

SmaartLive入门:

基本测量设置和步骤

Paul D. Henderson

本文为使用SIA SmaartLive® 对音频系统和单元进行基本测量的入门教材。在本文中，我们将讨论SmaartLive的功能和测量所需要的基本硬件设备和介绍一系列使用范例。

I. SmaartLive的主要测量功能

SmaartLive是一种基于双通道音频分析仪、可执行专业音频所需要的大量测量任务的软件。由于SmaartLive不能代替人的主观听感评价，所以需要根据具体测量任务配置适当的测量平台，对系统进行调整、优化、完善。表1中列出了SmaartLive的基本测量模式和每一模式下的主要应用和功能大纲。

SmaartLive模式	主要功能	应用
频谱	<ul style="list-style-type: none">● 实时频谱分析● 窄带和倍频程显示● 采用SPL表进行声压级校准● 运行SPL对数和频谱图示功能	<ul style="list-style-type: none">● 现场信号源频谱监视● 现场演出SPL监视● 噪声电平分析● 反馈信号检测
传输函数	<ul style="list-style-type: none">● 实时传输函数分析● 幅度和相位显示设置● 窄带和定点倍频程分析● 实时相干显示	<ul style="list-style-type: none">● 扬声器系统、均衡器、声系统传输函数测量● 系统实时优化处理（包括均衡、分频、延时等）
脉冲		

表 1: SmaartLive中的基本测量模式

除了表1中的功能之外，SmaartLive还具有内置的信号发生器，无需外接信号发生器就可进行所有测量，大大简化了测量过程。SmaartLive还可以控制诸如扬声器系统处理器、均衡器等外部设备，有关这点，本文暂不作讨论。

SIA 软件有限公司不承担由于用户使用不当而对设备造成损坏的责任。在采用本文所介绍的方法进行测量之前，首先必须确保正确理解本文的内容，并且需要测量的整个系统单元的输入/输出电平、阻抗以及连线配置正确。

II. SmaartLive 基本配置单元

首先要配置一套基本的测量设备才能有效使用SmaartLive。下表列出了SmaartLive 的基本配置单元。有关具体测量的设备连线详情会在以后的章节中详细介绍。

单元	指南
 测量话筒	<p>当不准备采用通常的电子设备进行测量时，首先需要用一个 来采集声学信号的测量话筒。话筒的作用是将测量点的声压信号转换成精确的电压信号，因此需要满足以下三点：1、采用全指向性、频率响应平直的测量话筒。2、由于市场上的大多数测量话筒采用驻极体电容式设计，这就对电源有一定的要求，即需要采用前置放大器的幻象电源，或采用内置电池。3、需要通过一个话筒校准器对声压测量值进行精确校准。</p>
 话筒放大器	<p>需要采用一定形式的话筒放大器与测量话筒进行匹配。为了保证测量值的可信度，测量放大器需要具备足够低的本底噪声和足够高的增益。对于大多数测量话筒来说，前置放大器需要包括一个幻象电源以提供测量话筒的电源。</p> <p>注意：不少用户喜欢采用一个小型混音器、甚至一个前台调音台代替专门的前置放大器进行信号路由。在这种情况下，使用前首先要去除所有通道处理器（均衡、动态处理等）。</p>
 声卡	<p>在SmaartLive的很多测量功能中，还需要一个兼容的声卡，该声卡至少有2个独立的线路电平输入（或以单个立体声输入的形式）和一个线路电平输出。一些内置声卡的笔记本电脑只能提供一个通道的输入（单声道），注意检查一下你的系统是否满足上述条件。如果不具备立体声输入，就不能采用传输函数和脉冲测量。</p> <p>注意：由于可以连接外部硬件设备，其中一些设备本身就具备具有内置前置放大器的、高质量的模/数和数/模转换器，这就更加便于使用了。类似设备如USB、CMCIA和Firewire 界面设备。无论采用怎样的输入设备，都必须采用与Windows®相兼容的音频设备驱动程序，SmaartLive目前不支持包括ASIO在内的其他设备驱动程序。</p>
 安装有 SIA-SmaartLive™ 的计算机	<p>选用的计算机必须满足运行SmaartLive的最低要求，见SmaartLive用户指南或访问SIA软件站点：http://www.siasoft.com。为使用方便起见，可使用手提电脑。</p>
 电缆和连接	<p>必须采用合适的电缆连接测量系统和测量设备。必须使用专业级的电缆和连接设备，避免使用低级的适配器和民用等级的连接器。如果计算机的声卡是3-芯1/8-英寸立体声唱机连接器，必须转换成1/4-英寸唱机头或XLR连接器。</p>

III. 将信号接入SmaartLive

现在，你已经将相关设备连接好并准备让SmaartLive工作了，下面，我们就来讨论怎样对系统进行设置以兼容你的硬件设备，怎样调节整个系统的信号电平等方面的问题。首先，让你的声卡在线工作（如果是外置声卡，请连接好）。如果采用的是外部音频设备，在SmaartLive运行的过程中，请勿断开。点击菜单上的**Options? Devices**或按下Alt+A，选择适用于本系统的声卡。这时会出现图1所示的视窗。在Wave In框中选择你的声卡输入设备，同样在Wave Out框中选择声卡输出设备。如果所采用设备所支持的输入或输出分辨率高于16 bits请在Bits Per Sample框中选择合适的值。这样，你就可以将设备连接到声卡的输入和输出，SmaartLive就可以正确地对待信号进行处理。



图1: 选择你的声卡的输入和输出设备

很多声卡采用内置的混音电路将多个音频信号混合在一起作为主输出，或者选择和/或混合显示在声卡输入上信号。你需要为声卡配置这些选项，激活线路电平输入和声波输出。如图2所示，通过激活Windows®混音器设置上述选项。按下SmaartLive键盘上的Alt+V即可激活混音器。详情见SmaartLive用户指南。

