



器材评论

总代理：音乐大师（020）39180976
售 价：纯平衡版本¥29800元 平衡+单端版本¥38800元

一机在手，纵横天下 Audimaxim RAP-1空间声学处理器

文/赖英智





首

先要向音响行业中诸多调音大师致敬，他们以各种角锥、反射器、线材、贴纸、吸音板、摆位，甚至是气功为发烧友提供服务，直接与间接促进了这个行业的经济发展。气功？没错，我亲身的经历，一位高手号称对着唱头发功，可以让声音变得更好听，效果呢？不敢说，因为他直接被请出门了。法国YBA的老板Yves-Bernard Andre手画了二张高音符号，贴在Thiel CS5音箱的前障板上缘，也说能改善高音延伸，令人联想起僵尸电影中道士用的符令。我相信调音高手们一定都能改变声音，透过从众心理，让主人愿意掏钱。但请注意，改变不一定是改善，可能往正确方向前行，也可能更加扭曲失真。而且各种调音道具基本只能小处着手，对可能影响声音超过50%的空间限制却束手无策。接下来要向调音大师致歉了，因为Audimaxim RAP-1空间声学处理器出现，有了这部秘密武器，我可以很有底气说：“一机在手，纵横天下！”，它专门解决调音大师无能为力的问题，它会让一些调音大师更难混饭吃了！

以后发烧友不需要江湖术士的道听途说，不需要拥有明辨秋毫的金耳朵，也不需要其他伙伴的鼓噪贊贬，因为我们的耳朵再敏锐，现场音乐经验再丰富，还是比不过精校后的麦克风和速度飞快的计算机运算啊。你需要的只是大胆尝试的勇气，还有开放接受新科技的心态，其他调音难题都交给Audimaxim RAP-1空间声学处理器就行！我们都应该知道环境空间影响声音甚巨，理论上我们只想听到纯粹的音乐，而不是房间二次污染过的声响，理想的听音空间应该还原出来真实、通透的声音，但实际上99%发烧友都无法拥有完美的空



间，因而导致某些频段发生变化，从而影响细节丢失，音场变形。最好的声学处理是结合被动式与主动式，一方面靠声学材料处理房间内的残响与反射干扰，另一方面利用数字信号修正音响的频响特性与消除空间缺陷。

被动式的建声往往在装修时就必须弄妥，事后处理事倍功半。这几年流行家庭影院订制安装，应时出现许多“专家”，但在一些工程案例中，有的用户使用了复杂材料，耗费了大量金钱精力，最终获得的效果却远不如预期，甚至比不处理的时候更加糟糕。目前绝大多数的声学公司都采用软件模拟来制定声学处理方案，上门测量或直接让客户提供长宽高等房型数据，这种方法其实暗藏了严重的隐患。譬如墙体材料的反射系数各不相同，墙体用实心砖、空心砖还是钢筋混凝土墙，最终产生的低频反射大相径庭，而计算软件是无法对这些情况进行判断和客观分析的。500Hz

以上声音可以透过物理材料处理，但低频，尤其是100Hz以下低频波长难以控制，其反射特性主要由房间尺寸决定，被动式处理困难而且极不精确。简单地说，不管再厉害的声学专家来设计，都很难保证聆听空间声音扩散均匀、频响平直、干扰降低。

而传统的调音手段也相当复杂，系统工程师需要运用不同的测量和处理工具来解决不同的问题。例如房间中多个低音炮的摆放，通过多次测量调整摆放位置，设置不同的延时时间，使它们能够同相播放又要兼顾与主音箱的时间关系，如此复杂的设置往往顾此失彼。除了低音问题，在中低音区发生的房间驻波、中音区的分频相位失真、高频在房间中的早期反射……都会使工程师身心疲惫。于是花费大量的时间调试以后，往往只能根据有缺陷的系统在调音中反复解决不断出现的问题，根本没有时间进行音乐的平衡。发烧友面对器材1+器



