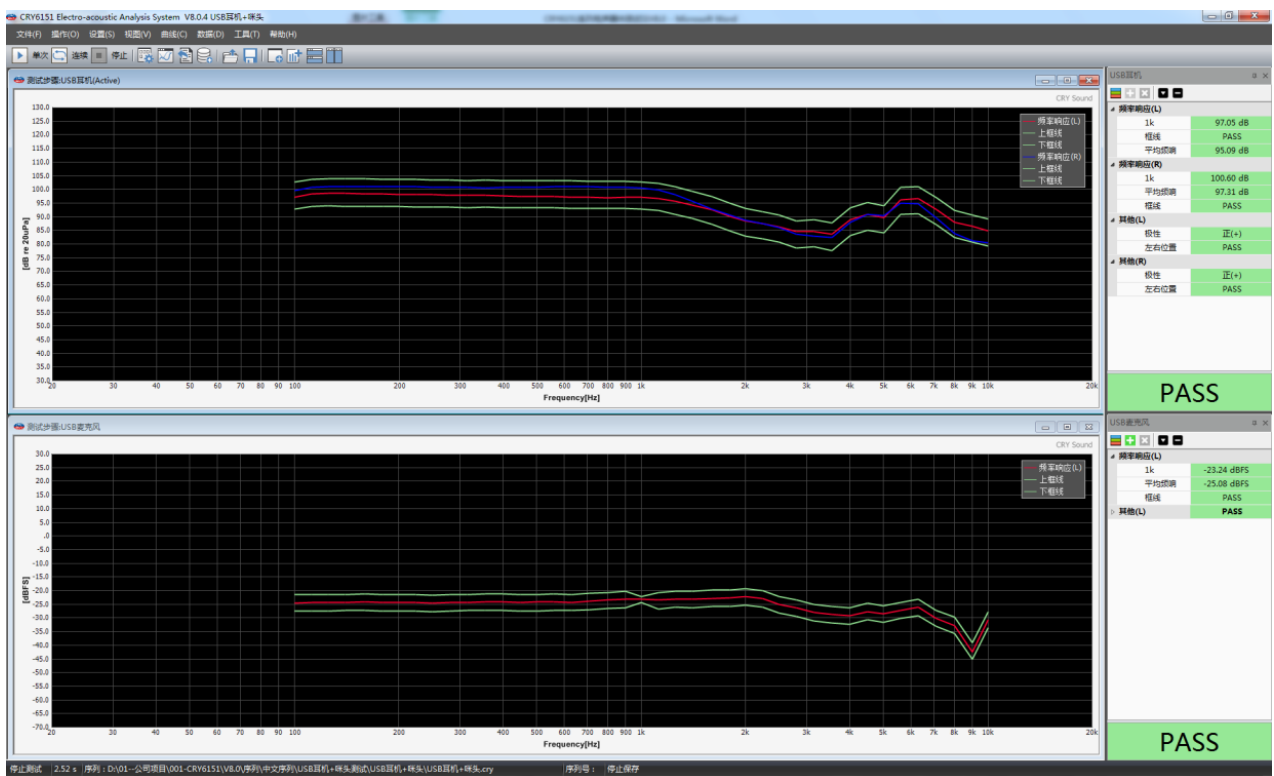
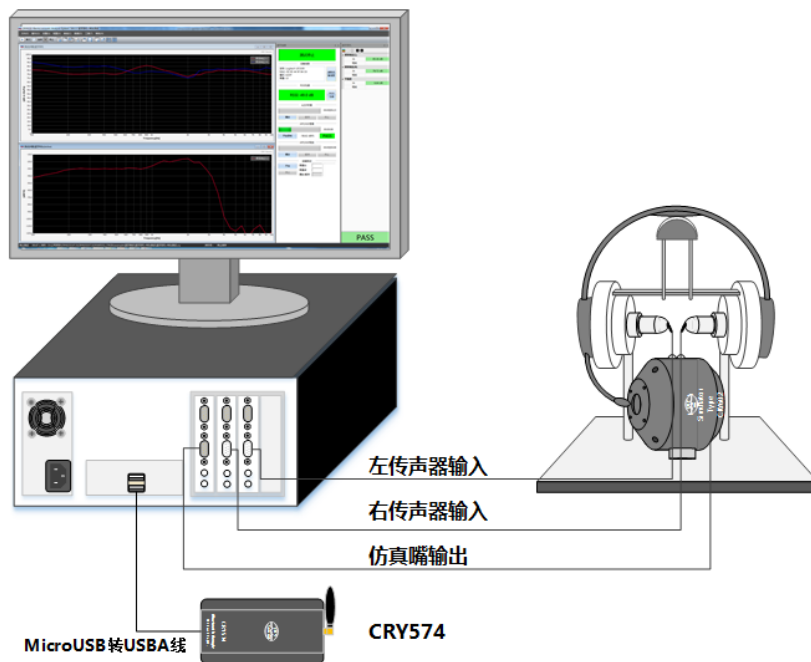