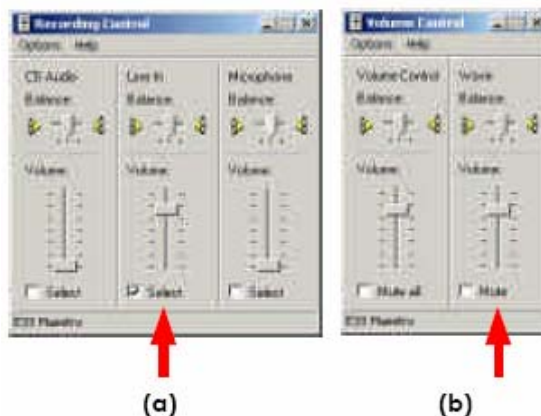


图2: 根据设备配置输入(a)和输出(b)混音器

关于电平的说明 通过信号发生器上的电平设置微调器控制信号发生器的电平，其默认状态为低电平，以防初始使用时损坏设备。可结合你设备上的输出电平和混音器设置，改变显示在声卡输出上的信号电平。在大多数需要通过信号发生器进行测量的情况下，需要将整个信号发生器的电平调节到能够既有高的测量信噪比，又不损坏设备或影响音质的足够高的水平。

必须仔细调节输入电平，使其既尽可能高以提高信噪比，又不能在声卡的模/数转换器处出现过载失真。在SmaartLive运行期间，图3中的输入电平表始终处于激活状态，显示which indicate the peak input levels seen by the 声卡模/数转换器处的峰值输入电平。如果该电平太低（图3a），由声卡和其他模拟设备所产生的噪声会影响测量结果；如果该电平太低（图3c），将会点亮过载显示灯，必须降低输入电平保证测量结果的准确性。在大多数测量情况下，请保持额定输入电平在 -12 至 -6 dB之间。

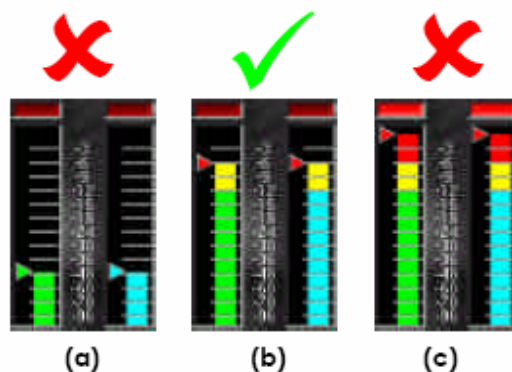


图 3: 为确保输入电平既不太低 (a)，又不太高 (c)，在基本测量中通常设置在 -12 至 -6 dB左右(b)。

IV. 测量范例

现在，我们可以研究一些使用SmaartLive进行基本测量的范例。以下将会具体介绍如何进行频谱 (RTA)、传输函数和脉冲响应测量。下面的例子是按照测量的复杂性程度循序渐进、先易后难的，建议你按顺序进行练习。每一范例会列出基本硬件配置和测量结果样本。注意你的测量结果和这里所提供的测量结果样本是会有所不同的，这里所提供的测量结果样本谨供你的参考。

应用范例1

SmaartLive作为实时频谱分析仪 (RTA)

SmaartLive的最基本的功能都蕴涵在它的频谱模式里，利用它可以进行2个通道的实时频谱分析。在该模式下，SmaartLive所包含的功能类似于一台RTA (实时分析仪)设备，将输入信号分解成频谱单元并动态显示。SmaartLive的默认状态是以频率 - 能量柱状图表的方式实时显示2路信号，每条能柱表示1/12倍频程带宽的能量，当然还可以进行其他显示。

系统连接

使用该模式时，将任意兼容的音频信号连接到声卡的至少一个输入端，在RTA模式下，你可以同时检测2路信号，所以，可以将一个测量话筒连接到一个通道，将混音调音台输出连接到另外一个通道。

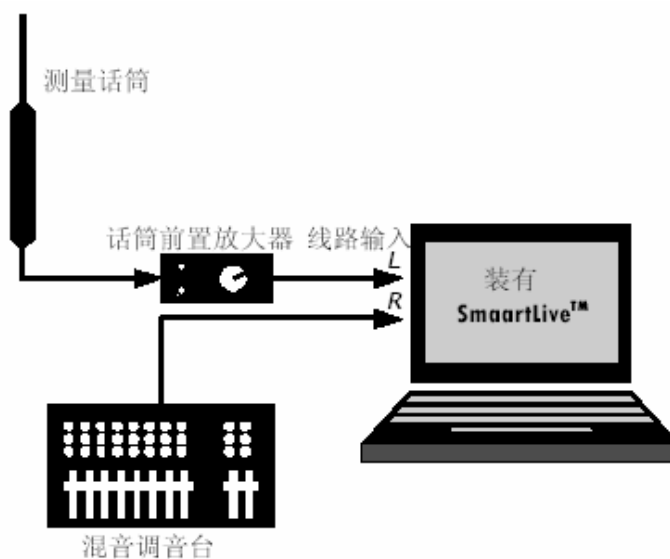


图4: RTA测量硬件配置范例

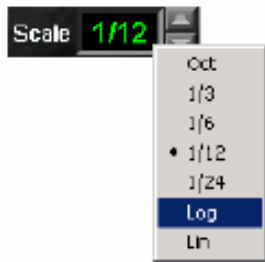
ON 图4 显示该范例的硬件配置。任何线路电平信号均可作为一个输入信号源，作为示范，本例中现场话筒通过一个前置放大器连接。

现在，激活SmaartLive，其默认状态即为频谱模式。可以点击一个测量模式键随时改变当前测量模式，按下ON键即可开始实时测量。



测量模式键

图5是输入信号现场通带频谱图(默认状态是同时观察到2个通道)。当你在现场用话筒拾取信号时,频谱上显示的就是房间的噪声。这时候如果你对着话筒吹一声口哨,在频谱图上就会看到某一个频段会出现明显的提升。



如果在 Scale 刻度选项上选取不同的数值,频谱上所显示的输入信号频谱就会有所不同,刻度数值可以显示成 1/1、1/3、1/6、1/12 和 1/24-倍频程带宽或

