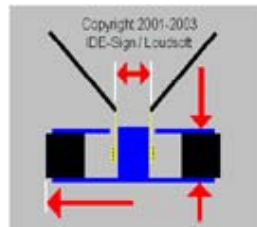


FINEMotor™



扬声器磁路系统及音圈设计程序

指导书

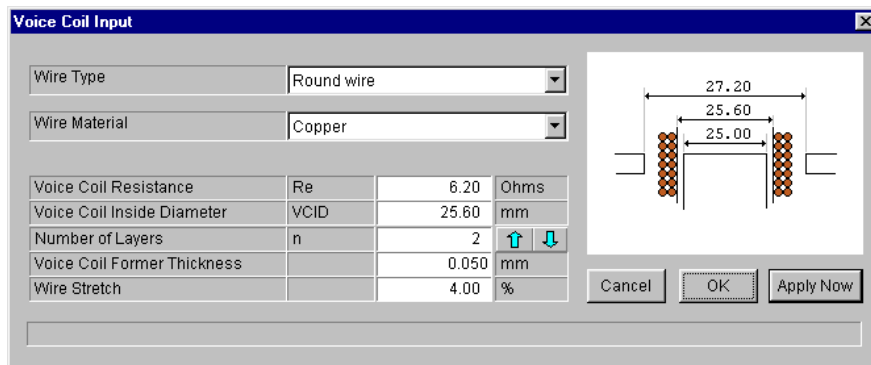


注意：如果将 **PDF READER** 的“平滑文本”选项去掉，将会解决显示汉字太淡的问题。

FINEMotor 程序是模拟和设计各种喇叭单体的磁路和音圈的理想程序。这些单体不但包括中低音和圆顶喇叭而且还包括电话接收器和耳机等。

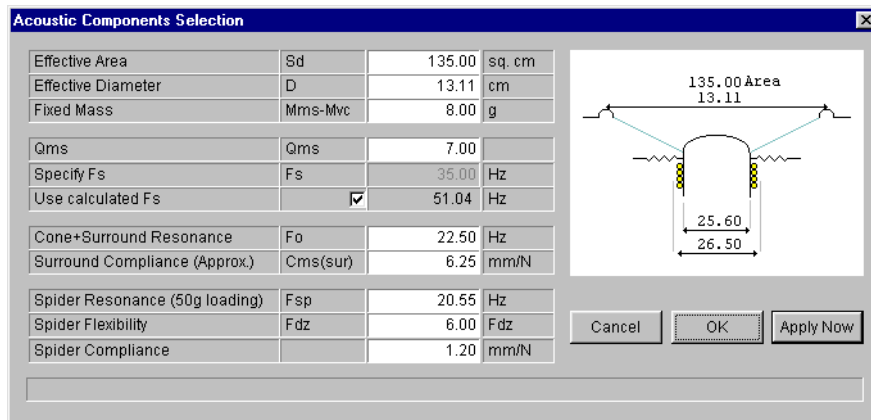
6.5 英吋低音扬声器设计

启动 FINEMotor，选择 "NEW" 或 _Default.fm2。我们先试用一种现存的 9.75mm 卷宽的音圈。按 "Voice Coil"音圈按钮：



选 2 层圆铜线圈，然后设定直流电阻 $R_e=6.2$ 欧姆。注意 "Wire Stretch"(音圈线延展率) 设定成 4% 来配合我们实际的线圈(见 calculated winding 计算的卷宽)。

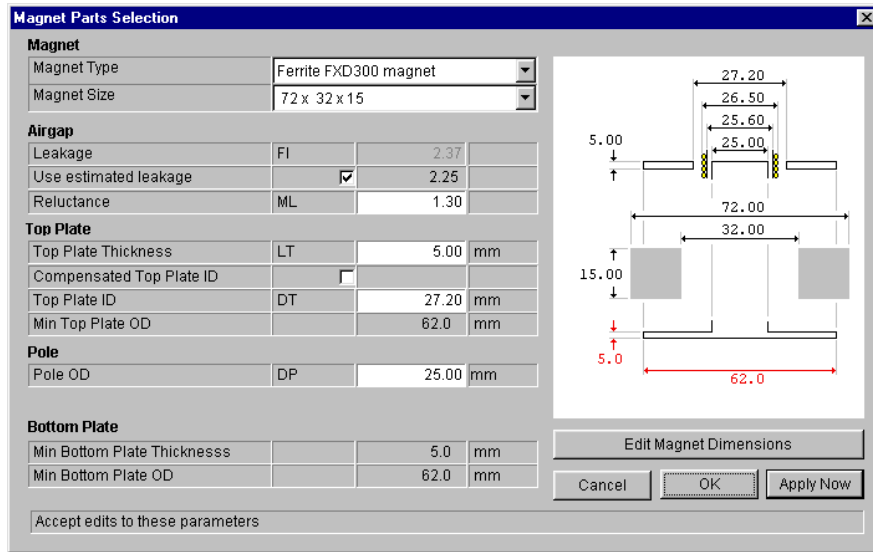
按 "Acoustic Components" 声学组件按钮，将会出现如下对话框：



