

## 4.6 Eigen 仿真实例——同轴谐振器

### 4.6.1 问题描述

本章所要分析的器件如图 4-260 所示，通过计算该器件本征值，我们将介绍 Rainbow-Eigen 模块的具体仿真流程，包括建模、求解、后处理等。

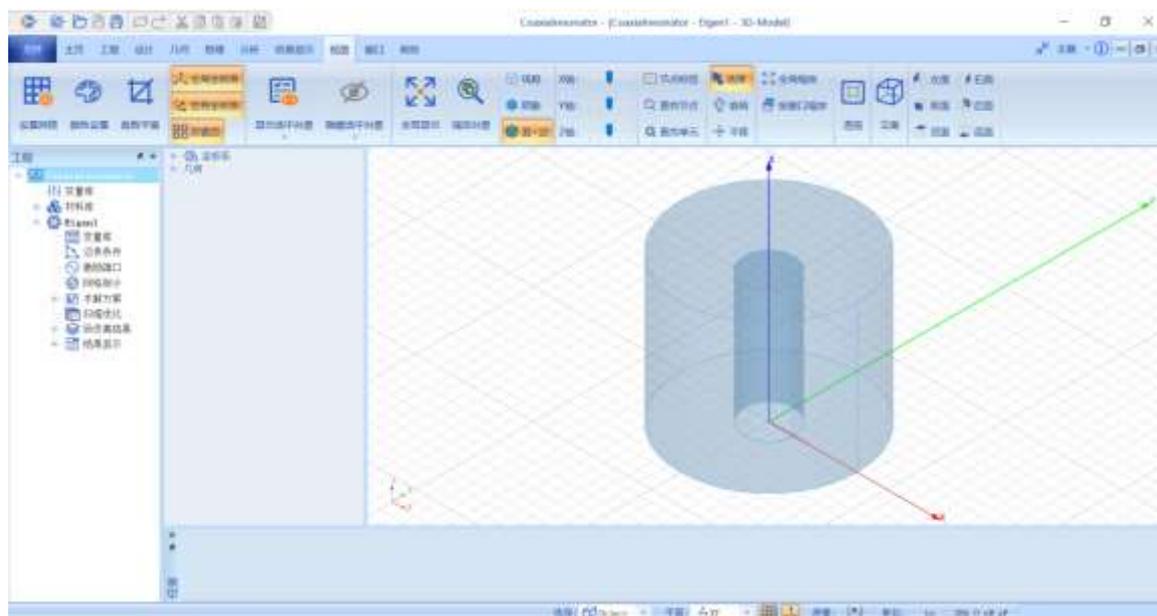


图 4-260 同轴谐振器模型

### 4.6.2 系统启动

#### 4.6.2.1 从开始菜单启动

点击操作系统菜单 **Start**→**Rainbow Simulation Technologies**→**Rainbow Studio**，在弹出的产品选择对话框中选择产品模块，如图 4-261 所示，启动 Rainbow-FEM3D 模块。



图 4-261 启动 Eigen 模块

#### 4.6.2.2 创建文档与设计

如图 4-261 所示选择菜单文件→新建工程→Studio 工程与 Eigen 模型 来创建新的文档，其中包含一个缺省的 Eigen 的设计。



图 4-262 创建 Eigen 文档与设计

在弹出的对话框中修改对象名称为**Coaxialresonator**，如图4-263所示。



图4-263修改设计名称

点击菜单 **File**→**Save** 或者 **Ctrl+S** 来保存文档，将文档保存为 **EigenCoaxialresonator.rbs** 文件。保存后的工程树如图 4-264 所示。



图 4-264 保存文档

### 4.6.3 创建几何模型

#### 4.6.3.1 设置模型视图

如图4-264所示点击菜单**设计**→**长度单位**，在图4-265所示的模型长度单位修改对话框中修改长度单位为**英尺(in)**。点击**确认**关闭窗口并继续。



图4-265 修改长度单位



图4-266 设置模型单位

#### 4.6.3.2 设置变量

点击**工程**→**管理变量**，打开 **Coaxialresonator** 设计的变量设置对话框，如图 4-267 所示，单击**增加**按钮，依次添加变量，点击**确认**即可完成变量的添加操作。