器材评论



Audimax RAP-1 有标准版(只带 XLR 输入与输出)与 RAP-1S(有 RCA 输入与输出)二种型号,建议的用法是放在 CD 机与合并功放之间,或者放在前后级功放之间。背板有一个网络线端子,必须连接家里路由器才能让计算机与 RAP-1 相通。模拟输出有 Tweeter、Main/Woofe、Subwoofer 三组,这是给电子分音用的,原厂预设的是 Main/Woofe 这组输出。所有 XLR 平衡端子都是瑞士 Neutrik 顶级产品,我建议以平衡输入 / 输出连接,动态明显提升



材 2+ 器材 3+ 空间累积起来的缺陷,同样无可奈何,口袋有钱的就频换机器,没钱的徒呼负负,只有少数幸运儿能拥有完美平衡又悦耳的声音。

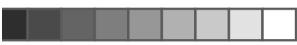
但如果借助主动式声学处理(也称为房间校正系统),既能避免物理声学处理的高昂费用,又能克服调音技巧不足的难题,堪称是理想解决方案。数字房间校正系统工作原理是通过对音箱发出的测试声音信号,以麦克风在聆听位置收音,利用机器内置的 DSP 或声学修正软件进行实时空间校正,借以解决房间共振引起的频率响应曲线波动、高频振铃与低频驻波现象,还可以平衡声道间的电平和延迟,甚至是音箱的时间相位优化。为什么空间因素需要校正?音箱发出直接音,接着聆听空间中会产生多次反射音,一直到声波衰减到听不到为止,直接音与多次反射音相互调变,有时会增加或减少,甚至相互抵消,如此一来就造成频率响应曲线的扭曲。太厉害的凹陷波谷严重损失能量与细节,而太突出的波峰又会造成遮蔽效应,掩盖了频率附

近的音乐讯号,这些是被动声学处理与传统调音手段很难解决的,所以我们需要主动式房间校正系统。当然它也并非万灵药,例如直达声和反射声构成破坏性的音箱边界干扰、强烈早期反射声和缺乏声学吸收导致的长延迟时间等问题,仍然要透过适当的吸音扩散、合理的摆位来解决。

由于是利用电路对信号进行处理以补偿房间声学特性,因应技术差异有简单的,也有专业的校正系统,在 AV 功放上常见的 Audyssey(房间声学校正系统的先驱,天龙、马兰士、麦景图和安桥使用)、先锋的 MCACC(提供图形化的房间混响测试结果)、YAMAHA 的 YPAO、Sunfire 骄阳的 XTEQ、HARMAN 哈曼的 A.R.C.O.S.、Meridian 英国之宝的 MRC,还有 Anthem 圣歌的 ARC 等等,都是比较简单的计算。由于 AV 功放成本关系,使用的 DSP 运算速度与处理能力都受限,精度不够,较难让音响发烧友入眼。Hi-Fi 厂家也有积极加入者,如 TacT RCS 2.2X 前级、Lyngdorf TDAI-

2170 合并功放、NAD M10 播放器、Copland DRC205、DSpeaker 的 Anti-Mode 8033S(只能称为低音炮均衡器)等。专业领域则有 KRK Systems ERGO、法国 Trinnov ST2-HiFi、澳洲 DEQX、瑞士 Weiss 等产品。几乎毫无例外的,这些产品多以 DSP 芯片进行声学运算,而修正滤波器多使用 IIR 滤波器 + 低阶数 FIR 滤波器方案。另外有些厂商以 PC 机的 CPU 来计算系数并进行 FIR 的处理,除了会造成更大的系统延迟,噪音问题也较难克服。

IIR 滤波器(Infinity Impulse Response 无限脉冲响应)主要用于对频率进行修正,也就是 EQ 均衡处理,它除了原来的讯号还会加上终端反馈,二者混合之后才是输出讯号,这会带来相位畸变与动态压缩两种恶果。由于校正是对房间造成的频率提升(波峰)和衰减(波谷)进行反向操作,波峰时要做衰减会产生明显的相移误差,波谷处要提升则会伤害动态范围造成更大的谐波失真。尽管这些滤波器系数是自动计算的,极大的保障了



原厂指定用 Earthworks M30 全指向麦克风进行测试，这只麦克风在某宝上面售价五千元左右，M30 从 5~30kHz 响应平坦，最大 140dB 声压不失真，快速的脉冲响应和线性相位响应非常适合基于 FFT 的实时音频测量系统。一般的空间处理器根本不会搭配如此高端的麦克风，建议用家自己准备一支，只要喇叭摆位或空间摆设有变动，就可以重新量测一次



