

## HFSS V12 应用实例

### 0 简述

Ansoft HFSS 软件是美国 Ansoft 公司开发的一款基于电磁场有限元法的全波三维电磁仿真软件，可仿真计算天线以下参数及性能。(1) 二维和三维远场及近场辐射方向图；

- (2) 天线增益；
- (3) 半功率波瓣宽度；
- (4) 内部电磁场分布；
- (5) 天线阻抗；
- (6) 电压驻波比；
- (7) S 参数。

美国 Ansoft 公司的 HFSS 软件是基于电磁场有限元算法，其原理是将天线分割成若干微小单元进行求解拟合，尤其对电小天线在窄带范围内仿真效果甚佳，缺点是求解过程复杂，仿真时间较长，对电长度较大的电大天线仿真时间会更长，对宽频带天线的仿真需要将频率化分成几段进行仿真。因此，Ansoft HFSS 软件是电长度和频率的精细仿真软件，多用于闭场环境仿真。

相比之下，德国的 CST 软件是基于电磁场有限积分法，适用于电长度较大的电大天线的仿真，特别适用于宽频带天线的仿真，解算时间远小于 HFSS 软件，缺点是解算误差大于 HFSS 软件，因此，CST 软件是电大天线及宽频带的粗况仿真，多用于开场环境仿真。

安捷伦公司的 ADS 电磁仿真软件是基于矩量法解算的，将远场电磁场作平均处理，适用于电磁场较均匀的电磁环境仿真。由于没有严格设置辐射边界条件，适用于 PCB 板级及微带线的电磁仿真，对天线的远场仿真效果较差。

对于天线窄带仿真可将 HFSS 软件和 CST 软件两者仿真结果对比进行取舍。

对于天线宽带仿真可先用 CST 软件进行初始粗况仿真定位，再用 HFSS 软件进行精细解算仿真。

## 1 半波偶极子天线设计

等效半波偶极子天线如图 1 所示。

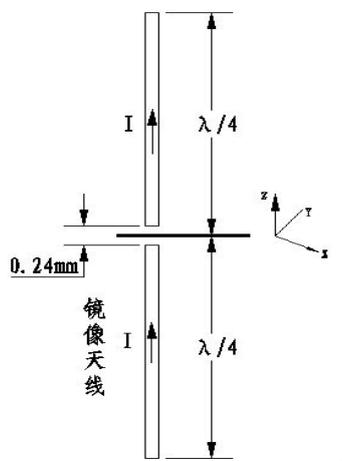


图 1 等效半波偶极子天线

### 1.1 半波偶极子天线参数

设定半波偶极子天线工作频率为 3GHz，天线沿 Z 轴方向放置，中心位于坐标原点，天线材质采用理想铜导体，总长度为  $0.48\lambda$ ，半径为  $\lambda/200$ 。天线采用集总端口激励方式，端口距离为 0.24mm，辐射边界到天线的径向距离为  $\lambda/4$ ，辐射边界到天线的轴向距离为  $\lambda/10$ 。半波偶极子天线的 HFSS 仿真模型见图 2 所示。

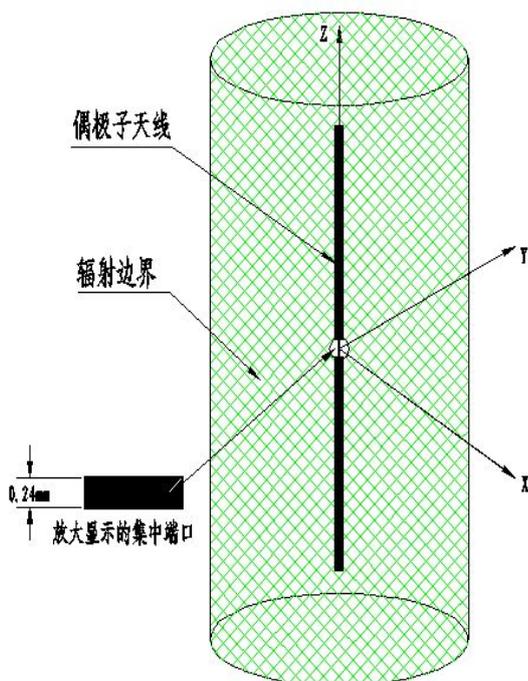


图 2 半波偶极子天线的 HFSS 仿真模型

半波偶极子天线 HFSS 设计参数见表 1。

表 1 半波偶极子天线 HFSS 设计参数

变量意义	变量名	变量值 (mm)
工作波长	lambda	100
天线总长度	length	$0.48 \times \text{lambda}$
端口距离	gap	0.24
单个极子长度	dip_length	$\text{length}/2 - \text{gap}/2$
天线半径	dip_radius	$\text{lambda}/200$
辐射边界圆柱体半径	rad_radius	$\text{dip\_radius} + \text{lambda}/4$
辐射半径圆柱体高度	rad_height	$\text{dip\_length} + \text{gap}/2 + \text{lambda}/10$

## 1.2 半波偶极子天线 HFSS 仿真设计

半波偶极子天线 HFSS 仿真设计流程按以下 10 个步骤进行。

- 1) 建立工程文件；
- 2) 设置软件运行环境；
- 3) 添加和定义设计变量；
- 4) 设计建模；
- 5) 设置端口激励；
- 6) 设置辐射边界条件；
- 7) 求解参数设置；
- 8) 设计检查和运行仿真计算；
- 9) 仿真结果显示及数据处理；
- 10) 仿真模型参数更改对比；

### 1.2.1 建立工程文件

所完成的任务：

- 1) 启动软件
- 2) 保存工程文件

任务操作说明：

- 1) 启动软件：双击桌面上的 HFSS 快捷图标 ，启动 HFSS 软件。
- 2) 保存工程文件：软件运行后会新建一个工程文件，选择主菜单中的【File】

→ **【Save As】** 命令，将工程文件另存为一个新文件，扩展名自动生成为 hfss，例如：dipole.hfss。

### 1.2.2 设置软件运行环境

所完成的任务：

- 1) 设置求解类型
- 2) 设置模型长度单位

任务操作说明：

1) **设置求解类型**：在主菜单中选择 **【HFSS】** → **【Solution Type】** 命令，打开图 3 所示的 Solution Type 对话框，HFSS 软件求解类型有三种，在半波偶极子天线仿真中选中第一种“Driven Modal”，按 **Ok** 按钮，完成设置。



图 3 求解类型

2) **设置模型长度单位**：在主菜单中选择 **【Modeler】** → **【Units】** 命令，打开图 4 所示的 Set Model Units 对话框，在该对话框中 Select units 项中选择 mm 单位，即从 Select units 项下拉列表中选择 mm，然后单击 **Ok** 按钮，完成设置。