图 5.52 USB 耳机加麦克风测试效果图

5.6 蓝牙耳机加麦克风测试

目标：测试蓝牙耳机及麦克风的频率响应，并为其设定频率响应判定框，同时设定 1kHz 的灵敏度。

硬件连接及操作内容



- ✓ 序列设置
- ✓ 仪器校准
- ✓ 蓝牙音频设置
- ✓ 参数设置
 - ◇ 输入输出
 - ◇ 频率响应
- ✓ 设置框线
 - ◇ 定框法
 - ◇ 点拟合方式
- ✓ 添加观察项
- ✓ 开始测试

图 5.53 蓝牙耳机加麦克风测试硬件连接示意图

详细操作步骤

1、打开或新建产品方案

用户可直接打开安装目录下\lib\example 文件夹下的测试模板，只需依据产品做适当的参数修改即可，软件同时支持方案的另存为。用户在软件菜单栏执行“文件”→“打开”，选择“蓝牙测试”文件夹下的“蓝牙耳机+咪头测试.cry”；

2、序列设置

点击菜单栏“设置”→“序列编辑器”，给出的测试模板中已经在此序列中添加了“蓝牙耳机”和“蓝牙咪头”两个测试步骤，但此处我们仍然需要添加“蓝牙连接”这一步骤，从而实现连接并测试，如图 5.54 所示，并通过上移按钮将蓝牙连接这一测试步骤挪动至最上方，即最早开始运行。

3、仪器校准

点击菜单栏“操作”→“仪器校准”。

校准步骤：仪器内部校准→左传声器校准→右传声器校准，详细请参考 3.4 章节。

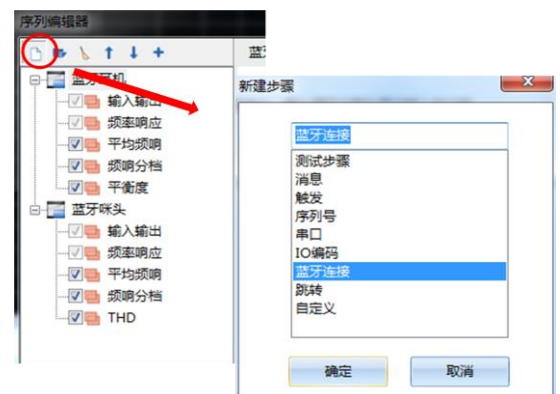


图 5.54 测试步骤对话框

4、序列设置

菜单栏“设置”→“序列编辑器”，左侧为测试步骤及测试项列表，右侧为选中栏目的具体设置信息，如图 5.55 即蓝牙连接测试步骤中的有关参数，以下对蓝牙连接部分做简要说明，详细也可参考 4.8 章节。



