

浙江大学



实验名称：	单极子天线的HFSS仿真
姓 名：	卢泽熙
学 院：	信息与工程学院
专 业：	信息工程
学 号：	320102478
指导教师：	王浩刚

2024 年 10 月 17 日

1 实验任务

使用HFSS软件模拟一个单极天线。具体要求如下：

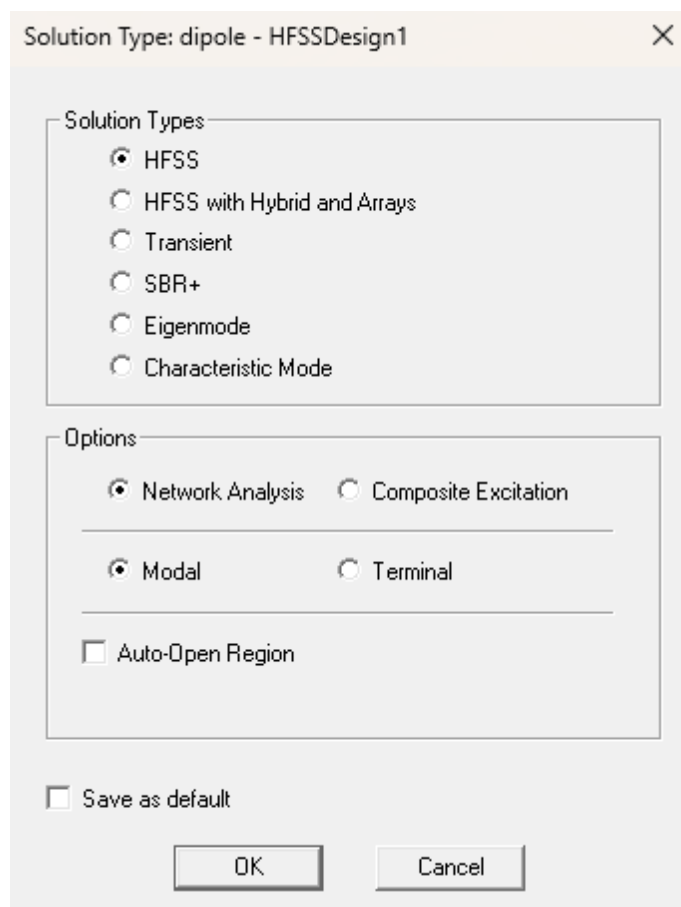
1. 单极天线的长度设置为0.25米；
2. PEC 接地板是一个 1 米乘 1 米的正方形；
3. 单极天线需要竖立在接地板的中心上方；
4. 模拟的频率范围是 200MHz 至 400MHz 。

2 仿真流程

2.1 新建设计工程

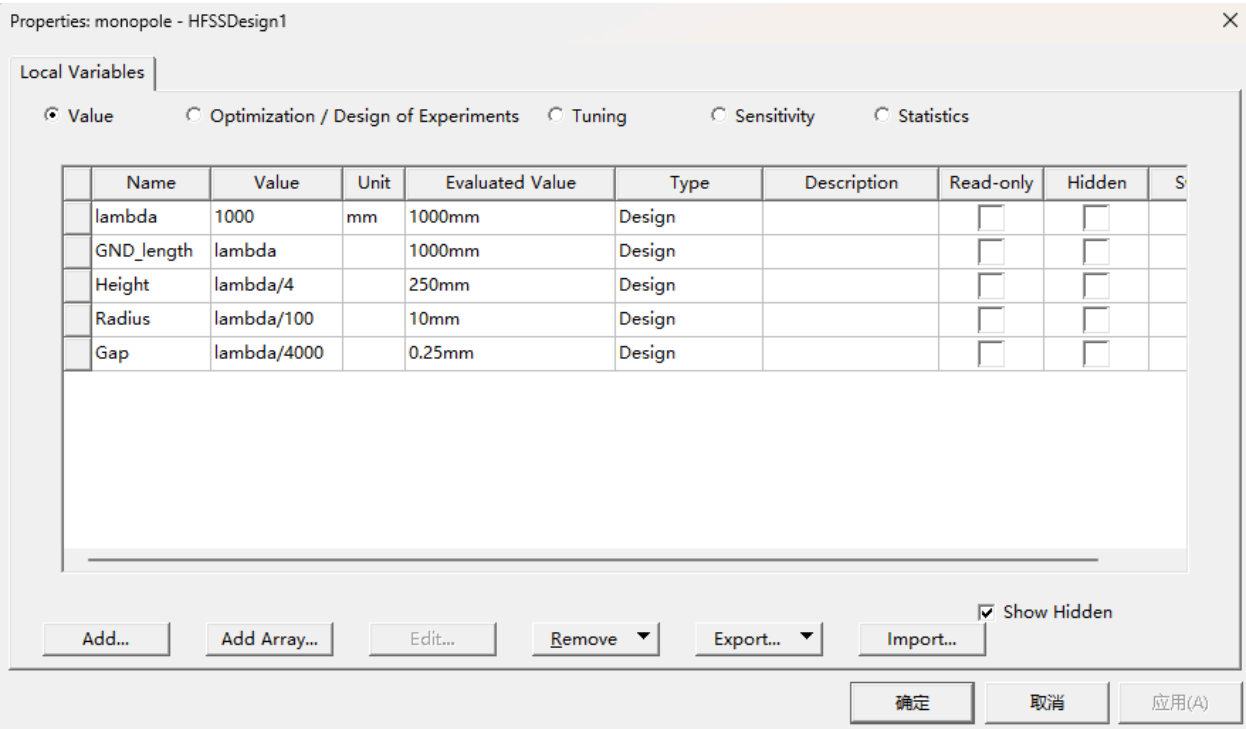
(1) 运行 **Ansys Electronics Desktop Student** 并新建 HFSS 工程，重命名为 monopole；

(2) 设置求解类型：在菜单栏中选择 **HFSS—Solution Type**，在弹出窗口中选择 **Modal**，完成设置：



2.2 添加设计变量

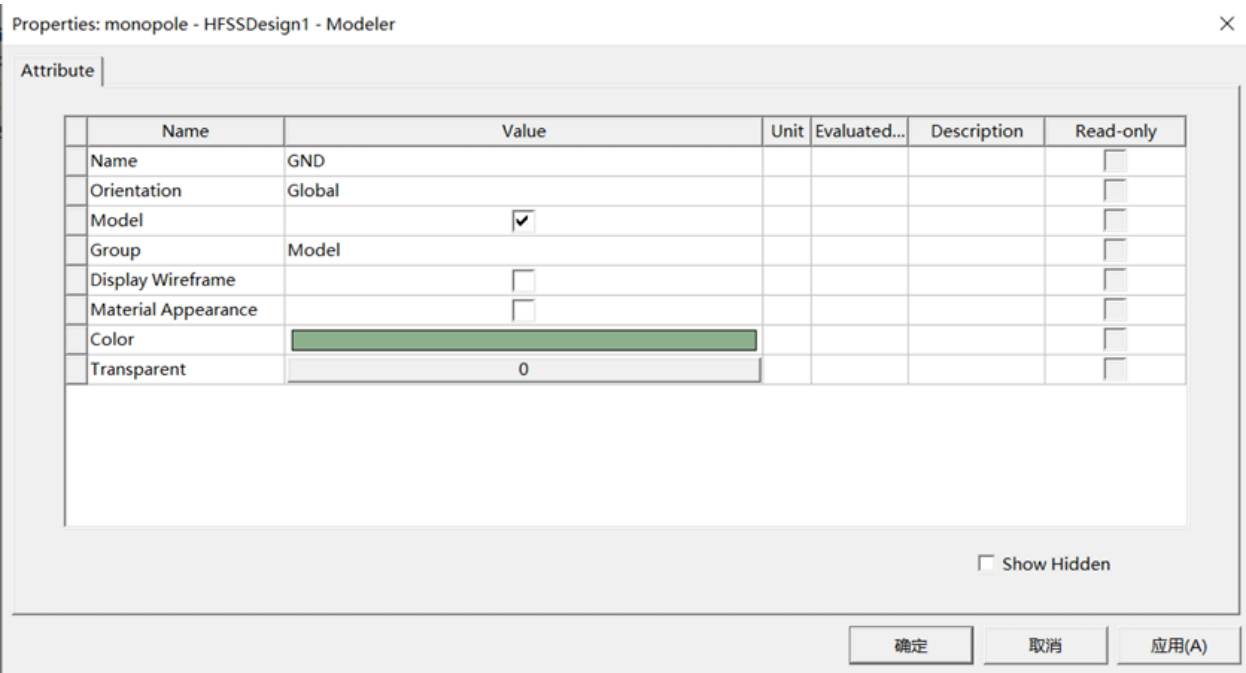
在主菜单栏中选择 **HFSS-Design Properties**，打开设计属性对话框，单击 **Add** 按钮，打开 **Add Property** 对话框，依次定义变量，如下图所示：



