

用户手册



LPP-480F

LPP480F PC 软件使用说明书

安装硬件/软件环境：

- 系统要求：XP（32 位）、或更高版本的 WINDOWS 系统，同时支持 64 位
- RAM：最低空间 1GB
- ROM：最低空间 10MB
- NET Framework 4.0 需要在安装 LPP480F 控制软件前就本机上
- USB 驱动：“STM32_VCP_Driver_V1.3.1.exe”

前言：

- 远程控制 PC 软件可以通过 USB、RS485、TCP/IP 的方式连接到设备上，用户需要根据设备的设置来选择合适的连接模式
- 每台设备同时最高能连接 4 台 PC 电脑。但是，通过 RS485 或 TCP/IP 模式无法同时连接一台设备。但是可以同时使用 USB 跟 TCP/IP，或者 USB 跟 RS485 的连接方式来将设备连接到不同的 PC 上。
- 当某台设备同时连接到 2 个远程控制的 PC 上时，在其中一台 PC 上作出的设置更改，都将会自动在另外一台 PC 上更新上去。
- 每台设备都预装了一个“声明”功能，当其通过 TCP/IP 连接到 PC 时，第一次启动该控制软件，系统防火墙会尝试禁用该程序，如下图 1.1 所示。



图 1.1

当电脑弹出此对话框时，如果用户想要此电脑软件自动识别所有通过 LAN 方式连接的设备的话，请点击“不禁用”此按钮。

- 设备的默认 IP 地址为 192.168.0.100。如果用户想要通过 LAN 模式将设备连接到 PC 电脑上，需要将电脑设置为静态地址，为 192.168.0.x
- 设备上的参数可以分为两种：系统参数跟程序参数

系统参数：

为设备名称、输入源类型、启用热备份功能、输入/输出联动、输入/输出通道电平联动、噪声门功能启用/类型/电平、ADC 余量模式、管理员/用户密码、管理员锁定模式、密码/非密码锁定软件、调用选项

上述系统参数用于编辑设备，当用户更改到另外一个预设时，不会发生变更。大部分都可以在设置页面跟路由页面进行编辑更改。

程序参数：

指所有用于设置信号处理的参数，包括滤波器、噪声门、增益、压限、限幅器、延时等。可以保存到电脑或设备上，也可从电脑或设备上调用已经保存好的参数。

- 项目组

PC 软件每次启动都会回到最后一次的设置，项目组文档包含了“设备列表”上每台设备的信息（系统参数及当前程序参数）。

用户可以将当前项目组文件保存到电脑上，或者可以从电脑上调用已保存的项目组文件。

- 用户也可根据需求在离线模式下进行操作：

当用户尝试将设备联机的到 PC 上，在连接状态下，可以从机器将设备导入到软件中。

使用说明

打开远程控制 PC 软件以后，弹回如下界面，如下图 2.1 所示：



图 2.1

几秒过后，窗口会自动关闭，然后进入到启动窗口，如图 2.2 所示

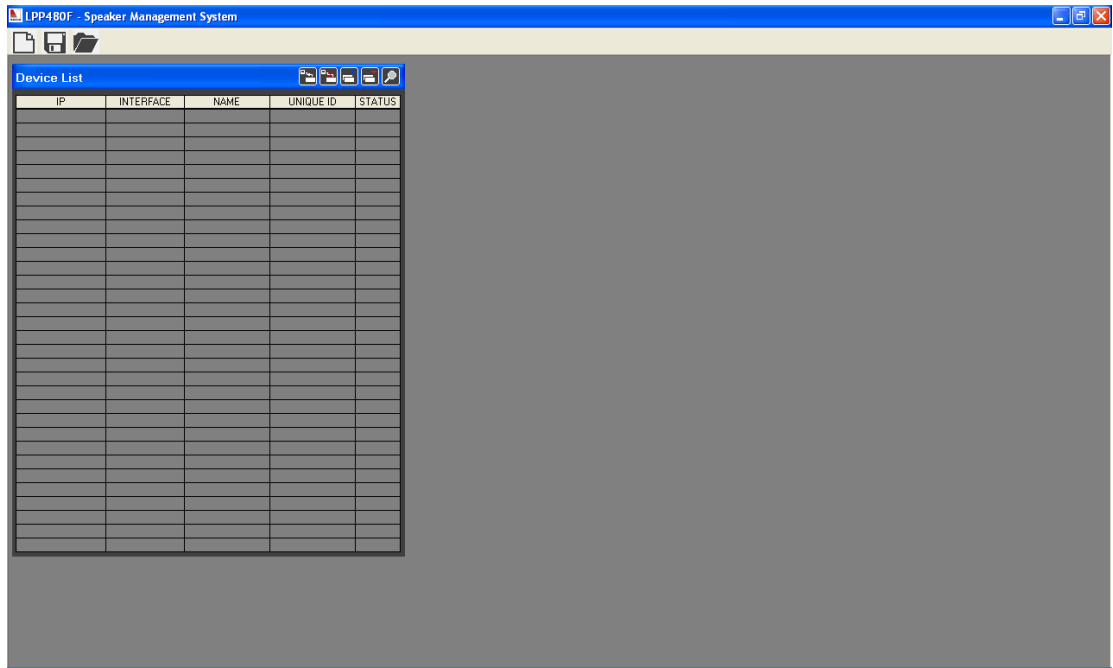


图 2.2

该主窗口包含“设备列表” (Device List)，以及可以通过上面三个  图标分别来新建、保存及调用用户项目。可以点击右上角的  图标来关闭此软件。

每次关闭程序，系统会自动保存项目的最新的设置，在下次重新启动此程序时可以直接进行调用。

设备列表(Device List)窗口

设备列表窗口上显示所有在 PC 自动搜索出来的机器(前提是机器与 PC 是通过 TCP/IP 连接)或用户手动新增的机器。

当机器通过 TCP/IP 连接 PC 时,软件会自动识别该机器(注意:防火墙要设置为允许此操作),并且询问用户是否要进行连接,如果该机器还没有出现在设备清单的话,那将会新增进去。

下图 2.3.1 为设备列表的说明:

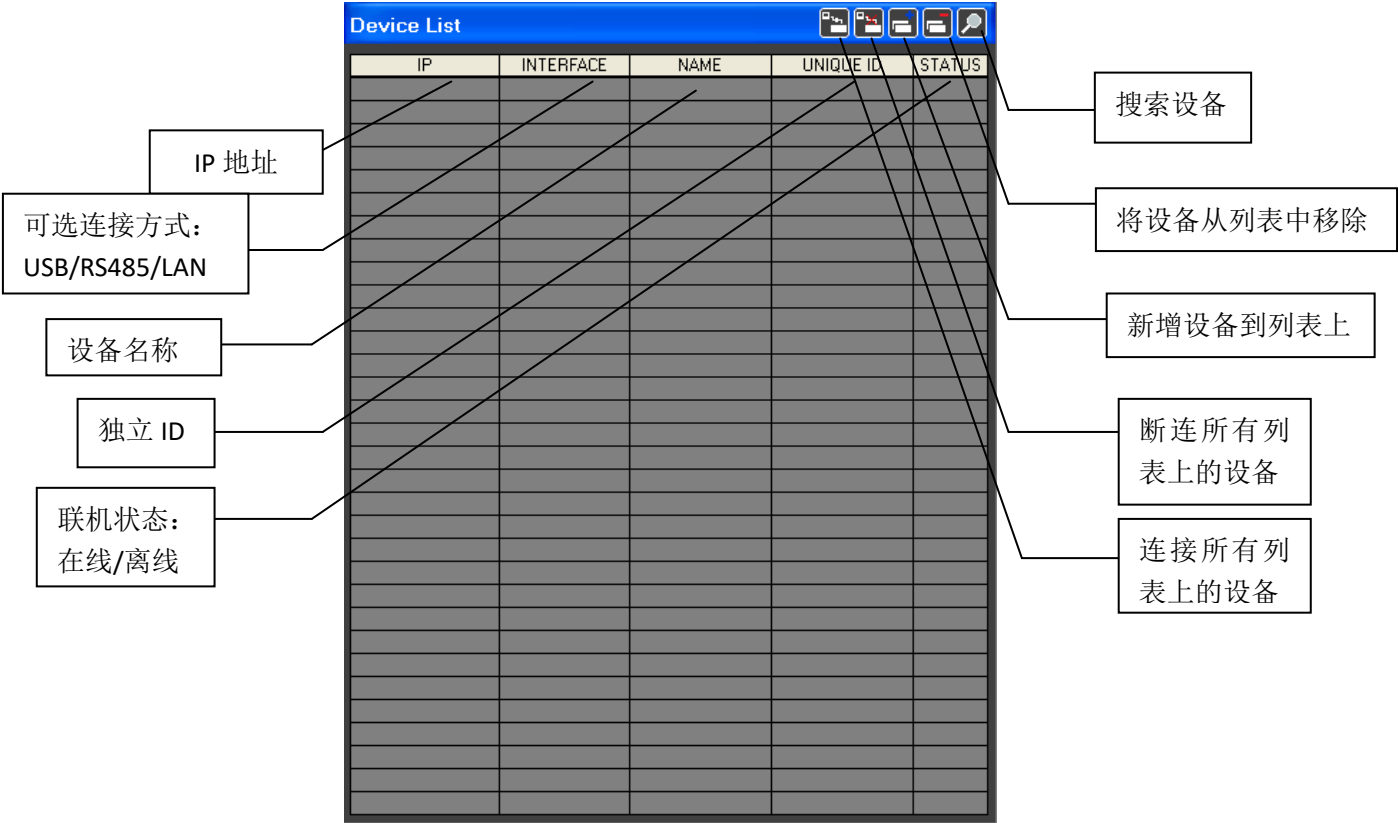


图 2.3.1

添加设备: 点击  按钮, 用户可以手动新增设备, 如下图 2.3.2 操作所示



图 2.3.2

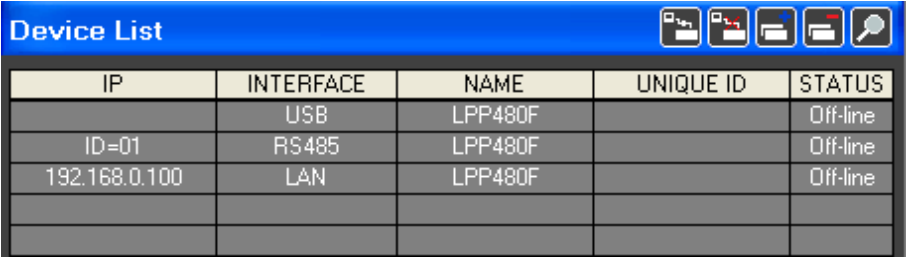
支持以下连接方式: USB、RS485 及 TCP/IP

如果用户选择:

- USB 模式: 只有一台机器可以选择为 USB 模式。如果设备列表上已经出现有 USB 连接的机器, 那么用户点击“OK”以后, 系统会提示无法再增加一台 USB 连接模式的设备了;

- **RS485 模式：**一定要先设置机器的 ID，而且此 ID 一定要跟用户想要连接的机器 ID 保持一致。ID 范围在 1~32 之间，最多只能增加 32 台机器。如果在设备清单上已经出现了同样 ID 及 RS485 连接的机器，那么用户点击“OK”以后，系统会提示无法再增加一台重复 ID 的设备了；
- **TCP/IP(LAN)模式：**一定要先设置一个 IP 地址，并且此 IP 地址一定要跟用户想要连接的机器保持一致。IP 地址范围为：1.0.0.1~223.255.255.254。如果设备清单上已经出现有 LAN 连接带同样 IP 地址的机器，那么用户点击“OK”以后，系统会提示无法再增加一台重复 IP 地址的设备了。

点击  按钮以后，如果没有出现重复的机器，那么所选择的设备会出现在设备列表上，如图 2.3.3 所示

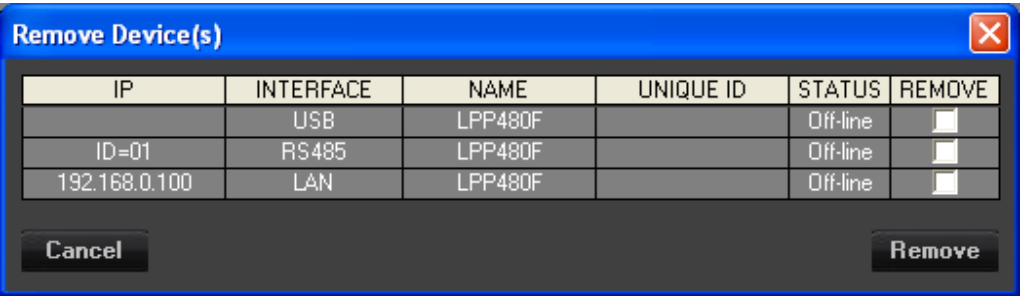


IP	INTERFACE	NAME	UNIQUE ID	STATUS
	USB	LPP480F		Off-line
ID=01	RS485	LPP480F		Off-line
192.168.0.100	LAN	LPP480F		Off-line

图 2.3.3

当机器连接到 PC 时，独立 ID 栏会有显示，此信息取决于机器。独立 ID 用于在软件里面辨别当前网络的机器。

移除设备：点击  按钮，用户可以从设备清单上移除一台或多台机器，图 2.3.4 为设备移除清单：



IP	INTERFACE	NAME	UNIQUE ID	STATUS	REMOVE
	USB	LPP480F		Off-line	☐
ID=01	RS485	LPP480F		Off-line	☐
192.168.0.100	LAN	LPP480F		Off-line	☐

Cancel Remove

图 2.3.4

当机器仍为在线(Online)或处于被编辑状态，不会出现在设备移除清单上。要移除某台机器，用户一定要点击该机器“REMOVE”栏上的方框。被移除的机器不会自动被软件所识别，用户如果想要再将该机器添加到设备清单上的话，那么一定要再手动操作新增步骤。关闭软件、再打开，软件会自动识别被移除的设备。

点击“REMOVE”栏上的方框，点击  按键后，用户可以从设备清单上移除所选择的机器。

搜索设备：点击  按键，软件可以搜索已经连接上、但仍未出现在设备清单上的机器。下

图 2.3.5 为操作界面：

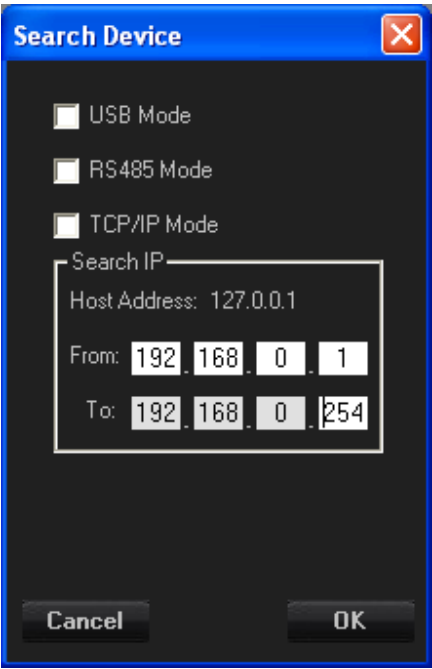


图 2.3.5

用户可以选择搜索方式：USB 模式下连接的机器、或是在 RS485、TCP/IP 模式下连接的机器。如果点击了  **USB Mode** 方框，系统只能搜索到一台以 USB 模块连接的机器。同时，系统也会检查所有 1~64 的 COM 口，以识别是否有一个 USB 接口连接到机器上。系统只能对一个 COM 口进行操作，所以如果已经有一台通过 USB 或 RS485 连接在线的机器，那么无法再找到另外以 USB 连接的机器了。

如果点击了  **RS485 Mode** 方框，系统会检查所有 1~32 范围内的 ID，以识别所有以 RS485 模式连接的机器。注意，请保证所 RS485 连接的机器没有重复的 ID。系统一次只能对一个 COM 口进行操作，所以如果已经有一台在线及通过 USB 连接的机器，那么系统无法搜索到另外一台以 RS485 方式连接的机器了。

如果点击了  **TCP/IP Mode** 方框，系统会检查所有以 LAN 模式带 IP 地址的机器，一次最多可以检查 255 台机器，IP 地址的头三位一定要保持一致。如果无法找到主机地址（就是说 PC 没有 LAN），那么软件的 IP 地址为：127.0.0.1，此时无法搜索到 TCP/IP 模式下连接的机器。

确定要搜索的连接方式以后，点击  **OK** 按钮，系统会开始进行搜寻，结束后，被搜索到的机器会显示在设备清单上；如果没有搜索到任何机器，那么会弹出一个对话框，上面写着 “No new device(s) found”。

连接/断连所有设备：分别点击  按键，用户可以连接设备清单上处于离线模式的机器，或将设备清单上在线的机器设置为离线模式。

单台机器连接：如果某台机器为在线状态，点击设备位于栏目的 “STATUS”，确认后此机器

会变为离线状态。同理，对单台机器从离线变为在线状态也是可以进行同样的操作。
从离线改为在线状态，软件会弹出图 2.3.6 的对话框，以确认：

- a. 是否软件上的参数设置需要与机器上的参数设置进行同步，或
- b. 是否机器上的参数设置需要跟软件上的参数设置进行同步

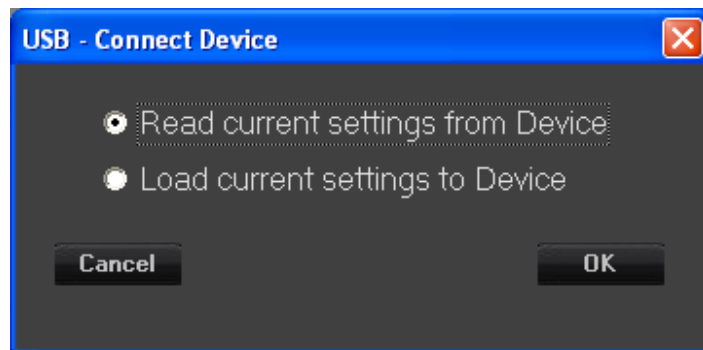


图 2.3.6

图 2.3.6 的对话框同样也会在用户点击  按键时出现。

按下  按钮以后，系统会根据用户的选择运行。

如果已经选择机器的话，那么该机器会以在线状态出现在设备清单上。

编辑设备

用户可以在机器为离线或在线模式下对其参数进行编辑。如果机器处于在线模式，那么所更改的设置都会实时更新在机器上。

要对机器参数进行编辑，用户需要双击设备清单上此机器的 IP 栏（或者连接方式、名字、ID）等。然后会出现图 3.1.1 的编辑窗口

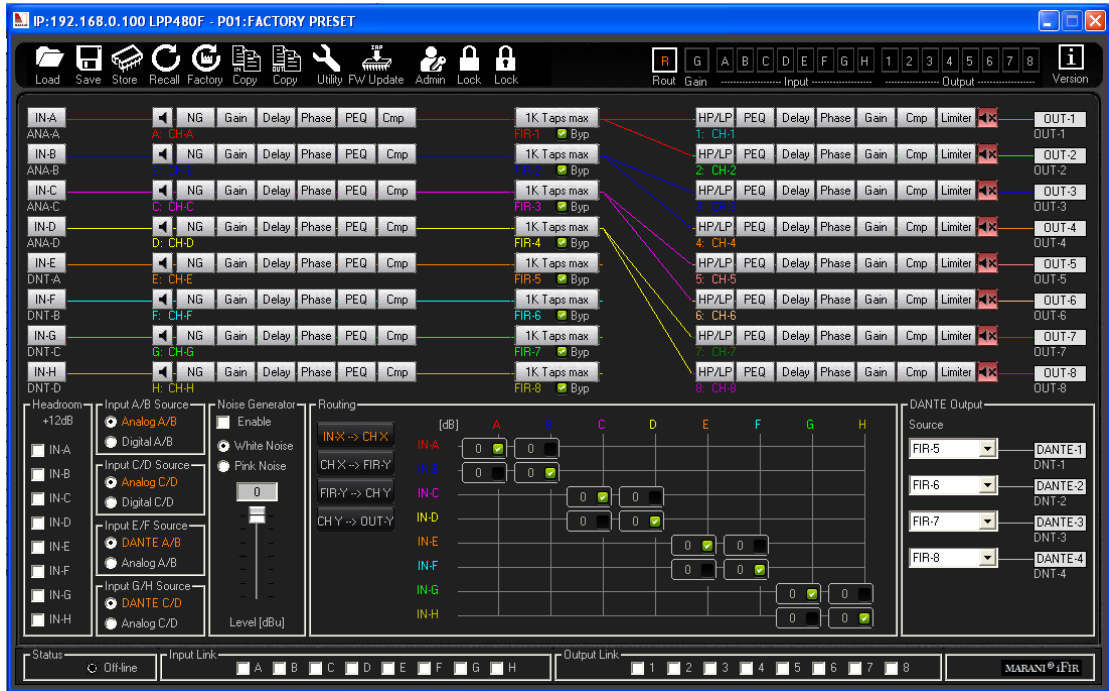


图 3.1.1

- 1. 标题栏上会显示机器的 IP 地址（在 TCP/IP 模式下），或是机器 ID（在 RS485 模式下）、机器名字跟当前使用的预设
- 2. 下图 3.2.1 为编辑窗口的顶部工具栏(Tool Bar):



图 3.2.1

- 2.1  Load : 调用保存到 PC 上的预设
- 2.2  Save : 将当前参数保存到 PC 上
- 2.3  Store : 将当前参数保存到机器中
- 2.4  Recall : 调用机器上的预设

- 2.5  **Factory**: 恢复为出厂参数
- 2.6  **Copy**: 将某个输入通道上的参数复制到其他输入通道上
- 2.7  **Copy**: 将某个输出通道上的参数复制到其他输出通道上
- 2.8  **Utility**: 实用菜单
- 2.9  **FW Update**: 通过 USB 进行固件升级
- 2.10  **Admin**: 输入密码登录管理员
- 2.11  **Lock**: 直接锁定软件
- 2.12  **Lock**: 输入密码以锁定软件（默认密码为：111111）
- 2.13  **Version**: 显示当前固件版本
- 2.14  **Version**: 显示当前固件版本

3. 下图 2.3.2 为编辑窗口的顶部工具栏:



图 2.3.2

- 3.1  **Status**: 机器当前连接状态（在线、离线）
- 3.2  **Input Link**: 输入通道联动
- 3.3  **Output Link**: 输出通道联动

路由页面 (Routing Page)

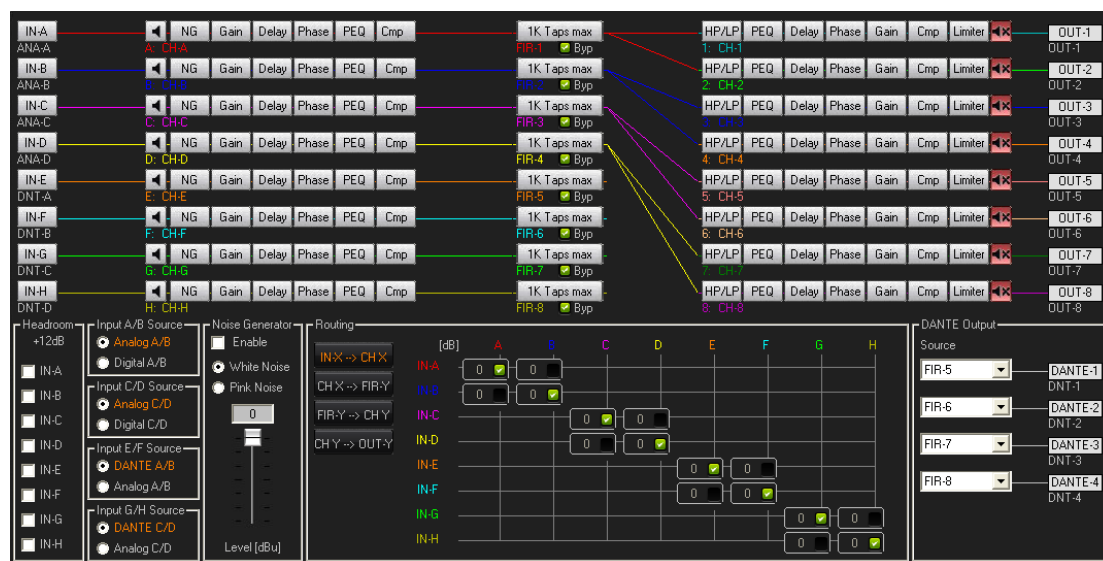


图 3.1.1

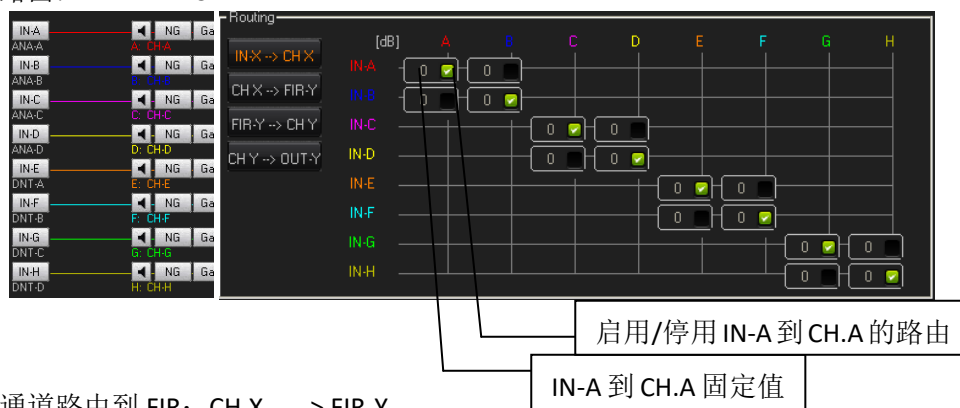
如上图 3.1.1 所示，此页面为软件的路由页面，用户可以进行如下操作：

- 余量(Headroom): 当勾选到某个通道的选框时，相应的输入会增加+12dB 电平
- 输入源(Input Source): 用户可以成双地更改输入源：
 - a. A/B 输入源可以设置为模拟 A/B(Analog A/B)或者数字 A/B(Digital A/B)
 - b. C/D 输入源可以设置为模拟 C/D(Analog C/D)或者数字 C/D(Digital C/D)
 - c. E/F 输入源可以设置为 Dante A/B 或 A/B 输入源的类型
 - d. G/H 输入源可以设置为 Dante C/D 或 C/D 输入源的类型

