

3.6 反射抛物面天线仿真实例——带馈源的单反射天线

3.6.1 问题描述

本例展示了如何用Rainbow-BEM3D对如图3-224所示的以喇叭天线为馈源的单反射天线进行建模和仿真的过程。

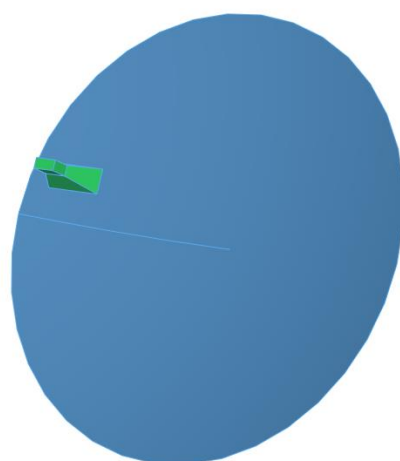


图 3-224 单反射面天线模型

3.6.2 系统启动

3.6.2.1 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 3-225 所示，启动 Rainbow-BEM3D 模块。

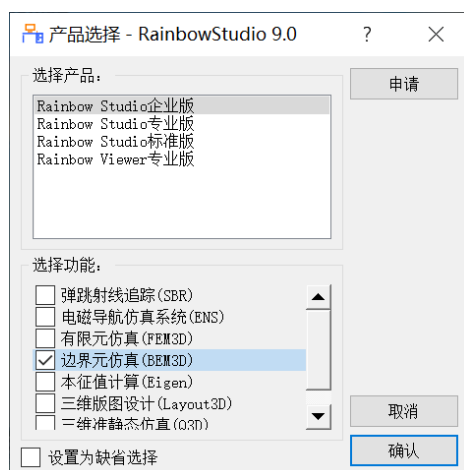


图 3-225 启动 Rainbow Studio 系统 BEM 模块

3.6.3 创建文档与设计

如图 3-226 所示选择菜单文件→新建工程→Studio 工程与 BEM 模型来创建新的文档，其包含一个缺省的 BEM 的设计。



图 3-226 创建 BEM 文档与设计

如图3-231所示在左边工程树中选择BEM设计树节点，选择右击菜单模型改名把设计的名称修改为SingleReflector。

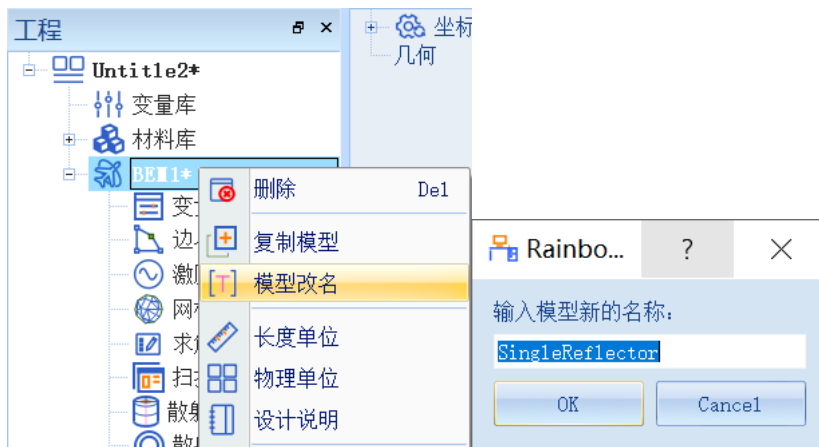


图 3-227 修改设计名称

点击菜单 File→Save 或者 Ctrl+S 来保存文档，将文档保存为 **BEMSingleReflector.rbs** 文件。保存后的 BEMSingleReflector 工程树如图 3-228 所示。



图 3-228 保存文档

3.6.4 创建几何模型

通过菜单**几何**下的各个菜单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。

3.6.4.1 设置模型视图

如图3-229所示点击菜单**设计**→**长度单位**修改设计的长度单位为**米(m)**，如图3-230所示。点击**OK**关闭窗口并继续。



图3-229 修改长度

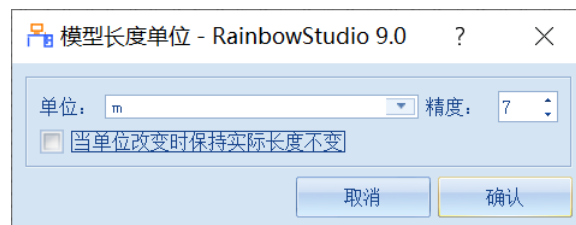


图3-230 设置模型单位

3.6.4.2 设置变量

点击菜单**设计**→**添加变量**，打开 SingleReflector 设计的变量设置对话框，如图 3-231 所示。添加表 3-2 所示的各变量至变量库。



图 3-231 添加变量

表 3-2 新建变量

变量名	表达式
<i>freq</i>	6
<i>lam</i>	$c0/freq/1e9$
F	25*lam
R	18*lam
wa	0.09
wb	0.0428
wl	0.0846
ha	0.2287
hb	0.1
hl	0.1395