图 4-267 设置模型变量

**变量 1**

变量名: r1

表达式: 0.75

**变量 3**

变量名: h1

表达式: 1.26

**变量 2**

变量名: r2

表达式: 0.21

**变量 4**

变量名: h2

表达式: 1.12

4.6.3.3 创建圆柱几何对象

点击菜单几何→圆柱体创建圆柱体如图 4-268 所示，用户可以在模型视图窗口中按照图 4-269 和图 4-270 的操作用鼠标创建圆柱体。



图 4-268 创建圆柱体

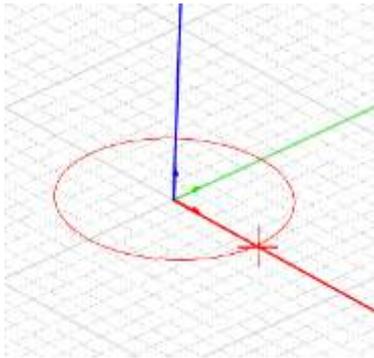


图 4-269 用鼠标拉出圆柱体半径

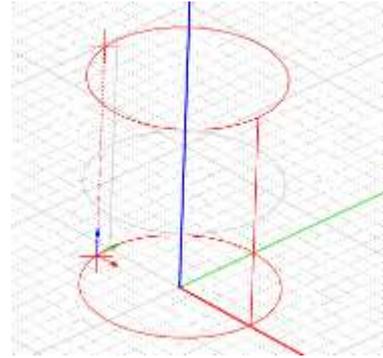


图 4-270 用鼠标拉出圆柱体高度

度

双击创建的圆柱体 **Cylinder1**，修改名字为**外层**，如图 4-270 所示。

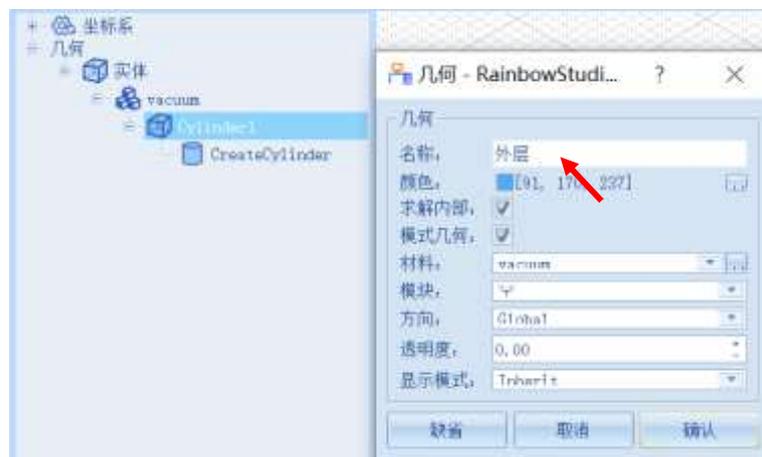


图 4-271 修改圆柱体名称

选择对象的创建命令 **CreateCylinder**，在如图 4-272 所示的属性窗口中输入如下属性参数。



图 4-272 修改圆柱体对象几何尺寸

**X: 0**

**坐标轴: Z**

**Y: 0**

**半径: r1**

**Z: 0**

**高度: h1**

创建完成后再次双击**外层**圆柱体对象，将透明度参数修改为 0.8，如图 4-273 所示。

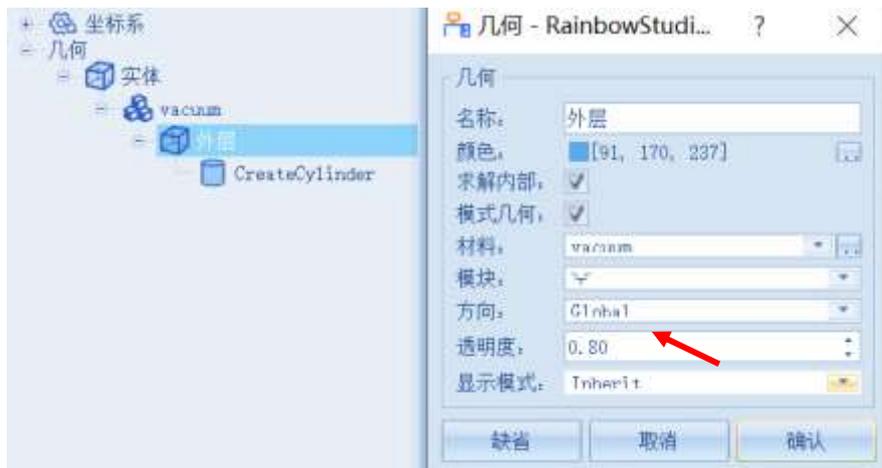


图 4-273 修改圆柱体透明度

用户可以在模型视图中滚动鼠标滚轮来放大/缩小模型视图，创建好的圆柱体对象如图 4-274 所示。

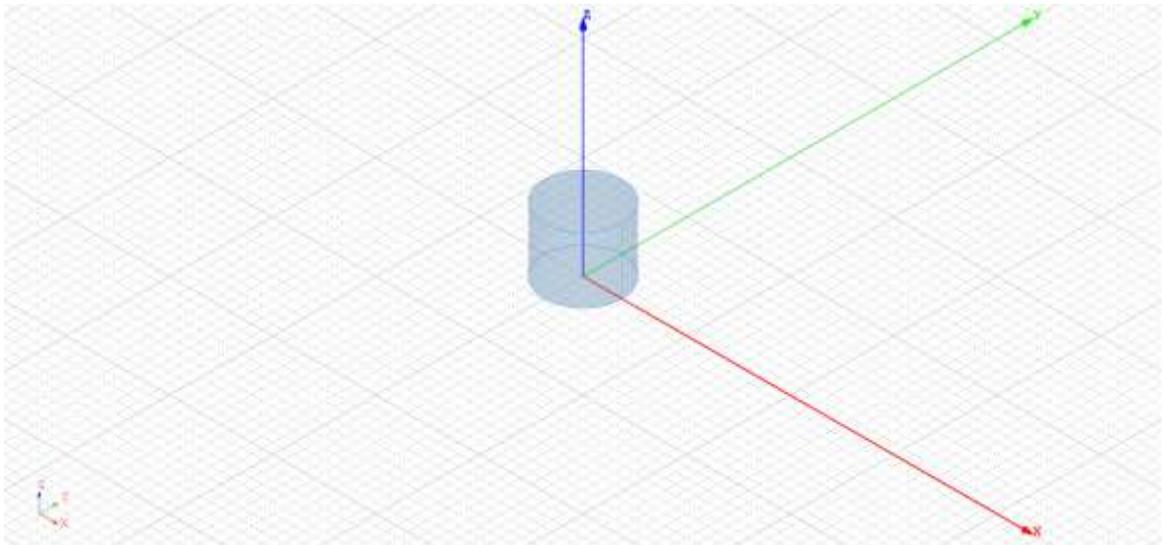


图 4-274 创建好的外层圆柱体

按照上述方法创建内层圆柱体。点击菜单**几何**→**圆柱体**创建圆柱体，双击创建的圆柱体 **Cylinder2**，修改名字为**内层**，如图 4-275 所示。