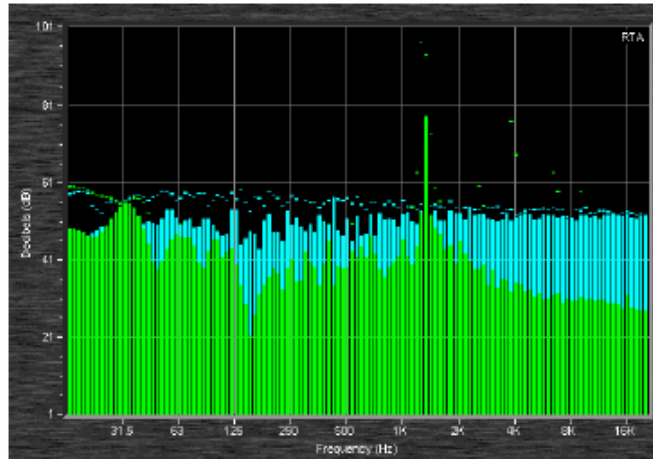


图 5: 默认的现场 RTA 频谱显示 (1/12 倍频程)。

对数或线性频率轴上的窄带功率频谱。需要设置的是基本快速傅立叶变换 (FFT) 参数: 平均时间和加权特性。平均时间 (Averaging) 用于改变频谱显示的时间特性, 让测试者既可以看到信号的瞬态特性, 又可以观察到信号的长期频谱特性。平均时间 Averaging 可以设置成慢 (Slow)、快 (Fast) 和指数 (Exp) 三种状态, 后者是指无穷指数式衰减, 它对从起始开始的所有数据均保持一个均匀计权的平均时间, 取值范围为 1 至 128。按下键盘上的 V 键, 可以即时重新设置平均时间缓冲器。

频谱模式包括了许多非常有用的特性: 绝对值校准、声压级 (SPL) 表和对数显示、实时频谱函数 (图 6)。注意, 只有当输入通道被激活时, 才能显示上述功能数据。点击与通道相对应的输入电平表即可激活该通道。详情参照所提供的文件资料。

SmaartLive 的频谱模式对于确定现场反馈频率、观察现场噪声情况、研究现场音乐素材的频谱成分等非常有用。过去, 很多人习惯使用实时频谱分析仪 (RTA) 测量一个系统的频率响应并据此进行频率均衡处理。而现在, 我们则不建议采用这一方法, 因为采用的传输函数测量功能要比前者来得精确有用的多。简单的频谱模式不能区分现场的直达声和反射声, 以及瞬态触发信号和系统噪声, 这大大影响了对一个系统进行频率响应的调整。

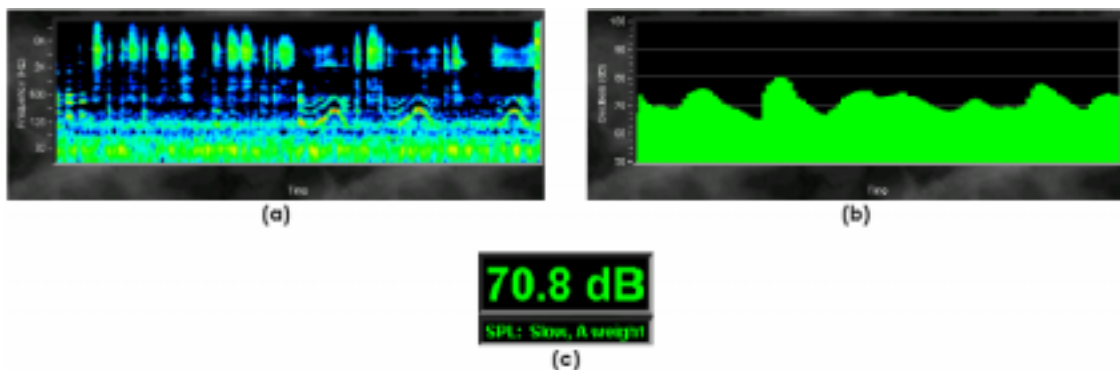


图6: Sample 高级频谱模式测量范例:
(a) 频谱图, (b) SPL 时间特性, (c) SPL 实时校准值

应用范例2

模拟式均衡器测量

在本例中，我们将会介绍如何利用SmaartLive的实时传输函数的性能，对一个模拟式均衡器的频率响应进行测量。本测量需要：一个均衡器、分频器或其他滤波类信号处理器。本例更适用于对模拟式设备的测量，对于数字式设备，由于输入和输出之间可能进行了延时处理，因此要通过SmaartLive的内部信号延时加以补偿（在下面的范例中对此将加以讨论）。

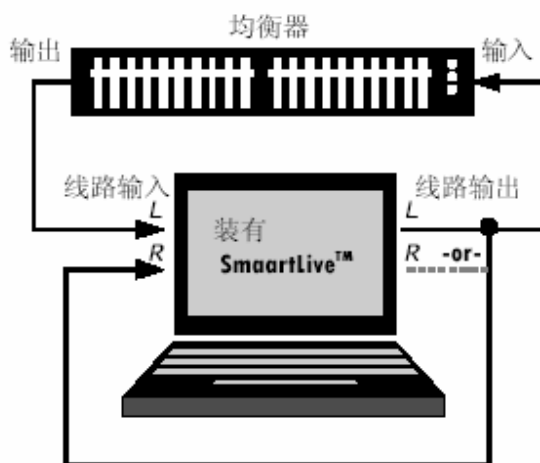


图7: 测量一个均衡器时的硬件配置

系统连接

如图7所示连接系统，采用声卡输出信号驱动均衡器的输入和声卡本身的右路输入（称之为参考信号输入）。将均衡器的输出通过左路输入进入（称之为测量输入）计算机。通过SmaartLive内置的信号发生器激励均衡器并测量其响应。由硬件配置图可见，SmaartLive将信号发生器输出与通过均衡器后返回来的信号进行精确比较，消除了声卡的影响。

信号电平调节

点击 GEN（打开信号发生器）键，开启SmaartLive信号发生器，系统就会产生无规粉红噪声并在声卡上产生输出。由于信号发生器的初始状态为低电平（-36 dB），所以需要通过信号发生器电平旋钮将输出电平增加到合理的水平。信号电平要高到足以充分利用了系统和均衡器的动态范围的水平。根据经验，一般调整到-6 dB左右为宜。





如果分析仪没有运行，请点击ON键启动。然后，调节输入信号控制至合理的电平（如图3）。如果均衡器处于旁路状态或控制处于0 dB，所显示的传输函数基本为平直。如果均衡器不是处于上述状态，通常是由于系统存在一些增益偏差或设备本身存在一些增益或衰减因子。通过单独调整测量通道的增益对这些加以校准，或通过dB +/-微调使所显示的传输函数置“零”。