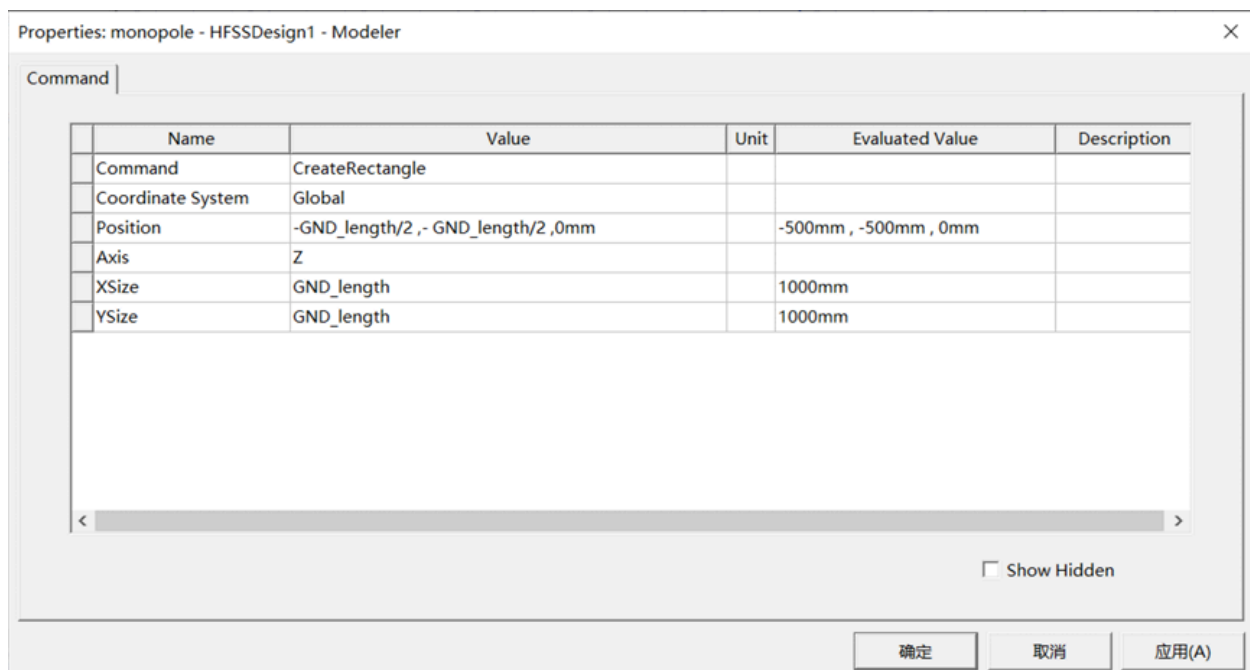
2.3 天线模型建立

2.3.1 创建 GND 矩形面

(1) 在主菜单栏中选择 **Draw----Rectangle** 创建矩形面，名称设置为 GND：

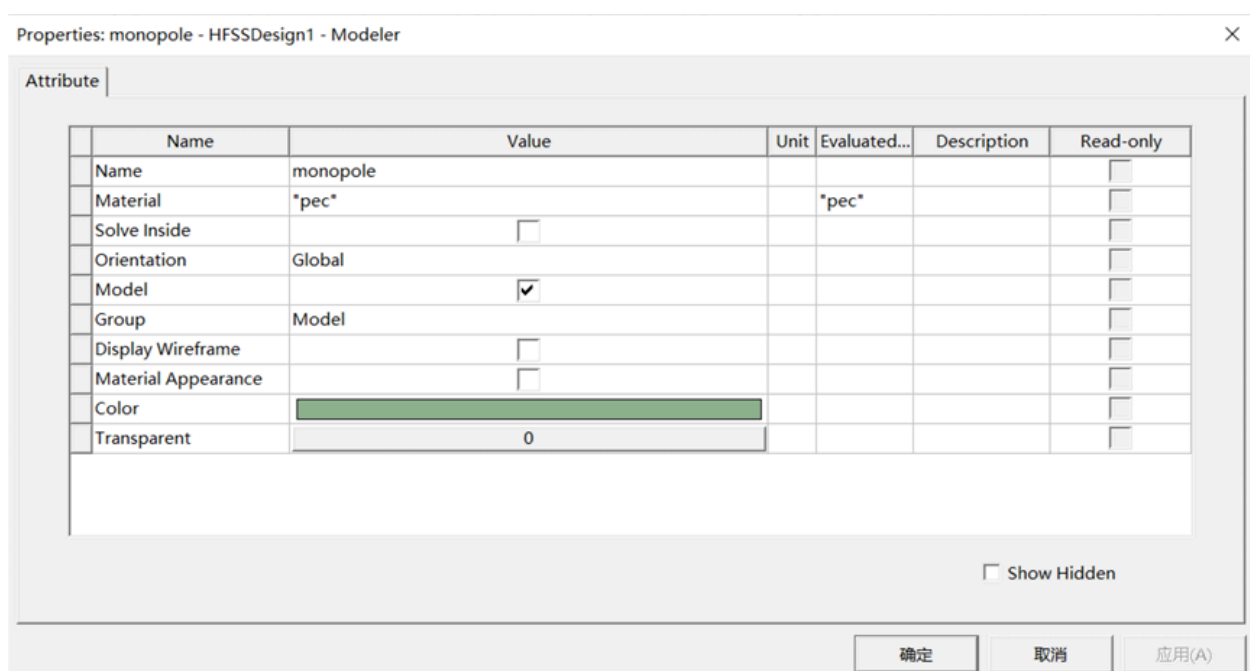


(2) 双击操作历史树中的 **GND----CreateRectangle** 节点，打开新建矩形面属性对话框的 Command 选项卡，在选项卡中设置矩形面的中心坐标和边长，如下所示：

