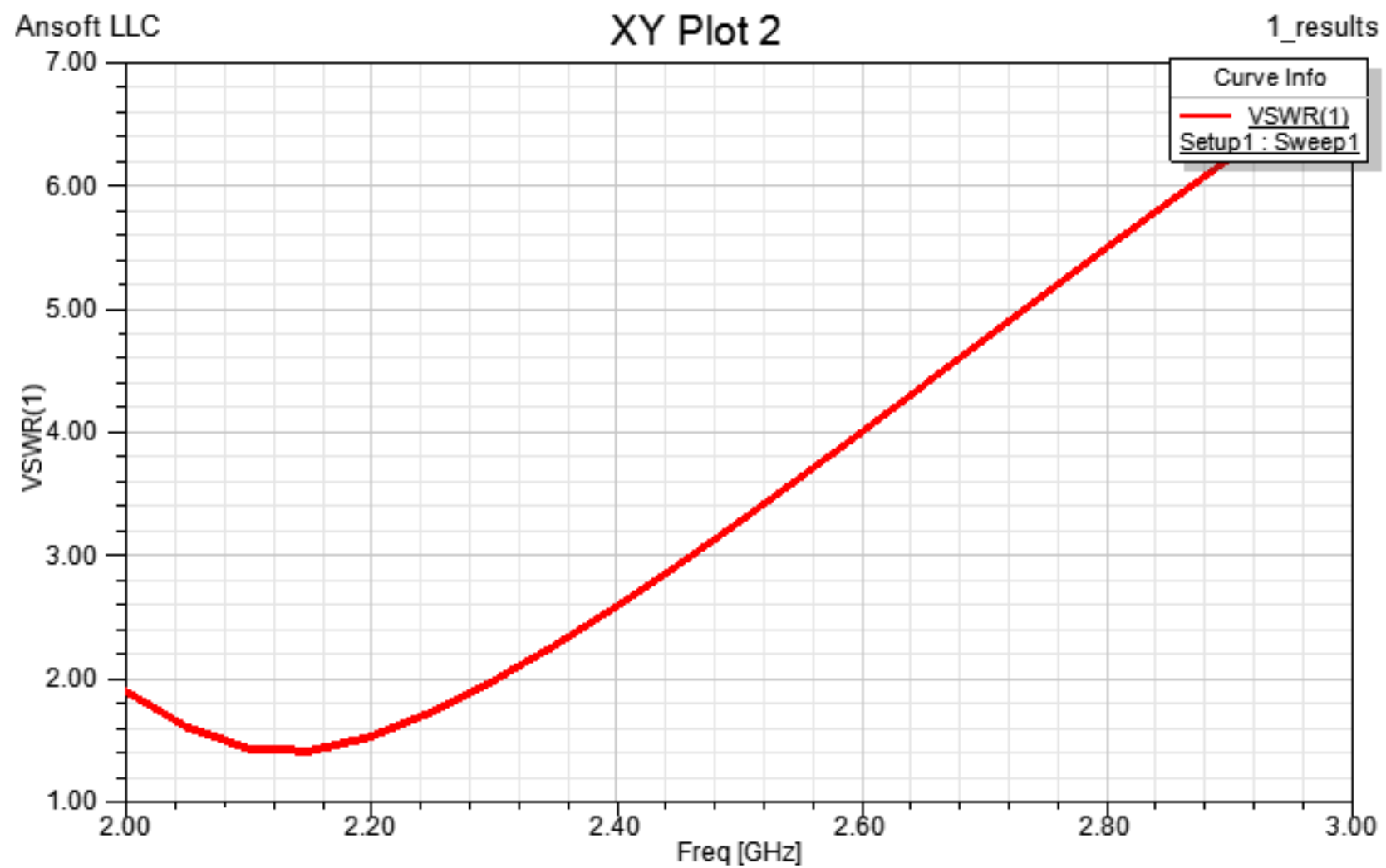


## HFSS 3

回顾：上一节课我们介绍了一个实例，完整而细致的展示了 HFSS 中仿真前后的主要流程。对应天线基本电参数的可视化做了演示。但是，细心的同学发现，天线的驻波并不理想。如何通过参数分析和进行优化是这一节的内容。这也是今后我们面对的主要问题。