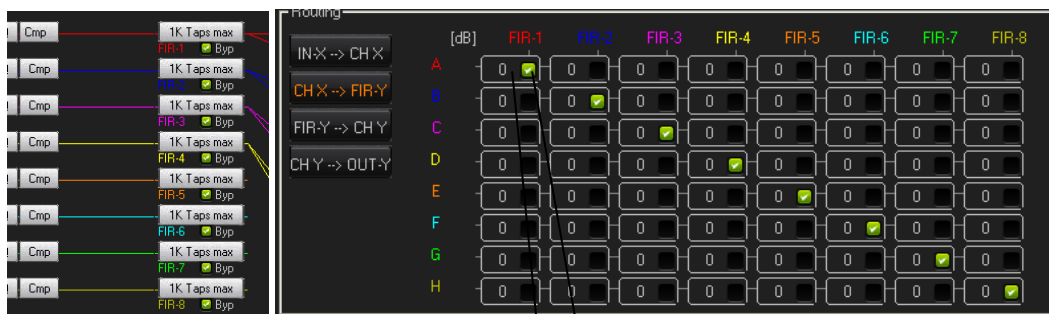
在使用菜单里面，用户可以通过“Src Setting”（输入源设置）来在通道 E/F 跟 G/H 上设置自动切换输入源优先级，此为“热备份”(Autoswitch)功能。

当设置为“启用通道 E/F 的热备份功能”(Enable Autoswitch on Channel E/F)时（此与 E/F 输入源设置相独立）。如果信号为 Dante 输入 A/B, E/F 输入源则会自动设置为 Dante A/B。当设置为“启用通道 G/H 的热备份功能”(Enable Autoswitch on Channel G/H)时（此与 G/H 输入源设置相独立）。如果信号为 Dante 输入 C/D, G/H 输入源则会自动设置为 Dante C/D。

- 噪声发生器(Noise Generator): 用户可以在此处设置噪声发生器类型（白噪声、粉红噪声可选）、电平大小。当打开噪声发生器，所有噪声信号都与输入源通道相独立。
- 输入路由: IN-X ----> CH.X



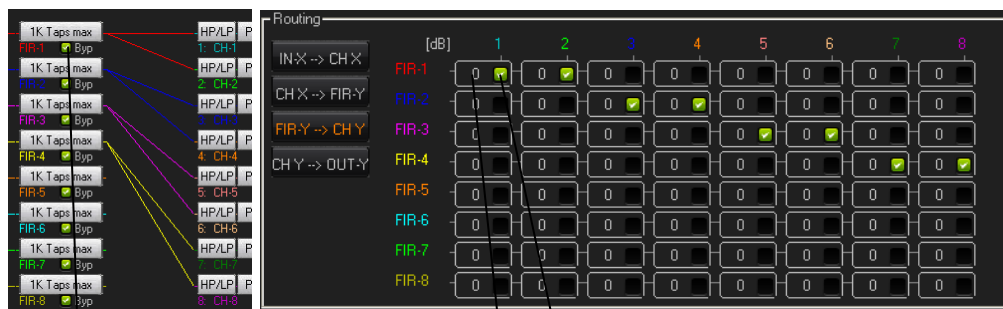
- 输入通路由到 FIR: CH.X ----> FIR-Y



启用/禁用 CH.A 到 FIR-1 的路由

CH.A 路由到 FIR 1 的数值

- FIR 到通道输出路由：FIR-Y ---> CH-Y

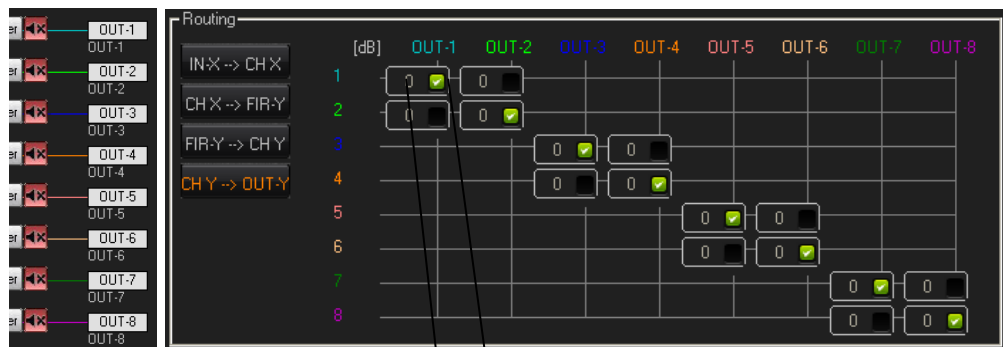


FIR 旁路选择

启用/禁用 FIR-1 到 CH-1 的路由

FIR-1 到 CH-1 的数值

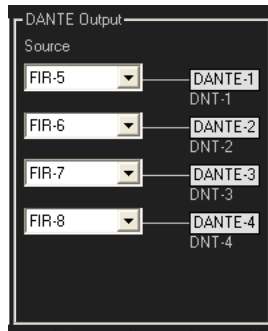
- 通道输出到输出路由：CH-Y ----> OUT-Y



启用/禁用 CH-1 到 OUT-1 的输出路由

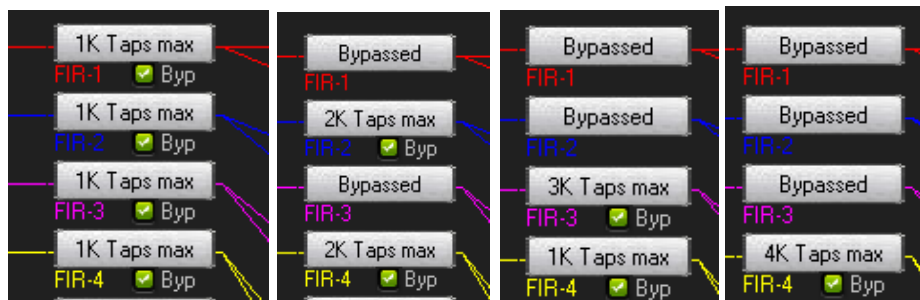
CH-1 到 OUT-1 的固定值

- Dante 输出路由



- 输出 Dante-1 的信号源可以为 FIR-1 或 FIR-5 输出，或是 OUT-1 或 OUT-5 的输出
- 输出 Dante-2 的信号源可以为 FIR-2 或 FIR-6 输出，或是 OUT-2 或 OUT-6 的输出
- 输出 Dante-3 的信号源可以为 FIR-3 或 FIR-7 输出，或是 OUT-3 或 OUT-7 的输出
- 输出 Dante-4 的信号源可以为 FIR-4 或 FIR-8 输出，或是 OUT-4 或 OUT-8 的输出

- FIR 模块



FIR-1, FIR-2, ...一直到 FIR-8 都可以在实用菜单页面里的“FIR 配置”(FIR Config)选项中进行设置，如上图 3.2.1 所示。

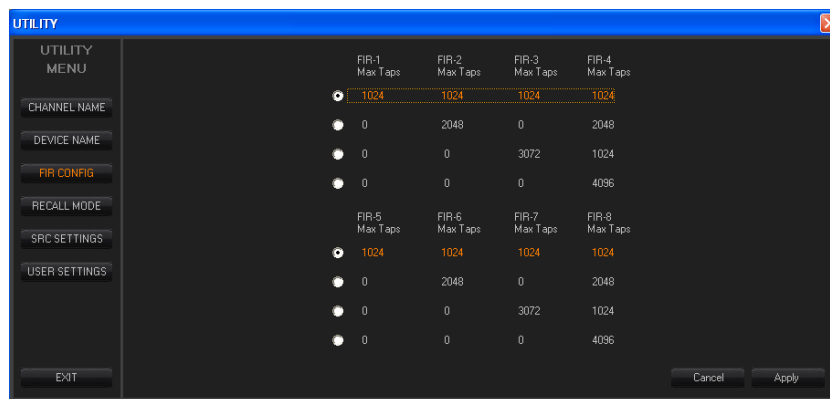


图 3.2.1

FIR 模块分为两个部分：FIR-1 到 FIR-4；FIR-5 到 FIR-8。这样一来，FIR 的 Taps 数量就可以更加灵活分配了。

在“FIR 配置”选项页内：

第一行可以看见有 4 个 1024 taps 的 FIR；

第二行则为通道 2 有一个 FIR，同时通道 4 也有一个 FIR，两者 taps 均为 2048。而通道 1 跟通道 3 没有 FIR；

对于第三行，通道 3 有一个 taps 为 3072 的 FIR，通道 4 上则有一个 taps 1024 的 FIR。而通道 1 跟通道 2 没有 FIR；

对于第四行，通道 4 有一个 4096 taps 的 FIR，而其他通道 1、2、3 则没有。
对于另外一个部分的 FIR-5 到 FIR-8 也同样如此。

当用户鼠标左键点击了下图 3.2.2 的“xx Taps max”按钮，就会弹出一个选择框，此时 FIR 并没有在“旁通”(Bypass)状态下。

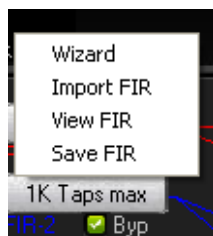


图 3.2.2

通过此菜单，用户可以：

1. 使用“Wizard”工具以创建一个 FIR 滤波器来进行相位矫正。（用户需要使用一个外置声卡、麦克风将输出信号录下来，具体请看附录）
2. 导入一个第三方 FIR 滤波器（具体请看下文附录）
3. 在设备上查看已经调用的 FIR 滤波器
4. 将当前调用在设备上的 FIR 滤波器以.txt 的格式保存

要查看所调用 FIR 的名称，用用户一定要将鼠标放在按钮上方，系统就会弹出带名称的窗口。

增益页面 (Gains Page)

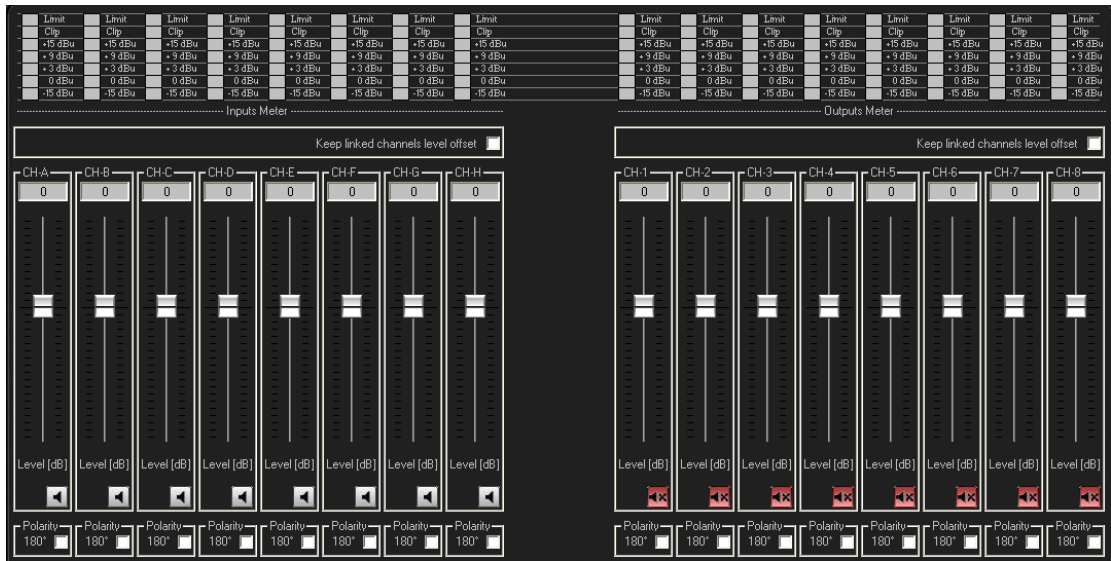


图 4.1.1

上图 4.1.1 为软件的增益页面,用户可以在上面更改输入、输出增益的值,范围为-18 到+12dB,设置极性,静音通道以及查看输入(增益前)跟输出(压限后)的读数。
当静音按钮变为红色时,对应的通道处于静音状态。
当勾选了极性框的时候,对应通道的极性为反向: 180 度

下图 4.1.2 页面,当输入或/及输出上有勾选超过一个 LINK 时,



图 4.1.2

用户可以选择启用“联动通道电平值位移”(“Keep linked channels level offset”), 如图 4.1.3 所示



图 4.1.3

当用户启用此功能时,如果拖动某个联动通道的增益滑条,另外的被联动通道增益也会有相应的增减,但是还保持一样的位移。例如:

- 设置通道 A 跟通道 B 联动
- 启用“联动通道电平值位移”功能
- 假设当前通道 A 的电平值为 0dB、通道 B 的电平值为+3dB

如果用户设置通道 A 的电平值到+5dB,那么通道 B 的会变为+8dB。
在此例子中,通道 A 的最大电平值为+9dB,因为当通道 A 是+9dB 的话,那么通道 B 的电平此时会变为+12dB (已经达到最大输入电平值了)。为了保持通道 A、B 之间 3dB 的位移,通道 A 的最大值则固定为+9dB

输入通道页面 (A/B/C/D/E/F/G/H)

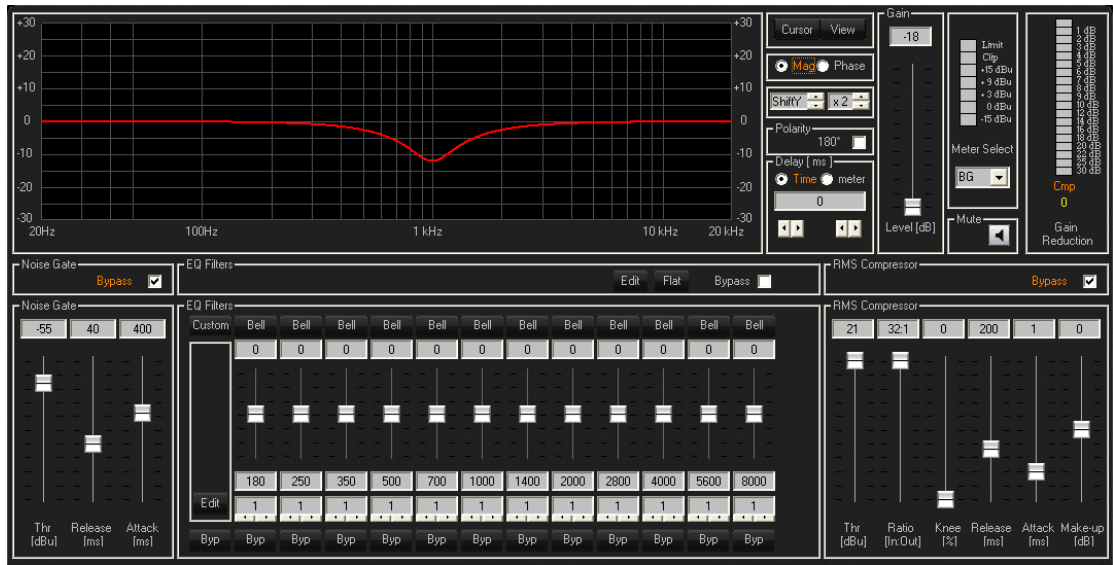


图 5.1.1

每个输入通道编辑页面上，用户可以选择对如下参数进行调整：

1. 增益 (Gain)
2. 静音 (Mute)
3. 极性 (Polarity)
4. 延时 (Delay)
5. 噪声门 (Noise Gate)
6. RMS 压限 (RMS Compressor)
7. 13 段参量均衡器 (PEQ Filter)
8. 图示均衡器 (Graphic Filter)：量值、相位
9. 每个通道的读数、以及压限器的状态（增益衰减）

每个控制部分，都有一个如 的文本框，用户可以按照下面步骤进行操作来更改值：

- 选择文本框
- 在键盘上输入值
- 按下确认(ENTER)键以更新此数值

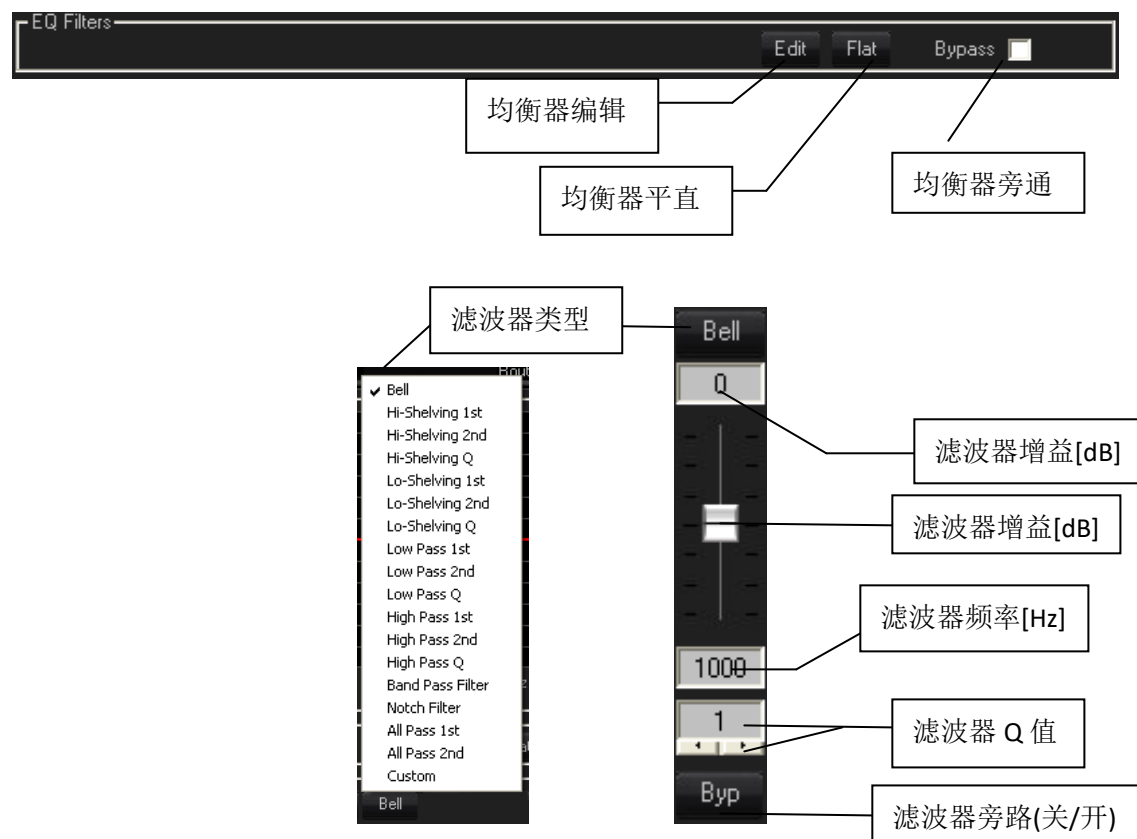
每个控制部分，还有一个推杆，用户可以按照下面步骤进行操作来更改值：

用鼠标点击推杆（当推杆被点击后，颜色会从  变为 ）

- 按住鼠标左键，拉动推杆以更改值
 - 选择推杆以后，可以按下键盘的“上”、“下”按键来增加、减少值
- 鼠标左键双击推杆后，值会变为 0dB。此归零操作只适用于增益、均衡的推杆控制。

每个控制部分，还有一个复选框，当勾选时，该参数值被启动。图例 ☒ Bypass 表示当前处于旁通(Bypass)状态。

均衡滤波器 EQ



- 当均衡器处于旁通模式下，用于可以在单个滤波器上面进行操作，但此时滤波器的曲线在图像里面显示为平直的
 - 当用户点击 **Flat** 按键时，所有滤波器的值都会归零，变为“0dB”。（注：如果滤波器类型为低通、高通、陷波、全通滤波器的话，那么此滤波器就会变为旁通）
 - 要更改滤波器的 Q 值，需要点击 **1** 文本框下的左、右键头，或者是在文本框内输入某个有效值按下回车键。不同的滤波器类型，其 Q 值大小不一样。
 - 要更改频率值，在 **125** 文本框内输入有效值并按下回车键。（注：输入的频率值单位为 Hz，中间不能出现“,”或“.”）
 - 要更改增益大小，用户必须要用鼠标点击对应滤波器的推杆（注：当推杆被选中，颜色从  变成 ），长按左键并上下移动（或键盘使用上、下键）来加大或减小增益值。
- 同样，用户也可以在推杆上方的 **0** 文本框内输入有效值（-15~+15dB，步进：1dB），按下回车键确认。
- 在推杆上双击鼠标左键，增益值则会自动归零。
 - 要更改滤波器类型，用户一定要鼠标左键单击滤波器类型的按钮 **Bell**，然后会弹出一

个显示滤波器类型的列表栏：

- 第 1、2 阶高/低雪弗滤波器：Q 值固定，无法调节
- 高/低通、陷波滤波器：增益为固定值，无法调节
- 第 1 阶全通滤波器：增益、Q 值固定，无法调节
- 第 2 阶全通滤波器：增益固定，无法调节
- 自定义滤波器（导入的 IIR 滤波器）：系统会调用储存在设备上的最新一个第三方 IIR

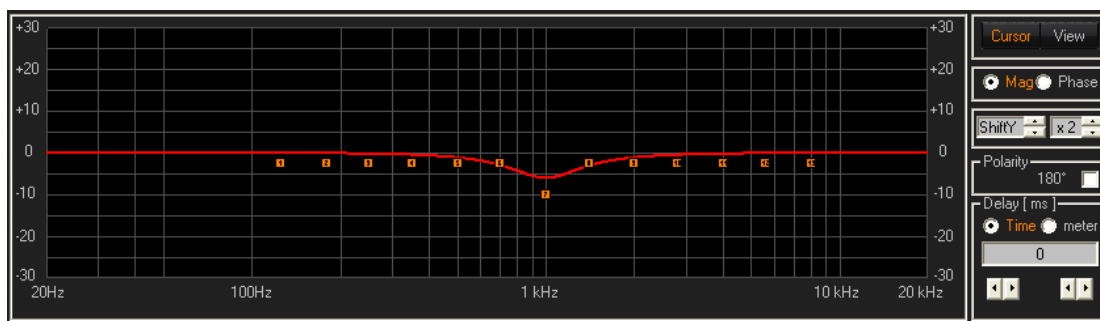
滤波器，同时会出现一个 **Edit** 按键。关于自定义滤波器的详细操作说明，请看下文附录。

图示参数 (Graphic's Parameter)



- 游标(Cursor)按键

“游标”按键（切换按键）可以让用户直接通过鼠标直接拖动图示滤波器曲线。点击后，按键会更改状态（颜色从灰色变成橙色，或从橙色变成灰色）。当游标被启用时，且均衡器为非旁路状态下，游标为橙色，上面会标有数字，指示对应的滤波器。（输入通道上，该数字为 1-13；输出通道的则为 1-7），如下图 5.1.2 所示。



用户可以在橙色图标上面长按鼠标左键，拖动游标以更改所选滤波器的频率及增益值，具体数值范围取决于所选择的滤波器类型（如高通滤波器是无法更改增益）。放开鼠标左键后，如果设备与 PC 联机，那么此滤波器就会被调用。要更改滤波器 Q 值，用户务必按照上文描述进行操作。

- 量值/相位选择 (Mag/Phase)