图 4 选择长度单位

### 1.2.3 添加和定义设计变量

所完成的任务：

- 1) 按表 1 完成半波偶极子天线 HFSS 设计参数定义与设置。

任务操作说明：

1)半波偶极子天线 HFSS 设计参数定义与设置:在主菜单中选择【HFSS】→【Design Properties】命令，打开图 4 所示的对话框。

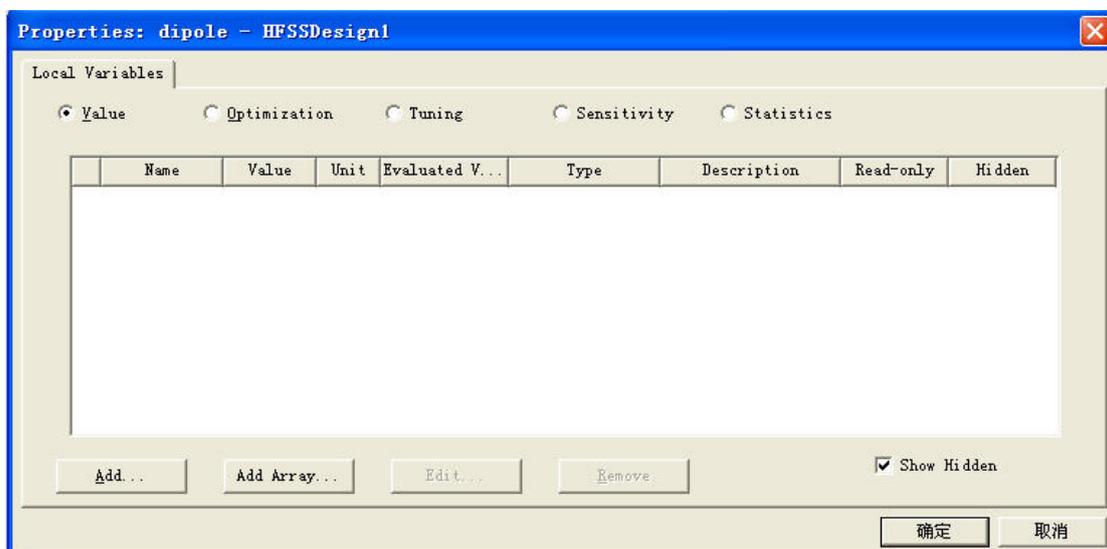


图 4 天线参数定义与设置对话框

单击该对话框中的 **Add** 按钮，打开图 5 所示 Add Property 对话框。

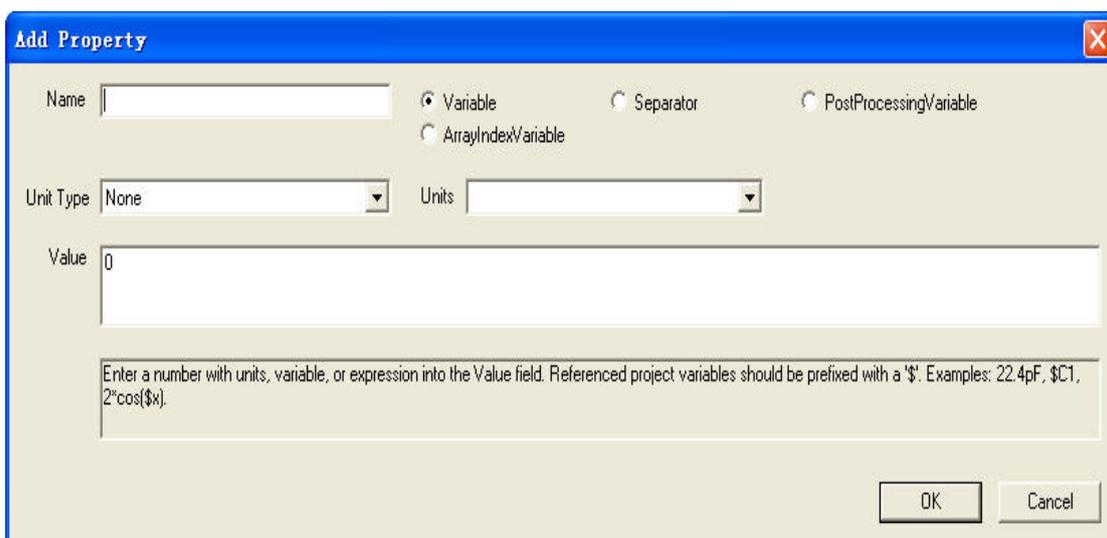


图 5 Add Property 对话框

在图 5 的 Add Property 对话框中的 Name 文本框中输入表 1 中第一个变量名称 lambda，在 Value 文本框中输入该变量的初始值 100mm，输入后的对话框见图 6 所示。然后单击 **Ok** 按钮，完成变量 lambda 到设计属性的定义与设置。

