

## 4.1 FEM 仿真实例——MagicT

### 4.1.1 问题描述

本例所要展示的器件如图 4-2 所示，通过查看远场图表，将介绍 Rainbow-FEM3D 模块的具体仿真流程，包括建模、求解、后处理等。

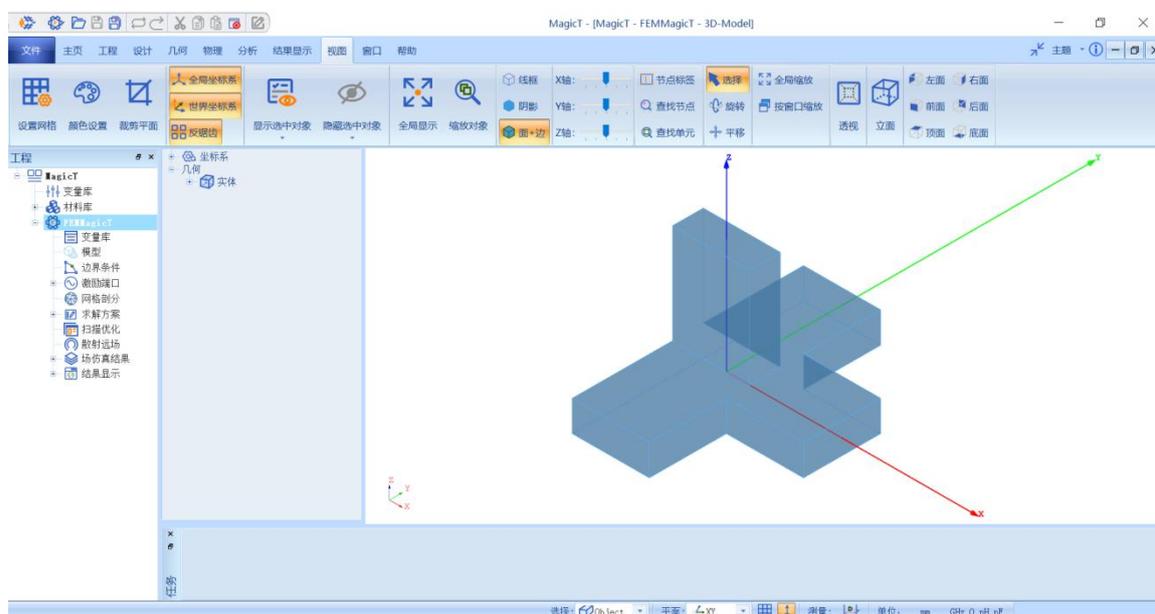


图 4-2 MagicT 模型

### 4.1.2 系统启动

#### 4.1.2.1 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 4-3 所示，启动 Rainbow-FEM3D 模块。

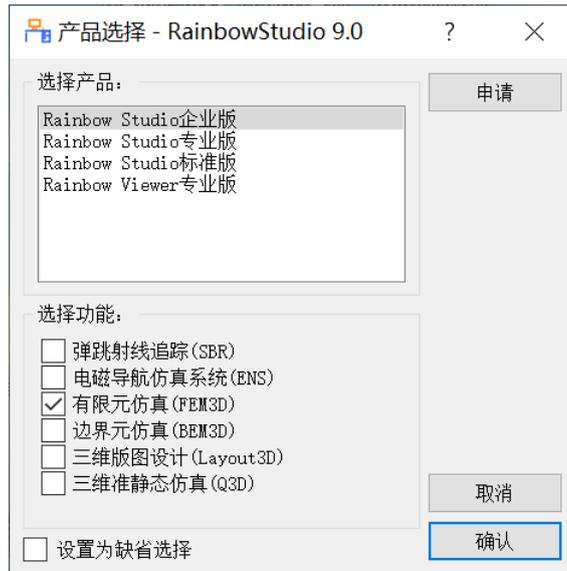


图 4-3 启动 Rainbow-FEM3D 模块

#### 4.1.2.2 创建文档与设计

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

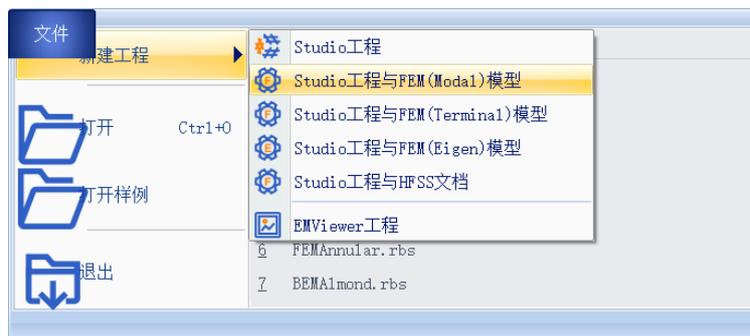


图 4-4 创建 FEM 文档与设计

在弹出的对话框中修改模型的名称为**MagicT**，如图4-5所示。



图4-5 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 **FEMMagicT.rbs** 文件。保存后的工程树如图 4-6 所示。