传输函数测量

SmaartLive的传输函数（Transfer Function）模式通过对一个系统的输入信号和输出信号进行比较，来测量该系统的频率响应。通过该项测量可以显示这两个信号之间的幅度和相位之间的差异，并以频率函数的形式显示出来，即该系统的幅频响应和相频响应。

 调节均衡器上的滤波器设置，可以在SmaartLive上显示整个频率域上的所有变化。如果显示出一个谷点，通常是输入信号反相的结果。这时可直接将输入信号的极性反相或按一下反相（Swap）键，就会出现正常的显示。

 SmaartLive的默认状态是FPPO（每倍频程定点）传输函数模式，频率轴是对数刻度的。可以在不同长度FFT参数、采样率和激励信号情况下，观察不同参数的效果；也可以按下相位（Phase）键，观察传输函数的相频特性（以及幅频特性）。图8 就是测量一个参数式均衡滤波器以及其相频特性的实例。

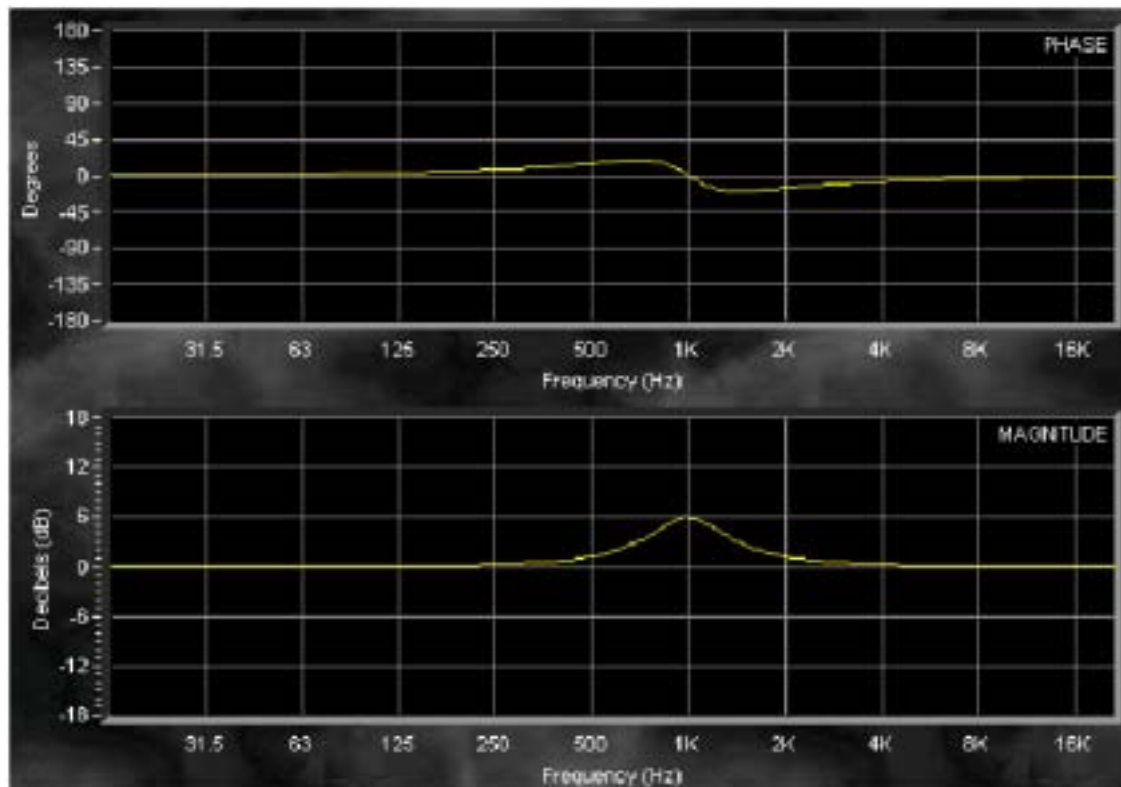


图8: 一个模拟参数式均衡滤波器的测量

注意：在该测量中，没有进行均衡器延时补偿处理，因为相对于FFT的长度，模拟式均衡器的延时可以忽略不计。当测量一个数字式设备、扬声器系统或几乎所有电声系统时，必须首先测量系统的时间延时，然后通过SmaartLive内置的延序列加以补偿。详情请参考应用范例3“扬声器系统测量”。

应用范例3

扬声器系统测量

在本例中，我们将采用SmaartLive的脉冲（Impulse）和传输函数（Transfer Function）两种模式测量房间中扬声器系统的特性。本测量中，除了SmaartLive测量系统之外，还需要一只扬声器系统和一台功率放大器（或一只无源扬声器系统）。

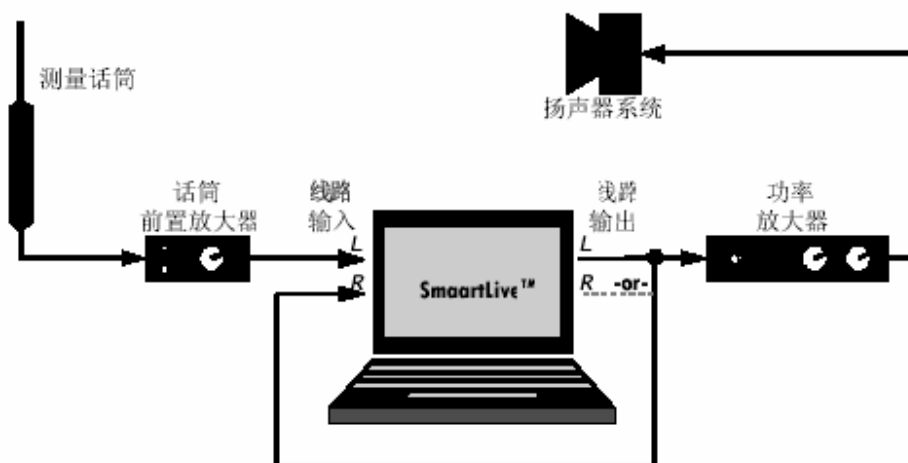


图 9 测量一只扬声器系统的硬件配置

系统连接

如上图9所示连接系统。如前面一样，声卡输出驱动功率放大器 - 扬声器系统和计算机右路输入（作为参考信号）。在该测量中，通过测量话筒拾取测量信号，经过话筒前置放大后送入声卡的左路输入。