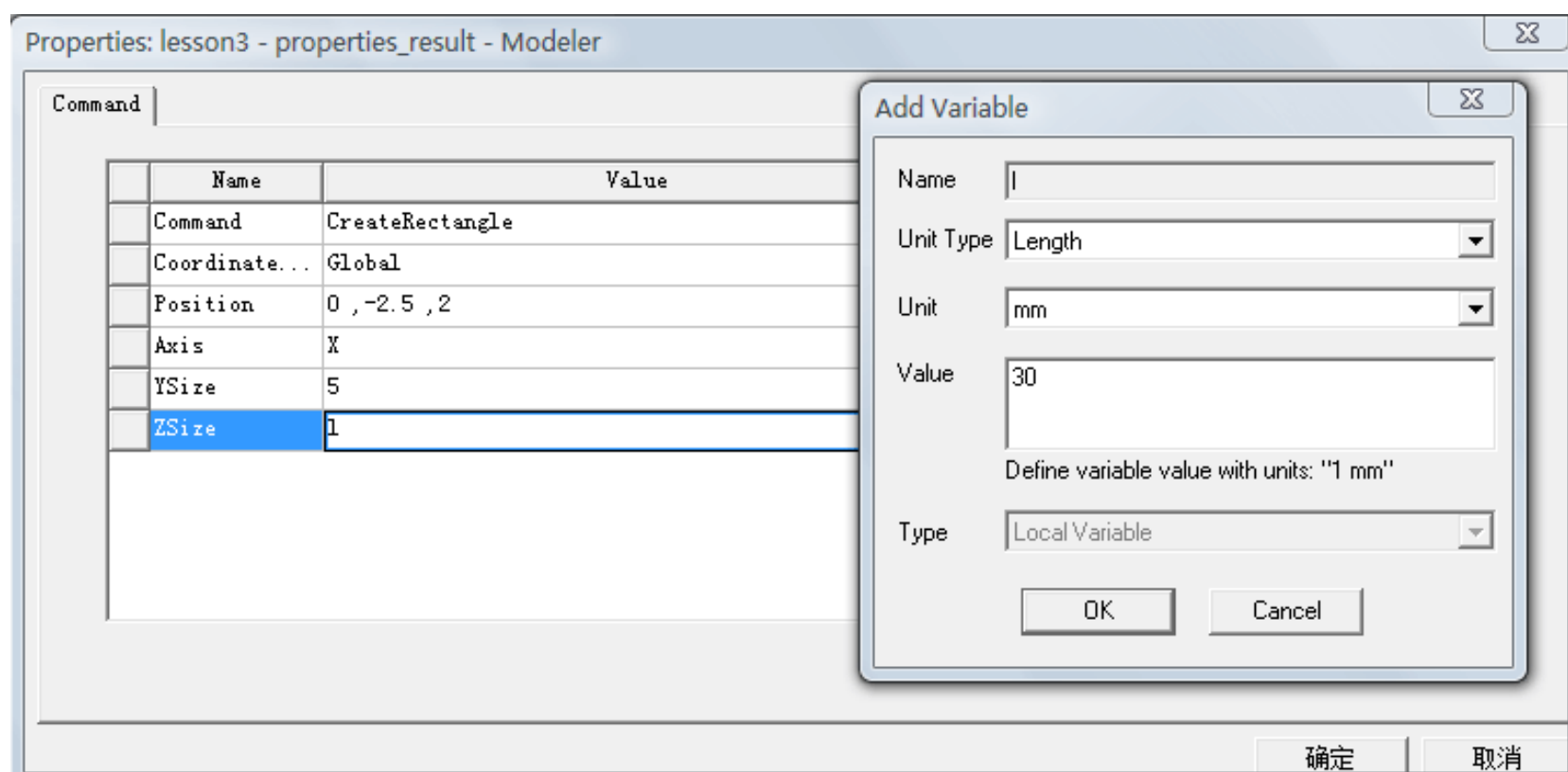


这一节课你将掌握以下几个方面知识：

- 1、用变量替代模型尺寸；
- 2、对天线进行参数分析；
- 3、天线优化；
- 4、阵列建模；
- 5、模型数据导出；
- 6、HFSS 脚本编程

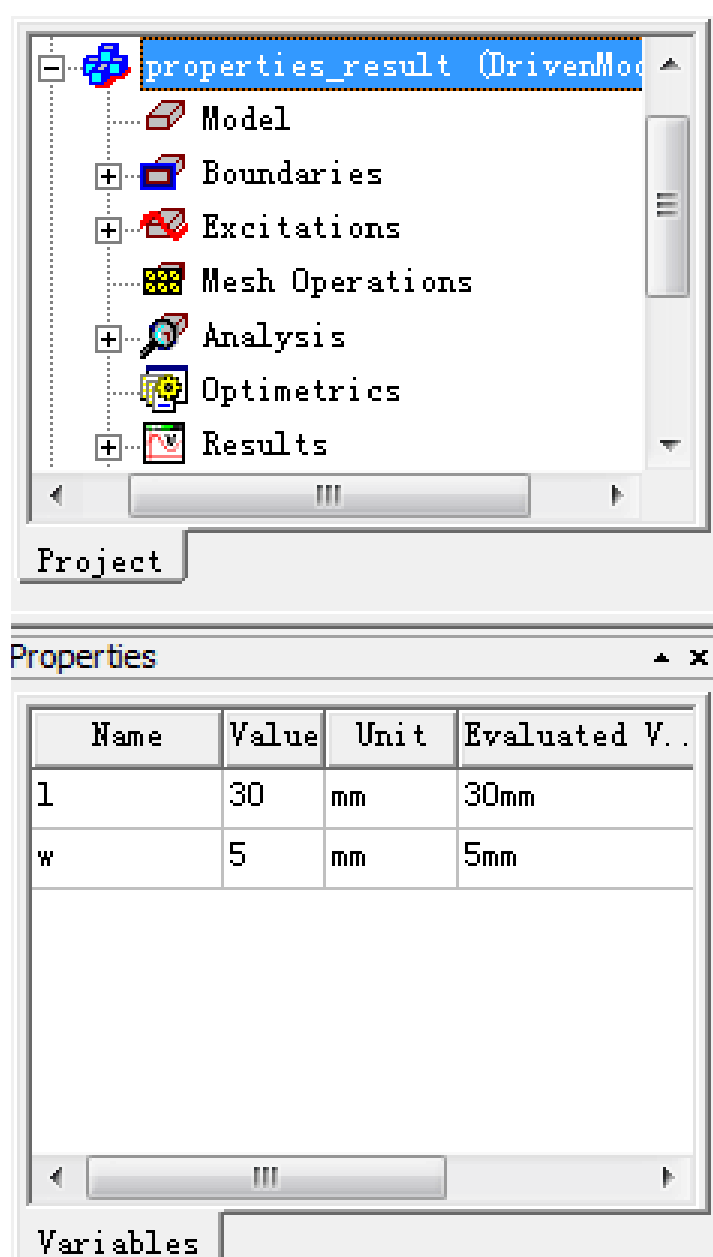
### 一、建立变量

为了方便的修改天线尺寸，我们可以设置一个变量  $l=30$ ，并令臂长为  $l$ 。具体做法是在历史绘图树中双击上臂对应的矩形，在对话框中 Zsize 项直接输入变量符号  $l$  确认。在接下来弹出的对话框中输出变量的初始值为 30，单位选择 mm，点击 OK 完成创建变量操作。



同理，将辐射臂的宽度设置为变量  $w$ ，初始值为 5mm，但此时要注意的是，我们需要将起始  $y$  坐标用  $-w/2$  表示，当改变  $w$  值的时候，天线始终与  $z$  轴保持一致。

当设置变量成功后，若我们想改变变量的值，只需要在工程树中选中该设计，在下方的 Properties 对话框可以直接作修改。

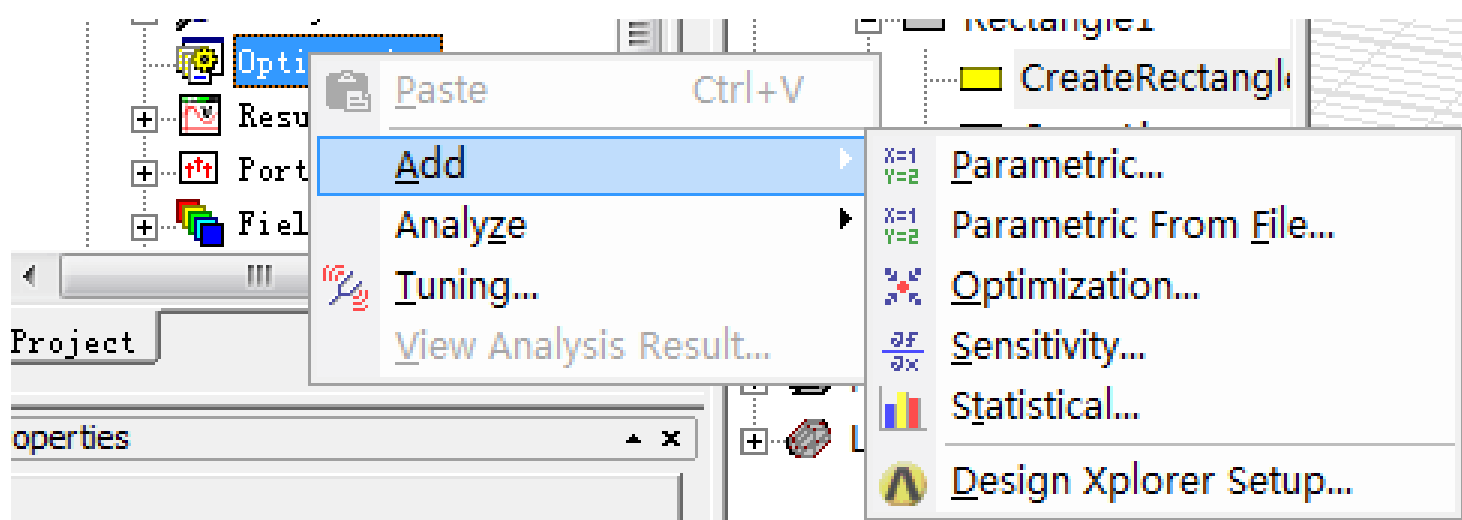


注：变量不仅可以用于替代尺寸，还可以作为描述位置、材料特性、图形变化参数等使用。

## 二、长度和宽度变化对天线性能的影响——自动参数扫描分析

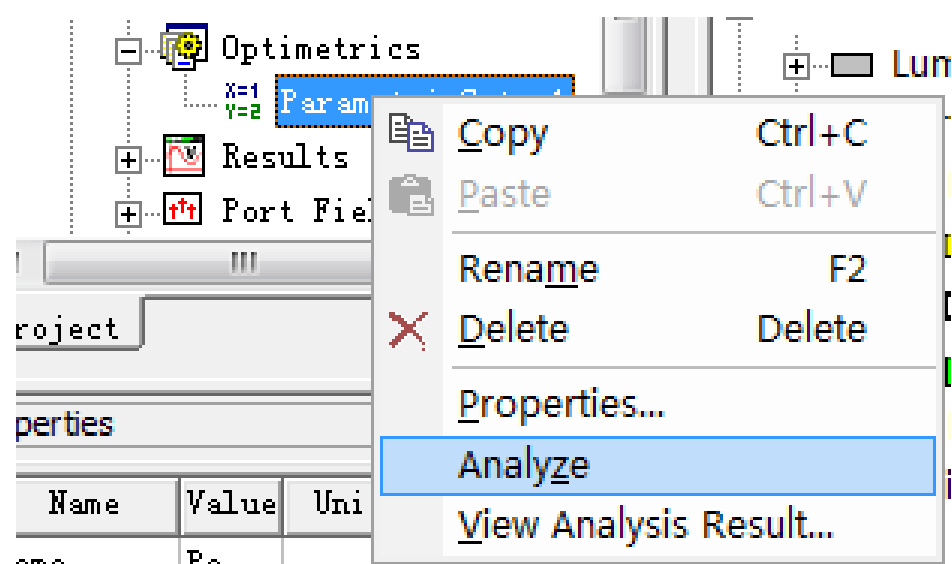
参数扫描分析可以使我们在一个已设置变量的仿真模型之上分析具有不同尺寸的模型。

在工程树中鼠标右键点击 Optimetrics，打开快捷菜单并选择 Add-Parametric...