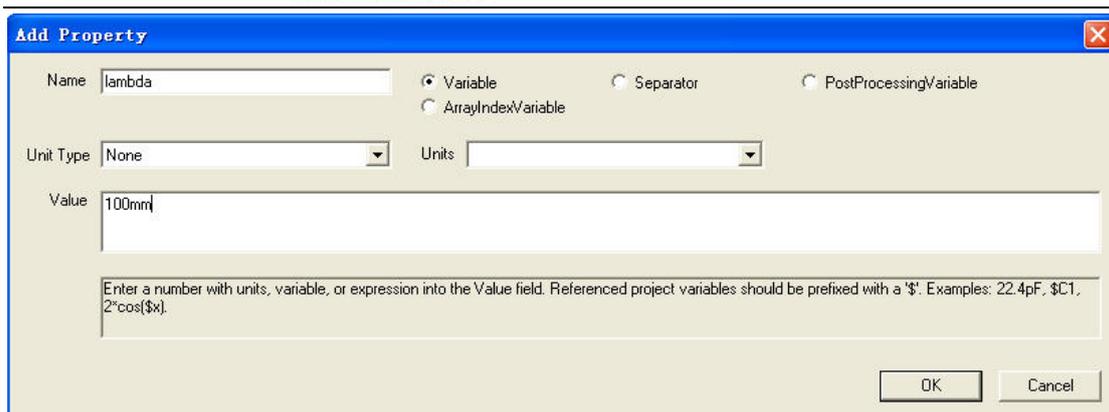


图 6 天线波长 lambda 参数输入

按图 6 输入后，单击 **Ok** 按钮，弹出图 7 对话框，完成变量 lambda 到设计属性的定义与设置。

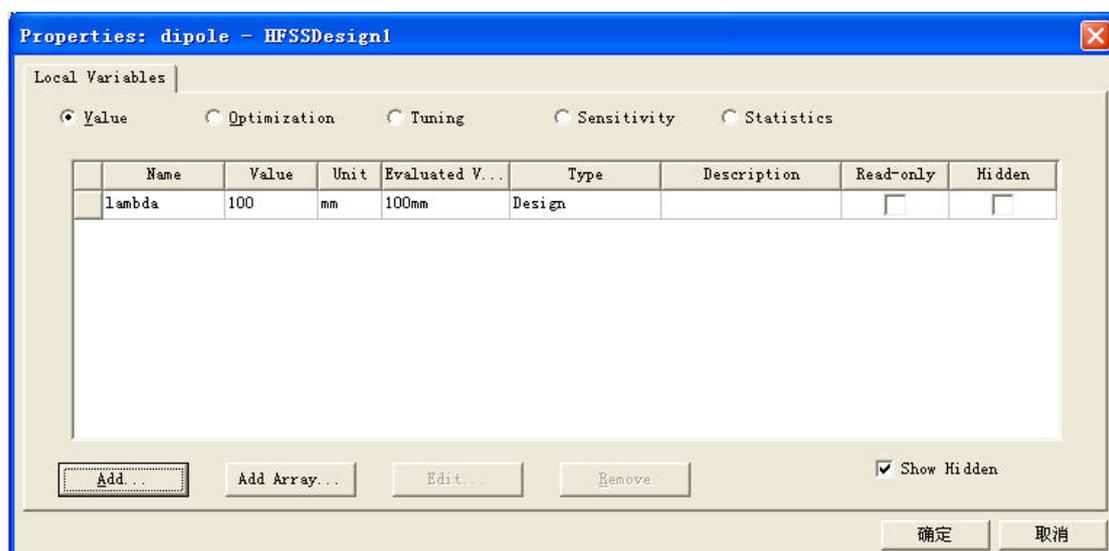


图 7 天线波长 lambda 参数定义与设置

再按图 7 中 **Add** 按钮，按上述方法依次完成表 1 中所有变量的参数输入，天线所有参数输入后的对话框见图 8 所示。按 **确定** 按钮完成天线所有参数定义与设置。

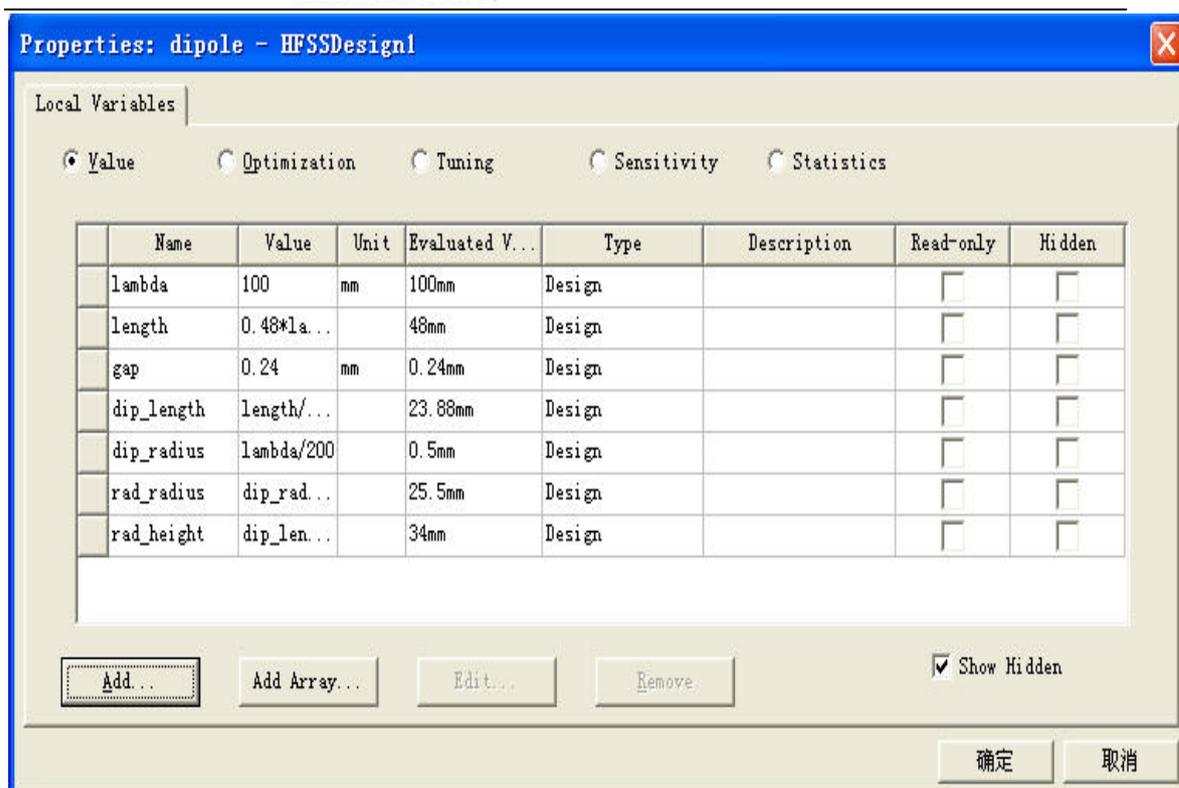


图 8 天线所有参数输入

#### 1.2.4 设计建模

所完成的任务：

- 1) 偶极子天线单臂粗况建模（建立任意圆柱体）；
- 2) 任意圆柱体命名；
- 3) 圆柱体材质选择；
- 4) 通过对圆柱体圆心坐标、半径和长度设置，完成偶极子天线单臂精细建模；
- 5) 复制生成偶极子天线另一臂。

任务操作说明：

- 1) 偶极子天线单臂粗况建模（建立任意圆柱体）：在主菜单中选择【Draw】→【Cylinder】命令或单击工具栏上的按钮，创建一个任意大小的圆柱体，新建的圆柱体会添加到操作历史树 Solids 节点下，其默认名称为 Cylinder1，见图 9 所示。