3.6.4.3 创建喇叭天线几何对象

(1) 喇叭天线模型

本例中，我们用如图 3-232 所示喇叭天线作为馈源。

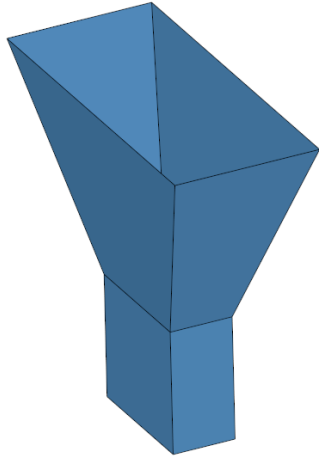



图 3-232 喇叭几何模型

点击菜单几何→楔体  在全局坐标系中创建任意楔体模型如图 3-233 所示，创建喇叭天线的喇叭口，此时几何树下会生成几何菜单。

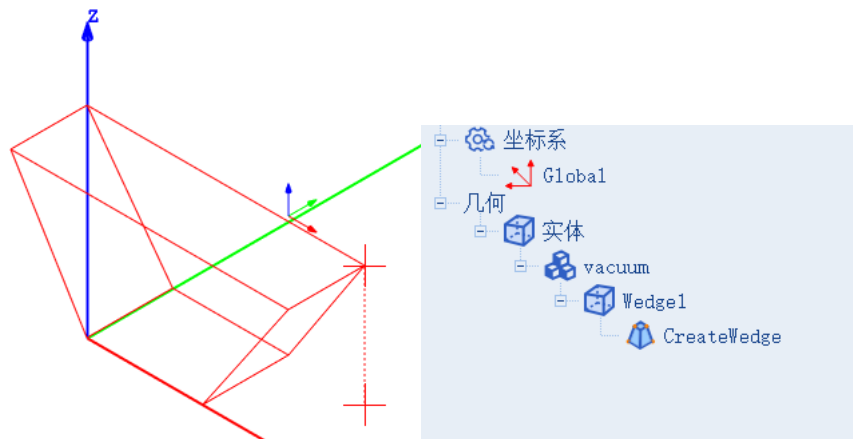


图 3-233 创建楔体

用户可以双击几何树中建立好的直线几何对象 **Wedge1** 改变线段名字、颜色等参数如图 3-234 所示；双击几何创建命令 **CreateWedge** 改变楔体的坐标参数如图 3-235 所示。



图 3-234 修改直线属性

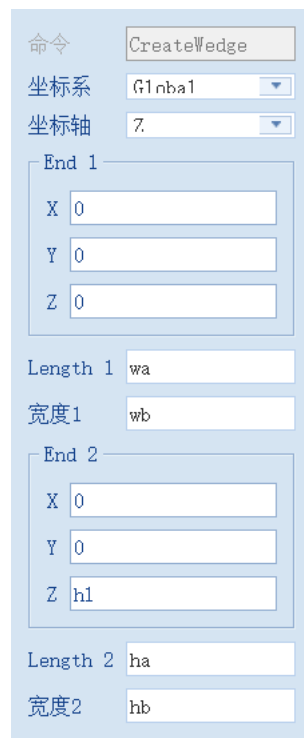


图 3-235 楔体属性设置对话框

End 1

X: 0

Y: 0

Z: 0

长度 1: wa

End 2

X: 0

Y: 0

Z: h1

长度 2: ha

宽度 1: wb

宽度 2: hb

接下来在底部菜单选择: Face 选择 face, 选中楔体的顶部几何面, 鼠标右键选择几何→修补→移除面, 将几何体顶部移除, 如图 3-236 所示。

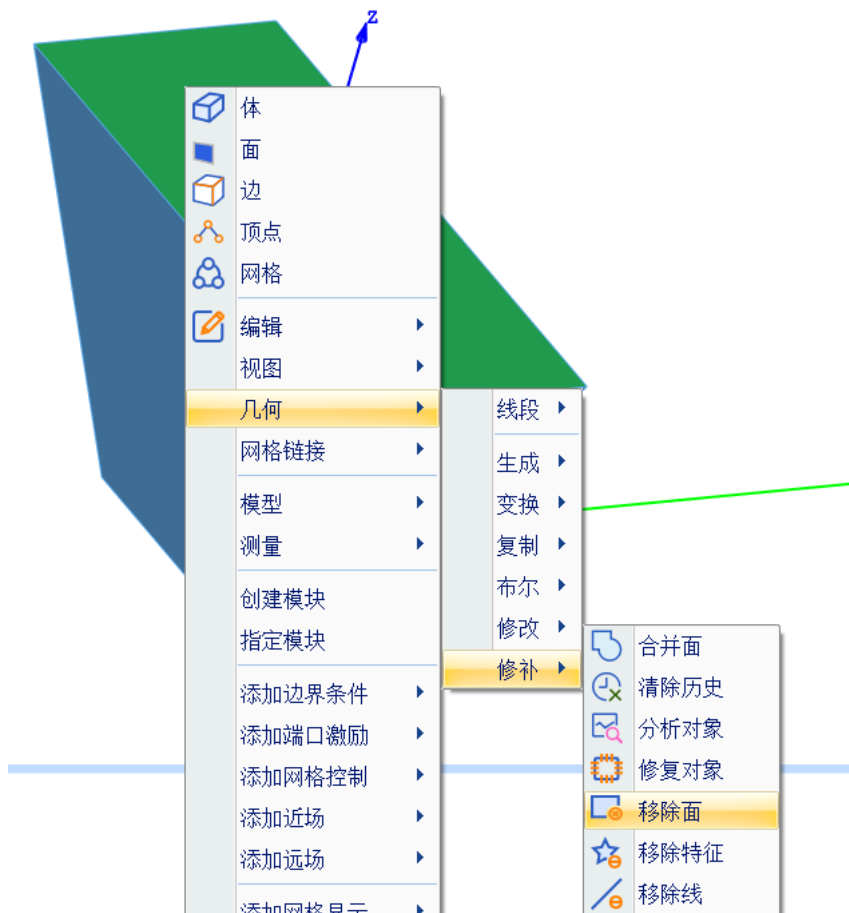


图 3-236 楔体去除顶面

用相同的操作把楔体几何模型的底部面进行移除, 几何模型修改完如图 3-237 所示, 完成喇叭口的几何模型。

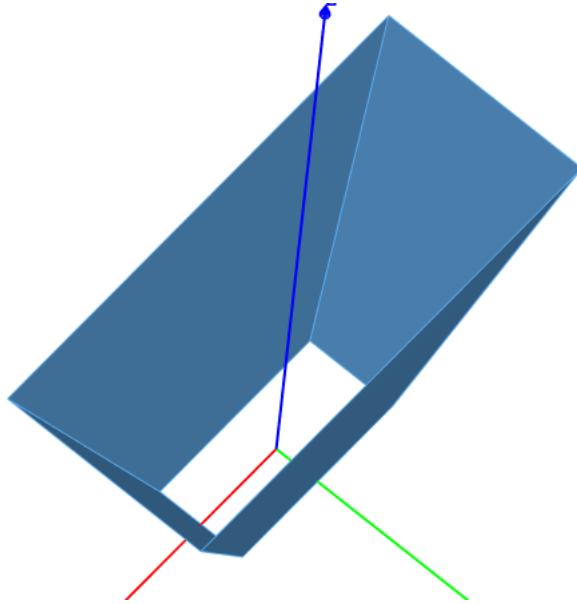



图 3-237 创建完成喇叭口

创建一个五个面的空心长方体模型，该模型与喇叭口底部相连。

点击菜单**几何**→**长方体**  创建长方体，双击几何树节点下 **Box1** 选项，打开新建长方体几何对话框的选项卡，可修改该长方体的名字、透明度等属性如图 3-238。