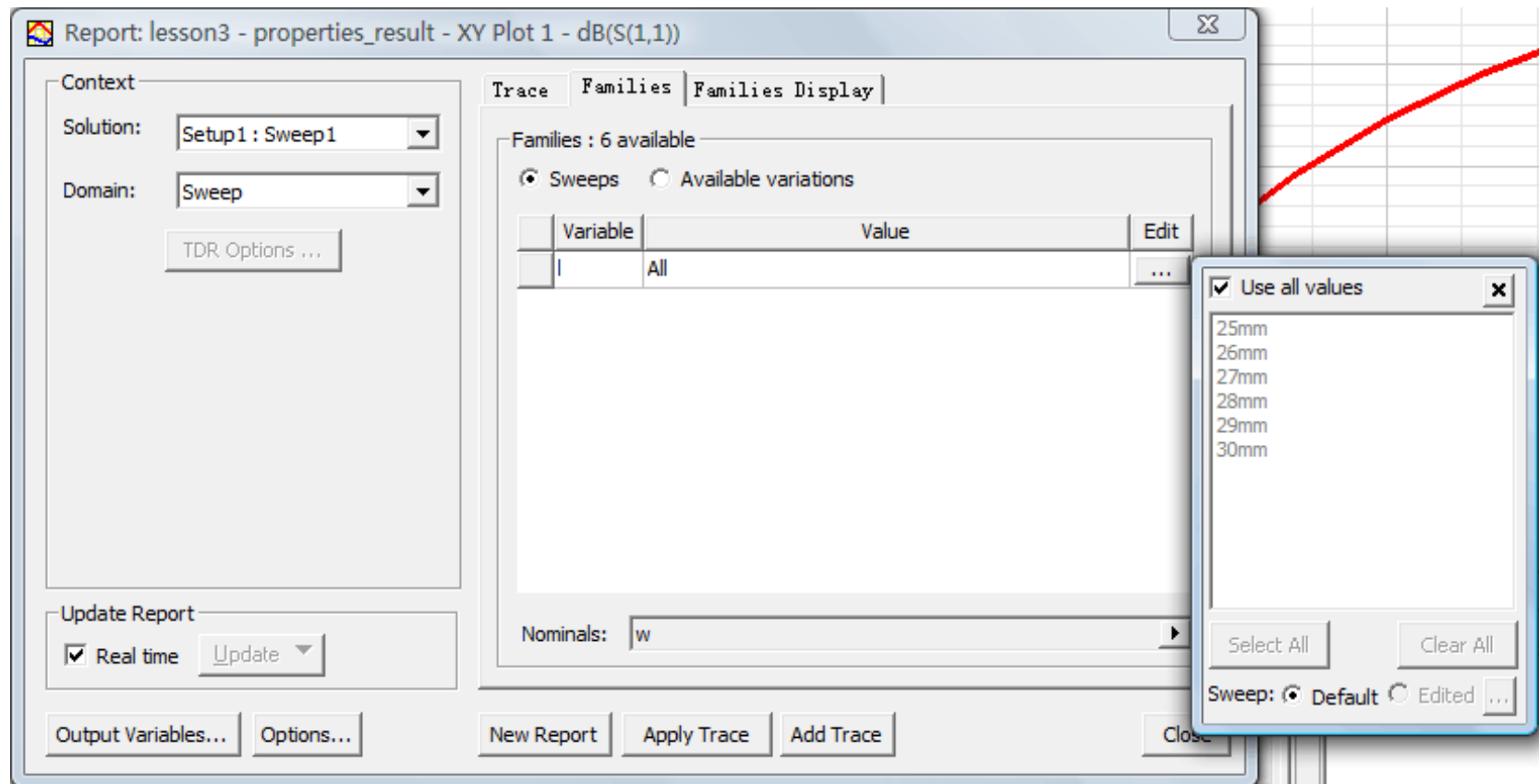


在接下来的对话框中点击 Add，然后选择变量 1，离散类型选择 Linear Step，起始值为 25，停止值为 30，间隔为 1。记得点 Add 后 OK 键确认。参数扫描设置成功后，在 Optimetrics 节点下面生成 ParametricSetup1 项。

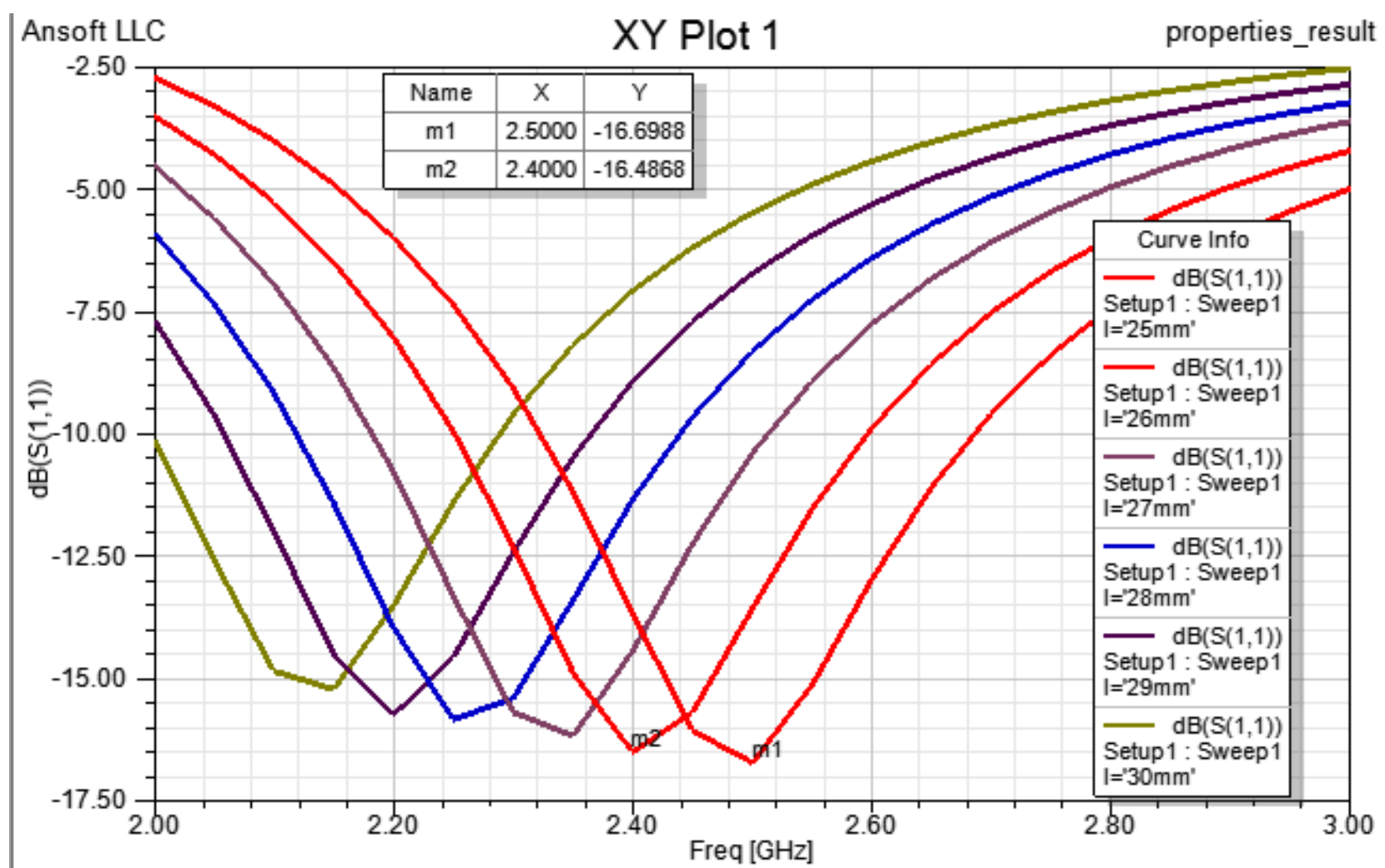
接下来我们开始参数扫描分析，右键点击 ParametricSetup1，选择 Analyze，启动自动扫描分析。



当信息提示框提示分析完成后，便可到图形结果进行修改。例如我们修改 S11 随频率变化图形，在 Families 标签页中，选择长度变量 l 为全体，确认修改后点击 Apply Trace 生成新的图形。