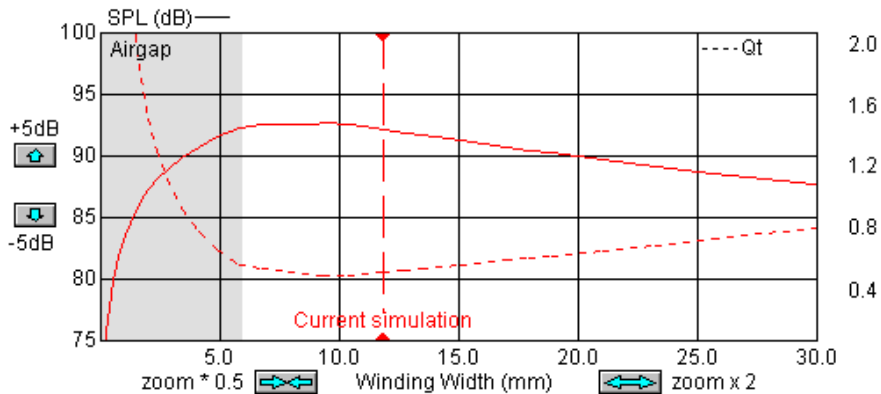
输入有效直径 $D=13.11\text{cm}$ (包括悬边一半) 以自动地计算出振动面积 S_d 。下面需输固定质量，是除了音圈线以外的全部振动质量。这等于：一半(会动的)边 + 音盆 + 防尘盖 + 音圈架 + 半个弹波 + 胶 + 空气负荷。我们知道这是 8 克。因为默认值 3 是针对典型的铝合金音圈架，所以我们使用 Kapton 时设定 $Q_{ms}=7$ 。

因为不知道 F_s ，我们点选 "Use calculated F_s 用计算的 F_s " 用 FINEMotor 计算。音盆加边的共振频率 F_0 为 22.5 Hz。我们看到边的顺性已经被计算为 6.25 mm/N。我们想要用具有变位为 1.2mm/N 的弹波，但是我们看见这样得出 $F_s = 51.04$ Hz。那太高了；改弹波变位为 2.0mm/N 得到可接受的 F_s 为 41.61Hz。

最后我们看一下磁铁系统。按 "Motor Parts" 选定 "Use estimated leakage" 用预估磁漏：



选择 70x32x15 磁铁，加上 27.20 内径的华司和现成的 T 铁。然后我们来看主窗口左上方的曲线图，如下：



这是系统主要曲线，显示出所有能满足前面我们输入的规格条件的各种可能卷宽的音圈。垂直的虚线指示现在卷宽的模拟结果。试着按住左键的鼠标再左右拉动，所有随卷宽变更的喇叭 TS 参数便同时下面算出。

对约 10mm 的卷宽，我们得到 0.46 的 Q_{ts} ，这对低音反射箱用途 Q 值较高和 2.35mm 的 X_{max} 有效振幅。让我们试一个比较大的磁铁：在 "Magnet Parts Selection 磁铁部件选择" 按向下箭头选磁铁为 84x33x15mm. 按 Apply 生效。

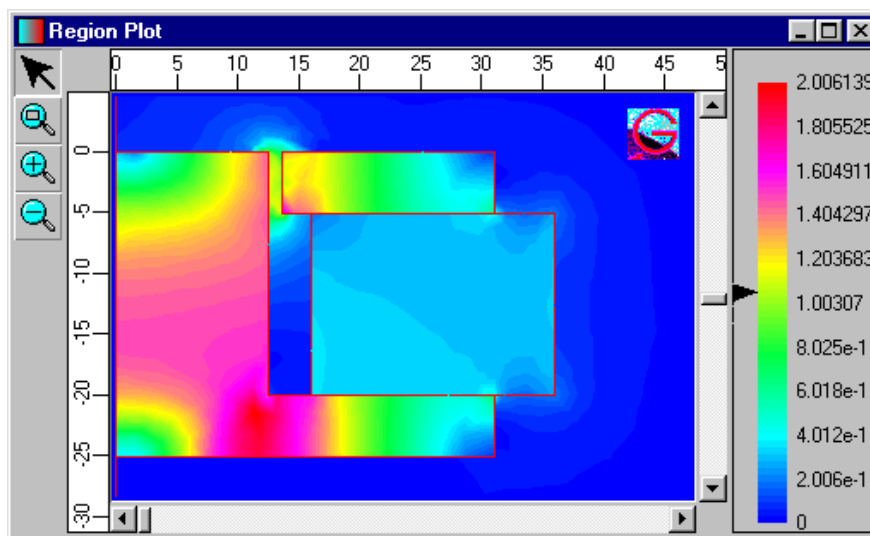
因 BL 从 5.62 增加到 7.14Tm， Qts 现在是 0.29， 这很好， 但是我们甚至能用更长的卷宽， 如 15.5mm 给 Xmax=5.28， 仍保留低的 Qts=0.33。 注意此时 T 铁厚度一定要从 5 增加到 6.3mm， 这在磁回筒图中会显示。