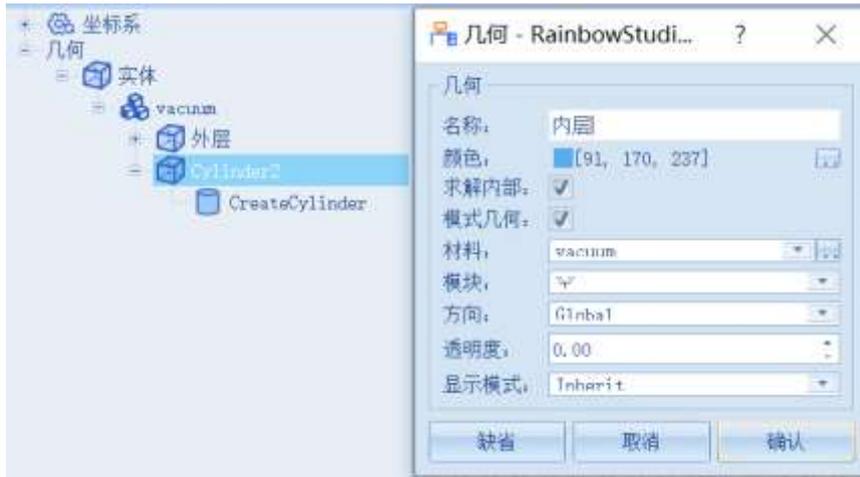


图 4-275 修改圆柱体对象名称

双击对象的创建命令 **CreateCylinder**，在如图 4-276 所示的属性窗口中输入如下属性参数。

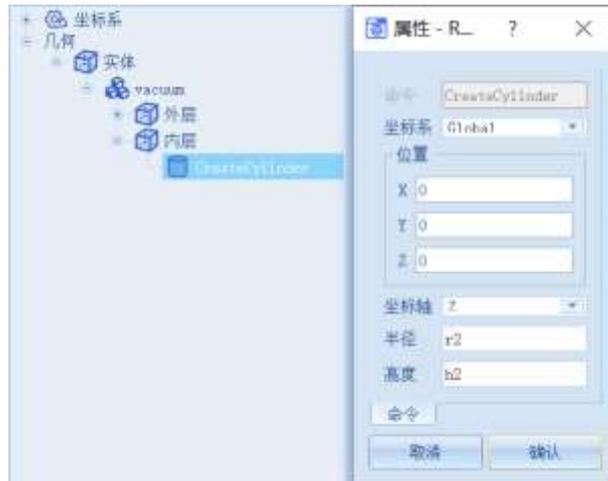


图 4-276 内层圆柱体创建

**X: 0**

**坐标轴: Z**

**Y: 0**

**半径: r2**

**Z: 0**

**高度: h2**

创建完成后再次双击**内层圆柱体**对象，将**透明度**参数修改为 0.5，如图 4-277 所示。

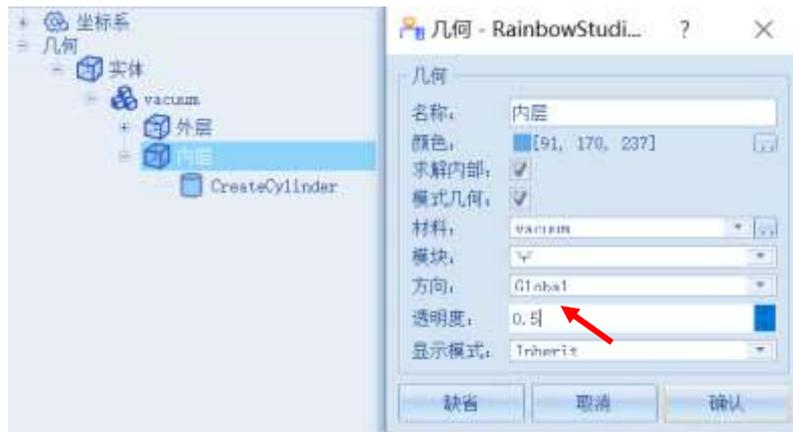


图 4-277 修改内层圆柱体透明度

创建好的圆柱体对象如图 4-278 所示。

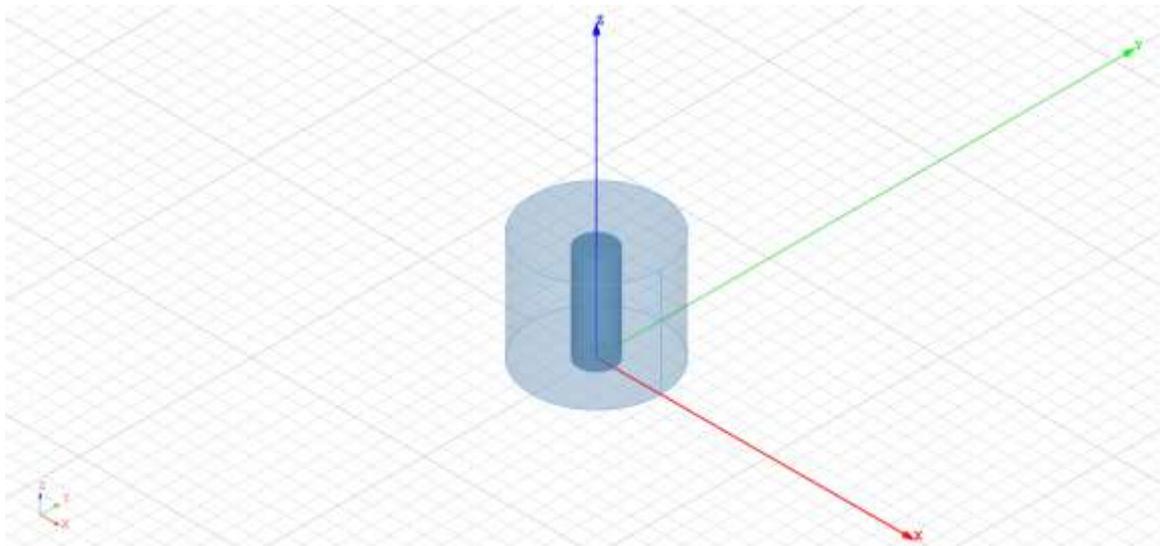


