

感悟精密制造

Magico创始人阿朗·沃尔夫访谈

●原著 乔纳森·瓦兰 / 译 冯凌

问：M5是Magico品牌旗下第一款全部采用自制驱动单元的扬声器。请您就驱动器特别是新开发的低频驱动器的设计理念聊一聊您的想法。另外想请您谈谈您的纳米技术（Nano-Tec）锥盆与您竞争对手使用的碳纤维复合锥盆有何不同呢？

答：三年前的Mini II是我们第一次将纳米技术的驱动器运用在扬声器上。从那以后我们在这一系列中又增加了3种产品——5”、7”乃至最新的M5中的9”驱动器。由我们的首席技术官（CTO）Yair Tammam设计的纳米技术驱动器是第一个在锥盆结构里使用碳纤维纳米管技术的换能器。锥盆在工作频带内的运动就像完美的活塞，再加上三明治式结构可实现极其优秀的阻尼。多层碳壁的外表层用热塑性材料包裹，碳纤维纳米管的张力也达到了43GPa（直升机的螺旋桨也是用与这些锥盆类似的方法制造）。相比较而言，在锥盆结构中普遍使用的碳纤维的张力只不过是2~6GPa。

纳米锥盆技术能使驱动单元拥有极低失真的性能，并且可以将这一优异性能延展到整个通带而不出现任何的失真。一个闭箱中典型的9”低频单元在20Hz的总谐波失真（THD）要比80Hz时的总谐波失真高出300%，而我们的9”纳米技术低频单元在20Hz时的总谐波失真仅比

80Hz时高出3%。

设计、制造运用于我们这些驱动器上的电动系统的原理是为了最大程度发挥锥盆结构的潜能。它采用大音圈，具有以下优点：最大程度增加设备的稳定性、最大程度帮助散热，最小的音圈电感。我们的磁体系统使用的是长冲程短音圈电动系统，包裹了大型铜套以增强磁场的稳定性。将7”驱动器的音圈电感进一步降到了0.08mH以下，而1”冲程的9”驱动器也降到了0.58mH以下。我们使用的钕磁铁是目前所能得到的最高等级的产品（N45SH，N48H）。同时我们使用的折环和定心支片也是全世界最好的——它们都来自欧洲的制造商。

我们单个锥盆的成本要比整个行业的平均水平高出20倍，实际上比大部分制造商的整只低频驱动器的成本还高出许多。在电动系统以及软性部件投入的高成本使得我们这款产品的换能器成为史上最贵的换能器之一。

问：M5的箱体采用了波罗的海的桦木以及航空级铝材。我想问的是：第一，您为什么选用这些材料制作箱体而不是像您的竞争对手那样使用其他材料如复合材料呢？第二，M5相比较其他扬声器而言要显得更四方一点，您为什么不采用流线造型而是使铝质障板以及桦木箱体的

两侧都是直边呢？这样做的话如何避免衍射干扰呢？

答：好的扬声器箱体设计是一件非常技巧的工作。箱体的主要功能作为驱动器安装平台，并容纳其背波。理想状态下箱体采用的材料必须无限坚硬，这样谐振频率就会超出听力范围。然而现实世界中要让谐振频率完全超出听力范围是不可能做到的，那么关键问题就在于如何有效地控制谐振频率了。如果箱体足够坚硬，通过增加质量和阻尼，高频激励就会被抑制，箱体谐振的幅度也就降低了。我们认为实现这些目标的最好办法就是使用物理特性相反的材料。这就是我们选用铝和桦木作为材料的原因了。铝材提供了非常坚硬的安装平台，而桦木可以起到阻尼和可增加必要质量的作用。

当然啦尽管在音箱内部增加质量或阻尼是比较容易做到的，但是想要改变使用材质的杨氏模量即硬度是不可能的。这是至关重要的一点，因为杨氏模量相对较低的中密度板或者部分模压复合材料即使增加质量或尺寸也不会改变。换句话说，一块1”厚中密度板5”厚中密度板的硬度是一样的。这就是为什么一个干净的累积频谱衰减曲线也会误导人的原因吧。即使是一小块橡胶也会有令人难以置信的干净曲线，然而它的杨氏模量太低了，不能作

为音箱材料使用。

说到M5箱体的外形，我们密切关注会对高音单元工作频带内产生干扰的衍射。当前障板宽度大于高音单元再生的最低频率的波长时，衍射是可以忽略不计的，因此我们所有面板形状都加工成平滑的3D弧度以避免衍射，这一加工工序的成本也是非常高的。