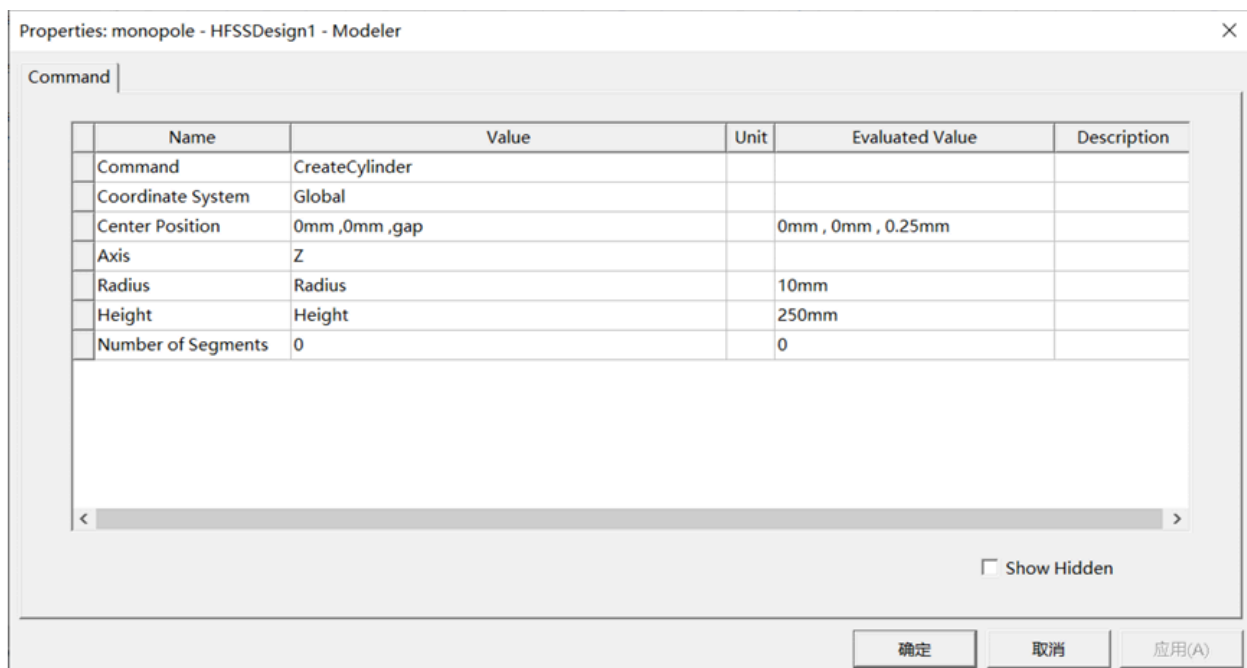


2.3.2 生成单极子天线

(1) 在主菜单栏中选择 **Draw—Cylinder** 创建圆柱体，圆柱体名称设置为 monopole，材质为 pec：

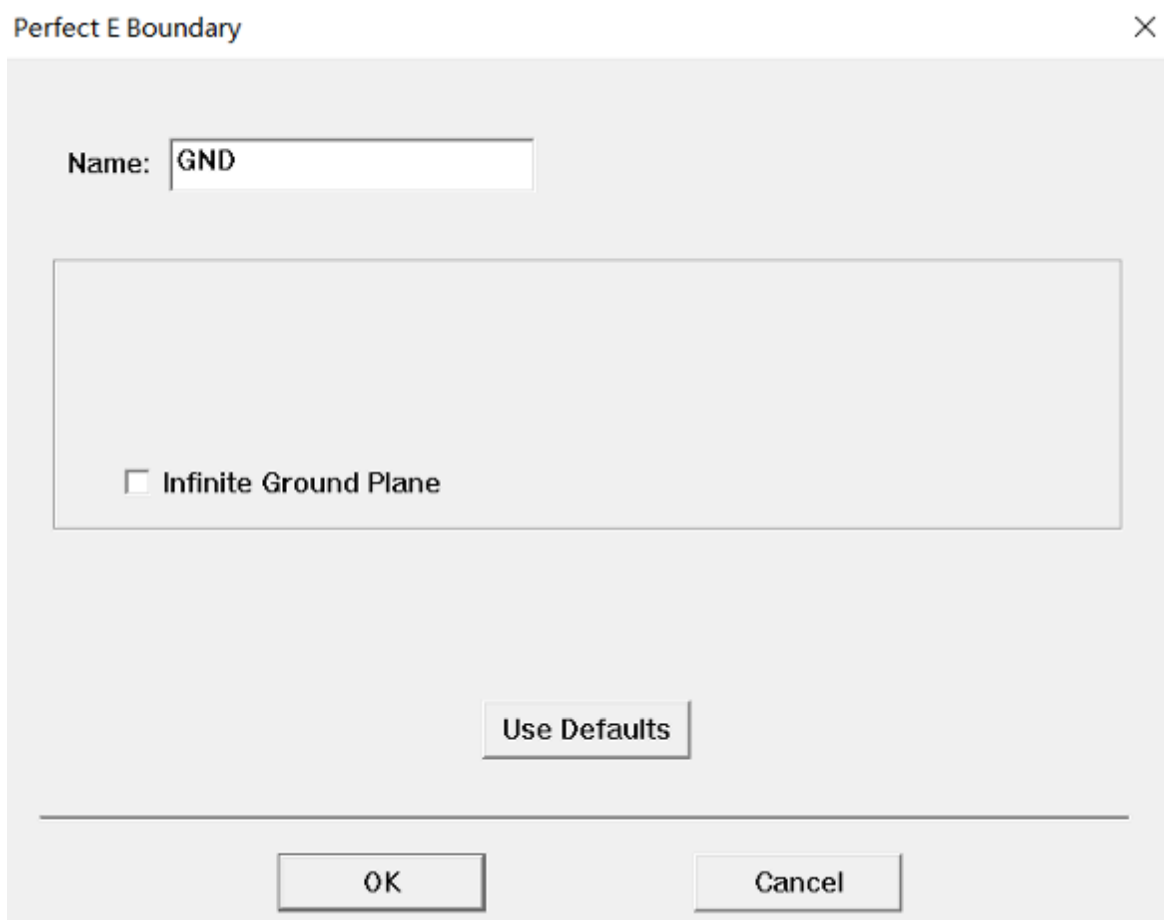


(2) 双击操作历史树下 **monopole----CreateCylinder** 节点，打开新建圆柱体属性对话框的 Command 选项卡，在选项卡中设置圆柱体的底面圆心坐标、半径和长度：



2.3.3 设置端口激励

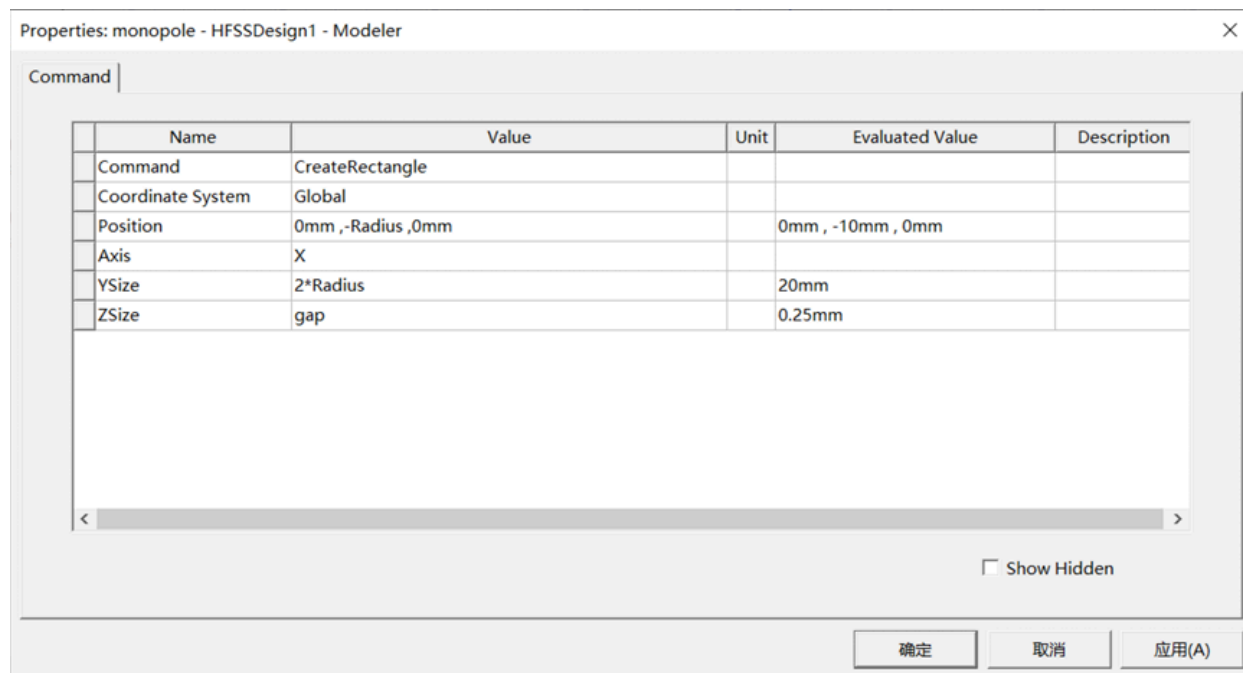
(1) 选中 **Sheets-----GND**，在弹出的快捷菜单中选中 **Assign Boundary—Perfect E**，并将边界条件名字设置为 GND，如图所示：



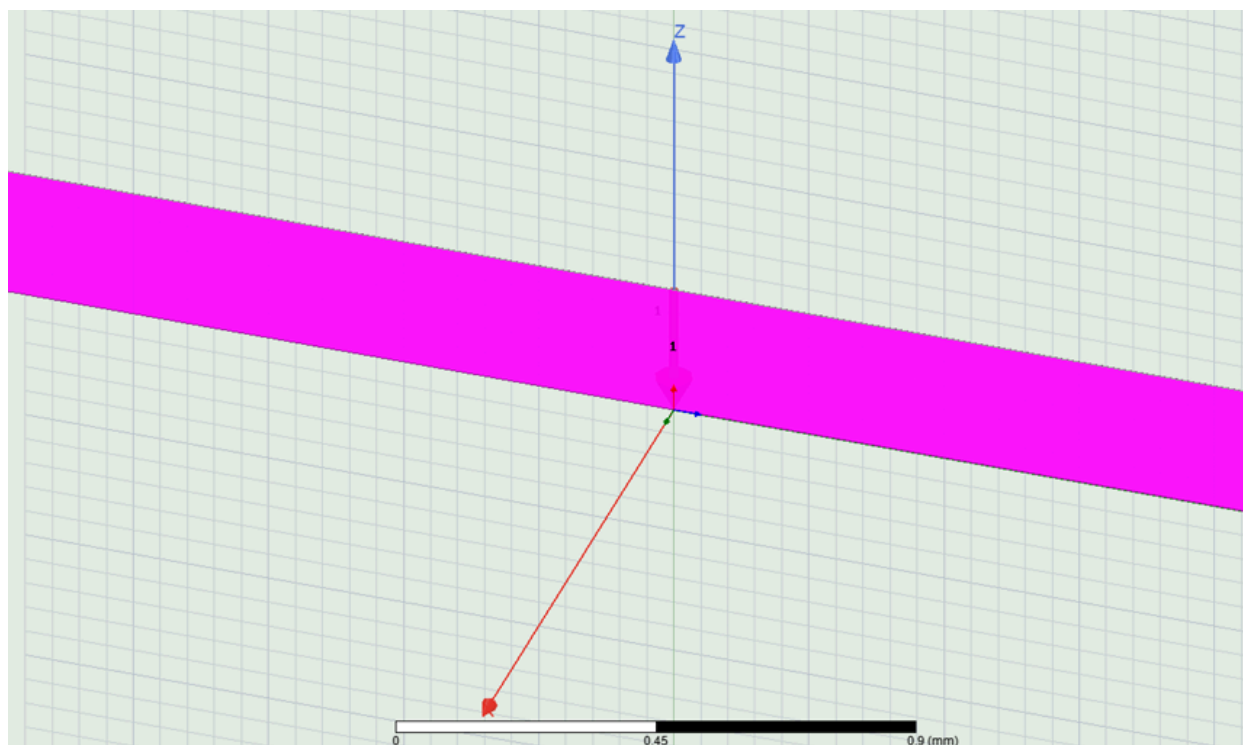
(2) 单击工具栏上的 xy 下拉菜单列表框，选择 yz 选项，把当前工作面设置为 yz 平面，然后从主菜单栏中选择 **draw-----rectangle**，创建端口矩形；

(3) 双击操作历史树中的 **sheets----Rectangle1** 节点，打开新建矩形面属性对话框，把矩形面的名称设置为 **Port**；

(4) 双击操作历史树下 **Port----CreateRectangle** 节点，在选项卡中设置矩形面的顶点坐标和大小；

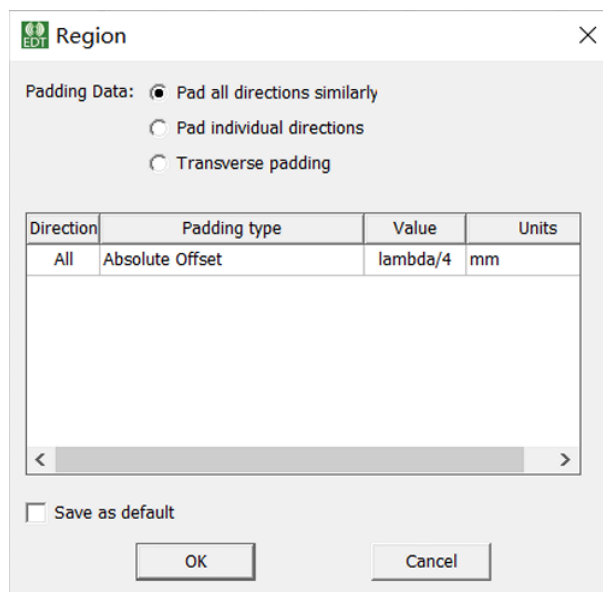


(5) 点击操作历史树的 **Sheets----Port**，在菜单中选中 **Assign Excitation--Port--Lumped Port**，在打开的集总参数设置对话框中，将 Full Port Impedance 设为 50Ω ，单击下一页；在 Modes 对话框中单击 **Integration Line--None**，从下拉菜单中选择 **New Line**，在进入的三维模型窗口中画出一条由下至上的端口积分线，在 Port Processing 对话框中中选择 **Do Not Renormalize**，单击完成。