频响曲线的平坦，但相位曲线却更加劣化。

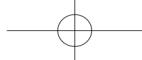
已经试用两个多月的 Audimaxim RAP-1 空间声学处理器完全不同，它是世界第一部基于高速并行架构 FPGA 芯片开发的高阶数 FIR 滤波空间声学处理器，方便、精确、没有可闻音质劣化，而且性价比超高，让我兴奋得必须要全力推荐。FIR(Finite Impulse Response 有限脉冲响应)主要用于相位的修正，它的输入与输出讯号保持一致，可以稳定的确保线性相位，缺点是性能不如同样阶数的 IIR 滤波器。FIR 滤波器的修正精度取决于运算点数(Taps)，点数越高可以处理的频率下限越低，但点数越高需要占用的资源也越多。采用串行算法的 DSP 芯片，每个浮点之间需要间隔 21 微秒(以 48kHz 采样频率为例)，所以 Taps 越多系统时间延迟就越严重。一个采样率为 48kHz 的 DSP 芯片，做 1024 点 FIR 运算所需时间为 21 毫秒，但所能处理的低频下限仅为 47.6Hz。越低的频率滤波器长度就会越长，如果做 4096 Taps 运算

更需要 84 毫秒，时间延迟非常明显，所以目前主流空间处理器都采用 IIR 滤波器 + 低阶数 FIR 滤波器的折衷方案。

音乐大师花了两年多时间，建立了一套基于声学空间测量结果的相位修正系统，对各频率产生的不同相位畸变进行“最小相位”的修正，对于音箱从制造设计，空间中播放产生的诸多相位叠加或抵消进行实时数据分析，并根据数据分析，产生独特的 FIR 滤波器参数对系统进行整体的修正。Audimaxim RAP-1 由于摒弃了基于串行计算的 DSP，改用并行式的 FPGA 芯片，每声道的 Taps 高达 4096 点，能够处理的最低频率是 12Hz，而且运算速度非常快(相当于 512 个 DSP 同时工作)。包括模拟转数字、FIR 滤波、数字转模拟、模拟滤波线路加总的延迟只有 0.25 毫秒，是 DSP 芯片的 1/100，这就保证了处理中不会造成新的相位畸变。至于 FPGA 本身内在时间延迟大约只有 0.07 毫秒，加上其它的元件延时，在 20Hz 时相位只延时了 7 度，100Hz 延时也在 35 度

以内，这已经是整个系统的最大相位延迟，超出部份 FIR 滤波器会自动调整，10 万分之 7 秒的误差人耳不可能听得出来。

这到底有多厉害？我们更进一步说明。tap 的解释应该是：不连续的数字讯号，要还原成连续的模拟讯号，必须透过“FIR 有限脉冲响应滤波器”完成。FIR 滤波器透过采样资料及一连串的参数，将其相乘再加总，便可得出两个采样点之间的插补值，FIR 所需的采样资料等元素称就为 Taps。理论上，只要 FIR 的采样资料为无限长，便可还原出完整正确的模拟波形，然而受限于芯片的运算能力，不可能做出这样的 FIR 滤波器。FPGA 的发展不断进步，目前主要产品有 XILINX 的 XC 系列、TI 公司的 TPC 系列、ALTERA 公司的 FLEX 系列等，Audimaxim RAP-1 空间声学处理器使用 ALTERA 的高端芯片。最早市面上的 FPGA 只有 256 Taps，最新的 FPGA 内部已经拥有 740 个 DSP 核心及 215360 个逻辑单元，ALTERA 相当于 512 个 DSP 芯片同时工作。当 FIR 滤