图 4-6 保存文档

### 4.1.3 创建几何模型

#### 4.1.3.1 创建长方体

点击菜单**几何**→**长方体**创建长方体如图 4-7 所示，在模型视图窗口中进行如图 4-8 和图 4-9 所示的操作，用鼠标操作创建长方体。



图 4-7 创建长方体

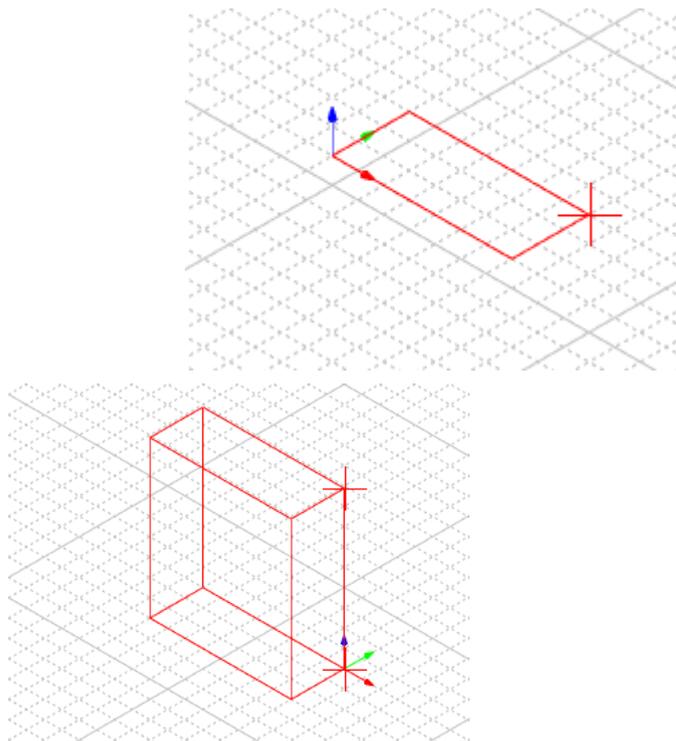


图 4-8 用鼠标拉出长方体底面

图 4-9 用鼠

标拉出长方体高度

双击创建命令 **CreateBox**，可以在属性修改对话框中修改长方体的属性，根据图 4-10 所示修改长方体的参数。



图 4-10 修改长方体参数

**X: -25**

**长度: 50**

**Y: -10**

**宽度: 20**

**Z: 0**

**高度: 75**

创建完成后的几何模型如图 4-11 所示。

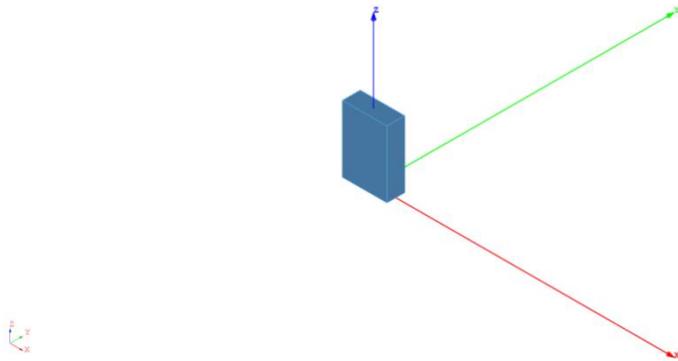


图 4-11 修改完成后的几何模型

#### 4.1.3.2 修改长方体

选择创建好的长方体对象 **Box1**，在几何菜单中选择**旋转复制**如图 4-12 所示。

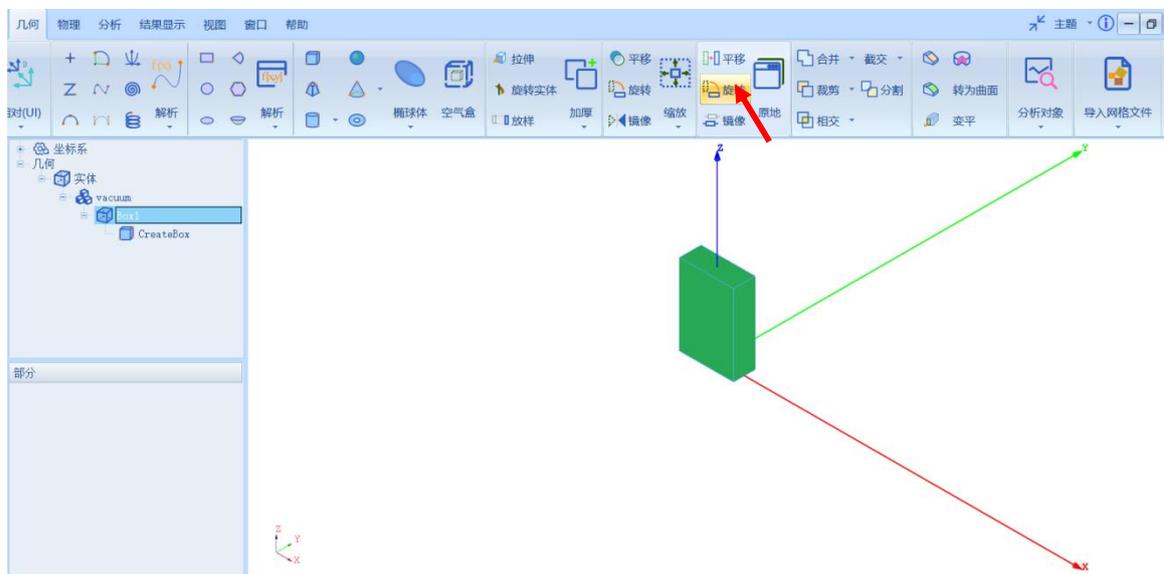


图 4-12 对 Box1 进行旋转复制

点击**旋转**按钮之后在弹出的窗口中修改旋转复制的参数，按照图 4-13 所示修改参数。



图 4-13 修改旋转复制的参数

坐标轴: X 轴

角度(deg): 90

总数: 2

点击确认完成复制, 再选择刚复制的对象 **Box1\_1**, 按照上述操作进行旋转复制操作, 按照图 4-14 所示修改参数。



图 4-14 修改复制参数

坐标轴: Z 轴

角度(deg): 90

总数: 3

完成旋转复制操作后的几何模型如图 4-15 所示。

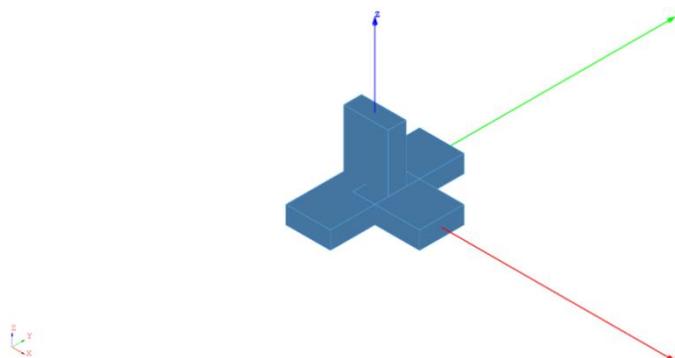


图 4-15 旋转复制后的几何模型

选择 **Box1**、**Box1\_1**、**Box1\_1\_1**、**Box1\_1\_2** 几何对象, 在几何菜单中选择合并, 如图 4-16 所示。