2.3.4 设置辐射边界条件

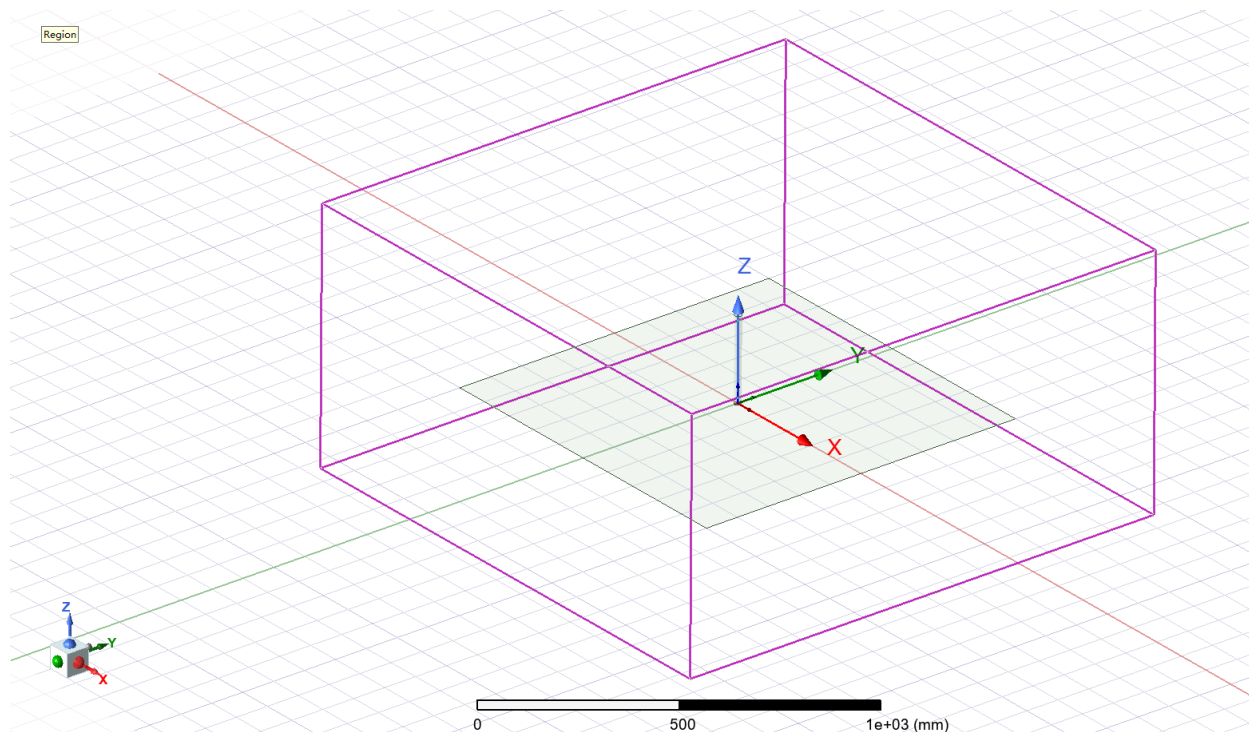
(1) 在菜单栏中选择 **Create Region**，并在弹出的窗口中将 Padding Type 改为 **Absolute Offset**，Value 改为 $\lambda/4$ ，如下图所示：



(2) 双击操作历史树下 Region，打开属性对话框，设置材质为 **air**，透明度为0.8；

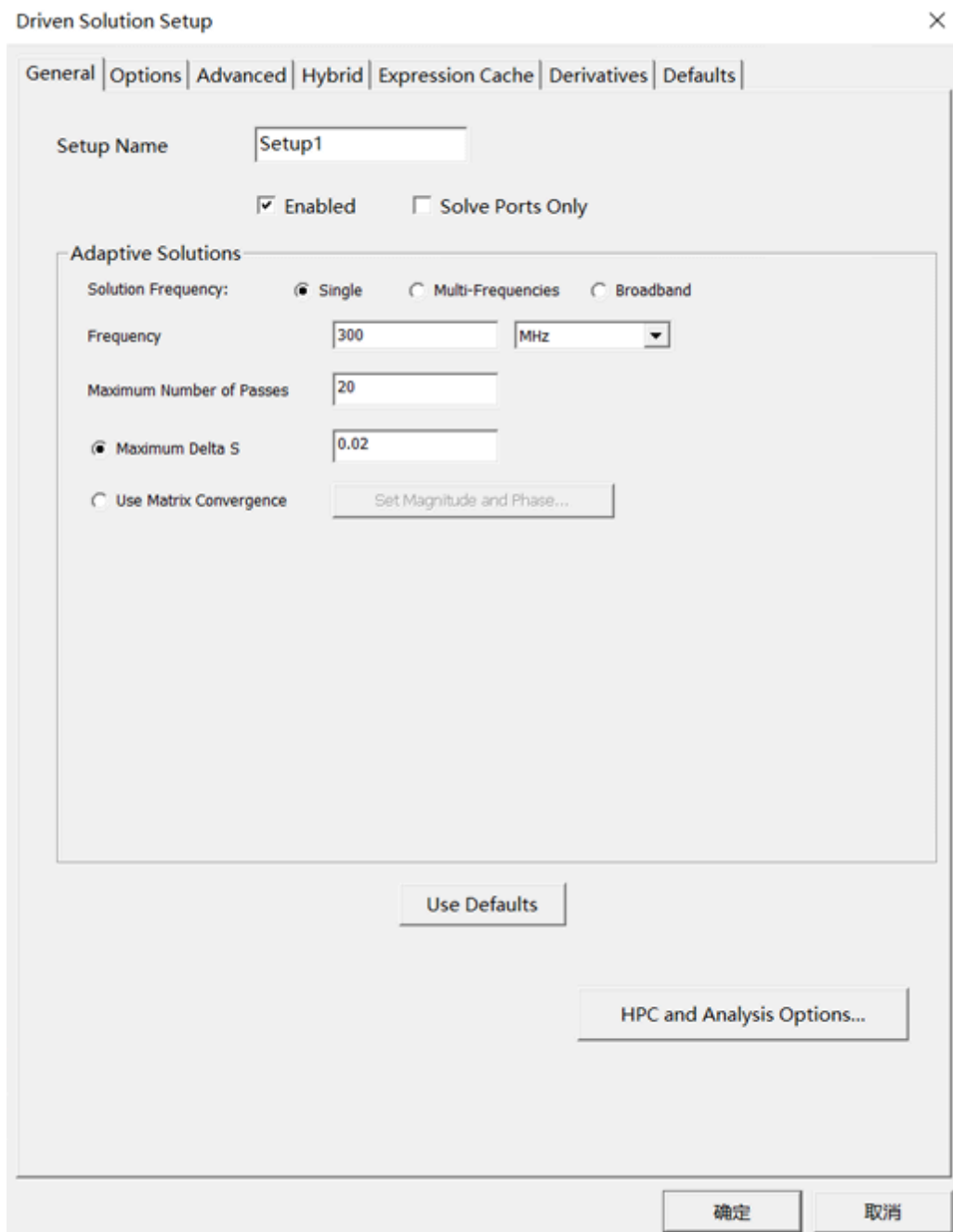
(3) 在操作历史树下单击 **Region** 节点，在弹出的快捷菜单中选择 **Assign Boundary-Radiation**，打开辐射边界条件设置对话框，保留默认设置，从而将Region表面设置为辐射边界条件。