图 4-278 创建好的几何模型

#### 4.6.3.4 裁剪圆柱体

接下来进行裁剪操作，按次序分别选中**外层**、**内层**两个圆柱体。选择**几何**→**裁剪**命令，如图 4-279 所示。

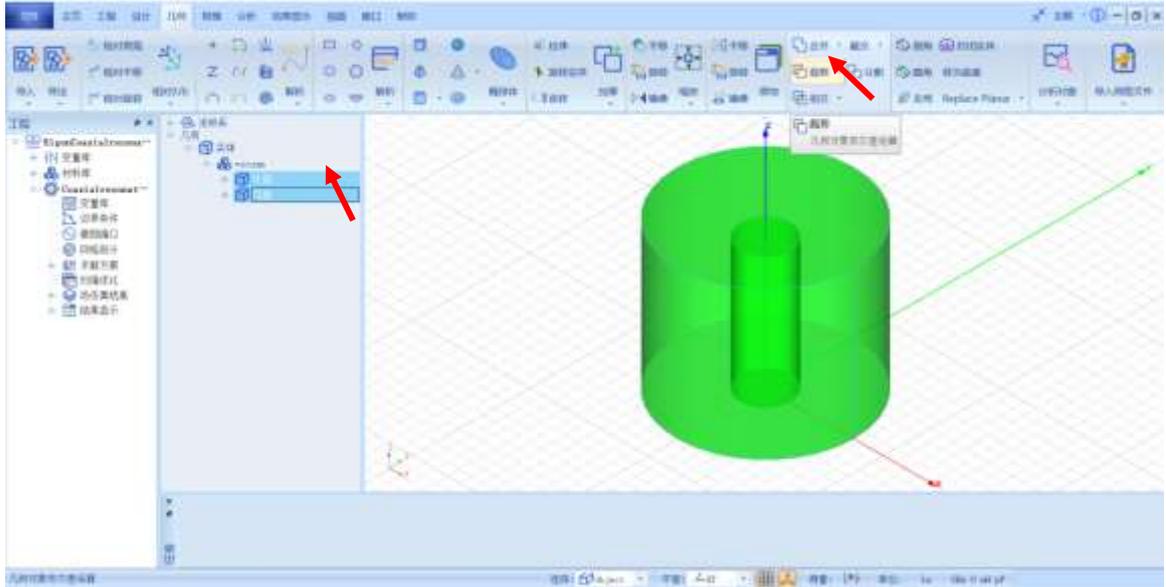


图 4-279 裁剪几何体

裁剪之后的对象如图 4-280 所示。

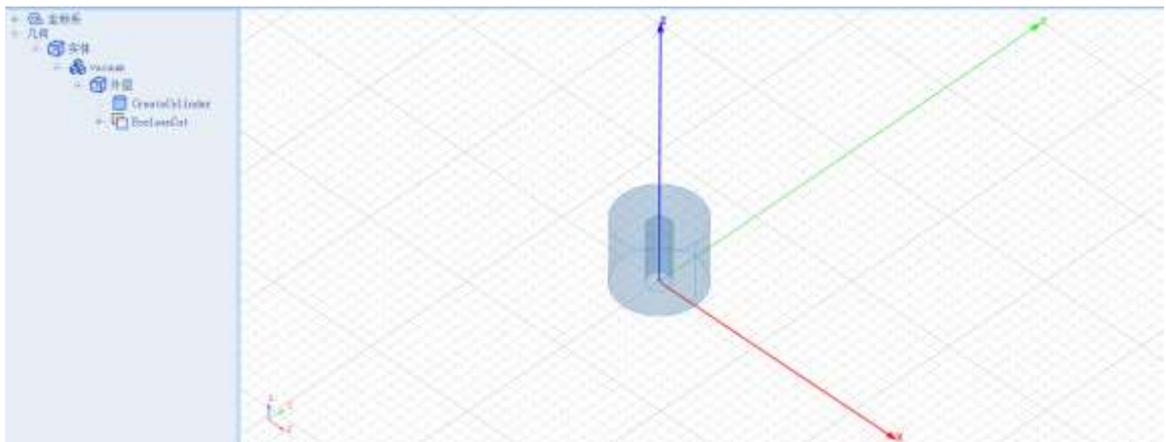


图 4-280 裁剪操作完成

#### 4.6.4 仿真模型设置

接下来需要对几何模型设置各种相关的物理特性，包括模型的边界条件、网格参数等。

##### 4.6.4.1 设置边界条件

创建几何模型后，用户可以为几何模型设置边界条件。在工程管理树中，Rainbow 系列软件把这些新增的边界条件添加到设计的边界条件目录下。选择外层几何模型，鼠标右击选择**添加边界条件**→**理想电导体**，如图 4-281 所示。