点击选择“量值”(Mag)或“相位”(Phase)，可以在图示框中分别看见滤波器的量值或相位。

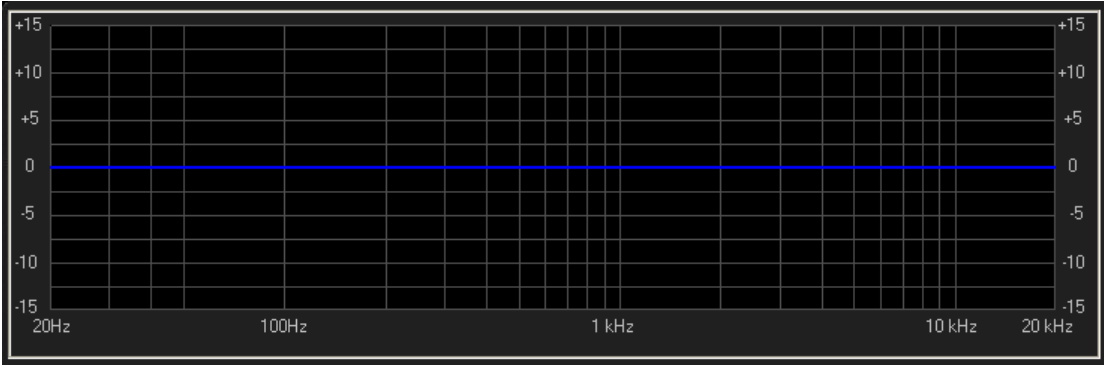
- 移位(Shift)、缩放(Zoom)

移位(Shift)用来上、下移动 Y 轴，单位为 dB

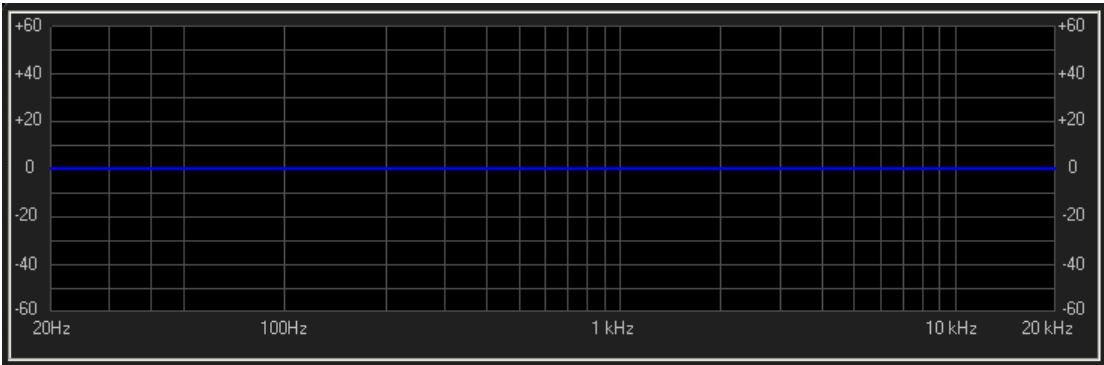
缩放(Zoom)用来增加、或者降低 Y 轴的精度，单位为 dB

当缩放 Zoom=x1 的时候，步进为 5dB；

当缩放 Zoom=x4 的时候，步进为 20dB

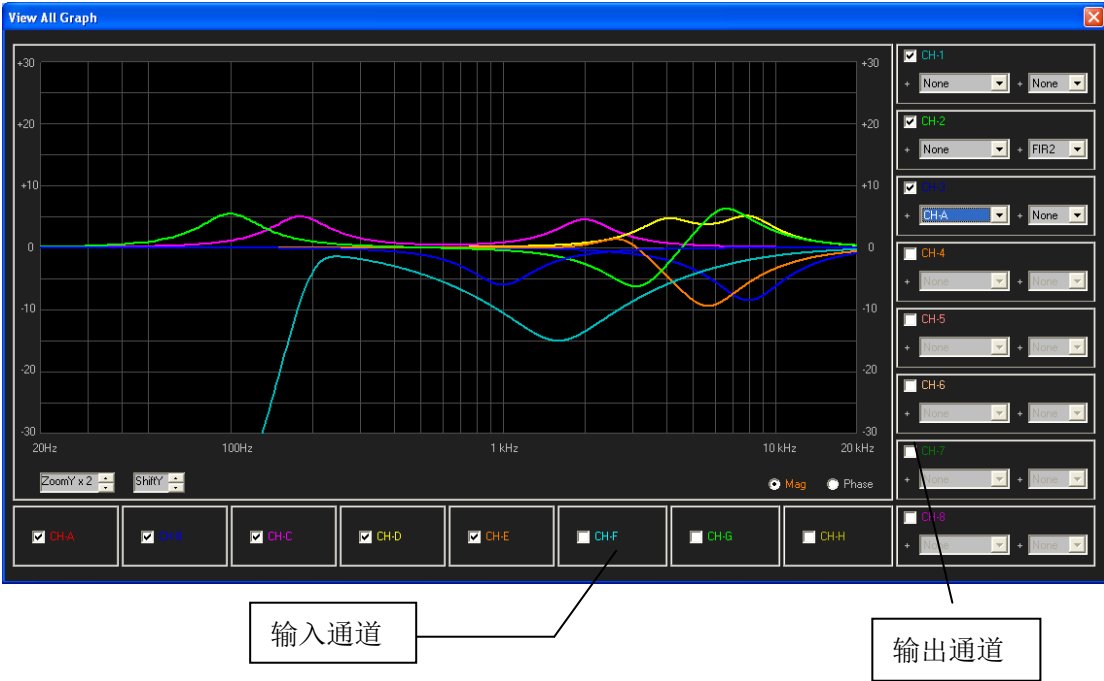


Zoom=x1



Zoom=x4

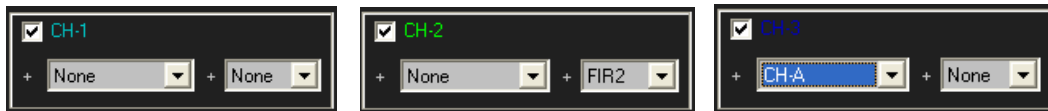
- 查看(View)按钮
按下此按钮时，系统会弹出一个窗口，上面只会显示所有输入、输出通道的曲线图。



对于输入通道，当点击了相应输入通道的复选框，用户可以看见相关输入通道的曲线：



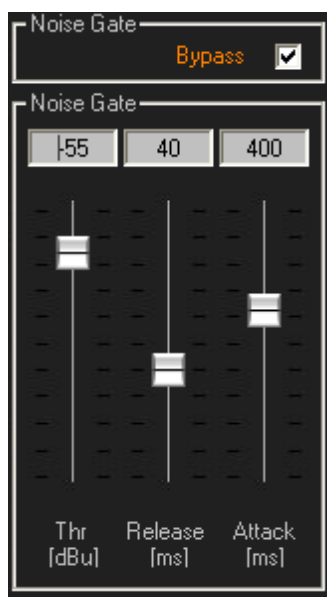
对于输出通道，当点击了相应输出通道的复选框，用户可以看见相关输出通道的曲线：



用户可以查看：

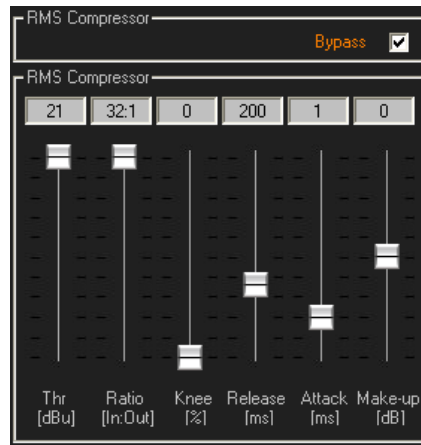
- 只有输出通道 Y 的曲线（如 CH.1）
- 输出 Y+FIR-Y 的曲线（如 CH.2）
- 输出 Y+输入 CH.X 的曲线（如 CH.3）
- 输出 Y+输入 CH.X+FIR-Y 的曲线

- 噪声门



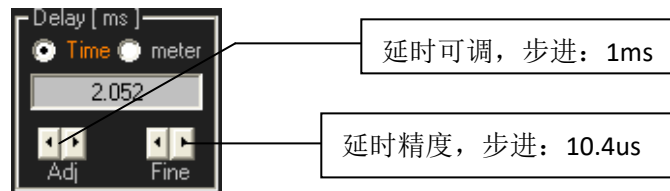
在噪声门控制窗口，用户可以编辑 Bypass 状态、阈值(Threshold)、释放时间(Release Time)、启控时间(Attack Time)，更改方式如上文提及的 EQ 更改方式一样。

- RMS 压限器



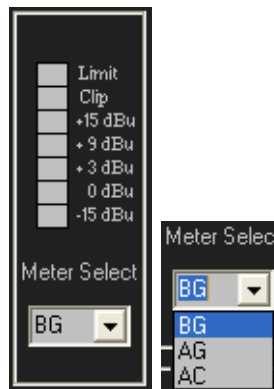
在 RMS 压限器控制窗口中，用户可以编辑 Bypass 状态、阈值(Threshold)、选择比(Ratio)、拐点(Knee)、释放时间(Release Time)、启控时间(Attack Time)、补给(Make-up)（输出通道也一样）。要更改上述参数值，方式同 EQ 更改一样。

- 延时(Delay)



在延时编辑窗口上，用户可以选择延时单位（时间[ms]、距离[m]），要更改参数值，可以通过文本框或者文本框下方的左、右箭头。

- 音量表(Vu-Meter)



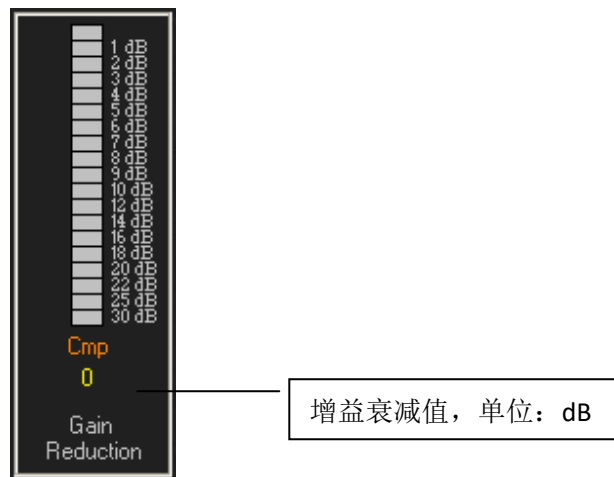
用户可以选择显示不同状态下的音量读数：

- BG=增益前(Before Gain)
- AG=增益后(After Gain)
- AC=限幅器后(After Compressor)

注意，输出通道页面上，有以下状态：

- AG=增益后(After Gain)
- BL=压限器前(Before Limiter)
- AL=压限器后(After Limiter)

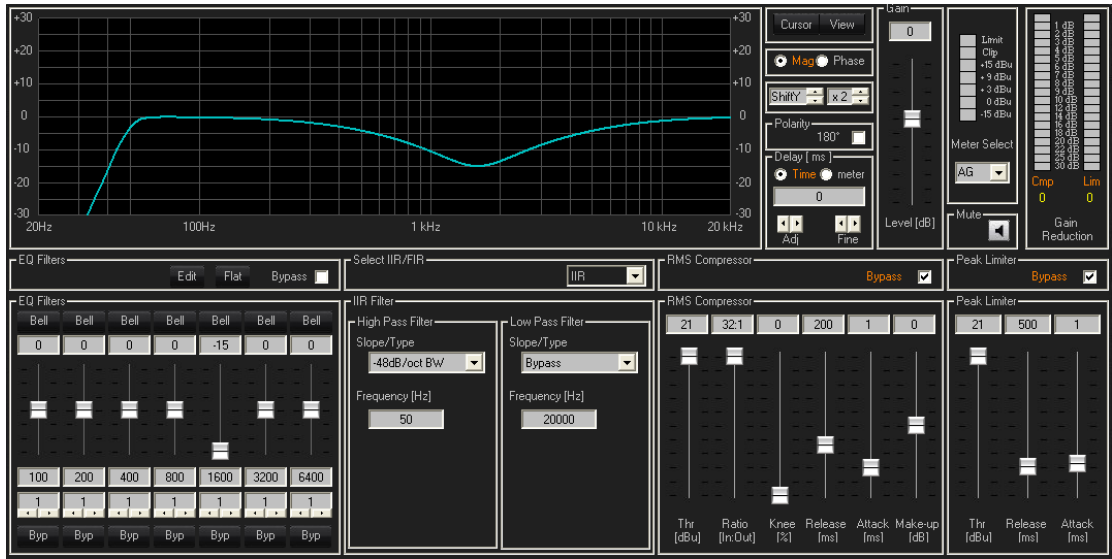
- 限幅器(Compressor)状态



在上图读数表，用户可以查看启用限幅器后的增益衰减

- 静音(Mute)/极性(Polarity)/增益(Gain)
功能同增益页面上一样

输出页面 (1/2/3/4/5/6/7/8)

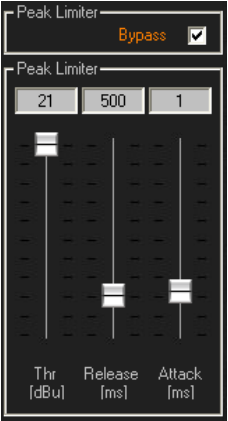


用户可以编辑每个输出通道的如下参数:

- 增益(Gain)
- 静音状态(Mute)
- 极性(Polarity)
- 延时(Delay)
- 峰值压限(Peak Limiter)
- RMS 限幅(RMS Compressor)
- IIR 高/低通滤波器或 FIR 滤波器(独立于 IIR/FIR 选择器)
- 7 段参量均衡滤波器
- 图示滤波器 (幅度或相位)
- 每个通道的读数, 以及限幅器/压限的状态 (增益衰减)

关于参量均衡滤波器、RMS 限幅器、延时、极性、静音状态、增益、图示滤波器、读数及增益衰减, 具体请查看上文输入部分的说明。

- 峰值压限



用户可以在峰值压限窗口上编辑 Bypass 状态、阈值(Threshold)、释放时间(Release Time)、

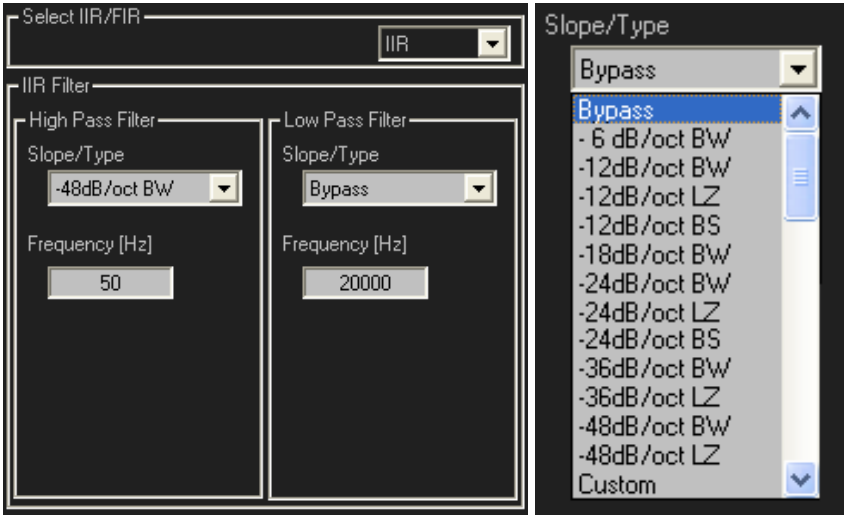
启控时间(Attack Time)。更改参数值的方式同 EQ 的一样。

- IIR/FIR 选择

通过点击下面选择框体，用户既可以用高/低通 IIR 滤波器，也可以选择使用 FIR 滤波器，



- 当选择使用 IIR 滤波器，软件会出现如下界面：



用户可以在上面查看标准的高/低通 IIR 滤波器，频率范围在 20Hz~20kHz；滤波器斜率/类型范围如上图所示。用户只需要点击此选框即可进行选择。

当滤波器类型选择为“旁通”(Bypass)时，其实滤波器处于旁通状态，不起任何作用，曲线为平直。下面为滤波器斜率、类型(Slope/Type)下面选项的说明：

BW=Butterworth（巴特沃斯）

LZ=Linkwitz（林奎兹·瑞利）

BS=Bessel（贝塞尔）

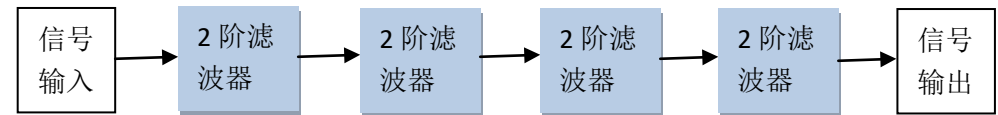
Custom: 当点击此选项时，会出现如下窗口，用户可以创建 4 个标准的独立 IIR 滤波器单元，彼此串接（每个 IIR 单元都可以创建一个 2 阶滤波器，Q 值、频率可调，滤波器可以选择启用）

滤波器频率：20Hz ~ 20kHz

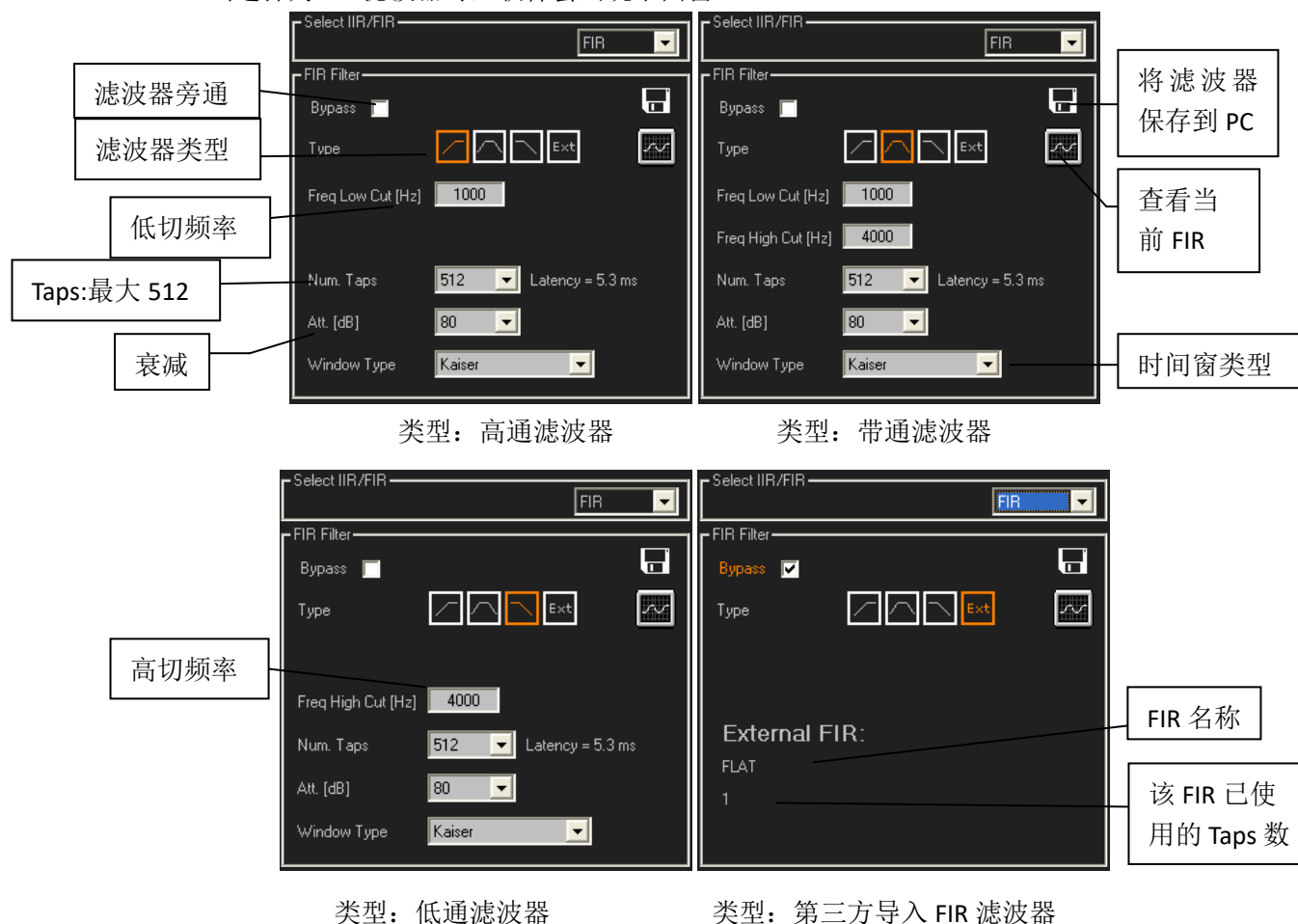
Freq [Hz]	Q	Enable
50	0.7	☒
20	0.7	☒
20	0.7	☒
20	0.7	☒

启用滤波器：
当没有勾选的时候，滤波器处于旁通状态；
当被勾选的时候，滤波器在使用中。

滤波器 Q 值：0.1 ~ 5.1



- 当选择为 FIR 滤波器时，软件会出现下面窗口：



在此窗口上：

点击“Bypass”的旁通勾选框，即可旁通相应的 FIR 滤波器；

可以将滤波器以.txt 格式保存，也可以作为外置滤波器导入到软件中或者导入到其他第三方应用；

可查看所导入 FIR 的幅度及相位；

FIR 滤波器的类型可选为高通、低通以及带通滤波器（都是内部进行过计算的，跟用户所选择的 taps、衰减、时间窗类型及切频相独立的），以及外置滤波器（用户可以导入一个有 FIR 系数的文件，这个文件已经是经过其他工具进行计算得出的，详细操作请看下文）。

如果导入了外置 FIR，用户可以从“Ext”按钮更换 FIR 类型，然后外置的滤波器则会被一个新的内置 FIR 所被复写掉，如果要重新导入之前的外置 FIR 滤波器，用户则需要重新调用。（详情请见下文的附录）

当 FIR 滤波器类型为高通、低通、带通（如果处于联机状态，那么滤波器会实时在机器上被导入），用户需要设置其他参数：

- nTaps:滤波器 taps 数量（最小值：256、最大值：512、步进：32）
- 频率(Frequency):当滤波器为高通滤波器，只有低切频率；当滤波器为低通滤波器，只有高切频率；当滤波器为带通滤波器，则可选为高、低切频率。（频率范围：20~20kHz，步进：1Hz）

- 衰减(Attenuation): 用于设置所选择的带外信号衰减（衰减值取决于时间窗类型，范围在-21dB 到-120dB 之间）
- 时间窗类型(Window Type): 有不同的时间窗类型可以用于计算 FIR（包括：Rect, Kaise, Sinc, Hanning, Hamming, Blackman, Blackman-Harris, Blackman-Nuttal, Nuttal, Kaiser-Bessel, Sine）

顶栏按钮功能解释



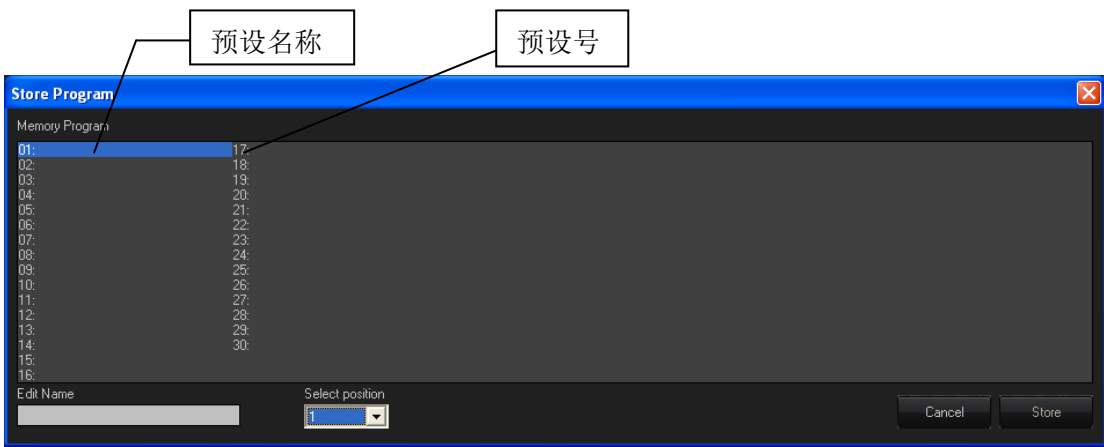
- 调用 PC 预设：点击  按钮，可以从 PC 上调用预设。
点击该按钮时，会弹出一个窗口提示打开文件夹，点击后缀为“.Fhe”的文件即可打开。
.Fhe 格式的文件为此 PC 软件生成的预设的格式



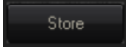
- 保存 PC 预设：点击  按钮，即可保存当前预设到 PC 电脑上。
同样，点击该按钮会弹出一个窗口提示预设保存的路径，输入对应的预设名称，该预设会以.Fhe 格式保存到电脑里面。后续也可以直接从 PC 里面进行调用