至此，单极子天线模型建立完毕，完整模型图如下所示：

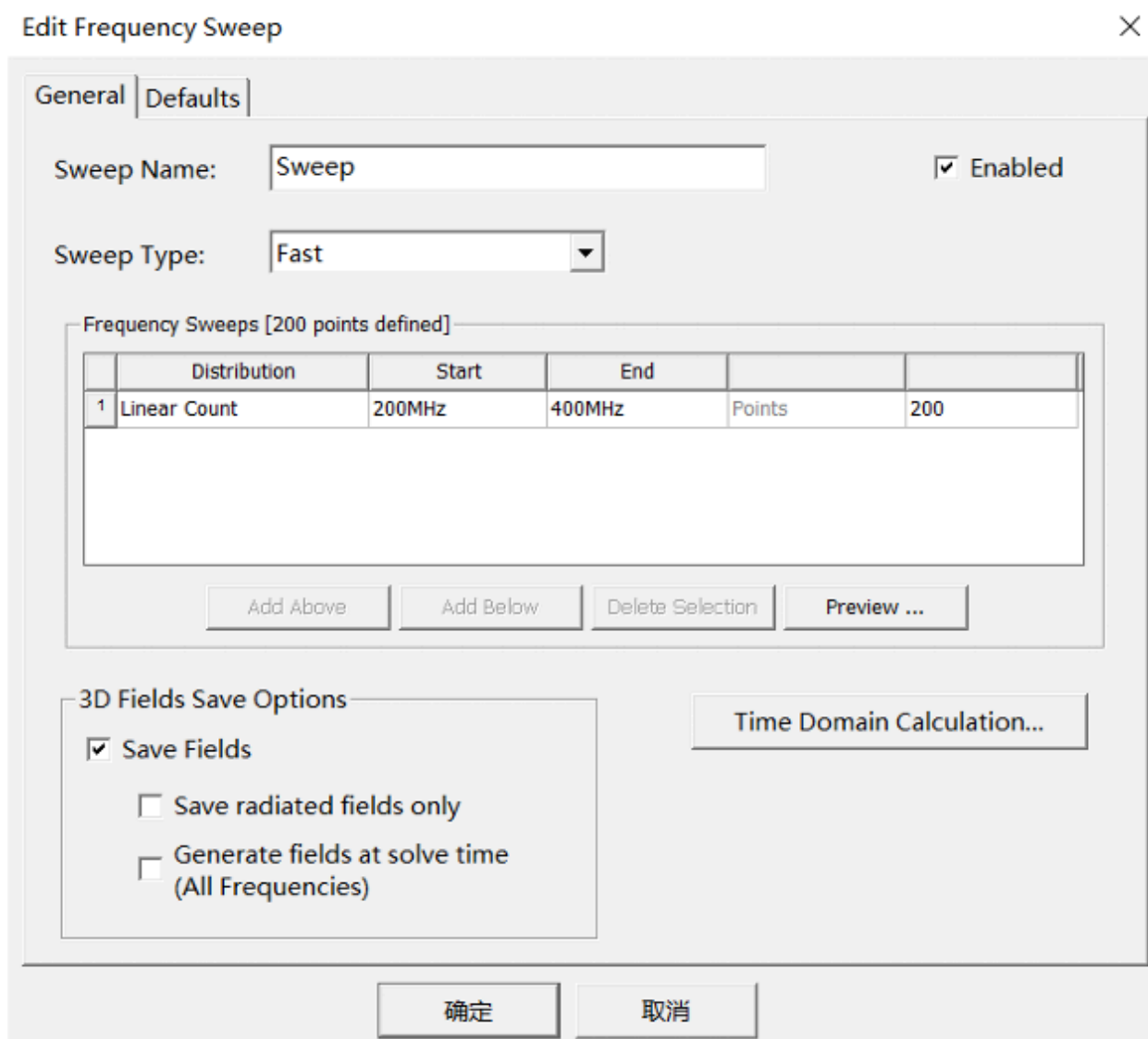


2.4 求解设置

(1) 求解频率和网格剖分设置：右键工程树下的 **Analysis**，弹出对话框中选中 **Add Solution Setup**，将求解频率设为 300MHz ，自适应网格剖分的最大迭代次数设为 20，收敛误差 0.02，如图所示：

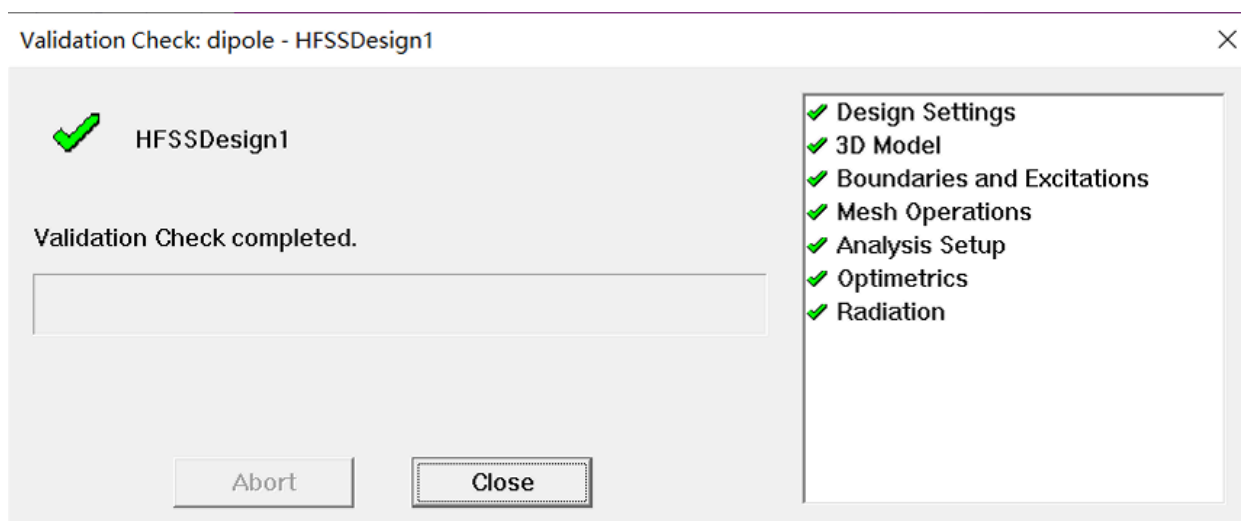


(2) 扫频设置：展开工程树下的 **Analysis** 节点，右键单击求解设置项 **Setup1**，在弹出的对话框中选择 **Add Frequency Sweep**，扫频类型为快速扫频，扫频范围 $200\text{MHz} - 400\text{MHz}$ ，点数为 200：



2.5 设计检查及运行

(1) 选择主菜单中 **HFSS-Validation Check**，得到如下对话框，表明设计正确：



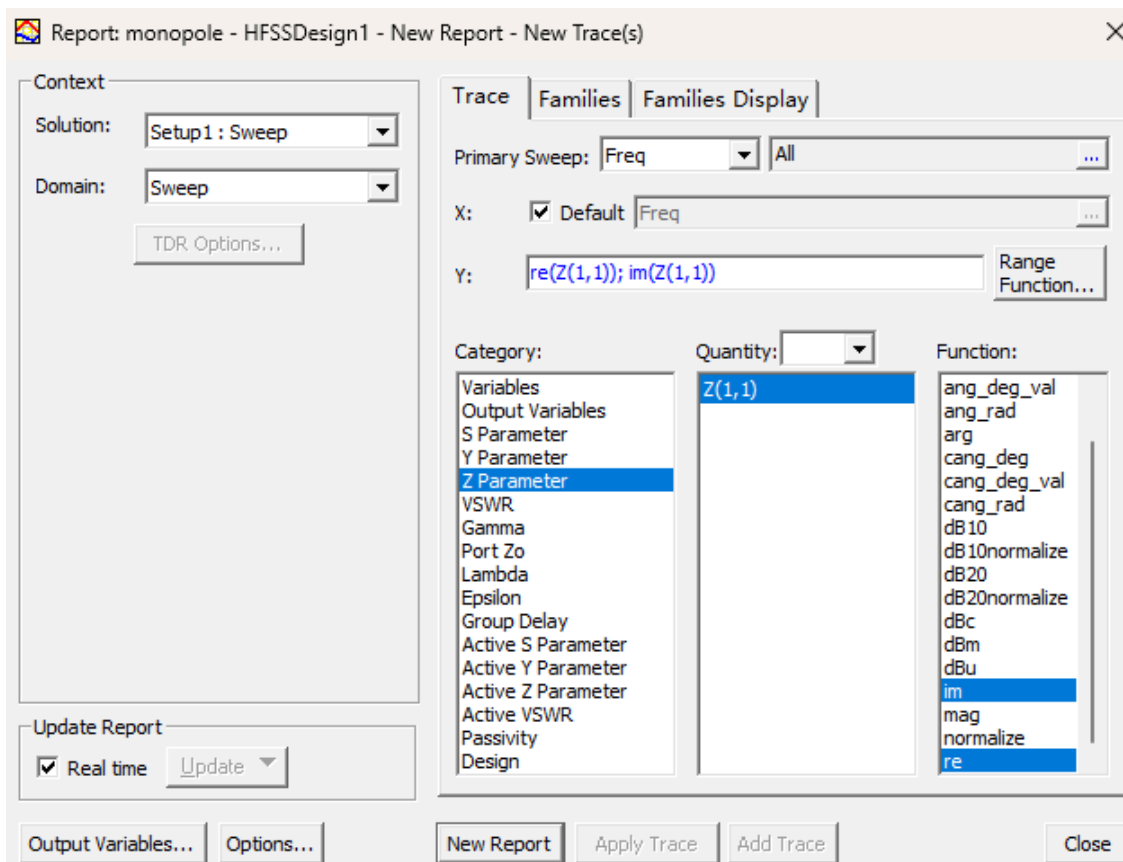
(2) 右键单击工程树下的 **Analysis—Setup1**，在弹出菜单中选择 **Analyze**，运行分析。