通常可将测量话筒放置在离开扬声器系统一定距离的地方，如1米处。注意，话筒离开扬声器系统的距离越远，由于房间反射的存在，想要测量出扬声器系统的直达声就越困难。

信号电平调节

必须调节信号电平使得通过系统的信号大小合适。点击频谱（Spectrum）键，打开分析仪，进入SmaartLive的频谱（Spectrum）模式。如前面一样，打开内置的信号发生器并将其电平调节至使扬声器系统的声级略高于房间的周围噪声，通常先将功率放大器的增益调得较低，然后逐渐加大信号电平，这样不至于信号过响造成不适。接着，按照图3所示，调节声卡上的输入电平和话筒放大器得增益至适当得输入电平，将参考信号和测量信号输入尽量调节得一样大小。

脉冲响应测量


 下面介绍房间中扬声器系统得基本脉冲响应测量。点击脉冲（Impulse）键进入脉冲模式，SmaartLive将自动测量系统的脉冲响应并显示在视图视窗中。随时都可按下开始（Start）键，再次进行脉冲响应测量，你可观察到如图10所示的图形。

图10所示是一个在普通房间（墙面存在反射）测量到的一个扬声器系统的典型的脉冲响应图形。从脉冲响应图上可以观察到到达话筒的声能的时间特性，这对解读这些测量数据非常重要。图10中的幅度值是采用对数刻度的，即脉冲响应振幅的分贝数（dB）。SmaartLive也可以以线性刻度显示脉冲响应（这时隐含了极性信息）和显示ETC（声能-时间曲线），后者是以dB表示的脉冲响应衰减曲线的包络。图10中起始部分的峰值表示来自于扬声器系统的直达声，请注意。SmaartLive可以自动检测该峰值的时间和幅度。在本例中，直达声到达的延时时间为2.29 ms，该延时是由于扬声器系统至话筒之间约为2½英尺的距离，声波在其间的空气中传播的时间。当我们进行传输函数测量时，将会利用这一概念校准声波的传输过程的延时。脉冲响应图中所显示的其它声能来自于测量中房间的反射和噪声。本底噪声可以视为一个恒定的平均值，测量的精度在一定程度上取决于直达声和该本底噪声之间的信噪比。

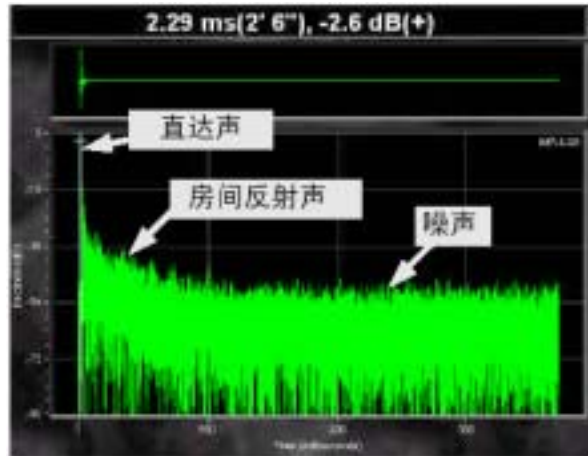
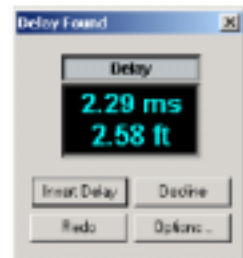


图10: 房间中小型扬声器系统的脉冲响应

扬声器系统传输函数测量

下面，就来通过SmaartLive的传输函数（*Transfer Function*）模式测量扬声器系统的频率响应函数。点击**传输（Transfer）**键切换传输函数模式，并确保分析仪正常工作。接着，就需要设置SmaartLive的内部延时以补偿扬声器系统和话筒之间的声波传输时间。



点击**Auto Sm**（自动最短直线距离延时）键，SmaartLive将会在存在任意背景声音的情况下运行一个脉冲响应并自动测量延时时间。测量延时时间时会出现“Delay Found（延时建立）”对话框，点击“Insert Delay（插入延时）”，接受所显示的延时时间以补偿传输函数测量中的声波延时。

如果所显示的延时时间看上去有点长得不合理，很可能你需要将参考信号输入和测量信号输入交换，将输入连线交换后再试一下。上述过程也可以通过脉冲模式手控。在脉冲响应模式下，点击**Set Delay to Peak（设置延时至峰值）**键，将传输函数延时设置成峰值到达的时间。



通过该键，可以利用**延时预设**特性，存储一系列延时时间以供快速调用。这在进行不同地点的测量话筒之间切换或测量话筒和均衡器之间切换时非常有用。将当前值设置到预设的方法是：点击对话框上方的**Delay（延时）**，点击延时标记上的对话框选项**F6-F10** 5个标记中的一个。然后，就可以在任何时候，按下键盘上相应的功能键调用该延时。



在本例中，点击**F6**，将当前延时设置到第一个预设，按下OK，退出对话框。当分析仪运行在传输函数模式时，就会在视窗上观察到该扬声器系统的频率响应曲线（声能 - 频率），如图11所示。如果显示不够稳定的话，通过Avg微调控制，请增加平均时间至传输函数的波形稳定。在本例中，将该值调节到16以上即可。