- 保存设备预设：点击  按钮，会弹出下列窗口来将预设保存到设备中，每台设备支持最多 30 个预设保存。

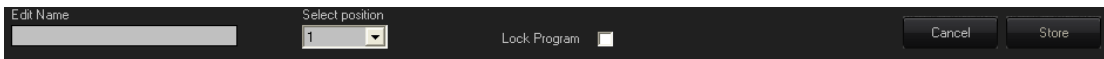


要保存编辑页面上的当前预设，用户需要按照如下步骤进行操作：

1. 选择预设位置（1-30 可选）
2. 在“名称编辑”  的文本框内，输入预设名称（最大长度为 16 位）
3. 点击  按钮保存。

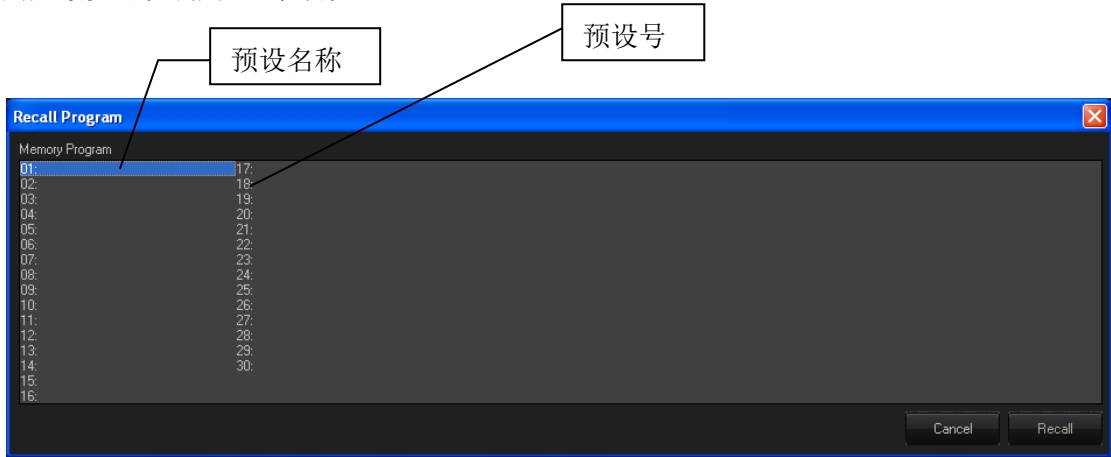
完成上述三步操作以后，当前参数就会被保存到设备中，并且可以从 PC 软件中进行调用，或者可以直接从机器进行调用。

当软件处于管理员模式(Admin Mode)时，会出现下图的“锁定预设” (Lock Program)勾选框：



当勾选此框时，所保存的预设会被锁定，这样用户无法复写该预设。启用“锁定预设保存”(Program Store Lock)功能时，用户无法用此功能来存储预设（就是说此按键不起作用）

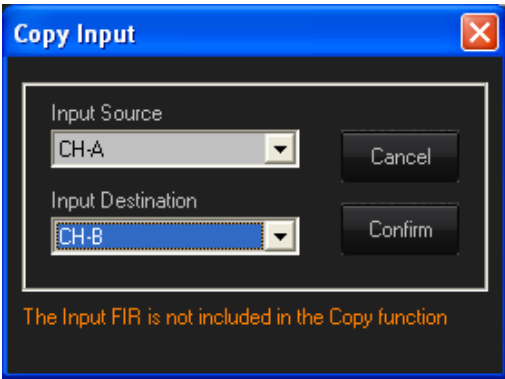
- 调用预设(Recall Program): 点击  按键，会弹出以下窗口提示调用（存储在 PC 或者设备上）预设。
用户最多可以调用 30 个预设



注意：当调用预设时，实用页面(Utility Page)上有选择“保持实际静音”(Keep Actual Mutes)选项的话，那么所调用的预设的静音状态跟当前的会变为一致。

- 调用出厂预设(Recall Factory): 点击  按键，可以将当前预设恢复为出厂设置。
注意：如果已经启用了“锁定出厂预设”(Factory Recall Program Lock)的话，那么用户无法调用出厂预设（即此按键不起作用）

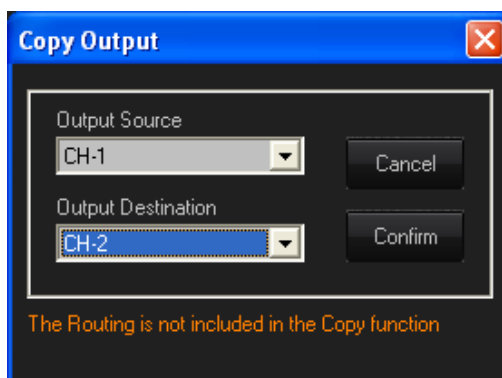
- 输入通道复制(Copy Input Channel): 点击  按键，软件会弹出如下窗口，用户可以在上面将一个源输入通道复制到目的输入通道上。



点击窗口上的确认按钮以后，所选择的源输入通道会被复制到目的输入通道上。注意，

FIR 参数无法被复制。

- 输出通道复制(Copy Output Channel): 点击  按钮，软件会弹出以下窗口，用户可以将一个源输出通道复制到目的输出通道上。

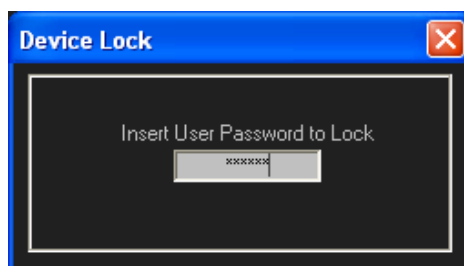


点击确认按钮后，所选择的源输出通道就会被复制到目的输出通道上。注意，路由设置无法被复制。

- 锁定(LOCK): 点击  按钮，用户可以直接锁定软件，此时所有参数会处于锁定状态，

只有当登录为管理员时才可以编辑参数。再次点击  按钮即可解锁。

- 密码锁定: 点击  按钮，软件会弹出如下窗口，用户需要上面输入一个用户密码才可以锁定软件。



当输入的用户密码正确时，所有参数会被锁定。同样，也只有当登录为管理员时才可以

编辑参数。再次点击  按钮、输入正确的用户密码时才可以解锁。

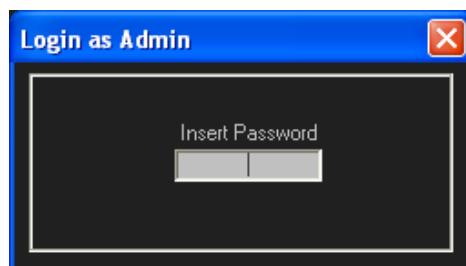
当输入用户密码时，软件只接受最大 6 位数的数字、大小写字母，按下回车键表示确认。注意，默认用户密码为“111111”。

- 管理员模式(Admin Mode):

根据下面步骤登录为管理员后，用户可以编辑部分特有的参数：



点击 **Admin** 按键，软件会弹出如下窗口，用户可以在文本框里面输入管理员密码



当输入密码时，软件只接受最大 6 位数的数字、大小写字母，按下回车键表示确认。注意，默认管理员密码为“000000”。

输入正确的管理员密码、按下回车键后，就会登录为管理员模式，此时用户模式下的锁定就会被旁通。

- 实用页面(Utility Page)



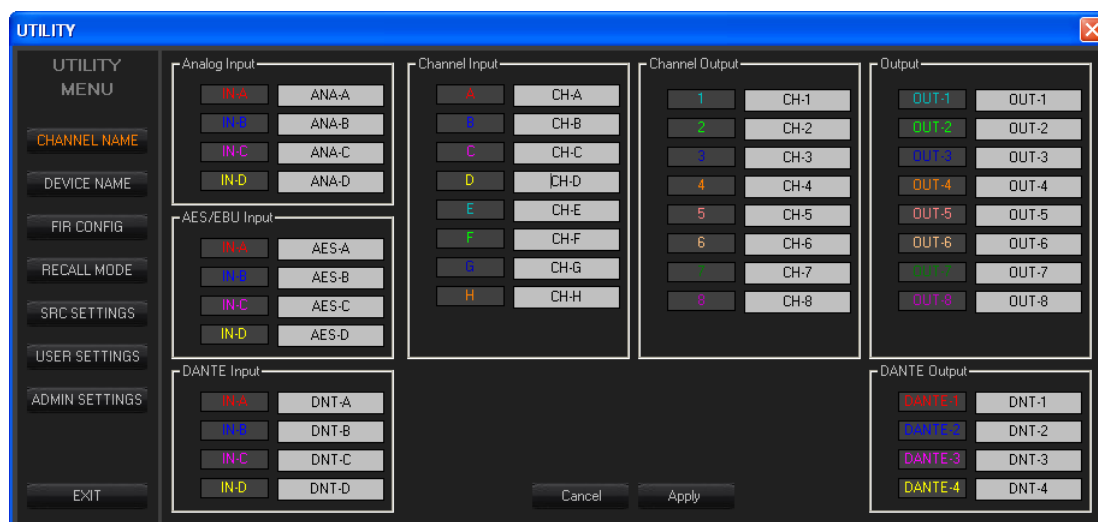
点击 **Utility** 按键后，会弹出实用菜单的编辑窗口，每个页面上，有如下按钮：

- **Apply**：应用按钮。点击以后，可以保存此页面上所做的更改。
- **Cancel**：取消按钮。点击以后，可以取消此页面上所做但仍未进行保存的更改。

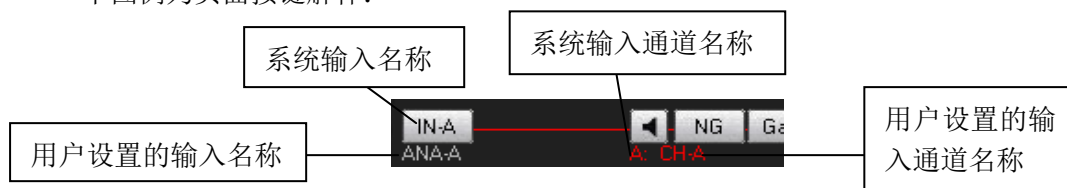
- 实用菜单(Utility Menu)

• 通道名称(Channel Name):

通过在对话框输入有效文本(最多 6 位数)，用户可以命名任意的输入、输出通道、输入源等。

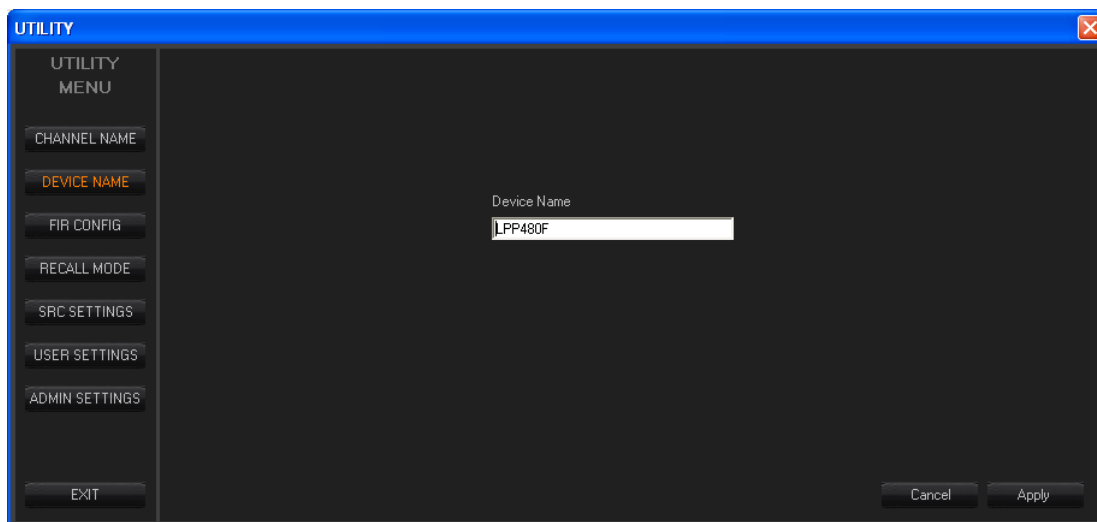


下图例为页面按键解释：



- 设备名称(Device Name)

在对应的文本框内输入有效的字符（最大 16 位数字），用户可以更改设备名称：

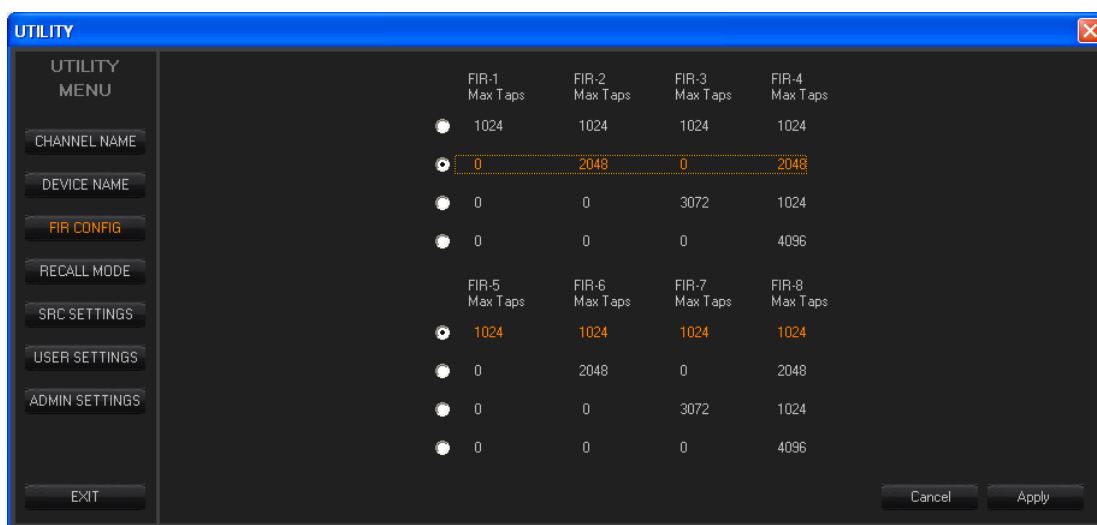


192.168.0.100	LAN	LPP480F		Off-line
---------------	-----	---------	--	----------

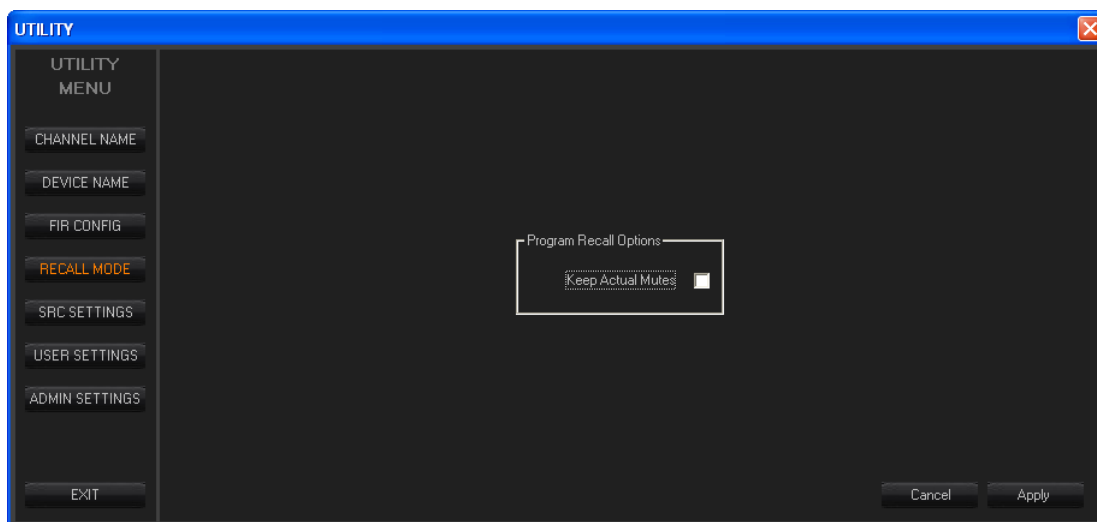
名称 (Name) points to LPP480F

- FIR 设置

此菜单页面用于设置 FIR 的最大 taps。详情请见“路由页面”文中的 FIR 部分。



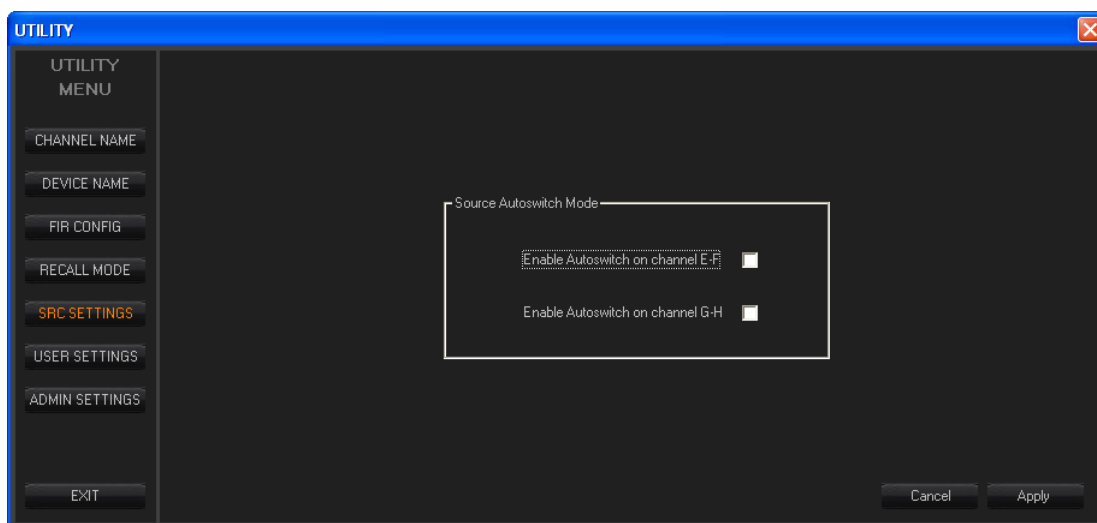
- 调用模式(Recall Mode)



当调用某个预设时，可以选择“保持实际静音”(Keep Actual Mute)。如果勾选此功能项，设备当前的通道静音状态不会因为预设的静音状态所变更。

- SRC 设置

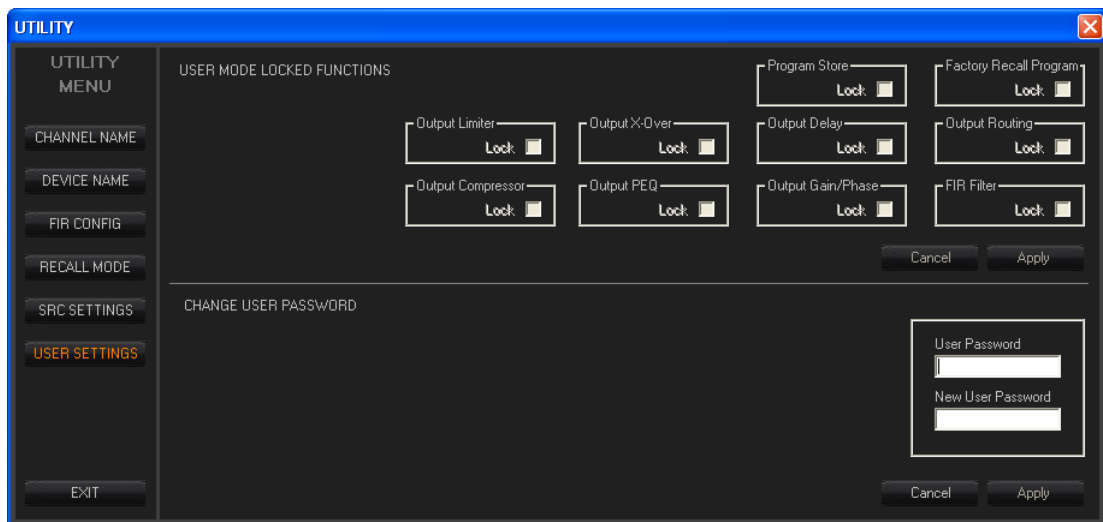
此功能用于提示当信号出现在 DANTE 输入时，用户是否需要自动切换输入 E/F、G/H 音源。



详情请见 “路由页面-输入源” 部分描述。

- 用户设置

当在用户模式(USER Mode)下，用户无法进入“用户模式锁定功能”(USER MODE LOCKED FUNCTIONS)。



用户只能更改用户密码，可参考下列步骤：

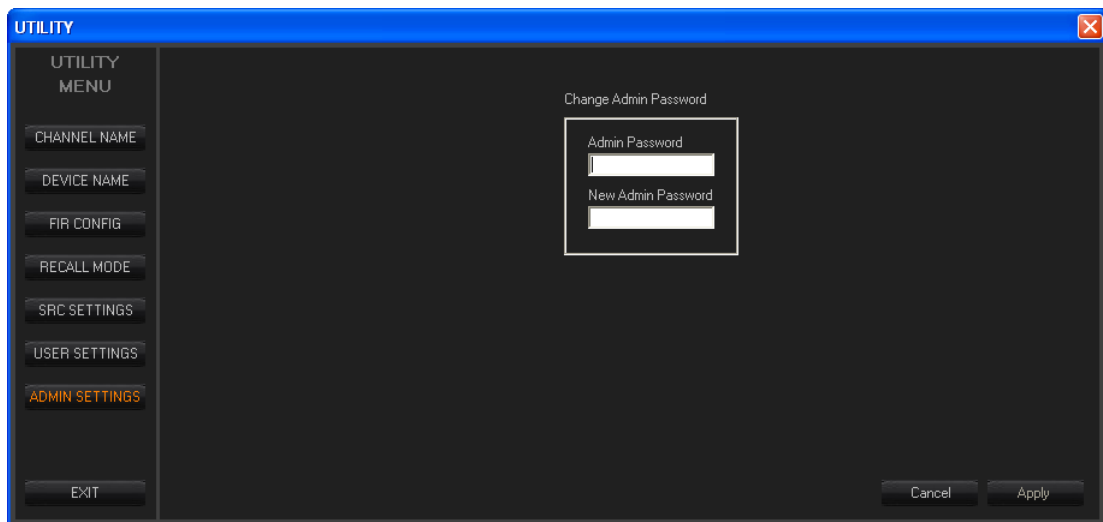
- 在 “User Password” 文本框内输入当前用户密码（最多 6 位数）
- 在 “New User Password” 文本框内输入想要更改的密码（最多 6 位数）
- 点击  按键表示确认

只有当软件登录为管理员(ADMIN)模式时，“用户模式锁定功能” (USER MODE LOCKED FUNCTIONS)里面的参数才可以进行编辑：

- 当勾选“预设保存锁定” (Program Store Lock)时，用户无法将当前参数保存到设备上
- 当勾选“出厂预设锁定” (Factory Recall Program Lock)时，用户无法点击  此按钮
- 当勾选“输出压限锁定”(Output Limiter Lock)时，用户无法编辑峰值压限(Peak Limiter)上面的所有参数
- 当勾选“输出限幅器锁定” (Output Compressor Lock)时，用户无法编辑 RMS 限幅器 (RMS Compressor)上的所有参数
- 当勾选“输出分频滤波器锁定” (Output X-Over Lock)时，用户无法编辑输出 IIR/FIR 滤波器上的高通、低通滤波器的所有参数
- 当勾选“输出延时锁定” (Output Delay Lock)时，用户无法编辑所有输出延时的参数
- 当勾选“输出增益/相位锁定” (Output Gain/Phase Lock)时，用户无法编辑所有输出增益跟相位的参数
- 当勾选“输出路由锁定” (Output Routing Lock)时，用户无法编辑输出路由(CH.Y -- > OUT-Y)上的所有参数
- 当勾选“FIR 锁定” (FIR Lock)时，用户无法编辑所有 FIR 参数

- 管理员设置(ADMIN Setting)

只有当软件登录为管理员(ADMIN)时，才可以看见下图软件窗口：



管理员可以更改管理员密码(ADMIN Password)，需根据下面步骤：

- 在“Admin Password”的文本框内，输入当前的管理员密码（最多为 6 位数）
- 在“New Admin Password”的文本框内，输入想要更改的管理员密码（最多为 6 位数）
- 点击  确认按钮以进行

- 退出(EXIT)