3 数据处理

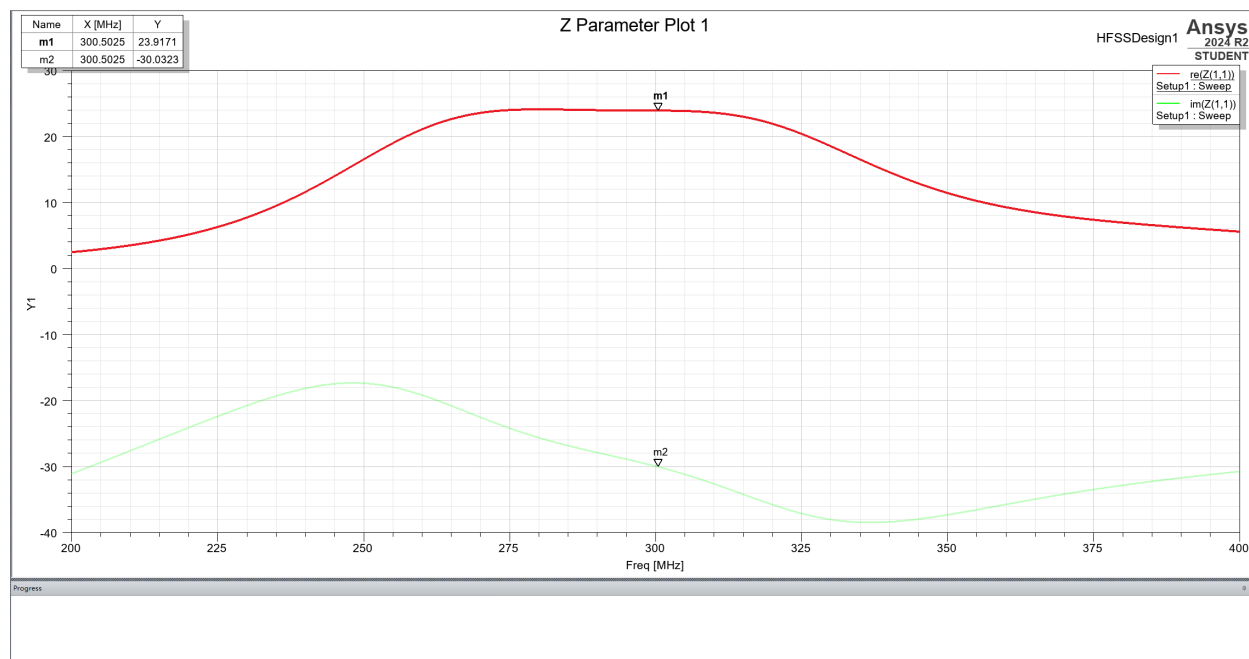
仿真分析完成后，在数据后处理部分能够给出天线的各项性能参数的仿真分析结果。

3.1 输入阻抗

右键单击工程树下的 **Results** 节点，在弹出的菜单中选择 **Create Model Solution Data Report—Rectangle Plot** 命令，打开报告设置对话框，如图所示：



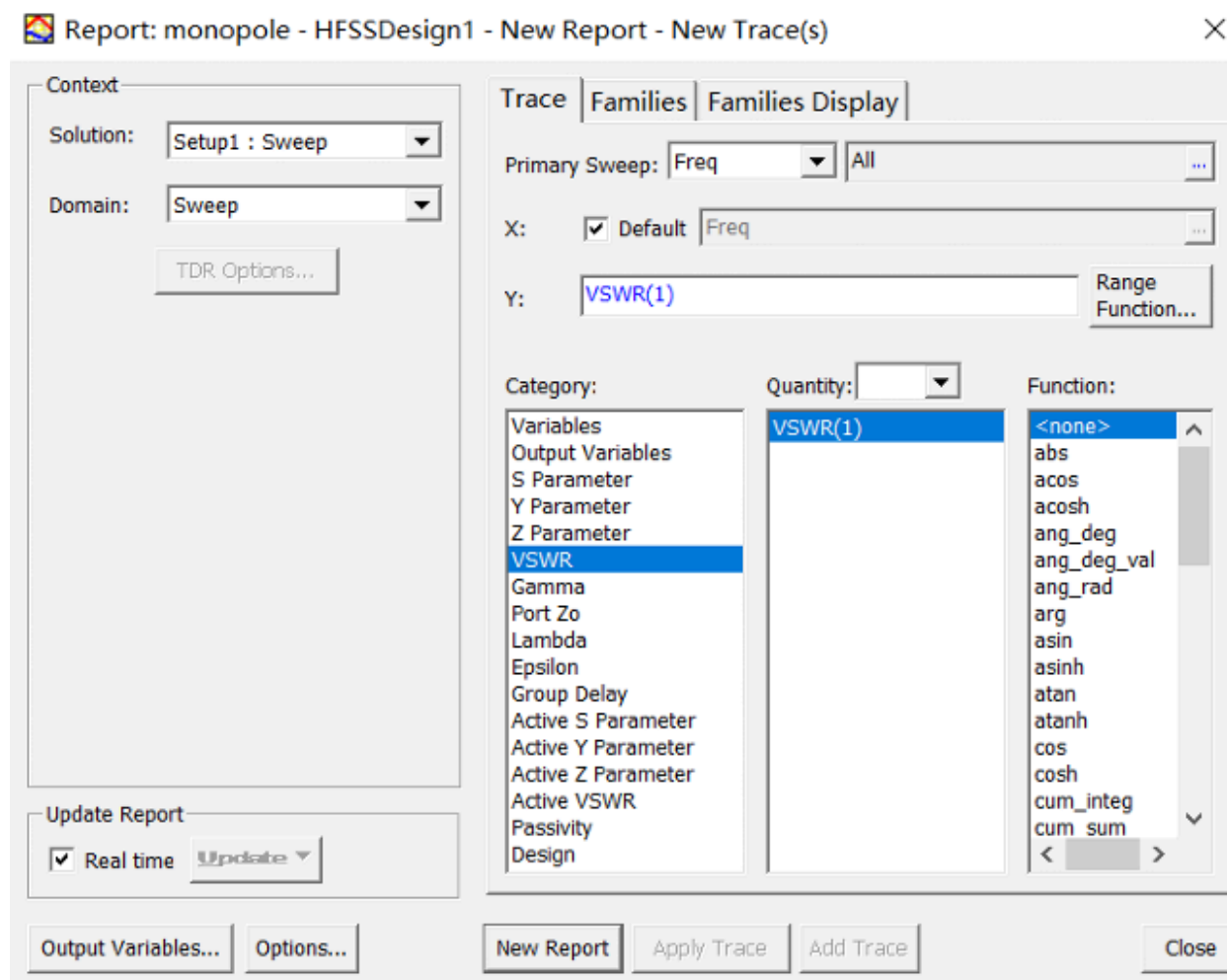
单击 **New Report** 按钮，此时可以生成天线输入阻抗分析结果：



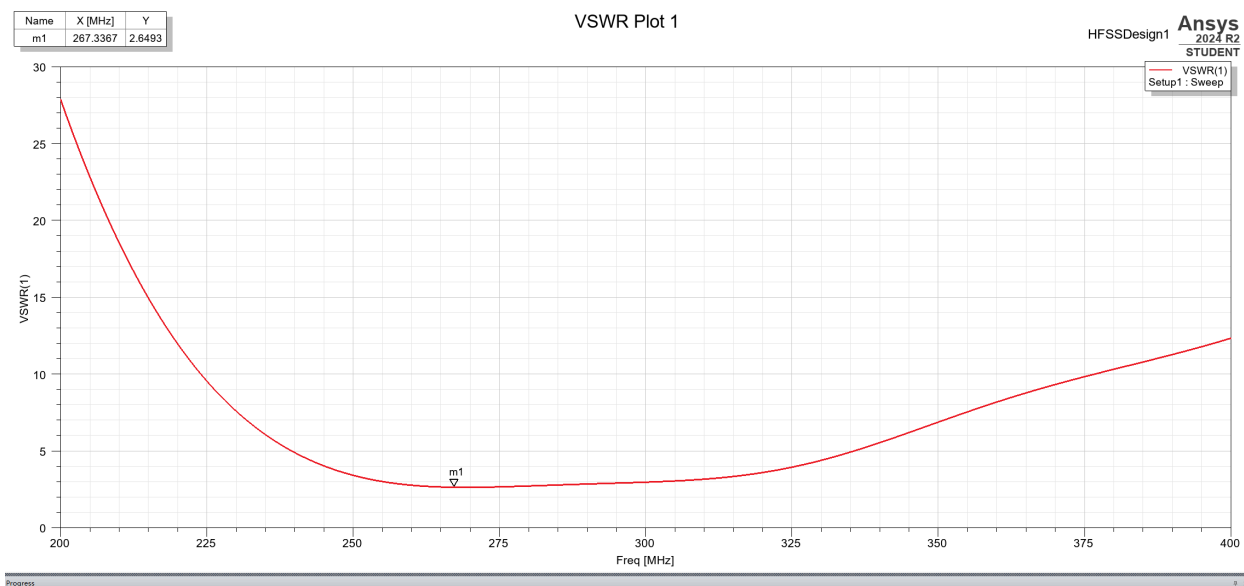
由仿真结果可知，当连接 50Ω 传输线时，单极子天线在 $300MHz$ 左右的输入阻抗约为 $(23.9 - j30.0)\Omega$ ；在整个频带内，天线的电抗始终为负，呈容性。随着频率的增加，天线的电阻先增加再减小；容抗先减再增再减，与理论分析相一致

3.2 电压驻波比

右键单击工程树下的 **Results** 节点，在菜单中选择 **Create Model Solution Data Report—Rectangle Plot** 命令，打开报告设置对话框，按下图设置：