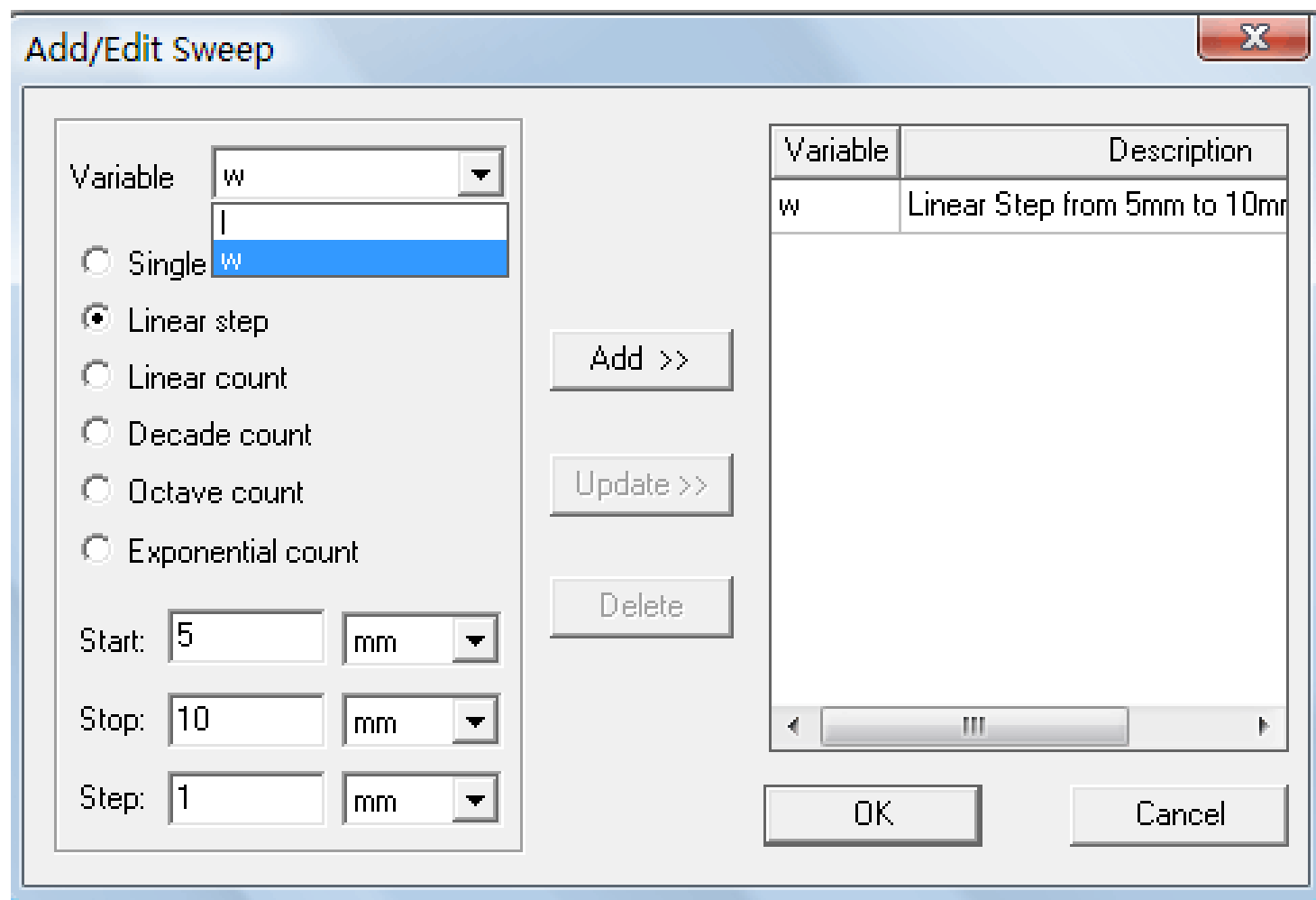
从新的图形中我们寻找到这样的趋势，随着长度的减小，天线 S11 的最低点向高频移动。这个就是我们通过参数扫描获得的第一个重要的结论！



同时，我们得到的第二个有用信息是：对应长度为 25mm 和 26mm

时，中心工作频率分别在 2.4GHz 和 2.5GHz。那么我们估计，长度在 25-26mm 之间应该存在最优取值使工作频率为 2.45GHz。

同理，我们可以固定长度为 26mm 不变（在 Properties对话框中修改），对  $w$  参数进行分析。**注意：**由于天线的尺寸不断变化，空气腔为了满足延伸四分之一波长的条件，可以让空气腔的大小随着变量发生变化！



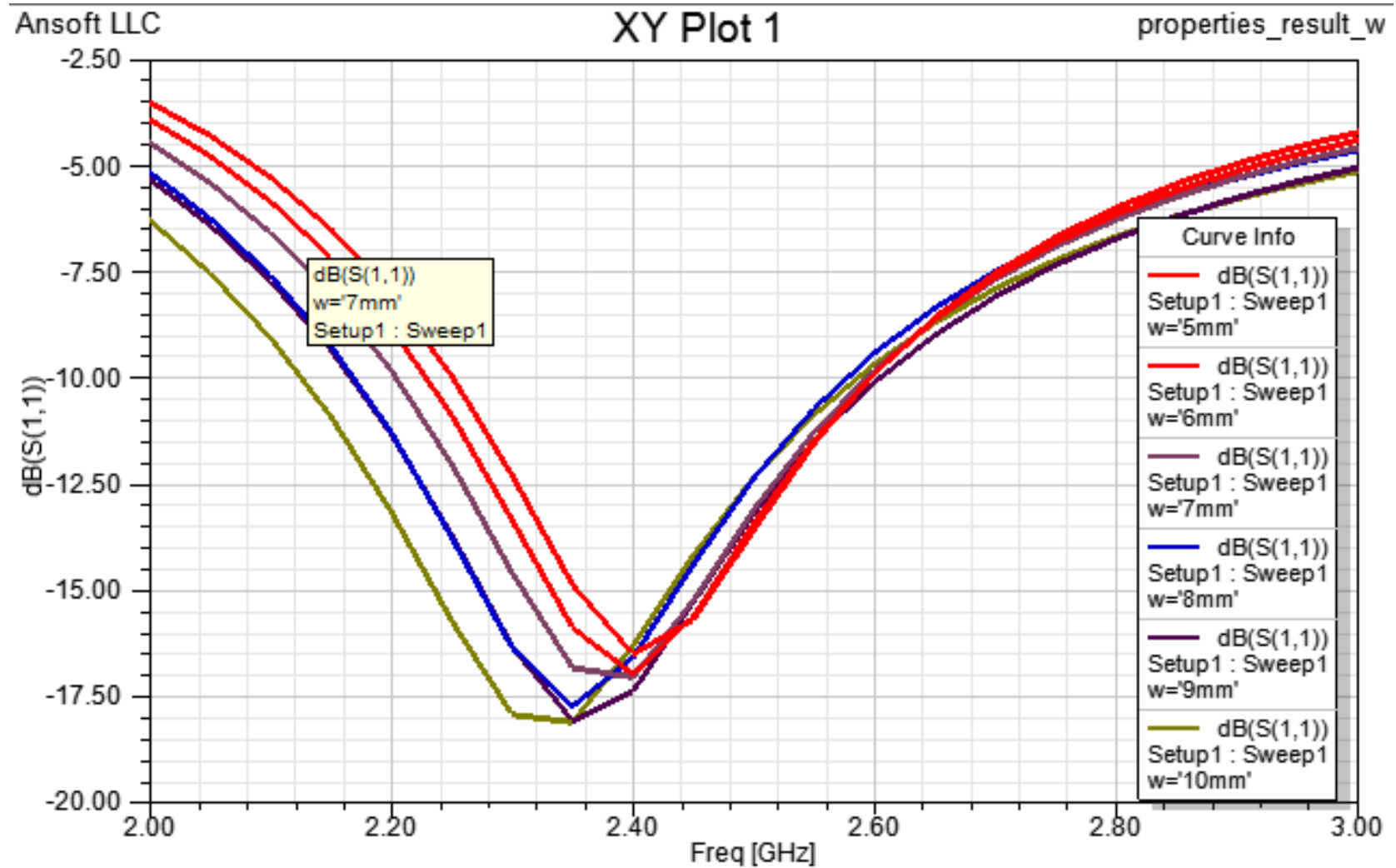
仿真过程中可能在信息窗口出现以下警告，说明求解结果是非收敛情况下产生的，造成结果值不是太精确。解决的办法是在 Analysis-Setup 设置中，增加迭代的步数。