点击  按钮可以关闭实用菜单页面，这样会返回到“编辑”窗口。所有没有点击  确认键保存的更改将会被删除。

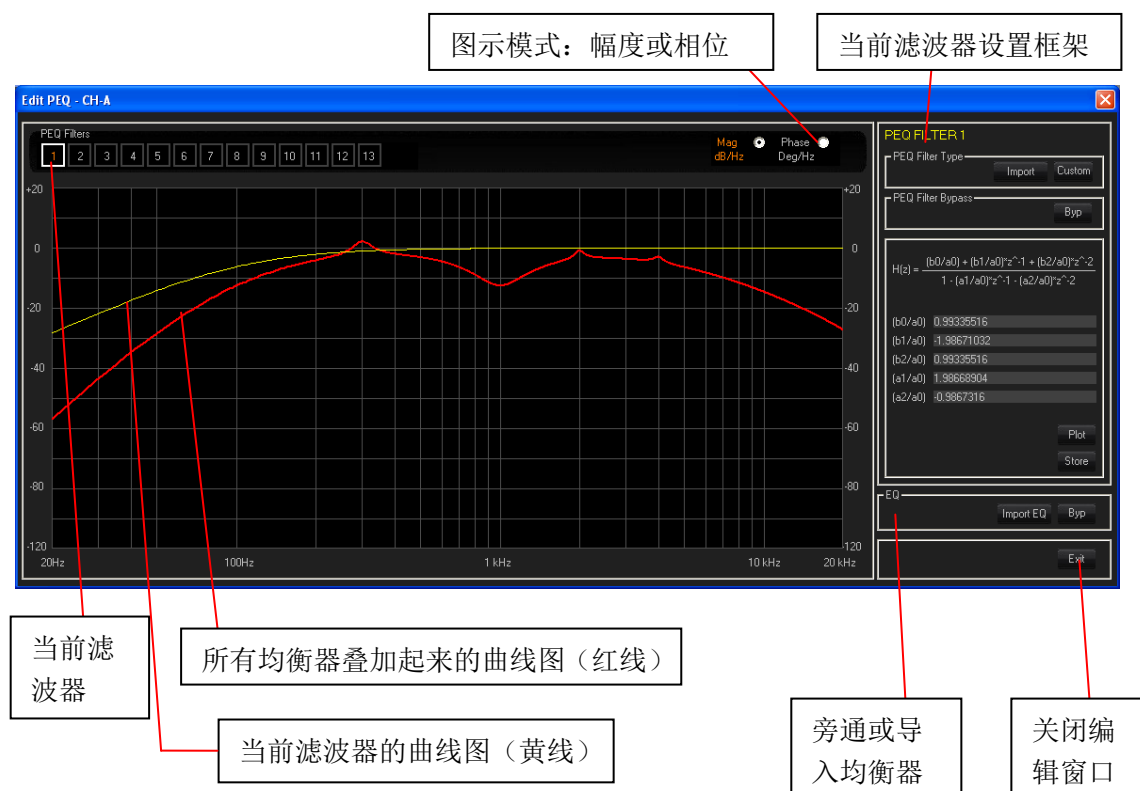
附录 1 - 个性化 IIR 滤波器

编辑第三方 IIR 参量均衡滤波器

要导入第三方的参量均衡滤波器，用户需要在单个外部滤波器框架上点击“Edit PEQ Filter”的按钮，然后会弹出一个有第三方滤波器实际因数的均衡滤波器窗口。如果没有选择任何第三方滤波器，那么用户也可以点击“Edit EQ”按钮以打开编辑窗口：第一个参量均衡滤波器会显示在上面。

编辑第三方参量均衡器窗口

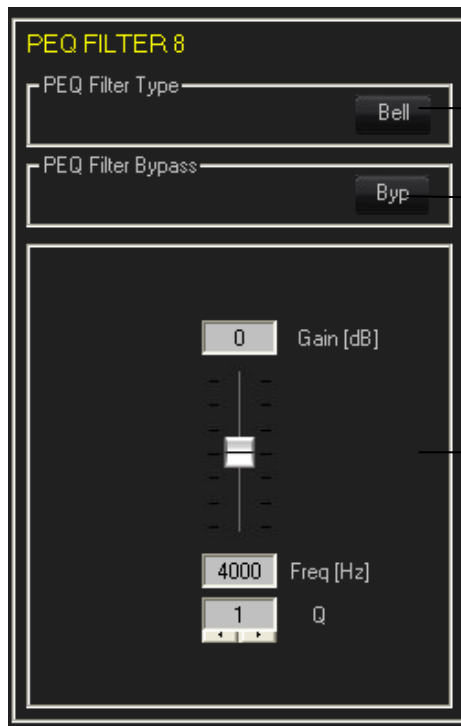
点击某个滤波器的“Edit”按钮或“Edit EQ”按钮，软件会弹出以下窗口，上面有显示输入的 13 段参量均衡滤波器跟输出通道的 7 段参量均衡滤波器。



在编辑窗口上，用户可以：

- 导入单个第三方参量均衡滤波器
- 导入一个以上的第三方参量均衡滤波器
- 手动输入、编辑第三方的参量均衡滤波器因数
- 选择某个滤波器对其进行编辑（类型、频率、增益、Q 值、某个参量均衡旁通及均衡器旁通）
- 查看某个所选的参量均衡滤波器、以及所有均衡器叠加的曲线图（幅度或相位）

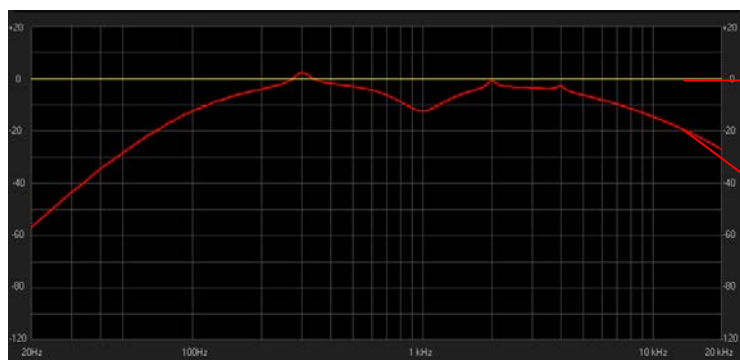
- 如果所选的滤波器类型不是第三方的，那么会出现如下的编辑窗口：



类型选择

参量均衡器旁通

可编辑：
增益
频率
Q 值



当前滤波器
曲线（黄色）

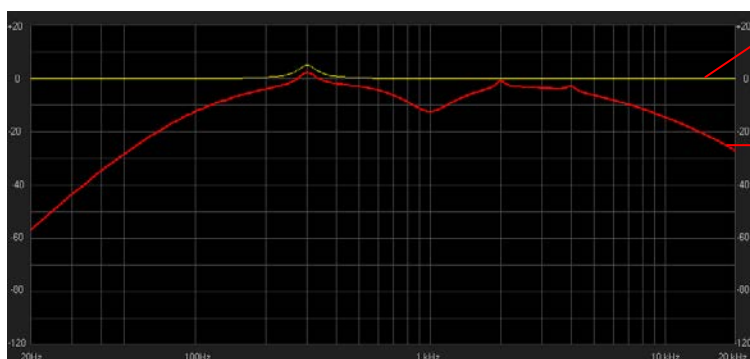
所有滤波器
叠加曲线
（红色）



当前滤波器
曲线（黄色）

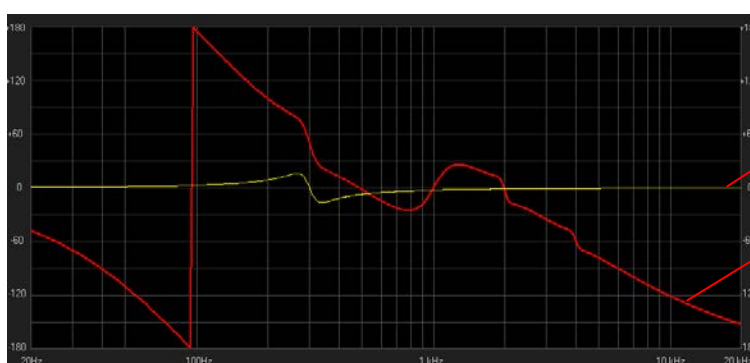
所有滤波器
叠加曲线（红
色）

- 对于第三方导入的滤波器，会出现如下的编辑窗口：



当前滤波器
曲线 (黄色)

所有滤波器
叠加曲线
(红色)



当前滤波器
曲线 (黄色)

所有滤波器叠加曲线
(红色)



从外部文档导
入某个参量均
衡滤波器

PEQ FILTER 3

PEQ Filter Type Import Custom

PEQ Filter Bypass Byp

$$H(z) = \frac{(b0/a0) + (b1/a0)*z^{-1} + (b2/a0)*z^{-2}}{1 - (a1/a0)*z^{-1} - (a2/a0)*z^{-2}}$$

(b0/a0) 1.00136094

(b1/a0) -1.99611786

(b2/a0) 0.99514177

(a1/a0) 1.99611786

(a2/a0) -0.99650271

Plot

Store

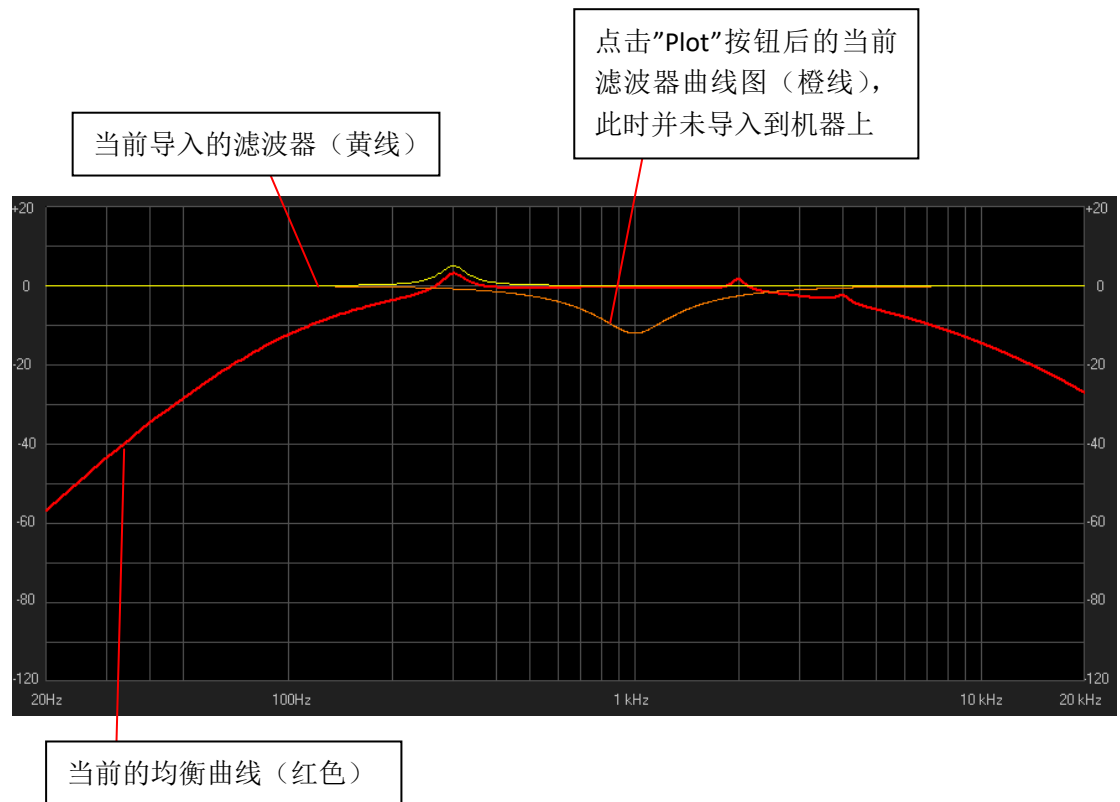
类型选择

旁通滤波器

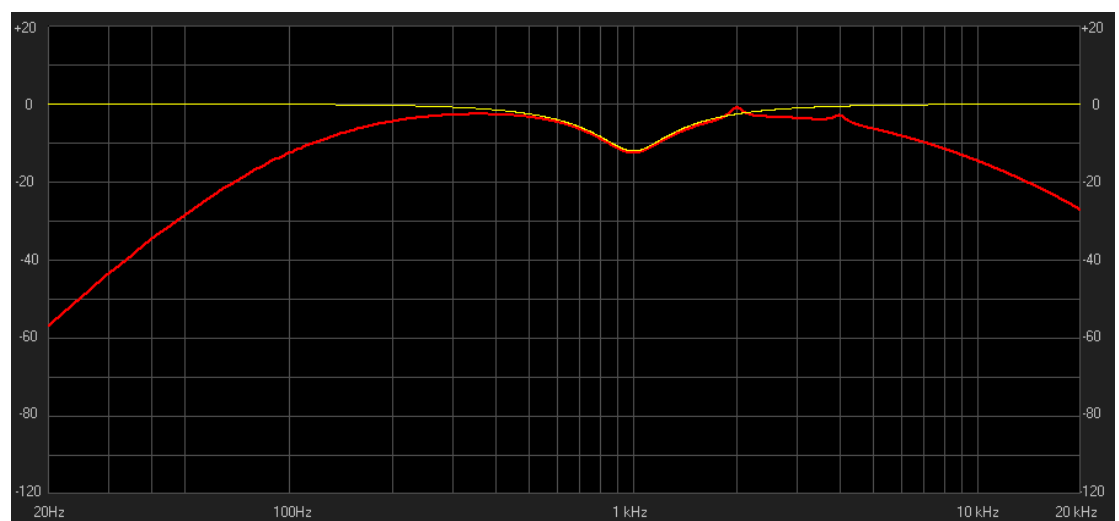
编辑

录入因数

- 在 $(b_0/a_0), \dots, (a_2/a_0)$ 这些区域上录入正确的因数（要求为浮点数，最大不超过 2，最小不低于-2，中间用“.”进行分割）
- Plot** 跟 **Store** 按钮会开始闪烁，以提示滤波器发生变更
- 点击 **Plot** 按钮，可以看见新输入的滤波器因数的曲线图，如下图例所示：



- 点击 **Store** 按钮，可以将新的滤波器因数导入到设备中。点击后，会出现下图效果：

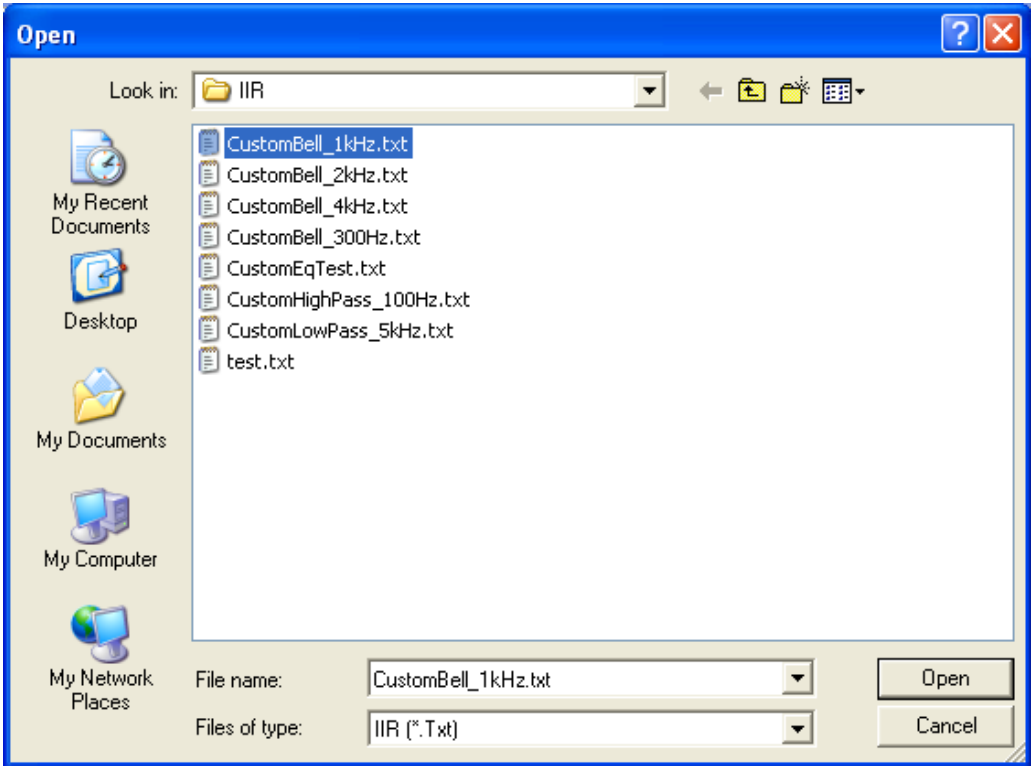


导入单个参量均衡滤波器

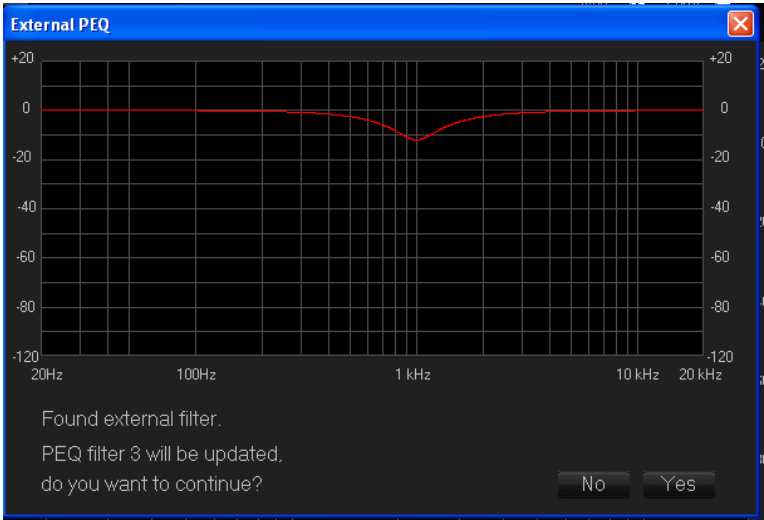
要导入单个第三方参量均衡滤波器，用户需要先点击 **Import** “导入” 按钮：



软件会弹出一个对话框，用户可以选择一个.txt 或.csv 格式的滤波器文件进行导入：



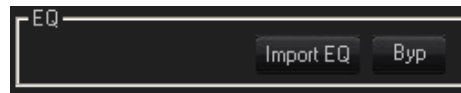
选择正确的文档后，点击 **Open** “打开” 按钮，系统会显示当前导入的滤波器，并且询问是否继续。软件只会读取文档里面的前 5 个因数。



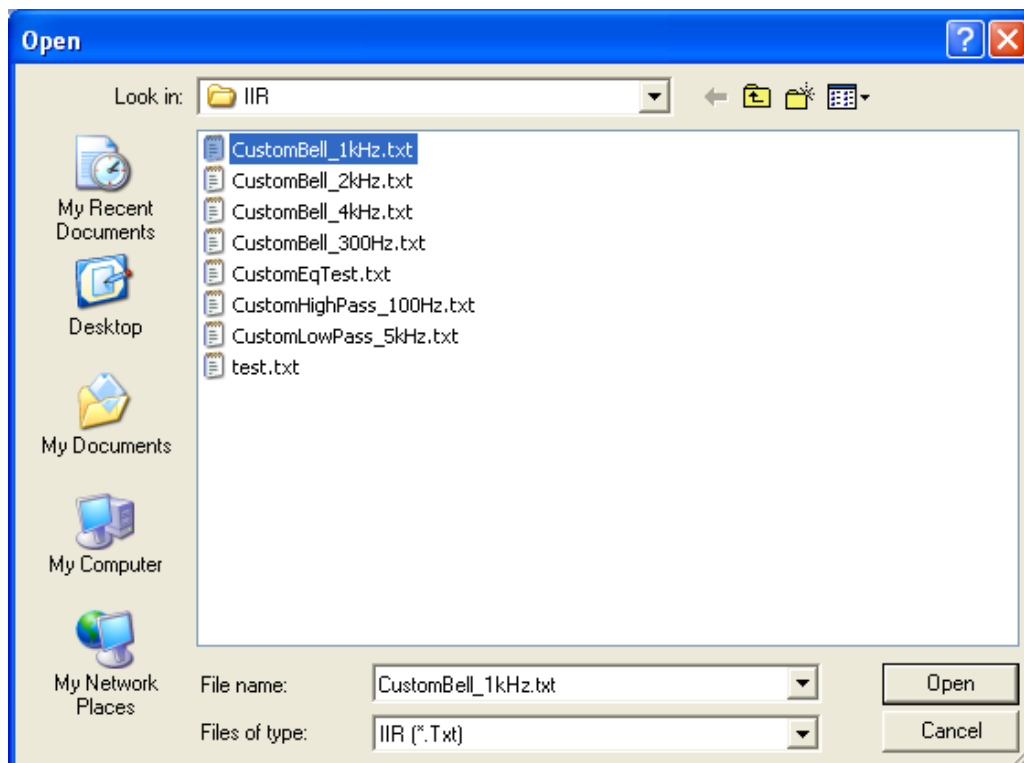
用户点击 **Yes** 按钮后，所选择的第三方滤波器就会更新进去。

导入均衡滤波器

当需要导入超过一个参量均衡滤波器时，用户需要点击 **Import EQ** 按钮



软件会弹出下图对话框，此时可从中选择.txt 或.csv 的滤波器文档



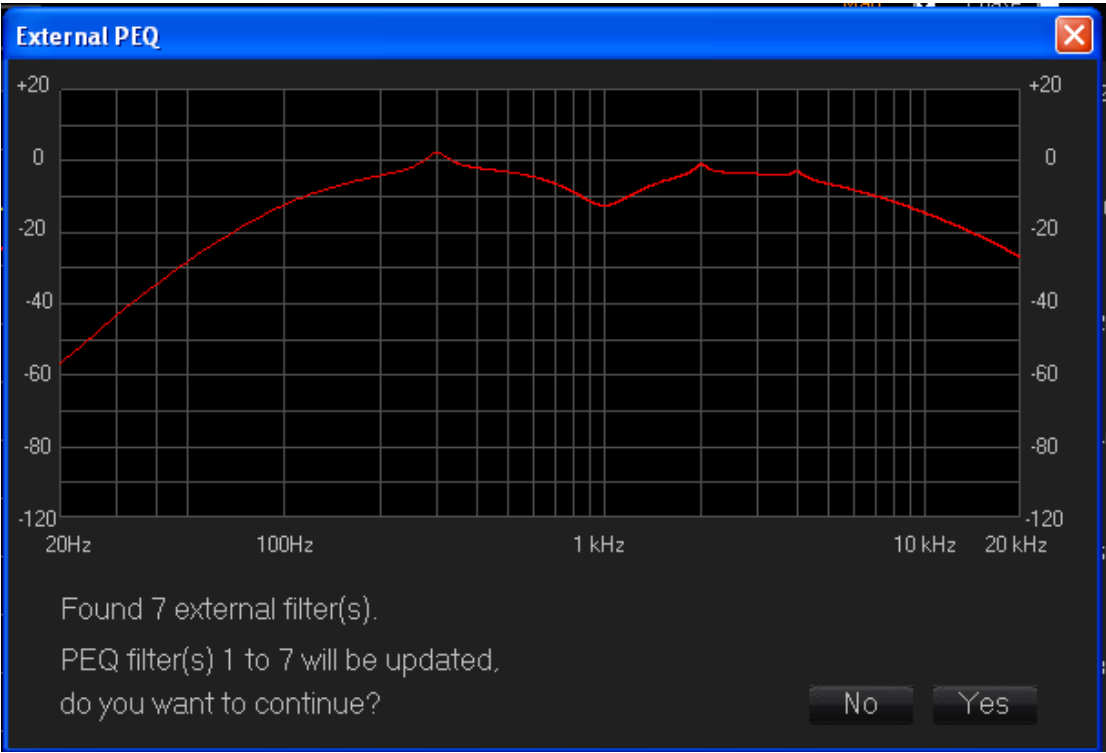
选择正确的文档后，点击 **Open** “打开”按钮，系统会显示当前导入的滤波器，并且询问是否继续。

此文档应该包含用户想到导入的每段滤波器的 5 个因数。

软件会对文档进行解析，每 5 个因数会创建一个滤波器。

因此，如果一个文档包含了：

- 5 个因数：系统会导入第一个滤波器(PEQ 1)
- 10 个因数：系统会导入前 2 个滤波器(PEQ1-2)
- ...
- 40 个因数：系统会导入前 8 个滤波器(PEQ1,2,...8)
- ...
- 50 个因数：系统会导入前 10 个滤波器(PEQ1,2,...10)
- 当超过 50 个因数时，系统只会导入前 10 个滤波器（输入通道值只能导入 8 个滤波器），超过 50 的因数直接被删除



在上图页面上点击 **Yes** 按钮后，第三方滤波器就会被更新到软件中。

文档格式

软件可以导入.txt 跟.csv 格式的文档。文档因数应要跟下面公式匹配：
 $H(z) = ((b0/a0) + [(b1/a0) * (z^{-1})] + [(b2/a0) * (z^{-2})]) / (1 - [(a1/a0) * (z^{-1})] - [(a2/a0) * (z^{-2})])$

- 单个滤波器
格式为.txt，中间用“.”点号分隔

b0/a0	0.96673063
b1/a0	-1.90704896
b2/a0	0.94441023
a1/a0	1.90704896
a2/a0	-0.91114086

格式为.txt，中间用“,”逗号分隔

b0/a0	0,96673063
b1/a0	-1,90704896
b2/a0	0,94441023
a1/a0	1,90704896
a2/a0	-0,91114086

格式为.csv（垂直）

b0/a0	0.96673063;
-------	-------------

b1/a0	-1.90704896;
b2/a0	0.94441023;
a1/a0	1.90704896;
a2/a0	-0.91114086;

格式为.csv（垂直）

b0/a0	0.96673063,
b1/a0	-1.90704896,
b2/a0	0.94441023,
a1/a0	1.90704896,
a2/a0	-0.91114086,