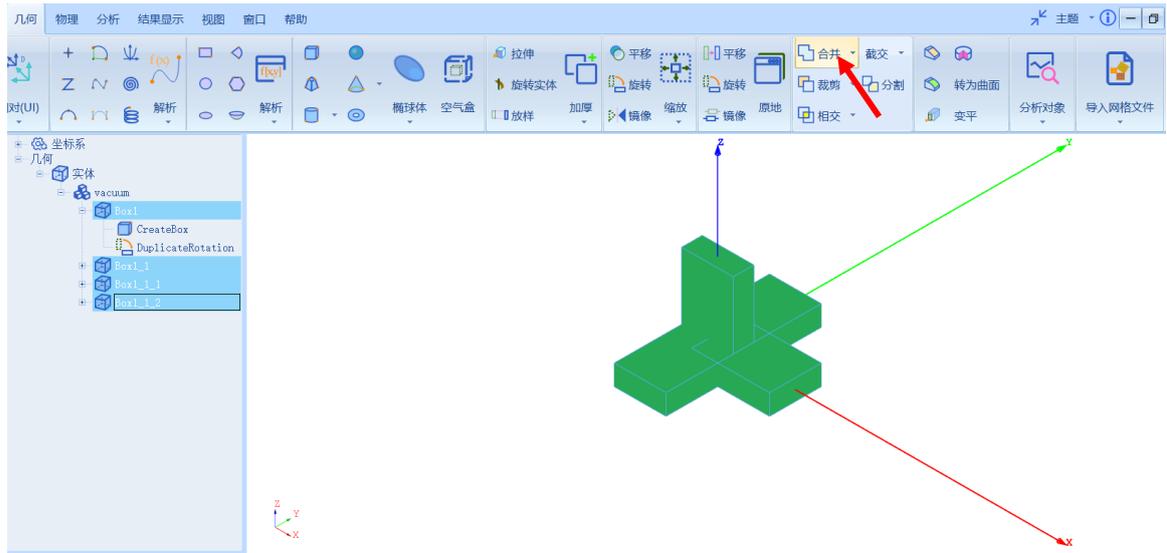


图 4-16 合并几何对象

合并对象之后双击 **Box1**，在几何窗口中修改透明度为 0.5，如图所 4-17 所示。

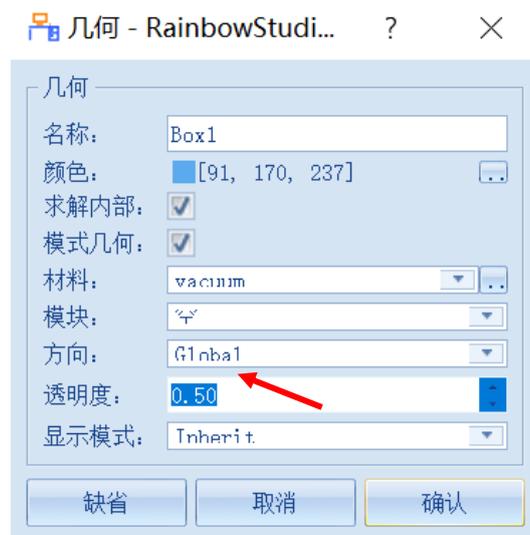


图 4-17 修改透明度

#### 4.1.4 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。

#### 4.1.4.1 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。

将选择模式修改为面选模式，如图 4-18 所示。

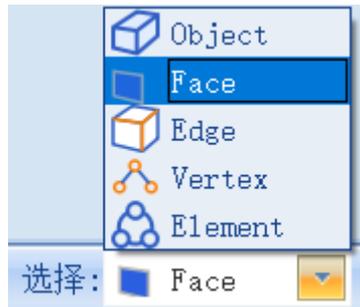


图 4-18 修改选择模式为面选模式

选择几何模型的顶面，为其添加**波端口**，如图 4-19 所示。

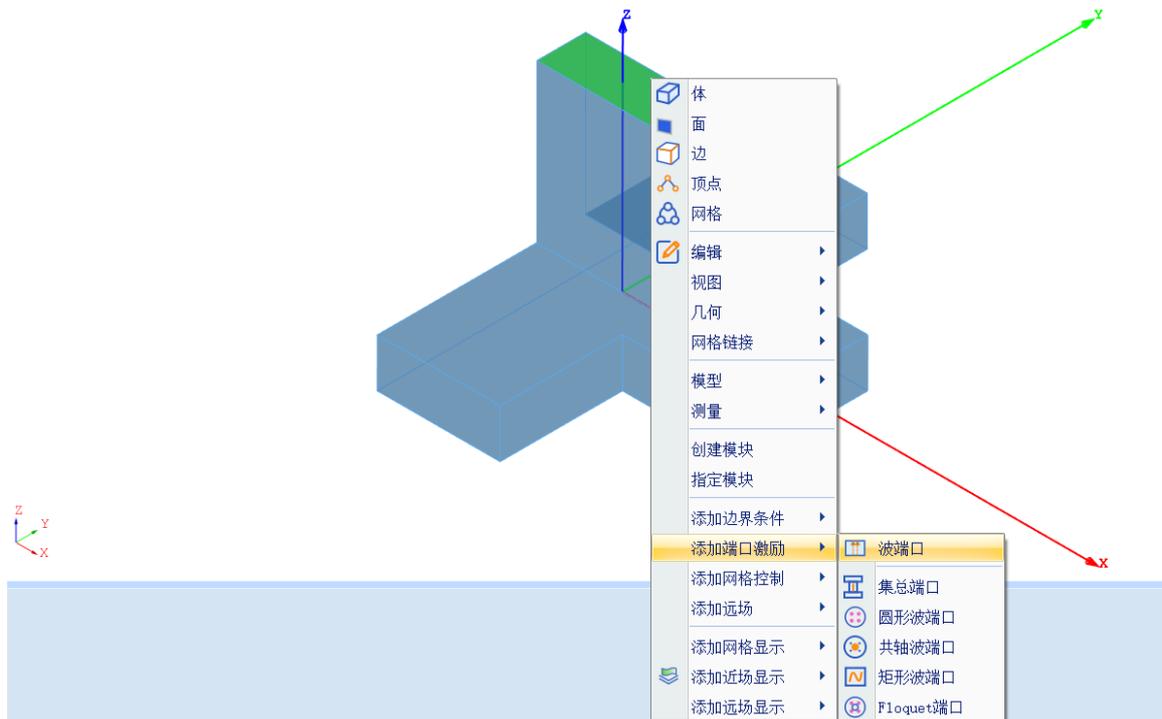


图 4-19 添加波端口

在弹出的波端口设置对话框点击**确认**按钮完成设置，如图 4-20 所示。



图 4-20 确认波端口设置

接下来打开**激励端口**目录下的**P1**，可以找到刚添加的波端口**1**，如图 4-21 所示。



图 4-21 打开激励端口目录

双击**1**打开激励积分线窗口，点击**重置**→**V-**，修改积分线如图 4-22 所示。

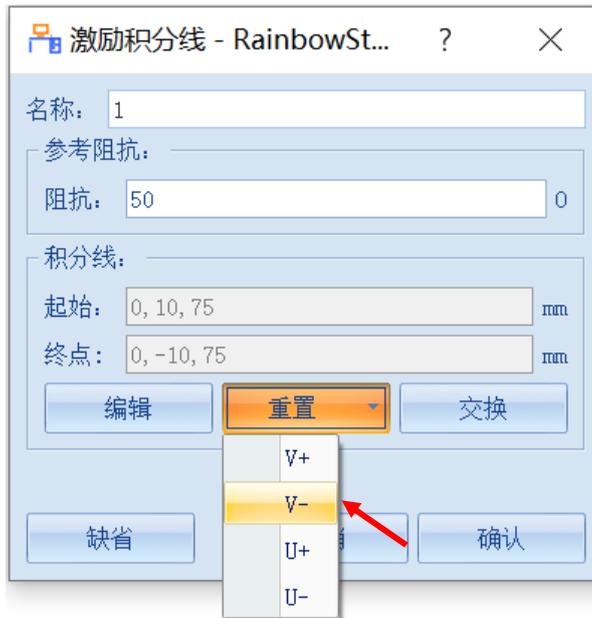


图 4-22 修改积分线

选择几何模型左侧的面，按照同样方式为其添加波端口，如图 4-23 所示。



图 4-23 添加波端口

在弹出的波端口设置对话框点击**确认**按钮完成设置，如图 4-24 所示。

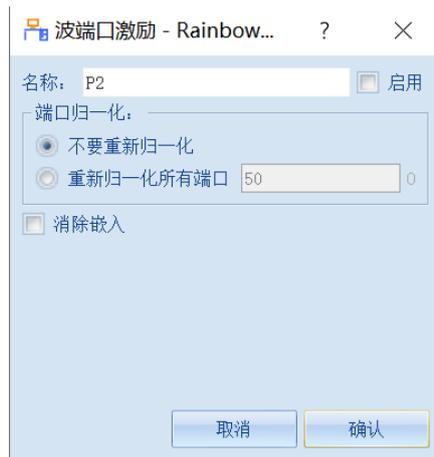


图 4-24 确认波端口设置

接下来打开**激励端口**目录下的**P2**，可以找到刚添加的波端口**1**，如图 4-25 所示。