问：用于锁紧驱动器的“张力耦合结构”是什么东西，这一装置的工作原理、优点又是什么呢？

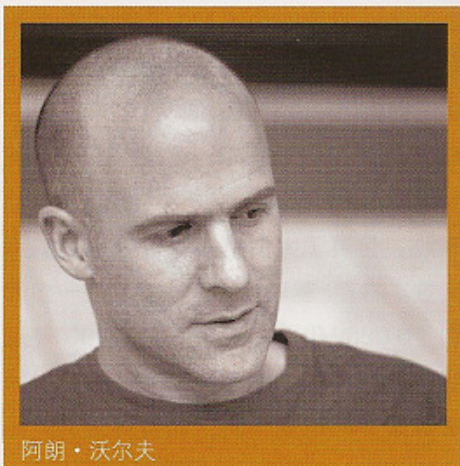
答：让锥盆仅在驱动单元里运动对于扬声器的性能来说是尤为重要的。驱动器支架的任何振动都会在输出中加入失真。如果盆架不能牢牢锁定到位，那么我们为打造坚实箱体所做的努力将会毫无意义。将驱动器锁定到位所需的螺钉扭力值是至关重要的。在一个闭箱里，低音驱动器里产生的压力通常会超过689Pa，木螺钉可承受的最大扭力大约在3~4N·m左右，而这一扭力是完全无法锁住驱动器的。同样的问题在复合材料制成的箱体里也会出现。即使只是因气候变化而导致的一个小小位移，都会让驱动器保持紧密耦合的机会变得很渺茫。

我们的“张力耦合结构”将驱动器耦合系统和箱体主体完全隔离。驱动器通过一个紧箍系统直接安装在铝质障板上，扭力可达11~13N·m，从而可以确保驱动器永远能完美耦合。为将箱体和障板锁紧，我们在箱体的后面板上安装了不锈钢棒，这些棒子的另一头则被固定在了前障板的后部。把后面板上暴露出来的铝质螺帽拧紧后就成了能够绷紧的“张力耦合”。驱动器、铝质障板以及箱体的材料间没有五金件。用户同样也可以利用这套系统来维持整个结构正常工作所需要的最大扭力，有必要时只要拧紧螺帽，而不需

要去除箱体的任何部件。

问：我知道M5是多路系统，那首先请您说说您的自制驱动器是如何融入到您的扬声器设计中去的呢？其次您将您的分频器设计称之为“椭圆对称”，您能谈谈“椭圆对称”究竟是什么意思呢？再者在您的分频器里使用的部件都是非常非常昂贵的，使用这些部件有哪些其他品质高而价格稍低廉的产品无法替代的好处呢？

答：M5是一款5单元4分频音箱。自制驱动器让我们可以以此来定制离轴响应



阿朗·沃尔夫

和功率响应以优化它们间的平滑过渡。不仅如此，我们还平衡了每个驱动器的动态特性以控制驱动器在高声级下的线性。而较小的驱动器在高声级时是非常受局限的。我们开发出合适的工具来控制驱动器在长行程条件下的特性，让其能与系统中其余部分相匹配，这样整个带宽内的动态线性得以保持。

Magico分频器设计时运用了专利的电路，当然也包括椭圆函数滤波器。这一电路可以将驱动器失真降低一阶，而在信号通道中只须用很少的零件。一个椭圆函数滤波器在通带和阻带波纹均等。不同带上的波纹可单独调整，运用得当的话，其他任何一种相同阶数的滤波器都无法达到

椭圆滤波器所有的转换速度。我们驱动器的三明治结构使得驱动器的第一分割振动点高出通带两个八度。我们的椭圆分频器也就能确保全面抑制这些分割振动。

我们确实分频器里使用了昂贵的部件，也确实有充分的理由使用这些部件。我们使用的10 AWG的铜箔线圈尽可能地接近完美电感，具有最小的损耗和机械噪声。常规使用的16 AWG/4.7mH航空级空芯线圈的电阻是0.95Ω，而我们这个线圈的电阻仅为0.31Ω，这就意味着如果使用16 AWG/4.7mH线圈的话，等于在低音单元上串联一个1Ω的电阻。有多少高保真发烧友们会选择在百万元的扬声器电缆与扬声器之间再安装一个1~2Ω的电阻呢？然而很不幸的是，10 AWG铜箔线圈的成本要比16 AWG/4.7mH航空级线圈高出10倍。

同样我们使用的电容器也是最好的，因为这种电容器的等效电阻和麦克风效应都是很低的，还有高级的无感电阻使得等效电感降到最低。没有理由制造一个超带宽的高音单元，然后又用低等级电阻器去限制它。

高品质的分频器零件带来更大动态，增加线性，扩展带宽，还能降低机械噪音。

问：您为什么不使用开口箱的或侧向辐射的低频单元呢？为什么也不采用D'Appolito式配置（该配置据说能帮助改善空间效果），又或者用某种可调整的头组件来优化时间/相位的一致性呢？

答：在我们所有的产品时我们都努力去平衡技术设计和音质走向。从理论上讲几乎没有理由去使用开口箱的或者侧向辐射的低频单元，我们有充分的理由不这样做。对于D'Appolito也是如此。D'Appolito式设计或许可以在某一

特定条件下解决一个问题，但同时又会滋生出其他问题来。此外，许多所谓的“D'Appolito式设计”也只不过是简单的中音-高音-中音直线排列而已，并不满足让D'Appolito式设计正常作用所需特殊条件。我们是不会不惜任何代价去确保声音的表现力，决不会因为要设计得美感或酷而去牺牲音质。我们的设计所具备极高的精确，驱动器的位置即使有1mm的移动，我们也要对分频器进行重新校准。这就是为什么我们没有“活动部件”的原因了。

