

第六章 SBR 仿真实例

内容提要:

- 1、设置模型视图。
- 2、设置变量与材料。
- 3、创建几何模型。
- 4、设置仿真模型。
- 5、求解仿真模型。
- 6、显示结果。

目标: 熟悉 Rainbow-SBR 模块的建模环境, 掌握 Rainbow-SBR 模块的建模及仿真流程, 能够在 Rainbow-SBR 模块进行仿真模型的结果分析。

Rainbow-SBR 模块是基于弹跳射线追踪算法, 结合高频物理和几何光学, 考虑几何表面反射、透射、绕射和爬波等电磁效应; 应用射线追踪多次反射, 准确分析超电大尺寸目标的电磁特征。Rainbow-SBR 模块可以应用于分析复杂环境下的电磁传播特性、平台天线的布局优化设计、天线之间的互相耦合干扰、电磁暗室布局等。

Rainbow Studio 软件的 SBR 模块考虑了光线追踪表面的多层介质、金属、阻抗、吸波材料等各类边界条件; 支持复杂地形环境下的电磁效应分析、准确预测电磁信号的传播路径损耗等; 支持电磁散射特性, 包括单站和双站雷达散射截面、SAR 成像; 支持用户自定义射线处理显示; 支持多种理想天线模型、外部天线辐射模型和平面波等多种激励。Rainbow-SBR 模块的设计流程图如图 6-1 所示。



图 6-1 Rainbow-SBR 模块设计流程图

本章将介绍 Rainbow-SBR 模块的建模和仿真过程。

6.1 SBR 仿真实例——Cavity

6.1.1 问题描述

本例所要分析的器件如图 6-2 所示，通过查看远场图表，我们将介绍 Rainbow-SBR 模块的具体仿真流程，包括建模、求解、后处理等。

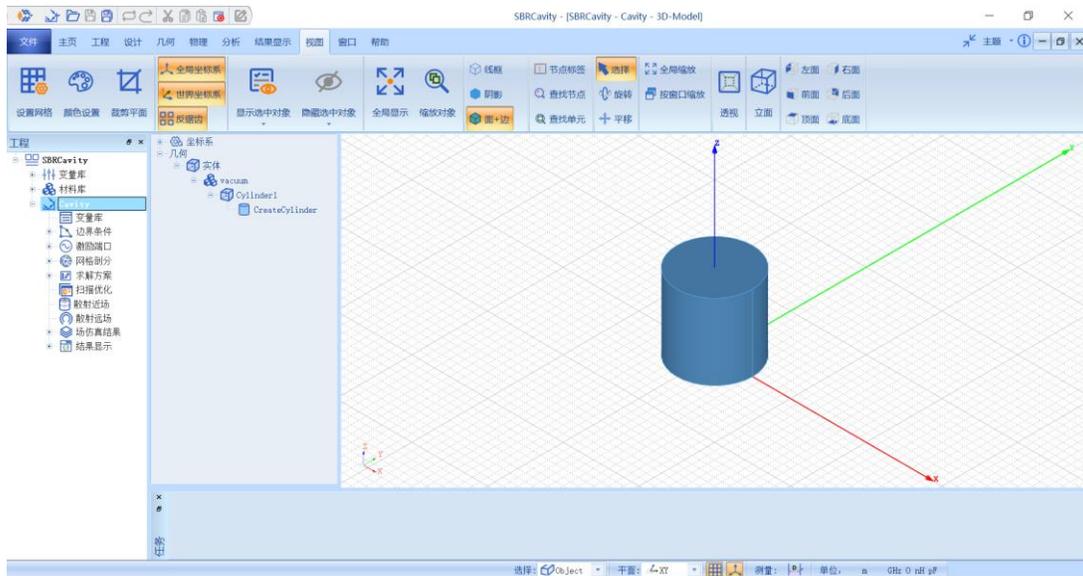


图 6-2 Cavity 模型

6.1.1.1 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 6-3 所示，启动 Rainbow-SBR 模块。