器材评论



内部有二个环形变压器和很多小滤波电容，模拟与数字独立供电，变压器采用 Mu 金属（87% 镍铁合金）铁心与单晶铜线绕制，屏蔽能力与音质特别好。模拟转数字芯片使用 AK 5572EN(768kHz / 32-bit) 芯片，数字转模拟芯片使用 AK4458VN(768kHz / 32-bit, 八通道并成二通道使用) 芯片，都是旭化成 AKM 产品。模拟输出采用全平衡设计，每声道二枚总谐波失真仅为 0.00003% 以下的德仪 LME 49720 运放，加上 Nichicon Muse 电容、Panasonic 电容等精挑慎选的元件。设计者说他们花了一年时间，以 MBL 6010D 前级作 Bypass 比较，过程中不断更换内部组件，以确保声音原汁原味不变。

Audimaxim RAP-1 强调人性化设计，希望每个发烧友都可以动手调节，而不需要等专家上门服务，所以设计了一个很简单的 App，苹果 iOS 与微软 Windows 作业系统都可使用。

波的精确性越高，代表模拟信号开始与结束的时间越准确，听感上也就越能正确分辨发声物体的位置与空间状态。Audimaxim 的设计团队说，他们当然可以用更新更大的 FPGA 芯片，但所需的算法也就越庞大，成本越高。目前这个 FPGA 芯片成本价已经超过二千元，而开发算法耗资五十多万美元，考虑到 RAP-1 的售价，已经是诚意满满。大家也别担心，FPGA 就像一张白纸或是一堆积木，工作时需要对芯片内的 RAM 进行编程，而编程只需通用的 EEPROM 即可，当需要修改 FPGA 功能时，只需换一片 EEPROM 即可，换句话说，它将来有不断升级的机会。

换一条发烧线都会改变声音，在系统中加入一部“异物”，会不会破坏原有音质音色？Audimaxim RAP-1 有标准版（只带 XLR 输入与输出）与 RAP-1S（有 RCA 输入与输出）两种型号，建议的

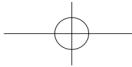
RAP-1 核心是这块 ALTERA 公司的 FLEX 系列 FPGA 芯片。FPGA 是可编程门阵列的缩写，也是集成度最高的芯片，它就像一张白纸或是一堆积木，工程师可以通过传统的原理图输入法，或是硬件描述语言自由的设计一个数字系统或开发数字电路。FPGA 是由存放在芯片内 RAM 中的程序来设置其工作状态的，因此工作时需要对芯片内的 RAM 进行编程，而编程只需通用的 EEPROM 即可，当需要修改 FPGA 功能时，只需换一片 EEPROM 即可，换句话说，它将来有不断升级的机会。



用法是放在 CD 机与合并功放之间，或者放在前后级功放之间，这样多个音源都能共享空间校正的效果。使用模拟输入会先经 AK 5572EN(768kHz / 32-bit) 芯片以 48kHz 采样转成数字讯号，然后再进行修正；如果以 AES 直接输入数字讯号可省掉 A→D 转换的过程，但 DSD 或超过 24bit/192kHz 的数字讯号并不支持，所以我还是以模拟输入为主。针对高端玩家或专业用途，RAP-1 还可以外接主时钟和前端数字音源同步，我没有机会尝试，但精确度一定更高。修正后的信号再经过 AK4458VN(768kHz / 32-bit) 芯片解码，将八通道并成二通道使用进一步降低失真。没有错，RAP-1 就像一部 ADC 或 DAC 解码，在数字领域极低失真完成空间中的频率响应（Frequency Response）、脉冲响应（Impulse Response）及相位响应（Phase Response）校

正。传统的模拟均衡器只能补偿频率响应曲线，而且相位失真等副作用很多，数字时代的 RAP-1 不可同日而语。理论上 RAP-1 也会带有自己的声音色彩，但设计者运用大量手段（极简线路、超级电源、发烧元件……）让它尽量中性无染，相对于修正后带来的声音好处，RAP-1 已经没有可闻的负作用。唯一听得出变化的地方是 RCA 与 XLR 输入/输出，强烈建议用平衡连接，在动态、气势、规模感、能量方面都会有大幅提升。