图 5.55 蓝牙连接参数设置

1) 设置配对连接（共有三种配对模式，选择其中一种进行相应设置）



图 5.56 不同配对模式的蓝牙连接参数设置

- ✓ **搜索配对：**搜索附近满足名称或 RSSI 要求的蓝牙设备，并连接最先搜索到的设备
- 超时时间：**当搜索时间超过此设定值时仍未找到设备，则停止搜索；
- 耳机延迟：**建立连接，进入耳机测试步骤时进行等待（等待时间根据设定值）；
- 麦克延迟：**建立连接，进入麦克测试步骤时进行等待（等待时间根据设定值）；
- 每次连接时都复位 Dongle：**选中此项即在连接时进行复位；
- HFP 蓝牙 MIC 测试模拟来电接听：**若选中此项，在进入麦克测试步骤时发送特定指令达到模拟来电接听的功能；
- 按设备名称配对：**选中后，仅搜索与文本框中名称相同的蓝牙设备；
- 按 RSSI 值配对：**选中后，仅搜索 RSSI 值大于设定下限的蓝牙设备；
- ✓ **自动配对：**搜索附近所有的蓝牙设备，并连接最先搜索到的设备
- ✓ **MAC 地址：**搜索附近与输入的 MAC 地址相同的蓝牙设备；
- MAC 配对：**包含扫码输入、手动输入，得到的 MAC 地址可依据保留位数进行保留，例如 MAC 地址为 00 0D 44 9F 84 C6，保留 3 位，则在测试界面成功连接后，MAC 地址一栏显示为 00 0D 44；

2) 设置功能测试



图 5.57 蓝牙连接功能测试设置

- ✓ **连接后自动测试：**若选中，在成功连接蓝牙耳机后自动完成图 5.57 选中的测试内容；实际蓝牙连接及测试内容界面如图 5.58。
- ✓ **测试内容：**

读取设备信息：读取蓝牙设备名称、MAC 地址、模式及音量信息；

RSSI 功率：读取被测蓝牙设备 RSSI 功率，并依据设定的上下限进行合格判断；

A2DP 听音测试：依据显示地址搜索播放文件，时间参考设定值；

HFP/HSP 录音测试：依据设定时间进行录音，当录音阶段存在超过设定合格下限的声音即判定为合格；

HFP/HSP 回放测试：回放上一步骤的录音文件；

按键测试：模拟按下被测设备中的音量加、音量减、播放/暂停按钮，三个按键可依据实际设备进行选择，每次按下，图七中相应按键后面的数字便会加 1，若所选的按钮都能响应，则判定为 PASS；

以上完成蓝牙连接相关的所有设置，有关蓝牙耳机、蓝牙咪头测试步骤的设置此处不做具体说明，与测试模拟设备基本相似，仅需修改测试类型及信号类型，详情请参考 5.1、5.2 章节参数设置部分。