图 4-25 打开激励端口目录

双击**1** 打开激励积分线窗口，点击**重置**→**V-**，修改积分线如图 4-26 所示。

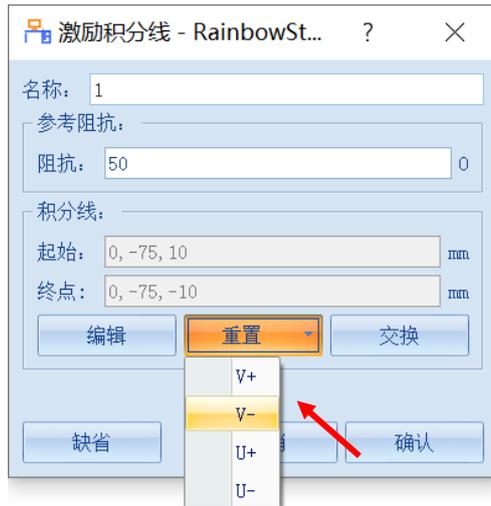


图 4-26 修改积分线

选择几何模型前侧的面，按照同样方式为其添加**波端口**，如图 4-27 所示。

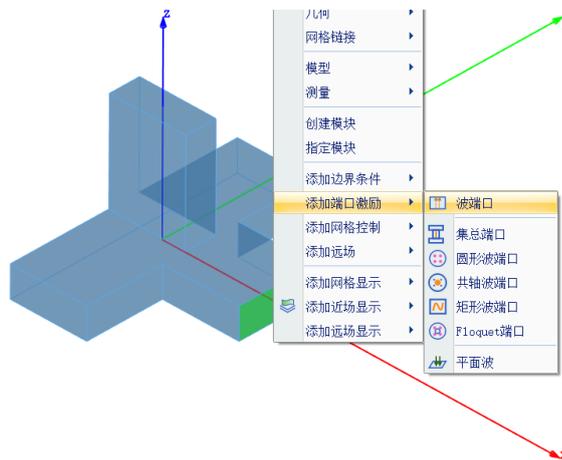


图 4-27 添加波端口

在弹出的波端口设置对话框点击**确认**按钮完成设置，如图 4-28 所示。



图 4-28 确认波端口设置

接下来打开**激励端口**目录下的 P3，可以找到刚添加的波端口 **1**，如图 4-29 所示。

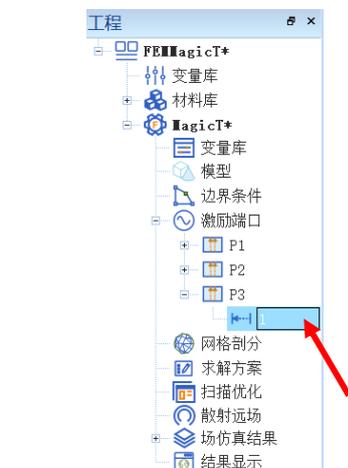


图 4-29 打开激励端口目录

双击 **1** 打开激励积分线窗口，点击**重置**→**V-**，修改积分线如图 4-30 所示。

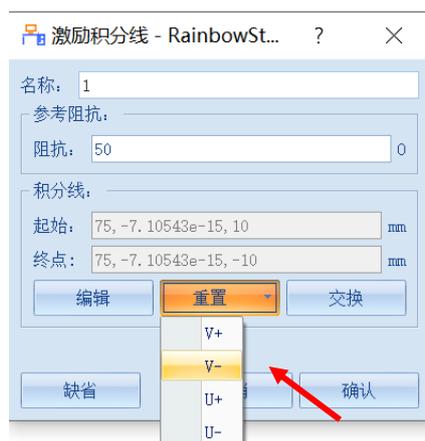


图 4-30 修改积分线

使用 **Alt+**鼠标左键旋转几何模型，选择几何模型右侧的面，按照同样方式为其添加**波端口**，如图 4-31 所示。

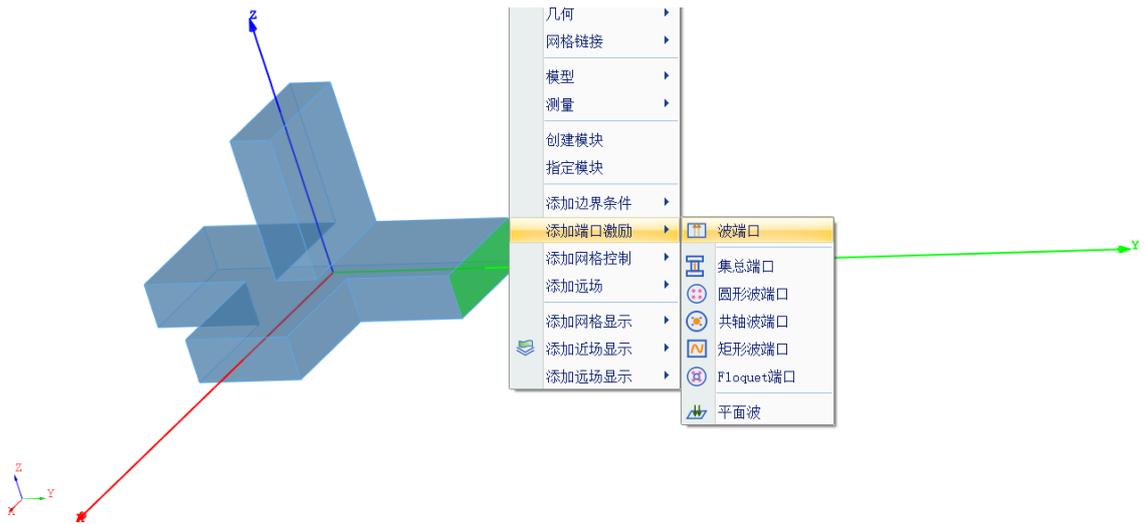


图 4-31 添加波端口

在弹出的波端口设置对话框点击**确认**按钮完成设置，如图 4-32 所示。

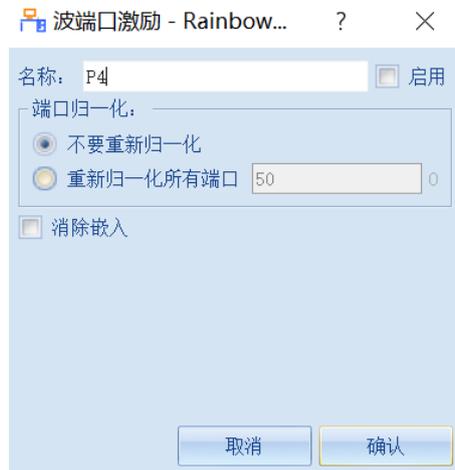


图 4-32 确认波端口设置

接下来打开**激励端口**目录下的 P4，可以找到刚添加的波端口 **1**，如图 4-33 所示。

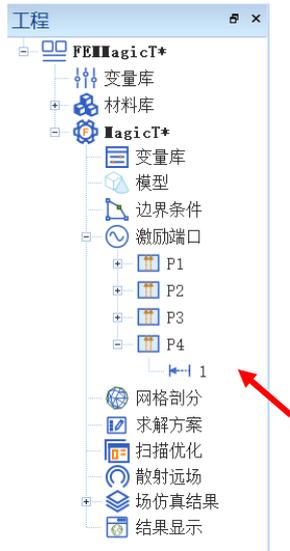


图 4-33 打开激励端口目录

双击 **1** 打开激励积分线窗口，点击**重置**→**V-**，修改积分线如图 4-34 所示。

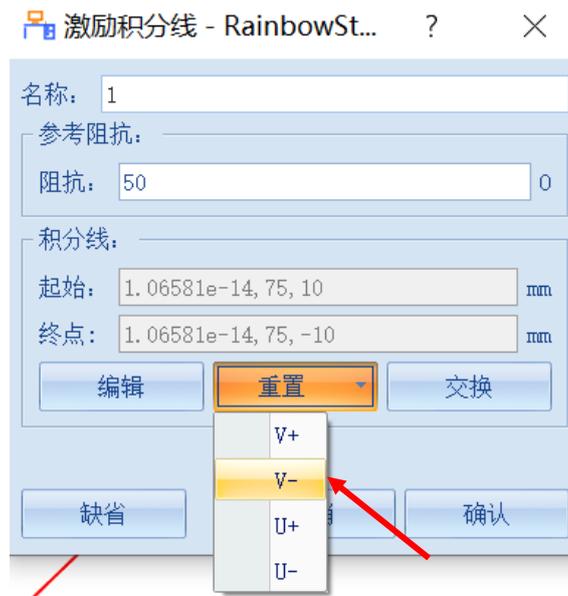


图 4-34 修改积分线