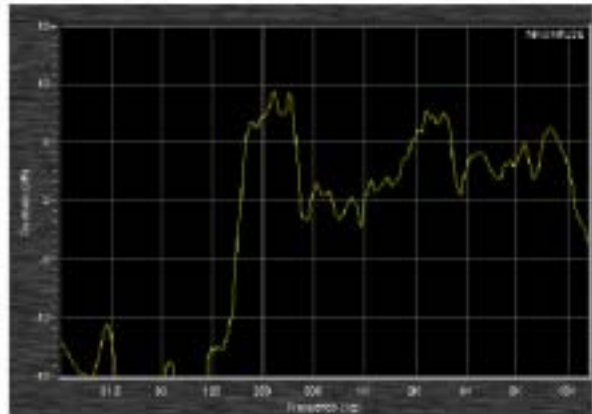


图11：一个小型扬声器系统的传输函数测量范例

利用Reference Registers (参考寄存器) 保存测量波形

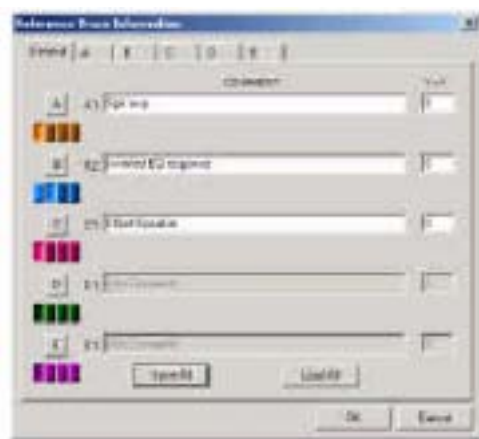


SmaartLive的参考寄存器是用来捕获和存储现场波形的“快照”。参考寄存器的标志是5组小型彩色立体按键，分别标有A、B、C、D和E，位于视窗下方。



点击寄存器A1 (A组第一个寄存器按键)，“激活”该寄存器。点击视窗下方的Capt (参考捕获) 键，采样并显示视窗上的当前波形。点击A键从显示上消除该捕获波形。前面所采样的波形称之为参考波形 (Reference Trace) 将会一直保留在寄存器中，直到你清除或同一寄存器中再次捕获了另外一个波形。

Info 如果想要将一个参考波形永久保存到磁盘上的一个称之为Reference File (参考文件) 的文件中，点击位于捕获键中右边的Info键，打开Reference Trace Information (参考波形信息) 对话框。该对话框上有6个“页面”弹出窗口，点击对话框上部的A，将该页面放到前面。选择刚才捕获波形的寄存器 (即点击左面4个立体彩色寄存器按键的第一个) 并点击Save (保存) 键，就会打开一个Windows Save (视窗保存) 文件对话框，该对话框会提示你选择一个扩展名为ref的文件名 (*.ref)，参考文件今后可以调用或在视窗上显示波形，这只要选择在同样对话框中的一个寄存器，并按下Load (加载) 键即可。还可以将全部40个参考寄存器的内容保存和重新加载到参考组文件 (*.rgp)，这可以采用该对话框的General (常规) 标签下的Save All (保存全部) 和Load All (加载全部) 键。将参考波形保存到一个文件中之后，点击OK键，退出参考波形信息对话框。



注意，当捕捉一个参考波形时，所存储的波形一开始会显示在视窗的激活波形的后面。这时dB +/- 微调项内容的颜色将会变得与参考波形的颜色一致，并且当激活指针跟踪时，鼠标指针将会跟随所存储的波形而不是当前现场波形。用鼠标点击任一输入电平表上的任何地方就会返回到显示当前现场波形。



应用范例4

对扬声器系统进行均衡处理

在本例中，我们将采用例3中的传输函数测量设置一个均衡器，对扬声器系统的性能进行优化处理。在本例中，除了上例中所用到的扬声器系统和功率放大器之外，还增加了均衡器。

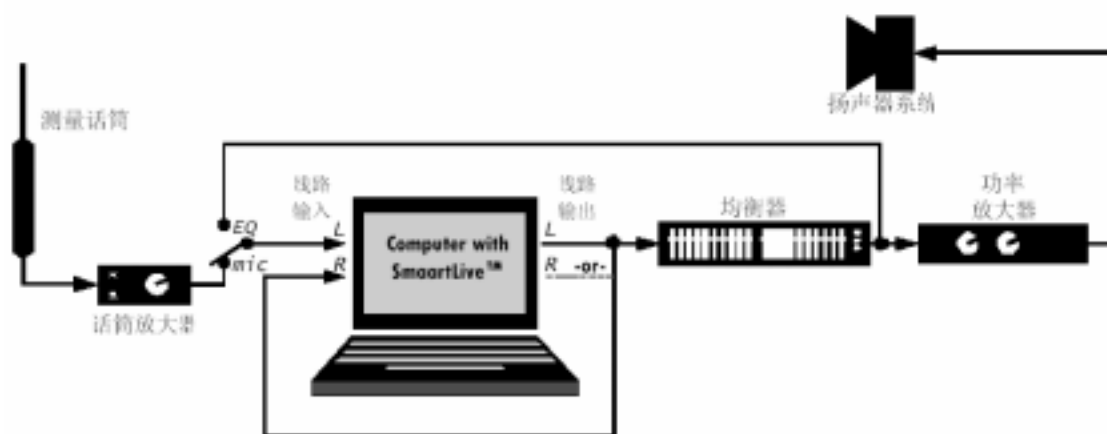


图12 对扬声器系统进行均衡的硬件配置

系统连接

如上图12 所示连接系统。与上例相比，不同之处在于在信号通道的声卡输出和功率放大器之间插入了一个均衡器。均衡后的信号可返回至声卡输入，然后如前面的范例2一样对均衡器进行实时调节。声卡的左路输入信号可通过开关切换成测量话筒信号或均衡器输出信号。上述切换实现的方法很多，可以用小型混音器、物理开关或直接插入连线。

进行测量和设置均衡器

假设已经按照范例3对扬声器系统进行了测量，并将所测量到的传输函数波形存储在参考寄存器A1，延时时间存储在第一个延时预设（按下键盘上的F6即可进行调用）中。如果情况不是这样，请先按照范例3执行。

然后，如图12所示重新设置信号左路输入或将均衡器的输出信号作为声卡左路输入信号进行测量。将输入、输出信号电平调整到大小合适并所有设备均没有削波出现。如果使用的是模拟式均衡器，按下键盘上的F5，将内置延时重新设置成0ms。如果使用的是数字式均衡器（和/或数字式混音器），点击Auto Sm键，在SmaartLive中测量并插入适当的延时时间。