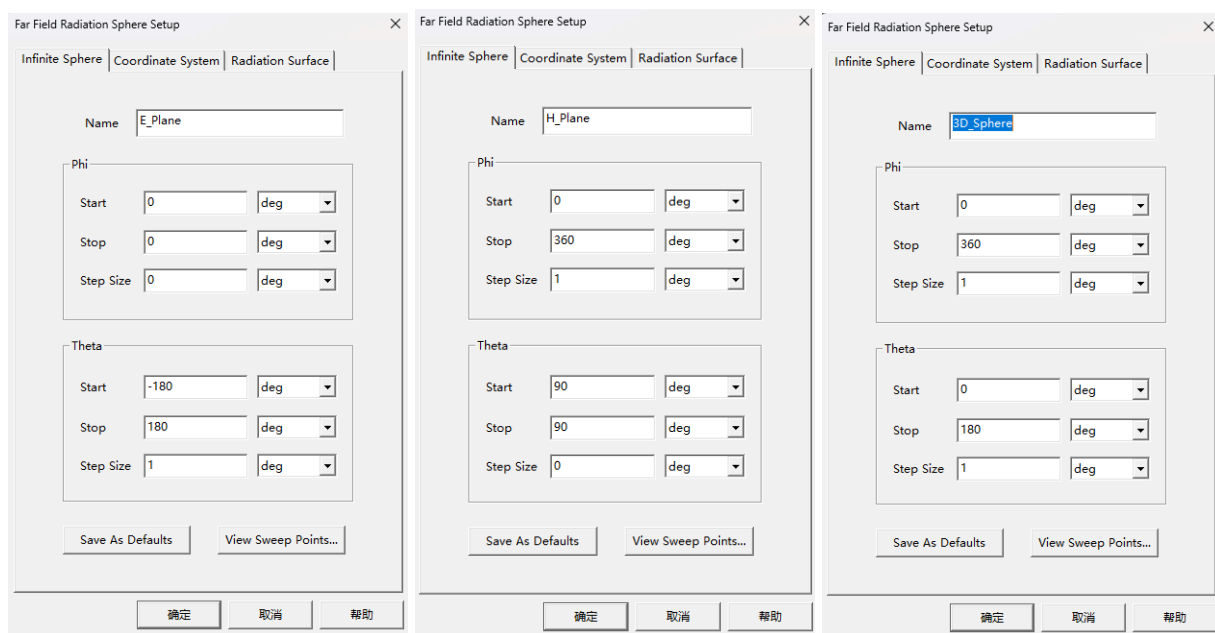
单击 **New Report**，得到天线的驻波比分析结果：



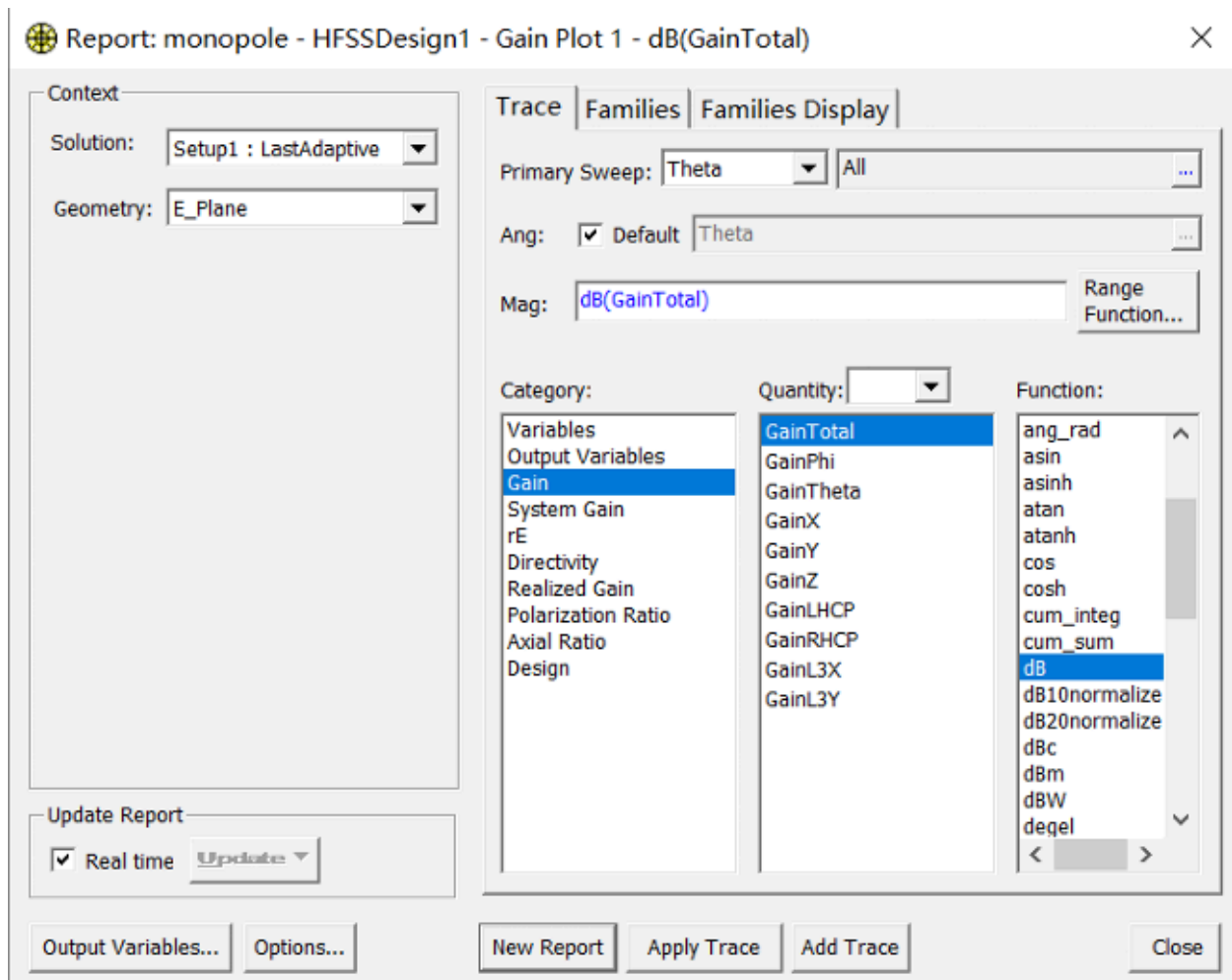
结果分析：由仿真结果可知，当连接 50Ω 传输线时，单极子天线的电压驻波比 $VSWR$ 在 $267MHz$ 附近取得最小值，最小值约为2.65，此时天线的反射相对较小，有较好的工作性能；在其余频段，天线的电压驻波比相对较大，能量的反射损耗较多，不利于天线的正常工作。

3.3 辐射特性

(1) 定义辐射表面：右键单击工程树下的 **Radiation** 节点，在弹出的快捷菜单中选择 **Insert Far Field Setup—Infinite Sphere**，打开 **Far Radiation Sphere Setup**，依次完成以下设置；

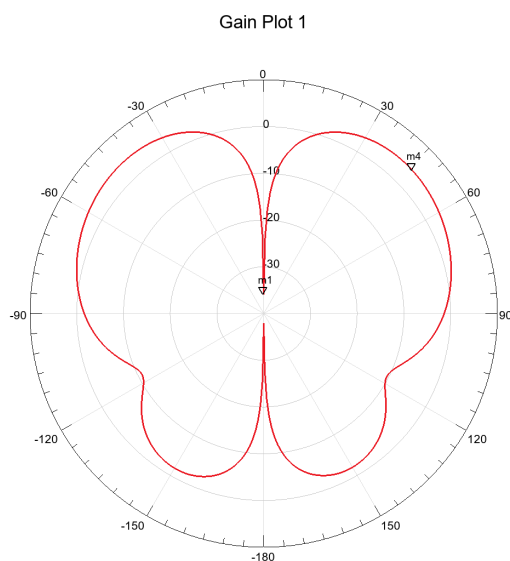


(2) 右键单击工程树下的 **Results** 节点，在弹出的菜单中选择 **Create Far Fields Report—Radiation Pattern** 命令，如下设置对话框：