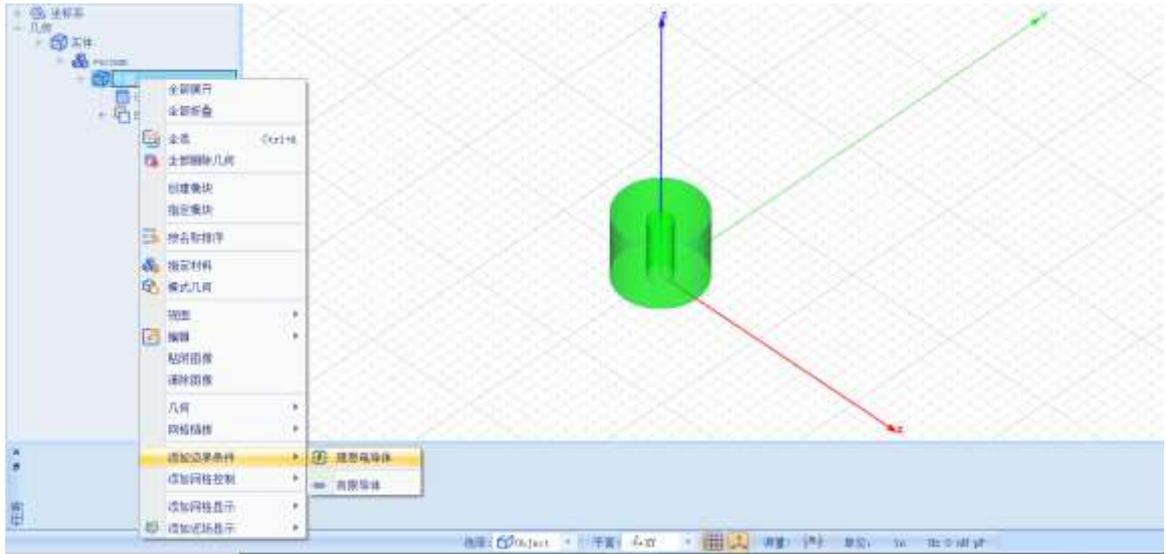


图 4-281 理想电导体边界设置

用户添加的所有边界条件如图 4-282 所示陈列在工程树的**边界条件**目录下。

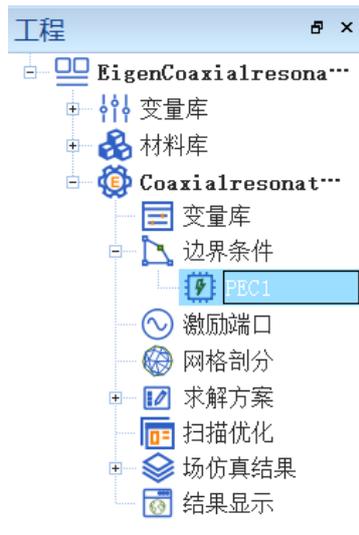


图 4-282 边界条件对象

#### 4.6.4.2 设置网格控制参数

几何模型创建好后，用户需要为几何模型和模型中的某些关键结构设置各种全局和局部网格剖分控制参数。在工程管理树中，Rainbow 系列软件把这些新增的结果显示添加到设计的**网格剖分**目录下。单击菜单**物理**→**初始网格**如图 4-283 所示，并在如图 4-284 所示的全局初始网格控制对话框中设置参数。



图 4-283 选择初始网格设置



图 4-284 设置全局初始网格剖分控制参数

### 网格大小模式：Normal

其余保持默认设置，点击**确认**按钮完成设置。

## 4.6.5 仿真求解

### 4.6.5.1 设置仿真求解器

下一步，用户需要设置求解器的仿真频率及其选项，以及可能的频率扫描范围。在工程管理树中，Rainbow 系列软件把这些新增的求解器参数和频率扫描范围添加到设计的**求解方案**目录下。选择菜单**分析**→**添加求解方案**，如图 4-285 所示。并在图 4-286 所示的求解器设置对话框中修改求解器参数。



图 4-285 添加求解方案操作



图 4-286 求解器设置

**最小频率：1.6GHz**

**Eigen 模数：4**

**每步最大细化单元数目比例：3**

**Maximum Number of Passes: 10**

**Maximum Delta Energy: 0.015**

#### 4.6.5.2 求解

完成上述任务后，用户可以选择菜单分析→验证设计，如图 4-287 所示验证模型设置是否完整，点击验证设计后会出现如图 4-288 所示的验证有效性界面。



图 4-287 验证设计操作

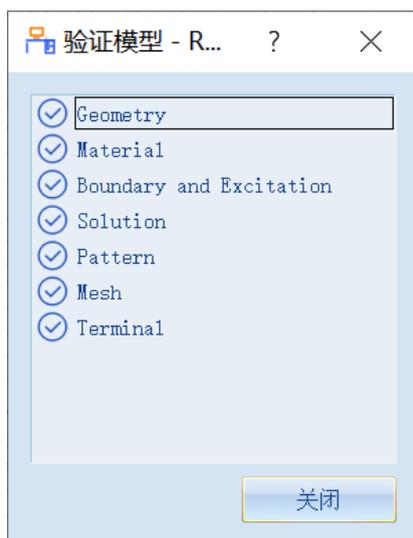


图 4-288 验证仿真模型有效性

下一步，选择菜单**分析**→**求解设计**启动仿真求解器分析模型如图 4-289 所示。用户可以利用任务显示面板来查看求解过程，包括进度和其它日志信息，如图 4-290 所示。



图 4-289 求解设计操作

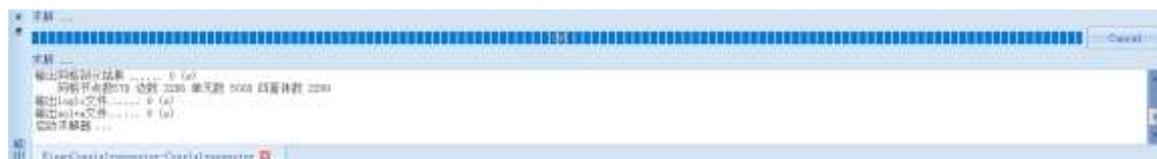


图 4-290 查看仿真任务进度信息

## 4.6.6 结果显示

仿真分析结束后，用户可以查看模型仿真分析的各个结果，包括仿真分析所用的网格剖分、本征值、电流分布等。

### 4.6.6.1 网格显示

用户可以选择某个或多个几何结构，查看他们在仿真分析时所构建的网格剖分。用户可以选择几何结构添加网格剖分显示。在工程管理树中，Rainbow 系列软件把这些新增的结果显示添加到设计的**场仿真结果**目录下。

在模型视图或者几何树中选择**外层**几何对象，选择菜单**物理**→**网格**，并在如图 4-291 所示的控制对话框中输入如下控制参数来添加几何的网格剖分情况。