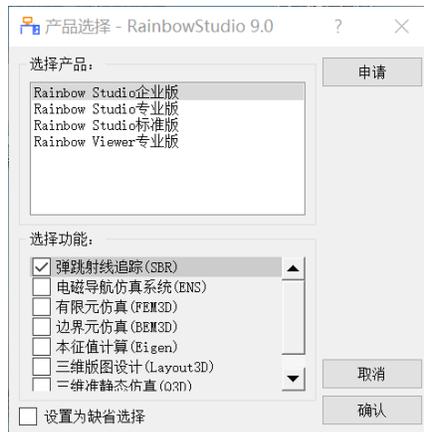


图 6-3 启动 Rainbow-SBR 模块

6.1.1.2 创建文档与设计

如图 6-4 所示选择菜单**文件**→**新建工程**→**Studio 工程与 SBR 模型** 来创建新的文档，其中包含一个缺省的 SBR 的设计。



图 6-4 创建 SBR 文档与设计

在弹出的对话框中默认新建模型的名称为**Cavity**，如图6-5所示。

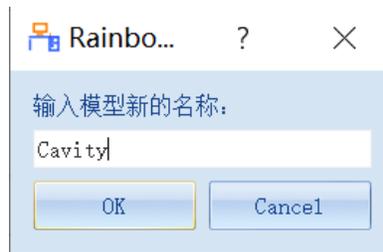


图 6-5 修改设计名称

点击菜单 **File→Save** 或者 **Ctrl+S** 来保存文档，将文档保存为 **SBRCavity.rbs** 文件。保存后的工程树如图 6-6 所示。



图 6-6 保存文档

6.1.2 创建文档与设计

用户可以通过**几何**菜单下的各个选项来从零开始创建各种三维几何模型，包括坐标系，创建点、线、面和体结构。

6.1.2.1 设置模型视图

如图6-7所示点击菜单**设计→长度单位**，在图6-8所示的模型长度单位修改对话框中修改长度单位为**米(m)**。点击**确认**关闭窗口并继续。



图 6-7 修改长度单位



图 6-8 设置模型单位

6.1.2.2 设置变量

点击工程→管理变量，打开 **Cavity** 设计的变量设置对话框，如图 6-9 所示，单击**增加**按钮，依次添加变量，添加完成后点击**应用**，再点击**确认**即可完成变量的添加操作。