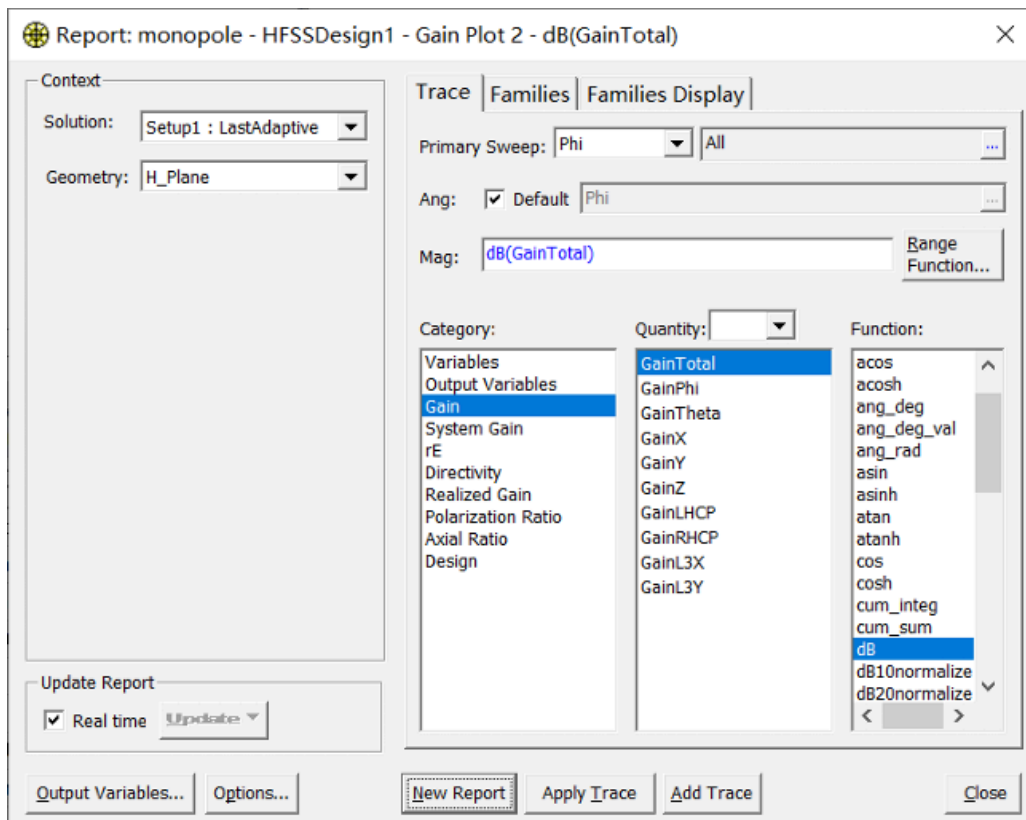


点击 **New Report** 按钮，生成极坐标系下天线的 xz 面增益方向图，如图所示：

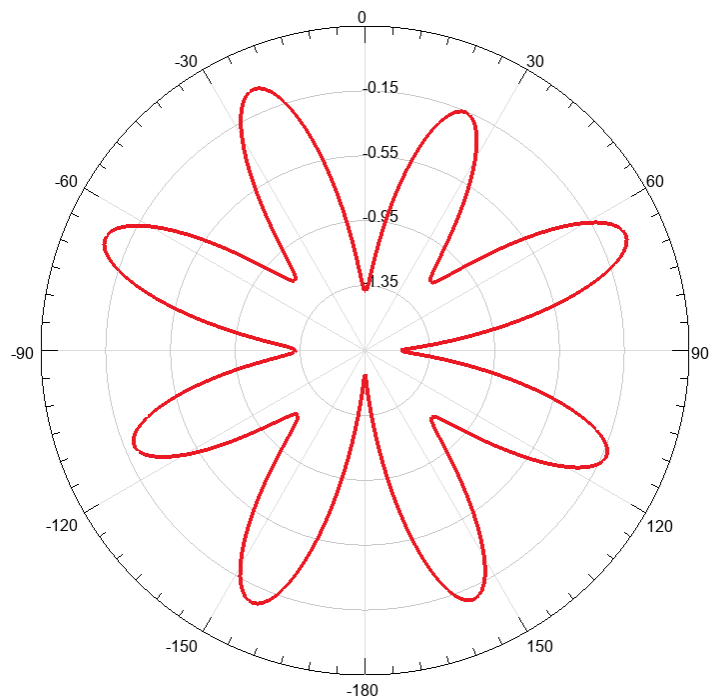
Name	Theta [deg]	Ang	Mag
m1	0E+00	4.9738E-13	-35.8515
m4	46	46.0000	4.1444



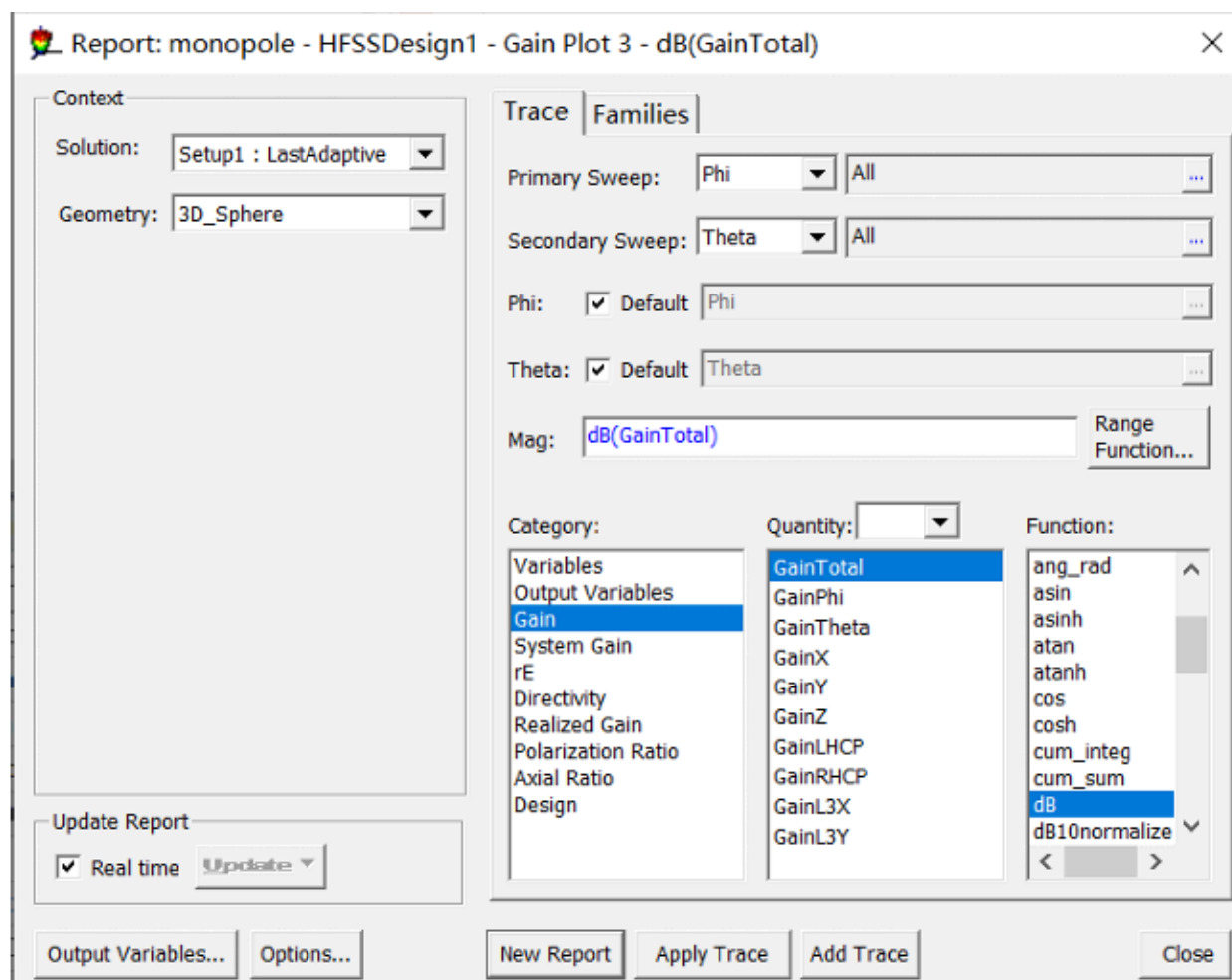
(3) 右键单击工程树下的 **Results** 节点，在弹出的菜单中选择 **Create Far Fields Report—Radiation Pattern** 命令，如下设置对话框：



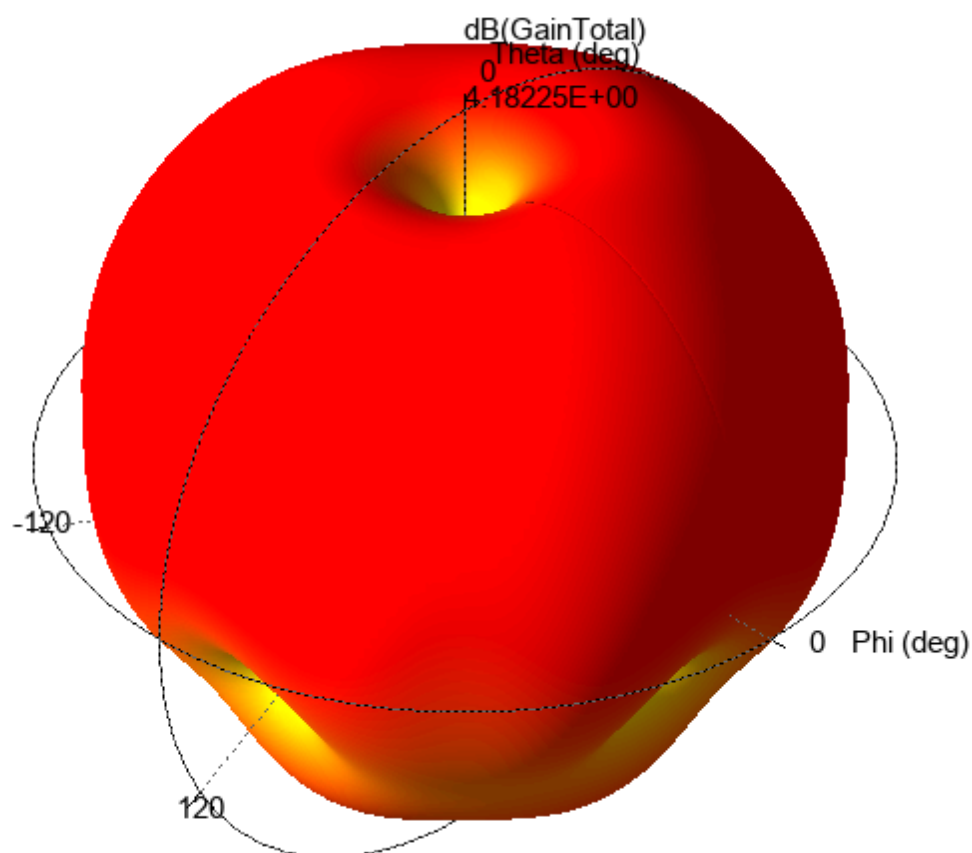
点击 **New Report** 按钮，生成天线的 xy 面增益方向图，如图所示：



(4) 右键单击工程树下的 **Results** 节点，在弹出的菜单中选择 **Create Far Fields Report —3D Polar Plot** 命令，如下设置对话框：



点击 **New Report** 按钮，生成如下结果：



由仿真结果可知，天线的最大增益约为 $4.15dB$ ，最小增益约为 $-35.85dB$ ，所得方向图在上半空间与偶极子天线相同，但在下半空间，由于不具有偶极子天线的上下对称性，单极子天线的辐射强度存在多处衰减，导致方向图发生了变化，这与理论分析结果相一致。

4 实验心得体会

经过实验一的学习，我已经初步掌握了用 HFSS 仿真的具体流程与方法；由于单极子天线与偶极子天线之间的特殊关系，它们在结构上有许多相似之处，这为仿真设计带来了便利，因此本次仿真总体上没有遇到太大的困难。我通过对单极子天线进行仿真，分析了输入阻抗、电压驻波比、方向图等天线常见指标，进一步地提升了 HFSS 的使用技能，同时锻炼了我数据分析的能力。在未来的学习和工作中，我会更加注重提升对专业软件的熟练运用程度，让实践与理论相辅相成，逐步深化对相关知识的理解与掌握。