## 4.1.5 仿真求解

### 4.1.5.1 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 4-35 所示。并在如图 4-36 所示的求解器设置对话框中修改求解器参数。



图 4-35 添加求解方案操作

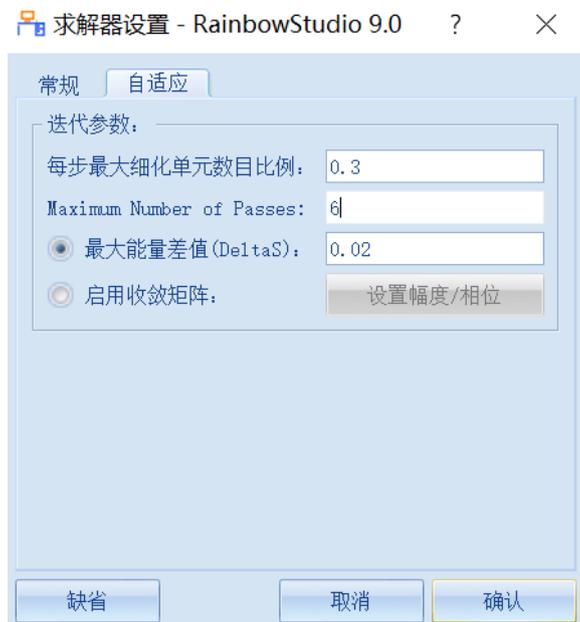


图 4-36 设置求解器

频率: 4 GHz

数据精度: **Single Precision**

基函数阶数: **First Order**

每步最大细化单元数目比例: **0.3**

**Maximum Number of Passes: 6**

最大能量差值(Deltas): **0.02**

#### 4.1.5.2 添加扫频方案

在求解方案目录下打开刚添加的 **FEM1**, 在其右键菜单中选择扫频方案→添加扫频方案, 如图 4-37 所示, 按照图 4-38 所示设置扫频方案。

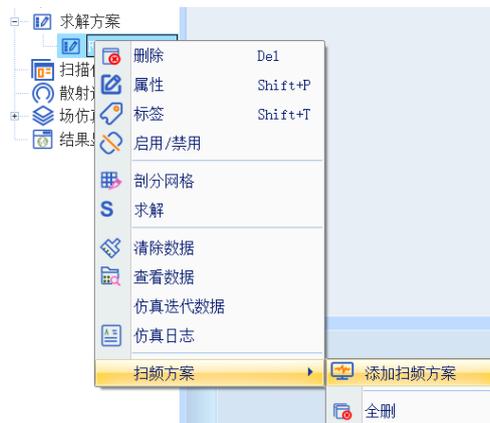


图 4-37 添加扫频方案



图 4-38 设置扫频方案

扫描类型: **Interpolating**

起始: **3.4 GHz**

选择方法: **Liner by**

终止: **4 GHz**

数目：1001

#### 4.1.5.3 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 4-39 所示，验证模型设置是否完整，点击验证设计后会出现如图 4-40 所示的验证有效性界面。



图 4-39 验证设计操作

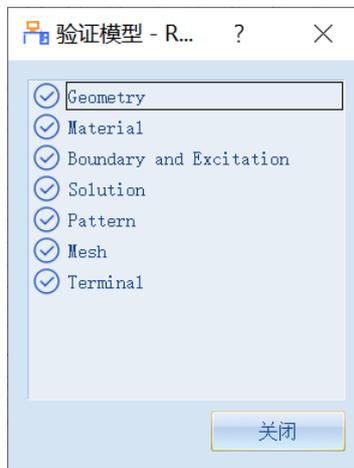


图 4-40 验证仿真模型有效性

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 4-41 所示。用户可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 4-42 所示。