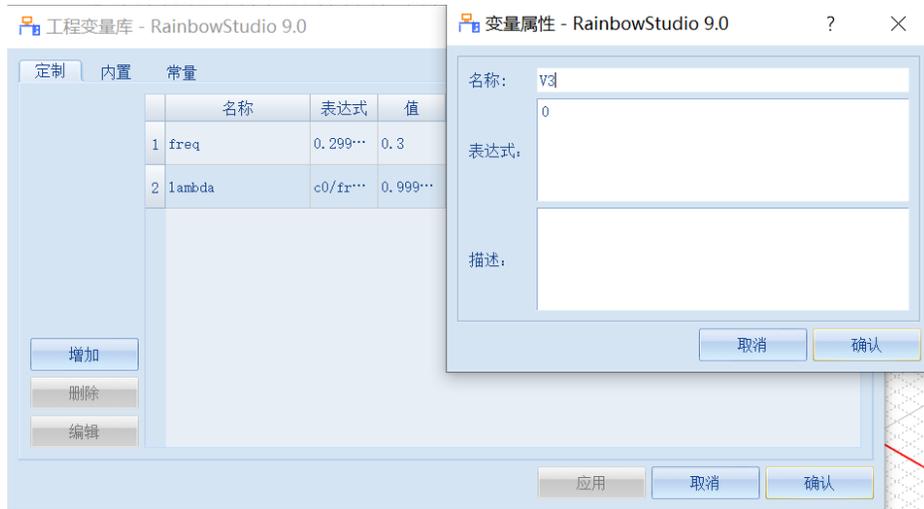


图 6-9 设置模型变量

变量 1

变量名: **freq**

表达式: **0.3**

变量 2

变量名: **lambda**

表达式: **c0/freq/1e9**

6.1.2.3 设置材料

在工程树中选择**材料库**，在其右键菜单中选择**管理材料**，如图 6-10 所示，打开如图 6-11 所示的工程材料库。



图 6-10 打开材料管理库



图 6-11 工程材料管理编辑界面

单击**增加**按钮，为工程添加新的材料，具体设置如图 6-12 所示。

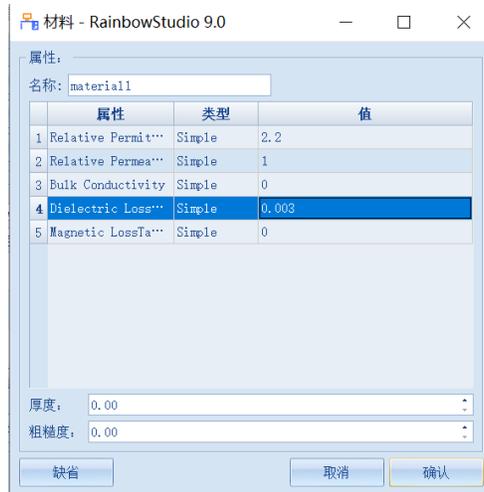


图 6-12 添加新材料

名称: material1

Relative Permittivity: 2.2

Relative Permeability: 1

Magnetic LossTangent: 0

Dielectric LossTangent: 0.003

Bulk Conductivity: 0

6.1.3 创建几何模型

6.1.3.1 创建圆柱体几何对象

点击菜单几何→圆柱体创建圆柱体如图 6-13 所示，用户可以在模型视图窗口中按照图 6-14 和图 6-15 所示操作鼠标创建圆柱体。



图 6-13 创建圆柱体

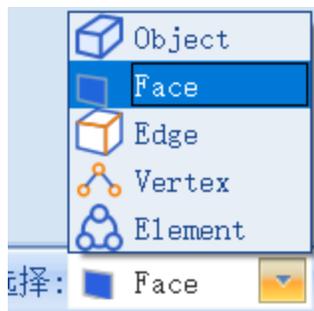