再打开 **Box1** 节点下 **CreatBox** 选项，在位置文本框中输入其位置坐标，在长度、宽度、高度文本框中分别输入如下参数，对话框如图 3-239 所示。

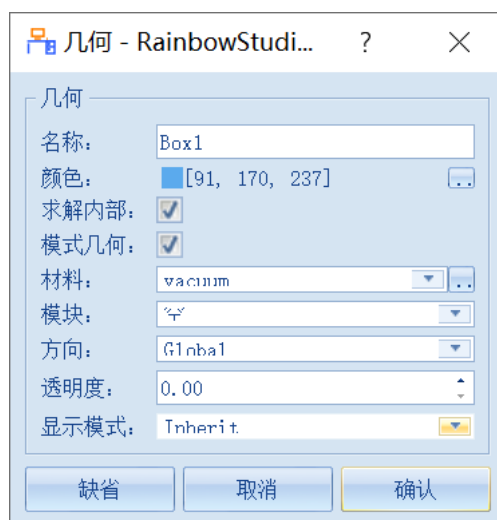


图 3-238 几何对话框



图 3-239 长方体属性对话框

位置

X: $-wa/2$

长度: wa

Y: $-wb/2$

宽度: wb

Z: -wl

高度: wl

创建完成长方体如图 3-239 所示。

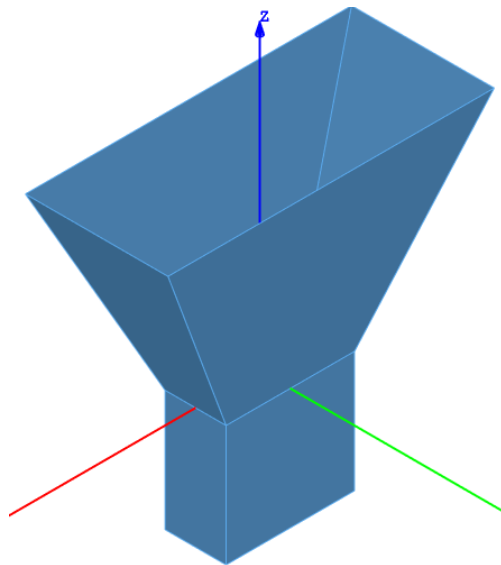


图 3-239 完成长方体

选中长方体与喇叭口相连的长方形表面，鼠标右键选择几何→修补→移除面，将长方体顶部移除，如图 3-236 所示。

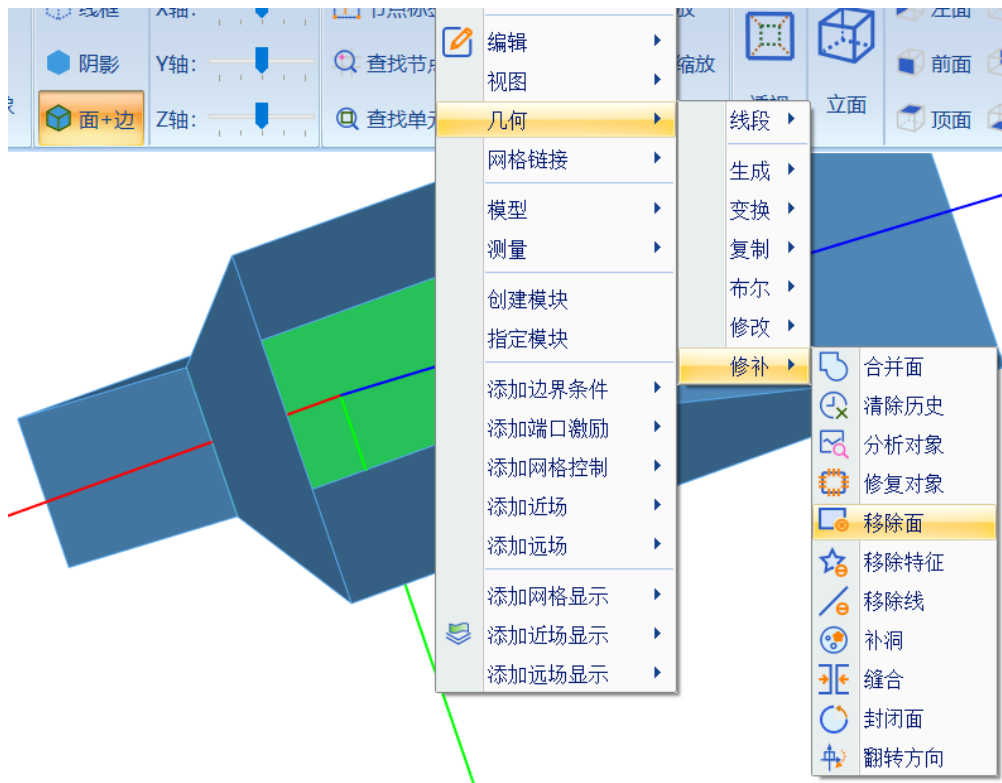


图 3-240 去除长方体顶面

移除长方体顶部长方形，创建完成的喇叭几何模型如图 3-241 所示

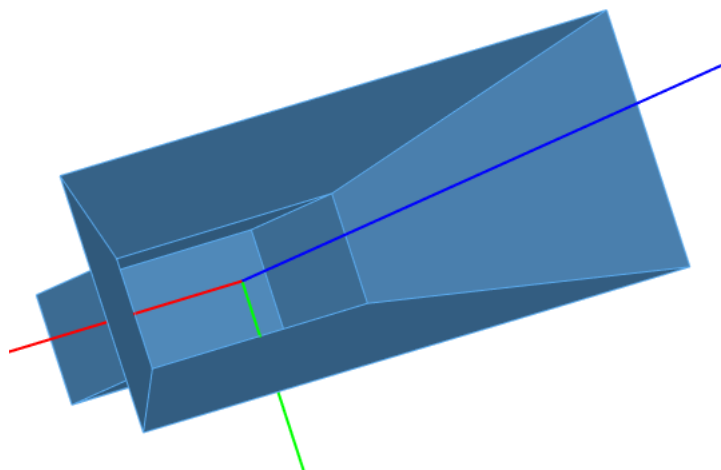


图 3-241 完成喇叭几何模型

模型建好之后，使用布尔操作生成最终的矩形口径喇叭天线模型。如图 3-242 按住 Ctrl 键依次选中喇叭口与长方体，然后选择菜单栏中几何→合并