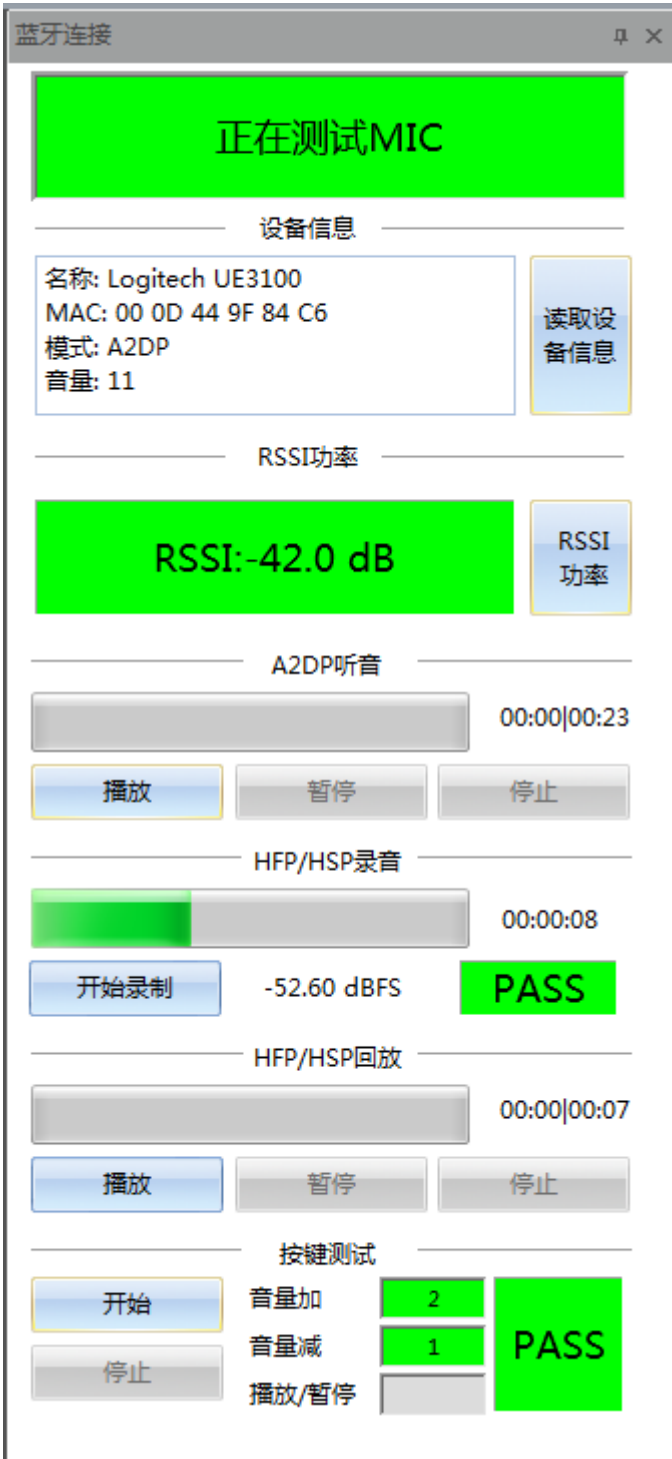


图 5.58 蓝牙连接测试界面

5、添加观察项

菜单栏“视图”→“新建数据窗口”，添加蓝牙耳机灵敏度（L）、灵敏度（R）窗口于右侧。

6、添加曲线窗口

- ✓ 点击菜单栏“视图”→“新建曲线窗口”，选择显示蓝牙耳机测试步骤的左频响、右频响曲线；
- ✓ 重复第一步，使第二个曲线窗口显示蓝牙麦克风测试步骤的左频响；
- ✓ 点击菜单栏“视图”→“平铺曲线窗口”，使同时显示两个曲线界面，平铺于曲线显示窗口，如图 5.59。