图 6-17 修改选择模式为面选模式

此时选择的对象为某一平面，选择创建的圆柱体的顶面，在其右键菜单中选择**添加边界条件**→**孔径窗口**，如图 6-18 所示。

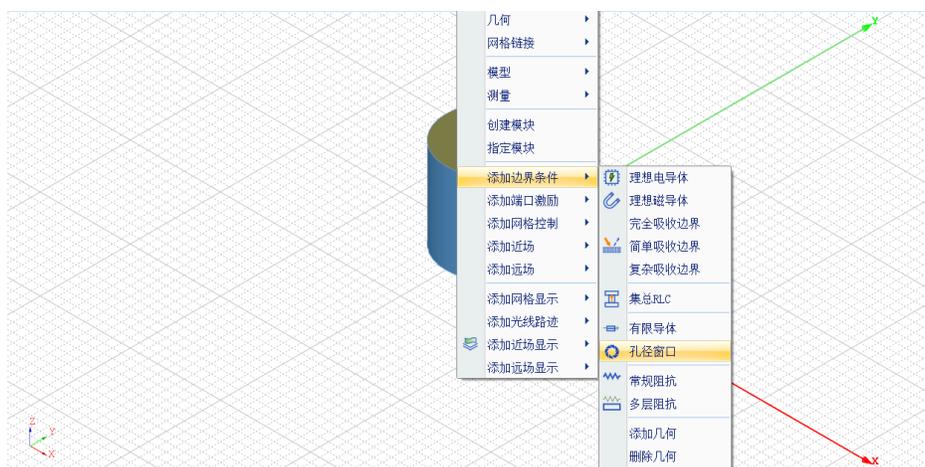


图 6-18 添加孔径窗口

选择圆柱体的圆柱面，在其右键菜单中选择**添加边界条件**→**多层阻抗**，如图 6-19 所示。

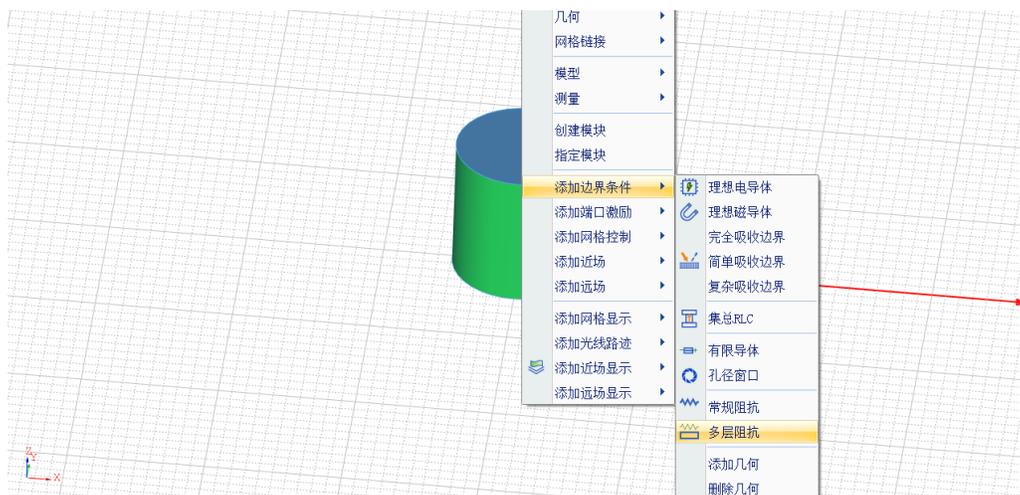


图 6-19 添加多层阻抗操作

在阻抗边界设置对话框中点击**插入**按钮，双击某一参数可以对其进行修改，多层阻抗的设置如图 6-20 所示。

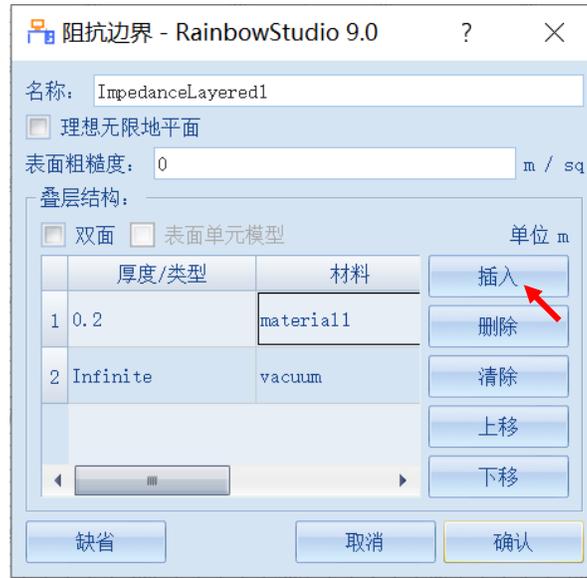


图 6-20 设置阻抗

厚度/类型：0.2

材料：material1

选择圆柱体的底面，在其右键菜单中选择**添加边界条件**→**理想电导体**，如图 6-21 所示。



图 6-21 添加理想电导体边界

6.1.4.2 添加端口激励

创建几何模型后，用户可以为几何模型设置各种端口激励方式和参数。在工程管理树中，Rainbow 系列软件把这些新增的端口激励添加到工程树的**激励端口**目录下。

单击菜单**物理**→**平面波**如图 6-22 所示，设置如图 6-23 所示的 **E_theta** 平面波激励。



图 6-22 添加平面波



图 6-23 添加 E_theta 平面波激励