另外一个不同的方式是试用 4 层的音圈 (在 "Voice coil 音圈部件"内设定) 而非磁铁变大。 再回到选磁铁部件处， 选择 72x32x15mm 磁铁， 4 层的音圈， 然而这将需要比较粗的线， 因此我们必须修正磁隙， 磁场将会随之改变吗？

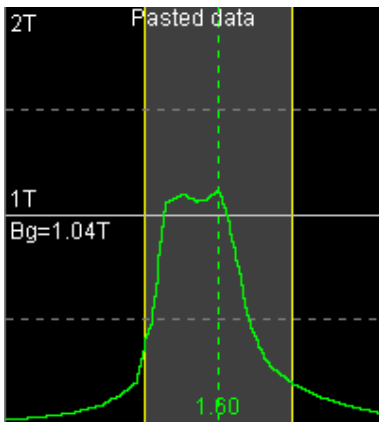
选定 "Adapted Top Plate ID 自动调适华司内径"， 会保持固定的音圈外径与华司内径之间隙并重算出磁隙磁场! 输入 0.35 的间隙， 按 Apply 生效。

在曲线上选择 10mm 的卷宽， 可看到现在 Qts 是 0.29! 因此我们能选卷宽约 14.5mm 仍然有走够低的 Qts 为 0.35， 且 Xmax 还有 4.78mm。 注意华司内径 ID 自动地增加， 以维持预设的间隙， 而且因为音圈质量比较大， Fs(计算的) 变低了。

到目前我们都是用磁漏 FL 默认值， 因为它能很快做出一个大致正确的模拟。 最精确的结果， 当然要输入来自磁场有限元素分析软件， 如 GEMINI， FEMM 或其它程序算出的磁力线分布特性。



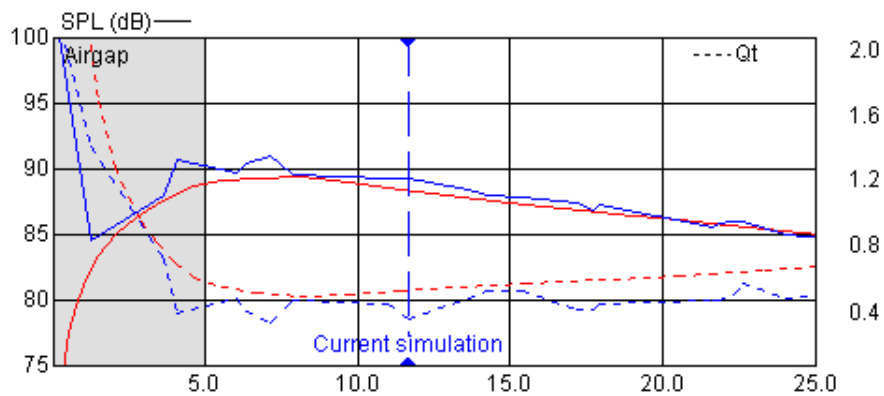
现在由 GEMINI 计算出的 72x32x15 磁铁两层线磁路的磁隙磁通量被输入到 FINEMotor 之内， 得到新的曲线如下：



注意音圈：由黄线指示音圈偏移+1.60 mm (向下). 只要点按曲线并滑动即可仿真偏移时的特性. 这个功能对线圈上下移动的分析是非常有用的, 因为所有的 T/ S 参数是同时自动计算的, 所以, 实际上音圈的整个运动过程就能被分析出来.