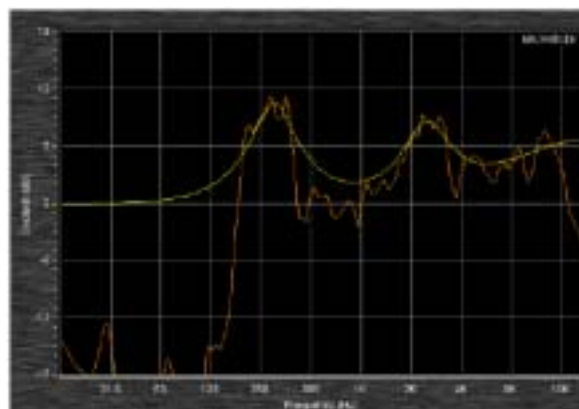


图13: 实时反相的均衡滤波器（黄色），与所测量的扬声器系统的响应匹配（橙色）

将均衡器的频率响应特性调整到基本上与扬声器系统的相反，即扬声器系统的频率响应的峰值对应于均衡器响应的零点，使得整体频响曲线平直。我们可以使用所存储的包含所测量扬声器系统响应的参考波形作为标准模板，对均衡滤波器进行调节。

通过参考波形控制键，将包含扬声器系统响应的参考波形激活并显示（在本例中为A1）。通过dB +/- 微调器将曲线的垂直幅度调节到0dB左右。然后，点击Swap（交换）键，对测量到的均衡器响应进行反相处理，即衰减变成提升，反之亦然。接着，在视窗上将反相后的均衡器响应调整至与所测量到的扬声器系统的传输函数相匹配（图13），使均衡器设置最优化。均衡器优化设置好之后，就可以进行整个系统的传输函数测量，得出最终的结果（图14）。在图14的测量中，选择测量话筒作为测量输入，并按下键盘上的F6调用相应的延时预设。

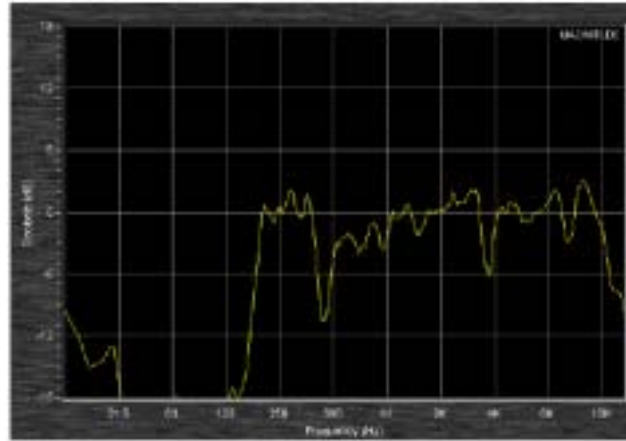
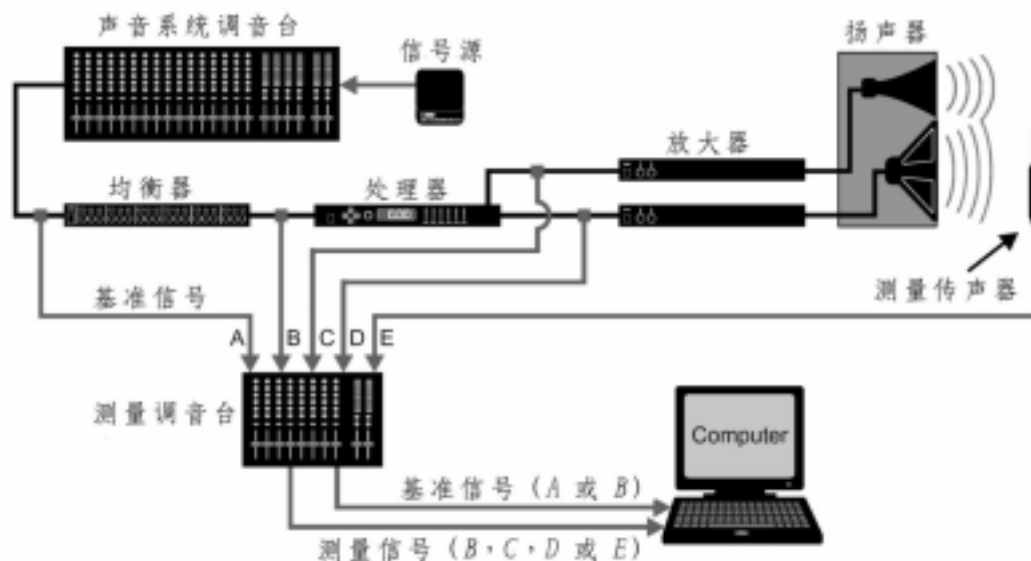


图14: 经过图12均衡后的扬声器系统响应

具体操作时请注意：当对声系统的频率响应进行优化时，应小心仔细对滤波器进行提升，幅度不能过大，否则有可能降低系统反馈前的增益和/或使系统过载。你在测量中所观察到的零点也并不是在所有位置都存在。（由于反射引起的梳状滤波效应、房间本身的简振模式、扬声器系统的干涉等）。如果发现需要一个很大的滤波提升，而均衡滤波器的带宽明显偏窄，仅靠均衡滤波器不能完全解决问题时，请注意检查一下现场声学条件（是否存在声学缺陷）、分频器设置及扬声器排列是否合理。通常，频率响应上出现的宽带（低Q）峰值的电声现象极有可能是均衡所引起的，建议采用参数式均衡器加以精确均衡处理，对每一滤波器的带宽和中心频率仔细调节并加以处理。

应用范例5



由上图表明一种用于简单音响系统的可能的 SmartLive 系统优化装置。在这个例子中，主要基准信号（A）取自主音响系统调音台的输出。这就允许你在演出期间利用主调音台的输出作为基准信号。来自 CD 播放机或者噪声发生器的测试信号可以通过调音台传送，用于初始系统设置。

测试点 B 可为双精度型，因为用于均衡器响应的测试信号和用于测量处理器任一输出（C 或 D）的基准信号独立于均衡器。传声器（测量系统调音台的输入 E）既可用于总体系统/室内的传递函数测量，也可用于监视声压级。

注意，测量系统调音台仅仅用于电平控制和把信号送到计算机。计算机永远不会同时看到多于两个信号，也不会看到两个信号混合在一起。所有的输入都应当平移到一个输出通道或者其它地方。在一般情况下，基准信号输入被送到右输出通道，所有的测量信号向左平移。