Wave Theta

起点: 0 deg

终点: 90 deg

步进: 1 deg

位置

X: 0

Y: 0

Z: 2*lambda

6.1.4.3 添加网格控制参数

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**网格部分**目录下。

选择圆柱体的顶面，在其右键菜单中选择**添加网格控制**→**面**，如图 6-24 所示。

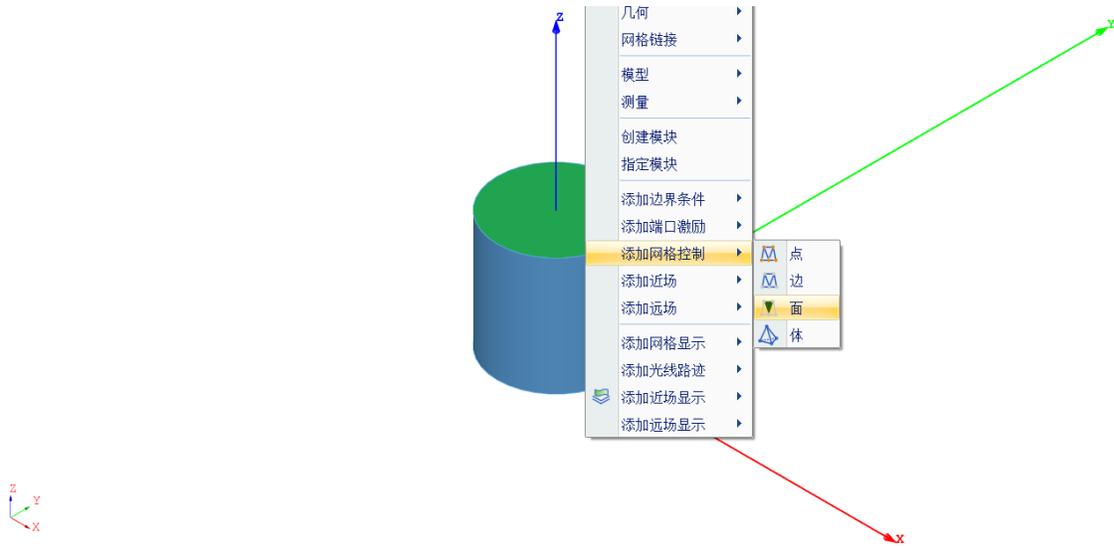


图 6-24 修改圆柱顶面的网格参数

按照如图 6-25 所示设置面网格参数。

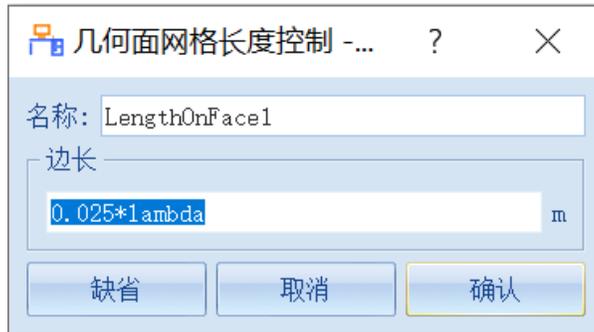


图 6-25 设置面网格控制参数

边长: $0.025 \cdot \lambda$

选择菜单**网格部分**→**初始网格**设置如图 6-26 所示的初始网格控制参数。

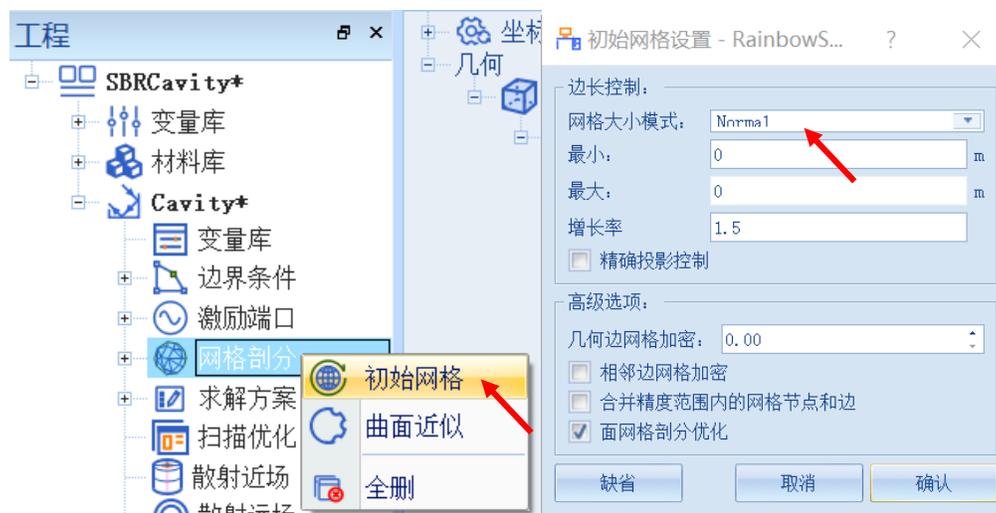


图 6-26 设置全局初始网格剖分控制参数

网格大小模式：Normal

其余保持默认设置。

6.1.5 仿真求解

6.1.5.1 设置仿真求解器

下一步，用户需要设置为模型分析设置求解器所需要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 6-27 所示。并在如图 6-28 所示的求解器设置对话框中修改求解器参数。