图 4-41 求解设计操作

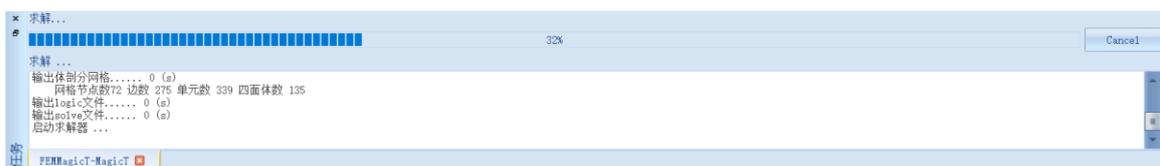


图 4-42 查看仿真任务进度信息

## 4.1.6 结果显示

### 4.1.6.1 近场电流显示

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。

首先在物理菜单下单击切换激励源显示，如图 4-43 所示。

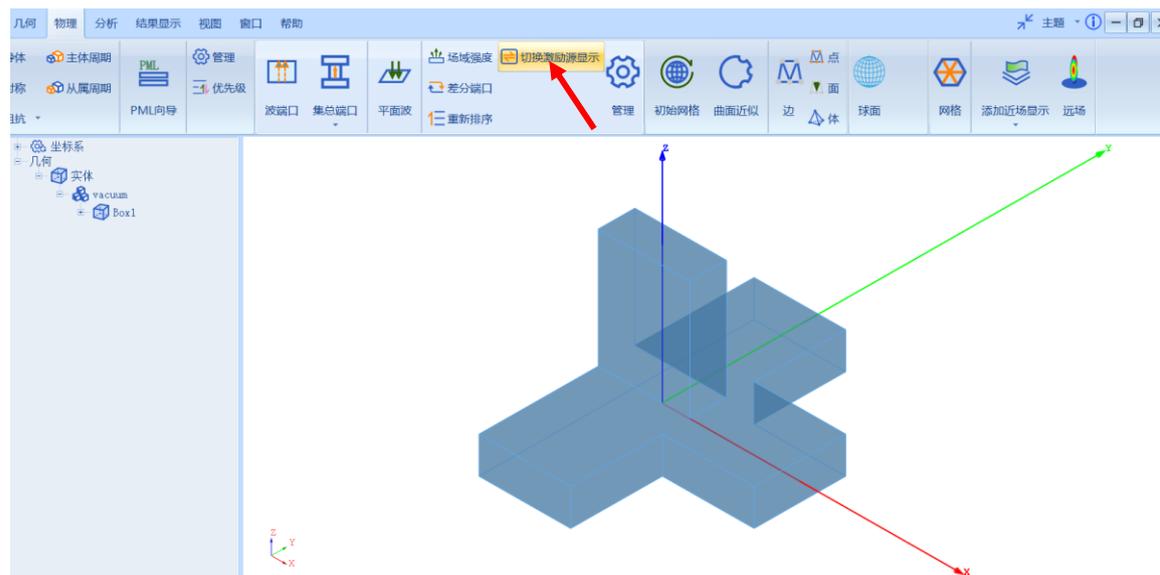


图 4-43 切换激励源显示操作

在切换场域激励源窗口选择 P1 激励源，如图 4-44 所示。

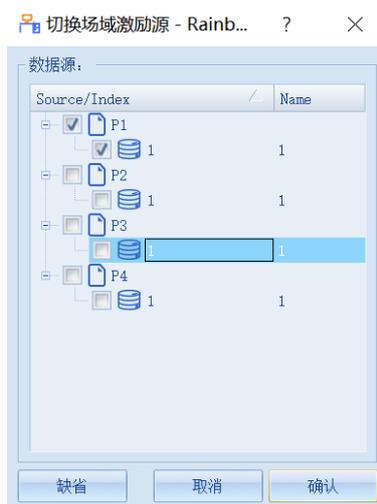


图 4-44 选择 P1 激励源

选择 Box1 对象，在其右键菜单中选择添加近场显示→E 电场模，如图 4-45 所示。

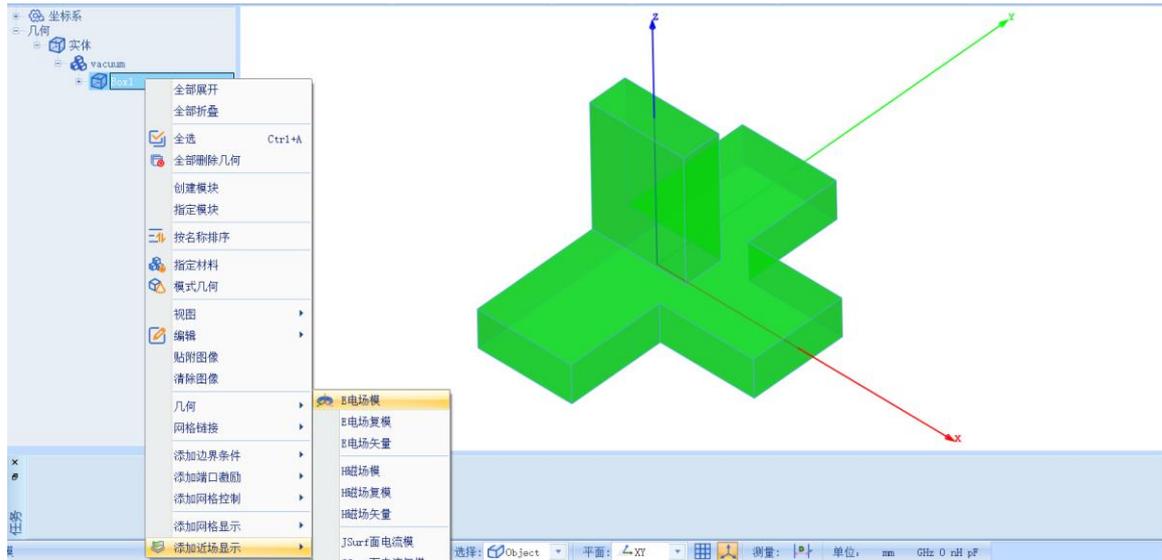


图 4-45 添加 E 电场模

在弹出的近场显示窗口中，按照图 4-46 修改参数。



图 4-46 修改近场显示参数

近场电流显示结果如图 4-47 所示。

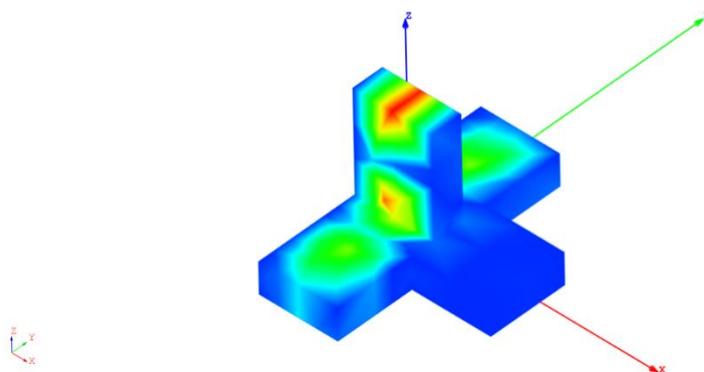


图 4-47 近场电流显示结果

#### 4.1.6.2 S 参数图表显示

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→SYZ 参数图表→2 维矩形线图，如图 4-48 所示，并在如图 4-49 所示的控制对话框中输入如下控制参数来添加 S 参数结果。