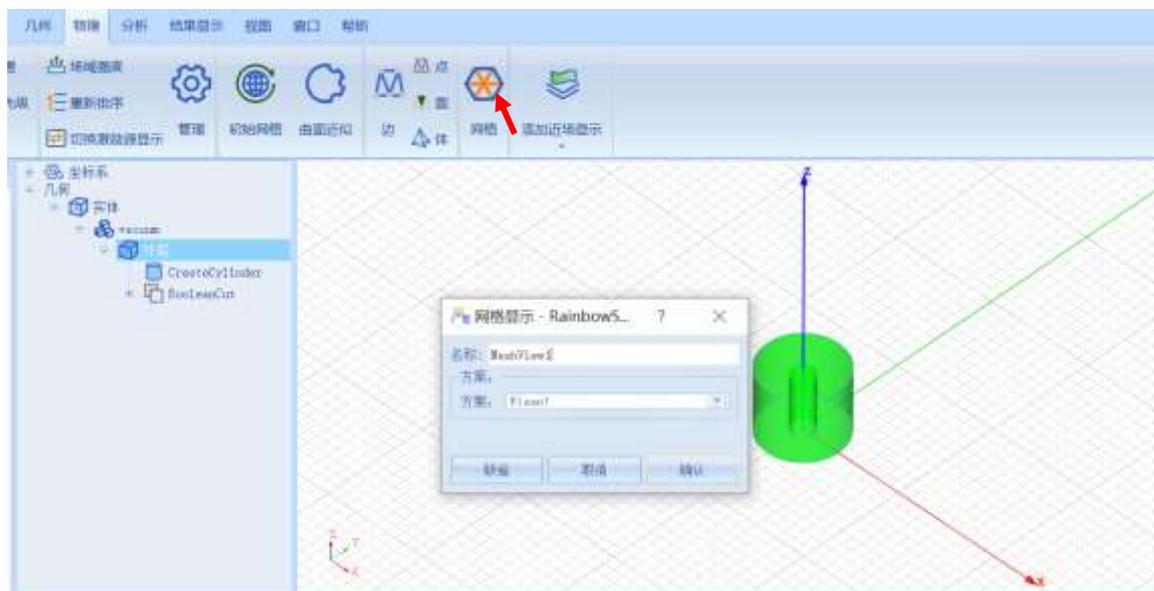


图 4-291 添加几何网格剖分结果显示

设置完成后，所选几何对象的网格剖分情况在模型视图中如图 4-292 所示。

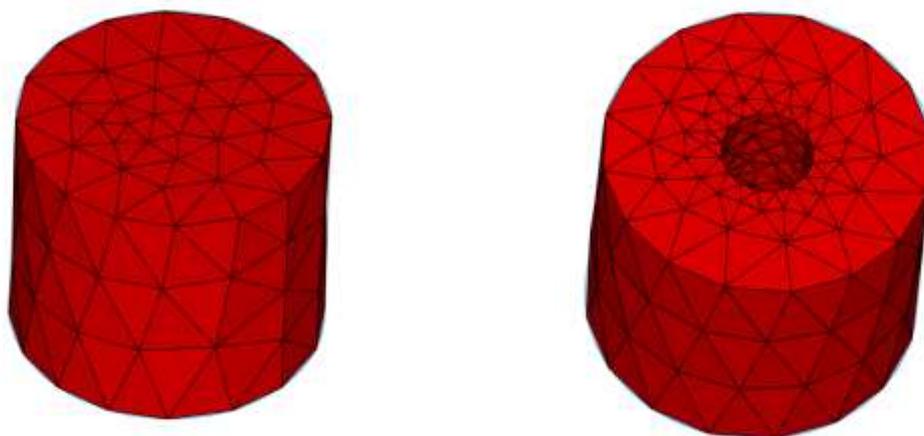


图 4-292 网格剖分显示(顶面/底面)

#### 4.6.6.2 本征值数据显示

仿真结束后，用户可查看模型的结果。在工程管理树中，Rainbow 系列软件把这些新增的结果显示添加到设计的**结果显示**目录下。选择工程管理树的结

果显示节点，选择右击菜单 **Eigen 图表**→**2 维矩形线图**，如图 4-293 所示，并在如图 4-294 所示的控制对话框中输入如下控制参数来添加模型的 Eigen 结果。

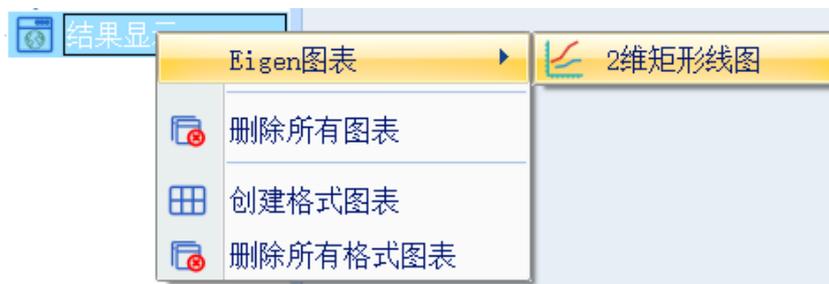


图 4-293 打开二维矩阵线图



图 4-294 Eigen 图表添加设置

**方案:** [1]

**类别:** Eigen-Mode

**项:** Eigen-Mode

**函数:** Imaginary、Real

**X:** Mode

二维矩阵线图显示结果如图 4-295 所示。

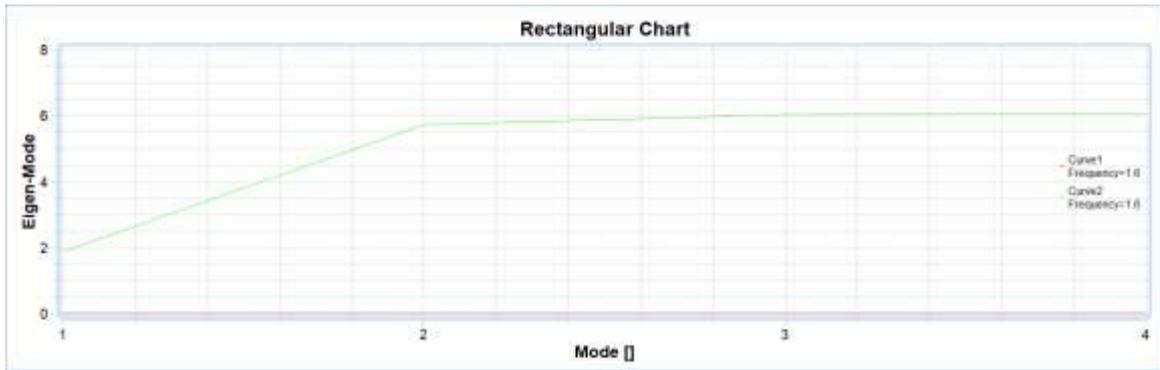


图 4-295 Eigen 结果显示

#### 4.6.6.3 电、磁场、电流显示

仿真结束后，用户可以查看几何模型上的电流、电场、磁场等分布与流动情况。在工程管理树中，Rainbow 系列软件把这些新增的结果显示添加到设计的场仿真结果目录下。在模型视图或者几何树中选择**物理**→**添加近场显示**，在其下拉菜单中可以选择近场显示，如图 4-296 所示。