图 6-27 添加求解方案操作

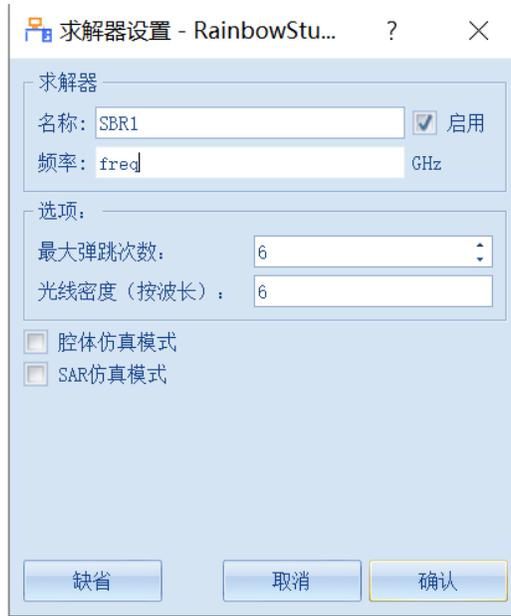


图 6-28 设置求解器参数

频率: freq

最大弹跳次数: 6

光线密度(按波长): 6

6.1.5.2 求解

完成上述任务后，用户可以选择菜单分析→验证设计来如图 6-29 所示验证模型设置是否完整，点击验证设计后会出现如图 6-30 所示的验证有效性界面。



图 6-29 验证设计操作

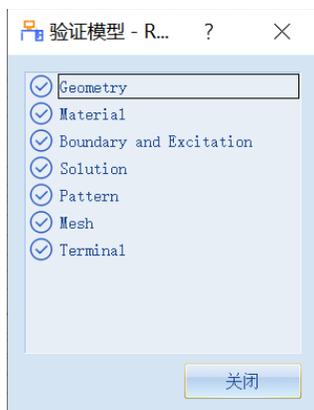


图 6-30 验证仿真模型有效性

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 6-31 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 6-32 所示。



图 6-31 求解设计操作

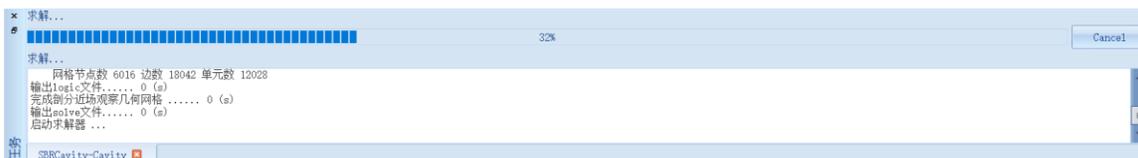


图 6-32 查看仿真任务进度信息

6.1.6 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。

6.1.6.1 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。用户可以选择菜单**物理**→**网格**来为选择的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 **Cavity** 几何对象，选择菜单**物理**→**网格**，如图 6-33