格式为.csv（垂直）

b0/a0	0.96673063
b1/a0	-1.90704896
b2/a0	0.94441023
a1/a0	1.90704896
a2/a0	-0.91114086

格式为.csv（水平）

b0/a0; b1/a0; b2/a0; a1/a0; a2/a0	0,96673063;-1,90704896;0.94441023;1,90704896;-0,91114086;
--------------------------------------	---

格式为.csv（水平）

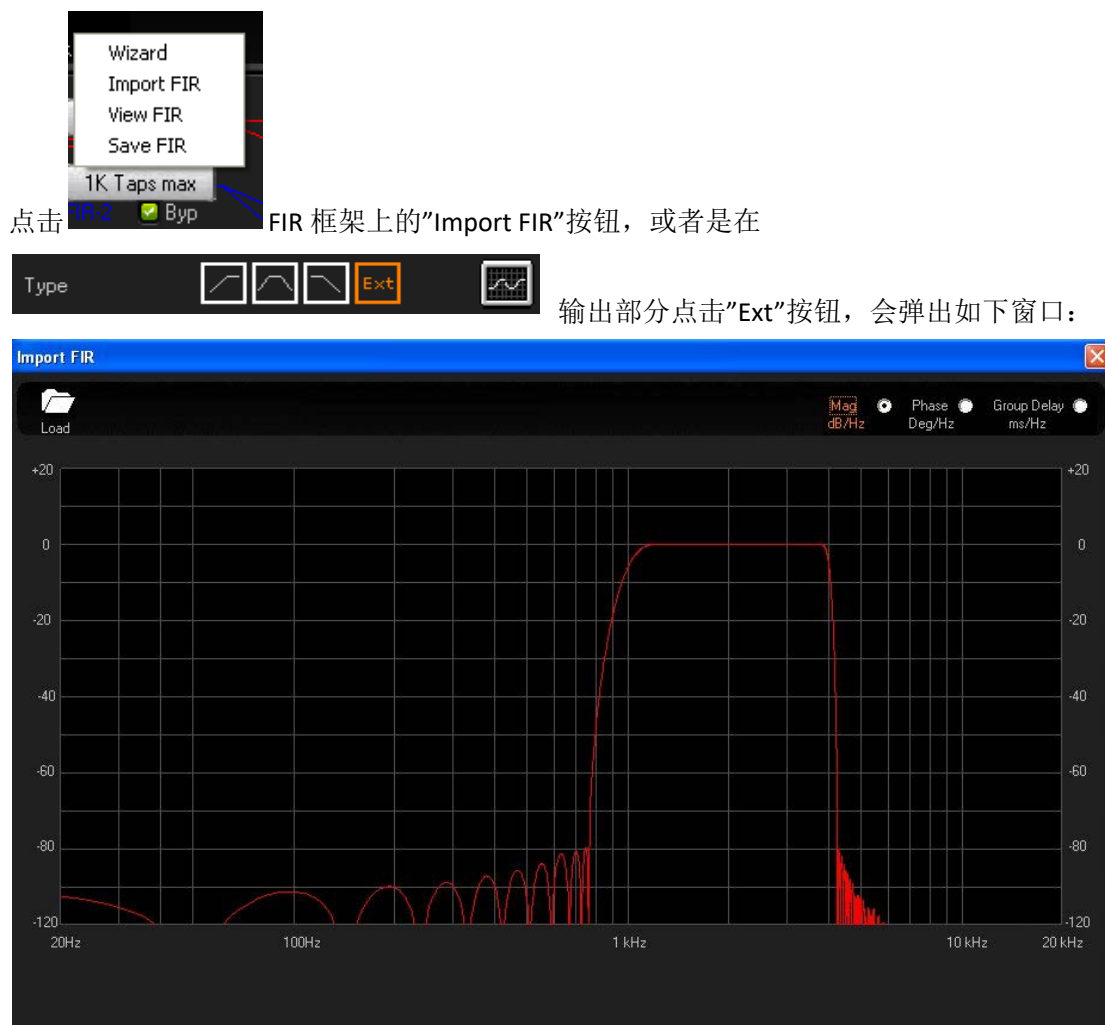
b0/a0,b1/a0, b2/a0, a1/a0, a2/a0	0,96673063,-1,90704896,0.94441023,1,90704896,-0,91114086,
-------------------------------------	---

均衡滤波器实例 (以 7xPEQ 为例)

0.99335516
 -1.98671032
 0.99335516
 1.98668904
 -0.98673160
 0.01998113
 0.03996227
 0.01998113
 1.42610018
 -0.50602472
 1.00136094
 -1.99611786
 0.99514177
 1.99611786

-0.99650271
0.96673063
-1.90704896
0.94441023
1.90704896
-0.91114086
1.00281348
-1.96936654
0.98354664
1.96936654
-0.98636012
1.00347818
-1.90590082
0.96965554
1.90590082
-0.97313372
0.99335516
-1.98671032
0.99335516
1.98668904
-0.98673160

附录 2 – 导入 FIR 滤波器

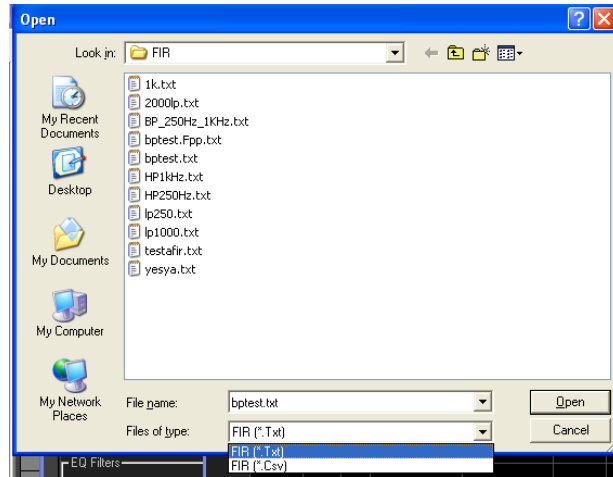


在上图窗口中，用户可以进行如下操作：

- 导入一个第三方 FIR 滤波器(输出部分最大 taps 为 512、输入部分最大 taps 为 4096)
- 查看导入的 FIR 滤波器的曲线图（幅度、相位、群组延时）

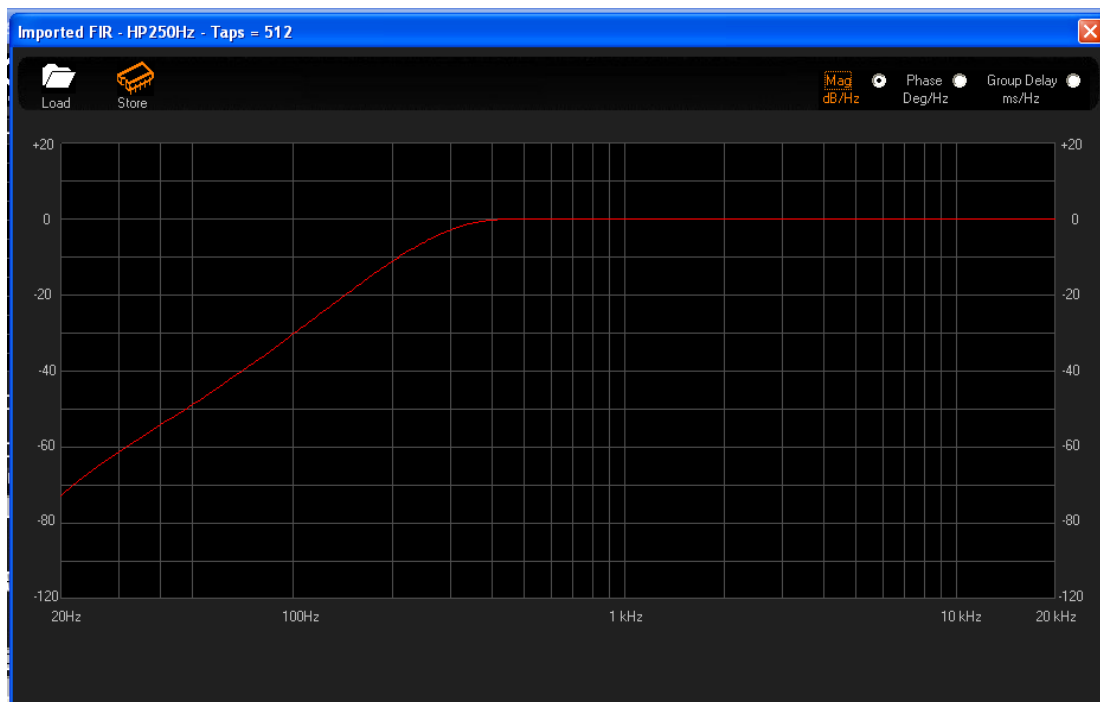
当客户点击“View FIR”时，无法看见“Load”按钮。

点击“Load”按钮后，软件会出现一个对话框，从中选择一个文件：



文档格式可以为.txt 或.csv，选择文档以后，点击 **打开(O)** 按钮，软件上会显示当前导入 FIR 的滤波器曲线图，同时“Store”按钮会闪烁说明当前 FIR 滤波器并没有存储到设备中。在保存导入的第三方 FIR 之前，用户可以先查看其振幅、相位以及群组延时，如果确认参数

无误，点击  存储按钮，FIR 滤波器则会进行更新，此导入窗口会自动关闭。



文档格式

软件支持导入.txt 跟.csv 格式的文档，其因数带浮点数。

每个输出 FIR 的最大 taps 为 512，用户可以导入 taps 在 1 到 512 的 FIR 滤波器。（注：如果文档 taps 大于 512，软件会提示“文档错误”）

每个因数的范围需大于-2.0 以及少于 2.0

.txt 格式（可用“’”句号或“,”逗号分隔），如下表例为两种类型的格式，N 指 taps 的号码：

因数 1	4.76837158203125E-07	4,76837158203125E-07
因数 2	-4.76837158203125E-07	-4,76837158203125E-07
因数 3	-2.38418579101563E-06	-2,38418579101563E-06
因数 4	-5.24520874023438E-06	-5,24520874023438E-06
...	...	...
因数 N	...	...

.csv 格式（垂直式，可用“’”句号或“,”逗号分隔），如下表例为三种类型的格式，N 指 taps 的号码：

因数 1	4,76837158203125E-07;	4.76837158203125E-07,	4.76837158203125E-07
因数 2	-4,76837158203125E-07;	-4.76837158203125E-07,	-4.76837158203125E-07
因数 3	-2,38418579101563E-06;	-2.38418579101563E-06,	-2.38418579101563E-06
因数 4	-5,24520874023438E-06;	-5.24520874023438E-06,	-5.24520874023438E-06
...		...	...
因数 N		...	...

.csv 格式（水平式），如下表例为两种类型的格式，N 指 taps 的号码：

因数 1;.....,因数 X;.....,因数 N	4,76837158203125E-07;.....;-5,24520874023438E-06;.....
----------------------------	--

因数 1;.....,因数 X;.....,因数 N	4.76837158203125E-07,.....,-5.24520874023438E-06,.....
----------------------------	--

附录 3 – Wizard 工具

FIR Wizard 是一个智能且操作方便的软件工具，其里面的 FIR 滤波功能通过补偿振幅 (Magnitude) 跟相位 (Phase) 的线性失真来增强扬声器的音质。

该软件工具通过扬声器 IR 测量，通过些许必要的合成均衡 (Synthesis Parameters) 生成 FIR 滤波器的艺术均衡 (Art Equalization) 的状态。其中，上文提到的合成均衡 (Synthesis Parameters) 可以“翻转”不需要的相位转换，以使扬声器的相位响应线性化。

用户也可以选择振幅均衡 (Magnitude Equalization)，将扬声器的振幅响应 (Amplitude Response) 曲线平直，或者是设置一个目标振幅 (Magnitude) 曲线。

除此以外，用户还可以通过此 Wizard 软件工具来更改生成得出 FIR 滤波器的额定延迟，这样一来可以满足现场音响系统的延迟，而且还可以保持滤波器本身的矫正强度几乎不变。

事前准备

该 Fir Wizard 工具是为了避免用户过度“优化”扬声器的响应，同时能够保留驱动选择 (Driver choice) 以及好的音箱及分频器设置在初始步骤中，以使达到最佳音质。

一般而言，在使用该 Wizard 工具之前，用户需要进行必要的一系列操作来正确设置其音响系统，同时也能够在合理的扬声器响应中启动。

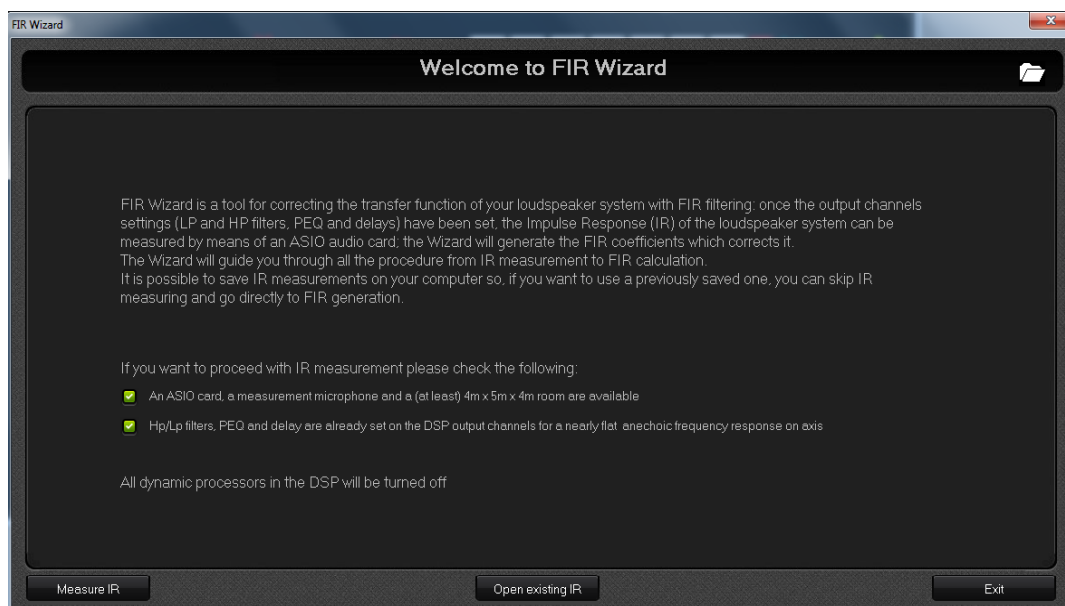
例如，在一台多路扬声器中，每个驱动响应应该要以时间为单位齐平，以避免在分频点上出现“塌陷”，以至于 FIR 滤波器无法应用音质修正。

此外，一台初始均衡十分杂乱的扬声器最先需要将总频率均衡打平。当 FIR 滤波器需要被应用到振幅 (Magnitude) 跟相位 (Phase) 时尤为重要。此操作是为了避免某些频率会产生十分强烈的增大，可能会导致无谓的响声发出。

如果用户希望目标响应不是平直的话，最好的方法就是先从一个几乎平直的响应开始，计算补偿用的 FIR 滤波器后，再应用一个后均衡 (Post Equalization)，或者也有一个更好的办法，就是在 FIR 滤波器里面设置并且应用一条目标曲线 (Target Curve)。

启动

下图为 FIR Wizard 工具的主页面：

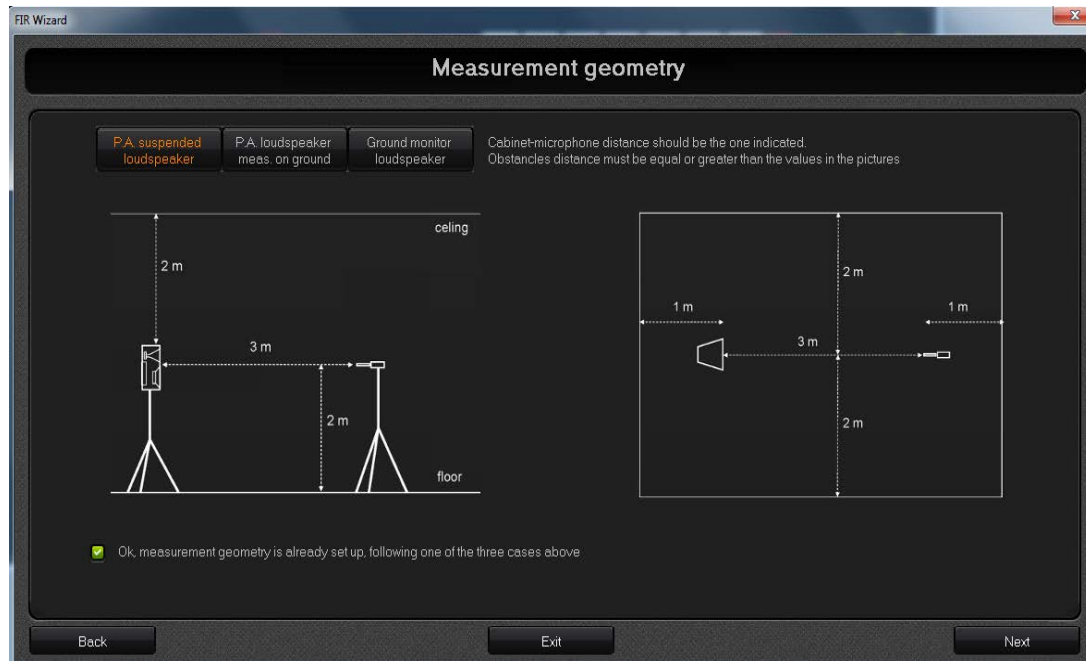


在此页面上，用户可以选择以下操作：

1. 从现有的 Wizard 设置开始： 点击页面右上角的文件夹图标，就会弹出一个窗口让用户选择 Wizard 文件，格式为.zwz
2. 从已经在 Wizard 工具里面测量并且保存好的现有 IR 开始： 点击“打开现有 IR” (Open Existing IR)按钮，从浏览窗口里面选择并且打开 IR 文件，格式为.oir、
3. 新建一个 IR 测量开始： 用户需确保有可用的 ASIO 协议声卡、一个测量用的麦克风、房间长宽高至少分别为为 4 * 5 *4 米，并且没有任何物体挡住。（如果空间不够，下文有提及如何进行测试）。除此以外，在上文已经提到过的了，需要提前设置虚分频器 (Xover)，参量均衡 (PEQ)和输出延时至少需要保持一个接近平直的频率响应。其次，点击两个勾选框以启动 “测量 IR” (Measure IR)按钮，点击以进行 IR 测量。此时，DSP 内的所有动态处理将会自动关闭，仅有均衡 FIR 滤波器处于启动状态。

测量方位

点击“测量 IR” (Measure IR)按钮后，弹出一个“测量方位” （Measurement Geometry）页面来给用户展示需要用哪种方位才能进行正确的测量：



点击页面上左上方的按钮，出现 3 种测量方式的图形（左边的为垂直放置、右边为水平放置）。该按钮仅用于展示、提醒用户每一次都需要选择正确的摆放方式，以及勾选到正确的选择。该选择按钮均不会影响任何以下的测量结果或者计算参数，这些都只跟相应的摆放方式有关。

对于每种摆放方式，需要计算好音箱、麦克风跟障碍物之间的最小距离，以保持下列之间的最小距离：

1. 扬声器到麦克风的直接声波路径 (Sound Wave Path)
2. 障碍物（如墙面或者地板等）到麦克风之间反射的声波路径 (Sound Wave Path)

这用于让 Wizard 算法排除 IR 中反射的部分，同时不会干扰直接的信息，至少会限制在一定的频率带中。

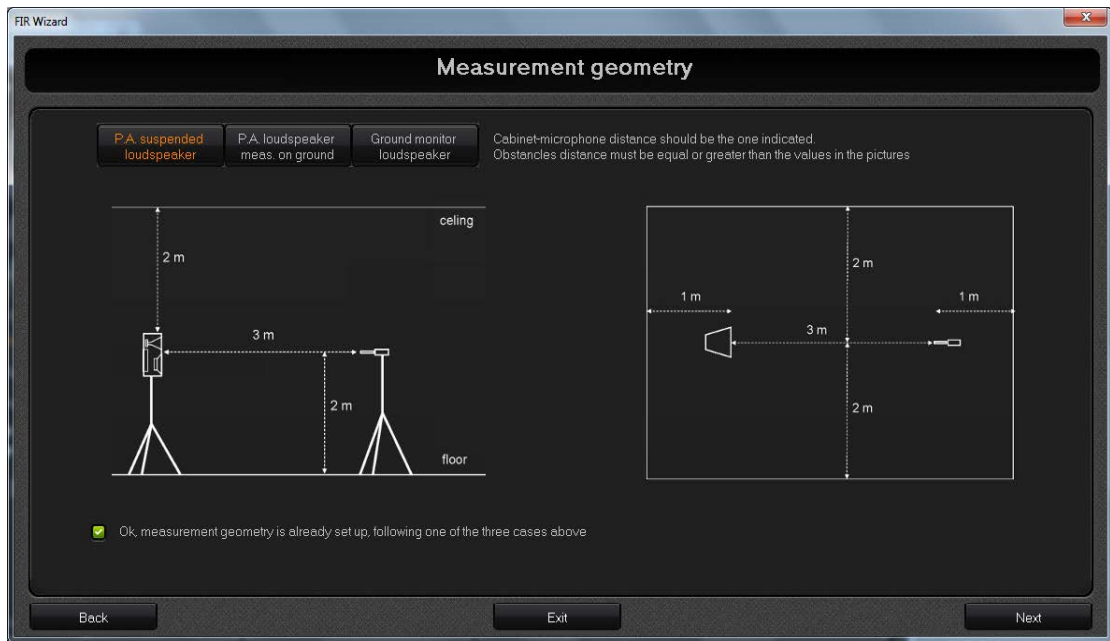
该技术使得房间在某种程度上面变得“虚拟消声”。这对于让 FIR 均衡严格跟音响系统相关十分重要，而且也能够独立于测量空间：按照这样的方式，FIR 在其他环境里面也能够完美运行。

下文简单描述 3 种测量情景：

1) 扬声器系统跟麦克风都处在半高水平上

在此条件下，测量空间的长、宽、高至少应分别为：4 米、5 米和 4 米

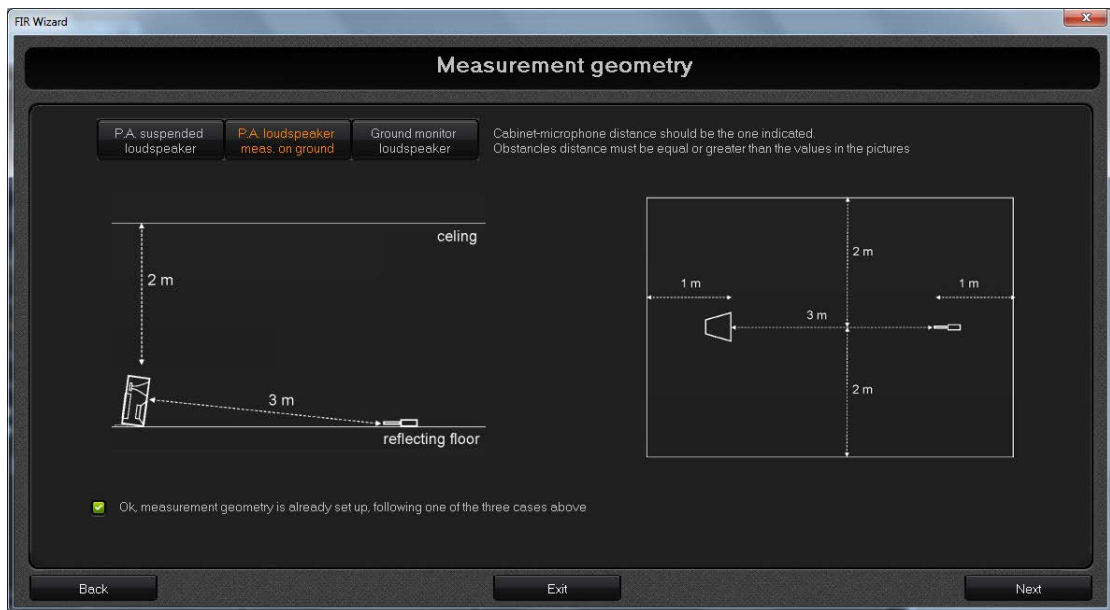
麦克风应该要垂直于扬声器方向摆放，离麦克风至少有 2 米的范围内不能有任何物件挡住麦克风。