7、开始测试

至此完成了示例的各项设置内容，点击运行即可开始测试，测试界面如图 5.59 所示。

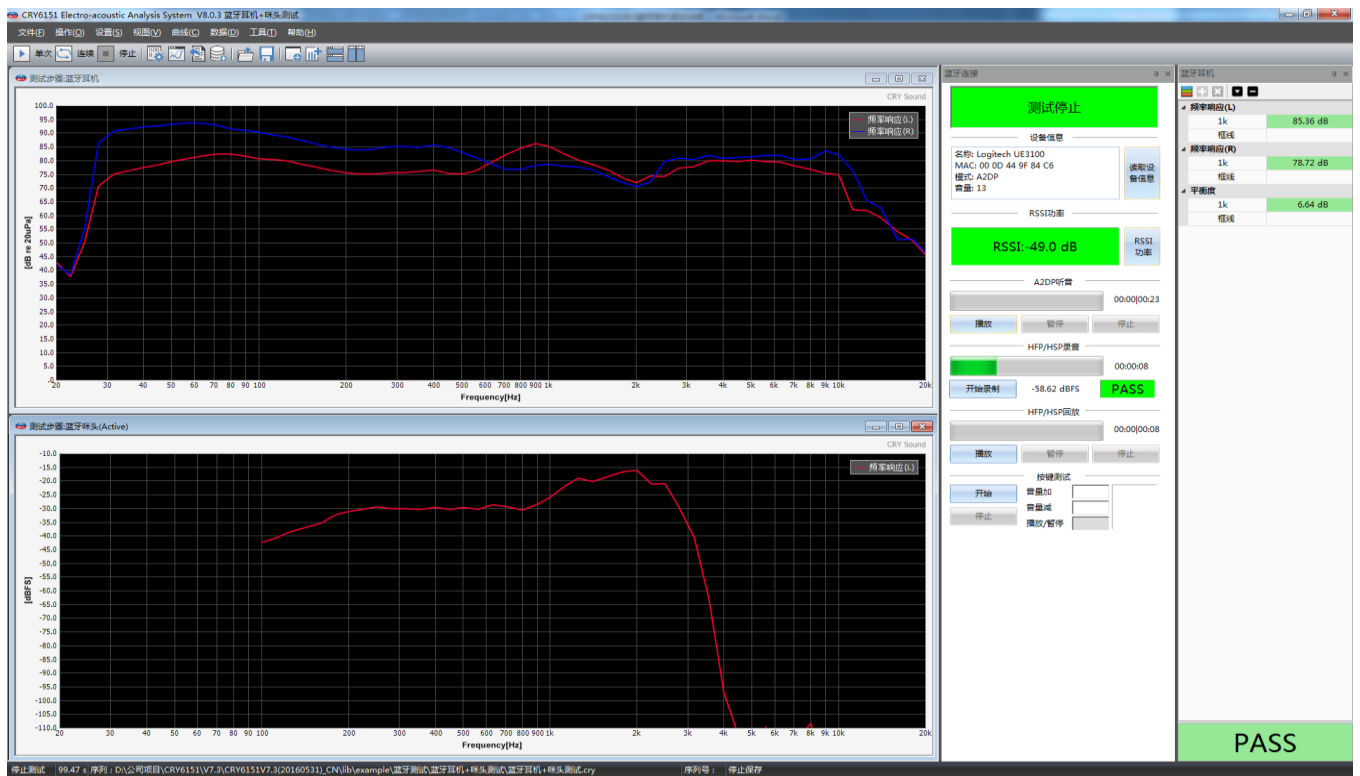


图 5.59 蓝牙立体声耳机测试效果图

第 6 部分 故障检查方法

6.1 PC 机部分

编号	现象	故障原因	解决措施
1.1	主机电源指示灯不亮	A、电源线接触不良 B、电源开关未启动 C、开关电源坏	A、检查电源线或开关 B、若后面板电源风扇不转， 请更换电源
1.2	主机电源指示灯亮， 但显示器不正常	A、显示器电源不良 B、显示卡与主机接触不良 C、显示卡损坏 D、显示器损坏	A、检查显示器各连接线 B、检查显示卡与主板接触 是否良好 C、更换显示卡或显示器
1.3	计算机不能自检	A、内存不良 B、BIOS 设置不正确 C、其他原因	A、更换内存条 B、重新设置 BIOS C、检查各扩展卡与主板是 否接触良好

6.2 信号板部分

编号	现象	故障原因	解决措施
2.1	信号输出口无信号	A、无 $\pm 15V$ 模拟电压 B、功放电路损坏 C、软件设置不正确 D、输出线断路	A、检查熔丝和电源板部分 B、检查功放电路 C、检查信号发生电路 D、点校准后重新测试
2.2	仿真嘴无输出信号， 但信号输出口有信号	A、仿真嘴无校准 B、软件不处于“仿真嘴输出”状态 C、继电器控制电路损坏	A、电校准后进行声校准 B、设置为“仿真嘴输出” C、检查继电器控制电路
2.3	电信号输出电压与 设置值不符	A、未进行电校准 B、信号发生电路未打通 C、声卡损坏	A、重新电校准 B、检查信号源板和测量板 相关电路

6.3 测量板部分

编号	现象	故障原因	解决措施
3.1	“传声器输入”时界面显示一条直线	A、测量传声器输入断路或损坏 B、前置放大器输入断路或损坏 C、输入信号太大 D、声级校准器不正确	A、检查及更换测量传声器 B、检查及更换前置放大器 C、减小输入信号 D、更换声级校准器
3.2	“电信号输入”时界面显示一条直线	A、电信号输入口信号过大、开路或短路 B、测量量程设置不正确 C、测量板输入信号切换电路损坏	A、减小输入信号 B、设置合适的量程 C、检查输入电路及连线 D、检查输入信号切换电路
3.3	仿真嘴校准曲线 0.1k~10kHz 不平直	A、仿真嘴校准不正确 B、测量传声器与仿真嘴放置位置不正确	A、重新声校准 B、更正测量传声器和仿真嘴的位置后重新校准
3.4	电校准不通过	A、信号板无信号输出 B、声卡、信号板和测量板连线接触不良	A、检查信号板电路 B、检查声卡是否正常 C、检查连线是否正常
3.5	阻抗测试值不正确	A、标称阻抗设置不正确 B、电路连线不正确	A、重新设置阻抗 B、检查电路连线