所示，并在如图 6-34 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。

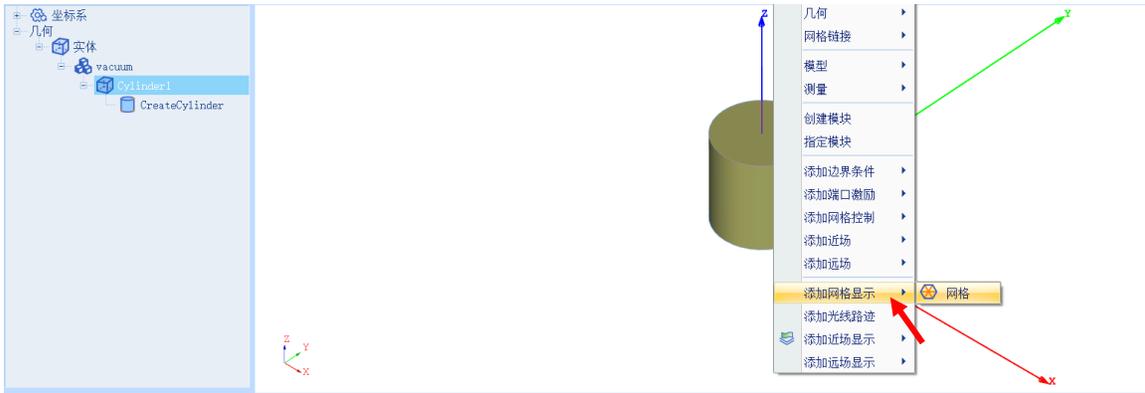


图 6-33 添加网格



图 6-34 添加几何网格剖分结果显示

点击**确认**完成设置后，所选 **Cavity** 几何对象的网格剖分情况在模型视图中如图 6-35 所示。

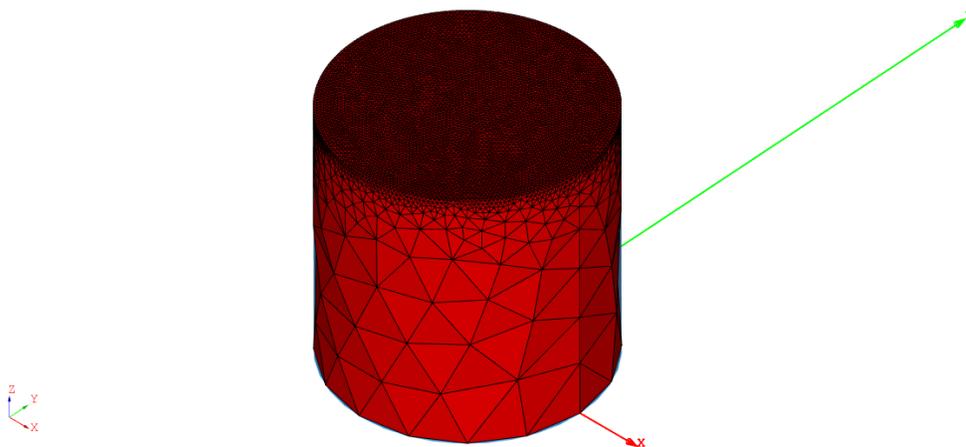


图 6-35 显示几何的网格剖分情况

6.1.6.2 远场图表显示

仿真结束后，系统可以创建各种形式的视图，包括线图、曲面和极坐标显示，天线辐射图等。在工程管理树中，Rainbow 系列软件把这些新增的视图显示添加到设计的结果显示目录下。选择菜单结果显示→远场图表→2 维矩形线图，如图 6-36 所示，并在如图 6-37 所示的控制对话框中输入如下控制参数来添加远场 RCS 结果。