2) 扬声器系统跟放置在水平地面上的麦克风

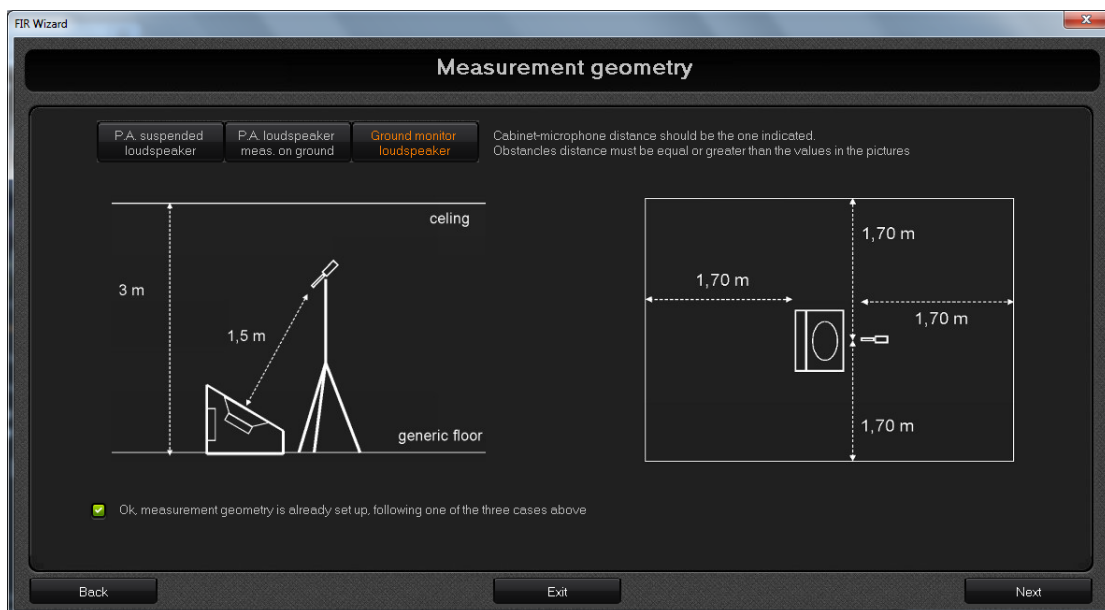
用户需倾斜扬声器位置，以使其正对麦克风的麦头，且保证麦克风完全紧贴在光滑地面上面。用户可以垫一片造工良好的金属片在麦克风下方。

如下图所示，在这种测量模式里面，用户可以选择高度更低的房间。所以当房高低于 4 米时，用户可以选择这种方式进行测量。



3) 放置在地上处于工作模式的监听音箱

麦克风应要放置在 1.7 米高的位置，于扬声器垂直，并且保持麦头不动。



设置好摆放方式以后，点击“继续” (Proceed) 按钮以进行下一步操作。

接线



连接 ASIO 协议的声卡到安装了 FIR Wizard 的电脑上，并且确保接线无误（包括 USB 线、网线等等），连接 ASIO 协议声卡（一般来说，设置为电平式）输出（XLR 或者 TRS 连接口）到 DSP 设备（如 LPP 系列处理器等）的电平式输入连接口（XLR）。

连接麦克风输出到声卡的麦克风输入口（一般为 XLR），若有必要，可以打开幻象电源 (Phantom Power)。如果麦克风有前置功放的话，将其连接到声卡的 Line 输入。最后，连接 DSP 设备到扬声器系统中。

完成上述步骤以后，在 FIR Wizard 工具的“接线和电平” (Wiring and Level)页面上，选择 ASIO

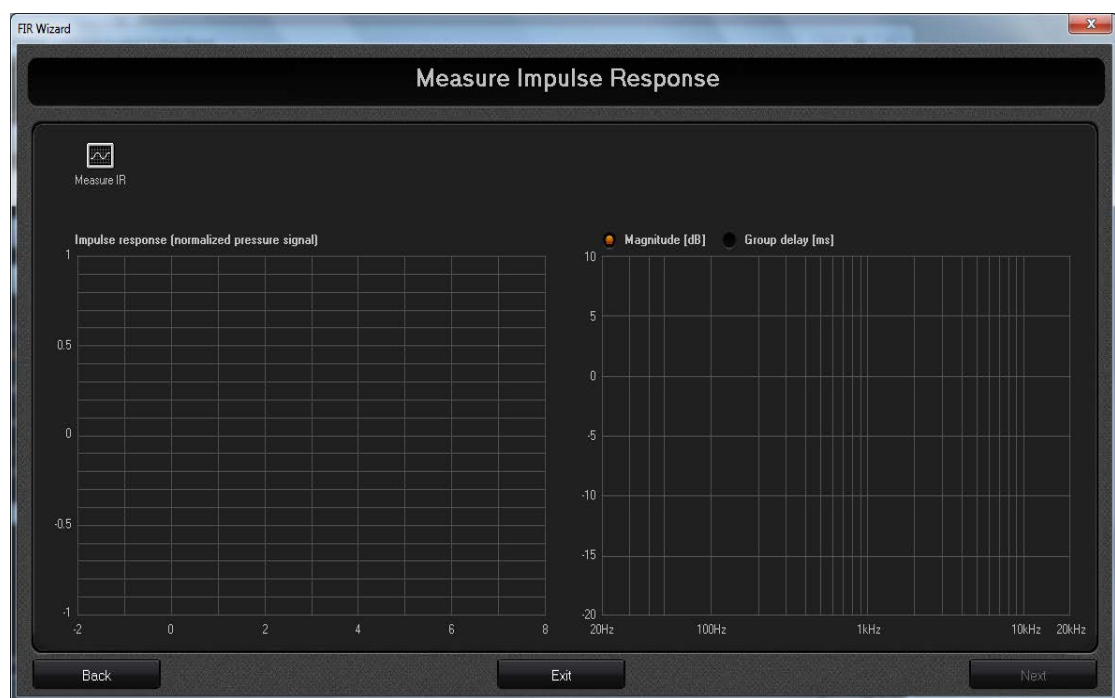
协议的声卡以及正确的输入/输出通道。

点击“测试”(Test)按钮，用户可以开始麦克风测试，请保证扬声器功放的音量调到较为低的值。然后逐渐提高功放音量，直到听见比较大声但又不刺耳的声音后停止。继续点击“测试”(Test)按钮，调整麦克风前置增益值，直到测量的信号峰值大约达到-6 dBFS。

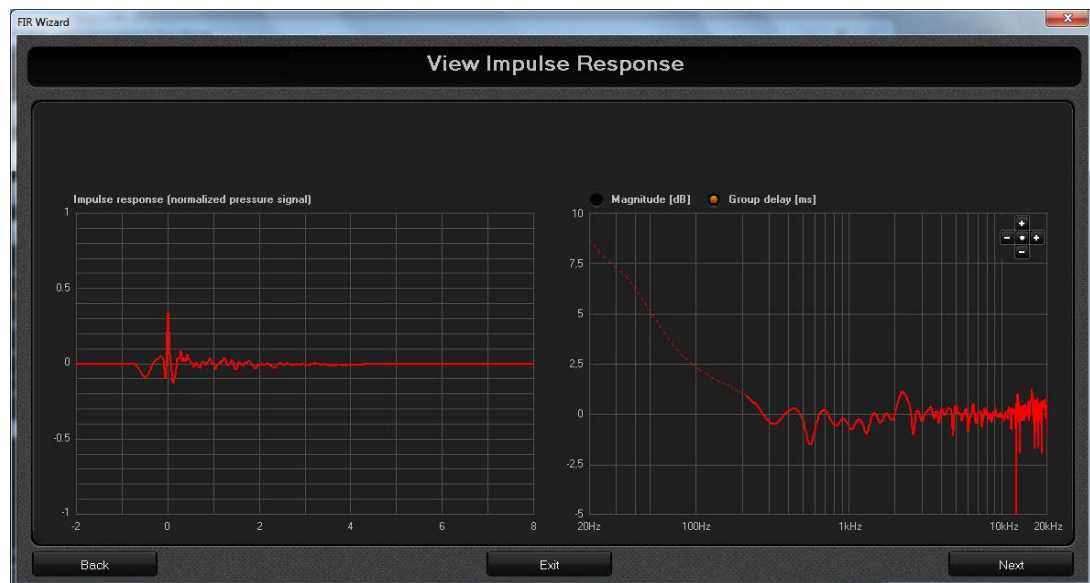
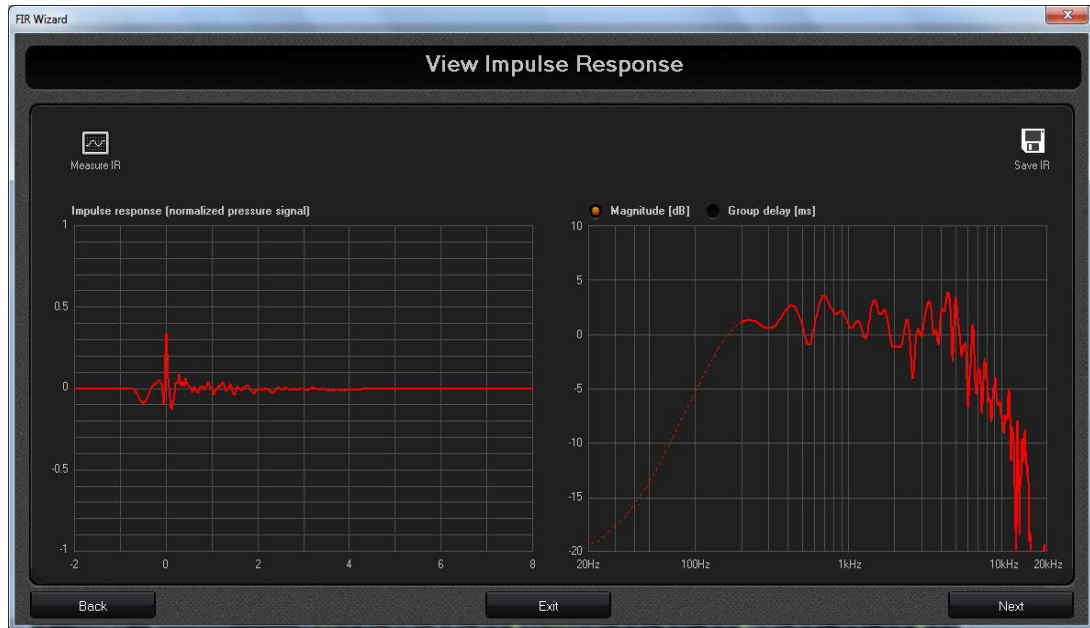
如果当麦克风测试的时候发出一些毛刺的声音，这可能是声卡的延迟所导致的。此时，点击“ASIO 控制面板”(ASIO Control Panel)按钮，进入声卡控制面板，尝试设置更高的延迟值（或者相应的更大缓冲）。

点击“继续”(Next)按钮，准备测试扬声器的 IR 值。

IR 测量



点击“测量 IR”(Measure IR)按钮，开始测量，在页面的上方的进度条会显示当前的进度。处理过程中请保持安静。扫频结束以后，Wizard 工具就会开始计算 IR，测量出来的 IR 就会出现在左图上，峰值在 0 的中央部分。振幅以及群组延时频响将会被显示在右图中。如下图所示。



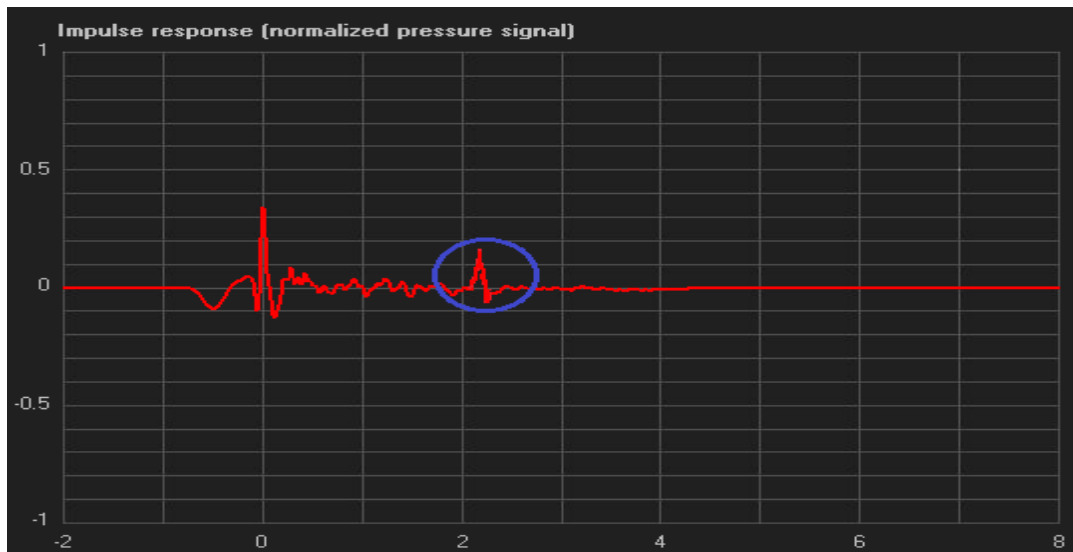
如上图所示，在接近 12kHz 的频率上面，有可能群组延迟图示会消失。这是因为在某些频点上面振幅响应出现一个很深的凹槽，导致相位无法被精准地计算。

点击“保存 IR” (Save IR)按钮以保持 IR。

用户若选择从 Wizard 主页上面以现有的 IR 开始，会直接返回该 IR。

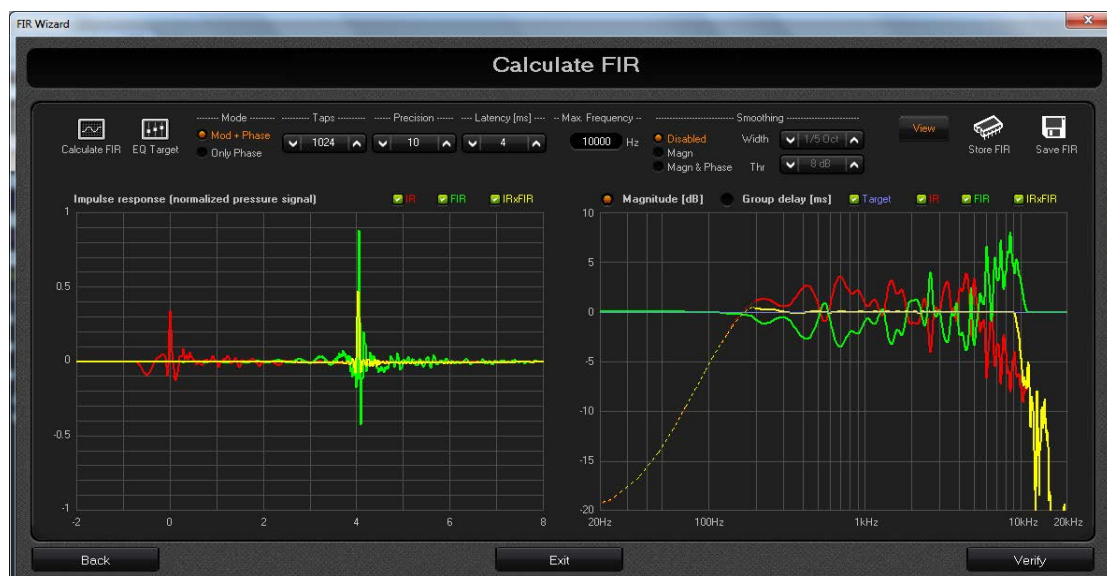
由 Wizard 工具计算得出的 IR（在左图显示的图形）为在麦克风位置上测量出的真实 IR 的部分内容。计算引擎只应用了此真实 IR（其峰值的中间部分）的前 10ms 的处理结果，以排除任何不希望出现的障碍物回声，这样一来，用户可以得到一个独立于周边环境的 IR。

下图例展示当没有设置好正确的摆放位置的话，IR 曲线会变成怎样：时间窗并没有移除掉接近 IR 峰值（用蓝色圆圈标记）的回响。这说明了补偿滤波器也尝试矫正房间内的回想，这样的话，与“独立于环境的均衡”相反。

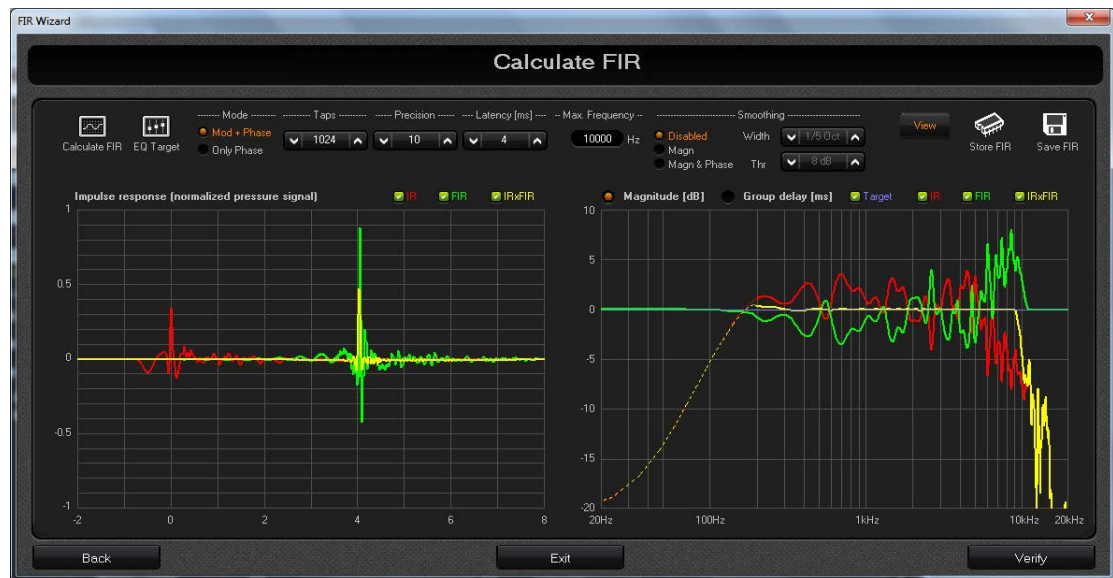


时间窗处理的结果就是, 计算得出的 IR 在低频上面并不准确: 由于时间-频率持续性的缘故, 用户无法在分析时间间隔的最小值. 以下预估频响值。因此, 为了避免此情况, 频响曲线在 200Hz 以下以点的形式显示出来。

要继续进行 FIR 滤波器计算, 请点击“继续”(Next)按钮, 弹出“计算 FIR”(Calculate FIR)页面。



FIR 计算 FIR Calculation



在此页面上，FIR 滤波器的系数会根据默认设置被计算得出。（当用户调用一个 Wizard 文档在时候，也可以是 FIR Wizard 设置的参数设置）

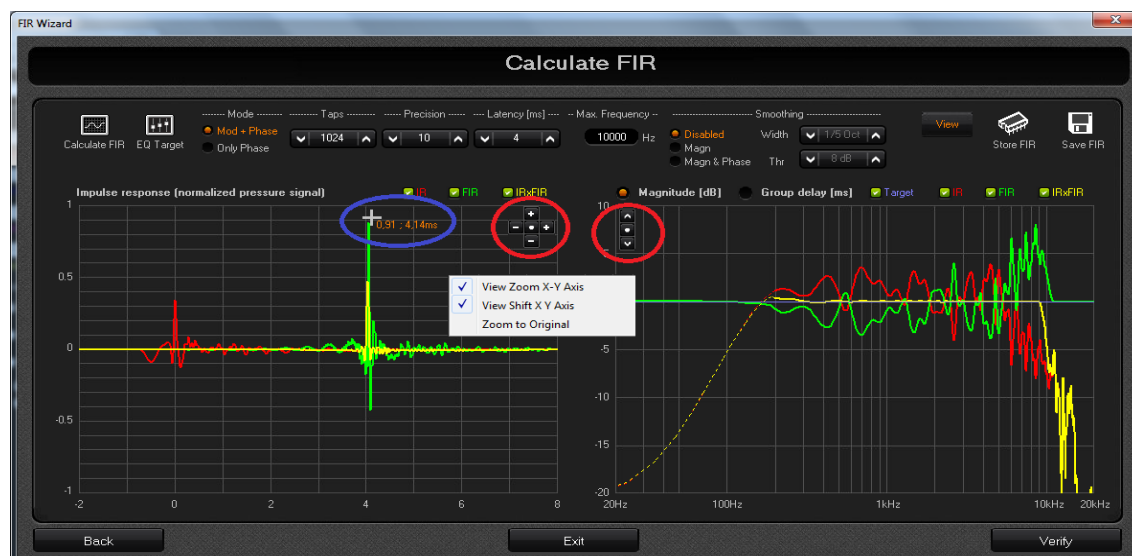
此页面会出现两个图形，以表示以下内容的时间跟频响：

1. 扬声器 IR（红线），跟在前面页面所展示的一样；
2. 计算得出的规格化 FIR 滤波器（绿线）。启用或者是停止使用 FIR 滤波器，声音的响度保持不变。当进行听音测试，这一点十分重要，且十分有用；
3. IR 跟 FIR 滤波器的结合（IRxFIR，黄线）。该曲线展示 IR 补偿过程的结果。如果用户是启用 FIR 处理来测量的话（或者是，如果计算得出的 FIR 滤波器已经被应用到扬声器中，且用户使用此新的扬声器 IR 处理来测量），那么实际上，“IRxFIR”等于 IR。
4. 选择查看振幅的时候，只显示在频率区域的目标振幅曲线。目标振幅的默认值是平直的，但是用户可以根据下列描述进行更改。

显示在图像中的曲线可以被隐藏，这样客户可以能够更好地比较 IR、FIR 滤波器跟 IRxFIR。用户可以点击选框隐藏曲线，相关按钮如下图所示：



左击分布区域的点，用户可以查看浮标。右击则出现放大/缩小菜单。



下面是通过比较 IR 跟 IRxFIR 曲线的时间及频率分布图，来详细说明计算得出的 FIR 的线性能力 (Linearization Capability)。

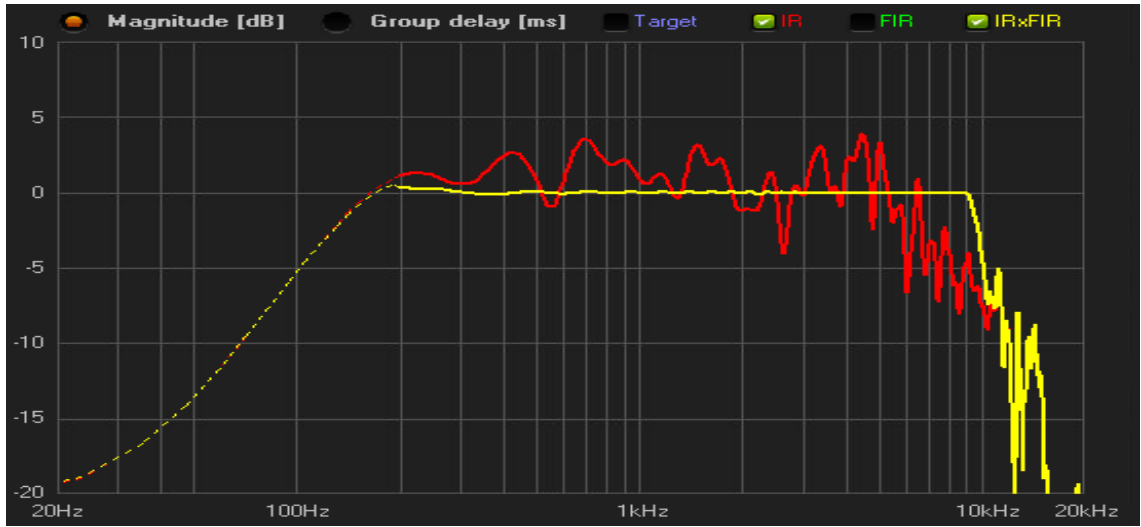
在时间区内，用户能够得到的最优结果就是一条整齐的脉冲曲线，在 0ms 中央。该时间区相当于一根平直的频率响应曲线。



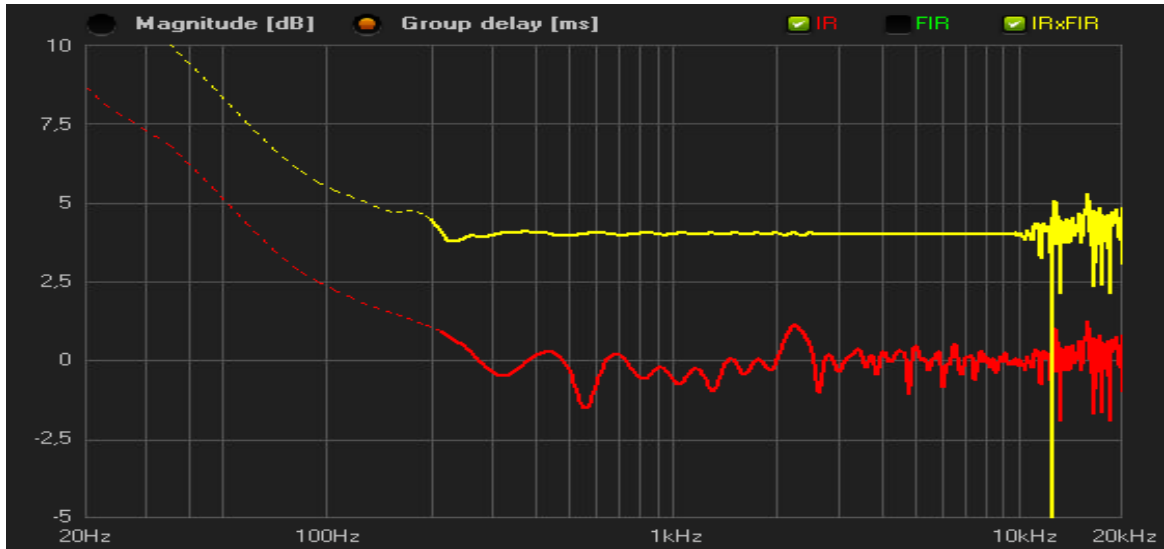
观察上图可知，IRxFIR（黄线）比测量得出的 IR（红线），更接近理想的 Dirac Delta 值。说明增加 FIR 滤波器以后，结果更好。