---, ----  
 ....  Adaptive Passes did not converge based on specified criteria.  
 2014)

同样，分析完毕后，我们可以得到这样一个关于不同  $w$  取值时，反射系数随频率变化的新图形。从新图形中我们又能获得什么样的信息呢？

1、 随着  $w$  增加，中心工作频率会降低；

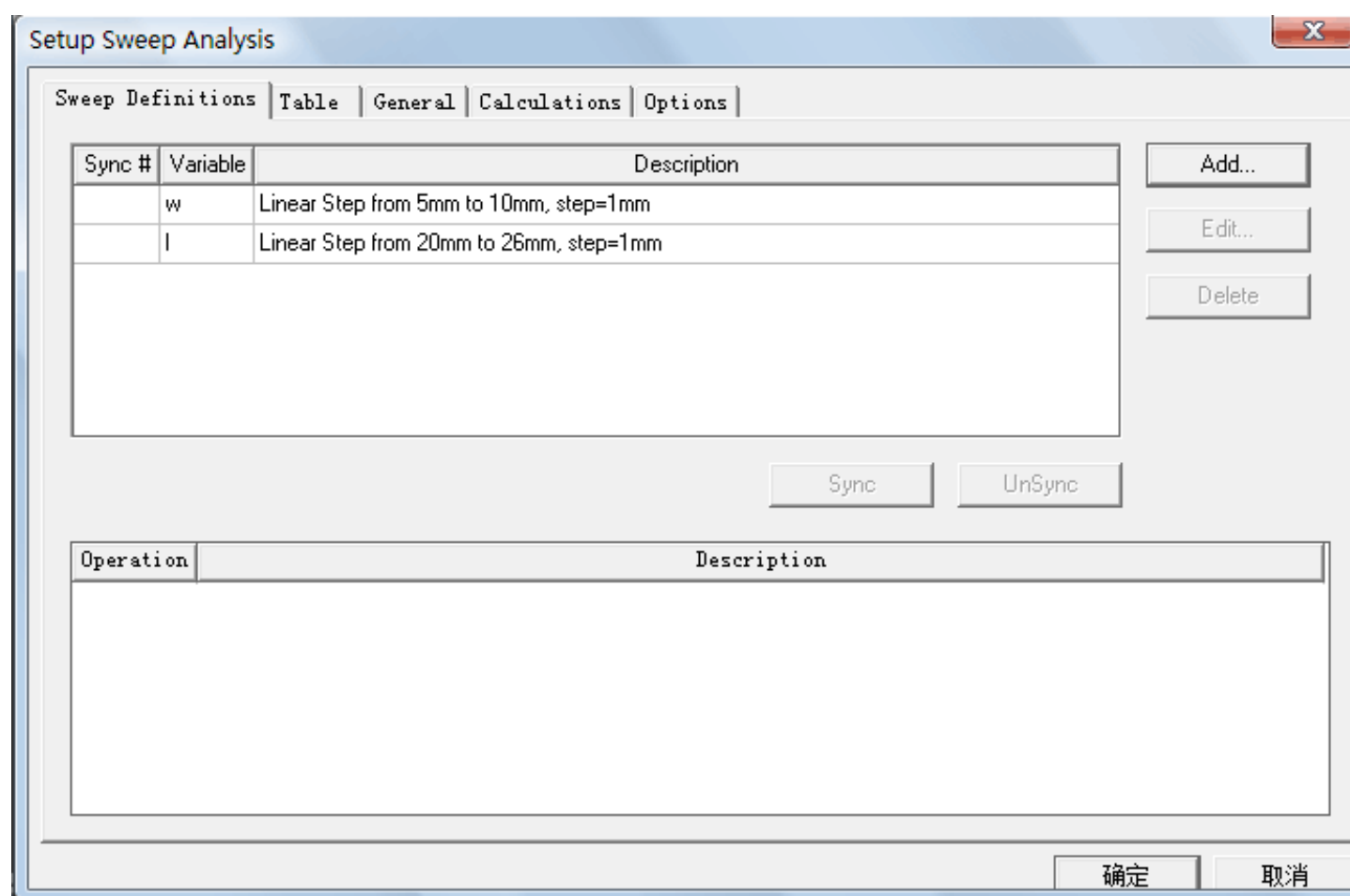
2、 随着  $w$  增加，小于  $-10\text{dB}$  的带宽会增加。



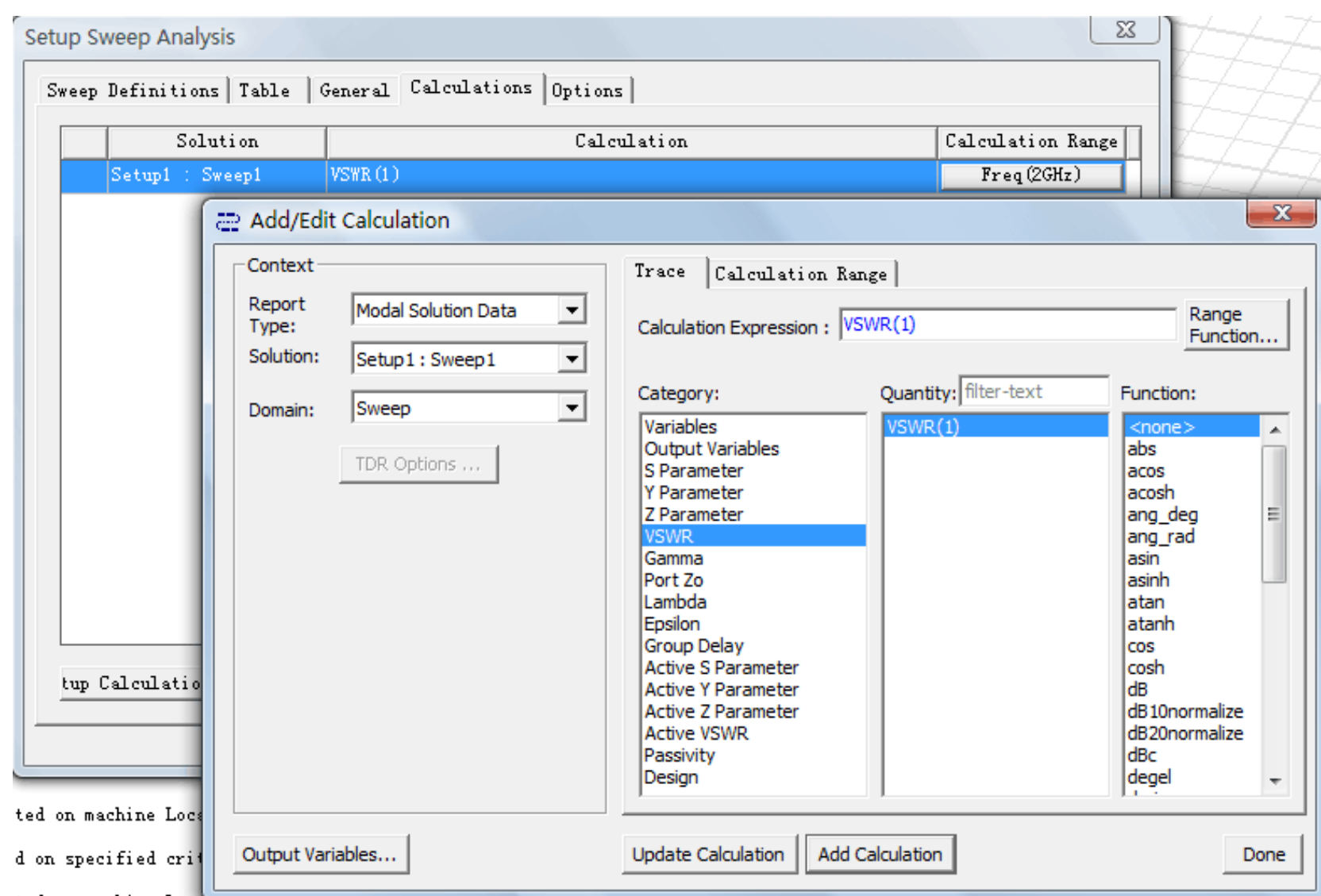
综合以上的结果，我们得到的结论是：如果同时调整  $l$  和  $w$  值，会改变天线的工作频率和带宽。当  $l$  和  $w$  选择一组合适的值，可以使工作频率和带宽均满足指标要求！即天线优化问题。