令，执行合并操作，将选中的物体合并成一个整体。合并生成的物体名称、属性与执行合并操作前第一个选中的物体的名称、属性相同。

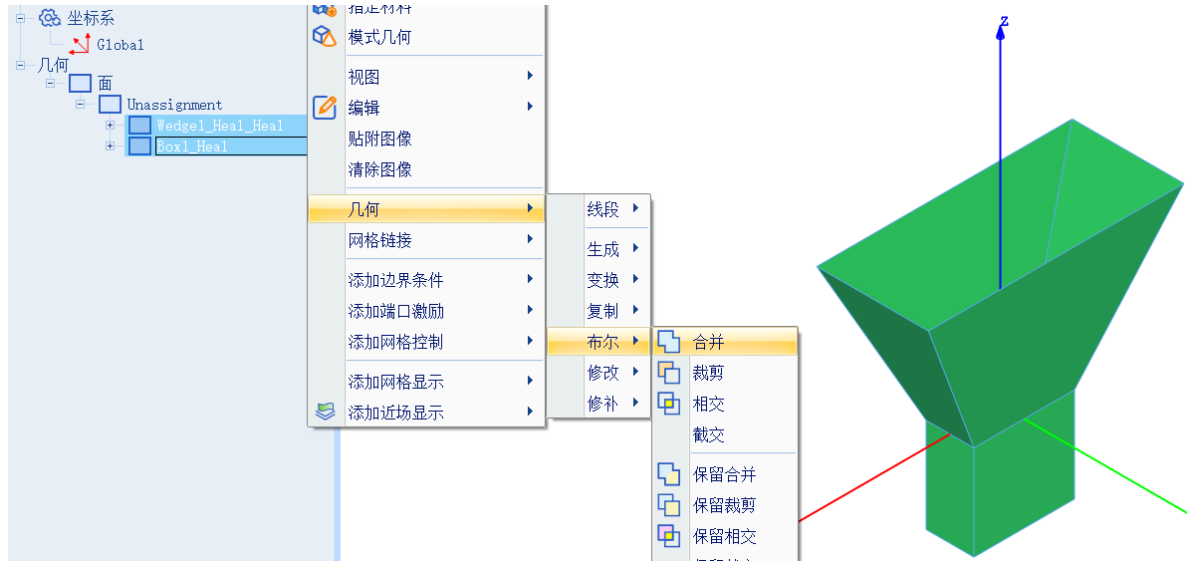



图 3-242 合并几何体

3.6.4.4 创建单反射面

接下来我们创建反射抛物面，点击菜单几何→抛物面，找模型视图任意一点，用鼠标拉出抛物线的宽度和高度，如图 3-243 所示。

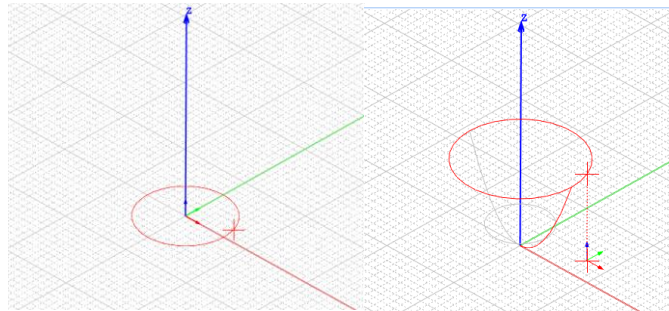


图 3-243 用鼠标拉出抛物面口径和高度

双击几何树中创建的抛物面对象 Paraboloid1 和 CreateParaboloid 进入抛物面创建对话框并输入如图 3-244 所示的参数。



图 3-244 修改反射抛物面属性

X|Y|Z:0 0 F

坐标轴: Z

半径: R

焦距: -F

创建好的几何对象如图 3-245 所示。

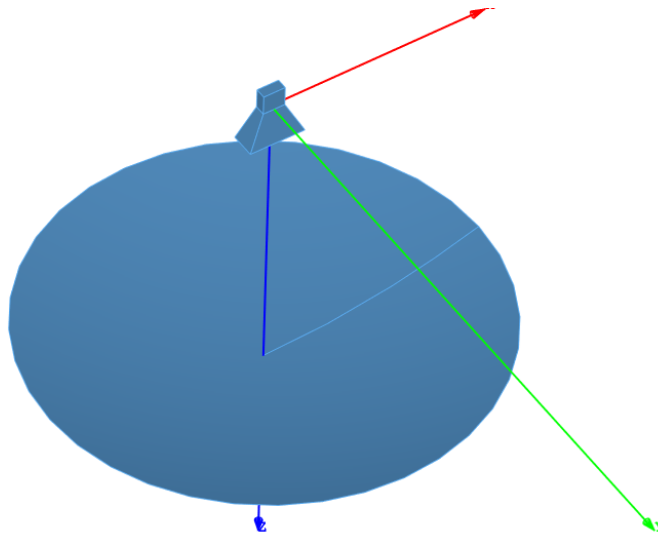


图 3-245 反射抛物面

3.6.5 创建仿真模型设置

3.6.5.1 设置边界条件

把喇叭天线的外表面和反射抛物面设置为理想导体边界。如图 3-246 所示选中所有几何对象模型，鼠标右击选择**添加边界条件**→**理想电导体**命令，即可将所有几何模型设置为理想导体边界，添加完成的边界如图 3-247 所示。