IRxFIR 跟 Dirac Delta 值之所以会有少许差异是因为 FIR 滤波器不能在整个频率响应上面起左右，只能在约 200Hz 到最大频率值（在这个图例中，最大值为 10kHz）之间有用。低频上面的限制是由于 IR 测量技巧（在上文的“IR 测量”部分已经有提及过），以及低频率范围上 FIR 滤波器的精度较低。高频（最大频率）上的限制是由于用户设定的参数，详情下文会描述。除此以外，时间区图形展示了增加 FIR 滤波器以后的延迟。这个值是由 IR 峰值跟 IRxFIR 曲线峰值之间的时间距离决定的。

下图所示的振幅分布图展示了黄线 FIR 滤波器曲线的平直作用，以及该滤波器起作用的频段。



下图的黄色部分表示群组延时 (Group Delay) 平直效果——此为 FIR 滤波器的主要作用。出现一条平直的群组延时 (Group Delay) 意味着音响系统的相位为线性。群组延时 (Group Delay) 是由频率上面的相位产生。



下文会说明关于 FIR 滤波器生成的用户参数 (User Parameter) 。注意，每当用户参数 (User Parameter) 发生变更，“计算 FIR” (Calculate FIR)按钮就会闪烁，提醒用户需要再次计算 FIR 滤波器。点击该按钮以后，合成算法就会根据新的参数以及相应的更新后的分布来计算 FIR 滤波器。

模式 Mode

用户可以选择两个工作模式：

1. “振幅+相位” (Magn+Phase): 选择该模式以后, FIR 滤波器会补偿测量得出的 IR 的振幅跟相位。对于振幅响应, 用户可以应用一个目标曲线。
2. “只有相位” (Phase Only): 选择该模式, FIR 滤波器只会在相位响应上面起作用, 而 IR 振幅保持不变。

最大频率 Max Frequency

在计算 FIR 之前, 用户首先需要查看最大切频来查看 IR 的频率响应 (Frequency Response)。该操作有利于设置最大操作频率, 超过该最大值时, FIR 滤波器会失去作用, 保持原来的 IR 不变。除此以外, 用户还需要知道下述事项:

1. 在超高频率上面的频响可能会深受麦克风位置的影响, 因为大多数音频信号转换器在该频段上面是定向的。所以最好尝试不同的麦克风摆放位置, 选出能够测量出最好结果的位置。
2. 在超高频率上面的频响可能是真实的、也有可能是麦克风所捕捉到的值。如果用户使用低质量的麦克风, 在此高频段上得出的结果不会十分理想。但是这也不代表在一个稍微低一点的频带上面无法得出一个让人满意的 FIR 均衡 (FIR Equalization), 用户可能仅仅选择最大频率, 然后对其结果进行听音。

精度 Precision

精度参数 (Precision Parameters) 范围为 1~10, 用于测量相对于目标曲线的振幅校正的精确性。特别是当 IR 在频响上面出现一个很深的凹陷, 使用高精度参数 (Precision Parameters) 值意味着 FIR 滤波器会使用在 FIR 频响上对应的峰值来完全补偿所有结果。最终就会因此出现一些用户不希望出现的响声 (在时间区的 FIR 分布图上面, 用户可以看见声调部分)。相反, 使用低精度参数 (Precision Parameters) 会限制 FIR, 使得其仅能精准地补偿原始 IR 里面的少数点, 并且在凹陷较深的地方准确度会变得更低。因此, 建议用户尝试几次不同的值, 查看分布曲线以及通过听音来比较效果。

下图例是两个振幅分布的对比图, 右边的精度参数 (Precision Parameters) 设为最大精度值 10, 而左边的精度参数 (Precision Parameters) 设为最小精度值 1。由于精度参数 (Precision Parameters) 并不会影响相位补偿精度, 所以在此图例隐藏了群组延时 (Group Delay) 分布。



修匀 Smoothing

修匀参数 (Smoothing Parameters)可以限制 FIR 滤波器的行为，以“矫正”IR 的平均动作。换句话说，就是当启用该参数时，FIR 滤波器并不会补偿 IR，智能用于矫正平均 IR 响应。修匀可能会稍微减弱 FIR 滤波器在轴线（如在测量点）上的补偿能力，但是能扩大在 IR 矫正作用的听音区。

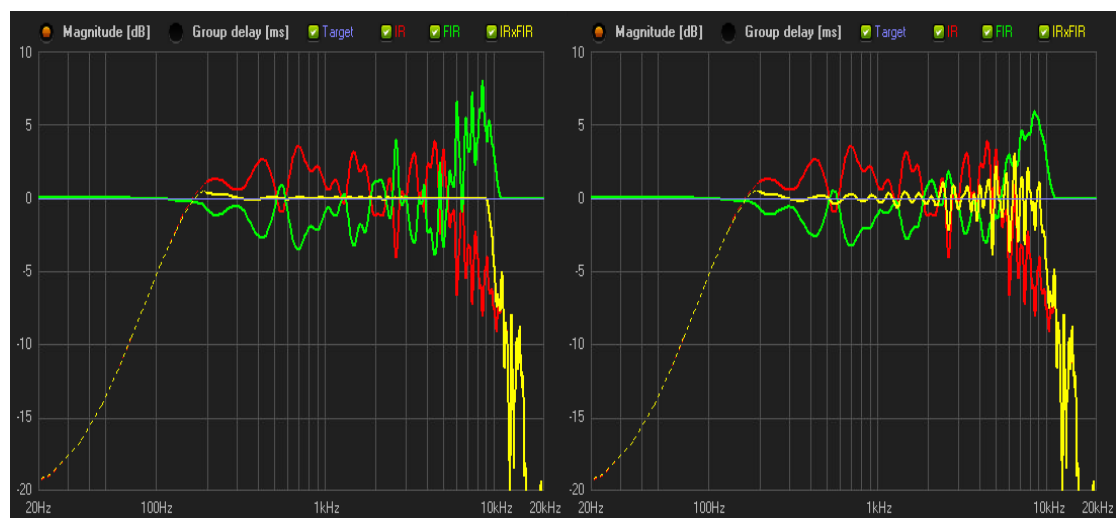
修匀也可以仅仅应用于振幅响度，或者同时应用于振幅跟相位。

对于振幅修匀，算法会通过搜寻振幅高于设定的阈值 Thr [dB]（或者低于-Thr [dB]）的频点，来扫描 FIR 滤波器的频响。在这些频点上面，会出现一个能够移动的平均窗口，以修匀振幅峰值。这样一来，选择一个正确的阈值，就能应用一个可调的修匀参数到振幅响应中。这个窗口的带宽是一个控制参数，用户可以通过其来提高或者降低平均效果。

下面左图为修匀之前的振幅响应分布，右图为经过修匀处理后的振幅分布。通过对比左右两图来展示振幅修匀 (Magnitude Smoothing) 功能是如何运作的。

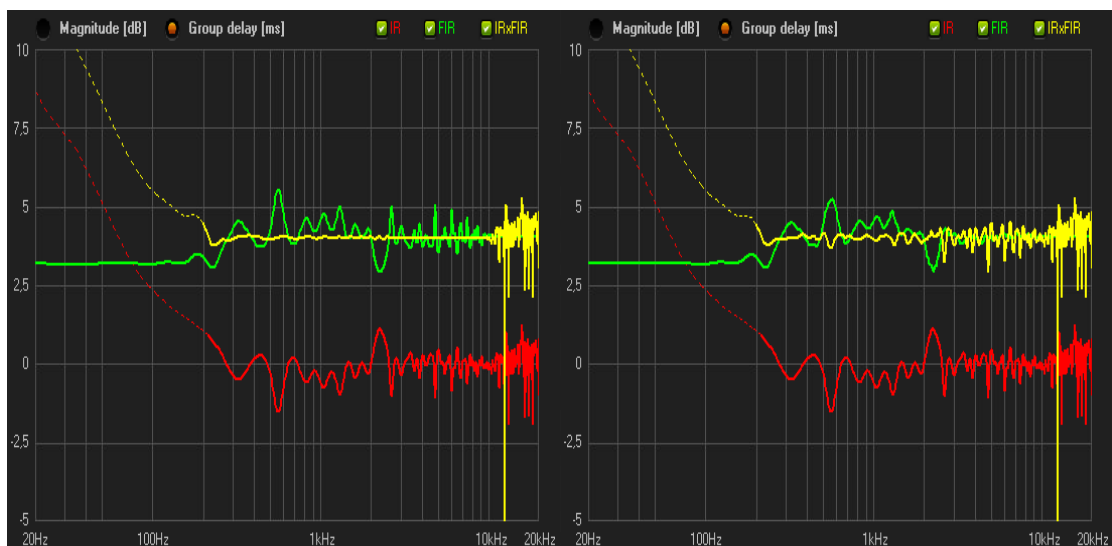


将阈值设置为 0dB，修匀功能就会被应用到整个振幅响应中，如下图所示（左图：未进行任何修匀；右图：运行修匀以后）



当用户选择“振幅+相位” (Magn+Phase)时，相位修匀会一直应用于整个频段中。即使阈值不等于 0dB，也会如此。

下面左、右图分别为运行修匀功能前、后的群组延时响应分布图。通过对比前后变化，来说明相位修匀的效果。

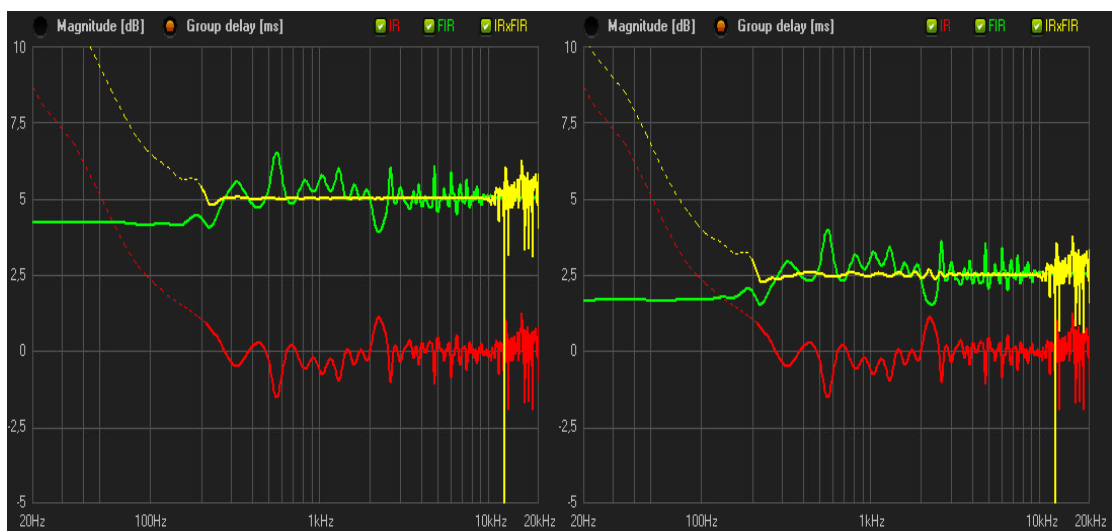


延迟 Latency

用户可以通过延迟参数来控制 FIR 滤波器增加的 I/O 延时。一般来说，当用户主要希望能够达到较好的补偿精度的时候，选择更高的延迟会更好；而更低的延迟值较多地在现场声音系统里面会用到，此时的 I/O 延时更为重要。

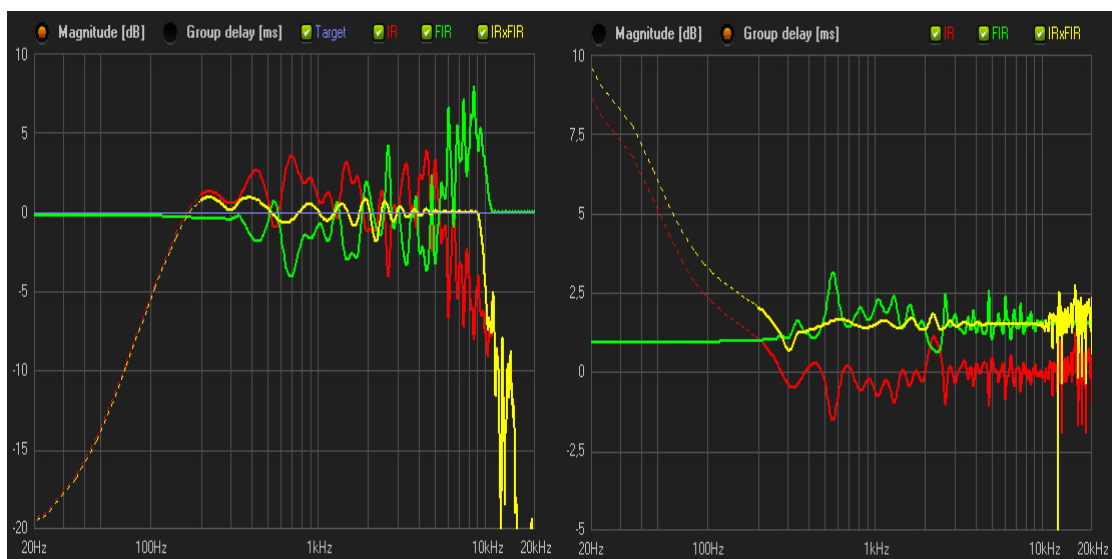
减小延迟，同时保持 FIR 滤波器的补偿性能不变的效果主要取决于扬声器的原始 IR 值。但在大部分情况下，更高的延迟值或者等于 2.5ms 的值可以几乎保持滤波器矫正效果不变。

下面左、右图分别为延迟值=5ms 及延迟值=2.5ms 的滤波器频响（包括振幅以及群组延迟）的对比。



当用户设置的补偿精度更低时，延迟值可以小于 2.5ms。

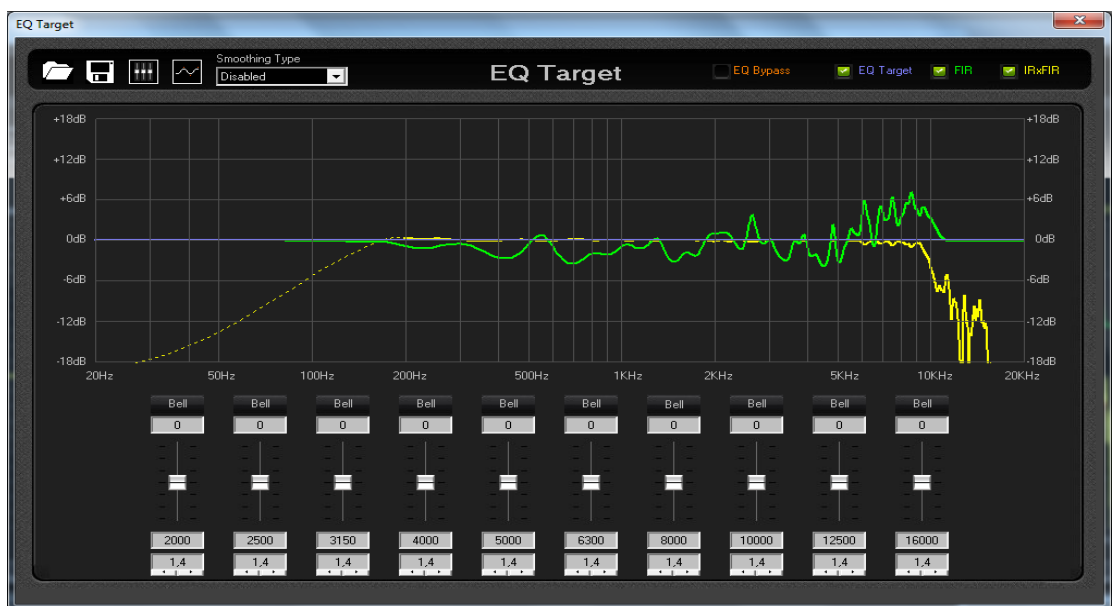
下图例表示当延迟值为 1.5ms 时振幅跟群组延时的分布：频响跟理想表现的差别十分明显，特别是振幅响应部分（黄色曲线）。



建议用户尝试输入不同的延迟值，查看分布曲线跟通过听音，选择仍能满足需求的均衡结果的较低值。

目标曲线 Target Curve

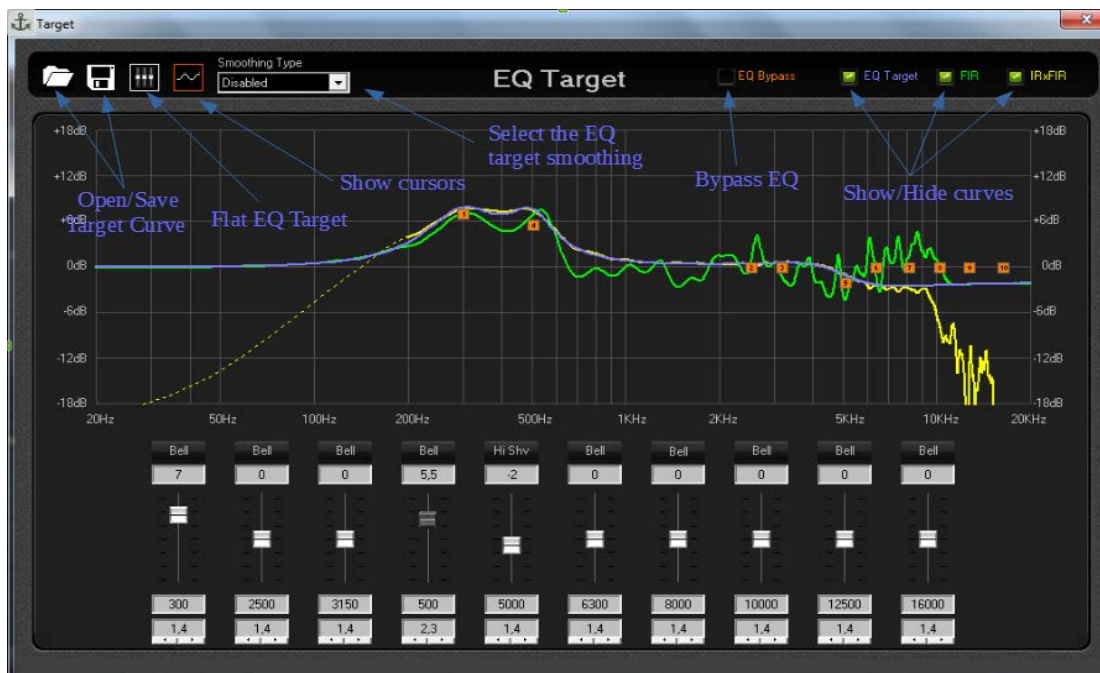
在“计算 FIR” (Calculate FIR)页面上点击“目标 EQ” (EQ Target)按钮，弹出“目标 EQ” (EQ Target)窗口，用户可以在里面设置一个振幅曲线。



在此页面上，目标曲线（蓝线）跟 FIR 滤波器（绿线）以及 IRx FIR （黄线）的振幅响度是重叠的。点击页面上方相应的勾选框，用户可以隐藏分布图上面的曲线。

用户可以使用高达 10 段均衡 IIR 滤波器来变更目标曲线。IIR 滤波器的原型仅仅为图像，因为目标振幅以及包含在 FIR 滤波器补偿后所生成的曲线之中了。

用户可以通过控制此页面上的按钮，或者拖曳分布区域内的浮标来设置均衡滤波器。

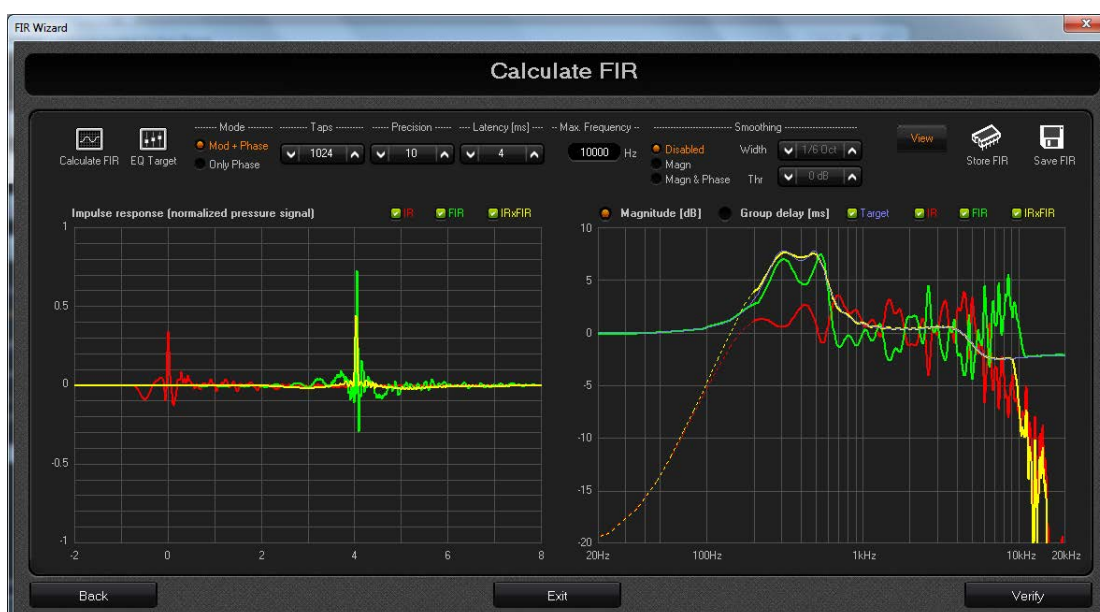


通过点击“旁路 EQ” (EQ Bypass)的勾选框，用户可以将目标 EQ 旁路。点击“平直目标 EQ” (Flat EQ Target)按钮，每段均衡滤波器的增益灰可以设置为 0dB 以平直目标曲线。

当低频滤波器设置为高增益，以及/或者高 Q 值在时候，启用目标曲线修匀功能，用户可以减小振幅响度上面所不需要的起伏部分。

目标曲线可以保存到文件中，保存好的文件也可以十分轻易地被调用到另外的 Wizard 项目文件中。

要将目标曲线应用到补偿 FIR 滤波器中，需要关闭“目标 EQ” (EQ Target)的页面，在弹出对话框上应该需要点击 “OK”以确认。



在“仅为相位” (Phase Only)模式中，用户无法设置目标曲线。

当 FIR 滤波器根据用户设定的参数被计算得出以后，相应的系数可以被保存到文档中（也可以在 Wizard 以外被调用），或者被保存到 DSP 中以进行听音测试。

要保存 FIR 滤波器，点击“计算 FIR” (Calculate FIR) 页面顶部右边的“保存 FIR” (Save FIR) 按钮，弹出一个窗口供用户选择 PC 里面的文件夹，以及输入文件名称。

要保存 FIR 滤波器到设备中，点击页面顶部右边的“存储 FIR” (Store FIR) 按钮。

确认

当 FIR 滤波器被存储到 DSP 中之后，用户可以通过启用 FIR 滤波器，测量扬声器新 IR 来确认均衡结果。点击“计算 FIR” (Calculate FIR) 页面上的“确认” (Verify) 按钮，弹出“确认” (Verify) 页面。

如果计算得出的 FIR 滤波器还没有被存储到 DSP 内的话，点击“确认” (Verify) 按钮，也可以进入确认过程，但是需要注意：因为 IR 测量会用最近一次所存储的 FIR 滤波器来运行，将以所生成的结果可能并非为真实的扬声器响应，误导用户。



要启动确认进程，用户需要点击页面顶部左边的“测量” (Measure) 按钮，安静地稍等片刻。完成正弦波扫频以后，软件就会计算新的 IR，并且在时间/频率区分布图上面会被显示出来。选择页面顶部右侧的“矫正前” (Before Correction) 跟“矫正后” (After Correction)，用户可以比较原始 IR 跟补偿后的 IR。

完成上述操作以后，用户可以听音，以测试经过 FIR 滤波器处理后的音质的提升效果。然后关闭 Wizard 窗口，或者点击“退出” (Exit) 按键，弹出对话框确认是否需要保存该 Wizard 设置。保存该文件（或者跳过此步骤）后，Wizard 页面就会关闭，用户可以选择启用 DSP 上面的 FIR 滤波器以听 IR 均衡的结果。