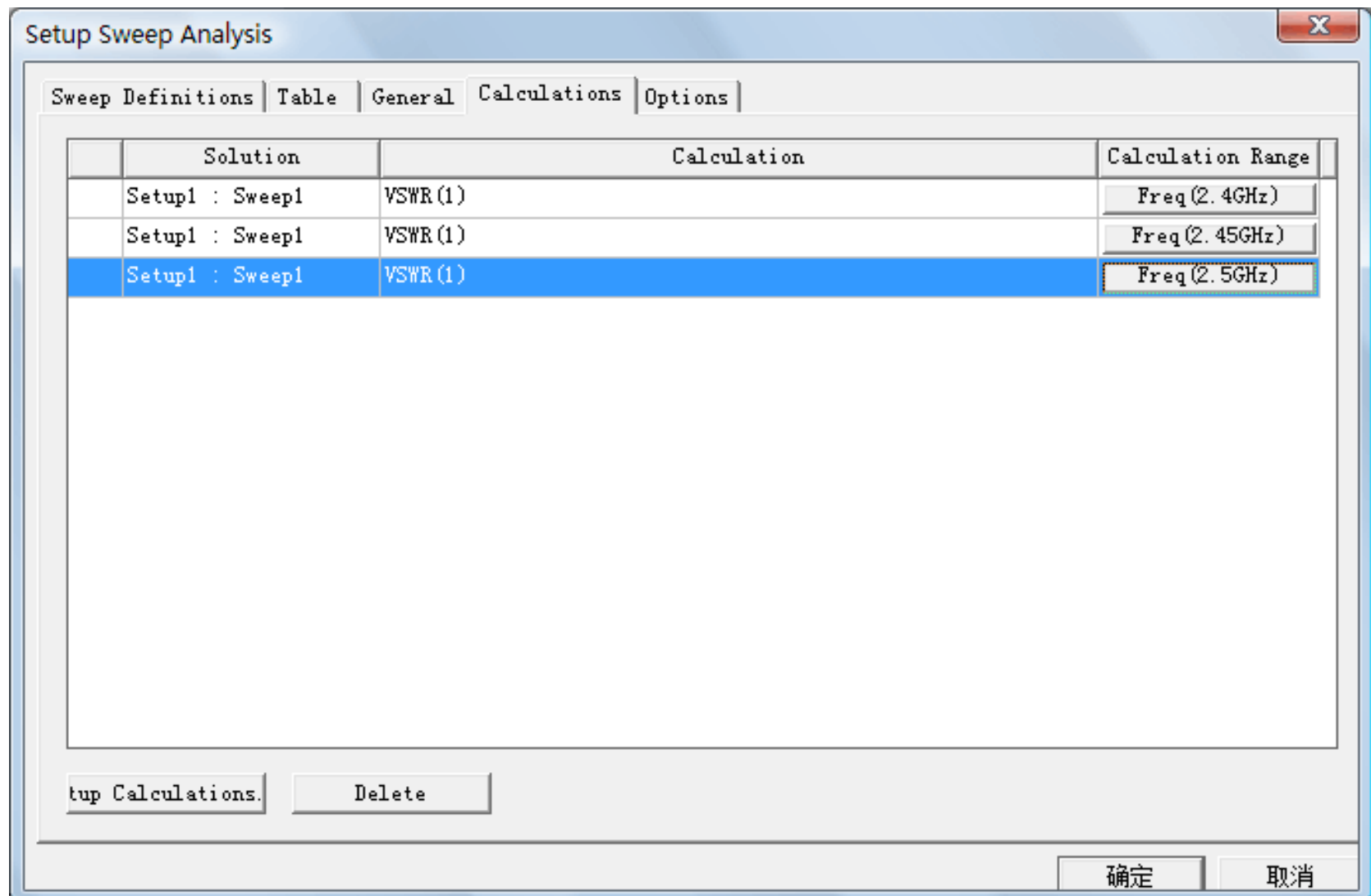
### 三、天线优化

1、一种喻为手动模式的优化方法，同时对两个参数进行扫描，即添加两个自动扫描参数如下。 $l$  和  $w$  取值组合一共有 42 种，我们希望计算所有取值下，2.4GHz、2.45GHz 和 2.5GHz 处的 VSWR 值。