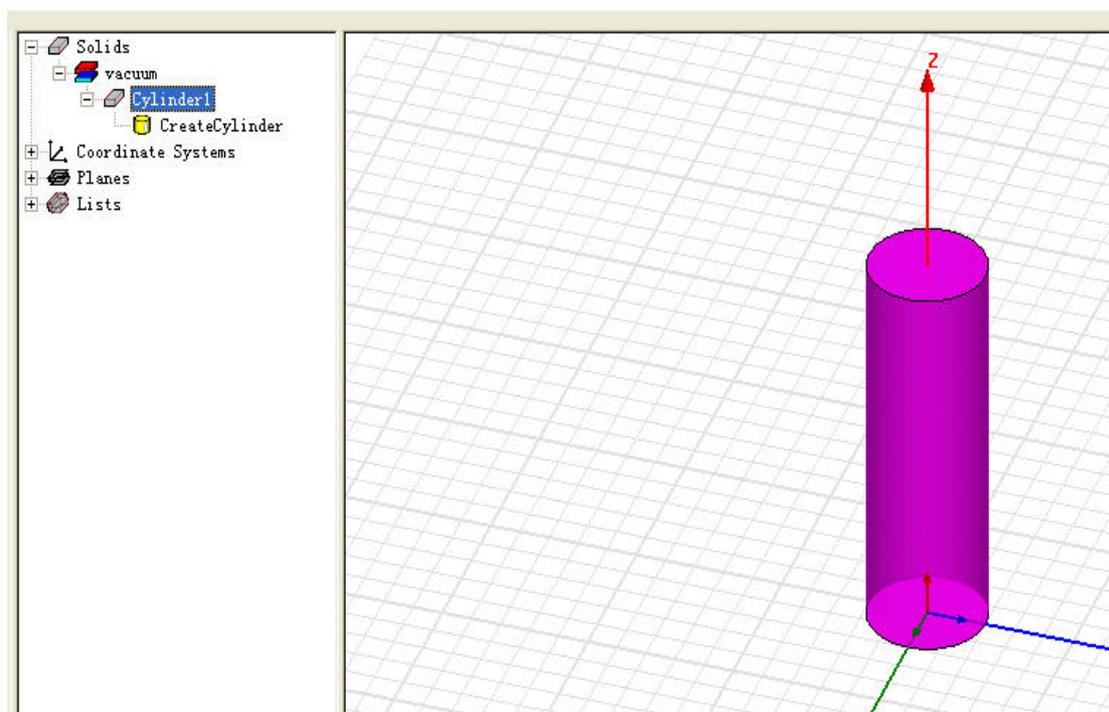


图9 圆柱体建模

- 2) 任意圆柱体命名: 双击图9中操作历史树中 Solids 下的 Cylinder1 节点, 打开如图10所示新建圆柱体属性对话框的 Attribute 选项卡。