第 7 部分 注意事项

- ◆ 第四章软件设置为最基本的功能设置，若用户需要扩展功能，例如测试接触式受话器的指标以及 A 计权下的固有噪声电平等，可与我司联系定制软件。
- ◆ 使用过程中信号线不得与信号地线短接，电源不得与任何地线短接，以免烧坏仪器。
- ◆ 本仪器由专业技术人员操作，以保证长期性能优良。如有问题，请及时与我司联系。
- ◆ 本仪器保修一年。

附录：专业词语解说及型号说明

仿真耳：用于提供耳机和传声器之间声学耦合的装置，与声源耦合时，会将类似人耳的声阻抗负载加载到声源上，我司研发生产的 CRY318 仿真耳符合 IEC 60318.1 标准，适用于测量非入耳式耳机。CRY711 仿真耳符合 IEC 60318.4 标准（原 IEC 711），适用于测量入耳式耳机。

仿真嘴：用于模拟人嘴部附近声场的声源，适用于电话送话器和在语音通讯中使用的传声器（麦克风）的声学参数指标测试。我司设计研发的 CRY600 系列仿真嘴，其频率响应曲线等符合 IEEE 269,661 国际标准和 ITU-T P51 建议的“嘴基准点”发送声信号要求，是声学测量标准声源。

前置放大器：将测量传声器换能后的微电流高阻抗转变为电压低阻抗信号的放大器；我司设计生产的 CRY500 系列前置放大器与 1/2 英寸预极化测量传声器配合，并与 B&K、G.R.A.S.等 1/2 英寸预极化测量传声器兼容，也可和压电陶瓷式振动传感器相连。

测量传声器：用于测量声压的声电转换器件，在规定条件下其灵敏度已知，并且通常具有频率响应宽而平、稳定性好、动态范围大等特点。我司设计生产的 CRY331 传声器是预极化自由场测量传声器，用于测量传声器放入声场前的无畸变的真实声压；设计生产的 CRY332/772 传声器是预极化压力场测量传声器，用于测量在传声器振膜表面上的实际声压（包括因为传声器自身的存在而引起声场的变化）。

倍频程：一频带范围内上限频率是下限频率的两倍，以这一方式划分每个频程称为 1 倍频程，简称倍频程，英文缩写为 Oct；

1/3 倍频程：在 1 倍频程的上、下限频率之间再插入两个频率点，将一个频程分为三个频程，且 4 个频率点之间的比值相同，即 $G^3=2$ ，英文缩写 1/3 Oct。同理可理解 1/6 Oct、1/12 Oct、1/24 Oct；

校准：电声测试仪器在使用前需要使用声级校准器进行声校准，声级校准器产生 1kHz，94dB 声压级；

基波：在声音信号中，与该振荡最长周期相等的正弦波分量称为基波；

谐波：在声音信号中，频率等于基波频率整数倍的正弦分量，例如，频率等于基频两倍的波称为“二次谐波”；

受话器：将电信号转换成声信号的器件，如耳机、扬声器、喇叭等，主要技术参数有灵敏度、频率响应、交流阻抗等；

送话器：将声音信号转换成电信号的器件，如麦克风、音头、传声器等，主要技术参数有灵敏度、频率响应、输出阻抗、信噪比、电流等；

电信号输入状态：信号从电信号输入口直接输入仪器的过程；

声信号输入状态：声信号通过测量传声器和前置放大器转换后从仿真耳输入口输入仪器的过程；

杭 州 兆 华 电 子 有 限 公 司
杭 州 吉 高 电 声 科 技 有 限 公 司

CRY Sound Co., Ltd

地址 ADD: 杭州市余杭区闲林工业园闲兴路 31-1 号

电话 TEL: 86-571-88225198, 88225128 传真 FAX: 86-571-88225178

E-MAIL: cry@crysound.com www.crysound.com

华南办事处

地址: 广东省东莞市南城区第一国际二期百安中心 B 座 801 室

电话: 0769-21688120 传真: 0769-21688150 手机: 13823514540