



Wisdom Audio

Regenerative Transmission Line™ （再生型传输线）超低音 扬声器



Wisdom Audio

历史回顾

自十九世纪二、三十年代高品质动圈式扬声器面世以来，设计师就不断努力，力求研发出一个能够以低失真播放极低的低频，而同时还有着很大动态范围的单元/箱体设计。

一直以来，各种设计都不能避免在某些方面做出妥协，因为频宽、效率、箱体尺寸和最大输出功率等因素都会受到物理定律的限制，我们所知道的“霍夫曼铁则”就是对此的阐述。

于是人们研发出不同于无限障板密闭系统的设计；包括倒相式低频反射系统、号角、1/4 波长（Quarter Wave）技术和带通混合设计。这些系统都旨在提高低频的动态范围。这些系统以倒相或者 1/4 波长共振原理对单频或者说奇次波长的共振能量加以利用。

这些系统会有一些片面的改善，例如在某一个低频频率，或者 1/3/5 比例的频率（例如 30, 90, 150Hz）增加 3 到 5dB 的效率和提高最大输出功率（失真也降低），但这些系统在低音染、在较大的低频段保持低失真方面，总是有很大的限制。



Wisdom Audio

结果就是在听感方面出现“单音符”（或者三个音符）的低频音染，失真水平也不能保持恒定，还有其它超出本文讨论范围的问题。

简而言之，这些系统牺牲低频的质以换取量……这是我们不愿意做的。

我们的目标

Wisdom Audio希望能够创造出一个低频系统，使它在整个低音频段内都能保持动态对比和极低的音染，以配合我们世界一流的平面电磁振膜。

完善这个全新的超低音扬声器系统需要考虑许多重要的因素，我们以下面两个基本因素为基础，开始研发这个新的低频技术：

首先，它要有与我们高解析力的平面电磁振膜单元相匹配的瞬态响应和线性特征，要与平面电磁振膜单元平顺地接合。

其次，我们希望创造一种低频技术，这种技术能大大向下扩展低



Wisdom Audio

频响应，而且在宽阔的低频频段内的保持极高的动态范围和极低的失真。

回顾完当前的所有设计后，我们意识到，我们需要一些很不一样的技术。我们希望增大输出，而没有任何单频动态效应和音染。我们意识到，我们需要一些类似倒相或传输线的效果，但并不在单一频率共振，而是提高整个低频频段的输出功率。我们的目标是实现整个频段的输出强化。

这样开发出来的系统能减小音盘的振动幅度（因此减少失真），并且能大幅度、均匀地增加超低音扬声器工作范围内的音量输出。

传统的倒相反射和传输线系统需要使用单元振膜一边的输出功率来使箱体或者传输线产生一个或多个频率相差较大的谐振频率。相对少见的另一些设计利用单元振膜另一边来驱动另一个独立的共振系统。以上两上情况中，个别共振频率实现了，某些频率的输出功率提高了，音盘振幅也减少了。但带通里其它频率的音盘振幅却增加了（失真也就变大）。正如俗语所说，这种设计是“拆了东墙补西墙。”



Wisdom Audio

Regenerative Transmission Line™（再生型传输线）超低音扬声器

Wisdom Audio的Regenerative Transmission Line™（再生型传输线）超低音扬声器使用低音单元振膜前后的声音输出来推动同一个内置传输线。这样，我们就能实现一种利用振膜前后能量的传输迷宫，采用多模方式提高系统在整个频响范围内的输出功率。

为了清楚阐明情况，我们将在20Hz-80Hz的频响范围内研究RTL™超低音扬声器系统。

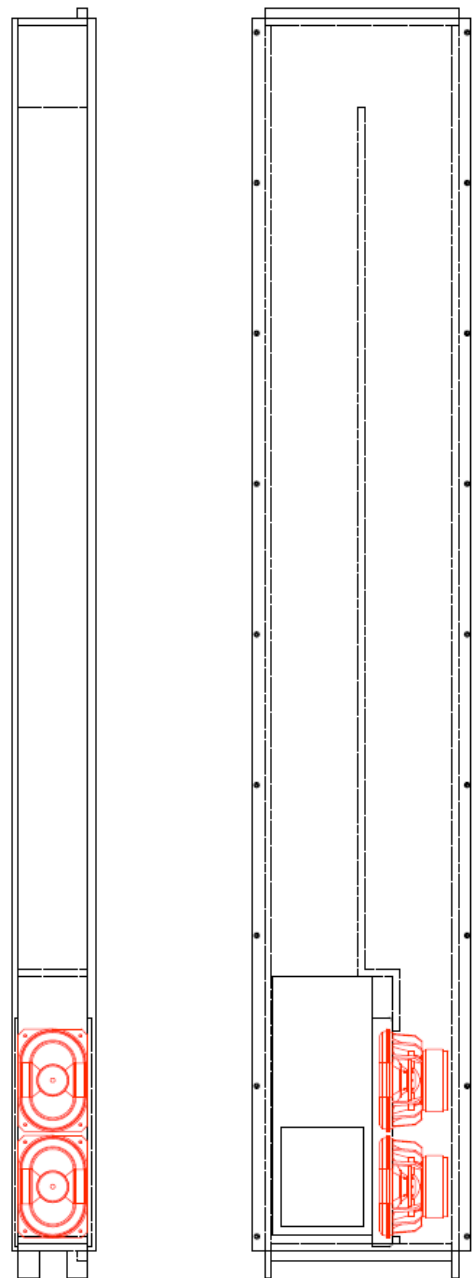
尽管RTL™超低音扬声器的结构有很多关键的细微之处，但为简化我们可以把它描述为折叠传输线，这条折叠线自始至终都采用最优化的横截面，这个横截面的计算和单元振膜的表面积密切相关。单元振膜的一边是用来推动传输线的起点（封口端）的，发出来的声音能量经过传输线全长后传到开口。单元振膜的另一边是用来把声音能量从传输线开口端附近传送回传输线的起点。