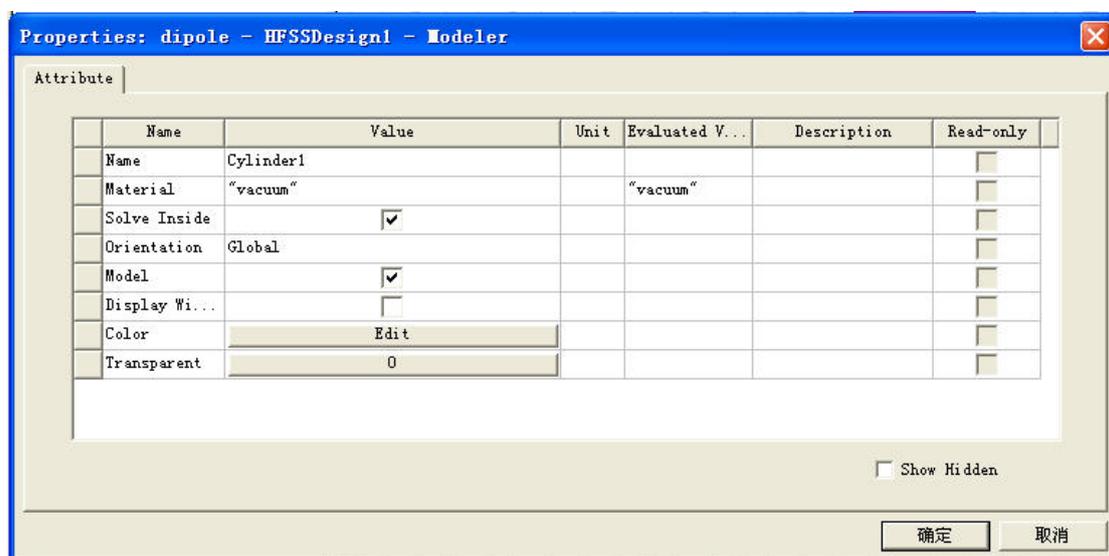


图10 圆柱体 Cylinder1 的属性对话框

将 Attribute 选项卡中圆柱体名称 (Name) 由 Cylinder1 改为图11所示与工程文件名相同的 Dipole。

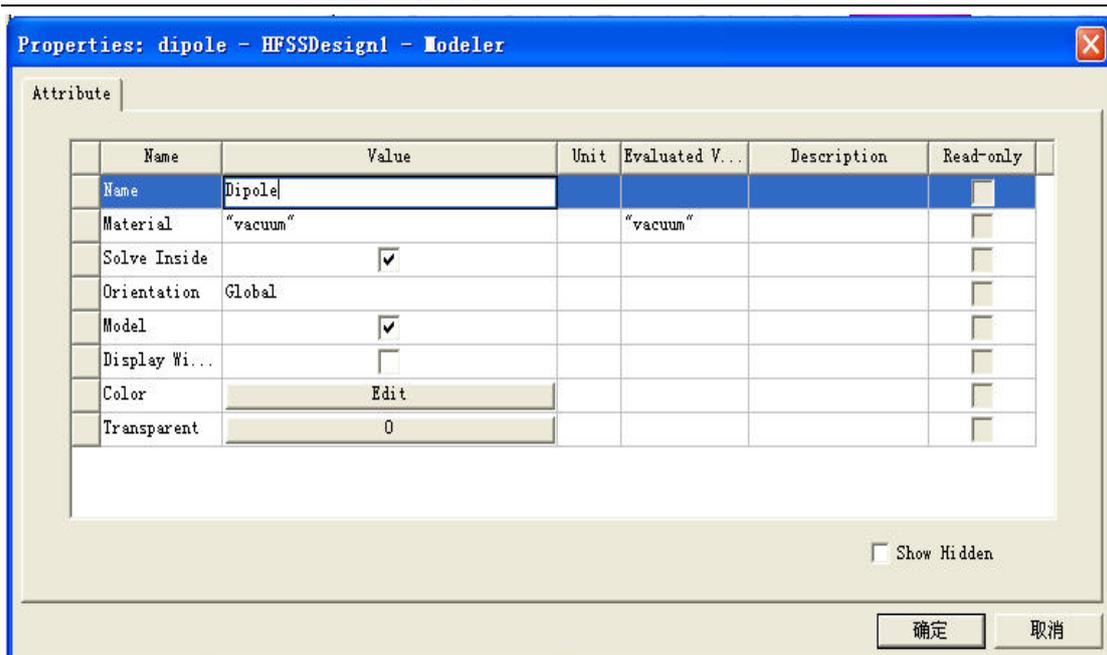


图 11 圆柱体命名为 Dipole

- 3) 圆柱体材质选择：单击图 11 中 Material 项，再单击“vacuum”选项，打开图 12 所示“vacuum”的下拉菜单。

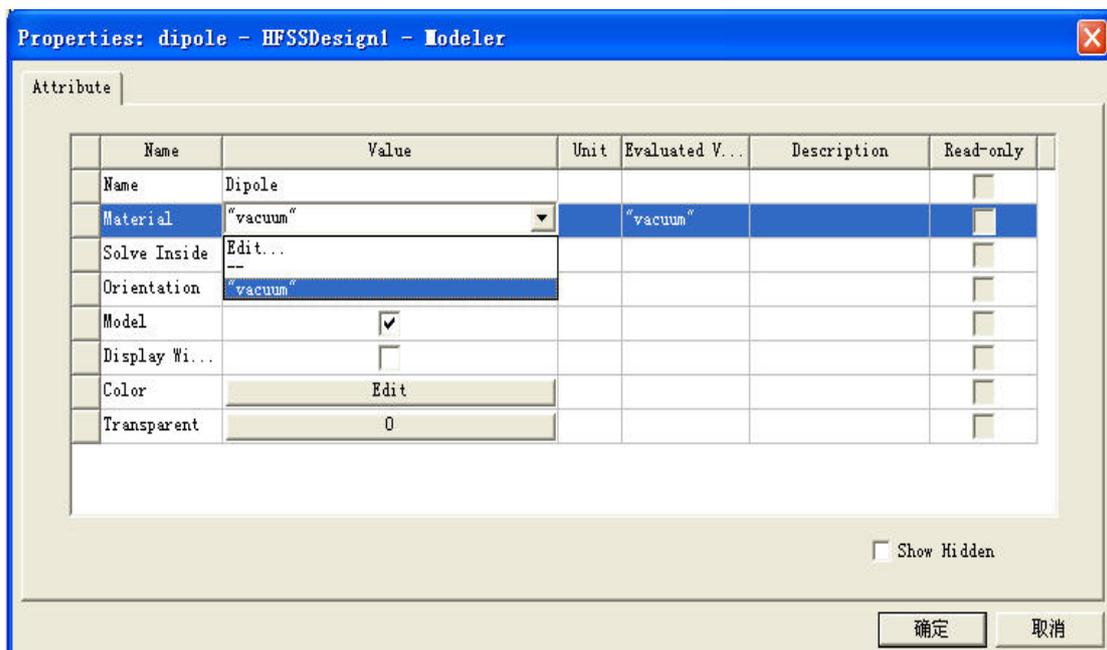


图 12 Material 项的“vacuum”菜单

选择图 12 中 Edit 项，打开图 13 所示的材质选择对话框。

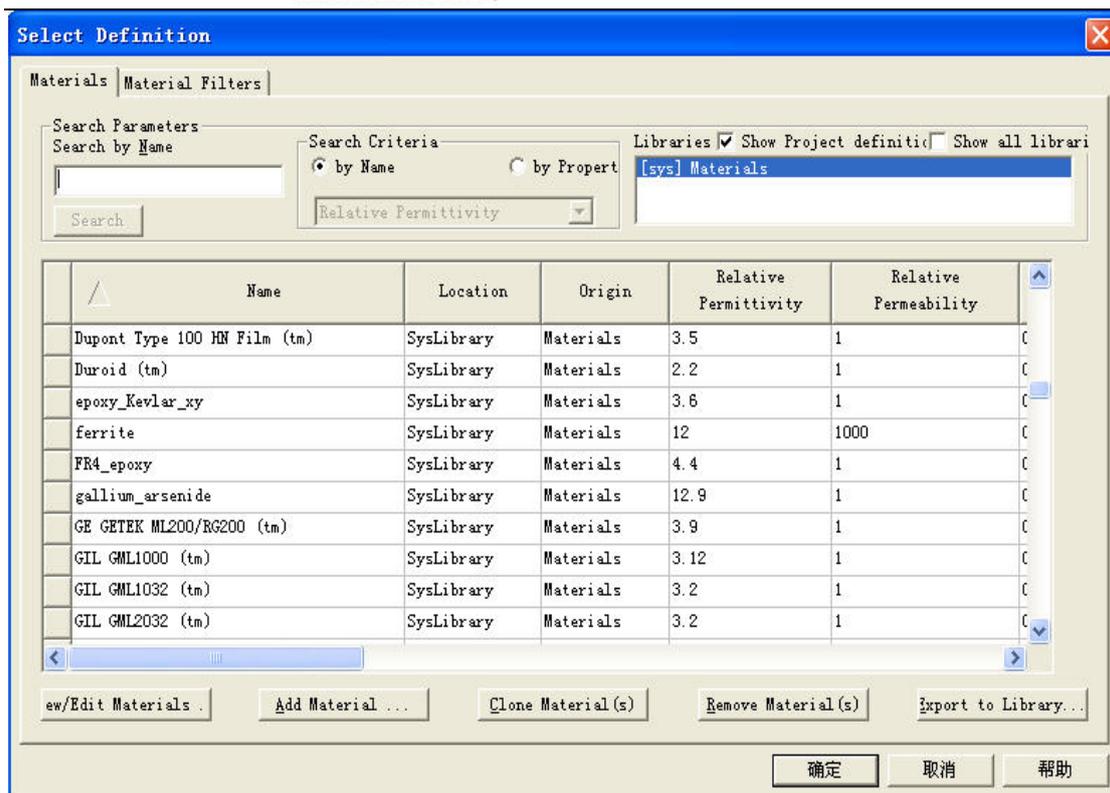


图 13 材质选择对话框

图 13 中 Relative Permittivity 项为相对介电常数，Relative Permeability 项为相对导磁率。

选择图 13 中材质名称 (Name) 为图 14 所示 pec。

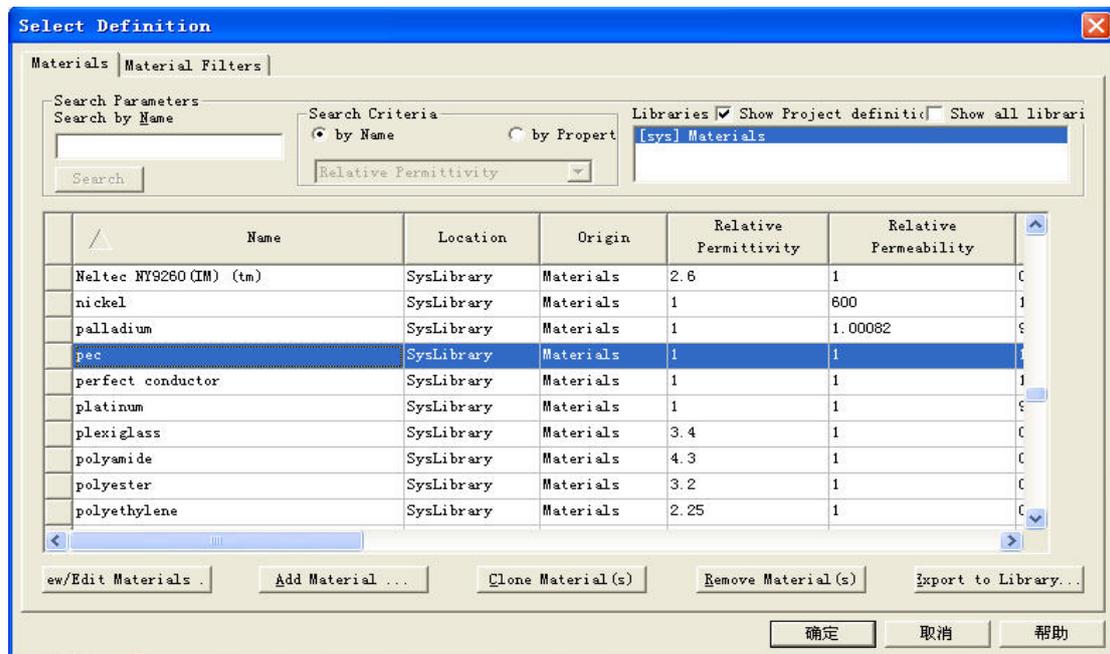


图 14 圆柱体材质选择