快捷方式

显示模式快捷方式

脉冲模式=[I]

RTA 模式=[R]

频谱图模式=[S]

传递函数模式=[T]

一般快捷方式（所有的模式）

发生信号=[G]

Smart 启动=[O]

暂停=[P]

迅速缩放=[Ctrl]+[Q]

复位平均缓存器=[V]

装载系统预置 1-10=[Ctrl]+([1]-[10])

把设置存储到预置 1-10=[Ctrl]+[Shift]+([1]-[10])
打印=[Ctrl]+[P]
MIDI 节目改变=[Ctrl]+[M]
有光标轨迹数据=[Ctrl]+[T]
减小延迟时间(0.01 ms)=[F3]
增大延迟时间(0.01 ms)=[F4]
清除延迟 (复位到 0 ms) =[F5]
调用存储的延迟时间预置=[F6]-[F10]

仅适用于 RTA 模式

轨迹差=[Ctrl]+[N]
噪声标准 (NC) 模式=[Ctrl]+[N]

仅适用于传递函数模式

相位显示=[F]
相关函数(开/关)=[H]
从活的轨迹中减去基准轨迹=[M]
限制/非限制相位显示=[U]
变换/非变换传递函数输入=[W]
相位(Y)缩小=[Alt]+[-]
相位(Y)放大=[Alt]+[+/=]

范围,标度和缩放快捷方式

迅速缩放=[Ctrl]+[Q]

幅度/大小(Y 轴)范围

缩小(垂直)=[-]
放大=[+/=]
上移=[Page up]
下移=[Page **down**]

频率/时间(x 轴)范围

放大=[上箭头]
缩小=[下箭头]
左移=[左箭头]
右移=[右箭头]
频率缩放(预置频率范围)
频率(缩放)范围 1=[1]
频率(缩放)范围 2=[2]
频率(缩放)范围 3=[3]
频率(缩放)范围 4=[4]

RTA 模式频率标度

窄带=[5]
1/24 倍频程=[6]
1/12 倍频程=[7]
1/6 倍频程=[8]
1/3 倍频程=[9]

倍频程=[0]

轨迹快捷方式

轨迹差=[Ctrl]+[F]

激活左输入(0)=[Shift]+[0]

激活右输入(1)=[Shift]+[1]

隐藏/显示左输入(0)=[Alt]+[0]

隐藏/显示右输入(1)=[Alt]+[1]

上移(有效)活的轨迹=[Ctrl]+[上箭头]

下移(有效)活的轨迹=[Ctrl]+[下箭头]

基准轨迹快捷方式

弹出基准轨迹(仅适用于传递函数模式)=[I]

采集到有效寄存器=[空格键]

选择/显示基准存储单元(钮子开关)=[(A, B, C 或 D)]

采集到存储单元中选择的寄存器=[Ctrl]+[(A, B, C 或 D)]

在存储单元中选择下一个寄存器=[Shift]+[(A, B, C 或 D)]

基准信息=[Alt]+[R]

擦除当前的基准轨迹=[Ctrl]+[Delete]

擦除所有基准轨迹=[Ctrl]+[Shift]+[Delete]

有效基准轨迹上移=[Shift]+[上箭头]

外部设备快捷方式

外部设备方式=[X]

删除选择的滤波器=[Del]

增加提升=[上箭头]

减小提升=[下箭头]

提高频率=[右箭头]

降低频率=[左箭头]

增大带宽=[Shift]+[右箭头]

减小带宽=[Shift]+[左箭头]

鼠标步骤

- 鼠标点击滤波器标记进行选择
- 点击并拖动滤波器标记，即可改变频率和（或）提升/切除
- [Shift]+鼠标点击曲线图，即可设置距鼠标光标位置最近的未使用的滤波器，或者在鼠标光标位置创建新的滤波器（取决于设备类型）

脉冲模式快捷方式

键盘命令：

脉冲模式=[I]

启动/停止脉冲记录器=[Alt]+[S]

设置延时到峰值=[Ctrl]+[空格键]

把锁定的光标指派给延迟预置=[Ctrl]+([F6]-[F10])

鼠标步骤

- 鼠标点击曲线图，在时间轴上缩小
- 鼠标点击曲线图之外，放大到满时间标度

注：在脉冲方式，频率范围移动和缩放命令也起着时间缩放命令的作用。

如果存在锁定的光标：

- [Shift]+鼠标点击脉冲模式曲线图，则打开延时选项，把延迟时间设置到锁定的光标位置

如果不存在锁定的光标：

- [Shift]+鼠标点击脉冲模式曲线图，则打开延时选项，把延迟时间设置到鼠标光标位置

锁定光标快捷方式

设置/取消锁定光标

在鼠标光标位置设置=[Ctrl]+鼠标点击曲线图

在前轨迹的最高峰上设置=[[Shift]+[P]

在前轨迹的最低点上设置=[[Shift]+[L]

取消锁定光标=[Ctrl]+[X]或者鼠标点击曲线图外

移动锁定的光标

移动到鼠标光标位置=[Ctrl]+鼠标点击曲线图

移动到前轨迹的最高峰=[Shift]+[P]

移动到前轨迹的最低点=[Shift]+[L]

移动到轨迹上的下一个较高的点=[Ctrl]+[Shift]+[P]

移动到轨迹上的下一个较低的点=[Ctrl]+[Shift]+[L]

向左移动一个像素=[Ctrl]+[左箭头]

向右移动一个像素=[Ctrl]+[右箭头]

向左移动一个数据点=[Ctrl]+[Shift]+[左箭头]

向右移动一个数据点=[Ctrl]+[Shift]+[右箭头]

谐波

显示谐波=[Ctrl]+[H]

下一个谐波=[Shift]+[右箭头]

前一个谐波=[Shift]+[左箭头]

选项菜单快捷方式

选项（全部）=[Alt]+[O]

延时选项=[Alt]+[D]

图形选项=[Alt]+[G]或者用鼠标点击曲线图标题

输入选项=[Alt]+[I]

定位器选项=[Alt]+[L]

外部设备信息=[Alt]+[X]

缩放选项=[Alt]+[Z]