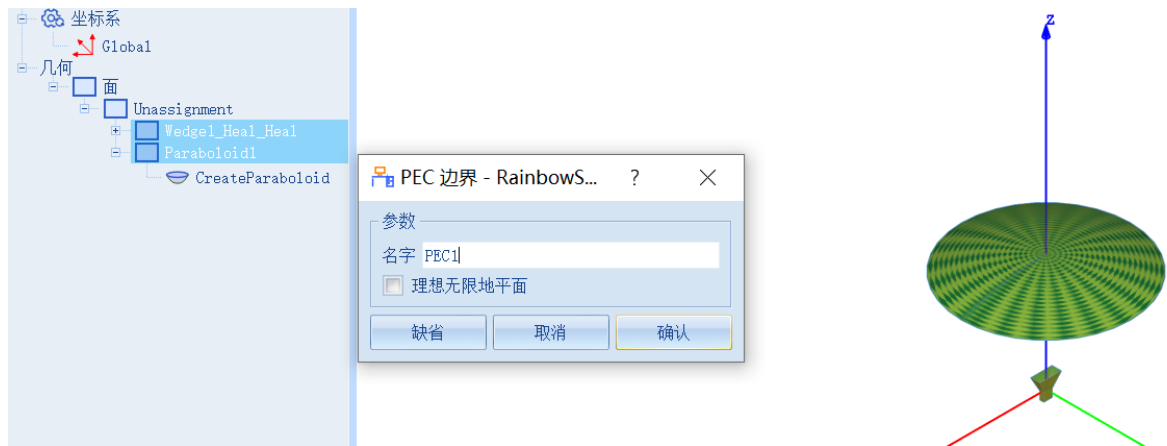


图 3-246 理想导体边界条件设置对话框

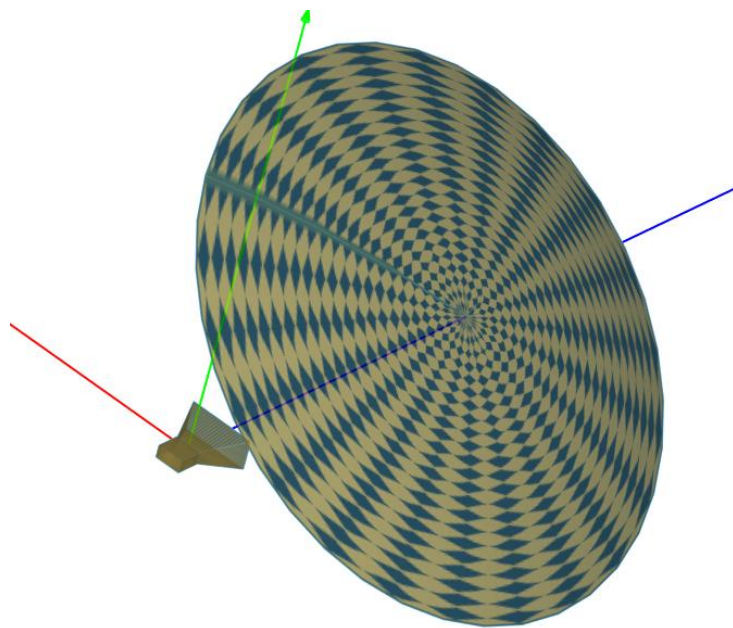


图 3-247 设置完成理想边界

3.6.5.2 设置激励

选择目标对象为 Face 选择: Face，选中喇叭底部的矩形面，右击选择 **添加激励端口**→**矩形波端口**命令，将其激励方式设为波端口激励，阻抗为 50 欧姆如图 3-248 所示。

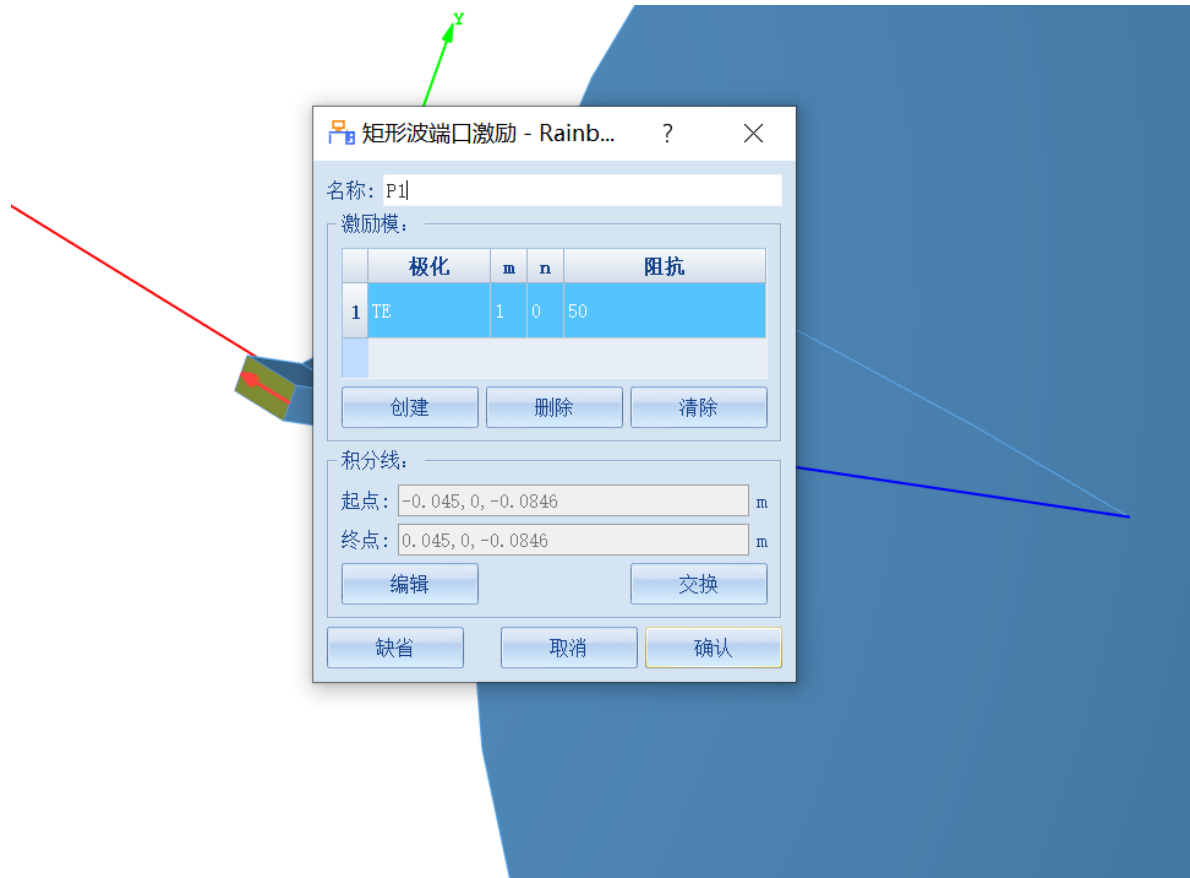


图 3-248 端口激励设置对话框

3.6.5.3 设置网格参数

几何模型创建好后，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。选择菜单**物理**→**初始网格**设置如图 3-249 全局初始网格控制参数。