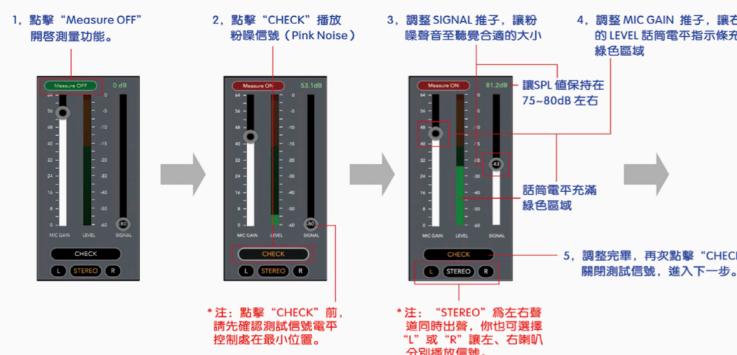
RAP-1 背板上提供 6 组 XLR 输出，加上操控 App 中可设定分频点，所以除了标准的 Main（立体声）输出外，RAP-1 还可以玩 Main+1 sub（2.1 声道）、Main+2 sub（2.2 声道）、2 way（2 音路电子分音），及 3 way（3 音路电子分音）。原厂说国内很多使用大音箱的发烧友对低音炮都很抗



放大看一下操作界面，大部分控制开关都简单明白，这是参考许多测试软件后去芜存菁留下的



第一步，选择机器和分频模式。每个 App 最多可操控四部 RAP-1，当然我们只选择其一，立体声用家选择 Main 全频模式

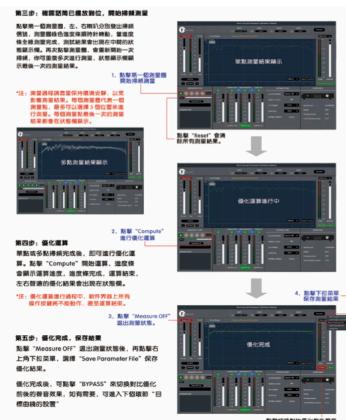


设置测试信号电平与话筒增益，把麦克风放在平常聆听的位置，与耳朵齐高，麦克风向上，调整音量让音箱发出的 SPL 值保持在 78-80dB 左右，开始进行测试与优化

拒，一是认为没必要，二是调整搞不定。加上 RAP-1 之后，轻轻松松就把两只低音炮完美衔接的融入原有系统，这些发烧友才发现原来还有新天地，原来自己一直少听了许多音乐讯号。连接低音炮与电子分音的用法有机会再说，在家里我把 RAP-1 放在美国 SST Ambrosia 2000 II 前级与 Ampzilla 2000 II 单声道后级之间，音源连接德国 EMT 986R 广播级 CD 机与柏韵 Pureaudio AirDSD Pro 数播，推动订制的大音箱。SST 这部前级在高音与低音分别可设定三段频率的 EQ 调节，线路非常复杂，体积甚至比后级功放还大，很遗憾发烧友都忽略了这部性价比极高的专业前级。正因为低频段受空间限制变化较大，平时我用这部前级来修正频响曲线以取得较平直的效果，主要是 170Hz 与 250Hz 的两个凹陷，

100Hz 以下的凹陷只能靠二只威力登 DD12 低音炮来弥补。

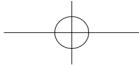
使用 RAP-1 时麦克风测试我只选择皇帝位单点测试，不用 5 分钟就搞定了，设计者说单点麦克风测量会比多个点测量更精确。每个测量点的时间只需要几秒钟，测量时对于空间中的噪声有较大的容忍度，然后算法会花十秒钟来发现系统中存在的相位问题，再将问题的处理参数发送给 FPGA。测试过程中无需手动操作，只需要在聆听点耳朵齐高的位置架好麦克风，按下测量键就可以了。几分钟后我们就能够得到一个理想的声学空间，没有多个低音炮抵消造成的低音不足，不会产生低频共振，也没有烦人的反馈啸叫。量测完后计算机画面会秀出频率响应曲线，可以发现自己的音响系统其实仍存在不少起伏，即使我的空间已经有被动式



全频音箱系统测试与优化。如果只有一个皇帝位，可以做单点位置测试，希望更广泛的聆听甜蜜区，最多可选择五个测试点，但原厂建议皇帝位上单点测量会更精确。左右音箱分别发出测试信号，扫描后开始进行计算，并把优化结果显示出来，选择保存后透过 Bypass 按键，实时比对优化前后的声音改变，这时候平坦的频率响应可以让发烧友不太习惯