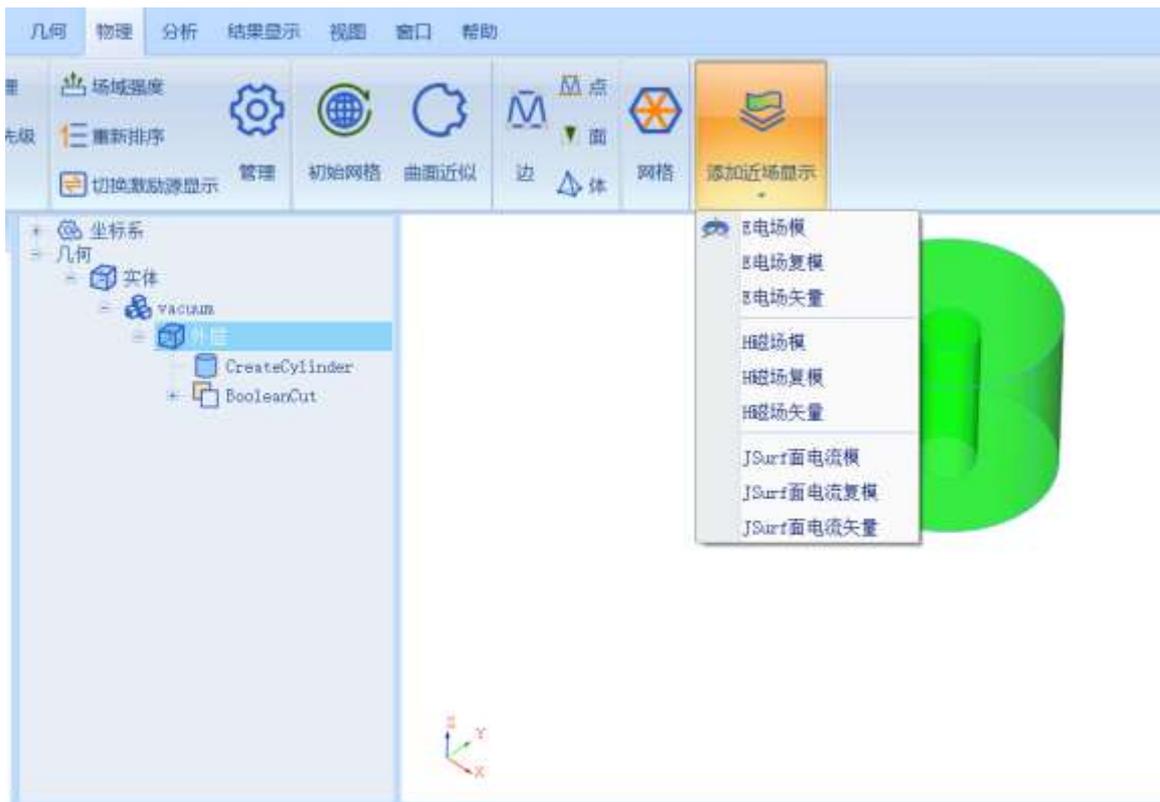


图 4-296 为几何模型添加近场显示

选择 **E 电场模**，按照图 4-297 所示修改参数。



图 4-297 添加近场显示设置

在弹出的窗口中选择具体的模数为3，设置完成后还需在工程树场仿真结果→散射近场→E场目录下进行计算，如图 4-298 所示。



图 4-298 后场计算设置

近场结果如图 4-299 所示。

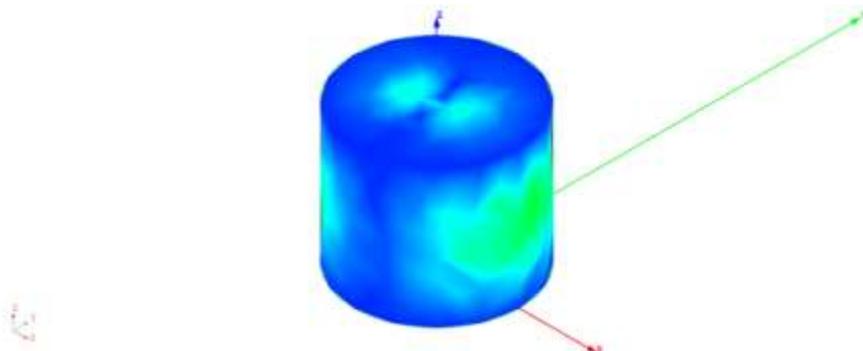


图 4-299 模数为 3 时电场显示

双击 **E 场** 目录下的 **EMag1**，可以打开近场显示对话框，修改模为 2，如图 4-300 所示。

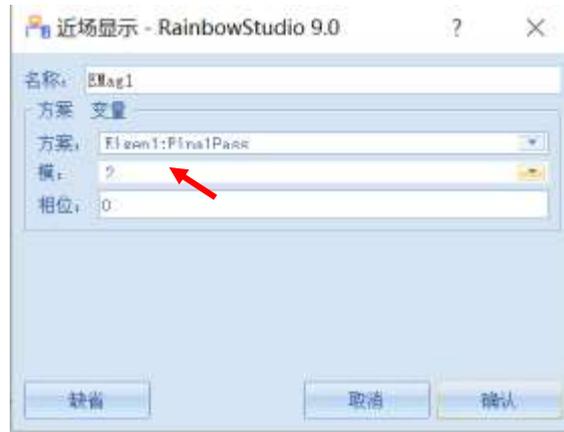


图 4-300 修改电场模数

模数为 2 时近场显示结果如图 4-301 所示。

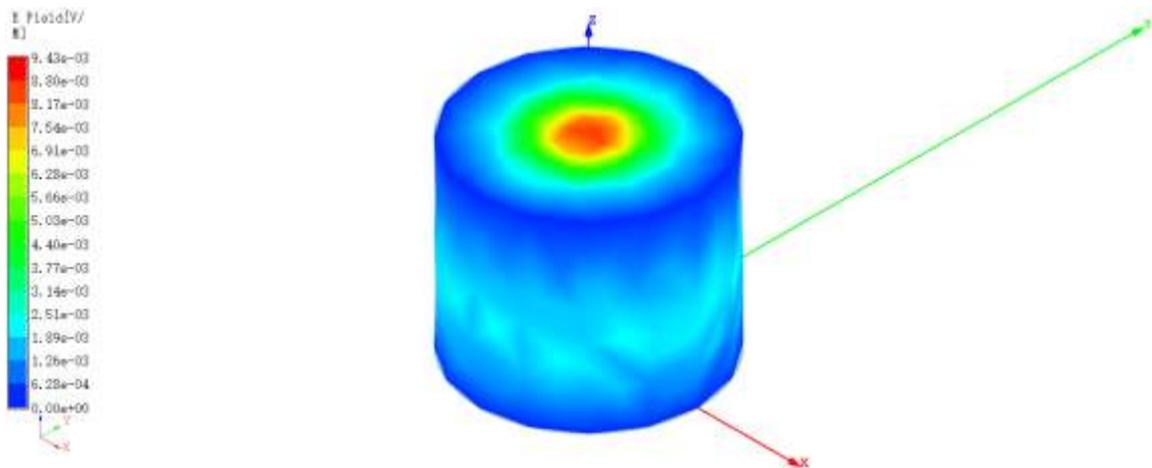