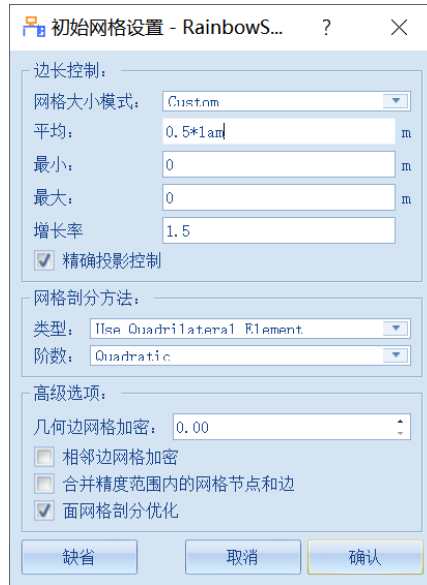


图 3-249 局初始网格剖分控制参数

网格大小模式: **Custom**

平均: **0.5*lam**

类型: **Use Quadrilateral Element**

阶数: **Quadratic**

设置好的边界条件、激励方式、网格剖分可在工程树下查看, 如图 3-250

如果想删除边界条件或端口激励, 点击相应的边界条件与激励, 再按 delete 键即可。

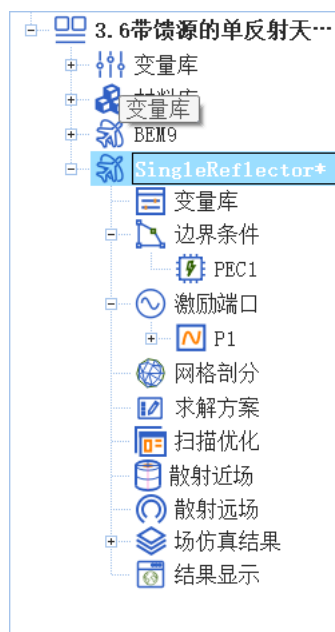


图 3-250 工程树窗口

3.6.6 仿真求解

3.6.6.1 设置仿真求解器

我们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。选择菜单**分析**→**添加求解方案**，添加如图 3-251 和如 3-252 所示的仿真求解器。

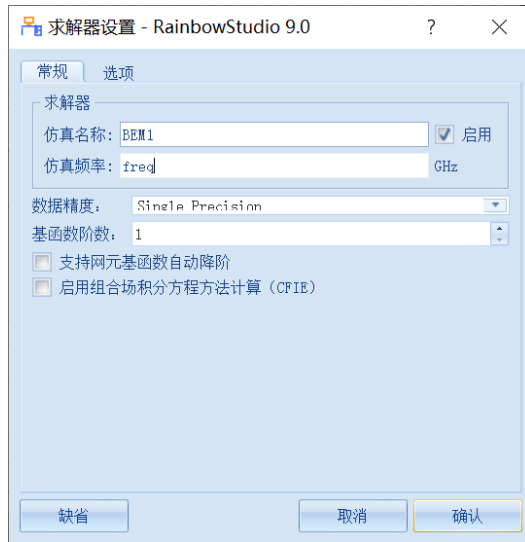


图 3-251 添加 BEM 仿真求解器

仿真频率：freq

数据精度：Single Precision

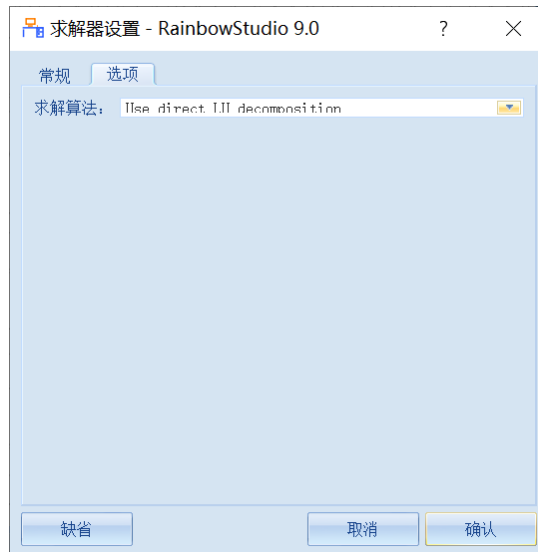


图 3-252 添加 BEM 仿真求解器

求解算法：Use Direct LU decomposition

3.6.6.2 设置远场球

选择左侧工程树中**散射远场**→**球面**或通过菜单**物理**→**球面**设置远场球求解

参数如图 3-253 所示。



图 3-253 远场球设置对话框

Phi

起点：-180

终点：180

步幅：5

Theta

起点：0

终点：180

步幅：1

3.6.6.3 求解

完成上述任务后，可以选择菜单**分析**→**验证设计**来验证模型设置是否完整，如图 3-254 所示。

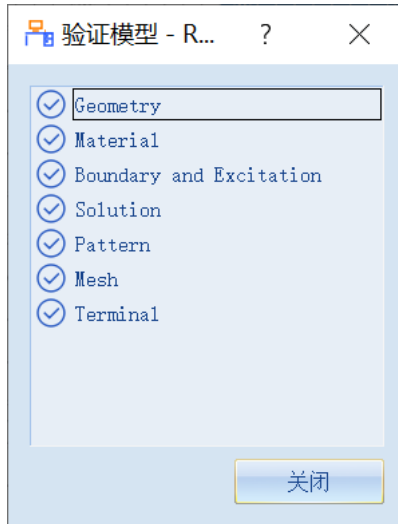


图 3-254 验证仿真模型有效性

下一步，选择菜单**分析→求解设计**启动仿真求解器分析模型。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 3-255 所示。