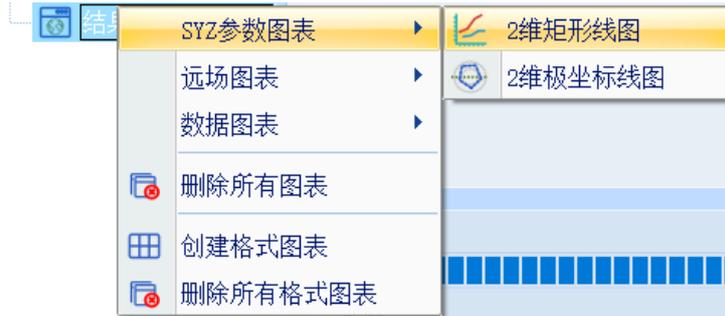


图 4-48 生成二维矩阵线图

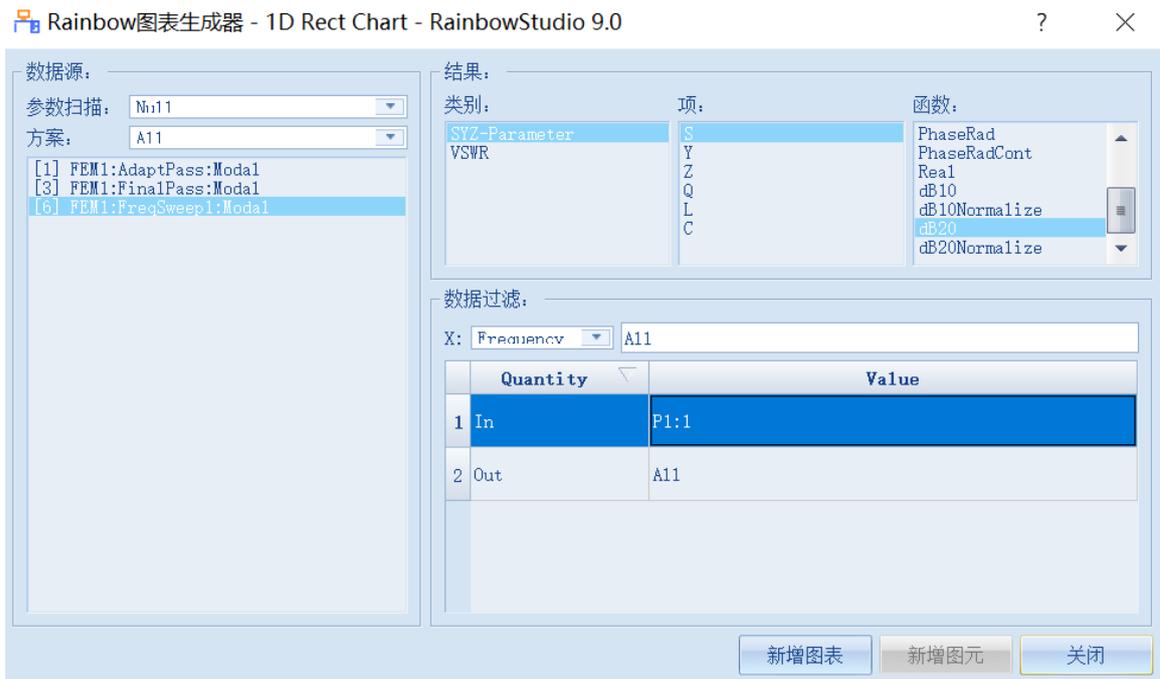


图 4-49 设置图表参数

**方案:** [6]

**类别:** SYZ-Parameter

**项:** S

**函数:** dB20

**In:** P1:1

**Out:** All

S 参数图表结果如图 4-50 所示。

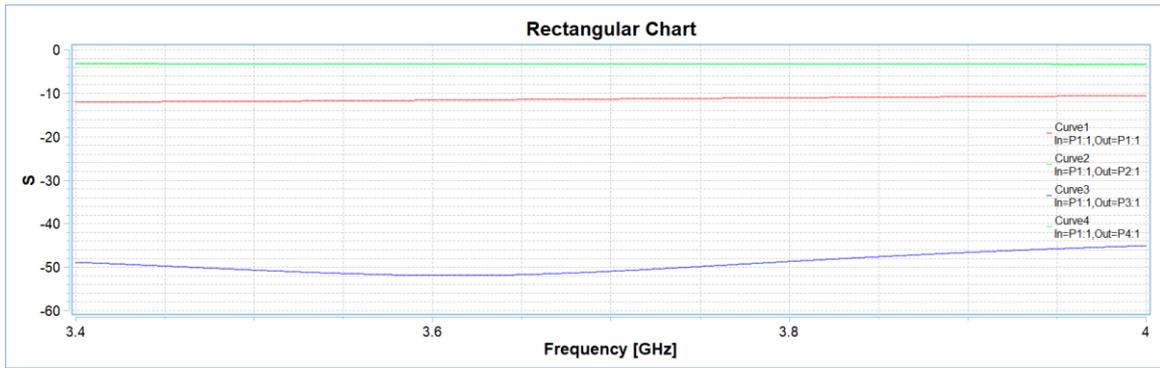