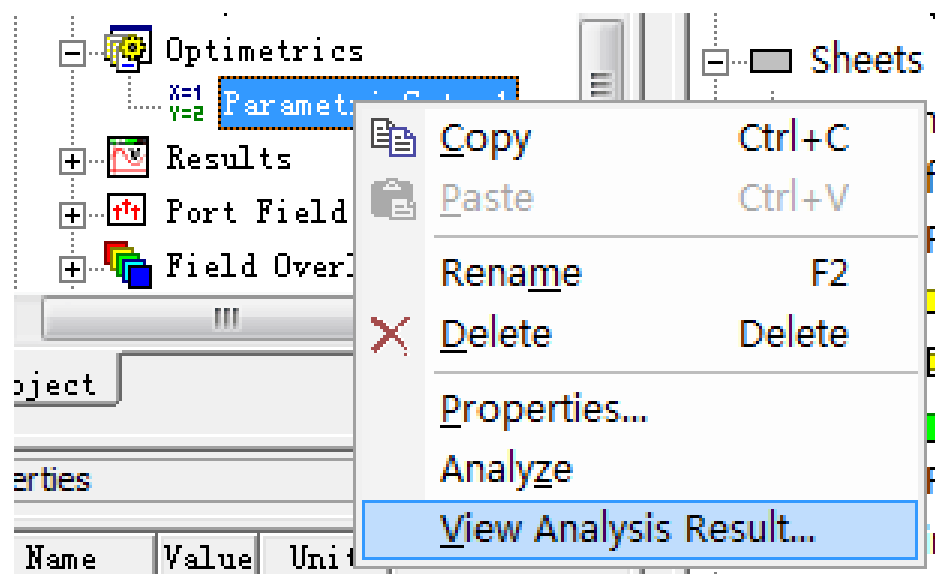


因此,在 Calculation 标签页,添加三个 VSWR 项,分别指向 2.4GHz、2.45GHz 和 2.5GHz。



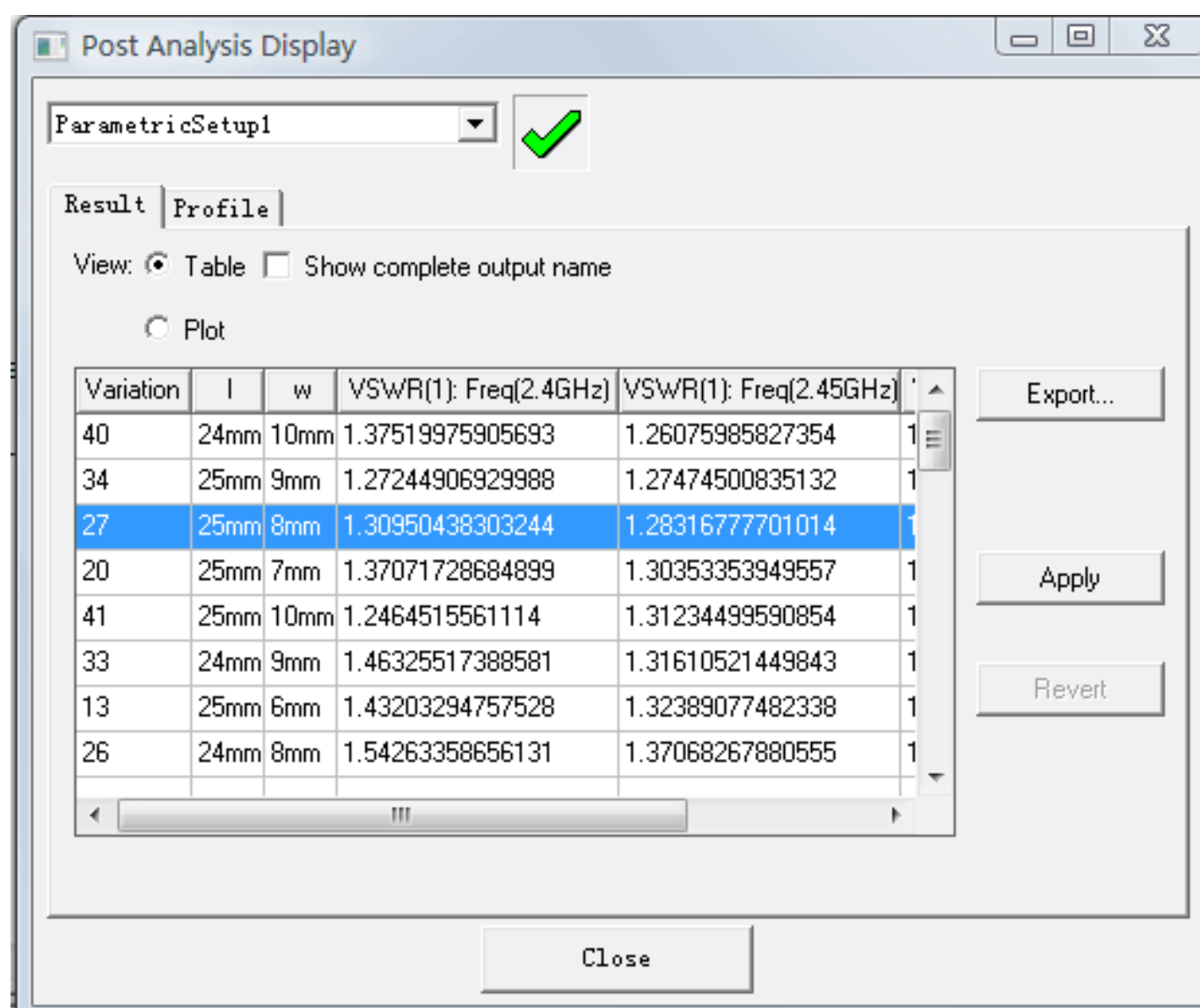


分析计算过程中，我们可以右键点击 ParametricSetup1，选择 View AnalysisResult，在打开的对话框中，选择 Table 可以查看已经完成的结果。

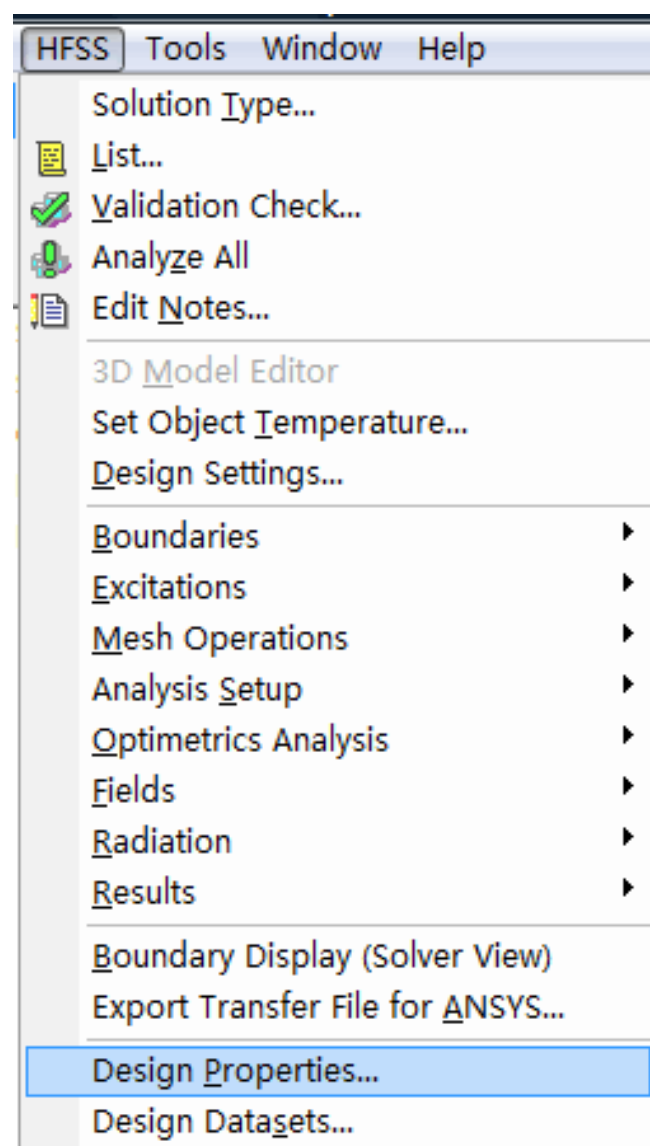


当分析过程结束，将所有结果排序后，可以折叠选择一组作为最优参数，点击右侧 Apply，作为最终模型参数的结果。这里选择  $l=25\text{mm}$ ， $w=8\text{mm}$ 。