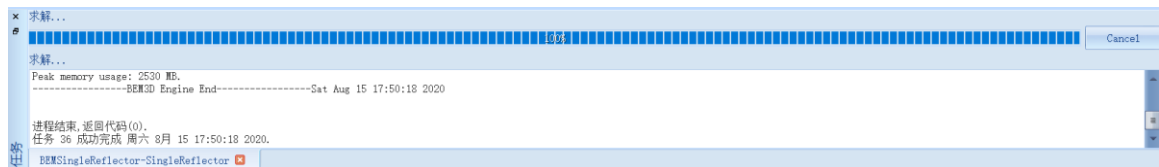


图 3-255 查看仿真任务进度信息

3.6.7 结果显示

仿真结束后，系统可以创建各种形式的视图，包括线图、天线辐射图等。

3.6.7.1 远场方向图显示

首先选择左侧工程管理树**结果显示→远场图表→2 维矩形线图**，参数图表的设置如图 3-256 所示。

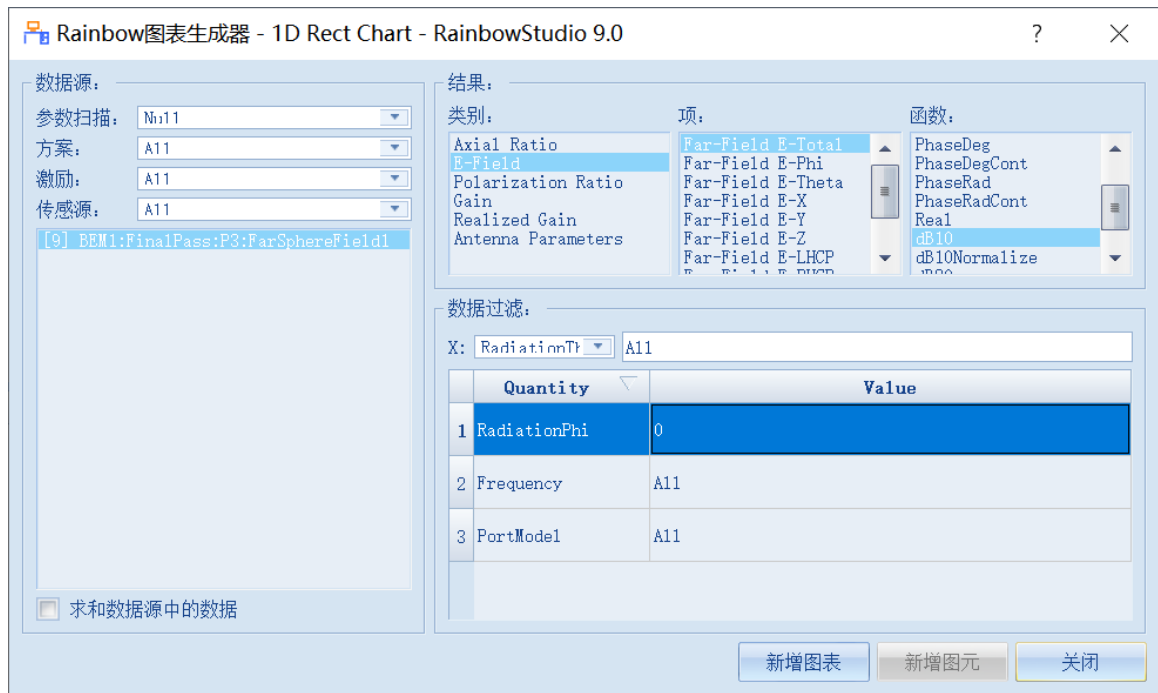


图 3-256 二维电场图表的设置

数据源: [9]

类别: E-

Field

项: Far-Filed E-Total

函数: dB10

X: RadiationTheta

RadiationPhi : 0

Frequency: All

PortModel: All

二维电场图表仿真结果如图 3-257 所示。

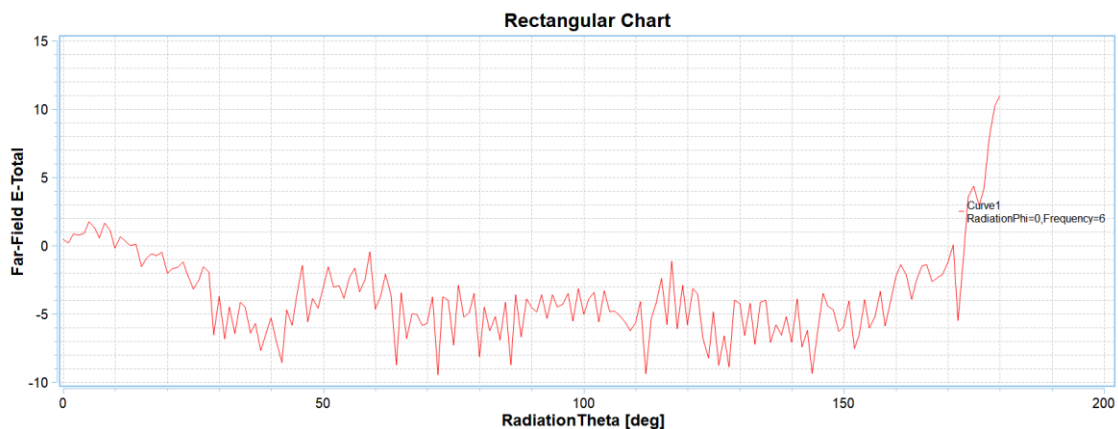


图 3-257 二维电场远场方向线图

鼠标右击左侧工程管理树结果显示→远场图表→3 维极坐标曲线图，设置远场的三维增益图，图表的设置如图 3-258 所示。

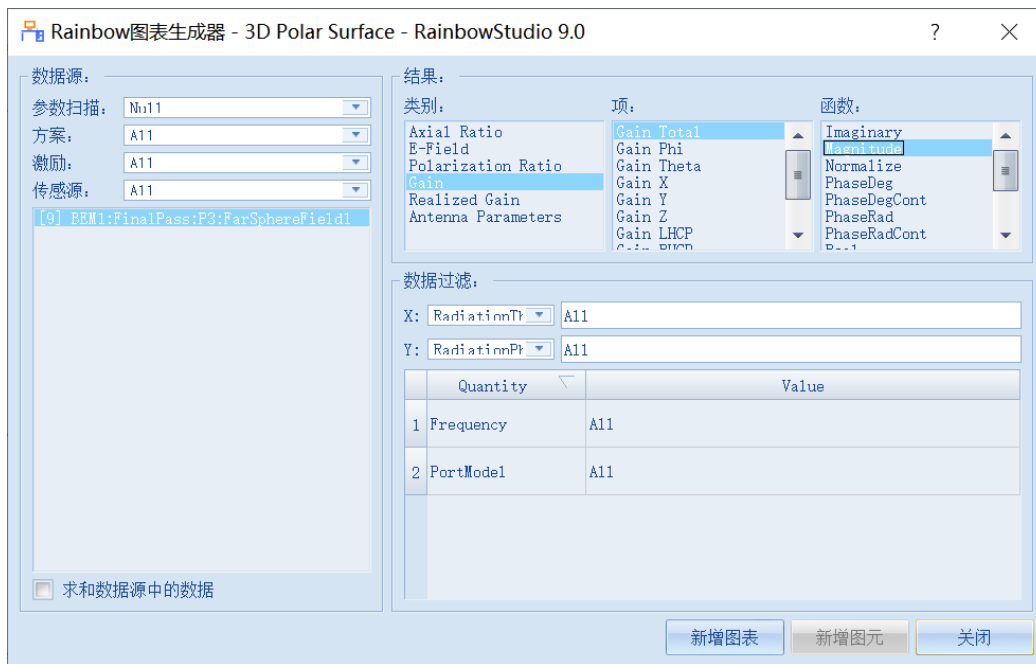


图 3-258 三维增益方向图设置

数据源： [9]