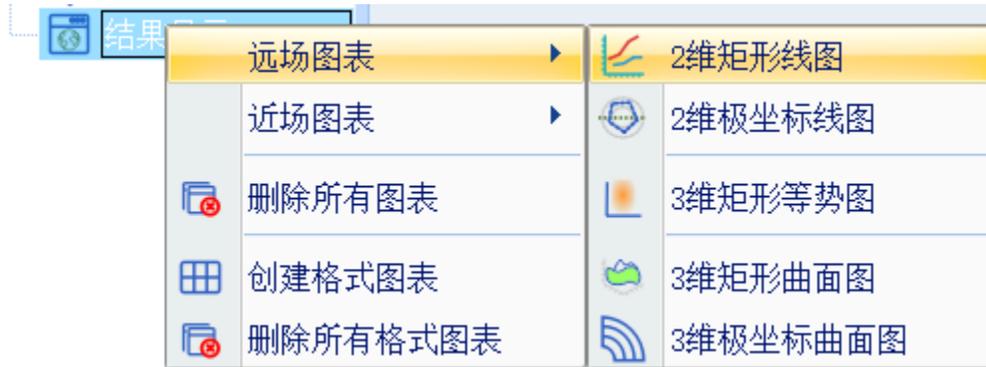


图 6-36 生成远场 RCS 曲线

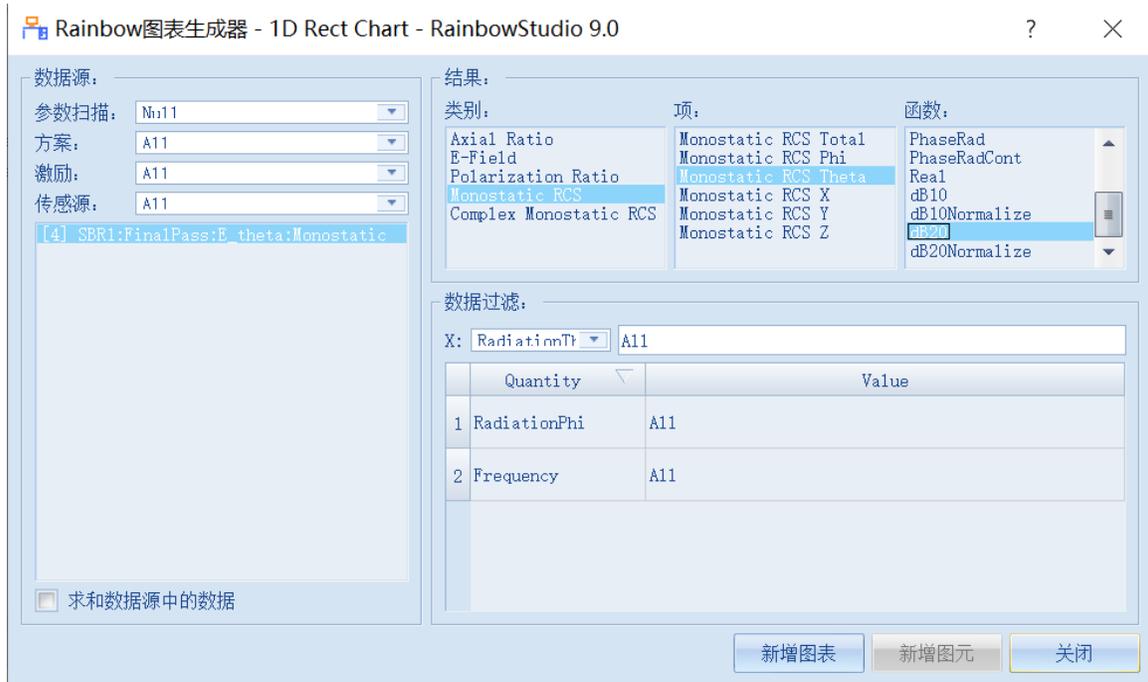


图 6-37 设置图表参数

数据源: [4]

类别: Monostatic RCS

项: Monostatic RCS Theta

函数: dB20

远场结果如图 6-38 所示。

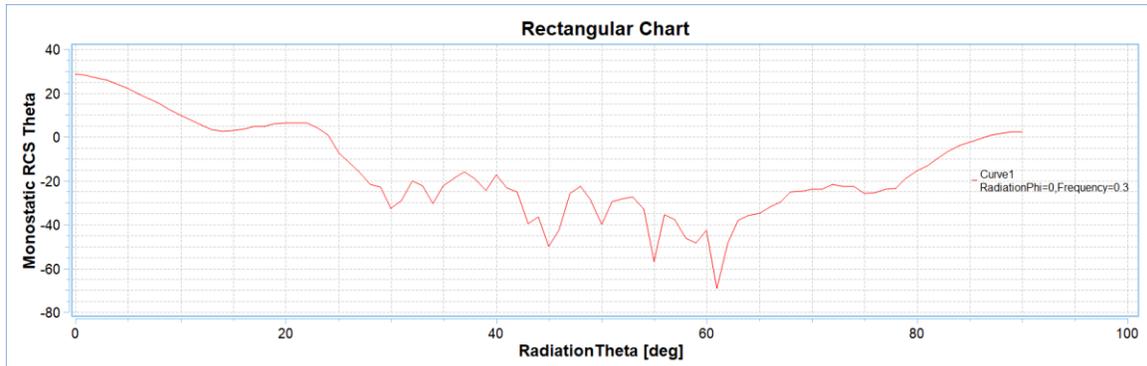


图 6-38 二维矩阵线图结果显示

6.2 本章小结

本章介绍了 Rainbow-SBR 模块，通过 Cavity 介绍了 Rainbow-SBR 模块的建模及仿真过程。在建模过程中介绍了多层阻抗的设置，建模完成后对几何模型进行了网格剖分以及 RCS 参数图表的查看。

思考与讨论

- 1、SBR 模块的建模及仿真过程。
- 2、如何设置多层阻抗。