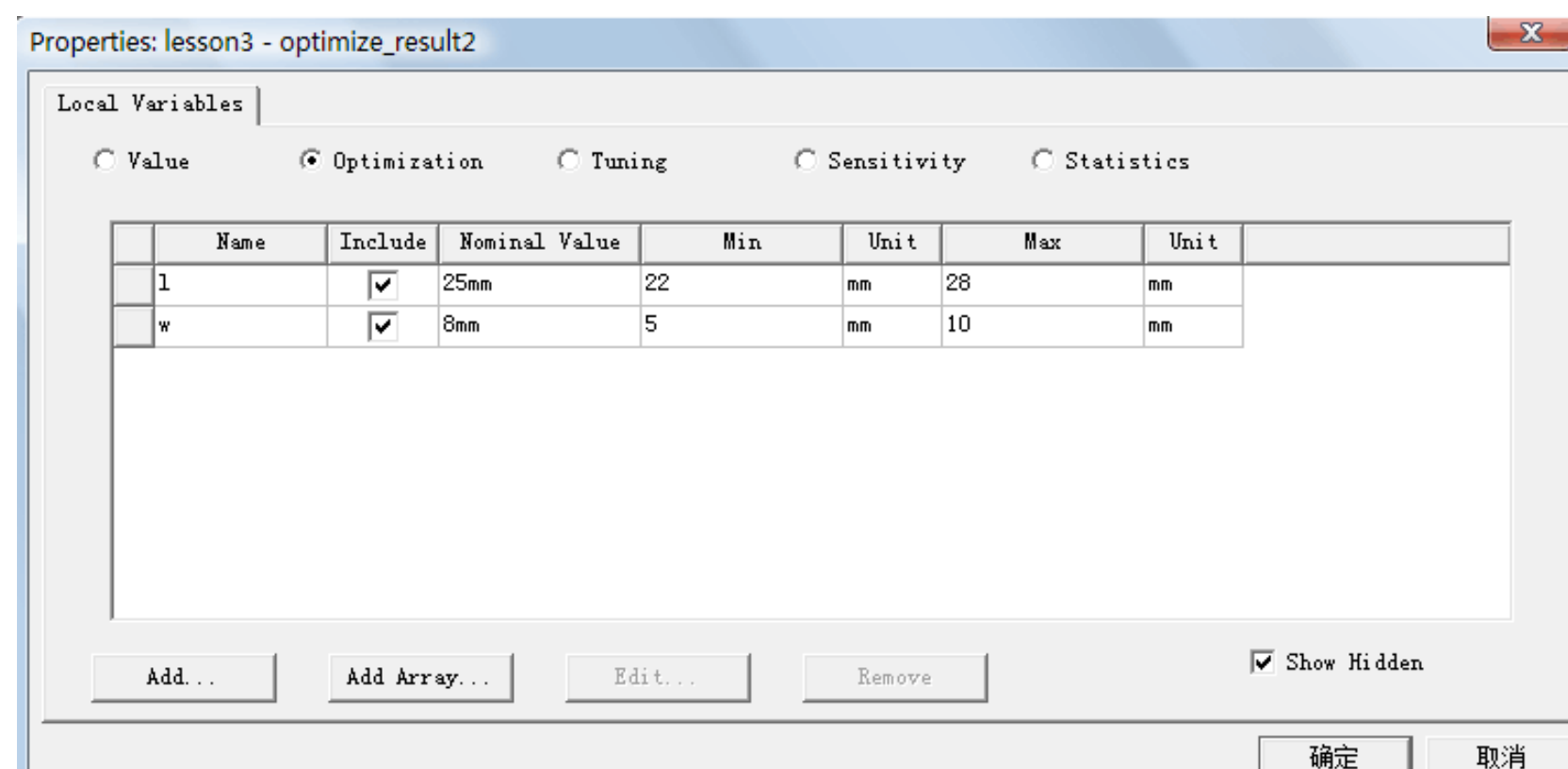




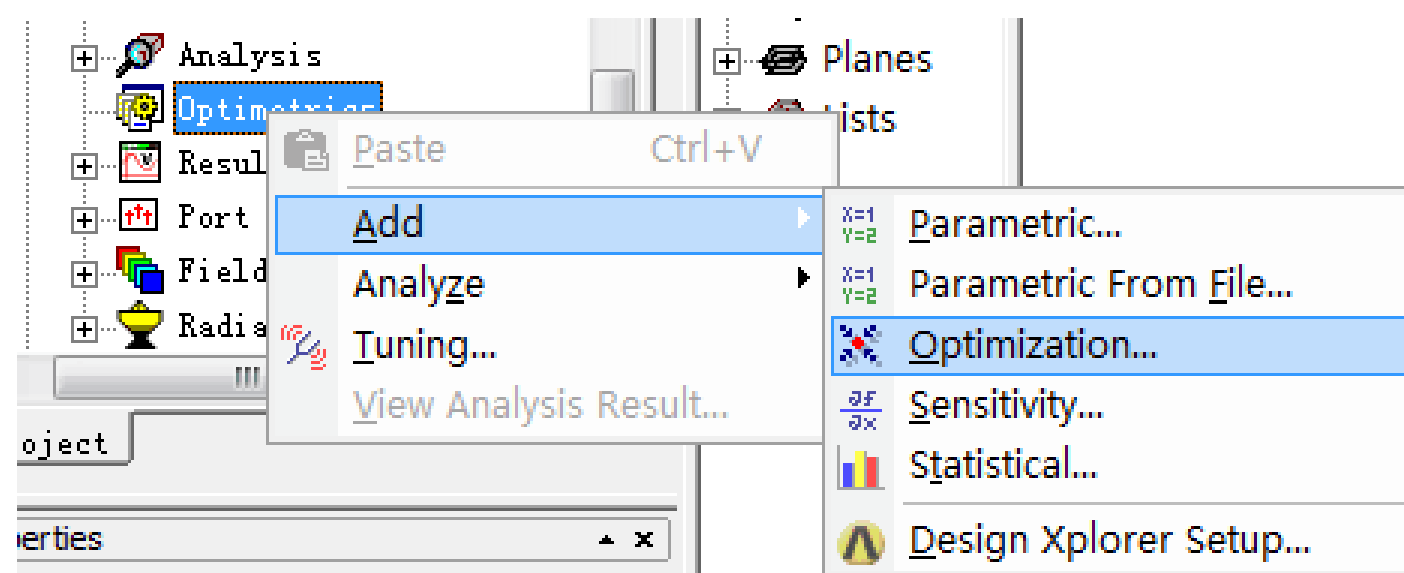
2、天线的第二种优化方法喻为全自动模式，只需指定变量的取值范围，目标函数满足的条件即可获得优化结果。



首先从菜单 HFSS-Design Properties 打开设计变量对话框。选择 Optimization 项，Include 下面勾选 l 和 w 变量，并估计最优参数大概的最小值和最大值区间。



然后右键点击工程树 Optimetrics 选择 Add-Optimization...

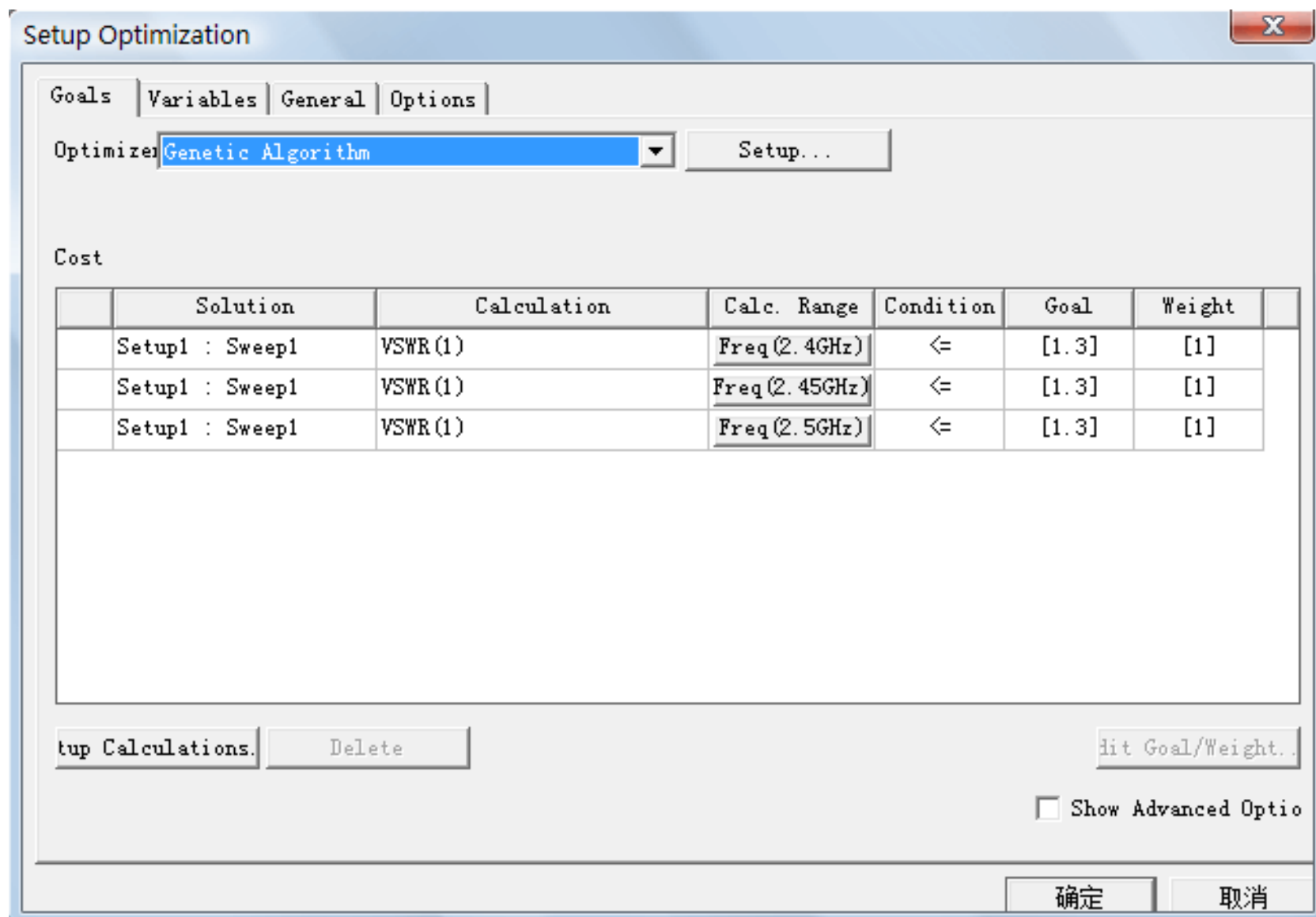


HFSS 提供了一下几种优化方法：

- 1、 柯西牛顿法：Quasi Newton
- 2、 遗传算法：Genetic Algorithm
- 3、 模式搜索：Pattern Search
- 4、 连续非线性规划：Sequential Non-linear Programming (SNLP)
- 5、 混合非线性规划：Sequential Mixed Integer NonLinear

## Programming

相对于参数扫描，自动优化完成的时间上不好掌握。如果自变量范围和优化类型选择合理，可以较快获得收敛。关于各种不同的优化方法，请参考附件资料。这里仅展示采用遗传算法设置以及其在 10min 内获得的优化结果。首先，在弹出的对话框中 Optimizer 选择 Genetic Algorithm，然后点击 Setup Calculation 按钮分别添加 2.4GHz、2.45GHz 和 2.5GHz 的驻波比。根据之前参数扫描分析的经验，Condition 设置为 1.3，权值设置为 1。



点击 Setup 进入细节设置，这里可以限定 Elapsed time 为 10min，在收敛缓慢的时候及时停止优化过程。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/416142120024011003>