问：你们所设计的扬声器是能够达到特定的测量目标的。其他制造商也会打着同样的旗号，尤其是平直的频率响应。首先请您谈谈你是如何让您的产品从众多测试结果都不错的产品中脱颖而出呢？其次您认为哪些测量指标是最重要的，为什么呢？

答：设计一部好的扬声器有很多方面，在这里我就不一一说明了，但有一点我一定要说，那就是扬声器的设计是一个复杂的过程，不可能简化成一个浅显易懂的因素。但令人遗憾的是由于“平直响应”是最容易被外行理解的一个参数，因此有点被滥用了。平直的轴上响应再加上糟糕的功率响应（扩散形式）听起来要比频率响应不那么平直但功率响应平滑的设计更为糟糕。这并不是说好的频率响应不重要，但不是所有误差在 $\pm 3\text{dB}$ 的频率响应都是相等的。分频点上 3dB 的下陷与通带（驱动器的工作频带）中的 3dB 下陷不是一回事。后者是能够让人接受的，而前者只能代表糟糕的分频器设计。

尽管有些参数很多人不知道，但是以下4个是一定要知道的：频率响应、功率响应、阻抗以及失真度，这4项指标是用来检测扬声器性能的第一步。要做到平

衡轴上和离轴响应、将驱动器功率响应及动态特性有机结合对于设计师来说是极大的挑战。只有全面掌握和理解扬声器设计以及制造技能的人才能应对这一挑战。

问：据我看来对于高保真的认知现存有三类人群：一类人认为换能器（或其他部件）里发出的声音要真实还原，这我们称之为完美声音。另外一类人则认为换能器（或其他部件）要让录制下来到声音播放出录制的效果就可以了。打个比方，播放的录制声音是好还是不好，又或者录制的人是技师级的还是大师级的。想来在聆听的时候，我们应该可以很清楚地感受到技师还是大师在录制过程中掺杂进去的个人风格的痕迹。第三类人认为听者应该拥有自由选择的权利，选择那些能播放出最适合自己耳朵听的声音的换能器就可以了，不要去管它是不是绝对逼真还是逼真度接近极品级的。作为一名扬声器设计师（以及一位聆听者），您经常会在什么地方遇到这三类聆听者呢（允许这三类人群有所交叉）？

答：在我的理想世界里，这三类人群都是一样的。扬声器设计师（或其他任何部件的设计师）既不是艺术家也不是对优良音质具有专利知识的权威。他们的工作不是去解释在设计时为什么要用这个或那个装置，而是要寻找到逼真的信号。音乐本身就是美丽的，无须任何补救或提升，只要让其尽可能地还原到捕捉到时的状态就可以了。

但是人们如何才能得知这一点呢？它既没有标准也没有准则。而另一方面，正如我们所知道的，那些评价工具对于音响工业的作用是负面的。当你需要自己判断什么是对什么是错的时候，你该怎么办呢？我能确信我们中的绝大部分人会觉得我们可以毫无疑问地相信自己的耳朵，但

我可以向你保证我们的耳朵是很容易受到愚弄的。它已经愚弄过你和我很多、很多、很多次了。能当场辨别出“好声音”的客观能力不是我们与生俱来的。我们的感官不是线性进化的，对特定信息作出响应的速度要快过其他信息才能让我们生存下来。这就解释了，为什么我们的大脑对于偶次谐波失真不是那么敏感而对奇次谐波失真特别敏感的原因了。这些固有的缺点却让我们得出一些与音乐感知相关的有趣的结论。不知不觉我们这个行业已经充分利用了这一缺点好多年了。九成的聆听者在最初的30秒内喜欢听到强化了的中音。聆听者会认为这样才是“放开的”、“透明的”，而实际上这个声音是非线性的抑或是偏离中性以及高保真的。我们的耳朵也是有“舒适地带”的，一些人头一次听到低失真度扬声器播放的音乐时会感觉漏听了什么东西。一个密闭箱相较于开口箱而言像是更明亮些。然而这也不能改变一个事实，那就是一款好的密闭箱要比如今市场上所有的开口箱销量要差。那些被某些人听到的缺失的低音其实是开口箱被提升了的中频的假象。而我们习惯上听到的非线性的、低音缺乏延伸的声音常常会愚弄我们，让我们以为那些更延伸、更线性的换能器里释放出的声音“低音更少”。

这些年来我看到或听到不少关于人们如何看待我们扬声器音色的这样那样的言论。我很快就认识到对于那些坚信自己耳朵的人来说是没有什么可争论的。不过我一次又一次地留意到一旦看到客观评估，有些人的观念是会改变的。那些更喜欢在分频点上有凹陷或强化中低频输出的扬声器的人来说，只要他们真正知道自己在听的是什么的时候，这也不错。但对于那些付出更为痛苦的努力的人来说，聆听并开始理解什么才是干净利落、低失真度、全面的再生音乐工具时，你聆听音乐的方式将会发生根本性的改变。■