RTL™超低音扬声器系统的工作原理其实就是以上两种工作模式来回无缝交替切换，它不但能持续得到至少6-9dB的增益，而且还

能在系统整个工作范围内大幅度减少音盘振幅和失真。

首先在20Hz, 单元振膜的一边采用与1/4波长设计类似的工作方式来推动整个传输线, 传输线内的能量被箱体加载的共振放大。在20Hz及相近的频率, 传输线对单元有一个负载, 使音盘振幅和失真大幅度减少(通常是10的倍数)了, 同时把放大的能量输送到传输线管口(比单元本身的直接输出功率增益大约9dB)。由于音盘振幅受到控制, 所以单元振膜的另一边在20Hz附近时不会对系统的输出功率产生重大影响。

当频率升高时, RTL™超低音扬声器系统就会从第一种工作模式的1/4波长传输线“直接谐振器”转变成第二种工作模式的“半波再生器”。





Wisdom Audio

当频率从20Hz升到40Hz时，RTL™超低音扬声器系统就会从第一种模式过渡到第二种模式，过渡过程中两种模式都会同时工作，使系统保持6-9dB增益并大幅度减少音盘振幅。事实上，一种模式衰减的同时另一种模式在增强，以获得一个没有任何不连贯的流畅过渡。

40Hz时第二种再生模式占据主力。第二种模式是由振膜向内一边把声音能量推进整个传输线并从开口发出。振膜向外一边大约一半能量从开口中发出，剩下的能量就沿着传输线一直被传到传输线闭合端（振膜向内一边）。由于传输线在40Hz时作为半分波再生器工作，所以振膜向外一边的声波传到闭合端时与振膜向内一边的输出同相。因此，当振膜向内一边输出声波时，振膜向外一边的声波输出就会到达闭合端，然后经反射与振膜向内一边的声波同相输出。频率为40Hz时，总的声音输出就以下三种声音来源的总和：

- 1) 振膜向内的声音输出
- 2) 振膜向外的声音输出
- 3) 振膜向外的声音输出从传输线闭合端反射回来同相（再生）输出

以上三种声音输出加起来可确保系统获得6-9dB的增益，第二种



Wisdom Audio

模式对振膜的负载能把音盘振幅降至最低，提高输出功率与音盘振幅的比例。

当频率从40Hz上升到60Hz时，RTL™超低音扬声器系统就会从第二种再生模式转变成第一种直接共振模式，提高系统输出的同时也限制了音盘振动。

当频率从60Hz上升到80Hz时，两种工作模式又再次转换，这里我们可以调校分频以衔接系统的主体部分，或者可以进一步优化超低系统的频宽，继续上面描述的联动转换过程。

概括复述以上内容，刚开始的20Hz主要是1/4直接共振模式在工作，上升到30Hz左右时，1/4直接共振模式与半波再生模式各占一半，然后到40Hz时半波再生模式占主力，当频率上升到50Hz时，两种工作模式又同时起作用，到60Hz时，又变成直接共振模式占主力，就这样不断地重复着整个转变。

在系统的整个带通范围内，如果设计得当的话，两种模式的过渡都会非常平顺，超低扬声器的整个工作范围内的振幅响会极为平直。



Wisdom Audio

简述RTL™系统的优势：

- 在系统整个工作范围内提高效率和最大输出功率
- 在系统整个工作范围内降低振膜振幅，从而降低失真
- 群延迟效应得以限制/相位响应平顺
- 由于音盘振幅减少，因而对振膜的控制力增强

当然，这些优势需要您亲自聆听体验。

Wisdom Audio的现有产品都采用RTL™系统，这种设计带来惊人的低频动态和极其丰富的细节，与高品质的中/高频平面电磁振膜配合得天衣无缝（或用以配合其它速度非常快，失真非常低的扬声器）。

再加上超低扬声器灵活的摆位设计和Wisdom Audio Sage系列的房间校正（SC-1系统控制器），全新的超低频播放标准由此产生了。