按图 14 中 **确定** 按钮，返回圆柱体 Dipole 的属性对话框，Material 项由

“vacuum”变为图 15 所示的“pec”，按图 15 中 **确定** 按钮，完成圆柱体材质选择。

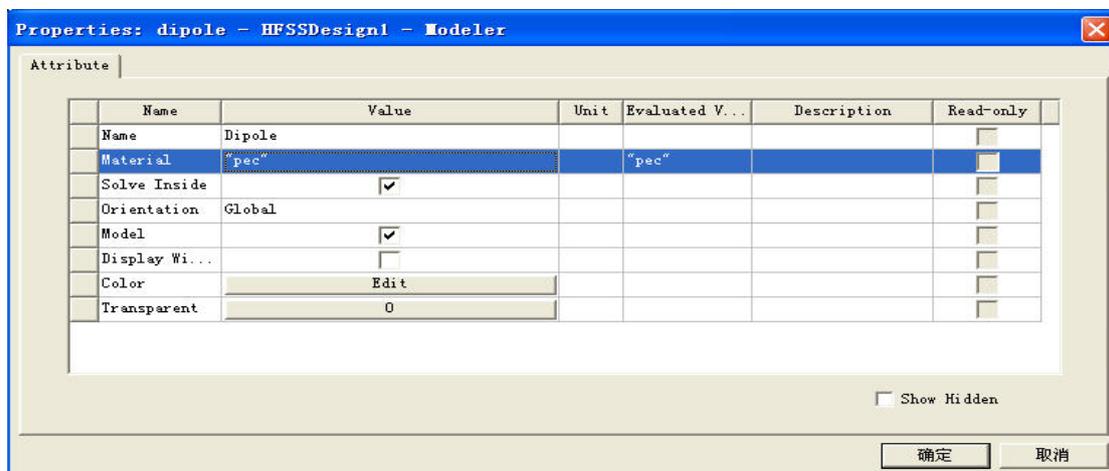


图 15 圆柱体材质确认

4) **偶极子天线单臂精细建模**：双击图 16 所示操作历史树中 Dipole 下的 CreateCylinder 节点。

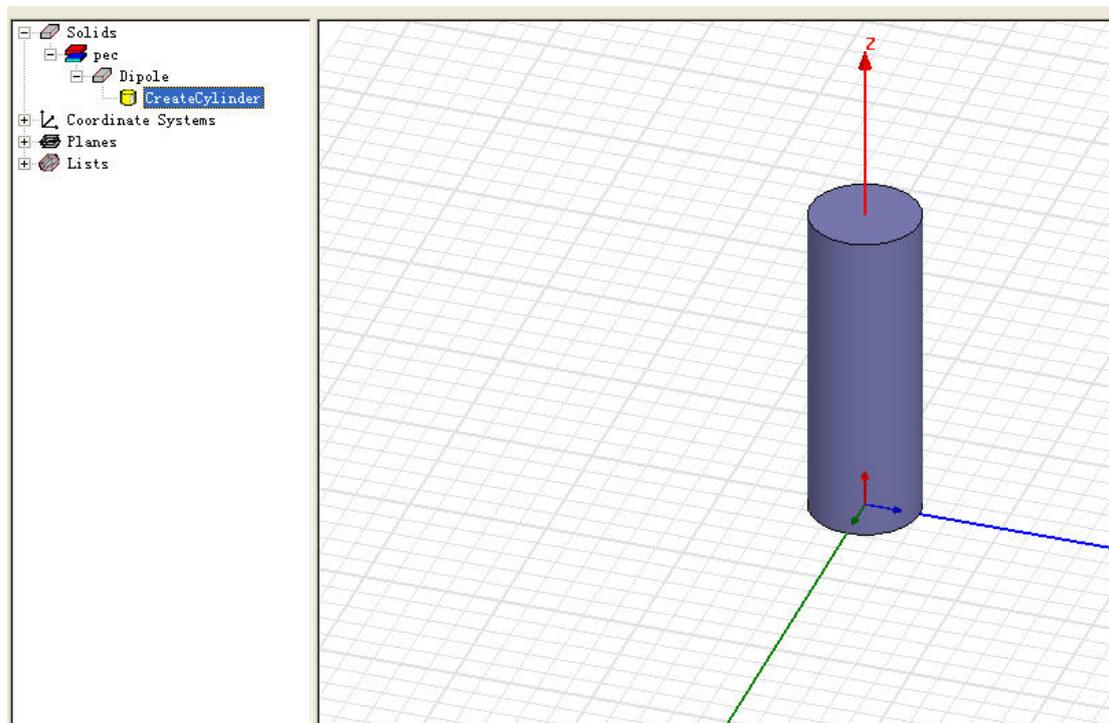


图 16 操作历史树中 CreateCylinder 节点

打开图 17 所示的新建圆柱体属性对话框的 Command 选项卡。

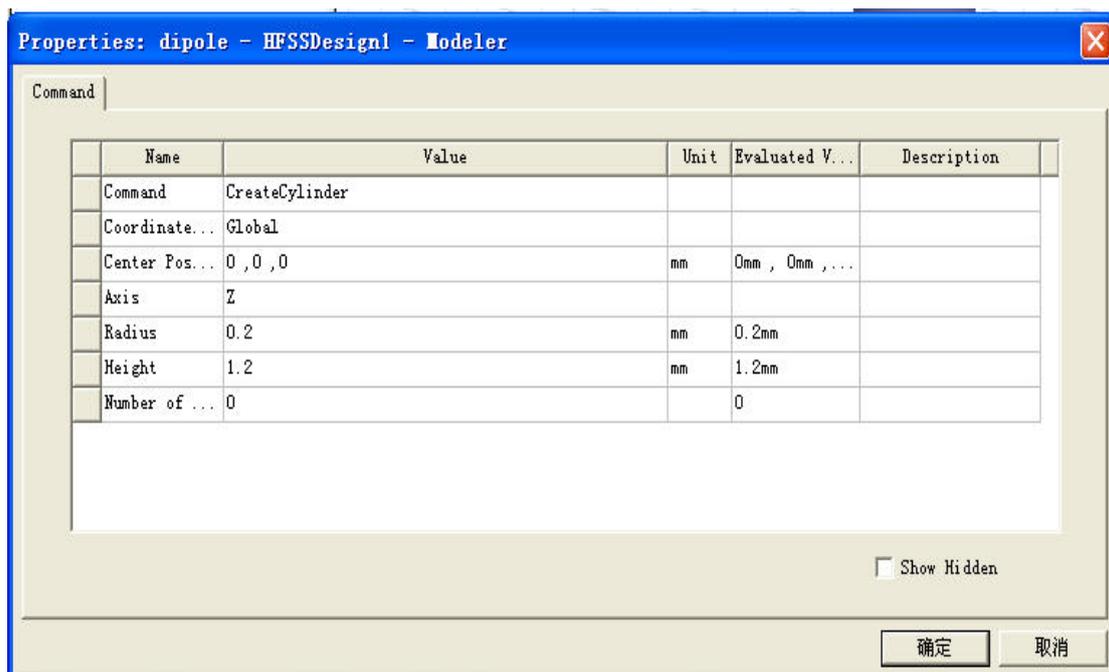


图 17 新建圆柱体 Command 选项卡

按表 1 偶极子天线单臂参数更改图 17 Command 选项卡中圆柱体圆心坐标、半径和长度值。

Center Position-----圆心坐标，输入 (0, 0, gap/2)

Radius-----圆柱体半径，输入 dip\_radius

Height-----圆柱体长度，输入 dip\_length

更改后的圆柱体 Command 选项卡如图 18 所示。

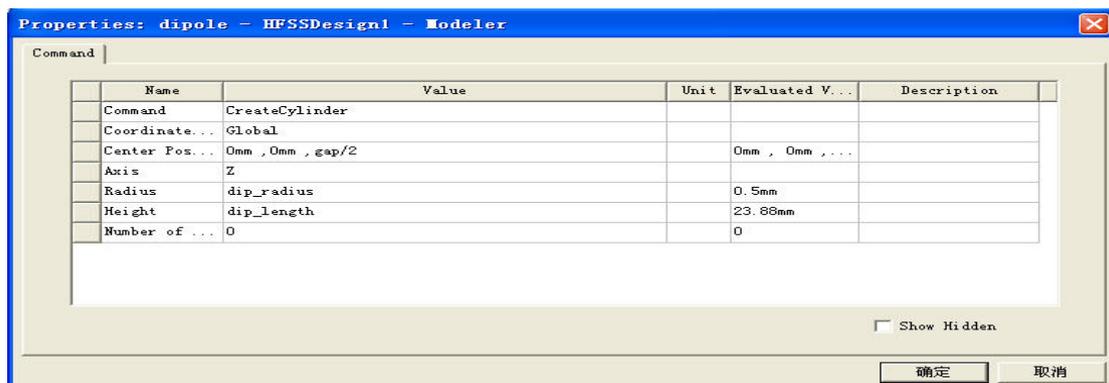