BL 增加 4% (0.36dB) 到 5.85Tm, Qts 降到 0.43. 跟起始的简单模拟差异仅 4%, 完全可接受! 我们尚可变更漏磁 FL=2.12 来进一步的增加模拟的匹配程度。

基于大功率高灵敏度的要求, 最后可看看用扁线圈怎样. 我们选择 1 层扁线圈, 并用自动调节了的华司内径。



为什么新的 (蓝色的) 曲线会凸凹不平? 因为扁线宽度/厚度比不是恒定的。由于线径是 0.06x0.65mm, 12mm 卷宽的音圈表现出非常好的特性。

1 英寸 Neo 圆顶高音扬声器

我们想要使用 Neo 磁铁设计一个 1 英寸的圆顶高音用扬声器. 选择内磁模式, 输入下列资料:

Parameter	Symbol	Value	Unit
Effective Area	Sd	7.07	sq. cm
Effective Diameter	D	3.00	cm
Fixed Mass	Mms-Mvc	0.14	g
Qms	Qms	4.00	
Specify Fs	Fs	2000.00	Hz
Use calculated Fs		<input type="checkbox"/>	0.00 Hz
Cone+Surround Resonance	Fo	0.00	Hz
Surround Compliance (Approx.)	Cms(sur)	0.00	mm/N
Spider Resonance (50g loading)	Fsp	0.00	Hz
Spider Flexibility	Fdz	0.00	Fdz
Spider Compliance		0.00	mm/N

The diagram shows a dome driver with a diameter of 3.00 cm and an effective area of 7.07 sq. cm. The dome height is 25.50 mm, and the total diameter including the surround is 26.12 mm.

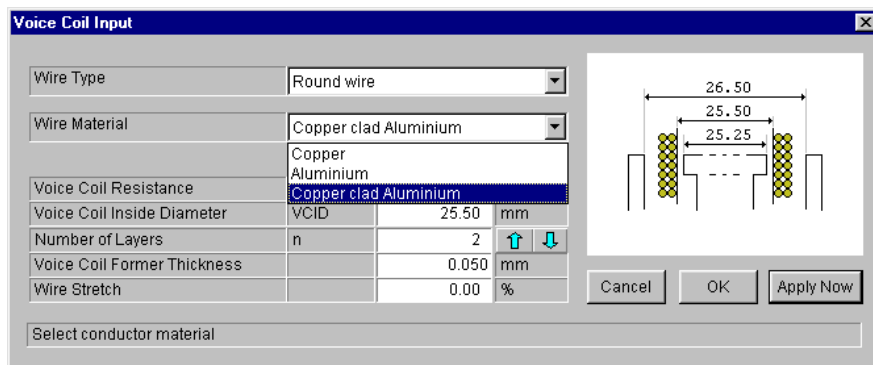
音圈是 2 层铜线 $R_e=6.3$ 欧姆。 延展线长 4% 将会得到接近实际做出音圈的 2.1mm 卷宽。

Parameter	Symbol	Value	Unit
Magnet Type		Neodymium N35 magnet	
Magnet Size		User Specified	
Leakage	Fl	1.50	
Use estimated leakage		<input checked="" type="checkbox"/>	1.75
Reluctance	ML	1.30	
Top Plate Thickness	LT	2.00	mm
Compensated Top Plate ID		<input checked="" type="checkbox"/>	26.49 mm
Coil clearance	CL	0.20	mm
Pole OD	DP	25.25	mm
Min Bottom Plate Thickness		2.7	mm
Min Bottom Plate OD		32.0	mm

The diagram shows a magnet assembly with a pole diameter of 25.25 mm and a total diameter of 32.0 mm. The top plate thickness is 2.00 mm, and the coil clearance is 0.20 mm. The magnet height is 2.7 mm.

设定磁铁部件的规格如上, 将会用 25x5x3mm neo 仿真出 88.09 分贝的声压级。 我们想增加灵敏度, 在"Edit Magnet Dimensions" 输入一个比较厚的 4mm neo 片。 声压级现在仅增加 0.74 分贝到 88.83 分贝。

让我们换一种线. 改回到先前用的磁铁后, 我们在 "Voice coil"音圈按钮中选择 CCAW 线 (按 "1" 回到第一个仿真, 下一个将会是 3)。



选择使用 0.112 CCAW 的线仿真， 我们可得到 90.01 分贝的声压级。 如果实际作出单体并准确的测量， 便能相应调整 FL 磁漏值而得到进一步的准确仿真结果。

Peter Larsen

注:所有的上述例子是在 FINEMotor 光盘上， 包括磁通量描绘 (6.5 英寸低音扬声器例子 B-flux.txt)



Agern Alle 3 – 2970 Horsholm – Denmark
Tel: (+45) 4582 6291 - Fax (+45) 4582 7242