目标曲线设定。优化过的平直响应曲线暴露了大部分空间缺陷与器材搭配问题，而突然听见“正确”声音的我们需要时间来适应，加上每个人的喜好与审美观有别，所以这时的声音未必所有会喜欢，RAP-1 允许每个用家根据各自喜好的口味对曲线进行更改调整



器材评论



这是 RAP-1 对我的音响系统测试结果，150Hz 以下低频因为房间因素有较大的波峰与波谷变化，绿色曲线是理想的平直曲线



平直的曲线可以无阶段任意调节，比如 2kHz 以上高音衰减一点让小提琴更温暖有厚度，125Hz 增加一点让鼓声更饱满有力。调节时每个点升降一格是 1dB，加多减少请随意，只要透过鼠标在计算机屏幕上拉动曲线即可，而优化过的相位、脉冲响应特性并不受影响，也就是我们可以听到在正确声音基础上，自行添加调味料后的效果。万一加油添醋太过头，声音扭曲变形了，没问题，复原“参考目标曲线”即可，重新再调节直到完全满意为止。爵士、管弦乐、人声、电影等不同类型节目，也可以自订多个响应曲线，开机后默认最后一次使用的曲线，非常方便，方便到后来你会忘记它的存在

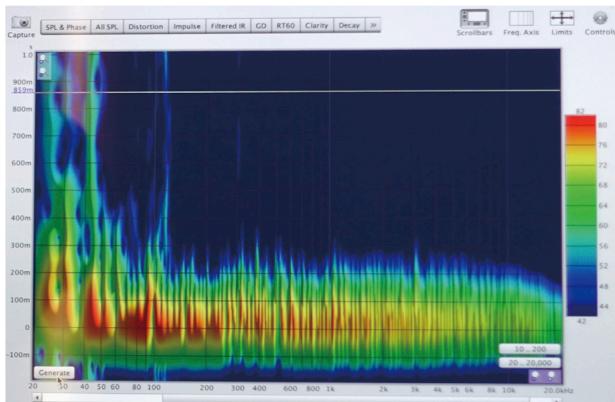
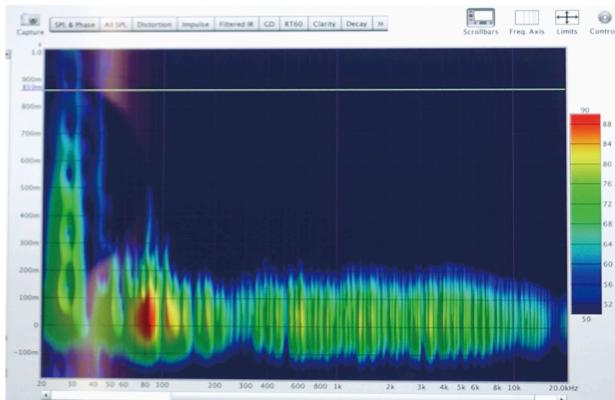
的声学处理，低音域还是难以掌控（音箱本身就不够平坦）。操控 App 上有一个按键，面板也有 Bypass 按钮，按一下即可开启或关闭校正功能，很容易就可以立即比对校正效果，而这样的结果让人五味杂陈。

RAP-1 内建的校正模式是“平直”，不对任何频率做增减，让修正过后的空间频响保持平坦一直线。但并不是平直就最好听，一开始还真是有点不习惯，RAP-1 改变最多的是低音部分，堪称具有戏剧性的效果。达人艺典的新碟《一鼓

作气》第一首《鼓诗》，排鼓与大堂鼓深沉共鸣极其震撼，速度慢的系统可能会“余音袅袅”；第二首《钟鼓乐三折》除了大堂鼓、排鼓，还加上南梆子、木鱼、铃、吊钹、编钟、十面锣、风锣、深波、大筛锣等中国传统打击乐器，以及小钟琴和管钟琴等西方打击乐器，绕闹喧腾，形体感栩栩如生。修正后大堂鼓轮廓从刻画不清晰的大颗，变成凝聚浮凸的小颗，定位一清二楚，音场收敛得干净明晰，所有乐器力道十足且触手可及。由于空间的共振感被消除了，不再有余震拖