图 4-50 S 参数结果显示

S 参数相位图设置如图 4-51 所示。

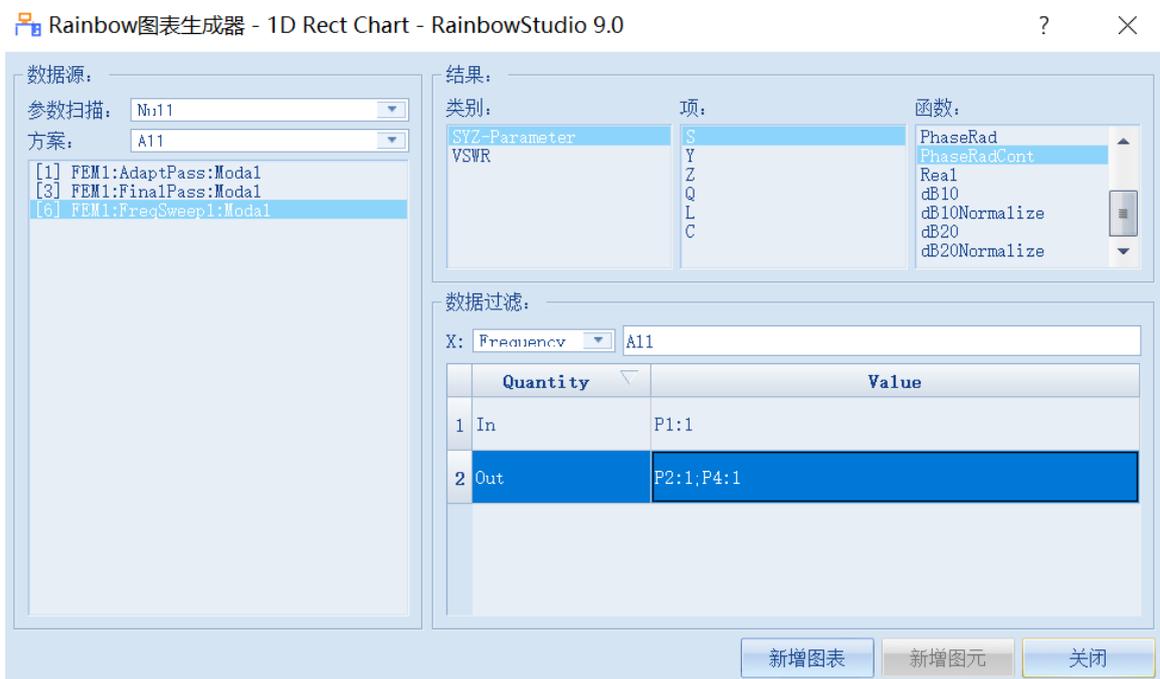


图 4-51 S 参数相位图设置

方案: [6]

类别: SYZ-Parameter

项: S

函数: PhaseRadCont

In: P1:1

Out: P2:1; P4:1

S 参数相位图结果如图 4-52 所示。

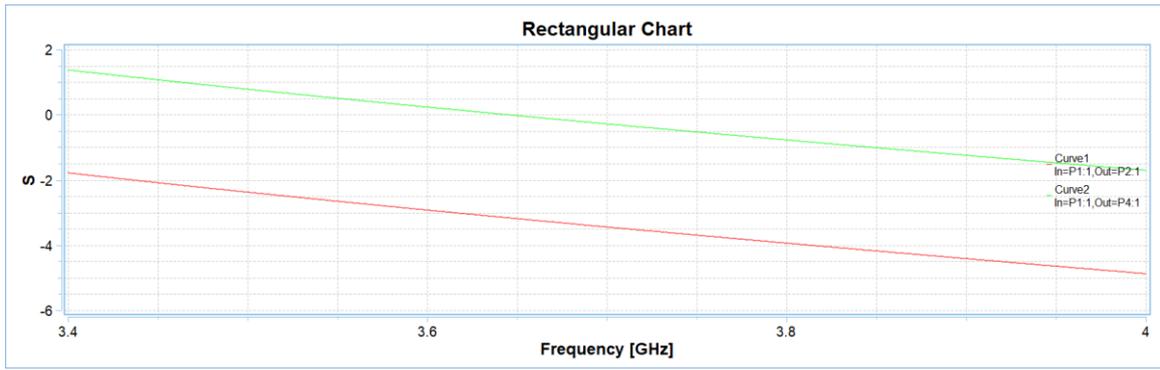


图 4-52 S 参数相位图结果