图 4-301 模数为 2 时近场显示结果

#### 4.6.6.4 导出本征场数据文件

在**激励端口**右键菜单中选择**导出 Eigen 数据**，如图 4-302 所示。



图 4-302 导出 Eigen 数据

在图 4-303 所示的本征数据导出窗口点击**计算**，可以得到如图 4-304 所示的计算结果。



图 4-303 计算本征数据

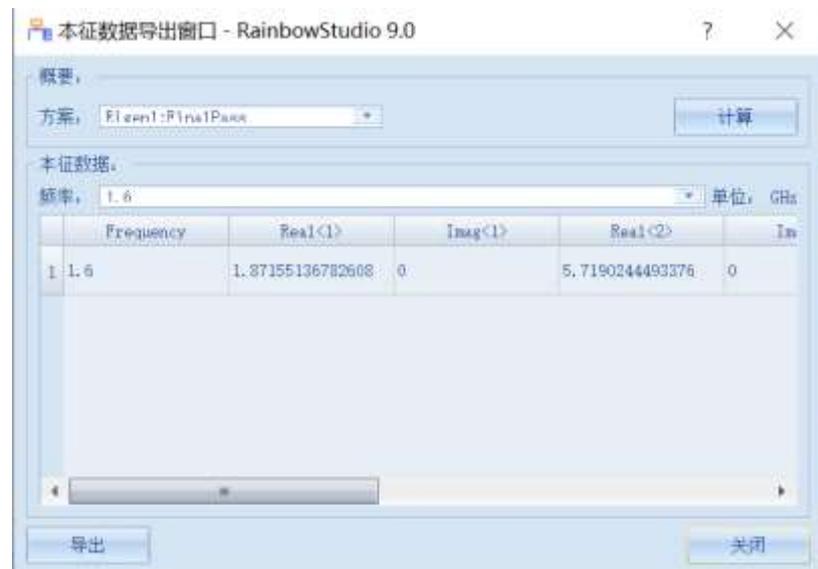


图 4-304 得到本征数据计算结果

点击左下角**导出**按钮，可以导出本征数据，如图 4-305 所示。

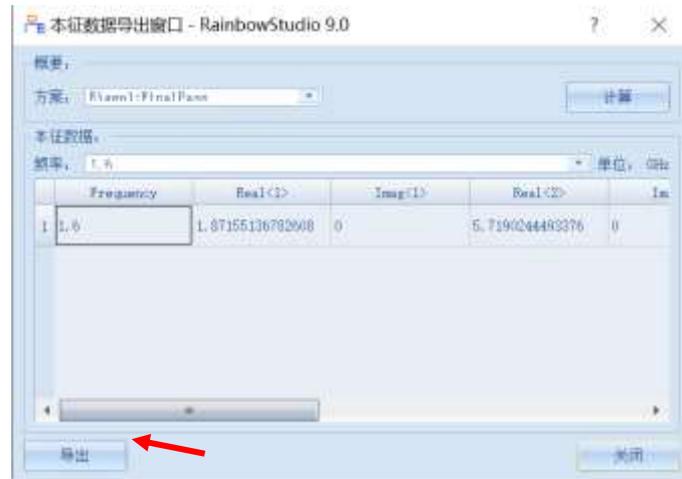


图 4-305 导出本征数据

点击导出后选择目标位置，如图 4-306 所示，选择完成后点击保存即可导出本征数据，完成后如图 4-307 所示。

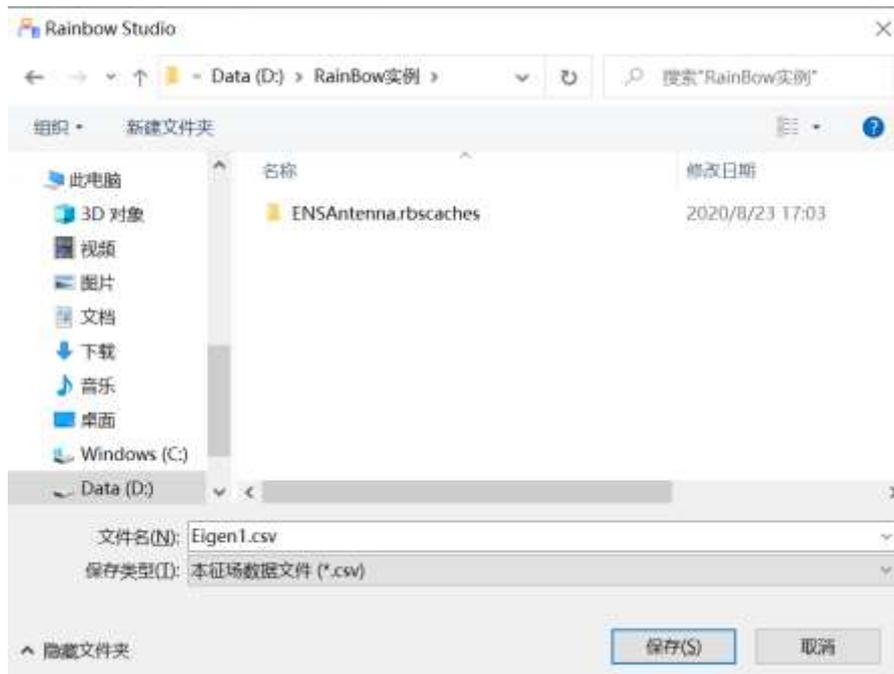


图 4-306 选择目标位置



图 4-307 成功导出本征数据