尾，整个低音部的能量感被约制，鲜活感增加了但厚重感却减少了。中音域则饱满充实，薛伟《爱的致意，HiFi 小提琴》当中斯特拉迪瓦利小提琴、瓜奈利大提琴的音色丰润当然精彩，贝森多夫大三角钢琴的形体感与重量感也更加真实。我知道这样的声音才是正确的，但听管弦乐时规模感不够雄伟，煞车太快的低音也让尾韵缺一点绵长感，更清爽，更明快，更没有味道。

如果这是最终结果那就不好玩了！修正后的脉冲响应与相位响应是不可调的，但 RAP-1 却可以



用 Room EQ Wizard 验证处理前后的直达声能量分布特性，可以很直观的看到，处理前空间反射干扰造成直达声较少，处理后直达声能量明显增加，听感上细节、动态、质感都有巨大的提升。另外 RAP-1 处理后相位延时下降大幅降低，使扬声器在空间中成为一套最小相位系统。由于解决了扬声器箱体共振、分频器造成的相位畸变，以及房间中的反射问题，恢复了扬声器在自由声场频率响应的本来面目



让用家自己改变频率响应。只要在App中打开左上方自定义曲线(Curve Design)，在频率响应曲线任何一个地方鼠标点二下，就可创造一个调节点，拉动调节点可以任意改变频响曲线，每格1dB。更厉害的是，用家可以创造无限多个调节点，你想变出什么样的声音都可以。而这样的自定义一点不影响脉冲与相位，也就是你改变了听感，却不损及正确性。我设了5个调节点，主要在250Hz以下，让曲线随着频率下降而逐渐提升，500Hz以上平坦不加油添醋。设计者说根据用家的反馈，大部分发烧友会在2kHz以上进行衰减，500Hz以下提升，中频保持平直，这样的频响曲线最受欢迎。不奇怪，专业版的Audyssey空间校正软件，也是在2kHz以上有较大衰减，人耳会觉得比较耐听不刺激，弦乐比较温暖甜美。由于人们对低音感受不敏感，所以增加低频可以扩展音乐规模感，让大鼓凸显表现出重重一击的威力，让管弦乐更显厚实宽大，让大提琴更Q弹有魅力，让电子乐器的冲击力直达胸口。

更有意思的是你还可以设定几组不同的自定义曲线，分别给

古典、人声、流行、爵士音乐使用。古典音乐可以在30、62、125、250Hz、8kHz做一些提升，16kHz以上衰减；爵士乐则在250、500、1kHz、4kHz、8kHz、16kHz等调节点略作提升；人声在125、8kHz、16kHz处做一点提升，50Hz以下一点衰减；流行在30、62、1kHz、2kHz、8kHz提升，250与500Hz衰减。以上是我的建议数值，读者可以参考再根据自己需求决定提升或衰减的多寡。万一曲线变形得太厉害，不用担心，点击Resetto Flat就能恢复频率响应曲线平直的状态，然后重新再修正一直到自己满意为止。

我用RAP-1分别修正了大音箱与Vibrato Swing书架箱，二个月来播放了各式各样的音乐，通过Bypass不断的前后比较，可以大胆地说，几乎听不出音质音色有改变劣化，因为把相位、脉冲响应修正精准后带来的好处，早就弥补了增加讯号线与RAP-1的影响。尤其按照自己听音喜好调节频响曲线之后，从最初的不太习惯，到最后的不可或缺，我认为Audimaxim RAP-1空间声学处理器已经可以取代任何调声道具。它不但对我有效，对每一个发烧友也一定有效，空间问题越大的越有效，请大胆放马过来吧！❶



Audimaxim RAP-1的设计团队负责人潘超杰来教授如何操作测试

- AES 数字输入 x1
- 模拟输入 XLR x2
- 模拟输出 XLR x6
- 时钟输入 BNC x1
- 时钟输出 BNC x1
- 频率响应 10Hz~30kHz ± 0.3dB
- 动态范围 > 120dB (24Bit)
- 信噪比 >110dB
- 采样频率最高 24bit/192kHz
- 尺寸 101x480x320mm
- 重 9.5 公斤