类别： Gain

项： Gain Total

函数： Magnitude

X： RadiationTheta

Y： RadiationPhi

Frequency： All

PortModel： All

设置完成后，所生成的三维增益方向仿真分析结果视图如图所示 3-259 所示。

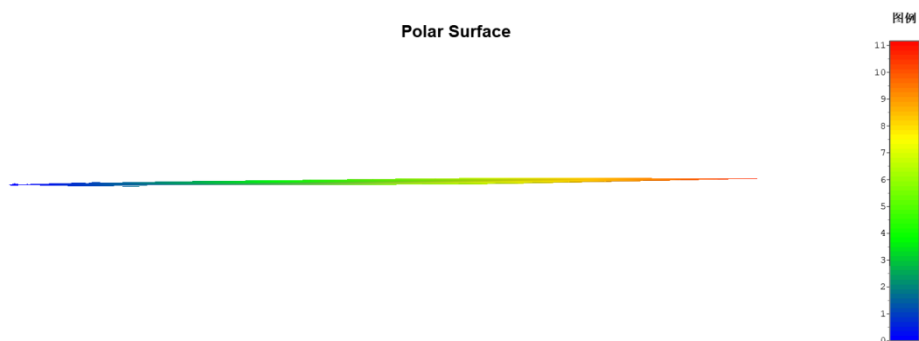


图 3-259 三维增益方向图

系统也可以把所生成的远场方向图添加到几何模型视图中去。如图 3-260 选择工程管理树上的散射远场节点，右击菜单**添加远场显示**→**远场**，并在如图 3-261 所示的控制对话框中输入如下控制参数来添加模型的散射远场结果。

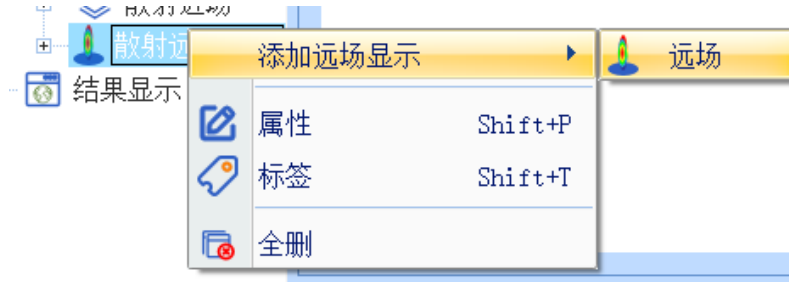


图 3-260 添加远场方向图



图 3-261 设置控制参数

添加好后的远场散射方向图在几何模型视图中的显示如图 3-262 所示。

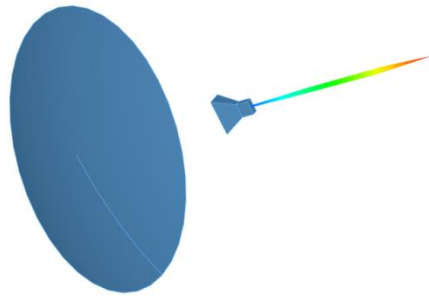


图 3-262 几何视图中的远场方向图

如果想导出天线远场数据，可右击工程树**散射远场**目录下 FarSphereField，选择导出远场数据 Far-Field Matrix，如图 3-263 所示，选择频率、角度等信息，再点击**计算**→**导出**即可。

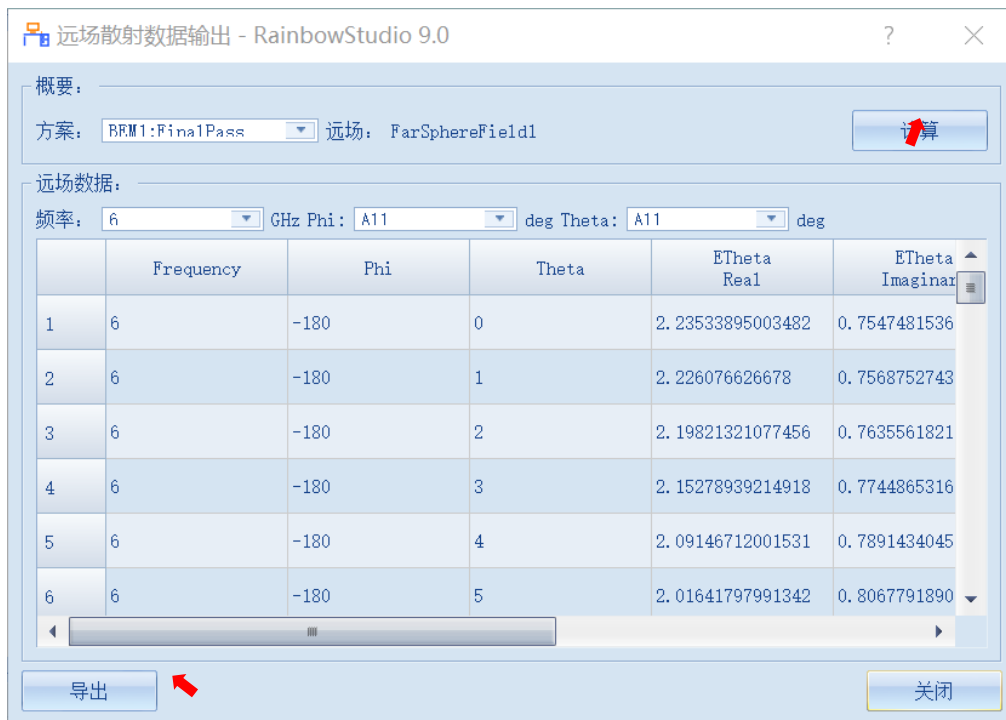


图 3-263 导出远场数据对话框