图 18 更改后的圆柱体 Command 选项卡

按图 18 中 **确定** 按钮，完成偶极子天线单臂建模。

按快捷键 Ctrl+D 全屏显示如图 19 所示所建的模型。

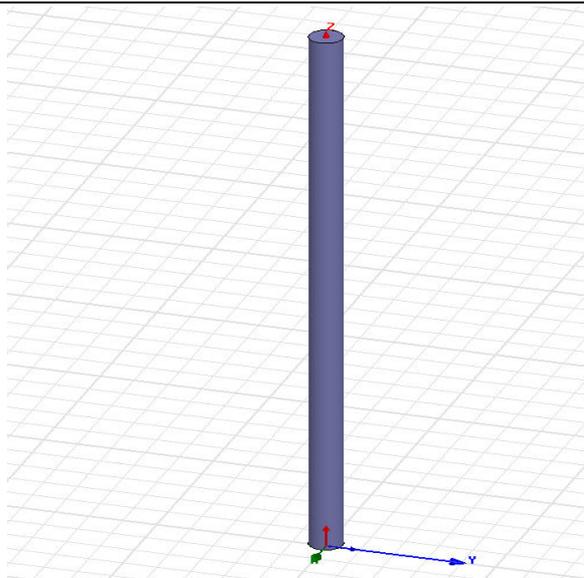


图 19 单臂模型

5) 复制生成偶极子天线另一臂：选中新创建的圆柱体 Dipole，然后从主菜单中选择【Edit】→【Duplicate】→【Around Axis】命令或单击工具栏上的按钮，执行沿坐标轴复制操作，打开如图 20 所示 Duplicate Around Axis 对话框。

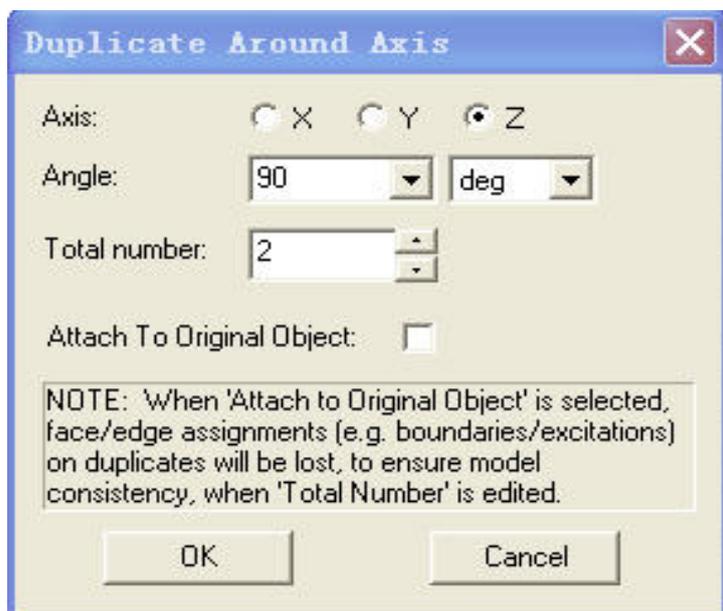


图 20 Duplicate Around Axis 对话框

在图 20 Duplicate Around Axis 对话框中，按图 21 所示，将 Axis 选项设置为 X 轴，将 Angle 选项设置为 180deg，并在 Total number 数值框中输入 2。

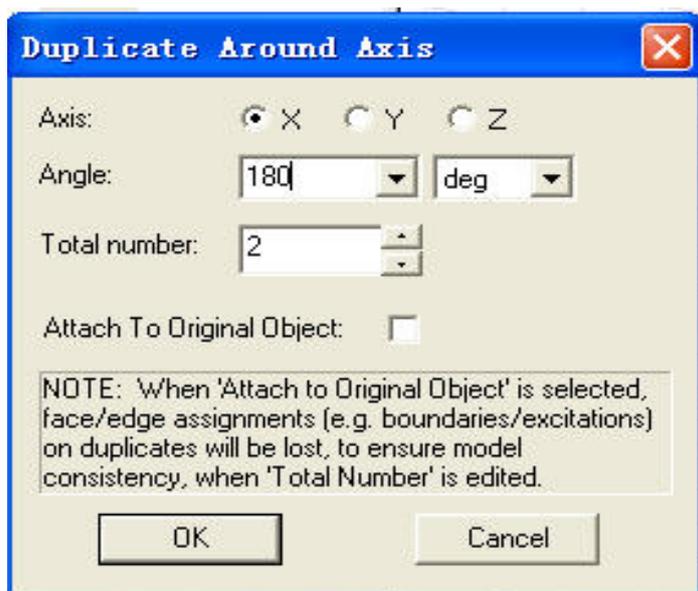


图 21 Duplicate Around Axis 输入

单击图 21 中 **Ok** 按钮，即可将元柱体 Dipole 沿 X 轴旋转  $180^\circ$  复制生成偶极子天线的另一臂，同时复制生成的模型自动命名为 Dipole\_1。

再次按 Ctrl+D 全屏显示图 22 所示已创建的模型。

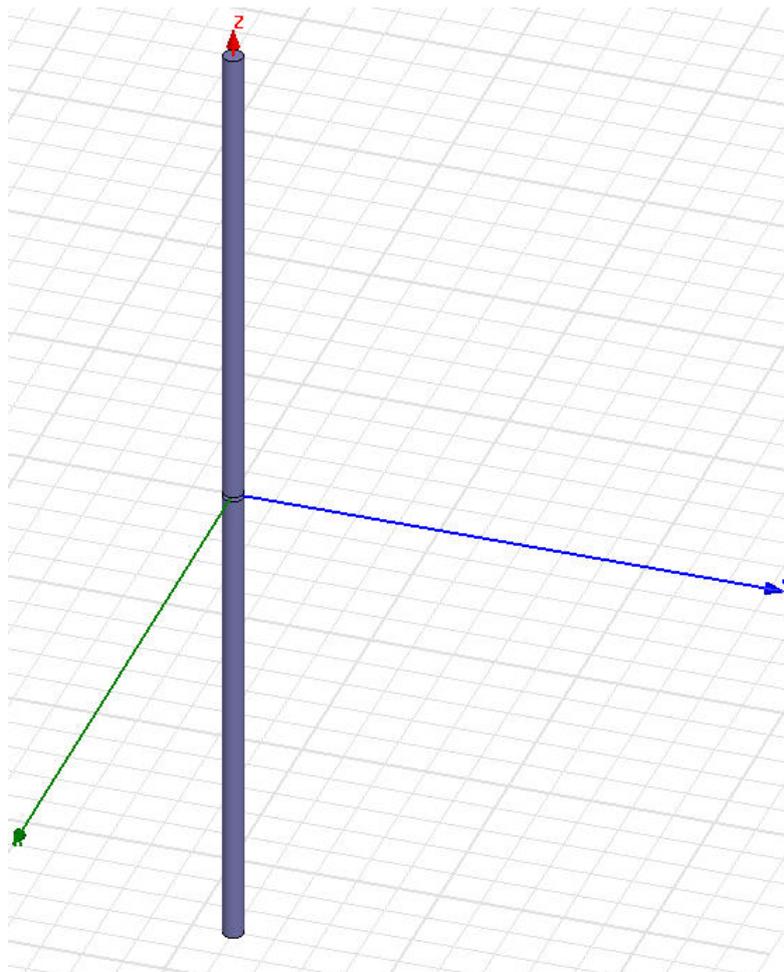


图 22 偶极子天线模型

### 1.2.5 设置端口激励

所完成的任务：

- 1) 建立任意大小激励端口平面；
- 2) 端口平面命名；
- 3) 设置端口平面尺寸；
- 4) 集总端口参数设置；
- 5) 端口积分线设置；
- 6) 完成端口激励设置。

任务操作说明：

- 1) 建立任意大小激励端口平面：

## 微波 EDA 网视频培训课程推荐

微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com))成立于 2004 年底，并于翌年与易迪拓培训合并，专注于微波、射频和硬件工程师的培养，现已发展成为国内最大的微波射频和无线通信人才培养基地。先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，成功推出了多套微波射频经典培训课程和 ADS、HFSS 等软件的使用培训课程，广受工程技术学员的好评，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。



### HFSS 中文视频培训课程套装

国内最全面和专业的 HFSS 培训教程套装，包含 5 套视频教程和 2 本教材，李明洋老师讲解；结合最新工程案例，视频操作演示，让 HFSS 学习不再难。购买套装更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，让您花最少的成本，以最快的速度自学掌握 HFSS… [【点击浏览详情】](#)

### 两周学会 HFSS —— 中文视频教程

李明洋主讲，视频同步操作演示，直观易学。课程从零讲起，通过两周的课程学习，可以帮助您快速入门、自学掌握 HFSS，真正做到让 HFSS 学习不再难… [【点击浏览详情】](#)

### HFSS 微波器件仿真分析实例 —— 中文视频教程

HFSS 进阶培训课程，中文视频，通过十个 HFSS 仿真设计工程应用实例，带您更深入学习 HFSS 的实际应用，掌握 HFSS 高级设置和应用技巧… [【点击浏览详情】](#)

### HFSS 天线设计入门 —— 中文视频教程

HFSS 是天线设计的王者，该教程全面解析了天线的基础知识、HFSS 天线设计流程和详细操作设置，让 HFSS 天线设计不再难… [【点击浏览详情】](#)

### PCB 天线设计和 HFSS 仿真分析实例 —— 中文视频教程

详细讲解了 PCB 天线的工作原理和设计方法、如何使用 HFSS 来设计分析 PCB 天线，以及如何借助于 Smith 圆图工作来调试天线的匹配电路，改善天线性能… [【点击浏览详情】](#)

了解详情，请查看微波 EDA 网 ([www.mweda.com/eda/hfss.html](http://www.mweda.com/eda/hfss.html))

## 微波射频测量仪器培训课程套装合集



搞射频微波，不会仪器操作怎么行！矢量网络分析仪、频谱仪、示波器、信号源是微波射频工程师最常用的测量仪器。该培训套装集合了直观的视频培训教程和详尽的图书教材，旨在帮助您快速熟悉和精通矢网、频谱仪、示波器等仪器的操作…【[点击浏览详情](#)】

## Agilent ADS 学习培训课程套装

国内最全面和权威的 ADS 培训教程，详细讲解了 ADS 在微波射频电路、通信系统和电磁仿真设计方面的应用。课程是由具有多年 ADS 使用经验的资深专家讲解，结合工程实例，直观易学；能让您在最短的时间内学会 ADS，并把 ADS 真正应用到研发工作中去…【[点击浏览详情](#)】



### 我们的课程优势：

- ※ 成立于 2004 年，一直专注于射频工程师的培养，行业经验丰富，更了解您的需求
- ※ 视频课程、既能达到现场培训的效果，又能免除您舟车劳顿的辛苦，学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深专家主讲，结合实际工程案例，直观、实用、易学
- ※ 更多实用课程，欢迎登陆我们的官方网站 <http://www.mweda.com>，或者登陆我们的官方淘宝店 <http://shop36920890.taobao.com/>